

# 热处理工艺 参数手册

杨满 编

★资料最新 ★内容实用 ★查阅快捷



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 热处理工艺 参数手册

杨满 编



机械工业出版社

本手册是一本热处理工艺参数实用工具书。其主要内容包括：热处理工艺基础、钢的整体热处理、钢的表面热处理、钢的化学热处理、铸钢的热处理、铸铁的热处理、有色金属的热处理及特殊材料的热处理。本手册采用了最新的标准技术资料，手册中的技术数据以表格形式列出，查阅方便，实用性强。

本手册适于热处理工程技术人员和工人使用，也可供科研人员和相关专业在校师生参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

热处理工艺参数手册/杨满编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 111 - 40013 - 4

I. ①热… II. ①杨… III. ①热处理 - 生产工艺 - 手册 IV. ①TG156 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 239414 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈保华 责任编辑: 陈保华

版式设计: 霍永明 责任校对: 刘秀丽

责任印制: 张楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

130mm × 184mm · 10.25 印张 · 256 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 40013 - 4

定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
电话服务

社服务中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

策划编辑: (010) 88379734

网络服务

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

随着我国经济建设和科学技术的迅猛发展，各行业对机械产品的使用性能、可靠性及使用寿命提出了更高的要求。金属热处理是机械制造业中的关键工序之一，对发挥金属材料的潜力、提高零件的性能、降低能耗、保证和提高机械产品的使用寿命有着重要意义。编写这本《热处理工艺参数手册》的目的就是对热处理工作人员正确制订热处理工艺、规范热处理操作提供技术支持，从而提高热处理工作人员的素质和技术水平，充分发挥热处理技术的作用，保证和提高热处理产品的质量。

在手册编写过程中，编者全面核实查对了热处理的相关标准，采用了最新的标准技术资料。手册中的技术数据以表格形式列出，查阅方便，实用性强。

本手册共分8章。第1章为热处理工艺基础，该章主要介绍了金属热处理工艺分类及代号、可控气氛分类及代号、热处理工艺材料分类及代号、图样中标注热处理技术条件时采用的符号、热处理加热、热处理冷却介质；第2章为钢的整体热处理，该章主要介绍了钢的正火与退火、钢的淬火、钢的回火、真空热处理、钢的感应穿透加热调质、冷处理、钢的热处理工艺参数；第3章为钢的表面热处理，该章主要介绍了感应淬火、火焰淬火、激光淬火、电解液淬火、电子束淬火；第4章为钢的化学热处理，该章主要介绍了渗碳、碳氮共渗、渗氮、氮碳共渗、渗硼、渗硫、渗硅、渗铬、渗铝、渗锌、渗钛、渗钒、渗锰、渗铌、硫氮共渗、硼铝共渗、硼硅共渗、铝铬共渗、硫氮碳共渗；第5章为铸钢的热处理，该章主要介绍了铸钢、承压钢铸件、一般用途

耐蚀钢铸件的热处理工艺参数；第6章为铸铁的热处理，该章主要介绍了灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、蠕墨铸铁、抗磨白口铸铁的热处理；第7章为有色金属的热处理，该章主要介绍了铜及铜合金、铝合金、钛及钛合金、镁合金的热处理；第8章为特殊材料的热处理，该章主要介绍了高温合金、钢结硬质合金、磁性合金、膨胀合金、耐蚀合金热轧板、铁基粉末冶金材料的热处理。

在手册编写过程中，编者参考了国内外同行的大量文献资料，在此向有关作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不当之处，敬请读者批评指正。

编者

# 目 录

## 前言

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第 1 章 热处理工艺基础</b> .....       | 1  |
| 1.1 金属热处理工艺分类及代号 .....           | 1  |
| 1.2 可控气氛分类及代号 .....              | 4  |
| 1.3 热处理工艺材料分类及代号 .....           | 7  |
| 1.4 图样中标注热处理技术条件时采用的符号 .....     | 12 |
| 1.5 热处理加热 .....                  | 13 |
| 1.5.1 加热介质 .....                 | 13 |
| 1.5.2 加热时间 .....                 | 21 |
| 1.6 热处理冷却介质 .....                | 23 |
| 1.6.1 水及无机盐水溶液 .....             | 23 |
| 1.6.2 聚合物水溶液 .....               | 25 |
| 1.6.3 冷却油 .....                  | 26 |
| 1.6.4 冷却用盐浴、碱浴 .....             | 29 |
| 1.6.5 淬火冷却介质的淬冷烈度 .....          | 30 |
| 1.6.6 淬火冷却介质使用温度的控制范围 .....      | 31 |
| 1.6.7 制冷剂 .....                  | 31 |
| <b>第 2 章 钢的整体热处理</b> .....       | 33 |
| 2.1 钢的正火与退火 .....                | 33 |
| 2.2 钢的淬火 .....                   | 34 |
| 2.2.1 钢的淬火加热 .....               | 34 |
| 2.2.2 淬火方法 .....                 | 35 |
| 2.2.3 常用钢的淬火临界直径 .....           | 38 |
| 2.2.4 常用钢整体淬火后表面硬度与有效厚度的关系 ..... | 41 |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 2.3 钢的回火                  | 41         |
| 2.3.1 回火温度                | 41         |
| 2.3.2 回火保温时间              | 46         |
| 2.3.3 常用钢产生回火脆性的温度范围      | 47         |
| 2.4 真空热处理                 | 48         |
| 2.5 钢的感应穿透加热              | 51         |
| 2.6 冷处理                   | 52         |
| 2.7 钢的热处理工艺参数             | 54         |
| 2.7.1 优质碳素结构钢的热处理工艺参数     | 54         |
| 2.7.2 合金结构钢的热处理工艺参数       | 56         |
| 2.7.3 弹簧钢的热处理工艺参数         | 64         |
| 2.7.4 滚动轴承钢的热处理工艺参数       | 68         |
| 2.7.5 高压锅炉用无缝钢管的热处理工艺参数   | 71         |
| 2.7.6 冷镦和冷挤压用钢的热处理工艺参数    | 74         |
| 2.7.7 高压化肥设备用无缝钢管的热处理工艺参数 | 76         |
| 2.7.8 汽轮机叶片用钢的热处理工艺参数     | 77         |
| 2.7.9 碳素工具钢的热处理工艺参数       | 78         |
| 2.7.10 合金工具钢的热处理工艺参数      | 80         |
| 2.7.11 高速工具钢的热处理工艺参数      | 93         |
| 2.7.12 不锈钢和耐热钢的热处理工艺参数    | 96         |
| 2.7.13 不锈钢棒的热处理工艺参数       | 104        |
| 2.7.14 不锈钢钢板和钢带的热处理工艺参数   | 110        |
| 2.7.15 耐热钢棒的热处理工艺参数       | 121        |
| 2.7.16 耐热钢钢板和钢带的热处理工艺参数   | 126        |
| <b>第3章 钢的表面热处理</b>        | <b>132</b> |
| 3.1 感应淬火                  | 132        |
| 3.1.1 频率的选择               | 132        |
| 3.1.2 功率的选择               | 134        |
| 3.1.3 感应淬火工艺              | 140        |
| 3.1.4 感应加热的电参数            | 144        |

---

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 3.1.5 感应淬火后的回火 .....      | 145        |
| 3.2 火焰淬火 .....            | 147        |
| 3.3 激光淬火 .....            | 148        |
| 3.4 电解液淬火 .....           | 149        |
| 3.5 电子束淬火 .....           | 150        |
| <b>第4章 钢的化学热处理 .....</b>  | <b>152</b> |
| 4.1 渗碳 .....              | 152        |
| 4.1.1 气体渗碳 .....          | 152        |
| 4.1.2 盐浴渗碳 .....          | 158        |
| 4.1.3 固体渗碳 .....          | 160        |
| 4.1.4 膏剂渗碳 .....          | 163        |
| 4.1.5 真空渗碳 .....          | 164        |
| 4.1.6 离子渗碳 .....          | 166        |
| 4.1.7 常用渗碳钢的热处理工艺参数 ..... | 166        |
| 4.2 碳氮共渗 .....            | 168        |
| 4.2.1 气体碳氮共渗 .....        | 168        |
| 4.2.2 液体碳氮共渗 .....        | 171        |
| 4.3 渗氮 .....              | 173        |
| 4.3.1 气体渗氮 .....          | 173        |
| 4.3.2 离子渗氮 .....          | 180        |
| 4.3.3 高频感应渗氮 .....        | 183        |
| 4.4 氮碳共渗 .....            | 184        |
| 4.4.1 气体氮碳共渗 .....        | 184        |
| 4.4.2 盐浴氮碳共渗 .....        | 187        |
| 4.4.3 QPQ 处理 .....        | 190        |
| 4.4.4 奥氏体氮碳共渗 .....       | 191        |
| 4.4.5 离子氮碳共渗 .....        | 191        |
| 4.4.6 电解气相氮碳共渗 .....      | 192        |
| 4.5 渗硼 .....              | 193        |
| 4.5.1 气体渗硼 .....          | 193        |



|                           |                         |            |
|---------------------------|-------------------------|------------|
| 4.5.2                     | 液体渗硼 .....              | 193        |
| 4.5.3                     | 固体渗硼 .....              | 194        |
| 4.5.4                     | 电解渗硼 .....              | 197        |
| 4.6                       | 渗硫 .....                | 197        |
| 4.7                       | 渗硅 .....                | 198        |
| 4.8                       | 渗铬 .....                | 200        |
| 4.9                       | 渗铝 .....                | 202        |
| 4.10                      | 渗锌 .....                | 204        |
| 4.11                      | 渗钛 .....                | 205        |
| 4.12                      | 渗钒 .....                | 205        |
| 4.13                      | 渗锰、渗铌 .....             | 206        |
| 4.14                      | 硫氮共渗 .....              | 206        |
| 4.15                      | 硼铝共渗 .....              | 207        |
| 4.16                      | 硼硅共渗 .....              | 208        |
| 4.17                      | 铝铬共渗 .....              | 208        |
| 4.18                      | 硫氮碳共渗 .....             | 209        |
| <b>第5章 铸钢的热处理 .....</b>   |                         | <b>211</b> |
| 5.1                       | 铸钢的热处理工艺参数 .....        | 211        |
| 5.2                       | 承压钢铸件热处理工艺参数 .....      | 213        |
| 5.3                       | 一般用途耐蚀钢铸件的热处理工艺参数 ..... | 216        |
| <b>第6章 铸铁的热处理 .....</b>   |                         | <b>218</b> |
| 6.1                       | 灰铸铁的热处理 .....           | 218        |
| 6.2                       | 球墨铸铁的热处理 .....          | 225        |
| 6.3                       | 可锻铸铁的热处理 .....          | 233        |
| 6.4                       | 蠕墨铸铁的热处理 .....          | 239        |
| 6.5                       | 抗磨白口铸铁的热处理 .....        | 240        |
| <b>第7章 有色金属的热处理 .....</b> |                         | <b>242</b> |
| 7.1                       | 铜及铜合金的热处理 .....         | 242        |
| 7.1.1                     | 纯铜的热处理 .....            | 242        |

|   |            |
|---|------------|
| 7.1.2 黄铜的热处理 .....                            | 242        |
| 7.1.3 青铜的热处理 .....                            | 245        |
| 7.1.4 白铜的热处理 .....                            | 252        |
| 7.2 铝合金的热处理 .....                             | 254        |
| 7.2.1 变形铝合金的热处理 .....                         | 254        |
| 7.2.2 铸造铝合金的热处理 .....                         | 263        |
| 7.3 钛及钛合金的热处理 .....                           | 269        |
| 7.4 镁合金的热处理 .....                             | 278        |
| <b>第8章 特殊材料的热处理 .....</b>                     | <b>280</b> |
| 8.1 高温合金的热处理 .....                            | 280        |
| 8.1.1 铁基变形高温合金的热处理工艺参数 .....                  | 280        |
| 8.1.2 镍基变形高温合金的热处理工艺参数 .....                  | 283        |
| 8.1.3 转动部件用高温合金热轧棒材的热处理工艺参数 .....             | 285        |
| 8.1.4 高温合金冷拉棒材的热处理工艺参数 .....                  | 285        |
| 8.1.5 铸造高温合金的热处理工艺参数 .....                    | 286        |
| 8.2 钢结硬质合金的热处理 .....                          | 287        |
| 8.2.1 钢结硬质合金的相变温度 .....                       | 287        |
| 8.2.2 钢结硬质合金的热处理工艺参数 .....                    | 288        |
| 8.3 磁性合金的热处理 .....                            | 289        |
| 8.3.1 软磁合金的热处理 .....                          | 289        |
| 8.3.2 永磁合金的热处理 .....                          | 296        |
| 8.4 膨胀合金的热处理 .....                            | 301        |
| 8.5 耐蚀合金热轧板的热处理 .....                         | 303        |
| 8.6 铁基粉末冶金材料的热处理 .....                        | 304        |
| <b>附录 .....</b>                               | <b>307</b> |
| 附录 A 不锈钢和耐热钢牌号新旧对照<br>(GB/T 20878—2007) ..... | 307        |
| 附录 B 变形铝合金牌号新旧对照(GB/T 3190—2008) .....        | 313        |
| 附录 C 变形镁及镁合金牌号新旧对照<br>(GB/T 5153—2003) .....  | 315        |

---

|   |     |
|---|-----|
| 附录 D 变形铝及铝合金的状态代号<br>(GB/T 16475—2008) .....  | 315 |
| 附录 E 铸造铝合金的热处理状态代号<br>(GB/T 25745—2010) ..... | 317 |
| 附录 F 热处理工件分类(GB/T 16924—2008) .....           | 317 |
| 参考文献 .....                                    | 318 |

# 第 1 章 热处理工艺基础

## 1.1 金属热处理工艺分类及代号

### 1. 热处理工艺代号 (表 1-1)

表 1-1 热处理工艺代号 (GB/T 12603—2005)

| 工艺总称 | 代号 | 工艺类型      | 代号 | 工艺名称         | 代号 |
|------|----|-----------|----|--------------|----|
| 热处理  | 5  | 整体<br>热处理 | 1  | 退火           | 1  |
|      |    |           |    | 正火           | 2  |
|      |    |           |    | 淬火           | 3  |
|      |    |           |    | 淬火和回火        | 4  |
|      |    |           |    | 调质           | 5  |
|      |    |           |    | 稳定化处理        | 6  |
|      |    |           |    | 固溶处理, 水韧处理   | 7  |
|      |    |           |    | 固溶处理 + 时效    | 8  |
|      |    | 表面<br>热处理 | 2  | 表面淬火和回火      | 1  |
|      |    |           |    | 物理气相沉积       | 2  |
|      |    |           |    | 化学气相沉积       | 3  |
|      |    |           |    | 等离子体增强化学气相沉积 | 4  |
|      |    |           |    | 离子注入         | 5  |
|      |    | 化学<br>热处理 | 3  | 渗碳           | 1  |
|      |    |           |    | 碳氮共渗         | 2  |
|      |    |           |    | 渗氮           | 3  |
|      |    |           |    | 氮碳共渗         | 4  |
|      |    |           |    | 渗其他非金属       | 5  |
| 渗金属  | 6  |           |    |              |    |
| 多元共渗 | 7  |           |    |              |    |

## 2. 退火工艺代号 (表 1-2)

表 1-2 退火工艺代号 (GB/T 12603—2005)

| 退火工艺 | 去应力退火 | 均匀化退火 | 再结晶退火 | 石墨化退火 | 脱氢处理 | 球化退火 | 等温退火 | 完全退火 | 不完全退火 |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| 代号   | St    | H     | R     | G     | D    | Sp   | I    | F    | P     |

## 3. 加热方式代号 (表 1-3)

表 1-3 加热方式代号 (GB/T 12603—2005)

| 加热方式 | 可控气氛 (气体) | 真空 | 盐浴 (液体) | 感应 | 火焰 | 激光 | 电子束 | 等离子体 | 固体装箱 | 流态床 | 电接触 |
|------|-----------|----|---------|----|----|----|-----|------|------|-----|-----|
| 代号   | 01        | 02 | 03      | 04 | 05 | 06 | 07  | 08   | 09   | 10  | 11  |

## 4. 淬火冷却介质和冷却方法代号 (表 1-4)

表 1-4 淬火冷却介质和冷却方法代号 (GB/T 12603—2005)

| 冷却介质和方法 | 空气 | 油 | 水 | 盐水 | 有机聚合物水溶液 | 热浴 | 加压淬火 | 双介质淬火 | 分级淬火 | 等温淬火 | 形变淬火 | 气冷淬火 | 冷处理 |
|---------|----|---|---|----|----------|----|------|-------|------|------|------|------|-----|
| 代号      | A  | O | W | B  | Po       | H  | Pr   | I     | M    | At   | Af   | G    | C   |

## 5. 常用热处理工艺代号 (表 1-5)

表 1-5 常用热处理工艺代号 (GB/T 12603—2005)

| 工 艺     | 代 号    | 工 艺   | 代 号    |
|---------|--------|-------|--------|
| 热处理     | 500    | 盐浴热处理 | 500-03 |
| 整体热处理   | 510    | 感应热处理 | 500-04 |
| 可控气氛热处理 | 500-01 | 火焰热处理 | 500-05 |
| 真空热处理   | 500-02 | 激光热处理 | 500-06 |

(续)

| 工 艺     | 代 号    | 工 艺        | 代 号         |
|---------|--------|------------|-------------|
| 电子束热处理  | 500-07 | 淬火及冷处理     | 513-C       |
| 离子轰击热处理 | 500-08 | 可控气氛加热淬火   | 513-01      |
| 流态床热处理  | 500-10 | 真空加热淬火     | 513-02      |
| 退火      | 511    | 盐浴加热淬火     | 513-03      |
| 去应力退火   | 511-St | 感应加热淬火     | 513-04      |
| 均匀化退火   | 511-H  | 流态床加热淬火    | 513-10      |
| 再结晶退火   | 511-R  | 盐浴加热分级淬火   | 513-10M     |
| 石墨化退火   | 511-G  | 盐浴加热盐浴分级   | 513-10H + M |
| 脱氢处理    | 511-D  | 淬火         |             |
| 球化退火    | 511-Sp | 淬火和回火      | 514         |
| 等温退火    | 511-I  | 调质         | 515         |
| 完全退火    | 511-F  | 稳定化处理      | 516         |
| 不完全退火   | 511-P  | 固溶处理,水韧化处理 | 517         |
| 正火      | 512    | 固溶处理 + 时效  | 518         |
| 淬火      | 513    | 表面热处理      | 520         |
| 空冷淬火    | 513-A  | 表面淬火和回火    | 521         |
| 油冷淬火    | 513-O  | 感应淬火和回火    | 521-04      |
| 水冷淬火    | 513-W  | 火焰淬火和回火    | 521-05      |
| 盐水淬火    | 513-B  | 激光淬火和回火    | 521-06      |
| 有机水溶液淬火 | 513-Po | 电子束淬火和回火   | 521-07      |
| 盐浴淬火    | 513-H  | 电接触淬火和回火   | 521-11      |
| 加压淬火    | 513-Pr | 物理气相沉积     | 522         |
| 双介质淬火   | 513-I  | 化学气相沉积     | 523         |
| 分级淬火    | 513-M  | 等离子体增强化学气  | 524         |
| 等温淬火    | 513-At | 相沉积        |             |
| 形变淬火    | 513-Af | 离子注入       | 525         |
| 气冷淬火    | 513-G  | 化学热处理      | 530         |

(续)

| 工 艺    | 代 号       | 工 艺   | 代 号           |
|--------|-----------|-------|---------------|
| 渗碳     | 531       | 固体渗硼  | 535-09(B)     |
| 可控气氛渗碳 | 531-01    | 渗硅    | 535(Si)       |
| 真空渗碳   | 531-02    | 渗硫    | 535(S)        |
| 盐浴渗碳   | 531-03    | 渗金属   | 536           |
| 固体渗碳   | 531-09    | 渗铝    | 536(Al)       |
| 流态床渗碳  | 531-10    | 渗铬    | 536(Cr)       |
| 离子渗碳   | 531-08    | 渗锌    | 536(Zn)       |
| 碳氮共渗   | 532       | 渗钒    | 536(V)        |
| 渗氮     | 533       | 多元共渗  | 537           |
| 气体渗氮   | 533-01    | 硫氮共渗  | 537(S-N)      |
| 液体渗氮   | 533-03    | 氧氮共渗  | 537(O-N)      |
| 离子渗氮   | 533-08    | 铬硼共渗  | 537(Cr-B)     |
| 流态床渗氮  | 533-10    | 钒硼共渗  | 537(V-B)      |
| 氮碳共渗   | 534       | 铬硅共渗  | 537(Cr-Si)    |
| 渗其他非金属 | 535       | 铬铝共渗  | 537(Cr-Al)    |
| 渗硼     | 535(B)    | 硫氮碳共渗 | 537(S-N-C)    |
| 气体渗硼   | 535-01(B) | 氧氮碳共渗 | 537(O-N-C)    |
| 液体渗硼   | 535-03(B) | 铬铝硅共渗 | 537(Cr-Al-Si) |
| 离子渗硼   | 535-08(B) |       |               |

## 1.2 可控气氛分类及代号

### 1. 气氛类型基本代号 (表 1-6)

表 1-6 气氛类型基本代号 (JB/T 9208—2008)

| 气氛名称  |         | 基本代号 |     |
|-------|---------|------|-----|
| 放热式气氛 | 普通放热式气氛 | FQ   | PFQ |
|       | 净化放热式气氛 |      | JFQ |

(续)

| 气氮名称     |       | 基本代号 |     |
|----------|-------|------|-----|
| 吸热式气氮    |       | XQ   |     |
| 放热-吸热式气氮 |       | FXQ  |     |
| 有机液体裂解气氮 |       | YLQ  |     |
| 氨基气氮     |       | DQ   |     |
| 氮制备气氮    | 氮分解气氮 | AQ   | FAQ |
|          | 氮燃烧气氮 |      | RAQ |
| 木炭制备气氮   |       | MQ   |     |
| 氢气       |       | QQ   |     |

## 2. 气氮基本组分系列代号 (表 1-7)

表 1-7 气氮基本组分系列代号 (JB/T 9208—2008)

| 气氮基本组分   | 代 号 | 气氮基本组分                         | 代 号 |
|--|-----|--------------------------------|-----|
| CO-CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> | 1   | H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> | 5   |
| CO-H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                  | 2   | H <sub>2</sub>                 | 6   |
| CO-H <sub>2</sub>                                  | 3   | N <sub>2</sub>                 | 7   |
| CO-N <sub>2</sub>                                  | 4   |                                |     |

## 3. 气氮制备方式代号 (表 1-8)

表 1-8 气氮制备方式代号 (JB/T 9208—2008)

| 制备方式 | 炉外制备 | 炉内直接生成 |
|------|------|--------|
| 代号   | 0    | 1      |



## 4. 可控气氛代号与典型气氛基本组分及用途 (表 1-9)

表 1-9 可控气氛代号与典型气氛基本组分及用途(JB/T 9208—2008)

| 气氛名称                                  |                                   | 代号        | 基本组分   | 一般用途   |                                 |                 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--|--|---------------------------------|-----------------|
| 放热式气氛                                 | 普通放热式                             | FQ        | PFQ10  | CO-CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> | 铜光亮退火, 粉末冶金烧结, 低碳钢光亮退火、正火、回火    |                 |
|                                       |                                   |           | JFQ20  | CO-H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                  | 铜和低碳钢光亮退火, 中碳和高碳钢洁净退火、淬火、回火     |                 |
|                                       | JFQ60                             |           | H <sub>2</sub>                                     |  |                                 |                 |
|                                       | 净化放热式                             |           | JFQ50  | H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                     | 不锈钢、高铬钢光亮淬火, 粉末冶金烧结             |                 |
| 吸热式气氛                                 |                                   | XQ XQ20   | CO-H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                  | 渗碳、复碳、碳氮共渗、光亮淬火、钎焊、高速钢淬火                           |                                 |                 |
| 放热-吸热式气氛                              |                                   | FXQ FXQ20 | CO-H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                  | 渗碳、复碳、碳氮共渗、光亮淬火                                    |                                 |                 |
| 有机液体裂解气氛                              |                                   | YLQ       | YLQ30<br>YLQ31                                     | CO-H <sub>2</sub>                                  | 渗碳、碳氮共渗, 一般保护加热                 |                 |
| 氨基气氛                                  | H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> 系列 | DQ        | DQ50   | H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                     | 低碳钢光亮退火、淬火、回火, 钎焊、烧结            |                 |
|                                       | N <sub>2</sub> -CH 系列             |           | DQ71   | N <sub>2</sub>                                     | 中碳钢光亮退火、淬火                      |                 |
|                                       | N <sub>2</sub> -CH-O 系列           |           | DQ21   | CO-H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                  |                                 | 渗碳              |
|                                       |                                   |           | DQ20   |  |                                 |                 |
|                                       |                                   |           | DQ21   |  |                                 | 渗碳、碳氮共渗, 一般保护加热 |
| N <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> OH 系列 |                                   |           |  |  |                                 |                 |
| 氨制备气氛                                 | 氨分解气氛                             | AQ        | FAQ50  | H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>                     | 钎焊、粉末冶金烧结、表面氧化物还原, 不锈钢、硅钢光亮退火   |                 |
|                                       | 氨燃烧气氛                             |           | RAQ50  |  | 硅钢光亮退火, 不锈钢热处理, 钎焊、粉末冶金烧结       |                 |
|                                       |                                   |           | RAQ70  | N <sub>2</sub>                                     | 铜、低碳钢、高碳钢光亮退火, 中碳和高碳钢光亮退火、淬火、回火 |                 |
| 木炭制备气氛                                | MQ                                | MQ10      | CO-CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> | 可锻铸铁退火, 渗碳   |                                 |                 |
|                                       |                                   | MQ40      | CO-N <sub>2</sub>                                  | 高碳钢光亮淬火、退火   |                                 |                 |