



工人技术等级标准自学丛书

# 热处理工必读

天津市机械工业管理局主编

机械工业出版社

ISBN 7-111-01862-1/TG · 469

新  
平 船  
船 夢

PDG

科技新书目： 213-007

定 价： 9.20 元

工人技术等级标准自学丛书

# 热处理工必读

(第二版)

天津市机械工业管理局 主编



机械工业出版社

PDG

本书是参照机械工业委员会新颁发的《工人技术等级标准》编写的。分为初级工和中级工两部分。其内容是在原书（1982年版）的基础上进行了修改和删减，并增添了近年来我国热处理行业发展和应用的新技术、新工艺、新材料和新设备等内容，书中比较全面地、深入浅出地阐述了两个级别热处理工人必须掌握的基础知识和操作技能。不仅可以供热处理工人学习、工人等级考核，还可供车间技术人员参考使用。

本书由张玉芝、侯文进、王用宾编写，谷南驹主审，雷嗣跃参加审阅。

## 热处理工必读

（第二版）

天津市机械工业管理局 主编

\*

责任编辑：王明贤 版式设计：吴静霞

封面设计：肖 晴 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南侧一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  · 印张  $17 \frac{3}{4}$  · 字数 392 千字

1981 年 11 月北京第一版

1990 年 3 月北京第二版 · 1990 年 3 月北京第二次印刷

印数 81,401—84,300 · 定价：9.20 元

\*

ISBN 7-111-01862-1/TG·459

船  
PDF

## 编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰

委员：赵国田 杨国林 范广才（常务）

委员：杨溥泉 陈余 温玉芬 戴振英

曹桂秋 郝淑贤 解延年 孟昭义

## 前 言

1981年，天津市第一机械工业局受第一机械工业部委托，根据1978年部颁《工人技术等级标准（通用部分）》主编了《工人技术等级标准自学丛书》（每个工种单独成册，共35册）。该丛书出版后，深受广大读者欢迎，赢得普遍赞誉。

1985年机械工业部对原部颁《工人技术等级标准（通用部分）》进行了修订并重新颁布（下称“新标准”）。新标准在工人技术等级、工种划分及应知、应会的内容上都作了较大的改动，原丛书已不适应新标准的要求了。鉴于以上情况，天津市机械工业管理局（原天津市第一机械工业局）对该丛书按新标准要求，重新组织编写，包括新标准中的全部工种，每个工种一本，共计41本。其中32本由机械工业出版社出版，9本由天津科学技术出版社出版。

新编写的丛书是按新标准中应知、应会、操作实例的要求，采用逐条解答的体例编写的。除检查工种只有中级一个等级外，其他工种均包括初、中两个等级，全套书采用了各项国家新标准和法定计量单位。该丛书可供机械工人自学之用，也可做为企业对技术工人进行培训和考核的参考用书。

由于此套丛书涉及的知识面广，我们又缺乏经验，有错误与不足之处，恳切希望各界读者批评指正。

天津市机械工业管理局

1987年12月

# 目 录

## 前言

## 初级热处理工..... 6

## 应 知

- 1 自用热处理设备、辅助设备及附属设备的型号、规格、一般构造、主要性能、使用规则和维护保养方法 ..... 1
- 2 热工仪器、仪表、量具的正确使用和维护保养方法 ..... 32
- 3 常用工、夹具和防护用品、用具的名称、用途、使用和维护保养方法 ..... 45
- 4 常用辅助材料、化学药剂的质量要求和保管方法及对热处理的主要影响 ..... 47
- 5 常用耐火材料的种类、性能和用途 ..... 56
- 6 常用金属材料(钢、铸铁、有色金属及其合金)的种类、牌号及制件的一般热处理知识 ..... 61
- 7 机械制图的基本知识 ..... 118
- 8 金属学的一般知识;铁-碳合金相图的基本概念 ..... 130
- 9 加热温度、加热时间、冷却速度对金属材料内部组织和机械性能的影响 ..... 154
- 10 冷处理、时效处理、有色金属及合金的处理方法和目的 ..... 161
- 11 化学热处理的特点及目的, 鉴定化学热处理质量的基本依据 ..... 169

|    |                                      |     |
|----|--------------------------------------|-----|
| 12 | 感应加热的简单原理、特点及应用范围 .....              | 171 |
| 13 | 常规热处理及化学热处理工艺目的、要求及<br>工艺过程 .....    | 175 |
| 14 | 常用冷却介质的性能及应用范围 .....                 | 196 |
| 15 | 减少热处理变形和开裂的方法以及<br>对热处理缺陷的预防措施 ..... | 202 |
| 16 | 火焰表面淬火的基本知识 .....                    | 210 |
| 17 | 零件校正的一般原理和简单方法 .....                 | 215 |
| 18 | 有关工种（电工、钳工、起重工）的基本知识 .....           | 220 |
| 19 | 喷砂（或喷丸）的目的和质量要求 .....                | 230 |
| 20 | 热处理工件的表面清理与防锈的基本知识 .....             | 231 |
| 21 | 安全技术规程 .....                         | 234 |

## 应 会

|   |                                                                                         |     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | 正确使用和维护自用的热处理设备、辅助设备，<br>正确使用高温仪表和附属设备 .....                                            | 239 |
| 2 | 常用热处理工、夹、量具、防护用品的<br>正确使用和维护保养 .....                                                    | 239 |
| 3 | 看懂简单零件图（带剖面的）及热处理技术要求 .....                                                             | 239 |
| 4 | 合理选择常用金属材料的加热规范和冷却规范，<br>并按照工艺规程进行一般工件的热处理操作 .....                                      | 241 |
| 5 | 遵照工艺规程进行一般工件的化学热处理操作 .....                                                              | 261 |
| 6 | 一般工件的校正操作 .....                                                                         | 267 |
| 7 | 根据工件的形状及硬度要求，正确选择硬度计<br>测量硬度，并查用硬度对照表 .....                                             | 270 |
| 8 | 使用标准锉刀检查工件硬度，当硬度在 HRC50<br>以下时，误差不大于 $HRC \pm 5$ .....                                  | 279 |
| 9 | 用火色判断温度，当温度为 $700 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 时，<br>误差不大于 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ..... | 282 |

|    |                                 |     |
|----|---------------------------------|-----|
| 10 | 用“火花”鉴别法区分高、中、低碳钢和<br>高速钢 ..... | 283 |
| 11 | 进行宏观断口分析, 判断工件失效原因 .....        | 291 |
| 12 | 正确执行安全技术操作规程 .....              | 293 |
| 13 | 岗位责任制和文明生产的各项要求 .....           | 293 |

## 工 作 实 例

|   |                                                                                 |     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | 35钢、45钢、65Mn钢、40Cr钢、T8钢、<br>T10钢等简单工件的热处理 .....                                 | 295 |
| 2 | 一般钻头、铰刀、车刀、刨刀的热处理 .....                                                         | 302 |
| 3 | 锻铝件、铸铁件的时效处理 .....                                                              | 308 |
| 4 | 一般圆柱(圆锥)齿轮、花键轴的淬火处理 .....                                                       | 311 |
| 5 | ZG45钢撞块局部表面火焰加热淬火 .....                                                         | 313 |
| 6 | 20钢销子、20Cr 钢齿轮渗碳, 45钢普通丝杠<br>氮碳共渗处理, 达到技术要求 .....                               | 314 |
| 7 | 直径15mm、长度150mm 的35钢轴淬火后硬度<br>不小于 HRC35, 摆差不大于0.12mm, 经校直<br>后摆差不大于 0.05mm ..... | 320 |
| 8 | 用“火花”鉴别法区分20钢、45钢、T8钢、<br>W18Cr4V钢 .....                                        | 322 |
| 9 | 相应复杂程度工件的热处理 .....                                                              | 323 |
|   | 中级热处理工 .....                                                                    | 327 |

## 应 知

|   |                                                 |     |
|---|-------------------------------------------------|-----|
| 1 | 常用热处理设备、辅助设备和附属设备的<br>一般构造、性能、使用规则和维护保养方法 ..... | 327 |
| 2 | 热处理生产中常用热工仪表、硬度计的<br>原理和构造 .....                | 347 |
| 3 | 各种辅助材料的化学性质、物理性质及 .....                         |     |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 在热处理中的作用 .....                                                 | 368 |
| 4 金属材料中的合金元素含量对热处理工艺过程的<br>影响 .....                            | 372 |
| 5 C 曲线的基本知识及在生产中的应用 .....                                      | 376 |
| 6 各种金相组织的性能、形态及获得方法 .....                                      | 383 |
| 7 等温淬火、分级淬火的原理、工艺过程及应用 .....                                   | 393 |
| 8 铸件、锻件预先热处理对切削加工和最终<br>热处理的影响 .....                           | 399 |
| 9 钢的回火脆性及其消除方法 .....                                           | 404 |
| 10 高速钢的热处理工艺特点及对钢的性能的影响 .....                                  | 405 |
| 11 复杂工件和大截面工件的热处理方法及<br>预防变形开裂的措施 .....                        | 408 |
| 12 常用脱氧剂的种类、性能和使用方法；盐浴的<br>各种脱氧操作方法及盐浴成分调整方法 .....             | 415 |
| 13 化学热处理的基本参数对工艺过程和工件质量的<br>影响；各种渗剂的化学反应及化学热处理<br>局部防护方法 ..... | 422 |
| 14 热处理常见废品、返修品产生原因、预防措施和<br>补救办法 .....                         | 435 |
| 15 各种校正法对工件质量的影响和应用范围，<br>校正过程中产生应力的类型和消除方法 .....              | 454 |
| 16 常见加热元件的规格、成分、使用范围和性能 .....                                  | 457 |
| 17 编制热处理工艺规程的基本知识 .....                                        | 463 |
| 18 可控气氛、真空热处理的基本知识 .....                                       | 467 |
| 19 生产技术管理知识 .....                                              | 484 |

## 应 会

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1 正确使用和维护常用热处理设备，能排除设备的<br>一般故障 ..... | 490 |
|---------------------------------------|-----|

|    |                                                                                          |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2  | 根据图纸制作一般工、夹具和感应器、烧嘴 .....                                                                | 490 |
| 3  | 看懂较复杂的零件图, 绘制一般零件草图 .....                                                                | 493 |
| 4  | 根据工件的技术要求选用设备, 按工艺进行操作 .....                                                             | 493 |
| 5  | 配制各种常用加热介质和冷却介质, 并估算<br>工件在各种介质中加热与冷却时间 .....                                            | 495 |
| 6  | 按照工艺规程进行大型、较复杂工件的<br>热处理操作 .....                                                         | 496 |
| 7  | 根据渗碳、碳氮共渗工件的渗层深度要求,<br>确定出炉时间 .....                                                      | 501 |
| 8  | 根据可控气氛成分的要求, 调整可控气氛发生<br>装置的有关参数 .....                                                   | 505 |
| 9  | 分析废品、返修品的产生原因, 并提出解决措施 .....                                                             | 507 |
| 10 | 校正复杂工件夹具的使用及薄片工件的回火校平 .....                                                              | 512 |
| 11 | 使用标准锉刀检查淬火硬度, 当硬度在 HRC50<br>以上时, 误差不大于 $HRC \pm 3$ .....                                 | 516 |
| 12 | 用火色判断温度, 当温度为 $700 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 时,<br>误差不大于 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ..... | 517 |
| 13 | 用“火花”法鉴别一般合金钢中的主要合金<br>元素及其含碳量 .....                                                     | 517 |
| 14 | 热处理盐浴的熔解温度规范和产品质量的关系 .....                                                               | 520 |
| 15 | 螺纹刀具及其内孔在热处理过程中的变形量与<br>预防措施 .....                                                       | 525 |

## 工 作 实 例

|   |                                                                |     |
|---|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | 采用一般材料制作的复杂工件的热处理及<br>用有色金属、合金钢材料制作的一般工件的<br>热处理, 达到技术要求 ..... | 527 |
| 2 | 65Mn 钢弹簧卡头, Cr12MoV 钢冷锻模,<br>5CrMnMo 钢热锻模的热处理, 达到技术要求 .....    | 531 |

- 3 模数为  $m3\sim5$  的 18CrMnTi 锥形齿轮的渗碳, 经渗碳后符合技术要求 ..... 536
- 4 模数为  $m10$  以上圆柱斜齿轮单齿 中频感应加热 淬火、火焰加热淬火 ..... 540
- 5 40Cr 钢、38CrMoAl 钢一般工件的气体、辉光离子渗氮, 达到技术要求 ..... 544
- 6 W18Cr4V 钢拉刀, 直径 50mm, 刃部长度 400mm, 热处理后硬度 HRC62~65, 摆差 不大于 0.3mm ..... 550
- 7  $\phi 300 \times 40$ mm 40Cr 钢件调质处理, 硬度要求 均匀, 硬度范围为 200~220HBS ..... 553
- 8 4Cr13 淬火达到技术要求 ..... 554
- 9 相应复杂程度工件的热处理 ..... 555

## 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二 附录二

## 应 知

### 1 自用热处理设备、辅助设备及附属设备的型号、规格、一般构造、主要性能、使用规则和维护保养方法

自用热处理设备系指热处理生产中操作者本人所使用的设备。而操作者所使用设备又与工件所用金属材料、结构、技术要求、所在单位的生产手段等有关。所以，各厂及各人使用的设备不尽相同。随着科学技术的不断进步，热处理新技术、新工艺、新材料不断被应用，热处理设备也不断更新换代，种类越来越多，技术水平越来越高。本文所讲内容是根据工人技术等级标准中初级热处理工应掌握的基础知识，阐述常用的热处理设备，操作者应视自己所处条件来选学其中内容。

常用热处理设备包括三大类：热处理加热设备，冷却设备，辅助设备。

#### 一、热处理加热设备

热处理加热设备主要有两大类：电阻炉和燃料炉。

##### 1. 电阻炉

(1) 电阻炉的特点 电阻炉能很方便地达到各种热处理所需要的温度范围；可以根据被加热工件的形状与尺寸来确定炉膛的形状与尺寸；加热元件可配置在炉子四壁，炉内温差小并容易实现炉温的多区控制及实现成批生产的机械化与自动化，并可严格控制工艺参数；热效率高，可达30~

80%；电炉安装、启动、操作、停炉都较方便，无粉尘、烟雾，对环境污染小。

## (2) 电阻炉的分类

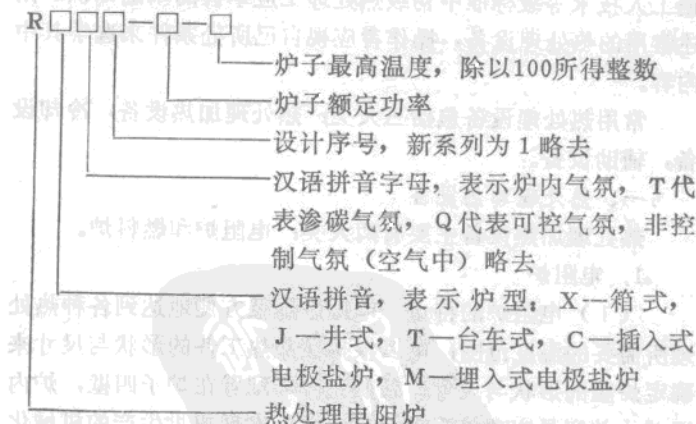
1) 按操作性质分类：分为周期作业炉，连续作业炉。

2) 按炉型结构分类：分为箱式炉，井式炉，抽底炉，钟罩炉，台车炉（以上为周期式炉），鼓形炉，推杆炉，震底炉，传送带炉（以上为连续作业炉）。

3) 按炉内加热介质分：空气炉，盐浴炉，保护与可控气氛炉，真空炉等。

4) 按工作温度分类：高温炉，中温炉，低温炉。

(3) 常用电炉的规格、型号及重要技术参数 我国热处理电阻炉已有系列产品，根据机械电子工业部标准，产品型号表示方法如下：



常用中温箱式电阻炉型号及主要技术性能列于表1.1-1中，常用高温箱式炉的型号及主要技术性能列于表1.1-2

和表1.1-3中。井式加热炉的型号及技术性能列于表1.1-4和表1.1-5中。常用气体渗碳炉的型号及主要技术性能列于

表1.1-1 中温箱式炉的型号及技术性能

| 系<br>列    | 型<br>号   | 功<br>率<br>(kW) | 电<br>压<br>(V) | 相<br>数 | 最高<br>工作<br>温度<br>(°C) | 炉膛有效尺寸<br>(mm)<br>宽×长×高 | 炉温850°C时指标               |                                     |                     | 炉底<br>板最<br>大装<br>载量<br>(kg) |
|-----------|----------|----------------|---------------|--------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|
|           |          |                |               |        |                        |                         | 空<br>载<br>损<br>耗<br>(kW) | 20°C<br>开始<br>空炉<br>升温<br>时间<br>(h) | 最大<br>生产率<br>(kg/h) |                              |
| RX(RXQ)系列 | RX-18-9  | 18             | 380           | 1      | 950                    | 300×650×250             | ≤5                       | ≤2                                  | 60                  | —                            |
|           | RX-35-9  | 35             |               | 3      |                        | 450×950×350             | ≤7                       | ≤2                                  | 130                 | —                            |
|           | RX-55-9  | 55             |               | 3      |                        | 600×1200×400            | ≤9                       | ≤2                                  | 205                 | —                            |
|           | RX-75-9  | 75             |               | 3      |                        | 750×1500×450            | ≤12                      | ≤2.5                                | 280                 | —                            |
|           | RX-95-9  | 95             |               | 3      |                        | 900×1800×550            | ≤15                      | ≤3                                  | 360                 | —                            |
| RJX系列     | RJX-15-9 | 15             | 380           | 1      | 950                    | 300×650×250             | ≤5                       | ≤4                                  | 50                  | 90                           |
|           | RJX-30-9 | 30             |               | 3      |                        | 450×950×450             | ≤9                       | ≤4.5                                | 125                 | 200                          |
|           | RJX-45-9 | 45             |               | 3      |                        | 600×1200×500            | ≤11                      | ≤4.5                                | 200                 | 350                          |
| RJX       | RJX-60-9 | 60             | 380           | 3      | 950                    | 750×1500×550            | ≤14                      | ≤5                                  | 275                 | 500                          |
|           | RJX-75-9 | 75             |               | 3      |                        | 900×1800×600            | ≤17                      | ≤6                                  | 350                 | 800                          |

表1.1-2 1200°C高温箱式炉系列

| 型 号       |            | 功率<br>(kW) | 电压<br>(V) | 相数           | 最高工<br>作温度<br>(℃) | 炉膛有效尺寸(mm)<br>宽×长×高 |
|-----------|------------|------------|-----------|--------------|-------------------|---------------------|
| RX(RXQ)系列 | RX-20-12   | 20         | 380       | 1            | 1200              | 300×650×250         |
|           | RX-40-12   | 40         |           | 450×950×350  |                   |                     |
|           | RX-60-12   | 60         |           | 600×1200×400 |                   |                     |
|           | RX-90-12   | 90         |           | 750×1500×450 |                   |                     |
|           | RX-115-12  | 115        |           | 900×1800×550 |                   |                     |
| RJX系列     | RJX-160-12 | 160        | 380       | 3            | 1200              | 1200×2000×625       |
|           | RJX-220-12 | 220        |           |              |                   | 1200×2600×625       |

表1.1-3 高温箱式炉的技术规格

| 技术规格                   |        | 单位            |                 | 炉子型号            |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------|--------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                        |        | RJX-2-13      | RJX-4-13        | RJX-8-13        | RJX-14-13       | RJX-25-13       | RJX-37-13       | RJX-30-13       | RJX-50-13       |
| 额定功率                   | (kW)   | 2             | 4               | 8               | 14              | 25              | 37              | 30              | 50              |
| 额定电压                   | (V)    | 35~125        | 35~100          | 85~220          | 130~355         | 185~405         | 260~535         | 91~163.5        | 91~163.5        |
| 最高工作温度                 | (°C)   | 1350          | 1350            | 1350            | 1350            | 1350            | 1350            | 1350            | 1350            |
| 接线方法                   |        | 井             | 井               | Y               | Y               | Y               | Y/Y/Y           | Y/Y/Y           | Y/Y             |
| 相数                     |        | 1             | 1               | 3               | 3               | 3               | 3               | 3               | 3               |
| 升温时间                   | (min)  | 90            | 160             | 220             | 220             | 240             | 420             | —               | —               |
| 加热体尺寸                  |        |               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 工作段<br>(直径×长度)         | (mm)   | 8×180         | 8×150           | 8×180           | 14×200          | 18×300          | 14×400          | —               | —               |
| 连接段<br>(直径×长度)         | (mm)   | 14×110        | 14×150          | 14×150          | 22×250          | 28×350          | 22×350          | —               | —               |
| 发热体(硅碳棒)               | 个      | 3             | 7               | 12              | 12              | 12              | 18              | —               | —               |
| 炉膛尺寸                   |        |               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| 长×宽×高                  | (mm)   | 180×80<br>×40 | 260×150<br>×100 | 500×200×<br>180 | 520×220×<br>220 | 600×280×<br>300 | 810×550×<br>375 | 400×300×<br>250 | 700×450×<br>350 |
| 300°C时空载功率             | (kW)   | —             | —               | —               | —               | —               | —               | ≤12             | ≤12             |
| 运行规格<br>20°C开始<br>升温时间 | (h)    | —             | —               | —               | —               | —               | —               | ≤8              | ≤8              |
| 最大生产率                  | (kg/h) | —             | —               | —               | —               | —               | —               | 50              | 130             |
| 炉重                     | (kg)   | 22            | 76              | 200             | 700             | 1500            | 3000            | 2600            | 3000            |

表1.1-4 井式加热电阻炉型号及技术性能

| 技术规格                | 单 位    | 炉 子 型 号        |                       |                       |                 |
|---------------------|--------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
|                     |        | RJJ-30-9       | RJJ-35-9              | RJJ-55-9              | RJJ-70-9        |
| 额定功率                | (kW)   | 30             | 35                    | 55                    | 70              |
| 额定电压                | (V)    | 380/220/380    | 380                   | 380                   | 380/220/380     |
| 相数                  |        | 3              | 1/3                   | 1/3                   | 3               |
| 电阻丝接线方法             |        | Y/Δ/Y          | Y                     | Y                     | YYY/ΔΔ<br>Δ/Y   |
| 最高工作温度              | (°C)   | 950            | 950                   | 950                   | 950             |
| 工作容积尺寸              | (mm)   | 直径450<br>深度800 | 长300<br>宽300<br>高1200 | 长300<br>宽300<br>高2000 | 直径600<br>深度2500 |
| 温度在850°C时运行规格空载运行规律 | (kWh)  | ≤10            | ≤10                   | ≤15                   | ≤15             |
| 20°C开始空载升温时间        |        | 7/4            | 4                     | 5                     | 9/8             |
| 最大生产率               | (kg/h) | 140            | 125                   | 230                   | 330             |
| 电炉重量                | (kg)   | 2100/2530      | 2802                  | 3950                  | 800/5200        |

表1.1-5 低温井式电阻炉型号及技术性能

| 技术规格   | 单 位  | 炉 子 型 号  |          |          |
|--------|------|----------|----------|----------|
|        |      | RJJ-24-6 | RJJ-36-6 | RJJ-75-6 |
| 额定功率   | (kW) | 24       | 36       | 75       |
| 电 压    | (V)  | 380/220  | 380/220  | 380/220  |
| 相 数    |      | 1        | 3        | 3        |
| 加 热 数  |      | 1        | 1        | 3        |
| 最高工作温度 | (°C) | 650      | 650      | 650      |