

氢冷发电机吸附式氢气干燥装置 运行维护探讨

Discussion on operation and maintenance of hydrogen-cooling
generator adsorption type hydrogen drying device

钮志峰,程途

NIU Zhifeng, CHENG Tu

(江苏华电戚墅堰发电有限公司,江苏 常州 213011)

(Jiangsu Huadian Qishuyan Power Generation Company Limited, Changzhou 213011, China)

摘要:氢冷发电机中氢气湿度的大小直接影响发电机的安全、经济运行。通过对氢冷发电机吸附式氢气干燥装置在运行过程中出现的异常情况进行分析总结,给出如何保证氢气干燥装置正常运行及异常情况的调整处理方法,从而维持氢气干燥装置良好的运行状态,较好地控制氢冷发电机氢气湿度。

关键词:发电机;氢气湿度;氢气干燥装置;异常处理

中图分类号:TM 311

文献标志码:B

文章编号:1674-1951(2019)07-0058-03

Abstract: The humidity of hydrogen in the hydrogen-cooling generator will directly affect the safety and economic operation of the generator. By analyzing and summarizing the abnormal conditions during the operation of the adsorption type hydrogen drying device in hydrogen-cooling generator, methods for ensuring the normal operation and handling the exceptions of the drying device are given, which can maintain the good operating state of the hydrogen drying device and controlling the hydrogen humidity in the hydrogen-cooling generator.

Keywords: generator; hydrogen humidity; hydrogen drying device; exception handling

0 引言

氢冷发电机正常运行时,发电机内氢气湿度主要由干燥装置来控制。当发电机机内氢气湿度过低时,氢气太干燥引起绝缘材料的收缩,造成固定结构松弛,甚至会使绝缘垫块产生裂纹。当发电机机内氢气湿度过高时,一方面会降低氢气纯度,使通风摩擦损耗增大,冷却效果降低;另一方面,不仅会降低绕组的电气强度(特别是结露时),而且会加速转子护环的应力损失,特别是在较高的工作温度下,应力腐蚀会使转子护环出现裂纹^[1]。氢气干燥装置运行状态直接关系到发电机的安全、经济运行,如何保证氢气干燥装置良好的运行状况是氢冷发电机运行维护的主要工作之一。

1 设备概况

江苏华电戚墅堰发电有限公司(以下简称戚电

公司)S109FA, M701F4 燃气-蒸汽联合循环机组配置的发电机均为全氢冷发电机,发电机均设置有吸附式氢气干燥装置来保证发电机机壳内氢气湿度符合规范要求。

吸附式氢气干燥装置主要由2个(1用1备)吸收塔(简称#1塔、#2塔)、1个冷却器、1个气水分离器,以及相应的阀门测量仪表组成,其原理流程如图1所示。以#1塔工作在吸湿状态, #2塔工作在再生状态为例,主要工作原理是:发电机内氢气在发电机转子轴端风扇的差压带动下进入#1塔,用塔内活性氧化铝填料来吸收氢气中的水分,被吸除水分后的氢气回流到发电机,起到降低发电机机内氢气湿度的目的。#2塔则通过电加热的方法,将塔内吸湿后的活性氧化铝填料中的水分蒸发,并被自带的风机吹入冷却器进行冷却,氢气中的水蒸气被凝结成水滴,并在分离器内将水滴分离出来,经疏水器自动排出,从而使#2塔中的活性氧化铝填料得到脱水、再生,恢复吸湿能力。当#1塔工作在吸湿状态8h、#2塔工作在再生状态8h后,干燥装置通过四通阀,自

动将氢气回路切至 #1 塔再生、#2 塔吸湿状态,完成 2 个吸收塔的轮换^[2]。

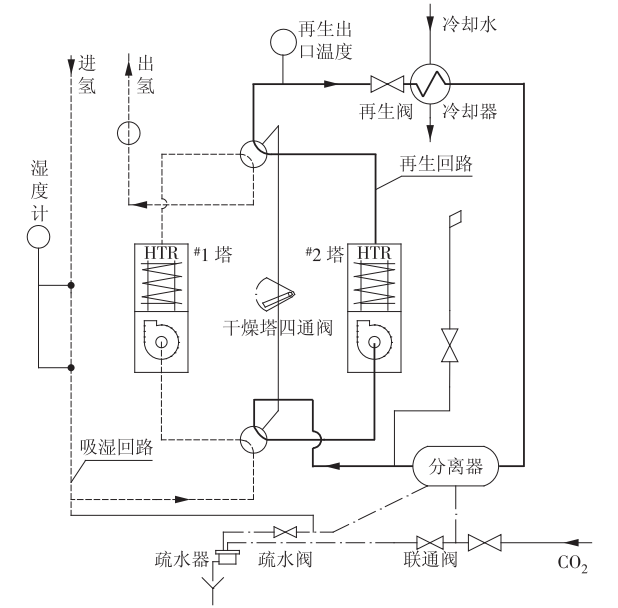


图 1 氢气干燥装置原理流程

Fig. 1 Principle and flow of hydrogen drying device

2 发电机氢气湿度规定

《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求(2014 版)》中提出,应“按照 DL/T 651—1998《氢冷发电机氢气湿度技术要求》的要求,严格控制氢冷发电机机内氢气湿度。发电机氢气湿度控制标准规定(以露点温度表示),发电机壳体内氢气在正常运行氢压下,允许湿度的低限为露点 -25℃,高限根据发电机内最低温度确定,最低温度 5℃时,露点温度高限 -5℃,当最低温度≥10℃时,露点温度高限为 0℃^[3-5]。实际运行时,发电机内最低温度均大于 10℃,所以发电机氢气露点温度运行中控制在 -25~0℃。

3 存在的问题及分析处理

发电机氢气干燥装置运行状况直接影响发电机内氢气湿度,氢气干燥装置出现异常情况时将导致发电机氢气湿度超标,影响发电机的安全、经济运行。戚电公司氢气干燥装置投运至今,多次出现不同原因的异常情况,下面主要从发电机机内氢气湿度偏高、湿度偏低、疏水回路堵塞、加热单元电气故障等方面进行分析。

3.1 发电机机内氢气湿度偏高

发电机氢气湿度变化受季节影响较大,通常夏季湿度偏高,其他季节湿度偏低。2016 年某台发电机氢气月平均湿度变化趋势如图 2 所示。

实际运行中,往往会由于夏季高温,氢气干燥装

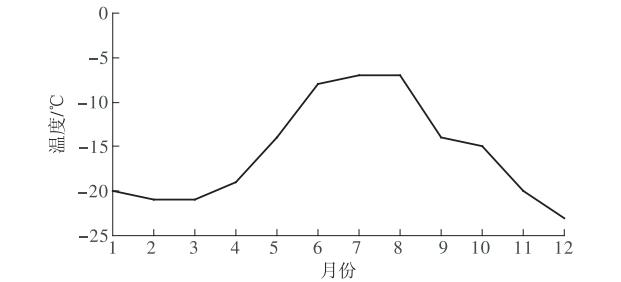


图 2 2016 年某台发电机氢气月平均湿度变化趋势

Fig. 2 Change of monthly average humidity of hydrogen in a generator in 2016

置再生回路冷却器冷却水温度较高(最高时达 37℃),冷却器后的出氢温度很难达到设计要求的 38℃以下^[2],冷却器冷却效果变差,再生吸收塔被加热的水汽不能很好地冷却凝结,气水分离效果下降,部分水汽被重新带入吸收塔内,导致再生吸收塔含水率较高,重新转吸湿运行后,吸收塔的吸湿能力下降,长时间运行使得发电机机内氢气湿度超过规定的露点温度高限(0℃)。

冷却水温度高受环境因素影响,暂无法改变,作者从提高冷却器冷却效果着手,通过关小氢气再生阀(如图 1 所示)的开度,降低氢气干燥装置吸收塔再生时氢气循环流量,来降低冷却器后的出氢温度(符合氢气干燥器厂家说明情况);同时,再生吸收塔出口氢温得到提高,增大冷却器入口温差。提高冷却效果,让再生吸收塔被加热的水汽能很好地冷却凝结,气水更好地进行分离,从而保证吸收塔的再生效果。通过实际运行,在夏季高温时已能保证发电机机内氢气湿度在规定范围内。在实际调整氢气再生阀开度的过程中,应监视好再生吸收塔出口氢温与塔温温差不能过大,防止再生阀开度过小,造成再生吸收塔氢气循环中断,除湿失效。

3.2 发电机内氢气湿度偏低

冬春季发电机机内氢气湿度往往接近低限运行,如图 2 所示。主要原因是,环境温度降低,氢气干燥装置冷却水温度降低,冷却器冷却效果大大提高,干燥装置的吸收塔再生时脱水能力增强,塔内干燥度高,运行后对氢气的去湿能力大大提高。由于去湿能力提高,所以有时会造成发电机机内氢气湿度超过规定的露点温度低限(-25℃),许多电厂通常的做法是停用氢气干燥装置,但氢气干燥装置长时间停运,会造成疏水回路存水并引起管路结垢腐蚀,投运后引起疏水不畅。

在实际运行中,为尽可能不停用氢气干燥装置,会在发电机内氢气湿度逐渐随环境温度降低而降低时,通过提前降低氢气干燥装置的除湿能力,来控制发电机机内氢气湿度。作者从降低冷却器冷却效果

着手,通过开大氢气再生阀(如图 1 所示)的开度,增加氢气干燥装置吸收塔再生时氢气循环流量,并减少冷却水流量,来提高冷却器后的出氢温度;同时,再生吸收塔出口氢温降低,降低了冷却器入口温差。降低冷却效果,从而降低吸收塔的再生效果,即在一定程度上降低氢气干燥装置的运行效果。这样氢气干燥装置可以长期投运,同时发电机机内氢气湿度又能维持在规定范围之内。

3.3 氢气干燥装置疏水回路堵塞

发电机氢气干燥装置疏水回路堵塞同样会导致发电机机内氢气湿度高,影响发电机安全运行。疏水回路堵塞后,气水分离器内积存的水无法排出,堵塞在再生回路底部管路,再生循环的氢气无法流通,吸收塔再生失效。再生后的吸收塔转运行后,无法起到去湿作用,反而使发电机氢气湿度进一步恶化。

在实际运行中,戚电公司机组的氢气干燥装置多次出现疏水回路堵塞。2015 年, #1 发电机氢气干燥装置再生吸收塔加热除湿结束后,冷却过程中塔温较高(180℃),吸收塔再生出口氢温 25℃,氢气干燥装置自动疏水器只有少量水排出,人工排放疏水器有大量水排出,排水后吸收塔再生出口氢温上升到 85℃,氢气循环恢复。2015 年, #2 发电机氢气干燥装置再生吸收塔加热过程中,塔温 174℃,吸收塔再生出口氢温 40℃,氢气干燥装置自动疏水器无水排出,氢气干燥装置进氢露点 20℃,人工排放疏水器有大量水排出,排水后吸收塔再生出口氢温上升,干燥装置进氢露点恢复至 -17℃。由于发电机氢露点温度的变化是一个长期缓慢的过程,为了能提前发现疏水回路堵塞,通过观察、分析:当出现氢气干燥装置再生吸收塔温度较高,吸收塔再生出口氢温严重下降(<60℃),冷却器后温度接近于冷却水温度时,再排除氢气再生阀严重节流或关闭的情况下,可以确认为干燥装置底部疏水管路被堵塞。

疏水回路堵塞的原因主要有以下几方面:疏水回路维护保养不到位;氢气干燥装置吸附湿气的活性氧化铝在长期运行后产生的粉末碎屑沉淀在疏水管路中引起堵塞;氢气干燥装置长时间停运,疏水回路存水不流通,引起管路结垢腐蚀。通过定期对干燥装置疏水回路进行维护,防止疏水不畅。结合机组检修(3~5 年)更换吸收塔内的活性氧化铝填料,避免干燥装置长时间停运。采取上述措施后,从 2016 年起,氢气干燥装置疏水回路未再发生堵塞。

3.4 加热单元电气故障

吸收塔再生加热是利用设置在塔内的电加热丝来完成的,电加热丝埋设在活性氧化铝填料中。在某次机组检修时,氢气干燥装置更换活性氧化铝填

料,机组运行后投运干燥装置,发现吸收塔加热器加热一投用就发生跳闸。装置停用后检查开关未发现异常,电加热丝检查也没发现明显故障,再次投用装置及电加热器仍然跳闸。

根据现场情况,对氢气干燥装置疏水器进行排水,水量较多,同时,对再生吸收塔氢气进行排放,更换再生吸收塔内的氢气。吸收塔加热器加热投用后发生跳闸的时间明显延长,经过多次上述操作,吸收塔加热器未再出现跳闸。

通过分析,确认主要是更换吸收塔活性氧化铝填料时,环境湿度较大,填料长时间暴露在空气中,吸附了大量的水分,在加热器加热投用后,再生吸收塔内产生大量水汽,造成电加热丝部分被水汽短路,电加热器电流超限,引起开关跳闸。所以,在更换吸收塔填料时应避免填料长时间与外界空气接触受潮。

4 结束语

本文通过对吸附式发电机氢气干燥装置运行过程中控制湿度和异常分析处理等 4 个方面进行分析总结,提出了氢气干燥装置正常运行及异常情况的调整处理方法,以维持氢气干燥装置良好的运行状态,较好地控制氢冷发电机机内氢气湿度。希望本文能对各电厂同类型氢气干燥装置运行中出现问题的解决提供一定参考。

参考文献:

- [1] 许震. 1 000 MW 氢冷发电机露点高的分析及预防措施[J]. 电力安全技术, 2018, 20(2), 58-59.
- [2] 牡丹江市联合电力设备有限公司. XFG-1F 型氢气干燥器使用说明书[Z]. 2008.
- [3] 中华人民共和国电力工业部安全监察及生产协调司和科学技术司. 氢冷发电机氢气湿度技术要求: DL/T 651—1998[S]. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [4] 朱小东, 张刚, 赵飞, 等. 某 200 MW 发电机振动及氢气系统故障分析及处理[J]. 发电与空调, 2017, 38(4): 29-32.
- [5] 王巍. 火电机组停机备用期间节能降耗措施[J]. 华电技术, 2017, 39(3): 68-69.

(本文责编: 白银雷)

作者简介:

钮志峰(1972—), 男, 江苏苏州人, 高级技师, 从事电厂生产运行管理方面工作(E-mail: nzh2006@163.com)。

程途(1969—), 男, 江苏常州人, 技师, 从事电厂燃机技术及培训工作(E-mail: 13815020027@139.com)。