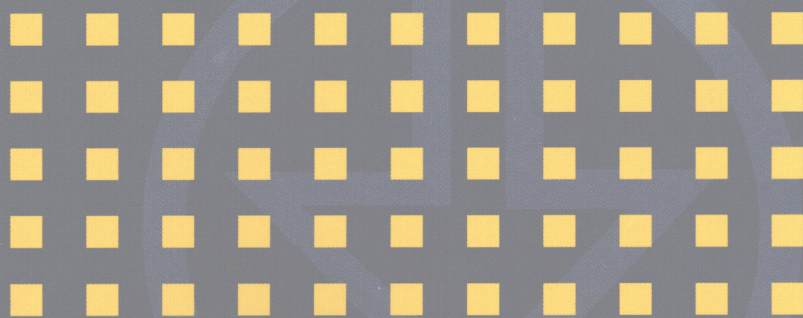


ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

电气设备 安装工技能

职 —— 业 —— 技 —— 能 —— 培 —— 训 —— 教 —— 材

JINENG PEIXUN



职业技能培训教材

电气设备安装工技能

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气设备安装工技能/高勇主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2006
职业技能培训教材

ISBN 7-5045-4813-8

I. 电… II. 高… III. 电气设备-设备安装-技术培训-教材 IV. TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010027 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京顺义河庄装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.25 印张 281 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定价: 20.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定《国家职业标准》，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。在社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社会同劳动和社会保障部有关司局，组织有关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了职业技能培训系列教材。

职业技能培训教材贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精炼，突出教材的针对性、典型性、实用性。

职业技能培训教材供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、企业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写职业技能培训教材是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

简 介

本书是职业技能培训教材，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。本书的主要内容包括：建筑安装电工基本知识，建筑安装电工常用工、器具，建筑安装电工常用仪表，建筑供用电设备安装，室内配线，电气照明设备安装，建筑施工安全用电等。

本书在编写过程中，力求做到图文并茂、通俗易懂，适合于职业技能培训使用。通过培训，初学者或具有一定基础的人员可以达到上岗的技能要求。

本书由高勇、张丽鸣编写，高勇主编；毛怀新审稿。

目 录

第一单元 建筑安装电工基本知识.....	(1)
模块一 低压电力网基本知识.....	(1)
模块二 低压电力网相色标志.....	(3)
模块三 施工图常用电气元件图形符号和文字符号.....	(3)
第二单元 建筑安装电工常用工、器具.....	(10)
模块一 常用安装工具.....	(10)
模块二 常用登高工具.....	(15)
模块三 常用电气安全工具.....	(18)
第三单元 建筑安装电工常用仪表.....	(21)
模块一 万用表.....	(21)
模块二 兆欧表.....	(22)
模块三 钳形电流表.....	(23)
模块四 接地电阻测试仪.....	(24)
第四单元 建筑供用电设备安装.....	(27)
模块一 变配电设施.....	(27)
模块二 建筑施工机械常用电动机.....	(41)
模块三 建筑常用低压电器及其安装.....	(46)
模块四 常用建筑施工机械.....	(63)
模块五 电梯的安装.....	(69)
第五单元 室内配线.....	(88)
模块一 室内配线的要求.....	(88)
模块二 配线的导线连接.....	(92)
模块三 塑料护套线配线.....	(96)

模块四	瓷夹、瓷柱和绝缘子配线·····	(99)
模块五	线管配线·····	(105)
模块六	线槽配线·····	(120)
模块七	钢索配线·····	(124)
模块八	室内电缆配线·····	(127)
模块九	竖井内配线·····	(133)
第六单元	电气照明设备安装·····	(135)
模块一	照明装置的安装·····	(135)
模块二	照明线路的敷设·····	(154)
模块三	照明配电箱的安装·····	(161)
第七单元	建筑施工安全用电·····	(165)
模块一	造成触电事故的原因·····	(165)
模块二	触电事故的种类和发生规律·····	(166)
模块三	防止触电的安全措施·····	(168)
模块四	漏电保护装置·····	(169)
模块五	施工现场的防火、防爆·····	(170)

第一单元 建筑安装电工基本知识

模块一 低压电力网基本知识

一、低压电力网的配电接线方式

低压电力网的配电接线方式是指在 500 V 以下工频交流电中相线、中性线的连接方式。主要包括三相四线、三相三线和单相两线，其次有单相三线、两相三线、两相四线和三相五线等。配电接线主要由具体用电要求确定。

二、低压电力网的形式

低压电力网的形式可分为 IT, TT, TN (TN—C, TN—S, TN—C—S) 三类，其中各代号的含义为：

第一个字母 T——电源中性点直接接地；I——电源中性点不直接接地。

第二个字母 T——用电设备采用保护接地；N——用电设备采用保护接零。

其他字母表示工作零线和保护零线的功能。

C——整个系统中性线与保护接零线合二为一（为保护中性线 PEN）。

S——整个系统中性线与保护接零线分开；C—S——系统中部分中性线与保护接零线合二为一。

三、低压电力网的接线方式

低压电力网接线方式的主要内容有：系统工作接地方式，接地保护方式，漏电保护方式，过电流保护，接零线、中性线、保护中性线重复接地，保护接地线单独接地与共同接地等。

低压电力网常用保护接线方式见表 1—1。

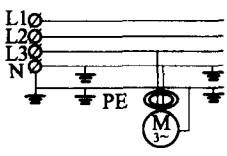
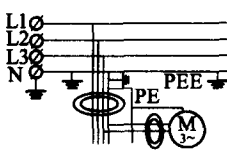
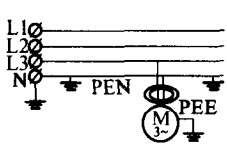
表 1—1 低压电力网常用保护接线方式

接地形式	保护接线方式	接 线 图	接线特点及使用场合举例
IT	IT—1		N 点经阻抗接地，用电设备单独保护接地。如送出电缆线路较多的矿井配电变压器
	IT—2		N 点经阻抗接地，公用 PEE 线集中保护接地。如单独保护接地有困难的支线

续表

接地形式	保护接线方式	接 线 图	接线特点及使用场合举例
IT	IT—3		N 点经阻抗接地, 公用 PEE 线与 N 点阻抗共同接地。如单独保护接地有困难的配电变压器
	IT—4		N 点不接地, PE 线单独保护接地。如供电半径不大, 系统对地电容不大的农村灌溉专用配电变压器
TT	TT—1		N 点直接接地, PE 线单独保护接地, 设漏电总保护、末级保护, 必要时设中线保护, 如农村集体单台、三相共用配电变压器
	TT—2		N 点直接接地, N 线重复接地, PE 线单独保护接地, 设漏电末级保护。如城镇公用配电变压器供单台设备
	TT—3		N 点直接接地, N 线重复接地, PEE 线集中保护接地, 设漏电末级保护。如城镇公用配电变压器供住宅楼支线
TN	TN—C		N 点直接接地, 保护中性线 PEN 重复接地, 部分有条件的设备设漏电末级保护。如工厂内配电变压器
	TN—S—1		N 点直接接地, 公用 PE 线与 N 点共同接地, PE 线重复接地, 设漏电总保护、末级保护, 必要时设中级保护, 如建设工地配电变压器

续表

接地形式	保护接线方式	接 线 图	接线特点及使用场合举例
TN	TN-S-2		N点直接接地，N线重复接地，公用PE线与N点共同接地，且重复接地，设漏电末级保护，如高压民用建筑专用配电变压器，住宅小区几幢楼公用配电变压器
	TN-C-S		N点直接接地，PEN线重复接地，支线设漏电末级保护，必要时设中级保护，支线设公用PE线并重复接地。如工厂内宿舍楼支线
TN	TN-C-TT		一般情况下，同一低压电力网不允许TN、TT混装，本图示为个别特殊设备，即对PEN上电位敏感的设备，如果易爆易燃、数据处理设备、精密电子仪器等，改用TT制并配备可靠的漏电保护开关

模块二 低压电力网相色标志

低压电力网相色标志为：第一相 L1 (U) 为黄色；第二相 L2 (V) 为绿色；第三相 L3 (W) 为红色；中性线 N 为淡蓝色；保护中性线 PEN 竖条间隔为淡蓝色；接地、接零保护线 PE 为绿黄双色线；接地线 E 明敷部分为深黑色。

按规程规定，低压电力网三相三线制或三相四线制的导线在下列地点应标明相别：

1. 配电变压器低压套管端部。
2. 配电室进出线穿墙套管内、外侧。
3. 配电室（如箱、盘、屏）母线和引下线。
4. 配电室（箱）外第一基电杆。
5. 线路分支干线和分支线的第一基电杆。
6. 线路转角杆、线路干线、分支干线和分支线的末基电杆。
7. 电缆或地埋线进出线端部。

模块三 施工图常用电气元件图形符号和文字符号

一、概述

电气图是电气技术领域中绘制的各种图的总称，是电气工作人员进行技术交流和生产活

动的“语言”。学习识图知识的目的,就是要培养电气安装人员准确理解图样的能力,从而保质保量地完成安装接线工作。

二、建筑电气图常用图形符号

图形符号是指通常用于图样或其他文件以表达一个电气元器件、设备或概念的图形、标记或字符。电气图用图形符号包括符号要素、限定符号、一般符号、方框符号和组合符号,具体参见相关电气标准。

三、电气图用文字符号

在电气技术文件中,常用文字符号标注在电气设备、装置和元器件近旁,用以表示电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征,具体参见相关电气标准。

四、动力及照明平面图

动力及照明是现代建筑电气设备安装中最基本的电气工程。动力及照明平面图是表示建筑物内动力、照明设备和配电线路平面布置的图样,属于位置简图。

1. 动力及照明配电电气图的分类

在一般建筑物中,为了避免动力与照明互相影响,便于管理,动力与照明配电通常是分开装设的,为此,按图样表达的对象可分为电气照明图、动力工程图。按图样表达的内容又可分为电路图、平面图和剖面图。

(1) 电路图。电路图是表示各种配电方式原理的接线图,如图 1—1 所示为动力及照明配电电路图。

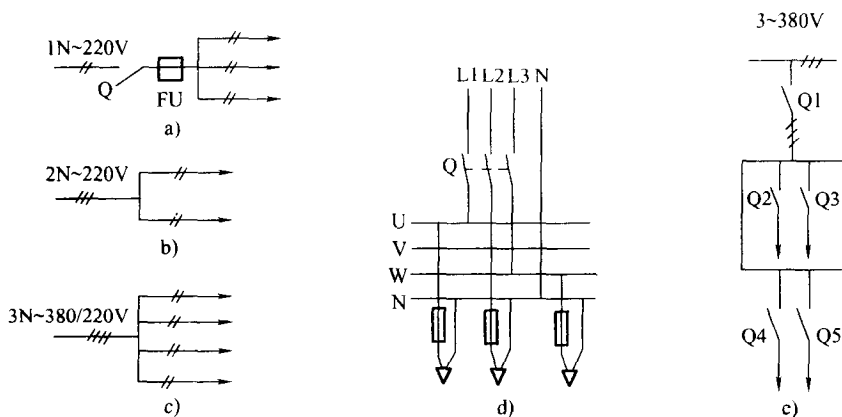


图 1—1 动力及照明配电电路图

a) 单相供电 b) 两相三线供电

c) 三相四线供电 d) 照明配电箱多线图 e) 动力配电箱

(2) 平面图。将建筑物外部或内部的电源布置情况以一定比例表示的图样称为平面图。平面图又可分为外电总平面图和动力及照明平面图两类。外电总平面图是表示某一建筑物外接供电电源布置情况的图样,主要表明变电所与线路的平面布置情况。

如图 1—2 所示为照明直接接线法平面布置图。

如图 1—3 所示为照明分头接线法平面布置图。

在平面图上可以看出灯具、开关、线路的具体布置情况。左侧房间中装有两盏灯 E1 和 E2,分别由安装在进门一侧的两只开关 S1 和 S2 控制。右侧房间装有一盏灯 E3,由开关 S3

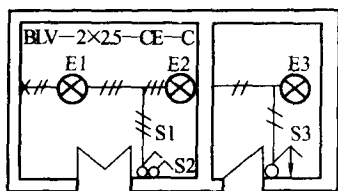


图 1—2 照明直接接线法平面布置图

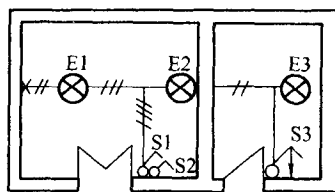


图 1—3 照明分头接线法平面布置图

控制。S1 和 S2 为单极明装跷板式开关，S3 为单极拉线开关。

(3) 剖面图。为了便于看懂电气照明平面图，可画出照明设备、开关、插座等的实际连接示意图，这种图称为剖面图，也称透视图。

如图 1—4 所示为照明直接接线法剖面图。

如图 1—5 所示为照明分头接线法剖面图。

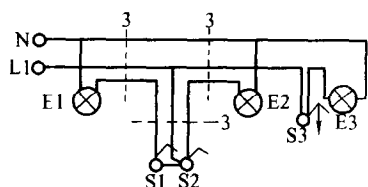


图 1—4 照明直接接线法剖面图

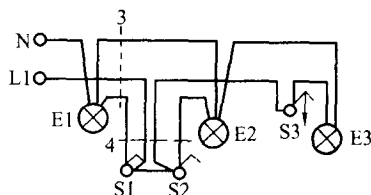


图 1—5 照明分头接线法剖面图

在剖面图上画出了导线的实际连接。图 1—4 中由电源引来一根相线 L1 与一根中性线 N，其中至灯位的中性线从干线上分支，直接与各灯相连。从两灯之间的干线上引一根相线至开关 S1 和 S2，经过两个开关分别再引至 E1 和 E2。由此看出，E1 与 S1 之间的 3 根线是一根相线、一根中性线和一根开关线（也是相线）。S2 与 E2 之间也是这种情况。如图 1—2 所示的 3 根线与图 1—4 所示的导线根数是相对应的。如图 1—4 所示的接法称直接接线法，而图 1—5 所示为分头接线法，接至开关 S1 和 S2 的有 4 根导线，要将 S1 与 S2 之间用导线连通，且图 1—3 中的相关线段应相应增加。

2. 电气照明施工图

(1) 电气照明施工图的图例符号及文字标记。电气平面施工图常用符号见表 1—2。

(2) 电气照明施工图。电气照明施工图通常由平面图、系统图和施工说明等部分组成。

1) 电气照明系统图。如图 1—6 所示为某住宅楼低压照明配电系统图。

2) 电气照明平面图。如图 1—7 所示为某车间照明平面图。

表 1—2 电气平面施工图常用符号

符 号	名 称	用 途
————	实线	表示电气线路敷设平面图的外轮廓线以及剖面图中被安装设备的外轮廓线
-----	虚线	表示看不见的轮廓线，或还在计划中的设备布置位置
——— · ———	点画线	表示安装物体的中心线及定位轴线
—— · ——	双点画线	辅助围框线
——— / ———	折断线	表示不必全部画出来的物体，或者尺寸太长而被省略的部分，在省略的部位就用折断线表示

续表

符 号	名 称	用 途
	尺寸线	表示尺寸为 a
	引出线	表示某一被安装物体的位置或所使用的材料
	安装或敷设 标高 (相对标 高, m)	下横线表示为某处高度的界线, 上面符号注明标高, 用于室内平面图、剖面图。电气安装一般取建筑物的首层室内的地平线作为标高的零点
		用于总平面图上室外地面标高
	照度 (图中为 60 lx)	在直径为 8 mm 的单线圆圈内标明照度 (lx), 标注在房间的平面图上
	照明照度 (lx) 检查点	a 为水平照度
		$a-b$ 为双侧垂直照度, c 为水平照度
	箭头	实心箭头用于指引线 (细实线), 开口箭头用于信号线及连接线上
1 : 100	比例	图上所画物体的尺寸与实物尺寸之比叫做比例, 1 : 100 即图上 1 mm 代表实际尺寸为 100 mm, 但系统图和接线原理图均不按比例绘制

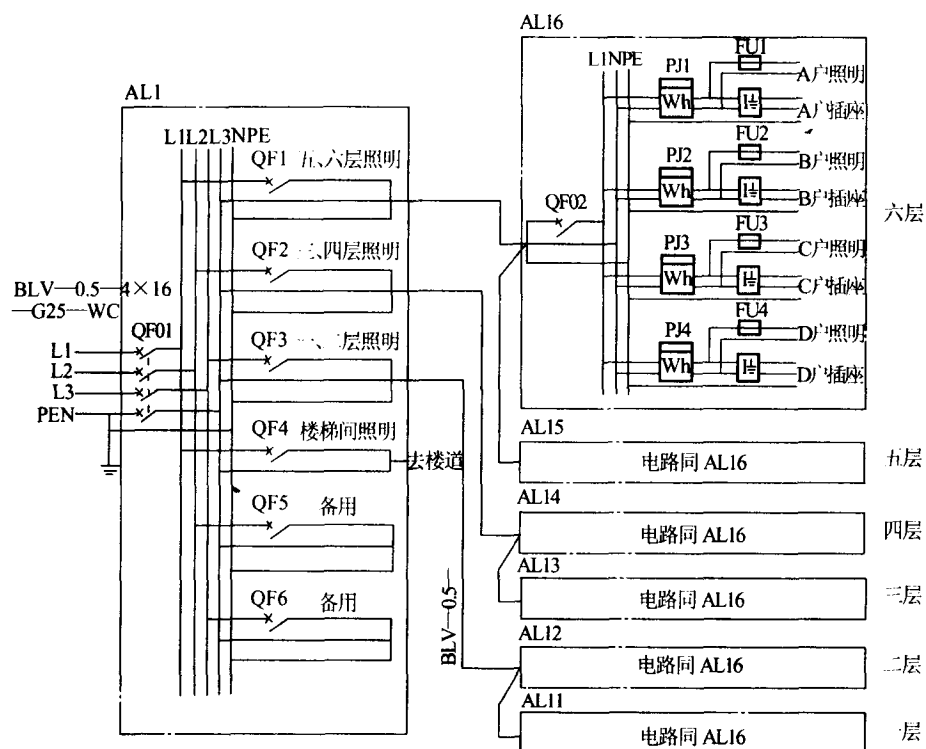


图 1—6 某住宅楼低压照明配电系统图

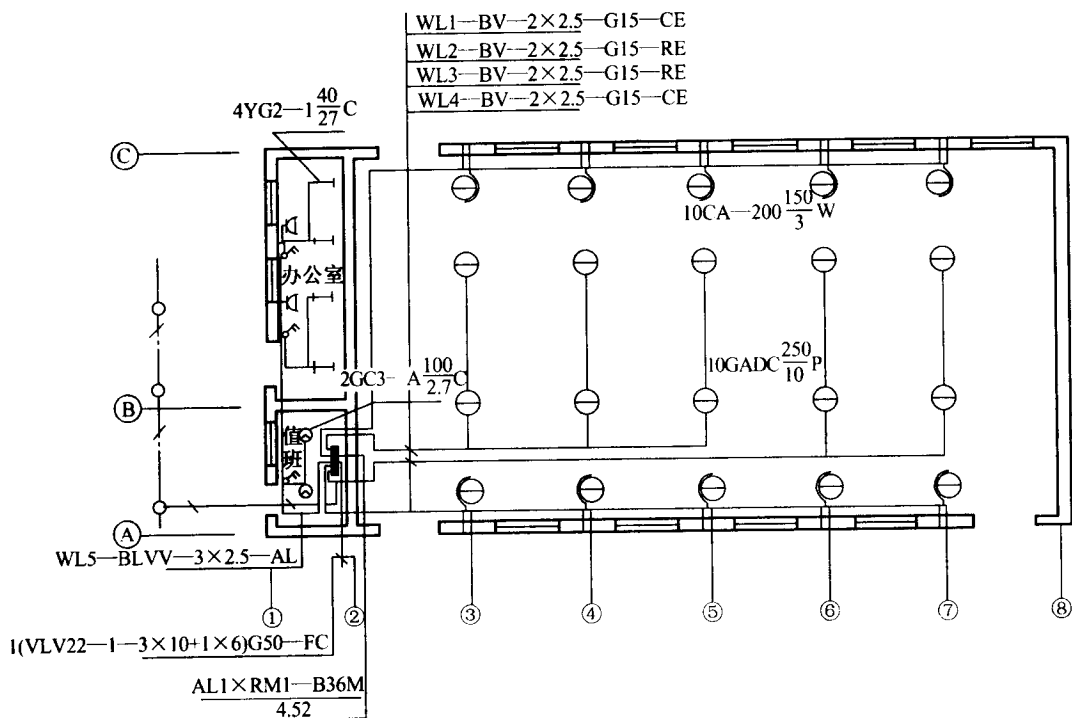


图 1—7 某车间照明平面图

3. 动力配电安装图

(1) 动力供电系统图。动力供电系统图一般采用图形与表格相结合的形式来表示电动机的供电方式、供电线路及控制方式。如图 1—8 所示为某锅炉房动力供电系统图。

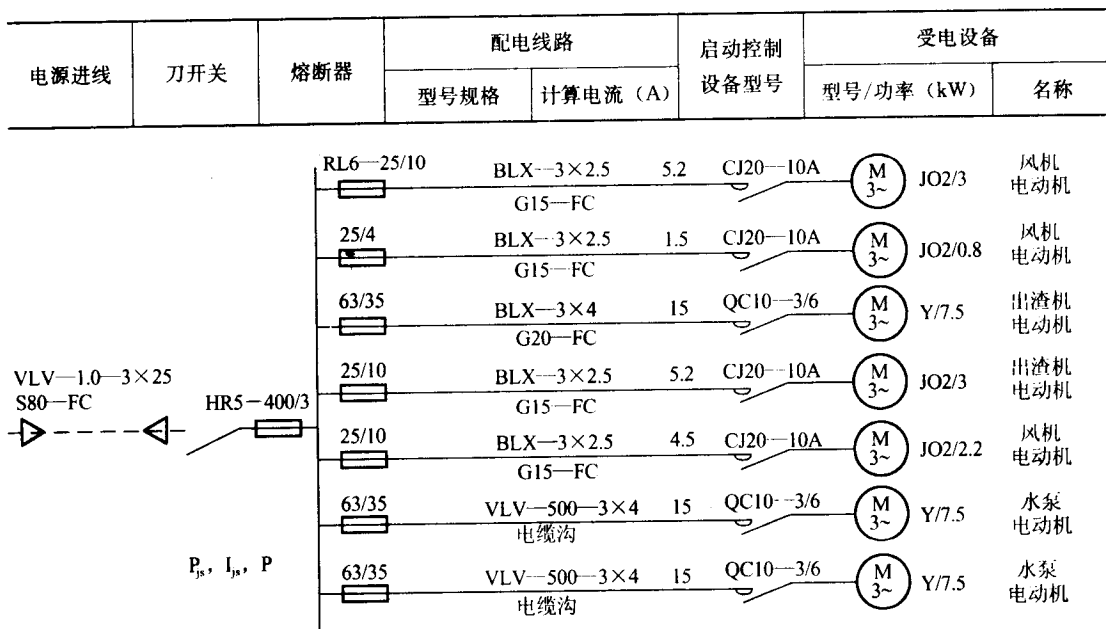


图 1—8 某锅炉房动力供电系统图

(2) 动力供电平面图。动力供电平面图上主要表示动力设备在室内的安装位置和动力线路的敷设方式。在电气动力工种中,配线方式多采用穿管配线。如图 1—9 所示为某车间动力配电平面图。

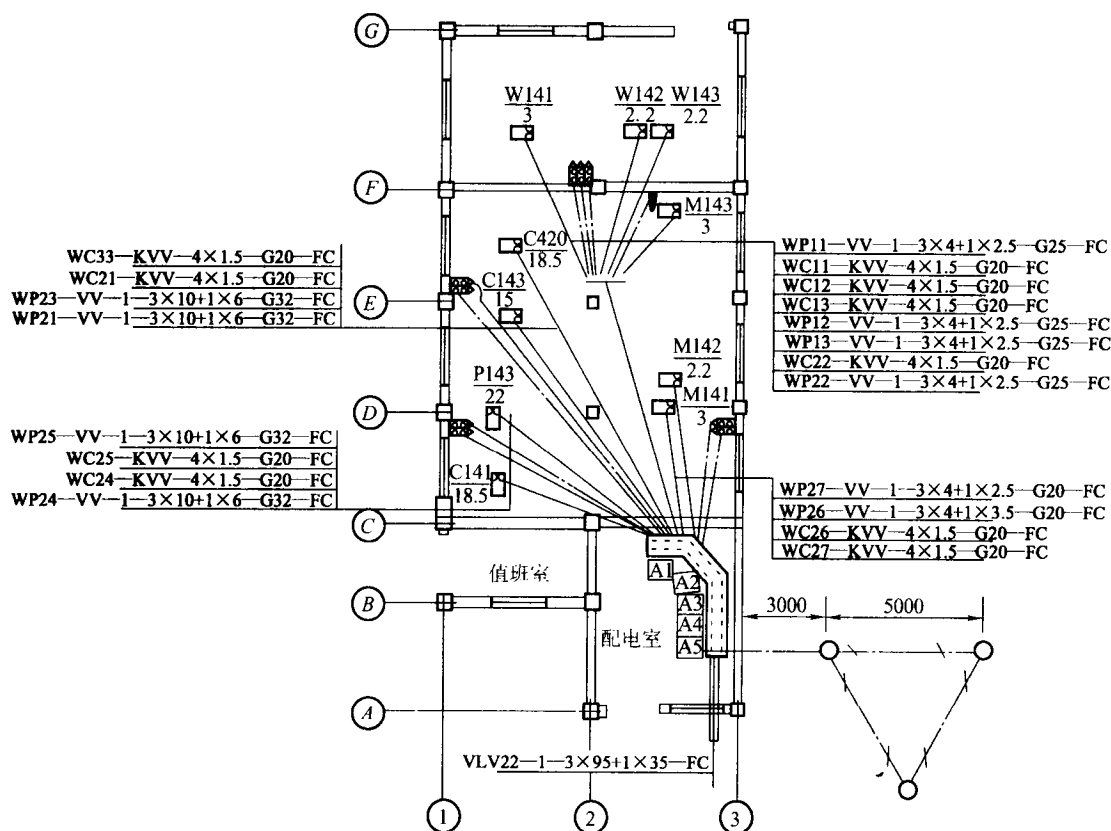


图 1—9 某车间动力配电平面图

(3) 施工说明。动力配电施工图与照明施工图一样,对于在系统图和平面图中未表达清楚而又与施工有密切关系的一些技术问题,在施工说明中加以补充说明。在平面图上标注的内容要与供电系统图上的内容一致,便于在施工安装时相互对照。

4. 动力及照明安装图的识读

(1) 动力安装图的阅读方法。动力平面图是动力及照明工种的主要图样,是施工单位进行安装工作的主要依据。一般可按以下顺序依次阅读和相互对照阅读。

1) 读图纸标题栏及目录,了解工程名称、项目内容等。

2) 阅读图纸说明,了解工程总体概况、设计依据及图样中未能表达清楚的各有关事项。如电源的走向、电压等级、线路敷设方式、设备安装高度及安装方式、补充使用的非国家标准图形符号、施工时注意的事项等。从分项工程的图样上了解一些分项的局部问题。

3) 从系统图上了解各分项工程图样中的所有系统图,掌握系统的基本组成,主要电气设备、元件等的连接关系及它们的规格、型号、参数等基本概况。

4) 熟悉电路图和接线图,看图时应依据功能关系从上至下或从左至右逐个回路依次阅读。在进行控制系统的配线和调校工作中,还可配合阅读接线图和端子图进行。

由于灯具、插座等通常都是并联接于电源进线的相线与中性线之间，且相线必须经开关后进灯座，而中性线直接进灯座，保护地线直接与灯具金属外壳相连接，有时导线中间又不允许有接头（如管子配线、槽板配线等），这就使得平面图上出现灯具之间、灯具与开关之间的导线根数的变化，为此就应熟悉常用照明控制线路。

5) 平面图与大样图结合阅读。动力及照明平面图是施工单位用来指导施工，编制施工方案和工程预算的依据。而常用设备、灯具的具体安装方法又往往在平面图上未加以表示。只有将阅读平面图和阅读安装大样图（国家标准图）结合起来，才能很好地完成以上任务。还要注意平面图只能表示设备和线路的平面位置，而不反映空间高度的特点，防止在工程预算中造成大量垂直敷设管线的漏算。

6) 阅读设备材料表。设备材料表给我们提供了该工程所使用的设备、材料的型号、规格和数量，是编制购置主要设备、材料计划的重要依据之一。

7) 动力照明平面图与土建及其他安装工程图同时阅读。要关注是否符合电气线路与其他工程管道间最小距离的规定要求，了解有无位置上的冲突或距离太近的现象，以便及早修改设计图样，避免造成大的浪费。

8) 了解建筑物的基本概况，如房屋结构、房间功能与分布，这对于电气工程安装将会提供有益的帮助。

阅读图样时，还应配合阅读有关施工及检查规范、质量检查评定标准以及全国通用电气装置标准图集，以便详细了解安装技术要求及具体安装方法等。

(2) 照明安装图的识读。电气照明施工图集中地表现了电气照明设计的意图。阅读图样时可按电流入户方向，即按进户点→配电箱→支路→支路上的用电设备的顺序阅读。

阅读电气施工图时应注意以下特点：

1) 电气施工图只表示线路的工作原理和接线，不表示用电设备和元件的实际形状和位置。

2) 为了绘图、读图的方便和使图面清晰，电气施工图采用国家新标准中的图形符号及文字符号，用来表示实际的接线和各种电气设备及元件。

第二单元 建筑安装电工常用工、器具

模块一 常用安装工具

一、电钻、冲击钻和电锤

1. 电钻

电钻又称手电钻，属于手提电动钻孔工具，用于对金属、塑料或其他材料及工件进行钻孔，其结构如图 2—1 所示。

目前，国内生产的电钻有 3 个系列，即：JIZ 系列、回 JIZ2 系列（回表示双重绝缘）和 J3Z 系列。电钻的规格有 4, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 23, 32, 38, 49 mm 等，它是指在抗拉强度为 390 MPa 的钢材上钻孔时钻头的最大直径。对有色金属、塑料等材料，最大钻孔直径可比原规格大 30%~50%。

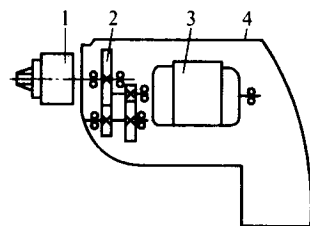


图 2—1 电钻的结构

1—钻夹头 2—二级减速传动齿轮
3—电动机 4—外壳

使用电钻时的注意事项：

- （1）要根据钻孔的直径选用合适的钻头，拆装钻头时，一定要用电钻专用钥匙扳手来拆装，不允许用旋具及其他工具敲打电钻钻夹头，以免损坏。
- （2）使用电钻前要用手转动钻夹头，检查一下是否灵活。在钻孔前应先空转 1 min，检查传动机构是否灵活，有无异常声音，钻头是否偏摆。如有异常声音应断电检修；钻头偏摆说明钻夹头与钻头不同心，要重新夹直钻头或更换钻头。
- （3）拆换钻夹头时应用专用换头扳手拆换。
- （4）如果用大规格电钻配装较小的钻头时，应在钻夹头上另加装一同心衬套进行过渡连接。
- （5）电源线和外壳接地线应用耐气候型的铜芯橡胶套软电缆，外壳应可靠接地（双重绝缘除外）。
- （6）使用非双重绝缘电钻时，不要手握电钻去接电源，应先将其放在绝缘物上再接电源，并要用试电笔检查其外壳是否带电。按一下开关，让电钻空转一下，检查转动是否正常，还要再次验电。
- 禁止操作人员戴线手套，应戴绝缘手套并穿绝缘鞋，站在绝缘垫上或干燥的木板、木凳上。现场施工作业时，还应装设漏电保护器。
- （7）在调整钻头时应先切断电源。在插接电源时，应检查一下电钻开关，使其处于断开位置。
- （8）在接通三相电钻电源时，应检查电钻的旋向是否正确，如为反向旋转应调换三相电源线的任意两根电线以使转向正确。