




教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目

工厂电气控制设备

孙贤明 韩晓冬◎主 编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目

工厂电气控制设备

主 编 孙贤明 韩晓冬
副主编 房师光 李 军 刘卓鸿



机械工业出版社

本书共分七个项目，其内容包括工厂低压电气设备基础、车床电气控制电路的安装与调试、摇臂钻床电气控制、镗床电气控制电路的分析与检修、交流电动机的起动控制、变频器与软起动技术、数控机床电气控制。在内容选择上，从简单常用的车床控制电路到复杂综合的镗床和数控机床电路，将每个项目分解成从简单到复杂，从基础到综合的任务。

本书主要用于职教师资本科电气工程及其自动化专业，也可以作为电气工程技术人员参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

工厂电气控制设备/孙贤明, 韩晓冬主编. —北京: 机械工业出版社, 2017. 8

教育部财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
ISBN 978-7-111-56783-7

I. ①工… II. ①孙… ②韩… III. ①工厂-电气控制装置-师资培训-教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 099870 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: 王雅新 责任编辑: 王雅新 韩静 刘丽敏

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 马精明 责任印制: 孙 炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.5 印张·574 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-56783-7

定价: 54.00 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

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

出版说明

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》颁布实施以来，我国职业教育进入加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育，实现职业教育改革发展新跨越，对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此，教育部明确提出，要以推动教师专业化为引领，以加强“双师型”教师队伍建设为重点，以创新制度和机制为动力，以完善培养培训体系为保障，以实施素质提高计划为抓手，统筹规划，突出重点，改革创新，狠抓落实，切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平，加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍，为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前，我国共有60余所高校正在开展职教师资培养，但由于教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏，制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系，教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目，中央财政划拨1.5亿元，系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中，包括88个专业项目、12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头，组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发，一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力，培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业（类）职教师资本科培养资源项目，内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案，以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源；二是取得了6项公共基础研究成果，内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等；三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果，共计800多本正式出版物。总体来说，培养资源开发项目实现了高效益：形成了一大批资源，填补了相关标准和资源的空白；凝聚了一支研发队伍，强化了教师培养的“校—企—校”协同；引领了一批高校的教学改革，带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程，是加强职教教师培养培训一体化建设的关键环节，也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来，各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量深入细致的工作，结合职教教师培养实践，研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果，有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时，专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志，克服了许多困难，按照两部对项目开发工作的总体要求，为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血，也为各个项目提供了专业的咨询和指导，有力地保障了项目实施和成果质量。在此，我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会

2016年3月

项目专家指导委员会

主 任 刘来泉

副主任 王宪成 郭春鸣

成 员 (按姓氏笔画排列)

刁哲军 王乐夫 王继平 邓泽民 石伟平 卢双盈

刘正安 刘君义 米 靖 汤生玲 李仲阳 李栋学

李梦卿 吴全全 沈 希 张元利 张建荣 周泽扬

孟庆国 姜大源 郭杰忠 夏金星 徐 朔 徐 流

曹 晔 崔世钢 韩亚兰

前 言

“十二五”期间，教育部、财政部启动了“职业院校教师素质提高计划本科专业职教师资培养资源开发项目”，其指导思想为：以推动教师专业化为引领，以高素质“双师型”师资培养为目标，完善职教师资本科培养标准及课程体系。

本书是“职教师资本科电气工程及其自动化专业培养标准、培养方案、核心课程和特色教材开发项目”的成果之一，是根据电气工程及其自动化专业以及中等职业学校教师岗位的职业性和师范性特点，在现代教育理念指导下，经过广泛的国内调研与国际比较，吸取国内外近年来的研究与改革成果，充分考虑我国职业教育教师培养的现实条件、教师基本素养和专业教学能力，以职教师资人才成长规律与教育教学规律为主线，以中等职业学校“双师型”教师职业生涯可持续发展的实际需求为培养目标，按照开发项目中“工厂电气控制设备的应用”课程大纲，经过反复讨论编写而成的。

全书共分七个项目，包括：工厂低压电气设备基础、车床电气控制电路的安装与调试、摇臂钻床电气控制、镗床电气控制电路的分析与检修、交流电动机的起动控制、变频器与软起动技术、数控机床电气控制。

本书采用工作过程化思路和理论与实践一体化的教学模式，从内容设计上加强基础性，侧重综合性，注重前沿性，从基础到提高，从简单到复杂，以现代控制技术技能为核心，并密切跟踪新技术的发展。注重理论教学与实践教学相结合，注重与工程实际相结合。通过开发学习项目和工作任务、确定教学组织、实施教学、进行教学评价与反馈等步骤设定教学情景，推行“教、学、做”一体化，形成“学用结合，以用促学，学以致用，巩固提高”的良性循环，为后续课程的学习奠定基础。

本书采用理论与实践一体化教学方法，重点培养学习者处理相关问题的综合能力，例如：

- (1) 基于基本原理分析问题的能力。
- (2) 善于利用资料的能力。在实际工程项目的实施过程中，对于遇到的细节问题，利用资料或通过查阅文献可以找到所需要的内容。通过一系列任务的完成，养成查阅资料的良好习惯。
- (3) 动手实践的能力。本书的基本宗旨是对学习者能力和技能的同步培养，每一项任务都注重理论和实践相结合。实践操作的过程不仅是对技能的培养，还是培养观察、分析问题的能力，进而提高综合能力的一个重要途径。

通过理论与实践一体化教学手段，在有限的教学时间内，让学习者具备以下基本能力和实践技能：

- (1) 具有常用低压电器元器件和辅助材料的选型能力和质量鉴别技能。
- (2) 具有基本低压电器控制装置的设计能力和设备安装技能。
- (3) 具有电气控制系统原理图的读图和绘图能力。
- (4) 具有复杂电气控制系统的分析、设计能力和故障排除技能。
- (5) 具有对相关新型控制装置的使用和选型能力。

参加本书编写工作的有：孙贤明，负责策划、立项，编写了项目 4、项目 5；韩晓冬，负责选题、制定编写大纲，并编写了前言、项目 2、项目 3 等；李军，编写了项目 6；刘卓鸿，编写了项目 7；房师光，编写了项目 1 和附录；在本书编写过程中，刘发英、魏召刚、聂兵、王海华、卢世萍、李倩、董建民同时参与了部分章节文字和图表的编写。在项目评审过程中，专家指导委员会刘来泉（中国职业教育技术协会）、姜大源（教育部职业技术教育中心研究所）、沈希（浙江农林大学）、吴全全（教育部职业技术教育中心研究所教师资源研究室）、张元利（青岛科技大学）、韩亚兰（佛山市顺德区梁銶琚职业技术学校）、王继平（同济大学职业技术教育学院）对本书的编写提出了非常宝贵的意见，在此表示最诚挚的敬意和感谢！另外，本书编写过程中参考了相关资料和教材，在此向这些文献的作者表示衷心感谢！

限于编写组理论水平和实践经验，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明	
前 言	
项目 1 工厂低压电气设备基础	1
任务 1 认识工业企业低压配电站和控 制站	1
任务 2 低压电器的基础知识	15
项目 2 车床电气控制电路的安装与 调试	27
任务 1 小型交流电动机的直接启动	27
任务 2 交流电动机的连续运行	76
任务 3 C620-1 型车床电气电路的安装与 调试	115
项目 3 摇臂钻床电气控制	130
任务 1 交流电动机的点动运行	130
任务 2 电动机的点动连续运行	139
任务 3 交流电动机的顺序控制	148
任务 4 自动生产线小车往复运动	164
任务 5 Z3040 型摇臂钻床的电气控制 电路	187
项目 4 镗床电气控制电路的分析与 检修	197
任务 1 三相笼型异步电动机的制动	197
任务 2 T68 型卧式镗床电气控制电路的 分析与检修	210
项目 5 交流电动机的起动控制	223
任务 1 磨粉机的减压起动控制	223
任务 2 卷扬机的起动控制	232
项目 6 变频器与软起动技术	241
任务 1 运料小车的运行控制	245
任务 2 变频器对车床主轴电动机的运行 控制	264
任务 3 变频器对搅拌机的运行控制	273
任务 4 变频器对车间通风机的调速 控制	284
任务 5 变频恒压供水系统	291
任务 6 高层楼房供水泵软起动运行 控制	301
项目 7 数控机床电气控制	318
任务 1 CK0630 数控车床系统的电气 安装与调试	318
任务 2 数控机床电气系统的故障诊断与 维修	334
附录	348
附录 A 常用电气知识	348
附录 B 数控车床 G 代码及 M 指令	352
参考文献	367

项目1

工厂低压电气设备基础

任务1 认识工业企业低压配电站和控制站

【知识目标】

- (1) 了解工业企业低压配电站系统结构和用途。
- (2) 理解低压配电站、低压控制站的联系及区别。
- (3) 了解智能开关柜的结构、特点及发展方向等知识。

【技能目标】

- (1) 认识工业企业低压配电站。
- (2) 认识工业企业低压控制站。
- (3) 了解智能开关柜故障处理。

【任务描述】

本任务主要认识和学习工业企业电气控制设备的类型及相关使用特点，并对低压电器元器件的基本工作原理和分类作初步了解。通过学习，使读者对电气控制设备和成套装置建立初步的感性认识。

【任务分析】

在学习本任务知识时，首先应该到车间或现场去参观或实习，建立感性的认识，然后系统学习理论知识。达到“理实”结合的目的，来激发学习的兴趣。

【任务实施】

一、工业企业低压配电站认识

1. 低压配电站系统结构

小企业和大中型企业的车间变电站一般是采用 10kV 进线，通过降压后提供低压动力电源。完成低压电能分配和电源控制的就是低压配电站，其配电装置的结构如图 1-1 所示。

图 1-1 所示的低压配电站电气回路结构图为双低压进线供电系统。该系统结构包含：进线柜 DP0、DP1、DP11，联络柜 DP5，出线柜若干台。基本功能是，电能由两台变压器分别降压为 400V 后通过进线柜引入，经过进线柜和联络柜之间的状态切换，可以实现三种工作方式：1#进线柜独立供电到所有负载；2#进线柜独立供电到所有负载；1#、2#进线柜各自为相关部分负载供电。双进线结构的目的是保障供电系统的安全性和稳定性，当其中一路进线电源发生故障时，可通过状态的切换，保障所接负载的正常工作。这种结构一般应用于对供

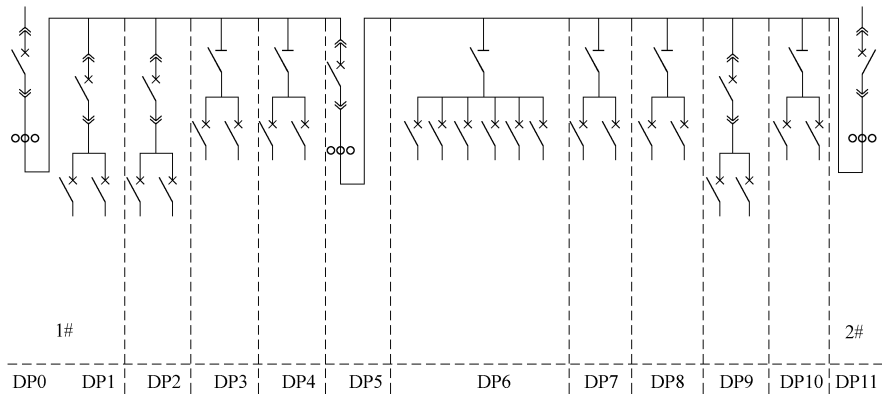


图 1-1 双电源供电回路图

电安全性要求较高的场合，如冶金企业高炉、转炉的泵站系统等，由于工艺要求这些系统不允许供电中断，所以对电源稳定性要求较高。类似的设备在许多工业过程中都会出现。

对于普通用电设备，大多可以采用单电源供电方式，这种方式结构比较简单明了。图 1-2 为一个简单供电回路结构图，其各部分功能很容易理解。

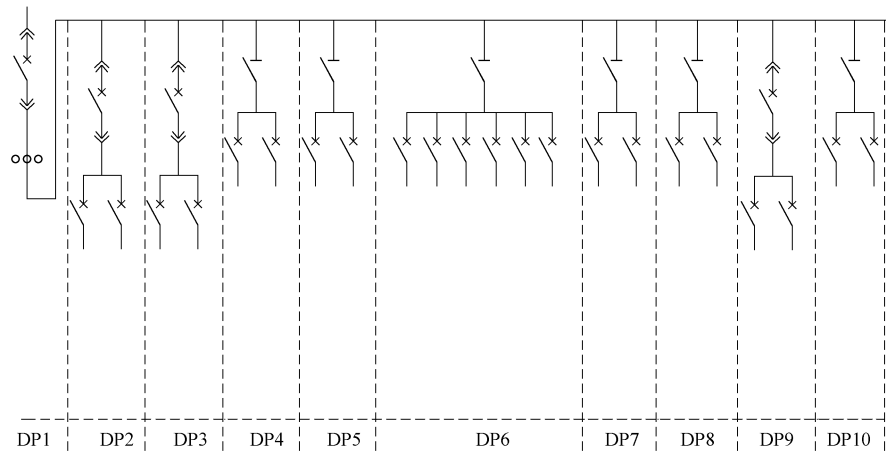


图 1-2 单电源供电回路图

2. 智能低压配电系统

从智能化的视角出发，智能低压配电系统的结构是一套完整的软、硬件产品体系，分为 3 个层次，如图 1-3 所示。

(1) 站控管理层。其任务是接收并记录现场信息、数据，然后进行处理，做出决策和下达运行指令，监控主机、打印机等设备，还可以通过因特网接到上级调度系统。

(2) 网络通信层。其任务是提供系统站控管理层和现场设备层之间的通信系统，互通信息。

(3) 现场设备层。包括人机界面、智能仪表、智能低压电器（主要是智能断路器和智能开关柜）等。

现场设备层中的智能电器主要是断路器。智能电器首先将现场状态的模拟测量值进行数

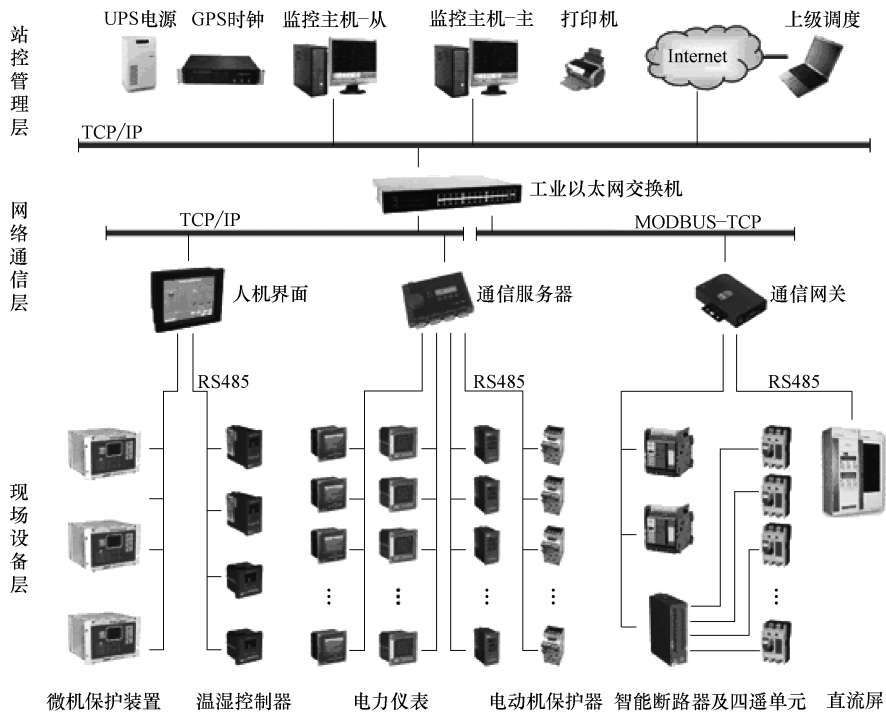


图 1-3 智能低压配电系统结构图

字化处理，然后通过通信接口、网络通信层传到站控管理层的监控主机，供决策使用。监控主机做出决策后下达执行命令，相关的智能断路器分闸，起到保护的目的。站控管理层还要检测数据和决策记录、打印、储存，以备以后诊断、分析使用。监控主机还可通过互联网进行“四遥”控制。

智能低压配电系统可实现智能电网的大部分功能，而智能低压电器是智能低压配电系统的基础，因此这些功能主要是由智能低压电器来实现。

从上述智能低压配电系统运作流程可以看出，智能低压电器的功能如下：

- (1) 检测现场状态的功能，如现场电流、电压、功率因数的数值。
- (2) 将检测到的模拟量转换为数字量，便于计算机处理的功能。
- (3) 分析数据、做出决策的功能，即将现场值与设定值进行逻辑比较，决定是否需要分合闸。
- (4) 传送信息的功能，将现场运行数据及决策传递到上层机构。
- (5) 显示运行状态的功能，用显示器显示运行状态，供值班人员随时观察。
- (6) 报警功能。

为了实现上述功能，智能低压电器主要是传统结构的改造和采用了一系列的新技术。结构上的改造是在传统低压电器的物理结构基础上进行，通过增加一个以单片机或CPU为核心的智能控制器（又称监控器或智能脱扣器）和一些外围元器件，来实现低压电器的智能化、信息化、数字化、网络化，完成各种智能工作，因此智能低压电器就是智能化的低压电器。

3. 低压成套配电装置

实际应用中，根据设备的容量、使用环境、企业投资状况等多方面因素的要求，有多种类型的成套配电装置来实现相同的回路结构。不同型式的装置具有不同的外观、机械结构和特点，需根据现场的情况综合分析后再作具体的选型。常用低压配电成套设备的型式及特点如下：

(1) PGL 配电屏：前面板固定，元器件装于板后，主开关操作可采用屏前操作或屏后操作，分路开关为屏后操作。母线水平装于面板后上方，母线不封闭。适用范围：最大电流 3200A 以下、最大分断能力 50kA 以下的供电线路。特点：造价较低。外观如图 1-4 所示。

(2) GGD 配电柜：前后开门，元器件封闭安装于柜内，主开关前面操作，分路开关柜内操作。母线水平安装于柜内上方，母线封闭。适用范围：最大电流 2500A 以下、最大分断能力 50k A 以下的供电线路。特点：空间划分灵活，经济实用。外观如图 1-5 所示。



图 1-4 PGL 配电屏外观图

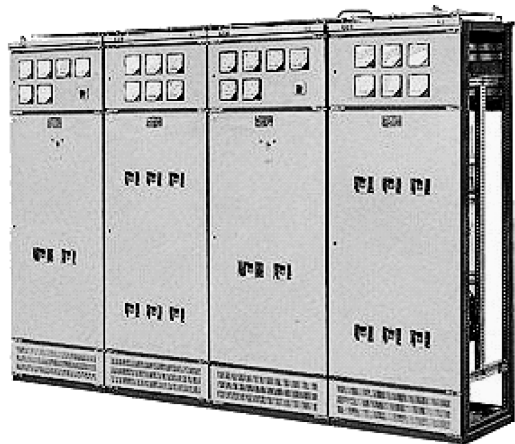


图 1-5 GGD 配电柜外观图

(3) GCK 配电柜：主开关固定安装，分路开关制成独立的抽屉结构，通过专用插头连接到母线，所有操作均在柜前进行。母线水平装于柜后，母线不封闭。适用范围：最大电流 2500A 以下、最大分断能力 50kA 以下的供电线路。特点：维修方便，安全美观。外观如图 1-6 所示。

(4) MNS 配电柜：主开关固定安装，分路开关制成独立的抽屉结构，通过专用插头连接到母线，所有操作均在柜前进行。母线水平装于柜内上方，母线封闭。适用范围：最大电流 5000A 以下、最大分断能力 100kA 以下的供电线路。特点：维修方便，安全美观。外观如图 1-7 所示。

二、工业企业低压控制站认识

1. 低压控制站结构

低压控制站的主要作用是实际控制现场用电设备的工作状态，如电动机的起停、调速，加热设备的起停、控温等。它与配电站的主要区别在于，配电设备是控制电源的状态，向控制装置提供电源，而控制装置的作用则是接收配电装置提供的电能，并控制实际负载的运行状态。图 1-8 所示为一个控制站的电气结构。另外的区别是容量方面，一般来讲，配电站因其具有总电源的综合控制功能，相应控制的电能容量较大，而控制站从能量分配的方向考

虑，仅是配电站的一个负荷点而已，因而容量相对较小。



图 1-6 GCK 配电柜外观图



图 1-7 MNS 配电柜外观图

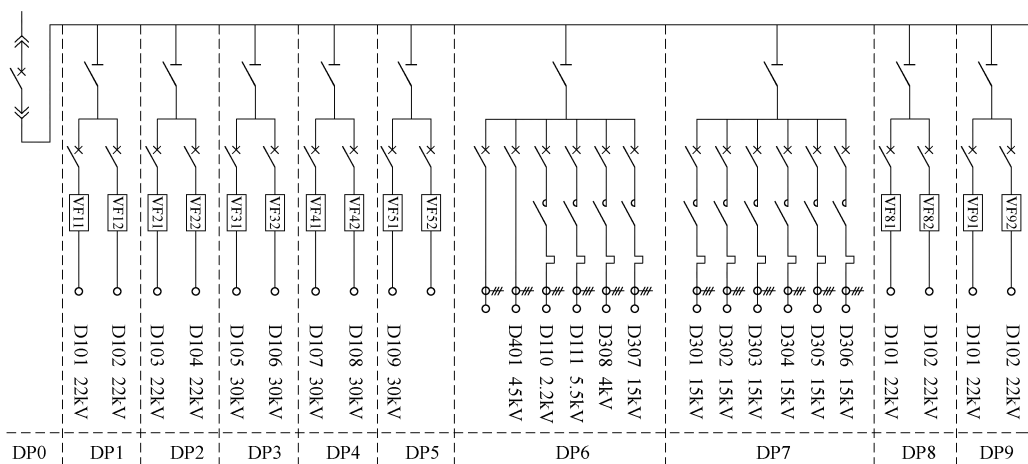


图 1-8 控制站电气结构图示例

2. 低压控制装备

低压控制站的装备结构与配电站没有很大区别，根据实际的需要，其电路结构可以采用以上任何一种装备型式。因容量相对较小，其总电源进线在很多情况下可采用绝缘电缆实现，而不必像配电站那样采用全母线结构。另外，控制站因为要实现相对复杂的动作或调节功能，其控制回路的结构可能更为复杂。

有许多现场的实际应用，是将配电站和控制站合并使用的，即：在一组电气装备内，一部分用于配电，另一部分用于对负载的直接控制。

三、智能低压开关柜

开关柜包含的各种一次开关元件必须严格按照规定程序进行操作，任何误操作都将给现场工作人员和电力设备带来严重的损害，为此，开关柜各组成部件之间必须设置可靠的

连锁和闭锁。

低压开关柜是许多低压电器和电工仪表等电气设备的集合，故也称成套电器。它是低压配电系统的结构基础，也是工业自动化结构的基础，因此低压开关柜可分为配电用开关柜与工业控制用开关柜。配电用开关柜分为馈电柜、负载柜、补偿电容柜。馈电柜向负载输出电能；负载柜向电动机、照明、家用电器等供电；补偿电容柜用于补偿系统的功率因数。工业用开关柜主要是电动机柜（MCC），用于电动机启动、运行、停止的控制。

低压开关柜的电气结构是将一次开关元件按一定主接线形式连在一起，并与控制、测量、保护和调整等二次装置以及电气连接、辅件、外壳等组装在一起，构成成套电气设备。

图 1-9 为开关柜线路图，一次设备包括熔断器、隔离开关、互感器、电容器、母线等。断路器是开关柜的主开关，用于通断主电路及保护；隔离开关用于隔离电源，便于检修设备和线路；互感器用于测量电压、电流等电参数；电容器用于补偿系统的功率因数。二次设备包括测量仪器、保护继电器等装置，用于显示电参数数值和进行各种保护。传统低压开关柜主要用于接通和分断额定交流电压 1000V 及以下的电气设备，以及在过载、短路状态下及时切断电路，实现对低压线路及用电设备的开关控制和保护，智能开关柜还有故障诊断、解除、记录、显示等功能。

低压开关柜按其控制层次可分为配电柜和配电箱两类。配电柜用于变电站、企事业单位及负载集中的场合，作为该区域内低压配电、供电的设备，一般装在低压配电室内。配电箱容量较小，则用于分散的动力或照明用户。

开关柜有固定式和抽出式两种安装方法。

(1) 固定式。

各种电器元件可靠地固定于柜体中确定的位置。柜体外形一般为立方体，为了保证柜体形位尺寸，往往采取各构件分步组合方式，一般是先组成两片或左右两侧，然后再组成柜体，或先满足外形要求，再顺次连接柜体内部支件。

(2) 抽出式。

抽出式由固定的柜体和装有开关等主要电器元件的可装置部分组成，可移部分移换时要轻便，移入后定位要可靠，并且相同类型和规格的抽屉能可靠互换，抽出式中柜体部分的加工方法基本和固定式中柜体相似。但由于互换要求，柜体的精度必须提高，结构的相关部分要有足够的调整量。至于可移动装置部分，要既能转换，又要可靠地承装主要元件，所以要有较高的机械强度和较高的精度，其相关部分还要有足够的调整量。

1. 智能低压配电系统和智能开关柜

智能低压配电系统的结构如图 1-10 所示。上层为主控监控系统，位于变电站控制室内，

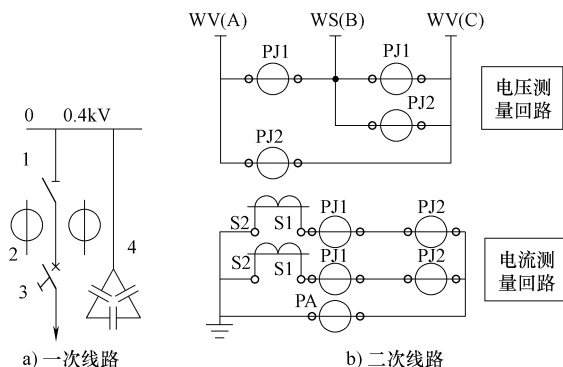


图 1-9 开关柜线路图

0—母线 1—隔离开关 2—电流互感器
3—低压断路器 4—补偿电容器

内有主控计算机及打印机等设备；下层为现场设备层执行系统，位于配电间，由若干智能开

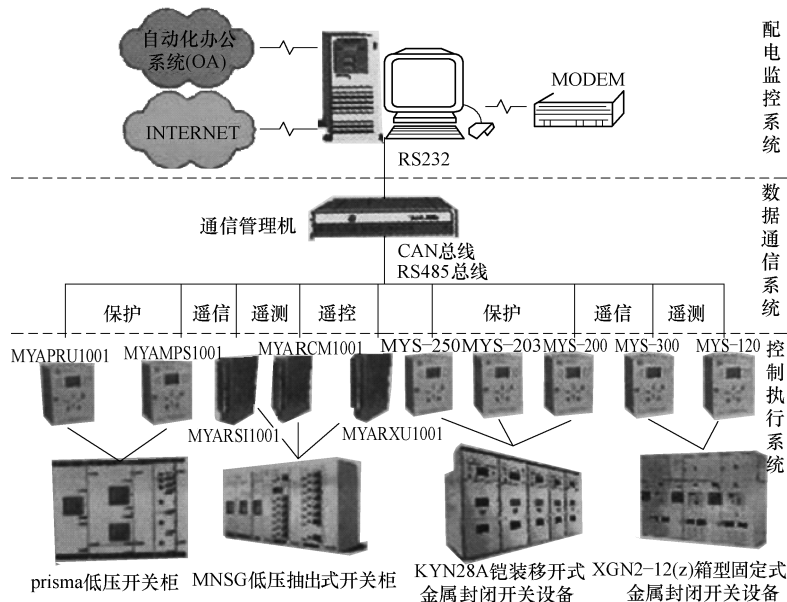


图 1-10 智能低压配电系统示例

关柜组成；中层为通信系统层，内有通信管理机，通过 CAN 总线和 RS485 总线，使上下两层通过现场总线连接起来，实现双向通信。

智能配电系统是进行实时监控、协调及控制的集成系统，是现代计算机技术和通信技术在传统配电网监视与控制的应用，包括配电网数据的采集和监控、配电系统和需方管理几部分。它可以实时监控低压电网的运行工况，及时调整电网负荷，发现和定位电网的故障，杜绝供电隐患，做出决策；同时可以摆脱传统的人工抄表、记录、计算，以合理使用电能。实践表明，采用智能配电系统可以大大提高配电网运行的可靠性和效率，提高电能的供应质量，降低劳动强度和充分利用现有设备的能力，从而给用户和电力公司均带来可观的收益，因此，智能配电系统比传统配电系统更先进可靠，应用非常广泛。

智能开关柜采用新型的智能仪表、网络配电监控/保护模块、网络 I/O 进行配合，通过网络通信接口上层中央控制室的监控计算机系统连接，便可以实现对各配电系统的电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率、电能量等电参数进行监测以及对断路器的分合状态、故障信息进行监视，并对断路器的分合状态进行控制，还可以配合上层监控系统，采用各种完善的远程监控软件使系统实现“四遥”。

智能开关柜具有多功能、数字化、网络化、智能化、结构紧凑、易于维护等特点，可以满足供电和用户的各种要求，并实现智能低压配电系统的功能。

2. 智能控制器

智能开关柜由几种一次设备和二次设备组合而成，因为装置有智能控制器，所以可以实现开关控制、监视、保护功能。智能开关柜的智能控制器实际上就是主控元件断路器的智能控制器。其工作原理框图如图 1-11 所示。智能控制器的核心问题是控制主开关，即断路器的开断和接通的动作，即在各种情况下使开关动作，因此有一套通信接口及显示、检测等设

备与之配合，并与上级主控计算机连接，通过双向通信上传信息及接收上级命令。

信号采集分为两路，一路是检测主电路电流，即负载电流，通过电流互感器采样，经信号调理、A-D转换，送到微机系统，判断是否过载或短路；另一路由零序电流互感器检测是否发生严重漏电。当出现过载、短路或严重漏电时，经微处理器进行逻辑计算，发出跳闸、切除负载指令。这类保护准确，可靠。

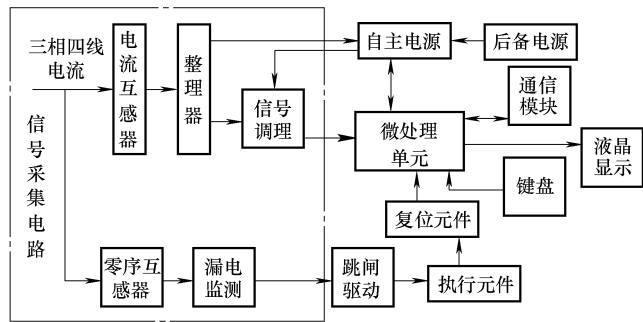


图 1-11 智能控制器工作原理框图

图 1-12 为智能控制器接线图，三相交流电经断路器送往负载，三个电流互感器向微机系统输出电流信号，三相电压经电阻作为电压信号输入微机。经过微机逻辑运算，到达设定值时发出分/合闸动作指令。通信接口用于与上位机联系，上传下达信息。RS485 用于输出显示信号，显示当前系统运行情况。如要求有漏电保护，可在零线与相线之间接一零序电流互感器，将剩余电流信号输入微机，到达整定值时，微机发出跳闸信号。

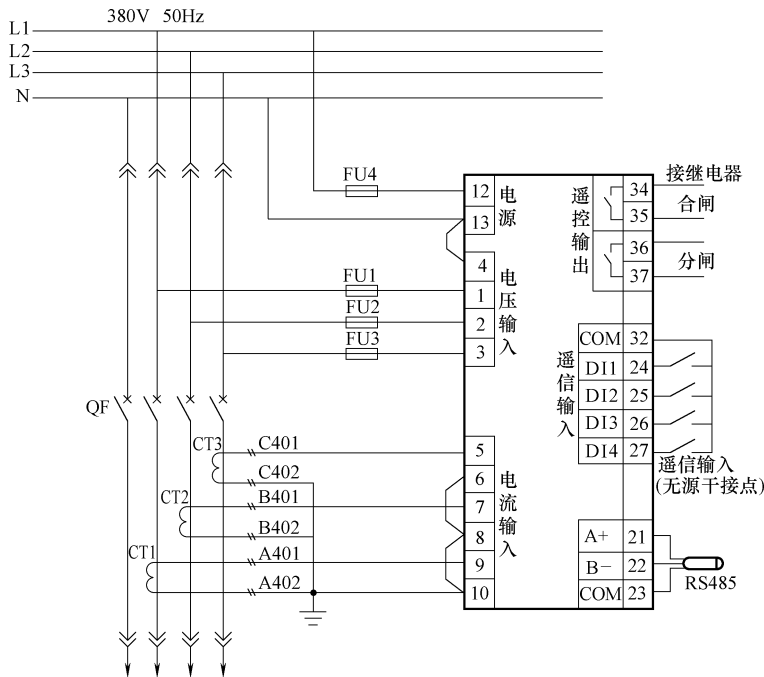


图 1-12 智能控制器接线图

3. 智能控制器部分的结构与新技术

(1) 智能控制器的结构。

智能控制器的基本结构包含信号采集、中央控制单元、输出、通信、人机交互、电源 6 大模块，如图 1-13 所示。