

## 课程二 材料的焊接（七）——马氏体耐热钢的焊接

### 一、马氏体耐热钢的成分、组织特点

1. 马氏体耐热钢的最主要的合金元素是Cr，可分为5Cr+0.5Mo 9Cr+1Mo 12Cr+1Mo三种类型。Cr元素的含量分别为4%-6%，7%-10%，10%-14%
2. 有常规含碳量的下，所有高铬钢的组织特征均为马氏体或半马氏体。
3. 典型钢种有HT-7, A335—P91, A335—T91, X20CrMoV121(F12) Cr13型

二、焊接性分析 合金总量高，组织为马氏体，焊接性差  
具有很高的空淬倾向。

焊接接头组织转变过程要求严格控制.控制焊缝层间温度（ $\geq$ 预热温度）

焊缝为高硬度的不稳定组织，焊后必须做出相应的热处理

晶粒粗化引起焊缝冲击韧性下降严格控制A的转变温度和高温的停留时间

### 三、焊接工艺

#### 1. 焊接方法:

TIG焊或手工电弧焊,

不采用气焊

#### 2. 焊前准备

(1)热切割下料前在切口处200mm范围内预热150℃以上,切口上不允许存在裂纹。9Cr+1Mo 12Cr+1Mo钢种以等离子切割为宜

(2) 加工坡口（若有困难720-730℃高温回火2-3小时）

(3) 口上的气割硬化层需清除干净，必要时作表面硬度鉴定

(4) 坡口的设计与加工以截面尽可能小为原则（U型）

#### 3. 焊接材料

原则是控制焊缝中的含碳量，通过焊接材料来实现。

含碳量过高，淬硬；含碳量过低，网状铁素体

一般为0.17%--0.20%

钢种	典型钢号	TIG	SMAW	预热与层间温度
5Cr+1Mo	10Cr5MoWVTiB 10Cr6SiMo	H1Cr5Mo	E1-5MoV-15 (R507)	200-300
9Cr+1Mo	HT-7 X10CrMo91 A335-P91 A213-T91	TGS-9Nb CM-9Nb CM-9MT H06Cr9Mo1V	CM-9cb CM-9M E1-9Mo-15 (R707)	200-300
12Cr+1Mo	F12 BS3604-762	H20Cr11MoWV TIG-R40 TGS-2cm 20MVW-IG	OKSP-124 HCM-95 E2-11MoVNi-15 (R817 R827)	400-450
13Cr	1Cr13 2Cr13	H1Cr13 H1Cr14	E1-13-15 (Cr207 Cr227)	250-300

#### 4. 焊接工艺要点

焊条烘干

采用填充金属量少的坡口形式

焊前坡口清理干净，多层焊时注意坡口边缘死角处的清理

焊接电流适当，焊肉厚度不宜过大

#### 四、T91钢的焊接

T91钢是美国70年代研制成功的一个新钢种。1983年被列入ASTM标准。

被美、英、法等国广泛用作火电厂的过热器管。

其全称SA213-T91

焊接工艺

焊材选择

焊前准备

焊接工艺过程

焊后热处理

