



## 臺北捷運調整營運路線之 行車運轉規劃

### Train Operation Planning Of Rerouting Taipei Metro Operating Lines

楊秦恒 Henry Yang<sup>1</sup>、洪育銘 Yu-ming Hung<sup>2</sup>、  
邱華敏 Hua-min Chiou<sup>3</sup>、李元龍 Yuan-lung Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 臺北捷運公司行車處處長 e00256@mail.trtc.com.tw

<sup>2</sup> 臺北捷運公司行車處中心主任 e00749@mail.trtc.com.tw

<sup>3</sup> 臺北捷運公司行車處課長 jason88@mail.trtc.com.tw

<sup>4</sup> 臺北捷運公司行車處助理工程師 e02106@mail.trtc.com.tw

## 摘要

配合東門站通車，臺北捷運淡水、新店、中和及新蘆線之營運模式於2012年9月30日起調整為「淡水新店線與中和新蘆線分別獨立行駛」。營運模式調整之後，轉乘旅次將產生移轉，因應此輸運需求變動，必須調整板南線輸運措施，提升整體運能，並優化古亭站轉乘銜接措施，另在中和新蘆線部分車站月臺，試辦列車入站之目的地廣播措施，實施以來整體輸運效果顯著。未來將汲取本次營運模式調整之經驗，及早規劃各項宣導策略與配套措施，為後續新路線通車營運妥為準備，期能再增加捷運轉乘便利性與提升服務品質。

關鍵字：東門站、營運模式、行車運轉規劃

## Abstract

With the launch of Dongmen Station, the Tamsui, Xindian, Zhonghe and Xinlu Lines have been rerouted by Taipei Metro since 30 Sep, 2012. The Tamsui-Xindian and Zhonghe-Xinlu Lines have since been operating independently. Transfer needs have also changed as a result of this operational adjustment, and Taipei Metro had to adapt services on the Bannan Line as well, in order to optimise overall capacity and connections at Guting Station. Trial PA systems have also been installed on the platforms of the Zhonghe-Xinlu Line, informing passengers of the next train's destination, and have proven highly effective. This rerouting experience will help the Taipei Metro in preparing for the launching of new routes in the future, by means of advance promotional and supporting measures, in order to further improve transfer smoothness and general service quality of the MRT.

Keywords : Dongmen Station, Operation Model, Operation Planning

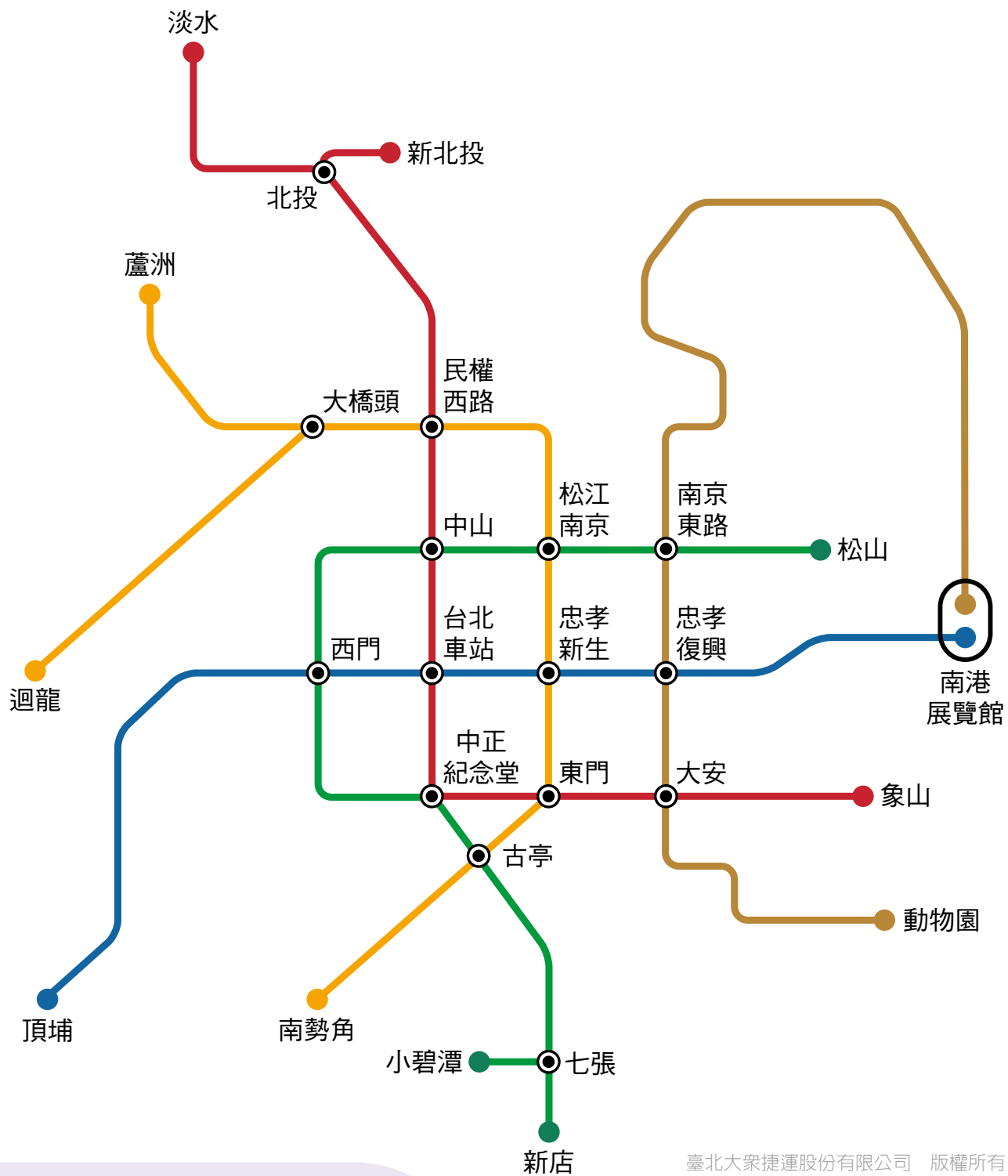




## 緣起

行政院於 1986 年核定通過之臺北捷運初期路網，係由新店松山線（綠線）、淡水信義線（紅線）、中和新蘆線（橘線）南港板橋土城線（藍線）及文湖線（棕線）等數個 L 型路線環環相扣（如圖 1），在市中心構成格狀路網，形成 12 處轉乘站，使大多數旅客只需一次轉乘即可通達欲前往之捷運車站。惟捷運建設經費龐大、建設期程長，必須循序漸進分段辦理，因此為擴大先行完成路線的運輸服務範圍，充分發揮捷運設施之效能，臺北捷運中和線於 1998 年 12 月 24 日通車後，即先採過軌方式與淡水線跨線銜接營運，以提供中永和地區便捷之臺北捷運服務，此乃建設過程過渡時期之階段性銜接營運模式。

之後，蘆洲線及新莊線（輔大站－忠孝新生站）分別於 2010 年 11 月 3 日及 2012 年 1 月 5 日通車，臺北捷運整體路網逐漸成形，當時尚未完工之新莊線東門站成為橘線全線貫通之關鍵。因此在新莊線東門站通車前，即從旅客之「權益、便利性與習慣」等角度整體研議，審慎研析各種可行方案後，在新莊線東門站通車時，營運模式調整為「淡水新店線與中和新蘆線分別獨立行駛」，此為臺北捷運營運 15 年以來，首度面臨營運模式重大調整。



臺北大眾捷運股份有限公司 版權所有

▲ 圖 1 臺北捷運整體路網

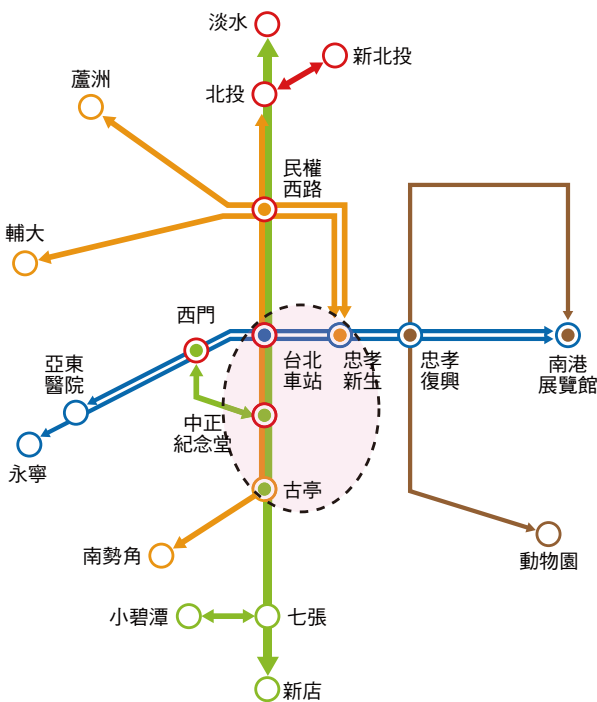


## 營運模式調整及轉乘車站增加

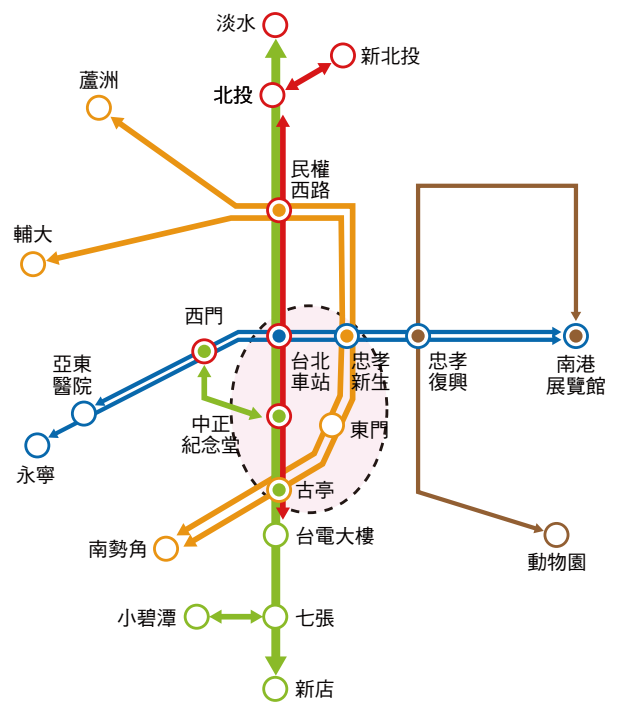
東門站通車前，淡水線、新店線及中和線之營運模式為「淡水－新店」及「北投－南勢角」（每日 23 時起調整為「臺北車站－南勢角」）；新莊線及蘆洲線之營運模式為「蘆洲－忠孝新生」及「輔大－忠孝新生」（如圖 2）。中和線旅客欲前往東區須於臺北車站轉乘板南線，且因東門站尚未通車，中和線及新店線旅客欲前往行天宮一帶，須於民權西路站轉乘，或於臺北車站及忠孝新生站轉乘。

東門站於 2012 年 9 月 30 日通車後，淡水新店線除維持「淡水－新店」模式之外，並將原「北投－南勢角」調整為「北投－臺電大樓」（每日 23 時起調整為「臺北車站－臺電大樓」），以維持旅運需求相對較高之核心區域輸運服務；中和新蘆線則調整為「蘆洲－南勢角」及「輔大－南勢角」（如圖 3）。中和線旅客可一車直達行天宮、蘆洲及新莊地區，而欲前往東區則改由忠孝新生站轉乘；前往臺北車站、北投、淡水方向則於古亭站同層月臺對面轉乘淡水新店線之列車。

東門站通車前，大部分南北向與東西向旅客均集中於臺北車站轉乘；在東門站通車調整營運模式之後，中和新蘆線旅客往返東區改於忠孝新生站轉乘，此外，古亭站上下層月臺均增加同層月臺同方向水平轉乘之功能，提供旅客更方便的轉乘方式。



▲ 圖 2 東門站通車前之營運模式



▲ 圖 3 東門站通車後之營運模式

## ■ 因應轉乘旅次移轉之輸運需求，板南線平日上午尖峰班距縮短為2分鐘，提升整體運能

東門站通車前，平日上午尖峰時段板南線最小班距約 2 分 15 秒，並搭配 7 班由土城機廠發出，空車行駛至特定車站開門載客之加班車。而中和新蘆線旅客往返東區原本必須在臺北車站轉乘，東門站通車後則改在忠孝新生站轉乘，因此在平日上午尖峰時段，中和新蘆線旅客經忠孝新生站轉乘往東區之旅客量估計增加約 3,000 人次。為輸運平日上午尖峰時段忠孝新生站大幅增加之轉乘旅客，在東門站通車前即研擬並調整板南線平日上午尖峰時段之輸運措施，主要透過調整加班車服務區段並搭配縮短尖峰班距之方式，分述如下：

### ► 調整板南線加班車服務區段

板南線平日上午尖峰時段所安排之 7 班加班車，原係以輸運臺北車站轉乘旅客為重心而整體規劃加班車之載客起始站。考量在東門站通車後，忠孝新生站之轉乘旅客量勢必將大幅增加，而臺北車站之原有轉乘旅客勢必減少，惟其變化幅度尚不明確，故必須於東門站通車前進行現況調查以作為調整加班車服務區段之參考。

#### ◆ 調查旅客上車情形

自 2012 年 8 月起至東門站通車前，陸續派員針對新埔站、江子翠站、龍山寺站、臺北車站及忠孝新生站執行數次現場候車旅客計數調查。於上述車站之平日上午尖峰時段（8～9 時），往南港展覽館方向之每班車，計數每個車門可順利上車及須等候下一班車之人數，並搭配調查當日試行調整特定加班車載客起始站之措施，依調查結果分析作為調整加班車載客模式之參考。

依調查結果分析，在東門站通車前，板南線平日上午尖峰時段（8～9 時）最小班距為 2 分 15 秒時，在板南線臺北車站往南港展覽館方向的每個車門前排隊人數平均約 26 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 68%；在板南線忠孝新生站往南港展覽館方向的每個車門前排隊人數平均約 13 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 63%。整體而言，在尚未調整輸運措施前，板南線臺北車站及忠孝新生站約有 3 到 4 成的旅客在平日上午尖峰時段必須等候第二班車才能順利上車。

#### ◆ 規劃調整加班車載客模式，並提前實施調整措施以培養新的搭乘習慣

依上述現場計數調查之分析結果，於東門站通車前一週起調整 2 班加班車之載客起始站，除預留較多搭車空間予臺北車站及忠孝新生站之旅客，並讓其他車站之旅客提前適應新的輸運措施。



依調查結果分析，在東門站通車前，調整 2 班加班車之載客起始站後，在板南線臺北車站往南港展覽館方向的每個車門前排隊人數平均約 25 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 69%，與調整前相較，該站之搭車情形並未有明顯變化；而在板南線忠孝新生站往南港展覽館方向的每個車門前排隊人數平均約 9 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 85%，搭車情形明顯改善。因此僅調整加班車載客模式雖可改善板南線忠孝新生站之搭車情形，但對板南線臺北車站並未有所助益，因此尚須搭配縮短尖峰班距才能有效提升整體運能。

### ▶ 縮短尖峰班距

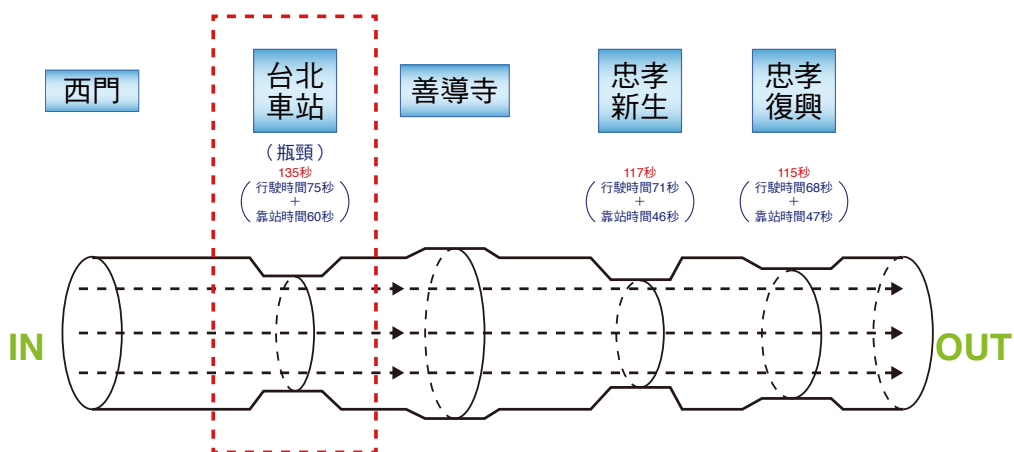
板南線是臺北捷運信義線與松山線通車前，唯一的東西向也是最繁忙的路線，尤以平日上午尖峰時段之旅客量最高。在東門站通車前，往南港展覽館方向之實際載客運轉情況，最小班距大致維持在 2 分 15 秒左右。而依實際運轉經驗，板南線在平日上午尖峰時段若發生任何狀況（例如關門時夾到旅客物品導致車門重新開關或旅客身體不適等），就會因瓶頸效應造成後續列車延誤，導致尖峰時段通過的班次數減少，進而降低運能而影響該線的整體運輸效率。因此提升板南線整體運能之重要關鍵，即在於如何精準控制且均勻縮短列車運轉班距。

而欲將當時 2 分 15 秒之班距再予縮短，首先必須找出瓶頸車站，再依實際運轉經驗及現場觀察結果，分析影響該瓶頸車站之關鍵因素並擬定改善措施，才能將班距再予縮短，達成提升整體運能之目標。

#### ◆ 研析板南線之瓶頸車站

探索板南線的瓶頸車站之前，必須先了解各車站的班距，而班距係指連續兩部列車通過同一地點之時間間隔；最小班距係系統容許列車連續運轉的最小時間間隔。班距越小，單位時間所通過的班次數越多，即每小時可輸運的旅客量愈高（每小時運能愈高）。而最小班距須考量旅客搭車之舒適度，即在列車行駛平順且無異常加減速之前提下，檢視各車站間之行駛時間及靠站時間，以求取各車站之最小班距作比較。而各車站之最小班距並不相同，因此在各車站最小班距之最大者即為該路線之瓶頸車站。

經由上述原則研析得知板南線之瓶頸車站為臺北車站，其最小班距約為 2 分 15 秒（行駛時間 75 秒加計靠站時間約需 60 秒，如圖 4）。

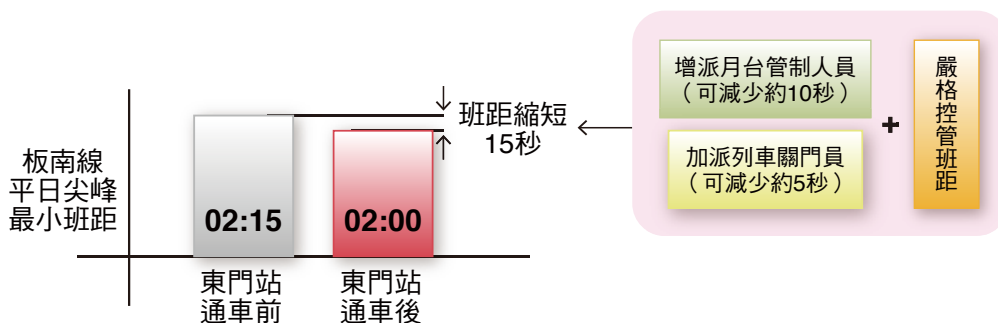


▲ 圖 4 板南線關鍵車站最小班距示意圖

#### ◆ 縮短班距之關鍵因素

依上述板南線各關鍵車站最小班距分析結果可知，各站間之行駛時間均為固定值，因此除非修改相關硬體設備，否則行駛時間難以再予縮短；而平日上午尖峰時段板南線臺北車站因旅客人潮較多，靠站時間約需 60 秒左右，明顯較忠孝新生站及忠孝復興站之靠站時間長，因此欲進一步再縮短板南線平日上午尖峰時段班距之關鍵，即在於如何有效縮短臺北車站之靠站時間。

經研究各種可行之縮短靠站時間作法並經多次試行後，採取「縮短旅客上下車時間約 10 秒鐘」及「減少司機員車站作業時間約 5 秒鐘」並行之改善策略，進而擬定相關配套措施並嚴謹控管班距，將板南線之平日上午尖峰時段班距由原 2 分 15 秒均勻縮短至 2 分鐘（如圖 5），相關作法簡述如下：



▲ 圖 5 板南線縮短班距之關鍵因素



### 一、增派月臺管制人員縮短旅客上下車時間約 10 秒鐘

在板南線臺北車站及忠孝新生站往南港展覽館方向之月臺，於平日上午尖峰時段每個車門均派駐 1 名管制人員（如圖 6）。當列車離站警示音響起時，所有管制人員動作一致嚴格控管車門，避免旅客強行上車，使列車可立即關門並準時出發。

本作法經驗證可有效縮減板南線列車於臺北車站之靠站時間約 10 秒鐘，而實施初期因管制人員必須嚴加制止旅客在離站警示音響起後強行上車，造成部分旅客較無法諒解，惟透過在車站月臺上張貼實施本措施之公告、加強訓練管制人員之禮儀，以及當列車抵達臺北車站前利用車廂廣播提醒下車旅客把握時間之外，並在臺北車站月臺由管制人員適時向旅客說明「下一班車 2 分鐘後就進站」等方式，逐漸讓旅客理解並獲得支持。

### 二、加派列車關門員減少司機員車站作業時間約 5 秒鐘

臺北捷運高運量列車到站後，司機員依規定均須站出駕駛室以確認列車開門情形，並在所有旅客上下車完畢後，待離站警示音響起執行關閉車門，並確認所有車門均正常關閉後始可發車。而為精確掌握列車關門時機及縮短靠站時間，板南線於平日上午尖峰時段在西門站、臺北車站、忠孝新生站及忠孝復興站往南港展覽館方向之月臺，各加派 1 位關門員（如圖 7），協助司機員執行前述確認及關門作業。當列車抵達上述車站月臺時，司機員僅需於駕駛室內待命，不需再進出駕駛室。此措施經驗證可減少司機員車站作業時間約 5 秒鐘。



▲ 圖 6 台北車站月臺管制人員



▲ 圖 7 台北車站關門員



實施上述配套措施後，板南線平日上午尖峰班距由 2 分 15 秒進一步縮短為 2 分鐘，該時段往南港展覽館方向之運能由原來之 4.5 萬人 / 小時增加至 4.8 萬人 / 小時，提昇了板南線整體運能。

另依現場調查結果分析，東門站通車後，板南線臺北車站往南港展覽館方向之每個車門前排隊人數平均約 16 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 81%；在板南線忠孝新生站往南港展覽館方向之每個車門前排隊人數平均約 15 人，其中可順利搭上第一班車之旅客約為全部旅客量之 81%。整體而言，板南線臺北車站之搭車人數明顯減少，搭車情形明顯改善；而板南線忠孝新生站之搭車人數雖因東門站通車而明顯增加，但順利搭上第一班車旅客之比例仍維持在 8 成左右，顯見縮短班距之措施有效改善臺北車站及忠孝新生站搭車情形（搭車情形調查摘要如表 1）。

表1 平日上午尖峰時段（8~9時）現場調查結果摘要

調查時機		東門站通車前		東門站通車後 (優惠搭乘期間結束)
車站	調查日期及 實施措施 調查項目	2012/8/7 (班距 2 分 15 秒)	2012/9/25 (班距 2 分 15 秒，調整 2 班加班車載客起始站)	2012/11/1 (班距 2 分鐘)
臺北車站	每個車門前平均排隊人數	26	25	16
	可順利搭上第一班車之 旅客比例 (%)	68	69	81
忠孝新生站	每個車門前平均排隊人數	13	9	15
	可順利搭上第一班車之 旅客比例 (%)	63	85	81

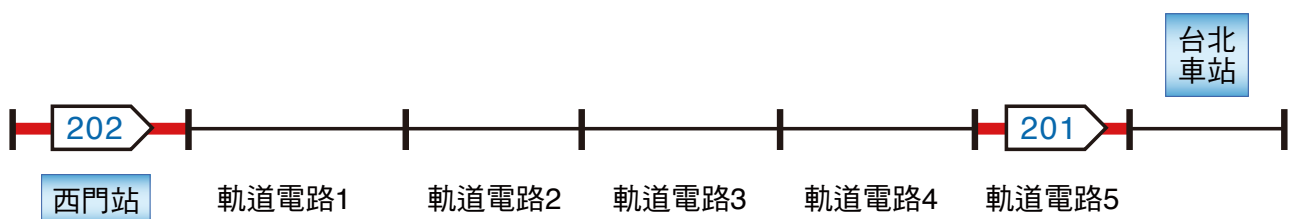


### 三、嚴格控管西門站往臺北車站方向之列車離站時機以維持均勻班距

除前述調整措施外，尚須輔以控制臺北車站之進站列車班距（即控制西門站之列車離站時機），方能有效維持板南線平日上午尖峰時段 2 分鐘班距之均勻順暢運轉。為達成此目標，除利用西門站至臺北車站間，既有之潛盾隧道駐留（Bored Tunnel-Hold；BT-Hold）安全設計功能外，並於西門站往臺北車站方向之月臺前端增設離站警示音計時器，控管西門站往臺北車站列車之離站時機。

#### （一）潛盾隧道駐留（Bored Tunnel-Hold）安全設計

臺北捷運在部分地下車站有「潛盾隧道駐留」之安全設計，其功能主要係藉偵測前方列車之相對位置，而自動調整當站列車離站警音響起時機，使該兩站間隧道內只有一部列車，以維持前後列車適當距離（如圖 8）。利用此功能，在平日上午尖峰時段，可適當管制西門站往臺北車站列車出發時間，並可兼顧旅客搭車舒適度。

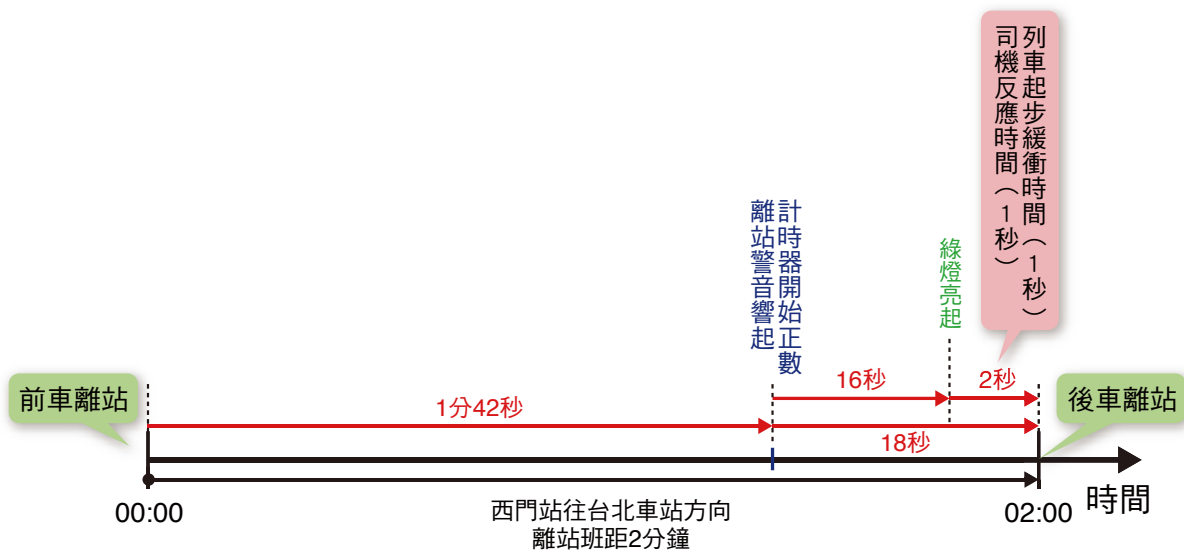


▲ 圖 8 西門站潛盾隧道駐留（Bored Tunnel-Hold）安全設計

(二) 西門站 1 月臺增設離站警音計時器及綠色燈號

依西門站往臺北車站方向之 BT-Hold 設計，在列車運轉順暢之情況下，西門站月臺停靠之列車會在前車離站約 1 分 42 秒後即收到離站警音，因此為維持尖峰時段 2 分鐘班距之均勻順暢運轉，西門站列車離站警音響起至列車離站之時間間隔經計算為 18 秒（即班距 2 分鐘扣除 1 分 42 秒，如圖 9）。

而為使司機員及關門員可精準掌握離站時間，於西門站往臺北車站方向月臺增設離站警音計時器及綠色燈號，當列車離站警音一響起即驅動計時器開始正數計時，此時關門員先行關閉車廂門之後，司機員必須待綠燈亮起才可啟動列車出發；惟經實測發現司機員之反應時間及列車起步緩衝時間尚需要約 1 秒鐘，因此將計時器綠燈設定於正數計時至 16 秒時即亮起（如圖 10），如此即可達成控制西門站列車於離站警音響起後 18 秒離站，進而精準控制該站列車離站班距為 2 分鐘並兼顧旅客乘車舒適度之目標。列車離站後，計時器即歸零，待下一班車之離站警音響起再重新驅動計時。



▲ 圖 9 西門站離站時間間隔控制示意圖



▲ 圖 10 西門站 1 月臺之離站警音計時器及綠色燈號



#### ◆ 實施後之效益

##### 一、提升尖峰整體運能

板南線平日上午尖峰往南港展覽館方向之最密班距由 2 分 15 秒縮短至 2 分鐘，尖峰小時（8～9 時）通過臺北車站班次由 27 班增加至 29 班，每小時運能約可增加 3 千人。

##### 二、舒緩車廂擁擠程度

板南線在平日上午尖峰小時之承載率由 4.07 人 / 平方公尺降為 3.75 人 / 平方公尺，服務品質明顯提升。

##### 三、提升旅客搭車舒適度

透過精準控管班距，減少因前後列車過近造成之加減速異常，提升旅客乘車舒適度。

藉上述各種調整措施，除提昇尖峰時段整體運能，並使板南線列車可均勻準時離站，順利輸運東門站通車營運路線調整後之中和新蘆線轉乘板南線旅客。

## ■ 優化古亭站轉乘銜接措施

淡水新店線與中和新蘆線獨立行駛後，在古亭站提供旅客同層月臺對面轉乘之服務（圖 11 及 12），其中淡水新店線除維持「新店－淡水」列車之外，另增開「臺電大樓－北投」區間車以 1:1 方式穿插行駛；中和新蘆線則有「南勢角－蘆洲」及「南勢角－輔大」兩種列車穿插行駛，因此中和線旅客轉乘往返北區或新店線旅客轉乘往返行天宮、蘆洲、輔大或東區時，僅需在古亭站下車步行至對面月臺候車即可，此種大量旅客相互轉乘方式是臺北捷運首度面對，因此必須審慎安排古亭站之兩路線列車進站時機以便利旅客轉乘銜接。



▲ 圖 11 古亭站上層月臺轉乘方式



▲ 圖 12 古亭站下層月臺轉乘方式



### ► 規劃轉乘銜接時間

古亭站之同層月臺多數旅客對面轉乘是臺北捷運首度提供之轉乘方式，為使旅客充分適應全新的轉乘方式，並提供旅客充裕的轉乘時間，因此在東門站通車前，即規劃將古亭站同層月臺兩邊列車之到達時間略為錯開，使中和線旅客抵達古亭站時，僅需步行至對向月臺稍候約 1～2 分鐘，淡水新店線列車隨即進站（新店線旅客抵達古亭站時轉乘中和新蘆線之方式亦同），便利旅客轉乘。

### ► 配合新店線發車班次，微調中和線班距分散轉乘旅客量

因東門站通車後，中和線旅客往臺北車站、北投、淡水方向必須在古亭站轉乘淡水新店線列車；而「往淡水」列車上之旅客數明顯較「往北投」列車為多。為分散平日上午尖峰時段中和新蘆線旅客於古亭站之轉乘需求，經審慎研析，於東門站通車時，中和線平日上午尖峰時段（8～9 時），在維持「往輔大」及「往蘆洲」發車班距均為 6 分鐘之前提下，適當微調兩種列車之發車間隔，改採大小班距發車，即中和線在該時段每隔 3.5 分發車往輔大、再隔 2.5 分發車往蘆洲，依此循環交錯發車方式，使該時段兩種列車之載客量略有差異。

透過適當微調中和線發車班距後，該線每隔 3.5 分發車之班次雖然載客量相對較多，但其抵達古亭站時可銜接載客量較少之「往北投」列車；而中和線每隔 2.5 分發車之班次其載客量相對較少，因此抵達古亭站時可順利銜接轉乘「往淡水」列車。

## ■ 中和新蘆線部分車站增設列車入站之目的地廣播資訊

因應交通部修訂之「大眾運輸工具無障礙設施設置辦法」相關規定，大眾運輸系統必須於車廂或月臺提供視障旅客所需之語音資訊，因此在東門站通車時，於中和新蘆線景安站至大橋頭站間之各車站往蘆洲、輔大方向之月臺，試辦列車入站之目的地廣播，以提升服務品質。試辦成效良好，後續將逐步推廣於其他路線上。

## 結論

此次因應東門站通車調整營運路線所研析及實施的配套措施，提供臺北捷運相當寶貴的經驗：

- 一、當尖峰時段列車服務班距已經相當密集（如板南線），但站間行駛時間受限於硬體設備難以再予縮短時，必須從旅客上下車所耗時間及車站作業流程等方面，思考任何可以縮短時間之可行作法，並研析得到最適宜的配套措施。惟配套措施所衍生對部分旅客之影響，必須透過各種管道加以宣導說明以取得旅客的理解與支持；此外實施配套措施所投入之各項成本是否可符合縮短班距後之效益，則仍須再深入探究。
- 二、在同層月臺對面轉乘之車站（如古亭站），若其中一條路線的列車載客量有明顯差異（「往淡水」列車上之旅客數明顯較「往北投」列車為多），則可思考以調整列車調度之方式（如中和線採大小班距發車），使尖峰時段之轉乘需求不致過於集中在旅客數較多之班次，藉以分散轉乘旅客量。

未來在信義線及松山線通車階段，臺北捷運營運路線除可能再度面臨營運模式變動之外，原有路線之轉乘需求將有可能變化，此外可在同層月臺對面轉乘之車站亦會增加，因此臺北捷運將汲取本次東門站通車之經驗，及早規劃各項配套措施與宣導策略，為後續新路線通車營運妥為準備，期能再增加捷運轉乘便利性與提升服務品質。

