

# 新北市政府 109 年度自行研究報告

## 輕軌路口平面號誌可靠度提升研究

研究單位：新北市政府捷運工程局

研究人員：林廷勳

研究期程：109 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日



## 新北市政府 109 年度自行研究成果摘要表

|           |                                                                                                                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計 畫 名 稱   | 輕軌路口平面號誌可靠度提升研究                                                                                                                                                |
| 期 程       | 109 年 1 月 1 日 至 109 年 12 月 31 日                                                                                                                                |
| 經 費       | 無                                                                                                                                                              |
| 緣 起 與 目 的 | <p>為避免淡海輕軌及後續再建工程(安坑輕軌等)之輕軌號誌與交通號誌因市電斷電無法正常運作再次發生，在大眾運輸系統的使用條件下，確有必要採行相關備援措施，將以建置備援電力提升路口平面號誌之可靠度，並增加輕軌沿線路口行人使用與淡海輕軌旅客搭乘之安全。</p>                               |
| 方 法 與 過 程 | <p>研究過程方法如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 牽引動力變電站(TSS)增設不斷電系統(UPS)提供備援電力。</li> <li>2. 路口現地增設不斷電系統(UPS) 提供備援電力。</li> </ol> <p>以上述方案進行優劣分析。</p> |

|         |                                                                                                                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究發現及建議 | <p>分析平面號誌路口增設 UPS 備援供電可改善目前輕軌各平面號誌路口設備均受制於台電供電穩定度影響，建議以路口現地增設不斷電系統(UPS)為較佳方案，其線路距離短且無中間接續之必要性，另建置成本及工期較低，檢修亦較容易。</p> |
| 備註      |                                                                                                                      |

# 目錄

|    |                           |    |
|----|---------------------------|----|
| 一、 | 摘要 .....                  | 1  |
| 二、 | 原設計內容.....                | 2  |
|    | (一)平面道路號誌系統設計概述 .....     | 2  |
|    | (二)功能方塊 .....             | 4  |
|    | (三) 平面號誌控制器(TC)備援說明 ..... | 5  |
| 三、 | 研究內容.....                 | 9  |
|    | (一) 目前狀況.....             | 9  |
|    | (二) 淡海輕軌第一期 .....         | 9  |
|    | (三) 安坑輕軌.....             | 11 |
|    | (四) 供電電源建議方案綜合分析 .....    | 13 |
| 四、 | 研究結論與建議.....              | 16 |
| 五、 | 參考文獻.....                 | 18 |



## 一、摘要

淡海輕軌綠山線自 107 年 12 月 24 日開始營運，係為北台灣第一條輕軌，行經淡水沿途山水美景，且為全台灣唯一以幾米為公共藝術主題的軌道路線，諸多民眾對此充滿期待，在試營運初期湧入大量人潮；且因列車採大面窗設計，旅客搭乘時常四處觀望窗外景色、拍照打卡等。

在 108 年 2 月 1 日正式收費後，淡海輕軌於 108 年 5 月 31 日發生平面路口號誌設備控制箱之電源異常斷電，造成平面路口交通號誌與輕軌號誌燈號無法正常運作，造成營運上之問題。

為避免淡海輕軌及後續再建工程(安坑輕軌等)之輕軌號誌與交通號誌因市電斷電無法正常運作再次發生，在大眾運輸系統的使用條件下，確有必要採行相關備援措施，且 109 年底藍海線延伸至漁人碼頭路段將營運通車，後續旅運量將再次提高，帶動整體觀光人潮，故在現階段提出改善方案，以建置備援電力提升路口平面號誌之可靠度，並增加輕軌沿線路口行人使用與淡海輕軌旅客搭乘之安全。

## 二、 原設計內容

### (一)平面道路號誌系統設計概述

平面道路號誌系統係由優先號誌決策電腦(IPC)、平面號誌控制器(TC)、平面號誌燈(Traffic Signal)、輕軌號誌燈(Tram Signal)、聲光警示號誌(Warning Signal)、不斷電系統(UPS)等六項設備所組成，並與「道旁終端機(WTU)」、「行控中心(OCC)」及「交控中心(TCC)」進行資料通訊連結，以達到平面道路號誌系統、輕軌號誌系統、行控及交控中心偕同運作輕軌平交路口號誌之控制。

考量優先號誌決策電腦及平面號誌控制器設置於輕軌沿線路口，恐有心人士破壞或藉由網路接口入侵系統之風險及可能，因此，原設計之設備具不銹鋼外箱並設置鎖頭，另針對系統遭到入侵之疑慮，網路 IP 均受嚴密管制，未經授權之 IP 無法使用，前述硬體及軟體之二道防範機制，可確保設備及系統的安全性。

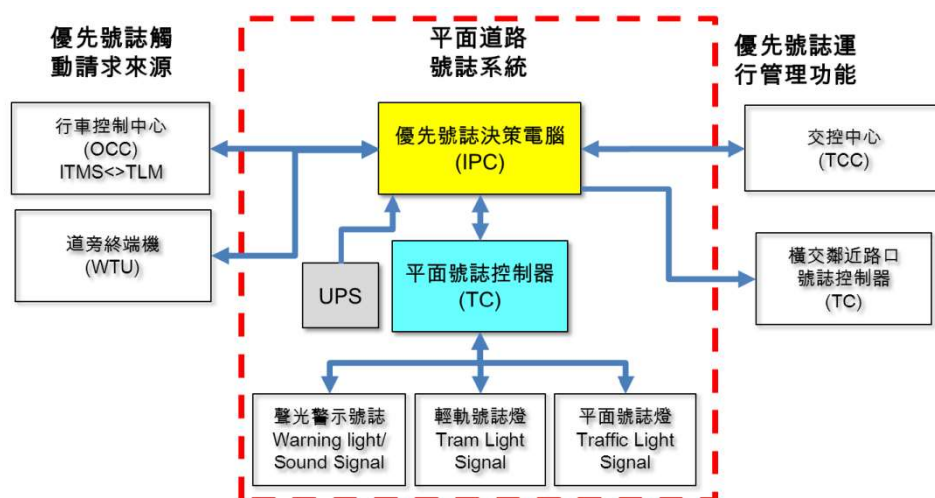


圖 1 平面號誌系統硬體功能區塊圖表

### 1. 優先號誌決策電腦 (IPC)

為一台工業等級電腦(IPC，具有對外通訊界面(包含 serial port，Ethernet，DI/DO)與相關設備或系統進行訊息溝通，並具有儲存裝置可存放軟體執行結果記錄(log)，其主要功能是提供通訊、運算與儲存功能；另可使平面號誌系統能與優先號誌請求觸動來源(WTU/OCC)、行控及交控中心(OCC/TCC)、平面號誌控制器(TC)等硬體或系統進行資訊傳遞。

### 2. 平面號誌控制器(TC)

主要功能與一般號誌化路口的號誌控制器並無不同。但因應輕軌沿線平交路口上輕軌號誌、平面號誌點燈時的綠衝防範機制，在點燈機制設計上應由同一組點燈設備進行點燈工作。

### 3. 平面號誌燈(Traffic Signal)

供行車、行人通行路口之指示燈號，包含紅、黃、圓綠、左箭、直行、右箭等燈態。

### 4. 輕軌號誌燈(Tram Signal)

供輕軌列車駕駛通行路口之指示燈號，由直槓、橫槓、三角三燈面，並搭配直亮/熄滅/閃爍功能，提供五種燈態(前

進、前進閃爍、停止、停止閃爍、三角恆亮)。

## 5. 聲光警示號誌(Warning Signal)

通知路口周遭行車、行人輕軌即將通行路口之警示訊號，

包含有有聲音及燈光等兩類號誌。

### (二)功能方塊

路口平面號誌系統硬體功能區塊詳如圖 2。



圖 2 平面號誌系統硬體功能區塊圖表

1. 平面號誌控制器之區分為主控制器模組、燈號驅動模組、監測及備援模組等三個控制模組，各模組間具防呆設計，線路連接採用標準安規連接器連接，各控制模組均支援熱插拔功能，抽換模組時不需斷電，同時不影響其他模組執行功能，以便於維修時仍維持燈號輸出狀態，避免燈號中斷而增加發生危險之機會。
2. 優先號誌決策電腦主要由中央處理器、網路通訊埠、優先號誌決策軟體及必要之電源供應器、記憶體、儲存硬碟所

組成。針對運行指令將儲存於事件紀錄檔(Log)，內容包含接收與回覆 WTU 訊息、傳送行控中心訊息、傳送交控中心訊息、平面號誌控制器運作訊息；市電無法提供平面號誌控制器供電時，優先號誌決策電腦仍可由不斷電系統供電，將停電訊息回報。

### 3. 路口平面號誌控制箱如圖 3。

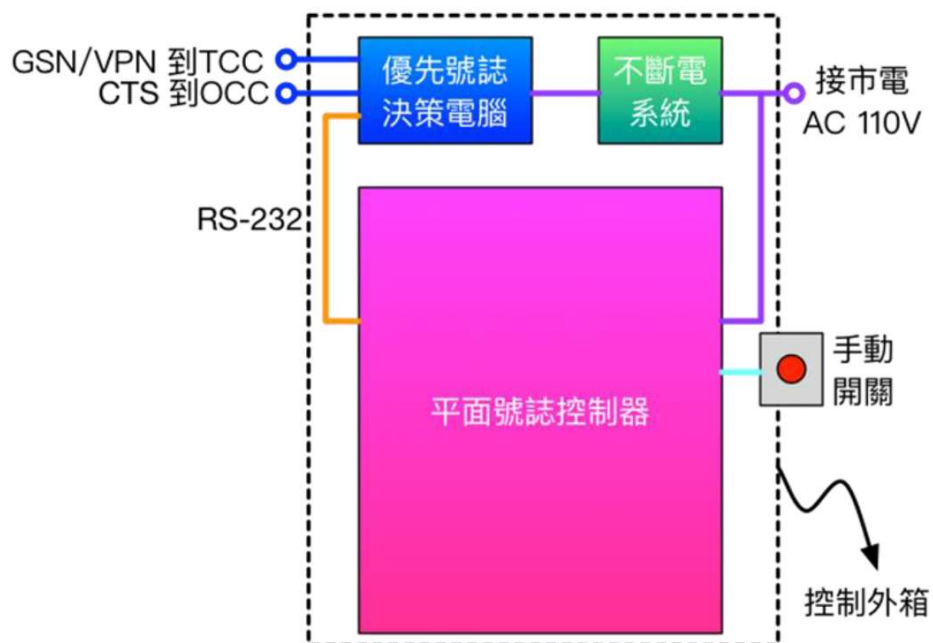


圖 3 路口平面號誌控制箱內部設備連接圖

### (三) 平面號誌控制器(TC)備援說明

依據『新北市政府交通局號誌控制器採購及規範說明書』，平面號誌控制器(TC)正常運作狀態下，將與中心建立連線並能夠達成中心連線控制服務，控制器若處於異常運作狀態運轉時，則將提供多層式備援服務，各層次備援說明如下：

1. 中心連線失效：控制器立即進入獨立運轉模式並執行每日

指定執行時制之燈相運作，且必須自動轉為 GPS 對時、調整功能

2. 斷電 0.5 秒內，控制器應不受斷電之干擾繼續正常運作。
3. 斷電後重開機，備援能力必須 320 小時以上，保存每日指定執行時制之內容，避免因斷電導致時制設定遺失或重置，導致復電重開機後無法執行營運設定之時制進行控制，故契約規定針對時制設定參數須具備保存功能之備援。
4. 主控制單元故障：備援單元必須接續使路口全日正常運作，當更換主控制單元後可從備援單元完全複製〔現行控制策略〕、〔時相排列(含點燈)資料〕、〔時制計畫基本參數〕、〔時制計畫〕、〔時段型態(含周內日與特別日)〕、〔目前時制計畫〕、〔觸動控制組態〕、〔觸動排程〕、〔現行時相及步階〕。
5. 驅動單元故障：由備援單元接續使路口全日正常運作。
6. 基本時制異常：燈相控制單元必須檢查現行執行時制計畫之〔現行控制策略〕、〔時相排列(含點燈)資料〕、〔時制計畫基本參數〕、〔時制計畫〕、〔時段型態(含周內日與特別日)〕、〔目前時制計畫〕、〔觸動控制組態〕、〔觸動排程〕、〔現行時相及步階〕，與原先設定及中心下載之資料有無一致性，倘沒有一致性必須執行如跳閃光運作、執行兩時相運作

等。

7. 電路時制異常(包含綠衝突):控制器無論是否執行備援資料與否,都應該具備包含時制異常、綠衝突等檢測之能力,有異常時須立即執行幹道閃黃,支線閃紅之閃光燈態輸出(每秒亮滅交替一次)。

8. 獨立電源供給:電源不受執行下列程序之影響,可繼續供電正常運作。

(1) 中心連線失效。

(2) 斷電 0.5 秒。

(3) 斷電後重開機。

(4) 主控制單元故障。

(5) 驅動單元故障。

(6) 基本時制異常。

(7) 電路時制異常。

9. 備援模組必需

(1) 可以完整儲存〔現行控制策略〕、〔時相排列(含點燈)資料〕、〔時制計畫基本參數〕、〔時制計畫〕、〔時段型態(含周內日與特別日)〕、〔目前時制計畫〕、〔觸動控制組態〕、〔觸動排程〕、〔現行時相及步階〕。

(2) 可以完整執行所有排程作業。

(3) 具備獨立電源，不受主電源故障影響(除主電源外需額外增加電源)。

(4) 為獨立模組。

(5) 都應該具備包含時制異常、綠衝突等檢測之能力，有異常時須立即執行幹道閃黃，支線閃紅之閃光燈態輸出(每秒亮滅交替一次)。

10. 備援單元與主控制單元之間必須可互相抄錄或複製上述完整資料。

11. 控制器各插卡不受故障卡影響，可繼續供電正常運作。

### 三、 研究內容

#### (一) 目前狀況

因目前現有之平面號誌控制器(TC)並無備援電力，若台電電源端發生供電異常將造成交通路口平面號誌無法正常運作，導致系統可靠度降低，發生危害之機率大增，亦會造成輕軌營運單位必須降級運轉甚至停止營運，同時也導致社會大眾觀感不佳，故本案擬研究供電異常時如何使平面號誌控制器(TC)正常運作。

#### (二) 淡海輕軌第一期

1. 各平面號誌路口配置及識別碼，詳如圖 4 所示：

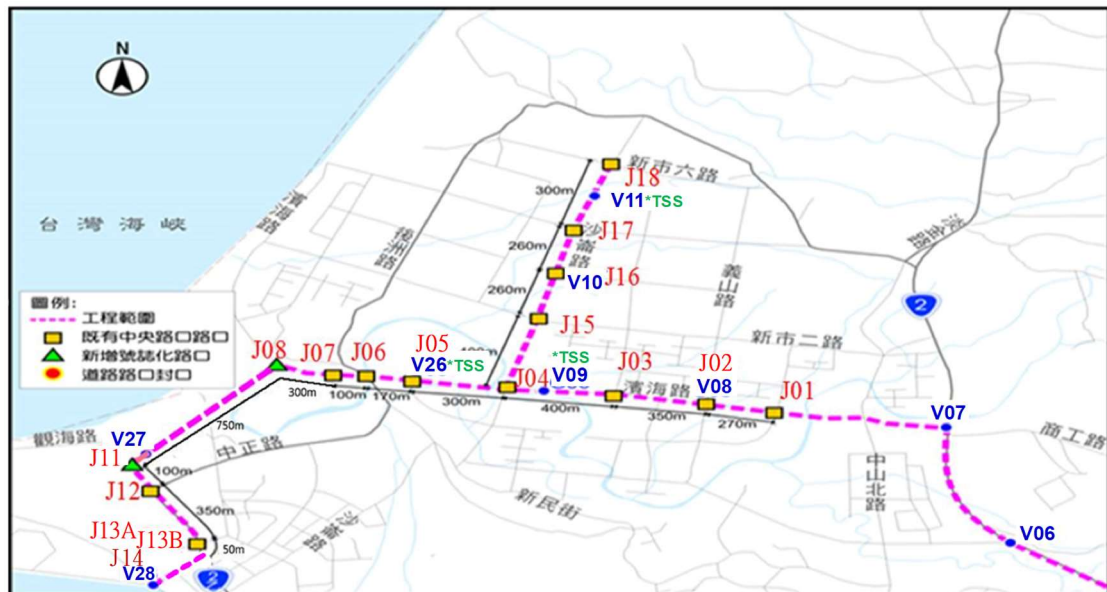


圖 4 淡海輕軌平面號誌路口配置及鄰近車站、TSS 距離示意圖

2. 牽引動力變電站(TSS)增設不斷電系統(UPS)

- (1) 電力供應來源：自鄰近牽引動力變電站(TSS)之號誌通訊 UPS 迴路引接。

(2) 供電距離：各路口與牽引動力變電站(TSS)之距離如表 1 所示。

| 識別碼 | 道路平面路口名稱          | 鄰近 TSS(號通 UPS) 距離 |
|-----|-------------------|-------------------|
| J01 | 濱海路與濱海路 306 巷路口   | V09_TSS 1163 公尺   |
| J02 | 濱海路與義山路路口         | V09_TSS 780 公尺    |
| J03 | 濱海路與濱海路二段 202 巷路口 | V09_TSS 370 公尺    |
| J04 | 濱海路與沙崙路路口         | V09_TSS 210 公尺    |
| J15 | 沙崙路與新市二路路口        | V09_TSS 716 公尺    |
| J16 | 沙崙路與新市三路路口        | V11_TSS 594 公尺    |
| J17 | 沙崙路與新市五路路口        | V11_TSS 369 公尺    |
| J18 | 沙崙路與新市六路路口        | V11_TSS 274 公尺    |

表 1 淡海輕軌各路口與牽引動力變電站(TSS)之距離表

(3) 供電品質：經檢討 J01、J02 及 J15 等路口，因長距離用電負載造成線路壓降，現場須再設置變壓器設備，以符合台灣電力股份有限公司相關規範；另因供電線路距離較長，迴路易於接續處發生漏電，造成斷路器跳脫。

### 3. 路口現地增設不斷電系統(UPS)

(1) 電力供應來源：各平面號誌路口現地增設不斷電系統(UPS)，作為平面號誌控制器(TC)備援電源(至少 2 小時，具台電 by pass 功能)。

(2) 供電距離：於平面號誌控制器(TC)箱體旁增設(距離約 100 公分內)。

(3)供電品質：不受台電供電穩定度影響、備援電力 2 小時應足供行控中心(OCC)進行緊急應變，及因線路距離短故檢修容易。

### (三) 安坑輕軌

1. 各平面號誌路口配置及識別碼，詳如圖 5 所示：



圖 5 安坑輕軌平面號誌路口配置及鄰近車站、TSS 距離示意圖

2. 牽引動力變電站(TSS)增設不斷電系統(UPS)

(1) 電力供應來源：自鄰近牽引動力變電站(TSS)之號誌通

訊 UPS 迴路引接，供電距離詳如表 2。

| 識別碼 | 道路平面路口名稱      | 鄰近 TSS(號通 UPS)<br>距離 |
|-----|---------------|----------------------|
| L01 | 安一路二段與安泰路(機廠) | 機廠_TSS 285 公尺        |
| L02 | 安一路二段與社區聯外道路  | K02_TSS 580 公尺       |
| L03 | 安一路二段與安祥路     | K02_TSS 400 公尺       |
| L04 | 安一路二段與僑信路     | K02_TSS 780 公尺       |
| L05 | 安一路二段與車子路     | K05_TSS 810 公尺       |
| L06 | 安一路二段與安忠路     | K05_TSS 280 公尺       |

表 2 安坑輕軌各路口與牽引動力變電站(TSS)之距離表

(2) 供電品質：因須由牽引動力變電站(TSS)先將 22KV 降壓至 380V，佈線至路口後再需設置變壓器降壓成 110V 供電給路口之平面號誌設備用，以符合台灣電力股份有限公司相關規範；另因供電線路距離較長，迴路易於接續處發生漏電，造成斷路器跳脫。

### 3. 候車站號通設備房之不斷電系統(UPS)進行供電

(1) 電力供應來源：自鄰近之候車站之號通 UPS 迴路引接，K01、K05 車站 UPS 容量將不足，需要擴充其容量，供電距離詳如表 3。

| 識別碼 | 道路平面路口名稱      | 鄰近候車站 UPS 距離 |
|-----|---------------|--------------|
| L01 | 安一路二段與安泰路(機廠) | K01 510 公尺   |
| L02 | 安一路二段與社區聯外道路  | K01 60 公尺    |
| L03 | 安一路二段與安祥路     | K02 360 公尺   |
| L04 | 安一路二段與僑信路     | K03 90 公尺    |
| L05 | 安一路二段與車子路     | K04 70 公尺    |
| L06 | 安一路二段與安忠路     | K05 80 公尺    |

表 3 安坑輕軌各路口與鄰近候車站不斷電系統(UPS)之距離表

(2) 供電品質：由於戶外供電線路距離略長，迴路易於接續處發生漏電，造成斷路器跳脫，相對檢修不易。

#### 4. 路口現地增設不斷電系統(UPS)

- (1) 電力供應來源：各平面號誌路口現地增設不斷電系統(UPS)，作為平面號誌控制器(TC)備援電源(至少 2 小時，具台電 by pass 功能)。
- (2) 供電距離：於平面號誌控制器(TC)箱體旁增設(距離約 100 公分內)。
- (3) 供電品質：不受台電供電穩定度影響、備援電力 2 小時應足供行控中心(OCC)進行緊急應變，及因線路距離短故檢修容易。

#### (四) 供電電源建議方案綜合分析

##### 1. 營運中系統優化方案之分析(以淡海輕軌為例)

| 方案別<br>評估 | 牽引動力變電站(TSS)<br>增設不斷電系統供電                 | 路口現地增設<br>不斷電系統(UPS)供電                                    |
|-----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 電力供應      | 自鄰近牽引動力變電站(TSS) 號誌通訊 UPS 迴路引接             | 現地增設 UPS 箱體，作為平面號誌控制器(TC)備援電源                             |
| 供電距離      | 最遠 1163 公尺<br>(含佈纜所需餘裕)                   | 平面號誌控制器(TC)箱體旁                                            |
| 線路壓降      | 須增設變壓器設備                                  | 採一般線徑                                                     |
| 供電品質      | 長距離戶外供電，極易發生漏電情事，造成迴路跳脫                   | 1.不受台電供電穩定度影響<br>2.備援電力 2hr 供 OCC 應變處理<br>3.備用供電線路距離短，無接續 |
| 設備置放處所    | 1.TSS 現有開關盤無足夠空間增設斷路器<br>2.TSS 擴增所需 UPS 箱 | 1.易於平面號誌路口 TC 箱鄰近處增設<br>2.對週遭環境視景無違和感                     |

| 方案別<br>評估   | 牽引動力變電站(TSS)<br>增設不斷電系統供電                                | 路口現地增設<br>不斷電系統(UPS)供電       |
|-------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | 體無適當處所可置放<br>3.J01、J02 及 J15 路口現<br>場擇適當位置，設置戶<br>變壓器設備。 |                              |
| 土木配合<br>事項  | 需再進行道路長距離管<br>路挖埋                                        | 無需道路中長距離管路挖埋，僅<br>進行簡易土木工程施築 |
| 工程成本<br>及工期 | 費用概估約 9,744 萬元；<br>工期約 130 天(不含設備<br>生產)                 | 費用概估約 1,948 萬元；工期 90<br>天    |
| 檢修難易<br>度   | 不易檢修                                                     | 易於檢修                         |

## 2. 在建及未來工程優化方案之分析(以安坑輕軌為例)

| 方案別<br>評估 | TSS 號通機房 UPS 供電                                                                  | 車站號通 UPS 供電<br>(至少 4hr)                                        | 新增 UPS 供電<br>(至少 2hr 及 by pass<br>功能)     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 電力<br>供應  | 自鄰近牽引動力變電<br>站 (TSS) 號誌通訊<br>UPS 迴路引接                                            | 自鄰近候車站之號<br>通 UPS 迴路引接，<br>K01、K05 車站 UPS<br>容量將不足，需要<br>擴充其容量 | 現地增設 UPS 箱<br>體，作為平面號誌<br>控制器(TC)備援電<br>源 |
| 供電<br>距離  | 最遠 810 公尺<br>(含佈纜所需高程變換<br>餘裕)                                                   | 最遠 510 公尺<br>(含佈纜所需高程<br>變換餘裕)                                 | 鄰近平面號誌路口<br>TC 箱                          |
| 線路<br>壓降  | 由 TSS 先將 22KV 降<br>壓至 380V，到路口後<br>再降壓為 110V，供電<br>給路口之平面號誌設<br>備用，方能符合台電規<br>範。 | 經檢討 L01、L03<br>路口，因長距離用<br>電負載，現場須再<br>設置變壓器設備，<br>方能符合台電規範    | 採一般線徑，即可<br>符合台電規範                        |
| 供電<br>品質  | 長距離戶外供電，極易<br>發生漏電情事，造成迴<br>路跳脫                                                  | 中長距離戶外供<br>電，易發生漏電，<br>造成迴路跳脫                                  | 1.不受台電供電穩<br>定度影響<br>2.備援電力 2hr 供         |

| 方案<br>別<br>評估       | TSS 號通機房 UPS 供電                 | 車站號通 UPS 供電<br>(至少 4hr)           | 新增 UPS 供電<br>(至少 2hr 及 by pass<br>功能) |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|                     |                                 |                                   | OCC 應變處理<br>3. 備用供電線路距離短，無接續          |
| 設備<br>置放<br>處所      | 路口必須設置變壓器，盤體須考慮防水防護             | 更換機櫃以擴充 UPS 主機及電池，須考量既有月台空間是否足夠擴充 | 易於平面號誌路口 TC 箱鄰近處增設                    |
| 土木<br>配合<br>事項      | TSS 至平面號誌設備之路口需預留管線數量及路徑        | 車站至平面號誌設備已預留管線數量及路徑               | 僅進行簡易土木工程施築                           |
| 工程<br>成本<br>及工<br>期 | 費用概估約 3,636 萬元；工期約 50 天(不含設備生產) | 費用概估約 2,234 萬元；工期約 40 天(不含設備生產)   | 費用概估約 739 萬元；工期約 30 天(不含設備生產)         |
| 檢修<br>難易<br>度       | 不易檢修                            | 不易檢修                              | 易於檢修                                  |

#### 四、 研究結論與建議

##### (一)輕軌系統於平面道路號誌之建置

輕軌系統與台鐵系統不同，其於平面道路路口採「無柵欄」管制方式，針對一般用路人及車輛設有聲光警示號誌燈號及輕軌相關安全設施，包括軌道區與一般車道間採標線與反光標記適當區隔，於輕軌列車接近時以閃光與聲響警告用路人，並利用在軌道區種植草地，避免一般車輛闖入等措施，維持輕軌平面道路之交通安全。

##### (二)建議平面道路號誌應與輕軌號誌統一由營運單位管理

有鑒於 2017 年 8 月 15 日全臺大停電導致高雄市區許多路口紅綠燈號誌異常，雖高雄輕軌之輕軌號誌仍可正常運作，但基於安全考量、降低危害發生機率及營運衝擊，高雄捷運股份有限公司於當日晚間 6 點 38 分決策宣布輕軌列車全面停駛，並晚間 8 點宣布輕軌列車提早收班至當日營運時間結束。

承上，如輕軌沿線之紅綠燈號誌與輕軌號誌統一由營運單位管理，於突發事件除現時除可降低危害發生機率外，亦可減少營運衝擊。

##### (三)另考量營運單位之營運需求及後續維修面

由各平面號誌路口現地增設 UPS 備援供電，除可改善目前輕軌各平面號誌路口設備均受制於台電供電穩定度影響；備援電力 2hr 亦可滿足提供行控中心(OCC)應變作業調度；另備用供電線路距離短，

戶外迴路已無中間接續之必要性，可使檢修較為容易。

後續行控中心可藉由新設不斷電系統(UPS)之監控點位監視各平面路口號誌供電狀態，若台電低壓供電異常造成各平面號誌路口號誌失去功能時，營運單位可利用不斷電系統(UPS)維持平面路口號誌正常運作，並可具備充足時程派遣人員攜帶可攜式汽油發電機至現場待命及應變，維持停電時平面道路號誌完整運作之效果。

## 五、 參考文獻

1. 「淡海輕軌運輸系統計畫第一期統包工程」平面道路號誌系統細部設計。
2. 「淡海輕軌運輸系統計畫第一期統包工程」號誌系統最終設計-輕軌號誌圖說。
3. 「安坑輕軌運輸系統計畫機電系統統包工程」平面道路號誌系統細部設計。
4. 「安坑輕軌運輸系統計畫機電系統統包工程」號誌系統最終設計-輕軌號誌圖說。
5. 提升輕軌(淡海/安坑)路口平面號誌可靠度評估報告。