

BIAOZHUN JINXIANG TUPU  
YU ZUIXIN RECHULI JISHU BIAOZHUN  
SHIYONG SHOUC

# 标准金相图谱

>>>>>  
SHIYONGSHOUCE

## 与最新热处理技术标准

### 实 用 手 册

主编 谢建欣 王伟志

新 星 出 版 社

## **第二部分**

# **热处理技术标准的应用**

# 第三卷目录

## 第二部分 热处理技术标准的应用

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 第四章 整体和表面热处理及相关标准应用 .....    | (694)  |
| 第十一节 钢件在吸热式气氛中的热处理 .....     | (865)  |
| 第十二节 金属制件在盐浴中的加热和冷却 .....    | (879)  |
| 第十三节 真空热处理 .....             | (897)  |
| 第十四节 钢铁件激光表面淬火 .....         | (904)  |
| 第十五节 冲模用钢及其热处理技术条件 .....     | (918)  |
| 第五章 化学热处理及相关标准应用 .....       | (932)  |
| 第一节 离子渗氮 .....               | (932)  |
| 第二节 硼砂熔盐渗金属 .....            | (947)  |
| 第三节 深层渗碳 .....               | (953)  |
| 第四节 钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火处理 .....   | (962)  |
| 第五节 气体氮碳共渗 .....             | (971)  |
| 第六节 渗硼 .....                 | (980)  |
| 第七节 钢件的气体渗氮 .....            | (992)  |
| 第八节 金属覆盖层 钢铁制品热浸镀铝技术条件 ..... | (1007) |
| 第九节 盐浴硫碳氮共渗 .....            | (1042) |
| 第十节 低温化学热处理工艺方法选择通则 .....    | (1057) |
| 第十一节 粉末渗金属 .....             | (1069) |
| 第十二节 钢铁构件固体渗铝工艺及质量检验 .....   | (1075) |
| 第六章 典型零件热处理及相关标准应用 .....     | (1091) |
| 第一节 机床零件热处理 .....            | (1091) |
| 第二节 滚动轴承零件热处理 .....          | (1130) |

### 第三卷目录

---

|     |                             |        |
|-----|-----------------------------|--------|
| 第三节 | 高速齿轮材料选择及热处理质量控制的一般规定 ..... | (1233) |
| 第四节 | 齿轮调质工艺及其质量控制 .....          | (1240) |
| 第五节 | 齿轮气体渗碳热处理工艺及其质量控制 .....     | (1252) |
| 第六节 | 齿轮火焰及感应淬火工艺及其质量控制 .....     | (1269) |
| 第七节 | 齿轮渗氮、氮碳共渗工艺及其质量控制 .....     | (1281) |
| 第八节 | 齿轮气体碳氮共渗工艺及其质量控制 .....      | (1292) |

## 第四章 整体和表面热处理及相关标准应用

### 第十一节 钢件在吸热式气氛中的热处理

#### 一、概论

##### 1. 国内外情况和编制本标准的指导思想

可控气氛热处理近年来发展迅速,已成为近代热处理应用最为广泛的工艺。国内外采用的可控气氛有吸热式气氛、放热式气氛、滴注式气氛、氨制备气氛以及氮基气氛等,种类较多。其中吸热式气氛应用最早,具有产气成分稳定,使用调节方便的优点。传统的吸热式气氛在各国热处理厂家中仍处于主导地位。从发展上看,多种气氛并存,以适应不同的需求,也将是较长期的发展趋势。

我国吸热式气氛热处理在工艺和装备水平上,与发达国家相比,存在着较大的差距,对原料气的要求、炉温控制、碳势控制、质量检验和安全等方面尚缺乏必要的规定。

为了推动我国热处理技术进步,提高热处理质量并指导生产,制定有关可控气氛热处理标准是极为迫切的任务。

国外有关可控气氛的专业标准也较少,在编制过程中,我们参考了美国军标。名称是《可控气氛气体渗碳》,代号为 MIL—STD—1878(AT)适应范围是美军用坦克发动机零件可控气氛渗碳和热处理。其主要内容包括渗碳设备、气体渗碳介质、淬火加热设备、冷却设备、控制仪器、表面准备、炉子装料、碳势控制、质量控制和检验记录保存等。

该标准中规定有具体数据的条文主要有:

- (1) 炉温均匀性:炉子装料后,在工作区的温度变化不能大于要求值的  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 碳势控制:除非另有规定,表面  $w(\text{C})$  应规定为  $(0.9 \pm 0.1)\%$ 。
- (3) 渗碳温度:渗碳应在  $843 \sim 927^{\circ}\text{C}$  范围内进行,一般为  $927^{\circ}\text{C}$ 。

质量保证措施试验方法、检验仪器的标定、监测和校验、记录保存以及关于拒收,重新试验和返工等。

该标准内容全面,涉及面广,规定详尽,其要求都明显低于美国现行企业标准,较适

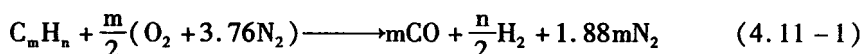
合于我国现阶段的需要,有较大的参考价值。

原国家标准总局在有关文件中指出,编制各项标准的技术内容应当符合我国实际科学技术发展方向;技术规定应当先进、安全、可靠和经济合理;各项规定应当完整,要求与我国有关的标准协调一致,并尽量采用国际标准。这是我们编制本标准的指导原则。

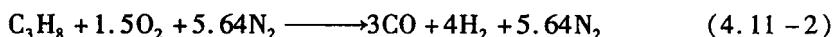
由于我国可控气氛热处理生产技术与国外先进水平之间存在着差距,国内不同地区,不同类型的企业间的水平也有相当大的差别,如何协调?我们认为本标准首先要求达到国内先进水平,并把经过努力短期内可以达到的国际先进标准的目标考虑在内,以期早日达到国际先进水平。

## 2. 吸热式气氛热处理简介

(1)制备。吸热式气氛是以一定比例的原料气和空气混合,通过内部装有催化剂、外部加热的反应罐,经吸热反应制备所得的气氛。其主要成分为  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$  及微量的  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{O}_2$  等。原料气一般用天然气、丙烷、丁烷等碳氢化合物,空气的量按照正好使原料气中的  $\text{C}$ 、 $\text{H}_2$  都形成  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ 、没有过剩为止。化学反应通式为



以丙烷为原料气时反应



其产气成分为:

$\text{CO}$  23.7%、 $\text{H}_2$  31.6%、 $\text{N}_2$  44.7%、 $\text{CO}_2$  0.1%~1.0%、 $\text{CH}_4$  <1%

式(4.11-1)实际上分两阶段进行。第一阶段是放热反应,部分原料气燃烧,放出热量。第二阶段是吸热反应、剩余的原料气同第一阶段生成的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  反应,生成  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ 。此段在一定温度和活性催化作用下,要大量吸热,反应才完全。综合两段,净放热量不足以维持反应罐催化剂的温度(980~1050℃),仍需外部供热,所以仍属吸热反应。产生过程的反应是较复杂的,包括碳氢化合物的裂解,裂解生成的  $\text{C}$  和  $\text{H}_2$ ,也同  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ ,还有水煤气反应等。反应是否完全,一般以  $\text{CH}_4$  的含量来衡量,当  $\text{CH}_4$  含量小于0.8%时,即可认为反应基本完全。反应不完全时,容易形成炭黑。

炭黑会阻塞催化剂床层,降低催化剂活性,使气氛成分波动, $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  含量增加,从而导致碳势失控。

在实际运用中,只是在热处理炉排气和渗碳初期的用气量最大,当用气量低于20%时,过剩的气体只能放散,白白的浪费掉。这是由于发生器的产气量只能在一定范围内,一般要在不低于额定产气量30%时才能正常产气。

(2)催化剂的还原和再生。催化剂本身不参加化学反应,其作用是提高反应速度,使反应完全,并能降低反应温度。吸热式气氛发生器一般采用镍基催化剂。新催化剂使用

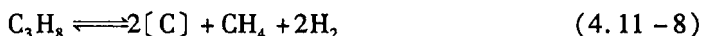
前需先烘干再进行还原处理,使其 NiO 还原成活性镍。可以靠本身产气进行活化。一般在 800 ~ 850℃,通入小流量、低混合比的混合气,经 16h 以上才能完成还原过程。其反应如下



发生器在正常运转中,催化剂逐渐被炭黑沉积而失去活性,必须定期烧掉炭黑,即为催化剂的“再生”。一般将发生器温度定在 850℃ 左右,保温 1h,通以适量的空气(约 1/3 额定产气量),时间根据取气分析而定,到  $\text{CO}_2$  的体积分数小于 0.5% 时,将空气增加 10%~20%,确认  $\text{CO}_2$  量不再变化即算完成,据经验约 1~2h。

(3) 渗碳过程的炉气反应。用吸热式气氛作载气的渗碳过程中,必须加入富化气( $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_3\text{H}_8$  等),以提高渗碳能力,添加  $\text{C}_3\text{H}_8$  的数量一般在 0.5%~4% 范围内。

渗碳时炉内气氛各组分间的反应(气相反应)为



式(4.11-5)~式(4.11-9)是渗碳反应,式(4.11-5)是主要渗碳反应,反应速度最快;式(4.11-10)、式(4.11-11)是还原反应,对式(4.11-9)有相互制约的作用,只有提高 CO 和  $\text{H}_2$  的含量,才能保持平衡碳的充足供应。式(4.11-12)是水煤气反应,表征炉气氛中 CO、 $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  之间的反应特性,也抑制着炉气组分间的各种反应。这一反应达到平衡,炉气氛的组分也就大致稳定。

早期的露点控制,后来的  $\text{CO}_2$  红外仪控制,和现在的氧探头控制,就是依据式(4.11-5)~式(4.11-7),达到炉气氛碳势控制的目的。

## 二、标准应用说明

本标准所涉及的内容是以钢件在吸热气氛中热处理为主,对原料气、发生器、气氛控制、安全也进行了必要的规定,和常规热处理相同的部分则从略。

### 1. 术语

除“炉膛时效”外,其他术语引自 GB/T 8121—2002《热处理工艺材料术语》。

## 2. 原料气的种类

由于城市煤气的成分波动较大,不推荐使用。

## 3. 原料气的要求

由于当时国内天然气应用很少,对新开采的天然气情况不明,制定标准的条件不够充分,故对天然气的要求不太具体。

我国还没有专用于热处理的液化石油气的质量标准,由于原料气纯度不高,成分波动较大,造成气氛成分不稳定,炭黑多,以及炉气控制的困难。

## 4. 国外对工业用液化气有严格标准

(1) 日本。液化气标准(JIS K 2240—1967)将液化气分为六类,其中第一类是纯度高于98%的丙烷,第六类是纯度高于98%的丁烷,这两类规定用于“工业燃料或制备可控气氛”。

一些公司对原料气有具体的要求,如东京热处理工业公司日吉工厂对丁烷要求:

|             |           |
|-------------|-----------|
| 蒸汽压(37.08℃) | 500kPa 以下 |
| 含硫量         | 0.005% 以下 |
| 纯度          | 98.5% 以上  |
| 烯烃          | 0         |

(2) 英国。液化石油气工业协会标准(BS 4250)对丙烷的要求:

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| 乙烯                | ≥1% (mol)     |
| C <sub>5</sub> 以上 | ≥2% (mol)     |
| 挥发性硫              | ≥0.02% (质量分数) |
| 游离水分              | 不可见           |

(3) 德国。德国标准(DIN 51622)对丙烷的要求:

|      |                |
|------|----------------|
| 丙烷   | ≤95%           |
| 挥发性硫 | ≥0.005% (质量分数) |
| 游离水分 | 不可见            |

## (4) 美国

1) 美国天然气加工者协会(NGPA)对丙烷的要求:

|      |                |
|------|----------------|
| 丙烯   | ≥5% (mol)      |
| 丙烷   | ≤90% (mol)     |
| 挥发性硫 | ≥0.012% (质量分数) |
| 游离水分 | 不可见            |

2) Sunbeam 公司对丙烷的要求:

|    |      |
|----|------|
| 丙烷 | ≤95% |
|----|------|

- 烯烃0
- 3) Lindberg 公司对丙烷的要求:
- 丙烷<90%
- 烯烃>5%
- 硫>0.01% (质量分数)

5. 国内情况

我国因原油产地、炼制工艺和操作条件不同,各厂液化气的化学成分也各异。表 4.11-1 列出我国主要炼油厂液化气的成分。

表 4.11-1 我国主要炼油厂液化气成分

| 厂 名      | 液 化 气 成 分(体积分数,%) |                                                               |                               |                               |                                |                               |     |
|----------|-------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----|
|          | CH <sub>4</sub>   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> · C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> | 其 他 |
| 大庆炼油厂    | 1.4               | 1.0                                                           | 11.5                          | 24.3                          | 25.5                           | 32.9                          | 余量  |
| 锦西石油五厂   |                   | 0.5                                                           | 8.6                           | 22.5                          | 26.3                           | 38.6                          |     |
| 锦州石油六厂   |                   | 1.3                                                           | 8.5                           | 24.5                          | 23.9                           | 33.4                          |     |
| 北京东方红炼油厂 |                   | 2.41                                                          | 10.6                          | 31.2                          | 19.04                          | 25.95                         |     |
| 上海炼油厂    | 3.46              | 7.04                                                          | 12.6                          | 34.04                         | 22.0                           | 20.5                          |     |
| 洛阳炼油厂    |                   | 3.19                                                          | 13.55                         | 40.97                         | 16.36                          | 22.94                         |     |
| 胜利炼油厂    |                   | 0.23                                                          | 16.81                         | 24.1                          | 18.68                          | 33.67                         |     |
| 南京炼油厂    | 0.03              | 1.15                                                          | 12.42                         | 24.33                         | 25.06                          | 35.58                         |     |
| 湖南长岭炼油厂  |                   |                                                               | 10.2                          | 21.7                          | 27.6                           | 40.5                          |     |

从表 4.11-1 可以看出,液化气所含丙、丁烷均在 40% 以下(21.64% ~ 37.8%),烯烃含量高达 60% 左右。烯烃在热裂解过程中容易形成炭黑,造成催化剂失效,使气氛成分不稳定。因此,这种液化气不宜用作原料气。

上述液化气在炼油厂或石油化工厂经过分馏即可获得高纯度的液化丙烷(丁烷),是热处理气氛的优质原料。

近几年来,高纯液化石油气的供应有较大发展,如燕山石油化工公司前进化工厂所生产的丙烷,可用于制备热处理吸热气氛。其质量标准见表 4.11-2。天津石油化工有限公司第二石油化工厂生产的工业丙烷,可用于制备吸热式气。其质量标准见表 4.11-3。

## 第二部分 热处理技术标准的应用

表 4.11-2 燕山石油化工公司前进化工厂生产的丙烷质量标准

| 项 目 | 质 量 标 准 |         |
|-----|---------|---------|
|     | 优级品     | 一级品     |
| 丙 烷 | 95%     | 90%     |
| 硫化氢 | ≤0.001% | ≤0.001% |

表 4.11-3 天津石油化工公司第二石油化工厂生产的丙烷质量标准

| 项 目                    | 质量标准                 |
|------------------------|----------------------|
| 丙烷纯度                   | ≥95%                 |
| $C_2H_6, C_2H_4$       | ≤0.5%                |
| 丙烯( $C_3H_6$ )         | ≤2.0%                |
| $C_4H_{10}, C_4H_8$ 以上 | ≤3.0%                |
| 总含硫量                   | ≤30mg/m <sup>3</sup> |

其他如上海金山石油化工一厂,湖南岳阳化工总厂等供应的纯丙烷或丁烷的纯度均在 90% 以上。

“硫含量”过去没有统一标准,参照国内石油产品企业标准,用  $H_2S$  的质量百分数来表示,高纯液化气可达 0.002% 以下。

因此,只要采用石油化工厂的纯丙烷、丁烷,即可满足本标准的要求。

### 6. 发生器控制

发生器产气露点设定值范围较大,是考虑到各行业、多种材料和工艺的要求,一般不希望露点值过低,以减少炭黑的产生。所要求的  $CO_2$  值是与露点值相对应的。

### 7. 密封性

“密封炉膛”系指井式炉、密封箱式炉、推杆式气体渗碳炉等的炉膛,敞口的网带式炉、震底式炉除外。

### 8. 保温精度

温度是可控气氛热处理的重要参数,特别是可控气氛渗碳,为了获得均匀一致的渗层和碳浓度,对保温精度应有较高的要求。

炉温是在空载或装载条件下按炉子有效加热区的规定标定的。

(1) 我国标准 按 GB/T16924—1999《钢的淬火回火处理》要求,炉子有效加热区的允许温度差见表 4.11-4,表 4.11-5。

表 4.11-4 淬火加热炉有效加热区的温度偏差值

| 工件类别    | 允许温度偏差/℃ |
|---------|----------|
| 1、2、3、4 | ±15      |
| 3、4     | ±25      |

表 4.11-5 回火加热炉有效加热区的温度偏差值

| 工件类别 | 允许温度偏差/℃ |
|------|----------|
| 1、2  | ±15      |
| 3、4  | ±20      |

按 JB/T3999—1999《钢的渗碳与碳氮共渗淬火回火》要求,炉子有效加热区内允许温度偏差为:

一般电加热炉 ±15℃

其他加热炉 ±20℃

(2)美国军用标准 MIL—STD—1878(AT)《可控气氛气体渗碳》:炉子装料后,在工作区内的允许温差为 ±15℃。

国内标准未注明是空载或装载,国外标准则明确是装料后的要求。保温精度除了和炉型有关外,与装料密度、气氛循环状况也有关。参照国内外情况,本标准定为 ±10℃。

#### 9. 工件表面准备

前工序残留的氧化皮、油、润滑脂、防渗剂及水分,对工件、炉子和炉气的平衡均会产生有害的影响和反应。为了更好地发挥可控气氛热处理的优越性,应要求在处理前做好清洗、防锈工作。

#### 10. 表面硬度和硬化层深度

本标准对渗碳和碳氮共渗表面硬度的要求,采用《钢的渗碳与碳氮共渗淬火回火处理》(JB/T 3999—1999)6.2 条的规定,要求表面硬度的偏差范围不得超过表 4.11-6 所列数据。

对渗碳和碳氮共渗硬化层的要求,采用 JB/T 3999—1999 第 6.3 条,其规定如下:

(1)有效硬化层深度检验方法,按 GB/T9450—1988《钢的渗碳硬化层有效深度的测定和检验》中的规定进行。

(2)有效硬化层深度偏差不得超过表 4.11-7 规定。

表 4.11 -6 渗碳和碳氮共渗表面硬度偏差范围

| 工件种类  | 表面硬度偏差 HRC |     |
|-------|------------|-----|
|       | 单 件        | 同 批 |
| 重 要 件 | 3          | 5   |
| 一 般 件 | 4          | 7   |

表 4.11 -7 有效硬化层深度偏差范围(单位:mm)

| 硬化层深度       | 有效硬化层深度偏差 |      |
|-------------|-----------|------|
|             | 单 件       | 同 批  |
| <0.50       | 0.10      | 0.20 |
| 0.50 ~ 1.50 | 0.20      | 0.30 |
| 1.50 ~ 2.50 | 0.30      | 0.40 |
| >2.50       | 0.50      | 0.60 |

对氮碳共渗表面硬度的要求,按 JB/T4155—1999 的规定。表面硬度检验方法,用显微硬度计检验。试样的炉前检验允许使用其他适当的硬度测定法。

(3)对氮碳共渗层深度的测定方法,按 GB/T11354—1989 规定为:

1)用维氏硬度法,载荷为 2.94N;从试样表面测至比基体维氏硬度值高 50HV 处的垂直距离为氮碳共渗深度(包括化合物层与扩散层)。

2)对于氮碳共渗层硬度变化平缓的钢种(如碳钢、低碳、低合金钢),则由试样表面测至比基体维氏硬度值高 30HV 处的垂直距离。

3)测量步骤按下列标准进行:GB/T 9450—1988《钢件渗碳淬火有效硬化层深度的测定和校核》、GB/T 9451—1988《钢的薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度测定》。

#### 11. 表面含碳量

可控气氛渗碳时,表面含碳量是通过炉内气氛的碳势控制来获得的。碳势是表征含碳气氛在一定温度下改变工件表面含碳能力的参数,通常用低碳碳素钢箔片在含碳气氛中的平衡碳含量定量监测。随着现代控制手段的发展,碳势控制精度不断提高,最高已可达  $\pm 0.025\%$ ,一般均不低于  $\pm 0.05\%$  的水平。

对于表面含碳量,也有降低的趋势。美国金属学会认为,低合金钢渗碳的最高淬透性是在含碳量接近共析成分得到的。在现代的渗碳实践中,十分希望获得共析或稍高于共析成分的表面含碳量。

国外表面含碳量  $w$

(C):

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| 日本东京热处理公司               | 0.8%         |
| 美国 John Deere 公司        | 0.85%        |
| 德国 BOSCH 公司             | 0.8% ~ 1.0%  |
| 瑞典 Briikens 公司          | 0.9% ~ 1.0%  |
| 前苏联《机器制造热处理手册》(1980 年版) | 0.85% ~ 1.1% |

我国除个别厂应用碳势自动控制,绝大部分厂,包括大厂均为手动控制,表面含碳量  $w(C)$  大致在 0.8% ~ 1.3% $^{\circ}C$  范围内,因工件种类和钢号不同而异。

本标准将表面含碳量  $w(C)$  控制精度定为  $\pm 0.1\%$ 。为了适应多种工件和工序的不同要求,表面含碳量  $w(C)$  范围设定为 0.8% ~ 1.0%,如表面含碳量  $w(C)$  设定为 0.9% 时,应为  $(0.9 \pm 0.1)\%$ ,或 0.8% ~ 1.0%。

12. 金相组织

应用吸热式气氛可改善金属的金相组织。我国尚无专用于可控气氛热处理的金相组织标准,参照一般热处理的金相标准是不适合的。故本标准提出应满足技术要求或符合相应技术标准的规定。

13. 安全设施

(1) 液化气是易燃易爆物质,气态密度是空气的 1.5 倍多,其爆炸下限较低(2% 左右),一旦泄漏就会在低洼处聚积,遇明火就会引起爆炸,因此,在储存时必须有一定的安全规定和防护措施。

液化气储罐安全防火间距我国已有新规定,1986 年公安部主编的《建筑设计防火规范》(GB J16—1987)已正式颁布实行,用以代替 1974 年颁布的《建筑设计防火规范》(TJ 16—1974)。新规范第六节“液化石油气储罐的布置和防火间距”中,规定防火间距不应小于表 4.11-8 的数据。

表 4.11-8 液化石油气储罐的防火间距(单位:m)

| 类 别                                  | 防 火 间 距   |           |           |            |             |             |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 总容积/ $m^3$                           | $\leq 10$ | 10 ~ 30   | 31 ~ 200  | 201 ~ 1000 | 1001 ~ 2500 | 2501 ~ 5000 |
| 单罐容积/ $m^3$                          |           | $\leq 10$ | $\leq 50$ | $\leq 100$ | $\leq 400$  | $\leq 1000$ |
| 明火或散发火花地点                            | 35        | 40        | 50        | 60         | 70          | 80          |
| 民用建筑:<br>甲乙类液体储罐<br>甲类物品库房<br>易燃材料堆场 | 30        | 35        | 45        | 55         | 65          | 75          |
| 丙类液体储罐,可燃气体的储罐                       | 25        | 30        | 35        | 45         | 55          | 65          |

| 助燃气体储罐,可燃材料堆场 |      | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|---------------|------|----|----|----|----|----|----|
| 其他建筑<br>耐火等级  | 一、二级 | 12 | 18 | 20 | 25 | 30 | 40 |
|               | 三 级  | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
|               | 四 级  | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |

新规定的防火间距是偏大的,以  $10\text{m}^3$  储罐为例,表中要求与“明火和散火发火花地点”的间距为 35m。

国外(前苏联除外)对  $10\text{m}^3$  罐比上述标准的安全间距要小,如日本液化气设备协会规定为 15m,美国国家防火协会规定为 15.2m,德国液化气技术规范规定为 10m,比较容易做到。

新标准规定的间距在实施上是困难的,但又是必须遵循的规范,对吸热式气氛的发展将会起到限制作用。

(2)在 10.2.3 条中“工艺要求在低于  $760^\circ\text{C}$  通气”是指氮碳共渗、高温回火等工艺。此时应采取的有效的安全措施如下:

- 1)先通气,后升温,升温过程中继续通气,使炉内一开始就不存在空气。
- 2)升温时通惰性气体(或 99.5% 氮)置换炉内空气,到温后换吸热式气氛。

### 三、标准文本(JB/T 9207—1999)

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 9207—1999

## 钢件在吸热式气氛中的热处理

代替 ZB J36012—89

Heat treatment of steels in endothermic atmospheres

### 1 范围

本标准规定了钢件在吸热式气氛中的原料气、发生器、热处理炉、热处理质量控制、检验及安全等的基本要求。

本标准适用于渗碳,也适用于碳氮共渗、光亮或洁净淬火、正火、氮碳共渗及复碳等工艺。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版

时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| GBJ 16—1987     | 建筑设计防火规范            |
| GB/T 9452—1988  | 热处理炉有效加热区测定方法       |
| GB/T 11354—1989 | 钢铁零件 渗氮层深度测定和金相组织检验 |
| JB/T 2841—1993  | 控制气体发生装置 基本技术条件     |
| JB/T 3999—1999  | 钢的渗碳与碳氮共渗淬火回火       |
| JB/T 4155—1999  | 气体氮碳共渗工艺            |

### 3 定义

本标准采用下列定义。

#### 3.1 炉膛时效

初次用炉或停炉后再使用时,空炉升到一定温度(通常不低于 760℃),通入载气,使炉内气体碳势达到基本稳定的过程。

### 4 原料气的种类和要求

#### 4.1 种类

吸热式气氛常用的原料气为天然气和液化石油气。

#### 4.2 要求

原料气的成分应符合表 1 所列要求。

表 1

| 成分      | 天 然 气                        | 液化石油气                        |
|---------|------------------------------|------------------------------|
| 甲 烷     | ≥90% (体积分数)                  | —                            |
| 丙烷(或丁烷) | —                            | ≥90% (体积分数)                  |
| 烯 烃     | —                            | ≤5% (体积分数)                   |
| 戊烷以上的烷族 | —                            | ≤2% (体积分数)                   |
| 硫化氢     | ≤ $50 \times 10^{-6}$ (质量分数) | ≤ $50 \times 10^{-6}$ (质量分数) |
| 游离水分    | 无                            | 无                            |

### 5 热处理设备

#### 5.1 吸热式气氛发生器

5.1.1 吸热式气氛发生器应符合 JB/T 2841 的有关规定。

5.1.2 发生器气体成分和压力应稳定,并满足工艺要求。

5.1.3 发生器气体成分应采用露点仪或 CO<sub>2</sub> 红外仪等仪器控制。

5.1.4 发生器可根据条件采用电、气体或液体燃料加热。

## 5.2 热处理炉

无论是周期式炉或连续炉,均应满足以下各项要求。

### 5.2.1 密封性

热处理炉应有良好的密封性,炉体上的所有孔洞必须采取有效的密封措施。在正常的换气量时,炉膛内的压力应保持正压。

### 5.2.2 保温精度

热处理炉有效加热区保温精度的最大偏差应为  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ,控温指示精度应在  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  以内,按 GB/T 9452 的规定进行测定。

### 5.2.3 炉气循环

炉内气氛应有可靠的循环,可利用料筐或导风套形成循环回路,风扇应有足够的风速和风量,使炉内气氛分布均匀。

### 5.2.4 温度控制

在有效加热区内适当的部位应装有足够数量的控温和超温保护热电偶,以保证炉温的精确测量和监控。

### 5.2.5 碳势控制

炉内气氛碳势的测量可采用露点仪、 $\text{CO}_2$  红外仪、氧探头或其他仪器。对炉内气氛碳势的控制或监控应采用自动控制装置。在能达到所要求的碳势控制精度的情况下,亦可使用手动控制仪器。

## 5.3 冷却设备

5.3.1 周期式或连续式密封炉的淬火槽应采用与炉子相连的密封结构,在淬火冷却介质液面上方应充有吸热式气氛或氮气。

5.3.2 冷却介质产生的烟雾、蒸气不得进入炉膛。

5.3.3 淬火槽应有搅拌循环装置,保证工件均匀的冷却。

5.3.4 冷却介质的温度应能控制在要求的范围内,必要时应配置加热和冷却装置。

## 5.4 设备检查

对设备和仪表应定期检查和校正,并作出记录。

## 6 炉内气氛

### 6.1 载气

用吸热式气氛作载气。

### 6.2 富化气

可用天然气、丙烷或丁烷作富化气。成分必须稳定,其要求和 4.2 原料气相同。

### 6.3 添加气

在碳氮共渗和氮碳共渗时还需添加氨气。

#### 6.4 混合和流量

载气和富化气宜在炉外混合后通入炉内。流量应按炉型、炉膛容积、炉压、碳势和工件表面积而确定。载气、富化气和添加气的管路上均应设有流量计和调节阀。

### 7 热处理工艺

#### 7.1 表面准备

7.1.1 在装炉前,所有工件、料盘和夹具应清洗干净,并除去水分。

7.1.2 工件工作表面不应有氧化和脱碳层(复碳工艺除外)。

#### 7.2 工件装炉

7.2.1 工件必须放在有效加热区内,并应合理地放置和支撑,保证气氛均匀畅通。

7.2.2 应控制工艺过程,每批工件按需要装入同样材料和预先热处理的试样。

#### 7.3 操作

7.3.1 新催化剂使用时,应先经充分烘干再进行还原处理。使用过程中应定期补充催化剂。

7.3.2 新炉和停炉后重新开炉,应进行炉膛时效。

7.3.3 发生器和热处理炉膛连续使用时,应定期烧炭黑。

7.3.4 操作前应检查热电偶、炉用仪表和气氛控制仪器等是否正常运行。

7.3.5 渗碳后不直接淬火的工件,应在吸热式气氛或氮气保护下冷却到工艺规定温度以下,然后再转至空气中冷却。

### 8 质量控制与检验

#### 8.1 外观

工件表面不允许有裂纹、碰伤、锈蚀及氧化皮。

#### 8.2 表面硬度和硬化层深度

渗碳和碳氮共渗应符合 JB/T 3999 的规定。

氮碳共渗应符合 JB/T4155 及 GB/T11354 的规定。

#### 8.3 表面含碳量

渗碳淬火工件表面含碳量应根据产品要求控制。设定值一般为(0.8% ~ 1.0%)C,控制精度为 $\pm 0.1\%$ C。

#### 8.4 金相组织

应符合工件的技术要求,或符合相应标准的规定。

#### 8.5 变形

工件的变形应符合技术要求。