

# “装备综合保障”教学体系国内外现状分析与建设建议

国防科技大学 机电工程与自动化学院, 徐永成 李岳 徐东 杨定新

信息化作战形态要求装备保障的方式和手段发生新的变革, 同样军事高技术的发展也要求装备保障必须实施一体化、综合化保障, 一体化装备综合保障是我军当前急迫的发展方向。为了适应我军装备管理部门、一线部队官兵在新技术武器装备综合保障领域急迫的人才队伍需求, 我院于2005年在“机械电子工程”二级学科下新增“装备综合保障”研究方向, 这是我院适应新军事变革、应对信息化战争对我军装备发展新要求而致力于重点发展的研究方向。为了建设好该研究方向课程教学体系, 必须首先对国内外高校相关课程内容和体系进行深入细致的调研分析。

## 一、国外大学“综合后勤保障”相关课程内容和体系现状

由于欧美等国家“后装统一”模式, 我国和俄罗斯等是“后装分立”的模式, 所以在谈到“装备综合保障”时概念表述不同, 范围也不同, 欧美国家称之为“Integrated Logistics Support (综合后勤保障)”。在欧美国家, 装备综合保障的建设起步较早, 课程体系也比较成熟。

### (一) 美国大学开设“综合后勤保障”相关课程情况

美国作为“综合后勤保障”概念最早提出的国家, 在这方面的理论和技术已经发展得相当成熟, 而且有许多技术已经应用到商业方面, 许多大学也开设了相关的课程。

加州理工大学伯克利分校 (University of California, Berkeley) 城市和环境工程系、工业工程和作业研究系联合主办了后勤学士学位研究方向, 商业工程学院有该方向的硕士和博士研究方向。该研究方向开设的主要课程有: (1) “后勤系统分析 (Logistics Systems Analysis)” (2) “后勤网络设计和供应链管理 (Logistics Network Design and Supply Chain Management)” (3) “生产计划和后勤模型概论 (Introduction to Production Planning and Logistics Models)” (4) “资源设计与后勤 (Facilities Design and Logistics)”

佛罗里达大学 (University of Florida) 开设了“供应链管理模型”课程

美国国防大学 (National Defense University) 拥有军事策略和后勤系, 该系开设了两个课程“军事策略”和“后勤和动员策略”来使学生参与到军事策略和后勤问题决议上来并使学生在服务、代理和平时时期或战时国家线上统一行动。“军事策略”主要包括策略的基础结构、基本理论、国防观念以及军事策略对未来的影响。“后勤和动员策略”使学生对后勤和动员策略的组成有一个基础的理解, 包括人员、过程、相互关系、执行命令和授权, 使学生为未来国家安全找到高效后勤策略和动员观念的想法和途径。

### (二) 英国大学开设“综合后勤保障”相关课程情况

Cranfield 大学拥有“后勤和供应链管理”理学硕士授予权, 该方向的课程是欧洲最好的, 该课程内容包括: 采办

管理、质量模型、供应链过程重组、后勤和供应链概念、供应链费用、信息系统和电子商务、物理网络设计、国际后勤等等。

朴茨茅斯大学开设了“后勤保障承包合同”课程, 总共40学时, 其中授课20学时, 辅导案例学习和练习14学时, 其他6学时。该课程介绍采购过程中的后勤保障承包合同的鉴定、签署和管理等, 其主要目的是为学生提供必须的知识和技能, 来应对在系统采办过程中所遇到的与后勤保障承包合同相关的问题, 课程主要内容包括后勤保障承包合同概念和规则、后勤保障承包合同需求鉴定、后勤保障承包费用模型和后勤保障合同等。

布里斯托尔大学开设了面向航空工业和联合工程机构管理者的“保障性和后勤工程”课程, 课程主要目的是对综合后勤保障活动领域进行深入研究并分析实际应用中的案例, 分析其中相关的工具和技术, 课程重点是在产品设计环节的最初阶段保障性需求的最优化。该课程提供了交互式过程的最优保障方案, 并研究论证后勤保障分析数据模型。

另外, 英国剑桥大学开设有“供应链管理”课程, 并有“供应链的复杂性”和“供应链系统改革”等研究项目; 牛津大学开设有“供应链管理”课程; 亚斯顿大学开设有“后勤管理”课程; 伦敦大学开设有“供应链采购”课程; 英国南岸大学开设了“供应链策略和管理”短期课程等等。

### (三) 加拿大大学开设“综合后勤保障”相关课程情况

多伦多大学 (University of Toronto) 设计和制造业工程系开设了许多与“综合后勤保障”相关的课程, 如产品制造中联合设计和分析、机械系统优化设计、质量控制、设计和电脑辅助工程、可靠性、供应链管理和后勤、维修管理工程、后勤、工程设计模型等; 维多利亚大学出版了“供应链管理”等专业学术期刊。

(四) 澳大利亚大学开设“综合后勤保障”相关课程情况

南澳大利亚大学 (University of South Australia) 开设了“综合后勤保障”课程, 主讲教授为: Booi Kam, 主要讲授综合后勤保障及其在系统采办寿命周期中的作用, 课程主要内容有: 后勤管理和后勤保障分析, 其中后勤管理包含可靠性、故障性分析、维修性、供应保障因素、可用性、运输、测试和装备保障等, 后勤保障分析包含保障性因素和风险、寿命周期费用、维修任务分析、维修级别分析等。

### (五) 德国大学开设“综合后勤保障”相关课程情况

亚琛技术大学 (Aachen University of Technology) 开设有“产品和产品寿命周期设计”培训课程。课程主要从信息管理总体上讲产品和产品寿命周期设计, 重点是信息管理理论及其如何作用于产品设计, 将围绕着设计和工程保障、体系结构、工作管理等内容, 结合实例进行研讨。慕尼黑

大学也开设了“供应链管理”相关课程。

## 二、国内大学“装备综合保障”相关课程内容和体系现状

国内装备综合保障方面的课程开设相对较晚,课程和教材种类都较少,体系尚不完善。

装甲兵工程学院开设了“装备综合保障”硕士研究生培养方向,隶属于“武器系统与运用工程”专业,其它相关学科专业和研究方向有“武器系统与运用工程”下的装备保障、装备维修工程、战场抢修理论与技术、装备技术运用与故障诊断、装备运用工程、装备战斗毁伤评估,“后方专业勤务”下的装甲兵技术勤务保障、装甲勤务保障行动优化、军事装备学、装备保障指挥,“军事装备学”下的军事装备保障。在硕士研究生培养的基础上,该校还在“武器系统与运用工程”和“军事装备学”学科方向上建设“装备保障性研究”、“装备保障与运用研究”等博士生培养方向。该方向主要学术带头人徐宗昌等。

装甲兵工程学院对装备保障方向非常重视,将其列为力争重点突破的四个方向之一,该校结合装甲兵专业需求,在装备综合保障理论研究、装备快速维修技术等方面作了大量工作。

装甲兵工程学院在装备综合保障课程体系建设方面具备了较好的基础,初步确立了该研究方向本科生、硕士生课程建设思路。

军械工程学院在博士研究生培养阶段在“军事装备学”学科下设立了“装备保障理论与应用研究”、“装备保障指挥及其自动化研究”等研究方向,该方向主要学术带头人张卓等,没有装备保障相关的专业教材。

后勤指挥学院在“武器系统与运用工程”学科下设立了“装备综合保障”、“装备保障”相关课程,没有自己的装备保障专业教材。

解放军理工大学在“机械设计及理论”学科下设立了“军用机械装备综合技术保障”研究方向,主要涉及军用机械装备的综合技术保障;在“军事装备学”学科下设立了“工程装备保障”研究方向,主要涉及工程装备。

该学院“武器系统与运用工程”学科下设有“装备综合保障”研究生培养方向,在“军事装备学”学科下设立了“武器装备综合保障技术研究”研究方向,在“武器系统与运用工程”下导弹武器装备综合保障技术研究方向招收博士研究生。

此外,通讯指挥学院信息作战系编有《通讯装备保障学》等教材,主要有“军事通信装备保障概论”、“军事通信装备保障”等课程;空军雷达学院在“军事装备学”学科下建设“雷达装备维修管理”研究方向,包含了“雷达装备综合保障工程理论及方法研究”等研究内容;防化指挥工程学院“军事装备学”学科下建设有“防化装备保障指挥与管理”、“防化装备建设与发展”和“防化装备运用与技术保障”等研究方向。

## 三、我校“装备综合保障”方向教学体系建设建议

从上述调研结果看,在欧美国家,装备综合保障的建设起步较早,课程体系也比较成熟,相对而言,民用化倾向明显,这是因为美国在后勤和装备建设中强调军民两用化,以民用理论和技术带动军用;国外相关课程中很注重学生实际操作能力,针对实际案例让学生提出解决方案,分析其中的理论和技术,课程建设有很强的针对性和时效性。而国内装备综合保障方面的课程开设相对较晚,课程和教材种类都较少,体系尚不完善,多为装备综合保障理论体系结构研究和具体行业技术领域的综合保障问题研究。

我校机械工程学科下设的“机械电子工程”二级学科作为国家重点学科点原先设有机器状态监控与故障诊断、可靠性试验理论与技术、声子晶体研究基础三个研究方向。为了适应我军装备管理部门、一线部队官兵在新技术武器装备综合保障领域的急迫的人才队伍需求,我院于2005年新增“装备综合保障”研究方向,这是我院适应新军事变革、应对信息化战争对我军装备发展新要求而致力于重点发展的研究方向。为了适应我军装备管理部门、一线部队在新技术武器装备综合保障领域急迫的人才队伍需求,探索一体化联合作战装备综合保障内涵,我校有必要在装备全寿命周期保障性工程的基础上建设符合一体化联合作战新特点的装备综合保障教学体系,探索建立本科生、硕士生、博士生、高科技知识培训班的一系列装备综合保障课程体系,以满足我军装备综合保障管理与技术干部不同层次的急迫需求。

### (一) 本科生阶段“装备综合保障”相关课程设置建议

重点开设一门“装备综合保障技术”专业必修课程,使本科生在前三年本科学习的机械工程与自动化知识基础上,进一步具备装备综合保障技术的知识素养,为部队输送既掌握武器装备机电工程和自动化原理、又掌握装备综合保障技术的复合型军事人才。

在课程建设中,紧密结合我军装备综合保障建设的实际,充分借鉴国内外最新的装备综合保障技术教学、科研成果,把先进、实用的装备综合保障技术的基本原理、基本方法、研究现状和军事应用介绍给学员,开阔其眼界,开拓其思路,为学员走向部队后灵活运用装备综合保障技术打下较好的基础。

内容设计的重点在于讲述、介绍国内外最新装备综合保障技术的基本原理、基本方法、研究现状和军事应用,主要讲述如下两方面技术内容:在装备论证研制期间的保障性工程技术、在装备投入部队后的综合保障军事应用技术。要求学员从装备全系统全寿命管理的全局掌握装备综合保障技术的作用、地位和应用,增强其全局意识,而对于其中涉及的每项专业技术(例如装备综合测试技术、故障诊断技术等)在本课程中不过多阐述,但是本课程会给出基本思路,学员们走向部队岗位后可以结合具体工作实际进行针对性学习。

(二) 硕士生阶段“装备综合保障”相关课程设置建议在“机电工程”二级学科下, 目前硕士生已经开设了较多的装备维修保障领域的专业课程, 例如专业基础课“机电系统故障诊断与维修保障”, 较为系统和完整地介绍机电系统的故障诊断与维修保障工程的理论与技术, 使研究生掌握基本的机器状态监控与故障诊断研究领域的专业知识和实践技能, 为研究生从课程学习进入课题研究起到承上启下作用, 同时进一步深化和拓展专业知识, 为进入课题研究打下坚实基础。该课程主要内容涉及内容较为广泛: 维修工程的概念、关系; 故障诊断与维修工程的体系与框架; 故障原因、类型、模式与失效机理分析; 故障测试与探测方法; 故障趋势与失效寿命预测; 基于故障诊断的预防维修决策; 故障诊断与维修中的智能理论与技术; 典型机电系统故障诊断与预防维修。

此外, 还开设了故障诊断相关的专业课程“模式识别与状态监控”, 通过该课程的学习使得学生掌握模式识别理论的基本概念和方法, 熟悉模式识别理论在状态监控中的应用技术, 了解过程状态监控技术的基本方法与技术, 掌握本学科最常见的分析问题、解决问题的方法技巧, 为硕士论文阶段的知识运用打下基础。

由于上述课程较为成熟, 而且从教学内容上基本包含了装备维修保障的主要内容, 因此, 目前暂时没有在硕士研究生阶段增加“装备综合保障”其他课程的建议。但是, 如果本研究方向在装备可靠性、维修性、测试性、保障性设计方面积累到一定程度, 可以考虑在适当时机增加“装备保障性工程”硕士生课程。

(三) 博士生阶段“装备综合保障”相关课程设置建议

在“机电工程”二级学科下, 目前博士生开设了专业课程“智能诊断与维修保障技术专题”, 重点开展智能诊断与维修保障技术专题研讨与讲座, 旨在使博士生开阔视野, 了解前沿, 从而站在学科前沿高度进行思考与探索, 并更可能多地了解武器装备技术保障的现状与发展趋势, 以弥补课程教学中未能触及而又是科研需要的新知识与技能。

该课程主要内容包含了维修工程及在武器装备技术保障中应用专题、网络环境下的远程诊断技术与实现专题、先进信号处理、非线性理论与技术在机械故障诊断中应用专题、复杂系统智能 BIF 理论与技术专题、复杂机电耦联系统的动力学建模、仿真与分析专题、人工智能与专家系统在故障诊断中应用专题等内容。

目前, 本研究方向在博士研究生阶段还没有大量装备综合保障方面的科研任务, 因此, 目前暂时没有在博士研究生阶段增加“装备综合保障”其他课程的建议。但是, 如果本研究方向在装备保障性并行设计、综合保障体系建模与仿真、装备保障物流优化决策等专业方向积累到一定程度, 可以考虑在适当时机增加“装备综合保障”相关博士生课程。

(四) 继续教育阶段“装备综合保障”相关课程设置建议

目前, 在我校继续教育课程体系中已经在全军军职干部高科技知识培训班、大军区职领导干部军事高科技知识培训班中开设综合保障相关内容, 而且在装备维修管理干部培训班中开设了装备维修保障的大部分内容, 均取得了明显的教学效果。由于综合保障的军事意义, 建议在师团职、国防大学等培训班中增加综合保障相关课程内容。

## 国内外“航天器最优控制”课程建设的比较研究

国防科技大学 航天与材料工程学院, 冯志刚 汪赵新 方昌华

最优控制是航天控制领域的基础学科, 近年来随着控制理论的进步得到极大发展。“航天器最优控制”课程是航空宇航专业研究生及相关专业本科生的专业课, 主要让学生了解和掌握最优控制理论在航天飞行器轨道设计、制导与控制等方面应用并结合科研进行实践。文中主要对国内外院校航天器最优控制课程的开课情况进行比较分析, (主要以北京大学、清华大学、西安交通大学、上海交通大学、南京航空航天大学、美国海军军官学校、日本防卫大学等为比较研究对象) 总结我校课程特点并指导课程发展方向。

### 一、国内外最优控制课程特点分析

国内外航天器最优控制课程建设主要着力于课程大纲内容建设、课程考核方式/考核内容建设以及动手实践环节建设等。各高校根据自身培养人才的目标, 在课程建设各个方面各有侧重点: 如西安交通大学侧重于最优控制应用于航天器电子控制系统, 美国海军军官学校则侧重于航天器推力最优等方面。

### (一) 大纲内容

大纲是课程建设的主要内容, 指导整个教学工作。分析各个高校最优控制课程大纲, 发现各高校在教学内容上有很多共同点, 但相互之间又有侧重点。大纲内容基本上都包含变分法原理、最大(小)值原理、动态规划法、线性系统等。

#### 1. 变分法原理

大纲中基本上都含有变分法的内容。如北京大学大纲的第一章 变分法及其应用 §1 泛函的极值、§2 变分法基础(分为固定端点、可变端点、等式约束)、§3 用变分法研究最优控制问题(分为自由端点、固定端点); 清华大学大纲的第二章 变分法及其在最优控制中的应用(9学时) 2.1 变分法的基本概念、2.2 无约束条件下的变分问题、2.3 等式约束条件下的变分问题、2.4 用变分法求解最优控制问题; 美国海军军官学校大纲的第二章 变分法及其在最优控制中的应用 2.1 变分法的基本概念 2.2 无约束条件下的变分问题 2.3 等式约束条件下的变分问题 2.4 用变分法求解最优控制问题; 日本防卫大学大纲的 2. 变分法在最优控制