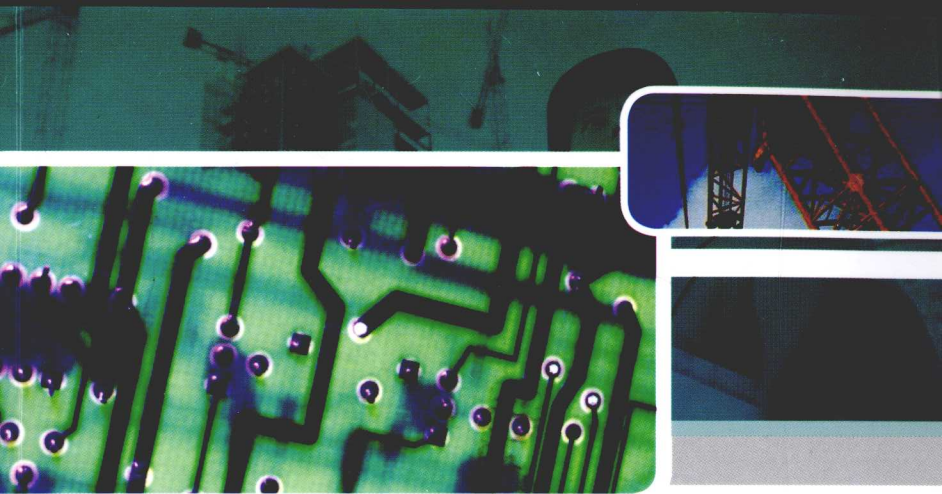




建筑施工现场 实用电工技术

JIANZHU SHIGONG XIANCHANG
SHIYONG DIANGONG JISHU

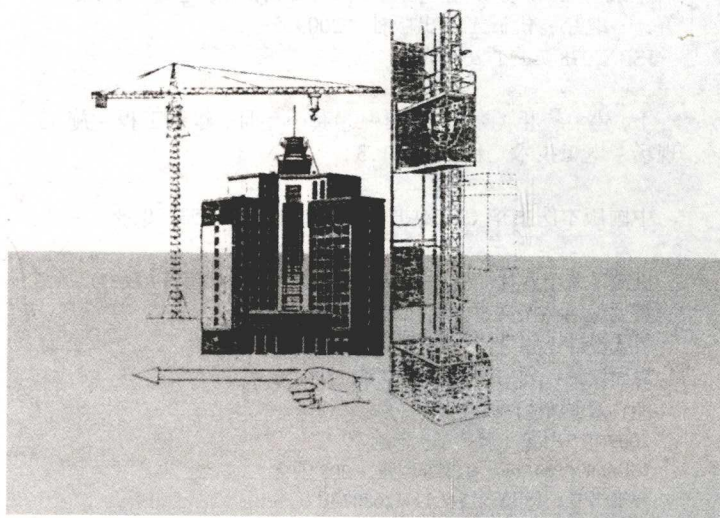
朱森林 李望 龚赐立 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建筑施工现场 实用电工技术

朱森林 李 望 龚赐立 编著



机械工业出版社

本书是专为建筑施工现场电工技术人员和相关管理人员量身定做的实用读本,包括:电工识图、常用电工测量仪表、线路安装、电动机及其典型控制电路、施工升降机与塔式起重机电路、安全用电知识、建筑施工现场临时用电、建筑施工现场临时用电组织设计实例、常用基本定律与计算公式、常用电气图形符号与文字符号、常用电器元件等内容。全书叙述详尽、内容精炼实用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工现场实用电工技术/朱森林,李望,龚赐立编著. —北京:机械工业出版社,2009.5

ISBN 978-7-111-26807-9

I. 建… II. ①朱…②李…③龚… III. 建筑工程—施工现场—电工技术 IV. TU731.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 053788 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:何文军 责任编辑:白刚

版式设计:张世琴 责任校对:樊钟英

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京双青印刷厂印刷

2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

130mm×184mm·9.375 印张·208 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-26807-9

定价:24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379510

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国改革开放的深入，国家的经济建设有了飞速的发展，建筑业规模也上升到了一个崭新的阶段，成为国民经济的一个重要组成部分。在 21 世纪的头 50 年，我国的建筑业还将处在一个继续高速发展的阶段。

由于建筑施工的特殊性，在我国已列入高危作业范围，其中的施工用电安全性也被推崇到特别重要的位置。为此，国家制定了相应的技术标准《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—1988)，并在 2005 年对其进行了全面修改，其行业标准名称不变，编号为 JGJ46—2005，自 2005 年 7 月 1 日实施。无疑，该标准中所提出的各项条例，是安全生产的法律保证，业内人士一定要学习、熟悉，并在工作中严格执行。

但是在现实工作中，由于电器元件的种类繁多且新品层出不穷，所以在标准中只有总的意向说明，没有硬性规定只能采用某一种电器元件。因此近些年来对该标准的理解与释义，以及在各地制定的行业标准中，并没有唯一性。另外还存在现场电工的专业知识性欠缺等问题，使得在施工现场的临时用电设施中，确实存在许多不符合标准的地方。在施工现场，每台设备、每个工种都需要用电，电线线路分布在工地的各个地方，造成了施工现场用电的频繁性和复杂性。再加上施工现场存有的许多用电隐患，使触电事故成为建筑行业的主要伤害之一。

本书为施工现场电工即具有一定电工知识的人员而编写，也可供相关的管理人员参考。本书是宣贯《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ46—2005)之作，力图按照施工现场的实际用电情况，从电工原理、标准要求、建筑施工所使用的各种设备对电能的需求出发，力求做到能够针对实际需要来进行指导性叙述。但是由于笔者的水平有限，若在书中存在有疏漏、错误或不妥之处，敬请读者批评指正。在此，谨向本书所引用资料的作者表示诚挚的感谢。

编 者

目 录

前言

第 1 章 电工识图	1
1.1 电工识图基本知识	1
1.1.1 电工图样中的电气符号	1
1.1.2 电工图样的基本构成	2
1.1.3 电路图的分类	3
1.1.4 电工识图的基本要求	5
1.2 变配电电气系统图	6
1.2.1 变配电基本概念	6
1.2.2 变配电所电气主接线基本形式	8
1.2.3 配电系统的接线方式	10
1.3 建筑工地卷扬机控制电路识图	12
第 2 章 常用电工测量仪表	15
2.1 常用电工仪表简介	15
2.1.1 指示仪表的分类	15
2.1.2 指示仪表的选择	16
2.1.3 电工仪表面板常用符号	16
2.2 电流的测量	18
2.2.1 电流表	18
2.2.2 钳形电流表	19
2.3 电压的测量	20
2.4 电阻的测量	20
2.4.1 伏安法	20
2.4.2 绝缘电阻表	22

2.5 万用表	23
2.5.1 磁电式万用表	23
2.5.2 数字式万用表	28
2.6 功率和电能的测量	31
2.6.1 功率的测量	31
2.6.2 交流电路电能的测量	32
第3章 线路安装	34
3.1 导线的选用	34
3.1.1 常用导线的种类	34
3.1.2 导线截面的选择	36
3.2 室内/室外布线	40
3.2.1 基本概念	40
3.2.2 对室内/室外布线的基本要求	40
3.2.3 室内/室外布线的种类和敷设	43
3.3 架空线路的安装敷设	45
3.4 电缆线路的敷设	46
3.4.1 基本要求	46
3.4.2 电缆的敷设	48
第4章 电动机及其典型控制电路	49
4.1 电动机直接起动线路	49
4.2 电动机点动控制线路	50
4.3 电动机单向起停控制线路	51
4.4 电动机Y- Δ 起动线路	52
4.4.1 手动Y- Δ 起动线路	52
4.4.2 自动Y- Δ 起动线路	53
4.4.3 用刀开关直接变换电动机Y- Δ 控制线路	55
4.5 电动机正反转控制线路	56
4.5.1 三相异步电动机正反转控制	56

4.5.2 接触器连锁的正反转控制线路	57
4.6 交流电动机制动线路	58
4.6.1 短接制动线路	58
4.6.2 反接制动线路	59
4.7 电磁抱闸制动线路	60
4.8 电动机缺相保护线路	61
4.9 电动机零序电流断相保护器线路	62
4.10 多台电动机同时起动的控制线路	63
4.11 五只开关控制一至五层楼单元楼道灯的线路 ..	64
4.12 夜间作业闪光标志灯线路	64
4.13 声光报警器与火灾报警控制器线路	66
4.14 安全低压变压器线路	68
4.15 电源通断指示灯线路	69
4.16 配电变压器防雷保护接地线路	70
4.16.1 方法一	70
4.16.2 方法二	70
4.16.3 方法三	71
4.17 避雷器线路	72
4.17.1 羊角间隙避雷器线路	72
4.17.2 阀式避雷器线路	73
第5章 施工升降机与塔式起重机电路	74
5.1 施工升降机电气控制系统	74
5.1.1 主电路	74
5.1.2 控制电路	76
5.1.3 电气保护	77
5.2 塔式起重机的电气部分	79
5.2.1 塔式起重机电控系统的结构部件	79
5.2.2 塔式起重机的电气原理	83

第6章 安全用电知识	92
6.1 安全操作规程	92
6.1.1 电工基本操作要点	92
6.1.2 工地电工的运行管理知识	94
6.2 工地触电与急救	96
6.2.1 触电伤害	96
6.2.2 触电的方式	98
6.2.3 触电急救	100
6.2.4 防止触电的基本安全措施	104
6.3 安全用电理论	106
6.3.1 安全电压	106
6.3.2 三相交流电供电理论	107
6.3.3 接地与防雷	112
6.4 低压电气装置的基本保护措施	113
6.4.1 漏电断路器	114
6.4.2 保护接地和保护接零	117
6.4.3 关于哪种保护措施适合于建筑工地的理论	119
6.4.4 现行标准对建筑施工用电系统的规定	120
第7章 建筑施工现场临时用电	123
7.1 施工现场临时用电管理	123
7.2 建筑工地配电系统	126
7.2.1 三级配电的基本结构	126
7.2.2 配电室的设置	128
7.2.3 自备电源的设置	129
7.3 建筑工地配电线路	130
7.3.1 配电线的选择	130
7.3.2 线路的敷设	131
7.4 建筑工地配电装置	135
7.4.1 配电装置的箱体结构	135

7.4.2 配电装置的电器配置与接线	136
7.4.3 配电装置的使用与维护	142
7.5 建筑工地用电设备	143
7.5.1 电动机械的使用	144
7.5.2 电动工具的使用	146
7.5.3 照明器的使用	148
7.6 建筑工地用电防护及其他	150
7.6.1 外电防护	150
7.6.2 工地防雷	152
7.6.3 电气防火措施	152
7.6.4 漏电保护器设置要点	153
第8章 建筑施工现场临时用电组织设计实例	155
8.1 现场勘测	155
8.2 确定电源进线	156
8.3 工地施工用电负荷计算	157
8.3.1 用电设备及功率	157
8.3.2 用电负荷计算	158
8.4 选择变压器	159
8.5 设计配电系统	159
8.6 设计防雷装置	170
8.7 确定防护措施	170
8.8 制定安全用电和电气防火措施	171
第9章 常用基本定律与计算公式	174
9.1 一段电阻电路的欧姆定律	174
9.2 全电路欧姆定律	174
9.3 焦耳-楞次定律	175
9.4 电阻的串联与分压公式	175
9.5 电阻的并联与分流公式	176

9.6	电阻星形联结与三角形联结的等效变换	177
9.7	基尔霍夫电流定律	178
9.8	基尔霍夫电压定律	179
9.9	正弦交流电的瞬时值、最大值和有效值	179
9.10	正弦交流电的频率、周期和角频率	180
9.11	正弦交流电的相位	181
9.12	正弦量的相量表示法	181
9.13	相量的加、减法	182
9.14	交流电阻电路	182
9.15	交流电感电路	183
9.16	交流电容电路	183
9.17	RLC 串联电路	184
第 10 章	常用电气图形符号与文字符号	186
第 11 章	常用电器元件	196
11.1	常用低压开关	196
11.1.1	HD、HS 型刀开关	197
11.1.2	HR 型刀熔开关	198
11.1.3	HK 型开启式负荷开关	200
11.2	常用低压断路器	202
11.2.1	常用低压断路器的型号	203
11.2.2	常用低压断路器的主要技术数据	204
11.3	常用交流接触器	207
11.4	常用热继电器	209
11.5	几种主令电器	211
11.5.1	控制按钮	211
11.5.2	行程开关	214
11.5.3	LW5-15 系列万能转换开关	216
11.5.4	主令控制器	216

附录	220
附录 A 试题	220
附录 B 施工现场临时用电安全技术规范 JGJ46—2005	244
参考文献	286
编后的话	287

第1章 电工识图

1.1 电工识图基本知识

电工图样是根据电气工作原理或安装、配线等电力工程的要求,按电源、各电气设备和负载之间的连接关系而绘制的图样。

1.1.1 电工图样中的电气符号

电工图样中的电气符号可分为文字符号、图形符号和回路标号三种。常用电气图形符号与文字符号详见第10章,下面只作说明。

1. 图形符号

图形符号是电气图样或其他文件中用来表示电气设备或概念的图形记号或符号。它是电工图样中的基本符号。图形符号的含义只由其形式决定,不受符号大小和图线粗细的影响,但同一份图样中图形符号的尺寸和图线粗细应保持一致。

2. 文字符号

文字符号是用来表示电气设备、装置、元器件的种类和功能的代号,又可分为基本文字符号和辅助文字符号。

(1) 基本文字符号可用单字母符号或双字母符号表示。例如,“K”代表继电器。

(2) 辅助文字符号常加于基本文字符号之后,可进一步表示电气设备装置和元器件的功能、特征及状态等。例如,“RD”表示红色。

此外,若基本文字符号和辅助文字符号仍不敷使用时,还可采用补充文字符号。如,“2T”(或“T2”)表示2号变压器等。

3. 回路标号

为了表示电路图中各回路的种类和特征,通常用文字符号和数字标注出来,这种标注称为回路标号。回路标号要按照“等电位”的原则进行标注,即回路中凡连接在同一节点上的所有导线,它们都具有同一电位,因而应标注以同一回路标号。经过线圈、绕组、触头、电阻、电容等各元件或部件所间隔的线段应标注以不同的回路标号。

回路标号中的数字通常用三位或三位以下数字来表示。

在交流一次回路中用个位数字的顺序区分回路的相别,用十位数字的顺序区分回路中的不同线段。如 L_1 相回路按 1、11、21、31 等顺序标号; L_2 相回路按 2、12、22、32 等顺序标号; L_3 相回路按 3、13、23、33 等顺序标号。对不同供电电源的回路可以用百位数字的顺序标号进行区分。

1.1.2 电工图样的基本构成

电工图样一般由电路图、技术说明、主要电气设备(或元件)明细表和标题栏四部分组成。

1. 电路图

用国家统一规定的电气图形符号和文字符号表示电路中电气设备(或元器件)相互连接顺序的图形,称为电路图。

电路通常分为主电路和副电路(一次回路和二次回路)。

主电路是电源向负载输送电能的电路,即发、输、变、配、用电能的电路。它通常包括发电机、电力变压器、各种开关、互感器、接触器、母线、导线、电力电缆、熔断器、负载等。副电路是为保证主电路安全、正常、经济合理运行

而装置的控制、保护、测量、检查、指示电路。它一般包括控制开关、继电器、脱扣器、测量仪表、指示灯、音响灯光及信号设备等。

主、副电路中的电气设备分别称作一次设备和二次设备。

2. 技术说明

技术说明用来注明电路图中有关要点、安装要求及未尽事项等。其书写位置通常是：

1) 主电路（一次回路）图中，在图面的右下方，标题栏的上方。

2) 副电路（二次回路）图中，在图面的右上方。

3. 主要电气设备（元件）明细表

主要电气设备（元件）明细表用以注明电气接线图中电路主要电气设备（或元件）的代号、名称、型号、规格、数量和说明等。

明细表的书写位置通常是：

1) 主电路图中，在图面的右上方，由上而下逐项列出。

2) 副电路图中，则在图面的右下方，紧接标题栏之上，自下而上逐项列出。

4. 标题栏

标题栏在图面的右下角，标注电气工程名称、设计类别、设计单位、图名、图号、比例、尺寸单位及设计人、制图人、描图人、审核人、批准人的签名和日期等。

标题栏是电气设计图的重要技术档案，各栏目中的签名人应对图中的技术内容承担相应责任。

1.1.3 电路图的分类

电气工程上所用的电路图通常可分为电气原理图、展开

接线图、安装接线图、平面布置图和剖面图。

1. 电气原理图

电气原理图也叫原理接线图。它以完整的电器为单位，画出它们之间的接线情况，从而表示出电气回路的动作原理，但不表示各电气设备元件的结构尺寸、安装位置 and 实际配线方法。电气原理图是绘制展开接线图、安装接线图等的基本依据。

2. 展开接线图

展开接线图也叫展开图。它的特点是将电路图中有关设备元件解体，即将同一元件的各线圈、触点和接点等分别画在不同的功能回路中。但同一元件的各线圈、触点和接点要以同一文字符号标注。画回路排列时，通常根据元件的动作顺序或电源到用电设备的元件连接顺序，水平方向从左到右，垂直方向自上而下画出。

图 1-1 是三相笼型异步电动机控制原理图。图中接触器 KM 的主触头画在交流主电路中，而其线圈和辅助触头画在交流辅助电路中，均分别标注以“KM”；热继电器 KH 的发热元件和动断触点分别画在交流主电路和交流辅助电路中，元件与触点均分别注以“KH”。

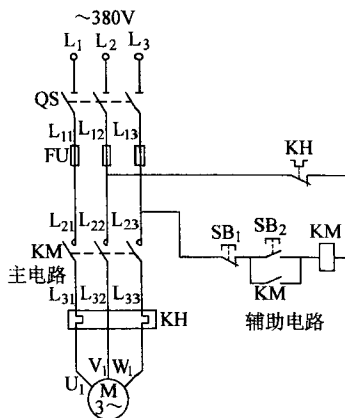


图 1-1 三相笼型异步电动机控制原理图

3. 安装接线图

安装接线图也叫安装

图，它是电气原理图具体实现的表现形式，可直接用于施工安装配线。图中只表示电气元件的安装位置和外形、尺寸和配线方式等，但不能直观地表示出电路的原理和电气元件间的控制关系。安装图通常分为盘（屏）面布置图、盘（屏）后接线图和端子排列图三种，它们之间相互对应、相互补充。

4. 平面布置图和剖面图

平面布置图和剖面图相当于对各电气设备布置的顶视和前视图。它们从不同方向表示各电气设备具体的实际安装位置，图中要标明位置和有关尺寸距离，用以对各电气设备进行安装施工。

1.1.4 电工识图的基本要求

(1) 结合电工基础理论了解电路图中各电气元件的基本工作原理、主要结构、动作性能以及各设备之间的关系。

(2) 在各类电工图中，原理图是绘制其他图的依据，可以对照原理图来识读其他图。

(3) 可参照电气设备文字符号表、常用一次电气设备和二次电气设备图形符号表、回路标号规定和辅助文字符号表，掌握电路图中各文字符号和图形符号所代表的意义进行识读，并应熟记那些常用的图形和文字符号。对图中特殊标注的文字和图形符号，可查阅有关电工手册，理解其相应含义。

(4) 分清主电路和辅助电路。一般情况下，先看主电路，后看辅助电路。了解主电路中用电设备是怎样引入和取得电源，经过哪些设备和元、部件而到达负载的；看辅助电路应分清是交流回路还是直流回路，是控制回路、保护回路、信号回路还是测量回路。识图时，对控制回路、保护回路和信号回路等各个回路中各元件、线圈接点等的动作顺序通常遵循自上而下和自左至右的原则。要注意动作元件的接