



國家發展委員會
檔案管理局

NATIONAL ARCHIVES ADMINISTRATION
NATIONAL DEVELOPMENT COUNCIL

光碟轉置與銷毀

指引



國家發展委員會檔案管理局

115年6月

目次

壹、	前言	- 1 -
貳、	主要適用法令	- 2 -
參、	名詞定義	- 3 -
肆、	光碟簡介	- 4 -
	一、光碟片種類	- 4 -
	二、光碟檔案系統與格式	- 6 -
	三、資料讀寫原理	- 10 -
	四、錯誤修正編碼	- 11 -
伍、	光碟檢測及環境	- 13 -
	一、環境檢測	- 13 -
	二、檢測工具	- 13 -
	三、檢測方式	- 14 -
	四、補充說明	- 15 -
陸、	光碟轉置儲存注意事項	- 16 -
柒、	光碟轉置作業程序	- 18 -
	一、前置作業	- 18 -
	二、轉置及檢驗	- 18 -
捌、	光碟銷毀作業程序	- 19 -
	一、前置作業	- 19 -
	二、執行銷毀及驗證	- 19 -
	三、廢棄物回收及目錄更新	- 20 -
	四、銷毀方式	- 20 -
	五、銷毀程度	- 20 -
玖、	光碟銷毀作業流程	- 22 -

壹、前言

光碟媒體曾廣泛應用於電子資料之儲存、傳遞及備份。然而，隨著儲存技術持續演進，光碟媒體已逐漸被其他儲存設備取代。許多既存光碟媒體陸續面臨媒體老化等問題，若未能及時進行資料轉置或銷毀作業，可能導致資料遺失、資訊外洩，甚至衍生環境污染等風險。

因此，如何及時掌握光碟媒體之品質狀況，並於其品質劣化或失效前完成電子檔案轉置作業，已成為電子檔案保存管理的重要課題。為確保電子檔案之長期保存與持續可用性，宜採用標準化檔案格式進行儲存，並適時轉存至目前較適合長期保存之儲存媒體，例如硬碟、磁帶或其他具長期保存能力之設備，以降低因檔案格式淘汰、軟硬體環境變遷或儲存媒體劣化而造成資料無法存取之風險。此外，對於已完成轉置且無保存價值之光碟媒體，亦應依循適當程序辦理銷毀，以確保資訊安全及環境保護。

本指引從實務作業為出發點，提供光碟媒體轉置與銷毀之相關原則、作業流程及建議作法，以作為檔案管理人員的實務參考。

貳、主要適用法令

- 一、 檔案法。
- 二、 檔案電子儲存管理實施辦法。
- 三、 機關檔案保存年限及銷毀辦法。
- 四、 文書及檔案管理電腦化作業規範。
- 五、 機關檔案管理作業手冊。
- 六、 資通安全管理法及相關子法。
- 七、 個人資料保護法。



參、名詞定義

- 一、 光碟片(Optical Disc)：一種運用雷射光照射改變記錄層材料的特性，用以儲存數位資料的媒體，屬於非揮發性記憶體。
- 二、 光碟機(Optical Disc Drive)：讀取或寫入光碟片資料的裝置。
- 三、 轉置(migration)：指資訊系統之軟硬體過時或失效，需進行軟硬體格式轉換，以便日後可讀取之作業程序。



肆、光碟簡介

目前市面上光碟片主要分為光碟(Compact Disc, 簡稱 CD)、多功能影音光碟(Digital Versatile Disc, 簡稱 DVD)及藍光光碟(Blu-ray Disc, 簡稱 BD)三種, 其儲存容量、資料讀取/寫入速率、影音壓縮編碼等各有不同。通常光碟製造廠商採用 1 KB=1,000 Bytes 計算光碟容量, 而不是作業系統慣用的 1 KB =1,024 Bytes 的算法; 因此, 光碟標示容量與作業系統顯示之大小不同, 作業時須特別轉換計算, 以免發生誤解。簡要說明光碟片種類、資料讀寫原理及自動修正編碼如下:

一、光碟片種類

(一) CD

原設計用以儲存數位的音樂資料, 稱為音樂光碟(Audio CD), 後來廣泛用於應用程式及資料儲存, 稱為唯讀記憶光碟(Compact Disc Read-Only Memory, 簡稱 CD-ROM)。隨著光碟燒錄機的發明, 市面上也流通可燒錄 1 次的 Compact Disc-Recordable(簡稱 CD-R) 及可燒錄多次的 Compact Disc-ReWritable(簡稱 CD-RW)。

CD 使用波長 780 奈米的紅外線雷射光讀寫資料, 每倍數(1X)的資料傳輸速率為 1,200 Kbps(=150 KB/s), 目前最高讀取倍數為 52X(7.8 MB/s)。

光碟尺寸依直徑區分，有 8 公分及 12 公分兩種，直徑 12 公分為標準尺寸。標準尺寸 CD 儲存容量有 650MB 及 700MB 兩種，而採用 MPEG-1 壓縮編碼的影音光碟(VCD)最高可達 800MB。

(二) DVD

DVD 設計使用在高解析度電影、高品質音樂與高容量儲存資料等用途，並依儲存資料類型區分為電腦資料用的 DVD-ROM、影音用的 DVD-Video、音樂用的 DVD-Audio、可燒錄 1 次的 DVD recordable(簡稱 DVD-R/DVD+R)及可重複寫入的 DVD-Random Access Memory(簡稱 DVD-RAM)等 5 種規格。

DVD-R 被視為較成熟的規格，可使用在電腦、DVD 播放器及遊戲機，採用固定線性速度燒錄，主要用於儲存影像及電腦資料。DVD+R 的規格與 DVD-R 大致相同，通常使用於儲存電腦資料。DVD+R 使用訊號相位的轉變技術，在高速或低速讀取、抗電磁波干擾及光碟刮傷等項表現也優於 DVD-R，被視為是較先進的標準。

DVD 使用波長 650 奈米的紅色雷射光讀寫資料，每 1 倍數資料讀取速率為 1.35 MB/s，目前 DVD±R 最高讀取倍數為 16X，即 21.6 MB/s，影音 DVD 採用 MPEG-2 壓縮編碼。

DVD 隨著有機染料記錄層數而有不同標示的容量，單面

單層 DVD-ROM 的標示為 4.7 GB，由於 Windows 作業系統採 1 kilo=1,024(不是 1,000)的算法，在系統上顯示容量約為 4.38 GB(或為 4480 MB)。DVD+R 與 DVD-R 容量不同，分別為 4,483 MB 及 4,489 MB，DVD-R 容量較大些。單面雙層的 DVD±R Double Layer(簡稱 DVD±R DL)、雙面單層及雙面雙層容量分別為 8.5 GB、9.4 GB 及 17.08 GB。

(三) BD

BD 主要用於儲存高品質影音及大容量資料，區分為可燒錄 1 次的 Blu-ray Disc recordable(簡稱 BD-R)及可重複燒錄的 Blu-ray Disc Recordable Erasable(簡稱 BD-RE)，使用採用波長 405 奈米的藍色雷射光讀寫資料。每 1 倍速傳輸速率為 4.5 MB/s，目前 BD-R 最高讀取倍數為 16 倍，即 72 MB/s。影音 BD 採用 MPEG-2、H.264/MPEG-4 AVC 或 VC-1 壓縮編碼。

BD 依有機染料記錄層數而有不同的容量。單層 25 GB、雙層 50 GB、3 層 100 GB 及 4 層 128 GB。

二、光碟檔案系統與格式

光碟除依媒體種類(如 CD、DVD、BD)區分外，其資料儲存亦涉及檔案系統格式(File System Format)，藉以規範資料於光碟上的組織方式及讀取方式。常見之光碟檔案系統格式包括 ISO 9660 與通用光碟格式(Universal Disk Format，簡

稱 UDF)。

ISO 9660 為早期廣泛使用的光碟檔案系統標準，主要應用於唯讀光碟（如 CD-ROM）。其具備良好的跨平台相容性，可於 Windows、macOS 及類 Unix 作業系統中讀取。然而，ISO 9660 存在以下限制：

- (一) 不支援小寫字母及部分特殊字元。
- (二) 檔名長度受限，檔名與副檔名合計最長為 31 個字元。
- (三) 單一檔案容量不得超過 4GB。

為克服上述限制，各家廠商陸續提出相容性擴充標準，在保留 ISO 9660 底層架構的前提下，提供更彈性的檔案命名與管理功能，常見擴充標準如下：

(一) Joliet

由 Microsoft 提出，支援 Unicode 字元集，可顯示中文等多國語言文字；檔名長度可達 64 個字元，並允許使用小寫字母及空格。

(二) Rock Ridge

主要應用於 Unix/Linux 系統環境，支援較完整的 POSIX 檔案屬性；檔名長度可達 255 個字元，並可區分英文字母大小寫。

隨著光碟儲存容量持續提升及檔案應用需求日益多元，ISO 9660 及其擴充標準已逐漸無法滿足需求，因此後續發展出通用光碟格式 (Universal Disk Format，簡稱 UDF)，以提供更完善的檔案管理功能及大容量檔案支援。

UDF 係由 Optical Storage Technology Association 制定之光碟檔案系統標準，廣泛應用於 DVD、BD 及其他大容量光學儲存媒體。相較於 ISO 9660，UDF 支援較長檔名、Unicode 字元集及大型檔案儲存，並具備較佳之跨平台相容性。

惟 UDF 仍存在下列限制與注意事項：

- (一) 不同作業系統對 UDF 版本之支援程度不盡相同，較新版之 UDF 格式於部分舊版作業系統或設備上可能無法正常讀取。
- (二) 舊型設備支援度有限，部分早期光碟機、影音播放器或嵌入式設備可能僅支援 ISO 9660 或特定版本之 UDF，導致光碟無法正常辨識或播放。

不同光碟媒體與檔案系統格式之關係如表 1：

表 1 檔案系統格式比較表

光碟媒體類型		常用檔案系統格式	說明
CD	CD-R	ISO 9660 或其延伸 格式	多用於唯讀或單次燒錄，具良好跨平台相容性
	CD-RW		
DVD	DVD-R	UDF 或 ISO 9660 與 UDF 混合格式	兼顧相容性與大檔案支援，常見於資料與影音光碟
	DVD+R		
	DVD-RW		
	DVD+RW		
	DVD-RAM		
BD	BD-R	UDF	支援高容量及高畫質影音資料，為藍光光碟主要格式
	BD-RE		

光碟檔案系統格式之選擇，將影響資料之相容性、可讀性及單一檔案大小限制，應依實際應用需求選用適當格式。

三、資料讀寫原理

光碟片是可攜式媒體，其資料須藉由光碟機方能讀取。光碟機內具有半導體雷射裝置，其發射雷射光束經物鏡（objective lens）聚焦成微小的光點落在光碟片上，並將光碟片之反射光聚集於檢光器，以偵測反射光之強弱，判讀光點照射位置所儲存的資料，光碟機結構如圖 1。

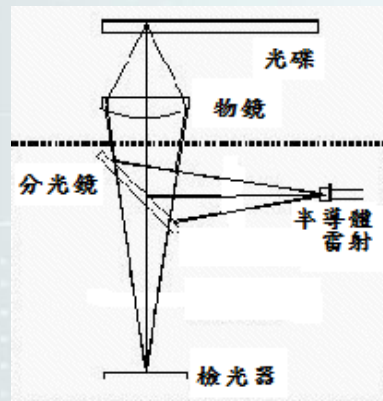


圖 1 光碟機結構

光碟片資料寫入則須靠光碟燒錄器。光碟燒錄器發射適當功率之雷射光照射光碟片，使染料記錄層因受熱而形成訊孔(Pit)，未受熱部分則保持原狀，以儲存數位資料，DVD-R 光碟片架構如圖 2。

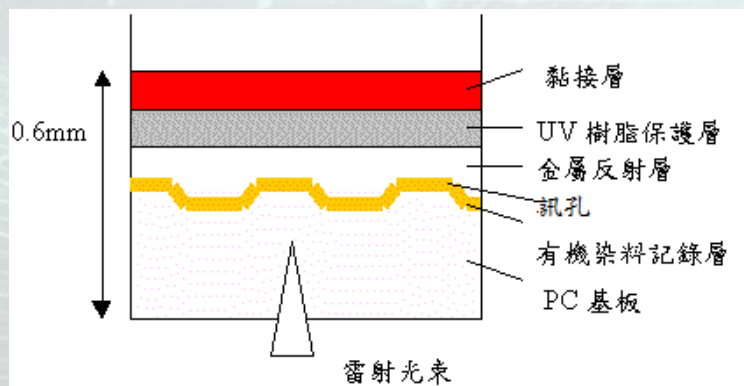


圖 2 DVD-R 光碟片結構

四、錯誤修正編碼

為使光碟機正確讀取光碟片的數位資料，各類光碟片通常有錯誤修正編碼 (Error Correction Code, 簡稱 ECC) 的除錯設計；ECC 在光碟燒錄時自動額外產生，只用於校正原始數位資料，並非原始數位資料的一部分。

DVD 光碟片採用較 CD 更嚴謹的雙重 ECC 設計，資料儲存的最小單位是 ECC 區塊(ECC Block)。每個 ECC 區塊有 208 (=192+16)列，每列有 182 Bytes(=172+10)，其中 192 列*172 Bytes 為資料儲存區，每列最後 10 個 Bytes 為該列資料的內部奇偶校驗碼(Parity of the Inner code, 簡稱 PI)，區塊最後 16 列為外部奇偶校驗碼(Parity of the Outer code, 簡稱 PO)，ECC 區塊結構如圖 3。



圖 3 ECC 區塊結構圖

當光碟機讀取光碟片的資料時，必須獲取相關 ECC 區塊內所有的數據 (=208*182 Bytes)，方可進行解碼，否則就認定為讀取失敗(與解碼失敗意義不同)。每列原始資料與該列的 PI 編碼核對後，若發現原始資料只要有 1 Byte(含)以上的錯誤時，算為 1 個 PI 錯誤(PI Error，簡稱 PIE)，並啟動第一層的 PI 糾錯機制，將資料自動修正。DVD 光碟片的每一個 ECC 區塊有 208 列，因此，每一個 ECC 區塊最多有 208 個 PI 錯誤。

1 列原始資料經 PI 糾錯後仍有超過 5 Bytes 的錯誤資料時，稱為 PI 失敗(PI Failure，簡稱 PIF)，需要進一步利用 PO 編碼修正錯誤。PO 糾錯在理論上可處理 4 Bytes 的錯誤，若不能更正錯誤，便是發生了 PO 錯誤(PO Error，簡稱 POE)。接著光碟機由 PO 編碼所在列的 PI 編碼嘗試修復資料，若最後仍無法修正，便產生 PO 失敗(PO Failure，簡稱 POF)，表示該 ECC 區塊已經損毀而不能讀取。

CD 類型資料光碟只在 CD-ROM Mode 1 才使用 ECC 編碼，C1 為第一道偵錯及除錯，標準詳見表 2、3 光碟轉置建議標準，C2 為第二道偵錯及除錯，標準為 0。

伍、光碟檢測

一、檢測環境

光碟錯誤率檢測宜於適當環境條件下進行，其檢測環境依據國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）與國際電工委員會（International Electrotechnical Commission, IEC）聯合發布的 ISO/IEC 29121:2021 建議如下：

（一）溫度：15 °C 至 30 °C。

（二）相對濕度：20 % 至 75 %。

二、檢測工具

光碟品質檢測可透過專業光碟檢測設備（Archival Drive and Error Checker）進行，亦可利用相關檢測軟體搭配相容光碟機執行檢測。例如，Nero DiscSpeed、KProbe2 等軟體可用於 CD 及 DVD 之品質檢測；Opti Drive Control、DVDINFO Pro 等軟體則可支援 CD、DVD 及 BD（Blu-ray Disc）之品質檢測。市面光碟機價格低廉，甚少校正，因此，光碟品質檢測軟體雖無需購置專業設備，惟其檢測結果常因光碟機不同而不同。

三、檢測方式

檢測光碟片時，可參考 ISO/IEC 29121:2021 光碟轉置建議標準，依據光碟片檢測時之初始狀態（剛燒錄）/定期保存屬性選用表 2 或表

3 建議標準執行相對應的處置。

(一) CD：以 C1 作為檢測標準，計算方式為在任意 10 秒內，平均每秒最多能有多少 C1 錯誤。

(二) DVD：以 PIE 作為檢測標準，計算方式為任意 8 個連續 ECC 區塊中，PIE 的最大值。

(三) BD：以隨機符號錯誤率(RSER)作為檢測標準。

表 2 光碟初始狀態轉置建議標準

等級	狀態	CD-R, CD-RW	DVD-R, DVD-RW, DVD +R, DVD +RW	BD-R, BD-RE
1	建議使用	<110	<140	$< 5.0 \times 10^{-4}$
2	不宜使用	110 至 220	140 至 280	5.0×10^{-4} 至 1.0×10^{-3}
3	不得使用	>220	>280	$> 1.0 \times 10^{-3}$
資料錯誤指標		C1	PIE	RSER

表 3 光碟定期保存轉置建議標準

等級	狀態	CD-R, CD-RW	DVD-R, DVD-RW, DVD +R, DVD +RW	BD-R, BD-RE
4	可使用	<160	<200	$< 7.1 \times 10^{-4}$
5	儘速轉置	160 至 220	200 至 280	7.1×10^{-4} 至 1.0×10^{-3}
6	立即轉置	>220	>280	$> 1.0 \times 10^{-3}$
資料錯誤指標		C1	PIE	RSER

四、補充說明

實務作業中，由於不同品牌、型號或規格之光碟機在錯誤偵測能力及讀取特性上可能存在差異，導致同一光碟片於不同光碟機進行檢測時，可能有不同結果。因此，建議於檢測作業中儘量使用相同設備及環境條件進行測試，以維持結果之一致性；必要時，亦可採用檢測數值之平均值作為評估基準。



陸、光碟轉置儲存注意事項

隨著雲端儲存及網路傳輸技術日益普及，光碟媒體因儲存容量有限、使用年限受限，且容易受到刮傷、環境因素及媒體老化影響而降低資料保存可靠性。此外，現今多數資訊設備已不再將光碟機列為標準配備，使光碟媒體之使用與存取受到限制，面臨技術淘汰之趨勢。

為確保檔案之可用性及長期保存，建議將電子檔案儲存於具備較高可靠性之儲存媒體。若因業務需求仍須採用光碟作為保存媒體，則應注意下列事項：

- 一、光碟片宜挑選知名廠商品質穩定單面單層、可列印封面、可燒錄一次之 DVD+R。DVD+R 比 CD-ROM 具備較多之 ECC 區塊，也有較高的容錯能力。BD-R 與 DVD±R DL 雖然容量更大，但因價格較高，機關使用機會較低。
- 二、光碟燒錄機應挑選知名廠商品質穩定者，且與空白光碟片相容性高者。
- 三、由於光碟片、燒錄軟體及燒錄機有相容性問題，部分燒錄機無法以光碟片所標示最高寫入倍數燒錄，建議於燒錄軟體設定較低燒錄倍數，以降低燒錄失敗率。DVD+R 可燒錄倍數為 16X，建議使用 8-12X 燒錄即可。
- 四、選用效能較佳的電腦安裝燒錄軟體。

光碟燒錄過程需要耗費龐大系統資源，除電腦軟硬體效能佳外，應避免執行其他程式，以免資源不足造成燒錄失

敗。當執行光碟燒錄時，將使用本機硬碟空間做為緩衝區，故電腦可用硬碟空間亦須高於光碟片容量。

五、慎選光碟機。

如資料複製過程中，發現光碟片無法讀取，可能原因為光碟機雷射功率不足、雷射讀取頭不易定位，建議嘗試改用其他光碟機重新複製。如仍無法讀取，可從正式環境或備份資料重新轉置光碟。

六、挑選光碟檔案系統格式。

製作光碟映像檔時，應將需轉置的電子檔案先行複製至硬碟後，再製成光碟映像檔。光碟映像檔中的內容與原始光碟完全相同，適用於備份、還原原始光碟內容。光碟映像檔可選擇以 ISO 9660 或通用光碟格式 UDF 之光碟檔案系統格式儲存，副檔名為 .iso。

柒、光碟轉置作業程序

一、前置作業

- (一) 機關定期檢測光碟所儲存之電子檔案可讀性，記錄儘速轉置或立即轉置之光碟編號及數量。
- (二) 評估光碟轉置之經費、人力、技術、時間等需求，擇選機關自行辦理或委外辦理策略；惟採委外辦理時，應課予受託方及其工作人員保密義務，並規劃光碟轉置方式及轉置品質抽測原則。
- (三) 機關自行轉置時，宜由檔管人員會同資訊人員建置光碟檢測及轉置作業環境，並設置安全保護控制措施。

二、轉置及檢驗

- (一) 將光碟片檔案轉置至其他媒體或光碟片。
- (二) 機關自行辦理轉置作業後，應逐片進行離線媒體或光碟檢測，如檢測結果為不宜使用或不得使用，應對其光碟重新轉置。如為委外辦理，應要求廠商逐片檢測，並做成紀錄。

捌、光碟銷毀作業程序

一、前置作業

- (一) 機關辦理屆保存期限檔案之銷毀或特殊情況逕行檔案銷毀、毀損檔案處理等有關行政作業及程序，均請參照機關檔案管理作業手冊第 16 章銷毀規定辦理。已依機關檔案保存年限及相關規定確認得辦理銷毀。
- (二) 光碟之銷毀得視數量、人力及能力等狀況，決定由機關自行辦理或委外辦理銷毀事宜；惟委外辦理時，應課予受託方及其工作人員保密義務，並於銷毀作業關鍵時機點應會同機關人員始可辦理。
- (三) 欲銷毀光碟內的部分檔案(如屆滿保存年限檔案)時，無論該媒體是否繼續使用，應先行將媒體資料備份，以備發生失誤時之補救。未來備份媒體之資料銷毀時，亦應確保資料澈底清除或不能回復。

二、執行銷毀及驗證

- (一) 檔案辦理銷毀時，應由檔案管理人員會同相關單位派員全程監控。
- (二) 檔案銷毀後，仍應確實檢查銷毀檔案或媒體無法讀取檔案內容，或碎片是否過大，以及檔案救援軟體無法回復檔案內容等檢核事項。

三、廢棄物回收及目錄更新

- (一) 儲存媒體檔案銷毀完竣後，若不再繼續使用，應依國內環境保護法規規定，辦理廢棄物回收作業。
- (二) 機關銷毀之檔案除於機關檔案管理資訊系統註記外，亦應彙送更新機關檔案目錄查詢網的目錄資料，以維機關檔案目錄查詢網資料之正確性，提供各界查找檔案申請應用。

四、銷毀方式

光碟銷毀得依資料性質、機關設備條件及委外處理情形，採下列方式之一辦理：

- (一) 粉碎。
- (二) 切碎或破碎。
- (三) 研磨、解體或其他足使資料層遭破壞之方式。

五、銷毀程度

光碟銷毀不得僅以折斷、打孔、剪開或表面刮傷，作為已完成銷毀之依據；應採足以使資料無法回復之設備或方法處理。

依據美國國家安全局(National Security Agency，簡稱NSA)發布之評估產品列表－光學媒體銷毀設備(EPL－Optical Destruction Devices)，光碟碎片建議達成下列大小：

(一) CD 碎片邊長不大於 5 mm。

(二) DVD 與 BD 碎片邊長不大於 2 mm。

玖、光碟銷毀作業流程

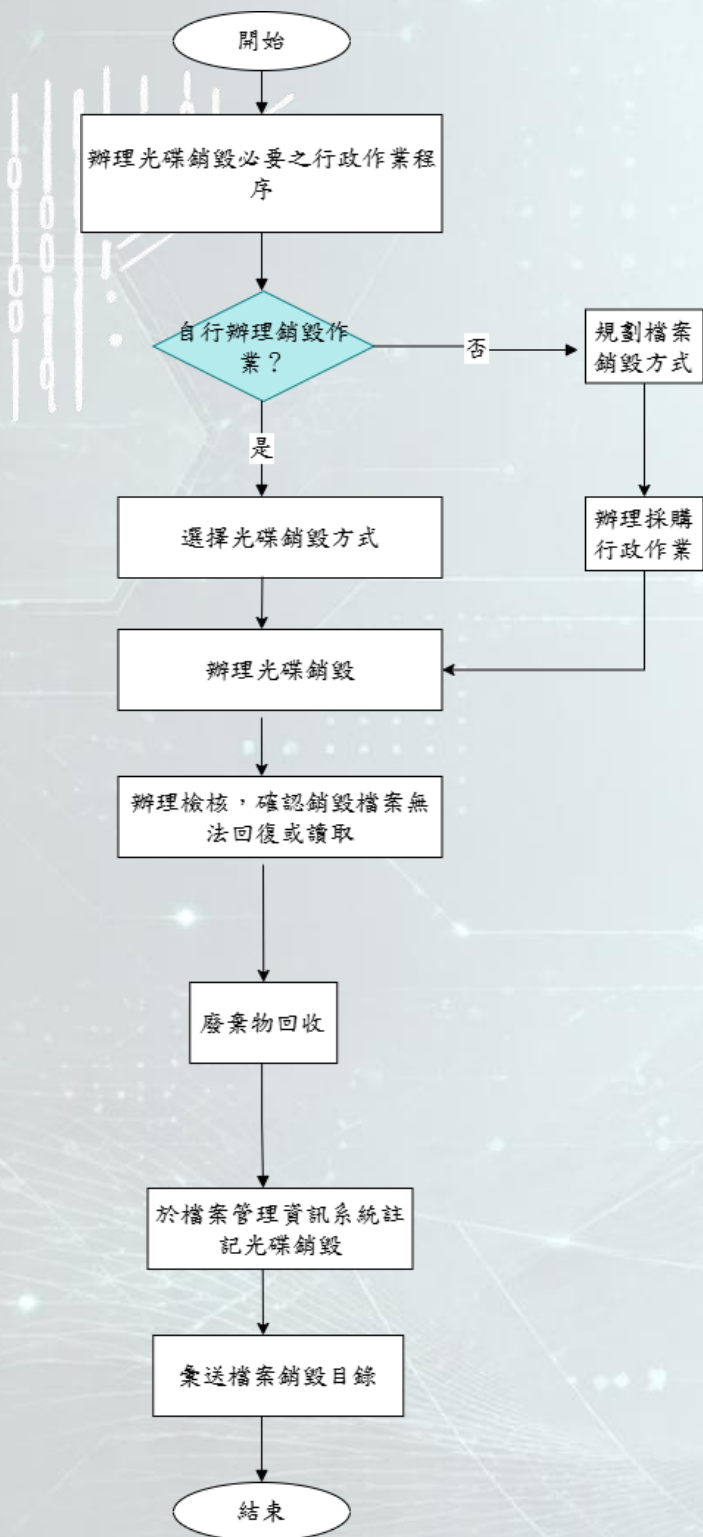


圖 4 作業流程