

5G智慧杆系統設計規範

Design of 5G Smart Pole System - Specifications

Version 0.3.0-20220915V1 (2022-09)

5G智慧杆標準推動聯盟-SIG1

中 華 民 國 1 1 1 年 9 月 1 5 日

目錄

前言	10
1. 涵蓋範圍	11
2. 引用規範	11
3. 縮寫	12
4. 結構系統	14
4.1 杆體系統設計	15
4.1.1 杆體高度	15
4.1.2 負載重量設定	16
4.1.3 杆體系統組成	17
4.1.4 杆體設計	17
4.1.5 防腐處理	17
4.1.6 載荷要求	18
4.1.7 抗風要求	18
4.1.8 抗震要求	18
4.1.9 其它要求	19
4.2 掛載設備	19
4.2.1 掛載設備高度設計原則	21
4.2.2 功能配置	23
4.2.2.1 Type 2 智慧燈杆布局示意圖	24
4.2.2.2 Type 3 智慧燈杆布局示意圖	26
4.2.2.3 Type 4 智慧燈杆布局示意圖	27
4.2.2.4 迴路控制箱	28
4.2.3 掛載設備及功能	29
4.2.3.1 杆頂	29
4.2.3.1.1 電信網路設備要求	29
4.2.3.1.2 Wi-Fi設備要求	30
4.2.3.1.3 固定無線接入設備要求	31
4.2.3.1.4 路側設備要求	31
4.2.3.2 上層	32
4.2.3.2.1 智慧照明設備要求	32
4.2.3.2.2 網路電源供電分歧器要求	33
4.2.3.2.3 環境監測設備要求	34
4.2.3.2.4 影像監視設備要求	35
4.2.3.2.5 交通號誌設備要求	36
4.2.3.2.6 交通告示牌要求	37
4.2.3.3 下層	38
4.2.3.3.1 公眾推播設備要求	38
4.2.3.3.2 緊急呼救設備要求	38

4.2.3.3.3	道路數位標示設備要求	39
4.2.3.3.4	戶外顯示看板設備要求	39
4.2.3.3.5	互動數位看板設備要求	40
4.2.3.3.6	充電樁設備要求	40
4.2.3.3.7	邊緣運算伺服器要求	41
4.2.4	設備安裝要求	41
4.3	連接器與管線需求	43
4.3.1	杆體外部	43
4.3.1.1	穿纜管防水連接器	44
4.3.1.2	專用接口防水連接器（固定介面）	45
4.3.2	杆體內部	49
4.3.2.1	一般連接器	49
4.3.2.2	杆體內部防水機制	53
4.3.3	杆體外部電纜管線測試手法及規範	53
4.3.3.1	電力纜線	53
4.3.3.2	通信電纜	54
4.4	杆內管線理線	54
4.4.1	理線夾分流	55
4.4.2	子系統分流	56
4.4.3	剖開式浪管	57
4.5	參考設計	58
4.5.1	TYPE 2 交通幹道	58
4.5.1.1	掛載設備布局及高度	58
4.5.1.2	管線理線	66
4.5.2	TYPE 4 充電樁智慧杆	66
4.5.2.1	掛載設備布局及高度	66
4.5.2.2	管線理線	68
4.5.3	迴路控制箱	68
4.5.3.1	掛載設備布局及高度	68
4.5.2.3	管線理線	70
4.6	系統工程	71
4.6.1	杆體基礎建設	71
4.6.1.1	基礎座	71
4.6.1.1.1	基礎座分類	71
4.6.1.1.2	基本施工程序	73
4.6.1.1.3	接地施工	75
4.6.2	管線建設	76
4.6.2.1	責任分界	76
4.6.2.2	共同管道及分歧部	77
4.6.2.3	管線規劃	80
4.6.2.4	側溝佈線	84
4.6.2.5	管線施工及根據法規	85
4.6.2.6	智慧杆配線開孔設計	90
4.6.2.7	手孔位置及功能	91
4.6.3	搭建流程	92
4.7	系統管理及維護	95

5. 產品電力安全系統	96
5.1 供電設計	96
5.1.1 控制箱及智慧杆電力系統輸入	96
5.1.2 電源防護裝置	99
5.1.3 設備供電系統	99
5.1.4 主杆供電箱規格配置	101
5.1.5 迴路控制箱分電盤規格配置	102
5.1.6 不斷電系統配置	102
5.2 設備電力規劃	103
5.2.1 主杆設備供電規劃	103
5.2.2 控制箱供電規劃	105
5.2.3 智慧杆主杆附掛設備計費方式	106
5.2.4 控制箱設備電費計費方式	107
5.3 安全性要求	108
5.3.1 電磁相容性要求	108
5.3.2 抗靜電要求	108
5.3.3 抗雷擊要求	108
5.3.4 對LED照明燈具及各附加設備之其他安全性要求	110
5.4 5G智慧杆POC案迴路控制箱及各杆設計參考	110
5.4.1 TYPE 2供電網路圖/分電盤配置圖	111
5.4.2 副杆1供電網路圖/分電盤配置圖	112
5.4.3 副杆2供電網路圖/分電盤配置圖	113
5.4.4 迴路控制箱供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單	114
6. 5G暨無線通訊模組（WG3負責）	115
6.1 5G無線通訊設備	115
6.1.1 智慧杆支援無線通訊設備規畫範圍	115
6.1.2 5G架構支援	115
6.1.3 5G基站軟體介面標準	115
6.2 5G通訊設備規範需求	117
6.2.1 5G SUB-6通訊設備規範需求	117
6.2.2 5G MMWAVE通訊設備規範需求	119
6.2.3 5G核心網路伺服器設備規範需求	121
6.2.4 5G行動邊緣運算伺服器設備規範需求	121
6.2.5 5G 分佈式天線系統設備通訊設備規範需求	122
6.2.6 5G C-V2X通訊設備規範需求	124
6.3 路由器設備規範需求	125
6.4 固定無線接入通訊設備規範需求	126
6.4.1 5G 室外用戶終端設備	126
6.4.2 點對點及一對多點無線網路傳輸設備	127
6.5 無線熱點Wi-Fi存取點通訊設備規範需求	128
6.6 千兆被動式光纖網路通訊設備規範需求	129
6.6.1 光纜線路終端設備	129
6.6.2 光纖網路單元/光纖網路終端通訊設備規範	131

6.7 5G智慧杆通訊系統架構	132
6.7.1 5G智慧杆通訊設備子系統推薦應用架構	133
6.7.2 架構（一）應用於SUB-6頻段的一體式小型基站	133
6.7.3 架構（二）應用於SUB-6頻段的開放網路架構無線基站	134
6.7.4 架構（三）應用於MMWAVE頻段SMALL CELL 一體化設計	135
6.7.5 架構（四）應用於MMWAVE頻段的開放網路架構無線基站	135
6.7.6 架構（五）應用於SUB-6頻段的主動分佈式天線共構應用架構(A)	136
6.7.7 架構（六）應用於SUB-6頻段的主動分佈式天線共構應用架構(B)	137
6.8 智慧杆子系統推薦應用架構	138
6.8.1 級聯架構- 方案1	138
6.8.2 級聯架構- 方案2	140
6.8.3 星狀架構	142
6.8.4 無線系統架構: 客戶前置設備	144
6.8.5 無線系統架構: 802.11AD 點對點無線傳輸設備	145
6.8.6 無線系統架構: 低功耗廣域網路	147
 7. 資訊互通性暨管理系統（WG4負責）	 149
7.1 系統設計	149
7.1.1 系統組成	149
7.1.2 多功能智慧杆管理平台	149
7.1.2.1 一般要求	149
7.1.3 管理平台功能	150
7.1.3.1 物聯網子系統	150
7.1.3.1.1 監控及告警功能	150
7.1.3.1.2 控制網關管理	151
7.1.3.1.3 設備管理	152
7.1.3.2 杆體管理子系統	152
7.1.3.3 用戶管理子系統	153
7.1.3.4 日誌子系統	153
7.1.3.5 運維管理子系統	154
7.1.4 平台性能要求	155
7.2 控制網關	155
7.2.1 基本功能	155
7.2.1.1 燈具控制	155
7.2.1.2 杆體相關設備監控	156
7.2.1.3 杆體相關設備接入	156
7.2.1.4 遠端管理	157
7.2.1.5 安全防護	158
7.2.1.6 資料傳輸	159
7.2.2 基本介面	165
7.2.2.1 狀態顯示	165
7.2.2.2 電力介面	165
7.2.2.3 乙太網路	165
7.2.2.4 光纖網路	165
7.2.2.5 RS485	165
7.3 通訊協議	166

7.3.1	杆體設備通訊	166
7.3.1.1	上行資料	166
7.3.1.2	下行指令	167
7.4	子系統通訊	167
7.4.1	通訊方式	168
7.4.2	資料綱要	168
7.4.3	資料交換	168
7.5	邊緣服務與雲端服務的互動	176
7.5.1	資源管理	176
7.5.1.1	軟體容器化，註冊和分發	176
7.5.1.2	持續整合/持續交付	177
7.5.2	遠端佈署	177
7.5.2.1	軟體更新安全規範	178
7.5.2.2	軟體公證	178
7.5.2.3	軟體登錄檔	178
7.5.3	邊緣與雲端之間通訊協定	178
7.5.4	邊緣與雲內部通訊協定	179
7.5.5	雲端通訊資料格式	179
8.	資安系統 (WG5負責)	180
8.1	5G 智慧杆安全架構	180
8.1.1	核心部件	180
8.1.2	週邊部件	181
8.1.3	威脅模型	183
8.2	加密支援	184
8.2.1	加密功能之要求	184
8.2.2	加密處理器之要求	184
8.3	通訊安全方面	185
8.3.1	一般要求	185
8.3.2	節點與雲端通訊之安全要求	186
8.3.3	節點與週邊部件通訊之安全要求	186
8.3.4	推薦做法: 協議套組	186
8.3.5	推薦做法: 防火牆與虛擬私人網路	187
8.3.5.1	防火牆 (Firewalls)	187
8.3.5.2	虛擬私人網路 (Virtual Private Networks, VPN)	188
8.4	資訊安全方面	190
8.4.1	核心組件中的數據安全要求	190
8.4.1.1	推薦做法: 磁碟加密	190
8.4.2	核心組件中的存取控制要求	190
8.5	計算安全方面	190
8.5.1	一般要求	190
8.5.1.1	硬體信任根	191
8.5.1.2	安全加密啟動	191
8.5.1.3	資訊隔離	191
8.5.1.4	裝置加載與服務開通	192
8.5.1.5	安全韌體與軟體升級	193

8.5.2	推薦做法: 可信任邊緣運算	193
8.5.2.1	雲端原生運算	194
8.5.2.1.1	軟體容器化	194
8.5.2.1.2	持續整合/持續交付	195
8.5.2.1.3	軟體容器管理與編排	195
8.5.2.1.4	整合信息傳送	196
8.5.2.1.5	遠端佈署	196
8.5.2.2	安全容器	197
8.5.2.3	強制存取控制	197
8.5.2.4	可信運算	198
8.5.2.4.1	簽署密鑰	198
8.5.2.4.2	安全輸入和輸出	198
8.5.2.4.3	記憶體遮蔽或受保護的執行	198
8.5.2.4.4	密封儲存	198
8.5.2.4.5	遠端認證	199
8.5.2.4.6	可信任的第三方	199
9.	應用規格 (WG6負責)	200
9.1	智慧照明	200
9.1.1	LED路燈	200
9.1.2	智慧照明控制器	202
9.2	影像監控安防	204
9.2.1	錄影功能	204
9.2.2	錄影儲存	205
9.2.3	攝影機整合	205
9.2.4	即時監看與錄影回放	205
9.2.5	事件管理與紀錄	207
9.2.6	備份與擴充	208
9.2.7	設定與管理	208
9.2.8	安全防護	209
9.2.9	儲存管理	209
9.2.10	網路服務	209
9.2.11	多語言支援	210
9.2.12	行動裝置監控應用程式	210
9.2.13	中央管理系統	211
9.2.14	安規認證	211
9.3	微氣候環境監測	211
9.3.2	微氣候監測傳感器要求	212
9.4	廣告推播	213
9.4.1	播放器硬體設備	213
9.4.2	檔案播放格式	213
9.4.3	播放器管理功能-一般	213
9.4.4	播放器管理功能-播放區塊	214
9.4.5	播放器管理功能-網路	215
9.4.6	產品安規認證	215
9.4.7	管理伺服器軟體功能-一般	215

9.4.8 管理伺服器軟體功能-進階	216
9.4.9 LCD 顯示屏幕	217
9.4.10 LED 顯示屏幕	217
9.4.11 網路喇叭	217
9.5 充電樁	219
9.5.1 引用範圍	219
9.5.2 應用規格	220
9.5.3 安全測試項目	221
9.5.4 充電點與中央系統介面說明	223
9.6 緊急呼救	223
9.6.1 緊急呼救系統應用情境	223
9.6.2 緊急呼救系統軟體功能	224
9.6.3 緊急呼救系統硬體規格	225
9.7 邊緣運算	227
9.7.1 硬體規格	228
9.7.2 應用服務	229
9.8 乙太網路交換器	229
9.9 無線網路控制器	230
附錄A 電信網路小型基地台杆頂倉和介面法蘭盤參考設計	232
附錄B TYPE 2 主要幹道智慧杆參考設計延伸	234
B1 CABLE ROUTING	234
B2 CONNECTOR 型號規格建議	234
B3 掛載設備規格參考	247
B3.1 杆頂	247
B3.1.1 電信設備(可移至WG3)	247
B3.2 上層	247
B3.2.1 智慧照明	247
B3.2.2 交通號誌	248
B3.2.3 道路標示	249
B3.2.4 影像監視	250
B3.2.4.1 槍型攝影機	250
B3.2.4.2 魚眼型攝影機	250
B3.2.4.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機	251
B3.2.5 環境監測	251
B3.2.6 智慧交通(C-V2x)	252
B3.2.7 智慧交通(光達)	252
B3.2.8 智慧交通(雷達)	253
B3.2.9 其他重要設備	253
B3.2.9.1 閘道器(Gateway)	253
B3.2.9.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)	254
B3.3 下層	255
B3.3.1 其他重要設備	255
B4 TYPE 2供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單	256

B5 系統架構 (GPON+RING)	257
B6 流量頻寬	257
 附錄C TYPE 3 公園徒步智慧杆設計延伸	 258
C1 CABLE ROUTING	258
C2 CONNECTOR 型號規格建議	258
C3 掛載設備規格參考	258
C3.1 杆頂	258
C3.1.1 電信設備(可移至WG3)	258
C3.2 上層	258
C3.2.1 智慧照明	258
C3.2.2 影像監視	259
C3.2.2.1 槍型攝影機	259
C3.2.2.2 魚眼型攝影機	260
C3.2.2.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機	260
C3.2.3 環境監測	261
C3.2.4 公眾推播	261
C3.2.5 數位廣告看板	262
C3.2.6 其他重要設備	263
C3.2.6.1 閘道器(Gateway)	263
C3.2.6.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)	263
C3.3 下層	264
C3.3.1 互動數位看板	264
C3.3.2 緊急呼救	265
C3.3.3 其他重要設備	266
C4 TYPE 3供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單	266
C5 系統架構 (GPON+STAR)	267
C6 流量頻寬	267
 附錄D TYPE 4 充電樁智慧杆設計延伸	 267
D1 CABLE ROUTING	267
D2 CONNECTOR 型號規格建議	267
D3 掛載設備規格參考	267
D3.1 杆頂	268
D3.1.1 電信設備(可移至WG3)	268
D3.2 上層	268
D3.2.1 智慧照明	268
D3.2.2 影像監視	268
D3.2.2.1 槍型攝影機	268
D3.2.2.2 魚眼型攝影機	269
D3.2.2.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機	269
D3.2.3 其他重要設備	270
D3.2.3.1 閘道器(Gateway)	270
D3.2.3.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)	270

D3.2.4 影像監視	271
D3.2.4.1 槍型攝影機	271
D3.2.4.2 魚眼型攝影機	272
D3.2.4.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機	272
D3.2.5 其他重要設備	273
D3.2.5.1 閘道器(Gateway)	273
D3.2.5.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)	274
D3.3 下層	274
D3.3.1 充電樁	274
D3.3.2 其他重要設備	275
D4 TYPE 4供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單	275
D5 系統架構 (GPON+STAR)	276
D6 流量頻寬	276
 附錄 E 迴路控制箱設計延伸	 277
E1 CABLE ROUTING	277
E2 CONNECTOR 型號規格建議	277
E3 掛載設備規格參考	277
E3.1 分波多工器(WDM)	277
E3.1.1 稀疏波多工傳輸器(CWDM)	277
E3.1.2 密集波多工傳輸器(DWDM)	278
E3.2 光纖網路單元(ONU)	278
E3.3 網管型乙太網路交換機 (LAYER 3 SWITCH)	279
E3.4 EDGE COMPUTER	280
E3.5 WIFI控制器	280
E3.6 監控錄影儲存設備 (NVR)	281
E4 迴路控制箱供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單	281
E4.2 UPS不斷電系統參考規格	281
E5 系統架構 (GPON)	282
 附錄F 5G智慧杆供應鏈調查	 282
F1 掛載應用設備	282
F2 電力及系統設備	283
F3 5G 電信及有線通訊設備	283
 附錄 G 相關附件	 284
5G智慧杆標準之標準必要專利許可聲明	284
SIG1各WG之職掌和工作項目	286
 參考資料	 287

前言

台灣一直是全球資通訊產業最重要的供應鏈，也是全球智慧城市解決方案的供應重鎮。放眼現今，5G 的應用已為必然的趨勢，政府刻正推動「台灣 5G 行動計畫」、「前瞻基礎建設計畫」政策，並規劃六大核心戰略產業的發展。期能建構 5G 創新應用發展環境，並推動數位建設，樹立智慧城市典範，立基在台灣資通訊的領先地位，持續推動以成為全球數位基地。

近年來，全球許多國家注意到智慧杆的發展，國內各地也陸續有物聯網智慧路燈、智慧共杆等項目的示範架設，但因為沒有一致性的智慧杆產品規格及檢驗標準、未注重與國際規格的銜接而出現各行其是的情況。同時，相關產業的垂直整合不易，無法建立國內供應鏈的密合鏈結。其實，智慧杆可以多工做為 5G 小基地台的載體，更可以藉由整合進其他硬體設備，發揮如環境感測、行動網路、電動車充電、人工智慧分析、車聯網與邊緣運算等技術運用，進而成為具備連網能力及收集大數據資料的重要角色。

於此背景下，由產業界自發性成立之 5G 智慧杆標準推動聯盟，在經濟部標檢局與技術處的支持下，由臺北市電腦公會邀集和碩、鴻齡、中華電信、耀登、華電聯網等會員廠商擔任主要幹部擘劃，規劃「5G 智慧杆系統設計規範」，期望此規範能兼具完備性、包容性、效益性、國際性等基本精神，讓各都市都易於採用此規範做為智慧杆杆體系統建置參考，聯盟亦設計多種多功能杆體以兼容各種可能的應用需求，設計上亦平衡成本及功能，提供合理的建置成本，同時接軌國際標準，讓產業易於擴展至國際市場。

感謝聯盟幹部及會員在規劃及制定產業標準上戮力同心，撰寫過程中，亦承蒙經濟部標檢局與技術處的指導及協助，特此銘謝。未來期望能整合通訊技術與創新科技的發展，利用 5G 智慧杆編織出智慧城市的基礎網絡，亦化身為大數據資料分析平台的基石，更希望能建立起 5G 智慧杆產業的國內供應鏈，擴大 5G 智慧杆整體解決方案之外銷輸出商機，成為全球產業技術規範的重要推動者，呼應政府推動的數位國家創新經濟政策。

1. 涵蓋範圍

本檔包含 5G 智慧杆系統之相關規格定義。

2. 引用規範

ANSI C136.41

CNS 10007 鋼鐵之熱浸鍍鋅

CNS 10522 消防用緊急廣播設備

CNS 1157 醇酸樹脂瓷漆

CNS 12390 A3288 瀝青路面壓實度試驗法

CNS 1247 H2025 熱浸鍍鋅檢驗法

CNS 13438 資訊技術設備－射頻擾動特性－限制值與量測方法

CNS 14115 電氣照明與類似設備射頻擾動特性之限制值與量測法

CNS 14165 電器外殼保護分類等級(IP 碼)

CNS 14335 燈具

CNS 14546 發光二極體交通號誌燈燈面及燈箱

CNS 14555 道路用發光二極體文字顯示型交通資訊看板

CNS 14657 聲學－測定噪音源聲功率位準的精密級方法－用於無響室和半無響室

CNS 14676 電磁相容

CNS 14677 聲音系統設備

CNS 15233 全台設置 LED 路燈技術規範

CNS 15233 發光二極體道路照明燈具

CNS 15511-2 電動車輛傳導式充電系統－第 2 部：介面要求

CNS 16120 影像監控系統安全

CNS 2253 H3025 鋁及鋁合金片、捲及板

CNS 2253 H3027 鋁及鋁合金擠型材

CNS 2931 無熔線斷路器

CNS 4908 一般用防鏽底漆

CNS 5422 漏電斷路器

CNS 601 調合漆(合成樹脂型)
CNS 61347-1 光源控制裝置－第 1 部：通則及安全要求
CNS 61347-2-13 第 2-13 部：LED 模組用直流或交流電子式控制裝置之個別要求
CNS 62087 影音及其相關設備－消耗功率測定
CNS 8886 鹽水噴霧試驗法
ITU-G.651
ITU-G.652 - International Telecommunication Union
MIL STD 810G
台內營字第 0940087319 號 建築物耐震設計規範及解說
台內營字第 0990807042 號 鋼構造建築物鋼結構設計技術規範
行政院經濟部工業目用戶用電設備裝置規則第 25 條
國道照明應用 LED 路燈可行性評估差異性評估報告第 2.1.4.3 節
臺北市政府工程施工規範第 02319 章
臺北市政府工程施工規範第 027265 章
臺北市政府工程施工規範第 03377 章
環署空字第 1091159220 號令 空氣品質標準

3. 縮寫

以下為本檔所使用之縮寫：

AC: Asphalt Concrete (瀝青)
CLSM: Controlled Low Strenth Materials (低強度回填材質)
CPE：Customer Premise Equipment（客戶前置設備）
DAS：Distributed Antenna Systems（分佈式天線系統）
FWA：Fixed Wireless Access (固定無線接入)
LPWAN： Low Power Wide Area Network(低功耗廣域網路)
OLT：Optical Line Terminal (光纜線路終端設備)
ONT：Optical Network Terminal（光纖網路終端）
ONU：Optical Network Unit（光纖網路單元）
RSU：Roadside Unit (路側設備)

WDM: Wavelength Division Multiplexing (波長分波多工器)

4. 結構系統

5G 智慧杆系統架構：

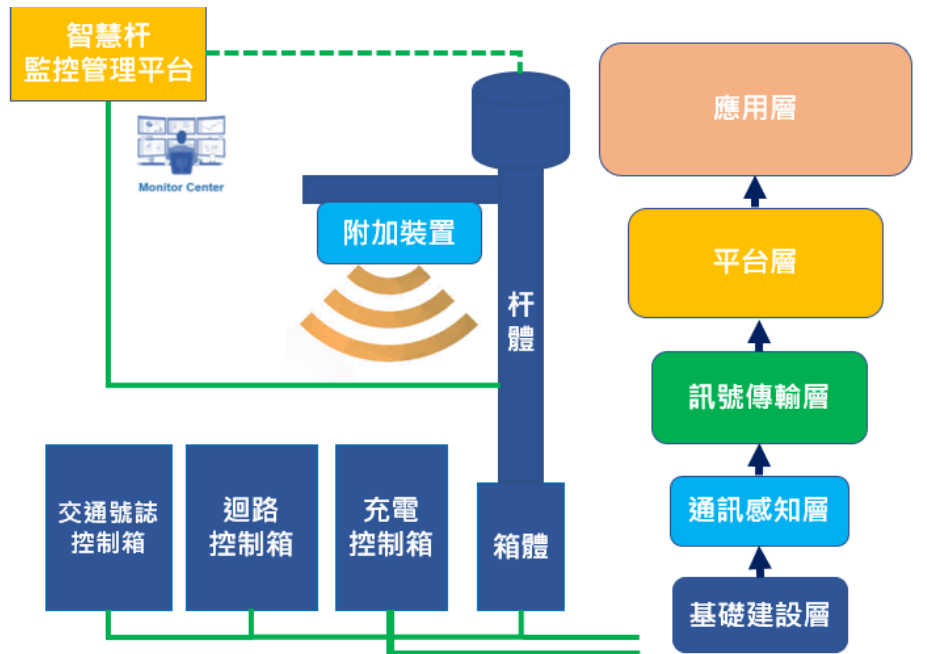


圖 4-1 5G 智慧杆系統架構示意圖

(a) 基礎設施層：

杆體結構系統的基礎建設包括通訊設備倉、杆體、基礎座、共同管線、迴路控制箱、充電控制箱、充電樁、以及監控資料管理中心機房等。

(b) 通訊感知層：

綜整通訊接收、環境感知的設備與系統，包括攝像鏡頭、小型基地台、互動數位看板、道路數位標示、天線、環境偵測設備、交通號誌、緊急呼叫系統、公眾推廣播放器、智慧燈具等。

(c) 訊號傳輸層：

傳輸層可廣義的分為有線及無線的傳輸方式。

(d) 平台層：

包括中央控制中心、照明管理、警告管理、排程管理、交通號誌管理、環境偵測數據收集、攝像監視管理系統。

(e) 應用層：

路燈照明、環境偵測、交通號誌管理、Wi-Fi 分享、訊號傳輸、緊急呼叫、里民宣導、數位廣告等，配合感知層所提供相對應的服務。

5G 智慧杆系統設計原則：

- (a) 因應不同場景的高度需求，杆體使用模組化的設計。
- (b) 5G 智慧杆系統包含杆體本身、外掛通訊感知設備、底部配電及各設備倉。
- (c) 涵蓋並評估杆體本身高度、臂長及彼此間距等，需符合政府相關法規（CNS 及內政部營建署等相關單位之法規）。
- (d) 應綜合評估掛載設備的工作環境、安裝空間、承重、整體安全性、穩定性、保養維護...等因素。
- (e) 杆體的材質包含硬度、強度、防風、耐震、防腐、防水（CNS 及內政部營建署等相關單位）。
- (f) 外觀設計應配合週遭環境、文化與景觀等進行調整。
- (g) 外掛通訊感知設備負重要求、載重設計與結構設計須評估規範使用年限。

4.1 杆體系統設計

包含設計原則、杆體設計、負載重量設定、防水要求、防風要求、防震要求、防腐處理、杆體高度、其他要求等。

4.1.1 杆體高度

杆體高度範圍宜為 3 m~15 m，應根據實際應用場景選擇。

表 4.1.1-1 5G 智慧杆應用場景

場景		5G 智慧杆高度(m)
道路	高、快速道路	8-15
	主、次幹道	8-12
	支路	6-8
高架、橋樑、交流道		8-12
商業步行街、公園、社區、人行道、小型汽車道		3-6

5G 智慧杆宜採用分層設計原則：

- (a) 下層：高度約 2.5m 以下，適用配套設備（供電、開道、路由器等）、充電樁、互動數位看板、緊急呼救、設備倉等設施。
- (b) 上層：高度約 2.5m~8m，適用道路數位標示、交通號誌、影像監視、公眾推播、Wi-Fi 設備及 FWA 設備等設施。
- (c) 杆頂：高度一般 8m 以上，宜部署電信網路、環境監測、智慧照明等設施。

4.1.2 負載重量設定

掛載設備重量、功率、傳輸介面、傳輸方式：

表 4.1.2-1 掛載設備各別相關數值表

掛載設備	最大重量	參考功率	介面類別（參考）	傳輸方式（參考）
電信網路	90 kg	150W	光纖	有線
Wi-Fi 設備	3 kg	2W	網路埠	無線或有線
LPWAN	1.3kg	12W	NB-IOT, LoRa...etc	無線
路側設備 (RSU)	15kg	26W	網路埠	有線
智慧照明	15 kg	250W	RS485、NEMA 標準介面， 0-10V, PWM, DALI 輸出介面	無線或有線
環境監測	1.2 kg	2.5W	網路埠或序列埠	無線或有線
影像監視	3.2 kg	48W	網路埠或光纖	有線
交通號誌	26 kg（5 顆燈）	50W	網路埠或序列埠	有線
公眾推播（主機）	1 kg	36W	HDMI	有線
公眾推播（喇叭）	2.02kg	13W	網路埠	有線
緊急呼救	2.5 kg	12W	網路埠	有線
道路數位標示	46 kg	600W	網路埠或序列埠	有線
互動數位看板	4.9 kg	70W	網路埠或序列埠	有線
充電樁	6 kg	7k~17.6kW	網路埠	有線
開道器	1.5kg	47W	光纖或網路埠	有線
交換器	1.5kg	20W	光纖或網路埠	有線
邊緣運算	7kg	330W	網路埠	有線

上述只標出杆體內部的掛載設備，更詳細的 WG1 掛載設備規格需求將在 4.2.3 中說明。

4.1.3 杆體系統組成

杆體系統由杆體、基礎地籠、橫臂、設備倉(含擴展)和門鎖等模組組成。設備倉內置配電、通信、防雷、接地等模組。

4.1.4 杆體設計

根據不同使用環境，杆體可採用圓形或多邊形的形式；外觀可依各地城市及文化特色，進行相應的設計；並以有效經濟規模與大量生產成本為考量，應滿足以下要求：

- (a) 考量杆體結構及整體安全性，應依據內政部營建署之「鋼構造建築物鋼結構設計規範（一）鋼結構容許應力設計法規範及解說」[1]；
- (b) 採用碳鋼、低合金鋼的杆體設計，鋼板材質符合「CNS-2473-G3039-SS400」規範[2]，鋼管符合「CNS-4435-G3102」規範[3]。杆體厚度應綜合考量其高度、結構、載重等因素進行設計；
- (c) 採用高強度鋁合金等新型材料進行杆體設計時，其性能應符合 CNS 2253 H3025 [4]，CNS 2257 H3027 [5]的相關規定；建議材料使用厚度大於或等於 6mm 的 SS400 低碳鋼料；
- (d) 結合工法，如焊接之焊縫強度設計、螺栓連接之強度設計，應詳閱設計規範或相關技術規定；
- (e) 杆體應使用非功能性反光、防眩光的表面處理工法；
- (f) 杆體宜具備防粘貼功能，防粘貼區域不低於 2.5m。

4.1.5 防腐處理

應滿足以下要求：

- (a) 鋼材質的杆體應採用熱浸鋅或熱浸鋁進行防腐處理，表面可根據需要進行噴漆或噴塑處理；
- (b) 杆體表面之熱浸鍍鋅、熱浸鍍鋁防銹應符合 CNS 10007 [6]、CNS 1247 H2025 [7]的規定；
- (c) 噴漆應符合 CNS601 [8]、CNS1157 [9]、CNS4908 [10]的規定；
- (d) 杆體需通過 CNS8886 「鹽水噴霧試驗法」標準驗證杆體的耐蝕性 [11]。

4.1.6 載荷要求

杆體實際負載重量應與杆體載重能力匹配，載荷除集成現有功能設備荷載外，應預留未來增加系統載重的空間。杆頂重量的限制，須根據不同杆體設計及尺寸大小定義重量，可參閱相關規定。

4.1.7 抗風要求

抗風設計應依據內政部營建署「鋼構造建築物鋼結構設計技術規範(一) 鋼結構容許應力設計法規範及解說」、「建築物耐風設計規範及解說」[12]、「建築物基礎構造設計規範」[13]及「混凝土結構設計規範」[14]，滿足以下要求：

- (a) 以 60m/s (17 級) 風壓進行計算，基本風壓不得小於 499kgf/m²(參考中央氣象局“颱風百問”P.51 風速風壓換算表)，時間 5 分鐘或更多；
- (b) 底座、杆體、懸臂、設備及其連接配件...等在風壓組合值作用下的最大應力，應小於材料強度設計值；
- (c) 當掛載設備對偏轉角有要求時，杆體在受最大風力引起的偏轉角，不能超過設計值。

表 4.1.7-1 杆體抗風設計參數

杆體高度 m	杆體底徑範圍 mm	迎風總面積 m ²	基本風壓 KN/m ²	風力等級
3-6	≤280	≤5	0.65	≥17
6-10	≤350	≤3		
10-15	≤450	≤3		
15-20	≥450	≤3		

4.1.8 抗震要求

需考慮杆體整體承重後的抗震能力；應符合內政部 100.1.19 台內營字第 0990810250 號令修正「建築物耐震設計規範及解說」[15] 的規定，能承受 6 級地震而不倒塌，建議以 7 級地震進行抗震設計。若為模組化多層設計，則應進行剪應力對結構造成的影響。

4.1.9 其它要求

設計5G智慧杆時應充分考慮功能設備的可拓展性，為掛載設備和配套設施預留介面及安裝空間，後期可在滿足杆體荷載要求的條件下便捷加裝、更換設備。杆體預留介面及安裝空間應滿足以下要求：

- (a) 杆體上預留設備安裝空間，內部預留穿線空間；
- (b) 杆體應預留穿線孔、預留孔應打磨光滑、無毛刺、無銳邊，加塞防水橡膠泥；
- (c) 杆體內部應預留配套傳輸線纜位置，根據需求預先安裝配套線纜；若杆體外部無法安裝掛載光纖配線盒，杆體內部宜預留空間安裝傳輸光纖配線盒 ODB；
- (d) 杆體頂部應預留法蘭盤安裝介面，便於安裝電信網路小型基地台、無線電監測、氣象監測等設備，且需預留避雷針安裝位置；
- (e) 天線類戶外防護罩須具備低介電、低損耗、高強度、阻燃耐熱等優異性能之材料；
- (f) 所有設備皆須滿足抗 UV 要求，如 CNS 15200-7-7 [16] 之規定；
- (g) 所有掛載設備的防塵防水等級至少須滿足 IP65 等級，或者可利用其他防水盒/箱等防水設計方式，使其設備可通過 IP65 等級的測試即可。

4.2 掛載設備

5G 智慧杆杆體依照高度可分為三層，分別為杆頂、上層、下層。不同層掛載不同的設備，支援各類應用功能之設備：

- 杆頂（8m 以上）：預計擺放 5G 相關電信網路相關設備、WiFi AP、天線、FWA 設備及 C-V2X（外掛燈橫杆）等相關設備。
- 上層（2.5m 到 8m）：此層掛載較多感知應用設備如影像監視、環境監測、公眾推播、交通號誌、道路數位標示、光達、雷達等。
- 下層（2.5m 以下）：此層掛載設備為緊急呼救、互動數位看板、充電樁等設備，高度應為國人伸手可以觸及之範圍，方便日常使用。

掛載的設備應符合現行標準和相關法律法規要求。掛載設備可包括但不限於本規範所提及的設備類型。上述設備歸類可依各縣市不同要求，應用場景的不同做高度的調整。

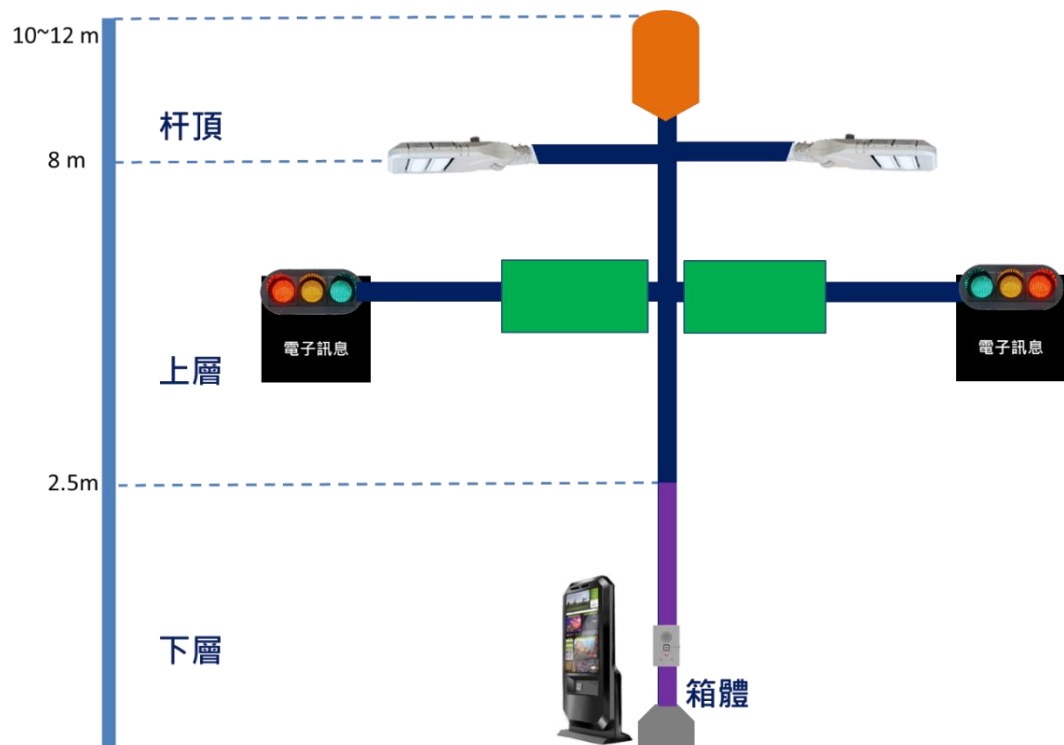


圖 4.2-1 5G 智慧杆分層示意圖

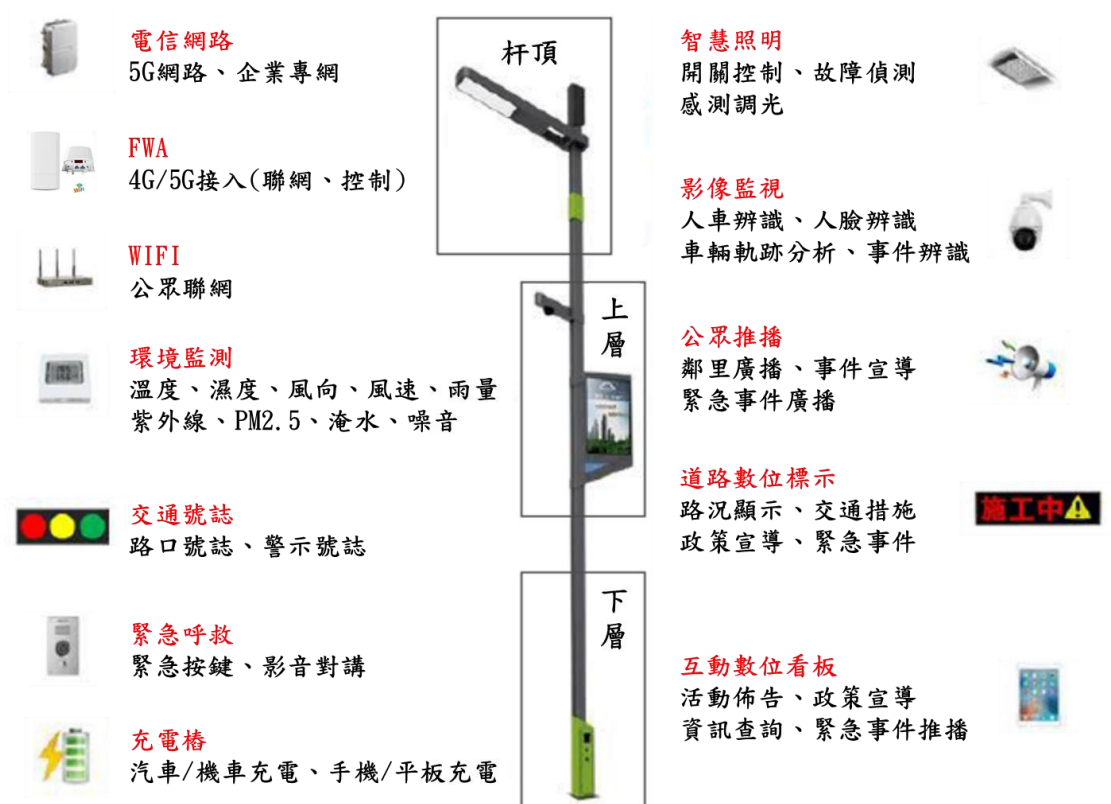


圖 4.2-2 5G 智慧杆掛載設備示意圖

(引用資策會「智慧桿技術規範及驗證產業合作」)[17]

4.2.1 掛載設備高度設計原則

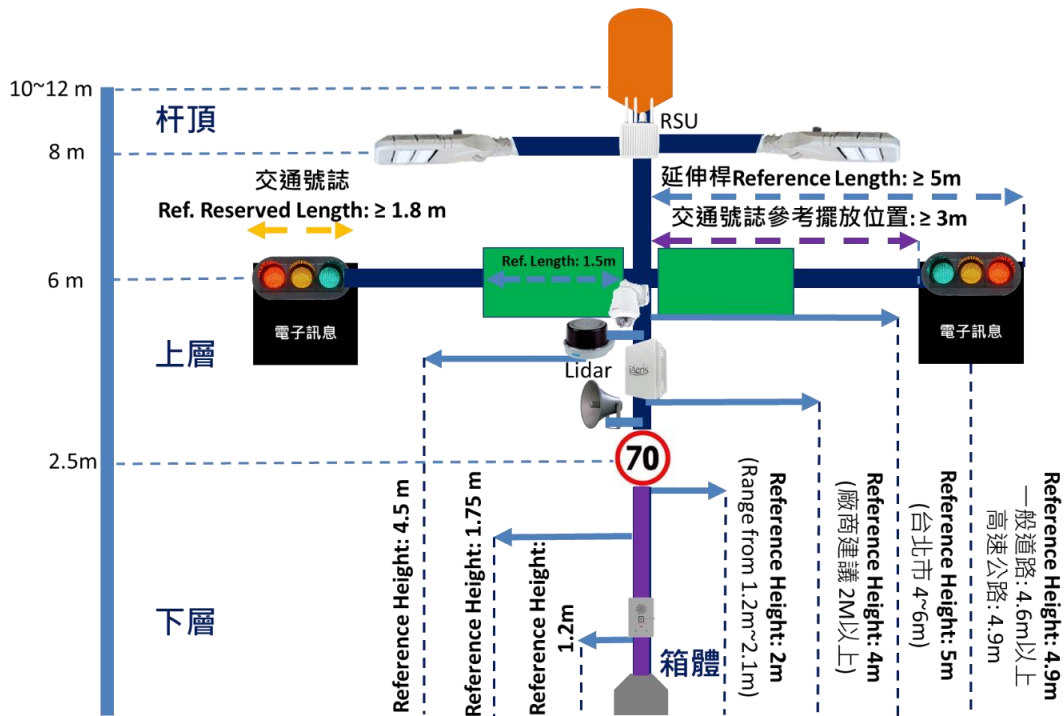


圖 4.2.1-1 5G 智慧杆掛載設備示意圖

(a) 通訊設備

天線與小基站安裝至杆頂位置 10~12m 之間。

(b) 智慧燈具

參考內政部營建署「市區道路及附屬工程設計規範－十九章」[18] 及經濟部能源局「全臺設置 LED 路燈技術規範」道路設置參數條件例如杆體高度、路寬、杆距等的參數進行模擬，須滿足以下兩種條件：

- (1) 模擬照度均勻度 ≥ 0.33 ；(模擬照度均勻度=模擬最低照度/模擬平均照度)
- (2) 模擬平均照度 ≥ 10 lx 或依採購單位指定之道路照明需求

(c) 延伸杆

根據台北市工務局提供路燈裝設原則建議，在不同的設置環境下，燈具高度也會調整[19]：

- (1) 人行道：燈杆掛載高度建議 4 公尺，杆與杆距離間隔建議 16-35 公尺。
- (2) 道路寬度 8-11 公尺街道巷弄：燈杆掛載高度建議 8 公尺或 5 公尺，杆與杆距離間隔建議 28-36 公尺及 17.5-22.5 公尺設置。

道路寬度 11-15 公尺街道巷弄：燈杆掛載高度建議 10 公尺或 8 公尺，杆與杆距

離間隔建議 35-45 公尺及 28-36 公尺設置。

道路寬度 15 公尺以上：燈杆掛載高度建議 10 公尺以上，杆與杆距離間隔建議約 35-45 公尺設置。

參考臺北市政府工務局公園路燈工程管理處「臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務」[20]，延伸杆高度暫定長度為 5m 或以上，高度離地面 6m 處，需經過杆體模擬抗風、抗震、防水等狀況後調整延伸杆長度。各縣市也可依需求調整延伸杆長短及造型。

(d) 道路標示牌

參考臺北市政府工務局公園路燈工程管理處「臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務」[21]及「高雄市全面換裝節能（智慧）路燈暨維護案」，道路指示牌長度原則上以 1.5m~2m，寬度先訂為 1m。掛載高度參考縣市政府的要求做調整。

另外，根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」[22]，第十八條，”懸掛式標誌之垂直淨空，一般道路不得少於四公尺六十公分，高速公路不得少於四公尺九十公分；其支柱或支架與路肩邊緣相距以不少於六十公分為原則。”，這邊先設定道路指示牌掛載在 5m 的高度

(e) 交通號誌牌

根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」，標誌種類有警告、禁制、指示、輔助。各標誌大小規格需根據交通部的規定所設立。根據「道路交通標誌標線號誌設置規則」第十八條，標誌設置須符合以下要求：“豎立式標誌設置之高度，以標誌牌下緣距離路面邊緣或邊溝之頂點一公尺二十公分至二公尺十公分為原則，其牌面不得妨礙行人交通。共杆設置時，同支柱同方向至多以三面為限，並依禁制標誌、警告標誌及指示標誌之順序，由上至下排列。”，故將最低的交通號誌牌放置杆體離地面 1.2m 左右的範圍，依照各縣市的設計，決定掛載交通號誌的數量。

(f) 交通號誌燈（紅綠燈）

需依照「道路交通標誌標線號誌設置規則」規範號誌鏡面尺寸，原則上以三顆紅綠燈的交通號誌為基礎，但考慮到紅綠燈會有更多的功能，需多於三顆甚至到五顆不等。及參考多家廠商的外框尺寸，及號誌燈數輛，長度範圍可以在 1m 到 2m 之間，寬度可設定在 0.35m。依各縣市需求可以再做調整。

(g) 車聯網 (C-V2X)

車聯網的設備組成包含路側單元 (Roadside Unit)，光達 (Lidar)，雷達 (Radar)。國內廠商目前還處於較實驗性階段，但未來很有可能會導入智慧杆的應用中，故在 WG1 的規範中，會先預留車聯網相關設備的走線及擺放空間。路側單元會負責收發車聯網相關設備的資訊，且有含天線，故建議放在杆頂層避免不必要的干擾。依照杆體的設計，路側單元會放在 8m 以上的離地高度。光達及雷達需要掃描路面上的即時動態，故需放置在離地面較近的位置。建議以 3m 以上為掛載高度做設計，未來還是會依照各縣市的設計需求及使用的元件在做掛載高度的變更。

(h) 影像監視

監視系統分為警政單位所屬攝影機及交通部所屬攝影機，兩者因為用途不同，故高度及擺放的位置也不同：警政單位所屬攝影機用途乃協助科技執法，故要求清晰度較高，需可分辨車牌等級的攝影品質，而交通部實際用途為觀察重要路口的車流即時影像。警政單位所屬監視攝影機建議另裝延伸杆以利調整角度面對每個路口車流方向，並且建議安裝在 3~6 公尺之間的高度（根據台北市工務局「臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務案__期末報告書」）。

(i) 環境偵測

建議放置於離地面 2m 以上，可依各廠牌的不同，或是各縣市的座座高度的調整。

(j) 公眾推播

目前建議擺放在離地面 2.5m 處。

(k) 緊急聯絡

建議裝至人手可觸及處，目前建議裝至離地 1.2m 處。

4.2.2 功能配置

依照智慧杆適用場域的不同，廣義的分為五種不同的情境，這五種情境的功能配置如下表 4.2.2-1 所示。無論標配或是選配的功能，都會一併設計在智慧杆內。充電樁及太陽能的使用情境也新增在新的種類中，若有其他需求，可以提出討論並更新至規範中。我們會以 Type 2、Type 3 和 Type 4 的應用場景為範例，提供智慧杆的布局示意圖，並提供掛載的位置、高度、相關參考法規及實際案例。

表 4.2.2-1 5G 智慧杆基本應用場景參考範例

Type	道路場景	應用功能參考															底徑 (m)	高度 (m)	功率 (W)
		電信 網路	FWA (WiFi)	智慧 照明	環境 監測	影像 監視	交通 號誌	公眾 推播	緊急 呼救	道路 標示	數位 道路標示	互動 數位看板	數位 廣告看板	充電樁	車聯網	太陽能			
1	快速道路	▲		▲	△	▲			△						△			10+	低
	高速公路	▲		▲	△	▲			△						△				
2	次幹道	▲		▲	△	▲	▲			▲	▲				△			8+	低
	主幹道	▲		▲	△	▲	▲			▲	▲				△				
	十字路口	▲		▲	△	▲	▲			▲	▲				△				
3	住商徒步	▲	△	▲	▲	▲		▲	▲			△	▲					3-8	高
	公園風景	▲	△	▲	▲	▲		▲	▲			△	▲						
4	停車格旁	▲		▲		▲								▲				3-8	中
5	幹道區間	▲		▲												▲		3-8	中

備註：▲宜標配；△宜選配；根據實際應用場景選擇

4.2.2.1 Type 2 智慧燈杆布局示意圖

Type 2 使用場域為主次要幹道及十字路口，掛載的設備及應用除了提供通訊服務外，也提供交通號誌相關的掛載例如號誌燈、交通告示牌等等。此種智慧杆也還須提供影像監視，包含警政單位所屬影像監視設備及交通部觀測即時車流量的影像監視設備等等功能。由於應用場景的關係，大部分的掛載設備都集中在智慧杆杆頂及上層。Type 2 智慧杆布局如下：

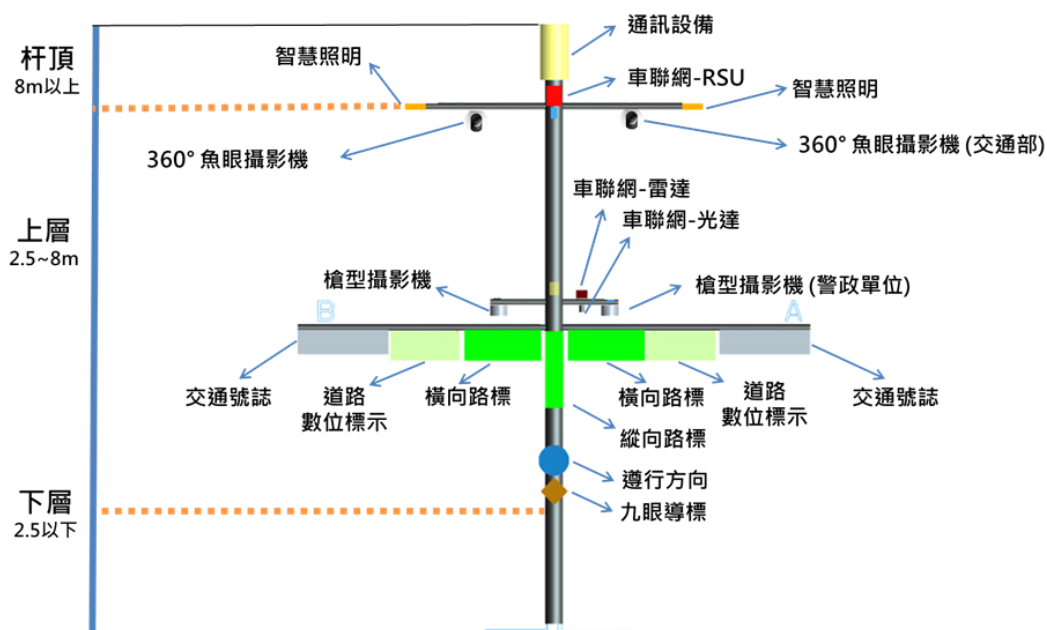


圖 4.2.2.1-1 Type 2 智慧電杆示意圖

(a) 杆頂

- **電信網路**：小基站、天線、等設備掛載在杆頂位置，較不會干擾訊號的傳輸。
另外，C-V2X 的 RSU 也建議掛載在杆頂層，訊號傳輸時較不易受干擾。

(b) 上層

- **交通號誌**：交通號誌建議擺設在與地面距離大概 6 公尺的延伸杆上，掛載後離地面約在 5~5.5 公尺的高度。
- **道路標示**：同交通號誌掛載高度，同樣掛載在距離地面約 6 公尺之延伸杆（參考圖 4.2.2.1-1），道路標示規範請參考 4.2.3.9。另外，在延伸杆上布局依照各縣市及廠商的設計需求做調整，同時也須考量到延伸杆之掛載負重，避免外在因素或是掛載重量造成杆體永久變形。
- **智慧照明**：照明設備高度建議根據內政部營建署「市區道路及附屬工程設計規範 第十九章」規範，從路面寬度換算架設高度，再依擺設高度算出智慧杆之間的擺設距離。圖 4.2.2.1-1 示意圖是先於高度 8 公尺擺設智慧照明燈具，將智慧燈具放置於靠近杆頂層的延伸杆上。智慧燈具的掛載高度及遠近可依各縣市設計需求及成本考量做調整。
- **影像監視**：無論是魚眼、PTZ、或是槍型監視器，都建議建置延伸杆讓監視器可以擺設在最佳位置，避免杆體上的其他設備阻擋攝影角度。圖 4.2.2.1-1，專門在高度 6 公尺左右設立延伸杆以放置不同單位所屬的影像監控設備，與其它設備擺設位置區分。影像監控延伸杆也與其他延伸杆的高度做出區別，不管懸掛式或是安裝在延伸杆上都預留空間以防止與其它設備干涉。
- **環境監測**：Type 2 智慧杆擺放位置在杆體上層離地面 8 公尺左右的高度，接近杆頂的位置。Type 2 杆體將環境監測設為選配。
- **車聯網**：車聯網的設備組成包含上述提及掛載在杆頂層的 RSU 之外，同時包含了雷達及光達。雷達及光達參照工研院在台中花博附近示範智慧杆，建議擺設在較鄰近路面的延伸杆上，以利掃描路面來車並通知 RSU 做傳輸。

(c) 下層：原則是 2.5m 以下的杆體。

- **交通告示**：離路面最低之道路標示可從杆體 1~1.2m 擺設，一根智慧杆上最多能放三面交通告示牌

Type 2 掛載高度僅只建議，若各縣市及廠商因設計需求及成本考量，可調整掛載高度及掛載設備。

4.2.2.2 Type 3 智慧燈杆布局示意圖

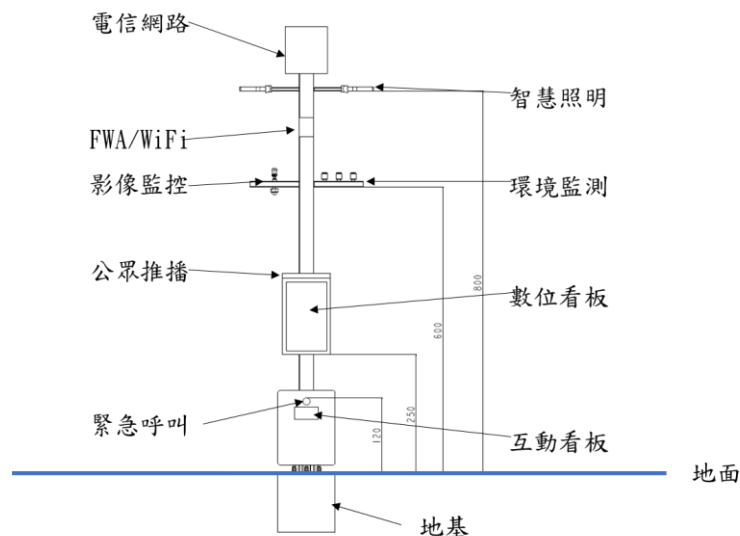


圖 4.2.2.2-1 Type 3 智慧電杆示意圖

Type 3 場域位於住商徒步及公園風景區，使用人數較多，可提供的應用功能也較多，依照 4.1.2 提及之掛載設備位置原則，布局敘述如下：

(a) 杆頂

- **電信網路**: 小基站、天線、CPE、WiFi AP 等設備掛載在杆頂位置，較不會干擾訊號的傳輸

(b) 上層

- **智慧照明**: 照明設備高度建議根據內政部營建署「市區道路及附屬工程設計規範 第十九章」規範，從路面寬度換算架設高度，再依擺設高度算出電杆之間的擺設距離。示意圖是先依高度 8 公尺擺設智慧照明燈具，可依各縣市需求做調整。
- **影像監視**: 無論是魚眼、PTZ、或是槍型監視器，都建議建置延伸杆讓監視器可以擺設在最佳位置，避免杆體上的其他設備阻擋攝影角度。
- **環境偵測**: 建議使用延伸杆增加放置空間，Type 3 電杆多使用於公園及徒步區，杆體本身高度較低，故較無多餘空間放置體積較大設備

(c) 下層：原則上是 2.5m 以下的杆體，此區段的設備多屬於人機互動類。

- 公眾推播：里民廣播或是緊急事件廣播等之用途。
- 數位看板：可供廠商打廣告並收取廣告費用
- 互動數位看板：未來可以規劃繳費服務或是地圖導覽指引等功能，提供徒步區國人服務。
- 緊急呼叫：必要時可利用緊急呼叫提出急救需求。

4.2.2.3 Type 4 智慧燈杆布局示意圖

Type4 智慧杆主要整合掛載式充電樁至杆體上。智慧杆目前的使用情境設計在停車場、路邊等等應用場景。充電樁乃未來趨勢，將來的電動車會更加普及，充電樁的需求量也會跟著提升。若可以利用智慧杆提供用路人充電的機制及服務，可以提升電動車的活動範圍及便利性，製造更多商機及合作模式。基於以上幾點考量，WG1 預先設計 Type 4 智慧杆的使用情境，供各縣市政府或廠商做參考，掛載設備布局參考如下：

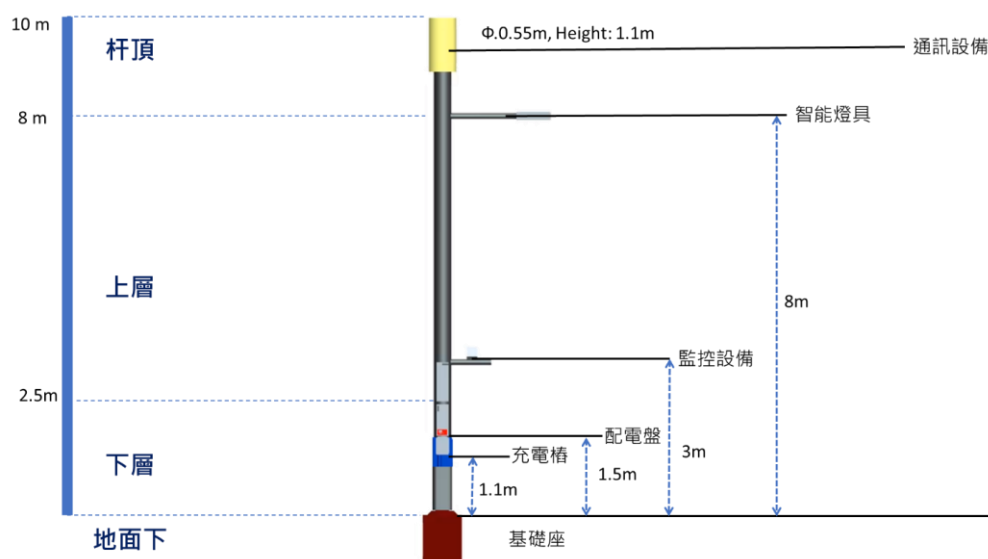


圖 4.2.2.3-1 Type 4 智慧杆掛載設備示意圖

(a) 杆頂

- 電信網路：小基站、天線、CPE、WiFi AP 等設備掛載在杆頂位置，較不會干擾訊號的傳輸，由於 Type 4 智慧杆不會放在主要幹道或十字路口，故先不建議安裝車聯網相關設備，使用頻率較低。

(b) 上層

- **智慧照明**：照明設備高度建議根據「市區道路及附屬工程設計規範 第十九章」規範，從路面寬度換算架設高度，再依擺設高度算出電杆之間的擺設距離。示意圖是先依高度 8 公尺擺設智慧照明燈具，可依各縣市需求做調整。
- **影像監視**：無論是魚眼、PTZ、或是槍型監視器，都建議建置延伸杆讓監視器可以擺設在最佳位置，避免杆體上的其他設備阻擋攝影角度。
- **內部設備**：包括閘道器，交換器等等的網通設備建議放在配電盤上方，靠近維修孔的位置，較方便為維運。

(c) 下層：

- **配電盤**：WG2 定義 Type 4 智慧杆所需電源並透過配電盤轉出連接到杆上的掛載設備。此配電盤也建議放置維修孔附近，較方便維運。
- **充電樁**：目前充電樁有分兩種：AC 及 DC 充電樁，AC 充電樁重量較輕，且尺寸較小，比較有機會可以在不影響杆體負重結構下，鎖附在智慧杆上。在 Type 4 的智慧杆上，先建議以 AC 充電樁為設計選項。
- **箱體**：在 Type 4 新增箱體的解決方案目的在於 WG3 的 5G 通訊設備中，部分設備希望可以放在杆體下層，一來減輕杆頂所負載的重量，二來若杆體內部設備發生故障或是臨時要作調整，可以直接打開下層箱體進行維修。若日後計畫設計 POC (Proof of Concept) 的時候也可以採用這樣的解決方案，方便除錯及調整管線連接，不用再預約升降梯，節省 POC 經費，同時也增加安全性。另外，這樣的設計不只侷限在 Type 4，若設計者有需求也可以設計在其他的使用情境上。

4.2.2.4 迴路控制箱

箱體材料採用厚度為大於等於 1.5mm 的熱浸鋅板，熱浸鋅板焊接後須噴塗戶外粉。箱體底座採用厚度不少於 2mm 的冷軋鋼板，焊接後經熱浸鋅表面處理。該機箱建議宜擁有的設計理念，採用模組化的結構設計，內部設備安裝與維護的便利性，機箱堅固防破壞之安全性，可搭配自然或強制散熱之解決方案，且具有一定程度的防水等級功能。機箱內可安裝基站設備、電源設備、蓄電池、溫控設備、傳輸設備及其他配套設備或為以上等設備預留安裝空間。實際設計的需求以及限制規定，可依據各需求方做客製化的設計與製作。

4.2.3 掛載設備及功能

4.2.3.1 杆頂

4.2.3.1.1 電信網路設備要求

通過 5G 智慧杆預留的掛載空間、穿線孔和供電能力，安裝電信網路設備（包括但不限於 4G/5G 小型基地台），電信網路設備應符合 NCC 中相關規定。電信網路設備宜安裝在 5G 智慧杆頂部的杆頂倉內，杆頂倉通過法蘭盤結構與 5G 智慧杆頂部連接。且支持 360 度水平轉動角度調整，並能保證其強度，杆頂倉和法蘭盤參考設計見附錄 A。杆體設計應考慮杆頂倉承受的風壓的能力，電信網路設備的杆頂倉外遮罩必須採用非金屬材料避免訊號屏蔽效應。杆頂倉應考慮防水設計，電信設備功能必須正常，並應預留出線口和接地端子。

表 4.2.3.1.1-1 電信網路設備（小型基地台）參數（推薦值）

杆體高度	承重需求	用電		杆體基本要求		
		功耗需求	斷路器需求	杆體直徑 (頂部-底部)	材質	壁厚
≤ 15 m	90 kg	600 W	輸入容量 20A，輸出 1 × 16A + 3 × 6A	≤ 550 mm	碳鋼、高強度 鋁合金	≥ 6 mm

表 4.2.3.1.1-2 電信網路 (4G/5G) 規格範例

電信網路 & 無線通訊設備 (5G sub6G/mmWave, CPE)	工作電壓	DC12V/19V/48V PSU 85~277V AC
	消耗功率	150W
	尺寸	Ø 550mm x 1100 mm
	重量	90kg
	工作溫度	-10° C ~ 60° C
	通訊介面	RJ45
	IP Rating	IP65

表 4.2.3.1.1-3 電信網路 (5G mmWave) 規格範例

電信網路 (5G mmWave)	操作溫度	-10° C ~ 60° C
	尺寸	φ<350 mm
	重量	<15 kg
	消耗功率	<150 W
	頻段	n257/n258/n260/n261
	天線	128T/128R
	無線通訊技術	5G NR FR2
	最大輸出功率	43 dBm
	通訊介面	10Gbps RJ45
	IP Rating	IP65

4.2.3.1.2 Wi-Fi 設備要求

通過在 5G 智慧杆上安裝 Wi-Fi 設備，以提供公眾聯網功能，Wi-Fi 設備應符合 NCC、IEEE 802.11 [23]系列標準中相關規定。Wi-Fi 設備宜以外掛之方式，安裝在杆體杆頂。

表 4.2.3.1.2-1 Wi-Fi 設備規格參考範例

Wi-Fi 設備	工作電壓	802.3at PoE (30W)
	消耗功率	2W
	尺寸	226.7mm x 256.7mm x 90.3mm
	重量	3kg
	工作溫度	-40° C ~ +85° C
	通訊介面	RJ45
	IP Rating	IP67

4.2.3.1.3 固定無線接入設備要求

通過在 5G 智慧杆上安裝 FWA（固定無線接入）設備 (Outdoor AP Unit)，以接入 4G/5G 訊號，可用於提供 Wi-Fi，或是轉出 RJ45 做為控制使用，FWA 設備應符合 NCC 系列標準中相關規定。FWA 設備宜以外掛之方式，安裝在杆體上層。以下規格僅供參考，可配合各縣市政府的設計做變更。

表 4.2.3.1.3-1 FWA 設備規格範例

FWA設備	工作電壓	12V/3A
	消耗功率	30W
	尺寸	110mm x 105mm x 217mm
	重量	2kg
	工作溫度	Ethernet
	通訊介面	12V/3A
	IP Rating	IP66

4.2.3.1.4 路側設備要求

隨著車聯網的發展，自駕車與其他道路使用者及交通基礎設施之間溝通日漸頻繁，在電杆上裝置 RSU 搭配 5G/WiFi 以及車用短距離通訊 (DSRC – Dedicated Short Range Communications) 或是蜂窩車聯網技術 (C-V2X - Cellular Vehicle-to-Everything)，有助於即時更新交通號誌及路況訊息給用路車輛及行人，避免不必要的意外。

表 4.2.3.1.4-1 RSU 規格範例

RSU	工作電壓	802.3at PoE (30W)
	消耗功率	26W
	尺寸	1. 杆體內置式：400mm x 300mm 2. 杆體外置式：<15 公升
	重量	15kg
	工作溫度	-40° C ~ +85° C
	通訊介面	RJ45
	IP Rating	IP67

4.2.3.2 上層

4.2.3.2.1 智慧照明設備要求

智慧照明包括照明設備與智慧管理，能夠實現遠端集中管理、控制，並支援照明運行狀態監測、照明用電監測，以及便利的查詢、定位等功能。智慧照明的設計及裝置選擇應符合 CNS 15233 [24]中相關要求，電磁干擾應符合 CNS14115 [25]中相關要求，安全性應符合 CNS 61347-1 [26]及 CNS 61347-2-13 [27]中相關要求，防塵防水應符合 CNS14165 [28]中相關要求。根據內政部營建署 - 「市區道路及附屬工程設計規範 第十九章」為控制眩光，照明設備應在主、次要幹道及快速道路上應優先採用遮蔽型燈具，較不建議採用無遮蔽型燈具。服務型道路應優先使用遮蔽型或半遮蔽型。燈具防護等級不低於 IP65，燈線應在燈具內接線端子進行連接，不得在杆體內接線。

表 4.2.3.2.1-1 智慧照明規格範例

智慧照明燈具	工作電壓	100-277V
	消耗功率	250W
	尺寸	710mm x 350mm x 169mm
	重量	15kg
	工作溫度	-30° C ~ 50° C
	通訊介面	1~10V、DALI (NEMA)
	IP Rating	IP66

表 4.2.3.2.1-2 路燈控制器

路燈控制器	工作電壓	90-264Vac
	消耗功率	250W
	尺寸	Φ120mm x 108mm
	重量	0.2kg
	工作溫度	-40°C ~ 80°C
	通訊介面	RS485, LwM2M (NB-IOT, LORA, and more)
	IP Rating	IP66

表 4.2.3.2.1-3 Ethernet to RS485 轉換器

Ethernet to RS485 轉換器	工作電壓	12-48Vdc
	消耗功率	12W
	尺寸	45mm x 135mm x 130.6mm
	重量	1kg
	工作溫度	-20 ~ 70°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP66

4.2.3.2.2 網路電源供電分歧器要求

智慧杆上的配電盤設計目前只轉出交流電，雖然交換器可以轉出 POE 的電源，但有些設備還是只能接受直流電的電源並且規定在一定範圍的電壓準位中。為了完成這些裝置的直流電電源要求及訊號供應，必須要使用網路電源供電分歧器 (POE Splitter) 將 Ethernet 及電源分出，Ethernet 作為訊號介面接進掛載設備，電源透過分歧器內部的變壓器調整成掛載設備適合的直流電電壓範圍後再供應給掛載設備。

表 4.2.3.2.2-1 網路電源供電分歧器參考規範

Ethernet to RS485 轉換器	工作電壓	36 ~ 57 VDC on PoE
	消耗功率	21.6W
	尺寸	26.1mm x 70mm x 95mm
	重量	0.25kg
	工作溫度	-20°C ~ 70°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP30

4.2.3.2.3 環境監測設備要求

環境監測設備包括公路氣象監測設備，公路氣象環境監測設備的品質初步建議可參考行政院環境保護署環署空字第 1091159 220 號令修正發布全文 6 條之「空氣品質標準」進行相關規範。感測器之電器特性如安規等則建議可沿用標檢局一般電子感測器設備相關要求規範訂定之。氣象環境監測設備介面宜採用 RS485、RS235 或 RJ45，氣象監測設備應取得氣象部門檢測認證。

表 4.2.3.2.3-1 環境監測規格範例

環境監測	工作電壓	100~240V AC
	消耗功率	2.5W
	尺寸	180mm x 268mm x 138mm
	重量	1.2kg
	工作溫度	-10°C ~ 60°C
	通訊介面	RS485
	IP Rating	IP65

4.2.3.2.4 影像監視設備要求

影像監視之相關標準，國際上以 ONVIF 標準 Open Network Video Interface Forum（國際開放型網路影片產品標準網路介面開發論壇）較為普及，國際大廠大多皆支援此標準，主要原因為此標準有較高的相容性及完整性。有關於 IP camera 及 NVR 等設備的相關標準被定義在 ONVIF profile S。影像處理及網路監控之安全部分，建議針對國內頒布之 CNS16120 [30] 系列標準進行檢討補強。

智慧電杆上的影像監視可以分為兩種：一種為警政單位所管轄，另一種屬於交通部管理，以下為兩者功能及應用上的差異：

(a) 警政單位監視器

- **主要功能：**配合警調辦案使用，偵測車牌，改善治安
- **設置地點：**以巷道，主要路口。可擺放在道路側面或是主要幹道中間的智慧杆。
- **擺設範圍：**每個路口的來車方向都建議擺放，一支智慧杆上建議安裝延伸杆並調整鏡頭方向以防被智慧杆上的路燈及其他設備所干擾
- **攝影機需求數量：**多座，依照警政單位的需求，在每個路口的不同來車方向安裝，方便科技執法。
- **架設高度：**建議擺放較低位置，方便擷取路面上的車牌及人臉。根據臺北市政府工務局公園路燈工程管理處所提供的「路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務案__期末報告書」中建議，監視器高度安裝在燈杆上 3~6m 處
- **攝像品質：**高清，須清楚擷取車牌，故頻寬需求也較大。

(b) 交通部監視器

- **主要功能：**觀察車流運行狀態，車流即時影像。
- **設置地點：**重要路段及路口為主。各路口之車流資料蒐集包括總流量、分車種流量（可判斷是大、中、小型汽車或是機車）及轉向車流量（直行、左轉、右轉）等等的資料蒐集。動態型即時資訊可依「傳送週期」回報，傳送週期可以設定為 1 秒、2 秒、5 秒、1 分鐘及 5 分鐘不等。週期型資訊則建議每 5 分鐘回傳一次。
- **擺設範圍：**可使用槍型固定式或魚眼可調整角度式攝影機，涵蓋範圍較廣
- **攝影機需求數量：**少座，因可以調動角度，且觀察整體車流量不需影像細節

- **架設高度**：建議擺放較高位置，可以觀察全局。參考交通部運輸研究所提供「國內研發影像式車輛偵測器之後續擴充」建議擺放高度 5m 以上。
- **攝像品質**：一般，只需拍攝遠端車流量，故頻寬需求也較小。

表 4.2.3.2.4-1 影像監視規格範例

影像監視	工作電壓	802.3af PoE
	消耗功率	4.8W
	尺寸	Ø 210 mm x 332mm
	重量	3.2kg
	工作溫度	-40°C ~ 50°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP66

交通部所屬的監視器屬車流偵測導向之攝影機，需全天候24小時進行重要路口交通流量的即時訊息蒐集及分析。重要影像及資料可擷取並回傳至網路型監視系統主機 (NVR – Network Video Recorder) 做存取，保存天數依照各縣市單位需求做調整。儲存之影像可供交通部及其他單位來進行管理策略研擬及相關法規制定，也可滿足科技執法之需求，調閱擷取影像。

監視器的使用上，必須符合各縣市的管理條例，例如台北市的「臺北市錄影監視系統設置管理自治條例」[31]、新北市的「新北市政府警察局治安監視錄影系統設置管理要點」[32]、及桃園市的「桃園市監視錄影系統設置管理自治條例」[33]等管理自治條例。

4.2.3.2.5 交通號誌設備要求

設置於 5G 智慧杆的交通號誌應優先滿足交通號誌的可視性，再考慮掛載其他設備，色度範圍及中心強光可參考 CNS14546 [34]之規定，突波保護可參考 CNS14676-5 [35]，電磁雜訊可參考 CNS13438 [36]，燈具模組之防水防塵可參考 CNS14165 [37] IP54。交通號誌及路口警示標誌掛載原則建議參考交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」。

表 4.2.3.2.5-1 交通號誌規格範例

交通號誌	工作電壓	80-240 Vac
	消耗功率	50W
	尺寸	1775mm x 355mm x 470mm
	重量	26kg
	工作溫度	-20°C ~ 74°C
	通訊介面	Ethernet/ RS-232
	IP Rating	IP54

4.2.3.2.6 交通告示牌要求

根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」，標誌種類有警告、禁制、指示、輔助。各標誌大小規格需根據交通部的規定所設立。根據「道路交通標誌標線號誌設置規則」第十八條，豎立示標誌設置須符合以下幾點要求

- (a) 豎立式標誌設置之高度，以標誌牌下緣距離路面邊緣或邊溝之頂點一公尺二十公分至二公尺十公分為原則，其牌面不得妨礙行人交通。共杆設置時，同支柱同方向至多以三面為限，並依禁制標誌、警告標誌及指示標誌之順序，由上至下排列。(擷取交通部文件原文)
- (b) 懸掛式標誌之垂直淨空，一般道路不得少於四公尺六十公分，高速公路不得少於四公尺九十公分；其支柱或支架與路肩邊緣相距以不少於六十公分為原則。但情況特殊者，在影響行車最小原則下得酌予變更。(擷取交通部文件原文)
- (c) 用以指示相交道路之名稱的指示牌，設於相交路口之適當處，全線設置位置應力求一致。本標誌為綠底白字白色邊線，牌面大小得視文字字數及排列情況調整之。該道路屬公路系統者，應於本標誌加繪該公路之路線編號，路線編號之圖案及顏色與各級公路編號標誌一致。(擷取交通部文件原文)

公路之路線編號



圖 4.2.3.2.6-1 相交道路指示牌示意圖

5G 智慧燈杆的使用情境包含高速公路/快速道 (Type1) 及主/次要幹道 (Type2)，故交通號誌擺放原則須根據上述為原則設計，若因各縣市當下環境的限制，可以斟酌變更。

4.2.3.3 下層

4.2.3.3.1 公眾推播設備要求

設置於 5G 智慧杆上的公眾推播設備，通常用於特殊緊急情況，相關揚聲器需要有足夠的音壓讓民眾能夠清楚辨別，故建議音壓種類初步可參考內政部消防法第 133 條「各類場所消防安全設備設置標準」[38]之緊急廣播設備規範。另消防單位亦針對音壓位準、音響功率、指向特性區分試驗、頻率特性試驗等建議使用 CNS14657 [39]、CNS14677 [40]等國家既有驗證標準，或針對實際狀況進行增修規範，故建議可沿用該標準。

表 4.2.3.3.1-1 公眾推播撥放器(主機)參考規格

公眾推播	工作電壓	100~240V AC
	消耗功率	36W
	尺寸	154.2mm x 143.6mm x 37.8mm
	重量	1kg
	工作溫度	
	通訊介面	HDMI
	IP Rating	IP52

4.2.3.3.2 緊急呼救設備要求

緊急呼叫設備宜安裝在杆體底部，性能及安裝要求應符合 CNS10522 [41]中相關規定。緊急呼叫設備應擺放於人手能觸及之範圍，以利緊急事件時，國人可以直接利用緊急呼叫設備與外界聯繫。

表 4.2.3.3.2-1 緊急呼救參考規格

緊急呼救	工作電壓	90V ~ 240Vac
	消耗功率	12W
	尺寸	150mm x 220mm x 250 mm
	重量	2.5kg
	工作溫度	-30°C~70°C,
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP55

4.2.3.3.3 道路數位標示設備要求

設置於 5G 智慧杆的道路數位標示應優先滿足道路數位標示的可視性，再考慮掛載其他設備，須符合 CNS 14555 [42]中相關規定。

表 4.2.3.3.3-1 道路數位標示規格範例

道路數位標示	工作電壓	110Vac/220Vac
	消耗功率	600W
	尺寸	1350mm × 582mm × 90 mm
	重量	46kg
	工作溫度	-10°C ~ 70°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP65

4.2.3.3.4 戶外顯示看板設備要求

戶外顯示看板的性能應符合 CNS 62087 [43]的相關要求，可以使用在政策宣導，緊急事件推播及廣告等等的用途上。通訊介面應採用乙太網路介面，顯示介面可採用 VGA、HDMI、DP、DVI 或 SDI。

表 4.2.3.3.4-1 資訊發布數位看板規格範例

資訊發布數位 看板	工作電壓	100 ~ 240Vac
	消耗功率	468W
	尺寸	1242.6mm x 713.6mm x 88mm
	重量	110kg
	工作溫度	-5°C ~ 50°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP56

4.2.3.3.5 互動數位看板設備要求

螢幕互動設備的性能應符合 CNS 12506 C5226 [44]的相關要求，防水防塵可參考範例型號IDOOH-210-IR [45]的規格為 IP65 等級。

表 4.2.3.3.5-1 螢幕互動設備規格範例

互動數位看板	工作電壓	90V ~ 240Vac
	消耗功率	120W
	尺寸	345mm x 265.3mm x 100 mm
	重量	6.34kg
	工作溫度	-20°C ~ 70°C
	通訊介面	Ethernet/RS-232/RS-422/RS-485
	IP Rating	IP65

4.2.3.3.6 充電樁設備要求

電動汽車充電設備的性能應符合 CNS 15511-2 [46]的相關要求。

表 4.1.2.3.3.6-1 充電樁規範參考

充電樁	工作電壓	200-240Vac
	消耗功率	17.6kW
	尺寸	272mm x 260mm x 371 mm
	重量	6kg
	工作溫度	-30°C ~ 50°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP55

4.2.3.3.7 邊緣運算伺服器要求

邊緣計算 (Edge Computing) 參考規範如下：

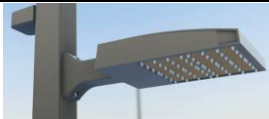
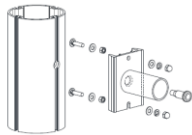
表 4.2.3.3.7-1 邊緣運算參考規範

邊緣計算	工作電壓	85~277V AC
	消耗功率	330W
	尺寸	254mm x 244mm x 209mm
	重量	7kg
	工作溫度	-20°C ~ 60°C
	通訊介面	Ethernet
	IP Rating	IP65

4.2.4 設備安裝要求

5G 智慧杆掛載設備通用的安裝固定方式可參見表 4.2.4-1；需根據杆型定制掛載設備安裝方案，須滿足強度要求。

表 4.2.4-1 5G 智慧杆掛載設備安裝方式

掛載設備	通用固定配件	通用安裝方式
電信網路 (5G)		1) 小型基地台的安裝方式包括杆體頂部安裝(推薦)、側面外掛安裝、底部內嵌安裝等。 2) 小型基地台的天線輻射主波束方向的 2 m 內不應有對射頻訊號造成遮擋或影響之金屬物體，若存在金屬遮擋物，應對被遮擋的小型基地台的安裝位置、方向角等進行調整。 3) 杆體上掛載的其它帶有天線的設備(如 Wi-Fi)，宜安裝在杆體的中部或下部，且避開小型基地台天線輻射主波束方向，並和小型基地台在垂直方向保持 1 m 以上間距。 4) 杆體上掛載的其它無天線的電子設備，應避開小型基地台天線輻射主波束方向，並和小型基地台在垂直方向保持 0.5m 以上間距。 5) 以螺絲固定轉接法蘭盤
Wi-Fi 設備		多為卡箍、螺絲固定
FWA 設備		1) FWA 設備以側面外掛方式安裝於杆體中層。 2) 杆體上掛載的其它電子設備，應與 FWA 設備保持 0.5m 以上之垂直間距。 3) 以卡箍、螺絲固定。
照明設備		整體式燈具與杆體插接，螺絲固定 燈臂與杆體一體成型，光源現場安裝
影像監視		根據杆體造型，選擇合適的安裝支架，多為卡箍、螺絲固定
交通管理		橫臂固定
道路數位標示與互動數位看板		根據杆體造型設計，卡箍、螺絲固定

4.3 連接器與管線需求

杆體的連接器 (Connector) 可以分為兩類: 1. 連接到杆體外部的掛載設備 2. 杆體內部掛載設備連接。5G 智慧杆上的外部掛載設備連接處都需具備一定程度的防水等級，以防天氣因素或人為因素將液體潑灑在智慧杆上。內部的連接器較不會直接接觸外在環境，故防水等級較外部小，不過杆體內部還是會將水泥基座架高，並做排水的溝槽以防止雨水或液體透過散熱孔滲入杆體內部，另外管線 (Cable) 會預留長度做彎曲佈線，可將水滴引流至底部排水，避免液體直接灌入交換器或杆體內部重要設備。

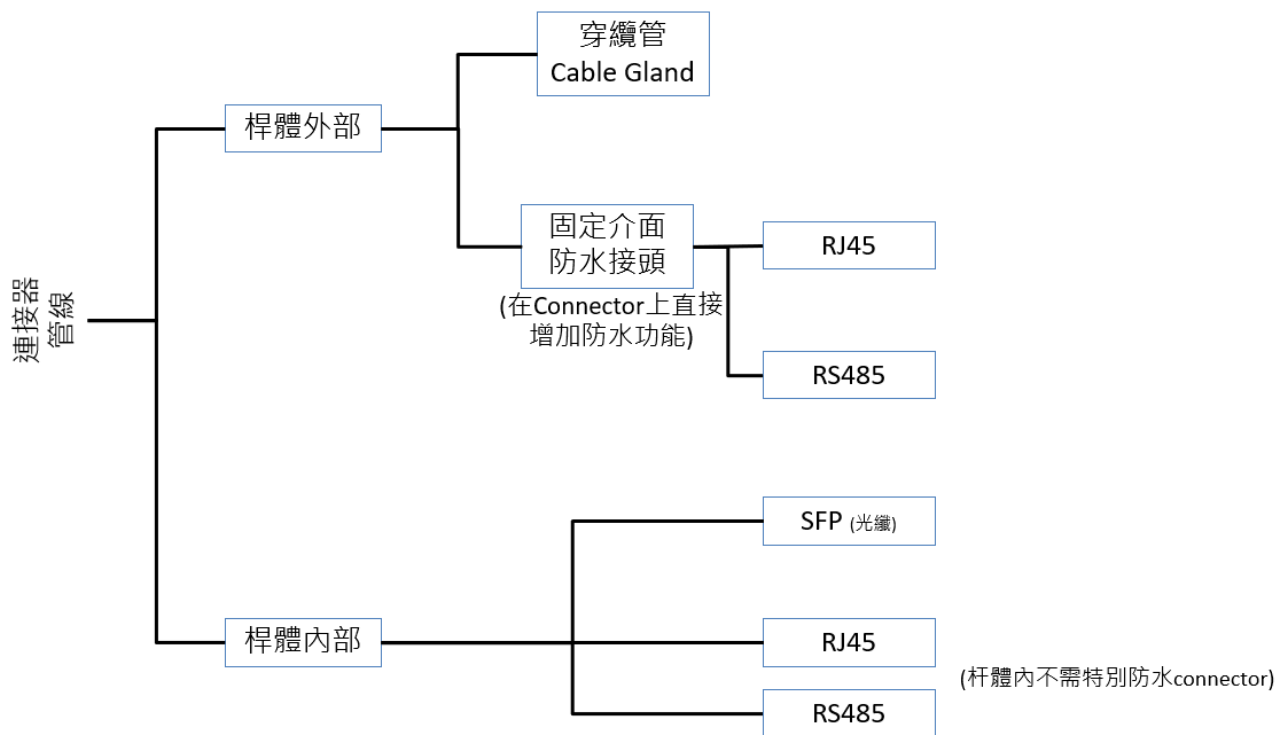


圖 4.3-1 5G 智慧杆連接器及管線分類示意圖

4.3.1 杆體外部

杆體外部的設備會直接與外界接觸，主要會有兩種不同的方式做防水的處理：

- (a) 穿纜管(Cable Gland): 針對 connector 後端的管線做包覆型防水處理，可以容納不同介面的 cable 一起做防水處理
- (b) 防水接頭(Waterproof Connector): 針對 connector 本身做防水的處理，在其連接的公母

頭上都增加防水機制，直接在連接處包覆並做防水的處理

4.3.1.1 穿纜管防水連接器

此防水方式是透過對掛載設備所連接的 cable 加以鎖附，使其與外界隔絕，以達到掛載設備的防水功能，請參考圖 4.3.1.1-1:



圖 4.3.1.1-1 Cable Gland 使用示意圖 (非特定廠商)

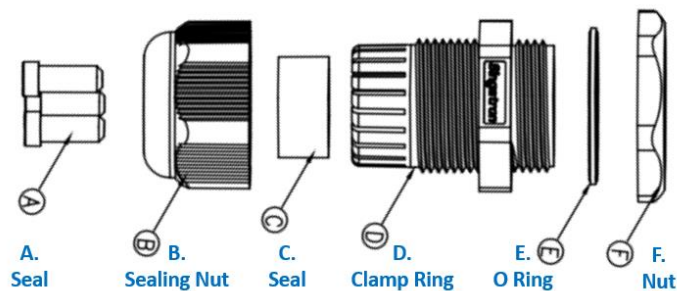


圖 4.3.1.1-2 Cable Gland 內部結構示意

掛載設備所連接的 cable 需先穿過防水連接器 (Cable Gland)，此時連接器的中心只有 cable，利用圖 4.3.1.1-2 所示連接器中的 Seal (A.) 固定 cable 的位置，使之不易移位或脫落，再利用 Seal nuts (B.) 及外部的 nut (F.) 將其鎖緊，達到防水的效果。

Cable Gland 有不同的 size (直徑大小不同)，各縣市政府及廠商可以依據智慧杆上的掛在設備多寡及不同需求搭配不同 size 的 connector，請參考圖 4.3.1.1-3，防水等級建議在 IP65 或以上，各縣市政府及廠商可以依當時場域及需求，調整防水等級。



圖 4.3.1.1-3 Cable Gland 不同 size 示意圖 [47]
(圖片僅供參考，非指定廠商)



圖 4.3.1.1-4 Cable Gland 應用 [48]
(圖片僅供參考，非指定廠商)

應用層面上，不同的掛載設備訊號及 Power 的介面會有所差異，故 connector 也會有所不同，建議掛載設備外部附加防水外殼，並再外殼上擺放 Cable gland 的防水連接器，這樣從主系統上連接正確介面之 cable 穿過 cable gland 並鎖緊(可參考圖 4.3.1.1-4)，即可完成防水機制。

- 使用優勢

著重於 cable，所以不會被限定在特定介面，cable 只要能通過 cable gland 即可鎖緊並與外界隔絕達到防水效果，使用成本可以降低。

4.3.1.2 專用接口防水連接器（固定介面）

5G 智慧杆基本的系統架構會將光纖拉進杆體內部，連接交換器 (Switch) 之後轉成 Ethernet 再連接至各掛載設備。其中若掛載設備使用的介面不同，會增加 converter 做介面的轉換。若不使用上述防水連接器 (Cable Gland) 的防水方式，就需針對各個介面的連接器做防水的處理，確保管線 (Cable) 及掛載設備連接時，不會因為外在的環境因素導致功能失常。5G 智慧杆在連接各掛載設備時會使用到的介面如下：

(a) RJ45 (Ethernet) connector

從 switch 轉出 ethernet 後，連接公頭的防水 connector。另外，將防水母頭拴緊在掛載設備上的預留空間。將防水公母頭連接並將螺帽拴緊以隔絕外界環境。防水等級建議在 IP65 以上，部分廠商甚至會到 IP66 或 IP67，但各縣市可以依照設計上及掛載設備的連接器規格做必要的調整。

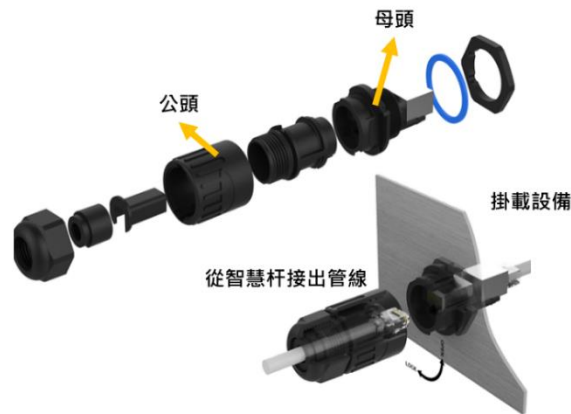


圖 4.3.1.2-1 防水 RJ45 接頭機制示意圖

Ethernet Cable 可依各掛載設備需求頻寬及速度，配置不同 Category (CAT) 的 cable (CAT-5e, CAT-6, CAT-6A)，管線設計須符合 TIA-568-C.2 的阻抗需求($100\ \Omega$)，管線顏色、絞線及其他各項需求。RJ45 Connector 須符合 T568A 及 T568B 絞線及管線顏色，業界廠商大部分使用 T568B。

建議在雙絞線佈線時使用 STP Cable (Shielded Twisted Pair) 或是 SFTP (Shield Foiled Twisted Pair)，避免訊號受到干擾。依據各縣市及廠商需求，若使用 CAT6 以上的 cable 時，製作管線外層也可加上編織網及十字骨架 (Cross-Shape Divider)，隔離 twisted pair 之間的干擾及維持管線內部的平衡結構不易被破壞（請參考下方圖4.3.1.2-2）。

目前多數智慧杆體內的掛載設備都以 POE (Power Over Ethernet) 為主要連接，既可以走 Ethernet 傳輸，又可以提供電源節省接頭及連接器。上個段落提及因應未來傳輸速度的要求會日漸提升，故建議網路線要求在 Category -5e 以上。建議根據 IEEE802.3bt 協定, 至少 Type 3 以上，且具有4對絞線（TIA-568-C.2也有定義）。最低功耗輸出要求依照各縣市要求及當下的設計作變更，廠商建議 POE 絞線阻抗在 $10\ \Omega$ 左右。

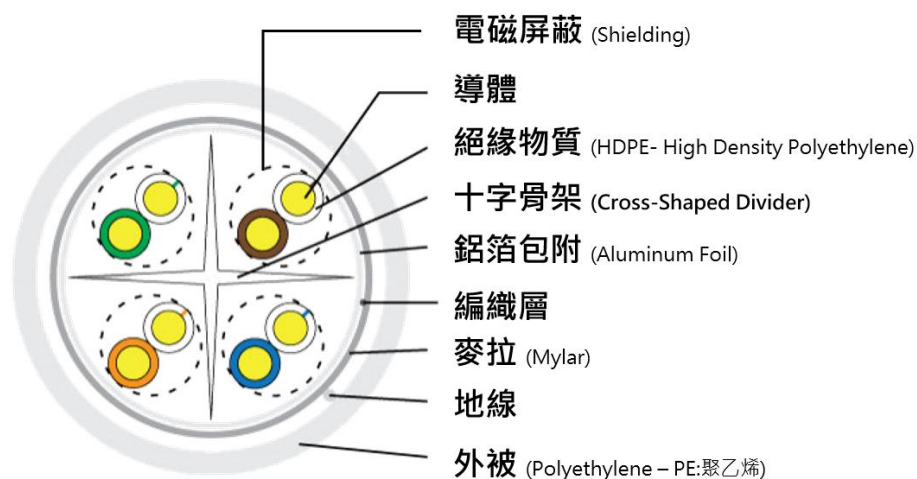


圖 4.3.1.2-2 Cat 6 or above Ethernet Cable 剖片示意圖（僅供參考）

以下是 Ethernet Cable 的 pinout、阻抗、繳線、耐電流及線徑的參考。依照各縣市政府及廠商的設計需求挑選合適的 Ethernet Cable。

表 4.3.1.2-1 Ethernet T568B Cable Pinout 示意

Pin	Pair	Color	Description	Impedance Control	Gauge (AWG)
1	2	Orange White	TX+	100Ω	22, 24, 26, 28 (根據 cable 廠商的製程能力及設計需求)
2	2	Orange	TX-		
3	3	Green White	RX+		
4	1	Blue	TRD2+		
5	1	Blue White	TRD2-		
6	3	Green	RX-		
7	4	Brown White	TRS3+		
8	4	Brown	TRS3-		

Ethernet Cable 多半放在杆體內部，從交換器或是閘道器中連接至不同的掛載設備，擺放位置離地面較遠（上層或是杆頂），雖然杆體底部已有金屬網防護，以防止齧齒類動物爬上杆體內部，但部分 Ethernet cable 廠商也會在外層 PE 材質上參入環保防鼠劑避免齧齒類動物啃食。

(b) RS485 connector

RS485 有分全雙工及半雙工，外部連接可以轉為 M12 的防水連接器，另一端可依內部轉換器或交換器的連結器規格及 Pin 腳做調整。目前業界可以使用的連接器有很多種，舉凡 9 pin D-Sub, Terminal Contact 及 Wire to Board (WTB) connector 都有廠商使用，防水等級建議志 IP65 以上，部分廠商可達 IP66~IP67，但各縣市可以依照設計上及掛載設備的連接器規格做必要的調整，確保訊號傳輸正常且達到防水等級的要求

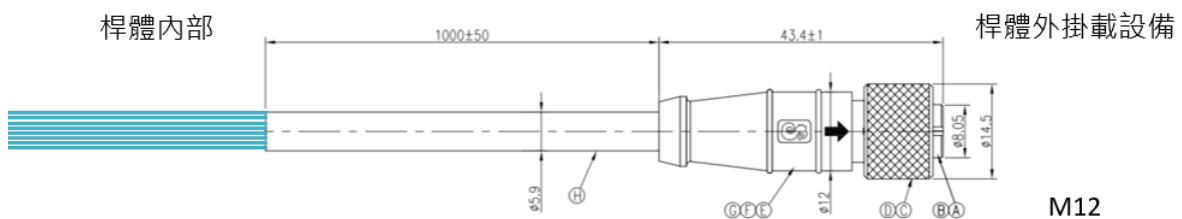


圖 4.3.1.2-3 M12 to RS486/RS232 防水轉接頭示意



圖 4.3.1.2-4 M12 A-Coding Front View (圖片僅供參考)

RS485		
Pin#	Description	Twisted Pair/ Impedance Control
1	RS485 GND	
2	PWR	
3	GND	
4	RS485+	120Ω
5	RS485-	

表 4.3.1.2-2 M12 RS485 Half-Duplex Pinout 示意圖 (僅供參考)

上述的 Pin Definition 順序不是一定，依照各網通廠商設備上連接器的 pin 腳更改順序。

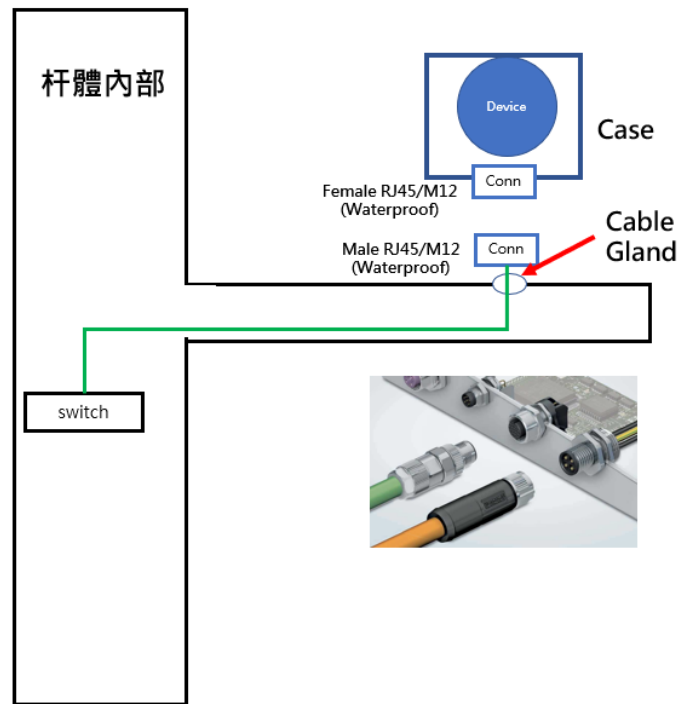


圖 4.3.1.2-5 特定介面在智慧杆上應用示意圖

- 使用優勢

掛載設備廠商不用預留連接到杆體內部的管線長度，只需要從外部防水接頭連接即可。

4.3.2 杆體內部

杆體內部不會與外界直接接觸，故防水機制要求較外部低。連接器不會刻意使用防水接頭。

4.3.2.1 一般連接器

(a) SFP/SFP+

光纖分為單模 (Single-Mode) 與多模 (Multi-Mode)，單模杆體內部的交換器會依照當下的光纖類型，智慧杆佈署距離進而選擇不同的 SFP (small form-factor

pluggable) Transceiver，光轉電之後，再連接至杆體內部的交換器 (Switch) 或閘道器 (Gateway)。

杆體內部設計時須注意的是光纖來源的種類（單模或是多模）、需支援的傳輸速度、佈線的距離等等。根據這些條件選擇正確的 SFP Transceiver，並連接至杆內的交換器或閘道器。光纖接入 SFP Transceiver 的接頭通常為 LC (Lucent Connector)。單模及多模光纖也須符合 ITU-G.652 [49]（非色散位移單模光纖）、ITU-G.651G [50]（多模光纖）之相關規範。

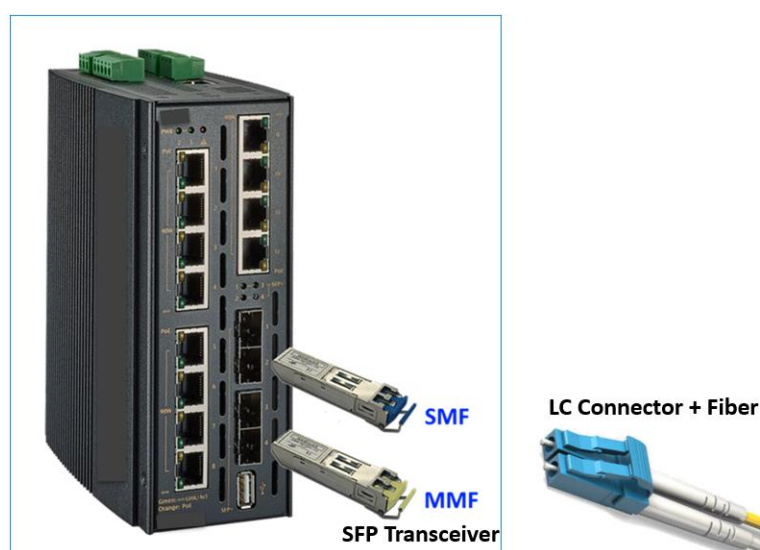


圖 4.1.3.2.1-1 SFP 光塊模組示意圖

光纖除了傳輸速率的優勢外，最大的特點在於長距離，多模光纖一般波長在 850nm to 1300nm，單模光纖的波長在 1310nm to 1550nm 左右，波長愈大，訊號衰減就越少。設計環境若是新佈線的話，建議以單模為優先考量，因為單模光纖可以支援的距離較長。若環境已經佈好光纖纜線，就是依據原本的光纖種類選擇適合的 SFP Transceiver。兩種光纖在業界價格上差異不大，主要還是看佈線的距離選擇，若從智慧杆連接回監控管理中心基本上會超過 2km，建議使用單模光纖佈線比較有彈性。根據 ANSI/TIA-598-D [51] (Telecommunication Industry Association and Electronic Industries Association) 規範管線顏色及相關條件。

光纖線本身沒有電氣特性，不會產生高熱，主要在於選擇多模光纖建議使用 OM3 以上佈線，單模 OS1, OS2 都可，主要還是考量到光纖管線的連接距離及埋管線時所設計的管線是單模或是多模。各縣市也可按照當下的設計需求做出改變。

由於光纖多半從較遠的機房拉至 5G 智慧杆，部分管線會埋在地底，因此，在設計管線上需要考量防齧齒類動物 (Anti-Rodent) 例如老鼠或是松鼠等等的機制，杆體上會建議在底部放置金屬網，使齧齒類動物不至於從底部鑽入，破壞杆體內部的管線。遠端控制平台至 5G 智慧杆這段埋在地底的光纖目前業界最普遍有兩種做法：

(1) 無金屬防鼠咬材質

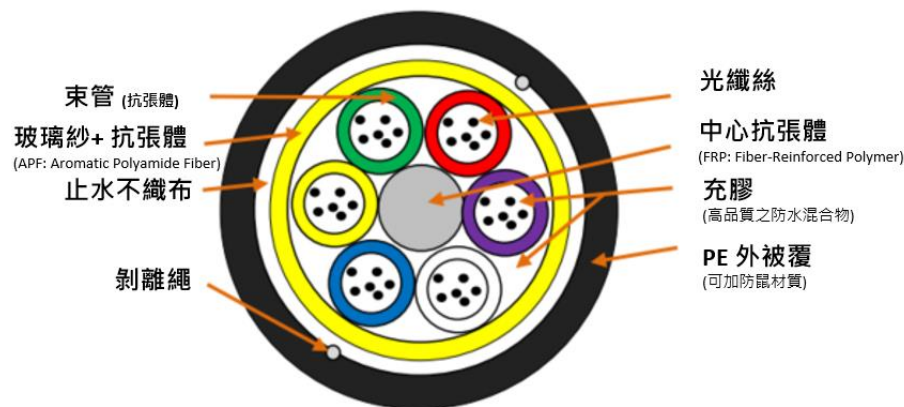


圖 4.1.3.2.1-2 光纖無金屬防鼠咬 Cable 剖面示意圖(僅供參考)

(1.1) 環保辣椒素

在 cable 外層 PE 外被覆（聚乙烯-Polyethylene: PE）材質上混入環保辣椒素（請參考上圖 PE 外被覆位置），但此種素材無法確定效能期限，有可能會因為隨安裝後時間拉長而失去防鼠害的功能，廠商不建議使用。廠商建議使用物理方式較能有效預防齧齒動物啃。

(1.2) 玻璃紗 (Glass yarn)

此方式直接在中從黃色抗張體中參入玻璃紗材質，加強 cable 的韌性及堅固度，除了防止光纖 cable 外擴之外, 也有防齧齒動物啃咬之功效，一舉兩得。

(2) 金屬防鼠材質

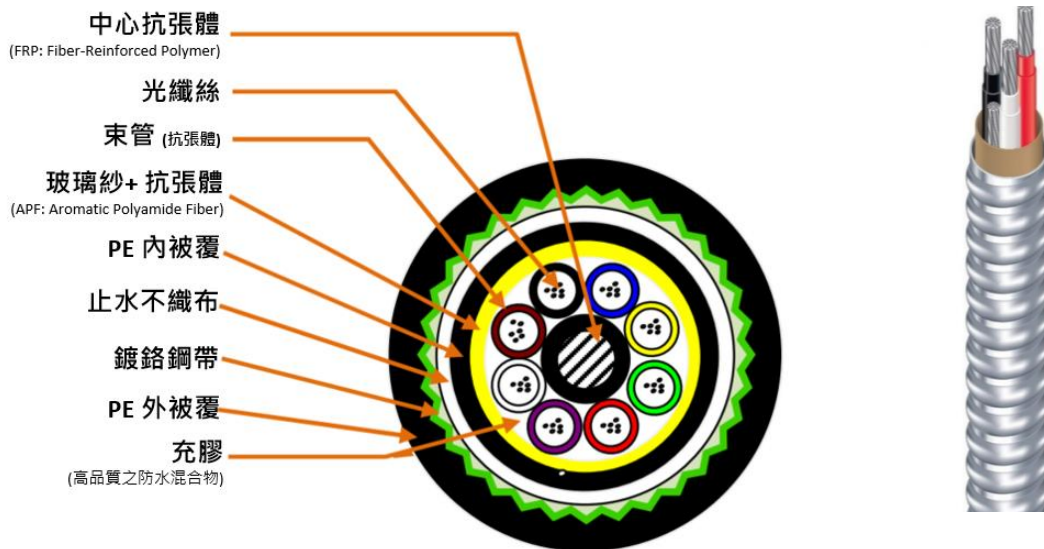


圖 4.1.3.2.1-3 光纖金屬防鼠咬 Cable 剖面示意圖（僅供參考）

(2.1) 鎧裝

在外被覆及止水不織布中間增加一層鍍銘的鋼帶，目的就是為了增加硬度，一方面讓管線不容易被外力壓制變形，另一方面也是防治齧齒類啃咬。在剛帶外層鍍銘主要是提高表面硬度，美觀及防鏽等功能。

(3) 防水

光纖管線在防水機制上如圖無金屬及金屬的防鼠材質轉線所示，都有兩種做法：

(3.1) 充膠及纖膏

在最內層會先束管與束管之間的空隙充膠及纖膏除達防水外, 也可防止外力對光纖的震動，衝擊，彎曲等等的。

(3.2) 防水不織布

在抗張體與外披覆之間多增加一層防水不織布以增加防水效能。

各廠商之間會有差異

4.3.2.2 杆體內部防水機制

儘管內部較少接觸外部環境，杆體內部還是會有些許水氣，加上杆體內部需要做熱傳導將內部掛載設備運行時所產生的熱能排出杆外所設計的縫隙及開孔，水氣勢必會少進入杆體內部。除了增加管線及連接處的防水效能外，部分廠商建議在杆體底層水泥座上增加排水溝槽，並將管線做彎曲佈線，讓水滴不至於跟著管線直接流入設備中，會滴入地面靠著排水槽排出杆外。

4.3.3 杆體外部電纜管線測試手法及規範

電纜負責智慧杆內部以及智慧杆之間的信號以及電力的有線傳輸，包含電力電纜，通信電纜以及光纖電纜等，建議需符合環保法規需求如 RoSH 指令，設計使用無鉛、低煙、無鹵素材料。

智慧杆電纜應用於戶外環境，建議以下需符合之規範項目（或其他相同等級相對應之規範）以確保傳輸品質以及使用上之安全性。

4.3.3.1 電力纜線

以聚氯乙稀絕緣及被覆電纜內容舉例：

(a) **導體電阻試驗：**CNS 3301 第 6.3 節 [52]，CNS 689 [53]

導體電阻須依 CNS 689 第 6 節之規定進行試驗，所得之導體電阻需符合 CNS 3301 附表 1 至附表 6 之規定值。

(b) **交流耐壓試驗：**CNS 3301 第 6.4 節，CNS 689

依照 CNS 689 中 8.1（水中試驗）之規定進行試驗或 CNS 689 中 8.2（空氣中試驗）之規定進行試驗。。

(c) **絕緣電阻試驗：**CNS 3301 第 6.5 節，CNS 689

依照 CNS 689 中 9.1 之規定進行試驗，所測得之絕緣電阻值需符合 CNS 3301 附表 1 至附表 6 之規定值。

(d) **耐燃性試驗：**CNS 3301 第 6.14 節

由完成品截取長約 300mm 之試料，使其水平面成 60 度傾斜放置，由其下端 20mm 處以瓦斯噴火燈之氧化火焰燃燒 30 秒後，緩慢移走火焰，測出電纜火焰自然熄滅之時間，須以適當之方法防止火焰受微風之影響而動搖。

(e) **耐老化試驗**：CNS 3301 第 6.7 節 ,CNS689

依 CNS 689 第 17 節之規定進行試驗，加熱溫度及加熱時間依 CNS 689 中 17.2 表 5 之規定。

(f) **抗拉強度及伸長率試驗**：CNS 3301 第 6.6 節,CNS 689

抗拉強度試驗須依CNS 689第16節之規定進行試驗，拉伸速度則依CNS 689中16.3表4內A類之規定。

(g) **其他項目**：請參照 CNS 3301 規範內容

4.3.3.2 通信電纜

(a) **通信電纜 (Ethernet)**

通信網路用電纜線應符合 ISO/IEC 11801 [54]相關性能規範（或其他相同等級之電纜性能規範）以及 UL444 [55]相關安規規範（或其他相同等級之安規規範），終端連接頭型式應符合 ANSI/TIA-568 [56]或 T568A [57]規範

4.4 杆內管線理線

目前智慧杆建置時，內部的管線並無特定理線需求，管線從掛在設備接上後，懸掛在杆體內部且沒有特定的固定方式。由於智慧杆內部整合不同掛在設備的控制集中在集中的交換器或閘道器，且交換器或閘道器的連接阜較多時，管線很容易纏繞在一起，造成以下兩種困境：

(a) 訊號的干擾

訊號線及電源線交錯，有機率會影響訊號線訊號的品質，且無法有效的利用杆內空間。

(b) 維修的困難

施工作業人員在更換特定管線時，會因管線過度纏繞，容易誤觸或拉扯非相關的管線造成不必要的系統破壞。

因此，WG1 在杆體設計時，除了要將管線拉線空間預留之外，也建議將杆體內部的管線做初步的理線。目前聯盟內部所討論到的建議方式如下，但還是需配合當下設計環境的允許，及各縣市與配合廠商的需求做設計變更。

4.4.1 理線夾分流

目前智慧杆建置時，內部的管線並無特定理線需求，管線從掛在設備接上後，懸掛在杆體內部且沒有特定的固定方式，建議可以使用理線夾將同類型的管線管束在一起，並與電源管線分開。市面上目前有很多種的理線夾，在挑選時建議採用易解鎖之理線夾，並放置於維修孔附近，安裝維修人員伸手可及之處。杆體內壁較無可以固定或支撐的機構，故建議使用 Din 導軌 (Din Rail) 加裝在內部，理線夾即可拴緊在導軌上。材質及孔數還需配合當時的設計做調整。



圖 4.4.1-1 電線固定座(圖片僅供參考)

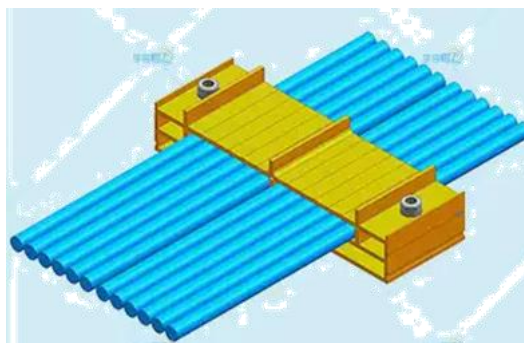


圖 4.4.1-2 螺絲鎖附固線器 (圖片僅供參考)

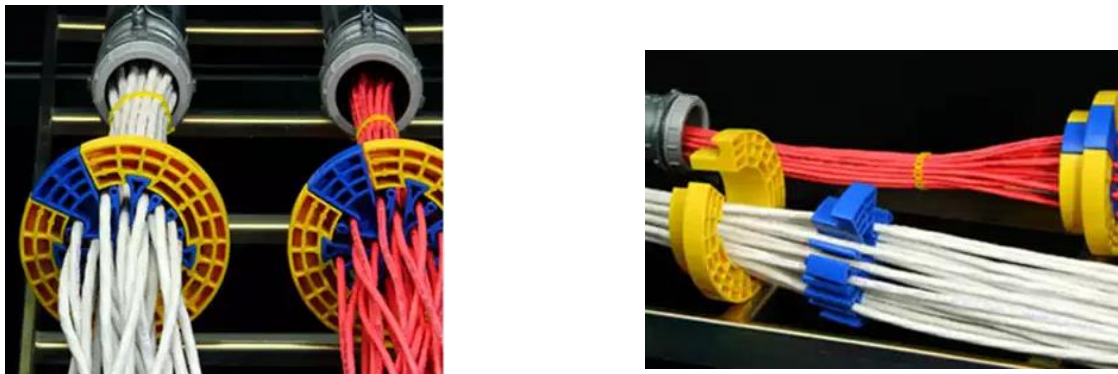


圖 4.4.1-3 梳線器 [58] (圖片僅供參考)

4.4.2 子系統分流

若杆體內部掛載設備較多 (Type 2 智慧杆)，所需交換器或是閘道器連接埠較多，且多數廠商都會將連接埠做在產品的同一側。但由於掛載設備的擺放位置不同，有些甚至分別掛載在智慧杆的左右兩側，拉出的管線容易纏繞且不易理線。故建議可以多加一個交換器，並分別掛在智慧杆體內部的左右兩側，將掛載設備分類成左右側，讓左側的掛載設備連接到左邊的交換器，右側的掛載設備連接至右邊的交換器，將左右走線錯開，減少管線纏繞的可能性，請參考圖 4.4.2-1。

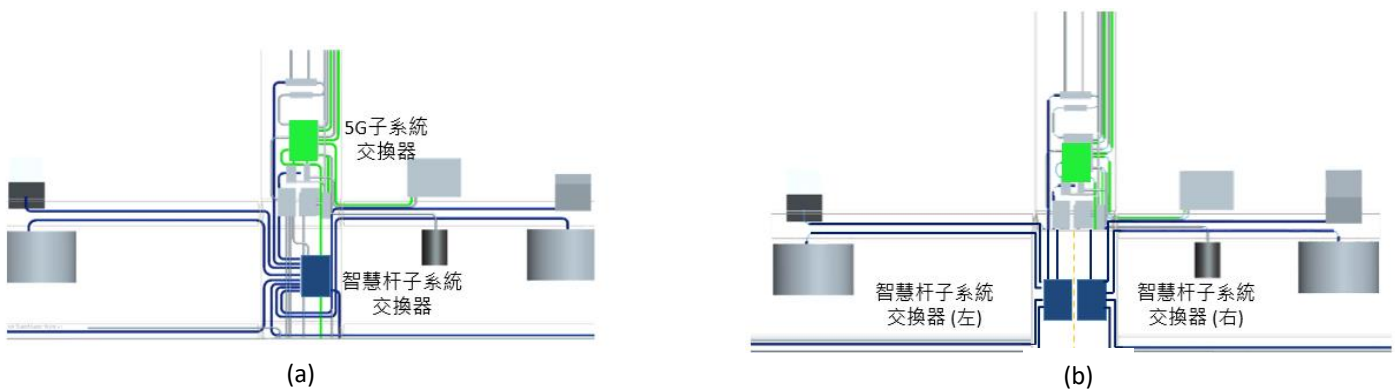


圖 4.4.2-1 模擬訊號走線修改前後之差異

若根據此策略所拉出的走線及布局如下，請參考圖 4.4.2-1，左側 (a) 所有的智慧杆子系統交換器連接埠都集中在左側，若掛載設備在右側是，會需要繞線才能連接，若再把從杆體接近底部的電源線往上連接掛載設備的話，管線纏繞的狀況會更加明顯。(b) 採用了分流的策略增加一個智慧杆子系統的交換器後 (左、右)，所模擬出來的走線圖。可以再圖中看到走線明顯改善。

若再加上電源線在從下方變電盤拉出後右左分流的處理，讓左右側的電源線分開的話，杆體內部的理線會更加整齊，請參考圖 4.4.2-2:

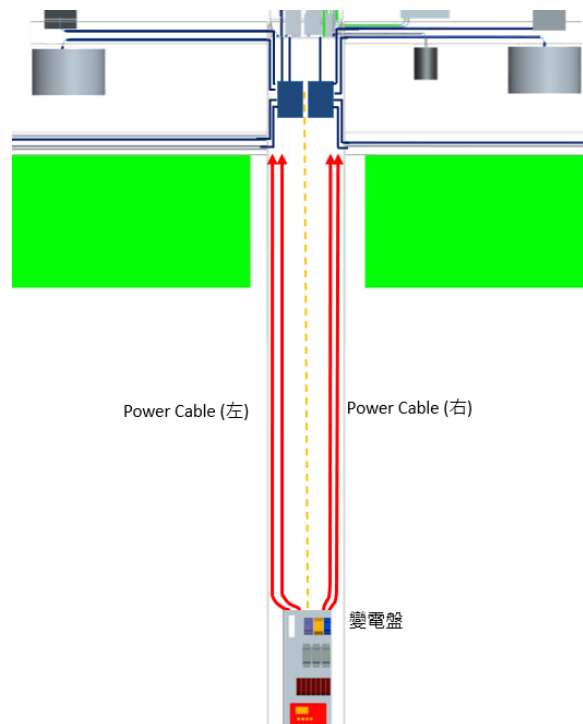


圖 4.4.2-2 電源線分流示意圖

此種分流方式固然有助於管線的分流，但是多一顆交換器或是閘道器成本會跟著增加，也需評估杆體內部是否有足夠的空間可以擺放這麼多的網通設備及其電源供應器(需備用電源供應器)，以及維修時是否方便拆解及安裝。

4.4.3 剖開式浪管

上述理線夾的理線方式需在杆體內部鎖附，但是杆體本身厚度及材質會因各縣市要求而有所不同，鎖附理線夾有可能導致穿孔破壞防水機制，且還需考慮到理線還需分強電 (Power Cables) 及弱電 (Signal Cables)，若使用過多的理線夾會造成空間上的浪費，智慧杆的鎖附孔變多，影響杆體整體支撐力，且容易滲水進入杆體內部，故不建議使用上述的理線夾做理線。

另一種理線方式是從杆體底部基礎座連結的開孔盤包覆剖開是浪管，在配電盤及交換器的維修孔處，分別為同類型管線包覆浪管，將強電及弱電分開包覆。浪管成本並不會太高，也無需鎖附在智慧杆上，不會造成防水機制的漏洞，安裝也很方便及迅速。



圖 4.4.3-1 剖開式浪管示意圖 [59] (圖片僅供參考)

4.5 參考設計

依照 5G 智慧杆聯盟的共同決議，將智慧杆的使用情境分為五大種類 (Type 1~5)，其中 Type 2 的使用情境位於十字路口及交通幹道，設計上最為複雜。因此，我們先以 Type 2 的使用情境提供初版的參考設計，目的只是為了讓各縣市政府或設計者有一個初步的參考及架構，絕非圖利任何廠商，故將廠商提供資訊放置規範的附錄中，正文裡只提供建議架構及設計理念，無廠商資訊。架構及智慧杆設計還是依照各縣市政府當下的設計需求做變更，不必拘泥聯盟中的參考設計。

除了 Type 2 的使用情境以外，我們也提供迴路控制箱的內部參考設計，僅供參考，若各縣市有其他需求，可以依照當下情境在做變更。

4.5.1 Type 2 交通幹道

4.5.1.1 掛載設備布局及高度

依照 Type 2 的使用情境，主要在交通幹道及十字路口，掛載設備如 4.2.2.1 所列出，分為杆頂，上層及下層，掛載設備示意圖如下：

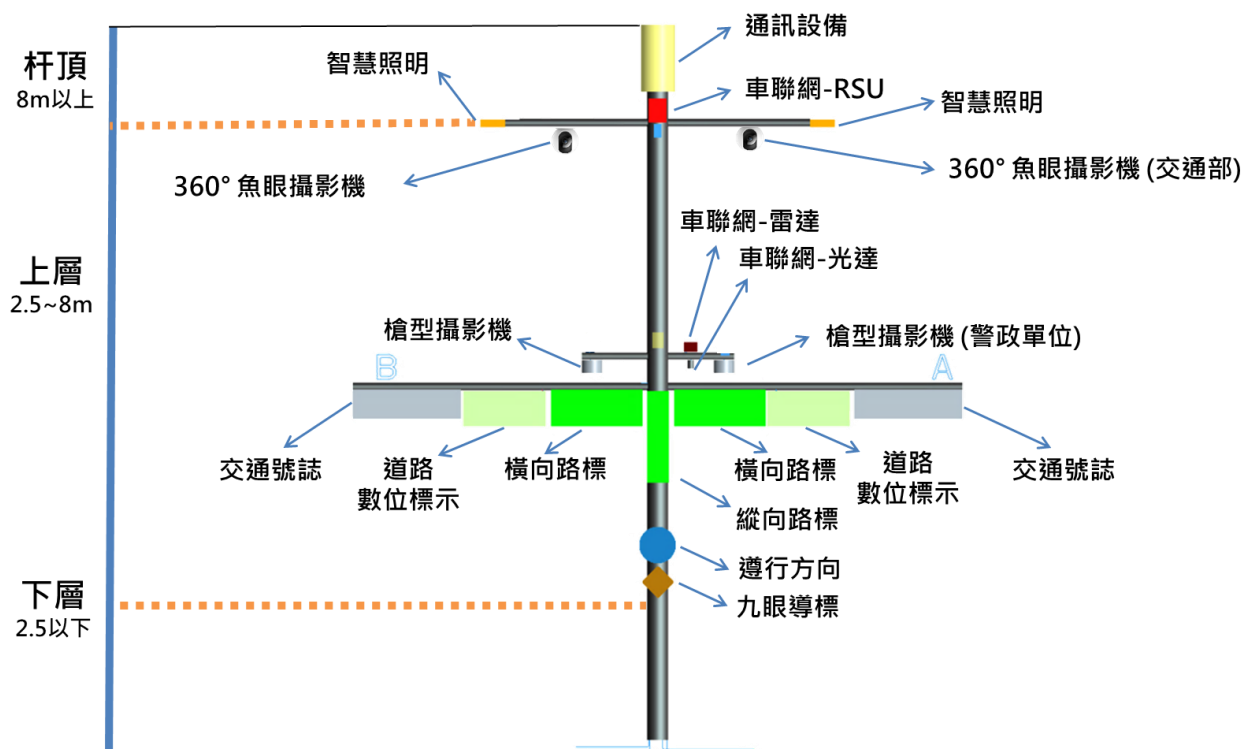


圖 4.5.1.1-1 Type 2 掛載設備示意圖

各掛載設備都有其掛載高度及依據法規或是參考各縣市的施工圖及 Proposal，以下篇幅會依各掛載設備用應用場景先做分類，在列舉各個應用場景所需之掛載設備，並列出國內各規範、施工圖上所建議之掛載高度及計算方式，再列出規範及施工圖的出處做參考。此設計是先依據 5G 智慧杆聯盟所討論出來的使用情境分類做設計參考，未來各縣市可依據當下設計需求做變更，非硬性規定要遵守的規格。

表 4.5.1.1-1

應用領域	掛載設備	參考高度範圍	建議高度	參考文獻
智慧照明	智慧燈具	市區道路 路寬(W)*1	路燈掛載: 8m	➢ 內政部營建署-市區道路及附屬工程設計規範 第十九章 ➢ 經濟部能源局「全臺設置 LED 路燈技術規範」
監視系統	360°魚眼攝影 槍型攝影機	交通部 ≥ 5m 警政單位: 3~6m	360°魚眼: 7.5m 槍型攝影機: 6m	➢ 交通部運輸研究所-國內研發影像式車輛偵測器之後續擴充 ➢ 廠商提供參考資料
交工號誌	交通號誌 (紅綠燈) 交通標誌 (懸掛式/豎立式)	交通號誌: 4.6m~5.6m 交通標誌: ➢ 高速公路: ≥4.9m ➢ 一般道路 ≥4.6m	交通號誌: 4.9m 交通標誌: 4.9m	道路交通標誌標線號誌設置規則 ➢ 第二章 標誌 (18 條, 202 條) ➢ 第四章 號誌 (220 條)
C-V2X	路側單元 (RSU-Road Side Unit) 雷達(Radar) 光達(Lidar)	RSU: 杆頂 Radar ≥ 3m (僅供參考) Lidar ≥ 3m(僅供參考)	路側單元: 8m 雷達: 6.7m 光達: 6.16m	實驗階段，高度尚在調整中
環境偵測	環境偵測器	2m	2m	廠商建議

(a) 杆體內徑直徑

由於延伸杆及杆徑大小沒有一定的法規規範，因此管徑的設計因應當下的設計場域，可以適度變更。Type 2 智慧杆使用情境在主要幹道與十字路口，管體的設計應以可以支撐上述掛載設備重量、不妨礙市容美觀、且不妨礙道路使用者之視線為原則，故管徑大小不能太長。參考臺北市政府工務局公園路燈工程管理處

「臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務總結報告」，管徑設定為 35.5cm，因此，Type 2 杆體也在縮小直徑距離以 35cm 為基準做設計。目前空間都可以容納內部的掛載設備，故先依這樣的管徑為設計參考。

(b) 智慧照明

燈具的高度及杆體之間的間距需配合平均照度及照度均勻度模擬，在不同的道路及環境下調整高度及間距。請參考 4.2.1 (b)解釋。

根據內政部營建署「市區道路及附屬工程設計規範－十九章按照」，燈具之型式在快速道路或是主要幹道上需減少眩光，以遮蔽型燈具為主。服務道路或之道則可容許較多的眩光，優先使用半遮蔽型。

燈具的選擇若是以幹道為主的話，上述參考資資料也提及為了防止眩光對用路人的視力造成影響、不舒服，甚至造成不必要的交通事故，因此建議優先選擇遮蔽型燈具為主。

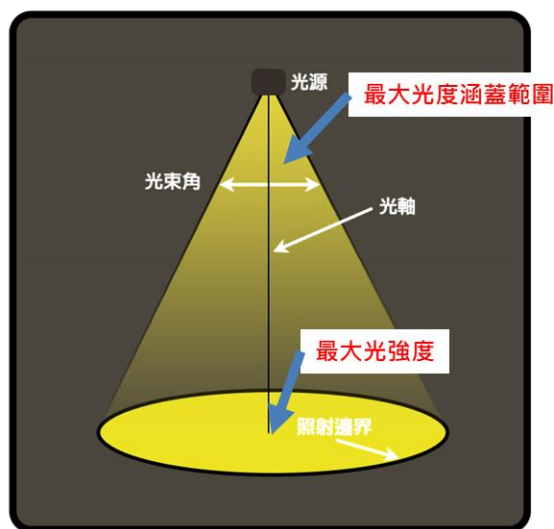


圖 4.5.1.1-2 最大光度涵蓋範圍示意圖

遮蔽型、半遮蔽型、無遮蔽型燈具最大差異在於光源的最大光度涵蓋範圍，遮蔽型燈具最大光度涵蓋範圍在 $0^{\circ}\sim 65^{\circ}$ ，半遮蔽型的最大光度涵蓋範圍在 $0^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，無遮蔽型燈具的最大光度涵蓋範圍在 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，全遮蔽型的燈具由於罪踏光度涵蓋範圍較小，燈具的光線有較少的機率可以直接照射至用路人眼睛造成眩光現象，影響視覺造成不必要的交通事故，無遮蔽式則因為光度涵蓋範圍較大，很容易將光線直接照射至用路人眼球，造成不適。

(c) 監視系統

智慧杆上的監控設備分別為兩種不同的單位負責維運: 警政單位及交通部。根據交通部運營研究所提供的「國內研發影像式車輛偵測器之後續擴充」比較兩單位的攝影機在使用及掛載高度、應用場景上的差異:

根據以上的參考規範，我們先將警察局所使用的槍型攝影機掛載在距離地面 6m 的延伸杆上，將交通部的魚眼 360° 攝影機架設在離地面 7.5m 的燈具延伸杆上。此掛載高度僅供參考，可依各縣市設計需求，及配合廠商的使用情境再做變更。

考慮到之後可能也會提供 Type 1 的參考設計，Type1 的使用情境在高速公路場景，根據交通部的規定，高速公路的懸掛式標示應再 4.9m 以上，為了之後可以沿用交通號誌及交通標誌的設計到 Type 1 智慧杆, Type 2 也採用 4.9m 的掛載高度

— 交通號誌

根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」

第二章第二節 202 條:

行車管制號誌之燈色種類，除於匝道、狹路、狹橋、隧道或施工路段等實施單向交通輪放管制時，得使用紅、綠二種燈色外，其餘應具備紅、黃、綠三種燈色，並以六個鏡面為限(左右上箭頭)。

第四章 - 第六節-220 條

採用懸臂式、門架式或懸掛式者，為維持車輛之安全淨空，燈箱底部應高出路面四點六公尺至五點六公尺。

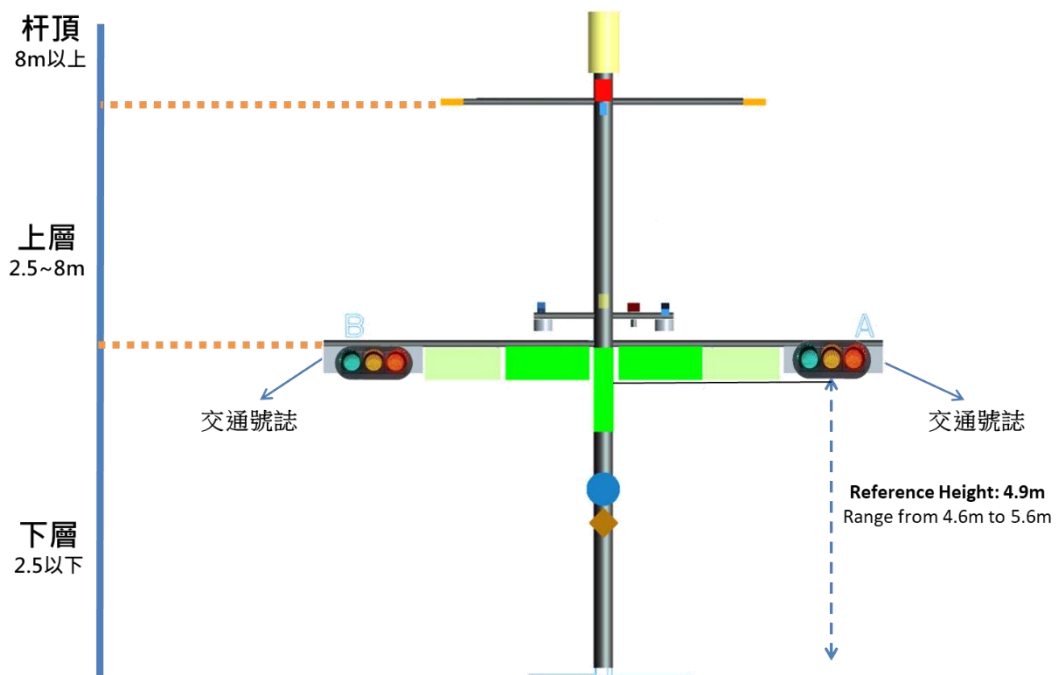


圖 4.5.1.1-5 Type 2 交通號誌掛載示意圖

Type 2 交通號誌掛在高度目前設定為 4.9m 與懸掛式掛載設備一樣的掛載高度。

交通號誌俗稱的紅綠燈，根據交通部根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」-

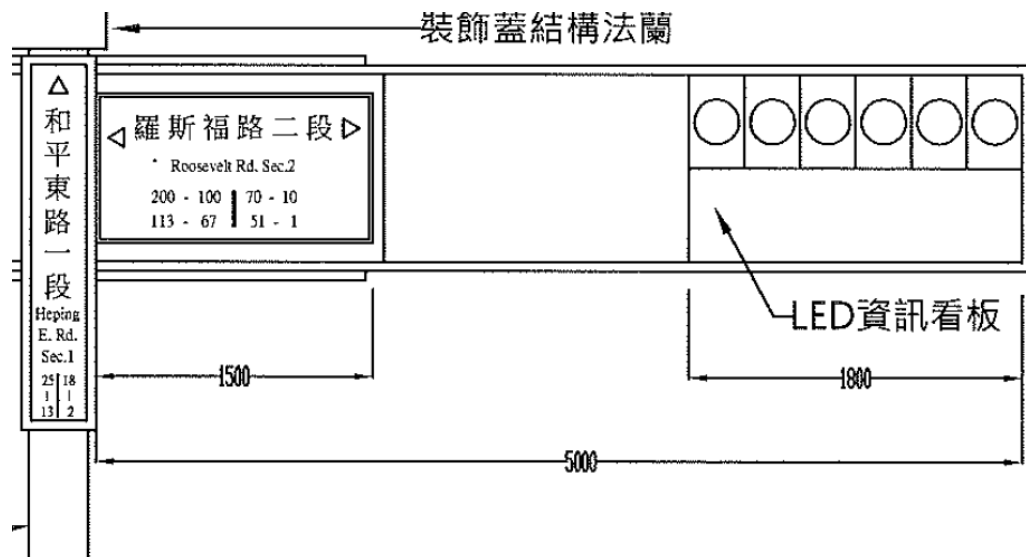
第二章第二節 202 條:

行車管制號誌之燈色種類，除於匝道、狹路、狹橋、隧道或施工路段等實施單向交通輪放管制時，得使用紅、綠二種燈色外，其餘應具備紅、黃、綠三種燈色，並以六個鏡面為限

第二章 - 第二節 204 條

鏡面之邊長，於一般道路以使用三十公分為宜(0.3m)；於高（快）速公路或特殊路段，得視實際情況定之。

原則上一面鏡面以 30cm 為例，最多六面交通號誌鏡面，總長為 180cm。Type 2 智慧杆的長度也依循此法規做設計。另外，臺北市政府工務局公園路燈工程管理處「臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務總結報告」中的杆體設計也是根據此設計規範。一面 30cm，六面鏡面為設計數量，總長為 180cm。



(引用臺北市工務局「公園路燈工程管理處臺北市路燈、號誌桿件附掛設施共桿整合專業服務 總結報告」)

- 交通標誌

根據交通部「道路交通標誌標線號誌設置規則」第二章 18 條規範懸掛式標誌之垂直淨空，一般道路不得少於四公尺六十公分 ($\geq 4.6\text{m}$)，高速公路不得少於四公尺九十公分 ($\geq 4.9\text{m}$)

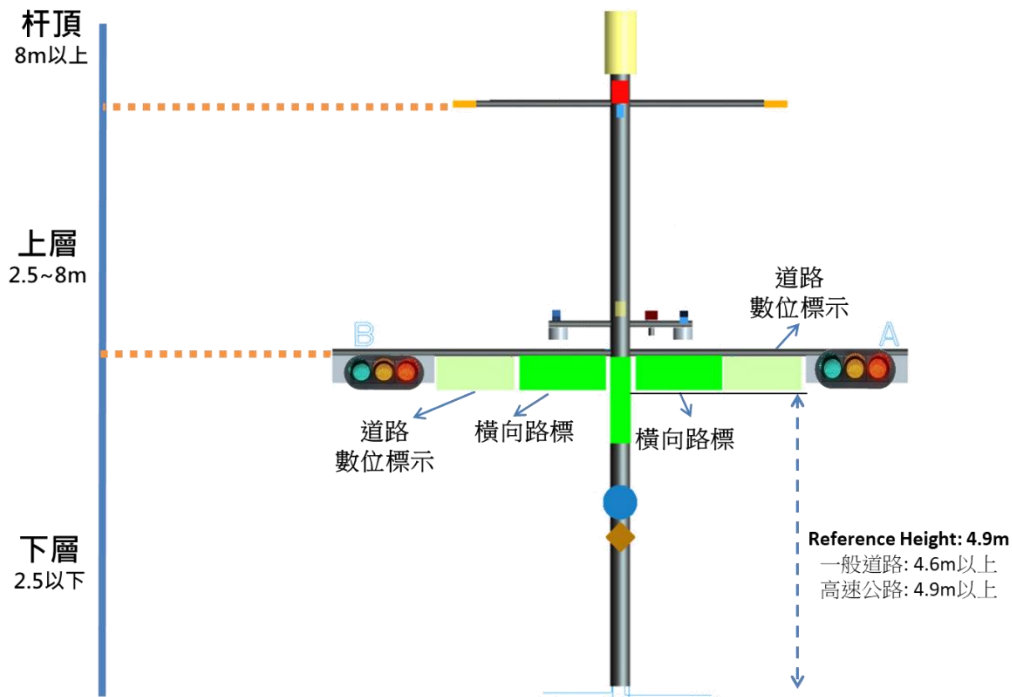


圖 4.1.4.1.1-6 Type 2 懸掛式掛載設備示意圖

考慮到之後可能也會提供 Type 1 的參考設計，Type1 的使用情境在高速公路場景，根據交通部的規定，高速公路的懸掛式標示應再 4.9m 以上，為了之後可以沿用交通號誌及交通標誌的設計到 Type 1 智慧杆, Type 2 也採用 4.9m 的掛載高度

(e) C-V2X

- 路側單元 (Road Side Unit)

透過與聯盟中的其他成員討論，路側單元上有天線，屬於通訊設備的一種，故建議放置杆頂位置，依照 Type 2 的擺設在杆體外部。

- 雷達 (Radar)及光達 (Lidar)

建議掛設在 3m 以上，且不要有障礙物擋住掃瞄範圍，容易引起誤動作。

4.5.1.2 管線理線

Type 2 的使用情境最為複雜，先將掛載及理線完成設計後，在延伸到其他不同種類(type)的智慧杆掛載及理線，抑或是各縣市及廠商有各自的設計需求，也可以視當時的情境做調整。

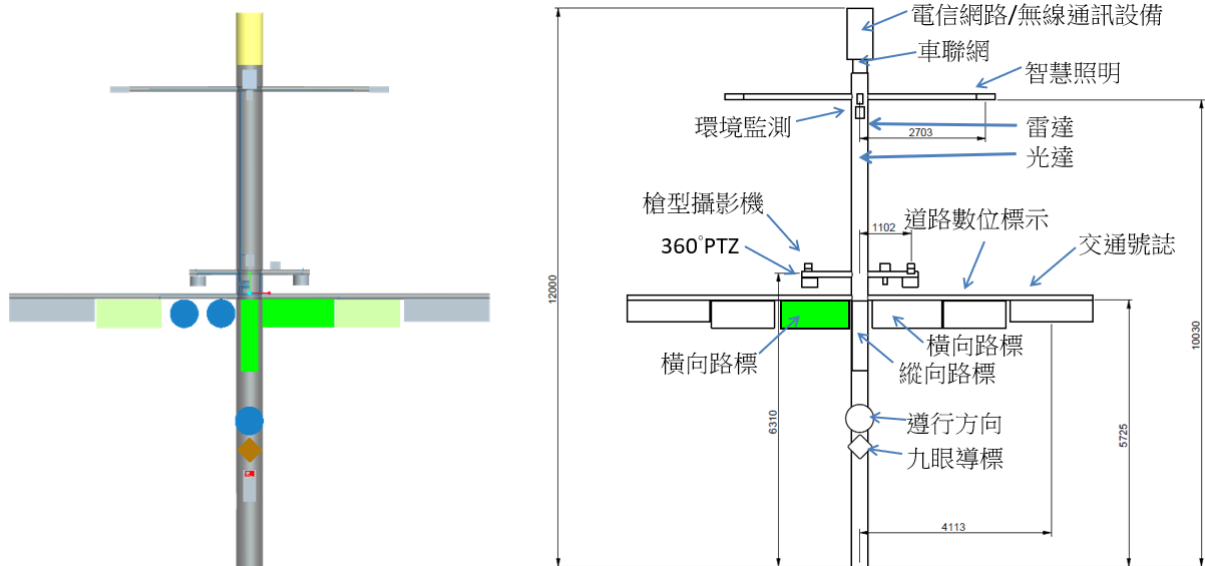


圖 4.5.1.2-1 Type 2 掛載示意圖

整體系統管線可分為強電與弱電，強電指的是從配電盤直接拉進智慧杆的交流電電源(AC Power)，弱電指的是訊號管線，從交換器或是閘道器連接至其他掛載設備的訊號線。強電的 Power Cable 在 Working Group 2 規範中會有詳細的定義，而訊號線及其連接器已在上個章節有詳細的說明。大電的管線外部材質(PVC 及 XLPE)及電流需求較大，故線徑較粗，所占空間較多。小電的管線大多為 PE 材質，電流 Gauge 也較小，所以管徑也較小，在後續 Appendix 章節有說明連接器及管線的介面及要求。

4.5.2 Type 4 充電樁智慧杆

4.5.2.1 掛載設備布局及高度

Type 4 的使用情境是在路面停車格，最大的特色就是杆體上有裝置電動車充電樁，可供電動車車主在路邊停車的同時，可以補充電動車電力。另外，杆體上也有裝置監視錄影設備，可以提供路過車輛的車牌辨識，以供科技執法使用。

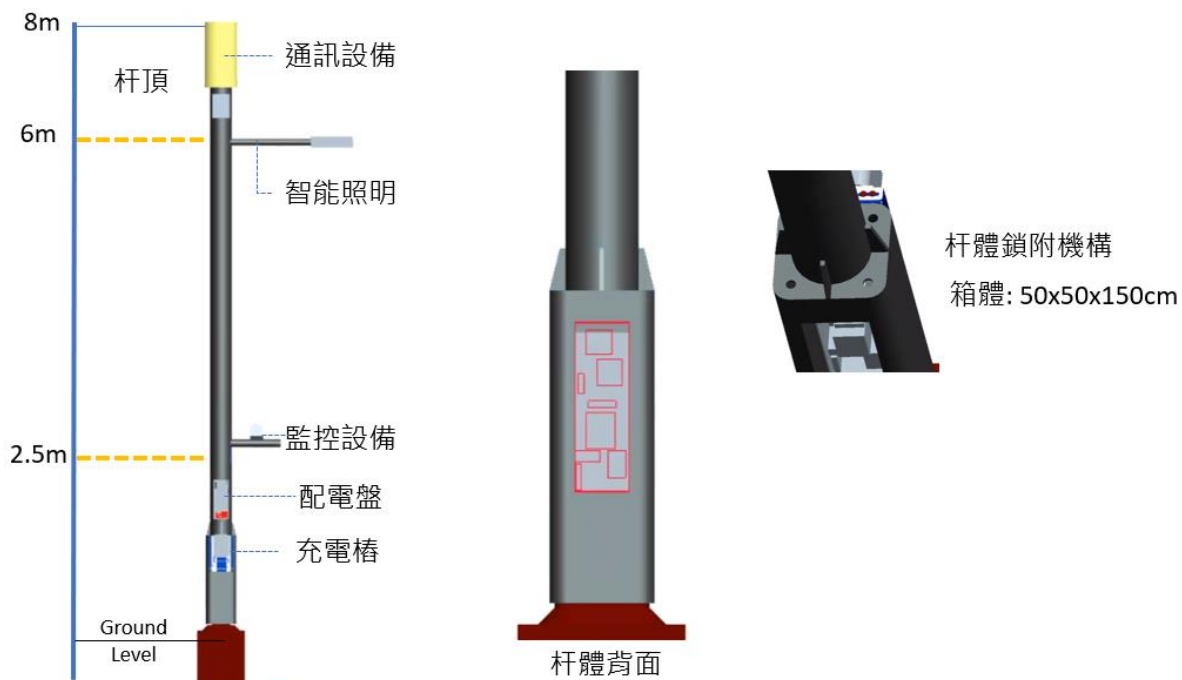


圖4.5.2.1-1 Type 4智慧杆掛載式意圖

(a) 杆體內徑直徑

- 杆體的設計跟 Type 2 略為不同，杆體上半部還是以柱狀設計為主，內徑還是維持 35cm，但下半部會新增一個控制箱的設計，長寬為 50cm x 50cm，高 120cm。下半部箱體可以擺放通訊設備如 O-RAN 或是 DAS 的通訊設備，再拉管線至杆頂倉連接天線。控制箱內部的鎖附設計及空間大小都可以做調整，依照各縣市的設計需求再做邊更及討論。
- Type 4 的設計為兩段式，所以在防水的設計上建議可以在出孔處多增加穿纜管 (Cable Gland)，鎖緊增加防水的機率。

(b) 充電樁

- 聯盟中有多家充電樁領域廠商加入，建議充電槍之高度應高於 1.1m，符合人體工學，並且不會離地面太近，若淹水時還有一段距離不至於讓充電樁浸水損毀。由於杆體底部控制箱平面面積有限，且在不影響整體應力及整體結構的抗壓力，目前的設計先採取 AC 充電樁，充電瓦數在 7kW~10kW 之間，重量及大小比 DC 充電樁來的輕巧，

(c) 智能照明

- 由於 Type 4 智慧杆的場域不在主要幹道，照明設備高度降低至 6 公尺。實際設計時，還須評估路面寬度及智慧杆的擺放位置，再換算智慧燈具的高度。

(d) 配電盤:

- 配電盤的高度還是維持離地面高度 1.5m，依照 WG2 詢問各縣市政府所建議的最高淹水高度之上。

4.5.2.2 管線理線

請參考 4.5.1.2 的設計理念做理線的調整

4.5.3 迴路控制箱

4.5.3.1 掛載設備布局及高度

迴路控制箱的擺設位置位於智慧杆的附近，除了安置台電電表在最上層方便記錄智慧杆用電外，也可以成為固網業者及智慧杆的責任分界點。另外，部分的邊緣計算server也可以放置在迴路控制箱，減少將流量回傳至雲端，提供智慧杆上的掛載設備更即時的回應，增加掛載設備服務的效益及效率。

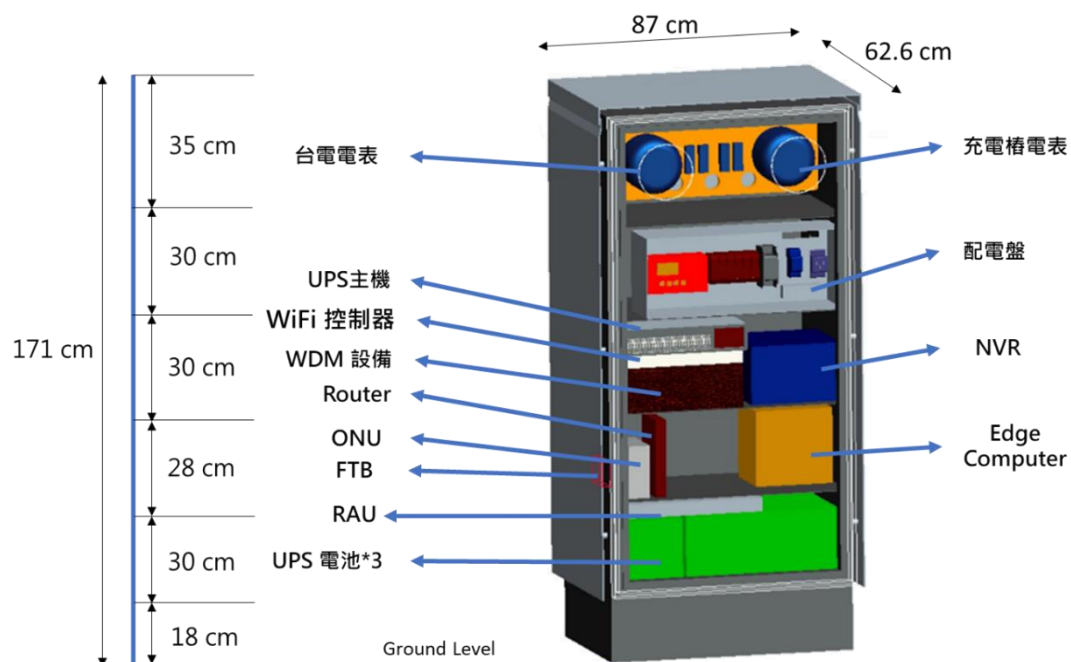


圖4.5.3.1-1 迴路控制箱示意圖

(a) 迴路控制箱大小及分層

- 迴路控制箱大小及分層沒有固定的形式及規範，是實際場域大小而定，須注意擺放的高度及寬度不要阻擋到用路人的視線及使用空間。
- 目前的迴路控制箱箱體設計參考忠孝東路上的設備供箱，也參考內部的防水及散熱的設計。
- 目前的控制箱分層為一層一局處管理，每層都有門鎖或防盜機制，僅有該局處管轄的分層可以開啟當層門鎖，但還是需依照未來 POC (Proof of Concept) 或是各縣市的设计需求，做設計上的變更，更妥善的利用杆體內部的空間，及更創新的方法實現防盜的機制，取代門鎖管理。

(b) 擺放位置

- 中央分隔道：放置在中央分隔島上的迴路控制箱須注意控制箱的開門位置，盡量不要鄰近馬路，以免維護人員在操作控制箱內部的設備時與路面上的來車相撞。請參考下圖 4.5.3.1-2，綠色打勾處為建議的開門位置，紅色畫叉處為不建議開門處。



圖4.5.3.1-2 迴路控制箱開門方向設計

- 人行道：人行道若要擺放迴路控制箱須淨空人行道 1.2m 以上，確保用路人之安全及基本權益。

(c) 箱內掛載設備

- **台電電表**

迴路控制箱中的電錶分為兩個，一個是提供智慧杆上的掛載設備使用，另一個獨立電表提供給充電樁使用，因為充電樁的工耗較大。

- **配電盤**

台電電表引進之後，還是需要配電盤做電源保護，再送至迴路控制箱中的掛載設備

- **固網設備**

若智慧杆需要固網連接回遠端控制平台，就會需要連接光纖。若走 GPON 的架構，迴路控制箱必須有光纖接線盒及光網絡終端 ONT (Optical Network Terminal/ Unit)，

- **不斷電系統 (Uninterruptible Power System – UPS)**

若因為不可逆因素造成正常電力供輸短缺，不斷電系統可以暫時提供電源直到電源供輸回復正常。各縣市政府可以選擇哪些掛載設備的使用情境較為重要，優先提供電力維持掛載設備的正常運作。例如，在交通繁忙的主要幹道上，交通號誌不管在電力是否正常輸出的狀況下都需要正常運作，才不會造成交通事故。因此，交通號誌可以透過連接到不斷電系統在電力供輸有問題的時候可以切換並提供短暫電力直到回復正常。不斷電系統包含主機及三顆電池，電池體積及重量較大，故放在箱體底部。

- **網絡視頻錄相機 (Network Video Recorder – NVR)**

監視系統的錄影畫面，可以儲存在離智慧杆較近的迴路控制箱中，可以減少影像串流回傳至後台的控制平台流量。依縣市政府當下的設計，再決定網絡視頻錄相機是否需要擺放在離智慧杆較近的地方或是在後端機房。

- **邊緣運算 (Edge Computing)**

可提供智慧杆上掛載設備上的數據分析及較即時的服務。例如車牌辨識及車流辨識，或是其他科技執法的分析都可以在邊緣運算的設備上運算，並將結果回傳至後端平台。

- **通訊設備**

通訊設備包含各家廠商提出的 5G 三種不同架構 (Small Cell、O-RAN、DAS)

4.5.2.3 管線理線

請參考 4.5.1.2 的設計理念作理線的調整

4.6 系統工程

4.6.1 杆體基礎建設

4.6.1.1 基礎座

基礎座為 5G 智慧杆的底部設計，多半埋藏在地底，其功能主要有兩個：

- (e) 支撐地面上杆體本身及各式掛載設備重量，將整個智慧杆的附載重量傳遞到下層的土壤及岩盤上（地基）。
- (f) 支撐整體結構因環境因素下造成的額外載重及壓力，例如維修孔的大小及支撐，基座深度及材質強度是否足夠乘載掛載及杆體負重，迎面風阻的計算，以防經過颱風或強風侵襲，智慧杆因為承受過大的風力而傾倒造成不必要的傷亡及事故等等。

上述的基礎座的負載重量及相關評估，都會經由專業的結構技師去模擬計算後，若符合各項條件，出示證明後才可以正式進行工程。

4.6.1.1.1 基礎座分類

目前基礎座的製作方式大可分為兩類：獨立基礎及發筏式基礎，在建置上各有優缺點，各縣市政府及承包廠商需依照當下的環境需求，評估出適合的類型做施工

— 獨立基礎

獨立式基礎為目前大部分智慧杆所使用的設計，基礎座將智慧杆上的掛載，杆體本身重量及所受應力透過獨立基礎直接傳遞給下方的土壤層。此種工法適用於土壤層較堅硬足夠承受杆體應力，且建物上方的掛載重量相對較輕的狀況。智慧杆在建築物的範疇中屬於較小且較輕的歸類，故目前大部分智慧杆、路燈、電線杆都是使用這種獨立式的基礎座。獨立基礎的鋼筋工法較簡單，材料也可以較節省，也是各 SI 公司的重要考量之一。至於需要多大的基礎座、灌多少的混凝土等等才可以支撐整體智慧杆的重量還須結構技師進行模擬運算並得到認證後才可以照圖施工。

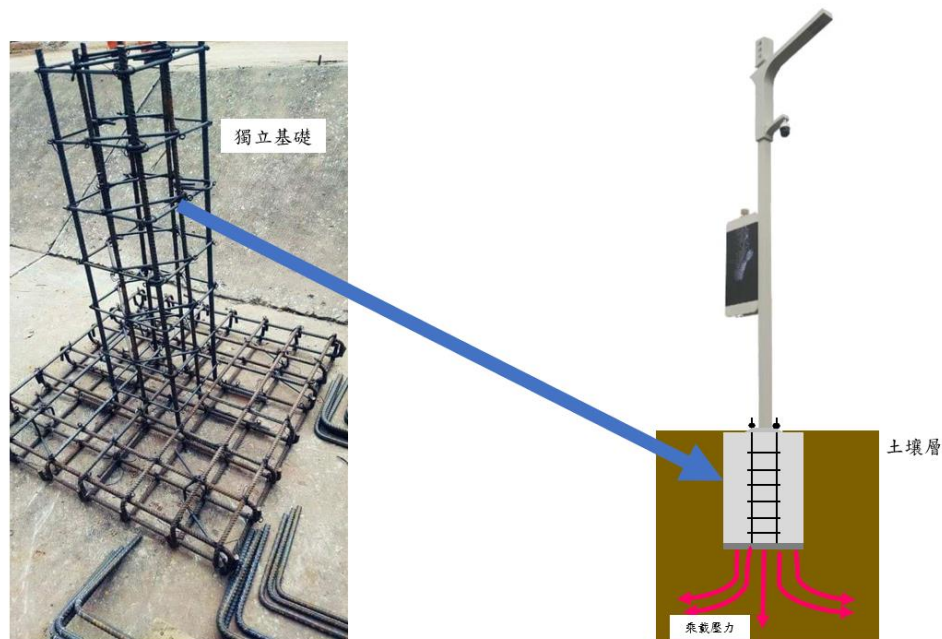


圖 4.6.1.1.1-1 獨立基礎示意圖（圖片僅供參考）

— 筏式基礎

筏式基礎基座面積相較於獨立基礎大，接觸底基的面積也較大，可以更穩固在平均受力，讓基礎座在承受外力及掛載重量時較穩固，不易倒塌，故抗震效果也較好。若當下設計的地段，地基較鬆軟，不易承受掛載重量，建議可以使用筏式基礎做。成本考量上，筏式基礎座的面積大，需綁較多鋼筋，故成本的需求也會增加，工法較為複雜。至於需要多大的基礎座、灌多少的混凝土等等才可以支撐整體智慧杆的重量還須結構技師是當下的環境及設計需求進行模擬運算並得到認證後才可以照圖施工。

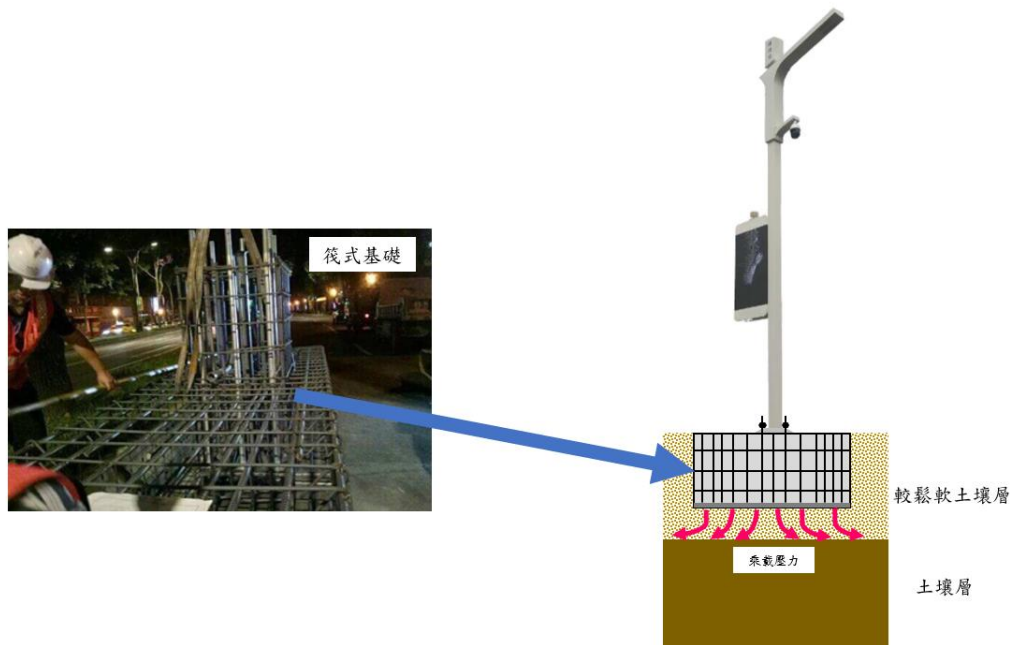


圖4.6.1.1.1-2 筏式基礎示意圖（圖片僅供參考）

4.6.1.1.2 基本施工程序

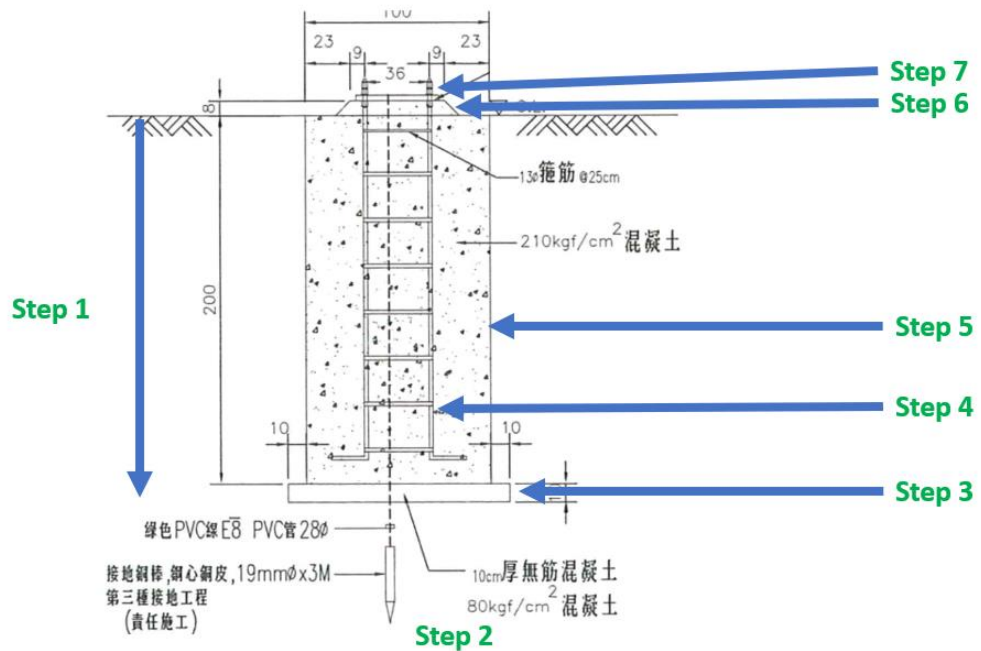


圖 4.6.1.1.2-1 基礎座施工示意圖

(a) 先行開挖基礎座的深度

參考範例之基礎座深度達 2m，外加 10cm 厚度的 PC 底板，預計整體深度最少須 2.1m，在開挖時須預留一些深度的空間，可以進行下一步的接地及相關施工。所以整體挖掘深度可抓 2.2 左右。

(b) 植入接地線與接地銅棒

接地棒為基礎座重要的施工之一，連接杆體的能源設備及導地的導體。接地線除了要預埋在比低強度回填材質 (CLSM – Controlled Low Strength Materials) 底板更深的位置外，到了路面 (Ground Level) 上後也需預留 2~3m 的長度以接至智慧杆下方的配電盤或是其他需要接大地的設備。以範例為例的話，埋在地下的深度在 2.1~2.2m 之間，路面上廠商建議預留 2~3m，接地線預計總長大約 5.1~5.2m。接地的深度還是依照各縣市政府當下的設計需求，調整基礎座的深度及埋地線的地下及地上線長。

(c) 回填混凝土 (PC- Precast Concrete) 底層

基礎座底層依照廠商建議多半使用低強度回填材質 (CLSM)，因為在基礎座本身會灌較高強度的鋼筋混凝土 (Reinforced Concrete – RC) 支撐杆體及整體應力的重量。低強度回填材質混凝土依廠商提供之抗壓強度最多不會超過 84kgf/cm^2 。依照上圖施工範例，回填 10 公分。

(d) 架設鋼筋基座

等待低強度回填材質底層初凝，依據回填材質的不同，凝結的時間也會有所不同。一般型會達 12~36 小時，早強型可達 3~6 小時。出凝後，先將鋼筋龍骨固定在底層上安裝完鋼筋再用水平尺測量水平角度，並做適度調整務必達到平衡，不能歪斜，否則智慧杆上的掛載設備以及杆體本身的重量容易傾倒甚至彎折，造成不必要的傷害及交通事故。

(e) 灌入混凝土

綁定鋼筋後，灌入混凝土凝固成為鋼筋混凝土，其承受壓力相較低強度回填材質來的高，足以支撐智慧杆的整體重量及承受應力。依照上述的參考基礎座，

(f) 灌入不收縮水泥砂漿墊厚

不收縮水泥砂漿的特性在於具有體積不會收縮，且耐撞及早乾 (快速凝固)，且有很好的耐壓性。故放置介於智慧杆及基礎座之間，承受部分的掛載及杆體重量。

再灌入不收縮水泥的基座上也需增加十字排水溝，其功能可以排除杆體內部留下來的水滴，藉由排水溝排出杆體外。

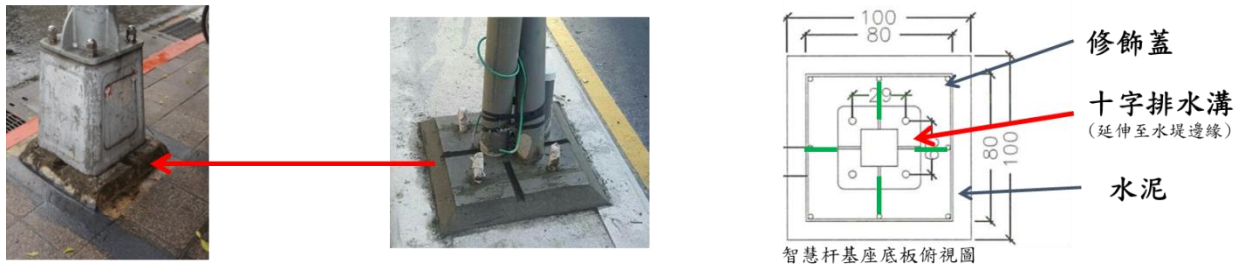


圖 4.6.1.1.2-2 十字排水溝示意圖

(g) 鎖附基座底板

灌完不收縮水泥砂漿墊厚後，再鎖附螺帽在地面上智慧杆的基座底板上。鎖附螺帽主要的原因之一為增加安全性，防止車禍事故後，為鎖附螺帽的鋼筋插入人體，造成更嚴重的傷亡。

4.6.1.1.3 接地施工

內政部營建署「第 16062 章電力設備接地與連接 - 第一章 通則」[60]可使用焊粉熔接以及銅接夾的方式固定接地銅棒及接接地管線。銅接夾較為業界的主流。接地管線根據營建署通則，建議使用綠色 PVC 絕緣電線。綠色 PVC 絕緣電線管徑依照廠商建議可以在 $8\text{mm}^2/14\text{mm}^2/19\text{mm}^2/22\text{mm}^2$ 中擇一，接地銅棒建議直徑為 19mm，但還需依照各縣市政府及廠商當下的使用情境及設計空間作適當的調整包含管線及銅棒的大小及長度。

根據 WG2 的接地設計，智慧杆內部的電源部署屬為三相三線，在「行政院經濟部 - 用戶用電設備裝置規則」[61]的規範內屬於第二種接地：

- “電業三相三線式非接地系統供電地區，用戶變壓器之低壓電源系統接地。電阻值要求須在 50Ω 以下。”
- 無論接地管線及接地銅棒的直徑及管徑如何變化，最重要的是對地阻值一定要是在 50Ω 以下。

接地銅棒的深度也需評估土壤的材質，一般建議挖更深 2~3 公尺，必要時可使用地阻改良劑。地阻改良劑主要功能是降低了接地極周圍的土壤電阻值，讓對地的總阻值可以控制在要求的範圍內。

4.6.2 管線建設

4.6.2.1 責任分界

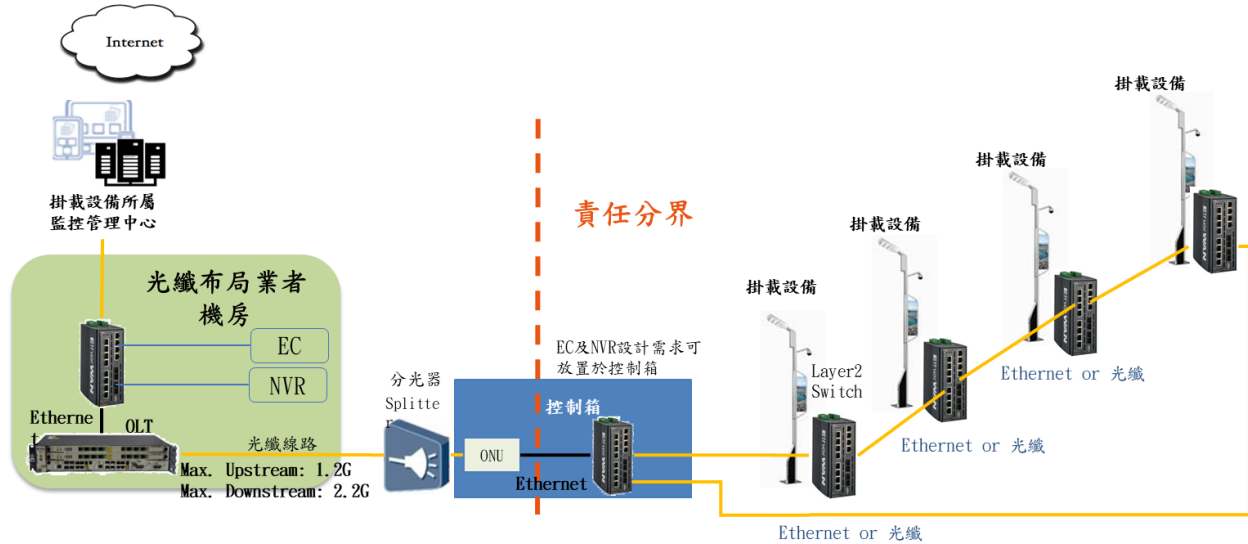


圖 4.6.2.1 責任分界示意圖

目前會參與建置智慧杆杆體及相關管線等建設的廠商大致可分為兩種，一種是承包杆體設計及架設、掛載設備重量、整體結構試算、管線埋設等工程的 SI 公司與負責埋設光纖等通訊使用管線的光纖布局業者。SI 公司在確定標案後，發包給其關係下游廠商，分工完成整個工程建案。光纖布局業者涵蓋範圍很廣，各通訊業者也會參與光纖的埋設布局。若以固網的系統架構為例，SI 公司與光纖布局業者的責任分界點大致在 ONU 轉出 Ethernet 訊號後開始分界，請參考圖 4.6.2.1。SI 公司會通過與各縣市政府租賃的共同管道將光纖與電纜拉至所要建置的智慧杆附近，再開始施工埋管及引上等等的建設。

基本上埋管設計大多以 PVC 管為主要的管線，內部可以拉電纜及光纖。理想的設計是建議一管一線，一柱 PVC 管裡面拉一條電纜或是光纖，但是部分使用情境需要使用較多的掛載設備，功耗的要求也更大，加上在 WG2 的設計為三相三線，所以管線的設計勢必不可能跟最理想型的設計一樣，一管一線。再者，一管一線若要符合現行智慧杆設計的需求，成本也較高。與廠商討論後，在電源線的設計上，建議三條電纜同在一柱 PVC 管線內，一根智慧杆上兩柱 PVC 管，一進一出，在 4.6.2.5 會有詳細的說明。

4.6.2.2 共同管道及分歧部



圖4.6.2.2-1共同管線及分歧部示意圖(參考”松山線共同管道工程規劃設計理念”)

共同管道是政府在建設新興城市例如新市鎮、新社區、重劃區中規劃在地底下容納不同單位的管線及配置的綜合通道，方便做統一的管理及維修所設立的地底設施。共同管道內會分層分區，分別管理電力、電信（含軍、警專用電信）、自來水、下水道、瓦斯、廢棄物、輸油、輸氣、有線電視、路燈、交通號誌等等不同的管線。其目的除了方便各局處可以管理及為運外，也減少了承包廠商的施工範圍，可以減少馬路的翻修重填，及因為施工物破壞其他的管線，也不影響市容及一般民眾的道路使用權。相關的法規可以參考內政部營建署所頒發的「共同管道法」

共同管道分類為幹管及供給管：

(a) 幹管

多半布局在車道之下，主要係收容不直接供應服務沿線地區之主電纜或主幹管，管道內需有監控、照明、排水、通風之功能，以利維運人員進入修繕及安裝新管線。

(b) 供給管

由幹管分支出來以提供附近管線及服務，多半在人行道及慢車道下。又可以分為支管、電纜溝及纜線管路。

(1) 支管

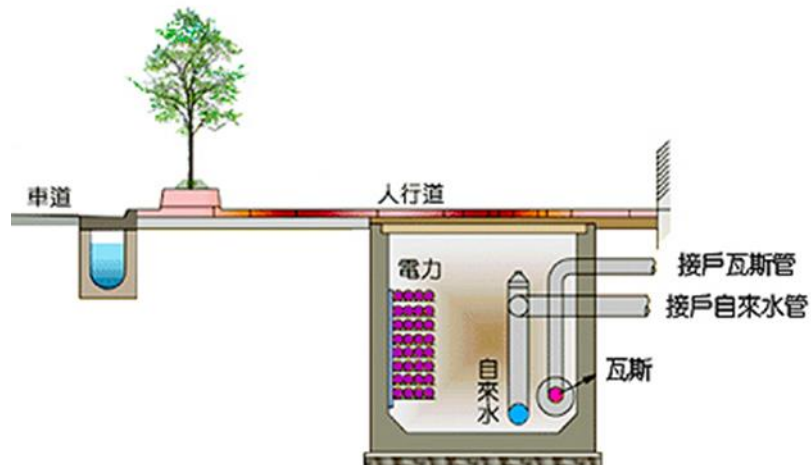


圖 4.6.2.2-2 支管示意圖 [62]

從幹管分支出來的管線通道，可以沿路支援附近設施的能源需求如電纜、自來水、瓦斯等等的管線都可以直接引上拉至智慧杆或是各住家做使用

(2) 電纜溝

可提供電纜、光纖、交通號誌、市話等等的電纜需求，適合放在人行道下放可隨時提供相關服務。中間結構須預留空間讓維運人員可以容身並進行維運。



圖 4.6.2.2-2 電纜溝示意圖 [62]

(3) 纜線管路

可提供路燈電纜、固網光纖、通信光纖、及相關電纜等等。可放置車道下方，提供兩側行人道所需之服務。

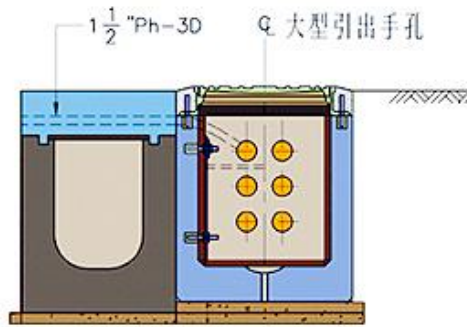


圖 4.6.2.2-3 纜線管線示意圖 [62]

目前與智慧杆的架設會從主要幹管分流到供給管，供給管在經過分歧部引上埋設管線在路面下或是人行步道下，在接到迴路控制箱及智慧杆。

多數控制箱及智慧杆所使用電纜及光纖，會從供給管經過手孔或是埋設 PVC 管的方式拉至智慧杆底部在進行引上，提供強電弱電的訊號，讓智慧杆可以正常運作。

對於智慧杆的相關建設廠商來說，各縣市政府開放給 SI 公司及光纖布局業者租賃共同管道，可以在共同管道內架設必要的管線到發包工程附近，再「引上」至分歧部，經由分歧部穿過防水的套管拉 PVC 管至土壤層再接入智慧杆下方。

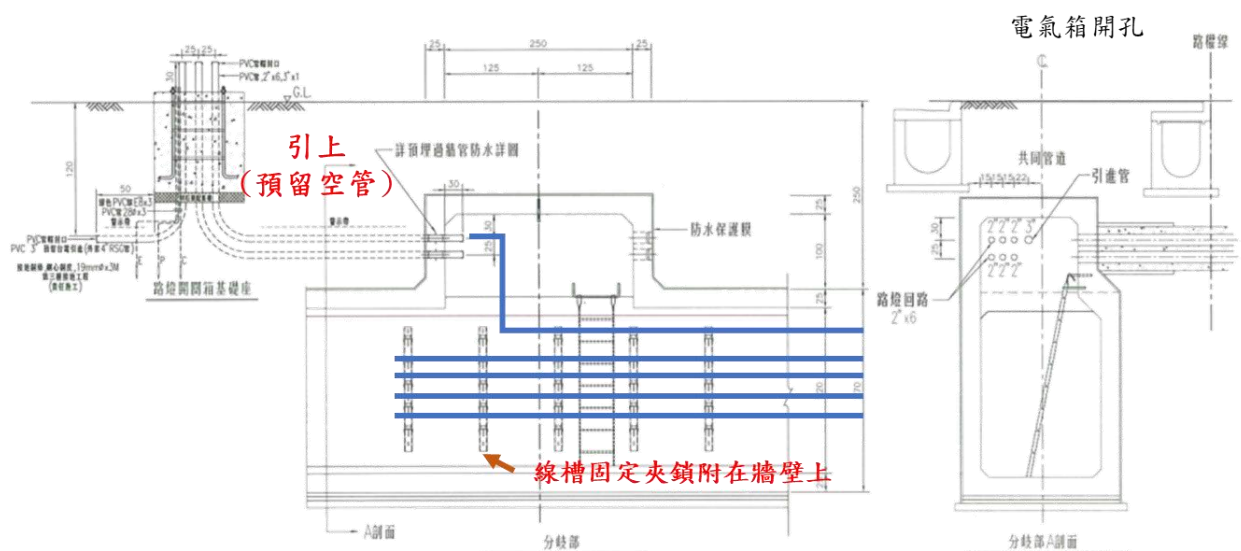


圖4.6.2.2-4 共同管道及分歧部實際施工圖範例

請參考圖4.6.2.2-4，纜線管線（強電）及訊號線（弱電）的管溝會分開理線，並且使用線槽固定夾所附在共同管道的牆壁上，防止管線脫落及絞線。到了智慧杆附近時引上在連接PVC管線連上智慧杆。分歧部的功能在於將智慧杆需要的管線從共同管道內「引上」的中繼站，再經由這個分歧部，向外延伸至其目的地完成接線。

4.6.2.3 管線規劃

SI公司透過共同管道拉至分歧部，並引上延伸至控制箱。從控制箱開始至連結到智慧杆的管線規劃可以分為電源電纜及弱電的訊號纜線，兩者分別由不同的 PVC 管道拉進智慧杆的底部，也會因為使用情境的不同 (Type1~5)，拉入的訊號及電源線也有所不同。

(a) 電源管線規劃

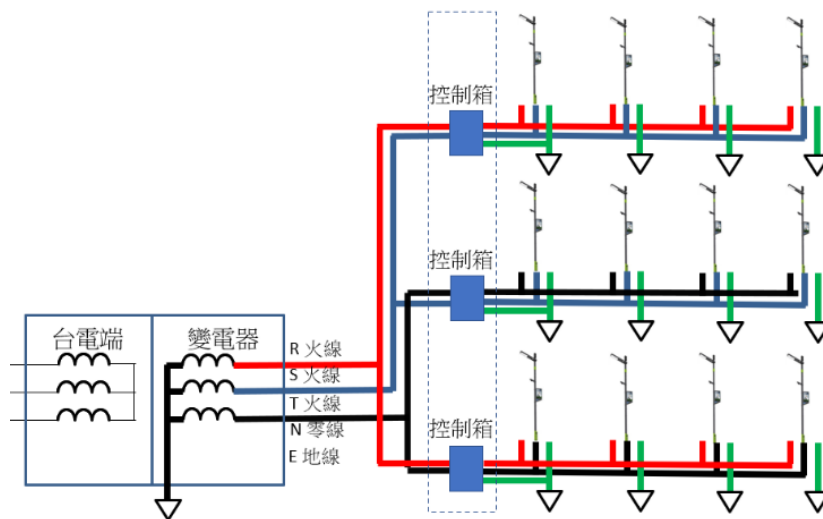


圖 4.6.2.3-1 三相三線電源管線分配示意圖（參考 WG2）

電源線的部分依照 WG2 的設計，使用三相三線不附地，輸入杆體內電壓為 220Vac。請參考圖 4.6.2.3-1 三相三線的三條電纜線會輪流拉進控制箱並且串聯該控制箱後面連接的智慧杆。因此，在智慧杆上會有兩束 PVC 管線：一為「輸入 PVC 管線」，另一則為「輸出 PVC 管線」。

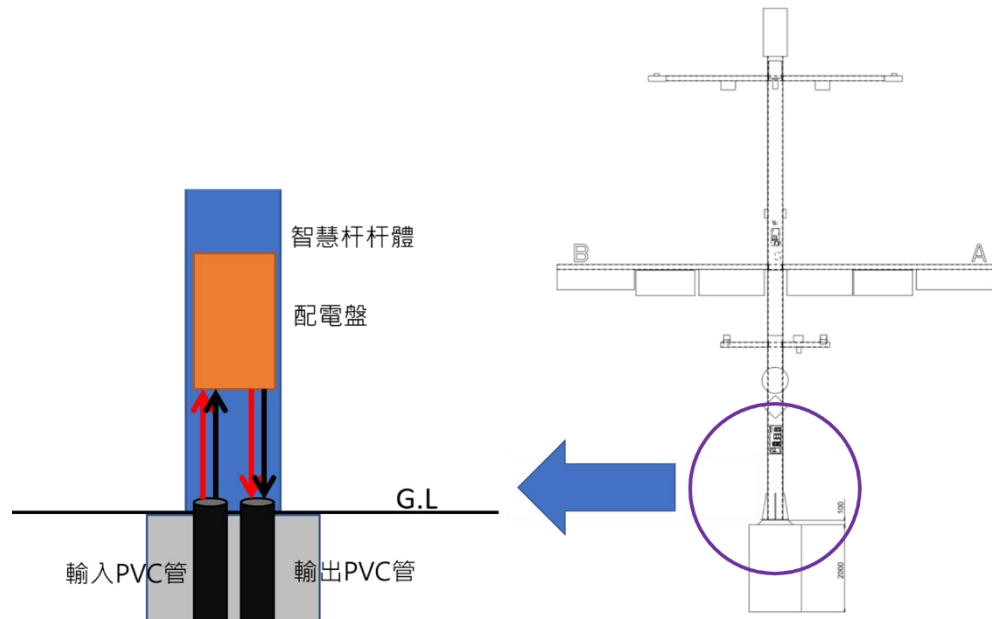


圖4.6.2.3-2 三相三線電源纜線引上走線示意圖

根據WG2的電源纜線數量需求及廠商的建議，電源的「輸入PCV管」及「輸出PVC管」各一條，內含三條三相三線的電源纜線，廠商建議10kW管線管內徑 55mm^2 ，外徑厚度再加 20mm^2 ，外徑總長為 70mm^2 。考慮到Type 4有充電樁，會多一條電源纜線，但也會同時放入相同的PVC管中，因此PVC管的直徑大小並不是固定的，可以依當時的設計環境及條件，做出適度的調整與修改。

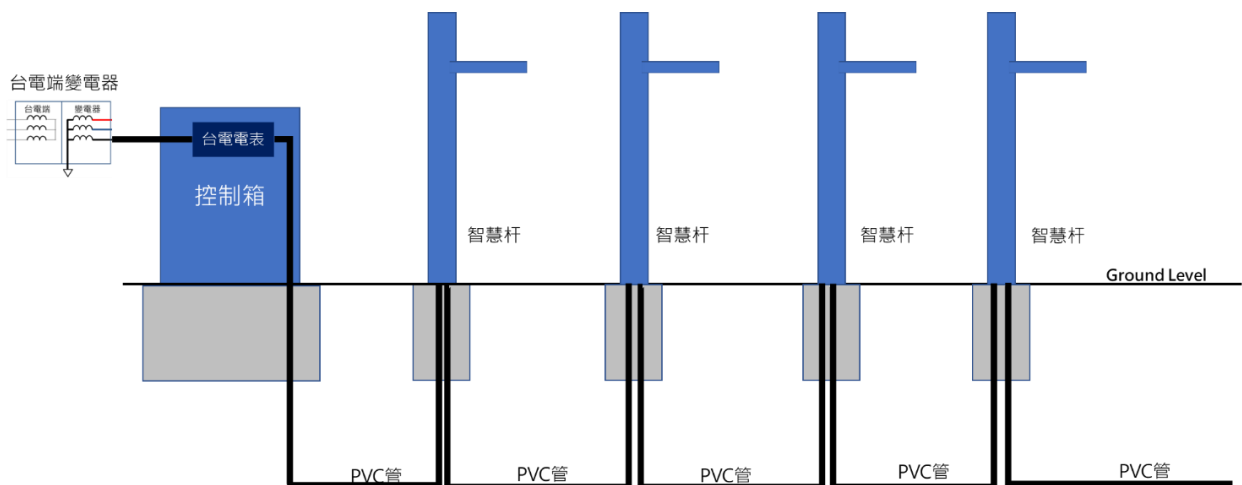


圖4.6.2.3-3 電源管線規劃示意圖

在PVC管輸入與輸出的交界口、鋼筋水泥的開孔處會留有一點縫隙，容易使齧齒類及蟲類鑽入智慧杆，廠商建議在PVC管引上的出口處塗上發泡劑，凝固之後會變硬並填補PVC管旁的縫隙，防止病蟲害或爬蟲類侵入，造成不必要的杆體設備損毀及短路。另外，在整個施工的過程中，PVC管與管之間也須使用PVC接著劑去緊密連接，防止空隙造成不必要的斷裂與漏水。

(b) 智慧杆子系統：固網

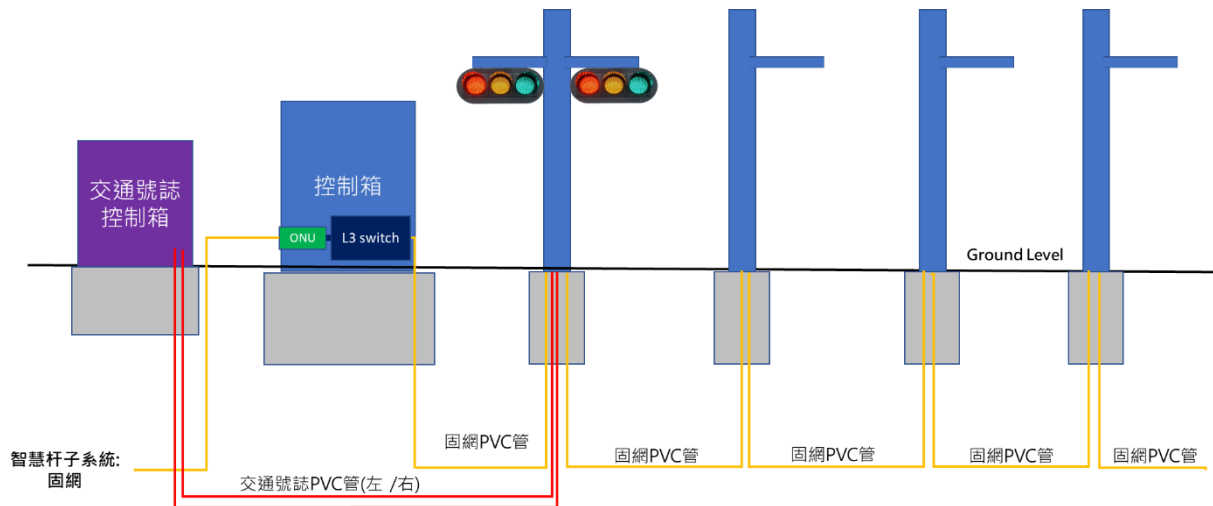


圖 4.6.2.3-4 固網及交通號誌 PVC 管線示意圖

固網透過 GPON 的架構連接至迴路控制箱，再經過 L3 交換器向下一個智慧杆做連接。由於智慧杆與智慧杆之間的固網光纖以串聯的方式做連結，故在每個智慧杆基礎座下須預留輸入與輸出兩管 PVC，若需要多條光纖進入智慧杆，也可以拉在同一條 PVC 管中，光纖與光纖之間不會互相影響。另外，若智慧杆上有交通號誌的紅綠燈時，也會從交通號誌控制箱拉入電源線連接每個交通號誌的燈號鏡面。根據聯盟內廠商的實際施工案例，每個交通號誌鏡面的控制在交通號誌控制箱內，從交通號誌控制箱內拉出的每個鏡面會拉出一條電源一條地線。每條交通號誌的電源線截面積建議為 3.5mm^2 ，雙向道路以各有一座交通號誌，每座交通號誌最多六面鏡面，所以每座交通號誌會有 12 條管線，集中成電纜後向外拉到交通號誌控制箱。因此在 PVC 管線設計上會預留兩條交通號誌 PVC 套管，一條提供左邊交通號誌電源及控制，一條提供右邊的交通號誌電源及控制。

(c) 5G 通訊

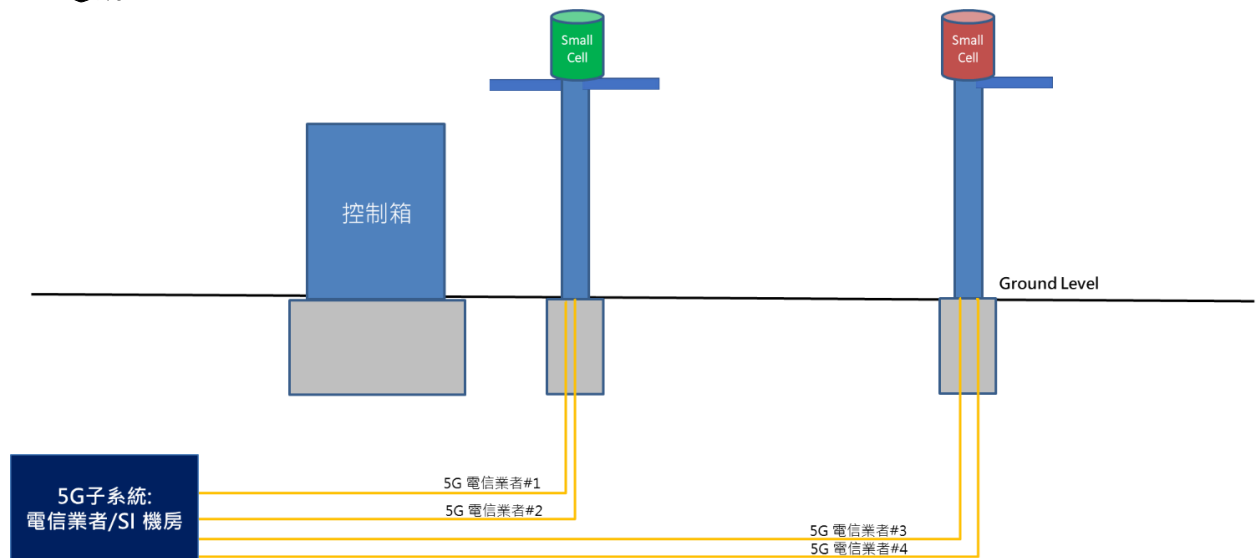


圖 4.6.2.3-5 Small Cell PVC 管線預埋示意圖

無論是 Small Cell、O-RAN、或是 DAS，都會將光纜拉入智慧杆中，經過聯盟內部討論，建議一家電信業者提供一支 PVC 導管。電信業者及光纖布局者的光纜可以從側溝或是共同管道引上後，在從 PVC 束管往上接到光纖接續盒 (FTB)。如果智慧杆上的通訊設備需要多於一條的光纖，可以從光纜裡的芯束在分支出來熔接，再連接至通訊設備。由於聯盟內部共識最多可以在一支智慧杆上放兩個電信業者的通訊設備，故會先拉兩管光纖 PVC 導管，由兩家電信業者或光纖佈局者分別管理，方便管理，不會責任歸屬的問題。

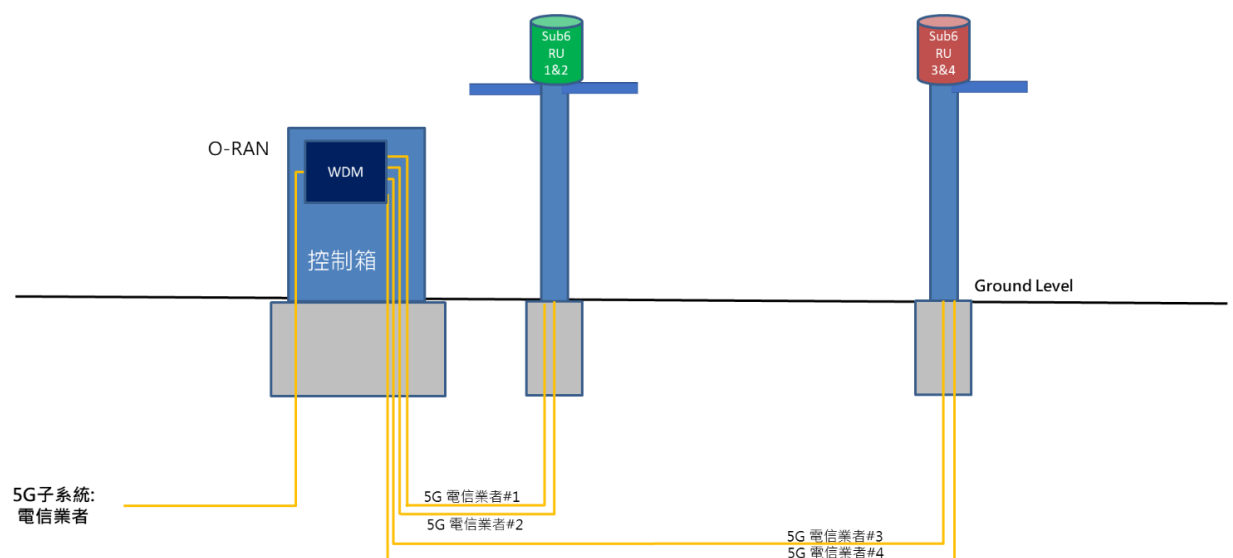


圖 4.6.2.3-6 O-RAN PVC 管線預埋示意圖

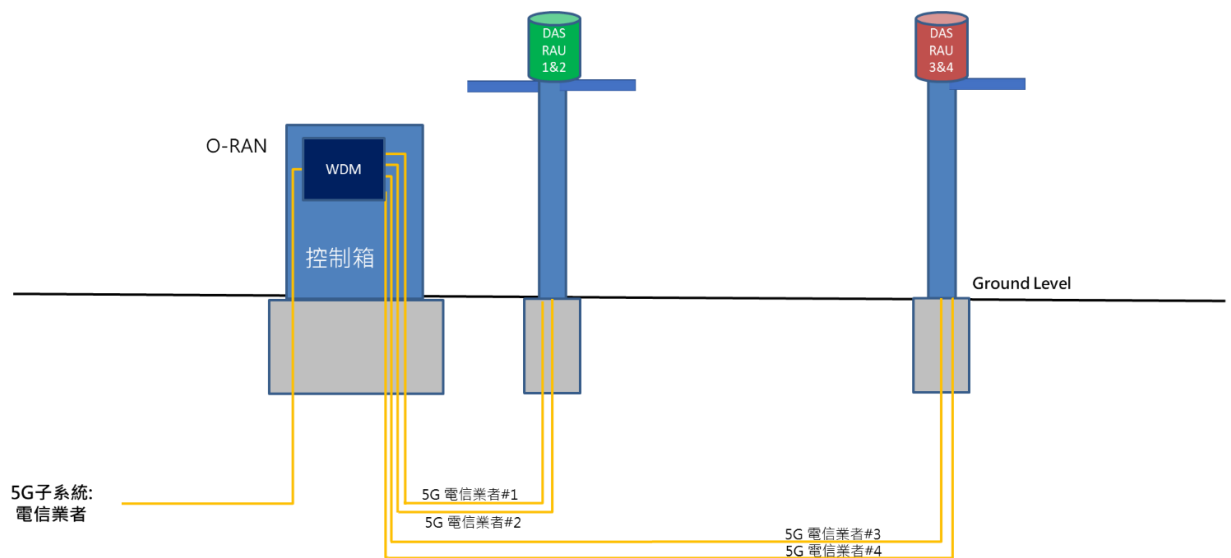


圖 4.6.2.3-7 DAS PVC 管線預埋示意圖

(DAS RAU 可依廠商不同設計放置杆頂或是下層控制箱)

O-RAN 及 DAS 的架構在 PVC 管線上的預埋跟 Small Cell 略有不同，會接至控制箱的 WDM 在分別連接到智慧杆上的通訊裝置。而 Small Cell 只需從電信業者的機房直接拉光纜至智慧杆中。從控制箱拉出的光纜還是秉持一家電信業者一條 PVC 束管的原則，一根智慧杆上最多會有兩個電信業者的設備。

4.6.2.4 側溝佈線

道路側溝原用於排除來自環境因素或人為因素在地面上積累的雨水或其他液體。同時在側溝的上方接近地面的兩側，也可以做管線敷設的功能，光纖的光纜可以從側溝在引上拉至智慧杆的基礎座。以台北市為例，根據「臺北市下水道橋樑隧道附掛纜線施工管理辦法」[63]第五條定義，側溝距溝蓋表面向下 20cm 的側溝兩側可以暫掛纜線。側溝寬度未達 30cm~40 cm，也不能敷設電纜或是光纖纜線。另外，側溝最多可擺放纜線數量可達 8 條，除縣市政府保留的 1 條外，每家電信業者最多只能申請 1 條，但若有重大設施及有線電視業者可以經過申請核准增加第 2 條纜線。另外，根據「臺北市下水道橋樑隧道附掛纜線管理自治條例」[64]第五條說明，掛載在側溝的纜線，其直徑不能超過 2.3cm，整體橫斷面面積總和不得超過側溝面積的百分之一。

以上為台北市的規範條例，各縣市政府可以依照當下的法規修改，或是當下的使用情境再做調整，此規範僅供參考，還需諮詢承包廠商符合設計需求。

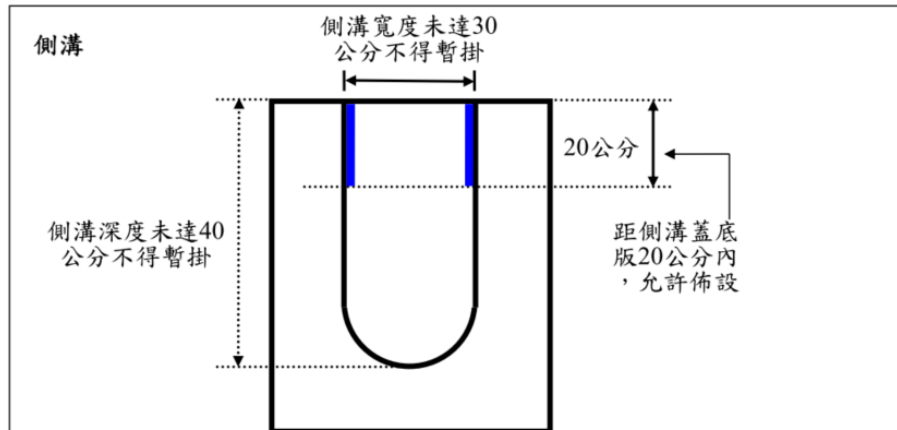


圖4.6.2.4-1 側溝示意圖1 [65]

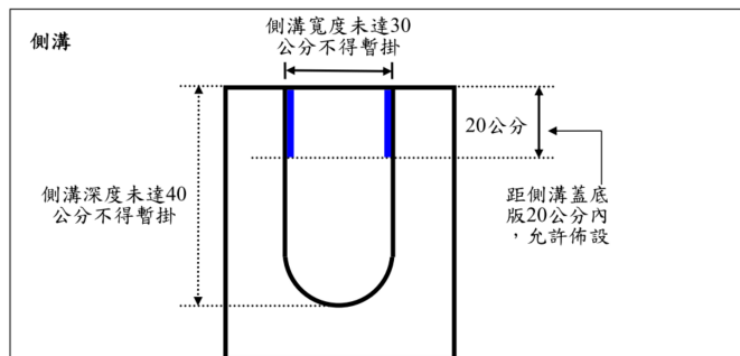


圖4.6.2.4-2 側溝示意圖2 (圖片僅供參考)

4.6.2.5 管線施工及根據法規

智慧杆的相關工程，流程大致可以分為幾個階段：

(a) 施工評估

得標之後，需在施工前花費2~3個月準備文書處理，結構技師的認證等等相關資料

(b) 申請路證

在完成施工評估後，承包廠商需申請路證，在路證申請的時段內可以完成整段工程

(c) 開挖

此階段文書及路證都已生效，並且可以開始動工。一開始會先開挖路面至管線埋設之深度及額外的一點備用空間。若有利用政府租賃的共同管道，施工的地段就可以縮短。開挖完後會有一些碎石及雜物，承包商會先經過一番整理，以便接下來的放樣及場地實際量測。

(d) 放樣

承包商會到現場預擺管線及測量位置，確保管線擺放空間合理及可以連接至目的地。在校正確認無誤後，該縣市正負會進行複檢，確認複檢無誤後，方可開始施工。若放樣與設計圖不符時，會再要求承包商作修正在複檢。

(e) 施工

施工最主要的目的就是要將 PVC 管線實際架設在以挖掘的溝道中，確認管線埋設深度符合政府的規範後，再開始回填。以台北市為例，「台北市道路挖掘管理自治條例」[66]第八條規定，道路地下物之頂面與路面的垂直深度：

- (1) 在人行道上不得少於50cm
- (2) 道路寬度在八公尺以下不得少於70cm
- (3) 路面寬度在八公尺以上不得少於120cm

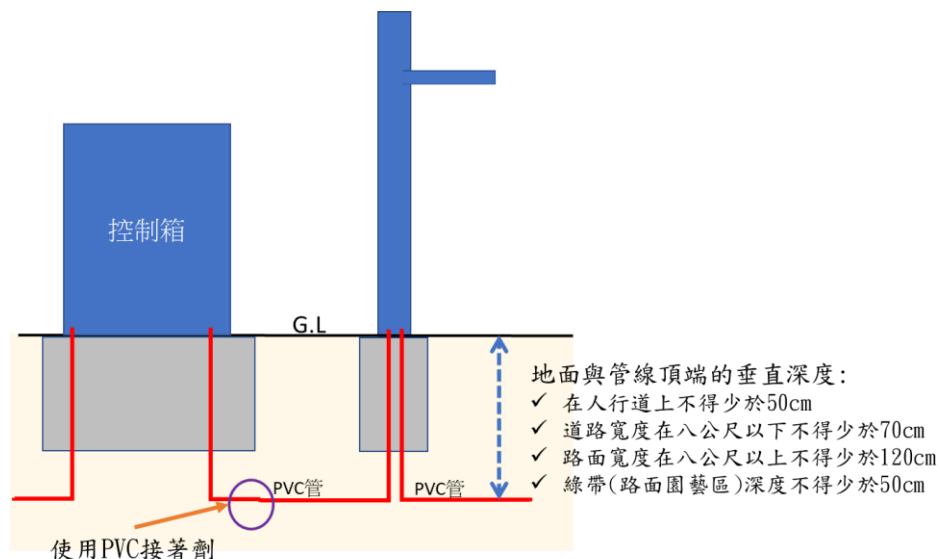


圖4.6.2.5-1 管線施工示意圖

另外，綠帶(路面圍藝區)深度不得少於50cm，PVC 管與管之間可以使用 PVC 接著劑使 PVC 管之間更緊密連結，避免完工後再接何處發生斷裂。PVC 管的管徑會依照當下的使用情境再做調整，若是內部管線較多，就會考慮使用較大的 PVC 管。

(f) 管溝回填

在佈完管線後，回填是最後且非常重要的階段。回填的材質可分為地面與地下。回填的材質及工法的好壞，都直接影響之後在道路使用上的安全。若施工不當，輕則造成路面龜裂，不至於破壞地面下的材質抗壓強度造成整體結構的破壞，只造成美觀上破壞，影響市容，可以參考圖4.6.2.5-2（左）。重則破壞了地面下的回填材質，造成結構上的破壞，整體塌陷，危害用路人之行車安全，請參考下方圖4.6.2.5-2（右）



圖4.6.2.5-2（左）地面龜裂（右）回填物質結構性破壞（圖片僅供參考）

管溝回填分為兩個層次: 路面向下的原材質回填以及瀝青層至管溝深度的填充物回填。安裝好管線後，廠商會先回填從管溝最深處到路面以下 20cm 的深度，等待初凝經過測試，確認回填物質確實凝結且可以承受適度的壓力後，會再鋪上路面以下 20cm 至路面的原材料回填。以下會從管溝深度回填至路面瀝青回填的施工方法:

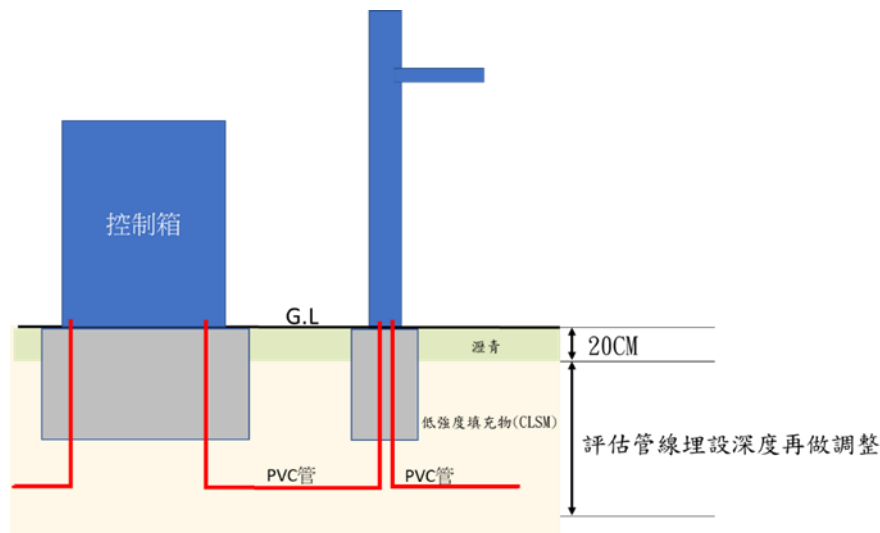


圖4.6.2.5-3 管溝回填分層（瀝青 vs. 低強度填充物）

(1) 管溝深度的填充物回填

在埋管深度在地表以下最少30公分以上的管溝，會先用液態低強度填充材質 (CLSM) 從管溝最底部灌入直到表面以下20 cm 處。CLSM 為水泥、卜作嵐摻料、粒料及水按設定比例拌和而成，而卜作嵐含氧化矽及氧化鋁，與水泥產生化學反應後有助於增加 CLSM 的膠結性。以台北市為例，根據「臺北市政府工程施工規範第 03377章」[67] 3.5.4，在 CLSM 灌入後需在四小時後需達到初凝，承包商需視實際狀況條配 CLSM，可使用早強型、高爐水泥或混凝土加入早強劑。承包商必須在 CLSM 四小時初凝後進行並完成測試，以利在當天可以接著回填路面原材料，完成整個管溝工程。測試 CLSM 的強度方法有兩種：一種須符合 ASTM D6024-96 [68] (the American Society for Testing and Materials) 落沉試驗法規定檢驗或是讓一位60kg 以上的人員站在管溝裡初凝的 CLSM 上長達五分鐘以上，且所站之處沒有任何塌陷痕跡方可過關。若是依後者為測試手法，需全程錄下上傳至台北市道路挖掘通報 APP 並通過審核後才算完成流程。



圖4.6.2.5-4 (左) CLSM 回填後請60kg 工作人員站在上面 5分鐘測試
(右) 回填 CLSM 至管溝示意 (圖片僅供參考)

另外，CLSM 的抗壓強度根據「臺北市府工程施工規範第 03377 章」3.5.1 的檢驗要求，需達到 $40\sim 80\text{kgf/cm}^2$ 。在回填的過程中，CLSM 的回填可以分為兩次：第一次先從管道底部至中間，視管道挖掘深度及當時現場的環境調整第一次回填的深度，經過初凝之後再做第二次的回填至瀝青層以下，並再做一次壓力測試。第一次回填之 CLSM 在調配的過程建議以高流動性為主，填補縫隙增加密實度，第二次回填之 CLSM 則需增加抗壓強度及初凝時效。

回填管溝材料還有另一種，砂與級配粒料回填，級配粒料包含天然與再生，天然級配粒指天然岩石或礫石經碎解、篩選或混合程序製成之配料，再生級配料是透過石材廢料，廢棄混凝土，廢陶瓷類等軋製而成之級配料。這些級配粒料回填後不用像 CLSM 等四小時初凝，有立刻承受載重之能力，但由於回填過程中較無法像 CLSM 一樣具有流動性，故有些細微的空隙無法填補，故廠商在智慧杆相關的工程建議使用 CLSM 回填。但是回填的方式還需依照各縣市設計需求做變更，可以因環境需求適度調整或搭配回填工法。

(2) 路面原材質回填

需等 CLSM 初凝並通過檢驗後，再進行原材料回填。依據施工的路面為哪種材質，可以回填瀝青 (Asphalt Concrete - AC) 或是在人行道上可填充剛性鋼筋混凝土 (RC)，鋪設表層回填物質至少地表向下 20cm。「臺北市府工程施工規範第 02742

章」瀝青經過鋪築機鋪設後，會有滾壓機開始滾壓(初壓、次壓、終壓)夯實。根據台北市政府工程施工規範附件「第02742章瀝青混凝土鋪面-附件.pdf」[69] 規範壓實度：

✓ 路面寬8m 以上道路: 壓實度要達到95%

✓ 路面寬度8m 以下道路: 壓實度達到93%

實際檢測方式可參考 CNS 12390 A3288 [70] 測試方式驗證壓實度。

4.6.2.6 智慧杆配線開孔設計

杆體底部與引上的PVC束管交界處會預留出線孔，方便管線及光纖從PVC束管引上後，可以穿過底下的穿孔，往杆體內部接入。再這些開孔的地方還會再加上穿纜管 (Cable Gland)，增加防水的效能。



圖4.6.2.6-1 杆體底部開孔示意圖（圖片僅供參考）

歸總4.6.2.3章節管線預埋的 PVC 束管所需數量後，初步規劃的一版適合聯盟智慧杆的配線開孔，請參考如下圖 4.6.2.6-2。實際設計時，還需適當時的管線配置及 PVC 束管的直徑大小做配線開孔的調整。

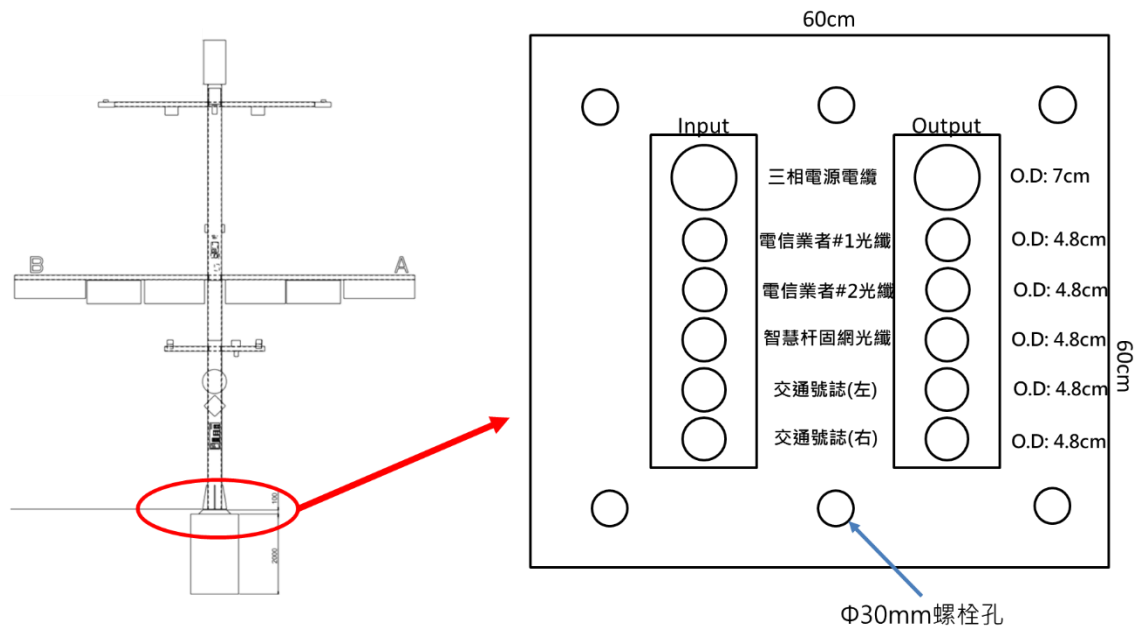


圖4.6.2.6-2 智慧杆底盤穿孔示意圖（僅供參考）

4.6.2.7 手孔位置及功能

手孔使用在額外的拉線及配線需求，如充電樁的電源線會額外從控制箱再拉一條電纜出來到所需的智慧杆上，這個時候就需從控制箱另埋 PVC 管線智慧杆附近，並穿過手孔引上智慧杆上，方便管線的維運。另一個功能也可以當作維修孔，方便維運人員更換管線及引上。相鄰兩手孔以 50 公尺設置一處為原則手孔的形狀可以是圓形或是長方形，在設計上若需防滑，若是在人行道上不需下地，但若是在交通幹道及道路上，則要求下地，並掩蓋在路面以下，以防用路人在移動中撞擊造成不必要的交通事故。



圖4.6.2.7 手孔示意圖（圖片僅供參考）

4.6.3 搭建流程

智慧杆的搭建包含前置作業，管線預埋，基礎座的埋設施工，以及智慧杆的搭建及完工後的檢驗結案。

(a) 施工前置作業:

施工前承包廠商需配置專業技術人員至現場實際勘查智慧杆位置及掛載設備，並在現場確認管道現場的擺放位置及纜線需求，放樣及確認智慧杆基礎座位置及人行道挖掘路徑。

另外，若承包工程是更換舊杆，需對原在智慧杆上的掛載設備座調查與記錄，並在施工前 10 日與掛載設備所屬單位聯絡現場勘查協調，並於更換杆體施工前 3 日將舊智慧杆上的掛載設備遷移至其他地方。

(b) 路證申請作業

申請路證時必須先與土地所有權之單位確認挖掘路徑，各單位的管線套匯及共同會勘現場狀況。同時，也要填寫路證所需相關文件，並提交施工計畫及交通維護計畫，並在各縣市政府的管理系統上申請及掛件審查。

備妥及上傳資料後，需親洽該線是政府的道路管理中心座成版說明。等審查通過核發路證後，需在現場張貼告示單，並提前告知該地段居民及用路人，避免施工造成民怨。

(c) 智慧杆基礎座開挖及安裝

請參考 4.6.1.1.2 基礎座施工流程先將智慧杆基礎座及路面恢復。

(d) 施工

完成基礎座的施工後，請參考 4.6.2.5 執行埋管及回填至道路修復之工程。在施工時一樣要依照交維計畫擺放安全設施及施工告示牌，防止道路使用者早成不必要的事故。

(e) 立杆及接線

完成了管線作業並預留好引上的管線後，就要開始架杆及接線的環節。施工前一樣要放置告示牌及安全設施維護道路使用者的安全。

立杆及結線的施工盡量都在日間作業，不影響道路使用者的道路使用權為主。另外，台電的路燈電力也會在晚間六點才開始供電，施工人員可以利用日間時間至下午六點之前安心架設智慧杆及管線的接線，不用擔心電源纜線供電造成火線作業。



圖 4.6.3-1 架杆示意圖

若是舊杆更新，施工單位可以將舊杆上的掛載設備先行取下，帶新杆安裝完成之後再通知該掛載設備的管理單位進行掛載及修復。

(f) 自主巡檢及路證結案作業

現場自主巡查，完成施工之路口，安排人員定期巡查，如有缺失立即安排改善。路證結案作業，路證到期日後 30 日內，依相關規定檢附相關資料辦理完工結案。

(g) 工程驗收

以下為自主巡檢後，政府機關需實際場勘並驗收智慧杆架杆成果，並在部分或全部完工前七日到場審核，若有發現現場施工有公安、使用、清潔上的缺失，需即刻改善，並且安排時間再會勘審核一次，若確認安全及各項檢測無虞，經過管理單位的審核後即可開始使用。開始使用後，開始使用後，工務局會須再做一次實地場勘，審核是否在使用後會造成公共安全或是妨礙用路人使用權。整體驗收流程可參考下圖 4.6.3-2，根據「臺北市府工務局公園路燈工程管理處 工程驗收前辦理查驗後開放使用標準作業流程」為例。實際施工驗收需依照該承包工程所在之縣市政府規範，配合主管機關做審核及驗收。

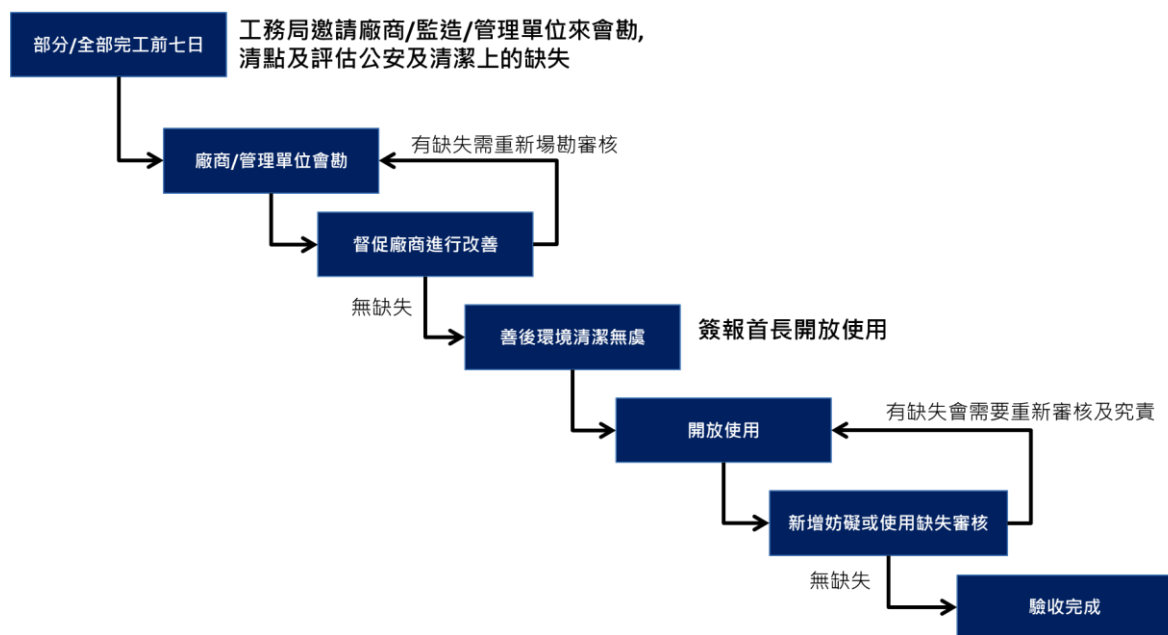


圖 4.6.3-2 工程驗收流程表

(h) 智慧杆及管線定位標示

GML 系統建立智慧杆及管線位置及長度在市政府的系統上，方便之後可以查找維運。

4.7 系統管理及維護

透過政府的標案，承包的 SI 公司會依照各機關的設備規格需求做設備的採購，並且獲得設備廠的保固及履約承諾，並提供教育訓練方便 SI 公司統一管理。在完成杆體及掛載設備的施作工程及驗收後，政府機關會與 SI 公司簽屬兩年或兩年以上之保固合約，由 SI 公司負責維運，等合約到期後，若政府機關不再續約，維運及平台管理就會歸還給各政府機關自行維護。政府機關也可以再延長維運合約再由 SI 公司繼續管理，抑或是政府機關會在開設「巡檢標案」讓承包商可以較大範圍負責實體掛載設備的檢查及管理平台的維運。

維運可以分為兩個部分：一是實際杆體上的掛載設備例行檢查，二是管理平台的系統運行管理與維護。

— 實際杆體的掛載設備檢測

承包 SI 公司及其設備廠商共同制定出來的劍測及驗收項目，經過政府機關的審核後，再由維運人員按照制定出來的項目逐項到實際場域做高校巡檢。檢測實體杆體掛載設備的正常運作通常是一季會一次，但檢查的週期依不同的主管機關及項目會左調整。

— 管理平台的系統運行管理與維護

WG4 規範中有提出系統運行管理及維護之相關文件可以參考。目前實際做法還是以承包 SI 公司會統一建置工程界面管理，以及各應用設備之後台平台管理。

5. 產品電力安全系統

5.1 供電設計

5.1.1 控制箱及智慧杆電力系統輸入

- (a) 台電變電箱供應至控制箱及智慧杆系統使用三相三線不附地，對控制箱輸入為線電壓 220Vac；其接地系統須符合本規範訂定之接地要求。
- (b) 控制箱供應至智慧杆為線電壓 220Vac；其接地系統須符合本規範訂定之接地要求。
- (c) 各個控制箱應由台電配電箱依序交錯使用 L1、L2、L3 相線，控制箱供電至其搭配之數支智慧杆，使三相負載保持平衡。智慧杆電力輸入迴路可參考圖 5.1.1-1。

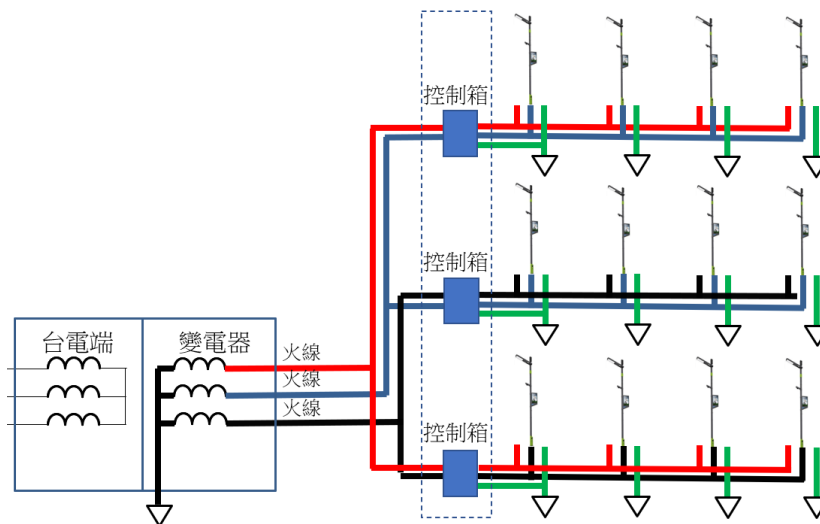


圖 5.1.1-1 智慧杆電力輸入迴路

- (d) 供電設計應綜合考慮各設備用電負載的最大值，於 5G 智慧杆及控制箱等所有設備用電負載最大值的總和外，預留足夠的餘量，建議每支智慧電杆預留 25% 功率餘量以備擴充掛載設備使用。
- (e) 系統最末端智慧杆的供應電壓不可低於額定電壓的 90%。
- (f) 依照行政院用電場所及專任電器技術人員管理規則第 3 條，供電電壓未達 600 伏特為低壓用電；5G 智慧杆輸入電壓 220Vac 為低壓用電設備，適用表 5.1.1-1 之第三種接地。
- (g) 5G 智慧杆供配電設計應符合 CNS 15233 發光二極體道路照明燈具 [24]、CNS 14335-2-3 道路及街道照明用燈具相關要求[71]。

表5.1.1-1 電杆接地絕緣電阻種類表

種類	接地電阻	接地線線徑	適用處所
特種接地	10 歐姆以下	(1) 變壓器容量 500kVA 以下者： 22mm ² 以上絕緣線 (2) 變壓器容量超過 500kVA 者： 38mm ² 以上絕緣線	三相四線多重接地系統供電地區用戶變壓器之低壓電源系統接地，或高壓用電設備接地
第一種接地	25 歐姆以下	5.5mm ² 以上之絕緣線	非接地系統供電之高壓用電設備接地
第二種接地	50 歐姆以下	(1) 變壓器容量 20kVA 以下者： 8mm ² 以上絕緣線 (2) 變壓器容量超過 20kVA 者： 22mm ² 以上絕緣線	三相三線式非接地系統供電地區用戶變壓器之低壓電源系統接地
第三種接地 (適用 5G 智慧杆)	(1) 對地電壓 150 伏以下：100 歐姆以下 (2) 對地電壓 151 伏至 300 伏：50 歐姆以下 (3) 對地電壓 301 伏以上：10 歐姆以下	(1) P.T.及 C.T.二次測之接地線 5.5mm ² 以上絕緣線 (2) 內線系統單獨接地或與設備共同接地之地線詳表 5.2 (3) 用電設備單獨接地或與內線系統共同接地之地線詳表 5.3	(1) 低壓用電設備接地 (2) 內線系統接地 (3) P.T.及 C.T.之二次側接地 (4) 支持低壓用電設備之金屬接地

(h) 接地設計

控制箱箱體以及智慧杆杆體金屬外殼需各自獨立於基座處接地，且需符合表5.1.1-1之第三種接地要求，若控制箱無接地設計，則與同迴路中鄰近之智慧杆共地。

(1) 設備端 PE 線不可斷開，也不可進入漏電開關。

(2) 保護接零 PE 線的材料及連接要求：保護零線的截面不可小於工作零線的截面，並強制使用黃/綠雙色線。

(3) 與電氣設備連接的保護零線須採用截面積不小於 2.5mm² 的絕緣多股線。

(4) 控制箱及智慧杆各自於基座處實施接地，若實際場域無法重新施工獨立接地，應與最接近的控制箱或智慧杆共地。接地絕緣電阻須滿足行政院經濟部工業目用戶用電設備裝置規則第 25 條之規定，接地電阻應低於 50 歐姆，送電前須檢附接地測試報告(須經電機技師簽證)，接地電阻可參考表 5.1.1。

(5) 電氣系統接地形式宜採用 TN-S 系統或 TT 系統，變電箱供電至智慧杆系統線路有 PE 地線時，採用 TN-S 系統，如圖 5.1.1-2；變電箱供電至智慧杆系統無 PE 地線時，採用 TT 系統，如圖 5.1.1-3。

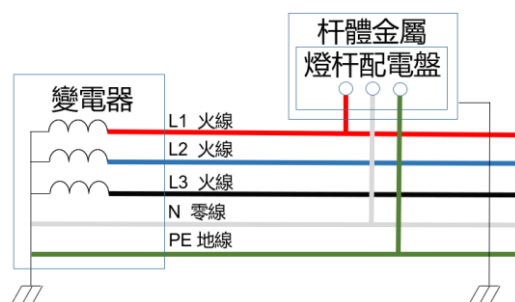


圖5.1.1-2 TN-S接地系統示意圖

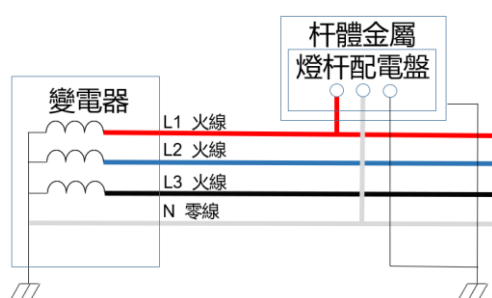


圖5.1.1-3 TT接地系統示意圖

- (6) 採用 TT 下地系統時，掛載設備地線不可與控制箱或智慧杆金屬外殼直接連接，應與接地棒地線共同匯流至分電盤接地銅排。
- (7) 接地棒尺寸使用 5/8"x90cm 或以上。
- (8) 保護零線與電氣設備連接應採用壓接端子等可靠連接，不得採用鉸接。
- (9) 電氣設備接線柱應鍍鋅或塗防腐油脂，保護零線於配電箱體中通過端子台連接，其他地方不得有接頭出現。

5.1.2 電源防護裝置

(a) 所有設備應設置符合 CNS 2931 [72]之獨立電源開關（NFB 無熔線斷路器）及符合 CNS 5422 [73]之漏電斷路器漏電流保護裝置（RCD 漏電流保護器），或使用帶過電流保護的漏電流動作斷路器 (ELCB)，另可依需求設置突波保護裝置 (SPD)。

- (1) 漏電斷路器以裝置於分路為原則
- (2) 應採用純電磁式電流動作型漏電斷路器
- (3) 應採用高感度高速型漏電斷路器（參考表 5.1.2-1）
- (4) 額定電流容量應不小於該電路之負載電流

表 5.1.2-1 高感度高速型漏電斷路器表

類別		額定感度電流 (mA)	動作時間
高感度形	高速形	3、15、30	額定感度電流 0.1 秒內
	延時形		額定感度電流 0.1 秒以上 2 秒以內
中感度形	高速形	50、100、200、300、500、1000	額定感度電流 0.1 秒內
	延時形		額定感度電流 0.1 秒以上 2 秒以內

(b) 所有設備由箱體分多路配電，並考量防水需求選用壓接端子。

5.1.3 設備供電系統

(a) 工作電源為 220Vac 之各設備由控制箱或智慧杆分電盤獨立分接 220Vac 供電，工作電源為直流且消耗功率高於 60 瓦之設備，建議使用獨立 PSU 供電；工作電源為直流且消耗功率低於 60 瓦之設備，建議透過 PoE 分歧器或 PoE 適配器等設備改採 PoE 供電；可透過 PoE 供電之設備則由 PoE 供電。

(b) 供電線路線材選用標準參考本標準之 5.2.1 章節，管槽配線安培容量對應值如表 5.1.3-1 及表 5.1.3-2。

表 5.1.3-1 導線管槽配線(導線絕緣物溫度 90°C者)安培容量表

銅導線			同一導線管內之導線數						
線別	公稱截面積 (平方公厘)	根數/直徑 (公厘)	3 以下	4	5-6	7-15	16-40	41-60	61 以上
			安培容量(安培)						
單線		1.6	15	15	14	12	11	10	8
		2	20	20	17	15	13	12	11
		2.6	30	27	24	21	19	17	15
絞線	3.5	7/0.8	20	20	17	15	13	12	11
	5.5	7/1.0	30	28	25	22	19	17	14
	8	7/1.2	40	35	30	27	24	22	19
	14	7/1.6	55	50	45	40	35	30	25
	22	7/2.0	70	65	60	50	45	40	35
	30	7/2.3	90	80	70	60	55	50	45
	38	7/2.6	100	90	80	70	65	55	50
註：1. 本表適用於金屬管配線、電纜、可撓管配線及金屬線槽配線。 2. 本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊號線。但單相三線式或三相四線式電路供應放電管燈者，因中性線有第三諧波電流存在，仍應計入。 3. 超過 38 平方公厘導線安培容量請參照用戶用電設備裝置規則表									

表 5.1.3-2 PVC 管配線導線安培容量表(導線絕緣物溫度 60°C，周溫 35°C以下)

銅導線			同一導線管內之導線數						
線別	公稱截面積 (平方公厘)	根數/直徑 (公厘)	3 以下	4	5-6	7-9			
			安培容量(安培)						
單線		1.6	13	12	10	9			
		2.0	18	16	14	12			
		2.6	24	22	19	16			
絞線	3.5	7/0.8	19	16	14	12			
	5.5	7/1.0	25	23	20	17			
	8	7/1.2	33	30	25	20			
	14	7/1.6	50	40	35	30			
	22	7/2.0	60	55	50	40			
註：1. 本表適用於 PVC 管配線、HDPE 管配線及非金屬可撓導線管配線。 2. 採 PVC 管配線者，超過 22 平方公厘導線安培容量請參照用戶用電設備裝置規則表一六～七。									

(c) 智慧照明燈具電源輸入端建議使用符合美國國家標準 ANSI C136.41 [74]之 NEMA 標準接頭。

(d) 每一新設分路不含負載，每線對地絕緣電阻不得低於 10M 歐姆。

5.1.4 主杆供電箱規格配置

- (a) 供電箱內包含系統電源供應器、連鎖電源變壓器、設備控制電路電源開關、保險絲座、3孔電源插座、電源雜訊抑制器、無熔線斷路器、漏電流保護器等。
- (b) 依照行政院用戶用電設備裝置規則，電度表高度最低不得低於 150 公分。供電箱建議離地 150 公分以上，供電箱本體採防水設計，供電箱內保護斷路器及多迴路電表不另外要求防水等級。
- (c) 供電箱內各設備建議採用 35mm DIN 標準導軌結構。
- (d) 供電箱配置及走線規畫可參考圖 5.1.4-1、5.1.4-2。

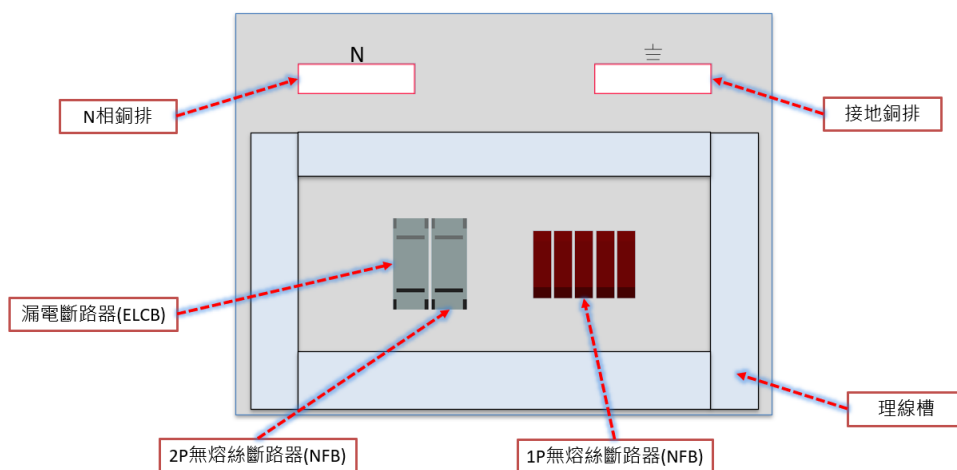


圖5.1.4-1 分電盤配置及走線規畫

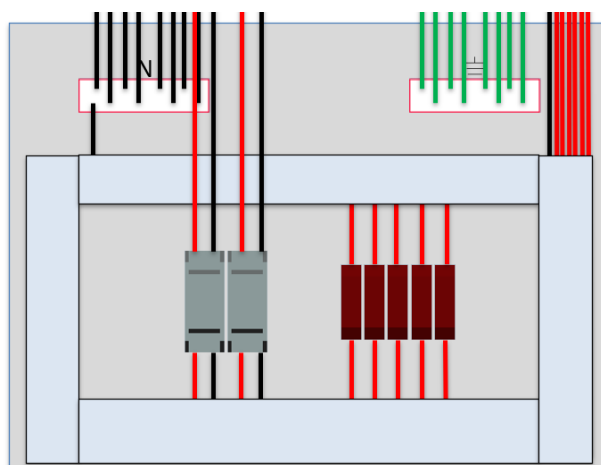


圖5.1.4-2 分電盤走線規劃

5.1.5 迴路控制箱分電盤規格配置

- (a) 迴路控制箱最上層供台電電表使用，不可放置其它設備。
- (b) 迴路控制箱內設置分電盤，供應控制箱內設備，設備列表可參考表 5.2.2-1。
- (c) 分電盤內包含保護斷路器及維修用 220Vac 插座，交流多迴路電表等設備。
- (d) 供電設施應預留供電系統安裝電表基座。
- (e) 須能符合 [金屬/不燃性非金屬電表接線箱結構圖]
- (f) 控制箱分電盤保護元件及走線規劃可參考圖 5.1.5-1。

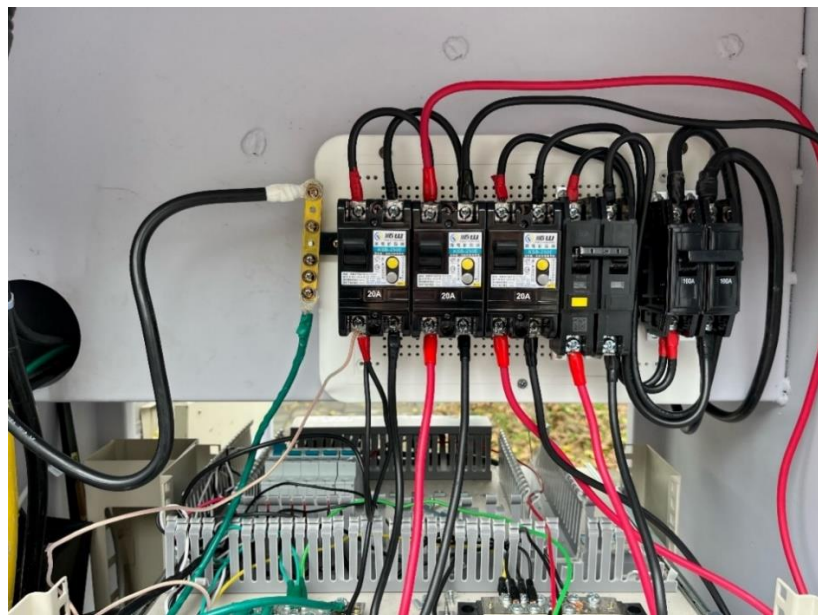


圖 5.1.5-1 控制箱分電盤保護元件及走線參考圖示

5.1.6 不斷電系統配置

5G智慧杆可依照建置場域及需求選擇是否建置不斷電系統 (Uninterruptible Power System, UPS)。不斷電系統參考規範如下：

- (a) 考量不斷電系統主機及電池體積，建議將不斷電系統設置於落地控制箱內。
- (b) 建議使用工業等級之不斷電系統，操作環境溫度不低於 50 度為佳。
- (c) 採在線式或在線互動式不斷電系統。
- (d) 以能量密度與操作環境溫度考量，UPS 電池建議選用放電操作溫度不低於 50 度之磷酸鋰鐵電池。

- (e) 不斷電系統之輸出功率及時間受電池容量限制，各附掛設備需考量其重要性，決定是否透過不斷電系統供電。
- (f) 承 5.1.5(e)，考量使用彈性及配線施工複雜度，若配置 UPS 不斷電系統時，建議將落地控制箱及智慧杆主杆所有設備都透過 UPS 迴路供電，於台電電網輸出中斷時，由控制平台依使用者需求，將重要性較低的設備切換至低功耗或關機模式。

5.2 設備電力規劃

5.2.1 主杆設備供電規劃

- (a) 5G 智慧杆附掛設備包含以下各項，各設備輸入電壓及最大功率如表 5.2.1-1，若有其它應用設備擴充需求，仍應以各設備工作電壓及消耗功率等因素修正設計。

表 5.2.1-1 5G 智慧杆各設備輸入電壓及最大功率表

	輸入電壓	最大功率
電信網路	220Vac	150W
FWA 設備	220Vac	30W
車聯網 5G C-V2X	PoE	26W
無線通訊設備 DAS	220Vac	60W
無線通訊設備 LPWAN	PoE	12W
智慧照明	220Vac	150W
影像監視	PoE	48W
環境監測	220Vac	5W
公眾推播	PoE	36W
交通號誌	220Vac	250W
道路數位標示	220Vac	400W
閘道器	220Vac	20W
光達	PoE	12W
雷達	PoE	23W
互動數位看板-資訊發布看板	220Vac	210W

互動數位看板-螢幕互動設備	220Vac	120W
緊急呼救	PoE	12W

- (b) 參照表5.2.1-1，各設備輸入電源為220Vac 及 PoE，PoE PD (Powered Device)負載設備依消耗功率可分為802.3af、802.3at、802.3bt 等。網管型交換機 PSE 需選用具有足夠 PoE 輸出埠且 PoE 輸出總功率高於 PD 負載設備總消耗功率之交換機。
- (c) 各附掛設備線路使用不同顏色或標記以利區分。
- (d) 所有配電箱內之電源線，其兩端均須有表示線號之標記。
- (e) 配電箱內設置分電盤安裝保護斷路器及多迴路電表等設備，分電盤之 1P 無熔絲斷路器可獨立切斷各設備電源，為避免施工及維修人員混淆，需於明顯且無遮蔽處明確標註無熔絲斷路器開關及對應之設備名稱。
- (f) 地下埋線之導線管材料規格需符合國家標準 CNS1302-K3006 [75]之 PVC 管，智慧杆主杆內電源佈線不強制使用 PVC 管。
- (g) 交流電源線材選用原則為：台電變電箱佈線至控制箱，以及控制箱佈線往智慧杆配電盤，為地下埋設管線，使用 XLPE-PVC 材質。線徑耐電流選擇依照最大可能操作電流預留至少 25%餘裕。
- (h) 智慧杆配電盤內電力線以及配電盤向外供應至附掛設備端電力線使用 PVC 材質。線徑耐電流選擇依照最大可能操作電流預留至少 25%餘裕。
- (i) 具有 PoE 供電功能之乙太網路纜線需使用 Cat5e 以上等級，導線導體阻抗要求為每 100 公尺不高於 10 歐姆。
- (j) 依照各設備輸入端要求，使用防水接頭或鎖附等方式連接，不強制規定連接器規格，可參考供電網路樹狀圖，圖 5.2.1-1 連接方式。

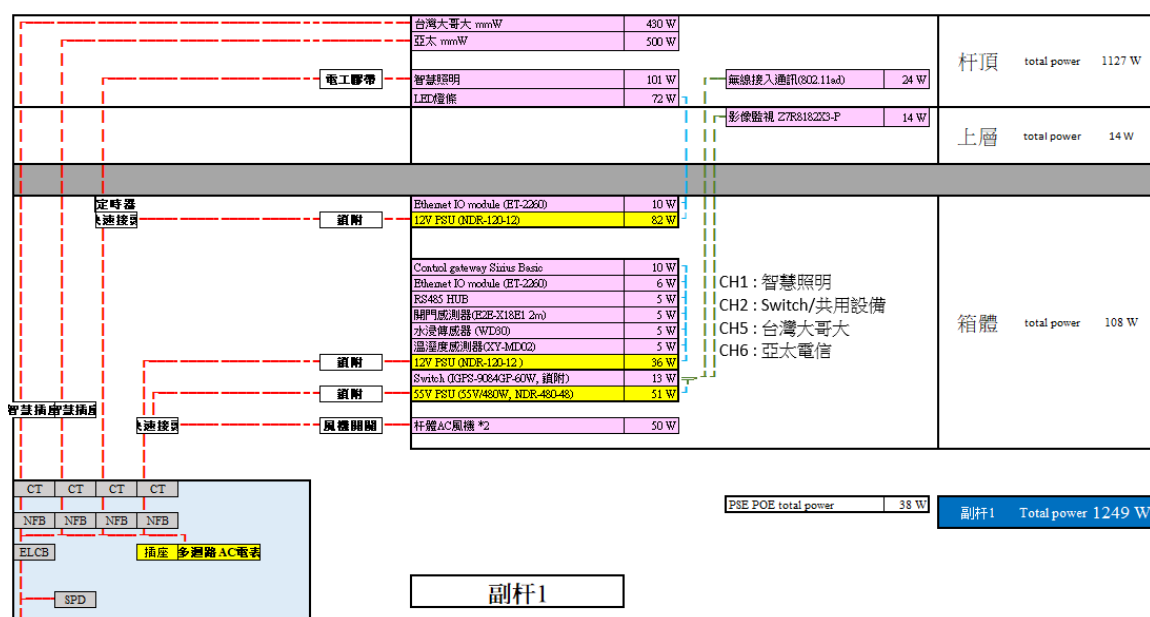


圖5.2.1-1 供電網路樹狀圖

5.2.2 控制箱供電規劃

為配合5G智慧杆建置，智慧杆周邊應有落地型控制箱供設置表5.2.2-1中之設備，設備供電方式以220Vac及PoE為主，規範細節參考5.2.1(b) ~ 5.2.1(i)。

表5.2.2-1 控制箱設備清單

應用	功能說明	尺寸
光纖傳輸系統設備	ONU 設備	300mm x 480mm x 44mm
光纖傳輸系統設備	CWDM/DWDM 設備	300mm x 480mm x 44mm
智慧杆子系統通訊設備	邊緣運算	254mm x 244mm x 209mm
影像監控(NVR)	影像監控主機	188.2mm x 295mm x 279.6mm
閘道器&光纖網路單元	網管型乙太網路交換器 (Layer 3)	116.4mm x 170mm x 180mm
無線網路控制器	管理智慧杆上之 WIFI AP	438mm x 302.7mm x 44mm
不斷電系統	UPS 主機及備援電池	主機 432mm x 254mm x 88.6mm 電池 230.5mm x 139.9mm x 208.8mm (共需 4 顆)
配電盤	落地控制箱供電及計費用配電盤	260mm * 650mm
台電電表	台電電表	238.5mm * 187.5mm * 187mm

5.2.3 智慧杆主杆附掛設備計費方式

參考表5.1.2-1所示，可使用多迴路交流電錶對各項設備獨立計費，若有多項直流設備共用PSU且需獨立計費，則以直流電表對其設備獨立計算耗電比例，並依照PSU前端之AC電錶費用依比例分攤。

PoE (Power Over Ethernet) 設備需使用可即時監控各PoE埠輸出功率之網路交換器，由管理平台每隔一定時間（例1至10分鐘不等）擷取 PoE 設備即時耗電量並累加為每月耗電量，於網路交換器前端量測交流耗電量，其電費由各 PoE 埠設備按用電比例分攤。交流/直流多迴路電錶建議使用標準 35mm DIN 導軌設計，具備RJ45或RS485通訊介面，可獨立紀錄各迴路用電量之多功能電錶。

電杆系統中如gateway等掛載系統整合用硬體，其電費由所有附掛設備平均分攤。供電設備及電錶迴路方塊圖如圖 5.2.1-1 所示。全交流計費方式如圖 5.2.3-1，交/直流混合計費方式如圖 5.2.3-2，交流/PoE 混合計費方式如圖 5.2.3-3。

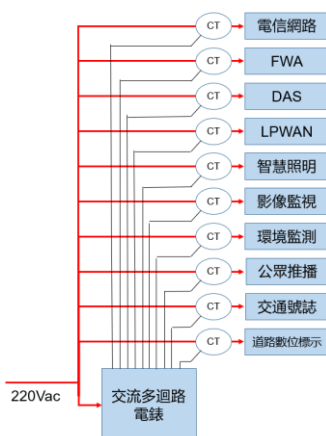


圖5.2.3-1 純交流設備計費示意圖

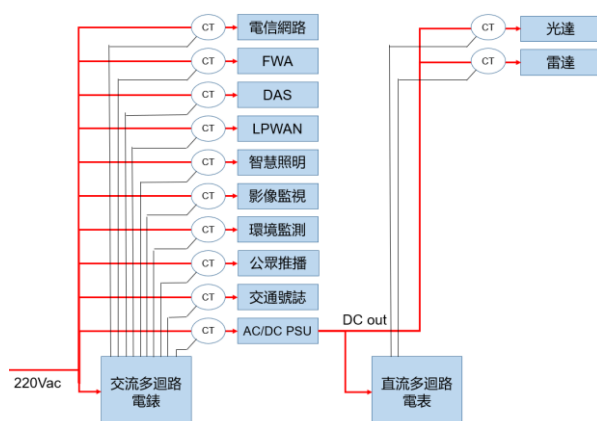


圖5.2.3-2 交/直流混合計費示意圖

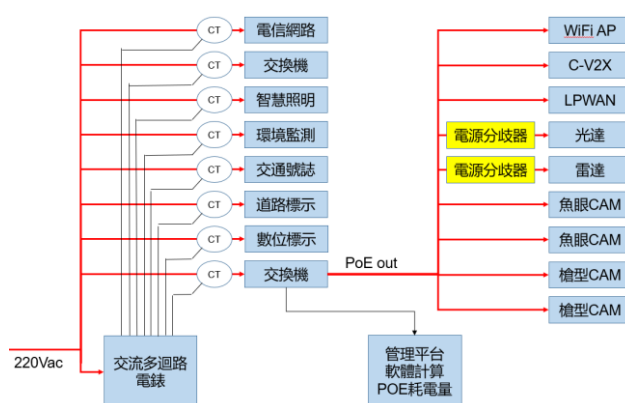


圖5.2.3-3 交流/PoE 混合計費示意圖

5.2.4 控制箱設備電費計費方式

台電設置電表於控制箱，一處控制箱依設計及使用者需求供電給數支智慧杆，控制箱內設置交流多迴路電表紀錄各交流設備耗電量，若有 PoE 供電需求，可參考 5.2.1(b) 章節選用網路交換機供電及 5.2.3 章節計算耗電量。

計費方式示意圖如 5.2.4-1，PoE 設備按比例分攤 PSE 交換機電費；控制箱以及智慧杆內交流設備透過交流多迴路電表取得耗電量，所有交流設備按比例分攤台電電表電費。

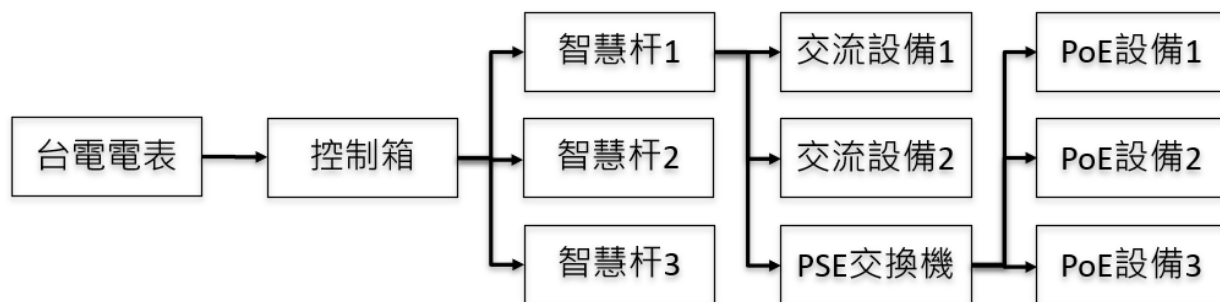


圖5.2.4-1 電費分攤比例示意圖

5.3 安全性要求

5G智慧杆本體及各附加設備皆須通過以下測試規範

5.3.1 電磁相容性要求

- (a) 需通過 CNS 14676-3 輻射、射頻與電磁抗擾度測試。
- (b) 需通過 CNS 14676-6 射頻場感應的傳導擾動抗擾力。
- (c) 需通過 CNS 14676-8 電源頻率磁場抗擾力測試。
- (d) 需通過 CNS 14676-9 脈衝磁場抗擾力測試。
- (e) 需通過 CNS 14676-10 阻尼震盪磁場抗擾力測試。
- (f) 需通過 CNS 14934 第 2 部到第 5 部相關電磁相容規範
- (g) 需通過 IEC 61000-4-11 Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests

5.3.2 抗靜電要求

- (a) 需通過 CNS 14676-2 靜電放電抗擾度測試。

5.3.3 抗雷擊要求

- (a) 需通過 CNS 14676-4 電性快速暫態/叢訊的抗擾度測試，測試位準參考表 5.3.3-1。

表5.3.3-1 電性快速暫態/叢訊的抗擾度測試位準表

開路輸出測試電壓以及脈衝的重複頻率				
位準	電源埠、接地埠(PE)		信號和控制埠	
	電壓峰值 kV	重複頻率 kHz	電壓峰值 kV	重複頻率 kHz
1	0.5	5或100	0.25	5或100
2	1	5或100	0.5	5或100
3	2	5或100	1	5或100
4	4	5或100	2	5或100
X	特定值	特定值	特定值	特定值
註：”X”可為任一位準，高於、等於、低於或在其他位準之間，此位準必須規定在專用設備規格中				

- (b) 需通過 CNS 14676-5 突波抗擾度測試，測試位準參考表 5.3.3-2，5G 智慧杆建議採用 4kV 位準測試，若有特殊要求可各別定義測試電壓位準。

表5.3.3-2 突波抗擾度測試位準

位準	開路測試電壓 kV	
	線對線	線對地
1	—	0.5
2	0.5	1
3	1	2
4	2	4
X	特定值	特定值
"X"可為任一位準，高於、低於或在其他位準之間。此位準應在專用設備規格中規定。		

5.3.4 對 LED 照明燈具及各附加設備之其他安全性要求

資通訊設備應參照 CNS 15598-1 影音、資訊及通訊技術設備－第 1 部：安全要求，以及國際標準 IEC 62368-1 進行設計。

- (a) LED 智慧照明杆須符合 CNS 15233 發光二極體道路照明燈具規範。
- (b) 對於燈具之各別要求須符合 CNS 14335-2-3 道路及街道照明用燈具各別要求。
- (c) LED 路燈電源供應器應參照 CNS 61347-1、CNS 61347-2-13 光源控制裝置、CNS 14115 電氣照明與類似設備之射頻擾動限制與量測方法進行設計。
- (d) 資通訊設備應參照 CNS 15598-1 影音、資訊及通訊技術設備－第 1 部：安全要求進行設計。

5.4 5G 智慧杆 POC 案迴路控制箱及各杆設計參考

POC案迴路控制箱分電盤設置於台電電表背面之獨立且固定式空間，各杆箱體皆採 19吋標準機櫃設計，分電盤設置於箱體最上層，採滑軌式設計，分電盤平面配置如圖 5.4-1，斷路器數量及規格則依照系統設備需求選用。

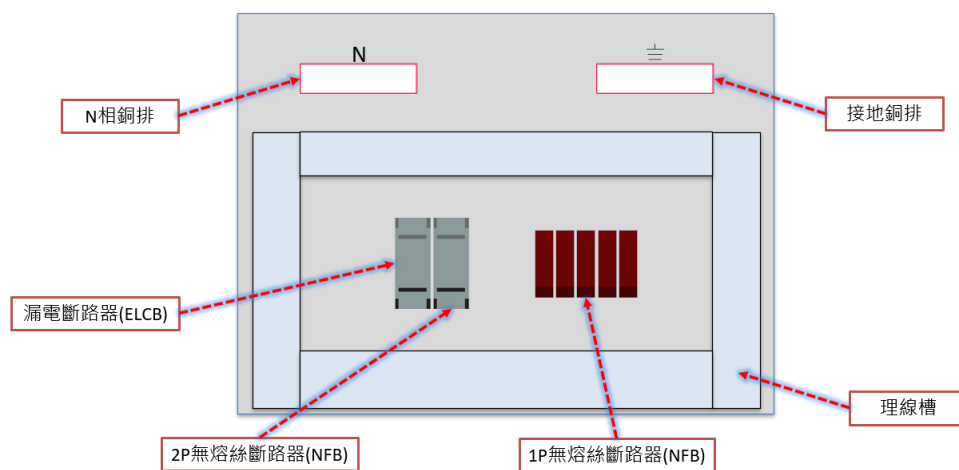


圖 5.4-1 POC 分電盤平面配置圖

5.4.1 Type 2 供電網路圖/分電盤配置圖

主杆最大消耗功率約 8055 W。

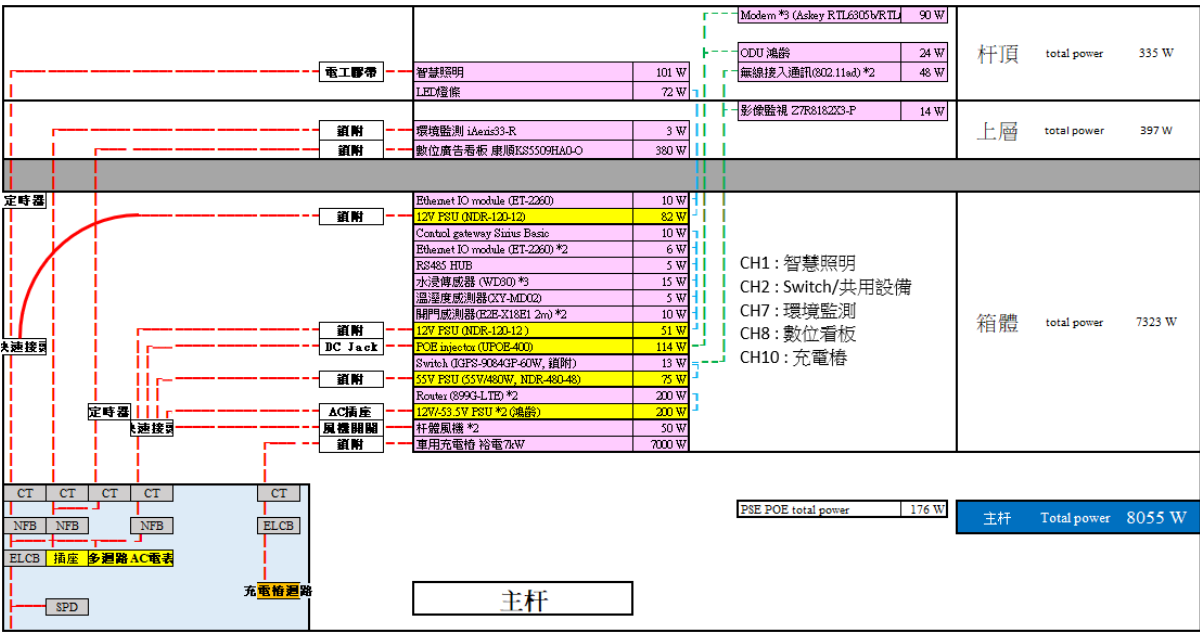


圖5.4.1-1 主杆供電網路圖

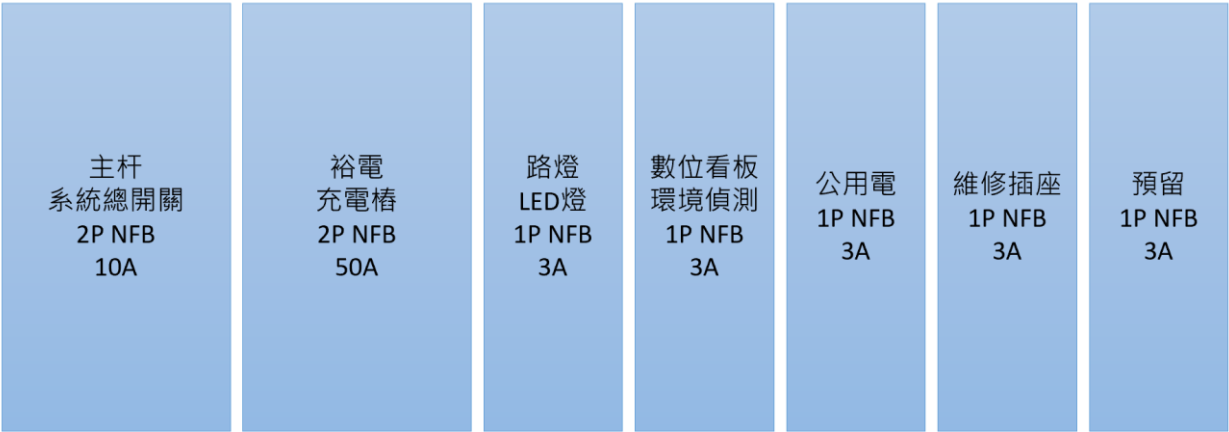


圖5.4.1-2 主杆分電盤配置圖

5.4.2 副杆 1 供電網路圖/分電盤配置圖

副杆1最大消耗功率約 1249 W。

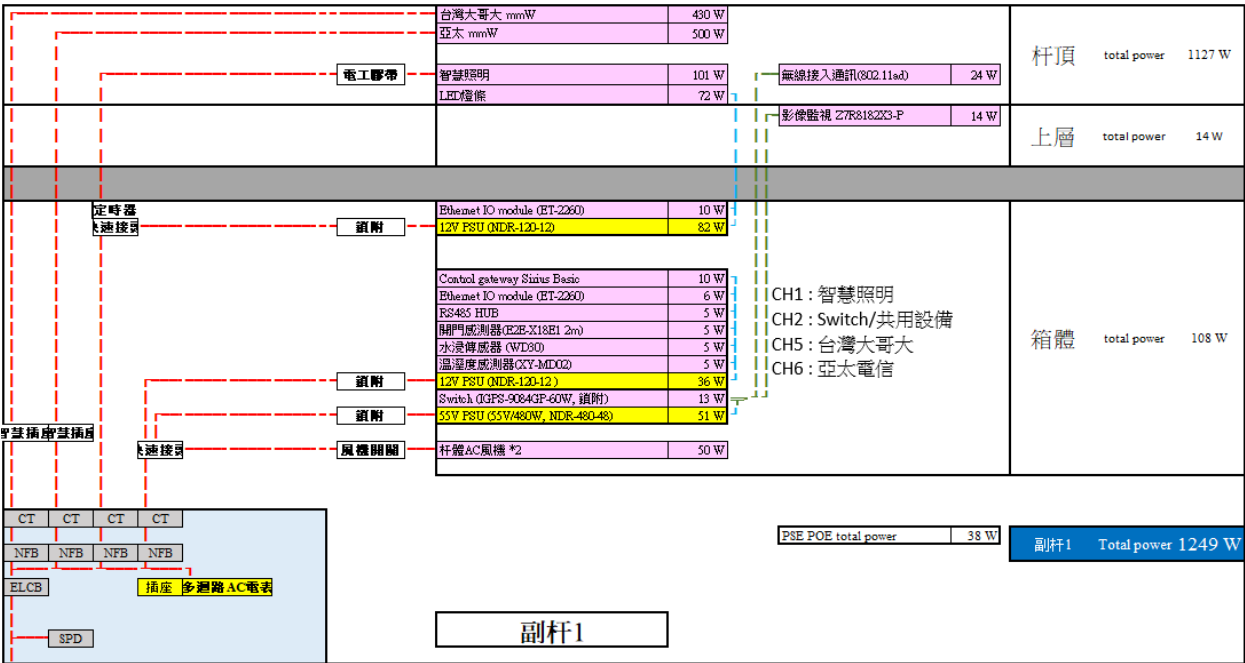


圖5.4.2-1 副杆1電網路圖

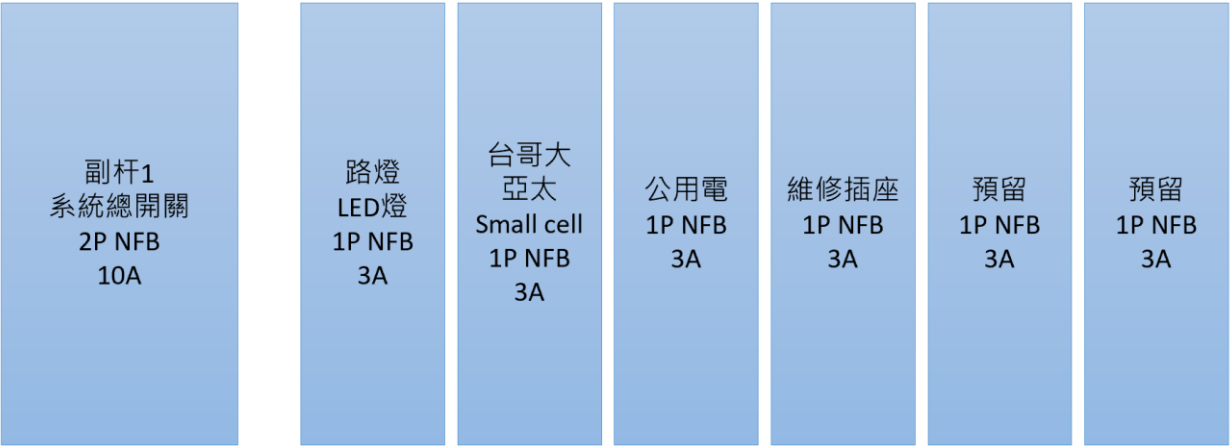


圖5.4.2-2 副杆1分電盤配置圖

5.4.3 副杆 2 供電網路圖/分電盤配置圖

副杆2主杆最大消耗功率約 7832 W。

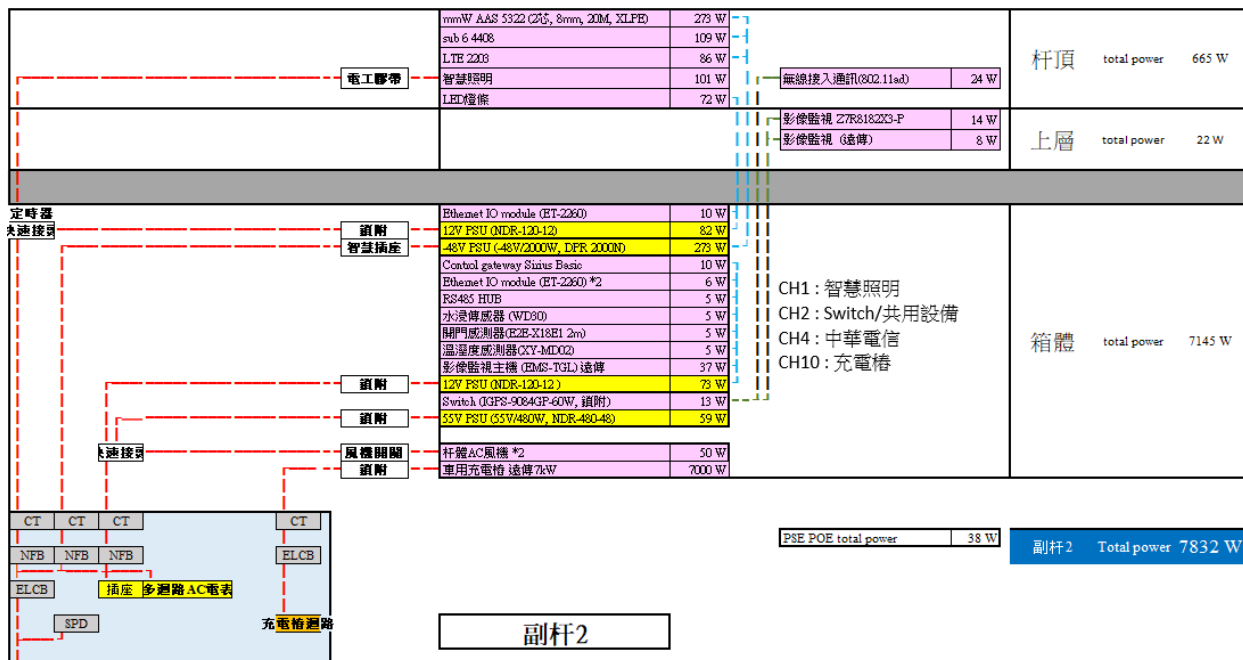


圖5.4.3-1 副杆2供電網路圖

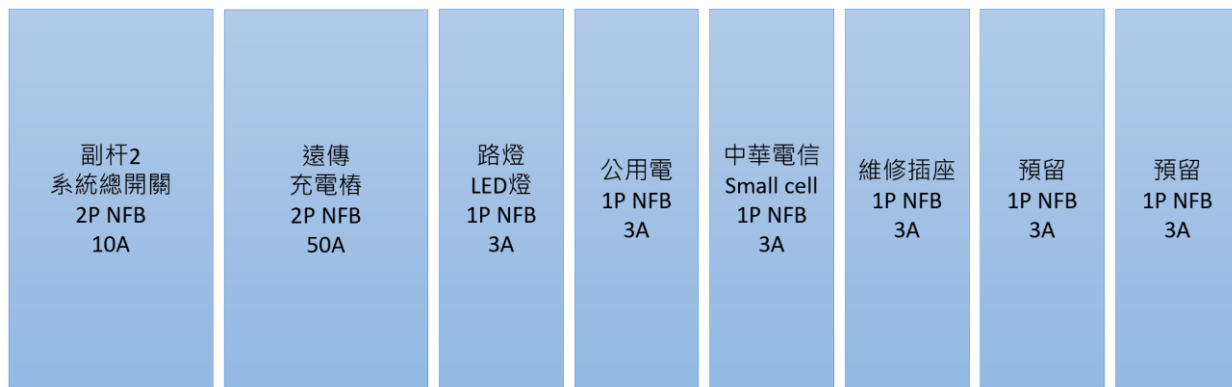


圖5.4.3-2 副杆2分電盤配置圖

5.4.4 迴路控制箱供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單

迴路控制箱最大消耗功率約 979 W（不含UPS及電池充電消耗功率）。

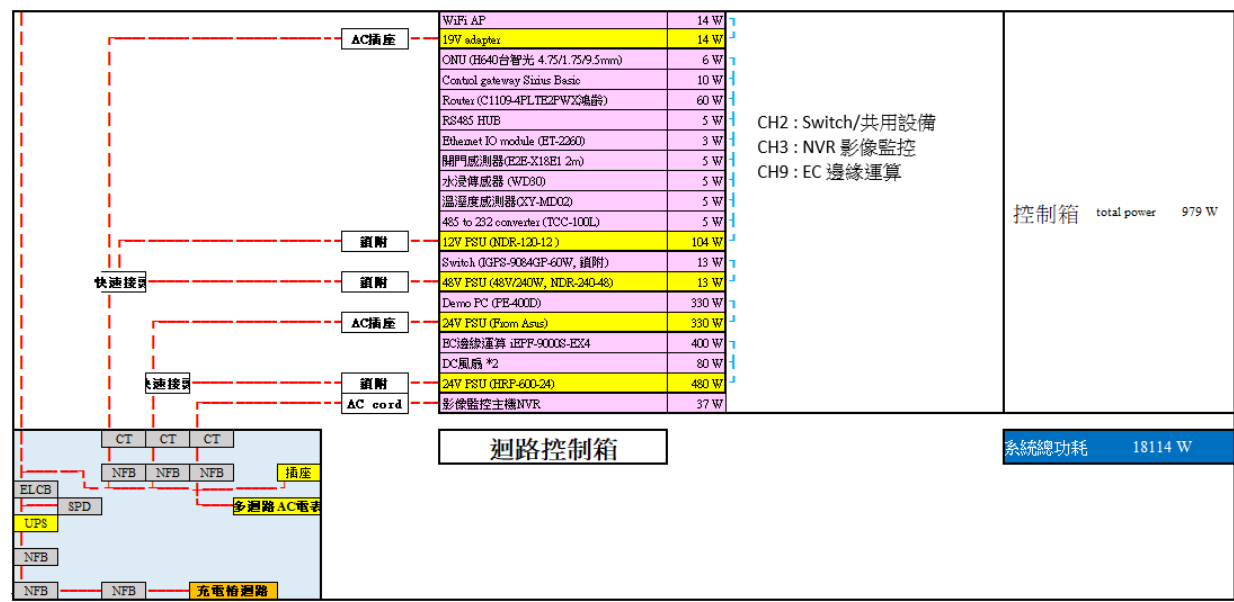


圖 5.4.4-1 迴路控制箱供電網路圖

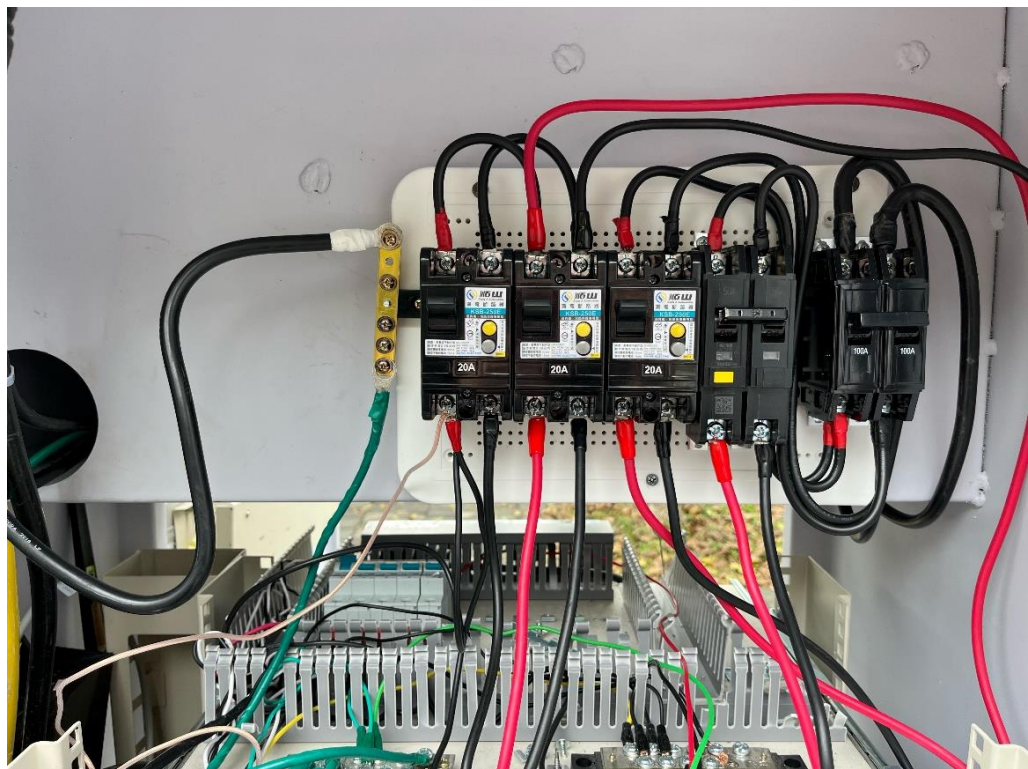


圖 5.4.4-2 迴路控制箱分電盤配置圖

6. 5G 暨無線通訊模組（WG3負責）

6.1 5G 無線通訊設備

6.1.1 智慧杆支援無線通訊設備規畫範圍

- (a) 本杆體規劃納入 5G Sub-6 設備、5G mmWave 設備、5GC 核心網 Server、MEC 邊緣運算、Fixed Wireless Access 固定無線接入 (FWA)、LPWAN (NB-IOT&LORA..etc)、5G Repeater & DAS、5G C-V2X

6.1.2 5G 架構支援

- (a) 智慧杆所應用5G 架構遵循3GPP 標準制定組織所釋出 R15版本（含），後續3GPP 更新版本為規範規定。
- (b) 根據應用發展需求，可依據 3GPP 規範規定，5G 網路和設備可以採用非獨立 (Non Standalone, NSA) 架構及獨立 (Standalone, SA) 二種架構。

6.1.3 5G 基站軟體介面標準

- (a) 智慧杆所應用5G 基站軟體介面標準須遵循3GPP 標準制定組織所釋出 R15版本（含），後續3GPP 更新版本為規範規定。
- (b) 以下圖表（取材於 O-RAN Alliance）說明5G/4G 行動通訊軟體介面標準，可以使用一體式 All-in-one 基站或 CU-DU-RU 分離式基站方案。

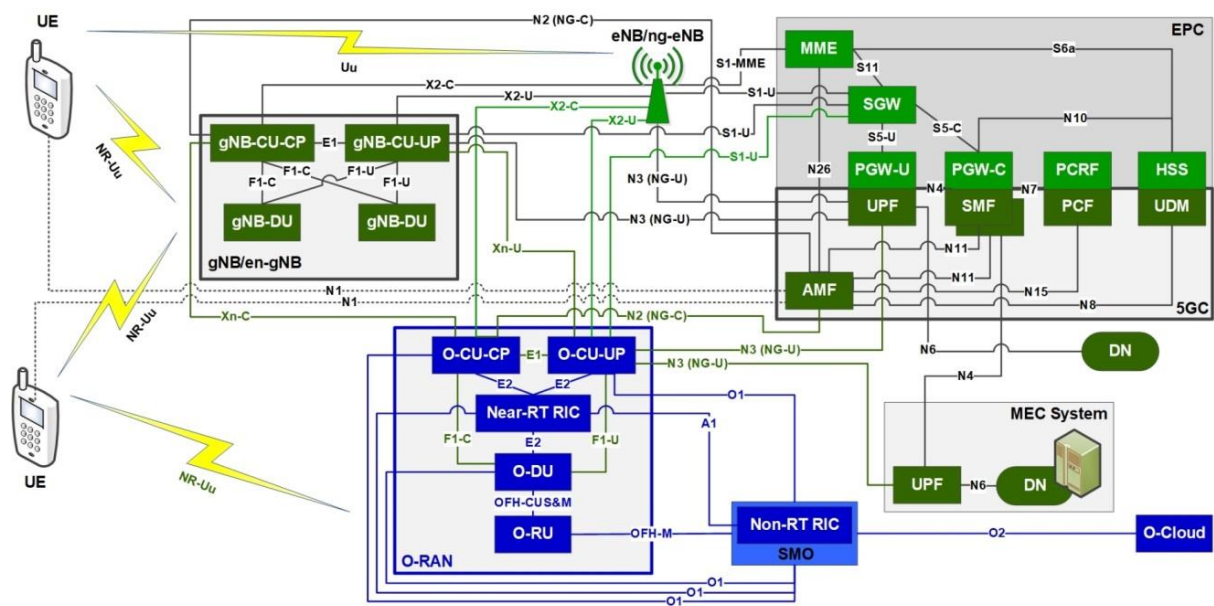


圖6.1.3-1 基站軟體介面標準（引用自O-RAN Alliance）[76]

- (c) All-in-one 基站軟體介面標準定義須符合以下介面標準:包含 Backhaul 介面（連結 NGC & All-in-one 小基站）可參考表 6.1.3-1

表6.1.3-1 All-in-one 基站軟體介面標準

All-in-one 基站軟體介面標準			
前端	後端	介面	說明
All-in-one base station	5GC or EPC	NG/S1	依據3GPP定義之Backhaul標準。

- (d) CU-DU-RU分離式基站軟體介面標準定義須符合以下介面標準:包含Backhaul介面（連結NGC & All-in-one 小基站）可參考表6-2

- (1) F1介面（連結 CU & DU）
- (2) Fx介面（連結 DU & RU）
- (3) X1介面（連結 gNB & eNB）
- (4) Xn介面（連結 gNB & gNB）

- (5) CU-DU-RU分離式基站軟體介面標準定義須符合以下介面標準:包含 Backhaul 介面（連結NGC & All-in-one 小基站）可參考表6.1.3-2

表 6.1.3-2 CU-DU-RU 分離式方案 基站軟體介面標準

CU-DU-RU 分離式方案 基站軟體介面標準			
前端	後端	介面	說明
DU or DU/RU	CU	F1	依據 3GPP 定義之標準，以 Option 2 Split 為主。
RU	DU	eCPRI	依據 O-RAN 定義之標準，以 Option 7-2x Split 為主。

(6) CU-DU-RU 分離式基站之基站間通訊介面標準定義須符合表 6.1.3-3 所定義介面

表 6.1.3-3 CU-DU-RU 分離式方案 基站軟體介面標準

CU-DU-RU 分離式方案 基站軟體介面標準			
基站端	基站端	介面	說明
gNB or en-gNB	eNB	X2	依據 3GPP 定義之 X2 標準。
gNB	gNB or ng-eNB	Xn	依據 3GPP 定義之 Xn 標準。

6.2 5G 通訊設備規範需求

6.2.1 5G Sub-6 通訊設備規範需求

- 設備須符合支援 3GPP 標準制定組織所釋出 R15 版本(含)，後續 3GPP 更新版本為規範。
- 設備須遵照國家傳播委員會 (NCC) 所定義之行動寬頻基地臺審驗技術規範 [77]，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。
- Sub-6 通訊本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之最小需求規範。
- 此 5G Sub-6 設備可針對 NSA (Non-Standalone，非獨立組網) 設置 4G 和 5G 基地台並存應用或 SA (Standalone，獨立組網) 單一 5G 基地台進行相關應用。
- 5G 微基站 Small Cell 之電磁相容性測試要求，引用 5G 智慧杆技術規範第 6 部電磁相容要求所提及測試條件及測試要求，並依據智慧杆設置之環境進行加嚴測試。

表 6.2.1-1 sub-6 射頻設備規範表

通訊射頻設備架構	一體化(All-in-One) or O-RAN Sub-6 RF設備皆可使用
SU-MIMO	DL: >=2 layers, UL: >=2 layers
Modulation	DL: QPSK/16QAM/64QAM/256QAM, UL: QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
Interface	10GbE RJ45 x 1, Others
Duplex mode	TDD
Frequency band	n78, n79
Bandwidth	100MHz Maximum
Max. transmit power	>20dBm per Chain
Dimensions	安裝於杆體內置式規範 杆頂設備: 最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg以內 上層設備: 最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg以內 下層設備: 最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg以內 安裝於杆體外置式 建議規範 杆頂設備: 容積<=15公升及重量< 15Kg 上層設備: 容積<=15公升及重量< 15Kg 下層設備: 外部機箱獨立存放
Synchronization	GPS/SyncE/IEEE1588 PTP (同步技術至少三擇一)
Power supply	12V/19V/48V 皆可 DC adaptor (85~264VAC input)
Environments	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少IP65等級

6.2.2 5G mmWave 通訊設備規範需求

- (a) 設備須符合支援3GPP標準制定組織所釋出R15版本（含），後續 3GPP 更新版本為規範。
- (b) 設備須遵照國家傳播委員會 (NCC) 所定義之行動寬頻基地臺審驗技術規範，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。
- (c) mmWave 通訊本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之最小需求規範。
- (d) 此5G mmWave設備可針對NSA（Non-Standalone，非獨立組網）設置4G和5G基地台並存應用或SA（Standalone，獨立組網）單一5G基地台進行相關應用。
- (e) 5G 微基站 Small Cell 之電磁相容性測試要求，引用 5G 智慧杆技術規範第 6 部電磁相容要求所提及測試條件及測試要求，並依據智慧杆設置之環境進行加嚴測試。

表 6.2.2-1 5G mmWave 毫米波射頻設備規範表

通訊射頻設備架構	一體化(All-in-One) or O-RAN mmWave RF 設備皆可使用
SU-MIMO	DL: ≥ 2 layers, UL: ≥ 1 layers
Modulation	DL: QPSK/16QAM/64QAM/256QAM UL: QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
Interface	至少 1 組 10Gbps RJ45
Duplex mode	TDD
Frequency band	n257
Bandwidth	至少 100MHz
EIRP	固定式無線接取終端設備限制值為 55 dBm。
Antenna	$\geq 128T128R$
Dimensions	安裝於杆體內置式 建議規範 杆頂設備: 最大設備需長度$<400\text{mm}$, 寬度$<300\text{mm}$ 及 重量$<15\text{Kg}$以內 上層設備: 最大設備需長度$<400\text{mm}$, 寬度$<300\text{mm}$ 及 重量$<15\text{Kg}$以內 安裝於杆體外置式 建議規範 杆頂設備: 容積≤ 15公升及重量$<15\text{Kg}$ 上層設備: 容積≤ 15公升及重量$<15\text{Kg}$ 下層設備: 外部機箱獨立存放
Synchronization	GPS/SyncE/IEEE1588 PTP (同步技術至少三擇一)
Power supply	12V/19V/48V 皆可 DC adaptor (85~277VAC input)
Environments	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少 IP65 等級
Power consumption	$< 150\text{W}$

6.2.3 5G 核心網路伺服器設備規範需求

- (a) 在 5G NR 系統中核心網路稱為 NGC (Next Generation Core)
- (b) 設備須符合支援 3GPP 標準制定組織所釋出 R15 版本（含），後續 3GPP 更新版本為規範。
- (c) 本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。

表 6.2.3-1 5G 核心網設備規範表

5G核心網	
處理器	X86 (Xeon Processor) or ARM-Based（不限）
Memory	2GB（含）以上
Interface	至少1組（含）以上 RJ-45 10/100/1000BASE-T Ethernet ports 至少2組（含）以上 10G SFP+ Ethernet ports 至少1組 VGA port
Interface (Optional)	至少1組（含）以上 serial port (COM) 至少1組（含）以上 USB 接口
Synchronization Interfaces	GPS, IEEE 1588 v2規範, and cascading (1pps + TOD) （同步技術至少三擇一）
Power supply	(85~277V AC input)
Environments	Operating Temperature -10°C to 60°C
Power consumption	< 1600W
Dimension	2U 19吋機箱 or 1U 19吋機箱

6.2.4 5G 行動邊緣運算伺服器設備規範需求

- (a) 設備須符合支援 3GPP 標準制定組織所釋出 R15 版本（含），後續 3GPP 更新版本為規範。
- (b) 本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。

表 6.2.4-1 5G行動邊緣運算 (MEC) 伺服器設備規範表

5G 行動邊緣運算 (MEC) 伺服器	
處理器	X86 (Xeon Processor) or ARM-Based (不限)
Memory	2GB (含) 以上
Interface	至少 1 組 (含) 以上 RJ-45 10/100/1000BASE-T Ethernet ports 至少 2 組 (含) 以上 10G SFP+ Ethernet ports 至少 1 組 VGA port
Interface (Optional)	至少 1 組 (含) 以上 Sserial port (COM) 至少 1 組 USB
Synchronization Interfaces:	GPS, IEEE 1588 v2 規範, and cascading (1pps + TOD) (同步技術至少三擇一)
Power supply	(85~277V AC input)
Environments	Operating Temperature -10°C to 60°C
Power consumption	< 1600W
Dimension	2U 19 吋機箱 or 1U 19 吋機箱

6.2.5 5G 分佈式天線系統設備通訊設備規範需求

- (a) 本體設備可針對5G智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。
- (b) 設備須符合與5G小型基站(Small Cell)串接使用相容性。
- (c) 設備須遵照國家傳播委員會(NCC)所定義之行動寬頻基地臺審驗技術規範，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。
- (d) DAS設備包含以下前端單元(Head End Unit, HEU)及遠端存取裝置(Remote Access Unit, RAU)

表 6.2.5-1 5G 前端單元(HEU)設備規範表

Head End Unit (HEU)	
支持頻率	n78 or n79
射頻接頭樣式	SMA or N-Type
射頻輸入功率	0dBm ~ 24dBm (per Carrier)
功率過載保護	Support RF input exceed over range
輸出入介面	光纖或網路線(Cat6/Cat6a/Cat7)
網管介面	10/100 Base-T, RJ45 connector
直流電源輸入方式	透過 100-240V 所轉換之直流電壓源 或 PoE 方式供電並符合 IEEE 以下擇一相容性 規範 A.802.3at type2(30W) B.802.3bt type3(60W)
消耗功率	註
環境需求	Operating Temperature -10°C to 60°C 下層設備： 外部機箱獨立存放
尺寸及重量	<5KG
附掛方式	Standard 1 U rack mount interface
註 依據實際應用需求所需瓦數有所不同 30W- 500W(電信共構級別)	

表 6.2.5-2 5G遠端存取單元(RAU)設備規範表

Remote Access Unit (RAU)	
支持頻率	n78 or n79
射頻接頭樣式	SMA or N-Type
下行射頻輸出功率	≤24dBm per port
輸出介面	光纖或網路線(Cat6/Cat6a/Cat7)
功率控制介面	10/100 Base-T, RJ45 connector
直流電源輸入方式	透過 100-240V 所轉換之直流電壓源 或 PoE 方式供電並符合 IEEE 以下擇一相容性 規範 A.802.3at type2(30W) B.802.3bt type3(60W)
消耗功率	註
環境需求	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少 IP65 等級
尺寸及重量	杆頂設備: 最大設備需長度<400mm, 寬度 <300mm 及 重量< 15Kg 以內 上層設備: 最大設備需長度<400mm, 寬度 <300mm 及 重量< 15Kg 以內
附掛方式	Wall mount or Pole Mount
註 依據實際應用需求所需瓦數有所不同 30W- 60W(電信共構級別)	

6.2.6 5G C-V2X 通訊設備規範需求

- (a) 本體設備可針對5G智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。
- (b) 設備須符合支援3GPP標準制定組織所釋出R15版本(含)，後續3GPP 更新版本為規範。
- (c) 設備須遵照國家傳播委員會(NCC)所定義之行動寬頻業務新無線電寬頻終端設備技術規範，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。
- (d) 本設備應用包含RSU道路側單元及車載端設備(Vehicle On-Board Unit)須滿足相容性測試。

表 6.2.6-1 RSU 道路側單元 C-V2X 規範

RSU道路側單元 C-V2X 規範	
技術	可支援LTE C-V2X / 5G C-V2X
射頻輸出功率	終端設備功率等級2： 26 分貝毫瓦特(dBm)。 終端設備功率等級3： 23dBm。 *功率等級適用頻段與容許誤差應符合 NCC 之規定
直流電源輸入方式	透過110-220V所轉換之直流電壓源 或PoE方式供電並符合IEEE以下相容性規範 A.802.3at type2(30W)
輸出入介面	10/100/1000Mbps 802.3at PoE+ x 1
天線單元	需支援5G/LTE 天線單元,C-V2X 天線,GPS或GNSS天線
消耗功率	26W
重量及尺寸	安裝於杆體內置式規範 上層設備:最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg以內 安裝於杆體外置式規範 上層設備: 容積<=15公升及重量< 15Kg
支持頻段	LTE: Band 1/3/7/8,...etc 5G: n78/n79 擇一
環境需求	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少IP65等級

6.3 路由器設備規範需求

- (a) 設備須符合滿足與 5G 基站設備相容性測試
- (b) 本體設備可針對5G智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。

表 6.3-1 路由器(Router)規範規範表

路由器(Router)規範	
Interface	至少1組 GE/ 10GE SFP+ Port 至少2組 GE/2.5GE*SFP Ports 至少1組 10/100/1000Mbps Base-T Ethernet
Interface (Optional)	至少1組 RJ45 Console Port 至少1組 USB
Synchronization Interfaces:	RF GPS IEEE 1588 V2 SyncE (同步技術至少三擇一)
Power supply	12V/19V/48V 皆可 DC adaptor (85~277)VAC input)
Environments	Operating Temperature -10°C to 60°C
Power consumption	< 100W
Dimension	2U 19吋機箱 or 1U 19吋機箱

6.4 固定無線接入通訊設備規範需求

- (a) 本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。
- (b) 設備須符合支援 3GPP 標準制定組織所釋出 R15 版本（含），後續 3GPP 更新版本為規範。
- (c) 設備須遵照國家傳播委員會 (NCC) 所定義之行動寬頻業務新無線電寬頻終端設備技術規範，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。

6.4.1 5G 室外用戶終端設備

本體設備適用於5G基地台訊號覆蓋佳的環境，於5G智慧杆應用上透過此設備連接上5G基地台，可使用於頻寬使用量相對少情境下。

表 6.4.1-1 5G Outdoor CPE (FR1/FR2)

5G Outdoor CPE(FR1/FR2)	
5G 通訊規範	符合 3GPP R15(含)以後更新版本
支持頻率	可支持 n78/n79/n257
射頻接頭樣式	SMA or N-Type
射頻輸出功率	FR1 最大傳導輸出功率不超過 終端設備功率等級 2：26 分貝毫瓦特 (dBm)。 終端設備功率等級 3：23dBm。 *功率等級適用頻段與容許誤差應符合 NCC 之規定 FR2 有效等向輻射功率 (Effective Isotropic Radiated Power，簡稱 EIRP) 限制值需符合 NCC 規範： 車用或移動式終端設備 限制值為 43 dBm。 固定式無線接取終端設備限制值為 55 dBm。
WiFi 技術	支持任一 802.11 a/b/g/n/ac/ax 技術
輸出介面	RJ45 網路線 (Cat6/Cat6a/Cat7)
直流電源輸入方式	透過 100-240V 所轉換之直流電壓源 或 PoE 方式供電並符合 IEEE 以下相容性規範 a.802.3at type2 (30W)
消耗功率	<30W
環境需求	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少 IP65 等級
尺寸及重量	上層設備：最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg 以內 中層設備：最大設備需長度<400mm, 寬度<300mm 及 重量< 15Kg 以內
附掛方式	Wall mount or Pole Mount

6.4.2 點對點及一對多點無線網路傳輸設備

- (a) 本體設備適合使用於有線光纖較不易佈建使用條件下,可透過此設備來取代有線光纖的前傳 (Front haul) 系統
- (b) 與 5G 小基站搭配應用時,建議使用於一體化 (All-in-one) 架構。
- (c) 最大應用傳輸頻寬建議需小於 1.8Gbps 下進行傳輸應用。

表 6.4.2-1 點對點及點對多點無線網路傳輸設備規範

點對點及點對多點無線網路傳輸設備	
通訊規範	802.11ad
支持頻率	57.24GHz -63.72GHz TDD 分時雙工
傳輸配置	可支持點對點傳輸或一對多點傳輸
天線技術	支持 128 個天線元件的相位陣列波束成形天線
輸出入介面	RJ45 網路線(Cat6/Cat6a/Cat7)
直流電源輸入方式	透過 100-240V 所轉換之直流電壓源 或 PoE 方式供電並符合 IEEE 以下以下擇一相容性規範 A.802.3at type2(30W) B.802.3bt type3(60W)
消耗功率	<30W
環境需求	Operating Temperature -10°C to 60°C 置放於杆體外應用至少 IP65 等級
EIRP 等效全向輻射功率	固定式無線接取終端設備限制值為 55 dBm
尺寸及重量	杆頂設備: 最大設備需長度<300mm, 寬度<150mm 及 重量< 5Kg 以內 上層設備: 最大設備需長度<300mm, 寬度<150mm 及 重量< 5Kg 以內
附掛方式	Pole Mount

6.5 無線熱點 Wi-Fi 存取點通訊設備規範需求

- (a) 本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備並遵循下表所列之規範。
- (b) 設備須符合 IEEE 802.11x 規範
- (c) 設備須遵照國家傳播委員會 (NCC) 所定義之低功率射頻電機技術規範，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。

表 6.5-1 WiFi 室外存取接入點設備

WiFi Outdoor Access Point	
WiFi 技術標準	支持任一 802.11a/b/g/n/ac/ax/WLAN Mesh 技術
支持頻率	可支持 2.4 GHz & 5 GHz
射頻接頭樣式	SMA or N-Type
射頻輸出功率	操作於 2400 MHz~2483.5 MHz 者 最大 EIRP 輸出功率不超過 30dBm (1W) (含)以下。 操作於 5 GHz 頻段如下：5.15 GHz~5.25 GHz、5.25 GHz~5.35 GHz、5.470 GHz~5.725 GHz 及 5.725 GHz~5.85 GHz。 最大 EIRP 輸出功率不超過 30dBm (1W) (含)以下。
輸出入介面	RJ45 網路線 (Cat6/Cat6a/Cat7)
直流電源輸入方式	透過 100-240V 所轉換之直流電壓源 或 PoE 方式供電並符合 IEEE 以下相容性規範 a.802.3at type1 (15.4W) b.802.3at type2 (30W)
消耗功率	<30W
環境需求	Operating Temperature -10°C~60°C 置放於杆體外應用至少 IP65 等級
尺寸及重量	杆頂設備: 最大設備需長度<200mm, 寬度<200mm 及 重量< 2Kg 以內 上層設備: 最大設備需長度<200mm, 寬度<200mm 及 重量< 2Kg 以內
附掛方式	Wall mount or Pole Mount

6.6 千兆被動式光纖網路通訊設備規範需求

- (a) 本體設備可針對 5G 智慧杆應用規劃，使用所需設備進行佈建並遵循下表所列之規範。

6.6.1 光纜線路終端設備

- (a) 設備須遵照經濟部標檢局所定義之檢驗項目，須通過電磁相容性 (EMC) 及電氣安全規範測試，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。

表 6.6.1-1

GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Networks)- OLT: Optical Line Terminal (光纜線路終端設備)	
技術標準	需符合國際標準ITU-T G.984/G.988協議所規範之技術
技術協定	支持IEEE 802.1D spanning tree protocol 支持IEEE 802.1s rapid spanning tree protocol 支持IEEE 802.1w multiple spanning tree 支持LACP to comply with IEEE 802.3ad
硬體介面支援	需支持下列規範 4 *PON port 4*10G/2.5G/1G port (SFP+/SFP,fiber) 4* GE 1/2.5G port (SFP,fiber) 4* FE/GE port (RJ45,copper) 1*Console port, USB type-A 1*management port, RJ45 1*alarm port, 1*swappable fan module
其他軟體功能支援	QOS OAM Multicast Security
電源輸入方式	支持交流AC 100V to 240V 直流DC 雙輸入 (可支援電力備援機制)
消耗功率	<100W

環境需求	Operating Temperature -10°C~60°C
尺寸及重量	1U (19吋") 本設備建議擺放於控制箱或機房設備 參考尺寸: 長度<440mm, 寬度<250mm 及 重量< 5Kg以內

6.6.2 光纖網路單元/光纖網路終端通訊設備規範

- (a) 設備須遵照經濟部標檢局所定義之檢驗項目，須通過電磁相容性 (EMC) 及電氣安全規範測試，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。
- (b) 設備須遵照國家傳播委員會 (NCC) 所定義之光纖網路電信終端設備技術規範 (ONTE01)，依據審驗之程序通過審定項目後取得審驗合格證明。

表 6.6.2-1

GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Networks) - ONU/ONT 設備	
GPON 技術標準	支持ITU-T G.984.x技術 支持最大距離20KM
硬體介面支援	必須支持項目 WAN: 1 port Giga optical interface (SC/APC) LAN: 1 port(含以上) * 10/100/1000 Mbps RJ45-port 可選配項目 ➤ WLAN Support 802.11 a/b/g/n/ac (2.4GHz/5GHz任一項目)
其他軟體功能支援	QOS OAM

	Multicast VLAN
電源輸入方式	透過110-220V所轉換之直流電壓源 12V-48V 皆可
消耗功率	<20W
環境需求	Operating Temperature -10°C~60°C
尺寸及重量	本設備建議擺放於控制箱或機房設備 參考尺寸: 長度<250mm, 寬度<180mm 及 重量< 2Kg以內

6.7 5G 智慧杆通訊系統架構

5G 智慧杆通訊系統範疇，可分為 5G 通訊設備子系統以及智慧杆子系統兩大子系統範疇。

(a) 5G 通訊子系統：

其中 5G 通訊設備子系統包含 Small Cell (All-in-one) 及 DAS 及 O-RAN 架構，可配合國內電信業者掛載通訊設備以服務一般民眾的通訊需求。

(b) 智慧杆子系統：

包含杆體上掛載的系統及設備，著重在杆體掛載設備的應用，並按比例向各掛載所屬單位的收費。除了公用 WiFi 分享外，大部分的功能不開放及分享給一般民眾做使用。無線應用設備可包含 CPE/802.11ad 傳輸點對點無線設備/WiFi Mesh 相關設備進行應用。

- WiFi Mesh 佈建建議可應用於郊區環境搭配智慧杆應用規劃，主因為 2.4GHz & 5GHz 頻段於都會區大規模佈署所造成的干擾現象不容易管控，故不推薦應用於都會區環境。
- LPWAN 於現行智慧杆系統廣泛被使用，推動 5G 智慧杆架構實務上，則不推薦應用

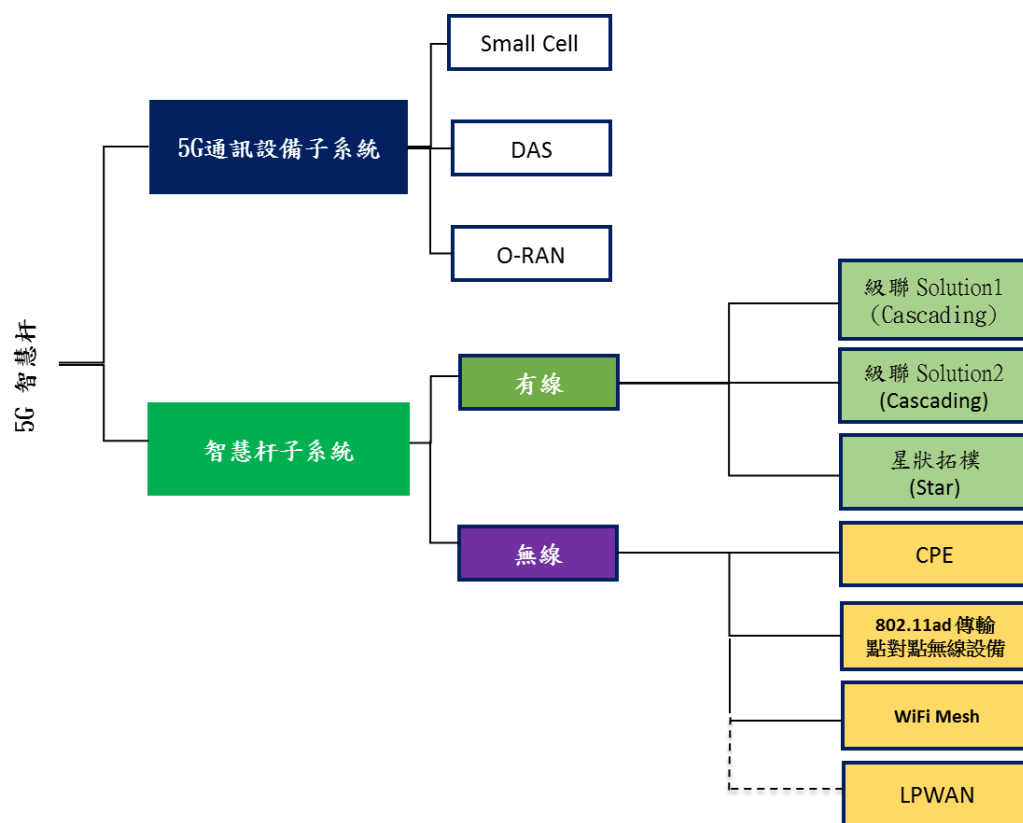


圖 6.7-1 5G 智慧杆通訊系統範疇

6.7.1 5G 智慧杆通訊設備子系統推薦應用架構

5G 通訊子系統方塊圖依目前規劃系統應用如下，區分為三種架構型式。
可參考 6.7.2 及 6.7.3 及 6.7.4 章節說明

6.7.2 架構（一）應用於 sub-6 頻段的一體式小型基站

如下圖所示，可透過 sub-6 頻段 small Cell 一體化設計，將 5G 小型基站佈建於智慧燈杆上並根據場域的覆蓋需求規畫，及透過 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexer) 細波長多工傳輸或 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexer) 粗波長多工傳輸回傳至 5G 核心網來管理所對應不同電信商的小型基站。

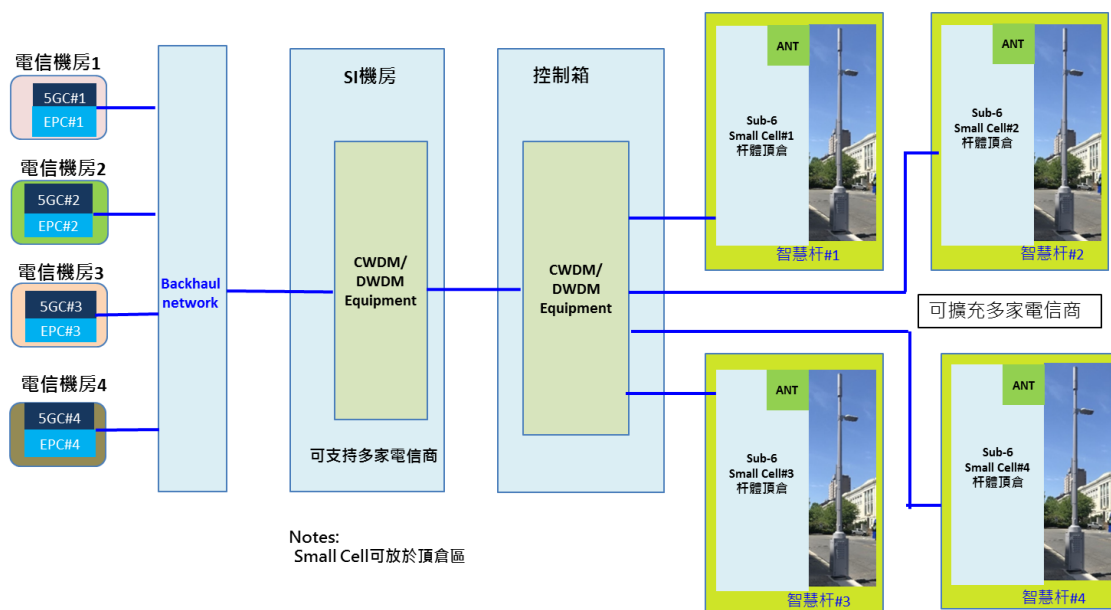


圖 6.7.2-1 應用於 sub-6 頻段的一體式小型基站 (All-In-One Small Cell)

6.7.3 架構（二）應用於 sub-6 頻段的開放網路架構無線基站

如下圖所示可透過 sub-6 頻段 RU 回傳至中央單元 (CU) 和分佈單元 (DU)，採用 O-RAN 標準介面將 5G 小型基站佈建於智慧燈杆上並根據場域的覆蓋需求規畫，及透過 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexer) 細波長多工傳輸或 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexer) 粗波長多工傳輸回傳至 5G 核心網來管理所對應不同電信商的小型基站。

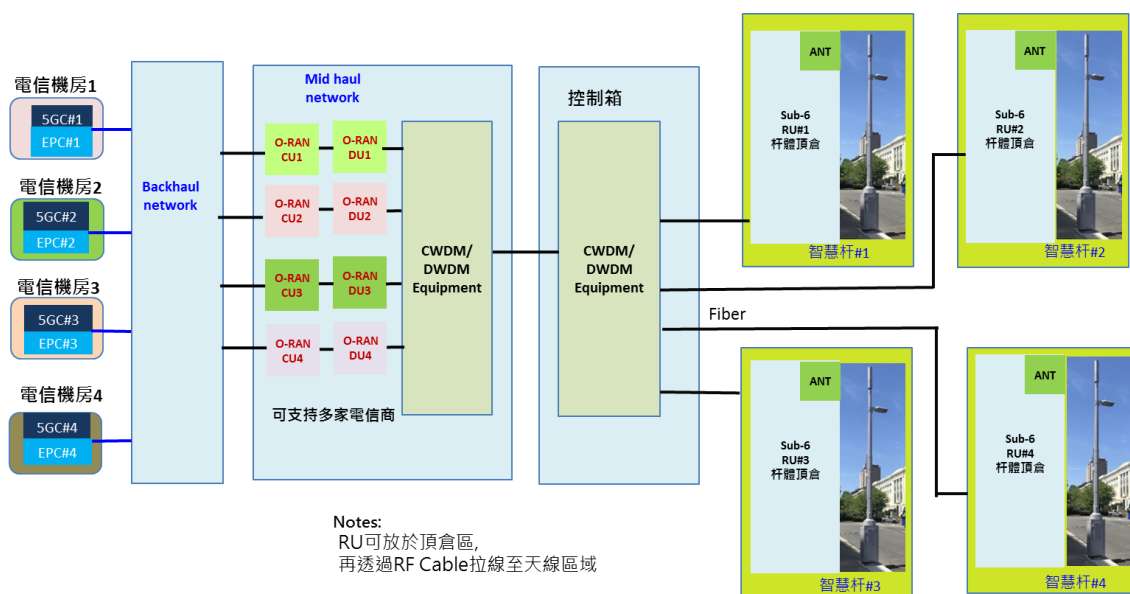


圖 6.7.3-1 應用於 sub-6 頻段的開放網路架構無線基站 (O-RAN Radio Unit)

6.7.4 架構（三）應用於 mmWave 頻段 small Cell 一體化設計

將 5G 小型基站佈建於智慧燈杆上並根據場域的覆蓋需求規畫，及透過光纖回傳至 5G 核心網來管理所對應不同電信商的小型基站。

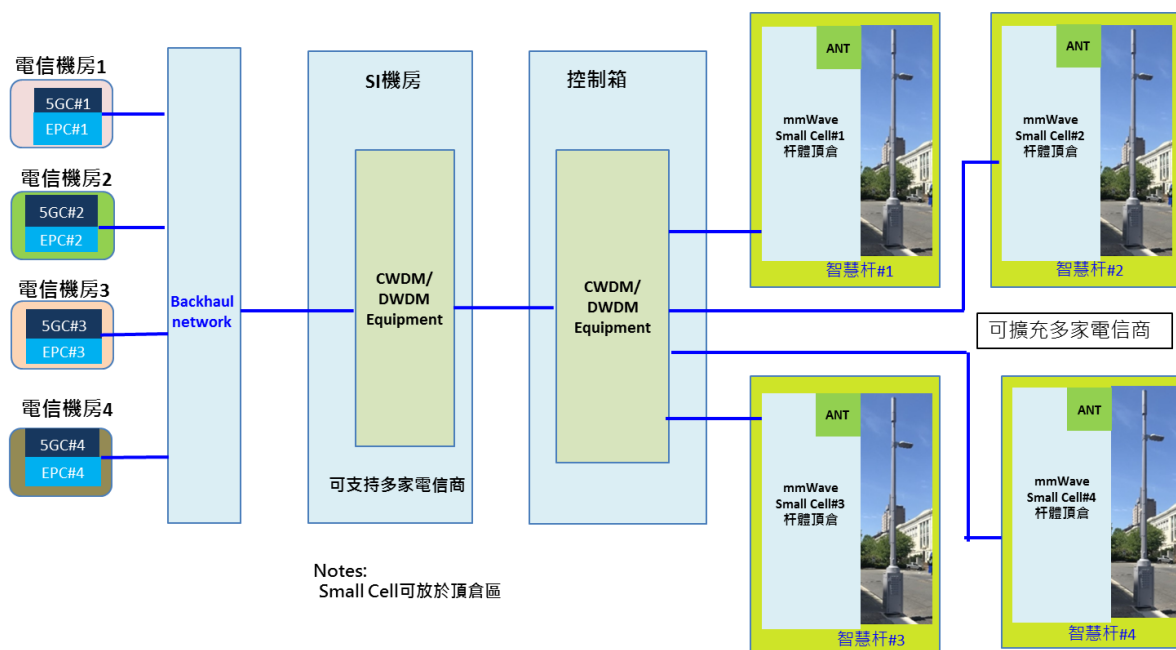


圖 6.7.4 應用於 mmWave 頻段的一體式小型基站 (All-In-One Small Cell)

6.7.5 架構（四）應用於 mmWave 頻段的開放網路架構無線基站

如下圖所示可透過 mmWave 頻段 RU 回傳至中央單元 (CU) 和分佈單元 (DU)，採用 O-RAN 標準介面將 5G 小型基站佈建於智慧燈杆上並根據場域的覆蓋需求規畫，及透過 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexer) 細波長多工傳輸或 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexer) 粗波長多工傳輸回傳至 5G 核心網來管理所對應不同電信商的小型基站。

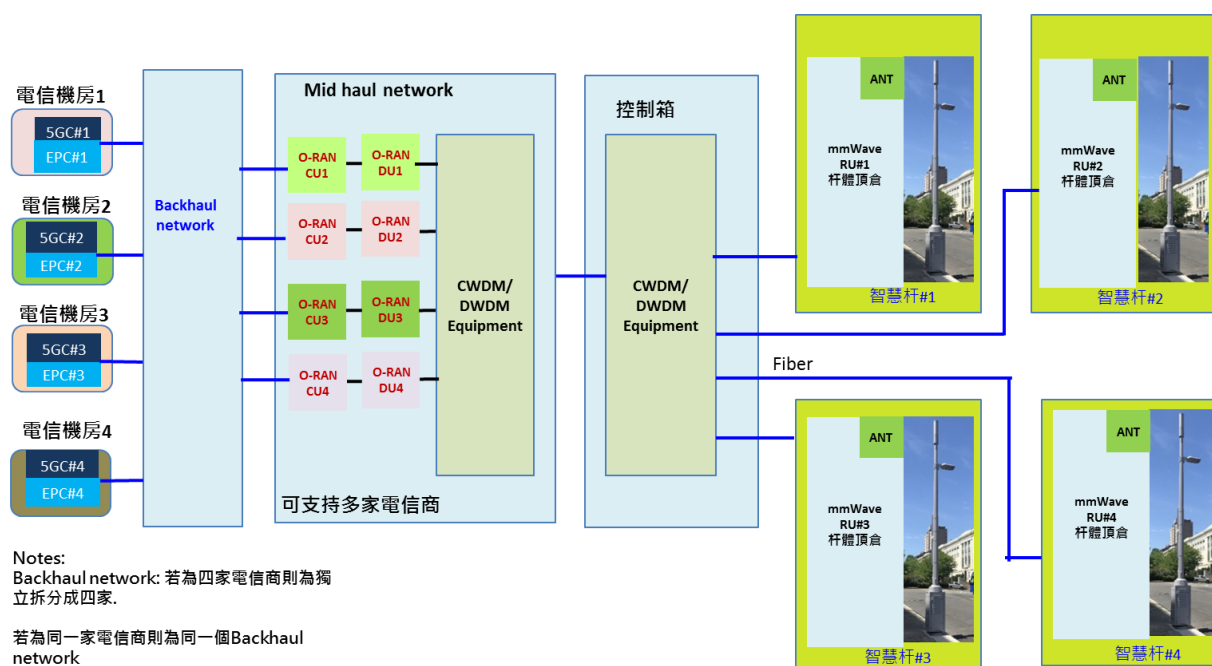


圖 6.7.5 應用於 mmWave 頻段的開放網路架構無線基站 (O-RAN Radio Unit)

6.7.6 架構（五）應用於 sub-6 頻段的主動分佈式天線共構應用架構 (A)

如下圖所示可整合多家電信商所使用的相關基站設備，並透過主動分佈式天線系統(Active DAS)整合應用於 sub-6 頻段的 O-RAN 及 Non O-RAN/All-in-one 架構的小型基站射頻訊號饋入於主動分佈式天線系統的頭端 (head Unit) 將訊號轉換為光纖訊號前傳至無線存取單元 (RAU)，並將 RAU 設備及天線設備擺放於 5G 智慧杆頂倉，並根據場域的覆蓋需求規畫將 5G DAS RAU 設備佈建於智慧燈杆上。

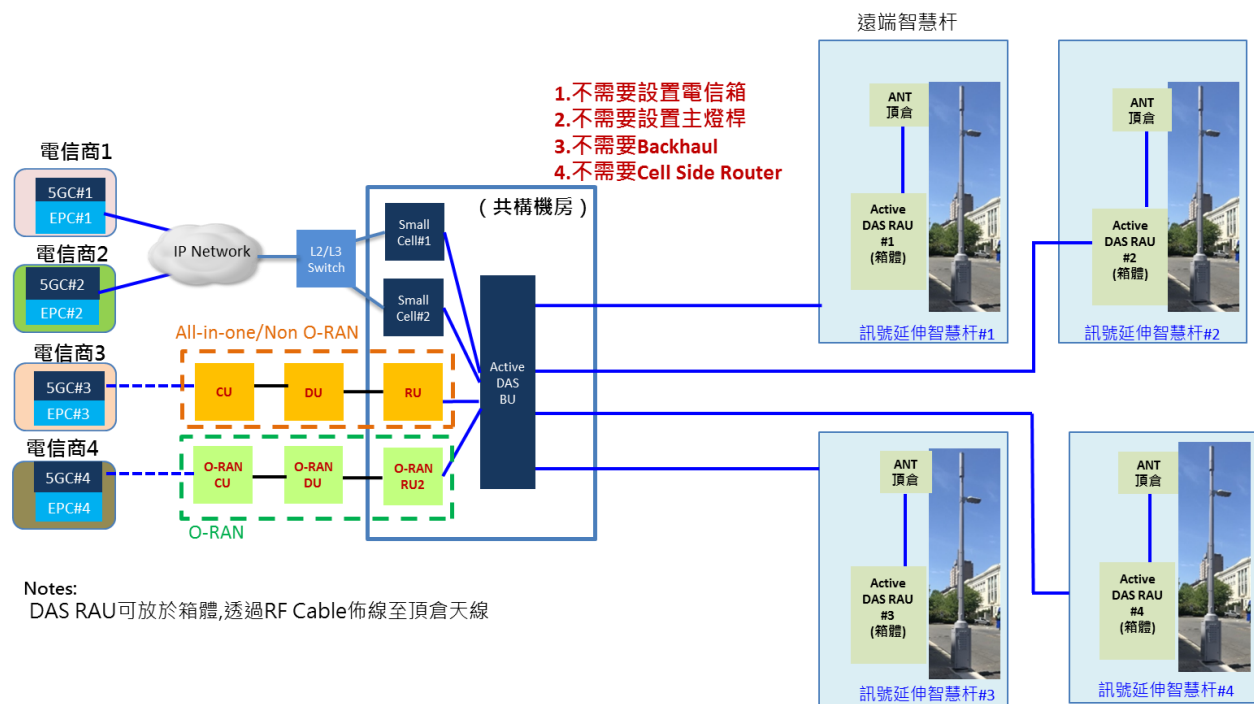


圖 6.7.6-1 應用於 sub-6 頻段的 Active DAS 共構應用架構 (A)

6.7.7 架構（六）應用於 sub-6 頻段的主動分佈式天線共構應用架構 (B)

如下圖所示可整合多家電信商所使用的相關基站設備且可透過主動分佈式天線系統 Active DAS 可整合應用於 sub-6 頻段的 O-RAN 及 Non O-RAN 架構的小型基站的射頻訊號饋入於主動分佈式天線系統的頭端 (head Unit)將訊號轉換為光纖訊號前傳至無線存取單元 (RAU)，並將 RAU 設備置放於控制箱內及天線設備擺放於 5G 智慧杆頂倉，並根據場域的覆蓋需求規畫將 5G DAS RAU 設備佈建於智慧燈杆上。

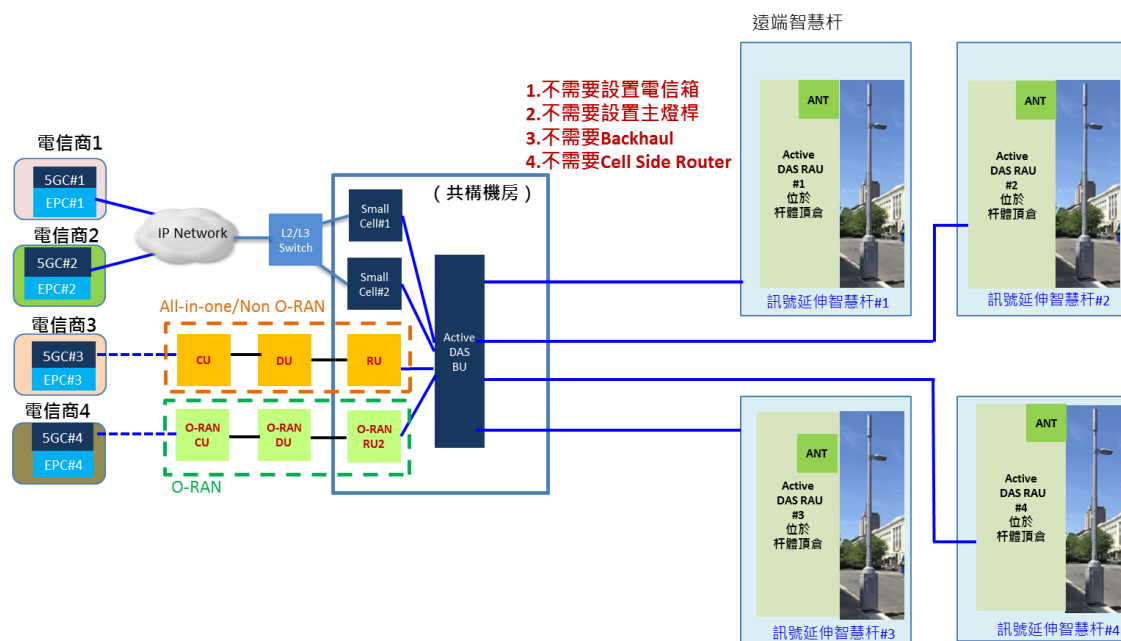


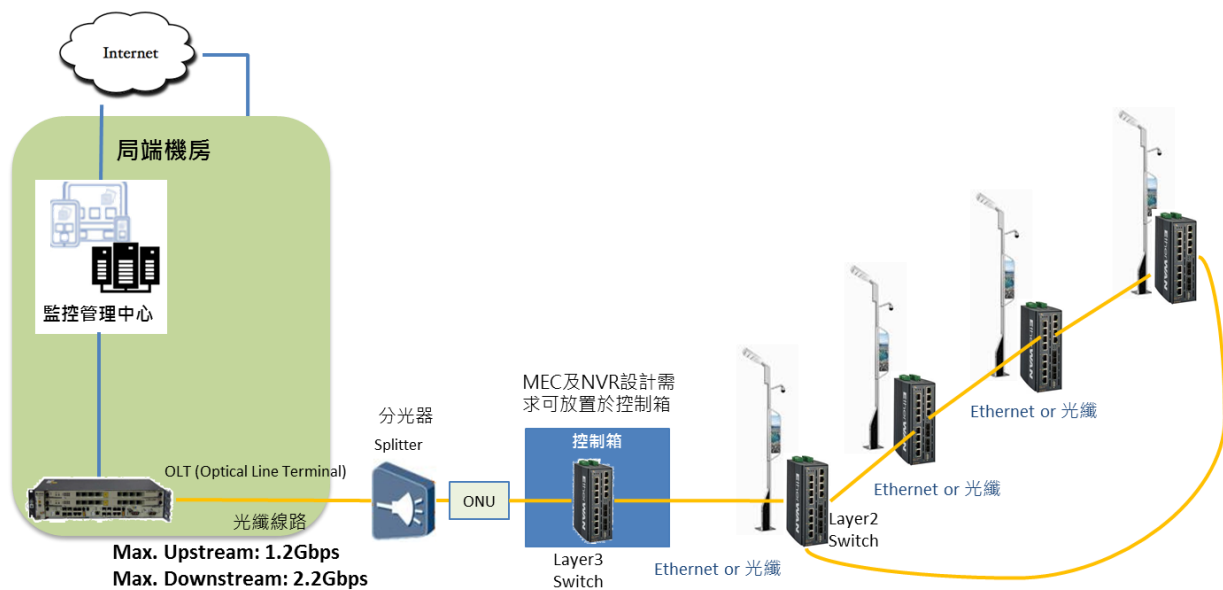
圖 6.7.7-1 應用於 sub-6 頻段的 Active DAS 共構應用架構 (B)

6.8 智慧杆子系統推薦應用架構

智慧杆的系統架構採 GPON 技術連接，光纖從局端機房的 OLT (Optical Line Terminal) 經過分光器 (Splitter) 進入 ONU (Optical Network Unit)。實際的應用層 Data Rate 支持最大下行傳輸 (Downstream) 為 2.2Gbps，最大上行傳輸 (Upstream) 為 1.2Gbps。從 ONU 轉出的光纖因應至智慧杆使用情境的不同，發展出不同的連接方式透過不同的拓模方式，並且實際估計各掛載設備之流量。

6.8.1 級聯架構—方案 1

因應智慧杆設計時的使用情境，若需將多接取邊緣運算 (MEC - Multi-Access Edge Computing) 及 NVR 或是其他設備放置鄰近智慧杆之控制箱，參考系統架構如下圖：



OLT (Optical Line Terminal) -光連結終端 (中央辦公節點)

ONU (Optical Network Unit) -光纖網路單元

MEC (Multi-Access Edge Computing) -多接取邊緣運算

NVR (Network Video Recorder) -網路影像錄影機

圖 6.8.1-1 有線級聯架構 Solution 1 – 系統佈局

ONU (Optical Network Network) 轉出來的 ethernet/光纖連接 layer 3 的交換器 (switch)，再依級聯 (Cascading Connection) 的方式連接智慧杆上的 layer 2 switch。因應各縣市及廠商的設計需求不同，可以將多接取邊緣運算 (MEC - Multi-Access Edge Computing) 及影像監控設備之網路影像錄影機 (Network Video Recorder, NVR) 在控制箱中連接至 layer 3 switch 的 downstream port. 也可以配合接下來的智慧杆掛載的影像監視系統並用 VLAN 的方式做切割，在流量有限的情況下利用 layer3 switch 的特性排程先後順序，將 priority 最高的掛載設備優先傳輸。另外，邊緣運算擺放在與智慧杆上設備較近的位置，延遲的時間也可望再下降。

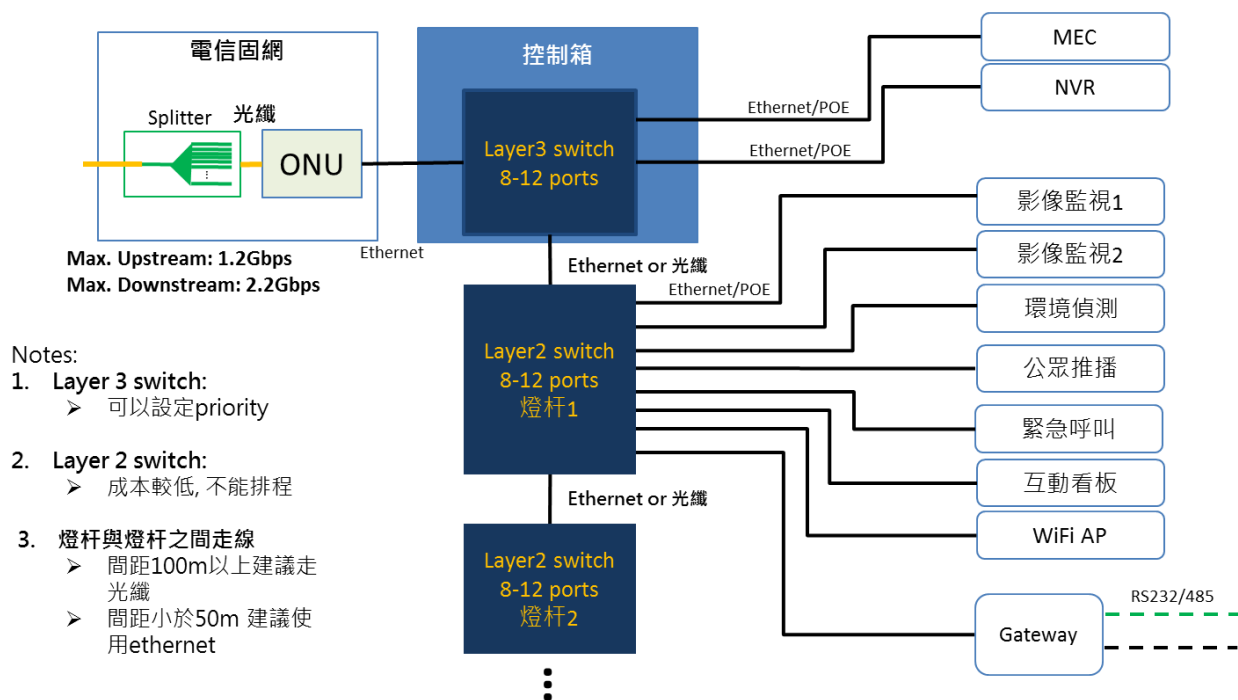


圖 6.8.1-2 有線級聯架構 Solution 1—系統架構

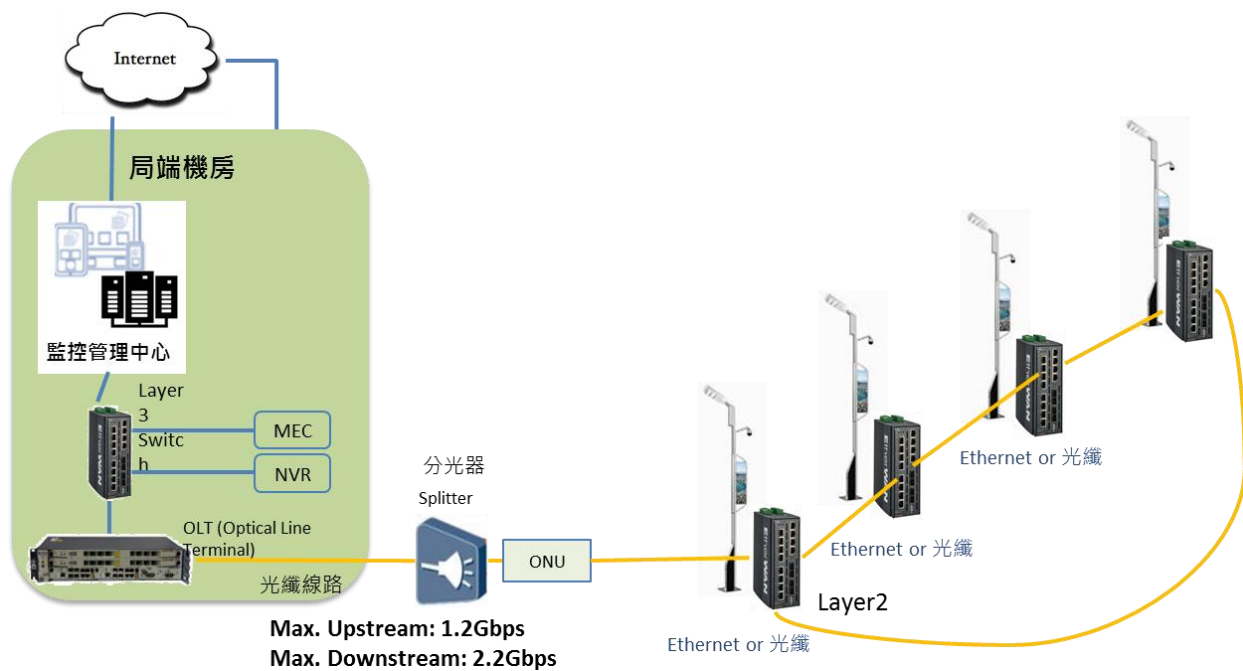
上圖為參照使用情境較多的 Type 2 智慧杆的使用情境，初步規劃的系統架構。每一支智慧杆掛載一個 layer 2 switch，每個 layer 2 switch downstream 再連接 type 2 使用情境會用到的掛載設備。部分掛載設備如智慧燈據及交通號誌等介面不是 ethernet 時，可透過 gateway 或其他 converter 轉換，但還是需要詳細計算掛載設備支流量以防超支。

使用情境:

下列有線系統架構可使用在可以重新佈局光纖及電纜的使用情境，舉凡新市鎮，重劃區等等。

6.8.2 級聯架構- 方案 2

不同縣市及廠商在設計架構及佈局上會略有不同，規範的宗旨是涵蓋多元之設計範疇，非獨利單一廠商及單一系統架構，故提供另一種系統架構供參考:



OLT (Optical Line Terminal) -光連結終端 (中央辦公節點)
 ONU (Optical Network Unit) -光纖網路單元
 MEC (Multi-Access Edge Computing) -多接取邊緣運算
 NVR (Network Video Recorder) -網路影像錄影機

圖 6.8.2-1 有線級聯架構 Solution 2- 系統佈局

將 Layer 3 Switch 及與之連接的多接取邊緣運算 (MEC) 及 NVR 等等設備移至局端機房。此佈局考量到控制箱位於智慧杆附近，處於室外，雖然設備有遮蔽物，但考量到散熱及不確定的環境因素考量，將這些設備移往局端機房連接。機房內部環境溫度控管及不確定因素降低，降低系統故障率。

由於 Layer 3 switch 已移至局端機房，ONU (Optical Network Unit - 光纖網路單元) 轉出之光纖或是 ethernet 可直接連接智慧杆中的 layer 2 switch。跟 Solution 1 一樣，各掛載設備需預估流量，以防超載。

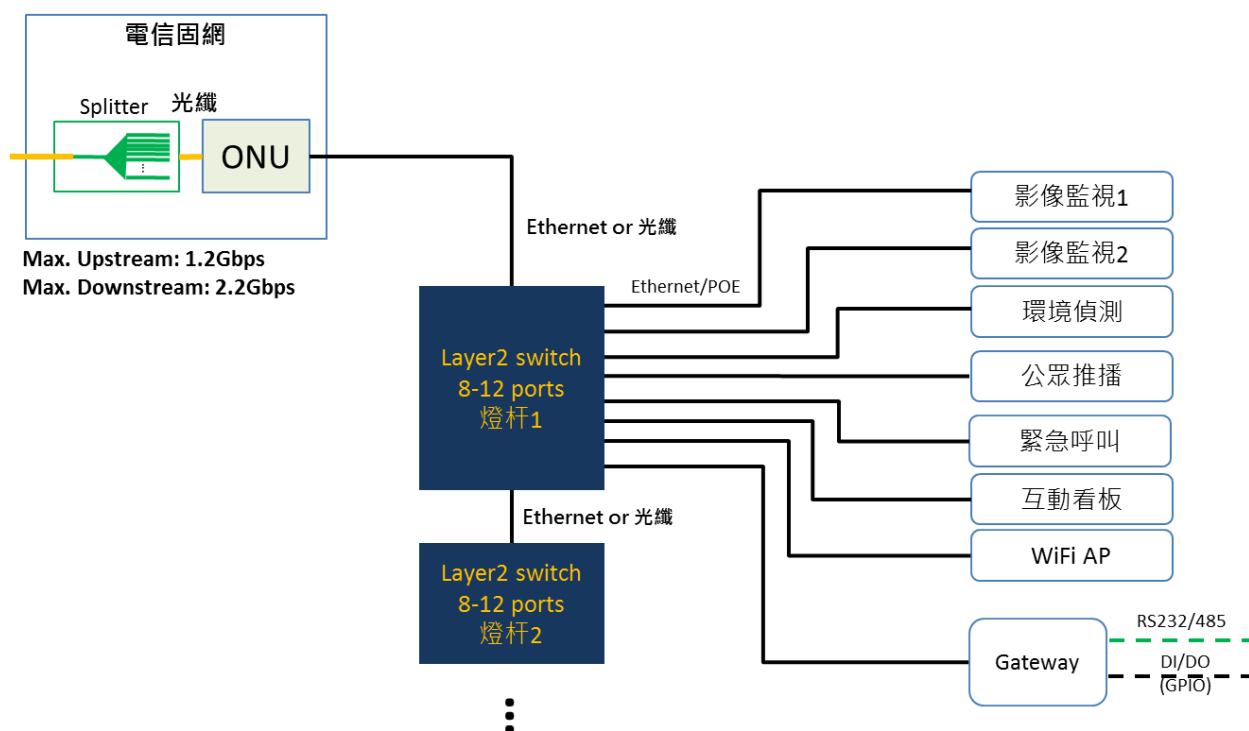


圖 6.8.2-2 有線級聯架構 Solution 2 – 系統架構

與 Solution 1 系統架構類似，智慧杆杆體的部分幾乎沒有變動，只有將 layer 3 switch 移至局端機房，故不在此系統架構的涵蓋範圍。

6.8.3 星狀架構

考慮到使用情境的不同，例如 type 4 and Type 5 的功能較少時，就不太需要再增加 ethernet ports 去連接掛載設備，故在系統架構上可以省略 switch，並直接使用 ONU 轉出的 ethernet ports 連接掛載設備。此架構由於後面的掛載設備較少，流量的分配較為寬裕，但是連接的拓樸方式跟上述的級聯不同，採星狀拓樸，所有的 ONU 都是從分光器 (Splitter) 分出的光纖直接連接，每個 ONU 配置在一條智慧杆中，呈現星狀連結。

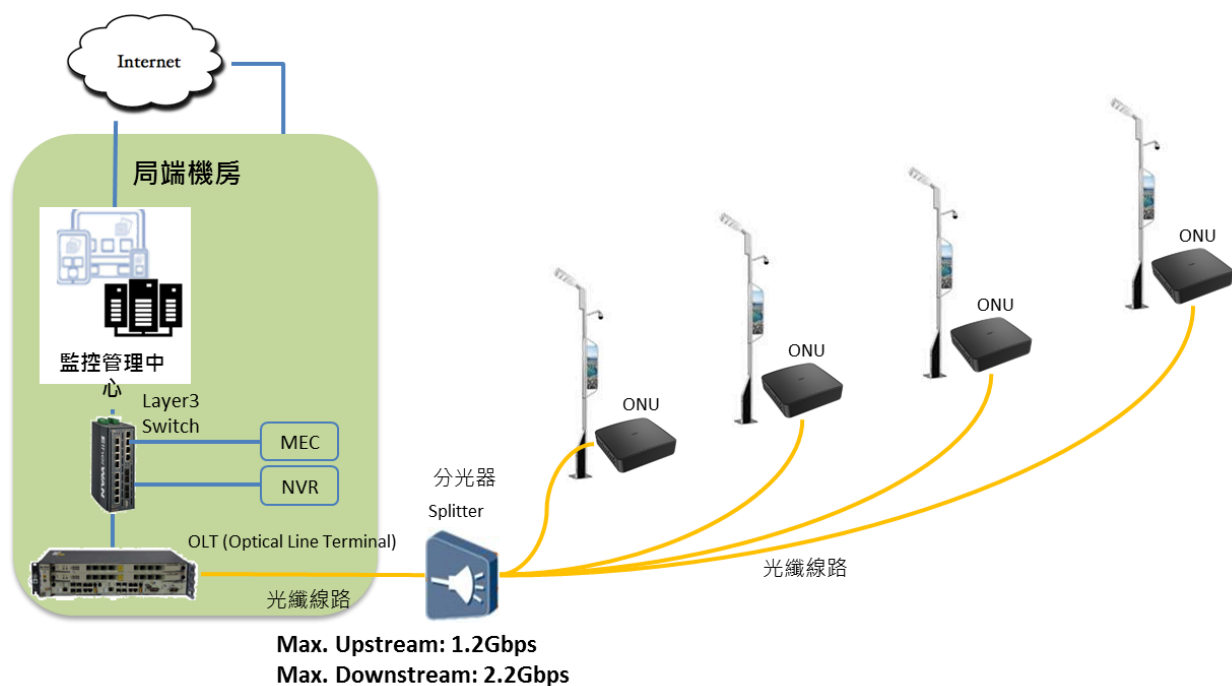
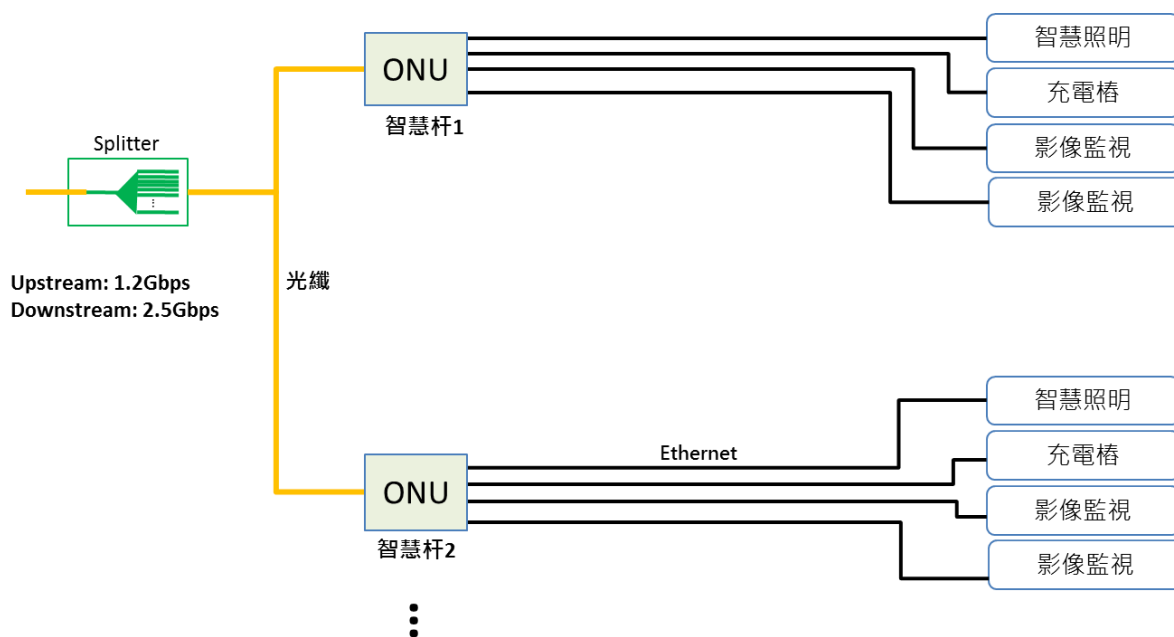


圖 6.8.3-1 有線星狀架構 - 系統佈局

此架構較為精簡，若智慧杆掛載較少時，可以參考此架構佈局。



Type 4 and Type 5 掛載設備較少, 可使用ONU轉ethernet之後連接devices

圖 6.8.3-2 有線星狀架構 - 系統架構

使用情境：

此架構適用於功能較簡潔且掛載設備較少的智慧杆架設。其光纖線路佈建方式使用星狀分佈，線路佈建具彈性，因此適用在郊區或鄉下地區需獨立單根智慧杆的建設或佈建。

6.8.4 無線系統架構: 客戶前置設備

透過 4G/5G 接入 CPE（客戶前置設備），轉為 ethernet 後，連接控制箱或是智慧杆中的交換器 (switch)，並轉出更多 ethernet、RS485/232、DI/DO (GPIO) 等訊號，連接周邊的感知設備，如互動數位看板、Wi-Fi 設備、環境偵測設備、緊急按鍵、充電樁、路燈標示、公眾推播等。以 4G/5G 為傳輸路徑回傳訊息給基地台，監控管理平台與基地台連線，同時連接核網到網路，使用者可以從外網連入監控管理平台做操作。可參考圖 6.8.4-1 無線傳輸 CPE 系統佈局。

若智慧杆掛載之設備不需要較大傳輸量及持續傳輸時，可以參考此架構佈局。因 CPE 的布建受限於基地台所乘載的流量限制，故較不推薦。

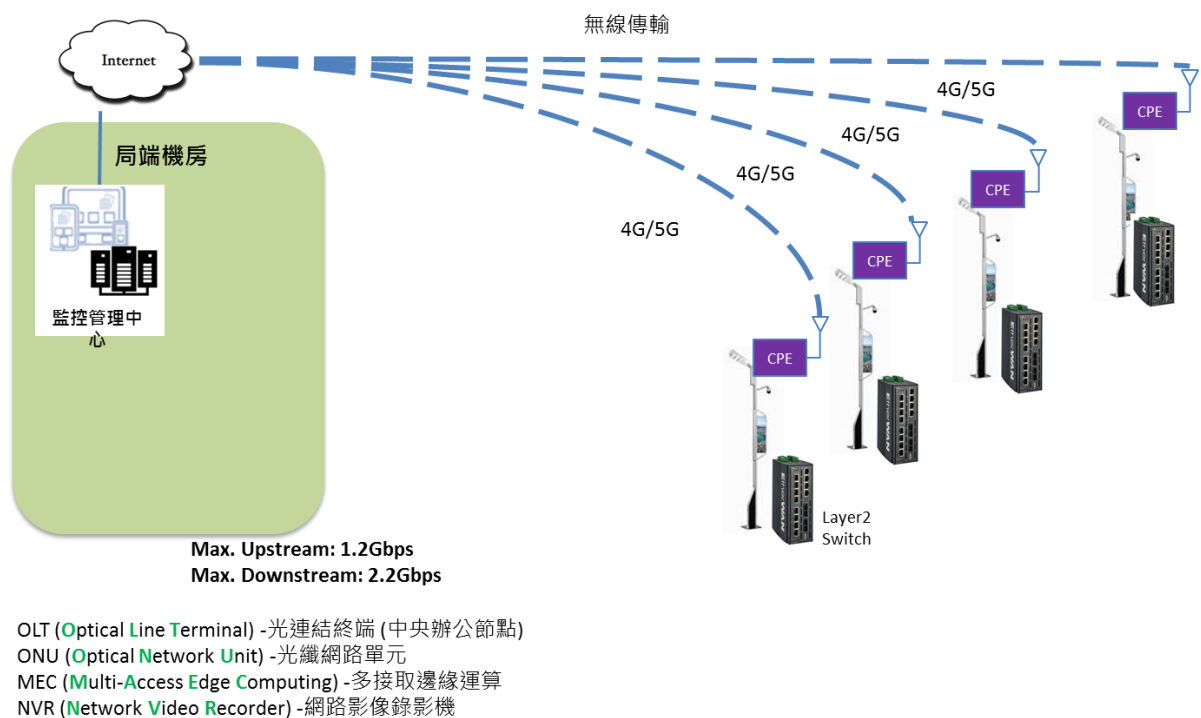


圖 6.8.4-1 無線傳輸 CPE 架構 - 系統佈局

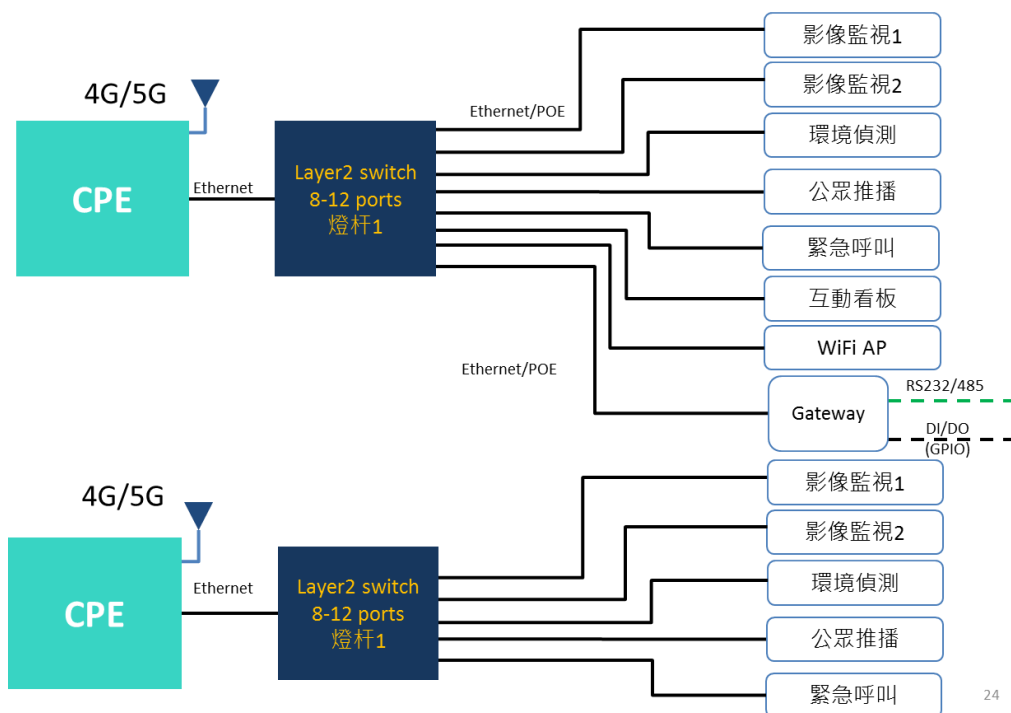


圖 6.8.4-2 無線傳輸 CPE 架構 -系統架構

使用情境：

適用於舊都會區、名勝古蹟等不便拉光纖地區之智慧杆佈置，其轉出的訊號供智慧杆上設備通訊使用，非提供一般民眾電信服務。普遍還是建議使用光纖及有線的連接方式較為穩定及普及。

6.8.5 無線系統架構: 802.11ad 點對點無線傳輸設備

此設備透過 60GHz 的頻段實現點對點的無線傳輸，可以用來取代有線光纖或 Ethernet cable 的佈建，佈建中需注意在兩台 802.11ad 設備無線傳輸路徑中間應避免有遮蔽物阻擋無線訊號造成對傳輸品質的影響。

請參考圖 6.8.5-1 的系統佈局及圖 6.8.5-2 系統架構，先以一台 802.11ad 設備透過 Ethernet 介面和有線系統連結交換資料，再透過 802.11ad 無線訊號往下一台無線設備傳輸。同一智慧杆上的兩台 802.11ad 設備得以 Ethernet 介面連結，以進行下一根智慧杆的無線傳輸，並同時透過 Ethernet 介面與智慧杆上的掛載設備進行資料的交換與傳輸。

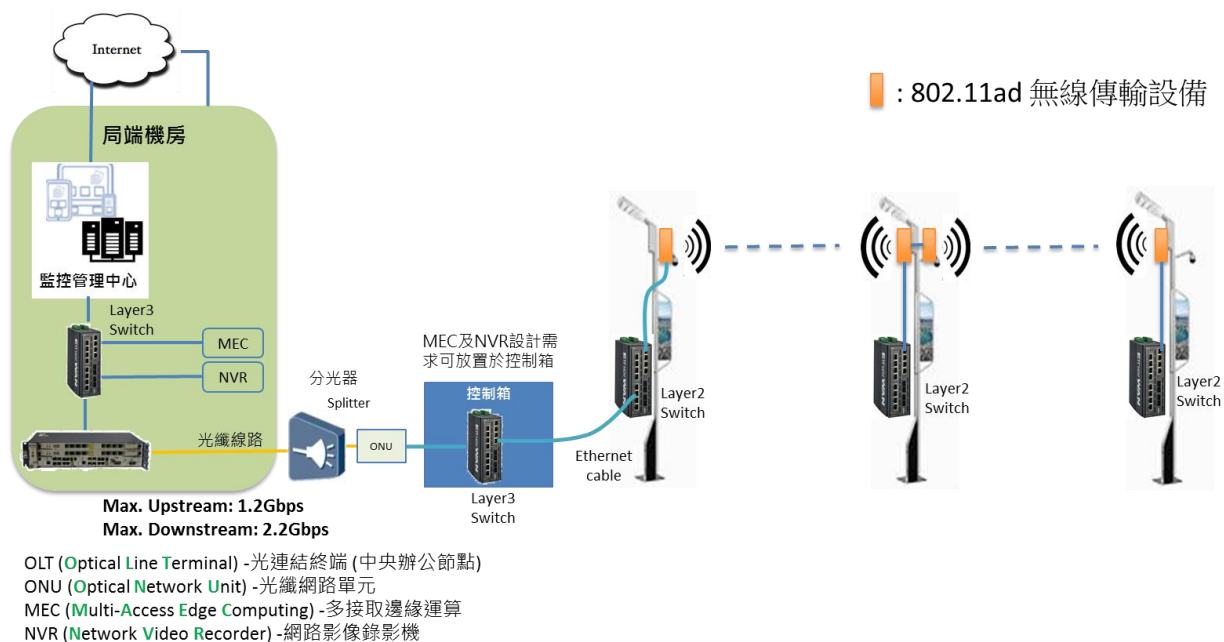


圖 6.8.5-1 802.11ad 點對點無線傳輸架構 - 系統佈局

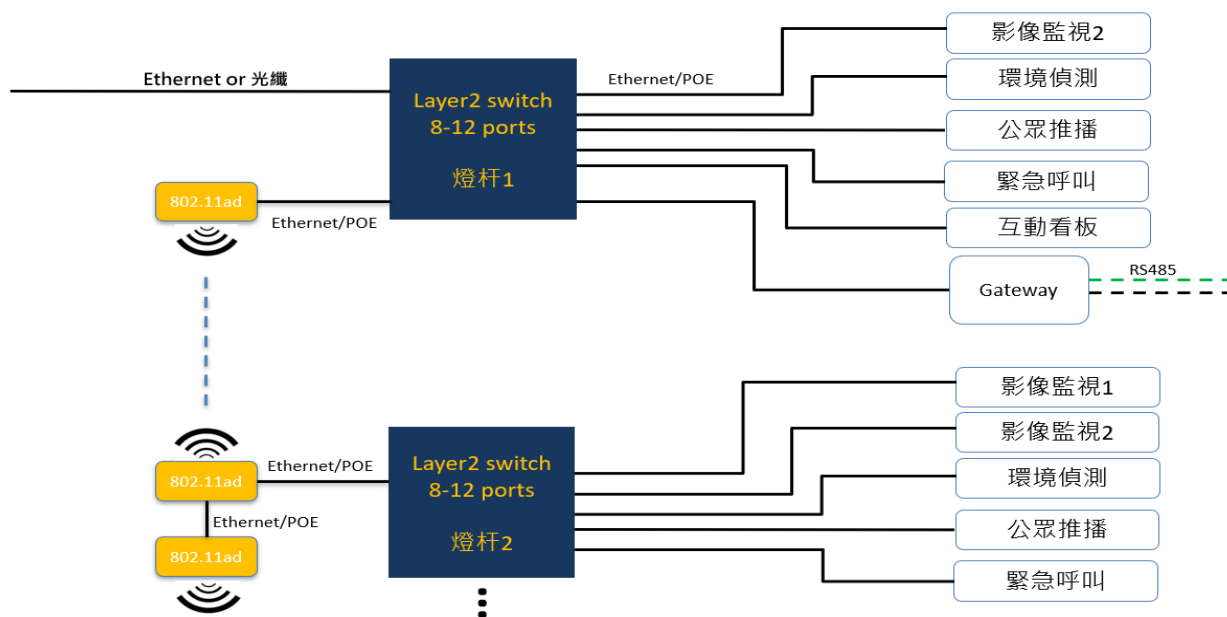


圖 6.8.5-2 802.11ad 點對點無線傳輸架構 - 系統架構

使用情境：

適用於杆與杆之間不便挖馬路佈建光纖或 Ethernet cable 之智慧杆佈置，並且在設備與設備的無線路徑中間應避免任何的遮蔽物阻擋無線訊號來影響無線傳輸品質。其轉出的訊號供智慧杆上設備通訊使用，非提供一般民眾電信服務。

6.8.6 無線系統架構: 低功耗廣域網路

LPWAN 的系統架構以 NB-IOT 為例，NB-IOT Gateway 可擺置在其中一根智慧杆上或是距離智慧杆較近的方位，例如控制箱。每根智慧杆安裝 NB-IOT 的 controller，透過星狀拓樸的方式連接 Gateway 與各 NB-IOT controller。可參考圖 6.8.5-1 LPWAN Gateway 系統佈局。

智慧杆上的 controller 收到 NB-IOT 基地站的訊號後，轉成 DALI (NEMA connector)、RS485 等介面，用於連接智能照明系統、狀態收集等等功能。當掛載設備需回報收集到的數據內容時，會先將訊號從 DALI，RS485 等等訊號轉換回 NB-IOT 後再依無線的方式回傳訊息給基地台到監控管理平台，同時連接核網到網路，使用者可以從外網連入監控管理平台做操作。可參考圖 6.8.5-2 LPWAN 連線系統架構。

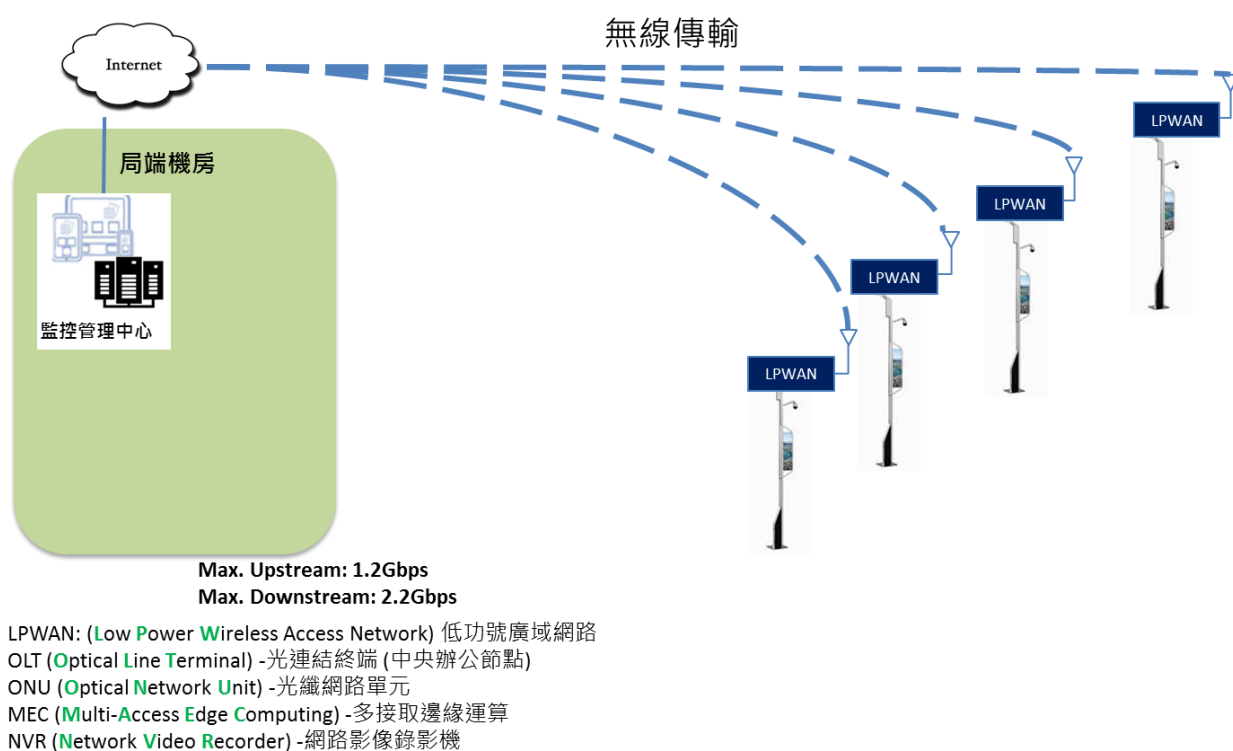


圖 6.8.6-1 LPWAN 系統佈局

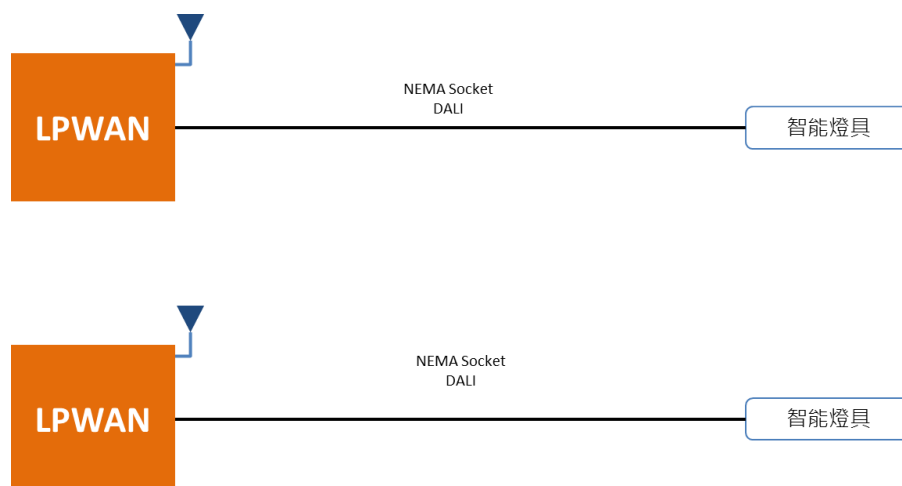


圖 6.8.6-2 LPWAN 連線系統架構

使用情境：

適用於不便拉光纖地區，如偏遠山區，且智慧照明、狀態回報功能資料傳輸率較低，可使用 LPWAN。

相關 Gateway 可參考以下規格範例：

表 6.8.6-1 NB-IoT Gateway 規格範例

Category	Spec.
通訊介面	Ethernet (RJ45): 1+ ports NB-IoT RS485, NEMA: 2+ ports
SIM Card (On mini Gateway)	Standard/ micro/ Nano/eSIM
操作溫度	-20°C ~75°C
防護等級	IP65
最大輸出功率 (mini Gateway)	14 dBm
天線規格 (mini Gateway)	Antenna Efficiency>50%

7. 資訊互通性暨管理系統（WG4 負責）

本標準規定了5G智慧杆系統的系統設計、系統工程、系統運行管理與維護的總體要求以及設計檔組成等。

7.1 系統設計

7.1.1 系統組成

系統可分為幾大子系統，分別為物聯網子系統、杆體管理子系統、用戶管理子系統、日誌子系統、運維管理子系統、照明管理子系統、環境監控子系統、多媒體推播子系統、能源管理子系統等。本章節定義核心系統部分為物聯網子系統、杆體管理子系統、用戶管理子系統、日誌子系統。

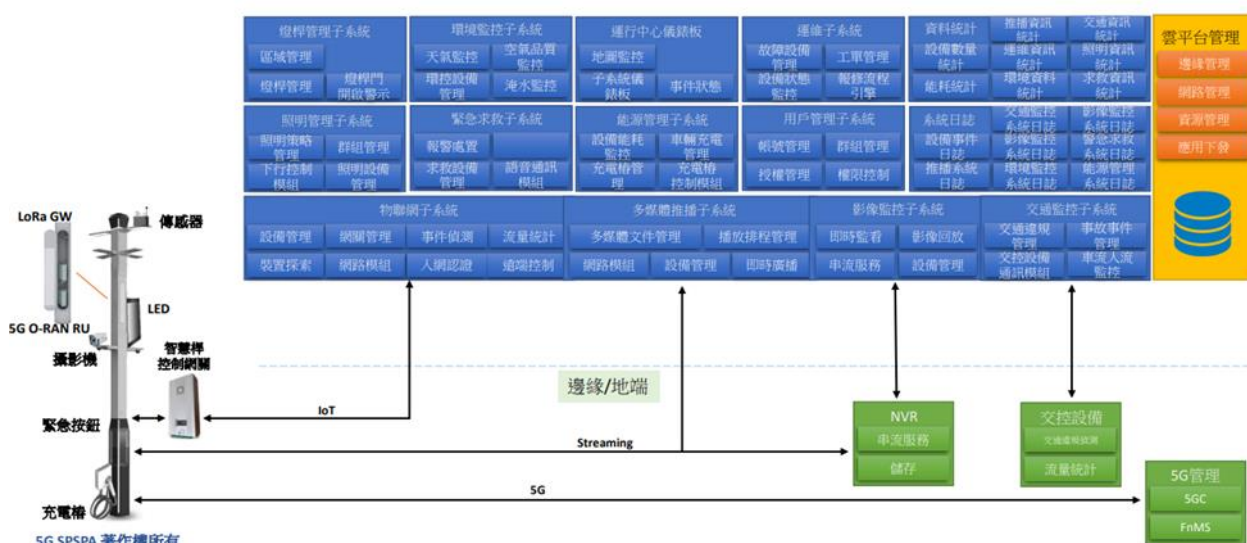


圖 7.1.1-1 智慧燈感平台系統架構建議

7.1.2 多功能智慧杆管理平台

7.1.2.1 一般要求

應滿足以下要求：

- (a) 應支持雲端部署、本地部署。
- (b) 應採用分散式架構設計，具備靈活擴展、平滑擴容能力。

- (c) 應能為各種應用服務提供統一標準的 API 資料介面，供協力廠商平台叫用。
- (d) 宜採用分級式結構設計，上一級平台應能通過統一標準的 API 介面獲取下一級平台的業務資料及管理資料。
- (e) 宜採用模組化設計，新增功能支援線上升級、回退、擴容。
- (f) 作業系統宜採用 linux 或開源系統。

7.1.3 管理平台功能

7.1.3.1 物聯網子系統

管理平台應具備以下功能：

7.1.3.1.1 監控及告警功能

- (a) 應對多功能智慧杆和各掛載設備狀態的關鍵資料資訊進行即時線上監測，包括系統狀態、運行方式、控制方式、運行功耗、環境情況、故障告警等；
- (b) 應即時監聽報警資訊，接收各設備上報的告警和故障通知，並提供故障告警級別分類功能；故障資訊應包括各類監控物件故障資訊和各級監控系統自身的軟、硬體故障資訊等；
- (c) 應具備事件記錄保存和管理功能，記錄所有事件（包括各類報警、對講呼叫、應急照明等設備的開啟關閉等）並保存事件相關聯的視音訊資訊，管理人員可按事件進行檢索；
- (d) 故障告警資訊應能夠通知相關責任人，通知方式可包括：語音電話、APP 推送、簡訊通知、郵件通知等，控制後台具有聲光報警功能；管理人員可定義不同的故障等級，並配置組合報警提醒方式（例如重要告警，可採用語音電話+簡訊+手機 APP 推送+聲光報警）；
- (e) 可對緊急事件設定應急預案，事件發生時通過該預案自動執行事件與設備之間的智慧連動控制（如一鍵呼叫設備可連動攝像頭記錄視頻資訊、連動廣播設備通知周邊人員及時救助）。

7.1.3.1.2 控制網關管理

- (a) 宜有篩選搜尋區（提供控制網關配置文件篩選，及控制網關 ID，僅支援尋找完全符合的字串搜尋（、控制網關排序、新增控制網關、查看控制網關詳細資訊、查看位置（控制網關於地圖上位置）、控制網關修改、控制網關刪除、控制網關錨點、控制網關叢集（相近地理位置的控制網關以叢集呈現）、地圖縮放功能。
- (b) 應具有控制網關識別碼、控制網關資訊（控制網關名稱、控制網關配置文件、網路資訊、軟硬體版本、狀態與最後接收時間）、控制網關所在位置、最後所接收的無線電頻率、裝置節點 ID 與時間。查詢控制網關歷史資料、日曆與時間選取（點選「日期欄位」後出現日曆供使用者選擇查詢日期，點選「時間欄位」後出現選單供使用者選擇時間；點選「今日」可以快速篩選當天資料。可視化圖表模式時，可以選取單日、多天、月的日期區段，在單日選項中如無歷史資料則不可以選擇日期；切換成數據包日誌時，僅可以選取單日歷史資料）。
- (c) 宜有顯示此控制網關的上下行數據封包的歷史統計資訊與圖表，透過日期時間選擇器可以切換月、多日、單日選項，根據時間區段顯示不同時間類型的封包統計資訊，內容包括封包接收總數與顯示良好封包數量與比率、封包轉發至伺服器數量。
- (d) 宜顯示此控制網關的歷史封包，透過日期時間選擇器可以選取單日封包數據分頁列表。
- (e) 宜提供使用者對控制網關進行進階操作，包含控制網關備份、版本還原、韌體更新、重啟控制網關以及對控制網關執行遠端 RSSH 操作。
- (f) 宜提供控制網關配置文件管理，可根據不同控制網關類型提供不同配置文件資訊，功能有頁面顯示及新增、編輯、刪除。
- (g) 宜提供數據路由功能，可以針對不同裝置來設定及管理裝置封包傳送的數據路由，將封包傳送至一個或多個的後端應用伺服器。提供添加、編輯、刪除路由規則等功能。
- (h) 宜提供添加、編輯、刪除路由規則等功能，查詢用戶功能僅可查詢所屬群組以下的用戶資料，如未擁有用戶則無該功能。

7.1.3.1.3 設備管理

- (a) 宜提供搜尋、新增、編輯、刪除等功能，及能夠呈現兩種顯示方式，包括地理位置地圖與表格清單。
- (b) 宜有篩選搜尋區、顯示最新資料、新增裝置、批次新增裝置、裝置資訊對話框、地圖縮放、裝置叢集（相近地理位置的裝置以叢集呈現）、裝置錨點、裝置排序、查看資訊、查看位置、裝置修改、裝置刪除、批次刪除裝置、頁碼顯示等功能。
- (c) 應具有裝置識別碼、裝置設置、裝置資訊（裝置的相關資訊，包含終端名稱、連接類型、終端配置文件、網路來源、程序路由、啟用狀態、新增及更新時間、更新者及最新接收的原始封包內容與接收時間）、顯示切換（切換數據包日誌、無線電頻率、網路管理的分頁功能）、日曆與時間選取（日曆供使用者選擇查詢日期、時間欄位；可以快速篩選當天資料。當切換成數據包日誌時，可以選擇月及週的日期區段）、下載數據包日誌、裝置所在位置、顯示區。
- (d) 宜顯示網路流量上下行數據封包查詢，提供管理者輸入下行指令設定裝置。
- (e) 宜提供裝置配置文件管理，可新增、修改、刪除、排序、檢視裝置配置文件。
- (f) 宜管理和杆體相關聯的裝置設備。

7.1.3.2 杆體管理子系統

管理平台可對所有多功能智慧杆杆體和掛載設備進行集中管理和控制，能夠相容所採用的系統和設備的通信和傳輸協定，並能實現與其他管理平台之間的資料交換。

- (a) 應具備組織機構資源的管理功能，至少具備組織機構的添加、刪除和修改的功能，可以添加刪除任意節點和設備，修改編輯節點和設備的設置和屬性；支援滿足業務功能、性能要求和安全規範的不同廠家設備測試接入；
- (b) 應具備對杆體佈署及各掛載設備的資料獲取、參數設置、操作控制功能；
- (c) 應支援連動策略配置，實現前端感知設備連動（如一鍵報警連動攝像頭、照明、廣播、顯示屏，井蓋側翻、垃圾桶側翻及滿溢連動攝像頭等）；
- (d) 應具備對各種應用設備的單控、組控、群控、地圖區域控制或條件控制等多種控制方式；
- (e) 宜考慮現有系統的接入和相容，支援與其他管理平台和應用子系統之間的資料交換、資料彙聚或統一呈現，最大程度保護已建資源；

- (f) 宜具備對杆體和掛載設備運行狀態的監測、查詢、定位功能，包括杆傾斜狀態監測；
- (g) 宜支持對杆體掛載位置的統一分配功能，根據不同杆體佈署的標準掛載位設計，為將來其他設備掛載和光纖資源提供統一的管理和分配功能；
- (h) 可支援全生命週期管理和 IT 支撐，包括生產（可測試）、調配（庫存）、使用（可安裝、已安裝、已停用、維修中）、退役（已報廢、已回收）各狀態下的資產管理、故障定界、工單管理、裝維服務、預測性維護、線上客服等；
- (i) 可增加移動端的管理平台設計便於維護人員進行維護和監管。

7.1.3.3 用戶管理子系統

用戶管理子系統包含帳號管理、權限控制等。

帳號管理

- (a) 系統應以用戶群組作為用戶分群管理，每個群組中的用戶權限均相同。
- (b) 依使用者登入權限有不同的顯示介面與操作規則。
- (c) 應具備統一的認證、授權管理機制，對訪問者進行身份碼和密碼雙重認證；
- (d) 許可權配置可分為使用者、角色，不同用戶可設置所屬角色，可定義用戶的優先使用權，用戶許可權可線上進行授權、轉移和取消；

權限控制

- (a) 應有 API 管理，管理系統內所有應用 API，可以新增修改刪除以及啟用或停用 API 功能，也可以設定預設狀態，當用戶群組被新增時將會以預設狀態作為權限標準。
- (b) 應有 Rule 規則管理，管理用戶群組的權限規則，管理者可以停用某些用戶群的 API 功能。
- (c) 宜根據使用者角色屬性提供不同的管理許可權和介面，在角色許可權配置中可針對功能進行授權，如控制模組的許可權、查看系統日誌許可權、設備廣播許可權等。

7.1.3.4 日誌子系統

此子系統應能對日誌、資料等進行統一管控：

- (a) 應具備完備的操作日誌保存和日誌管理功能，對平台管理伺服器和各類伺服器以及

前端設備的設置、修改、資料刪除等進行完整記錄；日誌禁止修改、刪除，保存時間不少於六個月；

- (b) 宜具備統一的自動校時與手動校時功能，提高各模組設備管理和資料獲取時間的正確性；
- (c) 日誌宜提供至少三大類別，分別是事件設施（系統、應用、終端裝置、控制網關、路由，事件級別）、緊急事件（警報、危及、錯誤、警告、注意、信息、排除錯誤）、群組以及時間篩選功能。

7.1.3.5 運維管理子系統

運維管理子系統包含工單APP、工單系統等。

工單APP

- (a) 應有地圖功能，且可點擊底圖上的杆體圖標，查看杆體資訊(狀態、安裝時間、耗電量、地址、所在城市)。
- (b) 應具備儀表板功能，提供統計資訊，最近七天、一個月總能源消耗(kWh)、總能源成本、總數據流量等資訊;提供設備資訊，區域總數、杆體數量、連線正常數量、未連線數量、維修中數量、異常數量;提供杆體數量最多的前 10 大區域;最近七天電能源消耗(kWh)的前 5 名杆體;最近七天數據流量的前 5 名杆體。
- (c) 應具備杆體列表功能，且能夠根據運營商、杆體識別碼、桿體型號、狀態、行政區、城市/郵區編號來做搜尋。
- (d) 應提供桿體簡介，有桿體型號、桿體名稱、WAN IP、安裝日期、行政區、電壓/瓦數、郵區編號、所在城市、地址、即時影像、環境資訊(溫溼度、風速、PM2.5)、狀態(水浸告警、艙門開啟)。
- (e) 應提供桿體裝置列表，可根據裝置型別、裝置名稱、城市/郵區編號、狀態來做搜尋。
- (f) 應具備待辦/新工單列表，每一筆工單有事件名稱、桿體識別碼、郵區編號、地址、最新更新時間、工單識別碼、工單狀態、事件型別、執行者、代理人、監督者等資訊。另外，提供指派工單給執行者功能，如無指派，填寫原因。
- (g) 應提供工單歷史紀錄、工單詳細資訊、正在處理的工單列表、已經關閉的工單列表、回報工單功能。

7.1.4 平台性能要求

應滿足以下要求：

- (a) 可支援數量達 1000 以上的設備接入能力，可根據實際需要擴容至 100 萬級接入能力。
- (b) 併發訪問用戶數應大於 1000。
- (c) 回應延時應根據各應用業務要求確定，頁面回應時間應小於 5s。
- (d) 應實現高可用性設計需求，滿足 99.9%的可用性，在系統某些伺服器或者虛擬機器的服務發生故障的情況下，系統仍能正常運行。

7.2 控制網關

控制網關為連接智慧杆及周邊設備與雲端管理平台資料格式：資料上傳的格式。開道器，應具備工業級防塵、防潮、遠端管理與容易安裝等特點。控制網關應具備電力、網路等多種介面提供智慧杆及周邊設備運作與連網能力，開道器應能提供設備與控制平台兩方所需傳輸協議、能定時自動或遠端控制燈具開關燈、監控周邊設備電力狀況與異常警告、搭配相關感知器能監控杆體內溫度、環境氣象與汙染等相關資料。

7.2.1 基本功能

7.2.1.1 燈具控制

控制網關應能提供控制路（街）燈的開關燈與調整光源等功能，控制方式應分成自動控制與遠端控制。

- (a) 自動控制: 控制網關本身具備自動控制路（街）燈的開關燈功能，如可採定時控制（設定開關燈排程）、日出日落時間表（透過經緯度計算當地實際日出日落時間）或照度控制（外接光照感知器）等方式
- (b) 遠端控制: 控制網關應提供遠端平台可即時控制路（街）燈的控制介面，如 REST API。
控制介面內容欄位如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) 燈具設備編號

- (3) 控制開關
- (4) 亮度比例
- (5) 命令下傳時間

7.2.1.2 杆體相關設備監控

控制網關應能提供智慧杆上相關周邊設備監控功能，基本需具備監控功能如下。

(a) 各設備電力使用狀況，回報內容如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) 目前電源狀態（開或關）。
- (3) 目前設備電流。
- (4) 目前設備電壓。
- (5) 數據上傳時間

(b) 電力異常警告，電力異常意指電壓或電流超過正常工作範圍值。回報內容如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) 目前工作電流
- (3) 最大工作電流
- (4) 目前工作電壓
- (5) 最小工作電壓
- (6) 最大工作電壓
- (7) 數據上傳時間

7.2.1.3 杆體相關設備接入

控制網關應能提供多種電力及通信介面與協議供智慧杆本身相關周邊設備運作與資料收送。控制網關基本應接入溫溼度感知器、水浸感知器、空氣品質監測儀等設備，如該設備無自動回報數據功能，控制網關應定時輪詢設備數據並回報上傳。例如、控制網關應具備 Modbus Master 功能，輪詢並上傳 Modbus device/slave 目前數據。回傳資料內容如下：

(a) 控制網關識別碼

- (b) 感知器識別碼
- (c) 溫度（溫溼度感知器）
- (d) 濕度（溫溼度感知器）
- (e) 揮發性有機化合物濃度（空氣品質監測儀）
- (f) PM2.5濃度（空氣品質監測儀）
- (g) 水浸狀態（是/否）（水浸感知器）

控制網關應提供通信介面當前狀態查詢。查詢回傳內容如下：

- (a) 控制網關識別碼
- (b) 通信介面識別碼
- (c) 通信介面狀態（連線或斷線）
- (d) 查詢回覆時間

控制網關應定期上傳通信介面數據流量統計。回傳資料內容如下：

- (a) 控制網關識別碼
- (b) 通信介面識別碼
- (c) 上行流量
- (d) 下行流量
- (e) 查詢回覆時間

如接有燈具設備，智慧網關應提供燈具狀態查詢界面。查詢回傳內容如下：

- (a) 控制網關識別碼
- (b) 燈具設備編號
- (c) 目前狀態（開或關）
- (d) 開啟時亮度
- (e) 查詢回覆時間

7.2.1.4 遠端管理

控制網關應提供API指令集，供遠端管理平台查詢、設定、控制與韌體更新等運維管理功能。

(a) 查詢指令應回傳資料如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) IP設定方式（動態／靜態）
- (3) IP位址／子網路遮罩／預設閘道位址／主DNS位址／副DNS位址
- (4) 韌體版本
- (5) 系統開機時間
- (6) 數據上傳時間

(b) 設定指令內容如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) IP設定方式（動態／靜態）
- (3) IP位址／子網路遮罩／預設閘道位址／主DNS位址／副DNS位址

(c) 控制指令內容如下：

- (1) 控制網關識別碼
- (2) 控制指令（韌體更新／重新開機／回復出廠預設值）
- (3) 指令下傳時間

7.2.1.5 安全防護

控制網關應具備智慧杆開蓋侵入、杆體傾斜或浸水等狀況的偵測與警告。

告警訊息內容如下：

- (a) 控制網關識別碼
- (b) 告警種類（箱體開啟／杆體傾斜／浸水／溫度異常／濕度異常）
- (c) 感知器識別碼
- (d) 感知器數據
- (e) 告警時間

7.2.1.6 資料傳輸

控制網關應具備資料交換與網路閘道器功能，使杆體上設備與雲管理平台間能互相通信並進行收集資料與遠端控制。

- (a) IP網路閘道器: 具備一般 IP Gateway 功能，WAN 端能透過乙太網路或光纖網路設定固定IP、DHCP 或 PPPoE 等方式接入專用網路或公共網路，並具備網路地址轉換 (NAT)、內網穿透 (Port Forwarding)、資料加密等功能。
- (b) 物聯網橋接器: 提供一般工業與近端且低功耗的物聯網設備常用的協議，作為周邊設備接入與資料的收送的管道，如 RS485/Modbus、Zigbee或BLE。
- (c) 資料交換: 控制器與雲管理平台之間需定義一共同語言，作為周邊設備、控制網關與雲管理平台彼此溝通交換資料的依據，可採業界常用的 JSON/XML 結構化資料表示，結構上可分層表示網路資訊、控制網關資訊與命令、周邊設備資訊與命令等。資料內容如下：

(1) 燈具控制命令內容(下行)

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
device_id	string	N/A	燈具設備編號
switch	bool	N/A	燈具開關。1:開；0:關
level	int	百分比	調節器數值，以百分比表示。
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-0T05:50:00Z

(2) 杆體設備監控內容(上行)

— 設備電力狀態

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
power_id	int	N/A	電源迴路識別碼
power_status	bool	N/A	電源迴路狀態。1:開；0:關
now_current	int	安培	目前工作電流
now_voltage	int	伏特	目前工作電壓
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

— 設備電力異常告警

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
power_id	int	N/A	電源迴路識別碼
now_current	int	安培	目前工作電流
max_current	int	安培	最大工作電流
now_voltage	int	伏特	目前工作電壓
max_voltage	int	伏特	最大工作電壓
min_voltage	int	伏特	最小工作電壓
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

(3) 杆體設備數據內容（上行）

— 溫溼度感知器、水浸感知器、空氣品質監測儀數據內容

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
device_id	string	N/A	感知器識別碼
temperature	int	N/A	溫度
temp_unit	int	N/A	溫度單位。1-凱氏(K)；2-攝氏(°C)；3-華氏(°F)
humidity	int	百分比	濕度
tvoc	int	ppm	揮發性有機化合物濃度
pm25	int	ppm	PM2.5濃度
soak	bool	N/A	水浸狀態
shock	int	mm/s	震動
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

— 通信介面當前狀態查詢

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
iface_id	int	N/A	通信介面識別碼
link_status	bool	N/A	通信介面狀態。1:連線；0:斷線
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

– 通信介面數據流量統計

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
iface_id	int	N/A	通信介面識別碼
in_octets	uint	bytes	上行數據流量
out_octets	uint	bytes	下行數據流量
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

– 燈具狀態查詢回覆

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
device_id	string	N/A	燈具設備編號
status	bool	N/A	目前狀態。1:開；0:關
level	int	百分比	燈具開起時，調節器數值，以百分比表示。
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

(4) 遠端管理命令內容

– 查詢指令回覆內容（上行）

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
conn_type	int	N/A	IP位址型態；1 – dynamic；2 – static
ip	string	N/A	IP位址
mask	string	N/A	子網路遮罩
gateway	string	N/A	預設開道IP位址
1st_dns	string	N/A	Primary DNS IP address
2nd_dns	string	N/A	Secondary DNS IP address
fw_version	string	N/A	韌體版本號
uptime	string	N/A	開機時間。 UTC時間格式 - ”2020-07-20T05:50:00Z”
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

－ 設定指令內容（下行）

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
conn_type	int	N/A	IP位址型態；1 – dynamic；2 – static
ip	string	N/A	IP位址
mask	string	N/A	子網路遮罩
gateway	string	N/A	預設開道IP位址
1st_dns	string	N/A	Primary DNS IP address
2nd_dns	string	N/A	Secondary DNS IP address
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

註：conn_type 為 2 時，方有 ip/mask/gateway/1st_dns/2nd_dns 等欄位資訊。

－ 控制指令內容（下行）

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
cmd	int	N/A	1-韌體更新；2-重新開機；3-還原預設值
exec_time	string	N/A	指令執行 UTC 時間。 例、2020-07-20T05:50:00Z
time	string	N/A	訊息UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

(5) 安全防護告警訊息內容（上行）

Key/Tag	Value	Unit	Notes
gw_id	string	N/A	控制網關識別碼
alarm_type	int	N/A	1-震動；2-傾斜；3-浸水；4-溫度異常；5-濕度異常
device_id	string	N/A	感知器識別碼
device_value	string	N/A	發生異常時的感知器數據，含單位。
time	string	N/A	告警UTC時間。例、2020-07-20T05:50:00Z

7.2.2 基本介面

7.2.2.1 狀態顯示

控制網關應提供基本 LED 燈或螢幕，顯示控制網關運行狀況，如開機、異常。

7.2.2.2 電力介面

控制網關應提供數組交流電 (110VAC) 與直流電 (12/24VDC) 輸出介面，供應各項周邊設備運行使用。

7.2.2.3 乙太網路

控制網關應提供多埠 1G POE 交換機功能，不僅能支持使用 POE 供電設備運行，還能提供使用相關設備網路接入渠道，如 IP Camera、廣告推播屏。

7.2.2.4 光纖網路

控制網關應提供光纖連接埠作為智慧杆聯外的骨幹網路之一。

7.2.2.5 RS485

控制網關可提供一組 RS485/RS232 連接介面，此為工業物聯網感知器常用資料傳輸介面，可串連數台週邊設備或感知器。

7.3 通訊協議

為了統一硬體設備與軟體平台相互通訊與資料傳輸的協議標準，以確保能有一致的通訊介面與資料綱要。此章節針對智慧燈杆平台上的杆體設備、子系統與邊緣服務通訊訂定設計規範。

7.3.1 杆體設備通訊

杆體設備為安裝於智慧燈杆上，會定期將感知資料與自身狀態回報於管理平台的硬體裝置，例如：溫溼度感知器、水位計、LED 顯示螢幕、IP Camera、空氣品質監測儀。為了達到隨插即用的目的，杆體設備與管理平台的數據傳輸方式與內容需要有統一標準。依照設備與平台的通訊方向，可區分為上行資料與下行指令，其中再細分為通訊方式與資料綱要。

7.3.1.1 上行資料

設備狀態與感知資料，例如：電量、運行狀態、溫濕度...等等。

(a) 通訊方式：杆體設備到管理平台的上行資料通訊方式，依照通訊結點數量，可區分雙層通訊架構與三層通訊架構。

(1) 雙層通訊架構：杆體設備與管理平台依照網路 (IP) 層定址與路由方式，直接進行通訊，例如透過 WiFi 網路、乙太網路、LTE 網路、5G 網路，都屬於雙層通訊架構，通訊方式遵循媒介網路通訊協議即可。

(2) 三層通訊架構：杆體設備透過網路中繼設備(閘道器/控制網關)將資料傳輸到管理平台。杆體設備與中繼設備如在資料鏈結層 (MAC) 級上進行資料傳輸，例如 LoRa 網路、藍芽網路等，杆體設備需遵循該媒介網路的上行通訊協議，進行資料封裝與傳輸。網路中繼設備到管理平台的通訊方式，遵循網路 (IP) 層既定通訊協議即可。

(b) 資料綱要：資料交換以結構化方式呈現，例如：JSON/XML。

(c) 上行資料：設備傳輸資料到平台的結構化資訊，範例如下。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

```
<DeviceID_uplink>
```

```
<Time>2015-07-09T16:06:38.49+02:00</Time> // Timestamp for the packet
<DeviceID>00000000007E074F</DeviceID>
<FCntUp>11</FCntUp> // The uplink counter for this packet
<FCntDn>0</FCntDn> // The last downlink counter to the device
<payload_hex>0027...bd00</payload_hex> // payload in hexa ascii format
<PlatformID>00000065</PlatformID>
<ControlGatewayID>08040059</ControlGatewayID>
<Battery>187</Battery> // Battery level
</DeviceID_uplink>
```

7.3.1.2 下行指令

由管理平台上對設備發出的控制指令。

(a) 通訊方式：管理平台到杆體設備的下行指令通訊方式，依照通訊結點數量，可區分雙層通訊架構與三層通訊架構。

- (1) 雙層通訊架構：管理平台與杆體設備依照網路 (IP) 層定址與路由方式，對裝置下達指令。
- (2) 三層通訊架構：管理平台到網路中繼設備（閘道器/控制網關）的通訊方式，遵循網路 (IP) 層既定通訊協議即可。網路中繼設備與杆體設備如在資料鏈結層 (MAC) 級上進行資料傳輸，例如 LoRa 網路、藍芽網路等，杆體設備需遵循該媒介網路的下行通訊協議，進行下行指令接收與回應。

(b) 資料綱要：資料交換以結構化方式呈現，例如：JSON/XML。

(c) 下行資料：平台下行命令到設備，範例如下。

```
curl -H "Content-type:application/x-www-form-urlencoded" -X POST
"https://domainname/lrc/rest/downlink?DeviceID=000000000F1D8
693&Payload=0102030405060708090A"
```

7.4 子系統通訊

智慧燈杆管理平台由許多子系統組成，子系統負責管理屬於自己的系統資源，彼此是隔離且獨立運作的，為了能使不同的子系統能互相存取資源並進行協調工作，因此子系統之間需要相互通訊。

7.4.1 通訊方式

通訊目的可區分為主動的資源索取與被動的狀態通知，因此子系統通訊應同時具備同步與非同步的通訊方式。

- (a) 同步通訊：同步通訊一般用於主動的資源索取，並需要接收方做及時的資源響應。常見的實現方式為 Webhook (REST API)。
- (b) 非同步通訊：非同步通訊一般應用於非及時的訊息通知。常見的實現方式為訊息佇列 (Message Queue)。

7.4.2 資料綱要

資料交換以結構化方式呈現，例如：JSON/XML。

7.4.3 資料交換

規範核心/子系統應提供的一般性資料，供其它子系統或上層整合平台使用，資料為系統識別碼、系統名稱、系統版本、系統狀態、系統更新時間，以下為API示例。

POST `{host-domain}/smarpole/api/v1/systeminfo`

Input Property	Value	Description	Notes
Required Parameters in body (form-data)			
sys_id	Integer	System ID	sys_id

Example

```
{
  sys_id:1 //
}
```

Output JSON	Type	Description	Notes
data	Array		
sys_name	String	System name	
sys_version	String	System version	
sys_status	String	System status	
sys_updatetime	DateTime	System updateTime	

Example (success)

```
{
  "data": [
    {
      "sys_name": "照明管理子系統",
      "sys_version": "v2.0",
      "sys_status": "在線",
      "sys_updatetime": "2020-11-05 20:29:36",
    }
  ],
}
```

Example (error)

```
{
  "error": "format illegal"
}
```

Response Code	Status	Notes
200	OK	Success
400	Bad Request	Input error
500	Internal Server Error	Operation is failed

規範不同核心/子系統應提供最小限度的業務資料，供其它子系統或上層整合平台使用。

a) 核心系統

核心系統資料主要監控杆體的健康狀態、用電、流量。例如: 杆體溫度異常、杆體水浸、杆體撞擊、燈具異常、控制閘道器狀態。

欄位名稱	中文解釋	資料型態	格式	備註
samrtpole_id	智慧杆識別碼	字串	N/A	
smartpole_name	智慧杆名稱	字串	N/A	
smartpole_address	智慧杆地址	字串	N/A	
smartpole_latitude	智慧杆緯度(WGS84)	數值	N/A	
smartpole_longitude	智慧杆經度(WGS84)	數值	N/A	
light_id	燈具設備識別碼	字串	N/A	
light_name	燈具設備名稱	字串	N/A	
light_state	燈具設備狀態	數值	N/A	1:開 0:關
light_brightness	燈具設備明亮度	數值	N/A	
light_consumption	燈具設備用電量	數值	N/A	
light_in_octets	燈具設備上行數據流量	數值	N/A	
light_out_octets	燈具設備下行數據流量	數值	N/A	
light_datetime	燈具設備日期時間	字串	N/A	
control_gateway_id	控制閘道器編號	字串	N/A	
control_gateway_name	控制閘道器名稱	字串	N/A	
control_gateway_info	控制閘道器資訊(e.g., 韌體版本、型號、通信技術)	json	N/A	
control_gateway_state	控制閘道器狀態 (e.g., 在線、離線)	字串	N/A	
control_gateway_in_octets	上行數據流量	數值	N/A	
control_gateway_out_octets	下行數據流量	數值	N/A	

control_gateway_electricity	控制閘道器電力統計資訊 (e.g., 電流、電壓、電 量、安培)	json	N/A	
control_gateway_datetime	控制閘道器日期時間	字串	N/A	
temperature_sensor_id	溫度傳感器識別碼	字串	N/A	
temperature_sensor_interface	溫度傳感器通信介面	字串	N/A	
temperature_sensor_state	溫度傳感器狀態	數值	N/A	
temperature_sensor_data	溫度傳感器資料	數值	N/A	
temperature_sensor_consumption	溫度傳感器用電量	數值	N/A	
temperature_sensor_in_octets	溫度傳感器上行數據流量	數值	N/A	
temperature_sensor_out_octets	溫度傳感器下行數據流量	數值	N/A	
temperature_sensor_datetime	溫度傳感器日期時間	字串	N/A	
water_sensor_id	水浸傳感器識別碼	字串	N/A	
water_sensor_interface	水浸傳感器通信介面	字串	N/A	
water_sensor_state	水浸傳感器狀態	數值	N/A	
water_sensor_data	水浸傳感器資料	數值	N/A	
water_sensor_consumption	水浸傳感器用電量	數值	N/A	
water_sensor_in_octets	水浸傳感器上行數據流量	數值	N/A	
water_sensor_out_octets	水浸傳感器下行數據流量	數值	N/A	
water_sensor_datetime	水浸傳感器日期時間	字串	N/A	
vibration_sensor_id	震動傳感器識別碼	字串	N/A	
vibration_sensor_interface	震動傳感器通信介面	字串	N/A	
vibration_sensor_state	震動傳感器狀態	數值	N/A	
vibration_sensor_data	震動傳感器資料	數值	N/A	
vibration_sensor_consumption	震動傳感器用電量	數值	N/A	
vibration_sensor_in_octets	震動傳感器上行數據流量	數值	N/A	
vibration_sensor_out_octets	震動傳感器下行數據流量	數值	N/A	
vibration_sensor_datetime	震動傳感器日期時間	字串	N/A	

door_sensor_id	開門傳感器識別碼	字串	N/A	
door_sensor_interface	開門傳感器通信介面	字串	N/A	
door_sensor_state	開門傳感器狀態	數值	N/A	
door_sensor_data	開門傳感器資料	數值	N/A	
door_sensor_consumption	開門傳感器用電量	數值	N/A	
door_sensor_in_octets	開門傳感器上行數據流量	數值	N/A	
door_sensor_out_octets	開門傳感器下行數據流量	數值	N/A	
door_sensor_datetime	開門傳感器日期時間	字串	N/A	

b) 影像監控安防

欄位名稱	中文解釋	資料型態	類型	格式	備註
control_gateway_id	控制閘道器 識別碼	字串	必填		
device_id	影像監控安 防設備編號	字串	必填		
datetime	訊息日期時 間	字串	必填	ISO 8601 format 例、 2020-07- 20T05:50:00Z	
power_status	電源迴路狀 態	布林	必填	1:開；0:關	
camera_type	監視器型式	字串	選填		

c) 廣告推播子系統

欄位名稱	中文解釋	資料型態	類型	格式	備註
control_gateway_id	控制閘道器 識別碼	字串	必填		
device_id	廣告推播設 備編號	字串	必填		
datetime	訊息日期時 間	字串	必填	ISO 8601 format 例、 2020-07- 20T05:50:00Z	
power_status	電源迴路狀 態	布林	必填	1:開；0:關	

d) 充電樁子系統

欄位名稱	中文解釋	資料型態	類型	格式	備註
control_gateway_id	控制閘道 器識別碼	字串	必填		
device_id	燈具設備 編號	字串	必填		
datetime	訊息日期 時間	字串	必填	ISO 8601 format 例、 2020-07- 20T05:50:00Z	
power_status	電源迴路 狀態	布林	必填	1:開；0:關	
usage_status	車輛充電 狀態	字串	選填	充電中, 充飽, 未使用	
charging_power	充電功率	字串	選填	KW	
charging_current	充電電流	字串	選填		

charging_voltage	充電電壓	字串	選填		
charge_stime	開始充電 時間	字串	選填	[yyyyMMddHHmmss]	充電中有 值
charge_etime	車輛充電 狀態	字串	選填	[yyyyMMddHHmmss]	充電中有 值

e) 緊急呼救系統

欄位名稱	中文解釋	資料型態	類型	格式	備註
control_gateway_id	控制閘道器 識別碼	字串	必填		
device_id	緊急呼救設 備編號	字串	必填		
datetime	訊息日期時 間	字串	必填	ISO 8601 format 例、 2020-07- 20T05:50:00Z	
power_status	電源迴路狀 態	布林	必填	1:開；0:關	
alarm_status	緊急呼救狀 態	字串	選填	ON/OFF	
alarm_time	緊急呼救時 間	字串	選填	ISO 8601 format 例、 2020-07- 20T05:50:00Z	

f) 邊緣運算

欄位名稱	中文解釋	資料型態	類型	格式	備註
control_gateway_id	控制閘道器識別碼	字串	必填		
device_id	邊緣運算設備編號	字串	必填		
datetime	訊息日期時間	字串	必填	ISO 8601 format 例、2020-07-20T05:50:00Z	
power_status	電源迴路狀態	布林	必填	1:開；0:關	
system_config_hw	系統硬體規格	字串	選填		CPU, GPU, Memory, ...
system_config_sw	系統軟體規格	字串	選填		OS, version,...
system_usage	系統使用量	字串	選填		CPU, MEMORY, STORAGE...
gpio_dir_num	gpio in out狀態	布林	選填		
gpio_val_num	gpio high low狀態	布林	選填		
cpuTempCelsius	cpu溫度	數值	選填	°C	
mbTempCelsius	主機板溫度	數值	選填	°C	
cpuFan1Speed	CPU風扇	數值	選填	rpm	

chaFan1Speed	系 統 風 扇	數值	選填	rpm	
power3Voltage	3.3V	數值	選填	V	
power3vsbVoltage	3.3Vsb	數值	選填	V	
vbatVoltage	電 池 電 壓	數值	選填	V	
power5Voltage	5V	數值	選填	V	
vcoreVoltage	核 心 電 壓	數值	選填	V	
vccmVoltage	記 憶 體 電壓	數值	選填	V	
dcinVoltage	DC IN 電 壓	數值	選填	V	

7.5 邊緣服務與雲端服務的互動

邊緣運算是為了能在最小延遲時間內處理大量的數據，運算的結果即為邊緣服務的資源，因此邊緣服務的通訊協定含蓋了資源管理、雲端通訊、遠程佈署、資料格式等規範。

7.5.1 資源管理

作為 Linux 基金會的一部分，雲原生運算基金會 (CNCF) 正在推廣雲原生技術 (CNT) 的集合，雲原生技術能使組織在邊緣和雲端運算環境中構建和運行可擴展的應用程序。它提倡使用軟體容器、服務網格管理、微服務、不可變基礎設施和宣告式應用程式介面來說明實現動態應用 EN 程序和服務管理的方法。

7.5.1.1 軟體容器化，註冊和分發

在邊緣和雲端運算平台上運行的所有軟體均應根據以下規格進行容器化：

(a) 規格：開放容器提議 (OCI) 映像與執行環境標準

- (b) 封裝格式：雲端原生應用程序軟體包 v1 (CNAB 1)
- (c) 容器執行環境：OCI 執行環境的實行參考，runc，
- (d) 容器執行環境介面 (CRI)：適用於 OCI 相容的執行環境的 Kubernetes CRI 或容器化 (v.1.1)，新的 Docker 容器執行環境

7.5.1.2 持續整合/持續交付

持續整合與持續交付或持續部署 (Continuous Integration / Continuous Delivery or Deployment, CI/CD) 在應用程序的整個生命週期（從整合及測試到交付和部署）中執行自動化和監測。建議以 GitOps 為基礎的 Argo 是 CNCF 推薦給 Kubernetes 編排者的容器持續交付工具。

7.5.1.3 軟體容器管理與編排

軟體容器管理與編排主要是負責管理軟體容器的生命週期，當中包含但不限於開通與部署軟體容器、軟體容器的可用性維護、在基礎架構中縮放或移除軟體容器來平均分散計算壓力、轉移軟體容器於不同節點、在軟體容器間分配資源、將軟體容器中的服務對外曝光、針對服務於多個軟體容器中進行負載平衡、軟體容器與本機設備狀態監控、設置軟體在軟體容器相關設定。以下為常見之軟體容器管理與編排平台。

Kubernetes（又稱K8s）是市場領先的管理和編排平台，使用於跨主機群的自動執行應用程序容器的部署，排列和運作。Kubernetes最初由Google開發，是CNCF軟體架構的基礎，可用於編排在邊緣和雲端運算環境中運行的軟體。

7.5.2 遠端佈署

在智慧杆這類的分佈式邊緣雲端運算系統中，軟體更新是駭客一直使用的攻擊行為；因此，它們必須由強大的加密功能（例如數位簽章）所保護，以證明軟體物件的真實性和完整性，並且由具有安全更新協定、可信公證人和防護登錄的安全軟體分配基礎設施來執行以應對各種線上攻擊。以下章節描述了此基礎架構中的每個組件。

7.5.2.1 軟體更新安全規範

在 CNCF 現行規範之下所構成的軟體更新安全規範 (TUF) 是一套用於自動識別軟體更新並安全下載它們的加密功能、文件格式和標準操作程序。一種不同的版本稱為 Uptane 的軟體更新安全規範也被廣泛用於在汽車行業實行安全的無線 (OTA) 軟體更新。

TUF 目的在滿足各種軟體物件的更新需求，包括系統軟體、應用軟體和軟體庫。它透過建立軟體物件的雜湊值、簽名密鑰的身份和詮釋資料記錄的到期時間的數位簽章詮釋資料來執行追蹤軟體物件狀態的可驗證記錄。使用這些詮釋資料，TUF 可以識別必要的軟體更新、下載它們並檢查它們的有效性，而無需主系統的介入。

7.5.2.2 軟體公證

軟體公證是 CNCF 用於驗證軟件對象的真實性和完整性的現行規範。公證者如同受信任的第三方通過將其數字簽章附加到這些對象的雜湊值和詮釋資料來認證軟件物件。消費者可下載這些物件並藉由使用公證者的公鑰檢查附加的數位簽章來驗證它們的真實性和完整性。公證 (Notary) 是完全與軟體更新安全規範 (TUF) 結合以作為軟體驗證及系統更新的無縫運行。

7.5.2.3 軟體登錄檔

軟體登錄檔作為軟體更新基礎結構的第三個組件，登錄檔是用於存儲經過驗證的軟件對象並使其可供下載的一個存儲庫或存儲庫集合。在 CNCF 上下文中，容器登錄是 Kubernetes、DevOps 和以容器為基礎的應用程式開發的登錄檔。Harbor 2.0 是目前第一個符合 Open Container Initiative (OCI) 的開源登錄中心，通過多種架構（包括 Docker、CNAB 和 OPA）為容器鏡像提供完整的雲原生支持。除了作為軟體存儲庫的運作之外，Harbor 2.0 還支援使用 Trivy 進行軟體漏洞掃描、使用 TLS 進行安全的 Harbor 組件通信以及使用 Webhook 與 Slack 互動。

7.5.3 邊緣與雲端之間通訊協定

邊緣與雲端通訊通常使用下表列出的服務、交易和安全協定來進行。

表7.5.3-1 邊緣與雲端之間通訊協定

Service Paradigms	Service Protocols	Transaction Protocols	Security Protocols
Client-Server (Web Services)		RESTful [81] HTTP [82] / COAP [83]	TLS [88]/ DTLS [89]
Client-Server (Multimedia)	WebRTC [78], SIP [79]	WebSocket [84]	
Publish-Subscribe	DDS [80]	MQTT [85], AMQP [86], DDSI-RTPS [87]	

7.5.4 邊緣與雲內部通訊協定

Google Remote Procedure Calls (gRPC) 最初於2015年在Google開發。gRPC使用 HTTP / 2進行傳輸及協定緩衝區（或FlatBuffers）當作跨平台物件的序列化語言。它提供身份驗證，雙向串流和中介軟體控制，封鎖/非封鎖綁定以及取消和超時。gRPC應該使用於將前端客戶端連接到後端的邊緣/雲端服務器連接之中的微服務。

7.5.5 雲端通訊資料格式

邊緣雲端訊息交換的語法和語義都必須針對特定應用進行指定。

在語法方面，JSON 是網際網路上客戶端-伺服器器和發佈-訂閱事務中最常用的資料交換格式。它應該是邊緣雲端通訊的默認資料交換格式。通常用於邊緣雲數據傳輸包括 Protocol Buffer（又名 protobuf）、Flat Buffers 以及 Apache Thrift（由 Facebook 使用）和 Ion（由 Amazon 創建）在內的幾種資料結構序列化方案。

在語義方面，JSON 訊息和序列化資料結構的解釋通常是特定於應用程式。儘管 OGC SensorThings API、W3C 萬維物聯網 (WoT) 和 OPC MTCConnect 都在嘗試為物聯網 (IoT) 和 IT/OT 設備開發通用詞彙表，但資料語義模型的融合是一個尚未實現的目標。

8. 資安系統（WG5負責）

8.1 5G 智慧杆安全架構

圖8.1-1說明了5G 智慧杆系統的功能構建方塊。該系統的主要功能是：（1）提供用於安裝無線通訊設備和附加裝置的實體結構，（2）為無線通訊設備和附加裝置提供通訊和資訊處理的支援。由於5G 智慧杆將被安裝在實體暴露的環境中，並且可能會受到8.1.3章節中列出的各種敵對攻擊的影響，因此提供通訊安全 (Communication Security, ComSec)、資訊安全 (Information Security, InfoSec) 和計算安全 (Computation Security, CompuSec) 成為對確保 5G 智慧杆系統所提供的服務之安全性、可靠性和可信賴性最為重要的因素。本節具體說明了用於實現此目標的兩層安全結構。[90]

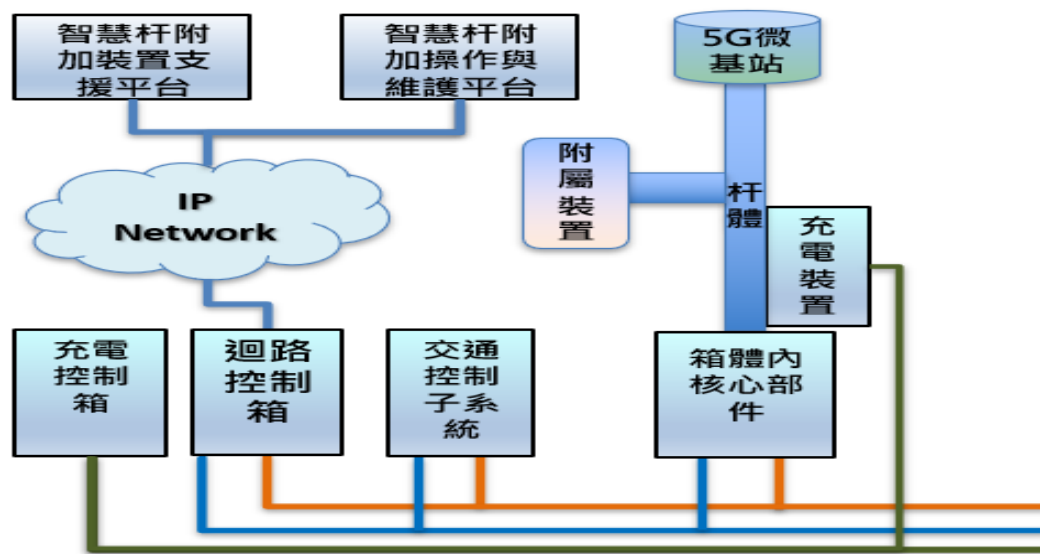


圖8.1-1 5G 智慧杆系統組成示意圖

8.1.1 核心部件

為了對安裝於5G 智慧杆的無線通訊設備和附加裝置提供通訊安全 (ComSec)、資訊安全 (InfoSec) 和計算安全 (CompuSec) 服務，必須將一組核心組件組織到一個可正確提供上述安全服務的安全系統中。以下是這些組件的清單。

- (a) 箱體內核心部件 (Core Components in Equipment Chassis)
 - (1) 乙太網路交換器 (Ethernet Switch)
 - (2) 杆控制器 (Pole Controller)
- (b) 區域網路 (Local Subnet)
- (c) 迴路控制箱 (Controller Node)
 - (1) 光纖路由器 (Fiber Router)
 - (2) 支援虛擬區域網路的乙太網路交換器 (VLAN Switch)
 - (3) 網路影像伺服器 (Networked Video Server)
 - (4) 邊緣運算伺服器 (Edge Server)
- (d) 智慧杆操作與維護平台 (Operation/Maintenance Platform)
 - (1) 即時狀態監視 (Real-Time Status Monitoring)
 - (2) 定時資料收集 (Scheduled Information Gathering)
 - (3) 電源管理 (Power Management)
 - (4) 用電資訊收集 (Power Metering)
- (e) 智慧杆附加裝置支援平台 (Service Support Platform)
 - (1) 支援即裝即用 (Plug-n-Play Support)
 - (2) 操作、維護及更新 (Operation, Maintenance & Update)

8.1.2 週邊部件

5G 智慧杆提供的無線通訊和感應/控制服務將通過附加裝置的通訊及控制子系統提供。這些週邊組件是核心組件所提供的安全服務的接收者。

- (a) 箱體內附加裝置 (Auxiliary Devices in Chassis)
 - (1) LED 路燈驅動器 (LED Light Driver)
- (b) 附加裝置 (Auxiliary Devices)
 - (1) LED 路燈 (LED Lights)
 - (2) 交通號誌 (Traffic Lights)
 - (3) 空氣品質感測器 (Air Quality Sensors)
 - (4) 氣象感測器 (Weather Sensors)

- (5) 自駕車路側裝置 (Roadside Units, RSU)
- (6) 影像與語音緊急求助裝置 (AV Emergency Calling Device)
- (7) 車輛充電裝置 (Vehicle Charging Apparatus)
- (c) 5G 通訊子系統 (5G Communication Subsystem)
- (d) 交通控制子系統 (Traffic Control Subsystem)

8.1.3 威脅模型

下表列出了針對智慧杆核心組件的通訊安全，資訊安全和運算安全的可能攻擊。

表8.1.3-1 5G 智能杆核心組件的威脅模型

核心部件 安全方面	操作與維護平台 ▪ 即時狀態監視 ▪ 定時資料收集 ▪ 電源管理 ▪ 用電資訊收集	裝置支援平台 ▪ 即裝即用支援 ▪ 操作維護及更新	迴路控制箱 ▪ 光纖路由器 ▪ VLAN 交換器 ▪ 網路影像伺服器 ▪ 邊緣運算伺服器	區域網路 ▪ Cat 5e	箱體 ▪ 乙太網路交換器 ▪ 智慧杆控制器
通訊安全方面 ▪ 機密性 ▪ 完整性 ▪ 可認證性	竊聽 冒名頂替 連結劫持 重複播放攻擊	竊聽 冒名頂替 連結劫持 重複播放攻擊	竊聽 冒名頂替 連結劫持 重複播放攻擊	竊聽 側邊通道攻擊	竊聽 冒名頂替 連結劫持 重複播放攻擊
資訊安全方面 ▪ 數據機密 ▪ 存取控制	隱私違反 數據損壞	軟體偷竊 程式損壞 模型損壞	隱私違反 數據損壞 軟體偷竊 程式損壞 模型損壞		隱私違反 數據損壞
計算安全方面 ▪ 平台可信性 ▪ 系統軟體可信性 ▪ 應用軟體可信性 ▪ 資訊隔離	隱私違反 數據損壞 結果損壞 軟體偷竊 程式損壞 模型損壞	裝置假冒 軟體偷竊 程式損壞 模型損壞	隱私違反 數據損壞 結果損壞 軟體偷竊 程式損壞 模型損壞		隱私違反 數據損壞

8.2 加密支援

硬體加密支援必須被用來實現包含機密性、完整性和身份認證的通訊安全 (ComSec) 服務。硬體加密支援還必須用來建構可信運算環境 (Trusted Execution Environments, TEE) 以執行可信的應用程式並保護其處理資料。

8.2.1 加密功能之要求

5G智慧杆上的控制器 / 伺服器節點必須支持以下三種類型的加密功能

- (a) 對稱密碼 (Symmetric/Secret-Key Ciphers) 用於機密性保護；
- (b) 非對稱密碼 (Asymmetric/ Public-Key Ciphers) 用於生成對稱密鑰，建立安全憑證並提供不可否認的服務。
- (c) 密碼雜湊函式 (Cryptographic Hash Functions) 用於提供完整性保護和對通訊方的身份認證

具體來說，控制器/伺服器節點至少應支持以下 FIPS 140-2 Annex A 批准的加密功能

- (a) 對稱密鑰密碼 (Symmetric Key Ciphers)：AES (至少具有128位密鑰)
- (b) 非對稱密鑰密碼 (Asymmetric Key Ciphers)：以 $\mathbb{Z}_p, \mathbb{Z}_n^*$ 為基礎 DH，RSA，DSA
- (c) 密碼雜湊函式：SHA-224，SHA-256，SHA-384，SHA-512
- (d) 隨機數字產生器 (Random Number Generators) [91]
- (e) 訊息驗證碼 (Message Authentication Codes)：CCM，GCM，GMAC [92]，HMAC [93]

8.2.2 加密處理器之要求

由於加密處理器通常佈署在實體暴露的環境中，因此硬體安全處理器必須安裝於5G智慧杆上的控制器節點內，例如信賴平台模組 [94] (Trusted Platform Module, TPM)，即通常所說的平台安全處理器 (Platform Security Processor, PSP)，或處理器核心上的加密處

理器及安全可信執行模式，例如 ARM TrustZone™安全模式以實現高強度密碼身份驗證、資料加密和密鑰管理。

在不同的硬體安全處理器中，實現可信運算群組 (Trusted Computing Group, TCG) 發布的信賴平台模組庫 (TPM Library) v.2.0 所規範的硬體安全處理器是本規範的推薦作法。它們透過 PKCS#11 支援額外的加密算法、增強的授權機制和簡化的管理介面。2020 年 2 月發布的這份報告中可以找到可用的 TPM 2.0 相容產品列表。

真實隨機數字產生器 (True Random Number Generator, TRNG) 也應實現於控制器節點上所安裝的硬體安全處理器，以作為隨機密鑰或隨機數值的不確定性來源。

8.3 通訊安全方面

8.3.1 一般要求

ITU-X.805 建議書 [95] 明定以下關於端對端通訊安全結構中之通訊安全 (ComSec) 服務，因為這些組件通常是佈置於實體無遮蔽的環境，所以通訊安全服務都應該於 5G 智慧杆系統核心組件間所有的實體或虛擬通訊通道中運作：

- (a) 連接/無連接通訊之保密性 (confidentiality)。
- (b) 連接/無連接通訊之完整性 (integrity)，包括防重放 (anti-replay) 之保護。
- (c) 資料來源身份/通訊對象之身分驗證 (authentication) 與通訊內容之存取控制 (access control)。

此外，在以下兩種通訊通道中將因應通訊環境而增添其他安全要求：

- (a) 控制器節點-雲端運作與維護服務支援平台之間的通道，簡稱為節點-雲端通訊通道 (Node-Cloud Communication Channels)。
- (b) 設備箱體與安裝在 5G 智慧杆上的各種週邊組件之間的通道，簡稱為節點-設備通訊通道 (Node-Device Communication Channels)。

8.3.2 節點與雲端通訊之安全要求

加密重要數據來源或對等身份驗證服務必須使用在控制器節點中所安裝的加密處理器所維護的安全憑證來實現（第8.2節）。通道存取控制應根據以雲端營運/維護和服務支持平台一起制定的通訊安全策略來實施，這是其服務級別協定 (Service Level Agreements, SLA) 的一部分。

節點-雲端通訊中使用的密鑰應與支援前向保密保護的密鑰管理協議進行協商。

由於節點雲端通訊通道可能會經過開放的網際網路甚至無線網際網路，因此需要使用有限制的通訊流量機密性來保護它們，其中包括封包的大小和封包之間傳輸間隔的模糊性。

8.3.3 節點與週邊部件通訊之安全要求

由於5G 智能杆上安裝的各種週邊組件的雲端服務支援平台通常由控制器節點進行，因此節點-雲端通訊通道必須保留週邊組件與服務支援平台間的互聯互通性及互操作性。

由於在不同的設備和服務間，附加裝置和控制器節點之間的通訊媒體和協議的選擇可能會有所不同，因此應在每個服務的個別網路安全規範中指定其安全性要求。

8.3.4 推薦做法：協議套組

節點-雲端通訊通常使用表8.3.4-1中列出的服務，交易和安全協議來進行。其中資料分散服務 (Data Distribution Service, DDS) [80]，開放平台通訊統一架構 (OPC Unified Architecture, OPC UA) [96]和機械設備通訊標準 (Machine Type Communication, MTConnect) [97]，網頁即時通訊 (Web Real-Time Communication, WebRTC) [78]與對話啟動協定 (Session Initiation Protocol, SIP) [79]是協議套件，其提供的服務功能超出了僅於主從式或發佈訂閱的交易支援。它們被歸類為服務協議且通常在工業/製造系統中使用。[98]

表8.3.4-1 節點與雲端間的安全通訊協定套件

Service Paradigms	Service Protocols	Transaction Protocols	Security Protocols
Client-Server (Manufacturing)	OPC UA [96], MTConnect [97]	RESTful HTTP / COAP	TLS [88] /DTLS [89]
Client-Server (Multimedia)	WebRTC [78], SIP [79]	WebSocket [99]	
Charging Station		OCPP	
Publish-Subscribe	DDS [80]	MQTT [100], AMQP [86], DDSI-RTPS [87]	

8.3.5 推薦做法: 防火牆與虛擬私人網路

8.3.5.1 防火牆 (Firewalls)

原本的防火牆目的只是用於確保只有被允許的連結能和企業網路建立。防火牆也用於限制網路內部可以存取的服務類型。防火牆的這些基本功能都可以通過封包過濾來實現，將封包頭段中的 TCP/UDP、來源 IP 地址、來源通訊埠編號、目的 IP 地址、目的通訊埠編號等 5 元組與過濾策略進行比較，以判斷是否通過或丟棄資料封包。

然而，因基於傳輸控制協定的應用程式的爆發性成長，基於 5 元組規則的資料封包過濾規則也遠遠不足。此外駭客和網路攻擊者可能會使用規避技術來擊敗傳統防火牆功能的威脅也越來越大。因此大多數現代防火牆應該具有應用程式感知能力，並且可以使用深度封包檢測 (Deep Packet Inspection, DPI) 進行應用流量的檢測。

現代防火牆的另一個特點是檢查傳輸層安全協定 (Secure Sockets Layer, SSL) 流量的能力。從社群媒體到整合通訊，越來越多的網站使用 SSL 作為默認的通訊協定。不幸的是，駭客仍可使用 SSL 來掩蓋他們的攻擊或傳送惡意載荷內容。因此，大多數現代防火牆都具有 SSL 檢查功能。

此外，現代防火牆通常提供高級網路安全服務，包括了：網路應用程式感知、SSL 解密/檢查、入侵檢測 (Intruder Detection, IDS) / 入侵防護 (Intruder Prevention, IPS)、數據

洩漏防護 (Data Leakage Prevention, DLP)、內容安全過濾包括防垃圾郵件、反毒、網域名稱過濾和 虛擬私人網路存取。可以執行其中一項以上功能的設備通常稱為下一代防火牆 (Next-Generation Firewalls, NGFW)。

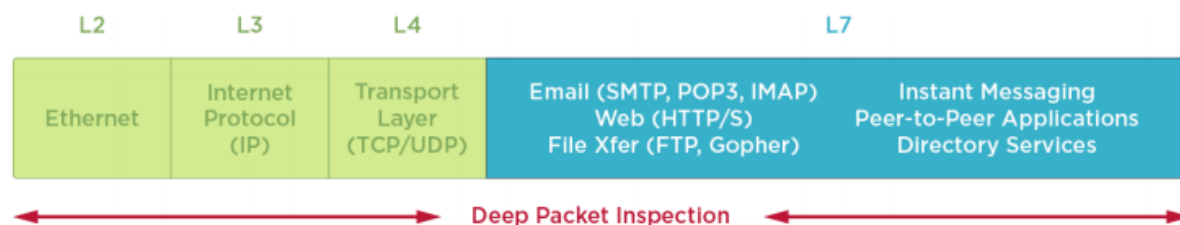


圖8.3.5.1-1 深度封包檢測

8.3.5.2 虛擬私人網路 (Virtual Private Networks, VPN)

虛擬私人網路用來提供企業、遠端或漫遊員工以及生意夥伴能安全的接取各個網站。下面兩個是常用的協定：

- (a) 傳輸層安全協定 (SSL)。此協定保護及加密訊務，並提供網頁型式的介面供資訊存取。
- (b) 網際網路安全協定 (IP Security, IPSEC)。這是網路層的安全，如圖所示，對路由器間的所有訊務進行封裝及加密。

如圖 8.3.5.2-1 所示，在網際網路安全協定 (IPSEC) 中，原始資料封包被封裝在一個新的資料封包中，該資料封包包括了一個額外的 ESP (Encapsulated Security Payload) 標頭。標頭和附加標尾以及可選的身份驗證標頭 (Authentication Header, AH) 用於確保可驗證資料封包的來源。

網際網路金鑰管理 (Internet Key Exchange, IKE) 是網際網路安全的一部分，負責溝通安全群組 (Security Associations, SA) 以建立基於互相同意的金鑰及演算法的虛擬私人網路連結或隧道。金鑰管理包括兩階段，第一階段是利用 Diffie-Hellman 金鑰協議協定，在兩個用戶間建立認證的安全通道；第二階段，金鑰管理會協調網際網路安全群組並產生所需要的金鑰資料。

第二版金鑰管理 (IKEv2) 是金鑰管理的改進版本。這些改進包括了減少頻寬消耗、支援可擴展身份驗證協定 (Extensible Authentication Protocol, EAP)、支援行動金鑰管理、支援網路位址轉換 (Network Address Translation, NAT) 穿透、偵測連線狀態並使 IKE 於連接中斷時自動重新建立連接。虛擬私人網路相關的請求意見稿 (Request for Comments, RFC) 如下。

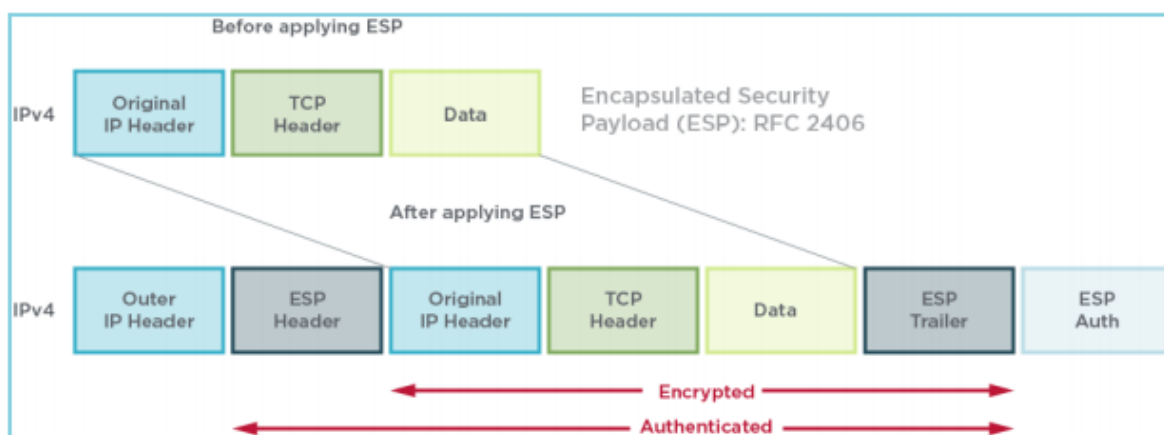


圖8.3.5.2-1網際網路安全封裝

表8.3.5.2-1、網際網路安全以及對應的請求意見稿

Item	RFCs	Item	RFCs
IPSec AH	4301, 4302	IPSEC IKE/IPv6	2407, 2408, 2409
IPSec ESP	4301, 4303, 2403, 2404, 2405	IKEv2	7296
IPSec IKE	2407, 2408, 2409	L2TP	2661
IPSec AH/IPv6	4301, 4302	PPTP	2637
IPSec ESP/IPv6	4301, 4303, 2403, 2404, 2405, 2406	IKEv2/IPv6	4306, 5996

8.4 資訊安全方面

為了保護5G智慧杆內所維護的應用程式和運作資料的機密性及完整性和私密性，這些智慧杆上面所安裝的資料處理設備（包括智慧杆控制器、網路視訊伺服器和邊緣伺服器）必須實現資料安全性並共同對這些資料組施以存取控制。以下各章節規定了這些設備必須滿足的最低要求。

8.4.1 核心組件中的數據安全要求

由於安裝在5G智慧杆設備機箱中的智慧杆控制器可以在沒有網路連接以及/或者停電的情況下，將安裝在同一個智慧杆上的附加裝置所收集的數據保留（數據保留天數依使用單位之需求決定），因此這些數據應使用從操作/維護平台分派的對稱密鑰進行加密。

視訊伺服器和邊緣伺服器應將智慧杆控制器視為與這些伺服器相關的安全存儲設備。

8.4.1.1 推薦做法: 磁碟加密

在沒有網路連接或電力的情況下，必須使用具有磁碟加密功能的大容量存儲設備來存儲安裝在同一智慧杆上的週邊設備所收集的資料。加密密鑰應被維護於存儲設備上的加密處理器中。

8.4.2 核心組件中的存取控制要求

服務支持平台和操作/維護平台將分別通過視頻服務器和邊緣服務器從附加裝置存取應用程式和操作數據。基於角色或屬性（包括身份）的存取控制應在所有的遠端數據存取上強制執行。

8.5 計算安全方面

8.5.1 一般要求

8.5.1.1 硬體信任根

硬體信任根 (hardware Root-of-Trust, hRoT) 是電腦系統中執行加密功能並維護用於安全啟動過程中使用的密鑰的安全模組。它也是電腦系統的硬體平台與在該平台上運行的軟體之間的信任鏈的起點。硬體信任根因此奠定了可信運算的基礎。

由於控制器節點內的網路視訊伺服器和邊緣伺服器會執行從雲端服務支援平台下載的軟體應用程式，因此這些伺服器都應該在其硬體平台上安裝硬體信任根並支援可信運算。

8.5.1.2 安全加密啟動

安全啟動 (Secure Boot) 是電腦系統在啟動過程中載入數位簽證過的系統軟體(包括啟動程式、韌體、操作系統核心和系統模組)的過程。這個過程中會使用硬體信任根 (hRoT) 的加密功能和密鑰來驗證韌體和軟體模組的數位簽章。只有使用硬體信任根裡面的公鑰驗證過的系統軟體模組才會被容許於此電腦系統上執行。除了安全啟動之外，加密啟動更進一步允許韌體/軟體提供者及電腦系統之間共享被對稱密鑰加密過的韌體和軟體模組。如此一來加密模組就會受到保護並可防止被非授權使用者的非法洩露或非法使用。

作為一個可信運算平台，控制器節點應該支援安全啟動。如果控制器節點的韌體和系統軟體模組包含了專有程序，模組/或配置，那麼控制器節點也應該支援加密啟動。

8.5.1.3 資訊隔離

控制器節點中的視訊伺服器和邊緣伺服器可以當成進出附加裝置之數據流的前端處理器。在這些情況下，來自於其他使用者的應用程式之資訊隔離以及在同一個伺服器上運作的操作/管理程序之資訊隔離，必須被用於保護每一個數據流及處理程序。以下三個資訊隔離層級其中之一必需用來提供必要的保護。

- (a) 應用層級資訊隔離：附加裝置所接收及傳送的數據可以經由在共同作業系統上運作的軟體容器裡的應用程式來處理，並由類如 Kubernetes (K8S) [100]的編排程式來進行管理。軟體容器具有單獨的命名空間和處理資源，並且可以在不同應

用程序之間強制進行資訊隔離；然而，這些分隔處理在作業系統層級上消失了。如此一來，軟體容器只能在單一使用者所管理的可信系統上運行的應用程式之間提供資訊隔離。

- (b) 核心層級資訊隔離：附加裝置所接收及傳送的數據可以透過在虛擬機監視器上的虛擬機應用程式來處理。每個虛擬機都運行自己的作業系統核心。因此，虛擬機可以在作業系統層級上強制執行資訊隔離。然而，如果對虛擬機管理程序和主機作業系統發起攻擊，此隔離層會被破壞。在大多數情況下，虛擬機能讓開放式多租戶系統不同使用者之間的資訊免於洩漏。
- (c) 硬體層級資訊隔離：在這種情況下，不僅是附加裝置收集的資料隱私需要被保護，智慧杆系統的所有者和營運者也需要被保護，因此，硬體層級的資訊隔離應該用於實行機密運算的範例[101]。為了建立受到保護的記憶體分割區和輸入輸出通道，記憶體加密和輸入輸出加密的特殊功能應該被加到影像伺服器、邊緣伺服器的記憶體管理單元（Memory Management Unit，MMU）和輸入輸出管理單元（I/O management unit，IOMU）。這些受保護的記憶體及輸入輸出通道應該與處理器或虛擬機綁定，以形成安全的區域。私密資料必須在這些安全區域內處理。這些資料只能由其擁有者存取。也必須僅限於被授權的用戶對私密資料處理的結果進行存取。

除了在資料處理環境中採用資訊隔離之外，附加裝置和服務支援平台之間的資料流（通常被稱為資料平面流量）也應透過資料加密或通道分離的方式從附加裝置和作業/維護平台之間的資訊流之中隔離。此者通常稱為控制平面流量。

8.5.1.4 裝置加載與服務開通

所有安裝在5G智慧杆上的通訊及資料處理/儲存設備(包含乙太網路交換器、光纖路由器、智慧杆控制器、網路影像伺服器和邊緣伺服器)均應透過可信任的裝置加入處理過程來進行部署，其步驟須符合下列程序。首先，在每台設備部署之前，製造商必須將出廠預設的裝置身份和安全憑證（採取私鑰及其相關的公鑰憑證或單獨密鑰的形式）安裝到

設備中受保護的記憶體。接著於部署過程中，作業/維護平台與設備 建立永久連接前需先驗證該設備的出廠預設裝置身份和安全憑證。在成功的身份驗證過程結束時，作業/維護平台應在驗證過的設備中安裝系統特定的設備身份和安全憑證。建立該設備與5G 智慧杆系統的所有核心組件間的安全通訊和資訊存取控制時應使用這些系統特定的設備身份和安全憑證。這些身份和安全憑證也應盡可能用在和系統週邊組件的資訊交換。

除了使用第5.1.2節中提到的安全啟動來驗證系統韌體和軟體外，在運行5G 智慧杆的資料處理/儲存設備（包括智慧杆控制器，網路視訊伺服器和邊緣伺服器）前也應該對應用程式的雜湊值和數位簽名進行驗證。

8.5.1.5 安全韌體與軟體升級

安裝在5G 智慧杆上的通訊與資料處理/儲存設備應盡可能的使用包含安全的空中下載 (Over-The-Air, OTA) 更新方式在內的安全更新來更新系統和應用程式軟體。這些安全更新過程應依據新系統和應用程式軟體的雜湊值和由可信的第三方（例如代碼簽名機構或軟件容器公證單位）發布的數位簽章來驗證其真實性和有效性。這些更新過程還應使用特定的系統裝置識別方式和安全憑證來對通訊/程序處理設備進行身份驗證。這些更新過程也應依據第8.2.1節提到的安全通訊通道進行保護。

8.5.2 推薦做法：可信任邊緣運算

透過與 WG4 和 WG6 的合作，WG5 的成員達成以下共識，邊緣計算尤其是與ETSI 標準符合的多接入邊緣計算 (Multiaccess Edge Computing, MEC) 應該作為部署在5G智慧杆上一項服務。我們也對邊緣計算的部署達成了以下的初步協議：

- (a) 5G 通信的資料流和智慧杆核心組件之間的資訊流可能經由不同的路徑。例如5G 基礎設施和智慧杆基礎設施可能會部署獨立的光纖網路。
- (b) 安裝邊緣運算伺服器的首選位置可能是在電信交換中心內。這些距離基地站僅1至2個跳接點的空調機房是電信流量和潛在數據通信流量的集中點。

(c) 為保證系統的互操作性，我們建議邊緣計算服務應通過雲端原生運算平台 (Cloud Native Computing Foundation, CNCF) 來實現。雲端原生運算平台 (CNCF) 所提倡的以容器為基礎之雲端原生運算範例已被 5G RAN、核心網路以及多接入邊緣計算系統所採用。廣泛的開源軟體模組可幫助快速開發雲端原生網路功能和應用程式。

8.5.2.1 雲端原生運算

雲端原生運算基金會 (CNCF) 作為 Linux 基金會的一部分，目前正在推廣一系列雲端原生技術，這些技術使各組織能夠在邊緣運算和雲端運算環境中構建及運行具有擴展性的應用程式。它提倡使用軟件容器、服務網格、微服務、不可變基礎設施和聲明式 API 來作為動態應用程式和服務管理的方法的例子。

8.5.2.1.1 軟體容器化

在邊緣和雲端運算平台上運行的所有軟體均應根據以下推薦做法進行容器化 (Software Containerization)：

- (a) 規格：開放容器提議 (Open Container Initiative, OCI) 映像與執行環境標準
- (b) 封裝格式：雲端原生應用程式軟體包 v1 (Cloud Native Application Bundles v1, CNAB1)
- (c) 容器執行環境：Container Runtime (runc)，OCI 執行環境的實行參考
- (d) 容器執行環境介面 (Container Runtime Interfaces, CRI) [102]：CRI-O，適用於 OCI 相容的執行環境的 Kubernetes CRI 或容器化 (v.1.1)，新的 Docker 容器執行環境

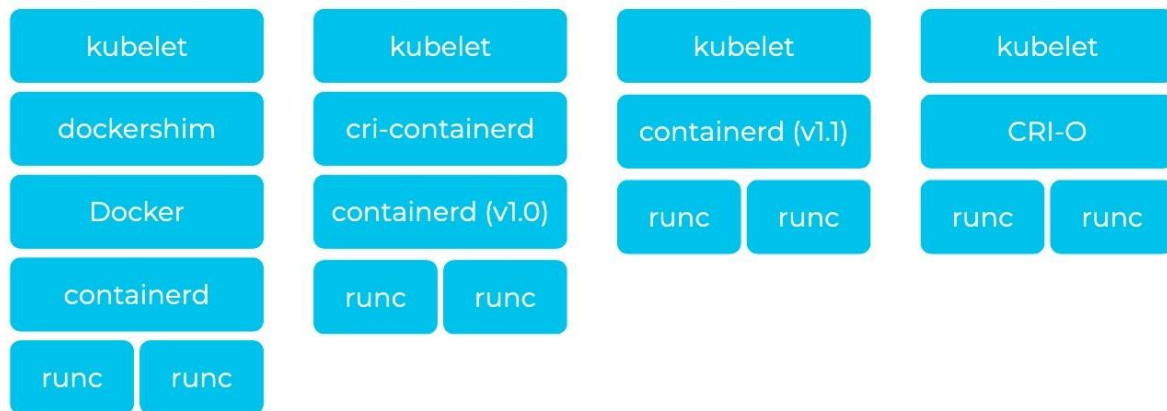


圖8.4.2 不同執行環境下的雲端原生運算基金會容器軟體堆疊

8.5.2.1.2 持續整合/持續交付

持續整合/持續交付或持續部署在應用程序的整個生命週期（從整合及測試到交付和部署）中執行自動化和監測。以 GitOps 為基礎的 Argo 是雲端原生運算基金會 (CNCF) 推薦給 Kubernetes 編排者的容器持續交付工具。

8.5.2.1.3 軟體容器管理與編排

軟體容器管理與編排 (Container Management and Orchestration) 主要是負責管理軟體容器的生命週期，當中包含但不限於開通與部署軟體容器、軟體容器的可用性維護、在基礎架構中縮放或移除軟體容器來平均分散計算壓力、轉移軟體容器於不同節點、在軟體容器間分配資源、將軟體容器中的服務對外曝光、針對服務於多個軟體容器中進行負載平衡、軟體容器與本機設備狀態監控、設置軟體在軟體容器相關設定。以下為常見之軟體容器管理與編排平台。

Kubernetes（又稱K8s）是市場領先的管理和編排平台，使用於跨主機群的自動執行應用程序容器的部署，排列和運作。Kubernetes 最初由 Google 開發，是雲端原生運算基金會 (CNCF) 軟體架構的基礎，可用於編排在邊緣和雲端運算環境中運行的軟體。

8.5.2.1.4 整合信息傳送

邊緣和雲端運算節點/服務器之間的通訊必須使用第 8.2.4 節中列出的服務，交易和安全協議來進行進行保護。

與邊緣和雲端運算基礎設施一起運行的微服務之間的通訊或許可以使用 gRPC 作為統一的通訊機制。

Google 遠端程序呼叫 (Google Remote Procedure Calls, gRPC) [103]最初於2015年在 Google 開發。gRPC 使用 HTTP v.2進行傳輸及協議緩衝區 [104] (或 FlatBuffers) [105]當作跨平台物件的序列化方法。它提供身份驗證，雙向串流和中介軟體控制，封鎖/非封鎖綁定以及取消和超時。

8.5.2.1.5 遠端佈署

在智慧杆這類的分佈式邊緣雲端運算系統中，軟體更新是駭客一直使用的攻擊行為；因此，它們必須由強大的加密功能（例如數位簽章）所保護，以證明軟體物件的真實性和完整性，並且由具有安全更新協定、可信公證人和防護登錄的安全軟體分配基礎設施來執行以應對各種線上攻擊。以下章節描述了此基礎架構中的每個組件。

(a) 軟體更新安全規範 (The Update Framework, TUF) [106]

在 CNCF 現行規範之下所構成的軟體更新安全規範 (TUF) 是一套用於自動識別軟體更新並安全下載它們的程序。一種不同的版本稱為 Uptane 的軟體更新安全規範也被廣泛用於在汽車行業實行安全的無線 (OTA) 軟體更新。

TUF 可滿足各種軟體物件的更新需求，包括系統軟體、應用軟體和軟體庫。它透過建立軟體物件的雜湊值、簽名密鑰的身份和詮釋資料記錄的到期時間的數位簽章詮釋資料來執行追蹤軟體物件狀態的可驗證記錄。使用這些詮釋資料，TUF 可以識別必要的軟體更新、下載它們並檢查它們的有效性，而無需主系統的介入。

(b) 軟體公證模組 (Software Notary) [107]

軟體公證是 CNCF 用於驗證軟件對象的真實性和完整性的現行規範。公證者如同受信任的第三方通過將其數字簽章附加到這些對象的雜湊值和詮釋資料來認證軟件物件。消費者可下載這些物件並藉由使用公證者的公鑰檢查附加的數位簽章來驗證它們的真實

性和完整性。公證模組 (Notary) 是完全與軟體更新安全規範 (TUF) 結合以作為軟體驗證及系統更新的無縫運行。

(c) 軟體註冊模組 (Software Registry)

軟體註冊模組作為軟體更新基礎結構的第三個組件，註冊模組是用於存儲經過驗證的軟件對象並使其可供下載的一個存儲庫或存儲庫集合。在 CNCF 上下文中，容器註冊是 Kubernetes [108]、DevOps [109] 和以容器為基礎的應用程式開發的登錄檔。Harbor 2.0 [110] 是目前第一個符合 Open Container Initiative (OCI) [111] 的開源登錄中心，通過多種架構（包括 Docker、CNAB 和 OPA）為容器鏡像提供完整的雲原生支持。除了作為軟體存儲庫的運作之外，Harbor 2.0 還支援使用 Trivy [112] 進行軟體漏洞掃描、使用 TLS 進行安全的 Harbor 組件通信以及使用 Webhook 與 Slack 互動。

8.5.2.2 安全容器

以 CGroup 為基礎的個別命名空間的應用程式層級之資訊隔離，被認為是不足以在多用戶環境中運行的容器（Containers）之間提供資訊保護。因此，建議使用基於虛擬機器 (VM) 的容器環境 (例如 Kata Containers [113] 與 gVisor [114]) 來運行具有微內核封裝和輸出入限制且符合 OCI 要求的安全容器。

8.5.2.3 強制存取控制

除了使用以虛擬機器為基礎的容器執行環境，使用強制存取控制 (Mandatory Access Control, MAC) 也被建議來控制以安全容器能力和/或權限級別為基礎的資源使用及安全容器之間的信息交換。在 CentOS、Debian 和 Ubuntu Linux 中內置的 SELinux 常用於實現以策略為基礎的強制存取控制。

8.5.2.4 可信運算

在與雲端運算設施互相運作的邊緣運算節點和服務器中，應採用具有以下基本功能的可信運算 (Trusted Computing) [115]。

8.5.2.4.1 簽署密鑰

簽署密鑰 (Endorsement Key) 是在邊緣運算節點/伺服器的製造和裝置載入過程中生成的 2048 位 RSA 私鑰/公鑰對。它們應該由硬體信任根所存儲、管理和使用，例如 TCG TPM 2.0 或 ARM TrustZone 的可信執行環境。

8.5.2.4.2 安全輸入和輸出

所有節點內和節點間的通訊必須使用 8.3 節中提到的通訊安全機制，通過機密性、完整性和身份驗證服務來進行保護。

8.5.2.4.3 記憶體遮蔽或受保護的執行

- (a) 受保護的記憶體分割區 (Protected Memory Partition) — 屬於不同用戶的應用程式所使用的記憶體必須彼此隔離以保護資料的機密性和完整性。內核或硬體層級的記憶體保護機制包括位址空間分隔和記憶體加密應被應用於這種隔離的實現。
- (b) 應用程式沙盒 (Application Sandboxing) — 除了強制執行記憶體隔離外，屬於不同用戶的應用程式應該在受保護的環境中執行，強制實行第 8.4.1.3 節中提到的應用程式、內核或硬體層級的資訊隔離。建議使用第 8.4.2.2 節中提到的以虛擬機 (Virtual Machine) 為基礎的容器等機制。

8.5.2.4.4 密封儲存

邊緣和雲端運算節點/伺服器持續儲存中的內容應該使用源自這些節點/伺服器的配置參數的加密密鑰進行加密，例如使用它們的硬碟序號或它們的網路介面卡的 MAC 位址。

8.5.2.4.5 遠端認證

5G 智慧杆的營運商必須對安裝在這些智慧杆上的安全架構中(第 8.1.1 節中提到)的核心組件的身份和配置進行身份驗證。

直接匿名認證 (Direct Anonymous Attestation) [116]是一種以群組公鑰為基礎的技術，如果特定設備/裝置需要保持匿名，也許可將 DAA 用於此認證過程。

8.5.2.4.6 可信任的第三方

在第 8.1.1 節中提到的安全架構的核心組件中使用的所有硬體和軟體都必須經過認可的認證機構 (Certification Authority, CA) 的認證。

第 8.4.2.1.5 節中提到的遠端佈署必須使用該憑證認證機構對部署在智慧杆上的這些邊緣運算節點/伺服器上的所有系統和應用軟體進行認證。

9. 應用規格（WG6 負責）

9.1 智慧照明

9.1.1 LED 路燈

(a) 適用範圍：5G 智慧杆之道路照明 LED 路燈。

(b) 引用標準：

- (1) 全臺設置 LED 路燈技術規範 [117]
- (2) CNS 15233 發光二極體道路照明燈具 [118]
- (3) CNS 14335-2-3 燈具-第 2-3 部：道路及街道照明用燈具之個別要求 [119]
- (4) 內政部營建署市區道路照明規範 [120]

(c) LED 路燈燈具之相關規定。

- (1) LED 路燈需符合 CNS 15233 之相關規定
- (2) LED 路燈需符合表 9.1.1-1 規範

表 9.1.1-1 LED 路燈規範表

LED 路燈高度	LED 路燈 額定輸入功 率	相對色溫 (標示)	額定發光 效率	其他要求
6 公尺以下	$\leq 70\text{W}$	中色溫 5000K 低色溫 3000K	≥ 120 lm/W	- 演色性 (Ra) 不低於 70 - 防塵防水： IP65 或 IP66
大於 6 公尺 8 公尺以下	$\leq 105\text{W}$			
大於 8 公尺 10 公尺以下	$\leq 140\text{W}$			
大於 10 公尺 12 公尺以下	$\leq 200\text{W}$			
大於 12 公尺	$\leq 350\text{W}$			

- (3) LED 路燈依據全臺設置 LED 路燈技術規範之道路設置參數條件進行模擬，須滿足模擬照度均勻度 ≥ 0.33 、模擬平均照度 $\geq 10\text{ lx}$ ；或依採購單位指定之道路照明需求。
- (4) LED 路燈之測試實驗室、測試報告及燈具標示，需符合全臺設置 LED 路燈技術規範之相關要求。

- (5) LED 燈具需預留智慧控制介面以利未來擴充（建置）智慧照明功能，例如採用符合美國國家標準 ANSI C136.41[74]之 NEMA 標準接頭以裝設路燈智慧照明控制器，且不得影響燈具整體效能。

(d) LED 路燈電源供應器之相關規定。

- (1) LED 路燈電源供應器需符合表 9.1.1-2 規定具獨立外殼設計

表 9.1.1-2 LED 路燈電源供應器規格表

項目		規格
輸入 Input	額定電壓 Rated Voltage	100-277 Vac
	額定頻率 Rated Frequency	50/60 Hz
	功率因數 PF	>0.92 @ 220Vac at 70% load & full load
	效率 Efficiency	> 90% @ 220Vac at full load (電源供應器額定功率>35W)
輸出 Output	輸出功率 Power Rating	功率範圍
	額定輸出電流 Current Rating	700mA $\pm$ 5% $\leq$ 150W (輸出功率) 1,400mA $\pm$ 5% >150W (輸出功率)
	輸出電壓 Voltage Rating	電壓範圍
	電源電壓調整率 Line Regulation	$\pm$ 3 % full load
	輸出漣波電流 Ripple current	$\pm$ 20 % @ 220Vac at full load
	調光介面 Interface	1~10V、DALI 或其他調光介面
保護 Protection	短路保護 SCP	Yes
	過壓保護 OVP	Yes
	過溫保護 OTP	Yes
使用條件 Environment	操作溫度 Operation temperature	-20 ~50 °C
	操作濕度 Operation Humidity	10 ~ 90 %

	儲存溫度 Storage temperature	-40 ~ 80 °C
	儲存濕度 Storage Humidity	10 ~ 90 %
安規與電磁 雜訊 Safety & EMC	安規 Safety Standards	CNS15467-1 (101 年版) [121]或 IEC 61347-1 [122] CNS15467-2-13 (101 年版) [123]或 IEC 61347-2-13 [124]
	電磁干擾 EMI	CNS14115 (87 年版) [27]或 CISPR 15 (IEC 55015) [125]
	諧波 Harmonics	依據:CNS14934-2 (94 年版) [126]或 IEC 61000-3-2 [127] 規格:C 級
	突波 Surge	依據:CNS14676-5 (91 年版) [128]或 IEC 61000-4-5 [129] 規格:L-N: 2kV ; L-PE: 4kV ; N-PE: 4kV
防塵防水 Ingress Protection		依據:CNS14165 (87 年版) [130] 或 IEC 60529 [131] 規格:IP65 或 IP66
註：此技術規範新增突波項目要求，可為加測，但須與原 LED 路燈電源供應器測試報告相同規格型號，測試報告須由原 LED 路燈電源供應器之同一家實驗室出具。		

(2) 電源供應器須於明顯處標示

(2.1) 製造商名稱或商標

(2.2) 型號

(2.3) 額定輸入電壓、額定輸入頻率、功率因數及輸入電流

(2.4) 額定輸出功率、額定輸出電流及輸出電壓範圍

(2.5) IP 防護等級

(2.6) 製造日期或代碼。

(3) 電源供應器廠商須出具財團法人全國認證基金會 (TAF) 或國際認可第三公正單位認證實驗室之試驗合格報告，試驗項目包含電源供應器之輸入、輸出、安規、電磁干擾與防塵防水，且須由同一家實驗室出具完整之測試報告。

9.1.2 智慧照明控制器

(a) 適用範圍：5G 智慧杆之智慧照明控制器。

(b) 引用標準：

- (1) CNS 13438 資訊技術設備－射頻擾動特性－限制值與量測方法 [132]
- (2) CNS14336-1 資訊技術設備－安全性－第 1 部：一般要求 [133]
- (3) PLMN11 行動寬頻業務窄頻終端設備技術規範 [134]
- (4) PLMN10 行動寬頻業務寬頻終端設備技術規範 [135]
- (5) LP0002 低功率射頻電機技術規範 [136]
- (6) TAICS TS-0027-1 v1.0 智慧路燈系統資安標準-第一部：一般要求 [137]
- (7) TAICS TS-0027-2 v1.0 智慧路燈系統資安標準-第二部：智慧照明 [138]
- (8) TAICS TS-0028-1 v1.0 智慧路燈系統資安測試規範-第一部：一般要求 [139]
- (9) TAICS TS-0028-2 v1.0 智慧路燈系統資安測試規範-第二部：智慧照明 [140]
- (10) TAICS TS-0034 v1.0 智慧路燈管理平台資料格式標準及測試規範-照明系統 [141]

(c) 智慧照明通訊傳輸可採用無線傳輸（4G、NB-IoT、SUB-1G 或其它）或有線傳輸（PLC、FIBER 或其它）。

(d) 智慧照明控制器建議採用符合美國國家標準 ANSI C136.41 之 NEMA 標準接頭。

(e) 智慧照明控制器需符合 CNS 13438 資訊技術設備－射頻擾動特性－限制值與量測方法及 CNS14336-1 資訊技術設備－安全性－第 1 部：一般要求，惟採用無線傳輸之控制器需符合 NCC 規範之無線射頻報告要求。

(f) 依行政院《各機關對危害國家資通安全產品限制使用原則》，禁止使用中國大陸製通訊模組。

(g) 聯網後之智能照明控制器可記錄個燈之電壓、電流、頻率、用電量、功率等資料，並可遠端控制燈具亮滅 (ON/OFF) 或調光 (10~100%) 等動作。

(h) 智慧照明控制器需符合表 9.1.2-1 之規格

表 9.1.2-1 智慧照明控制器規格

項目	規格
額定電壓 Rated Voltage	100-277 Vac
額定頻率 Rated Frequency	50/60 Hz
操作溫度 Operation temperature	-20 ~50 °C
操作濕度 Operation Humidity	10 ~ 90 %
儲存溫度 Storage temperature	-40 ~ 80 °C
儲存濕度 Storage Humidity	10 ~ 90 %
調光方式 Dim Interface	1~10V、DALI 或其它調光方式
防塵防水 Ingress Protection	IP65 或 IP66

9.2 影像監控安防

9.2.1 錄影功能

- (a) 支援的影像來源：網路攝影機，通用 RTSP 網址，Onvif ProfileS 攝影機
- (b) 影像壓縮（編解碼器）：H.264 / H.265 / MPEG-4 / M-JPEG / MxPEG
- (c) 錄影模式：連續/預定/事件錄製，多個事件警報，預警（最短 30 秒）和事後警報（最短 30 秒）錄製，當攝影機型號支援用戶定義的流時，全天候錄製和智能錄製，邊緣錄影（支持 Onvif Profile G 客戶端）
- (d) 自動快照/擷取圖：每 1,2,3,4,5,6,10,12,15,30,60 分鐘，並且支援保存到遠端目標
- (e) 百萬畫素錄影：支援百萬像素攝影機（解析度不低於 720p）
- (f) 流量類型：CBR / VBR
- (g) 傳輸協議：TCP / UDP / HTTP
- (h) 音頻支援：音頻輸入/輸出

- (i) 格式：G711muLaw / G711aLaw / G726 / AAC / PCM
- (j) 視訊系統：NTSC / PAL
- (k) 下載和匯出：在本地回放和遠端回放時透過網頁介面，FTP，SMB / CIFS 錄影匯出來下載錄影檔。
- (l) 多磁碟區支援：支援使用多個空間作為錄影空間。
- (m) 覆寫保留規則：支援指定天數，錄製正常和事件錄影串流，或保存文件的最大文件大小，以及是否要覆蓋舊文件，以便為新錄影騰出空間
- (n) 文件格式：標準 MP4
- (o) 最低頻道：4 個頻道

9.2.2 錄影儲存

支援儲存配置 / 專用儲存：獨立的錄影空間，確保專用錄影空間，高質量錄製，無性能干擾。可為不同串流種類（一般錄影, 事件錄影）分配不同的專用錄影空間。

9.2.3 攝影機整合

- (a) 支援傳輸協議：HTTP, RTSP RTP over TCP / UDP
- (b) Onvif Profile 支援：Profile S，Profile T
- (c) 相機形式支援：包括標準固定式，魚眼，360 度攝影機和 PTZ 攝影機。
- (d) 可通過 HTTP / RTSP 分享頻道：
 - (1) 經由 HTTP 分享，使用者可直接在瀏覽器上觀看即時串流
 - (2) 經由 RTSP 分享，使用者可取得 RTSP 串流網址
- (e) 通過 RTSP 網址取得回放串流

9.2.4 即時監看與錄影回放

- (a) 顯示解析度：1366 x 760 或更佳，並支援多顯示器（影像牆）
- (b) 同時監控即時影像：最小 32 頻道 (720p@H.264@30fps)
- (c) 同時回放：最小 16 頻道

- (d) 從開始播放到查看錄製影像的時間：1 秒內。
- (e) 連接伺服器的方法與功能：
 - (1) 支援安全登錄
 - (2) 支援記住密碼
 - (3) 支援自動登入
 - (4) 支援 domain 登入
 - (5) 支援登錄歷史列表
- (f) 直覺的即時和回放切換：時間軸上，可簡單點擊達成實時播放、回放和匯出
- (g) 檢視視圖：
 - (1) 存於伺服器, 以同樣使用者帳號換至其他電腦也可顯示一樣的視圖布局
 - (2) 動態檢視視圖編輯器
 - (3) 一個螢幕搭配一個檢視視圖
 - (4) 一個檢視視圖上可儲存以下資訊
 - (4.1) 攝影機與跨欄跨列的位置資訊
 - (4.2) 局部感興趣區域影像位置
 - (4.3) 還原的魚眼攝影機局部影像位置
 - (4.4) 數位縮放的局部影像位置
 - (4.5) 電子地圖
 - (5) 收到通知時可在視圖中關聯的攝影機顯示紅框閃爍告知
- (h) 循序輪播模式：提供至少兩種循序輪播模式：
 - (1) 以檢視視圖的定義順序輪播視圖
 - (2) 以特定版面布局輪播攝影機
- (i) 回放方法/取得錄影檔：需提供以下方法：
 - (1) 在攝影機所屬的時間線上點擊播放，即使該攝影機處於即時影像畫面時也可立即切換至回放影像
 - (2) 於月曆上選擇一個日期後顯示時間線再點擊時間線播放錄影影像
 - (3) 拖拉事件通知之中的攝影機截圖至檢視視圖直接播放影像
 - (4) 拖拉關鍵字搜尋結果之中的攝影機截圖至檢視視圖直接播放影像

(j) 使用者時間控制介面：

- (1) 前五分鐘 / 前一影格 / 暫停 / 播放 / 下一影格 / 下五分鐘
- (2) 速度：0.1 倍速 / 0.5 倍速 / 1 倍速 / 2 倍速 / 4 倍速 / 8 倍速 / 16 倍速 /
- (3) 跳至下一事件 / 跳至前一事件
- (4) 同步模式：讓畫面上所有的攝影機以同一時間齊步回放

(k) 支援設置感興趣區域 (ROI)

(l) 支援自動巡航/設置多個預設點的移動路徑，依照預設點設定移動攝影機，預設點最小支援數量：32

(m) 錄影檔匯出方式需支援：

- (1) 快速匯出，匯出一小時長度錄影檔不超過五分鐘
- (2) 附加時間戳記、頻道名稱在影片上
- (3) 轉為特定格式
- (4) 可消除聲音
- (5) 格式支援：AVI、MP4

(n) 快照圖片：支援格式：BMP/PNG/JPG，支援疊加頻道名稱、日期與時間於圖片

(o) 魚眼還原：影像還原功能支援魚眼攝影機或魚眼鏡頭攝影機，影像還原下列情況下都可運作：即時影像、回放、快轉、慢播。

(p) 電子地圖：

- (1) 地圖圖檔格式：PNG / JPG / SVG
- (2) 支援儲存電子地圖於伺服器置放攝影機和電子地圖於電子地圖
- (3) 可旋轉地圖角度，可顯示攝影機的狀態
- (4) 支援直接於電子地圖上查看即時影像

(q) 硬體加速/GPU 加速：支援 GPU 硬體加速的壓縮格式：H.264 / H.265

9.2.5 事件管理與紀錄

(a) 規則：支援使用者創建多個事件規則、設定排程與事件和動作綁定

(b) 事件：在事件規則中支援 "或" 或是 "同時" 邏輯

- (c) 支援事件類型（來自於攝影機）：動態偵測 / 警報輸入 / 聲音偵測 / 跨線偵測 / 數位追蹤 / 侵入偵測 / 遮蔽偵測 / 連線錯誤 / 重新連線 / 錄影空間錯誤 / 錄影空間警告 / 錄影空間已滿 / 錄影空間恢復 / 磁碟警告 / 磁碟錯誤 / 磁碟使用小時警告 / 事件 URL
- (d) 動作：支援動作類型：事件錄影 / 警報輸出 / 攝影機控制（根據預設點），推播通知，電子信箱，簡訊
- (e) 支援在通知電子信箱中夾帶攝影機截圖
- (f) 支援 Gmail 的 SMTP（需支援兩步驟驗證帳號）
- (g) 桌面版本 Client 通知：至少提供以下方法：通知列表、叮咚聲、電子地圖更換圖標、攝影機外框紅色閃爍
- (h) 記錄類型：系統事件記錄、系統連線記錄、線上使用者記錄、監控事件記錄、監控設定記錄

9.2.6 備份與擴充

- (a) 遠端備份：支援錄影至遠端儲存裝置，也可定期排程執行備份任務。
- (b) 支援將遠端儲存裝置內的備份資料定期刪除最舊的錄影檔。
- (c) 外接備份：可複製影片檔至外接裝置，支援外接擴展櫃
- (d) 雲端備份：可備份錄影檔至至少包括 Amazon S3, Google Drive 的雲端錄影空間

9.2.7 設定與管理

- (a) 桌面版網頁：
 - (1) 支援多視窗、多任務設定。
 - (2) 具備主目錄、智慧儀表板、拖拉圖標的智慧桌面
 - (3) 支援 Google Chrome, Mozilla Firefox 瀏覽器
- (b) 攝影機管理：
 - (1) 自動搜尋攝影機
 - (2) 批次新增 / 修改攝影機
 - (3) 可匯出 / 匯入 CSV 格式的攝影機連線設定檔

- (c) 網頁式管理介面：可透過瀏覽器查找 MP4 錄影檔案，可透過分享網址安全的分享錄影檔
- (d) 授權升級：可動態線上根據需求擴充頻道授權

9.2.8 安全防護

- (a) 支援安全連線：HTTPS（並支援兩步驟驗證）、SSH
- (b) 惡意病毒移除工具：提供偵測是否有被植入惡意程式。
- (c) 網路存取防護：可設定允許或封鎖的網路 IP 清單
- (d) 自動登出：可設定閒置多久，自動登出使用者
- (e) 使用者權限管理：可根據不同的使用者量身打造不同的權限允許設定
 - (1) 允許程度：提供允許、拒絕、不決定（採用繼承結果）
 - (2) 權限設定階層：提供使用者、使用者群組、使用者角色
 - (3) Privilege Report：支援觀看最終的權限設定結果報告
 - (4) 功能權限設定：系統設定、監控設定、檢視視圖、攝影機、電子地圖

9.2.9 儲存管理

- (a) 支援 RAID 類型：RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 50 , RAID 5+ 熱備 , RAID 6 , RAID 6+ 熱備 , RAID 10 , RAID 10+ 熱備
- (b) RAID 操作：線上 RAID 容量擴充、線上 RAID 組態移轉
- (c) HDD 工具：HDD S.M.A.R.T、壞軌掃描

9.2.10 網路服務

- (a) 協定：需支援 HTTP, HTTPS, TCP/IP, UDP, DHCP, Static IP, DNS, DDNS, UPnP, FTP, NTP, and SMTP
- (b) 內建伺服器：DHCP 伺服器, NTP 伺服器, NTP 用戶端, 虛擬交換器
- (c) 多重網路介面：容錯、負載平衡、多重網路介面。
- (d) 檔案伺服器：支援網頁、FTP、SMB/CIFS

9.2.11 多語言支援

介面至少支援語言: 繁體中文, 英文

9.2.12 行動裝置監控應用程式

- (a) 支援平台：至少相容 iOS 12, Android 10 以上系統
- (b) 攝影機控制需支援控制選項，包括循序播放模式、PTZ 控制、自動巡弋與預設點切換控制
- (c) 通知清單：支援接收即時推播通知，根據事件記錄播放影片，且可在前或後事件之間切換
- (d) 擷取與分享：將重要時刻擷取成照片存入手機裝置中，並分享即時串流網址給其他使用者，其他使用者可透過瀏覽器觀看串流
- (e) 多攝影機同時檢視：
 - (1) 於單頻道檢視模式時可左右滑動切換觀看上/下頻道
 - (2) 具備多種檢視版型，包括 2 頻道、4 頻道、6 頻道、9 頻道、12 頻道與 16 頻道或更多
 - (3) 提供多種輪播的秒數間格，至少包括 10 秒、15 秒、30 秒與 60 秒
- (f) 電子地圖：
 - (1) 支援於電子地圖上顯示攝影機位置
 - (2) 支援於電子地圖上在事件發生的時候，切換顯示成事件圖標
 - (3) 點開攝影機圖標的時候顯示對應的攝影機影像
 - (4) 在電子地圖上顯示攝影機的狀態，包括可用、連接中、閒置與錯誤
- (g) 儀錶板：顯示 NVR 資訊、攝影機錄影狀態、授權資訊、錄影空間狀態與資源使用率
- (h) 事件記錄：
 - (1) 以特定的時間區間查詢事件記錄
 - (2) 透過關鍵字尋找事件記錄
 - (3) 各種通知方法，包括聲響、靜音與震動

(4) 點擊事件縮圖來回放事件錄影檔

(i) 登入驗證：支援登入時的兩步驟驗證，生物資訊認證

9.2.13 中央管理系統

(a) 多重錄影伺服器管理：支援至少 64 個錄影伺服器

(b) 需可藉由批次編輯管理多個伺服器

(c) 可顯示各個錄影伺服器的狀態來提早排除潛在的問題

(d) 客製化的事件儀錶板讓使用者需求可配合顯示，並顯示事件的出現頻率時段

(e) 使用者管理與權限管理：允許使用單一帳號來管理與存許多個錄影伺服器來管理與回放

(f) 允許定義攝影機、電子地圖與檢視版面的可用與否

9.2.14 安規認證

系統必要之安規認證：CE, FCC, BSMI

9.3 微氣候環境監測

微氣候是指一個細小範圍內與周邊環境氣候有異的現象。微氣候監測透過多組的溫濕度、風向、氣壓、噪音及空氣品質等各種環境資訊，整合成精確並完整的區域環境資訊，以供相關單位及時監控並擬定解決策略。

9.3.1 微氣候監測項目需求

(a) 即時溫濕度及大氣壓力量測

(b) 即時空氣品質監測，包含臭氧 (O3)、細懸浮微粒 (PM2.5)、懸浮微粒 (PM10)、一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO2) 及二氧化氮 (NO2) 濃度等

(c) 即時風向、風速監測

(d) 降雨量及光照亮紀錄

(e) 環境音量(噪音)監控與紀錄

9.3.2 微氣候監測傳感器要求

- (a) 工作溫度範圍-10°C~60°C；工作濕度範圍 5%~95%。
- (b) 支持環境數據採集、遠程管控、狀態監測等功能。
- (c) 可以法蘭、插槽等多種方式安裝。
- (d) 可採用”單一結構”形式或”多合一”形式的微型環境質量監測設備。
- (e) 設備需要滿足 Wet Location 要求，於戶外雨天狀態下可正常運作。
- (f) 設備以 802.3af PoE 供電為佳;或以 DC 直流供電，若需遠端管控，可用 PoE 分離器轉 DC 接頭(PoE splitter);使用 Ethernet 或 RS485 與後端控制系統連接通訊。
- (g) 設備本身韌體建議使用數位憑證簽章, 並建議可做到線上更新為佳。
- (h) 資料傳輸使用主流通訊協定，如 MQTT 或 RESTful API 等，以供系統整合。感測器若使用 RS485 通訊界面，通用格式為 MODBUS，建議經由 GATEWAY 或平台轉換為 MQTT 或 RESTful API 供系統整合。
- (i) 監測指標及測量範圍可參考如表 9.3.2-1 所示：

表 9.3.2 -1 環境監測傳感器監測指標及測量範圍

測量指標	測量範圍	分辨率	測量精度	單位
溫度	-10~60°C	0.1°C	±0.3°C	°C
相對溼度	5~95%	1%	±3%	%
PM2.5/PM10	0~1000 ug/m ³	1 ug/m ³	100 ug/m ³	ug/m ³
噪音	30~130dB	1 dB	±1.5 dB	dB
氣壓	10~1300hPa	0.1 hPa	±1.0 hPa	hPa
風向	0~360°	0.1°	±3°	°
風速	0~60 m/s	0.1 m/s	± 0.3m/s	m/s
降雨量	0~500 mm	0.2 mm	< 0.4 mm	mm
光照	0~200000 lx	1 lx	±10%	lx
CO	0~1000 ppm	0.1 ppm	--	ppm
NO2	0~20 ppm	5 ppb	--	ppb
SO2	0~20ppm	5ppb	--	ppb
O3	0~20 ppm	5 ppb	--	ppb
TVOC	0~100 ppm	5 ppb	--	ppb

9.4 廣告推播

9.4.1 播放器硬體設備

- (a) 建議使用工業級電腦
- (b) 需內含 SSD30GB (含) 以上
- (c) 影像輸出至少需含 HDMI 輸出一組 (含) 以上
- (d) 需提供兩組 (含) 以上 10/100/1000Mbps 乙太網路
- (e) 需俱備一組音源輸出端子 (Phone Jack) 與數位音源出 (HDMI)
- (f) 需至少俱備一組 USB 介面
- (g) 需符合 CE, FCC, RoHS [142], BSMI 等安規認證
- (h) 需提供壁掛架一組以方便安裝使用

9.4.2 檔案播放格式

- (a) 網頁格式：支援 HTML、JavaScript、CSS3、HTML5、RSS /ATOM feed 格式
- (b) 影像檔案：JPEG, GIF, BMP
- (c) 影音檔案：MPEG (MPG, VOB), AVI (H.264), WMV, WMA, MP3, MP4
- (d) 編碼格式：MPEG-1/2, MPEG-4 ISO, WMV 7/8/9, H.264, H.265 (HEVC)
- (e) 影音串流：RTB/RTP/RTSP/HTTP/MMS

9.4.3 播放器管理功能-一般

- (a) 支援螢幕解析度：1280x720 (720p), 1920x1080, 3840x2160 或以上解析度 (30/60Hz, 單一／複製)；支援使用者自訂螢幕解析度。
- (b) 可以直接從網頁瀏覽器管理這個設備而不需要安裝額外的軟體。
- (c) 支援外接儲存裝置。
- (d) 支援手動設定系統時間，或自動與 NTP 伺服器校時。
- (e) 具備排程功能，可安排一次性的活動，或根據每天、每周、每月及每年的時間區設定周期性排程。更可以指定一個日期、時間區段、甚至針對一個月當中某一周

的特定一天設定排程。另外使用者更可根據位置來設定排程，以大幅增加排程靈活應用的彈性。

- (f) 具備資源庫的概念，可管理各種多媒體素材，包括影片檔案、字型、時鐘、面板、節目與播放清單。支援使用者自行上傳所需字型，或從雲端服務免費下載最新模板資源。
- (g) 提供預覽功能，可以看到播放器目前正在播放的畫面擷圖，並提供圖片與影片檔案縮圖，以方便檔案。
- (h) 提供自我修復功能，能夠重啟、關機、恢復系統，並遠端備份、復原設定。
- (i) 可透過設定排程以開啟／關閉螢幕，調整播放器的音量或重啟系統。
- (j) 提供系統更新功能，可以在系統中看到所有相關更新檔的資訊，如果播放器有新的更新檔，可直接進行線上更新。
- (k) 配備多組 HDMI 輸出時，可支援 2 台以上螢幕進行單一、複製、延伸、分開四種不同模式，可支援多台螢幕呈現不同播放內容。

9.4.4 播放器管理功能-播放區塊

- (a) 內容更新可使用區塊或全螢幕方式製作，區塊可透過內建版面製作工具進行設計，螢幕區塊可支援影片區塊（影片檔／串流／聲音）、HTML 區塊、圖片區塊、跑馬燈區塊、時鐘區塊、背景圖片，全螢幕設計可用任何一種網頁編輯工具，即可製作無限制個數的影片區塊、圖片區塊與跑馬燈區塊的 HTML 網頁。
- (b) 支援各種主流的多媒體格式，並可播放 4K UHD 影片、HTML5、CSS3、JavaScript、圖片、音樂和文字跑馬燈。支援各類即時內容，如新聞、天氣、社群網站、影音串流或網頁上的特定訊息。
- (c) 可選擇將螢幕劃分成數個區塊，每一個區塊可擁有獨立的排程與設定
- (d) 透過網頁的版型編輯器，自由地調整面板各區塊的大小以及位置。網頁設計師也可以使用任何網頁編輯工具，製作無限制個數的影片區塊、圖片區塊與跑馬燈區塊的 HTML 網頁。

9.4.5 播放器管理功能-網路

- (a) 不論是否處於網路連線的環境，皆可以透過離線操作（本機登入）、遠端操作 - DHCP（自動 IP 設定）、遠端操作-靜態 IP 位址登入播放器的管理平台 Web Manager。
- (b) 配有兩個區域網路連接埠 (LAN Port)，內建防火牆功能。
- (c) 可透過網路分享（網路芳鄰）、網頁管理介面 (Web Manager)、FTP、USB 儲存裝置、CMS 伺服器進行上傳檔案到播放器。

9.4.6 產品安規認證

- (a) CE
- (b) FCC
- (c) CB
- (d) BSMI

9.4.7 管理伺服器軟體功能-一般

- (a) 彈性的管理軟體，直覺式使用者介面及線上求助
- (b) 伺服器可輕鬆管理介面切換為主伺服器、站台伺服器與備援伺服器三種角色，提供專案設計更大彈性
- (c) 彈性的中央排程功能，針對一次、每天、每周、每月或每年的時間單位編輯管理
- (d) 快速點擊廣播緊急訊息
- (e) 可搭配備援服務，提供穩定的播放環境
- (f) 支援虛擬主機以及雲端主機，可透過網頁管理介面監控
- (g) 可透過用戶名稱及密碼，設定進入使用者介面和開啟多媒體資料夾的權限
- (h) 建立多個使用者帳戶，並且針對每個帳戶設定不同的存取權限
- (i) 以圖示及清單兩種瀏覽模式管理檔案，並利用檔案過濾功能選擇特定檔案
- (j) 透過 FTP、網路上的芳鄰、CMS 的網頁管理介面 (Web Manager) 上傳檔案至 CMS

- (k) 管理人員最多可以建立多層群組，系統化地管理數位看板播放器的內容更新及項目排程。CMS 伺服器將會集中管理所有播放器的播放清單，並且將播放內容自動同步更新到指定的播放器群組中。
- (l) 根據所購買的憑證種類，可同時更新多台播放器的內容
- (m) 指定每個多媒體檔案所屬群組，並將播放內容自動同步更新到指定的播放器群組中
- (n) CMS 支援備援服務（故障轉移），在主要伺服器停止運作，或無法連接的情況下，備援伺服器將自動接管所有的連線。當主要伺服器恢復時，亦會自動重新連線至播放器
- (o) 以圖示及清單兩種瀏覽模式管理檔案，並利用檔案過濾功能選擇特定檔案
- (p) 排程項目包含面板、節目、播放清單、影片、圖片、跑馬燈或 HTML
- (q) 可透過面板、節目、播放清單、影片、圖片或 HTML 呈現緊急訊息
- (r) 手動設定系統時間，或自動與 NTP 伺服器校時
- (s) 提供中文（繁體）、英文操作介面
- (t) 提供系統更新檔與韌體更新通知，並可根據系統狀態產生日誌檔案
- (u) 能夠重啟／關機／恢復系統，並遠端備份／復原設定

9.4.8 管理伺服器軟體功能-進階

- (a) 能一次檢視多台播放器詳盡的系統資訊、記錄檔 (log) 與內容更新狀態，不需要再另外連線登入各個播放器的管理介面。
- (b) 提供多播放器批次設定，當管理者需進行大規模播放器的設定時，可先選定一台基準播放器，再將同群組中其他選定的播放器依基準同步設定
- (c) 管理者能於一個畫面同時監看多部播放器正在播放的清單、檔案，並預覽即時播放的畫面
- (d) 當播放器與 CMS 伺服器失去連線時，系統將會標示機器異常警示，並即時（或依照設定的時程），自動發送警示電子郵件至所有預定接收的管理者。

9.4.9 LCD 顯示屏幕

- (a) 戶外全彩 LCD 顯示單面屏；
- (b) 安裝方式分壁掛式與嵌入式；壁掛式整機及嵌入式含機構需滿足整機 IP65 防水需求，顯示屏正面需安裝防撞玻璃並滿足至少 IK08 防撞需求；
- (c) 亮度平均 ≥ 1000 CD/M²，保證戶外觀看需求；
- (d) 額定電壓/整機最大功率：12 VDC，<40 W；
- (e) 建議（但不限於）尺寸：<150*650*20 MM；
- (f) 建議（但不限於）重量：<1 KG；
- (g) LCD 顯示屏透過 HDMI 或 LVDS 介面接收媒體播放器 (MEDIA PLAYER) 的影音於 LCD 顯示屏撥放。

9.4.10 LED 顯示屏幕

- (a) 建議 P3.9 (但不限於) 戶外全彩 LED 顯示單面屏；
- (b) 整屏以 LED 模組組成，以方便後續維運；模組箱體為鋁壓鑄成型；
- (c) 白平衡亮度至少 3000CD/M²，充分保證戶外觀看需求；
- (d) 最佳視距 ≥ 5 M 圖像視頻播放顯示；
- (e) 額定電壓/輸入頻率/整機最大功率：110/220 VAC，50/60 HZ，<200 W；
- (f) 整個顯示屏箱體（含電源及信號接口）至少符合 IP65 戶外防水需求；
- (g) 建議（但不限於）模組尺寸：<130*500 MM；
- (h) 建議（但不限於）顯示屏箱體尺寸：<520*1500*100 MM；
- (i) 箱體重量：<25 KG；
- (j) 箱體內置 LED 顯示屏控制卡，可接收媒體播放器 (MEDIA PLAYER) 的信號於 LED 顯示屏撥放。

9.4.11 網路喇叭

- (a) 功能：
 - (1) 網路播放：喇叭可以播放來自遠端的音訊檔或者即時音訊流

(2) 即時廣播：遠端的電腦可以進行實時廣播

(b) 規格：

表 9.4.11-1 Product Specification 規格

Item	Symbol	Unit	Specification	Condition
Resonance Frequency 低音諧振	Fo	Hz	400 ± 20%	At 2.24V
Output S.P.L. 音壓位準		dB	92 ± 3dB (1W/1M)	At 1.0k,1.2k,1.5k,2.0Kz (Average figures)
Frequency Rang 有效頻寬		Hz	Fo---10K	Output S.P.L. ±10dB
Distortion 失真		%	5% Max.	At 1Kz , 1W, 50cm
Operating temp. 操作溫度		°C	-40°C ~ +60°C	
Buzz & Rattle 異常音				輸入6.32V 正弦波從Fo 到10KHz 之間無異常音
Material 材質			Metal	機身為鋁合金材質
Environmental Protection Regulation 環保法規			RoHS2.0 [143] / REACH [144]	需符合應用場域當地政府最新的指令要求
Approvals 認證			CE: EN 55032:2015 [145] EN 55035:2017 [146] EN 55024:2010 + A1:2015 [147] EN 50130-4:2011 + A1:2014 [148] EN 61000-6-3:2007 + A12011[149] EN 61000-6-1:2007 [150] FCC 47 CFR Part 15, Subpart B [151]	需符合應用場域當地政府的安規指令要求
Network Interface 網路介面			RJ45	10/100Base-TX 自動協商 (Auto-Negotiation) 網路
Network protocol 網路通訊協定			TCP、UDP、RTP、ARP、ICMP、DHCP、DNS、IGMP、HTTP	
Audio protocol 音訊協議			MP3、G.711a/u、G.722	

Power Supply 供應電源			PoE SupplyPoE 供電	Support IEEE 802.3af , max.13W 支持IEEE 802.3af , 最大13W [152]
Power Consumption 功耗		W	<1W (Static) 靜態<1W 13W (Max.) 最大13W	No sound from speakers 揚聲器沒有聲音情況下 Speaker work 揚聲器工作
Waterproof 防水			IP66 IP67	

9.5 充電樁

9.5.1 引用範圍

- (a) CNS 15511-1 電動車輛傳導式充電系統-第一部:一般要求 [153]
- (b) CNS 15511-2 電動車輛傳導式充電系統-第二部:介面要求 [154]
- (c) CNS 15511-21 電動車輛傳導式充電系統-第 21 部: 傳導式連接至 a.c/d.c.電源之電動車輛要求 [155]
- (d) CNS 15511-22 電動車輛傳導式充電系統-第 22 部: AC 電動車輛充電站 [156]
- (e) CNS 15511-3 電動車輛傳導式充電系統-第三部:安全要求 [157]

9.5.2 應用規格

適用範圍:交流電設備輸入額定電壓最高為單相 220V，輸出額定電壓最高為單相 220V，交流輸出額定電流最高為 80A。

充電方式:交流傳導式充電標準定義如圖 9.5.2-1 電動車輛充電方式所示:

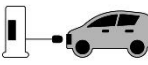
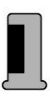
	交流傳導式充電						直流傳導式 充電
	交流型式1		交流型式2A		交流型式2B		直流
充電設備額 定輸入電壓/ 輸入電流	單相交流 110V幹線 及分路額 定電流 15A/20A	單相交流 220V幹線 及分路額 定電流 15A/20A	單相交流220V幹線及 分路額定電流 $\leq 100A$		單相交流220V幹線 及分路額定電流 $\leq 100A$		三相交流 220V/380V
充電設備額 定輸出電壓/ 輸出電流	110V, 12A/16A (交流)	220V, 12A/16A (交流)	220V, $\leq 80A$ (交流)		220V, $\leq 80A$ (交流)		$\leq 600V$ (直流), $\leq 200A$ (直流)
連接方式							
圖示說明							
	插座	一般家用 15A/20A 插頭	具通訊 功能之 專用插 頭	有纜線上 控制盒之 充電纜線 組	充電纜 線組	含電控 之交流 充電設 備	含電控之直流 充電設備

圖 9.5.2-1 電動車輛充電方式（引用自 CNS 15511-3）

9.5.3 安全測試項目

本標準所規定之安全試驗項目，充電系統安全試驗項目分為充電設備試驗、電源端插頭和電源插座與車輛端耦合器試驗及供電設備與電動車輛整合試驗，測試內容參閱CNS15511-3。

(a) 充電設備安全試驗法

充電設備試驗流程之說明如圖 9.5.3-1 所示：

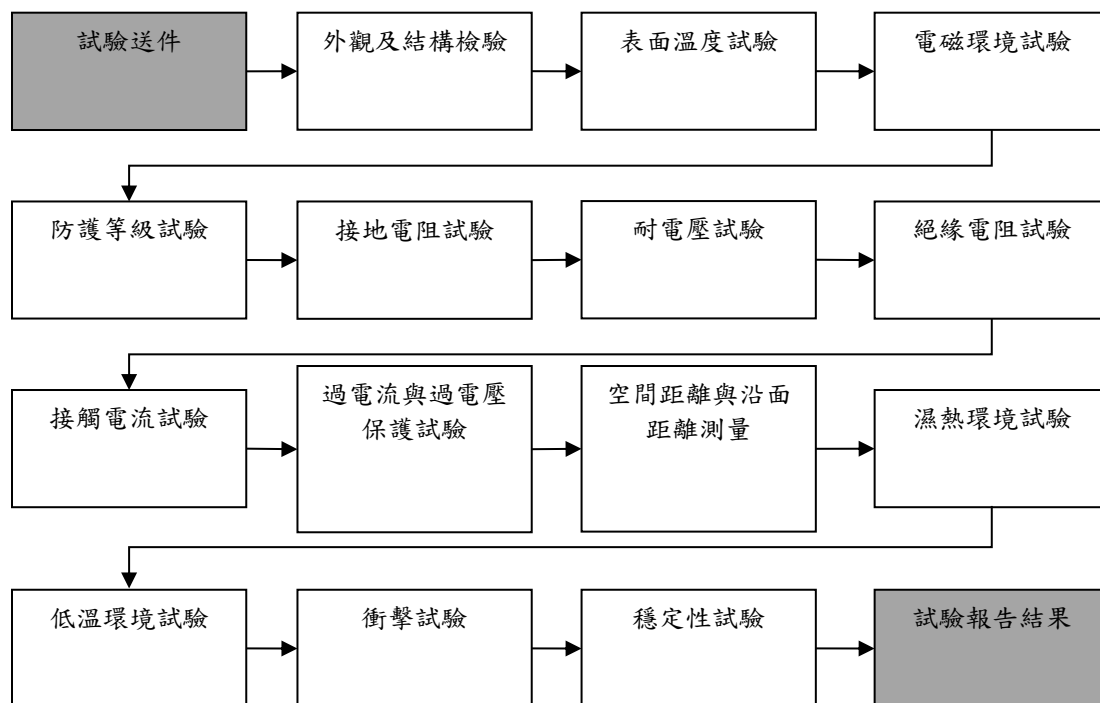


圖9.5.3-1 充電設備試驗流程（引用自CNS15511-3）

備註 1：完成全部試驗所需樣品數，建議為 1 組（若必要時，電磁環境試驗可以另外一新樣品進行試驗）；亦可依製造商之要求，擇項或每項試驗均使用新樣品。

備註 2：箭頭方向表示試驗先後順序。

(b) 電源端插頭、電源插座與車輛端耦合器試驗

電源端插頭、電源插座與車輛端耦合器試驗之試驗流程如圖 9.5.3-2 所示：

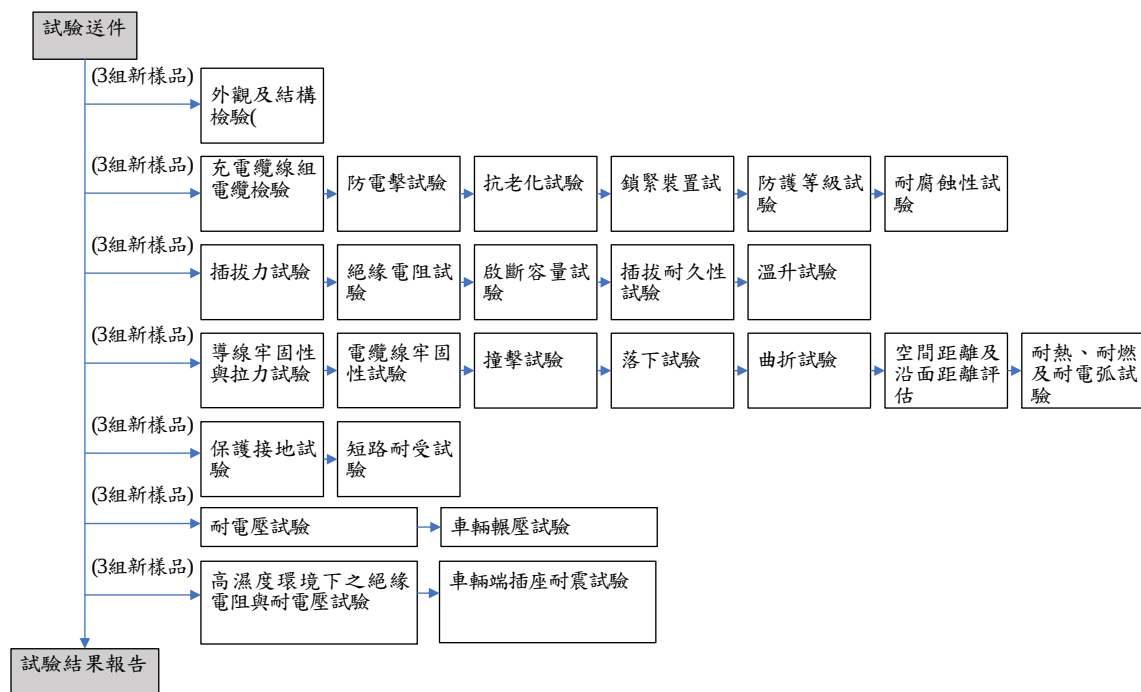


圖 9.5.3-2 電源端插頭、電源插座與車輛端耦合器試驗流程（引用自 CNS15511-3）

備註 1：完成全部試驗所需樣品數，建議為 21 組（若有必要，耐腐蝕性試驗可以另增加一新樣品）未標明新樣品之試驗項目，使用前一項試驗後之樣品；亦可依製造商之要求，擇項或每項試驗均使用新樣品。

備註 2：箭頭方向表示試驗先後順序。

(c) 供電設備與電動車輛整合試驗

供電設備與電動車輛整合試驗之試驗流程如圖 9.5.3-3 所示：

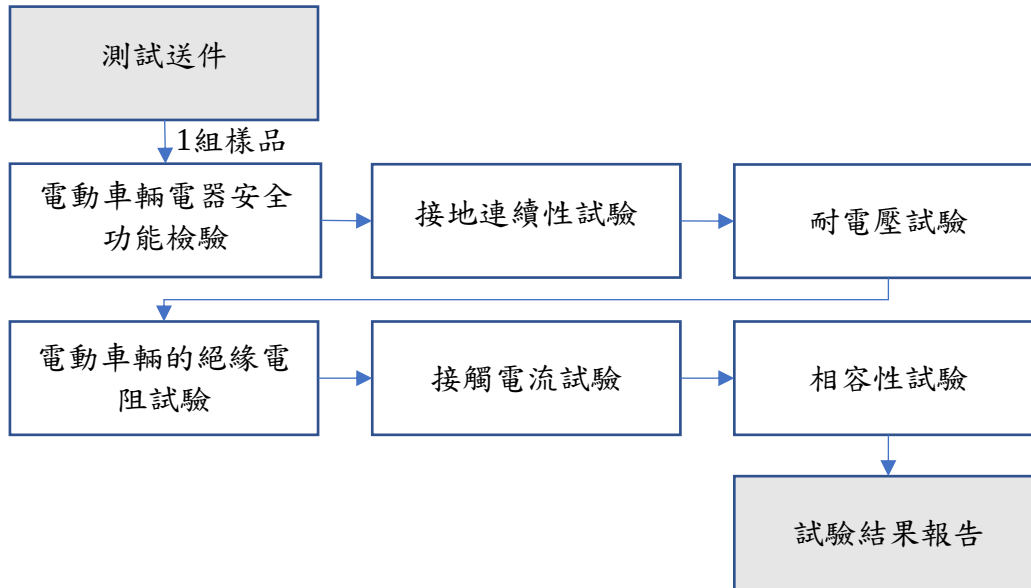


圖 9.5.3-3 供電設備與電動車輛整合試驗流程 (引用自 CNS15511-3)

9.5.4 充電點與中央系統介面說明

充電產品需支援 TCP/IP 連線能力。

OCPP 是充電點與中央系統之間通訊的標準開放協定，主要在適應任何類型的充電技術。智慧充電、使用 JSON over Websocket 的 OCPP、更好的診斷可能性（原因）、更多充電點狀態以及 TriggerMessage。

9.6 緊急呼救

9.6.1 緊急呼救系統應用情境

(a) 應用情境：發生緊急事件時，需要協助的人透過智慧共杆上的『緊急呼救對講機』

向轄區警方或園區警衛呼救，按下對講機之押扣後，警員除能即時雙向通話外，亦能看到前端現場影像，加快釐清緊急現況，掌握報案時效。

9.6.2 緊急呼救系統軟體功能

(a) 緊急求救對講機功能

- (1) 可整合現有的 IP 網路系統，支援 SIP 通話國際標準協定。
- (2) 可同時呼叫 5 支桌上視訊電話機（可置於警局、警衛室等）。
- (3) 可擴充即時錄影設備或是事件觸發錄影設備。
- (4) 警衛室人員可以經由視訊對講機主動連線每一個緊急對講機，可以觀看即時影像及聽到現場的聲音。
- (5) 未來可視案場需求搭配 IP 主機（如：SIP SERVER）支援紀錄每個緊急求救對講機的對講及求救紀錄，取得事件錄影資料。
- (6) 高階機種應具備以下功能：
 - (6.1) 具備影像動態、防破壞、聲音、警報、網路等偵測功能
 - (6.2) 最高可以 H.264 或 MJPEG 格式四串流同時輸出 1080P 30 FPS。
 - (6.3) 多壓縮技術能將數位影像壓縮為 1080P 與 720P 等解析度。
 - (6.4) 內建影音智能分析引擎，傳送 EMAIL 或 FTP 快照警報。
 - (6.5) 日夜影像排程獨立設定功能。
 - (6.6) 可動態調整壓縮率 BIT RATE 及張數設定。
 - (6.7) 支援網路時間校時 (NTP) 通信協定。
 - (6.8) 支援動態網域名稱伺服器 DDNS。
 - (6.9) 支援 ONVIF 通信協定。
 - (6.10) HTTP API 軟體整合支援。
 - (6.11) SD 卡本地端錄影。

(b) 緊急求救對講機功能

- (1) 支援 16 條線路，最多可支援 16 個 SIP 帳戶，最多 7 路音訊會議和 3 路 720P 30FPS 高清視訊會議，電話簿最多可包含 1000 個連絡人，通話記錄可達 1000 條記錄。
- (2) 支援 2 個 10/100/1000Mbps 自我調整交換網路介面，雙頻 2.4G 和 5G WiFi（802.11A/B/G/N），PoE/PoE+，藍牙 4.0+EDR，USB，SD，HDMI，內置 EHS 模組。

- (3) 7" (1024x600) 電容 (5 點) 觸控式螢幕, 帶隱蔽擋板的可傾斜百萬畫素 CMOS 攝影鏡頭。
- (4) 支援高清寬頻音訊, 具備高清聲音的全雙工免持聽筒揚聲器, 聲學回聲消除與雙向通話性能。
- (5) 支援 ANDROID 系統, 可使用 GOOGLE 的 API, 可依業務需求安裝需要的 ANDROID 應用程式。

9.6.3 緊急呼救系統硬體規格

(a) 緊急求救對講機需求規格

- (1) 連線方式支援 ETHERNET 網路連線。
- (2) 支援 SIP, TCP, UDP, RTSP 通信協議。
- (3) 攝影鏡頭支援 90 度廣角鏡頭。
- (4) 影像解析度至少 1280 X 720。
- (5) 影像壓縮格式至少支援 H.264 與 MOTION JPEG。
- (6) 支援 G.711 語音壓縮格式。
- (7) 支援紅外線 LED 補光以避免夜間過暗。
- (8) 內建喇叭以利戶外通話, 喇叭的最大音壓位準 (SOUND PRESSURE LEVEL, SPL) 定義為 70 分貝 (DB) 以上, 在無響室 1W/1M 的測試條件。
- (9) 硬體晶片消除回音。
- (10) 內建高感度麥克風以提升戶外收音品質。
- (11) 至少支援嵌入或壁掛二種安裝方式。
- (12) 支援 IP65 防水等級。
- (13) 內建至少一組 DI 乾接點連接緊急押扣。
- (14) 內建至少一組 DO 乾接點以外接閃光喇叭、警示燈、開門控制器等裝置。
- (15) 需為防鏽材質以避免生鏽。
- (16) 高階機種應具備以下規格:
 - (16.1) 支援 IP66 防水等級

(16.2) 支援 WDR 寬動態，可將畫面中最亮及最暗的區塊完美呈現。WDR 寬動態能夠延展畫面本身的能見度，並且進而改善影像品質。

(16.3) 支援夜間增強模式：在燈光惡劣的狀況下，能夠提供出傑出的影像畫面；不會有動態模糊的產生。即便在晚間光線昏暗區域，依舊可以將畫面捕捉清楚。

(16.4) 內建 MICRO SD/SDHC 記憶卡插槽，提供額外備份錄影保障，其記憶卡且能夠與中央影像管理軟體做到同步更新錄影及影像備份。

(b) 視訊電話機需求規格

- (1) 支援以下協定/標準：
- (2) 網路介面支援兩個 10/100/1000MBPS 交換式自我調整乙太網介面, PoE/PoE+
- (3) 圖像顯示支援 7 英寸高清電容觸控式螢幕，5 點觸控，解析度為 1024×600
- (4) 攝影鏡頭帶隱蔽擋板的可傾斜百萬畫素 CMOS 攝影鏡頭, 720P@30FPS
- (5) 內置集成藍牙 4.0+EDR
- (6) WIFI 支援雙頻 2.4 & 5GHz 802.11 A/B/G/N
- (7) 輔助介面支援 RJ9 耳機介面（匹配 PLANTRONICS EHS 耳機），USB2.0 介面，3.5MM 耳機介面，SD 卡介面，標準 HDMI 介面 (1.4 UP TO 720P30FPS)
- (8) 功能鍵應包含 VOLUME +/-、HOME、MENU、BACK 等
- (9) 語音編碼支援 G.711μ/A, G.722 (WIDE BAND), G.726 32, iLBC, OPUS, G.729A/B IN BAND AND OUT OF BAND DTMF (IN AUDIO, RFC2833, SIP INFO), VAD, CNG, AEC, PLC, AJB, AGC, ANS
- (10) 影像編碼能力支援 H.264BP/MP/HP 影片 解析度達 720PHD，畫面播放速率達到 30FPS，位元速率達到 2MBPS，三方視訊會議，防抖動，自動對焦和自動曝光。
- (11) 電話功能應支援呼叫保持、轉移、前轉（無條件轉移、無應答轉移、遇忙轉移），呼叫停泊代接、七方語音會議、SCA/BLA 虛擬 MPK、下載電話簿（XML、LDAP）、呼叫等待、呼叫記錄、靈活的撥號規則、HOT DESKING、個性鈴聲、伺服器冗餘容錯移轉。

- (12) 高清音訊要有無失真全寬頻音訊聽筒以及帶回音消除的全雙工免持聽筒揚聲器。
- (13) 底座自帶支架，支持多角度擺放，帶牆壁安裝支架。
- (14) QoS 支援 LAYER 2 QoS (802.1Q [158], 802.1p [159])與 LAYER 3 (ToS, DIFFSERV, MPLS) QoS。
- (15) 用戶和管理員級別存取權限，MD5 和 MD5-SESS 身份驗證，256 BIT AES 加密設定檔，TLS/SRTP/HTTPS/802.1x 媒體存取控制。
- (16) 支援多國語言，如：中文、英文、德文、義大利文、法文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、克羅埃西亞文、韓文、日文等
- (17) 輸入：100 240V AC 50~60Hz；輸出：12VDC 1.5A (18W)
 - (17.1) PoE*802.3 AT CLASS3 [160]
 - (17.2) PoE+802.3 AT CLASS4 [161]
- (18) 認證標準：
 - (18.1) FCC: Part 15 (CFR 47) Class B; UL 60950 (power adapter) [162]; Part68 (HAC) [163]
 - (18.2) CE: EN55022ClassB [164], EN55024 [165], EN61000 3 2, EN61000 3 3 [166], EN60950 1 [167], EN62479 [168], RoHS [142]
 - (18.3) RCM: AS/ACIF S004 [169]; AS/NZS CISPR22 [170] /24 [171]; AS/NZS 60950 [172]; AS/NZS 4268 [173]
 - (18.4) IC: ICES 003 [174], RSS 247 [175], CS 03 [176], RSS 102 [177]

9.7 邊緣運算

因應邊緣運算系統需安置於搭配智慧杆的迴路控制箱之內，有鑑於戶外嚴苛的環境，非一般室內環境可比擬的，故需保持長期且穩定的運作。若不幸發生系統故障，勢必產生相當嚴重的影響，因此須有高運算規格、強固性、可彈性擴充及多樣性 I/O 介面的工業電腦來完成其邊緣運算的運行。其硬體規格詳細資料如下。

9.7.1 硬體規格

- (a) 因應高速及人工智慧運算的需求，需配置最新的多核心高運算能力處理器及圖形處理器，如：Intel 第十代（含）以上之 Xeon®W 或 Core™ 處理器，或是與 AMD 效能相當的平台。
- (b) 因應高速及龐大資料處理的需求，需配置大容量的記憶體的設計，至少可達 128G。
- (c) 因應邊緣運算之運用，須能夠支援虛擬機 (VM) 與容器化 (Container) 的硬體設計。
- (d) 因應高速及人工智慧運算的龐大資料需求，提供多種的儲存設備接口: SATA、M.2 或 CFAST 以及 RAID 0/1/5/10 資料儲存備份及熱插拔功能，並能於機殼外部直接更換 2.5 吋之 SATA 或 U.2、U.3 或是 E1.S 等儲存裝置，以利進行快速維修。
- (e) 可配置不同種類的擴充卡如: PCIe x16 / PCIe x8 / PCIe x4 或 PCI 介面卡，可容納 PCIe x16 的 GPU 卡（NVIDIA 最新 AMPERE RTX A2000 架構顯示卡）以支援擴充產業應用所需的資訊收集以加速 AI 運算能力。
- (f) 具備多樣性以及靜電與突波保護設計的 I/O 接口: COM、DI、DO、USB，可連結多種傳感器及周邊裝置並能避免瞬間不正常高電壓或高電流侵入以及靜電放電所造成之設備損毀。
- (g) 因應資料上傳與下載需求以及遠端管理功能配置，需配置 3 個以上乙太網路接口，其中兩個乙太網路接口以能夠支援乙太網路供電接口 (IEEE 802.3 AF, PSE) 為佳。
- (h) 配置多樣性的無線通訊能力，如 WIFI、Bluetooth、4G LTE、5G 等，以彈性因應缺乏有線傳輸的替代方式。
- (i) 因應使用環境的需求，其機台尺寸大小 (202mm (W) x 290mm (D) x 209.3mm (H)) 須能夠容納於狹窄的智慧杆迴路控制箱中，並具備 IP31 防塵防水等級防護。
- (j) 整機抗震設計可通過 IEC-60068 [178] 規範要求且系統操作溫度範圍可在 -40~70°C 下正常運作，以因應戶外嚴苛的操作環境。
- (k) 支援彈性的電源電壓輸入範圍 (9~36 V) 並配備 OVP/ UVP/ OCP 以及電源反插保護功能和突波保護器，避免因不穩定電壓及誤操作而導致系統受損。

9.7.2 應用服務

- (a) 透過各種介面去蒐集各種形式的資料，如智慧杆的健康狀態、環境偵測的數據等等，進而做運算分析並形成控制決策或警報處理。
- (b) 透過架設於智慧杆上之攝像頭擷取影像視頻，進而做 AI 影像分析以完成車流與車牌辨識功能。

9.8 乙太網路交換器

- (a) 建議(但不限於)具由 RJ45 介面的 10/100/1000 BASE-T 埠 IEEE 802.3 AF/AT 工業級 POE 網管型乙太網路交換器，可透過管理軟體提供每組 POE PORT 的電力輸出，如為非網管型 POE SWITCH，需有其它計量方式量測每組 POE PORT 的電力輸出；
- (b) 建議同時(但不限於)具有 SFP PORT，可安裝單模(SINGLE MODE)或多模(MULTI-MODE)光電轉換模組(OPTICAL TRANSCEIVER)；
- (c) 建議(但不限於)48~57VDC 輸入；
- (d) 工作溫度：-40°C~70°C，工作濕度：5%~95%；
- (e) 建議尺寸(但不限於)：154 MM (高) X 96.4 MM (寬) X 105.5 MM (深)；
- (f) 重量：<2KG；
- (g) 安裝方式：工業級導軌式與壁掛式；
- (h) 需支援 SNMP swPoEMIB (1.3.6.1.4.1.171.12.24) 並至少需包含下列項目：

swPoEPortInfoEntry (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1)

swPoEPortInfoPortIndex (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.1)

swPoEPortInfoClass (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.2)

swPoEPortInfoPower (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.3)

swPoEPortInfoVoltage (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.4)

swPoEPortInfoCurrent (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.5)

swPoEPortInfoStatus (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.6)

swPoEPortInfoLedStatus (1.3.6.1.4.1.171.12.24.4.1.1.7)

9.9 無線網路控制器

- (a) 可管理智慧杆上之 WiFi AP，提供各種公眾登入與帳號管理機制，以控制各 AP 上各使用者 WiFi 的存取與 QoS
- (b) 如無相容之 WiFi AP, 也可佈建於迴路控制箱，實際控制使用者認證與流量。
- (c) 控制器之最小規格如下表：

表 9.9-1 控制器最小規格

連接埠	
Ethernet	至少 4 個 GbE 以上網路
效能	
吞吐量(Gbps)	4Gbps以上
管理AP數	最小 64
無線網路功能	
無線網路安全模式	Yes
動態頻道選擇	Yes
AP多點傳播設定	Yes
AP負載平衡	Yes
AP規劃與查驗	Yes(AP規劃及覆蓋率偵測)
頻段選擇偵測	Yes
用戶端信號強度限制	Yes
AP自動備援	Yes
安全功能	
IEEE 802.1X	Yes
Layer 2 隔離	Yes
網頁式認證	Yes
防火牆功能	Yes
MAC過濾	Yes
外部RADIUS認證	Yes
Microsoft AD認證	Yes
LDAP認證	Yes
內建RADIUS伺服器	Yes
基於身分之用戶安全管理	Yes
非法AP偵測	非法AP偵測及非法AP遏止
控制及配置功能	
管理AP搜尋	Broadcast/DHCP option/DNS/Manual
CAPWAP	Optional
AP數據傳送模式	分散式(本地轉送)/集中式(數據通道)
管理介面	HTTP/HTTPS/Telnet/SSH/SNMP
輸出功率控制	Yes
封包擷取	有線/無線
網路功能	
VLANs	Yes
DHCP client	Yes
DHCP relay, server	Yes
NAT	Yes

靜態路由	最少 1024
策略路由	最少 1024
存取控制	
MAC控制清單	Yes
MAC認證	Yes (內建/外部RADIUS)
客製化登入網頁	Yes
服務品質	
WMM	Yes
WMM節能	Yes
DiffServ 標示	Yes
AP負載平衡	Yes
管理功能	
SSH指令行介面	Yes
SSL網頁式管理介面	Yes
SNMP	v1, v2c, v3
多階層管理權限	Admin, guest operator
使用者/應用程式管理	
認證	RADIUS/Microsoft AD/LDAP/Local
內建用戶資料庫	Yes (至少 4096使用者)
使用者/群組政策	Yes
強制登入認證	Yes
外部登入頁面	Yes
登入頁面上傳	Yes
其他	
系統分析工具	Yes
設備備援能力	Yes
認證	
電磁干擾	•EMI and susceptibility (Class A) [179] •FCC Part 15.107 [180]and 15.109 [181] •CE EN55022 [164], EN55024 [165] •ERP Lot 6 [182] •BSMI CNS13438 [132]
安全性	•LVD EN60950-1: A12 •BSMI CNS14336

附錄 A 電信網路小型基地台杆頂倉和介面法蘭盤參考設計

A.1 電信網路小型基地台杆頂倉樣式示意



圖 A.1 小型基地台杆頂倉示意圖



圖 A.2 小型基地台杆頂倉形狀（圓筒型）示意圖

A.2 小型基地台杆頂倉參考規格

圓桶型小型基地台杆頂倉參考尺寸規格：

外徑： $\phi 380$ mm，高度：1100 mm。重量：小於 90 kg

A.3 杆頂法蘭盤介面要求

法藍盤介面預留在 5G 智慧杆頂部，法藍盤與杆體的連接方式可採用拼接或焊接；宜採用拼接，拼接部分建議長度宜為 400 mm。

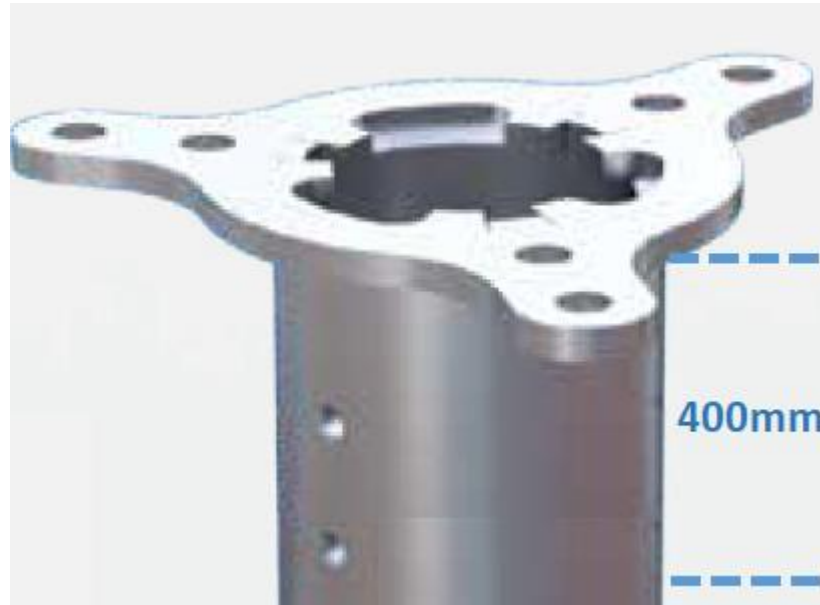


圖 A.3 杆頂法蘭盤介面示意圖

法蘭盤三個腰型孔與小型基地台杆頂倉對接，便於調整水平角，並印上刻度。法蘭盤腰型孔尺寸如圖 A.4，除外徑 $\phi 380$ 可適當調整，其它尺寸建議與下圖保持一致。

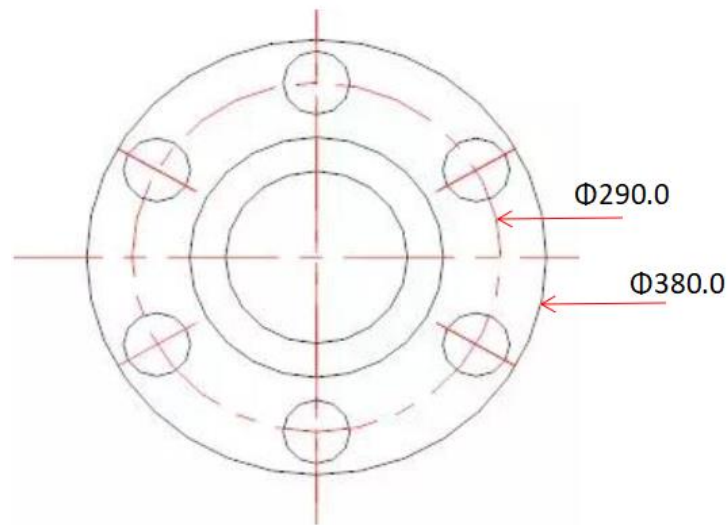


圖 A.4 杆頂法蘭盤介面尺寸示意圖

法蘭盤內徑宜大於 90 mm(便於預留足夠小型基地台的電源線、光纖走線空間)，實際尺寸應根據杆體尺寸確定。法蘭盤的厚度和強度應根據實際使用的小型基地台頂杆倉進行設計。

附錄B Type 2 主要幹道智慧杆參考設計延伸

B1 Cable Routing

B2 Connector 型號規格建議

— 信音企業 (SINGATRON)：

WATERPROOF CONNECTORS 防水連接器

防水連接器品牌 SGConn®，全系列防水係數達IP65-IP68等級，可適用於船用電子、戶外影音看板、戶外照明系統、戶外通訊設備及保全監控設備、工業電子、電動車、醫療電子等應用領域，提供戶外應用整體和迅速的防水解決方案。



M12 X-CODE

2MT3704

M12 Panel Mount with 8 pins/ 0.5A,
Application for Industrial Automations.



QUICK-LOCK

2QT30XX/ 2QM30XX

Push lock and Quick release, Reliable
connection exceeded 3,000 times.



USB 2.0 CHARGER

2CH300X

Power Input Voltage DC 12V/24V/48V
and Output 5V/4.2A, 5V/4.8A.



NEW CABLE JOINT

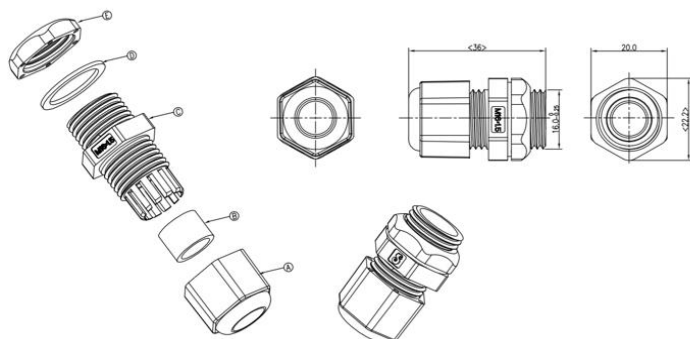
2CJ3001/ 2CJ3002

Field installation connectors provide
both I-Type and T-Type with 1-4
positions.

Cable Gland 防水連接器



SGConn 2CT3100/ 2CJ30XX系列
Cable Gland/ Cable Joint, IP67, IP68 Waterproof Connector
產品應用: 大型機具, 工業輸送設備, 戶外照明, 戶外網通設備
(AP/Bridges)

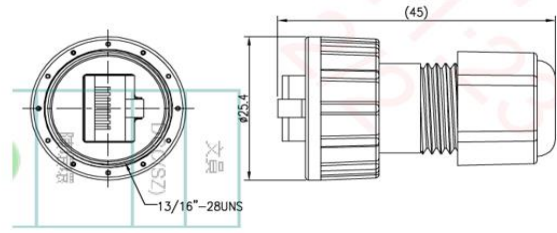
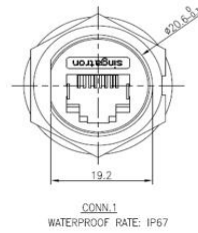
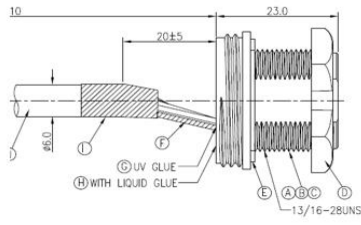


RJ45 防水連接器



SGConn 2TJ30XX系列 RJ防水連接器
RJ45, CAT-5e/ CAT-6, IP67 Waterproof Connector

產品應用：戶外電子看板、戶外電子標誌、戶外網通設備
(AP/Bridges/Base Station)、保全系統



M12 防水連接器



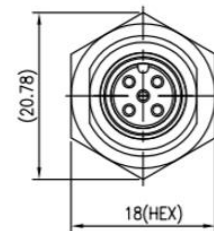
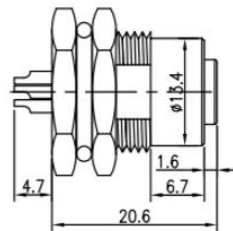
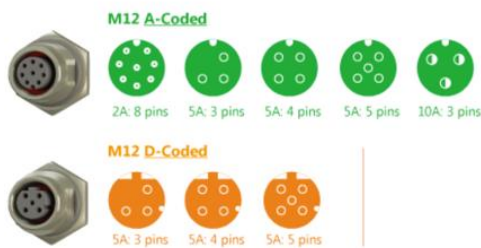
SGConn 2MT30XX系列 M12系列防水連接器
M12 Size, Sensor, IP67, IP68 Waterproof Connector

產品應用：大型重機、工業用控制面板、感測器、電動自行車



端子型式

- 適用電流: 0.5A, 2A, 5A
- 端子數: 3~5, 8 contacts



圓形防水連接器 (Middle Size)



SGConn 2CM30XX系列 圓形防水連接器
Circular Middle Size, IP67 Waterproof Connector

產品應用：工業用控制面板、戶外照明、戶外電子看板、戶外電子標誌、量測機具、農用電子設備

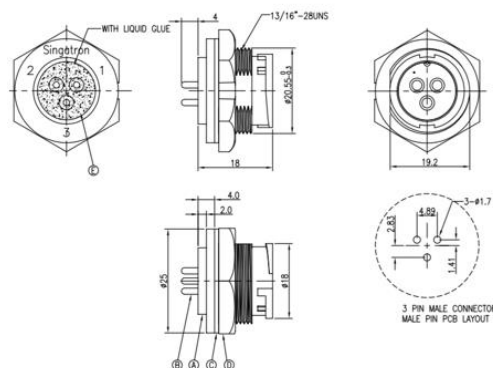
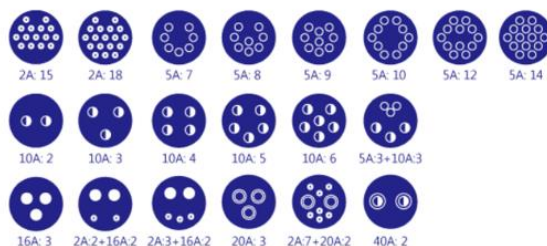


端子型式

- 適用電流: 2A, 5A, 10A, 16A, 20A, 40A, 5A+10A, 2A+16A, 2A+20A
- 端子數: 2~10, 12, 14, 15, 18, 7+2 contacts

Circular Middle Size

2A: 15, 18 pins
5A: 7-10, 12, 14 pins
10A: 2-6 pins
5A+10A: 3+3 pins
16A: 3 pins
2A+16A: 2+2, 3+2 pins
20A: 3 pins
2A+20A: 7+2 pins
40A: 2 pins



— 佳必琪 (JPC) :

JPC
connectivity

防水連接器



Waterproof Connectors-M8

JPC
connectivity



Waterproof Connectors-M12 D-Code



Waterproof Connectors-M12 A-Code

JPC
connectivity



Waterproof Connectors-M12 X-Code



JPC
connectivity

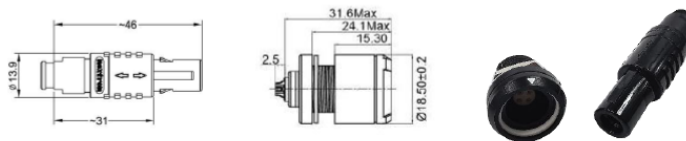


JPC
connectivity

M12 X-coded to M12 X-coded cable

9. Insulation impedance(DC 500V, 1 minute, the results comes out): 100 MΩ MIN
10. Withstanding voltage: AC 800V, 1 minute
11. Contact resistance: DC 1A the results comes out Max 10 Ω
12. 1000 mating cycles
13. M12 screw locking mechanism
14. Temperature range: -40°C to +85°C

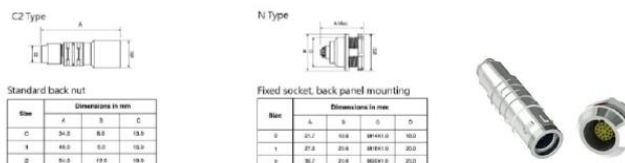
Plastic IP67 Push-pull connector



- Size: 1P/2P
- 1P Pin number: 2~14 pin
- 2P Pin number: 2~34 pin
- Solder cup contact
- Cable diameter: Ø2.7mm to 6.5mm
- Mating cycle: over 2,000 times
- Working temperature: -50 ~ +90 °C

Number of contacts		02	03	04	05	06	07	08	09	10	14
View from termination side	Male										
	Female										
Test voltage(kv rms)		1.2	1.2	1.2	1.05	1.05	1.05	1.05	0.85	0.85	0.6
Rated current		10	10	8	7	6	5	5	3	3	2
Crespage and clearance distance (mm)		1.3	1.3	1.2	0.8	0.85	0.85	0.8	0.65	0.5	0.5
Cable MAX. AWG		20	20	22	22	26	26	26	28	28	28
Solder bucket P(mm)		1.1	1.1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.65	0.45	0.45	0.45
Contact p.(mm)		1.3	1.3	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5

Metal IP67 Push-pull connector

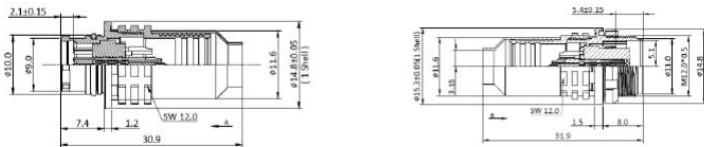


- Size: 0K/1K/2K
- 0K Pin number: 2~9 pin
- 1K Pin number: 2~16 pin
- 2K pin number: 2~32 pin
- Solder cup contact
- Cable diameter: Ø1.0mm to 8.5mm
- Mating cycle: over 5,000 times
- Working temperature: -55 ~ +200 °C

Type	1B / 1T / 1K										
Male											
Female											
Contact Code	02	03	04	05	06	07	08	10	14	16	
No. of Contacts	2	3	4	5	6	7	8	10	14	16	
ContactsØ(mm)	1.3	1.3	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	
Test Voltage (kv rms)	1.50	1.30	1.35	1.25	1.05	0.95	0.95	0.90	0.80	0.80	
Current (A)	15	12	10	9	7	7	5	2.5	2	1.5	

Metal IP67 Break-away connector

- Size: 00/0/1
- Size 00 : 4 or 5 pin
- Size 0 : 10 pin
- Size 1 : 21 pin
- Solder cup contact
- Mating cycle: over 2,500 times
- Working temperature: -51 ~ +125 °C



Size	Diameter	Pin number	Signal type	High frequency
1	Ø14.8	21	HDMI	10.2 Gb/s
0	Ø12.8	10	USB 3.1(gen1)	10 Gb/s
00	Ø9.8	4 & 5	USB 2.0	480 Mb/s

— 宏致（ACES）



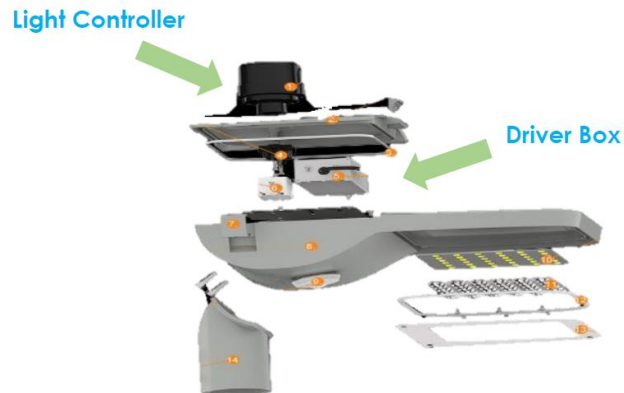
- Receptacle / Plug with Waterproof Cable Glands & Joints
- IP67 Fiber Optic Patch Cables Designated for Outdoor Application
- Field Installation Type
- Customized Cable Assembly Service to Fit-in Poles



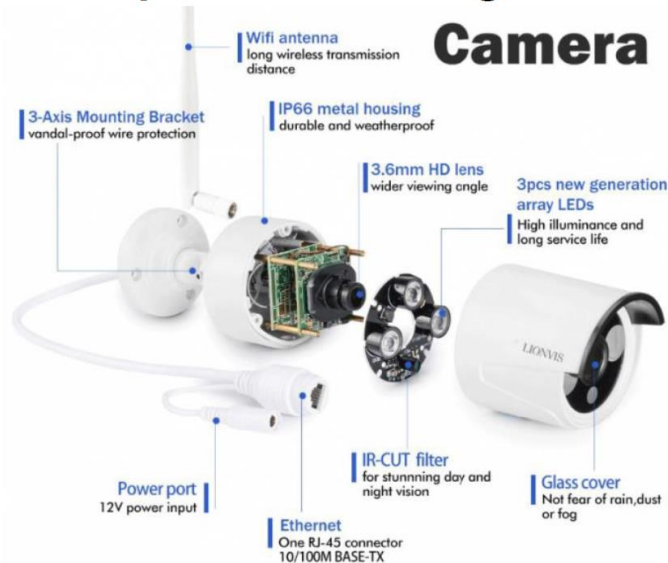
- IP54 or IP55 cabinets, can do cables at the same level if needed.
- Integrated sensor cables(Twilight, Thermal) to connect with controllers / circuit boards.
- Ring type cables for power connections
- Ethernet / Fiber-Optic connectors and cables
- USB receptacle for data access
- Related connectors / cables for HMI panel
- RF Antenna products for WiFi usage

Exploded Drawing for Street Lighting

1. Micro & Mini Fit / WTBs / Pin Headers for Light Controller and Driver Box
2. VDE Certificate is discussable



Exploded Drawing for Surveillance Camera



Our Products used in CCTV Cameras –

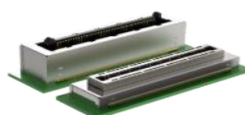
1. Wifi Antenna
2. RF Coaxial connector
3. BNC / SMA / RCA
4. WTBs
5. FPCs
6. RJ45s



Stack-shield series family

Aces **Stack-shield** series has a high data transfer rate up to PCIe Gen3/Gen4 and also has full shielding with multiple grounds for mitigating EMI issue.

Ideal for router, server, desktop, all in one NB, edge computing and other telecom relevant applications.



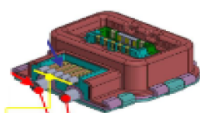
- **BTB 0.8p 10~15H(Available)**

p/n : 51079, 51080
Pin counts: 40, 80
Data rate : PCIe 4.0
2.45 / 5G EMI shield



- **Micro coaxial connector 0.4p 2.2h(Available)**

P/n : 51495, 51496
Data rate : PCIe4, USB3.1, eDP1.4, TBT3
2.45 / 5G EMI shield

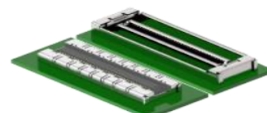


- **mmwave antenna flyover cable solution(sample 7/E)**

antenna : Qualcomm QTM525 module
2.45 / 5G EMI shield

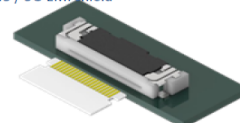
- **BTB 0.5p 3~7H(in develop)**

Pin counts: 40, 80
Data rate : PCIe 5.0
2.45 / 5G EMI shield



- **FPC To B 0.5p 1.5mm H(in develop)**

Pin counts: 10~34
Data rate : PCIe4, USB3.1, eDP1.4, TBT3
2.45 / 5G EMI shield



2.92mm High Frequency RF



Operation frequency : 40GHz
VSWR: 1.3 MAX
Operation temperature : -55~105 degree C



2020 Q4

2021 Q1

2021 Q2

2021 Q3

1. 2.92 female to female
2. 2.92 male to female
3. 2.92 male to male
4. 2.91 vertical mount

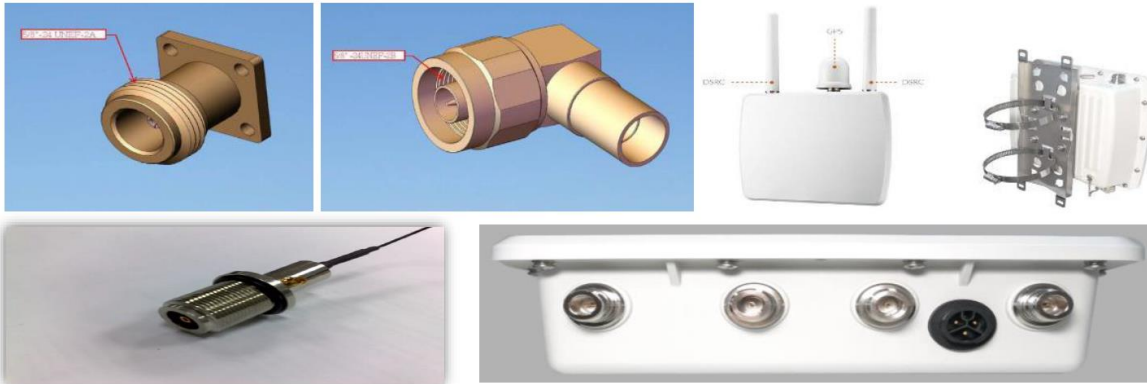
2.92 edge mount with screws

High Frequency RF

N Type Connectors

For Small Cells

Operation frequency : 40GHz



Our Cable Types

Customized Cables which meets outdoor circumstances –

Storage Temperature -40° C~85° C , UL94V-0...etc.



PTC, NTC Sensor Cables



SODIAL(R) 2 m NTC thermistor temperature sensor waterproof probe wire 10 K 1% 3950 black: Amazon.co.uk: DIY & Tools - Google Chrome

Power Cables Grounding Cables...etc.



Our Cable Types(Continued)

Patch cord: RJ45 / AOC / Oculink

Pigtail: Harness / AOC



Patch Cord



Pigtail



Our Cable Types(Continued)

Molding Cables / Bending Wire / Power Cord /

RS232-485 / IEEE1394 / LVDS / Jumper / Breaker



Customized Stamping Parts

Processing Scope:

1. Stamping Service for All Kinds of Metallic Materials

a) Small Size :

EMI Shielding , HD Bracket, CPU Bracket, Fan Bracket...etc.

Size Range(Unfolded): 10*10mm ~ 100*100mm

Applicable Machine Tonnage: 20T ~ 100T

b) Medium Size:

SATA Box, Router, Mini PC, Switch, Heat Spreader, Middle Frame...etc.

Size Range(Unfolded): 100*100mm ~ 500*500mm

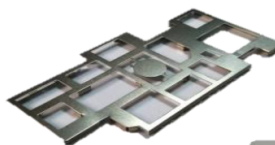
Applicable Machine Tonnage : 80T ~ 250T

c) Large Size:

Server, Kiosk, Indoor / Outdoor Control Box, Automotive Parts

Size Range(Unfolded): 100*100mm ~ 500*500mm

Applicable Machine Tonnage: 100T ~ 400T



2. Additional Processing

a) Assembling Accessories:

Mylar Sticking, Riveting, Tapping, Component Assembling

b) Finishing:

Plating, Electrochemical Corrosion, Paint Baking, Sandblasting, Laser Engraving, Brushing, Anodizing, Passivation Treatment, Printing

3. Samples and Small Batch Production are Available

Our PEC Factory is Available to Prototype and Small Batch Manufacturing(50~100 pcs Per Month)

4. All Our Dies are Designed and Manufactured In-House

B3 掛載設備規格參考

B3.1 杆頂

B3.1.1 電信設備(可移至WG3)

B3.2 上層

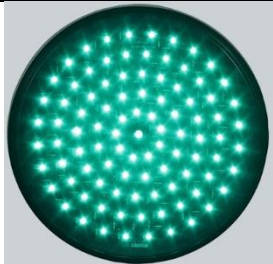
B3.2.1 智慧照明

產品外觀			
產品型號	億光 勝利路燈-101W	台達電 SLDF Series	台灣歐日光 SL-150W-001
特點	LED 路燈	LED 路燈	LED 路燈
光通量/色溫	14140Lm / 5000K	19494Lm / 5000K	15000Lm / 5700K
電源輸入	100-277V AC	110~277Vac	100-240V AC

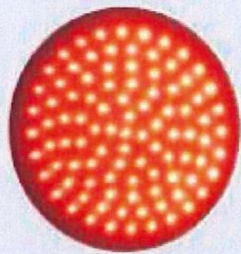
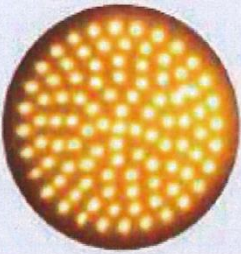
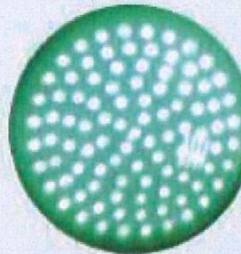
調光控制介面	0/1~10V	0/1~10V	0/1~10V
消耗瓦數(W)	101	150	150
外觀尺寸 (mm)	407 x 207 x 124	710 x 350 x 121	620 x 240 x 70
重量 (kg)	3	8	15
防水係數	IP65	IP66	IP65

產品外觀	
產品型號	聯嘉光電 SL3 Series
特點	LED 路燈
光通量/色溫	18023Lm / 5000K
電源輸入	100-277V AC
調光控制介面	0/1~10V
消耗瓦數(W)	120
外觀尺寸 (mm)	667 x 312 x 128
重量 (kg)	6
防水係數	IP66

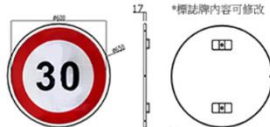
B3.2.2 交通號誌

產品外觀			
產品型號	晶亮電工 V09-R12THA120PC	晶亮電工 V09-Y12THA120PC	晶亮電工 V09-G12THA120PC
操作溫度	20~+74 °C	20~+74 °C	20~+74 °C
操作電壓	80-240 VAC	80-240 VAC	80-240 VAC
消耗功率 (W)	≤ 15W	≤ 15 W	≤ 15 W
外觀尺寸 (mm)	直徑 300 ±5 mm	直徑 300 ±5 mm	直徑 300 ±5 mm

重量 (kg)	≤ 1.3 kg	≤ 1.3 kg	≤ 1.3 kg
防水係數	IP54	IP54	IP54

產品外觀			
產品型號	聯嘉光電 TRV-R12D72A1	聯嘉光電 TRV-Y12D72A1	聯嘉光電 TRV-G12D72A2
操作溫度	-40~+74 °C	-40~+74 °C	-40~+74 °C
操作電壓	80-240 VAC	80-240 VAC	80-240 VAC
消耗功率 (W)	10 W	10 W	13 W
外觀尺寸 (mm)	直徑 300 ±5 mm	直徑 300 ±5 mm	直徑 300 ±5 mm
重量 (kg)	≤ 1.3 kg	≤ 1.3 kg	≤ 1.3 kg
防水係數	IP54	IP54	IP54

B3.2.3 道路標示

產品外觀			
產品型號	晶亮電工 IRL050120-0000	晶亮電工 IRL150090-0000	晶亮電工 IRS065000-0000
操作溫度	90~240 VAC	90~240 VAC	90~240 VAC
操作電壓	80-240 VAC	80-240 VAC	80-240 VAC
消耗功率 (W)	≤ 15 W	< 33 W	≤ 9 W
外觀尺寸 (mm)	500 x 1200	1500 x 900	直徑 650
重量 (kg)	12.5 kg	26 kg	11.2 kg
防水係數	IP54	IP54	IP54

B3.2.4 影像監視

B3.2.4.1 槍型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK IB9387-EHT-A	DYNACOLOR S5-B Series	LILIN Z2R8152X-P
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265 and H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	POE 802.3af	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	20 W (PoE)	11.74 (PoE)	14.5 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 118 x 294.6	Ø 92x224.6	Ø 102.5 × 258
重量 (kg)	1.3	0.78	1.02
防水係數	IP67	IP66	IP68

B3.2.4.2 魚眼型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK MA9321-EHTV	DYNACOLOR U2-8 Series	LILIN Z5R6422X3
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	PoE 802.3af	PoE 802.3af
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	7 W (PoE)	12.95 (PoE)	9.6 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 210 x 110.4	Ø 130x57.8	Ø120 × 106 mm
重量 (kg)	1.6	0.565	0.76
防水係數	IP66	IP66	IP67

B3.2.4.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK SD9364-EHL-V2	DYNACOLOR 831- Series	LILIN IPS4308EA
影像格式	H. 264, MJPEG & MPEG-4	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 264, MJPEG
電源輸入	PoE 802.3at	UPoE,	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	51W (PoE)	39(PoE)	14W (POE)
外觀尺寸 (mm)	237 x 326 x 499	Ø207.43 x 300.39	Ø 210 x 332
重量 (kg)	3.66	3.8	3.2
防水係數	IP67	IP66	IP66

B3.2.5 環境監測

產品外觀		
產品型號	台達電 BA-SCDB-A01E	SYSINNO 維新應用 IAeris3
特點	戶外 PM2.5/PM10/溫溼度 感應器	溫度、濕度、懸浮微粒 PM10、 細懸浮微粒 PM2.5、總揮發性氣 體 TVOC、一氧化碳、臭氧感測 器
操作環境	-10 ~ +60℃	-10℃ ~ 50℃, 低於90% RH
電源輸入	12~36Vdc	110~220V AC
通訊介面	RS485	NB - IoT、4G、WiFi、RS485

消耗瓦數(W)	1	2.5
外觀尺寸 (mm)	Ø 138 x 26	180 x 265 x 138
重量 (kg)	1.2	1
防水係數	IP65	IP65

B3.2.6 智慧交通(C-V2x)

產品外觀			
產品型號	WNC C-V2X 路側設備	Askey CRU-0100	Unex RSU-301U
操作溫度	-40°C ~ 75°C	-40°C ~ +85°C	-40°C ~ +85°C
操作電壓	PoE 802.3at	PoE 802.3at	PoE 802.3at
消耗功率 (W)	26	TBD	12
外觀尺寸 (mm)	190 x 250 x 60	290 x 80 x 200	128 x 221 x 73
重量 (kg)	TBD	TBD	5
防水係數	IP67	IP67	IP67

B3.2.7 智慧交通(光達)

產品外觀		
產品型號	Velodyne Puck	Velodyne HDL-32E
操作環境	-10°C ~ +60°C	-10°C ~ +60°C
電源輸入	9 ~18 V DC	9 ~18 V DC

通訊介面	Ethernet	Ethernet
消耗瓦數(W)	8	12
外觀尺寸 (mm)	Ø103.3 x 71.7	Ø85.3 x 144.2
重量 (kg)	0.83	1
防水係數	IP67	IP67
偵測距離(m)	100	100
Field of View	Vertical : 30° Horizontal : 360°	Vertical : 41.33° Horizontal : 360°

B3.2.8 智慧交通(雷達)

產品外觀		
產品型號	Smartmicro UMRR-11Type44	Smartmicro UMRR-11 Type132
操作環境	-40℃~+85℃	-40℃~+85℃
電源輸入	8 ~32 V DC	8 ~32 V DC
通訊介面	Ethernet, RS485, CAN Bus	Ethernet, RS485, CAN Bus
消耗瓦數(W)	5	5
外觀尺寸 (mm)	110 x 99 x 31.7	94.7 x 84.4 x 26.4
重量 (kg)	0.36	0.274
防水係數	IP67	IP67
偵測距離(m)	100	100
Field of View	Vertical : 30° Horizontal : 360°	Vertical : 41.33° Horizontal : 360°

B3.2.9 其他重要設備

B3.2.9.1 閘道器(Gateway)

產品外觀		
產品型號	ASRock Industrial iEP-5000G	ASUS PE100A
操作環境	-40~+70 °C	-20~+60 °C
電源輸入	6~36 VDC	DC 12~24V
通訊介面	3 x 1GbE 3 x COM RS-232/422/485 2 x USB 3.2 Gen1x1 2 x USB 2.0 1 x HDMI 1 x VGA	2xRJ-45 10/100/1000 Mbps 1xRS-232/RS422/RS485 1xRS-232/CAN 1xUSB3.2 1xHDMI
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	157 x 125 x 58	145 x 78 x 55.5
重量 (kg)	1.3	0.775
防水係數	IP30	IP30

B3.2.9.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W

操作環境	-40~+75 °C	-40~+75 °C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

B3.3 下層

B3.3.1 其他重要設備

B3.3.1.1 監控錄影儲存設備 (NVR)

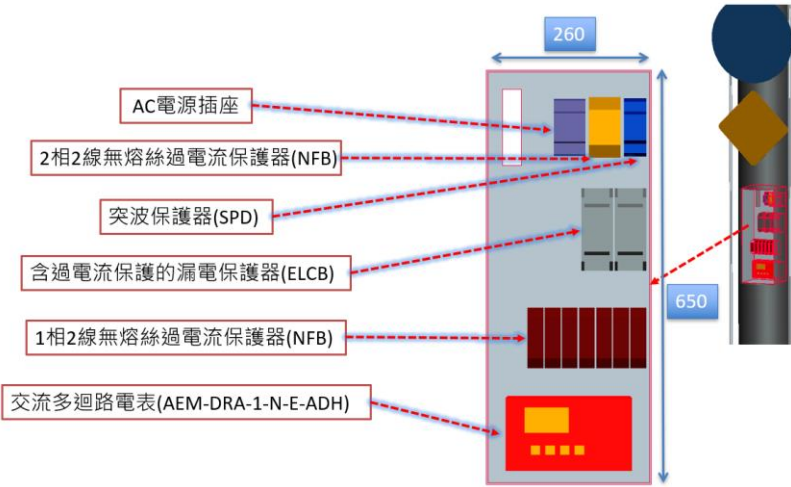
產品外觀		
產品型號	QNAP TS-i410X	QNAP QVP-41B
操作環境	-40 °C~+70 °C	0 °C~+40 °C
電源輸入	12VDC(Adapter)或 9-36V DC 擇一	100~240V AC
通訊介面	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	25.6	100 另提供共 140W PoE x16 (每埠 Max. 30W)
PoE	N/A	16 port 30W 共140W
外觀尺寸 (mm)	65 x 180 x 254	130 x 295 x 224.8

重量 (kg)	2.54	4.08
防水係數	N/A	N/A

B4 Type 2供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單



圖B4-1 Type 2供電網路圖



圖B4-2 Type 2分電盤配置圖

表B4-1 Type 2分電盤設備清單

品名	參考製造商型號	規格	數量	尺寸
無熔絲斷路器(NFB)	NF100SN	30A/25kA/220V/2P	1	50x130x90mm
突波保護器(SPD)	BHP30	30kA/2P	1	36x91x66mm
漏電斷路器(ELCB)	NV-50HS	30mA/100mA/300mA/2P	2	50*115*80mm
無熔絲斷路器(NFB)	BHA31C6	1~6A/6kA/220V/1P	6	18x84.5x74mm
交流多迴路電表	AEM-DRA-1-N-E-ADH	RJ45介面	1	199x118x77mm
電流互感器(CT)	US-CTV-10-005A	5A/333mV/1%	6	30.8*28.8*42.8mm

B5 系統架構 (GPON+Ring)

B6 流量頻寬

因應電杆適用場域的不同，參考Type2智慧燈杆布置示意圖，預估每杆上所需掛載設備上下行參考頻寬。

表B6.1 Type2智慧電杆上下行頻寬估算表

應用名稱	Vendor	Vendor P/N	數量	頻寬(Mbps)	頻寬小計(Mbps)
智慧照明	台達電	SLDF Series	2	0.001	0.002
影像監視(槍型攝影機)	VIVOTEK	IB9387-EHT	2	7.34	14.680
影像監視(魚眼攝影機)	VIVOTEK	MA9321-EHTV	2	41.09	82.180
道路數位標示 (即時警示字幕)	翔虹瑟科技	TBD	1	0.001	0.001
車聯網 (C-V2X)	Unex	RSU-301U	1	27	27.000
車聯網(光達)	Velodyne	Puck	1	100	100.000
車聯網(雷達)	Smartmicro	UMRR-11Type44	1	0.01	0.010

頻寬總計 (Mbps)	223.873
Buffer (Mbps)	300

附錄C Type 3 公園徒步智慧杆設計延伸

C1 Cable Routing

C2 Connector 型號規格建議

C3 掛載設備規格參考

C3.1 杆頂

C3.1.1 電信設備(可移至WG3)

C3.2 上層

C3.2.1 智慧照明

產品外觀			
產品型號	億光 勝利路燈-101W	台達電 SLDF Series	台灣歐日光 SL-150W-001
特點	LED 路燈	LED 路燈	LED 路燈
光通量/色溫	14140Lm / 5000K	19494Lm / 5000K	15000Lm / 5700K
電源輸入	100-277V AC	110~277Vac	100-240V AC
調光控制介面	0/1~10V	0/1~10V	0/1~10V
消耗瓦數(W)	101	150	150
外觀尺寸 (mm)	407 x 207 x 124	710 x 350 x 121	620 x 240 x 70
重量 (kg)	3	8	15
防水係數	IP65	IP66	IP65

產品外觀	
產品型號	聯嘉光電 SL3 Series
特點	LED 路燈
光通量/色溫	18023Lm / 5000K
電源輸入	100-277V AC
調光控制介面	0/1~10V
消耗瓦數(W)	120
外觀尺寸 (mm)	667 x 312 x 128
重量 (kg)	6
防水係數	IP66

C3.2.2 影像監視

C3.2.2.1 槍型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK IB9387-EHT-A	DYNACOLOR S5-B Series	LILIN Z2R8152X-P
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265 and H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	POE 802.3af	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	20 W (PoE)	11.74 (POE)	14.5 (POE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 118 x 294.6	Ø 92x224.6	Ø 102.5 × 258
重量 (kg)	1.3	0.78	1.02
防水係數	IP67	IP66	IP68

C3.2.2.2 魚眼型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK MA9321-EHTV	DYNACOLOR U2-8 Series	LILIN Z5R6422X3
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	PoE 802.3af	PoE 802.3af
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	7 W (PoE)	12.95 (POE)	9.6 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 210 x 110.4	Ø 130x57.8	Ø120 × 106 mm
重量 (kg)	1.6	0.565	0.76
防水係數	IP66	IP66	IP67

C3.2.2.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK SD9364-EHL-V2	DYNACOLOR 831-Series	LILIN IPS4308EA
影像格式	H. 264, MJPEG & MPEG-4	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 264, MJPEG
電源輸入	PoE 802.3at	UPoE,	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	51W (PoE)	39(PoE)	14W (POE)
外觀尺寸 (mm)	237 x 326 x 499	Ø207.43 x 300.39	Ø 210 x 332
重量 (kg)	3.66	3.8	3.2

防水係數	IP67	IP66	IP66
------	------	------	------

C3.2.3 環境監測

產品外觀		
產品型號	台達電 BA-SCDB-A01E	SYSINNO 維新應用 IAeris3
特點	戶外 PM2.5/PM10/溫溼度 感應器	溫度、濕度、懸浮微粒 PM10、 細懸浮微粒 PM2.5、總揮發性氣 體 TVOC、一氧化碳、臭氧感測 器
操作環境	-10 ~ +60°C	-10°C ~ 50°C, 低於90% RH
電源輸入	12~36Vdc	110~220V AC
通訊介面	RS485	NB - IoT、4G、WiFi、RS485
消耗瓦數(W)	1	2.5
外觀尺寸 (mm)	Ø 138 x 26	180 x 265 x 138
重量 (kg)	1.2	1
防水係數	IP65	IP65

C3.2.4 公眾推播

產品外觀			
產品型號	志豐電子 KS251824 IP	大鼎電腦 IS-650P	Axis Communications C1310-E

操作環境	-40~+60°C	TBD	-40~+60°C
電源輸入	POE IEEE 802.3af	POE IEEE 802.3af	POE IEEE 802.3af/at Type1 Class3
通訊介面	Ethernet	Ethernet	RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE I/O: 4-pin 2.5 mm terminal block for one input and one output
消耗瓦數 (W)	13	8	Max. 12.95W
外觀尺寸 (mm)	248 x 180 x 336	280 x 200 x 280	164 x 225 x 305
重量 (kg)	1.5	2.02	1.3
防水係數	IP66, IP67	IP66	IP66, IP67

C3.2.5 數位廣告看板

產品外觀			
產品型號	瑞迪國際 RD425SP	瑞迪國際 RD525LO	聯嘉光電 LD Series
操作環境	-5~+50°C	-5~+50°C	-20~+50°C
電源輸入	AC 100 - 240 V	AC 100 - 240 V	AC 100 - 240 V
通訊介面	RJ45 / WIFI / USB	RJ45 / WIFI / USB	RJ45 / WIFI / USB
消耗瓦數(W)	250	180	360(ave.)

外觀尺寸 (mm)	971.6 x 559.8 x 88	1242.6 x 713.6 x 74.3	1220 x 640 x 110
重量 (kg)	75	110	34
防水係數	IP56	IP56	IP56

C3.2.6 其他重要設備

C3.2.6.1 閘道器(Gateway)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W
操作環境	-40~+75 °C	-40~+75 °C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

C3.2.6.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W
操作環境	-40~+75 °C	-40~+75 °C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

C3.3 下層

C3.3.1 互動數位看板

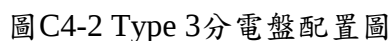
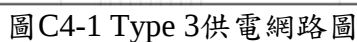
產品外觀	
產品型號	原鑫科技 NTWP190-2 V500E
操作環境	-30~+85 °C
電源輸入	100~240VAC
通訊介面	RJ45/USB/RS232

消耗瓦數(W)	70
外觀尺寸 (mm)	402 x 331 x 59 (±2)
重量 (kg)	4.9
防水係數	IP65

C3.3.2 緊急呼救

產品外觀				
產品型號	鼎高科技 緊急呼救按鈕 nEI	丞禹科技 緊急按鈕 SG-EV02T-F07-IP	悅明達科技 緊急求救對講機 DP-902	Axis Communications A8105-E
操作環境	-10~+50°C	-20~+50°C	0~+85°C	-25~+55°C
電源輸入	802.3af PoE	POE 802.3af	PoE 802.3af	POE IEEE 802.3af/at Type1 Class3
通訊介面	RJ45、RS485	RJ45	RJ45	RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE I/O: 6-pin 3.81 mm terminal block for 2 I/O, 12V output (max 350mA) and 1 relay
消耗瓦數 (W)	5	1.5	10	Max. 12.95W
外觀尺寸 (mm)	150 x 102 x 250	164 x 104 x 35	120 x 200 x 38	147.5 x 35 x 48
重量 (kg)	2.05	0.623	TBD	0.28
防水係數	IP65	IP65	IP65	IP65

C4 Type 3供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單



品名	參考製造商型號	規格	數量	尺寸
無熔絲斷路器(NFB)	NF100SN	30A/25kA/220V/2P	1	50x130x90mm
突波保護器(SPD)	BHP30	30kA/2P	1	36x91x66mm

漏電斷路器(ELCB)	NV-50HS	30mA/100mA/300mA/2P	2	50*115*80mm
無熔絲斷路器(NFB)	BHA31C6	1~6A/6kA/220V/1P	5	18x84.5x74mm
交流多迴路電表	AEM-DRA-1-N-E-ADH	RJ45 介面	1	199x118x77mm
電流互感器(CT)	US-CTV-10-005A	5A/333mV/1%	6	30.8*28.8*42.8mm

C5 系統架構 (GPON+Star)

C6 流量頻寬

因應電杆適用場域的不同，參考Type3智慧燈杆布置示意圖，預估每杆上所需掛載設備上下行參考頻寬。

表C6.1 Type3智慧電杆上下行頻寬估算表

應用名稱	Vendor	Vendor P/N	數量	頻寬(Mbps)	頻寬小計(Mbps)
智慧照明	台達電	SLDF Series	2	0.001	0.002
影像監視(槍型攝影機)	VIVOTEK	IB9387-EHT	1	7.34	7.340
影像監視(魚眼攝影機)	VIVOTEK	MA9321-EHTV	1	41.09	41.090
廣告推播(IP Speaker)	志豐電子	KS251824 IP	1	0.091	0.091
互動數位看板數位螢幕 (戶外顯示看板)	瑞迪國際	RD425SP RD525L0	1	5	5.000
互動數位看板 互動看板(觸控)	原鑫科技	NTWP190-2 V500E	1	0.1	0.100
緊急呼救(SOS)	鼎高科技	nEI	1	4.000	4.000
頻寬總計 (Mbps)					57.623
Buffer (Mbps)					100

附錄D Type 4 充電樁智慧杆設計延伸

D1 Cable Routing

D2 Connector 型號規格建議

D3 掛載設備規格參考

D3.1 杆頂

D3.1.1 電信設備(可移至WG3)

D3.2 上層

D3.2.1 智慧照明

產品外觀			
產品型號	億光 勝利路燈-101W	台達電 SLDF Series	台灣歐日光 SL-150W-001
特點	LED 路燈	LED 路燈	LED 路燈
光通量/色溫	14140Lm / 5000K	19494Lm / 5000K	15000Lm / 5700K
電源輸入	100-277V AC	110~277Vac	100-240V AC
調光控制介面	0/1~10V	0/1~10V	0/1~10V
消耗瓦數(W)	101	150	150
外觀尺寸 (mm)	407 x207 x 124	710 x 350 x 121	620 x 240 x 70
重量 (kg)	3	8	15
防水係數	IP65	IP66	IP65

D3.2.2 影像監視

D3.2.2.1 槍型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK IB9387-EHT	DYNACOLOR S5-B Series	LILIN Z2R8152X-P
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265 and H. 264, MJPEG

電源輸入	POE 802.3at	POE 802.3af	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	12 W (PoE)	11.74 (PoE)	14.5 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 118 x 294	Ø 92x224.6	Ø 102.5 × 258
重量 (kg)	1.254	0.78	1.02
防水係數	IP66	IP66	IP68

D3.2.2.2 魚眼型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK MA9321-EHTV	DYNACOLOR U2-8 Series	LILIN Z5R6422X3
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	PoE 802.3af	PoE 802.3af
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	7 W (PoE)	12.95 (PoE)	9.6 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 210 x 110.4	Ø 130x57.8	Ø120 × 106 mm
重量 (kg)	1.6	0.565	0.76
防水係數	IP66	IP66	IP67

D3.2.2.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK SD8364E/64E-M	DYNACOLOR 831-Series	LILIN IPS4308EA
影像格式	H. 264, MJPEG & MPEG-4	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 264, MJPEG
電源輸入	PoE 802.3at	UPoE,	POE 802.3at

通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	19W (PoE)	39(PoE)	14W (POE)
外觀尺寸 (mm)	Ø: 205 x 321	Ø207.43 x 300.39	Ø 210 x 332
重量 (kg)	3.66	3.8	3.2
防水係數	IP67	IP66	IP66

D3.2.3 其他重要設備

D3.2.3.1 閘道器(Gateway)

產品外觀		
產品型號	ASRock Industrial iEP-5000G	ASUS PE100A
操作環境	-40~+70 °C	-20~+60 °C
電源輸入	6~36 VDC	DC 12-24V
通訊介面	3 x 1GbE 3 x COM RS-232/422/485 2 x USB 3.2 Gen1x1 2 x USB 2.0 1 x HDMI 1 x VGA	2xRJ-45 10/100/1000 Mbps 1xRS-232/RS422/RS485 1xRS-232/CAN 1xUSB3.2 1xHDMI
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	157 x 125 x 58	145 x 78 x 55.5
重量 (kg)	1.3	0.775
防水係數	IP30	IP30

D3.2.3.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W
操作環境	-40~+75 °C	-40~+75 °C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

D3.2.4 影像監視

D3.2.4.1 槍型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK IB9387-EHT-A	DYNACOLOR S5-B Series	LILIN Z2R8152X-P
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265 and H. 264, MJPEG

電源輸入	POE 802.3at	POE 802.3af	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	20 W (PoE)	11.74 (PoE)	14.5 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 118 x 294.6	Ø 92x224.6	Ø 102.5 × 258
重量 (kg)	1.3	0.78	1.02
防水係數	IP67	IP66	IP68

D3.2.4.2 魚眼型攝影機

產品外觀			
產品型號	VIVOTEK MA9321-EHTV	DYNACOLOR U2-8 Series	LILIN Z5R6422X3
影像格式	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 265, H. 264, MJPEG
電源輸入	POE 802.3at	PoE 802.3af	PoE 802.3af
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	7 W (PoE)	12.95 (PoE)	9.6 (PoE)
外觀尺寸 (mm)	Ø 210 x 110.4	Ø 130x57.8	Ø120 × 106 mm
重量 (kg)	1.6	0.565	0.76
防水係數	IP66	IP66	IP67

D3.2.4.3 PTZ(Pan-Tilt-Zoom)攝影機

產品外觀			
------	---	--	---

產品型號	VIVOTEK SD9364-EHL-V2	DYNACOLOR 821- Series	LILIN IPS4308EA
影像格式	H. 264, MJPEG & MPEG-4	H. 265, H. 264, MJPEG	H. 264, MJPEG
電源輸入	PoE 802.3at	PoE	POE 802.3at
通訊介面	RJ-45	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	51W (PoE)	39(PoE)	14W (POE)
外觀尺寸 (mm)	237 x 326 x 499	Ø207.43 x 300.39	Ø 210 x 332
重量 (kg)	3.66	3.8	3.2
防水係數	IP67	IP66	IP66

D3.2.5 其他重要設備

D3.2.5.1 閘道器(Gateway)

產品外觀		
產品型號	ASRock Industrial iEP-5000G	ASUS PE100A
操作環境	-40~+70 °C	-20~+60 °C
電源輸入	6~36 VDC	DC 12-24V
通訊介面	3 x 1GbE 3 x COM RS-232/422/485 2 x USB 3.2 Gen1x1 2 x USB 2.0 1 x HDMI 1 x VGA	2xRJ-45 10/100/1000 Mbps 1xRS-232/RS422/RS485 1xRS-232/CAN 1xUSB3.2 1xHDMI
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	157 x 125 x 58	145 x 78 x 55.5
重量 (kg)	1.3	0.775

防水係數	IP30	IP30
------	------	------

D3.2.5.2 網管型乙太網路交換機 (Layer 2 Switch)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W
操作環境	-40~+75 °C	-40~+75 °C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

D3.3 下層

D3.3.1 充電樁

產品外觀			
產品型號	裕電能源 U-Charger Plus	台達電 AC MAX	飛宏科技 AW series
操作環境	-30~+50℃	-30~+50℃	-30~+50℃
電源輸入	AC200-240V	AC220	AC200-240V
通訊介面	Ethernet/RS485	Ethernet/RS485	Ethernet/RS485
輸出功率數(W)	7k	17.6k	7.6k
外觀尺寸 (mm)	272 x 147 x 352	167 x 218 x 371	260 x 100 x 280
重量 (kg)	6	3.8	4
防水係數	IP55	IP55	IP55

D3.3.2 其他重要設備

D4 Type 4供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單

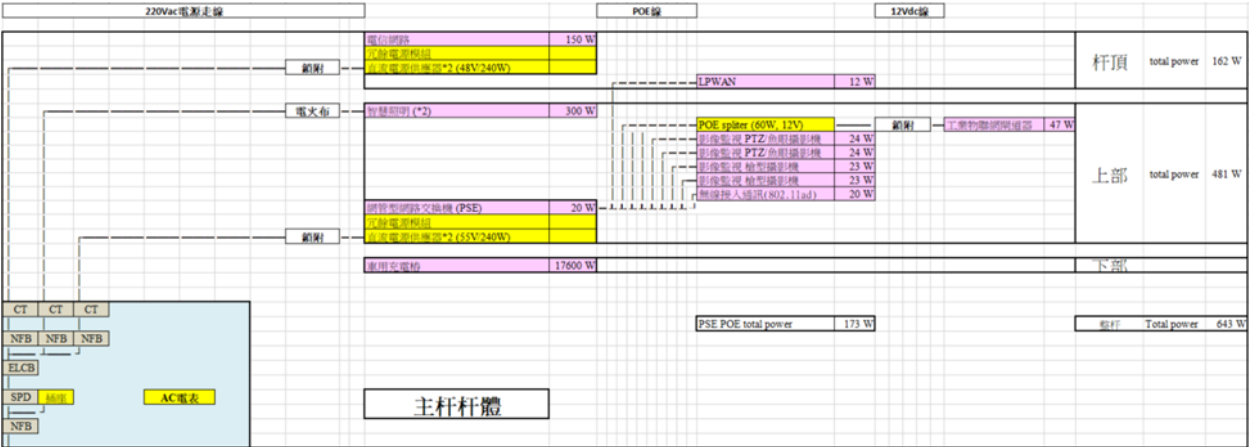


圖 D4-1 Type 4供電網路圖

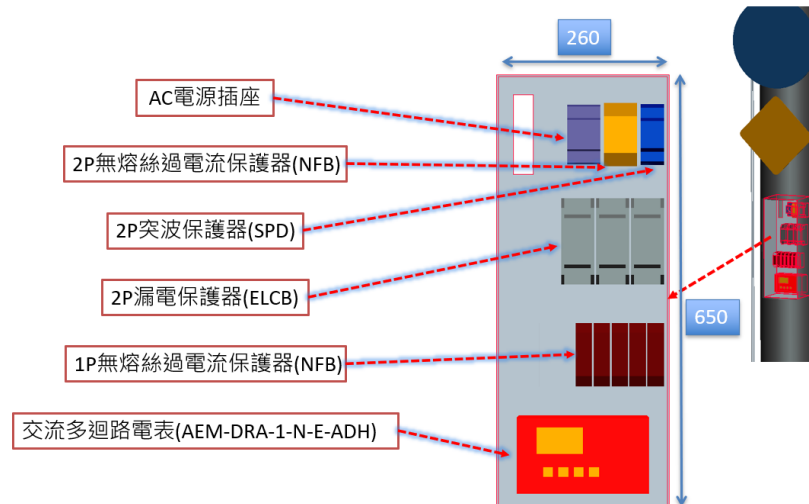


圖 D4-2 Type 4分電盤配置圖

表 D4--1 Type 4分電盤設備清單

品名	參考製造商型號	規格	數量	尺寸
無熔絲斷路器(NFB)	NF100SN	30A/25kA/220V/2P	1	50x130x90mm
突波保護器(SPD)	BHP30	30kA/2P	1	36x91x66mm
漏電斷路器(ELCB)	NV-50HS	30mA/100mA/300mA/2P	1	50*115*80mm
無熔絲斷路器(NFB)	BHA31C6	1~6A/6kA/220V/1P	3	18x84.5x74mm
交流多迴路電表	AEM-DRA-1-N-E-ADH	RJ45介面	1	199x118x77mm
電流互感器(CT)	US-CTV-10-005A	5A/333mV/1%	3	30.8*28.8*42.8mm

D5 系統架構 (GPON+Star)

D6 流量頻寬

因應電杆適用場域的不同，參考Type4智慧燈杆布置示意圖，預估每杆上所需掛載設備上下行參考頻寬。

表D6.1 Type4智慧電杆上下行頻寬估算表

應用名稱	Vendor	Vendor P/N	數量	頻寬(Mbps)	頻寬小計(Mbps)
智慧照明	台達電	SLDF Series	1	0.001	0.001
影像監視(槍型攝影機)	VIVOTEK	IB9387-EHT	1	7.34	7.340
影像監視(魚眼攝影機)	VIVOTEK	MA9321-EHTV	1	41.09	41.090
充電樁	台達電/裕電/飛宏		1	TBD	
頻寬總計 (Mbps)					48.431
Buffer (Mbps)					100

附錄 E 迴路控制箱設計延伸

E1 Cable Routing

E2 Connector 型號規格建議

E3 掛載設備規格參考

E3.1 分波多工器(WDM)

E3.1.1 稀疏波多工傳輸器(CWDM)

產品外觀		
產品型號	CTCU WPC-100091WB	Ficer FCWM-xxxxxxx-LGPxx-xx
波長通道(Channel)	9	9
波長頻段	1271/1291/1311/1331/1351/1371 /1391/1411/1431/1451/1471/149 1/1511/1531/1551/1571/ 1591/1611nm	1271/1291/1311/1331/1351/1371 /1391/1411/1431/1451/1471/149 1/1511/1531/1551/1571/ 1591/1611nm
操作環境	-40°C~+85°C	-10°C~+70°C
電源輸入	N/A	N/A

通訊介面	LC/UPC	LC/UPC
消耗瓦數(W)	N/A	N/A
外觀尺寸 (mm)	270 x 180 x 50	420 x 354 x 139.5
重量 (kg)	TBD	2.6
防水係數	IP65	IP65

E3.1.2 密集波多工傳輸器(DWDM)

產品外觀	
產品型號	CTCU WPC-1000-1211WB
波長通道(Channel)	12
波長頻段	C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43
操作環境	-40°C~+85°C
電源輸入	N/A
通訊介面	LC/UPC
消耗瓦數(W)	N/A
外觀尺寸 (mm)	270 x 180 x 50
重量 (kg)	TBD
防水係數	IP65

E3.2 光纖網路單元(ONU)

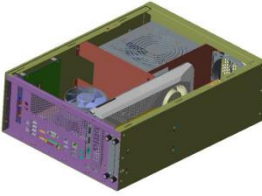
產品外觀	
產品型號	Zyxel PMG5617
操作環境	0°C~+45°C
電源輸入	DC 12 V
通訊介面	RJ-45
消耗瓦數(W)	17
外觀尺寸 (mm)	250 x 160 x 35
重量 (kg)	0.447
防水係數	N/A

E3.3 網管型乙太網路交換機 (Layer 3 Switch)

產品外觀		
產品型號	EtherWAN EX78900X Series	Oring IGPS-9084GP-60W
操作環境	-40~+75°C	-40~+75°C
電源輸入	50~57 VDC	52~57 VDC
通訊介面	RJ-45 x 12 SFP x 4 (PoE x12 IEEE802.3bt 90W per port; total 360W)	RJ-45 x 8 SFP x 4 (PoE x 8 IEEE802.3at 60W per port; total 240W)
消耗瓦數(W)	TBD	TBD

外觀尺寸 (mm)	72 x 140 x 170	96.4 x 105.5 x 154
重量 (kg)	1.5	1.29
防水係數	IP30	IP30

E3.4 Edge Computer

產品外觀			
產品型號	ASRock Industrial iEPF-9000S-EX4	ASUS PE400D	ASUS PE7000D
操作環境	35W CPU: -40°C~75°C 65W CPU: -40°C~55°C 80W CPU: -40°C~45°C	-20~+60°C	0 to 40°C
電源輸入	9 to 36 VDC	9 to 36 VDC, 2-pin terminal block	Integrated 850W ATX PSU 90 to 264 VAC
通訊介面	RJ-45/RS-232/RS-422/RS-485/ USB3.2 Gen2x1/USB2.0/ DP/VGA	RJ-45/RS-232/RS-422/RS-485/USB2.0/ USB3.0/HDMI/DP	RJ-45/SFP/USB3.2 /USB2.0
消耗瓦數(W)	400	TBD	TBD
外觀尺寸 (mm)	202 x 290 x 209.3	250 x 210 x 176.6	400 x 133.5 x 300
重量 (kg)	10	TBD	TBD
防水係數	IP30	IP30	IP30

E3.5 WiFi控制器

產品外觀	
產品型號	Zyxel

	NXC5500
操作環境	0°C~+40°C
電源輸入	AC 100-240V
通訊介面	RJ-45
消耗瓦數(W)	138W
外觀尺寸 (mm)	438 x 302.7 x 44
重量 (kg)	8.525
防水係數	N/A

E3.6 監控錄影儲存設備 (NVR)

產品外觀	 	
產品型號	QNAP TS-i410X	QNAP QVP-41B
操作環境	-40°C~+70°C	0°C~+40°C
電源輸入	12VDC(Adapter)或 9-36V DC 擇一	100~240V AC
通訊介面	RJ-45	RJ-45
消耗瓦數(W)	25.6	100 另提供共 140W PoE x16 (每埠 Max. 30W)
PoE	N/A	16 port 30W 共140W
外觀尺寸 (mm)	65 × 180 × 254	130 x 295 x 224.8
重量 (kg)	2.54	4.08
防水係數	N/A	N/A

E4 迴路控制箱供電網路圖/分電盤配置圖/分電盤設備清單

E4.2 UPS不斷電系統參考規格

UPS 主機依照使用環境溫度不同，列出以下兩種 UPS 主機參考型號；若操作環境溫度 0~50度可滿足需求，建議使用10KVA UPS；若環境高低溫要求較高，建議選用科風工業型不斷電系統主機，但系統消耗功率需低於3kW。

表 E4.2-1 UPS 主機及電池參考型號

品名	製造商	參考製造商型號	操作溫度	數量	尺寸
UPS主機	Vertiv	Libert ITA2 10KVA	0~50℃		430*85*500mm
UPS主機	科風	TC-3000 (3KVA)	-37~+74℃		432*460*133mm
磷酸鋰鐵電池	台塑	SB-0480525	放電-10~60℃ 充電2~50℃		505*183*238mm

E5 系統架構 (GPON)

E6 流量頻寬

附錄F 5G智慧杆供應鏈調查

F1 掛載應用設備

項次	應用項目	功能說明	供應鏈
1	智慧照明	照明設備 LED 燈具/LED 驅動器/路燈控制器	億光電子、台達電子、威力工業、聯嘉光電
2	環境監測	戶外 PM2.5/PM10/溫溼度感應器	台達電子、維新應用
3	交通號誌/道路標示	行車號誌燈/燈箱/LED 內照式方形標誌牌	晶亮電工、聯嘉光電
4	閘道器	網管型乙太網路交換器	威力工業、益網科技
5	系統通訊設備	邊緣運算伺服器/工業物聯網閘道器	華碩電腦、東擎科技
6	影像監控 (NVR)	攝影機即時錄影監控系統	威聯通科技
7	影像監視	360° PTZ/魚眼/槍型攝影機	晶睿通訊、彩富電子、利凌
8	道路數位標示	即時警示字幕	翔虹瑟科技
9	車聯網 (光達/雷達)	行車/障礙物偵測	Smartmicro、Velodyne
10	緊急呼救	雙向對講/單向視訊	鼎高科技

11	充電樁	電動車充電設備	裕電能源、台達電子、 飛宏科技、華城電機
12	數位看板	數位螢幕（戶外顯示看板）	瑞迪國際、聯嘉光電
13	互動數位看板	互動看板（觸控）	原鑫科技
14	公眾推播	網路廣播喇叭（IP Speaker）	志豐電子、大鼎電腦

F2 電力及系統設備

項次	應用項目	功能說明	供應鏈
1	直流電源供應器	5G 無線通訊設備 DC 48V 電源供應器、Redundant Module	台達電子
2		網管型乙太網路交換機 DC 55V 電源供應器	明緯企業
3		光達/雷達/閘道器 DC 12V PoE 分電器 (PoE Splitter)	威力工業
4	分電盤電力系統	交流多迴路電表、電流偵測器	銓盛電子
5		無熔絲過電流保護器 (NFB)、 突波保護器 (SPD)	士林電機
6		漏電保護器 (ELCB)	伍菱電機
7	UPS 不斷電系統	UPS 主機	科風、埃緯迅
8		UPS 備援鋰鐵電池	台塑鋰鐵材料科技
9	防水線材及連接器	Power/Signa 線材、防水連接器	信音企業、宏致電子、 佳必琪國際

F3 5G 電信及有線通訊設備

項次	應用項目	功能說明	供應鏈
1	智慧杆光纖網路架構	光纖 Cable 佈線	台灣智慧光網
2		全波段波紋鋼帶鎧裝單模光 纜、無金屬防鼠咬單模光纜	大亞
3		光纖配線箱	台通光電
4		稀疏波多工傳輸器(CWDM)、密 集波多工傳輸器(DWDM)	主向位科技
5		CWDM、DWDM 光纖收發模組(SFP Transceiver)	明虹科技
6	智慧杆 5G 無線架構	光纖傳輸系統設備(ONU)、 5G 無線通訊設備	仁寶電腦、中磊電子、 明泰科技、亞旭電腦、 合勤科技
7		無線接入通訊設備(802.11ad)	啟碁

附錄 G 相關附件

5G智慧杆標準之標準必要專利許可聲明

專利持有人：邊信聯科技/邵家健

聯絡人：邵家健

地址：新竹市東區新安路五號四樓之一107室

電話： (03) 668-7008 #102

電子郵件: john.zao@fiduciaedge.com

本人謹聲明：5G智慧桿標準推動聯盟制/修訂並頒佈的標準或文稿，如其中涉及本人或關聯者所持有的專利/專利申請，請詳列相關資料於附表，並做出以下許可承諾（選項擇一）：

- ☐ 許可實施該標準的任何一方免費使用上述專利。
- ☒ 以公平合理且無歧視的條件，許可實施該標準的任何一方使用上述專利。
- ☐ 拒絕給予上述專利許可。

此外，在做出此許可聲明後，假如此聲明所涉及的專利或專利申請發生了轉讓等權利轉移，本人保證，受讓人仍受到此許可聲明的約束。

聲明人（公司蓋章）：_____

授權代表（簽字）：_____

日期：_____

附表：

專利資訊揭露表

序 號	專利權人	申請日	申請國家	申請號	法律狀態	對應之 標準章節
1	邵家健	2020/8/14	加拿大 (PCT)	WO 2021/030903 A1	維護中	V0.4/8.5.2
2	邵家健	109/8/14	台灣	109127820	維護中	V0.4/8.5.2

備註:

1. 此表可增加附頁
 2. 法律狀態包含 維護中(prosecution) / 維持中(issued) / 逾期 (expired)
- 對應標準章節請註明標準版本與章節標號, ex: V0.4/5.7.2

SIG1各WG之職掌和工作項目

工作群組	職掌	關聯性
WG1 結構系統	決定杆體與箱體大小、負重、安全防護（雷擊, 防風, 防水, 防蟲, 防塵）、走線槽、相關載體結構配置、模組化設計與組裝	與WG2, WG3有關
WG2 產品電力安全系統	決定供電瓦數、電力傳輸、散熱、充電樁、備援系統、杆內各元件供電模組獨立設計與整合	與 WG1, WG3, WG6 有關
WG3 5G暨無線通訊模組	決定 5G 通訊功能模組（CU,DU,RU等）與支援之 3GPP 版本、使用頻譜、天線、網路Feature、核網5GC規範、MEC 功能、公/私網共杆（含 Shared Access, Private Access, RAN sharing等機制）、其他無線與IoT之相關通訊系統（Wire/Wireless backhaul, RSU, WiFi, Lora, Surveillance, Sensor, Traffic Light, Drones, 充電樁）與設備	與WG1-6有關
WG4 資訊互通性暨管理系統	決定智慧杆管控中心平台、雲管理、物聯網數據平台、串流媒體平台等各項介面/API統整與支援平台設備（伺服器）	與WG3-6有關
WG5 資安系統	決定加密系統、雲端安全、網路防火牆等設計	與WG3, WG4有關
WG6 應用發展	決定智慧交通,照明,安防,環境監測,廣告推撥等應用與需求硬體設備（喇叭、LCD, 燈具, and etc.）	與WG2, WG4有關

參考資料

- [1] 鋼構造建築物鋼結構設計規範,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/30-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%AF%87/10491-%E9%8B%BC%E6%A7%8B%E9%80%A0%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9%E9%8B%BC%E7%B5%90%E6%A7%8B%E8%A8%AD%E8%A8%88%E6%8A%80%E8%A1%93%E8%A6%8F%E7%AF%84.html>

- [2] CNS-2473-G3039, 一般結構用軋鋼料

- [3] CNS-4435-G3102, 一般結構用碳鋼鋼管

- [4] CNS-2253-H3025, 鋁及鋁合金片、捲及板

- [5] CNS-2257-H3027, 鋁及鋁合金擠型材

- [6] CNS-10007-H3116, 鋼鐵之熱浸鍍鋅

- [7] CNS-1247-H2025, 熱浸鍍鋅檢驗法

- [8] CNS-601-K2006, 調合漆(合成樹脂型)

- [9] CNS-1157-K2029, 醇酸樹脂瓷漆

- [10] CNS-4908-K2059, 一般用防銹底漆

- [11] CNS-8886-Z8026, 鹽水噴霧試驗法

- [12] 建築物耐風設計規範及解說,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/30-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%AF%87/10479-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9%E8%80%90%E9%A2%A8%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84%E5%8F%8A%E8%A7%A3%E8%AA%AA.html>

- [13] 建築物基礎構造設計規範,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/30-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%AF%87/10423->

[%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9%E5%9F%BA%E7%A4%8E%E6%A7%8B%E9%80%A0%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84.html](https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/10431-%E6%B7%B7%E5%87%9D%E5%9C%9F%E7%B5%90%E6%A7%8B%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84.html)

[14] 混凝土結構設計規範,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/10431-%E6%B7%B7%E5%87%9D%E5%9C%9F%E7%B5%90%E6%A7%8B%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84.html>

[15] 建築物耐震設計規範及解說,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/%E6%9C%80%E6%96%B0%E6%B6%88%E6%81%AF/%E6%B3%95%E8%A6%8F%E5%85%AC%E5%91%8A/10471-%E5%BB%BA%E7%AF%89%E7%89%A9%E8%80%90%E9%9C%87%E8%A8%AD%E8%A8%88%E8%A6%8F%E7%AF%84%E5%8F%8A%E8%A7%A3%E8%AA%AA.html>

[16] CNS 15200-7-7-K61152-7-7, 塗料一般試驗法—第 7-7 部：塗膜之長期性能—加速耐候性(紫外線螢光燈及水)

[17] 引用資策會「智慧桿技術規範及驗證產業合作」

[18] 市區道路及附屬工程設計規範第十九章,

URL:<https://www.cpami.gov.tw/filesys/file/chinese/dept/ep/1040810606.pdf>

[19] URL:https://pkl.gov.taipei/News_Content.aspx?n=68E4428AAD994DE1&s=BA051419A2B3066B

[20] 臺北市路燈、號誌杆件附掛設施共杆整合專業服務,

URL:<https://pkl.gov.taipei/News.aspx?n=15732EBFCFCA1240&sms=852936DF5B713569>

[21] 高雄市全面換裝節能(智能)路燈暨維護案,

URL:<https://pwbmo.kcg.gov.tw/EngineeringDetailC003000.aspx?Cond=66d5ae2b-df3f-4092-8a8b-ff1ed29c0fb3>

[22] 道路交通標誌標線號誌設置規則,

URL:<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0040014>

[23] IEEE 802.11, Wireless local area networks

[24] CNS-15233-C4504, 發光二極體道路照明燈具

- [25] CNS-14115-C6392, 電氣照明與類似設備射頻擾動特性之限制值與量測法
- [26] CNS-61347-1-C4519-1, 光源控制裝置—第 1 部：通則及安全要求
- [27] CNS-61347-2-13-C4519-2-13, 光源控制裝置—第 2-13 部：LED 模組用直流或交流電
子式控制裝置之個別要求
- [28] CNS-14165-C1147, 電器外殼保護分類等級(IP 碼)
- [29] 參考經濟部「路燈設計規定」(1986)及交通部「交通工程手冊」(1980)編撰
- [30] CNS-16120, 影像監控系統安全
- [31] 臺北市錄影監視系統設置管理自治條例,
URL:https://www.laws.taipei.gov.tw/lawsystem/wfLaw_Information.aspx?LawID=P10C1003-20130701&RealID=10-03-1003
- [32] 新北市政府警察局治安監視錄影系統設置管理要點,
URL:<https://www.tamsui.police.ntpc.gov.tw/dl-14108-16ca0968-e595-4bd1-b256-7175169dd384.html>
- [33] 桃園市監視錄影系統設置管理自治條例,
URL:<https://law.tycg.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000263>
- [34] CNS-14546-C7259, 發光二極體交通號誌燈燈面及燈箱
- [35] CNS-14676-5-C6424-5, 電磁相容—測試與量測技術—第 5 部：突波抗擾度測試
- [36] CNS-13438-C6357, 資訊技術設備—射頻擾動特性—限制值與量測方法
- [37] CNS-14165-C1147, 電器外殼保護分類等級(IP 碼)
- [38] 各類場所消防安全設備設置標準,
URL:<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0120029>
- [39] CNS-14657-C6418, 聲學—測定噪音源聲功率位準的精密級方法—用於無響室和半
無響室
- [40] CNS-14677-C7269, 聲音系統設備
- [41] CNS-10522-Z2052, 消防用緊急廣播設備
- [42] CNS-14555-C7262, 道路用發光二極體文字顯示型交通資訊看板
- [43] CNS-62087-C6461, 影音及其相關設備—消耗功率測定
- [44] CNS-12506-C5226, 液晶顯示板總則

- [45] IDOOH-210-IR,
URL: <https://www.ibase.com.tw/jp/ProductDetail/IndustrialPanelPC/IDOOH-210-IR>
- [46] CNS-15511-2-C4524-2, 電動車輛傳導式充電系統—第 2 部：介面要求
- [47] Cable Gland,
URL: <http://denkovi.com/cable-glands-pg-type-set-of-five-pieces>
- [48] Cable Gland,
URL: <https://www.power-wiring.com/cable-glands-market-to-witness-comprehensive-growth-by-2028/>
- [49] ITU-G.652,
URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/en>
- [50] ITU-G.651G,
URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.651/en>
- [51] ANSI/TIA-598-D,
URL: <https://incab.co/files/tia-598-d.pdf>
- [52] CNS-3301-C2058, 600V 聚氯乙稀絕緣及被覆電纜
- [53] CNS-689-C3011, 塑膠絕緣電線電纜檢驗法
- [54] ISO/IEC 11801,
URL: <https://www.iso.org/standard/66182.html>
- [55] UL444,
URL: <https://standardscatalog.ul.com/ProductDetail.aspx?productId=UL444>
- [56] ANSI/TIA-568,
URL: <https://www.csd.uoc.gr/~hy435/material/Cabling%20Standard%20-%20ANSI-TIA-EIA%20568%20B%20-%20Commercial%20Building%20Telecommunications%20Cabling%20Standard.pdf>
- [57] ANSI-T568A,
URL: <https://webstore.ansi.org/Standards/IEC/IEC61918Ed2018?source=preview>
- [58] 梳線器,
URL: <https://world.taobao.com/item/538038560331.htm>
- [59] 剖開式浪管示意圖,
URL: <https://seller.pcstore.com.tw/S102519328/C1174314509.htm>

- [60] 第 16062 章電力設備接地與連接 - 第一章 通則,
URL:<https://www.cpami.gov.tw/kids/filesys/file/chinese/dept/bw2/16062.pdf>
- [61] 用戶用電設備裝置規則,
URL:<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=J0030018>
- [62] 支管示意圖、電纜溝示意圖、纜線管線示意圖
URL:https://duct.cpami.gov.tw/pubWeb2/Duct/P3_1.aspx
- [63] 臺北市下水道橋樑隧道附掛纜線施工管理辦法,
URL:https://www.laws.taipei.gov.tw/lawsystem/wfLaw_ArticleContent.aspx?LawID=P06G1013-20130925&RealID=06-07-4012&PN=ALL
- [64] 臺北市下水道橋樑隧道附掛纜線管理自治條例,
URL:https://www.laws.taipei.gov.tw/lawsystem/wfLaw_ArticleContent.aspx?LawID=P06G1011-20111116&RealID=06-07-1010&PN=ALL
- [65] 側溝示意圖,
URL:<https://www.laws.taipei.gov.tw/lawatt/Law/P06G1013-20130925-5000-001.pdf>
- [66] 台北市道路挖掘管理自治條例,
URL:https://www.laws.taipei.gov.tw/lawsystem/wfLaw_ArticleContent.aspx?LawID=P06E1002-20141210&RealID=06-05-1002&PN=ALL
- [67] 臺北市政府工程施工規範,
URL:https://www.laws.taipei.gov.tw/lawsystem/wfLaw_ArticleContent.aspx?LawID=P06C2005-20120927&LAWNO=3000&SLNO=86000&ELNO=106000
- [68] ASTM D6024-96,
URL:<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D6024-96.htm>
- [69] 臺北市政府工程施工規範附件「第 02742 章瀝青混凝土鋪面-附件」,
URL:<https://www.laws.taipei.gov.tw/lawatt/Law/P06C2005-20120927-0000-012.pdf>
- [70] CNS-12390-A3288, 瀝青路面壓實度試驗法
- [71] CNS-14335-2-3-C4480-2-3, 燈具—第 2-3 部：道路及街道照明用燈具之個別要求
- [72] CNS-2931-C4085, 無熔線斷路器
- [73] CNS-5422-C4176, 漏電斷路器
- [74] ANSI C136.41,

URL:https://www.amphenol-icc.com/product-series/fla-dimming-receptacle.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=nema-fla-series-asia&gclid=CjwKCAjw7rWKBhAtEiwAJ3CWLMOMId9Vg5o9k7ng-1cXg3tC2UPuzLXXiSdtdTWucSMO164bkCdHhRoClkQQAuD_BwE&_cf_chl_jschl_tk__=pmd_nSaiEf76TRMqA3JR282sCuuSVmaGleDZZyHSML2j_Jg-1632488537-0-gqNtZGzNAyWjcnBszQel

[75] CNS-1302-K3006, 硬質聚氯乙炔電線導管

[76] O-RAN Alliance , URL: <https://www.o-ran.org/>

[77] 行動寬頻基地臺審驗技術規範 , URL:

URL:<https://www.rootlaw.com.tw/LawContent.aspx?LawID=A040410001013500-1090518>

[78] URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/WebRTC>

[79] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol

[80] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Data_Distribution_Service

[81] URL: [https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api#:~:text=A%20REST%20API%20\(also%20known,by%20computer%20scientist%20Roy%20Fielding](https://www.redhat.com/en/topics/api/what-is-a-rest-api#:~:text=A%20REST%20API%20(also%20known,by%20computer%20scientist%20Roy%20Fielding)

[82] URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol

[83] URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Constrained_Application_Protocol

[84] URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>

[85] URL:<https://mqtt.org/>

[86] URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Message_Queueing_Protocol

[87] URL:<https://www.omg.org/spec/DDS-RTSPS/>

[88] URL:<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5246>

[89] URL:<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6347>

[90] Content in this section was extracted from the III 5G Smart Pole System Architecture, 2021. [draft]

[91] FIPS PUB 140-2 Annex C: Approved Random Number Generators for Security Requirements for Cryptographic Modules.

- [92] See NIST 800-38D.
- [93] See RFC 2104 and FIPS 198.
- [94] URL:<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%AF%E4%BF%A1%E5%B9%B3%E5%8F%B0%E6%A8%A1%E5%9D%97>
- [95] ITU-X.805: Security architecture for systems providing end-to-end communications, October 2003. URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.805-200310-I/en>.
- [96] URL:<https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>
- [97] URL:<http://www.mtconnect.org/>
- [98] This paragraph and the enclosed table were copied from IEEE 1934-2018™ Standard on OpenFog Reference Architecture for Fog Computing, Annex A, 2018.
- [99] URL:<http://mqtt.org/>
- [100] URL:<https://kubernetes.io/>
- [101] Nataraj Nagaratnam, “What is Confidential Computing?”, IBM Cloud Learn Hub, October 16, 2020. URL: <https://www.ibm.com/cloud/learn/confidential-computing>.
- [102] Docker is not compatible with CRI
- [103] URL:<https://grpc.io/>
- [104] URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Protocol_Buffers
- [105] URL:<https://google.github.io/flatbuffers/>
- [106] URL:<https://theupdateframework.io/>
- [107] URL:<https://github.com/theupdateframework/notary>
- [108] URL:<https://www.redhat.com/en/topics/containers/what-is-kubernetes>
- [109] URL:<https://www.redhat.com/en/topics/devops>
- [110] URL:<https://github.com/goharbor/harbor/releases/tag/v2.0.0>
- [111] URL:<https://www.opencontainers.org/>
- [112] URL:<https://github.com/aquasecurity/harbor-scanner-trivy>
- [113] URL:<https://katacontainers.io/>
- [114] URL:<https://gvisor.dev/>
- [115] URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Trusted_Computing
- [116] URL:[https://en.wikipedia.org/wiki/Direct_Anonymous_Attestation#:~:text=Direct%20Anonymous%20Attestation%20\(DAA\)%20is,privacy%20of%20the%20platform's%20user.](https://en.wikipedia.org/wiki/Direct_Anonymous_Attestation#:~:text=Direct%20Anonymous%20Attestation%20(DAA)%20is,privacy%20of%20the%20platform's%20user.)

[117] 全臺設置LED路燈技術規範, URL:

URL:[https://www.ledlighting.itri.org.tw/_admin/_upload/news/sheet/8/file/%E5%85%A8%E8%87%BA%E8%A8%AD%E7%BD%AELED%E8%B7%AF%E7%87%88%E6%8A%80%E8%A1%93%E8%A6%8F%E7%AF%84\(104%E5%B9%B42%E6%9C%8817%E6%97%A5%E5%85%AC%E5%91%8A\).pdf](https://www.ledlighting.itri.org.tw/_admin/_upload/news/sheet/8/file/%E5%85%A8%E8%87%BA%E8%A8%AD%E7%BD%AELED%E8%B7%AF%E7%87%88%E6%8A%80%E8%A1%93%E8%A6%8F%E7%AF%84(104%E5%B9%B42%E6%9C%8817%E6%97%A5%E5%85%AC%E5%91%8A).pdf)

[118] CNS 15233,發光二極體道路照明燈具

[119] CNS 14335-2-3,燈具-第2-3部：道路及街道照明用燈具之個別要求

[120] 內政部營建署市區道路照明規範, URL:

URL:<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=D0070156>

[121] CNS15467-1(101 年版),光源控制裝置－第1部：通則及安全性規定

[122] IEC 61347-1, Lamp controlgear - Part 1: General and safety requirements

[123] CNS15467-2-13 (101 年版),光源控制裝置－第2-13部：LED模組用直流或交流電子式控制裝置之個別規定

[124] IEC 61347-2-13, Lamp controlgear - Part 2-13: Particular requirements for d.c. or a.c. supplied electronic controlgear for LED modules

[125] CISPR 15 / IEC 55015, Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment

[126] CNS14934-2 (94 年版),電磁相容－限制值－第2部：諧波電流發射（設備每相輸入電流在16A以下）之限制值

[127] IEC 61000-3-2, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)

[128] CNS14676-5(91 年版),電磁相容－測試與量測技術－第5部：突波抗擾度測試

[129] IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test

[130] CNS14165 (87 年版), 電器外殼保護分類等級 (IP碼)

[131] IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

[132] CNS 13438,資訊技術設備－射頻擾動特性－限制值與量測方法

- [133] CNS14336-1,資訊技術設備－安全性－第1部：一般要求
- [134] PLMN11,行動寬頻業務窄頻終端設備技術規範
- [135] PLMN10,行動寬頻業務寬頻終端設備技術規範
- [136] LP0002,低功率射頻電機技術規範
- [137] TAICS TS-0027-1 v1.0,智慧路燈系統資安標準-第一部：一般要求
- [138] TAICS TS-0027-2 v1.0,智慧路燈系統資安標準-第二部：智慧照明
- [139] TAICS TS-0028-1 v1.0,智慧路燈系統資安測試規範-第一部：一般要求
- [140] TAICS TS-0028-2 v1.0,智慧路燈系統資安測試規範-第二部：智慧照明
- [141] TAICS TS-0034 v1.0,智慧路燈管理平台資料格式標準及測試規範-照明系統
- [142] RoHS, Restriction of Hazardous Substances
- [143] RoHS2.0, Restriction of Hazardous Substances 2.0
- [144] REACH, Registration Evaluation Authorization and Restriction of Chemicals
- [145] CE EN 55032:2015, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment - Emission Requirements
- [146] CE EN 55035:2017, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment - Immunity requirements
- [147] CE EN 55024:2010 + A1:2015, Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement
- [148] CE EN 50130-4:2011 + A1:2014, Alarm systems - Part 4: Electromagnetic compatibility - Product family standard: Immunity requirements for components of fire, intruder, hold up, CCTV, access control and social alarm systems
- [149] CE EN 61000-6-3:2007 + A1:2011, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- [150] CE EN 61000-6-1:2007, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- [151] FCC 47 CFR Part 15, Subpart B, Radio Frequency Devices-Unintentional Radiators

- [152] IEEE 802.3af, Power Over Ethernet Standard
- [153] CNS 15511-1, 電動車輛傳導式充電系統-第一部:一般要求
- [154] CNS 15511-2, 電動車輛傳導式充電系統-第二部:介面要求
- [155] CNS 15511-21, 電動車輛傳導式充電系統-第21部: 傳導式連接至a.c/d.c.電源之電動車輛要求
- [156] CNS 15511-22, 電動車輛傳導式充電系統-第22部: AC電動車輛充電站
- [157] CNS 15511-3, 電動車輛傳導式充電系統-第三部:安全要求
- [158] IEEE 802.1Q, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Bridges and Bridged Networks
- [159] IEEE 802.1P
- [160] PoE*802.3 AT CLASS3
- [161] PoE+802.3 AT CLASS4
- [162] FCC UL 60950 (power adapter), Information Technology Equipment - Safety - Part 1: General Requirements
- [163] FCC Part68 (HAC), Connection Of Terminal Equipment To The Telephone Network
- [164] CE EN55022ClassB, Information technology equipment– Radio disturbance characteristics– Limits and methods of measurement
- [165] CE EN55024, Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement
- [166] CE EN61000 3 3, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection
- [167] CE EN60950 1, Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements
- [168] CE EN62479, Assessment of the compliance of low power electronic and electrical equipment with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic

fields (10 MHz to 300 GHz)

- [169] RCM AS/ACIF S004, Voice performance requirements for customer equipment
- [170] RCM AS/NZS CISPR22, Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
- [171] RCM AS/NZS CISPR24, Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement
- [172] RCM AS/NZS 60950, Information technology equipment - Safety Part 1: General requirements
- [173] RCM AS/NZS 4268, Radio equipment and systems - Short range devices - Limits and methods of measurement
- [174] IC ICES 003, Information Technology Equipment (including Digital Apparatus)
- [175] IC RSS 247, Digital Transmission Systems (DTSs), Frequency Hopping Systems (FHSs) and Licence-Exempt Local Area Network (LE-LAN) Devices
- [176] IC CS 03, Requirements for Terminal Equipment (TE) and Related Access Arrangements Intended for Direct Connection to Analog Wireline Facilities
- [177] IC RSS 102, Radio Frequency (RF) Exposure Compliance of Radiocommunication Apparatus (All Frequency Bands)
- [178] IEC-60068, Environmental testing, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60068 -
Environmental testing](https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60068_-_Environmental_testing)
- [179] EMI and susceptibility (Class A)
- [180] FCC Part 15.107, Conducted limits, URL:
URL:<https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.107>
- [181] FCC Part 15.109, Radiated emission limits, URL:
URL:<https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.109>
- [182] ERP Lot 6, 待機及關機模式下耗能產品之環保法規, URL:
<https://proj.ftis.org.tw/isdn/Article/ArticleView/14?mid=91&page=1&groupid=20&subgroup=17>