

建筑工人技术等级考核培训教材

电梯安装维修工

(中 级)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

建筑工人技术等级考核培训教材

电梯安装维修工

(中 级)

劳动部培训司组织编写

中国劳动出版社

电梯安装维修工

(中 级)

劳动部培训司组织编写

责任编辑：高永新

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 15.75 印张 357千字

1994年9月第1版 1995年2月第1次印刷

印数：5000册

ISBN 7-5045-1511-6/TU·039

定价：14.50 元

目 录

第一部分 基本知识

第一章 电梯的构造	1
§ 1—1 电梯概述	1
§ 1—2 机房部分	8
§ 1—3 井道部分	22
§ 1—4 轿厢部分	32
§ 1—5 层站（厅站）部分	52
§ 1—6 电梯的安全装置	56
第二章 机械基础	62
§ 2—1 零件图与装配图	62
§ 2—2 胶带传动、链传动、齿轮传动	87
§ 2—3 蜗杆蜗轮传动	99
§ 2—4 轴、轴承及联轴器	109
第三章 电子基础	119
§ 3—1 整流与稳压电路	119
§ 3—2 晶闸管整流电路基本原理	141
§ 3—3 脉冲数字电路	152
第四章 电动机与电力拖动	163
§ 4—1 三相变压器的基本构造及工作原理	163
§ 4—2 电梯用电动机的特点和机械特性	172

§ 4—3	自动控制系统的基本概念·····	195
第五章	电梯的控制电路·····	201
§ 5—1	交流单速、双速电梯的控制电路·····	201
§ 5—2	电梯的开关门及其它功能电路·····	212
§ 5—3	单台交流集选电梯电路分析·····	220
§ 5—4	直流电梯电路·····	235
§ 5—5	交流调速电梯的控制电路·····	248
第六章	液压电梯与自动扶梯·····	262
§ 6—1	液压传动基础知识·····	262
§ 6—2	液压电梯原理与基本结构·····	271
§ 6—3	自动扶梯原理与基本结构·····	276
第七章	电梯工程作业计划的实施与测量、调整、 检修技能·····	288
§ 7—1	电梯安装维修作业计划·····	288
§ 7—2	曳引机的调整与检修·····	304
§ 7—3	电梯工程中相关作业的配合知识·····	313
第八章	典型电梯的排管穿线及常见故障的排除·····	321
§ 8—1	排管穿线图的绘制·····	321
§ 8—2	典型电梯的调试与常见故障的排除·····	328
§ 8—3	典型电梯的安装·····	347

第二部分 习题与答案

习题·····	371
第一章 电梯的构造·····	371
一、名词解释·····	371
二、填空·····	371
三、选择题·····	373

四、判断题	374
五、问答题	375
六、计算题	376
七、作图题	377
第二章 机械基础	377
一、名词解释	377
二、填空	377
三、选择题	379
四、判断题	380
五、问答题	381
六、计算题	382
七、识图及作图题	382
第三章 电子基础	383
一、填空	383
二、判断题	384
三、选择题	385
四、问答题	386
第四章 电动机与电力拖动	389
一、填空	389
二、判断题	390
三、选择题	391
四、问答题	392
第五章 电梯的控制电路	392
一、填空	392
二、判断题	393
三、问答题	394
第六章 液压电梯与自动扶梯	395

一、名词解释	395
二、填空题	395
三、选择题	396
四、判断题	396
五、问答题	397
六、计算题	398
七、作图和识图题	398
第七章 电梯工程作业计划的实施与测量、调整、 检修技能	399
一、名词解释	399
二、填空题	399
三、选择题	400
四、判断题	401
五、问答题	401
六、作图题	402
第八章 典型电梯的排管穿线及常见故障的排除	403
一、作图题	403
二、问答题	403
答案	407
附录	445
1. 培训大纲	445
2. 电梯安装验收规范	457
3. 电工系统常用电器、电机符号	473

第一部分 基本知识

第一章 电梯的构造

§ 1—1 电 梯 概 述

一、电梯的起源

电梯是一种用电力拖动的特殊升降机械，是现代城市建设中应用最广泛的垂直交通运输设备。追溯其发展历史，可从人类古代农业、水利业和建筑业的生产劳动中找到它们的起源。

例如古代中国的桔槔（公元前1700多年出现，是一种用于汲水的升降机械）、辘轳（公元前1100多年出现，是一种用于提水或升举重物的升降机械），古代希腊阿基米德绞车（公元前236年出现，是用于升举重物的升降机械）等，都是由卷筒、支架、绳索、杠杆、取物装置等组成的最原始形态的升降机械。它们的共同特点是：木（竹）结构、低速度、靠人力或畜力驱动。

1765年出现了瓦特蒸汽机，人类进入以原动机代替人力进行繁重体力劳动的新时期。1835年，英国最早出现用蒸汽机驱动的升降机。1845年，英国汤姆逊又制作成功世界上第一台水压式升降机。但那时各种升降机都很不完善，特别是

蒸汽机拖动的升降机,由于不能保证悬挂平台或轿厢的安全,人们不敢采用。直到1853年,美国技师奥的斯设计制造了一种绳索断裂后升降台(轿厢)不会下坠摔坏的安全升降机,才使悬挂式升降机用于解决垂直交通设备成为可能。1857年奥的斯在美国制造出用蒸汽驱动的载重量为204.1千克、速度为0.2米/秒、行程5层楼的卷筒式乘客升降机。1877年德国工程师考普业在鲁尔矿区发明和使用曳引传动以代替卷筒传动。到1880年,德国魏内·西门子研究制造了将电动机和旋转小齿轮装在轿厢底部,用此小齿轮与作为轿厢导轨的齿条相互啮合而使轿厢上下升降移动的电动升降机。1887年由威廉姆·巴斯特制成了美国第一台电动升降机。但这些最早出现的电动升降机设计上存在一定的问题,没有推广的价值。直到1889年美国奥的斯公司制造的由直流电动机通过蜗杆蜗轮减速器带动卷筒卷绕绳索去悬挂和升降轿厢的电动升降机,才构成了现代电梯的基本构造形式。

为了解决乘坐电梯安全和舒适方面的问题,1892年,美国亨利·华特·列昂那得发明了用电机磁场调速的电动机——发电机电力驱动系统,作为电梯电力拖动方式。使升降机的电力拖动构造有了重大的发展。

1900年交流感应电动机问世,并被使用到电梯驱动以后,进一步简化了电梯的传动设备。以后又由交流单速发展到交流双速感应电动机,从而使电梯运行速度和舒适感都有了提高。

1900年法国人布瑞在美国纽约安装了第一台无齿轮式电梯。1903年美国奥的斯又在电梯传动机构中采用曳引驱动代替卷筒方式,提高了电梯传动机械的通用性,同时也制造成功无齿轮曳引高速电梯。减小了电梯的传动设备,增强了安

全性能，成为目前电梯曳引传动的的基本构造形式。

在电梯控制方面，1892年美国奥的斯公司开始用按钮操纵代替以往在轿厢内拉动绳索的操纵方式。1915年制成了微传动能自动平层的电梯。1924年又发展了信号控制系统，使电梯司机操纵大大简化而不需要特殊技艺。1928年开发并安装了集选控制电梯。1937年开始，又在电梯上采用区分客流最高峰期的自动控制系统，实现简易自动化控制。1945年已能对一组电梯进行自动选层的监控。1948年开始设计全自动带有固定程序的群控电梯。1949年以后在电梯控制系统上开始应用电子技术。1950年出现了电子交通分析器件以及信息处理的分区控制系统。1951年开始生产观光电梯。1965年开始生产双层电梯，1971年开始在电梯控制系统上应用固体集成电路。

1971年国际标准化组织（ISO）开始建立工作组，从事电梯规格系列标准化工作。到1980年成立了世界范围的电梯、自动扶梯和自动人行道技术委员会ISO/TC178，来统一管理全世界范围内的电梯技术标准工作。

二、电梯的现状与展望

目前全世界共拥有电梯约为400万台以上（据1992年资料），估计美国装用电梯50万台以上，日本35万台以上，德国45万台以上，我国装用电梯也已达12万台。而且电梯作为一种重要的垂直交通运输设备，其需要量还将日益增长。

随着科学技术不断进步，电梯工业技术水平不断地提高，产品结构有很大的改进。一些传感原件，如速度测定、平层测定、以及各种保护装置都在进一步完善和提高。

1970年以后，固态电路在电梯上投入使用后，使得电梯控制的可靠性大为提高，设备体积缩小，性能改善，维护方

便。如纽约电梯贸易中心110层双塔内装用的速度为8米/秒的电梯，就使用了200多种6000多块固态电路板。1971年，固态电机驱动系统第一次取代了电梯传动使用的直流发电机组。

70年代又是微型计算机大发展的年代，电梯的控制逐渐从模拟向数字控制发展，显著提高了精度和运行质量。70年代末到80年代初，高速无齿轮和有齿轮快速电梯都已应用微机作为主要控制装置。

随着晶闸管和半导体技术在电梯上的应用，特别是1973年以来对交流反馈控制技术的开发，使交流电梯能在速度2米/秒以下的快速电梯中广泛使用。

由于大功率晶体管的问世，微机及数字调节器技术的成熟，利用脉冲宽度调节逆变器对电梯进行变压变频的拖动系统已自80年代初、中期先后由奥的斯、三菱、东芝、日立等电梯公司开发进入市场，这类拖动系统的许多技术经济指标，明显优于其它系统，发展迅速。

在电梯控制方面，特别对梯群控制，近年来已采用人工智能和模糊逻辑以提高电梯调度控制水平，缩短乘客等候时间，使用了高性能的32位微处理机，使平均候梯时间缩短。

随着现代建筑物向高层化发展，世界上电梯最高速度已可达16米/秒。但欧美各国从人体对加速度的适应能力和建筑物适宜高度考虑，将电梯最高速度限止在10米/秒以下。

1982年开始由法国、美国、日本三国的专家共同研制的直线电动机电梯已于1989年在日本安装试用成功，这种电梯的构造基本上融直线电动机与电梯对重为一体，并装以盘式制动器，电力拖动方面采用变压变频交流调速系统，并结合以微机为基础的操纵控制。1990年起已可供货。同时日本东芝

公司等也在1989年推出了直线电动机电梯。预计将来还可能发展成为能沿着垂直——曲线复合路径运行的无绳索电梯。

总之，展望今后的电梯，将有以下的新趋势：

1. 将重视电梯调度和交通分析等理论的研究。

2. 进一步开展对大功率晶体管、矢量、标量调速，微机应用等控制理论的研究。

3. 交流调速特别是变压变频调速将日益广泛地应用，并向标准化，系列化方向发展。

4. 直流无齿轮电梯的电气控制系统将向更高要求发展，直流高速电梯中的发电机组将普遍地被晶闸管供电替代。

5. 改进工艺技术方面，将采用斜齿轮或新颖的蜗杆传动的新式曳引机以提高传动效率和使用寿命；用冷轧或金属加工以及钢板滚压成型的导轨以提高各种导轨的速度等级；用激光对准代替挂铅垂线找准和采用安装平台代替脚手架安装电梯等。

6. 广泛应用电子计算机，推广新技术，采用新材料，大力发展新品种。如推广人工智能电梯；发展和完善直线电机电梯；研究斜行电梯；发展防火电梯、双层电梯、观光电梯、液压电梯、节能电梯等。

总之，随着科学技术的不断进步，电梯必将有更快更新的发展。

三、电梯的定义（按 GB7588—87《电梯制造与安装安全规范》规定）

（一）电梯

服务规定楼层的固定式提升设备，包括一个轿厢。轿厢的尺寸与结构型式可使乘客方便地进出。轿厢在两根垂直的或与垂直方向成倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间运行。

(二) 杂物电梯

服务规定楼层的固定提升设备，有一个轿厢。由于结构方式和尺寸关系，轿厢内不能进人。轿厢在两根刚性导轨之间运行，导轨垂直的或与垂直方向成倾斜角小于 15° 。为满足不得进人的条件，轿厢尺寸不得超过：(1)底板面积 1.0米^2 ；(2)深度 1.0米 ；(3)高度 1.20米 。高度超过 1.2米 是允许的，但轿厢必须分格，而每个小的间格需满足上述要求。

四、电梯按用途、控制方法、速度分类及代号

(一) 电梯产品品种按用途分类及代号 (JJ45—86)

表 1—1

产品品种	汉字代号	拼音代号	产品品种	汉字代号	拼音代号
乘客电梯	客梯	TK	杂物电梯	杂物梯	TW
载货电梯	货梯	TH	船用电梯	船用梯	TC
客货两用电梯	两用梯	TL	观光电梯	观光梯	TG
病床电梯	病梯	TB	汽车用电梯	汽车梯	TQ
住宅电梯	住宅梯	TZ			

(二) 按控制方式分类及代号 (JJ45—86)

表 1—2

控制方式	代表汉字	拼音代号	控制方式	代表汉字	拼音代号
手柄开关控制·自动门	手·自	S.Z	集选控制	集 选	JX
手柄开关控制·手动门	手·手	S.S	并联控制	并 联	BL
按钮控制·自动门	按·自	A.Z	梯群控制	群 控	QK
按钮控制·手动门	按·手	A.S	微处理机集选控制	微集选	JXW
信号控制	信 号	XH			

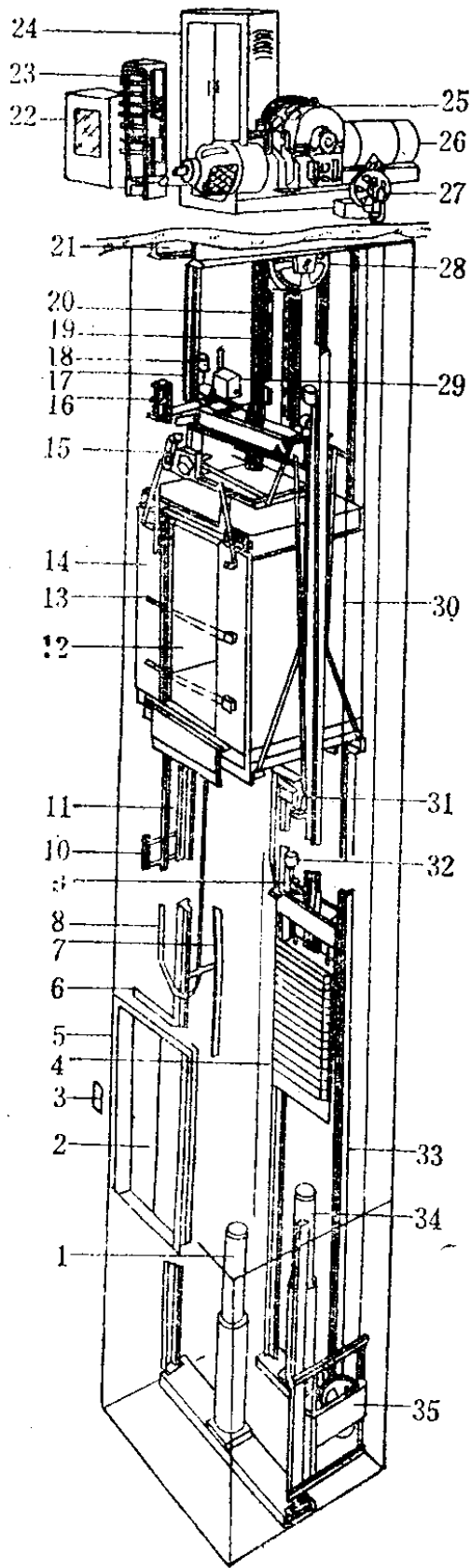


图 1—1 电梯全貌图

- 1—油压缓冲器 2—层门
- 3—召唤按钮箱 4—对重
- 5—层门套 6—层门指示灯
- 7—底层端站减速装置 8—电缆
- 9—对重的滑动导靴 10—感应桥
- 11—轿厢导轨 12—轿厢
- 13—近门保护装置 14—轿厢门
- 15—开门机
- 16—平层装置 17—轿厢滑动导靴
- 18—轿厢导轨润滑装置 19—选层器钢带
- 20—曳引绳 21—承重梁
- 22—晶闸管励磁柜 23—选层器
- 24—控制柜 25—曳引机
- 26—发电机组 27—限速器
- 28—导向轮 29—端站减速装置
- 30—限速器钢丝绳 31—安全钳
- 32—对重导轨润滑装置 33—对重导轨
- 34—对重油压缓冲器
- 35—限速器钢丝绳张紧装置

(三) 按轿厢额定速度分类 (按我国习惯分类)

1. 低速电梯 $v \leq 1$ 米/秒;
2. 快速电梯 $1 < v \leq 2$ 米/秒;
3. 高速电梯 $2 < v \leq 3$ 米/秒;
4. 超高速电梯 $v > 3$ 米/秒。

式中 v ——轿厢额定速度, 米/秒。

五、电梯的构成

电梯是一种复杂的机电设备, 它由许多机构和电气控制设备所组成, 通常将电梯的构成分为机房、井道、轿厢、层站四大部分。图1—1是电梯的全貌图。

§ 1—2 机 房 部 分

机房 (或称机器间), 应尽量设置在电梯井道顶部。机房内装有曳引机、导向轮、控制柜 (信号屏)、选层器、限速器、极限开关等主要配套机电和电气控制设备。

一、曳引机

电梯曳引机分为有齿轮曳引机 (用于低、快速交流电梯) 和无齿轮曳引机 (用于高速直流电梯) 两类。它由电动机、制动联轴器与制动器、减速器 (无齿轮曳引机无减速器)、曳引轮、钢丝绳和底盘所组成。这是使电梯轿厢升降的起重机械 (图1—2)。

1. 电动机

(1) 交流电梯常用 YTD 型交流双速鼠笼式变极对数异步感应电动机。

(2) 直流电梯为 ZTTD 型直流低速电梯电动机, 转速 120 转/分, 由 ZTF 型直流发电机组或由晶闸管直接供电。

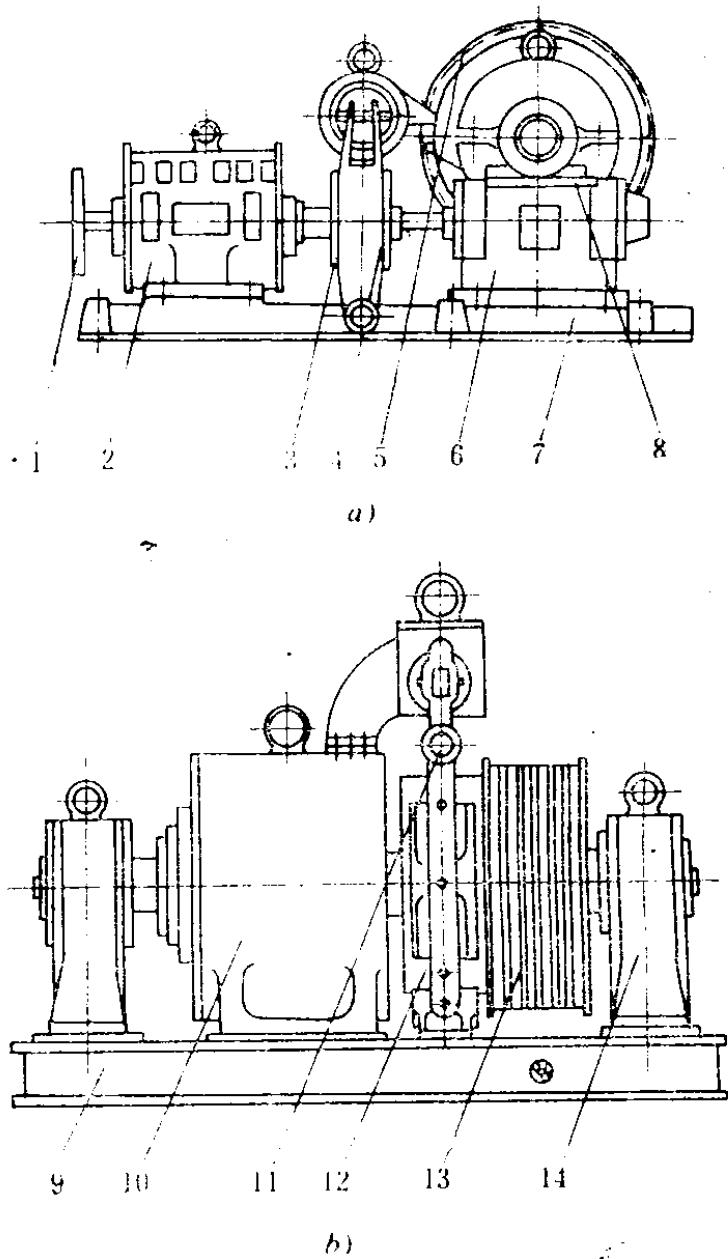


图 1-2

a) 有齿曳引机 b) 无齿曳引机

1—手轮 2—电动机 3、12—制动轮 4、11—电磁制动器 5、13—曳引轮 6—减速箱 7、9—底座 8—垫片 10—直流电动机 14—支座

(3) 电梯电动机所需功率可用简易计算方法由下式算得：

$$N = \frac{K_D(1-K_P)QV}{102\eta} \text{ 千瓦} \quad (1-1)$$

式中 N ——电梯曳引电动机额定功率，千瓦；

K_D ——电动机安全系数，取1.05~1.1；

K_P ——电梯对重平衡系数，取0.4~0.5；

Q ——电梯额定载重，千克；

v ——电梯轿厢额定速度，米/秒；

η ——电梯机械总效率，有齿轮电梯取0.5~0.55；

半绕式1:1绕法取小值，全绕式2:1绕法取大值，无齿轮电梯取0.75~0.8。

2. 制动器 (图1-3)

制动器是电梯曳引机中重要的安全装置。它能使运行的电梯轿厢和对重在断电后立即停止运行，并在任何停车位置定住不动。其构造见图1-3。

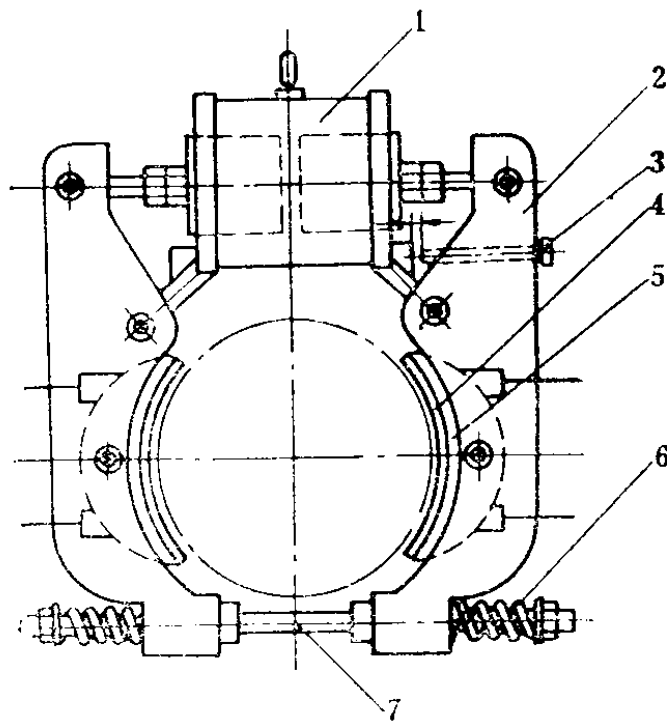


图 1-3 电磁制动器

1—电磁铁 2—制动臂 3—松闸量限位螺钉 4—制动带 5—制动瓦 6—压缩弹簧 7—轴

电梯一般都采用常闭式双瓦块型直流电磁制动器，其性能稳定，噪音较小，工作可靠，即使是交流电梯也配用直流