

战术导弹架车发展现状及产品化设计技术探讨

雷雪媛 丛彦超 赵鹏飞 周晓和 王 雪

(中国运载火箭技术研究院, 北京 100076)



摘要: 梳理了战术导弹架车的分类, 介绍了战术导弹架车国内外研究现状, 针对国内现有战术导弹架车研制过程中存在的问题, 分析了战术导弹架车发展趋势: 战术导弹架车的研究应朝着通用化、模块化、系列化的方向发展, 通用、专用架车合理配置, 手动、自动合理配置, 手动架车必不可少, 自动、半自动架车进行必要补充。最后, 根据战术导弹架车需求, 提出了产品化架车设计架构及设计方案, 该架车集直径调节、支撑间距调节等功能为一体, 只需一套产品化架车即可实现多型产品的使用, 是一种低成本高效率的架车设计方案。

关键词: 战术导弹; 架车; 产品化

中图分类号: V465 **文献标识码:** A

Current Situation and Prospect of Tactical Missile Carriage and the Production Technology Discussion

Lei Xueyuan Cong Yanchao Zhao Pengfei Zhou Xiaohu Wang Xue

(China Academy of Launch Vehicle Technology, Beijing 100076)

Abstract: This paper hackled the classification of tactical missile carriage and summarized the research status of carriage at home and abroad. Finally, according to the existing problems of the carriage, the development trend of tactical missile carriage is analyzed. Analysis suggests the tactical missile carriage research direction may develop towards generalization, modularization and serialization. The general carriage and private carriage should be rational distribution, manual carriage and automatic carriage should be rational distribution. The manual carriage is absolutely necessary and automatic-automatic carriages should be added. Finally, according to the requirements of tactical missile carriage, the carriage production framework and design scheme are proposed. The carriage integrates the functions of diameter adjustment and support spacing adjustment. Only one set of production can realize the use of multiple products. It is a low-cost and efficient carriage design scheme.

Key words: tactical missile; carriage; production

1 引言

战术导弹架车主要实现对战术导弹长时间支承停放和短距离运输, 一般可分为对接架车、厂房外运输架车、贮存类架车等。架车作为战术导弹装配、贮存、运输等保障流程中非常关键的地面设备, 架车产品的合理配备和优化研究对战术导弹武器系统保障性的提高有重要作用^[1~3]。本论文将对战术导弹架车的发展现

状和展望进行论述, 并根据战术导弹架车需求, 提出产品化架车设计架构和一种设计方案, 对架车产品化设计技术进行探讨。

2 战术导弹架车分类

2.1 按功能划分

架车按功能划分可分为贮存类、装配类、运输类

架车^[4]。

贮存类架车主要解决固体导弹长期停放的支承、定位,保持导弹正确的姿态,避免产生附加应力,造成产品变形,长期存放时为避免药柱、氧化剂、燃烧剂沉淀,还要定期旋转弹体,变换停放角度。架车功能主要是支承作用。

装配类架车主要解决火箭导弹产品的对接、组装,实现产品的姿态调整、定位、对接,同时架车也是一个安装平台,导弹产品在架车上完成装配工作。装配架车更多强调的是准确定位、夹紧,减轻操作强度,提高产品安装的便利性和可行性。架车作为工装的特点更为显著。

运输类架车主要解决运输过程对导弹的支撑、固定,保证产品的运输安全。

2.2 按操作方式划分

手动架车,主要通过人工调整架车,移动、对接、姿态调整^[5],对接通过手动调整,有时需要多人协调完成对接。手动架车成本低、使用灵活、适应性强、操作简单,但装配精度过度依赖现场人员的经验与操作熟练程度,对接精度不高,存在装配应力,且效率低。

半自动将部分手动机构改为电动操作,减少了一定的劳动强度。

自动架车,应用测控技术,利用架车实现产品的自动调整。定位、调整快速、准确,改善了劳动强度,提高了对接精度^[6]。

3 国内外研究现状调研

3.1 国内架车研究现状

3.1.1 简单支撑类一体架车

简单的支撑架车,在架车上安装两个支架,支架间距为导弹的支撑间距,支架上安装弧托。架车配置可制动的脚轮,结构简单,适合导弹产品支撑及近距离转移。该类架车特点是支撑位置固定,无需调整,生产与使用简单,成本低。

支撑类架车可一端设置固定托座,一端为游动托座。游动托座可沿架车上的导轨移动,形成可变间距的一体架车,可满足不同长度的导弹支撑。更换不同直径的弧托实现不同直径、不同长度的导弹的支撑和转移,也可使两个托座均设计为活动的,在架车导轨上移动,调整支撑间距。

3.1.2 分体架车组

随着导弹长度、直径、重量的增加,一体化架车

结构尺寸也随之增加,制作一体化架车成本显著增加,于是将架车结构改成分体式,贮存、搬运相对简单,通过两个或多个分体架车支撑实现弹体的转运存储。对于对接架车则要求较高的精度,为保证产品对接质量,架车设计有更多的调整机构。分体设计使支撑位置灵活,可适用于不同长度的导弹产品,也避免长尺寸一体架车的高制作成本及占地面积大等问题。

分体对接架车为保证对接精度,通常设计有地轨,替代一体架车上的导轨,保证对接轴向定位。为避免由于地轨不水平,不同对接架车制作的精度差异,每个架车又设计有升降、平移调整机构,以及舱段对接所需的旋转调整机构,通过这些机构最多可实现对接段6个自由度的微调,保证对接精度,减少对接误差所产生的装配应力。

3.1.3 自动化架车

为减轻对接操作的劳动强度,架车在手动调整的基础上安装电机,形成半自动架车。

由于手动架车、半自动对接架车,人工调整非常依赖操作者经验,对于精度要求较高的导弹产品,人工对接,有时还要多人同时操作完成调整、对接,很难保证产品对接精度,更难保证产品对接质量的一致性、稳定性。大型产品有时人力难以观察、难以操作,对接精度更难保证,于是对于特定产品架车配置有自动控制系统,通过实时测量,反馈控制托架自动调整,完成产品的对接组装,保证对接质量^[7]。

3.2 常用调整机构

3.2.1 升降调整机构

对接架车通常采用双侧、双丝杠传动机构,平移调整采用丝杠螺母传动机构,滚转机构通过丝杠螺母驱动弧形托座,沿弧形槽摆转。国内常见的双侧、双丝杠升降调整,需要两人在架车两侧同步调整,调整不同步时,会出现过定位卡死现象,同时使架车传动构件承受附加载荷,增加了对传动件的磨损,影响架车的使用寿命。

采用单丝杠升降调整机构较好,同步升降调整。升降丝杠位于托架中间下部,托架两侧设有导轨导向。操作人员可在产品任意一侧调整手轮均可驱动丝杠完成托座的升降调整,既可减少操作人员,且避免过定位调整对传动件的磨损。

3.2.2 可变径调整机构

为同一架车适应在不同直径产品上使用,可设计可变径调整机构^[8-9]。通过手动或电动调整滚轮架同步向内移动或向外移动,见图1,实现不同直径筒段的对

中调整,为避免点接触支撑局部载荷过大,可采用4点浮动支撑,见图2,也可在滚轮上安装滚转架支撑环,改善产品支撑受力问题。滚转架支撑环使弹体与弧托面接触,避免了滚轮支承直接与导弹产品接触,减小弹体局部受载。不同直径的导弹产品,需要配置不同的支撑环,同时需要设计支承环标准化连接方式。

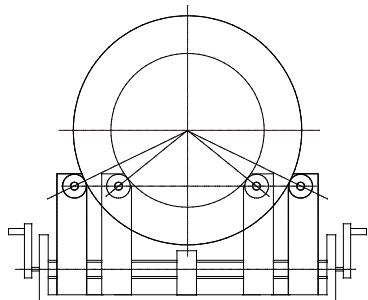


图1 直径可调支架

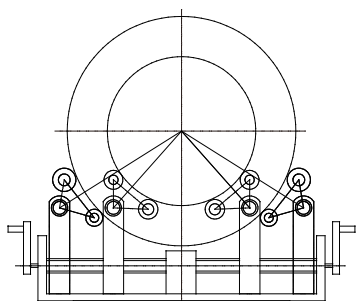


图2 直径可调自定心浮动支架

3.3 国外架车研究现状

国外架车为手动、半自动、全自动产品并存,手动、半自动架车由于技术相对成熟,相关资料较少,资料多为自动装配技术、智能化技术。

图3为雷声公司研发的导弹对接装配系统^[10],系统安装在直线导轨上,可沿导轨方向做大幅度的调整。系统为六自由度数控对接平台,在任意方向上均具有一定的调整能力,同时配套安装有移动转场车和自动吊装工具,可以最大程度地实现导弹舱段的姿态调整 and 对接要求。



图3 美国白沙导弹对接装配系统

雷锡恩公司智能装配车间^[11]从产品部件识别、装配、拆解、自动转运、分仓入库、整体包装自动完成,车间、库房只有很少的人参与。

生产线上可直接区分导弹装配部件种类,按照不同生产批次和组装结构逻辑,实现动态标定装配过程。实时监控工作台上导弹各结构部件的工装状态,通过机器人或自动化设备完成,避免由于人员的误操作带来生产安全隐患和无序化冗余步骤。导弹部件工作站装配或导弹部件流转,通过自动导引小车完成。导弹产品自动转运过程见图4。



图4 导弹智能装配,AGV小车转运导弹过程

4 架车技术发展趋势分析

4.1 国内架车存在问题

国内战术导弹架车种类繁多、结构形式、功能性能差异较大。架车标准化程度较低,国内公开可供参考的标准较少,导致重复开发和制造,资源浪费严重。架车技术相对落后,设计研发对于通用化产品及通用化产品技术升级重视不够,有必要对现行产品进行技术改进,融入新技术和新工艺,提升产品性能。

目前手动架车延续传统架车做法,架车调整时通常在战术导弹产品两侧分别调整,调整不同步时,会出现过定位卡死现象,同时使架车传动构件承受附加载荷,难以调整。对于大型构件,两侧必须同步调整,有时需喊号手指指挥同步调整。架车无较好的定位基准,目视自由模糊调整及定位,调整速度慢,工作效率低,对接精度不稳定。可考虑通过建立定位基准,减少调整维度,通过局部微调实现快速定位,增加测量装置,量化调整。

战术导弹产品尺寸较大时,传统的“目视人喊手工推”的操作方式,即通过人眼判断段在对接中所需要的调整量,多人同步调整架车,通过手轮实现部段上下、前后、左右、偏摆、俯仰及滚动六个自由度的对接。操作不方便、不安全、效率低、精度差、对接质量差、质量稳定性难以保证,不满足现代导弹生

产制造对舱段装配的精度要求。

4.2 架车发展趋势

4.2.1 手动架车仍是主流产品

战术导弹产品直径较小,产品外形规整,对接装配关系简单,精度要求不高,手动调整方便,手动架车研制成本低、加工周期短,无需采用自动化架车进行对接。

手动架车适应性强,不受作业环境影响,可在无电源条件下工作,对场地条件要求相对较低,机动灵活,对操作人员要求较低,对于新产品、新型号产品架车制作响应速度快。

研制阶段用的非定型产品,数量少,采用自动架车成本高,手动架车作为工装较经济合理。

4.2.2 自动架车是必要补充

架车尺寸越大,调整、装配人力越难,开展自动化装配系统研制、实现装配自动化、智能化是必然趋势。实现自动上弹、自动对接、自动装配、自动测量、自动调整等功能,主要装配工作由机器人或专用设备完成。

4.2.3 架车产品化是必然趋势

架车产品化可提高架车的利用和产品管理。产品

化架车一机多能,一种架车稍作结构改进或搭配组合即可解决尺寸近似或相同的不同导弹产品型号的架车适用问题,大大提高架车的通用化水平,提升产品利用率,减少架车种类。

架车零部件标准化,有利于架车的维修维护。可通过更换架车零部件快速解决架车故障,维修方便快捷,延长使用寿命,同时零部件的批产还可降低架车研制成本。

架车产品化具备可行性。手动对接架车通常是一组架车承载导弹产品不同部段,完成导弹的对接、装配。虽然各部段形状、尺寸、重量不同,但战术导弹产品本身已形成系列,尺寸变化有规律可循,且变化不大,有利于架车产品化、系列化。手动对接架车功能、调整方式基本相同,架车结构可以实现标准化、通用化、系列化。

5 架车产品化设计架构

架车产品化可有效减少架车的品种和数量,提高架车产品的使用维护性,有效降低架车的生产、使用和管理成本。架车产品化架构见图5。

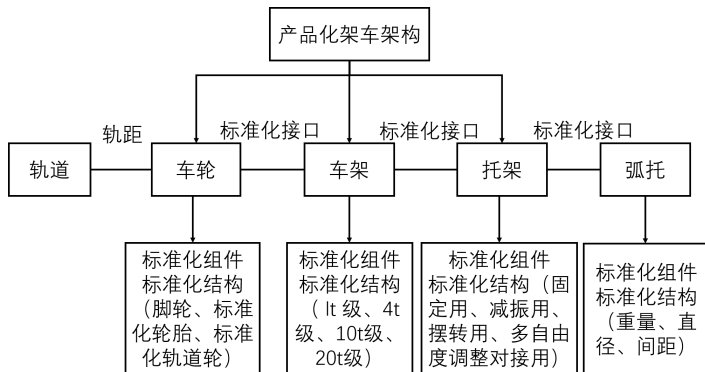


图5 架车产品化架构

产品化设计是根据同一类产品的发展规律和使用需求,将其主要参数按一定数列作合理安排或规划,对其型式和结构进行规定或统一。

车轮可采用脚轮、标准化轮胎、标准化轨道轮。其中脚轮一般根据载荷大小、安装方式,是否带制动等要求直接从货架产品中选用。标准化轮胎一般根据轮胎在车架上的安装方式、制动方式进行设计,制动组件可设计为标准化模块。标准化轨道轮可形成系列。

车架组件模块化设计,可根据车架不同的功能要求,如满足运输要求的车架、满足支撑要求的车架、

满足特殊减振要求的车架等,按不同功能形成相应的系列化车架。另外,可根据产品重量参数结合外形尺寸、支撑间距进行分档系列化设计,如按重量划分的系列型谱、按产品外径划分的系列型谱等,产品重量参数确定了车架的结构刚度和刚度、适配车轮大小,产品外形尺寸及支撑间距确定了车架规模。车架按载弹重量系列化,如1t级、4t级、10t级、20t级架车。也可按车架长度或宽度形成系列。车架组件模块化,标准化车架与托架滑台组件的接口方式与配合尺寸,保证托架滑台组件可在架车上互换安装。分体车架按

轨距系列化,如轨距 750mm、950mm、1435mm 等。分体车架轨距可考虑兼容近似的英制轨距尺寸,如轨距 750mm 架车考虑兼容轨距 762mm 等。

托架滑台组件是产品化架车的核心。不同功能的托架滑台组件执行不同的架车功能,不同的托架滑台组合延伸了架车使用功能。如换装不同直径产品的托架滑台或直径可调托架滑台,可使架车兼容不同直径型号的产品。如换装不同功能的托架滑台,实现架车不同的使用功能,如固定用托架滑台、减振用托架滑台、摆转用托架滑台、多自由度调整对接用托架滑台等。托架滑台与车架接口为在车架或车架滑台上的安装位置与配合尺寸。托架滑台组件模块化,并按一定规律进行系列化分档,如按支撑重量,适用产品直径,与车架连接螺钉间距等进行分档。托架滑台上配装的支撑弧托,是架车与导弹产品的接口,支撑弧托与托架滑台的安装方式及配合关系做标准化设计,保证托架滑台可换装不同直径系列的支撑弧托。

标准化接口设计是各模块在架车上安装的重要保证。接口设计主要包括滚轮及托架滑台在车架上的安装关系。车轮与车架的接口是车轮的安装方式及安装位置,车轮安装尺寸作为特征尺寸标准化。如需单独的制动组件,其安装位置及尺寸需标准化。托架滑台与车架的接口,是托架滑台在车架上的标准化安装方式及配合尺寸。分体架车由于是通过地轨定位,设计时必须考虑使用场地的地轨间距,轨距是分体架车必要的接口尺寸之一。

6 产品化架车设计应用

根据目前战术导弹架车使用需求,充分采用通用化、模块化、系列化设计思想,提出了一种产品化架车,其核心模块为支撑调节装置和直径调节装置。

6.1 支撑调节装置

支撑调节装置具有高度调节功能和轴向水平支撑间距调节功能。在前后两组支撑调节装置顶部均设有高度调节的丝杆升降机,为货架产品,内部采用直角式涡轮机构,具备自锁功能,为解决架车升降过程中出现调节速度不一致导致高低不平的问题,在架车两组升降机之间串联一根联轴器并连接至车辆侧面,采用一个操作手轮即可实现高度调节功能。

为确保支撑部位满足导弹支撑间距需求,支撑调节装置底部配有 4 个移动滑轮,尺寸与架车上表面滑轨配合使用。在调节装置中部槽钢下表面端头设有弹

簧定位销,当支撑调节装置移动到当前对应导弹的支撑间距位置时,可以将下方弹簧销插入间距限位孔内,实现快速/准确定位。支撑调节装置见图 6。

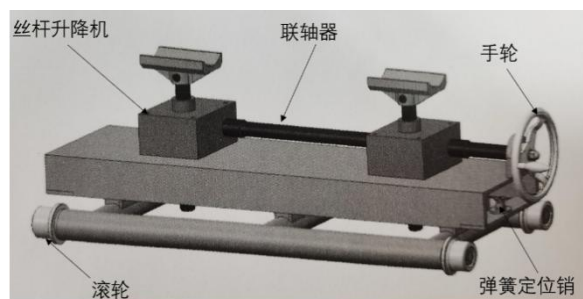


图 6 支撑调节装置

6.2 直径调节装置

直径调节装置主要由水平滑座、角度摆动座、弧托模块、手轮、丝杆、滑道、固定板、轴承座等组成,是自定心同步调整机构。通过操作手轮,带动一根两端分别具备正、反螺纹的丝杆转动,使两组串联在丝杆上的水平滑座沿底部滑道同步向内移动或同步向外移动。因左右两侧水平滑座固定在同一根丝杆上,操作时转动角及圈数相同,因此与固定在中心位置的轴承座距离始终相同。直径调节装置见图 7。

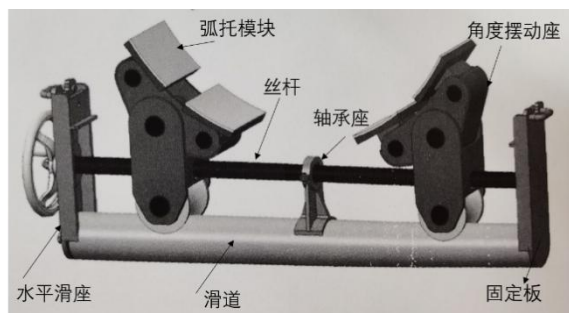


图 7 直径调节装置

7 结束语

经过对战术导弹架车发展现状的研究,分析认为,战术导弹架车应朝着通用化、模块化、系列化的方向发展。通用、专用架车合理配置,手动自动合理配置,手动架车必不可少,自动、半自动架车进行必要补充。另外,本文根据战术导弹架车需求,提出了产品化架车设计架构及设计方案。该架车集直径调节、支撑间距调节等功能为一体,通用化水平高,是一种低成本高效率的架车设计方案,对战术导弹架车及同类产品设计具有较强的参考价值。

