

文章编号: 1002-6673 (2014) 05-049-03

# 塑料托盘在卷烟企业自动化立库中的应用与分析

崔江波<sup>1</sup>, 郭大权<sup>2</sup>

(1.吉林烟草工业有限责任公司, 吉林 延吉 133000; 2.中国科学院沈阳自动化研究所, 辽宁 沈阳 110016)

**摘要:** 通过对塑料托盘和木托盘两者优缺点的具体论述, 论证了塑料托盘必将取代木托盘大规模使用。论文以某卷烟厂自动化立体高架库上所用塑料托盘的设计为例, 针对塑料托盘在高架库上运行必须具备的条件和所受的制约, 重点就承重、尺寸、防滑、变形量、刚性等方面进行具体分析和设计, 设计后经过均载强度试验, 证明完全能制造出适应自动化立体高架库标准要求的塑料托盘。实际应用中也证明塑料托盘在卷烟企业自动化立体高架库上的运行是可行的。

**关键词:** 塑料托盘; 变形量; 刚性; 烟草

中图分类号: TP27 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1002-6673.2014.05.019

## Analysis on Application of Plastic Pallet in Cigarette Automated Library

CUI Jiang-Bo<sup>1</sup>, GUO Da-Quan<sup>2</sup>

(1. Jilin Tobacco Industry Limited Liability Company, Yanji Jilin 133000, China;

2. Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang Liaoning 110016, China)

**Abstract:** By discussing the advantages and disadvantages in detail both the plastic pallets and the wood pallets, demonstrates that plastic pallets will replace the wooden pallets used on a large scale. This article take the cigarette factory automation elevated library on the use of plastic pallets design as an example, the plastic pallets in overhead warehouse operation must have the conditions and by restricting, focusing on bearing, size, slip, deformation, rigidity and other aspects of a specific analysis and design, design after the uniform load strength test, that can completely to create automated elevated library standard plastic tray. The practical application proves that plastic pallets in the cigarette business automation elevated Library of the run is feasible, therefore plastic pallets instead of wooden pallets become automated elevated library on load bearing will become inevitable.

**Key words:** plastic pallet; deformation; rigidity; cigarette

## 0 引言

托盘是物流产业中最为基本的集装单元, 用于集装、堆放、搬运和运输的放置作为单元负荷的货物和制品的水平平台装置, 而且是活动的平台, 是使静态货物转变为动态货物的媒介物, 是为配合高效物流而诞生的, 成为贯穿现代物流系统各个环节的连接点<sup>[1-3]</sup>。目前中国拥有各种类托盘约 5000 万~7000 万片, 其中木制平托盘约占 90%、塑料平托盘占 8%, 随着企业对各方面的要求不断提高, 需求不断增加, 木托盘在各种方面的局限性逐渐体现出来。相反的, 塑料托盘由于其在各

方面相对于木托盘具有一定优势, 使用规模开始变大, 并很快占据了相当的应用范围。目前, 塑料托盘已经广泛应用于各个制造行业。塑料托盘具有整体性好, 卫生洁净, 易于冲洗消毒的优点, 并且具有质量轻、无钉刺、耐酸碱、不霉变等特点, 同时其使用寿命是木托盘的 5~7 倍。此外, 从可持续发展的战略思想上看, 塑料托盘可以实现废物利用, 符合环保要求, 尽管价格偏高, 但实际使用成本低于木托盘。塑料托盘的大规模使用将成为必然趋势<sup>[4-5]</sup>。但是, 塑料托盘应用在自动化立体高架库上, 与高端自动化设备配合使用, 却没有尝试过。因此本文就塑料托盘能否应用在自动化立体高架库上进行了可行性分析和具体的设计。

## 1 托盘分类与比较

### 1.1 托盘的分类

由于搬运物品的形状及自动化高架库作业方式的不同, 因此对托盘形状的要求也不同, 目前在高架库上运

修稿日期: 2014-07-21

项目来源: 辽宁省科技攻关项目(2011216008)

作者简介: 崔江波(1971-), 男, 吉林省延吉市人, 硕士研究生/工学学士, 工程师。主要研究领域: 计算机技术应用研究; 郭大权(1983-), 男, 辽宁省普兰店人, 硕士研究生/工学硕士, 助理研究员。主要研究领域: 生产执行系统设计与应用。

行的托盘主要类型如下:

(1)按形状分:①四向进叉双面平托盘,正反两个面是平面都可以存放货物,四面叉孔为日字形,方便叉车叉取及输送轨道和其他相关的设备上运行;②四向进叉单面平托盘,一面为平面用于承载货物,另一面为川字形方便叉车、输送机、堆垛机、RGV和AGV小车等的运输。

(2)按材质分:目前在自动化立体高架库上使用的托盘有木质和塑料两种:其中木质托盘因制造及维修成本低的特点,在我国使用比例最高,而塑料托盘在发达国家自动化立体高架库上则较普遍使用。

## 1.2 塑料托盘与木托盘比较

塑料托盘在使用过程中具有木托盘无可替代的优点,以下从使用寿命、结构设计、安全、环保等角度对塑料托盘与木质托盘进行比较,见表1。

表1 塑料托盘与木头托盘对比

	木质托盘	塑料托盘
使用寿命	5年(优质木料)	10年以上(保质就达3年)
抗冲击性	基本不能跌落,稍有冲击造成损坏或影响一体性	在反复冲击和跌落情况下都能保证强度和刚性
结构设计	各部件组装或装钉(无法避免各部件的脱落和松垮)	一体成型,永久不会有小部件脱落
表面	平整对印刷品有影响	平面型托盘表面光滑平整,(网格托盘不能存放纸张)都配有防滑垫
安全	特别需要提防小钉小刺 消防火患需要当心 自重是塑料托盘的2倍	无钉无刺,无毒无味,耐酸碱 不宜起火 自重较轻,利于搬运和储存
外观	一般	美观
环保	不可回收 对仅有的森林资源消耗严重	可回收,循环使用
清洁	不宜清洁	清洗方便
成本	优质木材价格居高不下	价格适中

## 2 塑料托盘在自动化立体库应用的可行性分析

塑料托盘自身有两大特点,第一是光滑,表面光滑,相对运动时摩擦力就小,容易打滑;柔韧性好,弯曲率大,容易变形。而托盘在自动化输送设备上运行时,不能产生打滑,打滑就会偏离原来的运动方向或原地不动,严重者会从快速运行的高空中跌落下来,造成严重事故,因此两者要有一定的摩擦力,以便于运动和停止。第二个特点是承载力,设备的尺寸在设计时都经过精密计算,并且固定下来不能更改,因此承载货物的托盘因重压变形所产生的弯曲率不能对设备产生干涉,这就要求托盘要有一定的刚性,即承载力。这两点成为塑料托盘长久以来不能在自动化立体高架库上运行的障碍。

塑料托盘设计中的难点在于:托盘的形状既要满足应用的要求,又不能与设备产生干涉。由于高端设备有输送机、叉式堆垛机、人力驾驶叉车等,这就要求托盘形状比较特殊,为川字底的四向进叉式,但川字底的托盘底下为空的,承载面比较薄,不能承载较重的货物,

如果承载重物后挠度会相当大,及易变形和断裂,因此必须增加承载面的刚性,即通过在承载面内部穿插横竖相间的钢管来增加托盘的承载力即刚性,但是钢管增加后,托盘自身重量也跟着增加,因此钢管在托盘内如何布置,布置多少根,粗细多大,就成为塑料托盘能否成功的在自动化立体高架库上运行的关键。

塑料托盘的设计只有弥补了自身的缺点,解决了设计中的难点,并且满足高端设备对承载物运行的各种具体要求,塑料托盘才有可能在高架库上运行。由于铸朔技术的不断进步,现今已经具备了能够克服其两大特点(为塑料托盘添加防滑垫的设计及在塑料中添加其它物质以增加其刚性和柔韧性),并且满足各方面不同要求的铸塑技术,也就是技术上能够实现,只是国内卷烟企业自动化立体高架库没有实际尝试而已。

## 3 自动化立体库塑料托盘的具体设计

自动化立库是通过承载物—托盘将货物由输送轨道和自动搬运设备送进高架库,因此托盘要与输送设备、搬运设备、信息读取设备协调匹配、合理顺畅、不产生干涉,才能将货物顺利送进高架库,即托盘既要与叉车同步又要适应自动化输送轨道和搬运设备<sup>[6-7]</sup>。以下结合某卷烟厂自动化立体高架库承载物—塑料托盘的具体设计过程,进一步论证塑料托盘在高架库上应用的可行性以及相关具体设计。

### 3.1 塑料选材

塑料托盘的选材上除了要考虑高端自动化输送设备要求外,还要考虑环境因素和工作时间的长短。

(1)环境因素。环境的温度因素决定着托盘的使用寿命,当环境温度过高时,在铸塑时就应该增加它的硬度,避免因温度过高而变形量增大或挠度增大;当温度过低时,铸塑时就应该增加它的柔韧性,避免因温度过低脆性加大。因此选择的材料要适合东北的气候情况(-25℃~40℃、相对湿度20~70%),托盘使用环境为室内,一般温度:0~40℃。

(2)工作环境。托盘的生命周期一经铸塑就固定下来,而工作时间长短决定着托盘使用寿命的长短(还有其它情况如工作环境的好坏也会影响托盘的使用寿命),工作时间长则使用寿命短,因此在设计时就要考虑托盘的使用寿命,选择耐用、不易变形、不易老化的材料以便延长它的生命周期。

因此考虑上述原因:塑料托盘材质选用全新优质、环保(环保要求达到现行国家标准)、耐低高温、耐酸碱、无静电火花、耐用性好的抗高冲击强度的全新低压高密度聚乙烯(HDPE),该材料强度高韧性好,放置物品时摩擦系数大,受冷热温差变形小,适合于东北的气候

情况(-25~40℃、相对湿度 20~70%)使用。

### 3.2 结构设计

高架库的输送机及相关设备决定了托盘结构采用双向进叉式,既方便轨道输送又方便叉车叉取;使用面为单面(即一个承载面,承载面为网格平面型),底部结构为川字型,能够适应叉车、输送机、堆垛机、平地机和立体货架的使用,辅料物流托盘还须满足 AGV 设备的使用。在托盘对侧的腿留有贴条码标签的位置;成品物流托盘还须满足烟草联运的使用,在托盘中心位置留有 RFID 的位置,以满足物流系统中多个空托盘的相互迭放的要求。

托盘上表面设计:上表面为网格图案,但网格之间的间隙不能过大,过大容易使承载的货物有压痕且货物在网格之间会有挠度变形。外观表面光亮平整,无缺损、无飞边,无色差、无杂质。边缘部位无毛刺,浇口处平整,不会影响托盘在输送线上的导向。

### 3.3 托盘具体尺寸及重量设计

(1)托盘具体尺寸设计。正是由于托盘在装卸搬运、保管、运输和包装等各个物流环节的效率化中,都处于中心位置,具有很重要的衔接功能,所以,托盘虽然只是一个小小的器具,但其规格尺寸,既要适应货物、输送机、搬运设备的尺寸又要适合储存单元的尺寸,既装载物料形状及尺寸及货架尺寸决定着托盘的尺寸,物料规格是固定的,货架尺寸在设计时也已经固定。因此托盘尺寸在设计时最大不能超过货架尺寸,最小不能小于码放货物外型的尺寸。

托盘基本尺寸设计:托盘承载面厚度设计为 40mm,腿部长度为 110mm,承载面太薄不能承载太重的货物,太厚就超过了腿长的极限尺寸,为保证堆垛机货叉和叉车安全工作,叉孔高度至少为 110mm。托盘左对侧腿的端子正中留 2mm 深,(50×80)mm 的凹槽方便贴条码(凹槽位于托盘的短尺寸方向);1250×1000 规格托盘底部预留 RFID 插槽。腿宽要大于等于 100mm,利于托盘在输送机上的运行。托盘叉孔四周要求倒圆角 R=10mm。

(2)托盘的重量设计。托盘重量设计时要考虑货架单元承载能力、托盘的额定载荷,货物与托盘的总重量应小于货架单元的承载力,托盘的重量既不能太重也不能太轻,太轻则刚性太小容易压弯,太重刚性是加大了但能够承载的货物变少。托盘动载要大于等于 2000kg,静载大于等于 6000kg。

### 3.4 变形量的要求及刚性设计

托盘变形量是塑料托盘能否在自动化立体高架库中应用的最关键的参数,自动化立体高架库的货架单元、自动搬运设备、输送机、叉车的尺寸都是经过精心设计,对其上的承载物也都有尺寸限定,超过限定就会产生干涉。塑料托盘在应用中必然产生变形,变形量过

大,超过了各种设备限定的尺寸,就会影响自动化立体库的运行,那么又必须重新设计,这样既浪费成本(这包括重开模具和报废的托盘的成本)又浪费时间。由于相关尺寸的限制,要求各款托盘货架上存放,均匀加载 1000kg,跨度 L=1000mm 时,各处最大静挠度应≤5mm,既最大变形量小于等于 5mm;永久变形量不大于 2mm,堆垛机上作业时变形量≤2mm(后附均载强度试验原始数据记录表)。

为了达到上述变形量的要求,通过改变材质和形状是无法解决的,只有通过内置钢管方式来增加其刚性。内置钢管要求至少 6 根,钢管全封闭在托盘内,钢管为整根钢管,钢管厚度 2.2mm,塑料托盘中加内置钢管的工艺及钢管的数量要根据产品情况(产品成本、产品性能等)综合考虑。

### 3.5 防滑设计

由于塑料托盘的材质相对于木质纹理细腻光滑,当托盘(空托盘、满托盘、空托盘组)在输送设备、堆垛机上输送时由于相对运动的惯性容易打滑;启动和停止时,物料与支承托盘打滑;空托盘堆码成组时,托盘间会打滑错位。因此在设计时货叉接触面、托盘表面及支脚底部都要经过防滑处理,如上表面的四个角落及中心加上货物防滑块,下表面四个腿的底侧,宽度为输送机的宽度处加有输送机防滑块,下表面腿的内侧边缘加有叉车防滑块。

## 4 结论

作为在立体高架库上运行的承载物,经过特制处理的塑料托盘具有木质托盘无可比拟的优点:防潮、防霉、无钉、无刺、无害虫、不掉屑、可回收利用,安全卫生等。因此,塑料托盘完全具有在高架库上运行的优势及可行性和必然性。通过某卷烟厂的实际应用,证明塑料托盘在卷烟企业自动化立体高架库上运行完全是可行的。随着制造工艺的成熟,模具的样式将会多样化,塑料托盘的制造成本将会降低,成批制造成为必然,因此在立体化高架库的承载物选材上,塑料托盘将成为必选的趋势。

参考文献:

- [1] 企业如何选择仓库自动化[J]. 现代制造,2008,13.
- [2] 邵萌,张丽秀,赵德宏.石材自动化立体仓库设计[J]. 石材,2009,1.
- [3] 梁锐.自动化立体仓库助力大规模定制企业——以美心门业自动化立体仓库管理系统应用为例[J]. 物流技术,2014,6.
- [4] 雷楠南.自动化立体仓库系统的技术研究与应用[J]. 机械工程与自动化,2014,3.
- [5] 于佳.浅谈自动化立体仓库在中国的发展[J]. 现代经济信息,2014,5.
- [6] 孙建民,周泽洋,杨云.自动化立体仓库存取策略优化与仿真[J]. 物流科技,2014,4.
- [7] 夏晓寒.某石化企业自动化高架仓库消防设计[J]. 工业用水与废水,2014,2.