

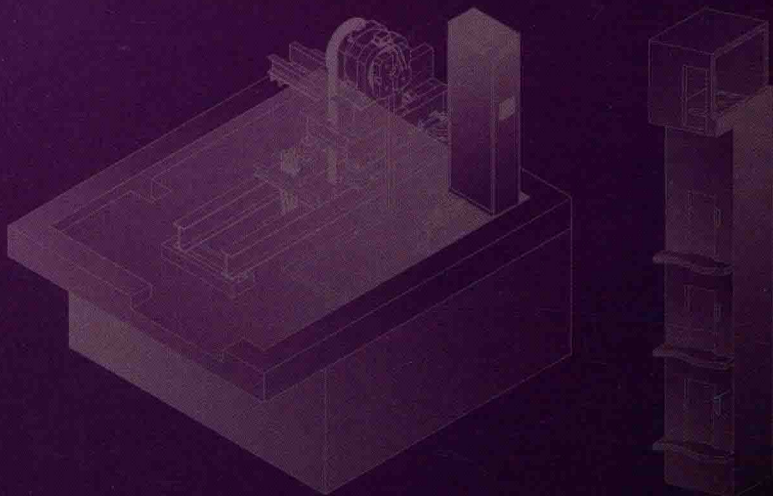
高等职业教育规划系列教材

垂直电梯

安装维护与保养

CHUZHIDIANTI
ANZHUANG WEIHU YU BAOYANG

王应 熊言福 著



高等职业教育规划系列教材

垂直电梯安装维护与保养

王 应 熊言福 著



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

垂直电梯安装维护与保养/王应,熊言福著. —北京:
中国轻工业出版社,2017.1

高等职业教育规划系列教材

ISBN 978-7-5184-1118-4

I. ①垂… II. ①王… ②熊… III. ①电梯—安装—
高等职业教育—教材②电梯—维修—高等职业教育—教材
IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 227773 号

内容简介

本书结合作者多年的垂直电梯研发设计和安装工程管理经验,根据电梯行业相关国家标准的要求,从技术角度系统地阐述了垂直电梯各零部件的工作原理和安装工艺,从管理角度全面地介绍了电梯安装维护保养管理的方法和流程。书中通过三维仿真模拟装配技术和大量的实际案例图解分析了垂直电梯在安装过程中所遇到的问题及解决方法,通俗易懂,是一本理论与实践相结合的应用型教材。

本书可作为大专院校电梯工程专业方向的教材,也可以作为从事垂直电梯销售、土建、设计、安装、维保等相关技术及管理人员的培训教材和参考资料。

责任编辑:杨晓洁

策划编辑:王 淳

责任终审:孟寿萱

封面设计:锋尚设计

版式设计:宋振全

责任校对:吴大鹏

责任监印:马金路

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:三河市万龙印装有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2017年1月第1版第1次印刷

开 本:710×1000 1/16 印张:16.75

字 数:330千字

书 号:ISBN 978-7-5184-1118-4 定价:34.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

160739J1X101HBW

前 言

李克强总理在十二届全国人大四次会议的政府工作报告中提到,鼓励企业开展个性化定制、柔性化生产,培育精益求精的工匠精神,增品种、提品质、创品牌。“工匠精神”首次出现在政府工作报告中,足以说明发扬工匠精神,培养高技能人才已经上升到国家战略。

中国电梯协会李守林理事长在行业工作会议中指出,中国电梯业正由快速发展期进入调整期,以市场增量驱动为要素的发展阶段已经结束,取而代之的是以创新为驱动力的新时代的到来。电梯行业正面临着两个重大的调整:一是产业结构的调整,由制造业向服务业转变;二是产品结构的调整,个性化订单式生产成为未来发展的主流,安装、改造、维修、保养将成为重要的市场需求,同时促使行业产品结构向智能化、信息化转变。根据科学的测算,未来电梯行业每年总体需求的增长率不会降低到10%以下,但是制造业和服务业的比例会不断调整,制造业的比例相对减少,服务业的比例将不断提升。根据电梯行业的发展趋势我们可以看到,制造业比例在减少的同时,也在不断地智能化,机器代替人已是大势所趋。但服务业比例在增长的同时,对安装、维保的高技能人才需求将愈发迫切。

结合国家的发展战略和电梯行业的市场需求,全国各地的大专院校掀起了开办电梯工程技术专业的热潮,为社会培养输送电梯专业人才在不断努力着。作为资深的电梯从业人员,我们也在为编写优秀的电梯专业教材不断努力着。经过两年的筹备,《垂直电梯安装维护与保养》终于和大家见面了。本书结合作者多年的垂直电梯研发设计和安装工程管理经验,根据电梯行业相关国家标准的要求,从技术角度系统地阐述了垂直电梯各零部件的工作原理和安装工艺,从管理角度全面地介绍了电梯安装维保管理的方法和流程。书中通过三维仿真模拟装配技术和大量的实际案例图解分析了垂直电梯在安装过程中所遇到的问题及解决方法,通俗易懂,是一本理论与实践相结合的应用型教材。

本书由苏州德奥电梯有限公司王应、熊言福合著。苏州信息职业技术学院徐兵、苏州德奥电梯有限公司沈华、苏州远志电梯培训有限公司顾德仁对本书的写作提供了大力支持。苏州信息职业技术学院戴茂良、钱伟红,苏州德奥电梯有限公司于丽勇、葛晓东、宋艾峰、丁卫江、王建国、李勤勇、项风中、钱建平、杨健强等专业老师和工程师对本书提出了诸多的宝贵建议,在此深表感谢!

著者

2016年8月

目 录

第一章 垂直电梯安装基础知识	1
第一节 垂直电梯的结构原理及类型	1
第二节 电梯井道知识及土建勘测	6
第三节 垂直电梯土建布置图	21
第四节 垂直电梯的总体结构及专业术语	29
第二章 垂直电梯安装的基本工艺及流程	31
第一节 垂直电梯安装的基本工艺	31
第二节 电梯安装管理基本流程	35
第三节 电梯安装、改造、维修监督检验流程	38
第三章 电梯安装项目管理及安全管理	49
第一节 项目管理的基本知识	49
第二节 电梯安装现场的项目管理案例分析	55
第三节 电梯现场安全管理	61
第四章 垂直电梯安装前的准备工作	78
第一节 人员和安装工具准备	78
第二节 无脚手架安装顶层工作平台的制作	86
第三节 制作样板架和放样线	91
第五章 机房设备安装	101
第一节 机房部件布置结构及图解	101
第二节 机房部件安装步骤	109
第三节 机房部件安装方法及技术要求	111
第六章 脚手架井道内设备安装	115
第一节 底坑设备安装	116
第二节 轿架安装	126
第三节 对重架安装	140
第四节 悬挂钢丝绳	147

第五节	安装对重块	156
第六节	调整轿架	159
第七节	安装轿厢移动工作平台	160
第八节	悬挂随行电缆和轿顶、轿底装置安装	163
第九节	限速器安装	168
第十节	慢车调试	171
第十一节	安装其他导轨	177
第十二节	安装层门系统	181
第十三节	轿厢及轿门系统安装	188
第十四节	补偿链安装	197
第十五节	有脚手架井道设备安装	199
第七章	电气设备安装与调试	204
第一节	电气部件安装	204
第二节	垂直电梯电气布线	208
第三节	快车调试	211
第八章	垂直电梯的验收检测	217
第一节	垂直电梯的验收条件	217
第二节	垂直电梯的验收检测	218
第九章	垂直电梯的维修和保养	225
第一节	电梯维修保养的未来发展趋势	225
第二节	垂直电梯维修保养细则	227
第三节	垂直电梯的典型系统故障分析	251
参考文献	262

第一章 垂直电梯安装基础知识

在日常生活中，我们讲的交通工具一般指水平运输交通工具，比如汽车、火车等。但随着城市楼宇逐步发展，一种垂直运输交通工具应运而生，这就是我们所讲的电梯。由于现代楼宇越建越高，所以电梯已经成为人们日常生活中一个必不可少的交通工具。广义上说的电梯包含垂直升降电梯和倾斜式电梯，其中倾斜式电梯就是我们经常见到的自动扶梯和自动人行道。由于商场、公共交通等场所的人流量很大，所以一般情况下都配置自动扶梯或自动人行道。人们乘坐电梯除了感官上能感受到电梯的舒适性以外，对电梯的安全性更加关注，特别是近几年媒体报道的电梯安全事故也在增多，引起人们对电梯安全的一些担忧。

电梯到底安不安全？这可能也是大家经常在思考和关心的问题。从电梯设计的角度来说，电梯是非常安全的。由于电梯是属于一种公共交通型的特种设备，必须保证使用人的人身安全，针对电梯在使用和检修过程中，任何可能对人身安全构成伤害的因素，国家制定了相关的一系列电梯行业标准。比如 GB7588—2003《电梯制造与安装安全规范》等。同时为了保证这些标准的严格实施，国家制定了《特种设备安全法》。因此电梯产品设计必须严格依据相关的电梯标准。这样就保证了电梯出现因设计缺陷造成事故的概率非常小。同时，新研发的产品必须安装到试验塔，还必须经过国家专业的型式试验机构严格检验，并出具合格报告后方可生产、销售。另外每个项目的电梯安装后还必须经过当地质检局验收并颁发合格证后方可交付用户使用。理论上讲，电梯是很安全的交通工具。那么电梯为什么还会出现那么多安全事故呢？其关键就在电梯的安装和后期的维护保养。在电梯行业内有句俗语：“电梯三分在制造七分靠安装”，可见电梯的安装和维保是至关重要的。

本章将从电梯的基本结构及类型开始，介绍电梯与建筑物的关系、电梯井道、电梯土建布置图及土建勘测、电梯安装的基本流程及工艺、常用术语等，希望能为读者建立一个系统的电梯安装理论知识的概念。

第一节 垂直电梯的结构原理及类型

一、电梯的分类及特点

1. 按电梯井道结构分类

(1) 有机房电梯 在建筑物的楼顶上面有一个独立的机房，用于安装曳引

机、控制柜、限速器等部件，如图 1-1 (a) 所示。

(2) 无机房电梯 电梯井道没有独立机房，一般情况下，曳引机安装在建筑物的最顶层井道侧边，控制柜安装在最顶层厅门的边上，如图 1-1 (b) ~ (f) 所示。

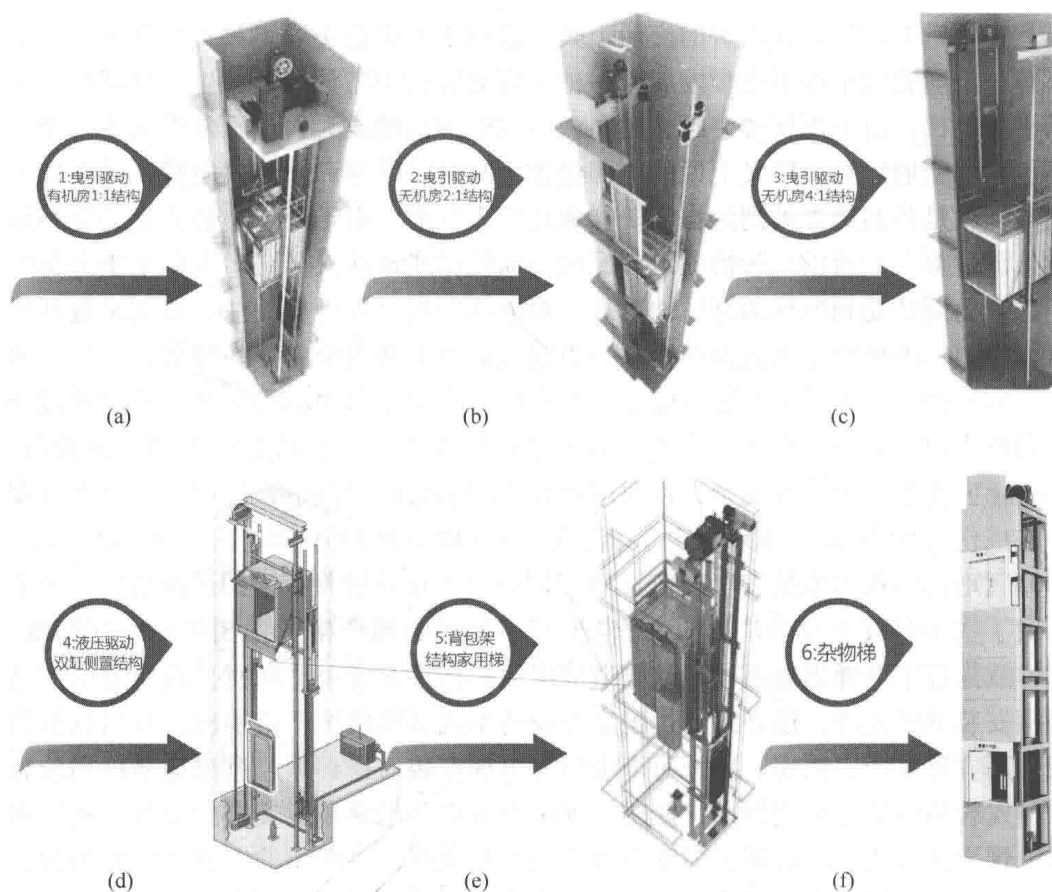


图 1-1 按电梯井道结构分类

2. 按驱动方式分类

(1) 曳引式驱动电梯 曳引式驱动是采用曳引轮作为驱动部件。钢丝绳悬挂在曳引轮上，一端吊轿厢，另一端悬吊对重装置，由钢丝绳和曳引轮之间的摩擦产生曳引力驱动轿厢作上下运动，它是目前最常用的电梯驱动方式。而钢丝绳绕法有多种方式，钢丝绳的绕绳比一般叫曳引比，实际上就是一滑轮组原理，电梯的额定载重和速度就是由此决定的。一般情况下，曳引驱动根据电梯的曳引比来分，最常用的有如下几种：①曳引比 1:1 结构；②曳引比 2:1 结构；③曳引比 4:1 结构。其原理如图 1-2，图 1-3 所示，后面会做重点详细介绍。随着现代新技术、新材料的发展，目前出现采用钢带、碳纤维材料来替代钢丝绳。

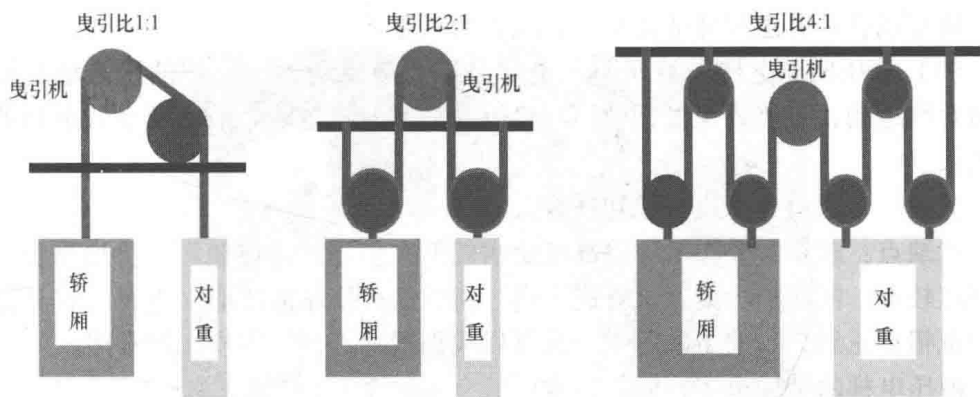


图 1-2 钢丝绳绕绳比原理图

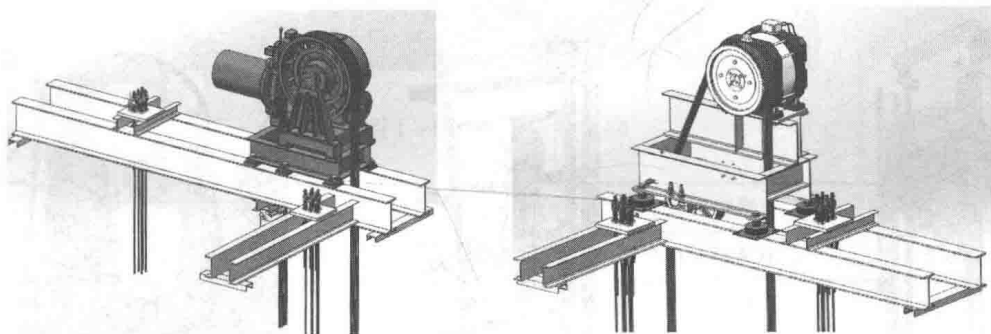


图 1-3 曳引式驱动原理图

(2) 卷筒式驱动电梯 卷筒式驱动电梯也叫强制驱动电梯，常用两悬挂的钢丝绳，一正一反缠绕在卷筒上，分别与轿厢和对重相连（可以没有对重），通过卷筒的转动带动轿厢上下运动，见图 1-4 所示，原理就如同中国古代提水用的辘轳，见图 1-5 所示。与曳引式电梯相比较，其最明显的缺点是提升高度受限、能耗高、速度慢，所以在实际应用中很少使用。

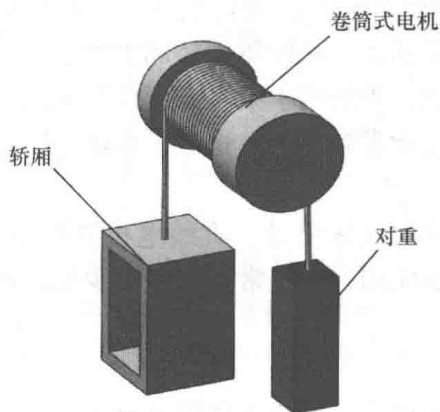


图 1-4 卷筒式驱动电梯原理

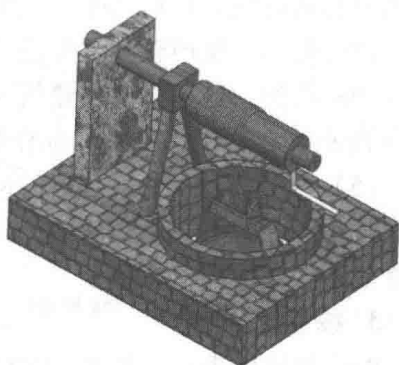


图 1-5 中国古代提水用的辘轳

适用场合：井道尺寸非常小，无法布置对重。

(3) 液压驱动电梯 液压驱动电梯是通过液压动力源，把油压入油缸使柱塞做直线运动，直接或通过钢丝绳间接驱动轿厢上下运动。液压驱动式电梯的历史较长。

分类：一般可分为直顶式和柱塞式。

优缺点：载重量大和对顶层高度要求较低，但是其缺点较多：价格昂贵、提升高度较低、液压油污染、保养成本高，所以很少使用液压驱动电梯，在日常生活中也很难见到，目前主要用于一些货梯或别墅梯，但是国外比较常用。

液压电梯的结构很多，但是最常用的有双缸 2:1、单缸 2:1，单缸 4:2，直顶式。基本结构及原理如图 1-6，图 1-7，图 1-8 所示。

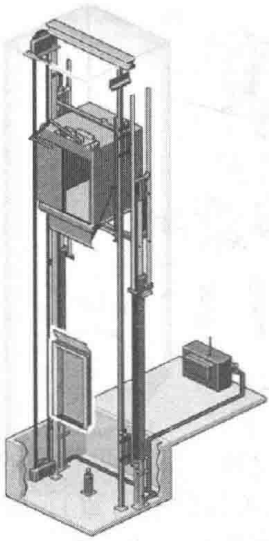


图 1-6 双缸液压电梯

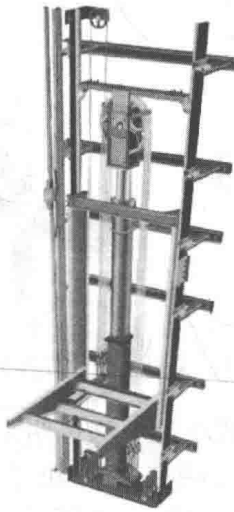


图 1-7 单缸液压电梯

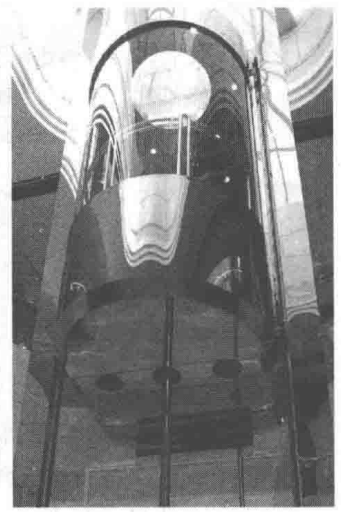


图 1-8 直顶式液压电梯

(4) 齿轮齿条驱动电梯 齿轮、齿条驱动电梯的原理是通过安装在轿厢上的电机驱动齿轮，然后与桁架上的齿条啮合来运动，从而驱动轿厢上下运动，由于运行时振动、噪声较大，舒适感很差等缺点，无法用于乘客。所以目前已划入建筑升降机类，这种电梯在建筑工地上可以经常看到，所以也叫工程电梯，见图 1-9 所示。在这里也不做详细介绍。

(5) 其他驱动方式 电梯还有链条链轮、气压驱动、直线电机直接驱动、螺旋驱动等。由于在电梯的设计和研发中很少应用，在日常生活中很少见，所以在这里不做介绍。

3. 按速度分类

电梯按速度进行分类并没有统一的标准和规定，目前通常划分如下：



图 1-9 齿轮齿条电梯

类别	低速电梯	中速电梯	高速电梯	超高速电梯
额定速度/ (m/s)	$v \leq 1.0$	$1.0 < v \leq 2.0$	$2.0 < v \leq 5.0$	$v > 5.0$

4. 按用途分类

(1) 乘客电梯 乘客电梯是指为运送乘客而设计的电梯，以运送乘客为主，对舒适性和安全性要求较高。它被运用于高层住宅或商场、酒店等一些人流量较大的公共场合。载重一般在 2000kg 以下，GB7588—2003 规定按每人 75kg 计算载人数量。代表其技术水平的主要性能指标是电梯的速度。速度越高，设计难度及安装难度就越大。

(2) 载货电梯 载货电梯是指为运送货物的电梯，一般是重量比较重的货物，有时需要将叉车开进轿厢里，它广泛适用于工厂，所以在轿厢结构上与乘客电梯也有些区别。代表其技术水平的主要性能指标是电梯的额定载重。载重越高，设计难度及安装难度就越大。

(3) 观光电梯 观光电梯是指乘客在乘坐电梯时可以观看外面景色的电梯，轿厢的材质采用安全夹胶玻璃，实际上也就是在乘客电梯的基础上更换一个玻璃轿厢（图 1-10）。

(4) 医用电梯（病床电梯） 医用电梯是指运送病床及相关医疗设备的电梯。除电梯的轿厢尺寸比较特殊外，在结构上和乘客电梯没有什么区别。根据使用需求，可能会增加一些残障功能（包含残疾人操纵箱、盲文按钮、语音报站、扶手、后壁镜）。

(5) 家用电梯 家用电梯是指安装在私人住宅中，仅供单一家庭成员使用

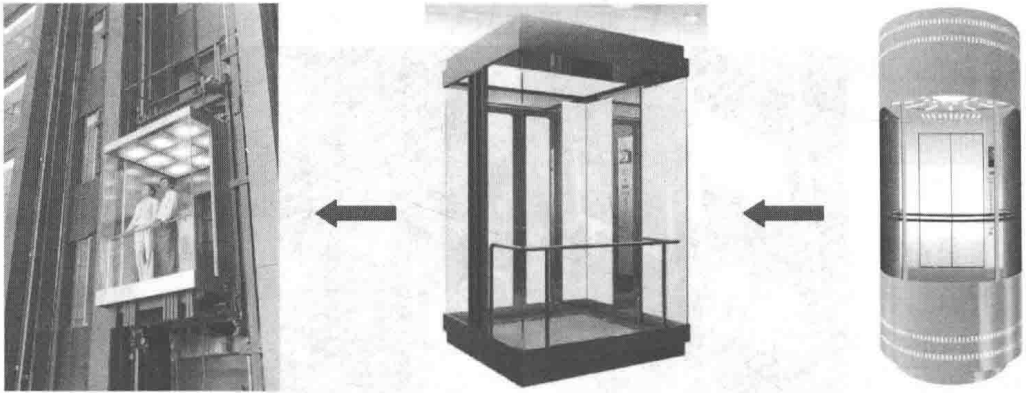


图 1-10 观光电梯

的电梯，其特点是井道空间、载重、速度、轿厢尺寸都很小，目前还没有国家强制标准。

(6) 汽车电梯 汽车电梯主要是运送汽车的电梯，其特点是轿厢很大，常用于立体停车场、汽车 4S 店等场合。

(7) 杂物电梯 杂物电梯是指服务于规定层站的固定式提升装置，主要运送重量很轻的货物（质量在 300kg 之内），轿厢内不能进人。适用于酒店运菜、电子类工厂等场合，故名又叫餐梯。

(8) 特种电梯 特种电梯是指在一些特殊场合使用的电梯，比如船用电梯（要求能在摇晃中运行）、防爆电梯（运送特殊化学危险品）等，对电梯的设计及材料都有特殊的要求。

思考题：

1. 电梯常用哪些分类方式、每种类型下又有哪些分类方法？
2. 电梯按驱动方式分，最常用的是哪种驱动方式及原理？
3. 乘客电梯的载重为 1600kg，操纵箱铭牌上对应的人数是多少？

第二节 电梯井道知识及土建勘测

电梯的井道与建筑物有着非常密切的关系，它是建筑物的一部分。在本系列教材《垂直电梯构造及原理》一书第五章导向系统中讲到，电梯的轿厢和对重是沿着导轨做上下运动的，导向系统包括导轨、导轨支架、导靴。由于电梯的导轨是通过导轨支架固定在井道里，通常情况下是打膨胀螺栓固定。电梯导向系统，门系统、曳引系统都与井道有直接的关联，所以电梯对建筑中电梯井道结构有很高要求。

一般情况下，建筑设计院设计图纸时，电梯的品牌并没有确定，主要参考一

些大公司的电梯土建布置图，所以电梯井道在设计建筑蓝图时基本已经确定。由于每家公司电梯结构有所不同；同时建筑设计单位对各种电梯的结构也不是非常了解。所以就导致了最终建好的电梯井道不能完全符合电梯的安装要求。因此，后续就会涉及电梯井道的改造。本章节将结合国标 GB7588—2003、电梯的井道结构以及日常工作遇到的井道问题，对电梯井道的基本知识和井道整改方案做一个详细的介绍。

一、电梯井道的基本要求

- 1) 井道应该是全封闭的，除 GB7588—2003 的 5.2.1.1 规定允许的开孔外；
- 2) 电梯对重应与轿厢在同一井道内（观光电梯可除外）；
- 3) 井道的圈梁间距必须要满足电梯土建布置图和 GB/T 10060 的 4.2.1 要求；
- 4) 底坑地面、机房承重点、机房吊钩、圈梁的承受力需满足电梯的土建要求；
- 5) 如果井道相邻层站间距大于 11m 时，应设置井道安全门；
- 6) 电梯井道内不能存在有与电梯不相关的其他建筑设备设施。

二、电梯井道的种类及特点

1. 全混凝土结构井道

整个井道都是混凝土浇筑的，这种结构对电梯的安装最有利，如图 1-11 (a) 所示。

2. 圈梁结构井道

就是采用混凝土圈梁浇注井道的框架，然后用砖头填充。目前建筑公司为了减少建筑成本，所以土建设计上采用这种结构的很多，由于电梯的国标对导轨支架间距有明确要求，间距不能大于 2500mm，而每家电梯公司在设计时也会有公司自己的标准，一般情况下圈梁间距是 2000mm。一些大吨位载货电梯是 1500mm，在电梯公司的土建布置上都会有明确标注。所以建筑设计单位一般都根据电梯公司的图纸设计圈梁间距和位置，同时还必须浇注门头梁来固定层门装置如图 1-11 (b) 所示。在实际工作中经常会遇到圈梁间距不符合要求需整改的情况。

3. 砖墙结构井道

电梯井道除了建筑物的每层楼板外，都是砖墙；这种井道给安装会带来很大麻烦。只有楼板的地方可以打膨胀螺栓来固定导轨支架，而层间距一般都在 3000mm 左右，甚至更大，这就无法满足国标要求和电梯公司的设计要求，这种情况在电梯实际安装中会经常遇到。所以，这种电梯井道必须经过整改才能满足安装条件。目前常用的方案：其一，在井道的内表面用槽钢将其与楼板等建筑可以承载力的地方相连接，从而将没有圈梁的那档导轨支架所受的力传到建筑物能承载力的地方。其二，将没有圈梁的那档导轨支架采用穿墙螺栓来固定，即通过两块钢板放在井道内外表面，再通过穿过墙体的螺栓将两块钢板夹紧固定，所有

导轨支架固定好后，再用角钢通过焊接将所有导轨支架连接在一起，但是这个方案在很多地方，质检局是不认可的，如图 1-11 (c) 所示。

4. 钢结构井道

钢结构井道就是通过方管等钢材焊接的钢结构井道。一般情况下，观光电梯会使用这种钢结构井道；或者建筑物在设计时未考虑安装电梯，后来通过外挂式加装的电梯。由于电梯钢结构井道比较特殊，对受力要求很高。一般情况下，电梯公司是没有钢结构设计资质的，所以钢结构电梯井道必须由具有建筑设计资质的公司设计，并且具有资质的施工单位方可施工，如图 1-11 (d) 所示。

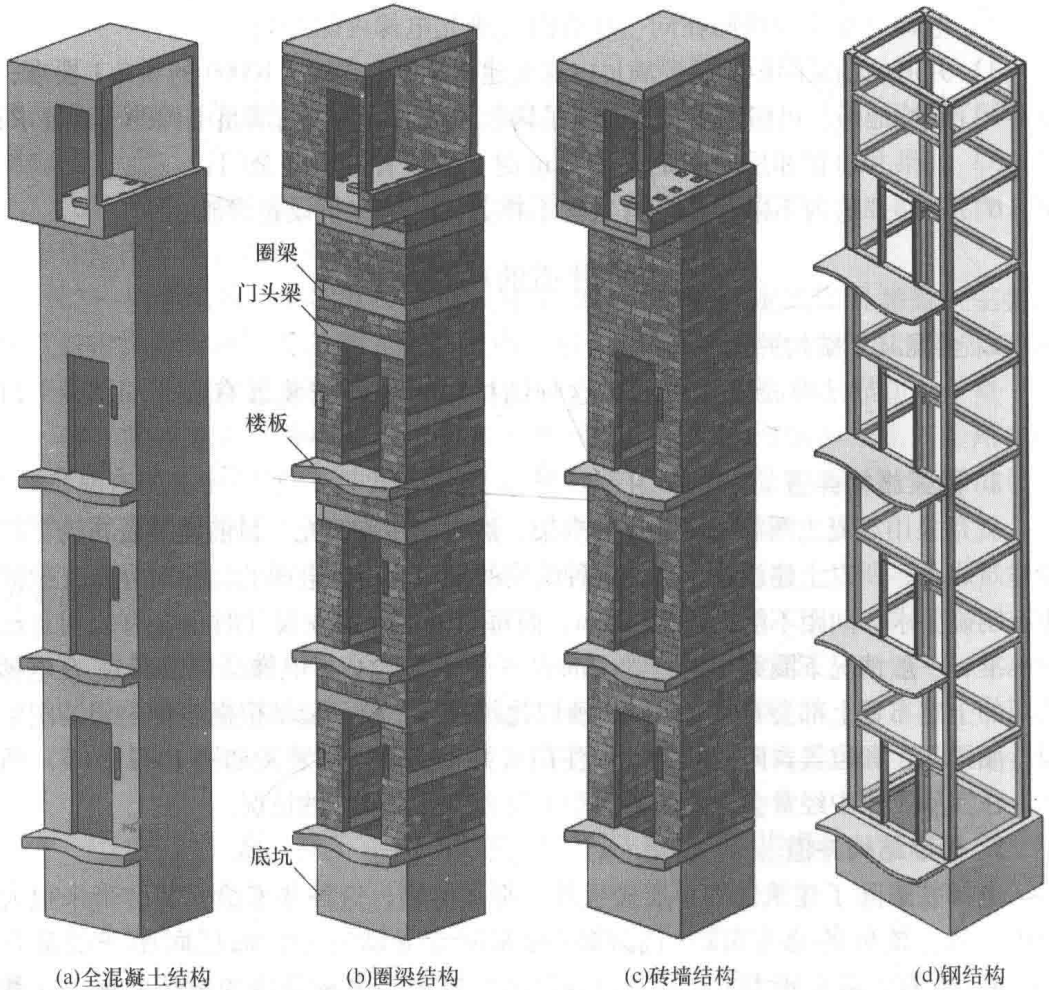


图 1-11 钢结构电梯井道结构

三、电梯井道的基本参数

电梯的井道结构对电梯的现场装配起到决定性作用，井道中多一条梁或少一

条梁、尺寸大小、垂直度多少等都会影响电梯的安装，如不合适会导致电梯无法安装。因此，学习电梯安装前，首先要学会电梯井道的基本参数和测量，这一步至关重要，电梯井道的基本构造如图 1-11 所示。

1. 电梯井道的基本参数

井道宽度 HW、井道深度 HD、顶层高度、底坑深度、层高、提升高度、门洞宽、门洞高，详见图 1-12 所示。

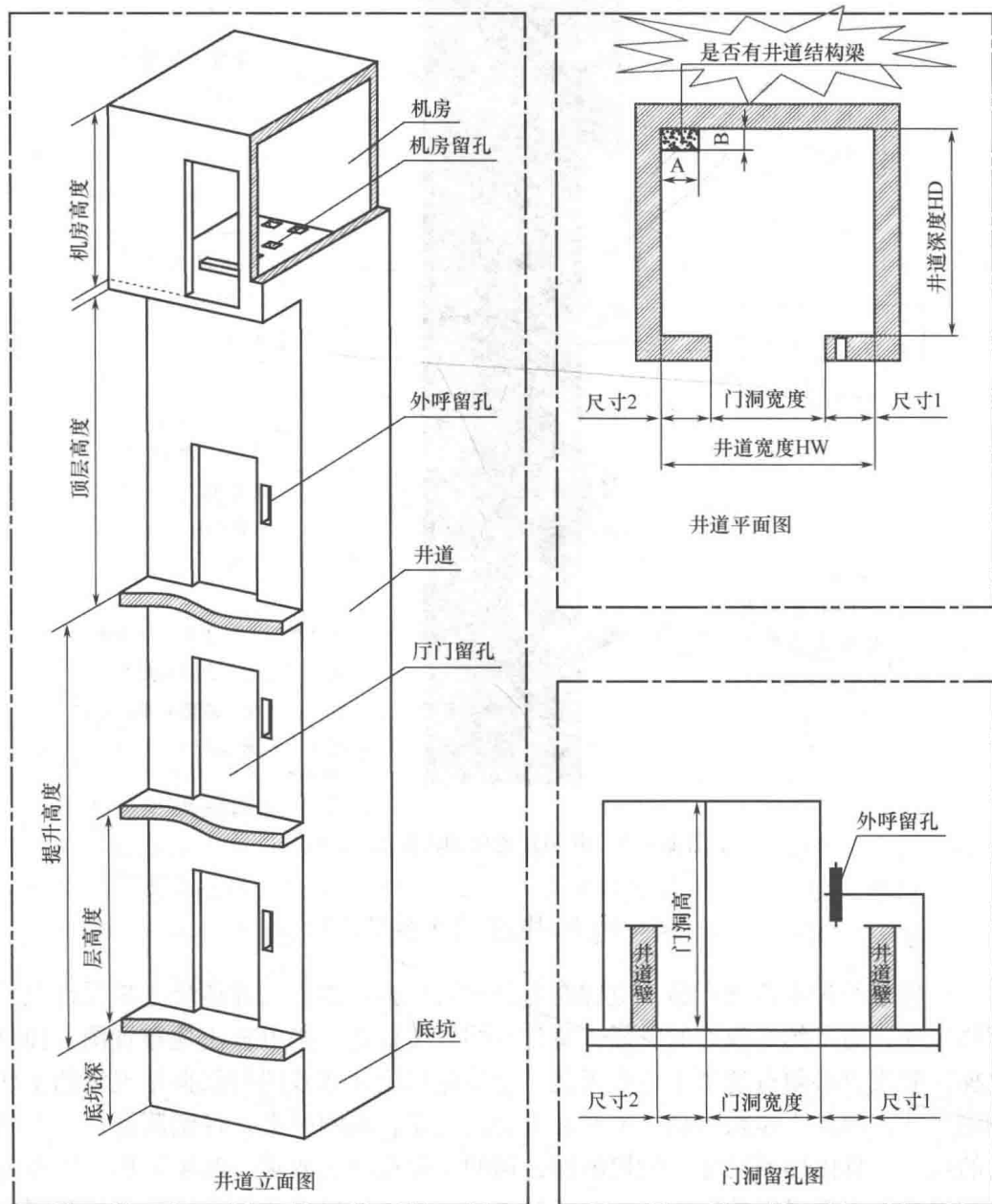


图 1-12 电梯井道的主要技术参数

2. 需要注意的地方

井道的结构、圈梁间距、门头梁、井道是否有结构梁凸出梁、机房是否有高台、机房是否有吊钩等，详见图 1-13 所示。

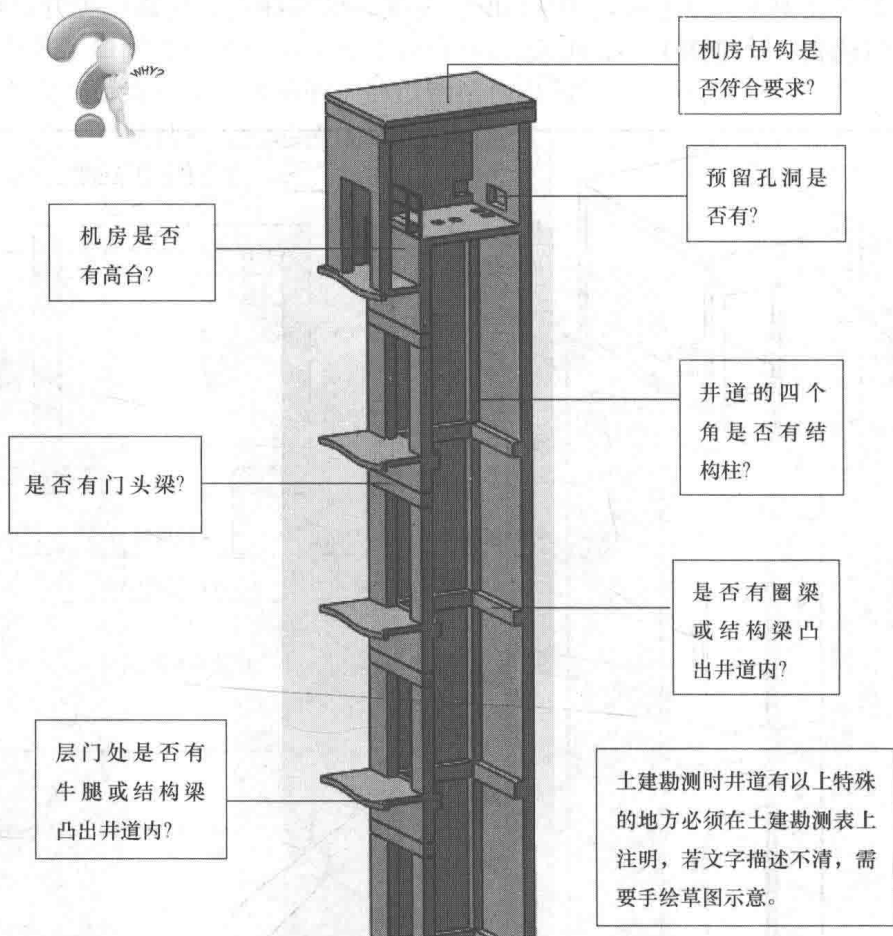


图 1-13 电梯井道勘测需注意的地方

四、电梯井道的土建勘测





电梯是一种定制化产品，电梯制造公司需要根据用户的井道尺寸来设计电梯规格尺寸，为了约定双方的责任，签订合同时需要有一张电梯土建布置图，而且电梯在验收也必须有这张土建布置图。绘制电梯土建布置图的依据是现场的土建勘测尺寸，因此土建勘测是一项非常重要的工作，勘测时必须仔细测量每一个所需的尺寸，具体勘测尺寸一般按电梯公司的土建勘测表要求，此项工作一般由电梯公司的工程部或安装队来完成。最好是由用户建设单位监理及安装单位共同参与勘测。电梯井道勘测需注意的地方见图 1-13。

1. 勘测工具

勘测工具见表 1-1, 所使用的量具必须处于计量检测合格周期内。

表 1-1

勘测工具

序号	工具名称	规格	图片	用途
1	钢卷尺	5m		测量井道、机房宽、深、高
2	红外线测距仪	—		测量层高、顶层及底坑深度
3	钢丝	$\phi 1\text{mm}$		测井道垂直误差
4	吊锤	3~5kg		测井道垂直误差时绷直钢丝用
5	油桶注水	10L		阻尼钢丝吊锤晃动
6	强光手电	—		勘测照明用

2. 井道的垂直偏差测量方法

在井道顶端放下一根钢丝铅垂线, 使吊锤下至底坑 (不触地), 吊锤可浸没在水桶内, 待吊锤基本静止后测量井道顶部的垂线距离井道壁与底坑部位垂线距同侧井道壁水平距离, 测出垂直偏差。根据国家 GB/T 7025.1—2008《电梯主要参数及轿厢、井道、机房的型式与尺寸》的规定, 井道垂直偏差值为:

井道深度垂直偏差量: $A - B = C$

井道宽度垂直偏差量: $X - Y = Z$

C 或 Z 的单侧允许偏差值为: ①高度 $\leq 30\text{m}$ 的井道 $0 \sim +25\text{mm}$; ② $30\text{m} <$ 高度 $\leq 60\text{m}$ 的井道 $0 \sim +35\text{mm}$; ③ $60\text{m} <$ 高度 $\leq 90\text{m}$ 的井道 $0 \sim +50\text{mm}$ (图 1-14)。