

浅谈电梯门机皮带选型

Discussion on the Type Selection of Elevator Door Machine

邓岗 吕增及

Gang Deng Zengji Lv

东芝电梯有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110168

Toshiba Elevator Co.Ltd., Shenyang, Liaoning, 110168, China

【摘要】电梯发展日益完善,电梯相关安全部件已经得到电梯各个知名厂家的重视。论文主要阐述电梯装置的安全部件门机皮带的选型。门系统皮带为门系统的重要传动部件,直接影响乘客的生命安全。皮带选型合适,门系统的振动、噪音小,寿命长。发生事故的概率就会有效降低^[1]。

【Abstract】The development of elevator is becoming more and more perfect, and much attention has been paid to the related safety parts of elevator by many famous elevator manufacturers. This paper mainly expounds the selection of the safety components of the elevator device, the door conveyor belt. The door system belt is an important transmission part of the door system, which directly affects the life safety of passengers. The belt selection is suitable, the vibration and noise of the door system are small and the life span is long, and the probability of an accident will be reduced.

【关键词】皮带;门系统;皮带轮;轮齿齿距

【Keywords】belt; door system; pulley; tooth pitch of gear tooth

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v2i5.775>

1 引言

随着社会的发展和城市的崛起,电梯越来越接近人们的工作和生活。电梯作为一种垂直交通工具,已经广泛地进入了宾馆、仓库、住宅等场合,现代电梯在可靠性、安全性、稳定性、舒适性方面的要求越来越高。电梯控制系统是机电一体化的复杂的系统,不但涉及电气控制、机械传动和土建工程等工程领域,还需要考虑到舒适感、可靠性、美观等问题。事实上,为了让乘客能有上述的舒适感和更高的安全性,开发人员在电梯设计的时候,对机械部品和电器元件的安全性和保险性都进行了精密的校核。然而对现代电梯来说,还应具有高度的安全性。因此,只有在电梯的制造、安装、调试、售后、维修保养等

都达到了高质量的服务,才能达到电梯的最终高质量的要求。

论文主要就是围绕电梯安全的基础,对电梯安全部品——电梯门马达皮带进行相关说明分析,关于电梯门机皮带的选型,很少有文章进行阐述,甚至专业电梯厂家也很难判断,所以接下来论文主要阐述电梯门机皮带如何选择,以及如何正确选择电梯皮带可以有效控制电梯门的振动、延长电梯门运行的寿命、实现电梯门的平滑开关门,从而最大程序为电梯企业减少成本。

2 门马达皮带设计内容

2.1 皮带传动设计的典型已知条件

门马达的种类、门马达名称及其特性、门马达的额定功率

及转速、带传动比、工作制度、小带轮的转速、许用带轮直径、轴间距等。表 1 为皮带选型时门机与门马达相关参数。

表 1 门机与马达参数一览表

项目	值	单位
门马达种类	PMSM	
门马达额定出力 P	110	W
额定力矩	4.2	Nm
额定电压	78	V
额定电流	1.4	A
最大电流	4.5	A
额定转速 n1	250	rpm
速比	1:1	

2.2 设计需满足的条件

运动学条件:传动比;

几何条件:带轮直径、带长、中心距应满足一定的几何关系;

传动能力条件:带传动有足够的传动能力和寿命;

其他条件:中心距、小轮包角、带速度应在合理范围内;

此外还应考虑经济性、工艺性要求。

2.3 设计结果

带的种类、带型、所需带根数或带宽、带长、带轮直径、轴间距、带轮的结构和尺寸、预紧力、轴载荷、张紧方法等。

3 电梯门系统工作原理

依靠皮带传动的门系统由以下几部分组成:皮带、驱动轮(门电机轮)、从动轮、导向轮、皮带夹。如图 1,皮带传动模型图所示,门电机轮固定在门马达轴上,使用皮带夹将门板和皮带连接,皮带和门电机轮、张紧轮、导向轮配合,将马达的转动运动通过皮带转化为门的直线运动。通过导向轮位置的移动,可调整皮带的松紧^[4]。

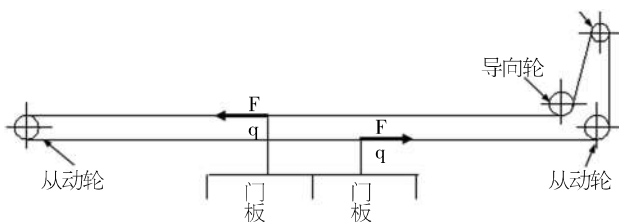


图 1 门系统构成框架图

由于电梯门系统属于小传动容量的传动机构,一般情况下采用圆弧齿同步带,下面以圆弧齿皮带选型计算为例进行说明。

表 2 门机基本参数

项目	值	单位	项目	值	单位
小轮齿数	22	个	额定电流	1.4	A
小轮节距	8	mm	最大电流	4.5	A
门马达额定出力 P	700	W	额定转速 n ₁	250	rpm
额定力矩	4.2	Nm	速比	1:1	
额定电压	78	V			

4 皮带设计步骤

皮带设计计算。

4.1 设计功率 Pd 计算

设计功率 Pd 计算计算公式 $P_d = K_0 \times P = 0.198 \text{ kW}$

其中:P:门马达额定出力(kW)

K_0 :载荷修正系数=1.8

$K_0 = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$

$K_0 = 1.8$ (开关门时)

$K_0 = 1.6$ (reopen 时)

K_1 :原动机等级=1.8

※电梯使用=1.8(额定力矩的 250%以上使用的场合)

K_2 :增速时的修正系数=0

K_3 :运行时间修正系数(正常开关门时)=0

运行时间修正系数(reopen 时)=0.2

※开关门动作时间为每天 10h 以下,reopen 动作时间为每年 300h 以下^[4]。

4.2 选定带型及节距

根据设计功率 $P_d = 0.198 \text{ kW}$ 及额定转速 $n_1 = 250 \text{ rpm}$,由“图 2 圆弧带型。初步选取 8YU 皮带。(按照图表中应选取 3GT 或 5GT 皮带,为保证和现有品皮带尺寸一致,且 8YU 皮带各项参数优于 3GT、5GT,选取 8YU 皮带)

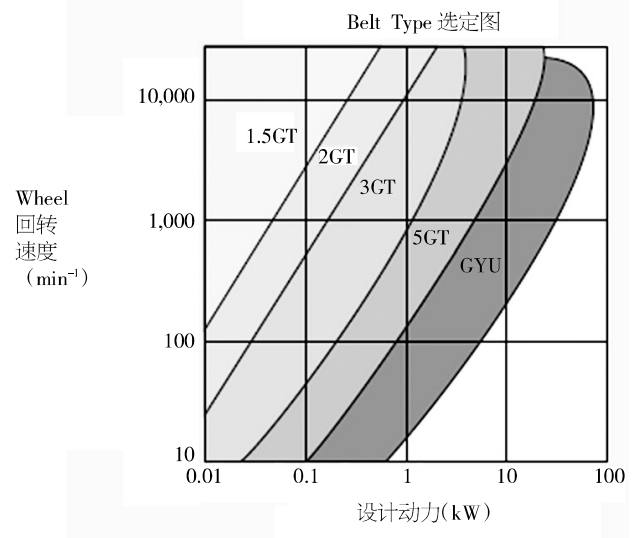


图 2 圆弧齿同步带选型图

4.3 轮齿数确定

依据门系统传动比对门马达轮及从动轮齿数进行选定。例如:门马达轮齿数为 Z_1 ,传动比为 2:1,依据 $Z_1/Z_2 = 2/1$ 计算出传动轮的齿数。本例传动比为 1:1,小轮齿数为 22 齿。

4.4 皮带长度系数

皮带长度系数依据门系统传动模型及出入口的尺寸来计算,出入口尺寸越小,皮带长度系数越小,使用长度系数小的情况来计算为最严苛情况。不同型号皮带有各自的长度系数

值,可依据机械设计手册来查询。例如最小出入口为 800 时,皮带长度为 3.8m, 皮带长度大于 1.8m。依据机械设计手册 8YU 皮带长度修正系数表选取 KL=1.2。关于皮带长度修正系数参照如表 3 所示。

表 3 皮带长修正系数

皮带长度 (mm)	600 以下	601-900	901-1250	1251-1799	1800 以上
长度修正系数 (Kl)	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20

4.5 啮合齿数系数 Km

小轮齿数为 22 个,最严苛情况下(J=0mm 时)DBL-6 CO (以东芝门式样进行说明) 啮合齿数为 7.3 个, 由于啮合齿数 Zm>6,因此依据机械设计手册取啮合齿数系数:Km=1。(如表 4 所示)

表 4 啮合修正系数

啮合齿数	6 以下	5	4
Km	1.00	0.80	0.60

4.6 皮带宽度

皮带宽度由两个因素组成,这两个因素分别是基准传动容量(Pc)与皮带宽度系数。

4.6.1 基准传动容量 Pc

小轮的实际回转速度 n=208rpm(依据公司现有的部品相关参数), 依据提供的基准传动容量计算公式计算 22 齿、20mm 宽皮带、转速为 208rpm/min 时的基准传动容量 Pc (说明:8YU 皮带的基准宽度为 20mm)

$$P=K * F * v = K * F * \frac{z * P_b * n}{60 * 1000}$$

K:修正系数; K=KL*Kw*Km;F:皮带基准工作张力;z:马达曳引轮齿数;Pb:马达曳引轮节距;n:马达曳引轮转速。

其中:基准工作张力 F 参考右图按照如下公式计算:

$$y = -89.477 \ln(x) + 1311.8$$

y:基准工作张力; x:回转速度。

8YU 皮带 208rpm 的基准工作张力 F:

$$F = -89.477 \ln(208) + 1311.8 = 834N$$

20mm 宽皮带基准传动容量:208rpm/min 时 Pc=0.508 kW,其他参数按照表 5 进行计算

表 5 皮带长修正系数

名称	Kl	kW	Km	齿数	节距	转数
数据	1	1	1	22 个	0.008m	208rpm

4.6.2 皮带宽度系数

皮带宽度系数计算公式如下:WF=Pd/(PC×KL×Km)=0.32

皮带宽度按照机械设计手册中皮带宽度系数表选择皮带宽度修正系数 kW>WF 的皮带宽度。

皮带宽度修正系数参照表 6。

表 6 皮带宽度修正系数

皮带宽度 (mm)	15	20	25	30	40	50	60	70	85
宽度修正系数	0.71	1.00	1.29	1.58	2.15	2.73	3.31	3.89	4.75

4.7 选定结果的确认

由于门系统在运行过程中速度是变化的,马达输出的转矩也是变化的,因此对门系统实际运行过程中以下的三种状态下安全系数 K 进行验证:

- ① 转矩最大时;
- ② 速度最大时;
- ③ 转矩×速度最大时。

相关计算参照表 7。

表 7 参数结果一览表

设计条件	转矩最大	速度最大	转矩×速度最大	备注
理论发生转矩 T [Nm]	13.86	7.56	12.68	--
实际发生转矩 T ₁ [Nm]	12.35	7.48	11.53	--
马达回转数 n [rpm]	55	142	92	--
发生动力 P _n [kW]	0.0711	0.11	0.11	--
负荷修正系数 K ₀	1.8	1.8	1.8	--
速比	1	1	1	--
轴间距离 CD[mm]	3800	3800	3800	--
皮带型号	3800-8YU-15			--
原动轮	P22-8YU-15(节圆直径:Φ56.023)			--
从动轮	P22-8YU-15(节圆直径:Φ56.023)			--
皮带基准传动容量 P _d [kW]	0.15	0.35	0.24	--
皮带长度修正系数 K _l	1.2	1.2	1.2	--
啮合齿数修正系数 K _m	1	1	1	--
皮带宽度修正系数 kW	0.71	0.71	0.71	--
皮带传动容量 P _i [kW]	0.13	0.30	0.21	--
最终负荷修正系数 K	1.84	2.69	1.88	--
判定	OK	OK	OK	K>K ₀ 时 OK; K<K ₀ 时 NG;

参考文献:

- [1]江楫.电梯异步门刀门机轿门锁的技术现状和发展趋势[J].中国电梯,2015(09):11-16.
- [2]卢锐昌.对 TSG T7001-2009 第 1 号修改单第 3.7 项检验的探讨——中国电梯[J].2015(09):57-59.
- [3]三菱电机株式会社.电梯的轿厢门锁定装置[P].中国专利:ZL200580017349.5,2007-9-5.