

可拆卸式木塑电线电缆交货盘的结构设计

邓巧云, 李大纲, 朱娟花

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 介绍了电线电缆交货盘的基本属性和使用过程中易出现的问题,从流通和使用过程中对产品的保护、装卸、运输等方面进行考虑,为了提高交货盘的结构强度和节约成本,设计了木塑电线电缆交货盘的可拆装式结构。详细说明了新的结构设计的拆装和组装方案,解决了线缆内端头子外窜的问题。新的交货盘具有可循环使用、空盘回收效率高、节约环保等特点。

关键词: 可拆卸; 木塑交货盘; 结构设计

中图分类号: TB484; TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)21-0049-04

Structure Design of Wood Plastic Composite Demountable Delivery Drum for Electric Wire and Cable

DENG Qiao-yun, LI Da-gang, ZHU Juan-hua

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: The basic attributes of delivery drum for wire and cable and the application problems were introduced. Demountable structure of wood plastic composite delivery drum was designed considering physical protection, handling and transportation of the products in using and circulation process in order to improve structure strength of the delivery drum and save cost. The assembly and disassembling scheme of the new structure was introduced and the problem of inner cable end protruding from the drums was solved. The new delivery drum can be recycling, has high recovery efficiency of vacant drums, and is economical and environmental friendly.

Key words: demountable; wood plastic composites delivery drums; structure design

电线电缆自诞生之日起便与人们的社会生活产生了千丝万缕的联系,电线电缆作为电与信号的传输媒介,在现代社会中,发挥着无可比拟的作用。一切工业生产、交通运输、科学探索及社会生活都离不开电线电缆产品。自改革开放以来,我国的电线电缆行业取得了长足的发展,新增企业数量不断上升,行业整体技术水平大幅提高。可以预见,西电东送、骨架电网升压扩容、全国联网等大规模的电网建设将为电线电缆行业提供广阔的发展空间。与此同时,汽车、造船、煤矿、建筑等领域的电线电缆需求也十分旺盛^[1]。

1 电线电缆交货盘

电线电缆交货盘(delivery drums for electric wires and cables)是裸电线或各种绝缘电线电缆(不包括绕组线)交货用的装载和包装盘具^[2]。电线电缆交货盘既是电线电缆成品的主要包装器材,又是电线电缆在生产、运输、施工等场合不可缺少的包装物流载体,电线电缆的转移全部依靠盘具,因此也被称为电线电缆包装盘^[3],简称为电缆盘,或供货线盘,或交货盘等。电线电缆交货盘将电线电缆这种比较难运输的产品按一定数量(主要是按长度、体积计算)归总,以电线

收稿日期: 2013-08-28

基金项目: 国家自然科学基金(31170514);江苏高校优势学科建设工程资助项目(PAPD);江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(CXZZ11_0525)

作者简介: 邓巧云(1983-),女,山西人,在读博士,南京林业大学讲师,主要研究方向为包装工程与材料、塑木复合材料。

通讯作者: 李大纲(1959-),男,南京林业大学教授、博士生导师,主要研究方向为生物质复合材料、包装工程与材料。

电缆交货盘作为运输单位的模式和货车一起组成集装单元的运输体系。由此可见,在电线电缆现代物流包装系统里面电线电缆交货盘成为一种不可或缺的重要器具,发挥着不可替代的作用。

图1为一种常见的全木电线电缆交货盘。从所



图1 全木电线电缆交货盘

Fig. 1 Wood delivery drum for electric wire and cable

用材质上分析,电线电缆交货盘有全木、钢木、全钢等多种材质。目前,我国使用的架空导线交货盘多采用型钢复合结构(即钢木结构)形式,少量采用全木结构形式,电缆交货盘多采用全钢瓦楞结构^[4]。绿色环保已成为时代的主题,随着世界森林资源的日益减少,全木电缆盘的使用会越来越少,出现了多种代木材质的电缆盘,包括以钢代木、以塑代木、模压生物质结构的电缆盘等。全钢瓦楞结构交货盘没有木材不容易回收的问题,但空盘回收时占用大量的运输空间,造成了运输环节中的资源浪费,因此有必要研制绿色环保的电线电缆交货盘。笔者采用了符合节能环保、低碳经济和节材代木等多种要求的木塑复合材料板材,设计一种新型的可拆卸的电线电缆交货盘。

2 电线电缆交货盘流通使用环境分析

电线电缆交货盘作为电线电缆产品的特殊包装载体,除了要满足防护、装卸及运输的要求之外,还应根据流通环境,考虑包装的合理性,以环境资源保护为核心进行设计,达到减量、高效、节能等要求,避免过度包装或欠包装。

2.1 使用环境

保护商品是包装的最基本功能。包装必须使被包装物从出厂起,经运输、储存、装卸,最终送到用户手中为止的全过程得到保护^[5]。电线电缆的种类和型号较多,对于大截面导线有一些不利的特性,比如热机械压力大、弯曲变形大等,而且导线单盘质量大,

在施工过程中常常产生问题。线缆在施工放线时有时会产生内端头子往外延伸的现象,严重时内端头子会外伸一二十米之多,伤及放线人员和设备,并造成事故。发生这种情况时施工者必须停止放线,剪除伸出部分。同时发现,随着内层导线的窜动和松散,末端近百米的导线容易出现层间挤压而损伤,大大降低了放线施工效率,造成极大的浪费^[4,6]。由此电线电缆交货盘的设计应选用刚度较大的材料或设计特殊的结构,以保证大截面导线的刚度需求,同时应设计合理的结构防止线缆放线时内端头子往外延伸。

2.2 装卸和运输流通环境

电线电缆一般使用专用设备进行绕线,线缆在卷绕过程中收线张力过小或频繁开、停机会造成排线不紧密。电线电缆交货盘在装卸和运输时,由于受到起吊偏斜和车辆行使时路况差、路面的颠簸等因素影响,从而使交货盘上卷绕的电缆重心不稳定而偏向两侧板,侧板受挤压后变形、松散会留下过大间隙。对于电线电缆装载较重的交货盘,要保证侧板和轴筒具有较高的刚度,使整个交货盘具有较高的稳定性,能够承受起吊偏斜带来的冲击和运输过程中振动的影响。同时,由于交货盘的体积大,而且形状较为特殊,堆码能力较差,因而在电线电缆使用完之后,应考虑空盘回收时运输空间占用的问题。如果整盘回收,则会造成运输环节的资源浪费,增加成本。

基于对产品的保护要求和装卸运输过程中易出现的问题,应进行合理的交货盘设计,以保证电线电缆的正常使用和在流通环境中保持良好的性能和形态,同时能节约资源,减少成本。

3 可拆卸式结构设计方案与研究

3.1 可拆卸设计的基本原则

产品的可拆卸是产品回收再利用的前提,是实现有效回收策略的重要手段^[7-9]。通过对产品进行拆卸,可以从产品中获得贵重材料和有价值的零部件,重复利用;可以简化需要处理部件的材料组成,提高回收材料的纯度;可以从产品中剔除并更换已损坏的部件,重新组合再利用,从而达到节约材料、循环利用、减少成本等目的。在可拆卸设计中主要考虑了以下几项基本原则。

1) 材料和零部件使用准则。减少材料种类,使用兼容性好的材料,以减少装配和拆卸回收的工作

量。减少零部件的多样性,采用标准零部件,尽可能减少紧固件类型的数量,以减少拆卸工具的数量和种类。

2) 易装配和易分离准则。尽量避免材料和零件的二次加工,对不同材料进行标识,不采用可能损害拆卸回收机械的零部件和材料。各部件尽量使之标准化、通用化、模块化,从而便于包装、装卸运输,易于实现快速装配、更换,使用完之后易于分离、拆卸、回收。

3) 产品结构准则。尽量简化设计及减少零部件数量,尽量采用可拆卸性联结来替代不可拆卸联结,保证产品结构合理,能达到相应的刚度要求,防止产品在流通环境中产生结构的改变,包括避免易腐蚀材料处于腐蚀环境,避免零部件被污染等。

3.2 可拆卸结构设计方案

3.2.1 交货盘的基本参数

电线电缆盘的规格尺寸主要由侧板直径 d_1 、筒径 d_2 以及外宽 l_1 表示,为了更准确地表明电线电缆盘的规格尺寸,还会加上轴孔直径参数。现在市场上比较常用的电线电缆盘的规格尺寸是侧板直径在 400 ~ 3150 mm 之间的电线电缆盘。电线电缆交货盘的基本尺寸规格见图 2。

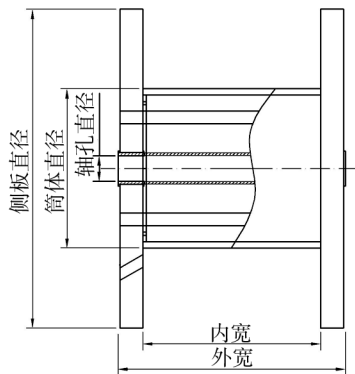
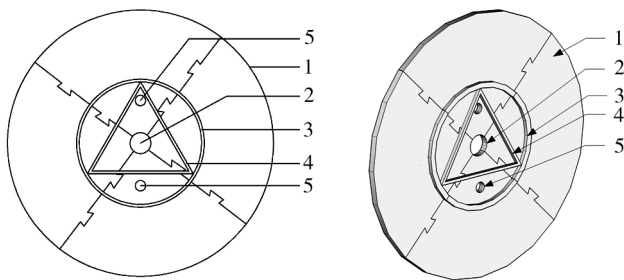


图2 交货盘的基本参数

Fig.2 Main parameters of delivery drum

3.2.2 交货盘侧板拆装方案

侧板是交货盘的重要部件之一,在交货盘的使用和运输过程中,最先受到损害的往往就是侧板,其拆装方案见图3。完整的侧板是由4块相同的扇形板组成,扇形板之间是通过燕尾槽的卡合而连接在一起,使其连接更牢固,提高了侧板的强度。如果有某块扇形板受损了,只需要把受损的板换下来即可,不需要将整块侧板都换掉,避免了材料的浪费,节约了成本。



1-侧板;2-轴孔;3-支持筒体的圆柱;4-三角形支撑构件;5-携行孔

图3 交货盘侧板拆分方案

Fig.3 Disassemble scheme of delivery drum side plate

更重要的是在运输过程中,扇形板可以拆下来,节约了运输空间。

在与筒体相接触的侧板内侧面上加有一圈同心圆柱,用来支撑筒体。为了增强其刚度,在同心圆柱内增加一个三角形的支撑构件。三角形支撑构件是等边三角形,内接于同心圆柱,利用其稳定性,能很坚固地支撑同心圆柱。

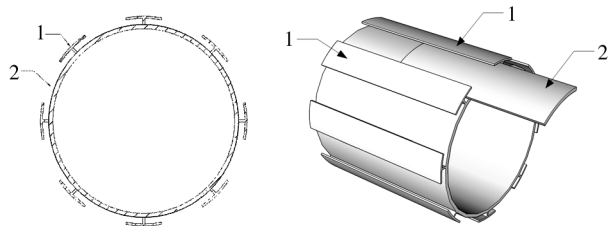
图3中5为交货盘的携行孔,同一侧板上下2个携行孔关于轴孔对称,2个侧板上都有,携行孔与轴孔的中心距离小于筒径。携行孔具有辅助运动的作用,架空器械上有另外的轴穿过携行孔,这个轴的另一头连着电动机,随着电动机的转动,交货盘开始慢慢放线。

3.2.3 交货盘筒体拆装方案

为了节约资源,筒体由2部分组成,一部分是钢圈,另一部分为木塑复合材料。筒体的钢圈为完整圆柱形加外层的钢片组成,之间的空隙可塞入其他材料起到加强作用。钢质筒圈在交货盘中起到了2个重要作用,一是通过钢圈套在两侧板上,交货盘形成完整的整体;二是有外层钢片的存在,利用圆弧之间的空隙用来塞入木塑复合材料,保证强度的同时减少了钢材的使用量。在交货盘使用结束后,如果某块板材发生开裂或者断裂,只需换掉损坏的部分即可,既节约了生产成本,也节约了运输空间,不同型号的筒体也可以像套娃一样套在一起。交货盘筒体拆装方案见图4。

3.2.4 交货盘组装方案

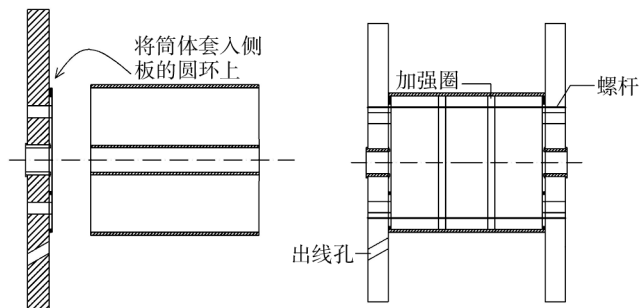
交货盘在组装的时候,就是将筒体套在侧板的圆环形支撑部分上(见图5)。当2块侧板分别套在筒体上后,通过长螺杆穿过交货盘,即侧板-筒体-侧板,将三者牢牢拴在一起。螺杆可以重复使用,并且可以



1-钢筒体及挡板;2-加强条(木塑复合材料)

图4 交货盘筒体拆装方案

Fig. 4 Disassemble scheme of delivery drum barrel



1-加强圈;2-螺杆;3-出线孔

图5 交货盘整体组装

Fig. 5 Assembling scheme of delivery drum

拆装,如果要考虑螺杆生锈的问题,可以采用不锈钢材质。在交货盘筒体内部,还增加了2道加强圈,以增强交货盘的承载能力,增加交货盘的刚度。

3.2.5 内端头子外窜的解决方案

如图6所示,在左侧板距离筒体20 mm处开一个

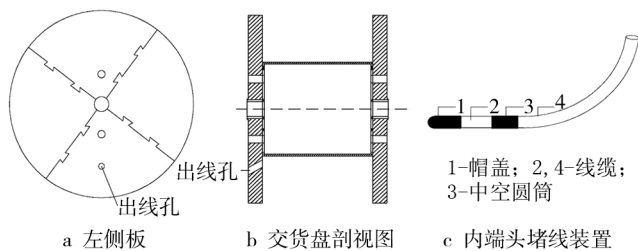


图6 堵线装置

Fig. 6 Plugging line scheme of delivery drum

与水平面成 30° 角的圆形斜孔,其为线缆内端头子的出线孔,内端头子先穿入中空圆筒(图6c中部件3),后通过侧板出线孔,穿出后,增加一个堵线的圆头帽盖,将电缆的端部塞入管内,对圆头帽盖和中空圆筒部分进行加固,保护线缆头部,并且防止线缆端头左右外伸,防止在生产、运输、放线过程中线缆受损。

4 结语

可拆装式木塑电线电缆交货盘的结构设计,综合对产品特性、产品使用和运输流通环境中对设计的约束要求,以及施工使用过程中易出现的问题进行考虑,设计出了可拆卸式的结构。整个交货盘采用的材料为钢材、木塑复合材料、金属连接件,控制了材料和零部件的种类和数量。交货盘的侧板和筒体均可进行拆装和组合,方便对部分损坏部件进行更换,通过连接件、螺栓固定等提高强度,达到对电线电缆的保护,同时设计了防止内端头子外伸的装置,提高了空盘回收的效率,减少了运输环节的浪费。

参考文献:

- [1] 孙欣,张建耀,归文武.我国电缆料行业的发展趋势和市场需求[J].塑料科技,2009,37(1):83-86.
SUN Xin, ZHANG Jian-yao, GUI Wen-wu. Development Trend and Market Demand of Electrical Cable Material Industry in China[J]. Plastic Science and Technology, 2009, 37(1):83-86.
- [2] JB/T 8137.1—1999,电线电缆交货盘第1部分:一般规定[S].
JB/T 8137.1—1999, Delivery Drums for Electric Wires and Cables Part1: General Provisions[S].
- [3] 许华峰.各种型式电线电缆包装盘的选择[J].中国包装,1990,10(3):31-32.
XU Hua-feng. Selection of Packaging Barrels for Wire and Cable[J]. China Packaging, 1990, 10(3):31-32.
- [4] 万建成,张友富,刘臻,等.可拆卸式全钢瓦楞结构交货盘的设计与应用[J].电力建设,2010,31(4):100-104.
WAN Jian-cheng, ZHANG You-fu, LIU Zhen, et al. Demountable All-steel Corrugated Cardboard Delivery Drum Design and Application[J]. Electric Power Construction, 2010, 31(4):100-104.
- [5] 彭国勋.运输包装[M].北京:印刷工业出版社,2006.
PENG Guo-xun. Transport Package[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2006.
- [6] 蒋陆肆.施工放线时线缆内端头子外伸原因及其解决方法[J].电线电缆,2004(1):38-39.
JIANG Lu-si. Cause of the Protrusion of the Cable Inner End During Payoff and Solution to the Problem[J]. Electric Wire & Cable, 2004(1):38-39.

- of a Vibratory Bowl Feeder [C]//Proceedings of the International Conference on Manufacturing Automation, August 10-12, Hong Kong 1992, 836-8411.
- [4] PRESHER A. 绝佳的包装机械解决方案[J]. 工业设计, 2008(3).
- PRESHER A. Perfect Packaging Machinery Solutions [J]. Journal of Industrial Design, 2008(3).
- [5] OKABE S, KAMIYA Y, TSUJIKADO K, et al. Vibratory Feeding by Non-sinusoidal Vibration Optimum Wave Form. J. of Vibration, Acoustics, Stress and Reliability Design [J]. ASME Transaction, 1985(107):188-195.
- [6] EMILIANO M, RAFFAELE D G, GIORGIO D. Elastodynamic Analysis of Vibratory Bowl Feeders: Modeling and Experimental Validation [J]. Mechanism and Machine Theory, 2013, 60:60-72.
- [7] PAUL C, CHAO P, SHEN C Y. Dynamic Modeling and Experimental Verification of a Piezoelectric Part Feeder in a Structure with Parallel Bimorph Beams [J]. Ultrasonics, 2007, 46(3):205-218.
- [8] WIENDAHL H P, RYBARCZYK A. Using Air Stream for Part Feeding Systems-innovative and Reliable Solutions for Orientation and Transport [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003:189-195.
- [9] 蔡锦达, 秦绪祥, 王亮. 全自动封口旋盖机控制系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(3):5-9.
- CAI Jin-da, QIN Xu-xiang, WANG Liang. Design of Control System of Automatic Sealing Capping Machine [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3):5-9.
- [10] 赵建城, 李树. 全自动粉料灌装机结构设计 [J]. 包装与食品机械, 2005(1):14-16.
- ZHAO Jian-cheng, LI Shu. Structure Design of the Automatic Powder Filling Machine [J]. Packaging and Food Machine, 2005(1):14-16.
- [11] ASHRAFIZADEH H, ZIAEI-RAD H. A Numerical 2D Simulation of Part Motion in Vibratory Bowl Feeders by Discrete Element Method [J]. Journal of Sound and Vibration, 2013, 332(13):3303-3314.
- [12] 黄斌. 基于图像识别的包装机下料控制系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(23):75-79.
- HUANG Bin. Design of Feeding Control System of Packaging Machine Based on Image Identification [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23):75-79.
- [13] 张凯. 棉麻纤维液氨改性成套设备上下料系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(5):93-97.
- ZHANG Kai. Design of Material Loading and Unloading System for Liquid Ammonia Treatment Equipment of Cotton and Linen Fiber [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(5):93-97.
- [14] 尚欣, 刘晶. 基于 TRIZ 的卷筒纸包装机折边机构设计 [J]. 包装工程, 2011, 32(4):76-79.
- SHANG Xin, LIU Jing. Flanging Mechanism Design of Web Packaging Machine Based on TRIZ [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(4):76-79.
- [15] GUNTHER R, MICHAEL L. Design of a Modular Feeder for Optimal Operating Performance [J]. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2010, 3(3):191-195.
- [16] 陈满儒, 王海峰, 张文明. 神经网络 PID 在包装机控制系统中的应用研究 [J]. 包装工程, 2009, 30(4):10-11.
- CHEN Man-ru, WANG Hai-feng, ZHANG Wen-ming. Applied Research of Neural Network PID in Control System of Packaging Machine [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4):10-11.

(上接第 52 页)

- [7] 邹茜茜. 面向回收的绿色机电产品可拆卸性设计研究 [J]. 林业机械与木工设备, 2007, 35(6):36-38.
- ZOU Qian-qian. Research on the Disassembling Design of the Green Mechanical and Electrical Products in Consideration of Recycle [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2007, 35(6):36-38.
- [8] 高建刚, 武英, 向东, 等. 机电产品拆卸研究综述 [J]. 机械工程学报, 2004, 40(7):1-9.
- GAO Jian-gang, WU Ying, XIANG Dong, et al. Disassembly of Mechanical and Electronic Products: the STATE-OF-ARTS [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2004, 40(7):1-9.
- [9] 陈志伟, 徐鸿翔. 面向拆卸设计的可拆卸性评价指标研究 [J]. 制造业自动化, 2003, 25(7):22-24.
- CHEN Zhi-wei, XU Hong-xiang. Research of Disassembling Evaluation Index for Disassembly Design [J]. Manufacturing Automation, 2003, 25(7):22-24.