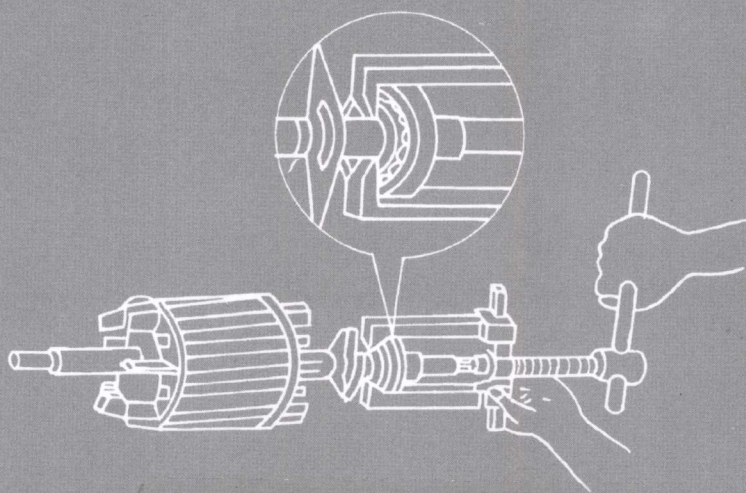




国家职业资格培训教材  
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业技能标准》编写



第2版



# 维修电工(技师、高级技师)

WEI XIU DIAN GONG

国家职业资格培训教材编审委员会 组编  
王兆晶 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材  
技能型人才培养用书

# 维修电工(技师、高级技师)

第2版

国家职业资格培训教材编审委员会 组编

王兆晶 主编



NLIC2970819624



机械工业出版社

本书是依据《国家职业技能标准》维修电工技师和高级技师的知识要求和技能要求，按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括：电气传动与自动控制、可编程控制器应用、复杂机械设备的电气测绘与设计、复杂机械设备电气控制电路故障检修、新技术应用、电气设备的计划管理及大修工艺编制、论文答辩及培训指导。书末附有与之配套的试题库和答案，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定机构的教材，也可作为高级技校、技师学院、高职、各种短训班的教学用书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工·技师、高级技师/王兆晶主编. —2版. —北京: 机械工业出版社, 2012.3

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-37704-7

I. ①维… II. ①王… III. ①电工—维修—技术培训—教材  
IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 043244 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: 王振国 责任编辑: 王振国

版式设计: 霍永明 责任校对: 张征 姜婷

封面设计: 饶薇 责任印制: 乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22.25 印张 · 3 插页 · 565 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37704-7

定价: 40.00 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

销售二部: (010)88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 国家职业资格培训教材(第2版)

## 编审委员会

**主任** 王瑞祥

**副主任** 李奇 郝广发 杨仁江 施斌

**委员** (按姓氏笔画排序)

王兆晶	王昌庚	田力飞	田常礼	刘云龙
刘书芳	刘亚琴	李双双	李春明	李俊玲
李家柱	李晓明	李超群	李援瑛	吴茂林
张安宁	张吉国	张凯良	张敬柱	陈建民
周新模	杨君伟	杨柳青	周立雪	段书民
荆宏智	柳吉荣	徐斌		

**总策划** 荆宏智 李俊玲 张敬柱

**本书主编** 王兆晶

**本书参编** 屈安山 阎伟 刘传顺 宋明学 周照君

## 第2版 序

在“十五”末期，为贯彻落实“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，加快培养一大批高素质的技能型人才，机械工业出版社精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业工种，共172种，有十几个省、自治区、直辖市相关行业200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和鉴定的专家参加编写。教材出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测，受到全国各级培训、鉴定部门和广大技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定和读者自学的需要，在“十一五”期间为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格鉴定考证培训及企业员工培训的品牌教材。

2010年，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》、《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》、《关于加强职业培训促就业的意见》相继颁布和出台，2012年1月，国务院批转了“七部委”联合制定的《促进就业规划（2011—2015年）》，在这些规划和意见中，都重点阐述了加大职业技能培训力度、加快技能人才培养的重要意义，以及相应的配套政策和措施。为适应这一新形势，同时也鉴于第1版教材所涉及的许多知识、技术、工艺、标准等已发生了变化的实际情况，我们经过深入调研，并在充分听取了广大读者和业界专家意见的基础上，决定对已经出版的《国家职业资格培训教材》进行修订。本次修订，仍以原有的大部分作者为班底，并保持原有的“以技能为主线，理论、技能、题库合一”的编写模式，重点在以下几个方面进行了改进：

1. 新增紧缺职业工种——为满足社会需求，又开发了一批近几年比较紧缺的以及新增的职业工种教材，使本套教材覆盖的职业工种更加广泛。
2. 紧跟国家职业标准——按照最新颁布的《国家职业技能标准》（或《国家职业标准》）规定的工作内容和技能要求重新整合、补充和完善内容，涵盖职业标准中所要求的知识点和技能点。
3. 提炼重点知识技能——在内容的选择上，以“够用”为原则，提炼出应重点掌握的必需的专业知识和技能，删减了不必要的理论知识，使内容更加精练。
4. 补充更新技术内容——紧密结合最新技术发展，删除了陈旧过时的内容，补充了新的技术内容。
5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧的技术标准编写的内容进行更新，所有内容均与最新的技术标准同步。
6. 精选技能鉴定题库——按鉴定要求精选了职业技能鉴定试题，试题贴近教材、贴近国家题库的考点，更具典型性、代表性、通用性和实用性。
7. 配备免费电子教案——为方便培训教学，我们为本套教材开发配备了配套的电子教案，免费赠送给选用本套教材的机构和教师。
8. 配备操作实景光盘——根据读者需要，部分教材配备了操作实景光盘。



一言概之，经过精心修订，第2版教材在保留了第1版教材精华的同时，内容更加精练、可靠、实用，针对性更强，更能满足社会需求和读者需要。全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在本套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们已经尽了最大努力，但教材中仍难免存在不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。

**国家职业资格培训教材第2版编审委员会**

## 第1版 序一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”、“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’，和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强，既有必备的理论和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学，便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才做出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

## 第1版 序二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。

技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯





等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性,我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”,增强实用性,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材,也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!

教材中难免存在不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出批评指正。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

# 前 言

为进一步提高维修电工从业人员的基本素质和专业技能，增强各级、各类职业学校在校生的就业能力，满足本工种职业技能培训、考核、鉴定等工作的迫切需要，我们组织部分经验丰富的讲师、工程师、技师等编写了《维修电工》培训教材。

《维修电工》培训教材共分四册，即初级工、中级工、高级工、技师和高级技师。由于中华人民共和国人力资源和社会保障部重新制定了国家职业技能标准《维修电工》，故根据该标准，并以现行电器维修、电气施工及验收规范为依据，以实用、够用为宗旨，力求精炼、科学、规范地对该教材进行了修订。

本册教材由王兆晶任主编，第一章由刘传顺编写，第二章由周照君编写，第三、四章由屈安山编写，第五章由宋明学编写，第六章和试题库由王兆晶编写，第七章由阎伟编写。

编者在编写过程中参阅了大量的相关规范、规定、图册、手册、教材及技术资料等，并借用了部分图表，在此向原作者致以衷心的感谢。如有不敬之处，恳请见谅。

由于教材知识覆盖面较广，涉及的标准、规范较多，加之时间仓促、编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请各位同行、专家和广大读者批评指正，以期再版时臻于完善。

编 者

# 目录

第2版序

第1版序一

第1版序二

前言

第一章 电气传动与自动控制	1
第一节 电力电子器件	1
一、绝缘栅双极型晶体管	1
二、集成门极换流晶闸管	1
三、智能电力模块	2
第二节 晶闸管可逆调速系统	4
一、晶闸管有源逆变工作原理	4
二、晶闸管电动机驱动器中的环流及控制	5
三、有环流可逆调速系统	6
四、逻辑无环流可逆调速系统	9
第三节 变频调速系统	19
一、通用变频器的工作原理	19
二、通用变频器的基本结构	21
三、变频器的类别	23
四、变频器的额定值和频率指标	24
五、变频器的主电路	24
六、通用变频器的控制电路原理	26
七、变频器参数的设定和功能选择	31
八、变频调速技术的应用	40
九、变频器的安装与调试	44
十、变频器的维护	49
十一、西门子变频器频率设定的应用实例	50
第四节 常用传感器	54
一、自整角机	54
二、旋转变压器	55
三、光电编码器	56
四、感应同步器	57
复习思考题	58



<b>第二章 可编程序控制器应用</b> .....	59
<b>第一节 西门子可编程序控制器概述</b> .....	59
一、S7—200 系列 PLC 的系统构成及性能指标 .....	60
二、PLC 内部可编程元件 .....	64
三、西门子 S7—200 可编程序控制器指令系统 .....	68
四、编程注意事项及编程技巧 .....	84
<b>第二节 可编程序控制系统设计的基本原则和步骤</b> .....	86
一、可编程序控制系统设计的基本原则 .....	86
二、可编程序控制系统设计的步骤 .....	87
三、提高 PLC 控制系统可靠性的措施 .....	92
<b>第三节 可编程序控制器应用技能训练实例</b> .....	96
训练 1 PLC 在三相交流异步电动机控制中的应用 .....	96
训练 2 PLC 在自动洗衣机控制中的应用 .....	100
训练 3 PLC 在机械手控制中的应用 .....	104
<b>第四节 PLC + 变频器改造继电器控制系统技能训练实例</b> .....	110
一、B2012A 型龙门刨床机械工艺对电气控制系统的要求 .....	110
二、B2012A 型龙门刨床 PLC + 变频调速系统改造 .....	113
三、龙门刨床刨台运动的控制改造 .....	114
四、采用变频调速的主要优点 .....	117
<b>复习思考题</b> .....	117
<b>第三章 复杂机械设备的电气测绘与设计</b> .....	119
<b>第一节 复杂机械设备的电气测绘</b> .....	119
一、机械设备电气控制技术的发展 .....	119
二、复杂机械设备电气测绘的基本分类 .....	121
三、复杂机械设备电气控制系统的测绘 .....	122
<b>第二节 复杂机械设备的电气设计</b> .....	139
一、复杂机械设备的电气设计方法 .....	139
二、经验设计法的一般原则 .....	139
三、复杂机械设备的电气设计实例 .....	143
<b>复习思考题</b> .....	158
<b>第四章 复杂机械设备电气控制电路故障检修</b> .....	165
<b>第一节 复杂机械设备电气控制电路故障分析和处理方法</b> .....	165
一、高级电气维护人员应具备的条件 .....	165
二、继电器—接触器控制系统的分析步骤 .....	166
三、大型自动化生产线电气控制电路的分析方法 .....	167
四、复杂机械设备电气控制电路故障的一般检查和处理方法 .....	167
<b>第二节 复杂机械设备电气控制电路故障检修实例</b> .....	169



一、B2012A 型龙门刨床电气控制电路故障检修	169
二、XN2010A 型龙门铣床电气控制电路故障检修	189
复习思考题	208
<b>第五章 新技术应用</b>	<b>209</b>
第一节 数控系统技术	209
一、数控机床电气控制系统概述	209
二、数控系统的安装	211
三、数控系统的调试	216
四、数控系统的维护	217
第二节 工业控制技术	218
一、计算机网络技术	218
二、现场总线技术	234
三、自动化设备及生产线技术	242
第三节 电气检修与诊断技术	247
一、电气设备的日常维护与保养	247
二、电气设备检修的基本方法	248
三、电气设备检修的一般步骤	250
第四节 电气抗干扰技术	252
一、干扰的基本知识	252
二、抑制干扰的措施	253
三、消除干扰的方法	258
复习思考题	259
<b>第六章 电气设备的计划管理及大修工艺编制</b>	<b>260</b>
第一节 电气设备的计划管理	260
一、计划预修制度	260
二、计划预修的分类	260
三、修理计划的编制	262
四、设备事故处理	264
第二节 电气设备大修方案的制定	266
一、龙门刨床简介	266
二、大修项目的制定	268
三、大修方案的制定	269
四、大修方案的执行	270
第三节 电气设备大修的工艺编制	272
一、确定修理项目	272
二、编制修理要求	273
三、大修准备工作	277



四、修理施工安排 .....	277
五、试车与完工验收 .....	277
复习思考题 .....	278
<b>第七章 论文答辩及培训指导</b> .....	279
<b>第一节 论文编写与答辩</b> .....	279
一、论文编写的目的和要求 .....	279
二、论文编写的一般方法 .....	280
三、论文评阅和答辩 .....	283
四、维修电工技师论文范例 .....	285
<b>第二节 理论培训与指导操作</b> .....	294
一、培训与指导的方法和要求 .....	294
二、培训与指导教学的基本环节 .....	296
三、培训与指导的注意事项 .....	298
复习思考题 .....	298
<b>试题库</b> .....	299
<b>知识要求试题</b> .....	299
一、判断题 试题 (299)      答案 (332) .....	299
二、选择题 试题 (305)      答案 (333) .....	305
<b>技能要求试题</b> .....	318
一、双闭环可逆直流调速系统的接线、调试及维修 .....	318
二、编制用 PLC 控制的车辆出入库管理控制程序 .....	319
三、检修 B2012A 型龙门刨床的电气控制电路 .....	320
四、数控车床电气控制系统的调试与故障排除 .....	321
五、测绘数控机床的电气控制电路 .....	322
六、自动调速系统工作原理的分析 .....	322
七、B2012A 型龙门刨床电气控制系统检修工艺计划的编制 .....	322
八、论文撰写及答辩 .....	323
<b>模拟试卷样例</b> .....	325
一、判断题 试题 (325)      答案 (334) .....	325
二、选择题 试题 (326)      答案 (334) .....	326
<b>参考文献</b> .....	335

# 第一章

## 电气传动与自动控制



**培训学习目标** 掌握直流调速系统和交流变频调速系统的调试方法；熟悉变频器的基本工作原理；掌握变频器的安装、接线及参数设定方法；熟悉变频器的应用、常见故障分析及维护方法。

### 第一节 电力电子器件

#### 一、绝缘栅双极型晶体管

绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 集 MOSFET 和 GTR 的优点于一身, 具有输入阻抗高、开关速度快、驱动电路简单、通态电压低、能承受高电压大电流等优点, 已广泛用于变频器和 其他调速电路中。IGBT 的图形符号及等效电路如图 1-1 所示。

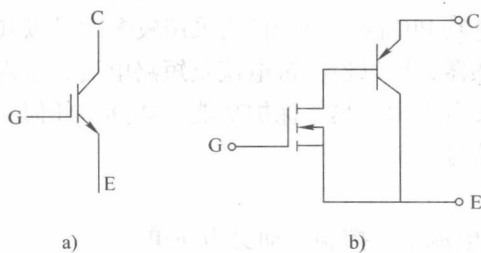


图 1-1 IGBT 的图形符号及等效电路

a) 图形符号 b) 等效电路

#### 二、集成门极换流晶闸管

集成门极换流晶闸管 (IGCT) 是一种中压、大功率半导体开关器件。该器件将门极驱动电路与门极换流晶闸管 GCT 集成于一个整体, 门极换流晶闸管 GCT 是基于 GTO 结构的电力半导体器件, 不仅有 GTO 的高阻断能力和低通态压降的特点, 而且有 IGBT 的开关性能, 集 GTO 和 IGBT 的优点于一身, 是理想的中压 (用于 6kV 和 10kV 电路)、大功率 (兆瓦级)



开关器件。另外,IGCT 开关过程一致性好,可以方便地实现串、并联,进一步扩大功率范围。IGCT 的图形符号和门极驱动电路如图 1-2 所示。

对于三相 IGCT 逆变器,尽管其不需要限制电压上升率的缓冲电路,但是由于 IGCT 本身不能控制电流上升率,因此,为了限制短路电流上升率,在实际电路中常常串入适当的电抗器,如图 1-3 所示。

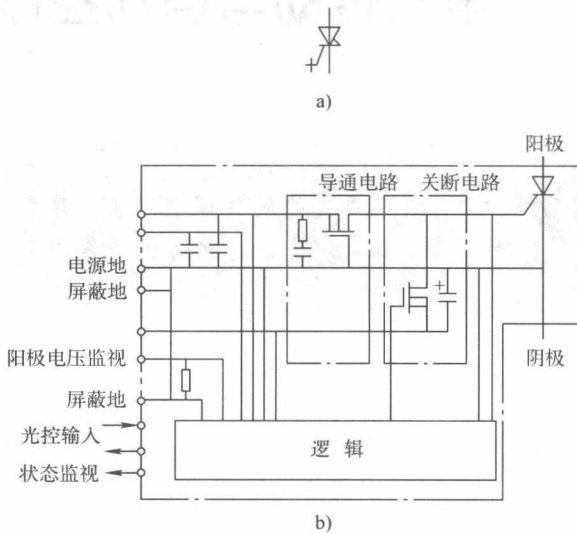


图 1-2 IGCT 的图形符号和门极驱动电路

a) 图形符号 b) 门极驱动电路

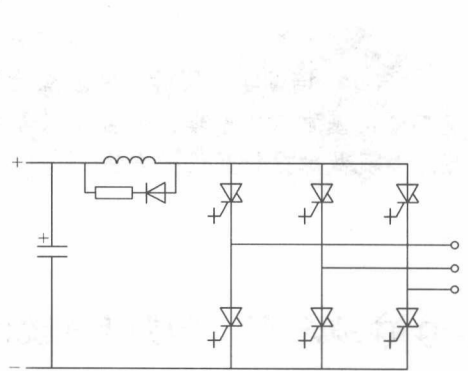


图 1-3 三相 IGCT 逆变器的应用

### 三、智能电力模块

智能电力模块 (IPM) 将大功率开关器件和驱动电路、保护电路、检测电路等集成在同一个模块内,是电力集成电路 PIC 的一种。目前采用较多的是以 IGBT 作为大功率开关器件。

模块内集成了电流传感器,可以检测过电流及短路电流,不需外加电流检测元件。智能模块内有过电流、短路、欠电压和过热等保护功能,如其中任何一种保护功能动作,输出为关断状态,同时输出故障信号。

IPM 具有的特点如下:

- 1) 开关速度快,驱动电流小,控制驱动更为简单。
- 2) 内含电流传感器,可以高效迅速地检测出过电流和短路电流,能对功率芯片给予足够的保护,故障率大大降低。
- 3) 由于在器件内部电源电路和驱动电路配线设计上的优化,所以由浪涌电压、门极振荡、噪声引起的干扰等问题均能有效地得到控制。
- 4) 保护功能较为丰富,如电流保护、电压保护、温度保护一应俱全,随着技术的进步,保护功能将进一步日臻完善。

智能电力模块内部的基本结构如图 1-4 所示,其中包括用于电动机制动的功率控制电路和三相逆变器各桥臂的驱动电路及各种保护电路。智能电力模块应用实例如图 1-5 所示。



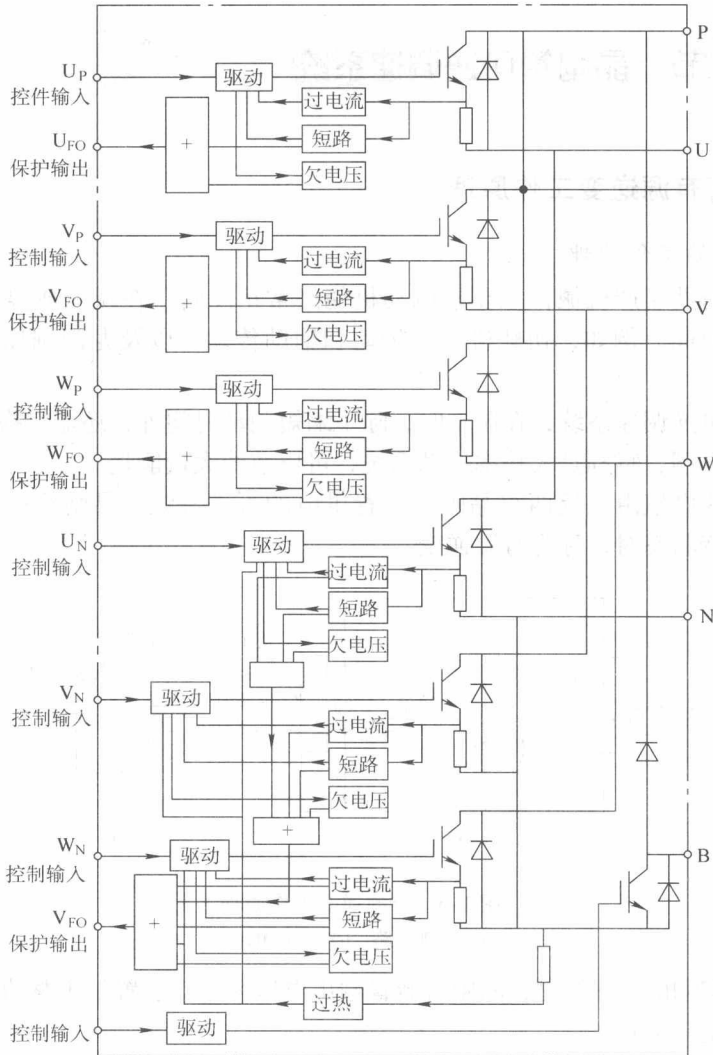


图 1-4 智能电力模块内部的基本结构

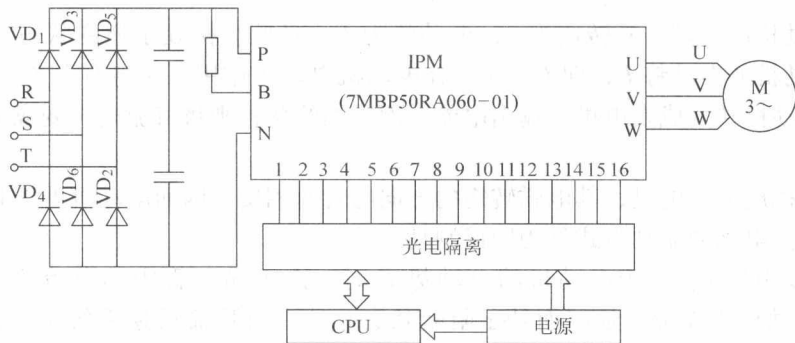


图 1-5 智能电力模块应用电路