

聚焦差异，因材施教

——“以学生为中心”的“自动控制原理”课程建设与实践

白圣建，邹逢兴，卢惠民

(国防科技大学 智能科学学院，湖南 长沙 410073)

摘要：“以学生为中心”的教学理念的落地落实，核心在于因材施教，关键是区分教学对象的差异性，通过差异性引领因材施教。“自动控制原理”是一门大类技术基础课程，面向全校十余个专业开设，学情状况复杂；根据学生的学科差异、专业差异和个体差异，分类制定课程标准，按需定制教学案例，精准开展因材施教。特别是基于自建的 MOOC 课程、微课视频、知识导图等大量数字化教学资源，开展线上线下混合式教学实践，努力提升学生学习体验，不断提高教学质量。

关键词：以学生为中心；差异；因材施教；自动控制原理

中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1672-8874 (2021) 04-0101-05

Teaching Students by Focusing on Their Diversities: Student-Centered Teaching the Course of Principle of Automatic Control

BAI Sheng-jian, ZOU Feng-xing, LU Hui-min

(College of Intelligence Science and Technology, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The core of the student-centered teaching is to teach students in accordance with their aptitude, by distinguishing their diversities. The principle of automatic control course is a basic course for technology majors, open to more than ten majors in National University of Defense Technology, and the learning situation is complicated. We formulate different curriculum standards for different disciplines, customize teaching cases according to students' majors, and teach students according to their individual differences. On the basis of a large number of digital teaching resources, such as MOOC courses, micro class videos, and knowledge mappings, we have carried out online and offline blended teaching to improve students' learning experience and teaching quality.

Key words: student-centered; diversity; teach students in accordance with their aptitude; principle of automatic control

“以学生为中心”是人本主义心理学理论在教育领域的创造性探索，突出受教育者的主体

地位，强调教学活动必须从学生的实际情况出发，理解、尊重、服务、启迪和激励学生^[1]。近年来，

收稿日期：2021-04-13

基金项目：湖南省普通高校教学改革研究项目（XJT2019291-11）；国防科技大学教育教学研究课题（U2018016）；第二批新工科研究与实践项目（ZNZZ20201206）

作者简介：白圣建（1981-），男，山东菏泽人。国防科技大学智能科学学院副教授，主要从事飞行器动力学与控制、图像制导研究。

这一教学理念得到国内外教育界的普遍认同^[2-3]，不断推动课堂教学方法的创新发展^[4]。但应该注意到，在以学科为中心设置的结构化课程体系中，每一门课程镶嵌其中，课程间界限清晰，知识割裂现象普遍存在^[5]。为将“以学生为中心”的教学理念落地落实，需要以学科领域的广阔视野和学生发展长远视角审慎检视课程内容设置。特别是对于一些受众面较广的课程，需要在课程建设和课堂教学过程中特别关注学生的学科差异、专业差异和个体差异，以差异性引领课程建设与因材施教。

“自动控制原理”是国防科技大学工程技术类和指挥类学员的大类技术基础课程，始建于“哈军工”时期的导弹工程系，主要讲授自动控制理论的基础知识，锻炼分析与解决控制工程问题的基本能力，培养以反馈和优化为核心的系统观与思维习惯。该课程目前面向全校十余个专业开设，生源情况复杂，培养类型多样，学习能力差异很大，这一直都是传统课堂教学面临的挑战。加之信息化条件下，学生在互联网上获取知识的方式变得方便快捷，知识的呈现形式也变得生动多样，一套课件面向所有班级的情形早已不再适应现今的教学实践。本文从教学对象的差异性出发，介绍“以学生为中心”的“自动控制原理”的课程建设与教学实践情况。

一、关注学科差异，分类制定课程标准

课程根植于学科，是从学科知识中选择一部分“最有价值的知识”组成教学内容。一方面，课程内容来源于浩瀚的学科知识体系，但受制于学时限制，选择哪些知识构建课程需要考虑不同学科类别学生的发展需求；另外，不同专业对同一门课程涉及的知识、能力和素养等要求层次也不相同，如何协调处理课程内容的深度与广度、内涵与外延也是需要重点思考的问题。

“自动控制原理”是学校控制类学科各专业的核心课程，也是跨学科大类技术基础课程。按照控制和非控制类学科专业的不同，课程组制定了“自动控制原理 A”（自控 A）和“自动控制原理 B”（自控 B）两套课程标准，如表 1 所示。其中，面向控制类学科专业开设的自控 B 课程，共 56 学时，主要内容是经典控制理论，还包括现代控制理论的部分内容；面向非控制类学科专业开设的

自控 A 课程，共 48 学时，以经典控制理论为主，还涵盖了现代控制理论和计算机控制技术的部分内容。两种课程标准均采用“围绕一个中心，一纵三横交错”的设计思路，一个中心是指单输入单输出（SISO）线性系统，一纵是指自动控制系统建模、分析及设计的主线，三横是指自动控制系统的稳定性、快速性和准确性这些性能评价指标。

表 1 “自动控制原理”的两套课程标准对比

课程标准	授课对象	学时		知识单元
		理论	实验	
自动控制原理 B	控制类学科专业	46	10	经典控制理论（时域、频域） 状态空间模型（极点配置与 LQR）
自动控制原理 A	非控制类学科专业	38	10	经典控制理论（时域、频域） 计算机控制技术（等价设计） 状态空间模型（极点配置）

在课程实施过程中，面向控制类学科专业开设的自控 B 侧重自动控制的内涵，讲深讲透基本理论，着力搭建完整知识网络，夯实控制论基础，适度拓展工程应用；面向非控制类学科专业开设的自控 A 则侧重自动控制的外延，结合专业背景，强调一个“用”字，特别突出 MATLAB、Scilab 等工具使用。针对不同学科领域的学生，两套课程标准呈现出差异化的教学内容、能力要求和教学目标，这为后续开展“以学生为中心”的课堂教学提供了根本遵循。

二、关注专业差异，按需定制教学案例

专业是依托相关学科设置的一种课程组织形式，是进行人才培养的基本依托。课程作为专业课程体系的基本单元，应当服务于相应专业人才的培养目标。因此，植根于学科领域的课程，特别是专业课程，应当和相应专业知识体系“深度融合”，而不应只是“嵌入”式的形联；同时，还要向学生提供本学科领域的宽广视野和前沿动态，不应囿于课程核心知识框架本身。这也是传统以学科为中心的结构化课程的弊病所在：课程内容

相对独立，彼此间深层次的关联性不强。在每一门课程都把视线聚焦到学生发展、放到学科领域的大背景下，这种藩篱更易于被打破。

如果把课程知识点构成的框架视为骨骼，那么好的教学案例可视为将其联结起来的血肉。特别是那些来源于科研成果的教学案例，是有效融合学科领域、专业知识和课程内容的绝佳载体。针对教学对象的不同专业背景，整合相应的优势科研资源，并与课程知识点深度融合，建立具有专业特色的教学案例。

以“自动控制原理”课程为例，如表 2 所示，课程组面向飞行器设计、导弹工程等专业学生，结合某型制导武器研制任务，建设了导弹飞行控制教学案例；面向机器人工程、机械工程等专业学生，结合 RoboCup 机器人竞赛等活动，建设了机器人运动控制教学案例；面向炮兵工程、仿真工程等专业学生，结合两套实验装置，建设了火炮随动控制系统和倒立摆控制系统教学案例……。以导弹飞行控制为例，将导弹飞行控制系统设计的工程应用作为教学案例，融入到控制系统建模

与分析这两个教学模块；将导弹飞行控制系统设计作为案例和专题研讨，融入到第三个模块：控制系统设计。在教学实施过程中（如图 1），以导弹飞行控制系统设计任务为牵引，促进教学和科研相融合，并在“一纵三横”的基础上增加“一专题”，即课程的专题研讨。

表 2 “自动控制原理”课程教学案例

教学案例	案例来源	适用专业
导弹飞行控制	某型制导武器项目，航空制导弹药演示平台	飞行器设计、导弹工程等
机器人运动控制	RoboCup 机器人竞赛，水下机器人竞赛	机器人工程、机械工程等
火炮随动控制	某型火炮项目，火炮随动控制实验平台	炮兵工程、仿真工程等
倒立摆控制	直线电机倒立摆实验平台	空间工程等
磁悬浮小球控制	磁悬浮列车项目，磁悬浮小球控制实验平台	控制工程等

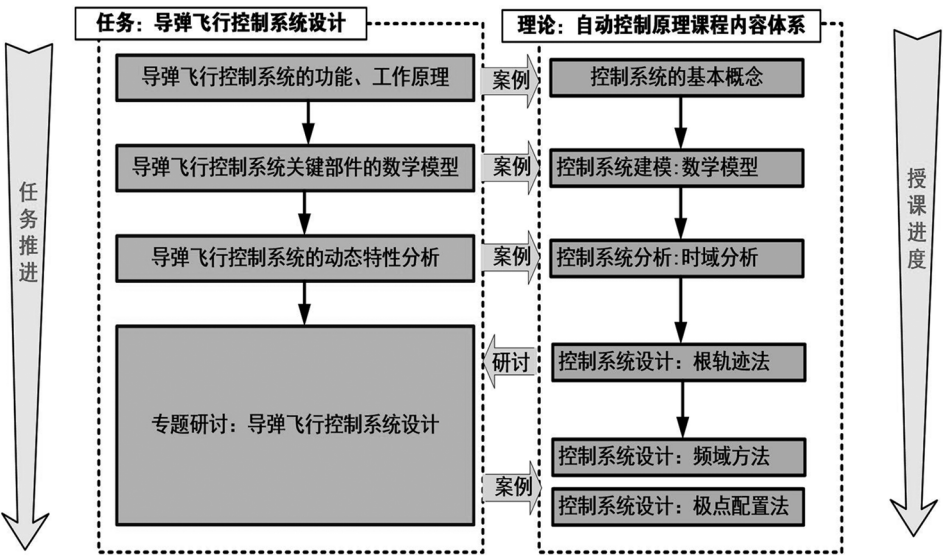


图 1 教学案例与课程内容关系图

这些教学案例都贯穿了“围绕一个中心，一纵三横交错”的设计思路，从而与课程的核心知识点紧密耦合、相互支撑。融入了带有专业背景的教学案例后，课程内容的主干依然如故，然而更加根深叶茂。这种差异化的教学内容为开展“以学生为中心”的课堂教学提供了源头活水。

三、关注个体差异，精准开展因材施教

课堂教学是教书育人的主战场，是“以学生为中心”的教育理念的最直接体现。大学生都是 20 岁上下的年纪，才思敏捷，活力无限。现今的

大学生已经由“90 后”过渡到了“00 后”，他们的共同特征是生长在网络时代，是新时代的“网络原住民”。对于他们来说，知识获取更加便捷，学习方式更加多元，个体发展的差异性也更加突出。大学教师教书育人的方法手段要因应这种变化，以适应信息化条件下的泛在学习需求和个体差异需求。

为使课堂教学更加精准，课程组在早些年已经全面推开了小班教学，针对不同层次学生，开展了双语教学、研讨式和案例式教学等多种教学方法改革。一方面，随着教龄的增长，教师对学生学习情况的掌握更加准确，这是基于经验的传统教学范式；另一方面，通过发放“随堂笔记”、网络调查问卷等手段及时获取学情数据，动态调整教学过程，但统计分析的工作量较大，获取的信息也不够全面，特别是想要精准全面地获取每一名学生的学习情况非常困难。近年来，雨课堂、云班课、SPOC 等智慧教学工具不断涌现，在提供丰富的师生互动方式的同时，还能为教师提供每一名学生的即时学情数据，推动教学范式从“由经验驱动”向“由数据驱动”转变。在信息化技术的加持下，因材施教的核心堵点正在被突破。

表 3 自制的数字化教学资源及其应用场合

数字化教学资源	应用场合	发布平台
精品 MOOC 课程	课外自主学习或用于开展翻转课堂教学	学堂在线
手机雨课堂	课前预习、评测与问卷调查，课后资源推送	雨课堂
MATLAB 教学微课	课外自主学习，专题研讨课前预习	Bilibili 网站
课程实验讲解微课	课程实验课前预习或实验过程中回看	
典型习题讲解微视频	课外自主学习和对照检查	钉钉网盘
程序脚本	课外自主学习，专题研讨课前预习	
文本资料	随堂笔记用于课上，知识导图等用于课外自主学习	

以丰富多样的在线学习资源支撑学生随时随地开展泛在学习。“互联网 +”学习模式打破了传统课堂教学的时空界限，教室不再是学习知识的

唯一场所，纸质教材也不再是课程知识的单一载体。如表 3 所示，笔者参与录制并上线了的自动控制原理 MOOC 课程^[6]，向学生提供核心知识点讲解和单元自测，并提供了师生、生生在线互动交流渠道。笔者还录制了大量 MATLAB 教学微课、典型习题讲解微视频、课程实验讲解微课等短视频，发布在 Bilibili 网站^[7]或钉钉网盘。同时，笔者还制作了课程知识点思维导图、随堂笔记、程序脚本等，连同控制领域的经典文献、案例素材等大量文本资源分享在钉钉网盘。这些多维度网络化教学资源能够为学生开展自主性、个性化的学习提供有力支撑。特别是今年疫情期间，这些数字化教学资源为开展线上直播教学、线上专题研讨、线上翻转课堂教学提供了有力支撑。学生返校后，还基于课程实验讲解微课，首次开展了线上线下相结合的课程实验教学，取得了良好的效果。

借助信息化教学工具开展线上线下混合式教学。教育信息化的关键是教学手段的信息化，其核心在于能够精准掌握每一名学生的学习状况，这是开展因材施教的重要支撑。近年来，笔者将雨课堂、光感应黑板等信息化教学工具应用于课堂教学^[8]，并已在课程组每年的十余个班次全面推广了这种智慧教学模式。雨课堂教学工具不但能提供“实时投票答题”“实时课件推送”“弹幕交流互动”等多样化的师生互动方式，还能自动收集每一名学生在课前、课中、课后的学习数据，例如预习环节答题情况、课堂互动情况、作业完成情况等，还包括一些关于课程进展的问卷调查反馈数据。这为动态优化教学方法、适时调整教学进度、定向推送教辅资源、有针对性地开展个别辅导提供了重要参考，畅通了教与学的闭环回路，将因材施教落地落实。

四、结语

在“互联网 + 教育”的大背景下，在智慧教学工具的支撑下，“以学生为中心”的教学理念正在不断催生线上线下相融合的新型教学形态，为创新教法和学法提供了多种可能。特别是新冠肺炎疫情下的线上教学，极大地推动了雨课堂、腾讯会议、瞩目、钉钉等软件的运用，普遍提升了高校教师群体的信息化教学素养，高等教育必将走向深层次的精耕细作，以差异化为引领的大规

模个性化教学也必将呈现出更多新形态。

参考文献:

- [1] 李嘉曾.“以学生为中心”教育理念的理论意义与实践启示[J].中国大学教学,2008(4):54-56.
- [2] 郑秀英,崔艳娇,韩春英.加拿大“以学生发展为中心”的教学模式[J].中国大学教学,2017(11):91-94.
- [3] 季波.“以学生为中心”视角下通识教育的美国启示——美国五所一流大学新一轮通识教育改革案例研究[J].江苏高教,2019(11):51-57.
- [4] 王晓萍.“以学生为中心”的教法、学法、考法改革与实践[J].中国大学教学,2017(6):73-76.

- [5] 常莉俊.自由选择:以学生为中心的一流大学课程建设[J].黑龙江高教研究,2019(9):148-151.
- [6] 谢红卫,白圣建,宫二玲,等.自动控制原理 MOOC [EB/OL]. (2019-11-01) [2021-01-04]. <https://next.xuetangx.com/course/NUDT08081000086/1104942>.
- [7] 白圣建.微课资源[EB/OL]. (2019-07-25) [2020-08-31]. <https://space.bilibili.com/480007935>.
- [8] 白圣建,曹聚亮,郑永斌,等.基于雨课堂的自动控制原理 A 混合式教学实践[C].沈阳:沈阳航空航天大学,2019:678-680.

(责任编辑:王新峰)

(上接第17页)

参考文献:

- [1] 教育部.习近平对研究生教育工作作出重要指示,强调适应党和国家发展需要,培养造就大批德才兼备的高层次人才[EB/OL]. (2020-07-29) [2021-05-16]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6052/moe_838/202007/t20200729_475754.html.
- [2] 教育部,发展改革委,财政部.关于加快新时代研究生教育改革发展的意见[EB/OL]. (2020-09-21) [2021-05-16]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/202009/t20200921_489271.html.
- [3] 教育部.2020年研究生考试国家分数线公布[EB/OL]. (2020-04-15) [2020-05-18]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202004/t20200415_443561.html.
- [4] 教育部.2021年全国硕士研究生招生考试分数线公布[EB/OL]. (2021-03-12) [2021-05-12]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt/s5987/202103/t20210312_519338.html.
- [5] JAMES P E, MASHAD D, ERIK V. Conversion to Remote Proctoring of the Community English Language Program Online Placement Exam at Teachers College, Columbia University [J]. Language Assessment Quarterly, 2021 (18):42-50.
- [6] 熊丙奇.“云面试”对深化教育评价改革的积极意义

- [J].上海教育评估研究,2020(3):21-23,57.
- [7] 教育部办公厅.关于进一步规范和加强研究生考试招生工作的通知[EB/OL]. (2019-03-04) [2021-05-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A15/moe_778/s3261/201904/t20190412_377699.html.
- [8] 汪基德,韩雪婧,王孝培.疫情期间硕士研究生招生网络远程复试:模式、问题与改进[J].电化教育研究,2020(11):122-128.
- [9] 教育部办公厅.关于做好2020年全国硕士研究生复试工作的通知[EB/OL]. (2020-04-13) [2021-04-25]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A15/moe_778/s3261/202004/t20200414_443281.html.
- [10] 陈伟斌,黄剑东,方昱婷,等.基于胜任特征的硕士研究生结构化和信息化面试方法探索[J].高等理科教育,2019(6):50-55.
- [11] 教育部.关于印发《2021年全国硕士研究生招生管理规定》的通知[EB/OL]. (2020-08-27) [2021-05-08]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A15/moe_778/s3113/202009/t20200903_484958.html.
- [12] 乔思辉.学术型硕士研究生招考复试改革研究——基于公平与优秀辩证关系的视角[D].金华:浙江师范大学,2013:42.
- [13] 甄良,梁大鹏,丁雪梅.面向硕士研究生复试的结构化面试工作机制研究[J].黑龙江教育学院学报,2016(8):8-10.

(责任编辑:王新峰)