论坛与资讯

焊接变位机构方案设计及反转机理与定位分析

严学书，孙 全，夏选琼，王立存，李官美
（重庆工商大学，重庆 400067）

摘要：针对大型立式全自动包装机小车架焊接的工作需要，对焊接变位机构方案进行了分析，研究了其在全自动包装机中的反转机理，并进行了焊接变位机构的定位分析，实现了大型立式全自动包装机作业中，稳定、安全和精确的焊接变位，取得了较好的生产效果。

关键词：包装机械；全自动包装机；焊接变位机构；反转机理；定位分析
中图分类号：TB486⁺.3　**文献标识码**：A　**文章编号**：1001-3563(2013)01-0129-04

Welding Positioner Mechanism Scheme Design and Its Inversion Mechanism and Orientation Analysis

YAN Xue-shu, *SUN Quan*, *XIA Xuan-qiong*, *WANG Li-cun*, *LI Guan-mei*
(Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: The welding positioner scheme was analyzed according to the needs of small frame welding work in large vertical automatic packaging machine. The reversal mechanism of the automatic packaging machine was studied. The welding positioner positioning was analyzed. The scheme realizes stable, safe, and precise welding positioning in large vertical automatic packaging operation and achieves good results.

Key words: packaging machinery; automatic packaging machine; welding positioner; inversion mechanism; positioning analysis

焊接变位机构是包装工程制造业中最重要的工艺技术之一，在包装工程、机械制造、滤油机械、涡旋压缩机械、新能源汽车空调及制冷系统系统等方面的研究和应用越来越广泛。随着科学技术的发展，焊接变位机构已从简单的构件连接方法和毛坯制造手段，发展成为制造行业中一项基础工艺和生产尺寸精确的生产手段。随着焊接变位机构件的设计越来越大，对生产效率的要求也越来越高。传统的手工焊接已不能满足现代高技术产品制造的质量、效率要求。保证焊接变位机构产品质量的稳定性、提高生产率和改善劳动条件，已成为现代焊接变位机构制造工艺发展亟待解决的问题。通过焊接变位机工作台的翻转，可使焊缝处于易焊位置。焊接变位与焊接操作机配合使用，可实现焊接的机械化、自动化，从而提高立式全自动包装机工作效率和产品质量。

1　焊接变位机构方案分析

为了保证焊接质量，需要将竖立焊接的部位翻转为水平焊接，即需要将小车架侧立 90°。现在的焊接方式是用行车吊立，工人借助竹梯靠在小车架上作业，但是行车吊立在空中存在极大的安全隐患。现急需一种焊接变位机构，以实现小车架的双向 90°稳定且安全的翻转。该小车架是用钢板焊接的组合体，内部结构较复杂，且自重大，不易定位装夹；同时该厂的厂房空间比较有限，不适合使用占用空间较大的翻转设备。

1.1　焊接变位方式分析

焊接变位机构已经有一些产品，但结构和功能上

收稿日期：2012-11-08
基金项目：重庆市科技攻关项目(CSTC2011AC6086)；重庆市教委资助项目(KJ110710/113019)；重庆市大学生创新创业训练计划项目(201211799019)
作者简介：严学书(1947-)，男，重庆人，重庆工商大学教授，主要从事包装机械设计、包装结构等方面的教学和科研工作。

有较大差异,需要注意的是针对不同的设计要求,采用不同的传动方案和变位方式。根据该立式全自动包装机车架结构,变位方式采用双座式变位结构。双座式焊接变位机,不仅稳定性好,而且如果设计得当,可使焊件安放在工作台上后,随工作台倾斜的综合重心位于或接近倾斜机构的轴线,从而使倾斜驱动力矩大大减小。双座式焊接变位机适用于大尺寸焊件的翻转变位。在焊接变位机构作业中,常与大型门式焊接操作机或伸缩臂式焊接操作机配合使用。

1.2 变位机构车架模型分析

所设计的焊接变位机构车架的质量为 5 t,车架由钢板直接焊接拼装而成,车架的质量分布主要是钢板的分布,由现场看到的车架实物可知,小车架的空间内部结构复杂,内部存在较多空间,但是钢板的分布基本均匀,即小车架的质量基本可以看作是均匀分布,为了方便计算,将小车架简化为一个长方体模型,质量为 5 t,其基本尺寸见图 1。

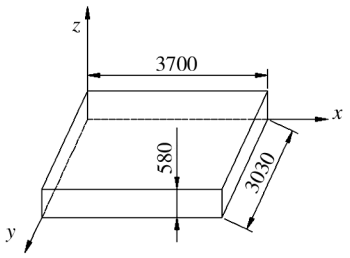


图 1 小车架简化示意图(mm)

Fig. 1 Small frame simplified schematic

由此可得出焊接变位机构车架模型的转动惯量:

$$J_y=\frac{m}{12}(a^2+b^2) \tag{1}$$

式中:J_y 为绕 y 轴转动的转动惯量;m 为小车架的质量,$m=5000$ kg;a 为 x 方向的长度,$a=3.70$ m;b 为 z 方向的长度,$b=0.58$ m。代入式(1)得 $J_y=6.0\times10^3$ kg·m^2。

根据立式全自动包装机对焊接变位机构车架的设计要求,设小车架的翻转速度为 $n=1$ rad/min,加速时间为 $t=0.05$ s,则翻转角速度为:

$$\omega=\frac{\pi n}{30}=\frac{\pi}{30}\ \text{rad/s} \tag{2}$$

则翻转时的角加速度为:

$$\partial=\frac{\omega}{t}=2.1\ \text{rad/s}^2 \tag{3}$$

由此可求得翻转时因车架重力产生的阻力矩 M_1:

$$M_1=J\partial=1.26\times10^4\ \text{N}\cdot\text{m} \tag{4}$$

若考虑转动轴上轴承的效率、轴的传递效率和联轴器的效率,可得转动轴的驱动转矩 M_0 为:

$$M_0=M_1/(\eta_{\text{轴承}}\cdot\eta_{\text{轴}}\cdot\eta_{\text{联轴器}}) \tag{5}$$

取 $\eta_{\text{轴承}}=0.98$, $\eta_{\text{轴}}=0.99$, $\eta_{\text{联轴器}}=0.99$,则:

$$M_0=1.33\times10^4\ \text{N}\cdot\text{m}$$

1.3 传动方案分析

传动方式的确定,根据具体情况,不仅要考虑到技术性能指标,还要考虑经济成本。对提出的各种方案,综合比较技术难度、经济指标等后实施方案。

焊接变位机构的传动方式主要是机械传动或液压传动。根据项目要求,焊接变位机构的翻转速度约为 0.1 ~ 1 rad/min。电机的转速一般为 1440 rad/min,由此可以确定,如果采用机械传动,降速比将达到 1000 ~ 2500,如此大的降速比需要复杂和结构庞大的变速机构。加之上述计算可以看出需要的驱动转矩非常大,因此,采用液压传动方案。

液压传动的传动示意图见图 2。由摆动液压缸直接输出所需转速,经联轴器驱动工作台翻转,由于不需要增加中间传动环节,结构紧凑。动力执行元件可选用单叶片式摆动液压缸和齿轮齿条式液压缸 2 种方案。

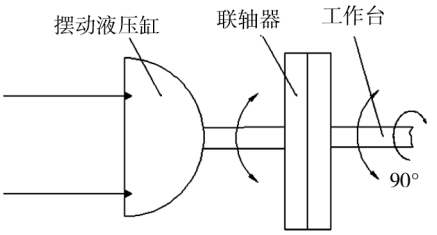


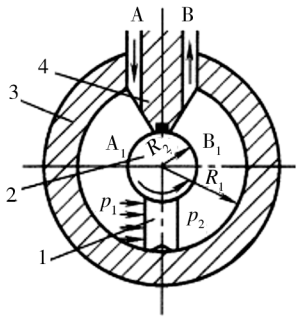
图 2 传动系统示意图

Fig. 2 Transmission system

2 翻转机理分析

2.1 单叶片式摆动液压缸工作机理分析

单叶片式摆动液压马达的工作原理见图 3。当压力油从 A 孔进入壳体 3 的 A_1 腔内,作用在叶片 1 的左面上,产生液压力,推动与叶片 1 连接在一起的输出轴(转子)2 逆时针方向回转,缸内 B_1 腔的回油



1-叶片;2-输出轴(转子);3-缸体;4-固定轴瓦(定子)

图 3　叶片式摆动液压缸工作原理

Fig. 3 Vane swinging hydraulic cylinder working principle

经 B 口排出;反之当压力油从 B 口进入缸内,则输出轴(转子)2 顺时针方向回转并输出扭矩。单叶片式摆动液压缸通过联轴器与工作台相连,车架安装在工作台上,摆动液压缸带动工作台转动,从而实现车架焊接时的翻转变位。

2.2　齿轮齿条摆动缸工作机理分析

单缸齿轮齿条缸摆动液压缸的结构见图 4,输

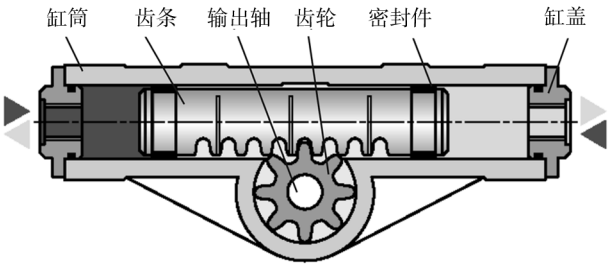


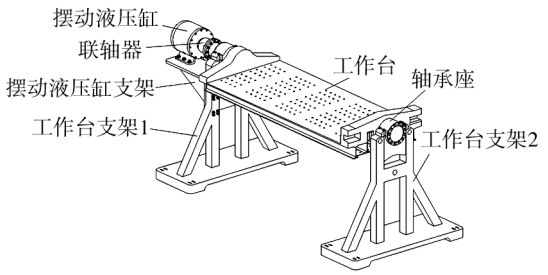
图 4　齿轮齿条摆动液压缸

Fig. 4 Gear rack swing hydraulic cylinder

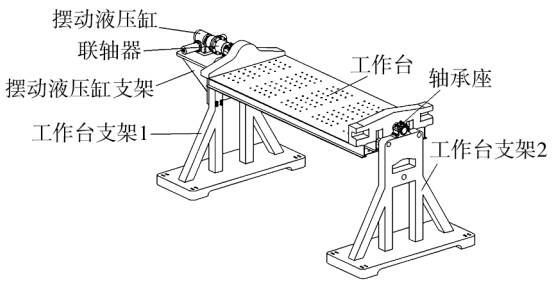
入压力油以后活塞作直线运动,经齿条和齿轮的啮合,直线运动就转变为旋转运动,由齿轮轴输出转矩。齿轮齿条式摆动液压缸通过联轴器与工作台相连,小车架安装在工作台上,摆动油缸带动工作台转动,由此实现小车架焊接时的翻转变位。齿条活塞缸由带有齿条杆的双作用活塞缸和齿轮齿条机构组成,活塞往复移动经齿条、齿轮机构变成齿轮轴往复转动。

3　翻转定位分析

当车架的焊接位置翻转到位时,定位是一个至关重要的问题。翻转机构有 3 个平衡位置,即水平、逆时针翻转 90°和顺时针翻转 90°。考虑到工厂的实际情况和设计需要,在到达平衡位置时需要设计限位开关,以保证工作台停在需要的位置。借鉴机床限位的方法,采用机械式的限位挡块,当工作台到位时,触碰限位挡块,启动电磁开关,通过电气控制停止液压缸的摆动。由于翻转转速非常低,可以忽略由于惯性产生的位置误差。同时设计液压系统时,可采用具有断电锁紧功能的液压系统。如考虑到成本,可以手动拔销,插销经由电磁开关自动完成;或者,插销采用弹簧驱动自动插入。液压系统本身具有自锁功能,但存在泄漏的问题,为了保证安全,用一个定位销辅助定位工作台。



a　方案1



b　方案2

图 5　焊接变位机构

Fig. 5 Welding positioner scheme

由于工作台所有负载都作用在工作台支座上,故定位销可不承受径向载荷,只需限制工作台的转动即可。定位销的插入可以采用自动模式,考虑到成本,可以采用人工手动插入。当工作台转到平衡位置时,液压缸停止摆动,工作台翻转停止,同时液压系统具有自锁功能,故可以将定位销手动插入矩形槽实现定位。设计完成了 2 套方案,方案 1 采用单叶片式摆动液压缸传动,方案 2 采用齿轮齿条式摆动液压缸传动,取得了较好的效果。

4 结论

针对于大型立式全自动包装机小车架焊接的工作需要,对焊接变位机构方案进行了分析,研究了其在全自动包装机中的反转机理,并进行了焊接变位机构的定位分析,实现了大型立式全自动包装机作业中的稳定、安全和精确的焊接变位,设计完成了 2 套方案,方案 1 采用单叶片式摆动液压缸传动,方案 2 采用齿轮齿条式摆动液压缸传动,取得了较好的效果。

参考文献:

[1] 戴宏民. 中国包装机械的发展战略研究[J]. 包装工程,2003,24(3):18-20.
DAI Hong-min. Study of China′s Development Strategies of Package Mechanism[J]. Packaging Engineering,2003,24(3):18-20.

[2] 戴宏民,戴佩燕,周均. 中国包装机械发展的成就及问题[J]. 包装学报,2012,4(1):61-65.
DAI Hong-min,DAI Pei-yan,ZHOU Jun. Achievements and Problems in China′s Packaging Machinery Developments[J]. Packaging Journal,2012,4(1):61-65.

[3] 杨祖彬,曾莉红. 基于食品安全的我国食品包装机械的技术发展路径探讨[J]. 包装工程,2011,32(13):23-25.
YANG Zu-bin,ZENG Li-hong. Discussion on Technical Development Path of China´s Food Packaging Machine Based on Food Safety[J]. Packaging Engineering,2011,32(13):23-25.

[4] 戴宏民. 中国包装机械的发展战略研究[J]. 包装工程,2003,24(3):18-20.
DAI Hong-min. Study of China´s Development Strategies of Package Mechanism[J]. Packageing Engineering,2003,24(3):18-20.

[5] 中国食品和包装机械工业协会. 包装机械行业“十二五”发展规划征求意见稿[EB/OL]. (2011-12-21). http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html.
China Food and Packaging Machinery Industry Association. The Drafts of Development of the Twelfth Five Year Plan of Packaging Machinery Industry[EB/OL]. [2011-12-21]. http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html.

[6] 食品和包装机械行业“十二五”发展规划[EB/OL]. [2011-12-21]. http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html.
The Drafts of Development of the Twelfth Five Year Plan of Food and Packaging Machinery Industry[EB/OL]. [2011-12-21]. http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html.

[7] 王国扣. 食品机械安全卫生设计的研究[J]. 包装与食品机械,2006(3):29-32.
WANG Guo-kou. Study on the Design of Hygiene and Safety for Food Machinery[J]. Packaging and Food Machinery,2006(3):29-32.

[8] 我国包装设备、包装机械发展现状及前景[EB/OL]. (2011-12-21). http://shop.ebdoor.com/shops/249916.aspx.
Development Status and Trend of Package Equipment and Package Mechanism in Chian[EB/OL]. (2011-12-21). http://shop.ebdoor.com/shops/549048/Dynamic Infos/249916.aspx.

[9] 许德群,肖衡. 我国包装与食品机械发展现状及趋势[J]. 包装与食品机械,2011(5):21-23.
XU De-qun,XIAO Heng. Development Status and Trend of Packaging and Food Machinery in China[J]. Packaging and Food Machinery,2011(5):21-23.