

# 冷凝除湿技术在新沟河水利枢纽的应用

曹海桦, 张 瑾, 卞正海, 韩高朋

(江苏省太湖地区水利工程管理处, 江苏 苏州 215000)

**摘要:**讨论了电气设备在高湿度环境下,产生凝露的危害。尝试提出解决问题的办法,通过实测“冷凝除湿装置”并收集、分析相关数据,为水利工程在潮湿环境中电气设备可靠运行提供技术参考。

**关键词:**湿度;凝露;环境湿度;电气柜

**中图分类号:**TV131.66

**文献标识码:**B

**文章编号:**1007-7839(2019)11-0069-04

## Application of condensation dehumidification technology in Xingou river water conservancy project

CAO Haihua, ZHANG Jin, BIAN Zhenghai, HAN Gaopeng

(Taihu Lake Region Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Suzhou 215000, Jiangsu)

**Abstract:** Possible hazards and its potential solutions of condensation generated inside electrical equipment in high humidity environment are discussed in the paper. Solution to the problems is put forward. Relevant data is collected and analyzed by measuring "condensation dehumidification device". Technical reference for the reliable operation of electrical equipment in water conservancy projects even in the humid environment is provided.

**Key words:** humidity; condensation; environmental humidity; electrical cabinet

### 1 概述

随着水利行业自动化程度越来越高,环境温湿度成为影响电气设备工作可靠性的一个重要因素。环境温湿度过高,电气设备温度也增高,加快绝缘老化,严重时烧毁绝缘。空气湿度过大,设备表面凝聚水分,引起霉菌滋生,使电气绝缘强度降低,接触面氧化导致金属腐蚀加快,接触电阻增大。据不完全统计,外部环境因素造成的电气设备故障占整体故障的64%,设计和元器件缺陷占16%,维护使用因素占11%,其他因素占9%<sup>[1]</sup>。其中,外部环境因素中尤其以柜内潮湿问题最为突出。

### 2 工程基本情况

新沟河江边枢纽是新沟河工程主要控制建筑

物之一,位于无锡江阴市申港镇滨江村新沟河入江口,具有改善水环境、挡潮、防洪、排涝、航运及过鱼等综合功能。工程由节制闸、泵站、船闸和鱼道4个部分组成,其中泵站为大Ⅱ型泵站,配立式轴流泵机组6台套,配套立式同步电动机6台,单机容量1800 kW。

### 3 电气设备面临的除湿问题及现有技术的缺点

作为太湖治理工程的一个关键节点枢纽,保障新沟河江边枢纽工程设施设备完好,确保工程能随时投入运用并发挥效益成为重中之重。新沟河江边枢纽工程地理位置靠近江边,泵站的进出水闸门控制柜与动力柜均位于联轴器层,通风条件不良导致环境湿度长期在80%左右,电气柜内湿度长期在

收稿日期:2019-10-11

作者简介:曹海桦(1992—),男,本科,主要从事水利工程建设及运行管理工作。

60%~70%。工程投入使用以来,联轴器层电气柜内因柜内湿度大产生凝露,已多次发生元器件故障,严重影响工程的正常运行。

根据现场条件,本工程采用传统的柜内加热除湿技术。传统加热除湿技术是通过加热柜内空气增大空气饱和水蒸气量,使空气中可以储存更多的水分,从而避免水蒸气在电气设备表面产生凝露,达到预防电气故障的目的<sup>[2]</sup>。但是这种方法不能去除水分反而使空气中水分含量增大,相对湿度变大,随着环境温度降低凝露现象再次出现,这证明了传统的加热除湿技术并不能从根本上解决电气柜潮湿凝露问题。同时这种除湿技术也存在自身的缺点:一是长时间持续加热消耗电能,在不需除湿的时间里,加热空气造成能源浪费;二是长时间在高温环境下持续加热会使柜体内的温度升高,加速电气设备的老化 and 绝缘受损,缩短电气设备使用寿命<sup>[3]</sup>。

#### 4 冷凝除湿法的优缺点分析

在实践运用中发现,受安装位置通风条件影响,电气柜内常发生柜内凝露现象,导致柜内重要元器件受损,直接对工程的稳定运行带来较大安全隐患,经方案甄选,在联轴器层电气柜中安装使用 SEPRI-CS-NL(B) 型防凝露装置。装置由送风系统、除湿系统和智能控制系统组成,潮湿空气经风扇吸入后,通过特殊风道流动,先经除湿系统降温除湿,将潮湿空气冷凝成水分,通过排水管排到柜外,然后通过除湿后的空气加热升温,使其相对湿度降低,破坏形成凝露的条件,经过充分循环,柜内空气湿度降至凝露点以下,完成整个除湿过程。

新型冷凝除湿法与传统加热除湿法相比,优点较为明显。第一,装置体积小、重量轻、安装方便、操作简便,开启自动除湿模式,无需其他操作;第二,功率小除湿量大,在 35℃,RH=85% 工况下,除湿量可达 400 ml/24 h;第三,装置工作时,不会持续发热,进而对周围设备产生影响。冷凝除湿装置同样存在自身缺点:随着环境温度下降,空气露点温度降低,其除湿能力下降明显,相应需要的冷却温度也就越低。

#### 5 冷凝除湿法设备安装过程

利用铝形条支撑件,将装置水平挂装在柜内中下位置,并用 M5 螺钉紧固(见图 1)。确保四周与其它物体间距大于 10 cm,保证风扇风口畅通。将

引水管一端接入装置排水口,用卡箍固定,出水管中间保持顺直,不能缠绕、折弯,防止排水不畅;另一端通向柜体外,并配防虫塞。

装置额定功率为 60 W,故为其设置独立电源,与柜内控制电源区分开。根据二次接线说明(见表 1),将冷凝除湿装置接入电源中。

接通工作电源后,装置开始自检,“风扇”指示灯亮,同时风扇运行,3 min 后切换进入“自动模式”,“自动”指示灯亮。显示屏显示当前环境温、湿度。当检测到环境湿度大于或者等于初设湿度值时,风扇运行,“风扇”指示灯亮,除湿运行,“凝露”指示灯亮;当检测到环境湿度小于初设湿度值 $\pm 5\%$  RH 时,除湿停止,“凝露”指示灯灭,风扇再持续工作 3 min 后停止,“风扇”指示灯灭;当检测到环境湿度一直小于初设湿度值时,每隔 30 min 风扇运行 3 min 后停止。若在环境温度比较寒冷,可增设辅助电加热器。当检测到环境温度小于初设温度值时,启动辅助电加热器;当检测到环境温度大于初设温度 3℃ 时,停止辅助电加热器。

#### 6 冷凝除湿装置的数据收集及分析

为验证冷凝除湿技术与传统柜内除湿技术的对比优势,根据实际条件,在梅雨季中 6 月某天环境湿度极端条件下(90%),将柜内湿度设置为 50%。在 1 h 后稳定在设定值 50%,且出水量稳定(见表 2)。对比另一台相同类型相同工作环境的电气柜,其柜内湿度稳定在 75% 左右。

整个梅雨季内,柜内冷凝除湿装置工作稳定,湿度控制在 50% 左右,每 24 h 引水管中收集到的水约为 50 ml。且该电气柜内元器件均未出现损坏情况。对比另一台相同类型相同工作环境的电气柜未安装冷凝除湿装置,经过整个梅雨季节,柜内已出现元器件损坏情况。

在日常的非极端环境湿度(75%)的情况下观察 6 个月,冷凝除湿装置工作可靠、稳定,柜内湿度保持在设定值,且出水平稳,24 h 引水管中收集水平均约为 40 ml(见表 3)。柜内元器件也未出现损坏情况。

经过典型和一般环境运行数据分析得出,冷凝除湿技术基本解决了工程在高湿度环境下凝露现象影响电气设备可靠运行的问题。

#### 7 结语

当电气设备在湿度较大的环境中工作时,必须

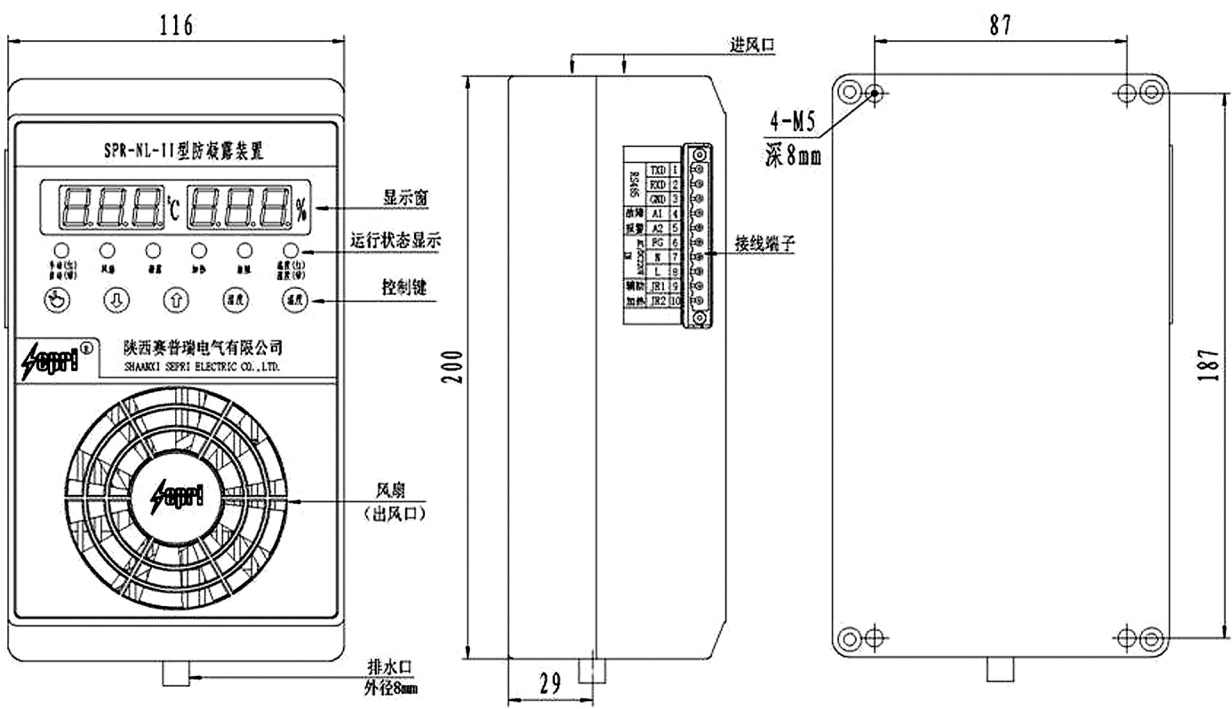


图 1 装置结构示意图

表 1 二次接线说明表

端子号		说明	注释
1	485 +	RS485 通讯输出	输出当前湿度值、预设湿度值、故障信息
2	485 -		
3	GND		
4	A1	故障告警输出【输出无源接点】	闭合点【装置工作后为断开点】
5	A2		
6	FG		
7	N	工作电源输入	装置工作电源
8	L		
9	JR1	辅助加热输出【输出有源接点】	输出加热器控制信号, 标配为 AC220V 加热器 【温度预设值 5℃ (默认), 也可设定】
10	JR2		

表 2 6 月 (梅雨季) 某天 1 h 柜内参数

项目	参数						
时间/min	0	10	20	30	40	50	60
收集水量/ml	0	0.7	1.3	1.8	2.2	2.6	2.9
柜内湿度/%	90.1	83.7	75.6	68.9	62.8	56.4	50.2

表 3 日常湿度环境 1 h 柜内参数

项目		参数						
时间/min	时间	0	10	20	30	40	50	60
收集水量/ml	收集水量	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.4	2.7
柜内湿度/%	柜内湿度	75.7	71.3	67.4	62.8	58.2	54.4	50.1

考虑其抵御潮湿的能力,使设备能够可靠、稳定工作,避免由于凝露而引发的各种电气故障问题。

冷凝除湿装置可快速有效地降低电气柜内空气湿度并抑制凝露现象的产生。对因潮湿、凝露导致的柜内设备老化、绝缘强度降低、二次端子击穿、材料霉变以及钢结构件锈蚀等问题具有良好的预防效果<sup>[4]</sup>。柜内冷凝除湿技术的使用是新沟河江边枢纽基于提升工作质效、发挥工程效益考虑的一次重要尝试,也为同类工程在电气设备除湿防凝露问题上提供了理论依据。

参考文献:

[1] 杨志良. 电气设备对环境的影响及防护措施[J]. 科技创新与应用, 2014.

[2] 张浩, 张博博. 热电冷凝除湿技术的应用研究[J]. 制冷与空调, 2017, 17(1).

[3] 刘顺波, 杨治国, 黄志刚, 等. 除湿机冷凝水应用技术研究[J]. 制冷与空调, 2011, 11(5).

[4] 江盼, 陈剑波, 陈希望. 地源热泵系统冷凝热回收在降温除湿工况的研究[J]. 建筑节能, 2015(8).

