

输电线路金具出口产品的分类包装设计

徐鹏^{1,2}, 何红¹, 于志帅², 张鹤², 吕迪²

(1.北京化工大学, 北京 100029; 2.四平线路器材厂, 四平 136001)

摘要: **目的** 研究出口产品的包装设计方法, 确保输电线路金具出口产品安全抵达目的地。**方法** 利用分类包装设计的方法, 先对出口输电线路金具产品按品种、材质、质量、尺寸等因素分类, 按类别的不同特点有针对性地进行包装设计。具体类别的包装设计过程中, 利用 CAD 等绘图软件进行模拟排布试装, 确定包装件外形尺寸。**结果** 通过对输电线路金具进行分类包装设计和模拟排布试装, 针对不同品种设计出了合理的产品外包装, 出口产品安全抵达了目的地, 节省了包装成本。**结论** 对于输电线路金具产品的包装设计, 分类包装设计和模拟排布试装方法切实可行。

关键词: 金具; 分类; 包装设计; 模拟排布

中图分类号: TB482.2; TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)15-0026-05

Assort Packaging Design for Export Products of Transmission Line Fittings

XU Peng^{1,2}, HE Hong¹, YU Zhi-shuai², ZHANG He², LYU Di²

(1.Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2.Siping Power Line Hardware Works, Siping 136001, China)

ABSTRACT: The work aims to study the packaging design methods of export products to ensure that the export products of transmission line fittings reach the destination safely. The method of sort packaging design was used to classify the export products of transmission line fittings according to variety, material, quality, size and so on. According to the different characteristics of categories, the packaging design was specifically carried out. In the packaging design process of specific categories, CAD and other mapping software were used to simulate arrangement and trial assembly to determine the overall dimension of the package. Through the sort packaging design of transmission line fittings and simulation of arrangement and trial assembly, reasonable product packages were designed targeted to different varieties. The export products were safely arrived at the destination and the cost of packaging was saved. For the packaging design of transmission line fittings, the sort packaging design and simulation of arrangement and trial assembly method are feasible.

KEY WORDS: fittings; classification; packaging design; simulation arrangement

随着“一带一路”倡议的推进和“全球能源互联网”的构建,我国相关企业积极拓展海外电力工程市场,参与国外远距离输电通道构建、区域电网升级改造、火力发电厂以及变电站建设等电力工程,中标海外电力建设工程项目的数量逐年增加,输变电电力金具的需求量也逐年增长,出口量增大。输变电电力金具分为输电线路金具和变电金具两大类。其中,输电线路金具产品出口订货数量大,品种繁多,分为悬垂线夹、耐张线夹、联结金具、接续金具、保护金具、

拉线金具六类,每类下有数量不等的子分类,结构形式多样。如何保证出口输电线路金具产品安全无损地抵达海外目标港口,以及保证国内外陆路运输的输电线路金具产品包装质量,同时兼顾包装成本,是出口输电线路金具企业需要面对的新课题。

1 输电线路金具出口产品包装设计依据

1) 材料。输电线路金具出口产品包装设计首先应

收稿日期: 2017-06-06

作者简介: 徐鹏(1970—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向为机械工程。

通讯作者: 何红(1965—),女,北京化工大学副教授,主要研究方向为高聚物加工过程的装备和理论。

依据签订的对外工程订货合同中的包装储运规定, 满足订货合同中的包装标识、包装防护等技术规范要求。

2) 标准。输电线路金具出口产品包装设计应符合相关的标准, 标志与包装应符合 GB/T 2314《电力金具通用技术条件》^[1], 包装设计应符合 GB/T 13384《机电产品包装通用技术条件》^[2], 包装的尺寸分别按 GB/T 4892《硬质直方体运输包装尺寸系列》^[3]、GB/T 1413《系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量》^[4]、GB/T 16471《运输包装件尺寸与质量界限》^[5]以及对外工程订货合同中相关的国际标准进行设计。

2 包装设计的总体思路及实现路径

输电线路金具出口产品的运输方式多、装卸次数多、运输距离远和运输周期长。一般的运输方式为: 装有产品的包装箱由陆路运输集结至国内港口, 在国内港口装入集装箱, 集装箱装入海运货轮, 海运到达海外目的港后, 包装箱由集装箱卸出, 再由陆路运输至目的地。由此, 必须对输电线路金具产品的出口包装进行科学设计, 保证产品在国内外运输过程中装卸、堆码、储存方便安全, 同时要合理运用材料, 兼顾包装成本。

输电线路金具是传递机械负荷、电气负荷及某种防护作用的金属附件, 品种繁多, 类型复杂, 用途各异, 外形尺寸大小不等, 形状规则与不规则并存, 其包装设计复杂繁琐。基于上述特点, 输电线路金具出口产品包装应以分类包装设计为主, 按品种、材质、质量、尺寸等因素进行分类, 并按类别的不同特点有针对性地进行包装设计, 才能在保证运输质量的同时使包装成本得到有效控制。输电线路金具产品得到分类后, 调取产品外形图纸, 利用 CAD 等绘图软件^[6]进行模拟排布试装。

3 包装设计及模拟排布

以出口埃塞俄比亚 GDHA (复兴大坝) 输变电项目的输电线路金具为例, 产品由国内陆路运输集港, 经海运抵达埃塞俄比亚吉布提港口后, 经埃塞俄比亚内陆运输至施工现场仓库。由于埃塞俄比亚 GDHA 输变电项目海上运输条件比较恶劣, 海运时间正常情况下为 25~30 d, 在航线上运行的海运杂货轮一般舱深为 6~7 m, 舱内货物堆码密集, 加之海运时间长、风浪大, 对于货物包装质量和强度要求都很高, 因此, 需选用强度、质量均十分可靠的海运集装箱进行海上运输。同时, 陆路运输需确保出口货物的包装质量和强度, 避免由此产生货物损坏。

根据输电线路金具出口产品包装设计总体思路, 对输电线路金具出口产品先按材质分为出口铝制件和出口钢制件两大类。出口铝制件中, 保护金具中的

间隔棒产品订货数量大, 形状规则, 质量相对较轻, 应作为单一品种类别来考虑产品包装设计; 保护金具中的均压环、均压屏蔽环外形尺寸大, 多为环、杆连接结构, 占用空间大, 质量轻, 形状不规则, 应作为特别品种考虑包装设计; 外形尺寸不超过 1 m×1 m 的悬垂线夹、耐张线夹、联结金具、接续金具、拉线金具等类别铝产品, 产品相对密度小 (质量与占用体积相比), 可当作同一大类产品来考虑包装设计; 出口钢制件的外形尺寸基本不超过 1 m×1 m, 产品密度大且一致, 可以统一考虑包装设计。另外, 对于均压环和均压屏蔽环之间尺寸差异性较大的产品品种, 出于包装成本等因素的考虑, 还可进行子分类。输电线路金具出口产品分类见图 1。

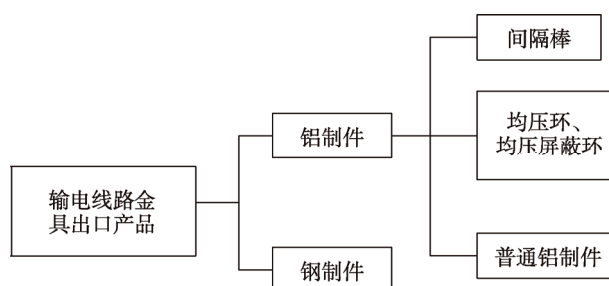


图 1 输电线路金具出口产品分类
Fig.1 Classification of export products of transmission line fittings

利用绘图软件进行模拟排布试装时, 综合考虑子类产品的外形尺寸、产品材质、质量等物理特性, 以及集装箱固有尺寸对包装件尺寸界限的要求, 确定包装件外形尺寸, 实现物尽其用, 避免不必要的空间浪费。这里的分类包装设计产品为出口埃塞俄比亚 GDHA 输变电项目的输电线路金具产品, 产品订货型号按金具相关标准命名且只与产品自身属性相关, 分类包装设计的包装图纸另行规定图号 (未详细列出)。

3.1 间隔棒

间隔棒订货型号为 FJZ-445F/450, 外形尺寸约为 525 mm×525 mm×85 mm, 根据实际情况可知呈方形排布比较合适, CAD 辅助平面模拟排布见图 2a。平面模拟排布外形尺寸为 1050 mm×1050 mm, 与联运通用平托盘平面尺寸 1100 mm×1100 mm 相当^[7], 选择该尺寸已定型且试验合格^[8]的托盘为间隔棒包装底盘。根据系列 1 集装箱尺寸, 选择公称长度为 12 m 的箱比较合适, 间隔棒包装箱平面模拟排布见图 2b。型号为 1A, 1AA, 1AAA 的系列 1 集装箱 (公称长度为 12 m 的) 最小内部尺寸的高度均为箱体外部高度减 241 mm, 宽度均为 2330 mm, 长度均为 11 998 mm; 最小门框开口尺寸的高度分别为 2134, 2261, 2566 mm, 宽度均为 2286 mm。

将 4 个间隔棒按模拟排布方式放置在平托盘上, 依次码放 25 层 (产品高度大约为 2.1 m), 每套间隔

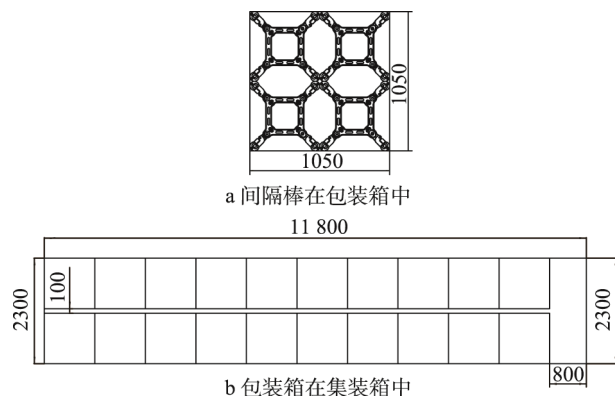


图2 间隔棒模拟排布

Fig.2 Simulation arrangement of spacer dampers

棒质量为 6 kg, 25 层间隔棒共计 100 套, 间隔棒总质量约为 600 kg, 用于货架存取和堆码的托盘的额定载荷为 12 250 kN^[9], 在安全范围内。间隔棒堆码后, 用 4 根宽度为 20 mm 的包装带将间隔棒牢牢固定在平托盘上。

根据码放高度、系列 1 公称长度为 12 m 的集装箱内部尺寸以及叉车装卸安全高度, 选择 1AAA 型集装箱为海运集装箱。为保证海路、陆路运输对包装质量和强度的要求, 在打包机上将码放后的产品用塑料拉伸膜环形缠绕至顶部 (上中下部位各缠绕 5 层), 将包装围板及顶板呈方形布置固定安装在包装底盘上, 竖板与包装底盘采用钉接固定, 摆放整齐后用铁包装带 (横向 4 根、纵向 4 根) 固定成形。该包装形式外形尺寸为 1.1 m×1.1 m×2.2 m, 每箱数量为 100 个, 经叉车反复搬运检验, 未发生包装破裂及散包等现象。

3.2 均压环和均压屏蔽环

均压环订货型号为 FJP-500XDL, 外形尺寸约为 700 mm×600 mm×325 mm, CAD 辅助平面模拟排布见图 3。由图 3a 可看出, 由于支架形状的影响, 4 层均压环高度已达 980 mm, 每层 6 套, 共 24 套, 总质量约为 168 kg。由于质量轻, 设计时主要考虑体积尺寸, 4 根 50 mm×50 mm 立柱及 6 根 80 mm×10 mm 的辅助立柱完全可满足堆码强度要求, 此时包装箱材质选用 2-A 型胶合板封闭箱^[10]。包括框架在内的外包装尺寸为 2154 mm×1242 mm×1200 mm, 结合系列 1 公称长度为 12 m 的集装箱内部尺寸, 选择 1AAA 型集装箱横放, 堆码 2 层。按设计图纸尺寸绘制的均压环 FJP-500XDL 专用包装箱三维效果见图 4。

均压屏蔽环订货型号为 FJP-500NL3, 外形尺寸约为 1580 mm×900 mm×330 mm, CAD 辅助平面模拟排布见图 5。由图 5a 可看出, 由于支架形状规则, 高度方向可排 13 层, 每层 2 套, 共 26 套, 总质量约为 286 kg。由于质量较轻, 设计时主要考虑体积尺寸, 4 根 50 mm×50 mm 立柱及 4 根 80 mm×10 mm 辅助立柱完全可满足堆码强度要求, 此时包装箱材质选用

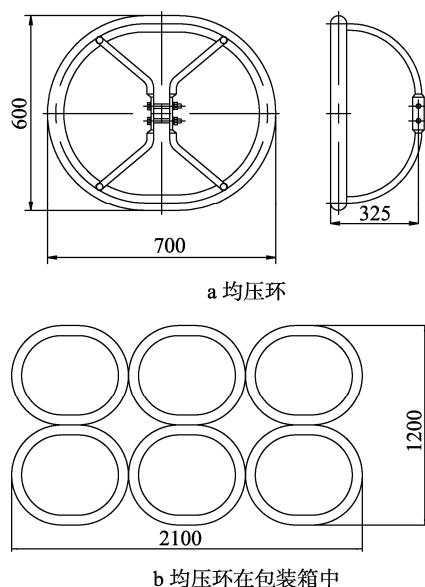


图3 均压环模拟排布

Fig.3 Simulation arrangement of grading rings

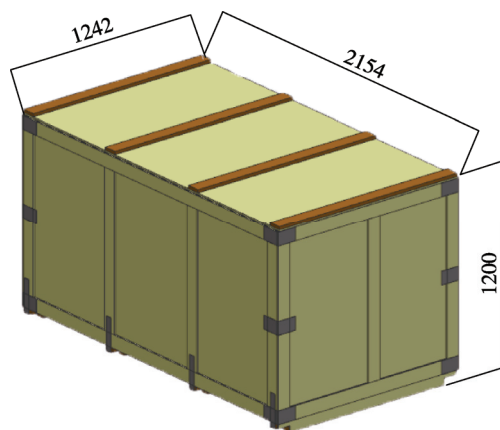
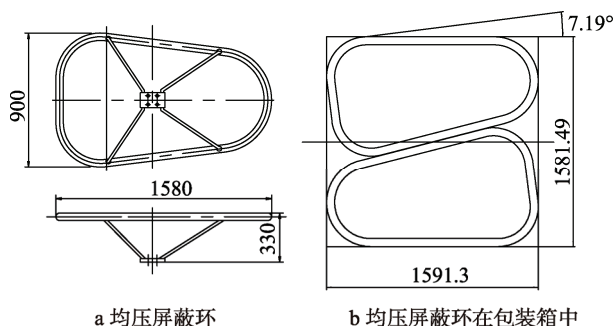


图4 均压环专用包装箱三维效果

Fig.4 3D rendering of special packing case of grading rings



a 均压屏蔽环

b 均压屏蔽环在包装箱中

图5 均压屏蔽环模拟排布

Fig.5 Simulation arrangement of grading and shielding rings

2-A 型胶合板封闭箱^[10]。包括框架在内的外包装尺寸为 1650 mm×1650 mm×1210 mm, 结合系列 1 公称长度为 12 m 的集装箱内部尺寸, 无论如何摆放, 宽度方向有约 650 mm 富余, 为了保证空间的合理利用, 可与其他特殊尺寸产品 (如预绞丝等) 共用集装箱。选择 1AAA 型集装箱, 与其他产品共用, 堆码 2 层。按设计图纸尺寸绘制的均压屏蔽环 FJP-500NL3 专用

包装箱三维效果见图 6。

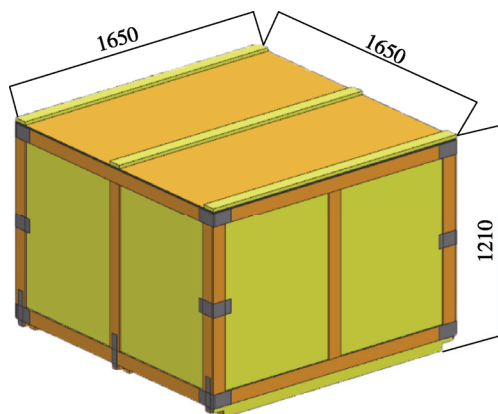


图 6 均压屏蔽环专用包装箱三维效果

Fig.6 3D rendering of special packing case of grading and shielding rings

3.3 普通铝制件及钢制件

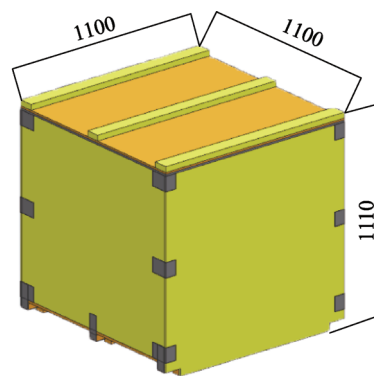
输电线路金具出口产品的普通铝制件和钢制件其外形尺寸基本不超过 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$, 按照 GB/T 4892《硬质直方体运输包装尺寸系列》^[3], 结合 1AAA 型集装箱尺寸, 普通铝制件用包装箱、钢制件用包装箱的底部尺寸选择 $1100\text{ mm} \times 1100\text{ mm}$ 。根据包装箱内装产品总质量一般不超过 1000 kg (超过限量的产品另行设计包装) 的设计原则, 普通铝制件用包装箱的高度尺寸选择 1100 mm , 钢制件用包装箱的高度尺寸选择 700 mm , 包装箱材质均选用 2-A 型胶合板封闭箱^[10]。由于普通铝制件用包装箱和钢制件用包装箱的高度不同, 在陆路运输和装入 1AAA 型集装箱时, 2 种包装箱的堆码高度不同, 普通铝制件用包装箱堆码高度为 2 层, 钢制件用包装箱堆码高度为 3 层。

普通铝制件用包装箱采用 8 根 $50\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 立柱及 4 根 $50\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 辅助立柱, 符合 GB/T 7284《框架木箱》^[10] 中的框架尺寸规定, 满足堆码设计要求。参照相关方法校核^[11], 同样满足 2 层堆码的设计要求。按设计图纸尺寸绘制的普通铝制件用包装箱三维效果见图 7a。

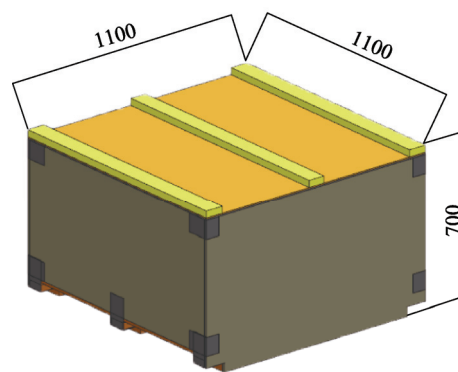
按照与普通铝制件用包装箱相同的堆码强度校核方法, 出口钢制件用包装箱采用 4 根 $80\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 立柱及 4 根 $80\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 辅助立柱, 顶板用 $60\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 木方做日字形框架。同时, 为防止水平冲击, 底部枕木和底板连接采用直径为 10 mm 、长度为 100 mm 的螺栓固定^[12]。出口钢制件用包装箱发货前进行堆码试验, 并经叉车反复搬运检验, 未发生包装破裂现象。出口钢制件用包装箱三维效果见图 7b。

4 包装设计统一要求

输电线路金具出口包装的基本要求、设计因素、设计方案的确定方法 (包括包装结构设计)、试验验证



a 普通铝制件



b 钢制件

图 7 普通铝制件和钢制件用包装箱三维效果

Fig.7 3D rendering of packing case for ordinary aluminum products and steel products

等应符合 GB/T 12123《包装设计通用要求》^[13]。采用钢钉组装的胶合板封闭箱, 钢钉要钉实, 每隔 50 mm 左右钉 1 个; 包装箱楞、面接触部位钉接时必须加装钢带, 与底楞钉在一起的侧板应同时加工, 且枕木开槽吊装处加防护钢带; 4 条立边角接处拼缝不大于 2 mm ; 木材的允许缺陷度以 GB/T 13384《机电产品包装通用技术条件》^[2] 中的规定为准, 木材含水量不超过 20% ; 腐朽、虫蛀、死结等木板不得用于制作木箱, 活结不超过板宽的 $1/3$; 木箱作为出口包装使用时必须进行熏蒸处理; 大批量生产前应先生成 2~3 件试验木箱, 实物装填后进行叠放, 对包装箱进行耐压及模拟运输试验, 试验合格并征得客户同意后方可批量生产。

5 结语

通过对输电线路金具出口产品按品种、材质、质量、尺寸等因素进行分类包装设计和模拟排布试装, 针对不同品种设计出了合理的产品外包装。实践证明, 输电线路金具出口产品安全抵达了目的地, 节省了包装成本。对于输电线路金具出口产品的包装设计, 分类包装设计和模拟排布试装方法切实可行, 为输电线路金具出口产品包装设计提供了新的思路和方法。

参考文献:

- [1] GB/T 2314—2008, 电力金具通用技术条件[S].
GB/T 2314—2008, General Technical Requirements for Electric Power Fittings[S].
- [2] GB/T 13384—2008, 机电产品包装通用技术条件[S].
GB/T 13384—2008, General Specifications for Packing of Mechanical and Electrical Product[S].
- [3] GB/T 4892—2008, 硬质直方体运输包装尺寸系列[S].
GB/T 4892—2008, Dimensions of Rigid Rectangular Packages: Transport Packages[S].
- [4] GB/T 1413—2008, 系列 1 集装箱 分类、尺寸和额定质量[S].
GB/T 1413—2008, Series 1 Freight Containers: Classification, Dimensions and Ratings[S].
- [5] GB/T 16471—2008, 运输包装件尺寸与质量界限[S].
GB/T 16471—2008, Dimensional and Weight Constraints for Transport Package[S].
- [6] 周家章, 朱伟中, 郭少丹. 框架木箱设计 CAD 系统的开发与实现[J]. 包装工程, 2008, 29(8): 94—96.
ZHOU Jia-zhang, ZHU Wei-zhong, GUO Shao-dan. Development and Implementation of Wooden Framed Case CAD System[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(8): 94—96.
- [7] GB/T 2934—2007, 联运通用平托盘 主要尺寸及公差[S].
GB/T 2934—2007, General-Purpose Flat Pallets for Through Transit of Goods: Principal Dimensions and Tolerances[S].
- [8] GB/T 4996—2014, 联运通用平托盘 试验方法[S].
GB/T 4996—2014, General-Purpose Flat Pallets for Through Transit of Goods: Test Methods[S].
- [9] GB/T 4995—2014, 联运通用平托盘 性能要求和试验选择[S].
GB/T 4995—2014, General-Purpose Flat Pallets for Through Transit of Goods: Performance Requirements and Selection of Tests[S].
- [10] GB/T 7284—2016, 框架木箱[S].
GB/T 7284—2016, Wooden Frame Case[S].
- [11] 林勇军. 提高大型木包装箱堆码强度的侧立柱改进设计方法[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 7—9.
LIN Yong-jun. Design of Packaging Case Stacking Strength[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 7—9.
- [12] GB/T 5780—2000, 六角头螺栓 C 级[S].
GB/T 5780—2000, Hexagon Head Bolts: Product Grade C[S].
- [13] GB/T 12123—2008, 包装设计通用要求[S].
GB/T 12123—2008, General Requirements for Designing of Packages[S].