

通信行业数据中心规划与建设

刘冰冰

中国电信股份有限公司廊坊分公司, 河北 廊坊 065001

[摘要]随着数据中心规模的不断扩大及容量的快速增长,所应用到的新技术及设备日趋复杂,这些都使数据中心的设计和建设面临更多的挑战和压力。本篇文章介绍了数据中心的选址原则、规划和建设要遵循的标准、水冷系统设计需要考虑的因素等,为通信行业数据中心的规划和建设提供了参考。

[关键词]通信行业;数据中心;规划;标准

DOI: 10.33142/sca.v5i5.7322

中图分类号: TP393.4

文献标识码: A

Planning and Construction of Data Center in Communication Industry

LIU Bingbing

Langfang Branch of China Telecom Co., Ltd., Langfang, Hebei, 065001, China

Abstract: With the continuous expansion of the scale and rapid growth of the capacity of the data center, the new technologies and equipment used are increasingly complex, which makes the design and construction of the data center face more challenges and pressures. This article introduces the site selection principle of data center, the standards to be followed in planning and construction, and the factors to be considered in the design of water cooling system, which provides a reference for the planning and construction of data center in the communication industry.

Keywords: communication industry; data center; plan; standard

引言

对于通信行业而言,随着云计算、5G、大数据等需求的持续增加,数据中心的需求保持快速增长趋势。各运营商不仅是5G云网等基础设施的提供者,也是算力网络的重要提供者,国内三大运营商均规划了自己的数据中心布局,采用集中主数据中心、省级数据中心和边缘数据中心相互配合的布局方式,数据中心的规划和建设直接影响后期的运行维护,是非常重要和关键的环节。

1 数据中心规划与建设原则

数据中心规划建设前首先要深挖需求,包括IT需求、业务需求、财务/采购需求等,需求的收集方法包括访谈、问卷调查、历史文档查看、现有机房考察、需求研讨会等等。同时需要结合如下原则进行综合考虑:

(1) 高性能原则:数据中心的计算、网络、基础设施具有较高的信息处理与吞吐能力,网络应充分满足数据交换与传输速度,具备应对突发流量和计算量的能力。

(2) 可扩展性原则:包括网络端口的扩展、带宽容量的扩展、处理用户访问的能力扩展、计算能力的扩展、存储能力的扩展、基础设施的扩展等。数据中心各系统应采用模块化设计,方便增加新功能,并有选择的对某个功能进行升级或扩展。

(3) 适用性原则:能快速响应用户的请求,对不同用户应满足不同的带宽和服务质量的需求。

(4) 安全性原则:数据中心基础设施、网络设施、

计算与存储资源等应具有全方位安全性保护部署;各系统、子系统的规划设计、建设实施应符合高可靠性要求,避免出现单点故障;关键设备采用硬件备份等可靠性技术,相关的软件提供较强的管理机制和事故监控、安全保密等技术措施。

(1) 稳定性原则:不单纯追求系统的先进性,力求做到设计成熟,方案和产品无缝连接。

(2) 通用性原则:系统的设计和应符合国际国内和行业设计标准。

(3) 可维护性原则:对硬件、软件供应商的实施和售后能力进行详细的要求,具备相关应急预案。

(4) 可管理性原则:实现先进的集中管理监控,能实时监测整个数据中心的运行情况,实现灯光\语音报警、事件实时记录等,简化管理人员的维护工作。

(5) 经济性原则:以较高的性价比规划建设和建设数据中心,以较低的成本和较少的人员投入来维持系统的运转,尽可能保留并延长已有系统的投资。采用切实有效的节能环保减排措施,建设绿色数据中心。

2 数据中心选址

数据中心选址需要考虑的因素主要有地质和气象条件、网络资源及价格、电力资源及价格、政策和人才环境、交通条件、行业发展情况等。决定数据中心建设的可行性、运营维护的成本等,尤其大型集中数据中心需要特别关注。

数据中心高可靠运行对环境安全级别要求非常高,在

选址过程中，应避免地震、台风、洪水等地质灾害频发的地区。有利的气象条件可以体现在数据中心的制冷设计方案中，可以大幅度降低数据中心运营成本。环境温湿度将影响数据中心的制冷方案，凉爽适宜的气候条件下可以直接利用外部气候为数据中心散热，减少制冷成本；外部空气质量决定了数据中心新风系统的开启成本，如果空气中粉尘、硫化物过多，会对电子设备造成腐蚀，减少设备寿命。

安全可靠的电力资源是数据中心稳定运行的重要保障，电力资源丰富并能够提供双路或多路供电的地区可作为数据中心选址的重点考虑因素。从长远角度考虑，电力价格将大大影响运营成本，就近供电，减少远距离供电的投资和电力传输损耗，电价也相应降低。由于巨大的耗电量，数据中心的选址必须要明确当地的供电可靠性和电价及未来几年内供用电市场的政策趋势。

当地政策环境、IT 人才储备情况、便利的交通网络等对大型集中数据中心的运营也有较大影响，在初期选址过程中需综合考虑。数据中心周边交通运输便捷，紧邻的高速公路、铁路、空港等交通干线，将紧密联系在一起。

数据中心较为特殊，电子设备多，也属于防火的重点单位。虽然其自身产生爆炸的风险比较低，但一旦数据中心发生火灾很可能会殃及到周围的建筑，对周围造成危害。此外，运转时产生的噪声、空调换气，也会对周边人们生产生活造成一定影响，所以基于这一点，数据中心在选址时，建议考虑在远离稠密人群、远离易燃易爆等危险品的地区，避免对周围人群造成伤害。

数据中心的防水要求，数据中心要远离水源。数据中心还应该远离海岸线、河道，避免台风、洪水等自然灾害对数据中心造成危险。

3 数据中心设计标准的选择

数据中心采用的设计标准应既满足监管要求，又适应业务发展，不必一味追求高等级。下面推荐如下两种行业常用的数据中心设计标准：1) 国标《数据中心设计规范》(GB50174-2017) 是数据中心行业的国家标准，将数据中心划分为 A、B、C 3 个等级。2) Uptime Tier 标准是国际著名的数据中心标准组织和第三方认证机构 Uptime Institute 制定的，将数据中心划分为 Tier I、Tier II、Tier III、Tier IV 4 个等级。

3.1 两种设计标准比较

3.1.1 市电及发电系统方面

《数据中心设计规范》与 Uptime Institute 的 Tier 标准对于正常电源中断事件的理解是不一样的，市电中断在《数据中心设计规范》中属于一次事故，但在 Uptime Institute 的 Tier 标准中不算事故，在市电中断的同时要考虑其他单点故障的发生。

《数据中心设计规范》对市电接入有严格要求，需要两路市电来自不同变电站，可以互备，同时再设置发电机

或其他独立于正常电源的专用馈电线路作为备用电源，两路市电加一路备用电源即可满足《数据中心设计规范》A 级的要求。Uptime Tier IV 标准对市电无具体要求，对现场发电系统配置有严格要求，需要 N+1 或 2N 台物理隔离的现场发电系统。

3.1.2 不间断电源方面

《数据中心设计规范》中，一路 (N+1) UPS 和一路市电供电即可实现机房的 A 级配置，Uptime Tier IV 则要求必须满足 2N 的 UPS 配置。对于大型数据中心，迫于市场压力和客户需求，建议设计时采用两路不间断电源配电的方式。

3.1.3 柴油发电机方面

《数据中心设计规范》中，A 级数据中心发电机组并不是必需的，在满足一定条件的情况下，可以用其他电源作为备用电源。但如果采用柴油发电机作为备用电源，发电机组应连续和不限时运行，发电机组的输出功率应满足数据中心最大平均负荷要求。Uptime Tier IV 则要求发电机能连续运行，功率级引擎式发电机能够在不限小时数内以额定千瓦运行。

柴油储备方面，都明确要求储油时间为 12 小时，区别在于国标有额外的补充措施。当外部供油有保障时，储存柴油的供应时间大于外面的供油时间，如果柴油供油便利，储油时间可缩短，如果柴油供油困难，储油时间需要相应延长。

3.1.4 多路径及物理隔离方面

《数据中心设计规范》中规定冷冻水供回水管路宜采用环形管网或双供双回方式。Uptime Institute 统一对数据中心架构提出了多种不同的分配路径要求，即冷冻水供回水管路也需要多路径。

《数据中心设计规范》中仅对相互备用的设备提出物理隔离的要求，对分配路径的物理隔离没有做硬性规定，所以接受冷冻水环形管网的布置形式。而 Uptime Institute 明确规定了互为备份的系统或分配路径要进行物理隔离，对多路径和物理隔离的要求方面 Uptime Institute 比《数据中心设计规范》要高。

3.2 设计标准选择

在具体实施时，到底是要严格遵守国标，还是严格遵守 Uptime Tier，或者兼容并蓄两者的优点，需要综合考虑经济性、可靠性、市场需求等，做出最适合的选择。数据中心的定位不同，其基础设施的架构、安全性、建设及运行效率和成本有很大差异，从经济角度考虑，Tier III 数据中心的建设成本约为 3 万元/KW，Tier IV 数据中心的建设成本大约是 4 万元/KW (Tier IV 数据中心中几点配套空间较大)。

高可靠性等级认证的取得，将给数据中心带来更多的商业机会提供保障，所以认证等级的取得也是数据中心设

计标准选择的重要考虑因素。Uptime Tier 等级认证是数据中心业界最知名权威的认证,在全球范围得到了高度认可,其认证可以分为设计认证和建造认证,设计认证只要基于设计图纸的审核即可,建造认证则要有 Uptime Institute 先设计好模拟场景,然后到现场进行测试以及模拟场景演示。针对于国标 A、B、C 级认证,基本都选择国家质量中心作为认证机构,认证专家会到现场验证。LEED 认证是国际认可的绿色建筑体系认证,评估体系覆盖了建筑全生命周期的各个阶段,其标准的内容包括整合过程、选址与交通、可持续场地、用水效率、能源与大气、材料与资源、室内环境质量、创新和区域优先九个方面。

4 水冷系统设计

近年来冷冻水空调系统已成为大型数据中心空调的首选方案,在数据中心设计初期,水冷系统的设计需要考虑到如下几个方面:(1)提前预留搬运通道和维护空间:冷机冷量大,机组体积大、高度高、数量多,管网构成复杂,因此冷机机房的高度和空间要求很高,需要土建专业和暖通专业充分沟通,具体情况具体分析,如果直接采用民用标准进行设计会导致建设和维护的不便。(2)冷却塔要合理配置:冷却塔设计时选择不当或配置有误,会导致冷却水出水水温偏高,冷机运行效率偏低。如果冷却塔选型时冷却能力偏小,冷却塔使用过程中,由于水质条件、风机风量和填料老化等因素影响,冷却能力会下降,造成冷机能耗增加明显,严重情况下发生冷机喘振,浪费投资并影响制冷系统运行安全。所以在数据中心建设初期,冷却塔选型时要预留一定的余量,可参考 20~30 年内的极端天气情况选择冷却塔。(3)末端管路要通畅:水系统末端局部堵塞会导致部分管路循环不正常。需要在末端管路设置有效的旁通管路并在支路高位安装排气阀,确保管路中冷冻水循环并及时排出气体,同时必要的旁通在系统检修阶段非常有用。(4)阀门选择要合理:阀门设置不合理或者阀门发生质量问题,会给水系统后期维护带来严重问题,如果对冷机进行清洗或水泵检修时,发现阀门无法关死,检修的设备无法从系统中脱离,导致需要停水系统才能检修,会影响数据中心设备的正常运行,导致故障的发生。(5)后备水源要充足,做好应急补水预案:考虑市政停水后的应急措施,设计大于 12 小时的水源储备能力。一般情况下,蓄水池作为第一后备水源,深井水源作为第二后备水源,缺水地区需要和消防、环卫等签订应急供水合同,紧急情况下配合送水。预留应急补水口,确保管网发生异常情况时可以快速补水,如果系统的补水只能通过定压罐或膨胀水箱补水,管径过小难以快速补水。(6)警惕管路泄露,做好冬季防冻措施:考虑到数据中心生命周期长,尽可能采用无缝钢管并进行防腐处理,如果管径过大可设计为双管系统,减低管径。只能采用螺旋钢管的管

道,施工焊接必须符合要求,管道安装完成后进行保压和气密试验,确保系统的可靠性。在冬季必须有完善的防冻措施,不使用的闭式塔必须有防冻措施或排出盘管中的冷却水,关闭不使用的闭式塔时,只能关闭一只阀门,否则热胀冷缩会导致设备或阀门损坏。

5 其他考虑因素

建筑布局方面,考虑未来 10~15 年发展规划,预留土地空间,并根据当地土地政策合理选择建筑物布局,按照功能划分不同建筑(办公楼、机房楼、动力楼、仓库),考虑大楼建筑风格,在满足安全节能前提下突显前沿科技感。

电气系统规划方面,对于外市电优先考虑清洁能源,如风电、太阳能用电,可建设园区 35/110KV 变电站,也可由供电局 10KV 进线;对于机房楼进线,单栋数据中心根据计算 2N 条数据中心进线,选择 10KV 油机,可单独设计动力中心安装油机设备;对于楼层供电,以楼层为模块,各楼层均安装 10KV 变压器,AB 路分开设置,冷机大功率设备直接使用 10KV 供电;对于 IT 设备供电,根据实际情况,可灵活选择 2N/3N 市电+UPS 供电形式;空调等动力系统应按照规定采用 UPS 供电,多使用市电主用+UPS 备用方式。

[参考文献]

- [1]王小稳.基于 5G 的大数据中心供电系统节电策略研究[J].通信电源技术,2021(22):102.
 - [2]龙赛琴,黄金娜,李哲涛等.面向云网融合的数据中心能效评估方法[J].计算机研究与发展,2021,58(6):103.
 - [3]周平春.数据中心基础设施建设的规划阶段管理分析[J].工程建设,2020,3(3):117.
 - [4]袁伟,黄良剑.浅谈数据中心建设及基础设施[J].数字通信世界,2020(1):105.
 - [5]曾祥昱,张俊雷,李峥,等.水冷却系统在现代数据中心的应用研究[J].中国管理信息化,2021,24(12):2.
 - [6]付显学.数据中心节能技术应用[J].农村经济与科技,2018,29(13):3.
 - [7]戴新强,丁卫科,黄建如,等.数据中心空调系统能耗与节能应用研究[J].中国设备工程,2020(4):3.
 - [8]李成章.数据中心机房用 IT 设备对 UPS 供电系统的技术要求[J].电气应用,2009(18):7.
 - [9]鹿瑜.浅述大数据时代数据中心运维管理措施[J].科学与信息化,2018(2):2.
 - [10]肖新文,曾春利,邝旻.数据中心用风冷冷水机组技术研究及应用进展[J].暖通空调,2022,52(1):14.
- 作者简介:刘冰冰(1978.1-),女,汉族,籍贯辽宁省沈阳市,毕业于燕山大学,所学专业是计算机科学与技术,本科,通信工程师。目前就职于中国电信廊坊分公司,云网运营部副主任。