

【交通运输与管理】

## 运输性及运输性工程

刘士通<sup>1</sup>, 顾培亮<sup>1</sup>, 陈卫东<sup>1</sup>, 吴刚<sup>2</sup>

(1. 天津大学 管理学院, 天津 300072; 2. 军事交通学院 研究生队, 天津 3000161)

**摘要:** 运输性是产品的固有属性和设计属性。产品、运输条件及运输环境构成一个有机系统。运用系统分析的理论和方法, 分析了运输性对机动性及寿命周期费用的影响, 研究了影响产品运输性的因素, 结果表明提高产品运输性的最佳时机是在研制阶段。运输性工程即是在产品研制过程中, 明确运输性要求, 进行运输性设计和分析, 权衡各种设计方案, 实施运输性试验, 评估运输性指标, 通过反复迭代, 改进产品或产品系统, 以实现产品与运输条件及运输环境之间的最佳匹配。

**关键词:** 交通运输工程; 交通运输规划与管理; 运输性; 运输性工程; 产品; 装备; 机动性

**中图分类号:** U50 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6248(2005)03-0005-04

## Transportability and transportation engineering

LIU Shi tong<sup>1</sup>, GU Pei liang<sup>1</sup>, Chen Wei dong<sup>1</sup>, WU Gang<sup>2</sup>

(1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. Group of Postgraduate, Military Group Traffic Institute, Tianjin 300161, China)

**Abstract:** Transportability is the inherent capability and the design capability of products. Products, transport conditions and transport environment constitute an organic system. This paper uses the theory and method of system analysis, analyses transportability's impact on mobility and life cycle cost, studies the factors that affect product's transportability, indicates that developing stages are the best opportunity to raise the transportability of product. Transportation engineering is a process that includes transportability requirement, transportability design and analysis weighing different sorts of plans, tests and evaluation, improving product or product system and finding the best matching of product and transport condition and transport environment.

**Key words:** traffic and transportation engineering; planning and managing of transportation; transportability; transportation engineering; product; equipment; mobility

运输性是产品的基本属性, 因为任何产品只要流通就需要运输。但运输受到一定条件的制约, 如载运工具、交通基础设施及运输环境等。要提高产品的运输效率并降低运输费用, 就应在产品研制阶段认真考虑其与运输条件的适应性问题。尤其是在军事领域, 若装备(装备是产品的特指, 本文用装备代替产品)与运输条件不相适应, 就不能快速机动和迅速形成战斗力, 制约了装备效能的发挥。所以, 不论是民品或是军事装备都应重视运输性。要提高产

品(装备)的运输性, 应在其研制过程中, 明确运输性目标, 系统分析运输约束条件, 综合权衡不同设计方案, 试验评估运输性指标, 使装备在研制时就具备了与运输条件及运输环境的良好适应性。人们不希望装备生产出来以后, 要通过研制新的或改造现有的载运工具, 或通过修道路、改桥梁、扩隧道, 或必须采取特殊措施才能实施高效运输并降低运输费用, 这是考虑问题的出发点, 即在装备研制时就关注运输性。

收稿日期: 2005 03 30

作者简介: 刘士通(1958), 男, 河北任县人, 天津大学管理学院博士生, 军事交通学院管理学院教授, 主要从事交通运输管理研究。

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

## 一、运输性

目前,国内外对运输性有不同定义,我军将运输性定义为“产品通过各种运输工具来输送的固有能力”<sup>[1]</sup>。美军将运输性定义为“装备被牵引、自驱动或运载,用现有的或计划采用的运输工具通过铁路、公路、水路和航空进行高效运输的固有能力”<sup>[2]</sup>。这两种定义尽管表述有所不同,但都认为运输性是装备的固有属性和设计属性。

### (一) 运输性与机动性

装备的机动性包括装备自身的自行机动能力和对机动运输方式的适应能力两个方面<sup>[3]</sup>。现代战争的高机动性不仅要求装备自身要具有较高的行驶速度、良好的越野能力和操纵性能,而且还要具备适于铁路、公路、水路、航空输送的能力,两者构成了机动性的整体。在发展装备时,两者只有相互兼顾,才能保证装备的高机动性。

装备的运输性是影响其战略、战役机动的关键,没有合适的运输性,其机动性也就无从谈起,不易运输的装备不能快速进行部署,其战斗力也就得不到有效发挥<sup>[4]</sup>。装备的运输性主要体现在其对机动运输方式的适应能力上。不同的机动运输方式有不同的约束条件。这些约束条件主要包括交通基础设施中的铁路、公路运输限界,站台、码头、机场等场地条件,交通沿线的装卸条件;各种载运工具的额定载重量、载荷分配、装载布置、允许接地压力、货舱(厢)容积、装卸通道尺寸等条件;运输过程中的振动、速度、加速度、电磁干扰、防护等运输环境条件。这些都对装备的机动性和运输效率产生重要影响。

### (二) 运输性与寿命周期费用

许多研究成果表明,在装备研制的早期做出的各项决策(如战技指标要求、保障性要求以及这些要求的实现),对装备寿命周期费用具有重要影响。美军曾得到图1所示的研究结果:装备的周期费用主要取决于研制阶段,到装备交付使用,已难以对寿命周期费用的改变产生重大影响。在方案阶段的早

期,大体决定了寿命周期费用的70%;到方案阶段,已决定了寿命周期费用的85%;到研制阶段结束,已决定全部费用的95%;到交付使用,对寿命周期费用的影响就很有有限了<sup>[5]</sup>。即一旦完成研制,不仅对装备的寿命周期费用不易施加影响,使用阶段高昂的保障费用也将难以降低。据有关统计资料表明,铁路一、二级超限和超级超限装备的运费分别是正常运费的1.5倍、2.0倍和2.5倍。

### (三) 运输性与设计因素

如上所述,运输性对机动性、运输效率、寿命周期费用都具有重要影响。但由于运输性是装备的固有属性和设计属性,所以提高运输性的关键环节是在研制阶段能有效解决装备与运输条件及运输环境的适应问题。否则,当设计方案变成“硬件”,木已成舟,其是否适合运输的性能即被确定。从设计角度考虑,影响运输性的因素主要有以下几方面。

一是几何因素。包括形状、外廓尺寸、重心位置等。装备的形状主要影响其在载运工具上的装载固定及运行时的稳定性;外廓尺寸主要影响运输时是否超过运输限界及是否超过载运工具货舱(厢、箱)的内部允许尺寸或限值(如飞机运输时,必须要预留一定的应急通道);重心位置则影响装载固定和运行时的稳定性(如铁路运输时装备重心高度超过轨面2 m,则必须限速)。

二是静载荷因素。包括重量、接地压力等。装备重量应小于载运工具的额定载重量;装备的接地压力取决于载运工具承载区的允许承载能力。

三是动载荷因素。包括振动、冲击、动应力等。振动是运输过程中的主要动载荷,由多种振源引起。其中,铁路、公路、航空运输中的振动主要为随机振动,而一般运输船舶的振动主要为正弦振动(高速舰船为随机振动),冲击分运输冲击和装卸冲击,它是一个复杂的物理过程,可使装备的状态在短时间内发生非周期变化,一般用冲击作用下的加速度、速度或位移等的时间历程来描述<sup>[6]</sup>。装备在运输过程中应能承受这些动载荷而不致损伤。

四是装卸加固因素。包括滚装、吊装、加固等。装备滚装时应适应载运工具和交通设施的条件;装备吊装时,除适应装卸设备的装卸能力外,装备本身吊装点的位置、数量及强度等应保证不损伤装备及保证吊装的安全。

五是环境因素。包括装备在运输过程中承受温度、湿度、大气压力、电磁干扰等的性能。

六是危险因素。包括易燃易爆品在运输过程中

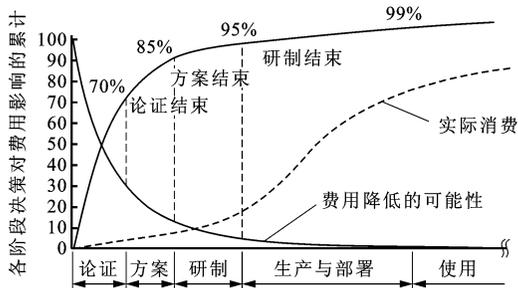


图1 寿命周期各阶段对费用的影响

防静电、辐射、振动等的性能。

在运输过程中,上述各因素常常是同时并存并相互作用,造成综合影响。所以在装备研制时应统筹考虑。尤其当装备需要多种运输方式进行运输时,应考虑各种因素的极限值。

## 二、运输性工程

装备、运输条件及运输环境构成了一个系统。运输性的目标是建立装备与运输条件及运输环境的最佳匹配,实现装备的快速机动并降低寿命周期费用。而运输性工程是为实现运输性目标所进行的论证、分析、设计、生产、试验、评价、改进等一系列工作。运输性工程研究的对象,既包括装备,又包括运输条件及运输环境。

### (一) 运输性工程的主要工作

运输性工程的活动贯穿于装备研制的全过程,主要工作包括以下几个方面。

一是确定系统或装备的运输性要求,并将这一要求分配到系统或子系统的不同结构层次。

二是将系统或子系统的运输性要求转换为设计参数。

三是将运输性参数指标设计进装备中去。

四是进行运输性试验以及运输性评价,并改进装备。

### (二) 运输性工程的主要任务、阶段及过程

运输性工程的主要任务是利用系统工程的理论和方法,确定运输性要求,进行运输性设计和分析,实施运输性试验与评估,改进装备系统,以低的寿命周期费用实现高的运输效率和快速机动。运输性工程主要包括以下几个阶段。

#### 1. 论证阶段,确定运输性要求

根据装备的作战使命和编配用途,明确装备运输性的要求。主要包括:所需运输方式,所需载运工具的型号及数量,装卸所需的设备和装卸环境要求,其它运输环境和运输条件要求,不同运输方式下的装载时间、卸载时间、捆绑加固时间,以及根据装备承担不同的作战使命或作战保障任务确定在途运输时间。

#### 2. 方案设计阶段

进行运输性分析和设计贯彻运输性的最佳时机是在方案设计阶段。此时,任何为提高运输性所需的改动都能以最低的代价来完成。如果此时没有充分提出运输性要求,等设计方案完成后再纠正运输性方面的缺陷,将会增加研制时间和费用。

在方案设计论证中,要根据确定的运输性要求和运输约束条件,为装备设计多个运输性方案,并进行各个设计方案的权衡分析,以便确定在费用、进度、其他性能与运输性之间达到最佳平衡的途径,确保运输性方案、设计方案、使用方案相协调,以满足系统任务的需求。

此阶段,要将运输性要求纳入装备的设计,将运输性转化、分解为设计参数,并将现有的运输条件与新方案进行比较评价,根据分析、综合权衡并参照已有的经验和数据加以判断,提出相应的设计建议。同时,与维修性、可靠性、安全性等之间进行综合权衡,并进行性价比分析和风险分析等。

#### 3. 工程研制阶段,进行运输性试验与评价

试验与评价的目的是评估新研制装备是否达到了规定的运输性要求,判定偏离预定要求的原因,确定纠正缺陷的办法。

为保证运输性试验与评价的顺利进行,应拟定试验与评价计划,明确试验与评价的内容、方法、程序和要求等。运输性试验一般包括运行试验和装卸试验两类。主要包括通过运输限界测定、运输稳定性试验、运输过载试验、装卸试验、捆绑加固试验等<sup>[7]</sup>。根据试验结果对运输性进行评价。评价可采用定性定量相结合的方法。定量指标一般用时间(装卸时间、加固时间、运输时间等)和费用(装卸费用、运输费用等)来评价。在此基础上修订设计。

#### 4. 生产及使用阶段,保持运输性水平

装备在批量生产过程中,要保证装备运输性符合预期的设计要求。在使用过程中,应经常注意运用运输性工程技术分析解决实际问题,提出改进装备运输性的意见和建议,不断完善装备的运输性。同时,根据运输保障的实际,提出国家交通建设贯彻国防要求的意见和建议。运输性工程是一个全面综合,反复迭代,循环递进,按自上而下的顺序解决问题的过程,主要包括输入和输出、要求分析、功能分析和功能分配、设计综合、验证及系统分析和控制等,如图2所示。

#### 5. 运输性工程研究的主要内容和方向

运输性工程研究的内容和方向大致可概括为以下几方面。

##### (1) 运输性内容研究

运输性是装备的设计属性和固有属性,它取决于装备的设计水平及与运输条件、运输环境的匹配情况。由于铁路、水路、公路、航空运输条件及运输环境差异很大,同时装备的作战使命、编配用途、机

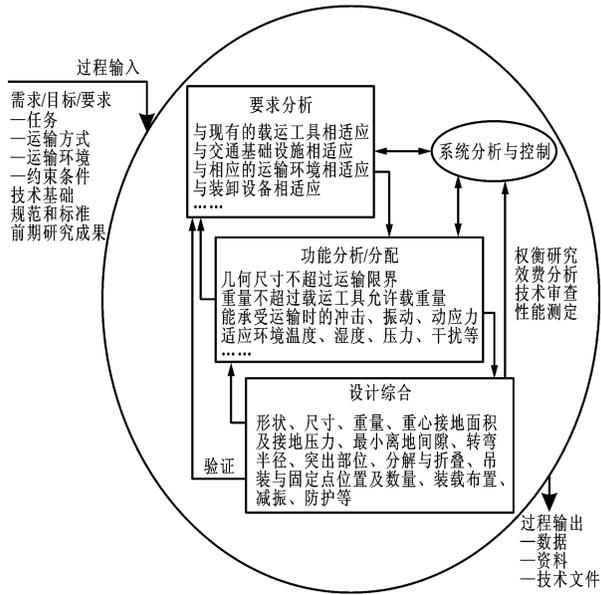


图2 运输性工程的过程

动方式、使用条件也千差万别。因而,运输性要求包括一系列不同层次、不同方面的内容,定量描述相当复杂,确定其度量值也很困难。总的来说,其研究内容主要包括:运输性适用对象,运输性影响因素,运输性设计,运输性试验与评价,运输性管理等。

### (2) 运输性优化方法研究

装备设计有不同的备选方案,而每一种设计方案又有不同的运输性方案,必须对每一种方案进行分析,以确定优化的运输性方案。同时,也必须与装备的其他性能进行综合权衡,以保证装备在拟定的运输方式下,运输时间最短,寿命周期费用最低。运输性方案的优化涉及的因素很多,需要综合运用各种分析方法。

### (3) 运输条件与运输环境研究

各种装备根据其作战使命和编配用途的不同,其要求的运输条件和运输环境有所不同。一种装备还可能需要几种运输方式。因此,必须对各种运输条件和运输环境进行综合研究,确定出相应的约束

条件和边界条件,以作为装备运输性设计的依据。

### (4) 运输性试验与评价研究

为验证装备的运输性水平,需要进行运输性试验与评价方法的研究。研究内容主要包括运输性试验的方法、样本量及数据统计方法、试验与评价的时机及评价准则等。

### (5) 运输性工程信息研究

开展运输性工程的工作,需要大量的信息。研究内容主要包括对这些信息如何进行收集、分析和处理等。

## 三、结 语

运输性研究在中国是一个新的研究领域,尚处于起步阶段,有关运输性设计、试验、评价、管理等,大多还处于定性研究阶段,与发达国家相比,还有很大差距。通过对运输性的综合研究,得出如下结论。

- 1) 运输性对产品(装备)的运输效率、机动性、寿命周期费用具有重要影响。
- 2) 提高运输性的最佳时机是在研制阶段,尤其是方案设计阶段。
- 3) 应运用系统工程的理论和方法研究运输性,关键是要建立运输性的评价指标体系。

### 参考文献:

- [1] GJB 2948 97, 运输装载尺寸与重量限值[S]. 1997.
- [2] MIL STD 1366D, Interface standard for transportability criteria[S]. 1998.
- [3] 李明, 刘澎. 武器装备发展系统论证方法与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [4] AD 194522 Transportability for better strategic mobility[S]. 1998.
- [5] 马绍民, 章国栋. 综合保障工程[M]. 北京: 国防工业出版社, 1995.
- [6] GJB 3494 98, 军用物资运输环境条件[S]. 1998.
- [7] GJB 18A 2003, 后勤军工产品定型试验规程[S]. 2003.