

doi: 10.7690/bgzd.2024.07.019

运输装填车“三化”研究及工程实践

史耀祖, 何明胜, 李庚, 蔡希滨, 王玉成
(西安现代控制技术研究部七部, 西安 710065)

摘要: 针对运输装填车的“三化”现状, 运用“三化”理论, 基于典型装备组成、功能及结构分类, 梳理整车“三化”设计思路并总结出一些极具操作性的“三化”设计方法。工程实践结果表明, 方法适宜并能有效推动运输装填车的系列化研制。

关键词: 运输装填车; 通用化; 系列化; 组合化
中图分类号: TJ768.8 **文献标志码:** A

Research and Engineering Application of “Generalization, Serialization and Modularization” of Transport and Loading Vehicle

Shi Yaozu, He Mingsheng, Li Geng, Cai Xibin, Wang Yucheng
(No. 7 Department, Xi'an Modern Control Technology Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract: Aiming at the present situation of transport and loading vehicles, using the theory of “generalization, serialization and modularization”, based on typical equipment composition, function and structure classification, some highly operational design ideas and methods were summarized and put forward. The engineering application shows that the methods are suitable and effective to promote the serialized development of transport and loading vehicle.

Keywords: transport and loading vehicle; generalization; serialization; modularization

0 引言

“三化”是标准化的重要内容和主要形式^[1], 是通用化、系列化和组合化(模块化)的简称^[2]。推行“三化”有利于降低全寿命周期费用、减低研制风险、缩短研制周期。“三化”是综合解决高技术武器装备发展中诸多矛盾的战略举措, 是支持武器装备走基本型派生发展道路的重要支柱, 为发展和组织武器装备生产指明了方向^[3]。

美国把“通用性原则”作为“美国国防部关键技术”的3项选择原则之一, 把依次选用现有设备、军民通用设备、盟国间通用设备、三军间通用设备放在选择备选方案的优先地位^[4], 把“模块化”作为国防科学和技术战略重点问题之一^[5]。我国从20世纪90年代中期开始在军工系统中大力推广“三化”工作, 围绕某些典型装备的保障装备进行了一定的“三化”理论和实践课题研究^[6]。

笔者就运输装填车总体设计尤其是“三化”设

计进行探讨、分析, 并提出一些解决思路和方法。

1 运输装填车概述

运输装填车是导弹武器系统中重要的地面支援装备, 其主要用途是将导弹从存放点运输到发射装置的装弹位置, 或者从发射装置上卸下运走导弹^[7]。

在面对多目标、多批次及至饱和攻击的现代作战特点下, 运输装填车需要快速、安全和充足地为地面作战装备供给弹药, 其性能的高低是决定武器系统作战能力的一个重要方面。

1.1 典型组成和功能

运输装填车通常由运输装载系统、装填系统、信息系统、供电单元以及辅助设备等组成。运输装填车产品组成如图1所示。

运输装填车的主要功能是短途(几十千米)运输导弹和装卸导弹^[8]。运输装填车功能组成如图2所示。

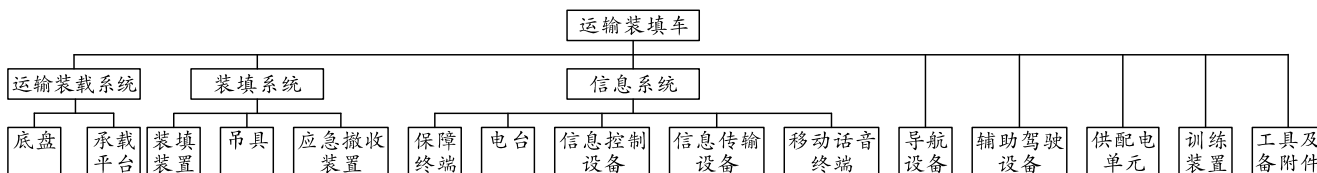


图1 运输装填车产品组成

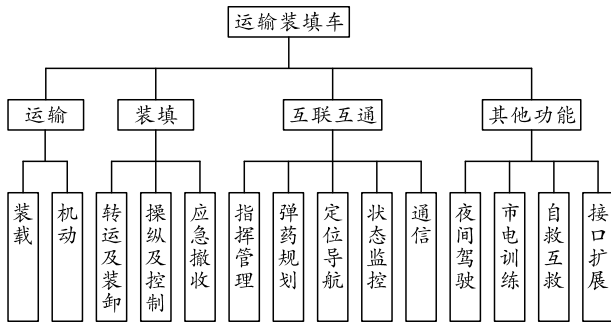


图 2 运输装填车功能组成

1.2 总体设计“三化”现状

地面设备“三化”工作受到型号总体制约、人员“三化”认识和有关政策的影响^[8]，往往造成形式上很重视，实际状况不理想的局面。运输装填车总体设计受发射架型式、导弹的外形尺寸和质量、装弹方式等多因素约束^[9]，加之各军、兵种研发的需求差异大、批量小、定制化等原因影响，工程研制中容易出现“一需一型”的思维惯性、“一型一研”的研发模式和“专车专用”的使用方式。尤其当不同单位、项目间信息共享存在屏障或滞后时，造成了资源、时间上的浪费，综合表现为“三化”水平较低。

2 “三化”实施思路

运输装填车“三化”实施思路应基于产品典型组成和功能需求，根据“三化”适宜性分类进行“三化”实施路线选择。“三化”工作的实施应坚持多维度、全方位参与。对“三化”实践成果应持续性总结，并进行动态管理。

2.1 总体设计

有关统计资料表明，美国军事装备技术的军民通用性已高达 80% 以上。建立寓军于民的创新体制，已经成为世界上主要国家共同的政策取向。

从国内外典型装备分析可知，多数运输装填车总体设计采用了随车起重运输车方案，装填方式选择人工辅助机械装填辅以遥控操作。其中，整车造型弱化军事装备外部特征、底盘与民用车辆的通用性、起重工程机械的军事适应性和承载平台转运接口与通用设施的兼容性 4 方面都在总体设计中提出了强烈的需求。

2.2 路线的选择

根据运输装填车整车及所配装设备的特点、研制经验和产品自身的发展规律应选择不同的“三化”实施路线。

2.2.1 整车

整车应采用以“基型产品”为通用平台的研发模式，并逐步发展多代、多级的产品，最终形成产品族群。这也符合并体现了“三化”理论基础中的继承性原则^[10]。

2.2.2 分系统及零、部件

2.2.2.1 系统集成类

- 1) 梳理已有产品或技术，形成分类的资源库；
- 2) 借鉴民用产品特征，如外形、伪装、运输等；
- 3) 选用成熟技术，主要配套选用货架或定型产品，如通信设备；
- 4) 材料、元器件有较高的质量及市场保障；
- 5) 装调、检测设备基本借用通用装置或工具；
- 6) 试制、生产充分考虑已有能力和工艺水平。

2.2.2.2 零、部件类

- 1) 机械、电气接口的通用化、系列化；
- 2) 功能的组合化(模块化)；
- 3) 环境适应能力的宽域化、使用的差异化；
- 4) 经济的可承受性，价格与功能的匹配性。

2.2.3 通用技术

- 1) 测试、试验方法的规范化、标准化；
- 2) 计算、仿真手段的简便化；
- 3) 功能、接口的可扩充能力。

2.3 多维度开展“三化”建设

“三化”建设应纳入装备体系的大系统，从对象、手段、时机多角度综合进行规划^[11]。“三化”建设既有管理层面任务，又有技术层面任务。具体到运输装填车这一层级产品，设计人员应通盘考虑“三化”要求，主要包括协调统一机电接口、为后续改型预留接口、提高互换性、压缩配套产品规格和数量、保障资源与用户已有保障体系的良好兼容性等。

3 产品级“三化”设计方法

“三化”建设及实施涉及多方面，如理论与方法的研究、管理体制的建设、“三化”对象的设计及管理。产品级的“三化”设计可重点从以下方面开展。

3.1 设计流程

“三化”设计流程如图 3 所示。“三化”设计在源头上要做好产品功能分析，过程中充分利用“三

化”资源库，试验及使用期间要关注各种反馈信息，尤其是从研制进度、风险、经济性、可靠性、维修性和保障性综合评估实施效果。

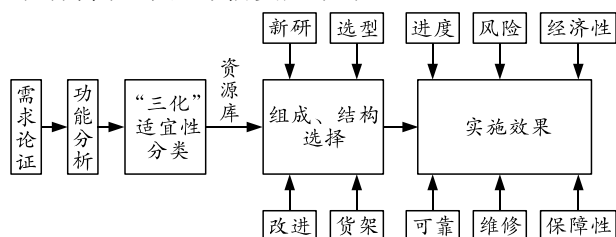


图3 “三化”设计流程

3.2 适宜性分类

基于功能及结构分析的运输装填车“三化”适宜性分类如表1所示。通过适宜性分类，设计人员可较快、粗略地获知各组成的“三化”实现途径。

表1 基于功能及结构分析的“三化”适宜性分类

名称	通用化	系列化	组合化	备注
整车		·		技术通用，如总体布置、伪装技术
底盘		·		在型谱中选型
承载平台	·		·	不易通用，局部零部件或接口可通用
装填装置	·	·		军民两用、货架产品、零部件通用
供配电	·	·		技术通用，零部件通用
训练装置	·	·		技术通用，零部件通用
通信系统	·	·	·	单体及内部模块通用，进行组合
工具	·			货架、通用工具

3.3 重点对象的选择

运输装填车为一复杂系统，“三化”实施初期，可以抓住典型组成、典型特征或者用户反映强烈的几点开展“三化”设计及实践。

“三化”重点对象的选择与确定可以借助工程经验、产品发展需要。比如，通用化、系列化方面牵扯最广的问题是车辆或底盘，电源设备的选型也是通用化、系列化的重要内容^[8]。另外，也可按照一定的方法对重点对象详细地分级分类，比如孙军旗^[12]提出从技术成熟度、适应性、应用范围、需求量和军事价值5方面进行综合确认。

3.4 资源库的使用

“三化”资源库一般由基础资源库、通用单元数字化数据库和产品系列型谱库3部分组成^[13]。“三化”资源库是多种数据的融合，既有管理方面的，又有技术方面的。采用选型、统型、货架采购、适应性改进等多种技术手段充分利用“三化”资源库，

并把精力放在专用件(模块)开发上已是工程研制人员的普遍共识及实践途径。资源库数据应实行动态管理，如对落后或不再使用的技术、利用度低的零部件、模块和不再适应研制流程的制度定期评估、更新。

3.5 时域管理

“三化”设计应贯穿于型号产品研制全过程，不同阶段赋予不同的要求和设计内容，并用“三化”文件进行设计过程控制^[11,14-15]。设计人员主动将制造、工艺领域的“三化”问题前移，深入生产和试验一线，了解现有制造能力、工艺水平和试验条件，有助于提高装备全寿命周期内“三化”综合水平。

4 工程实践

近十多年，部队开始新的军事改革以来，笔者所在单位结合装备发展趋势、实战化训练、试验及作战使用需求，以产品研制进度、维修性、保障性、经济性为主要切入点开展了全面的“三化”思想锤炼、“三化”工程设计及效果检验。

4.1 思想转变

过去很多人都认为标准化工作就是翻译一些图纸资料，画画图，审查图纸，标准化工作可有可无，以致标准化的潜在功能没有发挥出来^[16]。通过“三化”的工程实践，将标准化工作系统与设计师系统紧密结合，让不同岗位的人员都切身感受到“三化”带来的实实在在成果，深刻理解通用化、系列化和组合化是标准化方法中的优化设计技术，正确处理创新性与继承性之间的关系，从而形成良性循环，促进项目研制。

4.2 系列化研制实例

运输装填车以某型导弹系列化发展为背景及技术牵引，主要通过换装载车，更新升级通信系统、优化供配电方案、切近实装的训练模式和可靠性综合提升等措施，实现了由单一装备到产品族的系列化发展。某系列运输装填车“三化”实践及效果如表2所示。

在系列化发展中，运输装填车可基本被通用的民用技术所覆盖，其通用性、功能可扩展性较好，主要表现为“一车多能”，可变型为抢救车、物资运输车。除为所属武器系统服务外，可直接或间接应用于其他武器系统，同时它具备较好的维修保障性能，学习、使用简单，能快速形成战斗力。

表 2 某系列运输装填车“三化”实践及效果

整车	底盘	承载平台	装填装置	通信系统	供配电	训练装置	周期	成本
01 型	15 t(2 代)	集装箱	进口, 6 t•m 随车吊	新研	电源补偿	11 kW 车载 辅助动力	5 年+	逐步降 低或性 能提升 后,基本 相当
01A 型	5 t(3 代)	箱式 承载平台	国产, 3 t•m 随车吊	新研+选型	电源管理	9 kW 辅助动 力+应急撤收	同步 研制	
01B 型	3.5 t(3 代)	板式 承载平台	国产, 3 t•m 随车吊	统型	电源管理	9 kW 辅助动 力+应急撤收	共 5 年	
01E 型	14 t	集装箱	国产化, 6 t•m 随车吊	新研+统型	智能组网	应急撤收+ 20 kW 地面站	4 年	
4 型装备	2 代载车 3 个吨位	2 类 储运形式	2 级 装卸能力	多种组合	3 种模式	3 种配置	明显 缩短	

5 结束语

深入开展型号产品运输装填车“三化”研究,并将成果应用于实际装备,不仅可以减少或消除在同一水平上的重复研制,降低研制费用,缩短研制周期,而且是解决多样化需求和批量生产之间矛盾的必由之路。同时,“三化”设计是一个循序渐进的过程,不可能一蹴而就,需要工程技术人员不断实践、完善和发展。

参考文献:

[1] 朱宏斌. 型号工程标准化[M]. 北京: 航空工业出版社, 2004.

[2] 国防科工委标准计量局. 武器装备的通用、系列化、组合化(模块化)[M]. 北京: 国防科工委军标出版发行部, 1996.

[3] 牛殿垒. 浅谈型号研制标准化工作[J]. 科技创新与应用, 2016(15): 54-55.

[4] 胥思霞. “三化”工作的意义及“三化”工作探析[J]. 航天标准化, 2012(2): 19-22, 26.

[5] 何基原, 张苏宁. 地面雷达发射机结构“三化”设计研究[J]. 电子机械工程, 2005, 21(3): 28-31.

[6] 孔宪伦. 军用标准化[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.

[7] 刘云州, 冷景山, 李德录, 等. 防空导弹地面车辆[M]. 北京: 宇航出版社, 1996.

[8] 王立工, 黄国锦, 顾广林, 等. 防空导弹地面设备总体工程[M]. 北京: 宇航出版社, 1996.

[9] 王瑞铨. 地面设备三化现状与设想[J]. 航天标准化, 1996(3): 30-31.

[10] 张锡纯. 标准化系统工程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1992.

[11] 赵兵, 徐英, 郝建平. 导弹保障装备三化建设的综合规划研究[J]. 飞航导弹, 2011(2): 28-31.

[12] 孙军旗. 航空武器装备“三化”深化推进探讨[J]. 机械标准化与质量, 2022(9): 50-52, 56.

[13] 廉斌. 对水雷产品“三化”问题的探讨[J]. 水雷战与舰船防护, 2015, 23(3): 7-11.

[14] 陈瑶颖. 型号产品研制中“三化”工作的探讨[J]. 机械工业标准化与质量, 2013(6): 29-31.

[15] 邓乐. 型号产品“三化”工作探讨[J]. 科技视界, 2014(5): 73-74.

[16] 任丽萍, 陈京生. 浅谈型号研制中的标准化工作[J]. 国防技术基础, 2003(1): 15-17.

(上接第 73 页)

[18] RICHARD E T, MANEESH S. Time frequency analysis as probabilistic inference[J]. IEEE Transaction on Signal Processing (S1053-587X), 2014, 62(23): 6171-6183.

[19] LIU L M, CHENG C, HAN Z Z. Realization of radar warning receiver simulation system[J]. International Journal of Control and Automation (S2005-4092), 2015, 8(3): 363-374.

[20] 张晓东, 李想. 基于 C++语言的雷达系统组件化建模与仿真[J]. 计算机测量与控制, 2020, 28(11): 187-191.

[21] 周庆, 刘斌, 余正伟, 等. 综合模块化航电软件仿真测试环境研究[J]. 航空学报, 2012, 33(4): 722-733.

[22] 王博, 范彬, 刘肖静. 基于组件的雷达电子战仿真系统架构设计[J]. 雷达与对抗, 2019, 39(3): 8-10.

[23] 夏云, 卢冀. 雷达数字化设计与仿真的技术体系架构研究[J]. 火控雷达技术, 2019, 48(2): 90-96.

[24] 沈玉龙, 崔西宁, 马建峰, 等. 综合化航空电子系统可信软件技术[J]. 航空学报, 2009, 30(5): 938-945.

[25] 孙华伟. 组件化雷达建模仿真平台设计[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2016.

[26] 吴洁, 赵国利, 陈斯文. 基于仿真技术的雷达软件测试[J]. 现代雷达, 2018, 40(2): 96-99.

[27] 杨东华, 王志祥. 国产化雷达显控终端设计与实现[J]. 现代雷达, 2019, 41(5): 82-85.

[28] 邹焕新, 陈振林, 周石琳, 等. 基于 OpenGL 的雷达 PPI 显示器仿真方法[J]. 火力与指挥控制, 2010, 35(8): 169-172.