

2023 年 5 月 22 日會議
討論文件

立法會環境事務委員會

2023 年與兩家電力公司的《管制計劃協議》的中期檢討
以及
2023 年 4 月 19 日香港電燈有限公司港島部分地區供電事故

政府計劃在 2023 年與兩家電力公司(下稱「兩電」)就《管制計劃協議》(下稱《協議》)進行中期檢討，本文件旨在就上述議題諮詢委員會。此外，機電工程署(下稱「機電署」)署長在 5 月 15 日收到香港電燈有限公司(下稱「港燈」)就 4 月 19 日港島部分地區供電事故提交的報告，本文件夾附報告文本予委員會省覽。

《管制計劃協議》

背景

2. 政府與中華電力有限公司和青山發電有限公司(統稱「中電」)，以及香港電燈有限公司和港燈電力投資有限公司(統稱「港燈」)分別簽訂現行《協議》，於 2018 年 10 月 1 日及 2019 年 1 月 1 日生效。《協議》列明電力公司的責任、電力公司股東的回報，以及政府監察電力公司與電力有關的公司事務的安排。電力公司有責任為香港的發展提供、營運及維持充足與電力有關的設施，並供應電力以應付電力需求。電力公司須保證對市民提供足夠應付需求的服務，並須在電力供應可靠性、對客戶的表現、效率、客戶服務及其他方面維持高效率和質素，及根據財政及其他因素以合理的最低價格提供服務，以有權賺取合理利潤作為回報。電力公司亦會不斷改進其在環保方面的表現，並推廣善用能源。現行《協議》有效期為 15 年，將於 2033 年屆滿。

3. 《協議》全文見環境及生態局網頁(https://www.eeb.gov.hk/tc/resources_publications/agreement/index.html)。下文各段臚列《協議》的一些主要條款。

主要條款

准許回報率

4. 電力公司在每一年度因與電力有關的經營而獲得的准許利潤為該年度的固定資產平均淨值總額的8%。固定資產涵蓋電力公司的發電系統、輸配電系統及顧客與企業服務發展項目的資本開支，如土地、樓宇、廠房和設備方面的投資、整修和改善工程，當中包括進行中的工程費用、啟用前融資所產生的利息¹及其他相關開支項目(如員工薪酬及保險費)等。

電費

5. 淨電費主要由兩個部分組成，即基本電費和燃料價條款收費。基本電費主要包含電力公司的營運成本及准許利潤。至於燃料費，電力公司以實報實銷的方式向用戶收回燃料成本，並透過燃料價格調整條款帳把實際燃料成本與基本燃料成本之間的差額，以收費或回扣的方式，向用戶收回或回饋用戶。現行《協議》採用每月調整燃料費的機制，適時反映實際燃料成本的變動。按照《協議》，政府與電力公司在每年年底共同進行電費檢討，嚴格審視兩電的電費建議。

電費穩定基金

6. 現行《協議》設有「電費穩定基金」，電力公司高於准許回報的收入將撥入此基金，在有需要時提供資金，以減低加電費時對用戶的影響。

¹ 電力公司的股東將承擔為固定資產籌措資金而安排的借款利息，年利率上限為7%，將於准許回報扣除。超過上限的利息向客戶收取。

推廣能源效益、節約能源及可再生能源

7. 為鼓勵兩電推廣能源效益和節約能源，以及發展可再生能源，《協議》有以下措施：

- (a) 中電及港燈分別設立「新綠適樓宇基金」及「新智惜用電基金」，以資助進行改裝和重新校驗工程、推行以建築物為本的智能/資訊科技技術，或其他與政府議定的改善措施。「新綠適樓宇基金」及「新智惜用電基金」資助商場、屋苑及工商業樓宇公用地方的節能改善工程，包括更換空調及照明系統、進行重新校驗項目和安裝智能設備；
- (b) 達致能源審核、根據審核作出的節能和「新綠適樓宇基金」/「新智惜用電基金」的目標而獲得的獎勵的百分之六十五，由兩電回撥到各自成立的「社區節約能源基金」以回饋用戶，資助其用戶(包括中小企、社福機構和有需要的家庭)更換或安裝更具能源效益的設備和電器，以推廣能源效益和節約能源；以及
- (c) 引入推廣可再生能源發展的措施，如上網電價和可再生能源證書制度。

兩電如達到《協議》內與能源效益、節約能源及可再生能源相關的目標，會獲得獎勵，對准許利潤作出若干調整。

客戶表現獎罰機制

8. 《協議》設有客戶表現方面的獎罰機制，涵蓋「供電可靠性」、「運作效率」、「客戶服務」及「恢復供電」四類表現。獎罰機制會按照《協議》所訂的指數目標及門檻，以年度結算調整兩電的准許回報率。現時，獎罰機制並沒有涵蓋主要或重大的供電中斷事故，亦沒有就獎罰指標界定事故的性質。

處理過剩發電容量機制

9. 為保障用戶不會因新發電機組過早投產而招致損失，根據《協議》規定，如有新建發電機組的發電容量過剩，在計算電力公司的准許回報率時，將會把有關發電機組的 100% 資產淨值剔除。

透明度

10. 為使公眾更了解兩電的營運情況，《協議》包括一份向公眾披露的電子資料小冊子，當中包括電價、安全和環境管理，以及可再生能源、能源效益和節能的推廣。資料冊亦載列有關電力公司的營運開支及財務資料，包括發電系統及非發電系統的成本數據。

五年發展計劃

11. 電力公司須提交五年發展計劃予行政會議審批。經行政會議審批後，已獲批准的發展計劃將為發展計劃期間的總資本支出釐訂上限，以及作為計劃期內每年基本電費調整的基礎。

2023 年中期檢討

12. 政府與電力公司均有權在截至 2023 年 12 月 31 日為止的年度內要求修改《協議》的任何部分，任何修改《協議》的建議亦須經政府與電力公司雙方同意後才能實行。政府計劃與電力公司就《協議》於 2023 年進行中期檢討，目前正為此作出準備。

13. 政府對是次中期檢討持開放態度，並沒有為檢討範圍劃下界線。根據收集到的意見，政府初步打算與電力公司商討修訂《協議》的範疇包括但不限於減低准許利潤、要求電力公司於能源危機期間分擔能源價格成本、檢視獎勵/罰款機制以就重要停電事故加重罰則等。完成中期檢討後，政府會在適當時機匯報檢討結果。

2023 年 4 月 19 日港燈港島部分地區供電事故

14. 就港燈在 4 月 19 日凌晨約 0 時 45 分於香港島部分地區發生的供電事故，機電署署長在 5 月 15 日收到港燈提交的報告。其文本載於附件，予委員會省覽。

徵詢意見

15. 請委員就 2023 年《協議》中期檢討以及港燈 4 月 19 日的供電事故提出意見。

環境及生態局

2023 年 5 月

二零二三年四月十九日港燈 275 千伏電力系統事故

調查報告



版權所有@2023

香港電燈有限公司（「港燈」）。版權所有。

二零二三年四月十九日港燈 275 千伏電力系統事故

調查報告

已簽署

鄭祖瀛
營運董事
香港電燈有限公司

日期: 二零二三年五月十五日

本中文版報告為英文版本譯本，僅供參考。如中、英文兩個版本有任何抵觸或不相符之處，應以英文版本為準。

中文譯本

二零二三年四月十九日港燈 275 千伏電力系統事故

調查報告（報告摘要）

簡介

- 1.1 港燈供電系統在 2023 年 4 月 19 日凌晨 0 時 45 分發生了 275 千伏故障，導致電壓驟降。該故障源自數碼港 275 千伏電力開關站。電壓驟降引發的事件引致部分客戶的電力供應由 0 時 49 分（故障後 4 分鐘）開始中斷，並在 1 時 22 分（故障後 33 分鐘後）陸續開始恢復供電。這是港燈電力系統極為罕見的事故，上一次類似規模的電力中斷事故要追溯至 1994 年，而且該事件並非由港燈引發。
- 1.2 分佈在港燈供電範圍內共約 4 萬 4,000 名客戶受到這次事故影響。約佔整體負荷 4%。受影響時間最長的客戶，電力中斷共 48 分鐘，即從當日凌晨 0 時 49 分至 1 時 37 分。而所有受影響客戶的電力供應，亦已在該刻全面恢復。
- 1.3 這次事故是港燈過去近三十年來首次發生的嚴重電力中斷事故。我們非常重視這次事件，並將事故通知及報告機電工程署署長，本公司隨後立即成立由港燈的營運董事領導的調查委員會，對事故進行調查、報告事故經過和原因並建議改善措施，以防止類似事件再次發生。調查委員會由以下 8 位成員組成：

鄭祖瀛先生	營運董事
葉崇泰先生	輸配電科總經理
周火勝先生	發電科總經理
梁振聲先生	系統運行主管
楊廣通先生	輸配電科工程建設及保養主管
陳子峰先生	輸配電科營運主管
李振良博士	發電科營運主管
吳偉昌先生	集團法律顧問

- 1.4 為了讓客戶和公眾了解情況，我們在事故發生不久後便根據我們當時所了解的情況提供了最新訊息。根據我們的調查，事故是由於多項因素及一連串事件引起。數碼港 275 千伏電力開關站在翻新開關設備後，

調試時 1 條後備電纜電路不慎通電，引發港燈供電系統出現電壓驟降並影響南丫發電廠的發電機組運作，其中 2 台機組需要關閉，導致發電量不足以應付需求，最後出現電力中斷事故。

- 1.5 此次事件令我們深感遺憾。對客戶造成的不便，我們再次深表歉意。我們將汲取教訓並提升我們的運營表現，以履行我們為客戶提供可靠電力供應的承諾。
- 1.6 本報告列載了我們對此次事故的調查結果、事件起因、以及為防止類似事件再次發生而採取的一系列建議和改善措施。

事故經過

數碼港 275 千伏電力開關站及後備電纜電路

- 1.7 這次事故發生的所在地數碼港 275 千伏電力開關站（CPX），是港燈輸電網絡中用以接收南丫發電廠（LPS）電力的 275 千伏電力開關站之一。數碼港電力開關站在 2002 年啟用初期，首先連接到附近 2 組 275 千伏電纜電路以滿足當時數碼港發展的需求。待另外 2 組接駁 LPS 的 275 千伏海底電纜電路完成安裝和啟用，以及隨後的網絡重新配置之後，數碼港電力開關站在初期使用的 2 組 275 千伏電纜電路，自 2009 年起成為後備電纜電路留為將來使用，如主報告的圖 1 所示。
- 1.8 事故發生時，數碼港電力開關站的 275 千伏氣體絕緣開關設備（GIS）已完成一段電路的翻新工程並進行調試工作，範圍如附錄 2 的圖像 1 和圖像 2 所示。這部分開關設備通過電纜開關掣¹連接到其中一個後備電纜電路（在 1.7 中提到）。作為調試程序的一部分，所有經翻新後的氣體絕緣開關設備，包括連接到後備電纜電路的電纜開關掣（名為 L53A），必須通電。根據慣例，此類調試工作必須在午夜進行，並安排單一專用電路供電進行調試作為額外的預防措施，以盡量減少一旦發生不可預見的意外時對系統和客戶可能造成的影響。

¹ 電纜開關掣全名為電纜隔離開關掣（Cable Isolator）用於開關及鎖上電路。

調試時發生的三相接地故障

1.9 負責工程師當時在數碼港電力開關站，按已批核的調試程序進行調試工作。另一名具合適資格的工程師也被派往數碼港電力開關站，以重覆檢查開關設備的氣體壓力，並執行電路通電以外的特定調試。整個過程同時由位於鴨脷洲的港燈系統控制中心內一名工程師遠程協助，根據在開關站的負責工程師確認現場情況及批准的調試程序，在系統控制中心使用遠程控制設施去操作氣體絕緣開關。2023年4月19日凌晨0時45分，系統控制中心工程師經負責工程師確認後對電纜開關掣通電，隨即發生275千伏三相接地故障。相關斷路器相繼跳閘以隔離故障。其後調查結果結論指出，連接到電纜開關掣的275千伏後備電纜電路另一端位於雞籠灣的電纜封口²，因電纜不慎通電導致發生閃絡³而引發事故。

連接港燈及中華電力的聯網電路跳閘

1.10 港燈的電力系統自1981年起，透過3組海底聯網電路與中華電力的電力系統互相連接，在有需要時相互提供緊急支援。在故障發生後，港燈系統中的三相故障檢測方案立即按照原設計自動運行，斷開了港燈與中華電力電力系統之間的3組聯網電路。相關的故障檢測方案是為防止港燈和中華電力2個電力系統之間在可能出現嚴重的電力振盪而導致港燈整個系統停電而制定的。當3組聯網電路全部斷開後，中華電力便無法提供緊急支援。

對電力系統的影響

1.11 這次是港燈系統首次發生275千伏三相接地的故障，在電力系統引發非常嚴重的波動。該故障更造成了嚴重的電壓驟降，港燈系統的電壓有大約半秒維持接近於零，這是非常罕見及嚴重的波動。

南丫發電廠的所有發電機組及其附屬設備也受到了前所未有的影響，總發電量在故障發生後的最初數秒內出現嚴重波動，令輔助和主要設

² 電纜封口（Cable Cap End）用於密封充油電纜尾端，設計用於防止電纜絕緣油外泄，並不能抵受高壓電力。

³ 閃絡（Flashover）是因絕緣受電壓擊穿而產生火花。

備的保護系統啟動避免設備受損。例如磨煤機的潤滑油泵因為低壓保護跳閘，從而保護電纜和油泵電機避免過熱；當潤滑油壓力下降時，磨煤機亦會跳閘避免轉動部件過度磨損。這些保護系統旨在防止發電機組在嚴重的電壓波動期間受損，而並非使它們能夠抵禦系統故障。

兩台發電機組關閉和啟動低頻減載

- 1.12 當電力系統的發電量不能滿足負荷需求時，電力系統變得不穩定，系統頻率會下降，屆時必須增加發電量或減少負載需求，才能使系統恢復平衡。針對系統在低頻運作時可能帶來的影響，每個分區變電站都安裝了低頻減載保護裝置。當系統頻率下降到一個特定值時，保護裝置就會自動切斷預定的供電負載量，相關客戶的電力供應便會中斷。這樣做是為了防止系統頻率進一步降低，否則將導致全網停電。低頻減載方案共有 6 個階段，在第一階段啟動運行後，如果系統頻率繼續下降至更低數值，將觸發其後階段的進一步減載，直至頻率穩定。
- 1.13 事發前，南丫發電廠有 5 台發電機組運作，分別是燃煤機組 L6、L7、L8 和燃氣機組 L10 及 L11。由於這次嚴重的電力波動，燃煤發電機組 L7 燃氣發電機組 L10 需要手動關閉（見以下 1.20.10 和 1.20.11）。在 L7 和 L10 關閉過程中，2 台機組的輸出功率大幅下降。南丫發電廠總發電量不足以滿足負荷需求，因而導致系統頻率迅速下降。
- 1.14 在 L7 和 L10 分別於 1 時 04 分和 1 時 08 分完全關閉前，系統頻率已降至觸發低頻減載的第一階段。結果在 0 時 49 分，16 個分區變電站的 49 條配電線路被保護系統自動切離，系統負荷減少了大約 4%，以恢復供求平衡。停電影響的區域包括鴨脷洲、田灣、黃竹坑、灣仔、銅鑼灣、北角、筲箕灣、杏花村、太古、柴灣、中環及薄扶林合共大約 4 萬 4,000 名用戶。
- 1.15 低頻減載方案透過在不同的供電地區減少負載，避免引起大範圍的區域停電，亦避免區內醫院和其他重要公共設施等受到影響。根據我們的事後調查和記錄，這次事件中沒有重要的公共設施受到停電影響。

恢復供電

- 1.16 南丫發電廠 GT1B⁴ 燃氣機組於凌晨 0 時 48 分啟動。惟鑑於其餘運行中機組 L6 、 L8 、 L11 的輔助設備尚未完全穩定，而 GT1B 燃氣輪機當時可增加的發電容量僅為 27 兆瓦。根據在鴨脷洲港燈系統控制中心當值的高級系統控制工程師當時的判斷，通過增加 L6 、 L8 、 L11 和 GT1B 燃氣輪機的輸出來恢復所有中斷的客戶電源的供應是有風險的，因為這可能會導致仍然繼續運行的發電機組進一步跳閘和再次觸發低頻減載保護裝置。基於這個研判和港燈的內部指引，他決定先恢復與中華電力電力系統的連接，以便在有需要時可由對方即時提供備用電源。港燈與中華電力的聯網電路由凌晨 1 時 22 分至凌晨 1 時 28 分重新投入使用。
- 1.17 當上述第一組聯網電路在凌晨 1 時 22 分恢復後，港燈系統控制中心的工程師團隊便立即開始向受影響的客戶恢復供電。由於在事故中沒有影響包括醫院這類重要設施，因此所有被中斷的負載都同等重要。系統控制中心的工程師在相互協調下，確定復電安排，旨在盡快恢復所有被中斷的負載，亦同時確保電力系統的穩定性。多個地區的電力供應同步或先後獲得恢復，而整個復電過程耗時 15 分鐘，於凌晨 1 點 37 分全部完成。

客戶緊急服務中心的運作

- 1.18 由於故障涉及電壓驟降和影響不少客戶，我們的客戶緊急服務中心熱線在故障發生後的數小時內，接到大量電話查詢。特別在事發首一個小時內，中英文熱線電話共接到超過 1 萬次來電查詢，是日常工作量的千倍以上。由於來電遠超中心可應付的數量，我們啟動了熱線系統內的語音留言播報功能。如果客戶能夠連接上系統，他們可以收聽以下的話音訊息：「由於我們的供電系統出現故障，一些客戶可能會遇到電力中斷的情況。我們正在盡快安排恢復電力供應。很抱歉給您造成不便。」

⁴ GT1 燃氣機有兩個引擎，只可選擇其中一個作為系統低頻起動之用。

資訊發放

1.19 故障發生後，我們分別通過發出媒體聲明、提供電話留言、在港燈網站當眼位置展示訊息等多種渠道，發布有關事件的信息和我們的應對措施，讓客戶和公眾及時了解情況。這些紀錄列載在本報告的附錄 1 內。

事故原因調查

1.20 我們對是次事故進行調查的範圍包括檢測有閃絡損壞跡象的後備電纜電路封口，全面檢查涉及的開關裝置及其他用於該段被通電的電纜電路的設備。我們亦審查了相關記錄、現場識別系統、調試程序，並與相關人員詳細面談。調查結果總結如下：

輸電系統中可能存在的後備電纜電路

1.20.1 輸電系統中的後備電纜電路並不常見，且有特殊用途。經詳細檢查，港燈輸電系統中共有 4 條後備電纜電路（包括涉事電纜電路），均在網絡改造後保存，以備不時之需或作為未來網絡擴容之用。

故障地點

1.20.2 在故障發生後，我們檢查了所有涉及本次故障的設備，包括南丫發電廠的氣體絕緣開關、數碼港電力開關站的氣體絕緣開關和所有相關的電纜電路，全部經過檢查並確認正常。

1.20.3 另外，我們已經委聘一所獨立的實驗室對該後備電纜電路的封口完成詳細分析。綜合對後備電纜電路的其他電氣測試和調查結果，證實在調試期間，因系統電壓（即 275 千伏）接駁到電纜電路封口後，電纜電路封端發生閃絡並產生短路。

1.20.4 根據調查所得，在數碼港電力開關站對氣體絕緣開關進行翻新工程後，一條 275 千伏後備電纜電路在調試過程中不慎通電，導致 275 千伏系統出現三相接地故障。而本次事件中的所有保護系統操作正常，符合設計要求。

翻新工作

1.20.5 數碼港電力開關站的所有翻新工程均由同一位負責工程師監督。翻新工程由一個 6 人工作團隊進行，其中包括 2 名來自原裝設備生產商的技術監督。準備調試時，所有翻新工程已完成，工作團隊已撤離。除負責工程師外，另一名合資格的工程師亦被派到現場，重複檢查開關設備的氣體壓力，並執行與電路通電以外的調試程序。

1.20.6 在準備翻新工作時，負責工程師執行了多項工作，其中包括：

- i. 按照以往慣例，參考能源管理系統⁵電路圖，以準備工作程序（包括開關操作、調試）和相關高壓工作許可證（PTW）；
- ii. 通過現場檢查氣體絕緣開關上的各種標籤，確認氣體絕緣開關已連接的電路。由於在現場檢查時，氣體絕緣開關的不同位置上均貼上「後備」標籤，負責工程師無法區分氣體絕緣開關是否有連接後備電纜電路。
- iii. 檢查電纜連接缸，確認是否有電纜連接到氣體絕緣開關上。由於每個電纜連接缸底部完全被防火板和波紋膠管遮蓋，令負責工程師無法在檢查期間清楚地看到有任何電纜連接至氣體絕緣開關上。

基於上述理由，負責工程師認為即將進行工作的氣體絕緣開關是一個後備、並且沒有連接電纜電路的設備。他然後向技術人員簽發了工作許可證以進行翻新工作，並在此基礎上對這項工作進行了風險評估。

1.20.7 在翻新過程中，負責工程師進行了各種測試來檢查開關設備的電氣和機械完整性，但所有測試均不是用來檢查有否後備電纜電路的存在。負責工程師還按照檢查清單對電纜連接缸內部進行了檢查。負責工程師在調查期間解釋，當時他見到電纜連接套管表面上有油脂，並指示

⁵ 能源管理系統（EMS）是安裝在港燈系統控制中心用於監控港燈的發電和輸電系統的電腦系統。

技術人員將油脂清除，但他卻未能如上所述檢查中識別出後備電纜電路的存在。

圖紙記錄和現場標籤

- 1.20.8 對於後備電纜電路，詳細的輸電電路圖和相關圖紙已經進行了更新。由於這些後備電纜電路不在系統中使用，因此並沒有明確指引要求同時更新能源管理系統電路圖。雖然能源管理系統內已有一個電腦系統負責核對所有使用中電纜電路的連接有否存有差異，但核對範圍不包括電路圖中的後備電纜電路。因此，負責工程師在氣體絕緣開關翻新工作中常用的能源管理系統電路圖未能顯示後備電纜電路的存在，部門亦沒有關於能源管理系統電路圖的功能和限制的具體指引。
- 1.20.9 按照慣例，雖然在現場後備開關設備已貼上通用的「後備」標籤，但沒有其他細節，因此有關標籤只能令工作人員了解該設備的功能，並不能充分區分該後備開關設備有否連接了電纜。

兩台發電機組停運導致低頻減載

1 台燃煤發電機組 L7 和 1 台燃氣發電機組 L10 在此事件中需要停運：

- 1.20.10 就 L7 機組而言，鍋爐的主要設備的電力供應均在故障時受影響，正在運轉中的磨煤機（7A、7B、7C）的潤滑油泵因而停運。由於每台磨煤機只安裝 1 台潤滑油泵，致令磨煤機在低油壓保護下跳閘，以免在沒有潤滑油的情況下對磨煤機造成重大損害。發電機組在這種情況下陸續降低輸出水平，而當發電機組的輸出降至最低水平，電廠營運工程師最終唯有關閉機組。
- 1.20.11 L10 機組由燃氣輪機和蒸汽輪機組成。由於在故障過程中機組輸出大幅波動，觸動機組蒸汽輪機保護系統而關閉。在蒸汽輪機跳閘但燃氣輪機仍在運行的情況下，機組輸出逐漸降至最低，發電機發出警報，營運工程師在這種情況下亦唯有關閉機組。

- 1.20.12 我們評估了電廠營運工程師為應對故障期間因避免發電機組受嚴重干擾而採取的行動，認為是適當的。相關的行動對於保護發電設備免受損壞、同時又不會對系統施加額外壓力是必要的。例如，當 L7 的磨煤機關閉後，營運工程師運用自己的知識和判斷力，讓機組持續安全發電多約 19 分鐘，即當發電機輸出逐漸由 0 時 45 分的 200 兆瓦下降到 1 時 04 分的 10 兆瓦的過程中，仍然使用鍋爐中的剩餘蒸汽發電。如果他在磨煤機關閉後立即在機組負載大約 200 兆瓦時關閉機組，可能會對系統造成另一次干擾並會使情況進一步惡化。
- 1.20.13 低頻減載方案按原先設計運行，成功阻止了因頻率下降可能帶來更大的影響，保持了電力系統的穩定性。系統控制中心的工程師決定在第一個聯網電路恢復之前不恢復供電和隨後恢復供電而採取的步驟，經過評估後亦發現是合適的。

資源和工作質量

- 1.20.14 所有與輸電設備相關的操作、維護和調試工作均由我們內部資源進行或在原廠設備製造商工程人員監督下進行。對於氣體絕緣開關的翻新，這項工作由內部經驗豐富的人員在原廠設備製造商的全程現場督導下進行。
- 1.20.15 根據我們的調查，翻新工程是按既定程序進行，符合質量要求。發生故障後，我們檢查和測試翻新後的氣體絕緣開關，並沒有發現異常。因此我們認為，該故障的發生與資源缺乏或翻新工程質量並無關係。

事件因由

1.21 根據調查結果，我們認為事故起因如下：

275 千伏線路故障

1.21.1 能源管理系統電路圖無記錄後備電纜電路

由於後備電纜電路並非設計用於電網日常運行中，因此在能源管理系統電路圖上未有特別標註，僅在詳細輸電原理圖和其他相關圖紙上更新，公司內部也沒有關於能源管理系統圖的功能和其限制的具體指引。因此，港燈工程師在氣體絕緣開關翻新工作中常用的能源管理系統電路圖中，均未有顯示後備電纜電路。

1.21.2 現場標籤不足以表明後備電纜電路已連接到開關設備

按照以往慣例，相關開關設備上僅貼有通用「後備」標籤。這些標籤旨在指明開關設備的功能，但不能充分指明或區分是否連接了後備電纜電路的開關設備。

1.21.3 上述 2 項因素並沒有為負責工程師提供足夠指示，提醒他相關開關設備連接了後備電纜電路，因此大大限制了與相關電纜電路開關掣操作的風險分析。否則，負責工程師或會在準備調試操作前，在風險分析中加入並考慮這些因素。

1.21.4 負責工程師未能在現場視察中識別氣體絕緣開關是否連接了後備電纜電路

作為準備調試程序的關鍵步驟，負責工程師曾經到現場視察，以確定氣體絕緣開關的實際配置及有否連接電纜。不幸的是，每個電纜連接缸的底部都被防火板和波紋膠管完全遮蓋，使得負責工程師在檢查時無法清楚地看到任何連接到氣體絕緣開關的電纜。由於沒有看到連接電纜，負責工程師根據現場標籤、能源管理系統電路圖和他過去的經驗，認為氣體絕緣開關沒有連接到任何電纜電路。

1.21.5 沒有規定對調試翻新後的氣體絕緣開關採用複查機制

港燈已有一套針對高風險氣體絕緣開關工作或關鍵任務時需要採用的複查機制。對於氣體絕緣開關翻新工作，所有關鍵任務均由獨立的合格工程師進行了複查。但在調試程序方面，由於翻新工作不涉及更換絕緣組件或網絡改造，因此現場調試並沒有另找合格工程師複查。如果有部署另一名合格的工程師進行獨立現場檢查以確認調試程序的正確性和適用性，則有可能避免此事件發生。

電力供應中斷

1.21.6 南丫發電廠的電力波動和嚴重電壓驟降影響發電機組

該 275 千伏電系統故障導致嚴重的電力波動和電壓驟降影響了南丫發電廠的發電機組，如 1.20.10 和 1.20.11 所述，L7 和 L10 機組因輔助或主要設備跳閘而關閉，發電量不足以滿足客戶的需求。

為了保護發電設備不受進一步的損壞及避免發生更嚴重停電事故，關閉 2 台發電機組無可避免，有關決定是適當和必要的。

建議及改善措施

我們在事故後即時在多方面制訂改善措施，其中包括現場標籤和電路圖、後備電纜電路的安排、工程師培訓、輸電設備的調試、發電機組的故障抵禦能力等。其中一些已完成的措施包括分開 4 條後備電纜電路與開關的連接、改善現場標籤以及更新能源管理系統電路圖等。

1.22 現場標籤和電路圖

所有 4 個安裝有後備電纜電路的地點已增加了詳細標籤（附錄 2 圖像 4 至圖像 7），以區分後備開關有否連接電纜電路。能源管理系統電路圖亦已更新（附錄 2 圖像 3），包括連接到開關設備的後備電纜電路，並附有相關備註。我們已進一步檢查地理信息系統、能源管理系統電路圖和現場標籤，並沒有發現差異。我們將在 2023 年 6 月底之前制定

有關更新現場標籤、詳細輸電電路圖、簡化電路圖和能源管理系統電路圖的指引。

1.23 後備電纜電路現場的安排

我們已即時完成了對整個輸電網絡中後備氣體絕緣開關的檢查。在我們的輸電系統中確認了 4 條後備電纜電路，它們都是在網絡重組後保存的，以作將來應急或網絡擴展時使用。其中 2 條後備電纜電路是在數碼港 275 千伏電力開關站，另外 2 條分別在堅尼地道 132 千伏電力開關站和鴨脷洲 132 千伏電力開關站。上述有關的氣體絕緣裝置的檢查已經完成，4 條後備電纜電路已全部從氣體絕緣開關分離。預計在 2023 年 7 月、當原廠設備製造商交付所需部件，我們將進一步把後備電纜電路與氣體絕緣開關完全分隔。此外，我們將在 2023 年 6 月底前，製定詳細說明備用氣體絕緣開關的連接佈置和標籤的有關指南。

除輸電系統外，我們還將檢查配電後備電纜電路的現場標籤、開關設備佈置和相關圖紙，並與輸電部分的後備電纜電路的做法盡量吻合。我們還將制定處理後備配電電纜電路的指南，預計會在 2023 年第三季度內完成。

1.24 工程師培訓

我們已暫停涉事負責工程師的所有工作授權權限，期間他亦已調至技術支援部門提供後勤支援。當他恢復信心並通過相關考核，才可恢復原來的營運職務。另外，我們將加強對工程師的現場培訓，特別是處理新輸電網絡的設備和調試時。我們亦正更新相關的工作指引，詳細列出不同電路圖的用途和限制。有關工作將於 2023 年第三季度完成。

1.25 改善輸電設備調試的風險評估及程序

事故發生後，所有相關的輸電設備翻新工程已經暫停，直至指引制定完成。此外，我們已調撥額外人手檢查輸電網絡中的關鍵基礎設施，以確保供電可靠和穩定。我們將進一步完善調試程序，包括程序審批的流程及選擇專用調試電路的標準。此外，還會檢視後備保護系統的

設置，以便在調試時提供更快的系統保護，以應對不可預見的情況。所有這些建議都將在 2023 年第三季度完成。

所有氣體絕緣開關工作，無論是新安裝或是翻新工作，已一律採用複查機制。在機制中將派出另一名合格工程師檢查負責工程師所準備的調試程序，並到現場檢查以確認程序的正確性和適用性。

將全面審查輸電系統工程中需要複查的關鍵步驟，並將確認有否備用電纜電路存在的此類步驟包括入內。我們將在 2023 年 6 月底前完成審查並發出相關指引。

1.26 發電機組故障抵禦能力

我們正在與原廠設備製造商一起審視事故期間發電機組 L7 和 L10 的反應，並尋求他們的建議，以改進燃煤和燃氣發電機組提高抵禦類似系統電壓劇烈波動的能力，目標是在 2023 年年底前確立改善計劃。

1.27 客戶緊急服務中心

我們將在 2023 年第三季度前全面檢視客戶緊急服務中心的人力資源、設備和工作流程，並探討其他可行的方式，當一旦電力系統出現重大事故時，可以向客戶及公眾更有效地發放訊息。

1.28 專家意見

我們將在 2023 年 6 月底前聘請專家來審視這事故，並提交改進各項管理系統例如圖紙更新系統、輸電工作品管系統、複查機制、資歷及培訓系統等的建議。預計審查在 3 個月內完成，所有建議在 2023 年底前落實。

目錄

報告摘要

1. 簡介	16
2. 背景	17
3. 事件概述	19
4. 事故調查	24
5. 事件因由	29
6. 建議及改善措施	30
附件一 事故後的訊息發佈	34
附件二 參考圖像	45

二零二三年四月十九日港燈 275 千伏供電系統事故

調查報告

1 簡介

- 1.1 港燈供電系統在 2023 年 4 月 19 日凌晨 0 時 49 分發生了 275 千伏故障並導致廣泛的電壓驟降。該故障源自數碼港 275 千伏電力開關站。故障引起的電壓驟降引發的事件導致部分客戶的電力供應於 0 時 49 分（故障後 4 分鐘）起中斷，並在 1 時 22 分（即 33 分鐘後）陸續開始恢復供電。這是港燈電力系統中極為罕見的事故，上一次類似規模的電力中斷事故要追溯至 1994 年，而且該事件並非由港燈引發。
- 1.2 分佈在港燈供電範圍內共約 4 萬 4,000 名客戶受是次事故影響。約佔整體負荷 4%。受影響時間最長的客戶，電力中斷共 48 分鐘，即由當日凌晨 0 時 49 分至 1 時 37 分。而所有受影響客戶的電力供應，亦已在該刻全面恢復。
- 1.3 這次事故是港燈過去近三十年來首次發生的嚴重電力中斷事故。我們非常重視這次事件，並將事故通知及報告機電工程署署長，本公司隨後立即成立由港燈的運營董事領導的調查委員會，對事故進行調查、報告事故經過和原因並建議改善措施，以防止類似事件再次發生。調查委員會由以下 8 位成員組成：

鄭祖瀛先生	營運董事
葉崇泰先生	輸配電科總經理
周火勝先生	發電科總經理
梁振聲先生	系統運行主管
楊廣通先生	輸配電科工程建設及保養主管
陳子峰先生	輸配電科營運主管
李振良博士	發電科營運主管
吳偉昌先生	集團法律顧問

- 1.4 為了讓客戶和公眾了解情況，我們在事故發生後不久便根據我們當時所了解的情況提供了最新訊息。根據我們的調查，事故是由於多項因素及一連串事件引起。數碼港 275 千伏電力開關站在翻新開關設備後，調試時 1 條後備電纜電路不慎通電，引發港燈供電系統出現電壓驟降並影響

南丫發電廠的發電機組運作，其中 2 台機組需要關閉，導致發電量不足以應付需求，最後出現電力中斷事故。

- 1.5 這次事故令我們深感遺憾。對客戶造成的不便，我們再次深表歉意。我們將汲取教訓並提升我們的運營表現，以履行我們為客戶提供可靠電力供應的承諾。
- 1.6 本報告列載了我們對此次事故的調查結果、事件起因、以及為防止類似事件再次發生而採取的一系列建議和改善措施。

2 背景

2.1 數碼港 275 千伏電力開關站及後備電纜

- 2.1.1 發生是次事故的數碼港 275 千伏電力開關站 (CPX) 是港燈輸電網絡中用以接收南丫發電廠(LPS)電力的 275 千伏電力開關站之一。該站把接收到的電力輸送到港島南區和港島北。
- 2.1.2 為應付數碼港及南區發展帶來日益增加的負荷需求，我們在 2002 年為數碼港電力開關站鋪設 4 條電纜電路以接駁鄰近雞籠灣的 2 條現有 275 千伏電纜電路向數碼港電力開關站供電。
- 2.1.3 繼 2006 年南丫發電廠至數碼港 2 條 275 千伏海底電纜電路投運後，2002 年用於為數碼港電力開關站供電的 2 條 275 千伏電纜電路恢復原狀。4 條 275 千伏連接到 CPX 的電纜電路的其中 2 條後來延伸到灣仔區作為電網加固工程，剩餘 2 條電纜電路保存為後備。這些後備電纜電路的一端在雞籠灣被封口，而另一端仍連接到 CPX 的 275 千伏開關裝置上。
- 2.1.4 由於 2 條後備電纜電路與 2 條延伸電纜電路鋪設在同一壕坑內，為了應付未來可能出現的緊急維修以及網絡加固工程，這 2 條後備電纜電路在原地保留。雖然這些後備電纜電路連接到數碼港電力開關站，但在投入使用之前，還需要進行大量的電纜接駁和測試工作。而連接這 2 條後備電纜電路的開關已被打開並上鎖，以確保這些後備電纜電路與輸電網絡隔離。2.1.3 和 2.1.4 中提到的網絡更改的詳細信息如圖 1 所示。

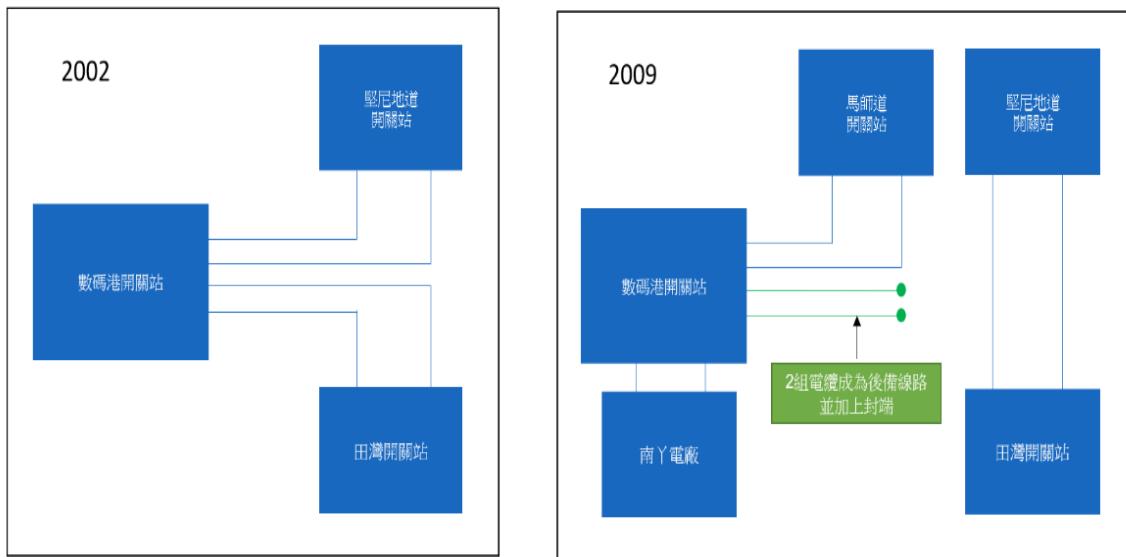


圖 1 – 於 2002 及 2009 年數碼港的網絡改變

2.2 數碼港 275 千伏氣體絕緣開關設備的翻新工作

- 2.2.1 此次事故發生時，CPX 正在進行 275 千伏氣體絕緣開關設備的翻新工程。開關裝置內充有六氟化硫氣體作為主要絕緣。
- 2.2.2 安裝在 CPX 上的氣體絕緣開關由原廠設備製造商根據國際標準設計和製造，並於 2002 年供貨和安裝。該氣體絕緣開關的橫截面如附件 2 中的圖像 1 所示。

2.2.3 所有氣體絕緣開關設備均需每 5 年進行一次一般維護工作。一般維護包括絕緣氣體的質量檢查、功能檢查和警報測試等。該維護工作不需要操作用於控制後備電纜電路的開關掣和接地開關，而且不包括任何內部檢查和對開關設備每個部分的詳細檢查。因此，開關設備的原廠製造商建議每 15 到 20 年對氣體絕緣開關設備進行一次全面翻新，以保持其可靠性。氣體絕緣開關設備的全面翻新包括對其所有內部和外部部件進行詳細檢查，並更換在正常操作過程中易磨損的消耗部件，例如載流觸點。

2.2.4 港燈於 2003 年首次在的輸電網絡中進行氣體絕緣開關的翻新工作。數碼港電力開關站的 275 千伏氣體絕緣開關設備是自 2002 年投運以來首次進行翻新工程。翻新工程由港燈經驗豐富的技術人員在原廠設備製造商的人員全程現場監督和指導下進行，以確保翻新工作的質量。

2.2.5 CPX 的 275 千伏氣體絕緣開關翻新工作按計劃於 2023 年 2 月展開。每組氣體絕緣開關的翻新工程大約需要 3 週時間才能完成。涉及這次事故中的氣體絕緣開關的翻新工作在 2023 年 3 月 22 日開始，根據工作計劃在 2023 年 4 月 18 日完成。翻新範圍和相關在能源管理系統 (EMS)¹ 中的線路圖如附件 2 中的圖像 2 所示。

3 事件概述

3.1 事件經過

以下是 2023 年 4 月 19 日事故的發生經過。

3.1.1 停電之前

相關部分的翻新工程已按計劃在 2023 年 4 月 18 日完成。正如 2.1.4 中提到，有關的氣體絕緣開關裝置通過電纜開關掣連接到一組後備電纜電路。在翻新過程中，對所有氣體絕緣開關的相關部分進行了檢查、翻新和測試。作為調試程序的一部分，所有已翻新的氣體絕緣開關裝置，包括連接到後備電纜電路的電纜開關掣（代碼為 L53A），須要通電。根據慣例，這項工作必須在午夜進行。而且，只選擇單一組專用電路作為供電電源進行調試工作，以盡量減少一旦發生不可預見的意外時，對系統和客戶造成影響。

3.1.2 調試時發生三相接地故障

負責工程師根據已批核的調試程序在 CPX 負責整個調試工作。另一名具有合適資格的工程師也被派往現場詳細檢查氣體絕緣開關裝置的氣體壓力，並執行電路通電以外的特定調試工作。整個過程也由鴨脷洲系統控制中心的一名工程師遠程協助，根據負責工程師確認的現場情況以及預先批核的調試程序，遠程控制氣體絕緣開關的操作。2023 年 4 月 19 日凌晨 0 時 45 分，系統控制工程師經負責工程師確認後，對電纜開關掣（L53A）進行通電時，隨即發生了 275 千伏三相接地故障，導致 2 台

¹ 能源管理系統 (EMS) 是安裝在港燈系統控制中心用於監控港燈發電和輸電系統的計算機系統。

作為調試專用的氣體斷路器跳閘以隔離故障。調試時的簡化線路圖如圖 2 所示。其後調查結果結論指出，連接到 L53A 的後備電纜電路不慎通電。後備電纜電路為充油電纜，一端連接到氣體絕緣開關，而另一端則被封口以防絕緣油流失。當電纜接通高壓電時，電纜封口即發生閃絡。電纜封口是用以防止絕緣油流失，並不能承受任何高壓電力。故障隨後在半秒內被保護系統隔離。

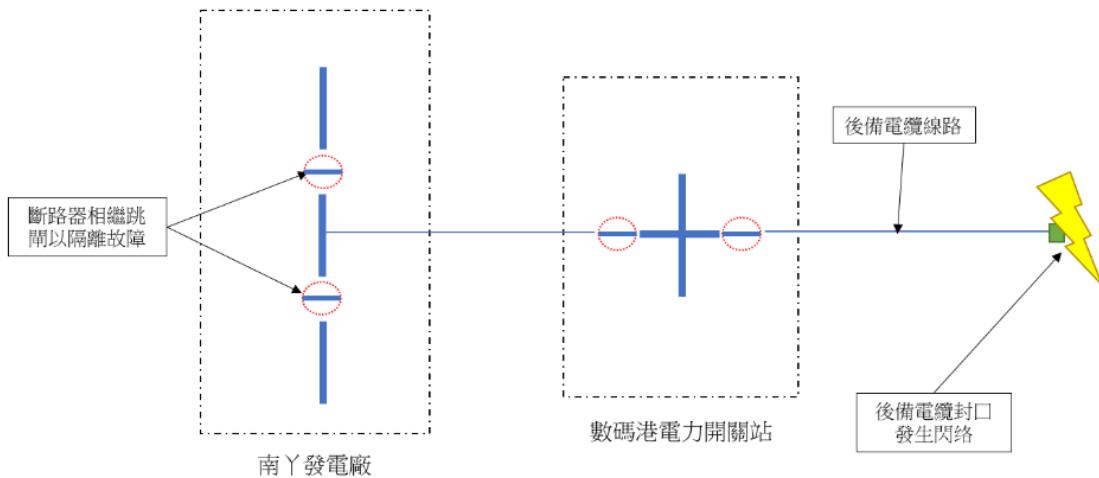


圖 2 - 調試時的網絡線路圖

3.1.3 對電力系統的影響

這次是港燈系統首次發生 275 千伏三相接地故障，在電力系統引發非常嚴重的波動。該故障更造成了嚴重的電壓驟降，導致系統電壓有大約半秒維持接近於零，這是非常罕見及嚴重的波動。

南丫發電廠的所有發電機組及其附屬設備也受到前所未有的電壓波動影響，總發電量在故障發生後的最初數秒內嚴重波動（見圖 3），輔助設備和主要設備的保護系統發揮作用，避免設備受損壞。例如，磨煤機的潤滑油泵通過低壓保護跳閘，從而保護電纜和油泵電機避免過熱；當潤滑油壓力下降時，磨煤機亦跳閘避免轉動部件過度磨損。這些保護系統旨在防止發電機組在嚴重的電壓波動期間受損，而並非使它們能夠抵禦系統故障。

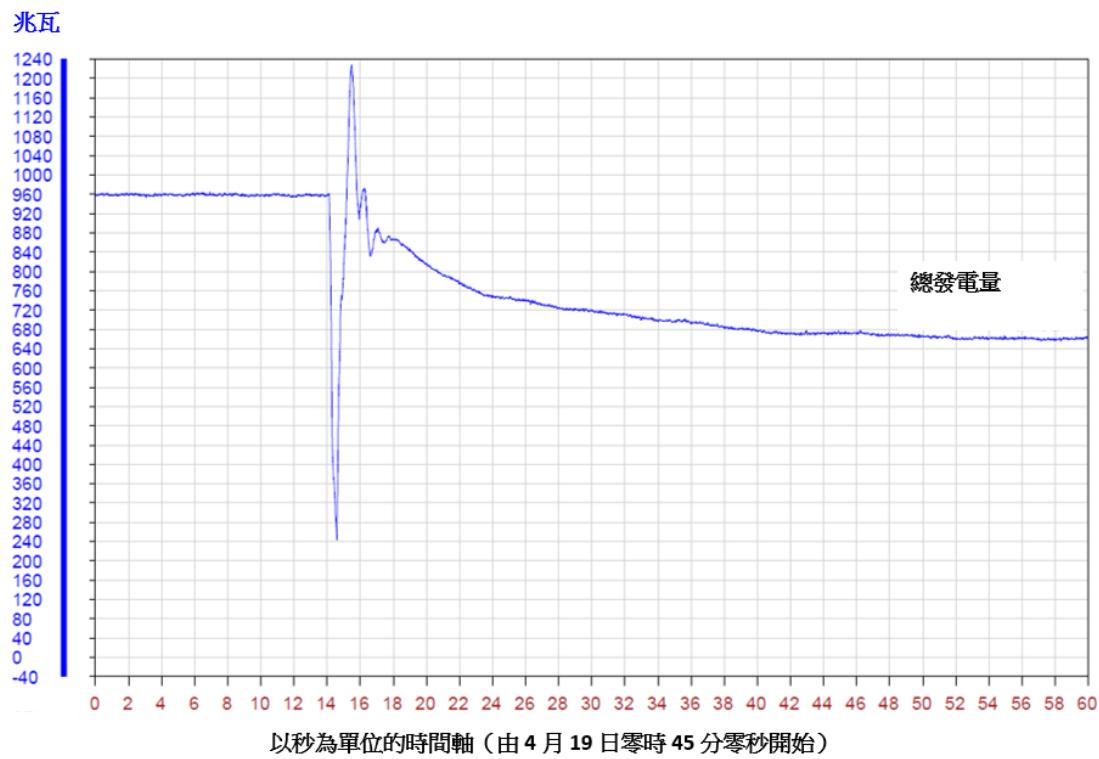


圖 3 – 2023 年 4 月 19 日 0 時 45 分南丫發電廠總發電量

南丫發電廠的許多其他設備，雖然當時並不直接參與發電，例如冷氣機、電池充電器、信息技術設備、火警及保安監控攝像相機，都在這次事件中受到影響。事後全部恢復正常，電廠內無設備損壞。

3.1.4 連接港燈及中華電力的聯網電路跳閘

港燈的電力系統自 1981 年起，透過 3 條跨海聯絡電路與中華電力的電力系統相連，以在有需要時互相提供緊急支援。故障發生後，我們系統中的三相故障檢測功能也立即按照設計自動運行，斷開了港燈與中華電力電力系統之間的所有 3 組聯網電路。此檢測功能是為防止港燈和中華電力 2 個電力系統之間可能出現嚴重的電力振盪而導致港燈整個系統停電而制定的。當 3 個聯網電路全部斷開後，中華電力便無法提供緊急支援。

3.1.5 兩台機組關閉和啟動低頻減載

當電力系統的發電量不能滿足負荷需求時，電力系統就會變得不穩定，系統頻率會下降。此時，必須增加發電量或減少負載需求，才能使系統

恢復平衡。保持穩定的系統頻率很重要，因為安裝在港燈系統中的發電機組為同步發電機，設計運行頻率為 50 赫茲。如果發電機組以明顯偏離 50 赫茲的頻率運行，將會損壞發電機組。因此，如果系統頻率明顯高於或低於 50 赫茲時，發電機組將會跳閘。為了防止發電機組相繼停機並在低頻情況下能夠穩定系統，每間分區變電站都安裝了低頻減載保護，以在特定系統頻率下，卸除預定量的負載，相關客戶的電力供應便會中斷。這樣做是為了防止系統頻率進一步降低，否則更多發電機組可能跳閘，使情況變得更壞並可能導致全網停電。低頻減載系統設有 6 個階段。第一階段啟動後，如果系統頻率繼續下降，將觸發其後的階段，直至頻率穩定。

事發前，南丫發電廠有 5 台發電機組運作，分別是燃煤機組 L6、L7、L8 和燃氣機組 L10 及 L11。由於這次嚴重的電力波動，燃煤發電機組 L7 和燃氣發電機組 L10 需要透過人手關閉（詳見 4.5.1 節）。在 L7 和 L10 關閉的過程中，2 台機組的輸出功率大幅下降。港燈的總發電量不足以滿足負荷需求，因而導致系統頻率迅速下降。

在 L7 和 L10 分別於 1 時 04 分和 1 時 08 分完全關閉之前，系統頻率已降至觸發低頻減載的第一階段。結果在 0 時 49 分，16 個分區變電站的 49 條配電線路被保護系統自動切離，系統負荷減少大約 4%，以恢復供求平衡。停電影響的地區包括鴨脷洲、田灣、黃竹坑、灣仔、銅鑼灣、北角、筲箕灣、杏花村、太古、柴灣、中環及薄扶林中共約 4 萬 4,000 名用戶。低頻減載系統透過在不同的供電區域減少負載，避免整個區域停電而影響該區域的醫院和其他重要的公共設施。根據我們的事後調查和記錄，這次事件中沒有重要的公共設施受到停電影響。

3.1.6 恢復供電

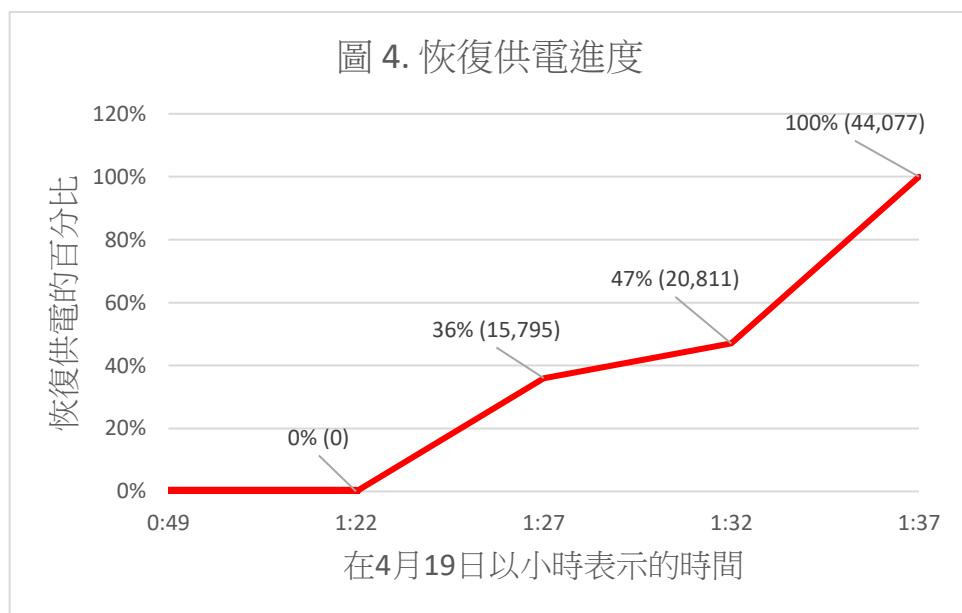
南丫發電廠 GT1B² 燃氣輪機於凌晨 0 時 48 分自動啟動。惟其餘機組 L6、L8、L11 的輔助設備尚未完全穩定，而 GT1B 號燃氣輪機當時可增加的發電容量僅為 27 兆瓦。在鴨脷洲港燈系統控制中心當值的高級系統控制工程師當時認為，通過增加 L6、L8、L11 和 GT1B 號燃氣輪機的輸出來恢復所有中斷的客戶電源的供應是有風險的，因為這可能會導致仍然

² GT1 燃氣機有兩個引擎，只可選擇其中一個作為系統低頻起動之用。

繼續運行的發電機組進一步跳閘和再次觸發低頻減載保護裝置。基於這個研判和內部指引，他決定先盡快恢復與中華電力接連的聯網線路，以便在有需要時可由對方即時提供備用電源。港燈與中華電力的聯網線路由凌晨 1 時 22 分至凌晨 1 時 28 分重新投入使用。

在第一組聯絡線路在凌晨 1 時 22 分恢復後，港燈系統控制中心的工程師團隊立即開始透過能源管理系統和配電管理系統³ 向受影響的客戶恢復供電。由於該事件中沒有影響包括醫院這些重要設施，因此復電次序並無差異。經系統控制工程師互相協調，在須要盡快恢復供電之餘，亦同時保持系統穩定，整個復電過程耗時 15 分鐘，於凌晨 1 點 37 分全部完成。

復電時間總結如下：



恢復供電時間	仍受影響的用戶數目	剩餘受影響百分比	恢復供應的用戶數量	恢復百分比
00:49 供應中斷	44,077	100%	0	0%
01:22 開始恢復	44,077	100%	0	0%
恢復開始後 5 分鐘	28,282	64%	15,795	36%
恢復開始後 10 分鐘	23,266	53%	20,811	47%
修復開始後 15 分鐘	0	0%	44,077	100%

³ 配電管理系統（DMS）是安裝在港燈系統控制中心用於監控港燈配電網絡的計算機系統。

3.1.7 客戶應急服務中心運營情況

由於故障涉及嚴重的電壓驟降和影響不少客戶，港燈客戶緊急服務中心熱線在事故發生後數小時內，接到大量電話查詢。在事發首一個小時內，中英文熱線電話共接到超過 1 萬次來電查詢，是日常工作量的千倍以上。由於來電數量遠超中心可應付的數量，我們啟動了熱線系統內的語音留言播報功能。如果客戶能夠連接到系統，他們可以收聽以下話音訊息：「由於我們的供電系統出現故障，一些客戶可能會遇到電力中斷的情況。我們正在盡快安排恢復電力供應。很抱歉給您造成不便。」

3.1.8 資訊發放

故障發生後，我們分別通過發出媒體聲明、提供電話留言、在企業網站當眼位置展示訊息等多種渠道，發布有關事件的訊息和我們的應對措施，讓客戶和公眾及時了解情況。這些紀錄列載在本報告的附錄 1 內。

4 事故調查

事故發生後，我們透過多方面進行了深入調查，包括檢查涉事開關裝置和電纜線路、檢測有閃絡跡象的後備電纜封口、檢討相關制度、並與相關人員詳細面談等等。調查和結果總結如下：

4.1 輸電系統中存在的後備電路

輸電系統中的後備電纜電路並不常見，而且有特殊用途。經詳細檢查，港燈的輸電系統中有 4 條後備電纜電路（包括涉事的後備電纜電路），均為線路改造後保存，以備不時之需或作未來網絡擴容之用。其中 2 條是連接到數碼港電力開關站的 275 千伏電纜電路，另外 2 條為連接堅尼地道 132 千伏電力開關站及鴨脷洲 132 千伏電力開關站的後備電纜電路。

4.2 故障地點

4.2.1 在事故後，我們檢查了所有涉及本次事故的設備，包括南丫發電廠的氣體絕緣開關、數碼港電力開關站的氣體絕緣開關和所有相關的電纜電路，全部經過檢查並確認正常。

- 4.2.2 我們亦聘請了一所獨立實驗室對該後備電纜電路的封口進行詳細分析。通過分析對封口損壞程度的測試結果，發現與故障期間系統採集的故障資料吻合。如前所述，電纜封口只是用來防止電纜油流失，並不是為了承受任何高壓電力而設計的。綜合對後備電纜的其他電氣測試和調查結果，證實在電纜開關掣 L53A 通電期間，因系統電壓（即 275 千伏）施加在電纜封口後，電纜封口發生閃絡並引發系統波動。
- 4.2.3 根據調查所得，在數碼港電力開關站對氣體絕緣開關進行翻新工程後，一條 275 千伏後備電纜電路在調試過程不慎通電，導致了是次 275 千伏系統出現故障。
- 4.2.4 在本次事故中的所有保護系統操作正常，符合設計要求。

4.3 翻新工作

- 4.3.1 此次為數碼港電力開關站氣體絕緣裝置翻新工程的第三階段。
- 4.3.2 數碼港開關站的所有翻新工程均由同一位工程師負責。該負責工程師在 2012 年加入港燈，並於 2021 年取得輸電網絡的工作授權，自 2021 年起已負責超過 20 次氣體絕緣開關的翻新工作，包括另外一個電力開關站沒有連接電纜的後備氣體絕緣開關裝置。他在輸電系統上工作超過 5 年，並接受過相關培訓。在翻新過程中，一個由 6 名成員組成的工作小組，包括 2 名來自原裝設備生產商的技術監督，被派進行這項工作。負責工程師亦不時駐守現場，監督工程質量及進度。調試時，所有翻新工程已完成，工作團隊已撤離。另外一名如 3.1.2 所述合資格的工程師被派到現場協助調試工作。
- 4.3.3 數碼港電力開關站的相關氣體絕緣開關裝置由 2023 年 3 月 22 日開始進行翻新工程。工作小組檢查了所有開關裝置、斷路器、開關掣和接地開關。並根據原廠設備製造商建議的程序，更換了有磨損的部件並進行了測試以檢查開關設備的功能。

4.3.4 由於翻新工程不涉及任何電纜或網絡變更，負責工程師慣常地參考能源管理系統的線路圖來準備工程和調試程序，而不是參考詳細的輸電網絡圖則。

4.3.5 在準備開關裝置翻新工作時，負責工程師進行了多項工作，其中包括：

- (1) 跟據慣例參考能源管理系統線路圖用作準備高壓工作許可證；
- (2) 通過查看氣體絕緣開關裝置上的各種標籤，確認連接到氣體絕緣開關裝置的電路；
- (3) 檢查電纜連接缸的外圍以確認是否有電纜連接到氣體絕緣開關裝置上。

作為簽發工作許可證之前的重要步驟，負責工程師必須親自到現場檢查這些項目確保現場狀況和資料一致。由於在現場檢查時，氣體絕緣開關的不同位置上均貼上「後備」標籤，該負責工程師無法按照這些「後備」標籤區分氣體絕緣開關是否有連接電纜電路。此外，由於每個電纜連接缸底部完全被防火板和波紋管遮蓋，令負責工程師無法在檢查期間清楚地看到有任何電纜電路連接到氣體絕緣開關上。基於上述理由，負責工程師認為該氣體絕緣開關是一個後備且沒有連接電纜電路的設備。他然後向技術人員簽發了工作許可證以進行翻新工作，並在此基礎上對工作進行了風險評估。

4.3.6 在翻新過程中，負責工程師進行了各種測試來檢查開關設備的電氣和機械完整性，但所有測試均不是用來檢查是否有後備電纜電路的存在。所有這些測試均嚴格按照原廠設備製造商的建議進行。此外，負責的工程師在現場亦執行了相關質控系統，包括工作程序、工具控制、閥門控制和絕緣氣體的質量檢查，以確保翻新質素。

4.3.7 在翻新過程中，負責工程師根據檢查要求對電纜連接缸進行了內部檢查。他在調查面談期間解釋，他留意到電纜連接套管表面上有油脂，並指示技術人員將油脂清除。但他並未能如上所述識別出後備電纜電路的存在。

4.3.8 凌晨 0 時 45 分，系統控制工程師應負責工程師的要求，按照調試程序將相關電纜連接缸通電，隨後即發生三相短路故障。正如 2.1.4 中提到，

後備電纜電路無法隨時投入使用，而且該電纜電路的開關平常都被鎖定在打開狀態，不需要有獨立的保護裝置來保護後備電纜電路。因此，連接至南丫發電廠專用電路的後備保護裝置發揮作用，將故障隔離。圖 2 顯示了跳閘時的網絡電路圖。

4.4 圖則記錄和現場標識

- 4.4.1 在港燈，不同類型的電路圖用途不一，信息和細節的詳細程度取決於圖紙的用途。這些圖紙可能包括用於操作用的簡化電路圖、用於實時監控帶電設備的能源管理系統電路圖以及存儲在我們的地理信息系統中用於規劃的詳細電路圖等。在每種情況下，工程師都有責任更新有關圖紙，或在任何網絡更改後通知其他部門更新圖紙。此外，能源管理系統內已有一個電腦系統負責核對所有使用中電纜電路的連接有否差異，但核對範圍並不包括電路圖中的後備電纜電路。
- 4.4.2 數碼港電力開關站的整體工程在 2008-2009 年間完成。相關電纜連接點和電纜連接細節有在相關記錄更新，包括簡化電路圖、能源管理電路圖和詳細輸電網絡圖。對於在現場作為後備電纜電路的該 2 組線路，詳細的輸電網絡圖等相關圖紙已進行了更新。但是，由於這些後備電纜電路不會在系統中使用，因此並沒有明確指示要求同時在能源管理系統電路圖上更新。此外，上述 4.4.1 中提到的電腦程序並非設計用於檢查後備電纜電路。因此，負責工程師在氣體絕緣開關翻新工作中常用的能源管理系統電路圖未能顯示有關後備電纜電路，部門亦沒有關於能源管理系統電路圖的功能和限制的具體指引。
- 4.4.3 按照慣例，雖然在現場的後備設施已有貼上通用的「後備」標籤，但沒有其他細節，因此有關標籤只能令工作人員了解該設備的功能，並不能清楚區分該後備開關設施有否連接了電路。

4.5 兩台發電機組停運

- 4.5.1 1 台 L7 燃煤發電機組和 1 台 L10 燃氣發電機組在本次事故中需要停運：

- (a) 就 L7 機組而言，鍋爐的主要設備的電力供應受故障影響，正在運轉中的 7A、7B、7C 號磨煤機潤滑油泵因而停運。由於每台磨煤機只安裝 1 台潤滑油泵，致令他們在低油壓保護下而跳閘。這個動作是必要的，因為在沒有潤滑油的情況下運行會對磨煤機造成重大損害。發電機組在鍋爐失火下陸續降低輸出水平，當機組輸出降至最低水平後，電廠營運工程師最終唯有將機組關閉。
- (b) L10 機組由燃氣輪機和蒸汽輪機組成。由於在故障過程中機組負荷下降和反彈幅度非常大，機組的蒸汽輪機因保護裝置啟動而關閉。在蒸汽輪機關閉但燃氣輪機仍在運行的情況下，機組輸出逐漸降至最低，發電機發出警報。營運工程師在這種情況下亦唯有關閉機組。

- 4.5.2 我們對營運工程師於事故期間對發電機組受到嚴重干擾而採取的應對措施進行了評估，認為是適當的。相關的措施對於保護發電設備免受損壞、同時又不會對系統施加額外壓力是必要的。例如，L7 的磨煤機關閉後，營運工程師運用自己的知識和判斷，讓機組持續使用鍋爐中的剩餘蒸汽安全發電多約 19 分鐘，即當發電機輸出由 0 時 45 分到 1 時 04 分逐漸由 200 兆瓦下降到 10 兆瓦的過程中，仍然使用鍋爐中的剩餘蒸汽發電。如果他在所有磨煤機跳閘後立即在機組負載大約 200 兆瓦時關閉機組，可能會對系統造成另一次干擾並會使情況進一步惡化。
- 4.5.3 低頻減載系統按設計運行，成功阻止了頻率進一步下降，保持了電力系統的穩定。系統控制中心的工程師決定在第一個聯網電路恢復之前不恢復供電和隨後恢復供電而採取的步驟，經過評估後亦發現是合適的。

4.6 資源和工作質量

- 4.6.1 在港燈，我們致力培養和維持公司設備翻新及維修的專業知識。輸電系統的操作和維護均由經驗豐富的專門團隊負責。所有與輸電設備相關的操作、維護和調試工作均由內部資源進行或在原廠設備製造商全程現場監督下進行。
- 4.6.2 對於氣體絕緣開關裝置的翻新，均由內部經驗豐富的工程人員並由原廠設備製造商的全程現場監督下進行。

- 4.6.3 對於工程人員，他們需要經過一系列培訓和在職實踐，並通過相關考核，才能在相關的系統上工作。
- 4.6.4 根據我們的調查，翻新工程是按既定程序進行，符合質量要求。發生故障後，我們檢查和測試翻新後的氣體絕緣開關，並沒有發現異常。因此我們認為，該故障發生與資源缺乏或翻新工程質量並無關係。

5 事件因由

根據調查結果，我們認為事故起因如下：

275 千伏故障

5.1 能源管理系統電路圖無顯示後備電纜電路

由於後備電纜電路並非用作電網日常運行，因此在能源管理系統電路圖上未有顯示，僅在詳細輸電原理圖和相關圖紙上記錄。公司內部也沒有關於能源管理系統電路圖的功能和其限制的具體的指引。因此，港燈工程師在氣體絕緣開關翻新工作中常用的能源管理系統電路圖中，未有顯示後備電纜電路。

5.2 現場標籤不足以表明後備電纜電路已連接到開關設備

按照以往一向慣例，相關開關設備上僅貼有通用「後備」標籤。這些標籤旨在表明開關設備的功能，但不能清楚區分是否連接了後備電纜電路的開關設備。

上述 2 個因素並沒有為負責工程師提供足夠指示，提醒他相關開關設備連接了後備電纜電路，因此大大限制了與相關電纜電路開關掣操作的風險分析。否則，負責工程師或會在準備調試操作前，於風險分析中加入並考慮這些因素。

5.3 負責工程師未能在現場視察中識別氣體絕緣開關連接了後備電纜電路

作為準備調試程序的關鍵步驟，負責工程師曾經到現場視察，以確定氣體絕緣開關的實際配置及有否連接電纜。不幸的是，每個電纜連接缸的底部都被防火板和波紋膠管完全遮蓋，使得負責工程師在檢查時無法清楚地看到任何連接到氣體絕緣開關的電纜。由於沒有看到連接電纜，負責工程師根據現場標籤、能源管理系統電路圖和他過去的經驗，認為氣體絕緣開關沒有連接到任何電纜電路。

5.4 沒有規定對調試翻新後的氣體絕緣開關工作採用複查機制

港燈已有一套針對高風險氣體絕緣開關工作或關鍵任務時需要採用的複查機制。對於氣體絕緣開關翻新工作，所有關鍵工序均由獨立的合格工程師進行了複查。但在相關調試程序方面，由於翻新工作不涉及更換絕緣組件或網絡改造，因此現場調試並沒有另外安排合格工程師複查。如果部署另一名合格的工程師進行獨立現場檢查以確認調試程序的正確性和適用性，則有可能避免此事件發生。

電力供應中斷

5.5 南丫發電廠的電力波動和嚴重電壓驟降影響發電機組

故障導致嚴重的電力波動和電壓驟降影響了南丫發電廠的發電機組，L7 和 L10 機組因輔助或主要設備跳閘而需要關閉，導致發電量不足以滿足用戶的電力需求。

當時採取關閉機組的決定無可避免，以保護發電設備免受損壞。我們事後也認為該決定是合適和必要的，以避免發電機組長時間停電而對電力用戶造成更嚴重的影響。

6 建議及改善措施

因應上述情況，我們在事故後即時在各方面制訂改善措施，其中包括現場標籤和電路圖、工程師培訓、輸電設備的調試、發電機組的故障抵禦

能力等。其中一些已完成的措施包括分開 4 條輸電系統的後備電纜電路與開關的連接、改善現場標籤以及更新能源管理系統電路圖等。

6.1 現場標籤和電路圖

- 6.1.1 所有 4 個安裝有後備輸電電纜電路的地點已增加了詳細標籤，以區分後備開關有否連接電纜電路（參見附件 2 的圖像 4 至圖像 7）。
- 6.1.2 能源管理系統的電路圖已更新（參見附件 2 的圖像 3），並包括連接到氣體絕緣開關的後備電纜電路資料，和附有提醒當值系統控制工程師和其他工程師的備註。
- 6.1.3 我們已進一步檢查地理信息系統、能源管理系統電路圖和現場標籤，並沒有發現差異。
- 6.1.4 我們將在 2023 年 6 月底之前制定有關更新現場標籤、詳細輸電電路圖、簡化電路圖和能源管理系統電路圖的指引。此外，上述各圖的使用方法及限制也會包含在指引內。
- 6.1.5 儘管在此事故後我們將不再把後備電纜電路連接到輸電系統，但仍將建立一個機制來檢查圖紙中是否存在後備電纜電路，以彌補現時利用電腦程序檢查的不足。該機制將於 2023 年 7 月制定。

6.2 後備電纜電路在現場地點的安排

- 6.2.1 我們已即時完成了對整個輸電網絡中後備氣體絕緣開關的檢查。在我們的輸電系統中確認了 4 條後備電纜電路，它們都是在網絡重組後保存下來的，以作將來應急或網絡擴展時使用。其中 2 條後備電路是在數碼港 275 千伏電力開關站，另外 2 條是在堅尼地道 132 千伏電力開關站和鴨脷洲 132 千伏電力開關站。
- 6.2.2 上述有關的氣體絕緣裝置的檢查已經完成，4 條後備電纜電路已全部與氣體絕緣開關分隔。

6.2.3 我們將進一步將後備電纜電路與氣體絕緣開關完全分開，預計在 2023 年 7 月當原廠設備製造商交付所需部件後完成，作為一項額外的預防措施以防止將來後備電纜電路意外通電。

6.2.4 我們將在 2023 年 6 月底前制定關於後備氣體絕緣開關的現場佈置和標籤的指引。

6.2.5 除輸電系統外，我們還將檢查配電網中後備電纜電路的現場標籤、開關設備佈置和相關圖紙，並盡量與輸電後備電纜的做法保持吻合。我們還將制定處理後備配電電纜電路的指引。這些指引將在 2023 年第三季度完成。

6.3 工程師培訓

6.3.1 我們已暫停涉事負責工程師所有與輸配電網絡相關的工作授權權限，期間他亦已調至後勤支援部門工作。當他恢復信心並通過相關考核，才可恢復原來的營運職務。

6.3.2 我們將加強對工程師的指引和現場培訓，特別是處理輸電網絡中新設備或新布局的工作。我們將於 2023 年第三季度頒布新的指引和提供培訓。

6.4 改善輸電設備調試的風險評估及程序

6.4.1 事故發生後，所有相關的輸電設備翻新工程已經暫停，直至指引制定完成。此外，我們已調撥額外人手並完成檢查輸電網絡中的關鍵基礎設施，以確保供電可靠和穩定。

6.4.2 我們將進一步完善調試程序，包括程序審批的流程及選擇專用調試電路的標準。此外，還會檢視後備保護系統的設置，以便在調試時提供更快的系統保護，以應對不可預見的情況。所有這些建議將在 2023 年第三季度完成。

- 6.4.3 所有氣體絕緣開關的調試工作，無論是新安裝或是翻新工作，已一律加入複查機制。在機制中將派出另一名合格工程師檢查負責工程師所準備的調試程序，並檢查現場以確認程序的正確性和適用性。
- 6.4.4 將全面審查輸電系統工程中需要複查機制的關鍵步驟，並將確認有否備用電纜電路的存在的此類步驟包括入內。我們將在 2023 年 6 月底前完成審查並發出相關指引。

6.5 發電機組故障抵禦能力

- 6.5.1 今後 275 千伏系統在關鍵開關操作時如果有類似事故風險，我們會安排燃煤機組雙燃運行，即是除磨煤機運行外，同時亦投入燃油運行。
- 6.5.2 L7 和 L8 機組以及 L10 和 L11 機組具有相似的設計，但我們注意到它們在此事故中的反應與其類似機組不同，即 L7 和 L10 必須關閉，但 L8 和 L11 受到影響程度較小，事故後仍能繼續有限度發電。我們已要求 L7 和 L10 的原廠設備生產商調查事故期間這些機組反應的差異。
- 6.5.3 我們已要求原廠設備製造商提供建議，以提高燃煤和燃氣發電機組抵禦類似系統電壓劇烈波動的能力，目標是在 2023 年年底前確立改善計畫。

6.6 客戶緊急服務中心

- 6.6.1 我們將在 2023 年第三季度前全面檢視客戶緊急服務中心的人力資源、設備和工作流程，並探討其他可行的方式，一旦電力系統出現重大事故時，向客戶及公眾更有效地發放訊息。

6.7 專家意見

- 6.7.1 我們將在 2023 年 6 月底前聘請專家審視這事故，並提交改進各項管理系統例如圖紙更新系統、輸電工作品管系統、複查機制、資歷及培訓系統等的建議。預計審查在 3 個月內完成，所有建議在年底前落實。

附件一 事故後的訊息發佈

在事故發生後的 1 周內，我們發布了 1 條語音訊息、3 條放置在公司網站當眼位置的訊息、4 次媒體聲明以及一次媒體簡報，讓我們的客戶和公眾了解事故並公布了後續的措施。

2023 年 4 月 19 日（事故發生後 24 小時內）

A.1.1 回應熱線電話的自動語音消息（2023 年 4 月 19 日）

為了在停電後立即回應大量客戶向緊急服務中心的查詢，互動式語音應答系統在 1 時 08 分啟動。接通電話的客戶將自動收到以下預先錄製的語音訊息：

「由於我們的供電系統出現故障，一些客戶可能會遇到電力中斷的情況。我們正在盡快安排恢復電力供應，很抱歉給您造成不便。」

A.1.2 公司網站訊息（一）（2023 年 4 月 19 日）

考慮到客戶在緊急情況下可能會瀏覽公司網站了解情況，因此在當日凌晨 1 時 56 分將訊息注目地展現到我們的網站橫幅上，告知電力中斷影響了部分地區的客戶，而電力供應已完全恢復。如果客戶的供應還未恢復，建議客戶與我們聯絡。

A.1.3 媒體聲明（一）和企業網站訊息（二）（2023 年 4 月 19 日）

當日凌晨 3 時 12 分通過 WhatsApp 及隨後再通過電子郵件向媒體發布了聲明。當中提及了電力中斷的時間，並提醒客戶在有需要時安排註冊電工重置其敏感設備和提供電話號碼作進一步查詢。

一份新的企業網站橫幅（二）上載至公司網站（中文版上載於 3 時 15 分，英文版上載於 3 時 56 分）。其內容與媒體聲明 1 相同，以取代企業網站橫幅（一）。

A.1.4 媒體聲明（二）和企業網站橫幅（三）（2023年4月19日）

當日 16 時 29 分，我們通過 WhatsApp 向媒體發布了聲明（二），說明了電力中斷的原因和位置，隨後再通過電子郵件發放。我們亦澄清早前有關事件是南丫發電廠發電機組故障引致的報導，也並再次發出道歉聲明。

另一個與媒體聲明（二）內容相同的企業網站橫幅（三）於當日 16 時 32 分上載至網站，以取代企業網站橫幅（二）。

2023年4月20日（事故發生後48小時內）

A.2.1 媒體發布會（2023年4月20日）

港燈營運董事鄭祖瀛及輸配電科總經理葉崇泰於晚上 10 時在公司總部發放事故的初步調查結果和公司的跟進措施。新聞發布會由媒體機構進行了電視直播。

A.2.2 媒體聲明（三）（2023年4月20日）

一份媒體聲明（三）在上述記者會後以新聞稿的形式向媒體機構發布以傳達媒體發布會的主要內容。它同時也上傳到公司網站以供公眾參考。

2023年4月20日之後

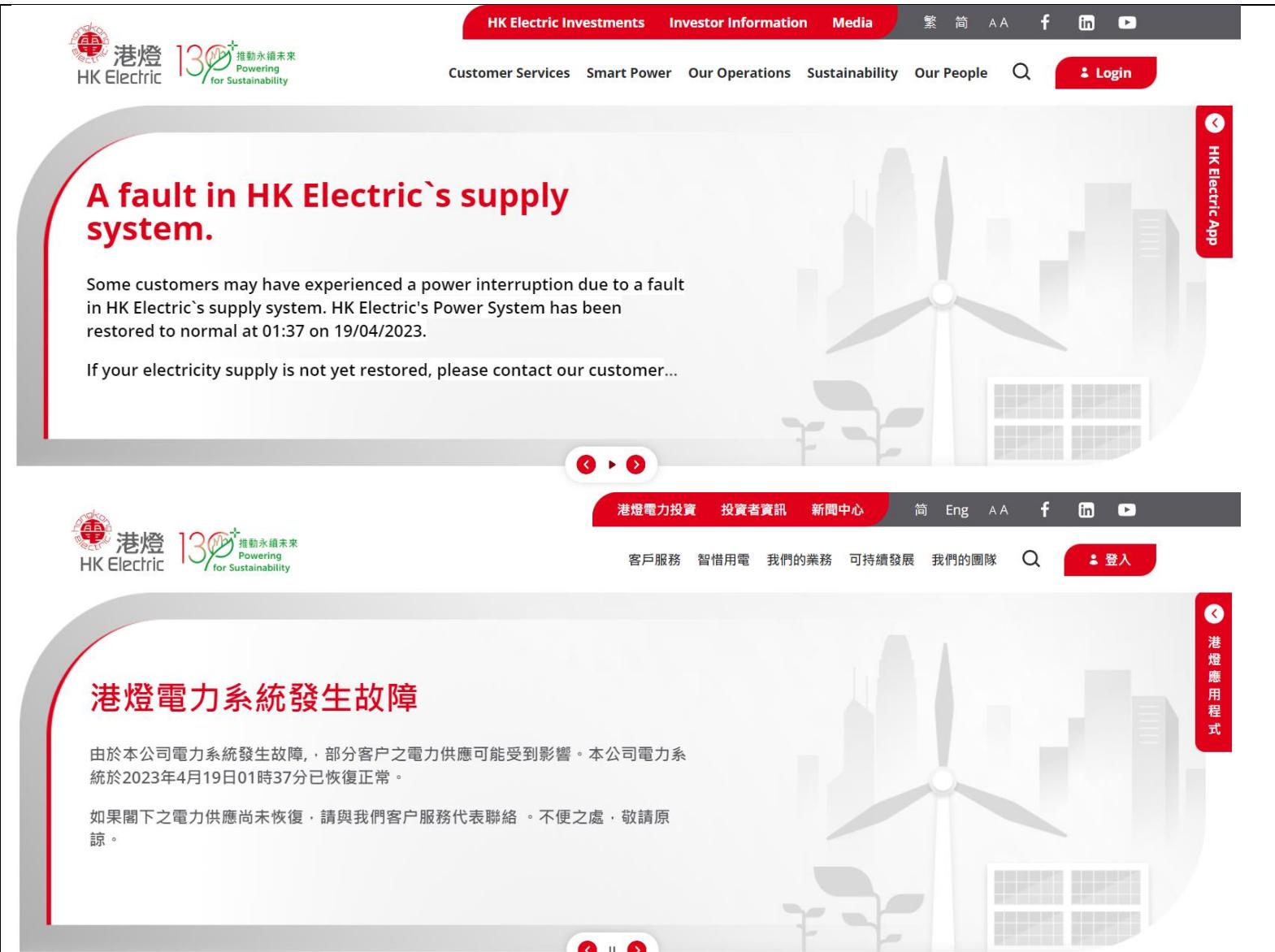
A.3.1 媒體聲明（四）（2023年4月24日）

當日 20 時 43 分，以新聞稿的形式發布媒體聲明（四），澄清有關公司將因停電時間縮短而獲得績效獎勵的錯誤報導，並指出所涉及的事件是系統中沒有用作「備用」用途的後備電纜。

公司網站橫幅公
告一

日期: 2023 年 4
月 19 日

發報時間: 凌晨 1
時 56 分



The screenshot shows the official website of HK Electric. At the top, there is a navigation bar with links for 'HK Electric Investments', 'Investor Information', 'Media', and language options '繁 简 AA'. Below the navigation bar, there is a search bar and a 'Login' button. The main content area features a large red banner with the text 'A fault in HK Electric's supply system.' and a subtext explaining that some customers experienced a power interruption due to a fault in the supply system, which was restored at 01:37 on 19/04/2023. There is also a link for customers who have not yet restored their supply. The background of the main content area features a stylized graphic of a wind turbine, solar panels, and a city skyline. At the bottom of the page, there is another navigation bar with links for '港燈電力投資', '投資者資訊', '新聞中心', '簡 Eng AA', '客戶服務', '智惜用電', '我們的業務', '可持續發展', '我們的團隊', and a search bar. On the right side of the page, there is a vertical red bar with the text 'HK Electric App' and '港燈應用程式'.

媒體聲明一 (WhatsApp/Email)

日期: 2023 年 4 月
19 日

發報時間: 凌晨 3 時
12 分

Wed 19/4/2023 3:53 AM PA.EW HK Electric's Response on Power Interruption (19/4/2023) (English Statement)	<p>To: PA.EW Bcc: GMPA; PA.MEA; PA.CCA; 'am730'; Cable TV; China Knowledge; CRHK; Epoch Times; Headline; Headline Daily; HK01; Hong Kong Commercial Daily; Hong Kong Economic Journal; Hong Kong Economic Times; HWL - Mavis Wong; HWL - Jeremy Lau; Lamma-Gung; Metro News; Metro Radio; Ming Pao; Now TV; Oriental Daily; Phoenix TV; RTHK; RTHK - English News; Sing Pao; Sing Tao Daily; Sky Post; South China Morning Post; Ta Kung Pao; The Standard; TVB; Wen Wei Po</p> <p>Dear Editors,</p> <p>HK Electric announced that some areas in its supply territory had experienced power interruption due to a fault in its supply system from 00:49 today. After emergency handling, the power supply was fully restored at 01:37.</p> <p>A spokesman for HK Electric apologised for the inconvenience caused to customers, adding that the company is investigating into the cause of the incident.</p> <p>The spokesman reminded customers to arrange appropriate registered electricians to reset those electrical installations and appliances which are sensitive to voltage dips including lifts, elevators, computers, etc. after the power supply to their buildings and facilities have been restored.</p> <p>For enquiries, please contact 2555 4999.</p> <p>PA Department HK Electric</p> <hr/> <p>From: PA.EW Sent: Wednesday, April 19, 2023 3:20 AM To: PA.EW <ewong@hkelectric.com> Subject: 港燈就供電系統故障的回應 (19/4/2023)</p> <p>致各位編輯/採訪主任：</p> <p>港燈發言人表示，公司的供電系統在今日零晨00:49發生故障，導致港島多處地區出現電力中斷。經緊急處理後，港燈供電系統於01:37已經全面恢復正常。</p> <p>發言人對事件引起客戶不便，深感抱歉，公司正調查事故原因。</p> <p>發言人提醒客戶，在故障期間引致的電壓驟降，會影響部分對電力較為敏感的電力設備，例如電腦，升降機及冷氣系統等，在電壓恢復正常後，需要由負責有關設施的電力工程人員重新啟動，以恢復受影響設施的電力供應。</p> <p>客戶若有查詢，可聯絡港燈，電話號碼2555 4999。</p> <p>港燈公共事務部</p>
--	--

公司網站橫幅公告

二

日期: 2023 年 4 月
19 日

發報時間:
(中)凌晨 3 時 15 分
(英)凌晨 3 時 56 分



HK Electric Investments Investor Information Media

繁 簡

A A f in

Customer Services Smart Power Our Operations Sustainability Our People



Login

A fault in HK Electric's supply system.

HK Electric announced that some areas in its supply territory had experienced power interruption due to a fault in its supply system from 00:49 today. After emergency handling, the power supply was fully restored at 01:37....



港燈電力投資 投資者資訊 新聞中心

簡 Eng A A

f in



客戶服務 智惜用電 我們的業務 可持續發展 我們的團隊



登入

港燈電力系統發生故障

港燈發言人表示，公司的供電系統在今日凌晨00:49發生故障，導致港島多處地區出現電力中斷。經緊急處理後，港燈供電系統於01:37已經全面恢復正常。發言人對事件引起客戶不便，深感抱歉，公司正調查事故原因。發言人提醒客戶，在故障期間引致的電壓驟降，會影響部分對電力較為敏感的電力設備，例如電腦，升降機及冷氣系統等，在電壓恢復正常後，需要由負責有關設施的電力工程人員重新啟動，以恢復受影響設施的電力供應。客戶若有查詢，可聯絡港燈電話號碼2555 4999。



HK Electric App

港燈應用程式

媒體聲明二 (WhatsApp/Email)

日期: 2023 年 4 月
19 日

發報時間: 下午 4
時 29 分

Wed 19/4/2023 4:34 PM

PA.EW

港燈就供電系統故障作進一步回應 (19/4/2023 - 16:30)

To: PA.EW

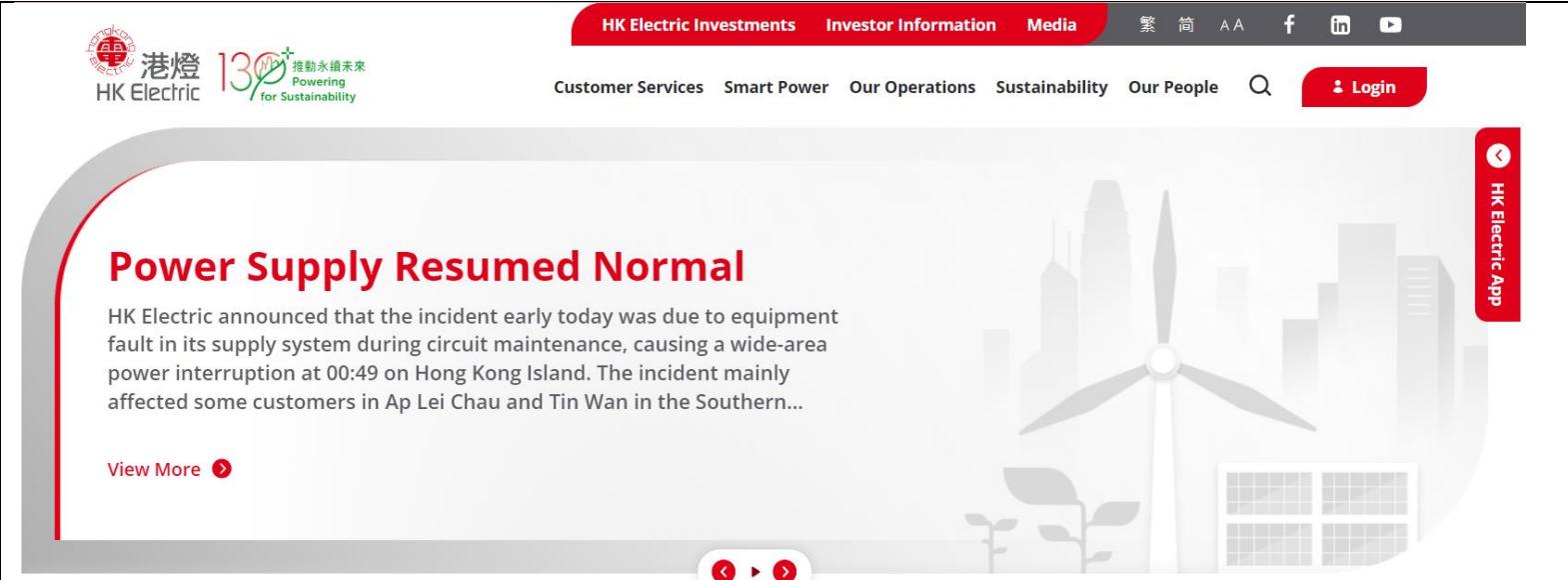
GMPS; GMPS Secretary; PA.MEA; PA.CCA; wendy@hkdl.com; winnie-cheung@hkdl.com; Grace Ng; samhung@hkdl.com; tampc@thk.org.hk; am730; Cable TV; China Knowledge; CRHK; Epoch Times; Headline; Headline Daily; HK01; Hong Kong Commercial Daily; Hong Kong Commercial Daily'; Hong Kong Economic Journal; Hong Kong Economic Times; HNL; Marie Wong; HWL; Jeremy Lau; Lamna-Gung; Metro News; Metro Radio; Ming Pao; Now TV; Oriental Daily; Phoenix TV; RTHK; RTHK English News; Sing Tao; Sing Tao Daily; Sky Post; South China Morning Post; Ta Kung Pao; The Standard; TVB; Wen Wei Po; AA Stocks; AA Stocks (Main); Bloomberg; Bloomberg2; BloombergEnergy; Dealreporter; ET Net; etnet; European Pressphoto Agency; Finet; Finet; Infocast; InfraAsia; Quaninet; Reuters; Reuters2; Reuters3; Wall Street Journal; WSJ; WSJ2

Bcc: The Standard; TVB; Wen Wei Po; AA Stocks; AA Stocks (Main); Bloomberg; Bloomberg2; BloombergEnergy; Dealreporter; ET Net; etnet; European Pressphoto Agency; Finet; Finet; Infocast; InfraAsia; Quaninet; Reuters; Reuters2; Reuters3; Wall Street Journal; WSJ; WSJ2

公司網站橫幅公
告三

日期: 2023 年 4
月 19 日

發報時間: 下午 4
時 32 分



Power Supply Resumed Normal

HK Electric announced that the incident early today was due to equipment fault in its supply system during circuit maintenance, causing a wide-area power interruption at 00:49 on Hong Kong Island. The incident mainly affected some customers in Ap Lei Chau and Tin Wan in the Southern...

[View More](#)



港燈供電系統回復正常

就港燈供電系統在較早前 (2023年4月19日凌晨) 發生的故障事宜，公司發言人補充表示，港燈的供電系統在進行線路保養維修時，有設備發生故障，導致港島多處地區在00:49出現電力中斷。受影響的客戶主要散布於南區鴨脷洲、田灣一帶，東區杏花邨、太古和筲箕灣一帶，灣仔摩理臣山和摩頓台一帶，以至中區和薄扶林...

[查看更多](#)

媒體聲明 三

日期: 2023 年 4 月 20
日

發報時間: 晚上 10 時
46 分

Thu 20/4/2023 10:46 PM
PA.EW
港燈新聞稿 - 「港燈一條後備電纜觸發電力中斷」

To: PA.EW
GMPA; GMPA Secretary; PALMEA; PALCCA; am399; Cable TV; China Knowledge; CGHK; Epoch Times; Epoch News; Headline Daily; Headline TV; Hong Kong Commercial Daily; Hong Kong Economic Journal; Hong Kong Economic Times; HWL - Haile Wong; HWL - Jimmy Lau; Ming; Metro Radio; Ming Pao; Ming Pao TV; Now TV; Oriental Daily; Phoenix TV; RTHK - RTB - English News; Sing Pao; Sing Tao Daily; Sing Post; South China Morning Post; Ta Kung Pao; The Standard; THB; Wen Wei Po; Asian Power Magazine; Cable TV; China Daily; Sophia He; CRHK; Headline Daily; HK Television Network; Cecilia Kwok; HK07; HK07Roger; Hong Kong Business Magazine; Hong Kong Economic Journal; Grace Lee; Hong Kong Economic Times (Sub); Hong Kong Economic Times; Wendy Chan; Metro Finance; Ming Pao; Ming Pao Web; Ming Pao, Cecilia Chow; Ming Pao, Bill Ko; Ming Pao, Jason Liu; Now TV; Oriental Daily / The Sun; RTHK; RTHK2; Sammy Phoenix; Sing Pao; Sing Tao Daily; South China Morning Post; South China Morning Post, Eric Ng; Ta Kung Pao; TVB; Wen Wei Po; Wen Wei Po; AA Stocks; AA Stocks (Main); Bloomberg; Bloomberg; Bloomberg Finance; Dealbreaker; FT Net; iNet; European Pressphoto Agency; Finet; Infonet; InfraAsia; Issamet; Reuters; Reuters; Reuters; Wall Street Journal; WSJ; WSJ2

Subject: You replied to this message on 24/4/2023 8:33 PM.

prc_power_outage_20230420_final.pdf
294 KB

輯先生/女士：

現隨電郵附上香港電燈有限公司於今天（4月20日）發出的新聞稿乙份，標題為「港燈一條後備電纜觸發電力中斷」，以供報道。

如有查詢，請與公共事務部經理（傳媒關係）黃綺玲聯絡，電話：2843 3229，或電郵：media@hkelectric.com。

香港電燈有限公司
The Hongkong Electric Co., Ltd.
香港電燈有限公司四十四號電燈中心
Hongkong Electric Centre, Kennedy Road, Hong Kong
電郵: ip.sung-tai@hkelectric.com
電話: (852) 2843 3229
電郵: media@hkelectric.com



Press Release
20 April 2023

Power Interruption Triggered by a Spare Cable

A fault in HK Electric's power system in the early morning of 19 April 2023 resulted in power interruption to some customers in many parts of Hong Kong Island. From the Company's preliminary investigation, it is believed that the incident was related to an unrecorded spare cable and on-site operation procedures. This cable was accidentally connected to the power system after switchgear maintenance causing a short circuit. This triggered the automatic protection mechanism in the power supply system to operate and affected electricity supply.

The power interruption took place at 00:49 and the power supply was fully restored in 48 minutes.

The generating units in Lamma Power Station also experienced voltage fluctuation but restored normal operation shortly.

HK Electric's Operations Director, Mr. Francis Cheng, pointed out that HK Electric all along has been delivering world-class supply reliability, and there has been no major power interruption for more than twenty years. This incident is most regrettable, he said.

Mr. Cheng explained that the incident was a rare one involving a "spare cable". HK Electric is taking the incident seriously and is conducting a thorough investigation. Meanwhile, the Company has immediately taken a series of precautionary measures to prevent similar incidents. He sincerely apologised again for the inconvenience caused to customers.

The incident happened during circuit maintenance at the Cyberport Switching Station in the early hours of yesterday. The power supply equipment in the Switching Station is a core part of the 275,000-volt (275-kV) transmission system.

At the time HK Electric's engineering personnel were carrying out equipment maintenance. During the course of re-commissioning of the concerned switchgear, they accidentally connected a "spare cable" to the system, causing short circuit and substantial voltage fluctuation which triggered the self-protection mechanism of the power supply system. It took a longer time to isolate this cable, which did not have its individual protection device, hence causing chain reactions in the system and affected the power supply to some customers in a number of districts on Hong Kong Island.

- 2 -

HK Electric's General Manager (Transmission & Distribution), Mr. Ip Sung-tai, noted that just like many other power companies in the world, HK Electric's power supply system has a self-protection mechanism designed to immediately isolate any faulty equipment from the grid in order to protect the entire power supply system and other important electric supply facilities.

Preliminary investigations revealed that the relevant cable became a "spare cable" after a network reconfiguration many years ago. For over ten years it was connected to the system but remained in a de-energised state. Both the circuit diagram and site identification labels did not indicate the presence of such spare cable, hence the commissioning procedures did not take this cable into account. As a result, during the re-commissioning test, the spare cable was accidentally energised resulting in a short circuit.

Mr. Ip pointed out that it has all along been the Company's practice to carry out commissioning work of the power supply system at night, when the power consumption is relatively low, in order to minimise any impact to the general public in case of an incident. Under the supervision of the system control centre, our maintenance team had carried out risk assessment and followed the commissioning procedures prior to commencing the relevant works.

He also said that upon an initial investigation, there was another "spare cable" in the same station and all related maintenance works has been suspended immediately. HK Electric's engineering team will confirm the accuracy of the circuit diagram and add remarks on the information of the "spare cables" to alert other engineering personnel in future works. On-site notices will also be placed.

Following this incident, HK Electric has taken various measures immediately, including deployment of additional manpower to ensure the stability and reliability of power supply, and a comprehensive review of the circuit diagrams of HK Electric's power supply system for accuracy. The Company will also review the preparatory measures and procedures for maintenance work to prevent similar incidents from happening in the future.

HK Electric is fully committed to the review of this incident. A detailed report to the government will be submitted in 4 weeks as required, and improvements and preventive measures will be proposed for the future.

- END -

新華電
2023年4月20日

港燈一條後備電纜觸發電力中斷

港燈供電系統在 2023 年 4 月 19 日凌晨出現故障，導致港島多處地區的部分客戶出現電力中斷。公司初步相信故障與舊有檔案和現場操作程序有關，導致供電系統在進行保養維修後，意外地接駁上不在紀錄的後備電纜，引發短路，繼而觸動供電系統內的自動保護機制，影響供電系統。

停電事故發生在零時 49 分，並在 48 分鐘內全面恢復電力供應。

港燈南丫發電廠內的機組雖然也受電壓波動影響，但已在短時間內相繼回復正常運作。

港燈營運董事鄭祖瀛指出，港燈供電可靠性一直位於世界前列位置，過去二十多年來沒有發生大規模停電事故，對今次的停電事故深表遺憾。

他表示今次是個別事件，有關事故十分罕見，涉及一條「後備電纜」。港燈會一貫嚴肅和認真的態度處理，亦會深入研究，查找系統有否其他需要改善的地方。公司已即時採取一系列預防措施，避免同類事件再發生，並再次就事件造成客戶不便，衷心致歉。

事發於昨日凌晨，涉事地點是位於南區數碼港的電力開關站，該電站內的供電設備，屬 27 萬 5 千伏 (275 kV) 背幹輸電系統。

港燈工程人員當時正對輸電系統的設備進行保養維修工程。他們在進行調試時，意外地將一條「後備電纜」通電，引發電線短路及電壓大幅波動，並觸動系統的自動保護機制。該條後備電纜沒有獨立的保護裝置，有關短路故障需要比較長的時間去隔離，因而引發系統內出現連鎖反應，影響港島多處地區部分客戶的電力供應。

- 2 -

輸配電科總經理葉崇泰表示，一如全世界其他電力公司，港燈供電系統設有自動保護裝置，主要目的是在有任何故障發生時，可以第一時間隔離懷疑有問題的設備，保障整個供電系統的安全和保護其他供電設備。

經初步調查後，發現短路故障涉及的「後備電纜」，是因早年進行電網線路改造後，變為「後備電纜」，過去十多年来一直接駁在系統上，維持在不通電的狀態，現場亦沒有標示有一條「後備電纜」。而工程人員常口使用的電路圖資料，亦沒有紀錄這條「後備電纜」，所以現場施工程序亦沒有涵蓋對這條電纜的處理方法。結果在維修保養後，在調試過程中意外將後備電纜通電，引起短路故障。

葉崇泰指出，港燈一直選擇在夜間對供電系統進行線路調試，目的是趁整體用電需求比較低的情況下進行，以減少一旦發生事故時，對公眾可能帶來的影響。保養維修組同事在進行工作前均有進行風險評估及依足調試程序，在系統控制中心監督下進行，惟由於上述原因導致今次事故。

他又表示，經初步檢視，發現在同一電力開關站內另有一條「後備電纜」，已即時暫停有關維修工作。工程人員再三確認有關電路圖準確無誤後，會在「後備電纜」的資料上加上備註，並增加現場標示，提醒工程人員日後工作時要特別留意。

因應今次故障，港燈已即時採取多項措施，包括加派人手確保供電穩定和可靠，全面檢視港燈供電系統電路圖的準確性。同時亦會檢討在維修工作施工前的準備措施和程序，避免同類事倍再發生。

港燈將全力跟進故障後的檢討工作，並會按政府要求在 4 星期內提交詳細報告，以及提出改善及預防方法。

- 完 -

媒體聲明 四

日期: 2023 年 4
月 24 日

發報時間: 晚上 8
時 34 分

編輯先生/女士：

現隨電郵附上香港電燈有限公司於今天（4月24日）發出的新聞稿乙份，標題為「港燈就供電系統故障最新回應」，以供報道。

如有查詢，請與公共事務部經理（傳媒關係）黃綺玲聯絡，電話：2843 3229，或電郵：media@hkelectric.com。

香港電燈有限公司
The Hongkong Electric Co., Ltd.



Press Release
24 April 2021

HK Electric's Latest Response on Power Interruption Incident

In response to recent media enquiries and reports, HK Electric has the following clarifications to make:

- In 2021, HK Electric had no major power interruption incidents that required immediate reporting to the Electrical and Mechanical Services Department. There were 162 power interruption incidents which affected isolated areas during the year, and most of them were caused by external factors affecting our cables, and equipment failures, etc. For incidents involving low-voltage distribution cables, which are mostly in old districts or relatively remote areas and which could not be handled from our control room like those in high-voltage power transmission and distribution systems, engineering personnel have to attend to the scene in person, hence taking a longer time to restore power supply. Under these circumstances, engineers and technicians have to race against time to restore power supply to the affected customers the soonest possible, and there is no question of the Company making use of small-scale power outage incidents to lower the average time for supply restoration as suggested by some while commenting on the incident.
 - Customer performance incentives/ penalties scheme, covering the Average Supply Availability Index ("ASA"), was introduced to the Scheme of Control Agreement (SCA) in 2009. The scheme was further enhanced in 2019 with, among other initiatives, the "Average Grid Supply Restoration Time" ("Average GSRT") metric introduced. The aim is to enhance the level of supply reliability and shorten the time for supply restoration after a power interruption incident occurred, benefitting even the customers at remote districts. The provisions were added mainly to improve the service quality of the power companies to customers.
 - We noticed recent comments querying our preliminary findings released last week which reported that an unrecorded spare cable had been energised accidentally. In fact, the relevant cable became a "spare cable" because

after a network reconfiguration many years ago. Though the cable had been connected to our system for more than ten years, it was never used in the system for "standby" purpose. It was accidentally energised during the re-commissioning test in this incident. Until the incident, the cable had been in a de-energised state, hence no individual protection device required. As to why this cable was not featured in our circuit diagram, this is something we aim to find out in our investigation. At the same time, we are doing a comprehensive review of our supply system targeting to formulate a series of improvement measures to prevent similar incident from occurring in future.

- HK Electric has suspended the relevant work-related authorisation of the engineering staff involved in the power interruption incident. The related staff are also subject to a detailed investigation.

The Company will submit a detailed report to the Government in 4 weeks as required. We sincerely apologise again for the inconvenience caused to our customers.

Media Enquiries:

Elaine Wong
Manager (Media Relations)
Contact: 2843 3229 / media@hkelectric.com

香港電燈有限公司
The Hongkong Electric Co., Ltd.

香港電燈有限公司十周年慶祝中心
Hongkong Electric Centre, 44 Kennedy Road, Hong Kong
電話: (852) 2810 0506 传真: (852) 2810 0506
郵箱: mail@hkelectric.com
www.hkelectric.com



新聞稿

2023年4月24日

港燈就供電系統故障最新回應

回應傳媒近日的查詢及報道，港燈發言人澄清如下：

- 港燈在2021年沒有重大停電事故需即時動機電警；全年共有162次涉及範圍相對較小的停電事故，絕大部分涉及雷擊受外來因素影響或設備故障等，當中涉及低壓配電設備的事故，由於不能如涉及高壓輸配電系統般可以遙控處理，需要工程人員到肇事情場現身處理，所需復常時間相對較長。由於低壓配電設備多位於舊區或較偏遠地區，工程人員更需預分奪秒去盡早恢復供電，並不存在以小範圍停電事故拉低恢復供電時間平均數的說法。
- 事實上，《管制計劃協議》在2009年起開始引入客戶表現獎勵／罰款機制，當時已經引入「平均服務可用指數」(Average Supply Availability Index，簡稱“ASAI”)。其後在2019年對機制作出改善，引入「平均電網供電復電時間」(Average Grid Supply Restoration Time，簡稱“平均(GSRT)”或“Average GSRT”)。希望藉有關安排提升供電可靠度，一旦遇上事故，盡量縮短客戶的恢復供電時間；即使較偏遠地區的客戶也可惠及。條文主要為提升供電機構對客戶的服務質素而增加。
- 至於有評論質疑述說稱事故是由於意外接駁一條沒有紀錄的「後備電纜」所致，查實涉事的「後備電纜」，早年因進行電網線路改造，變為「後備電纜」。該條「後備電纜」儘管過去十多年來一直接駁在系統上，但是萬一條不在系統內使用的「後備電纜」，並非備用(standby)電纜，而該電纜在設備測試過程中意外短路。由於維持在不通電的狀態，該條「後備電纜」並沒有配置獨立的保護裝置。至於為何這條「後備電纜」沒有顯示在涉事電路圖上，我們期望在今次調查中找出原因，並正就供電系統作全面檢視，制定一系列改善措施，避免同類事件再發生。
- 港燈已暫停負責涉事工地員工的工作授權的權限，有關員工正接受詳細調查。

公司會按規定在4個星期内向監管機構提交詳細調查報告，並再次就事件引起客戶不便，衷心致歉。

傳媒查詢：

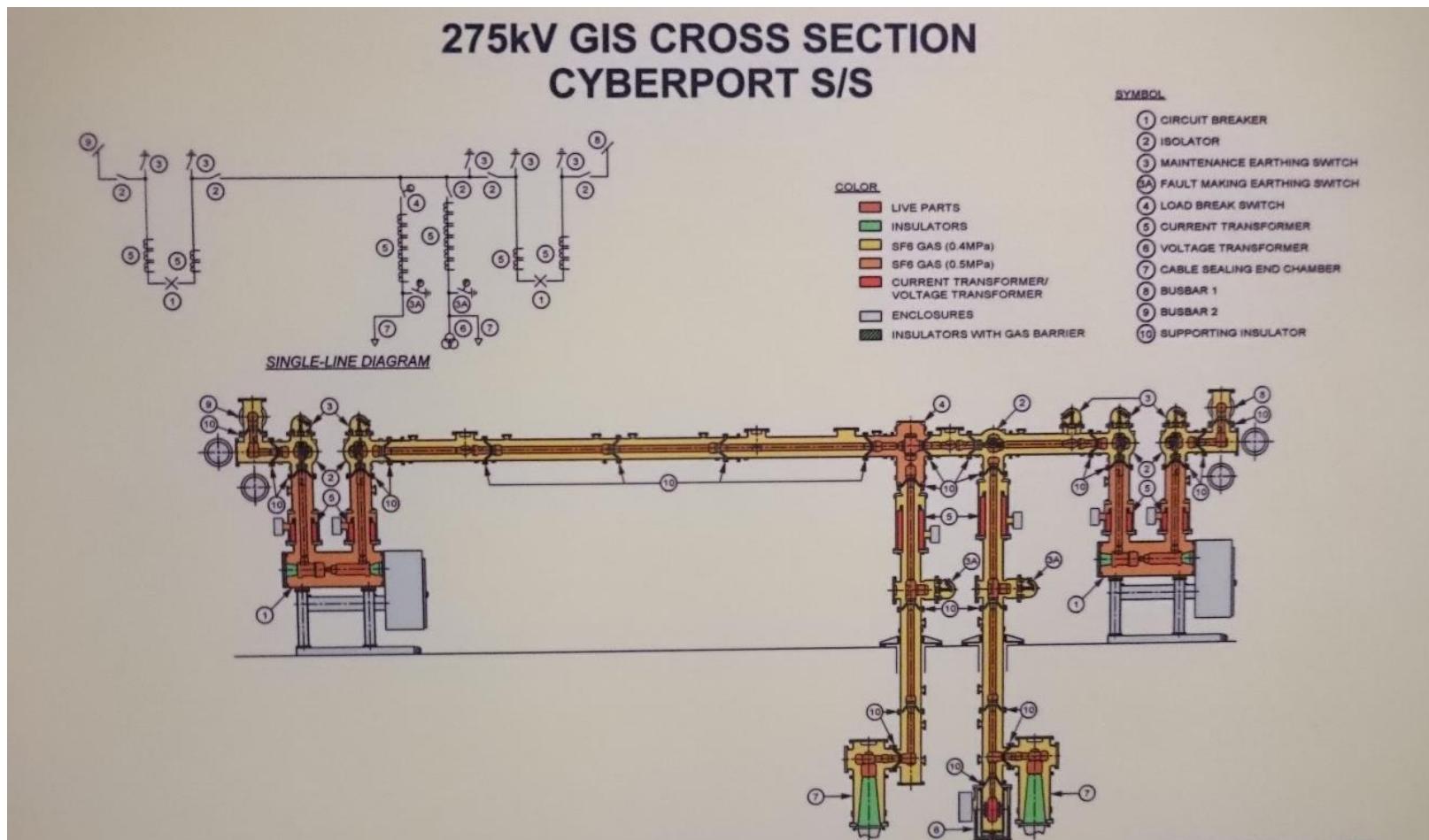
經理 (傳媒關係)

黃綺玲

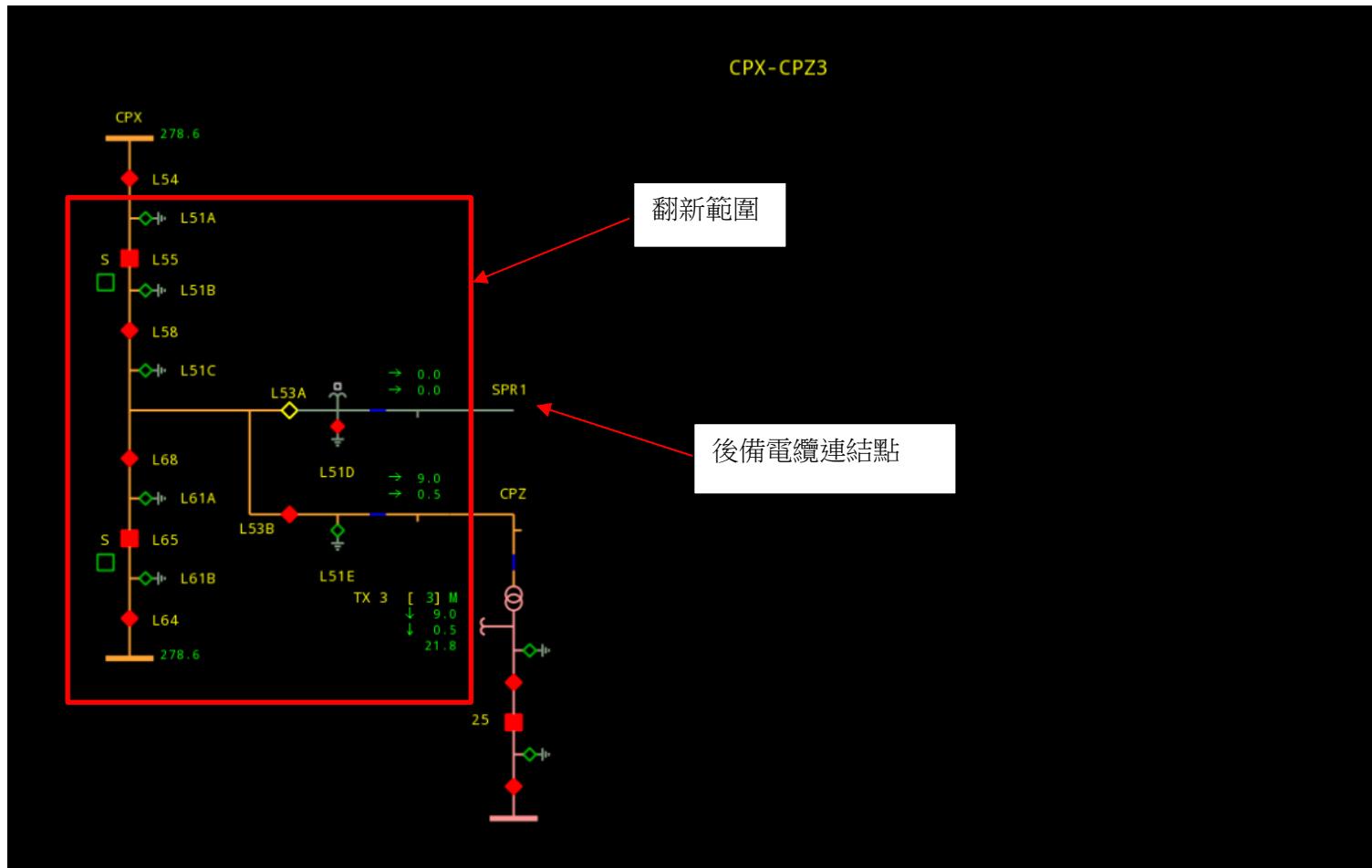
聯絡：2843 3229 / media@hkelectric.com

附件二 參考圖像

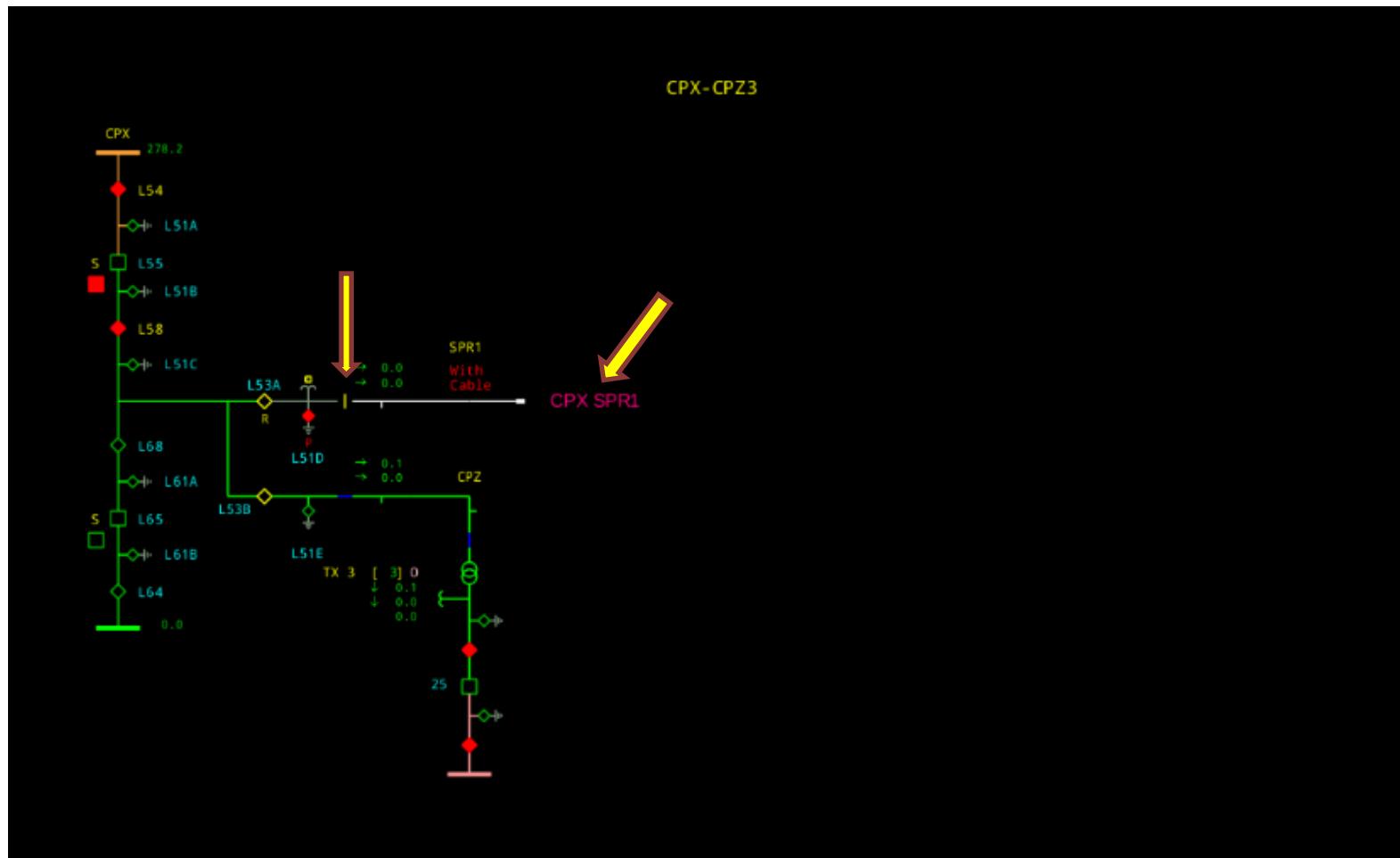
圖像 1. 數碼港電力開關站 275 千伏氣體絕緣開關設備(GIS)的橫截面



圖像 2. 翻新工作範圍和能源管理系統的電路圖



圖像 3. 已更新的能源管理系統電路圖



圖像 4. 數碼港電力開關站本地控制面板上的新標籤



圖像 5. 數碼港電力開關站電纜連接缸的新標籤



圖像 6. 數碼港電力開關站電纜連接缸的新標籤



圖像 7. 鴨脷洲 132 千伏電力開關站電纜連接缸的新標籤

