



自動書庫維運現實問題剖析： 看得見與看不見的成本

洪淑芬 國家圖書館知識服務組編輯

一、前言

圖書館機構多年以來均面臨因為圖書資料量增而造成的典藏空間不足問題，故紛紛建設可以高度容納圖書的書庫。自1980年代中葉起，歐、美、澳洲的國家採用「哈佛模式」(Harvard Model)高密度倉儲(簡稱「哈佛模式」)與自動書庫。日本雖然在較晚的2009年才開始有圖書館導入自動書庫，但後來居上，現在日本共有約60個機構建有自動書庫，約占世界自動書庫總數的三分之二(黑澤公人, 2017)。臺灣的圖書館界同樣亦面臨典藏空間不足的問題，因此大學與國家圖書館(以下簡稱本館)曾共同思考建置聯合典藏中心的可能(國立臺灣師範大學, 2009)，惟過去並未能成案。

目前本館正在規劃南部分館暨聯合典藏中心，有必要針對不同類型的圖書館書庫模式，詳加探討建造成本與後續維護之費用，以便作成可以永續經營無虞之決策。各種書庫模式中，自動書庫在臺灣國內目前僅有國立臺灣大學圖書館一例；是國人比較陌生，又難免好奇與嚮往的圖書典藏設施。過去臺灣有關密集式倉儲的專文，針對自動書庫與其他模式的比較評估，大都僅由書

庫造價、人力、地坪可容納藏書冊數等觀點，進行比較與論述，而得到自動書庫單冊典藏圖書成本最低之結論(鄭小祺, 2010)。然作者於2017年10月參訪日本多個擁有自動書庫的圖書館，實地的參訪討論之後，對自動書庫有新的認識；與過去國內一般對自動書庫的認識之關鍵性認知差異是，自動書庫除了造價高昂，維護費用也非一般圖書館經常業務費所能長期負擔。因此擬藉此文，剖析自動書庫全面性的、長期性的維運成本，以供國內圖書館界進行書庫建造模式決策之參考。

二、自動書庫相關的各種費用

自動書庫是大型的建設工程，除建築體地面必須有足夠的荷重噸數，如果建造於地下樓層，則四周圍的牆壁必須採用防潮與防水滲透的特殊工法(注1)。此種大型工程建設不似大眾化產品已有固定的定價，加上不同廠牌亦有不同的服務內容與定價原則，而使用者圖書館對於相關營運費用又未必對外公開，故相關資料的取得十分不易。

本文關於自動書庫建設與維運的相關介紹，主要根據作者此次參訪日本擁有自動書庫的

【他山之石】



圖書館前後所收集之資料，故所舉之例時間新舊兼有。因為各自動書庫廠牌對不同機構之報價，可能被視為商業機密，故有的機構並不對外提供造價與後續維護經費之資訊。基於對機構與廠商之尊重，在此僅以不具名方式提供資訊，並將價格尾數四捨五入，以及將建造年代以區間年代呈現，以消除可辨識性。

(一) 自動書庫運作概要

自動書庫能夠透過電腦上的管理系統之操控，精確呼叫所需圖書所在的書箱，以可以垂直升降的機械手臂，取出沉重的書箱，降至地面的正確軌道位置之後，水平行進、轉彎，送至館員取放圖書的作業窗口。而且讀者申請圖書調閱的圖書館目錄，與自動書庫管理系統之間，二者互相交接；讀者在圖書館目錄系統上的調閱申請，可以傳送至自動書庫管理系統，使之呼叫正確的書箱；另一方面，透過掃描感應將歸入書庫的圖書條碼或RFID tag，即連動消除借閱紀錄。凡此種種細節，無不是透過精密的機械與資訊操控，而相關的設備，亦如同各種機械與電器電子類產品，必有老舊、耗損、與資訊軟硬體過時的問題，故必有部分需要定時維修，以及定時汰換機件，並且必須適時進行自動書庫管理資訊系統的資訊軟硬體升級與汰換。

(二) 自動書庫建造與維運費用試算例

自動書庫只要是開館服務之日，即必須保持運作正常無誤，否則將嚴重影響調取圖書以提供讀者之需的服務。為達成自動書庫運作無誤，一般所需要的配套措施包括以下四大要素：(1) 開館時間必須配備至少1名技術人員；(2) 各年度均必須付出維護費用；(3) 數年後

開始每年均必須進行預防性的「零件暨配備機件的定時汰換」；(4) 自動書庫的資訊管理系統必須配合圖書館目錄系統升級，以及定時進行軟硬體更新；因此，造成自動書庫的營運成本偏高，而且可能年年攀升。

自動書庫的「維護費用」與「零件暨配備機件定時汰換」費用，美系與日系產品對於維護相關內容與零件與配備機件之更換進程規畫，可能不盡相同，價格亦可能有所差異，但為提供對於自動書庫後續維運經費之概略理解，本文僅以2個日本不同廠牌在日本當地建造與維護之例，列舉「年維護費用」以及「零件暨配備機件定時汰換」的費用與更換時程，以供了解自動書庫比較不為人知的實際維運成本。

1. A廠牌：(2006-2010年間建造)

(1) 造價：80-100萬冊規模，造價約3億日幣，約相當於臺幣1億元。

(2) 年維護費用：480萬日圓（約合台幣160萬元/每年），自第2年開始每年支付，16年共計76,800,000日圓，加上資訊設備更新費用約2,000,000日圓，僅維護費與資訊設備更新費用共計約78,800,000日圓，約合臺幣2千6百萬元。

(3) 「零件暨配備機件定時汰換」費用（即日文所謂「整備工事」之費用）：各次更換不同部分的零件，各年費用不等。16年總計費用約為73,000,000日圓，約合臺幣2千4百30萬元。

綜合上述(1)-(3)可知，80-100萬冊的自動書庫建造完成後的16年內，總共支出的「年維護費」與「定期更換零件與資訊軟硬體設備」共計151,800,000日圓（約合臺幣5千零60萬元），相當於當時造價的一半經費。而部分零件的更換，在建造最初可以第7年才更換，但之後更換頻率即縮短為每5年或更少年即需維修更換。因此，

零件與配備機件的更換費用將逐年調升；依據前16年的零件更換經費、以及逐年費用將提升的趨勢推算，該廠牌建造後經過大約20-25年，所有付出的維護費暨零件汰換費用，即相當於建造自動書庫之造價。

2. B廠牌：(2000-2005年間建造)

(1) 造價：約150萬冊規模，造價約3.3億日幣，約相當於臺幣1.1億元。

(2) 年維護費用：約1,600萬日圓（約合臺幣533萬元/每年），自第2年開始每年支付。

(3) 「零件暨配備機件定時汰換」費用：大約第10年後，除年維護費1,600萬日圓，各年尚必須付出不等的所謂預防性的零件更換之費用：完工後第12-15年曾進行三次零件更換整修，各花費約1,700萬日圓（約合臺幣570萬元）、約2,200萬日圓（約合臺幣730萬元）、以及約5,000萬日圓（約合臺幣1,700萬元）；平均該種零件更換費用每年約3千萬日圓。據此累計統計，該種維護費和零件更換費用總額到第11或12年即共付出該自動書庫的建造總價1/2金額，第15或16年即共付出建造總價百分之百的金額；第19年即共付出建造總價百分之一百五十的金額；第22或23年即付出建造總價的百分之二百的金額。而更長久之後的機械可維護性則仍不可知。

3. 「零件暨配備機件定時汰換」的內涵

所謂「零件暨配備機件定時汰換」，需要更換的零件與費用包含搬送系統中的入/出庫台車、垂直與水平搬送機具相關零件配備、資訊系統、總合調整費用等。以下茲概述逐年需更換的零件配備內容；基於分散經費負擔之理由，各項可能酌予調整於不同年度進行更換整修。

(1) 每5年需更換垂直搬送線中的纜線、水平搬送線中的傳送連動連結機具、水平搬送線中的

傳輸滾輪、堆高機中的導引（滑軌）滾輪與樹脂導引器。

(2) 每5年需更換入/出庫台車的導引（滑軌）滾輪與樹脂導引器（滑軌）、鍊輪、滾輪連動連結機具。

(3) 每10年需更換堆高機械手臂的車輪、直線導引器、鍊輪、升降鍊、驅動馬達、升降馬達、驅動馬達的分岔器、集電器、給電器材。

(4) 每10年需更換入/出庫台車的傳動車輪、馬達推進器、集電器、給電器材等。

(5) 控制器方面，每5年須針對地上控制盤、機械手臂控制盤、搬送控制盤、出納控制盤、入/出庫台車控制盤、分電盤等進行電源、備用電池、不斷電系統等的更新。

(6) 每5年須更換堆高機的機械手臂之雷射距離量測器。

(7) 每10年須針對地上控制盤、機械手臂控制盤、搬送控制盤、出納控制盤、入/出庫台車控制盤、分電盤等進行其控制器的更換。

(8) 每10年須針對電子配備中的光電感應器、光傳送裝置等進行其感應器零件更換。

(9) 資訊設備方面，每3年更換一次不斷電系統裝置；每5年更換一次主機伺服器、作業用終端機、電腦相關周邊、出納台的條碼閱讀器、列印機；每10年更換一次圖書厚度計測器、交換總機等。

由前述二例可知，不同廠牌的日系自動書庫，均十分重視日常的維護，以及預防性的適時或提早汰換可能老舊或耗損的零件。故後續的維護費用，居高不下。



（三）在臺灣建造自動書庫與後續維運的問題

自動書庫是一種科技整合的設施，目前建造自動書庫的廠商，以日系居多，美國其次，世界上可見的自動書庫廠牌大致如下：美國、加拿大、澳洲總計18機構採用DEMATIC公司產品，國立挪威圖書館採用SwissLog公司產品，英國大英圖書館採用Logistics Simulation公司產品，日本共有約60個機構採用四種日本國產的日本Filing、金剛、岡村製作所、DAIFUKU等公司產品（黑澤公人，2017）。

由於臺灣尚無國內本地的自動書庫廠家，如果委由國外公司建造，則在前述各種費用之外，可能被附加工程師、技術人員、技工等的海外駐在費用。因為配合開館時間必須配置的自動書庫相關技術人員為由原廠派遣，如果臺灣的自動書庫委由國外公司建造，則後續維護是否同樣將被附加技術人員海外駐在費用、以及是否必要透過代理商而使各種費用攀升，亦必要於決定建造之前，一併詳加確認與評估

三、符合經濟效益的自動書庫建造之前提

如前述有關自動書庫維運成本內涵以及維運費用試算之例，可知建造自動書庫的成本效益分析，例如計算單冊的典藏成本時，必須同時計算建造成本與後續的維護與維運費用。而由前述二個試算之例可知，自動書庫建造之後的後續所需費用十分可觀；因此美國American Library Association（ALA）曾於2002年6月於官方網頁上刊登《Automated Storage/ Retrieval and Return/ Sorting Systems》一文，分析自動書庫的優缺

點，並指出就經濟效益而言，要設置120萬冊規模的AS/R系統（不固定位置—比較便宜），則總流通量一年至少要250,000.冊/件以上；要設置包含RS的自動書庫（Return and Sorting，指歸還圖書時依規範排序，固定位置—比較貴），則總流通量一年至少要750,000.冊/件以上（Boss, 2002）。

換言之，符合經濟效益的自動書庫，應考量具有以下效用為前提：（1）節省原應配置的人力費用，足以支應維護費以及定期汰換零件與配備機件、更新資訊軟硬體等的費用；（2）為規劃空間作為資訊共用空間（Information Commons），又必須快速調出讀者申請的圖書；調閱圖書量極高的圖書館屬之。其因為圖書調閱量極高，原需配置甚多人力，故可獲得一定的節省人力成本支出之效益；（3）圖書館建造書庫時已幾乎無可用土地，日本東京大學總合圖書館的地下自動書庫之例屬之。但是，因為深入地底，地下水文水脈的情形，實非事前可精確的調查與預測掌握，故建造時的防水滲透與防漏，需要特別的技術性規劃與施作。後續在溫濕度的環境控制方面，也需特別嚴密監控；故從圖書館書庫環境控制上的困難複雜度著眼，東京大學圖書館自動書庫的相關主管建議，如非因已完全無可用土地之問題，書庫之設計儘量不要建造於地下樓層（注2）。

根據2016《國家圖書館年報》，在讀者利用還算活絡的總館之流通服務，以民國105（2016）年為例，全年的流通量為234,359冊/件（國家圖書館，2017），僅將接近120萬冊規模的自動書庫之建造經濟效益之門檻。如非在總館，則自動書庫的年度流通量將可能遠少於總館的借閱流通量。

四、結 論

圖書館自動書庫的概念緣起於產業界、物流業界、以及零售業界的自動化倉儲與物料管理系統。對業界而言，物料存放於自動倉儲系統，機械化操作快速、荷重高、能穩當地取下放置於高處的重物，也不畏低溫環境，可以突破人力上的極限。此外，結合資訊化管理，也可以達到最精確的物料盤點補給，免除不當的囤貨，高度創造經濟效益 (Sykes, 1994)，故成為其降低成本、競爭營利上的必要投資。但相對的，圖書館並非營利機構，自動書庫因為昂貴的維運費用，造成單冊圖書的典藏成本，逐年隨著不斷付出的維護費、機件配備汰換費用、管理資訊系統軟體汰換更新等費用而不斷增加。

事實上，在世界各國陸續有圖書館導入自動書庫的同時，也有圖書館機構開始檢討評估使用自動書庫實際上的經濟效益，與長期經營上的問題。法國的波爾多市立圖書館於1980年代建設自動書庫，其首要目的是為典藏管理貴重書以及使用度較高的圖書。但不到二十年之後，在2000年代後期進行圖書館改造時，即撤廢自動書庫 (Bouffange, 2012; 黑澤公人, 2017)。其次是日本的國立國會圖書館關西館之例。該館於2002年落成啟用，除了建置館舍，也同時建造自動書庫。但是，目前關西館在其館舍後方空地，正進行獨立書庫棟的建設，其對於新建的獨立書庫棟之規劃，係將全部採用完全不需要維護費用的手動式密集書庫的模式，而且未來也不再考慮建置自動書庫 (注3)。如此放棄考慮自動書庫，轉而全部採用免維護費的手動式密集書庫之取向，值得借鏡。尤其圖書館大多面臨經費的問題，導入自動書庫之後，很快隨即要面臨支付年維護費

的問題；大約十年或不到十年之後更要面臨年維護費加上零件暨配備機件定時汰換、資訊軟硬體更新等的龐大支出問題。故是否導入自動書庫，除了造價相對於單冊書籍典藏成本、地坪面積相對於可存放書籍冊數等面向的評估之外，更必要事先查訪各家自動書庫業者對於後續維護的規劃與收費標準；僅當未來維運上的各種支出，相較於其他方案仍屬有利，方符合圖書館能夠永續經營無虞的效益與原則。

注 釋

注1：日本國會圖書館東京本館的地下書庫、以及東京大學總合圖書館的地下自動書庫，均採用雙重牆壁的防潮建築設計。雙層牆壁之間，大約寬0.5-1.5米不等；最窄處是否可於該到均排列字可容人通過。雙層牆間的通道除了設有防火消防設備，外牆可設置漏水感測線。

注2：2017年10月13日參訪日本東京大學總合圖書館。

注3：2017年10月11日參訪日本國會圖書館關西館。

參考文獻

- Boss, R. W. (2002). Automated storage/ retrieval and return/ sorting systems. ALA Tech Notes. <https://alair.ala.org/bitstream/handle/11213/258/Automated%20storage%20retrieval.pdf?sequence=17&isAllowed=y>
- Bouffange, S. (2012). Automated book storage systems at the Bordeaux Municipal Library and elsewhere. Retrieved November 25, 2017, from



https://www.researchgate.net/publication/285615987_Automated_book_storage_systems_at_the_Bordeaux_municipal_library_and_elsewhere

Sykes, D. (1994). Planning for excellence in materials handling. *Logistics Information Management; Bradford*, 7(6), 10. <https://search.proquest.com/lisa/docview/220017673/fulltext/4E565EE477CE403APQ/5?accountid=14229>

國立臺灣師範大學 (2009)。國立臺灣師範大學民國 98 年 11 月 27 日校務研究發展委員會第 128 次會議紀錄 提案四。Retrieved November 25,

2017, from <http://www.aa.ntnu.edu.tw/meeting/recruit.php?Sn=228>

國家圖書館 (2017)。年度統計：讀者服務
國家圖書館年報 2016 (pp. 104)：國家圖書館。

黒澤公人 (2017)。世界の自動書庫の導入状況について (2017年版)。Retrieved November 25, 2017, from http://kimito.webcrow.jp/ASRS_WORLD2017.pdf

鄭小祺 (2010)。高密度倉儲藏書庫簡介與案例分析。國立成功大學圖書館館刊, 19, 34-51。