

# 图解电焊工 入门·考证 一本通



石勇博 主编

- 
- 
- ▶ 图解模式，  
注重要点分析；
  - ▶ 上岗取证，  
就业技能全掌握



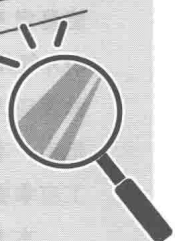
化学工业出版社

图解

电焊工

入门·考证

一本图



石勇博 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是依据劳动和社会保障部最新修订的《国家职业标准——电焊工》编写的,主要为初级和中级电焊工职业资格培训服务,是一本职业入门及技能鉴定考证参考书。主要内容包括电焊工基础知识,焊条电弧焊,埋弧焊,CO<sub>2</sub>气体保护电弧焊,钨极氩弧焊,其他常用焊接与切割方法,焊接缺陷检验及应力变形等。此外,为了满足考生考证的需要,熟悉考核内容、题型、指南,本书配有技能鉴定实操习题,在最后一章以试题的形式阐述中级电焊工应掌握的理论知识点并配有参考答案。

本书内容实用,可操作性强,配有大量的图解说明,易看、易懂,方便初学者快速掌握电焊工操作技能,可作为机械制造企业技术工人的学习读物,还可作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

图解电焊工入门·考证一本通/石勇博主编. —北京:  
化学工业出版社, 2014.11  
ISBN 978-7-122-21780-6

I. ①图… II. ①石… III. ①电焊-图解 IV. ①TG443-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 207509 号

---

责任编辑: 张兴辉  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆  
装帧设计: 王晓宇

---

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: 北京云浩印刷有限责任公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 11 1/4 字数 298 千字  
2015 年 2 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: 39.80 元

版权所有 违者必究

# 前言

FOREWORD



为了贯彻国务院《关于大力发展职业教育的决定》和“全国再就业会议”精神，深入推动再就业培训，配合国家对下岗失业人员开展职业技能培训，对进城务工的农民工开展职业培训，使其提高职业技能后再就业，我们组织编写了本书。本书是依据《国家职业标准》、《国家职业技能鉴定规范》以及笔者在工作过程中积累的实际经验进行编写的。

电焊工是机械制造工业中应用较广泛、从业人员较多的技术工种，也是最重要的工种之一。因此，对电焊工职业技能的培训尤为重要。

本书共9章，内容包括电焊工基础知识，焊条电弧焊，埋弧焊，CO<sub>2</sub>气体保护电弧焊，钨极氩弧焊，其他常用焊接与切割方法，焊接缺陷检验及应力变形等，此外，为了满足考生考证的需要，熟悉考核内容、题型、指南，本书配有技能鉴定实操习题，在最后一章以试题的形式阐述中级电焊工应掌握的理论知识点并配有参考答案。

本书内容实用，可操作性强，配有大量的图解说明，易看、易懂，方便初学者快速掌握电焊工操作技能，可作为机械制造企业技术工人的学习读物，还可作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

本书由石勇博主编，罗娜、吴宁、李香香、董慧、何影、于涛、张超、成育芳、张维、李东、赵蕾、张健、雷杰、郭志慧等参与编写。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

# 目录

CONTENTS

图解电焊工入门  
考证一本通

## 第1章 电焊工基础知识 ..... 1

- 1.1 电焊工就业情况 ..... 1
- 1.2 电焊工(中级)技能鉴定考核要求 ..... 2
- 1.3 焊接识图知识 ..... 5

## 第2章 焊条电弧焊 ..... 19

- 2.1 焊条电弧焊概述 ..... 19
  - 2.1.1 焊条电弧焊的焊接原理 ..... 19
  - 2.1.2 焊条电弧焊的焊接材料 ..... 26
  - 2.1.3 焊条电弧焊设备及工具 ..... 27
- 2.2 焊条电弧焊基本操作方法 ..... 33
  - 2.2.1 引弧 ..... 33
  - 2.2.2 运条 ..... 35
  - 2.2.3 焊缝的起头、接头和收弧 ..... 39
  - 2.2.4 定位焊缝的焊接 ..... 44
  - 2.2.5 单面焊双面成形焊接技术 ..... 45
- 2.3 不同焊接位置焊条电弧焊的操作方法 ..... 55
  - 2.3.1 平焊法 ..... 55
  - 2.3.2 立焊法 ..... 60
  - 2.3.3 横焊法 ..... 63
  - 2.3.4 仰焊法 ..... 67
- 2.4 焊条电弧焊的操作技术 ..... 70
  - 2.4.1 板材的焊接操作 ..... 70
  - 2.4.2 管材的焊接操作 ..... 71
  - 2.4.3 管道向下立焊的操作 ..... 81

|       |                                                                   |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.4.4 | 管板的焊接操作 .....                                                     | 83  |
| 2.5   | 焊条电弧焊操作技能实例 .....                                                 | 88  |
| 2.5.1 | 低碳钢板对接向上立焊位置的单面焊双面成形 .....                                        | 88  |
| 2.5.2 | 低碳钢板对接横焊位置单面焊双面成形 .....                                           | 94  |
| 2.5.3 | $\phi 80\text{mm} \times 4\text{mm}$ 低碳钢管水平固定对接单面<br>焊双面成形 .....  | 98  |
| 2.5.4 | $\phi 80\text{mm} \times 10\text{mm}$ 低碳钢管垂直固定对接单面<br>焊双面成形 ..... | 102 |
| 2.5.5 | 薄板的焊接 .....                                                       | 105 |
| 2.5.6 | 不锈钢耐腐蚀层的焊接 .....                                                  | 106 |

## 第3章 埋弧焊 ..... 108

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 3.1   | 埋弧焊概述 .....                | 108 |
| 3.1.1 | 埋弧焊的原理 .....               | 108 |
| 3.1.2 | 埋弧焊工艺参数 .....              | 109 |
| 3.1.3 | 埋弧焊设备 .....                | 113 |
| 3.2   | 埋弧焊操作技术 .....              | 118 |
| 3.2.1 | 对接直焊缝的焊接 .....             | 118 |
| 3.2.2 | 对接环焊缝的焊接 .....             | 121 |
| 3.2.3 | 角焊缝的焊接 .....               | 122 |
| 3.2.4 | 埋弧焊的堆焊 .....               | 123 |
| 3.3   | 埋弧焊操作技能实例 .....            | 125 |
| 3.3.1 | Q235B 低碳钢板的对接单丝埋弧双面焊 ..... | 125 |
| 3.3.2 | Q235B 低碳钢板的对接双丝埋弧焊 .....   | 126 |
| 3.3.3 | 不锈钢板的带极埋弧堆焊 .....          | 128 |
| 3.3.4 | 不锈钢对接焊缝的埋弧自动焊 .....        | 129 |
| 3.3.5 | 埋弧自动焊横缝的焊接 .....           | 130 |



## 第4章 CO<sub>2</sub>气体保护电弧焊 ..... 133

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 4.1 气体保护电弧焊概述 .....                                | 133 |
| 4.1.1 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的焊接原理 .....             | 133 |
| 4.1.2 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的焊接材料 .....             | 135 |
| 4.1.3 CO <sub>2</sub> 气体保护焊设备 .....                | 138 |
| 4.1.4 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的焊接工艺参数 .....           | 146 |
| 4.2 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的基本操作方法 .....             | 148 |
| 4.3 CO <sub>2</sub> 气体保护焊的操作技术 .....               | 153 |
| 4.4 CO <sub>2</sub> 气体保护焊操作技能实例 .....              | 160 |
| 4.4.1 薄板对接向上立焊单面焊双面成形 .....                        | 160 |
| 4.4.2 板厚 12mm V形坡口对接横焊单面焊双面成形 .....                | 163 |
| 4.4.3 $\phi$ 133mm $\times$ 10mm 低碳钢管水平固定对接焊 ..... | 165 |

## 第5章 钨极氩弧焊 ..... 168

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 5.1 钨极氩弧焊概述 .....               | 168 |
| 5.1.1 氩弧焊的原理 .....              | 168 |
| 5.1.2 钨极氩弧焊焊接材料 .....           | 168 |
| 5.1.3 钨极氩弧焊设备 .....             | 172 |
| 5.1.4 钨极氩弧焊工艺参数 .....           | 177 |
| 5.2 钨极氩弧焊的基本操作方法 .....          | 180 |
| 5.3 钨极氩弧焊操作技术 .....             | 184 |
| 5.4 手工钨极氩弧焊 (TIG) 的基本操作方法 ..... | 187 |
| 5.5 钨极氩弧焊单面焊双面成形操作技术 .....      | 198 |
| 5.5.1 V形坡口对接平焊 .....            | 198 |
| 5.5.2 V形坡口对接立焊 .....            | 199 |
| 5.5.3 V形坡口对接横焊 .....            | 199 |
| 5.5.4 V形坡口对接仰焊 .....            | 200 |
| 5.5.5 小直径管对接垂直固定焊 .....         | 201 |
| 5.5.6 大直径中厚壁管对接水平固定组合焊 .....    | 202 |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 5.6   | 手工钨极氩弧焊操作技能实例 .....       | 205 |
| 5.6.1 | 低合金钢管垂直固定对接单面焊双面成形 .....  | 205 |
| 5.6.2 | 低合金钢管水平固定对接单面焊双面成形 .....  | 208 |
| 5.6.3 | 插入式低碳钢管板垂直固定单面焊双面成形 ..... | 211 |
| 5.6.4 | 插入式低碳钢管板水平固定单面焊双面成形 ..... | 214 |

## 第6章 其他常用焊接与切割方法 ..... 218

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 6.1   | 电渣焊 .....          | 218 |
| 6.1.1 | 电渣焊的原理 .....       | 218 |
| 6.1.2 | 电渣焊设备 .....        | 219 |
| 6.1.3 | 电渣焊操作方法 .....      | 221 |
| 6.1.4 | 电渣焊操作技能实例 .....    | 231 |
| 6.2   | 等离子弧焊与切割 .....     | 239 |
| 6.2.1 | 等离子弧产生的原理 .....    | 239 |
| 6.2.2 | 等离子弧焊接 .....       | 240 |
| 6.2.3 | 等离子弧切割 .....       | 243 |
| 6.2.4 | 等离子弧切割操作技能实例 ..... | 246 |

## 第7章 焊接缺陷检验及应力变形 ..... 248

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 7.1   | 焊接缺陷与检验 .....           | 248 |
| 7.1.1 | 常见焊接缺陷及防止措施 .....       | 248 |
| 7.1.2 | 焊接缺陷的返修 .....           | 258 |
| 7.1.3 | 焊接检验 .....              | 261 |
| 7.2   | 焊接应力及变形 .....           | 269 |
| 7.2.1 | 焊接应力与变形的分类 .....        | 269 |
| 7.2.2 | 影响焊接变形的因素 .....         | 282 |
| 7.2.3 | 防止和减少焊接应力与变形的措施 .....   | 287 |
| 7.2.4 | 消除和矫正焊接残余应力与变形的措施 ..... | 295 |



## 第8章 电焊工(中级)技能鉴定实操试题分析..... 301

|               |     |
|---------------|-----|
| 8.1 实操试题分析(一) | 301 |
| 8.1.1 考核图样    | 301 |
| 8.1.2 考核要求    | 302 |
| 8.1.3 准备工作    | 302 |
| 8.1.4 考核评分标准  | 303 |
| 8.1.5 焊接操作    | 303 |
| 8.2 实操试题分析(二) | 305 |
| 8.2.1 考核图样    | 305 |
| 8.2.2 考核要求    | 305 |
| 8.2.3 准备工作    | 305 |
| 8.2.4 考核评分标准  | 306 |
| 8.2.5 焊接操作    | 307 |
| 8.3 实操试题分析(三) | 308 |
| 8.3.1 考核图样    | 308 |
| 8.3.2 考核要求    | 308 |
| 8.3.3 准备工作    | 309 |
| 8.3.4 考核评分标准  | 309 |
| 8.3.5 焊接操作    | 310 |
| 8.4 实操试题分析(四) | 311 |
| 8.4.1 考核图样    | 311 |
| 8.4.2 考核要求    | 312 |
| 8.4.3 准备工作    | 312 |
| 8.4.4 考核评分标准  | 313 |
| 8.4.5 焊接操作    | 313 |
| 8.5 实操试题分析(五) | 314 |
| 8.5.1 考核图样    | 314 |
| 8.5.2 考核要求    | 315 |
| 8.5.3 准备工作    | 315 |
| 8.5.4 考核评分标准  | 316 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 8.5.5 焊接操作..... | 316 |
|-----------------|-----|

## **第9章 电焊工（中级）技能鉴定理论题解 .....** 319

|                |     |
|----------------|-----|
| 9.1 习题 .....   | 319 |
| 9.2 参考答案 ..... | 344 |
| 参考文献 .....     | 347 |

# 第1章



## 电焊工基础知识

### 1.1 电焊工就业情况

当今世界的诸多最新科研成果、前沿技术和高新技术，比如：计算机、微电子、数字控制、信息处理、工业机器人、激光技术等，已经被大量应用于焊接领域，这使得焊接的技术含量得到了空前的提高，同时在制造过程中创造了极高的附加值。

焊接已成为一门独立的学科，并广泛应用于宇航、航空、核工业、造船、建筑及机械制造等工业部门，在我国的国民经济发展中，尤其是制造业发展中，焊接技术是一种不可缺少的加工手段。在人类发展史上留下辉煌篇章的三峡水利工程、西气东输工程和“神舟”号载人飞船，都有采用焊接结构。以西气东输工程项目为例，总长约 4300 公里的输气管道，焊接接头的数量竟达 35 万个以上，整个管道上焊缝的长度至少长达一万五千公里。离开焊接，简直无法想象如何完成这样的工程。

电焊工是一个机械制造和机械加工的工种，在加工和制造行业是一个很重要的工种，目前我国加工制造业缺少很多这方面的人才，现在高级蓝领的待遇相比白领还要高。电焊是一门技术活，在企业中主要负责工程中的焊接及小维修的焊接。目前电焊工全国整体缺口较大，供不应求，在机械加工、汽车制造、船舶重工等相关行业，都需要大量的电焊工。

## 1.2 电焊工（中级）技能鉴定考核要求

### （1）申报条件

① 取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 3 年以上，经本职业中级正规培训达规定标准学时数，并取得毕（结）业证书。

② 取得本职业初级职业资格证书后，连续从事本职业工作 5 年以上。

③ 连续从事本职业工作 6 年以上。

④ 取得经劳动保障行政部门审核认定的、以中级技能为培养目标的中等以上职业学校本职业毕业证书。

### （2）基础知识

#### ① 识图知识。

a. 简单装配图的识读知识。

b. 焊接装配图识读知识。

c. 焊缝符号和焊接方法代号表示方法。

#### ② 金属学及热处理知识。

a. 金属晶体结构的一般知识。

b. 合金的组织结构及铁碳合金的基本组织。

c. Fe-C 相图的构造及应用。

d. 钢的热处理基本知识。

#### ③ 常用金属材料知识。

a. 常用金属材料的物理、化学和力学性能。

b. 碳素结构钢、合金钢、铸铁、有色金属的分类、牌号、成分、性能和用途。

#### ④ 电工基本知识。

a. 直流电与电磁的基本知识。

b. 交流电基本概念。

c. 变压器的结构和基本工作原理。

d. 电流表和电压表的使用方法。

#### ⑤ 化学基本知识。

- a. 化学元素符号。
- b. 原子结构。
- c. 简单的化学反应式。
- ⑥ 安全卫生和环境保护知识。
  - a. 安全用电知识。
  - b. 焊接环境保护及安全操作规程。
  - c. 焊接劳动保护知识。
  - d. 特殊条件与材料的安全操作规程。
- ⑦ 冷加工基础知识。
  - a. 钳工基础知识。
  - b. 钣金工基础知识。

### (3) 工作要求

电焊工（中级）技能鉴定考核工作要求见表 1-1。

表 1-1 电焊工（中级）技能鉴定考核工作要求

| 职业功能 | 工作内容                   |       | 技能要求                                                                                                                |
|------|------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 焊前准备 | 安全检查                   |       | 能够进行场地设备、工卡具安全检查                                                                                                    |
|      | 焊接材料准备                 |       | ① 正确选择和使用常用金属材料的焊条<br>② 正确选择和使用焊剂<br>③ 正确选择和使用保护气体<br>④ 正确选择和使用焊丝                                                   |
|      | 工件准备                   |       | ① 能够进行不同位置的焊接坡口的准备<br>② 能够控制焊接变形<br>③ 能够进行焊前预热<br>④ 能够进行焊件组对及定位焊                                                    |
|      | 设备准备                   |       | 能正确选择焊条电弧焊机、埋弧焊机、气体保护焊机、电阻焊机等及辅助装置                                                                                  |
| 焊接   | 焊接操作                   |       | 能够运用常用的焊接方法对常用的金属材料进行焊接                                                                                             |
|      | 常用焊接方法运用（可根据申报人情况任选一种） | 焊条电弧焊 | ① 能够进行低碳钢平板对接立焊、横焊的单面焊双面成形<br>② 能够进行低碳钢平板对接的仰焊<br>③ 能够进行低碳钢管垂直固定单面焊双面成形<br>④ 能够进行低碳钢板插入式各种位置焊接<br>⑤ 能够进行低碳钢管的水平固定焊接 |

续表

| 职业功能 | 工作内容                    |                       | 技能要求                                                                          |
|------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 焊接   | 常用焊接方法运用（可根据申报人情况任选一种）  | 埋弧焊                   | ① 能够进行埋弧焊机的操作<br>② 能够正确选择埋弧焊工艺参数<br>③ 能够进行中、厚板的平板对接双面焊                        |
|      |                         | 钨极氩弧焊                 | ① 能够正确选择手工钨极氩弧焊工艺<br>② 能够进行管的手工钨极氩弧焊对接单面焊双面成形<br>③ 能够进行管的手工钨极氩弧焊打底，焊条电弧焊填充、盖面 |
|      |                         | CO <sub>2</sub> 气体保护焊 | ① 能够正确选择半自动二氧化碳气体保护焊工艺<br>② 能够进行半自动二氧化碳气体保护焊板的各种位置单面焊双面成形                     |
|      |                         | 等离子弧焊接与切割             | ① 能够进行奥氏体不锈钢等离子弧切割<br>② 能够进行奥氏体不锈钢的焊接                                         |
|      |                         | 其他焊接方法运用              | 能够运用所选用的焊接方法进行焊接                                                              |
|      | 常用金属材料的焊接（可根据申报人情况任选一种） | 控制焊接接头的组织和性能          | ① 能够控制焊后焊接接头中出现的各种组织<br>② 能够控制和改善焊接接头的性能                                      |
|      |                         | 控制焊接应力及变形             | ① 能够控制和矫正焊接残余变形<br>② 能够减少和消除焊接残余应力                                            |
|      |                         | 低合金结构钢的焊接             | 能够选择低合金结构钢焊接材料和工艺                                                             |
|      |                         | 珠光体耐热钢和低温钢的焊接         | 能够选择珠光体耐热钢和低温钢焊接材料和工艺                                                         |
|      |                         | 奥氏体不锈钢的焊接             | 能够选择奥氏体不锈钢焊接材料和工艺                                                             |
| 焊后检查 | 焊接缺陷分析                  |                       | ① 能够防止焊接缺陷<br>② 能够进行焊接缺陷的返修                                                   |
|      | 焊接检验                    |                       | ① 能够对焊接接头外观缺陷进行检验<br>② 能够根据力学性能和 X 射线检验的结果评定焊接质量                              |



## 1.3 焊接识图知识

焊接图是焊接加工时所用的图样，如图 1-1 所示。

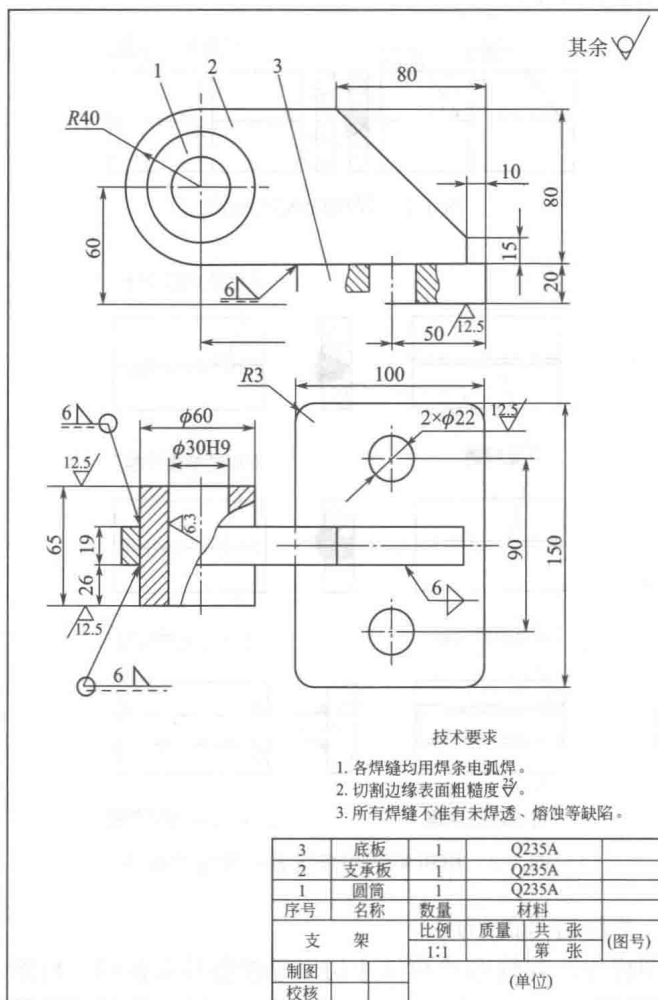


图 1-1 焊接图

## (1) 焊缝的规定画法

图样上通常不需要特别表示焊缝，只在焊缝处标注焊缝符号，如图 1-2 所示。

如果需要绘制焊缝，除标注焊缝符号外，还需用粗实线表示可见焊缝，用栅线表示不可见焊缝，栅线用细实线绘制并与焊缝垂直，如图 1-3 所示。

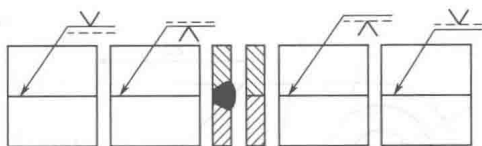


图 1-2 焊缝的规定画法

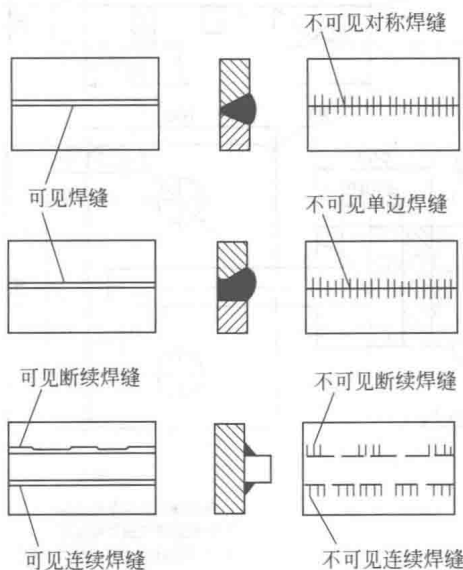


图 1-3 用粗实线和栅线表示焊缝的画法

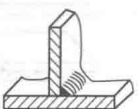
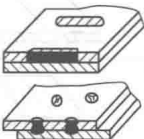
## (2) 焊缝符号的组成

在图样中，焊缝形式和尺寸均用焊缝符号来说明。根据《焊缝符号表示法》(GB/T 324—2008) 的规定，焊缝符号通常是由基本符号与指引线组成，必要时，可加上辅助符号、补充符号和焊缝尺

寸符号。

① 焊缝基本符号 焊缝基本符号是表示焊缝横截面形状的符号,见表 1-2。

表 1-2 焊缝基本符号

| 序号 | 名称               | 示意图                                                                                 | 符号                                                                                  |
|----|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 卷边焊缝<br>(卷边完全熔化) |    |    |
| 2  | I 形焊缝            |    |    |
| 3  | V 形焊缝            |    |    |
| 4  | 单边 V 形焊缝         |    |    |
| 5  | 带钝边 V 形焊缝        |    |    |
| 6  | 带钝边单边 V 形焊缝      |    |    |
| 7  | 带钝边 U 形焊缝        |    |    |
| 8  | 带钝边 J 形焊缝        |   |   |
| 9  | 封底焊缝             |  |  |
| 10 | 角焊缝              |  |  |
| 11 | 塞焊缝或槽焊缝          |  |  |