



中华人民共和国国家标准

GB/T 19867.3—2008/ISO 15609-3:2004

电子束焊接工艺规程

Welding procedure specification for electron beam welding

(ISO 15609-3:2004, Specification and qualification of welding
procedures for metallic materials—Welding procedure specification—
Part 3: Electron beam welding, IDT)

2008-03-31 发布

2008-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 19867 分为如下五部分:

- 第 1 部分:电弧焊焊接工艺规程;
- 第 2 部分:气焊焊接工艺规程;
- 第 3 部分:电子束焊接工艺规程;
- 第 4 部分:激光焊接工艺规程;
- 第 5 部分:电阻焊焊接工艺规程。

本部分为 GB/T 19867 的第 3 部分。

本部分等同采用 ISO 15609-3:2004《金属材料焊接工艺规程及评定 焊接工艺规程 第 3 部分:电子束焊》(英文版)。

本部分等同翻译 ISO 15609-3:2004。为了便于使用,本部分做了下列编辑性改动:

- 删除了国际标准的前言;
- 将标准名称改为“电子束焊接工艺规程”;
- 对 ISO 15609-3:2004 中引用的其他国际标准,有被等同采用为我国标准的用我国标准代替对应的国际标准,未被等同采用为我国标准的直接引用国际标准;
- 规范性引用文件中增加了 GB/T 3375《焊接术语》;
- 增加了附录 B,用于说明有关材料的类组划分。

本部分的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由全国焊接标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位:哈尔滨焊接研究所、中国船级社上海规范研究所、北京电力建设公司。

本标准主要起草人:朴东光、沈传钊、任永宁、王旭友、雷振。

电子束焊接工艺规程

1 范围

GB/T 19867 的本部分规定了电子束焊接的工艺规程内容要求。本部分适用于电子束焊接方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19867 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 5185 焊接及相关工艺方法代号 (GB/T 5185—2005, ISO 4063:1998, IDT)

GB/T 16672 焊缝 工作位置 倾角和转角的定义 (GB/T 16672—1996, idt ISO 6947: 1993)

GB/T 19866 焊接工艺规程及评定的一般原则 (GB/T 19866—2005, ISO 15607: 2003, IDT)

ISO/TR 15608 焊接 金属材料分类指南

3 术语和定义

本部分采用 GB/T 3375 与 GB/T 19866 规定的术语和下列定义。

3.1

上升 slope up

焊接开始时,电子束功率有节制性的增加。

3.2

下降 slope down

焊接结束时,电子束功率有节制性的减少。电子束功率下降的区域就是工件上有束流减少现象发生的区域。该区域在不同焊接状态下,可能由一或两部分区域组成。

——全熔透焊接:全焊透的区域;熔深达到某一部分或者减少的区域。

——部分熔透的焊接:熔深持续减少的区域。

3.3

工作距离 working distance

工件表面与设备标准基准点(该点相对于实际聚焦镜中心点而言)之间的距离。

注:这仅是实际参照距离。

3.4

定位焊道 tacking pass

为将被焊部件固定在合适位置,在正式焊接前焊制的焊道。

注:定位焊道可能是连续或断续的不完全熔透焊道。

3.5

焊接焊道 welding pass

熔深达到规定深度的焊道。

3.6

修饰焊道 cosmetic pass

为了改善焊缝外观,在焊缝表面重新熔合的焊道。

注:该焊道由散焦束流或扫描束流完成。

3.7

搭接 overlap

在束流下降之前,焊道重新熔合的部分。

3.8

背面或正面支撑垫 back or front support

为了托住熔化的焊缝金属,在接头的背面或正面紧贴工件放置的衬垫。

3.9

束流 beam current

电子束中的电流数值。

3.10

脉冲束流 beam current pulsing

呈脉冲变化的电子束电流。

3.11

聚焦电流 focusing lens current

通过聚焦线圈的电流。

3.12

束流偏转 beam deflection

束流以电子枪轴线为中轴发生电磁偏转。

3.13

束振荡 beam oscillation

利用电磁力使束流产生的周期性偏转。

注:振荡的定义如下:

- 信号形状,如圆形、横向、纵向等;
- 信号幅度;
- 频率;
- 相对于焊接方向的定向。

4 焊接工艺规程(WPS)的技术内容

4.1 一般原则

焊接工艺规程(WPS)应当包含执行焊接操作的必要信息。一般焊接工艺规程的内容见 4.2~4.16,具体应用时,可以根据实际情况做增减处理。

附录 A 给出了 WPS 格式的示例。

4.2 焊接方法

焊接方法应按照 GB/T 5185 规定的代号表示,电子束焊接方法的分类代号为 51(其中真空电子束焊为 511;非真空电子束焊为 512)。

4.3 有关制造商的内容

- 制造商名称。
- WPS 的名称及编号。
- 焊接工艺评定报告(或其他所需文件)的编号。

4.4 使用的设备

- 指定电子束焊接设备的唯一标识；
 - 1) 电子枪种类；
 - 2) 阴极类型。
- 填充材料的供给系统(如果采用的话)：应提供设计表述(图表)、填充材料相对于接头的位置、焊接方向及焊接部位。

4.5 有关母材的内容

4.5.1 母材种类/等级

- 所使用的材料、衬垫或支撑垫的型号及相关标准；
- 母材类型(如锻件、铸件、轧制件、热压成型件)及型号。
- 一个 WPS 可能包括一组材料。

4.5.2 材料尺寸

- 接头的厚度范围；
- 圆形工件的管子外径范围。

4.6 填充材料或其他附加材料

- 在接头上所使用的填充材料或附加材料的型号及相关标准；
- 在接头上所使用的填充材料或附加材料规格；
- 在接头上所使用的填充材料或附加材料的特殊保管要求。

4.7 接头设计

接头形状、尺寸、公差(包括表面加工要求)的图样,或是提供相关内容的标准编号。

4.8 接头制备

- 接头制备方法,清理及脱脂等；
- 必要时,在 WPS 上应规定材料磁性的处理方法和要求；
- 制备接头必要的保护及防护措施。

4.9 夹具、卡具及辅助工具

明确固定工件所采用的方法(包括手工定位焊)。

4.10 焊接位置

焊接位置应按 GB/T 16672 的规定表示。

4.11 背面及(或)正面支撑垫

明确类型及尺寸。

4.12 消磁处理

需要对构件做消磁处理时,应采用评定合格的消磁工艺规程,并给出该规程的编号。

4.13 焊接操作说明

焊接操作说明应显示所有焊道(定位焊道、焊接焊道、修饰焊道)的详细内容。

4.14 焊接参数

4.14.1 电参数

- 加速电压(kV)；
- 束流(mA)(使用脉冲时为脉冲参数)；
- 聚焦电流(A)、电流控制设定值(任意单位)或离焦量；
- 束流偏转：
 - 1) 直流偏转,在工件表面上的偏离距离；
 - 2) 交流振荡:形状、相对焊接方向的方位、频率、偏离尺寸；
- 搭接、上升、下降(s、mm、deg)；
- 升降的图形。

4.14.2 机械参数

- 移动方向；
- 表面移动速度(mm/min 或 mm/s)；
- 移动速度的变化要求(必要时)；
- 送丝速度、方向、位置及角度。

4.14.3 其他参数

- 工作距离及/或电子枪至工件的距离(mm)；
- 电子枪室压力(Pa 或 mbar)；
- 工作室压力(Pa 或 mbar)。

4.15 预热及后热

要求预热、后热或焊后热处理时,WPS 应规定其温度、保温时间及其他操作说明。如果采用电子束进行预热或后热,相关参数应在 WPS 上作规定。

4.16 焊后的操作

包括所有机械加工、化学处理、热处理。

附录 A
(资料性附录)
电子束焊接工艺规程(WPS)示例

WPS 编号:
WPQR 编号: 制备及清理方法:
设备标识:
——焊机:
——电子枪类型:
——阴极类型:
——填充材料供给系统:
母材型号: 1
2
材料厚度(mm) 1 ——外径(mm):
2
填充材料或附加材料:
——型号: ——尺寸: ——保管:
接头种类:
——薄板或板材: ——圆柱形: ——轴向:
——径向:
——其他:

接头设计	焊接操作

夹具、卡具及辅助工具: 是□ 否□
——机械固定:
——定位焊方法:
背面支撑垫:是□ 否□
正面支撑垫:是□ 否□

准备			
消磁工艺规程编号			
规范参数			
	定位焊道	焊接焊道	修饰焊道
焊接位置			
焊接操作方法			
加速电压/V			
束流 —连续 —脉冲 频率 幅度 其他			
聚焦电流或焦点设定			
束流偏转 —直流偏转 —交流振荡 形状 频率 尺寸 纵向 横向			
搭接			
上升			
下降			
升降图形			
移动方向			
表面移动速度			
移动速度变化要求 ^a			
送丝速度 ^a			
工作距离			
电子枪室压力			
工作室压力			
附属设备			
—预热 ^a			
—后热 ^a			
焊后操作			
附加信息			
^a 有要求时。			

制造商(名称、签字及日期)：

附 录 B
(资料性附录)
钢材分类指南

根据 ISO/TR 15608 的钢材分类见表 B.1。

表 B.1 钢材类组 成分用%表示

类 别	组 别	钢 种
1		屈服极限 $R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$, 且成分如下: $C \leq 0.25$; $Si \leq 0.60$; $Mn \leq 1.70$; $Mo \leq 0.70^a$; $S \leq 0.045$; $P \leq 0.045$; $Cu \leq 0.40^a$; $Ni \leq 0.5a$; $Cr \leq 0.3(0.4 \text{ 铸钢})$; $Nb \leq 0.05$; $V \leq 0.12^a$; $Ti \leq 0.05$
	1.1	屈服极限 $R_{eH} \leq 275 \text{ N/mm}^2$ 的钢
	1.2	屈服极限 $275 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ 的钢
	1.3	屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的细晶粒正火钢
	1.4	改进型耐候钢(某一种元素允许超标)
2		屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
	2.1	屈服极限 $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 460 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
	2.2	屈服极限 $R_{eH} > 460 \text{ N/mm}^2$ 的热控轧处理的细晶粒钢和铸钢
3		屈服极限 $R_{eH} > 360 \text{ N/mm}^2$ 的调质钢和沉淀硬化钢(不锈钢除外)
	3.1	屈服极限 $360 \text{ N/mm}^2 < R_{eH} \leq 690 \text{ N/mm}^2$ 的调质钢
	3.2	屈服极限 $R_{eH} > 690 \text{ N/mm}^2$ 的调质钢
	3.3	沉淀硬化钢(不锈钢除外)
4		$Mo \leq 0.7$ 且 $V \leq 0.1$ 的低钒 CrMo(Ni) 钢
	4.1	$Cr \leq 0.3$ 且 $Ni \leq 0.7$ 的钢
	4.2	$Cr \leq 0.7$ 且 $Ni \leq 1.5$ 的钢
5		$Cr \leq 0.35$ 的无钒 CrMo 钢 ^b
	5.1	$0.75 \leq Cr \leq 1.5$ 且 $Mo \leq 0.7$ 的钢
	5.2	$1.5 < Cr \leq 3.5$ 且 $0.7 < Mo \leq 1.2$ 的钢
	5.3	$3.5 < Cr \leq 7.0$ 且 $0.4 < Mo \leq 0.7$ 的钢
	5.4	$7.0 < Cr \leq 10.5$ 且 $0.7 < Mo \leq 1.2$ 的钢
6		高钒 CrMo(Ni) 合金钢
	6.1	$0.3 \leq Cr \leq 0.75$, $Mo \leq 0.7$, $V \leq 0.35$ 的钢
	6.2	$0.75 < Cr \leq 3.5$, $0.7 < Mo \leq 1.2$, $V \leq 0.35$ 的钢
	6.3	$3.5 < Cr \leq 7.0$, $Mo \leq 0.7$, $0.45 \leq V \leq 0.55$ 的钢
	6.4	$7.0 < Cr \leq 12.5$, $0.7 < Mo \leq 1.2$, $V \leq 0.35$ 的钢
7		$C \leq 0.35$, $10.5 \leq Cr \leq 30$ 的铁素体钢、马氏体钢或沉淀硬化不锈钢
	7.1	铁素体不锈钢
	7.2	马氏体不锈钢

表 B.1 (续)成分用%表示

类 别	组 别	钢 种
7	7.3	沉淀硬化不锈钢
8		奥氏体不锈钢
	8.1	Cr≤19 的奥氏体不锈钢
	8.2	Cr>19 的奥氏体不锈钢
	8.3	4.0<Mn≤12 的含锰奥氏体不锈钢
9		Ni≤10 的镍合金钢
	9.1	Ni≤3.0 的镍合金钢
	9.2	3.0<Ni≤8.0 的镍合金钢
	9.3	8.0<Ni≤10 的镍合金钢
10		奥氏体-铁素体双相不锈钢
	10.1	Cr≤24 的奥氏体-铁素体不锈钢
	10.2	Cr>24 的奥氏体-铁素体不锈钢
11		除 0.25<C≤0.5 外,其余成分与 1 类钢相同的钢 ^c
	11.1	0.25<C≤0.35,其余成分与 1 类钢相同的钢
	11.2	0.35<C≤0.5,其余成分与 1 类钢相同的钢
注:按照钢的产品标准,R_{CH}可用 $R_{\text{p0.2}}$ 或 $R_{\text{10.5}}$ 代替。 ^a 当 $\text{Cr}+\text{Mo}+\text{Ni}+\text{Cu}+\text{V}\leq 0.75$ 时,更高的值也可接受。 ^b “无钒”表示没特意添加该元素。 ^c 当 $\text{Cr}+\text{Mo}+\text{Ni}+\text{Cu}+\text{V}\leq 1$ 时,更高的值也可接受。		
