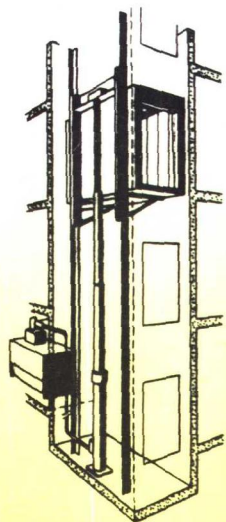
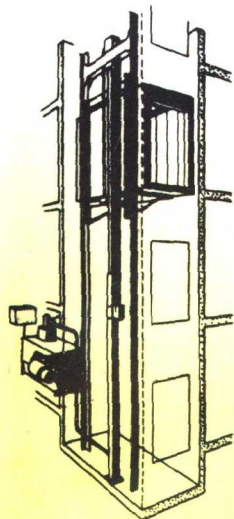
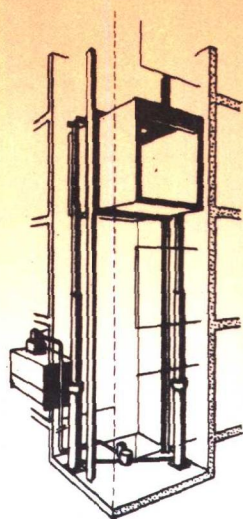
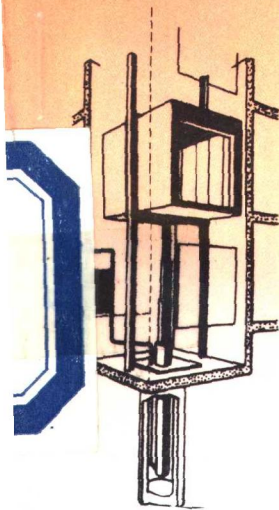


杨华勇 骆季皓 编著



液 压 电 梯



机械工业出版社

本书是一本关于液压电梯的专著,是作者对在浙江大学多年从事液压电梯研究的总结。全书从工程应用及科学研究两个角度出发,对以下几个方面进行了全面系统地介绍。它们是液压电梯的发展历史、理想速度曲线的产生、液压电梯速度控制系统的多种设计方案、电梯液压控制系统的发热与温升分析、液压系统流量控制集成阀块及相应配套液压元件与辅助元件、液压电梯的速度控制策略及液压电梯的安装和调试等。

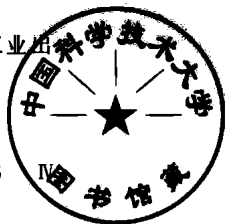
本书是从事液压电梯研究开发、设计制造、安装调试、维修保养等有关研究人员、工程技术人员及工人的一本难得的参考书和培训教材,还可作为高校及大中专有关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压电梯/杨华勇,骆季皓编著。—北京:机械工业出版社,1996

ISBN 7-111-05244-1

I. 液… I. ①杨… ②骆… II. 液压电梯
TH211



中国版本图书馆CIP数据核字(96)第09657号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)
责任编辑:张亚秋 版式设计:张世琴 责任校对:姚培新
封面设计:姚毅 责任印制:卢子祥
北京交通印务实业公司印刷·新华书店北京发行所发行
1996年12月第1版第1次印刷
850mm×1168mm^{1/32}·7.5印张·197千字
0 001-1 000册
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 电梯技术发展概况	3
第二节 电梯的分类	7
第三节 液压电梯的基本结构	10
第四节 液压电梯的特点及应用场合	16
第五节 液压电梯的国内发展现状及市场前景	18
第二章 液压传动基础知识	21
第一节 液压油的特点、性质及选用方法	21
第二节 阀口流动特性及阀芯受力状况	31
第三节 液压阀、液压泵概述	48
第四节 各类液压阀、泵的性能及工作特点	56
第三章 液压电梯速度和流量控制	81
第一节 液压电梯的速度曲线	81
第二节 液压电梯的流量控制	87
第三节 液压系统能耗分析	106
第四章 液压控制阀	110
第一节 开环开关控制液压阀	110
第二节 闭环开关控制液压阀	125
第三节 比例控制液压阀	144
第五章 液压系统配套元件	158
第一节 泵站的设计	158
第二节 油箱的设计	160
第六章 液压电梯的液压缸及支承方式	170
第一节 液压电梯液压缸的设计	170
第二节 液压电梯的支承方式	176
第七章 液压电梯的机械系统	180

第一节	导向系统	180
第二节	轿厢	184
第三节	门系统	187
第四节	安全保护系统	192
第八章	液压电梯的控制策略	196
第一节	液压电梯数学模型的建立	196
第二节	系统的简化与辨识	204
第三节	系统控制策略的实现	215
参考文献	231

第一章 绪 论

虽然升降梯的历史可以追溯到公元前几世纪,但其真正迅速的发展却是最近一百年的事。随着电动机技术的提高,微电子技术和控制技术的发展,各种新颖机电产品的出现,电梯技术才日益趋向成熟。一个多世纪以来,人类社会进入了高度发展的阶段,都市化步伐日益加快,大量人口居住在面积有限的城市里,因此对居住面积、办公室和活动场所等空间的需要提出了日益增长的要求。这便推动了建筑业特别是高层建筑业的蓬勃发展。建筑业的发展带动了电梯的广泛应用,在现代社会中,电梯已成为商场、宾馆、公寓楼等各种类型建筑中必备的垂直交通工具。广阔的市场为电梯的发展提供了必要条件,而成熟的配套技术则为电梯的发展提供了充分条件。

电梯有多种驱动方式,液压驱动是目前发展迅速的一种电梯驱动方式。液压升降梯技术的发展可追溯到19世纪60年代,当时已有各种实用的水压梯和液压梯,图1-1所示为早期的一种。随着电动机技术的发展并趋向成熟,采用电动机驱动的电梯逐渐表现出良好的控制性能,并在很长一段时期内,几乎垄断了电梯市场。第二次世界大战以后,随着液压技术的发展以及在工业领域中的广泛应用,液压电梯作为一种极有潜力的梯种在电梯行业中受到广泛重视。特别是60年代末、70年代初,许多电梯厂家相继推出了大批工业化生产的液压电梯,使液压电梯迅速占领了中、低层建筑的电梯市场。目前,液压电梯正日益受到电梯领域以及工业控制领域的广泛重视。近年来随着微电子技术和电液比例技术的发展,液压电梯必将在节能、高精度、低成本等方向上有新的发展。

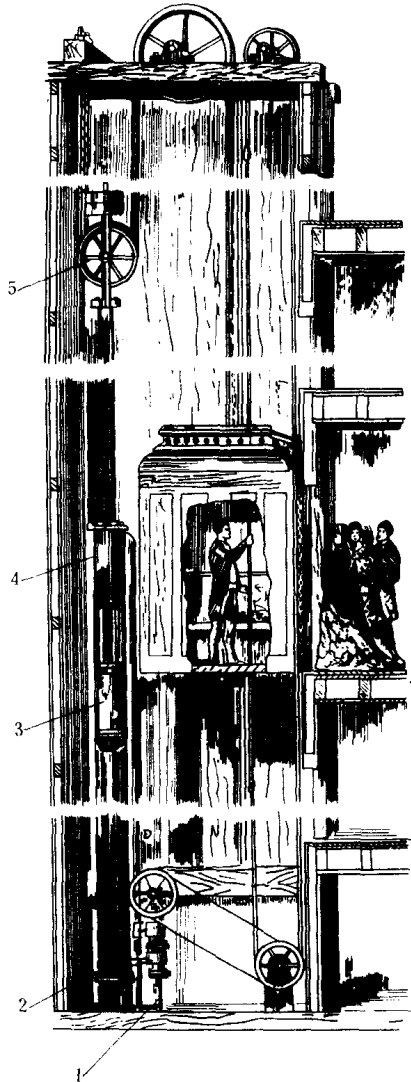


图 1-1 早期液压电梯的剖面图

1—管路 2—阀 3—活塞

4—缸筒 5—滑轮

第一节 电梯技术发展概况

根据我国考古学的研究和记载,远在公元前 2000 年,我国就发明并使用于“桔槔”“辘轳”等人力升降机,目前这类设施在有的地方还被用于汲水灌溉。春秋战国时期,一种叫“巢车”的带有轿厢由人力牵动的升降机被用于战场上观察敌情。公元前 253 年,古希腊著名科学家阿基米德也首先制成具有绳和鼓轮的升降机械,这种升降机械主要通过滑轮,并借助人力、畜力或水力来达到升降的目的。随后的很长时间,这种升降机械结构上变化不大。中世纪,这种升降机先后在城堡或修道院中安装,其中最著名的是安装在希腊的“圣巴拉姆”修道院中的升降机,它建在 70m 高的山顶上,以升降机作为唯

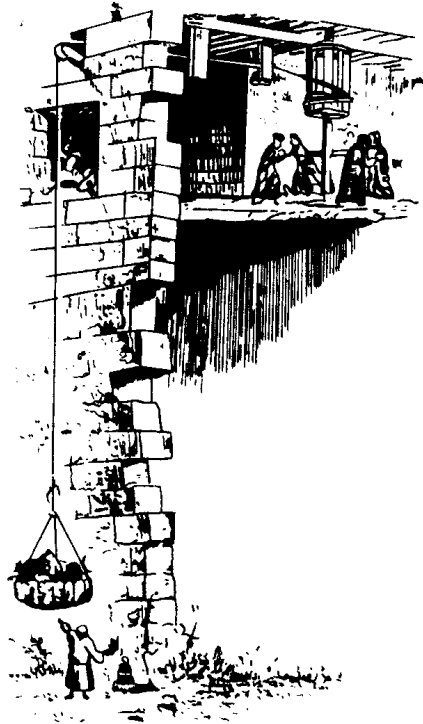


图 1-2 原始的人力升降机

一的出入口(如图 1-2 所示)。1768 年瓦特发明蒸汽机后,人们尝试由蒸汽机来驱动升降梯,1858 年美国研制出以蒸汽为动力并通过皮带传动和蜗轮减速装置驱动的升降梯。如图 1 3 所示是这种安装在工厂中的载人、载货升降梯。1845 年,汤姆逊发明第一台液压升降机,这段时间水压梯、液压梯的应用较广泛,其性能优越性较明显。

19 世纪 30 年代,威廉·阿姆斯特郎设计了一台如图 1-4 所

示的简单的升降机。可用于码头和库房运输。其机械结构主要由连接在绳索一端的轿厢，和连接在绳索另一端的水桶和在井道上方的绳轮组成。这种系统的操作原理非常简单：轿厢比空水桶重许多，可以在水桶放空的时候下行，相反，当水桶中放满水时，水桶的重量会超过轿厢并带动轿厢上行，一楔形安全装置通过绳索与水桶相连，用来制动主绳索。通过作用在导向管上的制动装置，可使轿厢停止运动，阀的放水和充水可用一脚踏装置操作。

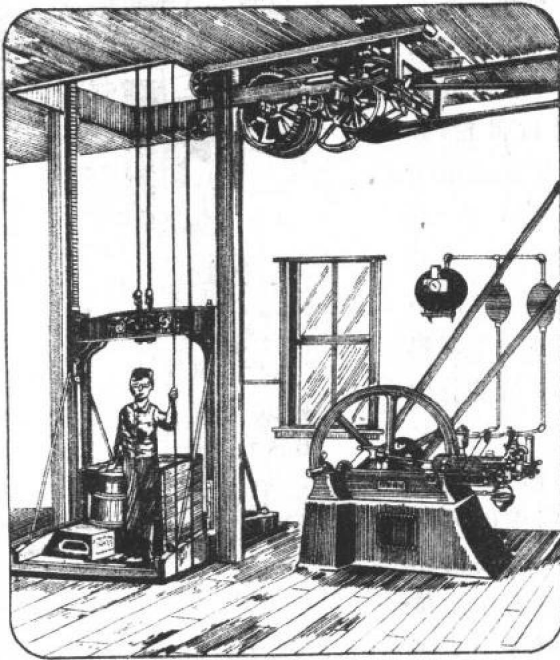


图 1-3 以蒸汽机为动力的升降梯

19 世纪 70 年代,美国奥的斯(Otis)公司设计的液压电梯的性能就已经相当不错。这种液压电梯驱动系统的机械结构如图 1-5 所示,所用液压缸为双作用液压缸。

图 1.6 所示的水平牵引液压缸驱动的液压电梯当时曾被大量

使用,这类电梯现在在美国费城也许还能见到。

19世纪末发明的交流电动机,为电梯的动力来源提供了一条新的途径,并最终促使电梯的蓬勃发展。19世纪就出现了使用交流异步单速或双速电动机作为动力的交流电梯,特别是双速电梯的出现,显著改善了电梯的工作性能。在20世纪初,美国奥的斯公司首先使用直流电动机为动力,生产出槽轮式驱动的直流电梯,从而为今天的高速度、高行程电梯的发展奠定了基础。1903年,在美国出现了曳引式电梯。1900年,美国奥的斯还制造了第一台自动扶梯。第二次世界大战期间及以后的几年内,电梯进入了高速发展阶段,新技术被广泛应用于电梯。这阶段各种直流电梯、交流电梯几乎统治了整个电梯市场。以下是二战后,电梯技术发展的几个里程碑式的事件。

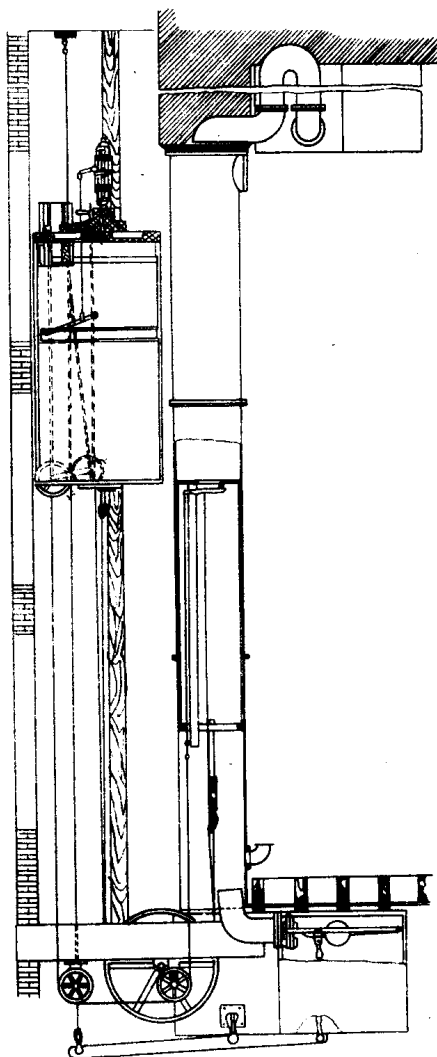


图 1-4 利用重力的简单升降机

1949年出现了群控电梯,首批4~6台群控电梯在纽约的联合国大厦使用。

1955年出现了小型计算机(真空管计算机)控制电梯。

1967年,晶闸管应用于电梯,使电梯拖动系统性能显著提高。

1971年,集成电路应用于电梯,第二年又出现了数控电梯。

最近几年,又出现了采用调压调频技术(VVVF)的电梯以及无齿轮等各种超高速电梯。

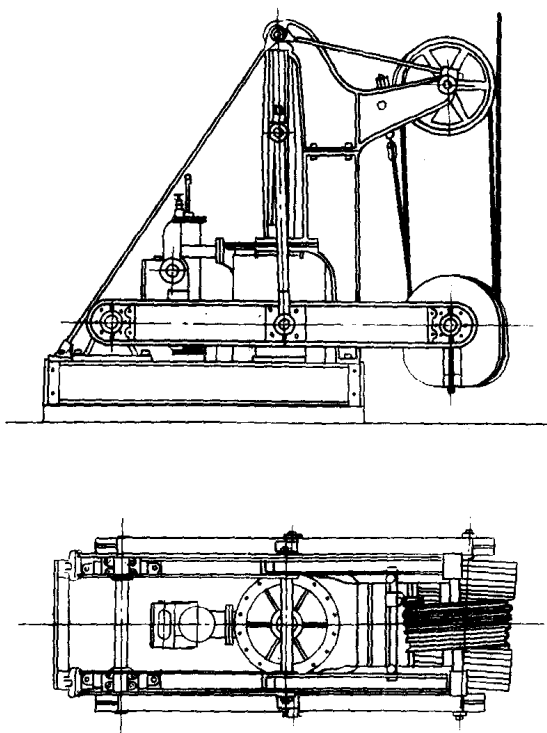


图 1-5 早期液压电梯的驱动系统

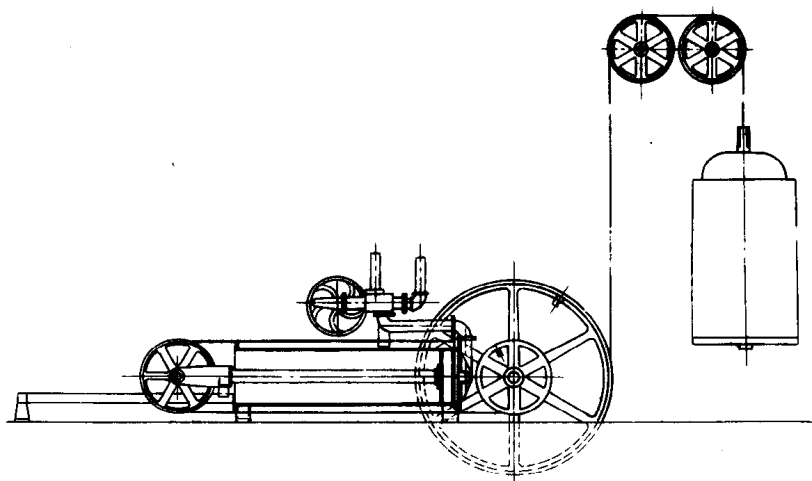


图 1-6 水平牵引液压缸驱动的液压电梯

第二节 电梯的分类

电梯的分类比较复杂,可以从不同的角度进行分类。

一、按用途分类

1. 乘客电梯 为运送乘客而设计的电梯。此类电梯运行速度较高,舒适性较好,有完善的安全保护装置,自动化程度高,装璜美观。

2. 客货电梯 为运送货物并有人伴随而设计的电梯。此类电梯一般载重量较大,运行速度及自动化程度较低。

3. 医用电梯 为运送病床而设计的电梯。具有轿厢长而窄的特点。

4. 载货电梯 为运送货物而设计的电梯,但不允许人员进入轿厢。此类电梯安全设施较简陋,主要供饭店、图书馆运送食品和图书等。

5. 住宅电梯 为在住宅楼中运送乘客而设计的电梯,一般比乘客电梯小,而且装饰简单。

6. 特种电梯 除了上述常用的几种电梯外,还有观光电梯、车辆电梯、船舶电梯等。

二、按速度分类

电梯没有严格的速度分类方法,国际上通常将电梯速度分成三档:

1. 低速电梯 速度小于 1m/s 的电梯(包括 1m/s)。
2. 快速电梯 速度介于 1m/s 和 2m/s 之间的电梯(不包括 1m/s 和 2m/s)。
3. 高速电梯 速度大于 2m/s 的电梯(包括 2m/s)。

三、按驱动方式分类

1. 交流电梯 曳引电动机是交流电动机。当电动机是单速电动机时,称之为交流单速电梯,速度一般不高于 0.5m/s ;当电动机是双速电动机时,称之为交流双速电梯,速度一般不高于 1m/s ;当电动机具有调压调速装置时,称交流调速电梯,速度一般不高于 1.75m/s ;当电动机具有调压调频装置时,称交流调压调频电梯(VVVF 电梯),速度可达 6m/s ;日本最新的样梯速度可高达 12.5m/s 。

2. 直流电梯 曳引电动机是直流电动机。当曳引机带有减速箱时,称之为直流有齿电动机,速度一般不高于 1.75m/s ;当曳引机无减速箱时,由电动机直接驱动曳引轮,称之为直流无齿电梯,速度一般高于 2m/s 。

3. 齿轮—齿条电梯 由齿轮在齿条上爬行驱动电梯。一般齿轮固定在构架上,电动机—齿轮传动机构装在轿厢上。

4. 液压电梯 靠液压缸的运动来驱动轿厢的运动,它又可以根据液压缸的支承方式分为直顶式、侧置 $2:1$ 、侧置 $4:2$,双缸侧置等等。

5. 斜齿轮电梯。

6. 无齿轮电梯。

四、按电梯控制方式分类

电梯的控制方式很多,可分为以下几类:

1. 轿厢内手柄开关控制 司机用轿厢内的手柄开关操纵电梯的起动,上、下行运动及停层。在停靠楼层位置的上、下 0.5~1m 之间有平层区域,到达平层区域后,司机将开关复回零位,电梯会以慢速自动平层。

2. 按钮开关控制 这是一种具有简单自动控制能力的电梯,有自动平层功能。

(1)厅门按钮控制 电梯由安装在各楼层厅门上的按钮箱进行操纵,操纵内容包括召唤电梯,指示目标楼层。各楼层间的指令是互相排斥的。

(2)轿厢按钮控制 电梯由安装在轿厢内的按钮箱操纵,电梯只接受轿厢内按钮的指令。

3. 信号控制 这是一种自动化程度较高的有司机的电梯控制方式。

一般电梯除了具有自动平层和自动开门的功能外,尚具有轿厢命令登记、厅外召唤登记、自动停层、顺向载停和自动换向等功能。

4. 集选控制 这是一种在信号控制基础上发展起来的,高度自动化的电梯。它除了具有信号控制系统具有的功能外,还具有掌握停站时间、自动应召服务、自动换向等功能,最主要的它可以实现无司机操纵。

5. 并联控制 两台电梯被并联在一起控制,共用厅门召唤信号,并具有集选功能。

6. 梯群程序控制 多台电梯集中布置,共用厅外召唤信号,按规定程序集中调度控制。电梯在工作中,按照当时客流情况,以轿厢负载、楼层呼唤的频繁程度、运行一周的时间间隔等为依据,自动选择或人工变换控制程序。它又可以分为:①四程序控制是将一天中客流情况分成四种,分别规定相应的运行控制方式;②六程序控制是将一天中客流情况分为六种,分别规定相应的运行控制方式。

7. 智能控制 由计算机根据客流情况,按照模糊控制或人工

智能控制理论,自动选择最佳控制方式。

第三节 液压电梯的基本结构

液压电梯是一种高科技的机、电、液一体化系统。它可以分为多个相对独立,但又相互协调配合的子系统。不同形式的液压电梯在住宅楼中可以有广泛的应用,图 1-7 所示是为不同住宅配套的

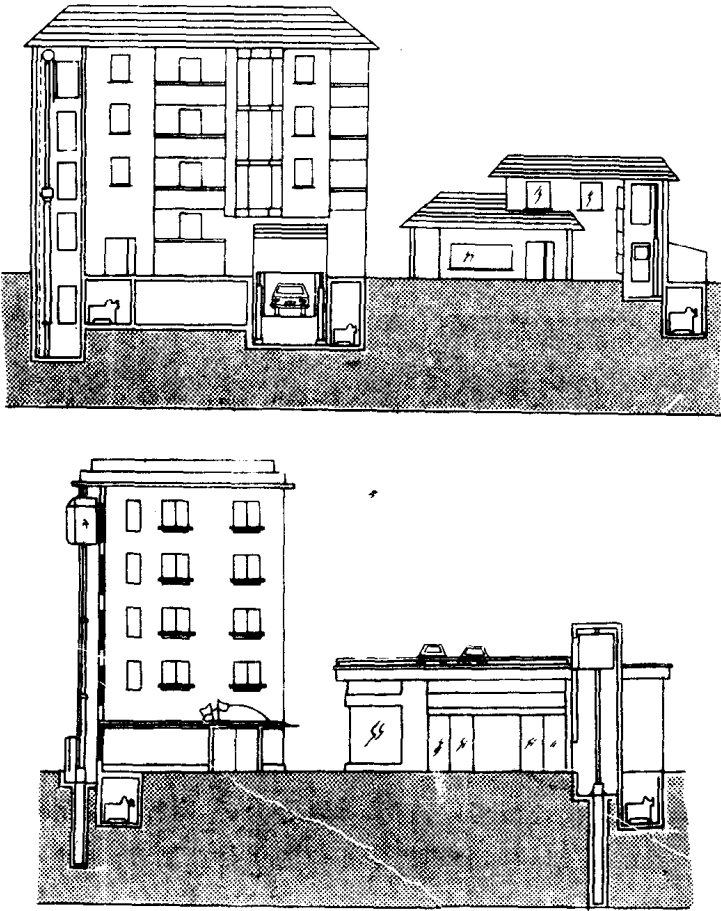


图 1-7 各种形式住宅液压电梯和汽车液压电梯

住宅液压电梯和住宅汽车电梯。图 1-8 是侧置直顶式液压电梯的剖面图,其控制信号流程如图 1-9 所示。

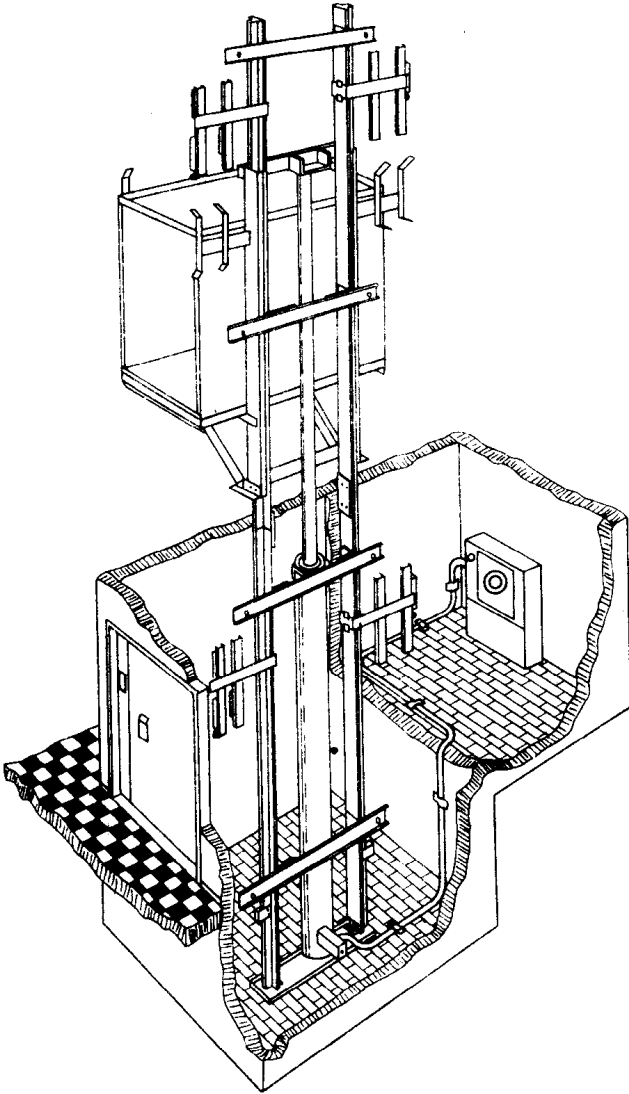


图 1-8 典型的侧置直顶式液压电梯结构简图

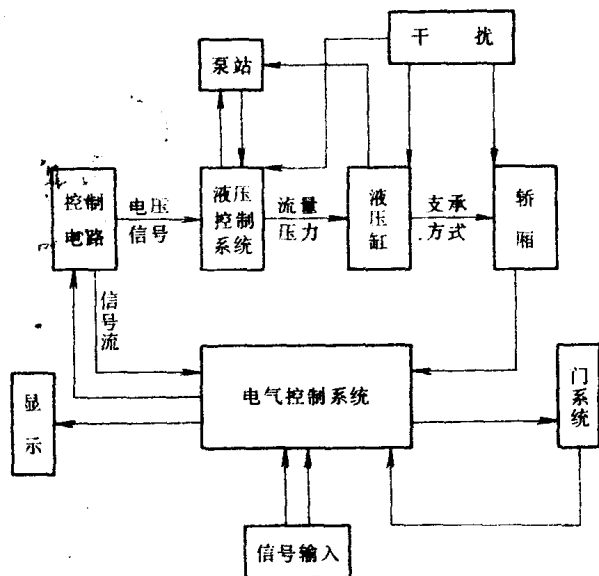


图 1-9 液压电梯控制系统及信号流向

一、泵站系统

组成 电动机、液压泵、油箱及附属元件等组成。

功能 为液压缸提供稳定的动力源,储存油液。

1. 电动机 为液压泵提供稳定的输入动力。

2. 液压泵 将电动机输入的机械动力转化为压力能,为液压系统提供在一定压力下的流量,输出压力一般为 $0\sim 10\text{MPa}$ 之间。

3. 油箱 主要功能有储油、散热、分离混入油中的空气,沉淀油液中的污染物等等。

二、液压控制系统

组成 由集成阀块、止回阀、液压系统控制电路等组成。

功能 控制电梯的运行速度,接收输入信号并操纵电梯的启动、运行、停止。

1. 集成阀块 对于阀控系统,在泵站输入恒定流量的情况下,控制输出流量的变化,并具有超压保护、锁定、压力显示等功能。对

于泵控系统,阀块常具有流量检测功能,还具有超压保护、锁定、压力显示等功能。

2. 止回阀 用于停机后锁定系统。

3. 液压系统控制电路 有开关系统和闭环比例系统之分。闭环比例系统,电路一般比较复杂,具有自动生成理想速度变化曲线,并有利用PID、模糊控制等技术来控制系统流量变化的功能;开关控制系统,电路比较简单,只能利用多个输入信号来控制液压系统电磁阀的启闭。

三、液压缸及支承系统

组成 由液压缸、支承系统等组成。

功能 直接带动轿厢的运动。

1. 液压缸 将液压系统输出的压力能转化为机械能,利用柱塞的机械运动来带动轿厢的运动。

2. 支承系统 随支承方式的不同,支承机械部件有很大差别(图 1-10)。

四、导向系统

组成 由导轨、导靴和导轨架组成。

功能 限制轿厢的活动自由度,使轿厢只能沿着导轨作升降运动。

1. 导轨 在井道中对轿厢的运动起导向作用,由钢轨和连接板组成。

2. 导靴 装在轿厢上,与导轨配合,强制轿厢沿导轨运动。

3. 导轨架 是支承导轨的组件,固定在井道中。

五、轿厢

组成 由轿厢架和轿厢体组成。

功能 用于直接运送乘客(或货物)。

1. 轿厢架 固定轿厢体的承重框架,由上梁、立柱、底梁等组成。

2. 轿厢体 容纳乘客(或货物)的工作部件,具有与载重量与服务对象相适应的空间。由轿厢底、轿厢壁、轿厢顶组成。