

# 4 500 m<sup>3</sup>/h 空分设备中预换热器的改造及其节能情况

魏文建

(北方铜业股份有限公司侯马冶炼厂, 山西 侯马 043000)

摘要: 北方铜业股份有限公司侯马冶炼厂空分车间对 4 500m<sup>3</sup>/h 空分设备中的污氮预换热器进行改造, 在空气和污氮气进出口处增加了伸缩节, 延长了污氮预换热器使用寿命, 并且使分子筛吸附器加热器和冷冻机的能耗下降。

关键词: 空分设备, 预换热器, 改造, 节能

中图分类号: TF066.2 文献标识码: A 文章编号: 1000- 8136(2011)02- 0054- 02

北方铜业股份有限公司侯马冶炼厂空分车间 KDON-4 500/4 500- 型空分机组是开封空分设备厂 20 世纪 90 年代初生产的设备, 1996 年开始土建施工, 1998 年 6 月试车一次成功, 该机组采用全低压分子筛净化、增压膨胀工艺流程, 风机选用的是 Atlas 公司生产的 HL9- 080- 6 型离心式压缩机, 产品氧外加压后送往熔炼炉供炼铜使用, 产品氮外加压后送往阳极炉作为其还原剂的载体。

预冷系统设计有错流形板式换热器, 从空压机过来的压缩空气和从分馏塔出来再生分子筛的污氮气在此换热, 由于和预换热器连接的空气和污氮气管道在开、停机过程中温差较大, 因热应力的作用使预换热器多次发生内漏, 水分进入再生污氮气管道, 造成分子筛失效和扒塔处理, 给生产经营带来严重损失, 在几次对预换热器补漏、加固无效的情况下, 于 2001 年 10 月被迫拆除, 再生分子筛的电加热器由 2 台改为 3 台。预换热器拆除后, 通过几年的运行发现, 机组电耗明显加大, 备件材料费用也提高了, 而且分子筛的再生效果也不如以前。

## 1 空气 - 污氮预热器的改造及投入使用情况

2007 年 5 月, 通过对原预热器的改造, 重新上了一套换热器, 该套预热器采用目前先进的错流间壁式螺旋翅片管结构, 空气走管内, 污氮气走管外, 由于管内外都有螺旋翅片, 增大了换热面积, 提高了换热效果, 考虑到铜材料延展性和换热好的优点, 把原来的铝材质改为铜材质, 防止热应力损坏换热器, 在空气和污氮气进出口增设了伸缩节。

该套空分装置分子筛纯化器为双层床, 在下层的空气入口处先装一定量的活性氧化铝, 其上加装 13X 分子筛。压缩空气通过空冷塔先被常温水冷却, 再被冷冻水冷却到 8~10 °C 后进分子筛纯化器。将分子筛纯化器切换程序分为 5 个阶段, 即充压 15 min, 平行 1 min, 卸压 7 min, 加热 106 min, 冷吹 106 min, 再加上阀门动作时间, 一个纯化器的运行周期为 240 min。不加预热器时, 9 °C 的污氮气出冷箱后进入电加热器, 在此被加热到 185 °C 再生分子筛, 然后再吹冷。

增设污氮预热器后, 空压机 3 级排出的热空气和污氮气在预热器中进行换热, 污氮气的温度提高, 进空冷塔的空气温度降低, 节省能耗, 工艺流程见图 1, 预热器的效果见表 1。

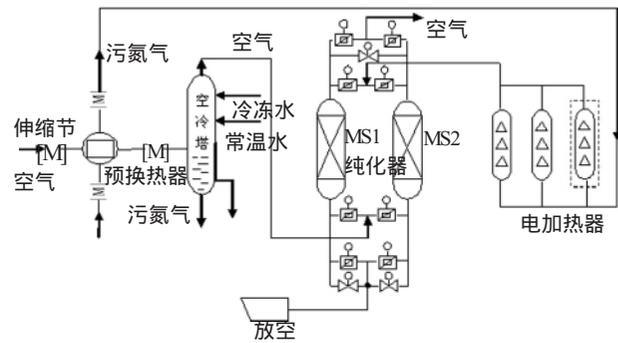


图 1 工艺流程图

表 1 预热器的技术参数

状态	正流空气	返流污氮
通过流量/(m <sup>3</sup> /h)	235 000	7 000-8 000
进预热器前的温度/°C	110	9
出预热器后的温度/°C	86	83

## 2 增设预热器后节省的能耗

### 2.1 每年节约电费

(1) 由于进电加热器的污氮气温度大大提高, 电加热器由原来 3 台变为 2 台运行, 节省 1 台加热器, 分子筛纯化器成对切换交替使用, 当一个工作运行(240 min)时, 另一个再生, 电加热器 1 天工作 10 多个小时, 1 台加热器的功率是 165 kW/h, 1 年按 330 天计算(除去检修时间):

一天的电耗是: 165 kW/h × 10 = 1 650 kW

一天的电费是: 1 650 kW × 0.47 元/kWh = 775.5 元

一年的电费是: 775.5 × 330 = 255 915 元

(2) 工艺要求出空冷塔空气的温度为 8~10 °C, 由于进空冷塔空气的温度大大降低, 冷冻水的需求量也减少, 冷冻机由原来 6 台压缩机变为 3 台压缩机工作, 1 台压缩机的功率是 35 kW, 3 台压缩机一天的电耗是:

35 kW/h × 3 × 24 = 2 520 kW

一天的电费是: 2 520 kW × 0.47 元/kWh = 1 174.4 元

# 论特殊地质公路隧道设计要点

王戌申

(山西吕梁建设有限公司, 山西 吕梁 033000)

摘要: 随着我国高速公路的飞速发展, 公路隧道越来越多, 路线穿越的地形比较复杂, 文章重点介绍了通过岩溶区、流砂、瓦斯隧道的设计施工要点。

关键词: 公路 隧道 特殊地质 设计

中图分类号: U452.2+5 文献标识码: A 文章编号: 1000-8136(2011)02-0055-02

## 1 岩溶区隧道设计施工要点

隧道穿越岩溶区, 溶洞给隧道施工会带来一定的困难, 因此在设计和施工中要认真对待。

在勘察时, 对隧道附近区域需做详尽的调查, 尽可能在设计中使路线避让岩溶地区。当隧道必须通过岩溶地区时, 要查明岩溶的分布特征、充填情况及稳定性、洞穴与地质的构造关系、控制发育的最低侵蚀基准面、地表水流与地下水流的相互关系、地下水的特性及活动情况等。在工程地质中, 尤其应注意洞穴和裂隙的充填性质, 因为水的循环条件和岩溶体的发育决定于充填的性质和充填的成分。

穿越溶洞区应按具体情况以“避、引、堵、越、绕”的方法处理。

避是指设计中对那些穿越困难, 工程量过大的溶洞区, 应当避开, 不能避开时, 应以尽量大的交叉角度(不小于  $45^\circ$ , 最好  $90^\circ$ )穿越。

引是指引流溶洞水, 地下水给施工造成困难, 溶洞水大量涌入坑道, 会给施工带来危害。引离溶洞水时, 要注意岩溶地区生活、生产用水不能受到影响, 因此要做好调查、做好妥善安排。对于有长期补给来源的地下水, 不应破坏其循环规律, 应根据水量大小设置排水工程, 将水引入地下水流的出水通路。

堵是指对于停止发育、无水的小溶洞, 根据其位置及充填情况, 用浆砌片石、干砌片石等堵塞封闭, 必要时需压浆或用混凝土填实。

越是指对于不宜做堵塞处理的大溶洞, 或者因溶洞的充填物松软, 不宜在充填物上做道路路基, 或线路穿越溶洞中的暗河时, 则需修建桥梁等工程跨越。

绕是指处理费工费时的情况下, 用迂回导坑绕过溶洞, 可使处理溶洞工程与前方隧道工程平行作业, 不至于延误工期。

## 2 遇流砂时的一般施工方法

流砂时某些围岩在饱水条件下产生的一种现象, 砂、黏土质

一年的电费是:  $1174.4 \times 330 = 387\,552$  元

两项合计节约:  $255\,915 + 387\,552 = 643\,467$  元

### 2.2 每年备件材料节约

(1) 电加热器加热管平均每年更换 5 根, 每根 452 元, 每年节约:  $452 \times 5 = 2\,260$  元

(2) 1 台压缩机平均每年更换一次进、排气阀, 1 台压缩机有 3 副进、排气阀, 1 个进、排气阀均为 307 元, 每年节约:  $307 \times 6 \times 3 = 5\,526$  元

两项合计节约:  $2\,260 + 5\,526 = 7\,786$  元

每年电耗和备件材料共节约:  $643\,467 + 7\,786 = 651\,253$  元

改造总投资: 预换热器和 4 个伸缩节的价格 21 万元。

按 10 年分担总投资, 每年分担投资成本 2.1 万元。

改造项目每年总效益为:  $651\,253 - 21\,000 = 630\,253$  元

## 3 结束语

通过对预热器的改造和增加伸缩节, 本厂  $4\,500\text{m}^3/\text{h}$  空分设备几年来运行比较稳定, 节能降耗效果明显, 不到半年就把成本收回。并且再生分子筛污氮气的温度从  $83^\circ\text{C}$  加热到  $185^\circ\text{C}$ , 比  $9^\circ\text{C}$  加热到  $185^\circ\text{C}$  缩短了时间, 提高了分子筛再生效果, 延长了分子筛使用寿命。

增设预热器后尽管阻力增大一些, 但 Atlas 空压机是根据 3 级出口设定的压力来控制进口导叶的开度, 从而控制系统流量, 阻力增大后, 进下塔空气的压力和流量有所降低和减少, 基本不影响产品的纯度和产量。

## Technological Transformation of the Preheater Associated with $4\,500\text{m}^3/\text{h}$ Air separation Plant and Save Energy Result

Wei Wenjian

Abstract: Northern copper co., Ltd Homma shelter air separation workshop transforms waste nitrogen preheater in  $4\,500\text{m}^3/\text{h}$  air separation plant. Expansion joint is added in the air lock of the air and waste nitrogen, which prolongs the using life. There is noticeable downturn in energy consumption of the heater used for a molecular sieve adsorber and refrigeration plant.

Key words: Air separation plant, Preheater, transformation, Energy-saving