汽车焊装生产线上往复杆式输送机的选型

□ 安徽江淮股份有限公司技术中心/桑大群 汪小霞 苏伟

针对往复杆式输送机的结构以及电动机、气缸的选用进行了具体描述，并对其适用范围进行约束规范，确保往复杆式输送机实际选型的准确性。

往复杆式输送机用于汽车白车身焊装线的常用输送装备，适用于车身各总成的工序间输送。往复杆式输送机一般安装在夹具平台上，与夹具一体构成焊装生产线，一般利用气缸为动力源，进行垂直顶升工作；利用变频电动机为动力源进行水平输送工作。气缸和电动机的型号，是往复杆式输送机选型的主要指标。

往复杆式输送机工作原理及结构

往复杆通常由水平驱动机构、升降机构、限位机构、轨道机构和电控系统等组成，具体结构如图1所示。

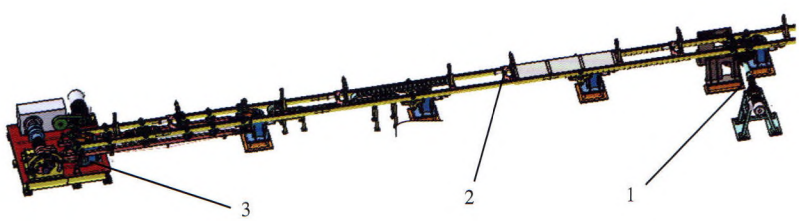


图1 往复杆式输送机机构

1.水平驱动机构 2.轨道结构 3.升降机构

（1）水平驱动机构及工作原理。通过往复电动机正反转带动转动轴，通过联轴器传递给齿轮，通过齿轮转动往复丝条及往复轨道运动，并利用变频电动机实现无级调速，慢启动，快速行走，慢速停止，以保证输送线的安全可靠，具体结构如图2所示。

（2）升降机构及工作原理。升降机构由两种驱动形式：电动机驱动和气缸驱动，不使用液压驱动形式。

电动机驱动升降机构及工作原理：利用电动机驱动主动轴，主动轴旋转拉动升降杆，升降杆绕固定轴旋转，通过其角度的变化实现升降。具体结构如图3所示。

气缸驱动升降机构：通过气缸推动水平齿条运动，由水平齿条带动齿轮，齿轮再带动竖直齿条实现升降。为保证能同时实现多个工位的升降，齿条用连接杆连接一起，具体结构如图4所示。

（3）限位机构及工作原理。限位开关采用行程开关，连线接行程开关常闭触点。当往复杆运动超过限位时，安装在往复轨道上的挡块就撞到限位开关切断其运动控制电路，达到保护设备的目的，具体结构如图5所示。

（4）轨道机构及工作原理。轨道机构主要由溜杆、溜杆基座、限位轴承、限位连接板、滚轮等组成（见图6）。溜杆是往复杆中水

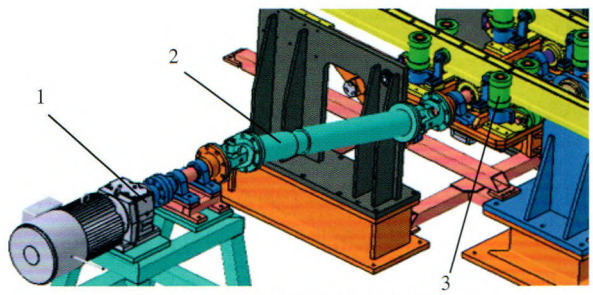


图2 往复杆式输送机水平驱动机构

1.电动机 2.联轴器 3.齿轮齿条

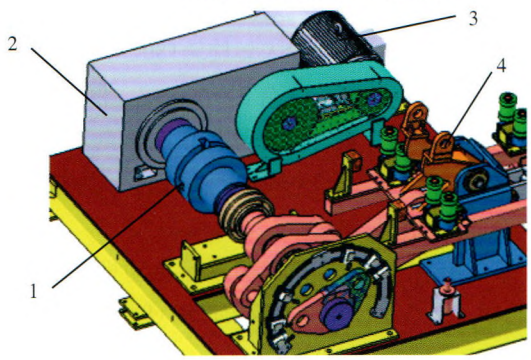


图3 电动机驱动升降机构

1.主动轴 2.减速机 3.电动机 4.升降杆

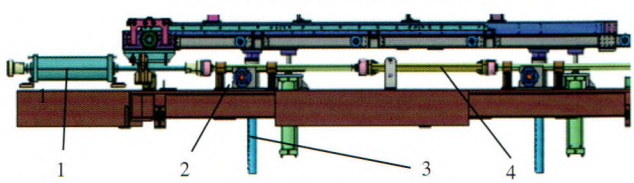


图4 气缸驱动升降机构

1.水平齿条 2.竖直齿条 3.齿轮 4.气缸

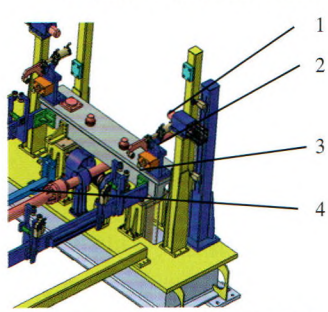


图5 往复杆式输送机限位机构

1.高处限位销 2.固定限位块 3.缓冲器 4.支撑杆

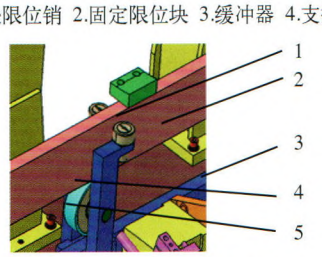


图6 往复杆式输送机轨道机构

1.限位轴承 2.溜杆 3.溜杆基座 4.限位连接板 5.滚轮

平运动的主要部件，水平电动机带动滚轮运动，滚轮带动溜杆往复运动。限位轴承、限位连接板对溜杆起导向限位作用。

往复杆设计选用要求

各生产线往复杆主体机构要求见表1。

表1 生产线往复杆主体机构要求

序号	生产线类型		水平驱动机构	升降驱动机构	轨道机构材质
1	侧围线		电动机驱动	气缸驱动	Q235
2	发舱线		电动机驱动	气缸驱动	Q235
3	主线	≤6工位	电动机驱动	气缸驱动	铝型材
4	主线	≥7工位 ≤12工位	电动机驱动	电动机驱动	铝型材

注：主线工位数≥13时，往复杆需分段设计，主体机构根据各段工位数量按表1要求。

1.水平驱动电动机的选型

水平驱动机构，电动机带动齿轮推动轨道机构运动而产生的摩擦力。如图7为水平电动机的受力模型。电动机主要参数有转矩、功率以及输出转速，根据输送线的输送要求和输送特征，计算上述参数，从而确定电动机型号。

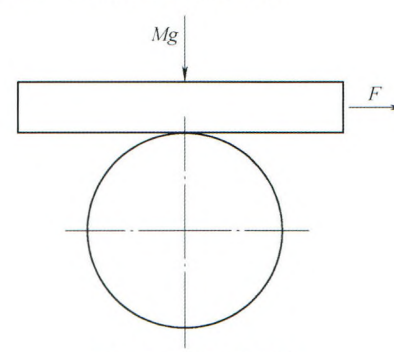


图7 电动机转矩简化模型

（1）转矩计算。公式如下：

$$M=FR=\mu mgR$$

式中 M——电动机转矩，单位为N·m；

m——车身和其他机构的总质量，单位为kg；

R——齿轮分度圆半径，单位为m；

μ——摩擦系数，一般取0.2。

根据输送线具体规划方案，可计算得出车身和其他机构的总质量，齿轮分度圆半径在设计时已给出，从而可以根据公式算出电动机转矩。

例如：规划方案中，给出了往复杆铝型材重1 300kg，车身支撑夹具重500kg，车身总重2 800kg，齿轮分度圆直径144mm，运行速度0.73m/s。

通过公式可得水平电动机转矩 $M=0.2\times4600\times10\times0.072=662\text{N·m}$。

（2）功率计算。公式如下：

$$P=FV=\mu mgv$$

$$P_{实}=K_AP$$

式中 P——理论电动机功率，单位为kW；

v——运行速度，单位为m/s；

μ——摩擦系数，一般取0.2；

$P_{实}$——实际电动机功率，kW；

K_A——工况系数，一般取1.2。

根据上述输送线具体规划方案的相关数据：通过公式可得理论电动机功率 $P=0.2\times4600\times10\times0.73=6.7\text{kW}$。

$$P_{实}=1.2p=1.2\times6.7=8\text{ kW}$$

（3）转速计算。公式如下：

$$n=(600\times1000v)/(pD)$$

式中 v——运行速度，单位为m/s；

D——齿轮分度圆直径，单位为m。

根据电动机功率、输出转速和额定转矩计算结果，进而根据GB/T12497－2006选择水平驱动电动机型号。

2.升降驱动气缸要求

电动机选型的主要参数有转矩、功率以及输出转速。根据输送线的输送要求和输送特征，计算上述三大参数，从而确定电动机型号。

（1）电动机的转矩。公式如下：

$$M=mgL\sin\phi/2$$

式中 M——电动机转矩，单位为N·m；

m——车身和其它机构的总质量，单位为kg；

L——往复杆摆臂长度，单位为m。

根据输送线具体规划方案，可计算得出车身和其他机构的总重量以及往复杆摆臂长度，从而根据公式算出电动机转矩。例如：规划方案中，有9个工位，每个车身的质量为350kg，线体上共需运送8个车身，铝型材和其他单元的总质量为5 000kg；得出车身和其他机构的总质量为7 800kg。设计时取 m=8 000kg。

升降高度规划为600mm，一般输入轴旋转180°为带动往复杆上升或下降的时间，且在45°时，为最佳受力点，可得 $L=0.6\times\sin45°/2=0.424\text{m}$。

故升降减速电动机转矩 $M=8000\times10\times0.424=33\,920\text{N·m}$。

（2）电动机的功率。计算公式如下：

$$P=Mn/(9550\eta)$$

$$P_{实}=K_AP$$

式中 P——理论电动机功率；

M——电动机转矩；

n——输出转速；

η——传动机械效率，一般取0.95；

$P_{实}$——实际电动机功率；

K_A——工况系数，一般取1.5。

（3）转速计算。公式如下：

$$n=\phi/6t$$

式中，ϕ——输入轴旋转度；

t——升降时间。

根据电动机功率、输出转速和额定转矩计算结果，进而选择升降驱动电动机型号。

例如：规划方案中，有9个工位，每个车身的质量为350kg，线体上共需运送8个车身，铝型材和其他单元的总质量为5 000kg；得出车身和其他机构的总质量为7 800kg。设计时取 m=8 000kg；升降高度规划为600mm，升降时间4s，一般输入轴旋转180°为带动往复杆上升或下降的时间，根据上述参数，可计算得出减速电动机转矩 M=33 920N·m，减速电动机的输出转速 n=7.5r/min。

故升降减速电动机理论功率 $P=33\,920\times7.5/(9\,550\times0.95)=28\text{kW}$。

$$P_{实}=1.5p=1.5\times28=42\text{kW}$$

故通过计算：在本案例中应选择功率为45kW，输出转速为7.5r/min，额定转矩大于33.9kN·m的减速电动机。

3.升降驱动气缸要求

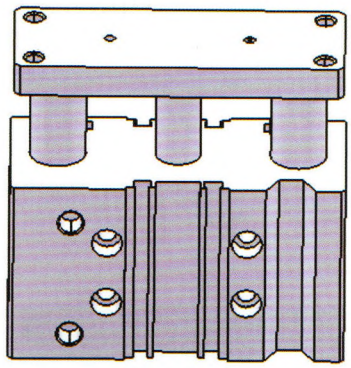
（1）气缸类型的选用。气缸是往复杆式输送机升降运动的动力提供部件，气缸的种类有标准气缸、带导杆气缸、薄型缸、紧凑型气缸、复合型气缸等，在进行型号选型前，应根据如下原则选择往复杆式输送机使用的气缸类型。

1）普通夹具夹紧单元选用夹紧缸。

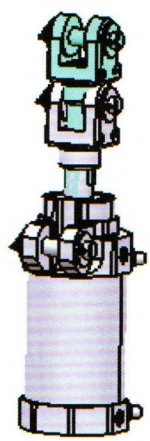
2）需要定位锁紧的夹具定位选用销钉夹紧缸。

3）销子有倾斜角度时，伸缩定位单元选用带导杆薄型气缸（见图8a）。

4）生产线上需要大行程翻转、定位、输送用大型缸选用标准



（a）带导杆气缸



（b） 标准气缸

图8 气缸示意图

气缸（见图8b）。

5）小空间，高精定位的单元选用紧凑型气缸。

6）复合运动的复杂单元选用复合型气缸。

根据此原则，往复杆式输送机应选用大型的标准气缸。

（2）升降驱动气缸的选型。往复杆式输送机应选用大型的标准气缸。

1）气缸输出力F具体公式如下：

$$F=\eta mg$$

式中 F——气缸输出力；

m——车身和其他机构的总质量；

η——工况系数，一般取2。

表2 缸径与夹紧力对照表

系列	缸径/mm	杆径/mm	动作方向	受压面积/mm²	输出压力/N
标准圆形气缸	32	12	夹紧	804	482
			打开	691	414
	40	16	夹紧	1 256	754
			打开	1 055	633
	50	20	夹紧	1 963	1 178
			打开	1 649	989
	63	20	夹紧	3 116	1 869
			打开	2 802	1 681
	80	25	夹紧	5 024	3 014
			打开	4 533	2 720
	100	30	夹紧	7 850	4 710
			打开	7 144	4 286
	125	32	夹紧	12 266	7 359
			打开	11 462	6 877
	140	36	夹紧	15 386	9 232
			打开	14369	8 621
	160	40	夹紧	20 096	12 058
			打开	18 840	11 304
	180	45	夹紧	25 434	15 260
			打开	23 844	14 307
	200	50	夹紧	31 400	18 840
			打开	29 438	17 663
	250	60	夹紧	49 063	29 438
			打开	46237	27 742
	300	70	夹紧	70 650	42 390
			打开	66 804	40 082
标准正方形气缸	32	12	夹紧	804	482
			打开	691	414
	40	16	夹紧	1256	754
			打开	1055	633
	50	20	夹紧	1 963	1 178
			打开	1 649	989
	63	20	夹紧	3 116	1 869
			打开	2 802	1 681
	80	25	夹紧	5 024	3 014
			打开	4 533	2 720
	100	30	夹紧	7 850	4 710
			打开	7 144	4 286

2）气缸行程：在往复杆式输送机中气缸主要是垂直运动，即理论所需行程=举升高度。

根据输出力和气源压强0.5MPa，选出缸径，根据理论所需行程，选出气缸行程，进而确定气缸型号，气缸型号一般以厂家型号为准，表2为SMC气缸对照表。

结语

焊接夹具的设计是车身焊接的前提和基础，在焊接夹具的设计中，应掌握夹具的基本工作原理和设计准则，不断地学习和探索先进的设计思路和方法，制造出合格的焊装夹具，以提高车身精度，确保车身质量。 AUTO1950