

山东省地方标准

DB37/T 2486—2023
代替DB37/T 2486—2014

起重机械钢结构焊接工艺评定指南

Guidelines for welding procedure qualification of steel structures of lifting appliances

2023 – 05 – 11 发布

2023 – 06 – 11 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

5 焊接工艺评定因素及类别划分 2

 5.1 通用焊接工艺评定因素及类别分类 2

 5.2 专用焊接工艺评定因素及分类 5

6 各种焊接方法的通用评定规则 7

 6.1 焊接方法的评定规则 7

 6.2 接头（节点）形式的评定规则 7

 6.3 母材的评定规则 8

 6.4 填充金属的评定规则 8

 6.5 焊后热处理的评定规则 8

 6.6 试件厚度与焊件厚度的评定规则 8

 6.7 专用评定规则 9

7 焊接工艺评定免于规定 9

 7.1 基本原则 9

 7.2 免于规定 9

8 评定方法 12

 8.1 评定要求 12

 8.2 试件和检验试样的制备 12

 8.3 试样和试样的检验与试验 20

附录 A（资料性） 焊接工艺规程流程图 23

附录 B（资料性） 焊接工艺评定表格推荐格式 24

附录 C（资料性） 免于焊接工艺评定表格推荐格式 28

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替DB37/T 2486—2014《起重机械钢结构焊接工艺评定规程》，与DB37/T 2486—2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 将名称更改为《起重机械焊接钢结构焊接工艺评定指南》；
- b) 删除了术语（见2014年版的3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、3.10、3.11、3.12）；
- c) 删除了总则部分内容（见2014年版的4.1）；
- d) 增加了焊接工艺评定试样理化试验单位检测资质及相关机构见证的内容（见4.1，2014年版的4.2）；
- e) 更改了起重机械常用母材分类中有关内容（见表1，2014年版表1）；
- f) 更改了接头（节点）形式规定中有关内容（见6.2.1、6.2.2，2014年版6.2.3、6.2.4）；
- g) 更改了评定合格的试件厚度与适用的焊件厚度范围规定中试件母材厚度T分类有关内容（见表6，2014年版表6）；
- h) 增加了免于评定的规定（见第7章）；
- i) 更改了弯曲试样和冲击试样取样位置有关规定（见8.2.2，2014年版8.3.3）；
- j) 增加了硬度试验有关内容（见8.2.2 4）；
- k) 更改了弯曲试验有关内容（见8.3.3.2，2014年版8.3.3.2）；
- l) 增加了硬度试验结果评定内容（见8.3.3.5）；
- m) 增加了焊接工艺评定表格（见附录B）、免于焊接工艺文件（见附录C）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省市场监督管理局提出并组织实施。

本文件由山东省特种设备标准化技术委员会归口。

本文件历次版本发布情况为：

——2014年首次发布为DB37/T 2486—2014；

——本次为第一次修订。

起重机械钢结构焊接工艺评定指南

1 范围

本文件给出了起重机械常见焊接接头（节点）形式的对接焊缝、角焊缝和组合焊缝焊接工艺评定的规则、试验方法和合格指标，以及免于焊接工艺评定的指导。

本文件适用于焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极气体保护焊；其它焊接方法参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 714 桥梁用结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
- GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法
- GB/T 3323.1 缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 4171 耐候结构钢
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 17493 热强钢药芯焊丝
- GB/T 19879 建筑结构用钢板
- GB 50661 钢结构焊接规范
- JB/T 10559 起重机械无损检测 钢焊缝超声检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

3 术语和定义

GB/T 3375、NB/T 47014界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

- 4.1 焊接工艺评定一般过程是指根据金属材料的焊接性能，按照设计文件规定和制造工艺拟定预焊接工艺规程，施焊试件和制取试样，由具有相应资质的检测单位进行检测试验，测定焊接接头是否具有所要求的使用性能，并出具检测报告；由生产单位或相关机构对焊接工艺评定施焊过程进行见证，并根据检测结果的相关规定对拟定的焊接工艺进行评定，形成焊接工艺评定报告对预焊接工艺规程进行评价。
- 4.2 焊接工艺评定在本生产单位进行。焊接工艺评定所用设备、仪表需处于正常工作状态，金属材料、焊接材料符合相应标准，由本生产单位操作技能熟练的持证焊接人员使用本单位设备焊接试件。
- 4.3 评定合格的焊接工艺是指合格的焊接工艺评定报告中，所列通用焊接工艺评定因素和专用焊接工艺评定因素中重要因素、补加因素。
- 4.4 焊接工艺规程流程图参见附录 A，焊接工艺评定表格参见附录 B，免于焊接工艺评定表格推荐格式参见附录 C。

5 焊接工艺评定因素及类别划分

5.1 通用焊接工艺评定因素及类别分类

5.1.1 焊接方法及分类

起重机械主要使用的焊接方法为：焊条电弧焊（SMAW）、埋弧焊（SAW）、熔化极气体保护焊（GMAW）（含药芯焊丝电弧焊 FCAW）、钨极气体保护焊（GTAW）。

5.1.2 接头形式和管结构节点形式

5.1.2.1 起重机械接头形式主要有：对接接头、T 形接头、十字接头、角接接头、搭接接头，见图 1。

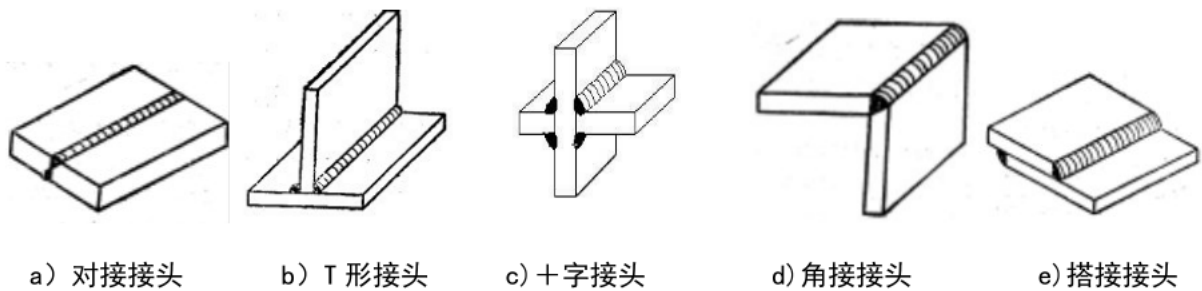


图1 接头形式

5.1.2.2 管结构节点形式主要有：T（X）形节点、K 形节点、Y 形节点。见图 2。

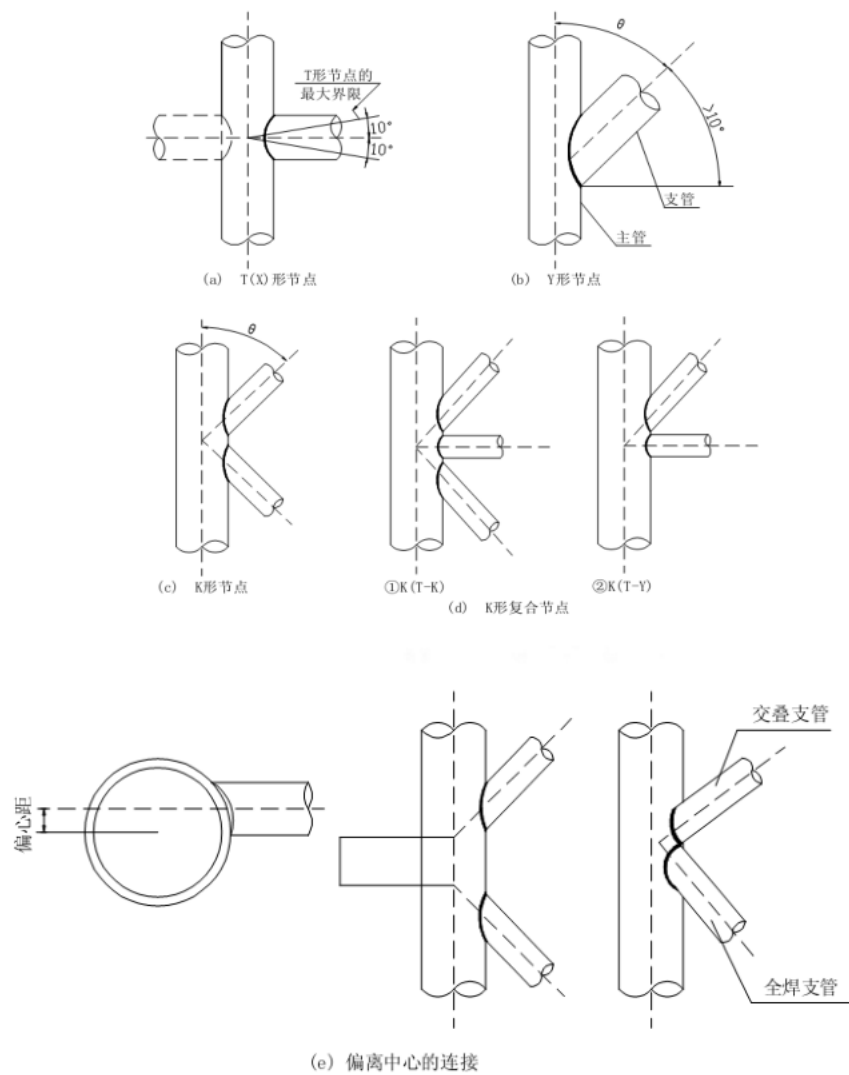


图2 管结构节点形式

5.1.3 金属材料及分类

根据金属材料的化学成分、力学性能和焊接性能，对起重机械常用母材进行分类，见表1。

表1 起重机械常用母材分类

母材类别号	标称屈服强度 MPa	牌号示例	标准
I	≤295	Q195、Q215、Q235、Q275	GB/T 700
		20、25、15 Mn、20 Mn、25 Mn	GB/T 699
		Q235q	GB/T 714
		Q235GJ	GB/T 19879
		Q235NH、Q265GNH、Q295NH、Q295GNH	GB/T 4171
		ZG200-400H、ZG230-450H、ZG275-485H	GB/T 7659

表 1 起重机械常用母材分类（续）

母材类别号	标称屈服强度 MPa	牌号示例	标准
II	>295且≤370	Q355	GB/T 1591
		Q345q、Q370q	GB/T 714
		Q345GJ	GB/T 19879
		Q310GNH、Q355NH、Q355GNH	GB/T 4171
III	>370且≤420	Q390、Q420	GB/T 1591
		Q390GJ、Q420GJ	GB/T 19879
		Q420q	GB/T 714
		Q415NH	GB/T 4171
IV	>420	Q460、Q500、Q550、Q620、Q690	GB/T 1591
		Q460GJ	GB/T 19879
		Q460NH、Q500NH、Q550NH	GB/T 4171
注：国内新钢材和国外钢材按其屈服强度级别归入相应类别。			

5.1.4 填充金属及分类

5.1.4.1 填充金属包括焊条、焊丝、焊剂等。

5.1.4.2 焊条分类见表 2；气体保护焊用焊丝分类见表 3；埋弧焊用焊丝和焊剂分类见表 4。

表2 焊条分类

分类代号	分类依据	标准	型号示例
FeT-1	熔敷金属抗拉强度≥430 MPa的E43系列焊条	GB/T 5117	E43XX
FeT-2	熔敷金属抗拉强度≥500 MPa的E50系列焊条	GB/T 5117	E50XX
		GB/T 5118	E50XX-X
FeT-3	熔敷金属抗拉强度≥550 MPa的E55系列焊条	GB/T 5118	E55XX-X
FeT-4	熔敷金属抗拉强度≥600 MPa的E62系列焊条	GB/T 5118	E62XX-X
FeT-5	熔敷金属抗拉强度≥690 MPa的焊条	—	—
FeT-6	熔敷金属抗拉强度≥760 MPa的焊条	—	—
FeT-7	熔敷金属抗拉强度≥880 MPa的焊条	—	—

表3 气体保护焊用焊丝分类

分类代号	分类依据	标准		型号示例
FeS-1	熔敷金属抗拉强度≥430 MPa的焊丝	实芯	—	—
		药芯	GB/T 10045 GB/T 17493	E43XTX-X E43XTX-X
FeS-2	熔敷金属抗拉强度≥490 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER49-X
		药芯	GB/T 17493	E49XTX-X
FeS-3	熔敷金属抗拉强度≥500 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER50-X
	—	药芯	GB/T 10045	E50XTX-X

表 3 气体保护焊用焊丝分类（续）

分类代号	分类依据	标准		型号示例
FeS-4	熔敷金属抗拉强度 ≥ 550 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER55-X
	—	药芯	GB/T 17493	E55XTX-X
FeS-5	熔敷金属抗拉强度 ≥ 620 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER62-X
	—	药芯	GB/T 17493	E62XTX-X
FeS-6	熔敷金属抗拉强度 ≥ 690 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER69-X
	—	药芯	GB/T 17493	E69XTX-X
FeS-7	熔敷金属抗拉强度 ≥ 760 MPa的焊丝	实芯	GB/T 8110	ER76-1
	—	药芯	GB/T 17493	E76XTX-X

表4 埋弧焊用焊丝和焊剂分类

分类代号	分类依据	标准	型号示例
FeMSG-1	熔敷金属抗拉强度 ≥ 415 MPa的埋弧焊焊丝和焊剂	GB/T 5293	F4XX-HXXX
FeMSG-2	熔敷金属抗拉强度 ≥ 480 MPa的埋弧焊焊丝和焊剂	GB/T 5293 GB/T 12470	F5XX-HXXX F48XX-HXXX
FeMSG-3	熔敷金属抗拉强度 ≥ 550 MPa的埋弧焊焊丝和焊剂	GB/T 12470	F55XX-HXXX
FeMSG-4	熔敷金属抗拉强度 ≥ 620 MPa的埋弧焊焊丝和焊剂	GB/T 12470	F62XX-HXXX
FeMSG-5	熔敷金属抗拉强度 ≥ 760 MPa的埋弧焊焊丝和焊剂	GB/T 12470	F76XX-HXXX

5.1.5 焊后热处理类别

类别包括：

- n) 不进行焊后热处理；
- o) 低于下转变温度进行焊后热处理；
- p) 高于上转变温度进行焊后热处理（如正火）；
- q) 先在高于上转变温度，而后在低于下转变温度进行焊后热处理（即正火或淬火后回火）；
- r) 在上下转变温度之间进行焊后热处理。

5.2 专用焊接工艺评定因素及分类

5.2.1 专用焊接工艺评定因素分为重要因素、补加因素和次要因素，具体内容包括：

- a) 重要因素是指影响焊接接头力学性能和弯曲性能(冲击韧性除外)的焊接工艺评定因素；
- b) 补加因素是指影响焊接接头冲击韧性的焊接工艺评定因素。当规定进行冲击试验时，需增加补加因素；
- c) 次要因素是指对要求测定的力学性能和弯曲性能无明显影响的焊接工艺评定因素。

5.2.2 每种焊接方法的专用焊接工艺评定因素及分类见表 5。

表5 各种焊接方法的专用焊接工艺评定因素

类别	焊接工艺评定因素	重要因素				补加因素				次要因素			
		焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊
接头	1) 改变坡口形式	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	2) 改变坡口根部间隙	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	3) 取消单面焊时的衬垫(双面焊按有衬垫的单面焊考虑)	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	4) 增加或取消非熔化的焊接熔池金属成形块(或焊缝背面成形块)	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
填充金属	1) 改变焊条直径	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—
	2) 焊条的直径改为大于 6 mm	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—
	3) 改变焊丝直径	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
	4) 改变混合焊剂的混合比例	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
填充金属	5) 增加或取消附加的填充丝; 与评定值比, 其体积改变超过 10 %	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6) 实芯焊丝、药芯焊丝之间变更	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	7) 若焊缝金属合金含量主要取决于附加填充金属时, 当焊接工艺改变引起焊缝金属中重要合金元素超出评定范围	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
焊接位置	1) 与评定试件相比, 增加焊接位置	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	2) 需做清根处理的根部焊道向上立焊或向下立焊	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	0	0
	3) 从评定合格的焊接位置改变为向上立焊	—	—	—	—	0	—	0	0	—	—	—	—
预热、后热	1) 预热温度比已评定合格值降低 50 ℃ 以上	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	2) 道间最高温度比经评定记录值高 50 ℃ 以上	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—
	3) 施焊结束后至焊后热处理前, 改变后热温度和保温时间	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	—
气体	1) 改变单一保护气体种类; 改变混合保护气体规定配比; 从单一保护气体改用混合保护气体或反之; 增加或取消保护气体	—	—	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	2) 增加或取消尾部保护气体或改变尾部保护气体成分	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
	3) 保护气体流量改变超出规定范围	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
	4) 增加或取消背面保护气体, 改变	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0

	背面保护气体规定的流量和组成												
--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

表 5 各种焊接方法的专用焊接工艺评定因素（续）

类别	焊接工艺评定因素	重要因素				补加因素				次要因素			
		焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊	焊条电弧焊	埋弧焊	熔化极气体保护焊	钨极气体保护焊
电特性	1) 改变电流种类或极性	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—
	2) 增加线能量或单位长度焊道的熔敷金属体积超过评定合格值	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—
	3) 改变焊接电流范围，除焊条电弧焊外改变电弧电压范围	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	4) 从喷射弧、熔滴弧或脉冲弧改变为短路弧，或反之	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
技术措施	1) 不摆动焊或摆动焊	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	2) 改变焊前清理和层间清理方法	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	3) 改变清根方法	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	4) 清根焊改为不清根焊	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	5) 机动焊、自动焊时，改变电极（焊丝）摆动幅度、频率和两端停留时间	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0
	6) 改变导电嘴至工件的距离	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	—
	7) 由每面多道焊改为每面单道焊	—	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—
	8) 机动焊、自动焊时，单丝焊改为多丝焊，或反之	—	—	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—
	9) 机动焊、自动焊时，改变电极间距	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0
	10) 从手工焊、半自动焊改为机动焊、自动焊，或反之	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	11) 有无锤击焊缝	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
	12) 喷嘴尺寸	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0
注1：符号“0”表示该焊接工艺评定因素对于该焊接方法为评定因素，符号“—”表示焊接工艺评定因素对该焊接方法不作为评定因素。													
注2：药芯焊丝电弧焊焊接工艺评定因素与熔化极气体保护焊相同。													

6 各种焊接方法的通用评定规则

6.1 焊接方法的评定规则

改变焊接方法，需重新进行焊接工艺评定。

6.2 接头（节点）形式的评定规则

6.2.1 全焊透或部分焊透的 T 形或十字形接头对接与角接组合焊缝评定结果可替代角焊缝评定结果。

6.2.2 板状试件评定合格的焊接工艺适用于管状试件，反之亦可。

6.3 母材的评定规则

6.3.1 除 6.3.3 外，母材类别号改变时，需重新进行焊接工艺评定。

6.3.2 同种牌号钢材中，质量等级高的钢材评定合格的焊接工艺，适用于质量等级低的钢材，反之，不可。

6.3.3 类别号为 I、II 的母材，当强度和质量等级发生变化时，在相同供货状态下，高级别钢材评定合格的焊接工艺，适用于低级别钢材。

6.3.4 III、IV 类同类别钢材中的焊接工艺评定结果不可相互替代。

6.3.5 同类别号钢材中轧制钢材与铸钢、耐候钢与非耐候钢的焊接工艺评定结果不可相互替代，控轧控冷（TMCP）钢、调质钢与其他供货状态的钢材焊接工艺评定结果不可互相替代。

6.3.6 国内与国外钢材的焊接工艺评定结果不可互相替代。

6.3.7 在相同供货状态下，强度和质量等级高的母材相焊评定合格的焊接工艺，适用于该级别母材与强度和质量等级低的母材相焊。

6.4 填充金属的评定规则

6.4.1 下列情况，需重新进行焊接工艺评定：

- a) 变更填充金属类别号。当用强度级别高的类别填充金属代替强度级别低的类别填充金属焊接时，可不重新进行焊接工艺评定；对于 6.3.3 情况，填充金属与母材匹配时可不重新进行焊接工艺评定；
- b) 埋弧焊、熔化极气体保护焊的焊缝金属合金含量，若主要取决于附加填充金属时，当焊接工艺改变引起焊缝金属中重要合金元素成分超出评定范围；
- c) 埋弧焊、熔化极气体保护焊时，增加、取消附加填充金属或改变其体积超过 10 %。

6.4.2 在同一类别填充金属中，当规定进行冲击试验时，下列情况为补加因素：

- a) 用非低氢型药皮焊条代替低氢型（含 EXX10，EXX11）药皮焊条；
- b) 当用冲击试验合格指标较低的填充金属替代较高的填充金属（若冲击试验合格指标较低时仍可符合本文件或设计文件规定的除外）。

6.4.3 改变埋弧焊焊剂型号，需重新进行焊接工艺评定。

6.5 焊后热处理的评定规则

6.5.1 改变焊后热处理类别，需重新进行焊接工艺评定。

6.5.2 当规定进行冲击试验时，焊后热处理的保温温度或保温时间范围改变后需重新进行焊接工艺评定。试件的焊后热处理与焊件在制造过程中的焊后热处理基本相同，低于下转变温度进行焊后热处理时，试件保温时间不可少于焊件在制造过程中累计保温时间的 80 %。

6.6 试件厚度与焊件厚度的评定规则

6.6.1 评定合格的试件厚度适用于焊件厚度的有效范围见表 6。

表6 评定合格的试件厚度与适用的焊件厚度范围规定

单位为毫米

试件母材厚度T	适用于焊件母材厚度的有效范围		适用于焊件焊缝金属厚度（t）的有效范围	
	最小值	最大值	最小值	最大值
≤25	3	2T	不限	2t
25<T≤70	5	2T	不限	2t（t<20）2T（t≥20）
T>70	5	不限	不限	2t（t<20）200（t≥20）

- 6.6.2 当规定进行冲击试验时，焊接工艺评定合格后，若 $T \geq 6\text{ mm}$ 时，适用于焊件母材厚度的有效范围最小值为焊件厚度 T 与 16 mm 两者中的较小值；当 $T < 6\text{ mm}$ 时，适用于焊件母材厚度的最小值为 $T/2$ 。
- 6.6.3 对接焊缝或组合焊缝评定合格的焊接工艺用于角焊缝时，焊件母材厚度的有效范围不限。
- 6.7 专用评定规则
- 6.7.1 当变更任何一个重要因素时，需重新进行焊接工艺评定。
- 6.7.2 当增加或变更任何一个补加因素时，需增加或变更的补加因素，增焊冲击韧性用试件进行试验。
- 6.7.3 当增加或变更次要因素时，不需重新评定，但需重新编制预焊接工艺规程。

7 焊接工艺评定免于规定

7.1 基本原则

- 7.1.1 免于评定的焊接工艺由该生产单位焊接工程师和技术负责人签发“免于评定的焊接工艺”书面文件。
- 7.1.2 “免于评定的焊接工艺”文件需报相关单位审查备案。

7.2 免于规定

- 7.2.1 免于评定的焊接工艺由该生产单位焊接工程师和技术负责人签发“免于评定的焊接工艺”书面文件。
- 7.2.2 “免于评定的焊接工艺”文件需报相关单位审查备案。
- 7.2.3 免于评定的焊接方法及施焊位置见表 7。

表7 免于评定的焊接方法及施焊位置

序号	焊接方法	代号	施焊位置
1	手工焊条手工电弧焊	SMAW	平、横、立焊、平角焊
2	半自动实心焊丝二氧化碳气体保护焊（短路过渡除外）	GMAW-CO ₂	平、横、立焊、平角焊

3	半自动实心焊丝80 %氩+20 %二氧化碳气体保护焊	GMAW-Ar	平、横、立焊、平角焊
4	单丝自动埋弧焊	SAW（单丝）	平焊及平角焊

7.2.4 免于评定的母材和焊缝金属组合需符合表 8 中规定，厚度不大于 40 mm，钢材的质量等级为 A、B 级。

表8 免于评定的母材和匹配的焊缝金属要求

母材			焊条（丝）和焊剂-焊丝组合分类等级		
钢材类别	母材最小标称屈服强度	钢材牌号	SMAW	GMAW	SAW
I	<235 MPa	Q195、Q215	GB/T 5117：E43XX	GB/T 8110：ER49-X	GB/T 5293：F4AX-H08A
I	≥235 MPa且<300 MPa	Q235、Q275、Q235GJ	GB/T 5117：E43XX、E50XX	GB/T 8110：ER49-X ER50-X	GB/T 5293：F4AX-H08A GB/T 12470：F48AX-H08MnA
II	≥300 MPa且<355 MPa	Q355、Q345GJ	GB/T 5117：E50XX GB/T 5118：E5015、E5016-X	GB/T 8110：ER50-X	GB/T 5293：F45AX-H08A GB/T 12470：F48AX-H08MnA F48AX-H10Mn2、F48AX-H10Mn2A

7.2.5 免于评定的最低预热、道间温度见表 9。

表9 免于评定的钢材最低预热、道间温度

钢材类别	钢材牌号	设计对焊接材料要求	接头厚度部件的板厚 t	
			mm	
I	Q195、Q215、Q235、 Q235GJ、Q275、20	非低氢型	$t \leq 20$	$20 < t \leq 40$
		低氢型	5 ℃	20 ℃
II	Q355、Q345GJ	非低氢型		5 ℃
		低氢型		40 ℃
注1：接头形式为坡口对接，一般拘束度；				
注2：SMAW、GMAW热输入约为15 kJ/cm~25 kJ/cm；SAW-S热输入约为15 kJ/cm~45 kJ/cm；				
注3：采用低氢型焊材时，熔敷金属扩散氢（甘油法）含量符合下列规定：焊条E4315、E4316不大于8 mL/100 g；焊条E5015、E5016、药芯焊丝不大于6 mL/100g。				
注4：焊接接头板厚不同时，按最大板厚确定预热温度；焊接接头材质不同时，按高强度、高碳当量的钢材确定预热温度。				
注5：环境温度不低于0 ℃。				

7.2.6 焊缝尺寸需符合设计要求，最小焊脚尺寸见表 10，最大单道焊焊缝尺寸见表 11。

表10 角焊缝最小焊脚尺寸

单位为毫米

母材厚度 t^a	角焊缝最小焊脚尺寸 h_f^b
------------	-------------------

$t \leq 6$	3
$6 < t \leq 12$	5
$12 < t \leq 20$	6
$t > 20$	8
^a 采用不预热的非低氢焊接方法进行焊接时， t 等于焊接接头中较厚件厚度，宜采用单道焊缝；采用预热的非低氢焊接方法或低氢焊接方法进行焊接时， t 等于焊接接头中较薄件厚度。	
^b 焊缝尺寸不要求超过焊接接头中较薄件厚度的情况除外。	

表11 单道焊最大焊缝尺寸

单位为毫米

焊道类型	焊接位置	焊缝类型	焊接方法		
			焊条电弧焊	气体保护焊和药芯焊丝自保护焊	单丝埋弧焊
根部焊道最大厚度	平焊	全部	10 mm	10 mm	—
	横焊		8 mm	8 mm	
	立焊		12 mm	12 mm	—
	仰焊		8 mm	8 mm	
填充焊道最大厚度	全部	全部	5 mm	6 mm	6 mm
单道角焊缝最大焊脚尺寸	平焊	角焊缝	10 mm	12 mm	12 mm
	横焊		8 mm	10 mm	8 mm
	立焊		12 mm	12 mm	—
	仰焊		8 mm	8 mm	

- 7.2.7 焊接工艺参数需符合下列规定：
- 免于评定的焊接工艺参数见表 12；
 - 要求全焊透的焊缝，单面焊时加衬垫，双面焊时需清根；
 - 焊条电弧焊焊接时焊道最大宽度不超过焊条标称直径的 4 倍，实心焊丝气体保护焊、药芯焊丝气体保护焊焊接时焊道最大宽度不超过 20 mm；
 - 导电嘴与工件距离：埋弧自动焊 40 mm±10 mm；气体保护焊 20 mm±7 mm；
 - 保护气种类：二氧化碳；富氩气体，混合比例为氩气余量+二氧化碳（CO₂ 成分配比：16 %～20 %）；
 - 保护气流量：20 L/min～50 L/min。
- 7.2.8 免于评定的各类焊接节点构造形式、焊接坡口的形式和尺寸符合 GB 50661 的要求，并需符合以下规定：
- 斜角角焊缝两面角 $\Psi > 30^\circ$ ；
 - 管材相贯线接头局部两面角 $\Psi > 30^\circ$ 。
- 7.2.9 免于评定的结构载荷特性为静载。
- 7.2.10 焊丝直径不符合表 12 规定值变化范围且超过 GB 50661 的规定时，需重新进行评定。
- 7.2.11 免于焊接工艺评定的钢材表面及坡口处理、焊接材料的储存及烘干、引弧板及引出板、焊后处理、焊接环境、等要求需符合 GB 50661 的规定。

表12 各种焊接方法免于评定的焊接工艺参数范围

焊接方法 代号	焊条或焊 丝型号	焊条或焊丝直径 mm	电 流 A	电 流 极 性	电 压 V	焊接速度 cm/min
SMAW	EXX15	3.2	80~140	EXX15: 直流反接	18~26	8~18
	EXX16	4.0	110~210	EXX16: 交、直流	20~27	10~20
	EXX03	5.0	160~230	EXX03: 交流	20~27	10~20
GMAW	ER-XX	1.2	打底: 180~260 填充: 220~320 盖面: 220~280	直流反接	25~38	25~45

表 12 各种焊接方法免于评定的焊接工艺参数范围（续）

焊接方法 代号	焊条或焊丝 型号	焊条或焊丝直径 mm	电 流 A	电 流 极 性	电 压 V	焊接速度 cm/min
FCAW	EXX1T1	1.2	打底: 160~260 填充: 220~320 盖面: 220~280	直流反接	25~38	30~55
SAW	EXXX	3.2	400~600	直流反接或交流	24~40	25~65
		4.0	450~700		24~40	
		5.0	500~800		34~40	

8 评定方法

8.1 评定要求

8.1.1 当同一条焊缝使用两种或两种以上焊接方法或重要因素、补加因素不同的焊接工艺时，可按每种焊接方法(或焊接工艺)分别进行评定；亦可使用两种或两种以上焊接方法(或焊接工艺)焊接试件，进行组合评定。

8.1.2 组合评定合格的焊接工艺用于焊件时，可以采用其中一种或几种焊接方法(或焊接工艺)，但需保证其重要因素、补加因素不变。只需其中任一种焊接方法(或焊接工艺)所评定的试件母材厚度，来确定组合评定试件适用于焊件母材的厚度有效范围，但弯曲及冲击试样切取位置需包含不同的焊接方法。

8.2 试件和检验试样的制备

8.2.1 试样制备需符合下列要求：

- a) 母材、焊接材料和试件的焊接需符合拟定的预焊接工艺规程的要求；
- b) 选择试件厚度适用于焊件厚度的有效范围；试件尺寸满足制备试样的取样要求；
- c) 各种接头形式的试件尺寸、试样取样位置需符合图 3～图 9 的要求。

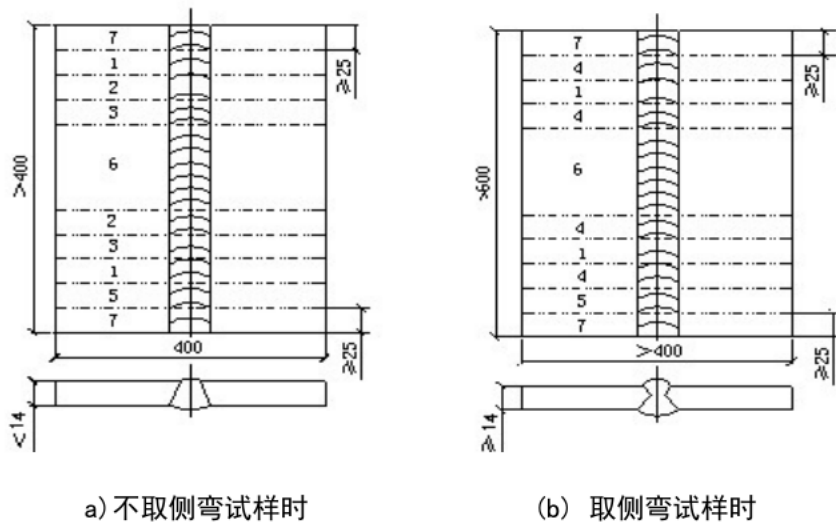
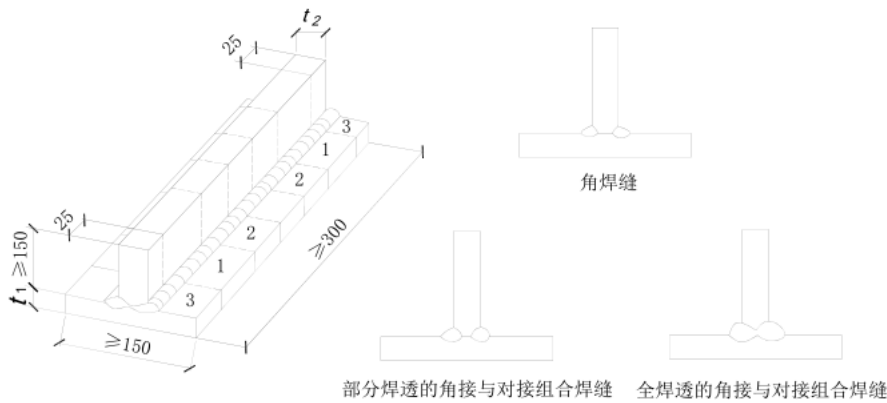


图3 板材对接接头试件及试样取样

标引序号说明：

- 1——拉伸试样；
- 2——背弯试样；
- 3——面弯试样；
- 4——侧弯试样；
- 5——冲击试样；
- 6——备用；
- 7——舍弃。

图 3 板材对接接头试件及试样取样（续）



标引序号说明：

- 1——宏观金相试样；
- 2——备用；
- 3——舍弃。

图4 板材角焊缝和 T 形对接与角接组合焊缝接头试件及宏观试样的取样

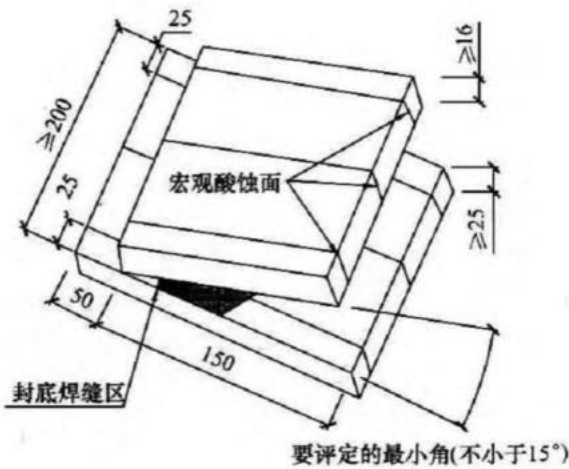


图5 斜 T 形接头（锐角根部）

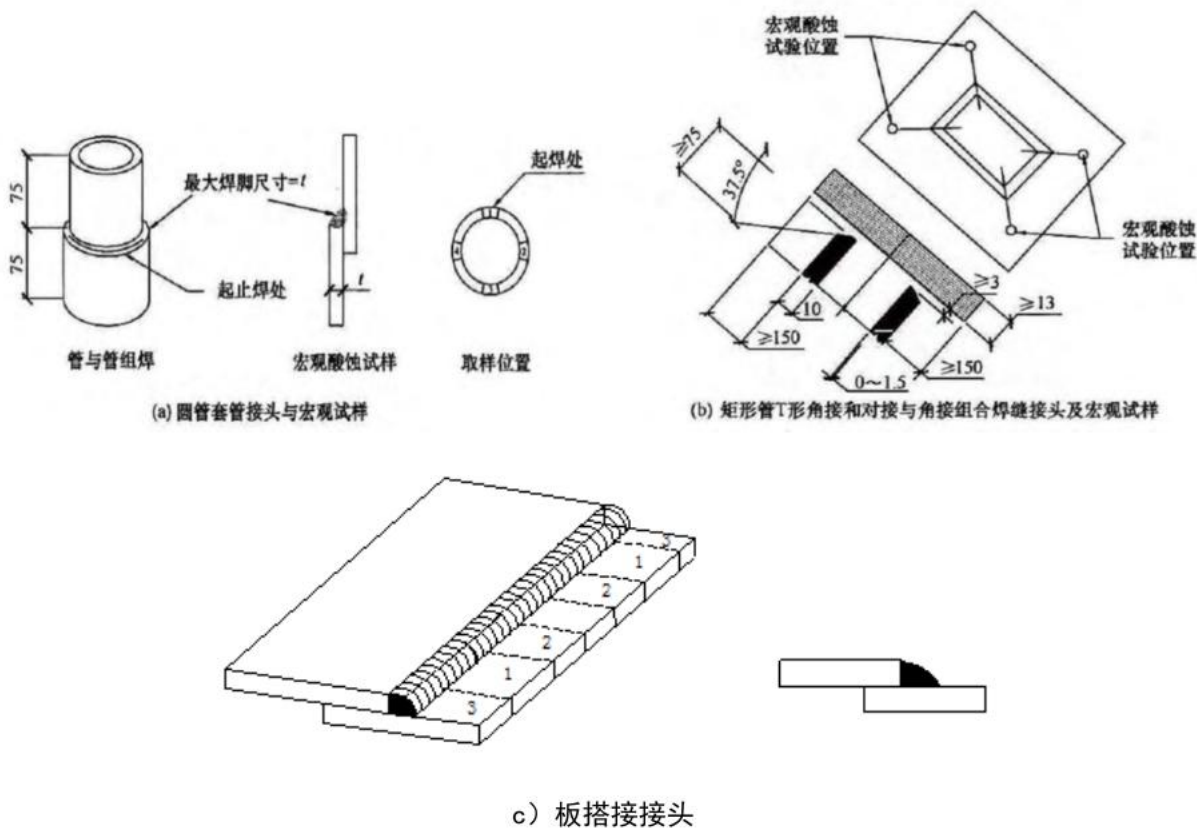
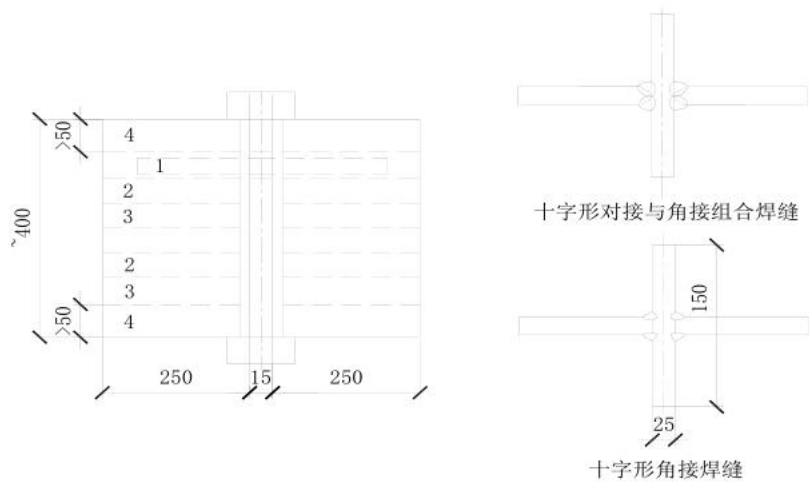
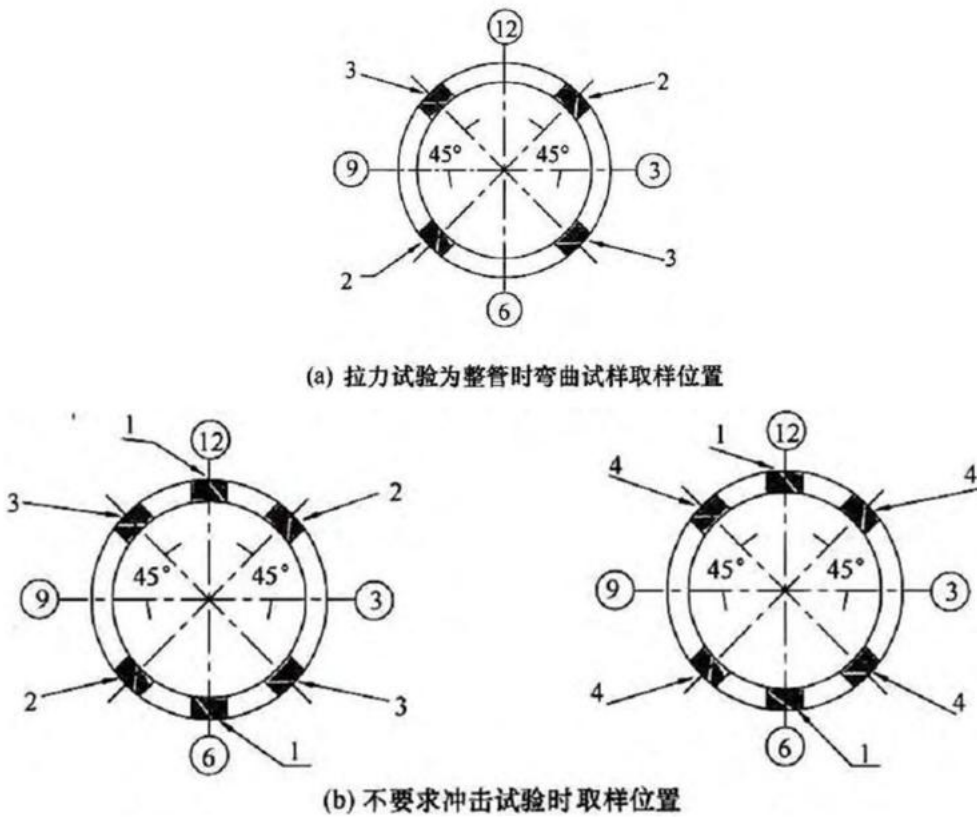


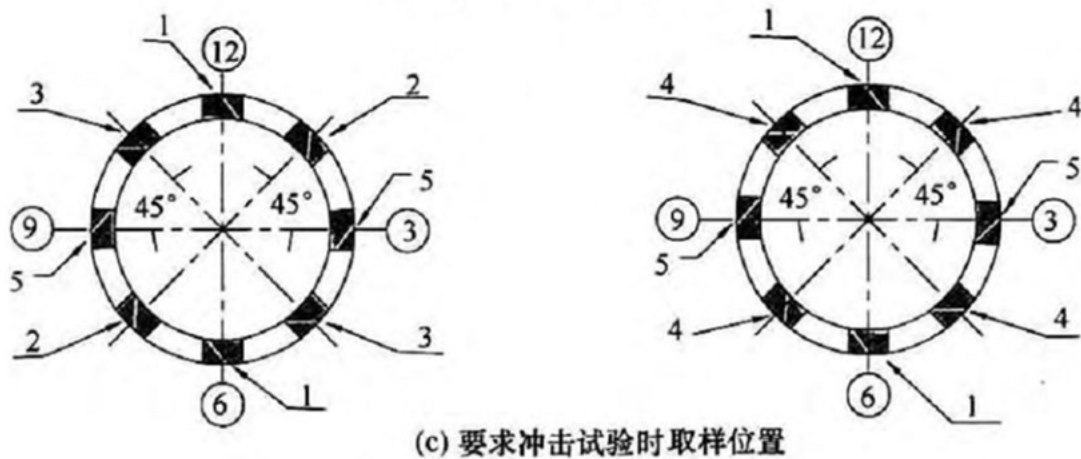
图6 搭接接头试件与宏观试样的取样位置



- 标引序号说明：
- 1——宏观金相试样；
 - 2——拉伸试样；
 - 3——冲击试样（要求时）；
 - 4——舍弃。

图7 板材十字形角接（斜角接）及对接与角接组合焊缝接头试件及试样取样



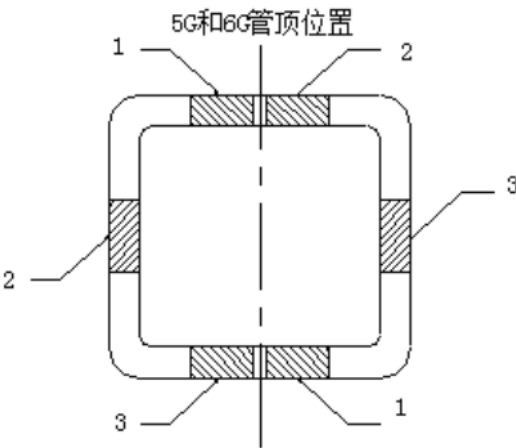


标引序号说明：

- 1——拉伸试样；
- 2——面弯试样；
- 3——背弯试样；
- 4——侧弯试样；
- 5——冲击试样。

注：③⑥⑨⑫—钟点记号，为水平固定位置焊接时的定位。

图8 管材对接接头试件、试样及取样位置



标引序号说明：

- 1——拉伸试样；
- 2——面弯或侧弯试样、冲击试样（要求时）；
- 3——背弯或侧弯试样、冲击试样（要求时）。

图9 矩形管材对接接头试样取样位置

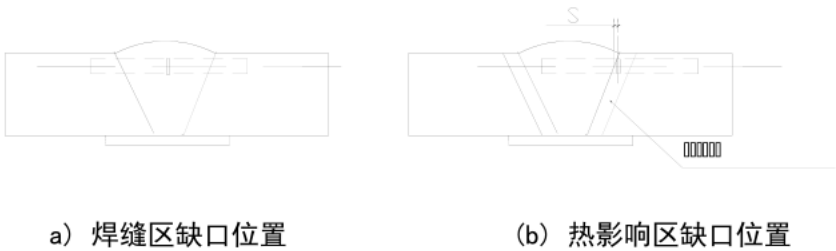
8.2.2 检验试样种类及加工符合下列要求：

- a) 检验试样种类和数量见表 13；

表13 检验试样种类和数量

母材形式	试件形式	试件厚度 mm	全断面 拉伸	拉伸	面弯	背弯	侧弯	冲击 ^a		宏观金相 ^b
								焊缝	热影响区	
板、管	对接接头	≥14	—	2	—	—	4	3	3	—
板、管	板 T 形、斜 T 形、 管 T (X)、K、Y 形 角接头(节点)	任意	—	—	—	—	—	—	—	板 2 ^c 管 4
板	十字形接头	任意	—	2	—	—	—	3	3	2
板、管	搭接头	任意	—	—	—	—	—	—	—	板 2 ^c 管 4
当相应标准对母材某项力学性能无要求时，可免做焊接接头的该项力学性能试验。 管材对接全截面拉伸试样适用于外径不大于76 mm的圆管对接试件，当管径超过该规定时，按图8或图9截取拉伸试件。										
^a 是否进行冲击试验以及试验条件按选用钢材的要求确定；当无法制备 5 mm×10 mm×55 mm 小尺寸冲击试样时，免做冲击试验。 ^b 圆管T、K、Y形和十字形相贯接头试件的宏观金相试样在接头的趾部、侧面及跟部各取一件；矩形管接头全焊透T、K、Y形接头试件的宏观金相试样在接头的角部各取一个，详见图6。 ^c 斜 T 形接头（锐角根部）按图 5 进行宏观金相检验。										

- b) 对接接头检验试样的加工符合下列要求：
- 1) 拉伸试样的加工宜符合 GB/T 2651 的有关规定；根据试验机能力可采用全截面拉伸试样或沿厚度方向分层取样；分层取样时试样厚度需覆盖焊接试件的全厚度；按试验机的能力和要求加工；
 - 2) 弯曲试样的加工宜符合 GB/T 2653 的有关规定；焊缝余高或衬垫采用机械方法去除至与母材齐平，试样受拉面保留母材原轧制表面；当板厚大于 40 mm 时可分片切取，试样厚度覆盖焊接试件的全厚度；
 - 3) 冲击试样的加工宜符合 GB/T 2650 的有关规定；其取样位置单面焊时位于焊缝正面，双面焊时需位于后焊面，与母材原表面的距离不大于 2 mm；热影响区冲击试样缺口的加工位置符合图 10 的要求，不同牌号钢材焊接时其接头热影响区冲击试样取自对冲击性能要求较低的一侧；不同焊接方法组合的焊接接头冲击试样的取样能覆盖所有焊接方法焊接的部位（分层取样）；



注1：试样纵轴线垂直于焊缝轴线，缺口轴线垂直于母材表面。

注2：焊缝区试样的缺口轴线位于焊缝中心线上。热影响区冲击试样根据不同焊接工艺，缺口轴线至试样轴线与熔合线交点的距离S=0.5 mm~1 mm，并尽可能使缺口多通过热影响区。

图10 对接接头冲击试样缺口加工位置

- 4) 当规定进行硬度试验时，硬度试验宜符合 GB/T 2654 的有关规定；采用维氏硬度 HV10，硬度测点分布符合图 11~图 12 的要求，焊接接头各区域硬度测点为 3 点，其中部分焊

透对接与角接组合焊缝在焊缝区和热影响区测点可为 2 点，若热影响区狭窄不能并排分布时，该区域测点可平行于焊缝熔合线排列；

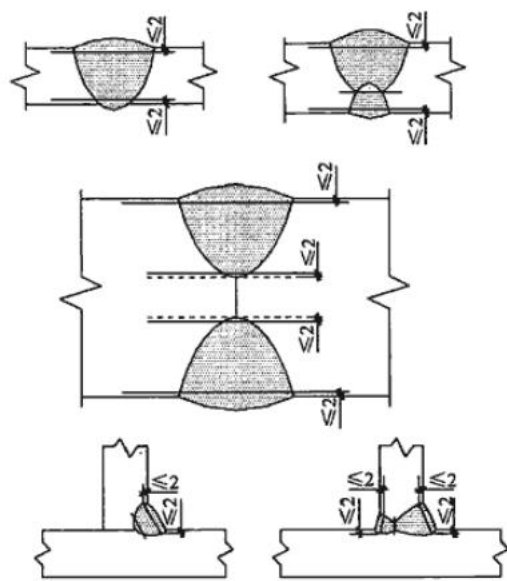


图11 硬度试验测点位置

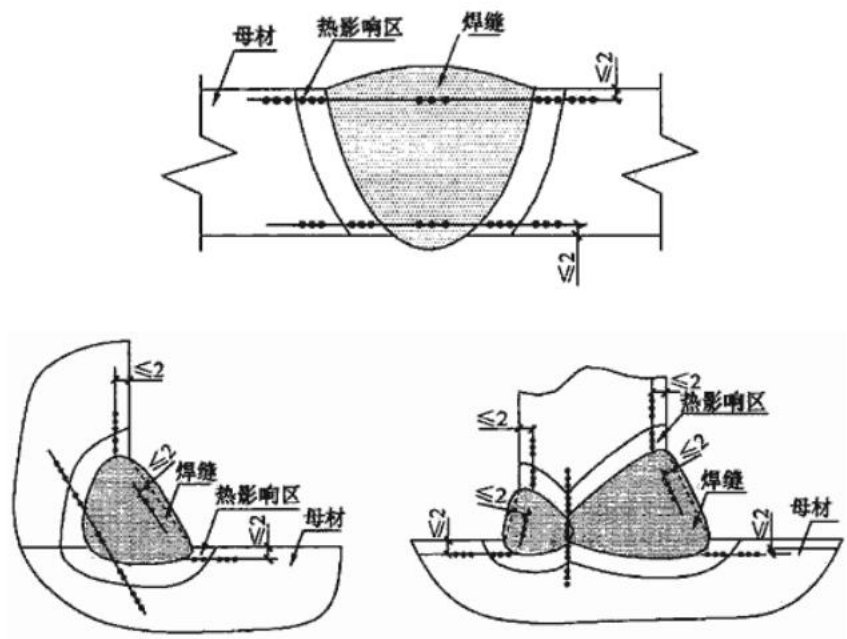


图12 硬度试验测点分布

- 5) 搭接接头宏观金相试样的加工符合图 13 的要求，T 形接头宏观金相试样的加工符合图 14 的要求，角接接头宏观金相试样的加工符合图 15 的要求；

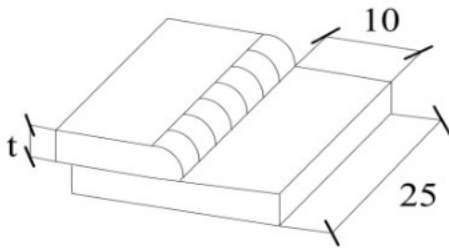


图13 搭接接头宏观金相试样

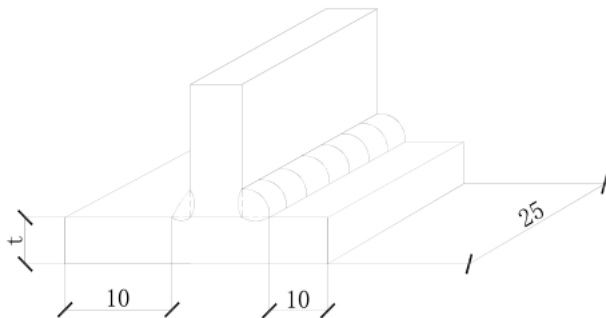


图14 T型接头宏观金相试样

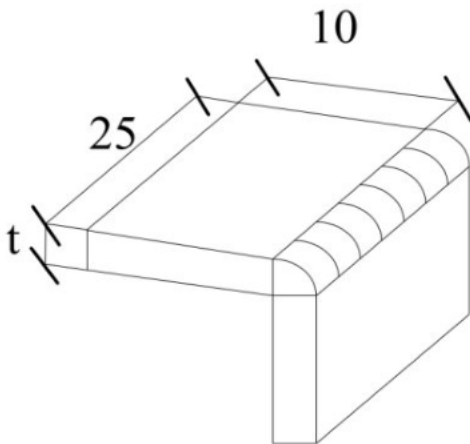
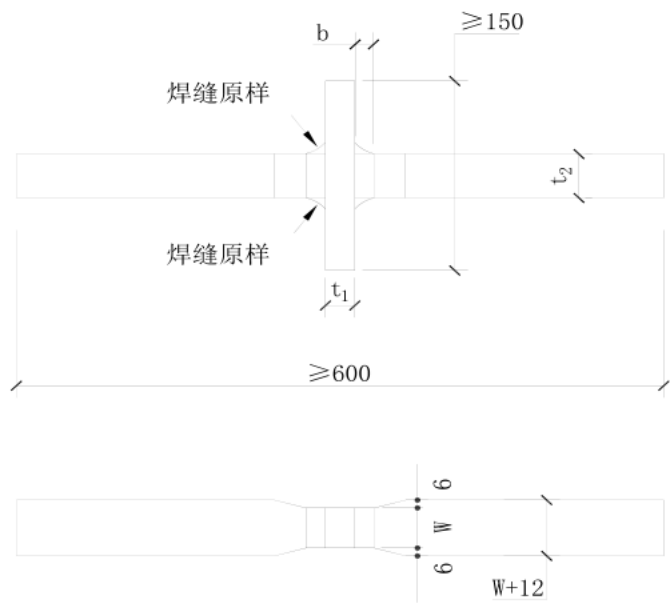


图15 角接接头宏观金相试样

6) 接头拉伸试样的加工符合图 16 的要求；



标引序号说明：
 t_2 ——试验材料厚度；
 b ——根部间隙；
注： $t_2 < 36\text{ mm}$ 时 $W=35\text{ mm}$ ， $t_2 \geq 36$ 时 $W=25\text{ mm}$ ；平行区长度： $t_1+2b+12\text{ mm}$

图16 十字形接头拉伸试样

7) 接头冲击试样的加工符合图 17 的要求；

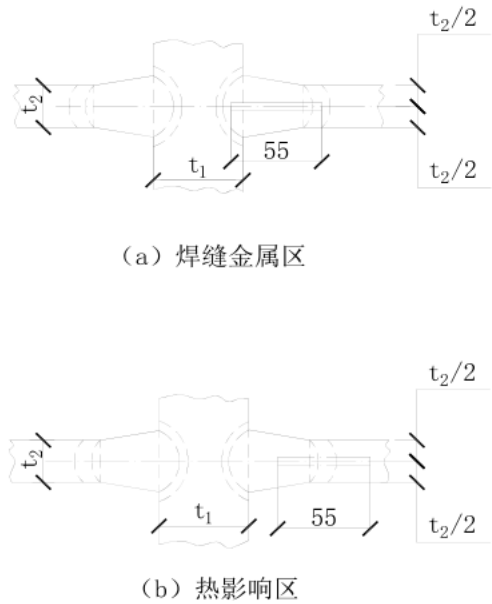


图17 十字形接头冲击试验的取样位置

8) 接头宏观金相试样的加工符合图 18 的要求；

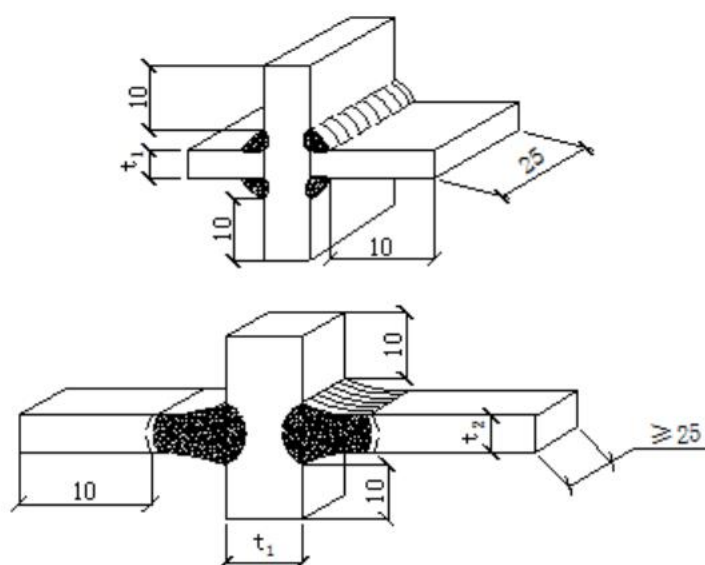


图18 十字形接头宏观金相试样

- 9) 斜 T 形角接接头、管-板接头、管-管相关接头的宏观金相试样的加工宜符合图 4、图 5、图 6 的要求，每块试样取一个面进行检验，不可将同一切口的两个侧面作为两个检验面；
- 10) 采用热切割取样时，根据热切割工艺和试件厚度预留加工余量，确保试样性能不受热切割的影响。

8.3 试样和试样的检验与试验

8.3.1 试样的外观检验

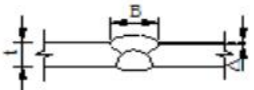
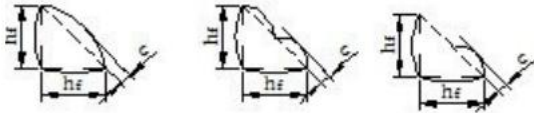
对接、角接及T形等接头,符合下列要求:

- a) 用不小于 5 倍放大镜检查试件表面,不可有裂纹、未焊满、未熔合、焊瘤、气孔、夹渣等超标缺陷;焊缝咬边总长度不超过焊缝两侧长度的 15%,咬边深度不可超过 0.5 mm;焊缝外观尺寸符合下列规定:
- 1) 对接与角接组合焊缝(参见图 4),加强角焊缝尺寸 h_k 不可小于 $t/4$ 且不大于 10 mm,其允许偏差为 $h_k+0.40$ 。对于加强焊角尺寸 h_k 大于 8.0 mm 的角焊缝其局部焊脚尺寸允许低于设计要求值 1.0 mm,但总长度不可超过焊缝长度的 10%;焊接 H 形梁腹板与翼缘板的焊缝两端在其两倍翼缘板宽度范围内,焊缝的焊脚尺寸不可低于设计要求值;焊缝余高符合表 8 中的要求;
 - 2) 对接焊缝与角焊缝余高及错边允许偏差见表 14。

表14 焊缝余高和错边允许偏差

单位为毫米

序号	项目	示意图	允许偏差
1	对接焊缝余高 (C)		B<20时, C为0~3; B≥20时, C为0~4

2	对接焊缝错边 (△)		$\Delta < 0.1t$ 且 ≤ 2.0
3	角焊缝余高 (C)		$h_f \leq 6$ 时 C 为 $0 \sim 1.5$; $h_f \leq 6$ 时 C 为 $0 \sim 1.5$
注: t 为对接接头较薄件母材厚度。			

b) 需疲劳验算结构的焊缝外观尺寸见表 15;

表15 需疲劳验算结构的焊缝外观尺寸要求

项目		焊缝种类	允许偏差
焊脚尺寸		主要角焊缝 ^a （包括对接与角接组合焊缝）	$h_{f0}^{+2.0}$
		其他角焊缝	$h_{f-1.0}^{+2.0b}$
焊缝高低差		角焊缝	任意 25 mm 范围高低差≤2.0 mm
余高		对接焊缝	焊缝宽度 b≤20 mm 时≤2.0 mm 焊缝宽度 b>20 mm 时≤3.0 mm
余高铲磨后	表面高度	横向对接焊缝	高于母材<0.5 mm 低于母材<0.3 mm
	表面粗糙度		<50 μm
注：b为手工焊角焊缝全长的10 %允许 $h_{f-1.0}^{+3.0b}$ 。			
^a 主要角焊缝是指主要杆件的盖板与腹板的连接焊缝。			

c) 试件角变形可以冷矫正, 需避开焊缝缺陷位置取样。

8.3.2 试件的无损检测

试件的无损检测需在外观检验合格后进行, 有延迟裂纹倾向的需在焊后 24 h 进行无损检测。全焊透的对接焊缝、对接和角接的组合焊缝需进行无损检测。射线检测宜符合 GB/T 3323.1 执行, 检测结果不可有裂纹, 超声检测宜符合 JB/T 10559 执行, 检测质量等级为 1 级焊缝规定。

8.3.3 试样的力学性能、宏观金相检验

8.3.3.1 拉伸试验

8.3.3.1.1 拉伸试验宜符合 GB/T 2651 的有关要求。

8.3.3.1.2 合格标准: 接头母材为同钢号时, 每个试样的抗拉强度不可小于该母材标准中相应规格规定的下限值; 对接接头母材为两种钢号组合时, 每个试样的抗拉强度不可小于两种母材标准中相应规格规定下限值的较低者, 厚板分片取样时, 可取平均值; 试样如果断在焊缝或熔合线以外的母材上, 其抗拉强度值不可小于该母材标准中相应规格规定的最低值的 95 %, 可认为试验符合要求。

8.3.3.2 弯曲试验

8.3.3.2.1 试验方法：对接接头弯曲试验符合 GB/T 2653 的有关规定，弯心直径为 4δ (δ 为弯曲试样厚度)，弯曲角度为 180° ；面弯、背弯时试样厚度为试件全厚度 ($\delta < 14\text{ mm}$)；侧弯时试样厚度 $\delta = 10\text{ mm}$ ，试件厚度不大于 40 mm 时，试样宽度为试件的全厚度，试件厚度大于 40 mm 时，可按 $20\text{ mm} \sim 40\text{ mm}$ 分层取样。

8.3.3.2.2 合格标准：对接接头弯曲试验：试样弯至 180° ，需符合下列要求：

——各试样任何方向裂纹及其他缺欠单个长度不大于 3 mm ；

——各试样任何方向不大于 3 mm 的裂纹及其他缺欠的总长不大于 7 mm 。

四个试样各种缺欠总长不可大于 24 mm 。

8.3.3.3 冲击试验

8.3.3.3.1 冲击试验需符合 GB/T 2650 的有关要求。

8.3.3.3.2 合格标准：焊缝及热影响区各三个试样的冲击功平均值需分别达到母材标准规定或设计要求的最低值，并允许一个试样低于以上规定值，但不可低于规定值的 70% 。

8.3.3.4 宏观金相检验

8.3.3.4.1 宏观金相检验宜符合 GB 226 的有关要求。

8.3.3.4.2 合格标准：试样接头焊缝及热影响区表面不可有肉眼可见的裂纹、未熔合等缺陷；焊缝根部需焊透；板状角焊缝最大焊脚尺寸为腹板厚度，且不大于 20 mm ；管板角焊缝最大焊脚尺寸为管壁厚，管管角焊缝最大焊脚尺寸为内管壁厚；两侧焊脚差不大 3 mm 。

8.3.3.5 硬度试验

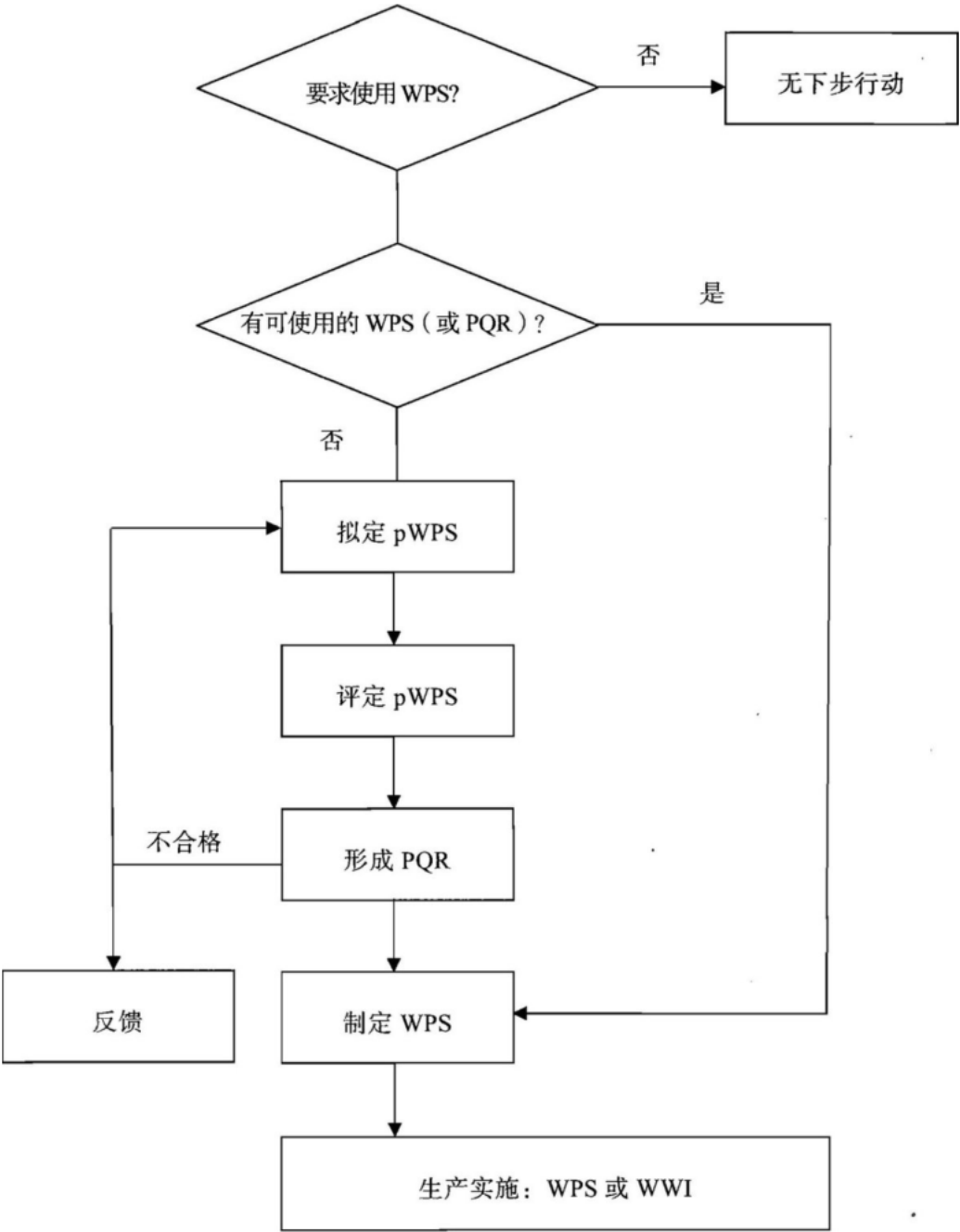
8.3.3.5.1 I 类钢材焊缝及母材热影响区维氏硬度值不可超过 $HV280$ 。

8.3.3.5.2 II 类钢材焊缝及母材热影响区维氏硬度值不可超过 $HV350$ 。

8.3.3.5.3 III 类钢材焊缝及热影响区硬度需根据工程要求进行评定。

附录 A
(资料性)
焊接工艺规程流程图

焊接工艺流程见图A. 1。



图A. 1 焊接工艺规程流程图

附录 B
(资料性)
焊接工艺评定表格推荐格式

表B.1～表B.2适用于焊条电弧焊、埋弧焊、熔化极气体保护焊、钨极气体保护焊或上述方法的组合。

表B.1 预焊接工艺规程 (pWPS)

单位名称_____		
预焊接工艺规程编号_____日期_____所依据焊接工艺评定报告编号_____		
焊接方法_____机动化程度(手工、机动、自动)_____		
焊接接头： 坡口形式：_____ 衬垫(材料及规格)_____ 其他_____		简图：(接头形式、坡口形式与尺寸、焊层、焊道布置及顺序)
母材： 类别号_____组别号_____与类别号_____组别号_____相焊 或 标准号_____材料代号_____与标准号_____材料代号_____相焊 对接焊缝焊件母材厚度范围_____ 角焊缝焊件母材厚度范围_____ 管子直径、壁厚范围：对接焊缝_____角焊缝_____ 其他_____		
填充金属：		
焊材类别：		
焊材标准：		
填充金属尺寸：		
焊材型号：		
焊材牌号(金属材料代号)：		
填充金属类别：		
其他：_____		
对接焊缝焊件焊缝金属厚度范围：_____角焊缝焊件焊缝金属厚度范围：_____		
其他：		
注：对每一种母材与焊接材料的组合均需分别填表。		

表 B.1 预焊接工艺规程(pWPS)（续）

焊接位置： 对接焊缝的位置_____				焊后热处理： 保温温度(℃)_____							
立焊的焊接方向：(向上、向下)_____				保温时间范围(h)_____							
角焊缝位置_____				升温速度(℃/ h)_____							
立焊的焊接方向：(向上、向下)_____				降温速度(℃/h)_____							
预热： 最小预热温度(℃)_____				气体： 气体种类 混合比 流量(L / min)							
最大道间温度(℃)_____				保护气 _____							
保持预热时间_____				尾部保护气_____							
加热方式_____				背面保护气_____							
电特性： 电流种类_____ 极性_____											
焊接电流范围(A)_____ 电弧电压(v)_____											
焊接速度(范围)_____											
钨极类型及直径_____ 喷嘴直径(mm)_____											
焊接电弧种类(喷射弧、短路弧等)_____ 焊丝送进速度(cm / min)_____											
(按所焊位置和厚度，分别列出电流和电压范围，记入下表)											
焊道 / 焊层	焊接方法	填充金属		焊接电流		电弧电压 (V)	焊接速度 (cm / min)	线能量 (kJ / cm)			
		牌号	直径	极性	电流(A)						
技术措施： 摆动焊或不摆动焊_____ 摆动参数_____											
焊前清理和层间清理_____ 背面清根方法 _____											
单道焊或多道焊(每面)_____ 单丝焊或多丝焊_____											
导电嘴至工件距离(mm)_____ 锤击_____											
其他：											
编制		日期		审核		日期		批准		日期	

表B.2 焊接工艺评定报告

单位名称_____		
焊接工艺评定报告编号_____		预焊接工艺规程编号：_____
焊接方法_____		机动化程度：（手工、机动、自动）_____
接头简图：（坡口形式、尺寸、衬垫、每种焊接方法或焊接工艺的焊缝金属厚度） 		
母材：	焊后热处理：	
材料标准_____	保温温度（℃）_____	
材料代号_____	保温时间（h）_____	
类、组别号_____与类、组别号_____相焊	升温速度（℃/ h）_____	
厚度_____	降温速度（℃/h）_____	
直径 _____	保护气体：	
其他 _____	气体 混合比 流量（L / min）	
	保护气体 _____	
	尾部保护气_____	
	背面保护气_____	
填充金属：	电特性：	
焊材类别_____	电流种类 _____	
焊材标准_____	极性 _____	
焊材型号_____	钨极尺寸 _____	
焊材牌号_____	焊接电流（A） _____	
焊材规格_____	电弧电压（V） _____	
焊缝金属厚度 _____	焊接电弧种类_____	
其他_____	其他 _____	
焊接位置：	技术措施：	
对接焊缝位置_____ 方向：（向上、向下）	焊接速度（cm / min）_____	
角焊缝位置_____ 方向：（向上、向下）	摆动或不摆动 _____	
	摆动参数 _____	
	多道焊或单道焊（每面）_____	
	多丝焊或单丝焊 _____	
预热：	其他_____	
预热温度（℃）_____		
道间温度（℃）_____		
其他_____		

表 B.2 焊接工艺评定报告（续）

拉伸试验				试验报告编号：_____					
试样编号	试样宽度（mm）	试样厚度（mm）	横截面积（mm ² ）	最大载荷（KN）	抗拉强度（MPa）	断裂部位和特征			
弯曲试验				试验报告编号：_____					
试样编号	试样类型	试样厚度（mm）	弯轴直径（mm）	弯曲角度（°）	试验结果				
冲击试验				试验报告编号：_____					
试样编号	试样尺寸	夏比V型缺口位置	试验温度℃	冲击吸收功J	侧向膨胀量mm	备注			
金相检验：_____				报告编号：_____					
根部(焊透、未焊透)_____，				焊缝(熔合、未熔合)_____					
焊缝、热影响区：有裂纹、无裂									
纹)_____。									
检验截面	I		II		III	IV			
焊脚差(mm)									
两侧焊脚尺寸差(mm)									
焊缝余高(mm)									
硬度试验：_____				报告编号：_____					
测点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
维氏硬度值									
无损检验：RT_____； UT：_____； MT：_____； PT_____									
其他_____									
附加说明：									
结论：本评定按_____规定焊接试件、检验试样、测定性能，确认试验记录正确									
评定结果：(合格、不合格)_____									
焊工姓名			焊工代号				施焊日期		
编制		日期		审核		日期		批准	
第三方检验									

附 录 C
(资料性)

免于焊接工艺评定表格推荐格式

推荐格式见表C. 1。

表C. 1 免于评定的焊接工艺报告

工程（产品）名称				报告编号												
生产单位				工艺编号												
项目负责人				依据标准												
母材钢号		板厚或 管径×壁厚		轧制或热处理状态			生产厂									
化 学 成 分(%) 和 力 学 性 能																
元素/ 性能	C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	V	Cu	Ni	B	$R_{eff} (R_{el})$ (N/mm ²)	R_m (N/mm ²)	A (%)	Z (%)	A_{KV} (J)
标准																
合格证																
复验																
$C_{eq, IIW} (%)$	$C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} = 0.2555$						$P_{cm} (%)$	$C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B = 0.1955$								
焊接材料	生产厂		牌号		类型		直径 (mm)		烘干制度 (℃× h)		备注					
焊条																
焊丝																
焊剂或气体																
焊接方法																
焊接工艺参数	见免于评定的焊接工艺				清根工艺											
焊接设备型号					电源及极性											
预热温度(℃)			道间温度(℃)				后热温度(℃)及时间(min)									
焊后热处理																
评定结论:																
评 定			年 月 日		评定单位: (签章) 年 月 日											
审 核			年 月 日													
技术负责人			年 月 日													

表C.2 免于评定的焊接工艺

工程名称						工艺编号					
母材钢号		板厚或 管径×壁厚				轧制或 热处理状态				生产厂	
焊接材料		生产厂		牌 号		型 号		类 型		烘干制度(℃×h)	
焊 条											
焊 丝											
焊剂或气体											
焊接方法						焊接位置					
焊接设备型号						电源及极性					
预热温度(℃)				道间温度				后热温度(℃)及时间(min)			
焊后热处理		无									
接头及坡口尺寸图						焊接顺序图					
焊接工艺参数	道次	焊接方法	焊条或焊丝		焊剂或保护气	保护气体流量(L/min)	电流(A)	电压(V)	焊接速度(cm/min)	热输入(kJ/cm)	备注
			牌号	Φ (mm)							
技术措施	焊前清理						道间清理				
	背面清根										
	其它:										
编制			日期	年 月 日		审核			日期	年 月 日	