



全国中等职业技术学校电工类专业

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE

电力拖动控制线路与技能训练课教学参考书

与《电力拖动控制线路与技能训练（第四版）》配套



 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电工类专业

电力拖动控制线路与技能 训练课教学参考书

与《电力拖动控制线路与技能训练（第四版）》配套

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力拖动控制线路与技能训练课教学参考书/李敬梅主编. —
北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

全国中等职业技术学校电工类专业

ISBN 978-7-5045-6534-1

I. 电… II. 李… III. 电力拖动-自动控制系统-专业学校-
教学参考资料 IV. TM921.5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 141120 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

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销
850 毫米×1168 毫米 32 开本 6 印张 148 千字
2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

定价: 17.00 元 (本书附光盘)

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: 010-64954652

目 录

第一单元 常用低压电器及其安装、检测与维修…………… (1)

| | | |
|-----|-------------------|------|
| 课题一 | 低压电器的分类和常用术语…………… | (5) |
| 课题二 | 低压熔断器…………… | (10) |
| 课题三 | 低压开关…………… | (13) |
| 课题四 | 主令电器…………… | (18) |
| 课题五 | 接触器…………… | (21) |
| 课题六 | 继电器…………… | (27) |

第二单元 电动机的基本控制线路及其安装、

调试与维修…………… (31)

| | | |
|-------|-----------------------|------|
| 课题一 | 三相异步电动机的正转控制线路…………… | (37) |
| 课题二 | 三相异步电动机的正反转控制线路…………… | (41) |
| 课题三 | 位置控制与自动往返控制线路…………… | (45) |
| 课题四 | 顺序控制与多地控制线路…………… | (48) |
| 课题五 | 三相异步电动机的降压启动控制线路…………… | (51) |
| 课题六 | 三相异步电动机的制动控制线路…………… | (53) |
| 课题七 | 多速异步电动机的控制线路…………… | (60) |
| 课题八 | 绕线转子异步电动机的控制线路…………… | (62) |
| ※课题九 | 三相同步电动机的基本控制线路…………… | (65) |
| 课题十 | 并励直流电动机的基本控制线路…………… | (65) |
| ※课题十一 | 串励直流电动机的基本控制线路…………… | (69) |

| | | |
|-------------|--|--------------|
| 课题十二 | 电动机的控制、保护与选择 | (71) |
| 课题十三 | 电气控制线路设计基础 | (74) |
| 第三单元 | 常用生产机械的电气控制线路及其安装、 调试与维修 | (78) |
| 课题一 | 工业机械电气设备维修的一般要求和方法 .. | (84) |
| 课题二 | CA6140 车床电气控制线路 | (86) |
| 课题三 | Z37 和 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路 | (89) |
| 课题四 | M7130 平面磨床电气控制线路 | (94) |
| 课题五 | X62W 万能铣床电气控制线路 | (97) |
| 课题六 | 20/5 t 桥式起重机电气控制线路 | (102) |
| 第四单元 | 变频调速系统 | (105) |
| 课题一 | 通用变频器的基础知识和控制原理 | (110) |
| 课题二 | 通用变频器的选用、安装与调试 | (115) |
| 课题三 | 通用变频调速系统的维护与维修 | (119) |
| 附录 | 《电力拖动控制线路与技能训练 (第四版) 习题册》参考答案 | (124) |

第一单元 常用低压电器及其安装、检测与维修

一、教学目的和要求

1. 了解常用低压电器的种类及型号的含义。
2. 熟悉常用低压电器的功能、结构及工作原理。
3. 掌握常用低压电器的选用、安装、检测和维修方法。
4. 熟记常用低压电器的图形符号和文字符号。

二、学时分配

| 课 题 | 总学时 | 理论学时 | 技能学时 |
|-----------------------|-----|------|------|
| 第一单元 常用低压电器及其安装、检测与维修 | 50 | 18 | 32 |
| 课题一 低压电器的分类和常用术语 | | 1 | |
| 课题二 低压熔断器 | | 2 | 2 |
| 课题三 低压开关 | | 2 | 4 |
| 课题四 主令电器 | | 2 | 4 |
| 课题五 接触器 | | 5 | 10 |
| 课题六 继电器 | | 6 | 12 |

三、教材分析

低压电器是构成电力拖动控制线路的基本元件，电力拖动系统中的控制和保护作用都是利用低压电器来完成的。因此，本单

元是本课程的基础知识。教材精选了低压熔断器、低压开关、主令电器、接触器、继电器等常用的低压电器进行介绍，目的是让学生通过本单元的学习，熟悉常用低压电器的结构和工作原理，掌握常用低压电器的作用、符号、选用安装及维修，为后续内容的学习打好基础。

本单元在内容编排上有以下特点：

1. 对三版教材的部分内容进行了更新，使教材内容更具有时代感。

低压电器的种类繁多，结构形式千变万化，新产品、新技术层出不穷，产品的更新换代速度越来越快，如何既讲清常见低压电器的结构和工作原理，为后面的学习打好基础，又体现出新技术的发展，满足学生毕业后实际工作的需要，一直是本课程教学的一个难点，也是本类教材编写的一个难点。本教材在这方面作了许多尝试，尽量介绍在实际生产中广泛应用的、技术较新的产品，并以插图、知识拓展等形式，介绍了一些常用的新产品、新技术，使教材内容体现出低压电器方面新技术的发展方向，富于时代气息。

2. 教材表现形式灵活多变，有亲和力。

本单元的知识点较多，前后之间的系统性和连贯性较差，需要记忆的内容多，授课时很难调动起学生的学习积极性，往往是花大量的时间和精力去讲授，但学生到后面学习控制线路时又忘记了。针对这一问题，教材在内容编排上做了很大的改进，采用了大量的插图、表格、小思考、小提问等等，使教材的表现形式生动、活泼、贴近生活，从而能有效地激发学生的学习兴趣。

3. 教材内容编排上仍采用一体化教学模式，将理论和实训内容有机结合起来，方便教师教学。

通过三版教材几年来的应用实践证明，一体化教学模式非常适合本课程的教学。传统的教学方法是先进行课堂化的理论教学，然后到实训场地进行实训教学，由于理论和实训教学往往由

不同的教师担任，教学的进度有时也难以统一，造成理论和实训教学的脱节，影响教学效果。而采用一体化模式，有效地克服了上述问题，提高了教学的效果和效率。

4. 教材内容比较全面、完整。

教材内容涵盖了绝大多数电力拖动控制线路中常见的低压电器，且提供了多个图表技术数据，既有利于学生全面学习低压电器的有关知识，同时也作为技术资料，为后续知识的学习及学生毕业后的工作提供方便。

5. 实训突出实用原则。

随着低压电器技术的迅猛发展，低压电器的品种、规格越来越多，结构越来越复杂。作为一般的维修电工，对低压电器方面的要求越来越“重应用、轻维修”。因此，实训内容的安排以低压电器的识别和检测为主，目的是使学生重点掌握低压电器的功能和应用，而适当减少维修的内容，使教材内容更加实用。

本单元的教学重点是：

- (1) 常用低压电器的功能、图形和文字符号。
- (2) 常用低压电器的选用方法和安装使用。

本单元的教学难点是：

- (1) 常用低压电器的结构和工作原理。
- (2) 常用低压电器的拆装与维修。

四、教学建议

本单元是学生初次接触电力拖动的知识，能否在本单元的学习过程中激发并保持学生的学习兴趣，关系到整个课程教学的成败。而本单元的内容繁多，部分内容枯燥难记，课题之间的联系又较少，教学难度很大。教学过程中应注意以下几点：

1. 重视直观性教学，注意理论与实训教学的密切配合。

低压电器部分教学内容的实践性很强，建议按“实践—理论—实践”的模式组织教学。即先按教材引入部分的内容（或根

据实际教学条件), 组织学生参观, 使学生了解将要学习的低压电器的外形和作用, 以增强学生的感性认识, 激发其学习兴趣。再结合实物、挂图等直观手段, 讲解有关理论知识, 然后通过实训, 强化所学知识。

2. 把握好教学的深度和广度, 注意突出重点, 突破难点。

本单元的内容较多, 授课时要分清主次, 突出重点。本着实用的原则, 重点讲清各种低压电器的功能、文字与图形符号、选用、安装与使用等知识, 对于大多数低压电器而言, 其结构和工作原理不必做过细、过深的讨论。同时, 对于教材中介绍的各种低压电器品种, 也无必要面面俱到, 全面讲授。可在每一类电器中选取一、两种典型产品详讲, 达到举一反三、触类旁通的目的。对于其他产品, 可只作简单的介绍, 有的甚至可以让學生自己阅读教材学习。要让学生明白: 了解低压电器的型号和外形结构是对低压电器的初步认识, 分析工作原理是对低压电器更深层次的理解, 是为应用打基础, 学会正确的选择、安装和使用各种低压电器才是学习的最终目的。

3. 注意及时归纳总结, 引导学生对比记忆。

各种低压电器的功能、结构和工作原理差别很大, 各课题内容之间的直接联系不多。但为了便于学生学习, 本单元中各电器的知识基本都按同一个模式编排, 即按低压电器的“功能→结构与工作原理→选用→安装与使用→常见故障及处理方法→实训”的顺序编排。授课过程中教师要引导学生及时对所学知识进行归纳总结, 找出它们的共性和个性, 以便于加深理解, 对比记忆。

4. 教学过程中要注重学生能力的培养。

低压电器的种类繁多, 且更新换代速度很快, 教材不可能讲清所有实际工作中学生可能遇到和使用的低压电器。在本单元的教学过程中, 要逐步培养学生阅读各种技术资料的能力。教材中给出了许多技术表格, 要指导学生通过阅读这些技术数据, 逐步掌握利用有关技术资料, 独立解决实际技术问题的能力。

5. 注意新知识、新技术和新产品的介绍。

随着科学技术的飞速发展，生产自动化程度的不断提高，低压电器的使用范围日益扩大，新品种、新规格不断增加，产品在不断的更新换代，教师要结合生产实际，不断更新知识，拓宽知识面，并在教学过程中及时向学生介绍一些新知识、新技术和新产品在生产实际中的应用，以拓宽学生的视野，激发学生的学习兴趣。

课题一 低压电器的分类和常用术语

一、教学建议

本课题作为低压电器的引入课题，涉及到许多新的名词、术语，对毫无低压电器方面知识的学生来说，学习的难度很大，听起来会感到枯燥乏味，也很难立即理解掌握，授课时应注意以下几点：

1. 应用启发式教学，引导学生理解电器的作用和定义。

教材中以 CK6140H 型数控车床及配电盘引出电器的作用，授课时也可根据实际情况，以学生日常生活中常见的电器为例，简要说明电器的作用及其在生产和生活中的重要性，然后根据教材中的思考题：“什么是电器？举几个生活中电器的例子”，让学生展开讨论，最后教师总结：对电力系统进行通断、转换及保护的电气设备是电器，对电动机进行启动、正反转、制动和调速的电气设备是电器，对电路负载、电动机及生产机械进行过载、过压、短路等保护的电气设备也是电器，在生产机械中传递、变换、放大电信号或非电信号达到自动检测和调节的电气设备也是电器，进而给出电器的定义：“所谓电器就是一种能根据外界的信号和要求，手动或自动地接通或断开电路，实现对电路或非电对象的切换、控制、保护、检测和调节的元件或设备。”

本单元所讨论的主要是低压电器，应要求学生熟记区分高、

低压电器的两个重要数值：低压电器是指工作在交流 1 200 V 及以下、直流 1 500 V 及以下的电器。

2. 关于电器的分类和常用术语。

教材以表格的形式给出低压电器的分类方法和常用术语，简明扼要，便于对比记忆。但由于牵扯到的术语较多，学生难以理解记忆，授课时可按教材中的表格，要求学生熟悉低压电器的分类方法和对应类别，理解几个重要的术语即可。具体内容学生可在以后的学习过程中逐步记忆掌握，不必要要求学生全部死记硬背。

二、参考资料

我国编制的低压电器产品型号适用于下列 12 大类产品：刀开关和转换开关、熔断器、断路器、控制器、接触器、启动器、控制继电器、主令电器、电阻器、变阻器、调整器、电磁铁，型号的编制方法如下：

1. 产品型号一律采用汉语拼音字母及阿拉伯数字编制。

2. 每一产品的型号表示一种类型的产品，但可以包括该产品的若干派生系列，产品全型号系指在产品型号之后，附加规格（如电流、电压或容量数值等）以及其他派生特征，以确定某一产品的主要规格及其派生特征。

3. 全型号组成形式及含义如下：

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | / | 6 | 7 | |
| | | | | | | | | — 特殊环境条件派生代号 (用汉语拼音字母表示, 见表 1—3) |
| | | | | | | | | — 辅助规格代号 (用数字表示, 位数不限) |
| | | | | | | | | — 通用派生代号 (用汉语拼音字母表示, 见表 1—2) |
| | | | | | | | | — 基本规格代号 (用数字表示, 位数不限) |
| | | | | | | | | — 特殊派生代号 (用汉语拼音字母表示, 表示全系列在特殊情况下变化的特征, 一般不用) |
| | | | | | | | | — 设计代号 (用数字表示, 位数不限, 其中两位及两位以上的首位数字为“9”者表示船用; “8”表示防爆用; “7”表示纺织用; “6”表示农业用; “5”表示化工用) |
| | | | | | | | | — 类组代号 (用字母表示, 最多三个, 见表 1—1) |

表 1-1

低压电器产品类组代号

| 代号 | 名称 | A | B | C | D | G | H | J | K | L | M | P | Q | R | S | T | U | W | X | Y | Z |
|----|----------|-----|---|-----|-----|----|---------|-------|---------|-----|-------|----|---|---------|--------|-------|----|--------|------|----|------|
| H | 刀开关和转换开关 | | | | 刀开关 | | 封闭式负荷开关 | | 开启式负荷开关 | | | | | 熔断器式刀开关 | 刀形转换开关 | | | | | 其他 | 组合开关 |
| R | 熔断器 | | | 插入式 | | | 汇流排式 | | | 螺旋式 | 封闭式管式 | | | | 快速 | 有填料管式 | | | 限流 | 其他 | |
| D | 断路器 | | | | | | | | | 照明 | 灭磁 | | | | 快速 | | | 万能式 | 限流 | 其他 | 装置式 |
| K | 控制路 | | | | | 鼓形 | | | | | | 平面 | | | | 凸轮 | | | | 其他 | |
| C | 接触器 | | | | | 高压 | | 交流 | | | | 中频 | | | 时间 | | | | | 其他 | 直流 |
| Q | 启动器 | 按钮式 | | 磁力式 | | | | 减压 | | | | | | | 手动 | | 油浸 | | 星三角 | 其他 | 综合 |
| J | 控制继电器 | | | | | | | | 电流 | | | | | 热 | 时间 | 通用 | | 温度 | 其他 | 中间 | |
| L | 主令电器 | 按钮 | | | | | | 主令控制器 | | | | | | | 主令开关 | 足踏开关 | 旋钮 | 万能转换开关 | 行程开关 | 其他 | |

续表

| 代号 | 名称 | A | B | C | D | G | H | J | K | L | M | P | Q | R | S | T | U | W | X | Y | Z |
|----|-----|---|------|------|------|---|-----|---|---|----|---|----|----|---|------|------|------|------|-----|----|----|
| Z | 电阻器 | | 板形元件 | 冲片元件 | 管形元件 | | | | | | | | | | 烧结元件 | 铸铁元件 | | | 电阻器 | 其他 | |
| B | 变阻器 | | | 旋臂式 | | | | | | 励磁 | | 频敏 | 启动 | | 石墨 | 启动调速 | 油浸启动 | 液体启动 | 滑线式 | 其他 | |
| T | 调整器 | | | | 电压 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | 电磁铁 | | | | | | | | | | | | 牵引 | | | | | 起重 | | | 制动 |
| A | 其他 | | 保护器 | 插销 | 灯 | | 接线盒 | | | 铃 | | | | | | | | | | | |

表 1—2

通用派生代号表

| 派生字母 | 代表意义 |
|-------------|----------------------------|
| A、B、C、D、... | 结构设计稍有改进或变化 |
| J | 交流、防溅式 |
| Z | 直流、自动复位、防振、重任务 |
| W | 无灭弧装置 |
| N | 可逆 |
| S | 有锁住机构、手动复位、防水式、三相、三个电源、双线圈 |
| P | 电磁复位、防滴式、单相、两个电源、电压 |
| K | 开启式 |
| H | 保护式、带缓冲装置 |
| M | 密封式、灭磁 |
| Q | 防尘式、手牵式 |
| L | 电流式 |
| F | 高返回、带分励脱扣 |

表 1—3

特殊环境条件派生代号

| 派生字母 | 说明 | 备注 |
|------|------------|-----------------|
| T | 按湿热带临时措施制造 | 此项派生代号加注在产品全型号后 |
| TH | 湿热带 | |
| TA | 干热带 | |
| G | 高原 | |
| H | 船用 | |
| Y | 化工防腐用 | |

注：进口的产品，则仍按其原型号。

4. 类组代号与设计序号的组合，表示产品的系列。

5. 汉语拼音字母选用的原则：采用所代表对象的第一个音节字母；采用所代表对象的非第一个音节字母；采用通俗的外来

语言的第一个音节字母；在特殊情况下，方可使用与发音毫不相关的字母。

6. 新编型号的最基本原则是不重复，由于产品的种类繁多，而汉语同音词汇很多，所以不要求一个字母只代表一个概念，但在可能条件下，尽可能做到一个字母只代表一个概念。

课题二 低压熔断器

一、教学建议

本课题是学生第一次接触实际的低压电器，学生的学习兴趣一般会较高，但理解和接受能力可能较差，应尽可能的结合学生能接触到、能理解的实例讲授，要注意重点突出，详略得当，避免空洞的长篇大论，以免挫伤学生的学习兴趣。同时要有意识地去培养学生学习低压电器知识的基本步骤和一般方法，为后面的学习做好铺垫。授课时应注意以下几点：

1. 设计好新课题的引入教学。

教材以思考题的形式，通过让学生思考 XJ01 自耦减压启动箱中的低压熔断器的作用来引出本课题。也可让学生展开讨论，列举日常生活中应用熔断器的场合，引出本课题，然后讲清下列内容。

(1) 熔断器的作用：在线路中作短路保护。

(2) 熔断器的使用：串联在被保护的电路中。

(3) 熔断器的工作原理：当电路发生短路故障时，熔体能迅速熔断分断电路，起到保护线路和电气设备的作用。

(4) 熔断器的特点：结构简单，价格便宜，动作可靠，使用维护方便。

2. 熔断器的主要技术参数是本课题的一个难点，学生往往很难理解，授课时要给予足够的重视。

(1) 介绍熔断器的结构时，要注意利用好挂图和典型的熔断

器（如 RL6 系列螺旋式低压熔断器），要让学生分清熔断器和通常所说的保险丝的区别。

（2）注意讲清熔断器的额定电流与熔体额定电流的区别，特别要注意强调一个额定电流等级的熔断器可以配用若干个额定电流等级的熔体，但要保证熔体的额定电流值不能大于熔断器的额定电流值，教师还应适当解释这样规定的原因。

（3）引导学生结合教材图 1—6 和表 1—3 理解熔断器时间—电流特性的特点：熔断器的熔断时间随电流的增大而缩短，即反时限特性，并进一步得出结论：熔断器对过载反应很不灵敏，除在照明和电加热电路外，熔断器一般不宜用作过载保护，主要用作短路保护。

3. 教材以表格的形式介绍了七种常用熔断器的结构、特点及应用场合，内容较多，授课时要突出重点，可选择两、三种常用的熔断器重点讲解，利用挂图和实物讲清结构，总结出其特点，再根据其特点说明适用的场合，对其他几种，则抓住其主要特点，做简要介绍即可。

教材表 1—5 给出了常见低压熔断器的主要技术参数，要通过阅读这些数据，一方面使学生对低压熔断器的主要技术参数有一个初步的认识，并作为选用熔断器的参考。另一方面，逐步培养学生独立查阅技术资料的能力。

4. 熔断器的选用是本课题的重点，教师可先让学生讨论教材图 1—7 所示熔断器的应用场合及选用熔断器的方法，然后再总结讲授，应注意讲清以下几点：

（1）对熔断器的要求是：在电气设备正常运行时，熔断器应不熔断；在出现短路故障时，应立即熔断；在电流发生正常变动（如电动机启动过程）时，熔断器应不熔断；在用电设备持续过载时，应延时熔断。

（2）熔断器选择的顺序：首先根据使用环境、负载性质和短路电流的大小选择熔断器类型，其次根据负载情况选择熔体规

格，然后根据熔体规格和工作电压选择熔断器规格。具体选用方法可按教材内容逐条讲授。

(3) 对熔断器额定电压和额定电流的选用，可适当解释其原因，如为什么熔断器的额定电压必须等于或大于线路的额定电压？不满足时会有什么后果？使学生不仅知其然，而且知其所以然，便于理解记忆。

(4) 由于是第一次接触低压电器选用的问题，学生往往很难掌握，所以要充分利用好例题，使学生通过实际的选择过程来理解选择的方法。教师也可多选一些题目让学生做，以强化对这部分知识的掌握。

5. 学习本课题的最终目的是会选择、安装和使用熔断器，因此熔断器的安装与使用是本课题的另一个重点。授课时，要尽量结合实物和示范操作，按教材内容逐条讲述并注意解释清原因，如对 RM10 系列熔断器，在切断过三次相当于分断能力的电流后，为什么必须更换熔断管？不更换会有什么后果？

6. 熔断器的常见故障及处理方法比较简单，如果前面的知识掌握得好，学生很容易理解掌握，授课时可板书如下表格，让学生先自己完成，然后再简单总结即可。

表 1—4 熔断器的常见故障及处理方法

| 故障现象 | 可能原因 | 处理方法 |
|-------------|------|------|
| 电路接通瞬间，熔体熔断 | | |
| 熔体未熔断，但电路不通 | | |

7. 充分重视实训教学。

虽然前面多次强调利用实物进行直观教学，但不能取代实训教学。训练时教师应做好示范操作，并加强巡回指导，及时发现并纠正学生在训练中存在的问题，保证每一个同学都能达到训练要求。