

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.20.026

储能电站用于供排水厂站的探讨

赵志仁, 俞宏伟

(杭州市水务集团有限公司, 浙江 杭州 310009)

摘要: 供排水厂站生产运行需要消耗大量电能,用电具有一定的周期变化规律,且存在较多影响用电可靠性的问题。储能电站利用电池储能原理,通过能量储存和释放系统在城市峰谷用电时期对电网电能进行充放,达到削峰填谷作用,并可利用峰谷电价费率差降低部分用电成本,在外部电网失电时还可作为厂站短时应急电源使用,提高用电可靠性。储能电站建设受用地条件、用电费用和用电量等因素制约,建设前需进行技术经济可行性分析。以某污水泵站为例,介绍了储能电站的技术方案、运行模式,并详细分析了投资效益和运行效益,一般6年可收回静态投资。供排水厂站可通过建设和运行储能电站提升自身用电可靠性,并可降低部分运行成本。

关键词: 供排水厂站; 储能电站; 用电可靠性

中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)20-0148-04

Discussion on Application of Energy Storage Power Station in Water Supply and Drainage Plants and Stations

ZHAO Zhi-ren, YU Hong-wei

(Hangzhou Water Group Co. Ltd., Hangzhou 310009, China)

Abstract: The operation of water supply and drainage plants and stations need to consume great amount of electric energy, and the electricity consumption has a certain variation cycle, there are many problems that affect the reliability of electricity consumption. The energy storage power station uses the principle of battery energy storage to charge and discharge power from the grid through the energy storage and release system during the peak and valley periods of the city, achieving the effect of balance and can use the peak and valley tariff rate difference to reduce part of the electricity cost. It can also be used as a short-term emergency power supply for plants and stations when the external power grid loses power to improve the reliability of electricity use. The construction of energy storage power stations is restricted by factors such as land use situation, electricity costs, and electricity consumption. Technical and economic feasibility analysis is required before construction. Taking a sewage pumping station as an example, the article introduces the technical scheme and operation mode of the energy storage power station, and analyzes the investment and operation benefits in detail. The static investment can generally be recovered in about 6 years. Water supply and drainage plants can improve their own electricity reliability through the construction and operation of energy storage power stations, and also can reduce a part of operating costs.

Key words: water supply and drainage plants and stations; energy storage power station; power reliability

城镇供排水生产一般包括取水、制水、供水、污水收集转输及污水处理等生产设施设备,具有用电

点分布广、用电等级要求较高等特点,生产运行过程中需要消耗大量电能,是用电大户。为避免发生供

排水生产中断事故,须具备高可靠性、经济适用的供电保障能力。储能电站作为电能储存、释放系统,应用于供排水生产系统中可较好地提升供排水生产用电可靠性并降低运行成本。

1 供排水生产用电状况

1.1 用电特点

供排水生产过程中主要动力设备为水泵机组、鼓风机、脱水机、除臭设备等,供水厂、污水处理厂及泵站一般为连续运行,且供排水生产运行用电与工业企业、居民的生产生活习惯息息相关,呈现一定的周期性变化规律。

1.2 存在的问题

受各种供电条件限制,供排水生产厂站存在的问题主要有单路供电、单变压器供电、上级电源点T接、双路供电但上级电源为同一变电站/开关站且同沟敷设电缆、电源供电线路老化或供配电设备老旧等,有些是生产厂站附近不具备双路供电接入条件,有些是经济条件限制,给供排水生产运行带来较大的安全隐患。

2 储能电站

2.1 储能电站概述

储能电站是指将电网电能储存于一定容量的蓄电池中,并适时向动力设备释放电能的能量储存释放系统,一般可分为集中式储能电站和分布式储能电站。集中式储能电站一般从供电母线侧接入实现储能供电;分布式储能电站是指对单一设备或单元实行储能供电。由于供排水生产过程需要生产机组联动运行,因此一般采用集中式储能模式。

2.2 储能电站系统组成

储能电站系统架构见图1。

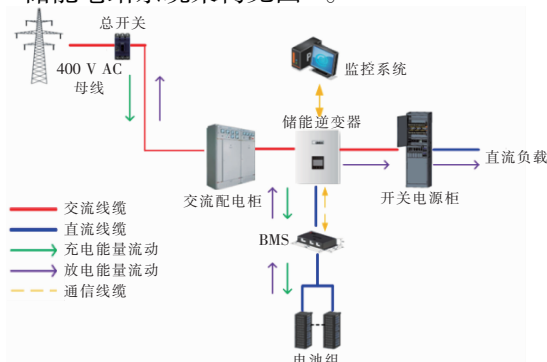


图1 储能电站系统架构

Fig.1 Energy storage system framework

储能电站主要由电池、逆变器(PCS)、电池管理系统(BMS)及监控系统等设备组成,电池串并联后通过PCS接入低压配电系统。一般采用机柜式储能系统,单个标准集装箱式机柜功率为500 kW,标准规格按整数倍递增,设备高度集成,具有占地面积小、容易安装、可远程监控等优点。

2.3 储能电站功能

2.3.1 削峰填谷功能

储能电站具备削峰填谷、调频、调压及孤岛运行等功能,在电网负荷低时储能,在电网负荷高时输出能量,用于削峰填谷,减轻电网波动。充放电策略可根据不同应用场景灵活配置,如中午、夜间谷时充电,电池从10%到100%,考虑系统0.5C(C为电池标称容量)的最大充放电倍率(2 h完成一个满充/满放),充放电策略可设置为每天两充两放。

2.3.2 应急备电功能

在厂站失去公网供电情况下,储能电站可用作应急能源,保障一定时段供电,提高供电可靠性。电网停电时,PCS实时检测电网电压和频率,当检测到电网掉电,PCS手动转换为离网运行,供负载用电;当电网恢复,PCS检测到电网电压正常,完成离网转并网的切换,离网或并网切换时间仅需2 s。

2.3.3 降低用电成本

浙江省发改委提出2020年削峰日前补贴价格上限为4元/(kW·h),填谷日前补贴价格上限为1.2元/(kW·h),实时需求响应补贴价格上限为4元/(kW·h),因此,可通过参与电网需求侧响应而获得削峰填谷补贴;利用峰谷电价差降低用电成本,即在谷电时段充电、峰电时段为生产设备供电,利用峰、谷电的电价差降低成本;此外,还可利用储能电站降低用户需量电费等。

2.4 建设条件

储能电站建设需要具备以下条件:

- ① 有足够的储能电站设置场地,一般500 kW/1.05 MW·h功率电池组约需占地35 m²;
- ② 峰谷电价费率和大工业单费率两种计算电费模式应基本持平,或峰谷模式优于大工业单费率模式;
- ③ 用电量大,供电可靠性要求较高,具备集中式供电母线,可实施储存电能的接入。

3 储能电站建设方案

通过用电分析,选取某大型污水转输泵站为建

设试点。

3.1 泵站概况

该泵站占地面积 $5\,427.2\text{ m}^2$, 上游为另一大型污水转输泵站, 下游为污水处理厂, 承担 $78 \times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 污水转输功能。现设有两路 10 kV 高压进线, 分别引自上级同一变电站不同母线的 2 个间隔, 设有 2 台 $1\,250\text{ kVA}$ 变压器, 主要用电负荷为 10 台单机功率为 180 kW 水泵机组, 日常 3~5 台水泵运行, 水泵运行台数呈现一定的变化规律, 日均用电量约为 $13\,000\text{ kW} \cdot \text{h}$ 。电费计费模式为峰谷电价模式, 经分析计算, 该泵站的峰谷电价费率和大工业单费率模式的用电成本基本持平, 具备了储能电站建设条件。

3.2 项目设计

3.2.1 工程规模

该泵站日常设备用电负荷为 $540 \sim 900\text{ kW}$, 在尖峰(2 h)、高峰(10 h)和低谷(12 h)用电量比例基本为 1:5:6。为保证储能系统投运时满负荷运行, 一般选取规模不大于日常用电负荷容量, 而机柜式储能系统中 500 kW 容量刚好为一标准系统, 故在该站点选取 500 kW 储能系统建设规模。

3.2.2 方案设计

采用集中式储能模式建设, 主要由储能电池组、高压盒、电池管理系统等部分构成, 储能电池组采用并联方式, 通过汇流柜汇流后输出给 1 套 500 kW 能量转换系统。

一套 500 kW 的能量转换系统由 6 簇组成, 每簇储能电量为 $175.104\text{ kW} \cdot \text{h}$, 电池组电压范围为 $638.4 \sim 809.4\text{ V}$ 。每簇由 19 个储能电池模组串联组成, 每个储能电量为 $9.216\text{ kW} \cdot \text{h}$; 每个储能电池模组由 24 个单体电芯组成, 电量为 $9.216\text{ kW} \cdot \text{h}$, 标称电压为 38.4 V 。

高压控制盒内置双路继电器、断路器、快速熔断器, 以保证电池簇安全。在电池模组内、高压盒内及控制柜内分别安装一、二、三级 BMS, 以完成电池电压平衡和外部通信。

3.3 运行模式

按照浙江省大工业用电电价和一般工商业用电现行电价, 可采用夜间和中午谷时给电池充电, 电池从 10% 到 100%, 尖、峰电价时电池放电, 系统充放电策略可设置为每天两充两放。

浙江省现行大工业和一般工商业用电电价见表 1。

表 1 浙江省现行用电电价

Tab.1 Current electricity prices in Zhejiang Province

元 $\cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1}$

项目	时段	一般工商业及其他用电	大工业用电
尖峰	19:00—21:00	1.163 6	1.082 4
高峰	08:00—11:00	0.865 6	0.900 4
	13:00—19:00		
	21:00—22:00		
低谷	11:00—13:00	0.353 6	0.416 4
	22:00—次日 08:00		

4 运行效益分析

4.1 投资效益分析

储能电池实际运行时需考虑保留电量 10%、充放效率及储能监控设备与设备散热等用电情况。按照 PCS 效率 97%, 电池效率 96%, 其他损耗 5%, 整体充放效率 88%^[1] 进行收益测算, 配置单个 $500\text{ kW}/1.05\text{ MW} \cdot \text{h}$ 的储能单元成本约 200 万元, 按照两充两放来运行, 该储能电站投资经济效益分析见表 2。

表 2 储能电站投资效益分析

Tab.2 Analysis on investment benefit of energy storage power station

项 目	数值	备注
储能容量配置/(kW·h)	1 050	
有效容量放电深度(DOD)/%	72	DOD90%
PCS 功率配置/kW	500	按 0.5C 配置
系统效率/%	88	PCS 效率 97%, 电池效率 96%, 其他损耗 5%
系统容量年衰减率/%	3	
第一次充电量/(kW·h)	945	22:00—08:00
第一次放电量/(kW·h)	879	08:00—11:00
第二次充电量/(kW·h)	945	11:00—13:00
第二次放电量/(kW·h)	879	19:00—21:00 (尖峰放电)
日充电量/(kW·h)	1 890	第一次 72, 第二次 40
日放电量/(kW·h)	1 758	
日充电成本/元	861.46	低谷电价:0.455 8
日放电收入/元	1 874.65	高峰电价:0.978 8, 尖峰电价:1.283 8
日充放收益/元	1 013.19	
第 1 年储能累计收益/元	369 814.3	
第 2 年储能累计收益/元	728 534.1	第 1 年收益 \times 197.00%

续表 2 (Continued)

项 目	数值	备注
第 3 年储能累计收益/元	1 076 492.4	第 1 年收益 × 291.09%
第 4 年储能累计收益/元	1 414 021.9	第 1 年收益 × 382.36%
第 5 年储能累计收益/元	1 741 418.5	第 1 年收益 × 470.89%
第 6 年储能累计收益/元	2 058 978.1	第 1 年收益 × 556.76%
第 7 年储能累计收益/元	2 367 033.4	第 1 年收益 × 640.06%
第 8 年储能累计收益/元	2 665 843.3	第 1 年收益 × 720.86%

由表 2 可知,该储能电站可在 6 年左右完成静态投资回收,再结合需量管理、参与电网需求响应等其他增值服务,还可进一步降低回收期限。

4.2 运行效益分析

以该泵站为例进行峰谷差价获利效益分析。2019 年泵站用电情况见表 3。

表 3 2019 年泵站用电情况

Tab. 3 Electricity consumption of a sewage pumping station in 2019 10⁴ kW · h

项目	尖峰	高峰	低谷	合计
12 月	3.67	17.10	19.38	40.15
11 月	3.66	17.43	19.75	40.84
10 月	3.73	17.86	20.98	42.57
9 月	4.18	20.23	23.18	47.59
8 月	4.05	19.44	21.86	45.35
7 月	4.08	19.39	21.10	44.57
6 月	3.98	19.06	20.78	43.82
5 月	3.60	17.45	19.01	40.06
4 月	3.13	16.78	16.57	36.48
3 月	2.49	13.66	15.04	31.19
2 月	3.41	16.93	17.85	38.19
1 月	3.49	17.78	19.29	40.56
合计	43.47	213.11	234.79	491.37

该泵站用电分类为大工业用电,计费方式为基本容量费 + 峰谷电费,2019 年总用电量为 491.37 × 10⁴ kW · h,总电费为 4 181 061 元。其中尖峰时段、

高峰时段和低谷时段用电量占比分别为 8.85%、43.37% 和 47.48%。

采用储能电站在低谷电时充电,尖峰及高峰时段为生产设备提供电能。如积极响应电网削峰填谷需求,获得需求侧响应补贴,可进一步节省电费。

5 结语

供排水生产厂站具有点多面广、高用电量等特点,除做好日常供电设施设备管理外,还应努力提高重要场站的供电可靠性,以避免制供水、排水与污水处理中断等事件发生。供排水生产企业通过建设和运行储能电站,既可以提升自身的用电可靠性,又可在一定程度降低用电成本,实现用电企业和供电公司“互利双赢”。

参考文献:

[1] 姜放. 光伏储能技术应用于污水处理厂的分析[J]. 工程建设与设计,2020(3):141-143.
Jiang Fang. Application analysis of photovoltaic energy storage technology in sewage treatment plant [J]. Construction & Design for Engineering, 2020(3):141-143(in Chinese).



作者简介:赵志仁(1966 -),男,浙江杭州人,本科,高级工程师,董事长,主要从事水处理与电气工程管理。

E-mail:233073690@qq.com

收稿日期:2020-07-30