

 机械加工基础技能 **双色图解**

— 图表运用

— 一目了然

— 要点突出

— 即学即会

好焊工 是怎样炼成的



王兵 主编

HAO
HANGONG
SHI
ZENYANG
LIANCHENG
DE



化学工业出版社

 机械加工基本技能双色图解

好焊工 是怎样炼成的

王兵 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

好焊工是怎样炼成的/王兵主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.4

(机械加工基础技能双色图解)

ISBN 978-7-122-26082-6

I. ①好… II. ①王… III. ①焊接-图解 IV. ①TG4-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 013087 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 王 静

装帧设计: 尹琳琳

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 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数348千字 2016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: 59.00元

版权所有 违者必究

Foreword

前言

机械制造业是技术密集型的行业，机械行业职工队伍的技术工人是企业的主体，优秀的技术工人是各类企业中重要人才的组成部分，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展，因此企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益，才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，按《职业技能鉴定规范》中初、中级要求，我们组织编写了“机械加工基础技能双色图解”系列工人用书，各工种坚持按岗位培训需要编写的原则，突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套丛书的一个新的特色，以便能更好地满足行业和社会的需要。其主要的特色如下。

1. 采用图解形式，详析技能操作

通过图表，将各工种操作技能步骤中复杂的结构与细节知识简单化、清晰化，语言简洁，贴近现场，达到了读图学习技能知识的目的，有利于读者的理解和掌握。

2. 以能力为本位，准确定位目标

结合行业生产和企业生存与发展需要，保持行业针对性强和注重实用性的特点，运用简洁的语言，让读者看得明白，易学，能掌握，以期在行业工人职业培训工作中发挥作用。

3. 以典型零件为载体，体现行业发展

大量引入典型产品的生产过程，反映新技术在行业中的应用。另外，采用最新的国家标准、法定计量单位和最新名词及术语，充实新知识、新技术、新工艺和新方法，力求反映机械行业发展的现状与趋势。

4. 理论联系实际，把握技巧禁忌

归纳总结，对操作中“不宜做”“不应做”“禁止做”和“必须注意”的事情，以反向思维，在进行必要的工艺分析基础上，加以具体的说明和表达，并提出合理的解决措施。

本书是焊工分册，全书以焊工技能为主线，内容包括焊接基础知识、气焊与气割、焊条电弧焊、钎焊、CO₂气体保护焊、手工钨极氩弧焊等。本书通俗易懂、简明实用，旨在让技术工人通过基础与操作学习，了解焊工的基本专业知识和基本操作技巧，轻松掌握一技之长。本书不仅可供焊工各阶段读者自学使用，还可作为机械制造企业技术工人的学习读物，也可以作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

本书由王兵主编，刘明、路娟、顾奇志副主编，张娅、唐葵、龚元琼、曾艳、葛涛、刘建雄、廖胜参加编写。

由于时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请广大读者给予批评指正，以利提高。

编者

目录 Contents

励志在前

1

什么是“好焊工”	1
“好焊工”需要哪些技术积累	1
好焊工如何拿到“职场通行证”	2
如何做好职业规划	3
动手干，不动手是学不到任何手艺的	4

第 ① 章 焊接基础知识

6

1.1 焊接方法与生产过程	7
1.1.1 焊接的特点与分类	7
1.1.2 焊接生产过程与焊接能源	8
1.2 焊接装配图的识读	10
1.2.1 焊接装配图的表示方法	10
1.2.2 焊接装配图的识读与绘制	21
1.3 焊接安全	25
1.3.1 焊接操作个人防护与安全操作	25
1.3.2 焊接设备安全技术	27
1.3.3 焊接污染与控制	28

第 ② 章 气焊与气割

32

2.1 气焊与气割用设备和材料	33
2.1.1 气焊与气割常用设备	33
2.1.2 气焊与气割用辅助工具	42
2.1.3 气焊与气割用材料	44
2.2 气焊的基本操作	46
2.2.1 气焊主要参数的选择	46
2.2.2 气焊的基本操作	49
2.3 气割的基本操作	55
2.3.1 气割工艺参数的选择	55
2.3.2 气割的基本操作	56
2.4 气焊与气割操作应用实例	60
2.4.1 水桶气焊	60
2.4.2 法兰的气割	61



第 ③ 章

焊条电弧焊

62

3.1	焊条电弧焊的工作原理与特点	63
3.1.1	焊条电弧焊的工作原理	63
3.1.2	焊条电弧焊的特点	63
3.2	焊条电弧焊常用设备与工量具	64
3.2.1	焊条电弧焊常用设备	64
3.2.2	焊条电弧焊常用工量具	66
3.3	焊条	72
3.3.1	焊条的组成	72
3.3.2	焊条的分类、型号及牌号	75
3.3.3	焊条的选用、保管与使用	83
3.4	焊接工艺参数与基本操作	84
3.4.1	焊接工艺参数	84
3.4.2	焊条电弧焊基本操作技术	87
3.4.3	各种位置焊接基本操作要领	91
3.5	焊条电弧焊操作应用实例	105
3.5.1	大型钢板的对接焊	105
3.5.2	三块钢板的焊接	106
3.5.3	实腹式吊车梁的焊接	107
3.5.4	承压管道的焊接	108

第 ④ 章

钎 焊

110

4.1	钎焊的工作原理及特点	111
4.1.1	钎焊的基本原理	111
4.1.2	钎焊的特点	113
4.1.3	钎焊的分类	113
4.2	钎焊的基本操作方法	115
4.2.1	钎焊工具与材料	115
4.2.2	钎焊的接头形式与钎焊间隙	116
4.2.3	钎焊的工艺准备	119
4.3	常用金属材料的钎焊	126
4.3.1	同种金属材料的焊接	126

4.3.2	异种金属的钎焊技术	134
4.4	钎焊操作应用实例	135
4.4.1	硬质合金刀片与车刀刀体的火焰钎焊	135
4.4.2	金刚笔钎焊	136

第 ⑤ 章

CO₂气体保护焊

137

5.1	CO ₂ 气体保护焊设备与焊接材料	138
5.1.1	CO ₂ 气体保护焊的特点	138
5.1.2	焊接设备	140
5.1.3	CO ₂ 气体保护焊焊接材料	152
5.2	CO ₂ 气体保护焊基本操作技术	163
5.2.1	焊接主要工艺参数的选择	163
5.2.2	基本操作技术	167
5.3	CO ₂ 气体保护焊各种位置焊接操作要领	173
5.3.1	平焊操作	173
5.3.2	横焊操作	176
5.3.3	立焊操作	177
5.3.4	仰焊操作	179
5.3.5	管板焊接	181
5.4	CO ₂ 气体保护焊操作应用实例	186
5.4.1	平板对接横焊	186
5.4.2	大直径管对接水平转动焊	187

第 ⑥ 章

手工钨极氩弧焊

189

6.1	焊接材料与设备装置	190
6.1.1	氩弧焊焊丝	190
6.1.2	钨极	198
6.1.3	保护气体	199
6.1.4	焊接设备	201
6.2	手工钨极氩弧焊的基本操作技术	205
6.2.1	焊接工艺参数与选择方法	205
6.2.2	基本操作工艺准备	209
6.2.3	手工钨极氩弧焊的各种位置操作要领	213
6.3	手工钨极氩弧焊操作应用实例	216
6.3.1	铝合金薄板对接平焊	216
6.3.2	小直径薄壁铝合金管垂直固定焊	217

励志在前



什么是“好焊工”



一个好的焊工所应具备的条件，一方面是对操作技术人员的行为要求，另一方面也是机械加工行业对社会所应承担的义务与责任的概括。

① 有良好的职业操守和责任心，爱岗敬业，具备高尚的人格与高度的社会责任感。

② 遵守法律、法规和行业与公司等有关规定。

③ 着装整洁，符合规定，工作认真负责，有较好的团队协作和沟通能力，并具有安全生产知识和文明生产的习惯。

④ 有持之以恒的学习态度，并能不断更新现有知识。

⑤ 有较活跃的思维能力、较强的理解能力以及丰富的空间想象能力。

⑥ 能成功掌握和运用焊接的基本知识，贯彻焊接理论知识与实践技能，做到理论与实践互补与统一。

⑦ 严格执行工作程序，并能根据具体加工情况做出正确评估并完善生产加工工艺。

⑧ 保持工作环境的清洁、安全，具备独立的生产准备、设备维护和保养能力，能分析判断焊接过程中的各种质量问题与故障，并能加以解决。



“好焊工”需要哪些技术积累



焊接是一种连接方法，是将两个或两个以上的焊件在外界某种能量的作用下，借助于各焊件接触部位原子间的相互结合力连接成一个不可拆除的整体的一种加工方法。其最本质的特点就是通过焊接使焊件达到了原子结合，从而将原来分开的物体构成了一个整体，这是任何其他连接形式所不具备的。

焊工操作灵活性强，工作范围广、技术要求高，且操作者本身的技术水平能直接影响加工质量，因此要求：

① 了解常用焊接设备和切割设备的种类、型号、结构、工作原理和使用规则及维修保养方法。

- ② 理解产生电弧的条件、电弧构造、温度分布。掌握电源的极性及应用。
- ③ 了解常用焊接方法的原理、特点及应用范围。
- ④ 掌握常用金属材料的焊接性、焊接方法、焊接工艺参数和焊接材料的选择。
- ⑤ 掌握坡口选择原则，熟悉常用焊接材料（焊条、药皮、焊剂、焊丝）的分类、牌号和选择原则。
- ⑥ 了解焊接时的冶金过程和结晶过程，以及热影响区的组织、性能的变化。
- ⑦ 掌握钢材焊接性的估算方法。熟悉产生气孔、裂纹的原因并掌握其预防措施。
- ⑧ 了解焊前预热、焊后缓冷、后热及焊后热处理的概念和目的。
- ⑨ 了解焊接应力与变形产生原因，理解一般焊件的焊接顺序及减少焊接应力及变形的基本工艺措施。
- ⑩ 了解常用焊接质量的检验方法及适用范围。
- ⑪ 掌握各焊件和压力容器各种位置焊接操作的技术方法。
- ⑫ 掌握焊件不同管径管与管板各种位置的焊接。
- ⑬ 了解各种金属的焊接操作要领。
- ⑭ 了解气焊工、钳工、冷作工的基本操作要领。
- ⑮ 熟悉文明生产的有关科研课题，养成安全文明生产的习惯。
- ⑯ 掌握如何节约生产成本，提高生产效率，保证产品质量的技能。



好焊工如何拿到“职场通行证”



一般来讲，获得职场通行证，应该做好下面几步。

（1）必须要取得相应技术资格（等级）证书

技术资格（等级）证书是一个人相应专业水平的具体表现形式，焊工专业技术资格证书有初级工（五级）、中级工（四级）、高级工（三级）、技师（二级）、高级技师（一级），只有取得了这些职业培训证书，才能证明其接受过专门的专业技术训练，并达到了相应的专业技术能力，才有可能去适应和面对相应的专业技术要求，做好相应的准备，为进军职场夯实基础。

（2）创造完善职场生存智慧

① 诚恳面试。面试是一种动态的活动，随时会发生各种各样的情况，且时间又非常短促，可能还来不及考虑就已经发生了。因此，事先要经过充分的调查，对用人单位的招聘岗位需要有足够的了解，也一定要意识到参加面试时最重要的工作是用耳朵听，然后对所听到的话做出反应。这样就能很快地把自己

从一个正在求职的人，转变成一个保证努力工作和解决问题的潜在合作者。

② 突出特点。要采取主动，用各种办法来引起对方的注意，如形体语言、着装、一句问候语，都会在有限的时间内引起对方的关注，以期能让对方记住你的姓名和你的特点，其目的是在短短的面试期间，给聘用者留下深刻的印象。

③ 激发兴趣。要说服人是一件比较难的事情，必须能不断地揣摩对方说话的反应，听出“购买信号”。证明自己作为受聘者的潜在价值，从某方面来激发聘用者的兴趣。努力把自己想说的话表达出来，才能达到目的。

(3) 具备完善的职业性格

① 尽忠于与自己相关的人和群体，并忠实地履行职责，以充沛的精力，准时并圆满地完成工作。

② 在认为有必要的时候，会排除万难去完成某些事情，但不会去做那些自己认为没有意义的事情。

③ 专注于人的需要和要求，并建立起有次序的步骤，去确保那些需要和要求得以满足。

④ 对于事实抱有一种现实和实际的尊重态度，非常重视自己的岗位和职责，并要求他人也如此。



如何做好职业规划



职业发展道路勾画了个人通向其认为最有吸引力及回报的职业的最合乎逻辑性的可行性道路。身处职场中的很多人，往往都有这样的体会，即工作一段时间后，发现再想进一步提高非常困难。即使本岗位上所需知识和技能都基本了解了，但企业其他方面的东西却没有机会接触到。如果这样原地踏步，时间长了之后，就会使人落后于社会的发展变化，面临落伍淘汰的危险。所以在没有更多的学习和锻炼机会的情况下，很多人就选择了跳槽或转岗转行的道路。只有不甘于现状、勇于挑战自身能力极限的人，才能够不断取得进步，充分发挥个人才华，在实现自身的人生价值的同时，也为社会创造出最大的财富。在具体规划自己的职业道路时，应该注意以下几点：

(1) 做好当前的本职工作

应该在把目前手头上的事情做好的前提下，再学习或准备要转行从事的工作内容。如果本职工作没有完成好，而去钻研别的工作，就是一种好高骛远、不脚踏实地的做法。因此，一定要静下心来，准备做好一名一线生产技术骨干，同时去全面了解生产加工流程与工艺。

(2) 确定现实的行动目标

上升为生产加工部门班（组）长，发挥个人能力，掌握生产调度与人员安

排管理。

有了目标之后，行动起来就会有计划和条理。确定这个目标时要注意的是，最好从自己的实际能力和已具有的工作经验出发，充分利用已经具备的有利条件，并充分考虑现实状况。寻找与自己的知识、专业背景或工作经验比较相近的领域或空间谋求个人的最大发展。

(3) 推销和展示自己的才华

在当今的年代，人才要有自我推销的意识，否则即使有再好的才华或能力，也有可能被埋没。因此，平时在工作中要尽量证明自己具有多方面的才能，能够胜任包括当前岗位的多种工作。

(4) 培养竞争实力和过硬本领

在现代市场经济条件下，最重要的还是要有真本事。只有具备过硬的专业能力和丰富工作经验的人，才能得到社会的认可和市场的青睐。机会总是垂青有实力、有准备的有心之人。



动手干，不动手是学不到任何手艺的



事不分大小难易，术不论高低深浅，技能型人才的培养，是使其具备职业能力，成为直接在生产、服务、技术管理第一线工作的应用型人才。常言道：理以积日而有益，功以久练而后成，焊接技能技巧的掌握与理解是靠长时间的不断训练来掌握和提高的。多数情况下，我们都是直接参加生产的体力劳动者，这些技能技巧是近乎自动化了的动作，它不是天生就会的，而是经过练习才逐步形成的。

(1) 不动手是无法掌握熟练的操作技巧的

技能技巧的掌握分三步走：初步动作要领的分解掌握；连续动作的分解掌握；完整动作技能的协调掌握。

这是基于劳动者的认识规律性而确立的原则，是对动作技术和技能技巧的逐步了解、加深和掌握的一个重要过程，它要求我们去遵循技能掌握的逻辑顺序，从易到难，从简到繁地掌握系统的知识、技能和技巧。也就是说，一个完整动作技术和技能技巧的掌握，首先必须对每一个初步动作了解和运用，由简单入手，再到有着联系的动作和技能技巧的训练，然后到动作的协调，最后到动作的熟练，这样才能容易记忆，得以巩固。

因此不动手，就无法感知操作技巧的难简程度，更不用说对操作过程的理解与掌握。

(2) 不动手是无法提高自己的技能技巧的

直白地说，技能技巧也就是个人的心得体会，是加工过程中的一种顿悟状态，是对加工工艺与生产环节的经验总结过程。因此，只有动手操作，才能对加工过程中出现的某些现象有直观的感知，并针对出现的问题想办法去解决，进而了解并提升自己对本工种新工艺、新技术以及产品质量和劳动生产效率的全过程的判断与解决能力，从而也就能学会一定的先进工艺操作方法。

因而，不动手是不可能去发现并了解加工过程中出现的各种问题的，也无法对出现的具体问题提出具体的解决方案，从而不能从本质上去帮助我们自己，让我们的技术有质的飞跃。

（3）不动手是不可能将理论知识得以诠释的

实践是检验真理的唯一标准，完整和系统的理论知识虽对我们的生产训练具有很好的指导作用，但反过来，动手训练则是对理论知识的消化和提高，是走向工作岗位必不可少的训练和过渡阶段。一味地重理论轻实践，其结果只能是纸上谈兵。

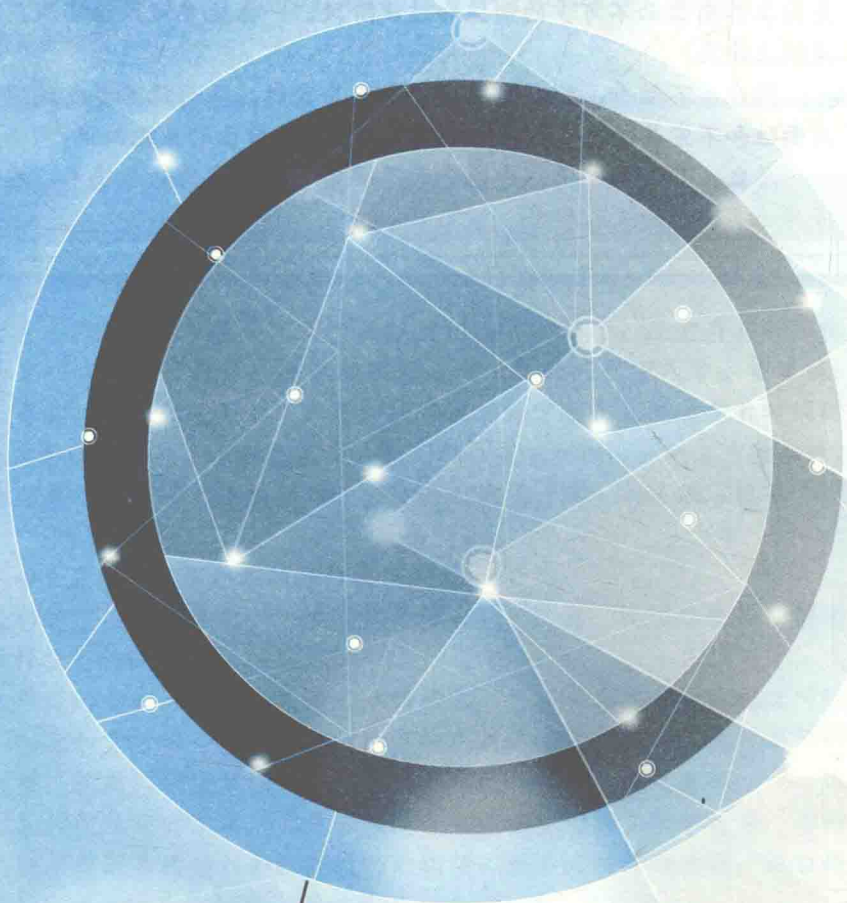
因此，不动手，就不能用理论去指导实践，从而就不会发现理论中的某些片面性和不完善性的东西，因此也就无法提升自己的系统知识。

总之，只有动手干，才能全面了解和掌握应有的专业技术，才能立足本职成为一名出色的技术人才。



第1章

焊接基础知识



机械加工基础技能双色图解

好焊工是怎样炼成的

1.1 焊接方法与生产过程

1.1.1 焊接的特点与分类

(1) 焊接的定义

焊接是一种连接方法，它是将两个或两个以上的焊件在外界某种能量（通过加热、加压或两者并用）的作用下，借助于各焊件接触部位原子间的相互结合力连接成一个不可拆除的整体的一种加工方法。它广泛应用于工业生产的各种领域，是金属加工的主要方法之一。

焊接最本质的特点就是通过焊接使焊件达到了原子结合，从而将原来分开的物体构成了一个整体，这是任何其他连接形式所不具备的。常用的连接形式如图 1-1 所示。为了达到原子结合，焊接时必须对焊接区进行加热、加压。

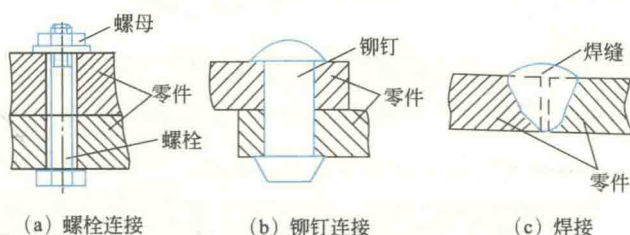


图 1-1 几种常用的连接形式

(2) 焊接的特点

① 焊接结构的应力集中变化范围比铆接结构大 焊缝除了起着连接焊件的作用外，还与基体金属组成一个整体，并能在外力作用下与它一起变形。因此，焊缝的形状和布置必然会影响应力的分布，使应力集中在较大的范围内变化。应力集中对结构的脆性断裂和疲劳有很大的影响。采取合理的工艺和设计，可以控制焊接结构的应力集中，提高其强度和寿命。

② 焊接结构有较大的焊接应力和变形 经焊接后的焊件因局部加热而不可避免地在结构中产生一定的焊接应力和变形。焊接应力和变形不但会引起工艺缺陷，而且还会影响结构的承载能力（如强度、刚度和受压稳定性）及结构的加工精度和尺寸的稳定性。

③ 焊接接头具有较大的不均匀性 因焊缝金属的成分和组织与基体金属不同，接头各部位经历的热循环不同，使得接头不同区域的性能不同。焊接接头的均匀性表现在力学性能及金相组织上。对于高强度钢选用不同的焊接材料和工艺，接头各区域的组织和性能也有很大差别。接头的这种不均匀性对接头的断裂行为有很大影响。

④ 焊接接头中存在着一定数量的质量缺陷 焊接接头中通常有裂纹、气孔、夹渣、未焊透、未熔合等质量缺陷。质量缺陷的存在会降低强度，引起应力集中，损坏焊缝的致密性，是造成焊接结构破坏的主要原因之一。但是，采用合适的工艺措施加强工艺质量管理，这些质量缺陷是可以预防的，即使已产生了质量缺陷，也是可以修复的。

⑤ 焊接接头的整体性 焊接接头的整体性是焊接结构区别于铆接结构的一个重要特性。这个特性一方面赋予焊接结构高密封性和高刚度，另一方面也带来了问题。例如，止裂性能不如铆接结构好，裂纹一旦扩展，就不易制止，而铆接往往可以起到限制裂纹

扩展的作用。

(3) 焊接的分类

根据焊接过程中金属所处状态的不同，焊接方法可分为熔焊、压焊和钎焊三大类，见表 1-1。

表 1-1 焊接的基本分类与用途

焊接分类		基本原理	用途
熔焊	气焊	利用氧 - 乙炔或其他气体火焰加热母材、焊丝和焊剂而达到焊接的目的	适用于焊接薄件、有色金属和铸铁等
	手工电弧焊	利用电弧作为热源熔化焊条和母材而形成焊缝的一种手工操作的焊接方法	应用范围极为广泛，尤其适用于焊接短焊缝和全位置焊接
	埋弧自动焊	电弧在焊接剂层下燃烧，利用焊剂作为金属熔池的覆盖层，将空气隔绝使之不能侵入熔池，焊丝的进给和电弧沿接缝的移动为机械操纵，焊缝质量稳定，成形美观	适于水平位置长焊缝的焊接和环形焊缝的焊接
	等离子弧焊	利用气体充分电离后，再经过机械收缩效应、热收缩效应和磁收缩效应而产生一束高温热源来进行焊接	可用于焊接不锈钢、耐热合金钢、铜及铜合金、钛及钛合金以及钼、钨及其合金等
	气电焊	利用专门供应的气体保护焊接区的电弧焊，气体作为金属熔池的保护层将空气隔绝	惰性气体保护焊用于焊接合金钢与铝、铜、钛等有色金属及其合金；氧化性气体保护焊用于普通碳素钢及其低合金钢材料的焊接
压焊	电阻焊	利用电流通过焊件接触时产生的电阻热，并加压进行焊接的方法。分为点焊、缝焊和对焊。点焊和缝焊是焊件加热到局部熔化状态；对焊是焊件加热到塑性状态或表面熔化状态	可焊接薄板、棒材、管材等
	摩擦焊	利用焊件间相互摩擦产生的热量将母材加热到塑性状态，然后加压形成焊接接头	用于钢及有色金属及异种金属材料的焊接（限方、圆截面）
钎焊		采用比母材熔点低的材料作填充金属，加热使填充金属熔化，母材不熔化，借液态填充金属与母材的毛细作用和扩散作用实现焊接连接	一般用于焊接尺寸较小的焊件

1.1.2 焊接生产过程与焊接能源

(1) 焊接的生产过程

火车、汽车、轮船等，它们的外壳和骨架就是一些钢板和型钢焊接起来的。图 1-2 所示的油罐车罐体是一个典型的焊接结构。焊接是罐体生产的关键工序，通过焊接才能把一些钢板制造成符合要求的油罐车罐体。这种工序的顺序如图 1-3 所示。

在这些较多的工序中，主要分两个阶段：备料阶段（成形加工以前的工序）和装焊阶段。备料阶段中，先要把罐体所需要的板材矫平，再按照图样要求的尺寸在钢板上划线，然后按划线剪切成形后进行加工。在装焊过程中，要进行部件的装焊、分段装焊和总体装焊工作。部件的装焊是将剪切成形加工完的构件装焊成部件。部件比较简单，常由两个或由两个以上的构件装成独立的组合体。如罐体的上板，有许多块钢板，可先将两块钢板焊接成部件。分段装焊是把各个部件组合装焊成分段部件，它的尺寸较大些，

构造也较为复杂。如罐体的上板和底板是由几个部件组焊成的。总体装焊是将分段组合装焊成整体结构。如罐体是由端板、上板、空气包、底板 4 个部件装焊而成的。

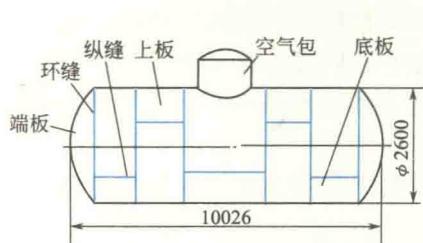


图 1-2 油罐车罐体结构

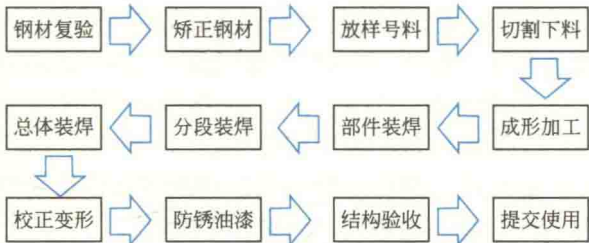


图 1-3 油罐车罐体的生产过程框图

在结构生产过程中，要考虑选用最佳的加工方法和焊接方法，选用合理的焊接顺序和检测手段，使焊接生产具有合理性、先进性，以保证不断提高产品质量。

(2) 焊接能源

焊接能源有电能、机械能、化学能、光能和超声波能等。焊接使用的能源，也就是焊接时的各种热源，其主要特性见表 1-2。

表 1-2 焊接时各种热源的主要特性

热源	最小加热面积 /cm ²	最大功率密度 / (W/cm ²)	温度 /K	热源	最小加热面积 /cm ²	最大功率密度 / (W/cm ²)	温度 /K
乙炔焰	10 ⁻²	2×10 ³	3400 ~ 3500	气体	10 ⁻⁴	10 ⁴ ~ 10 ⁵	—
钨极氩弧	10 ⁻³	1.5×10 ⁴	8000 ~ 10000	等离子	10 ⁻⁵	1.5×10 ⁵	18000 ~ 25000
焊剂	10 ⁻³	2×10 ⁴	6400	电子束	10 ⁻⁷	10 ⁷ ~ 10 ⁹	—
电阻	10 ⁻²	10 ⁴	2300	激光	10 ⁻⁸	10 ⁷ ~ 10 ⁹	—

① 电能 电能有下列几种形式。

a. 电弧。这是一种气体放电现象，它是熔焊的主要热源。电弧空间的气体介质在电场和电弧热作用下游离成带电粒子，传导焊接电流。当焊接电流流过电弧时，电弧两端产生电压降。

b. 电阻。它是电渣焊或电阻焊的能源。熔融的熔渣一旦变成高度电离的物质，也可以传导焊接电流。电渣焊即利用电流流过液态熔渣时产生的电阻热，使电极和母材熔化而实现金属连接。

c. 热辐射。利用电流流过电热丝时产生的热辐射加热焊件来实现金属连接。它是钎焊的重要热源。

d. 感应加热。它是一种特殊的能量传递方式。当高频电流流过感应线圈时，在其周围产生相同频率的交变电磁场并在工件中产生感应电流（若工件上存在闭合电路），使工件加热。感应的高频电流具有集肤效应和邻近效应。高频电阻焊时，集肤效应和邻近效应使电流沿接缝的结合面流动，加热接触表面，并通过挤压实现焊接。而高频钎焊时，为了使钎焊接头均匀加热，应设法克服集肤效应对焊接质量的不利影响。高频电磁场的强度受线圈的工作电流、线圈匝数及线圈周围介质等因素的影响。

e. 电子束。借助阴极发射出来的电子在静电场的作用下加速，将电场能转变为动能，



再通过静透镜和电磁镜聚焦成细小而密集的电子束流。当电子束轰击被焊金属时, 电子的动能就变成熔化和蒸发金属的热能从而完成焊接。

② 机械能 用机械能连接金属时, 通过顶压、顶锻、摩擦等手段, 使接头金属发生塑性变形, 有效地破坏结合面上的金属氧化膜, 并在外力作用下将氧化物挤出接头, 实现金属与金属的连接。焊前接头装配紧密, 要求较高时采用惰性气体保护或在真空条件下焊接。

③ 化学能 它是气焊、热剂焊和爆炸焊的能源, 可利用两种或两种以上物质化学反应所产生的能量实现金属连接。

a. 气焊。是指依靠可燃气体和氧的混合燃烧产生焊接所需的热量。常用的可燃气体有乙炔、氢、天然气、丙烷、丁烷等。

b. 热剂焊 利用两种或两种以上物质化学反应所产生的热量作为能源, 同时还利用反应金属生成物作为填充材料完成焊接任务。

c. 爆炸焊 利用炸药爆炸释放的化学能实现金属的连接。炸药引爆瞬间发生的剧烈化学反应产生大量气体物质, 释放大热量。其反应区温度可达上千度, 局部压力可达 $2.7 \times 10^4 \text{MPa}$ 。这种高温、高压气体在周围介质中迅速膨胀, 压缩其他周围的介质, 形成冲击波。利用爆炸形成的冲击波和化学热, 以实现覆板和基板的冶金结合。

④ 光能 光能是激光焊或太阳能焊的能源。焊接能源的光能有激光、红外线、白炽光、太阳光。

a. 激光。它是原子受激辐射产生的一束相干光。激光焊是利用聚焦的激光束加热焊件接缝, 使其熔化, 然后冷却、凝固结合在一起。由于光束经聚焦后的光斑直径可小到 0.01mm , 功率密度高达 10^9W/cm^2 , 热量集中, 因此焊缝窄、热影响区小、焊件变形小。激光束借助透镜和反射镜聚焦和反射, 可在任意方向上弯曲、偏转, 并可在空间作中远距离传射, 故特别适用于复杂形状构件的焊接。

b. 红外线。它具有较强的穿透能力, 且容易被物体吸收, 因此, 在工业中被广泛用作热源, 红外线钎焊热源就是用大功率石英灯作红外线辐射器。根据焊件形状、结构特点的需要, 合理设置若干石英灯。石英灯组发出的红外线经抛物面反射聚光, 将红外线束投向工件钎焊面, 其功率密度可达 $60 \sim 100 \text{kW/m}^2$ 。

c. 太阳光。利用抛物面聚光, 可以将太阳光辐射能转变为热能来加热焊件, 以实现金属连接。

⑤ 超声波能 超声波焊通过换能器(磁致伸缩型和压电型)将电能转换为超声波能传输给工件, 在焊接处产生超声波的机械振动, 使两金属间发生超声频率的摩擦, 消除金属接触面的表面氧化膜, 同时在接触界面处产生大量热能, 使两金属发生塑性变形, 在外压力作用下, 使工件在固态下实现连接。

1.2 焊接装配图的识读

1.2.1 焊接装配图的表示方法

(1) 焊接装配图的特点

焊接装配图是指在焊接结构制造中, 由焊接零件、部件组装成构件或整体结构的图