

學校建築的理論 與實際之研究

蔡保田 博士著

版權所有
不准翻印

中華民國七十五年十月 四版

學校建築的理論與實際研究

著 者 蔡 保 田 博士

發行者：陳 玉 芳

地 址：臺北縣土城鄉仁愛路86巷20號

電 話：(0 2) 2 6 2 9 3 8 8

特 價：新 台 幣 壹 佰 陸 拾 元

郵政劃撥：0596658-4陳玉芳 帳戶

印刷者：同 泰 印 刷 局 有 限 公 司

地 址：臺北市松江路156巷30號

電 話：5 7 1 2 5 5 9 · 5 8 1 2 8 0 3

448
831(2)



015795



S9002306

自序

很多從事教育行政工作的人員，總認為「學校建築與設備」的問題乃是建築師的責任，應當由建築師去研究與設法解決一切問題。這種想法不但是由於對於教育行政學的內涵不甚瞭解，而且對於教育研究的範圍也發生錯覺。為了使未來的教育行政工作者能有職前的學習與研究機會，俾能逐漸的改變這種觀念，遂當筆者自美學成歸國後，於民國五十六年二月起，首先在國立政治大學教育研究所從事「學校建築的理論與實際」之研究工作，并加講授。一方面期能擴大教育行政學的範圍，且充實其內容；另一方面在使將來擔任教育行政工作責任的青年，於未開始工作以前，接受職前的學習、研究或訓練的工作。其目的不但希能提高未來教育行政工作者的水準，而且將教育研究的範圍更為擴大，以達成學術研究的蓬勃發展。

筆者於一九六〇至六三年在美國印第安那大學，曾追隨國際聞名的學校建築專家席格爾博士 (Paul W. Seagers)，攻讀有關學校建築的課程。席格爾博士出身自哥倫比亞大學，一生的研究、著作與教學，皆是關於學校建築與設備的問題。他的專長尤精於課室的採光之研究，為各國的學者專家所一致稱讚。第二次世界大戰後，他曾是第一位負責西德教育重整計劃的設計者；也做過泰國的國家教育顧問；美國印第安那州的學校建築顧問；週遊世界三次，攝取萬張以上的各國學校建築的實況幻燈片；尤其可貴者，他熱愛中國傳統文化，喜歡臺灣寶島，因而曾兩度來臺參觀訪問，并在國立政治大學公開講演，給人留下一幅慈祥、熱情與充滿友誼的印象。如今，他已退休，安享老年的清淡生活。

學校建築 (School Plants or School Buildings) 是指校舍 (Building)、校園 (Campus)、運動場 (Grounds) 及其附屬設備 (Facilities) 而言。對於教育的實施與功能，具有極密切的關係。因而在教育先進國家，都很重視學校建築的研究工作。將全部學校建

築的工作分做三個階段，即「計劃」（Planning）。階段由研究教育行政的專家學者來承擔；「設計」（Design）由建築師來負責；「施工」（Construction）由工程師來執行。再由這三方面的專業人員在共同合作之下，完成一幢幢合乎需要的校舍，以及達成最理想的學校需要。基於這種假想，各教育先進國家均有不少學校建築專家出現，亦深受社會人士的重視。惟在我國尚處於起步階段，急待大力提倡與推動，希望我國能以最少的經費與時間，興建完成最理想的校舍，而且培育出國家最需要的有用人才。

因此，筆者自新著「學校建築學」中摘出最重要的部份，另行繪製若干圖表，詳加分析與探討，定名為「學校建築的理論與實際之研究」，以鼓舞教育工作者對於學校建築的研究興趣。倘有任何成就，當感謝教育部教育計畫小組的協助與再三督促，使這篇研究報告順利出版，謹以誌謝。

蔡 保 田 六十九年一月十五日
於國立政治大學教育研究所

學校建築的理論與實際之研究

目 次

第一章 學校建築的研究方法與應有的認識	1
第一節 學校建築研究的方法	1
第二節 從事學校建築研究應有的認識	3
第二章 學校建築研究的發展及現況	7
第一節 各國學校建築研究的發展及現況	7
第二節 我國學校建築研究的發展及現況	14
第三章 學校建築的理論基礎	22
第一節 學校建築計畫的基本原則	22
第二節 學校建築設計的構成理論	45
第四章 學校建築的實際問題	58
第一節 校舍的採光	58
第二節 校舍的色彩	68
第三節 校舍的音響	79
第四節 校舍的通風	87
第五節 校園的規畫與配置	92
第六節 運動場所及其附屬設備	118
第七節 學校圖書館建築	134
第五章 現代學校建築與科技發展	154
第一節 現代學校建築與有關學科	154

第二節 新建材與新技術·····	171
第六章 學校建築的未來發展·····	200
第一節 現代學校建築發展的目標·····	200
第二節 現代學校建築發展的趨勢·····	206
重要參考資料·····	211

表索引

表一 英國教育科學部的組織·····	8
表二 中國學校建築研究社行政系統·····	17
表三 每生在各室中應佔之面積比較表·····	24
表四 木材的強度·····	26
表五 普通鋼料之性質·····	29
表六 以地區來比較每方呎建築物的單價·····	31
表七 氣體中毒症狀分析表·····	36
表八 一人一日用水量分析表·····	37
表九 各種器件的最大排水量·····	37
表十 各國校舍照明標準·····	60
表十一 牆壁色彩之反射率·····	62
表十二 電燈的高度與光量之關係·····	64
表十三 標準散光燈罩配置表·····	66
表十四 標準色相一覽表·····	73
表十五 吸聲係數一覽表·····	82
表十六 各種材料之傳透損失·····	85
表十七 空氣的成分·····	87
表十八 適宜的溫度·····	90
表十九 我國高級中學校地面積一覽表·····	97
表二十 草本類花木資料一覽表·····	106

表二一	木本類花木資料一覽表	112
表二二	各種跑道使用優劣點之比較表	120
表二三	校地環境選擇評分表	167
表二四	石材之特性	172
表二五	各種強度的關係	173
表二六	A. S. T. M.所訂磚之抗壓強度表	175
表二七	各國普通磚的尺寸比較表	176
表二八	日本關東大地震各種建築物震毀數量比較表	182

圖索引

圖一	牆架式(A)方脚架式(B)及雙排式(C)面盆	39
圖二	牆式淋浴(A)活動噴洗式(B)及旁邊噴射式(C)	40
圖三	主體的建築物	47
圖四	賓體的建築物(A)(B)	48
圖五	不對稱的平衡	51
圖六	簡易的幾何形	55
圖七	課室內理想的反射率	62
圖八	呎燭光簡圖	64
圖九	自修時的燈光位置	67
圖十	色彩的特性(一)	70
圖十一	色彩的特性(二)	70
圖十二	C. I. E. 色度圖	71
圖十三	色相環	72
圖十四	依色名的分類法	72
圖十五	色與形的關連	75
圖十六	冷色與暖色	76
圖十七	課室的大小與色彩	78
圖十八	聲的反射、吸收與穿透	80
圖十九	聽覺限度	86

圖二十	理想的小學校園配置圖.....	104
圖二一	簡易的小學校園配置圖.....	104
圖二二	四〇〇公尺籃曲式跑道設計圖.....	122
圖二三	四〇〇公尺尖圓式跑道設計圖.....	123
圖二四	四〇〇公尺卵圓式跑道設計圖.....	123
圖二五	三〇〇公尺正四邊形跑道設計圖.....	124
圖二六	三用游泳池.....	131
圖二七	二用游泳池.....	132
圖二八	三池分用式游泳池.....	132
圖二九	線之動作.....	157
圖三十	異形磚.....	177
圖三一	空心磚.....	177

第一章 學校建築的研究方法與應有的認識

第一節 學校建築的研究方法

值此最重視科學研究的二十世紀，關於學校建築上的理論與技術，我們既不能一味抄襲西洋建築上的設計，也不能揚棄我國數千年傳統的建築經驗。因為我國自有巢氏起，「教民構巢，編畫而籬」，建築工程自有其特殊的風格，含蘊著偉大無比的人生哲理，迄今舉世獨樹一幟，自有其繼續存在的價值；而西洋建築技術與新興器材，亦有其舒適耐久與清新的感覺，對於教學的實施，的確也是最必要的條件。故其研究方法應採用哲學的、歷史的、調查的、比較的、批判的與系統分析的方法，齊頭並進，殊途同歸，再提出結論，歸納成改進意見，提供參考，切忌抄襲與模倣，否則徒費人力物力，殊屬不智。

一、哲學的方法（Philosophical method）

以哲學的方法與概念，從事學校建築理論上的探討。其方式乃是依據其基本上的構成理論，現實的經驗，感覺的理念，由簡而繁的加以敘述，使能體認出學校建築的理論根據，正繼續不斷的在求變創新。哲學的理論是一切學問的基礎，學校建築的研究不能離開哲學的方法。

二、歷史的方法（Historical method）

學校建築的理論基礎，乃以其歷史發展因素，為其重要的根本。我國與西洋的一般建築演變，應是學校建築發展的動力。而一般的建築發展，又起源於寺院或教堂建築。故如此綿互相互因果的演進，均與其歷史息息相關。詳加檢討中西建築發展的歷程，應採用歷史的方法，追溯本源，方能洞悉其梗概。歷史的研究方法之主要目的，在明瞭學校建築發展的時代背景，俾對學校建築的研究，能有較詳細的認識。

三、調查的方法（The survey method）

所謂調查的方法，乃是自衆多有關的事件當中，在一定時間之內

搜集資料的一種方法。例如美國擁有電視機者，至少有四千萬家庭；在1976年美國的成年人有53.3%參加總統的選舉；在1970年，美國印第安那州的普查結果人口有5,193,669等，都是自不同的調查中，所獲得的結果。在研究方法中，調查法是一項重要的方法。一般所謂的社會調查（Social surveys）、學校調查（School surveys）、公意調查（Public-opinion surveys）、市場調查（Market surveys）等，均是利用調查法而搜集資料。學校建築的研究，當利用調查法去搜集資料時，則將採用下列方式：

（一）問卷法（Questionnaire）以「隨意取樣」（Random sampling）方式，例如對我國各大學及獨立學院的教職員及學生，實施調查工作。其問卷內容及實施經過均應詳加研究，仔細設計。

（二）訪問（Visiting）實地訪問可與主持學校建築的人員直接會談，並可親自觀察學校建築的現狀，以補在問卷調查中所遺漏的資料，或無法獲取的資料。

（三）攝影（Photograph）如何印證在訪問調查中，所獲取的資料是真實的，最科學的方法乃是以攝影技術，將全部或部分實況納入鏡頭，再逐一報告出來。

四、比較的方法（Comparative method）

世界各主要國家的學校建築，由於其文化歷史、自然環境、經濟能力與教育活動的不同，故在設計與建造上，都內蘊著不同的生活情趣與倫理精神。不向遠處說，就以臺北市而論，由於建造的時間不同，也產生參差不齊的規格。使用比較法，不只是求同，而且求異；不唯異中求同，尤且在同中求異。使能在了解當前學校建築發展的趨勢中，可作今後解決我國各級學校的學校建築問題之借鏡。

五、批判的方法（Critical method）

學校建築是一門新興的應用學問，故尚有很多問題，擺在眼前急待研究討論的。使用此方法，旨在熟察建築工程上的理論，與學校建築的關係；批判其優劣得失，取其長，而去其短，並示以應循之方向，使在和諧統一原則下，建立新觀念。只有這樣才能獲有進步，適合

新時代的需要。沒有批判，很難有進步；要想在學校建築中，使各項研究不斷進步，也只有應用批判的方法，方可達成理想。

六、系統分析法 (Systems analysis)

爲了達成學校建築上的研究目標，就使用費用與效果的觀點，應當加以詳細觀察與比較，而後提出一套新的處理步驟、制度、與改進方案，以提供決策人的參考。換言之，系統分析法是利用科學的方法，來協助決策者解決資源的分配、運用、和管理的問題，其重點在重視其過程與步驟，其最後功能在幫忙決策者選擇行動方案的一種系統方法。在學校建築中，各項建築均與經費有直接關係，因而系統分析的運用，常是不可缺少的

第二節 從事學校建築研究應有的認識

學校建築的研究方法，應從多方面作綜合式的運用。可因時、地與主題的不同，而有區分。在方法實施之前，有些必要的先決條件，應有明確的認識與了解：

一、澈底了解有關問題的基本原理

所謂基本原理 (Basic principle)，乃指宇宙間各種有關問題之事實、現象、因果、與其相互之一貫不變的關係。這種必然的定律，正是科學的基本原理。無論自然科學或人文與社會科學方面，各有若干不同的基本原理存在。因此，研究學校建築的專家，應當首先在這方面由淺入深，澈底了解其基本原理，才能研求專門學問。例如在教育上所熟悉的個別差異、智慧商數、學習轉移等；在物理學上所稱物體自高下墜，必逐漸增加其速率，水熱至攝氏百度必沸騰；在建築學上要知大廈愈高者，其基礎必須愈堅固；在藝術上歌頌的理想主義，正表示精神文化的擡頭和興旺。這些亙古不移的道理，均應自小處著手，探求其相互的關係，方能奠定將來從事專門研究的強大基礎。

二、訓練統計分類的技能

統計 (Statistics) 與分類 (Classification) 的技能，在研習學校建築中應是屬於基本而不可缺少的部分。例如在校舍調查 (Scho-

ol building surveys) 中，隨時都會應用到統計與分類的技術。傳統的筆算與算盤的應用，已經無法完全的達成理想；故簡單計算機甚而電腦 (Computer) 的運用，成為統計上的重要工具。這些工具的運用，應在研習學校建築的初期，至少有一種工具能够練習純熟，以備將來隨時的應用。關於分類問題，要先對教育學與建築學的基本專用名詞有所了解與辨識，才能參與未來的資料分類工作。由此觀之，這兩種技能的養成，必須經過一段訓練的過程，有了實際的工作經驗，將來才能運用得宜。

三、具有分析理解的能力

實際說來，能够了解有關問題的基本原理，只是初步工作。尚應在思考上不厭其周密，不憚其繁瑣的繼續下功夫。從邏輯學來推論，能自行思考者，則必先養成分析的能力 (Analytical ability)。因此，分析能力中最重要的工具之一，乃是數學能力。因而數學在學校建築中，佔有相當的分量。例如在學校採光 (School lighting) 方面，色彩 (Colour) 的施用方面，大小的對比 (Contrast) 方面等，一方面要依據其數學關係或方程式來計算，同時還有賴於分析法的精密運用。學校建築中，確有很多公式或定律，均須精密的數學計算之。故應如何以分析的方法，以了解其事實現象，乃是研究學校建築所必須具備的條件，這是不容忽視的。

四、發揮遠大而高強的想像力

從事學校建築研究的人士，既應具有教育家的遠大抱負，亦應兼備建築師的高強想像力 (Imagination power)。沒有想像力，就沒有求變創新的勇氣，更沒有「求知求行」的毅力。換句話說，有了想像力，才能有創造的事物出現。想像力愈為遠大及高強，其創造與革新的概念 (Conception) 愈為明朗及堅定。尤其今日的社會正處於動態的環境中，改變才是自然的現象 (Changing is nature)。如何能够促使學校建築的改變，充分的含有遠大而高強的想像力，應當設法逐漸養成，並進而發揮之，則學校建築的研究，必當獲益很大。

五、富有實驗與服務的精神

一切科學上的成就，其相同的過程（**Process**）都是來自實驗，而最終目的在於服務社會，建築工程當不例外。例如，最著名的八面圓頂的建築師布朗萊西（**Filippo Brunelleschi, 1377-1446**），曾以石造建築的推力，實驗承材構造法（**Corbelling**），並將長鍊條銲接起來，成為建築物中最早使用鋼筋的工程。再如最近經長期實驗後而完成的建築預鑄法（**Pre-Cast construction**），德國漢堡街頭一座七層大廈的建造速度，創下了世界紀錄。該大廈由建築師考路毛根及柏特納斯聯合設計，自奠基到全部遷入，只有五天時間，還包括了內部裝飾。建造時間是自民國五十八年六月十三日起至六月十八日止，當天即宴客參觀，慶祝落成，（註一）其最大貢獻當為減低建築成本，大量提供市民的需要，間接的改善人民生活水準，促進社會的經濟繁榮。

六、訂定研究的計劃與步驟

研究工作者首重計畫，其次乃是實施計畫的步驟。在訂定計畫方面；尚應注意其基本能力的培養，與實際推動能力的發揮。因此，基本科學（**Basic science**）的學習，常為一切科學研究的基礎。自小學乃至大學階段，均應加倍注意，使其在科學思想的訓練，與科學方法的訓練上，獲有良好的成效。例如數學、物理、化學、力學、材料學、工程圖畫，乃至經濟學等，均屬於基本科學的範疇。此外，一座學校建築的設計，除了工料的精確設計外，需要力學的安全設計，也需要美學上的藝術設計。所以應有一套綜合而富教育意義的詳細計畫，互相配合，並應規畫出實施步驟，以期於成。

七、時加檢討與勇於修正

檢討（**Evaluation**）與修正（**Correction**）的工作，在學校建築的研究過程中，不但是無法避免的，而且是必然的步驟。能够自我檢討（**Self-evaluation**），乃是一位研究人員所應具備的科學態度。尤其在學校建築的設計中，需要時常聽取使用人的意見，不可堅持自己的意見，更要時常調和使用人的意見。此外，光明正大與磊落大方的修正，對於研究計畫的實施，助益更大。室內作業與工地測量常

有很大的出入，要想使研究計畫的順利完成，必須表現大無畏的精神，時常能够虛心而勇敢的從事修正工作。

八、現代建築的精神應能表現時代思潮

一般多將「建築」(Architecture)的含義，擴大而視為一種空間的良好使用，以促成立體狀態的形成。在該形體中，尚應蘊蓄著某種時代精神，並發揮深遠的時代思潮，以求環境教育的功能，充分具體表現出來。在現代市民生活中，已由靜態趨向於動態，自呆板邁向輕快與靈活。因而在學校建築中，對於時代思潮的表達，要能兼顧甚而在形體與精神上，都能有恰到好處的發揮。因為傳統建築究竟在時間上距離現代，尚有一大段，能否為目前的市民所全盤接受，極值得懷疑，否則就會令人陷入幻想之中，應當特別加以注意。

本章註解

註一：中央日報五十八年六月二十六日第二版。

第二章 學校建築研究的發展及現況

關於學校建築的研究，各教育先進國家在第二次世界大戰以後，都設有專門機構或聘請專家負責研究的工作。在歐美方面，以英、美、德等國最爲發達。亞洲方面，只有日本的教育設施處（Educational Facilities Division），（註一）主持其事；和我國新成立的「中國學校建築研究社」（The School Building Research Institute of China）爲純學術性的民間組織，熱心研究。聯教組織方面爲了發展該項研究活動，共設有三個研究中心，「亞洲區學校建築研究機構」（The Asian Regional Institute for School Building Research），簡稱ARISBR卽是其一；其他二個研究中心分設在非洲與南美洲。

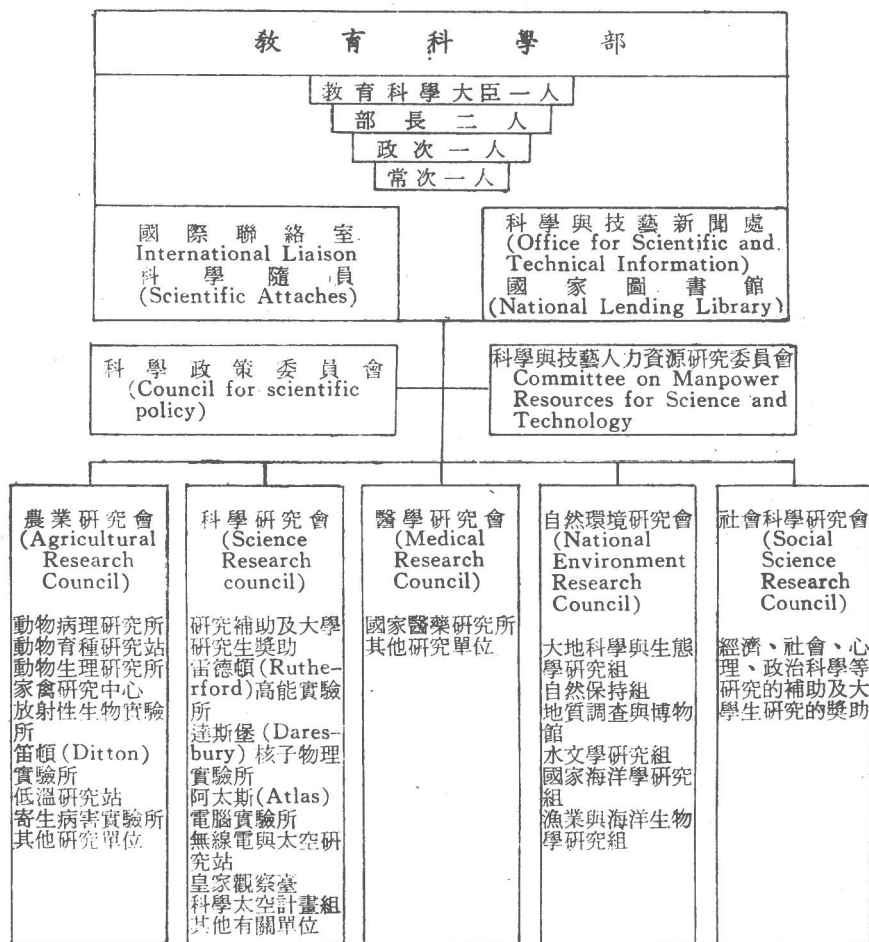
第一節 各國學校建築研究的發展及現況

一、英國方面

英國自一九六四年起，將原來的教育部改爲教育科學部，置教育科學大臣（Secretary of State for Education and Science），對國會負責。依據英國的教育科學部（Department of Education and Science）的組織，共分爲科學政策委員會（Council for Scientific Policy）及科學與技藝人力資源研究委員會（Committee on Manpower Resources for Science and Technology），分別總其成，其組織概況如表（一）：（註二）

值得特別注意的乃是工務處（Architects Branch）的設置。該處的功能乃是掌理有關校舍設計的研究，及技術顧問的聘用等事宜。例如，在研究方面最值得稱讚者，乃是一九四九年開始發行的「建築公報」（Building Bulletin），每年都發表很多極具價值的專論，提供其本國、屬地、以及全世界各國作爲參考。例如，一九六一年五月份「學校的防火設備」專號，對於學校應如何防避火災，文圖並茂，敘述詳明，提供很多寶貴意見。再如一九六二年六月份「學校建築

表 1 英國教育科學部的組織



的色彩專號」，對於色彩、採光、與視覺的研究，不但在教學上貢獻很大，而且引起世人對於色彩研究的興趣。在形式上，「建築公報」便成為英國學校建築研究的主要期刊，提供各級教育行政人員參考。在實質上，由於具有高度學術性與實驗性的若干研究報告發表，普遍引起了世界各國學術界的注意。

此外，英國教育科學部頒布的建築法，（The Building Code），對於各級學校建築及設備的興建、修繕、以及造價成本，均訂有最低標準。如一九五九年的學校建築標準（The Standards for School Premises Regulation, 1959），即為興建校舍工程時，各級學校行政人員必須遵守的。該項標準的規定，至為嚴格；各校如不遵守，即不准新校成立。若確定必須變更規格，應依照手續呈報最高教育行政機構核准後，方能實施。工務處於一九四九年成立「發展小組」（Development Group），對於英國學校建築的實際與理論之研究，皆有很大的貢獻。僅從建築費用的支出上來看，在「發展小組」成立以前，每位小學生所需的建築費約為二百鎊，每一中學生約需三百二十鎊；由一九六〇年起，材料與人工上漲了約百分之五十，但一九六一年下半年所建造的新小學中，其建築費用反而降低，每小學生約只需一五七·八鎊，比政府所規定的一七〇鎊為少。在該組的工作下，竟能以最低的費用，完成最高的學校建築設備標準，不但大為提高了學校建築研究的聲望，更給該項研究工作，帶來無限希望。

關於學校建築的管理機構，教育科學部內的工務處（Architects Branch），即掌理有關校舍建築設計，及技術顧問等計劃方面事宜；另在一位助理次長下，設置校舍建築供應處（Buildings and Priority Branch），掌理校舍建築所需人工及器材之配購等事宜。將學校建築的計畫與實工作分開負責，為其重要特色。在地方教育方面，依據「地方教育法」之規定，多在教育局（Education Office）內，設置工務及校舍建築科（Architecture and School Building Maintenance Department），辦理學校建築之計畫、設計與繪圖、施工與監工等事宜。對於校舍興建與修繕，以及學校設備等，均訂有最低標準，無論公私立學校，必須遵照辦理。因而使地方教育行政機構（The Local Education Authorities）有成規可循。例如，一九六二年九月公布的「建築法規」（The Building Code）中，分為五大部分：（註三）

（一）標準（Standards）