

IDC 数据中心配电系统优化与能源管理

谢文辉

(广州宽带主干网络有限公司, 广东 广州 510000)

摘要:当前供电系统设计面临转型升级的难题,为满足市场需要,国内市场掀起 IDC 数据中心供配电系统设计热潮,数据中心对供配电系统性能要求较高,同时对数据处理与交换达到提速的效果。本文通过分析数据中心供配电系统设计要求,阐述了数据中心供配电系统设计注意要点,以期对读者产生一定帮助。

关键词:IDC 数据中心;供配电;系统设计;能源

中图分类号:TP308

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2022)04-0137-03

1 供配电系统的基本原则

在供配电系统的运行过程中,管理者和相关的工作人员务必遵循如下基本准则,由此实现节能效果。①秉持经济、适用的原则。在保证企业稳定运行的情况下,落实工厂供配电系统节能技术措施,从真正意义上减少供配电系统的运作成本,提升用电效率而不是单纯地为了节能而无法具有实践性。②秉持实事求是的基本准则原则。为了达到利润最优的目标,企业应该结合自身情况,就要通过电能损耗的数据监控和分析找到存在损耗的源头,探寻针对性的节能措施,逐渐落实工厂供配电系统的节能工作。③秉持最优化的基本准则。伴随“生态文明建设”“绿色可持续发展”观念地逐步深化,我国在进行工厂供配电系统设计的过程中,会把节能降耗居于第一位,采取新型的技术手段,大范围地引入先进的节能、环保技术和设备,例如应用永磁接触器,电机变频控制节能技术等,达到缩减企业的电能损耗量的目的。

2 数据中心供配电系统设计注意要点

2.1 布局合理

数据中心供配电系统在设计过程中,需要了解供配电系统线路进行知识,通常情况下,供配电系统线路越长,那么带来的能源损耗量越大。例如,供配电初始电压为 380V,在供电线路运行过程中,如电阻为 10Ω,那么所产生的能源损耗量在 14kW 左右,经对比可发现,其用电量相当于高密度设备用电量的两倍。同时合理布局需要对数据中心 IT 负荷进行计算,主要测算单位功率密度和单机柜功率密度,其中单位功率密度有两种计算方法:①IT 设备单位功率密度×净机房建筑面积。②IT 设备 UPS 配置单位功率密度×净机房建筑面积^[9]。单机柜功率密度计算方法为:IT 设备单机柜功率密度×机房机柜数。在确定布局合理后,进行系统安装。为贯彻节能减排发展要求,在进行供电设备安装过程中,需要尽量缩短配电柜与电源系统之间的距离,在考察各用电设备负荷能力后,进行合理布局,保证使用运维便利度,从而保证各级供配电设备线路,在不影响设备运行前提下,最大限度发挥自身优势,从而降低能源消耗,保证资源的合理运用。

2.2 设计规范

供配电系统设计,需要满足配电设备动力要求,同时,方案选择具有规范化的特点,由于各区域数据中心大小不同,所需要考虑的供配电系统设计功能也存在差异。当数据中心机房设计较大时,可以设置 UPS 供电系统,专业变压器,同时保证 UPS 供电系统仅为总供电设备独立供应。当数据中心供配电系统较小时,需采用抵押馈电线路供电,以保证较高的供电质量,在进行供配电系统设置时,需要最大限度的降低配电级数,在保证数据中心供配电系统设计质量的同时,提高供电系统效率。但是,在供配电系统选择时,无论是大型数据中心掌控,还是小型数据中心掌控,都需要保证电源系统为不间断电源系统,其数据中心动力设备,需要保证独立的线路供应。同时设置手动操作和智能操作两种准备装置,规范数据中心供电系统设计,保证数据中心数据的高速运转,以及保证工作人员快速实施各类操作^[9],如图 1 所示。

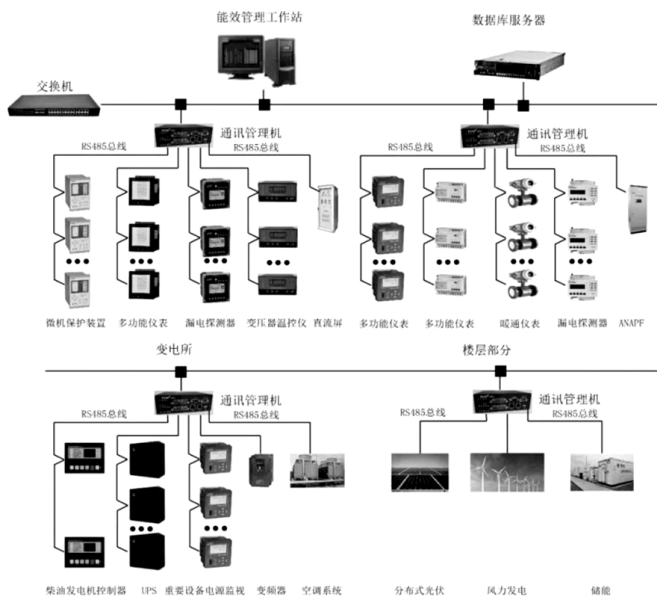


图 1 数据服务流程

2.3 并联设计

数据中心供电系统设计,需要工作人员反复探讨其设计可靠性,在系统设计过程中,供电系统设备合理使用,可以确保故障的发生保持在规定范围之内,同时减少故障带来的影响,而在供电系统进行调整过程中,假如 UPS 受到一组 ATS 故障影响后,会导致整个供电系统出现故障。因此,在进行系统设计时,需要进行并联设计,这样既能保证供电系统满足数字中心应用需求,又能在多台设备同时运行过程中,某台设备出现故障后,其供电系统不受故障影响,在保持供电状态下,将故障设备单独提出进行维修。而数据中心在使用过程中,主机房内设置较多,因此,为保证数据运行准确性,通常由供电系统为数据中心提供电力,也就是说,供电系统是数据中心运行的动力,当供电系统出现故障后,会导致数据中心数据出现疏漏,从而影响整个系统的运行。采用并联设计,可以最大限度避免供电设备故障带来的数据异常或区域性断电,但并不能完全避免这一影响。因此,大型数据中心为保证数据安全,需要设置专门的电力变压器进行供电,在进行数据中心供电系统设计时,需要充分考虑数据中心形态及未来发展趋势,为数据中心扩展预留发展空间。采用并联式数据中心供电系统设计,可以有效防止出现供电系统自身能源损耗。另外,并联式设计,使得在检修过程中,工作人员可以先将设备进行隔离开关供电,自主进行抽查检修,在检修过程中,不会出现负载停电,影响整个供电系统的情况^[9]。当多个数据中心同时运营时,为保证数据实时传输,需要安装技术容错系统,使二者互为备份。

2.4 损耗调控

进行数据中心供电系统设计,需要将其应用模板化,通过模板化设计,降低电能损耗,达到人工调控损耗的目的,从而避免资源浪费。应用模块化,不同以往可以切断电源的系统,而是在数据中心的电源系统主机系统区域内,按照相关安全施工的条例,以实际负荷电量为标准,配置上相应的不间断电源系统模块。因为系统电量的损耗,会随着设计方案差异出现变化,所以在实际应用和操作上,操作不当或使用情况增加下,电量负荷过大、无法承载系统的联系,就可以采取热插拔的手段来操作功率相同的不间断电源系统模块功能的开启,多了这样一道流程之后,可以有效地降低不间断电源系统的功率损耗,有助于保持整体的运行和使用寿命。除此之外,还可以使用智能 PDU,通过现代高效便捷的智能化和网络化的科技手段,采用电子数据来精准测算和检测使用的数量,辅助声音、光源、短信通知,手机报警等方式对异常的用电情况及时地进行预警和监测,有效地帮助用户可以实时了解电源的用电情况和用电安全,并且降低资源的损耗,是一个安全高效的应用手段,信号处理如图 2 所示。

3 IDC 数据中心内涵及机房供电系统验收要求

IDC 即互联网数据中心,其主要为 ICP、企业、媒体和各类网站提供服务器托管、空间租用、网络批发带宽、ASP、EC 等业务,具有服务规模大、质量高、安全可靠、专业化程度高的特点。随着

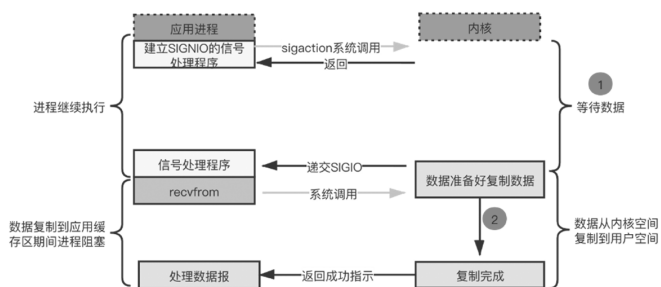


图 2 信号处理

电子商务的迅猛发展, IDC 已成为现代数字化社会不可或缺的一部分,企业用户会把越来越多的业务通过 IDC 来处理,这也使企业更好地节约成本,提高效率,无须高薪聘用开发和维护人员、无须建机房和系统也能获得自己所需的专业服务品质。IDC 机房拥有大量的电子计算机、存储和网络等完善设备,机房按照功能区间划分为数据机房、配套机房、网络接入间、测试区、监控中心、打印室等,这些数据设备需要进行专业化运行、维护才能使 IDC 数据中心整体运转。

4 IDC 数据中心供电系统建设实例

4.1 项目概况

该大型电子商务企业发展迅猛,对于 IDC 需求迅速增加,必须以机房建设标准规定要求为依据,建设符合该企业业务发展的 IDC 机房,保证数据中心在建设和运营等方面的质量和性能能满足该企业业务发展和运营稳定。其中机房的供电是该企业 IDC 发挥作用的重要系统之一,数据中心供电系统包括市电供电、防雷接地、防静电、USP 不间断供电和柴油发电机等,机房施工应对电气装置、配线及敷设、照明装置等进行质量控制,所有数据中心建设和运营均按照设计规范要求来进行。

4.2 设计布置

根据用户提出的技术要求和实地勘察,根据国家相关标准和规范对数据中心机房供电系统进行总体设计。该企业为大型 IDC 机房,服务节点数在 10 万以上,其构成包括多个不同级别机房,按照高级别 IDC 机房供电要求配置,即 A 级/IT4 级机房,由 2 个来自不同变电站的 2 个电源供电,1 用 1 备用或 2 用互备用,2 个电源不应同时损坏。所有模块、系统和路径都设计为 2(N+1) 配置,各机房楼层都有变压器和配套 UPS 不间断电源进入,电源模块配置与模块机房相对应。对于重要负荷供电,如空调均采用由两台不同变压器、不同母线段放射式双电源供电,且供电线路与出电开关可互为备份。采用高级别 IDC 机电供电,要求配置每个电源均要满足整个建筑及 IDC 机房全部重要负荷的用电要求。

4.3 IDC 数据中心供电系统建设

4.3.1 设备功能区划分

本工程供电系统设置独立的配电间和变电所,考虑到 UPS、电池、配电柜和柴油发电机等供电相关的设备占地面积大、重量大,必须对其摆放位置从功能和空间、承重、外界的危害等几方面进行分析。同时为尽可能降低从 UPS 输出到用电设备

间的压降和损耗,UPS 电源机房布置在靠近设备机房的位置。以数据中心等级要求为依据,对 UPS 大型设备重量、噪声等进行综合考虑,将 UPS 电源主机、配电柜与蓄电池组分隔,并放置在承重较好的位置。

配电柜满足功能分区的基础上要放置于供电负载较近的位置,但也要保持规定要求的距离。发电机房尽量在地面一层布置,如在地下层设置必须要满足进出风通道要求,尤其对发电机组储油装置的消防要求特别关注。此外,还应综合考虑设备机房功率密度上升引起的供电需求,即设备机房的扩展要有预留空间。非用于数据中心的建筑要确保楼面荷载、净高、抗震和耐火等与设备安装和线路敷设要求相匹配。

4.3.2 供电系统

传统的 UPS 供电模式已在可靠性、安全性和经济性方面难以满足 IDC 业务的快速发展,高压直流供电模式以其方案成熟、扩容方便、效率高和低成本等优势应用越来越多。根据基础物理设施规划的可用性等级、预算范围、IT 需求和相应的供电,本工程供电系统规划为高压直流+市电供电系统。市电供电系统负荷包括 UPS 供电系统、机房精密空调系统、照明设备等。一般可靠性要求引入两路市电电源为宜为冗余关系,作为供电容量扩展关系,每一路市电电源容量应满足全部一、二级负荷需求。本工程采用的是 IBM 机型服务器和华为交换机,该服务器机柜 800mm×600mm×2000mm,整流模块容量 240V/20A,单柜满配 20 个,监控单元 CSU 包括交流检测、直流检测、开关量检测和电池检测等 4 个单元。

根据该服务器类型,采用高压直流供电,标称电压为 240V。该数据设备电源具有高频开关电源特点,输入侧没有工频变压器,IT 设备开关电源前级为整流桥,输入直流不会有短路阻抗产生,并为后级提供一个波动的高压直流。整流桥半桥导通可采用一定电压值直流电提供能量,高压直流范围为 DC154~336V,交流输入为 AC110~240V,数据设备电源模块输入直流,直流输入可视为直连;此数据设备电源为恒功率模块,其输入电压提高使整流二极管载流量降低,直流状态下稳定性提高,因此只要合适电压直流电输入 IT 设备即可正常工作。采用高压直流供电+市电供电系统满足了本项目的经济性要求,同时至今运行情况良好,达到了稳定运行、安全节能的效果。

4.3.3 UPS 工程

本工程 IDC 数据中心 UPS 供配电系统采用冗余方式供电,分别引入 UPS 电源主机的主电源和旁路电源,输出采用放射式或双回路配电方式,配电系统输出采用三相配电,末端分相以达三相平衡。UPS 部分采用机房专用配电箱来完成,保证 UPS 安装在通风良好的环境下。在安装时,要注意 UPS 后面板及侧板要距墙壁或相邻设备 200mm 以上,并对前面板进风口用物品遮盖,避免 UPS 风机排气孔受到阻碍,使 UPS 内部温度升高,对 UPS 寿命造成影响。要特别注意,因 UPS 在关机状态下也有危险电压的可能,为了防止触电危险,UPS 机壳非专业人员不得打开。三相

市电向火线输入时必须安装>250A 三级联动断路器,以此保证紧急情况下能够将电源迅速切断,其零线直接连接 UPS 输入零线端子,不应通过断路器。按照 UPS 产品要求连接所组装的电池柜、电池组,连接后进行复查并对整组电池电压进行测量,保证达到要求值。将 MCCB 与 UPS 主机电池连线,对 UPS 系统开机、调试、校正和测试,之后进行市电断电模拟和恢复检测。UPS 电源配电箱柜引出的配电线路应由镀锌钢管穿入,敷设沿着机房活动地板至各排网络柜,机柜供电采用插座或工业连接器^[1]。

4.3.4 电气装置设备

施工过程的电气工程质量控制对于 IDC 机房设备安全稳定运行十分重要,本工程按照设备开箱检验→设备搬运→设备基架制作与安装→配电柜箱制作与安装→电缆接线→送电试运行的工艺流程进行安装。采用压接端子连接干线、电源盘、机配电柜和 UPS,机房电源线、信号线要铺设、排列整齐,且捆扎固定、有长度余量。按照设计将各种不同的线型,包括电源相线、中性线、保护接地线、信号线和通信线等不同颜色的线型进行编号,可靠连接电缆电线,避免压扁、扭绞和断裂。整齐、牢固、正确安装电气装置,保证内外清洁,电气接线盒无杂物残留,安装同类电气设备高度要保持一致。特种电源配电装置要有明显标志,标明频率和电压等。电源盘、配电柜要与其他电气装置台座固定牢固,并固定在建筑楼地面。完成安装作业且质量检查合格后进行送电试运行,由总配电室确定后向本工程进线互投柜送电,进行验电、校相,保证配电柜开关操作正常、电压正常、各指示灯和仪表正常运行,待经过 24h 空载试运行没有异象即可等待验收。

5 结语

IDC 数据中心电力和配电系统规划设计的科学性、合理性、可行性和安全性影响着数据中心运维效率。模块化、灵活的架构和相应的节能技术不仅可以满足数据中心的需求,还可以减少电力和配电损耗。数据中心的配电系统也实现了快速部署、简单、可扩展、高效、低运维的效果。

参考文献

- [1] 蒋皓,高波,尹楠,等.浅议数据中心的雷电防护[J].现代电信科技,2016,46(2):73-78.
- [2] 冯诚.机房电气容量预警软件系统设计与实现[D].长沙:湖南大学,2015.
- [3] 王静.广州卷烟厂数据中心机房供配电及防雷接地系统设计浅析[J].智能建筑电气技术,2012,6(5):69-72.
- [4] 陈文,刘向宇,罗海林.电力 IDC 机房配电系统设计与调试[J].云南电力技术,2012,40(4):48-49.

收稿日期:2021-12-18

作者简介:谢文辉(1986—),男,汉族,广东河源人,本科,工程师,建筑经济师,一级建造师,主要从事政府数据中心机房基础设施系统运行维护服务等相关工作。