

出國報告（出國類別：實習）

# 節能計畫一

## 德意志博物館實際案例

服務機關：國立科學工藝博物館

姓名職稱：洪順成技正

派赴國家：德國慕尼黑

出國期間：民國 104 年 9 月 10 日至 9 月 19 日

報告日期：104 年 10 月 8 日

## 摘要

基於環境變遷對於人類影響，本館政策以綠行動邁向「綠博物館」，在「環境永續」面向下，本館秘書室係就建築體和機電設備之利用與維護硬體進行各種節能措施。本計畫實地探查全球公認著名的科學技術類博物館中，佔有重要地位的德意志博物館（Deutsches Museum）實際作法。建議配合民眾參觀動線，調整空調出風口和分區管理能源使用的節能減碳措施做為本館綠博館永續經營的參考。

## 目次

一、目的.....	4
二、過程.....	5
三、心得.....	24
四、建議.....	25
參考資料.....	25

## 一、目的

基於環境變遷對於人類影響，本館以綠行動邁向「綠博物館」；其中「綠博物館」是指一個博物館將永續（Sustainability）的概念融入各項館務之運作，在「環境永續」面向下，本館秘書室係就建築體和機電設備之利用與維護硬體進行各種節能措施。本計畫實地探查被全球公認在著名的科學技術類博物館中，佔有重要地位的德意志博物館（Deutsches Museum）實際作法。提出在環境面採行節能減碳的措施；提供給民眾對博物館的瞭解與支持等建議，並做為館內綠博館永續經營的參考。

本次參訪實習德意志博物館：

1. 德意志博物館 Deutsches Museum 。
2. 德意志博物館交通博物館 Verkehrszentrum 。
3. 德意志博物館飛機博物館 Flugwerft Schleißheim 。

針對環境節能，實地至慕尼黑德意志博物館實習電力空調系統架構，學習該館舊建築內電力設備改善以達成綠建築的目標，期能以用電設備和結合環境進行節能，做為本館系統性節能的重要參據。包含：

1. 館區建築物配置方式。
2. 電力空調設備配置及方式。
3. 該館既有建築物用電軟、硬體改善方式。
4. 能源操作方式和維修解決問題的內容。
5. 中央控制系統節能成果和擴充節能措施的規劃模式。

預計達成效益：

1. 規劃本館低碳能源設施之設置模式。
2. 針對本館龐大複雜之空調、機電設備提列操作和維護有效模式。
3. 建構電腦化中央控制系統節能參數設定以進行效益評估。

## 二、過程

(一) 出國時間：104 年 9 月 10 日至 104 年 9 月 19 日

(二) 出國行程：

地點：德國慕尼黑德意志博物館 **Deutsches Museum**

日期	地點	工作概要
9 月 10 日(四)	高雄-桃園-法蘭克福	去程
9 月 11 日(五)	法蘭克福-慕尼黑	飛機飛到德國法蘭克福，搭歐鐵到慕尼黑
9 月 12 日(六)	慕尼黑德意志博物館	觀察和記錄館區建築物配置方式
9 月 13 日(日)	慕尼黑德意志博物館	觀察和記錄館區電力空調設備配置及方式
9 月 14 日(一)	慕尼黑德意志博物館	訪談該館策展人 Dr. Johannes-Geert Hagmann 和參觀展示廳
9 月 15 日(二)	慕尼黑德意志博物館	學習該館既有建築物用電軟、硬體改善方式
9 月 16 日(三)	慕尼黑德意志博物館	學習該館能源操作方式和維修解決問題的內容
9 月 17 日(四)	慕尼黑德意志博物館	學習該館中央控制系統節能成果和擴充節能措施的規劃模式
9 月 18 日(五)	慕尼黑-法蘭克福	搭歐鐵由慕尼黑到法蘭克福
9 月 19 日(六)	法蘭克福-桃園	回程
9 月 20 日(日)	桃園-高雄	回程

### （三）機電節能參訪實習案例－德意志博物館 Deutsches Museum

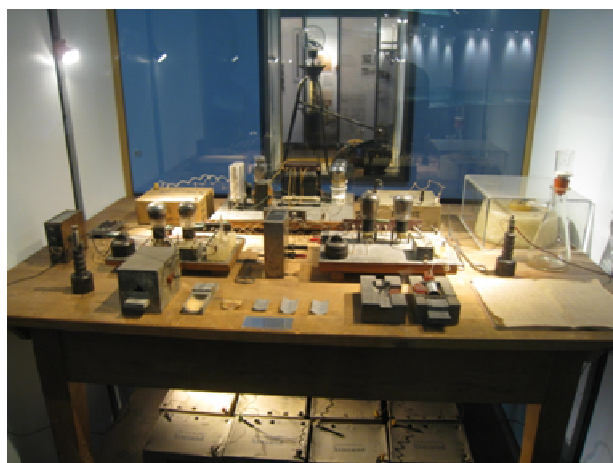
德意志博物館（Deutsches Museum）是世界上最大的科技博物館之一，德意志博物館的創始人奧斯卡·馮·米勒（Oskar von Miller，1855-1934），以藉由典藏的物件呈現科技發展和各項發明或技術改變時對人們重大影響的目標，於 1903 年成立。



圖一德意志博物館

二戰時博物館被迫關閉，20%收藏品和 80%建築物被盟軍轟炸機炸毀。1945 年 11 月，博物館的圖書館重新開放，此時德意志博物館主要嘗試解釋自然現象及規則和展示人類使用物質或能源的技術 2 件事，現階段德意志博物館的願景是成為全世界最重要的科技博物館和在全球的未來發展型塑交流模式的角色。

德意志博物館和一般博物館之不同，在於館內收藏有大量儀器設備的歷史原件及複製品和模型，其中許多可供現場操作，大型展品則由工作人員操作表演，使參觀者領略有關科技發展的歷史和生活的關係；和在親身體驗中加強對科學技術的理解。



圖二 核子分裂實驗原型

位於德國慕尼黑依薩河(River Isar)中島上的德意志博物館 (Deutsches Museum)，有 6,600 平方公尺的展示面積，每年接待大約 100 萬參觀者。另外還有波昂分館以及兩個同樣位於慕尼黑的分館(飛機博物館 Flugwerft Schleißheim 和交通博物館 Verkehrszentrum)，本次參訪實習對象為德意志博物館 Deutsches Museum：德意志博物館交通博物館 Verkehrszentrum 和德意志博物館飛機博物館 Flugwerft Schleißheim：

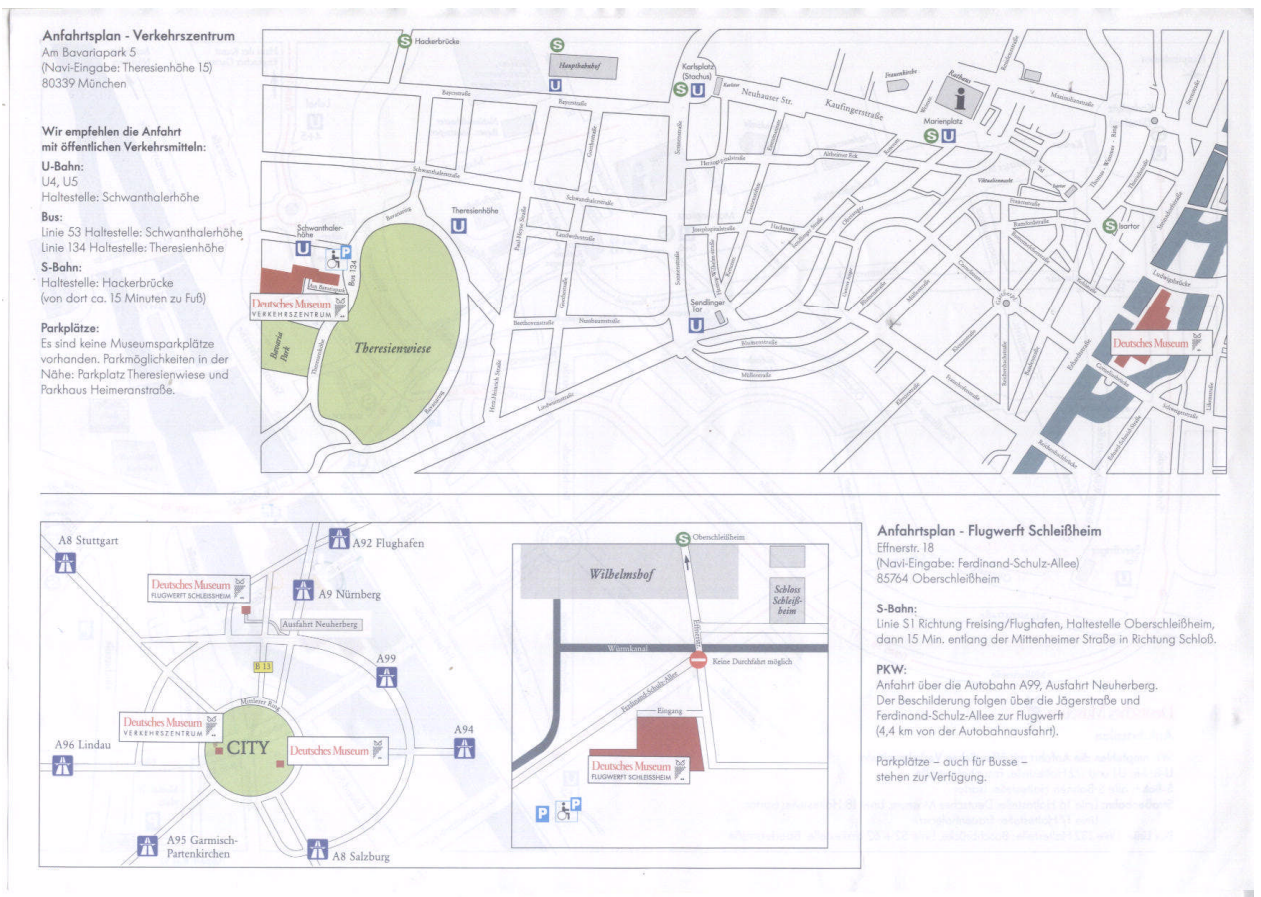


圖三 飛機分館入口



圖四 交通分館入口





圖五 慕尼黑德意志博物館位置圖

## 1 德意志博物館在慕尼黑的位址：

### 1.1 德意志博物館 Deutsches Museum：

- 1.1.1 在中央車站 (Hauptbahnhof)，搭 S-Bahn 通勤電聯車到 Isartor 再接 16 號公車可到達，或 轉搭地鐵 U1, U2 到 Fraunhoferstraße 可到。

### 1.2 德意志博物館交通分館 Verkehrszentrum：

- 1.2.1 在中央車站轉搭地鐵 U5 到 Schwanthalerhöhe 下車即可到達。

### 1.3 德意志博物館飛機分館 Flugwerft Schleißheim：

- 1.3.1 在中央車站 Hauptbahnhof 轉搭 S1 火車到 Oberschleißheim 下車後沿著郊區的小路步行 15-20 分鐘才會到達。





圖六 慕尼黑中央火車站

到館參觀主要以公共交通工具為主，沒有停車空間供私人到館參觀用，但設有無障礙停車空間供身障人士使用，大型巴士則停於依薩河旁歐盟或德國專利局的停車場。



圖七 無障礙停車場

在通勤電聯車到主館的出入口，或地鐵到交通分館的地下道張貼明顯博物館的展示看板。



圖八 地鐵內博物館的標示

## 2 館區建築物配置方式：

- 2.1 到館主要動線和館內關閉空間告示牌都有明顯標示館內進行大幅度的整修和更新，並附有建築物老舊損壞照片。
- 2.2 主要展區為歷史建築，除特定時間不對外開放外，依據開放時間日上午 9 時至下午 5 時供民眾參觀，未開放空間則為館員研究，實驗和維護工作室，並於展區和館員上班空間設置 2 個地下通道以供通行。





圖九 德意志博物館戶外廣場



圖十 行政人員辦公區

2.3 主館位於依薩河島上，館內為挑高式建築；主要展館和圖書館間為戶外空間，並有通道除可供民眾進出博物館外，並供河兩岸民眾通行；展區內窗戶多可打開除做為採光並可自然通風。



圖十一 使用窗戶採光和自然通風

2.4 到館參觀主要以公共交通工具為主，除於主要出入口設有購票亭，另於館場廣場設有簡易空間購票區，可分散購票進館人群。





圖十二 戶外售票區

2.5 主要出入口設置無障礙斜坡，並係配合建築物主體設置，坡度較高，需由旁人協助才可進出，電梯到達館外部份展區，不全面是無障礙空間，但身心障礙者不能到達的展區則有明顯告示。



圖十三 無障礙通道

2.6 除有館內餐廳外，另有戶外區，可讓參觀民眾在二樓看到中庭的民眾活動情形。





圖十四 戶外用餐區

2.7 館內除設有餐廳供簡餐外，另開放一空間供民眾自行帶餐區，如本館團體用餐區。



圖十五 團體用餐區

2.8 館內廁所依建築物主體空間而設置，並未在各樓層相對同一位置設置，廁所多有自然採光和開窗通風。

2.9 在交通分館和航空分館則為新建鋼構建築體，各棟間設有連接通道，沿用主館的自然採光和通風，牆面為大面玻璃。



圖十六 大面玻璃採光

### 3 電力空調設備配置及方式：

3.1 電力設備為分區控制，未設有空調設備，能源消耗則較本館少很多。

3.2 主要出入口和廁所設有熱管，以做為暖氣供給用，並多裝置以地面以上，而不是全面裝設。





圖十七 主要出入口暖氣設備

3.3 於主館的燈具多使用 T8 日光燈管或使用日光燈同外觀的 LED 燈照明。

3.4 於分館多採用燈軌大亮度照明，部分區域使用鹵素燈照明，且因牆面多為大塊玻璃，大部份展示空間沒有開燈亦很明亮。



圖十八 建築物連接使用玻璃





圖十九 交通分館內部自然採光明亮

3.5 於主館外牆設有氣候監測紀錄，包含溫濕度，風向且和館內展示相連接，另參訪時相對濕度為 28%，與高雄相差很多，比較乾燥。



圖二十 氣候監測紀錄

3.6 主館是歷史建築，屋頂為銅製，受巴伐利亞州規定不能變動，另戶外排水管



路爲銅管多與建築物相結合排水入地面之下，部份排水管則於地表之上。



圖二十一 屋頂爲銅製材料



圖二十二 部份排水館排放水於地表面

3.7 館內用電和用水管路多爲明管配置，鋁梯加鎖置於開放空間，且張貼不可跨



梯或有違安全使用的圖示。



圖二十三 鋁梯加鎖

3.8 小便斗沖水和水龍頭為感應式，馬桶為按壓式沖水，依使用者按按壓時間長短，決定出水量，且旁邊設有毛刷，並於底部裝置托盤以避免污水流出。



圖二十四 廁所設有毛刷

#### 4 既有建築物用電軟、硬體改善方式：

- 4.1 主館機電改善配合展示更新同時辦理，並分區辦理，另依預算和工作難難易度，設定更新時間為 2 年至 10 年。
- 4.2 配合消防設備管路老舊更新，將原有集中控制操作的設備，改為分區操作，並增設分區操作空間和設置防火區塊。



圖二士五 預定增設消防控制分區位置

- 4.3 分館採光運用了主館的玻璃功能，大量使用自然光，減少燈具照明能源使用。





圖二十六 分館主要出入口標示洗手間位置

## 5 能源操作方式和維修解決問題的內容：

- 5.1 館員於上下班手動開閉熱管和於必要展品如白努力展示在對外開放前以人力放置浮球。
- 5.2 展區內重要典藏物件的展示隔間，設有恒溫恒濕監控，並連線至工作人員上班區，有異常狀況時發送警報訊號。



圖二十七 分區控制恒溫恒濕

5.3 舊有建築物的修補和載重無法確認當時的施工品質，需要重新施作承載或區塊補強。





圖二十八 承載重物需重新計算和補強

6 中央控制系統節能成果和擴充節能措施的規劃模式：

6.1 館內能源使用採取分區控制，可達簡易操作功能。



圖二十九 與德意志博物館館員合照

- 6.2 分館採用大量玻璃牆，於閉館時間前十分鐘關閉大部份燈具時，尚有自然光有足夠的照度外，並可提醒觀眾閉館時間已到。
- 6.3 主館進行更新時，將引進依薩河河水做為自然通風空氣降溫用。



圖三十 引用依薩河水做自然降溫

### 三、心得

- (一) 因國情不同，博物館內未設有飲用水取水裝置，參觀者需自備飲用水，不較本館各樓層皆設有飲水機方便。
- (二) 德意志博物館的交通和飛行分館因成立時間較晚，於主要動線設有洗手間較主館提供給民眾更大的便利性，是將民眾參觀使用做為主要考量之一的呈現。
- (三) 德意志博物館位於 16 號公車前的現有空間是關閉未使用，規劃更改為主要動線，與本館因鐵路地下化配合大順站，設置度量衡廣場和咖啡圖書館的跨域增值計畫有相同的規劃型態，可做為互相參考。
- (四) 德意志博物館引用依薩河河水做為館內空氣通風降溫的使用自然環境手法與本館南館屋頂設置太陽能板，是同樣利用地區環境特性進行節能，達到環境面向永續經營。



圖三十一 規劃改變主要動線的位置

## 四、建議

- (一) 參考德意志博物館主要動線設置熱管的模式，本館空調出風口可配合展示的參觀動線調整，同時調高設定溫度，亦給觀眾有吹到涼風的感覺，以減少能源消耗。
- (二) 以分區管理各項能源使用，並連線需用恆溫恆濕條件異常警報訊號，以簡化能源管理系統和達到重要設備的必要監控。

### 參考資料

- 陳訓祥(2014)。行政院選送簡任第 12 職等以上高階公務人員出國短期研習計畫-綠博經營：永續發展的理念與實務。高雄：國立科學工藝博物館。
- 國立科學工藝博物館(2014)。國立科學工藝博物館 103 年邁向綠博館各面向子計畫內容摘要表。高雄：國立科學工藝博物館。
- Robin et al. (2014) Three galleries of the Anthropocene. *The Anthropocene Review*, Vol. 1(3) 207-224.