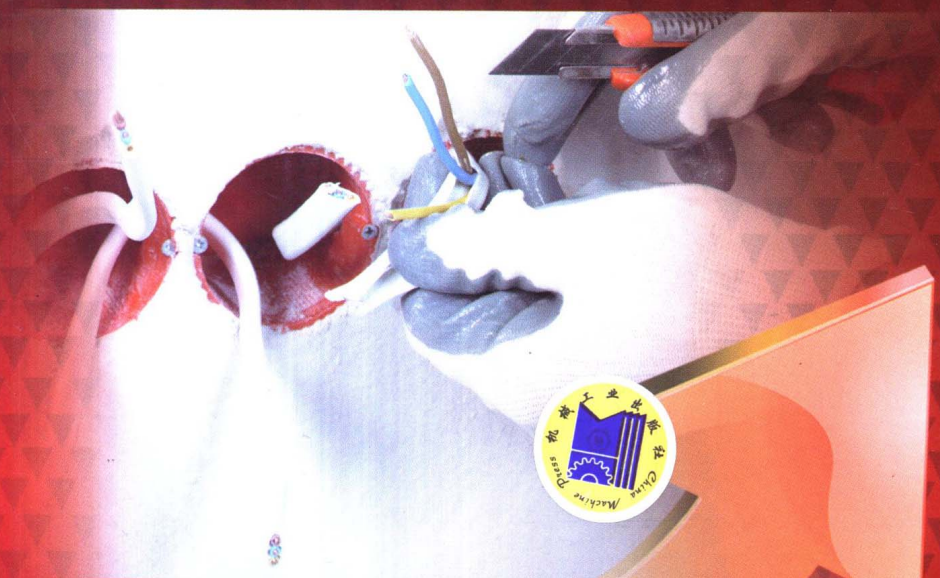
电工电子名家畅销书系

图解

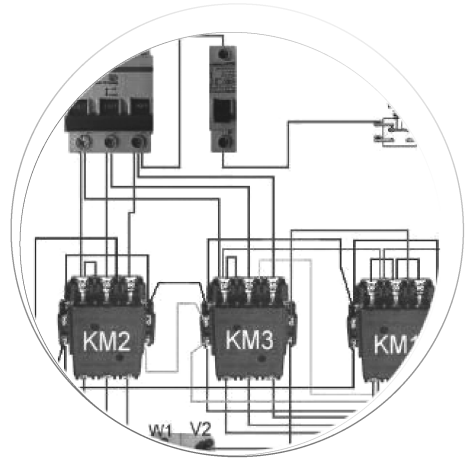
电工技能入门

杨清德　主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家畅销书系



图解电工技能入门

杨清德　主编

机 械 工 业 出 版 社

本书详细介绍了电工识图技能、电工基本操作技能、照明电路及装置应用技能、常用高低压电器应用技能、供配电线路及装置应用技能、电动机应用技能、电力拖动控制技术、常用机电设备维护与检修技能和安全用电技术等内容。

本书以中级维修电工相关知识点为主线，图（表）文并茂，口诀归纳要点，具有简明、易懂、新颖、直观、实用的特点，适合于广大维修电工、装饰电工、电气工程技术人员阅读，也可供高职院校、技校及中职学校电类专业的学生阅读，还可作为电工培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

图解电工技能入门/杨清德主编. —北京：机械工业出版社，2013.9
（电工电子名家畅销书系）
ISBN 978-7-111-44063-5

Ⅰ.①图… Ⅱ.①杨… Ⅲ.①电工技术—图解 Ⅳ.①TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 217998 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：付承桂 责任编辑：任 鑫
版式设计：霍永明 责任校对：陈立辉
封面设计：路恩中 责任印制：李 洋
三河市宏达印刷有限公司印刷
2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm · 19.75 印张 · 449 千字
0001—4000册
标准书号：ISBN 978-7-111-44063-5
定价：49.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社 服 务 中 心：(010)88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销 售 一 部：(010)68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销 售 二 部：(010)88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：(010)88379203	**封面无防伪标均为盗版**

出 版 说 明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达 400 多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60 多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料和标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开

阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 fuchenggui52@163.com。

机械工业出版社

前　言

目前，电的应用不仅延伸到物质生产的各个方面，而且越来越广地渗透到人们生活的各个层面，电气从业人员需求量剧增，电工已成为“香饽饽”。因此，许多年轻人立志学习电工技术，许多进城农民工有意转行从事电工工作，他们都希望能够尽快地学会电工技术并掌握电工基本操作技能。然而，电工作业属于特种作业，其工种有数十种，电工技术博大精深，要能够胜任电工工作岂能一朝一夕。为了帮助初学者较快地学习电工技术基础知识，掌握电工作业的基本技能，能够胜任一般场合的电工操作，我们根据初学者的特点，编写了本书。

本书融合了作者长期从事电工技术教学的经验，浓缩了作者主编的 50 余本电工技能图书的精华内容，比较详细地介绍了电工识图技能、电工基本操作技能、照明电路及装置应用技能、常用高低压电器应用技能、供配电线路及装置应用技能、电动机应用技能、电力拖动控制技术、常用机电设备维护与检修技能和安全用电技术等内容。这些知识及操作技能，既能短期速成，又能循序渐进，基本能满足读者初学入门及备战未来担负重要工作的需求。

本书以中级维修电工相关知识点为主线，从读者的实际出发，力求降低难度，由浅入深，环环相扣，图（表）文并茂，口诀归纳要点，具有简明、易懂、新颖、直观、实用的特点，适合于广大维修电工、装饰电工、电气工程技术人员阅读，也可供高职院校、技校及中职学校电类专业的学生阅读，还可作为电工培训教材。

本书由特级教师、高级讲师、维修电工高级技师、高级考评员杨清德主编。参加本书编写工作的有周万平、乐发明、胡萍、黎平、成世兵、蔡定宏、杨松、李建芬、廖代军、谭定轩、谭光明、余明飞、冉洪俊、胡大华、沈坤华等同志。

本书在编写过程时，参考和引用了众多电工师傅和电气工作者所提供的成功经验和资料，还参考了有关书籍，在此谨向他们表示最诚挚的谢意和最良好的祝愿。

由于编者水平所限，加之时间仓促，书中错漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正，盼赐教至主编的电子邮箱 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编　者

2013 年 4 月

目　录

出版说明

前言

第 1 章　电工识图技能 …… 1
1.1　电气图的有关规定 …… 1
1.1.1　图样格式的规定 …… 1
1.1.2　图样幅面的规定 …… 2
1.1.3　图线的规定 …… 2
1.1.4　比例、尺寸标注和字体的规定 …… 2
1.1.5　箭头和指引线 …… 3
1.1.6　标高和定位轴线的规定 …… 4
1.1.7　图区的划分 …… 4
1.2　电气符号 …… 5
1.2.1　文字符号 …… 5
1.2.2　图形符号 …… 7
1.2.3　回路标号 …… 13
1.3　连接线 …… 14
1.3.1　导线的一般表示方法 …… 14
1.3.2　连接线、汇总线、中断线的表示方法 …… 14
1.4　常用电气图 …… 16
1.4.1　电气图的分类 …… 16
1.4.2　电路图 …… 17
1.4.3　概略图和框图 …… 18
1.4.4　接线图（表） …… 18
1.4.5　电器元件布置图 …… 20
1.4.6　电气平面图 …… 20
1.5　电工识图基本方法 …… 22

第 2 章　电工基本操作技能 …… 24
2.1　电工工具的识别与使用 …… 24

2.1.1　最常用工具的识别与使用 …… 24
2.1.2　其他电工工具的识别与使用 …… 26
2.2　常用电工仪表的使用 …… 30
2.2.1　电流表与电压表 …… 30
2.2.2　钳形电流表 …… 32
2.2.3　绝缘电阻表 …… 35
2.2.4　万用表 …… 38
2.3　导线连接 …… 43
2.3.1　导线连接的步骤及技术要求 …… 43
2.3.2　导线绝缘层的剥削 …… 44
2.3.3　导线与导线的连接 …… 46
2.3.4　导线绝缘层的恢复 …… 49

第 3 章　照明电路及装置应用技能 …… 54
3.1　户内配电基础 …… 54
3.1.1　户内配电的原则及要求 …… 54
3.1.2　配线施工的一般工序 …… 56
3.2　电气预埋件施工 …… 57
3.2.1　预埋铁件 …… 57
3.2.2　预埋尼龙胀管 …… 57
3.2.3　预埋膨胀螺栓 …… 59
3.3　户内电线管配线 …… 59
3.3.1　电线管配线基础 …… 59
3.3.2　PVC 管配线工艺 …… 61
3.4　户内配电装置安装 …… 70
3.4.1　照明开关的安装 …… 70
3.4.2　电源插座的安装 …… 72
3.4.3　户内配电箱及配电装置的安装 …… 75
3.5　户内照明灯具的安装 …… 80
3.5.1　户内照明基础 …… 80
3.5.2　常用灯具的安装 …… 82
3.6　照明线路及装置的故障检修 …… 85
3.6.1　照明线路的常见故障分析 …… 85
3.6.2　照明线路检修的常用方法 …… 87

第 4 章　常用高低压电器应用技能 …… 89
4.1　常用低压电器的应用 …… 89

4.1.1 刀开关 …… 89
4.1.2 低压断路器 …… 92
4.1.3 组合开关 …… 95
4.1.4 低压熔断器 …… 98
4.1.5 接触器 …… 104
4.1.6 继电器 …… 109
4.1.7 控制按钮 …… 115
4.1.8 接近开关 …… 118
4.1.9 行程开关 …… 120
4.1.10 主令控制器 …… 121
4.2 常用高压电器的应用 …… 122
4.2.1 高压断路器 …… 122
4.2.2 高压隔离开关 …… 125
4.2.3 高压负荷开关 …… 129
4.2.4 高压熔断器 …… 131
4.2.5 电压互感器 …… 135
4.2.6 电流互感器 …… 137

第 5 章 供配电线路及装置应用技能 …… 140
5.1 低压架空线路施工 …… 140
5.1.1 杆位定位和挖坑 …… 140
5.1.2 立杆 …… 142
5.1.3 杆上组装作业 …… 147
5.1.4 拉线制作与固定 …… 149
5.1.5 架线 …… 153
5.1.6 固定导线 …… 155
5.2 电力电缆施工 …… 157
5.2.1 电力电缆施工基础 …… 157
5.2.2 电缆终端头和中间接头的制作 …… 159
5.2.3 电力电缆敷设工艺 …… 165
5.3 低压进户装置与配电箱的施工 …… 168
5.3.1 低压进户装置的安装 …… 168
5.3.2 电能表的选用与安装 …… 169
5.3.3 配电柜（盘、箱）的安装 …… 173
5.4 电气设备的防雷与接地 …… 175
5.4.1 电气设备的接地和接零 …… 175
5.4.2 接地装置的应用及安装 …… 179

5.4.3　电气设备的防雷 …… 180

第 6 章　电动机应用技能 …… 184
6.1　常用电动机简介 …… 184
6.1.1　电动机的作用及类型 …… 184
6.1.2　电动机的铭牌及结构 …… 188
6.2　电动机的拆卸与装配 …… 193
6.2.1　电动机的拆卸 …… 193
6.2.2　电动机的装配 …… 199
6.3　电动机的安装 …… 204
6.3.1　电动机安装基础的建造 …… 204
6.3.2　电动机安装前的检查 …… 205
6.3.3　电动机安装就位与校正 …… 206
6.3.4　传动装置的安装与校正 …… 207
6.3.5　电动机的接线 …… 209
6.3.6　电动机试车 …… 212
6.4　三相电动机的检修 …… 213
6.4.1　三相异步电动机的定期检修 …… 213
6.4.2　三相异步电动机常见故障的检查与分析 …… 215
6.4.3　三相异步电动机常见故障检修 …… 216

第 7 章　电力拖动控制技术 …… 221
7.1　单相电动机控制技术 …… 221
7.1.1　单相电动机起动控制 …… 221
7.1.2　单相异步电动机调速控制 …… 223
7.1.3　单相异步电动机反转控制 …… 224
7.2　三相异步电动机控制技术 …… 225
7.2.1　三相异步电动机的控制环节 …… 225
7.2.2　三相异步电动机的起动和制动 …… 228
7.2.3　三相异步电动机正常运行控制 …… 235
7.2.4　电动机特定条件下的运行控制 …… 245

第 8 章　常用机电设备维护与检修技能 …… 254
8.1　配电变压器 …… 254
8.1.1　认识配电变压器 …… 254
8.1.2　配电变压器的运行与维护 …… 259
8.1.3　变压器常见故障及处理方法 …… 262
8.2　普通车床的维护与检修 …… 266

8.2.1 普通车床的技术要求及维护要点 …… 266
8.2.2 普通车床常见电气故障检修 …… 268
8.3 平面磨床的维护与检修 …… 272
8.3.1 平面磨床的控制要求及维护要点 …… 272
8.3.2 平面磨床常见故障及处理方法 …… 273
8.4 混凝土搅拌机的维护与检修 …… 276
8.4.1 混凝土搅拌机维护与保养 …… 276
8.4.2 混凝土搅拌机电气故障的检修 …… 278
8.5 电动葫芦的维护与检修 …… 280
8.5.1 电动葫芦的调试与维护 …… 280
8.5.2 电动葫芦电气故障的检修 …… 281

第 9 章 安全用电技术 …… 284
9.1 安全用电基础 …… 284
9.1.1 安全用电原则及基本规定 …… 284
9.1.2 安全用电的组织措施 …… 286
9.1.3 安全用电的技术措施 …… 288
9.1.4 电工作业安全的技术措施 …… 289
9.2 触电与急救 …… 292
9.2.1 电流对人体的伤害 …… 292
9.2.2 触电类型 …… 293
9.2.3 触电急救常识 …… 294

参考文献 …… 303

第 1 章

电工识图技能

1.1 电气图的有关规定

1.1.1 图样格式的规定

图样通常由图框线、标题栏、会签栏组成。图样格式如图 1-1 所示。

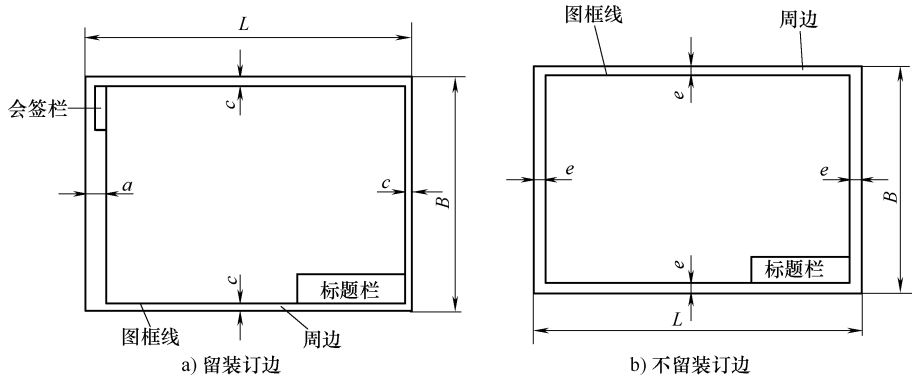


图 1-1 图样格式

标题栏中的项目有“设计单位名称”、“工程名称”、“图样名称”、“设计人”、“审核人”等，如图 1-2 所示。无论采用横式或竖式图幅，工程设计标题栏均应设置在图样的右下方，标题栏相当于产品的商标，位于图样的右下角，紧靠图框线。

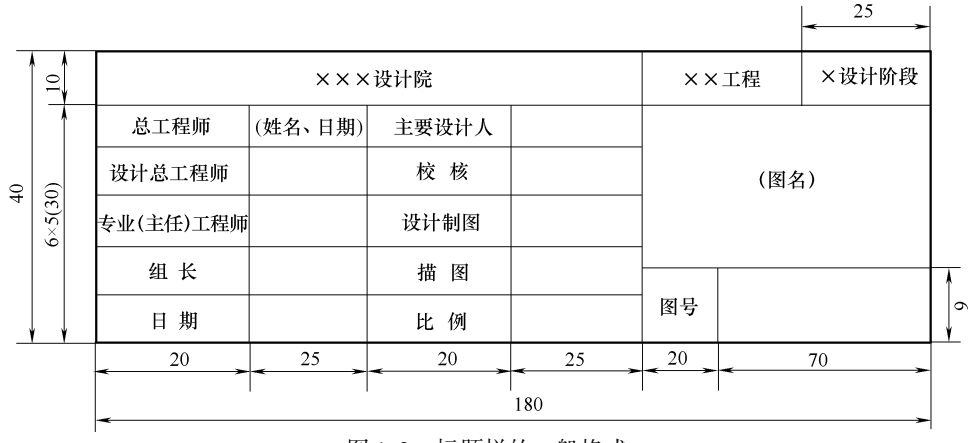


图 1-2 标题栏的一般格式

会签栏主要用于专业设计人员会审设计图时签名，一般位于图样的左上角。

1.1.2 图样幅面的规定

图样的大小称为图样的幅面，图样幅面按照大小共分为5类，其尺寸见表1-1。

表1-1 幅面代号及尺寸 （单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长（$B\times L$）	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边边宽（c）	10			5	
不留装订边边宽（e）	20			10	
装订侧边宽（a）	25				

1.1.3 图线的规定

工程图用各种不同的图线来绘制。图线的线型、线宽及用途见表1-2。

表1-2 图线的线型、线宽及用途

名称		线型	线宽	一般用途
实线	粗		$1b$	主要可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线
	细		$0.35b$	可见轮廓线、图例线等
虚线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	不可见轮廓线
	细		$0.35b$	不可见轮廓线、图例线等
点画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	细		$0.35b$	中心线、对称线等
双点画线	粗		b	见有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见有关专业制图标准
	细		$0.35b$	假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线			$0.35b$	断开界线
波浪线			$0.35b$	断开界线

注：按照《建筑制图标准》的规定，图线宽度b可以在6种线宽（2mm、1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm）中选择。在同一张图样中，相同比例的图应选用相同的线宽组，同类线应粗细一致。例如，选用2mm线宽组，则$0.5b$表示图线宽度为1mm。

1.1.4 比例、尺寸标注和字体的规定

1. 比例

工程图比例是图形与实物相对应的线性尺寸之比。例如图上长度1m，与之对应的实

物长度为 50m，则此图的比例为 1∶50。

电气施工图常用的比例有 1∶200、1∶150、1∶100、1∶50。大样图的比例可以用 1∶20、1∶10 或 1∶5。

2. 尺寸标注

图样上的尺寸标注由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止线（箭头）和尺寸数字 4 部分组成，如图 1-3 所示。

工程图样上标注的尺寸通常采用毫米（mm）为单位，只有总平面图或特大设备以米（m）为单位。所以，凡尺寸单位是 mm 时不必注明。在同一图样中，每一尺寸一般只标注一次。

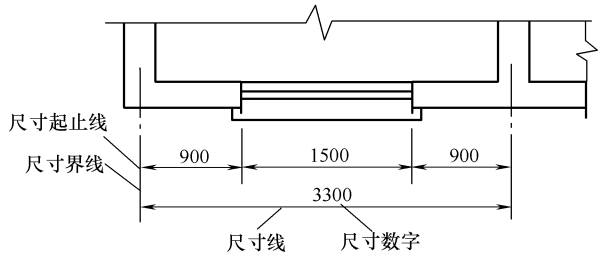


图 1-3　尺寸标注方法

3. 字体

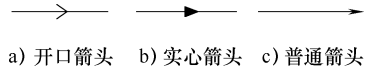
墨线图采取正体长仿宋字。图中书写的各种字母和数字，可采用向右倾斜与水平成 75°角的斜体字。当与汉字混合书写时，可采用正体字，但物理量符号一般采用斜体字。汉字的笔画粗细约为字高的 1/15。各种字母和数字的笔画粗细约为字高的 1/7 或 1/8。各种字体应从左往右整齐排列，笔画清晰。不得滥用不规范的简化字和繁体字。

1.1.5　箭头和指引线

在电气图中，表示信号传输或表示非电过程中的介质流向时都需要用箭头。若将文字或符号引注至被注释的部位，需要用指引线。

1. 箭头

电气图中有 3 种形状的箭头，如图 1-4 所示。图 1-4a 所示为开口箭头，用于说明电气能量、电气信号的传递方向（能量流、信号流流向）；图 1-4b 所示为实心箭头，用于说明非电过程中材料或介质的流向；图 1-4c 所示为普通箭头，用于说明可变性力或运动的方向以及指引线方向。

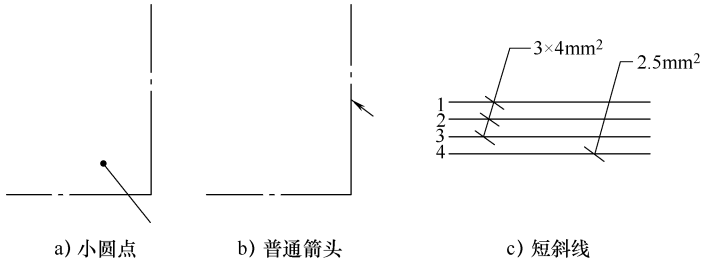


a) 开口箭头　b) 实心箭头　c) 普通箭头

图 1-4　电气图中的箭头

2. 指引线

指引线用来指示注释的对象，它为细实线，并在其末端加注标记。指引线末端有 3 种表示形式，如图 1-5 所示。



a) 小圆点　b) 普通箭头　c) 短斜线

图 1-5　指引线末端的形式

当指引线末端伸入被注释对象的轮廓线内时，指引线末端应画一个小圆点，如图 1-5a 所示。当指引线末端恰好指在被注释对象的轮廓线上时，指引线末端应用普通箭头指在轮廓线上，如图 1-5b 所示。当指引线末端指在不用轮廓图形表示的电气连接线上时，指引线末端应用一短斜线示出，如图 1-5c 所示，表示从上往下第 1、2、3 根导线的截面积为 4mm^2，第 4 根导线的截面积为 2.5mm^2。

1.1.6 标高和定位轴线的规定

1. 标高

建筑图样中的标高通常是相对标高。一般将 ±0.00 设定在建筑物首层室内地平面，往上为正值，往下为负值。

电气图样中设备的安装标高是以各层地面为基准的。

2. 定位轴线

电力、照明、弱电布置通常都是在建筑物平面图上绘制的。在建筑平面图上，一般都标有定位轴线，以此作为定位、放线的依据和识别设备安装的位置。

由建筑物的承重墙、柱、主梁及房架等主要承重构件的位置所画的轴线，称为定位轴线。定位轴线编号的基本原则是：在水平方向，从左到右用阿拉伯数字表示；在垂直方向，采用大写英文字母自下而上标注。轴线间距由建筑结构尺寸确定。电气平面图中，为了突出电气线路，通常只在外墙的外侧画出横轴线、竖轴线，建筑平面内的轴线不一定画出。

1.1.7 图区的划分

如图 1-6 所示，在图样上边框或下边框的水平方向用 1、2、3 等阿拉伯数字表示图区编号，图区编号的对应区域还可以用文字表示的元件或电路的功能。有的电气图还在图样左右边框的竖直方向用大写英文字母表示图区编号。

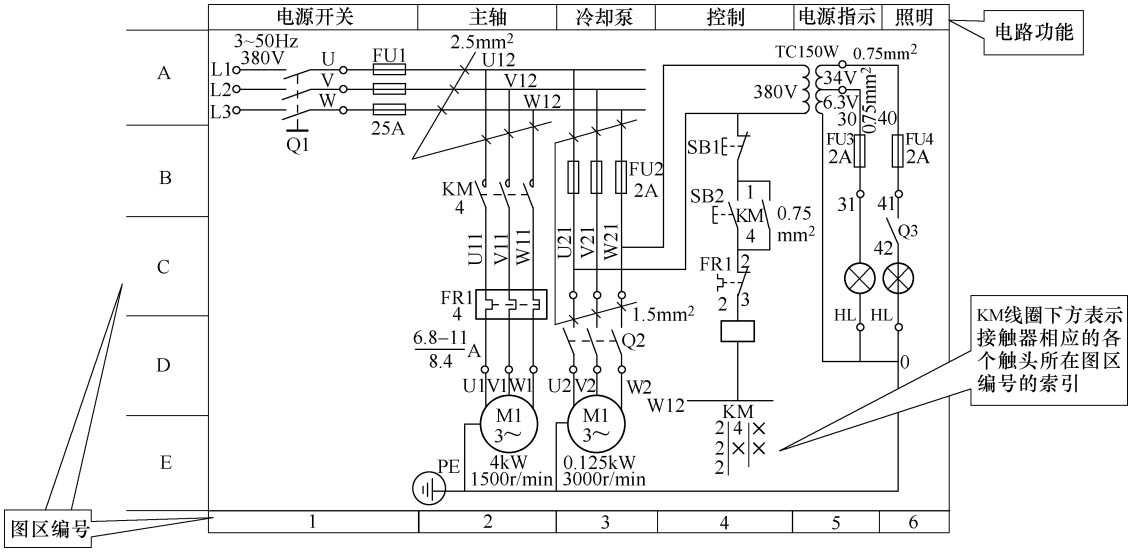


图 1-6 图区的划分

1.2　电 气 符 号

绘制电气图，必须采用国家规定的统一的图形符号和文字符号来表示电气元器件的不同种类、规格及安装方式。其电气符号一般包括文字符号、图形符号和回路标号。

1.2.1　文字符号

文字符号用来表示电气设备、装置、元器件种类及功能的字母代码，电气技术中的文字符号可分为基本文字符号和辅助文字符号两大类。

1. 基本文字符号

基本文字符号有单字母符号和双字母符号两种表达方式。

常用基本文字符号见表 1-3。

表 1-3　常用基本文字符号

名　　称	单字母符号	多字母符号	名　　称	单字母符号	多字母符号
发电机	G		电流表	A	
励磁机	G	GE	电压表	V	
电动机	M		功率因数表		cos
绕组	W		电磁铁	Y	YA
变压器	T		电磁阀	Y	YV
隔离变压器	T	TI（N）	牵引电磁铁	Y	YA（T）
电流互感器	T	TA 或 CT	插头	X	XP
电压互感器	T	TV 或 PT	插座	X	XS
电抗器	L		端子板	X	XT
开关	Q、S		信号灯	H	HL
断路器	Q	QF	指示灯	H	HL
隔离开关	Q	QS	照明灯	E	EL
接地开关	Q	QG	电铃	H	HA
行程开关	S	ST	蜂鸣器	H	HA
脚踏开关	S	SF	测试插孔	X	XJ
按钮	S	SB	蓄电池	G	GB
接触器	K	KM	合闸按钮	S	SB（L）
交流接触器	K	KM（A）	跳闸按钮	S	SB（I）
直流接触器	K	KM（D）	试验按钮	S	SB（E）
星-三角起动器	K	KS（D）	检查按钮	S	SB（D）
继电器	K		起动按钮	S	SB（T）
避雷器	F	FA	停止按钮	S	SB（P）
熔断器	F	FU	操作按钮	S	SB（O）

2. 辅助文字符号

辅助文字符号用来表示电气设备、装置、元器件及线路的功能、状态和特征，通常由英文单词的前一两个字母构成。如“SYN”表示同步，“L”表示限制，“RD”表示红色，“F”表示快速。

常用辅助文字符号见表 1-4。

表 1-4　常用辅助文字符号

名　称	单字母符号	多字母符号	名　称	单字母符号	多字母符号
交流		AC	控制	C	
直流		DC	制动	B	BRK
电流	A		闭锁		LA
电压	V		异步		ASY
接地	E		延时	D	
保护	P		同步		SYN
保护接地		PE	运转		RUN
中性线	N		时间	T	
模拟	A		高	H	
数字	D		中	M	
自动	A	AUT	低	L	
手动	M		升	U	
辅助		AUX	降	D	
停止		STP	备用		RES
断开		OFF	复位	R	
闭合		ON	差动	D	
输入		IN	红		RD
输出		OUT	绿		GN
左	L		黄		YE
右	R		白		WH
正、向前		FW	蓝		BL
反	R		黑		BK

此外，在电气图中，一些特殊用途的接线端子、导线等通常采用一些专用的文字符号。例如：交流系统电源的第一、第二、第三相，分别用文字符号 L1、L2、L3 表示；交流系统设备的第一、第二、第三相，分别用文字符号 U、V、W 表示；直流系统电源的正极、负极，分别用文字符号 L + 、L – 表示；交流电、直流电分别用文字符号 AC、DC 表示；接地、保护接地、不接地保护分别用文字符号 E、PE、PU 表示。