

Austin-Bergstrom 國際機場啓動可持續發展活動

栢誠美國德克薩斯州奧斯汀市分公司
Holland Young 著 (youngH@pbworld.com)

新建的 Austin-Bergstrom 國際機場證明了通過可持續發展的原理，可獲得直接的和長遠的環境、財務與社會效益。這個項目的眾多可持續發展元素包括（但不局限於）：審慎的場地規劃，舊材料的重複使用與循環再用，原材料的使用，能源效率，水質措施，空氣質量措施以及社會效益。

當建造一個新機場的機會來臨時，德克薩斯州奧斯汀市選擇了將可持續發展的原理納入整個機場發展的過程。這個新機場是在原 Bergstrom 空軍基地上興建的，由栢誠擔任進度經理。我們的員工與奧斯汀市航空部員工共同組成「新機場項目小組」，負責管理項目的規劃、設計、建造與調試。

現已竣工的 Austin-Bergstrom 國際機場（圖 1）是機場可持續發展的一個模範。本項目全面採用可持續發展方法的例子包括能源效率，空氣與水質的改善，用水的節約，資源的重複使用、循環使用與高效使用。從細心的場地規劃與設計，到降低噪音的影響與新建的公共學校，我們幫助建造了一個能高效運行，儘量減少消耗天然資源，以及能夠對社區產生顯著社會效益的機場。「國際機場理事會北美洲分會」向奧斯汀市頒發了「年度環境成就獎狀」，表彰它在可持續發展方面的領先貢獻。



圖 1 Austin-Bergstrom 國際機場

審慎的場地規劃

要實現機場的可持續發展，第一步包括審慎規劃場地令其發揮最大的功效，和制訂一個能讓機場高效地運行的全面計劃。規劃的主要特徵如下：

- 航站樓的朝向減少了大樓東面與西面部分所需的牆與玻璃窗面積。
- 高效率的機場規劃設計縮短了飛機滑行的距離，從而降低燃料用量和廢氣排放量。（另類燃料對商業用飛機而言並不實用，因此縮短引擎的操作時間是減少飛機廢氣的主要策略。）
- 「新機場項目小組」與當地的公共交通部門緊密合作，以保證現有的公共交通工具（公共汽車）與規劃中的公共交通工具（輕軌）系統可接駁到新機場。

重複使用與循環再用

原有軍事基地的基礎設施大部分通過下列的措施被重複使用或循環再用：

- 在現場建立物資回收庫，幫助承包商展示與銷售被拆下的門、櫃、窗、電氣與管道設備、空調與供熱裝備，以及其他可以回收的東西。
- 主要電線被收集和作為廢料出售。
- 被拆下的房屋廢料按材料分類，讓鋼料和銅料可再循環使用。
- 超過 25 萬噸原有的軍用飛機停泊跑道被拆掉和壓碎，然後再被鋪設於新跑道和機場設施的底部，為新機場的設施提供了穩固的基礎，並且節省了 200 萬美元以上的建築費用，也大大減少了被送往堆填區的垃圾量。
- 原有的跑道、飛機滑行道與停機坪地面被翻修和重新使用。
- 一個原定被拆毀的飛機庫被承包商拆卸和重新使用。
- 現場的護欄被重複使用，作為永久性和臨時性的出入口控制設備。
- 將開挖區肥沃的有機表層土壤移走及貯存起來，留待日後再用。
- 開挖出的多餘土壤重新用於築堤，不需要運走。
- 受工程影響的 40 多棵樹被移植往別處。
- 制訂一個機場廢物循環再用計劃，以便重複使用油漆溶劑，循環再用車輛機器與濾油器的廢油，和回收機場加油設施的飛機燃料。
- 在航站樓內的垃圾箱設有兩條滑槽，一條供收集可再循環使用的廢物，另一條供收集所有其他廢物。在垃圾壓縮機區內也配備了兩種不同的壓縮機，以鼓勵循環再用廢料。

可持續發展的原材料使用

客運大樓的建築材料是根據其耐用性、壽命和是否易於維修而選擇的。大樓的可持續發展特徵包括下列各項：

- 主要框架系統，包括樑，柱、型件與板，都是用 100% 循環再用材料製造的。
- 混凝土的支撐鋼筋包含 95% 的再循環使用材料，而牆壁基礎設施所用的鋼螺栓包含 65% 至 75% 的再循環使用材料。
- 建造航站樓採用的混凝土包含 10% 至 15% 的飛灰（發電廠的廢料副產品）。建造跑道、滑行道與停機坪的混合混凝土則含有 20% 的飛灰。整個項目約用了一萬六千噸飛灰。
- 整個項目採用了花崗岩地板與牆壁（圖 2）以及水磨石地板，因為這些材料十分耐用，可以承受繁忙的公共交通，兼且不具吸收力——這種特性可以改善室內空氣質量。花崗岩采自當地，以便減少運輸帶來的環境影響。
- 表漆只會散發少量的揮發性有機化合物，從而提高室內空氣的質量。
- 整個項目採用再循環產品，例如包含 100% 再循環材料的石膏紙面板。
- 廁所內的隔牆材料含有循環再用的高密度聚乙烯塑膠。
- 全部地毯已獲得製造商的保證，被回收的舊地毯將循環再用於製造其他產品。
- 整個機場建設採用的木材都來自生長受控制的樹林。
- 屋頂隔熱材料的生產過程中不使用氟氯碳化合物（CFCs）。此外，屋頂鋪設了能反射熱量的淺色面板。在德克薩斯州的烈日烤曬下，這是一個重要的特點。



圖 2 建造航站樓採用了當地的花崗岩

能源效率

客運大樓的節能目標是要超過能源規範的照明標準 15% 以上，和熱能標準的 10% 以上（見注 1）。下列是一些幫助該市達到節能目標的系統與技術：

- 客運大樓的中央供熱與供冷系統是業內最可靠和能源效率最高的系統之一。獨特的空調系統冷凍水蓄熱設施（圖 3）讓機場可以在晚間非高峰負荷時段開動冷凍機，製備冷卻水供白天使用。這樣可以令高峰電力負荷降低 1400 kW 以上，相當於減少高峰用電量的 48%。

- 整座大樓採用了能限制熱流但容許自然光線通過的高熱效玻璃。此外，特定區域內的部分燈飾加入了陶瓷玻璃料以減少刺眼的強光與吸熱，但不會影響視覺敏銳度。
- 整座大樓採用了高效的隔熱材料。
- 在機場的兩個區域安裝了光伏裝置，用作發電和為等候的車輛遮擋陽光（圖 4）。

（注 1）適用於這個項目的建築能源規範是由美國供暖製冷及空調工程師學會制訂及採用的（標準 90.1-89）。這些標準得到美國政府承認，並且被採用於美國法規第 77 章第 42 條。



圖 3 蓄熱設施降低了高峰電力負荷



圖 4 光伏裝置能提供電力，亦可遮擋猛烈的德州陽光

水質與節約用水

爲了利用每一個機會去改善從機場範圍流出的水的質量，「新機場項目小組」建造了約十八萬平方米的水質改善設施。這些設施了包括沉澱池 / 過濾池，臨時性儲水池和

其他徑流控制設備。在策略性地點放置的水質池，能夠過濾來自停機坪和停車場的雨水（圖 5）。部分較具創意的水質與節約用水措施如下：

- 飛機燃料儲藏設施結合了精密的回收設備和分離設備，以回收正常加油時漏出的燃油。
- 所有飛機加油與化冰區域都設有溢出燃料和廢水的收集與防漏系統。
- 受污染的徑流被收集後會通過排污溝被送到污水處理設施，不會被隨便排走。
- 公共廁所內的所有裝置都配備自動控制水流量的閥門。
- 景觀美化工程只採用不需要大量水分的當地植物和能夠抵受乾旱的外來品種，從而儘量節約用水。另外亦種植了大草原草和當地的短草，以減少鏟草和其他保養工作。灌溉系統亦可以限制過度噴灑非滲透性的已鋪路面區域。
- 機場的哥爾夫球場利用再生廢水灌溉。隨著設備的增加，機場也可以擴大再生廢水（雨水或經處理過的廢水）的使用範圍，以供應灌溉系統。



圖 5 收集及沉澱池可排出清潔的雨水

空氣質量措施

奧斯汀市與「新機場項目小組」提出並實行了下列的新措施，以達到優良的室內空氣質量，和減低來自機場的各種廢氣：

- 利用門廊和空氣門來限制受污染的空氣滲入室內。
- 利用能吸收異味，揮發性有機化合物和排放物的高效空氣過濾器來淨化通風系統。
- 採用能抵抗微生物生長的室內修飾材料和通風管道。所有空調設備與管道隔熱層都經過處理，以抵抗微生物侵擾和生長。
- 容易受污染的區域會直接向室外排氣。

- 在停機坪通過使用一氧化碳感應系統，提供自動的通風控制。
- 使用排放量低的燃料、供熱設備與供冷設備。

某些更具創意、能幫助減少廢氣排放量（從而減少對區域空氣質量影響）的特徵包括下列幾項：

- 停靠在登機門前的飛機將使用航站樓供應的電力與空調，無需使用飛機上的輔助發電設備。
- 最新的儀錶著陸系統科技讓飛機可以在最惡劣的天氣下運作，從而縮短飛機等候起飛和著陸的時間，減少引擎空轉的機會。
- 地面服務設施配備有另類燃料（如天然氣與電力），可為飛機和其他機場車輛服務。
- 奧斯汀市航空部門採用低排氣量的代用燃料汽車，並且鼓勵機場的租戶仿效。

新機場提供社會效益

機場在發展期間所提供的一些顯著的社會效益包括：

- 遷移軍用住房

超過 700 多間可供一至兩個家庭居住的軍用住房被遷移到別處，以低息貸款的方式供低收入家庭購買。複式公寓被分割成兩間較小的房屋。這項措施為奧斯汀市節省了約 100 萬美元的清拆費用。

- 保留小禮拜堂的一些元件

原有的軍用小禮拜堂被拆除以便興建新的機場通道。但在清拆過程中，市政府與承包商協商保留禮拜堂內美麗的木樑與鐘，並且找到一間需要那些材料的小教堂。承包商在工作時也非常小心，以免損害那些木樑。

- 減少噪音影響

新機場啓用後，飛機活動的噪音影響顯著地減少了。受機場噪音影響的人口數目從原來的 30000 人減至約 1500 人。

- 工作崗位培訓

「新機場項目小組」在機場主辦了一項培訓計劃，訓練工人擔任建築工作，並向合格者頒發證書。很多畢業生隨後到新機場負責建築工作。

- 對小型和少數社群的承包商提供協助

「新機場項目小組」建立了一個小型承包商輔助小組，幫助小型和少數社群公司投標和贏得機場的施工合同。

- **循環再用哥爾夫球場**

原有的空軍哥爾夫球場，在根據新機場的地形改建後開放作公共哥爾夫球場，為當地提供了娛樂效益。

- **新的公立學校**

機場購買了附近四間曾受軍用飛機噪音影響的學校。在得到 4500 萬美元的撥款後，當地校區興建了四所最先進的新學校，令當地的學生直接得益。

- **提供學習航空知識的機會**

「新機場項目小組」利用建設機場的機會，向當地的公立學校學生講授環境保護原理、數學與科學。學生們會在七年間每月到機場一次，每次在簡單的課堂後可以實地觀察所學的原理如何被付諸實行。

結論

Austin-Bergstrom 國際機場是機場可持續發展的一個真正模範。該項目所實施的措施，為奧斯汀市居民以及利用該機場的旅客提供了即時與長期的環境保護、財務和社會效益。

【完】

汲取的教訓

- 指定使用特定的材料或方法可能把責任轉移給業主，因此業主有必要和設計者建立合夥關係。
- 一般來說，若設計者需要對創新方法進行評估並將之納入項目內，專業費用會隨著增加，處理時也需要更加審慎。
- 採用未經試驗的材料和方法時要小心，因為失敗的可能性足以否定整個項目對可持續發展所作的努力。

Holland Young 是栢誠的助理副總裁和高級監督規劃師。加入栢誠前他是奧斯汀市航空部的規劃與環境經理。他擁有超過 24 年的機場規劃與環境分析經驗，也是一位活躍的音樂家和海員。

相關網站：

- 國際機場理事會北美洲分會，環境事務委員會
Airports Council International - North America, Environmental Affairs Committee
<http://www.aci-na.org/asp/committeeindex.asp?page=78>
- 美國供暖製冷及空調工程師學會（ASHRAE）
<http://www.ashrae.org/>