

# 研制数据系统 揭示教学规律 完善保障机制

## ——新一轮本科教学评估基本问题探析(七)

◆陈平 / 刘臻 / 钟秉林

根据《教育部财政部关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》精神,为加强国家对高等学校人才培养工作的宏观指导,让社会及时了解高等学校的教学基本状态,为高等学校评估和高等教育研究工作提供翔实和多维度的信息,促进高等学校加大教学投入、加强教学基本建设、改善办学条件,教育部启动了“全国高校教学基本状态数据库系统”研究项目,与“高等学校本科教学工作分类评估方案”项目同时进行。作为项目的主要承担单位之一,北京师范大学组织了教育学与信息技术等相关领域的数十名教师、博士生和硕士生参加研究和开发。本文简要阐述“全国高校教学基本状态数据库系统”项目的研究目标、内容、方法和取得的成果。

### 一、研究目标和内容

项目研究目标可归纳为“一套方法”和“三个有利于”。即,根据建立教学质量保障体系的要求和新一轮本科教学评估的框架性思路,通过研究国内外高校教学评估模式、标准和方法技术,建立一整套有利于反映高等学校本科教学基本状态的

指标体系和教学特征分析方法。项目研究要力求实现:有利于掌握高校本科教学基本状态,为高校本科人才培养和教学改革建设服务,为政府部门宏观指导服务;有利于客观揭示本科教学特征和规律,运用统计分析模型和预测模型,展示高校教学资源的投入与产出状况,分析和预测高校教学状态的未来发展趋势,辅助高校进行教学状况自我诊断、监控和预警,同时为教育行政部门提供决策支持;有利于开展本科教学评估,通过建立基于网络的教学评估方法试验平台,提供多种教学评估方法的对比功能,促进教学评估方法技术的优化和改进。

研究内容分解为四个方面:高校本科教学基本状态指标体系及数据采集方案设计;教学基本特征及状态监控分析方法与决策支持模型研究;教学基本状态数据库逻辑模型设计;高校本科教学基本状态数据库系统研制。

图1表示了项目研究的主要内容及其相互之间的关系。其中,“高校教学基本状态数据指标体系”是建立“基本状态数据库逻辑模型”的基础,而后者又是研制“高校教学基本状态数据

学的主要目的是通过完整的工程训练把理论与实践结合起来。这里的工程训练强调工程实践训练和工程思维训练密不可分的结合,这种结合适用于无限多样的训练模式。要特别说明的是,工程训练过程是教学化的工程链,是现实工程项目的抽象。因此,具体项目与训练过程的结合仍需设计。常见的结合路径有二:其一,插入式,即项目在过程进行中的适当环节插入;其二,并行式,即项目与过程并行。不管哪种路径,工程实践训练都是为了让学学生获取直接工程经验的训练。这些经验乃是以下内容的综合:面向高技术的操作技能、设计元素的聚焦、工程职业意识和社会意识。

项目式教学要处理的一个核心问题是处理工程实践训练与理论学习的关系。他们之间的关系主要表现在三个方面:将已经和正在学习的理论应用于解决工程实践提出的问题;将已经和正在学习的理论与源自实践的新经验结合起来并形成能力、技能和相关的职业意识;产生理论升华,进一步实践和新的理论学习的需要。从这个角度理解,项目式教学其实就是从工程应用、工程创新、工程能力可持续发展的角度看待课程学习的教学理念,它要求用项目式的训练系统来组织课程体系,实

现工科课程体系的整体重构。较之传统的教学模式,项目式教学的优势在于:能向学习者提供真实的工程经验背景;通过完整的工程训练,能将优化的知识结构、娴熟的操作技能、多层次多类型的工程创新能力和强烈的创新意识结合起来;能充分体现个体主动性与集体合作的动态平衡;在适应不同阶段、不同类型的教学方面表现出高度的机动性;能为继续学习提供很高的起点和科学有效的方法。

【作者单位:华中科技大学】 (责任编辑:吴绍芬)

### 参考文献:

- [1]刘英杰.中国教育大事典 1949-1990(下)[M].杭州:浙江教育出版社,1993.
- [2]廖其发.当代中国重大教育改革事件专题研究[M].重庆:重庆出版社,2007.
- [3]《中国教育年鉴》编辑部编.中国教育年鉴 2001[Z].北京:人民教育出版社,2001.
- [4]高慎英.研究性学习的前提性反思[J].学科教育,2002(6).
- [5]季凤军.研究性课程的后现代意蕴[J].教育理论研究,2004(2).
- [6](美)欧阳荣华.教育学[M].北京:中国人民大学出版社,2007.

库系统”的基础。

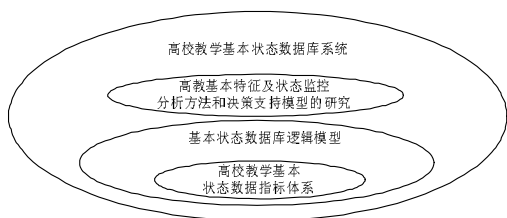


图1 项目研究内容及其关系

## 二、研究方法与技术路线

根据项目研究的需要,本研究综合运用以下七类研究方法和六类分析算法来实现研究目标。

**文献研究法。**文献资料的整理和分析包括:收集、整理国内外有关人才培养质量评估的文献资料;收集、整理国内外有关本科教学基本状态数据指标研究及数据库建设的文献资料;收集、整理主要发达国家高校评估规范和准则的相关文献。

**比较研究法。**分为横向国别比较和纵向历史比较两部分。横向国家之间的比较主要研究我国高校与主要发达国家高校在本科教学、专业评估与认证、教学质量保障等方面的差异;纵向的历史比较则侧重比较分析不同时间段的相关教学基本指标和关键指标的变化情况,以清晰展示指标随时间的变化情况。

**访谈调查法。**选择教育行政部门有关领导、不同类型和层次的高校教学单位和教务部门的负责人、学科专家进行深度访谈。对不同类型高校的基本数据和关键指标进行调研和数据采集,同时开展境外调研,对国外该领域专家和教育行政部门的负责人进行访谈,了解主要发达国家的高校在高校评估数据库建设和应用方面的相关研究成果。

**面向应用的反馈式关键指标研究方法。**关键指标的确定可以采用两种方式,经验式的直接确定和反馈式的间接确定。反馈式的方式是基于应用统计和分析的需求,反方向确定属性对应用需求的重要性,从而确定关键指标的方法,可以使确定的指标体系具有更高的鲁棒性。

**以元数据为核心的数据库设计方法。**元数据是实现基本状态数据库灵活性的基础,是关于数据的数据。元数据能够支撑数据库系统的扩展,使得系统具有用户定制功能和更强的适应性。参考国际上教育信息资源的相关标准及我国教育部制定的《教育资源建设技术规范》,构建规范的教学基本状态数据的元数据体系。

**统计分析与建模方法。**对教学基本状态数据和关键指标数据进行统计分析,合理选择指标和权重分配,建立数学模型,进行关联度分析、趋势预测等。本项目综合运用6类分析算法实现数据的分析和监控建模。聚类分析:对教学基本状态数据进行属性分类;关联度分析:揭示教学基本状态数据之间的相互联系;时间序列建模和趋势分析:对有关教学状态指标进行趋势分析和预测;结构分析:揭示高校教学资源的配置情况;阈值

分析:对有关教学状态指标进行监控和预警;可信度分析:对基本状态数据的可靠性和完备性进行检查。

**层次化软件设计方法。**软件系统的分层设计是一种软件系统设计方法,对于一个复杂的软件系统,为了能够清晰地设计系统功能结构,采用分层的功能划分,可以使系统设计更加条理化,也有利于系统运行的稳定性。

从技术路线的选择上,首先通过理论研究、调查研究、专家访谈等方法建立“高校教学基本状态数据指标体系”,然后运用统计分析、数学建模、数据库技术和网络技术等研制高校教学基本状态网络数据库和高校教学基本状态统计分析及监控系统。研究技术路线如图2所示:

图2 研究技术路线示意图

## 三、研究成果

经过一年的研究开发,取得了以下主要成果:建立了一套反映高校教学基本状态的指标体系和教学特征分析方法;提出了一套数据采集及运行管理模式的方案

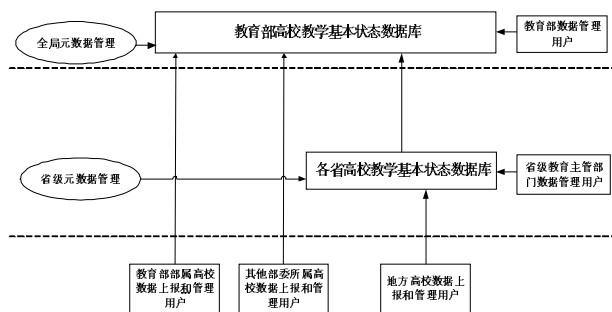


图3 系统运行架构:三层用户两级中心

“全国高校教学基本状态数据库系统”的功能架构如图4所示,包含数据层、数据采集和管理层、应用分析层、用户及界面层等,同时提供了用户管理与安全授权管理功能。



图4 数据库系统的功能架构图

数据层实现了数据的存储,包含教学基本状态数据库表的数据、文档和规范文件库、专家知识库、分析算法和分析模型库。数据采集和管理层主要实现数据的采集、录入和导入导出,以及数据的增、删、改等数据管理功能。应用分析层实现了教学基本状态数据的检测与审核、信息反馈与监督、统计分析与决策支持等核心功能。其中统计与分析功能模块运用多种统计分析和数据挖掘方法以及对比模型和预测数学模型,通过分析教学过程中的基本特征要素和关键环节的量化数据信息,客观翔实地展示高校教学资源的投入与效益,分析和预测高校教学状态的发展趋势,并将结果通过丰富的图形进行展示;监督与信息反馈功能模块提供时间维度和横向维度的数据审核,通过设

置监控阈值来提供教学状况的监控预警功能,结合直观、灵活的可视化系统,有效地展示高校教学的基本特征状态和教育教学规律,同时还具有公示发布、举报管理、BBS 公众讨论等功能。用户及界面层实现了对主要用户的入口和对外信息发布。系统用户包括各级教育行政部门、高校用户、公众用户、科研用户、其他用户等,系统输出和发布的内容是数据报表、统计图、分析图、报告等。

### 2. 指标体系和数据采集方案

在教学基本状态数据指标体系设计时,笔者基于 CIPP 评价模式,以背景(Context)、输入(Input)、过程(Proeess)、结果(Product)四个层面作为系统过程维度,以教育教学管理环节的基本要素,即学生、教师、资源作为教育基本要素维度,并将 CIPP 评价模式与目标游离评价模式相结合,建立起了一套既有利于对教学过程进行“形成性”评价,又有利于对教学整体效果进行“诊断性”或“终结性”评价的指标体系。该指标体系包含 9 个一级指标、5 个二级指标和 315 个观测变量,其中一级指标包括:生源质量、师资队伍、资源投入、人才培养、教学过程、条件与利用、培养成果和社会声誉、背景环境。

数据采集的来源是多方面的,采集方式主要包括:高等教育基层统计报表、高等学校本科教学基本状态数据统计、直接数据报送等。在数据库系统中还开发了数据转换界面,使部分使用管理信息系统的高校可以直接将数据导入数据库系统。

系统中数据采集的周期为:所有描述教学状态的指标全部以一学年为周期,而反映教学质量和学生评价教学环境、教学条件以及生活条件等指标则以半年为周期,即每学期采集一次。

### 3. 数据库逻辑模型和数据采集系统

数据库逻辑模型设计涉及到指标体系元数据结构设计和数据库表逻辑模型构造,设计中遵循了几个主要原则:良好的数据完备性、扩展性、历史沉淀性、可审计性、分析的支撑性。

指标体系元数据模型。指标体系元数据模型详细描述每一个指标变量,每个指标变量的描述由多个元数据组成。数据库的指标体系主要分为三级:一级指标、二级指标和观测变量。其中观测变量既包含单个的数据,又包含多维的数据。这种描述方式适合人工理解,却不利于数据库处理。为此,笔者将该模型进一步调整,通过增加元数据项将多维变量转换成线性的一维变量,同时为了区别不同时间和地域等属性的数据,增加了各自的标志元数据。

数据表结构自动产生。由元数据表可以生成数据系统的表结构,生成过程如下:每个二级指标作为一个表;相应的指标变量作为该表的字段。自动产生表结构的方法是:对教学基本状态指标体系进一步规范和细化,形成指标体系的概念结构模型,并用 EXCEL 文档表示;根据该概念模型以及数据库的要求,对指标变量进一步细化和约束,并形成详细描述,形成指标体系元数据模型;根据该元数据模型通过程序自动产生数据库的表结构以及数据采集系统。

### 4. 统计分析决策支持系统

图5为数据库系统的统计和分析系统模块结构图。限于篇幅,本文主要介绍最有特色的统计分析 with 决策支持系统。

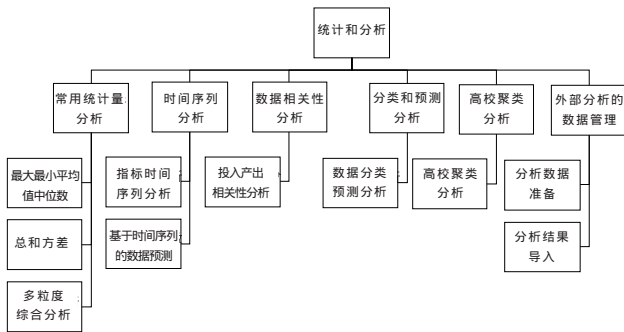


图5 统计和分析系统模块结构图

多粒度的数据基本特征统计和展示:统计指标包括最大值、最小值、求和、均值、中位数、方差等。统计粒度从宏观到微观细分出不同的层次,例如按照空间维度上的不同粒度统计,能够从微观的单个高校的数据到分省区数据,再到宏观的全国层面的数据进行多层统计展现;在时间粒度上,可以展示不同统计周期的数据,如从学期到学年,再到若干年的数据统计展现等。这有助于教育行政部门从若干个不同层面上研究问题,为教育决策提供坚实的数据支撑,亦有助于高校进行自我监控和教学建设。

比值分析:通过对比值之间的平衡性进行分析,可以为高校各项教学指标的协调发展提供数据支撑,亦可为教育行政部门宏观监控高校教学状态提供依据。例如对生均经费、师生比、教师人均成果数和生均精品课程等进行分析。

结构分析:可以反映高校的教学资源配置比例情况。例如学生专业人数结构、学生类型结构、教师职称结构、学历结构、年龄结构等。

时间序列和趋势分析:利用不同时间段的高校教学基本状态数据,分析相关指标随时间变化的特征,运用支持向量机算法、神经网络算法等建立数学模型,研究教学指标的变化规律,并进行趋势分析。例如本科生发表论文数占本校学生发表论文数比例的历史变化情况和未来趋势预测、高校用于教学的设备投入额的历史情况和未来趋势预测、高校师生比的历史情况和变化趋势等。

相关性分析:通过研究基本状态数据之间、关键指标之间的联系,确定它们之间的关联性及其关联程度,从而得出教学投入与产出间的关系。例如教授数与学校获奖成果数、精品课程数的相关程度,经费投入与教学成果之间的相关性分析等。

聚类分析:运用监督和非监督机器学习算法,分析某些特征数据和基本状态数据,对高校教学状态数据进行属性聚类分析,并对给定指标的发展过程和发展态势进行时间序列聚类分析,根据其相似性和相异性为政府对高校进行分类管理提供数据支撑,并可以为学校科学定位提供数据参考。

基于数据分析的监控和预警:采用基于规则的预警机制对关键数据进行监控,发现某些指标发展突出或发展滞后的高

校,为政府对高校的监管和高校的自我管理提供信息支撑。

可信度分析:采用基于异常孤立点的分析方法,从统计的角度发现基本状态数据的异常现象,检测上报数据的真实性,验证采集数据的可信度,并对异常值进行及时处理。

### 5.开发与实现

本系统采用了面向对象的思想建立数据库概念模型和逻辑模型,运用基于J2EE的Hibernate技术实现数据库的自动生成和可移植性,基于Oracle10g完成数据的部署。用户请求、调度以及服务端的响应都以松耦合的方式进行连接,利用数据库表来交换数据,把模块生成的数据存入相应数据表,模块需要取用的数据从数据表中读出,经过数据处理,展现在界面上或者传送给内部子模块。基于Struts和Spring技术实现数据表示和展示模块的设计,Web网站发布的服务器软件采用了Apache Tomcat5.5。

“全国高校教学基本状态数据库系统”研究项目是我国高等学校教学质量和教学改革工程重大项目之一,项目的实施是在高等教育发展进入更加注重质量的新阶段后,就如何进一步提高高校本科教育教学水平进行的有益探索,对于改善本科教学评估工作、完善本科教学质量保障机制、实施对高等学校的分类指导具有十分重要的意义。笔者建议教育行政部门整合有关资源,加大后期研究力度,在实测的基础上尽快进入具体实施阶段。

至此,笔者结合研究项目,针对新一轮本科教学评估若干基本问题撰写的7篇系列性文章已全部完成。在此,谨对《中国高等教育》杂志表示诚挚的谢意,并希望继续得到专家和读者的指教。

[本文为教育部、财政部“全国高校教学基本状态数据库系统研究”(教高函〔2007〕27号)和全国教育科学“十一五”规划2006年度国家重点课题“高等教育大众化阶段质量保障与评价体系研究(1)”(AIA060009-1)的阶段性成果。]

【作者单位:北京师范大学,钟秉林系校长】

(责任编辑:徐越)

### 参考文献:

- [1]钟秉林等.总结经验教训 研究背景趋势 创新评估思路——新一轮本科教学评估基本问题探析(一)[J].中国高等教育,2009(1).
- [2]钟秉林等.坚持分类指导 制定分类标准 实施分类评估——新一轮本科教学评估基本问题探析(二)[J].中国高等教育,2009(6).
- [3]钟秉林、周海涛.国际高等教育质量评估发展的新特点、影响及启示[J].高等教育研究,2009(1).
- [4]魏红等.优化指标体系 强化内部保障 促进自主发展——新一轮本科教学评估基本问题探析(三)[J].中国高等教育,2009(9).
- [5]韦小满等.实施认证评估 加强教学建设 保证教学质量——新一轮本科教学评估基本问题探析(四)[J].中国高等教育,2009(11).
- [6]李奇等.实施质量审核 加强内涵建设 推动多元发展——新一轮本科教学评估基本问题探析(五)[J].中国高等教育,2009(17).
- [7]刘臻等.融合信息技术 完善评估方法 改善评估效能——新一轮本科教学评估基本问题探析(六)[J].中国高等教育,2009(18).