制氢站氢气露点不合格原因分析及治理

孙学艳

(国投钦州发电有限公司，广西钦州535000)

摘要：制氢站水电解制氢装置自投产以来，氢气露点一直达不到要求（>-50℃），对可能影响氢气露点的因素逐一排查，对现场设备进行整改，并对再生的参数进行修订，彻底解决了氢气露点不合格问题。

1背景

公司一期两台630MW超临界燃煤发电机组于2007年投用，二期两台1000MW超临界燃煤发电机组于2016年投产。发电机冷却方式：定子线圈水冷、定子铁芯、转子绕组氢冷，公司制氢装置为FDQG10/3.2-IV型水电解制氢干燥装置，系统由氢气制备及干火栄系统、除盐水冷却系统、气体分配系统、储气系统、仪表气源系统五部分组成。产氢量为10 Nm^3/h，压力为3.2MPa。干燥系统按常温吸附法去除氢气中的水分，用电加热方法根据分子筛再生原理实现系统内氢气干燥的目的。主要由两台吸附干燥器、氢气冷却器和气体过滤器及相应的阻火器、仪表、阀门组成。两台吸附干燥器一台工作，另一台再生，互相切换，交替工作，连续供气。装置于2007年投产使用，制氢装置的露点标准是低于-50℃进行自动充罐，否则会直接排空，氢气露点自投用以来一直达不到标准，在线表无法投用，只能使用便携式露点仪进行测氢，手测露点在-25℃～-40℃。后为了便于观察，断开在线氢气露点仪与排空阀的联锁。

2氢气露点不合格原因分析及采取措施

2.1检查排污阀

据流程确定氢氧侧气水分离器排污阀及干燥塔冷却器下部排污阀动作是否正常会对氢气露点造成直接影响，对上述阀门进行检查发现，氧侧排空阀有碱液流出，判断分离器排污不正常，装置停用时用电磁阀手动开启排污阀，拆开排污阀至水封处接口，有少量的水排出，制氢装置干燥塔冷却器的排污时间及氢氧侧气水分离器下部排污阀的排污时间，原设计为1h动作一次，动作时间为2S，与厂家进行沟通后修改为25min动作一次，动作时间为4s。更改后露点有所降低，推断之前氢、氧侧排污阀没有实现定期自动排污且排污时间较短，是造成露点不合格的一个原因。气水分离器排污阀如图1。干燥塔冷却器排污阀如图2。

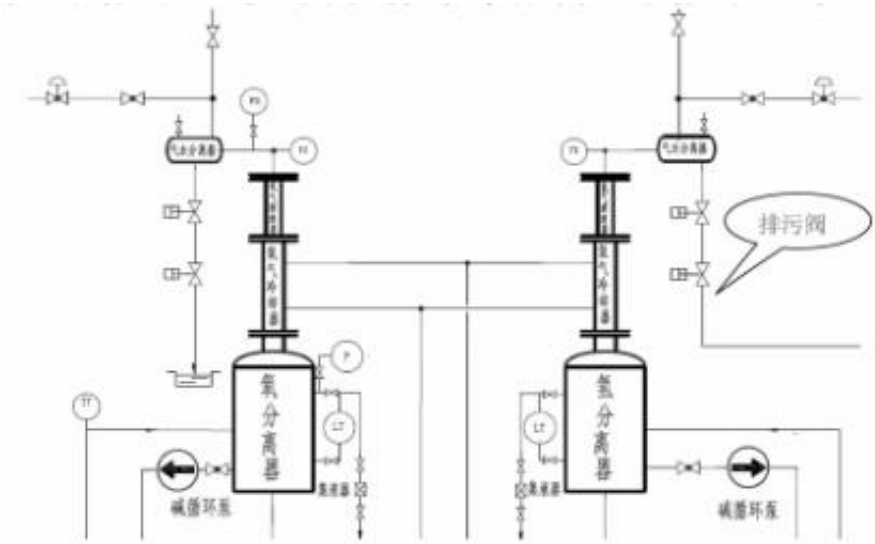

图1　气水分离器排污阀

Fig. 1　Gas－water separator blow－down valve

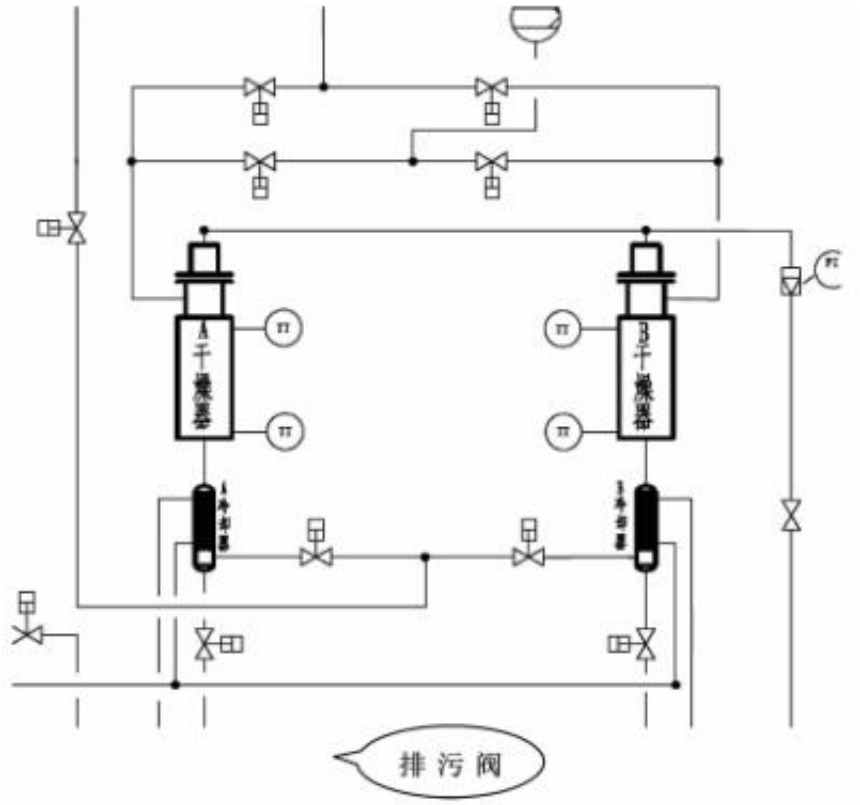

图 2　干燥塔冷却器排污阀

Fig. 2　Drying tower cooler blow – down valve

2.2检查分子筛

干燥塔内分子筛能否正常发挥作用直接影响氢气干燥效果。为排除分子筛影响，决定更换分子筛。从天津大陆制氢设备公司购买分子筛，型号为13X，14kg。更换投运后第一个周期露点合格，切换至另一个塔运行后1h左右露点出现上升，排空5h左右，露点合格，在再生塔加热过程中，会出现工作塔温度升高的现象，最高可达130°C后再慢慢下降。更换分子筛后露点大部分时间合格，只在加热阶段工作塔露点有波动。判定分离筛是影响氢气露点的又一重要因素。

2.3检查冷却器及相关阀门

系统内所有冷却器如果出现渗漏会直接影响氢气的露点，利用装置停运时检查干燥塔下部冷却器，将冷却器拆下后，用氮气打压，没有发现漏点，内部进水管内壁有水锈，用1%的稀盐酸浸泡冲洗，并用压缩空气冲洗，检查捕滴器下方的冷却器，同样进行打压未发现有漏点。排除了冷却器渗漏的因素。检查干燥装置相关的阀门，排除有可能出现因阀门内漏造成氢气未经过干燥器的现象，于是将干燥器再生进气阀、出口阀，冷却器进口阀、进氢总阀的阀座全部进行了更换。投用后仍有露点波动，排除冷却器和阀门内漏的影响。

2.4检查加热棒

考虑是否是再生加热温度设置问题造成氢气再生效果不好而影响了氢气的露点，更换A干燥器加热棒，更改A干燥器上部加热温度，由原来的300°C开始加热改为320°C加热，由原来的350°C停，改为370°C停。启动制氢装置进行观察，更换并提高加热棒投停温度并没有使露点好转，于是重新改回加热棒投停温度，排除加热棒及加热温度不够的因素。

2.5排查冷却水温

除盐水冷却装置为组装框架式，由：除盐水箱、热交换器、循环水泵、增压补水泵、工艺管路、阀门及配件、就地

仪表等装在一个框架上。除盐水箱可实现自动补水。当其水位低于设定值时，补水门会自动打开进行补水，至高液位时，补水门自动关闭，换热器为板式热交换器，材质为不锈钢（1Cr18Ni9Ti)。每套除盐水冷却装置设两台热交换器。因南方天气较热，板换冷却水工业水的温度较高，夏季进入制氢装置的冷却水温度40°C～45°C。为了排查冷却水温度对氢气露点的影响，采用了对补水箱边进除盐水边排的方式，人为将冷却水温度降到40°C，但露点波动的现象仍没有改善，又准备了一些用除盐水冻成的冰块，在系统运行至干燥器切换前人工将其加入到冷却水箱，将除盐水温度降至35°C，但在干燥器切换1h左右，露点仍会波动。冷却水温的影响并不是主要因素。

2.6降出力运行

是否因干燥塔设计容量偏低导致氢气露点不合格，采取制氢降电流运行，从正常电流850A降至560A，露点缓慢下降，4h后合格。但纯度出现波动，调回电流至850A，校表后纯度合格，露点合格，因纯度波动，再生时间不计时，造成切换时间延长，在自动切换之前露点不合格，手动切换后仍不合格，调整电流至560A，露点至B再生塔加热阶段结束后合格，降电流运行会使露点缓慢下降，但氢气纯度不稳定。干燥塔设计容量问题有一定影响，但因改造量较大，暂不考虑。

2.7调整再生时间

制氢装置有两个干燥器，运行时一个进行干燥，另一个加热再生，系统原设置加热吹冷自冷时间为8h：8h：8h，即加热再生后，干燥器吹冷时间为8h。对再生加热吹冷自冷时间进行了多次调整、观察，10h：4h：10h、10h：2h：12h，发现吹冷时间越短氢气露点不合格时间越短，经查看干燥器说明书和分子筛干燥原理，一般干燥器温度下降到70°C即可进入自冷阶段。如吹冷时间较长，再生干燥器上部接触湿氢气过多，运行后上部分子筛吸附水分释放出来，会造成氢气露点波动或不合格，经观察干燥器加热后温度变化，发现1h内分子筛温度就能下降到80°C左右。因此调整干燥器加热时间为10h，吹冷时间为1h。调整后干燥器切换阶段，氢气露点波动范围变小，能保持在合格区间。由此判断，干燥器吹冷时间过长，是造成干燥器切换后氢气露点波动升高的一个主要原因。

3结语

通过对排污时间、冷却水温、分子筛、加热棒、冷却器、降出力、再生时间的排查与整改，找到了之前露点不合格的主要原因：氢氧侧分离器排污阀及干燥塔下部冷却器排污时间短，排污阀存在没有正常动作；干燥塔内分子筛失效；再生时干燥塔吹冷时间设置过长。

参考文献：

[1]唐秋明.制氢站氢气露点问题的分析[c]//第三届全国电站化学(环保)专业技术研讨会论文集，2011.

[2]DL/T651-1998，氢冷发电机氢气湿度的技术要求[S].北京：中国电力出版社，1998.

[3]天津市大陆制氢设备有限公司《国投钦州发电有限公司制氢装置说明书》[Z].

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/156573.html