

城镇(农村) 工矿企业电工培训教材

(中级工)

内线工程
安装
和检修

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

城镇(农村)工业企业电工培训教材

内线工程安装和检修

(中级工)

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是城镇（农村）工矿企业电工培训教材的一种。介绍了电动机运行、低压成套配电装置、电能计量装置、低压自动装置的原理、设备结构、选用条件以及安装和检修，还对内线工程的组织施工进行了一般性介绍。书中还介绍了一些二次回路的知识，给读者提供了读二次图的方法。每章后都附有复习题，供读者学习时参考。

本书可作为城镇（农村）工矿企业电工培训，也可供电力部门有关专业及其他人员阅读。

图书在版编目（CIP）数据

内线工程安装和检修/山西省电力局编. -北京：中国电力出版社，1999

城镇（农村）工矿企业电工培训教材

ISBN 7-80125-979-3

I. 内… II. 山… III. ①输电导线，室内-安装-技术培训-教材 ②输电导线，室内-检修-技术培训-教材 IV. TM756

中国版本图书馆 CIP 数据核字（1999）第 04225 号

内线工程安装和检修（中级工）

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>）

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 6 月第一版 1999 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 9.625 印张 211 千字

印数 0001—5000 册 全三册定价 46.00 元（本册 16.00 元）

版 权 专 有 翻 印 必 究

（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）

城镇(农村)工矿企业电工培训教材

编 审 委 员 会

名 誉 主 任：卞学海 李振生

主 任：刘润来

常务副主任：郭连邦

副 主 任：程忠智 宗 健 徐 奇 贺至刚

张克让 王靖中 杨定鑫 程纪奎

顾希衍 王文杰 郑承平 刘玉柱

委 员：周 新 郭林虎 李 禄 阎刘生

乔文普 李 波 吴秀初 杨 忠

卫克俭 苑连池 杨德水

办公室主任：杨定鑫（兼）

办公室副主任：乔文普 陈 涛 姜丽敏 郭林虎

办公室工作人员：曹 璘 王荣辉 罗 琳

《内线工程安装和检修》中级工编写人员

主 编：杨守辰

参 编：王雁宾 曹福成 张艳艳 任 斌

张明生 赵清芳 袁晓东 张雅明

张力强 白 洁 顾 涛 任 忠

主 审：赵宝权

前 言

根据原电力部教育工作会议的精神和中电联教培部《关于电力工业培训教材建设工作的意见》，在部领导的关怀下，山西省电力工业局和中国电力出版社经协商研究后，决定编写出版这套《城镇（农村）工矿企业电工培训教材》。

我国工矿企业和农村，目前约有 300 万电工在从事电力设施的安装、检修、运行维护和试验工作，他们是建设和发展供用电事业，维护供用电设施安全的一支重要生力军。随着我国电力事业的不断发展和电力科学技术的进步，对这支生力军的整体素质也相应地提出了更高的要求。为此，编写一套适用于城镇（农村）工矿企业电工培训学习的教材，是当务之急，也是我们电力管理和电力出版部门义不容辞的责任。

本套丛书的内容覆盖了变配电设备运行、检修、安装，供电路施工、运行、检修，电机检修，电气试验，电气仪表及内线工程施工和检修等 8 个工种对初、中、高级工的技术要求，每个工种分初、中、高级工 3 个分册出版，共 24 个分册。

在编写本套丛书的过程中，着重根据工人技术等级标准中对每一工种的定义、工作内容、技术等级、适用范围等的规定，紧扣标准提出的知识要求和技能要求，从生产实际需要出发拟出初步的编写提纲；经数月重点调查研究、广泛征求意见、认真修订后形成正式的编写提纲；之后，又历时半年余，始成初稿。初稿形成后，在局系统内进行了专家审稿

和主编者的修改、统稿工作。因此，定稿后的培训教材，深信是紧扣工人技术等级标准的实用性教材。

城镇（农村）工矿企业电工培训教材，体现了工人技术培训的特点以及理论联系实际的原则，尽量反映了新技术、新设备、新工艺、新材料、新经验和新方法，其内容涉及电压等级从高压 110kV 到 3kV，低压 500V 及以下电工所需的技术基础知识和技能知识。与每一工种对应的初、中、高级工 3 个分册，自成一个小的系列，呈阶梯式递进，内容上互不重复。每一分册的具体内容又分为核心内容和复习题两大部分。核心内容主要讲解必备知识以及与技能要求对应的一些专业知识。复习题的形式多种多样，解答习题的目的在于巩固和深化所学知识。

本分册是《内线工程安装和检修》中级工培训教材。全书由杨守辰主编，赵宝权主审。

在编写这套丛书的过程中，得到了原电力工业部领导的关怀以及中电联教培部和各有关司局的关心、支持，同时也取得了全国电力系统各有关单位和人员的关注、支持和帮助，他们为本书提供了咨询、技术资料以及许多宝贵的建议，在此一并表示衷心感谢。

各单位和广大读者在使用本套教材过程中，如发现有不妥之处或有需要修改的意见，敬请随时函告，以便再版时修改。

山西省电力工业局 中国电力出版社

1998 年 4 月

目 录

前言

第一章 电动机的安装、运行与检修	1
第一节 电动机的分类与选择	1
第二节 电动机的安装	7
第三节 电动机的保护	13
第四节 电动机的起动与控制	21
第五节 电动机的运行	43
第六节 电动机的维修	51
复习题	65
第二章 低压成套电器装置	74
第一节 低压成套设备	74
第二节 低压配电屏的安装	86
复习题	154
第三章 低压电器设备的检查维修	156
第一节 低压电器工作原理	156
第二节 低压电器设备的检查	166
第三节 低压电器的维修	168
复习题	172
第四章 低压自动装置	175
第一节 概述	175
第二节 备用电源自动投入	177
第三节 自动提水系统	194

复习题.....	200
第五章 内线工程施工	204
第一节 内线安装工程施工.....	204
第二节 内线检修工程施工.....	213
复习题.....	219
第六章 电能计量装置	224
第一节 对电能计量装置的要求、选择和安装.....	224
第二节 互感器.....	228
第三节 有功电能表的正确接线.....	263
第四节 无功电能表的正确接线.....	268
第五节 电能计量装置的现场检查.....	273
复习题.....	283
第七章 新型光源介绍	289
参考文献.....	298

电动机的安装、运行与检修

电动机是一种将电能转换为机械能的旋转电器，能够拖动各种机械，在工矿企业和广大农村运用普遍。掌握电动机的安装和检修是内线电工的基本要求。

第一节 电动机的分类与选择

电动机种类繁多，了解各类电动机的特点，对于电动机的选择利用和安装检修是十分重要的。

一、电动机的分类

按使用电源电动机可分为直流电动机和交流电动机。直流电动机具有调整性能良好和起动转矩大的优点，但其电源不易获得，所以应用不如交流电动机普遍。

交流电动机按转速性能又可分为同步电动机和异步电动机。

同步电动机有功率大、运行效率高、可改善电网功率因数、运行速度恒定的优点；但其结构复杂、造价较高，起动和维护比较麻烦。

异步电动机则结构简单、坚固耐用、工作可靠、价格便宜、使用和维护方便，因此它是工农业生产中应用最为广泛的一种电动机。

异步电动机的种类很多，其分类如下。

(1) 按电动机转子结构形式分为两种。

1) 鼠笼式电动机 (见图 1-1)：

特点：转子绕组铜条、铝条或用铝浇铸成鼠笼形。这种电机构造简单、成本低、运行可靠、易维修、起动方便。

缺点：起动转矩小、功率因数低、调速困难、起动电流大。

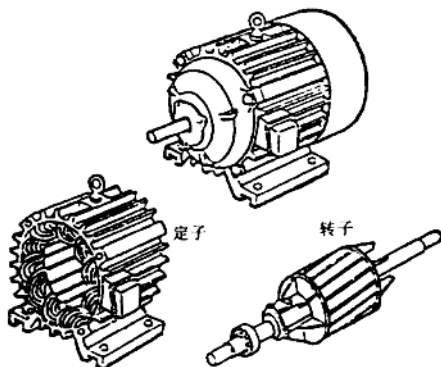


图 1-1 鼠笼式电动机的外形和部件图

2) 绕线式电动机 (见图 1-2)：

特点：转子绕组由线圈组成放入转子铁芯的槽中，三相绕组通常接成星形，末端连在一起，始端分别接到装在轴上的三个彼此绝缘的滑环上，通过电刷与电源接通。在转子绕组的电路中串接附加电阻，可以调速，起动转矩较大，起动电流较小。

缺点：结构复杂、体积大、成本高。

(2) 按电动机的防护形式分为开启型、防护型、封闭型、密闭型、潜水型、防爆型等。

(3) 按电动机的使用环境分为普通环境用、湿热带用、干

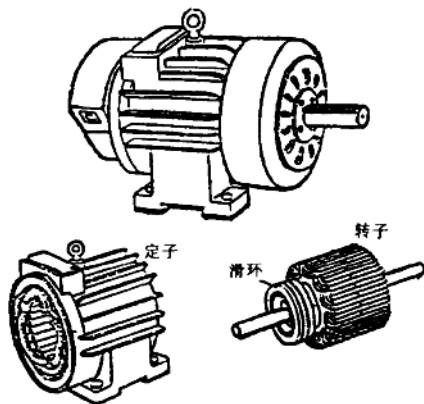


图 1-2 绕线式电动机的外形和部件图

热带用、船用、化工防腐用、户外用、防爆用、高原用等。

(4) 按电动机的安装方式分有卧式和立式两种。

(5) 按电动机的结构尺寸大小分有大型、中型、小型、微型。

1) 大型——电机轴中心高度 $H > 630\text{mm}$ ，或定子铁芯外径 $D > 1000\text{mm}$ ，或机座号为 16 号以上者；

2) 中型——电机中心高度 H 约为 $355 \sim 630\text{mm}$ ，或定子铁芯外径为 $500 \sim 1000\text{mm}$ ，或机座号为 11~16 号者；

3) 小型——电机中心高度 H 约为 $89 \sim 315\text{mm}$ ，或定子铁芯外径为 $100 \sim 500\text{mm}$ ，或机座号为 10 号以下者；

4) 微型——电机中心高度 H 为 71mm 及以下，或定子铁芯外径 D 在 100mm 以下者。主要用于小型机床、医疗机械等设备上。

(6) 按电动机的定额工作方式分为“连续”工作方式、“继续”周期工作方式、“短时”工作方式等。

二、电动机的选择

1. 电动机种类的选择

(1) 选用鼠笼式异步电动机：

1) 对转速及其它性能无特殊要求和选用 Y 系列异步电动机。

2) 对起动转矩要求较高时可选用 YQ 系列异步电动机。

3) 对速度要求高时可选用 YK 系列异步电动机。

4) 对转速要求多变时，可选用 YD 系列异步电动机。

5) 当滑差较大时，可选用 YH 系列异步电动机。

6) 有特殊要求的可选用 YZ 系。

此外，还有起重冶金用异步电动机，Y-F 系列化工防腐用异步电动机；Y-H 系列船用异步电动机、YTD 系列电梯异步电动机；YQB 系列浅水排灌异步电动机；YLB 系列立式深井泵用异步电动机；YQS 系列充油式井用潜水异步电动机；Y-MF 系列户外防腐异步电动机等。

(2) 选用绕线式异步电动机：

1) 大容量且需要重载起动的机械；

2) 大、中容量带周期性波动负载的长期工作制机械；

3) 起重机械。

(3) 选用同步电动机：

1) 要求转速恒定不变的设备；

2) 要求同时调节电网功率因数的地方。

(4) 选用直流电动机：

1) 在对起动、制动、调速有较高要求的拖动系统中选用他励、并励直流电动机；

2) 在需要恒功率调速的拖动系统中可选用串励式直流电动机。

2. 电动机防护形式的选择

根据电动机的工作环境，选择不同防护形式的电动机。

(1) 在人员和设备安全能得到保证的条件下选用开启式电动机。

(2) 在正常环境条件下选用防护式电动机。

(3) 在湿热带地区或比较潮湿的场所选用湿热带型电动机。

(4) 选用封闭式电动机应在下列场合：

1) 空气中粉尘较多的场所；

2) 有腐蚀性气体的场所。

(5) 在露天工作的场所选用户外型电动机。

(6) 在有爆炸危险的车间、井下选用防爆电动机。

3. 电动机传动方式的选择

(1) 直接传动

1) 对不需要调速的高、中转速机械，如水泵、压缩机、鼓风机等可选与机械转速机相同的电动机，采用直接传动方式与机械相连；

2) 对于某些低速重复工作的机械宜采用直接传动；

3) 对于需要调速的机械，电动机的最高速度应与生产机械的最高速度相适应，连接方式可以用直接传动。

(2) 通过传动机构传动

1) 不需要调速的低转速机械，一般选用适当的电动机通过减速机来传动；

2) 需要调速的机械也可通过减速（升速）机传动；

3) 重复短时工作的机械，由于频繁地起动、制动及正转、反转，生产机械几乎经常地处在起动、制动状态下运转。为保证生产机械达到最大的加、减速度而选择最合适的传动比，以便机械获得最大的生产效率。

4. 电动机容量的选择

电动机的容量应根据所带动的工作机械需要的功率数来选择。如电动机容量选的太小,因电动机额定力矩比负载力矩小,转子和定子绕组中的电流要超过额定电流,将引起电动机过热,影响电动机寿命;另外还可能使电动机不能起动。如果电动机容量太大,则不能充分发挥作用,并且使供电网的功率因数变坏,造成电力和资金的浪费。

(1) 一般情况下,根据负载由铭牌或说明书、样本上直接查到电动机容量。

(2) 连续工作泵类负载所需的功率为

$$P_i = K \frac{Q \cdot D \cdot H}{102 \eta_1 \eta_2} (\text{kW})$$

式中 K ——备用系数,55kW 以下取 1.1~1.2,55kW 以上取 1.05~1.1;

Q ——泵工作点的流量 (m^3/s);

D ——流体密度 (kg/m^3);

H ——泵工作点的扬程 (m);

$\eta_1 \eta_2$ ——泵、传动机构的效率。

(3) 重复短时工作的起重机等设备电动机容量的选择可按下式

$$P_i = K \frac{Q_g \cdot v}{6120 \eta}$$

式中 Q_g ——起升载荷重,包括吊具等 (kg);

v ——载前起升速度 (m/min);

η ——起升机构总效率。

预选出 P_i 还需进行过载校验

$$P_i \leq K \cdot \frac{\lambda_m}{H} P_N$$

式中 λ_m ——标准负载持续率时，实际电动机允许的过载系数；

H ——系数，交流电动机取 2.11，在直流电动机取 1.4；

P_N ——按 P_r 值最后选定的电动机额定功率 (kW)。

(4) 如知道负载的功率，也可选比工作负载的功率大 10% 左右。

(5) 直接起动的鼠笼式电动机的容量应小于供电变压器容量的 1/3。

此外，除考虑上述因素外，还要从设备的供应、基建投资、运行费用、操作维护条件、生产需要、供电网容量等多方面考虑电动机的选择。

第二节 电动机的安装

一、电动机安装前的准备工作

1. 电动机的基础验收

(1) 基础检查：

- 1) 外部观察，没有裂纹、气泡；
- 2) 用铁锤敲打，声音清脆，不应哑音，不发“叮铛”声；
- 3) 试凿检查，水泥无崩塌或散落。

(2) 对基础轴线、标高、地脚螺孔位置、外形几何尺寸进行测量验收。

(3) 沟槽、孔洞及电缆位置应符合设计要求。

(4) 混凝土标号符合设计要求，基础承重量不小于电机重量的 3 倍。

(5) 基础应超出电机底座边缘 100~150mm。

2. 基础处理

(1) 定位

清理基础表面后进行定位测量,定出其中心线和标高,并根据中心线放出地脚螺栓的中心线。

(2) 铲麻面

根据电机底座和地脚螺栓的位置,确定垫铁位置。在此位置上铲出大于垫铁的面积 of 麻面。铲后的混凝土呈麻点状,凹凸分布均分,铲凿时防止混凝土损坏。

3. 配制垫铁

根据铲完的麻面标高配制垫铁,每组垫铁总数不超过三块,包括一组斜度相同的斜垫铁。并分别编组做标记。

4. 检查地脚螺栓及地脚螺栓孔与电动机座或底脚板的螺栓孔尺寸是否相符

5. 电动机安装前的检查

(1) 检查内容

1) 盘动转子不得有异常响动;

2) 测量电动机滑动轴承的空气间隙,其不均匀度应符合产品的规定;若无规定时,各点空气间隙的互相差值不应超过 $\pm 5\%$;

3) 润滑脂情况是否正常,无变色、变质及硬化现象。其性能是否符合电机的工作条件;

4) 电机的引出线端子是否接触良好,编号齐全;

5) 检查绕线式电动机电刷的提升装置是否标有“起动”、“运行”的标志。动作顺序应是先短路集电环,然后提升电刷。

6) 电机的换向器或集电环应检查:

①换向器或集电环表面是否光滑,无毛刺、黑斑、油垢等,换向器的表面不平程度达到 0.2mm 时,应进行车光;

②换向器片间绝缘应凹下 $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ ，整流片与线圈的焊接应良好。

(2) 抽芯检查

1) 下列情况之一存在，应进行抽芯检查

- ①出厂日期超过制造厂保证期限者；
- ②经外观检查或电气试验，质量有问题时；
- ③开启式电机端部检查有问题时；
- ④试运转时有异常情况者；
- ⑤制造厂无保证期限，而出厂日期已超过一年时。

2) 抽芯检查应检查以下几方面：

- ①电机内部清洁无杂物；
- ②电机的铁芯、轴颈、集电环和换向器等应清洁、无伤痕、锈蚀现象，通风孔无阻塞；
- ③线圈绝缘层完好，绑线无松动现象；
- ④转子的平衡块应紧固，平衡螺栓应锁牢，风扇方向应正确，叶片无裂纹；
- ⑤鼠笼式电机转子的导电条和端环的焊接应良好，浇铸的导电条和端环应无裂纹；
- ⑥定子槽楔应无断裂、凸出及松动现象。每根槽楔的空响长度不应超过槽楔的 $1/3$ ，端部槽楔必须牢固；
- ⑦磁极及铁轭固定良好，励磁线圈紧贴磁极，无松动；
- ⑧直流电机的磁极中心线与几何中心线一致；
- ⑨电机绕组连接正确，焊接良好；
- ⑩检查电机的滚珠轴承应符合下列要求：
 - a. 轴承工作面应光滑清洁、无裂纹和锈蚀，且记录其轴承型号；