

ICS 27.100  
F 20  
备案号: 55648-2016

# NB

## 中华人民共和国能源行业标准

NB / T 25059 — 2016

---

### 核电厂常规岛焊接热处理技术规程

The code of welding heat treatment for conventional island of nuclear power plant

2016-08-16 发布

2016-12-01 实施

---

国家能源局 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 一般规定 ..... 1

4 加热方法及适用范围 ..... 2

5 工艺规范及要求 ..... 3

6 温度测量及记录 ..... 6

7 质量检测及要求 ..... 8

8 技术文件 ..... 8

附录 A（资料性附录） 常规岛常用钢的预热温度 ..... 9

附录 B（资料性附录） 常规岛常用钢的焊后热处理温度与时间 ..... 10

附录 C（资料性附录） 常规岛常用金属材料硬度值表 ..... 11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位：苏州热工研究院有限公司、中国能源建设集团安徽电力建设第一工程有限公司、中广核工程有限公司、中广核核电运营有限公司、中国能源建设集团江苏省电力建设第三工程有限公司、中国能源建设集团浙江火电建设有限公司、大唐科技产业集团有限公司。

本标准主要起草人：赵建仓、李传玉、杨佳、傅求华、惠维山、王淦刚、李予卫、夏军、赵富国、乐群立、孙斌。

本标准在执行过程中的意见和建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 核电厂常规岛焊接热处理技术规程

## 1 范围

本标准规定了核电厂常规岛压力容器、承压管道及承重构件等设备焊接过程中预热、后热及焊后热处理的基本要求。

本标准适用于核电厂常规岛设备现场制作、安装及在役设备维修等焊接过程中的预热、后热及焊后热处理。

辅助系统及设备焊接修复工作焊接过程中的预热、后热及焊后热处理可参照本标准实施。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2614 镍铬-镍硅热电偶丝
- GB/T 4654 非金属基体红外辐射加热器通用技术条件
- GB/T 4989 热电偶用补偿导线
- GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法
- GB/T 16400 绝热用硅酸铝及制品
- GB/T 16839.1 热电偶 第1部分：分度表
- GB/T 16839.2 热电偶 第2部分：允差
- GB/T 17394 金属里氏硬度试验方法
- GB/T 30583 承压设备焊后热处理规程
- DL/T 734 火力发电厂锅炉汽包焊接修复技术导则
- DL/T 752 火力发电厂异种钢焊接技术规程
- DL/T 819 火力发电厂焊接热处理技术规程
- DL/T 884 火电厂金相检验与评定技术导则
- DL/T 1118 核电厂常规岛焊接技术规程
- JB/T 9238 工业热电偶技术条件

## 3 一般规定

### 3.1 人员资格

热处理技术人员及操作人员应经过专业培训，并取得相应的资格证书。

### 3.2 仪器设备

3.2.1 仪器设备应满足工艺要求，设备应安全、可靠。

3.2.2 测控温仪表、热电偶等计量器具应经过校验合格，并在有效期内。

3.2.3 控温设备仪器精度应在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内。对计算机温度控制系统，其显示装置应有冷端温度自动补偿装置，且其显示温度应以自动记录仪的显示温度为准进行调整。采用计算机系统记录、显示的热处理记录曲线，系统误差应小于0.5%。

3.2.4 焊接奥氏体不锈钢不得使用测温笔。

3.2.5 补偿导线宜使用与 K 分度热电偶相匹配的 KCA、KCB 型，其质量应符合 GB/T 4989 的要求。使用补偿导线后，若冷端温度仍不稳定，应采用冷端温度补偿。

### 3.3 保温材料

3.3.1 保温材料应满足下列要求：

- a) 保温材料按标准验收合格，性能满足工艺和环保要求。
- b) 感应加热用保温材料对电磁场无屏蔽作用。
- c) 使用前保持干燥。

3.3.2 保温材料宜选用硅酸铝耐火纤维制品及玻璃纤维布、高硅氧布等。

3.3.3 硅酸铝耐火纤维制品符合 GB/T 16400 规定的相关要求。

## 4 加热方法及适用范围

### 4.1 加热炉

4.1.1 加热炉应按 GB/T 9452 的规定进行有效加热区的测定并出具有效加热区检验合格证，保温精度应至少为Ⅲ类。

4.1.2 加热炉可使用电加热或火焰加热，采用火焰加热式加热炉需保证火焰不直接冲刷被加热焊件。

4.1.3 加热炉适用于焊件整体加热。

### 4.2 柔性陶瓷电阻加热和远红外辐射加热

4.2.1 柔性陶瓷电阻加热器的技术条件要求应符合 DL/T 819 的规定。

4.2.2 远红外辐射加热器技术条件要求应符合 GB/T 4654 的规定。

4.2.3 当同机控制多根（片）加热器具时，其各加热器电阻值偏差不应超过 5%。

4.2.4 配备温度测量和控制装置，全过程自动控制温度并自动记录。

4.2.5 该加热方法也适用于焊件局部或特殊情况的整体加热。

### 4.3 电磁感应加热

4.3.1 设备的输出功率和频率能自动响应，并满足工艺要求。

4.3.2 设备应具备温度测量和控制装置，能够进行温度自动记录，并进行全过程自动控制。

4.3.3 感应线圈匝间距离应按焊件壁厚、拟定的加热宽度确定，并在实际使用过程可进行适应性调整。

4.3.4 管道局部加热，对具有明显尖角效应影响的焊件，不宜采用电磁感应加热。

### 4.4 火焰加热

4.4.1 火焰加热可选择与氧-乙炔气体或其他可燃性液体、气体相适应的设备进行。

4.4.2 液体、气体应采用瓶（罐）储存或管道输送方式提供，并采取防止回火措施。

4.4.3 根据焊件结构尺寸、加热范围，选择适宜的火焰燃烧装置。

4.4.4 加热过程中采用配备的测量仪器监测焊件温度，且至少每隔 5min 测量一次温度并记录。

4.4.5 采用多个喷嘴或焊炬应对称布置热源并均匀加热。

4.4.6 火焰加热过程应采用中性焰，防止金属氧化或增碳；火焰的焰芯至工件的距离不小于 10mm；喷嘴移动速度均匀稳定，不得在同一位置长时停留；火焰加热保温时间按 1min/mm 计算。

4.4.7 火焰加热应以焊缝为中心，加热宽度为焊缝两侧各外延不少于 100mm。

4.4.8 高合金钢及不锈钢焊件不宜采用火焰加热方法。

## 5 工艺规范及要求

### 5.1 工艺文件

5.1.1 预热、后热及焊后热处理工艺文件应结合实际焊件的材质、规格、施工条件等编制，并确认其关键参数的适用性。

5.1.2 工艺规范及要求应按照 DL/T 1118、DL/T 752 或其他规程的相关规定执行。

5.1.3 预热、后热及焊后热处理工艺关键参数应根据焊接工艺评定的结果确定。

### 5.2 预热

5.2.1 焊件最低预热温度应符合工艺文件要求，常用钢种的最低预热温度参考附录 A 执行；异种钢焊接预热温度按照 DL/T 752 具体规定的要求执行。

5.2.2 不同类型焊接接头预热时等效厚度  $E$  可按图 1 确定。

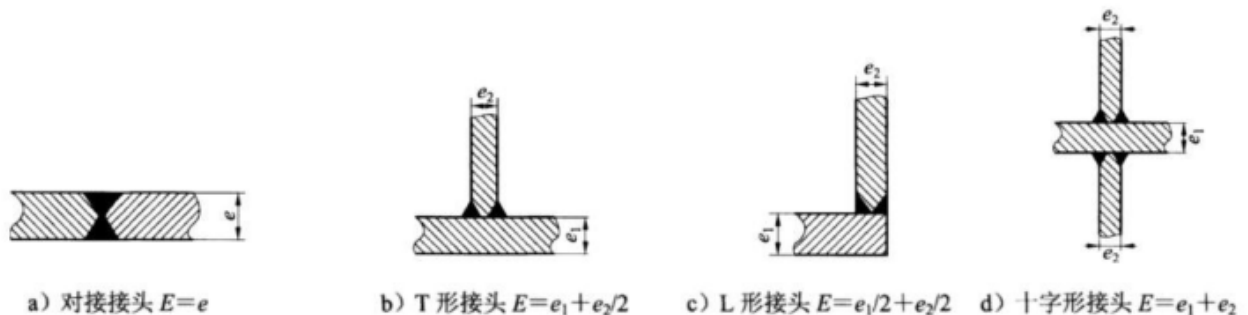


图 1 焊前预热焊接接头等效厚度

5.2.3 加热范围及其他要求按 DL/T 1118 及 DL/T 819 的相关规定执行。

5.2.4 焊接过程应监测焊接区域温度不低于最低预热温度，且不低于工艺文件规定的道间温度。

5.2.5 焊接过程中断后，再次焊接前应对焊接接头进行适当的表面及内部检测，确定无裂纹等缺陷方可重新预热，重新预热的工艺应与原预热工艺一致。

### 5.3 后热

5.3.1 工艺要求后热（消氢）处理、焊后热处理不能及时进行或焊接操作中中断的焊接接头，应进行后热处理。

5.3.2 后热处理的等效厚度可参照图 1 预热时等效厚度的确定方法执行。

5.3.3 后热处理温度宜为  $250^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ ，其加热宽度应不小于预热要求，并至少保持 1h。

5.3.4 对 9%~12% Cr 的马氏体钢，后热应在其完成温度  $80^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ 、保温时间 1h~2h 的马氏体转变后进行。

5.3.5 后热处理过程中焊接接头内壁应避免存在空气对流。

5.3.6 焊接工艺对后热有具体要求时，应按其规定的工艺参数执行；其他可执行 DL/T 1118 的相应规定。

### 5.4 焊后热处理

#### 5.4.1 加热范围及位置分类

5.4.1.1 焊后热处理按其加热范围可分为整体热处理、分段热处理和局部热处理。

5.4.1.2 焊后热处理按其加热位置可分为外部加热和内部加热。

#### 5.4.2 焊后热处理与其免做范围

焊后热处理与其免做焊后热处理的范围可按 DL/T 1118 的相应规定执行。

#### 5.4.3 焊后热处理有效厚度 ( $\delta_{\text{PWHT}}$ )

焊件焊后热处理有效厚度 ( $\delta_{\text{PWHT}}$ ) 参照 DL/T 1118 及 GB/T 30583 的相应规定执行。

#### 5.4.4 焊后热处理方式

##### 5.4.4.1 整体焊后热处理

整体焊后热处理有下列两种形式：

- 将焊件装入封闭炉内整体加热，条件许可时宜优先采用。
- 在焊件外部整体加热或容器内部筒体整体加热参见图 2。

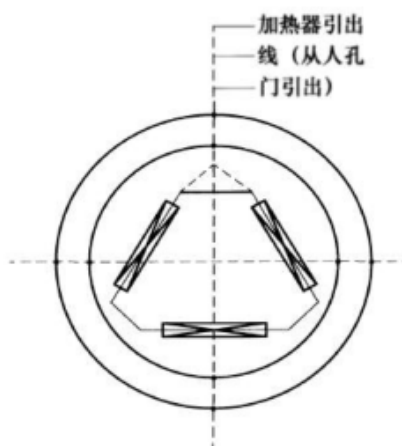


图 2 筒体内部加热器布置示意

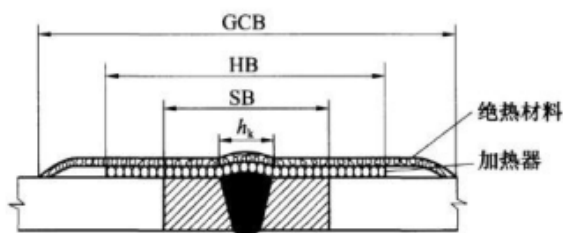
##### 5.4.4.2 分段焊后热处理

焊件整体分段加热时，加热各段重叠部分长度至少为 1500mm。非加热部分的焊件（含其管接头）应采取隔热措施，防止产生有害的温度梯度。

##### 5.4.4.3 局部焊后热处理

局部焊后热处理时，均温、加热和隔热范围参考图 3，具体要求如下：

- 为保证焊件内外壁温度梯度要求，必要时，在焊件内壁应布置加热器和绝热材料。
- 均温带需达到的最小宽度为焊缝最大宽度两侧各加  $\delta_{\text{PWHT}}$  或 50mm，取两者较小值；返修时，均温带需达到的最小宽度为返修焊缝两侧各加  $\delta_{\text{PWHT}}$  或 50mm，取两者较小值。
- 筒体局部焊后热处理时，加热带应环绕包括均温带在内的筒体全圆周，如不产生有害的温度梯度，在离开均温带较远处，可减少加热带的宽度或降低其温度。
- 较大截面半径的椭圆形封头、半球形封头和球壳板局部焊后热处理时，均温带呈圆形覆盖返修焊缝及周围，均温带边缘离返修焊缝边界至少为  $\delta_{\text{PWHT}}$  或 50mm，取两者较小值，加热带尺寸需足够大。



说明：  
 $h_k$ ——焊缝最大宽度；  
SB——均温带宽度；  
HB——加热带宽度；  
GCB——隔热带宽度。

图 3 局部焊后热处理各带示意

e) 均温带所示体积范围内任意一点温度符合焊后热处理的规定。加热带应保证均温带所示体积范围的温度值，隔热带则应保证热能效率，并防止产生有害的温度梯度。

5.4.5 加热范围

5.4.5.1 管道对接接头加热宽度应根据加热方法及外径  $D$  与壁厚  $\delta$  的比值选取，但不少于 100mm，各对应宽度可按照表 1 选取，加热中心应位于焊缝中心，并应采取措施降低周向与径向的温差。

5.4.5.2 压力容器焊后热处理加热范围参考 GB/T 30583 的相应规定执行。

5.4.5.3 接管座焊件的加热，主管宜采用整圈加热或环形加热的方式，主管与接管侧的加热宽度均不应小于两者中较大厚度的 3 倍。

表 1 一般管道焊后热处理加热宽度确定

加热方法	$D/\delta$ 分布范围	加热宽度 mm
电磁感应加热	—	$\geq 3\delta$ ，且 $\geq 100$
柔性陶瓷电阻加热、 远红外辐射加热	$D/\delta \leq 7.5$	$\geq 4\delta$ ，且 $\geq 100$
	$7.5 < D/\delta \leq 10$	$\geq 5\delta$ ，且 $\geq 100$
	$10 < D/\delta \leq 15$	$\geq 6\delta$ ，且 $\geq 100$
	$D/\delta > 15$	$\geq 7\delta$ ，且 $\geq 100$

5.4.5.4 变径管、管座、三通等异形结构焊件，宜在其体积较大侧布置较多分区控制的加热装置，必要时，通过功率计算增加补偿加热区，并能分别调整其加热功率。

5.4.5.5 加热中心应位于焊缝中心，并需采取措施降低周向和径向的温差。

5.4.6 加热装置安装

5.4.6.1 安装加热器应将焊件表面的焊瘤、焊渣、飞溅等杂物清理干净。

5.4.6.2 柔性陶瓷电阻加热器、远红外辐射加热器应与焊件表面紧密贴合。

5.4.6.3 工频感应线圈与工件间隙控制在 10mm~50mm；中频、高频率感应线圈与工件间隙为 10mm~80mm；感应加热应避免匝间短路及焊件上的剩磁。

5.4.6.4 现场进行容器筒体等内部加热宜采用框式加热器，按三角形布置安装，内部加热器内接导线外套氧化铝高温瓷管与外接专用接长导线连接，后连接到电脑温控仪。全部零线焊为一体，作为公共零线



引出，各自形成独立电网，加热器均采用星形接法，每三片作为一个加热单元同步加热，参见图 2。

#### 5.4.7 保温温度与时间

##### 5.4.7.1 保温温度

保温温度确定符合以下要求：

- a) 保温温度不应超过焊接材料熔敷金属及两侧母材金属中最低的下转变温度 ( $Ac_1$ )，一般应低于  $Ac_1$  以下  $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 异种钢焊件焊后热处理温度应按照 DL/T 752 的相关规定执行。
- c) 调质钢、正火后回火的焊件，保温温度应低于其回火温度。
- d) 具有再热裂纹倾向钢种的焊件，保温温度宜避开再热裂纹敏感温度区间。
- e) 受压元件与非受压元件焊接，按受压元件的要求选择保温温度。
- f) 常用钢种的保温温度参照附录 B 的规定执行。

##### 5.4.7.2 保温及温差控制

保温及温差控制符合下述要求：

- a) 保温过程中，任意两测温点热电偶显示数据的温度差值应符合规定的范围，且不超过  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 保温宽度从焊缝中心计算，每侧比加热宽度增加至少 2 倍的壁厚，且不小于 150mm。

##### 5.4.7.3 保温时间

保温时间确定应符合以下要求：

- a) 焊后热处理保温时间根据材料类别、加热方法和焊件热处理有效厚度  $\delta_{\text{PWHIT}}$  综合确定。
- b)  $\delta_{\text{PWHIT}}$  及保温时间原则执行 GB/T 30583 的相关要求。
- c) 具体焊件保温时间依据焊接工艺评定的结构确定，常用材料保温时间参照附录 B 的规定执行。
- d) 当焊接构件含有多种类型焊缝焊后热处理时，所考虑的保温时间按照其中最大的焊件热处理厚度进行计算。
- e) 焊后热处理发生中断时，采用相同保温温度再次焊后热处理时，扣除已进行的保温时间。

#### 5.4.8 升、降温速度

5.4.8.1 升温速度可按  $5500/\delta (^{\circ}\text{C}/\text{h})$  控制 ( $\delta$  为焊件最大厚度，单位为 mm)，且不大于  $220^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

5.4.8.2 降温速度可按  $7000/\delta (^{\circ}\text{C}/\text{h})$  控制，且不大于  $280^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

5.4.8.3 工件温度低于  $400^{\circ}\text{C}$  可不控制升温速度和降温速度，且焊件可在静止空气中冷却。

5.4.8.4 焊件壁厚大于 100mm 时，应保证足够的均温范围，升温速度、降温速度按  $55^{\circ}\text{C}/\text{h}$  控制。

5.4.8.5 管子外径不大于 108mm 或厚度不大于 10mm，采用电磁感应或火焰加热时，可不控制加热速度。

5.4.8.6 管座及异形焊件应按主管壁厚或壁厚较大者计算其升、降温速度。

5.4.8.7 具有再热裂纹倾向的钢种，升、降温时宜快速通过敏感温度区间，缩短其停留时间。

5.4.8.8 具有第二类回火脆性的钢种，焊后热处理应采用快速冷却的方式进行。

5.4.8.9 冷拉焊接接头所用的加载工具，应待焊后热处理过程冷却完毕后，方可拆除。

### 6 温度测量及记录

#### 6.1 原则要求

6.1.1 测量点的选择应保证在整个厚度和焊接区域中达到所规定的温度。

- 6.1.2 最高温度点应至少安置 1 支备用热电偶。
- 6.1.3 热电偶应与被测件紧密接触。
- 6.1.4 整批产品、整个部件或要进行热处理部位应位于规定的温度范围内。
- 6.1.5 整个热处理加热期间需连续并自动记录有关热处理的温度和时间主要参数，当产品进行炉外冷却后，可不记录。
- 6.1.6 宜选用 K 分度的防水型铠装热电偶或 K 分度热电偶丝，其质量应分别符合 GB/T 16839.1、GB/T 16839.2、GB/T 2614、JB/T 9238 的要求。

6.2 热电偶布置

6.2.1 预热

预热时，控温热电偶应布置在加热区以内，监测热电偶尽可能靠近待焊坡口，必要时使用其他测温方法检测待焊坡口处的温度，管道对接焊接接头参见图 4。

6.2.2 后热、焊后热处理

6.2.2.1 管道外径不大于 273mm 的管道，控温热电偶和监测热电偶至少各使用 1 支；对于外径大于 273mm 的管道，控温热电偶和监测热电偶应各使用不少于 2 支，并沿圆周均匀布置。控温热电偶布置于焊缝中心，其他热电偶布置于距焊缝边缘 1 倍壁厚处，且不超过 50mm，并用焊缝处的热电偶控制温度，每个控温区应单独设置热电偶，管状焊件、容器内部热电偶布置参见图 4、图 5。

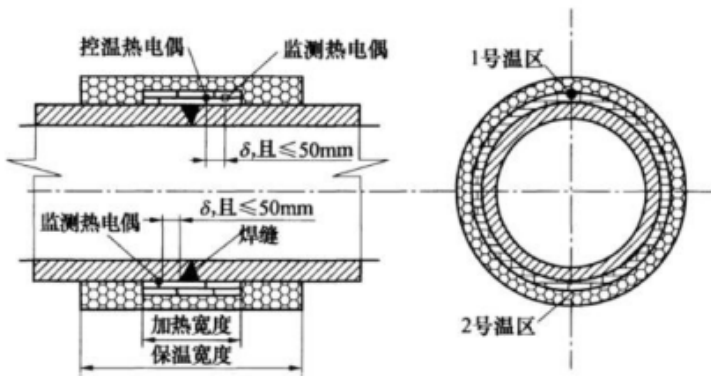


图 4 后热、焊后热处理分区控温与热电偶布置示意

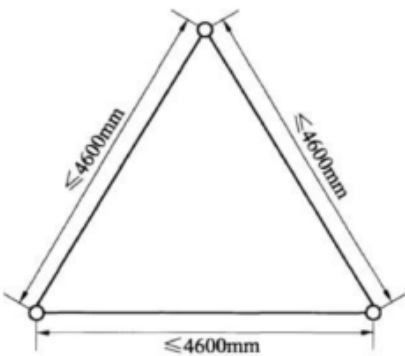


图 5 热电偶布置间距示意

6.2.2.2 异形结构焊件（三通、管座等）后热、焊后热处理，应采取措施使得焊件实际被加热的最高温度位于被热处理的焊缝上。其热电偶应至少有 3 支，其中 1 支位于焊缝（控温用），2 支热电偶（监测温度用）分别位于距焊缝边缘 20mm 管材的同一母线上外壁的同一直线上。

6.2.3 热处理炉内或容器内部加热

热处理炉内或容器内部加热至少在焊件顶部、中部和底部上设置测温点，相邻测温点的间距不大于 4600mm，参见图 5。

6.2.4 热电偶固定方式

固定热电偶宜采用储能焊机焊接，或其他能够保证热电偶的热端与焊件接触良好的方法，采用焊接方式固定热电偶时，焊接热处理结束后应将热电偶焊点打磨干净；采用电磁感应加热时，热电偶的引出方向应与感应线圈相垂直。

## 7 质量检测及要求

### 7.1 硬度测试

7.1.1 中、高合金材料，焊后热处理后宜进行硬度检测。

7.1.2 可采用里氏硬度计，按照 GB/T 17394 的规定检测硬度，焊缝换算的布氏硬度值应在原始母材硬度值的 90%~140% 范围内。附录 C 为常规岛常用金属材料合格硬度分布范围。

7.1.3 异种钢焊接接头焊后热处理后硬度测试参照 DL/T 752 规定的要求进行。

### 7.2 硬度不符的处理

7.2.1 焊缝硬度值高于 DL/T 1118 及附录 C 规定范围的焊接接头，应分析原因重新进行焊后热处理。

7.2.2 母材及焊缝金属硬度值低于 DL/T 1118 及附录 C 规定范围的焊接接头，宜按 DL/T 884 规定的要求补充进行金相检验，对于金相组织判定为母材及焊缝金属过热的焊接接头，除可实施现场正火+回火热处理外，应切除焊接接头重新焊接。

### 7.3 焊接残余应力测试

当工艺文件要求焊后热处理后进行焊件残余应力测试时，应按其要求进行；容器补焊热处理后焊接残余应力测试可参照 DL/T 734 等的相关规定进行。

## 8 技术文件

制造商或承包商应编制技术文件和质量记录的控制程序，工程竣工后移交文件至少包括：

- a) 热处理作业指导书或工艺卡。
- b) 焊接热处理测温系统校准记录。
- c) 焊接热处理自动记录曲线。
- d) 焊后热处理检验报告。
- e) 相应的试验、检测报告。

附 录 A  
(资料性附录)  
常规岛常用钢的预热温度

钢 种	管 材		板 材	
	等效厚度 $E$ mm	预热温度 ℃	等效厚度 $E$ mm	预热温度 ℃
含碳量不大于 0.35% 的碳素钢及其铸件	$\geq 26$	100~200	$\geq 34$	150~300
C-Mn (Q345)	$\geq 15$	150~200	$\geq 30$	
Mn-V (Q390)			$\geq 28$	
1.5Mn-0.5Mo-V (14MnMoV, 18MnMoNb)	$\geq 15$	150~200	$\geq 15$	150~200
0.5Cr-0.5Mo (12MnMo)				
1Cr-0.5Mo (15MnMo, ZG20CrMo)				
1Cr-0.5Mo-V (12Cr-1Mo-V) 1.5Cr-1Mo-V (15Cr-1Mo-1V, ZG15Cr-1Mo-1V) 2Cr-0.5Mo-W-V (12Cr2MoWVB) 1.75Cr-0.5Mo-V, 2.25Cr-1Mo (12Cr2Mo) 3Cr-1Mo-V-Ti (12Cr3MoVSiTiB)、10CrMo910	$\geq 6$	200~300	$\geq 8$	200~300
15NiCuMoNb5 (WB36)、15MnNbMoR	$\geq 20$	150~200	$\geq 20$	150~200
07Cr2MoW2VNbB (T/P23)	$\geq 13$	150~200	$\geq 13$	150~200
1Cr5Mo、15Cr13 (1Cr13)	任意	200~300	任意	200~300
9Cr-1Mo (T/P9)、12Cr-1Mo-V	任意	300~350	任意	300~350
10Cr9Mo1VNbN (T/P91)	任意	200~250	任意	200~250
注 1: 表中的温度为根据壁厚确定的最低预热温度。当采用钨极氩弧焊打底时, 可按下限温度降低 50℃ 预热。 注 2: 壁厚不小于 6mm 的合金钢管子或管件, 大厚度板件在 0℃ 以下焊接时, 应比最低的预热温度高 20℃~40℃。 壁厚小于 6mm 的低合金钢管子及壁厚大于 15mm 的碳素钢管子在 0℃ 以下焊接, 也应适当预热。 注 3: 承压件与非承压件焊接时, 应按承压件进行预热。接管座与主管焊接时, 应按主管进行预热。				

附 录 B  
(资料性附录)

常规岛常用钢的焊后热处理温度与时间

钢 种	温度 ℃	热处理厚度 $\delta_{\text{PHWT}}$ mm						
		≤12.5	12.5~ 25	25~ 37.5	37.5~ 50	50~75	75~100	100~ 125
		保温时间 h						
C≤0.35% (20、ZG25) C-Mn (Q345)	580~620	不必热处理		1.5	2	2.25	2.5	2.75
15NiCuMoNb5 (WB36) 15MnNiMoR	580~620	1	2	2.5	3	4	5	—
0.5Cr-0.5Mo (12CrMo)	650~700	0.5	1	1.5	2	2.25	2.5	2.75
1Cr-0.5Mo (15CrMo、ZG20CrMo)	670~700	0.5	1	1.5	2	2.25	2.5	2.75
07Cr2MoW2VNbB (T/P23)	720~740	0.5	1	1.5	2	3	4	5
1Cr-0.5Mo-V (12Cr1MoV、ZG20CrMoV) 1.5Cr-1Mo-V (ZG15Cr1Mo1V) 1.75Cr-0.5Mo-V 2.25Cr-1Mo	720~750	0.5	1	1.5	2	3	4	5
1Cr5Mo、15Cr3 (1Cr13)	720~750	1	2	3	4	—	—	—
2Cr-0.5Mo-WV (12Cr2MoWVTiB) 3Cr-1Mo-V-Ti (12Cr3MoVSiTiB)	750~770	0.75	1.25	2.5	4	—	—	—
9Cr-1Mo (T/P9) 12Cr-1Mo (X20)		1	2	3	4	5	—	—
10Cr9Mo1VNbN (T/P91)	750~770	1	2	3	4~5	5~6	6~7	8
10Cr9MoW2VNbBN (T/P92)	750~770	1.5	2	4	5~6	6~7	8~9	10
10Cr11MoW2VNbCu1BN (T/P122)	740~760	2		4	5~6	6~7	8~9	10
注：选择推荐保温温度上限则保温时间选取下限值；选择推荐保温温度下限则保温时间选取上限值。								

附 录 C  
(资料性附录)  
常规岛常用金属材料硬度值表

材 料	参考标准及要求 HB	控制范围 HB	备 注
210C	ASTM A210, $\leq 179$	130~179	
T1a、20MoG STBA12、15Mo3	ASTM A209, $\leq 153$	125~153	
T2、T11、T12、T21 T22、10CrMo910	ASTM A213, $\leq 163$	120~163	
P2、P11、P12、P21 P22、10CrMo910		125~179	
P2、P11、P12、P21 P22、10CrMo910 类管件		130~197	焊缝下限不低于母材， 上限不大于 241
T23	ASTM A213, $\leq 220$	150~220	
12Cr2MoWVTiB (G102)		150~220	
T24	ASTM A213, $\leq 250$	180~250	
T/P91、T/P92、 T911、T/P122	ASTM A213, $\leq 250$ ASTM A335, $\leq 250$	180~250	“P”类管的硬度参照 “T”类管
(T/P91、T/P92、 TP11、T/P122) 焊缝		180~270	
WB36	ASME code case2353, $\leq 252$	180~252	焊缝不低于母材硬度
A515、A106B、A106C、 A672B70 类管件		130~197	焊缝下限不低于母材， 上限不大于 241
12CrMo	GB 3077, $\leq 179$	120~179	
15CrMo	JB 4726, 118~180 ( $R_m=440\sim 610$ ) JB 4726, 115~178 ( $R_m=430\sim 600$ )	118~180 115~178	
12Cr1MoV	GB 3077, $\leq 179$	135~179	
15Cr1MoV		135~180	
F2	ASTM A182, 143~192	143~192	锻制或轧制管件、 阀门和部件
F11, 1 级	ASTM A182, 121~174	121~174	
F11, 2 级	ASTM A182, 143~207	143~207	
F11, 3 级	ASTM A182, 156~207	156~207	
F12, 1 级	ASTM A182, 121~174	121~174	
F12, 2 级	ASTM A182, 143~207	143~207	
F22, 1 级	ASTM A182, $\leq 170$	130~170	

表 (续)

材 料	参考标准及要求 HB	控制范围 HB	备 注
F22, 3 级	ASTM A182, 156~207	156~207	锻制或轧制管件、 阀门和部件
F91	ASTM A182, $\leq 248$	175~248	
20	JB 4726, 106~159	106~159	压力容器用碳素钢和 低合金钢锻件
35	JB 4726, 136~200 ( $R_m=510\sim 670$ )	136~200	
	JB 4726, 130~190 ( $R_m=490\sim 640$ )	130~190	
16Mn	JB 4726, 121~178 ( $R_m=450\sim 600$ )	121~178	
20MnMo	JB 4726, 156~208 ( $R_m=530\sim 700$ )	156~208	
	JB 4726, 136~201 ( $R_m=510\sim 680$ )	136~201	
	JB 4726, 130~196 ( $R_m=490\sim 660$ )	130~196	
35CrMo	JB 4726, 185~235 ( $R_m=620\sim 790$ )	185~235	压力容器用不锈钢锻件
	JB 4726, 180~223 ( $R_m=610\sim 780$ )	180~223	
0Cr18Ni9	JB 4728, 139~187 ( $R_m=520$ )	139~187	压力容器用不锈钢锻件
0Cr17Ni12Mo2	JB 4728, 131~187 ( $R_m=490$ )	131~187	
1Cr18Ni9	GB 1220, $\leq 187$	140~187	
0Cr17Ni12Mo2	GB 1220, $\leq 187$	140~187	
0Cr18Ni11Nb	GB 1220, $\leq 187$	140~187	
TP304H、TP316H、TP347H	ASTM A213, $\leq 192$	140~192	
1Cr13		192~211	动叶片
2Cr13		211~277	动叶片
1Cr11MoV		212~277	动叶片
1Cr12MoWV		229~311	动叶片
ZG20CrMo	JB/T 7024, 135~180	135~180	
ZG15Cr1Mo	JB/T 7024, 140~220	140~220	
ZG15Cr2Mo1	JB/T 7024, 140~220	140~220	
ZG20CrMoV	JB/T 7024, 140~220	140~220	
ZG15Cr1Mo1V	JB/T 7024, 140~220	140~220	
ZG20GrMo	JB/T 7024, 135~180	135~180	汽缸
ZG15Cr1Mo ZG15Cr2Mo ZG20Cr1MoV ZG15Cr1Mo1V	JB/T 7024, 140~220	140~220	汽缸

注：表中  $R_m$  为材料的抗拉强度，单位为 MPa。

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
核电厂常规岛焊接热处理技术规程  
NB/T 25059—2016

•

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

•

2017年7月第一版 2017年7月北京第一次印刷  
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 26千字  
印数 001—200册

•

统一书号 155123·3435 定价 9.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3435