

# 中小型数据中心模块化设计方法

方顺

浙江省邮电工程建设有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i1.5566

**[摘要]** 数据中心建设规划决定了其所能提供的服务支撑水平, 当前中小型数据中心建设因系统功能和布局规划不合理、系统可靠性未重点考虑致使投入产出比较低。模块化机房具有功能解耦区域明确、标准模块可靠性高、成品装配建设期短、优化配比节能减排的优势。文章提出中小型数据中心模块化设计方法研究, 基于现有主流/典型产品设计各类功能模块, 根据实际需求查表选配, 相关模块按照普遍适用逻辑关系进行连接, 按照推荐的区域划分进行布局, 快速组合成一个完整的数据中心, 解决各类型国有政企数据中心建设急需, 有效提升系统整体效益。

**[关键词]** 中小型数据中心; 功能和布局; 模块化; 典型模板; 选配模块。

## Modular design method for small and medium-sized data centers

Fang Shun

Zhejiang Post and Telecommunications Engineering Construction Co., LTD., Zhejiang Hangzhou 310020

**[Abstract]** The construction planning of data center determines the service support level it can provide. At present, the input-output of small and medium-sized data center construction is relatively low due to the unreasonable system function and layout planning, and the lack of system reliability. The modular machine room has the advantages of clear functional decoupling area, high reliability of standard modules, short construction period of finished product assembly, and optimized ratio of energy saving and emission reduction. Article puts forward small and medium-sized data center modular design method research, based on the existing mainstream / typical product design of various functional modules, according to the actual demand, the common applicable logic connection, according to the recommended area division layout, rapid combination into a complete data center, solve all kinds of state-owned enterprise data center construction need, effectively improve system overall benefit.

**[Key words]** small and medium-sized data center; function and layout; modularity; typical template; optional module.

### 1 背景

数据中心的规划与设计是一个复杂的系统工程, 必须遵循设计原则。本文提出中小型数据中心模块化设计方法, 从国有政企数据中心现状、模块化概念、典型模块分类、典型区域划分进行描述, 结合国有政企所面临的数据中心建设存在的问题, 基于现有主流/典型产品设计各类功能模块, 根据实际需求查表选取典型模板选配模块, 相关模块按照普遍适用逻辑关系进行连接, 按照推荐的区域划分进行布局, 快速组合成一个完整的数据中心, 旨在给中小型数据中心规划提供快速指导和参照, 解决各类政企数据中心建设急需, 有效提升系统整体效益。

### 2 国有政企数据中心现状

随着各类国有政企无纸化办公需求和数据安全考虑, 信息化建设需求集中爆发, 十三五期间中小型规模数据机房私有云建设项目集中落地, 然而面对需求的增长, 信息化建设方面未

能很好地予以响应, 通常是新服务器和软件服务要求在短期内部署完成并投入使用, 然而其附带的基础环境保障设施(含活动地板、电缆、机柜、制冷、UPS、PDU)的安装则可能需要数月的时间, 在时间的压力下只能基于已有条件受限的环境中安装部署, 没有考虑对数据中心完整性和可靠性, 造成的影响包括:

(1) 制冷气流分布不佳会导致服务器及相关信息化设备过热, 引起设备停机或者缩短寿命;

(2) 配电设备超过其所运行的最大容量或供电分配不均, 电路开关或电缆发生故障导致系统断电停机;

(3) 不断添加的服务器以及其伴随的通信/电源电缆未进行任何有秩序的复用, 预端接配线设备很快达到饱和, 设备连接开始使用临时线缆且随后未及时撤除, 使得数据中心的混乱更加积累;

(4) 混乱的环境还伴随着运维人员的转岗, 这种转岗会

打断运维对系统熟悉程度和运维经验的积累,由此妨碍运维机构和秩序的形成。

### 3 模块化设计方法

模块化设计广泛应用于产品研发领域,综合多要素构成具有特定功能的标准模块,通过不同标准模块组合,可以高效、经济地设计出满足不同需求的定制化产品。数据中心的差异主要体现在规模与设备部署上,而信息机房功能相似,具备模块化条件,可以利用模块化设计方法开展设计。国铁集团、铁路局调度所的信息机房布设在建筑物中,作为其子功能模块,对建筑物整体影响较小;铁路数据中心的信息机房规模大、设备部署集中,信息机房作为数据中心建筑体的核心模块,对建筑其他子系统的影响较大,因此设计上有所区别。

根据今后10-20年铁路信息系统的需要,数据中心的基础设施建设,一次完成,而信息系统和电力、暖通设备分批施工。为确保数据中心近、远期规划的一致性,以及建设的灵活性、运行管理的方便,本文提出了模块化的概念,即根据数据中心的总体规划,将数据中心分为多个模块,电力、暖通设备等模块也都采用模块化的方式。前期按照信息系统的要求建造一些模块,然后在使用期间按照用户的要求建造其它的备用模块。

首先,必须决定整个数据中心的大小;然后根据园区、建筑外形、暖通、消防等要求,进一步确定信息机房的规模、结构和机柜布局;最终,对各分室各模块的耗电量及散热进行了计算,供有关部门参考。

资料中心规划设计范例如图1所示,资讯机房设于大楼中央,可降低大楼与外界之热量交换,增加空调之效能;信息机房模块的两边紧挨着一个专门的空调室,在大楼的中央布置了多个空调室;靠墙的房间是电气设备和其它辅助房间。保留的模组。

#### 3.1 数据中心整体规模

未来的信息系统需要,决定了数据中心的总规模。随着信息化的快速发展,要根据现有的信息系统发展规律,用科学的计算方法预测未来的发展,同时还要考虑到网络技术的发展趋势,具有前瞻性。

资讯机室模块的大小包括:机柜数目、机柜数目、IT楼层面积(资讯机机室面积)、IT设备耗电等。本文提出了利用不同耗电量的机柜数目来表示整个数据中心的规模。此外,电力、暖通专业设施的布局也会影响资料中心的总体建设规模,其中包括电力专用柴油发电机机房、暖通专用冷却塔等;同时还要兼顾运维人员办公、集中监控的需求[12],需经有关部门的进一步确认和协调。

#### 3.2 机房模块规模

为了实现模块化设计,在确定数据中心整体规模后,将其划分为多个机房模块,需确定每个模块的规模。从建筑物利用率的角度来说,机房模块不宜过小。由于每个机房模块都要配套电力、暖通等机电设备,需设置附属机房,并具备人员及设备出入条件,若单个机房模块面积变小,则数据中心内机房模块及附属机房的数量会增加,走道、墙体等面积就会变大,降

低了数据中心的利用率。从消防安全的角度考虑,机房模块不可过大。信息机房通常采用气体灭火的消防方式,若机房的容积过大,会影响气体灭火效果,带来安全隐患,一般要求机房容积不大于3600m<sup>3</sup>。根据防静电地板高度、机柜高度、顶部管线布置等因素,通常资料中心单层高度为6m,可供燃气扑救的机房面积约600m<sup>2</sup>。信息机房与配套的专用空调室相通,属于同一燃气保护区,剔除了专用的空调室和隔离间,初步确定了IT设备所需的信息室的总容量为400平方米。

#### 3.3 机房模块及机柜布设

机房模块的尺寸及机柜布设方案主要与暖通配套的机房专用空调部署方案相关。

对机房模块进行初步布设后,根据机柜数量及单机柜用电量,计算整个机房模块信息设备的用电量和散热量。用电量作为电力专业变配电、UPS的设计依据,散热量则是暖通专业机房专用空调及制冷系统的设计依据。由于信息机房模块和专用空调机房关系紧密,在提供散热量后需要和暖通专业协调机房模块的尺寸及布设可行性。铁路数据中心机房专用空调在采用行间制冷、2N冗余方案时,一侧专用空调机房的制冷量就应满足整个机房模块的散热量需求,暖通专业需通过每台机房专用空调的制冷量和体积,核实专用空调机房大小是否能够满足要求。若不能,则需要信息专业与暖通专业协调后,对机房模块尺寸及机柜布置方案进行调整。

### 4 机房模块设计原则

数据中心信息机房模块的设计原则就是减少差异,主要体现在减少机柜、机房模块、机柜布置等差异。由于数据中心信息系统规模庞大,机房模块在可预见的近期不会全部启用,而对信息系统远期需求的预估精准度不高,因此在设计过程中要根据既有系统的特点,充分归纳设备特点及其共同点,减少细节差异,如此既可以降低设计的复杂程度,也可以为未来信息机房模块的启用预留更多可扩展空间。

#### 4.1 减少机柜差异

信息系统设备主要涉及服务器、网络设备、存储设备等。以服务器为例,包含了刀片服务器、机架式服务器、小型机服务器等众多种类。厂家和型号不同,设备的特性也有区别。如果机柜中布置了不同的设备,机柜的用电量将千差万别,由此计算每一个机柜的用电量并在此基础上进行设计,不仅工作量巨大,而且由于信息系统发展与设备更新速度较快,机柜用电量需频繁计算,故不采用此方式。由于机柜内的空间是固定的,单个机柜可安装设备数量有限,相应单机柜可安装设备与其用电量有规律可循,因此通过对既有铁路信息系统机柜用电量进行分析,可以将其做一定的约束,归纳为常规机柜和高密度机柜2类。常规机柜主要用于放置常规机架式服务器、小型机服务器、网络设备、存储设备等;高密度机柜主要用于放置刀片服务器、满布的机架式服务器等。在设计过程中,按照规定的机柜用电量部署设备,提高了使用灵活性,同时对机房整体规模能够准确预估,符合数据中心的设计需求。

#### 4.2 减少机房模块差异

机房模块的规模和尺寸影响数据中心建筑整体布局,确定了机柜的用电量,在设计过程中也应尽可能减小机房模块的差异。首先,信息机房模块差异小,建设和启用就更加灵活;其次,模块的用电量、散热量也影响配套电力、暖通设备的部署,若机房模块差异大,会导致楼层、区域的用电、散热差异大,对应电力、暖通专业的管路、机房利用率都会有所区别,不仅增大了设计难度,也会造成空间的浪费。

#### 4.3 减少机柜布设差异

在机房模块规模和机柜用电量基本确定的基础上,应在初期规划时尽量减小机柜布设带来的差异,便于在数据中心投运后,可以根据信息系统实际业务需要灵活布设机柜,而不会对数据中心整体规模产生较大影响。

### 5 机房模块设计示例

本着减少差异的原则,本研究选取用电量为 5kW 和 10kW 的 2 种不同密度的设备机柜,且高密度机柜用电量恰好是常规机柜用电量的 2 倍,有利于减少机房模块和机柜布设差异。考虑到设备兼容性,每个机柜的尺寸均为标准机柜:1200mm(长)×800mm(宽)×2000mm(高)。机柜每两列“面对面”布置为一组,“面对面”为冷通道,“背对背”为热通道。高密度机柜冷、热通道为 1.8m,常规机柜冷、热通道为 1.2m,采用封闭冷通道的方式提高制冷效率。设计标准信息机房模块体积为 31m(长)×12.9m(宽),面积约 400m<sup>2</sup>,一列可容纳 11 个设备机柜、1 个强电列头柜和 1 个弱电列头柜。将标准机房模块长度方向上划分为 3 个区域,每个区域约为宽 10m×长 12.9m,面积约为 129m<sup>2</sup>。根据高密度机柜、常规机柜对冷热通道的距离要求,每个区域可容纳 1 组 2 列高密度机柜或 2 组 4 列常规机柜。针对标准机房模块的 3 个区域,有 4 种机柜部署方式,见图 3。部署方式 A: 3 个区域内全部署高密机柜;部署方式 B: 2 个区域部署高密机柜,1 个区域部署常规机柜;部署方式 C: 1 个区域部署高密机柜,2 个区域部署常规机柜;部署方式 D: 3 个区域全部署常规机柜。4 种部署方式标准机房模块中可容纳高密机柜、常规机柜的数量及用电量、散热量对比见表 1。

表 1 机房模块机柜部署方式对比

部署方式	高密机柜 /个	常规机柜 /个	用电量 /kW	散热量 /kW	面积 /m <sup>2</sup>
A	66	0	660	660	400
B	44	44	660	660	400
C	22	88	660	660	400
D	0	132	660	660	400

从表 1 可以看出,采用上述 4 种部署方式的任意一种,都对机房模块的尺寸、用电量、散热量没有影响。由此,配套的电力、暖通设备在每一层的部署方案也是相同的,减少了机柜布置带来的差异,实现了在各楼层数据中心内部署信息系统设备的一致性。

### 6 结语

由于模块化的各项优点,模块化数据中心已经逐渐成为满

足国有政企不断增长信息化业务需求的解决方案。随着模块化技术的不断发展,单个模块功能性能和可靠性都在迅速提升,系统整体密度、运行效率、空间集成度也随之不断升级和跨越[6],除此之外,系统的兼容性也在不断提升,逐渐实现对国产自主可控生态的适配,满足我国国产自主可控战略的要求,一次建设或改造可以服务 10-20 年的使用需求。数据中心是否能够发挥应有效能的另外一个关键因素是运维人员的使用管理能力,系统规划设计再合理,离开了专业人才,也只能成为华丽的装饰摆设。因此国有政企要充分培养和吸纳信息化专业人才,组建专业运维团队,建立常态化运维机制,才能真正标志着信息化建设迈上了新的台阶。

#### [参考文献]

- [1]张超,陈乃阔,张信,等.基于NB-IoT的服务器状态检测及故障诊断系统[J].指挥信息系统与技术,2021,12(3): 96-100.
- [2]郭亮.模块化数据中心发展浅析[J].现代电信科技.2014(11): 14-17.
- [3]丁乙,李荣宽,汪敏,等面向军用微服务的服务网络架构研究与设计[J].指挥信息系统与技术,2020,11(1): 18-23.
- [4]丁聪,沈巍,王星照,等.浅析 IDC 数据中心平面及功能布局规划[J].数据通信.2017(5): 77-81.
- [5]数据中心设计规范: GB50174-2017[S].北京: 中国计划出版社,2017.
- [5]李鹏飞,许林.基于模块化理念的大型数据中心园区设计研究——以阿里广东云计算中心河源基地为例[J].住宅与房地产,2021(28): 115-116.
- [6]中华人民共和国.GB50174—2017 数据中心设计规范[S].2017.
- [7]中国铁路总公司.Q/CR571—2017 铁路信息机房通用技术规范[S].2017.
- [8]钟景华.国家标准《数据中心设计规范》解读[J].工程建设标准化,2015(6): 39-41.
- [9]钟景华.《数据中心设计规范》GB50174—2017 解读——数据中心分级与选址[J].工程建设标准化,2017(12): 14-18.
- [10]赵耀.智能一体化机柜的应用方案研究[J].铁道通信信号,2021,57(8): 50-54.
- [11]赵丽娜.铁路数据中心供配电系统设计[J].电气传动自动化,2021,43(6): 51-54.
- [12]赵耀,樊艳.数据中心 ECC 设计方案研究[J].铁道通信信号,2019,55(8): 49-52.
- [13]王同军.智能铁路总体架构与发展展望[J].铁路计算机应用,2018,27(7): 1-8.
- [14]史天运.中国高速铁路信息化现状及智能化发展[J].科技导报,2019,37(6): 53-59.
- [15]王同军.铁路 5G 关键技术分析和路线[J].中国铁路,2020(11): 1-9.