

編號零零六/二一 二零二一年二月一日

**港鐵公司宣布  
二月六日東鐵綫新信號系統及新列車投入運作  
推出一系列措施加強沙中綫工程的項目監督**

港鐵公司今日（二零二一年二月一日）宣布東鐵綫新信號系統及新列車將於二月六日投入運作。新信號系統所有進一步測試已順利完成，同時通過相關政府部門就新信號系統達致安全及良好的審批。

與此同時，港鐵公司宣布成立專責的「沙田至中環綫（沙中綫）項目保證監督組」，直接向行政總裁負責，以監察沙中綫項目在技術及服務方面的各項準備工作；並找出對沙中綫餘下工程有重要影響的潛在事項和情況，以便作適時匯報及跟進。

沙中綫項目保證監督組，是港鐵公司經研究調查去年九月中旬東鐵綫暫緩啟用新信號系統的調查委員會所作的報告後，決定推行的措施。

另外，作為政府審批新綫路投入服務的評估的一部分，港鐵公司會按政府要求引入服務可靠性報告，配合現有的系統安全報告，以確保對服務可靠性或有影響的潛在情況作適時通報及處理。此報告可與現有的系統安全報告發揮相輔相成的作用。

港鐵公司行政總裁金澤培博士表示，公司汲取了暫緩事件的經驗，並仔細研究調查委員會的報告後，決定實施上述兩項措施。港鐵公司亦會接納及落實報告中提出的其他建議如下：

1. 提供內部指引，確保所有與可靠性有關的重要情況都會適時匯報相關政府部門；
2. 加強對相關員工的培訓，除了現時針對安全的培訓之外，亦應提升他們在公眾關注、有效溝通、服務質量及可靠性的重要性等方面的敏感度；以及

(轉下頁)

3. 加強風險管理及監控能否符合規範的第二道防綫的安排，以及早發現和內部上報重要情況。

金博士重申公司對加強項目在安全及乘客服務方面的準備工作的承諾。

金博士表示：「對乘客服務的安全，我們從不妥協；同時，我們亦十分重視服務的可靠性。同樣的關注亦適用於新信號系統，新信號系統只會在公司及相關政府部門滿意其在安全及服務可靠性方面的表現後，方可投入服務。」

金博士衷心感謝由梁廣灝工程師擔任主席的調查委員會。港鐵公司於二零二零年九月十三日宣布成立調查委員會，調查由二零二零年五月首次察覺這最終導致暫緩的情況，直至二零二零年九月十一日作出暫緩決定期間，公司內部及公司與相關政府部門的溝通及通報機制。

港鐵公司於二零二一年一月二十一日向運輸及房屋局提交由調查委員會所作的報告。有關報告全文，請參閱附件一（中文譯本僅供參考，請同時參閱英文本為準）。公司確認並接納調查委員會的調查結果，包括認為有關情況並不是安全問題，惟涉及服務可靠性。

安全亦得到技術調查的確認。技術調查指出，有關情況是由於一個為港鐵公司專門編訂、為車務控制中心提供額外列車監控數據的新軟件模塊，令一個不涉及安全因素的軟件模塊出現超荷載的情況而引致。承辦商已透過升級軟件並停用新軟件模塊以解決有關情況。調查委員會在調查過程中，亦參考了技術調查的結果。技術調查報告全文，請參閱附件二（中文譯本僅供參考，請同時參閱英文本為準）。

(完)

## 關於港鐵公司

每天，港鐵聯繫市民及社區。作為世界級可持續鐵路運輸服務的營運商，港鐵公司在安全、可靠程度、顧客服務和效益方面都處於領導地位。

由設計、規劃和建設，以至開通、維修和營運，港鐵擁有全方位的鐵路專業知識和四十多年的鐵路項目發展經驗。除了參與各項鐵路項目及營運，港鐵透過鐵路、商業和物業發展的無縫整合，建設並管理鐵路沿線充滿活力的新社區。

港鐵在香港、英國、瑞典、澳洲和中國內地擁有超過四萬名員工\*，每週日的全球客運量超過一千三百萬人次。港鐵更致力發展和連繫社區，創建更美好未來。

如欲進一步了解港鐵公司，請瀏覽 [www.mtr.com.hk](http://www.mtr.com.hk)。

\*包括香港及全球各地的附屬和聯營公司

附件一

關於「重複設定行車路綫 (Route Recall)」情況  
調查委員會報告

日期：二零二零年十二月八日

## 目錄

1.	引言 .....	P.1
2.	安全及良好狀況 (“Safe & Sound”).....	P.2
3.	事件時序.....	P.3
4.	調查結果 .....	P.13
4.1	「安全及良好」狀況.....	P.13
4.2	狀況分類及研究.....	P.14
4.3	內部上報.....	P.16
4.4	向政府通報.....	P.17
4.5	顧問.....	P.18
5.	調查結果摘要.....	P.18
6.	建議 .....	P.20

## 1. 引言

- 1.1 香港鐵路有限公司（「港鐵公司」）於二零二零年九月十一日宣佈，公司就東鐵綫新信號系統投入服務前作出的總結檢視後，決定暫緩原定於二零二零年九月十二日正式投入服務的新信號系統及新列車轉換安排，所指的安排是東鐵綫引入混合車隊營運 (Mixed-Fleet Operation) 模式。
- 1.2 在總結檢視過程中，港鐵公司留意到於二零二零年五月十一日非行車時間於相關路段現場進行的測試中，觀察到軟件運作所出現的狀況，有潛在機會令列車的行車路綫與原定路綫不同。新信號系統承辦商西門子有限公司（「西門子」）於發現相關的軟件狀況後，將之列作需採取修正措施跟進的事宜向港鐵公司匯報；而港鐵公司團隊當時判斷有關狀況並不涉及新系統的「安全及良好」（“Safe and Sound”）要求。按情況，相關軟件狀況所引致列車的行車路綫與原定路綫不同的情況，只是在分析測試 / 模擬情境期間，按數據記錄推斷而可能出現的情況，在測試當天未有實際發生<sup>1</sup>。按照當時的分析，出現列車行車路綫與原定路綫不同的機會雖然輕微，但可能性是仍然存在的。有關的狀況被確認為「重複設定行車路綫」(Route Recall)。
- 1.3 港鐵公司從審慎角度出發決定暫緩展開混合車隊營運，以處理有關的軟件狀況，是為了更好地確保信號系統在營運時能運作可靠及暢順。值得注意的是，雖然決定暫緩展開混合車隊營運，東鐵綫列車服務仍然一直維持正常。然而，港鐵公司於新信號系統投入服務及展開混合車隊營運前一天才作出暫緩的決定，亦委實引起公眾對港鐵公司內部溝通，以及與政府相互交流過程的關注。
- 1.4 就此，港鐵公司於二零二零年九月十三日宣佈成立調查委員會調查事件。

---

<sup>1</sup>在二零二零年十月及十二月重演「重複設定行車路綫」的測試過程中，除了其他技術調查結果外，團隊亦曾發現兩次列車接獲行車路綫安排而駛往正確車站但錯誤月台的情況（兩宗事件成因分別因為另一個在時間表模塊內已知的軟件程序錯誤，及在新軟件上載時出現程序錯誤所致，而非由「重複設定行車路綫」導致，亦與該情況無關。兩個情況已獲改正，以免再次發生。）

## 1.5 調查委員會的任務包括：

- 就新系統的「行車路綫設定功能」可能出現的潛在情況，了解及確定由最初開始察覺、確認、分析以至各種跟進的詳細過程；
- 檢視在以上過程中，港鐵公司內部的溝通及通報機制是否健全，及有否適時切實執行；以及
- 調查港鐵公司向相關政府部門既定的通報機制有否適時切實執行。

1.6 值得注意的是，港鐵公司於作出暫緩展開混合車隊營運後，亦就「重複設定行車路綫」的情況展開了正式和全面的技術調查，此舉為港鐵公司一再確認新信號系統及混合車隊營運，是否準備就緒予以推行而持續進行的工作。調查委員會備悉，在我們進行調查期間，港鐵公司正同步進行這方面的技術調查，以檢視及驗證「重複設定行車路綫」的根本原因<sup>2</sup>，並找出相應的解決方案。技術調查與本調查委員會的工作範疇並不相同。本調查委員會的工作主要集中在調查於二零二零年五月十一日出現軟件狀況，至二零二零年九月十一日宣佈暫緩有關安排期間的事態發展，港鐵公司如何處理「重複設定行車路綫」，並檢視港鐵公司內部的溝通及通報機制，以及調查港鐵公司與相關政府部門溝通的情況。至於技術調查的工作，則是在二零二零年九月十一日宣佈暫緩後才展開，與調查委員會的調查焦點並不存在直接關連。

## 2. 安全及良好狀況 (“Safe & Sound”)

2.1 就上述第1.5段提及調查委員會工作範疇的第三部分，即調查港鐵公司向相關政府部門的通報機制，主要是指提交「安全及良好」聲明的過程。「安全及良好」程序是港鐵公司與政府部門之間一個正式的審批過程，以確認新鐵路項目達到安全及良好的要求，

---

<sup>2</sup>「自動列車監控系統」內一個為港鐵公司專門編訂，為行車控制主任提供額外列車監控數據的兩個模塊之間的新軟件接口，令「列車監控與追蹤」(Train Monitoring and Tracking (TMT))的數據處理能力出現超荷載，導致出現「重複設定行車路綫」的情況。



可以營運。港鐵公司在過程中需向機電工程署鐵路科提交「安全及良好」聲明。

2.2 在上述的程序框架中，涉及「安全」相關情況的要求及指引，是全面及清晰的。調查委員會經考慮相關要求及指引、「重複設定行車路綫」的潛在影響，並參考二零二零年九月十二日後進行的技術調查結果後，認為「重複設定行車路綫」並不涉及安全問題。這意見與獨立安全評估顧問 (Independent Safety Assessor)<sup>3</sup> 的意見一致，並將於本報告稍後章節作更詳盡的闡述。

2.3 而「運作良好」方面的評估，則會根據不同項目而釐定。就進行混合車隊營運而言，「運作良好」方面的評估主要是基於列車服務的班次及行車所需時間的要求，包括演示信號系統達到需要的可靠性，以及營運團隊就操作營運系統和處理行車期間可能出現任何影響服務可靠性的情況，是否均已準備就緒。上述的條件，都通過演示成功確認。

2.4 新的項目，必須在港鐵公司提交「安全及良好」聲明，並得到機電工程署鐵路科信函確認「安全及良好」狀況滿意後，方可投入服務。就展開混合車隊營運，港鐵公司分別於二零二零年五月及八月提交兩份「安全及良好」聲明。港鐵公司於二零二零年八月提交第二份聲明，原因是於首份聲明發出後，在二零二零年五月二十三日及二十五日的測試中出現若干狀況，經處理後，重新確認。而該數宗狀況均與「重複設定行車路綫」無關。有關詳情，會在稍後章節再作說明。於提交第二份聲明後，機電工程署鐵路科於二零二零年八月二十五日發函，確認混合車隊營運的「安全及良好」批示。

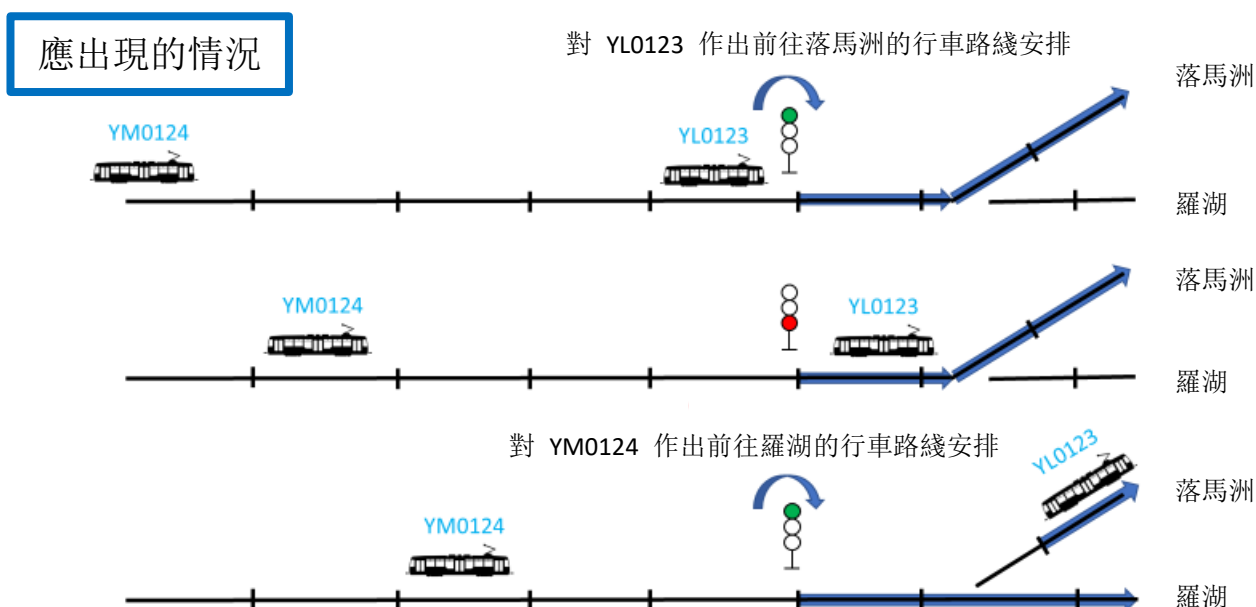
### 3. 事件時序

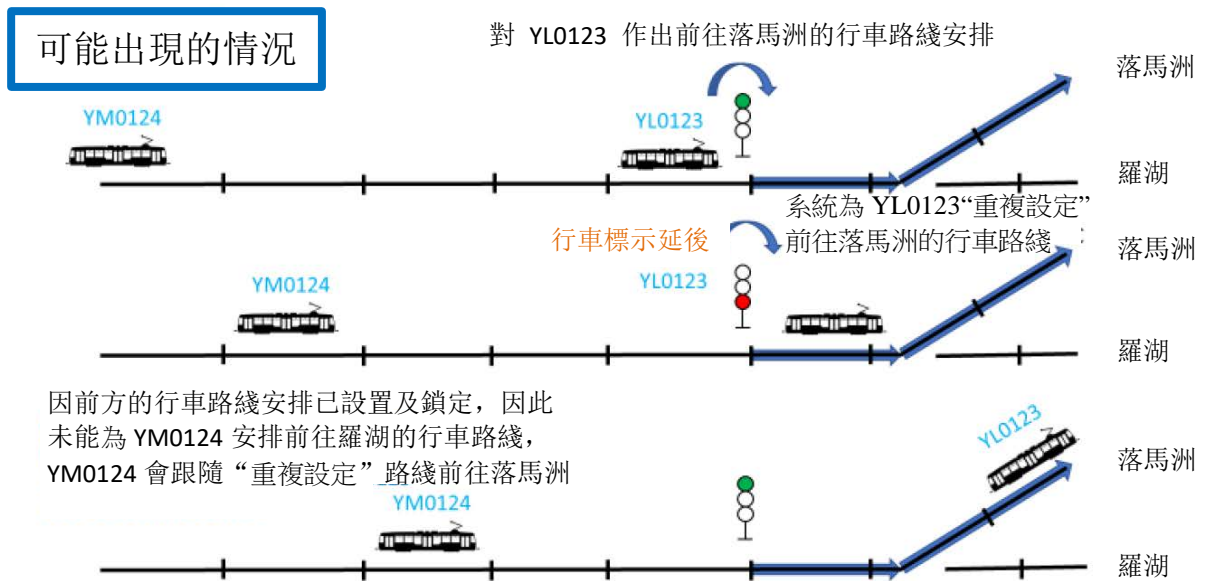
3.1 *最初的發現*：為確保東鐵綫新信號系統和混合車隊營運（下稱「項目」）的安全及良好，港鐵公司於非行車時間進行了廣泛的測試。於二零二零年五月十一日進行的非行車時間測試期間，首次察覺

---

<sup>3</sup>獨立安全評估顧問由港鐵公司以合約形式聘任，就新信號系統在安全的關鍵層面上提供建議。

到「重複設定行車路綫」。在正常情況下，當列車根據「自動行車路綫設定系統」(Automatic Route Setting (ARS) System) 分配的行車路綫行駛，在經過信號燈後，該安排的行車路綫在系統中應被視作已被解除。但如果代表列車位置的虛擬標示稍微落後於列車的實際位置（此現象稱為「行車標示延後」(late stepping)），便有可能導致「重複設定行車路綫」的狀況，即是「自動行車路綫設定系統」會以為列車還沒有經過信號燈而再次安排相同的行車路綫，隨後的列車就有可能按這安排的路綫行駛。列車的虛擬標示是由「自動列車監控系統」(Automatic Train Supervision (ATS) System)的「列車監控與追蹤」(Train Monitoring and Tracking (TMT)) 子功能負責追蹤和報告。





3.2 按推論若出現「重複設定行車路綫」，若干列車可能受前面列車阻擋而不能繼續沿系統安排的行車路綫行駛，導致發生「互鎖 (Deadlock)」的狀況。若然在分岔路和設有多個月台的車站，「重複設定行車路綫」則有機會導致列車接獲錯誤的行車路綫安排，因而可能駛往與原定不同的路綫。儘管如此，按信號系統的設計，即使列車接獲錯誤的行車路綫安排，負責信號安全的子系統會保持列車之間有充足的安全距離，並防止碰撞，故此並沒有安全的隱患。然而，雖然於整個過程中的行車安全一直得到保障，「重複設定行車路綫」可能會引致服務受阻，或者因服務延誤或列車駛往與原定不同的路綫，為乘客帶來不便。

3.3 「重複設定行車路綫」的分析及分類：沙田至中環綫新信號系統項目的承辦商西門子在察覺到有關狀況後，隨即進行分析。二零二零年五月十二日，西門子團隊向港鐵公司匯報其當時的結論，指「重複設定行車路綫」是由於系統過度荷載，影響了「自動列車監控系統」軟件內的「列車監控與追蹤」功能。雙方（即西門子作為承辦商及港鐵公司團隊）均同意「重複設定行車路綫」的狀況，屬「自動列車監控系統」的「中等級別」的事項，並將之歸類為屬「非首日營運要項」（即“Day 2” item）。工程上，「非首

日營運要項」是指那些被認為不會對系統投入服務有關鍵影響(對系統投入服務有關鍵影響而必須於投入服務前解決的事項稱為「首日營運要項」(即“Day 1” item))，故可於展開混合車隊營運後才作處理。而將其歸類為「中等」，意味著它需要被修復，但並非關鍵事項。由於在二零二零年五月十一日察覺到的「重複設定行車路綫」情況已被歸類為「非首日營運要項」，亦被認為屬於不會影響「安全及良好」狀況，因此港鐵公司在二零二零年五月十二日向機電工程署鐵路科提交了「安全及良好」聲明。

3.4 *確定修正措施*：及至二零二零年六月四日，西門子向港鐵公司團隊提出處理「重複設定行車路綫」的修正措施，建議有關的措施可於更新下一個「自動列車監控系統」軟件版本時實施。按照計劃，該新版本會在二零二零年九月十五日，即二零二零年九月十二日展開混合車隊營運的不久後安裝。有關的情況仍被歸類為「中等級別」事項。

3.5 調查委員會留意到，至此，對「重複設定行車路綫」的分析並沒有找到任何嚴重後果；而西門子亦認為，「重複設定行車路綫」與安全問題無關。西門子或港鐵公司團隊看來均沒有從「運作良好」的角度，即建基於列車班次和行車所需時間作為主要考量，去評估「重複設定行車路綫」狀況可能帶來的影響。事實上，縱使當時認為在現實行車中出現「重複設定行車路綫」而導致「互鎖」和 / 或入錯行車路綫的情況的機會輕微，有關狀況出現的可能性是仍然存在的。而當時由於已確定上文提到即將實施的修正措施，西門子和港鐵公司團隊均認為此情況已暫時獲得「解決」方法，因此在該階段並不需要採取進一步行動。現在回看，此判斷實有不足之處。調查委員會認為，西門子當時應該就「重複設定行車路綫」作全面的調查，包括出現有關情況的機率及其影響，並將這些資料在「要求變更」文件中列明(這點將在下文作討論)；而港鐵公司團隊亦應向西門子提出有關要求。當時若有進行分析並在變更管理機制內提供資料，事情應能循既定的內部程序上報。

3.6 與此同時，分別在二零二零年五月二十三日及二十五日進行另一階段的非行車時間測試期間，發生了三宗值得關注的事件。首宗

事件涉及「自動列車監控」子系統，引致車務控制中心控制台上線路圖顯示出現灰屏情況。總結事件，灰屏情況是由於測試過程中，「自動列車監控」子系統的一項數據記錄功能“Paktel”被啟動，而此數據記錄功能本應不會在正常列車服務時應用。這次事件的主要教訓是，如非必要不應在最後一刻對系統作出變更。第二宗事件涉及關閉聯鎖系統電腦的程序，已確定事件是聯鎖區域內四部與信號系統安全有關的電腦在測試過程中有兩部被同時手動關閉，而非應該順序逐部手動關閉而引致。事件屬程序失誤，其後亦已更新相關的維修手冊，更清晰列出在關閉與系統安全有關的電腦時需注意的事項及適當方法。第三宗事件涉及一列測試列車朝錯誤方向啟動，並以「手動駕駛」模式駛過一個未有前進指示的燈號。事件被認為由人為因素引起，其後亦已加強對列車車長「手動駕駛」模式的培訓和考核。

- 3.7 雖然二零二零年五月二十三日及二十五日的三宗事件與「重複設定行車路綫」沒有直接關聯，但「線路圖灰屏」事件着實對處理「重複設定行車路綫」產生了一定的影響。首先，資源和注意力都集中在處理這些新出現的事件上。其次，由於「線路圖灰屏」事件的根本原因與更改數據記錄功能有關，而該功能也是用以調試「自動列車監控系統」，導致在考慮對「自動列車監控系統」進行任何變更時，特別是最後一刻的變更，更加倍謹慎。應該注意的是，此三宗事件均已在原定展開混合車隊營運的日期前解決，港鐵公司亦於二零二零年八月就此向政府提交詳細的報告<sup>4</sup>及發布新聞稿<sup>5</sup>。隨後，在九月十二日後進行的技術調查中，檢視測試記錄的資料顯示，「重複設定行車路綫」狀況雖曾在三宗事件的測試程序中出現，但由於相信這是已有解決方案的「非首日營運要項」，再加上，上述三宗事件需要更迫切的關注，故此當時「重複設定行車路綫」狀況未有被加以重視。

---

<sup>4</sup> 二零二零年八月十三日的「東鐵綫於二零二零年五月二十二至二十三日及二十四至二十五日進行兩次混合車隊營運測試事件報告」。

<sup>5</sup> 二零二零年八月十七日的新聞稿（編號零五五/二零）：東鐵綫於二零二零年五月發生的三宗事件的報告。

- 3.8 提交工程文件 (*Engineering Document (EDOC)*)以調整「列車監控與追蹤」級別設定：二零二零年七月初，西門子提議調整「自動列車監控系統」中的「列車監控與追蹤」級別設定，以提升「自動列車監控系統」的整體表現（「列車監控與追蹤」級別設定可以更改調試數據記錄的詳情，但與引致「線路圖灰屏」事件的調試工具“Paktel”無關）。在二零二零年整個七月期間，隨著系統測試和分析的進行，在當時看來這項調整亦有助改善「列車監控與追蹤」系統過度荷載的情況；而西門子於七月底亦指出「列車監控與追蹤」系統過度荷載就是引致「重複設定行車路綫」的原因。（調整級別設定是一項緩解措施，而非最終的解決方案。當時的計劃是在展開混合車隊營運後，透過軟件更新以徹底解決有關問題）。另一方面，港鐵公司內部設有「工程文件 (EDOC) 流程」的程序，管理一方為公司的車務處。工程文件是用作管理車務處轄下鐵路資產的所有工程變更。自交付車務處當日起所作的任何鐵路系統變更，都必須經過內部審批程序，才可以進行變更工程。隨著新信號系統已於二零二零年五月十一日正式從工程處移交予車務處，「工程文件流程」便告適用。調整「列車監控與追蹤」級別設定的申請於二零二零年七月底提交，並於八月十八日獲得批准。
- 3.9 審批程序要求所有可能受到該工程變更影響的相關部門或人員，均須檢閱及簽署該「工程文件流程」文件，讓相關的系統變更可按工程文件所述的執程序進行，以確保系統的完整性及配置得以維護。工程文件一經簽署，就表示各方都預期有關的改動將會被執行。在是次事件中，相關改動按照已批轄的工程文件原計劃於展開混合車隊營運前執行。該工程文件由二零二零年七月二十九日至八月十八日完成最後簽署期間，一共擬備了兩份草稿。第二份草稿解釋了調整「列車監控與追蹤」級別設定可以提升「列車監控與追蹤」的表現，並可減低出現「重複設定行車路綫」的可能性。然而，儘管這可能是當時的理解，但調查委員會留意到，港鐵公司隨後進行的技術調查（參見上文第 1.6 段）顯示，「列車監控與追蹤」級別設定的調整並不會對「重複設定行車路綫」狀況，帶來任何可見的改善。

- 3.10 為了在展開混合車隊營運前能夠調整「列車監控與追蹤」級別設定而進行的工作：在此階段，「重複設定行車路綫」仍然被認為是「非首日營運要項」。於二零二零年八月期間，由於調整「列車監控與追蹤」級別設定被視為是一個相對容易提升「自動列車監控系統」表現的變更，所以對這變更的推動力度因而有所提升。值得注意的是，在過程中一直未有對「運作良好」或服務可靠性帶來的影響，例如列車可能偏離原定的下一站 / 目的地或出現「互鎖」情況等，列為進行該變更的考慮因素。然而，西門子還是力促港鐵公司在展開混合車隊營運前，進行「列車監控與追蹤」級別設定的調整。二零二零年八月七日，西門子認為「這是在不更改軟件本身的情況下，提升『列車監控與追蹤』表現的第一步」，故此「強烈建議」在展開混合車隊營運前實施該變更。儘管西門子沒有明確地闡述「強烈建議」與「重複設定行車路綫」之間的關係，但港鐵公司的相關團隊理解兩者有所關聯，並且也寫在工程文件中。相信由於各方都假定工程文件在審批後會如期執行，西門子或港鐵公司團隊並未就不調整「列車監控與追蹤」級別設定的後果作進一步的探討。雖然西門子多次要求調整「列車監控與追蹤」級別的設定，但卻從未將之列作展開混合車隊營運的先決條件，亦從未因為相關調整尚未進行，而要求停止展開混合車隊營運。
- 3.11 調查委員會認為，在收到展開混合車隊營運前調整「列車監控與追蹤」級別設定的「強烈建議」後，港鐵公司團隊應該視此為一個主動與機電工程署鐵路科聯絡及商討有關情況的觸發點，這點會在下文作進一步討論。調查委員會亦認為，如果在當刻已就「重複設定行車路綫」的根本原因和其完整解決方案進行全面調查（正如於二零二零年九月十二日之後所進行的技術調查一樣），就可以知道「列車監控與追蹤」過度荷載的原因比想像中更為複雜，而制定完整解決方案所需的考量亦比預期中更深入。調查委員會因而認為，港鐵公司團隊當時是低估了「重複設定行車路綫」的複雜性，以致延遲匯報及解決有關情況。
- 3.12 港鐵公司團隊曾嘗試於二零二零年八月十八日至十九日進行非行車時間測試之前，調整「列車監控與追蹤」級別設定，以測試其成效（測試後會重置回原有設定，同時就結果進行分析）。但整

個非行車時間測試計劃因八號颱風警告生效而被取消。在二零二零年整個八月期間，各方仍然認為工程文件會被執行，並於月底前曾多次安排調整「列車監控與追蹤」級別的設定，但並不成功。

**3.13 提交第二份「安全及良好」聲明：**港鐵公司備擬好第二份「安全及良好」聲明，並於二零二零年八月十七日簽署及提交予機電工程署鐵路科。正如上文第 3.3 段所提及，由於「重複設定行車路綫」並不被視為屬「安全及良好」有關的事項，故此在二零二零年五月十二日提交的第一份「安全及良好」聲明中，並沒有提及「重複設定行車路綫」狀況。在提交第二份「安全及良好」聲明時，亦沒有提及「重複設定行車路綫」，原因是當時仍然認為這是屬優先處理的「非首日營運要項」，即可以的話盡早處理，但不是開展混合車隊營運的先決條件之一。此外，當時的評估是，透過調整「列車監控與追蹤」級別設定，在展開混合車隊營運前便可緩解有關情況，因此無需向機電工程署鐵路科匯報。調查委員會認為，如果當時對「重複設定行車路綫」的複雜性有充分理解，有關情況是應該向機電工程署鐵路科匯報的。

**3.14 西門子再力促調整「列車監控與追蹤」級別設定：**於二零二零年八月底，西門子再力促港鐵公司調整「列車監控與追蹤」級別的設定。二零二零年八月二十四日，西門子重申其有關調整「列車監控與追蹤」級別設定的建議。港鐵公司表示，將在二零二零年八月二十五日信號系統安裝工作小組 (Signalling Implementation Task Force)<sup>6</sup>的會議上就此進行討論。會上就着調整「列車監控與追蹤」級別設定調整及批准實施的迫切性，進行了討論；但會議的記錄中，卻沒有明確地鋪陳，就着是否調整「列車監控與追蹤」級別設定，所可能引致的全部後果。

**3.15 其後，**在二零二零年八月二十六日和八月三十一日港鐵公司團隊曾兩次在電子郵件溝通相關調整。但亦有港鐵同事憂慮當時對「自動列車監控系統」進行任何變更，有機會帶來不可預視的情況，因此對調整「列車監控與追蹤」級別設定有所保留。順利展開混

---

<sup>6</sup> 信號系統安裝工作小組是港鐵公司內部的協調會議，旨在協調新信號系統於工地工作的優先次序，並盡可能減少有關工地工作對東鐵綫現有列車服務的影響。



合車隊營運為當時的首要目標，而對系統作出任何變更，均被視為有可能帶來潛在未知的新問題及風險，因此有關調整的要求並未得到執行。

- 3.16 為評估調整「列車監控與追蹤」級別設定的成效，相關團隊亦進行了模擬測試。模擬結果顯示調整「列車監控與追蹤」級別的設定後，系統荷載和「列車監控與追蹤」的表現並沒有可見的改善。調查委員會認為，這應該是就「重複設定行車路綫」進行更全面的技術調查的另一個觸發點，至少要確定實施調整「列車監控與追蹤」級別設定後對改善「重複設定行車路綫」所能帶來的實際成效。
- 3.17 最後一次嘗試執行工程文件，及《聯合測試和調試安全委員會》決定推遲執行：最後一次嘗試執行工程文件是在二零二零年九月七日這個星期。九月七日，西門子特別指出列車服務有可能出現二十分鐘的延誤，而列車則有機會被指示行駛至另一錯誤行車路綫。在九月八日清晨發出的一封港鐵公司內部電子郵件亦重申了上述的情況。
- 3.18 隨後，聯合測試和調試安全委員會 (Joint Testing & Commissioning Safety Panel)<sup>7</sup> 於二零二零年九月八日舉行會議。會議就「重複設定行車路綫」的討論重點，在於其有機會令終點站出現列車「互鎖」的狀況。經明確討論，會上一致同意這並非安全問題。在會議上，出現在終點站及分岔路上的列車「互鎖」狀況有可能導致服務延誤二十分鐘的情況亦有進行討論及被港鐵公司團隊理解。然而，雖然西門子曾說及「重複設定行車路綫」導致錯誤行車路綫有可能在分岔路上出現，但卻未有引起所有與會人士的討論。
- 3.19 基於以下原因，是次聯合測試和調試安全委員會會議決定將調整「列車監控與追蹤」級別設定推遲至展開混合車隊營運後才實施：

---

<sup>7</sup> 聯合測試和調試安全委員會是港鐵公司一個包括外間專家和承辦商的小組。它負責檢視任何在工地進行的重大測試和演習。

- 實施「列車監控與追蹤」級別設定的變更，只能緩解，而非解決「重複設定行車路綫」的情況，該狀況仍然有可能出現。實際上，在二零二零年九月十二日後所進行的技術調查顯示，「列車監控與追蹤」級別設定的調整，並不會對「重複設定行車路綫」狀況產生任何可見的改善。
- 在即將展開混合車隊營運前實施任何變更均存在一定的風險。基於二零二零年五月出現的「線路圖灰屏」事件同樣是與後期變更「自動列車監控系統」有關，更增加了各方對此風險的擔憂。
- 出現「重複設定行車路綫」的可能性被認為是輕微。再者，即使在列車服務期間出現該狀況，亦可透過營運管控措施發現及經手動控制狀況。

3.20 調查委員會同意應盡可能避免在最後一刻才進行系統變更。但是，也認為應該要對出現「重複設定行車路綫」的可能性及其影響，以及該變更帶來的潛在裨益有一個清晰的理解，才作出是否實施「列車監控與追蹤」級別設定調整的決定。再者，公司應該與政府就有關決定進行商討，以擬定一個雙方同意的方案。

3.21 聯合測試和調試安全委員會要求團隊制定一套營運管控措施，以處理「互鎖」的情況，並進一步檢視在實施「列車監控與追蹤」級別設定調整前所需完成的預備事項。

3.22 *制定營運管控措施管理「重複設定行車路綫」，以配合乘客服務的需要*：於二零二零年九月八日舉行聯合測試和調試安全委員會會議後，因應「列車監控與追蹤」級別設定的調整並不會在混合車隊營運前實施，工程團隊和車務控制中心 (Operation Control Centre) 人員於二零二零年九月九日和九月十日就制定營運管控措施舉行會議。由於初步擬議的措施需要人手監視螢幕十九小時，引起了一些異議。考慮到上述的關注，最終獲採納的是一套比較穩健的營運管控方案。

- 3.23 二零二零年九月九日至九月十日期間，因應各持分者的意見，進一步對營運管控方案進行修訂。
- 3.24 二零二零年九月十日，西門子重申調整「列車監控與追蹤」級別設定的需要。期間，港鐵公司多名人員於當天就制定營運管控措施作出進一步討論，並於同日下午，備妥一套完整的營運管控方案。
- 3.25 同日，傳媒向政府和港鐵公司查詢有關行車路綫的情況及其可能帶來的影響，包括出現錯誤行車路綫的可能性。
- 3.26 於二零二零年九月十日的稍後時間，港鐵公司總監會知悉了這個情況和相關的傳媒查詢，經討論後決定將關於是否如期進行新信號系統和混合車隊營運的決定，待翌日與政府商討後才正式拍板。
- 3.27 經與政府相關部門商討後，港鐵公司確立與其以營運管控措施去應對「重複設定行車路綫」，不如制定技術解決方案，才是更理想的做法。港鐵公司因而在二零二零年九月十一日決定暫緩展開混合車隊營運，並於當日下午對外公佈。調查委員會認為九月十一日所作的決定是正確的。此外，如果在二零二零年六月時已釐清「重複設定行車路綫」的根本原因、影響和解決方案的所要求，甚至已制定臨時營運管控措施，並就此與機電工程署鐵路科進行磋商，就可以更早就混合車隊營運作出一個更全面的決定。

## 4. 調查結果

### 4.1 「安全及良好」狀況

- 4.1.1 在審視包括與「安全及良好」聲明有關的證據後，調查委員會認為，「重複設定行車路綫」並不涉及安全問題。作為項目原本執执行程序所進行的風險評估的一部分，港鐵公司已就列車有機會入錯行車路綫的情況進行評估。其後亦在二零二零年九月十二日之後進行的技術調查中重新評估。「重複設定行車路綫」狀況已被正式評估為沒有安全隱患，

與獨立安全評估顧問在最近的技術調查中所得出的意見一致。

- 4.1.2 儘管調查委員會未能為「運作良好」找到明確的定義，但了解其批示過程已按相關持分者當時所共識的程序進行。亦了解到證明「運作良好」的程序是須按每個項目的特性向政府部門具體議定要進行演示的範疇。
- 4.1.3 沙田至中環綫項目「運作良好」的評估按既定程序進行，主要是評估及演示列車服務班次及行車所需時間達到要求。港鐵公司團隊認為，根據既定的「安全及良好」批示程序，「重複設定行車路綫」並不屬須向政府部門作正式匯報的範疇。
- 4.1.4 調查委員會認為，自二零二零年六月找到擬定於九月十五日安裝軟件的修訂程式的修正措施（如第3.4段所述），已應就出現「重複設定行車路綫」的根本原因、可能性及其對服務穩定性的影響進行額外的分析。再者，即使沒有此分析，隨著對「重複設定行車路綫」所帶來最終的後果有更深入的了解，及於西門子加強建議在展開混合車隊營運前調整「列車監控與追蹤」級別設定，港鐵公司應主動就有關情況與政府進行磋商。從二零二零年五月首次察覺有關情況至今，港鐵公司團隊有不少機會，可以通過正式或其他途徑與政府商討有關情況。

## 4.2 狀況分類及研究

- 4.2.1 「重複設定行車路綫」在二零二零年五月十一日首次被察覺。經分類及研究後，此情況被認為屬「非首日營運要項」。但是，自西門子在二零二零年七月初首次建議調整「列車監控與追蹤」級別設定以改善「自動列車監控系統」的表現後，事態開始轉變。
- 4.2.2 至二零二零年八月初，港鐵公司團隊已掌握到調整「列車監控與追蹤」級別設定與「重複設定行車路綫」之間的關

聯；同時西門子亦一再爭取港鐵公司執行其建議級別調整措施。八月七日，西門子在回覆港鐵公司的電郵中提到：「我們強烈建議在展開混合車隊營運前實施此【追蹤級別】變更，因為這是在不更改軟件本身的情況下，提升『列車監控與追蹤』表現的第一步」。他們認為已找到一個改善措施，而此改善措施是「一個非常簡單的方案，可顯著地改善表現並提升信心水準，故此強烈建議在投入服務前實施」。然而，港鐵公司團隊仍認為調整「列車監控與追蹤」級別設定僅是一個相當可取、營運前短期的緩解方案而已；而投入服務後(Day 2)進行的軟件更新方為全面的解決方案。雖然如此，團隊亦擬備了工程文件擬在展開混合車隊營運前調整「列車監控與追蹤」級別設定。由於工程文件會被傳閱以徵詢意見並需簽署，因此，這個程序理應成為上報過程的起始。而港鐵公司最終亦於二零二零年八月十八日正式簽署批核該工程文件。

4.2.3 調查委員會認為，在事件涉及的整個時期內，「列車監控與追蹤」的整體表現對「自動行車路線設定系統」功能及「重複設定行車路線」的影響似乎引起越來越大的關注。西門子將其立場改變為「強烈建議」，並隨後持續促請調整「列車監控與追蹤」級別設定，顯示此要求的重要性已變得越來越大。惟港鐵公司團隊似乎並未意識到這個轉變，繼而低估了情況的複雜性，以及相信這只是一個簡單的緩解方案（透過實施「列車監控與追蹤」級別設定調整）。此外，港鐵公司團隊就「重複設定行車路線」對服務的潛在影響敏感度不足。調查委員會認為，港鐵公司團隊未有要求西門子就「重複設定行車路線」及整體「自動行車路線設定系統」功能進行更詳盡的分析和跟進。對情況的低估，繼而影響了隨後的通報行動，報告下一部分會再作說明。同時，西門子作為信號系統專家和承辦及供應商，亦有責任就「重複設定行車路線」情況提供適當的分析，並更仔細解釋他們要求在展開混合車隊營運前調整追蹤級別設定的理據。在沒有詳細分析下，亦似乎過分信賴調整追蹤級別設定功能就可解決有關情況的假設。

- 4.2.4 在二零二零年九月十二日後進行的技術調查顯示，「重複設定行車路綫」比想像中更為複雜，而「西門子強烈建議執行」的「列車監控與追蹤」級別設定調整，對緩解有關情況，其實亦沒有實質的幫助。全面的解決方案，仍然需要更新軟件。

### 4.3 內部上報

- 4.3.1 港鐵公司就新信號系統投入服務的監督工作備有管理及決策架構。工程進度由項目團隊按級別上報至總監會，然後至董事局轄下的工程委員會，及至董事局本身。而「重複設定行車路綫」並未有經此途徑匯報。為管理演練以及統籌實地測試及調試活動及減輕因測試而影響日常運作，項目設有聯合測試和調試安全委員會，亦設有信號系統安裝工作小組。因此對各事件的匯報具有清晰明確的途徑，並可就事件的嚴重性作出合適的決定。在檢視此管治架構及通報機制後，調查委員會認為，此機制是嚴謹及穩健的，前提是相關團隊對情況有適切的歸類及理解。在是次事件中，這先決條件並不存在。
- 4.3.2 調查認為港鐵公司在過程中，曾有三次嘗試調整「列車監控與追蹤」級別設定的機會，惟期間，因颱風及其他被認為更緊急和需要優先處理的工作的原故，最終均未能成功進行。最後，該情況在二零二零年九月八日通過信號系統安裝工作小組，上報至聯合測試和調試安全委員會會議，爭取在展開混合車隊營運前調整「列車監控與追蹤」級別設定。然而，當時距離展開混合車隊營運只餘下四天的時間。而團隊的根本憂慮，就是任何最後一刻才進行的軟件變更，可能引發類似二零二零年五月至八月期間的「線路圖灰屏」的事件重現，會導致工程進度嚴重受阻。礙於時間不足，以及由早前情況引起的不確定性，引致對實施「列車監控與追蹤」級別設定調整有所保留。

4.3.3 雖然該情況最終在二零二零年九月八日舉行的聯合測試和調試安全委員會會議上匯報至總監級別，但為時已晚。調查委員會認為，該情況應該自八月初西門子將其對實施「列車監控與追蹤」級別設定調整的立場列為「強烈建議」時，港鐵公司內部就應該更早和更廣泛地向上匯報。調查委員會因此認為，應加強港鐵公司的內部查核（被稱為「第二道防線」）程序，以及早發現及上報類似情況。

#### 4.4 向政府通報

4.4.1 於二零二零年五月，「重複設定行車路綫」未被列作須呈報的「首日營運要項」（即投入服務前須解決的事項），基於當時的情況，這結論是可以接受及理解的。但自西門子在二零二零年八月初開始連續建議提前實施緩解方案後，上述的結論的說服力，便顯得漸次薄弱。

4.4.2 如上所述，港鐵公司團隊由於對列車服務的潛在影響的敏感度不足，因而低估了有關情況的複雜性。西門子和港鐵公司團隊均認為，由「重複設定行車路綫」引起的潛在風險，可在展開混合車隊營運前通過調整「列車監控與追蹤」級別設定得以緩解。他們同時認為，調整「列車監控與追蹤」級別設定是一個簡單的程序。事實上，正因為相信「重複設定行車路綫」在展開混合車隊營運前，可以透過簡單的方案便得以大大緩解，令港鐵公司認為沒有必要就此情況向政府呈報。這亦減低了公司內部對最終後果和可能需要的營運管控措施的討論程度。

4.4.3 調查委員會認為，政府未獲告知有關情況是基於港鐵公司團隊判斷有所失誤。有鑑於此，即使相信在混合車隊營運展開前會進行簡單的變更，調查委員會認為港鐵公司當時亦應向政府通報有關情況。再者，當聯合測試和調試安全委員會在會議上決定不實施「列車監控與追蹤」級別設定調整時，港鐵公司團隊就應與政府討論及制定方案。

4.4.4 港鐵公司項目綜合管理系統 (Project Integrated Management System) 內，並沒有就與「運作良好」有潛在關聯的情況是否、何時、如何向政府部門通報的準則，以及整體「運作良好」的程序，作出清晰的指引。因此，調查委員會建議重新檢視項目綜合管理系統，令整體「運作良好」的程序和通報責任更加清晰。這應該包括就如何配合政府新引入的「服務可靠性報告機制」(Service Reliability Reporting mechanism)，提供清晰的參考和指引。

## 4.5 顧問

4.5.1 新世代的信號系統非常複雜。港鐵公司雖然具有高水準的信號系統專業知識，但亦無可避免地在一定程度上需要依賴承辦商豐富的系統知識。因此，為確保質量管理，港鐵公司亦有聘用專業顧問，即獨立安全評估顧問和獨立審查員 (Independent Reviewer)，以提供建議。兩者均由港鐵公司以合約形式聘任。獨立安全評估顧問就新信號系統在安全的關鍵層面上提供建議，而港鐵公司團隊和西門子的評估從未將有關情況列為安全問題，因此可以理解為何獨立安全評估顧問並沒有參與此事。而獨立審查員會就新信號系統的技術成熟度，尤其是就系統性能和可靠性有關的議題提供建議和指導。然而，儘管與獨立審查員在同一辦公地點工作，港鐵公司團隊卻未有就有關情況諮詢獨立審查員。調查委員會認為，當西門子提出「強烈建議」，以及在決定是否實施「列車監控與追蹤」級別設定調整之前，應諮詢獨立審查員。

## 5. 調查結果摘要

5.1 調查的主要結果如下：

5.1.1 「重複設定行車路綫」並不涉及安全問題，但影響服務的可靠性。



- 5.1.2 這情況的根本原因沒有被徹底調查，原因有多項：注意力轉移到對營運和安全有更大潛在影響的情況上（二零二零年五月二十三日及二十五日）；出現「重複設定行車路綫」的可能性被判斷為很低；以及西門子和港鐵公司團隊均認為擬議的「列車監控與追蹤」級別設定調整會在展開混合車隊營運前實施，而實施該調整後情況將得到充分緩解（現已知悉並不正確）。再者，該情況被認為在展開混合車隊營運後不久，會透過已計劃的軟件更新得以全面解決。調查委員會認為，港鐵公司團隊及西門子應更早就有關情況進行更詳細的調查。如及早調查，他們會意識到此情況還有其他、更深層次及更為複雜的根本原因。這會有機會令他們警覺到有需要就情況於港鐵公司內部上報及向政府匯報。沒有及時進行更詳細的調查是一個判斷上的失誤。港鐵公司團隊及西門子透過項目開發過程中所進行的風險評估，知悉列車進入非原定行車路綫的後果。調查委員會認為此判斷上的失誤受上述其他因素影響，而調查委員會沒有發現任何港鐵公司或西門子刻意隱瞞有關「重複設定行車路綫」狀況的證據。
- 5.1.3 在二零二零年九月一日之前，「重複設定行車路綫」會引致的全部後果並沒有被明確闡明。調查委員會認為，港鐵公司團隊及西門子之間應就相關後果有更多溝通。
- 5.1.4 二零二零年九月十二日之後進行的技術調查已找出「重複設定行車路綫」的根本原因，並正制定完整的技術解決方案。然而，西門子和港鐵公司理應於更早的時候便進行這項工作。
- 5.1.5 在得悉「列車監控與追蹤」級別設定調整不會在展開混合車隊營運前進行後，該情況已上報至港鐵公司總監級別，但為時已晚。相反，該情況早在西門子首次表明立場，「強烈建議」在展開混合車隊營運前實施「列車監控與追蹤」級別設定調整時，就應該盡快上報。

5.1.6 儘管港鐵公司不認為該情況屬於按現存分類需向政府通報的事項，但調查委員會認為，仍應就此情況與相關政府部門進行商討。除了現有的「系統安全報告」(System Safety Report) 之外，調查委員會知悉和支持最近在確認「安全及良好」流程中新增的「服務可靠性報告」(Service Reliability Report)，以向相關政府部門匯報包括尚未解決的事項，如「重複設定行車路綫」等。

## 6. 建議

6.1 調查委員會在檢視有關程序和證據後提出以下建議：

6.1.1 在涉事期間，並沒有就「重複設定行車路綫」的可能性和影響進行明確的表述、評估或質詢，亦沒有就擬議的「列車監控與追蹤」級別設定調整對減低「重複設定行車路綫」帶來的成效進行評估。在辨識相關情況後，應在「列車監控與追蹤」級別設定調整的文件中明確說明不實施該調整的潛在後果。調查委員會建議，應檢視項目綜合管理系統和工程文件的流程，並就下列各項提供清晰指引：

- 需明確闡明發生有關情況的可能性及其影響；
- 列出實施擬議有關變更所帶來預期可量化的成效及改進；以及
- 建議有關變更的實施時機及選擇該時機的理據。

6.1.2 在對相關員工的培訓方面，除了現時針對安全的培訓之外，亦應提升他們在公眾關注、有效溝通、服務質量及可靠性的重要性等方面的敏感度和認知。

- 6.1.3 由於「重複設定行車路綫」的重要性隨著時間增加，這情況理應被更快速地在內部上報，亦應更好地利用獨立審查員可以提供的支援，以及應就情況通報政府。然而，就應否，或誰負責向相關政府部門通報的指引尚未清晰明確。調查委員會建議，修訂項目綜合管理系統，令在尋求獨立安全評估顧問和獨立審查員的支援、內部上報及通報等方面的準則更加清晰，包括闡明提交「安全及良好」聲明過程的重要性及所要求。
- 6.1.4 應加強港鐵公司內部的第二道防線(即內部查核)的安排，以及早發現和內部上報重要情況。
- 6.1.5 調查委員會認為，雖然「重複設定行車路綫」並不涉及安全問題，但它關乎系統的可靠性，因此應向政府通報。調查委員會強烈支持最近新增的服務可靠性報告 (**Service Reliability Report**)，以配合現有的系統安全報告。這應能確保政府部門將來可更充分了解所有與可靠性有關的重要情況。

附件二

關於「重複設定行車路綫 (Route Recall)」情況  
技術調查報告

日期：二零二一年一月二十一日

# 目錄

## 報告摘要

1. 前言
2. 「重複設定行車路線」情況
3. 技術調查
4. 有關「重複設定行車路線」情況的調查結果
5. 兩宗新的自動行車路線設定事件
6. 已知的系統性功能改進事項
7. 總結
8. 建議

附件一：技術調查核心小組成員名單

附件二：「自動列車監控」子系統內「列表顯示」與「列車監控與追蹤」軟件模塊之間的「列車監控與追蹤」數據處理

附件三：行車標示延後現象

## 報告摘要

港鐵公司原定於二零二零年九月十二日在東鐵綫展開混合車隊營運 (“Mixed Fleet Operation”)，因新信號系統中「自動列車監控」子系統 (“Automatic Train Supervision (ATS)” subsystem)的「重複設定行車路綫」情況而決定暫緩。按此，由港鐵公司的車務及工程團隊、西門子（承辦商）及外間技術顧問組成的技術調查核心小組因應「重複設定行車路綫」情況的根本原因及與啟用東鐵綫新信號系統相關的其他技術問題進行了技術調查。

技術調查核心小組已於二零二零年十月十二日、十九日及二十八日的非行車時間，進行了一系列電腦模擬及實地列車測試，並已審視所有結果，以確定「重複設定行車路綫」情況的根本原因，並制定技術解決方案。

有關調查確認「重複設定行車路綫」的情況並不涉及安全問題，惟此情況涉及服務可靠性，有機會導致列車駛往與原定不同的目的地，亦有可能因此錯誤地發出「衝燈」的警號。此情況是由於「自動列車監控」子系統內兩個軟件模塊之間新設的「故障分類更新」 (“Fault Classification Update”)軟件程式產生了比預期大很多的數據量。這個非標準的新軟件程式是承辦商因應港鐵公司為車務控制中心的行車控制主任提供額外列車監控數據的要求，而特別編訂的附加功能。而

「重複設定行車路綫」情況的根本原因，是承辦商未能在之前的測試中及時發現新設計的「故障分類更新」軟件程式中所出現的軟件缺陷。

停用此新設的「故障分類更新」軟件程式，並不會影響正常列車運作的整體表現。如將來需要系統提供「故障分類更新」的軟件程式，則須經過進一步的設計、測試和驗證，並獲政府批准，方可啟用。

於二零二零年八月進行的模擬測試及於二零二零年十月進行的一系列非行車時間測試亦確認，承辦商於二零二零年七月至九月初期間建議於「自動列車監控」子系統內實施「列車監控與追蹤」級別設定的調整，對解決「重複設定行車路綫」的情況並無可見的成效。

為了糾正「重複設定行車路綫」的情況，承辦商已：（一）停用新設的「故障分類更新」軟件程式；（二）提升電腦硬件；（三）提升「自動行車路綫設定」(“Automatic Route Setting (ARS)”)的軟件程式，為避免出現錯誤設定行車路綫的情況提供額外的保障。港鐵公司與承辦商已於非行車時間進行了一系列的測試，以驗證上述糾正措施對根除「重複設定行車路綫」情況的成效。

於二零二零年十月十二日及十二月六日進行的非行車時間列車測試中，分別由於其他軟件缺陷及軟件安裝問題，曾發生兩宗新的自動行車路綫設定事件，導致列車路綫被設定往原定相同車站但不同月台的事件。



兩宗事件已透過升級相關軟件程式及加強對軟件升級的授權和控制程序而獲得解決。

於進行「重複設定行車路綫」情況技術調查的過程中，技術調查核心小組亦藉此機會，與機電工程署、路政署及運輸署，一同檢視了截至二零二一年一月初最新的已知的信號系統性功能改進事項，並已制定了適當的營運管控措施，以妥善處理服務期間出現的相關情況，特別是那些於混合車隊營運展開後有可能會對服務造成輕微影響的情況。

港鐵公司會繼續密切監察新信號系統的表現，若於混合車隊營運展開後的營運經驗中察悉更多可改善的地方，會不斷完善和增強相關系統的表現。

建議於完成「安全及良好」的程序後展開東鐵綫混合車隊營運。

## **1. 前言**

**1.1** 沙田至中環綫項目下的南北走廊，是將東鐵綫延伸過海至現有的金鐘站。南北走廊通車前，現有東鐵綫信號系統將需要轉換至新信號系統。展開混合車隊營運時，東鐵綫新信號系統亦會投入服務。

**1.2** 為更換現在沿有多年的信號系統，亦配合延伸東鐵綫至金鐘的要求，及於混合車隊營運期間將十二卡列車陸續更換為九卡列車，

以達至沙中綫全綫最終以九卡列車行駛，使用新信號系統及展開混合車隊營運是必須的步驟。

1.3 為東鐵綫的混合車隊營運作準備，港鐵公司分別在二零二零年五月二十二日至二十三日及二十四日至二十五日的非行車時間進行了兩次測試，以演示東鐵綫新信號系統的營運操作。測試期間，發生了兩宗有關系統表現的獨立事件。一宗是由於錯誤啟動了本應不會在正常運作中應用的數據記錄功能（即“Paktel<sup>1</sup>”）而降低了其處理性能，導致「自動列車監控」子系統綫路圖顯示出現灰屏情況；在隨後對事件的根本原因進行詳細調查後，此項數據記錄功能已被禁止使用。另一項聯鎖系統關閉事故是由於聯鎖電腦被同時手動關閉，而非順序逐部關閉而引致；為避免同時手動關閉的情況，現已更新相關的維修手冊，並向相關人員闡釋有關程序，以及於相關電腦張貼顯眼的警告。就有關事件，港鐵公司於二零二零年八月十七日向政府提交報告，並已獲審查及接納，亦已落實執行上述改善措施。

1.4 隨後，港鐵公司計劃於二零二零年九月十二日開始，將東鐵綫新信號系統投入服務，並逐步引入新九卡列車（統稱「混合車隊營運」）。

## 2. 「重複設定行車路綫」(Route recall)情況

---

<sup>1</sup> Paktel 是用於測試及維修的數據記錄功能。

2.1 於二零二零年九月十日，傳媒向政府和港鐵公司查詢有關行車路綫的情況及其可能帶來的影響，包括出現錯誤行車路綫的可能性。於二零二零年九月十一日，港鐵公司及西門子（承辦商）向政府通報有關於二零二零年五月十一日非行車時間進行的列車測試中出現的情況（「重複設定行車路綫」情況）。基本上，每列編定的列車應在預定的列車營運時間表內有其既定的行車路綫。「重複設定行車路綫」情況的癥狀在於「自動列車監控」子系統反應緩慢，即使列車已經進入指定路綫，隨後的列車仍會接獲「自動行車路綫設定<sup>2</sup>」功能所發出與前一系列列車相同的行車路綫指示。按此，於分岔路的位置，隨後的列車會跟隨前一系列列車的路綫而有可能駛往與原定不同的路綫及目的地，例如上水站至羅湖站/落馬洲站，以及經火炭站/馬場站往來沙田站及大學站。在東鐵綫新信號系統於二零二零年九月十一日的總結檢視後，港鐵公司暫緩原定於二零二零年九月十二日展開的混合車隊營運的安排，以便確定情況的根本原因及制定技術解決方案，取代以營運管控措施處理有關狀況。

2.2 隨後的技術調查顯示，「重複設定行車路綫」的情況亦曾於二零二零年五月二十三日非行車時間的測試中出現，如第 1.3 段所述，當時因啟動了「自動列車監控」子系統中的一項特定的數據記錄

---

<sup>2</sup> 「自動行車路綫設定」功能是「自動列車監控」子系統中的一項功能，可為行駛中的列車自動設定行車路綫。

功能(“Paktel”)，以致發生「綫路圖灰屏」事件。在某些情況下，縱使實際上沒有列車駛過紅色停車燈號，亦會隨著「重複設定行車路綫」的情況而發出錯誤的「衝燈」警號<sup>3</sup>。「衝燈」警號的原意是為了在檢測到列車在沒有授權的情況下通過紅色停車燈號時，能對操作員作出提示以作處理。

### 3. 技術調查

3.1 港鐵公司於二零二零年九月十八日成立技術調查核心小組，調查「重複設定行車路綫」情況的根本原因，並於正式展開混合車隊營運前制定相應的技術解決方案。技術調查核心小組成員包括來自港鐵公司車務處及工程處的人員、承辦商及外間技術顧問（如附件一所列）。調查中採用的方法主要是基於根源分析(Root Cause Analysis)，即確認問題，收集事實資料，分析數據，確定根本原因以及其他因果關係，並透過模擬及實地測試進行驗證。技術調查核心小組已就調查結果達成一致意見，確定了「重複設定行車路綫」情況的根本原因，並透過模擬及列車測試審視了各已察悉的情況，並進一步制定解決方案。

3.2 經初步分析，承辦商指出「重複設定行車路綫」的情況與「自動列車監控」子系統內「列車監控與追蹤」(“Train Monitoring and

---

<sup>3</sup>「衝燈」即列車在沒有授權的情況下通過停車燈號。

Tracking<sup>4</sup> (TMT)”)軟件模塊的表現有關。「列車監控與追蹤」的反應延緩最初被認為是導致「重複設定行車路綫」情況的原因；接而原認為於當時實施的「列車監控與追蹤」級別設定<sup>5</sup>是導致「列車監控與追蹤」的反應延緩的直接原因，故此承辦商在二零二零年八月初建議調整「列車監控與追蹤」級別的設定。

#### 4. 有關「重複設定行車路綫」情況的調查結果

4.1 透過於二零二零年十月十二日、十九日及二十八日非行車時間進行的深入技術調查，從電腦模擬及實地列車測試結果中掌握了更多有用的技術資料。調查發現，如附件二所示，一個負責處理「列車監控與追蹤」數據的電腦處理器(“Computer Processing Unit (CPU)”)，接收到由「自動列車監控」子系統內的「列表顯示」(“List Display (lidi)”)軟件模塊所發出比預期大很多的「故障分類更新」資料數據。如此大量的數據傳輸可以由不同的情境觸發，例如：

- 一、 車務控制中心內的行車控制主任更替其控制終端；
- 二、 重新啟動任何聯鎖子系統；及
- 三、 恢復有故障的軌旁數據鏈接。

---

<sup>4</sup> 「列車監控與追蹤」是一個軟件模塊，監控及追蹤由「自動列車監控」子系統，通過手動或自動以「自動行車路綫設定」所安排的列車行車位置及移動。

<sup>5</sup> 追蹤級別設定可於測試及維修中更改調試數據記錄的詳情。

4.2 稱為「故障分類更新」的非標準軟件程式設置，由「自動列車監控」子系統的「列表顯示」軟件模塊發送信息至系統另一稱為「列車監控與追蹤」的軟件模塊；這項「故障分類更新」信息數據處理功能，目的是為行車控制主任提供額外的列車監控數據，是承辦商一項新的<sup>6</sup>、因應港鐵公司的要求而為沙中綫新信號系統特別編訂的軟件程式。「故障分類更新」數據處理功能是承辦商標準產品的附加功能，即使隨後將其關閉，亦不會影響列車運作的整體表現。

4.3 根據這新設的軟件邏輯，「列車監控與追蹤」電腦處理器需要很強大的數據處理能力才能處理比預期量大的「故障分類更新」數據，導致處理實時列車及軌旁資料的時間有所延遲，出現「行車標示延後<sup>7</sup>」的現象，即列車位置於「自動列車監控」子系統中的虛擬標示滯後於其實際位置（如附件三所示）。「自動列車監控」子系統利用列車位置的虛擬標示來執行行車路線設定。由於列車位置的虛擬標示與實際位置有所不同，「自動列車監控」子系統將列車（基於其虛擬標示）列作仍未進入原定行車路線，因此再設置行車路線，導致「重複設定行車路線」的情況發生。此外，由於燈號於列車實際駛過「前進」燈號後已轉為「停車」燈號<sup>8</sup>，因此當同一列車的虛擬標示通過「停車」燈號時，「自動

---

<sup>6</sup> 「故障分類更新」是承辦商新開發的軟件程式，並未曾應用於任何鐵路項目。

<sup>7</sup> 「行車標示延後」是列車位置的虛擬標示滯後於其實際位置。

<sup>8</sup> 安全聯鎖系統是根據列車的實際位置，而非基於以虛擬標示的「自動列車監控」子系統而設定「停車」燈號。

列車監控」子系統會錯誤發出「衝燈」警號。這兩個事序就是「重複設定行車路綫」及錯誤發出「衝燈」警號的根本原因，詳情可參考附件三。這調查結果顯示，由承辦商執行的「故障分類更新」的軟件程式存在軟件缺陷，惟未有在測試中識別，因而導致「重複設定行車路綫」的情況。

4.4 由二零二零年七月至九月初，雖然已知道「重複設定行車路綫」的情況並不涉及安全問題，因為所有與安全相關的功能，包括列車自動保護系統及新信號系統的聯鎖系統均維持全面有效，承辦商建議實施一項中期措施，即調整監控級別的設定，以紓緩「列車監控與追蹤」電腦處理器過度荷載的情況，並獲港鐵公司內部程序審批。在缺乏對「重複設定行車路綫」情況的根本原因進行全面的技術調查的情況下，有關建議的成效確實未有得到適切的測試。事實上，其後的模擬測試顯示，有關的調整並未能改善「列車監控與追蹤」荷載的情況。其後在二零二零年十月二十八日由技術調查核心小組與承辦商協作進行的非行車時間測試的結果中，亦確認了調整「列車監控與追蹤」級別對解決數據處理荷載方面並沒有可見的改善，因此並不能緩解出現「重複設定行車路綫」情況的可能性。

4.5 為根除「重複設定行車路綫」的情況，以及相關的錯誤發出「衝燈」警號的情況，承辦商已落實以下措施，並透過實地測試成功驗證其成效：

- 一、 修改軟件程式以停用為「自動列車監控」子系統內兩個軟件模塊（即「列車監控與追蹤」及「列表顯示」）之間信息傳送而新設的「故障分類更新」的軟件程式。而新信號系統的整體表現，包括未來擴展運作的靈活性，並不會因停用此新軟件程式而受到影響；
- 二、 升級電腦伺服器，提高其運算速度，為「列車監控與追蹤」電腦處理器的數據處理提供額外荷載能力以作緩衝；及
- 三、 透過軟件控制邏輯的數據執行而改良「自動行車路線設定」的軟件，提供額外的保障，以避免出現「重複設定行車路線」的情況及於重要的分岔路出現錯發行車路線的情況。

## **5. 兩宗新的自動行車路線設定事件**

- 5.1 於二零二零年十月十二日及十二月六日進行的非行車時間列車測試中，曾因兩個獨立的情況而出現兩宗列車路線被設定往原定相同車站但不同月台的事件。
- 5.2 第一宗事件於二零二零年十月十二日發生。一列由羅湖開出的南行測試列車被系統安排駛往至上水站的北行月台，而並非原定的南行月台。涉事的列車由羅湖開出，並不屬所載定於行車時間表內的列車。調查發現「自動列車監控」子系統誤將列車視為需按時間表行駛的列車，並繼而向該列車指派錯誤的數據，令列車錯



誤地前往上水站的北行月台。這個不理想的情況是由承辦商的軟件缺陷而導致。

**5.3** 另一宗事件於二零二零年十二月六日發生。一列由落馬洲站開出的南行測試列車被安排駛往至上水站的北行月台，而非原定的南行月台。調查發現，承辦商在解決「自動列車監控」子系統軟件問題的軟件升級過程中，出現人為錯誤，導致軟件升級的順序、軟件版本及數據文件並不正確。整個軟件上載的過程在未有港鐵公司核實的情況下由承辦商進行，從而導致測試列車被安排與原定不同的路綫。

**5.4** 為解決兩宗列車被安排駛進與原定不同的月台的事件，承辦商已修復「自動列車監控」子系統的軟件問題，並加強對軟件升級的授權和控制程序，以防止安裝錯誤的軟件程式及數據文件。進一步的列車測試亦顯示情況已獲糾正。

## **6. 已知的系統性功能改進事項**

**6.1** 於進行「重複設定行車路綫」情況技術調查的過程中，技術調查核心小組亦藉此機會，聯同機電工程署、路政署及運輸署檢視了所有最新已知的信號系統性功能改進事項，並確定所有這些已知的事項均已妥善處理，或已透過使用適當的新的或現有的營運管控措施，以處理混合車隊營運展開後服務期間出現的相關情況。

6.2 港鐵公司會繼續密切監察新信號系統的表現，若於混合車隊營運展開後的營運經驗中察悉更多可改善的地方，會不斷完善和增強相關系統的表現。

## 7. 總結

7.1 技術調查核心小組已確定「重複設定行車路綫」情況的根本原因，以及兩宗新的自動行車路綫設定事件。相關的軟件修復，以及軟件升級的授權和控制程序亦已在政府部門在場的情況下通過測試及驗證。為根除「重複設定行車路綫」的情況，以及相關的錯誤發出「衝燈」警號的情況，承辦商已落實以下措施，並透過實地測試成功驗證其成效：

- 一、 修改軟件程式以停用為「自動列車監控」子系統內兩個軟件模塊（即「列車監控與追蹤」及「列表顯示」）之間信息傳送而新設的「故障分類更新」的軟件程式，因此新信號系統的整體表現，包括未來擴展運作的靈活性，並不會因停用此新軟件程式而受到影響；
- 二、 升級電腦伺服器，提高其運算速度，為「列車監控與追蹤」電腦處理器的數據處理提供額外荷載能力以作緩衝；及
- 三、 透過軟件控制邏輯的數據執行而改良「自動行車路綫設定」的軟件，提供額外的保障，以避免出現「重複設定行車路綫」的情況及於重要的分岔路出現錯發行車路綫的情況。

- 7.2 技術調查核心小組亦檢視了所有已知的信號系統性功能改進事項，並已制定了適當的營運管控措施，特別是那些有可能會對服務造成輕微影響的情況。
- 7.3 調查再次確定「重複設定行車路綫」的情況、兩宗新的自動行車路綫設定事件，以及所有已知的信號系統性功能改進事項，並不涉及安全問題。在整個測試及調查過程中，所有與安全相關的功能，包括列車自動保護系統及新信號系統的聯鎖系統均維持全面有效。
- 7.4 調查亦再次確定，為根除「重複設定行車路綫」的情況而停用承辦商標準產品附加的「故障分類更新」功能，並不會影響列車運作的整體表現。
- 7.5 於測試期間出現的兩宗新的自動行車路綫設定事件，導致列車被安排駛進與原定不同上水站月台的事件，亦已透過承辦商修復「自動列車監控」的軟件及加強對軟件升級的授權和控制程序以作處理。
- 7.6 有關（一）「重複設定行車路綫」情況根本原因的正確識別；（二）相應的糾正措施已成功解決該問題；（三）就兩宗新的自動行車路綫設定事件所採取的相關糾正措施的成效；以及（四）所有已知的信號系統性功能改進事項並不涉及安全問題，均已獲港鐵公司聘任的獨立安全評估顧問確認。

## **8. 建議**

- 8.1 如將來需要系統提供「故障分類更新」的軟件程式，則須經過進一步設計、測試和驗證，並獲政府批准，方可啟用。
- 8.2 對新信號系統的表現進行密切監察，及切實執行所有已承諾的系統性功能改進事項，以確保新信號系統在運作的過程中持續達至高度的服務可靠性。
- 8.3 建議於完成「安全及良好」的程序後展開東鐵綫混合車隊營運。

附件一：技術調查核心小組成員名單

港鐵公司	
車務總監	李家潤 (主席)
車務工程總管	吳偉鴻
車務營運總管	黃琨璋
總信號工程師(車務)	林璧順
署理車務營運主管-東面及北面網絡	吳雪花
工程系統保證經理	陳美琮
機電工程總管	梁志立
總經理-策劃及發展	鄭健偉
總經理-策劃及發展(候任)	丁嘉俊
署理副總經理-策劃及發展	陳達大
總經理-特別職務	聞偉霖
車務策略管理主管	鄧濟民 (秘書)
首席工程顧問(車務)	王惠明
項目經理-信號	羅志冲
建造經理-沙中綫信號系統	周龍雄
基建拓展及資產工程經理	劉文鋒
總信號設計經理	冼志文

副總經理-技術及資產工程	梁裕興
項目經理-鐵路車輛	陳振聲
首席設計經理-鐵道車輛機械	韓振昌
車務營運保證經理	林振文
支援工程師-信號及電子控制工程	謝銘禧 (文書)
<b>西門子(承辦商)</b>	
Siemens Mobility Limited 行政總裁	Jens-Peter Brauner
項目顧問 (德國)	Torsten Oelkers
項目總監	曾超熙
副項目總監	Adam Schmidt
項目經理 (德國)	Andreas Wiedemann
ATS 子項目經理	Dirk Paulmann
系統集成經理 (德國)	Matthias Lange
測試經理	Saransh Mutreja
系統經理	Ivano Folgosa

## 外間技術顧問

### 何兆鏞教授 – 技術調查核心小組成員 (電力應用講座教授)

已發表超過四百份技術論文，主要刊載於IEEE Transactions 或 IET Proceedings等權威期刊。在研究和發展電子/電力系統方面擁有超過四十年經驗，過往二十年尤其專注於鐵路工程領域。

### Stephen Clarke – 支援技術調查核心小組 (Lead Signatory Certification)

現為 Ricardo Certification 的 Technical Lead for Independent Assurance及Lead Signatory。他在評估列車控制和信號系統的安全事宜方面具多年經驗，負責為Ricardo就英國、歐洲和中東多個備受關注的項目進行獨立鑒證。作為Ricardo Certification的 Lead Signatory，負責監督和審批多個在英國、丹麥、西班牙及中東的獨立鑒證項目。

### Mike Castles – 支援技術調查核心小組 (Global Technical Expert—Functional Safety)

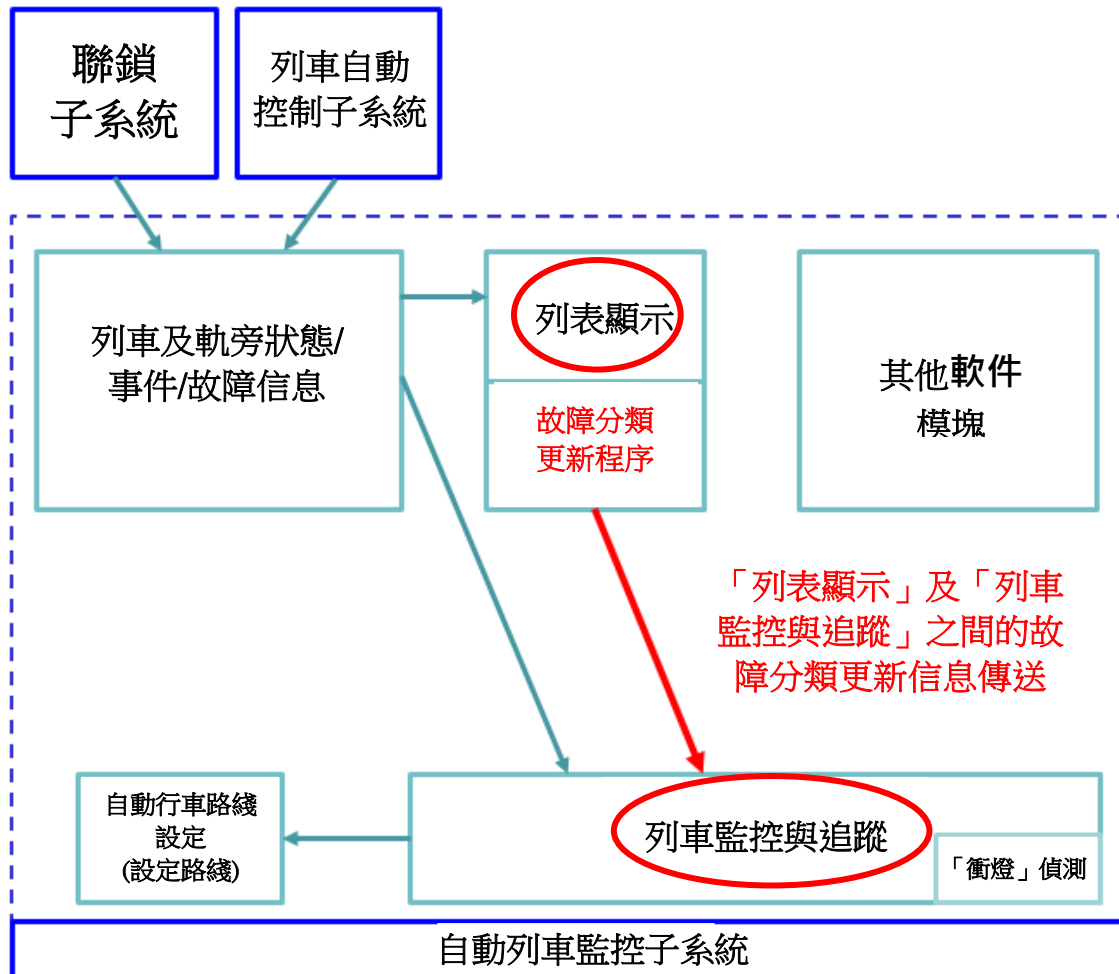
現為安全認證經理，於安全至關重要的信號系統、基建項目和鐵路車輛等範疇具深厚的資歷。在安全週期方面，由識別危害、安全籌劃以至審批與安全相關的事宜均經驗豐富，是在風險評估方面應用通用安全方法(“Common Safety Method (CSM)”)的專家。在可靠度、可用度及可維修度(“RAM”)領域的經驗甚豐，在信號控制系統和電腦為本聯鎖系統方面亦具專業技術知識。

### Mike Ainsworth – 支援技術調查核心小組 (首席顧問)

現為安全工程師，具備研發、核實和評估多種行業系統的經驗，過往十年主要從事鐵路系統及項目。

## 附件二：「自動列車監控」子系統內「列表顯示」與「列車監控與追蹤」軟件模塊之間的「列車監控與追蹤」數據處理

在該項新的「列車監控與追蹤」數據處理中，兩個「自動列車監控」軟件模塊，即「列表顯示」與「列車監控與追蹤」之間會如下圖所示，進行「故障分類更新」的信息傳送。這是承辦商應港鐵公司的要求而專門編訂的。



備註：

“lidi” - 「列表顯示」

“tmt” - 「列車監控與追蹤」



## 附件三：行車標示延後現象

### 1. 「重複設定行車路綫」

於二零二零年五月十一日非行車時間進行的測試期間，相信曾觀察到數宗「行車路綫沒有被釋除」的事件，亦曾記錄在當晚的相關測試報告內。系統數據記錄顯示，「行車路綫沒有被釋除」的情況，實際上是因行車路綫「重複設定」而出現行車標示延後的跡象。行車標示延後會引致系統重複設定曾分配予前方列車的行車路綫，因此隨後列車有可能接收到該系統重複設定的行車路綫，並如下所述，駛往與原定路綫不同的目的地。

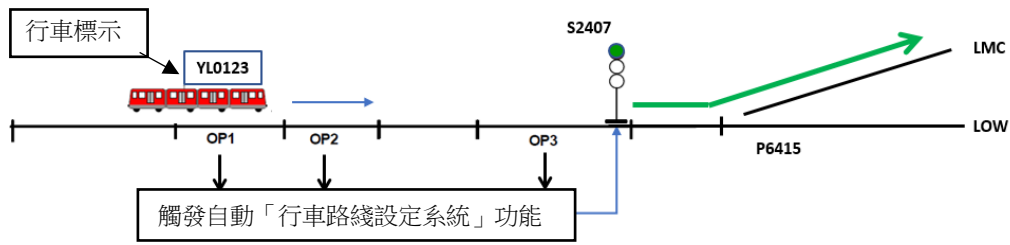
### 2. 正常行車標示及路綫設定

「自動列車監控」子系統中的「自動行車路綫設定功能」是使用附有目的地編號（例如：YL 表示落馬洲站為終點站，YM 表示羅湖站為終點站）的行車標示來自動設定列車駛往終點站的行車路綫。行車標示一般應位處於列車前方，當列車駛近信號而行車標示到達觸發路段（即：觸發路段/OP1，觸發路段/OP2 及觸發路段/OP3）時，「自動行車路綫設定系統」會偵測：

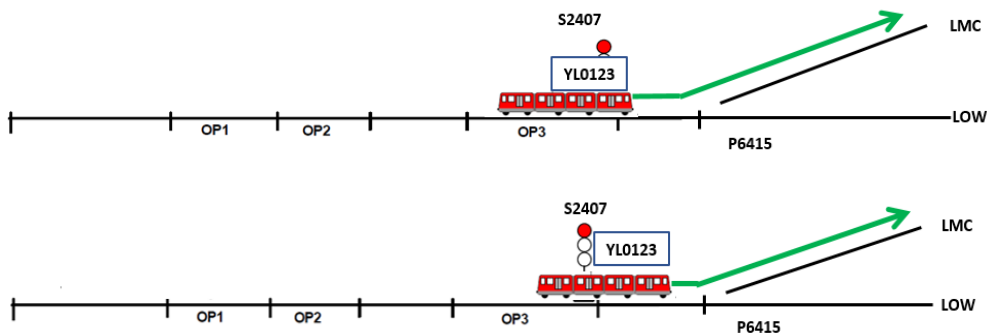
- 一、 列車行車標示是否需要使用「自動行車路綫設定」；
- 二、 前方路段是否可讓系統設定行車路綫；及
- 三、 前方信號於觸發行車路綫設定前是否為紅色（如下圖所述）。

隨著設定路綫、完成聯鎖檢查和確認情況後，信號便會轉為「前進」。

### 設定前往落馬洲的列車

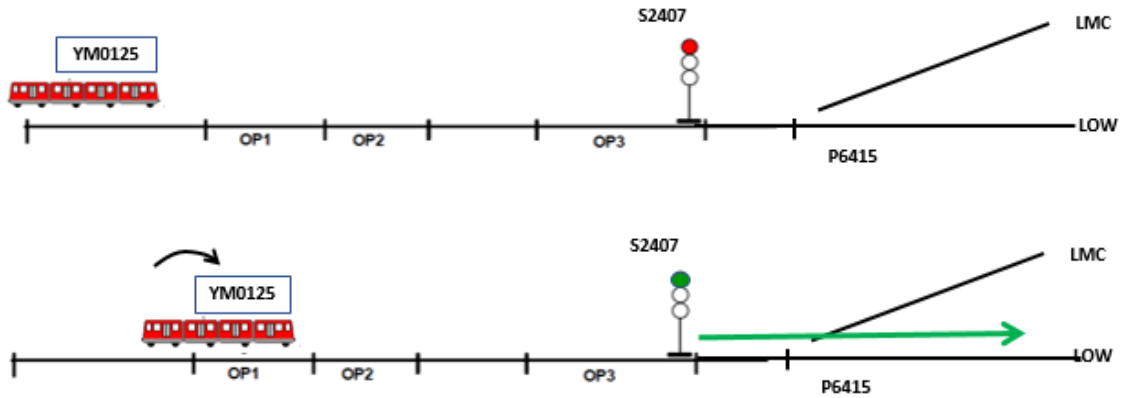


行車標示會隨列車的實際位置向前移動。當列車駛過信號，信號會轉為紅色，行車標示亦會越過信號。相關路線設定會隨列車駛過該路段而被釋除。



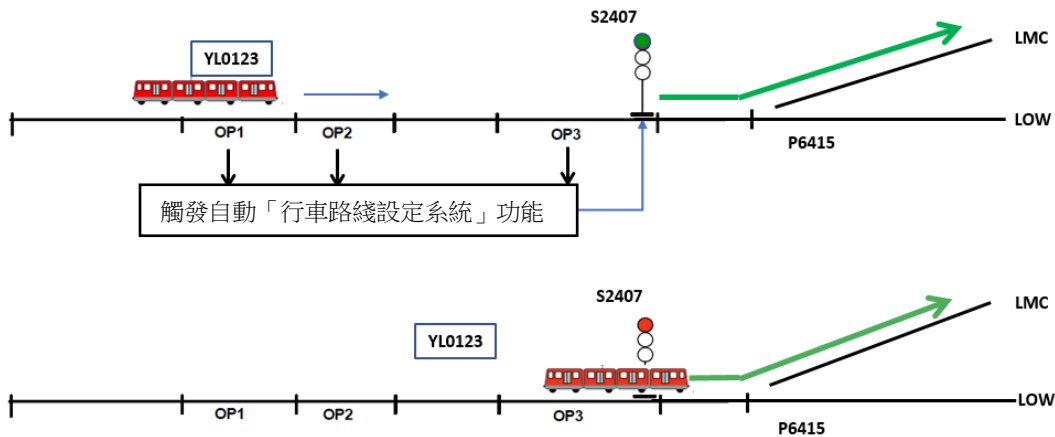
當隨後的 YM0125 列車駛近紅色信號，而其前方尚未有設定行車路線，自動行車路線設定將在其行車標示到達觸發路段/OP1 時啟動，使列車的終點站按照行車標示設定為羅湖站。

設定前往羅湖的列車



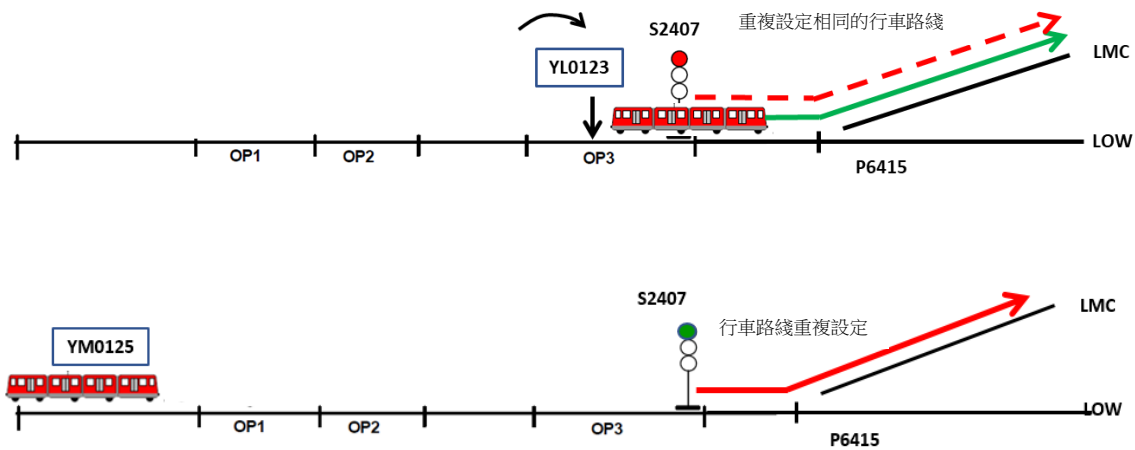
### 3. 行車標示延後及「重複設定行車路線」

調查顯示，當「列車監控與追蹤」的電腦處理器過度荷載，行車標示會出現延後，令 YL0123 列車的行車標示落後於其實際列車位置。因此，如下圖顯示，行車標示會位於列車後方。

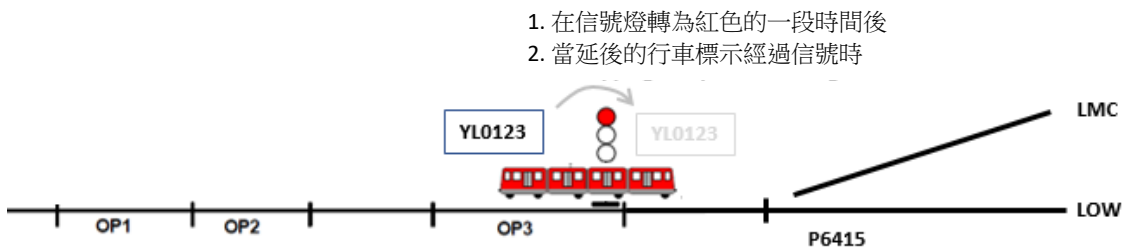


#### 4. 導致的情況

由於行車標示落後於列車的實際位置，即使列車已駛過信號並將信號轉為停止（紅色）指示，「自動行車路線設定系統」會在延後的行車標示到達觸發路段/OP3 時，重複設定相同的行車路線，如下圖所示。隨後的列車(YM0125)便有可能接收到與前車(YL0123)相同的行車路線（例如以落馬洲站(LMC)為終點站），駛往與原定路線不同的目的地。以此為例，隨後原以羅湖站(Low)為終點站的列車(YM0125)，有機會與原定不同，駛往落馬洲站。



另一個附帶影響是當延後的行車標示經過紅色信號時，視乎「行車標示」延後的程度，有可能錯誤發出「衝燈」的警號。



## 5. 安全功能運作良好

由於「自動行車路綫設定系統」是「自動列車監控」子系統內一個與安全無關的功能，「重複設定行車路綫」的情況與安全問題無關。

「聯鎖子系統」及「列車自動控制子系統」（包括自動列車保護）仍然能夠確保行車路綫設定安全，及保持列車之間有充足的安全距離，即所有與安全相關的功能並非以行車標示或「列車監控與追蹤」所提供的列車位置為依歸，而是基於列車的實際位置，以保持列車之間有充足的安全距離。自動列車保護系統一直監察列車的實際位置，以確保列車之間保持充足的安全距離，否則，自動列車保護系統會實施緊急制動。

