基于 TOPSPro 的军品包装优化设计及研究

李国志，陈满儒，李文凤
(陕西科技大学，西安 710021)

摘要：军品包装的设计流程应该考虑不同产品且具有较好的针对性和指导性。以某种油脂产品为例，在已知设计首要需求后，依据流通环节的有效信息，利用 TOPSPro 的流通环节编辑等功能，进行了包装容器限定参数的推导，并利用该软件验证了设计方案的合理性，最后将设计思路推广并提出了较为合理的军品包装设计流程。

关键词：TOPSPro；军品包装；设计流程
中图分类号：TB482　**文献标识码：**A　**文章编号：**1001-3563(2011)23-0031-03

Optimization Design and Study of Military Packaging Based on TOPSPro

LI Guo-zhi，*CHEN Man-ru*，*LI Wen-feng*
(Shaanxi University of Science and Technology，Xi'an 710021，China)

Abstract：Military packaging design process should take into account different products and with better pertinence and guidance. The limited parameters of packaging container were deduced using the logistics link editing function of TOPSPro according the valid information of logistics link under known primary needs of the design，by using some oil product as example. The design rationality was verified using the software. The design thinking and more reasonable design process of military packaging was promoted.

Key words：TOPSPro；military packaging；design process

军品包装设计是指在现有的包装材料、机械和工艺的基础上，为实现包装保护军品、便于流通、方便保障及使用的功能而进行的设计活动[1]。军用物资从出厂到战场使用、消耗的过程中，要经过装卸搬运、交通运输、储存保管、战场配送等流通环节，其包装必须综合考虑到这些环节中的便利性和通用性。

1　军品包装设计流程

目前军品包装领域较通用的设计流程见图 1。由于军用物资具有涵盖面广、品种多样的特点，不同物资的形态、形状、结构、重量、尺寸、强度、脆值、理化特性等等都各有特点，且军品包装具有不同于一般商品的设计条件，包括产品条件、运输流通条件、包装贮存条件、包装环境条件等，故该流程对于具体的产品缺乏针对性[2]。

这是由于在设计包装方案时，设定或选择具体的设计参数、包装容器、包装材料和技术要求应先考虑设计的首要需求。首要需求不一定是该包装的首要功能。对于危险性较高的军品来说，“保护军品”是该包装的首要功能，但是如果在产品安全防护包装比较成熟的基础上，要求其便于运输时，“便于流通”则成

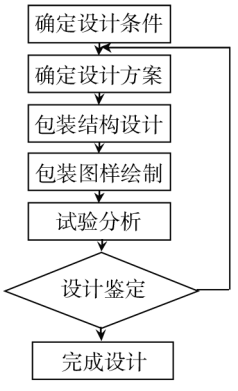

图 1　军品包装设计流程
Fig. 1 Design process of military packaging

收稿日期：2011-07-08
作者简介：李国志(1979－)，男，河北唐山人，陕西科技大学讲师，主要研究方向为包装造型设计与工艺研究等领域。

为首要需求。

2 设计举例

油脂属于一般军品，包装的安全性容易达到，其包装方案的优化往往是要求提高装载率、减少包装材料用量，以降低物流成本，即以“便于流通”为设计的首要需求。该包装方案的设计流程可以利用 TOP-SPro 辅助完成。

2.1 分析流通环境、确定主要流通环节

油脂产品流通环节可能有多种，作为军品用途的油脂，最常见的流通环节见图 2。包装容器 4（金属桶）－装运箱 3（纸箱）－托盘 2－卡车 1（或集装箱）。

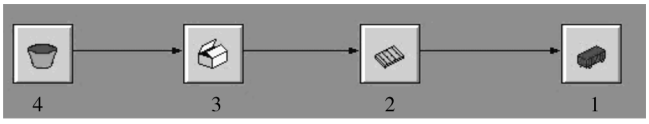

图 2 某油脂产品流通环节

Fig. 2 Logistics link of an oil product

2.2 确定各环节参数并逆推出包装容器参数

通过对各流通环节逆向分析，进行流通设备的选用和相关计算，最终可以确定比较合理的包装容器结构。

2.2.1 集装箱内尺寸

根据有关标准可知[3]，多数集装箱的内宽和内高相同，取 $B_1=2\ 330$ mm，$H_1=2\ 197$ mm；内长根据集装箱型号有所区别分别，选取 1CX 型集装箱，则 $L_1=5\ 867$ mm。

2.2.2 托盘内尺寸及模数计算

依据 GJB I83A 和 GJB 184A[4]，选取托盘尺寸为 $L_2\times B_2\times H_2=1\ 100\ \text{mm}\times 1\ 100\ \text{mm}\times 125\ \text{mm}$，该尺寸既能满足集装箱运输的要求，又能较好地适应汽车运输的需要。

根据集装箱内高（$H_1=2\ 197$ mm）进行模数计算，可得托盘堆码层数 $N_{1H}=2$。同理，可得长度方向排列数 $N_{1L}=5$，宽度方向排列数 $N_{1B}=2$。

此外，还可以得出，托盘上载物高度：

$$H_2'=(H_1-i)/N_{1H}-H_2=875\ \text{mm} \tag{1}$$

单个托盘承质量：

$$m_2\approx C\times V_2=926.4\ \text{kg} \tag{2}$$

式中：i 为集装箱顶部搬运空隙；C 为油脂密度，为 875 kg/m^3；V_2 为托盘载物体积，这里的 V_2 暂不考虑装运箱所占体积及间隙。）

综上，选用托盘承重规格 1 t，尺寸为 $L_2\times B_2\times H_2=1\ 100\ \text{mm}\times 1\ 100\ \text{mm}\times 125\ \text{mm}$。

2.2.3 装运箱参数

根据托盘载物体积进行模数计算，确定包装容器的大致外尺寸（装运箱的厚度、重量暂时不计），确定托盘每层的排列方式：

由式(1)中 $H_2'=875$ mm，并参考纸箱承重性能常识，取装运箱堆码层数 $N_{2H}=4$。

如果考虑到装运箱所占体积和间隙，m_2 应小于式(2)的结果，取 $m_2=900$ kg，则托盘每层质量为 900/4＝225 kg。根据《装卸、搬运作业劳动条件》的规定：单人的负重量一般的不得超过 25 kg，2 人抬运的总质量不得超过 50 kg，可得每层排列的装运箱个数为 225/25＝9，取 $N_{2L}=N_{2B}=3$。

单个装运箱净重：$m_3=225/9=25$ kg，装运箱材料选用 BC 楞瓦楞纸板，其厚度 $T=5$ mm。

若每箱装 4 瓶，则单个容器内油脂净重 $m_4=25/4=6.25$ kg，装运箱模数为：$N_{3L}=N_{3B}=2$，$N_{3H}=1$。

至此，该油脂产品的包装方案参数已基本明确：每个装运箱装 4 桶油脂，托盘每层排列 9 箱共 4 层，集装箱中托盘堆码 2 层，每层 10 个，见图 3。此时可以确定装运箱体积并设定间隙[5]，因此可以对托盘、装运箱及包装容器所装载油脂质量进行校核：

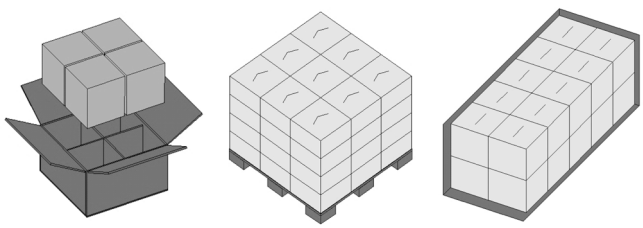

图 3 某油脂产品包装方案示意图

Fig. 3 The packaging solutions diagram of an oil product

$$m_2=C\times V_2\approx 740\ \text{kg} \tag{3}$$

$$m_3=740/4/9=20.58\ \text{kg} \tag{4}$$

$$m_4=20.58/4=5.14\ \text{kg} \tag{5}$$

2.2.4 包装容器尺寸（L_4，B_4，H_4）

包装容器是该设计中最小的单元，其尺寸的选取既要符合容积要求，又要符合托盘尺寸要求，为此可以分别用以下 2 种方法进行计算，然后选取较为合理的容器尺寸。

1）根据托盘面积进行模数计算，可得托盘容许的容器底面尺寸。

$L_4=(L_2/3-3T)/2=175.83$ mm；$B_4=(B_2/3-3T)/2=175.83$ mm（衬板厚度与装运箱选用瓦楞纸厚度相同，均为 T）。

2）根据容积计算容器尺寸（L_4，B_4，H_4）。

包装容器容积：$V_4=5140/0.875=5.88$ L。

容器高度：$H_4=H_2'/N_{2H}-2T=208.75$ mm。

容器底面积 $S_4=V_4/H_4=28\ 167.66$ mm^2，如果考虑节省包装材料，可以使 $L_4=B_4$，经过计算可得 $L_4=B_4=167.83$ mm，取 $L_4=B_4=170$ mm。

结合 2 种计算结果，同时考虑到灌装时容器顶部留有一部分空间，且托盘堆码可适当有悬边，最终选取 $L_4=170$ mm，$B_4=170$ mm，$H_4=205$ mm。

另外，在得出托盘容许的容器外尺寸参数后，也可以利用 TopsPro 的“CASY 主型号”功能或者 Pro/E 等三维软件设计更加美观的容器结构[6]。

2.2.5　设计鉴定

根据以上设计方案，利用软件进行装柜方案计算，结果如下。

1）尺寸校核。

L_4，B_4，$H_4=(170,170,205)$

L_3，B_3，$H_3=(N_{3L}L4+3T+4i_1,N_{3B}B4+3T4i_1,N_{3H}H4+5T+i_2)=(363,363,232)$

L_2'，B_2'，$H_2'=(N_{2L}L3+2i_3,N_{2B}B3+2i_2,N_{2H}H3+H_2)=(1\ 099,1\ 099,1\ 053)$

式中：容器与装运箱的水平间隙 $i_1=5$ mm，垂直间隙 $i_2=3$ mm，装运箱之间的间隙 $i_3=2$ mm。

L_1'，B_1'，$H_1'=(N_{1L}L_2',N_{1B}B_2',N_{1H}H_2')=(5\ 495,2\ 198,2\ 106)$

可见，实际装柜方案中，装运箱和托盘分别没有超出托盘和集装箱的最大容许尺寸，故该方案的尺寸是合理的。

2）重量校核。

主要是对托盘堆码强度进行分析[7]，可以在软件中完成校核，其结果为托盘的承重性能的选择提供了依据。

3）装载率计算。

由以上方案计算得：托盘面积使用率为 98.3%，体积使用率为 93.6%；集装箱面积使用率为 88.5%，体积使用率为 84.9%，见图 4。

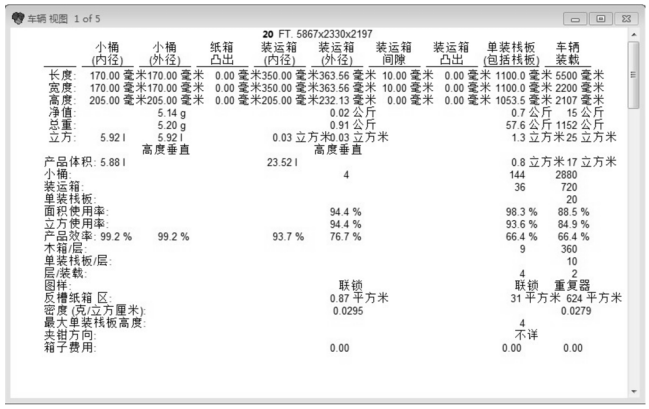

图 4　装载方案报表

Fig. 4 Loading report forms of project

3　结语

通过以上实例分析，推广至整个军品的设计流程，见图 5。所谓的“军品包装设计应当以内装物资

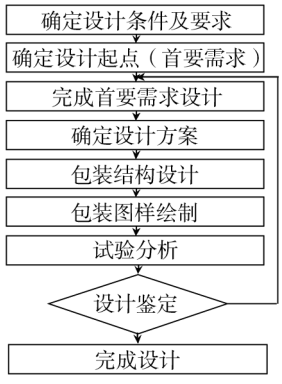

图 5　优化后的军品包装设计流程

Fig. 5 Military packaging design process after optimization

的特性作为设计的起点”，必须建立在对运输环节及对应参数进行深入分析的基础之上[8]，而不是凭借经验或者感觉的盲目设计，且设计过程也不是图 1 中的直线式，根据变化的情况随时可能修改设计方案。本例给出了如何依据这些信息确定较为合理的“设计起点”的方法，另外通过上述设计分析及计算，不难发现在优化军品包装设计时尚面临一些问题。

1）设计过程中，往往要对计算得出的数据进行适当选取，这需要设计者具有一定的经验。

2）流通环节发生变化时，设计结果可能变化较大。本例中若流通环节不经过托盘单元，则装载率会

（下转第 37 页）

第 3 步,求零配件成本系数。

将各零配件价格填入表 4 第(2)列中,并计算成本系数填入表 4 第(3)列。

第 4 步,求零配件的价值系数

将各零配件的功能系数除以成本系数,得到零配件的价值系数,并填入表 4 第(4)列中。

表 4　各种零配件的综合系数

Tab.4 Integrated coefficients of spare-parts

零配件名称	功能系数	目前成本	成本系数	价值系数	比较结果
	(1)	(2)	(3)=(2)/639.69	(4)=(1)/(3)	
上制动蹄	0.170	214.00	0.335	0.507	$V<1$
下制动蹄	0.170	214.00	0.335	0.507	$V<1$
球形螺母	0.170	19.29	0.030	5.667	$v>1$
回位弹簧	0.107	10.20	0.016	6.688	$v>1$
手制动助力气簧	0.107	102.00	0.159	0.673	$V<1$
刹车手柄套	0.027	10.80	0.017	1.588	$v>1$
保险制动绳	0.170	48.39	0.076	2.237	$v>1$
按动销	0.080	21.01	0.033	2.424	$v>1$
合计	1.000	639.69	1.000		

第 5 步,分析价值系数,确定零配件配备品种。

由表 4 比较结果知 VI_i 接近 1 的零配件是手柄套;$VI_i>1$ 的是球形螺母、回位弹簧、保险制动绳和按动销。$VI_i<1$ 的是上、下制动蹄和手制动助力气簧。因此,按照价值系数由大到小的顺序,底盘系统中具有制动功能的零配件应优先配备:回位弹簧、球形螺母、按动销和保险制动绳。

3　结语

1) 基于价值工程,综合考虑了油料装备维修零配件的关键性和经济性 2 个因素,通过功能分析和成本分析找出了价值系数相对较高的零配件作为配备品种,有效解决了油料装备维修零配件配套包装中的品种确定问题。但影响零配件品种确定的因素还有可靠性、维修性、运输性和易损性[5],另外还与价值分析人员的认知程度和评判标准有直接关系。在部队实际使用中,有些零配件虽然成本高或功能和成本相当,常作为易损件来储备,但通过价值分析就不易作为配备对象,因此,在油料装备的使用和维修过程中,应努力建立起易损件数据库,综合考虑各种影响因素,以便结合价值工程方法更加科学合理地确定维修零配件品种,提高油料装备维修保障能力。

2) 价值工程应用的范围很广,在油料装备维修零配件配套包装中,它还可以对防护包装材料的选择、包装箱结构的设计、托盘捆扎材料的选用等进行对比分析。在保证配套包装获得所要求的必要功能的基础上,研究用更佳的设计、更廉价的材料、更经济的包装工艺,制定出成本低的配套包装方案,从而降低包装所占维修费用比例,实现包装费用利用最大化。

参考文献:

[1] GB 8223.1－2009,价值工程 第一部分:基本术语[S].

[2] 端木京顺,张诤敏.装备维修技术经济[M].北京:国防工业出版社,2003.

[3] 栾军,尤建新.价值工程教程[M].上海:同济大学出版社,1995.

[4] 杨建昊,金立顺.广义价值工程[M].北京:国防工业出版社,2009.

[5] 尹晓飞,马瑞萍,包小林.修复性维修导弹初始备件品种确定[J].四川兵工学报,2009(3):13－15.

(上接第 33 页)

大大提高,但同时相应的装卸成本也会增加。

3) 首要需求发生变化时,设计起点会发生变化。设本例中“保护军品”为主要需求,则应先进行个体包装的防护设计。

参考文献:

[1] 彭国勋,陈满儒.中国包装产业发展政策研究[J].包装工程,2002,23(6):1－3.

[2] 吴石,黎明,赵耀辉.我国武器装备产品包装标准体系的构建[J].包装工程,2007,28 (10):149－150.

[3] 张春和.军品包装与军事物流的适应性探讨军事[J].物流技术,2010(12):207－208.

[4] 侯忠明.军用托盘及其标准[J].仓储管理与技术,2001(3):25－26.

[5] 王颖.TOPSPro 软件在液态乳品包装优化设计中的应用研究[J].包装工程,2008,29(10):165－167.

[6] 陈满儒.美国包装结构优化设计软件 TOPS Pro 的 CASY 功能[J].包装工程,2005,26 (3):117－118.

[7] 陈满儒.包装结构设计软件 TOPSPro 中的堆码强度分析[J].包装工程,2004,25(5):30－32.

[8] 李良春,刘仲权,黄童圣,等.基于多样化军事任务的军品包装需求分析[J].包装工程,2009,30(11):215－217.