

Technical Investigation Report on Escalator Incident at Langham Place, Mong Kok, Kowloon

九龍旺角 朗豪坊自動梯事故 技術調查報告

Date of Incident: 25 March 2017

事故日期：2017 年 3 月 25 日

Chinese Version

中文版

機電工程署  **EMSD**

Issued Date: 9 June 2017

出版日期：2017 年 6 月 9 日

目錄

	頁
摘要	2
1. 目的	3
2. 事故背景	3
3. 肇事自動梯的技術資料	3
4. 調查方式	4
5. 實地調查結果	5
6. 材料專家的調查結果	7
7. 總結	11
8. 事故後採取的措施	12
 附錄I：自動梯的基本構造	 14

摘要

2017 年 3 月 25 日下午約 4 時 30 分，九龍旺角亞皆老街 8 號朗豪坊的第 E18 號奧的斯自動梯，在運送約 120 名乘客由 4 樓上行至 8 樓期間，突然停止並朝反方向運行，導致 18 名乘客受傷，其中三名傷者須留院治療。

機電工程署（機電署）的調查小組迅速到達現場，進行實地調查。調查發現自動梯的主驅動鏈斷裂，而用以監察主驅動鏈斷裂及過度延長的驅動鏈斷裂裝置（BCD）並沒有被觸動，以啟動附加制動器來制停自動梯的運作。由於失去向上的牽引力，該自動梯在承受乘客的體重下，朝反方向往下運行。是次事故的成因是主驅動鏈和 BCD 出現雙重失效，而肇事的自動梯當時並沒有超載。

根據在實驗室對失效的主驅動鏈所作出的分析，主驅動鏈是因金屬疲勞而斷裂。在 BCD 方面，其可移動部件上有由主驅動鏈的潤滑油與附近環境的塵埃混合而成的黏性油脂。此外，在設計上用以推動 BCD 可移動裝置的兩條彈簧，其中一條在事發前被鎖上和失去效用。結果，BCD 沒有正常發揮作用，以啟動附加制動器。

機電署非常重視自動梯的安全。在事故發生後，機電署已安排對所有長自動梯（即垂直提升高度達到或超過 15 米的自動梯）及所有奧的斯自動梯進行特別檢查，以保障公眾安全。機電署亦已向註冊自動梯承辦商和註冊自動梯工程師發出提示，提醒他們根據《升降機工程及自動梯工程實務守則》，妥善保養及檢查主驅動鏈和 BCD。此外，機電署也提醒長自動梯的負責人及註冊自動梯承辦商分配足夠資源及時間，以密切監測和保養該類自動梯。機電署亦已加強抽查這類自動梯。

2017 年 3 月 25 日九龍旺角朗豪坊 自動梯事故技術調查報告

1. 目的

1.1 是次技術調查的目的，是找出 2017 年 3 月 25 日在九龍旺角朗豪坊發生的自動梯事故的成因。本報告載述機電工程署（機電署）對自動梯事故進行技術調查後所得的結果。

2. 事故背景

2.1 2017 年 3 月 25 日下午約 4 時 30 分，旺角朗豪坊發生了一宗自動梯事故。事發時，連接 4 樓至 8 樓、垂直提升高度為 21 米的第 E18 號上行自動梯，突然停止上行並向下移動。自動梯上有許多乘客因而失去平衡，其中 18 人受傷。在受傷的乘客中，三名傷者須留院治療，其餘傷者則在醫院接受治療後離開。

3. 肇事自動梯的技術資料

3.1 該自動梯由兩部牽引機驅動，並設有兩個三相交流電感應電動機。牽引機鏈輪的機械動力，透過主驅動鏈傳送到梯級旁的鏈輪。有關自動梯的基本構造，請參閱附錄 I。有關驅動系統的圖解，請參閱圖 1a 及 1b。

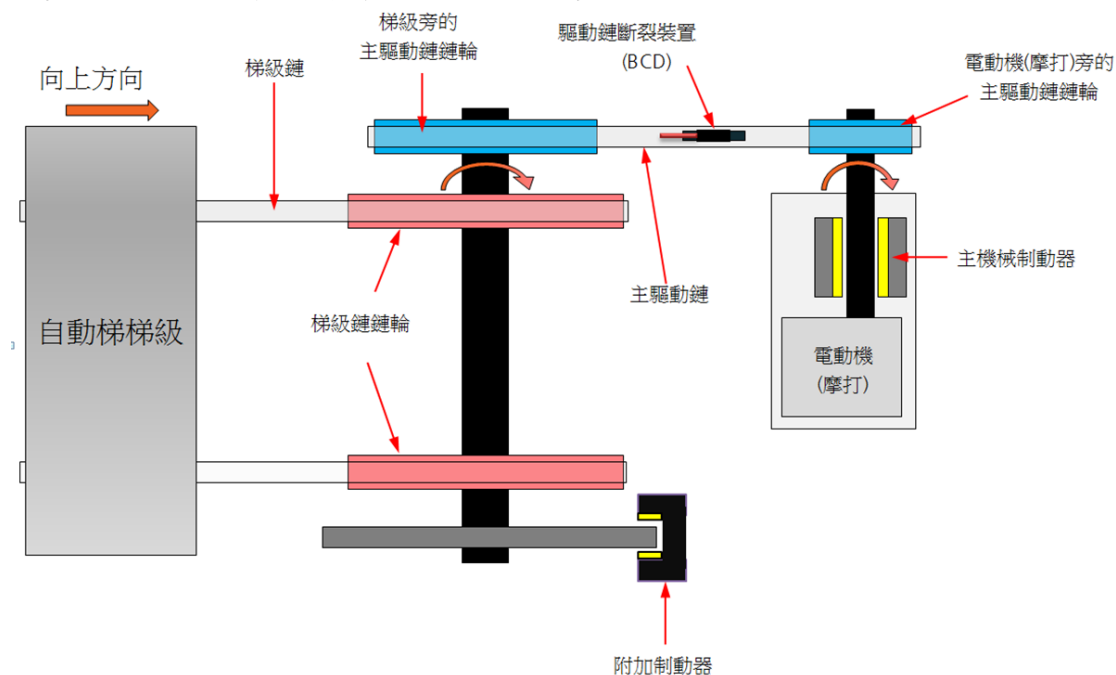


圖 1a：自動梯驅動系統示意圖

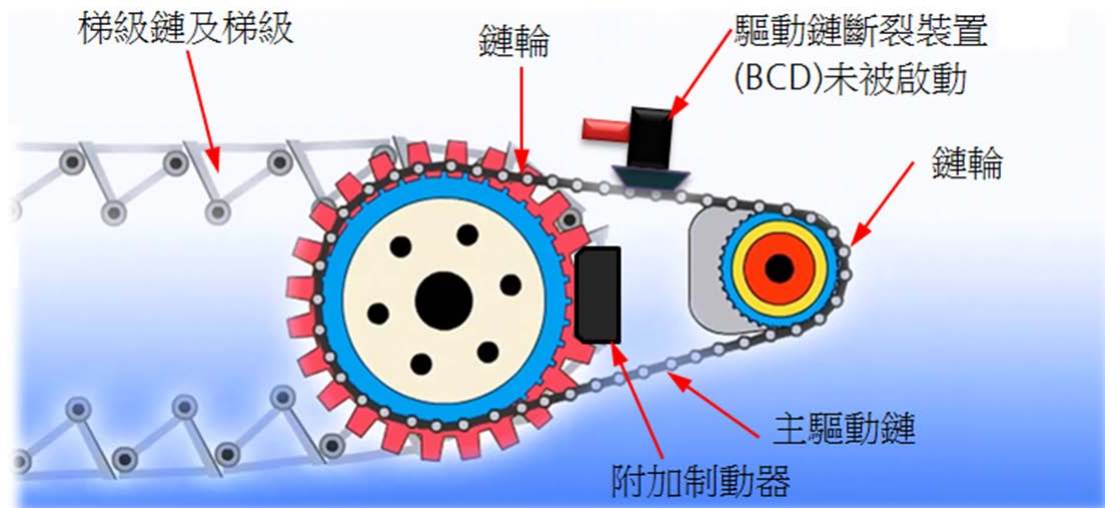


圖 1b：自動梯驅動系統在正常運作下的切面圖

3.2 自動梯的技術資料簡述如下：

製造商及型號	： 奧的斯／520 NPE
主要製造商所屬國家	： 德國
驅動電動機	： 三相交流電感應電動機
額定速度	： 每秒 0.5 米
梯級闊度	： 1 米
提升高度	： 21 米
傾斜角	： 30 度
服務樓層	： 4 樓至 8 樓
安裝年份	： 2004 年
保養自動梯的註冊自動梯承辦商	： 奧的斯電梯(香港)有限公司
事故前最後一次由註冊自動梯工程師 進行檢驗的日期	： 2017 年 1 月 24 日
工作日誌所記錄在事故前最後一次由 註冊自動梯工程人員進行定期保養的日期	： 2017 年 3 月 23 日

4. 調查方式

4.1 在調查是次事故時，機電署已

- (i) 審查肇事自動梯（即第 E18 號自動梯）的工作日誌；
- (ii) 翻查肇事自動梯過去兩個月的閉路電視片段；
- (iii) 向相關人士（包括註冊自動梯工程人員、註冊自動梯工程師、註冊自動梯承辦商及朗豪坊物業管理公司（即鷹君物業管理有限公司））錄取

證人陳述書及警誡口供；

- (iv) 向註冊自動梯承辦商索取相關文件，例如保養記錄／保養手冊，以作詳細審查；
- (v) 向奧的斯及主驅動鏈原廠製造商索取主驅動鏈的技術資料；以及
- (vi) 委任四名獨立專家，就自動梯事故的成因及肇事自動梯的多個保養和設計範疇提供專業意見，並就失效的部件進行立體顯微鏡及掃描電子顯微鏡檢查。

5. 實地調查結果

5.1 調查結果顯示，肇事自動梯的主驅動鏈於事故發生時斷裂，導致原本於事發前正向上運行的自動梯失去推動力和減速，最後因承受乘客及自動梯梯級的重量而朝反方向運行（即向下運行）。

5.2 在正常情況下，驅動鏈斷裂裝置（BCD，請參閱圖 1 及 3）會無間斷地監察主驅動鏈是否斷裂及／或過度延長。當主驅動鏈斷裂或過度延長時，便會觸動 BCD，而 BCD 會發出信號以啟動附加制動器來制止自動梯運行（請參閱圖 2a）。在是次事故中，當主驅動鏈斷裂時，BCD 未能偵測出主驅動鏈斷裂，因而沒有啟動附加制動器來制止自動梯運行（請參閱圖 2b）。

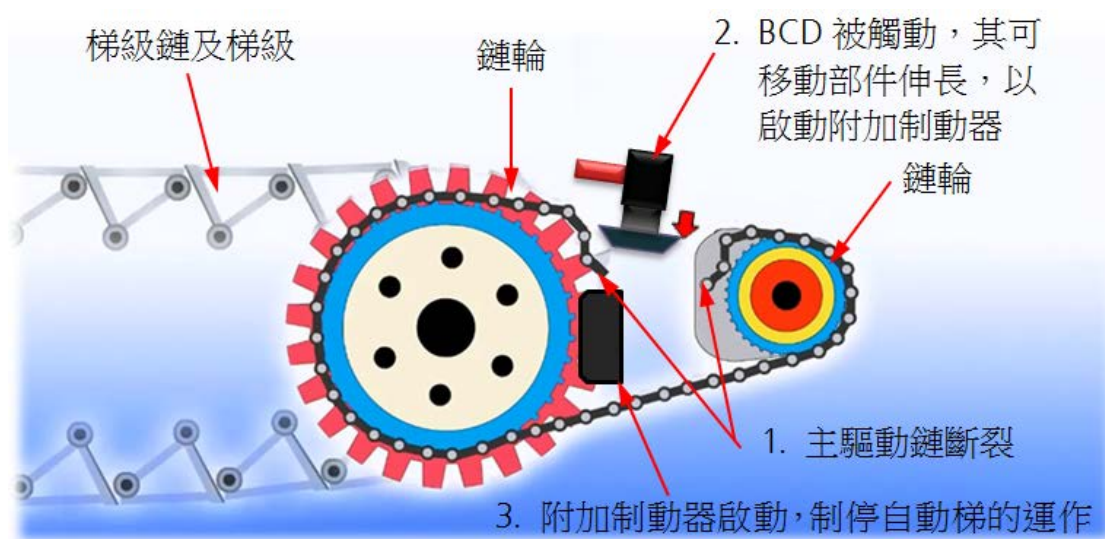


圖 2a：防止主驅動鏈失效的設計

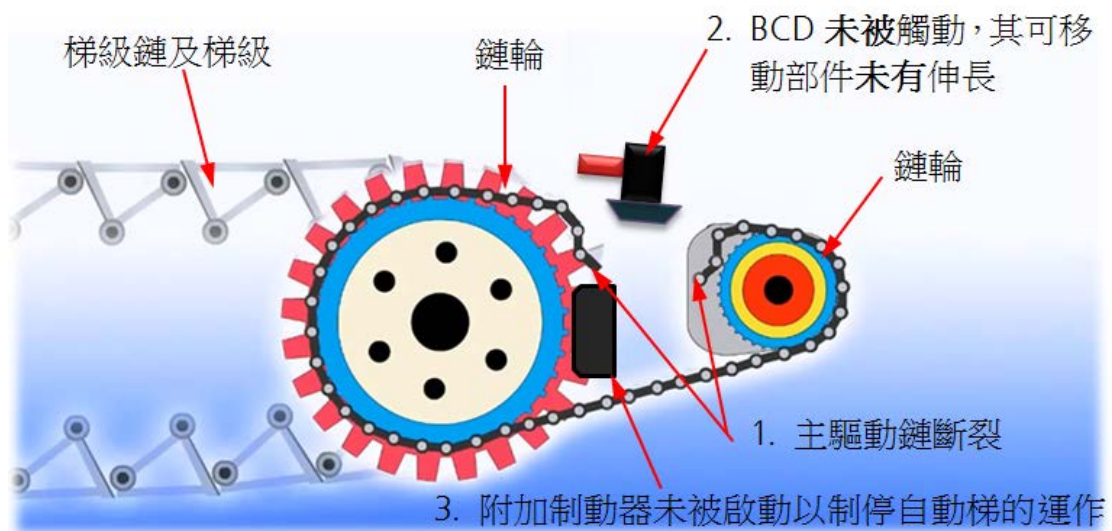


圖 2b：主驅動鏈和 BCD 在事故中雙重失效

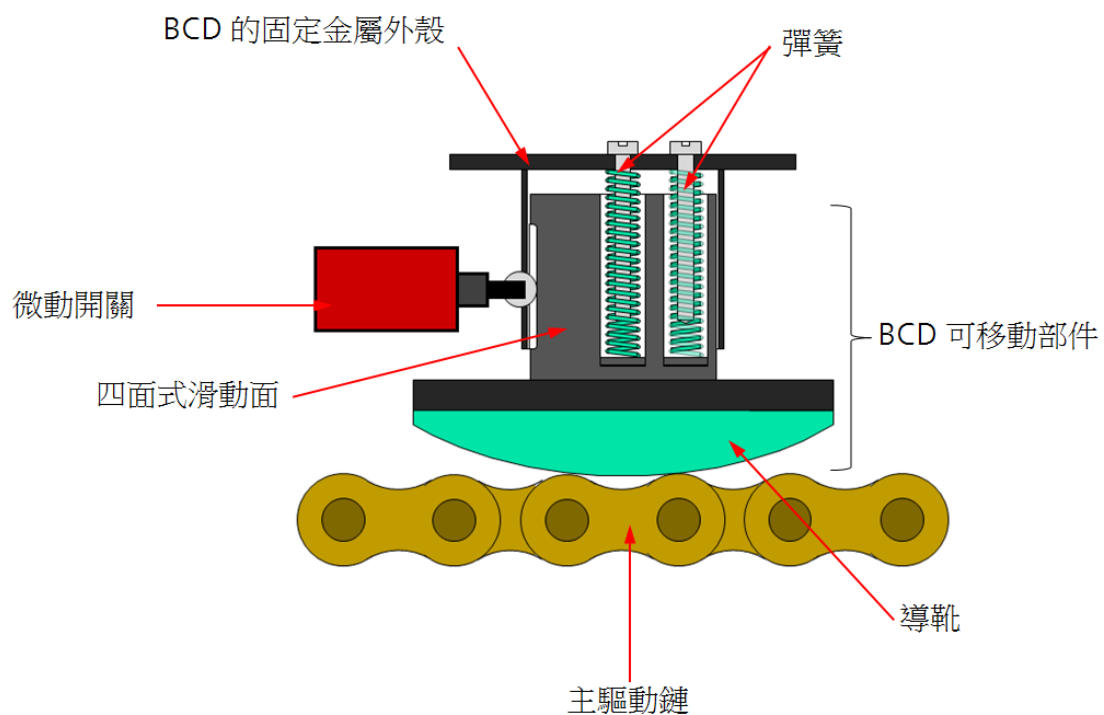


圖 3：驅動鏈斷裂裝置（BCD）的構造

5.3 是次事故的成因是主驅動鏈和 BCD 雙重失效。這種雙重失效的情況十分罕見。根據機電署的記錄，香港過去從未發生類似情況。

5.4 機電署檢查了事發時的閉路電視片段後，確定自動梯當時並沒有超載。

6. 材料專家的調查結果

6.1 為了找出主驅動鏈和 BCD 失效的根本成因，機電署與材料專家一同作出了分析和判斷。

6.2 主驅動鏈的故障分析

6.2.1 主驅動鏈是一條鋼製三層式滾軸鏈，型號為 G0332P30，由 104 節組成，用以把機械動力從牽引電動機傳送至梯級鏈。

6.2.2 為了在檢查時準確識別該驅動鏈的各個部件，機電署在事故發生後把 104 節主驅動鏈的每一節都編配了一個獨有編號，以作詳細分析。

6.2.3 事故發生後，主驅動鏈被發現斷裂。根據上述編號系統，驅動鏈第 1 與第 104 節之間出現斷裂。圖 4 顯示事故剛發生後主驅動鏈的斷裂位置。



圖 4：顯示主驅動鏈斷裂位置的相片

6.2.4 材料專家在實驗室透過立體顯微鏡及掃描電子顯微鏡，對主驅動鏈的斷裂情況作進一步分析，發現所有斷裂面都出現海灘紋，這是金屬疲勞的特徵（圖 5 及 6）。

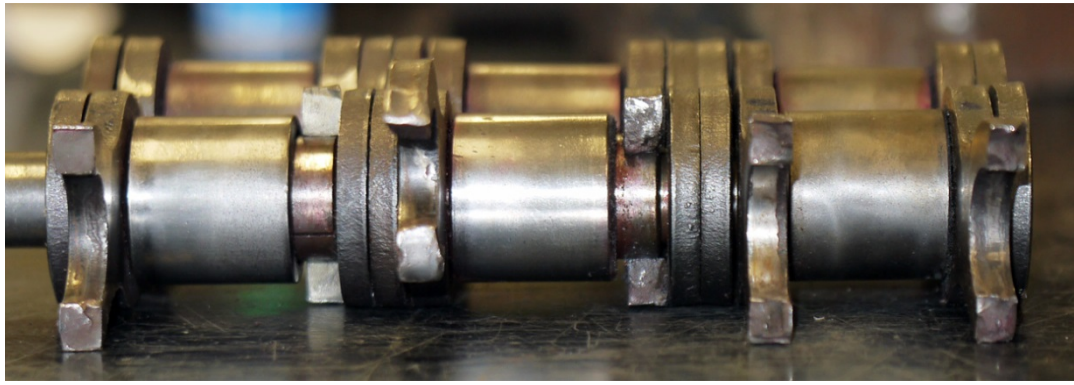


圖 5：損毀的滾軸連接片

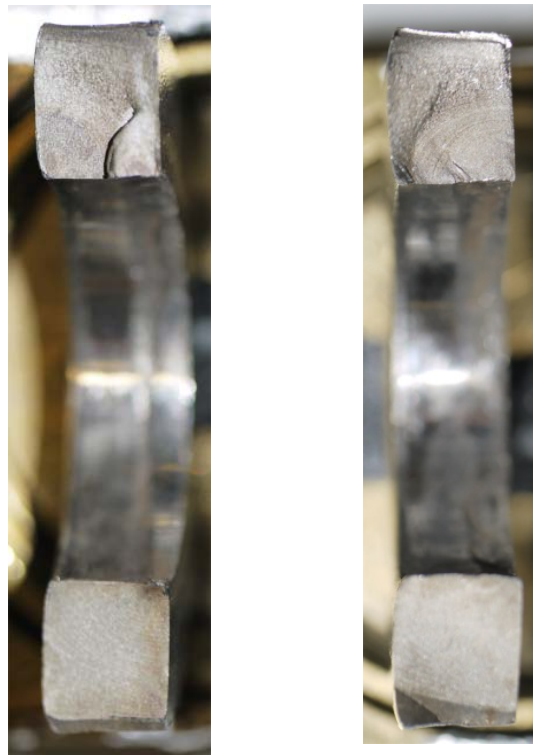


圖 6：斷裂面

6.2.5 除了第 1 與第 104 節之間位置的驅動鏈出現斷裂之外，其他節的連接片亦有損毀／破裂（圖 7）。

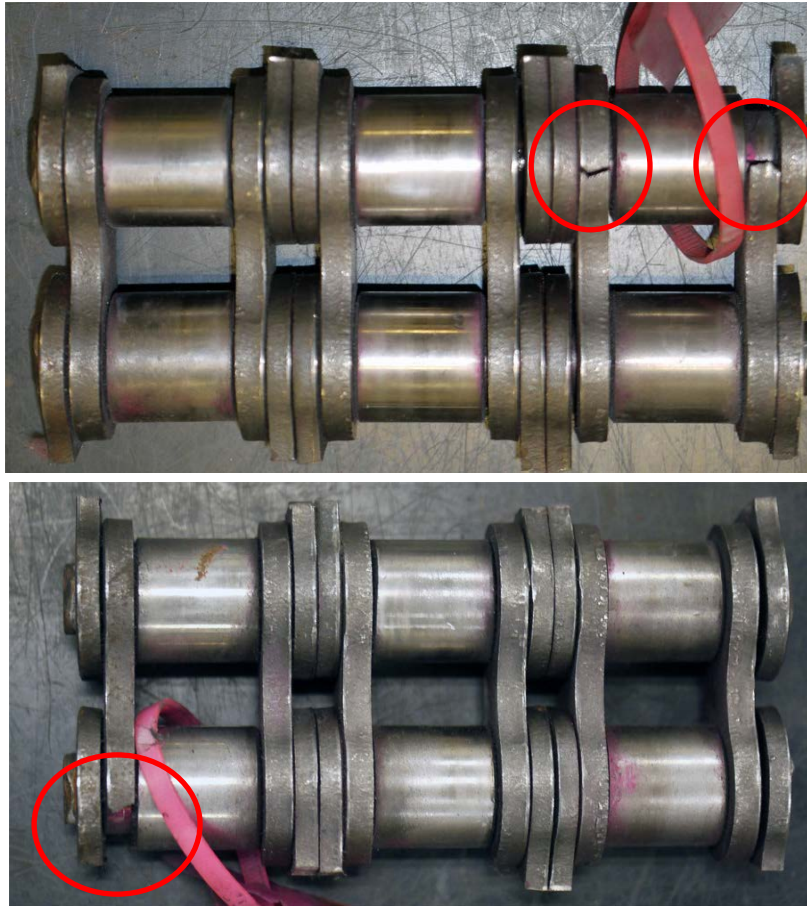


圖 7：其他損毀／破裂的滾軸連接片

6.2.6 除了主驅動鏈的不正常損毀外，在電動機鏈輪和梯級鏈鏈輪的齒輪上亦有不正常的磨損和刮痕，圖8顯示了電動機鏈輪的齒輪表面磨損的相片。



圖 8：顯示電動機鏈輪的齒輪表面磨損的相片

6.3 驅動鏈斷裂裝置的故障分析

6.3.1 根據《升降機及自動梯設計及構造實務守則》，自動梯應配備安全裝置（就本個案而言即 BCD），一旦主驅動鏈斷裂或過度延長時，該裝置會觸動制動器，以制停自動梯及使自動梯保持靜止狀態。此外，當操作制動器與梯級驅動輪之間的聯接（就本個案而言即主驅動鏈）失效時，附加制動器應能發揮作用。

6.3.2 如圖 3 所示，BCD 的可移動部件是安裝在一個固定金屬外殼內，部件的底部有一個塑膠製導軌。可移動部件的設計，令其可以在固定金屬外殼內自由上下移動。固定金屬外殼內安裝了兩條壓縮彈簧，在自動梯正常運作的情況下，該兩條壓縮彈簧會擠壓可移動部件及塑膠製導軌，令導軌可與移動中的主驅動鏈接觸及在主驅動鏈上滑動。當主驅動鏈斷裂或過度延長時，壓縮彈簧會把可移動部件和導軌往下推，此時 BCD 外殼上的微動開關會被可移動部件的曲線滑動面觸動，繼而發出信號啟動附加制動器。

6.3.3 事故發生後，我們檢取有關的 BCD（如圖 9 所示）並送往實驗室進行調查。經拆開該 BCD 後，發現其固定金屬外殼與可移動部件的滑動面之間存有黏性油脂。該等黏性油脂是由用以潤滑主驅動鏈的潤滑油和環境中的塵埃混合而成。



圖 9：BCD 可移動部件及導軌的相片。在 BCD 表面發現由用以潤滑主驅動鏈的潤滑油與塵埃混合而成的黏性油脂。

6.3.4 此外，我們發現兩條壓縮彈簧的其中一條被鎖上和失去效用（即未有向 BCD 可移動部件提供彈簧力），致使把可移動部件往下推的彈簧力減少。詳情請參閱圖 10 的圖解。

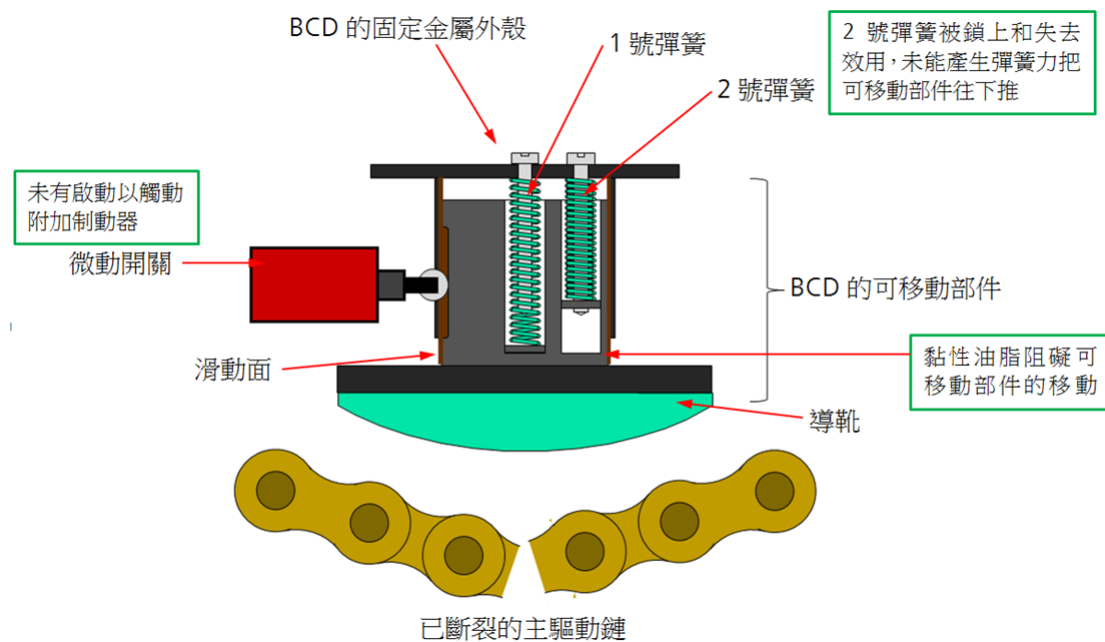


圖 10：顯示 BCD 內 2 號彈簧被鎖上和失去效用的圖解

6.3.5 黏性油脂令可移動部件與固定金屬外殼之間的摩擦力增加，而其中一條彈簧功能失效令彈簧力減少，均導致 BCD 無法正常運作，未能令可移動部件及導軌在主驅動鏈斷裂時向下伸展以啟動微動開關。因此，附加制動器沒有被啟動以制停自動梯。

6.3.6 當自動梯加速向下及朝反方向運行時，相關的保護裝置曾被觸動以啟動主機械制動器。然而，由於主驅動鏈已經斷裂，因此主機械制動器的運作未能制停正往下移動的自動梯。自動梯最終須待部分乘客離開自動梯梯級後才能停止往下移動。

7. 總結

7.1 是次自動梯事故是因主驅動鏈斷裂及 BCD 功能失效所致。

7.2 主驅動鏈是因金屬疲勞而斷裂，而 BCD 功能失效是因 BCD 可移動部件的滑動面存有黏性油脂及壓縮彈簧調校不當所致。該等黏性油脂和已減少的彈簧力阻礙可移動部件的運作，導致主驅動鏈斷裂時，BCD 沒有向附加制動器發出信號，以制停自動梯。

7.3 根據《升降機工程及自動梯工程實務守則》，在進行定期保養及定期檢驗時，應檢查主驅動鏈是否有損耗迹象，並妥善保養、檢查、調校和測試 BCD。

8. 事故後採取的措施

8.1 為了確保乘客的安全，機電署在事故後已禁止肇事自動梯及朗豪坊內其餘三部長自動梯（即垂直提升高度達到或超過 15 米的自動梯）的運作。其後，奧的斯為其餘三部自動梯更換了主驅動鏈及 BCD。此外，該等自動梯已由有關註冊自動梯工程師進行徹底檢驗。除了肇事的第 E18 號自動梯外，朗豪坊內其餘三部長自動梯均已恢復正常運作。

8.2 就朗豪坊自動梯事故中發生主驅動鏈斷裂及 BCD 功能失效的情況，機電署已對奧的斯記錄 30 分監察表現分數，並就欠佳的表現向奧的斯發出警告信。奧的斯的「安全之星」及所有「質素之星」已在 2017 年 4 月 10 日公布的 2017 年第一季（即 2017 年 1 至 3 月）註冊自動梯承辦商表現評級中被扣除。機電署會繼續對此個案作刑事調查，如調查發現有違反《升降機及自動梯條例》（第 618 章）的情況，將會考慮對有關註冊自動梯承辦商、註冊自動梯工程師及／或註冊自動梯工程人員作出檢控／紀律處分。

8.3 截至 2017 年 3 月，全港有 64 部提升高度超過 15 米的長自動梯，當中包括四部位於朗豪坊的長自動梯。考慮到該類自動梯的高載客量及為審慎起見，機電署認為在是次事故後，相關的註冊自動梯承辦商需要為該等自動梯進行特別檢查，以再次確認自動梯的安全性及保障市民安全。特別檢查已在 2017 年 3 月 31 日（即事故後一個星期內）完成，並無發現異常情況，所有自動梯均獲證實處於安全操作狀態。機電署亦要求奧的斯於 2017 年 4 月 3 日起計的一個月內，為全港所有奧的斯自動梯進行特別檢查。機電署審視奧的斯的檢查時間表及進行實地抽樣巡查，其間發現有一部奧的斯自動梯的主驅動鏈過度延長逾 2%。其後，該自動梯已更換主驅動鏈並恢復運作。

8.4 機電署也在 2017 年 4 月就其他註冊自動梯承辦商保養的自動梯，隨機抽樣進行特別檢查，其間並無發現異常情況。

8.5 機電署於 2017 年 4 月 7 日發出提示通告第 3/2017 號，提醒所有註冊自動梯承辦商和註冊自動梯工程師應該妥善保養 BCD，以確保整個啟動機制可自由運作，及應該全面測試 BCD，以檢查其電氣和機械部件的綜合運作表現。此外，他們應按照《升降機工程及自動梯工程實務守則》中相關條文的規定，仔細檢查主驅動鏈，以確保沒有破裂、斷裂和過度延長。

8.6 機電署亦已去信長自動梯的負責人及註冊自動梯承辦商，向他們提供保養該類自動梯的指引，同時提醒負責人為其註冊自動梯承辦商預留足夠時間，以便在每次例行保養時完成定期保養工程。負責人應要求其承辦商提供定期保養的保養時間表，並密切監察承辦商的工作，以確保定期保養工程是按照《升降機工程及自動梯工程實務守則》的規定和保養時間表進行。由於長自動梯的載客量高，一旦發生事故，將對乘客造成較嚴重的後果，因此機電署已增加巡查該類自動梯的次數。

8.7 根據《升降機及自動梯條例》（第 618 章），負責人須確保升降機及自動梯及其相聯設備或機械保持於妥善維修狀況及安全操作狀態。機電署已發出《自動梯的負責人手冊》，就如何有效保持自動梯處於妥善維修狀況及安全操作狀態向負責人提供指引。機電署會進一步宣傳負責人的角色和責任，包括負責人在密切監察和檢視註冊承辦商表現、檢查和加簽保養維修工作日誌、定期檢查自動梯的運作和確保自動梯運作正常等方面所擔當的角色。註冊承辦商、註冊工程師、註冊工程人員、負責人和政府須共同努力，確保自動梯持續安全運作。

~ 報告完 ~

附錄 I — 自動梯的基本構造

