

COLO与金融数据中心供配电设计探讨

访世源科技工程有限公司数据中心事业部主任晁怀颇

■ 史海疆/本刊记者



晁怀颇 高级工程师

世源科技工程有限公司数据中心事业部主任

供配电系统的可用性并不是越高越好，而是适当的可用性，与业务特点相匹配。

COLO公司建设数据中心开展租赁托管业务，由于面向的客户非常广泛，涵盖中小企业、政府部门、制造业和互联网企业等，需要具备技术应用的普遍性。在保障可靠性的前提下，也要考虑成本问题。而金融数据中心一旦供电中断将造成重大经济损失，因此要求构建高可用度的供配电系统。那么针对这两种类型的数据中心应如何进行供配电设计呢？为此，本刊记者特地采访了世源科技工程有限公司数据中心事业部主任工程师晁怀颇，请他就相关问题予以解答。

数据中心供配电系统的设计内容

电气应用：晁主任您好！感谢您百忙之中接受本刊的采访！数据中心供配电系统的重要性毋庸置疑，请您介绍一下在规划设计时需要考虑哪些方面。

晁怀颇：数据中心供配电系统由外部电力部门的供电网取得电源，通过内部配变电设备进行电压转换和电流分配，并将电能分配给每个用电点。在这过程中，需要对电能质量和用电可靠性进行加强，满足用电设备需求。对供配电系统的评价指标包括：可用性、经济性、系统简单和维护便捷。供配电系统的可用性并不是越高越好，而是适当的可用性，与业务特点相匹配。在保障可用性的前提下，尽可能减少建设成本。供配电系统在整个数据中心基础设施建设中重要性强，投资大，具备架构的多样性和设备的多样性。

数据中心供配电系统设计内容主要包括：负荷统计和计算、供配电设备选型、确定系统架构、供配电线路设计、供配电设备站房规划和接地系统设计等。

COLO数据中心和金融数据中心的差异

电气应用：COLO数据中心和金融数据中心面向的需求和应用场景都有所不同，请问这两种数据中心有哪

些差异?

晁怀颇：COLO 数据中心和金融数据中心的差异主要有以下几点。

1) 首先是两者的定义不同。COLO数据中心是指向用户提供资源出租业务的数据中心。金融数据中心是为银行及其衍生品提供服务的。

2) 设计时遵循的规范不同。COLO数据中心设计遵循的是GB 51195—2016《互联网数据中心工程技术规范》。金融数据中心设计遵循的是JGJ284—2012《金融建筑电气设计规范》。

3) 等级划分和性能要求不同。COLO数据中心划分为三级：R3级数据中心应具备容错能力，满足GB 50174 A级要求，可用性 $\geq 99.99\%$ ；R2级数据中心应具备冗余能力，满足GB 50174 B级要求，可用性 $\geq 99.9\%$ ；R1级具备一定的冗余能力，满足GB 50174 B级要求，可用性 $\geq 99.5\%$ 。金融数据中心划分为四级：机房中断供电造成全国范围金融混乱和重大经济损失的为特级数据中心，可靠度 $\geq 99.999\%$ ；机房中断供电造成大范围金融混乱和较大经济损失的为一级数据中心，可靠度 $\geq 99.99\%$ ；机房中断供电造成有限范围金融混乱和经济损失的为二级数据中心，可靠度 $\geq 99.9\%$ ；其他情况的为三级数据中心，可靠度应能满足用户需求。

COLO数据中心是向用户出租，从而获得收益，所以运营商也十分关心数据中心的成本问题。金融数据中心业务资金量比较大，一旦出现问题将造成重大经济损失及社会影响，因此在供电系统的可靠性方面要求十分严格。

构建高可用度的金融数据中心

电气应用：请问应如何构建金融数据中心高可用度的供配电系统？

晁怀颇：构建高可用度的金融数据中心供配电系统主要从三方面来考虑。首先是架构，其次是设备，第三是其他层面。

架构是数据中心供配电系统的基石，其对于可用性的提升也是非常可观的。假设一套供配电系统计算得出可用度是98%，如果采用“2N”系统的架构，则可用度能提升为99.9%。

选择高可靠性的设备也很重要。目前来看，工频UPS的可靠性还是要高于高频UPS，金融数据中心UPS的应用仍以工频为主。另外，应用优质产品补强系统中

的薄弱环节，对于整体可靠性的提升也是有很大帮助。设备品质对于实现系统架构十分重要。例如，采用高可靠性的UPS，发生故障后能确保所有设备能按预期的工况运行，这点非常关键。当UPS发生故障时，能顺利退出，而不对整个系统造成较大影响；运行中的UPS能够正常加载负荷；发生故障后能够利用内置旁路。所以，高品质的UPS是确保系统架构高可用性能够实现的重要前提保障。

其他层面包括：物理位置冗余、线路敷设路径冗余、市电电源配置、备用电源配置、发电机组配置、UPS电源输入和旁路设置、末端配电系统、故障预防以及控制故障影响范围。其中比较重要的是物理位置冗余和线路敷设路径冗余，这两条也是GB 50174和《金融建筑电气设计规范》中多次强调的地方。对于A级机房，供配电系统设备要设置在两个物理隔间内，路由要从两个不同方向引到机房，这样能确保物理空间的故障不影响电气系统。对于物理位置冗余，GB 50174和《金融建筑电气设计规范》的要求是同样严格的，而对于线路敷设路径冗余GB 50174的要求没有《金融建筑电气设计规范》那样严格。

提高COLO数据中心的经济性

电气应用：运营商因为要考虑运营成本，所以对COLO数据中心的经济性十分重视，请问在设计时对于数据中心的经济性是怎样考虑的？

晁怀颇：数据中心供配电系统的经济性是从规划设计、施工到整个运行周期内消耗费用多少的指标，包括建设费用和运行费用。COLO数据中心必须能够满足用户需求，具备容错能力，否则租不出去，利润也就无从谈起。因此，在满足COLO数据中心可用性、可维护性的前提下，再考虑如何提高经济性。

提高经济性的方法主要是“少费多用”。借助科学手段，利用尽可能少的资源，取得尽可能大的改善，使每个单元的投入经系统整体化后获得高效的作用。达到建造投入最小化，物能消耗最小化，能源消耗高效化的目的。最终构建低投入、低消耗的供配电系统。提高经济性的考量角度包括：建设阶段设备和材料费用；运行阶段供配电系统损耗；维护、维修物料和人工费用；基本电费等其他费用。

提高COLO数据中心供配电系统经济性仍是从架构、设备和其他层面三方面来考虑。

首先从架构上来看，数据中心供电系统采用分布式冗余架构与“2N”系统架构相比，能极大提高经济性。分布式冗余架构的特点是整体系统由三个独立的子系统构成，当一套系统出现问题时，另外两套系统各自承担负荷的50%。与“2N”系统相比，变压器负载率由50%提高至66.7%，变压器装设减少25%左右。UPS负载率由45%提高至60%，UPS装设减少25%左右。该架构短期运行时变压器负载率100%，UPS负载率90%。

如果采用后备式冗余架构，与“2N”系统架构相比，变压器负载率由50%提高至90%，变压器装设减少30%左右。UPS负载率由45%提高至80%，UPS装设减少30%左右。长期运行变压器负载率控制在90%，UPS负载率为80%。

末端配电架构变压器采用“N+1”的结构，一台变压器备用，在负载侧由市电和高压直流（HVDC）供电。采用这种架构的供电系统可维护性比较好，任何一点都可以断电检修，而不会对负载的供电造成影响。鉴于HVDC供电可靠性还有待验证，所以应用这套架构还有一定保留，把负载率控制在80%，同时还冗余了两个充电模块和两个备用模块，能够确保系统的可靠性。因为更换设备比较快捷、方便，系统的可用性也会比较高。由于该架构系统中电池直接给负载供电，所以电池的品质至关重要，并且HVDC供电系统中的电池要能够实现离线测试。解决方法是给每套HVDC供电系统配两组以上的电池，每组电池都可以很方便地退出系统进行

离线测试。采取以上做法能够保证足够的冗余，能够保证系统足够的可靠性，在实际应用中效果还是不错的。采用末端配电架构的供电系统能够减少馈线开关33.3%，减少干线投资33.3%。由于系统中只有整流环节，减少了逆变环节和旁路，能够节省UPS的投资，整体设备投资可以节省50%。

在设备层面可以选择更高性价比的装置，也可以有效节省投资。以UPS为例，选择高频交流UPS与工频交流UPS相比，输出每千瓦有功功率的造价要低。模块化UPS扩容方便，初期装机容量小，随着业务量的增长和负荷的增加再随需在线扩容，可以大幅降低初始投资。在COLO数据中心中，高频交流UPS和模块化UPS应用的还是比较多的。

在其他层面可以采取以下措施提高供电系统的经济性。

- 1) 数据中心供电系统的设计、采购、施工、运行和维护等环节采用标准化、模块化的模式。
- 2) 精确对负荷进行分类、统计和计算，满足基本功能需求，物尽其用。
- 3) 减少不必要的配置，例如减少IT设备变压器低压侧的电容补偿。
- 4) 采用造价低的设备方案，例如应用低压配电前端ATMT，末端CB级ATS，ATS的旁路功能，TN-C-S系统。
- 5) 合理布局，缩短电力电缆布线成本和线路损耗，取消电动机配电支路N线。EA



典藏技术 革新应用

专业专注

时刻关注并推动中国电气技术的发展



《电气应用》是一本拥有光荣发展历程的全国优秀科技期刊。

自1982年创刊至今，已走过36年艰苦创业、改革发展的光辉历程。其所荣获的“全国优秀期刊、中国期刊方阵‘双奖期刊’和国家期刊奖‘百种重点期刊’、中文核心期刊”等诸多荣誉见证了编辑们的专业与勤奋，也博得了广大读者和业内专家的支持与厚爱，在众多电类专业科技期刊中颇具影响力。



国内统一刊号：CN11-5249/TM 国际标准刊号：ISSN1672-9560 国内邮发代号：82-341 国外发行代号：M1409

电气应用