

自动扶梯 原理设计 与维修

胡立峰 主编



● ISBN 7-111-05177-7/TM·632

封面设计·电脑制作：姚毅



ISBN 7-111-05177-7



9 787111 051770 >

定价：16.00 元

自动扶梯原理 设计与维修

胡立峰 主编



机械工业出版社

本书简要介绍了自动扶梯的机械结构和继电器式、电子式、PC 式、单片机式自动扶梯控制系统的原理、设计和维修要点,列出了自动扶梯常用的低压电器、电子元器件的型号及主要参数,供设计和维修时参考和替换。

本书的读者对象是自动扶梯的设计、生产、安装和维修人员,同时,也可供相关行业的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

自动扶梯原理设计与维修/胡立峰主编. —北京:机械工业出版社,1996. 12
ISBN 7-111-05177-7

I. 自… II. 胡… III. ①自动扶梯-机械设计②自动扶梯-维修 IV. TH236

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 09658 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: 范兴国 版式设计: 李松山 责任校对: 肖新民
封面设计: 姚 毅

三河永阳印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

1996 年 11 月第 1 版 · 1996 年 11 月第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆ · 9 印张 · 226 千字

0 001—3 000 册

定价: 16.00 元

序 言

在国民经济迅速发展的今天,新的商场、新的车站、新的宾馆等不断涌现,随之而来出现了自动扶梯需求的不断升温。自动扶梯作为一种必不可少的公用设施,给人们的生活带来了方便。同时,作为一种豪华设施,为商场、宾馆增色,由此而带来的效益也为越来越多的人所认识。

自动扶梯从无到有,从少到多,这个进程在我国十分迅猛,以致不少人还来不及熟悉它,吃不透它的特点。因此在带来益处的同时带来了众多的不便,甚至出现了不少事故。这就需要抓紧对自动扶梯使用的培训,学习它的基本知识,提高维修技能。在这种情况下,《自动扶梯原理设计与维修》一书出版了,这对我们电梯行业是个大好事,对我们自动扶梯用户也是个大好事。

目前,自动扶梯国家标准尚未颁布,国内市场上,自动扶梯的产量和品种比较多,执行的标准也很不一致。这本书可说是对目前国内已有的自动扶梯的一个汇编,通过它可以对各种牌号的自动扶梯有个大致了解,特别是对安全、维护方便的共性东西可有一个较深入的掌握。我们特别希望广大的自动扶梯维护及使用者能充分利用它。

愿《自动扶梯原理 设计与维修》一书帮助我们使自动扶梯在我国大地上可靠运转,使自动扶梯为更多的人带来方便,带来效益,带来安全。

海神电梯公司总经理 陈汀峰

前 言

自动扶梯与自动人行道是一种开放式的连续运输工具,运输量可达 8000~9000 人/h。它能上行,也能下行,十分方便,不仅起着运输旅客,而且起着美化环境的作用。

随着经济建设的高速发展,人们对现代化设施倍加亲睐。机场、车站、码头、地铁、商场在增建、扩建、更新中均把自动扶梯作为迅速集散乘客的首选交通设施。例如,北京地铁一线 17 个站设置了 36 台自动扶梯,上海地铁一线 11 个站设置了 48 台自动扶梯。这就大大加速了自动扶梯和自动人行道的发展速度。

在我国,生产厂家从 80 年代的几家发展到现在的 50 多家,配套件生产厂 100 多个。自动扶梯的产量也以每年约 200 台左右的速度增长,产品的规格、品种不断增加,质量也不断提高。

位于郑州市的中国船舶工业总公司第七一三研究所海神电梯公司是 80 年代最早生产自动扶梯的几个厂家之一。10 多年来获得了迅速发展,生产的梯型多达 6 种,并成立了专门的自动扶梯研究室,使自动扶梯的技术水平和生产质量不断得到提高,产品行销全国 20 多个省、市,受到用户的好评。同时这也为本书的编著提供了良好的实践基础。

本书简要介绍了自动扶梯的机械结构和它的多种控制方式、安装和维修要点,列出了自动扶梯常用的零部件、低压电器、电子元器件以及有关标准摘录,可供设计、安装与维修等部门的技术人员、工人和管理人员参考。

本书由海神电梯公司胡立峰高级工程师主编。

第一、第七章由王新德工程师编写,第一章第十一节由钱宗业高级工程师编写,第二、第三、第六章由胡立峰高级工程师编写,第四章由郭卫星工程师编写,第五章由孙北雨工程师编写。陆文启工程师、麻红工程师、杨志伟、陈宪珍、张静等同志对本书有关部分进行了校核和文字整理工作。

海神电梯公司总经理陈汀峰高级工程师、总工程师杨耀先高级工程师对本书的编写给予大力支持,并对全书内容进行了审查。

本书还参阅或引用了天水 213 厂、天津海河电讯元件厂、扬州三菱电子有限公司、西安延河无线电厂、北京 718 厂、苏州半导体器件厂、浙江嘉兴电气设备厂等数十家生产厂的产品样本及有关资料,特此致谢。

由于编者业务水平有限,可能会有不少错误和不当之处,敬请读者指正。

编 者

1995 年 8 月 郑州

目 录

序言		第四章 可编程序控制器(PC)式自	
前言		动扶梯控制系统	44
第一章 自动扶梯的机械结构	1	第一节 概述	44
第一节 梯级	1	第二节 PC 基本原理简介	45
第二节 曳引链	4	第三节 PC 式自动扶梯控制系统	49
第三节 驱动装置	6	第四节 安全使用及维修保养	71
第四节 梯路导轨系统	8	第五节 系统图和程序清单	77
第五节 金属骨架	12	第五章 单片机式自动扶梯控制系	
第六节 梳齿前沿板	13	统	98
第七节 扶手装置	14	第一节 概述	98
第八节 安全保护装置	17	第二节 电路原理	98
第九节 润滑系统	20	第三节 软件简介	106
第十节 牵引力和功率计算	21	第四节 维修	108
第十一节 自动人行道的机械结构	23	第六章 自动扶梯控制用低压电器	
第二章 继电器式自动扶梯控制系		及部分电子元器件	109
统	25	第一节 低压电器	109
第一节 主电路	25	第二节 电子元器件	116
第二节 控制电路	26	第七章 自动扶梯的安装、保养和	
第三节 保护电路	27	管理	132
第四节 控制电源与照明	29	第一节 安装工程	132
第三章 电子式自动扶梯控制系统	30	第二节 安装许可申请和竣工验收	132
第一节 概述	30	第三节 管理与保养	132
第二节 电子式自动扶梯控制系统原理	30	附录 A 电气图用图形符号	134
第三节 主要元器件选择	36	附录 B 电气技术中的文字符号摘录	137
第四节 故障及维修	42	参考文献	138

第一章 自动扶梯的机械结构

目前所生产的自动扶梯有多种型式,具体分类如下:

按曳引链的型式分:链条式和齿条式。

按梯级宽度分:1000 mm 双人梯,800 mm 单人梯和 600 mm 单人梯。有些国家的自动扶梯的这项数值是按离梯级踏板面 60 cm 高度处的扶手之间的水平距离来标注的,如 1200 mm 双人梯,1000 mm 单人梯,800 mm 单人梯,实际上梯级宽度也是 1000,800,600 mm。

按扶手护壁型式分:全透明,半透明,不透明。

按扶手照明分:有照明,无照明。

按提升高度分:

小高度——提升高度为 3~6 m。

中高度——提升高度为 6~20 m。

大高度——提升高度为 20 m 以上。

按倾斜角度分:30°,35°,27.3°。

按运行速度分:按 EN115 规定。

当倾斜角度 $\leq 30^\circ$ 时,不超过 0.75 m/s。

当倾斜角度 $> 30^\circ$ 而 $\leq 35^\circ$ 时,不超过 0.5 m/s。

按设置方法分:单台型,单列型,单列重叠型,并列型,交叉型等。

第一节 梯 级

一、梯级的结构和性能

梯级是供乘客站立的特殊结构形式的四轮小车(图 1-1),各梯级的主轮轮轴与曳引链活套在一起,这样可以做到梯级在上分支保持水平,在下分支进行翻转。

由于梯级数量多,又是运动部件,因此自动扶梯性能和质量的的好坏很大程度上取决于梯级的质量和性能。目前,梯级极大多数采用铝合金材料压铸而成,国外也有采用不锈钢冲压而成的报导。

梯级从结构上分有整体式和组装式两种。对梯级结构型式起较大影响的几何尺寸是主、辅轮之间的基距 L 。梯级其它尺寸的确定与梯路的设计、曳引链节距有关。具体尺寸的确定见第四节梯路导轨系统。

(一)梯级踏板

踏板表面应具有槽深 ≥ 10 mm、槽宽为 5~7 mm、齿顶宽为 2.5~5 mm 的等节距的齿形,其作用除防滑外,还使梯级顺利通过上、下出入口时,能嵌入梳齿槽中,以保证乘客安全上下。

(二)梯级踢板

踢板的圆弧面是为两梯级在倾斜段运行中保证间隙一致而设计的。小提升高度的自动扶

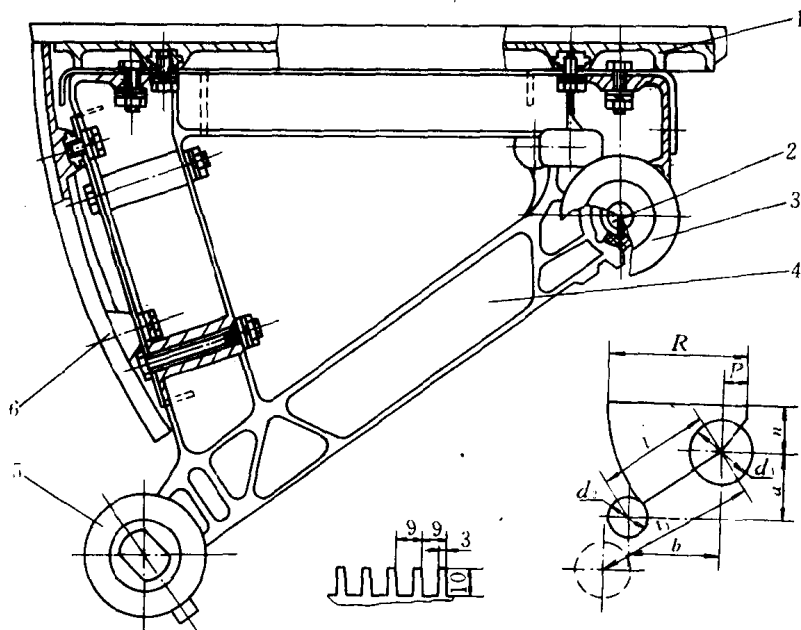


图 1-1 梯级结构

1—踏板 2—主轴 3—主轮 4—支架 5—辅轮 6—踢板

梯踢板要做成有齿槽的,其要求同踏板,这样可以使后一个梯级踏板的齿嵌入前一个梯级踢板的齿槽内。大提升高度的自动扶梯的踢板一般可做成光面。

(三) 梯级主轮

梯级主轮的特点是工作转速不高,但工作负载却很大,外形尺寸又受到限制(直径为 70~180 mm)。它的运转平稳性和噪声大小对整机性能影响很大。

决定主轮使用寿命的主要因素是承载轮压的大小,而影响承载轮压的因素在于轴承轮圈材料及主轮成形工艺。我国目前的轮圈材料已从丁腈橡胶向聚氨酯材料过渡,并且提升高度在 6 m 以下的梯级主轮有取代曳引链金属滚子的趋势,使梯级运行更加平稳,噪声更小。

主轮的最大许用轮压,与主轮转速有关。

当 $n \leq 100 \text{ r/min}$ 时,许用轮压 $[p] = 4.9 \text{ kPa}$

$n > 100 \text{ r/min}$ 时,许用轮压 $[p] = 4.4 \text{ kPa}$

(四) 梯级支架

梯级支架一般为铝合金压铸件,梯级主轴从支架中穿过。梯级主轴与支架有几种不同的连接方式:

(1) 对开轴承盖式的支架盖式。

(2) 整体尼龙轴套式。

(3) 锥套用圆柱销固定式。

它们的共同特点是装拆方便,允许梯级在驱动端和张紧端翻转时有微量的转动。

(五) 梯级支承板

梯级支承板在组装式梯级中起到把踏板、踢板、支架连接在一起的作用,一般采用厚度为 2~3 mm 钢板折成形;而整体式梯级不需要支承板,故重量减轻约 1/3。

(六)梯级主轴

梯级主轴起到与曳引链连接的作用。为减轻重量,多采用空心钢管,也有采用两短轴连接梯级主轮而两支架中间不用钢管连接的。

梯级的几何尺寸见表 1-1。

表 1-1 梯级几何尺寸

(mm)

l	a	b	d_1	d_2	t_j	R	P	n
310~350	180~200	260~280	70~180	70~120	≈ 400	$t_j-(4\sim 6)$	65~80	100~130

二、梯级的故障及维修保养

(一)梯级的故障

梯级是乘客乘梯的站立之地,也是一个连续运行的部件。由于环境条件、人为因素、机件本身等原因会发生踏板齿折断、支架主轴孔处断裂、支架盖断裂、主轮脱胶等现象,造成梯级下沉、打坏梯级、夹伤乘客等事故。

(二)梯级的维修保养

(1)自动扶梯出入口处 1.5 m 范围内应有使乘客清除鞋底杂物的设置。

(2)严禁乘客带重物及铁器上梯。

(3)严禁自动扶梯作为货梯使用。

(4)发生踏板齿有相邻两根(包括两根)以上折断应及时更换。

对于组装式梯级可更换装饰踏条或踏板,对于整体式梯级必须更换梯级。损坏的梯级送生产厂家修复或按照刊登在《中国电梯》1990 年第六期“自动扶梯梯级踏板齿条折断后的焊补修复”一文介绍的方法自行焊补修复。但修复后的齿必须与未折断的齿完全一致,方可重新使用。

在这里扼要叙述焊补方法:

梯级材料都是 ZL102 铸造铝合金(GB1173—74),它的焊接特点是:

1)铝和氧的亲合力很大,表面有一层难熔的氧化铝薄膜,在焊接过程中容易造成夹渣、气孔。为了保证焊接质量,工件坡口应去除氧化物。具体方法如下:

① 用机械或化学法清除工件坡口和焊丝表面的氧化物。

② 采用氩气保护。

③ 在气焊时采用焊粉,并在焊接过程中不断挑破熔池表面的氧化膜。

2)铝的导热系数大,焊接时容易变形,容易产生裂纹。

3)铝合金由固态转化为液态时,没有明显的颜色变化,焊接时会引起金属塌陷,常需采用垫板。

针对上述焊接特点,采用气焊方法进行修补,采用丝 311 铝硅合金焊丝。在气焊时选用 401 铝焊粉来去除氧化铝和其它杂质,选用 H01-6 型 1 号焊嘴的焊炬的焊接工具,低压氧压力调在 0.8 MPa 左右。在擦掉齿条折断区附近的污物后,即可进行焊接。

梯级焊补后,要在清水中用硬毛刷仔细洗净粘附在焊区周围的焊粉和焊渣,以免铝被腐蚀。经钳工修整后的齿与未折断的齿完全一致后方可重新使用。

(5)用户单位的维修人员必须按照生产单位提供的随机文件进行检查,发现故障及时进行排除。而且一旦在运行中发生上述或其它故障时,自动扶梯的安全检测系统测出故障并停机。此时,必须有专门的训练有素的维修人员排除故障并更换零部件。

第二节 曳 引 链

一、曳引链

自动扶梯的曳引链是传递牵引力的主要构件,一般采用套筒滚子链结构,也有采用齿条式结构的,齿条式结构不在此叙述。目前也大量采用梯级主轮(直径 70 mm~100 mm)替代套筒滚子链中的金属滚子,见图 1-2。

由于两根曳引链条长度偏差会在运行中造成梯级的偏斜,故对此要进行配对处理。一般要求:

(1)同一链节上孔距误差 ≤ 0.02 mm 且选配组装。

(2)在 5000 N 预紧力下,测量左右对称的两段链长,其同步误差 ≤ 0.04 mm。测量长度为两个 t_j 。

节距 t 是曳引链条的主要参数,它决定了两梯级主轮间的距离 t_j 。目前,两梯级主轮间的节距有公制和英制之分,公制采用 400 mm,英制一般采用 406.4 mm。曳引链条节距应满足 $mt=400\sim 406.4$ mm 的关系, m 为相邻两梯级间的链节数。因此,节距 t 有 50.8、67.7、100、101.6、133.3、135.5 mm 几种。

由于曳引链条的可靠性很大程度上决定扶梯的可靠性,所以每根曳引链条安全系数必须 >5 。大提升高度除满足安全系数 >7 外,还必须配置防折叠的结构,见图 1-3。

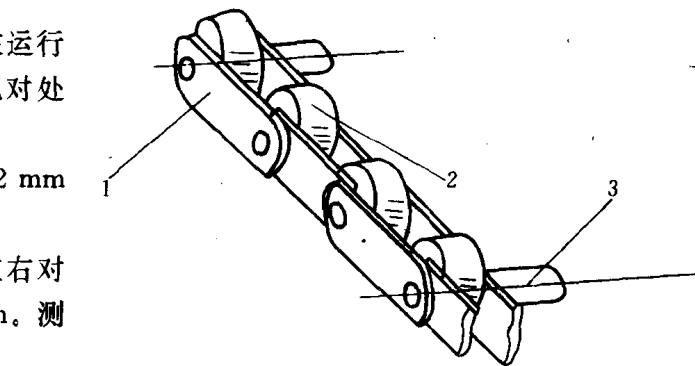


图 1-2 曳引链

1—外链板 2—梯级主轮 3—连接销轴

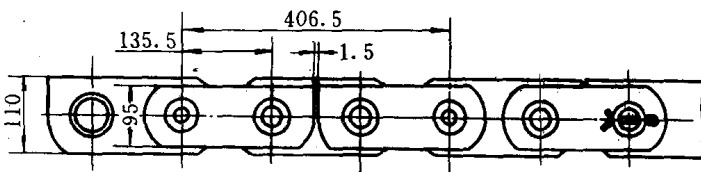


图 1-3 防折叠链条

如果梯级主轮在曳引链条里,则

主轮的耐疲劳性能必须满足扶梯运转性能的要求。一般疲劳试验条件为:

主轮转速:0.8 m/s

对主轮的作用力:1500 N~2000 N

连续运转时间:270 h

主轮不发生脱壳、裂纹及其它永久性变形现象。

二、驱动主轴

装曳引链轮的轴称为驱动主轴。主轴由一对曳引链轮、扶手驱动链轮、与减速器相连的多排滚子链的链轮等组成,见图 1-4。

当曳引链条采用小节距的套筒滚子链时,其曳引链轮的端面齿形采用标准的三圆弧一直线凹形齿形;当采用大节距链条,其金属滚子由梯级主轮替代时,链轮端面齿形采用直线一圆弧齿形,其齿顶圆直径可以减小尺寸,只要约大于节圆直径 10~15 mm 即可。

两曳引链轮必须配对组装,不然梯级运行时要造成歪斜现象。

自动扶梯的曳引链轮一般为整体式,但也有把此链轮做成轮芯和轮箍两体。而轮箍由若干

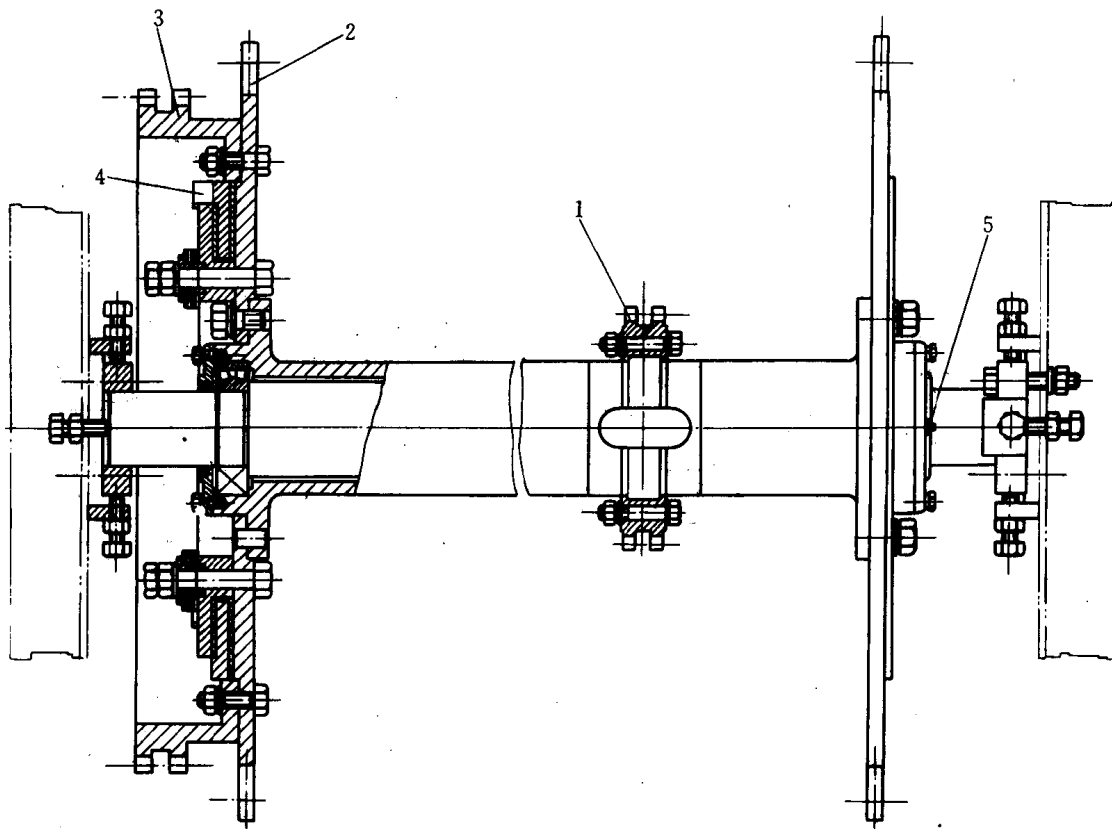


图 1-4 驱动主轴

1—扶手带驱动链轮 2—曳引链轮 3—双排驱动链轮 4—紧急制动器 5—油嘴

小块拼成,在轮箍的外圆上面滚齿,然后用螺栓连接起来组成链轮,这样便于对齿面进行淬火处理及磨损后更换。

在提升高度超过 6 m(包括 6 m)情况下必须设置紧急制动器,直接作用于驱动主轴上,一般利用摩擦原理来进行制动。

三、张紧装置

张紧装置的作用:使自动扶梯的曳引链条获得恒定的张力,以补偿在运转过程中曳引链条的伸长。

目前大多数自动扶梯采用压簧张紧装置,这种结构形式的张紧轴的两端各装有 V 型滑块,在 V 型滑块的 V 型槽内装有钢球,可定向滑动,借助弹簧力的作用使曳引链条获得足够的张力。梯级辅轮在转向壁内运行;一种形式是转向壁与辅轨连接在一起。当曳引链条在张紧轮上滚动时,梯级辅轮在转向壁内运行。当张紧位置发生变化时,转向壁并不随之移动,梯级以它翻转时倾斜角度的不同来适应位移的要求,从而达到张紧的目的。见图 1-5。

另一种形式是转向壁与辅轨不连接在一起。当张紧位置发生变化时,转向壁和主轨一起随位置变化而变化,而辅轨和主轨的接口利用叉口的形式进行过渡。

四、曳引链的故障及维修

曳引链是自动扶梯最大的受力部件,由于长期运行,磨损也相应较严重。如果过快磨损就是不正常现象,所以曳引链系统必须配备润滑系统,对各传动链条实施润滑。干摩擦与有油传

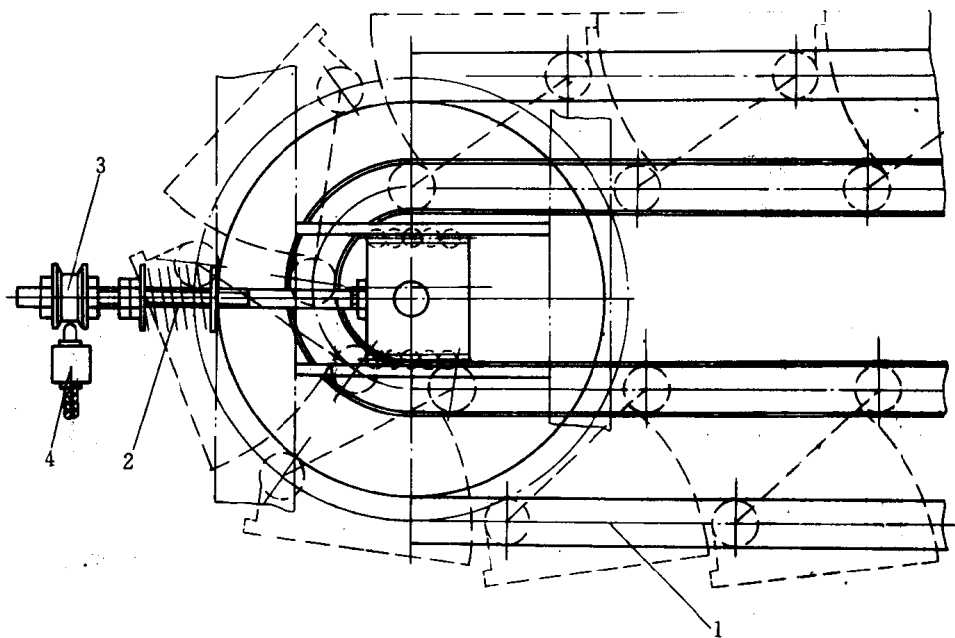


图 1-5 张紧装置示意图

1—曳引链条 2—压簧 3—碰块 4—行程开关

动对链条的磨损量相差约为 6 倍。

由于曳引链条的外链板一般采用铆接、开口销或档圈固定方式。在例行检查时对此进行观察是否松动脱落。如果发现梯级主轮有脱胶、裂纹、破裂现象就必须停机,请生产厂家或特约维修站派员更换。

驱动主轴和张紧轴一般用滚动轴承作为转动件,故对轴承应实施定时、定量、定质的润滑,以保证轴承的使用寿命。

第三节 驱动装置

驱动装置是整台扶梯的动力源,也是主要振动噪声源,它的性能直接影响扶梯的性能。它包括电动机、减速器、中间传动件、制动器、驱动链轮及驱动链条几个部分。见图 1-6。

驱动装置的安装方式分直立式和卧式两种。它的连接形式分直连式和分装式两种。它的连接方式分刚性连接和挠性连接两种。

驱动装置一般放置在金属骨架的上端(大中提升高度配有机房的除外),因为位置限制较严,所以要求结构紧凑。

一、电动机

电动机采用笼型异步电动机。过去常采用 Y 系列电动机,由于噪声过大,不能满足现代自动扶梯的需要,日趋淘汰。国内已经有厂家试制出低噪声、大起动转矩的 YZTD160L 系列电动机,已批量生产 8、11、15 kW 电动机,代替进口产品。

二、减速器

减速器有阿基米德蜗杆减速器、齿轮减速器和针轮减速器几种。阿基米德蜗杆减速器由于

效率低、噪声大,已被淘汰;齿轮减速器国内没有生产出低噪声的,只在大提升高度的自动扶梯上采用,国外进口自动扶梯上有采用的;针轮减速器由于效率高、体积小,前几年被广泛采用,但因噪声大、使用寿命短,而日趋淘汰。国外广泛采用圆弧圆柱蜗杆(也称尼曼蜗杆)减速器和平面双包络蜗杆减速器,它们承受负载的能力大、效率高、噪声低,特别是平面双包络蜗杆减速器,其承载能力是阿基米德蜗杆的4倍,但价格相当昂贵。目前,国内也已试制成功并已批量生产。

三、制动器

制动器一般采用液压推杆式。由于电动机和减速器立式安装,广泛采用带式制动器。它的动作原理为:通电时堵转力矩电动机转动,通过小齿轮带动齿条移动,从而松开带闸,使主电动机可以起动;断电时,堵转力矩电动机掉电,利用弹簧力使齿条反向移动,从而使带闸抱紧制动轮,达到制动主电动机的目的。现在已有生产单片失电制动器的厂家,它的动作原理为通电时释放,断电时弹簧力制动。目前能提供的系列产品为80、100、120N·m。

四、驱动链条

驱动链条大多数采用标准多排套筒滚子链,安全系数 >5 。如果采用V带时,安全系数 >7 ,且不少于三根。

为使各齿均匀磨损驱动链轮,应优选下列齿数:17、19、21、23、25、38、57、76、95、114。

随着改革开放的不断深入,先进技术的消化、吸收和科研成果的不断转化为商品,国内驱动装置的性能指标已经接近国外水平。

五、驱动装置的故障及维修保养

(一)驱动装置的故障主要表现

1. 异常响声

电动机两端轴承损坏,减速器轴承损坏,蜗杆蜗轮磨损,带式制动器的制动电动机损坏,单片失电制动器的线圈和摩擦片间距调整不适合,驱动链条过松上下振动严重或跳出。

2. 温升过快过高

电动机轴承损坏,电动机烧坏,减速器油量不足,油品错误,制动器的摩擦副间隙调整不适合,摩擦副烧坏,线圈内部短路烧坏。

(二)驱动装置的维护保养

驱动装置各部件专业技术性很强,一旦出现较大故障必须找生产厂家或特约维修站的专门技术人员进行修理。作为用户单位在例行检查时应发现问题及时报告,不至于酿成大祸。

(1)减速器的油量、油品,严格按说明书规定要求执行,一般第一次用油3~6个月更换一次。油品的要求各厂家不一致,一般蜗轮副采用N320~N460蜗轮油。各轴承处按时添加规定的润滑脂。

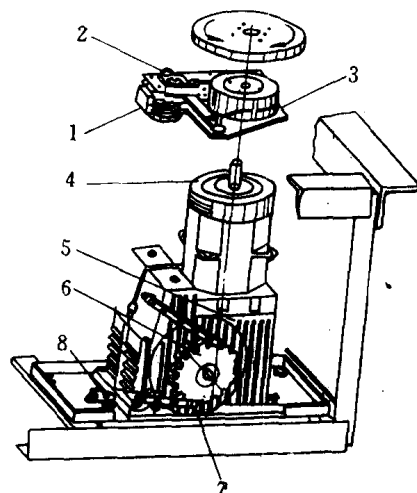


图 1-6 驱动装置

- 1—堵转力矩电动机 2—小齿轮 3—制动带
4—电动机 5—减速器 6—链轮 7—传动链
8—偏心轮

(2)制动器的调整间隙必须按说明书规定执行,液压推杆式制动器的油压缸的油品为N 68润滑油,油量加注到规定要求。

第四节 梯路导轨系统

自动扶梯的梯路导轨系统包括主辅轮的全部导轨、反轨以及相应的支撑物等。导轨系统的作用是保证梯级按一定的轨迹运行,保证乘客上下安全,运行平稳并支撑梯路的负载和防止梯级跑偏。因此梯路导轨系统的设计是自动扶梯的关键之一。

梯路是个封闭的循环系统,分成上分支和下分支。上分支用于运输乘客,是工作分支;下分支是返程分支,非工作分支。图 1-7 为自动扶梯梯路各区段划分图。

上分支由以下区段组成:

7~8 为下水平区段,8~9 为下曲线区段,9~10 为直线区段,10~11 为上曲线区段,11~12 为上水平区段。

为了使乘客顺利登梯,梯级在上分支必须保证下列条件:

(1)梯级在上分支各个区段应严格保持水平,且不绕自身轴转动。

(2)梯级在直线区段内各梯级应形成阶梯状。

(3)梯级在上、下曲线段,各梯级应有从水平到阶梯状态的逐步过渡过程。

(4)相邻两梯级间的间隙在梯级运行过程中应保持恒值,它是保证乘客安全的必备条件。

梯路的下分支,由于不载客,上述条件可以不作要求。

一、上分支主辅轮中心轨迹

梯级具有两只主轮和两只辅轮,要使梯级达到上述要求,主辅轮必须有各自运行轨迹才能保证,见图 1-8。

根据图 1-8 可知,主轮中心轨迹方程

$$x_1^2 + y_1^2 = R_1^2$$

辅轮中心轨迹方程

$$(x_5 - b)^2 + (y_5 + a)^2 = R_5^2$$

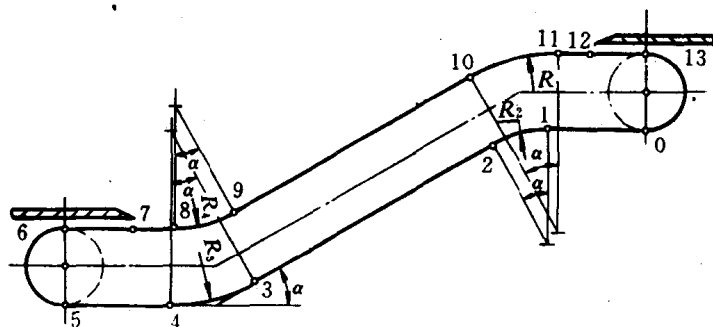


图 1-7 自动扶梯梯路各区段划分图

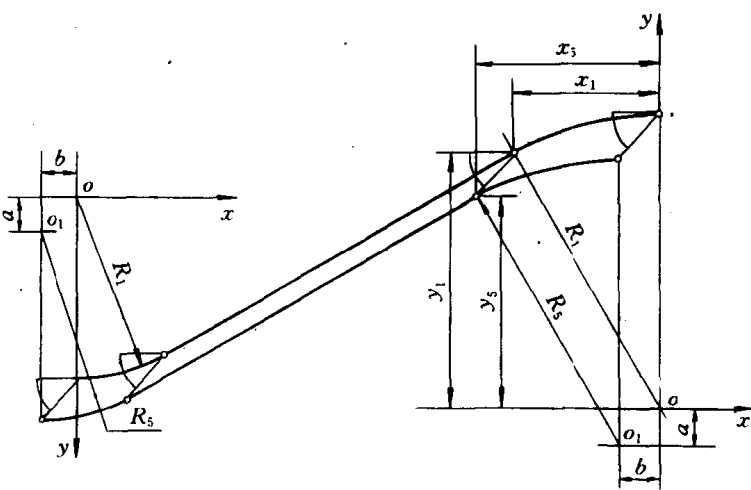


图 1-8 梯级上分支主辅轮中心轨迹图

上、下曲线区段主、辅轮中心运行轨迹加上各自轮子的半径就成了主、辅导轨工作面的轨迹。上、下水平区段主、辅轮导轨分别布置在平行平面内,它们间的高度按梯级基距 L 的垂直投影距离确定。直线区段的主、辅轮导轨布置在同一倾斜的等距离平面内。

下分支是非工作分支,不要梯级保持水平,因此,只需从结构、安装、维修等方面的考虑即可。

二、上下分支曲线区段相对位置的确定

为了设计梯路图,必须确定上下分支曲线区段曲率半径中心的相互位置,见图 1-9。

根据图 1-9 可知

$$x = k \tan(\alpha/2) + (h - h' / \cos \alpha) / \tan \alpha$$

$$y = h - k$$

在驱动端 $k = R_1 - R_2$

在张紧端 $k = R_2 - R_1$

式中 h ——上下分支水平区段主轮导轨间的距离,由驱动链轮直径决定;

h' ——上下分支直线区段主轮导轨间的距离,按结构要求决定,一般取 450~800 mm;

R_1 ——主轮中心在上分支曲线的曲率半径;

R_2 ——主轮中心在下分支曲线的曲率半径;

α ——自动扶梯直线倾斜区段与水平线的夹角。

而辅轮中心则应根据主轮中心来决定。

上分支的曲率半径中心坐标为 $(-a, -b)$,下分支一般取同心圆。

上分支上曲线导轨 R_1 的值主要根据梯级主轮所承受的轮压确定,只要结构条件允许, R_1 值越大轮压越小。对于小高度自动扶梯驱动端 $R_1 > 1.5$ m,张紧端 $R_1 > 1$ m;对于公共交通用自动扶梯,当额定速度 > 6.5 m/s 时,驱动端 $R_1 > 2.6$ m,张紧端 $R_1 > 2$ m。

三、梯路其它参数的确定

(一)驱动端水平区段长度的确定

这段长度包括梳齿板前缘至上曲段 R_1 起点的距离 L_1 (即水平梯级的长度),以及梳齿板前缘至驱动主轴中心的距离 L_2 ,见图 1-10。

一般取 $L_1 \geq 800$ mm;当额定速度 > 0.5 m/s 或提升高度 > 6 m 时, $L_1 > 1200$ mm;当额定速度大于 0.65 m/s 时, $L_1 > 1600$ mm。

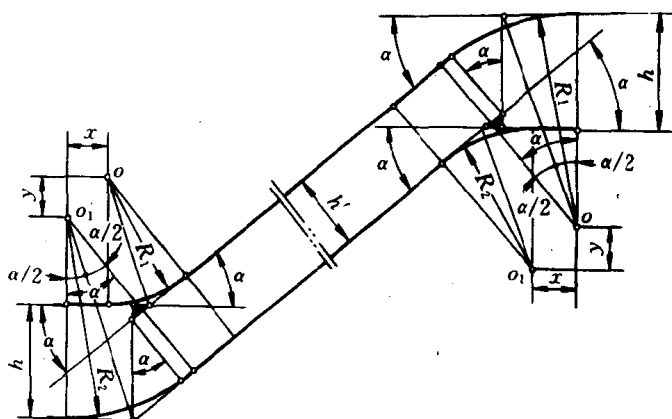


图 1-9 曲线区段导轨曲率中心坐标的确定

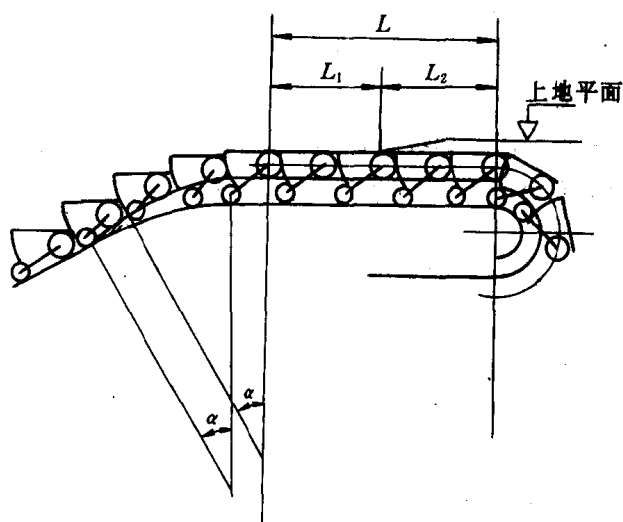


图 1-10 驱动端水平长度

L_2 的确定主要保证梯级在其翻转过程中不至与梳齿板相碰,一般取 $L_2=500\sim 800\text{ mm}$ 。

(二)张紧端水平区段长度的确定

这段长度除包括上述 L_1 和 L_2 外,还应考虑张紧曳引链条的行程长度 L_3 和梯路设计长度与实际曳引链条的差值 L_4 ,见图 1-11。

对于小提升高度,只考虑曳引链条磨损时的伸长量 $L_3=100\text{ mm}$;对于中、大提升高度,曳引链条磨损后拆去 1~2 个梯级 $L_3=100\sim 450\text{ mm}$;对于 L_4 取 100 mm 。

(三)转向壁上偏心距的确定

当梯级由上分支通过曳引链轮回转到下分支水平区段,一直运行到下分支曲线区段直至直线段,各梯级间的间隙逐步减小,甚至卡死。为了避免这种情况发生,最好的解决方法是将下分支辅轮导轨适当提高,使其(辅轮回转导轨即为转向壁)中心与曳引链轮中心出现一个偏心距 e 。见图 1-12。

由于梯级主辅轮在该处的回转半径相差较大,加上梯级惯性,所以翻转噪声较大,因此 e 值越小越好。依据梯级特性参数,偏心距 e 在 $5\sim 8\text{ mm}$ 范围内较为适宜。

(四)梯级踢板半径和两梯级间的间隙的确定

根据图 1-13 分析可知,踢板圆弧半径 R 是以 $A(-p, -n)$ 为圆心, R 的大小为

$$R = t_j - \delta$$

式中 t_j ——两梯级主轮间的距离;

δ ——两梯级间的间隙,其值不大于 6 mm ,一般取 $4\sim 6\text{ mm}$ 。

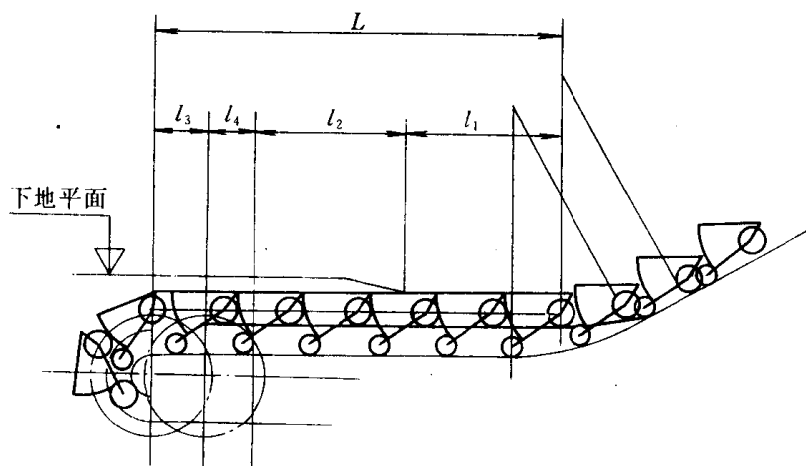


图 1-11 张紧端水平长度

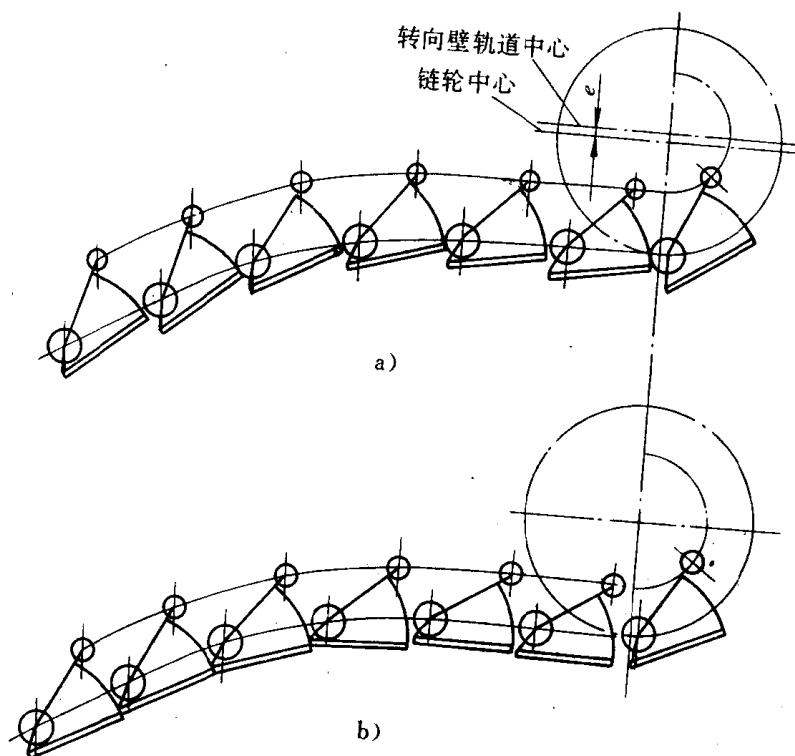


图 1-12 转向壁中心与曳引链中心的偏心距

a) 有偏心距 b) 无偏心距