

重新考察高架地板对于数据中心的适用性

第 19 号白皮书

版本 2

作者 Neil Rasmussen

> 摘要

本文对在数据中心环境中开发与使用高架地板的缘由进行了考察。需要使用高架地板的必要因素不再存在，以及伴随高架地板使用所出现的一些问题，都表明在许多环境中，高架地板已不再是合理或理想之选。

目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
高架地板的各项功能	2
使用高架地板带来的问题	4
淘汰高架地板所存在的障碍	6
不采用高架地板的设计	6
结论	8
资源	9

简介

高架地板普遍应用于数据中心环境中。事实上，数据中心的一个常见定义便是具有高架地板的机房空间。

高架地板的基本理念与工艺技术成型于上世纪六十年代，1983年的“联邦信息处理标准 94”对其进行了详细说明。40年来，高架地板的基本设计的模块一直没有太大变化。

但在电信业中，高架地板却从未普及。随着电信业与IT业的不断交叉与渗透，有关是否应采用高架地板的争论逐渐浮出水面。近来，越来越多的待建IT数据中心都不再使用高架地板。通过考察高架地板的发展历史，我们可窥见这一趋势。

高架地板的各项功能

高架地板是作为一个整体系统开发并实施的，它可提供以下各项功能：

- 静压箱冷空气分配系统
- 数据线传输、跟踪、铺设场所
- 电源线管路铺设
- 接地铜网铺设，用于设备接地
- 铺设冷冻水或其它同类管道

为了更好地了解高架地板的演化过程，下面将对以上功能逐一进行分析，探究使高架地板应运而生的最初需求。此外，了解最初需求如何随着时间的推移而逐渐发生变化。下面针对各项功能将最初的需求与现在的需求进行了对比。

静压室冷空气分配系统

表 1

冷空气分配需求

最初的需求	现在的需求
<p>冷却空气必须靠近设备进气口。</p> <p>在数据中心的生命周期中，冷却需求不会发生显著变化。</p> <p>多台空调设备为系统送风，以提供容错功能。</p>	<p>冷却空气必须靠近设备进气口。</p> <p>新的IT设备可已达到每台机柜 25 kW 以上，需要 4 倍于高架地板所能提供的风量，需要地板下 1M 深的通畅空间来支持高密度。</p> <p>由于设备频繁地移入移出，在数据中心的生命周期中，制冷需求不断发生变化。</p> <p>多台空调设备为系统送风，以提供容错功能。</p> <p>新型的、支持高密度、高效率的空调接近 IT 机柜安装而无需高架地板送风</p>

高架地板可以满足最初的需求，并且由于能够改变与移动通风口，因此现在也适合这一需求。但是，传统高架地板的高度不足，因此很多新的空调设计方案就直接抛弃高架地板这一送风方式。

数据线传输、跟踪、铺设

表 2

数据线布线需求

最初的需求	现在的需求
<p>大量多芯铜数据线在各个机柜之间进行连接。</p> <p>缆线应尽可能短，以确保正常运行。</p> <p>缆线需要隐藏起来。</p> <p>在数据中心的生命周期中，缆线不会发生变化。</p>	<p>细光纤和铜质网络线。</p> <p>在数据中心的生命周期中，缆线不断发生变化。</p> <p>缆线应便于操作。</p>

对于最初的需求，高架地板是唯一一种实用的方式。但由于对数据线的操作极不方便，很难再适应今天的需求。正是出于这一原因，时下大多数使用高架地板的数据中心都将一部分数据线或全部数据线过顶敷设。

电源线管路

表 3

供电线布线需求

最初的需求	现在的需求
<p>IT 设备采用专用电路，布线极其繁琐。</p> <p>在数据中心的生命周期中，电路不会发生变化。</p>	<p>IT 设备都采用标准插座。</p> <p>每平方米内不同 IT 设备的数量越来越多。</p> <p>IT 设备每两年就要更新换代。</p> <p>在数据中心的生命周期中，分支电路不断发生变化。</p>

对于最初的需求，高架地板是唯一一种实用的方式。但由于对数据线的操作极不方便，很难再适应今天的需求。正是出于这一原因，时下大多数使用高架地板的数据中心都将一部分数据线或全部数据线过顶敷设。

铺设接地铜网，用于设备接地

表 4

接地需求

最初的需求	现在的需求
<p>为保证直接耦合的数据信号的完整性，硬接地在互连设备之间的压差必须小于 0.1V，以确保设备运行正常和防止设备受到损坏。</p>	<p>铜质网络线所传输的电流与变压器隔离，可承受高达 1000V 的接地转移干扰，常规互连距离可超过 50 米。</p> <p>光纤网络线完全不受接地转移的干扰。</p>

事实上，接地铜网在今天已几乎无用武之地。机柜之间的接地连接以及分支回路配电盘的接地即可满足现在的需求。

铺设冷冻水或其它同类管道

表 5

冷冻水管道铺设需求

最初的需求	现在的需求
某些 IT 设备需求采用直接冷冻水管道进行冷却。	IT 设备不需求采用直接冷冻水管道进行冷却。然而新的行级和机柜级空调确实要求冷冻水或制冷剂管路。这些管路要么在地板下敷设，或者在有些设计方案中过顶敷设。

高架地板是唯一一种可将冷冻水管道接到 IT 设备的有效途径。制冷剂和冷冻水管路并不一定要求地板下或者过顶敷设。如果选择地板下敷设，那么就需要高架地板，但是也仅仅需要最多 0.4 米（16 英寸）深。新的过顶敷设无缝管路技术就是摒弃高架地板的替代方式。

使用高架地板带来的问题

以上分析表明，高架地板的确是能满足早期数据中心需求的一种既有效又实用的方式。但也很显然，最初使得高架地板必不可少的众多需求已不复存在。实际上，数据中心的需求已经发生了重大变化。因此，我们需要重新考察高架地板所带来的问题。

地震

使用高架地板给确保或确定数据中心的抗震等级带来了较大的难度。位于地板框架上的支撑装置会削弱设备的抗震稳定性。由于每个安装环境的情况都不同，因此要测试或检验安装环境的抗震等级几乎是不可能的。如果安装环境需求具备一定的抗震性能，则这将是一个比较严重的问题。

在 1995 年日本神户及周边地区发生的大规模地震中，该地区的各个数据中心遭到了前所未有的破坏。许多本应在数小时或数天内恢复运作的数据中心居然长达数月无法投入使用，因为许多原认为具备一定抗震等级的高架地板系统严重变形，甚至导致地板支架戳穿了 IT 设备。损坏的设备需要进行抢救和维修或更换，不仅耗时而且费力。

在 2001 年的美国世贸大楼坍塌过程中，附近的很多数据中心本应经受得住这场灾难的袭击，但由于建筑物遭受撞击而导致高架地板系统变形和坍塌，使得这些数据中心受到严重损害并长时间处于瘫痪状态。

以神户附近数据中心的平均停机时间达 5 个星期为例，这大约相当于 50,000 分钟，而要实现 5 个 9（即 99.999%）的可靠性，每年的停机时间只能有 5 分钟。相比之下，比设计值足足差了 10,000 倍。假设地震导致的停机时间占预计使用时间的 10%，则除非这种级别的地震每 100,000 年发生一次，神户附近数据中心的可靠性才能达到 5 个 9，而这种假设几乎是“天方夜谭”。

在地震多发地区，如果使用高架地板，则期望可靠性能达到 5 个 9 根本就是痴心妄想。即便有这种意图，在实际应用中也无法得以实现。这就是电话中心局不使用高架地板的原因之一。这也正是高架地板不再成为高可靠性数据中心的明智之选的最主要原因。

缆线的操作

在当今的数据中心中，设备使用年限大约为两年，这使得数据线和电源线几乎总在不断地发生变化。如果将缆线放置在高架地板下面，则对缆线的操作会非常麻烦，一旦缆线的需求发生变化，则不仅效率低，同时成本也高。

地板的承重

一般而言，设备机柜可承受重达 907 公斤（2000 磅）的重量，而且可能需要转动以挪动位置。另外，数据中心还需要用来移动和固定这些设备的装置。如果采用高架地板，则可能需要进行特殊的加固，而且在某些环境中，加固会受到过道的限制。要确保地板的载荷不超过上限，需要花费大量的资金并进行细致的规划。

只有在铺设好全部地板砖之后，高架地板才能达到承受全部载荷的状态。地板的抗挠强度（侧面）取决于地板砖的铺设情况。不过，如果数据中心需要频繁地变动或维护缆线，则经常需要拆卸一些地板砖甚至整排地板砖。这种情况会造成高架地板的意外严重不稳定而散架坍塌。

净高度

在某些数据中心备选地点，安装高架地板后会导致室内净高度不符合相关规定。净高度问题会限制对数据中心位置的选择。在日本，通常的做法是将天花板上移以弥补高架地板占据的空间，从而可获得所需的净高度。

电线管

缆线在高架地板下通行时，应符合一些特殊的消防规定。在有关法规中，高架地板相当于一个“通风室”。由于空气频繁流动，因而消防法规将通风室中的失火视为一种特殊的不安全隐患。因此，高架地板下的缆线必须采用防火电线管进行敷设，电线管材料主要是金属管，也可以是其它特殊的防火聚合物。其结果是，安装这种电线管不仅操作复杂而且成本较高，如果运营中的数据中心需要改变电线管，将会格外地麻烦。

安防

早期高架地板下客观上为藏匿人或设备提供了空间。如果数据中心分割为多个小隔间，如托管机房，则可以通过高架地板进入隔离的区域。这也是许多托管机房不使用高架地板系统的原因。

配电系统

与高架地板刚刚萌生的那个时代相比，现代数据中心中每平方米内的分支电路数目要多得多。在大型机当道的时代，仅凭一个硬连线的大电流分支电路即可为一个占据 6 块地板或 2.2 平方米的机柜供电。今天，同样的面积可容纳两个机柜，而每个机柜都需求具备带 A、B 路输入的 240V 电路（功率为 12kW），总共有 12 个分支电路。分支电路的大幅增加，导致电线管的密度急剧上升，从而严重阻碍了地板下的空气流通。为了保障足够的空气流量，高架地板的高度将需要提高 1.2 米（4 英尺）。而高架地板高度的增加不仅会危及结构上的完整性，还影响到成本、地板载荷、抗震性等多个方面。

清洁

高架地板区域非常不便于进行清扫。由于清扫困难以及清洁工作所存在的意外风险，高架地板下方往往无人问津，灰尘、沙砾以及其它各种杂质日复一日，越积越多。这时如果将地板砖取下，地板下面的气流可能会发生气流变化，而将沙砾甚至其它物体吹入设备缝隙或人眼中。

安全性

打开的地板砖会给在数据中心走动的操作人员和参观人员带来一些意外危险。如果数据中心内高架地板的高度超过 1.2 米（4 英尺），则掉入打开的地板砖的位置下将会导致严重伤亡的概率大

大增加。在今天的数据中心中，设备需要频繁地移动，因而可能会超出地板的载荷，而导致地板塌陷。

成本

高架地板往往意味着较高的成本。其常见成本包括工程设计成本、材料成本、制作成本、安装成本、验收成本等，一般每平方米 215 美元（每平方英尺为 20 美元）。而且，数据中心最终可以利用的最大空间通常取决于高架地板，而与当前的、近期的需求甚至是需要使用此空间的实际最终需求无关。每平方米 215 美元的成本并不包括电源线和数据线成本。这笔成本很可观，应该只有在有实际需要时才进行支出。

淘汰高架地板所存在的障碍

虽然越来越多的数据中心已经摒弃了高架地板，而且效果也是显而易见的，但一些数据中心仍在沿用采用高架地板的设计。施耐德电气在对高架地板用户进行调查后，总结出了淘汰高架地板过程中所存在的以下几点障碍。

感性认识

高架地板是高可用性企业数据中心的一种象征。对于许多公司而言，在向其重要客户介绍本公司的设施时，数据中心占据着极其重要的地位。不具备高架地板的数据中心被认为是不完整、不完善或者质量没有达到最佳水平。其结果便是安装高架地板，以形成一个完美的形象。在某些情况下，安装的高架地板空间很小不能进行冷却、布线，事实上，除了装门面之外，这种高架地板根本不具备正常运行所需的功能。迄今为止，这一问题仍是淘汰高架地板最大的障碍。

冷却设计

数据中心设计人员和操作人员对高架地板的冷却设计所具备的灵活性给予了很高评价。在高架地板设计中，可以在一定的范围内移动通风口的位置，以获得合适的出风口温度，而采用高架通风管的管道系统要做到这点甚为困难。此外，高架地板的通风设计更为成熟，设计人员可以比较准确地预测系统性能。

配电系统

随着从少量大型 IT 设备向大量小型 IT 设备的变迁，与高架地板体系结构刚刚萌生的那个时代相比，现代数据中心中每平方米内的分支电路数目要多得多。部署这些分支电路需要更多的空间。如果不采用高架地板，则必须使用过顶设计来铺设这些电路。而敷设于天花板内的分支电路的安装、维护与管理要比地板下的分支电路更为困难。另一方面，在大多数典型数据中心中，机柜上方比地板下更容易操作。

不采用高架地板的设计

如果找不到切实可行的替代方案，就只能继续忍受高架地板的高成本与所存在的问题。幸运的是，还有多种设计方案可供我们选择。有关这些替代方案的完整论述，已经超出了本白皮书的范围。总之，如果不采用高架地板，则冷却方式大致可划分为三大类，下表简要进行了介绍。

表 6

不采用活动地板时的冷却方法

数据中心规模	冷却方法
小型数据中心/数据室 (< 1000 平方英尺) (< 93 平方米)	机柜、墙壁或天花板上安装空调装置，无管道系统。
中型数据中心 (1000 – 5000 平方英尺) (93-465 平方米)	传统设计方案：落地式 CRAC 系统，采用无管道及吊顶回风通风设计。 全新高密度、高效率设计方案：行级或机柜级制冷系统采用过顶的无缝冷冻水或制冷剂管路
大型数据中心 (> 5000 平方英尺) (> 465 平方米)	传统设计方案：落地式 CRAC 系统或屋顶安装空调装置，采用过顶通风管道与开放式天花板回风或吊顶回风相结合的设计。 全新高密度、高效率设计方案：行级或机柜级制冷系统采用过顶的无缝冷冻水或制冷剂管路

虽然以上方法都曾得到实际应用，但与高架地板的设计相比，其安装方面的设备和设计还不够成熟。因此，许多这类系统都只是在特定的场合应用。要使这类系统与高架地板方法具有同等的可预测性，工程设计公司和供应商必须掌握产品的种类和相关的知识。总的来说，在没有高架地板的环境中采用传统的方法实施制冷系统是很难加以预测的。

为了解决高密度、高效率和可预测性等问题所产生的压力已经促使基于行级和机柜级制冷方式的新的空调技术的产生。这些新的空调系统紧靠 IT 负载，或者集成在机柜内部，还可能过顶安装在机柜上方。由于这些方法能够同时满足高密度、高效率和可预测性，它们正不断地得到应用。这些新的制冷技术的一个共同的优点就是不需要高架地板。关于这些新技术的详细信息，请参见第 130 号白皮书《数据中心行级和机柜级制冷架构的优势》。

近来，过顶机柜配电系统取得了重大进展，相比地板下的配电系统而言，其成本更低。如果与新兴的过顶制冷方法相结合，可形成一种有效的替代方案，以弥补高架地板的种种缺陷。



资源链接

第 130 号白皮书

数据中心行级和机柜级制冷架构的优势

结论

诸多缘由使得高架地板面临被淘汰的命运。无论从经济角度还是从技术角度考察，高架地板都不具备不可或缺的条件，再加上它所存在的种种问题，表明该产品在某些情况下已不再适用，尤其对于小型数据中心。新近推出的一些解决方案已成功地解决了不采用高架地板所存在的技术障碍。然而，由于相当多的高架地板的设计方面的经验，地板下敷设管路和线缆的传统，再加上高架地板象征着数据中心这一传统观念的影响，部分数据中心在短期内仍可能继续使用高架地板。



关于作者

Neil Rasmussen 是施耐德电气旗下 IT 事业部—APC 的高级创新副总裁。他负责为全球最大的用于关键网络设备（电源、制冷和机柜等基础设施）科技方面的研发预算提供决策指导。

Neil 拥有与高密度数据中心电源和制冷基础设施相关的 19 项专利，并且出版了电源和制冷系统方面的 50 多份白皮书，其中大多白皮书均以 10 几种语言印刷出版。近期出版的白皮书所关注的重点是如何提高能效。他是全球高效数据中心领域闻名遐迩的专家。Neil 目前正投身于推动高效、高密度、可扩展数据中心解决方案专项领域的发展，同时还担任 APC 英飞系统的首席设计师。

1981 年创建 APC 前，Neil 在麻省理工学院获得学士和硕士学位，并完成关于 200MW 电源托克马克聚变反应堆的论文。1979 年至 1981 年，他就职于麻省理工学院林肯实验室，从事飞轮能量储备系统和太阳能电力系统方面的研究。



点击图标打开相应
参考资源链接



数据中心行级和机柜级制冷架构的优势

第 130 号白皮书



浏览所有 白皮书

whitepapers.apc.com



浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具

tools.apc.com



联系我们

关于本白皮书内容的反馈和建议请联系：

数据中心科研中心

DCSC@Schneider-Electric.com

如果您是我们的客户并对数据中心项目有任何疑问：

请与您的 **施耐德电气** 销售代表联系