

楼梯

LOUTI

YANGTAI

阳台



YUPENG

和雨篷

程文瀟 主编

设计

第二版

SHEJI

东南大学出版社

TU226
C-859.2

楼梯·阳台和雨篷设计

第二版

程文瀼 主编

程文瀼 袁必果
陈祖述 程 丽 编著

东南大学出版社

889353

内 容 提 要

本书讲述普通形式和特殊形式的楼梯、阳台和雨篷设计。阐述其建筑设计和结构设计的原理、方法,并对一些有代表性的楼梯、阳台和雨篷给出了工程实例,既有计算书又有施工图。同时还给出了有关板、水平曲梁、螺旋楼梯的内力计算图表和圆截面混凝土偏压及受弯构件的承载力计算图表。本书可作为建筑师、结构工程师、土建工程技术人员和高等院校师生的参考用书。

责任编辑:刘柱升

责任校对:陈东方

楼梯·阳台和雨篷设计

第二版

程文瀾 主编

程文瀾 袁必果

陈祖述 程 丽

编著

东南大学出版社出版发行

南京四牌楼2号 邮编 210096

江苏省新华书店经销 南京通达彩色印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张:24.5 字数:596 千

1998 年 12 月第 2 版 1998 年 12 月第 2 次印刷

印数:15001~20000 册

ISBN 7—81050—382—0/TU·40

定价:38.00 元

序

1993年1月本书出版后,得到了广大读者的厚爱,认为能深入浅出,具体实用。现在应东南大学出版社的要求对本书进行修订再版,这次修订主要是在第一版的基础上对部分内容作了补充修订,并增加了板式楼梯设计用表之二及圆形截面混凝土偏压和受弯构件的正截面承载力计算图表等内容。

目前,在楼梯、阳台和雨篷的设计中,大致有两种情况。

第一种情况是,在设计普通形式的楼梯、阳台和雨篷时,由于不重视或者概念不很清楚,往往会发生一些错误。例如,楼梯布置不合理、画法错误、梁板尺寸和配筋不当等,有时甚至会发生阳台和雨篷翻塌的工程事故。考虑到这种情况,本书首先介绍了普通形式的楼梯、阳台和雨篷,比较全面地阐述了它们的建筑设计和结构设计的一般原理及方法。

第二种情况是,随着建筑事业的发展,特殊形式的楼梯、阳台和雨篷愈来愈多。经常碰到的有板式悬挑楼梯、螺旋楼梯、有中柱的盘旋楼梯、转角阳台、弧形阳台和大雨篷等。为了适应这种情况,本书也比较详细地讲述了特种楼梯、阳台和雨篷的内力计算、变形验算、截面计算和配筋构造等内容。

为了使所讲的内容易于被广大工程技术人员接受,并能运用到实际工程中去,本书采取了两个措施。一是在讲述力学计算时,尽可能从一般的数学和力学知识出发,突出物理概念和几何概念,力求通俗易懂。二是对每一种形式的楼梯、阳台和雨篷起码都有一个工程设计实例,有比较详细的计算过程,并给出了施工图。

在荷载、截面计算以及构造方面,本书是以我国新颁布的《工业与民用建筑结构荷载规范》GBJ 9—87、《混凝土结构设计规范》GBJ 10—89为依据的。

本书由结构工程博士生导师程文瀾教授主编,袁必果、陈祖述和程丽三位教授参加了编写,具体分工如下:

- 第1章和第8章的8.1节由程丽编写;
- 第2章、第3章、第4章由陈祖述编写;
- 第5章、第6章、第7章由程文瀾编写;
- 第8章的8.2节~8.7节由袁必果编写;

附录由江东和程文灏编写。

全书由程文灏审阅。孟少平副教授以及程教授的学生高级工程师任振华博士、江东博士和工程师方向硕士以及蔡丹绎博士、吴晓莉硕士也参加了一部分编写工作和计算工作,在此表示感谢。

由于我们水平所限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正,以便订正。

程文灏

于东南大学土木工程学院

1998年1月

目 录

1 楼梯的建筑设计

1.1 概 述	(1)
1.1.1 楼梯设计的一般要求	(1)
1.1.2 楼梯的种类和形式	(1)
1.1.3 台阶、坡道、自动楼梯和电梯简介	(4)
1.2 楼梯的建筑设计	(7)
1.2.1 楼梯的组成	(7)
1.2.2 楼梯的一般尺度	(10)
1.2.3 双跑楼梯的设计示例	(14)
1.2.4 楼梯间入口处高度不足的解决办法	(18)
1.3 楼梯的构造处理	(21)
1.3.1 现浇钢筋混凝土楼梯	(21)
1.3.2 装配式钢筋混凝土楼梯	(21)
1.3.3 栏杆、栏板与扶手的构造	(22)

2 现浇板式楼梯结构设计

2.1 结构组成	(30)
2.2 斜板的设计	(32)
2.2.1 荷载计算	(32)
2.2.2 内力计算	(33)
2.2.3 截面设计及构造要求	(34)
2.3 平台板设计	(35)
2.4 平台梁设计	(36)
2.5 现浇板式楼梯设计示例	(37)
2.6 折线形板式楼梯的计算特点及构造要求	(42)
2.6.1 计算特点	(42)
2.6.2 构造要求	(43)
2.7 现浇折线形板式楼梯设计示例	(43)
2.8 现浇钢筋混凝土板式楼梯设计用表	(46)
2.8.1 设计用表之一	(46)
2.8.2 设计用表之二	(48)

3 现浇梁式楼梯结构设计

3.1 踏步板设计	(53)
-----------	------

3.1.1	内力计算	(53)
3.1.2	截面设计	(54)
3.2	斜梁设计	(55)
3.3	平台梁及平台板设计	(56)
3.4	梁式楼梯设计示例	(57)
4	装配式钢筋混凝土楼梯	
4.1	单个预制踏步板的楼梯	(62)
4.1.1	搁板式楼梯	(62)
4.1.2	预制悬臂板楼梯	(63)
4.2	小型分件装配式楼梯及大型整体装配式楼梯	(65)
4.2.1	梁式小型分件装配式楼梯	(65)
4.2.2	板式小型分件装配式楼梯	(66)
4.2.3	大型整体装配式楼梯	(66)
5	钢筋混凝土悬挑板式楼梯	
5.1	概述	(67)
5.2	按空间刚架法设计两跑剪刀式楼梯	(68)
5.2.1	计算简图	(68)
5.2.2	内力计算	(70)
5.2.3	截面设计	(78)
5.2.4	按空间刚架法设计两跑剪刀式楼梯示例	(82)
5.3	按空间刚架法设计交叉式楼梯	(91)
5.3.1	对称交叉式楼梯的设计	(91)
5.3.2	按梯形平面刚架法设计对称交叉式楼梯示例	(95)
5.3.3	反对称交叉式楼梯的设计	(99)
5.3.4	按空间刚架法设计反对称交叉式楼梯示例	(103)
5.4	按空间刚架法设计对称直角式悬挑楼梯	(107)
5.4.1	两跑对称直角式悬挑楼梯的设计	(107)
5.4.2	用空间刚架法设计两跑对称直角式楼梯示例	(112)
5.4.3	三跑对称直角式悬挑楼梯的设计	(119)
5.4.4	用空间刚架法设计三跑对称直角式悬挑楼梯	(126)
5.5	按板的相互作用法设计悬挑板式楼梯	(138)
5.5.1	基本原理	(138)
5.5.2	基本内力的计算	(139)
5.5.3	附加内力的计算	(142)
5.5.4	截面设计	(145)
5.5.5	按板的相互作用法设计两跑对称剪刀式楼梯示例之一	(145)
5.5.6	按板的相互作用法设计两跑对称剪刀式楼梯示例之二	(152)

6 钢筋混凝土螺旋板式楼梯的设计

6.1 几何关系和内力种类	(161)
6.1.1 概述	(161)
6.1.2 主要几何参数	(162)
6.1.3 几何关系	(163)
6.1.4 内力种类	(166)
6.2 计算简图和计算荷载	(167)
6.2.1 计算简图	(167)
6.2.2 荷载	(167)
6.3 两端简支螺旋板式楼梯的内力计算	(169)
6.3.1 支座反力	(169)
6.3.2 内力计算公式	(171)
6.3.3 内力系数图表	(175)
6.4 两端简支螺旋板式楼梯的挠度验算	(177)
6.4.1 挠度的基本计算公式	(177)
6.4.2 跨中挠度计算公式	(178)
6.4.3 三分点处的挠度计算公式	(181)
6.4.4 挠度验算规定	(185)
6.5 两端简支螺旋板式楼梯设计时应注意的一些问题	(188)
6.6 两端简支螺旋板式楼梯的设计示例	(188)
6.7 两端固定螺旋板式楼梯的内力计算	(196)
6.7.1 基本体系和力法方程	(196)
6.7.2 $X_1=1$, $X_2=1$ 及 p 在基本体系中产生的内力	(197)
6.7.3 变形系数的计算公式	(198)
6.7.4 内力计算公式	(200)
6.7.5 两端固定螺旋板式楼梯的内力系数图表	(201)
6.8 两端固定螺旋板式楼梯的内力计算示例	(203)

7 有中柱的盘旋楼梯

7.1 概述	(207)
7.2 中柱的弯矩计算和截面设计	(207)
7.2.1 中柱的弯矩计算	(207)
7.2.2 中柱的截面设计	(210)
7.3 有中柱的盘旋楼梯设计示例	(212)

8 阳台和雨篷

8.1 阳台与雨篷的形式和构造	(216)
8.1.1 阳台、雨篷的形式	(216)
8.1.2 阳台、雨篷建筑设计应注意的几个问题	(218)

8.2 阳台和雨篷的荷载	(221)
8.2.1 阳台活荷载	(221)
8.2.2 雨篷活荷载	(221)
8.3 阳台和雨篷的结构设计要点	(222)
8.3.1 雨篷板的承载力计算	(223)
8.3.2 雨篷梁计算	(223)
8.3.3 抗倾覆验算	(224)
8.4 截面设计与构造要求	(229)
8.4.1 挑梁的设计和构造	(229)
8.4.2 雨篷梁的有关构造	(230)
8.5 雨篷设计示例	(230)
8.6 阳台设计示例	(244)
8.7 预应力混凝土大雨篷设计实例	(265)
8.7.1 工程概况	(265)
8.7.2 预应力混凝土受弯构件的计算要点	(268)
8.7.3 部分预应力混凝土悬挑大梁所承受的荷载及其内力	(271)
8.7.4 预应力钢筋数量的估算	(273)
8.7.5 预应力损失的计算	(275)
8.7.6 正截面承载力计算	(276)
8.7.7 斜截面承载力计算	(277)
8.7.8 使用阶段抗裂验算	(277)
8.7.9 使用荷载下的挠度验算	(280)
8.7.10 预应力锚固区局部承压验算	(283)
8.7.11 施工阶段混凝土的应力验算	(284)

附录

附录 A 钢筋和混凝土的力学指标	(286)
附录 B 混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率和锚固长度	(288)
附录 C 钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算系数表	(289)
附录 D 钢筋的计算截面面积及公称质量	(290)
附录 E 裂缝控制等级、混凝土拉应力限制系数及最大裂缝宽度允许值	(291)
附录 F 受弯构件的允许挠度	(291)
附录 G 板的计算系数表	(292)
附录 H 水平曲梁的内力计算	(296)
附录 I 两端简支螺旋板式楼梯的内力计算图表	(299)
附录 J 两端固定螺旋板式楼梯的内力计算图表	(333)
附录 K 圆形截面混凝土偏压和受弯构件的正截面承载力计算图表	(376)

参考文献	(383)
------------	-------

1 楼梯的建筑设计

1.1 概 述

楼梯是建筑物中主要的垂直交通设施之一,楼梯的主要功能是通行和疏散。

1.1.1 楼梯设计的一般要求

设计楼梯时应考虑以下三个基本要求:

(1)要满足功能上的要求

楼梯的数量、位置、形式和楼梯的宽度、坡度均应该符合上下通畅、疏散方便的原则,楼梯间必须直接采光,采光面积应不小于 $1/12$ 楼梯间平面面积。设置在公共建筑中的主要楼梯,有的需要富丽堂皇,有的需要精巧简洁,应在楼梯形式、栏杆式样、材料选用方面作精心设计,一般建筑也应适当考虑美观问题。

(2)要满足结构和建筑构造方面的要求

楼梯的结构设计详见第 2~7 章。在建筑构造方面要满足坚固与安全的要求,例如扶手、栏杆和踏步之间应有牢固的连接,选用栏杆式样也应注意花饰形式,杆件与杆件的间距应考虑防止发生意外事故。

(3)要满足防火、安全方面的要求

楼梯的间距和数量,应根据建筑物的耐火等级,满足防火设计规范中民用建筑及工业辅助建筑安全出口所规定的要求,参见表 1.1。

只有满足了上述基本要求,楼梯才有足够的通行和疏散能力,此外还应注意,楼梯间四周墙厚至少为 240mm,并且不准有凸出的砖柱、砖墩、散热片、消防栓等任何构件,防止人在紧急疏散通行时受阻而发生意外。在楼梯间内除必须的门以外,不准另外设置门、窗,以防止火灾发生时,火焰窜出和烟雾蔓延、扩散到楼梯间而使楼梯失去通行疏散作用。

楼梯材料的选用应该考虑建筑物的耐火等级,同时还应结合考虑材料的耐磨、防滑、易清洁和美观等要求。例如采用木材作楼梯或踏面虽弹性好,传热系数小,行走舒服,但因耐磨性较差,且易于燃烧,为了安全和节约木材,故较少采用。

此外,设计楼梯时尚需考虑到经济和施工的方便。

1.1.2 楼梯的种类和形式

1.1.2.1 楼梯的种类

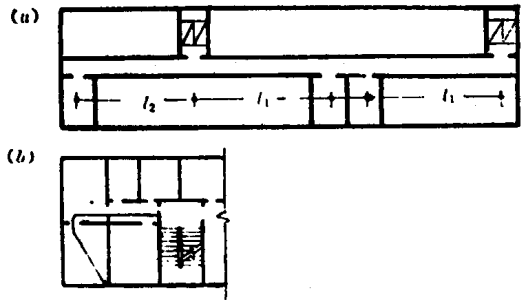
按位置,有室内楼梯和室外楼梯两类。

按使用性质,可分为主要楼梯、辅助楼梯、安全楼梯和防火楼梯四类。安全楼梯又称

太平梯,是发生火灾或意外事故时供疏散人群用的;防火楼梯主要是发生火灾时供消防人员救火用的。

表 1.1 民用与工业辅助建筑的房门^①至外部出口或楼梯间的最大距离(单位:m)

耐 火 等 级	两外部出口或楼梯间之间的房间(l_1)见图 a				袋形走道两侧或尽端的房间(l_2)见图 a		
	工业辅 助建筑	托儿所 幼儿园	医 院 疗养院	一般公共和 居住建筑内 的居住房间	工业辅助建 筑及一般公 共 建 筑	托儿所、幼儿 园、医院、疗 养院	居住建筑内的 居住房间 ^②
一、二	50	25	35	45	25	20	37
三	35	20	30	35	20	15	32
四	28			28	15		27



注: ①公共建筑及工业辅助建筑中的厕所、盥洗室、吸烟室和淋浴室的门除外。
②指居住房间内最远一点至最近的外部出口或楼梯间的距离,见图 b。

按材料,有钢楼梯、钢筋混凝土楼梯、木楼梯、钢与钢筋混凝土混合楼梯、钢与木混合楼梯等等。

1.1.2.2 楼梯的形式

楼梯的形式主要是由楼梯段(又称楼梯跑)与平台的组合形式来区分的,主要有直上楼梯、曲尺楼梯、双折楼梯(又称转弯楼梯、双跑楼梯、平行楼梯)、三折楼梯、弧形楼梯、螺旋形楼梯、有中柱的盘旋形楼梯、剪刀式^①和交叉式楼梯等,见图 1.1。

直上楼梯 其楼梯跑与平台是布置在一条行走线上的,常用于居住建筑底层或在居住建筑中用作横跑楼梯时。在某些辅助建筑中也常采用直上楼梯。图 1.2a 为用于居住建筑底层的直上楼梯,图 1.2b 为在居住建筑中用作横跑楼梯的直上楼梯。

此外,工厂建筑用于工作平台的楼梯以及消防梯,大多数采用直上楼梯。

曲尺楼梯 使用较少,一般用于面积紧凑处,如理发厅、小住宅等。

双折楼梯(即双跑楼梯) 是公共建筑及居住建筑中使用最多的一种,图 1.1 中列出了四种双折楼梯。本章下一节将讲述这种楼梯的设计示例。

三折式楼梯 常用于公共建筑中布置在大厅内作为主要楼梯,高层建筑以电梯为主要交通设施,则采用此式楼梯与电梯组合一起作为辅助楼梯。图 1.3 所示三折式楼梯,图 a 使用于大厅,图 b 使用于高层建筑与电梯组合。

四折式楼梯 常用于公共建筑楼层间高度较高,而进深受到限制时。

八角形、圆形、弧形、螺旋形楼梯 常用于庭园以及塔楼等特殊建筑中。

① 这是建筑上的名称,与结构上所称的剪刀式楼梯(见 5.2 节)是不一样的。

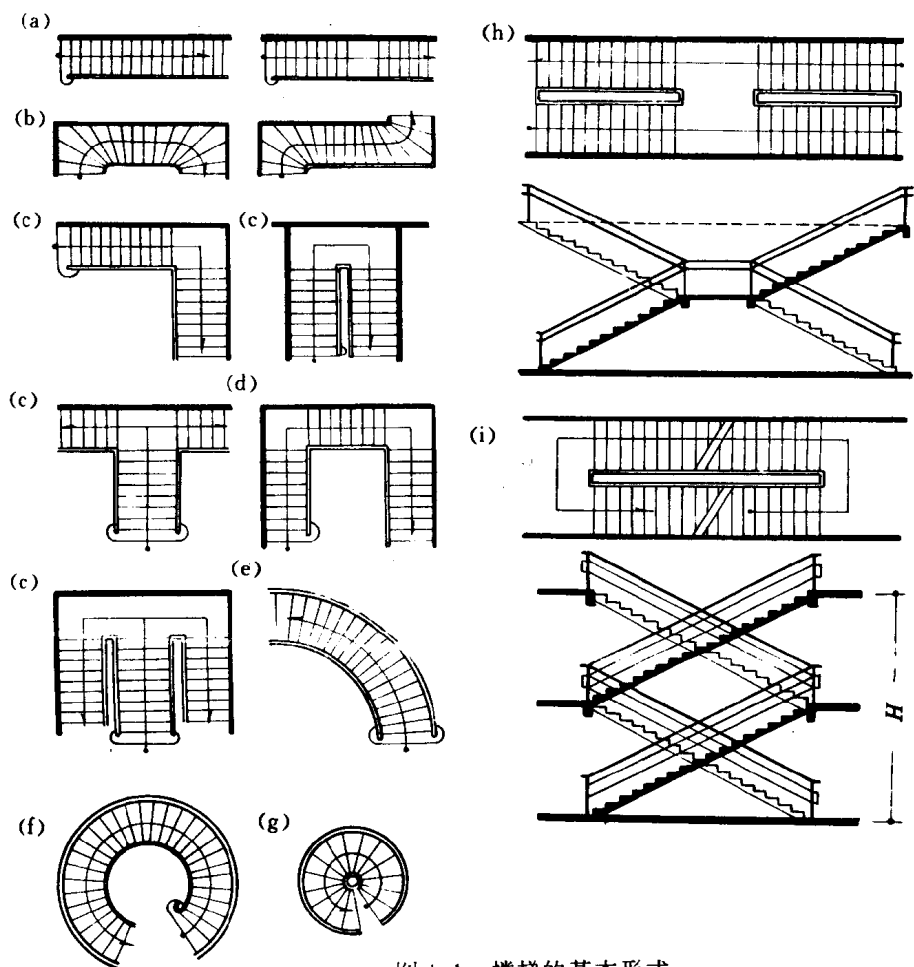


图 1.1 楼梯的基本形式

(a)直上楼梯；(b)曲尺楼梯；(c)双折楼梯；(d)三折楼梯；(e)弧形楼梯；
(f)螺旋形楼梯；(g)有中柱的盘旋形楼梯；(h)剪刀式楼梯；(i)交叉式楼梯

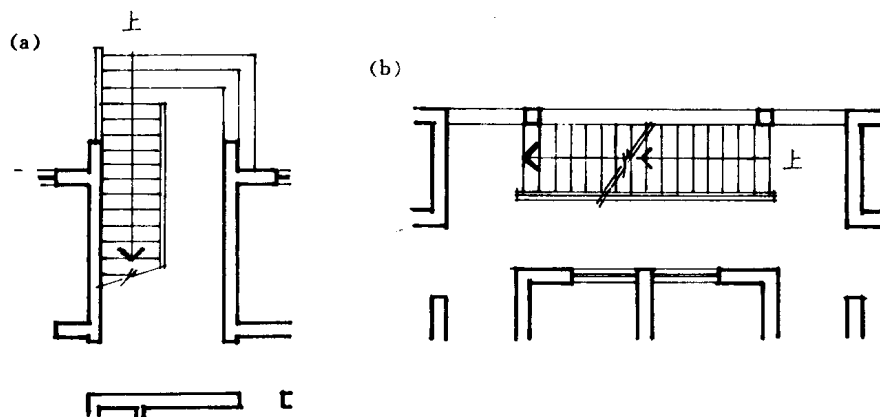
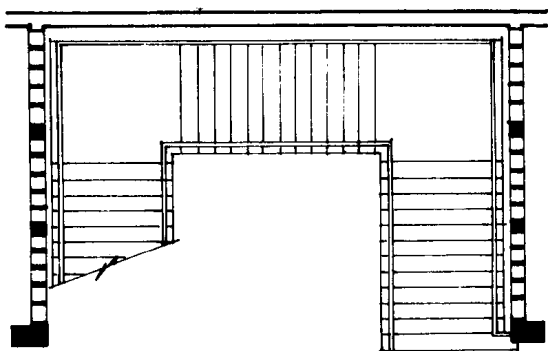


图 1.2 直上楼梯

(a)



(b)

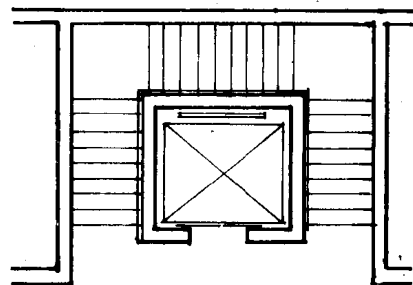


图 1.3 三折式楼梯

剪刀式和交叉式楼梯常用于疏散密集的人群,例如体育馆、高等学校教学楼等。高层建筑常采用交叉式楼梯作安全楼梯(又称消防楼梯),作安全楼梯使用时应按防烟楼梯设计,根据防火规范要求有足够的开窗面积或设置排烟道。图 1.4 示出了在高层建筑的安全楼梯内设置烟道的情况。

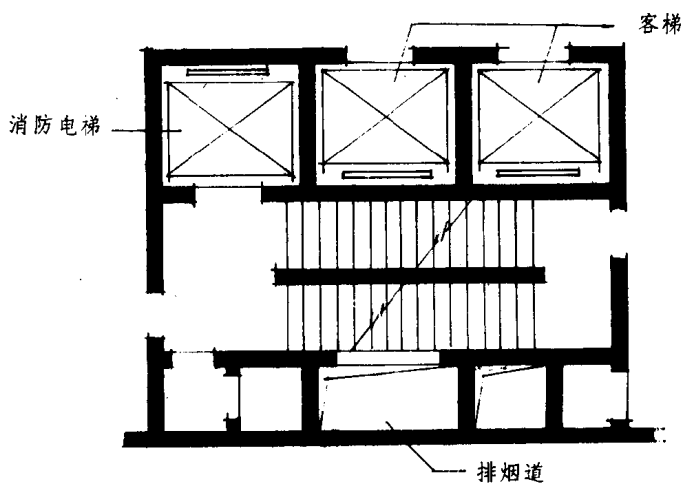


图 1.4 在高层建筑安全楼梯内设置排烟道

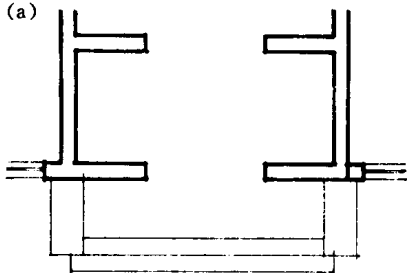
1.1.3 台阶、坡道、自动楼梯和电梯简介

除楼梯外,常用的垂直交通设施还有台阶、坡道、自动楼梯和电梯,现简介如下。

1.1.3.1 台阶

台阶是指因室内外高差而设置的踏步,常用于建筑物的入口处,如图 1.5 所示。

(a)



(b)



图 1.5 台阶

(a)办公楼; (b)旅馆

1.1.3.2 坡道

坡道是表面平整的斜坡,其坡度一般在 $7^{\circ}7'$ ~ $18^{\circ}26'$ 之间,不宜大于 20° 。当采用大坡度时,坡道上要设防滑条。坡度亦可以用高度与长度的比来表示,简称高长比, $7^{\circ}7'$ 为 $1:8$, $18^{\circ}26'$ 为 $1:3$ 。由于坡道的长度大,所占面积多且不经济,因此一般只用于大型公共建筑的办公楼、宾馆、医院和工业建筑的车间等特殊需要时。例如,在出入口处要求汽车能直开至雨棚或门廊下时需设坡道;工业建筑车间之间产品的运送需用电瓶车联系时,设坡道或坡道与台阶结合使用;中小型医院、多层仓库、汽车库、多层厂房等建

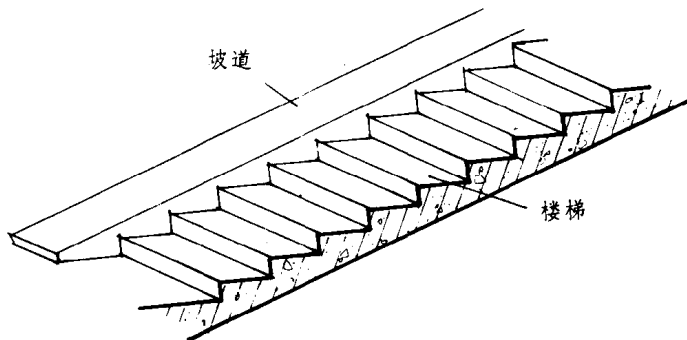


图 1.6 坡道与楼梯的结合

筑物中,当没有条件设置电梯,层与层之间又需要用车辆等运输工具传递人与物时采用坡道。此外在居住区的自行车库中,为方便自行车的推行,也常常采用坡道与楼梯合用的方式,此时二者的坡度应一致。图 1.6 示出了坡道与楼梯相结合的情况。

1.1.3.3 自动楼梯

自动楼梯外观好似普通楼梯,但通常是单跑的,坡度为 30° ,由电动机械传送。自动楼梯的机械原理与皮带运输机相似,由一个装有踏板的齿链、小轮、导轨和活动连杆构成。带有连续踏板的带链环绕在两端齿轮上,通过电动机运转。楼梯的荷重均支承在自动梯的钢桁架上,扶手装在钢桁架两边,扶手和踏板同时运行,运行时可单向往上,经调整后亦可往下运行,停电时亦可以作普通楼梯用。当人踏上第一级踏板时,踏板不断地往上移动,到达上层楼面,人就离开还在转动的踏板。由于自动楼梯不断地运转,故运送率高而且不会造成拥挤的情况。为了确保安全,运行速度控制在 0.5m/s 左右。自动楼梯常布置在人群川流不息的火车站、地下铁道、百货公司、候机楼等建筑物的大厅内,有平行排列、交叉排列、混合排列、集中交叉等多种方式。图 1.7 所示为自动楼梯的传动示意和布置方式。

1.1.3.4 电梯

电梯是多层、高层建筑中的主要垂直交通设施,当居住建筑层数等于或高于七层时必须设置电梯。电梯除在高层建筑作为主要垂直交通设施外,医院、宾馆、商场、工业建筑厂房、仓库均用其来运载人、物和设备。电梯有客梯、消防梯、货梯、病床梯、杂物梯之分。电梯所占面积少,但运输能力却很高。电梯由轿厢(又称电梯厢)、对重(又称平衡重)和起重设备等三个主要部分组成。它们是由电梯厂生产后运送到工地现场进行安装的。电梯在建筑物上应设有井道、地坑、机房三部分。

井道 是供轿厢上下运行的空间,井道平面应根据所选工厂的产品规格、型号而定。井道两侧需设置导轨以供轿厢滑行及保证滑行的安全。在各层楼面处,还应在井壁或圈梁上预埋设置踏板的各种预埋件。

地坑 是井道下部低于最底层地面的坑,坑深与电梯的运行速度及载重量有关。坑

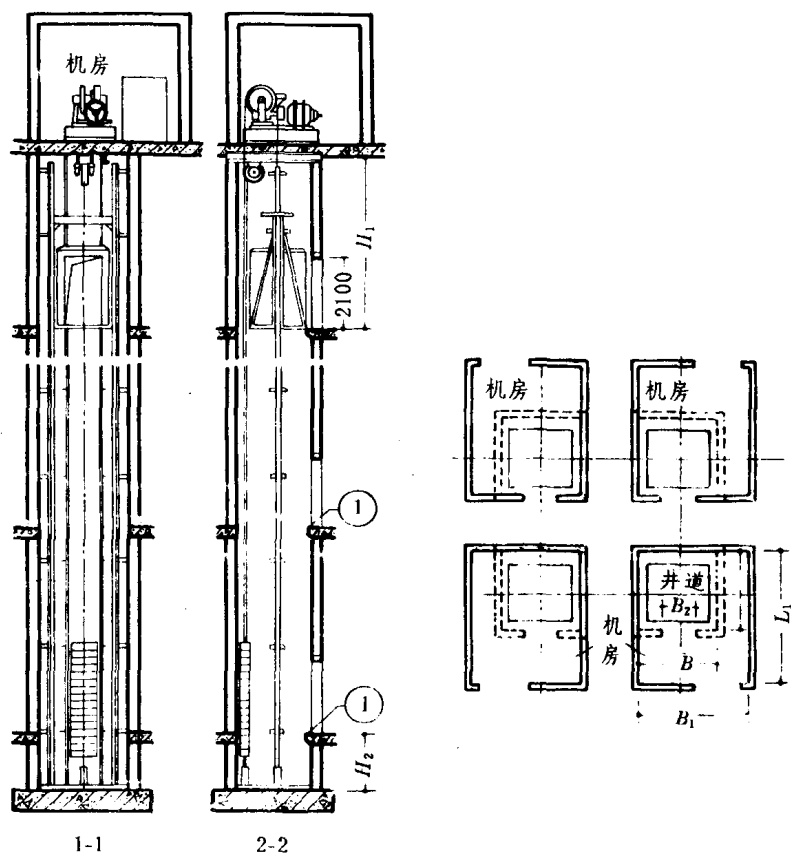


图 1.8 电梯井道和机房平面图

1.2 楼梯的建筑设计

1.2.1 楼梯的组成

楼梯由楼梯平台和楼梯跑(楼梯段)两部分组成,另有栏杆、栏板、扶手等设施。楼梯所占用的空间称楼梯间,如图 1.9 所示。

(1)楼梯平台(又称休息平台) 通常由平台梁和平台板两部分组成。楼梯平台设在楼梯转弯处亦即与楼梯跑相交处。直上式楼梯当踏步数超过 18 步时尚需设置楼梯平台。楼梯平台的作用是调剂疲劳、休息之用,故又称休息平台。楼梯平台的宽度不能比楼梯跑窄,应等于或大于楼梯跑宽度。在平台处不能设扇形踏步即踩步(图 1.10d),因为这种扇形踏步行走不便,对老年人尤其不安全。

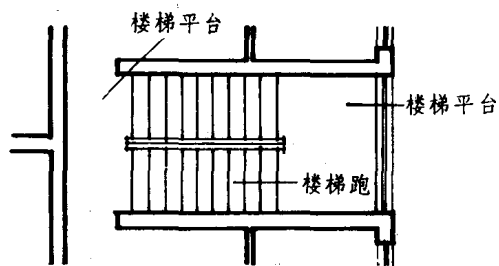


图 1.9 楼梯的组成

(2)楼梯跑的形式 习惯上是按结构来分类的,有板式、梁式、悬臂踏步板式和悬挂式,见图 1.10。

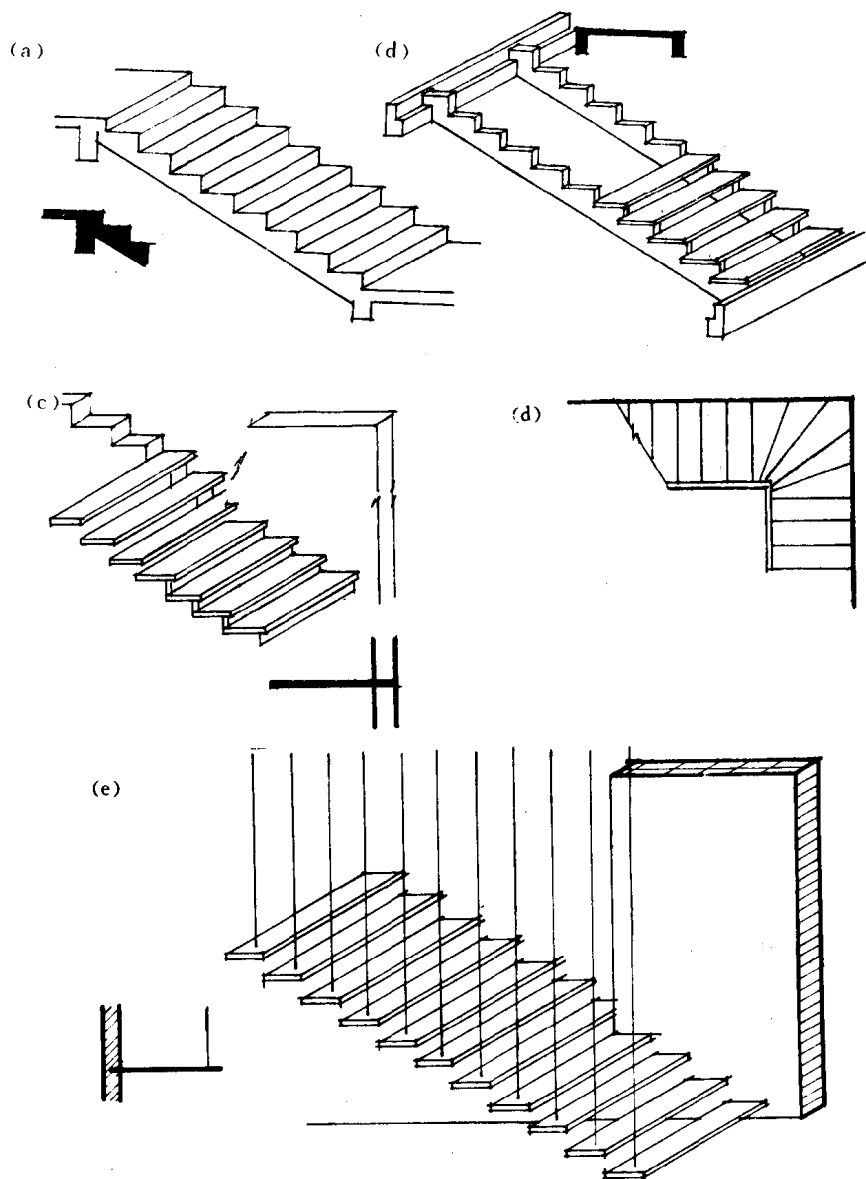


图 1.10 楼梯跑的形式

(a)板式楼梯跑；(b)梁式楼梯跑；(c)悬臂踏步板式；(d)踏步；(e)悬挂式

板式楼梯跑 是由带踏步(又称梯级)的斜板及栏杆组成。斜板形式有平板、折板、扭板三种。因斜板是承重构件,故板较厚,钢材和混凝土的用量多,自重较大,但板底平整,制模方便,视觉上较轻巧,不易积尘,适用于层高较低、楼梯跑长度不大于 4m 及荷载较轻的建筑中。图 1.11 所示为各种板式楼梯跑。

梁式楼梯跑 是由斜梁、踏步板和栏杆或栏板组成的。斜梁的形式有双梁支承、双梁折板、栏板梁、单梁悬挑、扭梁等。因由斜梁承重,故自重轻,节约钢材与混凝土,施工时可现浇也可预制装配。采用预制装配式时斜梁与踏步可分开制作,踏步板可以根据需要采