



校園降溫與節能

《規劃指南》



臺北市政府 編印





校園

降溫與節能 《規劃指南》



目 錄

序言

手冊使用說明

A. 校園降溫 1

A1 建築配置	02
A1-1 建築量體規劃設計	02
A1-2 戶外空間遮蔭	04
A1-3 戶外空間遮蔭-遊戲場	06
A2 生態綠化	08
A2-1 校園綠美化原則	08
A2-2 地面綠化	16
A2-3 生態複層	18
A2-4 操場綠化	20
A2-5 牆面綠化	22
A2-6 走廊綠化	25
A2-7 屋頂綠化	26
A2-8 漑灌系統	28
A2-9 生態水池	30
A3 基地保水	32
A3-1 鋪面設計-活動空間	32
A3-2 鋪面設計-步道	36
A3-3 鋪面設計-車道	37
A3-4 鋪面設計-地面停車空間	38
A3-5 空地雨水貯留	40
A3-6 草溝	42
A3-7 排水管與陰井	43

B1 開窗與遮陽	48
B1-1 立面開口	48
B1-2 窗戶型式	50
B1-3 地下空間開窗	51
B1-4 玻璃性能	53
B1-5 外遮陽	54
B1-6 內遮陽	56
B2 隔熱	58
B2-1 屋頂隔熱	58
B2-2 屋頂灑水降溫	59
B2-3 太陽能光電	60
B3 空調設備	62
B3-1 容量設計	62
B3-2 空調型式	64
B3-3 外氣交換	68
B3-4 空調與風扇並用	69
B4 照明設備	70
B4-1 光源選擇	70
B4-2 合理照度	72
B4-3 照明節能手法	74
B5 水資源	76
B5-1 雨水貯留	76
B5-2 雨水貯留-筏式基礎	77
B5-3 游泳池回收水再利用	78
B5-4 省水標章	79
B5-5 廁所使用省水設施	80
B5-6 洗手台使用省水龍頭	81
B5-7 游泳池淋浴間省水設施	82
B6 智慧管理	84
B6-1 綜合佈線系統	84
B6-2 設置數位水電錶	86
B6-3 熱泵系統	87
B6-4 實習工廠機具	88
B6-5 發電腳踏車	89
B6-6 能源管理系統	90
B6-7 公共資訊顯示	93

序 言

市長的話



全球暖化帶來的極端氣候及自然災害日趨頻繁；都市化快速發展所產生的水泥叢林與熱島效應益發嚴峻。臺北市政府持續推動綠建築政策，強調在建築的生命週期中，消耗最少的資源，藉由建築物與大自然充分融合與運用，營造更舒適、健康與生態友善的環境。

學校如同小型社會，在日常生活中，如何納入「永續發展目標(SDGs)」，有效運用資源，建構具包容、安全、韌性及永續特質的校園環境，善盡地球公民責任，成為永續發展目標中的課題，亦成為促進國家永續發展的核心議題之一。

臺北市為全臺首善之都，為提高都市綠覆率，營造農耕新典範，2015年提出臺北市田園城市計畫，以系統思維與多元形式，穩健推展。因應聯合國永續發展目標，讓學校人員能更精確掌握綠建築的內涵，建構以使用者為中心的生態友善校園。此次校園指南手冊研修編輯，鏈結理論與實務，反思現況與未來，擴大對「綠屋頂」的詮釋，以建築物垂直立面和屋頂平台等空間，延伸綠地系統，增益生態功能，值得加以推廣。

感謝編輯團隊的熱忱投入與專業付出，經歷多次專家學者討論及提供意見，綜整提出校園綠建築環境降溫與校舍節能策略，納入本市學校的優良範例照片，並訂定通用檢核表單，期能協助校園規劃設計單位及總務人員，營造具永續性、舒適性、高效率的校園情境，藉以達到健康友善、節能減碳、環境共生的多贏目標。

臺北市市長

柯文哲

謹識

序 言

局長的話



節能減碳是永續發展的基石，創新實驗是教育革新的動能。都市化的快速發展，近年，臺北市的平均溫度屢創新高，因此，營造安全、健康、舒適的優質永續學習環境，更是教育的核心議題。

本市積極推動校園綠屋頂政策，結合課程推行小田園食農教育。透過做中學，強化環境保護觀念；同時，亦以綠建築概念，與

自然環境結合，並積極輔以學校教室降溫措施，舉凡設置防曬遮陽板、走廊灑水噴霧降溫、立面植栽及高效能教室抽排風設備安裝等，以提升校園微氣候降溫的效果，降低都市熱島效應。

感謝財團法人台灣建築中心的專業協助，以及臺北市政府彭振聲副市長、簡哲宏副祕書長及專家學者的指導，成就了此次指南手冊，透過淺顯易懂的文案與圖片解說，作為各校校園降溫與校舍節能的參考策略，更期盼能協助各校落實降溫節能的目標，激盪彼此想法，實踐環境正義。

臺北市政府教育局局長 曾燦金 謹識

手冊使用說明

使用對象

為提供校園空間使用者更為舒適節能的教學環境，本指南手冊藉由檢討國內外現行綠色建築相關規範，並搭配臺北市政府教育局現行降溫節能相關措施，擬具校園降溫與校舍節能策略，供專業規劃設計團隊(如建築師、景觀設計師、相關技師、室內設計師等)及學校總務相關人員進行校舍規劃設計階段參照使用。

使用時機

建築物生命週期略分為規劃設計、施工、使用維護及拆除等四大階段，由於規劃設計階段設計內容對該建築物日後是否具備降溫節能效益影響甚鉅，因此本指南手冊將其納為主要適用階段，並據以擬定檢核項目。校方人員應視案件規模及基地條件搭配各檢核項目逐一檢視，並應將規劃設計內容納入各階段規劃設計書圖文件資料中以確認確實施作。

使用原則

由於各校校園環境與硬體設施各有差異，各檢核項目未必均符合個案現況，因此在新建工程中均應將手冊內各項納入規劃設計考量。既有校舍或建築亦可依此手冊對現有校園環境進行檢視，從中思考可以進一步改善之項目與內容，讓校園更加節能、舒適又安全。



臺北市政府編印

A. 校園降溫

A1 建築配置

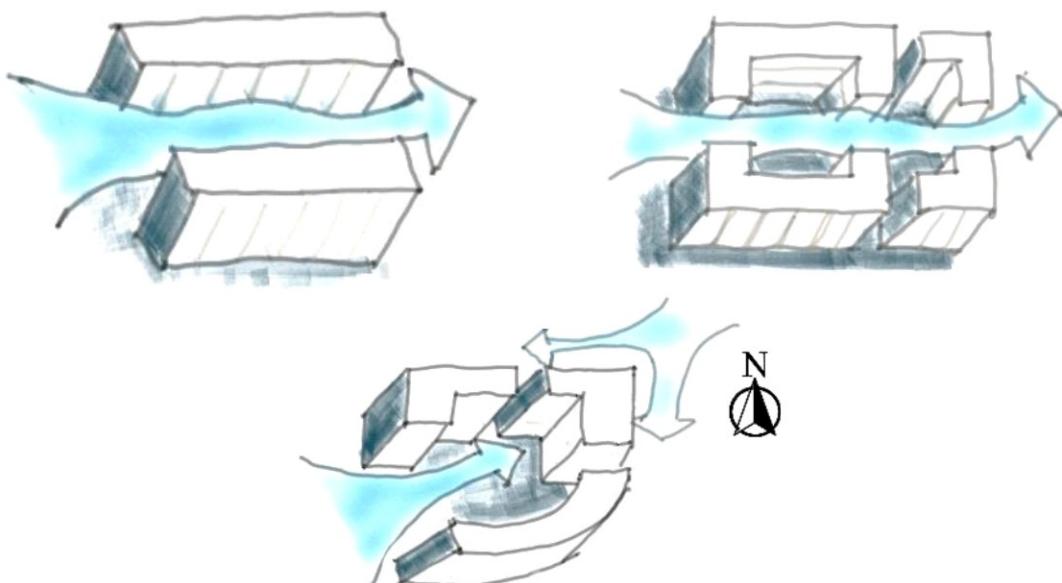
A1-1 建築量體規劃設計

建築配置對於建築物的自然採光、通風潛力，以及將來衍生之空調耗電量影響極大。

建築物配置與規劃應儘量避免東西曬，並且避免建築量體長軸位於日射量取得大的方位上。

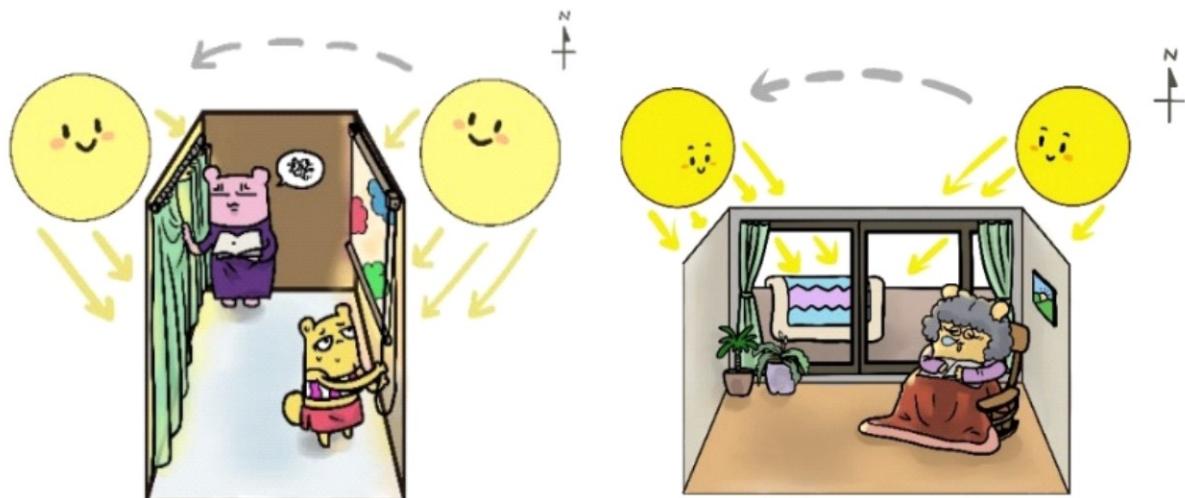
建築設計規劃時，若能配合基地環境條件妥善配置建築物座向，還可適當應用地形風達到節能通風效果。例如將建築群的缺口或開放空間迎向夏季盛行風向（西南季風6~9月），有助於將自然風引入建築空間，在冬季盛行風向（東北季風10~4月）處種植植栽，可遮擋寒風吹入建築物內。

校園中如有設置連通道串聯不同校舍，應留意保有連通道的通透性，避免過多垂直遮蔽物阻擋風徑。



配合基地條件配置建築座向，有助於在夏季引導風進入建築空間，
並在冬季阻擋寒風進入

南北向的建築配置方式既能兼顧採光，亦能避免東西曬，
是較為理想的配置方式



在建築平面規劃上，可將廁所、樓梯間、儲藏室等非空調空間配置在建築東西側，且善用具遮陽、遮雨功能的走廊以阻隔日射熱，另透過樹蔭降溫、水池降溫與屋簷遮陰降溫，最終降低室內溫度並增加自然通風（不使用空調）的潛力。

建築物的配置方位及座向須考量日照方向，盡量避免將長時間使用的空間(如教室、辦公空間)配置於會受到東西曬的區位。若受限於基地環境條件，可將無需使用空調空間優先配置於日射量較大的區位，並輔以遮陽手法或設備降低輻射熱進入室內。

效益：減少輻射熱進入室內，降低空調負荷並兼顧空間使用者舒適度。



提升校園內戶外活動空間的遮蔭率，將能有效降低熱傷害的發生機率，

進一步保障師生教學與活動的安全

拍攝地點：國文湖小（上）、芳和實中（下）

A1-2 戶外空間遮陰

為避免師生於校園內進行教學與體育活動發生熱傷害（熱中暑），戶外活動空間應提升遮蔭率，建議維持50%以上。

提升遮蔭率的主要策略為：運用喬木植栽遮蔭或設置頂蓋遮蔭（例如風雨操場），亦即除了建築物以外的空間（扣除操場、車道、停車場），能有50%以上的遮蔭比率。





考量日照方向，透過設計手法善加利用植栽、頂蓋或建築物陰影等方式創造戶外開放空間的遮蔭率。

效益：陰涼的戶外活動空間，有助於減少使用者受到熱傷害的機率。



利用植栽提升戶外活動空間的遮蔭率，創造舒適的活動空間
拍攝地點：公館國小（上）、建安國小（下）



A1-3 戶外空間遮陰-遊戲場

林蔭遊戲場能藉由樹木的茂密繁葉提供遮蔭，擋住太陽的輻射，幫地面降溫，冷卻遊具表面溫度，降低使用者的體感溫度，替炙熱的遊戲空間提供一個解方。

遊戲場內若是將遊具過度集中，會導致缺乏植樹的空間，沒有大樹遮蔭造成公園在炎熱白天沒人願意使用。若是舊有基地改建，建議原有樹木先做保留，再做場域的最佳選址。因樹冠的開展有限，可以考慮優先選擇細長分佈的場地，相對於巨大方圓較容易遮蔭。若是新的基地，新種的小樹至少要十年以上才可能成蔭，建議設計小型、多元的遊戲區域，場域尺度小，減少無處遮蔭的景象。



遊戲場搭配植栽，提供使用者舒適的遊戲空間

拍攝地點：銘傳國小

備忘

A2 生態綠化

A2-1 校園綠美化原則

■ 保留既有樹木

樹木不但可淨化大氣、保持水土、穩定環境，在生態貢獻上，更能與當地棲息之昆蟲、鳥類、動物等生物產生緊密生態共生關係。

從綠建築的角度來看，在校園改建、修建時，應當盡力保留基地內既有樹群，以及米高徑（一米高度之樹幹直徑）30公分以上或樹齡20年以上之喬木。

臺北市亦訂有樹木保護自治條例，對於樹齡達50年、樹高15米以上、樹胸圍達2.5米、樹胸高直徑0.8米以上或經主管機關認定之樹木，皆為受保護樹木須妥善保留。

此外，建築物與開放空間的配置應盡量避開基地中既有的樹木，並在施工時妥善保護樹木避免造成傷害。





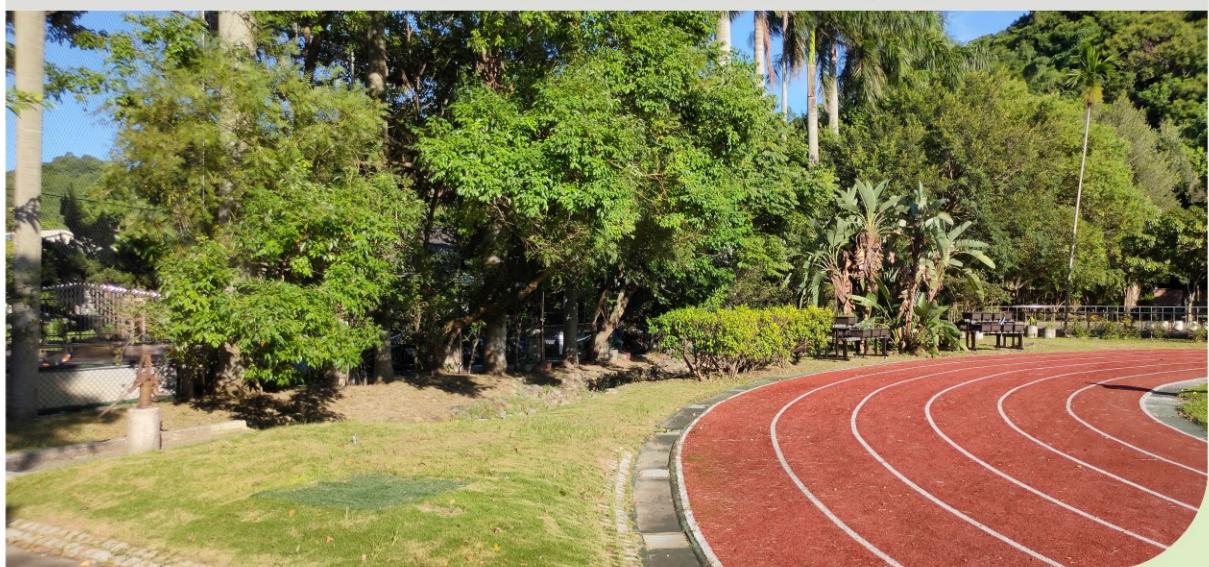
「樹胸高直徑」是指離地1.3米所量測之樹木直徑，樹胸圍係指離地1.3米所量測之樹木周長。調查基地內樹木時須參考臺北市樹木保護自治條例。綠建築對於須保留樹木的規範更為嚴格，都是值得參考的規定。

效益：促進基地內生態發展，提供更豐富多元的生態環境。



樹木對環境生態與物種棲息均有助益，進行校園規劃設計時應盡力保留

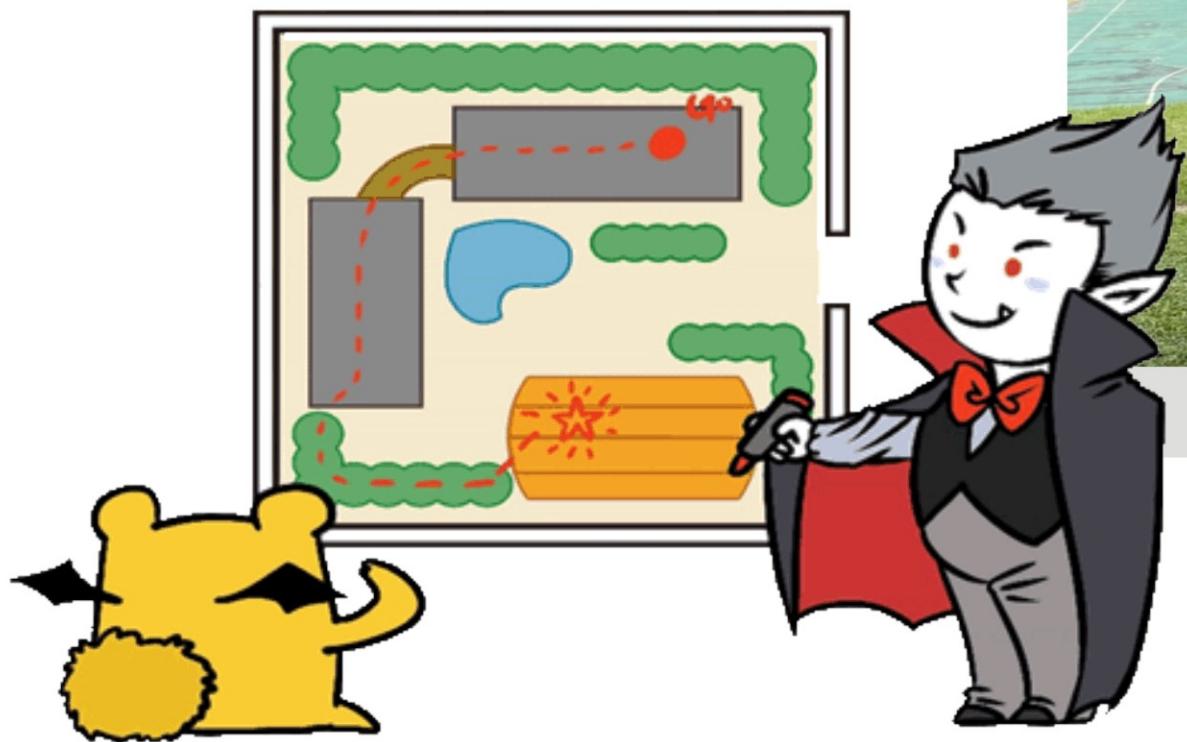
拍攝地點：臺北市立大學（上）、公館國小（下）





■ 保留既有樹木

基地內的綠化面積及綠化範圍的周長愈多愈好，比例應佔四分之一的基地面積以上，且盡量均勻連貫，以利生態系統串聯，基地內生物通行時也較不易受到干擾。



校園基地內的綠化應盡量連貫，以利生物及生態系統串聯

在校園基地規劃方面，可盡量縮小實際建蔽率以爭取更多綠地面積，除了最小必要道路鋪面外，其餘空間盡量保留為綠地。



校園基地規劃時，應盡量將開放空間留設為綠地
拍攝地點：湖山國小

■ 植栽物種選擇

基地內的植物種類也是愈多愈好，在進行校園綠美化景觀規劃時，如能搭配喬木、灌木及藤蔓植物混合種植，並選用原生種或誘鳥誘蝶物種，可使校園內的生態更為豐富。



此外，盡可能在基地中種植可以開花結果、供生物採集花蜜與果實、種類繁盛的植物，降低大面積廣場、空地，避免影響生物的棲息與移動環境，並適當留設生物通行的廊道，除了保有校園綠美化的景觀效果外，更可以讓環境保有更大的生物多樣性。

在物種的選擇上，應以原生物種為優先，適合本土生長環境的植栽包含臺灣欒樹、臺灣楊桐、相思樹、茄冬、台灣櫟、烏皮九芎…等，避免為了管理維護方便而選用如南洋杉、龍柏、小葉欖仁等外來明星樹種，以免破壞原生生物環境。

基地內的植栽種類愈多，生態系愈豐富

拍攝地點：芳和實中（下）



校園降溫



透過植栽達到遮蔭及具備觀賞性的功能
拍攝地點：永建國小（上）



臺灣欒樹



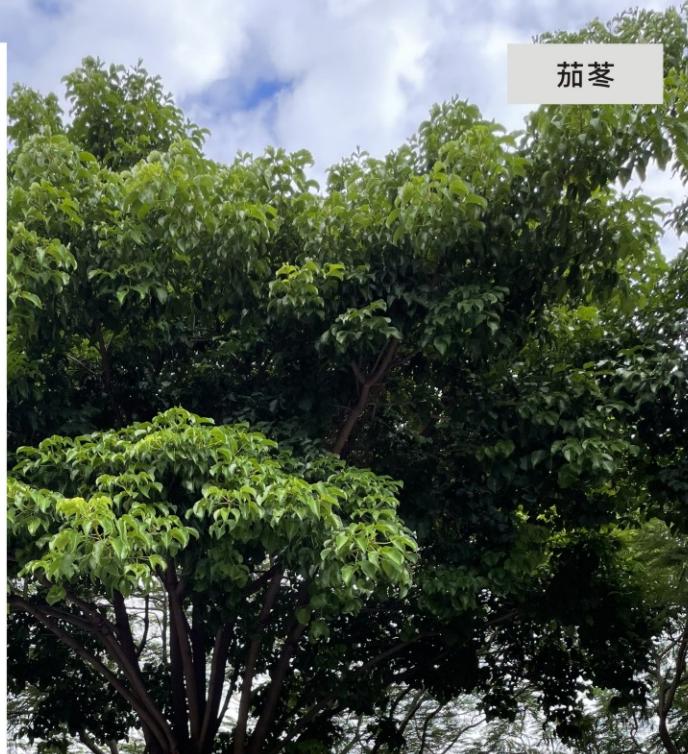
適用於校園環境之臺灣原生植物

習性	植物中文名
草本	黃花鼠尾草、臺灣金狗毛蕨、山月桃、普萊氏月桃、島田氏月桃、川上氏月桃、烏來月桃、屯鹿月桃
冠木	燈籠花、珊瑚樹、米飯花、垢果山茶、南仁山柃木、灰莉、臺灣野牡丹藤
藤木	山素英
喬木	茄冬、臺灣欒樹、交力坪鐵色、白樹仔、圓葉冬青、鐵冬青、杜英、薯豆、降真香、相思樹、蚊母樹、秀柱花、軟毛柿、楓港柿、狗骨仔、臺灣楊桐、短柱山茶、恆春山茶、凹葉柃木、厚皮香、臺灣梭羅樹、烏皮九芎、捲斗櫟、油葉石櫟、蘭嶼肉桂、土肉桂、金新木薑子、墨點櫻桃、刺葉桂櫻

資料來源：行政院農委會林務局



臺灣楊桐



設計時須綜合考量基地風向、風速，樹木尺寸、土壤特性等因素，使用合適的支撐方式，避免樹木因自然因素發生搖晃劇烈、傾倒。也要避免選用有毒植物、易生花粉、易落花落果的植物，及類似棕櫚樹、椰子樹等葉大易落，或會產生折幹、板根或竄根如黑板樹、榕樹之類的樹種，以免造成人員過敏、受傷或建物受損等問題。

效益：原生植物在本土環境長期演化，有較好的環境適應性及生態效益並易於管理維護。

A2-2 地面綠化



學校地面覆蓋以綠色草皮為主體減少水泥覆蓋面積以降低地表蓄熱
拍攝地點：建安國小（上）、民權國小（右）、潭美國小（右下）

校園進行景觀綠美化時，應參考永續校園之規範，樹種宜力求多樣，避免種植單一樹種，並落實生物多樣性之精神，依校區之區域性功能、庭園面積、土壤氣候及周遭景觀，種植適宜之花草樹木，規劃適切之花壇綠籬。

為了便於樹木生長，生態複層與闊葉大喬木最小樹穴面積應在 $4.0m^2$ 以上，其他喬木則因應不同樹種，至少應在 $1.5m^2$ 以上。學校基地中，喬木的栽種間距應在5米以上。

在覆土深度的部分，喬木與大棕櫚類為1米以上，灌木及蔓藤為0.5米以上，花圃及草地為0.3米以上。



進行綠化時，應因地制宜，選擇適宜且便於維護的花草樹木，不宜種植有刺激性氣味、分泌毒液或帶刺的植物，並搭配季節性選擇植栽，使校園環境一年四季都有不同景觀風貌。

效益：增進校園風貌，降低溫室效應。





A2-3 生態複層

複層植栽的綠化方式既能提供環境遮蔭空間，亦能兼顧環境生態平衡

拍攝地點：內政部建築研究所材料實驗中心（上、下）、建安國小（右下）



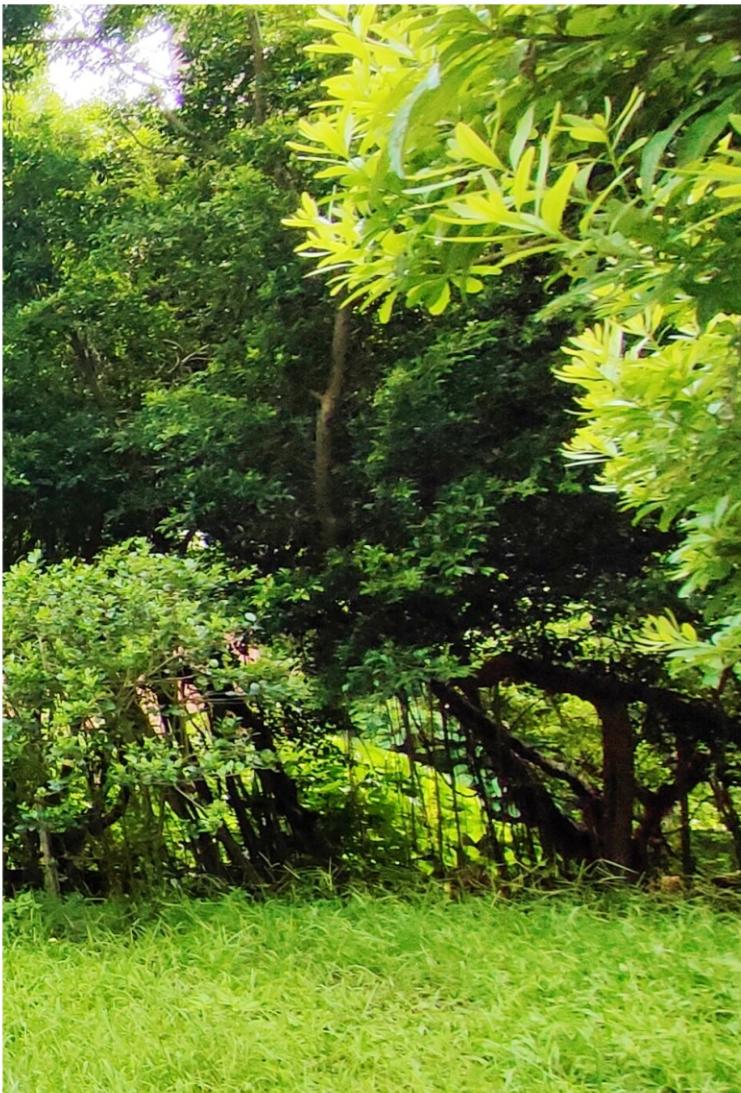
基於生物多樣化原則，在校園綠化上應多鼓勵多層次立體複層綠化，即在喬木下方應保有裸露土壤，以不同的喬木、灌木、蔓藤、花草混合栽種，達成多層次的生態綠化之目標。多層次的生態複層綠化可以提供不同的生物適合的生活環境，達到人及生物共榮共存。

在覆土深度的部分，喬木與大棕櫚類為1米以上，灌木及蔓藤為0.5米以上，花圃及草地為0.3米以上。



複層綠化可將原有草地發揮最大的綠化潛力，對於基地空地比例小的建築物執行上較為容易。

效益：增進校園風貌，降低溫室效應，增加生態系統完整性。



A2-4 操場綠化

操場綠化後，學童跌倒衣服也不會弄髒、下雨過後在操場上體育課也不必擔心留下坑坑洞洞，若綠化之成果明顯可見，將能增進大家對綠化價值的瞭解。

學校可設置雨水回收之儲水槽及自動噴灌系統來進行操場綠化之養護，雨水蓄水量不足時才以自來水或抽取地下水支應平日噴灑之作業。



操場的開放空間綠化將有助於區域環境降溫及景觀環境美化

拍攝地點：湖山國小（上）、老松國小（下）



備忘

A2-5 牆面綠化

校園綠化工作應講求綠化效果，在建築物結構安全及防水無虞情況下，學校屋頂、走廊、阳台宜進行綠化，構築立面綠化效果，並注重環境教育之落實。

牆面綠化的主要目的是要降低夏季壁面吸收的日射量，達到抑制壁面溫度上升及減少壁面熱負荷的功能。相較於屋頂綠化可降低屋頂溫度，牆面綠化則可降低整棟樓房溫度，並增加空間綠化景觀與美化環境。



在建物結構安全及防水無虞的前提下，
施行校舍牆面綠化將有助於室內空間降溫及景觀環境美化。
拍攝地點：延平國小（上）、公館國小（右上）、信義國小（右下）

校園降溫



進行牆面綠化規劃時，可以選擇有吸盤和吸附根的攀緣植物，如爬山虎、常春藤等，並考慮建築物方位，北向牆面應選擇耐蔭植物，東西向牆面則可採用好光、耐旱植物。

效益：增加綠覆率，豐富校園景觀，調節建築外牆溫度，改善環境微氣候。





A2-6 走廊綠化

利用校舍走廊、阳台或窗台進行綠化也是一種容易實現及照顧的綠化方式，於走廊設置花槽及花架及可選用盆栽進行綠化。

亦可利用繩索、金屬線材、木條或竹竿構成一定形式的支架或網棚，搭配纏繞化捲攀型的植物形成綠棚或綠屏，或是向下垂掛，則可形成綠色垂簾。

運用陽台或窗台進行走廊綠化時，須充分考量建築物的載重能力，除槽體避免過重外，土壤應選擇輕質、保水性較佳的腐植土。

效益：增加綠覆率，豐富校園景觀，調節建築外牆溫度，改善環境微氣候。

運用走廊、通廊設置花槽與盆栽進行走廊綠化

拍攝地點：民權國小（左上）、建成國中（左）、成德國小（下）



A2-7 屋頂綠化

由於大氣中的太陽熱輻射容易被建築物的水泥結構與不透水鋪面吸收，導致熱源蓄積在建築結構體中無法快速排除，因而造成都市熱島現象，因此，除了在地面與牆面進行綠化外，屋頂綠化也是緩解都市熱島效應的好方法之一。

屋頂綠化可以降低屋頂層室內溫度3至5度，更可減少空調使用時間。為有效達成校園降溫目的，建議校園建築屋頂平台綠化面積應達50%。

圖書館大樓屋頂綠化
拍攝地點：臺北市立大學



誠正國中屋頂綠化
資料來源：臺北市學校環境教育中心





木柵國中屋頂綠化

資料來源：臺北市學校環境教育中心



進行屋頂綠化時，須充分考量屋頂平台防水及綠化後增加之覆土、植栽及設備重量，避免影響結構安全，覆土深度可參考綠建築評估手冊，選擇適當的植栽類型與覆土深度。

效益：增加綠覆率，豐富校園景觀，調節屋頂層溫度，

A2-8 澆灌系統

澆灌系統可以提供雨季以外的植物維生需求，搭配雨撲滿或雨水貯留設施可以降低自來水的使用量，達到水資源再利用的效果。

常見的澆灌方式包括滴灌系統、噴灌系統等，其分別具有不同的適用範圍。滴灌系統是將水緩慢且均勻的滴入植物根系土壤，水流量小因此可以減緩蒸發，但在維護上須留意給水管線老化及滴灌孔阻塞等問題。滴灌系統適用於走廊綠化或屋頂薄層綠化等區域。



噴灌系統是透過壓力將水送至噴頭，噴頭視噴灌區域及範圍可採用固定式或旋轉式方式進行噴灌，噴灌水量依植栽種類及種植密度而異，由於較容易因噴灌時蒸發而損失水分，因此在設定噴灌位置時應考慮風向以免無法完整澆灌植栽並浪費水資源。噴灌系統適用於較大面積的綠地植栽區域。



不論採用何種澆灌方式，都需要考慮澆灌範圍及澆灌時間，搭配定時系統和氣候感知設備進行自動澆灌可有效節省人力及避免水資源浪費。

效益：減少人力成本，結合雨水回收再利用可節省水資源。

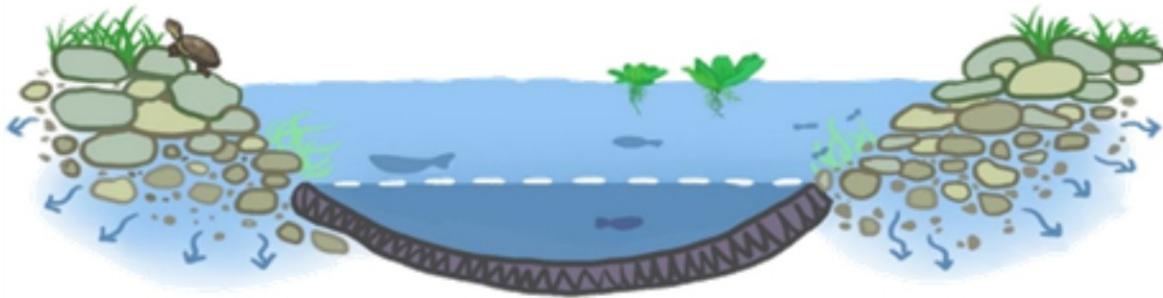
A2-9 漑灌系統

生態水池旨在型塑生物多樣化的水生環境，提供優質且不受人為干擾的生長空間，同時串連水陸域的生態系統，並且在設置區位上儘量選擇有活水源、日照充足之處。

水池具體規劃上，池底應部份為不透水層以維持水池最低水位，水池岸邊呈緩坡形式以利生物出入水池，生態水域池中混種浮葉、挺水植物，池邊種植落葉喬木及常綠喬木，若水池有較大水域則可規劃生態島或生態浮島供生物棲息或短暫歇息。

此外，池水不宜採用自來水，應結合雨水回收，採用天然水源及常保流動，並具有氣曝功能以避免產生蚊蟲，也可搭配生物食物鏈的方式，導入可吃食孑孓的物種來抑制蚊蟲孳生。





良好的生態水池規劃可涵養水源，更可提供生物棲息環境



基於安全的考量，校園中的生態水池務必要留意深度，一般可在10~60公分間配置不同深度。池岸長度愈長可愈加增進水、植物與陸地的交界面，並應盡量避免人為干擾，才有助於生物隱蔽與生長。

效益：多樣化的水池設計與植物選用可作為池內動物避散與活動的空間，並增加生物多樣性。



生態水池，豐富校園景觀並可調節區域微氣候
拍攝地點：螢橋國小（左下）、蘭雅國小（上）

A3 基地保水

A3-1 鋪面設計-活動空間

鋪面材質選擇

校園中應盡可能減少人工鋪面使用，保留綠地或被覆地。選用鋪面材料時，應採用防滑之塊狀透水鋪面，同時為確保表層鋪面具有充足的溝縫間隙以透水，每塊實體塊材表層鋪面面積必須在 0.25m^2 以下，並採用乾砌施工方式施作。

通常表面為塊狀硬質材料所構成，如連鎖磚、石塊、木塊、高密度聚乙烯格框等硬質材料以乾砌方式拼成。



人行步道透水鋪面
拍攝地點：永建國小



車道的鋪面則以採用防滑之整體型透水鋪面為宜，如透水性瀝青、透水性混凝土、多孔性混凝土版構造或透水性樹脂混合天然石砂粒等，並確保其能承受車輛行經之重壓。

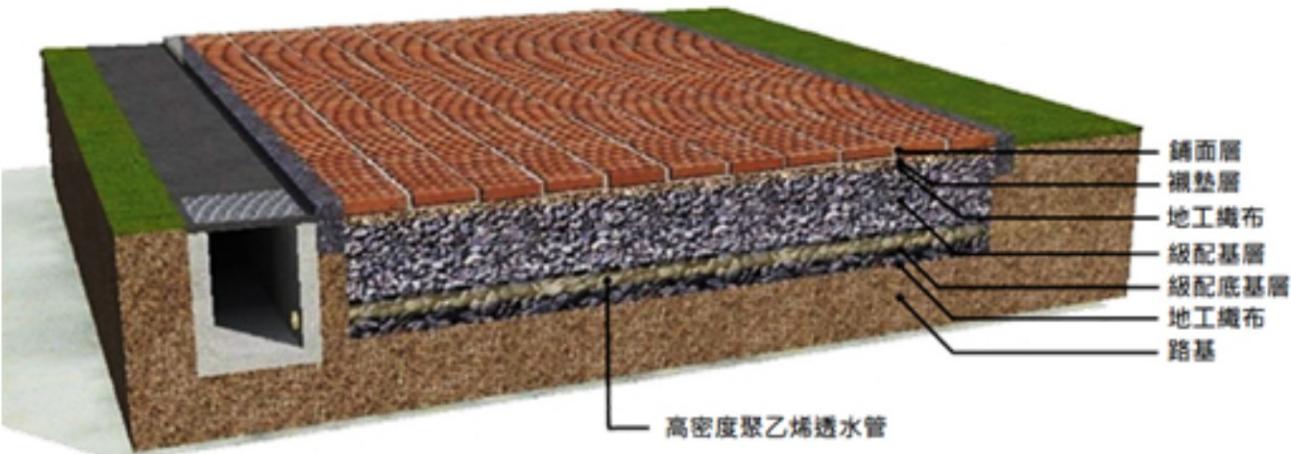


人行步道透水鋪面
拍攝地點：潭美國小

透水性鋪面

由於目前人工基盤大部分是由水泥混凝土、瀝青混凝土等不透水材料所鋪設，車道、步道、停車場與廣場等鋪面均無法透水，造成雨水直接排入水溝，不僅降低土壤含水量，更徒增都市洪峰排水量。為了增進環境鋪面的雨水滲透功能，校園規劃設計時，應進行全面的透水設計。

由於都市的雨水排水設施大多為不透水設計，使得地層無法保留雨水而從下水道排出，導致都市內地下水日漸缺乏。也因為雨水無法從河川循環回大地而不再滋潤土壤，造成許多龜裂磨損的不透水鋪面。因此透水鋪面施作之目的，主要就是要解決校園開發或景觀道路之規劃未能考量都市水循環的問題。



透水性鋪面示意圖
資料來源：臺北市政府地政局

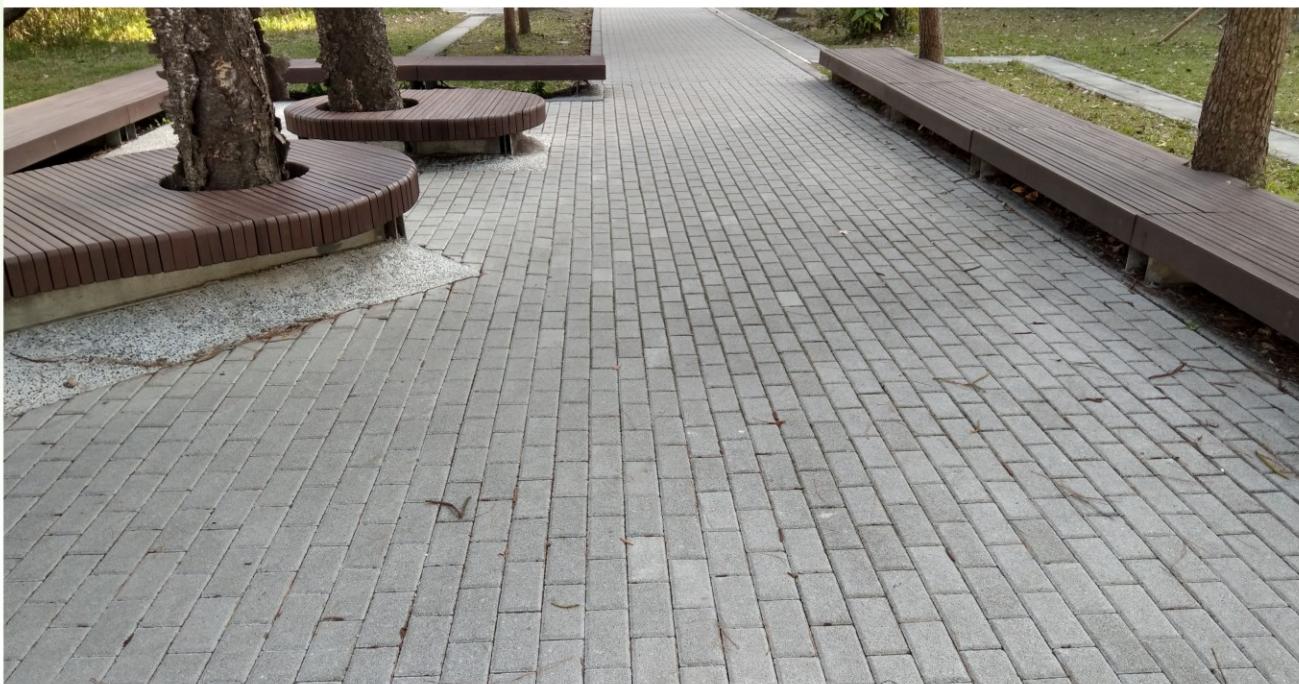
■ 鋪面規劃

在擬定鋪面的規劃設計策略前，須先了解「鋪面」的組成。一般來說可分為上下兩部份，上為面層，下稱基底層。面層通常會使用耐磨防滑的材料，以增加車輪之間的摩擦力，防止車輛打滑，並且提供行車之舒適以及路面之平整。基底層又稱為承載層，意指使上面承受的重量能均勻的傳遞到土壤。

所謂的「透水性鋪面」是將透水性良好、孔隙較多之材料用於面層與基底層，使雨水容易通過鋪面，直接滲入土壤裡，並具有讓水還原於地下之功用。

一般透水鋪面之坡度以1.5%~2.0%為佳，如此方能確保鋪面不致在下雨時產生積水。從鋪面材料之種類，可發展出不同型式之透水鋪面。此外，透水鋪面也可多樣變化，在基地前側退縮建築物之透水鋪面，可以讓校園空間更具特色。

不同承載需求的鋪面，需要有不同之厚度設計，例如使用透水混凝土時，須至少留設15公分厚度，並特別留意不可使用混凝土打底，否則會失去透水磚的透水、生態之功能。



開放空間採用透水鋪面達到透水功能
拍攝地點：建安國小

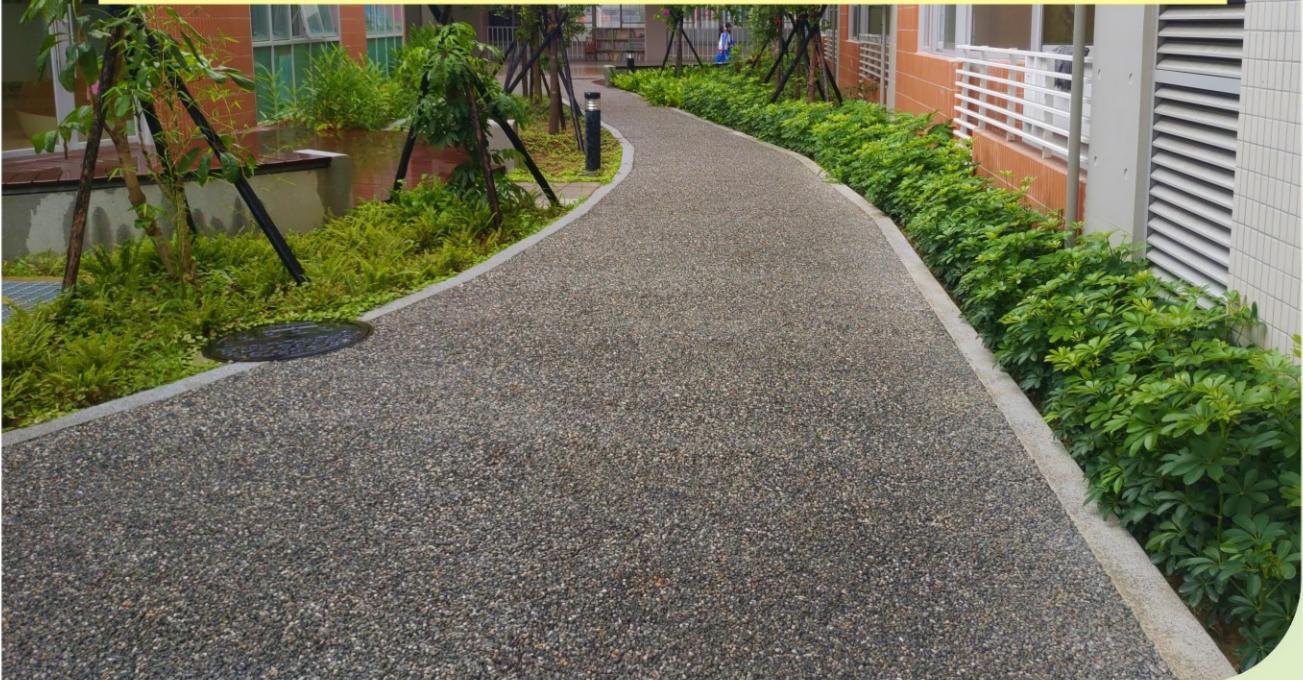


步道採用透水磚鋪面達到透水功能（上）、潭美國小人行步道透水鋪面（下）



有效的透水性鋪面必須具有良好的表層鋪面和基層砂石級配，如果鋪面下方是地下室或是由混凝土層等不透水材料組成的結構，是不得計入透水面積的。施作時務必要注意將基層砂石級配夯實，以免造成日後不均勻沉陷的狀況。

效益：涵養地下水源，達成土壤生態循環。



A3-2 鋪面設計-步道

步道應儘量降低人工設施或都市化材料，避免不諧調，任何就地取材之材料，最具有環境親和力。利用透水鋪面，如細砂、透水性卵石等，可以有效減少地表逕流。

人行步道設計時不宜逕以水泥鋪面施工，應改以透水性材料鋪面方式施工，以增加雨水滲透能力，並應考慮路面之平整與防滑。

透水鋪面設計達到基地保水目的



採用透水材質的車道於下雨時不易積水，更能兼顧行車安全



A3-3 鋪面設計-車道

不同承載需求的路面，需要有不同厚度的級配設計，例如，供車道使用的鋪面便需要有20cm的級配層，方可有足夠的承載力。施工的重點在於千萬不可使用混凝土來打底，否則便失去了鋪面透水及生態的功能。

車道可採用多孔隙瀝青混凝土、透水混凝土等作為鋪面材質及工法，具透水功能之車道鋪面可迅速排洩雨水並預防濕滑，故可有效降低路面之積水、水膜、噴濺及路面反光所產生的視覺暈眩。

設置多孔隙瀝青混凝土車道鋪面時，需配合切割水溝蓋板邊緣縫隙或增設導水管，將瀝青路面之水藉由溝蓋間之縫隙或導水管排入側溝，才能達到透水的目的。

A3-4 鋪面設計-地面停車空間

在停車場覆蓋上多孔性的鋪面並且底下有排水性良好的基質土，能夠使暴雨逕流多餘的水量滲透到地底，不僅包含透水能力還可以容納雨水貯留設施無法容納的多餘雨水。

停車空間採用透水鋪面能有效回收暴雨雨量，並彌補土壤自然透水率的不足，形成地下水庫，調整水資源循環利用，化解缺水及水災發生之苦，同時讓土壤有時間吸收回補地下水，避免地層下陷。



停車空間採用透水鋪面設計達到基地保水目的
拍攝地點：中正高中

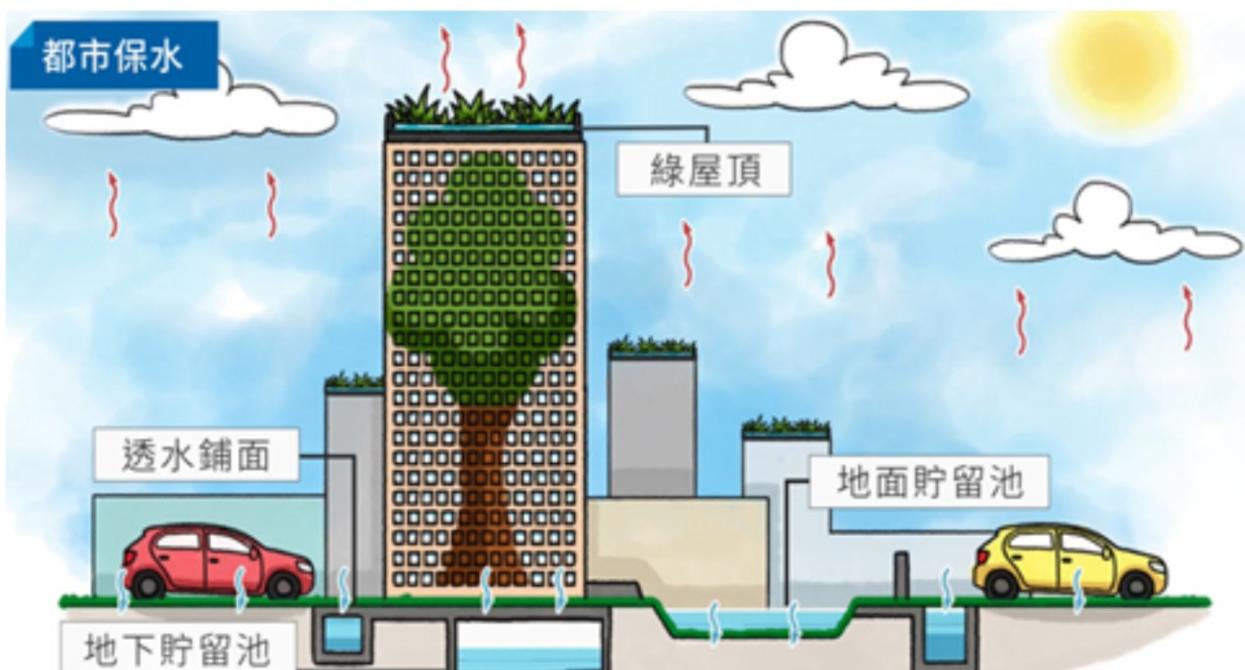
校園降溫



A3-5 空地雨水貯留

貯留雨水可以解決都市土地建築密集開發下，沒有足夠的綠地來提供雨水滲透土壤與貯存保留的問題。因此，透過雨水貯留的設計，希望能將雨水保留在土壤裡，不致於馬上排放下水道而造成不必要的負擔。

人工地盤必須利用土壤之間的孔隙來保存雨水，來提升基地保水的作用，因此常設置屋頂花園或中庭花園來發揮保存水之功能。



透過雨水貯留與透水鋪面設計達到基地保水目的
資料來源：臺北市政府工務局水利工程處



校園中進行空地貯留設計時，小學的蓄水深度須在20公分以內，國高中則須在30公分以內。其餘場所蓄水深度則應在50公分以內，並於邊緣處留設分段高差以策安全。

效益：涵養地下水源，達成土壤生態循環。

利用廢棄衛浴設備回收再製透水磚，將雨水蓄積滲透至地下土壤層

拍攝地點：內政部建築研究所材料實驗中心





兼顧排水截流與透水需求之草溝
拍攝地點：中正高中



臺北市公園草溝景觀
資料來源：臺北市政府工務局

A3-6 草溝

草溝是涵養地下水源的好方法之一，對於位處山區或坡地的校園還能提供宣洩逕流與截排分流的效果。都市中的校園透過這類透水面的設計方式，能夠適當緩解都市熱島效應，並發揮調整都市或校園微氣候的功能。豪大雨來時，亦可協助緩解公共排水系統的負擔，達到調節排水的效果。

草溝可分為乾式草溝及草溝渠兩類，乾式草溝是利用植被、坡降、生長介質等控制水流量與水質；草溝渠則泛指人工溝渠，溝渠的內面以植生為主要單元，其主要目的是控制水流量。



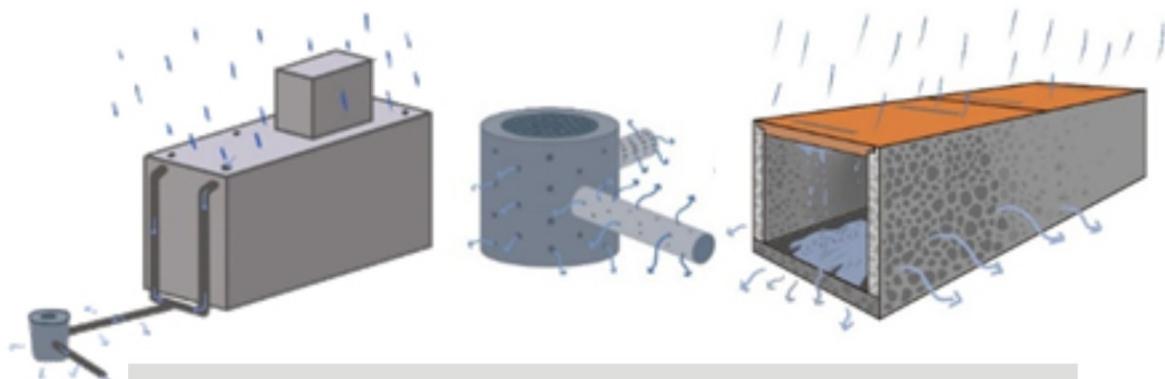
基地中設置草溝時，應留意地下須無人工構造物，表面亦無人工鋪面，如此才能真正發揮基地保水效益，不然其功效就僅等同於一般人造花圃設施而無法發揮最大的透涵養水源功能了。

效益：涵養地下水源，達成土壤生態循環。

A3-7 排水管與陰井

一般建築物基地中都會有室外地表逕流雨水需要連結至水溝進行排放，合理的排放方式是將排水管的末端以彎接的方式插入陰井的水面下，避免異味與蟲隻順著排水管進入室內。透過陰井的沉澱功能，亦可將雨水中較重的雜物或砂石沉積在陰井的底部。

在都市高密度開發地區，往往無法提供足夠的裸露地及透水鋪面來供雨水入滲，此時，便需要人工設施來幫助降水使其儘可能入滲至地表下。滲透排水管可將土壤內飽和而無法宣洩之水先匯集於排水管內後，然後慢慢往土壤內入滲至地表中，達到輔助土壤入滲的效果。



利用滲透排水管與陰井之雨水排水系統達到涵養水源效果





滲透陰井（上）與滲透側溝（下）
拍攝地點：建安國小



滲透排水管和滲透陰井是利用雨水排水路徑來將乾淨的水源滲透入土壤，設計時務必須遵守將雨、污水排水管路分流，避免將生活污水混雜入乾淨與水中，以免反而造成土壤污染而並影響生態環境。

效益：涵養地下水源，達成土壤生態循環。

備忘



B. 校舍節能

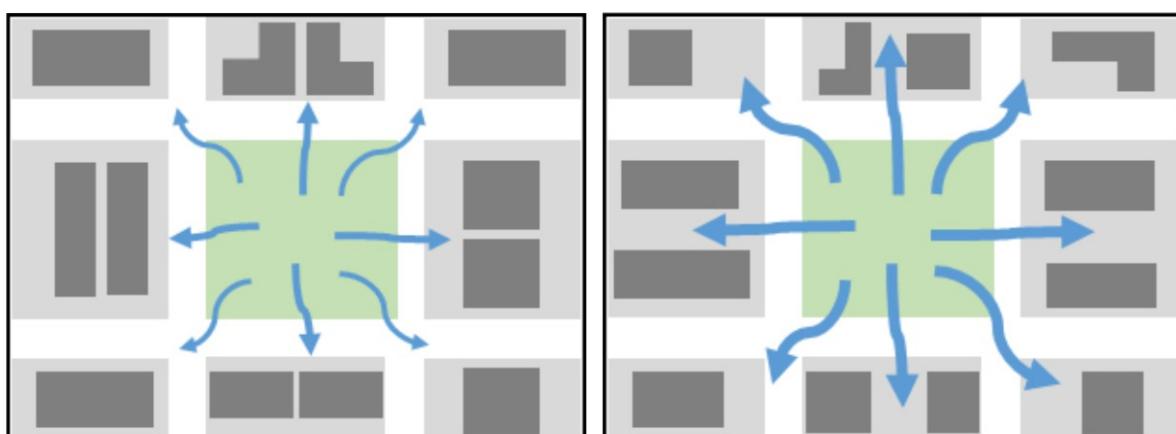
B1 開窗與遮陽

B1-1 立面開口

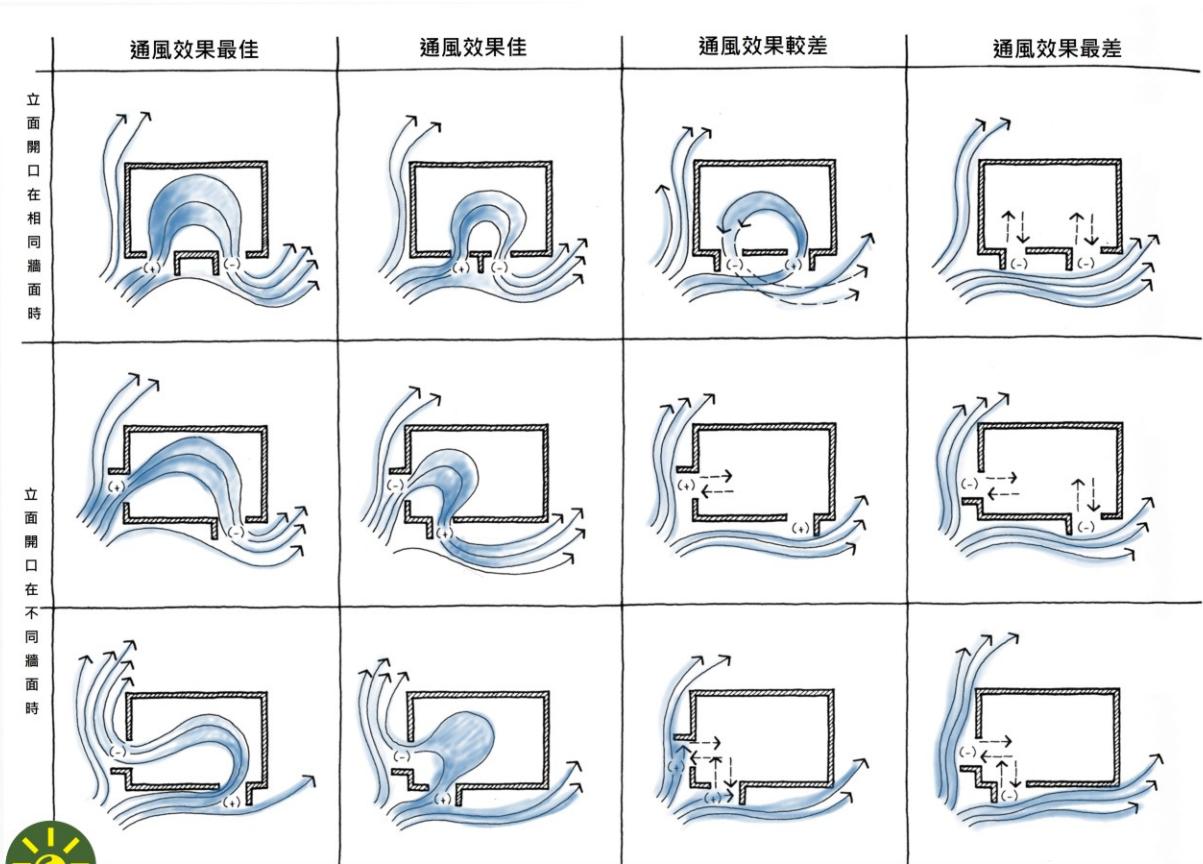
校舍建築物除特殊機能與用途，開窗面積不宜過大，以避免過多光線及熱源進入室內。

在未受東西曬的前提下，開窗面積應大於室內面積五分之一，保持室內空氣對流與新鮮；同時利用走廊進行開口部遮陽。

太過密集的棟距分布，導致基地通風不易，無法利用自然風流調節基地內外的溫差（左），良好的棟距分布將更有利於基地環境通風（右）



各種開口部位型式對室內空間通風的影響



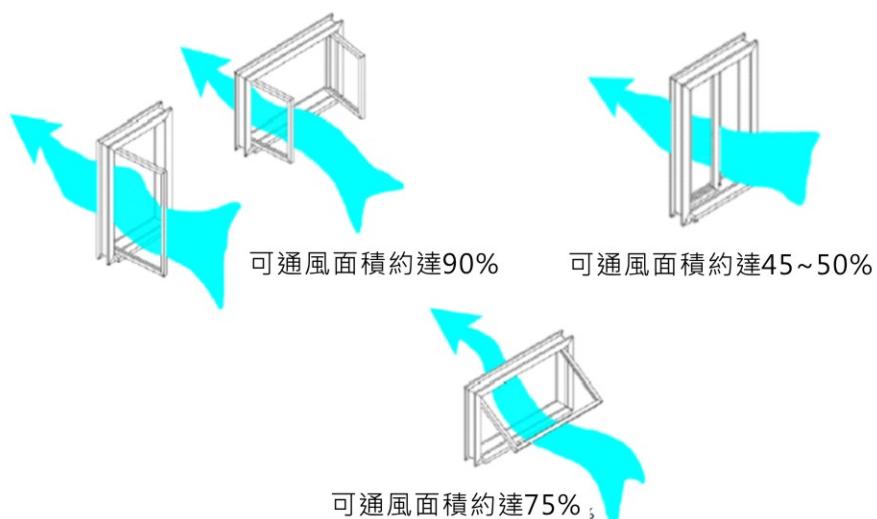
有效立面開口才能將自然風引入室內，除了開口方式與位置，也要請建築師設計時留意基地的風場環境，才不會造成日後空間使用上的困擾。

效益：適當的引入風可以調節室內的溫濕度，除了可以協助減少空調使用，還能提升換氣量，讓室內保有較佳的室內空氣品質。

B1-2 窗戶型式

教室室內開窗可考量分成三段式（下推拉氣窗、中央觀景拉窗、上旋轉氣窗），並儘量採用雙邊通風模式。

自然風過大影響上課者，得採上下氣窗開啟方式；另為避免空調洩漏，建議可採用優於或至少符合氣密性2等級 ($2\text{m}^3/\text{hm}^2$) 之窗戶。



雙邊通風的開窗方式對通風助益最大，在安全無虞情況下可優先採用



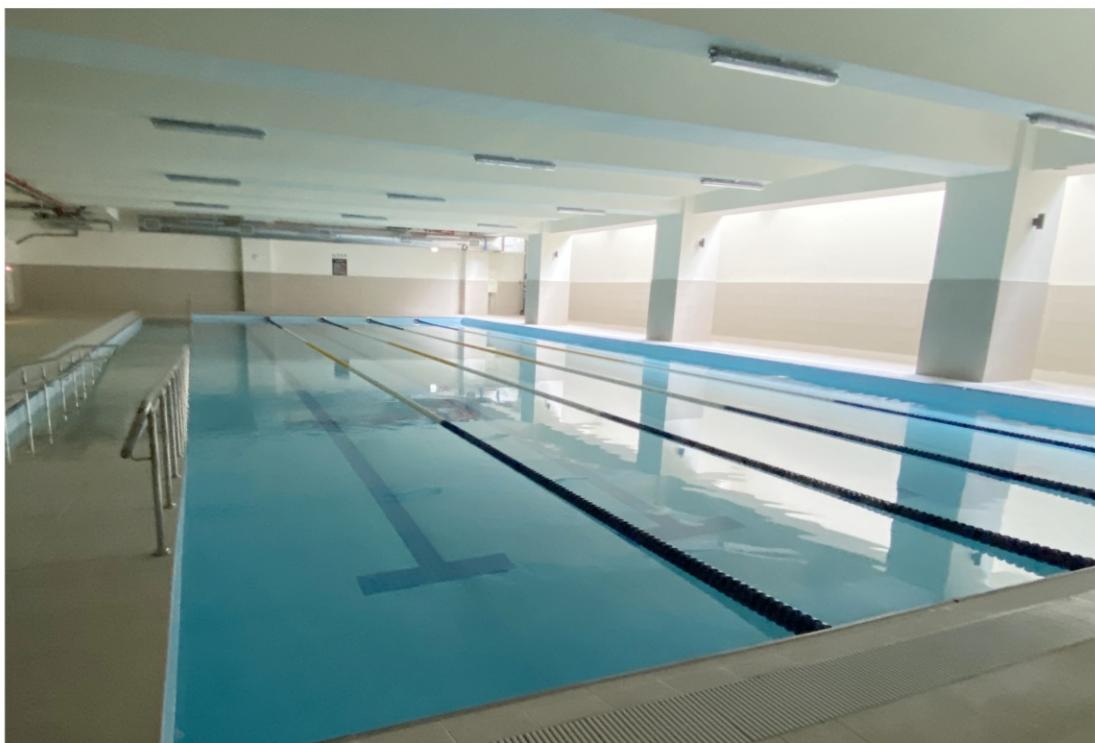
一般教室通常採用雙邊開窗模式，只要選擇安全的窗戶形式，對於通風都有一定的助益。如果因為特殊情形須要採用水平天窗，應該要將節能玻璃納入材質考量，才不會讓過多的熱源進到室內。

效益：提升換氣量，讓室內保有較佳的室內空氣品質。

B1-3 地下空間開窗

地下空間常被設計作為停車場、避難室、游泳池、視聽或電腦教室等用途，如未詳細規劃考量，多容易成為陰暗、通風亦差之空間。如果基地空間允許下，應儘量採自然通風，並設置採光井導入自然光。

採光井頂部增設採光罩，以利採光井提供遮雨功能，得考量加強採光罩側邊自然排風功能，需符合綠建築相關規定。



地下空間增加開窗或採光罩，於日間時段可減少照明使用

拍攝地點：日新國小



設置遮雨採光罩時，至少應包含側邊通風效果，避免通氣口直接面對人行道或附近住家，並注意通風採光井之排水設施是否符合需求。

效益：增加自然光線進入地下空間，降低室內照明使用量。

備忘

B1-4 玻璃特性



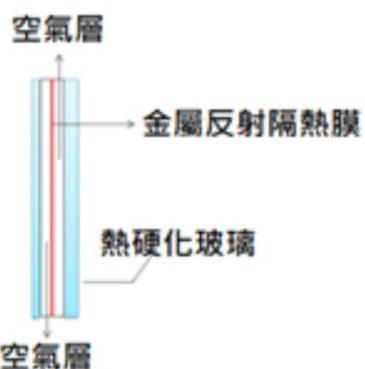
建築物室內之最大熱得通常為玻璃門窗，一般單片玻璃陽光入射量大，雖有利於採光卻容易耗能。一般而言，門窗面積約占建築面積的20%至30%，玻璃占門窗面積70%至80%；建築能耗的70%是通過門窗流失的，其中三分之一是通過玻璃流失的。

校舍如果有隔熱的須求，在選用玻璃時，可採用鍍膜玻璃、節能玻璃、反射玻璃、複層玻璃等玻璃處理技術，以減少太陽透過玻璃直接輻射。

須特別留意的是，反射率過大的反射玻璃可能造成眩光污染的二次公害，使用前應納入考量。

內含空氣層的雙層玻璃，隔熱性能會較一般單層玻璃為佳

↓ 單空氣層隔熱玻璃



空氣層

金屬反射隔熱膜

熱硬化玻璃

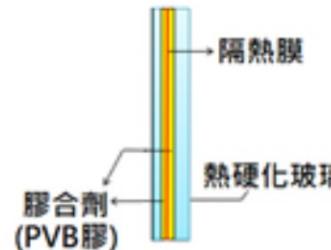
空氣層

空氣層

熱硬化玻璃

空氣層

隔熱膜



↑ 內含隔熱膜的雙空氣層隔熱玻璃



市面上節能玻璃產品眾多，包含種類、厚度、顏色、功能等，在手冊中無法一一列舉，建議可以查詢內政部出版的綠建築評估手冊，藉由內容中的玻璃日射透過率表中找出符合需求的玻璃型式。

效益：阻絕過量光線及熱源進入室內空間，降低室內空調負荷。

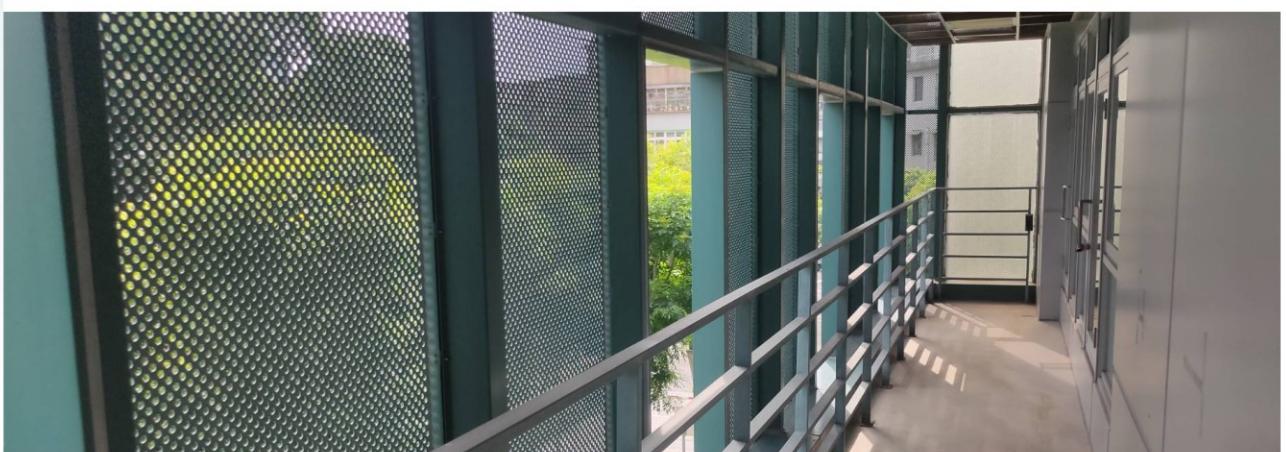


建築物結合水平（左）、垂直（右）
遮陽板設計方式 拍攝地點：銘傳國小



B1-5 外遮陽

校舍應有適當遮陽設計或設施，避免直接日曬；南向使用水平遮陽，東西向使用垂直遮陽。
垂直遮陽需考量風向的引導與屏障，東南、西南向使用格子遮陽，同時對太陽之眩光應予有效處理。



網狀金屬板的外遮陽設計



垂直遮陽設計

拍攝地點：河堤國小



在綠建築的規範中，外遮陽的材質必須是金屬、混凝土、石材、木材、玻璃、鐵氟龍薄膜等堅固耐風的耐候材質，若是一般紙類、塑膠網或布幕等耐久性不佳的材質是無法長久發揮遮陽功效的，在設計及使用時應特別留意。

效益：阻絕過量光線及熱源進入室內空間，降低室內空調負荷。



格狀遮陽設計

拍攝地點：大安國小



垂直遮陽設計

拍攝地點：臺北市立大學

B1-6 內遮陽

建築物的遮陽系統可以區分為外遮陽與內遮陽兩種型式，相較於外遮陽著重於阻光線和熱源進入室內，內遮陽則較偏向滿足室內美觀及視覺的遮蔽。

常見的內遮陽型式為百葉窗簾、捲簾及布簾等，在教室空間多採用布簾作為內遮陽，例如電腦資訊教室、視聽教室及演廳等常採用遮光型窗簾。

然而，內遮陽是在陽光透過開口部或玻璃進入室內後才進行阻隔，此時輻射熱及熱對流已在室內擴散，因此內遮陽較不具隔熱效果，需要搭配正確的外遮陽及節能玻璃才是真正有效率的節能措施。

捲簾式內遮陽設備
拍攝地點：興隆國小



半透光型內遮陽設備
拍攝地點：民權國小





遮光型內遮陽設備
拍攝地點：潭美國小



採用布料窗簾作為內遮陽設備時，須特別留意日後的清潔維護，避免因未適時清潔而造成空間使用者呼吸道不適或過敏等問題。

在綠建築的規範中，內遮陽原則上是不被認定有隔熱效果的，但如果是採用金屬或木材等耐久性材質，並搭配固定結構方式或採用智慧化調控方式，在日常節能指標中還是可以被採計部分得分的。

效益：阻絕過量光線進入室內空間，提升使用者視覺舒適性。

B2 隔熱

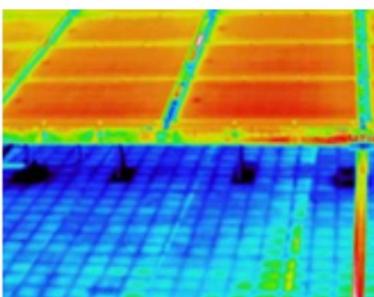
B2-1 屋頂隔熱

建築物普遍缺乏屋頂隔熱的考量，例如有些建築物僅在屋面外加一層粉刷及PU防水層，導致頂層空間高溫炎熱。如果擁有良好的屋頂隔熱，便能節省許多空調用電。

屋頂表面可選用明度高的材料（如白色），或在屋頂覆土、植草並進行薄層綠化。為了避免太陽光直接照射屋面，也可在屋頂上搭太陽能光電板、鋼棚或處理成雙層屋頂。在屋頂施做隔熱層時，也應注意防水層之施做，避免造成漏水導致隔熱層的破壞。



透過熱顯像儀量測可以發現，相較於裸露區域，綠化處可更有效避免結構物(屋頂)蓄熱



透過熱顯像儀量測可以發現，架設太陽能光電板區域，其下方空間溫度可大幅降低

屋頂隔熱方式眾多且各有優缺點，採用隔熱塗料雖然方便，耐用年限卻較短。若採用綠化或搭建太陽能光電板方式進行隔熱，則須特別留意施工時不能破壞結構物原有的防水層，以免造成日後漏水的問題。

效益：透過屋頂隔熱手法，可降低頂樓層室內溫度，降低空調需求與負荷。

B2-2 屋頂灑水降溫

屋頂是建築物受日射量最高的區位，其受熱量約為立面的兩倍，也因此頂樓層的室內熱環境易較其他樓層更為容易令人不適。

夏季氣候氣溫較高，為解決教室高溫悶熱的問題，可以運用高壓噴霧方式，透過高壓管線及噴嘴傳送加壓後產生分子水霧，並直接噴灑於屋頂，靠水分蒸發帶走潛熱，降低環境周圍溫度。



屋頂灑水系統有助於降低頂樓層室內環境溫度，但須留意降溫效率會隨著風速大小而產生變化，設計時應一併考慮噴灑時間、噴灑水量、周圍環境氣流等因素。

效益：改善頂樓層室內熱環境，減少夏季空調負荷。



透過屋頂灑水系統有效降低建築物結構體溫度
拍攝地點：萬福國小（上）、市大附小（下）

B2-3 太陽能光電

屋頂隔熱的手法除了一般隔熱工程、小田園、綠屋頂和灑水降溫之外，設置太陽能光電系統也是其中一種有效且有意義的方式。藉由屋頂空間架設太陽能光電系統，既可以發電產能，又能幫助建築物減少直接受到太陽日射的影響而達到降溫效果，更重要的是還可結合環境教育，具有多重功效。

屋頂設置太陽能光電板時，須優先考慮基地的條件是否符合，例如日照是否充足、裝設面積是否足夠、周遭是否有高樓導致受光障礙、是否有鹽害或腐蝕氣體、是否常有強風等，此外建築物本身樑柱系統、載重量及結構強度等，都是必須仔細評估考量的重點。



太陽能光電系統

拍攝地點：百齡高中



除了上述提到設計時應考慮的重點因素外，設置太陽能光電系統還要留意後續管理維護的事項，例如須常保受光面清潔以免影響發電效率、電流轉換器的設備狀況與安全性等，都是須要特別注意的要素之一。

效益：阻絕熱源進入室內空間，降低室內空調負荷，並具有教育宣導



太陽光集光導引設備



太陽光導管系統



太陽能光電系統
拍攝地點：芳和實中

B3 空調設備

B3-1 容量設計

為了讓校園擁有舒適的學習環境，空調系統儼然成為不得不使用的必需品，然而規劃不良或超量設計的空調系統，很容易就成為夏季耗電的大怪獸。因此，設計優良的空調系統，才能確保在校園環境中兼顧舒適與節能的需求。

空調系統耗能的主要原因多半為設計過量或效率過低，若在規劃空調系統時僅單純考慮樓地板面積來估算設備量，往往會導致將空調系統超量設計。精確的空調容量設計應該要嚴謹的計算最大空調負荷量、設備效率和氣候等因素，而防止空調設備低效率的最好方法，就是明確的瞭解空調設備的性能係數 (COP)，其計算方式為製熱（冷）能力kW / 消耗電力kW，數值越高代表效率越高且較省電。性能係數可以依據經濟部能源局所發布的資料進行查詢，若校舍（如演講廳、體育館、集會場所或大型空間等）採用的空調設備為中央空調冰水主機，其能源效率比值應界於4.45~6.1之間，若既有的冰水主機測得之效率低於標準時，即代表有可能需要汰換該設備以維持運轉效率。

若有汰換設備的需求，建議選購高性能係數 (COP) 冷氣機，冷氣機性能係數愈高愈省電，一般而言COP值每提高0.1，約可節省4%冷氣用電。



中央空調系統

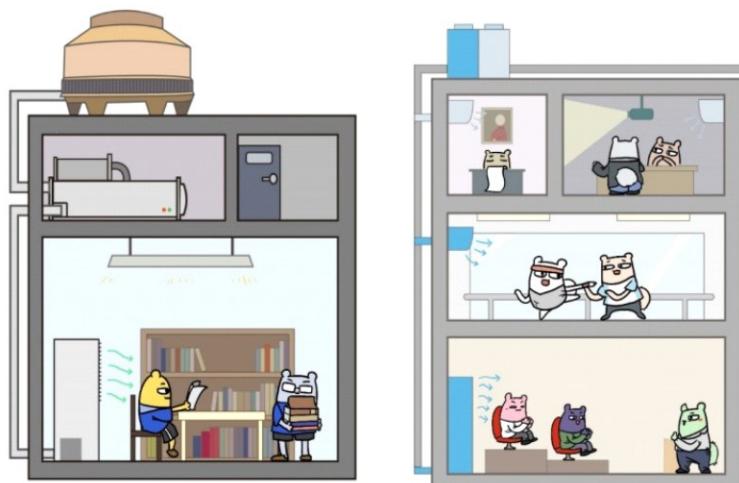


中央空調系統冰水主機

對較寬廣的部份做分區設計時，一個空調系統的處理面積以 300 至 600 m² 為原則。在內部較深長的起居室，應區分為熱負荷變動較大的外圍部份與室內部份。

平面規劃設計時需特別注意之要點：

- (一) 空間使用的性質要在設計時就區分好，將空調時間、負荷特性、人員密度相近者，規劃在同一區域。
- (二) 避免空調分區過於零散複雜，也就是建築使用機能要單純化，避免複雜的使用型態。
- (三) 集會場所等供特殊時間使用之空間，應獨立出空調的分區及設備。
- (四) 產生臭氣、污染等之房間，及需大量排氣之房間，如廁所、廚房等，則應劃分成另一區域。



← 在大型空間（如圖書館、活動中心）中，空調系統應規劃分區控制功能，並將性質相近的空間一併規劃考量



除了在規劃設計階段精確的計算空調需求外，對於已經既成的中央空調系統是否超量設計，可以依據主機運轉情形加以判定。使用專業量測儀器於夏季時查看主機之冷凍能力是否符合當初設計之冷凍噸數，若空間並無冷房不足情況，量測值低於設計值或主機長期處於低載運轉都代表可能已經過量設計。

效益：維持空調系統正常運作，避免產生空調耗能。

B3-2 空調型式

除了大型中央空調系統外，校園中常見的空調系統設備包含以下幾種：

■ 窗型冷氣機

窗型冷氣機在安裝及施工上較為方便，無須額外拉設冷媒管路，因此在價格上也相對較為經濟。而其缺點是壓縮機、散熱風扇及電控元件均在同一個機體內，因此運轉時較容易產生噪音。

■ 分離式冷氣機

分離式冷氣機和窗型冷氣機最大的不同點在於分離式冷氣機具有室內機與室外機兩個箱體，兩箱體間以被覆銅管連接，形成冷媒循環迴路讓室內的熱量散到室外。分離式冷氣機的優點是壓縮機是放在室外機，室內機僅有風扇，噪音會降低。分離式冷氣機的缺點在於安裝施工較為複雜、費時，且施工費較窗型冷氣機昂貴，若冷媒管路太長或彎點太多，將使其效率降低。

項目	適用空間	優點	缺點
窗型冷氣機	具有冷氣孔之空間	安裝簡易、價格低	窗型冷氣機

分離式冷氣機	各種空間	安靜無聲	價格較高
--------	------	------	------

箱型冷氣機	演講廳、電腦教室 視聽教室	安裝簡易	較占空間
-------	------------------	------	------



窗型冷氣機



分離式冷氣機

■ 箱型冷氣機

箱型冷氣機主要具有安裝容易、安裝所需時間短等優點。箱型主機分為水冷式及氣冷式二種，氣冷式箱型機在元件上亦分為室內機及室外機，室內機及室外機藉由被覆銅管連結來達到製冷，其缺點是效率會較水冷式箱型冷氣機差，故較少人使用氣冷式箱型冷氣機。水冷式箱型冷氣機在構造上較類似於窗型冷氣機，散熱效果優於氣冷式箱型冷氣機，可以得到較高的運轉效率，其缺點是噪音會較氣冷式箱型冷氣機大。

規劃設計時，應考量空間環境條件來決定該採用何種冷房能力的空調設備，選用適當的冷氣機容量，以避免容量過大造成壓縮機會啟動頻繁，不只耗電，且導致壓縮機壽命縮短。在一般情況下，依照室內空間大小每坪約需要400~500 kcal / hr，倘若有西曬或位於頂樓層的空間，可將需求設定在每坪550~650 kcal / hr，若是既西曬又位於頂樓層，則應將需求訂在700~800 kcal / hr，方能兼顧節能與舒適。

在複雜的空調系統規劃中，挑選高效率空調主機與高效率冷卻水塔便是空調節能的第一步。不論選用何種空調設備，都應該優先考慮採用具有一級能效之變頻冷氣機，除了使室內溫度達恆溫狀態外，還有噪音低、冷房速度快及省能的優點。





安裝空調時應妥善留設室外機裝設位置，避免影響美觀

資料來源：土林高商

空調室外機是環境熱源的來源之一，設計校舍時應妥善規劃室外機擺放位置，勿將其設置於不通風或人體活動高度處，除兼顧立面美觀外，亦可避免熱氣排放與蓄積影響舒適度。

空調室外機應融入現有建物環境，避免視覺違和感，且色彩以低彩度為原則，室外機體、冷媒管線應垂直、水平對齊，分層設置並採用耐久性材質包覆，以整齊美觀及較短距離為原則。



為得到良好的散熱效果並避免產生擾流音，建議室內機回風吸入口與天花板的距離應保持在 10 公分以上。同時冷氣室外機裝設高度應有離地 1.5 公尺以上的高度以便維修。使用一段時間後應定期清洗空氣過濾網，若空氣過濾網太髒，也會成為電力浪費的原因之一。

效益：有效率的使用空調設備，節能又兼顧舒適性。



空調室外機裝設於適當位置可避免運轉時熱風襲人的不適感，亦可避免人員碰撞

資料來源：銘傳國小

備忘

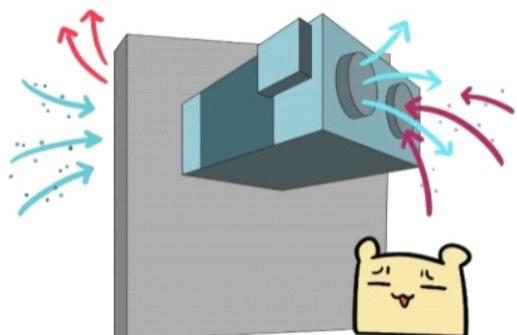
B3-3 外氣交換

大型教室、活動中心、停車場等集會場所或大型空間使用空調系統時，為了確保健康的空調環境，必須將部分的空調回風排出室外並以新鮮外氣替換。

為了節約外氣處理能源，也不希望引入太多的外氣量，通常外氣量多維持在最小的三成空調量即可。然而在涼爽的季節裡，外氣條件常常清涼而乾爽，這時反而應該引入全面的外氣量，以減少空調機的回風處理能源。

全熱交換器也是可以兼顧換氣與節能的選擇之一，透過與二氧化碳濃度感測器連動，還可以協助管理室內空氣品質。例如在二氧化碳濃度到達800ppm時啟動交換新鮮外氣，在換氣不換熱的原則下，可以讓室內空間使用者既能享受空調的舒適，又能呼吸到新鮮空氣。

若能設計引入外氣之管道，在春秋冬季節引入外氣作為冷房用，相信對降低全年空調能源的消耗必定會有相當大的助益。



全熱交換器有助於導入新鮮外氣並兼顧空調節能



教室內設置通風扇亦能促進空氣流通，達成降溫效果



當然，引入新鮮外氣最好的方式就是開窗讓空氣對流，但很多時候使用空調是難以避免的，或是室外環境條件不佳時，藉由機械設備如全熱交換器、排風扇等作為開窗的替代方案，將更能兼顧節能與室內環境品質。

效益：維護冷氣使用時的室內環境品質，提升使用者健康與舒適度。



電風扇與空調並用，既舒適又省電
拍攝地點：銘傳國小

B3-4 空調與風扇並用

人體冷熱感覺舒適之溫度主要是受風速影響，適當提高室內設定風速可增加人體舒適感，因此能忍受更高的室內環境溫度。每秒風速上升0.1公尺，空調溫度可提高 1.1°C ，亦即節約空調用電6%，而且風扇空調並用可調整室內風速，更可使冷房溫度平均，達到更加舒適感。也就是說，在相同的舒適度下，增加風速即可提高室內空調設定溫度，故空調搭配風扇使用，室內溫度可舒適度可調高至28至 30°C 。目前一般教室天花板高度大部

分可安裝循環扇，若天花板高度較低者，可用立式風扇代替，以發揮理想之風扇空調並用系統。



安裝風扇來搭配空調一起使用，可以避免將空調溫度設定過低造成耗能。配合空調設備的設置，於適當位置配置風扇，使室內氣流分布情況更為良好。

效益：空調搭配風扇並用，兼顧節能與室內環境舒適度。

B4 照明設備

B4-1 光源選擇

建築物日常能源使用以空調、照明兩項為最大宗，為了減少能源消耗及費用支出，並維持較佳的環境品質，有關設備之採用應謹慎選擇。

照明設備的選用，除了提供舒適性的照明環境外，同時還有美化空間的功能。學校教室適合選用光源色為白色的燈具，因為白光有明亮、清晰的視覺感，可以促進學習效果。因此，選擇適當的燈具及光源相當重要。校舍的照明系統，一般可分為全般照明、局部照明及作業面照明等，燈具設置位置又可分為設置於天花板面、牆面及地面；另外在照明光源部分，一般採用以具高效率的LED燈具為多數。

常用的光源包含螢光燈、複金屬燈、LED燈及省電燈泡等，其優缺點分別如下：

■ 螢光燈

螢光燈也稱為日光燈，傳統式螢光燈需要設有安定器及啟動器的配合，基本都是作為玻璃管型式，根據瓦數與設計而有不同的管徑與長度；早期一般學校教室或辦公室多採用T5直型螢光燈管，但至109年底止均應汰換為LED燈。

■ 複金屬燈

複金屬燈亦稱為金屬鹵化物燈，可以依照不同用途變換適合之光能分布，除了可以常使用在一般室外照明外，體育館、室內外運動場、停車場等場所也常用複金屬燈為照明燈具。

■ LED燈

LED燈的特性包括省電、耐震動、壽命長可降低燈具維護費用，且不含水銀等危害健康物質。由於LED燈的節能效果較佳，目前已被廣泛用於日常生活中。

■ 省電燈泡

省電燈泡特性為重量輕、演色性佳及光衰低等，但其成分含有水銀，頻繁啟閉下容易造成損壞，是較為常見的缺點。

項目	適用空間	優點	缺點
螢光燈	一般室內空間	安裝簡易、價格低	含有水銀成分
複金屬燈	游泳池、體育館、停車場及戶外空間	發光效率佳	啟動時間較長 燈具及燈泡較昂貴
LED燈	各式空間	壽命長 發光效率佳 不含水銀	光衰現象較明顯
省電燈泡	教室以外各式空間	安裝簡易、價格低	含有水銀成分 不適合頻繁開關

一般而言，照明光源的設置費用雖然不高，但是若採用較不經濟或效率低的光源，日常使用的費用支出仍然相當驚人。因此，建議在光源的使用上，應以具節能標章認證的 LED 燈具取代傳統燈具，另外若為了空間使用、塑造氣氛上需求，必須採用高耗能光源時，應於重點位置設計即可，長期下來可節省相當可觀的費用。



螢光燈照明燈具



複金屬照明燈具



中正高中LED照明燈具



燈管和燈泡在使用一段時間之後，因燈管、燈泡劣化，照度會逐漸降低且效率會逐漸衰減，因此建議在光源部分使用 2 年至 3 年期間，能全部更換一次，並能每 3 至 4 個月定期清洗附著在光源或燈具上的灰塵，避免因此遮蔽光源照度。

效益：選擇合適的照明光源，增進作業效率及節省能源。

B4-2 合理照度

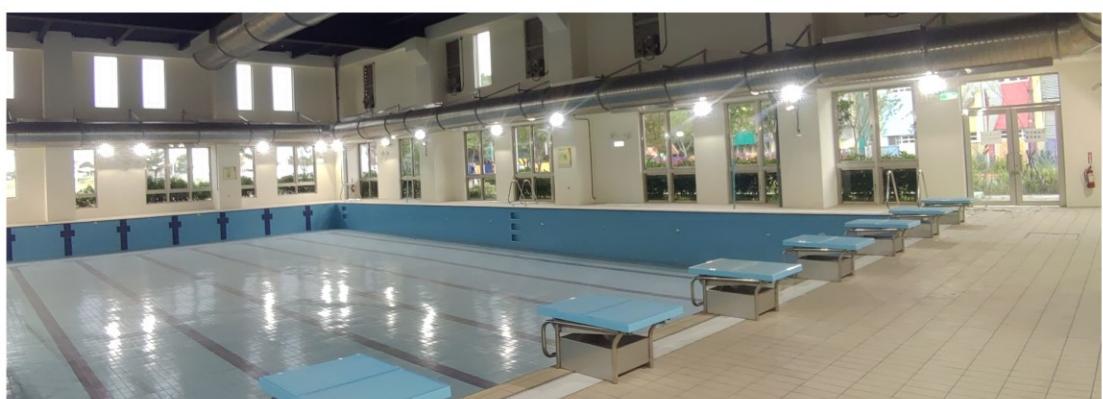
校園內具備各類型的空間，通常包含一般教室、專科教室、辦公室、禮堂、圖書館、活動中心及游泳池等場所，一般而言，照度標準除美術教室、製圖教室為750Lux較高外，其餘教學場所大多以500Lux為標準；除了照度的基本要求外，燈具安裝的位置以及採光方式、眩光影響都是設計校園空間照明時須特別考量的事項。

一般教室及專業教室照度應以500Lux為標準，黑板照明則以750Lux為標準，並留意避免眩光與閃爍的問題，以提供舒適而穩定之照明環境。

教室內的燈具應與黑板垂直並與窗戶平行。燈具與黑板垂直配置，視線方向與光源方向平行可防止眩光的產生，與窗戶平行亦可搭配燈具迴路控制設計，靠窗兩邊可以單獨設置迴路，日照充足時便可關閉靠窗迴路，進一步達到照明節能功效。

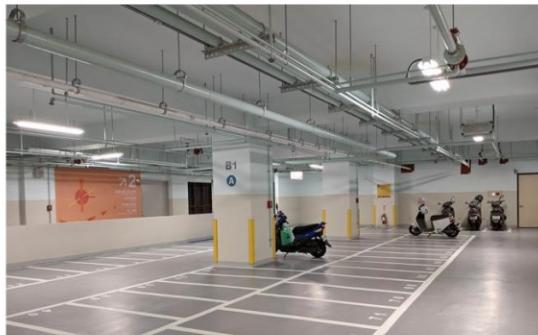


教室燈具安排應與窗戶平行設置



透過適當的開窗採光，有效降低對照明設備與照度的需求
拍攝地點：中正高中

圖書館、禮堂等開放空間除書架區照度為200Lux外，其餘空間照度皆以500Lux為基準。燈具配置上，如有挑高空間可採降低燈具高度並減少間接照明使用來補足照度需求。



停車場在進出口部分需辨識來往車輛所以有較高照度需求（約300Lux）之外，其餘車道、停車位等處照度要求約在75~150Lux之間即可。

體育館、游泳池及活動中心等教學場所大多可利用自然採光提高室內照度，須留意燈具設置位置應避免直射而造成使用者視線遮蔽或直接眩光等問題。



除了照度的考量外，還須注意眩光問題，適當的燈具選用與良好的配置方式可以提升學習環境品質並兼顧視力健康。

效益：節省照明能源損耗、營造良好學習環境。



B4-3 照明節能手法

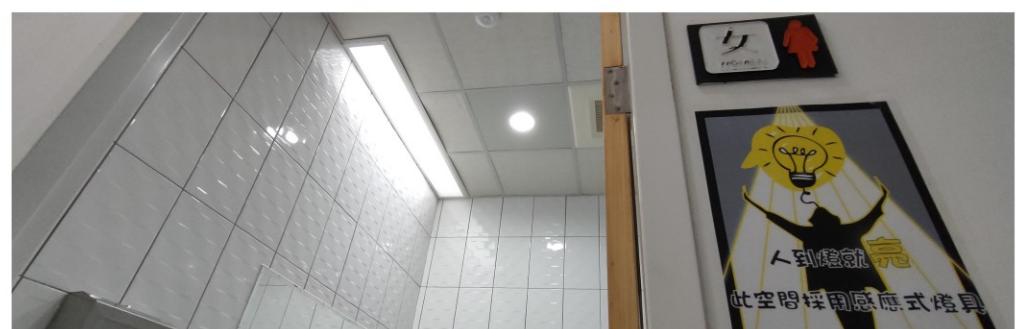
■ 公共區域及教室照明設計

公共區域（如廁所、走廊、川堂、停車場車位區）可以視需求採用自動感知控制手法，以利使用及進出安全，同時達到節約用電。並可配合空間使用性質進行分區控制。設置自動感應燈具時亦應考量使用者習慣，可以搭配延時關閉設定，避免突然關燈造成使用者不便或驚嚇。

此外，在教室內的照明設計，應減少嵌入天花板內間接反射照明、筒狀嵌燈、燈罩與裝飾罩之使用，並將燈具安裝於適當高度，避免遭風扇或投影機等設備遮蔽。

靠窗邊之迴路設計可採用自動點滅裝置或晝光自動控制系統，當光線充足時會自動切掉光源，當光線不足即點燈補充光線，達到節能及照明之需求。圖書館的書架區也可採用可調光燈具搭配感應式自動點滅裝置，無人取書時可採低照度照明，當人員進入書庫區再點亮該區照明即可。

停車場車道上方燈具可區分為單、雙區迴路控制，在尖峰期採雙迴路開啟提高照度，平時則採用單迴路開啟。停車位則採用感應式開關，有人員進出時才點亮燈具。此外，將傳統方向指示燈汰換為LED型式指示燈更能達提升照明節能效率。



感應式照明燈具

■ 利用導光板補充室內光源

有時校舍的規劃位置亦有可能受到周遭環境的影響而導致室內採光不足，為了不影響師生學習環境及視力健康，在校舍的設計上，可以採取一些輔助措施。

於校舍外牆設置導光板是其中一種可以採行的方式，同樣利用光線反射原理，使間接光在室內漫射，能提昇室內空間感及光環境品質，增加均齊度。



運用導光遮陽板提升室內光環境品質

■ 智慧型導光系統

智慧型的導光系統也是近年許多大型空間建築採用的補光方式之一，透過可自動追日的太陽光集光設備，可將日光導入到建築物內不易受到日照的角落中。

智慧型的導光系統由於價格不斐，通常會運用在如會議廳、體育館或階梯教室等大型空間，一般教室或教職員辦公室建議可採用外牆導光板較為經濟。



適用大型空間的智慧型導光系統



最好的照明節能手法就是大量採用自然光源，然而受限於氣候或周遭環境等因素，仍然需要使用照明設備時，搭配各種節能手法將有助於降低能源使用，並兼顧環境安全與視力健康。

效益：節省照明能源損耗、營造良好學習環境。

B5 水資源

B5-1 雨水貯留

近年來，在極端氣候的影響下全球漸漸出現旱澇分布不均的狀態，不勻稱的降雨更使得臺灣用水顯得捉襟見肘。

為了達到整體水資源開源節流的目標，以雨水、中水利用代替自來水等方式，是綠建築特別強調的重點項目。

例如：儘量不要設置會大量耗水的人為草坪或草花花圃，倘若設置也儘量輔以自動偵濕澆灌等節水澆灌系統來彌補；對於設置親水設施、游泳池、噴水池等耗水公用設施之建築物，或是總樓地板面積 $20,000\text{ m}^2$ 以上或基地規模 2 公頃以上的校舍或校園規模，亦必須設置雨水貯集利用或中水利用設施，以達到水資源管理之目標。

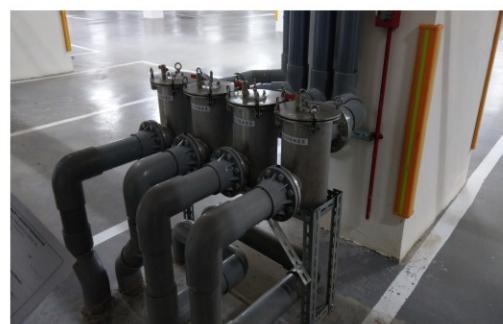


運用雨撲滿達到貯集雨水再利用的功效



為了有效收集雨水，在屋頂和露天平台的排水孔應設置獨立管線，並連接到雨水回收槽或雨撲滿，並常保槽內水量與流通性，避免造成孳生蚊蟲的副作用。

效益：妥善利用水資源，降低降雨洪峰負荷量。



建安國小雨水回收過濾系統，可將乾淨雨水再次利用

B5-1 雨水貯留-筏式基礎

國內大樓多數採用「筏式基礎」興建，開挖地下2樓以下建築，地下室下方有筏式基礎的夾層，用來儲存地下水及雨水滲水，以免影響結構安全，就像是一個大蓄水池，通常這些水都未被利用，一旦蓄滿，就由預留口抽出排到下水道，相當可惜。新建建築物之筏基空間作為滯洪功能，並兼作雨水利用之空間使用勢將越來越普遍。

貯留之雨水過濾後，可提供廁所沖洗、植栽澆灌，以及地板洗滌等雜用水使用，甚至在缺水或限水時，可以減少對自來水的依賴。運用現有筏基貯水增設雨水利用設施，來擴大建築物使用替代水源，將可達成綠建築標章水資源指標的要求。



運用筏基儲水並再利用於澆灌、沖廁以節省水資源



高度開發之城市中，不透水程度極高，每當降雨超過排水渠道設計年度，常容易發生淹水之情形。因此，設置雨水利用設施可改善並延緩暴雨逕流出流時間，達到都市防災的效果。

效益：妥善利用水資源，降低降雨洪峰負荷量。

B5-3 游泳池回收再利用

游泳池的設置雖然廣受教職員生喜愛，但伴隨而來的是極大的自來水使用量，若能將游泳池水回收再利用，除可作為沖廁、屋頂灑水降溫使用外，亦可作為中央空調系統冷卻水塔的冷卻水，可省下極為可觀的用水量。若有儲冰式空調系統之場所，運用離峰用電拿來製冰，尖峰時再利用融冰做空調，更可省下為數相當可觀的電費。



運用游泳池水作為沖廁再利用，省水又省電

拍攝地點：民權國小



游泳池水因具有氯氣或消毒藥劑，回收後並不適合用來進行植栽澆灌或洗手、沐浴使用，但還是可以做為非與人體接觸的屋頂灑水降溫、沖廁、冷卻水等用途。

效益：妥善利用水資源，達到節水管制效益。

B5-4 省水標章

在處於新水源開發不易的情況下，節約用水儼然成為臺灣缺水對策最重要的方法，因此，校園建築更應提倡採用省水龍頭、自動感應、自閉式或腳踏式水栓、省水馬桶、自動感應沖水小便器及以淋浴代替浴缸...等節省水資源之策略。

因此，大小便器與公共使用之水栓必須全面採用具省水標章、或同等用水量規格之省水器材，或者是將一段式馬桶改成具省水標章的兩段式馬桶，甚至是採用自動感應沖水或無水小便斗...等措施，均有助於提升自來水使用效率，並有助於讓臺灣稍微舒緩水資源不足的問題。



選用具省水標章器具以節省水資源



如果每人每天節省50公升用水，一年節約的用水量約可等同一座翡翠水庫的蓄水量，因此在校園內善用省水器具，將可節約大量用水。

效益：妥善利用水資源，達到節水管制效益。



省水標章便器



兩段式省水便器

B5-5 廁所使用省水設施

廁所內的主要設備為大小便器，選擇具有節能標章的便器，將可省下可觀的水費。常見的省水對策包含將一段式馬桶改為具省水標章認證的兩段式馬桶、採用洗手龍頭與水箱一體設計之馬桶，可將洗手水回收至沖水水箱、採用自動感知小便器沖洗裝置等。



使用兩段式沖水馬桶或感應式小便斗都是有助於節省水資源的方式
拍攝地點：懷生國小（左）、實踐國中（右）



即便用了具省水標章認證的省水設施，如持續使用自來水仍無法達到最節能的效果。因此妥善的運用貯留雨水或游泳池水都是可以進一步發揮更大節水功效的好方法。

效益：妥善利用水資源，達到節水管制效益。

B5-6 洗手台使用省水龍頭

省水龍頭與一般龍頭的差異在於省水龍頭出水口具有整流器與節水片，可降低水的使用量。一般而言，單純洗手所需的出水量達每分鐘3至4公升即以足夠，相較於每分鐘出水量12公升以上的一般龍頭，省水龍頭的節水量高達60%至80%，是節水的重要利器。

在既有的一般龍頭上，也可加裝氣泡型省水器，加裝後會呈現柔順泡沫狀水花出水，體感上也不會覺得水量小。如果想要再提升節水效率，還可採用自動感應式龍頭、自閉式龍頭或腳踏式水栓，都是可以考慮的節水方式。



採用腳踏式給水設備(圈選處)或選用氣泡型省水器(圈選處)以節省水資源



省水龍頭較一般龍頭具有更高的節水效益，市面上種類相當多，選用時可依據需求挑選，至少應選擇具有省水標章認證的設備，才能真正達到省水功能。

效益：妥善利用水資源，達到節水管制效益。

B5-7 游泳池淋浴間省水設施

淋浴使用的水量已較盆浴可節省多達80%，若是採用低流量蓮蓬頭，將可再節省50%的用水量，且不僅是用水量節省，連帶也可以節省供應熱水所需的能源，不僅節水還節省能源。



選擇具有省水標章認證的淋浴設備，節水又節能



省水型與一般傳統型用水器材相較，約可節省一半以上的用水量。如再配合平時用水習慣的改變，節水率可能更高。如需要各式相關省水標章設備名單，可以進入經濟部水利署查詢。

效益：妥善利用水資源，達到節水管制效益。

備忘

B6 智慧管理

B6-1 綜合佈線系統

現今教學環境為了因應數位教學、安全健康、便利舒適、網路服務與環保節能需求，在校舍內必須建置相對應的資通信與控制系統。傳統上各系統各自建置，採用不同的線纜種類，各有各的配線及管道系統，形成從規劃設計施工到後續維運，多重投資、重複施作，維護運作管理也無法一致，服務與應用效益無法發揮，因此，發展智慧佈線系統以連結這些資通、監控服務系統，提供資料與訊號傳輸運用便成為十分重要的基礎工作。

智慧佈線系統如果能夠將各系統予以整合，必能節省大量的費用、管道以及配線的空間，後續維護也可確實落實，銜接服務時也不再因佈線瓶頸而無法實現，所以校園建築智慧化，其前提即是先行建構智慧化佈線系統。

■ 留設管線擴充空間

由於建構之綜合佈線系統牽涉校舍室內空間之重組、管道鋪設以及配線箱體安裝、設備收容，每個環節皆與建築主體層層相關，因此配線系統之規劃須與建築主體同步作整合規劃與共構施工，才能節省整修成本，免除二次施工，發揮整合效益與建構功能齊全可滿足需求之配線系統。

垂直配管內之配線首先應確認配線接的方式、線纜的種類、等級及佈放的數量，並確認既設的配管型式。

線纜應依其性質之不同，分置於線槽內，並應以適當的標示，以資識別。

採用纜架貫穿建築物之底樓至頂樓，利用纜架佈放的線纜並不分槽，施工時應注意線纜平行佈放不得互相扭絞，並應於線纜上加以標示。

利用纜架進行佈線，保留未來新增線路的可擴充性



利用纜架和線槽進行佈線



校舍內空間的佈線通常利用天花板佈放，即利用樓頂板，以圓形管、纜架或線槽等方式設置；吊掛於樓頂板的下方，再於適當的位置沿牆側、柱或引線管而下。若樓頂板下方尚裝潢了天花板，則其配管系統應設置於樓頂板與天花板之間，且其配置與天花板的垂直距離不得小於7.5公分。

效益：塑造整齊美觀的校園空間，並可作為後續電機資訊系統擴充時應用。

B6-2 數位水電表

設置數位水電表是校園節能的重要基礎工作，透過數位水電表可以收集用電設備的相關用電資訊，除了方便學校進行能源管理，更可藉由相關資訊的收集，達到數據分析的功能及作為校園管理決策判斷的重要依據。

數位電表應搭配耗能設備的電力迴路進行設置，並可介接至校園能資源管理系統進行設備啟停控制，對節能管理有極大的助益。數位水表則是搭配校園給水管路，透過總進水口與各棟校舍分流給水管線裝置，可明確得知各棟校舍用水量，進一步進行水資源管理。



數位電表



數位水表



數位水、電表可收集用電設備的電壓、電流及用水設備的用水量等資訊，是校園進行能資源管理時的重要基礎工作及設施，在規劃設計時即應將此設施納入，以便日後實施節能管理措施時有準確參考依據。

效益：收集校園能資源使用資訊，並協助管理者進行節能決策判斷。

B6-3 热泵系統

熱泵系統主要是利用吸收空氣中的熱能，加以利用後轉換生成熱水的高效能設備，熱泵若在合理規劃運作下，熱泵加熱性能係數釀都可大於3以上，若能積極取代傳統電力、瓦斯、柴油熱水鍋爐加熱系統，可節省可觀的能源及運轉費用達50%以上。此外，熱泵系統還具有無燃燒，無廢氣造成二次污染、免除其他鍋爐熱水器爆炸之危險性、無瓦斯中毒等優勢，因此廣泛被運用在游泳池、飯店或醫院等大型空間。



熱泵熱水系統

拍攝地點：五常國中



數位水、電表可收集用電設備的電壓、電流及用水設備的用水量等資訊，是校園進行能資源管理時的重要基礎工作及設施，在規劃設計時即應將此設施納入，以便日後實施節能管理措施時有準確參考依據。

效益：收集校園能資源使用資訊，並協助管理者進行節能決策判斷。

B6-4 實習工廠機具

學校的實習工廠因教學需求，往往存在許多耗能機具設備，為了兼顧教學品質與節能，於實習工廠應設置獨立數位水電表，單獨量測能源使用情形，並將數值回傳至校內能源管理系統，以便紀錄並觀察能源使用狀況，並據以擬定推動節能減碳措施。



木柵高工（左）、南港高工（右）實習工廠

備忘

B6-5 發電腳踏車

校園空間中除了節能外，若能加入創能的概念，將更具有教育意義。傳統的創能方式不外乎運用太陽能光電或風力進行發電，近年來腳踏車型的發電方式也逐漸吸引社會各界的目光。發電腳踏車的原理為透過踩動踏板即可帶動內建之發電機運轉，例如目前廣為使用的U-bike就是以類似的方式提供電力點亮頭燈。在校園中設置發電腳踏車，可藉由運動時彼此競爭發電量過程中達到產能功效，發揮教育意義外還可無形中提升使用者運動量，達到健身目的，也是值得參考的教學方式。



校園內設置發電腳踏車，寓教於樂又可增進運動量

拍攝地點：南港高中



發電腳踏車藉由人力踩踏後產生電能，透過電量顯示表可讀取發電資訊。可設計將電能優先儲存於蓄電池中，再將電能傳至學校電網，供給學校照明或其他設備使用，既健身又可創能，是有別以往並有趣的教學方式。

效益：環保發電又健康，使學習與運動充滿趣味。

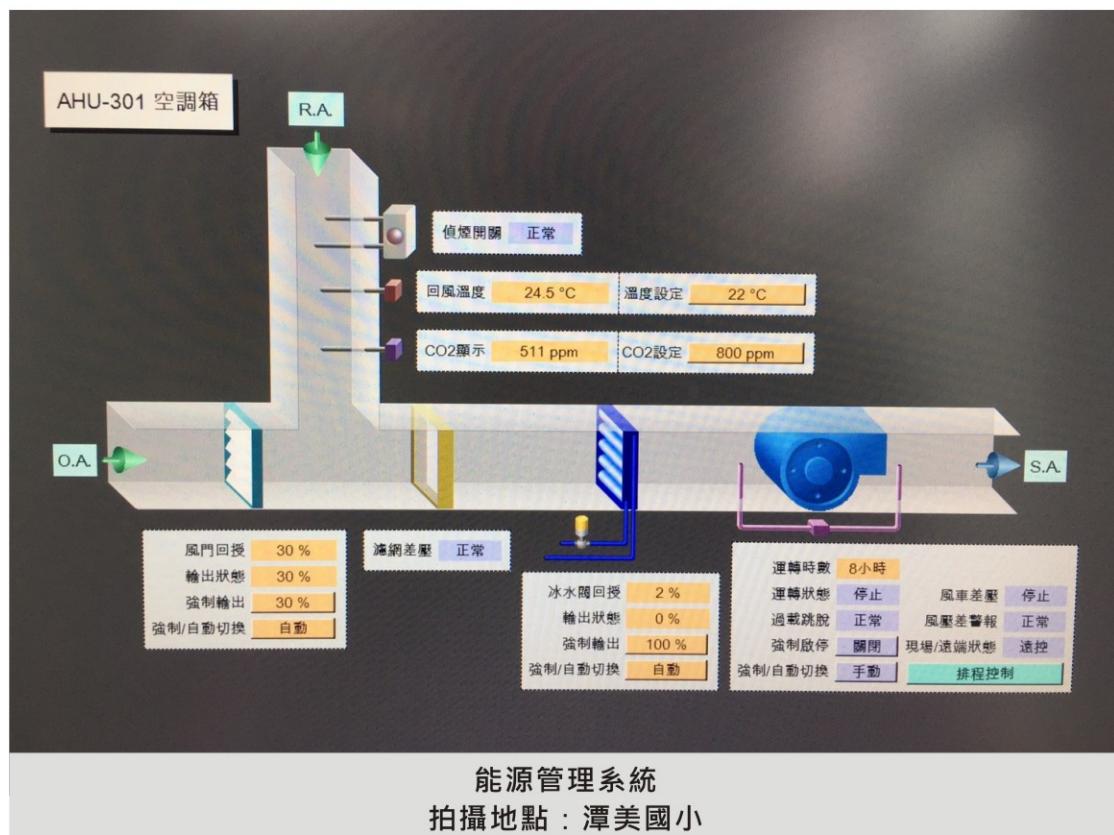
B6-6 能源管理系統

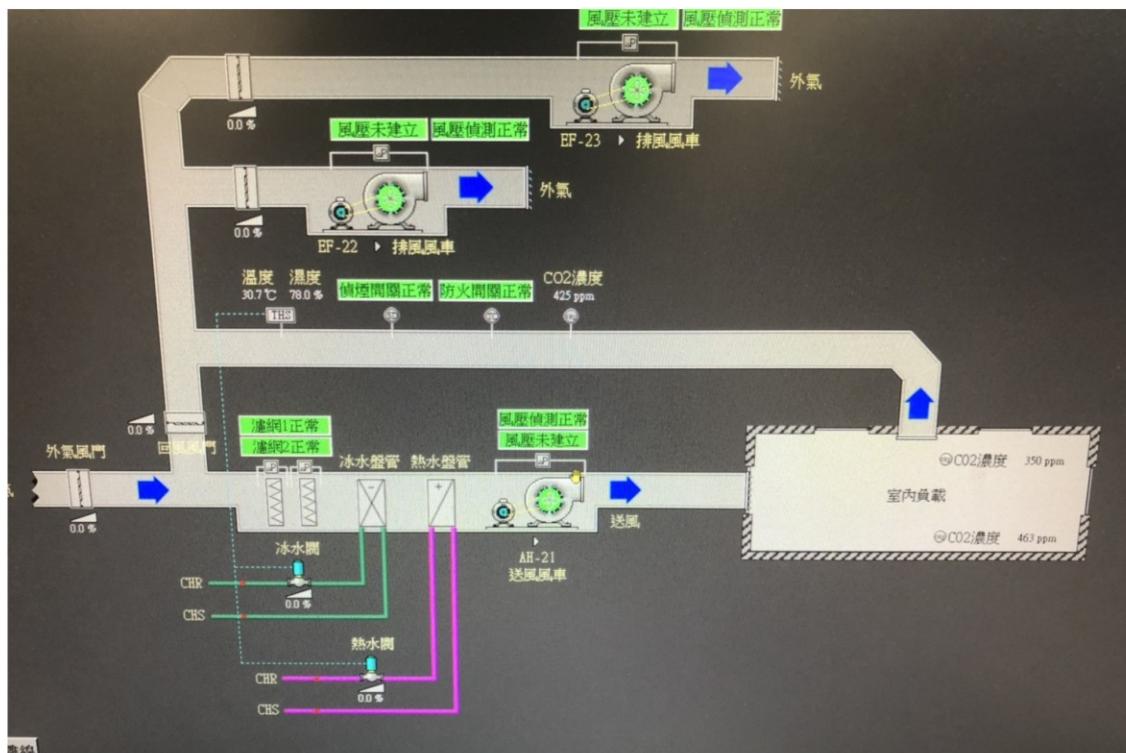
設置能源管理系統的主要效益在於節約能源，並節省校園運作的水電費支出，透過校園光纖網路，於各變電站配置多功能數位電表，經由可程式控制器(PLC)及網路通訊模組，與裝置於監控中心之系統監控電腦連線，可以有效掌握校區總用電需量及各校舍用電資料之收集與統計。

若校舍設置節能管理系統，可以進行建築耗能系統運轉數據之自動量測與擷取，以便進行系統運轉性能之即時線上監控與資料庫之建立，也因此使得系統耗能診斷與後續維修保養及改善工程之施做，獲得良好之參考依據，將可節約大樓運轉之電費支出。



建築設備如具有能源監控管理功能，一般大約可節省電力開銷15~25%左右。節能管理策略之擬定與導入，為能否真正落實節約能源效益之關鍵所在。根據建築能源管理節能手冊之實際案例，以系統化之方式分析了建築物中央空調冰水主機側、冰水泵送側、及空氣側設備智慧型運轉策略之建立方式，經由空調改善工程之實際施工驗證，實際獲得平均約30%之節約能源效益，效果極為顯著。能源管理系統具備許多功能，透過節能管理系統雲端控制平台連結數位電表，可以進行用電資料收集，即時瞭解校園用電情形。亦可定期進行電力需量監測與控制管理，尋求合理契約容量，避免衍生非契約電費和適時調整契約容量以節省開銷。





空調進排風系統監控畫面

拍攝地點：永建國小



在建築物中，能源使用的最大出處即為空調系統與照明系統，即使用了再多的節能手法，若缺乏積極的管理方式，一樣無法達到最大的節能效益。因此，將高效率設備搭配節能管理系統更有效率的控制日常能源使用，才是校園節能的完美組合。

效益：分析校園能資源使用資訊，自動控制並協助管理者進行節能決策判斷。

B6-7 公共資訊顯示

公共資訊顯示系統的功用在於透過即時的資訊揭露，可有效率的協助校園空間使用者獲取相關資訊。例如校方主動進行各校舍、各年級甚至各班用電資訊揭露，將可引發學生榮譽感，在競爭比較的氛圍下達到主動自發性的節能功效。

此外，在公共空間設置公共資訊顯示系統設備，平時可顯示各種固定或動態訊息、影音多媒體畫面等資訊。緊急狀況時更可以顯示緊急訊息，對校園安全或校方資訊傳遞都有顯著助益。



公共資訊顯示系統可提供用電量、空氣品質、公告事項等校園資訊
拍攝地點：蘭雅國小

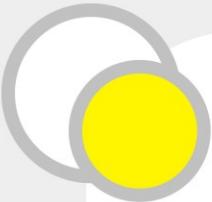


公共資訊顯示系統可取代傳統佈告欄方式，經由界接顯示能源管理系統、安全監控系統及校園內其他管理系統頁面及資訊，達到資訊傳遞的目的，是校園管理中不可或缺的好工具。

效益：透過必要資訊揭露，間接達成節能及資訊宣告功能。

校園降溫與節能規劃指南

備忘



附 錄

校園降溫與節能策略
檢核表



校園降溫與節能規劃指南

備忘

校園降溫與節能策略檢核表

指標項目	檢核項目	檢核標準	檢核結果		備註
			有	無	
A1. 建築配置	A1-1 建築量體規劃設計	將建築物長軸面對南北向以減少太陽光東、西曬 配合基地風向配置建築物座向			
	A1-2 戶外空間遮蔭	戶外活動空間具備遮蔭設備或採用植栽提升遮蔭率			
	A1-3 戶外空間遮蔭-遊戲場	戶外遊戲空間應搭配植栽或設置遮陽設施			
	A2-1 校園綠美化原則	保留基地內米高徑(一米高度之樹幹直徑)30cm以上或樹齡20年以上的喬木 選擇原生物種作為新植植栽種類			
	A2-2 地面綠化	樹穴面積：生態複層與闊葉大喬木至少大於4m ² 、其他喬木至少大於1.5m ² 覆土深度：喬木類須大於1m、灌木及臺藤須大於50cm、花圃及草地須大於30cm			
	A2-3 生態複層	以喬木、灌木、臺藤、花草多層次混合栽種			
	A2-4 操場綠化	操場跑道中央空閒應設置草皮鋪面並考量其透水性，以降低地表蓄熱			
A2. 生態綠化	A2-5 牆面綠化	在建築物結構安全及防水無虞情況下，於學校屋頂、走廊、陽台進行綠化			
	A2-6 走廊綠化	運用陽台或窗台進行走廊綠化			
	A2-7 屋頂綠化	屋頂平臺綠化面積應達50%			
	A2-8 溝灌系統	以雨撲滿或雨水貯留設施水源，依植栽種類建置澆灌系統			
	A2-9 生態水池	採用天然水源，結合回收雨水於校園中設計水池調節環境微氣候			
	A3-1 鋪面設計-活動空間	除體育教學空間外，應減少不透水鋪面面積，保留校園綠地或被覆地			
	A3-2 鋪面設計-步道	採用防滑之塊狀透水鋪面，每塊實體材表層鋪面積必須在0.25m ² 以下，以保有充足透水溝縫間隙			
A3. 基地保水	A3-3 鋪面設計-車道	採用防滑之整體型透水鋪面，並確保其能承受車輛行經之重壓			
	A3-4 鋪面設計-地面停車空間	地面式停車場一律採用透水鋪面，並以不致造成過多綠化植栽區之縮減為原則			
	A3-5 空地雨水貯留設計	採用雨水積轉或地下礫石貯留滲透設施 蓄水深度：小學須低於20cm、國高中需低於30cm、其餘場所需低於50cm			
	A3-6 草溝	於地勢較高區域利用地形洩水坡度設計自然排水路，坡度達30%、流速超過1.5m/秒處可採用搭配石塊或卵石的複式草溝設計方式			
	A3-7 排水管與陰井	設置滲透排水管、滲透陰井與滲透側溝			

備註：進行校園整體規劃設計時應全數考量各項檢核項目。如為校園中之局部建築物規劃設計時，應配合校園環境及基地條件考量可執行之檢核項目。

校園降溫與節能策略檢核表

指標項目	檢核項目	檢核標準		檢核結果 有 無	備註
		有	無		
B1. 開窗與遮陽	B1-1 立面開口	校舍建築物除特殊機能與用途，開窗面積不宜過大外，其餘開窗面積應大於室內面積20%。			
	B1-2 窗戶型式	教室應採用雙邊通風模式並採用優於或至少符合氣密性2等級($2m^3/hm^2$)之窗戶			
	B1-3 地下空間開窗	地下空間（如設於地下一樓之停車場、游泳池或室內球場等活動空間），設高窗或採光罩以導光及通風功能			
	B1-4 玻璃性能	採用日射透過率(η_i)小於0.75之玻璃材質			
	B1-5 外遮陽	南向使用水平遮陽，東西向使用垂直遮陽，東南、西南向使用格子遮陽			
	B1-6 內遮陽	依照空間使用屬性選擇適當的內遮陽設備，採用耐候性材質並視需求搭配智慧化調控方式			
B2. 隔熱	B2-1 屋頂隔熱	建築之屋頂部位之平均熱傳透率Uar 值應小於0.8 w/($m^2 \cdot k$)			
	B2-2 屋頂灑水降溫	使用回收再利用水源，運用高壓噴霧方式對屋頂層灑水降溫			
	B2-3 太陽能光電	視基地及周遭環境條件適當設置太陽能光電板，達到發電產能及避免屋頂層直接日曬功效			
	B3-1 容量設計	依照空間規模及空調設備性能係數妥善設計適宜之空調系統，避免超量設計			
	B3-2 空調型式	選用經濟部能源局認定之高效率空調主機			
	B3-3 外氣交換	校舍空間應設置換氣窗或換氣扇，集會場所及大型空間應設置全熱交換器等設備進行換氣			
B3. 空調設備	B3-4 空調與風扇並用	使用空調設備之空間應配合裝置電扇，設置時應配合照明器具之位置，避免相互干擾及產生噪音			
	B4-1 光源選擇	選用具節能標章之照明光源與節能燈具			
	B4-2 合理照度	教學空間應確保桌面照度不低於500勒克斯(Lux)，黑板面照度不低於750勒克斯(Lux)，並避免燈具之眩光			
	B4-3 照明節能手法	公共區域加裝感應裝置以利使用及進出安全，同時達到節約用電 配合空間使用性質或窗戶、家具配置進行迴路分區控制 減少嵌入天花板內間接反射照明、筒狀嵌燈、燈罩與裝飾罩之使用，並避免遭風扇或投影機等設備遮蔽			

備註：進行校園整體規劃設計時應全數考量各項檢核項目。如為校園中之局部建築物規劃設計時，應配合校園環境及基地條件考量可執行之檢核項目。

校園降溫與節能策略檢核表

指標項目	檢核項目	檢核標準	檢核結果		備註
			有	無	
B5. 水資源	B5-1 雨水貯留	屋頂平台之洩排水孔應獨立設置與集中接管至雨水回收槽			
	B5-2 雨水貯留-筏式基礎	運用建築物筏式基礎進行雨水貯留，並將與水引至小田園灌溉或做植栽、屋頂灑水降溫使用			
	B5-3 雨水貯留-筏式基礎	運用泳池回收水做沖廁或屋頂灑水降溫使用			
	B5-4 省水標章	用水器具全面採用具有省水標章認證之設施			
	B5-5 廁所使用省水設施	廁所便器採用具省水標章產品及採行二階段沖水措施			
	B5-6 洗手台使用省水龍頭	於走廊洗手台使用省水標章產品			
	B5-7 游泳池淋浴間省水設施	於游泳池淋浴間採用省水標章產品			
B6. 校舍節能	B6-1 綜合佈線系統	採用線槽整合電力、網路佈線			
	B6-2 設置數位水電表	可收集用電設備之電壓、電流、實壘功率、功因及累積千瓦數等資訊 可收集建築物用水量資訊			
	B6-3 热泵系統	於游泳池熱泵系統設置數位電表、採用節能標章產品並連結至能源管理系統進行數據管控			
	B6-4 實習工廠機具	於實習工廠設置獨立數位電表，蒐集耗電設備用電資訊並連結至能源管理系統進行數據管控			
	B6-5 發電腳踏車	於校園內適量設置運動發電腳踏車，以結合推動再生能源、體適能之普及化教育			
	B6-6 能源管理系統	可以可視化方式顯示電壓、電流、實壘功率、功因及累積千瓦數等資訊			
	B6-7 公共資訊顯示	於適當空間設置資訊顯示看板，呈現即時能源使用資訊			

備註：進行校園整體規劃設計時應全數考量各項檢核項目。如為校園中之局部建築物規劃設計時，應配合校園環境及基地條件考量可執行之檢核項目。

校園降溫與節能規劃指南

備忘



附 錄

參考資料

參考資料

政府 主管機關

教育部		臺北市政府工務局	
行政院環保署		臺北市政府工務局 新建工程處	
內政部營建署		臺北市政府工務局 水利工程處	
內政部 建築研究所		臺北市政府工務局 公園路燈工程管理處	
臺北市政府 教育局		臺北市政府 環境保護局	

網站 類別

臺北市 學校環境教育中心		智慧建築標章	
臺北市 永續發展委員會		台灣綠建築 發展協會	
永續循環校園 全球資訊網		台達電子 文教基金會	
財團法人 台灣建築中心		低碳永續家園 資訊網	
綠建築標章		社團法人 台灣環境資訊協會	

參考資料

網站 類別

經濟部水利署 e河川知識服務網		英國皇家建築師協會	
環境資訊中心		加拿大生態設計資源協會	
美國綠色建築協會		國際綠建築資訊網	

書籍 類別

國民小學及國民中學設施設備基準	教育部	2019.07
學校教室汰換高效率燈具參考手冊	教育部	2004.03
水環境低衝擊開發設施操作手冊	內政部營建署	2015.12
綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊	內政部建築研究所	2019.06
綠牆技術手冊	內政部建築研究所	2016.02
屋頂綠化技術手冊	內政部建築研究所	2015.03
綠屋頂技術手冊	詹氏出版社	2013.03
綠色校園建設參考手冊	內政部建築研究所	2012.08
建築節能改善技術指引	內政部建築研究所	2019.03
建築物外遮陽暨屋頂隔熱設計參考手冊	內政部建築研究所	2008.01
綠建築91技術： 生態、節能、減廢、健康	詹氏出版社	2016.09
綠建築評估手冊	內政部建築研究所	2019.09
智慧建築評估手冊	內政部建築研究所	2016.03
都市的夏天為什麼愈來愈熱？圖解 都市熱島現象與退燒策略	商周出版	2021.06
綠建築綠改善打開綠建築的18把鑰匙	內政部建築研究所	2012.12

參考資料

延伸 閱讀

The Green Studio Handbook : Environmental Strategies for Schematic Design		Code for Sustainable Homes: Technical Guide. November 2010	
【50位傑出建築設計人的追夢故事】 張清華》建築綠色的 建築師		張清華構築全台最 美麗的綠屋頂 - 理財周刊	
為了永續努力 你所不知道的綠建築		綠校園- 我們的島	
綠色魔法學校		台大綠房子	
全球永續發展與學校 綠建築規畫之探析		綠建築之建造成本 調查研究 - 以學校 類為例	

校園降溫與節能規劃指南

備忘

校園降溫與節能規劃指南

出版機關 臺北市政府

發行人 柯文哲

地 址 臺北市信義區市府路1號

編撰單位 財團法人台灣建築中心

諮詢顧問 黃大洲、彭振聲、林子平、郭瓊瑩、周鼎金、孫振義、周祖珍、
陳嘉懿

編修 簡哲宏、曾燦金、鄧進權、謝伯璋、黃志中、黃一正、許伯辰、
曾秉揚

執行編輯 江友直、王冠翔、邱瀅蓁

美術編輯 黃子芸、許佳娟

網址 <https://www.doe.gov.taipei/>

電 話 02-27208889

出版年月 2021年12月

版 次 第1版第1刷

定 價 新台幣〇〇

GPN ○○○○○○○○○○

ISBN ○○○-○○○-○○-○○○○-○(平裝)

臺北市政府保留本書所有著作權利，欲利用本書全部或部分內容者，請徵求書面同意或授權。

校園綠建築環境降溫與校舍節能設計指南

/ 財團法人台灣建築中心編撰. -- 臺北市：

臺北市政府2021.12

115 面 ; 18.2×25.7 公分

ISBN 〇〇〇-〇〇〇-〇〇-〇〇〇〇-〇(平裝)

1. 綠建築 2. 建築節能

441.3 ○○○○○○○○○