

电梯井道部件重型瓦楞纸箱包装设计

苏婷¹, 孙昊^{1,2}, 王利强^{1,2}, 钱怡¹, 张新昌^{1,2}

(1.江南大学, 无锡 214122; 2.江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 无锡 214122)

摘要: **目的** 设计装载方便、成本合理的电梯井道部件重型瓦楞纸箱包装方案, 以代替现有的木箱包装。**方法** 在分析电梯零部件包装现状的基础上, 采用重型瓦楞纸箱作为井道部件的外包装, 内包装采用普通瓦楞纸箱, 并使用隔挡对零部件进行限位和缓冲, 托盘仍采用木制托盘。**结果** 实现了电梯井道部件的合理装载, 提高了集装箱及货车的装载率, 有效降低了企业的包装成本。**结论** 采用重型瓦楞纸箱包装可以替代原有的木箱包装, 在保证包装保护性能的基础上, 该包装方案装载率提高了 66%。

关键词: 重型瓦楞纸箱包装; 电梯井道部件; 装载率

中图分类号: TB484.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)17-0001-05

Heavy Corrugated Carton Packaging Design of Elevator Shaft Components

SU Ting¹, SUN Hao^{1,2}, WANG Li-qiang^{1,2}, QIAN Yi¹, ZHANG Xin-chang^{1,2}

(1.Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2.Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment & Technology, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: It aims to design a set of heavy corrugated carton packaging solution for elevator shaft components, and take place of the wooden case packaging. On the basis of analyzing the current situation of the elevator components packaging, heavy corrugated carton was adopted as external packaging for shaft parts, and ordinary corrugated carton as internal packaging. Interlayers were used for displacement limiting and buffering. A wooden tray was used. This solution realized reasonable loading of elevator shaft components, improved the loading rate of containers and trucks, and effectively reduced packing cost. In conclusion, the heavy corrugated carton packaging solution can replace the original wooden case packaging as it improves the loading rate for 66% on the condition that the packing protection performance is guaranteed.

KEY WORDS: heavy corrugated carton packaging; elevator shaft components; loading rate

随着城市化的不断推进, 高层、超高层建筑数量迅猛增长, 电梯为人们提供了便捷、高效的生活方式, 电梯的需求量不断增大, 并且我国人口基数较大, 电梯市场远未达到饱和状态, 电梯市场还有许多潜能未被开发^[1]。发展的同时竞争也变得愈发

激烈, 面对不断上涨的原材料成本和劳动力成本, 企业必须进行改变。一方面, 国内电梯部件普遍使用的包装材料是木材, 电梯生产和使用量的不断增加, 必然会消耗大量的木材资源, 这将会对森林资源造成一定的威胁^[2]; 另一方面, 目前我国电梯产

收稿日期: 2016-02-17

作者简介: 苏婷 (1990—), 女, 江苏宜兴人, 江南大学硕士生, 主攻包装材料与制品。

通讯作者: 张新昌 (1961—), 男, 河南人, 江南大学教授, 主要研究方向为产品包装技术、包装材料与制品。

品的木质包装通常都存在着过度使用材料、包装不规范、回收使用困难、循环利用率低等问题,包装质量差造成的产品损坏严重影响着机电产品出口竞争力^[3]。改善电梯产品包装已是迫在眉睫,文中提出了一套电梯零部件以纸代木的合理包装方案^[4],可优化装箱流程,提高安装电梯的效率、操作便利性、企业利润以及企业在电梯市场中的核心竞争力。这里以轿厢式电梯为研究对象,以井道系统为例进行完整的以纸代木包装方案设计,研究适宜于井道部件的高效、安全、低成本的合理化装载方案^[5],这对于提高井道部件操作便利性和产品运输与装载能力具有重大现实意义。

1 井道部件包装现状分析

1.1 井道部件特征分析及包装改进要求

目前井道部件以木箱包装为主,少量散件用纸箱作为内包装。井道部件的包装还处于人工包装状态,不能实现自动化包装工艺,主要是因为井道部件的多样化,只能通过人员按照装箱清单进行装箱。

井道部件种类样式繁多,同一种零部件有不同的形状规格,每次装箱的数量也不尽相同,并且电梯产品的客户要求差别大,导致电梯的独特性很高,因此物流效率低下,管理混乱。电梯是以零部件形式进行包装后出厂,运输到工地后,再进行现场组装,一台电梯有上万个零部件,现阶段电梯部件出厂时都是通过人工包装和人工装箱,工人在装载时需要数零部件的个数,导致装箱工人效率低下,易发生所装数量与装箱清单不一致的情况^[6]。

道部件形状各异,在装载的时候很难进行固定,由于形状的不规则,电梯零部件的重心也不确定,在装箱时可能造成木箱整体的重心偏移^[7],对木箱的运输及搬运有很大的影响。零部件形状的不规则导致在装载时不能依靠相互之间的配合来达到内包装产品的定位。

电梯零部件到达现场以后需按一定顺序进行安装,装载方案应该基于人性化设计、按照电梯零

部件的现场安装顺序进行装箱,这样既方便工地上工人的安装操作,也减少了装箱工人在装箱时漏装、少装的情况。该设计决定遵循这一原则,装载时按照零部件的装载顺序分系统进行装箱。

1.2 井道部件流通环境分析

运输、装卸、搬运、仓储等过程是物流过程中的主要活动,这里将分析电梯零部件在物流中的环境参数。

1) 运输。无论是在运输的开端还是末端,都伴随着装卸搬运这一活动。仓库、生产制造过程也是该装卸搬运发生的主要环节,叉车是该环节的主要使用工具,主要作用是对托盘货物进行装卸、堆垛和短距离运输作业。

2) 搬运和装卸。在运输环节的开始与结束,都伴随着零部件或成品的搬运和装卸,仓库中也存在装卸搬运活动,生产制造过程也有装卸搬运活动的发生。叉车是工业搬运车辆,是指对成件托盘货物进行装卸、堆垛和短距离运输作业的各种轮式搬运车辆,是搬运拆卸的主要工具。

3) 装载。电梯零部件种类样式繁多,工人在装载时需要数零部件的个数,在装箱时会造成装箱混乱的现象;电梯零部件形状各异,在装载的时候很难进行固定,导致木箱整体的重心偏移;零部件形状的不规则导致在装载时不能依靠相互之间的配合来达到内装物的定位。

基于上述分析,该设计的基本思路和原则是在满足包装强度要求的基础上,采用纸箱内包装对产品进行限位;依装载货车和集装箱的尺寸对包装箱的尺寸及其比例关系进行优化设计;零部件的装载应基于人性化设计,按照电梯零部件的安装顺序进行^[8]。

2 井道部件包装设计

该设计采用重型瓦楞纸箱为井道部件的外包装^[9],内包装采用普通瓦楞纸箱,对零部件起到限

位固定和缓冲的作用，两者配合使用。

2.1 井道部件重型瓦楞纸箱设计

2.1.1 纸箱材料选择

考虑到井道部件零散件的质量和体积均较大，采用 0306 型大型套合重型瓦楞纸箱，以增加承重以及堆码强度^[10]。选择一类七层楞纸板(T-1.4)，纸板楞型为 BCC 楞，厚度为 10 mm。纸箱内部隔挡采用 C 瓦楞纸板，厚度为 4.3 mm，具有良好的缓冲性能^[11]，且易于回收利用，符合绿色包装的要求。

2.1.2 纸箱尺寸设计

纸箱内尺寸需要结合运输车厢的尺寸和内装零部件的尺寸来考虑，以此来达到最大装载率。考虑集装箱和厢式货车的最小内尺寸为 $L \times 2240 \text{ mm} \times 2390 \text{ mm}$ (由于长度方向上可供选择的规格尺寸较多，因此长度方向可以暂不考虑)，根据内装零部件的尺寸和堆码方式计算出纸箱的宽度与高度分别为集装箱和厢式货车最小内尺寸的倍数时，装载率达到最高。重型瓦楞纸箱箱体平面展和箱盖平面展开见图 1。其中箱体内尺寸为 $2300 \text{ mm} \times 730 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ ，箱盖内尺寸为 $2320 \text{ mm} \times 750 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ 。箱体制造尺寸为 $2336 \text{ mm} \times 766 \text{ mm} \times 405 \text{ mm}$ ，箱盖制造尺寸为 $2356 \text{ mm} \times 786 \text{ mm} \times 95 \text{ mm}$ 。箱体外尺寸为 $2350 \text{ mm} \times 780 \text{ mm} \times 410 \text{ mm}$ ，箱盖外尺寸为 $2370 \text{ mm} \times 800 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 。

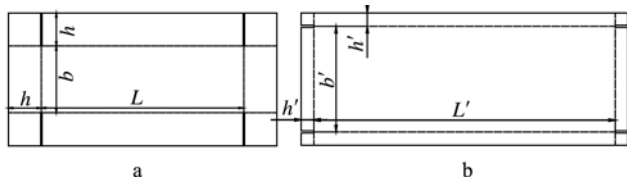


图 1 箱体平面展开和箱盖平面展开

Fig.1 Plane development drawing of carton body and cover

2.1.3 纸箱结构设计

由于电梯的规格种类很多，零部件尺寸和所需数量随着规格不同而改变，所以设计出了置于纸箱中的隔挡，它可根据零部件数量和尺寸在纸箱中前后移动，按零部件系统分割纸箱区域，实现箱内体

积划分的可调化^[12]。

Z 型隔挡的设计见图 2，Z 型隔挡的材料选择 C 瓦楞纸板。在装箱过程中，隔挡可根据零部件的数量和尺寸在纸箱长度方向自由移动，来调节纸箱两边区域的容积。确定好零部件位置后，将隔挡侧翼与纸箱的前后两面用钉枪钉合。设计隔挡的优点在于使得零部件装载的系统性更强，使得安装工作更加有序便捷；纸箱内部区域的分割、零部件的排布更加合理。

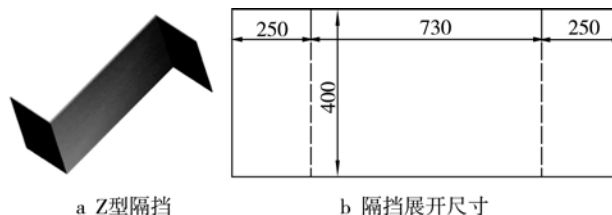


图 2 Z 型隔挡的设计

Fig.2 Design of Z-shaped interlayer

2.1.4 重型瓦楞纸箱强度校核

根据凯里卡特公式计算出重型瓦楞纸箱实际可承受的抗压强度 P_r 为 $42\ 651.33 \text{ N}$ ，而流通过程中纸箱的抗压强度 P_f 为 $41\ 593 \text{ N}$ ，校核得出 $P_r > P_f$ ，故纸箱的抗压强度满足流通环境的要求^[13]，限于篇幅，具体计算过程略。计算出所制纸板实际具有的边压强度 $P_{rm} = 29\ 151.62 \text{ N}$ ，而流通过程中所承受的边压强度 $P_{fm} = 28\ 428.27 \text{ N}$ ，校核得出 $P_{rm} > P_{fm}$ ，故纸箱的边压强度满足流通环境的要求，限于篇幅，具体计算过程略。

2.2 井道部件内包装设计

井道部件的限位光靠纸箱和隔挡是不够的，因此需要设计内包装来固定电梯零部件。文中采用的内包装主要为纸箱类、纸卡类和纸质绕线盘，下面选取几个电梯零部件分别进行详细的内包装设计介绍。

2.2.1 纸箱内包装

外包装纸箱与内包装纸箱配合使用的方式非常常见。由于电梯零部件大多为金属部件，所以文中采用 0201 型 AB 楞瓦楞纸箱，纸板厚度为 8 mm 。

纸箱包装用于支架、支架底座、涨紧装置、缓冲器、导向装置、连接角钢等零部件。

对支架进行质量和尺寸的测量，支架尺寸为 200 mm×130 mm×70 mm。根据外包装纸箱内尺寸为 2300 mm×730 mm×400 mm，其他零部件的排列方式及支架尺寸设计内包装纸箱内尺寸为 707 mm×498 mm×208 mm。内包装纸箱设计为可放置 20 个零件，分 2 层，每层 10 个，分 2 行，每行排布 5 个，用井字型纸卡分开。支架和连接角钢的排布方式见图 3。

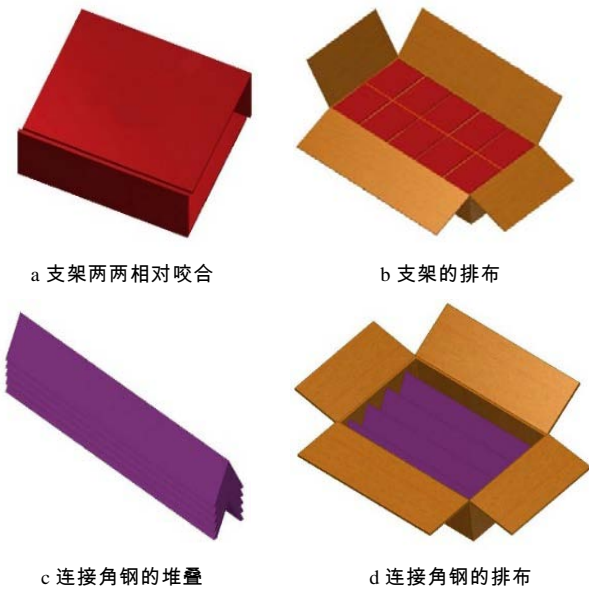


图 3 支架和连接角钢的排布方式
Fig.3 Layout of support and connection angle

2.2.2 套筒类内包装

对支架脚组件进行质量和尺寸的测量，支架脚组件尺寸为 800 mm×60 mm×50 mm。文中支架脚组件以及支架横梁组件的堆垛方式为两两相对咬合。套筒的形式分为 2 种：有底式套筒，尺寸为 80 mm×76 mm×66 mm；无底式套筒，尺寸为 100 mm×76 mm×66 mm。两者常常配合使用。套筒材料选用 AB 型瓦楞纸板，厚度为 8 mm。支架脚组件包装见图 4。

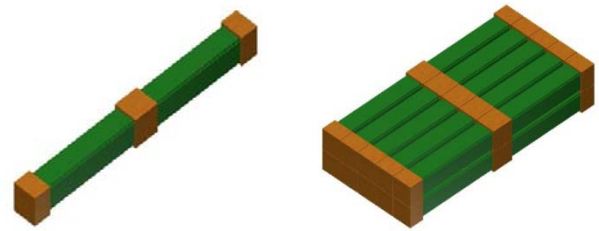


图 4 支架脚组件包装
Fig.4 Bracket foot assembly package

2.3 零部件装载方案设计

井道部件重型瓦楞纸箱整体包装方案见图 5，内装物堆叠高度与纸箱高度齐平，使得内容物起支撑作用，增加纸箱整体承重。Z 型隔挡将重型瓦楞纸箱分为 2 个区域，使得纸箱内部区域的分割、零部件的排布更

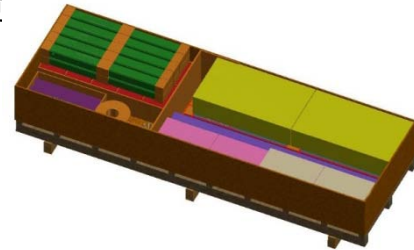


图 5 井道部件重型瓦楞纸箱整体包装方案
Fig.5 Heavy corrugated carton complete packaging for elevator shaft components

2.4 装载率对比

在货运中，装载率指的是实际所载货物体积除以车厢最大可载货体积，是评估运营效率的有效指标^[14]。现有装载方案木箱外尺寸为 2440 mm×762 mm×660 mm，该设计装载方案纸箱加托盘外尺寸为 2350 mm×780 mm×580 mm。根据中国标准的集装箱规格来计算出各尺寸集装箱的装载率^[15]。

20 尺柜集装箱尺寸为 5898 mm×2352 mm×2390 mm。现有装载方案木箱装箱见图 6a。集装箱长度(5898 mm)方向上，纸箱的排列方式为 2440×2=4880 mm；集装箱宽度(2352 mm)方向上，纸箱的排列方式为 660×3=1980 mm；集装箱高度(2390 mm)方向上，纸箱的排列方式为 762×3=2286 mm。集装箱利用率为 66.62%，装载木箱数量为 18

个。文中设计装载方案纸箱装箱见图 6b。集装箱长度(5898 mm)方向上, 纸箱的排列方式为 $780 \times 7 = 5460$ mm; 集装箱宽度(2352 mm)方向上, 纸箱的排列方式为 $2350 \times 1 = 2350$ mm; 集装箱高度(2390 mm)方向上, 纸箱的排列方式为 $580 \times 4 = 2320$ mm。集装箱利用率为 89.79%, 装载纸箱个数为 28 个。在 20 尺柜集装箱中, 装载率提升了 55.56%。

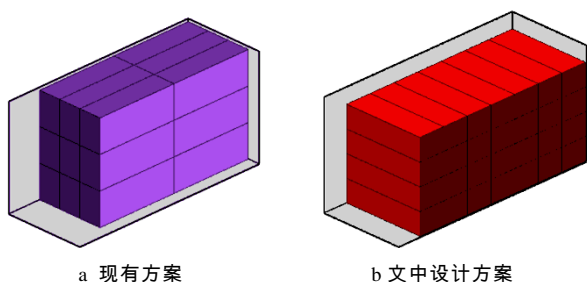


图 6 装载方案
Fig.6 Loading scheme

同理, 可得 40 尺柜集装箱原装载方案的集装箱利用率为 65.36%, 装载木箱个数为 36 个。改进后集装箱利用率为 94.38%, 装载纸箱数量为 60 个, 装载率提升了 66.67%。同理, 40 尺高柜集装箱原装载方案的集装箱体积占有率为 79.60%, 装载纸箱数量为 48 个。改进后集装箱利用率为 86.20%, 装载纸箱数量为 60 个, 装载率提升了 25%。

综上所述, 文中设计装载方案的木箱在 20 尺柜, 40 尺柜和 40 尺高柜的集装箱中装载率分别提升了 55.56%, 66.67%, 25%。

3 结语

该课题以电梯井道部件为研究对象, 以电梯零部件安装顺序为原则, 设计了以纸代木重型瓦楞纸箱井道部件包装, 外包装采用一类七层重型瓦楞纸箱, 内包装采用 0201 型 AB 楞瓦楞纸箱, 两者配合使用, 托盘仍采用木制托盘。该方案实现了电梯井道部件的合理装载, 优化了零部件的装箱流程, 提高了集装箱和货车的装载率、安装电梯的效率以及操作便利性, 降低了包装成本和劳动力成本, 提升了企业在电梯市场中的核心竞争力。

参考文献:

- [1] 李广智, 许琪, 汤文军, 等. 话说电梯运输[J]. 中国电梯, 2014(20): 67—70.
LI Guang-zhi, XU Qi, TANG Wen-jun, et al. Introduction the Elevator Transportation[J]. China Elevator, 2014(20): 67—70.
- [2] 庄孜. “以纸代木”的重型瓦楞包装[J]. 包装财智, 2012(3): 67—69.
ZHUANG Zi. Heavy Corrugated Packaging Substitute Paper for Wood[J]. Smart Money Magazine, 2012(3): 67—69.
- [3] 陈希荣. 电梯产品包装全纸质节材代木的成功案例[J]. 全球瓦楞工业, 2010(10): 54—63.
CHEN Xi-rong. The Successful Cases of Packing Elevator with Paper Materials Instead of Wooden[J]. The Global Corrugated Industry, 2010(10): 54—63.
- [4] 杨祖彬, 戴宏民. “完整包装解决方案”对包装人才培养的新要求[J]. 包装工程, 2009, 30(9): 203—205.
YANG Zu-bin, DAI Hong-min. Requirements of Complete Packaging Solution for Packaging Talent Cultivation[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 203—205.
- [5] 鄂玉萍, 王志伟. 整体包装解决方案理念之辨析[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 223—225.
E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Discrimination of Some Typical Conceptions in Complete Packaging Solution [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10): 223—225.
- [6] 袁龙刚, 蒋楠, 曹绍义, 等. 电梯井道导轨架部件装箱流水线[P]. 中国: CN102020024A, 2011-04-20.
YUAN Long-gang, JIANG Nan, CAO Shao-yi, et al. The Elevator Shaft Guide Frame Parts Packing Assembly Line[P]. China: CN102020024A, 2011-04-20.
- [7] WILKS B, KELLY S. Clear-View Packaging System and Method of Lifting and Transporting a Product[P]. US: 12/907, 2010-10-19.
- [8] 陈满儒, 李双渔, 陈游. 出口电梯的运输包装设计[J]. 包装工程, 2003, 24(1): 67—70.
CHEN Man-ru, LI Shuang-yu, CHEN You. Distribution Packaging Design of Exported Elevator[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(1): 67—70.
- [9] 陆波, 郭建明, 是伟强. 载重型高强度以纸代木瓦楞纸包装箱[P]. 中国: CN204489409U, 2015-07-22.
LU Bo, GUO Jian-ming, SHI Wei-qiang. Heavy Duty and High Strength Corrugated Boxes Substitute Paper for Wood[P]. China: CN204489409U, 2015-07-22.
- [10] 王悦, 张惠忠. 角柱型瓦楞纸套箱抗压强度的研究[J]. 包装工程, 2014, 35(21): 30—34.
WANG Yue, ZHANG Hui-zhong. Compressive Strength of Angle-type Corrugated Carton[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(21): 30—34.
- [11] 刘继飞. 缓冲包装材料性能的分析方法与研究进展[J]. 包装工程, 2014, 35(7): 149—155.
LIU Ji-fei. Analysis Method and Research Progress in Cushioning Performance of Cushion Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(7): 149—

- 155.
- [12] SINGH S P, BURGESS G, PRATHEEPHINTHONG S, et al. Develop Corrugated Board Performance Specifications for Boxes Containing Heavy Flowable Items[J]. Environmental Engineering, 2001, 14(3): 53—58.
- [13] LECKA M. The Experimental Testing the Corrugated Board Boxes[J]. Przegląd Papierniczy, 2004(3): 141—144.
- [14] 牟欣. 物流配送中的车辆路径与车辆装载整合优化问题研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2008.
- MOU Xin. Integrated Optimization Problem Research on Logistics Distribution Vehicle Routing and Vehicle Loading[D]. Chongqing: Chongqing University, 2008.
- [15] 王清斌. 内陆集装箱运输网络优化[D]. 大连: 大连海事大学, 2014.
- WANG Qing-bin. Inland Container Transport Network Optimization[D]. Dalian: Dalian Maritime University, 2014.