



关于模块化数据中心发展的思考

胡 燕

(中国电信股份有限公司上海分公司 上海 200120)

摘 要:分析了模块化数据中心的发展背景及传统数据中心面临的主要问题,描述了模块化数据中心的关键技术,并在此基础上,提出了推广模块化数据中心的举措与建议。

关键词:模块化数据中心;模块化 UPS;智能监控;封闭冷通道

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.05.023

Reflections on the Development of Modular Data Center

Hu Yan

(Shanghai Branch of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: The development background of modular data center, and the main problems of the traditional data center were firstly analyzed. Then the key technology of modular data center was described. Finally, the promotion suggestions of modular data center were put forward.

Key words: modular data center, modular UPS, intelligent monitoring, closed cooling channel

1 引言

模块化数据中心是一种新兴的数据中心建设模式,将整个数据中心分为若干个独立区域,各区域的规模、功率负载、配置等均按照统一标准进行设计,随着业务需求的变化,不断增加独立模块,从而实现快速建设。

伴随全球超大型 IT 数据中心的出现,模块化数据中心的建设理念在微软芝加哥数据中心、谷歌比利时数据中心、Facebook 俄勒冈州数据中心得以具体实践,有效地降低了数据中心的建设周期及运营成本。

从技术发展看,数据中心基础设施的关键设备逐步趋向模块化与小型化,尤其是精密空调 CRAC (computer room air conditioning) 和 UPS (uninterruptible power system, 不间断电源系统) 技术,完全可集成到机柜中,从而在技术上为实现真正完全独立的模块化数据中心提供了可能。

2 传统数据中心面临的主要问题

对于传统的数据中心,模块化的特征并不明显,仅在物理基础架构上将空调、UPS、机柜进行组合配置,而且需要共用架空地板下的空间,共用 UPS,因此在兼容性、扩展性及建设周期等方面存在诸多问题,主要表现为以下 3 个方面。

2.1 空调系统

传统数据中心的气流组织设计采用地板下送风的方案,机柜采用冷热通道摆放设计,以形成合理的气流组织路径,从而可以大大提高整个机房的气流循环效率,有效减少热死点出现。该方案工程初期投资较低,噪音较小,整个机房的美观性较好。

但随着云计算、高热密度的发展,单机柜发热量不断增大,为了提高出风量,必须不断提高地板下静压,因此地板高度需要抬升。而空气也是一种流体,其本身存在黏度,

当地板下的气流增大到一定量之后,表征其黏度的无量纲数——雷诺数会超过某一限值,因此其气流紊流会呈几何性增大,此时地板下送风方案的效率会大大下降。

在功率密度为 10 kW/机柜的送风制冷实验中,为了有效带走热量,每台机柜需要 1 600~1 800 m³/h 风量(进出风温差为 15℃),而远程的地板下送风空调则需要达到 2 900~3 000 m³/h 风量,此时风机系统能量损失高达 40%。这些能量损失又会引起自身的冷量消耗,从而使效率进一步下降。在数据中心机房中,由于机组数量较多,风机系统能耗能达到上百千瓦,而风机系统是 24 h 全年不停歇运转的,因此一年中无谓的能量消耗会达到几十万千瓦·时,在 15 年的机组设计寿命内则会多耗能上百万千瓦·时,而且由于其从地板下送风供冷,机柜中下方的服务器得到的冷量较多,而上部的服务器容易运行在高温环境,从而发生故障。这种设计方案只适合单机柜发热量不超过 5 kW 的应用场景。当机柜发热量继续增大时,除了需要加大地板的架空高度和机柜间的间距外,整个制冷系统的效率也会显著下降。

2.2 UPS

在机房建成初期,传统的 UPS 设计往往出现由于系统容量配置过大而处于低负载率情况,低载运行则导致 UPS 效率低下。而如果 UPS 配置容量过小,又不能满足业务发展的需求,将导致后期扩容困难,尤其当前 IT 需求正处于上升期,数据中心业务发展增速飞快,但又具有不确定性,故在 UPS 方面重复建设和投资的浪费较大。另外单独建设 UPS 房、电池房,并设置相应的空调制冷,也是一笔不小的投资。

因此,UPS 建设需求逐渐向模块化、可热插拔的方向发展,在中小型数据中心中,尤其成为首选的解决方案。模块化的 UPS 产品,尺寸和标准服务器机架一致,可放在机柜行间,又集成了多路智能配电,可满足单个模块内的供电、监控电量等需求。目前市场上主流的模块化 UPS,不但可灵活扩容,而且效率高达 95%,在低负载率情况下,节能更加显著,真正实现了 UPS 的高效性、节能性和可靠性。

2.3 机柜系统

传统机柜系统的设计只关注其承重、供电性能,而忽略了其他机柜应该具有的性能,如通孔率、接地、美观、线缆管理、能耗管理等。

为了提高制冷效率,机柜的通孔率要求尽可能高,以减小气流阻碍作用,提高散热能力,从空调系统利用上来说,机柜系统有更高的设计和工艺要求。

机柜接地也是非常值得注意却容易被忽略的问题,机

房由于发热量很大,靠近服务器的机柜区域温度较高,其相对湿度较低,从而可能会形成较高的静电电压,如果不能通过有效途径接地,会造成静电危险。因此现在的机柜必须配置接地线缆或者接地铜排。

在中小型数据中心中,往往不会配置完备的监控设备。要实现机柜内的供电管理,可通过在机柜内配备智能的 PDU(power distribution unit,电源分配单元)实现。对机柜内的各路配电进行监控,获知机柜负载的分配平衡度,预知过热机柜、过载点,并可实施远程关控设备。这也是智能机柜需要具备的功能。

对于机柜的兼容性,机柜不但需要考虑自身的兼容性,还需要考虑诸如并柜、封闭冷通道、行间空调等的外观、尺寸匹配问题,这对厂商的要求非常高,只有熟悉数据中心基础设施全产品的供应商,才能从全局出发,设计出对各个系统的兼容性都很高的产品。

3 模块化数据中心实施的关键技术

模块化数据中心主要包括采用模块化设计的四大部分:不间断电源系统、制冷系统、机架和远程监测系统,通过简单的接口将相关模块进行组合,从而形成一个完整的数据中心。无论是电信运营商还是互联网企业,都可以按照自己的需求定制模块化数据中心,并可伴随业务发展需求,逐步扩张数据中心规模,以应对更多的 IT 需求。这意味着企业可以在未来拥有数倍计算能力,而不会对现有数据中心的功能或者设计带来任何影响。

相对于传统的数据中心,模块化数据中心使用如下关键技术。

(1) 统一的基础架构设计

模块化数据中心的构思精巧,但在实施过程中会遇到很多意想不到的问题,如各个部件的尺寸不完全协调一致、各部件的供配电需求不能匹配、颜色无法协调一致、走线孔未预留充足等,因此要避免多种产品拼接的模块化数据中心出现漏风、配电不足、颜色参差不齐、无处走线等尴尬问题,需要厂商具有多产品线统一开发、统一销售、统一安装、统一调试、统一服务的能力,从而为用户提供模块化数据中心基础架构的完美解决方案。

(2) 封闭冷通道

封闭冷通道可有效规范气流组织,减少对整个房间的无谓制冷,从而降低对建筑热负荷的制冷压力;同时可有效隔绝冷热风交叉混合,提高空调回风温度,从而提高其



蒸发器温度,进而提高制冷效率。经测试,采用封闭冷通道解决方案可节约机房4%的耗电量。在封闭冷通道这件貌似技术含量不高的产品上,实际有很多工艺方面的要求,真正实现细节上的大成,无论是材料的隔热性、强度、顶板透光率,还是走线孔的设计、缝隙的保密性,都需要十分到位。

(3)定制化的电池机架

定制化的电池机架主要配合模块化UPS使用,为模块化UPS提供更长时延、后备时间的选择,承重能力强、外观协调、安装维护简便,可实现电池的模块化安装及电池监控。

(4)模块化UPS

安装在标准机柜中的模块化UPS,其功率单模块可随负载增减实现热插拔,并可大幅度减少UPS的占用空间及共用制冷需求,大大降低传统UPS需求的占地面积及额外的空调能耗。

(5)环境控制系统

通常选用精密空调对数据中心的每个模块进行环境调节,确保服务器等IT设备的运行环境。对于发热量大的服务器等IT设备,通常选用高通孔率(一般大于70%)网孔门的机柜,以提高机柜进出风量;将机柜面对面、背对背布置,在机房内形成冷热隔离的风道,以提高制冷效率。在某些功率密度特别高的场合(发热量超过5kW/机柜),往往容易产生局部热点,形成故障隐患。为消除局部热点,需要采用相应的高热密度解决方案,如在局部热点发生处加装制冷终端,加强局部制冷能力;也可将特高功率密度设备放置在封闭机柜内,通过机柜内制冷循环,实现高效率制冷散热。

(6)智能监控系统

监控系统是机房安全运行的重要保障,智能监控系统可对数据中心模块内的配电、环境、安防、消防等设备进行全方位监控,完成对设备数据的采集、分析、告警、展示甚至自动控制。由于云计算的高热密度、虚拟化需求,可变冷量、UPS模块休眠等功能需要更高效的控制,因此模块内的制冷控制、电能分析成为模块化运营的关键点。

另一方面,为了适应模块化数据中心快速建设、快速复制的特点,监控系统方案也需要能够快速建设,并且以模块为单位独立运转,互不影响。

4 推广模块化数据中心的举措与建议

(1)产品的标准化和系列化

工业革命成功的最重要因素,就是将生产流水制度、标准化部件制度推广开来,从而大大提高了生产效率,开

创了人类新的高峰。在当今社会,不管是企业管理还是生产、建设等环节,都要求实现标准化、规范化,而传统数据中心建设由于对现场的设计施工依赖度高,建设周期缓慢、建设难度大,建设效果无法预期,后期扩容无法适应。

因此,需要进一步完善模块化数据中心的系列标准,并形成相应的系列产品,根据客户的IT需求、建筑空间,为客户提供模块化的建设方案,保证数据中心的高可靠性、灵活性、可维护性及高效节能,并能够最大化地提高交付速度。

(2)设计的前瞻性和可复制性

模块化数据中心的设计必须具有一定的前瞻性,充分考虑企业数据中心长期发展的影响因素,并兼顾机械和电气系统等,避免造成数据中心运营管理的不可控。

为了实现真正的分批建设,模块化数据中心的设计方案应该是可复制的,而且不单是方案上的复制,还可以延展到采购流程、安装流程、维护流程等,既可以减少用户的初期投资,也便于后续数据中心的运营管理。

(3)方案的灵活简便性及整体性

模块化数据中心之所以能够实现快速建设,空调系统的革命性设计起了主导作用。传统的数据中心采用静压箱送风,需要专业的设计单位根据建筑结构进行相应的设计,再经过和各个厂商的研讨及分析,设计周期往往需要3个月甚至半年以上,时间浪费严重,超大型的数据中心甚至需要1年以上,后期的安装需要配合土建、装修等系统,协调、互相配合等工作也需要浪费大量的时间,这在IT系统每3年运算速度翻新一倍的高速时代,建设完成时数据中心的指标可能已经落伍了,经济效果严重滞后。

模块化数据中心设立以机柜为中心的行间制冷系统,缩短了气流组织路径,取消了对静压箱、风管的依赖,减少了工程量,从而可直接减少甚至取消设计环节,由用户到厂商直接获取端到端服务,从而大大缩短建设周期;同时由于是同一厂商提供整体解决方案,其工程安装、后期服务都可实现最大化的提速。

(4)运行的安全性及高效化

传统的数据中心空调系统采用静压箱设计,气流循环路径长达几十米,气流阻力很大,风机能耗浪费严重,需要额外冷却整个数据中心的空气,能量浪费严重。后期扩容时,由于后期增加的空调改变了整个静压箱的气流、冷量等参数,从而会直接影响数据中心的制冷效果,反而会起到反作用。

模块化数据中心建设实际上是一个不断成长的过程,其设计思路保证了制冷、供电都以区域机柜为中心,其气流

组织、供电配置都以区域为中心,对其余区域毫无影响,因此可最大化地解决扩容互相影响的问题。在逐步扩展的模块化数据中心中,各模块的独立安全高效运行成为必然。

(5) 运营的简便与低成本

标准化的模块化数据中心,由于采用端到端服务,可为用户节省可观的设计费,可以缩短资金的占用周期,可提高运营效率,减少日常运行费用,缩短投资回收期,最大化地提高用户的资金使用率。

在工程环节,由于采用模块化设计思路,其发货、安装都由同一厂商实施,而且由于减少了对静压箱、风管的依赖,可直接进场,减少了对装修、建筑的特殊要求,不但可以节省费用,而且可以减少和土建等部门的配合施工,从而大幅度减少工程成本。

在后期的维护方面,由同一厂商统一维护,不管是备件还是服务,都可以得到原厂最优的保障,机房维护人员可最大化地精简,维护界面清晰,最大化地减少用户的负担。

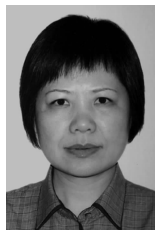
5 结束语

模块化数据中心是新兴的数据中心建设理念,也是数据中心的必然发展方向,具有建设快速、易复制、高效等特点,目前我国已广泛应用于集装箱、电信、医疗、科研机构、广电等行业,并呈现出快速增长的趋势。在不

久的将来,将带来数据中心行业的巨大变革,不仅将制冷、配电集中到行间级,同时也能将电池、配电柜集成到一体,甚至将整个模块按照用户需求做成一个整体,不再区分机柜、空调、供电系统。客户只需将模块运抵现场,配电配水,按指导接管即可,无需做静电地板、无需专业设计、无需专业规划,甚至无需机房装修,从而将机房模块化的优势扩大到极致。

从更远的发展方向看,未来融合服务器、交换机、基础架构的整体模块也是发展的趋势,用户使用数据中心模块只需要按照说明书接入宽带、电源和水源,即可得到高效的信息服务,从而更加有利于用户业务的快速发展。相信在不远的未来,模块化数据中心将在IT、动力环境基础架构上下游厂商的合作推动下获得长足的发展,为人类的信息化进程提供更加绿色低碳、可靠的支持。

[作者简介]



胡燕,女,中国电信股份有限公司上海分公司副总工程师,主要负责科技发展和管理工作,并从事通信行业节能减排技术的研究和应用实践工作。

(收稿日期:2014-05-13)

· 简讯 ·

2014 中国虚拟运营商发展论坛在京成功召开

5.17 世界电信日当天,由人民邮电出版社、中国通信学会普及与教育工作委员会主办,中国虚拟运营商产业联盟协办,北京信通传媒通信世界网承办的“2014 年中国虚拟运营商发展论坛”在北京隆重举办。论坛以“合作共赢 创新发展”为主题,围绕虚拟运营监管政策、合作竞争模式、企业发展策略、运营模式等焦点问题进行了深度研讨。

人民邮电出版社副社长、总编辑王晓丹在会上致辞,表示:作为我国混合制经济落地,通信行业深化改革的重要举措,虚拟运营商的出现被视为“电信重点领域向民资开放的开始”。

此次论坛不仅邀请了 19 家虚拟运营商代表出席参加中国虚拟运营商服务公约宣读仪式,还邀请了国家发展与

改革委员会经济体制改革研究所产业室主任史炜、国家信息中心处长刘增明、北京邮电大学教授曾剑秋等就虚拟运营商未来在我国的发展前景与趋势、运营模式等方面提出了宝贵意见。

中国虚拟运营商产业联盟秘书长邹学勇在“虚拟运营与移动跨界”方面提出了自己的看法;工业和信息化部电信研究院规划所市场经营研究部主任许立东则从“移动虚拟运营业务”的规律、前景及发展上提出了有针对性的建议;Strategy Analytics 无线运营商战略高级分析师杨光从国际实践上探讨互联网产业对移动虚拟运营模式的利用与影响。

在 19 家虚拟运营商代表中,巴士在线董事长王献蜀、蜗牛移动总裁陈艳、话机世界移动转售总裁江卫平等都从自身业务出发,以虚拟运营与行业应用、虚拟运营与移动互联网等为议题同与会代表展开了深入交流与探讨。