

針對資料中心的改進型冰水管道部署方法

第 131 號白皮書

版本 1

作者 John Niemann

> 摘要

冰水一直是一種通用的載冷介質；然而管道系統的洩漏卻會對系統可用性造成威脅。高密度計算要求將冰水送至比以前更靠近 IT 設備的地方，推動了對新的高可靠性管道連接方法的需求。本文將討論可以顯著降低洩漏風險並方便高密度部署的新的管道連接方法。對心的管道連接替代方式及其相比傳統管道系統的優勢進行了說明。

目錄

| | |
|--------------|----|
| 簡介 | 2 |
| 傳統硬管道連接方法的特性 | 2 |
| 軟管方法 | 5 |
| 硬管與軟管之間的比較 | 7 |
| 結論 | 11 |
| 資源 | 12 |

簡介

在資料中心內，管道分配的傳統方式是採用硬銅或碳鋼管，以電焊式、銅焊式或螺紋管件進行空調機管道的佈設及建立支路。由於在管線中使用的每一個管接件都會提高資料中心內發生洩漏故障的可能性，分配管道通常置於高架地板下方，這些地方有時會在管道下方建有通道或溝渠，以便在發生任何洩漏或破裂時對水進行收集。這種方式在不需要重新安置或加裝空調機的靜態資料中心內是有效的。

伴隨當前 IT 設備密度日益增加以及遷移、添加和變更愈加頻繁的趨勢，有時必須在傳統佈局中加裝空調機，在這種情況下使用硬管道存在問題。這種加裝需要安裝新的管道，將增加設備的部署時間，並提高由安裝引起的宕機風險。其結果是業界需要一種能夠更好地適應需求變化的更為靈活的模組化管道系統。

資料中心不採用高架地板是一個新的趨勢。這種硬地板安裝通過不需要高架地板進行風量分配的更新的製冷技術和體系結構得以實現。對於許多使用者而言，這樣可以使資料中心和電腦機房的佈置具有更高的靈活性。這種趨勢的一個結果是架空管道變得更为普遍。架空管道的洩漏在造成系統停機和破壞方面可能比地板下管道具有更大的風險。業界需要採用防漏性能更強的管道系統。

資料中心設計的另外一個趨勢是在 IT 設備行的位置（行級）甚至是單個機櫃處部署製冷，而非在機房級別上。這樣做的目的是實現更高的密度和電氣效率，在第 130 號白皮書《資料中心行級和機櫃級製冷架構的優勢》中有更為完整的討論。此類部署將迫使空調機組及其相關管道更接近於 IT 設備。這種情況也同樣需要可靠性、模組化和可擴充性更好的管道系統。

採用無縫軟管可以不再使用中間管件，降低漏水的風險，縮短部署時間，並提高系統的靈活性。本文將對這種新的管道技術及其在下一代資料中心內的應用進行介紹。

資源連結
第 130 號白皮書
資料中心行級和機櫃級製冷架構的優勢

傳統硬管道連接方法的特性

採用硬銅或碳鋼管道是資料中心的傳統方式。碳鋼管 SCH 40 和硬銅管 L 或 M 型最常被使用。硬管道在每個轉彎、閘門以及通向多台空調機的每個分支處以及每 1.8 或 6 米（6 或 20 英尺，取決於佈設管道的可用長度）均需要採用螺紋、凹槽、電焊或銅焊管件。在從冷卻水源到空調機的一條管道上經常會有多個管接件。

硬管道的失效模式

對於冰水系統而言，每一個螺紋式或焊接式管接件均存在洩漏的可能。洩漏的一個常見原因是，攻絲工序從第一天起就使管壁被去除了 50% 或更多，這會使該接頭處較為薄弱。

管道失效和漏水的另一個原因是電化腐蝕，這種情況會在碳鋼管與黃銅閘直接連接或被轉接至銅管時發生。當任何兩種不同的金屬相互接觸及與水接觸時就會發生“電化”腐蝕，根據現有的腐蝕條件，通常會對鋼管造成某種程度的損害。在其後期階段可通過目視識別，即在不同種金屬以螺紋接觸的地方會累計有某種程度的沉積物，形成微小的洩漏。然而此時大部分損壞已經發生，必須更換管道，否則隨著腐蝕的發展，洩漏尺寸將會增大。

多數管道系統中相異金屬間的連接均採用了電絕緣管接件，稱為絕緣介質。多數諮詢和設計工程師都會指定絕緣管接件，但不安裝或不當安裝絕緣管接件的情況也並不少見。

在傳統的冰水設施中，碳鋼主供水或回水管以銅管分支接至空調機的情況並不少見，因此如果資料中心內有多台電腦機房空調機（CRAC），就可能要使用多個絕緣管接件。

其它不太常見的原因包括：螺紋密封劑因時間過長而失效、螺紋加工品質差、凹槽連接中墊圈劣化變質、管道或管接件品質差、振動、應力、裝配不當或工作壓力超出設計要求。

在硬管道系統中，管道內壁往往會累積礦物質，導致銅的剝落和氧化，最終在管道中形成小孔及洩漏。礦物質隨時間的累積還會增加水管的壓降，特別是當其沉積在彎頭或管接件中時。為避免

這一問題，必須定期對水進行處理和維護，以確保適當的 PH 值水準。水處理通常在啟動及定期維護時進行。即使在閉環冷卻水設施中很少發現小孔，在維護不佳的設施內也已發現過這種情況。

冷凝也會對冰水系統造成問題。冷卻水管道通常會被隔離，以防管道外部出現冷凝。然而，管接件上潮濕情況也並不罕見，其多種彎頭、連接以及閥、濾網和量計等固定件會使有效的隔離較為困難。隔離層的任何破裂或密封失效都會對資料中心造成漏水的風險，而且還會成為水分透過絕緣層、沿管道表面流過很長距離的起點。

在無空調環境下管道外壁上的冷凝水還會產生腐蝕作用。當管道周圍環境具有高濕度時，外部腐蝕將被大大促進。在極端情況下，冷凝水將一直累積到絕緣層完全達到水飽和的程度。在資料中心內，由於環境濕度受到控制，管道的外部腐蝕通常不會出現。

為了在資料中心發生洩漏時抑制一切冷凝或漏水情況，一些 IT 經理和設備工程師要求對 IT 和電氣設備提供額外的保護。然而，在漏水成為資料中心的問題之前，這種要求通常不會得到實施。

在某些情況下，單一洩漏點可能對製冷造成的損失會受到很大的關注，以至於 IT 經理將選擇安裝一套完全冗餘的硬管道系統，這將使總體管道安裝成本加倍。作為替代方案，他們也可能選擇安裝採用製冷劑式系統的 CRAC，以此作為備份，這也需要額外的製冷劑管道。

地板下硬管道安裝

佈設冰水管道的方法取決於機房的大小以及空調機的數量。對於較小的機房，冰水管道通常通過一根由碳鋼或銅製成的大型主供水和回水管進行佈設。對於較大的機房，將採用多根大型碳鋼管。每一根主管或集合管再以銅制管接頭分支連接至每台空調機。圖 1 所示為地板下硬管道，在其安裝中採用了多個管接件。

對於這種方法，當業主對地板下方的水很關注時，將專門建造一條帶排水的溝渠，以密閉冰水管道，使其與電線隔離開來。另一種方法是，可以在每一條管線下方建造一個泄水盤，以收集系統形成的任何洩漏或冷凝水。溝渠的深度和寬度根據其內佈設的冰水管的直徑和數量加以確定。此外，還必須留有間隙，以便在發生洩漏時對溝渠中所有不同類型的管道進行維護。在大、中型資料中心中，深達 1.5 米（5 英尺）的溝渠並不少見，它們用於容納所有冰水管道、閥門以及進行維護作業的。

由於冰水機組與每台空調機的距離不一，冰水系統的啟動需要對每台空調機進行平衡，以便向其提供適合各自需求的正確的冰水量。系統平衡採用隔離和平衡閥實現，它們通常位於高架地板下方的管道支路上；而被操作的水調節閥通常位於空調機內。通過在地板下方採用平衡和隔離閥，系統的平衡可能需要更長時間，因為平衡閥並不容易被操作。

這些系統需要統一工程設計，而且通常保持為靜態系統，原因在於佈設管道所需的基礎設施，以及在機房投入運行之後即難以在主管道上加裝額外的管道。

如果在主集合管上出現洩漏，平均恢復時間（MTTR）將增加，因為所有由主支路供水的 CRAC 均會喪失其冰水源。這將導致機房溫度快速升高，使 IT 設備故障或迫使設備停機。

圖 1

傳統的地板下冰水管道安裝，具有以多個管接件連接至不同空調機的支路



架空硬管安裝

此方式也採用與每台空調機以支路連接的主管或主集合管，直到送達最末端的系統。隔離閥和平衡閥通常位於資料中心內部或外部或空調機正上方的管道支路上。

由於架空管道對 IT 設備有冷凝或洩漏水的可能性，當管道經過任何電氣或 IT 設備時均要採用泄水盤，在某些情況下操作員還規定在資料中心內所有冷卻水管下方安置泄水盤。對於這些情況，在主管道下方配有一個寬的泄水盤，每條支路則採用較小的泄水盤。採用這種方法的原因在於各種管接件存在的洩漏故障和冷凝的可能性，而且也作為預防措施，保護管道下方的所有電源和 IT 設備。圖 2 示出了一個傳統安裝方式的例子，該例採用架空管道，其下方有泄水盤用於盛裝漏水。

圖 2

機櫃上方帶有泄水盤的架空管道



當閥門位於天花板上方或資料中心之外時，製冷系統的平衡並不容易實現。這將增加每台機組啟動和平衡所需的時間。如果在架空安裝方式下有洩漏，必須在安裝於地板上的設備的上方進行修理，這將增加水落在地板甚至設備上（最糟的情況）的可能性。

在非常少的情況下會採用雙壁式管道系統來提供第二道密閉。它主要用於本地規範有要求或業主及設計工程師作出指定的情況下。雙密閉式管道系統有一個外管，它將內部輸送管完全封閉，以

密閉所有可能出現的洩漏，並可實現對此類洩漏的檢測。雙壁管道的規程和安裝要求使得這種方法極其昂貴，但比僅在管道下安置泄水盤要更為有效。圖 3 所示為雙壁管的側面圖和正面剖視圖。

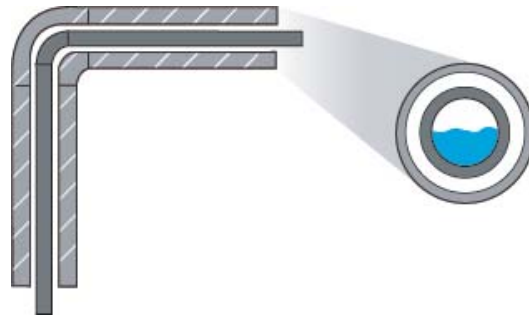


圖 3
雙壁管的剖視圖

軟管方法

採用軟管的管道技術的最新進展可以使冰水送入資料中心的效率大大提高，同時可顯著降低洩漏的可能性。這種管道所依據的技術已在歐洲的暖通空調（HVAC）系統管道中應用超過 30 年。該軟管是一種多層複合管，中間是一層鋁管，內外各有一層交聯聚乙烯。這樣可以使管道既有柔性，可以在資料中心內佈設，同時又具備保持就位的剛度。交聯聚乙烯（或稱 PEX）還可實現出色的腐蝕防護，其光滑的內壁及化學性質使之能夠抵禦硬質或軟質水的礦物質累積，消除了出現小孔的風險。¹

相比硬管可靠性更高

採用軟管使得系統的佈設在冰水源到每一 CRAC 之間無需使用彎頭及任何中間接頭。如果採用多台 CRAC，則集中分配系統可以與安裝在機房週邊或外部的主分配集管實現多條連接。主集管採用單獨的柔性無接頭供水和回水管可以提供對機房內每台空調機的單獨隔離、平衡和分支。這種方法用每條供水和回水管線僅 2 個接頭取代了資料中心內的所有中間接頭；其中一個接頭位於分配集管處，另一個位於 CRAC 處。傳統的硬管道系統在對每台空調機的每個供水和回水支路上有 10 至 20 個接頭，具體根據管道佈設情況確定，而軟管系統每條管線僅有 2 個接頭，可將洩漏的風險降至僅有硬管的 10% 或 20%。

通過取消一切中間管接件和閥門，以及比銅管或鋼管更低的導熱性，PEX 軟管還可以顯著降低資料中心發生冷凝的可能性。這是因為冷凝通常在難以進行有效隔離的管接件、接頭和閥門處出現。

集中式分配在配合軟管使用時可以大大減少冰水管道與 IT 設備在一起佈設以及佈設架空管道的問題。在機房的週邊安裝一套集中式水分配系統可以將所有平衡和隔離閥安裝在同一位置，由此縮短了對整個冰水系統進行平衡的時間。動態變化的資料中心可以從這種方式中得益，因為佈設軟管到新的位置即可實現空調機的重新佈置。在高密度應用中，未來如需加裝 CRAC，從主集管向新的空調機佈設一條管線即可，而無需改動冰水管道的其餘部分。

相比硬管方法的實際失效率改進是非常顯著的。以下文字引自一家此種管道系統的領先供應商的檔²。

“其在歐洲已應用 30 年，已鋪設超過 40 億英尺而無一例產品失效情況。其中僅在北美地區已鋪設 5 億英尺。管道的樣本自 1973 年以來一直承受高溫和高壓，而沒有任何性能降低的跡象。由 Wirsbo 和獨立機構所作的試驗均預測“Wirsbo PEX 管的系統壽命應可超過 100 年”

架空軟管安裝

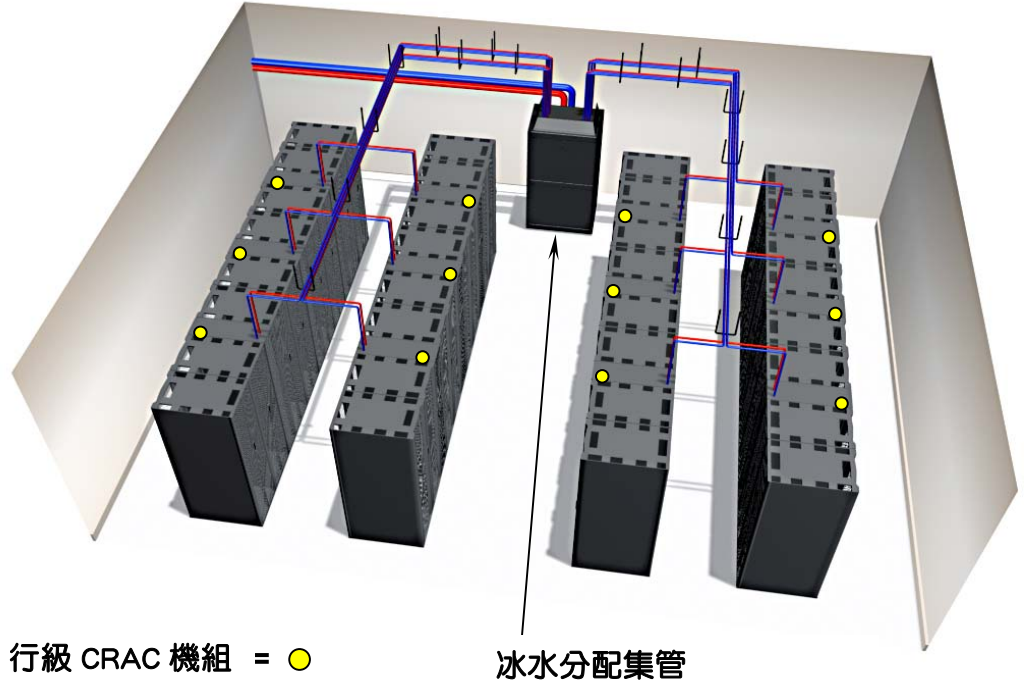
對於架空式應用，軟管穿經從分配集管到空調機的通道進行佈設，僅在經過任何電氣或 IT 設備時才需要使用滴液盤。在市場上也可購得對多條堆疊軟管進行引導的附件，由此可以最大程度減少用於管道佈設的上方空間。圖 4 示出了架空軟管的應用。

¹ Plastics Pipe Institute™ - High Temperature Division（塑膠管道學會™ - 高溫分會），“The Facts of Cross-Linked Polyethylene (PEX) Pipe Systems”（交聯聚乙烯（PEX）管道系統的實情），12/3/04

² Shelter Technology, http://www.sheltertech.com/wirsbo_pex_tubing.htm（2006 年 2 月 15 日訪問）。

軟管可以大幅降低多數採用架空管道的業主所憂慮的洩漏和冷凝的可能性。由於資料中心選擇架空佈線和行級或吊頂式製冷，對高架地板以及其相關開支的需求得以降低。

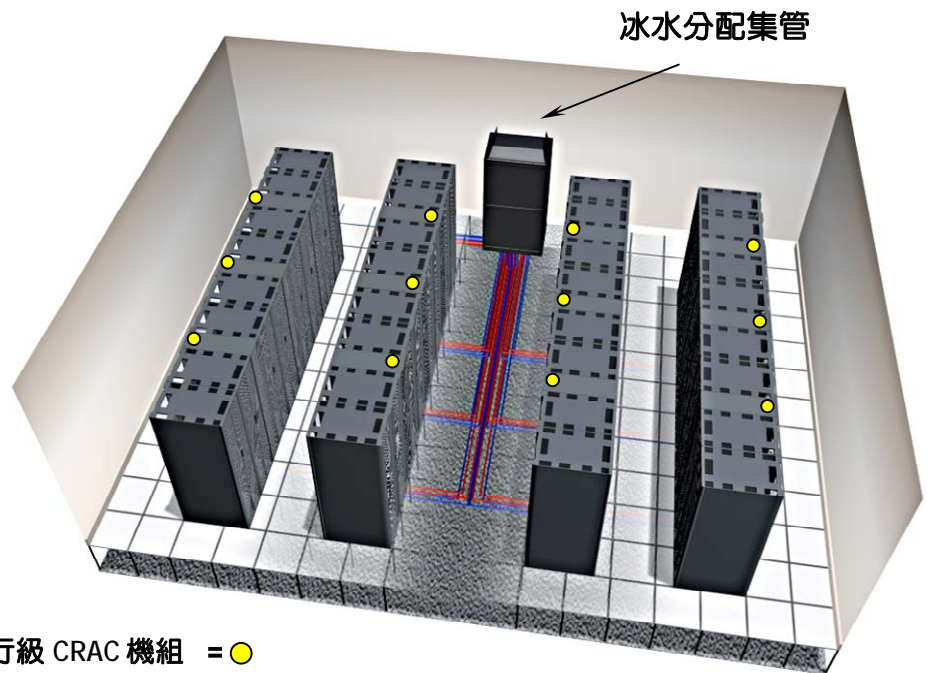
圖 4
採用架空軟管的資料中心的佈置圖



地板下軟管

在高架地板下方使用軟管具有可直接從分配集管向 CRAC 佈設管線的優勢。這樣可以憑藉與空調機的直管連接縮短管道距離。軟管可以佈設在高度僅有 30 釐米的地板下方，而由於它們通常只會在電源和 IT 線路上方與之交叉，對於通向空調機的直管線則無需泄水盤。這樣就比傳統的地板下硬管系統可以減少安裝成本和部署時間。圖 5 示出了地板下軟管的應用情況。

圖 5
具有通往不同空調機的支路的地板下軟管安裝方式



硬管與軟管之間的比較

以下各節將在機械性質、物理性質、靈活性、可用性、擁有權總成本（TCO）以及故障模式等各種屬性方面對硬管與軟管進行比較。

硬管和軟管的機械及物理性質

表 1 列出了用於冰水系統的軟管和硬管的主要機械及物理性質。

表 1

硬管和軟管的物理性質

| 物理性質 | 碳鋼 SCH 40 | "L"型硬銅管 | PEX 軟管 |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 每米管重（單位 kg，無水條件下標稱尺寸 2.54 cm 的管） | 2.49 | 0.975 | 0.324 |
| 每英尺管重（單位磅，無水條件下標稱尺寸 1"的管） | 1.67 | 0.655 | 0.218 |
| 額定溫度 | 最高 399°C（750°F） | 最高 204°C（400°F） | 最高 93°C（200°F） |
| 額定內部工作壓力（MPa） | 38°C 下為 19.7 MPa 93°C 下為 19.7 MPa | 38°C 下為 3.41 MPa 93°C 下為 2.79 MPa | 23°C 下為 1.38 MPa 93°C 下為 0.689 MPa |
| 額定內部工作壓力（psi） | 100°F 下為 2857 psi 200°F 下為 2857 psi | 100°F 下為 494 psi 200°F 下為 404 psi | 73°F 下為 200 psi 200°F 下為 100 psi |
| 管接件類型電 | 焊、銅焊、凹槽 或螺紋式管接件 | 錫焊、銅焊、凹槽 或螺紋式管接件 | 多壓力螺紋 或壓合式管接件 |
| 尺寸範圍 | 3.2 至 660 mm (1/8"至 26") | 6.4 至 305 mm (1/4"至 12") | 北美為 12.7 至 5.08 mm (1/2"至 2") 歐洲為 12.7 至 609 mm ³ (1/2"至 24") |
| 端接 | 電焊、銅焊或螺紋式 | 錫焊、銅焊或螺紋式 | 多壓力螺紋或壓合式 |
| 耐腐蝕性 | 有限，取決於環境的相對 濕度和水的 PH 值 | 很好 | 極好 |
| 導熱性 | 高 | 高 | 中到低 |

³ Shelter Technology, "PEX Piping for Plumbing" 發表於第 40 屆 ASPE 會議, 2004 年 10 月, http://www.plasticpipe.org/media/PEX_ASPE_2004.pdf#search=wirsbo%20pex%20pipe%20sizes (訪問於 2010 年 3 月 4 日)

硬管和軟管的靈活性和可用性

刀鋒式伺服器等新技術正在導致 IT 負載大大超出製冷系統的額定容量，需要在資料中心內加裝製冷設備。

硬管無法提供未來擴充的靈活性。為保持現有空調機運行，通常會從冷卻器向附加的機組分支出一條新的管線。其安裝成本很高，部署時間也長，原因在於在已有冷卻水系統的樓宇內佈設管道很困難，在現有資料中心內對新的管接件進行銅焊或螺紋連接也很困難。即使僅需對空調機進行重新佈置，也必須從分支集管向新的位置佈設一條新的硬管線，這又將涉及多個銅焊或螺紋式管接件。

軟管可以實現設備加裝或重新佈置的靈活性和可用性。安裝軟管時從分配集管到 CRAC 位置無需管接件或銅焊接頭。由於平衡和隔離閥安裝在集管內，且從冰水機到集管的主管道已經安裝，因此無需現有冰水系統停機，由於管道安裝簡單，部署時間也得以縮短。

從冰水機到資料中心的主供水或回水硬管的失效或洩漏將要求所有空調機停機，以修理故障，修理可能需要幾小時到幾天的時間。如果採用分配集管也將會有同樣的影響，因為從冰水機到集管之間也採用硬管。如果在該管上出現故障，引自集管的所有 CRAC 管道也將需要停機，直到故障修理完畢。如果在引自主管的分支管道上有一個硬管系統發生洩漏或失效，則只有分支自該管的空調機會在管線被隔離進行修理時失去冰水供應。修理硬管系統需要隔離並斷開所有與該管相連的 CRAC 的製冷，且通常在洩漏點處要更換洩漏的元件，或者再次對管接件進行銅焊。

在採用軟管時，如果從分配集管到空調機之間出現洩漏，則只有一台空調機需要停機修理，而無需中斷其他任何空調機的製冷。如果在分配集管管接件或 CRAC 管接件處出現洩漏，則須更換管接件。然而，如果洩漏出現在軟管管路本身，則修理就意味著必須更換整條軟管。更換新管的方法是在集中分配系統和空調機處對管路進行隔離，僅中斷該台 CRAC 的製冷，而不中斷其他任何空調機的製冷。

硬管和軟管的擁有權總成本

採用軟管和集中分配集管相比銅焊式管道系統可以降低擁有權總成本。一個安裝新型製冷系統的 200 kW 資料中心如果採用軟管和集中分配集管，將可實現至少 40% 的部署速度提升，以及約 20% 的安裝成本縮減。這種安裝成本的縮減原因是其不需要額外的人工來對中間管接件進行銅焊以及安裝中間閥門，另外也來自於冰水系統所需平衡時間的縮短。

在現有的資料中心內，從分配集管使用軟管加裝一台空調機可以比傳統的銅焊式管道系統節省至少 50% 的安裝成本和 60% 的部署時間。

採用軟管的冰水系統的維護也更為簡便和快捷，因為對所有閥門的檢查是在一個地點集中進行，而在地板下方的安裝方式中，這些閥門位於資料中心的不同區域。

在高架地板僅用於佈設冰水管的資料中心內，如果採用架空式管道系統而取消高架地板，則可進一步降低設施的投資成本。表 2 就資料中心使用者認為對冰水管道系統最重要的因素對硬管和軟管進行了比較。

表 2
硬管與軟管的比較

| | 硬管 | 軟管 |
|-----------------|--|--|
| 靈活性 | 由於需要多處銅焊接頭，部署速度慢。 在高架地板下或天花板上方均不容易實現系統的平衡。 無可擴充性或重新佈置需要統一工程設計，以及其它機組的停機。 | 使部署速度提高 40%。 供水系統的平衡在一個集中的易操作的地方進行。 具有可伸縮性，允許移動、添加、改動以及未來的擴充，而不需要影響其他機組。 |
| 可用性 | 每一管接件和接頭處均有洩漏的可能性，會降低可靠性。 | 消除了中間接頭，顯著降低了洩漏可能性，由此提高了可靠性。 |
| MTTR | 如果在主管上出現洩漏，修理可能需要幾小時到數天時間，具體取決於洩漏情況。 如果在資料中心內的分配支路上出現洩漏，修理可能需要數小時，導致若干機組停機。 | 如果從冰水機到集中分配集管間出現洩漏，修理可能需要幾小時到數天時間，具體取決於洩漏情況。 如果在資料中心內的軟管支路上出現洩漏，則可以佈設新的軟管，修理可能需要數小時，僅使一台機組停機。 |
| 安裝 | 安裝成本較高。系統平衡需要更多的時間，會增加啟動的成本。 採用銅焊、螺紋或機械式接頭和管接件，且需要中間隔離和平衡閥。 | 安裝成本較低。通過採用集中分配系統，系統啟動和平衡的複雜性較低。 無需銅焊接頭、中間管接件或閥門。 |
| 轉彎半徑 | 使用彎頭管接件可實現較小的轉彎半徑。 | 最小彎曲半徑是管道外徑的 5 至 7 倍。 |
| 可維護性 | 目視檢查每一接頭和閥門有無洩漏，目視檢查管接件和閥門處有無冷凝水，以及目視檢查腐蝕點。對水和乙二醇濃度進行測量和驗證。 | 在集中分配集管處目視檢查閥門有無洩漏和冷凝水生成所花時間較少（所有閥門處於同一位置）。對水和乙二醇濃度進行測量和驗證，例行維護 |
| 壓降 | 轉彎處採用彎頭以及礦物質的累積會導致額外的壓降 | 光滑的內壁和無管接件、較大的轉彎半徑可以降低典型管道佈設方式的壓降 |
| 空白空間 | 管道在地板下或架空佈置，管道系統不佔用任何空白空間 | 機房內的集中分配集管需要空白空間。 |
| 距離 | 採用硬管可以實現較長的管道距離，因為若干根管件可以通過管接件連接。 | 從分配集管到空調機的推薦最大距離為 46 m (150 ft)，原因是較長的距離會使安裝工作更為複雜。 |
| 前期成本 (安裝和材料) | 硬管成本較低，但總體安裝成本較高，原因是需要增加銅焊和攻絲的人工成本，而且系統平衡需要更長的時間，會提高啟動成本。 | PEX 管成本較高，但總體安裝成本可能較低，原因是無需銅焊或螺紋管接件，且採用集中分配系統使系統啟動和平衡的複雜性降低。 |
| 管道佈置 | 可以安裝在室外或暴露於陽光下的地方。 | PEX 不能存放或安裝於直接或間接暴露於陽光下的地方。 |

注：藍色陰影部分表示該特性的最佳性能

硬管和軟管的失效模式比較

根據管道的位置、安裝類型以及所用的管道連接方法，冰水系統可能會遇到不同的失效模式。表 3 歸納了每類管道的可能的失效模式，並以藍色示出最佳性能。

表 3

硬管和軟管的失效模式比較

| | 硬管 | 軟管 |
|---------------|---|--|
| 小孔 | 不太容易因尖銳物體的戳刺造成洩漏。 | 較容易因尖銳物體的戳刺造成洩漏。 |
| 單點失效 | 一個分支管的失效會導致連至該支路的所有 CRAC 的製冷缺失。 | 一條管路的失效只會導致一台 CRAC 的製冷缺失。 |
| 接頭洩漏 | 管道中的多個接頭和管接件會增加洩漏的可能性，原因是可能的電化腐蝕、螺紋密封劑因長時間而失效、螺紋加工品質差、凹槽連接中墊圈劣化變質或螺紋管接件品質差。 | 接頭數量減少 - 每條管線、每台 CRAC 僅 2 個。用多壓力螺紋管接件對 PEX-AL-PEX 管進行壓接，形成比螺紋或襯墊式管接件更強的連接。 |
| 地震/振動 | 振動或地震會導致接頭和管接件處洩漏。 | 在振動或地震條件下不太可能發生斷裂或洩漏。 |
| 踩踏 | 可能使銅焊或螺紋管接件破壞，造成洩漏。 | 由於管道的柔性，不太可能發生破壞。 |
| 對資料中心內冷凝滴水的隔離 | 冷凝可能性較高，原因是難以對多個閥門、濾網和管接件進行隔離。遺留的未被隔離的小的裂縫或空間可能導致冷凝。 | 冷凝可能性較低，原因是消除了分配系統與 CRAC 之間的中間閥門或管接件。 |
| 磨損 / 切割 | 可抵禦外部磨損或切割 | 對外部磨損抵抗力較低。切割可能破壞 PEX 管的外層。 |
| 小孔和礦物質累積 | 如果水沒有定期處理，容易因礦物質累積而出現小孔和洩漏。 | 對礦物質累積有非常高的耐受力，原因是其光滑的內壁及化學性質。 |

注：藍色陰影部分表示該特性的最佳性能

結論

雖然硬管在冰水系統中已作為傳統解決方案被應用，但採用集中分配集管、向每台空調機通以單獨軟管的方式卻可以顯著提高系統的可靠性，原因是洩漏的可能性被大大降低。而且如果故障出在一條支路中，軟管系統的故障僅需對一台 CRAC 進行隔離，其他機組可以繼續對負載製冷，而硬管系統的故障則可能需要隔離多台 CRAC，可能因沒有足夠的製冷來支援負載而危害資料中心的可用性。

軟管系統也使資料中心內對水問題的關注得以緩解，原因有以下三點：

1. 由於大幅縮減接頭，總體管道系統故障率被大大降低
2. 主管本身的基本可靠性更高
3. 由於沒有需要隔離的中間管接件或閥門，而這些又是冷卻水系統中形成冷凝的主要地方，發生冷凝的可能性得以降低

軟管是實現硬質地板資料中心安裝和行級及機櫃級高密度製冷系統的關鍵技術。向更高密度和硬質地板安裝的發展趨勢將很自然地導致下一代資料中心中軟管使用量的快速增長。



關於作者

John Niemann 是施耐德電機資訊科技事業部負責行級和機櫃級製冷產品的產品線經理，負責這些產品線的規劃、支援和市場行銷。John 自 2004 年起領導 APC InRow 全線製冷產品的產品管理。他在暖通空調領域有 12 年的經驗。其職業生涯起始於商業和工業暖通空調市場，在這些領域他專注於定制化的空氣處理和製冷系統，其專業能力集中於關鍵環境的能源回收和篩選。他在暖通空調領域的經驗涉及應用工程、開發、產品管理以及技術銷售。John 是美國採暖製冷與空調工程師學會（ASHRAE）和綠色網格組織（The Green Grid）的會員，並獲得美國密蘇里州聖路易市華盛頓大學（Washington University）的機械工程學位。

鳴謝

感謝 Isabel Rochow 為本白皮書初版編寫所做的工作。



點擊圖示打開相應
參考資源連結



資料中心行級和機櫃級製冷架構的優勢
第 130 號白皮書



流覽所有 白皮書
whitepapers.apc.com



流覽所有 TradeOff Tools™ 權衡工具
tools.apc.com



聯繫我們

關於本白皮書內容的回饋和建議請聯繫：

資料中心科研中心
DCSC@Schneider-Electric.com

如果您是我們的客戶並對資料中心專案有任何疑問：

請與您的 施耐德電機銷售代表聯繫