

# 空分装置保冷箱基础结构分析 与检测维护

山西洪洞焦化厂 张长宇

保冷箱基础的结构设计、施工质量和检测维护,对空分装置的正常生产影响很大。过去因处置不周,曾发生过基础的冻裂、燃烧、爆炸等事故。

武钢6,000m<sup>3</sup>空分基础为深埋式,由于设计施工欠佳,于1971年4月投产,同年11月基础上升隆起,四分五裂,被迫停产搬迁重建。

1973年鞍钢氧气厂“3350”空分,因基础采用枕木作绝热层,液氧漏入其中,遇明火爆炸。国内外类似事故曾发生多起。

由于保冷箱基础上面的设备是在低温下工作,这就决定了保冷箱基础有其自身的特殊要求,主要是:

1. 尽量避免基础的不均匀下降;
2. 采取有效的隔冷、防水、排水措

度升至900℃时置换结束。

## 二、结 语

1. 实际上,在发生炉出口温度接近900℃时,全系统即置换完毕。如果炉出口温度高达850℃时压缩机系统分析结果距合格标准仍相差较远,可用两分钟降温,一分钟制气的方法延长发生炉有效期。在置换过程中,二次风量可随温度的升高而增加。

2. 我们认为,在制备置换用惰性气方案中,只要炭层控制在夹套上一块砖左右(凸圈至夹套仅十一块砖,约1,100mm),

以防止地基发生冻胀和基础破裂;

3. 基础应尽量选在地势较高、地下水位低的地方;

4. 由基础顶面至隔冷层底面的范围内,严禁采用易燃易爆的材料。

## 一、保冷箱基础概况

我厂空分保冷箱基础,地基土壤为沙卵石土层,不属冻胀土。地下水位在20m以下。基础为地上高台带通风管式,见图1。

保冷箱基础由底部到表面共分七层:

- (1) 100\*细石砼,100mm厚垫层;
- (2)  $\delta=6\text{mm}$ 钢板外壳,把整个基础

来稿收到日期:1985年8月14日

温度控制得高一些也不致于挂壁,加上要求每25分钟炭层至少下降一块砖,制气和降温均属上吹,温度虽高,火层不会厚,吹风气中的O<sub>2</sub>在高温层与C反应生成CO<sub>2</sub>来不及还原成CO就离开燃料层。只要能稳定火层位置,控制好炉出口温升速度,不致使炉出口温度在短期内升得太高,采用2.5—3分钟一循环,在制气过程中用降温时间和制气时间的比例进行调节,方案是可靠的。

从81年到84年,我们均采用新方法置换都得到满意的结果,四年平均置换时间为5小时零11分。

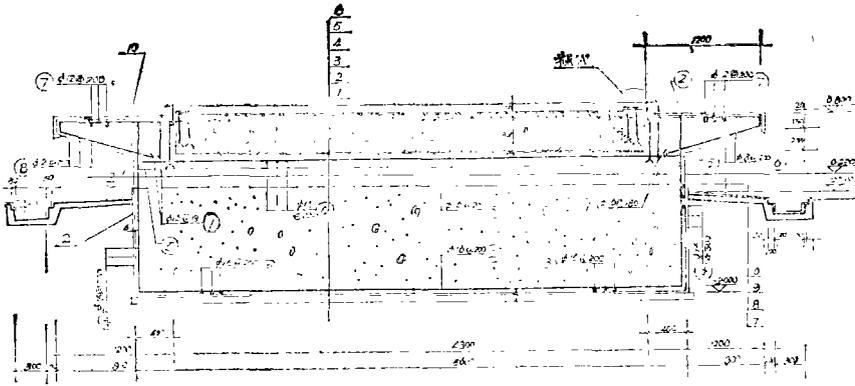


图1 KDON1000/1100型空分装置保冷箱基础图

1—100\*混凝土100厚； 2— $\delta=6$ 钢板外壳； 3—周边配筋150\*混凝土； 4—防水砂浆100\*20厚； 5—珠光砂混凝土350厚； 6—200\*细石混凝土内配 $\phi 4(a)100$ 双向钢筋50厚； 7—素土夯实； 8—砂垫层150厚； 9—100\*混凝土100厚； 10—1:2水泥砂浆20厚。

包起来，起防水层作用；

(3) 150\*细石砼周边配 $\phi 16(a)200$ 钢筋，为基础主体，并起抗冻防水作用；

(4) 100\*防水砂浆20mm厚为防水层；

(5) 珠光砂砼350mm厚起隔冷作用。设计要求导热系数不大于 $0.23 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ，抗压强度不小于 $75 \text{ kg/cm}^2$ ，不得裂纹；

(6) 200\*细石砼，内配 $\phi 4(a)100$ 双向钢筋，50mm厚，面层起防冻抗渗作用；

(7) 在珠光砂砼下面，150\*细石砼上埋设14根 $\phi 200$ 通风管，起散冷防冻作用。据有关厂实践，通风管可除去散冷量50%左右。

同时，在基础中埋设了七个测温点，以监测基础的温度场（参阅图1）。通过这七个测温点可随时检测基础温度场的变化，如果漏液可立刻发现并进行处理。

在保冷箱基础的施工和试车中，我们及时发现和处理了以下几个问题。

(1) 设计中，珠光砂砼要求导热系数不大于 $0.23 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ，超过了“暂时规定”要求（ $0.2 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ）。设计要求质量偏低。

(2) 施工中面层裂纹，采用了膨胀水

泥灌浆处理，而层上又加一层2mm厚铝板，效果良好。

(3) 由于施工中标高的变化，珠光砂砼由350mm厚改为330mm厚。

(4) 基础表面人行平台原设计无坡度和上下台阶，不利于排水和操作，甚至有雨水倒流入保冷箱内浸湿珠光砂的可能，在试车过程中作了修改。

## 二、保冷箱基础计算

珠光砂砼为330mm厚，基础表面温度取 $-50\text{C}$ 时作近似计算，看其基础能否满足正常生产要求。

在计算中所取数据：

$\lambda_1$ —珠光砂砼导热系数 $0.23 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ；

$\lambda_2$ —基础砼导热系数 $1.4 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ；

$\lambda_3$ —珠光砂导热系数 $0.04 \text{ kcal/m}\cdot\text{h}\cdot\text{C}$ ；

$K_1$ —珠光砂砼 $\lambda_1$ 校正系数，取1.5；

$K_3$ —保冷箱内珠光砂充填过程吸湿对 $\lambda_3$ 的校正系数，取1.5；

$K$ —从通风管表面到空气的传热系数，取10；

$t_0$ —分馏塔底部温度，取 $-180\text{C}$ ；

$t_1$ —基础表面温度，取 $-50^{\circ}\text{C}$ ；  
 $t_4$ —通风管中空气温度，夏季取 $20^{\circ}\text{C}$ ，冬季取 $0^{\circ}\text{C}$ ；

$L_1$ —330mm厚；

$L_2$ —120mm厚；

$L_3$ —730mm厚；

$q$ —基础单位面积所传的热量  $\text{kcal}/\text{m}^2$ 。

基础计算示意图2。

对于这种基础形式可按平壁热工原理来计算。计算中50mm厚面层和20mm的防水层忽略不计。

保冷箱基础温度计算及实测结果列于表1。

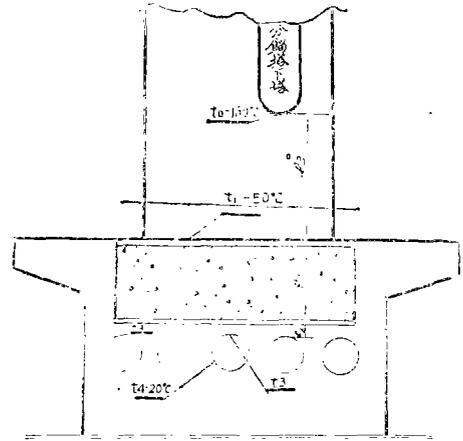


图2 基础计算示意图

表 1

|  | 计 算 值 |       | 实 测 值 |     |     |     |
|--|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
|  | 夏 季   | 冬 季   | 夏 季   | 冬 季 | 夏 季 | 冬 季 |
| $t_0(^{\circ}\text{C})$                    | -180  | -180  |       |     |     |     |
| $t_1(^{\circ}\text{C})$                    | -50   | -50   | -54   |     |     | -61 |
| $t_2(^{\circ}\text{C})$                    | 9     | -8    | 8     |     |     | -6  |
| $t_3(^{\circ}\text{C})$                    | 14    | -4    | 18    |     |     | -3  |
| $t_4(^{\circ}\text{C})$                    | 20    | 0     | 20    |     |     | 0   |
| $q(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h})$ | 61.72 | 43.87 |       |     |     |     |

珠光砂砼厚度外厂一般为300mm。下表为基础参数。

表 2 国内空分厂保冷箱基础参数

| 单 位             | 空分设备容量<br>( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ) | 基 础 特 点              | 珠 光 砂 砼 厚<br>(mm) | 通 风 管 气 温<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) | 基 础 表 面 温 度<br>( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 华北氧气厂           | 1,000                                | 无 通 风 管<br>地 下 式     | 300               |                                     | -44— -58                              |
| 洪洞焦化厂           | 1,000                                | 有 通 风 管<br>地 上 高 台 式 | 330               | 0(冬季)<br>20(夏季)                     | -50— -65                              |
| 包钢氧气厂<br>(神户进口) | 10,000                               | 有 通 风 管<br>地 上 高 台 式 | 300               | 20(夏季)                              | -20                                   |
| 鄂丁钢厂            | 1,500                                | 有 通 风 管<br>地 上 高 台 式 | 300               | 25(夏季)                              | -65— -90                              |

通过计算结果可知，珠光砂砵厚为330mm完全能满足生产要求。基础冷损失夏季大于冬季。

### 三、保冷箱基础的检测与维护

为确保正常生产，对保冷箱基础的检测与维护应注意以下几点：

(1) 基础表面四角要设沉降观测点。裸冷前作观测记录。裸冷、试车投产后要定期观测、记录、分析。若保冷箱内设备大量漏液更要加强观测，监视使用中的标高变化。

(2) 保冷箱内充填珠光砂要确保质量，其标准：松散容量不大于 $65\text{kg}/\text{m}^3$ 。导热系数：常温( $20^\circ\text{C}$ )为 $0.035\text{--}0.045\text{kcal}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$ ；低温( $-25^\circ\text{C}$ 至 $-196^\circ\text{C}$ )、常压时为 $0.024\text{--}0.033\text{kcal}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$ ，含水量不大于 $0.5\%$ 。粒度需符合下列要求：筛孔尺寸 $2.5\text{mm}$ 不大于 $5\%$ (w)，筛上余量 $0.15\text{mm}$ 不小于 $80\%$ (w)。

(3) 在填充珠光砂时要注意不得受潮或混入可燃物，要填充饱满密实。水的导热系数为珠光砂导热系数的20倍以上，冰的导热系数为珠光砂的60倍，若珠光砂砵水结冰，导热系数大大升高，保冷作用将会显著下降。

(4) 分馏塔四周排水沟宜采用砵沟，

以利于排水，防止向基础底部渗水。

(5) 裸冷期间，要严格检查设备和管道，确保不漏。液体空气 $-178^\circ\text{C}$ ，液氧 $-180^\circ\text{C}$ ，液氮 $-177^\circ\text{C}$ 至 $-193^\circ\text{C}$ ，若漏到基础上冷损大大增加。更重要的是冷量会传递到基础下部地基土壤中，土壤中水份结冰，使基础隆起，上升冻坏，将会被迫停产。基础冷损在空分装置中占的比例较小，主要考虑不是基础冷损，而是设备大量漏液时，如何保护基础不被冻裂上升。如发生漏液现象必须停车检修，不能“带漏”生产。同时向基础中的通风管通入热气或蒸汽加热，以防基础上升破裂冻裂。为了节省蒸汽可将膨胀风机排出的空气(压力 $0.2\text{kg}/\text{cm}^2$ ，温度 $60^\circ\text{C}$ )用 $\phi 200$ 钢管引至保冷箱基础通风管，通过基础后放空。这样既不会影响膨胀机控制及噪音，又可保证基础不被冻坏。

6. 用保冷箱基础的七个测温点对保冷箱基础的温度场进行检测，我厂保冷箱基础温度场夏季与冬季检测情况见图3和图4。

由两图可看出：

(1) 保冷箱基础表面温度开车10天以内下降很快，如在冬季7点温度由 $10^\circ\text{C}$ 剧降至 $-55^\circ\text{C}$ ，夏季由 $25^\circ\text{C}$ 降至 $-50^\circ\text{C}$ 。开车10天以后温度下降很慢，如冬季7点温度从第十天到第五十二天才降了 $5^\circ\text{C}$ ，夏季从第十天到第四十七天才下降 $4^\circ\text{C}$ 。

(2) 正常投产约20—25天后基础温度场基本上趋于稳定。

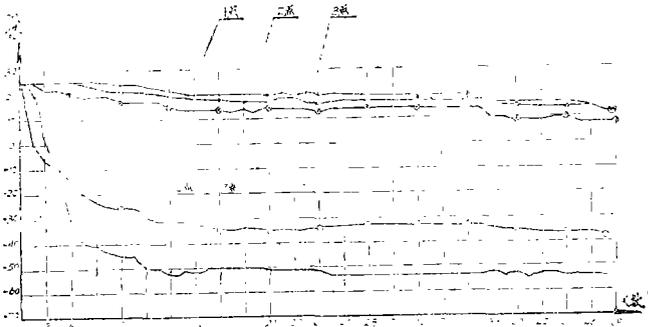


图3 一号空分保冷箱基础温度(夏季)曲线图  
(1981年8月24日—10月10日)

# 大宗散堆煤焦的测量算法

宣化化肥厂 卢文梁

## 一、引言

目前,多数以煤(焦)为原料的中型氨厂,由于计量手段比较简陋,均需要定期在煤场盘点,以做到心中有数,从而合理组织运输,指导生产。但,不少企业盘煤单凭经验,缺乏科学性,因此,所得数据往往极不准确,甚至出现账面与煤场实际量严重脱节的现象,不仅对生产造成被动,且对能耗的考核和经济核算均带来了极不利的因素。如何能既精确又简便地得知大宗散堆煤(焦)的库存量呢?本文推荐一种比较科学的方法——测量计量法。

## 二、原理

大堆煤(焦)相当于一座小山,根据地

形测定原理,先测得其体积,再测得其堆比重,二者相乘,即可求出所堆煤(焦)的总重量。

假如煤堆如图1上部,其下部为煤堆在水平面上的投影图,我们称之为地形图。设煤场地平面相对高度为零。设各等高线为 $L_0, L_1, L_2, \dots, L_N$ (其中 $L_N$ 实际上是一个点,即最高点)。各相邻等高线的高差为 $h_1, h_2, \dots, h_N$ ,它们可以相等,也可以不等。

可以看出,各等高线构成 $N+1$ 个平行平面,我们称之为等高面。它们将煤堆截成 $N$ 个台状体。其中第 $N$ 个即煤堆顶部为锥状体,属台状体的一个特例,它的上底面积为零。记 $L_0, L_1, L_2, \dots, L_N$ 围成的面积为 $S_0, S_1, S_2, \dots, S_N$ ,我们称之为等高面

来稿收到日期:1985年7月13日

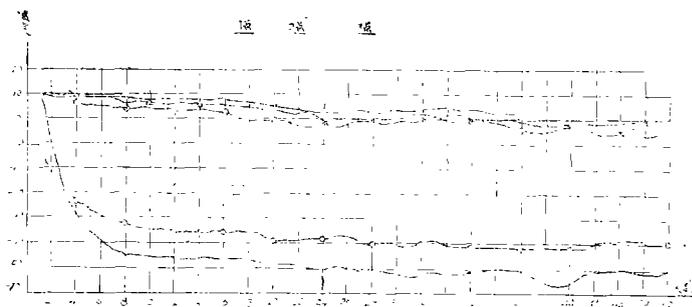


图4 一号空分保冷箱基础温度(冬季)曲线图

(1981年11月10日—12月31日)

(3) 夏季保冷箱基础温度比冬季高,如第7点温度夏季开车后第四十七天为 $-54^{\circ}\text{C}$ ,而冬季为 $-60^{\circ}\text{C}$ ,相差 $6^{\circ}\text{C}$ 左右。

总之,通过对我厂保冷箱基础结构的分

析和开车四年多来的检测,说明我厂保冷箱基础结构设计是较合理的。如果在生产中不发生长期、大量漏液,并能在试车中注意上述要求,此基础是能满足生产要求的。