

城轨车辆塞拉门携门架及滑动机构分析

赵治博

南京铁道职业技术学院 江苏 南京 210031

【摘要】：塞拉门携门架及滑动机构结构分析，塞拉门携门架及滑动机构运动分析，对保证塞拉门运动平稳性意义重大。

【关键词】：塞拉门；拉动和塞动；直线运动副；携门架；滑动机构

塞拉门是指门在整个开关的过程中有塞拉的动作，并且关门时门外面与车体外皮相平，门打开时与车体重叠。塞拉门广泛运用于城轨车辆，塞拉门的运动部件主要有驱动机构、携门架及滑动机构，携门架是连接门体与驱动机构的中间环节，携门架的一端，与门体刚性连接，另一端，通过机构，与滑动机构柔性连接。塞拉门运动的平稳性直接取决于塞拉门携门架及滑动机构，因此研究分析携门架及滑动机构的结构设计及运动状况，对保证塞拉门运动平稳性意义重大。

1 结构分析

塞拉门基本运动包括拉动和塞动，拉动是主运动，塞动是副运动。运动副分：直线运动副和吊杆运动副，直线运动副，可以形成大位移，运动轨迹是直线，吊杆运动副用于小位移和摆动运动，轨迹是曲线，现有结构是两种运动副的组合，代表性的有直线运动副与吊杆运动副的组合，直线运动副与直线运动副的组合。相对而言，直线运动副与直线运动副的组合结构简单，为避免吊杆式塞动机构造成的门体垂向位移，在拉动机构采用直线运动副的前提下，塞动机构也采用直线运动副。

塞拉门运动的实质，是一种受迫运动，受迫运动的关键是上滑道和下摆臂，塞动机构直线运动副的设置，需要考虑几个因素：外部因素、技术因素、工艺因素。

以基于针对携门架结构空间进行的直线运动副的方案构想为例，进行分析。

1.1 塞动机构直线运动副的要求

(1) 行程要求

要满足车门开启的开度要求，比如 75mm。

(2) 空间要求

空间要求也就是现有空间对结构尺寸的限制。

①水平开度的限制

水平开度有净开度与有效开度的分别，水平净开度是指车体门口的水平方向的开度，但是由于有携门架的存在，使得实际通过空间缩小，亦即门体边缘与车体门口的一个侧边所形成的宽度尺寸，也就是有效开度。极限状态，如果携门架的水平宽度极小，水平有效开度可以达到最大，如果携门架的水平宽度增大，就会缩小水平有效开度。

②垂直净开度与有效开度

③封闭罩净空

1.2 力学要求

由于携门架的安装位置，除了需要承载门体及自重的重力作用，还要承担因门体重力作用而对于支撑点形成的翻转扭矩，因此携门架必须有适当的形状与刚度。

(1) 外部因素

外部因素，是指空间要求，对携门架现有结构尺寸的任何方向的变化，都将受到空间要求的限制，因为有力学性能的要求，突破或改变相应的性能参数是不可避免的。

(2) 技术因素

以携门架结构空间进行的直线运动副的方案构想，在携门架门体与固定端之间，完成直线运动副的结构设计，在满足要求的前提下，是对运动副与功能部件的有机组合。对于运动副，简化称之为套杆运动副，运动副断面的形状，由于力学要求的限制，运动副不可能采用圆形，必须是异形，这将限制其工艺性。

组合方式可以有两种方式：第一种是套动杆静；第二种是套静杆动。

套动杆静方式，门体开度是硬性要求，限制长度也是有限度的，有效导程就成为一个不可忽略的参数，为确保有效的导向，有限导程与断面结构尺寸相关，简单的说就是长径比，长径比可以影响诸多的性能，如刚性，压稳刚性等，在描述运动副的滑动配合时，有效且稳定的导向长度，也会受到长径比的影响。

在极限状态下,当有效导程无限小,或径值无限大,也就是长径比趋近于零值,导向性能将失效。

对于套静杆动方式解决了有效导程变化的限制,但是却增加了一个门体开度的尺寸,也就是说有可能增加限制长度的尺寸。

(3) 工艺因素

采用的异形套杆运动副结构,异形套与异形杆的加工制造难度增加,开关门的使用频度较大,对套杆运动副的配合精度要求较高,因此对于套杆运动副的加工制造也增加了难度。

2 运动分析

运动组合有分立与组合,分立是指两种运动独立进行,互不影响,互补依附。组合是指两种运动有依附、有影响。比如康尼的结构,就是主运动依附于副运动。

驱动连接分刚性与柔性,对于分立结构组合,可以有独立的驱动,对于组合机构,存在依附关系,无法实现刚性连接,只能使用柔性连接,多数塞拉门都采用柔性连接。

滑动机构通常由滑轨和滑块组成,滑轨与滑块间的运动是直线运动,由于塞拉门的动作是两维的曲线运动,单一的滑动机构不能满足要求,通常是通过滑动机构与携门架之间的柔性机构实现的。

其中一种柔性机构是摆杆机构,因为摆杆结构使得携门

架可以沿着摆杆轴产生一个垂直于滑动机构方向的位移,从而形成塞进动作,由于是摆动运动形式,实际的运动轨迹并不是直线,而是圆弧线,因此也就是门体在塞进过程中,还存在一个垂向位移,这个位移的大小,取决于门体的塞进开度,以及摆杆的程度。一般情况下,以门体塞进开度 75mm,摆杆长度 130mm,门体垂向位移会有 5mm 左右。

另一种结构是双滑动结构,也就是在塞进方向也设置了一个滑动机构,这样,双滑动机构可以构成携门架的纯平运动,也就是消除了门体的垂向位移。虽然携门架与门体是刚性连接的,但是携门架及其前部机构也不可能完全承担门体的全部重量,主要是这种重量还形成转矩。通常的门体高度是 2000mm,宽度 800mm,携门架固定在门体的内侧顶角上,在门体平面上,由于偏向的连接,就已经产生了一个偏转力矩,这个力矩由携门架及滑动机构的自身刚性消除。另一方面,由于携门架另一端的连接通常是铰接,因此在没有外部协助的情况下,也无法形成正确的姿态,要保证姿态正确就需要下滑道和摆臂,门体与携门架在铰接点有一个力组,门体质量有一个偏离铰接点的重力,同时这个重力还形成了一个作用于铰接点的力矩,这个力矩使得门体有向车体内部翻转的趋势。因此在门体的下部,摆臂对下滑道形成了一个向外的推力,这个推力对于铰接点也就形成了一个反向力矩,以抵消门体的翻转,保持门体的正确姿态。

综上所述,对塞拉门运动平稳性影响的主要因素是携门架及滑动机构的结构及运动状况,在制造业不断发展的未来,携门架及滑动机构的结构优化仍有较大的空间。

参考资料:

- [1] 陈超.城市轨道交通车辆自动塞拉门系统研究[J].南京理工大学,2003,1.
- [2] 张亮亮.城轨车辆塞拉门系统密封性设计及验证[J].电力机车与城轨车辆,2016,2.
- [3] 刘妮娜.地铁塞拉门的结构设计及改进[J].科技创新与生产力,2017,6.

作者简介:赵治博,1989.7 出生,男,籍贯:辽宁沈阳,职称:助理讲师,研究方向:轨道交通车辆。