

月后,仪表风水体积分数 $>5 \times 10^{-6}$,需要再生干燥床,因为铬系催化剂再活化时,需要引入仪表风,将 Cr^{3+} 氧化成 Cr^{6+} ,而仪表风水含量的高低,直接影响到催化剂产品的质量。采用干燥机后,仪表风干燥床已经连续使用 10 个月,而且仪表风水体积分数长期稳定在 1.6×10^{-6} 左右,如图 2 所示。综上所述,干燥机的脱水效果明显,减少了缓冲罐及相关管线中凝结水的产生,并显著延长了仪表风干燥床的再生周期,保证了催化剂的产品质量。

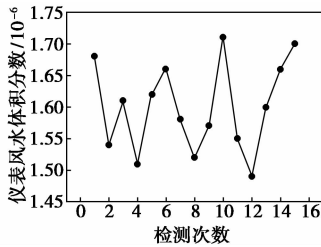
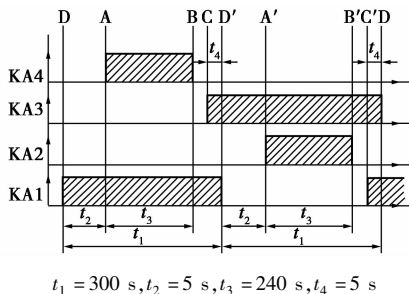


图 2 仪表风含水量

2 无热再生吸附式干燥机的优化

无热再生吸附式干燥机虽然能耗小,但是耗气量较大,其动作时序图如图 3 所示,在 1 个周期内,始终有 12% 的压缩空气用于再生,这个过程为 240 s,其次均匀过程也会消耗部分压缩空气,以使再生后的吸附塔压力由 0 kPa 升至 800 kPa。而空压机至干燥机管道较短,导致管道内压力在几秒内从 790 kPa 降为 600 kPa,达到压缩机加载条件,加载几秒即到 790 kPa,空压机变为空载,如此反复。而缓冲罐压力一直维持在 750 kPa 左右。空压机频繁加载,对设备损耗较大,而且容易发生排气温度高的故障,导致突然中断用气。此外空压机为 75 kW,对公司电网负荷造成冲击。为了解决空压机频繁加载的问题,必须对干燥机进行优化。



OA 段 AB 段 BC 段 CO' 段 O'A' 段 A'B' 段 B'C' 段 C'O' 段

A 塔 吸附 静止 再生 均压 吸附

B 塔 静止 再生 均压 吸附

图 3 干燥机动作时序图

2.1 干燥机再生气流程改造

空压机频繁加载是由于干燥机再生耗气,导致压缩机排气管道压力降低而引起的。若有外部气体作为补充,减缓压缩机至干燥机管道内的压降速度,即可解决压缩机频繁加载的问题。故提出将位于干燥机后面的缓冲罐中的压缩空气引至压缩机出口,即干燥机入口的方案,如图 4 所示。方案一是在干燥机跨线上再引出跨线,并增加单向阀,防止空压机加载时压缩空气经过跨线进入缓冲罐,此方法快捷,而且投资较省。方案二是从缓冲罐底部导淋增加单向阀,并引至压缩机出口。考虑到缓冲罐底部空气含水量高,而且铬系催化剂再活化时缓冲罐底部导淋常微开,以保证仪表风水含量合格。所以决定采取第二种方案,将缓冲罐底部的潮湿空气返回至干燥机,进行二次干燥,并且避免了常开导淋对压缩空气的浪费。

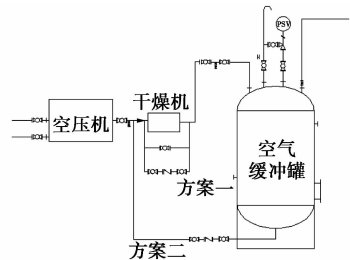
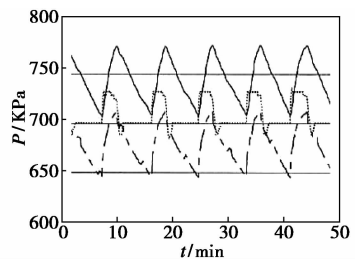


图 4 改造方案

将缓冲罐内空气引至空压机出口,空压机的加载频率由几秒延长至 10 min 一次,随着空压机加载频率的降低,使得空压机排气温度降低。缓冲罐压力和空压机排气压力、温度的曲线如图 5 所示。从图 5 中可以看出,三者存在关联性,当空压机加载时,压缩机排气温度迅速上升,排气压力和缓冲罐压力上升,当达到设定压力后,压缩机空载,排气温度下降。空压机排气压力与缓冲罐压力基本同时变化,只存在 5 kPa 左右差别。



曲线从上之下依次为缓冲罐压力、空压机排气温度、空压机排气压力

图 5 缓冲罐压力和空压机的排气压力温度

图 6 为缓冲罐压力和空压机排气温度的前后对

比。从图 6 中可以看出,空气缓冲罐压力曲线(实线)由小波浪变为大波浪,说明改造前,干燥机再生所需的压缩空气主要来自空压机出口管道,通过改造后的管道将缓冲罐与压缩机出口管线连通,使压缩空气进行反补,延长了空压机的空载时间,空压机加载频率下降。通过空压机排气温度曲线(虚线)也说明空压机空载时间得到了延长,排气温度得到了降低。经过改造,不仅避免了空压机的频繁加载,还减少了设备损耗和对电网负荷的冲击。

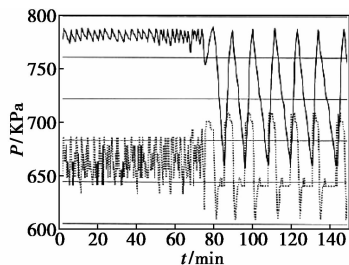
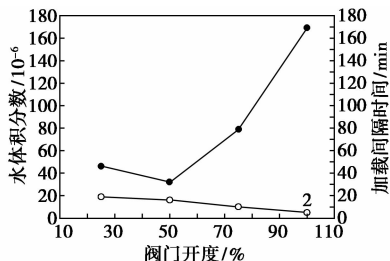


图 6 缓冲罐压力和空压机排气温度的前后对比

2.2 再生气量的调节

为了进一步延长空压机的加载间隔时间,降低能耗。对再生气量大小进行了考察,考察结果如图 7 所示。从图 7 中可以看出,随着再生气量的减小,压缩空气含水量先降低后增大,空压机空载时间延长。调节阀全开时,加载间隔时间为 5 min,压缩空气含水量为 169×10^{-6} ;调节阀开度 75% 时,加载时间 10 min;压缩空气水含量 79×10^{-6} ,而开度 50% 时,压缩空气水含量为 32×10^{-6} 。需要特别说明的是,阀门开度 75% 时,8 h 监测数据为 79×10^{-6} ,24~48 h 后,压缩空气水含量能降至 35×10^{-6} 左右,而开度 50%,经 24~48 h 后,压缩空气水含量将降至 28×10^{-6} 。由此得出,再生气量偏大时,导致压缩机频繁加载,产生的大量含水空气超出了干燥机的处理负荷,形成了恶性循环。随着再生气量减少,压缩机空载间隔时间延长,使得干燥机的干燥效果



1—含水量;2—加载间隔时间

图 7 调节阀开度与水体积分数、加载间隔时间的关系

提升,但是再生气量过小,使得再生效果变差,干燥效果降低。

图 8 为调节阀开度变化引起的缓冲罐压力、空压机排气温度、压力的曲线变化。调节阀开度增加,再生气量增大,使得缓冲罐压力和空压机排气压力的波动变窄,空压机排气温度提高,空压机加载间隔缩短。综合考虑以上因素,实际生产时要求调节阀开度处于 45%~55%,干燥后压缩空气含水量较低,压缩空气损耗量小,且空压机加载间隔时间较长。

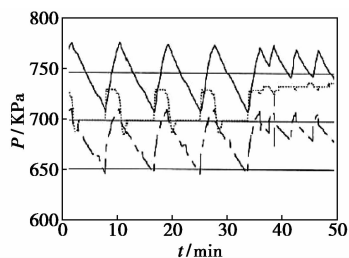


图 8 缓冲罐压力和空压机的排气压力温度

3 结论

(1) 采用无热再生吸附式干燥机不仅能够有效降低压缩空气中的水含量,防止缓冲罐和管道结冰,而且能够显著延长仪表风干燥床的再生周期。

(2) 无热再生吸附式干燥机的再生耗气量较大,容易引起压缩机出口压力波动,导致空压机频繁加载,发生设备故障。采用将缓冲罐底部压缩空气经过单向阀引至压缩机出口的方案,能够有效解决空压机频繁加载的问题,延长设备寿命,减少对电网负荷的冲击。

(3) 再生气量与压缩空气含水量、空压机的加载间隔时间存在一定的关系,当再生气调节阀开度位于 45%~55% 时,干燥后的压缩空气含水量在 30×10^{-6} 以下,而且压缩机加载时间间隔较长,起到了一定的节能效果。

参考文献

[1] 于维国,陈雅茹. 仪表风管冻凝事故分析及解决对策[J]. 化工机械,2012,39(4):515-516.
 [2] 丁柏立. 浅析微热再生吸附式干燥机的应用优势[J]. 中国科技信息,2012,(6):93.
 [3] 朱明刚. 无热再生吸附式干燥机的优化设计[J]. 广东化工,2014,41(6):162-163.
 [4] 鞠红霞. 无热再生吸干机前加装冷干机的能耗分析[J]. 压缩机技术,2009,(4):31-33. ■