

ASME 规范焊接工艺及装备研讨会

研讨资料

(节选)

✚ 赵孟显

焊接工艺评定

ASME 锅炉及压力容器规范第IX卷简介

—— 2007 版与 2004 版对比及国内标准的比较

✚ 王迎君

ASME 产品的焊接工艺及焊工培训



中石协 ASME 规范产品协作网(CACI)

2007.9.4~9.8 青岛国际会展中心

焊接工艺评定

ASME 锅炉及压力容器规范第 IX 卷简介

— 2007 版与 2004 版对比及国内标准的比较

赵孟显

一、基本概念

(1) ASME 锅炉及压力容器规范第 IX 卷的内容

ASME 第 IX 卷的内容: 是关于焊工、焊机操作工、钎接工、钎机操作工的评定, 以及按照 ASME 锅炉及压力容器规范和 ASME B31 压力管道规范所采用的焊接或钎接工艺的评定。

第 IX 卷建立焊接和钎接的基本准则, 在编制焊接和钎接工艺评定及技能评定的要求时是应当遵守的。

焊接工艺规程 (WPS) 和工艺评定记录 (PQR) 的目的是决定结构中焊件具有要求的使用性能。执行焊接工艺评定的焊工和焊机操作工应当是技术熟练的工人。

我们这里主要介绍 ASME 第 IX 卷焊接部分

(2) 第 IX 卷的结构

分为两篇—焊接篇和钎接篇。每一篇再分章, 焊接分成五章, 钎接分成四章:

(a) 一般要求 (焊接篇第 I 章, 钎接篇第 XI 章): 包括位置、各种试验的类型和目的以及合格标准等;

(b) 工艺评定 (焊接篇第 II 章, 钎接篇第 XII 章): 以表格形式列出指定焊接或钎接方法工艺评定的重要变素、附加重要变素和非重要变素的条款号, 假如任一重要变素的变化超出了规定范围, 则要对工艺进行重新评定, 当有冲击韧性要求时, 附加重要变素作为重要变素看待; 而非重要变素的变化仅需修改工艺规程;

(c) 技能评定 (焊接篇第 III 章, 钎接篇第 XIII 章): 列出指定焊接和钎接方法技能评定重要变素的条款号, 主要以表格形式列出;

(d) 资料 (焊接篇第 IV 章, 钎接篇第 XIV 章) 包括变素的具体描述, 以分类的形式列出, 分类如接头、母材、填充金属、位置、预热、焊后热处理、气体、电特性和技巧 (焊接)。各种变素的应用只提供在焊接篇第 II 章、钎接篇第 XII 章 (对于工艺评定) 或焊接篇第 III 章、钎接篇第 XIII 章 (对于技能评定) 中有关焊接/钎接方法引用时才使用, 否则就会被错用。

此两章包括对母材和填充材料所指定的 P-No.、和 F-No.、供制造者参考的 A-No. 及非强制性的 S-No. (主要用于压力管道和压力容器规范案例选用的材料)。

此两章还包括评定的厚度/直径范围/位置范围。

此两章给出试件方位、取样方法、试验夹具尺寸的简图。

QW-470 叙述侵蚀方法和侵蚀剂。QW/ QB -492 给出焊接/钎接术语的定义。

焊接篇还有第 V 章《标准的焊接工艺规程》

(3) 第 IX 卷中的焊接方法缩写:

OFW — 氧-燃料气焊

SMAW — 手工电弧焊

SAW — 埋弧焊

GMAW — 熔化极气体保护焊

FCAW — 药芯焊丝弧焊

GTAW — 钨极气体保护焊

PAW — 等离子弧焊

ESW — 电渣焊
EGW — 气电立焊
EBW — 电子束焊
FRW — 摩擦焊
LBW — 激光焊
RW — 电阻焊
RSW — 电阻点焊
RSEW — 电阻缝焊

(4) 焊接方法分类（按 AWS 术语规定）：

- a) 电弧焊，包括 SMAW、SAW、GMAW、FCAW、GTAW、PAW、EGW 等。
- b) 固态焊，包括 FRW、FOW（锻焊）、EXW（爆炸焊）、USW（超声波焊）等。
- c) 电阻焊，包括 RSW（电阻点焊）、RSEW（电阻缝焊）、闪光焊等。
- d) 氧-燃料气焊，包括 OAW（氧-乙炔焊）、OHW（氧-氢气焊）等。
- e) 硬钎接，包括 DB（浸沾钎接）、FB（炉中钎接）、IB（感应钎接）、RB（电阻钎接）、TB（火焰钎接）等。（钎料熔点 840°F 以上）
- f) 软钎接，包括 DS、FS、IS、RS、TS 等。
- g) 热喷焊，包括电弧喷镀、火焰喷镀、等离子喷镀，主要用于表面堆焊。
- h) 其它焊接方法，包括 EBW、ESW、LBW、IW（高、中频感应焊）等。

注：楷体字体表示该方法第 IX 卷目前还没有规定评定规则。

(5) 部分焊接术语

- ✧ 手工焊—全部以手进行操作和控制的焊接。（注意手工电弧焊另有定义）
- ✧ 半自动弧焊—采用只控制填充金属送进的焊机进行电弧焊，焊接的推进由手工控制。
- ✧ 机动焊—由焊机操作工通过目视观察对由机械装置夹持的焊嘴、焊枪或电极夹进行手工调节控制、使用设备进行的焊接（国内目前无此定义）。
- ✧ 自动焊—采用施焊时，无需焊机操作工调节控制的设备进行的焊接。这类焊机可以执行也可不执行装卸工件的工作。
- ✧ 焊工—进行手工焊或半自动焊操作的工人。
- ✧ 焊机操作工—操作机动焊或自动焊设备的人。
- ✧ 药芯焊丝弧焊—采用连续送进的填充金属极和焊接熔池之间的电弧进行焊接的气体保护熔极弧焊方法，本法所用保护气体来自管状焊丝内部的焊剂，可带有也可不带有外部供应的、起补充保护作用的气体，焊接时无需施加压力。
- ✧ 脉冲喷射焊——使电流脉冲化，以便在平均电流不大于熔滴--喷射过渡临界电流值的条件下获得喷射型金属过渡的一种弧焊方法。
- ✧ 短路过渡（熔化极气体保护电弧焊）——从熔化电极熔化的金属，在重复短路期间熔敷的一种金属过渡形式，
- ✧ 回火焊道焊接——熔敷焊道于特定的位置或焊缝表面，目的在于影响热影响区或先前熔敷的焊缝金属的冶金性能。该焊道可高于、齐平或低于周围的母材表面，如高于母材表面，该焊道可覆盖全部或部分熔敷焊缝金属，在随后的焊接中可以除去或不除去。
- ✧ 耐蚀层堆焊——在母材表面熔敷一层或多层焊缝金属以求改善表面的抗蚀性能。此熔敷层可在最小设计厚度水平以上，作为总体壁厚中的非结构部分。
- ✧ 表面加硬层堆焊——在母材表面熔敷一层或多层焊缝金属以求改善表面的耐磨性能。此熔敷层可在最小设计厚度水平以上，作为总体壁厚中的非结构部分。

(6) 第 IX 卷中用代号介绍（ASME 其它产品卷也用）

P-No. 一为母材指定 P-No. 是为了减少焊接和钎接工艺评定的数量，而对具有冲击韧性要求的铁基金属母材，在 P-No. 下再指定组号。这种分组是根据母材的特性，例如成分、焊接性、可钎接性和

力学性能等进行类比来进行。这种分组并不意味着对于评定试验中所采用某一母材可以不加区别地用别的一些母材来代替，而不从冶金性能、焊后热处理、设计、力学性能和使用要求等观点来考虑其适配性，具体的分类分组见 QW/QB-422。

S-No.一用于 ASME 压力管道及压力容器规范案例中选用，但未列入 ASME 锅炉及压力容器规范材料标准材料，对其指定了 S-No.和组号。其作用类似于 P-No. 和组号（QW/QB-422）。

F-No.一是对焊条和焊丝根据其所有特性的分类，它基本上能决定焊工采用给定焊条能否焊出满意的焊缝的能力。分组的目的在于减少焊接工艺评定和技能评定的数量（QW-432）。

A-No.一工艺评定用铁基焊缝金属化学成分的大致分类，分组的目的在于减少焊接工艺评定的数量（QW-442）。

F-No（除了 F-No.6 以外）主要决定于焊条药皮类型和适用范围。分成 6 类：

F-No.1: EXX20（高氧化铁药皮；位置限为平焊，位置为横焊时，限角焊缝；电流为交流或直流正接，即工件接正极）

EXX22（高氧化铁药皮；仅用于单道焊，位置限为平焊和横焊；电流为交流或直流正接）

EXX24（铁粉、二氧化钛药皮；位置限为平焊，位置为横焊时，限角焊缝；电流为交流或直流）

EXX27（高氧化铁+铁粉药皮；位置限为平焊，位置为横焊时，限角焊缝；电流为交流或直流正接）

EXX28（低氢钾+铁粉药皮；位置限为平焊，位置为横焊时，限角焊缝；电流为交流或直流正接）

F-No.2: EXX12（高二氧化钛钠药皮；全焊接位置；电流为交流或直流正接）

EXX13（高二氧化钛钾药皮；全焊接位置；交流或直流正或反接）

EXX14（二氧化钛+铁粉药皮；全焊接位置；交流或直流正或反接）

EXX19（氧化铁+二氧化钛钾药皮；全焊接位置；交流或直流正或反接）

F-No.3: EXX10（高纤维素钠药皮；全焊接位置；电流为直流反接）

EXX11（高纤维素钾药皮；全焊接位置；电流为交流或直流反接）

F-No.4: EXX15（低氢钠药皮；全焊接位置；直流反接）

EXX16（低氢钾药皮；全焊接位置；交流或直流反接）

EXX18（低氢钾、铁粉药皮；全焊接位置；交流或直流反接）

EXX18M（低氢、铁粉药皮，全焊接位置；直流反接）

EXX48（低氢钾、铁粉药皮；焊接位置不限，包括立向下）

EXX17（焊条药皮为 EXX16 的变型，用大量的 Si 取代 Ti；全焊接位置，但焊条直径小于 4.8mm 的，不适用于立/仰焊位置；交流或直流正接）

请注意大多数焊条都含有铁粉，铁粉含量高时，则不适用于全位置。

F-No.5：为奥氏体和双相钢焊条，包括 EXX15、EXX16、EXX17。

注意在 AWS 标准的不锈钢焊条中凡是属于 F-No.5 的没有酸性药皮焊条。不锈钢酸性焊条药皮焊条纳入 F-No.1，EXXX (X) -25、EXXX (X) -26

F-No.6：全部焊丝、焊棒。（**要注意，在 ASME 和 AWS 中，焊丝和焊剂的牌号是连在一起不可分割的。这与国内以往的体系不同。**）

二、第 IX 卷焊接的一般要求

(1) 一般概念

(a) 焊接工艺规程（WPS）：是用于为焊工或焊机操作工按规范要求制造产品提供指导的书面文件。它们应是按规范规定进行过评定，得到 PQR 支持的文件；或是规范允许的 AWS 的标准焊接工艺规程。

WPS 的推荐表格见 QW-482，它适用于 SMAW、SAW、GMAW、FCAW 和 GTAW。

一份完整的 WPS 应述及在 WPS 中所采用的、对每一种焊接方法而言的所有重要变素、非重要变素和当需要时的附加重要变素。（目前的问题往往是变素没有列全）

(b)重要变素—工艺评定中的重要变素是指影响焊缝力学性能（缺口韧性除外）的焊接条件的某一变化。

指定焊接方法已评定合格的焊接工艺中任一重要变素的改变超出规定时，要求对该工艺进行重新评定。

技能评定中的重要变素是指影响焊工熔敷优质焊缝金属能力的焊接条件的某一变化。

已评定合格的焊工施焊工件时，当任一重要变素的改变超出评定范围时，要求对该焊工资格进行重新评定。

(c) 附加重要变素—工艺评定中的附加重要变素是指影响焊缝缺口韧性的焊接条件的某一变化。

如果一种焊接工艺已经过评定，除缺口韧性外，其它各项要求均能满足，则此时仅需按同一工艺，采用同样的重要变素，但增加所需的各种附加重要变素，增做一个试件，其长度足够切取缺口韧性试样即可。

如果一种焊接工艺已经过评定，且满足包括缺口韧性在内的所有要求，但其中有一个或多个附加重要变素有所改变，则此时仅需按同一工艺，采用新的附加重要变素，增做一个试件，其长度足够切取缺口韧性试样即可。如过去评定的焊接工艺，其焊缝金属的缺口韧性值是合格的，则根据需要，仅需从热影响区切取缺口韧性试样供做试验。

(d) 非重要变素—工艺评定中的非重要变素是指不影响焊缝力学性能的焊接条件的变化。

非重要变素的改变不要求对该工艺进行重新评定，而仅需对 WPS 进行修改而已。

一份 WPS 可以有多份 PQR，反之一份 PQR 也可以支持多份 WPS（QW-200）。

(e)工艺评定记录（PQR）：是工艺评定试件焊接时所用焊接变素的实际记录，它同时尚有试样的试验结果。记载下来的变素一般应在实际焊接生产所用焊接变素的窄小范围之内。

一份完整的 PQR，对每一种焊接方法，应记载下用于试件焊接时的全部重要变素，试件焊接时的非重要变素和其它变素记载与否，视制造者的选择而定。所有被记载下来的变素，都应当是用于试件焊接时的实际变素（包括变素的范围）。不得记载焊接时不予控制的变素。在做焊接工艺评定时，不希望使用生产所用变素的全范围，或其极限值，除非由于某一特定的重要变素或当需要时的附加重要变素的原因而需要这样做时。

制造者要对 PQR 进行确认。这项工作不允许转包给别人去做，其目的是制造者对试件焊接时变素记录真实性的确认，是对力学性能试验结果符合第 IX 卷要求的确认。

PQR 原则上不允许修改，但允许对其进行编辑上的更改或补充，编辑上的更改是指诸如母材或填充金属的 P-No.、F-No.或 A-No.的误用；补充是指诸如由于规范的修改而引起的变化。

PQR 的推荐表格见 QW-483，它要求至少包括焊接时实际采用的全部变素。

(2) 焊接方位

(a) 坡口焊缝焊接位置：（板）（QW-121）

（略）

(b) 坡口焊缝焊接位置（管子）：（QW-122）

（略）

(c) 角焊缝焊接位置（板）：（QW-131）

（略）

(d) 角焊缝焊接位置：（管子）（QW-132）

（略）

要注意的是 2F 被很多人看成平焊位置，这是最可能造成分派焊工焊接容器上的接管、补强圈等焊缝焊接时使用只有 1G 或 1F 资格的焊工施焊，这是不允许的。也就是说，施焊容器上的接管，至少要有 2G 或 2F 资格的焊工。

(3) 试验和检验的类型和目的（QW-140）

(略)

(4) 缺口韧性试验

按产品规范的要求进行,可包括焊缝和热影响区的夏比 V 缺口试验和落锤试验。对于 5G 和 6G 位置的试样取样位置按 QW-463.1 (f) 的规定,其余全部按有关产品规范的要求进行。

(5) 其它试验和检验

(略)

(6) 与国内标准的比较:

(略)

三、第 IX 卷的焊接工艺评定

(1) 以 SMAW 的工艺评定为例,其变素包括 (QW-253):

a)重要变素: (注意条文可能与原文不同,但含意相同,为易于理解)

(略)

b) SMAW 的附加重要变素:

(略)

c) SMAW 的非重要变素:

(略)

(2) 变素分析

(a)重要变素:

(略)

(b)附加重要变素:

(略)

(3)与国内标准的比较:

1) 国内标准体系不全,形成过程不同:这里以 JB4708 “钢制压力容器的焊接工艺评定” 标准为例,就该标准来说,由于主要起草人倾向于采用第 IX 卷的规定,因此大部分第 IX 卷的主要规定都采用了,但由于受到标准审批的影响,不可能都采用;而对于非重要变素未予规定;而且锅炉还有单独的且标准,明显不合理.而在国外,标准完全是专业学会来组织制定。锅炉和压力容器用一个标准。

2) 评定的厚度范围差别较大: JB4708 给出了一张表格,规定厚度范围只有二种范围,且上限为 1.5 倍的试件或焊缝厚度,这应该说在我见到的国际标准中是最严格的,使工厂造成工艺评定数量大大增加,是否有必要值得商榷。而在第 IX 卷中规定了六种范围,且对于 SMAW、SAW、GTAW 和 GMAW 来说,当厚度大于 38mm 时,其上限为 200mm,这个规定对于不同厚度的对接特别重要。

3) 关于产品焊接试板:我国标准规定进行了工艺评定,产品还要带焊接试板,虽然有以批代台的规定,但大多数工厂不用;而在美国,只有当产品有冲击要求时,才带焊接试板,而且焊接试板只要求进行冲击试验,试板的尺寸要小得多。从这一点出发,国外的工艺评定显得格外重要。

4) 在美国,有了 WPS,就直接用于生产实践,不再另编焊接工艺。

四、第 IX 卷的焊工技能评定

(1) 以 SMAW 技能评定为例,其重要变素如下 (QW-353):

(略)

(2) SMAW 技能评定注意时项:

(略)

(3)机动焊技能评定的变素 (QW-361.2)

(略)

(4) 焊工或焊机操作工资格的终止和重评

(略)

(5) 与国内标准的比较

---与国内《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》比较:

1)最大的不同是评定单位,美国是焊工的顾主,不需要发证书,只发钢印;而中国是上级检察部门监督,发证还要化钱;

2)国内要按材料分类评定,而 ASME 对于碳钢和不锈钢可任选一种材料;

3)资格有效期不同,ASME 规定如中断不超过 6 个月,可一直有效;

4)资格中断后的恢复,ASME 要简单得多,只要在原来有的合格项目中任选一项,合格后,原来的全部项目都有效;

5)合格位置的覆盖范围, ASME 要比国内的大;

6)管子的范围,也是 ASME 要比国内的大;

7)SAW 等机动焊的评定要求完全不同,国内是把它当作手工焊一样来评定,显然,机动焊要考核的是操作工操作机械设备的能力,ASME 规定的要更合理。

我认为,所以造成这些不同的原因可能很多,但归根到底,最关心焊接质量的应该是顾主,他不可能将一个技能不合格的焊工放到产品上去,而我们不要总是认为顾主是不可靠的。这种观点应该改一改了,把应该还给企业的权力还给企业,我们主要的精力应该放在研究什么样的标准是最合理的。

五、07 版与 04 版的比较

(1) 07 版主要修改或增加的内容:

(略)

(2) 关于管子与管板的评定

(略)

(c) QW-288 介绍

(略)

六、关于决定评定厚度 T (母材)或 t (熔敷焊缝金属)上、下限的步骤

(1)关于决定评定厚度 T (母材)或 t (熔敷焊缝金属)上限的步骤:

(略)

(2) 关于决定评定母材厚度下限的步骤:

(略)

七、压力容器焊接工艺评定重要变素选择注意事项:

(略)

ASME 产品的焊接工艺及焊工培训

制造单位：兰州兰石机械设备有限责任公司

演讲者：王迎君

一、焊接工艺评定及管理

1 焊接工艺规程（WPS）：

焊接工艺规程（WPS）是用于为焊工或焊接操作工按规范要求制造产品焊缝提供指导的、经过评定的焊接工艺文件。制造者或承包者采用的任一 WPS，应是他们按第 II 章规章规定进行过评定、对控制焊接生产操作负有责任的 WPS，或是，按照第 V 章规定采用附录 E 所列 AWS 标准焊接工艺规程（SWPS）。

一份完整的 WPS 应述及在 WPS 中所采用的、对每一种焊接方法而言的所有重要变素、非重要变素和当需要时的附加重要变素。

重要变素是指当改变这种变素时，焊件的力学性能就要受到影响，因此需要 WPS 重新评定。**非重要变素**是指当改变这种变素时，WPS 无需作重新评定。

用于规范产品焊接的 WPS，应当在制造现场便于获得，以供查考，并供授权检验师（AI）检查。

2、工艺评定记录（PQR）：

工艺评定记录（PQR）是试件焊接时所用焊接数据的记录。PQR 是焊接试件时记载焊接变素的记录，它同时尚记有试样的试验结果。记载下来的变素一般应在实际焊接生产所用变素的窄小范围之内。

一份完整的 PQR，对每一种焊接方法，应记载下用于试件焊接时的全部重要变素和当需要时的附加重要变素。试件焊接时的非重要变素和其它变素记载与否，视制造者或承包者的选择而定。所有被记载下来的变素，都应当是用于试件焊接的实际变素（包括变素范围）。不得记载焊接时不予控制的变素。

制造者或承包者要对 PQR 进行确认。

由于 PQR 是支持 WPS 的文件，它应能被随时提供授权检验师（AI）查阅。对焊工和焊机操作工无需提供 PQR。

一份 PQR 用于多件 WPS 的编制，一件 WPS 也可以覆盖几种重要变素的变化，只要存在着对每一种重要变素和当需要时附加重要变素都具有支持它的 PQR。

3、焊接工艺评定

施焊下列各类焊缝的焊接工艺必须根据 ASME 第 VIII 卷规定进行焊接工艺评定：

- 受压件之间的焊接；
- 非受压的承载零件与受压件之间的焊接；
- 非受压和非承载的零件与受压件之间的焊接方法采用手工、机械或半自动者。

4、焊接工艺评定试验项目及数量：

焊接工艺评定试验项目及数量如表 1 所示。

表 1 焊接工艺评定试验项目及数量

试验项目	数量
拉伸	2
侧弯	4
面弯	2
背弯	2

5、试件厚度与焊件厚度:

进行坡口焊缝拉伸试验和横向弯曲试验的试件厚度与焊件厚度的范围要求如表 2 所示。

进行坡口焊缝拉伸试验和纵向弯曲试验的试件厚度与焊件厚度的范围要求如表 3 所示。

表 2 坡口焊缝拉伸试验和横向弯曲试验试件厚度与焊件厚度的范围 (mm)

焊接试件 厚度 T	母材评定厚度 T		熔敷金属评定厚度 t 最大
	最小	最大	
<1.6	T	2T	2t
1.6~10	1.6	2T	2t
10~19	4.8	2T	2t
19~38	4.8	2T	2t (当 t<19)
19~38	4.8	2T	2t (当 t≥19)
≥38	4.8	203	2t (当 t<19)
≥38	4.8	203	203 (当 t≥19)

表 3 坡口焊缝拉伸试验和纵向弯曲试验试件厚度与焊件厚度的范围 (mm)

焊接试件 厚度 T	母材评定厚度 T		熔敷金属评定厚度 t 最大
	最小	最大	
<1.6	T	2T	2t
1.6~10	1.6	2T	2t
>10~19	4.8	2T	2t

6、材料的分组

(略)

7、WPS 和 PQR 填写

(略)

8、焊接工艺评定管理

(略)

二、产品焊接工艺的编制

(略)

1、产品焊接工艺的内容

(略)

2、焊接接头的分类

(略)

3、焊接坡口的确定

(略)

4、焊接材料的选用

(略)

5、预热

(略)

6、焊接参数

(略)

7、后热

(略)

8、焊后热处理

(略)

三、焊工的技能评定及管理

1、焊工技能评定的提出

(略)

2、焊工评定的焊接变素

焊工评定是由各种焊接方法的重要变素来决定的。例如 SMAW 及 SAW 中的接头是否带垫板、母材的类别、填充金属的变化等；GTAW 中的气体保护、改变电流或极性、改变管径等。

3、检验

焊工技能评定应按照经过评定的相应的 WPS 进行焊接。

对于采用 SMAW、SAW、GTAW、GMAW 等方法或这些方法的组合进行坡口焊缝焊接的焊工，当母材为钢、铜、镍及它们的合金时，均可用射线检测做资格评定。或者在其所焊的第一条长度为 152mm 的产品焊缝上采用射线检测对该焊工进行技能评定。

4、试验记录

焊工技能评定试验记录(WPQ)应包括每名焊工的重要变素试验的类型、试验的结果和评定范围。

5、焊工评定用代母材

(略)

6、技能评定试验的厚度范围

(略)

7、资格的中止

(略)

8、资格的重评

上述有关焊工中止资格的重新评定，需按 QW-301 和 QW-302 的要求，以任一材料、厚度或直径在任一位置焊一个板或管的试件，且这些变素和其它变素是在他原先评定过的资格中的，如重试合格，则其原先评定过的该焊接方法的资格全部合格。

如能满足 QW-304 和 QW-305 的条件，焊工资格的重新评定可在产品焊缝上进行。

9、焊工管理

制造厂应保存对所有焊工的一份记录。该记录应载明各人评定的日期、试验结果及所指定的识别标志。这些记录应由制造厂代表签证，并应供检验师随时查阅。同时建立焊工名册，为后序的施焊工作提供正确的焊工。