

# 电梯门系统的结构及选型分析

黄杰勋

(广州广日电梯工业有限公司 广东 广州 511447)

**摘要:** 针对电梯门系统, 本文细分了门系统中开门机、光幕、门导轨架、层门门锁、地坎、门板等机械部件, 并介绍了部分机械部件的结构、特点以及不同需求下的选型方法。在门系统的机械部件中, 本文介绍了开门机的结构、门电机及门刀的分类、光幕的特点及安装方法、门导轨架的3种选型方法及拉动装置的结构、层门门锁的结构及优缺点, 以及轿门层门地坎和门板的特点。在安装、使用电梯的门系统时, 为了设计或选用更为合理的门系统部件, 本文阐述了各部件的特点和使用方法, 以满足门系统的各类机械部件的使用要求。

**关键词:** 开门机; 门刀; 门导轨架; 门锁

## 0 引言

电梯门系统是电梯中的重要组成部分, 是电梯运行安全的关键之一, 能够保证乘客的安全。正确选用门系统中的机械部件, 能够提高电梯的运行效率。同时, 在众多的电梯故障及事故的分析中, 约70%的故障问题由门系统所引起, 或门系统中部件选择不当导致性能变差所引起。门系统对整个电梯系统的正常运行和用户的使用体验感至关重要, 开门机、光幕、门导轨架、层门门锁、地坎、门板是门系统的重要组成部分, 对其结构进行分析, 则可更好地了解门系统的组成以及掌握门系统中各部件的选型方法。

## 1 开门机的结构分析

开门机主要由门机底板、门机导轨、封头板、门挂板总装、导轨支架、张紧轮组件、门刀组件、电动机组件、同步带、皮带夹组件等部件装配组成; 零件中包含防撞块组件、主锁开关组件、副锁开关组件和钢丝绳组件等, 如图1所示。

开门机的分解组装步骤如下:

- (1) 门机导轨固定在门机背板上;
- (2) 左、右门挂板总装分别从左右两侧导轨装入, 并调整滑轮与导轨的滑动间隙;
- (3) 将左、右封头板用螺栓和螺母固定在门机背板上;
- (4) 将左、右防撞块组件分别安装于封头板上;
- (5) 用螺母、螺栓和垫片将防撞块组件固定在门

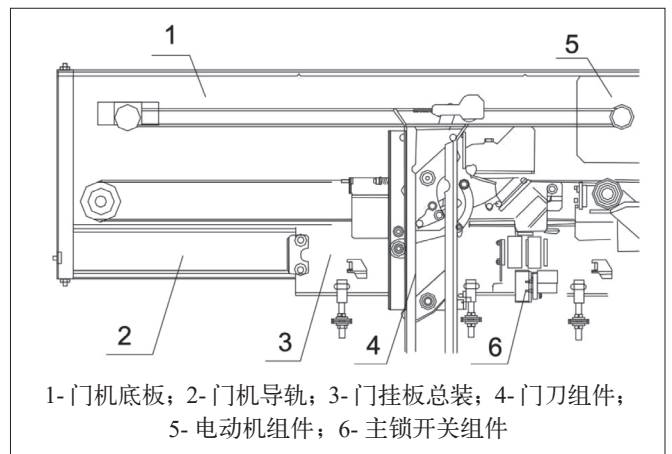


图1 开门机主要部件示意图

机导轨上;

(6) 将主锁开关组件固定在主锁开关固定支架上, 将电缆线穿过支架并使用扎线带扎紧, 对主锁开关组件进行预紧;

(7) 将主锁开关固定支架和副锁开关固定支架用螺栓固定, 调节螺母, 正常关门到位时, 调整插针与副锁开关的间隙, 使之满足要求;

(8) 用螺柱和螺钉等将钢丝绳轮组件固定在门机背板两侧, 并安装到位;

(9) 将钢丝绳组件绕过两侧的钢丝绳轮组件, 固定在门挂板上, 调节锁紧螺母, 调整并控制压缩弹簧的长度;

(10) 将导轨支架装配到门机底板上, 调整门挂板总装上滚轮与支架的间隙;

(11) 将电动机用紧固件固定, 并固定在门刀启动器之间;

(12) 用紧固件固定张紧轮组件；

(13) 最后将门刀装配到门挂板上，调整门刀上插针与开关的间隙。

至此完成整个门机的装配过程，门机分解过程也如上所述。

### 2 开门机的分类

目前市面上使用的门机有同步门机和异步门机两种，当前行业内基本采用同步门机，但少数厂家仍使用异步门机。同步门机直接驱动皮带运动，中间无减速机构。相对于异步门机，同步门机具有低转速、大转矩、高效率、控制精度高、噪声低、振动小等优点。其他差异点主要如下<sup>[1]</sup>：

(1) 异步门机的结构比同步门机简单。

(2) 同步门机的噪声及振动小。采用异步门机时主要通过重锤实现厅门关闭，但重锤过大，容易与门板发生碰撞，易引起门板振动或噪声。

(3) 异步门机在关门时保持力或力矩更大。采用同步门机时，门电机除了提供关门保持力外，还需提供弹簧压缩力。考虑到门电机的温升特性，在关门保持力相同的条件下，采用同步门机时，门电机需要提供的力矩较大。

(4) 采用异步门机，可减小风阻。关门动作由重锤配合，在基层出现风阻时，重锤下拉可更好地使轿门关闭，避免发生风阻导致的无法关门情况。

(5) 异步门机在开门时用时更短。在开门动作阶段，同步门机需释放弹簧，其所用的时间比异步门机约长1s，在此阶段乘客候梯时则间需要加长。

(6) 异步门机可减少门晃动。异步门机结构相对简单，可在门锁上添加机械零部件以优化门锁的夹紧力，从而在电梯上下行驶时减少门板的晃动次数，达到轿门无撞击及振动的目的。

以上是门机的种类，而在开门机中，常常又分为同步门刀开门机和异步门刀开门机。同步门刀着重体现的是层门和轿门开关门联动过程中的特性，与同步门机不是同一个概念。此两种开门机的基本区别为：同步门刀开门机由皮带带动门刀，而异步门刀开门机由皮带带动门挂板的支臂。其他的特点对比如表1所示。

为了更好地使用门机，门刀性能需要满足相关的要求。金属件需要进行盐雾试验：对单面锌层厚度有一定的要求，应大于等于8μm，同时满足中性盐雾

表1 同步门刀与异步门刀特点对比

轿门门刀	同步门刀	异步门刀
驱动对象	由皮带带动门刀	由皮带带动门挂板的支臂
联动过程	开门时，门刀动作，同时打开轿门和层门锁	开门时，门挂板运动，带动轿门运动，通过门刀带动层门锁门球，使轿门和层门锁打开
运行效果	轿门与层门同时打开	轿门先动，开锁后轿门与层门一起打开
优势	安装调试方便，困人风险低	关门一次到位
劣势	关门时存在二次关门现象，开门效率较低	安装调试繁琐，困人风险较高

试验96h的要求；底板加工精度、公差满足图纸技术要求。需要对门刀进行寿命试验，门刀收刀放刀循环运行300万次（一次循环为收刀一次和放刀一次），试验完成后，门刀应能正常工作，轴承无松动，弹簧无松动或断裂。

### 3 光幕的使用情况

电梯光幕是一种光线式电梯门安全保护装置，由安装在电梯轿门两侧的红外发射器和接收器、安装在轿顶的电源盒及专用柔性电缆四部分组成。光眼发射和接收信号的原理一致，但因固定形式和位置不同，导致盲区产生的位置和时机不一样。光幕的基本原理为：一侧光眼发射光源，另一侧接收（图2），当另一侧接收不到光源或感知光源亮度变低时，则判断为有遮挡，控制系统立即输出开门信号，轿门即停止关闭并反转开启，直至乘客或阻挡物离开警戒区域后电梯门方可正常关闭，从而达到安全保护的目，避免电梯夹人事故的发生。

因光幕发射与接收的位置不同，光幕的机械安装方式可以分为两种：移动式结构光幕和固定式结构

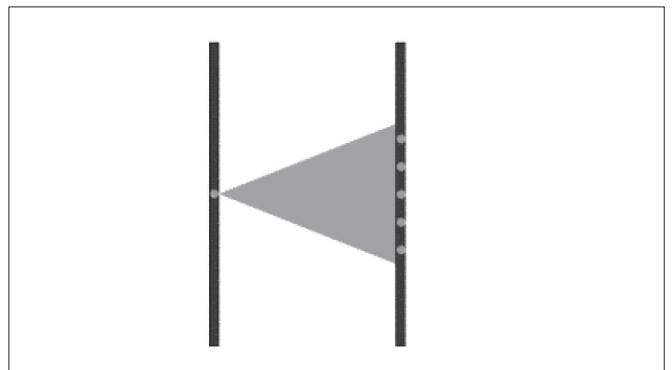


图2 光幕光眼发射示意图

光幕。移动式结构光幕随着轿门的关闭，其光眼之间的距离缩短，而发射光源的角度不变，能够接收光源的光眼越来越少，特别是在门快关闭时，一个光眼只能接收与之平行的一道光源，同侧光眼之间的区域产生盲区；且光幕电缆需随轿门一并移动，存在磨损失效风险。固定式结构光幕的安装支架固定在两侧，光幕则安装在支架上，工作距离固定，且工作距离较大，光源覆盖范围不随轿门移动而变化，能够覆盖开门区所有范围；且光幕电缆固定安装，不存在磨损失效问题。

#### 4 门导轨架的结构分析

门导轨架结构为S型，指层门装置中底板导轨的结构为S型，可分为外嵌单S型（图3a）、内嵌双S型（图3b）和外嵌双S型（图3c）。外嵌单S型为单导轨以上S型、下平型的形式组成的结构，轮子在上S型导轨面上滑动。内嵌双S型为双导轨以上S型、下S型的形式组成的结构，轮子在下S型导轨面上滑动，上S型导轨面用于定位滑行。外嵌双S型为单导轨以上S型、下S型的形式组成的结构，双轮子在上、下S型导轨面上滑动。

每个结构都有各自的特点，每款门导轨架的优点与缺点如下：

(1) 结构上，外嵌单S型门导轨架的结构最为简单，便于生产和装配；内嵌双S型门导轨架的结构轻巧；外嵌双S型门导轨架的装配要求高。

(2) 安装方式上，外嵌单S型门导轨架安装简单，内嵌双S型门导轨架的安装精度要求较高。

(3) 防脱性能上，外嵌单S型门导轨架的防脱效果欠佳，内嵌双S型和外嵌双S型门导轨架的防脱效果较好。

(4) 性能上，内嵌双S型门导轨架的刚度较低，外嵌双S型门导轨架的强度高。

(5) 其他特点上，内嵌双S型门导轨架的层高要求较低，外嵌双S型门导轨架的工艺要求较高但运行平稳、噪声小。

以上特点可以概括为：外嵌单S型门导轨架的结构简单，价格较低，适用于低楼层；内嵌双S型门导轨架适用于各类楼层，价格比较适中，防脱性能也较好；外嵌双S型门导轨架适用于高楼层，工艺和装配要求高，但性能相对最优，防脱效果最好，且运行平稳、噪声小。

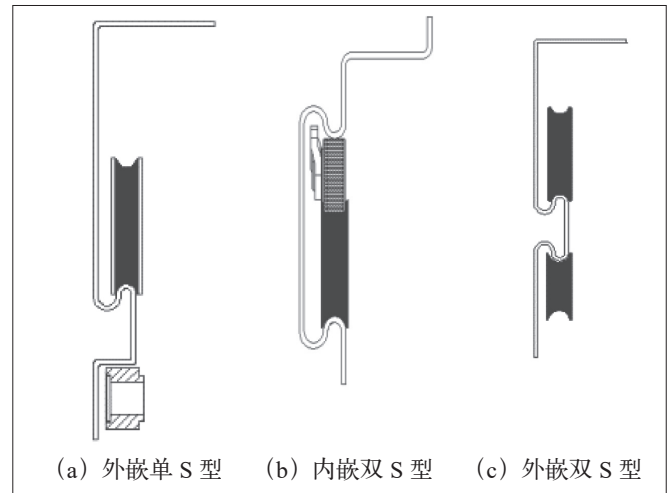


图3 门导轨架结构示意图

当开门机到达目的楼层时，门刀会通过门电机动作，与层门装置中的门球相配合，当门锁打开时，门刀由门电机带动并同时带动层门动作<sup>[2]</sup>。此时，如果仅靠门刀带动，则需要的力很大，从而提高对门电机的功率要求。为了减少门电机的功率，层门装置中含有额外的拉动装置，该装置可分为弹簧结构和重锤结构。弹簧结构是指将弹簧一侧固定在层门装置上，另一侧固定到层门的连接件上，当门锁打开时，门刀带动层门动作，同时弹簧带动另一侧门动作，从而实现开门。重锤结构是指将结构一侧固定在层门的连接件上，另一侧为一个重锤，重锤通过导轮悬挂在层门上，通过导管或者导板引导重锤自然下坠，从而拉动层门、实现开门。对于这两种结构，弹簧结构的自闭力足，但存在弹簧易老化、不利于门控等缺点；重锤结构的自闭力恒定，利于门控，运行稳定，但需要额外增加导轮结构和导管结构，结构相对复杂。

#### 5 层门门锁的结构及特点分析

层门门锁由副锁钩与主锁钩组成，主锁钩与门球为一体结构，如图4所示。门锁的动作由层门的三角锁通过拨杆联动实现，即当用三角钥匙打开三角锁时，锁芯往一方向扭转，带动拨杆（或连杆），拨杆往上顶开门锁，从而实现打开门锁的动作。打开门锁的挂钩可根据实际门导轨架的结构进行设计。当打开门锁、打开层门时，电梯会接收到信号、停梯，该信号由门锁中的电气元件实现。

在形式上，层门门锁主要分为插针式门锁和凸轮式门锁两种。插针式门锁是指门锁一侧固定触片，另一侧以两条铜针的形式插入而形成连通电路，当



手动开锁时电路断开,从而提供信号给控制柜。凸轮式门锁是指电梯门锁具有凸轮结构,凸轮在关门时和导向面存在位置差,从而和接触面接触、形成连通电路,当手动开锁时接触面分开、电路断开,从而提供信号给控制柜。从其特点来分析,插针式门锁的触点易产生故障,从而影响使用;凸轮式门锁的接触面大,结构和性能稳定,可靠性高。

另外,门锁包括不带互锁、互锁、主锁+互锁三种情况。对于不带互锁的结构,门锁为一个锁钩,另一侧配合锁则固定在层门装置上;当层门装置的钢丝绳意外断开时,锁钩一侧的层门会被锁住,而另一侧层门因没有锁紧,则会随钢丝绳预紧力的减小而打开。对于互锁结构,门锁为两个锁钩,层门锁紧时,两个锁钩钩紧;当层门装置的钢丝绳意外断开时,两个锁钩依然互相钩住,从而两扇层门依然处于锁住状态。对于主锁+互锁的结构,门锁为两个锁钩,另一侧配合锁固定在层门装置上,层门锁紧时,两个锁钩钩紧,同时主锁会锁紧到配合锁上;当层门装置的钢丝绳意外断开时,两个锁钩依然互相钩住,且主锁会锁紧到配合锁上,此时两扇层门依然处于锁住状态,且不会晃动,可以更加有效地避免层门意外情况的发生<sup>[3]</sup>。综上所述,主锁+互锁结构的门锁保护性最强,但需要额外增加配合锁,结构相对复杂,成本也会增加。

## 6 轿门层门地坎和门板

电梯地坎是电梯轿厢或者层门入口的带槽金属踏板,分为轿厢地坎和层门地坎两类。轿厢地坎就是轿厢入口处的地坎,层门地坎就是层门入口处的地坎。轿门层门地坎的主要作用是门导靴提供支撑点,以保持门正常的滑动<sup>[4]</sup>。客梯的地坎表面一般是铝质材料,部分货梯或大吨位电梯的地坎表面则是铝质材料或铁质材料,可分为一体式铸造成型的铝地坎、表面铝合金底层钢铁结构的组合地坎及铁地坎3种。

层门及轿门门板有四面折弯和两面折弯两种结构类型。四面折弯是指门板的上下、左右均通过机器折弯成型;两面折弯则是指门板左右通过机器折弯成型,门板上下则通过粘贴或焊接上下封头的形式成型。层门及轿门门板除了折弯工艺不同外,折弯边连接方式也有不同,按连接方式可分为焊接结构、压铆结构及铆钉铆接结构。焊接结构的门板在焊接处易变形,不美观;压铆结构的门板在压铆处易变形,

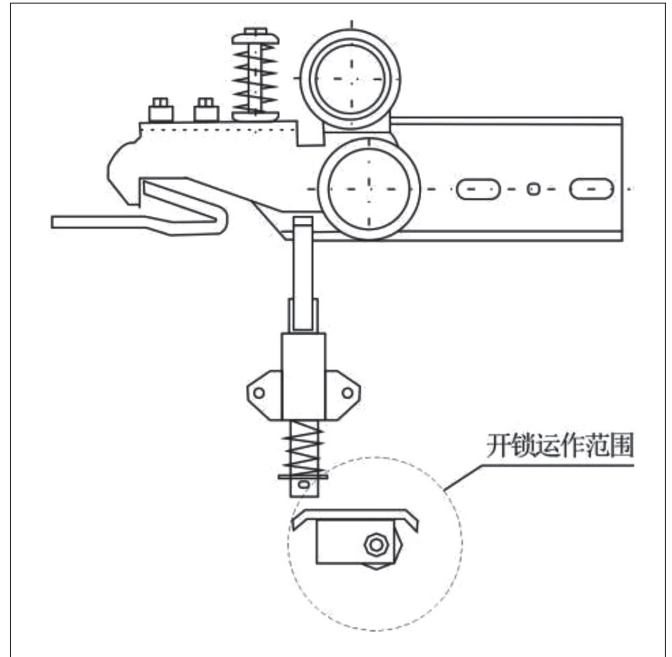


图4 层门门锁结构示意图

强度不稳定;铆钉拉铆结构的门板变形小、美观、强度可靠,长期使用性能更稳定。

## 7 结语

本文以电梯门系统各个部件的结构为切入点,在目前市场上现有的部件产品中,分析开门机的结构、门电机及门刀的分类、光幕的特点及安装方法、门导轨架的3种选型方法及拉动装置的结构、层门门锁的结构及优缺点,以及轿门层门地坎和门板的特点。通过对各个零部件的特点对比、型号结构对比及分析,设计出符合客户需求的门系统产品。

## 参考文献:

- [1] 吕增及, 邓岗. 电梯同步门机和异步门机的优缺点及应用趋势[J]. 中国电梯, 2022, 33(5): 22-23.
- [2] 张道仓, 李增伟, 周世栋. 电梯轿门锁结构类型及应用探讨[J]. 中国电梯, 2018, 29(6): 58-61+63.
- [3] 刘昱军, 李怀术. 浅谈层门门锁结构的改进[J]. 广西城镇建设, 2020(4): 96-98.
- [4] 黄建良, 杨程, 喻颖. 浅谈电梯层门下部导向及保持装置啮合深度测量装置设计[J]. 中国设备工程, 2019(19): 120-121.

作者简介: 黄杰勋(1987.07-), 男, 汉族, 广东江门人, 本科, 工程师, 研究方向: 电梯技术。