

某项目开式蓄能水罐的内部温度测量系统

张世勇¹ 张 杰² 王 斌³

1. 上海电力股份有限公司新产业管理中心, 中国·上海 200124

2. 上海电力股份有限公司新产业管理中心, 中国·上海 200124

3. 华东建筑设计研究院有限公司, 中国·上海 200002

【摘要】随着国家和地方政府对蓄能空调政策的大力支持, 利用电力的移峰填谷, 在夜间进行蓄能, 其中水蓄能系统就是一种。以上海某项目为例, 对开式蓄能水罐的内部温度测量系统进行介绍和设计, 本文将就两种温度测量方案进行优劣势分析, 最终确定一种相对可靠的温度测量系统。

【关键词】开式蓄能水罐; 水蓄能; 温度测量

引言

随着社会的发展, 人类对能源的需求越来越大, 世界正面临着能源危机, 人类在寻求各种绿色能源、新能源的同时, 为了降低能源危机对人类生活的影响, 发展了各种蓄能空调技术。蓄能空调技术有蓄热空调系统和蓄冷空调系统, 蓄热空调系统主要是水蓄热空调系统, 蓄冷空调系统主要有水蓄冷空调系统、冰蓄冷空调系统、共晶盐蓄冷空调系统。

以水作为蓄能介质的水蓄能系统是蓄能空调系统的重要方式之一。水蓄能系统具有如下优点:

1. 以水为蓄能介质, 价格相对低廉, 比热容大, 取用方便;
2. 投资相对较少, 工艺系统较简单, 同时可以减少装机容量;
3. “移峰填谷”, 夜间低价电进行蓄能, 日间峰价或者平价电进行释能, 既符合政策需求, 又节省了运行费用;
4. 可利用各种水池、水罐 (消防水池、消防水罐、储水罐) 等作为蓄水池 (水罐), 既节省空间, 又减少设备方面的投资;
5. 蓄能水池 (水罐) 可实现既蓄冷又蓄热, 夏季进行蓄冷, 冬季进行蓄热, 大大提高蓄能装置的使用率。

水蓄能系统主要有以下几种方式: 温度自然分层式、隔膜式、迷宫式、隔板式、多槽式。

水蓄能罐又分为开式罐和闭式罐。

无论采用哪种形式的蓄能水槽或蓄能水罐, 都需要设置温度测量系统, 以随时监测蓄能水槽或水罐内的温度分布情况。一般温度自然分层式的水蓄能槽 (或罐), 都会采取垂直布置温度传感器的方式, 一般沿垂直方向间隔 0.3 米~1.0 米 (视项目情况而定) 设置 1 个温度测点。蓄能水罐就是采用的自然分层式原理。

1 工程简介

上海某分布式能源中心项目共建了 7 个蓄能水罐 (6 大 1 小), 夏季 7 个水罐均蓄冷, 过渡季节 3 个蓄热、4 个蓄冷, 冬季 3 个蓄热。

蓄能水罐设置在建筑的地下室内, 受建筑净高所限, 罐子最大高度为 10 米, 为了使水蓄能量最大化, 7 个水罐均设计为 10 米高。

2 温度测量系统设计

2.1 设计原则

- 2.1.1 保证温度测量的精度, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内;
- 2.1.2 测温产品的可靠性;
- 2.1.3 沿垂直方向每 300mm 设置一个温度测点;

- 2.1.4 每个温度测点应便于检修更换;

- 2.1.5 每个温度测点的设置应不影响蓄能水罐的防水保温效果。

2.2 设计方案

2.2.1 原设计方案

本工程原设计方案中, 温度测量系统采用测温线缆的方式。每个水罐设置 2 根测温线缆, 互为备用, 从水罐顶部投入水罐内。

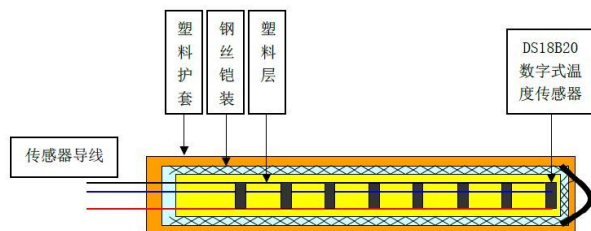


图 1 测温线缆示意图

测温线缆采用 DS18B20 数字式温度传感器作为测温元器件, 整条线缆采取防水处理, 为了增强线缆的抗拉能力, 设置各种保护层 (塑料护套、钢丝铠装、塑料层)。测温线缆为定制产品, 根据用户要求的测温点间距在线缆内设置温度传感器, 并对每个数字式温度传感器进行灌胶封装, 以达到防水的目的。

DS18B20 数字式温度传感器的特点:

- (1) 可以采用一条总线的通讯方式, 此种通讯方式可以将多个 DS18B20 数字式温度传感器布置在同一条总线上, 采用寄生供电 (采用数据线供电) 的方式来对每个温度传感器进行供电, 此种方式大大减少了布线的工程量。每个数字式温度传感器有一个编号, 通过专用的采集模块来识别每个编号的温度传感器, 对总线上的传感器进行数据采集, 并通过 MODBUS 通讯协议上传给蓄能水罐控制系统。

- (2) 测温范围: $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$; 测量精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

- (3) 总线长度一般不超过 150 米, 否则采集模块对传感器的输出功率不够, 导致读不到数据。

- (4) 由于采用寄生供电的方式, 总线中如果有一个传感器损坏短路, 可能导致整条总线上的其他传感器都损坏或无法正常工作。

- (5) DS18B20 数字式温度传感器抗电磁干扰能力较差。

2.2.2 优化后设计方案

根据本工程项目的特点, 对测温系统进行了优化设计:

(1) 取消原有测温线缆

结合项目的实际情况, 取消了原有测温线缆, 原因如下:

1) 安装不方便。现场空间受限, 梁下净高 10 米, 水罐高 10 米, 当罐子施工完毕, 保温及外防护层做好, 罐顶空间只有 500-600mm, 人无法站立, 从罐顶投入测温线缆较难。即使安装完成, 也不利于后期维护检修。一旦使用过程中出现测温线缆损坏需要更换的情况, 很难将坏的测温线缆取出, 将新的测温线缆放回水罐内。

2) 测温线缆易损坏。由于测温线缆采用一条总线通讯的方式, 一旦一根测温线缆内的数字式温度传感器损坏, 可能导致整条线缆上的所有温度传感器损坏, 造成整条测温线缆都不可用。这种情况在其他的水蓄能项目上遇到多次, 最后只能将整条测温线缆更换。

3) 对测温线缆的生产工艺要求较高。由于工艺的特殊性, 蓄能水罐既蓄冷又蓄热, 当水罐内的水温变化较大时, 对测温线缆内温度传感器的灌胶封装的质量要求较高, 如果有一点灌胶出现问题, 在测温线缆内就会出现冷凝水, 造成数字式温度传感器的损坏, 进而导致整根测温线缆的损坏。

(2) 采用“插入式 PT100 温度传感器 + 数显仪”替代“测温线缆 + 温度采集模块”

每个罐设置 32 个插入式 PT100 温度传感器 (插深 600mm), 沿罐壁检修爬梯进行安装, 间距为 300mm, 在每个罐子底部附近设置一个蓄能罐智能采集箱, 智能采集箱箱门上安装数显仪, 将每个 PT100 温度传感器进行数据采集显示, 并上传给蓄能水罐 PLC 系统, 蓄能水罐 PLC 系统再将所有罐子的数据整理后统一上传给上端 DCS 系统。



图 2 插入式 PT100 温度传感器



图 3 多路数显仪

温度传感器采用罐壁插入式安装方式, 同时考虑以下因素:

1) 强度

水罐壳体开孔后因承载面积减小及应力集中使开孔边缘应力增大且强度受到削弱, 为使孔边应力下降至允许范围以内, 根据规范, 采用在开孔附近区域内增加补强元件金属的局部补强。

2) 漏点

开孔多容易造成漏点隐患多, 开孔后需对边缘焊缝作 100%

无损探伤, 尽量降低漏水隐患。

考虑本项目为开式系统, 水位不是非常高, 工作压力较小, 开小孔对结构强度影响不大, 只要保证焊接质量, 漏水可能性很小。

2.3 方案优化后特点

方案优化后, 系统具有如下特点:

2.3.1 每个温度测点都是独立的, 其中任一个损坏, 都不会对其他温度测点造成影响。个别温度测点的损坏, 不影响整个水蓄能系统的温度监测, 大大提高了系统的可靠性。

2.3.2 温度传感器沿爬梯布置, 便于日后维护。

2.3.3 采用三线制的 PT100 温度传感器, 减少引出线电阻对精度的影响, 提高温度传感器的精度。在罐体下方设置就地采集箱, 减少控制电缆的长度。

2.3.4 PT100 温度传感器相较 DS18B20 数字式温度传感器有较强的抗干扰能力。

2.3.5 采用 PT100 温度传感器, 测温范围广, 在温度变化较大的情况下, 也不易损坏, 提高了测温系统的安全可靠性。



图 4 蓄能水罐智能采集箱

3 结语

由于本项目水罐受安装空间所限, 导致罐顶空间狭小, 无法在罐顶进行安装工作, 因此, 其温度测量系统需主要从温度传感器的长期可靠运行、后期维护的便利性等方面进行设计:

3.1 使用可靠性高的插入式温度传感器, 减少后期维护更换工作。

3.2 沿罐体爬梯布置温度传感器, 便于安装施工和后期维护更换。

3.3 设置就地采集箱, 通过数显表可以就地读到每个温度传感器的数据, 便于观察罐内温度分层情况, 同时减少控制电缆。

参考文献:

[1] 李洋, 曾远. 浅谈水蓄冷技术[J]. 山西建筑, 2011, 36 (35): 175-176.

[2] 李会聪. DS18B20 多点测温方法探讨[J]. 微计算机信息, 2010, 026: 166-167, 188.

[3] 中国建筑科学研究院. GB 50736-2016 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.