

建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

建筑电工

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写

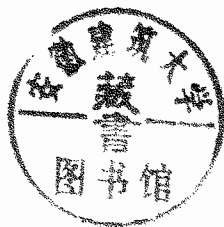
中国建筑工业出版社



建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

建 筑 电 工

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑电工/住房和城乡建设部工程质量安全监管司组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

ISBN 978-7-112-11531-0

I. 建… II. 住… III. 建筑工程-电工-技术培训-教材

IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 197989 号

建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材

建筑电工

住房和城乡建设部工程质量安全监管司 组织编写

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

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 10% 字数: 306 千字

2009 年 12 月第一版 2009 年 12 月第一次印刷

定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-11531-0

(18789)

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电工的培训教材，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，对建筑电工必须掌握的安全技术知识和技能进行了讲解，全书共 10 章，包括：基础理论知识，常用低压电器与电动机，城市供电与接零接地保护系统，施工现场的配电，电动建筑机械和手持式电动工具，施工现场的照明，施工现场危险环境因素与雷电防护，施工现场常用电工工具和仪表，施工现场的用电管理，常见电气故障、事故隐患与事故案例。本书针对建筑电工的特点，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。

本书既可作为建筑电工的培训教材，也可作为建筑电工常备参考书和自学用书。

* * *

责任编辑：刘 江 范业庶

责任设计：董建平

责任校对：陈 波 陈晶晶

《建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材》 编写委员会

主 任：吴慧娟

副主任：王树平

编写组成员：（以姓氏笔画排名）

王 乔	王 岷	王 宪	王天祥	王曰浩
王英姿	王钟玉	王维佳	邓 谦	邓丽华
白森懋	包世洪	邢桂侠	朱万康	刘 锦
庄幼敏	汤坤林	孙文力	孙锦强	毕承明
毕监航	严 训	李 印	李光晨	李建国
李绘新	杨 勇	杨友根	吴玉峰	吴成华
邱志青	余大伟	邹积军	汪洪星	宋回波
张英明	张嘉洁	陈兆铭	邵长利	周克家
胡其勇	施仁华	施雯钰	姜玉东	贾国瑜
高 明	高士兴	高新武	唐涵义	崔 林
崔玲玉	程 舒	程史扬		

前 言

建筑施工特种作业人员是指在房屋建筑和市政工程施工活动中，从事可能对本人、他人及周围设施设备的安全造成重大危害作业的人员。《建设工程安全生产管理条例》第二十五条规定：“垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、爆破作业人员、起重信号工、登高架设作业人员等特种作业人员，必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业”，《安全生产许可证条例》第六条规定：“特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书”。

当前，建筑施工特种作业人员的培训考核工作还缺乏一套具有权威性、针对性和实用性的教材。为此，根据住房城乡建设部颁布的《建筑施工特种作业人员管理规定》和《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）》的有关要求，我们组织编写了《建筑施工特种作业人员安全技术考核培训教材》系列丛书，旨在进一步规范建筑施工特种作业人员安全技术培训考核工作，帮助广大建筑施工特种作业人员更好地理解和掌握建筑安全技术理论和实际操作安全技能，全面提高建筑施工特种作业人员的知识水平和实际操作能力。

本套丛书共 12 册，适用于建筑电工、建筑架子工、建筑起重司索信号工、建筑起重机械司机、建筑起重机械安装拆卸工和高处作业吊篮安装拆卸工等建筑施工特种作业人员安全技术考核培训。本套丛书针对建筑施工特种作业人员的特点，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，可操作性强。

本教材的编写得到了山东省建筑工程管理局、上海市城乡建设和交通委员会、山东省建筑施工安全监督站、青岛市建筑施工安全监督站、潍坊市建筑工程管理局、滨州市建筑工程管理局、济南市工程质量与安全生产监督站、山东省建筑安全与设备管理协会、上海市建设安全协会、山东建筑科学研究院、上海市建工设计研究院有限公司、上海市建设机械检测中心、威海建设集团股份有限公司、上海市建工（集团）总公司、上海市机施教育培训中心、潍坊昌大建设集团有限公司、山东天元建设集团有限公司等单位的大力支持，在此表示感谢。

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。

住房和城乡建设部工程质量安全监管司

二〇〇九年十一月

目 录

1 基础理论知识	1
1.1 力学基本知识	1
1.1.1 力的概念	1
1.1.2 力的三要素	2
1.1.3 力的合成与分解	2
1.1.4 力矩	3
1.1.5 力偶	3
1.2 机械基本知识	4
1.2.1 机械传动	4
1.2.2 传动参数	6
1.3 电 工 学 基 本 知 识	8
1.3.1 电的基本概念	8
1.3.2 电路的基本定律	15
1.3.3 直流电路	16
1.3.4 交流电路	19
1.4 电气识图基础知识	24
1.4.1 电气图常用符号	25
1.4.2 电气图的种类	34
1.4.3 电气原理图的识读	35
2 常用低压电器与电动机	41
2.1 常用低压电器	41
2.1.1 手动电器	41

2.1.2	熔断器	46
2.1.3	接触器	52
2.1.4	继电器	53
2.1.5	控制变压器	57
2.1.6	断路器	58
2.1.7	互感器	59
2.1.8	漏电保护器	60
2.2	三相交流电动机	71
2.2.1	三相异步电动机构造和原理	71
2.2.2	三相异步电动机的技术指标	74
2.2.3	三相异步电动机的选择和使用	76
3	城市供电与接零接地保护系统	79
3.1	城市供电	79
3.1.1	电力系统的组成	79
3.1.2	电力系统的额定电压	81
3.1.3	供电系统	83
3.1.4	供电质量的主要指标	84
3.1.5	电力系统中性点运行方式	86
3.2	接零接地保护的基本概念	87
3.2.1	接地	87
3.2.2	接零	89
3.2.3	接触电压	89
3.2.4	跨步电压	89
3.2.5	安全电压	90
3.3	TT 和 TN 保护系统	91
3.3.1	电气设备的保护方式	91
3.3.2	TT 系统与 TN 系统的比较	91
3.3.3	TN—C 系统的缺陷	97

3.3.4 重复接地的作用	98
3.4 TN—S 接零保护系统	100
3.4.1 接零保护	101
3.4.2 接地装置与接地电阻	104
4 施工现场的配电	112
4.1 施工现场的配电室	112
4.1.1 配电室的位置	112
4.1.2 配电室的设计	112
4.1.3 配电室的布置	113
4.2 施工现场自备电源	114
4.2.1 发电机室的位置和布置	114
4.2.2 自备发电系统	115
4.3 施工现场的配电线路	117
4.3.1 导线和电缆	117
4.3.2 配电线路的形式	121
4.3.3 架空线路的敷设	123
4.3.4 电缆线路的敷设	129
4.3.5 室内配线的敷设	131
4.3.6 导线的选择	132
4.3.7 电缆的选择	139
4.3.8 电动机负荷线和电器选配	140
4.3.9 常用导线的连接	147
4.3.10 建筑施工现场电缆选择实例	161
4.4 施工现场的配电装置	171
4.4.1 配电装置的箱体结构	171
4.4.2 配电装置的电器配置	175
4.4.3 配电箱与开关箱的电器选择	177
4.4.4 配电装置的使用与维护	178

5 电动建筑机械和手持式电动工具	180
5.1 电动建筑机械	180
5.1.1 起重机械的使用	180
5.1.2 桩工机械的使用	182
5.1.3 夯土机械的使用	183
5.1.4 混凝土机械的使用	183
5.1.5 钢筋机械的使用	184
5.1.6 木工机械的使用	184
5.1.7 焊接机械的使用	185
5.1.8 其他电动机械的使用	185
5.2 手持式电动工具	186
5.2.1 手持式电动工具的分类	186
5.2.2 手持式电动工具的使用	187
6 施工现场的照明	189
6.1 施工现场常用的照明装置和选择	189
6.1.1 施工现场常用的照明装置	189
6.1.2 照明器的选择	194
6.2 施工现场照明的设置	195
6.2.1 照明设置的一般要求	195
6.2.2 照明供电的选择	195
6.2.3 照明装置的设置	197
7 施工现场危险环境因素与雷电防护	199
7.1 危险环境因素的防护	199
7.1.1 外电防护	199
7.1.2 易燃易爆物与腐蚀介质防护	205
7.1.3 机械损伤防护	206

7.1.4	电磁感应与静电防护	206
7.2	防雷	207
7.2.1	雷电现象及其危害	207
7.2.2	防雷措施	208
7.2.3	防雷保护范围	211
8	施工现场常用电工工具和仪表	215
8.1	常用电工工具	215
8.1.1	试电笔	215
8.1.2	电工刀	217
8.1.3	螺丝刀	217
8.1.4	电工钳具	218
8.1.5	扳手	220
8.1.6	电烙铁	222
8.1.7	压线钳	224
8.2	常用电工仪表	225
8.2.1	电工仪表的分类	225
8.2.2	仪表面板符号	226
8.2.3	电工仪表的技术指标	228
8.2.4	交流电流表和电压表	230
8.2.5	功率表	236
8.2.6	交流电度表	240
8.2.7	万用表	244
8.2.8	兆欧表	249
8.2.9	接地电阻测试仪	252
8.2.10	漏电保护器测试仪	256
9	施工现场的用电管理	260
9.1	施工现场临时用电施工组织设计	260

9.1.1	临时用电施工组织设计编制的意义和要求	260
9.1.2	临时用电施工组织设计的安全技术条件和原则	261
9.1.3	临时用电施工组织设计的主要内容	262
9.2	施工现场用电安全技术档案	264
9.2.1	用电安全技术档案的内容	264
9.2.2	用电安全技术档案管理	269
9.3	施工现场的安全用电	269
9.3.1	用电管理制度	269
9.3.2	电工安全操作规程	271
9.3.3	安全用电措施	273
9.3.4	电气防火措施	275
9.4	电工个人防护用品和用具	276
9.4.1	绝缘鞋(靴)	276
9.4.2	绝缘手套	277
9.4.3	脚扣	278
9.4.4	梯子	278
9.5	触电现象	279
9.5.1	触电的种类	280
9.5.2	触电的方式	280
9.5.3	防触电措施	283
9.6	触电急救	283
9.6.1	脱离电源	284
9.6.2	现场救护	286
9.6.3	电伤的处理	292
9.6.4	触电急救模拟人的使用	292
10	常见电气故障、事故隐患与事故案例	298
10.1	建筑施工电气故障的检查与维修	298
10.1.1	常见的电气故障	298

10.1.2	电气故障产生的原因	300
10.1.3	电气故障的检查与维修	301
10.2	施工用电常见电气事故隐患	304
10.3	建筑施工用电事故案例	306
10.3.1	私制小吊车碰撞高压线触电事故	306
10.3.2	配电箱电缆磨损破裂触电事故	307
10.3.3	汽车起重机碰撞高压线触电事故	308
10.3.4	潜水泵未使用漏电保护器触电事故	309
10.3.5	钢筋笼碰触高压线触电事故	310
10.3.6	电焊机外壳带电触电事故	311
10.3.7	拆除变压器防护架触电事故	312
10.3.8	电缆绝缘层轧破触电事故	313
10.3.9	电缆接头漏电触电事故	314
10.3.10	电工违章操作触电事故	315
附录 A	全国主要城镇年平均雷暴日数	317
附录 B	建筑电工安全技术考核大纲 (试行)	321
附录 C	建筑电工安全操作技能考核标准 (试行)	323
参考文献		326

1 基础理论知识

1.1 力学基本知识

1.1.1 力的概念

力是一个物体对另一个物体的作用，它包括了两个物体，一个叫受力物体，另一个叫施力物体，两个物体间的力又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或形状发生变化。力使物体运动状态发生变化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。

力是物体间的相互机械作用，力不能脱离物体而独立存在。作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、沿同一直线，并分别作用在这两个物体上，同时存在，同时消失。

在国际计量单位制中，力的单位用牛顿或千牛顿，简写为牛(N)或千牛(kN)。工程上曾习惯采用公斤力、千克力(kgf)和吨力(tf)来表示。它们之间的换算关系为：

$$1 \text{ 牛顿 (N)} = 0.102 \text{ 公斤力 (kgf)}$$

$$1 \text{ 吨力 (tf)} = 1000 \text{ 公斤力 (kgf)}$$

$$1 \text{ 千克力 (kgf)} = 1 \text{ 公斤力 (kgf)} = 9.807 \text{ 牛 (N)} \approx 10 \text{ 牛 (N)}$$

1.1.2 力的三要素

在力学中，把力的大小、方向和作用点称为力的三个要素。力的大小表明物体间作用力的强弱程度；力的方向表明在该力的作用下，静止的物体开始运动的方向，作用力的方向不同，物体运动的方向也不同；力的作用点是物体上直接受力作用的点。

如图 1-1 所示，用手拉伸弹簧，用的力越大，弹簧拉得越长，这表明力产生的效果跟力的大小有关系；用同样大小的力拉弹簧和压弹簧，拉的时候弹簧伸长，压的时候弹簧缩短，说明力的作用效果跟力的作用方向有关系。如图 1-2 所示，用扳手拧螺母，手握在扳手柄的 A 点比 B 点省力，所以力的作用效果与力的方向和力的作用点有关。三要素中任何一个要素改变，都会使力的作用效果改变。

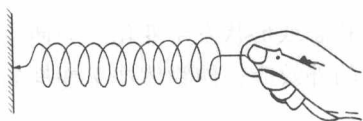


图 1-1 手拉弹簧

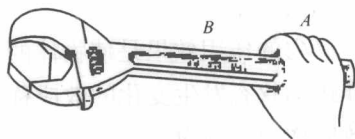


图 1-2 用扳手拧螺母

1.1.3 力的合成与分解

力是矢量，力的合成与分解都遵从平行四边形法则，如图 1-3 所示。

平行四边形法则实质上是一种等效替换的方法。一个矢量（合矢量）的作用效果和另外几个矢量（分矢量）共同作用的效果相同，就可以用这一个矢量代替那几个矢量，也可以用那几个矢量代替这一个矢量，而不改变原来的作用效果。

在分析同一个问题时，合矢量和分矢量不能同时使用。也就是说，在分析问题时，考虑了合矢量就不能再考虑分矢量；考虑了分矢量也不能再考虑合矢量。

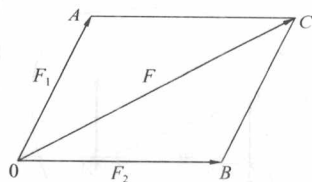


图 1-3 平行四边形法则

作用在物体上几个力的合力为零，这种情形叫做力的平衡。

1.1.4 力矩

试观察用扳手拧螺母的情形，如图 1-4 所示，力 F 使扳手连同螺母绕螺母中心 O 转动。在力学中，用乘积 Fd 作为度量力 F

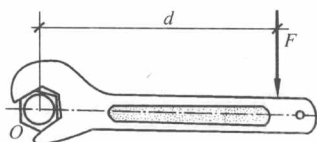


图 1-4 扳手拧螺母

使物体绕 O 点转动效应的物理量，并将该物理量称为力 F 对 O 点之矩，简称力矩。 O 点称为矩心，矩心 O 到力 F 作用线的垂直距离 d ，称为力臂。

当力的大小等于 0，或力的作用线通过矩心（力臂 $d=0$ ）时，力矩为 0；力对某一点之矩不因力沿其作用线任意移动而改变。

在国际计量单位制中，力矩的单位用牛顿·米，简写为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

1.1.5 力偶

在实践中，我们有时可见到两个大小相等、方向相反、作用线平行而不重合的力作用于同一物体的情形。例如，钳工用丝锥攻螺纹就是这样加力的。力学中，将这种大小相等、方向相反、作用线平行而不重合的两个力组成的力系，称为力偶。如图 1-5