

# 以机器人大赛为载体, 构建大学生科技创新训练体系

张冬泉, 鄂明成

(北京交通大学机电学院, 北京, 100044)

**[摘要]** 机器人竞赛为高科技创新活动, 利于提高大学生科技创新能力。构建以机器人大赛为载体的创新活动体系, 将极大地提高大学生的科技创新能力。基于我国机器人大赛, 构建了以技术基础、扩展技术与工具、专用技术与工具、机器人专用平台四个层次的机器人知识训练体系, 制定了以理论与实践结合能力、工程项目管理能力为框架的系列工程实践能力的训练内容。

**[关键词]** 机器人大赛; 大学生; 科技创新; 知识体系; 工程训练

**[中图分类号]** G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2011)04-0043-04

大学生创新能力的培养是高等教育创新教育、素质教育的本质要求, 是建设创新型国家、构建国家创新体系的重要组成部分, 是校园文化的更高层次, 是促进科研体制改革和产学研结合的有效途径, 必将直接推动生产力发展, 产生直接的经济和社会效益。<sup>[1]</sup>

机器人竞赛作为一种高科技创新活动为大学生创新能力的培养提供了广阔的舞台, ABU Robocon 大赛“让思维沸腾起来, 让智慧行动起来”的大赛宗旨正是所有机器人竞赛以创新为核心的大赛精髓的集中体现, 机器人竞赛已经成为激发大学生参与创新实践, 展示大学生创新能力、团队合作精神和当代大学生风采的舞台。<sup>[2]</sup>

机器人竞赛作为高技术对抗赛, 涉及机械、电子、信息、计算机、控制等多学科领域的前沿技术集成, 涉及多学科技术的综合利用, 是理论和实践的高度结合。大学生参与机器人竞赛的过程既是综合应用所学知识的实践过程, 也是不断提出问题、分析问题、解决问题的研究过程, 同时还是自我学习、自我完善和自我创新的探索过程。通过近几年来指导 Robocon 机器人大赛的探索与实践, 我们就如何以机器人竞赛为载体构建以学生为中心的科学的知识、管理和创新能力训练体系, 进行了有益

的探索。

## 一、机器人竞赛对大学生科技创新的促进作用

就近几年国内高等学校参加的机器人竞赛, 主要有两个大的规模比赛, 一个是以由中国自动化学会机器人竞赛工作委员会、RoboCup 中国委员会等组织的一年一度的“中国机器人大赛”, 另一个是由中央电视台组织的一年一度的“Robocon 机器人大赛”。目前中国机器人大赛已设立的比赛项目已达数 10 项, 包括 RoboCup 足球机器人比赛、RoboCup 救援组比赛、RoboCup 家庭组比赛、FIRA 足球机器人比赛、空中机器人比赛、水中机器人比赛、舞蹈机器人比赛、双足竞步机器人比赛等。随着比赛项目的逐年丰富, 越来越多的高校都投入到“中国机器人大赛”中来。与“中国机器人大赛”相比, “Robocon 机器人大赛”每年只有一个主题, 所有参赛队伍都围绕同一主题规则设计和制作自己的机器人。

机器人竞赛作为一种典型的大学生科技创新活动, 极大地激发了同学们科技创新的兴趣, 丰富了同学们的科学文化生活, 既使所学的理论知识获得了实实在在的应用, 又扩大了知识面, 同时又使同学们的实践能力、自我学习能力、团队协作能力和创造能力都得到了不同程度的提高。但由于机器

**[收稿日期]** 2011-04-18

**[基金项目]** 北京交通大学《以机器人大赛为载体推动大学生科技创新实践》研究项目(2009)

**[作者简介]** 张冬泉(1967-), 男, 陕西淳化人, 北京交通大学机电学院副教授, 主要研究方向: 机电控制及自动化, 轨道交通安全, 嵌入式技术及应用, 机器人大赛指导老师。

人是多学科交叉的综合体，是最典型的一种机电一体化技术，机器人竞赛要求综合运用多学科知识，其专业涵盖机械、测控、通信、计算机等，同时又与工程实践、项目管理、团队协作等密切结合，涉及的知识面远远超过课堂教学所能及的范围，这对大学生们提出了极大的挑战，其主要表现在以下几个方面：

第一，知识结构。由于大学生还正处在学习阶段，知识结构尚不完善，加之学校一般又都没有专门针对机器人的系统的训练计划，大多数学生对于机器人知识体系的理解比较片面，参加机器人竞赛的过程很多时候都还是一个摸着石头过河的过程。

第二，自学能力。机器人涉及的知识面远远超过课堂教学所能及的范围，很多知识都需要通过课外自学或培训来获得，这要求同学们具有持之以恒的毅力和耐心。

第三，工程实践。每个机器人都是一个复杂的机电产品，它既是设计出来的，更是制造出来的，好的设计不见得就是好的产品，一个好的产品既依赖于好的设计、制造，也依赖于好的项目管理、质量控制等，这一切都依赖于对于过程的实践，它需要经验的积累，时间的考验。

第四，团队分工与协作。几乎任何一个现代产品、任何一个项目都不是一个人所能完成的，作为高科技的机器人更是需要团队的合作，个人的不同分工。

对于大学生们来讲，知识结构、自学能力、工程实践、团队分工与协作是相辅相成的，作为学生来讲，他们需要在竞赛过程中不遗余力地完善自己的知识结构，提高和培养自学能力、工程实践、团队分工与协作能力，而作为参赛者，他们又必须具备这样的知识结构和能力。为了使同学们尽快地获得这样的知识结构和能力，又能使其直接作用于机器人竞赛实践，产生良好的竞赛结果，作为机器人指导老师，我们首先需要为其搭建完整而合理的知识结构体系和工程训练体系，明确体系各层次任务目标、学习训练方法、能力培养以及可能的创新点等，这样，同学们才能够做到心中有数，有的放矢，在自学过程中知道需要学习什么、先学什么、后学什么，在工程实践、团队分工与协作过程中明确要培养什么、

怎么培养，以达到事半功倍的效果。

## 二、以机器人大赛为载体的知识训练体系

通过多年的指导机器人大赛实践，我们将机器人知识训练体系分为技术基础、扩展技术与工具、专用技术与工具、机器人专用平台等四个层次，如图1所示。其中技术基础主要涉及的是与机器人相关的基础理论，这些课程大多以专业基础课的形式而存在，同学们通过课堂教学就能掌握；扩展技术与工具是机器人开发所必需的、而以专业选修课部分存在、同学们需要花费一定的课外自学或培训、在指导老师指导下才能获得所需的知识与技能；专用技术与工具是特定于机器人开发的、基本是需要同学们通过课外深入学习和在指导老师指导下才能获得的某些特定的知识与技能；而机器人专用平台是为快速熟悉机器人原理、结构组成和开发方法的模块化的专用学习或再开发工具，它可以极大激发同学们对机器人和机器人开发的兴趣，使同学们快速掌握机器人开发所需要的知识，并在此基础上利用它所提供的各种不同模块搭建和开发不同应用的机器人。

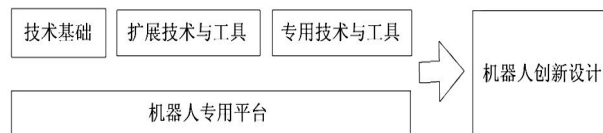


图1 机器人知识训练体系

通常我们一般认为机器人是由机械和控制两大系统组成的，为此，我们这里按照机械和控制两条主线对技术基础和扩展技术与工具两个层次进行细化（如图2和图3所示），图4和图5基本适合于所有参与机器人竞赛开发的学生。由于机器人技术跨学科的特点以及学科专业本身的交叉，计算机控制系统的设计开发通常由测控、计算机、通信等专业的学生来合作完成，因专业侧重点的不同，不同专业的学生可根据自己在机器人小组中的具体分工、个人的知识结构等参考图示制定自己的训练计划。值得说明的是，图5中所示的“创意之星模块化机器人”和“未来之星智能教学机器人”以及“Microsoft Robotics Studio”是我们发现的目前比较适合于大学生的机器人教学和仿真平台。

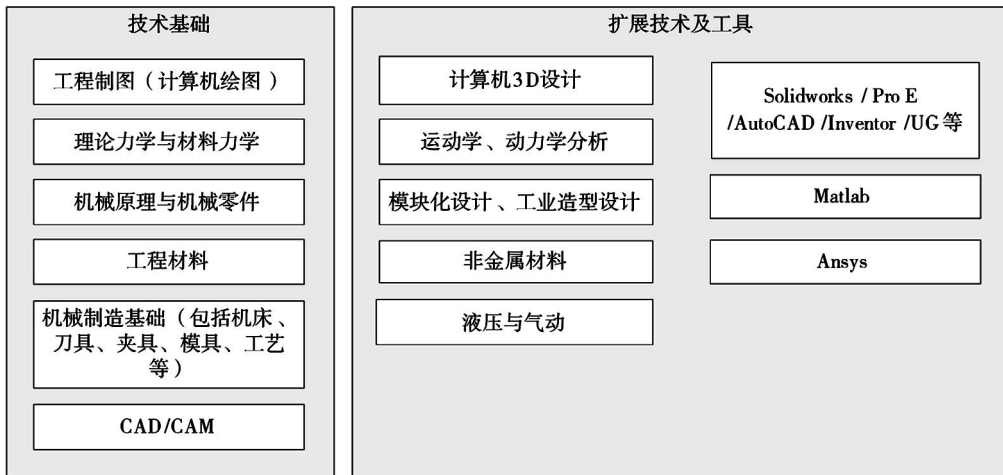


图2 机械/机电专业机器人技术基础



图3 测控/通信/计算机专业机器人技术基础



图4 机器人专用技术及工具

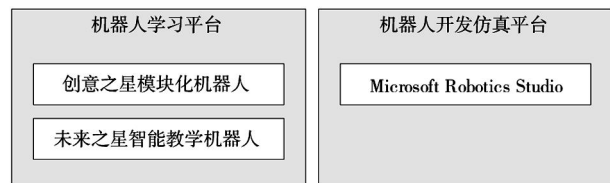


图5 机器人专用平台

### 三、以机器人大赛为载体的工程训练体系

在极大程度上, 参加机器人大赛的过程就是开发机器人产品的过程, 其过程无异于企业的产品开发, 因此, 参加机器人大赛的过程也是大学生接受系统化工程训练的过程, 精心设计以机器人大赛为载体的工程训练体系, 明确工程训练的目的、内容

和方法,将极大地提高同学们的工程实践能力,并有助于大赛取得良好的成绩。为此,在这里我们首先需要明确的是到底什么是工程实践能力?简单的来说,我们认为工程实践能力主要包括两项综合能力:一是理论与实践结合的能力,二是工程项目管理的能力。其中理论与实践结合的能力包括:信息获取能力、研究开发能力、系统规划能力、工程设计能力、工程实施能力、技术管理能力等;<sup>[3]</sup>工

程项目管理能力包括:综合协调与计划管理能力、阶段任务与目标管理能力、过程控制与进度管理能力、投资控制与费用管理能力、技术控制与质量管理能力、组织控制与人员管理能力、物料控制与采购管理能力、信息管理能力、风险管理能力等。结合机器人大赛具体实践,我们将以上工程实践能力进行了细化(如表1所示),便于在训练过程中对照检查、有的放矢。

表1 工程实践能力与训练内容

工程实践能力	具 体 内 容		
理论 与 实 践 结 合 的 能 力	信息获取能力	大赛信息、其他学校信息、元器件市场信息、外协单位信息等的获取,标准规范、文献、专利等的检索与获取等。	
	研究开发能力	创新性方案、创新性设计,新技术应用及技术攻关等。	
	系统规划能力	机器人系统方案、比赛策略、开发比赛过程规划、机器人模块划分、接口规划,加工装配与测试方案等。	
	工程设计能力	机器人系统总体设计,单元模块设计,电路板设计,机械设计,加工、装配工艺设计,计算机程序设计等。	
	工程实施能力	场地搭建,元器件采购,零部件加工、装配,电路板制作焊装,系统调试,仪器仪表、工具、设备使用等。	
	技术管理能力	开发设计、技术储备、新技术应用、技术攻关的策略与方法,现场技术问题处理,技术资料共享,开发人员协调等	
	工 程 项 目 管 理 的 能 力	综合协调与计划管理能力	对机器人开发、比赛过程中所需要的人员、场地、资金、设备以及参赛目标等进行规划与协调
		阶段任务与目标管理能力	将整个机器人开发、比赛过程划分为调研、方案、设计、制作、调试、改进和参赛等阶段,明确各阶段的任务,设置时间节点和标志等
		过程控制与进度管理能力	开发策略,开发过程监督与控制,阶段验收,进度、质量、成本控制,确保节点进度完成
		投资控制与费用管理能力	资金投入预算,资金保证,账目管理,支票、现金管理,资金审批、使用、监督、报销流程等
	技术控制与质量管理能力	开发平台与工具的统一,功能性能指标的制定,方案、设计图纸的讨论、审核、审批,加工、装配质量保证,外购、外协件的质量保证	
	组织控制与人员管理能力	小组划分与人员分工,人员选拔、淘汰、考勤、考核、激励,冲突处理等	
	物料控制与采购管理能力	原材料、设备、元器件等的采购、登记、验收、保管、领用、报废等	
	信息管理能力	设计文件的存档、备份与更新,资料、规范、标准的编写、存档、借阅等	
	风险管理能力	对机器人开发、比赛过程中可能出现的人员、技术、资金、进度等风险进行识别和处理,如小组关键成员生病或退出,关键技术问题长时间不能解决,资金未按预期到位,进度滞后等	

四、简短的结语

本文分析近些年我国机器人大赛的基础上,构建了以大学生为中心、以机器人大赛为载体的知识训练体系和工程训练体系,对体系结构和训练内容进行了详细的论述,希望为进一步完善大学生知识结构、加强工程实践能力有所借鉴,对于指导大学生从事机器人创新设计和制作、取得良好的比赛成绩起到抛砖引玉的作用。

参考文献:

[1] 邹海贵,常立农.大学生科技创新活动的内涵、特征及价值探析[J].南华大学学报,2002,3(4):13-15.  
 [2] 王立权.机器人创新设计与制作[M].北京:清华大学出版社,2007.  
 [3] 杨英杰,邱俊.基于现代工程师的科学思维与工程思维培养[J].现代教育科学,2010(2):149-151.

[编辑:颜关明]