



MG Press Co., Ltd.

现场电工 工作实务手册

建筑工程十大员工作实务系列手册

韩 轩 编著



湖南大学出版社

建筑工程十大员工作实务系列手册

现场电工工作实务手册

韩 轩 编著

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书以现场电工的实际工作需求出发,主要介绍了电工基础知识、电气工程施工图识读、施工现场用电安全管理、变压器安装、常用电动机安装、常用低压电器安装、配电线路及装置安装、电气照明装置安装、电气安全及事故急救知识等。

本书针对性强,是现场电工和工程管理人员必备的参考用书,也可作为现场电工及有关人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现场电工工作实务手册/韩轩编著.

—长沙:湖南大学出版社,2008.12

(建筑工程十大员工作实务系列手册)

ISBN 978-7-81113-499-5

I. 现... II. 韩... III. 建筑工程—电工—技术手册

IV. TU85-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第196031号

现场电工工作实务手册

Xianchangdiangong Gongzuo Shiwu Shouce

编 著:韩 轩

责任编辑:张建平

特约编辑:王宪辉

封面设计:刘鲁因 张 毅

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-8822559(发行部),8820006(编辑室),8821006(出版部)

传 真:0731-8649312(发行部),8822264(总编室)

电子邮箱:presszhanjp@hnu.cn

网 址: <http://press.hnu.cn>

印 装:长沙瑞和印务有限公司

开本:787×1092 16开 印张:21

字数:512千字

版次:2008年12月第1版 印次:2008年12月第1次印刷 印数:1~3000册

书号:ISBN 978-7-81113-499-5/TU·112

定价:42.00元

版权所有,盗版必究
湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

前 言

施工现场管理是建筑施工企业对某项具体施工项目施工全过程的管理与控制,其目的是有效地完成施工项目的合同承包目标,使企业取得相应的经济效益。施工项目现场管理是全方位的,要求项目管理者对施工项目的安全、质量、进度、成本等方面都要纳入正规化、标准化、制度化管理,这样才能使施工项目现场管理的各项工作有条不紊顺利进行。成功的项目管理,能促进项目和企业的发展,能推动建筑市场的不断进步。

建筑工程“十大员”是施工现场管理必备的人员,他们既是工程项目经理进行工程项目管理命令的執行者,同时也是广大建筑施工工人的领导者。他们的管理能力、技术水平的高低,直接关系到施工项目现场管理工作能否顺利进行。

随着经济的发展和建筑工程施工水平的提高,大量的工程施工新技术、新材料、新设备、新工艺在工程施工领域得到广泛的应用。在这种新形势下如何提高工程施工现场管理人员的管理能力和技术水平,已经成为保证工程施工领域继续向前发展的一个重要课题。同时,这些施工现场管理人员自己也十分渴望参加培训、学习,迫切需要一些可供工作时参考的知识性、资料性读物。为满足施工现场管理人员的需求,我们组织有关方面的专家学者,编写了《建筑工程十大员工作实务系列手册》。

本套丛书共包括以下分册:

《施工员工作实务手册》、《质量员工作实务手册》、《安全员工作实务手册》、《测量员工作实务手册》、《材料员工作实务手册》、《资料员工作实务手册》、《机械员工作实务手册》、《预算员工作实务手册》、《合同员工作实务手册》、《现场电工工作实务手册》。

丛书主要具有以下特点:

(1)丛书详细阐述了工程施工现场管理人员的工作职责、专业技术知识、业务管理和质量管理实施细则以及相关的专业法规、标准规范等知识。内容全面,简明适用,是广大工程施工现场管理人员工作时的实用工具书。

(2)丛书从施工现场管理人员的需求出发,突出实用,在对管理理论知识进行阐述的同时,注重收集整理以往成功的工程施工现场管理经验,着重对施工管理人员实际工作能力的培养。

(3)丛书资料翔实、内容丰富、图文并茂,编写时力求做到文字通俗易懂,叙述的内容一目了然,以适合工程现场管理人员随查随用。

参与本套丛书编写的人员均是多年从事施工现场管理的专家学者,丛书是他们多年实际工作经验的总结与积累。其中本书由韩轩组织编写,其他参与编写的人员还有:马向东、孙斌、马红兵、杜兰芝、王刚领、孙森、张英楠、张青立、文丽华、高会芳、岳翠贞、吉斌武、李媛媛、杜爱玉、吴丽娜、王艳妮、杜翠霞、邓淑文、宋丽华、陈海霞、郑超荣、李建钊等。

本套丛书的编写过程中,参考或引用了有关部门、单位和个人的资料,得到了相关部门及施工单位的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。由于编者的学识和水平有限,书中缺点及不当之处在所难免,敬请广大读者提出批评和指正。

编 者

目 次

第一章 电工基础知识	(1)
第一节 电气工程常用术语	(1)
一、电气工程基本术语	(1)
二、电气工程专业术语	(1)
三、电工常用术语	(3)
第二节 电工仪表与材料	(11)
一、电气工程常用仪表	(11)
二、电工常用材料	(23)
第三节 施工现场电工的基本要求与职责	(27)
一、现场电工必须具备的条件	(27)
二、现场电工的职责	(29)
第二章 电气工程施工图识读	(30)
第一节 概 述	(30)
一、电气施工图的类型	(30)
二、施工图常用符号	(30)
三、电气施工图的识读方法	(40)
第二节 基本施工图识读	(41)
一、高低压电气图识读	(41)
二、二次电路图识读	(45)
第三节 火灾报警系统电气图识读	(50)
一、火灾报警系统组成系统图	(50)
二、火灾探测器平面布置图	(50)
第三章 施工现场用电安全管理	(53)
第一节 临时用电组织设计	(53)
一、临时用电施工组织设计要求	(53)
二、临时用电施工组织设计的主要内容及编写要点	(54)
三、负荷计算	(56)
第二节 现场临时用电的组织措施	(62)
一、工作票制度	(62)
二、技术交底制度	(64)
三、操作制度	(64)
四、电气维修制度	(65)
五、工作监护制度	(65)
六、安全检测制度	(65)
七、安全教育和培训制度	(65)
八、电器及电气料具使用制度	(66)

九、安全检查评估制度	(66)
十、工程拆除制度	(66)
十一、其他有关规定	(67)
第三节 现场用电安全技术措施	(67)
一、停电制度	(67)
二、验电制度	(67)
三、放电制度	(68)
四、装设接地线制度	(68)
五、不停电检修制度	(68)
六、装设遮栏制度	(69)
第四节 施工现场电工安全操作	(70)
一、暂设电工和安装电工安全操作	(70)
二、手持式电动工具和电动建筑机械的安全操作	(77)
三、施工现场用电设备巡查作业	(79)
第五节 施工现场用电安全技术档案	(80)
一、安全技术档案的内容	(80)
二、安全技术档案记录	(81)
第四章 变压器安装	(99)
第一节 变压器设备验收	(99)
一、电力变压器规格	(99)
二、PE 线和 PEN 线	(101)
三、技术参数	(102)
四、基础验收	(106)
五、开箱检查	(107)
六、器身检查	(107)
第二节 变压器安装及试验	(109)
一、安装前的施工准备工作	(109)
二、变压器安装及试验	(112)
第五章 常用电动机安装	(122)
第一节 直流电动机	(122)
一、直流电动机的型号及铭牌数据	(122)
二、直流电动机的构造	(123)
三、直流电动机的工作原理	(125)
四、直流电动机的机械特征	(125)
五、直流电动机的安装与运行	(126)
六、直流电动机故障及排除方法	(128)
第二节 三相异步电动机	(132)
一、三相异步电动机的型号及铭牌数据	(132)
二、三相异步电动机的构造	(136)
三、三相异步电动机的机械特性	(137)
四、三相异步电动机的选择	(138)
五、三相异步电动机的安装	(139)

六、三相异步电动机启动检查	(141)
七、异步电动机常见故障及处理办法	(142)
第三节 同步电动机	(145)
一、结构特点及工作原理	(145)
二、同步电动机的安全操作	(145)
第六章 常用低压电器安装	(148)
第一节 低压电器安装要求	(148)
一、低压电器安装一般规定	(148)
二、开关电器	(149)
三、保护电器	(157)
四、低压配电屏	(160)
五、低压电器施工质量检验	(163)
第二节 低压电气设备安装及测试	(167)
一、低压电气设备安装	(167)
二、设备试验和试运行	(168)
三、绝缘电阻测试	(168)
四、断路器操作机构试验	(169)
第三节 低压电器常见故障及处理	(170)
一、接触器	(170)
二、热继电器	(172)
三、低压断路器	(172)
四、电磁继电器	(173)
第七章 配电线路及装置安装	(174)
第一节 外电线路的防护措施	(174)
一、线路防护	(174)
二、电气设备防护	(176)
第二节 架空线路施工	(176)
一、材料要求	(176)
二、电杆基坑开挖	(193)
三、横担组装	(197)
四、电杆埋设	(200)
五、绝缘子安装	(204)
六、导线架设	(204)
七、拉线安装	(214)
八、电缆线路架设	(220)
第三节 室内配线	(223)
一、一般规定	(223)
二、管路敷设	(224)
三、配线	(227)
第四节 配电线路施工安全检修	(231)
一、组织技术措施	(231)
二、低压带电作业	(233)

三、更换金具	(235)
四、撤(移)线	(237)
第五节 配电装置安装	(238)
一、施工现场配电箱与开关箱	(238)
二、配电室及自备电源	(248)
第八章 电气照明装置安装	(251)
第一节 电气照明系统安装	(251)
一、照明种类	(251)
二、照明系统的安装	(257)
第二节 照明灯具安装	(258)
一、照明灯具的选择	(258)
二、照明设备的安装	(258)
第三节 开关和插座安装	(262)
一、照明开关的安装及使用要求	(262)
二、插座开关的安装检查	(263)
三、现场电气照明装置质量检验	(263)
第九章 电气安全及事故急救知识	(266)
第一节 电气安全	(266)
一、安全电压	(266)
二、电气安全的颜色标志	(268)
三、电气安全净距	(272)
四、电气安全的图形标志	(273)
五、电气安全基本内容	(275)
六、电气安全设计	(275)
七、电工安全工、器具	(282)
八、漏电保护器	(286)
第二节 施工现场保护接零、接地及防雷	(297)
一、一般规定	(297)
二、保护接零	(299)
三、保护接地	(302)
四、防雷	(308)
第三节 施工用电的电气防火和防爆	(312)
一、电气火灾和爆炸的原因	(312)
二、电气火灾和爆炸的预防	(314)
第四节 电气事故及急救知识	(316)
一、触电对人体的伤害	(316)
二、电流对人体的作用	(317)
三、影响触电严重程度的因素	(318)
四、触电事故的紧急救护	(319)
五、触电事故的预防措施	(323)
六、电气火灾的扑救	(324)
参考文献	(327)

第一章 电工基础知识

第一节 电气工程常用术语

一、电气工程基本术语

(1) 布线系统。一根电缆(电线)、多根电缆(电线)或母线以及固定它们的部件的组合。如果需要,布线系统还包括封装电缆(电线)或母线的部件。

(2) 电气设备。发电、变电、输电、配电或用电的任何物件,诸如电机、变压器、电器、测量仪表、保护装置、布线系统的设备、电气用具。

(3) 用电设备。将电能转换成其他形式能量(例如光能、热能、机械能)的设备。

(4) 电气装置。为实现一个或几个具体目的且特性相配合的电气设备的组合。

(5) 建筑电气工程(装置)。为实现一个或几个具体目的且特性相配合的,由电气装置、布线系统和用电设备电气部分所组成的组合。这种组合既能满足建筑物预期的使用功能和安全要求,也能满足使用建筑物的人的安全需要。

(6) 导管。在电气安装中用来保护电线或电缆的圆形或非圆形的布线系统的一部分,导管有足够的密封性,使电线电缆只能从纵向引入,而不能从横向引入。

(7) 金属导管。由金属材料制成的导管。

(8) 绝缘导管。没有任何导电部分(不管是内部金属衬套或是外部金属网、金属涂层等均不存在),由绝缘材料制成的导管。

(9) 保护导体(PE)。为防止发生电击危险而与下列部件进行电气连接的一种导体:

- ① 裸露导电部件;
- ② 外部导电部件;
- ③ 主接地端子;
- ④ 接地电极(接地装置);
- ⑤ 电源的接地点或人为的中性接点。

(10) 中性保护导体(PEN)。一种同时具有中性导体和保护导体功能的接地导体。

(11) 可接近的。(用于配线方式)在不损坏建筑物结构或装饰装修的情况下就能移出或暴露的,或者不是永久性地封装在建筑物的结构或装饰装修中的。(用于设备)因为没有锁住的门、抬高或其他有效方法用来防护,而许可十分靠近者。

(12) 景观照明。为表现建筑物造型特色、艺术特点、功能特征和周围环境布置的照明工程,这种工程通常在夜间使用。

二、电气工程专业术语

1. 电流

在电场力作用下电子定向而有规则的运动,称为电流。电流分为直流和交流。大小和方向都稳定不变的电流叫做直流,用符号 DC 表示;大小方向随时间变化的电流叫做交流,用符号 AC 表示。

2. 电压

电压是从电场力作功这一概念引出来的。电荷在电场力作用下,从电场中的一点移到另一点时电场力所作的功,称为这两点间的电压。电路中有电压存在,就具备了移动电荷的能力,可见电源电压在电路中的作用是促使电荷运动而形成电流。

电压的符号为 U ,单位是伏(V)。把 1 库仑的电荷量,从一点移到另一点,电场力做的功是 1 焦耳(J),则这两点的电压就是 1 伏特,简称伏(V)。工程上常用千伏(kV)表示,1 kV=1 000 V。对于正弦交流电,其电压值的大小也是用有效值来表示的。其最大值与有效值之间的关系为:

$$U = U_m / \sqrt{2} = 0.707 U_m$$

式中, U ——电压有效值;

U_m ——电压最大值。

和电流一样,在电气图上所标明的电压的方向是人为规定的“正方向”,当电压的实际方向与正方向一致时电压为正,反之为负。

3. 频率与周期

为了衡量交流电变化的快慢,引出了周期和频率的概念。交流电按正弦规律变化时,其大小与方向每变化一个循环叫做一周,每变化一周所需的时间叫做周期,以字母“ T ”表示,单位是秒(s)。频率则是指交流电每秒钟变化的周数,即周波,以字母“ f ”表示,单位是赫(Hz)。显然:

$$f = \frac{1}{T}$$

4. 电功和电功率

电流做功的大小,简称电功,用符号 A 表示,电流做了多少功,就有多少电能转变为其他形式的能。电流在一段电路上所做功的大小与这段电路两端的电压、电路中的电流强度和通电时间成正比,即

$$A = UI t$$

单位为焦耳(J),

$$1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A} \times 1 \text{ s} = 1 \text{ W s}$$

电功率是指某一电路在单位时间(1 s)内所作的功,用符号 P 表示,则

$$P = A/t = UI t/t = UI$$

单位是瓦(W)或千瓦(kW)。可见电功率是一个与通电时间无关的物理量。显然,一段电路的电功率乘上通电时间,便是这段电路所做的功。在工程上常用电度数来衡量电功的多少。1 度电就是功率为 1 kW 的用电设备通电 1h(小时)所消耗的电功;也可以认为功率为 1 W 的用电设备通电 1kh 所消耗的电功等,其计算公式为:

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

5. 阻抗

阻抗包括电阻、感抗和容抗。

当交变电流通过线圈 L 时,在线圈 L 中便产生了自感电动势,这个自感电动势阻止着交流电流的通过。这种由自感电动势所表现出来的阻力称为自感电抗,简称感抗,以符号 X_L 表示,其值为:

$$X_L = 2\pi fL$$

式中, f ——电源频率(Hz);

L ——电感(H);

X_L ——感抗(Ω)。

在电感元件上,没有能量消耗,只有电能和磁能的周期性转换,即不消耗有功功率,只消耗无功功率。

当交变电流通过电容器时,由于交流电不断地进行着充放电过程,在电容器上建立的电压极性总是与电源电压的极性相同,对交流电流同样起阻碍作用。这种阻力称为电容电抗,简称容抗,以符号 X_C 表示,其值为:

$$X_C = 1/(2\pi fC)$$

式中, f ——电源频率(Hz);

C ——电容量(F);

X_C ——容抗(Ω)。

在电容器上,也没有能量消耗,只有电能和电场能的周期性转换,即不消耗有功功率,只消耗无功功率。

感抗与容抗在电路中具有相反的作用,当两者串联时,其电抗 X 为:

$$X = X_L - X_C \text{ 或 } X = X_C - X_L$$

无论是交变电流或是直流电流通过电阻 R 元件上时都会呈现出阻碍电流通过的性质。在电阻元件上只消耗有功功率。

当电阻、电感、电容串联时,在交流电路中所呈现的阻抗值 Z 为:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

式中, R ——电阻(Ω)。

三、电工常用术语

1. 电源和负载

在电力工程中,电源通常是指提供电能的设备和装置。电源分为交流电源和直流电源,主电源和控制电源。

交流电源主要是同步发电机和电力网;

直流电源主要是变流站和直流发电机。

主电源是指一个电路中提供主电流或主信号的电源;

控制电源是指提供操作、控制、保护、信号电路的电源。

负载一般是指接收电能或接收信号的设备。在电力工程中的各种用电设备均可称为负载,按其用途可分为:

照明负载,如各种电气照明灯具;

动力负载,如风机、水泵、压缩机、起重机等电气传动设备;

工艺负载,如电解、电镀、电焊、电热处理等设备;

电热负载,如加温、取暖、烘干、空调等设备;

其他负载,如试验、检测用电设备。

2. 电路

将电源、负载、开关及其他元件按一定顺序,用连接线(如导线)连接起来,便构成了一个

电路。不同的电路有不同的功能,如传输电能、传递信息、电气控制等等。

电路的正常状态有断开状态(停止运动状态)和接通状态(运行状态)。在一张静止的电气图上通常只能画出一种状态,一般为断开状态(如开关断开、按钮未按下、电磁线圈不通电等)。这是阅读电气工程图应特别注意的。

当电路处于闭合状态时,电流可在电路中形成闭合回路。

构成一个完整的电路通常有 4 个要素:电源、负载、连接线、开关和控制设备。如图 1-1(a)所示是一简单的照明电路。开关 Q 闭合后,电源才能经过导线向负载(照明灯 EL)供电;开关 Q 断开或熔断器 FU 熔断,电路处于断开状态。

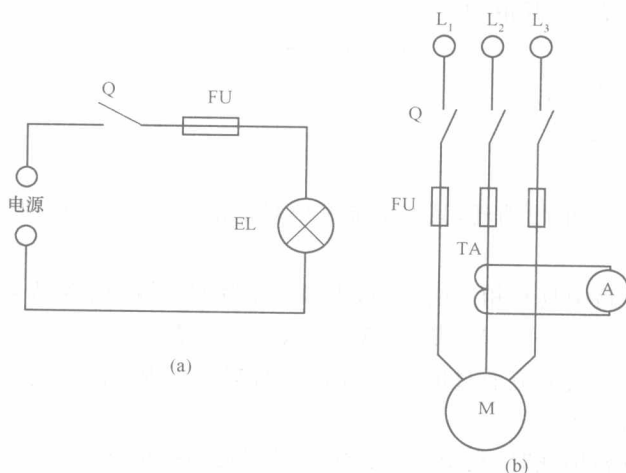


图 1-1 电路示例

(a)照明控制电路;(b)电动机供电电路

如图 1-1(b)所示是某一电动机供电电路。图中包括两个独立的电路:一是三相电源经开关 Q、熔断器 FU 和电动机绕组构成三相电路。二是电流互感器 TA(电源)和电流表 A 构成测量电路。图中的电路表示断开状态。

在电气施工图中,连接线是可跨越较长空间距离,例如,从室内到室外,从楼上到楼下,从这一建筑物到另一建筑物等。因此,在一些电气施工图(如接线图、布置图)上,不可能将元件集中绘制,但识读这类电气图,仍然应注意电路的构成,尤其应注意是否可以构成通路。

3. 单相和三相电路

一般的交流发电机都有三相线组,它能产生三个大小相等、频率相同、时间相位互差 120° 的电动势。电源的这三个电动势按一定的方式连接起来,共同向负荷供电。这样的电路叫做三相交流电路,简称三相电路。某些电气设备只需要由电源的一相电动势供电。由一相电动势供电组成的电路叫做单相交流电路。

在电路图上,三相电路有两种表示方法。因为通常情况下三相电路是对称的,习惯上常常用一相电路来代表三相电路,这种电气图称为单线图;如果把三相电路都划全了,则称为三线图。如图 1-2 所示。电气施工图中使用最多的是单线图。一般高压三相电路多用单线图表示,低压三相电路则视不同情况分别采用三线图或单线图。

4. 三相四线制供电

如果把三相交流发电机的三相绕组及电源变压器送电端的三相绕组的三个尾端连在一

起成为一个公共点,又分别从三相绕组的首端引出三根导线,这种连接方式称为三相电源的星形接法,即Y接法。星形接法的公共点称为中性点,通常用“O”表示。从中性点引出的导线称为中性线,通常用“N”或“O”表示。如果中性点已接地,则此中性点称为零点,中性线则称为零线或地线。从三相绕组首端引出的三根线称为相线或火线,分别用“L₁”、“L₂”、“L₃”表示。零线引出的星形接法称为Y₀接法或Y_N接法。像这种由三相电源引出 L₁、L₂、L₃、N 四条输电线的供电方式称为三相四线制供电,如图 1-2 所示。

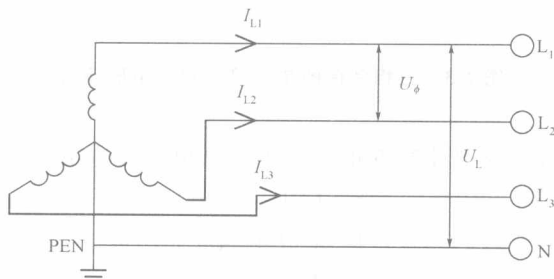


图 1-2 三相四线制供电系统示意图

在三相四线制系统中,两根相线之间的电压,称为线电压,用 U_L 表示,有三个线电压 U_{12} 、 U_{23} 、 U_{31} 或 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 。相线对零线的电压,称为相电压,用 U_φ 表示,同样有三个相电压, U_1 、 U_2 、 U_3 或 U_A 、 U_B 、 U_C 。流过相线的电流,称为线电流,用 I_L 表示,流过每相的电流,称为相电流,用 I_φ 表示。

由此可知,三相四线制供电,可以得到两种不同的电压,即相电压和线电压。当三个相电压对称时,三个线电压也必对称,且在大小上,线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍,即 $U_L = \sqrt{3}U_\varphi$ 。例如,低压发电机的端电压为 400 V,则其相电压为:

$$U_\varphi = U_L / \sqrt{3} = 400 / \sqrt{3} = 230(\text{V})$$

输出的电流则是: $I = I_\varphi$ 。

5. 三相负荷的星形接法和三角形接法

在三相四线制供电系统中,如果负荷接在相线和中性线之间,如图 1-3(a)所示,称为三相负荷的星形接法。在星形接法中,各相负载与电源间独自构成回路,互不相扰,因此,就每一相来说,可以看作三个独立互不相关的单相负载。电源的线电流等于相应负载的相电流,即 $I_L = I_\varphi$;电源的线电压等于 $\sqrt{3}$ 倍的相电压,即 $U_L = \sqrt{3}U_\varphi$ 。三相负载的这种接法,即使在三相负荷不平衡时,仍能获得基本对称的相电压。

在三相供电线路中,如果负荷分别接在两根相线之间,如图 1-3(b)所示,称为三相负荷的三角形接法。在三角形接法中,各相负载与电源间独自构成回路,互不相扰,因此,就每相而言仍可看作三个独立的单相负载。在该接法中, $U_L = U_\varphi$;负载平衡时, $I_L = \sqrt{3}I_\varphi$ 。

在三相电路中,不论负载是Y接还是 Δ 接,只要是三相对称负载,它们自电源取用的三相总功率为:

$$\left. \begin{aligned} S &= \sqrt{3}U_L I_L \\ P &= \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi \\ Q &= \sqrt{3}U_L I_L \sin\varphi \end{aligned} \right\}$$

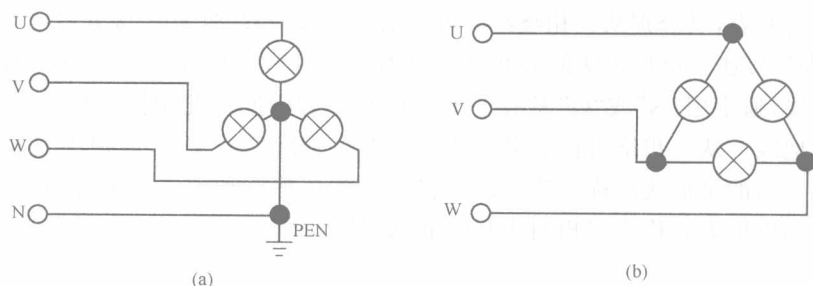


图 1-3 三相负荷的星形接法和三角形接法

三相负载不对称时,可分别计算各相的功率。单相负载的功率为:

$$\left. \begin{aligned} S &= U_{\varphi} I_{\varphi} \\ P &= U_{\varphi} I_{\varphi} \cos \varphi \\ Q &= U_{\varphi} I_{\varphi} \sin \varphi \end{aligned} \right\}$$

6. 额定值

额定值是制造厂对产品使用的规定与限额。任何一种电气设备或线路,都有一定的电压限额、电流限额、功率或容量限额、频率限额、温升限额、规定的接线方式和环境条件等等。这些限额与规定分别称为额定电压、额定电流、额定功率或额定容量、额定频率、额定温升、额定接线方式和额定环境条件等等。

电气工程图上标注的设备、元件、线路等的规格,通常是指额定值。

(1)额定电压等级。为了统一发、供、用电,我国规定了不同等级的标准电压,即额定电压,也称标称电压。额定电压可分为 3 类,分别见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 低压电气设备和系统的额定电压

V

序 号	类 别	系统和用电设备	供电设备	备 注
1	直 流	1.5	1.5	
		2	2	
		3	3	
		6	6	
		12	12	
		24	24	
		36	36	
		48	48	
		60	60	
		72	72	
		110	115	
		220	230	
		440	460	

续表

序 号	类 别	系统和用电设备	供电设备	备 注
2	单相交流	6	6	
		12	12	
		24	24	
		36	36	
		42	42	
		100	100	
		127	133	只用于电压互感器
		220	230	只用于矿井下,机床控制
3	三相交流	36	36	
		42	42	
		100	100	只用于电压互感器
		127	133	用于矿井下、机床控制
		220/380	230/400	相电压/线电压
		380/660	400/690	相电压/线电压

注:直流电压为平均值,交流电压为有效值。

表 1-2 高压三相交流电气设备和系统的额定电压 kV

序 号	系统和受电设备	供电设备	设备最高压	序 号	系统和受电设备	供电设备	设备最高电压
1	3	3.15	3.5	6	110		126
2	6	6.3	6.9	7	220		252
3	10	10.5,13.8, 15.75,18,20	11.5	8	330		363
				9	500		555
4	35		40.5	10	750		
5	63		69				

表 1-3 安全电压等级 V

序 号	额定值	空载上限值	应 用 范 围
1	6	6	
2	12	15	
3	24	29	人体可能偶然触及的带电体
4	36	43	在矿井、多导电粉尘场所使用的行灯
5	42	50	手持式电动工具等

(2)额定电流等级。常用的高(低)压电器、仪表、电源装置的额定电流等级见表 1-4。

表 1-4 常用额定电流等级

A

序 号	类 别	额 定 电 流									
1	10 A 以下	1	1.25	1.5	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8
2	100 A 以下	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
3	1 000 A 以下	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800

(3)额定频率。我国规定的一般工业频率(简称工频)为 50 Hz,有些设备的频率可为:中频或高频如 100 Hz、150 Hz、200 Hz、400 Hz、600 Hz、800 Hz……

7. 电流效应

电流通过导线时,会产生 4 种主要的效应:

(1)热效应 因为导线一般存在电阻,所以电流通过导线就会发热。其发热量 Q 为:

$$Q = I^2 R t \quad (\text{J})$$

或

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad (\text{Cal})$$

式中, I ——通过导线的电流(A);

R ——导线的电阻(Ω);

t ——电流通过导线的时间(s)。

(2)磁效应。电流通过导线,在导线周围会产生磁场,稳恒直流电在导线周围所产生的磁场是一个稳恒的磁场,交流电流通过导线时,导线周围的磁场其强度和方向是随交流电的强度和方向一同变化的。电流越大,磁场越强;离导线越近,磁场越强;导线周围如果存在钢铁类铁磁物质,磁场也会大大增强。

(3)电动力效应。两根通电导线之间存在相互作用的电动力。当两根导线中的电流方向一致时,互相吸引;方向相反时,互相排斥。电动力的大小与电流的大小和导线之间的相互距离等因素有关。

(4)化学反应。由于交流电的方向不断地交变,所以不能用来产生电化学反应,但通过整流设备把交流电转换成直流电以后就能产生电化学反应。工业中的电解和电镀等工艺就是利用直流电的化学效应而工作的。

8. 短路与断路

(1)短路。电路中的负荷被导体以某种形式直接连接或经过小阻抗连接在一起,从而电流不经过负荷而流通的一种状态,称为短路。

(2)断路。电路中的某一部分断开,表现出无穷大的阻抗,使电路呈不闭合、无电流通过的状态,称为断路或开路。

9. 电气连接

导体之间相互接触并达到一定的工艺要求,称为电气连接。电气连接的种类很多,主要分为三类:固定连接、可动连接和滑动连接。

(1)固定连接。相互接触连接的导体表面彼此之间不发生相对运动,即一个接触表面对另一个接触表面不发生分离或移动现象的电气连接,称为固定连接。如导线与导线之间、导线与接线端子之间、导线与设备之间的相互连接,一般为固定连接。固定连接的方式多采用螺栓连接、压接、焊接、铆接、绑扎连接等。

(2)可动连接。相互接触的两个接触面并不固定,可分可合,称为可动连接,如各开关按

钮等触头、触点之间的连接。

(3)滑动连接。相互接触的两个接触面不固定,可以相互移动,即在使用过程中,不切断电路而将电流从一个接触面转到另一个接触面,称为滑动连接,如调压器,滑动变阻器以及某些转换开关等。

电气连接在电气施工图上常采用表 1-5 所示的一些表示方法。

表 1-5 电气连接的图形符号

序号	名称	新符号	旧符号	序号	名称	新符号	旧符号
1	接线端子		=	5	插头与插座的连接		
2	可拆卸的接线端子		=	6	接通的连接片		
3	导线的连接			7	断开的连接片		
4	导线的多线连接			8	滑动(滚动)连接器		
				9	滑动连接变阻器		=

10. 电气产品的名称、符号、型号和规格

在电气施工图上,完整地表示一项电气产品,通常应包括其名称、符号、型号和规格。

(1)名称。是指电气产品的中文名称,如启动器、电力变压器的开关等。

(2)符号。有图形符号和文字符号(文字符号又称为代号,严格地应称为项目代号)。一类产品只有一种图形符号,但在同一张图上,每一个产品(包括同类产品中不同用途的产品),例如,某图上有两组熔断器,虽然用一个图形符号,其文字符号则应分别标注,如标注为FU1、FU2。

(3)型号和规格。型号和规格可标注在符号旁边,也可用表格形式给出。型号主要表明产品的基本特征,规格主要表明产品的具体特征,额定参数、使用条件等。

11. 电气预埋

电气设备及装置一般通过螺栓或焊接等方式固定在底盘或支架上,而底盘或支架需要直接固定在基础、墙、柱、梁与物体上。在基础、墙、柱、梁与构件上必须预先埋设好设备的固定件,这一工作过程称为电气预埋。在图纸上,预埋方法一般用文字符号加以说明,预埋件一般在有关的土建图和电气工程图上作相应的标注。电气工程采用的预埋方法有:

(1)预埋构件法。在混凝土结构上预先埋设一定形状的钢构件或木构件。

(2)留孔埋设法。安装于混凝土基础上的电气设备,按设计要求留出预留孔洞,安装时将地脚螺栓悬挂于设备底座上,再进行第二次灌浆;如果在墙上,则先留住方孔,然后再预埋构件。

(3)打孔埋设法。土建施工时不留孔洞,安装时再打孔预埋。

(4)露筋法。将表面混凝土凿去,露出里面的钢筋,然后焊上固定设备的构件。