

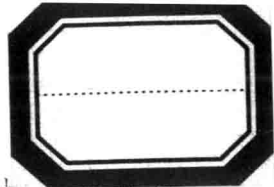
建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材



建筑焊工

郭 瑞 编著

中国建筑工业出版社



建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

建 筑 焊 工

郭 瑞 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑焊工/郭瑞编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013.1

(建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材)

ISBN 978-7-112-15085-4

I. ①建… II. ①郭… III. ①建筑工程-焊接-技术培训-教材 IV. ①TU758.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 012489 号

建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

建筑焊工

郭瑞 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 9 $\frac{5}{8}$ 字数: 258 千字

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-15085-4

(22970)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书作为针对建筑施工特种作业人员之一建筑焊工的培训教材，紧紧围绕《建筑施工特种作业人员管理规定》、《建筑施工特种作业人员安全技术考核大纲（试行）》、《建筑施工特种作业人员安全操作技能考核标准（试行）》等相关规定，对建筑焊工必须掌握的安全技术知识和技能进行了讲解，全书共7章，包括：基础理论知识、焊接与切割基础、电弧焊安全、气焊与气割安全、压力焊安全、特殊作业安全、焊接与切割作业劳动卫生防护。本书针对建筑企业生产中焊接与切割作业的特点，本着科学、实用、适用的原则，内容深入浅出，语言通俗易懂，形式图文并茂，系统性、权威性、可操作性强。

本书为建筑焊工安全技术培训考核教材，也可作为建筑焊工的参考书和自学用书。本书还可供安全员、安全监理人员及其他安全管理人员学习参考。

* * *

责任编辑：刘 江 范业庶

责任设计：赵明霞

责任校对：陈晶晶 赵 颖

前 言

为强化建设工程项目中建筑焊工的安全生产意识，不断提高建筑焊工的施工现场操作技能水平，防止和减少安全事故，保障现场作业人员和周边市民的生命财产安全，各省市住房和城乡建设主管部门已将“建筑焊工”列入建筑施工特种作业人员管理范围，进行严格管理。因此，建筑焊工持证上岗制度，是抓好建筑安全生产工作的一项重要工作，建筑焊工的安全技能水平的高低直接影响工程的质量和安 全，其操作不规范往往是导致重大安全事故的源头。为配合各地对建筑焊工特种作业人员的培训考核工作，我们特编写此书。本书紧紧围绕《建筑施工特种作业人员管理规定》、《建筑施工特种作业人员安全技术考核大纲（试行）》、《建筑施工特种作业人员安全操作技能考核标准（试行）》等相关规定，对建筑焊工必须掌握的安全技术知识和技能进行了讲解。旨在进一步规范建筑焊工特种作业人员安全技术培训考核工作，帮助建筑焊工更好地理解 and 掌握相关安全技术理论和实际操作安全技能，全面提高建筑焊工的知识水平和实际操作能力。

本书为建筑焊工安全技术培训考核教材，也可作为建筑焊工的参考书和自学用书。本书还可供安全员、安全监理人员及其他安全管理人员学习参考。

由于编写时间较为紧张，难免存在错误和不足之处，希望给予批评指正。

目 录

1 基础理论知识	1
1.1 力学基本知识	1
1.1.1 力学基本概念	1
1.1.2 力与变形	1
1.1.3 金属材料的力学性能	3
1.2 金属学与热处理基本知识	6
1.2.1 金属的晶体结构	6
1.2.2 合金的组织结构及铁碳合金的基本组织	10
1.2.3 常用热处理方法的目的及实际应用	13
1.3 电工学基本知识	15
1.3.1 电流、电压、电阻	15
1.3.2 交流电、三相交流电	17
1.3.3 变压器工作原理	24
1.3.4 安全用电	26
1.3.5 触电急救	32
1.4 燃烧与爆炸	35
1.4.1 化学知识	35
1.4.2 火灾与防火基础知识	43
1.4.3 爆炸与防爆基本知识	49
1.4.4 焊接、切割防火与防爆	53
2 焊接与切割基础	61
2.1 焊接的分类	61
2.1.1 熔焊	61

2.1.2	压焊	61
2.1.3	钎焊	62
2.1.4	焊接在建筑业的应用	62
2.2	切割的分类	62
2.2.1	热切割	62
2.2.2	冷切割	63
2.3	常用金属材料	63
2.3.1	金属材料的焊接性	63
2.3.2	碳钢	65
2.3.3	合金钢	66
2.3.4	铸铁与有色金属	67
2.4	焊接材料	70
2.4.1	焊条的组成及分类	70
2.4.2	碳钢焊条的选择和使用	75
2.4.3	焊剂	78
2.5	焊接工艺基础	83
2.5.1	焊接电弧	83
2.5.2	焊接工艺参数	89
2.5.3	焊接接头和坡口形式	89
2.5.4	焊接位置及操作要点	92
2.5.5	焊接变形和应力	95
2.5.6	焊接缺陷及预防措施	97
3	电弧焊安全	102
3.1	焊条电弧焊	102
3.1.1	焊条电弧焊的设备和使用	102
3.1.2	焊条电弧焊工艺参数的选择	110
3.1.3	钢筋电弧焊	113
3.1.4	焊条电弧焊安全	118

3.2	气体保护焊	123
3.2.1	二氧化碳气体保护焊安全	123
3.2.2	钨极氩弧焊安全	130
3.2.3	熔化极氩弧焊安全	135
3.3	埋弧焊	137
3.3.1	埋弧焊	137
3.3.2	埋弧焊安全操作要求	141
3.4	电渣焊	142
3.4.1	电渣焊	142
3.4.2	电渣焊安全	145
4	气焊与气割安全	147
4.1	气焊与气割的原理和应用	147
4.1.1	气焊与气割原理	147
4.1.2	气焊与气割火焰	150
4.2	气焊与气割安全	157
4.2.1	气焊与气割材料和设备使用安全	157
4.2.2	气焊与气割安全操作	179
5	压力焊安全	183
5.1	电阻焊概述、钢筋电阻点焊、钢筋闪光对焊	183
5.1.1	电阻焊原理及特点	183
5.1.2	钢筋电阻点焊	186
5.1.3	对焊及对焊设备	200
5.1.4	闪光对焊工艺	205
5.1.5	电阻焊安全操作规程	213
5.2	预埋件钢筋埋弧压力焊	214
5.2.1	预埋件钢筋埋弧压力焊	214
5.2.2	埋弧压力焊质量检验与验收	216
5.2.3	埋弧压力焊安全操作要求	218

5.3	钢筋电渣压力焊	219
5.3.1	钢筋电渣压力焊	219
5.3.2	质量检验与验收	223
5.3.3	电渣压力焊安全操作要点	225
5.4	钢筋气压焊	227
5.4.1	钢筋气压焊	227
5.4.2	气压焊质量检验与验收	229
5.4.3	气压焊安全操作要点	232
6	特殊作业安全	233
6.1	特殊作业安全	233
6.1.1	化工及燃料容器管道焊补安全技术	233
6.1.2	登高焊割作业安全技术	237
6.2	禁火区的动火管理	239
6.2.1	三级动火的概念与分级	239
6.2.2	固定动火区和禁火区	240
6.2.3	动火许可证及审核、签发	241
7	焊接与切割作业劳动卫生防护	245
7.1	焊接与切割作业有害因素的来源及危害	245
7.1.1	焊接烟尘的来源和危害	245
7.1.2	有毒气体的来源和危害	251
7.1.3	弧光辐射及危害	257
7.1.4	高频电磁辐射的来源和危害	260
7.1.5	噪声的来源和危害	261
7.1.6	射线的来源及其危害	264
7.1.7	热辐射的来源及其危害	265
7.2	焊接与切割作业劳动卫生防护措施	267
7.2.1	通风	267
7.2.2	个人防护	271

7.2.3 焊接材料和技术革新	284
7.3 焊补化工设备作业的防中毒措施	285
7.3.1 发生中毒的原因	285
7.3.2 预防急性中毒的措施	286
附录 A 建筑焊工（含焊接、切割）安全技术	
考核大纲（试行）	290
附录 B 建筑焊工安全操作技能考核标准（试行）	292
参考文献	297

1 基础理论知识

1.1 力学基本知识

1.1.1 力学基本概念

力是一个物体对另一个物体的作用。两个物体之间的相互作用力，分别称为作用力和反作用力。

力的作用效果是使物体的运动状态发生变化或使物体产生变形。

力对物体的作用效果决定于它的三个要素，即：力的大小、力的方向、力的作用点。

常用的力的单位是牛 [顿]，符号是 N。工程单位制中力的单位是千克力，符号是 kgf。两种单位制的换算关系是：

$$1\text{kgf}=9.8\text{N}\approx 10\text{N}$$

1.1.2 力与变形

力使物体运动状态发生改变的效应称为力的外效应，使物体产生变形的效应称为力的内效应。影响焊接结构使用效果和安全的的是结构的变形或断裂，而材料产生变形或破断直接的原因是材料内部内力的分布和大小。

(1) 应力的概念

使材料产生变形或断裂的根本原因是材料内部相互之间的作用力，称为内力。作用效果取决于单位面积上内力的大小。材料力学中称单位面积上的内力为应力。

垂直于横截面的应力称为正应力。根据正应力是离开截面还是指向截面有拉应力和压应力两类。正应力用希腊字母 σ 表示。

平行于横截面的应力称为剪切应力，简称剪应力，用希腊字母 τ 表示，见图 1-1。

应力的单位为帕 (Pa)，即 N/m^2 ；兆帕 (MPa)， $1\text{MPa} = 10^6\text{Pa} = 1\text{N}/\text{mm}^2$ 。

(2) 基本变形形式

1) 拉伸、压缩。直杆两端承受一对与杆轴线重合的拉力或压力时产生的变形，称为轴向拉伸或轴向压缩。

拉伸与压缩时，横截面上的内力等于外力，应力在横截面内是均匀分布的。外力 F ，单位为 N，横截面面积 A ，单位为 mm^2 。则

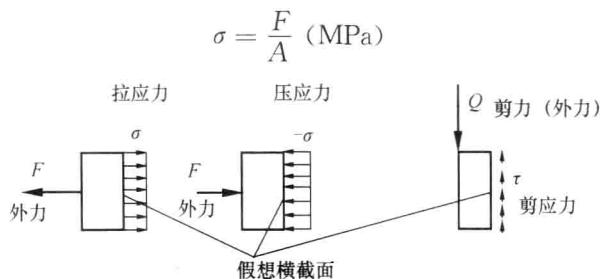


图 1-1 横截面上的应力

2) 剪切。杆件承受与杆轴线垂直、方向相反、互相平行的力的作用时，在平行力之间截面内产生的变形为剪切变形。剪切时截面内产生的应力与截面平行，称为剪应力，用字母 τ 表示。

3) 扭转。圆轴两端横截面内作用一对转向相反的力偶时，

在两力偶之间圆轴内产生的变形为扭转变形。圆轴扭转时，圆轴内横截面间绕轴线有相对转动。截面内的应力只有剪应力，剪应力与所在点的半径垂直，大小与所在点到圆心的距离成正比。在截面的最大半径处有最大剪应力 $\tau_{\max}$ 。如图 1-2 所示。

4) 弯曲。在杆件的轴向对称面内有横向力或力偶作用时，杆件的轴线由直线变为曲线时的变形为弯曲变形。主要承受弯曲变形的杆件在工程上又称为梁。在弯曲变形时，梁的上下有伸长和缩短，伸长时有拉应力，缩短时有压应力，截面内无伸长缩短部位称为中性轴。在弯曲变形时截面内中性轴两侧产生符号相反的正应力，应力的大小与所在点到中性轴的距离成正比。在杆件的上下表面有最大正应力 $\sigma_{\max}$ （拉应力）和最小正应力 $\sigma_{\min}$ （压应力），见图 1-3。

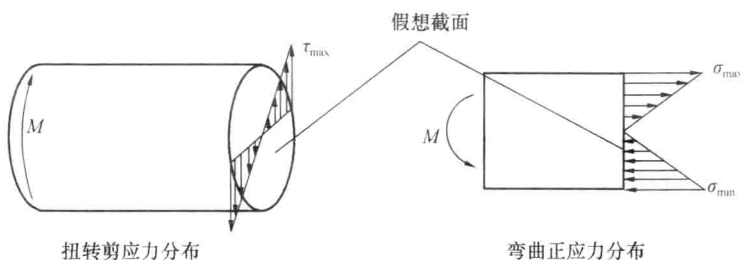


图 1-2 圆轴扭转时横截面上的剪应力分布

图 1-3 梁弯曲时横截面上正应力的分布

1.1.3 金属材料的力学性能

所谓力学性能是指金属在外力作用时表现出来的性能，包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳强度等。

表示金属材料各项力学性能的具体数据是通过在专门试验机上试验和测定而获得的。

(1) 强度

是指材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。抵抗能力越大，金属材料的强度越高。强度的大小通常用应力来表示，根据载荷性质的不同，强度可分为屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗剪强度、抗扭强度和抗弯强度。在机械制造中常用抗拉强度作为金属材料性能的主要指标。

1) 屈服强度。钢材在拉伸过程中当载荷不再增加甚至有所下降时，仍继续发生明显的塑性变形现象，称为屈服现象。材料产生屈服现象时的应力，称为屈服强度，用符号 σ_s 表示。

其计算方法如下：

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

式中 F_s ——材料屈服时的载荷 (N)；

S_0 ——试样的原始截面积 (mm^2)。

有些金属材料（如高碳钢、铸铁等）没有明显的屈服现象，测定 σ_s 很困难。在此情况下，规定以试样长度方向产生 0.2% 塑性变形时的应力作为材料的“条件屈服极限”，用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

屈服强度标志着金属材料对微量变形的抗力。材料的屈服强度越高，表示材料抵抗微量塑性变形的能力也越高。因此，材料的屈服强度是机械设计计算时的主要依据之一，是评定金属材料质量的重要指标。

2) 抗拉强度。钢材在拉伸时，材料在拉断前所承受的最大应力，称为抗拉强度。用符号 σ_b 表示。其计算方法如下：

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

式中 F_b ——试样破坏前所承受的最大拉力 (N)；

S_0 ——试样的原始横截面积 (mm^2)。

抗拉强度是材料破坏前所承受的最大应力。 σ_b 的值越大，

表示材料抵抗拉断的能力越大。它也是衡量金属材料强度的重要指标之一。其实用意义是：金属结构所承受的工作应力达到材料的抗拉强度时就会产生断裂，造成严重事故。

(2) 塑性

断裂前金属材料产生永久变形的能力，称为塑性。一般用抗拉试棒的延伸率和断面收缩率来衡量。

1) 延伸率。试样拉断后的标距长度伸长量与试样原始标距长度比值的百分率，称为延伸率，用符号 δ 来表示。其计算方法如下：

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_1 ——试样拉断后的标距长度 (mm)；

L_0 ——试样原始标距长度 (mm)。

2) 断面收缩率。试样拉断后截面积的减小量与原截面积之比值的百分率，称为断面收缩率。用符号 ψ 来表示，其计算方法如下：

$$\psi = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \times 100\%$$

式中 S_0 ——试样原始截面积 (mm^2)；

S_1 ——试样拉断后断口处的截面积 (mm^2)。

δ 和 ψ 的值越大，表示金属材料的塑性越好。这样的金属可以发生大的塑性变形而不破坏。

3) 冷弯试验。将试件在室温下按规定的弯曲半径进行弯曲，在受拉面出现裂纹时的角度，叫做冷弯角度，用 α 表示，其单位为度。

冷弯角度越大，则钢材的塑性越好。弯曲试验在检验钢材和焊接接头性能、质量方面有重要意义。它不仅能考核塑性，而且还可以发现受拉面材料中的缺陷以及焊缝、热影响区和母材三者

的变形是否均匀一致。冷弯试验根据其受拉面所处位置不同，有面弯、背弯和侧弯试验。

(3) 硬度

材料抵抗局部变形，特别是塑性变形、压痕或划痕的能力称为硬度。硬度是衡量钢材软硬的一个指标，根据测量方法不同，其指标可分为布氏硬度（HBS）、洛氏硬度（HR）、维氏硬度（HV）。依据硬度值可近似地确定抗拉强度值。

(4) 冲击韧性

金属材料抗冲击载荷不致被破坏的性能，称为韧性。它的衡量指标是冲击韧性值。冲击韧性值指试样冲断后缺口处单位面积所消耗的功，用符号 α_k 表示。 α_k 值越大，材料的韧性越好；反之， α_k 值越小，脆性越大。材料的冲击韧性值与温度有关，温度越低，冲击韧性值越小。

(5) 疲劳强度

金属材料在无数次重复交变载荷作用下，而不致破坏的最大应力，称为疲劳强度。实际上并不可能做无数次交变载荷试验，所以一般试验时规定，钢在经受 $10^6 \sim 10^7$ 次，有色金属经受 $10^7 \sim 10^8$ 次交变载荷作用时不产生破坏的最大应力，称为疲劳强度。根据载荷变化的特点，疲劳强度的符号分别为 σ_{-1} 和 σ_0 。

1.2 金属学与热处理基本知识

1.2.1 金属的晶体结构

(1) 金属晶体结构的一般知识

1) 晶体结构：

① 晶体与非晶体。在物质内部，凡是原子呈无序堆积状况的，称为非晶体。例如普通玻璃、松香等，都属于非晶体。相反，凡是原子作有序、有规则排列的，称为晶体。大多数金属和合金都属于晶体。

凡晶体都具有固定的熔点，其性能呈各向异性，而非晶体则没有固定熔点，而且表现为各向同性。

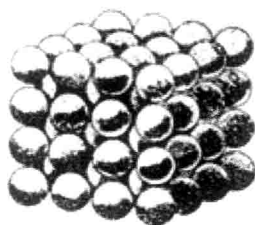


图 1-4 晶体内部原子排列示意图

② 晶格与晶胞。晶体内部原子是按一定的几何规律排列的，如图 1-4 所示。为了形象地表示晶体中原子排列的规律，可以将原子简化成一个点，用假想的线将这些点连接起来。就构成了有明显规律性的空间格子。这种表示原子在晶体中排列规律的空间格架叫做晶格，如图 1-5 所示。

由图 1-5(a) 可见，晶格是由许多形状、大小相同的最小几何单元重复堆积而成的。能够完整地反映晶格特征的最小几何单元称为晶胞，如图 1-5(b) 所示。

2) 三种晶格：

① 体心立方晶格。它的晶胞是一个立方体，原子位于立方

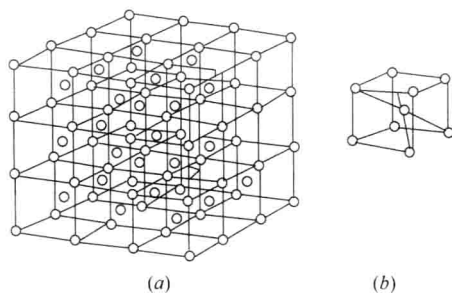


图 1-5 晶格与晶胞示意图

(a) 晶格；(b) 晶胞