

T/JZBX

团 体 标 准

T/JZBX 0002—2020

电力铁塔一级焊缝生产加工规范

Specification for welding of electric power tower

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

设置格式[熊]: 英语(美国), (中文) 中文(简体)

2021 - 01 - 16 发布

2021 - 02 - 16 实施

设置格式[熊]: 字体: (默认) 黑体, (中文)

设置格式[熊]: 字体: (默认) 黑体, (中文)

标准计量质量特种设备协会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由山东省市场监督管理局提出。

本标准由胶州市标准计量质量特种设备协会归口。

本标准由胶州市标准计量质量特种设备协会组织起草。

本标准起草单位：胶州市标准计量质量特种设备协会、青岛永泰新能源发展有限公司、山东中石油昆仑永泰能源有限公司、青岛三联金属结构有限公司、青岛东方铁塔股份有限公司、青岛星跃铁塔有限公司

本标准主要起草人：孙锁柱、于萍、修先敏、周洋、马凡波、王西海、孙文珠、刘福君

电力铁塔一级焊缝生产加工规范

英文名称: Specification for welding of electric power tower

1 范围

本标准规定了电力铁塔工程一级焊缝焊接工艺规范。

本标准适用于熔化极气体保护焊（GMAW）、药芯焊丝电弧焊（FCAW）和埋弧自动焊（SAW）等焊接方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的一部分。凡是注日期的引用文件，仅所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 2694 输电线路铁塔制造技术条件
- DL/T 646 输变电钢管结构制造技术条件
- Q/GDW 1384 输电线路钢管塔加工技术规程
- GB/T 10045 碳钢药芯焊丝
- GB/T 12470 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
- GB/T 17493 低合金钢药芯焊丝
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- HG/T 3728 焊接用混合气 氩-二氧化碳
- Q/GDW 11143 输电铁塔用焊接材料技术规范
- CECS 80 塔桅钢结构工程施工质量验收规程
- GB 2975 钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备
- GB 50205 钢结构工程施工质量及验收规范
- GB 50661 钢结构焊接规范
- GB 9448 焊接与切割安全
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口

JB/T 3223 焊接材料质量管理规程

NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分 磁粉检测

NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分 渗透检测

DL/T 819 火力发电厂焊接热处理技术规程

Q/GDW 1465 输电杆塔高强钢焊接质量检验技术条件

Q/GDW 707 输电线路钢管塔薄壁管对接焊缝超声波检验及质量评定

HG/T 2537 焊接用二氧化碳

3 技术内容

3.1 焊接作业现场环境条件

3.1.1 对于焊条电弧焊，焊接作业区风速超过 8m/s 时；对于气体保护电弧焊及药芯焊丝电弧焊，风速超过 2m/s 时；禁止施焊；

3.1.2 相对湿度大于 90%，禁止施焊；

3.1.3 对于 Q235 钢，环境温度低于-10℃时；对于 Q345 钢，环境温度低于 0℃时；对于 Q420 钢材，环境温度低于 5℃时，必须采取预热措施。

3.1.4 当厚度超过一定数值时，必须进行预热。加热方法、加热宽度、保温时间和测温要求等按 DL/T819 中的相关规定执行。异种钢材焊接时，应按预热要求高的一侧进行预热；主管与支管焊接时，应按主管预热要求进行预热。不同厚度下各种钢材的最低预热温度应满足表 1 中的要求。

表 1 不同厚度下各种钢材的焊前预热要求

钢材牌号	不同母材厚度 t 的最低预热温度 ^{a,b,c} /℃			
	$t \leq 20$ mm	$20 \text{ mm} < t \leq 40$ mm	$40 \text{ mm} < t \leq 60$ mm	$t > 60$ mm
Q235	—	—	40	80
Q345	—	20	60	100
Q420	20	60	80	120

a 两焊件的厚度不同时，按较厚件选择预热温度。

b 两焊件的材质不同时，按较高强度、较高碳当量的钢材选择预热温度。

c “—”表示焊接环境温度在 0℃ 以上时，可不采取预热措施。

3.2 焊工资格要求及焊前检查

3.2.1 焊工必须经过专门的基本理论和操作技能培训，考试合格并取得**电网钢管结构焊工（是否准确）**合格证书。焊工从事的焊接项目应被合格证书包含的项目所覆盖。

3.2.2 焊工在焊接前应检查**（是定位焊缝还是铆固??）**质量，，确定定位焊缝尺寸及形状符合要求后方可施焊。如果不符合要求时，则应经修整合格后再进行施焊。

3.2.3 检查并确保所采用的焊接设备标识完整、参数稳定、调节灵活、安全可靠、仪表读数准确。在使用时，必须严格遵守设备安全操作规程和安全文明生产的有关规定。

3.3 焊前准备

3.3.1 焊接前，焊工必须确保待焊坡口及其附近的铁锈、油污、水份等杂质已经清理干净并呈现出金属光泽。

3.3.2 埋弧焊焊丝、焊剂应符合国标 GB/T 5293 和 GB/T 12470 的规定，气体保护焊焊丝应符合国标 GB/T 8110、GB/T 10045 和 GB/T 17493 的规定。焊接材料同时还应满足 Q/GDW 11143 规定的要求。

3.3.3 气体保护焊使用的氩气应符合现行国家标准，其纯度不应低于 99.99%；气体保护焊使用的二氧化碳应符合现行行业标准 HG/T 2537，混合气体应符合行业标准 HG/T 3728。

3.3.4 焊丝表面应光滑平整，不得有油污、毛刺、划痕、锈蚀、氧化皮及其他异物。

3.3.5 异种钢焊接时，宜选用成分与强度较低的钢材相当的焊接材料或力学性能介于两母材之间的焊接材料。

3.3.6 埋弧焊焊剂使用前应按焊剂制造商推荐的烘干工艺进行烘干。烘干后，Q420、Q460 焊接用焊剂在大气中放置时间不得超过 4 小时；如放置时间超过 4 小时；则需要重新烘干后方可使用。重复烘干次数不得超过 1 次。循环使用时，应定期（应具体指出什么时候，烘干前还是烘干后？）加入一定比例的新焊剂。暴露时间超过 8 小时，需要重新烘焙才能使用（对于 Q420、Q460 焊接用焊剂，暴露时间最长不得超过 4 小时，8 小时是对于哪种焊剂而言？）。不得使用已受潮或结块的焊剂

3.3.7 坡口加工

3.2.7.1 必须采用焊接工艺卡或焊接工艺规程中规定的坡口形式。

3.2.7.2 坡口应优先采用机械加工方式进行加工，也可选用自动或半自动气割或等离子切割、手工切割（什么手工切割，气割？）的等方法进行制备。应保证坡口面平整、无毛刺。焊件在组对前应将坡口表面及附近母材（内、外壁或正、反面）的油、漆、污垢、锈蚀、氧化皮、割渣等清理干净，直至出现金属光泽，清理范围如下：

- a) 熔化极气体保护焊对接焊缝：坡口每侧各 15 mm~20 mm。
- b) 熔化极气体保护焊角焊缝：焊脚尺寸（值）+15 mm。
- c) 埋弧焊焊缝：上述（a）或（b）的清理范围+5 mm。

3.2.8 对于 SAW 焊件，装配及定位必须保证间隙均匀、不错边。如果是直缝，则应尽可能地在工件两端加引弧板和熄弧板。

3.2.9 严禁在接头间隙中填塞焊条头、铁块等异物。

3.2.10 定位焊缝应由持合格证的焊工施焊。所用的焊接材料应与正常焊接所用的焊接材料一致，焊缝高度不得超过设计焊缝厚度的 2/3，焊缝长度不得小于 25mm，焊接位置应布置在焊道内

3.4 焊接工艺参数

必须严格按照焊接工艺卡或焊接工艺规程中来选定焊接工艺参数。（标准的做法是利用经过批准的工艺评定报告编写工艺卡片或焊接工艺规程，用于指导焊接作业，一般不用焊接工艺评定报告去指导焊接作业）

3.5 焊接

3.5.1 焊工必须严格按照焊接工艺卡规定的焊接工艺参数进行焊接，不得私自调大电流。不得在焊道外引弧，以防电弧擦伤及弧坑裂纹。如果出现电弧擦伤，重要焊件应利用磁粉或渗透着色探伤检查进行检验，发现缺陷应将缺陷的部位磨去，并进行补焊直到消除缺陷为止。

3.5.2 角焊缝转角处宜进行连续绕角施焊，起弧点和熄弧点距焊缝端部的距离应大于 10mm（见图 2）；端部不设置引弧板和引出板的连续角焊缝，起弧点和熄弧点距焊缝端部的距离应大于 10.0mm（见图 3），且应填满弧坑。

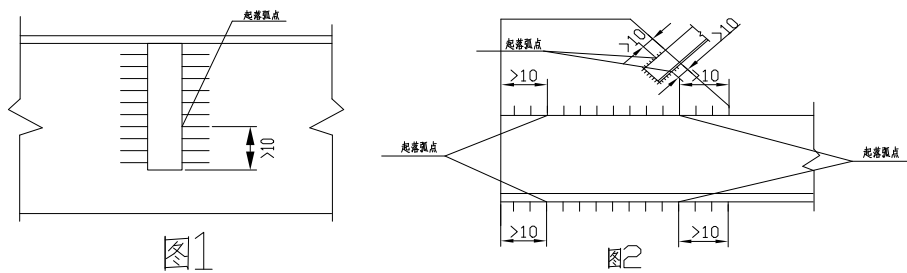


图1

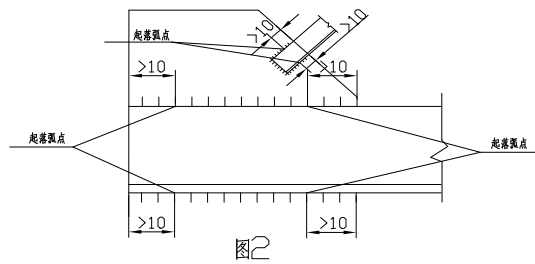


图2

图1 角焊缝转角处焊接时的引弧点及熄弧点 图2 连续角焊缝引弧点及熄弧点

3.5.3 为保证焊接质量，多层焊焊接接头应尽量不间断地连续焊完。如果因处理焊接缺陷而必须中断焊接过程，则应将中断次数和时间降低到最低程度。为此，应及时进行清渣和焊接缺陷处理。

3.5.4 宜采用火焰局部加热方式进行预热，并采用专用的测温仪进行测量。预热温度应与焊接工艺规程中规定的范围一致，预热带应沿坡口中心线对称，每侧宽度不小于焊件厚度的3倍，且不小于100mm。

3.5.5 按照焊接工艺规程或焊接工艺卡片布置焊层及焊道的顺序，每层每道焊缝焊接完毕后，须用砂轮机或钢丝刷等工具将焊渣、飞溅等杂物清理干净后（应尤其注意中间接头（??）和坡口边缘）方可焊接下一道。

3.5.6 如果使用碳弧气刨进行清根，则清根后必须使用砂轮对清根部位进行打磨，以去除增碳层。

3.5.7 采用GMAW进行焊接时，应注意引弧和熄弧操作。引弧时，先将焊枪喷嘴与工件间距保持在焊丝直径12倍左右，且使焊丝端头距工件表面2-4mm，随后按动开关进行引弧；熄弧时，释放开关并保持焊枪到工件距离不变，待停气后再移开焊枪。

3.5.8 对于不留间隙的SAW双面对接接头，应先焊接正面，然后再进行反面焊接。焊接正面时，采用较小的电流以使熔深小于板厚的50%，焊接反面是，熔深应达到工件厚度的60%-70%。环焊缝焊接时，焊接过程中焊工应合理调整焊丝偏移量，优化焊层形状，避免出现凹形焊道。

3.5.9 焊缝完成后严禁敲击、碰撞、擦伤焊缝及热影响区，以免造成表面缺陷。

3.5.10 严禁在焊缝附近、锻造法兰上焊接临时支架。拆除卡具、临时支架时严禁敲打，应利用砂轮磨除焊缝，并检查磨削表面是否有裂纹。对于因拆除方式不当而造成的工件损伤、母材缺肉等缺陷，不得通过补焊方式进行修复。

3.5.11 在焊件附近进行热切割作业时应采取适当挡护措施，防止切割残渣、氧化物伤及焊件上的焊缝。

3.5.12 焊接前应确保地线与焊件连接牢固。应在坡口内引弧，不得在被焊件表面引弧。熄弧时应填满弧坑。多层多道焊接时，每道焊缝焊完后进行检查，检查合格后方可焊接下一道焊缝；而且应保证各焊道的接头错开30mm以上。

3.5.13 应采取适当措施，控制或降低焊件的残余应力水平。

3.5.14 宜采用调整焊接顺序、焊接工艺参数（如减小焊接电流）等方法控制焊接变形，也可采用反变形、刚性固定等方法控制焊接变形。

3.5.15 钢管塔上所有需镀锌的焊件应进行封闭焊，以防止因酸液进入而造成锈蚀。

3.5.17 可采用碳弧气刨、角向磨光机或其他机械方法清除焊接缺陷。如果采用碳弧气刨，则应利用砂轮机磨去坡口表面渗碳层。缺陷清除后，修磨坡口并使底部圆滑过渡。

。

3.5.20 焊接过程中出现裂纹时，应在查明裂纹的产生原因并制定返修工艺措施后方可处理。严禁焊工擅自返工处理，以防再次出现裂纹。

3.5.21 焊缝任一位置得补焊修复次数均不能超过2次，对于任何一次焊缝修复，应进行详细记录并存档。

3.5.22 修复后应将返修焊缝表面打磨光滑并使之与邻近的母材表面平齐。

3.5.23 修复焊缝应按原始焊缝的质量要求进行检验。

3.6 焊后处理

3.6.1 焊后应将焊缝表面的熔渣及附近的飞溅颗粒等杂物清理干净。

3.6.2 焊后应采用机械切除或气割等方法去除引弧板、引出板、支撑件等临时部件。采用气割时，应从离工件表面 3 mm 以上的部位处切除，然后利用砂轮机将残留部分打磨掉，检查并确保表面质量。对于去除这些临时部件时造成的母材损伤，不得通过补焊进行修复，应通过打磨方式进行修复，打磨后的实测厚度应满足设计要求。

3.6.3 如果有表面气孔、未填满的弧坑及超标的咬边等缺陷，应进行补焊并磨光。对于焊瘤缺陷，应利用磨光机磨平。对于焊缝余高过大的部位，应利用磨光机磨到规定的尺寸。

3.6.6 有些角焊缝需要将表面加工出一定凹度，以使焊缝金属与母材间平缓过渡，降低应力集中程度。加工成凹形的角焊缝表面不得留有切痕。

3.6.7 焊接完毕，焊工应在距焊缝端部 50mm 的显眼的部位打上自己的钢印代号，且应保证在防腐处理后仍清晰可见。

3.7 焊接检验及质量要求

3.7.1 焊接完毕，焊检人员检查焊缝外观质量，检查合格后填写焊缝外观质量检查记录。

3.7.2 碳素结构钢应在焊缝冷却到环境温度后，低合金结构钢应在焊完 24h 后方可进行焊缝探伤检验。一般采用超声波检验方法进行内部质量检验；如果超声波检测不能满足规范要求，或设计文件有要求时，或进行仲裁时，应采用射线检验方法进行检验。对于壁厚大于 8mm 的钢管对接接头，按照 GB/T 11345 进行超声波检验；对于壁厚不大于 8mm 的钢管对接焊缝，按找 Q/GDW 707 进行超声波检验。如果发现该附录（哪个附录？）中不允许的缺陷，则视为不合格。射线检验按 GB/T3323 的规定进行。

3.7.3 焊缝外观质量应符合表 2 中的要求。

表 2 焊缝外观质量要求

缺陷类型	要求
根部未焊透	不允许
未焊满(指不满足设计要求)	
根部收缩	
咬边	
表面裂纹、弧坑裂纹、电弧擦伤	
飞溅	清除干净
接头不良 ??? (接头处熔合不良)	不允许
表面夹渣、气孔、焊瘤	
角焊缝厚度不足	--

3.7.4 焊缝内部质量检验应符合表 3 中的规定

表 3 焊缝内部质量检验要求

焊缝质量等级			一级
超声波检 验	灵敏度设定	$t > 8\text{mm}$	GB/T 11345 技术 1
	检测等级		GB/T 11345 B 级
	验收等级		GB/T 29712 2 级
	检测与评定	$t \leq 8\text{mm}$	Q/GDW 707
	检测比例 ^a		100%
射线检验	检验等级		GB/T 3323 B 级
	评定等级		GB/T 3323 II 级
	检测比例 ^a		100%
注：t 为母材厚度。			
^a 检测比例应按每条焊缝长度计算，且不小于 200mm。			

3.7.5 对接焊缝余高应符合表 4 中的规定

表 4 对接焊缝余高要求 3.7.6 角焊缝焊脚尺寸 h_f 值在设计图纸或有关技术文件中注明，部分熔透型

焊缝等级	焊缝表面宽度 (mm)	余高 (mm)
一级	< 20	0~2.0
	≥ 20	0~3.0

或角焊缝外形尺寸允许偏差应符合表 5 中的规定。

表 5 角焊缝外形尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差/mm		图例
1	焊脚尺寸 h_f	$h_f \leq 6$ 时	0~1.5	
		$H_f > 6$ 时	0~3.0	
2	角焊缝余高 C	$h_f \leq 6$ 时	0~1.5	
		$H_f > 6$ 时	0~3.0	

3.7.7 图纸未作规定时，钢管 T、K 和 Y 形节点的角焊缝焊脚尺寸应符合表 6 中的规定。

表 5 圆管 T、K 和 Y 形节点的角焊缝焊脚尺寸

Φ^a	最小焊脚尺寸 h_f^b , mm
----------	---------------------

	$E=0.7t$	$E=t$	$E=1.07t$
根部 $<60^\circ$	$1.5t$	$1.5t$	取 $1.5t$ 和 $1.4t+Z$ 中的较大值
侧边 $\leq 100^\circ$	t	$1.4t$	$1.5t$
侧边 $100^\circ \sim 110^\circ$	$1.1t$	$1.6t$	$1.75t$
侧边 $110^\circ \sim 120^\circ$	$1.2t$	$1.8t$	$2.0t$
趾部 $>120^\circ$	t (切边)	$1.4t$ (切边)	开坡口 $60^\circ \sim 90^\circ$ (焊透)
<p>^a 1) 当 $\phi > 120^\circ$ 时, 边缘应切掉, 以增加喉部厚度。</p> <p>2) 允许的根部间隙为 $0 \sim 5\text{mm}$; 当根部间隙大于 1.6mm 时, 应适当增加角焊缝焊脚尺寸 h_f 值。</p> <p>^b t 为薄件厚度; E 为角焊缝有效厚度, 即焊缝根部至焊缝表面的最小距离, 应在设计文件注明; Z 为根部角焊缝未焊透尺寸, 由焊接工艺评定确定。</p>			

3.7.8 对接焊缝最大宽度 B_{\max} 和最小宽度 B_{\min} 的差值, 在任意 50mm 焊缝长度范围内偏差值不大于

4.0mm , 整个焊缝长度范围内偏差值不大于 5.0mm 。焊缝宽度应符合表 7 中的规定。

表 7 对接焊缝宽度

焊接方法	焊缝形式	焊缝宽度 B (mm)	
		B_{\min}	B_{\max}
埋弧焊	I 形焊缝	$b+6$	$b+16$
	Y 形焊缝	$g+2$	$g+8$
焊条电弧焊及气体保护焊	I 形焊缝	$b+4$	$b+8$
	Y 形焊缝	$g+2$	$g+6$

注: 1 表中 b 为装配间隙, 应符合国标 GB/T 985.1、GB/T 985.2 要求的实际装配值。 g 为坡口面宽度。

2 I 型坡口和 Y 型坡口见图 2、图 3。

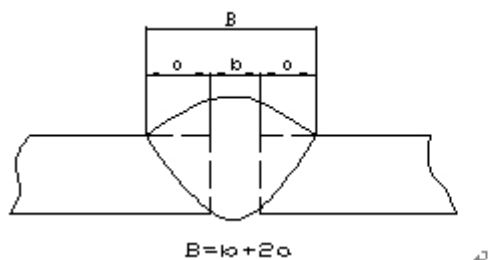


图 1 I 型坡口对接焊缝

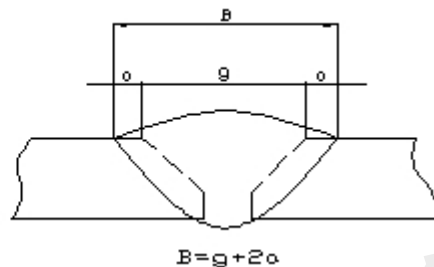


图 2 Y 型坡口对接焊缝

3.7.9 在任意 300mm 长的焊缝内，焊缝边缘沿焊缝轴向的直线度 f (见图 3) 应符合表 7 中的规定。

表 7 焊缝边缘直线度偏差单位: mm

焊接方法	焊缝边缘直线度允许偏差值 f (mm)
埋弧焊	4.0
焊条电弧焊及熔化极气体保护焊	3.0

3.7.10 在任意 25mm 长的焊缝范围内，焊缝余高 $C_{max} \sim C_{min}$ 的允许偏差值不大于 2.0 mm，见图 4。

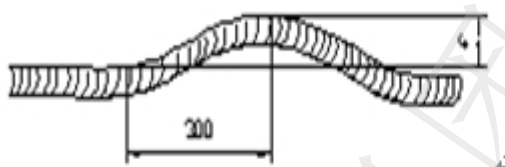


图 3 焊缝边缘直线度示意图

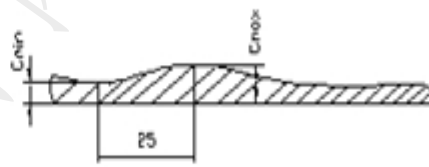


图 4 焊缝表面凹凸度示意图

3.8 焊接过程中应严格按照焊接工艺规程或焊接工艺卡片中规定的焊接参数进行焊接。参数误差应限制在 GB 50661 规定的范围内。

全国团体标准信息平台

附录 A
(规范性附录)

熔化极气体保护焊 (GMAW)、药芯焊丝电弧焊 (FCAW)、埋弧焊 (SAW) 焊接工艺评定项目目录

序号	报告名称	报告编号	页数
1	平焊、横焊、立焊位置的 Q235B (10mm) 板对接接头 (FCAW-G) 免于评定 (覆盖厚度范围 3mm~20mm)	GPQR001	2
2	平焊、横焊、立焊位置的 Q235B (10mm+25mm) 板十字接头 (FCAW-G) 免于评定 (覆盖厚度范围 3mm~50mm)	GPQR002	2
3	平焊、横焊、立焊位置的 Q345B (20mm) 板对接接头 (FCAW-G) 免于评定 (覆盖厚度范围 3mm~40mm, 覆盖管径范围 \geq 600mm)	GPQR003	2
4	平焊、横焊、立焊位置的 Q345B (20mm+25mm) 板十字接头 (FCAW-G) 免于评定 (覆盖厚度范围 3mm~50mm)	GPQR004	2
5	平焊位置的 Q345B (20mm) 板对接接头 (SAW) 免于评定 (覆盖厚度范围 3mm~40mm, 覆盖管径范围 \geq 600mm)	GPQR005	2
6	管子旋转-焊头固定的 Q345B (Φ 140mmX5mm) 管对接接头 (GMAW-CO ₂)	GPQR006	2

	免于评定（覆盖厚度范围 3mm~10mm，覆盖管径范围 $\geq 140\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）		
7	管子旋转-焊头固定的 Q345B（ $\Phi 140\text{mm} \times 5\text{mm}$ ）管对接接头（GMAW-Ar） 免于评定（覆盖厚度范围 3mm~10mm，覆盖管径范围 $\geq 140\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）	GPQR007	2
8	管子旋转-焊头固定的 Q345B（ $\Phi 140\text{mm} \times 5\text{mm}$ ）管对接接头（FCAW-G） 免于评定（覆盖厚度范围 3mm~10mm，覆盖管径范围 $\geq 140\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）	GPQR008	2
9	平焊位置的 Q420B（20mm）板对接接头（FCAW-G） （覆盖厚度范围 3mm~40mm，覆盖管径范围 $\geq 600\text{mm}$ ）	GPQR009	4
10	横焊位置的 Q420B（20mm+25mm）板十字接头（FCAW-G） （覆盖厚度范围 3mm~50mm）	GPQR010	4
11	平焊位置的 Q420B（20mm）板对接接头（SAW） （覆盖厚度范围 3mm~40mm，覆盖管径范围 $\geq 600\text{mm}$ ）	GPQR011	4
12	管子旋转-焊头固定的 Q420B（ $\Phi 299\text{mm} \times 8\text{mm}$ ）管对接接头（GMAW-CO ₂ ） （覆盖厚度范围 3mm~16mm，覆盖管径范围 $\geq 299\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）	GPQR012	4
13	管子旋转-焊头固定的 Q420B（ $\Phi 299\text{mm} \times 8\text{mm}$ ）管对接接头（GMAW-Ar） （覆盖厚度范围 3mm~16mm，覆盖管径范围 $\geq 299\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）	GPQR013	4
14	管子旋转-焊头固定的 Q420B（ $\Phi 299\text{mm} \times 8\text{mm}$ ）管对接接头（FCAW-G） （覆盖厚度范围 3mm~16mm，覆盖管径范围 $\geq 299\text{mm}$ ， $< 600\text{mm}$ ）	GPQR014	4

15	横焊位置的 Q235B+Q345B (10mm+25mm) 板十字接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~50mm)	GPQR015	4
16	横焊位置的 Q235B+Q420B (10mm+25mm) 板十字接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~50mm)	GPQR016	4
17	横焊位置的 Q345B+Q420B (20mm+25mm) 板十字接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~50mm)	GPQR017	4
18	平焊位置的 Q420B+Q345B (20mm) 板对接接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~40mm, 覆盖管径范围 ≥ 600 mm)	GPQR018	4
19	平焊位置的 Q420B+Q345B (20mm) 板对接接头 (SAW) (覆盖厚度范围 3mm~40mm, 覆盖管径范围 ≥ 600 mm)	GPQR019	4
20	管子旋转-焊头固定的 Q420B+Q345B ($\Phi 299$ mmX8mm) 管对接接头 (GMAW-CO ₂) (覆盖厚度范围 3mm~16mm, 覆盖管径范围 ≥ 299 mm, < 600 mm)	GPQR020	4
21	管子旋转-焊头固定的 Q420B+Q345B ($\Phi 299$ mmX8mm) 管对接接头 (GMAW-Ar) (覆盖厚度范围 3mm~16mm, 覆盖管径范围 ≥ 299 mm, < 600 mm)	GPQR021	4
22	管子旋转-焊头固定的 Q420B+Q345B ($\Phi 299$ mmX8mm) 管对接接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~16mm, 覆盖管径范围 ≥ 299 mm, < 600 mm)	GPQR022	4
23	立焊位置的 Q235B (10mm) 板对接接头 (FCAW-G)	GPQR023	4

	(覆盖厚度范围 3mm~20mm)		
24	立焊位置的 Q345B (20mm) 板对接接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~20mm)	GPQR024	4
25	立焊位置的 Q420B (20mm) 板对接接头 (FCAW-G) (覆盖厚度范围 3mm~20mm)	GPQR025	4

附录 B
(规范性附录)

焊接机器人气体保护焊 (GMAW) 焊接工艺评定项目目录

序号	工艺评定编号	母材	厚度/mm	焊丝	焊接方法	焊接位置	适用范围	接头类型
1	201811001	Q235B	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 1.5-12	对接
2	201811002	Q235B	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 10.5~28	对接
3	201811003	Q235B	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 22.5~60	对接
7	201811007	Q345B	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345B; δ 1.5-12	对接
8	201811008	Q345B	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345B; δ 10.5~28	对接
9	201811009	Q345B	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345B; δ 22.5~60	对接
13	201811013	Q420B	8	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 1.5-12	对接
14	201811014	Q420B	14	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 10.5~28	对接
15	201811015	Q420B	32	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 24~64	对接
25	201811025	Q235 与 Q345	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 1.5-12	对接
26	201811026	Q235 与 Q345	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 10.5~28	对接

T/CSIQ XXXX—XXXX

27	201811027	Q235 与 Q345	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 22.5~60	对接
28	201811028	Q235 与 Q420	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 1.5-12	对接
29	201811029	Q235 与 Q420	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 10.5~28	对接
30	201811030	Q235 与 Q420	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 22.5~60	对接
31	201811031	Q345 与 Q420	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 1.5-12	对接
32	201811032	Q345 与 Q420	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 10.5~28	对接
33	201811033	Q345 与 Q420	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 22.5~60	对接
34	201811034	Q235B	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 1.5-12	十字接
35	201811035	Q235B	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 10.5~28	十字接
36	201811036	Q235B	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 22.5~60	十字接
37	201811037	Q235 与 Q345	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 1.5-12	十字接

38	201811038	Q235 与 Q345	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 10.5~28	十字接
39	201811039	Q235 与 Q345	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q345; δ 22.5~60	十字接
40	201811040	Q235 与 Q420	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 1.5-12	十字接
41	201811041	Q235 与 Q420	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 10.5~28	十字接
42	201811042	Q235 与 Q420	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235 与 Q420; δ 22.5~60	十字接
43	201811043	Q345B	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 1.5-12	十字接
44	201811044	Q345B	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 10.5~28	十字接
45	201811045	Q345B	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 22.5~60	十字接
46	201811046	Q345 与 Q420	6	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 1.5-12	十字接
47	201811047	Q345 与 Q420	14	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 10.5~28	十字接
48	201811048	Q345 与 Q420	30	ER50-6	C02 气保焊	平焊	Q345 与 Q420; δ 22.5~60	十字接

T/CSIQ XXXX—XXXX

49	201811049	Q420B	6	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 1.5-12	十字接
50	201811050	Q420B	14	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 10.5~28	十字接
51	201811051	Q420B	32	ER55-D2	C02 气保焊	平焊	Q235B; δ 24~64	十字接
