

立法會交通事務委員會
鐵路事宜小組委員會

提升鐵路綫信號系統的最新進展

目的

本文件旨在向鐵路事宜小組委員會（下稱「小組委員會」）匯報香港鐵路有限公司（下稱「港鐵公司」）就提升七條港鐵綫信號系統工程的最新進展。

背景

2. 港鐵公司不斷投放資源提升服務，於 2015 年 3 月宣布斥資 33 億港元，陸續為七條港鐵綫（荃灣綫、港島綫、觀塘綫、將軍澳綫、迪士尼綫、東涌綫及機場快綫）更換信號系統。更換信號系統的工作包括更換基礎設施、硬件裝置（例如電腦設備、不間斷電源系統、電纜及光纖等）及於列車安裝新設備，配合新系統的運作。而車務控制中心人員、列車車長及維修人員須進行培訓，讓他們熟習新信號系統的運作及維修保養。此外，於非行車時間進行全綫信號系統和列車運作實地測試，讓新信號系統和現有系統進行無縫交接，逐步讓新系統替代現有系統。我們分別於 2017 年 12 月及 2019 年 2 月向小組委員會匯報有關計劃及進度（可參考立法會 CB(4)319/17-18(01)文件及 CB(4)468/18-19(05)號文件）。

3. 更新信號系統對港鐵公司長遠提升鐵路服務和加密班次十分重要。當提升工程完成後，荃灣綫、港島綫、觀塘綫、將軍澳綫、迪士尼綫、東涌綫及機場快綫的整體可載客量將可以增加約 10%。

4. 根據原定計劃，港鐵公司自 2016 年起，先展開更換荃灣綫信號系統的工程，隨後陸續更新港島綫、觀塘綫、將軍澳綫、迪士尼綫、東涌綫及機場快綫的信號系統。然而，受到 2019 年 3 月 18 日荃灣綫新信號系統測試事故影響(詳見下文第五至十一段)，港鐵公司須落實調查委員會就事故的建議，其中承辦商 Alstom-Thales DUAT

Joint Venture（承辦商）需重新檢視及修正整個信號系統軟件程式，及通過更嚴格的安全檢測，並經港鐵公司聘請的獨立安全評估顧問確認滿意，以及機電工程署（機電署）審視認為新信號系統安全後，才會恢復循序漸進式的實地行車測試工作。因應事故及其後的跟進工作，整個信號系統更新計劃的完成時間亦會有所延誤。

2019年3月18日荃灣綫新信號系統測試事故

5. 港鐵公司在2019年3月18日非行車時間於荃灣綫進行新信號系統演練期間，一列港鐵非載客列車在駛經渡綫準備進入中環站時，與另一列由中環站開出正駛經該渡綫的非載客列車碰撞。事故發生後，港鐵公司成立了獨立調查委員會（調查委員會）調查事故成因及建議改善措施。同時，機電署也就事故進行調查。政府及港鐵公司已於2019年7月5日向本委員會提交文件（立法會CB(4)1097/18-19(01)號文件）匯報相關調查結果及建議改善措施。

6. 調查委員會的結論是：承辦商在新信號系統的軟件開發、軟件修改、品質保證方面，均有不足之處。委員會認為承辦商有責任確保信號系統安全，包括提供一個安全及可靠的信號系統軟件作測試。因此，調查委員會向承辦商提出多項建議。同時，調查委員會亦建議港鐵公司應提高警覺並加強對承辦商的監督，確保承辦商會落實有關措施（詳情參考附件一）。有見及此，港鐵公司已透過不同方式加強監督承辦商的工作。

7. 因應調查委員會的建議，承辦商已積極落實改善措施。當中，有三大較顯著的跟進範疇：包括（一）建構全新信號系統軟件的流程操作，相比原有流程操作，新的流程操作旨在提供更仔細的軟件設計和更清楚的執行要求，以及更具體的軟件安全分析及不同場景模擬測試方案；（二）更換軟件設計及開發團隊，以落實及執行有關流程操作；以及（三）加強監管，讓港鐵公司及承辦商各自聘用的獨立安全顧問都能及早發現設計或執行上的不足之處，並提出修正建議。

跟進調查委員會建議的進展

8. 在公布調查報告後，承辦商已即時更換導致事故的軟件設計及開發團隊。新團隊現正以新角度、新思維建構全新信號系統軟件的流程操作。

9. 承辦商已按照調查委員會的建議糾正不足之處，加強新信號系統的開發及測試過程，以避免同類事故再次發生。承辦商就新軟件開發流程操作作出了以下的改善：

- (a) 每一階段的軟件設計、軟件編寫、測試及執行的程序必須具備比承辦商以往更具體及仔細的步驟和相關要求，令之後執行人員有所依據，也便利承辦商品質保證人員、港鐵公司團隊和外聘安全顧問的監督和跟進；
- (b) 新流程操作引入可偵測程式編寫錯誤的提示系統，可以及早察覺程式編碼錯誤，加快追溯來源及修正，避免實地行車測試階段才發現問題所在；以及
- (c) 為減少日後實地行車測試的不確定因素，軟件開發的流程操作必須增加車務運作模擬場景的測試範圍，及早預示可能出現的問題。

10. 為加強監察承辦商切實執行軟件開發的流程操作，承辦商已聘任獨立軟件評估顧問以加強監察軟件開發工作；同時港鐵公司已加強其聘請的獨立安全評估顧問的職能，由原來投入載客服務前確保系統安全，擴展至涵蓋列車實地測試相關的安全認證，以針對承辦商的軟件開發工作提供多一重的監察，確保軟件開發過程符合新流程操作要求。

11. 經過近一年的努力，在港鐵公司的監督下，承辦商已經完成建構全新信號系統軟件的流程操作，並按照流程操作檢視了一部分新信號系統軟件。港鐵公司團隊及雙方聘用的獨立安全顧問的檢視，均對效果表示滿意。下一階段便是按照新流程操作檢測其餘所有軟件功能，以通過更嚴格的安全檢測，及進行不同場景模擬測試。港鐵公司亦會繼續落實調查委員會的其他建議。

信號系統更新工程的最新時間表

12. 信號系統的更新工程一直以審慎及循序漸進的原則進行。新系統需要先經多項安全檢查及測試，包括審核、模擬測試、靜態測試以至循序漸進的動態測試，才可正式投入載客服務。

13. 2019 年 3 月 18 日的事故發生後，港鐵公司已即時暫停所有信號系統更新的實地行車測試，導致原有信號系統更新工程無可避免地有所延誤。

14. 基於安全為首要考慮，軟件的檢測及修正不宜操之過急，必須按照新流程操作下的每項細節要求逐項執行，其技術的複雜程度接近重整全套軟件。因此，這個驗證階段的工作所需的時間會比較長。港鐵公司初步估計不少於一年半（至 2021 年），才能完成整個軟件檢查及修正。待新信號系統的軟件檢視及修正完成後，經反覆檢測，並分別得到港鐵公司和承辦商各自聘請的顧問認證，以及機電署的同意後，港鐵公司才會考慮恢復循序漸進式的實地行車測試。實地行車測試工作，將由單一系列測試，逐漸推展至多列列車測試，以至全綫的測試。這些認證及實地行車測試工作需額外一年半完成。因此，整項荃灣綫信號系統更換工程預計需要三年時間（至 2023 年）完成。

信號系統更新工程的其他準備工作

15. 信號系統的更新工作除了軟件開發一環外，還包括安裝基礎設施、硬件裝置（例如電腦設備、電纜及光纖等）與相關的測試工作。為把握時間，在跟進軟件修正的同時，港鐵公司也積極落實信號系統更新所需的基礎設施及硬件安裝工作。詳情參考附件二。

16. 我們在港島綫已完成安裝車站及路軌主要的信號設備及靜態測試工作，包括列車控制電腦系統、區間電腦設備、光纖、不間斷電源系統、供電設備機櫃、信號電腦機櫃、信標裝置、無線接入點、新電路及新繼電器等。自 2018 年起在觀塘綫安裝相關設備的工程，至今已完成百分之七十以上的工作，包括列車控制電腦系統、路軌的信號設備、區間電腦設備、光纖、不間斷電源系統、供電設備機櫃、信號電腦機櫃、信標裝置、無線接入點、新電路及新

繼電器等。而現時也於晚上非行車時間在觀塘綫加緊進行信號設備的安裝測試及靜態測試工作。另外，港鐵公司已開始設計將軍澳綫的新信號系統，而安裝基礎設施及硬件的準備功夫亦已展開，包括安裝信號設備前的實地考察及評估工作，及車站信號設備室以及路軌信號設備的安裝設計工作。待新信號系統的軟件檢視修正完成，經反覆檢測，並在荃灣綫順利完成更換工程後，港鐵公司會充份借鑑荃灣綫的經驗，在港島綫、觀塘綫及將軍澳綫進行測試。至於東涌綫、迪士尼綫及機場快綫的規劃工作亦在進行中。

17. 據現時估計，港島綫新信號系統需要在荃灣綫新信號系統投入服務之後大約 18 個月(約 2024/25 年)內投入服務，而觀塘綫及將軍澳綫系統則在港島綫系統投入服務後大約 24 個月(約 2026/27 年)內相繼投入服務。各綫的信號系統提升工作會充份借鑑荃灣綫的經驗，並應用於各綫的測試工作中，而投入服務時間也會因應實際情況作合適調整。而東涌綫、迪士尼綫及機場快綫，則為與東涌綫延綫工程配合而要重新規劃，其中部份系統經提升後須在東涌綫延綫完成後才作更換。

總結

18. 港鐵公司明白議員及市民大眾的期望，對於更新信號系統項目的延誤表示歉意。我們亦明白市民大眾關注工程延誤對列車服務可載客量的影響。根據觀察，現時的列車服務能滿足乘客需求。在新信號系統提升工程完成前，港鐵公司會繼續密切監察列車載客量，並採取適合的措施(包括提供車務優惠、增加列車班次及加強人流管理等)，以疏導繁忙時間人流。我們未來會加緊監察各項工作進度，按部就班，早日完成信號系統的提升工程，令列車服務的可載客量有所提升，並適時向公眾匯報有關情況。

港鐵公司
2020年 6月

《2019年3月18日非行車時間中環站（荃灣綫）
列車碰撞事故調查委員會報告》摘要

調查委員會對事故所提出的改善建議

8. 建議

8.1 委員會根據是次事故的成因和從中汲取的經驗作出以下幾項建議。

8.2 為防止因為相同成因導致出現同類事故，委員會建議承辦商：

- a) 更換導致有關軟件問題的軟件設計及開發團隊；
- b) 糾正有關軟件修改問題，確保並提供具體證明軟件開發在品質上並無構成其他影響；
- c) 加強軟件編碼和測試方法，避免將來再出現程式編寫錯誤，並引入有效及可追溯的措施以偵測日後任何可能發生的程式編寫錯誤；以及
- d) 制定一系列全面的有效措施，包括但不限於 (i) 聘任外間「獨立軟件評估顧問」，以加強主、副和備用電腦系統的軟件開發過程；(ii) 審視、重新檢查及確認其軟件開發方式恪守安全防護原則，並具備可追溯的證據；及 (iii) 在委員會專家的協助下，就其軟件編程的執行方面，進行風險評估。

8.3 為協助承辦商落實上述建議，委員會建議港鐵營運項目團隊提高警覺及加強監察，確保承辦商落實有關措施，以重建公眾對新信號系統的信心：

- a) 將現時「獨立安全評估顧問」的工作範圍，由載客服務的安全保證，擴展至涵蓋列車實地測試相關的安全認證；
- b) 提升在本港用作培訓用途的信號系統模擬平台，在切實可行的情況下，為更多不同情境進行模擬測試；
- c) 港鐵與承辦商共同成立一個信號系統測試及驗收安全委員會，管理實地測試（並納入「獨立安全評估顧問」的意見）；以及

- d) 與委員會專家一同探究分階段發展備用電腦系統是否有好處，並探究將來其他由承辦商所建議在技術上合適的方案。

8.4 在取得政府同意後，方會恢復在非行車時間內進行新信號系統的列車測試。

各鐵路線新信號系統更新工作最新進展

鐵路線	最新進展
荃灣綫	已完成安裝車站及路軌主要的信號設備，實地列車測試因2019年3月18日事故而暫停，現正按照新流程操作全面檢測及修正軟件系統。初步估計需要約三年時間完成信號系統更換工程。
港島綫	已完成安裝車站及路軌主要的信號設備，及靜態測試工作。
觀塘綫	相關設備安裝工程已完成70%以上，包括各車站信號設備室以及路軌的信號設備(例如不間斷電源系統、供電設備機櫃、信號電腦機櫃、信標裝置、無綫接入點、新電路及新繼電器等)，而現時於晚上非行車時間在加緊進行信號設備的安裝測試及靜態測試工作。
將軍澳綫	安裝基礎設施及硬件的準備功夫已展開，包括安裝信號設備前的實地考察及評估工作，及車站信號設備室以及路軌信號設備的安裝設計工作。
東涌綫、迪士尼綫和機場快綫	規劃工作進行中。