

Energy Saving Analysis of Data Center Power Supply System

ZhiYang WEI

Nanrui Power Design Co., Ltd.

Abstract

The power supply system is the most important subsystem in the data center infrastructure. The cooling, management, and security subsystems of all IT equipment and infrastructure are operated under the support of the power supply system. With the rapid development of cloud computing and big data, data center infrastructure faces many challenges, such as power density, thermal management, business continuity, disaster recovery, and energy consumption and high operating costs. The power supply system plays a decisive role in the requirements of the power supply system, especially in terms of data center availability and energy efficiency management. This paper will analyze energy-saving measures from the data center power supply link for reference by relevant practitioners in the industry.

Key Words

Data Center, Power Supply System, Green, Energy Saving

DOI:10.18686/dljsyj.v1i2.387

数据中心供电系统节能分析

杨之维

南瑞电力设计有限公司

摘要

供电系统是数据中心基础设施中最重要的子系统,所有 IT 设备以及基础设施中的制冷、管理、安全等子系统都是在供电系统的支撑下运行的。随着云计算和大数据的迅猛发展,数据中心基础设施面临着诸多挑战,功率密度、热量管理、业务连续性、灾难恢复性以及能耗和高昂的运营费用等等,这些挑战很大程度上是对供电系统的要求,特别是数据中心的可用性和能效管理方面,供电系统在其中起着决定性的作用。本文将从数据中心供电环节分析节能措施,供行业内相关从业人员参考。

关键字

数据中心; 供电系统; 绿色; 节能

1.引言

从 20 世纪 90 年代中后期的数据中心初级阶段,至今已有 20 多年,数据中心在这短短 20 年间已发生的质的飞跃。2005 年 TIA-942 标准的诞生,对整个数据中心行业产生的巨大的影响,让企业用户意识到等级和正常运行时间的重要性和必要性;于此同时,2008 年,国家标准电子信息系统机房设计规范(GB50174-2008)颁布,对中国数据中心行业发展带来深远意义。而最新数据中心设计规范 GB50174-2017 版本,也充分吸取国外数据中心在供电节能措施方面的经验。

众所周知,可用性是数据中心基础设施业务价值的关键性因素,是成为衡量一个数据中心等级的一个决定性指标,在满足系统可用性的情况下,绿色节能越来越多的被呼吁,尤其国外像 Google、Facebook 等互联网公司,在这方面已经做得非常成功,一些数据中心的 PUE 已经做到 1.1 以内,这是相当惊人的数字;国内以百度、阿里已腾讯为代表的互联网公司,一方面在借鉴国外成功经验,同时也在稳步实践、创新。本文将着重分析数据中心的电气系统在绿色节能方面的发展应用。

2.供电系统架构节能分析

未来数据中心供电系统发展的整体趋势是由高压/集中式/交流大 UPS 向低压/分布式/直流小 UPS 方向发展。目前业界以腾讯为代表的互联网公司提出的基于 240V 高压直流技术衍生出来的市电+240V 高压直流供电架构以及市电+UPS 供电架构,正逐步改变传统 UPS 等靠多重冗余来保障可靠性的高投入低能效模式。下图一所示为一路市电+一路不间断电源的供电方案。

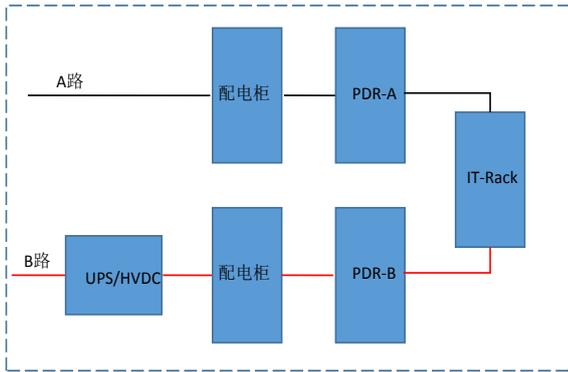


图 1 一路市电+一路不间断电源供电架构

目前大多数服务器为双电源,交直流双路供电通过服务器电源实现自动均流,各承担一半负载。其中,市电直供可以实现近 100%的供电效率,而高压直流系统所具有的休眠控制策略也可使其效率在全负载范围内达到 94%-96%。在交、直流均分负载情况下,系统综合供电效率达 97%-98%,远高于传统双路 UPS 供电架构。在此基础上,如果服务器电源可以对交、直流设定主从关系,使得市电主供、不间断电源休眠后备,那么系统综合供电效率更是可以达到 99%,实现最佳的供电配置。如果存在少量单电源 IT 设备,为保证可靠性,直接挂载在直流支路上即可。

3.不间断电源设备节能

当前 UPS 市场工频机、高频机、模块化三类并存,其优劣利弊众说纷纭,用户难以抉择。不过从目前产品格局来看,高频机已是趋势,就连多年一直坚持工频机的艾默生,在近年市场业绩下滑的情况下,还在 2015 年公司重组前,推出了大功率高频 UPS,想以此来提升业绩。

工频机是较为传统的 UPS 机型,采用工频逆变,UPS 输出带工频变压器,体积比较大、效率低。下文将主要从效率角度比较工频机与高频机。有三个因素导致工频 UPS 效率低于高频 UPS。一是工频 UPS 整流为降压拓扑,器件工作电流大,内部线路无论是线性损耗还

是平方损耗都比高频机高;二是因输出需要升压的原因,工频机比高频机多内置一个输出变压器,致使工频机效率下降 2%-3%左右;三是在实际应用中,为了提高输入功率因数至 0.95 以上,并降低其注入电网的谐波污染,工频机还要外置一个 5 次或 11 次谐波滤波器,效率将再次下降 2%-3%。据英国某运营商与西班牙某运营商现网运行统计数据,工频 UPS 的效率一般在 85%左右,相比高频 92%左右的运行效率和模块化 96%左右的运行效率,导致大量的能量损失。以 400kW 负载为例,工频机将比高频机年多耗电 41 万度,比模块化年多耗电近 58 万度。除此之外,工频 UPS 还有高谐波、低功率因数等导致配电线缆损耗增大等问题。

前面的我们分析了高频 UPS 在节能方面的优势,下面我们再分析一下模块化 UPS 与高频塔式 UPS 在节能方面的性能。目前这两者均可做到最高 96%的效率值,但这是在负载率在 50%以上才能达到的。而前面提到,因为系统冗余及超前规划,常见工况下 UPS 负载率在 20~40%左右。高频塔式机在此工况下只能做到 90%-91%的效率,而模块化 UPS 可以根据当前的业务负载配置相应的容量模块,而且目前主流模块化 UPS 普遍具备“模块休眠”特性,在保证一定系统冗余的基础上,可以休眠一定数量的模块(可以手动或者设置自动),让 UPS 系统工作在效率比较高的区域,即保持在效率最高点 96%附近。图二即展示了休眠提升负载率与运行效率的原理。

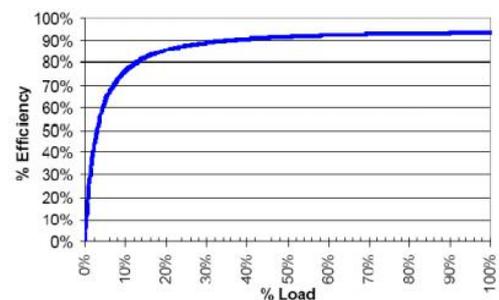


图 2 UPS 负载率-效率曲线

4.240V 直流供电技术

240V 直流供电系统是近年来应用于通信、数据中心的一种新型的不间断供电系统,系统安全性高、可维护性好,并且符合国家倡导的节能减排的产业政策。

目前大量使用的 UPS 主机均为在线双变换型,在负载率大于 50%时,其转换效率与开关电源相近。但一个不容忽视的现实是,为了保证 UPS 系统的可靠性,

UPS 主机均采用 $n+1$ ($n=1、2、3$) 方式运行, 加之受后端负载输入的谐波和波峰因数的影响, UPS 主机并不能满负荷运行, 通常 UPS 单机的设计最大稳定运行负载率仅为 35~53%。而受后端设备需求功耗和业务发展的影响, 很多 UPS 系统通常在寿命中后期才能达到设计负载率, 甚至根本不能达到设计负载率, UPS 主机单机长期运行在很低的负载率, 其转换效率通常为 80% 多, 甚至更低。

对于直流电源系统而言, 一方面因减少逆变环节带来整机效率提升; 另外, 因其采用模块化结构, 可根据输出负载的大小, 由监控模块、监控系统或现场值守人员灵活控制模块的开机运行数量, 使整流器模块的负载率始终保持在较高的水平, 从而使系统的转换效率保持在较高的水平。

5. 结束语

综上所述, 加强对数据中心节能建设, 大力提倡和快速推进绿色数据中心的建设和应用, 意义非常重大。随着互联网以及大数据爆发式发展, 数据中心的供电负荷容量也日益增长, 即便是 1% 的系统效率提升, 也能为企业带来数万的运营成本节约。因此, 构建绿色数据中心已经成为国家战略, 同时也是企业承担节能减排的社会责任, 构建精细化维护管理体系, 实现降本增效的必然要求。

参考文献

- [1] 雷卫清.袁源.戴源.石启良.王丽.朱关峰, 《下一代绿色数据中心》, 2013-05
- [2] 张厂明.陈冰《数据中心基础设施设计与建设》, 2012-06-01
- [3] 张泉.李震《数据中心节能技术与应用》, 2018-08-02