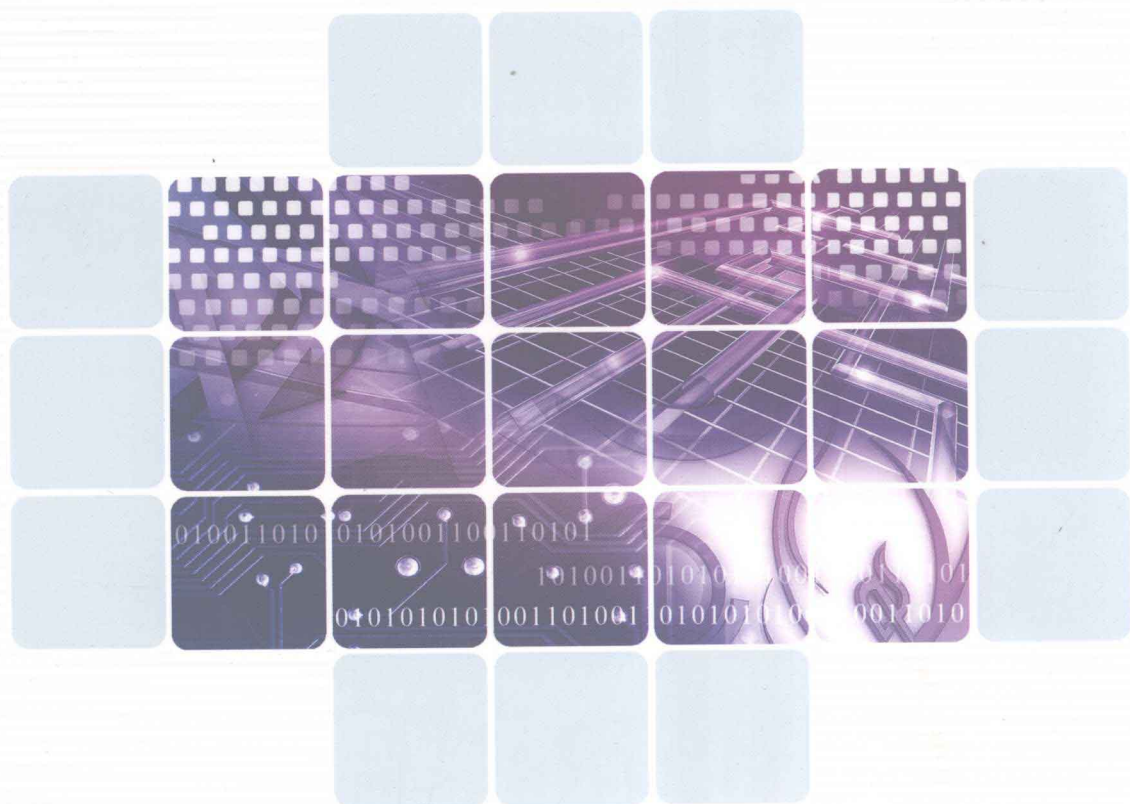




高等职业教育“十二五”创新型规划教材



维修电工与实训

WEIXIU DIANGONG YU SHIXUN

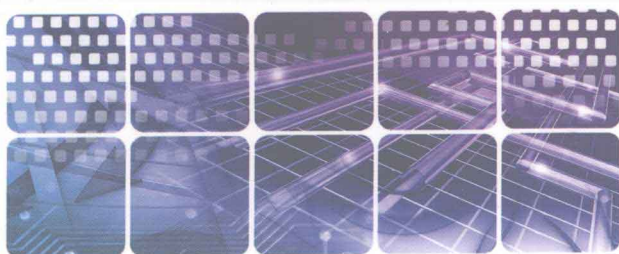
主 编 唐义锋

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

项目编辑: 王艳丽
策划编辑: 段马克
执行编辑: 夏 丛
装帧设计: **OOICA** 原创任铨



高等职业教育“十二五”创新型规划教材



维修电工与实训

WEIXIU DIANGONG YU SHIXUN



免费电子教案下载地址
www.bitpress.com.cn

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信地址: 北京市海淀区中关村南大街5号

邮政编码: 100081

电 话: (010)68944990 68944919

网 址: www.bitpress.com.cn

ISBN 978-7-5640-3824-3



9 787564 038243 >

定价: 39.80元

高等职业教育“十二五”创新型规划教材

维修电工与实训

主 编 唐义锋

副主编 罗 斌 冯 辉 徐瑾瑜

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书借鉴 CDIO 工程教育理念,采用任务驱动,项目导向,以《中华人民共和国职业技能鉴定规范……维修电工》内容为主线,将高级维修电工应知、应会内容划分成 9 个任务进行编写,包括电工常识与安全用电,现场管理与生产工艺制定、常用仪器仪表的组装与使用、低压动力和照明电路、变压器、交直流调速系统、变频器及 PLC 的应用与维护等。全书采用项目化设计,通过项目实施使学生在掌握技术、技能的同时学会解决问题的一般方法,力求浓缩精炼,突出针对性、典型性、实用性。

本书旨在作为“维修电工与实训”这一综合实践课程的教材,同时具有一定的工具性。其内容可划分为电工基础、电子技术基础、电子中级、电工中级、电工高级训练 5 个部分,分别将其贯穿于人才培养过程中,使之成为专业实践课程体系的支撑。为此,编者力争使全书内容贴近生产实践,层次清晰,重点突出,在注重工程实践项目研究方法的基础上,紧紧围绕技能培养主线进行编写。在取材上坚持理论联系实际,兼顾新技术,新知识的应用,同时注意与系列教材的衔接,使之更有利于指导工学结合实践。

本书可用作高职、高专和各类成人教育机电、数控、电气自动化及电子信息类专业学生中、高级维修电工培训的实践教材,也可供机电、数控、电子、电气专业设备维修、维护技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

维修电工与实训/唐义锋主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 9
ISBN 978 - 7 - 5640 - 3824 - 3

I. ①维… II. ①唐… III. ①电工 - 维修 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 187250 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 27

字 数 / 627 千字

责任编辑 / 钟 博

版 次 / 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

陈 竑

印 数 / 1 ~ 1000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 39.80 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

Preface

本书借鉴 CDIO 工程教育理念,采用任务驱动,项目导向,以《中华人民共和国职业技能鉴定规范……维修电工》内容为主线,将高级维修电工应知、应会内容划分成 9 个任务进行编写。包括电工常识与安全用电,现场管理与生产工艺制定、常用仪器仪表的组装与使用、低压动力和照明电路、变压器、电机、交直流调速系统、变频器及 PLC 的应用与维护等。全书采用项目化设计,通过项目实施使学生在掌握技术、技能的同时学会解决问题的一般方法,力求浓缩精炼,突出针对性、典型性、实用性,使之更有利于指导工学结合实践。

本书由江苏财经职业技术学院唐义锋担任主编并统稿,江苏财经职业技术学院罗斌、冯辉,无锡商业职业技术学院徐瑾瑜担任副主编。其中,唐义锋编写任务一、任务二、任务三、任务七、任务八,罗斌编写任务九和任务四、六的部分内容,冯辉编写任务五及任务六的部分内容,张蓉蓉编写任务四,徐瑾瑜编写任务六的部分内容,于保全编写任务六和任务三中的部分内容,淮安市电视大学陈京培编写任务四的部分内容,山东机电学校冯建雨编写任务三的部分内容。江苏财经职业技术学院丁琳、徐大诏等同志参与了书稿的校对工作。

在编写过程中,得到了江苏瑞特电子设备有限公司,无锡华阳科技有限公司和淮安金恒泰科技有限公司等合作单位领导和技术人员的大力支持,他们在提供了大量详实技术资料的同时,还提供了嵌入到课程教学中进行技能与工学结合一体化训练的产品;在编写、审定过程中,江苏金凤集团高级技师于保全同志进行了初审,提出了许多宝贵意见和建议,在此一并表示由衷的感谢。

本书由淮阴工学院倪伟教授主审,并提出了许多宝贵意见和建议。编者对此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,编者查阅和参考了大量文献资料,并引用了参考文献中的有关章节内容,在此表示感谢。由于采用工程项目研究思路进行教材编写,打破了传统方式,加之编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者指正。

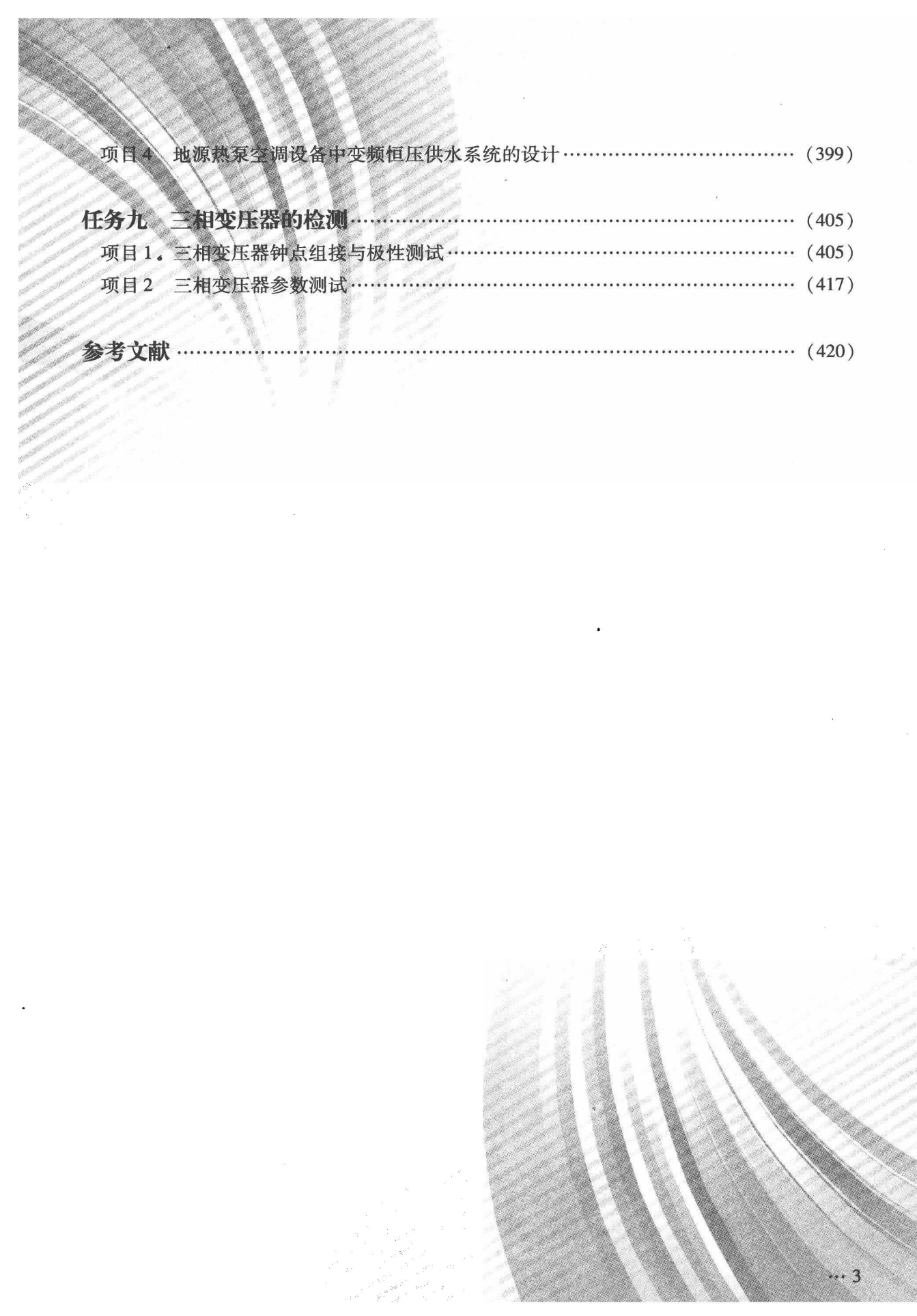
编者

目录

Contents

任务一 设计电气设备的安全防护系统和安全用电系统，能实施触电急救	(1)
项目 1 煤气供应点分装设备的电气安全防护系统设计	(1)
项目 2 家庭安全用电系统设计	(15)
项目 3 用人工呼吸法实施触电急救	(26)
任务二 营造企业生产现场管理环境，设计电子产品生产工艺，进行简单产品生产	(30)
项目 1 用 ISO/TS 16949 和现场 5S 营造企业生产管理环境	(31)
项目 2 识别常用电子元器件，制定元件安装工艺，检测焊装质量	(54)
项目 3 制定 JX 型电池盒报警器生产工艺	(80)
任务三 学会使用电工仪器仪表，能进行万用表及家庭照明电路的安装调试	(103)
项目 1 组装 MF47 型万用表，进行维修与调试使其达到正常工作状态	(104)
项目 2 使用示波器测量低频信号发生器发生波形的电压、频率和相位	(130)
项目 3 使用兆欧表测量三相电动机及其控制系统的绝缘性能	(144)
项目 4 低压动力配电装置的设计与安装	(149)
项目 5 两室一厅家庭照明电路的设计与安装	(171)
任务四 学会分析电子电路的原理，能进行无线电装接	(180)
项目 1 串联稳压电源的安装调试	(180)
项目 2 晶闸管调光电路的设计与安装	(186)

项目 3	汽车尾灯模拟控制电路的设计与安装调试	(192)
项目 4	晶体管收音机 (HX108—2 AM) 的安装调试 *	(201)
任务五	学会电动机控制线路的设计、安装与调试	(214)
项目 1	三相异步电动机点动及单向运行控制线路的安装调试	(215)
项目 2	三相异步电机的正反转启动控制线路的安装调试	(226)
项目 3	两级传送带顺序启动、顺序停止控制线路的安装调试	(232)
项目 4	三相较大功率异步电动机星形—三角形降压启动控制线路的安装调试	(237)
项目 5	采用继电器控制的动力滑台控制线路的安装调试	(243)
项目 6	能耗制动电路设计与安装	(247)
任务六	学会用可编程控制器进行项目设计	(253)
	使用三菱 FX2N 系列 PLC	(254)
项目 1	用 PLC 实现对单级输送带电动机的控制	(254)
项目 2	用 PLC 实现对小车运动的控制	(275)
项目 3	用 PLC 实现对三级输送带电动机的控制	(281)
项目 4	用 PLC 对电动机进行星形—三角形降压启动控制	(288)
	使用西门子 S7—200 系列 PLC	(294)
项目 5	用 PLC 实现对单级输送带电动机的控制	(294)
项目 6	用 PLC 实现对小车运动的自动控制	(310)
项目 7	用 PLC 实现对三级输送带电动机的控制	(314)
项目 8	用 PLC 实现对电动机星形—三角形降压启动的控制	(318)
任务七	了解直流调速与控制系统的原理, 能进行系统的安装 调试	(323)
项目 1	使用电子器件设计 PID 调节器	(324)
项目 2	设计电压负反馈单闭环有静差调速系统	(330)
项目 3	转速、电流双闭环不可逆直流调速系统的设计与调试 (无静差)	(338)
项目 4	设计一种具有自然环流的可逆直流调速系统	(348)
任务八	交流调速系统的设计与调试	(361)
项目 1	双闭环三相异步电机调压调速系统设计	(362)
项目 2	双闭环三相异步电机串级调速系统的设计	(371)
项目 3	应用 PLC 与变频器控制电机的定速正反转	(381)



项目4 地源热泵空调设备中变频恒压供水系统的设计	(399)
任务九 三相变压器的检测	(405)
项目1. 三相变压器钟点组接与极性测试	(405)
项目2 三相变压器参数测试	(417)
参考文献	(420)

任务一 设计电气设备的安全防护系统和安全用电系统，能实施触电急救

教学目标

- (1) 了解屏护、设置安全标识等安全用电常识，掌握电气设计中的线径选择，能根据功率与使用情况确定器件及其规格。
- (2) 了解触电常识，学会遵守安全用电规范。了解电气设备失效情况，找出相应的保护措施和安全用电方法，能进行安全用电系统设计。
- (3) 掌握触电急救知识，掌握发生触电事故时在保证自身安全的同时，进行有效施救。

任务描述

本任务通过器件选择计算，提出安全防护的概念，设计一个安全防护系统。通过执行操作规范，采取充分的保护措施提高用电的安全性，因此，在装修或改造室内供电系统时，需要按前述要求进行线路设计与安全用电设计。通过本项目实施可从宏观上把握用电设备的设计方法。分析宏观上触电事故的不可避免性，给出触电急救知识，通过练习，能有效减少触电伤亡。

本任务共含有三个项目，即：煤气供应点分装设备的电气安全防护系统设计；家庭安全用电系统设计；用人工呼吸法实施触电急救。

项目1 煤气供应点分装设备的电气安全防护系统设计

项目描述

本项目通过器件选择计算，提高系统的总体性能，提出安全防护的概念，进而要求设计



一个防爆的安全防护系统。

项目分析

合理进行用电器件的选用，能有效提高系统的安全性，设计电气设备的安全防护系统更能提高用电的安全等级。所需知识：器件选择，布线、操作规程，安全要求，防雷电知识。

知识链接

一、线路装置的安装与设计的要求

线路装置的安装与设计的要求：安全可靠，布线合理，便于维修，美观整齐。线路装置若不按规程装设，不符合安全要求，就极易发生触电事故和其他电气事故。

（一）电气线路绝缘强度要求

电气线路应有足够的绝缘强度，应满足相间绝缘和对地绝缘的要求。线路绝缘强度除需保证正常工作外，还应经得起过电压考验。用 500 V 兆欧表测量每一分路以及总熔断器至分熔断器的线路，新装线路的绝缘电阻不应小于 $0.5\text{ M}\Omega$ ；原有线路，导线与导线之间绝缘电阻应不小于 $0.38\text{ M}\Omega$ ；导线与大地之间的绝缘电阻应不小于 $0.22\text{ M}\Omega$ ；采用特低电压线路绝缘电阻应不小于 $0.22\text{ M}\Omega$ 。

（二）导线截面的选择

选择合理的导线截面，能达到安全运行，降低电能损耗，减少运行费用的效果。导线截面的选择可由以下 4 个方面加以确定。

1. 安全载流量

导线允许通过的长期最大电流值称为连续允许电流值，也称作安全载流量。

1) 照明、电热负荷

(1) 导线安全载流量 $I_{\text{NW}}(\text{A}) \geq$ 所有电器的额定电流之和 $\Sigma I_{\text{NL}}(\text{A})$ 。

(2) 若大楼、建筑群以及较大用户装接容量较大时，可考虑 0.8 及以上的系数 K_1 。即 $I_{\text{NW}} \geq \Sigma I_{\text{NL}}(\text{A}) \times K_1$ 。

(3) 照明、电热配电干线截面可按计算负荷电流 I_j 选择，但分支线路应按装接容量 P_N （或 ΣP_N ）计算。

(4) 照明每一分路的最大负荷电流不应超过 15 A，装接灯头数和插座总数一般不超过 25 只；电热每一分路的最大负荷电流不应超过 30 A，装接插座数一般不超过 6 只。

2) 动力负荷

(1) 一台电动机的导线安全载流量 $I_{\text{NW}}(\text{A}) \geq$ 该台电动机的额定电流 $I_{\text{NM}}(\text{A})$ 。

(2) 多台电动机的导线安全载流量 $I_{\text{NW}}(\text{A}) \geq$ 容量最大的一台电动机的额定电流 $I_{\text{NmM}(m=1)}(\text{A}) +$ 其余各台电动机的计算负荷电流 $I_{j(n-m)}(\text{A})$ 。

3) 计算负荷电流 I_j 的计算方法

(1) 统计所有装接设备的额定容量之和 $\Sigma P_N(\text{kW})$ 。

(2) 把全部装接容量换算成电流 $\Sigma I_N(\text{A})$ 。

(3) 考虑同一时间内的最大需要用量（即需用系数 K_1 ）。

(4) 考虑发展因数, 一般加 20% 左右的裕度 (即发展系数 K_2)。

即:
$$I_j = \sum I_N \times K_1 \times (1 + K_2)$$

则:
$$I_{j(n-m)} = (\sum I_N - I_{NmM(m=1)}) \times K_1 \times (1 + K_2)$$

2. 线路电压降

电能导体中传输会产生电压损失, 因此, 在选择导线截面时, 必须校验线路电压损失是否在允许范围之内。线路电压降一般不宜超过 5%。

3. 机械强度

导线安装后, 在运行过程中, 要受到外力的影响, 因此, 在选择导线时, 必须考虑导线的机械强度。

4. 与熔体额定电流或开关整定值相配合

导线安全载流量应与保护该线路的熔断器熔体的额定电流或开关整定值相配合, 当发生过负荷或短路时, 熔断器内的熔体应能迅速熔断, 而不损坏导线。

(三) 布线方式

布线方式通常有暗敷线路和明敷线路两种, 暗敷线路是指线路装置埋设在建筑物内或埋设在地下。明敷线路是指线路装置设在建筑面上。在一般用电环境中, 明敷线路用得较为普遍, 通常有护套线、瓷瓶瓷柱、明管线、桥架线路等几种。

1. 护套线布线

护套线分为塑料护套线、橡套线和铅包线 3 种, 铅包线价格较贵, 目前普遍采用塑料护套线。塑料护套线是具有塑料保护层的双芯、三芯、四芯绝缘护套线, 防潮、耐腐蚀、安装方便, 主要适用于室内明敷。

护套线布线的一般要求如下。

1) 最小截面

户内使用时, 铜芯线不得小于 1.0 mm^2 , 铝芯线不得小于 1.5 mm^2 ; 进户线采用护套线的应用铜芯线, 且截面积不得小于 2.5 mm^2 。

2) 连接

护套线的连接必须采用接线盒或在其他电气装置的接线端子上连接。注意, 不允许直接在护套线中间剥切分支。

3) 支持点

护套线直线部分两个支持点之间的距离一般为 0.2 m ; 转角部分前后需各装一个支持点; 两根护套线交叉时, 叉口处的四方各应安装一个支持点; 进入木台前, 应安装一个支持点; 在穿入管子前, 或穿出管子后均需要装一个支持点。

4) 离地要求

护套线线路离地面最小距离不得小于 0.15 m 。在穿越楼板的一段及在离地 0.15 m 以下部分的导线, 应加装钢管或硬塑料管保护, 以防导线遭受机械损伤。

5) 护套线敷设时的其他注意事项

(1) 护套线允许穿入空心楼板的空腔内, 但必须保证护套层完整无损。

(2) 塑料护套线严禁直接埋入抹灰层内。

(3) 塑料护套线严禁直接放入吊平顶、护板墙内。

(4) 敷设塑料护套线严禁有扭绞、死弯、绝缘层破损和护套断裂等缺陷, 转角内径应



大于线宽的6倍。

2. 瓷瓶布线

瓷瓶线路是用碟形瓷瓶或直脚瓷瓶支持绝缘导线，沿建筑面布线的一种无杆明线架空线路，适用于室内外布线。由于导线全部敷设在空间，所以人体和物体容易碰触的场所不宜采用。

瓷瓶布线的一般要求如下。

1) 导线截面

瓷瓶线路最小截面：室内敷设时，铜芯线不得小于 2.5 mm^2 ，铝芯线不得小于 4.0 mm^2 ；室外敷设时，铜芯线不得小于 2.5 mm^2 ，铝芯线不得小于 6.0 mm^2 。

2) 离地要求

室内瓷瓶线路的离地要求：水平布线时不得低于 2.0 m ；垂直布线时不得低于 1.3 m 。低于 1.3 m 的垂直部分，必须用钢管或硬塑料管保护。室外瓷瓶线路的离地要求：水平布线或垂直布线均不得低于 2.5 m 。

3. 管线布线

管线布线是用钢管或硬塑料管作导线保护管所敷设的线路。钢管布线有防潮、防火、防爆等性能。硬塑料管线布线有防潮、抗酸碱、耐腐蚀等性能。穿管导线的额定电压不应低于交流 500 V ，管内导线不得有接头，必须有接头时，应加装接线盒，穿管线的最小截面：铜芯绝缘线应不小于 1.0 mm^2 。管内导线一般不得超过10根，不同电压、不同电度表的导线不得穿在同一根管内，一个交流回路的所有导线，应穿在同一根管内，钢管内不允许穿单根导线，但直流回路及接地线除外，管内导线总截面（包括绝缘层）不得超过管子有效截面的40%。

4. 电缆线路

电缆线路通常埋设在地下或管道中，也有埋设在电缆沟槽内的。电缆线路由于不易受外力破坏和环境影响，故障少，安全可靠，经久耐用，因此，适用于有腐蚀性气体、易燃易爆等场所。

1) 直埋电缆

(1) 非铠装电缆不准直接埋设。

(2) 直埋电缆沟底应平整，无硬质杂物。沟深不应小于 0.7 m ，在沟底应铺 1 m 厚的细土，电缆上再铺 1 m 厚的细土，再加混凝土盖板或加标准砖保护。

(3) 直埋电缆与热力管沟交叉时，如果电缆用石棉、水泥管保护，其长度应伸出热力管沟两侧各 2 m 。采用隔热层保护时，应超出热力管两侧各 1 m 。

(4) 电缆穿越道路、建筑物和引出地面高度 2 m 以下的部分，均应加保护管。保护管的内径应不小于电缆外径的 1.5 倍，一根保护管只准穿一根电缆。

(5) 多根电缆并列直埋时，线间水平净距不应小于 1 m 。沟中并排埋设的电缆，由于散热影响，原允许载流量应适当降低，并排埋设的电缆不宜超过6根。

2) 电缆的连接要求

电缆端头和电缆接头必须封闭严密，填料灌注饱满，无气泡，无渗漏现象。电缆头的安装须牢固可靠，相序正确。直埋电缆接头的保护设施要完整，标志准确清晰。

铠装电缆或铅包电缆的金属外皮，两端应可靠接地，接地电阻不应超过 10Ω 。

(四) 线路保护

为了使配电线路能安全可靠地运行，线路中需加装电气设备保护装置，其中常用保护装置有熔断器和自动空气开关等。

1. 熔断器

熔断器是对线路和电气设备起短路或过负荷保护作用的装置。

常用的熔断器有 RL10 系列螺旋式熔断器、RM10 系列管状式熔断器和 RTO 系列封闭式管式熔断器等。熔断器具有反时限特性。

1) 熔断器的主要技术参数

(1) 额定电压。

额定电压指熔断器长期工作所能承受的电压。

(2) 额定电流。

熔断器额定电流取决于熔断器各部分长期工作所允许的温升。熔体额定电流取决于熔体的最小熔断电流和熔化因数。

(3) 分断能力。

分断能力是熔断器所能分断的最大短路电流值，取决于熔断器的灭弧能力。它是熔断器的主要技术指标，与熔体额定电流大小无关。

2) 熔断器的选用

熔断器应根据线路可能出现的最大故障电流来选用，并按电网电压选定熔断器的额定电压。选用熔断器时应注意以下几点。

(1) 熔断器的保护特性必须与被保护对象的过载特性有良好的配合，使其在整个曲线范围内获得可靠的保护。

(2) 熔断器的极限分断电流应大于或等于所保护电路可能出现的短路冲击电流的有效值，否则就不能可靠地保护电路。

(3) 在配电系统中，各级熔断器必须相互配合以实现选择性，一般要求前一级熔体比后一级熔体的额定电流大 2~3 倍级。

(4) 只有要求不高的电动机才采用熔断器作过载和短路保护，一般过载保护最宜用热继电器，而熔断器则用作短路保护。

3) 熔体的选择

熔断器选定后即可选择熔体额定电流。熔体额定电流应满足正常工作电流及电动机的启动电流。

(1) 对负载比较平稳的照明、电热设备，熔体的额定电流为：

$$I_{\text{NFU}} \geq \Sigma I_{\text{NL}}$$

(2) 对单台有冲击启动电流的电动机，熔体额定电流为：

$$I_{\text{NFU}} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{\text{NM}}$$

(3) 有多台电动机共用的熔断器，熔体额定电流为：

$$I_{\text{NFU}} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{\text{Nm}(m=1)} + I_{\text{j}(n-m)}$$

式中： I_{NFU} ——熔体额定电流；

$I_{\text{Nm}(m=1)}$ ——容量最大的一台电动机的额定电流；

ΣI_{NL} ——所有用电设备额定电流之和；



I_{NM} ——电动机的额定电流；

$I_{j(n-m)}$ ——其余各台电动机计算负荷电流。

(注：计算方法可参考导线截面的选择，但必须注意，不要考虑发展系数 K_2)

式中 (1.5 ~ 2.5) 为启动系数。空载或启动时间很短的电动机，启动系数可取 1.5；轻载启动或启动时间不长的电动机，启动系数可取 2；重载启动、启动频繁或启动时间较长的电动机，启动系数取 2 ~ 5。

(4) 熔断器的电流等级。

熔体选定后，即可以确定熔座或熔管的电流等级。熔座或熔管的额定电流应大于或等于熔体的额定电流。如 15 A 熔体，可选用 RC1A—15，也可选用 RC1A—30。

(5) 熔断器的安装和维护。

① 安装熔体时必须保证接触良好，并应经常检查。

② 熔断器及熔体均必须安装可靠。否则一相断路，就会使三相电动机因缺相运行而烧坏。

③ 熔断器应装在各相相线上。在单相三线和三相四线的中性线上严禁装设熔断器。

④ 更换熔体时要切断电源，以防带电操作引起触电事故。换上的熔体应同规格，同材料，切不可任意加粗或更换为其他材料的熔体。

2. 自动空气开关

自动空气开关通常用作机械设备的引入电源开关和不频繁启动的交流异步电动机控制开关。其作用是当电路发生严重过载、短路及欠压、失压等故障时能够自动切断故障电路，有效地保护串接在它后面的电气设备。

自动空气开关有 DW 系列框架式与 DZ 系列塑壳式两种。DW 系列框架式自动空气开关主要用作配电线路的保护开关；DZ 系列塑壳式自动空气开关既可作配电线路的保护开关，也可作电动机、照明、电热等电路中电器的总控制开关。

1) 自动空气开关的选用

自动空气开关选取用时按照以下步骤。

(1) 根据线路的额定电流和额定电压，确定开关的容量等级。

(2) 根据电气装置选定框架式或塑壳式自动空气开关。对电动机不频繁启动、线路容易发生断相故障的场合，应选用塑壳式自动空气开关。

(3) 根据线路中可能出现的最大短路电流，选择开关的极限分断能力。极限分断能力要大于或等于电网的短路电流，以保证安全可靠地分断。

2) DW15 系列自动空气开关

选用 DW15 系列自动空气开关作线路保护开关时，除符合上述 3 项要求外，还要选定过流脱扣器的整定电流。过流脱扣器可调节范围是其额定电流的 1 ~ 3 倍。如果整定值选得太大，将不能与前级熔丝配合。反之，整定值选得太小，可能会影响最大一台电动机的启动。选定整定值时应按下式确定：

$$\text{瞬时动作过流脱扣器的整定电流} \geq 1.1 (I_{j(n-1)} + KI_{NM(m=1)})$$

式中：1.1——动作整定值间的误差系数；

$I_{j(n-1)}$ ——计算负荷电流；

K ——启动系数，笼形电动机取 12，绕线形电动机取 5。

3) DZ20 系列自动空气开关

DZ20 系列自动空气开关的过流脱扣器有电磁式和热脱扣式（即复式脱扣式）两种。电磁式脱扣器是瞬时动作，起短路保护作用，动作值是可调的。热脱扣器是延时动作，起过载保护作用。当无脱扣器时，自动空气开关只能当作闸刀开关使用，不能自动分断故障电流。

二、普通电气设备的选用与安装

用电设备必须正确选用、安装、使用及维护，才能有效地防止触电事故和其他电气事故的发生。

（一）电动机的选用与安装

在工农业生产机械及日用电器中广泛应用电动机进行驱动，因此，电动机的种类很多。常用的有直流电动机和交流电动机两种。交流电动机又可分为同步和异步两种，其中笼形异步电动机用得最广泛。选用电动机应当考虑环境条件、安装方式、生产机械的工作状况、功率、转速和调速要求等因素。

首先要根据工作环境的触电危险性程度，选择适当的防护形式。例如：在潮湿、多尘场所或户外使用，应选用封闭式电动机；在有可燃或爆炸性气体的环境，应选用防爆式电动机等。其次是电动机功率必须与生产机械的载荷及其持续和间断的规律相适应。还要考虑温升，B 级绝缘是按照环境温度 40 ℃ 设计，电动机绝缘等级与最高允许温升关系见表 1-1-1 所示。若定子绕组的最高允许温升，用电阻法测量 B 级绝缘为 80 ℃，则说明用电阻法测量时，定子绕组的最高允许温度为 120 ℃。

表 1-1-1 三相异步电动机最高允许温升（℃）（环境温度为 40 ℃）

		A 级绝缘		E 级绝缘		B 级绝缘	
电动机的部位		测量方法					
		温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法
定子绕组		55	60	65	75	70	80
转子绕组	绕线形	55	60	65	75	70	80
	笼形						
定子铁芯		60		75		80	
滚动轴承		40		40		40	
滑动轴承		55		55		55	
滑环		60		70		80	

电动机必须牢固地安装在生产机械或其他非可燃材料的基座上。安装时应首先了解电动机铭牌上的各种技术数据。

（1）根据铭牌数据可计算出电动机的额定电流 I_N 。

三相交流异步电动机的额定电流 I_N 计算公式为：

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \times V_N \times \cos \varphi \times \eta}$$



单相交流异步电动机的额定电流 I_N 计算公式为:

$$I_N = \frac{P_N}{V_N \times \cos \varphi \times \eta}$$

式中: P_N ——电动机额定功率 (单位: W);

V_N ——电动机额定电压 (单位: V);

$\cos \varphi$ ——功率因数 (按铭牌三相电动机取 0.85, 单相电动机取 0.75);

η ——效率 (按铭牌三相电动机取 0.85, 单相电动机取 0.75)。

(2) 根据电动机铭牌的要求进行电动机的接线方式, 使供电电压与电动机的额定电压相适应。目前电动机铭牌上给出的接法有以下两种。

一种是额定电压 380/220 (V), 接法为星/三角。这表明定子每相绕组的额定电压是 220 V, 如果电源线电压是 220 V, 定子绕组则接成三角形; 如果电源线电压是 380 V 则应接成星形, 不可接错, 否则每相绕组电压大大超过其额定电压值, 电动机将被烧毁。

另一种是额定电压 380 V, 接法为三角形和星形。接法为三角形时, 表明定子每相绕组的额定电压值是 380 V, 适用于电源线电压为 380 V 的场合。可作三角形接法直接启动, 或星/三角降压启动。

连接电动机的导线绝缘必须良好, 其最小截面规定: 铜芯绝缘线不应小于 1.0 mm^2 , 铝芯绝缘线不应小于 2.5 mm^2 。

(3) 绕线转子型电动机转子和启动变阻器的导线截面, 应按下列要求选择。

① 启动后转子电刷短接。

轻载启动电动机的导线安全电流量为:

$$I_{NW} \geq 0.35 \times I_{N2}$$

其中, I_{N2} 为转子额定电流。

重载启动电动机的导线安全电流量为:

$$I_{NW} \geq 0.5 \times I_{N2}$$

② 启动后转子电刷不短接。

导线安全载流量 $I_{NW} \geq$ 转子额定电流 I_{N2} , 即: $I_{NW} \geq I_{N2}$ 。

(二) 交流接触器

交流接触器具有失压和欠压保护功能。可用作直接频繁启动、可逆及远距离控制交流异步电动机, 还可用于额定电压为 380 V, 三角形接法交流异步电动机的星-三角降压启动中。用交流接触器控制中小型异步电动机时, 必须加装过载保护和短路保护。交流接触器还应符合以下要求。

(1) 交流接触器主触头的额定电流应大于或等于电动机的额定电流。

(2) 交流接触器吸引线圈的电压必须与使用要求相符。

(三) 瓷底胶盖闸刀开关 (又称开启式负荷开关)

主要用作电气照明和电热线路的控制开关。三极瓷底胶盖开关, 除易燃易爆、潮湿腐蚀和有导电粉尘飞溅的场所外, 可用作容量在 3 kW 及以下, 不频繁启动的电动机操作开关。但选用时, 应使开关的额定电流 I_{NS} 不小于电动机额定电流 I_{NM} 的 2.5 倍 (即 $I_{NS} \geq 2.5 I_{NM}$)。

安装瓷底胶盖闸刀开关, 应做到垂直安装, 使开关操作方向从下向上为合闸, 不允许平