

學校建築網路管線配置探討

廖金培 陳俊宏

國立政治大學教育學系碩士班

摘要

學校資訊科技的運用與設置發展，由早期的大型主機、終端機時代，到個人電腦，基於多工與分享的需求，以及為擺脫區域環境的使用限制，將整體校園環境與電腦緊密結合，透過區域網路與網際網路的傳輸，提供更便利迅捷的教育運作服務。此外，近年來各種教學與行政作業應用系統，配合多元分工的網路作業發展趨勢，在量與質上皆有顯著進步與成果，今日學校日常的基礎運作與資訊科技關係，已成為緊密聯結狀態。

校園網際網路的發展促使學校建築規劃觀念重新再思考，而學校建築亦同時成為校園網路規劃中的必要元素。校園網路發展成功關鍵，包括：人力資源、先進設備與完善的建築規劃三個關鍵因素，本文主要探討學校建築之網路配管施作議題，透過探討以獲取最合邏輯與最具效率方法與原則，提供建構有利的學校建築網路環境介面，使學校中優秀資訊人才與先進的資訊設備得以充分發揮。

本文依：學校建築與校園網路、學校建築網路配管發展、學校網路結構型式概述、學校建築網路配管施作、校園無線網路探討等五項議題分別探討，並歸納綜合成為本文之結論

關鍵字：學校建築、校園網路、網路配管、網際網路

The discussion of dispose network line pipeline in school buildings

Kimba Liao Chun-Hung Chen

Abstract

The application and equipment of the information technology in the school are developed, by the early large-scale host computer, terminal machine era, to the PC. It provides more convenient and timelier service of educational operations through the transmission of local network and Internet. Based on the demand for multi-tasks and share and get rid of the regional restriction while using, so, closely combination of the whole campus' environment and computers. Besides, a variety of educational and administration applied software which cooperates with the trend of the development in the multi-working network have had notable advancement and achievements in the quantity and quality in recent years. Today, the relationship of routine procedure and information technology in schools has already combined tightly.

The development of Internet in schools encourages us to re-consider the concept of plans for school buildings. Meanwhile, the school buildings become the important element of network planning of the campus. The keys of the success in the campus network include human resource, advanced equipment and perfect building planning. The article discusses mainly the topic of dispose network line pipeline in schools' buildings, expect to obtain the most logical and most efficient method and principle, and offer advantageous environmental platform of school building network, let the excellence talent of information technology and advanced information technology equipments that function can be represented perfectly

The article discusses separately with five topics. Include: the school buildings and campus network, the development of dispose network line pipeline, the outline of school' s network structure type, the operations of dispose network line pipeline in school buildings, Campus wireless network. Finally, generalize and synthesize these five topics become the conclusion of this article.

Key words: school buildings, campus network, dispose network line pipeline, Internet

前言

湯志民(民 89)指出學校建築的良窳，在於教育功能的發揮，教育目標的達成。基本上教育目標受時間因素影響其變動性較不顯著，但若以教育功能的發揮功能觀點觀之，近十年來學校建築對此觀點則產生極大的變化，早期學校教育從事者，很難想像到現今的學校教學實施與行政施作，已進入網際網路連線方式運作的時代。由此得知，新一代的學校建築在規劃時，若未納入網路運作觀念考量，此建築在教育功能發揮上必然存在缺陷，因為它是不具備完善教育功能的學校建築，對於其教育目標的達成與否將令人產生質疑。

根據本文作者從事教職之前，曾任職資訊網路規劃工程師十年期間，所參與之企業、機關與學校網路規劃設計與施工作業心得，認為規劃時未納入網路管線配置考量或是早期建築，為因應資訊運作需求而採用管線補強施工者，不但在美觀上有所影響，其外加補強所施作的項目與工法對建物本體亦難免產生或大或小的傷害。蔡保田(民 66)認為學校建築堅固安全對學生生命有直接影響，對社會秩序維持亦有間接影響。林清江(民 75)指出學校建築本身即構成一種潛在課程。因此，學校建築之外觀美感與堅固安全至為重要，對於學校建築網路配管施作而言，除了資訊傳輸之主要功能達成外，美感與堅固也是必須納入考量的額外重要考量因素。

現行學校建築網路管線規劃主事者多半依賴建築師，然而對於資訊配線較不專業之建築師，往往比照電源(AC)配置或早期同軸串連式網路管線配置，或是企業或社區網路配置方式配管，依設計圖驗收完成，待建築本體進入使用階段後，所產生的問題才逐漸一一浮現。不當的設計規劃不但造成原先管線廢棄無用，加以現行之學校建築樓層較以往更高，造成必須增加經費予以補強施工，除影響校園整體美觀外，對於未來使用與維護方便性亦影響甚巨，更重要是配合已存在建築體之補強施工，可能必須對集線器做不當或不理想推疊，造成校園整體網路傳輸頻寬產生減損，帶給往後之教學與行政運作的傷害與不方便性是可想而知。

學校建築網路配管方式與企業、機關及社區網路配置極不相同，主要在於學校對相關資訊的用途極為複雜、工作站密集度分配不均、區域與網際網路雙重並重，以及上下行傳輸比例分配等因素。大體上多數企業與機關網路運作較重視區域網路功能，而社區網路則以 Internet 網際溝通功能為主要考量，網線配管乃因

應使用功能而定，而其目的是保證每一(IP)工作站皆享有最佳運用頻寬，使作業運用資訊暢通無阻，藉以達成最高之教學與行政效率。因此，學校建築網路配規劃議題必須以一種更獨立與專業的觀點分析、研究與探討，此為撰寫本文之最主要動機與目的。

壹、學校建築與校園網路探討

由於網際網路的發展日新月異，現代人類各項生活行為幾乎都與其脫離不了關係，如同吳清山與林天祐(民 92)所指出：

隨著資訊科技的高度發展，90 年代人類所使用的網路科技，進行資訊的儲存、運算與傳遞，是無遠弗屆且無重量的，所以人類可以說是已經進入真空或無重量時代(The Vacuum/Weightless Age)，這種網路科技所帶來的便利性，改變了整個人類的生活方式。(156 頁)

教育是人类自古以來的重要活動項目，在教育實施的方法論上它是隨著社會與科技的脈動與時俱進，因此僅數十年間學校的教學與行政作業，與網際網路以及電腦資訊功能產生緊密的結合，學校的日常基礎各項運作對其依賴已到幾乎不可分之地步。例如：人事申報、公文傳輸、學籍成績、學生選課、招生入學…等等，多數皆以進入網頁選單式的遠距作業模式，以提昇其效率及運作之方便性。

從校園網路議題受到關注至今，在其軟硬體介面歷經各種重大改變與功能提昇。李光偉(民 91)即指出目前學校電腦中心的運作已從十多年前大型主機，轉變成網路搭配功能強勁的個人電腦為主。網際網路出現與資訊科技的進步神速，對於教師教學方法與課程教材的呈現，以及學校中學生學習環境建構配置，亦產生巨大的改變。辛政信(民 91)認為具有數位教學科技環境的學校建築，可以將教學推向世界的即時現場，使教學活動可以產生無數的可能性。透過網際網路的教學，帶給學生更宏觀的國際視野，無形中也擴充了教師授課教材內容與教具之多元化選擇與來源管道。諸如這些，都是促使學校建築的觀念必須重新再省思與思考，以期能配合這股現代化的趨勢潮流大步向前邁進。

湯志民(民 91)指出 OEDC 經濟合作和發展組織之教育建築規劃組，於 1989 年已將電腦運用學校建築管理上。張細富(民 80)認為學校是實施教育和培育現代化國民的主要場所，教育設施必須要先現代化，才能勝任此一任務。學校建築堪稱為最主要的教育設施之一，因此學校建築規劃不但必須在本體結構現代化，更

必須深思如何與快捷的網際網路密切搭配，使學校建築能夠完美的展現其現代化之教育功能。目前各級學校在其新建之學校建築規劃中，現代化科技資訊設備已成為其中之必備元素。因應學校建築現代化議題，學校主管應如何思維，誠如湯志民(民 91)所言學校革新的空間規劃應重視現代化科技資訊設備，其建構思考應以「前瞻」、「環保」、「科技」和「效率」為核心概念。吳清山(民 87)亦指出學校建築環境的規劃、設計、造型與佈置，都會影響到教育功能的發揮。一棟具良好網際網路功能之學校建築，而且能充分發揮其運作效率與效能者，即意味著學校具良好辦學績效，亦代表校長專業領導能力之成果展現。

綜上所述，校園網路的發展新趨勢意謂學校建築必須將其納入作為基礎思考要素，學校建築必須以提供校園網路建構時完善的基礎架構為其功能，學校建築與校園網路不再是分立無關的議題，而是彼此規劃思考時的重要元素。校園網路的規劃必須以良好的學校建築規劃為其開端，校園網路發展成功關鍵，在於人力資源、先進設備與完善的建築規劃三個關鍵因素，如何在學校建築中提供建構有利的學校建築網路環境介面，使學校中優秀資訊人才與先進的資訊設備得以在此平台架構上充分發揮，讓學校中的教學與各項行政運作達成最高績效要求，亦是當前學校行政主管所應思考的重要議題。

貳、學校建築網路配管發展探討

康鴻鵬(民 86)指出網路配線方式常見有線狀、星狀與環狀。從民國 70 年起臺灣網路配管作業，為因應個人電腦(PC)運用方式改變，歷經單機作業、同軸電纜、雙絞線(UTP)三種時期，茲分別說明如下：(1)單機作業時期：建築配線僅配置 110V 的 AC 電源線，並留意接地線是否安置妥當即可；(2)同軸電纜配管時期：其配線方式多傾向於線狀與環狀之迴路型式，而構成一個區域網路的方式稱為拓樸(Topology)，對於建築管線僅配置五分 PVC 管連通各工作站，與注意規劃設計時勿與 AC 電源管路並用或靠近平行配管即可。同軸電纜配管在設計與施作相當非常方便，並且在美觀及對建物結構上的影響最小，但是其最大缺點即是當整個拓樸中某一台工作站線路故障時，會連帶使整個拓樸中的每一台工作站斷線，造成維護網管人員極端困擾而廢棄不予採用；(3)雙絞線(UTP)配線時期：現行學校中的網路配線多採用此種型式，基本上它是一個樹型結構模式，它利用集線器(HUB)做為分枝點。陳世訓與陳淳哲(民 86)指出 8、16、24 或 48 埠之集線器可

互相推疊成為更大的集線組並且可以分層串接。中小學校園網路建置參考規範(民 90)指出 ISO/IEC Category 5E 標準建議集線器分層串接配置以四層為限。但基本上有經驗網管人員對於推疊並無異議，但在分層串接上則儘量維持不超過三層，非不得以不使用第四層的集線器架設，主要原因為集線器會逐層縮小或限制網路頻寬，即使號稱智慧型集線器亦會造成使用上的傳輸龜速與不方便。集線器分層串接在規劃是必須採取施作方式，而且直接影響到學校建築之管路配置，亦即表示它是必須先於網路配管之前就思考的議題。

先覺科技(民 95)指出現行常用乙太網路(Ethernet)佈線，主要分為 100Mbps 之 RJ45 的 UTP 配線，與 1000Mbps 光纖配線二種。二種之配管方式幾乎相同，目前學校配線多為傳統 UTP 配線，對於光纖部分多配於主線與較高層部份。本文主要探討為建築網路配管議題，所有配管探討基本上均符合以上二種線材，為便於理解故統稱「UTP 配管」。一般集線器皆具有訊號加強功能，亦即每接一部集線器即可使網路距離再向下延伸 100 公尺，即使超過四層也不會有錯誤訊息產生。因此，學校中網管人員(或稱資訊組長)經常迷信於這種功能，認為學校建築配管並不重要，因為他可利用此功能靈活串接。相反的有經驗的網路設計師卻非常重視建築網路配管，因為良好的建築網路配管可以有效的使整體頻寬充分利用而不浪費，並且集線器每增加一層串接即會限制該層頻寬總量，愈多層當然造成最末端的使用者傳輸流量大減，所以規劃良好的學校建築網路配管，對於未來所帶來的方便與效率，其價值性是難以估計衡量的。

綜上得知，UTP 配管模式已成為現行建築網路配管主流，其中三層配置中建築配管作業主要考慮為前二層，而其第三層為學校之網管人員室內配置之用，其優點主要在於網管人員維護方便，且方便做後續的銜接與分配，但是亦有其缺點，諸如：PVC 管徑大小須計算、整串線路重量不平均、以及線路成為星狀模式造成線路配管增多等。因此，前二層建築本體配管規劃設計技術，不只是管路相通而已，其中有關垂直管路與水平管路之正確的口徑、數量與位置皆須透過計算而得，這些數據資料亦必須在建築物設計規劃時一併納入。並且，它是因應使用功能不同而所得的數據亦不相同，這也是學校建築網路管線配置議題，成為必須獨立探討專業技術的主要原因，也是教育主管人員所必須瞭解的基本知識。

參、學校網路結構型式概述

要做好學校網路配管規劃設計，首先必須對學校之運作網路結構有所瞭解，以下針對學校運作之網路結構，提供較邏輯性的介紹，以做為下一段落之學校網路配管議題入門之準備。根據王堯弘譯(民 88)Microsoft TCP/IP 專業認證中，指出 TCP/IP 通訊協定遵循四層概念模型，即：網路層(Network Interface)、網際層(Internet Layer)、傳送層(Transport Layer)、運用層(Application Layer)。而學校網路規劃作業則屬於其中之傳送層與運用層二個層次間，為因應學校建物規劃特性，本文作者將此二層再細分為中心層、中介層與運用層三個層次，除容易理解外亦方便學校網路配管作業規劃參照。基本上學校網路結構規劃乃為求其最佳化頻寬的發揮，配合建築實體其結構分枝情況。茲對此三種層次分別說明與介紹如下：

一、 中心層(主機房)

中心層多半設於主機房，它是學校的電腦管理中心，除大學外多數的中小學以設置一個為主，其數量視學校運用需求並無限制。高嘉宏(民 94)指出目前機房設備與配線幾乎遵循 EIA/ANSI 310C 機架機構國際標準，在使用空間、用電、控溫因素改變的趨勢下，主機房的設計概念勢必要有所調整。其實主機房主要的功能為銜接外界網路層與網際層，輸入管線為來至網路公司所提供之寬頻外線，由於線徑不大，其配管多採五分 PVC 管即可。至於輸出管線之口徑與數量，則視中介層之數量、位置與建物走向型態而定，學校之中介層數量計算方式如下： $\text{垂直管路數量} \times \text{該建物樓層數} + \text{同一室內超過 20 台工作站的間數}$ 。主機房設置電腦器材包括：伺服器(DNS 名稱伺服器、WEB 網頁伺服器、資料伺服器、多媒體伺服器…等)、路由器、集線器等，由於本文主要在探討與建物有關之配管問題，因此不對資訊專業用語或設備做進一步解釋，請查閱其它相關資料。

主機房在學校建築規劃設計上，並未限制所設樓層，但多數中小學為與外線銜接方便而設於一樓，其實以學校整體配管的效率與維護之方便性而定，主機房設置以儘量接近學校中心位置，對於星狀或樹狀配管模式的配線作業較為有利，而其內部的考量重點在空調、地板穩定、接地線嚴格要求為主，當然防盜亦是不得不考量因素之一，茲分別探討如下：(1)就空調方面而言：現行中小學校的運作伺服器已經如同企業運作，必須保持終年開機狀態以方便教師、學生與家長之遠地訊息溝通，由於數量極多的電腦伺服器與集線器共同所產生的熱量相當可

觀，且為了防塵主機房多半為封閉空間，因此，必須配備規格的 220V 電源以供空調設備使用，另外整體室內 110V 供電容量亦必須加以估算，確定高於整體運作所需的最大負荷量，方不致因供電不穩定而產生意外斷線情況；(2)就地板穩定而言：相當多學校在主機房加裝高架地板造成地板震動搖晃不穩，使伺服器在頻繁讀取與寫入的過程中，造成資料不當流失，由此得知，高架地板有其功用但不是用在主機房，其功能於電腦教室設置探討中討論；(3)就接地線問題而言：在電源施工時，針對主機房應單獨設置接地之地線銅棒，並且接入其主電源開關控制箱中，所有電腦電源插座應採用合格三孔插座，並確定第三支接腳與地線銜接。地線效果不良將造成眾多的電腦設備所產生靜電無法排除，除使用者經常靜電式觸電外，過多靜電產生亦會影響訊號傳輸品質，也可能對內部工作者之健康有所影響。

整體而言，主機房為學校整體資訊運作管理中心，其故障或停擺可能造成學校所有教學活動與行政工作的停置，因此它是絕對不容許有任何不穩定或當機的情況。根據作者過去工程施工及目前學校網管作業經驗中，造成主機房出狀況的背後潛在因素，除了人員不當操作為主外，其它不外上述之三項因素，並且這些因素皆非學校中運用層級的網管人員所能克服，它必須在建物本身與設計施工時要求同時完成，尤其輸出外線管徑、數量與位置若是錯誤或不符合使用，再事後洗洞、明管鋪設或夾線釘釘滿牆不但影響美觀，對建物而言亦是一種傷害。

二、 中介層(銜接中繼站)

中介層主要以樓層及距離做分隔，基本上多在同一層樓中間位置設置一個中介層，但若建物配置寬度超過 150 公尺則必須增設一個中介層，以此類推。中介層由於設備所佔用之位置相當小，多數學校將其設置於學年辦公室或教師休息室中，主要為防止學生惡作劇將其電源關閉，使其下運用層無法連線運作。另外，如電腦教室或集中辦公室等，同一室內電腦設置超過 20 台以上者也要列入。中介層主要放置第二層集線器，輸入端是來自中心層的一條 UTP 雙絞線，而輸出端則包含學校中的某一運用群組，運用群組之電腦及集線器之總數，若設置超過集線器之輸出端之插孔數，則應以同型集線器推疊而不可再分層串接，以免減損所屬運用層使用者之頻寬。

中介層所設置之設備以集線器為主，集線器埠數與台數視該層以下所屬之工

作站數量而定，另外，由於其位置多半處於使用群組之中心點，學校多半將網路共用列表機亦置於此。此外，若學校建置校園無線網路，無線 IP 分享器 Access Point(AP)，即在此位置替換集線器，透過無線訊號與其它類型工作站連線。中介層需要接有地線之三孔 AC 插座，這是學校建築規劃應納入部分，對於空調僅具正常通風功能即，不需額外空調設備，至於防塵亦無特別講究，只要學校正常整潔維護即可。

整體而言，中介層是對學校總頻寬做合理的分配的一種規劃。適當的分配中介層，可以使學校中對於整體頻寬的運用達到最高效益，對未來網管人員維護及管理時亦很有幫助，它可輕易將區域網路某個子群組與學校整體網分離，並且有利維護人員迅速找到影響連線作業的問題工作站，也方便學校電腦設備之管理分工及責任歸屬。因此，於學校建築規劃之初，就必須前瞻性的思考未來之應用配置，建構理想的中介層位置據點。

三、運用層

運用層係指學校中網管人員基於實際需求，所配置之第三層集線器或電腦架設，多半指電腦工作站。因此，除了配置電腦工作站之外，它亦容許學校中網管人員為配合實際需要，可再增設一層集線器。此層屬於使用者管理層面，多半學校不納入學校建築規劃中考量，但是某些特殊使用群組例外，例如：電腦教室、已做好室規劃之群組辦公室、視聽教室、圖書館等，主要這些空間在學校建築規劃時，多數連同內部設備與位置一併納入，當然若其它也如此納入規劃之教室亦可加入，在學校網路配管規劃時一併納入施作範圍中。

運用層外線來自中介層，其所使用之 PVC 管通常較大口徑且線路集中，但當線路進入室內時，所有 UTP 雙絞線則獨立分開，以五分 PVC 管包覆至各電腦工作站位置，並設置 Jack 插座(是與 UTP 接頭 Plug 銜接之用)，其關係如圖 1 與圖 2 說明。陳世賢(民 90)指出網路連接器主要是由 Plug 與 Jack 所組成，其功能為提供電腦與網際網路之間的訊號連結。學校建築規劃時一併將室內配管納入考慮，除了帶給使用者方便之外，線路簡化不致成為影響美觀的因素，並且線路愈短當然對傳輸效率愈有利。其次，Jack 插座盒一般均會與 AC 電源插座盒相鄰並置，但必須留意內部管路應分別獨立，並且勿並列平行配管，以免對訊號品質產生影響。

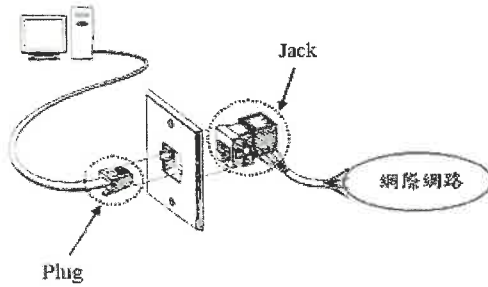


圖 1 Plug 與 Jack 關係圖

資料來源：陳世賢(民 90)。高速電腦網路連線器的研製(頁 3)。國立成功大學碩士論文，
台南市。

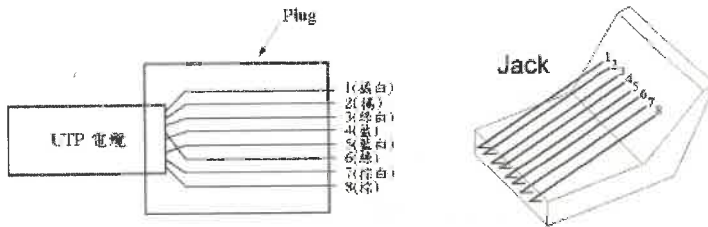


圖 2 Plug 與 Jack 結構圖

資料來源：陳世賢(民 90)。高速電腦網路連線器的研製(頁 3-4)。國立成功大學碩士論文，
台南市。

整體而言，學校建築規劃時若能進一步對於應用層配置做詳盡的規劃，能帶給未來使用者親切且方便的工作環境感，對於未來室內環境擺設佈置與整潔維護影響性亦較低。最重要的是讓網管人員在需要配置第三層集線器時，整個線路邏輯性清晰明確，容易施作、檢修與測試。但學校建築配管必須謹記，非必要時勿納入第三層集線器以後之配管規劃，因為如此會造成網管人員未來線路管理完全失去運作彈性，而且更可能使網管人員基實際運作需求，被迫架設第四層集線器，而造成該層使用者整體頻寬被限制。

肆、學校建築網路配管施作探討

江國位(民 92)指出校園網路的建置與管理所面臨

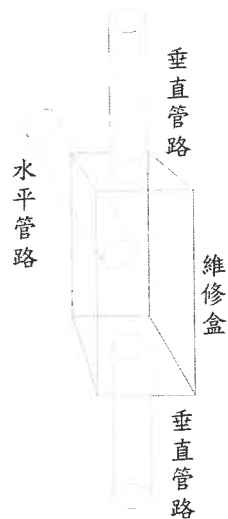


圖 3 垂直管路分支圖

最大的問題，就是在現有的設備中，必須有能力整合網路設備並發揮網路頻寬最高使用效率。事實上整合網路設備並發揮網路頻寬最高使用效率，就是校園網路規劃建置的主要目標，而學校建築之網路配管是達成目標的首要關鍵步驟，學校中優秀的資訊人力與設備資源，亦必建基於這個關鍵步驟成功與否才得以充分發揮。網路配管作業必須與學校建築體建造時同步施作，主要原因為網路配管之管線必定會穿過樓層與隔間牆，對於既有的學校建築無論是明管或暗管施作，必然不可免除洗洞的作業，但必須留意避免破壞建物結構。網路配管以施作的方式來分，可概略分為垂直管路施工、水平管路施工、獨立配管施工、室內配管施工、建物間配管五種模式，分別說明如下：

一、 垂直管路施工

就學校中原已存在之既有之建築物而言，多半採用室外明管與外牆洗洞，或是室內明管與隔間層洗洞二種方式施作。至於新規劃之學校建築，建築師多半比照水電排水管施作方式包覆在建物柱體內，或者以空心假柱將 PVC 管包覆以增加美觀。基於施工的方便性，以及不影響柱體結構強度，多半建築師以直徑三英寸之 PVC 管，如果管徑不敷使用則增加管數，主要原因為過大口徑之配管影響結構、水平配管上懸吊重量負荷因素，以及該規格施工附件供應較齊全為考量。垂直管路與水平管路銜接時，不得直接採用水電之三通 T 管銜接，必須以維修盒做為中介銜接，其銜接方式如圖 3 所示。

整棟建築之垂直管路，一般建築多半為一條，但是某些大型學校其整棟建築屬於長型配置，因此學校建築之垂直管路數量必須經由計算得知。其計算方式極為簡單，根據 UTP 線材之 ISO/IEC Category 5E 施工標準建議，佈線長度不應超過 100 公尺，否則應加裝中繼器(Repeater)。陳世訓、陳淳哲(民 86)指出中繼器主要的作用為延伸網路距離，將網路訊號重新再造放大。其實訊號放大亦會連帶將雜訊也放大，若非必要並不建議採用。基於上述說明我們可以得知，如果我們在垂直管路的水平出口接上中介層的集線器，則以學校建築而言它可以向相反方向各延伸 100 公尺，合計為 200 公尺。但網路規劃工程師多半以 75 公尺為極限，主要原因為配管會依建物結構未必呈直線配置，另外則為末端室內配線長度需求，二者均會額外增加配線長度，所以必須保留 25 公尺的彈性施作長度，依上述方式即每 150 公尺之中心位置設置垂管路一條，並且垂直管路至每個樓層

均要安裝維修盒，並接上水平分支管路

垂直管路所配網路線，屬於中心層至中介層的配線，相對於中介層後之配線更重要，因為其中任何一條線故障時，中斷的不只一台工作站，而是整個校園中的某個工作群組，其重要性可想而知。有經驗之施工人員都知道穿線容易抽線難，而穿線時的小技巧就是將尼龍繩繫上一捆衛生紙，置於配管的一端，然後一端以吸塵器一吸即可獲得一條拉線，然後即利用此拉線將整捆的網線順利拉進配管中。配管中的 UTP 雙絞線不要拉的太滿，應該留 10% 至 20% 空間，因為線路會因時間而漸漸老化，老線表面膠皮與配管壁的磨擦力會增加，造成未來無法拉出維修，而使得整條配管報廢無用。垂直管路若按上述規範設置，其優點是每個中介層的使用群組都可享受到來自最上之中心層公平頻寬分配，也有利於其後之中介層之佈線達到最佳運用的距離，在施作及維護增加不少方便性，對於校內網管人員之運用層分配亦有所助益。最主要它使整個學校網路配線，達到邏輯化、單純化與效率化。

二、水平管路施工

水平配管作業多半在建築物主體完工且室內裝潢未施作前配置，甚少會將其包覆在建築物的樓層或牆中，主要是其所配管徑多半採用三英吋之 PVC 膠管，樓層地板與牆壁厚度無法承受。因此，多以懸吊方式架設，下方以輕鋼架或直接在建物施做線槽遮掩，唯在建物灌漿時須先預留穿牆的孔洞，以學校建築而言分為室內位置配管與走廊位置配管二種，二種施作並無優劣與差異，端視學校建物型體之美觀與操作方便性選擇。水平配管主要為中心層至同層垂直管路間之主線配管，以及中介層至運用層間一般配管二種型式，分別敘述如下：

中心層至同層垂直管路間的水平主線配管方式，基於未來維護之方便性，應與同一樓層之另一種水平一般配管分開配管不可並用。它是由中心層(機房)配至垂直配管，並以維修盒銜接，數量視學校建物所規劃的垂直配管數而定，水平主要配管長度加上任何垂直配管之總長度不應超過 100 公尺，否則應加裝中繼器以增強訊號。另外，水平主要配管加上任何垂直配管長度與水平一般配管長度，總長度勿超 500 米。

由中介層至運用層間的水平一般配管方式，同樣在分支點必須以維修盒銜接，並以五分之 PVC 膠管做為輸出銜接，主要考量為壁面厚度的包覆能力，室

內每四個 Jack 插座設置一根配管，依此原則計算維修盒數量。其主要功能是將整個樓層的頻寬，合理平均分配給同一樓層的各個隔間，基本上可以每一隔間配置一條 UTP 雙絞線，透過 Jack 插座讓網管銜接第三層之集線器做室內分配。

三、獨立配管施工

由於學校對於電腦與網路的運用方式不但多元而且具有複雜性，因此基於校園網路作業之效能與速率整體考量，在分配頻寬時應針對不同特性給予不同的待遇。例如：電腦教室、行政集中辦公室、圖書館、視聽媒體中心…等，這些區域多半具有較多工作站或大量傳輸流量特性。因此可採取獨立配線方式，使其傳輸流量不因運用層工作站大量使用而縮減，而基本作法就是將該空間之配置向上提昇一層，成為獨立的中介層。

獨立配管由於屬於一對一的配置，多半以中心層(機房)為出發點，線路較垂直與水平配管中的配線為少，且中間多半沒有維修盒分枝情況，因此配管作業可以比照水電之 AC 電源配管方式，以五分 PVC 管直接包覆於建物結構中，當然亦可搭配垂直配管，在以五分 PVC 管做水平懸吊進入室內。獨立配管應注意勿超過 100 公尺，否則必須在管線當中增加維修盒，以便加裝中繼器防止訊號衰減。多數有經驗的校長不會將這些設施空間距離學校主機房太遠，因為他們深知這些使用區域，是最需要校內網管人員支援與維護的地點。

一般經由獨立配管作業之辦公室或教室，在學校建築配管規劃時，會增加其內部的運用層配管作業，這也是學校建築網路配管唯一運用層配管納入規劃的部分。因為一般運用層稱為配線而不是配管，它是屬於校內網管人員操作的範圍。而有關獨立配管空間之室內配管作業要點，留待下項室內配管施工中討論。此外，獨立配管之空間多半電腦設備較多，同時間使用人數亦較多，並且多半屬於密閉空間，電腦設備及人員於密閉空間會產生一定熱量，因此，空調管路配置亦是不可省略的必要建築管路規劃。

四、室內配管施工

室內配管主要有二種型式，包括：(1)室內壁間配管：普通隔間的牆壁配管作業；(2)室內地面配管：多半是來自獨立配管目的隔間之地面配管作業。茲分別述如下：

(一) 室內壁間配管

室內配管來至樓層水平配管，透過維修盒以五分 PVC 膠管連接至室內，基於未來維護方便性，建議每一根五分 PVC 膠管建議穿入 UTP 雙絞線勿超過四條（並非每條 UTP 線只能接一台電腦，因為網管人員會利用第三層的集線器再分配），若超過則必須從水平管路另配五分 PVC 膠管。因為五分 PVC 膠管必須包覆於牆中，所以宜事先規劃設計，並在建物牆面灌漿或砌磚牆時同步施工，且預留 Jack 插座盒位置。

必須特別留意的是在室內天花板上的線路，亦必須以膠管包覆懸吊。其原因有二，首先是傳統輕鋼架天花板本身不具承载力，而 UTP 配線是以並連而非串連配線，整捆配線開頭部分較重，至尾端線路愈少愈輕，重量前後不平均，容易造成輕鋼架連鎖崩落的效果反應；其次為若室 AC 電源之地線設置不佳，或輕鋼架懸吊鋼釘有可能接近電源線，此時輕鋼架的網狀結構形狀，正好形成一個極佳的集靜電網，很多網管人員直接將 UTP 雙絞線置於輕鋼架上，其通訊品質及傳輸訊號當然受到極大的影響。此外，不與 AC 電源配線共用管路，及管路不與其平行並列也是必須特別留意之處。

（二） 室內地面配管

室內地面配管除網路配管外，並須同時配置 AC 電源管路，多數的設計者會將二種管路，以 90 度角之垂直與水平分開獨立配置，防止網路訊號傳輸遭受干擾與維持訊號穩定。常見地面配管有(1)硬質地面埋管；(2)高架地板配管；(3)地面壓條明管三種型式。其中以地面壓條明管最為經濟，但也最為粗糙，多屬於校內網管人員為配合現行需求的臨時性克難方式。尤於壓條本身凸起且高出地面，對於人員在室內行走時往往產生不便與危險性，因此在正式的學校建築網路規劃是不被建議使用的。

至於高架地板則是最常見的型式。高嘉宏(民 94)研究指出高架地板使維運成本提高與降低冷房效果，並且在防火、防震、防水等之安全級數均低於硬質地面。然而高架地板的優點就是具有隔絕靜電的作用，當操作人員碰觸帶有靜電之電器設備，而其所穿的鞋子如果不具絕緣作用或甚至未穿鞋時，人體自然成為最佳的接地線，瞬間通過人體的靜電會帶給觸電者某種震撼。高架地板所有缺點中最嚴重的，就是它不穩定造成防震功能降低，尤其當學生人數眾多在上面走動時，會產生某種固定頻率的波動，而這種波動會破壞電腦設備中的物理結構運作，如磁碟或光碟等的讀寫動作，也會減損這類型電腦設備的使用壽命。

硬質地面配管是最佳的配管方式，但施作前應做審慎的思考與規劃，因為若是設計錯誤後要修正相當困難，必須要將室內地板打掉重新鋪設，施作費時費力。而其另外得注意的就是防水設施，配管作業必須留意防水處理，積水會對 UTP 線材產生傷害，並且有可能造成電線短路。但整體而言，如果工作站使用位置不會有異動之考量，硬質地面配管是最安全美觀，以及對電腦維護而言是最佳的施作方式。

綜合上述所有配管方式，任何地面配管方式皆會在各管路尾端，設置 Jack 與電源三孔電腦設備 AC 插座。設計師或建築師基於安全考量，多半會選擇有遮蓋的插座盒，或將插座盒設置高於地面，主要的目的就是預防在室內清潔工作時，因滲水而造成電源短路，基本上地下管路配線的維修難度比一般配線為高。其次，因為地面配管完成後，管線均隱藏於地下，地面配管規劃圖應正確繪製，懸掛於所施作之室內牆壁上，以供往後至現場維護之作業人員參考。

五、 建物間配管作業

基本上建物之間的網路系統最好能分開獨立，一般大學大概沒有這方面的問題，因為多條寬頻外線經過配置後，在多數人共同使用狀況下，其效能會高於一條所有頻寬加總的較大寬頻外線的效能。但同一學校中使用多條寬頻外線，首先費用較高，其次得視學校運作之各項教學及行政之軟體作業系統，是否具 Internet 通訊之傳輸功能，否則學校中區域網路將無法互通訊息。為了解決這個問題可透過橋接器(Bridge)串連，而橋接器型式包括無線與有線二種，若是採用有線式橋接器則必須在建物間配管。另一個最常見需要在建物間配管的原因，則是目前國民中小學主要寬頻外線是來自地方政府代為統一裝設之學術網路寬頻外線，因全校僅此一條寬頻外線，在此情況之下則必然要實施建物間網路配管作業。

最常見的學校建物間網路配管方式，包括：利用風雨走廊平行配管、埋設地下管路、空中懸吊方式配管。其中最佳方式當然是風雨走廊平行配管，因為它可比照建物本身之水平配管模式施作，在美觀或耐用程度上之處理工法，幾乎與建物內配管相似。而埋設地下管路是最不建議使用的，雖然它比空中懸吊美觀，但室外地下埋管很難控制管路破裂及滲水問題，且 RJ45 之 UTP 線材對於抗酸鹼與潮濕能耐不如同軸電纜，線路較容易老化，其次地下管路較易積垢，增加未來抽換及維護上的難度。第三種銜接則為空中懸吊，也是最難看的方法，但卻實用

且容易維護，不過必須特別留意的在是 RJ45 之 UTP 線材抗日晒雨淋之能力極差，因此在施作時必須包覆軟性不透光之膠管，並伴隨鋼纜支撐其抗拉力強度方可。

綜合上述三種配管方式，學校主管人員可視美觀或實用的需求而決定。除此之外，若較不考慮傳輸速度因素情況下，則可嘗試採用「無線中繼器」，如此便不需要建物間配管作業，當然亦無所謂美觀問題。基本上資訊設備的採用與選擇，在無線與有線之間的選擇，必須考量穩定性、便利性、速率及美觀四個因素，有線配管作業在網路傳輸之穩定及速度是目前無線網路所無法超越的，但是美觀及方便則是無線設備受到歡迎的重要關鍵。學校建物間是否需要網路配管，或者要採取何種作業方式配管，端視學校主管校園規劃經營之考量而定。

伍、校園無限網路探討

逢甲大學資訊處(民 95)認為無線區域網路(簡稱 Wireless LAN / WLAN)，與有線網路的差異在於傳輸資料的媒介不同，一個使用無線電波另一個使用實體線路。竇其仁、林碧華、林志鴻、謝明璋(民 95)指出在校園無線網路架構中，電腦無須保持固定在網路架構中的某個節點，而是可以在任意時間做任何移動，並且可以擷取到網路的資料。校園無線網路國內外已有許多學校在進行實驗與運用，主要集中於特定區域與大型會議室等區域。而國內亦有相當多的大學進行全校性的無線網路架設，但多仍屬實驗性階段。由於無線網路在使用距離、障礙物阻撓與傳輸速率的因素上，仍存在技術性的問題有待克服。基本上小範圍的開放空間，如果對速率要求不高的情況下的確方便，但對於能夠含蓋整個校園範圍的無線網路架設與建置，可能仍有一段相當長的嘗試錯誤的發展路途。

劉耀權(民 95)指出無線網路是以美國電器電子協會(IEEE)於 1997 年所制定之 IEEE 802.11 為其通訊標準介面。根據上述之技術規格顯示，基本上有以下限制，包括：(1)會與當前流行之無線網路技術「藍芽」發生衝突；(2)傳輸速率為 2Mbits/Sec 與 11Mbits/Sec 比一般網路 100Mbits/Sec 慢，雖然未來有可能達 45Mbits/Sec，但仍無法滿足大量資訊傳輸；(3)價格仍高未達大眾化；(4)它僅適合筆記型電腦與個人數位助理(PDA)與行動電話等，因為桌上型電腦移動不方便。然而無線網路的優點則為：(1)架設方便快捷，適合臨時性活動及展覽，或災難救援等；(2)對於不適合管線施工的環境，如學校環境中之操場、花園或開

闊空間等位置。根據竇其仁等人(民 95)指出目前廠商所多半採用的技術，其速率為 2Mbps/Sec，傳輸距離 20 至 300 公尺。因此，校園無線網路目前是以提供師生透過筆記型電腦、個人數位助理(PDA)與行動電話等做為資訊提供管道，至於教學與校務行政作業有其一定的穩定性與速度的要求，目前較不可能採用做為運作模式。

校園無線網技術持續進步中，無線網路未必能取代有線網路，但混合併用必然是未來的校園網路規劃趨勢。無線網路並非代表不必架線配管，無線僅指校園網路架構中運用層不需架線配管，至於其它層面配管作業可能更為講究，亦即無線網路的方便性是就學校網管人員與使用者而言。其實校園無線網路與目前人人使用之行動電話極為類似，行動電話之電信人員必須在地形至高點架設基地台，而校園無線網路的基台就是無線 IP 分配器(Access Point, AP)。在施作上校園無線網路使用 AP 取代有線網路之中介層的集線器，並且將 AP 依其有效距離配置至校園中的各個至高點，配管作業可搭配原有的垂直管路，或另外以五分 PVC 管做為獨立配管。校園無線網路 AP 數量依校園大小及障礙因素而定，淡江大學(民 90)出版之淡江新聞報中即以美國卡內基美濃大學為例，全校共架設 400 多部的 AP。因此，校園建築網路配管作業施工，由於必須配管至建物至高點，施工上未必會較有線網路省事，甚至有可能必須架設避雷針以防雷擊，在費用上相較於有線網路會更高。

柒、結論

Coleman 曾說：「教育是開啟通往現代化道路大門的鑰匙」(引自湯志民，民 89，401 頁)。因此，學校中的任何教育設施必須先行現代化，以勝任實施教育與培養現代化國民的任務。學校建築為學校中最主要設施，而現代化必然與網路資訊科技議題不可脫節，如何使校園中的學校建築與現代化資訊網路做密切結合，使學校中的各項教學與校務運作達到效率與效能要求，以建構高度學校辦學績效，為本文探討主要目的，本文作者認為學校建築現代化，首先必須與校園網路相結合，而其首要之關鍵步驟，即為校園建築網路配管作業之規劃。無論校園有線或無線網路，透過完善的學校建築網路配管規劃，不但可提供師生方便迅捷的資訊傳輸，對於整體校務運作效率與績效亦有助益。不當的配管規劃不僅喪失網路既有之便捷特性，更可能使學校投入更多經費補強，而且影響校園整體美

觀，對於未來使用與維護以及發展上的困擾，將伴隨建物的壽命長久揮之不去，帶給往後的教學與行政運作的傷害與不方便性是可想而知。另外，吳清山(民 87)指出學校建築必須考慮未來發展需求，亦即要有前瞻性的規劃，以因應將來變更或擴充之需。因此，可以據此推論好的學校建築網路配管規劃，是一種具有前瞻性的校園規劃，不但能立即有效提昇改善學校資訊運作現況功效，亦能夠提供未來更多發展的彈性空間，並且能引領學校整體運作朝現代化校園建築之目標大步邁進。校園網路蓬勃發展有賴於好的校園建築規劃，而學校建築網路配管則是二者間搭配完美的關鍵啟始點，因此，學校行政主管對其之重要性自然不可輕忽。

參考文獻

- 王堯弘譯(民88)。Microsoft TCP/IP專業認證訓練手冊(原作者：Microsoft Co.)。
臺北市：基峰。(原出版年與著作名稱：1999，Inter working with TCP/IP
on Windows NT 40)
- 中小學校園網路建置參考規範(民90)。民國90年7月17日，取自：
<http://140.111.1.22/information/standard/cam-net.htm>
- 先覺科技(民95)。網路時代之企業網路佈線需知，先覺科網頁。民96年7月17日，
取自：<http://www.nes1.com.tw/document/paper01.htm>
- 江國位(民92)。高等校園網路應用與整合模式之研究-以大葉大學為例。大葉大
學碩士論文，未出版，彰化縣。
- 林清江(民75)。教育的未來導向。臺北市：臺灣書店。
- 李光偉(民91)。校園網路規劃與效益評估，臺北區網中心。民96年7月18日，取
自：<http://www.tp1rc.edu.tw/TANet/info/13.doc>
- 辛政信(民91)。無圍牆的學校-深美國小的理想與嘗試。載於深美教學團隊與梁雲
霞著，看見想像的學校-教學創新在深美國小的實作紀錄(15-21頁)。臺北
市：遠流。
- 吳清山(民87)。學校效能研究。臺北市：五南。
- 吳清山、林天祐(民92)。教育小辭書。臺北市：五南。
- 康鴻鵬(民86)。NT Server 4.0架站實務。臺北市：松崗。
- 淡江大學(民90)。無線上網處處方便 有線無線雙管齊下 成未來趨勢。淡江網路
新聞報，24：民96年7月19日，取自：
<http://www2.tku.edu.tw/~tknetnews/data/24.htm>
- 張細富(民80)。如何達成教育設施之現代化與效率化。載於中華民國學校建築研
究學會(主編)，學校建築理論與實務專題研究(第65-82頁)。臺北市：臺灣書
店。
- 陳世訓、陳淳哲(民86)。NT Server 4.0實務運用2網路編。臺北市：旗標。
- 陳世賢(民90)。高速電腦網路連線器的研製。國立成功大學碩士論文，未出版，
台南市。

逢甲大學資訊處(民95)。校園無限網路服務。逢甲大學網站。民96年7月19日，

取自：<http://lexus.fcu.edu.tw/fcunm/mobile/wireless.htm>

高嘉宏(民94)。給通訊設備一個舒適的家。通訊雜誌，128：民96年7月18日，

取自：<http://www.cqinc.com.tw/grandssoft/cm/128/asr-2.htm>

湯志民(民89)。學校建築與校園規劃。臺北市：五南。

湯志民(民91)。臺灣的學校建築。臺北市：五南。

蔡保田(民66)。學校建築學。臺北市：臺灣商務印書館。

劉耀權(民95)。無線網路概述，國立臺灣大學網站。民96年7月19日，取自：

<http://www.lib.ntu.edu.tw/pub/mk/mk56/mk56-03.htm>

竇其仁、林碧華、林志鴻、謝明璋(民95)。校園無線網際網路之規劃與建置，逢

甲大學資訊工程學系網站。民96年7月18日，取自：

<http://www.nsysu.edu.tw/TANET99/DownLoad/TANET053/TANET053.DOC>

C