

航天工程科技国际化人才培养体系构建与实践

陈国宇, 卢俊, 黄昕, 赵晟, 张伟

(中国空间技术研究院, 北京 100094)

摘要: 在构建“人类命运共同体”和“一带一路”伟大倡议的历史背景下, 国际航天合作有助于增进与沿线国家的共识, 有助于实现互利共赢、共同发展。随着国际航天合作的不断发展, 中国航天需要一支能够满足航天事业跨越式发展、具有较大影响力的航天英才队伍。本文给出了航天工程科技国际化人才培养的内涵, 以中国航天科技集团有限公司第五研究院航天工程科技国际化人才培养为例, 重点阐述航天工程科技国际化人才培养体系的构建及实施, 给出航天工程科技国际化人才培养体系的实施效果。

关键词: 航天工程; 系统工程; 国际化; 人才培养

中图分类号: V4 **文献标识码:** A

International Talents Cultivating System in Aerospace Engineering and its Construction Practice

Chen Guoyu, Lu Jun, Huang Xin, Zhao Sheng, Zhang Wei

(China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing 100094, China)

Abstract: In the historical context of constructing “a community with a shared future for mankind” and the Belt and Road, international cooperation in space can help enhance consensus between China and countries along the Belt and Road and achieve mutual benefit and common development. Moreover, with the continuous development of international cooperation in space, the aerospace industry in China urgently requires a talent team to satisfy its need for leapfrog development. This paper first defines and analyzes international talent cultivation in aerospace engineering. Then, using the international talent cultivation practice of the China Academy of Space Technology of the China Aerospace Science and Technology Corporation as an example, this paper elaborates the implementation of the international talents cultivating system in this academy, and presents the implementation effects of the cultivating system.

Keywords: aerospace engineering; systems engineering; internationalization; talents cultivation

一、前言

为响应“一带一路”倡议, 推动“人类命运共同体”建设, 进一步增强中国航天的国际影响力, 中国航天科技集团有限公司第五研究院(简称航天

五院)的国际化步伐不断加快, 国际航天合作实现了从单一卫星出口到提供整星及地面应用系统的天地一揽子解决方案, 再到卫星研制、应用能力输出的跨越式发展。人才的高度决定事业的高度, 随着国际航天合作的不断深入, 航天五院需要培养一支

收稿日期: 2019-05-28; 修回日期: 2019-06-12

通讯作者: 陈国宇, 中国空间技术研究院高级工程师, 研究方向为人力资源管理; E-mail: chenguoyu_cast@126.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“工程科技支撑‘一带一路’建设战略研究”(2017-ZD-15)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

具有全球视野和国际沟通能力、以服务航天国际化为目标、能够满足航天跨越式发展、具有较大影响力的航天国际化人才队伍。

二、航天工程科技国际化人才培养的内涵

航天工程科技国际化人才培养的内涵是以服务航天工程科技国际化为目标,将国际化人才培养活动贯穿航天企业创新发展全过程,建立健全国际化人才培养工作的体制机制,加强国际化人才培养体系的整体设计,完善国际化人才培养的平台,丰富国际化人才培养的方式,优化国际化人才成长环境,培养造就能够满足航天事业跨越式发展、具有较大影响力的航天英才。面向世界,以共同探索和利用外层空间为目的,以人才培养和人文交流为抓手,开展全球更广阔的航天工程科技人才合作与人才培养,促进航天研制和创新成果实现国际互补、兼容、共享 [1]。

三、航天工程科技国际化人才培养体系构建

中国航天事业的创新发展史也是中国航天工程科技人才培养成长的历史。在“两弹一星”、载人航天、月球探测、北斗导航等国家重大工程的带动下,经过几代人的接续奋斗,中国在航天工程科技领域已经取得了长足进步,形成了包括航天发

射、航天器研制、航天测控等系统在内的完整的空间科技工业体系,并向航天科技强国大踏步迈进。在此过程中,秉承古老的“丝路精神”,坚持推动构建“人类命运共同体”,中国与其他参与“一带一路”建设的国家一道,携手铺就惠及各方的“太空丝路”。2018年6月,在联合国外空会议迎来50周年纪念及联合国和平利用外层空间委员会第61届会议召开之际,中国国家航天局与联合国外层空间事务办公室签署了关于开展“一带一路”空间信息走廊合作的意向宣言。未来,中国将与“一带一路”沿线国家加强航空航天领域合作,和平合作开发外空。

为配合国家政治外交需求,航天五院构建了多层次,多元化的业务结构(见图1),包括天基出口(整星、分系统、单机、部组件出口),天基加地建设整体输出模式(国外地面站建设,所属国设计中心建设,所属国总装、测试试验中心建设)。同时依托国际出口业务为国际用户开展航天工程科技人才培养(整星级别、分系统级别、单机部组件级别的涵盖研发、设计、生产、试验、保障及应用),以国际化航天人才培养实现航天产业能力输出。

为满足多层次,多元化的国际业务需求,立足航天工程科技国际化人才培养目标,航天五院形成了完整的航天工程科技国际化人才培养体系(见图2),即“人才两化”“三位一体”“打造平台”。其中,“人才两化”是指国内航天工程科技专业人

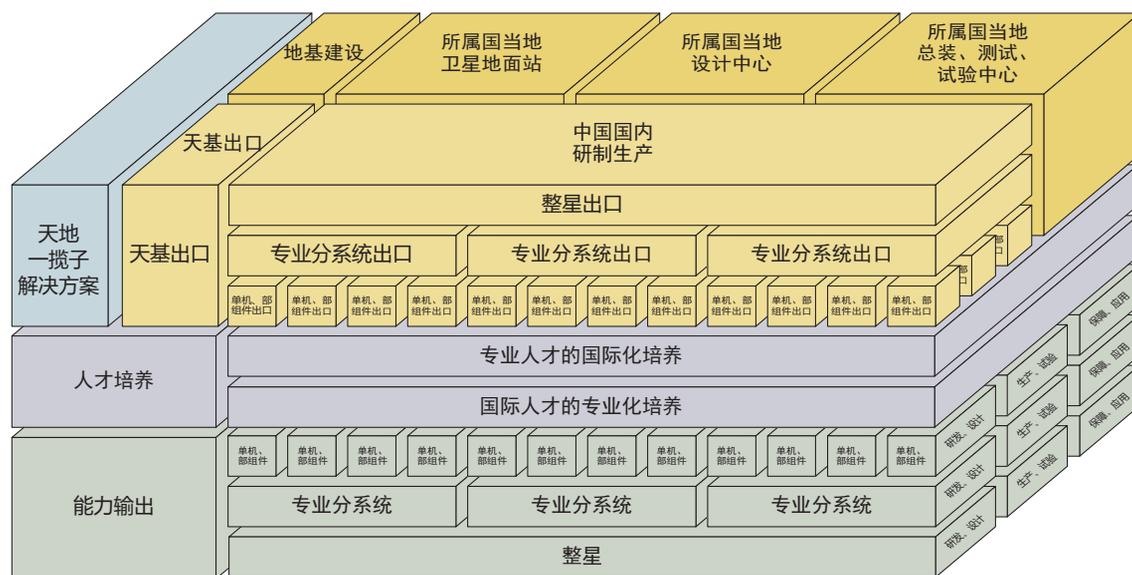


图1 航天五院国际业务结构

才的国际化、国际航天工程科技人才的专业化；“三位一体”是指以学历教育、在职培训、岗位实践为方式的三种培养形式；“打造平台”是指在航天企业内部构建具有国际影响力的企业大学（神舟学院），打造企业对内实施航天科技人才培养，对外进行人才国际化交流和沟通的平台。

(一) 国内航天科技人才培养体系

1. 国内航天科技人才培养体系架构

航天五院以航天系统工程理论体系为指导，结合 50 年科技人才管理经验，构建了具有“时空二维”[2] 特性的航天科技领军人才培养总体架构（其中：“时间特性”表现为航天科技人才的成熟度结构，“空间特性”表现为航天科技人才的专业领域分布结构），设计了一套多层次、多专业、全覆盖的人才培养体系。“多层次”是指在“时间特性”上的多层次，具体分为“尖、高、中、青”四个层次[3]。其中，“尖”是指通过培养能够成为牵引国家航天科技领域发展方向的顶尖科技领军人才；“高”是指在高层次创新岗位上履职尽责，为提升国家航天科技领域自主创新能力发挥重要作用的高端科技领军人才；“中”是指具有突出学术造诣和技术水平有能力引领本专业发展的中坚骨干学术技术带头人；“青”是指具有较大发展潜力的优秀青年人才。“多

专业”是指在“空间特性”上的多专业，具体包括系统创新、专业研究、产品开发等多个专业领域分布。“全覆盖”是指该培养体系覆盖全院领军人才。

航天五院牢固树立“以人为本”的内动力挖掘理念，坚持事业发展与人才成长协调同步，将不同层次、不同专业领军人才的培养活动与航天科技创新的实践活动有机结合，形成动态差异化人才培养策略[4]。面向尖端人才，将人才培养与事业发展紧密结合，聚焦事业发展方向和人才成长目标，坚持分类指导、制定“一人一策”实施差异化培养策略；面向高端人才，将人才培养与岗位要求紧密结合，实施人岗双提升策略；面向中坚骨干人才，将人才培养与牵引技术方向发展挂钩；面向青年人才，以营造创新环境为重点，鼓励其在创新探索活动中成长。

2. 丰富的人才培养方式

发挥航天五院科技人才培养的资源优势，构建“学习+实践”一体化培训平台，筑牢科技人才培养的前沿阵地，实现科技人才培养与科技创新实践活动和工程项目研制活动无缝对接，促进优秀人才早日脱颖而出。面向工程经验尚浅的青年科技人才群体，航天五院自主开发了“虚拟卫星集同设计软件平台”“卫星在轨操作虚拟平台”“卫星AIT操作实践平台”用以模拟卫星从方案设计、系统研制、总装测试到在轨管理的全过程，通过三个平

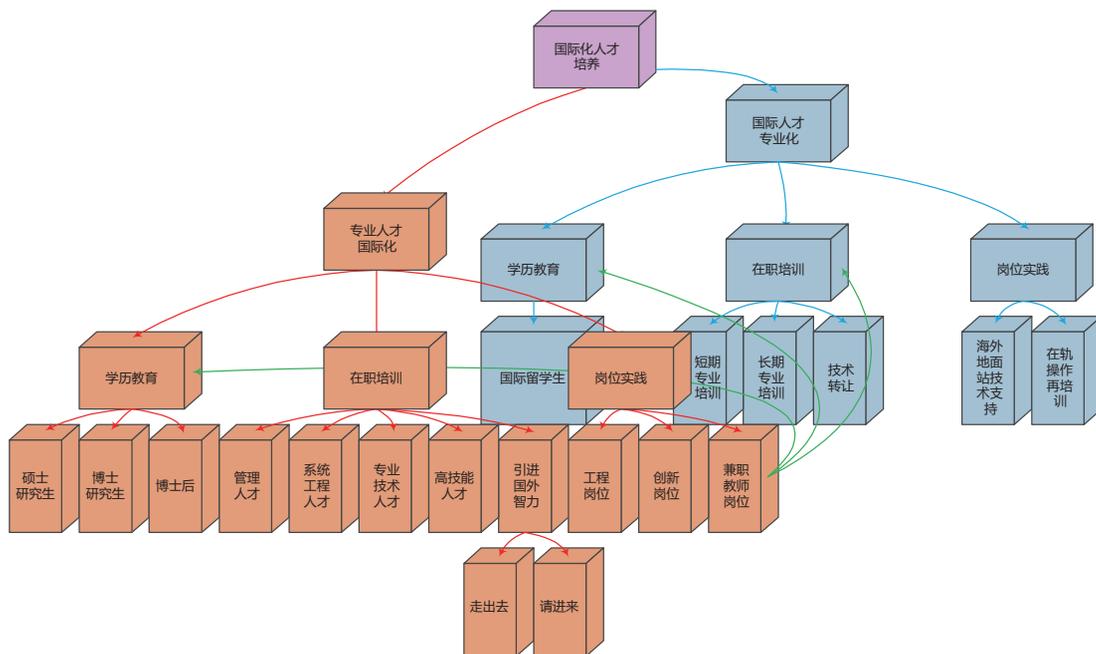


图2 航天工程科技国际化人才培养体系架构

台辅助青年科技人才快速实现理论知识向科研实践的转化和综合创新能力的提升。面向经验相对丰富的骨干科技人才群体,构建了以“型号两总上讲台”“学术技术带头人上讲台”等为代表的一系列专家上讲台活动,鼓励骨干创新人才走上讲台,传授知识、分享经验,发挥其促进后备人才队伍持续发展的作用。

为了助力适应不同层级的科技人才成长,航天五院总结 50 年来取得的重大成就,系统梳理凝练了空间技术主要领域、专业理论和实践成果,形成了由 23 个分册构成的《空间技术与科学研究丛书》。丛书围绕中国空间事业的科学技术、工业基础和工程实践三条主线,贯穿了空间科学、空间技术和空间应用的所有方面。该丛书既阐述了基本的科学技术概念,涵盖了当前工程中的实际应用,也兼顾了今后的技术发展。《空间技术与科学研究丛书》坚持理论与实践相结合,从航天工程实践中总结而来,经过升华和精炼,具有较高的理论价值和较好的普适性,为不同层级的工程科技人才提供了学科和技术的专业参考 [5]。

3. 国内航天科技人才国际化

随着中国航天国际化进程全面提速,以中巴地球资源卫星、中法海洋卫星等为代表的一系列航天国际合作项目深入实施,国内航天科技人才国际化成长需求进一步加大。

航天五院依托国际合作项目,不断探索以他山之石来补足自身人才培养体系中的短板,采取选派更多的优秀科技人才赴海外开展短期学习、学历教育,引进海外高端智力资源来院授课、指导等多种形式培育国内航天科技人才的国际化思维与理念,以期培养出更多的具有国际视野、国际意识,通晓国际规则、具有国际交往能力、能够参与国际事务与国际竞争的国际化人才。

(二) 国际航天工程科技人才培养

参与国际空间技术合作,携手探索太空是很多“一带一路”参与国家的梦想,然而,太空探索事业考验的是综合国力,世界上只有少数实力雄厚的国家拥有发展太空技术、进入太空探索的能力。中国经过 60 多年努力奋斗,航天事业取得了举世瞩目的巨大成就。在追逐和实现自己太空梦想的同时,中国积极创造各种条件,大力推进国际空间技术合

作,助力其他国家圆梦太空。

为满足广大发展中国家用户的需求,为实现“授人以渔”的效果,航天五院依托整星出口等形式的国际合作项目,对外开展了较大规模的航天人才培养,参照国内航天科技人才培养模式,建立了高效的国际航天工程科技人才培养体系,为多个国家政府航天部门和公司培养了大批优秀工程师队伍,促进其航天技术的发展,有效带动了“一带一路”沿线国家经济和社会的发展。

1. 国际航天工程人才培养体系

航天五院以需求为导向,参照国内航天科技人才培养模式,设计了一套多类型、多专业、全覆盖的国际航天工程科技人才培养体系。“多类型”指国际客户培养需求类型不同。目前,国际航天工程人才培养需求主要分为四个类型:第一,短期培养,主要侧重卫星基础知识和应用领域;第二,中期培养,侧重于卫星分系统、单机产品的操作及使用;第三,技术转让型的长期培养,侧重于卫星总体及分系统的设计、总装测试、在轨操作及地面设施的维护、单机产品的设计;第四,学历教育培养,侧重航天专业课程系统的教育。多专业是指宇航基础课以及不同飞行器系列的不同专业方向。全覆盖是指该培养体系覆盖国际航天工程人才的全部类型。

2. 丰富的国际航天工程人才培养方式

航天五院神舟学院作为对外进行国际化人才培养的平台,依据国际业务的需求进行多形式的培养。构建航天特色国际航天工程人才培训模块,面向不同用户需求,制定差异化的培养内容。

面向短期培养需求,开设卫星应用课程,通过专家理论授课,完成卫星应用知识的讲解。

面向长期的卫星分系统及单机产品的操作使用培养需求,通过理论课程授课加卫星总装、测试与试验(AIT)实操培训,使国际用户掌握卫星分系统及单机使用。

面向长期技术转让型需求,建立“理论+实践”一体化国际培养体系。通过系统的卫星专业课程学习,让国际航天工程人才系统地学习和掌握卫星总体及分系统方案设计、系统研制、总装测试、在轨使用等相关知识。借助虚拟卫星集同设计软件平台,通过相关卫星设计软件,实现半物理仿真的虚拟卫星项目,提升国际航天工程人才总体意识和独立设计能力;通过 AIT 操作实践加深国际航天工程人才

对卫星的相关原理的理解，提高卫星总装测试实践动手能力。

面向国际留学生教育，按照各国对航天工程专业人才的需求，为外国留学生定制专属培养计划，实现因材施教。采取导师指导小组负责制，打造精细、精准的研究生培养模式。建设专业的特色课程，如神舟学院以航天五院深厚的工程研究背景为实践支持，借助先进的航天器虚拟教学设计平台（SVIDE），以项目驱动为管理主线，通过航天特色教学内容的专题学习和留学生全程参与的模拟工程实践环节，为其构筑广阔的参与环境，使其在参与过程中感受航天文化，体会航天精神，发展创新能力。

3. 国际卫星工程师项目

国际卫星工程师项目是航天五院特色的国际航天工程人才培养项目。它是根据商务卫星合同需求，通过系列专业航天技术和管理培训，使国际人才获得航天器相应领域的系统知识和实践能力，履约国际合作项目合同，助力国家发展战略，从“技术交流”和“文化交流”两个方面践行“一带一路”倡议精神。

2004年11月，中国与尼日利亚正式签署了尼日利亚通信卫星一号（“尼星一号”）合同，标志着我国首个整星出口项目正式启动。根据合同，中方需要为尼日利亚宇航局培养54名卫星工程师。航天五院作为卫星研制单位和国际卫星工程师培训的主体单位，充分发挥航天工程科技国际化人才培养体系优势，圆满完成了我国首个“国际卫星工程师项目”。经过15个月的系统学习，尼方学员具备了控制和操作“尼星一号”的能力，并能够独立开展卫星系统级的设计，这批学员已经成为尼日利亚

航天事业的奠基人。此后，航天五院正式面向国际客户提供国际卫星工程师培训服务。“国际卫星工程师项目”已经成为我国整星“交钥匙”工程中不可或缺的产品和服务，获得了相关国家政府的高度认可。

四、国际卫星工程师项目实践

目前，航天五院完成了多期国际培训项目，覆盖尼日利亚、委内瑞拉、巴基斯坦、印度尼西亚、白俄罗斯、老挝、阿尔及利亚等多个国家，培养国际航天工程人才800余人，促进其航天技术的发展，有效带动了“一带一路”沿线国家经济和社会的发展，成为中国航天对外交流合作的重要组成部分。

（一）项目实施

依托航天五院神舟学院平台，依据国际客户需求分析完成培养内容设计，通过多类型的教学手段，使国际客户掌握获得相应的理论及实践能力。

1. 以需求为导向，定制差异化的培养内容

针对航天五院的国际业务，目前国际卫星工程师需求主要分为三大类（见图3）。针对每一类别需求，建立相应的培养方案。结合型号工程实践和国际卫星工程师培训经验，航天五院建立了航天特色国际卫星工程师培训模块，覆盖宇航基础课以及不同飞行器系列的不同专业方向。依据不同国际卫星工程师培养需求，组成差异化的培养课程。

2. 发挥资源优势，打造“理论+模拟+实操”航天特色培养方式

建设专业的特色课程，遴选国内卫星专业人才

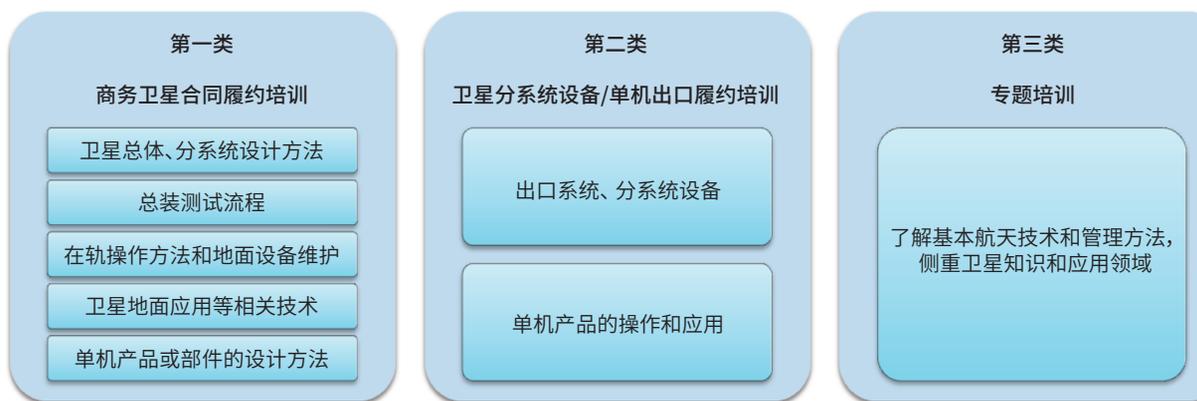


图3 国际卫星工程师培训市场分类

完成课堂授课,使国际卫星工程师具有扎实的卫星理论专业知识,为后期的设计及实操打下坚实的基础。

搭建虚拟软件平台,通过“虚拟卫星集同设计软件平台”实现半物理仿真的虚拟卫星项目,使学员能够有效地理解和运用理论知识,提升学员总体意识和独立设计能力;“卫星在轨操作虚拟平台”实现卫星在轨模拟操作,使学员模拟卫星在轨操作流程,掌握操作卫星、辨别及处理卫星异常能力。

鼓励国际卫星工程师动手实践,组织国际卫星工程师到卫星研制现场观摩学习,通过现场卫星专业人员讲解帮助学员掌握卫星各部分功能。利用卫星 AIT 操作实践平台提高学员的卫星总装测试实践动手能力。

定期举办研讨会议,拟订题目,分小组讨论,通过头脑风暴的形式调动学员的创造思维和团结能力,提高学员对卫星相关领域知识和技能的探索能力。

(二) 实施效果

1. 为客户所属国家培育航天英才

为国际客户培养的大多数学员成为该国航天局技术骨干和管理人员,部分学员成为学科带头人和航天局高级官员。这些学员通过其在航天局的重要地位,对航天局结构进行了改革和创新,为更多的新生代工程师提供技术培训的机会,有效推动该国航天技术的发展。

2. 带动中国航天工程科技国际化人才快速成长

国际卫星工程师项目也为航天五院的国内航天科技人才提供了非常好的平台,不但可以为其创造良好的外语交流环境,而且通过上台授课增强了自身业务系统性的学习,还通过与学员交朋友,促进了不同文化间的交流,拓宽了其国际化视野,提高了国内航天科技人才与国际接轨的综合素质。

截至目前,航天五院已有 13 名专家当选国际宇航科学院院士,9 名专家当选俄罗斯宇航科学院院士,17 名专家在国际宇航科学院(IAA)、国际宇航联合会(IAF)等知名国际组织任职。

3. 深化国与国之间科学技术的合作

从 2003 年参与 Optus 国际项目投标开始,航天五院已和 26 个国家/地区签署了 80 余个出口合同,2004 年尼日利亚通信卫星一号实现了中国整星

出口零的突破,目前已实现 23 颗整星出口。

通过航天工程科技人才的国际交流,深化了国与国之间科学技术的合作,加深了国与国之间人民的相互理解和友谊。至今已有法国总统、瑞典国王、智利总统、尼日利亚总统、委内瑞拉总统、白俄罗斯总统等 50 余个国家元首级代表团到航天五院交流访问、洽谈合作。2018 年 10 月 29 日,中法海洋卫星发射成功,不仅成为中法两国在共同应对气候变化问题上继续加强合作的具体体现,也增强了中法双方和平开发和利用太空领域合作,推动了两国海洋卫星工程发展和卫星应用服务水平的提升,为两国经济建设和科技发展做出新贡献,对推动构建人类命运共同体具有重要意义。

五、结语

共建“一带一路”倡议已经从理念转化为行动,从愿景转化为现实,从倡议转化为全球广受欢迎的公共产品。我国高科技领域产业将迎来更多的国际合作,机遇与挑战并存。各国对新技术的渴求必将加速各领域工程科技人才的国际化进程,国际化人才培养活动应进一步服务国家发展,不断加强顶层设计、不断创新工作机制,更加注重在人才培养活动中的多元文化融合,开放包容、互学互鉴,推动构建人类命运共同体。

参考文献

- [1] 朱毅麟. 航天软实力、国际化与航天强国的概念 [J]. 航天器工程, 2013, 2(2): 7-8.
Zhu Y L. Space soft strength, internationalization and leading power [J]. Spacecraft Engineering, 2013, 2(2): 7-8.
- [2] 钱学森. 系统工程 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
Qian X S. Systems engineering [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2007.
- [3] 中国航天科技集团公司. 航天科技人才成长之路: 高层次科技人才培养规律 [M]. 北京: 中国宇航出版社, 2011.
China Aerospace Science and Technology Corporation. The way to the growth of aerospace science and technology talents: The law of training high-level science and technology talents [M]. Beijing: China Aerospace Press, 2011.
- [4] 王孙禺, 刘继青. 中国工程教育 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2013.
Wang S Y, Liu J Q. China engineering education [M]. Beijing: Social Science Academic Press (China), 2013.
- [5] 杨宏. 载人航天器技术 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2018.
Yang H. Manned spacecraft technology [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2018.