



飛航安全調查委員會

航空器飛航事故 調查報告

中華民國 105 年 5 月 6 日

威航航空公司 ZV252 班機

Airbus A321-200 型機

國籍標誌及登記號碼 B-22610

於巡航階段發生乘客行動電源冒煙起火

報告編號：ASC-AOR-17-04-002

報告日期：民國 106 年 4 月

本頁空白

依據中華民國飛航事故調查法及國際民航公約第 13 號附約，本調查報告僅供改善飛航安全之用。

中華民國飛航事故調查法第 5 條：

飛安會對於飛航事故之調查，旨在避免類似飛航事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。

國際民航公約第 13 號附約第 3 章第 3.1 節規定：

The sole objective of the investigation of an accident or incident shall be the prevention of accidents and incidents. It is not the purpose of this activity to apportion blame or liability.

本頁空白

摘要報告

民國 105 年 5 月 6 日，威航航空運輸股份有限公司（以下簡稱威航）定期載客班機 ZV252，機型空中巴士 A321-200，國籍標誌及登記號碼 B-22610，執行由臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）飛往東京羽田國際機場之飛航任務。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 4 人、乘客 163 人，共計 169 人。

該機於台北時間 2226 時自桃園機場 23L 跑道起飛，2250 時該機於飛航高度 35,000 呎巡航時，客艙組員以機內通話告知駕駛艙「客艙中有乘客攜帶之行動電源冒煙」，正駕駛員回覆請客艙組員儘速設法處理，並決定返航桃園機場。2256 時，客艙組員回報「火已熄滅，已將該行動電源浸泡於注滿水之垃圾桶中降溫，並鎖置於洗手間中」。

正駕駛員於 2309 時獲航管許可下降高度至 4,000 呎，實施桃園機場 23L 跑道儀器降落系統進場，該機於 2321 時安降桃園機場 23L 跑道，人員無傷亡，航機無實質損害。

依據中華民國飛航事故調查法並參考國際民航公約第 13 號附約相關內容，飛航安全調查委員會為負責飛航事故調查之獨立機關，於事故發生後依法展開調查工作。受邀參與本次調查之機關(構)包括：交通部民用航空局、內政部警政署及法國航空器失事調查局。

本事故「調查報告草案」依程序於民國 105 年 12 月 27 日經本會第 52 次委員會議初審後函送相關機關（構）提供意見，並再經相關意見彙整後，於民國 106 年 3 月 28 日經本會第 55 次委員會議審議並修正通過。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 9 項，改善建議計 2 項，分述如後：

壹、調查發現

一、與可能肇因有關之調查發現

1. 事故行動電源可能存在內部故障或缺陷，於乘客將其與手機相互連接充電過程中發生燃燒，造成行動電源冒煙起火；惟該行動電源保護線路板及其中 2 顆電池芯已焚燬，致無法確認故障成因。（1.15, 1.16.1, 2.2）

二、與風險有關之調查發現

1. 若含鋰離子電池內部材料存在環境過熱、外力衝擊、過度充電、設計或製造缺陷等狀況，於電池放電之化學反應時會開始發熱，使電池本體溫度升高，若升高之溫度使得電池本體溫度更進一步升高，即有可能誘發鋰離子電池熱失控。（1.16.1, 1.18.3.1, 2.2）
2. 乘客所攜帶之含鋰離子電池行動電源若為非合格認證產品，或曾遭遇碰撞，當乘客於飛航過程中執行行動電源充放電，電池芯於放熱化學反應過程中，較有可能誘發電池芯熱失控。（1.16.2, 1.18.3, 2.2）
3. 事故前一年期間，內政部警政署航空警察局自桃園機場航空託運行李中查獲約 15 萬件含鋰離子電池之行動電源及備用鋰電池，顯示乘客對於鋰離子電池須手提及隨身攜帶規定並不清楚或疏於注意，相關文宣教育及臨櫃提醒等安全宣導措施仍有強化空間。（1.18.4.2, 2.3.2）

三、其他調查發現

1. 事故過程中客艙組員疏散乘客、通報、滅火及事故行動電源之處理相關應變作為，符合威航客艙組員作業手冊之異常狀況處理程序。（1.15, 2.1）
2. 兩顆未焚燬電池正極金屬片連接斷裂，產生疑似電弧燒熔缺口，應

為其他電池燃燒波及所導致。(1.16.1, 2.2)

3. 我國及國際民航組織均規定，鋰離子備用電池須個別保護避免短路。民航局說明一般市售行動電源設計已將電池之正負電極及電路板含括於外殼包裝內，在外殼上並無正負極接觸之可能，已符合上述法規要求，因此不需另行隔離或於電極上貼絕緣膠帶。(1.18.3, 2.3.1)
4. 航空警察局安檢實務上較難管制乘客攜帶上機之行動電源皆經我國標準檢驗局安全檢驗認證。(1.18.3, 1.18.4.2, 2.2, 2.3.2)
5. 除大陸地區外，國際各主要國家並未禁止乘客於航機客艙中使用行動電源進行充放電，民航局現行做法符合國際上鋰離子電池運輸相關規定及實務作業。(1.18.3, 2.3.1)

貳、改善建議

致交通部民用航空局

1. 對搭機乘客於飛航中使用含鋰離子電池之行動電源充放電之風險問題進行評估，持續瞭解國際間對此一問題可能採取之相關規範，適時增修訂我國相關法規，以降低可能危害風險。(ASC-ASR-17-04-015)
2. 督導國籍民用航空運輸業各航空公司，強化含鋰離子電池之行動電源與備用鋰電池不得放置於航空託運行李中，以及須手提及隨身攜帶規定之安全教育及宣導措施。(ASC-ASR-17-04-016)

本頁空白

目 錄

摘要報告	iv
目 錄	viii
表 目 錄	xii
圖 目 錄	xiv
英文縮寫對照簡表	xvi
第1章 事實資料	1
1.1 飛航經過	1
1.2 人員傷害	2
1.3 航空器損害情況	3
1.4 其他損害情況	3
1.5 人員資料	3
1.5.1 駕駛員經歷	3
1.5.2 正駕駛員	4
1.5.3 副駕駛員	4
1.6 航空器資料	5
1.6.1 航空器與發動機基本資料	5
1.6.2 維修資訊	6
1.6.3 載重與平衡	6
1.7 天氣資訊	6
1.8 助、導航設施	6
1.9 通信	6
1.10 場站資料	7
1.11 飛航紀錄器	7
1.11.1 座艙語音紀錄器	7
1.11.2 飛航資料紀錄器	7

1.12	航空器殘骸與撞擊資料	8
1.13	醫學與病理	8
1.14	火災	8
1.15	生還因素	8
1.15.1	客艙組員代號及座位	8
1.15.2	客艙組員任務前提示	9
1.15.3	行動電源起火及滅火過程	9
1.15.4	應變經過	11
1.15.5	落地後處置	12
1.15.6	客艙滅火相關程序	13
1.16	測試與研究	13
1.16.1	焚燬行動電源鑑定	13
1.16.2	同等品行動電源檢測	18
1.17	組織與管理	18
1.18	其他資訊	18
1.18.1	A320 型機快速參考手冊	18
1.18.2	飛航組員訪談摘要	19
1.18.3	鋰電池相關資訊及規定	19
1.18.3.1	鋰離子電池簡介	19
1.18.3.2	鋰離子電池之認證規定	20
1.18.3.3	鋰離子電池之運輸規定	21
1.18.4	案例相關資訊	25
1.18.4.1	國外案例及做法	25
1.18.4.2	民航局做法	26
1.18.4.3	國內航空行李託運查獲件數統計	26
第2章	分析	27
2.1	概述	27
2.2	行動電源冒煙起火原因	27

2.3	鋰電池航空運輸規定及安檢宣導	28
2.3.1	鋰電池航空運輸規定	28
2.3.2	安檢規定及宣導	29
第3章	結論	31
3.1	與可能肇因有關之調查發現	31
3.2	與風險有關之調查發現	32
3.3	其它調查發現	32
第4章	飛安改善建議	34
4.1	飛安改善建議	34
附錄1	內政部消防署火災證物鑑定報告書	35

本頁空白

表 目 錄

表 1.5-1	駕駛員基本資料表	3
表 1.6-1	航空器基本資料	5
表 1.6-2	發動機基本資料	6
表 1.15-1	客艙組員作業手冊之鋰電池火災滅火要點	13
表 1.18-1	ICAO 規範可攜帶或託運上機之危險物品項目及限制.	21
表 1.18-2	旅客及組員攜帶含鋰離子電池之可攜式電子裝置限制	22
表 1.18-3	IATA 乘客或組員攜帶危險物品之規定表	24
表 1.18-4	含鋰離子電池航空運輸之冒煙、失火或過熱爆炸案件 統計	25

本頁空白

圖 目 錄

圖 1.1-1	火燒後之行動電源與地毯及置物網袋.....	2
圖 1.15-1	客艙組員座位及緊急應變設備圖.....	9
圖 1.15-2	燒毀的 15B 座椅置物網袋.....	10
圖 1.16-1	起火之行動電源及其充電線.....	14
圖 1.16-2	行動電源鋁質外殼.....	15
圖 1.16-3	額定電池容量標示及未完全焚燬之單電池紫色塑料外皮 皮.....	15
圖 1.16-4	未完全焚燬之 2 顆單電池.....	16
圖 1.16-5	單電池並聯金屬片斷裂（黃箭頭）及疑似電弧發生處 （紅箭頭及右圖）.....	16
圖 1.16-6	控制電路板.....	16
圖 1.16-7	充電線 X 光照片圖.....	17

本頁空白

英文縮寫對照簡表

CPL	Commercial Pilot License	商用駕駛員檢定證
CVR	Cockpit Voice Recorder	座艙語音紀錄器
FAA	US Federal Aviation Administration	美國聯邦航空總署
FDR	Flight Data Recorder	飛航資料紀錄器
IAE	International Aero Engines	國際航空發動機公司
IATA	International Air Transport Association	國際航空運輸協會
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民航組織
PF	Pilot Flying	操控駕駛員
PM	Pilot Monitoring	監控駕駛員
SAFO	Safety Alert for Operators	對業者的安全警示

本頁空白

第1章 事實資料

1.1 飛航經過

民國 105 年 5 月 6 日，威航航空運輸股份有限公司¹（以下簡稱威航）定期載客班機 ZV252，機型空中巴士 A321-200，國籍標誌及登記號碼 B-22610，執行由臺灣桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）飛往東京羽田國際機場（以下簡稱羽田機場）之飛航任務。機上載有飛航組員 2 人、客艙組員 4 人、乘客 163 人²，共計 169 人。

該機於 2226 時³自桃園機場 23L 跑道起飛，依標準儀器離場程序離場，正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任監控駕駛員（pilot monitoring，以下簡稱 PM），副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任操控駕駛員（pilot flying，以下簡稱 PF）。

2250 時，該機於飛航高度 35,000 呎巡航，距離 MOLKA 航點前約 40 哩，客艙組員以機內通話告知駕駛艙「客艙中有乘客攜帶之行動電源冒煙」，正駕駛員回復請客艙組員儘速設法處理，並決定返航桃園機場。臺北區域管制中心接獲申請後，許可該機左轉航向 240 度定向 DRAKE 航點實施桃園機場標準儀器到場程序。

2251 時，客艙組員續報「滅火時有爆炸的煙冒出，位於 16B 座位處，客艙組員與隨機機務人員正在處理中」，正駕駛員回覆請客艙組員提供濕紙巾予乘客摀住口鼻。

2252 時，飛航組員交換職務，改由正駕駛員擔任 PF，副駕駛員擔任 PM，正駕駛員決定儘速落地。該機於 2254 時，獲航管許可下降飛航

¹ 自民國 105 年 10 月 1 日起威航停止營業。

² 含 1 員隨機航空器維修工程師。

³ 除非特別註記，本報告所列時間皆為台北時間（UTC+8 小時）。

高度至 30,000 呎。

2256 時，客艙組員回報「火已熄滅，已將該行動電源浸泡於注滿水之垃圾桶中降溫，並鎖置於洗手間中」，正駕駛員回覆請客艙組員多加水，並告知即將返航桃園機場；正駕駛員並於 2302 時以中英文向乘客廣播事件狀況。

2305 時，正駕駛員向航管申請取消速限，並於 2309 時獲許可下降高度至 4,000 呎、實施桃園機場 23L 跑道儀器降落系統進場。

2313 時，飛航組員相互討論快速參考手冊之「REMOVAL OF SMOKE/FUMES」程序。該機於 2321 時安降桃園機場 23L 跑道，人員無傷亡，航機無實質損害。

火燒後之行動電源與攜帶行動電源乘客座位前之地毯及置物網袋 (15B) 火燒痕跡如圖 1.1-1 所示。

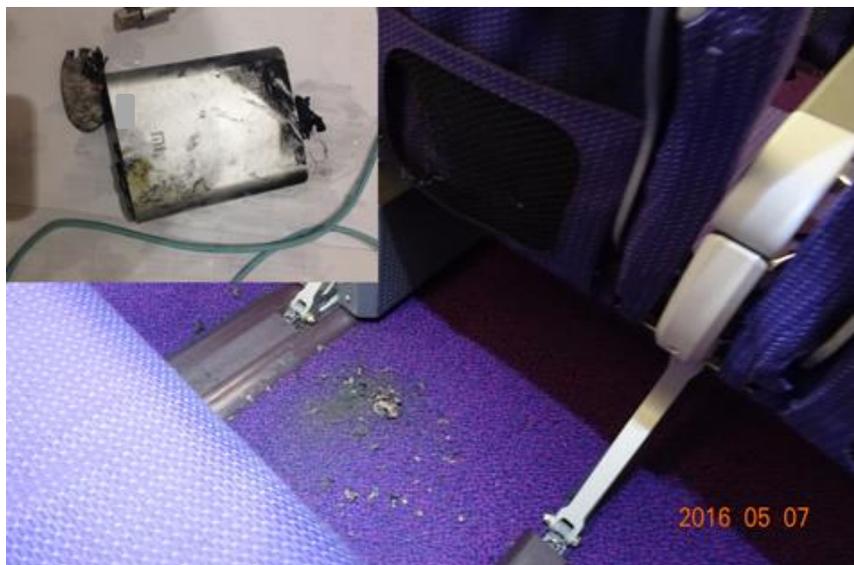


圖 1.1-1 火燒後之行動電源與地毯及置物網袋

1.2 人員傷害

無。

1.3 航空器損害情況

無。

1.4 其他損害情況

無。

1.5 人員資料

事故航班採標準飛航組員派遣，包含正、副駕駛員各一名，執行「桃園機場－羽田機場」往返任務。

1.5.1 駕駛員經歷

駕駛員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 駕駛員基本資料表

項目	正駕駛員 ⁴	副駕駛員
性別	男	男
事故時年齡	54	31
進入公司日期	民國 104 年 12 月 21 日	民國 104 年 5 月 18 日
航空人員類別	飛機民航運輸駕駛員	飛機商用駕駛員
檢定項目	A-320	A-320
到期日期	民國 110 年 02 月 21 日	民國 109 年 11 月 15 日
體檢種類	甲類駕駛員	甲類駕駛員
終止日期	民國 105 年 10 月 31 日	民國 106 年 4 月 30 日

⁴ 本章節所列之正駕駛員相關飛航時間，未納入其任職於大陸地區航空公司期間所累計之飛航時間，另因正駕駛員甫於民國 104 年 12 月 21 日自大陸地區航空公司轉任威航，並於民國 105 年 3 月 3 日通過民航局航路考驗成為該公司合格正駕駛員，故事故當時於該公司累計之最近 12 個月飛航時數與最近 90 日內飛航時數相同。

總 飛 航 時 間	14,190 小時 40 分	554 小時 45 分
事 故 機 型 飛 航 時 間	11,308 小時 18 分	282 小時 03 分
最 近 12 個 月 飛 航 時 間	243 小時 46 分	311 小時 53 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	243 小時 46 分	208 小時 14 分
最 近 30 日 內 飛 航 時 間	102 小時 06 分	90 小時 47 分
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	25 小時 54 分	19 小時 15 分
事 故 前 24 小 時 內 已 飛 時 間 ⁵	56 分	56 分
事 故 前 休 息 時 間	30 小時 15 分	23 小時 19 分

1.5.2 正駕駛員

正駕駛員為中華民國籍，曾任軍職飛行員，退役後轉職民用航空公司，具 A320 型機約 20 年駕駛經驗。民國 104 年 12 月 21 日進入威航後，接受 A320/321 型機駕駛員轉任訓練，於民國 105 年 2 月 10 日通過中華民國交通部民用航空局（以下簡稱民航局）A320 型機正駕駛員給證考試檢定，並通過民航局航路考驗成為合格正駕駛員。至事故當時，正駕駛員持有民航局核發之 A-320 型機航空人員檢定證及航空人員體格檢查及格證，總飛航時間為 14,190 小時 40 分，其中主要飛航機種為 A320 型機，飛航時間為 11,308 小時 18 分。

1.5.3 副駕駛員

副駕駛員為中華民國籍，持有飛機商用駕駛員檢定證（commercial pilot license，以下簡稱 CPL），於民國 104 年 5 月 18 日進入威航，接受 A320/321 型機新進（CPL 資格）駕駛員訓練，於民國 104 年 9 月 10 日通過民航局 A320 型機副駕駛員給證考試檢定，於民國 105 年 3 月 29 日

⁵ 事故日已飛時間包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

通過民航局第一、二階段航路考驗成為合格副駕駛員。至事故當時，副駕駛員持有民航局核發之 A-320 型機副駕駛員航空人員檢定證及航空人員體格檢查及格證，總飛航時間為 554 小時 45 分，其中 A320 型機之飛航時間為 282 小時 03 分。

1.6 航空器資料

1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故航空器基本資料統計至民國 105 年 5 月 6 日，如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表	
國籍	中華民國
國籍標誌及登記號碼	B-22610
機型	A321-231
製造廠商	Airbus Industrie
出廠序號	6294
出廠日期	民國 103 年 9 月 30 日
交機日期	民國 103 年 9 月 30 日
所有權人	復興航空運輸股份有限公司 ⁶
使用人	威航航空運輸股份有限公司
適航證書編號	104-09-185
適航證書有效期限	民國 105 年 9 月 15 日
總使用時數	4,473 小時 6 分
總落地次數	1,929 次
上次定檢種類及日期	1C 定檢/民國 105 年 5 月 3 日
上次定檢後使用時數	19 小時 7 分
上次定檢後落地次數	9 次

事故航機裝有 2 具國際航空發動機公司(International Aero Engines，以下簡稱 IAE) 之 V2533-A5 型發動機，資料統計至民國 105 年 5 月 6

⁶ 復興航空宣布自民國 105 年 11 月 22 日起停止營業。

日，詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

發動機基本資料表		
編號 / 位置	No. 1/左	No. 2/右
製造商	IAE	IAE
型號	V2533-A5	V2533-A5
序號	V17436	V17441
製造日期	民國 103 年 8 月 7 日	民國 103 年 8 月 10 日
裝機後使用時數	4,473 小時 06 分	4,473 小時 06 分
裝機後使用週期	1,929 次	1,929 次

1.6.2 維修資訊

無相關議題。

1.6.3 載重與平衡

無相關議題。

1.7 天氣資訊

無相關議題。

1.8 助、導航設施

無相關議題。

1.9 通信

事故發生時，該機係透過 127.5 MHz 之特高頻無線電與福岡區管中心進行通訊；該機返航後，臺北區管中心北部雷達席、臺北近場管制臺桃北席與桃園國際機場塔臺機場席分別以 125.5/128.5/118.7 MHz 之特高頻無線電引導該機返回桃園機場落地。

1.10 場站資料

無相關議題。

1.11 飛航紀錄器

1.11.1 座艙語音紀錄器

該機裝置固態式座艙語音紀錄器（cockpit voice recorder，以下簡稱 CVR），製造商為 L-3 Communications 公司，件號及序號分別為 2100-1026-02 及 000837837。該 CVR 具備 2 小時記錄能力，4 軌語音資料皆為高品質錄音，聲源分別來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風、廣播系統麥克風及座艙區域麥克風。該 CVR 下載情形正常，錄音品質良好，於 2138:50.9 時開始記錄，於 2343:05.3 時停止記錄，語音資料共 2 小時 4 分 14.4 秒，包括事故發生過程。

根據 CVR 資料，2250:01.9 時客艙組員首次通知飛航組員有關乘客行動電源冒煙乙事，正駕駛員立即決定返航回桃園機場；2251:38.1 時，客艙組員通知飛航組員該行動電源有「像爆炸的那個煙出來」，正駕駛員除指示盡快滅火之外，也指示客艙組員將濕紙巾發給乘客遮掩口鼻；2256:47.1 時客艙組員報告行動電源起火已熄滅，並將行動電源置於水中降溫。客艙組員與正駕駛員分別於 2259:24.4 時及 2302:26.8 時進行客艙廣播說明乘客行動電源爆炸，火勢已熄滅，航機將返回桃園機場。

1.11.2 飛航資料紀錄器

該機固態式飛航資料紀錄器（flight data recorder，以下簡稱 FDR），製造商為 L-3 Communications 公司，件號及序號分別為 2100-4045-00 及 000977823。事故發生後，本會依據威航提供之解讀文件進行解讀，該 FDR 儲存 112 小時 21 分鐘 2 秒資料，共記錄約 1,064 項參數。

FDR 解讀後之資料摘要如下：

- 2226:20 時，航機主起落架由 Ground 模式轉為 Air 模式，航機起飛。
- 2249 時到達飛航高度 35,000 呎，航機改平飛。
- 2251:28 時，航機位於 (N26.36616, E123.5747)，磁航向開始由 53 度遞減，至 2256:13 時，磁航向為 236 度。
- 2321:25 時，航機鼻輪由 Air 模式轉為 Ground 模式，航機落地。
- 2325:29 時，該班機 FDR 停止記錄。

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫學與病理

無相關議題。

1.14 火災

如圖 1.1-1 所示，本次事故因客艙中乘客攜帶之行動電源冒煙起火，導致行動電源燒毀，該乘客座位前之置物網袋毀損、地毯有燒灼痕跡遺留，航機則無任何損傷。

1.15 生還因素

1.15.1 客艙組員代號及座位

事故機為 A321-200 型客機，該航班派遣 4 名客艙組員，包括座艙長及 2R、3R、4M 客艙組員，組員座位位置、客艙區位及用於滅火之海龍滅火器、滅火手套、垃圾桶等應變裝置及設備位置詳圖 1.15-1。



圖 1.15-1 客艙組員座位及緊急應變設備圖

1.15.2 客艙組員任務前提示

依據座艙長訪談紀錄，航機起飛前之任務提示，於複習緊急程序時，曾提及：有預警及無預警之應變程序，有預警包括安全檢查、確認乘客安全帶、防撞姿勢及緊急出口位置指示等步驟；無預警則要做評估、指示、撤離等，另有複習鋰電池火災之應變程序等。依據客艙組員訪談紀錄，起飛前，座艙長曾提示危險物品及鋰電池失火之處理等。

1.15.3 行動電源起火及滅火過程

依乘客訪談紀錄，該行動電源為其友人購自大陸地區某品牌網站，當日與友人搭乘該航班欲至日本旅遊，通關時依規定將該行動電源放在手提行李通關，登機後坐於 16B 位置，將行動電源拿出和其手機，一起放入前方座椅椅背的網袋內。

等到該機開始平飛後，該乘客將手機及行動電源相互連接開始充電，之後行動電源開始冒白色煙霧，一整片瀰漫整個客艙，之後產生小火花並發出霹靂啪啦聲響，後來有聽到一聲爆炸，此時陸續有 2 位客艙組員來查看，要求該座椅前後 2~3 排之乘客須撤離，之後客艙組員攜帶滅火器對準冒煙處，開始噴灑，此時煙更多且飄散更廣，但不至於遮蔽視線，噴了好一陣子才熄滅，該乘客就一直坐於其他空位直到航機落地，期間客艙組員曾發給乘客濕紙巾以遮住口鼻，之後空調變大，像是將空氣換出，氧氣面罩沒有掉出，也沒有看到乘客有驚慌的舉措。

航機落地後機場消防人員先進客艙確定沒事後，乘客才陸續離開客艙。該乘客認知航空公司只有規定行動電源要放在手提行李或隨身攜帶，並沒有不可連接充電的規定，其他乘客亦都在充電。該燒毀之 15B 座椅置物網袋如圖 1.15-2。



圖 1.15-2 燒毀的 15B 座椅置物網袋

依據該航空公司之隨機航空器維修工程師（以下簡稱維修工程師）

訪談紀錄，飛機平飛後，繫妥安全帶警示燈已熄滅，客艙組員準備送餐時，該維修工程師聞到燒焦味，詢問座艙長得知有乘客行動電源著火，於是跟隨前往協助，該維修工程師抵達現場見到火及黑煙瀰漫，防煙面罩已備便在旁。現場有兩位客艙組員分持滅火器滅火及裝水之垃圾桶，另一位客艙組員疏散前後排乘客；該維修工程師遂使用自駕駛艙取得之滅火手套，將尚在冒煙的行動電源自 15B 座椅網袋取出，連同網袋內安全須知及雜誌放入水桶內，完成滅火。

1.15.4 應變經過

依客艙組員訪談紀錄，該機改平飛後，依照流程 2R 及 3R 客艙組員派發日本入境單，4M 客艙組員於 5 號廚房（G5）準備餐食，正想去協助派單時，16C 乘客表示旁座正在冒煙，同時 4M 客艙組員也看到 16B 前椅背網袋內，有一行動電源連著手機充電，正冒著白色的煙，沒有看見火光，煙雖大但並不濃。此時 4M 客艙組員立刻通知位在前區的 2R 客艙組員，2R 客艙組員表示因被煙遮蔽視線，當時看不清楚 16 排前後兩排的狀況。

2R 客艙組員遂至前方廚房通報座艙長，座艙長即電話通報機長：「16B 乘客椅袋裡行動電源在冒煙」，機長回答：「暫停航程，返回桃園機場，儘速滅火」，座艙長回答：「好，確認訊息後再向教官說」。

客艙組員事故應變係依威航鋰電池滅火程序實施，相關程序如下：

- 疏散附近乘客；
- 通報座艙長；
- 以海龍滅火器進行滅火；
- 當火滅完，使用空的容器或垃圾桶裝滿水，將其浸泡在裡面；
- 放進最後面的廁所，外面標示無法使用並持續作監控。

此時 4M 客艙組員就近拿起 2R 門附近置物箱中之滅火器開始執行滅火程序，同時 3R 客艙組員亦協助疏散 16 排前後之乘客，並發送濕紙巾安撫乘客之情緒。當 4M 客艙組員正使用第一支滅火器滅火時，座艙長與坐於 2A 座椅之維修工程師也抵達現場協助，當第一支滅火器噴完約 1 秒後，行動電源有碰一聲響並短暫冒出火光，2R 客艙組員於 1R 門附近拿了第 2 支海龍滅火器過來，給 4M 客艙組員，噴完 2 支滅火器後，火似已被撲滅。

2R 客艙組員隨後搬動位於前艙之 LA 洗手間內垃圾桶，於前廚房處以瓶裝礦泉水倒入約垃圾桶容量 1/3 水。此時煙霧已經瀰漫至客艙前區，客艙組員遂提供濕紙巾發給前面的乘客以保護口鼻，而座艙長同時也向客艙廣播，說明飛機遭遇到的狀況，以及機長欲返回桃園機場的決定。

隨後維修工程師依程序自駕駛艙取得滅火手套，以滅火手套將行動電源移至裝水的垃圾桶內，再與座艙長將垃圾桶移到位於後艙之 LD 洗手間內並標示禁入，另請 4M 客艙組員持續監控。完成滅火後，座艙長向機長報告：「現在狀況解除，東西放在注滿水的容器內，放在洗手間」。

當行動電源被放入洗手間後，客艙組員開始巡艙詢問乘客是否有感覺不舒服狀況，其中一位乘客表示有頭暈現象，客艙組員將其移請至客艙 A 區就坐，並打開空調並提供飲水，落地後，該名乘客表示，不舒服狀況已解除。

1.15.5 落地後處置

依據座艙長訪談紀錄，飛機降落桃園機場時，座艙長便執行抵達廣播，並要求乘客先暫留在座位上，開啟艙門後，消防人員入內將裝有行動電源的水桶移下飛機。座艙長在獲得機長同意後，要求客艙組員留下持有事故行動電源之乘客資料後，開始下客。

1.15.6 客艙滅火相關程序

依據威航客艙組員作業手冊 (cabin crew operation manual) 第二篇第 4 章異常狀況處理程序，第 4.3 節火災處理內容中載有火災相關處理程序與規定包括認識火源、火種、火的種類、火災處理程序及不同區域火災滅火要點等。

第 4.3.5 節不同區域火災滅火要點中有關於本次事故鋰電池火災之滅火要點，詳如表 1.15-1。

表 1.15-1 客艙組員作業手冊之鋰電池火災滅火要點

火災發生區域	滅火要點
鋰電池火災 (LITHIUM BATTERY FIRE)	<ol style="list-style-type: none">1. 疏散附近乘客。2. 使用海龍滅火器進行滅火。3. 當滅火完畢，澆以大量的水或非酒精的液體，使鋰電池降溫。但不得單獨使用冰塊覆蓋之以期降溫。4. 將侍應鐵箱或洗手間垃圾桶中注滿水或非酒精的液體，使用滅火手套移動鋰電池至容器，並浸入液體中。5. 將該容器放置於最近的洗手間內，並將洗手間標示為 INOPERATIVE 並指派組員持續監控。

1.16 測試與研究

1.16.1 焚燬行動電源鑑定

該具行動電源額定電池容量為 10400 毫安培小時 (mAh)，由 4 顆 18650 型式含鋰離子單電池⁷ (battery cell, 3.7 伏特) 及一控制電路板 (含 3.7 伏特至 5 伏特之升壓電路) 組成，瓦特小時率為 38.48 瓦特小時 (Wh)，

⁷ 除非特別註記，鋰電池即指含有鋰離子之電池芯或電池。

該行動電源及其充電線如圖 1.16-1 所示。



圖 1.16-1 起火之行動電源及其充電線

調查小組委請內政部消防署鑑定該具行動電源起火原因，依消防署火災證物鑑定報告書，鑑定案件編號第 1051085 號，鑑定跡證分析摘錄如下（詳附錄 1）：

其鋁質外殼未焚燬，如圖 1.16-2 所示；額定電池容量標示完整，並連接未完全焚燬之電池紫色塑料外皮，該外皮殘留「50-20」字樣，如圖 1.16-3 所示，紫色塑料外皮內面較外面碳化嚴重，夾雜銅箔碎片；4 顆 18650 型式單電池，其中 2 顆焚燬，另 2 顆外皮燒毀，X 光檢查內部電極材料呈現燒毀變形，正極金屬片連接斷裂處有一疑似電弧燒熔缺口，如圖 1.16-4、1.16-5 所示；電路板正極部分燒損嚴重，銅箔剝落，如圖 1.16-6 所示。

充電線外觀絕緣包覆正常，USB 插頭端外表黏附碳化物，手機插頭

端無附著碳化物，X光檢查無發現斷線或短路，如圖 1.16-7 所示。



圖 1.16-2 行動電源鋁質外殼



圖 1.16-3 額定電池容量標示及未完全焚燬之單電池紫色塑料外皮



圖 1.16-4 未完全焚燬之 2 顆單電池



圖 1.16-5 單電池並聯金屬片斷裂（黃箭頭）及疑似電弧發生處（紅箭頭及右圖）

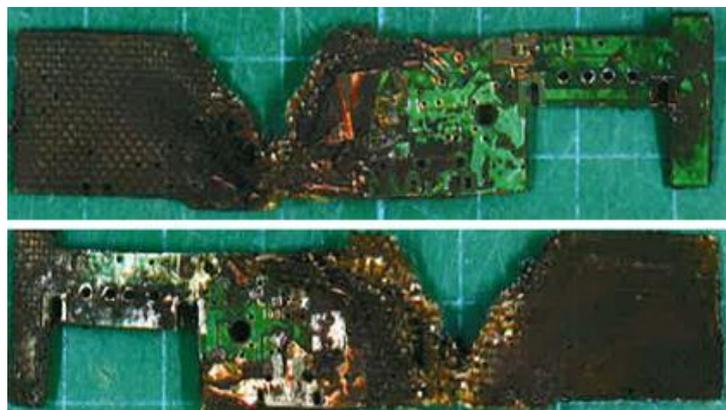


圖 1.16-6 控制電路板

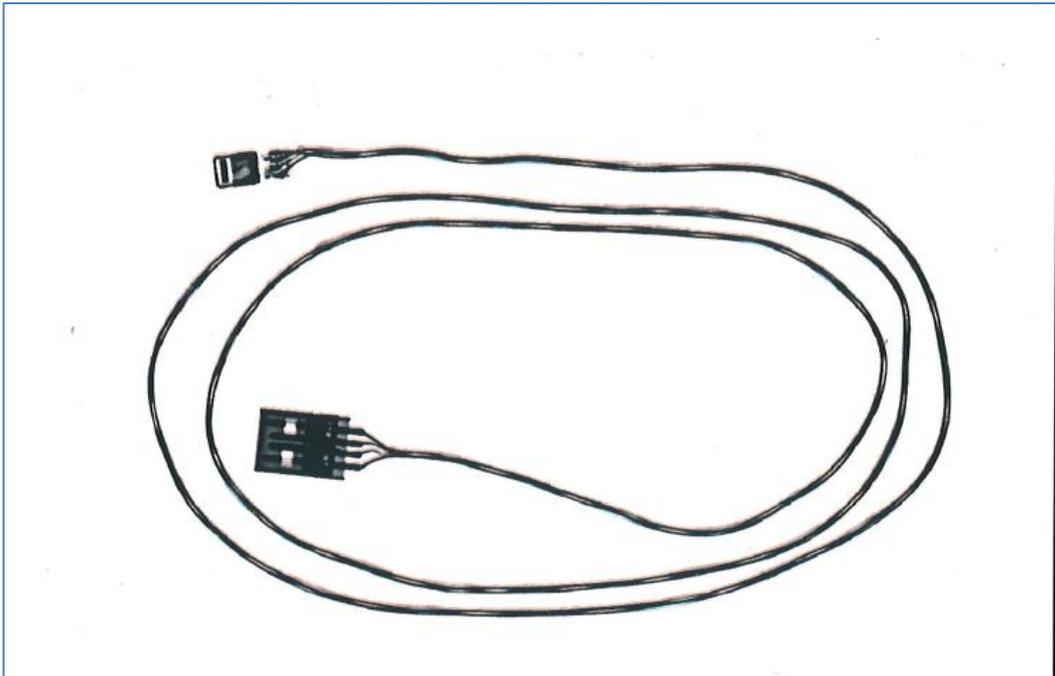


圖 1.16-7 充電線 X 光照片圖

依附錄 1 消防署鑑定報告書，事故行動電源鑑定結果如下：

(1) 編號 1 行動電源綜合殘跡分析 (1 至 4) 燃燒狀況，及 (5) 編號 1-D 燒熔塑膠板夾雜黏附之鋰電池銅集電板分布在不同部位，研判行動電源因內部故障發生燃燒及鋰電池銅集電板噴出之情形，惟因編號 1-A 保護板嚴重燒燬及 2 個 18650 鋰電池已遺失，致無法進一步分析故障成因。

(2) 編號 1-A 保護板經由殘存之線路與類似品比較，兩者線路配置明顯不同。

(3) 編號 1-D 燒熔塑膠板所夾雜塑膠膜，殘留「50-20」數字痕跡之鋰電池，其廠牌待確認。

(4) 編號 2 iphone 手機 USB 充電線，經檢測未發現異常。

1.16.2 同等品行動電源檢測

本次事故後，調查小組提供和事故行動電源相同來源之行動電源樣品 2 只，委託經濟部標準檢驗局依民國 102 年版 CNS15364「含鹼性及其它非酸性電解質之二次單電池及電池組—用於可攜式設備之封裝可攜式二次單電池及電池組之安全要求」進行檢測，該國家標準檢測法包含聯合國 UN38.3 運輸試驗項目；檢測結果顯示：於執行測試項目 3 之「振動試驗」結束後，測試樣品無法充放電；拆解檢視發現單電池連接電路主板之鎳片已斷裂，判定不符合振動試驗要求。

1.17 組織與管理

無相關議題。

1.18 其他資訊

1.18.1 A320 型機快速參考手冊

依據版期為民國 105 年 1 月 19 日之 A320 型機快速參考手冊第 26.01A 頁，飛航中遭遇煙霧狀況時，飛航組員應執行 SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE 程序，內容約略如下：

- SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE：飛航組員應盡速落地，視需要使用氧氣面罩，並依煙霧來源是否已知以及不同來源設計不同處置步驟。當煙霧成為最大威脅時，則須考慮執行排煙（REMOVAL OF SMOKE/FUMES）程序。
- REMOVAL OF SMOKE/FUMES：飛航組員應下降高度至一萬呎或考量航路、障礙物隔離等因素之安全高度，通知航管並依煙霧來源持續執行上述（SMOKE/FUMES/AVNCS SMOKE）程序。下降高度後，調整空調及相關設備，並視情況開啟駕駛艙窗戶及進行相應作為。

1.18.2 飛航組員訪談摘要

事故當日任務前與起飛前提示一切正常，該機約於 2226 時自桃園機場 23L 跑道起飛，由副駕駛員擔任 PF，約 2250 時，當該機於到達飛航高度 35,000 呎約 2 至 3 分鐘後，航機位置接近 MOLKA 航點時，兩位飛航組員皆聞到異味，原先以為是來自烤箱的味道，但後來發現味道與平常完全不同，像是電線燒焦味，而且明顯地越來越濃。

為瞭解發生什麼事，飛航組員遂將客艙監視螢幕打開，當時看見座艙長及客艙組員正在忙碌，同時也接獲座艙長撥電話進來告知有乘客的行動電源冒煙、失火，將盡快疏散附近乘客，合作進行滅火，發濕紙巾讓乘客摀住口鼻以減低味道，並回報處理狀況。

正駕駛員隨即決定中止航程，並告知臺北區管中心機上有乘客的行動電源冒煙，將儘速返回桃園機場落地。與航管確認後，向航管要求直飛 (direct) 及取消速度限制。後續近場臺指示直飛 FLASH 航點、高度四千、許可 23L 跑道進場。

過程中飛航組員曾針對狀況討論，並檢視快速參考手冊中之排煙程序，認為未達需要使用氧氣面罩程度，應以儘速落地為最優先原則。駕駛艙內並無煙霧，僅有感覺異味，且未再持續。

返航途中，座艙長回報情況已獲控制，已將該行動電源置於一方形桶內並浸泡於水中，並予以適當隔離，保持注意避免復燃。

1.18.3 鋰電池相關資訊及規定

1.18.3.1 鋰離子電池簡介

該事故行動電源有 4 個鋰離子電池芯，電池芯的四個主要組件分別為：陽極、陰極、隔膜及電解質；陽極及陰極之晶體結構由多孔隙膜（隔

膜) 分離，電解質由有機溶劑和溶解的鋰鹽(有機碳酸酯，如碳酸亞乙酯或碳酸二乙酯的混合物) 組成，為鋰離子傳輸之介質。

含鋰離子電池內部之電解質為鋰離子傳輸介質，鋰離子電池放電時，鋰離子會由陽極(負極) 移動到陰極(正極)，並進入陰極晶體結構的空隙中，電池陽極失去電子產生氧化反應，電池陰極獲得電子產生還原反應，充電時鋰離子則反向移動。鋰離子電池在充、放電過程中，電池會因化學反應發熱，因而電池內部溫度較高。

含鋰離子電池之電解質具有非常高的能量密度，且具可燃性，因此活性及能量均相對較高。當鋰離子電池在進行氧化和還原之化學反應時，若電池本體發熱使電池溫度持續升高時，即有可能存在電池芯熱失控(thermal runaway) 狀況，此時電池芯會快速釋放其儲存的能量，電池芯儲存的能量越多，熱失控反應就越活躍。

一般含鋰離子電池之行動電源內有電池保護線路，用以避免因操作不當造成電池損毀，進而發生危險；電池保護線路具備防止過度充、放電，以及溫度監控等保護功能；若保護線路故障，電池充、放電時可能會發生溫度升高或過度充、放電現象，造成電池故障或損害。

1.18.3.2 鋰離子電池之認證規定

含鋰離子電池的裝備須先通過聯合國危險貨物運輸專家委員會「危險物品運輸建議書-試驗和標準手冊」第 38.3 節 Part III 中規定的各項測試，才可以運輸。

第 38.3 節中規定的各項測試針對含鋰金屬或鋰離子電池運輸訂出的 8 項試驗方法(T1~T8)⁸，其內容用於評估運輸過程中可能發生的各

⁸ T1 – Altitude Simulation (Primary and Secondary Cells and Batteries)

T2 – Thermal Test (Primary and Secondary Cells and Batteries)

種情況，包括：高度模擬、溫度試驗、振動、衝擊、外短路、撞擊、過度充電、強制放電等。

1.18.3.3 鋰離子電池之運輸規定

依民用航空法第四十三條第四項規定，民航局訂定「危險物品空運管理辦法」，其中第二條明訂依國際民航組織發布「危險物品航空安全運送技術規範」(Technical Instructions for the Safety Transport of Dangerous Goods by Air, Doc 9284-AN/905)，作為國內空運危險物品空運之處理標準。危險物品分為九大類，含鋰離子電池之行動電源為第九類屬其他危險物品。規定含鋰離子電池之備用電池不可放置於託運行李，可放置於手提行李及可隨身攜帶，如表 1.18-1 所示。

表 1.18-1 ICAO 規範可攜帶或託運上機之危險物品項目及限制

Table 8-1. Provisions for dangerous goods carried by passengers or crew						
Items or articles	Location			Approval of the operator(s) is required	The pilot-in-command must be informed	Restrictions
	Checked baggage	Carry-on baggage	On the person			
Spare batteries for portable electronic devices (including medical devices) containing lithium metal or lithium ion cells or batteries	No	Yes	Yes	No	No	a) carried by passengers or crew for personal use; b) must be individually protected so as to prevent short circuits (by placement in original retail packaging or by otherwise insulating terminals, e.g. by taping over exposed terminals or placing each battery in a separate plastic bag or protective pouch); c) each battery must not exceed the following: — for lithium metal batteries, a lithium content of not more than 2 grams; or — for lithium ion batteries, a Watt-hour rating of not more than 100 Wh; and d) batteries and cells must be of a type which meets the requirements of each test in the UN Manual of Tests and Criteria, Part III, subsection 38.3.

T3 – Vibration (Primary and Secondary Cells and Batteries)

T4 – Shock (Primary and Secondary Cells and Batteries)

T5 – External Short Circuit (Primary and Secondary Cells and Batteries)

T6 – Impact (Primary and Secondary Cells)

T7 – Overcharge (Secondary Batteries)

T8 – Forced Discharge (Primary and Secondary Cells)

民航局另公告⁹「旅客及組員可攜帶或託運上機之危險物品」項目，其中含鋰離子電池之可攜式電子裝置為第 19 項第 3 款，如表 1.18-2。

表 1.18-2 旅客及組員攜帶含鋰離子電池之可攜式電子裝置限制

項目	物品	位置			需經航空公司同意	需告知機長	限制
		託運行李	手提行李	隨身攜帶			
							6. 最多攜帶 2 個備用氣罐。
	其他裝置之小型氣罐【Small cartridges for other devices】	可	可	可	是	否	1. 每人最多可帶 4 個含有二氧化碳或其他無次要危險性之 2.2 類小型氣罐；和 2. 每個氣罐之水容量不得超過 50 毫升 (mL)。 註：二氧化碳氣瓶水容量 50 毫升 (mL) 等同於 28 公克氣罐 (cartridge)。
19.	可攜式電子裝置 (如手錶、計算機、照相機、行動電話、筆記型電腦及攝影機等)【Portable electronic devices (such as watches, calculating machines, cameras, cellular phones, laptop computers, camcorders)】						
	含有鋰金屬或鋰離子電池或電池之可攜式電子裝置 (含醫療設備) (含有鋰金屬或鋰離	可	可	可	否	否	1. 限乘客及組員個人使用； 2. 建議以手提行李方式攜帶； 3. 電池不得超過以下規範：
項目	物品	位置			需經航空公司同意	需告知機長	限制
		託運行李	手提行李	隨身攜帶			
	子電池或電池以提供電力予其他裝置為主要功能之物品，必須以備用電池之規定攜帶)【Portable electronic devices(including medical devices) containing lithium metal or lithium ion cells or batteries(articles containing lithium metal or lithium ion cells or batteries the primary purpose of which is to provide power to another device must be carried as spare batteries in accordance with the item below)】						(1) 鋰金屬電池，其鋰含量不超過 2 公克；或 (2) 鋰離子電池不得超過 100 瓦特小時； 4. 電子裝置採託運行李方式運送時，必需採取措施防止該裝置意外啟動；和 5. 每個電池或電池或電池必需符合聯合國「測試和標準手冊」第 3 部分，38.3 節 (UN Manual of Tests and Criteria, Part III, section 38.3) 之每項試驗要求。
	含有鋰金屬或鋰離子電池或電池之可攜式電子裝置 (含醫	不可	可	可	否	否	1. 限乘客及組員個人使用； 2. 需個別保護避免短路 (如放置原廠零售之

⁹ 此處係指民航局於民國 104 年 3 月 2 日之更新版。

項目	物品	位置			需經航空公司同意	需告知機長	限制
		託運行李	手提行李	隨身攜帶			
	醫療設備)之備用電池【Spare batteries for portable electronic devices (including medical devices) containing lithium metal or lithium ion cells or batteries】						包裝件中或隔離電極，如於電極上貼上絕緣膠帶或個別放入保護袋中)； 3. 每個電池不得超過以下規範： (1) 鋰金屬或鋰合金電池，其鋰含量不得超過 2 公克；或 (2) 鋰離子電池不得超過 100 瓦特小時； 4. 每個電池或電池芯必需符合聯合國「測試和標準手冊」第 3 部分，38.3 節 (UN Manual of Tests and Criteria, Part III, section 38.3)之每項試驗要求。
	含有鋰離子電池之可攜式電子裝置之電池容量介於 100 瓦特小時至 160 瓦特小時【Portable electronic devices containing lithium ion batteries exceeding a Watt-hour rating of 100Wh but not exceeding 160Wh】	可	可	可	是	否	1. 限乘客及組員個人使用； 2. 建議以手提行李方式攜帶；和 3. 每個電池或電池芯必需符合聯合國「測試和標準手冊」第 3 部分，38.3 節 (UN Manual of Tests and Criteria, Part III, section 38.3)之每項試驗要求。
	可攜式電子裝置之備用鋰離子	不可	可	可	是	否	1. 限乘客及組員個人使用；
項目	物品	位置			需經航空公司同意	需告知機長	限制
		託運行李	手提行李	隨身攜帶			
	電池容量介於 100 瓦特小時至 160 瓦特小時【Spare batteries for portable electronic devices containing lithium ion batteries exceeding a Watt-hour rating of 100Wh but not exceeding 160Wh】						2. 每個人不可攜帶超過 2 個備用電池上機； 3. 需個別保護避免短路(如放置原廠之包裝中或隔離電極，如於電極上貼上絕緣膠帶或個別放入保護袋中)；和 4. 每個電池或電池芯必需符合聯合國「測試和標準手冊」第 3 部分，38.3 節 (UN Manual of Tests and Criteria, Part III, section 38.3)之每項試驗要求。
20.	含有燃料電池之可攜式電子裝置(如照相機、行動電話、筆記型電腦及攝影機等)【Fuel cells used to power portable electronic devices (for example, cameras, cellular phones, laptop computers and camcorders)】	不可	可	可	否	否	1. 燃料電池匣 (cartridges) 僅限裝易燃液體、腐蝕性物質、液化易燃氣體、遇水會有反應物質或金屬氫化物之氫氣； 2. 除非被允許將備用燃料電池匣安裝於裝置上，否則在航空器內不能對燃料電池系統進行充填； 3. 任何燃料電池及燃料電池匣中之燃料數量不得超過下列標準： (1) 液體：200 毫升； (2) 固體：200 公克； (3) 液化氣體：於非金屬之燃料電池及燃料

上述款項敘明含有鋰金屬或鋰離子電池芯或電池之可攜式電子裝置(含醫療設備)之備用電池不可放置於託運行李，可放置於手提行李及可隨身攜帶，限制條件包含：

1. 限乘客及組員個人使用；
2. 須個別保護避免短路(如放置原廠零售之包裝件中或隔離電極，

如於電極上貼上絕緣膠帶，或個別放入保護袋中)；

3. 電池不得超過以下規範：

(1) 鋰金屬電池，其鋰含量不超過2公克；或

(2) 鋰離子電池不得超過100瓦特小時；

4. 電子裝置採託運行李方式運送時，必需採取措施防止該裝置意外啟動；和

5. 每個電池必需符合聯合國「測試和標準手冊」第3部分，38.3節 (UN Manual of Tests and Criteria, Part III, section 38.3) 之每項試驗要求。

國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, 以下簡稱 IATA) 危險物品手冊 (Dangerous Goods Manual 57th edition) 第 2.3.3.2 與 2.3.5.9 節也有類似規定。

IATA 危險物品手冊之表 2.3.A 乘客或組員攜帶危險物品之規定中說明：行動電源認定為備用電池，須單獨保護以避免短路，不須經航空公司許可，不可拖運，可以手提攜帶上機，不需告知機長存放位置等，如表 1.18-3。

表 1.18-3 IATA 乘客或組員攜帶危險物品之規定表

TABLE 2.3.A Provisions for Dangerous Goods Carried by Passengers or Crew (Subsection 2.3)				
<i>Dangerous goods must not be carried in or as passengers or crew, checked or carry-on baggage, except as otherwise provided below. Dangerous goods permitted in carry-on baggage are also permitted "on one's person", except where otherwise specified.</i>				
The pilot-in-command must be informed of the location				
Permitted in or as carry-on baggage				
Permitted in or as checked baggage				
The approval of the operator is required				
Alcoholic beverages, when in retail packagings, containing more than 24% but not more than 70% alcohol by volume, in receptacles not exceeding 5 L, with a total net quantity per person of 5 L.	NO	YES	YES	NO
Ammunition (cartridges for weapons), securely packaged (in Div. 1.4S, UN 0012 or UN 0014 only), in quantities not exceeding 5 kg gross weight per person for that person's own use. Allowances for more than one person must not be combined into one or more packages.	YES	YES	NO	NO
Avalanche rescue backpack, one (1) per person, containing a cartridge of compressed gas in Div. 2.2. May also be equipped with a pyrotechnic trigger mechanism containing no more than 200 mg net of Div. 1.4S. The backpack must be packed in such a manner that it cannot be accidentally activated. The airbags within the backpacks must be fitted with pressure relief valves.	YES	YES	YES	NO
Batteries, spare/loose, including lithium metal or lithium ion cells or batteries, for portable electronic devices must be carried in carry-on baggage only. Articles which have the primary purpose as a power source, e.g. power banks are considered as spare batteries. These batteries must be individually protected to prevent short circuits.	NO	NO	YES	NO

民航局空運組說明有關一般市售行動電源設計已將電池之正負電極及電路板含括於外殼包裝內，在外殼上並無正負極接觸之可能，應已符合上述法規要求，因此不需另行隔離或貼絕緣膠帶。且國際各主要國家（除大陸地區外）並未禁止乘客於航機客艙中使用行動電源進行可攜式電子裝置之充放電。

1.18.4 案例相關資訊

1.18.4.1 國外案例及做法

近十年來國外曾發生三件可能因為運送含鋰離子電池造成飛機貨艙起火之重大飛航事故案例，分別為：民國 100 年 7 月 28 日南韓韓亞航空 991 號貨運航班、民國 99 年 9 月 3 日 UPS 貨運 6 號航班及民國 95 年 2 月 7 日 UPS 貨運 1307 號航班，上述三個事故案例航空器都有裝載大量含鋰離子電池之貨物及發生嚴重火災，然因起火位置經歷大火燃燒，甚至全機墜毀，事故調查結果因實體證據僅能推論起火點位置或可能起火物品，發生火災確切原因則無法確認。

針對近年來航空客、貨運發生多起因電池肇致飛航事故或危險事件，美國聯邦航空總署(US Federal Aviation Administration, 以下簡稱 FAA)自民國 80 年 3 月 20 日至民國 105 年 1 月 15 日期間，統計航空貨運或乘客手提行李攜帶電池肇致航機之冒煙、失火或過熱爆炸案例共 171 件，公布於其網站並持續更新，統計紀錄資訊包含事件日期、資料來源、電池種類、肇事物品、航空公司、航運類別、肇事簡略經過及原因。其中 100 件涉及含鋰離子電池，分類統計如表 1.18-4。

表 1.18-4 含鋰離子電池航空運輸之冒煙、失火或過熱爆炸案件統計

運輸類別	客運			貨運	總計
	客艙	貨艙	其他	貨艙	
冒煙/起火起始位置					100
分類總計	29	8	15	48	

註：29 件客艙冒煙、失火案例其中 22 件發生於航機飛航途中，7 件發生於航機於地面準備離場。

有關航空貨運或乘客攜帶鋰電池可能存在失火爆炸之風險，FAA 近年來曾發布多項對業者的安全警示 (Safety Alert for Operators，以下簡稱 SAFO)，如民國 105 年 1 月 19 日發布之 SAFO16001，其內容即為敦促航空客、貨運輸業者執行相關之飛安風險評估，以管理航空運送鋰電池可能存在的風險。

1.18.4.2 民航局做法

國內針對航空客、貨運，乘客攜帶危險物品搭機相關之飛安宣導，民航局於其網站公布禁止攜帶上機物品清單中、英文海報，以及有影響飛航安全之虞不得攜帶進入航空器之物品名稱，公布航空貨運危險物品標示處理指示與防範措施表，並拍攝搭機攜帶物品相關限制之宣導短片，以維飛航安全。

民航局針對鋰類電池運輸安全除發布公告外，並依危險物品檢查員手冊之年度檢查計畫按月執行查核；有關鋰類電池之滅火程序及人員訓練考核，係由民航局標準組客艙安全檢查員及空運組危險物品檢查員分別進行查核；依據威航客艙組員訪談資訊，民航局檢查員曾於本次事故發生前數日，至威航對客艙組員實施稽核，稽核項目包含機上發生鋰電池火災之緊急應變處理等。

1.18.4.3 國內航空行李託運查獲件數統計

依內政部警政署航空警察局所提供資料，自民國 104 年 5 月 6 日至民國 105 年 5 月 6 日之 1 年期間，航空警察局自桃園機場託運行李中查獲 152,642 件含鋰離子電池之行動電源及備用電池，其中 1 航廈有 78,187 件，2 航廈有 74,455 件。

第2章 分析

2.1 概述

事故航班飛航組員持有民航局核發之有效證照，飛航資格符合民航局與公司要求，事故航班中各項操作符合原廠與公司規範，本次事故與航機維修無關，可排除與航機維修及飛航操作相關之因素。事故過程中客艙組員疏散乘客、通報、滅火及事故行動電源之處理相關應變作為，符合威航客艙組員作業手冊之異常狀況處理程序。

本章內容包含行動電源冒煙起火原因、鋰電池航空運輸規定及安檢宣導，分析如後。

2.2 行動電源冒煙起火原因

依據消防署鑑定報告書，該行動電源其中 2 顆電池焚燬，另 2 顆未焚燬電池正極金屬片連接斷裂處有一疑似電弧燒熔缺口。依電池燃燒結果顯示，起火點應為 2 顆已被焚燬之電池，因燃燒波及相鄰電池，造成 2 顆未焚燬電池正極金屬片連接斷裂，產生疑似電弧燒熔缺口，該電池正極金屬片連接斷裂應為其他電池燃燒結果導致，並非行動電源冒煙起火原因。

依據使用該行動電源之乘客訪談紀錄，於飛機改平飛之後，其將手機及該行動電源相互連接充電，並置於其座位前方網袋；此時行動電源開始放電，鋰離子電池芯內部產生放熱化學反應。

若鋰離子電池內部材料存在環境過熱、外力衝擊、過度充電、設計製造缺陷或行動電源電池保護線路故障等狀況，於電池放電化學反應時會開始發熱使電池本體溫度升高，若升高之溫度使得電池本體溫度更進一步升高，即有可能誘發鋰離子電池熱失控，此時電池內部溫度繼續升

高、壓力增加、氣體及內容物溢出，並會影響相鄰之電池。依據本會委託內政部消防署執行之事故行動電源鑑定結果，研判係該行動電源內部故障發生燃燒，造成電池內容物噴出，惟因行動電源保護線路板及 2 個電池芯已焚燬，致無法進一步分析故障成因。依乘客訪談紀錄，肇致本次事故之行動電源為其友人購自大陸地區某品牌網站，非經國內銷售管道購得，未經國內檢驗單位檢驗認證。依據經濟部標準檢驗局檢測和事故行動電源相同來源之行動電源樣品報告，顯示 2 只全新同等樣品於測試項目 8.3.8 運輸（即聯合國 UN38.3）項目之振動測試不合格，測試樣品之電池連接主電路板之鎳片斷裂，無法進行充放電。此測試結果顯示，乘客攜帶上機之行動電源若為未經認證產品，品質將較難管控。

綜上所述，本次事故中乘客所攜帶上機之行動電源未經我國標準檢驗局檢驗認證，品質較難管控。該行動電源可能存在內部故障或缺陷，於航機平飛巡航時，於乘客將手機及含鋰離子電池之行動電源相互連接充電過程中發生燃燒，造成行動電源冒煙起火。

2.3 鋰電池航空運輸規定及安檢宣導

2.3.1 鋰電池航空運輸規定

民航局「危險物品空運管理辦法」中有關於鋰離子電池運輸之規定係參照國際民航組織「危險物品航空安全運送技術規範」制定，並公告於「旅客及組員可攜帶或託運上機之危險物品」中，以為航空警察局安檢及航空公司安全規定之依據。

該公告第 19 條第二項係針對含有鋰金屬或鋰離子電池之可攜式電子裝置（含醫療設備）備用電池，規定不可放置於託運行李，需手提及隨身攜帶，限制條件包含：...2.須個別保護避免短路（如放置原廠零售之包裝件中或隔離電極，如於電極上貼上絕緣膠帶或個別放入保護袋中）...。相關限制亦可見於 IATA 規定條文中。

事故調查期間，民航局空運組說明有關一般市售行動電源設計已將電池之正負電極及電路板含括於外殼包裝內，在外殼上並無正負極接觸之可能，應已符合上述法規要求，因此不需另行隔離或貼絕緣膠帶，且國際各主要國家（除大陸地區外）並未禁止乘客於航機客艙中使用行動電源進行可攜式電子裝置之充放電。

民航局現行做法雖符合國際上鋰離子電池運輸相關規定，然鋰離子電池因屬高能量及高活性電池，若電池本身為非合格認證產品，或存在設計、製造缺陷、曾遭嚴重撞擊等狀況，當乘客於飛航過程中執行行動電源充放電，電池芯於放熱化學反應過程中，較有可能造成如本次行動電源冒煙起火及航機返航狀況。過去 25 年間，國際上因鋰離子電池冒煙失火造成飛安事故案例即有上百件；於本案調查期間，國籍其他民航運輸業者航空器飛航時，亦發生乙件乘客手機連接行動電源充電時冒煙之類案。因此民航局或可考量參考國際上相關做法，對鋰類電池航空運輸安全進行研究，並要求航空運輸業者針對鋰類電池運輸進行風險評估，以降低可能危害風險。

2.3.2 安檢規定及宣導

依民航局「旅客及組員可攜帶或託運上機之危險物品」公告，鋰離子電池於航空運輸中須手提或隨身攜帶，不可放置於託運行李。依內政部警政署航空警察局所提供資料，自民國 104 年 5 月 6 日至民國 105 年 5 月 6 日之 1 年期間，航空警察局自桃園機場託運行李中查獲 152,642 件含鋰離子電池之行動電源及備用鋰電池，查獲如此高數量的違規件數，除顯示航空警察局有落實安檢行動外，但也代表乘客對於鋰離子電池須手提及隨身攜帶規定並不清楚或疏於注意，相關如文宣教育及臨櫃提醒等安全宣導措施仍有強化空間；若未能檢出託運行李中有含鋰離子電池之行動電源，且電池於客機貨艙中燃燒起火，將可能因無法滅火，而造成重大飛航事故。

綜覽民航局網站相關資訊，並無相關因危險品肇致影響飛航安全事件之案例統計或宣導資訊；本會認為：民航局除依計畫執行危險物品查核及人員訓練考核外，應督導航空公司強化現行鋰離子電池（含行動電源）於航空運輸中須手提及隨身攜帶規定之安全宣導，並將因危險品肇致影響飛航安全事件之類案公布於官網，以提升宣教效果。

第3章 結論

本章中依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」及「其他調查發現」。

與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全作為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失等。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響飛航安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件，以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升了事故發生機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來飛航安全之故，所應指出之安全缺失。

其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進飛航安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，且常見於國際民航組織（ICAO）事故調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善飛航安全目的之用。

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故行動電源可能存在內部故障或缺陷，於乘客將其與手機相互連接充電過程中發生燃燒，造成行動電源冒煙起火；惟該行動電源保

護線路板及其中 2 顆電池芯已焚燬，致無法確認故障成因。(1.15, 1.16.1, 2.2)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 若含鋰離子電池內部材料存在環境過熱、外力衝擊、過度充電、設計或製造缺陷等狀況，於電池放電之化學反應時會開始發熱，使電池本體溫度升高，若升高之溫度使得電池本體溫度更進一步升高，即有可能誘發鋰離子電池熱失控。(1.16.1, 1.18.3.1, 2.2)
2. 乘客所攜帶之含鋰離子電池行動電源若為非合格認證產品，或曾遭遇碰撞，當乘客於飛航過程中執行行動電源充放電，電池芯於放熱化學反應過程中，較有可能誘發電池芯熱失控。(1.16.2, 1.18.3, 2.2)
3. 事故前一年期間，內政部警政署航空警察局自桃園機場航空託運行李中查獲約 15 萬件含鋰離子電池之行動電源及備用鋰電池，顯示乘客對於鋰離子電池須手提及隨身攜帶規定並不清楚或疏於注意，相關文宣教育及臨櫃提醒等安全宣導措施仍有強化空間。(1.18.4.2, 2.3.2)

3.3 其它調查發現

1. 事故過程中客艙組員疏散乘客、通報、滅火及事故行動電源之處理相關應變作為，符合威航客艙組員作業手冊之異常狀況處理程序。(1.15, 2.1)
2. 兩顆未焚燬電池正極金屬片連接斷裂，產生疑似電弧燒熔缺口，應為其他電池燃燒波及所導致。(1.16.1, 2.2)
3. 我國及國際民航組織均規定，鋰離子備用電池須個別保護避免短路。民航局說明一般市售行動電源設計已將電池之正負電極及電路板含括於外殼包裝內，在外殼上並無正負極接觸之可能，已符合上述法

規要求，因此不需另行隔離或於電極上貼絕緣膠帶。(1.18.3, 2.3.1)

4. 航空警察局安檢實務上較難管制乘客攜帶上機之行動電源皆經我國標準檢驗局安全檢驗認證。(1.18.3, 1.18.4.2, 2.2, 2.3.2)
5. 除大陸地區外，國際各主要國家並未禁止乘客於航機客艙中使用行動電源進行充放電，民航局現行做法符合國際上鋰離子電池運輸相關規定及實務作業。(1.18.3, 2.3.1)

第4章 飛安改善建議

4.1 飛安改善建議

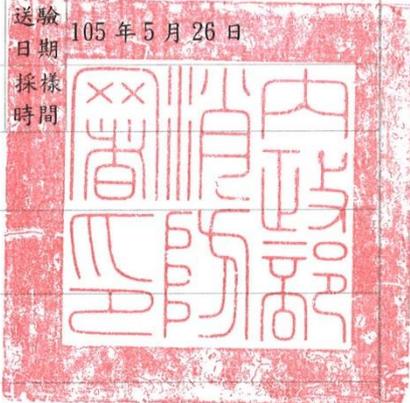
致交通部民用航空局

1. 對搭機乘客於飛航中使用含鋰離子電池之行動電源充放電之風險問題進行評估，持續瞭解國際間對此一問題可能採取之相關規範，適時增修訂我國相關法規，以降低可能危害風險。
(ASC-ASR-17-04-015)
2. 督導國籍民用航空運輸業各航空公司，強化含鋰離子電池之行動電源與備用鋰電池不得放置於航空託運行李中，以及須手提及隨身攜帶規定之安全教育及宣導措施。(ASC-ASR-17-04-016)

附錄 1 內政部消防署火災證物鑑定報告書

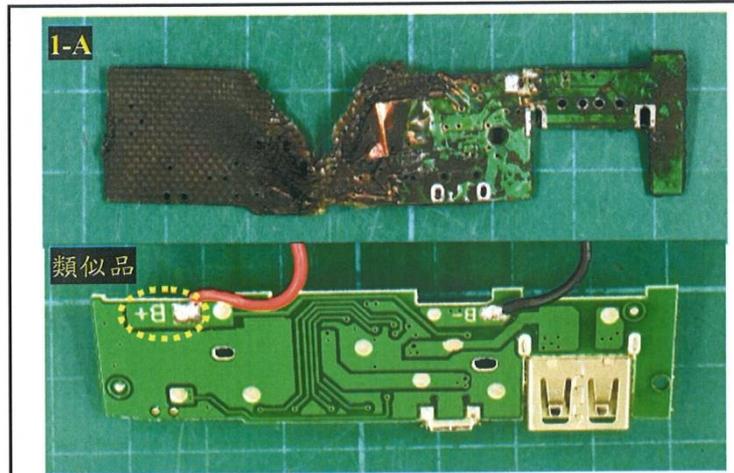
內政部消防署火災證物鑑定報告

鑑定案件編號第 1051085 號

送驗單位	飛航安全調查委員會	送驗日期	105 年 5 月 26 日
來文字號	105-5-26 飛安字第 1050205047 號	採樣時間	
案由	威航 ZX252 事故調查案		
證物式樣	行動電源殘跡等 1 件		
鑑定事項	損壞特徵分析		
鑑定方法	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1. 巨觀實體觀察法 ■ 2. 微觀金相觀察分析法 ■ 3. 電子顯微鏡/能譜儀元素分析法 		
鑑定結果	<p>1. 證物概要：</p> <p>(1) 送鑑證物為行動電源殘跡（照片 1）、iPhone 手機 USB 充電線（照片 20）及行動電源類似品（照片 24 至 26）。</p> <p>(2) 編號 1 行動電源殘跡與類似品比對，其中編號 1-A 保護板靠正極側燒損較嚴重，編號 1-B 為 2 個受燒 18650 鋰電池，類似品係由 4 個 18650 鋰電池並聯所構成，依機殼內燒損情形疑似保護板正極側後方之 2 個鋰電池遺失。（照片 2）</p> <p>(3) 編號 2 iPhone 手機 USB 充電線，外觀電線絕緣物無明顯受損情形，USB 插頭端外表黏附燃燒碳化物，手機插頭端則無附著碳化物。（照片 20 至 22）</p> <p>2. 跡證分析：</p> <p>(1) 編號 1-A 保護板兩側與類似品比較，皆以靠正極側燒損碳化較嚴重，其電路銅箔剝落、電子零件脫落，由電路板殘存之線路與類似品比較，兩者線路配置明顯不同。（照片 3 及 4）</p> <p>(2) 編號 1-B 18650 鋰電池外殼受燒金屬變色，鋰電池底部負極及頂部正極連接金屬片斷裂，另在殘存正極連接金屬片靠中間處，有一處疑似電弧局部燒熔之缺口，經以 X 光檢查鋰電池，內部電極材料呈現燒損變形情形。（照片 5 至 9）</p> <p>(3) 編號 1-C 鋁質外殼表面黏附少量碳粒子，由前端觀察內部表面則布滿碳粒子，其中以靠左側燒損較嚴重，並殘存燒損鋰電池之外殼塑膠膜、銅箔等材料。（照片 10 至 12）</p>		

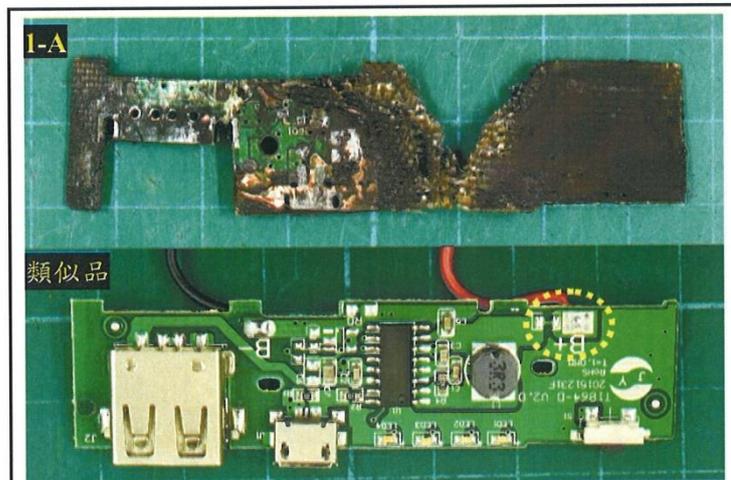
	<p>(4) 編號 1-D 燒熔塑膠板，其中編號 1-D-1 後端白色塑膠飾板表面印有「10400」等數字，其邊緣黏附 1 片銅箔碎片，飾板內部受燒碳化較外部嚴重；編號 1-D-2 部位黏附鋰電池外殼紫色塑膠膜 1 片，塑膠膜受熱收縮變形，內面前端碳化程度較外表面嚴重，並夾雜銅箔碎片，塑膠膜之表面殘留「50-20」數字痕跡；編號 1-D-3 前端部位塑膠板燒熔碳化較後端飾板處為嚴重，亦黏附銅箔 1 片。（照片 13 至 19）</p> <p>(5) 經取樣分析編號 1-A 保護板電路銅箔及編號 1-D-1 與 1-D-3 銅箔，其中編號 1-A 保護板銅箔主成分為銅、鋁、錳及鎳等元素，編號 1-D-1 與 1-D-3 銅箔主要成分為銅，兩者成分明顯不同，研判編號 1-D 所黏附之銅箔為鋰電池負極之銅集電板。</p> <p>(6) 編號 2 iPhone 手機 USB 充電線，經以 X 光檢查充電線未發現有明顯斷裂或短路情形，另以三用電錶量測亦未發現有短路現象，後實際進行充電測試 10 分鐘，並未出現異常狀況。（照片 23）</p>
	<p>3. 鑑定結果：</p> <p>(1) 編號 1 行動電源綜合殘跡分析(1 至 4)燃燒狀況，及(5)編號 1-D 燒熔塑塑膠板夾雜黏附之鋰電池銅集電板分布在不同部位，研判行動電源因內部故障發生燃燒及鋰電池銅集電板噴出之情形，惟因編號 1-A 保護板嚴重燒燬及 2 個 18650 鋰電池已遺失，致無法進一步分析故障成因。</p> <p>(2) 編號 1-A 保護板經由殘存之線路與類似品比較，兩者線路配置明顯不同。</p> <p>(3) 編號 1-D 燒熔塑塑膠板所夾雜塑膠膜，殘留「50-20」數字痕跡之鋰電池，其廠牌待確認。</p> <p>(4) 編號 2 iPhone 手機 USB 充電線，經檢測未發現異常。</p>
備考	送鑑證物隨文檢還

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 3

說明：1. 編號 1-A 保護板與類似品比較，1-A 保護板以靠正極側(黃色圈)燒損碳化較嚴重，電路銅箔剝落。2. 由殘存線路與類似品比較，兩者線路配置明顯不同。



照片 4

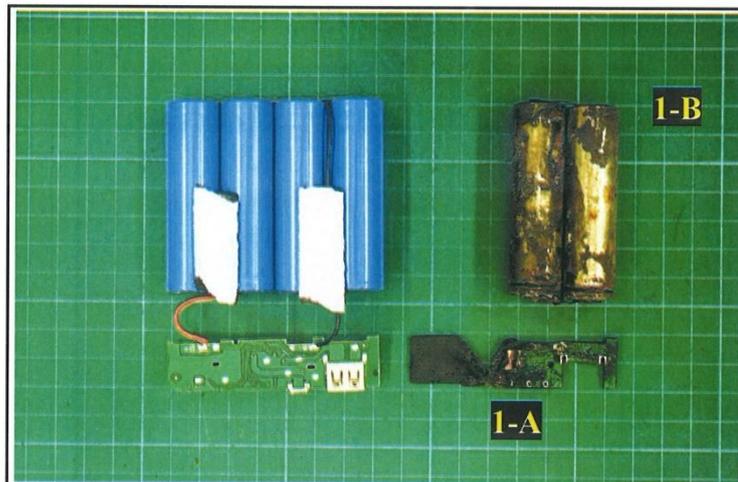
說明：1. 編號 1-A 保護板另一側與類似品比較，亦以靠正極側(黃色圈)燒損碳化較嚴重，電路銅箔剝落、電子零件脫落。2. 由殘存線路與類似品比較，兩者線路配置明顯不同。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 1

說明：編號 1 行動電源殘跡證物及組件編號（編號 1-A 保護板，編號 1-B 2 個 18650 鋰電池，編號 1-C 鋁質外殼，編號 1-D 燒熔塑膠板）。



照片 2

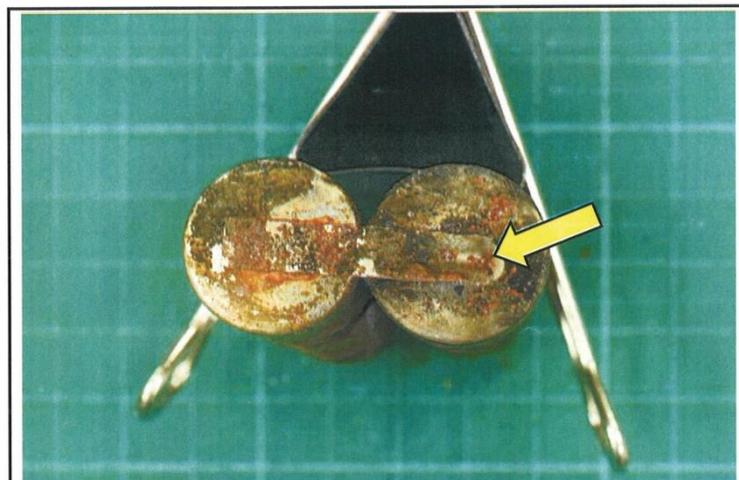
說明：編號 1 行動電源殘跡與類似品比對，編號 1-A 保護板靠正極(紅色電線)側燒損較嚴重，編號 1-B 18650 鋰電池與類似品比較，類似品係由 4 個 18650 並聯構成，編號 1-B 僅剩 2 個，依燒損情形疑似保護板正極側後方 2 個鋰電池遺失。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 5

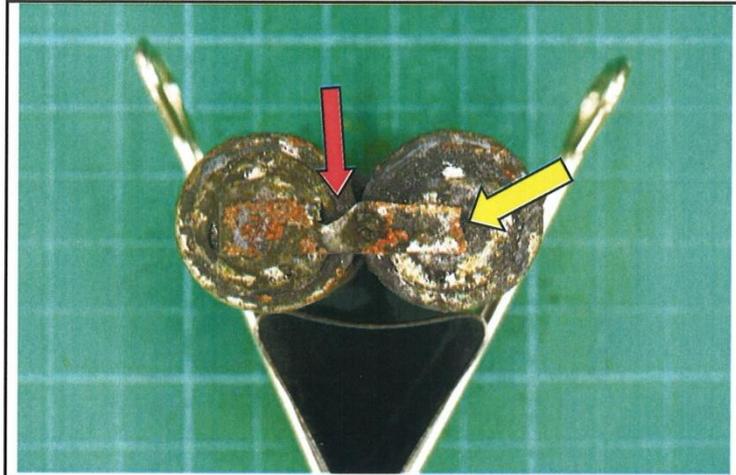
說明：編號 1-B 2 個 18650 鋰電池外殼金屬受燒變色。



照片 6

說明：編號 1-B 18650 鋰電池底部負極連接金屬片斷裂(黃色箭頭)。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 7

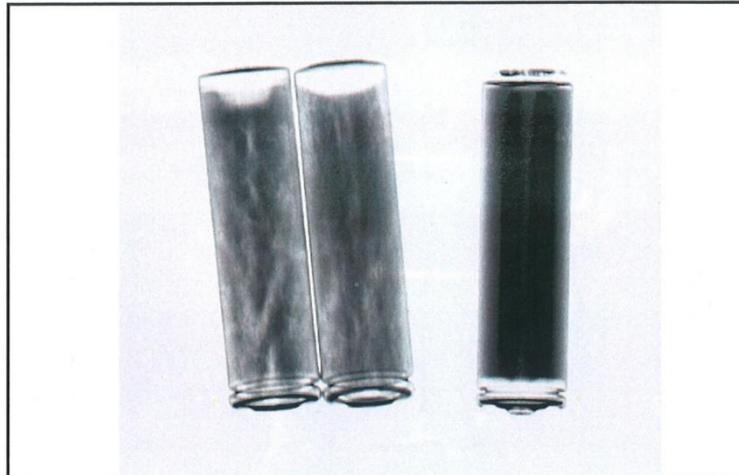
說明：編號 1-B 18650 鋰電池頂部正極連接金屬片斷裂(黃色箭頭)，在殘存連接金屬片靠中間處有一處疑似電弧局部燒熔之缺口(紅色箭頭)。



照片 8

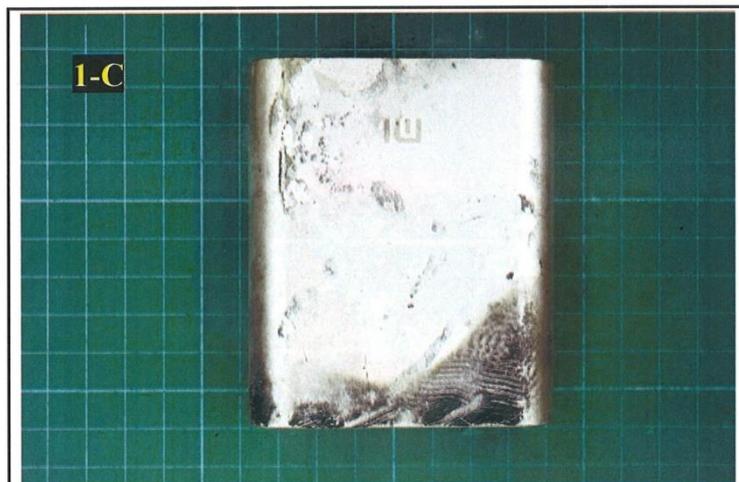
說明：連接金屬片疑似電弧局部燒熔缺口之巨觀特徵。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 9

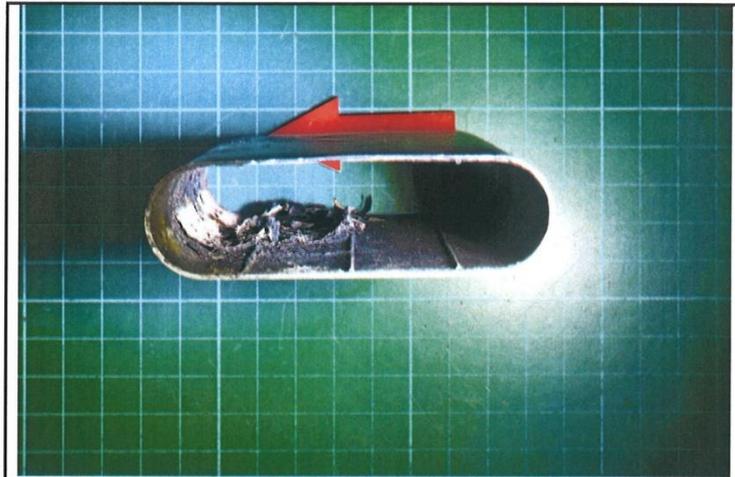
說明：經以 X 光檢查編號 1-B 18650 鋰電池，內部電極材料呈現燒損變形情形(左 2)，與同型品比較(右 1)。



照片 10

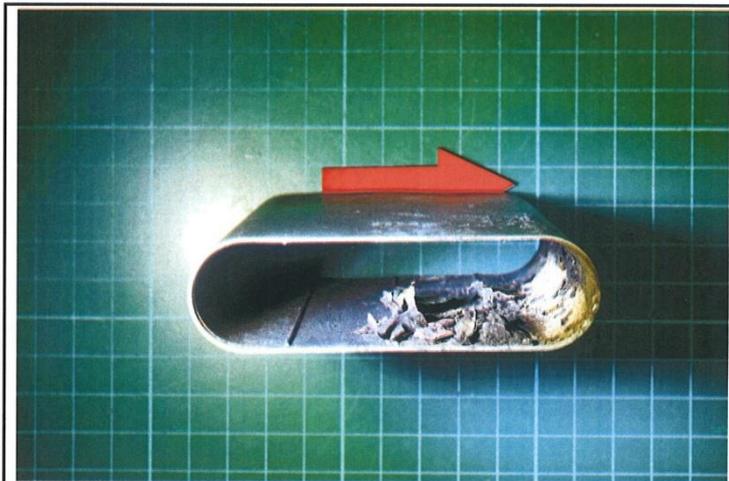
說明：編號 1-C 鋁質外殼黏附少量碳粒子。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 11

說明：編號 1-C 鋁質外殼，由前端觀察內部表面佈滿碳粒子，其中以靠左側燒損較嚴重，並殘存燒損鋰電池之外殼塑膠膜、銅箔等材料。



照片 12

說明：由後端觀察內部，殘存之燒損鋰電池外殼塑膠膜、銅箔等材料。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 13

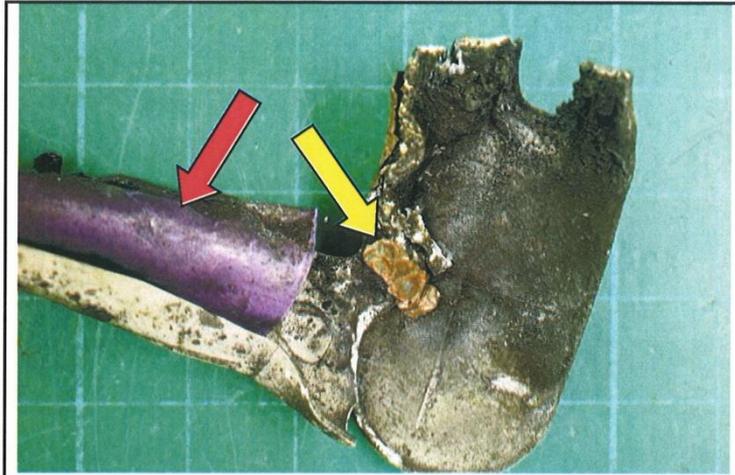
說明：編號 1-D 燒熔塑膠板及分段編號。



照片 14

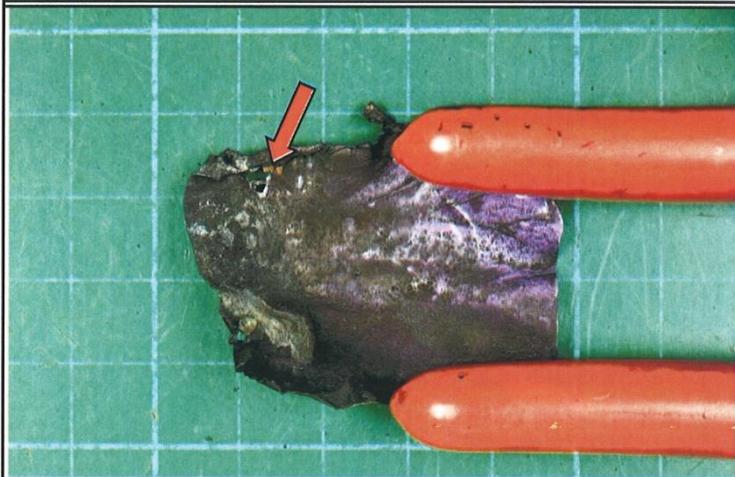
說明：編號 1-D-1 燒熔塑膠板後端白色塑膠飾板，表面印有 10400 等數字，其邊緣黏附 1 片銅箔碎片。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 15

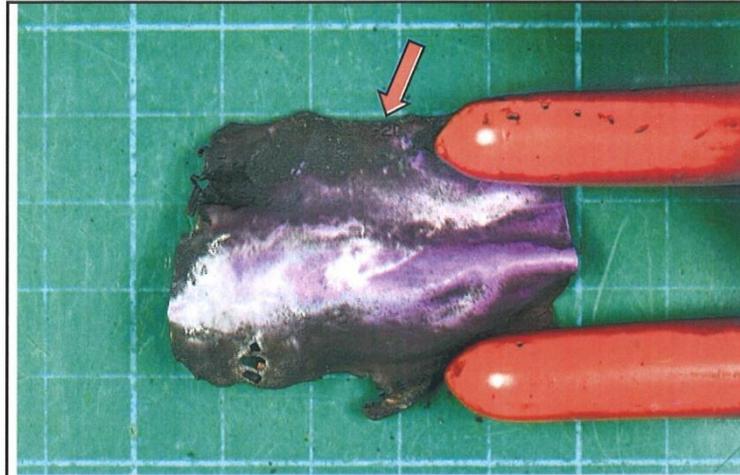
說明：1. 編號 1-D-1 燒熔塑膠板後端塑膠飾板內部受燒碳化較外部嚴重，黏附之銅箔 1 片(黃色箭頭)。2. 編號 1-D-2 部位黏附鋰電池外殼紫色塑膠膜 1 片(紅色箭頭)。



照片 16

說明：編號 1-D-2 鋰電池外殼紫色塑膠膜受熱收縮變形，內面前端碳化較外表面嚴重，並夾雜銅箔碎片(紅色箭頭)。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 17

說明：編號 1-D-2 鋰電池外殼紫色塑膠膜表面僅部分區域碳化，紫色表面殘留部分數字痕跡(紅色箭頭)。



照片 18

說明：殘留數字為「50-20」。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 19

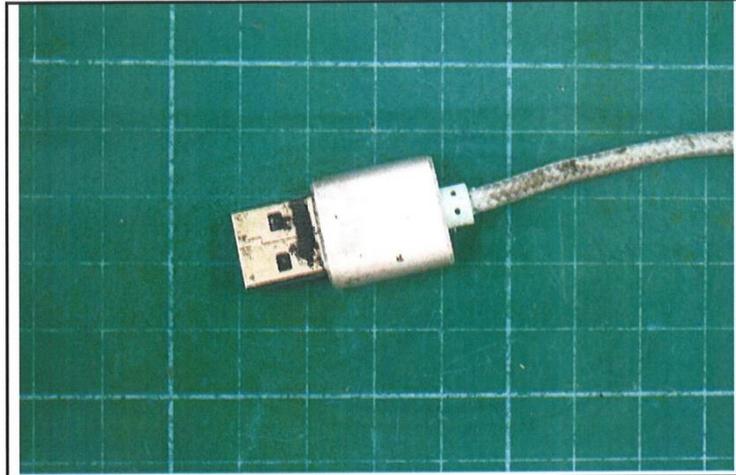
說明：編號 1-D-3 前端部位塑膠板燒熔碳化較後端飾板處為嚴重，並黏附銅箔 1 片(黃色箭頭)



照片 20

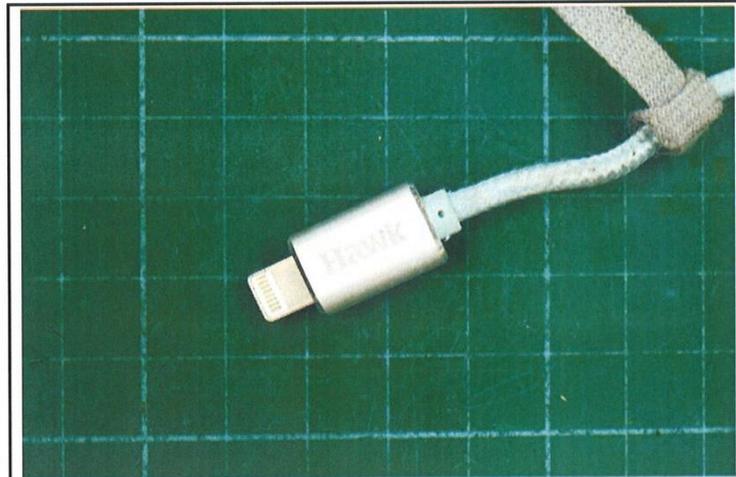
說明：編號 2 iPhone 手機 USB 充電線證物，外觀電線絕緣物無明顯受損情形。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 21

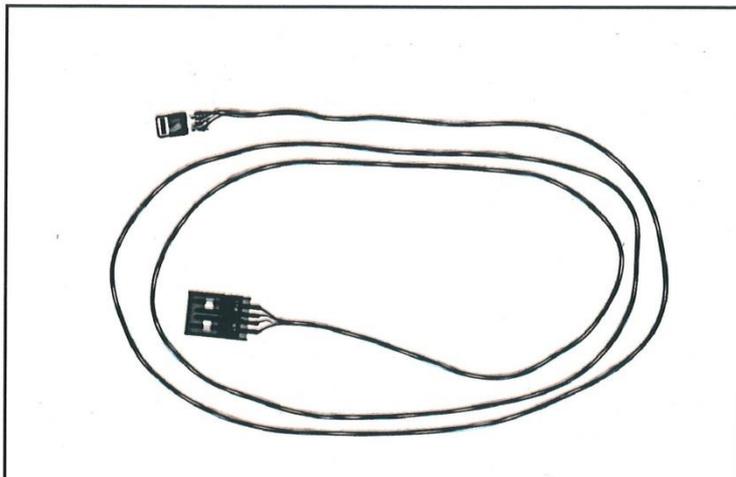
說明：USB 充電線插頭端，外表黏附燃燒碳化物。



照片 22

說明：USB 充電線手機插頭端，無附著碳化物。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 23

說明：經以 X 光檢查充電線未發現明顯斷裂或短路情形。



照片 24

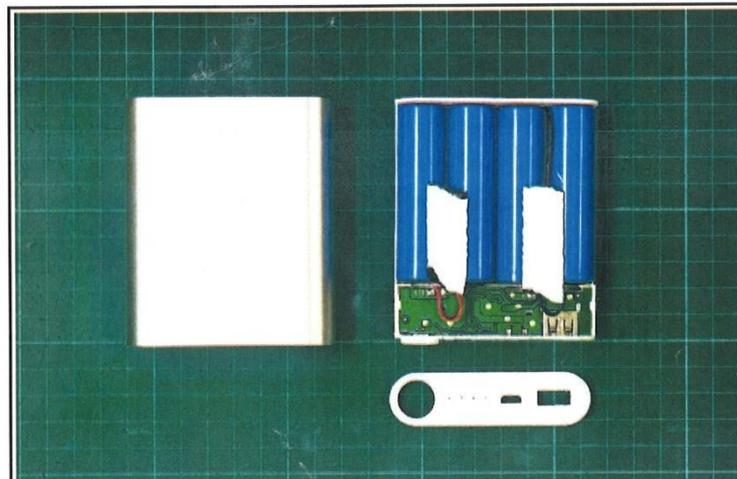
說明：行動電源類似品後端飾板外觀特寫。

內政部消防署證物鑑定照相用紙



照片 25

說明：行動電源類似品正面操作面板外觀特寫。



照片 26

說明：行動電源類似品拆解後特寫，外殼為鋁質金屬，內部由 1 片保護板及 4 個 18650 鋰電池並聯所構成。