

应用于5G边缘DC的

Research on High Power Battery
Applied to 5G Edge DC

高功率蓄电池研究

李浩铭(中国联通网络技术研究院,河南 郑州 450007)

Li Haoming(China Unicom Network Technology Research Institute,Zhengzhou 450007,China)

摘要:

为满足5G应用对于超低网络延迟的需求,全球网络运营商纷纷宣布将在未来几年内大力投资边缘DC的建设,这就要求对机房空间和承重能力进行重新规划,作为后备电源的蓄电池组正是其中一项重要制约因素。经过工艺改进的高功率铅酸蓄电池,在保证相同放电功率的前提下,可以显著减少配置数量,减少机房空间及承重方面的压力,同时降低购置成本,能够有效应对边缘DC大规模建设的需要。

关键词:

5G;边缘DC;高功率;铅酸蓄电池

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.01.018

中图分类号:E968

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2019)01-0086-04

Abstract:

To meet the demand of 5G applications for ultra-low network latency, network operators around the world have announced that they will invest heavily in the construction of edge DC in the next few years which requires the reconsideration of room capacity and load-bearing capacity, and the battery pack is one of the key constraints as a backup power supply. The high-power lead-acid battery with improved craft process can significantly reduce the number of configurations, alleviate the problems of space and load-bearing in the machine room, and reduce the cost while ensuring the same discharge power, which can effectively meet the needs of large-scale construction of the edge DCs.

Keywords:

5G; Edge DC; High power; Lead-Acid battery

引用格式:李浩铭. 应用于5G边缘DC的高功率蓄电池研究[J]. 邮电设计技术,2019(1):86-89.

1 研究背景

近年随着市电供电环境的持续改善和备用柴油发电机组性能的提高,目前运营商通信电源系统的铅酸蓄电池后备时间都减少到了1~3 h。

中国联通2016年3月下发的《中国联通2016年基础设施专业建设指导意见》中有如下规定。

-48 V直流系统和高压直流系统:一类市电条件下,自动化切换配电系统总放电小时数为0.5 h,手动启动或切换配电系统总放电小时数为1 h;二类市电条件下,自动化切换配电系统总放电小时数为1 h,手动启动或切换配电系统总放电小时数为1~2 h;三类市电条件下,总放电小时数为2~3 h。

交流UPS供电系统:在一类市电引入+后备油机

(N台)保障条件下,具备配电系统实现自动化切换条件时,交流不间断电源系统的断电保障时间可缩短至30 min,否则交流不间断电源供电系统的断电保障时间不宜低于1 h;在二类市电引入+后备油机(N+1台)保障条件下,具备配电系统实现自动化切换条件时,交流不间断电源供电系统的断电保障时间不应低于1 h,否则交流不间断电源供电系统的断电保障时间应延长为1~2 h。在三类市电引入+移动油机保障条件下,交流不间断供电系统的断电保障时间为2~4 h。

同时,对于配置有独立变配电系统的单独IDC机房,《中国联通数据中心建设标准V1.0》给出的铅酸蓄电池断电保障时间在Tier4、Tier3、Tier2和Tier1机房分别为15、10、7和5 min。

可以看出,目前中国联通的通信网络和数据中心的蓄电池备用时间按照设计负荷计算最多不超过4 h,对于配置有独立配电系统的单独IDC机房,甚至只有

收稿日期:2018-12-25

5~15 min。对于铅酸蓄电池的放电能力要求已经从过去的“长持续时间,小放电电流”转变为了“短持续时间,大放电电流”,也就是对铅酸蓄电池高功率放电能力的要求。但从目前运营商普遍采用的传统铅酸蓄电池的工艺来看,是无法满足这种要求的。中国电信的某通信局(站)就发生过传统蓄电池大电流放电电压突然断崖式下降,造成传输10 Gbit/s骨干环网设备发生重大事故,传输大面积故障持续5 min的重大事故。

为避免此类事故的发生,运营商普遍采用增大蓄电池容量的方法来保证供电安全,但此种方式不仅增加了大量的固定资产购置费用,同时在机房有限的空间和承重条件下,会给安装施工和后续的维护工作带来很多隐患,更是无法适应在5G时代大举建设边缘DC机房的需求。因而如何在通信行业应用具有高功率放电性能的铅酸蓄电池,在保证供电安全的前提下,合理减少蓄电池的配置容量,降低对机房空间和承重的要求,就成为了摆在各大运营商面前的一个重要课题。

2 高功率蓄电池的研发

传统通信局(站)用铅酸蓄电池的设计目标是在小电流、小功率的工况条件下,保证较长的供电时间及更长的循环寿命。为了达到这些目标,设计时关注的重点通常是减少蓄电池的早期容量衰减现象(PCL)、提高活性物质参与化学反应的比例以及循环反应的次数,因而导致此类蓄电池的高功率放电性能较差。

为了提高铅酸蓄电池的高功率放电性能,以适应大电流、大功率的要求,研究者和从业者主要从以下的几条途径进行了改良。

a) 增加正负极板数量:对于同一种规格的电池来说,单体内腔的体积是固定不变的,要提高电池的高功率放电性能,改变正负极板数量是一种最简捷、最有效的方法。增加正负极板数量,减少了极板之间的间距,同时也增加了极板的反应表面积,极板间距的减少,也减少了隔板厚度,使得隔板里的硫酸在短时间内较快地参与反应。极板反应表面积的增加,有利于降低单片极板的电流密度,从而提高高功率放电性能。由表1可见,采用正4负5极群设计的2个蓄电池样品比采用正3负4极群设计的同一型号蓄电池的2个样本的恒功率放电时间增加了1 min以上。

b) 改进板栅结构:板栅设计也在很大程度上决定了蓄电池的高功率放电性能。为提高蓄电池放电功率,板栅结构应由传统的直线型设计改为放射型设计,

表1 某型号蓄电池140 W/单格恒功率放电数据
(终止电压1.67 V)

项目	正3负4极群设计		正4负5极群设计	
	1#	2#	1#	2#
放电时间	13 min 42 s	13 min 30 s	15 min 12 s	15 min 26 s

使得板栅上电流分布更加均匀,降低板栅内阻,同时也增加板栅的面积,从而达到提高高功率放电能力的目的。由表2可见,对同一型号的蓄电池,负极板采用放射型设计的样品,相较于直线型设计,15 min恒功率放电时间提高了1 min左右。

表2 某型号蓄电池270 W/单格恒功率放电数据
(终止电压1.67 V)

项目	负板栅放射型		负板栅直线型	
	1#	2#	1#	2#
放电时间	16 min 16 s	16 min 17 s	15 min 20 s	15 min 11 s

c) 增加装配压缩比:当极板设计定型后,装配压缩比的大小就直接反映了隔板的厚薄。提高装配压缩比,有利于抑制活性物质的膨胀,改善极板与隔板的接触内阻,总体效果是降低电池的内阻,从而提高高功率放电能力。由表3可见,对于同一型号的蓄电池,随着装配压缩比的增加,恒功率放电性能得到了不同程度的提高。

表3 某型号蓄电池200 W/单格恒功率放电数据
(终止电压1.67 V)

项目	20% 装配压缩比		25% 装配压缩比		30% 装配压缩比	
	1#	2#	1#	2#	1#	2#
放电时间	14 min 50 s	15 min 24 s	15 min 48 s	15 min 45 s	16 min 1 s	16 min 4 s

除了以上几点主要改进手段外,行业内的厂商从铅粉配方、电解液浓度、极板化成方式等多方面对现有铅酸蓄电池产品进行了改进。

3 应用场景及数据分析

表4给出了10组国内外市场上不同品牌的高功率蓄电池产品在不同备用时间下的恒功率放电数据。A~F为国内品牌的高功率蓄电池产品,共6组;U~W为国外品牌的高功率蓄电池产品,共3组;R为传统铅酸蓄电池参照组。

对于电压等级相同的蓄电池组,在确定供电场景具有固定电缆压降的情况下,恒功率放电能力与恒流放电能力为线性相关。为便于比较,这里可以将不同Ah容量的蓄电池的恒功率放电功率值按照容量比例

表4 高功率蓄电池样本恒功率放电数据(单位:W/单格,终止电压1.67V)

样本编号	A	B	C	D	E	F	U	V	W	R
电池类型	12V100Ah	12V180Ah	12V100Ah	12V100Ah	12V200Ah	12V100Ah	12V141Ah	12V220Ah	12V125Ah	12V100Ah
1 h 放电功率	138	262	142	119	277	131	210	302	176	107
	138	146	142	119	139	131	149	137	141	107
30 min 放电功率	246	442	243	194	496	230	346	481	310	188
	246	246	243	194	248	230	245	219	248	188
15 min 放电功率	400	700	395	306	780	376	550	786	505	275
	400	389	395	306	390	376	306	357	404	275
10 min 放电功率	510	859	534	391	1 008	440	704	917	615	318
	510	477	534	391	504	440	500	417	492	318
5 min 放电功率	690	1 092	721	539	1 227	541	897	1 150	864	345
	690	607	721	539	614	541	636	523	691	345

奇数行为实际功率,偶数行为换算到100 Ah电池的功率。

换算到100 Ah的恒功率放电功率值。

图1给出了9组高功率蓄电池样品和1组传统蓄电池样品在60、30、15、10和5 min备用时间下的恒功率放电功率数值的比较。其中下方一行的功率值为10组样品的恒功率放电功率值统一折算到100 Ah容量后的数值。

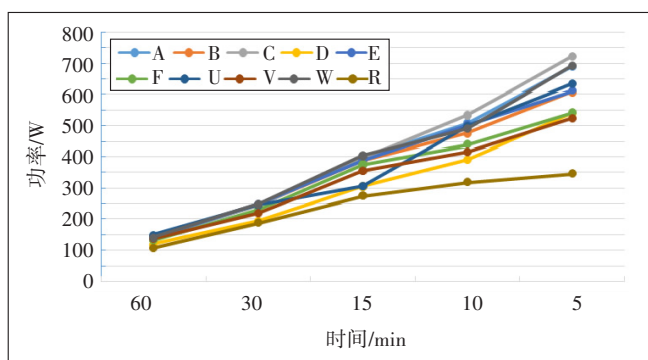


图1 高功率电池与传统蓄电池恒功率放电比较

由图1可以看出,9组高功率蓄电池在30 min或更短备用时间的条件下,能够恒功率放电的功率值相较于参考组R的传统铅酸蓄电池,具有明显的优势,并且随着后备时间的缩短这种优势会进一步的扩大。

尽管高功率蓄电池在30 min或更短的备用时间的应用场景下,恒功率放电能力相较于传统铅酸蓄电池有明显的优势,但由于生产工艺和市场成熟度等原因,目前高功率蓄电池的价格相较于传统铅酸蓄电池仍然较高。经过市场调查,目前国内市场上的高功率蓄电池的价格相较同容量规格的普通铅酸蓄电池普遍高28%左右,而国外市场的产品则更要高40%左右。由图2可以看出,相较于国外的高功率蓄电池产品,国内市场的产品在各后备时间下的恒功率值都没有明显差

距,甚至有些还有优势。

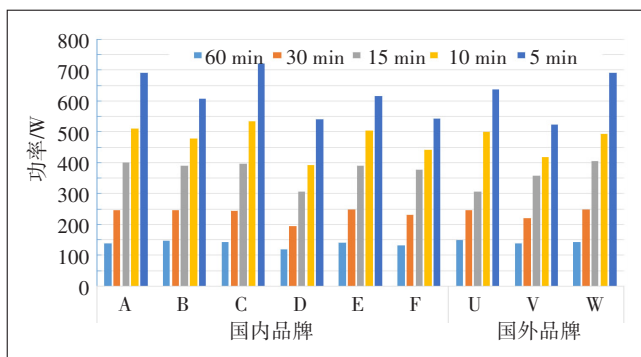


图2 国内外高功率蓄电池恒功率值比较

虽然高功率蓄电池在同容量的情况下购置成本高于传统铅酸蓄电池,但是在一定的通信设备负荷和相同的后备时间的条件下,高功率蓄电池所需配置的容量要低于传统铅酸蓄电池。因而,这里需要进一步探究的问题就是,采用高功率蓄电池替代传统铅酸蓄电池,是否能够在保证供电安全的前提下,减少通信运营商的购置成本。

设电源系统的负载功率为 P ,直流电压等级为 U ,传统12 V 100 Ah蓄电池每单格恒功率放电功率值为 P_m ,每节电池6个单格,每Ah的价格为 C_m 元;高功率12 V 100 Ah蓄电池每单格恒功率放电功率值为 P_n ,每Ah的价格为 C_n 元。为该系统配置2种蓄电池的购置成本 Q_m 和 Q_n 可表示为:

$$Q_m = \frac{P}{P_m \times 6 \times \frac{U}{12}} \times 100 \times C_m \quad (1)$$

$$Q_n = \frac{P}{P_n \times 6 \times \frac{U}{12}} \times 100 \times C_n \quad (2)$$

P_m 按参考组R在60、30、15、10和5 min备用时间下的恒功率值取值, P_n 按A~F组的国内高功率电池恒功率放电功率值的平均值取值,按照目前国内市场上12 V铅酸蓄电池的平均售价,取 $C_m=6.9$ 元/Ah,高功率蓄电池售价比传统铅酸蓄电池高28%左右,取 $C_n=8.8$ 元/Ah。在不影响结论的前提下,为便于书写和计算,电源系统直流电压 U 取336 V,负载功率 P 取60 kW。分别计算出2种蓄电池配置的成本及比较结果。

由表5可以看出,在备用时间较短的条件下,用高功率蓄电池替代传统蓄电池,能够有效地降低购置成本,15 min下可以降低6.8%,而最短的5 min下可以降低28.87%的购置成本。

表5 传统铅酸蓄电池和高功率蓄电池购置成本比较

备用时间/ min	恒功率值/W		购置成本/元		降低成本/%
	P_m	P_n	Q_m	Q_n	$(Q_m-Q_n)/Q_m$
60	107	136	2 304.6	2 314.4	-0.43
30	188	234	1 311.0	1 346.4	-2.70
15	275	376	897.0	836.0	6.80
10	318	476	772.8	660.0	14.60
5	345	619	717.6	510.4	28.87

考虑到目前中国联通大部分数据中心IDC机房铅酸蓄电池的后备时间仍然为30 min,结合目前市电条件的改善及柴油发电机性能的提高,完全具备条件将备用时间缩短到15 min,同时将传统铅酸蓄电池替换为高功率蓄电池,根据表5的数据,能够节约的成本可以高达 $(1\ 311-836)/1\ 311=36.2\%$ 。

图3示出的是同一电源系统分别用高功率蓄电池和传统铅酸蓄电池作备用电源时,购置成本在不同后备时间情况下的差异对比。

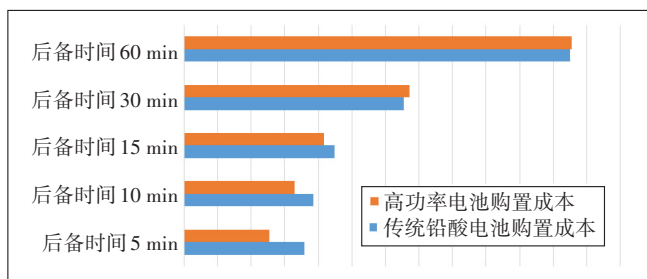


图3 传统铅酸蓄电池和高功率蓄电池购置成本比较

由表5和图3可以得出以下结论。

高功率蓄电池在1 h及以下备用时间的应用场景下,恒功率放电能力均要高于传统的铅酸蓄电池。

限于目前高功率蓄电池工艺及市场的成熟度的问题,高功率蓄电池售价仍然偏高,按照目前价格水平,

30 min及以上备用时间应用高功率蓄电池对运营商节约购置成本没有明显效果,但随着日后产品成熟度和销量的提高,成本应会逐步降低。

15 min备用时间及以下的应用场景中,高功率蓄电池节约购置成本的作用较为明显,且备用时间越短,相较于传统铅酸蓄电池越有价格优势。

同时需要指出的是,在同样的供电功率场景下,高功率蓄电池的容量更低,因而体积更小、重量更轻,能够降低蓄电池组对机房空间及承重方面的要求,也更加适应未来5G时代边缘DC大规模建设的需求。

4 结束语

高功率蓄电池是在市电供电质量和柴油发电机性能不断提高的大背景下,由运营商缩短数据中心电源系统中蓄电池的备用时间、降低固定资产购置成本的需求而催生出的产品。相较于传统铅酸蓄电池,高功率蓄电池在短备用时间、高放电功率的工况条件下的性能具有明显优势,能够较好地应对5G时代边缘DC机房大量建设对机房空间和承重的挑战。通过对国内外主流品牌的产品性能的比对研究,可以得出在目前的市场条件下,备用时间在15 min及以下的数据中心供电场景中,采用高功率蓄电池可以在保证供电时间的前提下有效降低蓄电池组对空间和承重方面的要求,同时可有效降低购置成本。本文的研究成果,对于通信运营商未来5G边缘DC工程建设和改造、降低固定资产购置成本等工作具有积极的指导意义。

参考文献:

- [1] 赵天顺. 铅酸蓄电池技术的发展研究[J]. 山东工业技术, 2016(11):20-20.
- [2] 施巍松,孙辉,曹杰,等. 边缘计算:万物互联时代新型计算模型[J]. 计算机研究与发展, 2017,54(5):907-924.
- [3] 张嗣宏. CO机房重构推进边缘DC建设研究[J]. 无线互联科技, 2016(7):115-116.
- [4] 张佳乐,赵彦超,陈兵,等. 边缘计算数据安全与隐私保护研究综述[J]. 通信学报, 2018(3):1-21.

作者简介:

李浩铭,工程师,硕士,主要从事通信电源技术研究工作。

