

高教研究信息

2023 年第 4 期

湖南城市学院教务处（高等教育研究所）

2023 年 12 月 15 日

要 览

P2. 强化系统思维，统筹新一轮学科专业调整-----

继 2021 年初多部委联合印发《关于加强经济社会发展重点领域急需学科专业建设和人才培养的指导意见》后，近日教育部等五部门再次发布《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》（以下简称《方案》），就调整优化高等教育学科专业设置工作作出系统部署。

P5. 微专业热潮下的教育之变-----

当前，越来越多高校加入微专业探索与实践大军。值得注意的是，微专业并未进入《普通高等学校本科专业目录》，其建设发展完全属于高校的“自选动作”。那么，微专业与传统专业到底有何不同，为何会成为高校教育教学改革的“香饽饽”？微专业的兴起，蕴含着怎样的教育逻辑？带着上述疑问，记者采访了多所高校，探微知著，挖掘高校微专业建设热潮背后的教育变革。

P11. 产出导向（OBE）理念下的课程教学：设计、实施与评价-----

产出导向(Outcome-based Education, OBE)的教育理念自 20 世纪 80 年代初由美国学者 Spady 率先提出后，很快即为教育学界所高度重视和普遍认可。从世界各国的经验来看，不进入课程改革的层面，任何教育改革都难以取得实质性成效。“改到深处是课程”，OBE 进课程和课堂教学，既是当前工程教育改革的难点、痛点，也是重点和突破点。

【本期导读】

强化系统思维，统筹新一轮学科专业调整

新一轮学科专业调整面临更复杂形势

当前，现代科技革命与产业革命交互影响，使学科专业结构调整的科学性、有效性面临更大挑战。同时，知识正呈指数增长，从知识到产业的周期大为缩短，机制也更灵活，新产业、新业态不断涌现。

产业结构升级日益凸显出的跳跃性，与知识系统化、制度化以及知识传承的相对稳定性之间的张力正在加大，这给学科专业结构优化中平衡、适应外部需求与尊重内在规律的关系增添了诸多变数，也给准确研判学科的中长期发展趋势增添了太多不确定性。庞大的高等教育基数也使学科专业调整面临改革、发展、稳定交织的复杂问题。

《方案》提出，到2025年优化调整高校20%左右学科专业布点。而据统计，2022年我国共有高校3013所，各类在学人数达到4655万人。显然，优化调整20%左右的学科专业点涉及的教师和学生数量是巨大的。庞大的群体不但意味着巨量资源的占用，也隐含很大的不稳定因素。消化这些可能影响稳定的因素需要时间和策略，操之过急或操之简单都可能使改革半途而废。

与庞大教育基础同时出现的还有适龄人口下降与就业压力上升的相互交织，以及由此导致的群体性追逐热点对学科专业调整的冲击。

近年来，我国普通高中在校生总规模已经趋稳并显现出下降势头，这影响到了国内高校的生源结构。未来，高等教育适龄人口的下降将使以招生为主要收入来源的地方高校、民办高校面临更大的生存压力。在入口供给不足和出口需求不旺的共同挤压下，争上热门专业无疑将成为吸引生源和扩大就业的“合理选择”。可以预见，未来以热门学科专业为载体的生源、资源和市场大战将愈演愈烈。此外，共同富裕理念与现实中区域高等教育发展水平和发展节奏之间的差异，也使得学科专业调整面临平衡统一性与多样性之间关系的难题。

《方案》强调，学科专业设置调整优化改革要面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，引导高校在各自领域争创

一流，走好人才自主培养之路。客观地讲，这一要求更适合东部发达地区和高水平院校。对于欠发达地区来说，通过发展让更多人有机会接受高等教育的机会仍是艰巨任务。

在经济支撑能力有限和高等教育基础较弱交织的形势下，在现有学科专业基础上扩大规模无疑是比较现实的路径。中央与地方在学科专业调整的利益选择和节奏把握上存在的差异，是影响新一轮调整总体效果的重要潜在因素。

学科专业调整应加强统筹协调

此次《方案》中，明确了中央、地方以及高校的责任，就深化新工科、新农科、新医科和新文科建设细化了要求，凸显了有效推进新一轮学科专业调整工作的决心。但面对更高的战略需求和更复杂的形势，要使政策全面落地并产生良好效果，还应特别重视强化系统思维、加强统筹谋划。

第一是统筹科技、产业与教育布局。当今时代，在影响学科专业结构演进的两个基本因素中，无论是代表内在知识逻辑的科学技术，还是代表外部需求逻辑的产业形态与结构，都极具变动性和复杂性。简单的类比推理式的决策模式已无法从战略和全局上把握学科专业结构演进与调整的大势。

因此，学科专业调整方案的制定应广泛吸收科技战略专家、产业战略专家参与，加强科技政策、产业政策与教育政策的协同，促进相关规划联动，实现创新链、产业链与人才链紧密衔接。

第二是协同发挥政府、市场和学校的作用。学科专业结构与产业结构的适应性始终面临时空弹性问题，局限于当下或当地谋求两者的适应性既不符合市场经济规律，也违背高等教育规律。

行政主导式的调整能在短期内取得以统计数据为标识的成绩，但实际成效和长远影响却存疑。历史证明，行政至上的逻辑优点与缺点同样突出。推进新一轮学科专业调整离不开政府，但不能简单化、行政化。

在这方面，既要注重通过学位点设置、招生计划分配、重点建设引导、建设资金倾斜等方式发挥政府的宏观调控作用，也要注重通过升级产学研合作模式等方式发挥市场的调节作用，以及落实高校在学科专业建设上的主体责任，

使学科专业调整真正成为政府宏观引导、市场有效调节、学校主动适应相结合的系统行为。

第三是注重存量优化与增量布局的结合。学科专业结构调整之所以不断被提起却总不尽如人意，既有行政层面推进改革的路径因素，也有学校内部复杂的利益关系。

长线学科专业既是最需要调整的领域，也是最难调整的领域。为规避存量调整的矛盾冲突，改革者常通过追加增量回应新要求和新需求，导致产生美国高教学者丹尼尔·斯梅尔瑟所称的“结构增累”现象，即随着时间推移，大学吸纳了新功能，但没有剥离（删除）现有功能或将其拆分为单独组织，从而使结构性问题不断累积。

因此，新一轮学科专业调整必须破除简单做增量、做加法的弊端，做好加减乘法，实现有上有下、有扩有缩、有量有质；有效抑制盲目“蹭热点”现象，防止因低水平重复衍生新的结构问题；完善学科专业的准入与退出机制，防范结构性问题不断累积。

第四是将外力驱动与内力自觉相结合。众所周知，高校教师依附于以学科为基础的专业学院，学生也是按专业招收并在专业学院学习的。如果说专业更强调适应外部需求的逻辑，还有更多人为的结构特性的话，那么学科则需兼顾外部需求和内部知识逻辑，要将外部需求转化为内在的自觉才能实现动力最大化。

因此，有效的学科专业调整动力机制应将实现外部驱动力与内生动力协同作为追求目标；遵循学科专业成长和演进的客观规律，把准学科发展方向和发展态势，既要有责任感、紧迫感，也要有战略定力和长远眼光；科学认识学科间的相互关系，在优化整体布局和生态系统的基础上，加大学科专业改造的力度。

第五是要以国家区域战略为抓手，协调统一性与多样性的关系。学科专业调整方案的落实和收益的最大化离不开中央的顶层设计，也离不开省级政府的承上启下。过于强调统一性会造成地方积极性不足，而过于迁就地方的多样性又可能造成“多个貌似合理的省域结构体系相加，变成更大的不合理结构体”的问题。

对此，有效应对措施之一是紧密结合中央相关战略部署，协调中央与地方的利益关系，加强跨省域合作与共享，引导地方政府在更高层次、更宽视野上谋划学科专业调整工作。（来源：中国科学报 2023-04-11 刘国瑞，辽宁大学高等教育研究所所长）

微专业热潮下的教育之变

区块链、融合传播、智能通信……在山东大学最新版微专业招生目录中，不乏学校各院系推出的最热门领域。据了解，该校自2018年推出全国首个“古典文学”微专业以来，五年间，微专业目录已经扩容两次，课程总数达到47个，涵盖课程近500门。

当前，越来越多高校加入微专业探索与实践大军。值得注意的是，微专业并未进入《普通高等学校本科专业目录》，其建设发展完全属于高校的“自选动作”。那么，微专业与传统专业到底有何不同，为何会成为高校教育教学改革的“香饽饽”？微专业的兴起，蕴含着怎样的教育逻辑？带着上述疑问，记者采访了多所高校，探微知著，挖掘高校微专业建设热潮背后的教育变革。

大小之变 契合复合型人才培养需求

无论是为了适应高等教育人才培养的内生变革，还是为了满足社会对人才培养的外在需求，抑或是丰富课程选择、激发学生兴趣的需要，微专业以其微型化和灵活性等特征，正成为当前高校教育教学改革争相试水的新选择。

去年6月底，天津大学自动化专业学生王迪迪拿到了“工程项目投融资”微专业的结课证书。平时爱“折腾”的他，很早就有个创业梦，但一直因商业基础知识薄弱而踌躇不前。

2021年，看到学校开设“工程项目投融资”微专业，他毫不犹豫地报了名。一年时间里，他通过7门课程的学习，掌握了投融资理论的核心内容并顺利结课。

“微专业为我这个工科生打开了商业管理学的大门，也为我的创业梦插上了腾飞的翅膀。”王迪迪对自己的学习成果很满意。

“内容精、学程短、跨度大、体系活是微专业的主要特征。”“工程项目投融资”微专业策划者之一、天津大学管理与经济学部教授王雪青介绍，微专业指的是围绕某个特定学术领域或研究方向，提炼开设一组核心课程，从而使学习者在该方面具备一定专业素养和行业能力。

高校建设微专业的主要原因是什么？在王雪青看来，新一轮科技革命和产业变革极大拓展了人才的内涵和外延。知识爆炸时代，单一学科背景和知识能力已无法适应社会发展需求，培养“跨界学习”和“终身学习”能力正成为高等教育教学改革的重要目标。

结合学校的工程管理专业，王雪青介绍：一方面，该专业有接近1/3的毕业生活跃在金融投资一线；而另一方面，越来越多的工程类企业频繁地从金融系统“挖”人。这种频繁的双向流动，反映出业界对兼具工科基础和投融资背景的复合型人才的渴求。

“人才的跨界融合能力素养，正成为决定企业命运的重要因素。”在“工程项目投融资”微专业策划者之一、天津大学工程管理系主任刘俊颖看来，党的二十大报告为新时代基础设施建设绘制了宏伟蓝图，日益庞大的多元跨境投资体系和融资需求，对高校提出了培养具备跨学科思维和跨界整合能力人才的急迫要求。

与天津大学面向产业需求的导向不同，山东中医药大学迄今共推出13个微专业，专业设置更倾向于培养学生面向市场的就业能力。学校依托学科优势，凝练出3—5个核心课程组成微专业，以快速集中的培养方式帮助学生掌握“一技之长”，进而让其在未来的职场竞争中获得更多选择空间。

“中医基础理论”“人体解剖学”“经络腧穴学”“刺灸基本技术精讲”“针灸治疗学”，共5门课程构成了该校“针灸学”微专业针灸理论与实践的核心模块。课程虽少，却将针灸治疗中应对常见病的理、法、方、术等基本内容囊括其中。

“微专业能够有效弥补传统专业设置过细、口径过窄及培养周期过长的问

持课程之间的系统性，又能降低修习过程的艰巨性。在该校，尽管微专业仅开设两年多时间，但已有 3000 余名学生积极报名修读。

主次之别 构建多元化人才培养体系

大小互补，主次协同。微专业打开了一扇由主修专业瞭望其他领域的窗口，也改变了传统“千人一面”的专业人才培养模式，让千篇一律的“齐步走”正变成百家齐鸣的“交响乐”。

“秉承鲁班精神，锻造一流人才。”去年 5 月 8 日，广东工业大学首个微专业“智能建造”正式开班，首届 50 名本科生满怀热忱地喊出开班宣言。

“当前，以互联网、大数据和人工智能为主要特征的技术革命正加速改变着传统行业。新技术、新业态和新理念渗透到生产生活的方方面面。”该校土木与交通工程学院副院长何嘉年表示，信息化、智能化、工业化已成为传统建造行业转型升级的必然趋势。高校作为创新的重要策源地，应主动推进人才培养模式改革适应行业变革。

该校开设的“智能建造”微专业，正是依托“智能+”赋能传统土木工程专业的生动写照。该校对微专业的定位是——在主修专业基础上进行拓展和延伸。学校紧扣主专业，建立了“3+9”微专业课程模块。其中，“计算机科学与技术”“控制工程基础”和“机械电子”3 门课程是入门必修课，“数字图像处理与应用”“智慧工程测量学”等 9 门课程为选修课，必修+选修总分修满 12 个学分即可毕业，通过这种方式实现“主学科+跨界学科”的教育培养体系创新。

“微专业不是在主专业基础上做增量。”在何嘉年看来，微专业与主专业的关系不是简单的物理组合，而是保持深层次的联动化合。不同于辅修专业在主修专业之外再修一门，微专业凭借独特的组织结构和内涵特征，在主次协同间，为高校探索多元化的人才培养体系提供了全新载体。

长期以来，不少高校都在探索多元化复合型人才的培养路径。然而，一些高校教学管理者表示，无论是主辅修制还是双学位制，传统“大而全”的专业组合一般都局限在《普通高等学校本科专业目录》内，学校缺乏专业设置和设计的自主权。尤其是双专业平行推进，专业结构和教学过程间相对独立，学科间实质上很难形成真正的交叉合力。而微专业由各高校自行设置，专业定位、

结构、内涵和方向，可根据学术前沿、产业需求和学科发展等进行整体规划与灵活调整。

去年年初，浙江大学、复旦大学等6所高校，联合华为、百度等国内人工智能头部科技企业，联合推出“AI+X”微专业，让学生在校园内就开始学习我国自主研发的编程平台，为构筑人工智能发展先发优势培养战略资源力量。

微专业依托灵巧的组织结构，还可以精准嵌入学校现有的主流人才培养体系，进一步拓宽了校际、校企人才协同培养的路径和方式。

山东大学是国内最早设立微专业的高校。据该校本科生院副院长姜兆亮介绍，近年来，通过连续两批次扩容微专业建设，学校已逐步形成了横向视野拓宽与纵向知识能力素质加深两大方向的微专业设置定位。从北斗新时空技术与应用到生物微电子，再到航空超精密加工……每一个微专业都区别于《普通高等学校本科专业目录》中的固有专业，但又在紧扣主体学科的基础上，瞄准了战略性新兴产业精准布局。

如今在该校，“小而精”的微专业（Micro）与主修（Major）、辅修（Minor）共同构成了“3M”交叉复合培养新模式。多元化的教育模式在横向上填充了跨专业、跨领域教学的间隙领域，让学科与学科、专业与产业、本科生与研究生、学业与职业之间的衔接更加紧密。同时，在纵向上也为构建通识教育、拔尖教育和创新创业教育“三位一体”的多层次人才培养体系提供了更为广阔的发展空间。

教学之间 重塑跨领域课程组织结构

融通线上线下、跨越校园内外、打破产学壁垒，微专业正以独特的方式深刻影响着教与学的关系，也加速催生了课程组织结构的不断演变。

“长青联盟”是一个由10所入驻济南大学科技园的高校发起，旨在实现优质办学资源共享的高校发展共同体。去年9月，联盟内的大学生迎来了一次跨校选课的机会。“针灸推拿”“啤酒酿造”“中文能力与人文素养”……各联盟校依托优势学科，精心打造了15个特色微专业，供学生“跨校跨界”选修。

“小而精”的微专业为大学生跨学科、跨学校，乃至跨领域、跨行业学习，提供了更为广阔的想象空间。跨校教学究竟如何实现？作为一种全新的专业组

织形式，微专业的教学内容高度凝练、授课群体基础各异，大小、主次、内外各种因素相互交织，不断催生着新的课程组织形式。

“信息技术的成熟使得大规模教育资源共享成为可能。”山东中医药大学是“长青联盟”的理事长单位，王琳结合联盟微专业平台建设成果介绍，各高校联合建立了专门的选课、教学和评价系统，跨校课程可以实现远程教学。

“如果说技术和行业变革催生了微专业建设需求，那么在线教育的兴起则为微专业的发展提供了更多选择。”王琳说。

某种程度上，微专业与慕课等在线教育始终保持着深度联系。从华南理工大学到江苏大学，再到中国传媒大学……大部分高校都将线上教育纳入微专业的教学过程。事实上，慕课微专业正加速突破传统教育与在线教育的边界，也反映出互联网时代教学方式的多样性。

“重视线上教育并不意味着忽视线下沟通。”在王琳看来，慕课微专业并非完美无缺，尤其是一些实验或实践类课程，需要线下补课。在“长青联盟”，10所高校区位相邻、优势互补，不少专业专门设置了线下交流和实践环节。以齐鲁工业大学“啤酒酿造”微专业为例，学完酿酒基本理论后，学生还要开展线下酿酒实践。

当前，在不少高校，从翻转课堂到专创融合再到校企协同，微专业与高等教育教学方式变革相互借力。越来越多更加灵活新颖的教学理念、方式和行为，正悄然改变着课程呈现形式。

“9位专业教师、18位业界师资、3个实训营和9家实习基地……”天津大学“工程项目投融资”微专业任课教师郑立群介绍，微专业看似袖珍，但其教学过程经过系统设计，呈现形式更加丰富。专业教师和业界精英联合授课，对表现优秀的学生还开放“轨道交通行业投融资操作实务”等实训营模块，帮助他们从项目全生命周期视角下建立完整的投融资知识体系和框架，加速人才培养。

2020年6月，山东大学“多元智能”微专业启动招生。首批50名学生来自济南、青岛、威海一校三地理工文医等30多个专业。面对学生复杂的专业构成，学校因材施教，综合采用第二课堂小班化教学、多元化高层次导师制管理、广

视角递进式创新视角培养等一系列新颖的教学方式，推动不同专业背景的学生在学习活动中不断碰撞学科交叉融合的创新火花。

两年多的教学探索取得了丰硕成果，该微专业首批学生中学业综合成绩在原专业排名前 10% 的达到 34 名，还有一大批学生在创新创业等学术竞赛中脱颖而出。

加减之外 探索学科交叉融合新路径

立足实际，守正创新。微专业作为一种特殊的专业组织结构，正衍生出新的教育模式。

去年 10 月初，山东大学召开了生物医药数据科学专业首届本科新生见面会。山东健康医疗大数据管理中心主任迟蔚蔚、国家健康医疗大数据研究院院长薛付忠等一批“重量级”专家亲临现场，为全国首批 20 名该专业学生开展专业认知、生涯规划等辅导活动。

该专业是 2022 年年初刚获批普通高等学校本科专业备案的战略新兴专业。鲜为人知的是，这个刚成立的专业正是脱胎于一门微专业。

2020 年，山东大学围绕健康大数据国家发展战略，探索建设全国首个“医学数据学”微专业。该专业融合了医学、数学统计学、控制科学等学科领域，具有较强的医理交叉、医工交叉、医文交叉融合特点。

经过一年多的探索与实践，学校推出了“医学数据学导论”“健康大数据理论与技术”等 10 余门核心课程，组建了一支包含多名院士在内的教师团队。2021 年，在该微专业的基础上，学校申报的“生物医药数据科学”成功入选《普通高等学校本科专业目录》新专业名单。去年 6 月，正式面向全国招生。

微专业兴起的时间虽然不长，但这种由微专业发展新专业的“角色转换”正在悄然发生，其作为教育教学改革试验田、孵化器的功能得到充分彰显。

“微专业的发展是一个动态演进过程。”在何嘉年看来，微专业的内涵与特征应随着行业、学界或社会对教育质量的评价和反馈渐进发展。一些适应性强、认可度高、教学质量突出的微专业，很可能在未来发展为一个全新的专业。同样，一些看似“高大上”的微专业，也可能因华而不实或组织实施不当被淘汰。

在微专业热的背后，也有一些专家提出冷思考。如，目前修习微专业获得的证书并不能作为独立的学历证明，政府和社会的认可度有待进一步提升。微专业课时少、授课深度有限、课程系统性弱等问题有待更多的破题思路。

微专业并不是辅修专业的擦边球，它更像是问路石，以此探索出学科专业交叉融合的新路径。在它之外，其他人才培养模式也在悄然孕育。

近期，身处大二下学期的华南理工大学学生徐子洋面临一场关键抉择。作为该校“金融学+计算机科学与技术”双学位试点班学生，过去两年里，他同时修读了金融与计算机两个专业。如今，他正在思索下一步的精修方向。

2021年，为适应复合型人才培养需求，该校开展了“2+2”双向复合型人才培养模式探索。该校教务处处长项聪介绍，学校设立“软件工程+工商管理”“金融学+计算机科学与技术”“自动化+数学与应用数学”等3个双学位项目。试点班的学生刚入学便要选择双专业。但与传统的平行选修不同，在新的培养方案中，总学分控制在190分以内，其中辅修专业学分不得低于40分。加入试点班的学生，需要在前两年进行集中培养，后两年则实行个性化分流。

“这是一种在微专业之外，高深知识学习由浅及深连续的人才培养新路径。”该校双学位专业授课教师徐枫表示，在该模式下，学生能够有效避免传统双专业带来的巨量学业压力。但也不同于“小而精”的微专业，这种主辅专业的深度捆绑，起点更早、联结更紧、系统性更强，便于更高阶、更深度地推进学科交叉融合。（来源：中国教育报 2023-04-17）

产出导向（OBE）理念下的课程教学：设计、实施与评价

本文将结合作者在工作实践中的思考，以西安交通大学机械工程专业部分课程为例，试对OBE课程教学设计、实施和评价各关键环节的原则、要点和形式标准等加以探讨，并着重就其背后体现的内涵要求进行解读和阐释，以期能为一线教师攻坚教育教学改革“最后一公里”提供借鉴。

01 OBE 课程设计

1. 意义和原则

OBE 的核心要义是认为教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程所取得的学习成果（产出）。换言之，OBE 是以预期学习产出为中心来组织、实施和评价教育的结构模式，按照美国学者阿查亚(C Acharya)的观点，通常由定义(Defining)、实现(Realizing)、评价(Assessing)和使用(Using)学习产出四个步骤构成。

OBE 理念和传统教学思想的根本分野在于：在传统教学中，教学内容先于教学目标存在并占据核心位置；而在 OBE 教育中，教学目标（学生预期学习产出）先于教学内容存在并居于主导地位，课程资源开发、教学环节设置、教学组织实施等活动都需围绕预期目标展开。

在 OBE 结构体系中，“定义学习产出”即教学目标的确最终要落到课程教学目标的制定上，它是按照自上而下的反向设计路径，以培养目标（学生毕业五年左右通过工程和社会实践所能达到的职业或专业成就的总体预期）为最高导向，经由毕业要求和课程关联矩阵逐层分解、映射得到的；“实现学习产出”也必然主要落实在课程和课堂教学层面；“评价学习产出”可以在课程、专业、学校等多个层面进行，但课程评价是基础。

可见，课程和课堂教学始终是 OBE 教育的核心和基石。OBE 课程的设计同样是一个从课程目标这个第一要素出发的反向设计过程；而要使课程目标真正发挥“制导”作用，就必须将它和其他要素作为完整教学系统的有机组成部分加以协同考虑，并逐层细化、控制到教学的每个环节，最后与评价标准实现接轨。其中最为关键的，是明确目标、过程（内容、方法）和评价诸要素赖以建构的逻辑链条。

2. 框架与要点

按照上述内在原则和要求，认证体系下 OBE 课程设计的核心是把握并明确三个对应关系：

一是课程目标与毕业要求（指标项）的关系。这是课程目标合理性的一个重要来源，是课程“明确任务”的功能细化，是课程“小系统”融入 OBE 教学体系“大系统”的逻辑接口；

二是课程目标与教学内容及方法的关系。后者需对前者起到真正的支撑作用，并能体现以学生为中心的模式特点；

三是课程目标与课程评价的关系。即必须明确课程目标如何考核、如何评价，以此来评判课程目标的达成情况，并进而得出课程对其所支撑的毕业要求的实际贡献，为整个 OBE 体系的持续改进提供基础依据。

这三个对应关系，应以师生共同遵从的契约性文本的形式，在 OBE 教学大纲中加以明文规定。它们的建构逻辑和关联方式如图 1 所示。

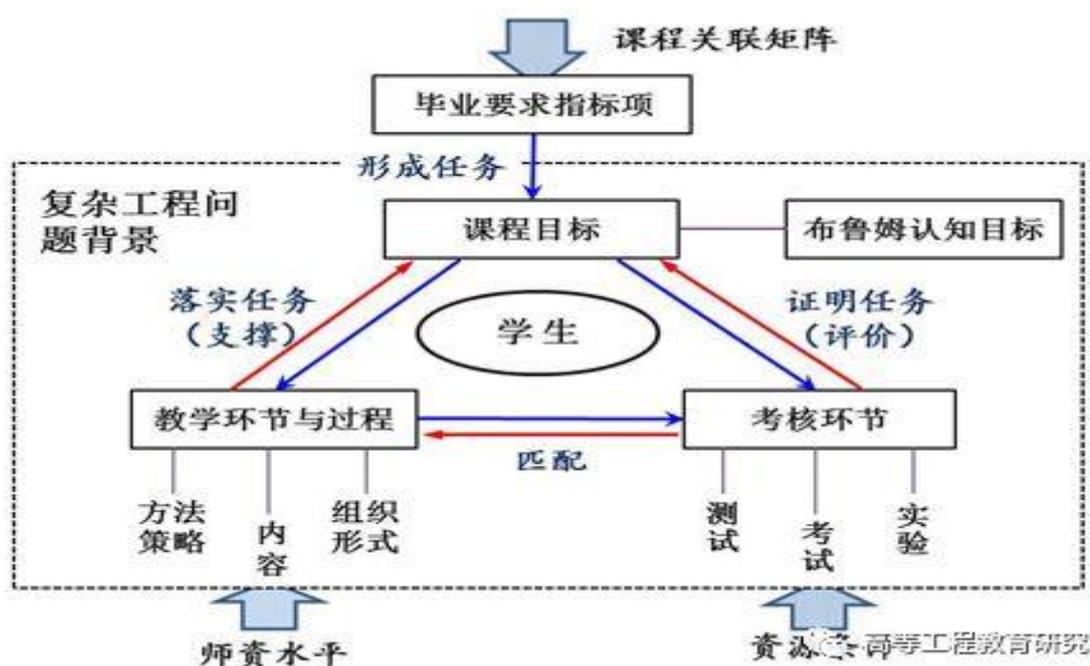


图 1 专业认证标准下 OBE 课程设计要素关联图

由此得出课程目标设计的基本原则和要点：一是课程目标必须完全覆盖与之对应的毕业要求，指向学生的学习效果；二是课程目标均应有适当的教学内容或环节支撑，教学方法和教学组织形式的选择应该并能够服务于目标的实现；三是课程目标必须可衡量，能以适当的方式落实、考核和评价。

下面结合西安交通大学机械工程专业核心课“机械制造技术基础”课程设计的实例，来对上述三对关系加以进一步的阐释。

(1) 课程目标与毕业要求指标点

首先应对照布鲁姆认知目标分层模型(Bloom's Taxonomy),确定合理的目标定位。如对专业核心课来说,一般应定位在“应用”以上,偏于“分析”“评价”等高级认知目标。课程目标在能力内涵上应与所支撑的毕业要求指标项一致,对其形成实质呼应。在表述上,应是对学生学习产出(学习效果)的结果性描述,以学生作为主语(或默认主语),以具体的、可衡量的行为动词加以描述,充分体现课程特点。

在实际中,毕业要求指标点与课程目标间并非总是一一对应,而往往会形成“一对多”“多对一”乃至交叉对应的关系。我们不能简单地从形式上评判某种对应关系是否合理,根本上还是要从课程目标设计的基本原则出发去加以考量。被支撑的毕业要求指标点之间的逻辑关系以及教学环节对它们的“支撑能力”,在很大程度上决定着课程目标的规格、结构及数目。需要注意的是,在评价环节,毕业要求指标点达成度是建立在课程目标达成度的基础上的,因此,这种映射关系若过于复杂,将会给毕业要求达成度的计算带来不利影响。

表1给出了“机械制造技术基础”课程目标对毕业要求指标点的支撑关系。该课程作为专业核心课,强支撑了6个毕业要求指标点,课程目标则设置了5个。总体上是一一对应关系,但课程目标2——“具备合理制订一般典型零件机械加工工艺文件的初步能力,掌握机械装配工艺规程的基本知识及有关计算方法”,同时支撑毕业要求3“设计/开发解决方案”和毕业要求4“研究”下各1个指标点。这两项能力指标在机械制造工艺方案的制订和优化中具有很强的递进关联,但能否将其整合为一个教学目标,关键要看是否设置有相应的教学过程或载体能同时体现二者所对应的行为特征。

表 1 机械制造技术基础”课程目标与毕业要求对应关系

课程目标	毕业要求指标点	目标定位
目标1: 系统掌握机械制造过程中常用的加工方法、加工原理和制造工艺,掌握切削参数、加工设备及装备的选用。	工程知识: 1.4	记忆 理解
目标2: 具备合理制订一般典型零件机械加工工艺文件的初步能力,掌握机械装配工艺规程的基本知识及有关计算方法。	问题分析: 3.3	应用 分析
	研究: 4.1	
目标3: 具备分析与比较工艺方案优劣的能力,树立零件机械加工质量指标与制造成本要求之间的工程经济性概念,初步具备构建实验方案开展实验研究的能力。	研究: 4.3	分析 评价
目标4: 系统掌握机械制造质量的分析与控制方法,具备对如何提高机制产品的质量和改进加工方式提出建议的初步能力。	问题分析: 2.3	理解 分析
目标5: 具有应用现代设计方法和先进设计软件进行零件和装配体的建模、分析、设计与仿真的能力。	使用现代工具: 5.3	应用

(2) 课程目标与教学环节

在这种关系中,针对每个课程目标(或进一步细化后的子目标),都必须设置能支撑其实现的教学环节与过程(学生学习活动)。按照专业认证要求,总的原则是灵活多样、体现以学生为中心和复杂工程问题特征。

如前述课程目标2,既然同时支撑2个毕业要求指标项,就需要与之匹配的支撑多种能力培养的教学环节和过程。由表2可见,课程设置了课堂讲授、实验、课程设计、企业讲座等多个环节共同支撑这一目标的达成;特别是“叶轮加工工艺实验”和“发动机连杆工艺设计”这两个实践环节,紧扣课程内容且具有一定的复杂性,在分析的基础上有基于工程原理和方法的方案评价、探究,应该说较好体现了对课程目标的“支撑能力”。

表 2 “机械制造技术基础”课程目标与教学环节、考核环节对应关系□

课程目标	教学环节	学习内容	考核环节及成绩期望
目标1: ……	……	……	……
目标2: 具备合理制订一般典型零件机械加工工艺文件的初步能力, 掌握机械装配工艺规程的基本知识及有关计算方法。	课堂讲授	第4章: 机床夹具原理与设计	作业 A_{20}
		第5章: 工艺规程设计	期末考试 D_{20}
	实验三	叶轮数控加工工艺规划与实验	实验成绩 B_{20}
	课程设计	发动机连杆的三维建模、工艺制定及其夹具设计	设计成绩 C_{20}
……	企业工程师讲座(课外)	1. 航空航天结构件加工工艺 2. 先进齿轮加工机床研制	
……	……	……	

(3) 课程目标与考核环节

表 2 同时给出了课程目标与考核环节的对应关系。从单个教学环节(过程)来看,它有可能只对应一个考核环节(如实验和课程设计),也可能对应于多个考核环节(如授课);而就每个考核环节来说,要么其本身同时支撑对多个目标的评价(典型如期末考试),要么其对应的教学环节同时支撑多个目标的实现(如课程设计)。所以,在大多数情况下,目标的评价都是相关考核环节先分解、后综合,经由教学环节映射而成的结果(注意在本例中,企业工程师讲座作为课外环节,不计入评价)。这样,课程目标的达成度就可表示为相关考核环节学生平均得分与目标分值分别加总后的比值。

这种算法是课程目标达成度评价中最常采用的形式。当然实际中还有其他计算和评价方法,这里不再介绍。学习活动的多样性决定了考核环节的多元化。以本例来说,4个环节指向理论和实践两个层面,既包含了过程考核,也包括了结果考核,从形式要素的角度判断是较为合理的。

3. 内涵要求——解决复杂工程问题能力的培养

上述只是 OBE 课程的形式要求,而问题的本质和关键,在于打破传统的基于专业/知识逻辑的教学设计思路,真正以学生发展为逻辑本位,按照预期学习产出即教学目标去设计整个教学过程。

在多维度、综合性人才培养目标体系下,课程作为教学的核心元素,无疑承担着更为重要的任务。这使得打破原有的专业/知识逻辑成为必然。举个简单

的例子，如果需要培养学生的团队协作能力，那么，用何种知识去和它对应呢？事实上，沟通、表达、组织，以及工程社会观、职业伦理与规范等几乎所有“非技术性能力”的培养，都面临着这个问题。所以，教学设计不光是一个内容选裁的问题，而更多地要从教学方法、教学手段、教学组织形式的变革上去加以考虑。

在华盛顿协议框架下，四年制本科工程教育的基本定位是培养学生解决“复杂工程问题”的能力。工程教育认证标准定义了复杂工程问题的七个内涵特征；李志义、蒋宗礼等也曾对本科教育如何聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养进行过专门论述。必须明确的是，这种能力的培养应作为一种目标背景和规格主线，贯穿于教学的全过程；试图专门设置一两门（类）课程赋予其承担这一功能的“重任”，是一种片面的理解和做法。

事实上，各类课程都应体现自己在培养学生解决复杂问题、应对复杂工程活动能力中的价值^①：基础课应奠定学生通过原理与抽象模型分析和解决问题的能力基础，方法是改变以记忆性与验证性为主的教考方式；专业课应深化学生分析、权衡能力的培养，引入与强化应对能力训练，方法是减少课堂知识，加大深度，提高解决问题训练的量与质；综合实践课应深化学生应对能力培养、突出检验功能，方法是加大工程问题复杂度，建立合理、透明、可操作的评分方法。

上述原则，作为 OBE 课程设计的内涵要求，贯穿体现于课程设计的各个环节和要素之中。当然，要实现课程教学目标，仅靠设计是不够的，还必须依靠与之适应的教学模式来落实和保障。

02 OBE 课程实施——以课内综合实验为例

学生成为教学活动的主体，并基于主动式方法进行学习，是 OBE 教育模式的本质要求。有关 OBE 与传统 CBE 两种课堂模式间的不同，已有许多研究文献。总体来讲，OBE 课堂的建构需因“课”制宜。

从大的方面讲，理论教学绝不能再照本宣科，而应更多地采取互动式、研究型教学，引导学生强化对科学和工程原理的理解和运用，要有充分的分析内容。要采取“教师在对问题的研究中教，学生在对未知的探索中学”的模式，引导学生积极探索和思考，通过分析和探索获得工程问题的有效结论。要适时、

适当地归纳总结，将知识和方法有机贯连，以利于学生综合使用。实践教学则要与理论教学相结合，选择恰当的载体，使学生经历复杂工程（系统）的过程和要素，并在构建过程中掌握深入的工程原理，体现知识、技术、方法的综合应用。

近年来，为改变课堂教学模式“单声道”的现状，一些以学生为主体的主动式学习方法如翻转课堂，探究式、案例式教学法和基于项目/问题的教学法等被尝试引入课堂，取得了良好效果。本节主要结合西安交通大学机械工程专业“机械设计基础”课内综合实验案例，对基于项目的 OBE 教学模式改革作一扼要探讨。

该课程作为专业基础课，原课内实验均为验证性实验，后按照培养学生解决复杂工程问题能力的目标定位，重新规划了课内实验项目，目前设有 3 个综合性实验（学生三选二）和 4 个验证性实验（四选二）项目。3 个综合性实验主要指向学生的机构、结构分析能力及系统方案设计能力的培养，与理论授课环节一道，支撑了两个课程目标。

下面以其中一个综合性实验项目“机构创新设计与搭接实现”为例，从任务要求、教学过程和模式特点等角度对其加以剖析，或可为如何在实践教学环节落实 OBE 理念提供借鉴。

1. 任务要求与“复杂工程问题”背景

该实验主要内容是结合课程涉及的机构进行产品运动方案设计并予以实施。具体要求如下：

(1) 根据开放式主题（如“扑翼机”）查阅文献并撰写综述。一般要求不少于 3000 字；参考文献不少于 20 篇。

(2) 根据产品功能要求，进行机构组合设计并建模（提供机构创新实验台尺寸信息及零件清单）；

(3) 通过“平面四杆机构运动仿真分析”实例，学会运用软件进行机构运动仿真分析的方法；

(4) 结合需要对所设计的机构进行仿真分析或进行理论求解；

(5) 利用机构运动方案创新设计实验台搭建完成所设计的机构，并进行运动参

数测定；

(6) 将仿真分析结果或理论求解结果与实验结果对比分析，并形成实验报告。

对照复杂工程问题特征要素对上述任务加以分析，可以看出，此实验项目的设计较好地建构了一种面向复杂工程问题能力培养的教学背景或情境，具体体现在：

①需运用数学、运动学、力学等科学和工程原理在一定约束下对特定功能的机构组合系统进行分析、描述；②内容涵盖设计、建模、实现，具有综合性和一定挑战度；③题目具有开放性，无唯一解，有些数据、方法在给定的“标准和规范”未包含，需自己查阅资料；④以团队形式进行，实施过程中会涉及技术以外的因素。

2. 教学过程与特点

该实验项目总的学时安排（指师生共同讨论学习的学时）为 10 个，其中 6 个为课内学时，4 个在课外进行，学习活动贯穿半个学期（8 周）。主要分为 5 个阶段：①资料查找和综述撰写，即任务提出和设计目标确定；②机构运动仿真案例学习，属工具使用技能学习训练，主要在课外进行；③机构方案设计与运动分析；④方案设计讨论；⑤机构方案搭建、评价，同时进行 PPT 展示汇报。

实施过程中制定了各阶段的时间节点要求，并以此对学生学习行为进行督促和约束。针对不同学习阶段采用不同教学方法，如在任务明确和技能训练阶段，以引导式、启发式教学为主；在方案设计、运动分析等核心任务实施阶段，则以学生自主、师生互动、关键节点评价反馈为主要方法。

在考核评价方面，面向该实验项目所支撑的“系统方案设计及问题解决”和“设计结果规范化表达”两个能力目标，基于“过程表现”和“成果呈现”两个维度，制定了实验考核量规(Rubrics)，从“合理性与可实现性”“建模及分析”“创新性”“文献综述”“PPT 及总结报告”等多个指标项出发，对项目团队的学习效果进行综合考评。然后再按一定规则，进一步转换为针对学生个体的评价结果。

在专业课综合性实验的设计和实施的实施中，始终明确的一个指导思想是，自主式探究学习是能力目标达成的必由途径，基于过程、基于建构的学习是能力获得最为有效的方法之一。总结本实验项目的实施特点，大致有以下几条：

(1) 根据课程目标和项目（学习活动）特点，分解形成了若干可递进式实施的能力培养支撑（考核）环节，构建了任务驱动的过程链；

(2) 学生始终是自主者，教师始终是引导者。这种分工模式，不仅可保证学生的主体地位，而且加强了学习活动本身的“复杂性”；

(3) 学习活动向课外延伸，课内课外有机结合。这是自主式学习的体现形式和重要保障；

(4) 采取了多维度的考核方式，过程和结果考核相结合，个人和团队考核相结合。

03 OBE 课程的考核与评价

所谓教学评价^②，是指以教学目标为依据，运用有效的技术手段对教学过程和结果进行收集、分析和解释的活动。教学评价的对象和内容很广泛，但 OBE 语义下的评价，必然是面向产出即学生学习效果的评价。从认证标准出发，专业必须建立面向产出的内部评价机制；而该机制的核心，就是面向产出的课程教学评价。

评价的目的是为了改进，即通过闭环反馈来保证教学活动始终不偏离目标并促进目标更好达成。评价的数据来源是多样化的，既可以来自于课程设置的各个考核环节、考核项目，也可以来自于学生的自身学习体验与自我成效认定。当然，目前我们还只是习惯于应用前一类数据，即来自常规性考核的更接近客观的数据。

如果说课程是 OBE 教学体系中的薄弱一环的话，那么课程评价就是薄弱中的薄弱。根本原因在于很多情况下，我们仍然不知道“能力”到底该怎样考、怎样评。在目前 OBE 课程的评价中，虽然大多数教师也能做到针对课程目标达成度，从学生个体和整体的角度加以定量计算和分析，但必须明确的是，课程评价远不止于“算分”这么简单。评价合理性建立在数据合理性的基础上。

就考核这一数据来源的主渠道而言，这种合理性具体体现在：一是考核方式要与目标属性相适应、相匹配；二是考核的观测点及产出结果的形态要具体、明确，能够观测和衡量；三是评价标准要细化、明晰，体现层次差别，特别要注意“达成”标准的制定。

鉴于课程评价的涉及面较广，本文仅结合教学实践中的具体案例，讨论几个作者认为具有普遍关注度和需要着力加强的问题：

1. 综合实验/实践项目的考核评价

在所有涉及量化评价的考核环节中，细化易行的评分标准，是科学、合理考核的关键。在常规考试中，无论试题与目标间匹配度如何，总还存在着相对细化、客观的评分标准，但是在一些实验/实践类项目中，缺少明确评价标准，过程表现无体现、一纸报告定优劣的现象并不鲜见。事实上，越是重点和难以评价的环节，越需要详细的评分标准，这是因为评价不光是衡量学生学习效果的必需手段，同时也是指导学生完成学习任务的导向工具。

下面以西安交大机械工程专业“CDIO 项目实践”课为例，介绍我们有关综合实验和集中性实践项目考核评价设计、实施的主要思路和做法。该课程按国际工程教育“构思 (Conceive)—设计 (Design)—实施 (Implement)—运行 (Operate)”的理念和模式组织，以产品开发的全生命周期为主线，侧重于对学生在“工程—社会”情境下的过程训练和能力培养。表 3 给出了该课程考核评价的量规表。

表 3“CDIO项目实践”课程考核评价量规表

评价要素（观测点）	权重	评价主体	评价依据	得分（1—10分）
1. 项目调研与结论的有效性	1.5	答辩专家（包括指导教师及其他专家）	项目执行报告、实物作品、PPT、现场表达与讲解	A1
2. 解决方案的合理性与有效性	2.0			A2
3. 创新性	1.5			A3
4. 项目管理	1.0			A4
5. 项目执行报告与现场答辩	1.0			A5
6. 平时作业与任务	1.5	指导教师	作业与任务	B1
7. 平时工作的有效性与沟通合作能力	0.5	教师、学生 (自评+互评)	平时表现、讨论记录、学生自评、组员互评	C1
8. 团队管理	0.5			C2
9. 学习自主性	0.5			C3

该项目的评价要素（观测点）共有 9 项，每项的分值都归一化到 1~10 分的区间内，各自的重要性由权重系数体现。其中第 1~5 项针对学生最终的产出成果进行，属总结性评价；第 6 项是针对平时作业与任务的过程考核，属阶段性总结评价；而第 7~9 项则是通过对学生学习过程中的各种表现观察、记录、判断而做出的发展性评价，目的是帮助学生规范学习过程，提升其自信心、成就感与合作精神，属形成性评价。从评价主体和数据来源看，除教师的考核结果外，还包括了学生自评、互评的结果（结论），可以说进一步体现了 OBE 理念在评价环节的落实。

2. 团队评价与个人评价

“个人与团队”是现代工程人员在工程实践中必须面对和处理的基本关系之一，也是专业认证毕业要求通用标准中规定的一项重要的能力目标。设置在课程之内或独立开设的各种团队式实验/实践或研讨式项目，是引导学生理解个人与团队角色、培养其合作能力的有效载体。这些项目或学习活动的成果，一般来说都是团队成员共同取得的，并不能直接体现每个人的产出效果；但最后需要给出的，却是对每个学生个体水平的评价。

如何做到这一点呢？一个原则性的要求是：个人评价须建立在团队评价的基础上，以团队评价结果为基准，但同时也要体现个体之间的差异。对团队评价和个人评价可分别进行，但评价指标和标准应具有一定的从属或主次关系。

仍以前述“机械设计基础”课内综合实验为例，介绍一种实践中易于操作的模式。在该模式中，实质性的评价只针对团队进行，即围绕不同的观测维度和考核指标，依据每个指标下的分级评价标准给出分项成绩，然后再按指标权重加总得到关于团队的评价成绩，这是第一步即整体评价。

第二步，评个人。其核心是由学生自行商定每位成员在项目实施中的贡献度（基于具体的职责分工），规定成员的平均贡献度为1（即贡献度之和在数值上等于团队总人数），个人贡献度以此值为基准上下浮动形成差异。这样，个人成绩即可通过用团队成绩乘以个人贡献度计算得到。

这种方法在实际操作中非常简便，在内在逻辑上也有其合理性。特别是由学生“自主”商定贡献度大小的过程，本身就是一个处理个人与他人角色关系的社会体验环节，这与教学设计的初衷是一致的。

3. 形成性评价

形成性评价是指在教学过程中为了解学生的学习情况、发现教学中的问题而进行的评价。这种评价一般不以“算分”为目的，但通过这种评价，教师可及时获得教学过程中的连续反馈，为改变教学策略、改进教学方法、调整教学计划提供参考。

形成性评价常采用非正式考试或单元测验的形式来进行。但并非所有的单元或阶段性的考核都会形成有效的评价，或有效的形成性评价。如果只是把阶段考核的成绩计入总成绩而不是用于平时教学改进的话，实际上也还只是一种阶段性的终结性评价，并非真正意义上的形成性评价；而后者，恰恰是当前 OBE 课堂教学中最为缺乏的。

这里仅举两个西安交大机械工程专业课堂形成性评价开展的两个例子，以供参考。

一是前面提到的“机械设计基础”课内综合实验。教师以调查问卷的方式，请学生从主观性学习体验出发回答问题，包括“综合试验中你最想做/最不想做的工作是什么”“你认为综合实验中最有/无价值的工作是什么”“实验过程中遇到的主要困难是什么”“你希望得到老师何种形式或程度的指导”，等等。通过对这些答案的分析、梳理，来获得反馈，明确教学改进的目标或策略。

比如在关于“最想做”问题的回答中，大多数学生选择了“Solidworks 建模”，而在相反问题的回答中，大多数学生则选择了“综述撰写”。这其实是符合低年级本科生（大二学生）的认知基础和兴趣特点的，但也说明如何引导学生认识文献资料查阅分析的重要性，以及如何培养其提炼、描述工程设计问题的基本能力，在基础课教学实践中仍是一件富有挑战性的工作。

另一门是本科生“Material mechanics”全英文课。同样是在结课后以书面调查的方式来收集学生意见和建议(具体内容从略)。从反馈来看，学生普遍对全英文课程的开设效果持肯定态度，如认为“（课程学习）让我在做毕设时阅读英文文献更轻松，提高了学习效率”等，同时也对课程教学模式改革及教材建设等提出了建议，如希望教师多提供阅读资料文献，考核方式与国外接轨，在课程中加入更多例如 presentations、off-hand lectures 及其他一些能让学生更好提升能力的教学模块，等等。由于课程的特殊性，这种针对课程进行的评价实际已直接指向了专业层面的评价，为专业培养方案的持续改进提供了重要的依据。

04 结语

“课程是教育最微观问题，但解决的是教育最根本问题”。OBE 理念在课程层面的落实，是体现以学生为中心的教育价值转型和模式转型的关键一环。毋庸置疑，目前这项工作的实施情况总体来讲尚不如人意，其中既有主观的原因，也有客观的原因；既有教师的原因，也有学生的原因。从教师主体的角度看，既有思想观念和认识水平方面的问题，也有思维方法、操作技术方面的不足。如何打通这至为关键的“最后一公里”，依然任重而道远。

本文所给出的，只是专业认证视域和标准下 OBE 课程建构的一般性的逻辑与方法框架，而其背后丰富深刻的内涵要求，更有待于一线教师在教学实践中去不断领悟和落实。希望能以本文，唤起广大同仁对于这一问题的思考和探索热情，我们相信，只要理念正确，跬步也能致远。（来源：高等工程教育研究 王永泉 西安交通大学机械基础国家级实验教学示范中心副主任）