

文章编号: 1005—0329(2004)10—0035—03

一种实用的判断冷冻式干燥器状态优劣的方法 ——称量冷凝水法

孙大森,韩 飙,蒋其昂,王万权
(东风汽车有限公司,湖北十堰 442002)

摘 要: 介绍一种根据冷冻式干燥器排出的冷凝水量来推算其处理后的压缩空气的压力露点的方法,并据此判断冷干机工作状态。

关键词: 冷干机;冷凝水;压力露点

中图分类号: TQ051.8 **文献标识码:** B

One Practical Method from Judgment of the Condition of Refrigerated Drier ——Method of Weighing Condensed Water

SUN Da-miao, HAN Biao, JIANG Qi-ang, WANG Wan-quan
(Dongfeng Truck Co., Ltd., Shiyan 442002, China)

Abstract: It introduces a method which calculate the actual dew point processed the compressed air by refrigerated drier in the practice according weight of condensation water discharged refrigerated drier. The actual working condition of refrigerated drier can be judged

Key words: refrigerated drier; condensed water; pressure dew point

1 引言

冷冻式压缩空气干燥器(简称冷干机)已投入国内市场二十余年。使用中,大多用户都是依据厂家提供的随机露点仪所测得的数据来判断实际性能,但随机露点仪往往存在因零点飘移而不能反映冷干机真实露点的问题。东风汽车有限公司针对压缩空气净化问题成立了“压缩空气净化对策课题组”,并于1997年至1999年对本公司64台国内、外制造的冷干机运行状况进行了普查(其中28台已经停用),并通过几年跟踪分析发现,可以用称量冷凝水的方法比较精确地计算出实际露点值,并可以据此来判断冷干机的工作状态优劣。

2 称量冷凝水法

2.1 测试系统

图1是在GB10893—1989《压缩空气干燥器的规范与试验》附录B图B1的基础上,增加的试验项目和装置^[3]。

按美国气体协会标准(CAGI Standard No. ADF100)中进行部分负荷试验的要求^[1],在储气罐与前置过滤器QG之间的输气管上加一条带截止阀和节流阀J₂的放空管,通过调节J₁、J₂使流量计LL₁的测出值符合试验工况的要求。

为了避免试验冷干机的换热表面、气液分离器、自动排污阀和露点仪湿度传感器受试验气中含有的超标的固体杂质、油雾、液态杂质(包括水)以及其它有害物质的污染或侵害,在冷干机进气测试点前设置了前置过滤器QG(过滤精度为0.3 μm、过滤效率为99%、出气含油量 1mg/m³)。

在试验冷干机出口的测点之后应设后置过滤器HG(要求过滤精度为0.01 μm、过滤效率为99.99%、出气含油量 0.01mg/m³)。

收稿日期: 2004—05—20 修稿日期: 2004—06—15

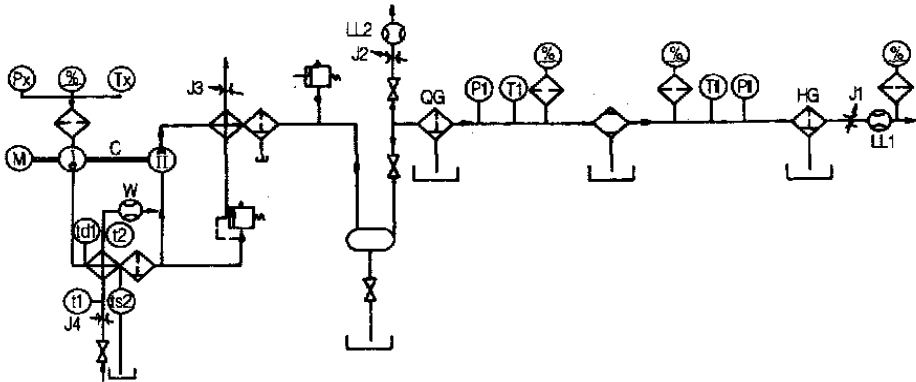


图1 测试系统示意

增加测量系统末端(流量计 LL₁ 后)的大气压露点;冷干机下增加一个接冷凝水的开口容器;根据文献[2],在用空压机中间冷却器法测算排气量时,增加 P_x、T_x、t_{d1}、t_{s2}、t₁、t₂、W 测点;3 个露点仪前均加有过滤器(过滤器应保证与湿度传感器接触的气体达到除尘、去油、不吸水的要求)。

2.2 测试步骤

(1) 测试时遵循 GB10893 和 CAGI 的有关规定^[1,3],为了取得有效的试验结果,测量应在稳定运行工况下进行。

(2) 受测冷干机运行工况稳定后,首先观察后置过滤器 HG 下部是否存在积水,如有积水则冷干机的压力露点必高于出口温度 T₂;若无则应按下述步骤称量冷凝水以决定冷干机的压力露点。

(3) 空压机压缩空气质量流量 Q_m (kg/h) 的测算^[2]:

$$Q_m = 4.17 W \frac{(t_2 - t_1)}{(t_{d1} - t_{s2})} \quad (1)$$

式中 W ——中间冷却器的冷却水量, kg/h
 t₁、t₂ ——冷却水进、出水温度,
 t_{d1}、t_{s2} ——中间冷却器进、出气温度,
 式(1)中参数的测点如图 1 所示。

在空压机 C 启动后,待各参数稳定约 30min,如果中间冷却器的分离器中还无积水,即可按式(1)计算 Q_m;如分离器中存在积水,则可适当关小节流阀 J₄ 减少冷却水量 W,待出气温度 t_{s2} 上升到一定值后(分离器中无积水),并再稳定后记录数据。

如果空压机 C 是风冷式单级喷油螺杆空压机,不适合用中间冷却器法测算空压机质量流量,可采用 1982 年煤炭工业出版社出版的《空气压缩机司机》中介绍的“储气罐充填法”测出空压机排

气量。这两种测算空压机流量的方法适合在用户现场应用。

(4) 确定空压机 C 吸入空气的蒸汽比 d_x (g/kg) :

$$d_x = \frac{101325}{p_x \times 10^6} \times d_x$$

式中 p_x ——吸气压力,MPa (绝压)
 ——相对湿度, %

d_x ——饱和含湿量, g/kg

p_x, T_x, 为试验测得空压机吸入空气的参数。

由于饱和含湿量 d_x 等同于 GB10893 中蒸汽比(水蒸气的质量与干空气的质量之比)。而据吸气温度,查《压缩空气站设计手册》(1993 年出版,以下简称《手册》)表 1—5 即可得 101325Pa 压力下空气中的蒸汽比 d_x

(5) 确定冷干机进口压缩空气的蒸汽比 d₁ (g/kg)。当前置过滤器 QG 有冷凝水排出时,则 T ()即是冷干机进口压力露点 t_{pd1} ();若 QG 无水排出,而储气罐底部有水排出,则罐内气温即为 t_{pd1};如罐底也无水排出,则以后冷却器出口的气温作为 t_{pd1}。按所定 t_{pd1} 及其取值部位的压力 P₁ (MPa, 绝压)查上述《手册》表 1—6,即得冷干机进口压缩空气计算蒸汽比 d₁。

如 d₁ < d_x, 取 d₁ = d₁

若 d₁ > d_x, 则取 d₁ = d_x。

(6) 测算冷干机本体排出冷凝水流量 D (g/h)。记录并测出时间为 t (s) 和冷干机本体的各个冷凝水排出口总共排出的冷凝水量为 G (g), 则冷凝水流量:

$$D = 3600 \frac{G}{t}$$

(7) 计算冷干机出口压缩空气的蒸汽比 d₂

(g/kg) :

$$d_2 = d_1 - \frac{D}{Q_m}$$

(8) 求出冷干机出口压缩空气的压力露点 t_{pd} ()。根据上面算得的出口蒸汽比 d_2 (g/kg) 和测出的冷干机出口压力 P (MPa, 绝压), 查《手册》表 1—6 找到与 d_2 、 P 对应的温度, 即是冷干机出口压缩空气的压力露点 t_{pd} ()。

《手册》表 1—6 所列温度、空气压力相邻两档的差值较大, 在运用该表时可以用“插值法”求得未知量。若所求值超出表 1—6 的范围, 按式 (2) 求出相应处压缩空气蒸汽比 d_i , 或按式 (3) 求出相应处压缩空气的纯水蒸汽的饱和压力 P_{si} , 再查 GB10893 表 C1 找出与 P_{si} 对应的温度 t_i 即是该相应处压缩空气的压力露点 t_{pd} 。

$$d_i = 0.622 \times 10^{-1} P_{si} / (P_i - 10^{-4} P_{si}) \quad (2)$$

式中 d_i ——在 i 处压缩空气的蒸汽比, g/kg
 P_{si} ——在 i 处压缩空气温度为 t_i (), 查 GB10893 附录 C 表 C1 得到与 t_i 对应的“纯水蒸汽的饱和压力”
 i ——在 i 处的相对湿度, 饱和状态下
 $i = 1$
 P_i ——在 i 处的压缩空气压力 (MPa, 绝压)

$$P_{si} = d_i P_i / [(0.622 \times 10^{-1} + 10^{-4} d_i)] \quad (3)$$

《手册》表 1—6 所列的“饱和含湿量, g/kg”与用式 (2) 得出 d_i 结果一致。

3 结语

称量冷凝水法在对冷干机的选购、验收以及检修、维护工作中应用比较方便。笔者已运用该方法对多台工作不正常的(系统用气点有水)冷干机进行了测试及改造。经改造后的冷干机处理过的空气到用气点处无冷凝水折出, 可以满足冷干机的使用要求。

该方法在使用中要注意的是压缩机和冷干机都要处于稳定工作状态。

参考文献

- [1] CAGI Standard NO. ADF100(美国握体协会标准). 冰冻式压缩空气干燥器性能试验方法 [P].
- [2] 鄂 B/NE44—1989, 空气压缩机能源利用监测标准 [P]. 1989.
- [3] GB10893—1989, 压缩空气干燥器规范与试验 [P]. 1989.

作者简介: 孙大森 (1955-), 男, 技术管理部部长, 高级工程师, 高级经济师, 国家注册资产评估师, 在读硕士, 通讯地址: 442002 湖北十堰东风汽车有限公司商用车公司装备技术管理部。

(上接第 59 页)

参考文献:

- [1] 汪训昌. 中高档旅馆废热排放与热利用分析 [J]. 暖通空调, 1995, 25(4): 23-29.
- [2] 荣国华. 夏季制冷机冷凝热的回收利用 [J]. 暖通空调, 1998, 28(2): 27-29.
- [3] 杨小林. 中高档旅馆夏季制冷剂冷凝热的热利用分析 [J]. 四川工业学院学报, 2002, 21(2): 57-59.
- [4] 林宏. 谈家用空调系统冷凝热的回收利用 [J]. 福建能源开发与节约, 2002, (1): 23-24.
- [5] 荣国华. 夏季回收制冷机冷凝热的几种方法 [J]. 建筑热能通风空调, 1999, (1): 27-29.
- [6] 孙志高, 李舒宏. 空调系统能量回收节能分析 [J]. 节能技术, 1999, 17(6): 26-28.
- [7] 余颖俊, 等. 空调冷凝热的回收利用 [J]. 工程设计 CAD 与智能建筑, 2000, (8): 1-4.
- [8] 吴献忠, 夏波, 等. 冷凝热回收机组的开发和应用 [J]. 制冷与空调, 2001, (6): 29-32.
- [9] 孙志高, 马荣生, 李舒宏. 空调系统热回收节能分析

[J]. 北京节能, 2000, (2): 20-22.

- [10] 张建一. 制冷装置节能技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [11] 刘玲, 叶红卫. 国内外蓄热材料发展概况 [J]. 兰化科技, 1998, 16(3): 168-171.
- [12] 王剑锋. 相变储热研究进展 (1) ——相变材料特性与储热系统优化 [J]. 新能源, 2000, 22(3): 31-35.
- [13] He Bo, Mari Gustafsson E, Fredrik Setterwall. Tetradecane and hexadecane binary mixtures as phase change materials (PCMs) for cool storage in district cooling systems [J]. Energy, 1999, 124: 1015-1028.
- [14] Ahmet Kurklu, et al. Thermal performance of a water phase change material solar collector [J]. Renewable Energy, 2002, 126: 391-399.
- [15] Strith U, Novak P. Solar heat storage wall for building ventilation [J]. WREC, 1996. 268-271.

作者简介: 王越 (1966-), 女, 讲师, 通讯地址: 710065 陕西省西安市西安文理学院化学与生命科学系。