包装缓冲底垫自动粘合机的设计与开发

吕洪燕，彭彦平，孙秋花，王学俊
（大连工业大学，大连 116034）

摘要：设计开发了一种用包装胶带将缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板粘合在一起的自动化机械。实现了不同尺寸规格缓冲底垫的胶带自动粘贴功能，并很好地解决了胶带跑偏、胶带应力大、粘贴不牢等问题。实际应用表明：该自动化机械结构设计巧妙合理，操作使用简便，容易控制产品质量，大大提高了工作效率。

关键词：缓冲底垫；塑料中空板；瓦楞纸板；包装胶带；自动粘贴机
中图分类号：TB486^{+}.3　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-3563(2011)13-0053-04

Design and Development of Automatic Sticking Machine for Package Cushioning Pad

LV Hong-yan, *PENG Yan-ping*, *SUN Qiu-hua*, *WANG Xue-jun*
(Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China)

Abstract: An automatic machine which pastes the EPS and plastic hollow plate or corrugated board together was designed and developed to realize automation of tape pasting for various sizes of cushioning pad. This design can solve the problems happened during pasting, such as tape deviation, too high stress of tape, poor pasting and so on. Actual application showed that ingenious and reasonable design of this machine makes it convenient to operate and easy to control the quality of product and it greatly improves working efficiency.

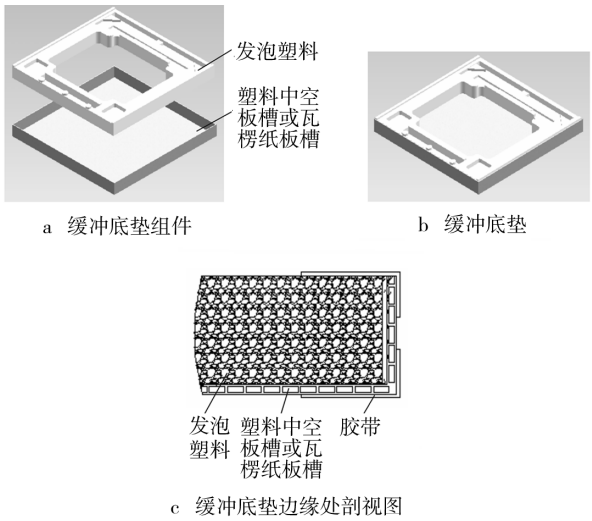
Key words: cushioning pad; plastic hollow plate; corrugated board; packaging tape; automatic assembly machine

冰箱、洗衣机、空调等较大型家电，在生产线上完成组装调试后，一般最后一道工序是产品包装，然后通过各种运输途径，运送到全国乃至世界各地进行销售。为防止在运输过程中，由于道路颠簸或装卸时的冲击而造成产品损坏，需要对上述产品进行缓冲包装，即在上述产品包装的底、顶及 4 个垂直方向的棱边处加缓冲垫。其中就包括一种缓冲底垫，它通常是把缓冲发泡塑料放到塑料中空板或瓦楞纸板槽内（或平板上），并用胶带粘合在一起而形成的。随着家电产业的发展，生产和销售量逐年增加，各种缓冲底垫大量使用，需求量日益增大。但是，现在大多数包装制品生产企业，都是由手工操作把缓冲发泡塑料板与塑料中空板或瓦楞纸板粘贴在一起，效率低下，无法满足家电产品大批量生产的需要。笔者所述的缓冲底垫胶带粘合机，是受国内某家大型家电包装制品生产企业的委托而设计开发的，利用此缓冲底垫胶带粘合机可大幅度提高工作效率、获得稳定的产品质量，实现了缓冲底垫胶带粘合的自动化操作。

1　缓冲底垫胶带粘贴的工艺要求

缓冲底垫是将缓冲发泡塑料放在塑料中空板或瓦楞纸板槽内（或平板上），并通过包装胶带粘合在一起而得到的组合件。缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板槽构成的第 1 种缓冲底垫见图 1，缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板槽见图 1a；图 1b 是粘合后的缓冲底垫；图 1c 是缓冲底垫边缘处的剖面图，图中上下 2 条胶带在原来的宽度方向，已经分别被卷边为相互成 90°的 2 部分，把缓冲底垫的上下 2 个棱边包裹起来。缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板平板构成的第 2 种缓冲底垫见图 2，缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板平板见图 2a；图 2b 是粘合

收稿日期：2011-05-01
作者简介：吕洪燕（1986－），女，辽宁大连人，大连工业大学硕士生，主攻自动化机械设计理论及方法。

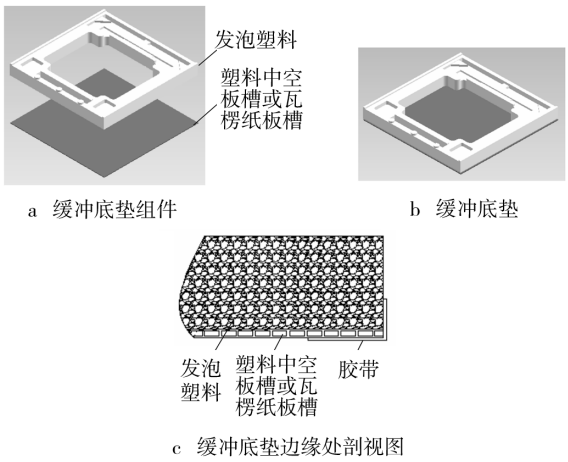


a 缓冲底垫组件　　b 缓冲底垫

c 缓冲底垫边缘处剖视图

图 1 第 1 种缓冲底垫结构

Fig. 1 Structure of the first kind of cushioning pad



a 缓冲底垫组件　　b 缓冲底垫

c 缓冲底垫边缘处剖视图

图 2 第 2 种缓冲底垫结构

Fig. 2 Structure of the second kind of cushioning pad

后的缓冲底垫;图 2c 是缓冲底垫边缘处的剖面,图中胶带在原来的宽度方向,已经被卷边为相互成 90°的 2 部分,把缓冲底垫下面的棱边包裹起来。图 1 的缓冲底垫在上面 4 条棱和下面 4 条棱处分别用胶带粘合,图 1 的上面 4 条棱处粘贴胶带,是为确保冰箱等电器的外包装能够顺利套在该缓冲垫上;图 1 及图 2 下面 4 条棱处也要粘贴胶带,目的是为增强缓冲底垫的强度,避免缓冲底垫在捆扎及运输的过程中受损。

2 总体方案设计

2.1 系统组成及粘贴工艺过程

设备由缓冲底垫组件输送滚筒、气缸推移机构、胶带压合机构、胶带卷边机构、随动间隔板机构以及堆码机构构成,各机构安装固定在机架上。粘合机各个机构的动作由 PLC 控制系统实现自动控制,包装缓冲底垫自动粘合机见图 3。

图 3 缓冲底垫胶带自动粘合机

Fig. 3 Automatic sticking machine for cushioning pad of package

对于大型家电,通常缓冲底垫尺寸比较大,如果对缓冲底垫组件进行自动供料,由于料仓或料斗不能做得太大,所以装入的缓冲组件的数量有限,必须由操作员不断地进行补充,失去了自动供料的意义,且缓冲发泡塑料与塑料中空板或瓦楞纸板槽的自动套合机构较复杂,占用时间较长,影响生产效率。因此,自动粘合机采用人工供料、自动粘合的方式,其综合性能评价结果是较好的。工艺过程见图 4,图中箭头方向为缓冲底垫组件在整个粘贴过程中的运行方向。该自动机械正常运行时,操作人员从料堆处分别取一个缓冲发泡塑料和一个塑料中空板或瓦楞纸板槽(或平板),按指定方向套合或对齐后(见图 1a,2a)放到左侧输送滚筒上,由输送滚筒把缓冲底垫组件输送到气缸推移机构处,再由气缸推移机构将缓冲底垫组件向前推移,缓冲底垫组件在向前运动的过程中,胶带压合机构把胶带压在缓冲底垫组件的 2 个相对的棱边的指定位置上,并由卷边机构实现胶带卷边粘合;接下来,缓冲底垫组件将改变运行方向(见图 4 中右侧向上箭头),以完成另外 2 个相对的棱边的胶带粘合,粘合工艺过程与上述过程相同(粘贴后的缓冲底垫见图 1b,2b,边缘处的剖面见图 1c,2c)。整个包装缓冲底垫自动粘合机,是一个呈 U 字形状的自动生产线。

2.2 主要机构及工作原理

本自动缓冲底垫粘合机的主要机构构成见图 4。

1) 输送滚筒。主要起输送缓冲底垫的作用,输送滚筒由 45 W 调速电机驱动,输送速度可调。

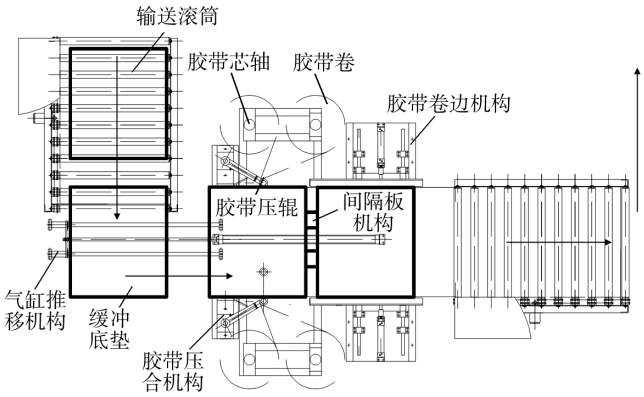


图 4　自动缓冲底垫粘合机的主要机构

Fig. 4 Composition of main mechanisms

2）气缸推移机构。从输送滚筒输送来的缓冲底垫组件，由大行程气缸推移机构推动前移，前移过程中完成胶带粘合。气缸推移机构设有气缸、直线轴承导轨副、缓冲底垫组件推板、缓冲底垫组件托板和缓冲底垫组件分离板。主要完成缓冲底垫组件的分离和推送动作。

3）胶带压合机构。设有胶带压合辊，压合辊安装在摆杆的一端，内有轴和轴承，压合辊自转的同时可绕摆杆的回转中心摆动，实现缓冲底垫两侧胶带的粘贴和压合。摆杆的位置可由调整螺钉调整、压合辊的压力由拉力弹簧、拉力调整螺钉进行调整，可保证有合适的压力把胶带压在缓冲底垫上，并使其粘牢。

4）胶带卷边机构。左、右胶带卷边机构设有进给气缸、上下卷边毛刷、切口刀和切断刀。该机构在把 2 个缓冲底垫之间的胶带切断的同时，在胶带卷边处切消除应力切口，并把胶带卷边 90°粘合，图 1c 及图 2c 为胶带卷边后的剖面图。

5）随动间隔板机构。设有上下移动气缸，该气缸完成间隔板进入或退出 2 个缓冲底垫之间间隔区的动作。间隔板进入 2 个缓冲底垫之间的间隔区后，随同缓冲底垫组件前移，起间隔作用。在粘贴完成后，间隔板从 2 个缓冲底垫之间的间隔区退出，并由主气缸通过拉杆带动返回原处，准备在下一个缓冲底垫的粘合起间隔作用。

3　胶带压合机构处胶带跑偏原因分析与处理

由于胶带是连续供给进行粘贴，所以容易发生胶带跑偏，造成粘贴位置不准，影响粘合质量，甚至会使粘贴工作无法进行。因此，对跑偏原因的准确分析与故障处理就显的尤其重要。本研究根据现场实践，从力学的角度分析了胶带压合机构的胶带跑偏的原因，设计了一种纠偏机构，有效地避免了缓冲底垫粘合机的胶带跑偏问题。

3.1　胶带跑偏的原因分析

胶带跑偏的根本原因是胶带的受力沿带宽方向分布不均。根据生产现场的实际情况，发现胶带跑偏的主要原因有以下 2 个方面。

1）胶带芯轴与胶带压辊的位置安装不当。

如图 4 所示，胶带芯轴轴线或胶带压辊轴线对缓冲底垫移动方向的水平面的垂直度误差过大，或胶带芯轴轴线或胶带压辊轴线不平行，是胶带跑偏的主要原因之一。见图 5，假设胶带芯轴与水平面垂直，这

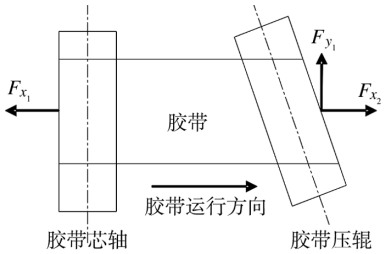


图 5　胶带受力分析

Fig. 5 Force analysis of tape deviation

时胶带芯轴仅在胶带运行方向上对胶带有反作用力 F_{x_1}，由于胶带压辊与水平面不垂直，胶带压辊对胶带的反作用力，可分解为胶带运行方向上的分力 F_{x_2}，以及胶带宽度方向上的分力 F_{y_2}，分力 F_{y_2} 使胶带沿压辊的宽度方向移动，从而导致胶带跑偏。

2）胶带所受的张力不足。

在缓冲底垫粘合的间歇中，胶带卷处于自由状态，而胶带处于静止状态，由于压辊与胶带芯轴之间的胶带所受张力不足，胶带会松懈下垂，当粘合下一个缓冲垫时，胶带突然被拉紧，所受张力突然增大，胶带在短时间内受张力不均匀，是导致胶带跑偏的另一个主要原因。

3.2　胶带跑偏的处理方法

首先在装配和调整设备时，要保证胶带芯轴轴线以及胶带压辊轴线对缓冲底垫移动方向的水平面的垂直度误差不能过大，且尽量使胶带压辊轴线与胶带芯轴轴线平行。但即使这样也只是减缓跑偏的趋势，不能保证胶带不跑偏。因此，通过对以上情况及其原因的分析，设计了一个胶带纠偏机构。机构的俯视图

见图 6,图中 8 为胶带芯轴,胶带导向槽 5 通过回转中

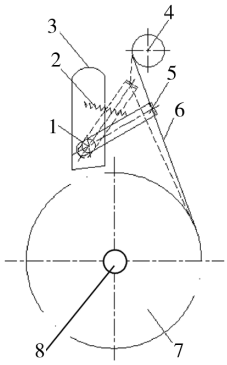


图 6 胶带跑偏纠正装置

Fig. 6 Correcting device for tape

心轴 1 安装机架 3 上,并可绕其回转中心 1 摆动,导向槽 5 与机架 3 间还设有弹簧 2,以保证胶带在任何时候都处于拉紧状态,从而具有一定的张力。将胶带 6 引入导向槽,然后再绕过胶带压合辊 4,当胶带 6 处于运行状态时,弹簧被拉伸,导向槽处于胶带卷 7 与胶带压辊 4 的公切线上,即图中实线位置;当胶带处于静止状态时,胶带松懈、弹簧收缩将胶带拉紧,即图中虚线位置。

该机构中的导槽可保证输送到胶带压合辊上的胶带在垂直方向上的位置基本保持不变,使粘贴在缓冲底垫上的胶带相对于缓冲底垫在垂直方向的位置保持相对稳定。同时弹簧可保证胶带一直保持足够的张力,可有效地避免胶带跑偏。

4 结论

1) 设计开发的缓冲底垫自动粘合机,实现了胶带不间断粘贴,因而省去了胶带切断头固定装置;分析了胶带跑偏的原因,设计了胶带自动纠偏机构,实现了胶带自动纠偏功能,很好的保证了产品的质量。

2) 本自动粘合机由 PLC 控制系统控制,实现了缓冲底垫胶带自动化粘合。并具有粘合速度可调、故障报警、自动停机等功能。

3) 每台机械只需 2 人操作,生产率相当于 10 人手工操作的生产率,产品质量也有显著提高,降低了企业生产成本和从业人员的劳动强度,取得了良好的经济效益。

4) 该设备能够满足多种规格产品的胶带粘贴需要,产品规格从 500 mm×500 mm 到 850 mm×850 mm,柔性化好,具有较高的可靠性、实用性,自动化程度高。

5) 对粘贴好的缓冲底垫,能够实现自动堆码、捆包和产品计数。

参考文献:

[1] 刘乘,李晓刚. PLC 在包装机械上的应用[J]. 包装工程,2004,25(2):51-53.

[2] 黄志昌. 自动化生产设备原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2007.

[3] 董超,王孟效,李虎,等. 西门子 S7-300 PLC 在包装机同步控制系统中的应用[J]. 包装工程,2007,28(11):41-43.

[4] 郑洪生. 气压传动及控制[M]. 北京:机械工业出版社,1994.

[5] 尹章伟 毛中彦. 包装机械[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

[6] 张建民. 机电一体化系统设计[M]. 北京:高等教育出版社,2001.

[7] 谢克明,夏路易. 可编程控制器原理与程序设计[M]. 北京:电子工业出版社,2002.

(上接第 47 页)

决策的支持,它将对于包装产品企业的建设和发展起到非常重要的作用。

参考文献:

[1] 张永年. 包装个性化设计[J]. 包装工程,2002,23(3):113-114.

[2] 朱文求. 数据仓库技术在包装产品网络营销中的应用探讨[J]. 包装工程,2002,23(5):21-22.

[3] 蒋芝芝. 现代消费心理对商品包装个性化设计的需求[J]. 艺术教育,2009(12):137.

[4] 崔涌,顾致农. 商品的个性化包装研究[J]. 包装工程,2007,28(8):215-216.

[5] 林洁. 论人性化理念指导下的现代包装[J]. 山西经济管理干部学院学报,2010,18(4):43-45.

[6] 任其昌,袁友伟. 数据挖掘在包装产品网络营销中的应用[J]. 包装工程,2001,22(3):40-41.

[7] AGRWAL R, SRIKAN R. Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases[C]//Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Databases, Santiago, Chile, 1994:487-499.