

淺談成品設計之供應性原理與實務

駱芳鈺、陸健榮

國立台灣師範大學 物理系

E-Mail: fangyuhlo@ntnu.edu.tw , lupond@phy.ntnu.edu.tw

一、供應性原理簡介

本文簡介成品設計供應性原理(affordance theory)的緣起、發展與應用；並佐以科教實作成品「基布爾天平」的供應性實務簡介。

隨著人工智慧與機器人的蓬勃發展，Affordance Theory 不但歷久彌新而且應用更加廣泛。Affordance 為生態心理學家 James Jerome Gibson 所創，大意是指物件或環境的供給(afford)，其特性多元，如封面圖所彙整[1]。因此，affordance 也有多元性的中文翻譯，例如，環境賦使、直觀功能、預設用途、可操作暗示、符擔性、示能性、可供性...，大多聚焦於環境或成品的供給、功能或性質，也有些中文的論文直接使用”affordance”。

在商品設計方面，認知心理學家也是設計學專家 Donald Arthur Norman 在 1988 年出版的 The Design of Everyday Things 一書中，更聚焦於以使用者為中心(user-centered)的設計理念。書中對於 affordance 的闡述為 “...affordances refer to the perceived and actual properties of the thing, primarily those fundamental properties that determines just how the thing could be used.” 末了雖然省略了”by the user” 三個字，卻也不言而喻。

因此，我們選擇以「供應性」來代表環境或成品的「affordance」，主要是聚焦於供給者與使用者之間的互補性；也就是供給者所提供，而且是順應或因應予使用者的部分，稱之為兩者之間的「供」「應」性。產業界的「供應」商，就是能夠供應予使用者(買家)的廠商。

二、實作成品「基布爾天平(Kibble balance)」供應性

(一) 背景簡介：國際度量衡量子標準

國際度量衡大會在 2018 修訂通過(2019 年啟用)新的基礎國際標準單位[2]，其中質量單位公斤的定義，已達量子精密度，改用普朗克常數(Plank constant, h)。各國不再需要向國際度量衡局複製一個標準品，而能夠依據普朗克常數，運用檢測技術直接校正質量標準。

(二) 成品簡介：桌上型基布爾天平

質量單位的量子校正實作方式之一採用基布爾天平(Kibble balance)，是以其設計者 Dr. Bryan Kibble 而命名。此天平是透過比較電磁能和機械能的功率來進行測量。圖 1 是我們設計製



圖1 基布爾天平實作成品

作的桌上型基布爾天平，可以進行教師演示以及學生探究實作兩種功能。在硬體方面，為了增進高中師生使用上的供應性，以便能夠自造、維護或調整，特別選用市售的零組件、開源處理器、以及開源分析軟體。

在軟體方面，雖然研發的成品隨附中英文教材與實作手冊，提供了豐富的教學實作內容，但因為是新穎的實作器材，以及整合性的應用，任課教師在進行不同的教學單元之時，恐怕難以將新穎的基布爾天平直接融入日常教學流程，這和各產業面臨輝達 GPU 創新成品時一樣，難以快速方便的直接運用的情形雷同。因此，我們以部訂的課程綱要為基準，因應各年段教學主題，區分不同的教學單元或場域，嘗試為第一線教師提供更方便好用的優良供應性。例如：對於高一相關的教學單元，基布爾天平的教學供應性如表 1 所示。

表 1 對應於不同單元(場域)，基布爾天平的教學供應性(以高一為例)
108 課綱 普通型高級中等學校物理科必修課程：

高一使用者				基布爾天平 教學供應性
主題	次主題	學習內容	學習內容說明	
能量的形式、轉換及流動 (B)	能量的形式與轉換 (Ba)	PBa-Vc-1: 電場以及磁場均具有能量。		天平一端以電源提供電能，經由線圈電流產生磁場，轉換為磁能，與磁鐵作用。
		PBa-Vc-2: 不同形式的能量間可以轉換，且總能量守恆。	2-1 介紹運動物體的動能與位能，其總和稱為力學能。	天平另一端以重物與地球重力場作用，具有力學能。
			2-2 舉例說明一般系統的能量，可以經由力學能...等各種形式存在。	天平一端具有電能與磁能，另一端則具有動能與重力位能。
			2-3 舉例說明各種能量間的轉換，以及能量守恆的觀念。	天平兩端能量守恆:電磁能端的功率(VI)與力學能端的功率(mgv)相當。可以求得質量 $m = VI/(vg)$
物質系統 (E)	自然界的尺度與單位 (Ea)	PEa-Vc-1: 科學上常用的物理量有國際標準單位。	1-1 科學上的基本物理量常以國際標準單位做基準。	質量的國際標準單位是公斤(kg)，2019 年改以普朗克常數 h 為基準，並可運用基布爾天平進行校正。

延伸學習：

- [1] Pooya Sareh, ·Gareth Loudon, The form-affordance-function (FAF) triangle of design
International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) (2024) 18:997–1017
<https://doi.org/10.1007/s12008-023-01648-3>
- [2] BIPM, Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI, The International System of Units (SI Brochure), 9th edition, 2019, <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>