

建筑电气工程师技术丛书

# 电梯电气控制技术

芮静康 主编

D IANTI DIANQI  
KONGZHI  
JISHU

中国建筑工业出版社

建筑电气工程师技术丛书

# 电梯电气控制技术

芮静康 主编

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

电梯电气控制技术/芮静康主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

(建筑电气工程师技术丛书)

ISBN 7-112-07807-5

I. 电... II. 芮... III. 电梯-电气控制 IV. TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 114644 号

建筑电气工程师技术丛书

**电梯电气控制技术**

芮静康 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光排版厂制作

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 15 $\frac{1}{2}$  字数: 410 千字

2005 年 11 月第一版 2005 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-112-07807-5

(13761)

**版权所有 翻印必究**

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书详细地论述电梯的技术问题，内容包括：电梯的种类、特点和用途，电梯的机械和电气设备，电梯的电气控制系统，电梯的安装和调试，电梯的运行和维护，自动扶梯等。

本书内容广泛、概念准确、图文并茂、通俗易懂、文字简练，有理论、有实践。可供电梯工程技术人员和宾馆、饭店、写字楼、高层住宅的物业及安装、施工、运行、维护的技术人员和技术工人阅读，也可作大专院校有关师生教学参考。

\* \* \*

责任编辑：刘江 刘婷婷

责任设计：董建平

责任校对：关健 刘梅

## 编审委员会名单

**顾 问：**陈汤铭 清华大学教授，电机学奠基人之一  
翟中和 北京大学教授，中国科学院院士  
韩运铎 清华大学教授，中国科学院院士  
袁世鹰 教授，原焦作工学院院长  
焦留成 教授，郑州大学副校长  
李友海 清华大学教授

**主 任：**芮静康

**副主任：**余发山 武钦韬 张燕杰

**委 员：**曾慎聪 童启明 路云坡 席德熊  
温发和 周铁英 王 梅 朱孝业  
方 铭 蔡碧濂 周德铭 刘 俊  
雷焕平 潘永华 黄显琴 胡渝珏  
朱正琼 王福忠 杨 静 王祥勇

**主 编：**芮静康 (特聘教授、高工)

**副主编：**余发山 张燕杰 田慧君

**作 者：**芮静康 余发山 王福忠 田 书 张燕杰  
马小郑 雷乃清 郭三明 上官璇峰 王玉梅  
孙岩州 段俊东 李福军 宋运忠 苏 姗  
陈晓峰 陈 洁 屠姝姝 王 梅 杨 静  
田慧君

# 前 言

随着城市人口的增加，科学技术日新月异地发展，人们物质文化生活水平的提高，建筑迅速发展，大批的高楼大厦拔地而起，十几层乃至几十层的宾馆、饭店、写字楼、住宅楼鳞次栉比。电梯在人们的生产、工作、生活中的地位和汽车一样，成为重要的运输设备之一。

电梯是在垂直方向上运行的运输设备，扶梯是在斜面上运行的运输设备，但都把人和货物从一个水平面提升到另一个水平面。由于电梯的电力拖动系统和工厂的龙门刨床极其接近，所以有人说：“电梯是竖着走的龙门刨，龙门刨是横着走的电梯。”

电梯兴盛发展的根本原因在于采用了电力作为动力来源。并随着电机技术的发展，从直流电机的改进，交流异步单速、双速交流电梯，乃至生产专用的交直流电梯电机、开口电机等，显著改善了电梯的工作性能。随着控制技术的发展，特别电子技术的发展、PC机和电子计算机技术成功地应用到电梯的电气控制系统中，电梯的自动化程度、性能、可靠性、运行效果得到更为显著提高。

介绍电梯的结构和电气控制的书籍已经不少，有的还非常实用、具有很高的价值。笔者虽主要撰写电气控制和电路技术方面的书籍，但毕竟早年毕业于清华大学电机系，后在电机工厂工作了几十年，亲自参加电梯电机的科研、生产、安装、施工、运行维护的实践工作，所以本书对与电梯性能有密切关系的电梯电机也作了详尽的介绍，以为电梯的电气控制奠定基础。本书有多位从事电梯教学有丰富教学经验的教授参加撰稿，并结合电梯的安装、施工、运行的实践，对积累的实践经验和资料加以整理，充

实书的内容，将各种电梯控制系统加以详尽的分析和介绍，给从事电梯电气控制的技术人员提供了依据。本书篇幅不算过长，但叙述全面，内容新颖，图文并茂，深入浅出。希望该书能成为广大读者的良师益友。

本书由清华大学著名教授，电机学奠基人之一陈汤铭先生任首席顾问，由中国科学院士、北京大学翟中和教授和清华大学韩运铎教授等为顾问。由业内专家芮静康同志任主任，余友山教授、武钦韬教授、张燕杰教授任副主任，原水利部杭州小水电研究所所长、教授级、高工曾慎聪等为委员。本书由芮静康兼任主编，余发山教授、张燕杰教授、田慧君为副主编，详细编审委员会名单见封内所列。

本书得到编审委员会的领导、教授、专家、工程技术人员的大力支持和帮助，长期的合作，并得到许多公司、企业和单位提供资料，在此一并表示深深的谢意。

由于编者水平有限，错漏和不妥之处在所难免，敬请专业同仁和广大读者批评指正。

芮静康

2004年5月1日于北京

# 目 录

## 第一章 电梯的种类、特点和用途

第一节 电梯的种类	1
一、按用途分类	1
二、按额定速度分类	2
三、按拖动方式分类	3
四、按控制方式分类	3
第二节 电梯的型号和参数	5
一、电梯的型号	5
二、电梯的主要参数及规格尺寸	7
第三节 电梯的结构和选择	16
一、电梯的基本结构	16
二、电梯的选择	19

## 第二章 电梯的机械和电气设备

第一节 电梯的机械设备	29
一、轿厢	29
二、门系统	31
三、导向系统	33
四、曳引系统	33
五、对重系统	34
六、机械安全保护系统	35
第二节 电梯电机	37
一、电梯电机的用途	37
二、电梯电机的种类	39



三、电梯电机的系列和型号 .....	40
四、电梯电机的铭牌 .....	42
五、电梯电机的结构 .....	46
六、电梯电机的性能指标和技术要求 .....	59
七、电梯电机的试验 .....	78
八、电梯电机的微机检测 .....	107
<b>第三节 电梯的电器件和装置 .....</b>	<b>120</b>
一、低压电器 .....	120
二、电子元器件 .....	138
三、电气装置 .....	185

### 第三章 电梯的电气控制系统

<b>第一节 电梯的电气控制 .....</b>	<b>280</b>
一、电梯的电力拖动系统 .....	280
二、VVVF 控制的矢量变换与脉宽调制 .....	294
<b>第二节 电梯的电气控制系统 .....</b>	<b>303</b>
一、分类与组成 .....	303
二、定向选层控制线路 .....	303
三、运行控制线路 .....	308
四、电梯的开关门控制线路 .....	313
五、电梯的检修运行线路 .....	315
六、电梯的消防运行线路 .....	316
<b>第三节 典型电梯控制电路 .....</b>	<b>319</b>
一、德国 DYNALIFT “DCL” 电梯电路 .....	319
二、德国 ZETADYN1 调速拖动电路 .....	330
三、日本 YP 调速拖动电路 .....	343
四、交流双速、轿内按钮 PLC 控制电梯电路 .....	351
五、直流集选控制、晶闸管励磁、机械选层器的快速直流 电梯电路 .....	362

### 第四章 电梯的安装和调试

<b>第一节 机房内机械设备的安装 .....</b>	<b>371</b>
-----------------------------	------------

一、承重梁的安装 .....	371
二、曳引机安装 .....	372
三、限速器的安装 .....	373
第二节 井道内设备的安装 .....	374
一、导轨支架及导轨的安装 .....	374
二、轿厢、安全钳及导靴的安装 .....	376
三、对重的安装 .....	377
四、缓冲器的安装 .....	378
五、钢丝绳及补偿缆的安装 .....	378
六、门系统安装 .....	380
第三节 电气装置的安装 .....	382
一、机房电气装置安装 .....	382
二、井道电气装置安装 .....	384
三、轿厢电气装置安装 .....	387
四、层站电气装置安装 .....	389
五、供电及控制线路安装 .....	389
第四节 电梯的调试 .....	398
一、通电前的检查工作 .....	398
二、不挂曳引钢丝绳的通电动作试验 .....	399
三、悬挂曳引钢丝绳后的慢车运行调试 .....	400
四、电梯的快速运行及整机性能调试 .....	402
第五节 电梯的竣工检查和验收 .....	405
一、安装质量检查 .....	405
二、安全可靠性检查 .....	420
三、技术性能检查 .....	422

## 第五章 电梯的运行和维护

第一节 电梯事故原因的分析 .....	427
一、事故分析 .....	427
二、常见电梯出入口坠落事故分析及对策 .....	430
第二节 电梯的维护与保养 .....	438
一、机械部分的保养 .....	438

二、电气装置的保养 .....	443
第三节 电梯常见故障的排除 .....	444

## 第六章 自动扶梯

第一节 自动扶梯的分类和电气控制系统的发展 .....	450
一、自动扶梯的分类 .....	450
二、自动扶梯电气控制系统的发展 .....	451
第二节 PLC 式和单片机式自动扶梯控制系统 .....	452
一、PLC 式自动扶梯控制系统 .....	452
二、PLC 机 .....	455
三、故障维修 .....	460
四、单片机式自动扶梯控制系统 .....	461
第三节 自动扶梯梯级两侧的安装问题 .....	466
一、制动器 .....	466
二、监控装置 .....	466
三、安全保护装置 .....	467
四、电气保护装置 .....	471
五、辅助的安全装置 .....	471
参考文献 .....	474

# 第一章 电梯的种类、特点和用途

电梯是随着高层建筑的兴起而发展起来的一种以垂直运输为主的运输工具。从电力拖动的角度，有人描写为，电梯是垂直运行的龙门刨床。

多层厂房和仓库需要有货梯，高层住宅楼需要有住宅梯，百货商场和宾馆饭店、大厦需要客梯、自动扶梯……在现代化生活中，电梯已像汽车、有轨交通、轮船一样，成为人们不可缺少的交通运输工具。

电梯的起源和发展，从人力提升卷扬机开始，随后是蒸汽机为动力的客梯，鼓轮式电梯、曳列式电梯；近代半导体、晶闸管技术的发展，使电梯的控制系统由机电式过渡到电子式控制。更由于集成电路的发展，计算机技术的应用，使得电梯的控制出现了飞跃。从而自动扶梯、单片机、PLC控制、微机全电脑控制，以及群控，相继得到广泛应用。自动平层、微机检测、图像显示、监控以及现代通信都在电梯中得到应用。电梯技术向现代化、网络化、智能化发展，给人们提供了极其方便和舒适的条件。

## 第一节 电梯的种类

电梯通常按用途、速度、拖动方式和控制方式等进行分类。

### 一、按用途分类

(1) 乘客电梯：为运送乘客而设计的电梯。主要用于宾馆、饭店、办公大楼、高层公寓等场所，要求运行平稳、舒适安全，

乘客可见部分装饰讲究。

(2) 载货电梯：主要为运送货物而设计的通常有人伴随的电梯。其轿厢面积和载重量较大，但自动化程度和运行速度不高，通常在大型商场、货仓和生产车间使用较多。

(3) 客货电梯：主要是用作运送乘客，但也可以运送货物的电梯。它与乘客电梯的区别在于轿厢内部装饰结构不同。如宾馆、饭店员工使用的工作梯（常兼作消防时使用）大多采用此类电梯。

(4) 病床电梯：为运送病床而设计的电梯。因而轿厢窄而深，且通常要求前后贯通开门，有司机操纵，运行应平稳。

(5) 住宅电梯：即供住宅楼使用的电梯。一般应能满足运送家具、物品的要求。

(6) 杂物电梯：这是一种只运送图书、文件、食品等，但不允许人员进入的电梯，主要用于图书馆、办公楼、饭店等场所。

(7) 观光电梯：即供乘客观光用的电梯。其特点是轿厢壁透明，乘客在轿厢内可以观看、欣赏周围风光。

(8) 其他专用电梯：如用于船舶上的船舶电梯，专作运送车辆的车辆电梯，以及矿井电梯、建筑施工用电梯等。这些专用电梯通常运行速度较低（ $1\text{m/s}$  及以下），轿厢面积根据用途制作，专用性强。

## 二、按额定速度分类

(1) 高速梯：是指梯速在  $2 \sim 3\text{m/s}$  的电梯。梯速在  $3\text{m/s}$  以上的电梯，我国目前常称为超高速电梯。现在世界上已有  $10\text{m/s}$  的电梯投入使用。

(2) 快速梯：即梯速大于  $1\text{m/s}$  而小于  $2\text{m/s}$  的电梯，如  $1.5\text{m/s}$ 、 $1.75\text{m/s}$  的电梯均为快速梯。

(3) 低速梯：即梯速为  $1\text{m/s}$  及以下的电梯。如梯速为  $0.25$ 、 $0.5$ 、 $0.75$ 、 $1\text{m/s}$  的电梯均属于低速梯。

### 三、按拖动方式分类

(1) 交流电梯：即采用交流电动机拖动的电梯。如交流单速电梯、交流双速电梯、交流调压调速（ACVV）电梯、交流变压变频调速（VVVF）电梯等。

(2) 直流电梯：即采用直流电动机拖动的电梯。如采用直流发电机-电动机组拖动的电梯和直流可控硅励磁拖动的电梯，整流器供电的直流拖动的电梯。

(3) 液压电梯：即靠液压传动的电梯。根据液压柱塞设置的方式不同，目前有以下两种：

① 柱塞直顶式液压电梯：油缸柱塞直接支撑轿厢底部，使轿厢升降。

② 柱塞侧置式液压电梯：油缸柱塞设置在井道的侧面，借助曳引绳或链通过滑轮组与轿厢联接使轿厢升降。

(4) 齿轮齿条式电梯：这种电梯无须曳引钢丝绳，其电动机及齿轮传动机构直接装在轿厢上，依靠齿轮与固定在构架上的齿条之间的啮合来驱动轿厢上下运行。如建筑工程用的电梯即为此种电梯。

(5) 螺旋式电梯：即通过螺杆旋转，带动安装在轿厢上的螺母使轿厢升降的电梯。

### 四、按控制方式分类

(1) 手柄操纵控制电梯：此种电梯由司机操纵轿厢内的手动开关，实现轿厢运行的控制。电梯轿门和厅门的开关有自动的和手动的两种型式。对于自动门电梯，当轿厢运行到平层区域时，司机即将手柄开关回到零位，电梯就会换速自动平层，自动开门。手动门电梯，则需由司机手动将门关闭或打开。

(2) 按钮控制电梯：这是一种通过操纵层门外侧按钮或轿厢内按钮发出指令，使轿厢停靠层站的电梯。这种电梯也有自动门和手动门两种型式。自动门电梯具有自动平层、开关门功能。手

动门电梯的门，在电梯到站平层后，需人将其打开，并通过人工关闭门以后，电梯得到按钮指令才可运行。

(3) 信号控制电梯：这也是一种由电梯司机操纵轿厢运行的电梯，具有将层门外上下召唤信号、轿厢内选层信号和其他各种专用信号加以综合分析判断的功能，因而自动控制程度较高。

(4) 集选控制电梯：此种电梯自动控制程度更高，可以实现将层门外上下召唤信号、轿厢内选层信号和其他各种专用信号加以综合分析判断后自动决定轿厢运行的无司机控制。

集选控制电梯一般均设“有/无司机”操纵转换开关，可根据使用需要灵活选择。如人流高峰或特殊需要时，可转换为有司机操纵，而成为信号控制电梯。在其他情况下作正常行驶时，可转为无司机操纵，即为集选控制电梯。

(5) 向下集选控制（向下集中控制）电梯：这种电梯的特点是，对于各层站的呼梯信号，轿厢只有在向下运行时才能顺向应答召唤停靠。

(6) 并联控制电梯：即将 2~3 台电梯集中排列，共用层门外召唤信号，按规定顺序自动调度，确定其运行状态。采用此种控制方式的电梯，在无召唤信号时，在主楼面有一台电梯处于关门备用状态，另外一台或两台电梯停在中间楼层随时应答厅外呼梯信号，前者常称为基梯，后者称为自由梯。当基梯起动运行后，自由梯可自动起动至基站等待。若厅外其他层站有呼梯信号时，自由梯则前往应答与其运行方向相同的所有召唤信号。对于与自由梯运行方向相反的召唤信号，则由基梯前往应答。如果两台（或三台）电梯都在应答两个方向的呼梯信号时，先完成应答任务的电梯返回主楼面备用。这种控制方式有利于提高电梯的运输效率，节省乘客的候梯时间。

(7) 群控电梯：将多台电梯进行集中排列，并共用层门外按钮，按规定程序集中调度和控制的电梯。采用此种控制方式，是基于建筑物内不同时段客流量不均匀：早、晚和中午会出现客流高峰，平时上下往返交错为中等客流量，夜间、清晨客流量少。

利用轿厢底下的负载自动计量装置及其相应的计算机管理系统，进行轿厢负载计算，并根据上下方向的停站数、厅外呼梯信号和轿厢所处位置，选择最适合客流量的输送方式，避免轿厢轻载启动运行、满载中途呼梯停车和空载往返。在客流量逐渐减少的夜晚和清晨，还可实现电梯运行台数的相应减少，在返回基站后，不运行的电梯经过一定时间可切断电源。因此，这种控制方式有利于增加电梯的运输能力，提高效率，缩短乘客候梯时间，减少电力消耗，适用于配用电梯在3台以上的高层建筑中。

(8) 智能控制电梯：这是一种先进的应用电脑技术对电梯进行控制的群控电梯。其最大特点是，它能根据厅外召唤，给梯群中每部电梯作试探性的分配，以心理性等候时间最短为原则，避免乘客长时间等候和将厅外呼梯信号分配给满载性较大的电梯，使乘客候梯失望，从而提高了预告的准确性和运输效率，达到电梯的最佳服务。此外，由于电梯采用了微机控制，取代了大量的继电器，使故障率大大降低，控制系统的可靠性大大增强。

## 第二节 电梯的型号和参数

### 一、电梯的型号

由于电梯的品种及其分类方法比较多，为有利于电梯的设计、制造、销售、选购、安装和使用、维修管理，加快国产梯的发展，我国已制订了电梯产品型号的统一编制方法。

根据《电梯、液压梯产品型号编制方法》中的规定，电梯、液压梯产品的型号均是采用具有代表意义的汉语拼音字母和阿拉伯数字来分别表示其类、组、型（及改型）、主参数和控制方式的。图 1-1 为电梯型号表示方法。表 1-1 为类别（类）代号，表 1-2 为品种（组）代号，表 1-3 为拖动方式（型）代号，表 1-4 为主参数表示代号，表 1-5 为控制方式代号，现列出，以方便在实际应用中查找。



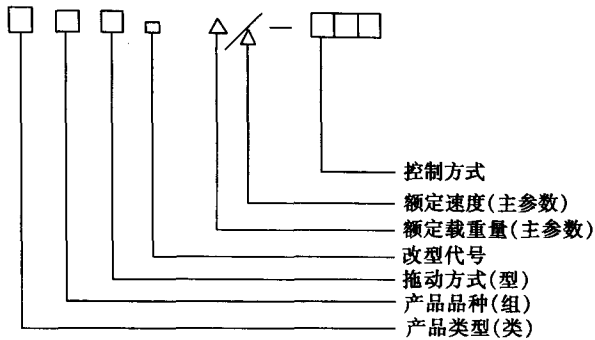


图 1-1 电梯型号表示方法

类别代号 表 1-1

产品类别	代表汉字	拼 音	采用代号
电 梯	梯	TI	T
液压梯			

品种(组)代号 表 1-2

产 品 类 别	代表汉字	拼 音	采用代号
乘客电梯	客	KE	K
载货电梯	货	HUO	H
客货(两用)电梯	两	LIANG	L
病床电梯	病	BING	B
住宅电梯	住	ZHU	Z
杂物电梯	物	WU	W
船用电梯	船	CHUAN	C
观光电梯	观	GUAN	G
汽车用电梯	汽	QI	Q

拖动方式(型)代号 表 1-3

产品类别	代表汉字	拼 音	采用代号
交 流	交	JIAO	J
直 流	直	ZHI	Z
液 压	液	YE	Y