

变电站储能设计方案研究

孙 金

深圳供电规划设计院有限公司 广东 深圳 518054

摘要:近年来,随着城市产业结构调整,居民生活电气化水平不断提高,城市电网负荷峰谷差进一步加大,电网设备利用率随之下降,并直接影响了电网建设投资的经济性。因此在变电站建设小容量的能够发挥削峰填谷储能电站日益重要。文章介绍了储能系统型式,选取最具有优势的电池储能技术,从接入系统、选址、定容、到设备选型、布置、安装等方面探讨了变电站储能技术,为变电站储能技术提供了方向指引。

关键词: 变电站储能; 接入容量; 集装箱储能

引言

近年来,随着城市产业结构调整,居民生活电气化水平不断提高,城市电网负荷峰谷差进一步加大,电网设备利用率随之下降,并直接影响了电网建设投资的经济性。因此一种能发挥削峰填谷的作用,改善电力系统的日负荷特性,使发电设备的利用率大大提高,从而提高电网整体的运行效率的技术日益重要。过去5年,深圳电网峰谷差平均增速2.6%,峰谷差占日最高负荷比重达到47%。受土地资源日益紧缺限制,通过新增输、配电设备来满足高峰负荷的需求变得越来越困难,使得易于分散接入负荷中心的储能系统需求日益增加。因此,建设分布式储能电站可将低谷电能转化为高峰电能,是实现发电和用电间解耦及负荷调节的有效途径,并能减少电网对输配电设备的投资,进而提高现有电力设备的利用率。

1 储能系统介绍

目前,储能系统主要采用电池储能技术,一般采用铅酸(炭)电池、磷酸铁锂电池、三元锂电池等几种主要形式,其中磷酸铁锂电池因具备安全可靠、放电深度和充放电倍率高、循环次数多等优势,是目前电网侧储能电站主要选用的电池类型。但是大规模电池组在充放电过程中,纳米颗粒都易从电极上脱落,造成电池内部微短路,导致电池组发热及着火^[1]。

1.1 集装箱储能系统

储能电池一般采用预制舱布置,预制舱一般采用标准20尺或40尺集装箱,宽度为2438mm,储能电池舱舱顶一般采用平顶式结构。电池预制舱舱门设置应满足舱内设备运输、巡视和逃生的要求。电池储能系统单元内部由1台PCS及连接的电池组及电池管理系统构成,PCS交流侧通过隔离变压器接入10kV交流电网,多个单元可并联扩容。

PCS通过CAN总线与电池管理系统进行通信,实现对

电池的监控及保护。配置监控系统一套,监控通过网关实现对各基本单元内PCS装置和电池组的监控。

电池储能系统设备应设保护接地。集装箱金属外壳必须设置至少2个接地点,通过接地铜排接入主接地网。控制柜需通过专用铜排与二次接地网连接,并且控制柜和集装箱机壳之间需满足加强绝缘的要求。

1.2 柜式储能系统

柜式储能系统全部由电池组成,但不设集装箱,电池布置于房间内,电池房间的消防、通风等措施全部由建筑设计时统一考虑。

通过对比可以看出,集装箱式储能系统适用于变电站内有空地位置,直接建设。柜式储能系统适合新建配电厂房来为储能系统服务。

2 储能系统技术原则

2.1 接入电压等级

根据《电池储能电站设计技术规程》QGDW 1125-2014规定,储能系统应通过三相接入电网,接入电网的电压等级应根据储能系统容量及电网的具体情况确定:400kW以上储能系统宜接入10kV(6kV)及以上电压等级电网,400kW及以下储能系统可接入380V电压等级电网。同时,接入电网的电压等级应考虑多个储能系统并网导致容量汇聚的因素。

2.2 储能系统容量确定

根据《电池储能电站技术导则(Q/GDW/Z 1769-2012)》规定,为了保障储能电站接入点安全,“接入电网的储能系统总容量应控制在电网上级变电站单台主变额定容量的30%以内”。

在满足以上导则规定要求的情况下,结合变电站现场情况,储能项目容量配置应满足以下条件:

1) 储能项目在电网中的主要作用为削峰填谷和提高电网供电能力时,以深圳电网负荷特性为参考,储能容

量为上一级变压器主变规模20%，其利用效率较优。

2) 电网侧储能系统通过削峰填谷可显著提高城市电网日负荷率，进而提高电网设备利用率。参考目前深圳电网全网平均日负荷率78%，在110kV变电站布置规模为主变规模20%的储能系统，可将平均日负荷率提高10%~20%。

3) 具体项目需综合考虑接入主变的负荷特性（包括年负荷曲线和典型日负荷曲线）、负荷预测结果、变电站供电区内输变电项目规划情况、储能的主要作用，优选储能规模，最大化发挥储能削峰填谷的作用^[2]。

2.3 接入选址原则

考虑储能站址建设和接入系统的可行性、便利性，建议储能电站设置在变电站内。储能项目选址宜满足以下条件：

1) 为了最大程度发挥储能的削峰填谷效益，应选择距离负荷中心较近的变电站布置储能电站，优先考虑在110/10kV、220/20kV变电站内布置储能电站；

2) 变电站站址需满足储能设备布置、运输条件，道路满足宽度、坡度及转弯半径等工程建设需要；

3) 变电站所在供电区存在局部供电紧张，或变电站长期重过载、且周边规划新建、扩建工程项目难以实施，或变电站有光伏、风电等新能源接入，或供电较多重要用户的城市中心变电站；

4) 变电站负荷曲线应具有明显的峰谷特性；

5) 变电站站内可用或可扩10kV/20kV间隔需满足储能电站配套设备接入需求。

2.4 接线方案研究

储能电站一般接入变电站站内10kV/20kV系统，以接入10kV系统为例，变电站站内10kV开关柜额定电流一般为1250A，从经济合理性上来看，储能系统并网时，选用1面开关柜接入，是合理经济的。同时，该开关柜的电流互感器配置需满足计量、保护的要求^[3]。

储能集装箱通过1kV电缆连至箱式升压变压器，每台箱式变压器带1个最多三个储能集装箱。

升压变压器采用干式变压器，干式变压器的容量超过2500kVA时，变压器自身的发热会变大，长期运行会对变压器绝缘造成老化。因此，选择变压器时，容量不宜超过2500kVA。

干式变压器的容量又与集装箱单元数量有关，按目前一个40尺的标准集装箱，容量约为1000kW，20尺集装箱容量约为500kW。因此，按照40尺集装箱，每台变压器下方可以连接2个集装箱单元；按照20尺集装箱，每台变压器下方可以连接4个集装箱单元。

箱式变压器经由10kV电缆接入汇流开关站，开关站内配备真空断路器，之后开关站再由10kV电缆接入10kV开关柜。

2.5 布置方案研究

储能系统要安装于变电站内，可以分为有位置扩建储能系统的在运行变电站和没有位置扩建储能系统的在运行变电站，以及新建的变电站。针对这三种形式，布置形式如下：

2.5.1 有扩建位置的运行变电站

主要针对变电站围墙内有足够的空余位置单层布置储能设备，参考已经实施的储能项目（深圳供电局110kV光明变电站储能项目），终期规模按5.25MW/11.0964MWh考虑，储能设备由6个集装箱储能模块，3台2000kVA箱式升压变压器，一个汇流开关站组成。

每个集装箱尺寸（长×宽）为13.716×2.438m，每台箱式升压变压器尺寸（长×宽）为2.6×2.4m，汇流开关站尺寸（长×宽）为9.6×1.8m。

将6个集装箱按平铺的方式一字型户外布置，集装箱之间按1.5m间距布置，满足检修要求，每两个集装箱连接一台箱式升压变压器，箱式升压变压器布置在集装箱电缆出线侧，方便电缆引接，并在靠近主控楼的方向布置汇流开关站，减少电缆长度。新建一次电缆沟（1.0m×1.0m）走动力电缆，包括380V、10kV动力电缆；新建二次电缆沟（0.4m×0.4m）走信号电缆、光缆等。

储能布置总占地约为30×30m，共900m²。

2.5.2 叠放布置形式

主要针对变电站围墙内空余位置不足以单层平铺布置储能设备，但储能设备采用叠放能够布置的变电站。

储能设备规模5.25MW/11.0964MWh考虑，将储能模块叠放两层布置，则每个集装箱尺寸（长×宽）为6.096×2.438m，每台箱式升压变压器尺寸（长×宽）为2.6×2.4m，汇流开关站尺寸（长×宽）为9.6×1.8m。

将6个集装箱按平铺的方式一字型户外布置，集装箱之间按1.5m间距布置，满足检修要求，每两个集装箱连接一台箱式升压变压器，箱式升压变压器布置在集装箱电缆出线侧，方便电缆引接，并在靠近主控楼的方向布置汇流开关站，减少电缆长度。新建一次电缆沟（1.0m×1.0m）走动力电缆，包括380V、10kV动力电缆；新建二次电缆沟（0.4m×0.4m）走信号电缆、光缆等。

储能布置总占地约为22×30m，共660m²。

2.5.3 无扩建位置的运行变电站

主要针对变电站围墙内无空余位置布置储能设备的变电站。

这种类型的变电站,为考虑布置储能设备,则储能设备规模按2.25 MW/4.5MWh考虑,且将储能设备布置在配电装置楼屋顶,储能设备由6个集装箱储能模块,3台2000kVA箱式升压变压器,一个汇流开关站组成。

将6个集装箱按平铺的方式双列户外布置在配电装置楼屋顶,集装箱之间按1.0m间距布置,满足检修要求,每两个集装箱连接一台箱式升压变压器,箱式升压变压器布置在集装箱旁边,并在靠近箱式变的位置布置汇流开关站。所有电缆均通过槽盒引接^[4]。

结束语

在变电站内建设小容量的储能电站,属于分布式储能系统的一种,可以发挥削峰填谷的作用,改善电力系统的日负荷特性,使发电设备的利用率大大提高,从而提高电网整体的运行效率的技术日益重要。

文章介绍了储能系统型式,选取最具有优势的电池储能技术,从接入系统、选址、定容、到设备选型、布置、安装等方面探讨了变电站储能技术,为变电站储能技术提供了方向指引。

参考文献

[1]基于对侧变电站主变状态的储能电站滚动计划曲线生成[J].何大瑞,李妍,程亮,冯力勇,张云.电子设计工程.2021(10)

[2]金属加工区分层储能优化配置方法研究[J].张效言,李先允.电气技术.2022(01)

[3]新能源侧储能优化配置技术研究综述[J].李红霞,李建林,米阳.储能科学与技术.

[4]能源安全视角下电化学储能的发展思考[J].赵昕劫.能源.2022(01)