

JIANZHU DIANQI

# 建筑电气 工程图识读

夏国明 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 建筑电气工程图识读

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 夏国明 |     |
| 副主编 | 冯玉栋 | 张自雍 |
| 参 编 | 宋瑞丛 | 张国元 |
| 主 审 | 孟洪厂 |     |



机械工业出版社

本书从电气工程图的识读基础入手,全面系统地介绍了各种电气系统的组成原理与工程图样,理论联系实际、图文并茂、通俗易懂。

本书共分八章,分别介绍了电气工程图识读基础、变配电所工程图、供配电线路工程图、室内动力与电气照明工程图、建筑物防雷与接地工程图、建筑电气控制系统工程图、智能建筑工程图的识读知识和建筑电气安装工程施工图预算的有关知识。为了便于读者阅读,附录部分还收录了电气工程图中新旧图形符号对照表,电气设备及元器件、配电箱的文字符号表等。

本书可作为电气工程技术人员的学习培训教材或参考资料,也可作为电气、电力和建筑工程技术类相关专业大、中专学生的教学讲义或参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程图识读/夏国明主编. —北京:机械工业出版社,2009.10  
ISBN 978-7-111-28558-1

I. 建… II. 夏… III. 建筑工程:电气工程-工程制图-识图法  
IV. TU85

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第193310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:张晶 责任编辑:张晶 蔡家伦

封面设计:张静 责任校对:李婷 责任印制:杨曦

北京富生印刷厂印刷

2010年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.5印张·554千字

标准书号:ISBN 978-7-111-28558-8

定价:36.00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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

随着国民经济和科学技术的飞速发展，电气工程技术领域发生了巨大的变化，电气工程所涵盖的内容已不仅是传统的简单供配电与电气照明。特别是电气控制与智能建筑系统的飞速发展使得电气工程图样的数量和内容都跃上了一个新的台阶。

电气工程图是设计人员科学表达工程性质与功能的通用工程语言。如何正确理解设计意图，实现设计目的，要求实施者必须读懂图纸。这是对电气工程施工、监理人员的最基本要求。为了帮助电气工程技术人員，系统地学习并掌握电气工程识图技能，在机械工业出版社的大力支持下，我们组织编写了本书。

本书从电气工程图的识读基础入手，深入浅出、全面系统地介绍了各种电气系统的组成原理与工程图样，理论联系实际、图文并茂、通俗易懂，可作为电气工程技术人員的学习培训教材或参考教材，也可作为电气、电力和建筑工程技术类相关专业大、中专学生的教学讲义或参考书。

本书共分八章，分别介绍了电气工程图识读基础、变配电所工程图、供配电线路工程图、室内动力与电气照明工程图、建筑物防雷与接地工程图、建筑电气控制系统工程图、智能建筑工程图的识读知识和建筑电气安装工程施工图预算的有关知识。为了便于读者阅读，书末附录部分收录了电气工程图中新旧图形符号对照表，电气设备、元器件及配电箱的文字符号表等。

本书第1章由张国元编写；第2章和第3章部分内容和附录部分由夏国明编写；第5、8章和第6章的前7节由冯玉栋编写；第4、7章由张自雍编写；第3章部分内容和第6章的6.8节由宋瑞丛编写。夏国明负责全书的统稿工作。

本书由孟洪厂进行了认真的审核，编写过程中还得到了有关单位和个人的大力支持和帮助，参考了大量的书刊资料，并引用了其中的一些成果，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促且编者水平所限，本书中的纰漏和不妥之处在所难免，诚望使用本书的广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第1章 电气工程图识读基础 ..... 1

### 1.1 工程图样的格式 ..... 1

### 1.2 电气工程图的类型及识读要点 ..... 4

#### 1.2.1 电气工程图的类型 ..... 4

#### 1.2.2 电气工程图识读要点 ..... 5

### 1.3 电气图形符号与文字标注 ..... 7

#### 1.3.1 电气图形符号与文字符号 ..... 7

#### 1.3.2 电气设备及线路的标注 ..... 8

## 第2章 变配电所工程图 ..... 12

### 2.1 概述 ..... 12

#### 2.1.1 电力系统简介 ..... 12

#### 2.1.2 用户供电系统概况 ..... 14

#### 2.1.3 电力系统中性点运行方式 ..... 15

### 2.2 变配电所电气设备 ..... 17

#### 2.2.1 高压电气设备 ..... 17

#### 2.2.2 低压电气设备 ..... 29

#### 2.2.3 变配电所二次设备 ..... 38

### 2.3 变配电所主接线图 ..... 45

#### 2.3.1 变配电所基本接线 ..... 45

#### 2.3.2 变配电所典型主接线 ..... 47

### 2.4 变配电所平面图 ..... 52

#### 2.4.1 变配电所设备布置的原则与 要求 ..... 52

#### 2.4.2 变配电所平剖面图实例 ..... 52

### 2.5 变配电所二次接线图 ..... 64

#### 2.5.1 操作电源接线图 ..... 64

#### 2.5.2 控制回路接线图 ..... 65

#### 2.5.3 信号回路接线图 ..... 68

#### 2.5.4 测量回路接线图 ..... 70

#### 2.5.5 保护装置接线图 ..... 70

#### 2.5.6 二次安装接线图 ..... 71

## 第3章 供配电线路工程图 ..... 77

### 3.1 供配电线路的类型 ..... 77

#### 3.1.1 放射式接线 ..... 77

#### 3.1.2 树干式接线 ..... 78

#### 3.1.3 环网式接线 ..... 79

### 3.2 架空电力线路 ..... 80

#### 3.2.1 架空线路的结构 ..... 80

#### 3.2.2 架空线路工程图 ..... 89

### 3.3 电力电缆线路 ..... 91

#### 3.3.1 电力电缆的结构类型 ..... 91

#### 3.3.2 电力电缆的敷设 ..... 94

#### 3.3.3 电力电缆线路工程图 ..... 100

## 第4章 室内动力与电气照明工程图 ... 103

### 4.1 室内电气工程概述 ..... 103

### 4.2 室内电气工程的基础知识 ..... 103

#### 4.2.1 平面图及系统图的标注 ..... 103

#### 4.2.2 导线根数计算 ..... 104

#### 4.2.3 建筑电气图的阅读方法及注意 事项 ..... 107

#### 4.2.4 配线 ..... 109

#### 4.2.5 照明方式和照明种类 ..... 110

#### 4.2.6 常用设备材料简介 ..... 111

### 4.3 电气照明系统图识读 ..... 112

#### 4.3.1 配电干线系统图 ..... 112

#### 4.3.2 配电箱 ..... 112

#### 4.3.3 无干线系统的表达方式 ..... 115

### 4.4 电气照明平面图 ..... 115

#### 4.4.1 进户线及总配电箱 ..... 115

#### 4.4.2 灯具、插座的布置 ..... 116

#### 4.4.3 各配电支路的连接情况 ..... 116

#### 4.4.4 标准层电气平面图 ..... 117

### 4.5 电气照明工程图实例 ..... 117

#### 4.5.1 阅读说明 ..... 117

#### 4.5.2 配电干线系统图 ..... 117

#### 4.5.3 平面图的阅读 ..... 118

### 4.6 动力工程图 ..... 127

#### 4.6.1 动力系统图识读 ..... 127

#### 4.6.2 动力平面图识读 ..... 127

#### 4.6.3 室内动力平面图识读 ..... 128

## 第5章 建筑物防雷与接地工程图 ..... 133

### 5.1 雷电知识概述 ..... 133

#### 5.1.1 雷云的形成 ..... 133

#### 5.1.2 雷云中电荷的产生 ..... 133

#### 5.1.3 感应过电压的形成 ..... 134

#### 5.1.4 雷电活动的分布及规律 ..... 135

#### 5.1.5 雷电的危害性 ..... 137

### 5.2 防雷装置 ..... 137

#### 5.2.1 接闪器 ..... 137

|                                   |     |                                                |     |
|-----------------------------------|-----|------------------------------------------------|-----|
| 5.2.2 引下线 .....                   | 138 | 6.3.3 三相笼型异步电动机的调速控制<br>电路 .....               | 173 |
| 5.2.3 接地装置 .....                  | 138 | 6.3.4 三相笼型异步电动机的制动控制<br>电路 .....               | 173 |
| 5.2.4 避雷器 .....                   | 139 | 6.3.5 三相笼型异步电动机 Y/ $\Delta$ 降压<br>起动控制电路 ..... | 174 |
| 5.3 建筑物的防雷分类与防雷措施 .....           | 139 | 6.3.6 三相笼型异步电动机自耦变压器<br>降压起动控制电路 .....         | 176 |
| 5.3.1 建筑物的防雷分类 .....              | 140 | 6.4 常用水泵控制电路图 .....                            | 176 |
| 5.3.2 建筑物年预计雷击次数 .....            | 140 | 6.4.1 生活给水泵控制电路 .....                          | 176 |
| 5.3.3 建筑物的防雷措施 .....              | 141 | 6.4.2 排水泵控制电路 .....                            | 178 |
| 5.4 接地与安全 .....                   | 146 | 6.4.3 消火栓用消防泵控制电路 .....                        | 180 |
| 5.4.1 概述 .....                    | 146 | 6.4.4 自动喷洒用消防泵控制电路 .....                       | 180 |
| 5.4.2 低压配电系统的接地形式和基本<br>要求 .....  | 147 | 6.4.5 消防稳压泵控制电路 .....                          | 182 |
| 5.5 等电位联结 .....                   | 149 | 6.5 常用风机控制电路图 .....                            | 185 |
| 5.5.1 等电位联结的作用 .....              | 149 | 6.5.1 普通风机控制电路 .....                           | 185 |
| 5.5.2 等电位联结的分类 .....              | 150 | 6.5.2 新风风机控制电路 .....                           | 186 |
| 5.5.3 等电位联结的安装要求 .....            | 150 | 6.5.3 排烟(正压送风)风机控制<br>电路 .....                 | 187 |
| 5.6 建筑物防雷接地工程图 .....              | 151 | 6.5.4 双速风机控制电路 .....                           | 188 |
| 5.6.1 建筑物防雷接地工程图的设计<br>深度要求 ..... | 151 | 6.6 空调机组控制系统电路图 .....                          | 190 |
| 5.6.2 建筑物防雷接地工程设计要点 ..            | 151 | 6.6.1 冷水机组控制电路图 .....                          | 190 |
| 5.6.3 建筑物防雷接地工程图实例<br>分析 .....    | 155 | 6.6.2 风机盘管控制电路接线图 .....                        | 191 |
| 5.7 变配电所防雷接地工程图 .....             | 155 | 6.6.3 变风量新风空调机组控制电路<br>接线图 .....               | 192 |
| 5.7.1 变配电所防雷设计要点及保护<br>接线 .....   | 155 | 6.7 锅炉控制系统电路图 .....                            | 192 |
| 5.7.2 变配电所接地的设计要点及<br>工程实例 .....  | 156 | 6.8 电梯控制系统电路图 .....                            | 194 |
| 5.8 特殊场所的接地 .....                 | 158 | 6.8.1 概述 .....                                 | 194 |
| 5.8.1 游泳池接地 .....                 | 158 | 6.8.2 交流双速电梯控制电路分析 .....                       | 195 |
| 5.8.2 大中型电子计算机接地 .....            | 160 | <b>第7章 智能建筑工程图的识读</b> .....                    | 208 |
| 5.8.3 医疗电气设备接地 .....              | 161 | 7.1 智能建筑概述 .....                               | 208 |
| <b>第6章 建筑电气控制系统工程图</b> .....      | 163 | 7.1.1 智能建筑的发展 .....                            | 208 |
| 6.1 建筑电气控制系统概述 .....              | 163 | 7.1.2 智能建筑的定义及构成 .....                         | 208 |
| 6.2 常用低压控制和保护电器 .....             | 163 | 7.1.3 智能建筑工程系统的集成 .....                        | 209 |
| 6.2.1 刀开关 .....                   | 163 | 7.1.4 智能建筑工程系统的读图 .....                        | 209 |
| 6.2.2 转换开关 .....                  | 164 | 7.2 火灾自动报警与消防联动控制系统<br>工程图 .....               | 209 |
| 6.2.3 熔断器 .....                   | 165 | 7.2.1 火灾自动报警系统的组成 .....                        | 210 |
| 6.2.4 断路器 .....                   | 167 | 7.2.2 火灾自动报警系统设备布置及<br>线路敷设 .....              | 212 |
| 6.2.5 主令电器 .....                  | 167 | 7.2.3 火灾自动报警系统施工图 .....                        | 216 |
| 6.2.6 接触器 .....                   | 168 | 7.2.4 火灾自动报警系统的施工 .....                        | 218 |
| 6.2.7 继电器 .....                   | 169 | 7.3 有线电视工程图 .....                              | 222 |
| 6.2.8 起动器 .....                   | 170 | 7.3.1 有线电视系统的组成 .....                          | 222 |
| 6.3 电动机的基本控制电路图 .....             | 171 | 7.3.2 有线电视系统的设备选择及线路<br>敷设 .....               | 223 |
| 6.3.1 三相笼型异步电动机直接起动<br>控制电路 ..... | 171 |                                                |     |
| 6.3.2 三相笼型异步电动机的正反转<br>控制电路 ..... | 172 |                                                |     |

|                                       |            |                                        |            |
|---------------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|
| 7.3.3 有线电视系统工程图 .....                 | 224        | 8.2.2 安装工程费用项目的组成 .....                | 245        |
| 7.4 扩声和音响系统 .....                     | 226        | 8.2.3 安装工程的类别划分及安装工程<br>费率 .....       | 247        |
| 7.4.1 扩声和音响系统的类型与基本<br>组成 .....       | 226        | 8.3 电气安装工程施工图预算的编制<br>方法 .....         | 249        |
| 7.4.2 扩声和音响系统的设备选择及<br>线路敷设 .....     | 226        | 8.3.1 编制电气安装施工图预算的<br>依据 .....         | 249        |
| 7.4.3 扩声和音响系统工程图 .....                | 227        | 8.3.2 编制电气安装工程施工图预算的<br>程序 .....       | 249        |
| 7.5 电话通信系统及综合布线系统 .....               | 228        | 8.3.3 电气安装工程量的计算 .....                 | 249        |
| 7.5.1 电话通信系统 .....                    | 228        | 8.3.4 套用预算定额时应注意的问题 ...                | 250        |
| 7.5.2 综合布线系统 .....                    | 229        | 8.4 电气安装工程施工图预算编制实例 .....              | 250        |
| 7.5.3 电话通信系统及综合布线系统<br>工程图 .....      | 231        | 8.5 建设工程工程量清单计价 .....                  | 263        |
| 7.6 建筑设备自动化系统 .....                   | 232        | 8.5.1 工程量清单计价办法及其意义 ...                | 263        |
| 7.6.1 建筑设备自动化系统的组成 .....              | 232        | 8.5.2 《建设工程工程量清单计价规范》<br>的内容及特点 .....  | 264        |
| 7.6.2 DDC 系统控制 .....                  | 232        | 8.5.3 工程量清单及工程量清单计价的<br>编制 .....       | 265        |
| 7.6.3 监控原理图 .....                     | 233        | 8.5.4 采用工程量清单计价与传统定额<br>预算计价法的差别 ..... | 266        |
| 7.6.4 建筑设备自动化控制要求 .....               | 234        | 8.5.5 电气安装工程工程量清单计价<br>编制实例 .....      | 267        |
| 7.6.5 建筑设备自动化系统图 .....                | 235        | 附录 .....                               | 290        |
| 7.7 公共安全管理技防系统图识读 .....               | 236        | 附录 A 建筑工程图中常用图形符号表 .....               | 290        |
| 7.7.1 公共安全管理技防系统概述 .....              | 236        | 附录 B 电气工程图中新旧图形符号<br>对照表 .....         | 291        |
| 7.7.2 公共安全管理技防系统的种类及<br>简介 .....      | 237        | 附录 C 电气设备及元器件常用新旧文字<br>符号对照表 .....     | 298        |
| 7.7.3 公共安全管理技防系统图识读 ...               | 240        | 附录 D 电气工程图中常用配电箱(屏、柜)<br>文字符号表 .....   | 302        |
| <b>第 8 章 建筑电气安装工程施工图<br/>预算 .....</b> | <b>244</b> | <b>参考文献 .....</b>                      | <b>303</b> |
| 8.1 预算定额的概念、性质和作用 .....               | 244        |                                        |            |
| 8.1.1 预算定额的概念 .....                   | 244        |                                        |            |
| 8.1.2 预算定额的性质 .....                   | 244        |                                        |            |
| 8.1.3 预算定额的作用 .....                   | 244        |                                        |            |
| 8.2 安装工程综合基价与安装工程费用<br>项目的组成 .....    | 245        |                                        |            |
| 8.2.1 安装工程综合基价 .....                  | 245        |                                        |            |

# 第1章 电气工程图识读基础

建筑电气工程在整个建筑工程中占有十分重要的地位。在工程实践中,电气安装人员对图样的错误理解,往往会导致安装失误,从而造成很大的损失。电气工程图识读是工程安装施工与维护检修至关重要的环节。工程图样具有法律效力。工程人员要对所有因违背图样施工所导致的损失负法律责任。因此,要求电气安装施工与运行维护人员必须精读图样,深刻理解设计意图,熟悉工程中涉及的各种电气功能。此点对于初学者来说尤为重要。

## 1.1 工程图样的格式

工程图样属于严肃的技术文件,它的绘制格式及各种表达方式都必须遵守相关的规定。阅读电气工程图前必须熟悉这些规定。

### 1. 图样的格式与幅面

图样通常由边框线、图框线、标题栏、会签栏等组成,其格式如图 1-1 所示。

标题栏又称图标,是用以标注图样名称、图号、比例、张次、日期及有关人员签名等内容的栏目。标题栏的方位一般在图样的右下角,有时也设在下方或右侧。标题栏中的文字方向为看图方向,即图中的说明、符号等均应与标题栏的文字方向一致。会签栏设在图样的左上角,用于图样会审时各专业负责人签署意见,通常可以省略。

图样的幅面一般分为 A0 号、A1 号、A2 号、A3 号和 A4 号五种标准图幅,具体尺寸见表 1-1。根据需要可以对图样进行加长:A0 号图样以长边的  $1/8$  为最小加长单位,最多可加长到标准图幅长度的 2 倍;A1、A2 号图样以长边的  $1/4$  为最小加长单位,A1 号图样最多可加长到标准图幅长度的 2.5 倍,A2 号图样最多可加长到标准图幅长度的 5.5 倍;A3、A4 号图样以长边的  $1/2$  为最小加长单位,A3 号图样最多可加长到标准图幅长度的 4.5 倍,A4 号图样最多可加长到标准图幅长度的 2 倍。

### 2. 图线与字体

绘制工程图样所用的各种线条统称为图线。为了使图形所表达的内容清晰、重点突出,国家标准中对图线的形式、宽度和间距都作了明确规定,详见表 1-2。

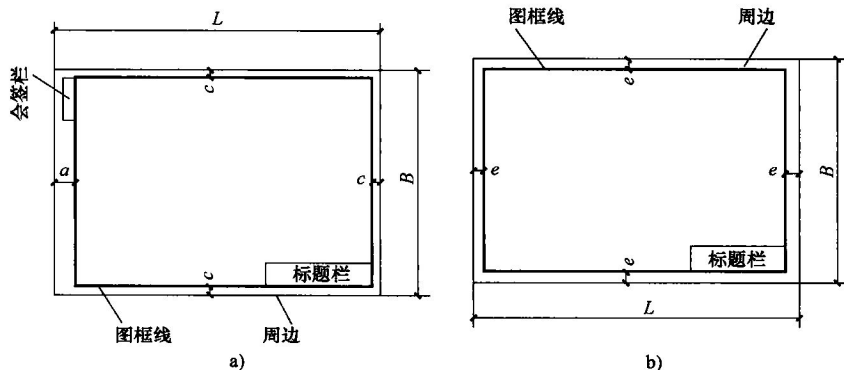


图 1-1 图样的格式

a) 留装订边 b) 不留装订边



表 1-1 图幅尺寸

(单位: mm)

| 图幅代号         | A0       | A1      | A2      | A3      | A4      |
|--------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 宽×长(BL)      | 841×1189 | 594×841 | 420×594 | 297×420 | 210×297 |
| 留装订边时的边宽(c)  | 10       | 10      | 10      | 5       | 5       |
| 不留装订边时的边宽(e) | 20       | 20      | 10      | 10      | 10      |
| 装订侧边宽(a)     | 25       | 25      | 25      | 25      | 25      |

表 1-2 图线形式

| 序号 | 图线名称 | 图线形式                                                                                | 图线宽度/mm          | 一般应用                                |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1  | 粗实线  |    | $b = 0.5 \sim 2$ | 重点内容用线型, 主要导线, 可见重要轮廓线等             |
| 2  | 细实线  |    | $\approx b/3$    | 尺寸线和尺寸界线, 简图用线型, 可见次要轮廓线等           |
| 3  | 虚线   |    | $\approx b/3$    | 辅助线型, 屏蔽线, 不可见轮廓线, 不可见导线, 计划扩展内容用线等 |
| 4  | 点划线  |    | $\approx b/3$    | 轴线, 对称中心线, 分界线, 结构、功能、分组围框线等        |
| 5  | 双点划线 |    | $\approx b/3$    | 辅助围框线等                              |
| 6  | 波浪线  |    | $\approx b/3$    | 断裂处的边界线, 视图与剖视图的分界线等                |
| 7  | 折断线  |  | $\approx b/3$    | 被断开部分的分界线                           |

汉字、字母和数字是图样的重要组成部分, 因此要求字体端正、笔划清楚、排列整齐、间距均匀。汉字应采用长仿宋体, 字母和数字可以用正体或斜体。

### 3. 尺寸标注和标高

图样中的尺寸数据是制作和施工的主要依据。尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止点的箭头或 45°斜划线、尺寸数字 4 个要素组成。尺寸的单位除标高、总平面图和一些特大构件以米 (m) 为单位外, 其余一律以毫米 (mm) 为单位。所以一般工程图上的尺寸数字都不标注单位。

标高有绝对标高与相对标高两种表示方法。绝对标高是以我国青岛市外黄海平面作为零点而确定的高度尺寸, 又称海拔。相对标高是选定某一参考面或参考点为零点而确定的高度尺寸。在工程图中多采用相对标高, 一般取建筑物首层室内地坪高度为  $\pm 0.00\text{m}$ 。

在电气工程图上有时还标有另一种标高, 即敷设标高。它是指电气设备或线路安装敷设位置与该层地坪面或楼面的高差。

### 4. 图幅分区与定位轴线

对于那些幅面大而内容复杂的图, 在读图或更改图的过程中, 为了迅速找到图上的某一内容, 需要有一种确定图上位置的方法, 而图幅分区法就是一种使用十分广泛的方法。

图幅分区的方法是将图样上相互垂直的两对边各自加以等分。分区的数目视图的复杂程度而定, 但每边分区的数目必须为偶数。每一分区的长度一般不小于 25mm 且不大于 75mm。分区线用细实线。每个分区内, 竖边方向用大写拉丁字母编号, 横边方向用阿拉伯数字编号。编号的顺序应从图样左上角开始, 如图 1-2 所示。分区代号用字母和数字表示, 字母在前, 数字在后, 如

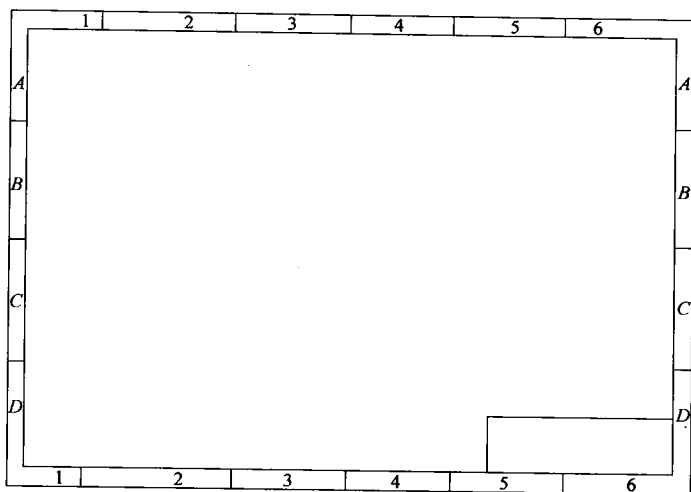


图 1-2 图幅分区

B3、B4 等。

在建筑图上，凡承重墙、柱子、大梁或屋架等主要承重构件的位置都画有定位轴线并编上轴线号。定位轴线编号的原则：在水平方向采用阿拉伯数字，由左向右注写；在垂直方向采用汉语拼音字母（I、O、Z 不用）由下向上注写；这些数字与字母均用点划线引出。

定位轴线可以帮助人们明确各种电气设备的具体安装位置，以及计算电气管线的长度等。

### 5. 详图及其索引

详图用以详细表明某些细部的结构、做法及安装工艺要求。根据不同的情况，详图可以与总图画在同一张图样上，也可以画在另外的图样上。因此，需要用一标志将详图和总图联系起来，这种联系标志称为详图索引，如图 1-3 所示。图 1-3a 表示 2 号详图与总图画在同一张图上，图 1-3b 表示 2 号详图画在第 3 张图样上，图 1-3c 表示 5 号详图被索引在本张图样上，图 1-3d 表示 5 号详图被索引在第 2 张图样上。

### 6. 图例、设备材料表与说明

图例采用表格的形式列出了图样中使用的各种图形符号或文字符号，以便于读图者阅图。设备材料表用以表述图样所涉及的工程设备与主要材料的名称、型号规格和单位数量等内容，设备材料表备注栏内有时还标注一些特殊的说明。设备材料表中的数量一般只作为粗略概算，不能作为设备和材料的供货依据。目前为了简化起见，一些流行的电气专业设计软件，通常将图例和设备材料表统一列在一起。

图样中的设计说明采用文字表述的形式，用以补充说明工程特点、设计思想、施工方法、维护管理方面的注意事项以及其他图中交待不清或没有必要时用图表示的要求、标准、规范等。

### 7. 方位与风向频率标记

各类工程图样一般均是按上北下南、左西右东来表示方位的，但在很多情况下尚需用方位标记表示图样方位。常用方位标记如图 1-4a 所示，其中箭头方向表示正北方向（N）。

为了表示工程地区一年四季的风向情况，在图上往往还需标注风向频率标记。风向频率标记是根据某一地区多年统计的风向发生频率的平均值，按一定比例绘制而成的。风向频率标记形似一朵玫瑰花，故又称为风向玫瑰图。图 1-4b 为某地的风向频率标记，其箭头表示正北方向，实线表示全年的风向频率，虚线表示夏季（6~8 月）的风向频率。由此可知，该地区常年以西北风为主，而夏季以东南风和西北风为主。

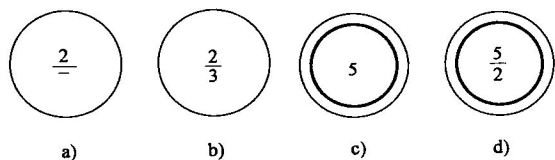


图 1-3 详图索引标志

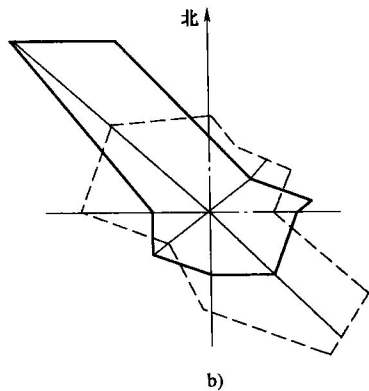
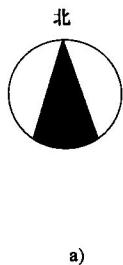


图 1-4 方位与风向玫瑰图

## 1.2 电气工程图的类型及识读要点

### 1.2.1 电气工程图的类型

电气工程图按照工程性质可分为变配电工程图、电力线路工程图、动力与照明工程图、建筑物防雷与接地工程图、建筑电气控制系统工程图、建筑弱电系统工程图等。

建筑电气工程图按照图样的表达形式可分为电气平面图、电气系统图、控制原理图、二次接线图、大样图及电缆清册等。

#### 1. 电气平面图

电气平面图分为电气总平面图和单体建筑电气平面图。

电气总平面图是在建筑总平面图上表示电源及电力负荷分布的图样，主要表示各建筑物的名称或用途、电力负荷的装机容量、电气线路的走向及变配电装置的位置、容量和电源进户的方向等。通过电气总平面图可了解该项工程的概况，掌握电气负荷的分布及电源装置等。一般大型工程都有电气总平面图，中小型工程则由动力平面图或照明平面图代替。

单体建筑电气平面图是在具体建筑平面图上标出电气设备、元件、管线实际布置的图样，主要表示其安装位置、安装方式、型号、规格、数量及接地网等。通过平面图可以知道每幢建筑物及其各个不同的标高上装设的电气设备、元件及其管线等。建筑电气平面图用得很多，动力、照明、变配电装置、各种机房、通信广播、有线电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、架空线路、电缆线路及防雷接地等都要用到平面图。

#### 2. 电气系统图

电气系统图是用单线图表示电能或电信号按回路分配出去的图样，主要表示各个回路的名称、用途、容量以及主要电气设备、开关元件及导线电缆的型号规格等。通过电气系统图可以知道该系统的回路个数及电气元件设备的规格、型号、控制方式等。建筑电气工程中的动力、照明、变配电装置、通信广播、有线电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表等都要用到系统图。

#### 3. 控制原理图

控制原理图是单独用来表示电气设备、元件控制方式及其控制线路的图样，主要表示电气设备及其元件的起动、保护、信号、联锁、自动控制及测量等。通过查看控制原理图可以知道各设备元件的工作原理、控制方式，掌握建筑物功能实现的方法等。控制原理图用得很多，动力、变配电装置、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、电梯等都要用到控制原理图，较复杂的

照明及声光系统也要用到控制原理图。

#### 4. 二次接线图

二次接线图是与控制原理图配套的图样,用来表示设备元件外部接线以及设备元件之间的接线。通过查看接线图可以知道系统控制的接线及控制电缆、控制线的走向及布置等。动力、变配电装置、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、电梯等都要用到二次接线图。一些简单的控制系统可以不用二次接线图。

#### 5. 大样图与电缆清册

大样图一般是用来表示某一具体部位或某一设备元件的结构或具体安装方法的。一般非标准的控制柜、箱、检测元件和架空线路的安装等都要用到大样图。大样图通常采用标准通用图集。

电缆清册是用表格的形式表示该系统中电缆的规格、型号、数量、走向、敷设方法、头尾接线部位等内容的。一般使用电缆较多的工程均有电缆清册,简单的工程通常没有电缆清册。

根据工程规模大小和难易程度的不同,具体工程的图样类别也有所不同。其中系统图、平面图、原理图是必不可少的,属于读图的重点,是把握工程质量、工程投资、编制施工组织设计和预决算书的主要依据。

### 1.2.2 电气工程图识读要点

#### 1. 读图程序

阅读电气工程图时可按以下步骤进行:

第一步为粗读,首先要将全部电气图样浏览一遍,大概掌握工程的总体情况,做到心中有数。

第二步为细读,要求仔细阅读每一张施工图,并详细掌握以下内容:

- 1) 每台设备和元件的安装位置及要求。
- 2) 每条管线、电缆的布置走向、连接部位及敷设要求。
- 3) 所有控制、调节、信号、报警系统的工作原理及参数。
- 4) 系统图、平面图及关联图样的相互对应关系。
- 5) 与土建、采暖、通风等其他专业的分工协作关系。

第三步为精读,要求将施工图中的关键部位、重要设备元件、电力变压器、大型电动机及机房设施、复杂控制装置的施工图重新仔细阅读,全面、系统地掌握所有工程作业内容及施工要求。

精读时应按照设计说明、电气总平面图、电气系统图、电气平面图、控制原理图、二次接线图和电缆清册、大样图、设备材料表和图例的次序反复交叉进行,如图 1-5 所示。

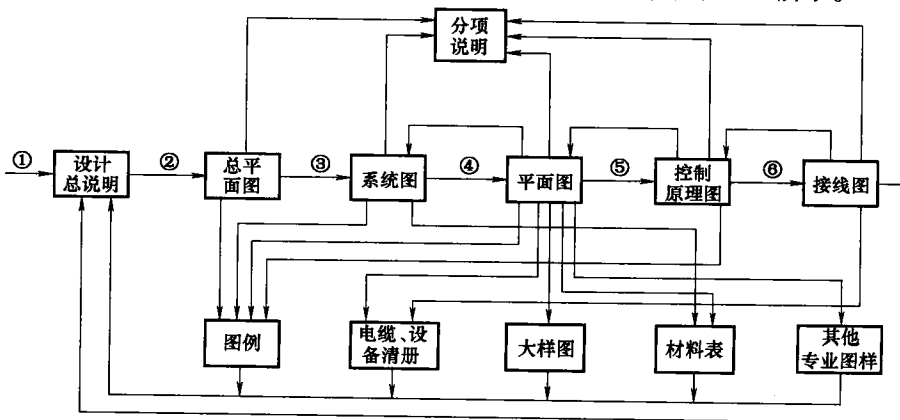


图 1-5 读图程序框图

## 2. 读图要点

### (1) 设计说明

设计说明主要阐述电气工程设计的依据、基本指导思想和原则,以及图样未能清楚表明的工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的安装使用说明和有关注意事项的补充说明等。阅读设计说明时,要注意掌握下列内容:

1) 工程规模概况、总体要求、采用的标准规范、标准图册及图号、负荷级别、供电要求、电压等级、供电线路及杆号、电源进户要求和方式、电压质量、弱电信号分贝要求等。

2) 系统保护方式及接地电阻要求、防雷等级及技术措施、安全用电技术措施及要求、系统对过电压、跨步电压及防漏电采取的技术措施等。

3) 工作电源与备用电源的切换程序及要求、供电系统短路参数、计算电流、有功负荷、无功负荷、功率因数及要求、电容补偿及控制措施、调整参数、试验要求及参数、大容量电动机启动方式及要求、继电保护装置的参数及要求、母线联络方式、信号装置、操作电源、报警方式等。

4) 高低压配电线路形式及敷设方式、厂区线路及室外照明装置的形式、控制方式。某些具体部位或特殊环境(爆炸及火灾危险、高温、潮湿、多尘、腐蚀、静电、电磁等)安装要求及方法,系统对设备、材料、元件的要求及选择原则,动力及照明线路的敷设方法及要求。

5) 供配电控制方式、工艺装置控制方法及其联锁信号、检测、调节系统的技术方法及调整参数、自动化仪表的配置及调整参数、安装要求及其管线敷设要求、系统联动或自动控制的要求及参数、工艺系统的参数及要求。

6) 弱电系统的机房安装要求、供电电源的要求、管线敷设方式、防雷接地要求及具体安装方法,探测器、终端及控制报警系统安装要求,信号传输分贝要求、调整及试验要求。

7) 铁构件加工制作和控制盘、柜的制作要求,防腐要求,密封要求,焊接工艺要求,大型部件吊装要求,混凝土基础工程的施工要求,设备冷却管路的试验要求,蒸馏水及电解液的配制要求,化学法降低接地电阻剂的配制要求等非电气的有关要求。

8) 所有图中交待不清、不能表达或没有必要时用图表示的要求、标准、规范、方法等。

9) 除总设计说明外,其他每张图上的文字说明及个别要求等,如相同或同一类别元件的安装标高及要求等。

10) 土建、暖通、设备、管道、装饰、空调制冷等专业对电气系统的要求或相互配合的有关说明、图样,如电气竖井、管道交叉、抹灰厚度、基准线等。

### (2) 电气总平面图

阅读电气总平面图时,应注意掌握以下有关内容:

1) 建筑物名称、编号、用途、层数、标高、等高线,用电设备容量及大型电动机容量、台数,弱电装置类别,电源及信号进户位置。

2) 变配电所位置及电压等级、变压器台数及容量、电源进户位置及方式,架空线路走向、杆塔杆型及路灯、拉线布置,电缆走向、电缆沟及电缆井的位置、回路编号、电缆根数,主要负荷导线截面面积及根数,弱电线路的走向及敷设方式,大型电动机、主要用电负荷位置以及电压等级,特殊或直流用电负荷位置、容量及其电压等级等。

3) 系统周围环境、河道、公路、铁路、工业设施、电网方位及电压等级、居民区、自然条件、地理位置、海拔等。

4) 设备材料表中的主要设备材料的规格、型号、数量、进货要求及其他特殊要求等。

5) 文字标注和符号意义,以及其他有关说明和要求等。

### (3) 电气系统图

阅读变配电装置电气系统图时,应注意掌握以下内容:

1) 进线回路个数及编号、电压等级、进线方式, 导线和电缆的型号规格、计量方式, 电流电压互感器及仪表的型号、规格、数量, 防雷方式及避雷器型号、规格、数量。

2) 进线开关型号、规格及数量, 进线柜的型号、规格及台数, 高压侧联络开关的型号、规格。

3) 变压器型号、规格及台数, 母线型号规格及低压侧联络开关(柜)型号规格。

4) 低压出线开关(柜)的型号、规格及台数, 回路个数用途及编号, 计量方式及仪表, 有无直控电动机或设备及其型号规格台数起动方法, 导线电缆型号规格, 同时对照单元系统图和平面图查阅送出回路是否一致。

5) 有无自备发电设备或连续不间断供电电源(UPS), 其型号规格容量与系统连接方式及切换方式, 切换开关及线路的型号规格、计量方式及仪表。

6) 电容补偿装置的型号规格及容量, 切换方式及切换装置的型号规格等。

#### (4) 动力系统图

阅读动力系统图时, 应注意掌握以下内容:

1) 进线回路编号、电压等级、进线方式、导线电缆及保护管的型号规格;

2) 进线盘、柜、箱、开关、熔断器及导线的型号规格、计量方式及仪表;

3) 出线盘、柜、箱、开关、熔断器及导线型号规格、回路个数用途、编号及容量, 保护管规格、起动柜或箱的型号规格、电动机及设备的型号规格容量、起动方式, 同时核对该系统动力平面图回路标号与系统图是否一致;

4) 自备发电设备或UPS情况, 电容补偿装置情况等。

#### (5) 电气照明系统图

阅读电气照明系统图时, 应注意掌握以下内容:

1) 进线回路编号、进线制式(三相五线、三相四线、单相两线)、进线方式、导线电缆及保护管的型号规格。

2) 照明箱、盘、柜的型号规格, 各回路开关熔断器及总开关熔断器的型号规格, 回路编号及相序分配、各回路容量及导线保护管规格, 计量方式及仪表、电流互感器型号规格, 同时核对该系统照明平面图回路标号与系统图是否一致。

3) 配电回路编号、容量及导线保护管规格、配电开关型号规格;

4) 箱、柜、盘有无漏电保护装置, 其型号规格, 保护级别及范围;

5) 应急照明装置的台数及型号规格等。

#### (6) 弱电系统图

弱电系统图通常包括通信系统图、广播音响系统图、有线电视系统图、火灾自动报警及消防系统图、保安防盗系统图等, 阅读时应注意掌握以下内容:

1) 设备的型号规格及数量, 电源装置的型号规格, 总配线架或接线箱的型号规格及接线对数, 外线进户对数、进户方式及导线电缆保护管型号规格。

2) 各分路出线导线对数, 各房间插孔数量、导线及保护管型号规格, 同时对照平面布置图逐房间进行核对。

3) 各系统之间的联络关系和联络方式。

## 1.3 电气图形符号与文字标注

### 1.3.1 电气图形符号与文字符号

电气工程图作为一种通用的技术文件, 必须具有通用的工程语言作为信息交流的媒介。为此, 国家标准规定电气工程图必须使用国标规定的统一图形符号、文字符号以及各种文字标注。

阅读电气工程图,必须熟悉这些符号的形式、内容、含义以及它们之间的相互关系。我国 20 世纪 60 年代制定了一套符号标准,即国家标准 GB 312—1964、GB 315—1964。为了与国际标准 IEC 和 ISO 接轨,于 20 世纪 80 年代以后又陆续颁布了新的电气制图国家标准 GB/T 4728.1~13—1985 (电气简图用图形符号)、GB/T 5465.1~2 (电气设备用图形符号)、GB/T 6988.1~6 (电气技术用文件的编制)、GB/T 18135 (电气工程 CAD 制图规则) 和 GB/T 7159—1987 (电气技术中文字符号制定通则) 等。现行的建筑电气工程图全部使用新的国家标准和 IEC 标准绘制。现将电气工程图中常用的新旧国家标准图形符号和文字符号,以及电气工程图中常用配电箱(屏、柜)文字符号和建筑工程图中常用图形符号摘录于附录中,以便于读图时参考。

### 1. 电气图形符号

电气工程图形符号的种类很多,绘制电气系统图、平面图、原理图和接线图时,可采用国际图形符号表述电气设备、装置、元器件及电气线路在电气系统中的位置、功能和作用。有关图形符号的详细内容将在后述章节中陆续介绍。

### 2. 电气文字符号

电气工程图的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两种。一般标注在电气设备、装置、元器件图形符号之上或近旁,以表明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征。

#### (1) 单字母基本文字符号

单字母符号是按拉丁字母将各种电气设备、装置、元器件分为 23 大类,每大类用一个专用单字母标示,如电容器类用“C”表示,电动机用“M”表示,单字母应优先使用。

#### (2) 双字母基本文字符号

双字母符号是由一个表示种类的单字母符号,与另一个具体表示电气设备、装置、元器件的名称、功能、状态和特征的字母组成,种类字母在前,功能名称字母在后,如 KA 表示交流继电器,KM 表示接触器。

#### (3) 辅助文字符号

辅助文字符号是用来表示电气设备、装置、元器件名称、功能、状态和特征的,基本上使用的是英文名字的缩写,如异步的英文全称为 asynchronism,其文字符号为 ASY,一般用大写;又如闭合的英文是 closeon,而文字符号为 ON。辅助文字符号可单独使用,如 OFF 表示断开,P 表示压力等。

## 1.3.2 电气设备及线路的标注

电气工程图中常用一些文字(包括英文、汉语拼音字母)和数字按照一定的格式书写,表示电气设备及线路的型号规格、编号、容量、安装方式、标高及位置等。读图者必须熟练掌握这些标注的含义。

有关电气设备及线路的标注方法详见表 1-3。常用标注安装方式的文字符号见表 1-4。

### 1. 用电设备的标注

用电设备的标注,一般为  $\frac{a}{b}$  或  $\frac{a}{b} + \frac{c}{d}$ 。

如图中标注  $\frac{15}{75}$ ,表示为图中的第 15 台设备,其额定功率为 75kW;又如图中标注  $\frac{15}{75} + \frac{200}{0.8}$ ,表示这台设备的编号为 15,额定功率为 75kW,自动开关脱扣器电流为 200A,安装标高为 0.8m。

### 2. 电力和照明设备的标注

1) 一般情况,标注为  $a \frac{b}{c}$  或  $a - b - c$ 。

如图中标注  $5 \frac{Y200L-4}{30}$  或  $5 - (Y200L-4) - 30$ ,表示这台电动机在该系统的编号为第 5,型

号是 Y 系列笼型异步电动机, 机座中心高 200mm, 长机座, 4 极, 额定功率为 30kW。

表 1-3 电气设备及线路的标注方法

| 标注方式                                                               | 说明                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{a}{b}$ 或 $\frac{a}{b} + \frac{c}{d}$                        | 用电设备<br>$a$ ——设备编号<br>$b$ ——额定功率(kW)<br>$c$ ——线路首端熔断片或自动开关释放器的电流(A)<br>$d$ ——标高(m)                                                                                                |
| (1) $a \frac{b}{c}$ 或 $a-b-c$<br>(2) $a \frac{b-c}{d(ef)-g}$       | 电力和照明设备<br>(1)一般标注方法<br>(2)当需要标注引入线的规格时<br>$a$ ——设备编号<br>$b$ ——设备型号<br>$c$ ——设备功率(kW)<br>$d$ ——导线型号<br>$e$ ——导线根数<br>$f$ ——导线截面积(mm <sup>2</sup> )<br>$g$ ——导线敷设方式及部位             |
| (1) $a \frac{b}{c/i}$ 或 $a-b-c/i$<br>(2) $a \frac{b-c/i}{d(ef)-g}$ | 开关及熔断器<br>(1)一般标注方法<br>(2)当需要标注引入线的规格时<br>$a$ ——设备编号<br>$b$ ——设备型号<br>$c$ ——额定电流(A)<br>$i$ ——整定电流(A)<br>$d$ ——导线型号<br>$e$ ——导线根数<br>$f$ ——导线截面积(mm <sup>2</sup> )<br>$g$ ——导线敷设方式 |
| $a/b-c$                                                            | 照明变压器<br>$a$ ——一次电压(V)<br>$b$ ——二次电压(V)<br>$c$ ——额定容量(A)                                                                                                                          |
| (1) $a-b \frac{cdL}{e}f$<br>(2) $a-b \frac{cdL}{—}$                | 照明灯具<br>(1)一般标注方法<br>(2)灯具吸顶安装<br>$a$ ——灯数<br>$b$ ——型号或编号<br>$c$ ——每盏照明灯具的灯泡数<br>$d$ ——灯泡容量(W)<br>$e$ ——灯泡安装高度(m)<br>$f$ ——安装方式<br>$L$ ——光源种类                                     |

2) 需要标注引入线时, 标注为  $a \frac{b-c}{d(ef)-g}$ 。

如图中标注  $5 \frac{(Y200L-4)-30}{BLX(3 \times 35)SC40-FC}$ , 表示这台电动机在图中的编号为第 5, 型号是 Y 系列笼型异步电动机, 机座中心高 200mm, 长机座, 4 极, 额定功率为 30kW, 采用三根 35mm<sup>2</sup> 的橡胶绝缘铝芯导线穿直径为 40mm 的焊接钢管, 沿地板埋地敷设引入电源线。



### 3. 配电线路的标注

1) 一般配电线路, 通常标注为  $a-b(c \times d+n \times h)e-f$ 。

如  $24-BV(3 \times 70+1 \times 50)SC70-FC$ , 表示这条线路在系统的编号为第 24, 三根  $70\text{mm}^2$  和一根  $50\text{mm}^2$  的聚氯乙烯绝缘铜芯导线, 穿直径为  $70\text{mm}$  的焊接钢管沿地板埋地敷设。

工程中的三相四线制供电一般均采用上述的标注方式; 如为三相三线制供电, 则没有上式中的  $n \times h$  项; 如采用 TN-S 系统供电, 若采用专用保护零线, 则  $n$  为 2; 若用钢管作为接零保护的公用线, 则  $n$  为 1。

2) 电缆线路, 电缆的标注方式与一般配电线路基本相同, 只有当电缆与其他设施交叉时, 才采用  $\frac{a-b-c-d}{e-f}$  的标注方式。

如  $\frac{4-100-8-1.0}{0.8-f}$ , 表示 4 根保护管, 直径  $100\text{mm}$ , 管长  $8\text{m}$  于标高  $1.0\text{m}$  处且埋深  $0.8\text{m}$ , 交叉点坐标为  $f$ 。交叉点坐标一般用文字标注, 如与  $\times \times$  管道交叉,  $\times \times$  管详见  $\times \times$  管道平面布置图。

表 1-4 常用标注安装方式的文字符号

| 序号 | 导线敷设方式的标注      |     |     | 序号 | 导线敷设部位的标注    |     |     | 序号 | 灯具安装方式的标注 |       |        |
|----|----------------|-----|-----|----|--------------|-----|-----|----|-----------|-------|--------|
|    | 名称             | 旧代号 | 新代号 |    | 名称           | 旧代号 | 新代号 |    | 名称        | 旧代号   | 新代号    |
| 1  | 用绝缘子敷设         | CP  | K   | 14 | 沿钢索敷设        | S   | SR  | 26 | 线吊式       |       | CP     |
| 2  | 用塑料线槽敷设        | XC  | PR  | 15 | 沿屋架或跨屋架敷设    | LM  | BE  | 27 | 自在器线吊式    | X     | CP     |
| 3  | 用钢线槽敷设         |     | SR  | 16 | 沿柱或跨柱敷设      | ZM  | CLE | 28 | 固定线吊式     | $X_1$ | $CP_1$ |
| 4  | 穿水煤气管敷设        |     | RC  | 17 | 沿墙面敷设        | QM  | WE  | 29 | 防水线吊式     | $X_2$ | $CP_2$ |
| 5  | 穿焊接钢管敷设        | G   | SC  | 18 | 沿顶棚面或顶板面敷设   | PM  | CE  | 30 | 吊线器式      | $X_3$ | $CP_3$ |
| 6  | 穿电线管敷设         | DG  | TC  | 19 | 在能进入的吊顶内敷设   | PNM | ACE | 31 | 链吊式       | L     | Ch     |
| 7  | 穿聚氯乙烯硬质管敷设     | VG  | PC  | 20 | 暗敷设在梁内       | LA  | BC  | 32 | 管吊式       | G     | P      |
| 8  | 穿聚氯乙烯半硬质管敷设    | RVG | FPC | 21 | 暗敷设在柱内       | ZA  | CLC | 33 | 壁装式       | B     | W      |
| 9  | 穿聚氯乙烯塑料波纹电线管敷设 |     | KPC | 22 | 暗敷设在墙内       | QA  | WC  | 34 | 吸顶或直附式    | D     | S      |
| 10 | 用电线桥架敷设        |     | CT  | 23 | 暗敷设在地面内      | DA  | FC  | 35 | 嵌入式       | R     | R      |
| 11 | 用瓷夹敷设          | CJ  | PL  | 24 | 暗敷设在顶板内      | PA  | CC  | 36 | 顶棚内安装     | DR    | CR     |
| 12 | 用塑料夹敷设         | VJ  | PCL | 25 | 暗敷设在不能进入的吊顶内 | PNA | ACC | 37 | 墙壁内安装     | BR    | WR     |
| 13 | 穿金属软管敷设        | SPG | CP  |    |              |     |     | 38 | 台上安装      | T     | T      |
|    |                |     |     |    |              |     |     | 39 | 支架上安装     | J     | SP     |
|    |                |     |     |    |              |     |     | 40 | 柱上安装      | Z     | CL     |
|    |                |     |     |    |              |     |     | 41 | 座装        | ZH    | HM     |

### 4. 照明灯具的标注

电气照明平面图中灯具的文字标注格式为  $a-b\frac{cdL}{e}f$ 。实践中因光源种类  $L$  取决于灯具型号, 一般不再标出。

例如, 电气照明平面图中灯具近旁标有  $9-YZ40RR\frac{2 \times 40}{2.5}Ch$ , 表示图中共有 9 盏型号为 YZ40RR 的荧光灯 (直管形、日光色), 每盏灯具中有 2 根  $40\text{W}$  灯管, 用链吊安装, 安装高度  $2.5\text{m}$  (指灯具出光口至地面距离)。若采用吸顶安装, 安装高度就不再标注, 如某房间灯具的标