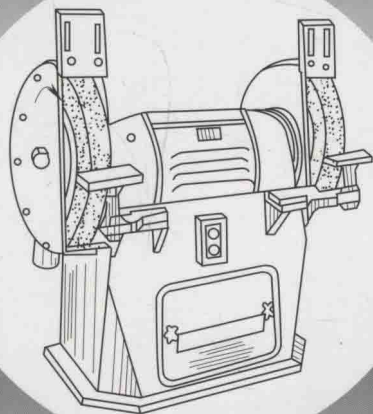


钟翔山 主编

BANJIN JIAGONG
SHIZHAN JIQIAO

钣金加工 实战技巧

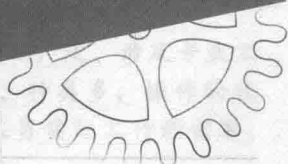


化学工业出版社

钟翔山 主编

BANJIN JIAGONG
SHIZHAN JIQIAO

钣金加工 实战技巧



化学工业出版社

· 北京 · 付 宝

图书在版编目 (CIP) 数据

钣金加工实战技巧/钟翔山主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-122-31419-2

I. ①钣… II. ①钟… III. ①钣金工 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 012842 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京京华铭诚工贸有限公司
装 订: 三河市瞰发装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 12 $\frac{1}{4}$ 字数 375 千字
2018 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.80 元

版权所有 违者必究

前言

钣金加工是对金属板材、型材和管材进行冷、热态成形，装配，并以焊接、铆接及螺栓连接等连接方式制造金属构件的加工过程。从其加工方式来看，大多是在基本不改变金属板材、型材和管材等断面特征的情况下，对原材料进行的冷热态分离、成形的冲压加工；从其加工应用来看，钣金加工在机械、冶金、航空、造船、化工、国防等行业应用非常广泛，据统计：市场上钣金零件占到全部金属制品的90%以上；从其加工技术来说，主要涉及钳工、冲压、金属切削、焊接、热处理、表面处理、铆接、装配等专业工种或加工技术。

钣金加工具有独特的加工方式，而且应用领域广泛、涉及专业工种多，加工手段较为多样，生产的零部件形状、种类多，操作的规范、方法、技巧也比较丰富。为满足钣金操作人员实际工作的需要，帮助提升其操作技能，我们编写了本书。

本书共分7章，第1章主要介绍了钣金加工常用的工具、夹具的使用及操作要点，以及钣金加工运用到的最基本的钳工操作、测量等技术；第2章主要讲述了钣金展开、放样的基本操作方法和操作技巧，并给出了常见钣金构件的展开方法及展开计算公式；第3章主要讲述了钣金加工常用的板材、型材及钣金构件的矫正操作方法与技巧；第4~7章分别介绍了钣金件的下料、成形、连接、装配等方面的操作方法、技能及操作技巧。每章都有实战案例，并将大量操作方法和技巧融入其中，以便于读者理解和参考。

本书具有内容系统、结构清晰、实用性强等特点。在内容编排上注重体现实践性、针对性、启发性和可操作性，对基本理论部分以必需和够用为原则，注重基本知识和基本操作技能的讲解和工作能力的培养，将专业知识与操作技能、方法、技巧有机地融为一体，做到基本概念清晰、实用技能突出。

本书由钟翔山主编，钟礼耀、钟翔屿、孙东红、钟静玲、陈黎娟副主编，参加资料整理与编写的有曾冬秀、周莲英、周彬林、刘梅连、欧阳勇、周爱芳、周建华、胡程英，参与部分文字处理工作的有钟师源、孙雨暄、欧阳露、周宇琼、周六根、曾俊斌。全书由钟翔山整理统稿，钟礼耀、钟翔屿、孙东红校审。

在本书的编写过程中，得到了同行及有关专家、高级技师等的热情帮助、指导和鼓励，在此一并表示由衷的感谢，然而由于水平所限，不足之处难免，恳切希望读者批评指正。

编者

第1章 钣金操作基础 / 1

1.1 钣金加工的工作内容及过程	1
1.1.1 钣金加工的特点及工作内容	1
1.1.2 钣金加工的工艺流程及工艺规程	5
1.2 钣金常用工具、夹具及使用	8
1.2.1 划线工具	8
1.2.2 手工成形工具	12
1.2.3 冲压工具	14
1.2.4 夹具	16
1.3 钳工基本操作技术	18
1.3.1 划线	18
1.3.2 錾削、锯削、锉削加工	33
1.3.3 钻孔、扩孔与铰孔	44
1.3.4 铰孔加工	52
1.3.5 攻螺纹与套螺纹	56

第2章 钣金的展开与放样 / 60

2.1 钣金构件的展开	60
2.1.1 可展和不可展曲面的判断	60
2.1.2 可展表面的3种展开方法	61
2.1.3 不可展表面的近似展开	68
2.2 板厚处理和加工余量	73
2.2.1 板厚的处理方法	74

2.2.2	加工余量的确定	80
2.3	常见钣金构件的展开计算	83
2.3.1	常见圆管构件的展开计算	84
2.3.2	常见圆锥管构件的展开计算	90
2.3.3	常见异形管台的展开计算	95
2.3.4	常见多面体构件的展开计算	100
2.3.5	球面、螺旋面的展开计算	104
2.4	钣金件的放样	108
2.4.1	划线的工艺符号及放样的工具	109
2.4.2	放样的操作方法及注意事项	113
2.4.3	型钢弯曲切口料长及切口形状	117
2.4.4	较复杂结构件的号料及放样方法	120

第3章 板料、型材的矫正操作 / 130

3.1	手工矫正	130
3.1.1	薄钢板手工矫正的操作	130
3.1.2	有色金属手工矫正的操作	133
3.1.3	厚钢板手工矫正的操作	137
3.1.4	型材手工矫正的操作	140
3.2	机械矫正	151
3.2.1	机械矫正的方法及适用范围	151
3.2.2	板料的矫正	152
3.2.3	型材的矫正	156
3.3	火焰矫正	158
3.3.1	火焰矫正的操作方法	159
3.3.2	火焰矫正操作注意事项	162

第4章 钣金下料的操作 / 163

4.1	剪切	163
4.1.1	手工剪切的操作	163
4.1.2	手工剋切的操作	168
4.1.3	机械剪切的操作	172

4.2	冲裁	180
4.2.1	冲裁加工的生产要素	180
4.2.2	冲裁主要参数的确定	187
4.2.3	冲裁模安装时压力机的调整	192
4.2.4	冲裁模的安装与调整	195
4.2.5	冲裁操作注意事项	200
4.2.6	冲裁件常见缺陷及解决措施	201
4.3	气割	202
4.3.1	气割的设备及工具	203
4.3.2	气割的操作	205
4.3.3	低碳钢材的气割	207
4.3.4	气割注意事项	211

第5章 钣金成形的操作 / 215

5.1	手工弯曲	215
5.1.1	小型、薄板件的手工弯曲	215
5.1.2	卷边的操作	220
5.1.3	天圆地方管的手工槽制	223
5.1.4	小圆锥台的手工槽制	228
5.1.5	管料的手工弯制	234
5.1.6	型材的手工弯曲	238
5.2	折弯	241
5.2.1	折弯的设备和工具	242
5.2.2	折弯的操作	243
5.3	辊弯	247
5.3.1	辊弯的设备及其操作	247
5.3.2	圆筒的辊弯操作	249
5.3.3	圆锥台的辊弯操作	257
5.3.4	螺旋件的辊弯操作	263
5.3.5	型材的辊弯操作	264
5.4	压弯	268
5.4.1	压弯的设备与工具	268

081	5.4.2	压弯工艺参数的确定	271
081	5.4.3	弯曲模的安装与调整	274
781	5.4.4	典型钣金压弯件的操作	276
201	5.4.5	弯曲件常见缺陷及解决措施	281
20	5.5	板料的拉深	284
008	5.5.1	拉深的设备与工具	284
105	5.5.2	拉深工艺参数的确定	285
502	5.5.3	拉深模的安装与调整	291
208	5.5.4	典型钣金拉深件的操作	292
208	5.5.5	拉深件常见缺陷及解决措施	299
10	5.6	放边与收边的操作	300

第6章 钣金连接的操作 / 305

	6.1	焊条电弧焊	305
718	6.1.1	加工设备与工具	306
018	6.1.2	焊接参数的选择	308
055	6.1.3	焊接接头的坡口形式	310
135	6.1.4	焊条电弧焊的操作	313
899	6.1.5	焊接操作的安全保护	319
10	6.2	CO ₂ 气体保护焊	320
868	6.2.1	加工设备与工具	320
115	6.2.2	焊接参数的选择	321
045	6.2.3	CO ₂ 气体保护焊的操作	323
045	6.2.4	CO ₂ 气体保护焊的安全保护	327
7	6.3	氩弧焊	328
11	6.4	防止焊件变形的的方法	331
7	6.5	铆接	337
778	6.5.1	铆钉种类与用途	337
081	6.5.2	铆接的操作要点及操作注意事项	338
10	6.6	螺纹连接	343
808	6.6.1	螺纹连接的形式	343
802	6.6.2	螺纹连接的操作	344

第7章 钣金装配的操作 / 347

7.1 装配的方法	347
7.2 装配用工具的选用及操作	352
7.3 装配的测量	359
7.4 典型钣金装配件的操作	365
7.4.1 大型圆筒件装配的操作	366
7.4.2 球缺套入圆筒件的组装	374
7.5 装配的检验	377

参考文献 / 379

钣金加工是钣金材料、型材和管材进行冷、热态分离、变形、装配,并以焊接、铆接及压接等连接方式制造金属构件的加工。从其加工方式来看,大多是采用基本不变金属材料、塑料和管制等断布特征的情况下,对原材料进行的冷态态分离、成型的冲压加工;从其加工技术来说,主要是冷加工、冲压、金属切削、焊接、热处理、表面处理、涂装,并配有专业工种或职业技能。

1.1.1 钣金加工的特点及工作内容

(1) 钣金加工的特点

由于钣金零件主要运用了冲压加工技术,零件成型主要是借助于冲压设备提供的压力,通过冲头模具,使金属材料发生弹性变形,生产所需要求的具有一定形状、尺寸零件的加工方式。因此,钣金加工具有以下特点。

① 可以加工成形较复杂的零件,且在生产过程中消耗的原料较少。
② 产品具有足够的形状、尺寸精度、互换性较好,产品表面质量较好。

③ 能获得重量轻、材料消耗少、结构强度较高的零件。

④ 加工大多依靠专用的模具,模具结构较复杂,成本高,因此,只有在大批量生产条件下,其生产的零件成本才能显著降低。

又由于钣金零部件的装配连接主要采用冲铆或加工技术,而铆接加工是利用热能或压力,或者两者并用,并且用或不用填充材料等方

第1章

钣金操作基础

1.1 钣金加工的工作内容及过程

钣金加工是对金属板材、型材和管材进行冷、热态分离，变形，装配，并以焊接、铆接及螺栓连接等连接方式制造金属构件的加工。从其加工方式来看，大多是在基本不改变金属板材、型材和管材等断面特征的情况下，对原材料进行的冷热态分离、成形的冲压加工；从其加工技术来说，主要涉及钳工、冲压、金属切削、焊接、热处理、表面处理、铆接、装配等专业工种或加工技术。

1.1.1 钣金加工的特点及工作内容

(1) 钣金加工的特点

由于钣金零件主要运用了冲压加工技术，而冲压加工是借助于冲压设备提供的压力，通过冲压模具，使金属板料发生塑性变形，生产出所需要的具有一定形状、尺寸零件的加工方式，因此，钣金加工具有以下特点。

- ① 可以加工出形状复杂的零件，且生产过程中产生的废料较少。
 - ② 产品具有足够的形状、尺寸精度，互换性能好，产品表面质量较好。
 - ③ 能获得质量轻、材料消耗少、强度和刚度较高的零件。
 - ④ 加工大多依赖专用的模具，而模具制造复杂，成本高，因此，只有在大批量生产条件下，其生产的零件成本才能显著降低。
- 又由于钣金零部件的装配连接主要运用了焊接加工技术，而焊接加工是利用热能或压力，或者两者并用，并且用或不用填充材料等方

式，通过利用两个物体原子间产生的结合实现永久性连接的加工方式，因此，钣金加工又具有以下特点。

① 相对于锻、铸件的生产加工，钣金构件具有重量轻、能节省金属材料，加工工艺简单、能降低生产成本，节省生产费用等优点。

② 经过焊接加工的钣金构件，大多加工精度低，且焊接变形大，因此，焊后变形与矫正量较大。

③ 由于焊接件为不可拆连接，难以返修，因此，需采取合理的装配方法与装配程序，以减少或避免废品，对大型或特大型产品常要进行现场装配，故应先在厂内试装，试装中宜用可拆卸连接临时代替不可拆卸连接。

④ 装配过程中，常需经选配、调整与多次测量、检验才可保证产品质量。

冷作钣金加工是围绕着板材、型材和管材等原材料而进行的下料、切割、成形、连接等工序的加工，具有其自身的加工特色及特点，因此，形成了自身独特的加工工作内容和生产流程与操作规范。

(2) 钣金加工的工作内容

① 看懂钣金零件图 看懂零件图是钣金加工的前提，只有看懂零件图，才能进一步分析清楚零件的结构，了解构件的形状、组成部分、尺寸和有关技术要求等，从而进行后续的加工。钣金零件图既是加工的基础，也是产品检验的依据，是生产中的重要技术文件。

② 展开放样 在看懂钣金零件图的基础上，应根据钣金构件的材料种类、结构特点、形状及尺寸要求，在分析和选择制造工艺的基础上，通过对所加工构件进行适当工艺处理（如加放加工余量、确定弯曲构件中性层的弯曲半径等）后进行必要的计算（对于计算过于复杂的零件，生产中也可通过试验决定）和展开，从而获得产品制造过程中所需要的用1:1比例准确绘制的零件全部或部分的展开图（该展开图即为放样图）、展开数据、划线或检验样板等。展开放样是钣金加工的第一道工序，从本质上说也是制定工艺规程（规定钣金构件制造工艺过程和操作方法的工艺文件）工作内容之一。

工艺规程的编制属于钣金构件的生产技术准备，一般由工程技术人员负责完成。但在不同的行业、不同规模的企业，根据构件复杂程度的不同，工艺规程的编制也可能略有不同，或出现由冷作钣金技师、高级冷作钣金工负责完成的情况。通常普通冷作钣金工对展开放

样往往仅需根据相关的展开放样图等技术文件,完成对所加工构件展开放样图的划线(号料)、负责制作样杆、样板等任务。

③ 生产加工 根据相关的钣金加工技术文件,利用各种钣金加工设备和工具,采用各种加工方法(包括热处理、表面处理等),制造出符合钣金零件图要求的产品。

通常,钣金加工的基本工序有矫正、放样、下料、切割、成形、连接装配(包括焊接、铆接、咬接及螺纹连接等)等。按工序性质可分为备料、放样、加工成形和装配连接四大部分。而切割、成形加工方式中运用最多的为冲压加工。

冲压加工根据其加工过程中变形性质的不同,可划分为分离类工序和变形类工序两大类。分离类工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离,并获得一定断面质量的冲压加工方法;变形类工序是使冲压毛坯在不产生破坏的前提下发生塑性变形,以获得所要求的形状、尺寸和精度的冲压加工方法。

分离类工序主要包括冲裁(冲孔、落料)、切口、切断、切边、剖切等工序,各工序主要特点如下。

a. 落料。用模具沿封闭轮廓线冲切板料,切下部分是工件,其工序简图及模具简图见图 1-1(a)。

b. 冲孔。用模具沿封闭轮廓线冲切板料,切下部分是废料,其工序简图及模具简图见图 1-1(b)。

c. 切断。用剪刀或模具将板料沿不封闭轮廓线分离,其工序简图及模具简图见图 1-1(c)。

d. 切口。用模具沿不封闭轮廓将部分板料切开并使其下弯,其工序简图及模具简图见图 1-1(d)。

e. 切边。用模具将工件边缘的多余材料冲切下来,其工序简图及模具简图见图 1-1(e)。

f. 剖切。用模具将冲压成形的半成品切开成为两个或数个工件,其工序简图及模具简图见图 1-1(f)。

变形类工序主要包括弯曲、拉深、成形(翻边、缩口、胀形、起伏成形、整形)冷挤压等工序,各工序主要特点如下。

a. 弯曲。用模具将板料弯成各种角度和形状,其工序简图及模具简图见图 1-2(a)。

b. 拉深。用模具将板料毛坯冲制成各种开口的空心件,其工序

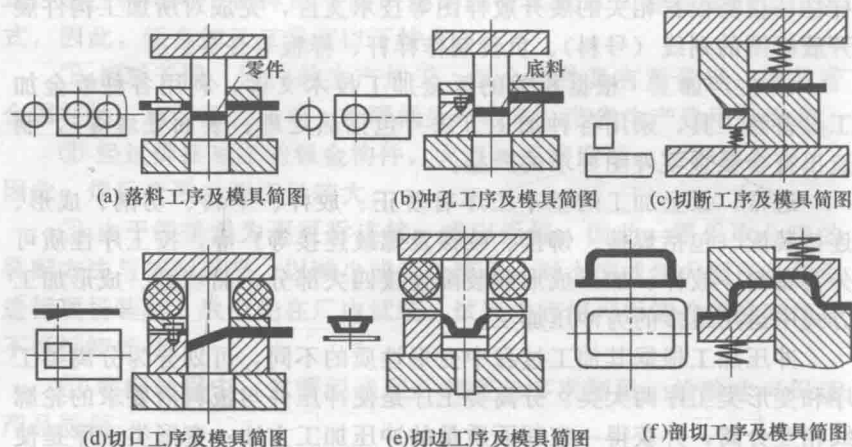


图 1-1 分离类工序及模具简图

简图及模具简图见图 1-2 (b)。

c. 起伏成形。用模具将板料局部拉深成凸起和凹进形状，其工序简图及模具简图见图 1-2 (c)。

d. 翻边。用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁，其工序简图及模具简图见图 1-2 (d)。

e. 缩口。用模具使空心件或管状毛坯的径向尺寸缩小，其工序简图及模具简图见图 1-2 (e)。

f. 胀形。用模具使空心件或管状毛坯向外扩张，使径向尺寸增大，其工序简图及模具简图见图 1-2 (f)。

g. 整形。将翘曲的平板件压平或将成形件不准确的地方压成正确形状，其工序简图及模具简图见图 1-2 (g)。

h. 冷挤压。使金属沿凸、凹模间隙或凹模模口流动，从而使原毛坯转变为薄壁空心件或横断面不等的半成品，其工序简图及模具简图见图 1-2 (h)。

其中：钣金加工应用最多的冲压加工工序主要为：冲孔、落料、切口、切断、切边等分离类工序及弯曲、拉深、翻边等成形类工序。

(3) 后续涂装及检验

为提高构件表面的防腐、耐磨、装饰等功能，完成生产加工的构件常要进行后续涂装（主要有电镀、喷漆等）处理；而为保证构件各

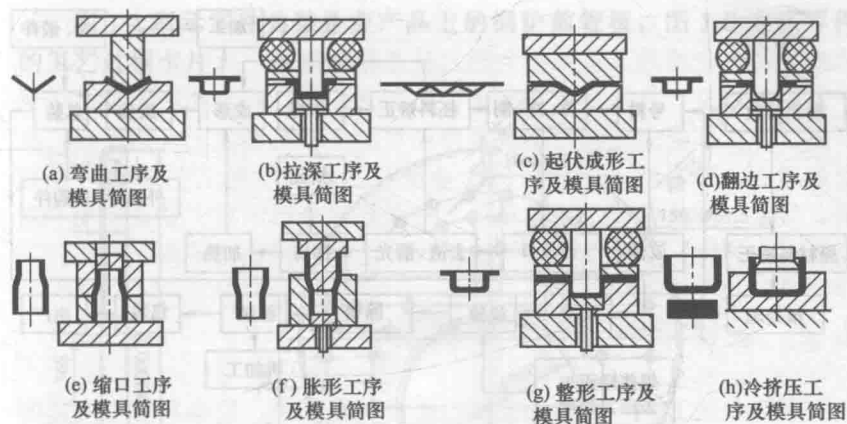


图 1-2 变形类工序及模具简图

加工工序及出厂成品的质量，还必须执行严格的检验制度（包括：加工者本身的自检及专职检验人员的专检）。

1.1.2 钣金加工的工艺流程及工艺规程

冷作钣金加工是围绕着板材、型材和管材等原材料而进行的下料、切割、成形、连接等工序的加工，具有其自身的加工特色及特点，因此，形成了独特的工艺流程与操作规范。

(1) 钣金加工的工艺流程

钣金加工的工艺流程指生产过程中，按一定顺序逐渐改变零件形状、尺寸、材料性能或零部件的装焊等，直至制造出合乎形状及尺寸要求的钣金件所进行的加工全过程，对于一个较复杂的结构件，其生产加工一般要经过材料准备、展开放样、切割坯料、成形及装配等诸多工序内容才能完成，又由于冷作钣金加工常与焊接、金属切削、热处理和检验等工艺结合，形成完整的产品制造过程，因此，其加工工艺流程常包含上述加工工序内容，如图 1-3 所示。

工艺流程是指导整个零部件加工流程、组织和管理生产加工的重要技术文件。对于不在一个车间甚至一个工厂内完成的零件加工，它又是各车间工序流转、厂际间分工协作、相互衔接配合的重要依据。

由于工艺流程是对构件中的每一个零部件从原材料到整个构件完成所规定通过的整个路线，所以也称为工艺路线。

图 1-4 所示零件为某企业产品上的锅炉前管板，图 1-5 为该零件的工艺流程卡片。

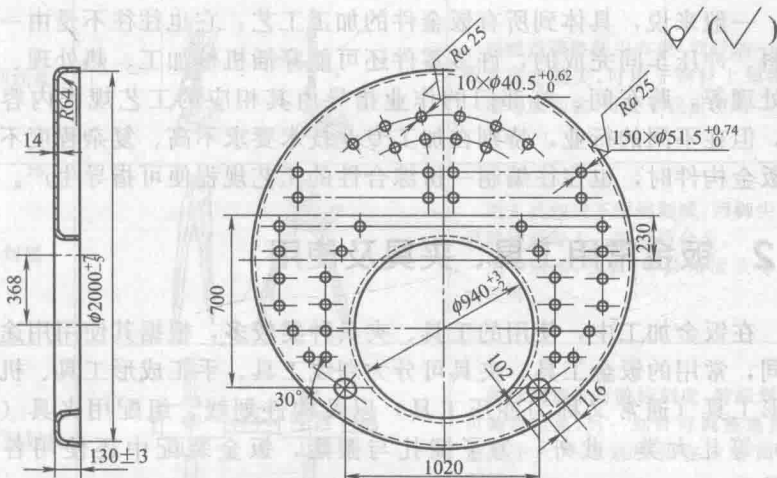


图 1-4 锅炉前管板

××公司		工艺流程卡片			
产品型号	WNL2-13-4	零件图号	24-1-1	零件名称	前管板
车间	工序号	工序内容		设备名称及型号	工艺装备名称及型号
1	1	材质:20g,厚度 14mm,号料(毛坯料由两个圆弓形组成)		划线工具	
	2	气割		半自动气割机	
	3	拼接,对装引弧板(对装前焊口要磨光)			
	4	焊接(双面自动焊)		自动焊设备	
	5	焊缝探伤检查		超声波探伤仪	
	6	号炉胆孔		划线工具	
	7	气割炉胆孔		手工切割	
	8	压制成形及找修(管板表面平面度不超过 5mm)		800t 水压机	WNL2-M ₁ -0 压模
	9	号前管板中心及周边切线(前管板及炉胆孔边号成 25°坡口线),以及烟管、拉撑棍手孔等位置线		划线工具	
	10	气割周边线、前管板及炉胆孔线 25°坡口,并切手孔		自动转胎气割及手工气割	
	11	钻孔 φ51.5+0.74 mm、φ40.5+0.62 mm,表面粗糙度 Ra25μm		摇臂钻床	量具:塞规
	12	对接前管板手孔、加强圈			
	13	焊接加强圈		电焊机	

图 1-5 前管板工艺流程卡片