

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.01.022

长尾夹自动装配机夹紧装置

熊四昌, 毛晓宇

(特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学), 浙江 杭州 310014)

摘要:根据一种长尾夹自动装配机设计了相应的夹紧装置。设计采用了铣有长尾夹夹体侧边形状凹槽的滑块作为夹持主体。由弹簧提供夹持力,用较小的弹簧力实现了较为稳定的夹紧,并对夹紧装置的夹紧和松弛过程进行力学分析,优化设计尺寸,使夹紧装置工作过程功耗最小。

关键词:长尾夹;夹紧装置;自动化装配;力学分析;最小功耗

中图分类号:TS951

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)01-0089-04

Clamping Equipment for Automatic Assembly Machine of Binder Clips

XIONG Sichang, MAO Xiaoyu

(Key Laboratory of E&M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China)

Abstract: A clamping equipment based on one kind of automatic assembly machine was designed. The slider with groove was applied for clamping, which groove shape is based on the side of binder clips. Clamping force was provided by the spring, and small spring force achieved a more stable clamping. Mechanical analysis on clamping and relaxing process of clamping equipment was made. Design dimensions were optimized to obtain minimum power consumption in work process.

Key words: binder clips; clamping equipment; automatic assemble; mechanics analysis; minimum power consumption

长尾夹是一种办公文具,因其质量轻,夹持力强,使用方便而受到广泛使用,长尾夹由夹体和把手2部分组成。市场上对长尾夹的装配主要以人工装配为主,这需要消耗大量的人力物力,产品装配成本占总成本的一半以上^[1],已然成为进一步发展的瓶颈^[2-3],因此需要设计研制长尾夹自动装配机,而夹紧机构是自动装配机的重要一环,目前夹紧存在着曲线偏心夹紧方式^[4],机械手夹紧方式等等。文中针对一种水平式长尾夹自动装配机设计对应的新型夹紧装置,并结合力学分析对夹紧装置进行优化设计。

1 总体装配工艺流程介绍

长尾夹自动装配机由上料系统,运送系统,装配系统,控制系统4部分组成^[5]。上料系统包括把手的整列装置与夹体的夹紧装置。运送系统则实现运送整列完成的把手和夹紧完成的夹体至装配位置,其中夹体运送由气缸推动整个夹紧装置至装配工位。上料完成

后,系统进行自动装配,一次装配完成后进行自检,如若出现漏装,则再次装配,最后输出装配完成的长尾夹。其流程如图1所示^[6]。

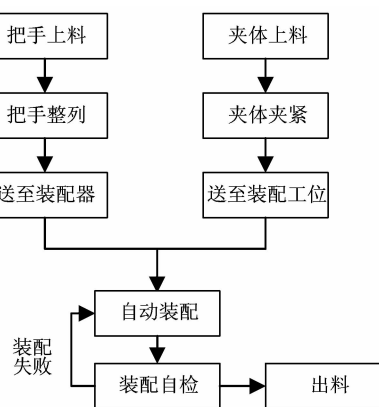


图1 总体装配流程图

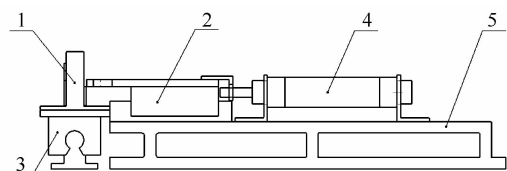
Figure 1 Overall assembly process drawing

收稿日期:2013-07-09;修回日期:2013-09-09

作者简介:熊四昌(1960),男,江西南昌人,博士,教授,主要研究方向为数字化装配与控制技术。通信作者:毛晓宇,E-mail:mdereck2050@163.com

2 夹紧装置的总体机构设计

图2所示为根据机构学和气动理论^[7-8]所设计的夹紧装置的总体结构。夹紧装置安装于运送机构上,其作用为当夹体夹紧后将其运送至装配工位。顶开机构通过与夹紧机构中滑块的配合运动,实现对夹紧机构夹紧和松弛,顶开机构的动力由气缸提供。



1—夹紧机构;2—顶开机构;3—运送机构;4—气缸;5—工作平台

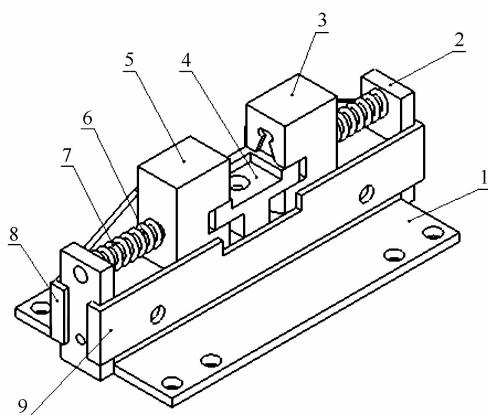
图2 总体示意图

Figure 2 Overall schematic diagram

3 夹紧装置部件设计

3.1 整体设计

夹紧装置部件之间基本采用螺纹连接。2块挡块、前后挡板与底块连接形成通道,左右滑块置于通道内部,可左右滑动,底块中心设有夹体底台,用于放置夹体。挡块上连有一导杆,导杆一段自由伸入滑块孔洞中,导杆上装有弹簧(预压紧),提供对夹体的夹持力。其结构如图3所示。



1—底板;2—挡块;3—右滑块;4—夹体底台;5—左滑块;6—导杆;7—弹簧;8—后挡板;9—前挡板

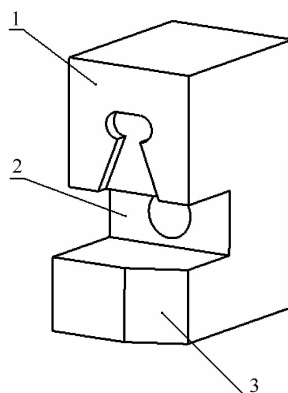
图3 夹紧机构三维图

Figure 3 3D chart of clamping mechanism

3.2 滑块设计

滑块作为夹紧机构的重要部件,如图4所示,共分为3个面,上部端面挖有夹体侧边形状的凹槽,用于夹紧夹体。中部端面上设有孔洞,孔洞直径略大于导杆的直径,使其引导滑块运动。下部端面设有斜面,斜面与顶开机构头部配合提供滑块滑动动力。整个滑块呈

凹型以配合T型的夹体底台。

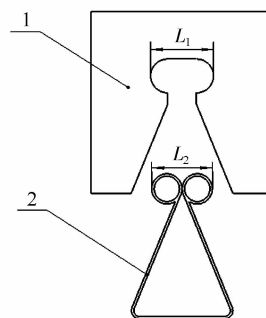


1—上部端面;2—中部端面;3—下部端面(斜面)

图4 滑块(右)

Figure 4 Right slider

滑块上部端面的凹槽如图5所示, L_1 为凹槽宽度,略大于标准夹体头部宽度 L_2 ,两者之间预留着一定的小间隙,夹紧装置为侧面夹紧,凹槽提供夹紧,这使得小的弹簧力就可以实现很好的固定效果,控制其晃动量,而晃动量的控制可以大大降低自动装配的漏装率,从而进一步提高装配效率。



1—滑块(局部);2—夹体

图5 夹体与滑块尺寸示意图

Figure 5 Size map for clip and slider

3.3 顶开装置头部设计

顶开机构头部部分为图6所示,头部有楔形头部B,与滑块下部端面的斜面配合,实现顶开功能。其楔形头部B应保持较高的表面光洁度,以降低顶开机构推进时的阻力。在实际应用过程中可适当添加机油作为润滑剂^[9]。

3.4 夹紧装置的运动力分析

夹紧装置有夹紧、松弛2个状态,其转化是通过气缸推动顶开机构头部,使顶开机构的楔头部B与左右滑块的斜面接触,从而对左右滑块施加推力,实现从夹紧到松弛的转化,而从松弛到夹紧转化只需要气缸后

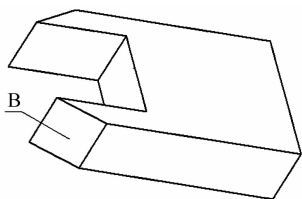
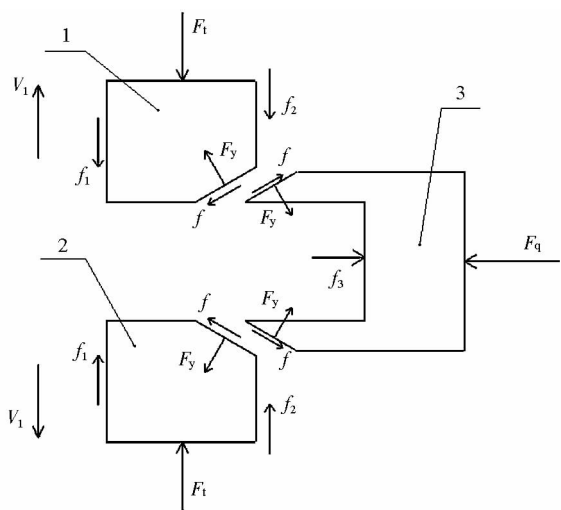


图6 顶开机构(局部)

Figure 6 Opening mechanism(part)

退,使顶开头部退出夹紧装置即可完成。显然夹紧装置从夹紧到松弛过程中气缸推力大很多,故本文重点分析夹紧到松弛阶段的气缸推力。图7所示为装置从夹紧到松弛过程中的力学分析图。



1—右滑块(斜面部分);2—左滑块(斜面部分);
3—顶开机构(局部)

图7 夹紧装置运动力学分析示意图

Figure 7 Mechanical analysis of clamping equipment

分析滑块可得如下公式

$$F_1 + f_1 + f_2 + f \sin \theta = F_y \cos \theta \quad (1)$$

其中 F_1 为弹簧力, f_1 为滑块与后挡板的摩擦力, f_2 为滑块与底板的摩擦力, f 为楔形头部 B 与滑块斜面的摩擦力, F_y 为楔形头部对滑块的压力, θ 为楔形角度。

$$f = F_y \mu \quad (2)$$

其中 μ 为 45 号钢材之间的摩擦因数。

$$F_1 = K(S_1 + X) \quad (3)$$

其中 K 为弹簧的刚性系数, S_1 为弹簧夹紧状态时的压缩量, X 为夹紧到松弛过程中滑块的位移。

$$f_1 = F_y \mu \sin \theta + F_y \mu^2 \cos \theta \quad (4)$$

$$f_2 = mg \mu \quad (5)$$

其中 m 为滑块的质量, g 为重力加速度。

结合公式(1)~(5),得出

$$F_y = \frac{K(S_1 + X) + mg \mu}{\cos \theta - \mu^2 \cos \theta - 2\mu \sin \theta} \quad (6)$$

分析顶开机构可得

$$F_q = 2(f \cos \theta + F_y \sin \theta) + f_2 \quad (7)$$

其中 F_q 为气缸推力, f_2 为顶开机构运动时的摩擦力。

$$w = \int_0^{S_2} \frac{F_q}{\tan \theta} dx \quad (8)$$

其中 S_2 为从夹紧状态到松弛状态滑块的后退总量。

将(2)和(6)代入(7)、(8)得出

$$F_q = \frac{2(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\cos \theta - \mu^2 \cos \theta - 2\mu \sin \theta} [K(S_2 + X) + mg \mu] + f_2$$

$$w = \frac{2(\mu \cos \theta + \sin \theta)}{\cos \theta - \mu^2 \cos \theta - 2\mu \sin \theta} (KS_1 S_2 + 0.5KS_2^2 + mg \mu S_2) \cot \theta + \frac{f_2 S_2}{\tan \theta}$$

以上2个公式表明整个夹紧装置所需要的气缸推力,一次从夹紧到松弛的气缸功耗。可见楔形角度 θ 的变化会对气缸推力和功耗起本质性作用,本文利用这2个公式,气缸速度近似为匀速,通过 MATLAB 软件^[10]绘图计算,得出楔形角度最佳值,实现对夹紧机构的优化设计。

其他变量初始值预设如表1所示。

表1 初始设计值

Table 1 Initial value

$K/(\text{N} \cdot \text{mm}^{-1})$	S_1/mm	S_2/mm	μ	f_1/N	f_2/N
1	10	1.5	0.12	3	0.6

特别说明由于公式分母 $\cos \theta - \mu^2 \cos \theta - 2\mu \sin \theta$ 当楔形角度 θ 取得 76.5° 时为 0,故分析曲线将于 76.5° 点上有跳变,经处理最后得出曲线如图8和图9。

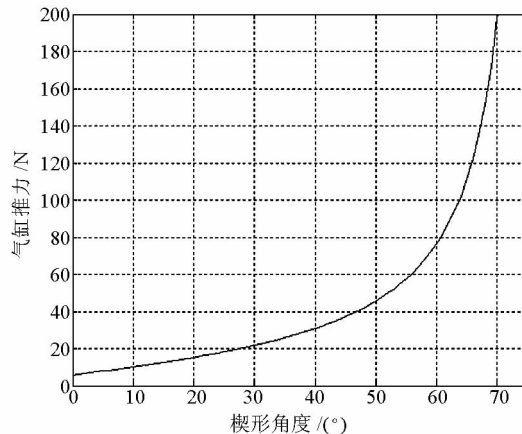


图8 气缸推力曲线图

Figure 8 Cylinder thrust curves

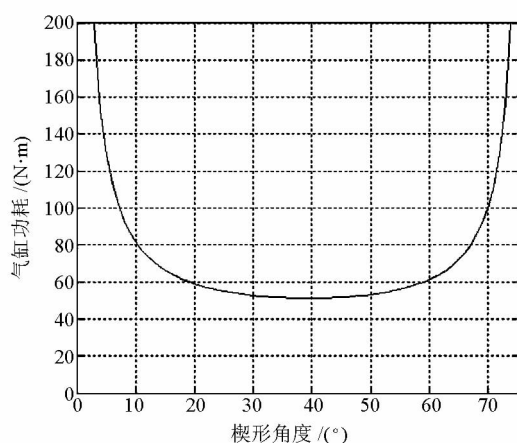


图9 气缸功耗曲线图

Figure 9 Cylinder power curve

图8可见楔形角度对气缸推力的影响从小变大,开始变化缓慢,而后变化极快。从图9可见对于气缸推力做功呈现两边大中间小的趋势,最低点于40°附近,结合气缸推力,楔形角度取30°为宜。

4 结语

文中根据长尾夹自动装配机,设计与其相应的夹体夹紧装置,以较小的弹簧力提供较为良好的夹紧效果。随后对夹紧装置进行力学分析,并利用 MATLAB

软件对得到的公式进行曲线图绘制,从而得到关键尺寸的最佳值。本设计优点在于对夹体的整体位置定位精度高,利于装配,降低其漏装比例,上料下料简单方便,该装置已进行实验并实现预想功能。

参考文献:

- [1] 佟璞玮. 自动化装配-中国汽车工业的新课题[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2005(5): 47-49.
- [2] 马希青, 李石妍, 李艳娇, 等. 机电产品零部件自动装配方法研究[J]. 价值工程, 2012, 31(33): 25-26.
- [3] 姜帆, 杨振宇, 何佳兵. 自动化装配设备的总体设计[J]. 机电工程技术, 2011, 40(7): 131-133.
- [4] 谭德荣, 赵庆志, 王爱传. 曲线偏心夹紧机构设计[J]. 机械设计与制造, 2001(2): 27.
- [5] 童鲁海, 钟江. 长尾夹自动装配线的上料装置[J]. 轻工机械, 2008, 26(2): 85-87.
- [6] 沈一华, 童鲁海. 长尾夹自动装配线装配系统研究[J]. 轻工机械, 2007, 25(4): 106-108.
- [7] 赵松年, 李恩光, 裴仁清. 机电一体化系统设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 孔志礼, 冷兴聚, 魏延刚, 等. 机械设计[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2000.
- [9] 辛喜玲, 许晓静, 田琨, 等. 不同润滑介质下钢-钢摩擦副的摩擦磨损情况[J]. 机械设计与制造, 2012(8): 213-215.
- [10] 张志涌, 杨祖英. MATLAB教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.

(上接第88页)

在双工位夹板机械手装置设计中,可以将装置分成多个已有的经过生产和市场验证的模块,例如机架结构上的方管、槽钢等,也可以根据功能将上述气缸控制结构,手指调整结构中的部分集合功能组成为多个不同的模块,这样本装置就可以分成各个不同的模块,减少设计不定因素引起的风险,并能提高产品的可靠性。以不更改产品的整体性能为设计原则,在双工位夹板机械手装置中我们还可以通过升级其中的单个模块的性能或改变其中的结构来提高产品的整体性能和可靠性,且不对产品的其他模块产生影响,从而满足客户的多样性需求,并确保本装置能在最大程度上实现产品功能要求并能适应市场需求^[10-12]。

3 结语

双工位夹板机械手结构全部采用气缸驱动,结构简单精巧,机构运动分析简单。用该机械手抓取物料时定位准确,无手工操作,满足不规则物料的正确抓取,可广泛应用于各行业块状物料不规则输送的抓取,改进了原有的只能针对规则物料输送的抓取,通过在企业实践也表明,该机械手设计具有一定的先进性、

合理性和可行性,且满足市场多样化的需求。

参考文献:

- [1] 濮良贵, 纪名刚. 机械设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 11-13.
- [2] 尹章伟, 毛中彦. 包装机械[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 157-171.
- [3] 陆祥生, 杨秀莲. 机械手理论及应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1985: 35-51.
- [4] 赵亮, 马晓丽, 闫智勇, 等. 新型高枝采果机械手[J]. 轻工机械, 2013, 31(4): 15-17.
- [5] 张耀全. 中国包装工业的现状与发展趋势[J]. 包装世界, 2009, (4): 6-8.
- [6] 肖衡. 挑战中的我国包装机械企业发展对策[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(4): 50-52.
- [7] ANGELES J. 机器人机械系统原理[M]. 宋伟刚, 译. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 王天然. 机器人[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [9] 龚振邦. 机器人机械设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 1995.
- [10] 韩新民. 机械产品模块化集成设计方法研究[J]. 成组技术与生产现代化, 2006, 23(4): 25-29.
- [11] 熊艳华, 赵伟, 梁楠. 抓取装置的模块化设计[J]. 包装与食品机械, 2013, 153(1): 154-156.
- [12] 司震鹏, 曹西京, 姜小放. 真空吸附式机械手系统设计[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(6): 26-30.