

# 融入数字孪生的高校人才培养质量管控

敖山 彭雄飞

(河南理工大学计算机科学与技术学院 河南焦作 454000)

**【摘要】** 高素质的综合人才既是高校人才培养的重要任务,也是推动高校供给侧改革的内在要求。数字孪生技术最早应用于工业生产领域,因其具备虚实共生、高虚拟仿真、高实时交互等特性,使其与高校人才培养研究具有良好的适配性。在高校人才培养的全过程中,融入数字孪生理念与特性,以学生为单元,采集相关属性数据、行为数据,构建数字实体并进行建模仿真,可帮助高校对学生个人综合素质发展进行诊断、预测与生命周期管理,创设智能、人性、全纳的泛在智慧人才培养空间,促进高校人才培养质量管控能力的突破。

**【关键词】** 人才培养; 数字孪生; 建模仿真; 系统动力学; 供给侧改革

DOI: 10.18686/jyxx.v2i3.33336

随着经济社会的不断发展以及信息化技术的支撑引领作用的发挥,高等教育不再是仅需要课堂上单向的教学授课。如何培养学生的综合素质,使学生成为全面发展的复合型人才,并且为不同发展程度的学生提供自适性、个性化的培养,成为了当前高校人才培养模式中亟需解决的一个问题。

从宏观上看,我国高校人才培养体系已具有明确的内涵,有清晰的指标体系。但由于难以建设全过程、全方位人才培养质量反馈监控体系,阻碍了高校人才培养工作的纵深发展。因此,如何建立有效的评价预测体系是人才培养体系发展的关键问题之一。而数字孪生的提出,融合数字孪生理念“智能+”校园的构建,为这个问题提供了一种卓尔有效的解决方案。

数字孪生(Digital Twin),是通过数字化的方法,对物理世界中的事物来构建一个与数字世界中一样的实体,借此来实现对物理实体的了解和优化。在当前背景下,在数字孪生框架下利用系统动力学对高校人才培养过程进行仿真与评测,不失为一种合理的解决方案。引入系统动力学原理以学生为建模对象,建立学生的数字孪生体,关注模拟评测时间节点上可能发生的风险,并提前进行管控与干预,可在高校人才培养领域充分发挥数

字孪生的特性,构建全过程、全方位的人才培养质量反馈监控体系。真正实现数据联通、虚实互动,实时高效,具有较高的构建可行性。

## 1 数字孪生指标标准构建

以数据画像与仿真建模为目的的指标、标准体系构建,首先需提炼人才培养全生命周期中的核心指标,并在其基础上设置二级、三级指标,逐步求精,完成指标树的标准构建。在先前学者相关研究基础上,本次构建的数字孪生模型以学习能力、抗压与适应能力、沟通及实践能力为高校人才培养的三个核心指标。针对三个指标,将进一步进行分解。

### 1.1 学习能力指标选定

依据已有研究成果,本文抽取专业、年级、生源地、努力程度、生活规律性、上网行为、课堂表现等指标,根据这些指标体系建立高校大学生学习能力的指标树(如图1所示)。

### 1.2 抗压及适应能力指标选定

本文提炼了近年来相关学者的研究成果,结合实际后台数据的可获取性,将抗压能力及适应能力归因为生活规律、学习主动、上网行为健康、家庭背景,根据这

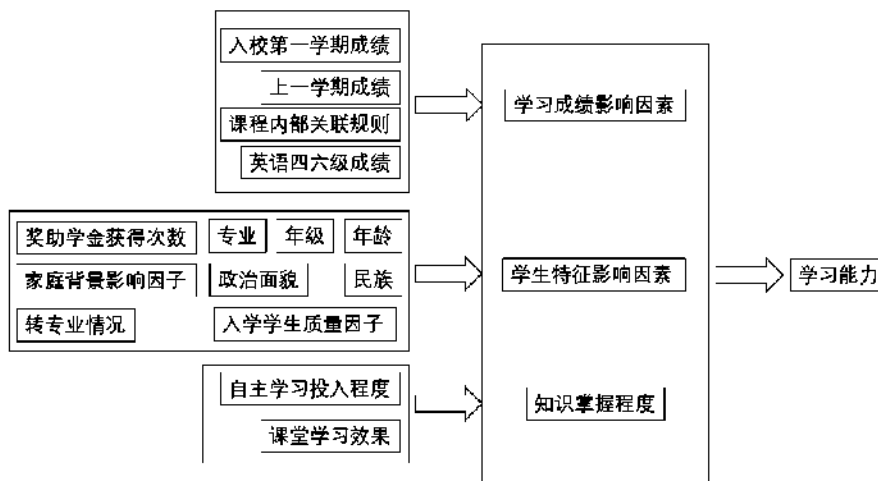


图1 高校大学生学习能力指标树

些因素建立高校大学生抗压能力及适应能力的指标树（如图 2 所示）。

### 1.3 沟通及实践能力指标选定

沟通能力包含团队协作、获取信息、倾听与分享、组织领导能力等。学生沟通能力是受内因与外因共同作用而形成的。目前阶段，培养学生沟通能力的手段一方面是在课堂上通过教学互动使学生参与沟通交流，另一方面是通过引导鼓励学生参与学生会、社团等学生组织，主动提升自己的沟通能力。

而实践能力与沟通能力息息相关，一切知识和能力最终将以实践的形式呈现，学生具有一定实践能力是社会的客观要求，因此在高校的培养方案中都有相关的实践实习环节。同时，学生参与的各类实践性大赛的成绩也是精确评估实践能力的因素之一，本文根据上述相关因素建立高校大学生沟通及实践能力指标树（如图 3 所示）。

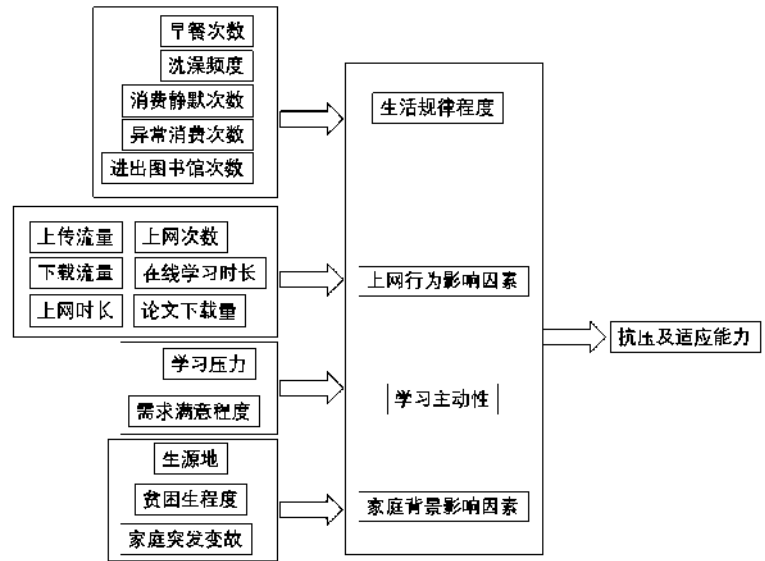


图 2 高校大学生抗压能力及适应能力指标树

## 2 融入数字孪生的仿真建模与设计

本文依据系统动力学原理，借助 vensim 仿真平台，结合近几年国内外学者的研究经验，寻找合适的因果反馈关系及观测点，构建学生个人发展的系统动力学模型。在实践中遵循全面性、系统性、可行性原则，以数字孪生理论为框架支撑，以高校已知的新数据源为基础，围绕学生培养过程中可量化的观测点，将整个学生孪生体系统划分成学习能力、沟通及实践能力、抗压及适应能力三个子系统。

学生孪生体系统是一个复杂庞大的系统，其中包含众多影响因子变量，本文在建立模型时设置了 63 个系统内生变量，变量明细及分类见下表 1。

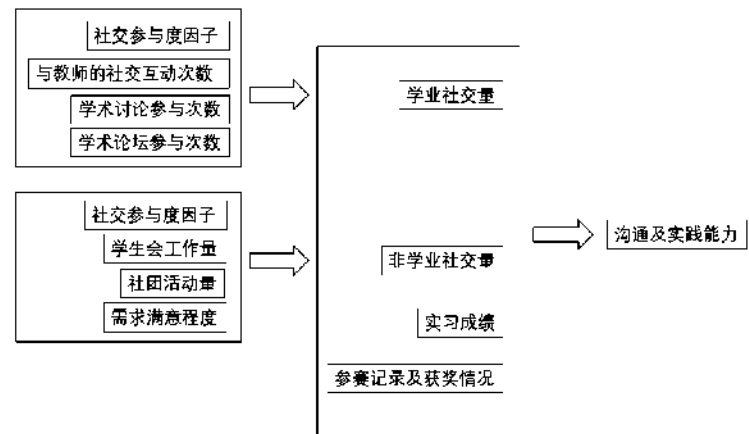


图 3 高校大学生沟通及实践能力指标树

表 1 高校人才培养学生孪生体包含变量

变量类别	变量个数	变量明细
水平变量	3	沟通交流能力、学习能力、适应能力
辅助变量	28	学生基本情况影响因子、学校管理效率、学校规模、家庭背景影响因子、上网行为影响因子、就业情况、社交圈、平均成绩、学习研讨参与次数、入学学生质量系数、贫困生程度、学校声望非学业社交量、学习压力、社交参与度因子、学校影响因子、需求满意程度、学科重视程度、学习压力、知识掌握程度因子、学习投入程度、学习主动性、课堂学习效果、学习投入程度、图书借阅影响因子、生活规律程度、信息化辅助教学程度、学校组织实践活动次数、心理辅导次数
常量	12	年级、专业、性别、生源地、年龄、转专业情况、家长受教育程度、家庭组织结构、物质生活条件、阅读偏好系数、成绩期望、学分政策
表函数	20	在线学习时长、论文下载量、助学金获得次数、上网次数、上网时长、下载流量、上传流量、借书量、借阅频率、学生会工作量、课堂互动次数、早晨进入图书馆次数、消费静默次数、社团活动量、单笔大额消费次数、早餐次数、招生人数、洗澡次数、用餐时间消费次数、上课出勤次数

针对测评学生人才培养状态的三个水平变量：学习能力、沟通及实践能力、抗压及适应能力，结合不同层次院校实践经验，对水平变量进行归纳定义，运用关联规则、聚类数据挖掘方法，确定了影响显著的成因变量，确定了模型的因果回路图（如图4所示）。

### 3 数字孪生体仿真研究

#### 3.1 数据来源及预处理

考虑数据的可得性和可比性，本研究选取2010至2018年河南地区高校大学生后台监控数据共计157690条为数据用例，可信数据源包括学生基本信息数据、生活消费数据、课堂及成绩数据、图书借阅数据、上网行为数据、问卷调查统计数据等，对之进行清洗降噪处理后保留132995条数据，作为高校人才培养生命周期的表征数据。对无序数据进行独热编码，对有序数据进行标准化处理，其中学习能力、沟通实践能力、抗压及适应能力指标通过聚类方法生成，并依据排名量化为(0, 1)之间的标准值。仿真模型中的其他辅助变量运用回归方法及参数调优过程产生。

#### 3.2 系统仿真分析

利用Vensim软件，设定仿真步长为1个月，仿真过程为36个月，代表高校大学生入校后前三年中培养过程走势。首先以既定参数模拟学生在校发展情况，仿真结果如图5所示。

(1) 从仿真结果中可以看出，学生在校期间，各项素质能力均有显著提升，但综合培养的提升过程仍然存在明显的阶段性。在学习能力方面，传统课堂教学模式受时空条件局限，学生的学习行为会随课堂教学与考

试安排而波动，从而导致学生学习能力指标的剧烈波动，临近考试时学习主动性提升，而考试结束后，受学习氛围、监督机制等因素影响，部分学生的学习积极性会逐渐流失，导致学习能力指标呈现下降趋势。因此，虽然高校大学生的学习能力指标总体趋于上升态势，但周期性的波动也严重阻碍了学习能力提升的持续性。

(2) 在学生抗压及适应能力指标仿真结果中，其显示2~3月后才呈现出显著的上升，而从第一学年末开始，虽然学生抗压及适应能力指标还处于整体上升阶段，但其出现了较大的波动，直到第三学年初，这种波动性才逐渐平稳并且开始明显地提升。随着学校的引导、对大学环境的适应，其抗压及适应能力明显上升；而伴随大学生对于高校生活的深入了解、新鲜度的下降，学习生活各方面的问题也逐渐呈现，一些同学对于大学生活的失望情绪开始蔓延，出现明显的心理波动，部分同学甚至会陷入焦虑期；随着大学生对于高校生活、学习的进一步适应，自我调节能力加强，使得心理状况逐渐成熟稳定，抗压及适应能力得到明显提升。

(3) 在学生沟通实践能力方面，学生在度过短暂的大学生活的适应期后，逐渐开始积极参与各项活动，其沟通实践能力呈现出上升态势。而从第二学年开始，这种沟通实践能力的提升步入一个明显的、较长阶段的平台期，直到第五学期开始，才有所改善，但从整体来看，学生沟通实践能力在第一学年后提升幅度较为缓慢，这也反映出阶段高校大学生的实践能力在学生培养实际工作中被重视程度不够，学生普遍缺乏处理实际问题的能力。从实际数据的仿真结果来看，这个问题还没有得到有效的改善。

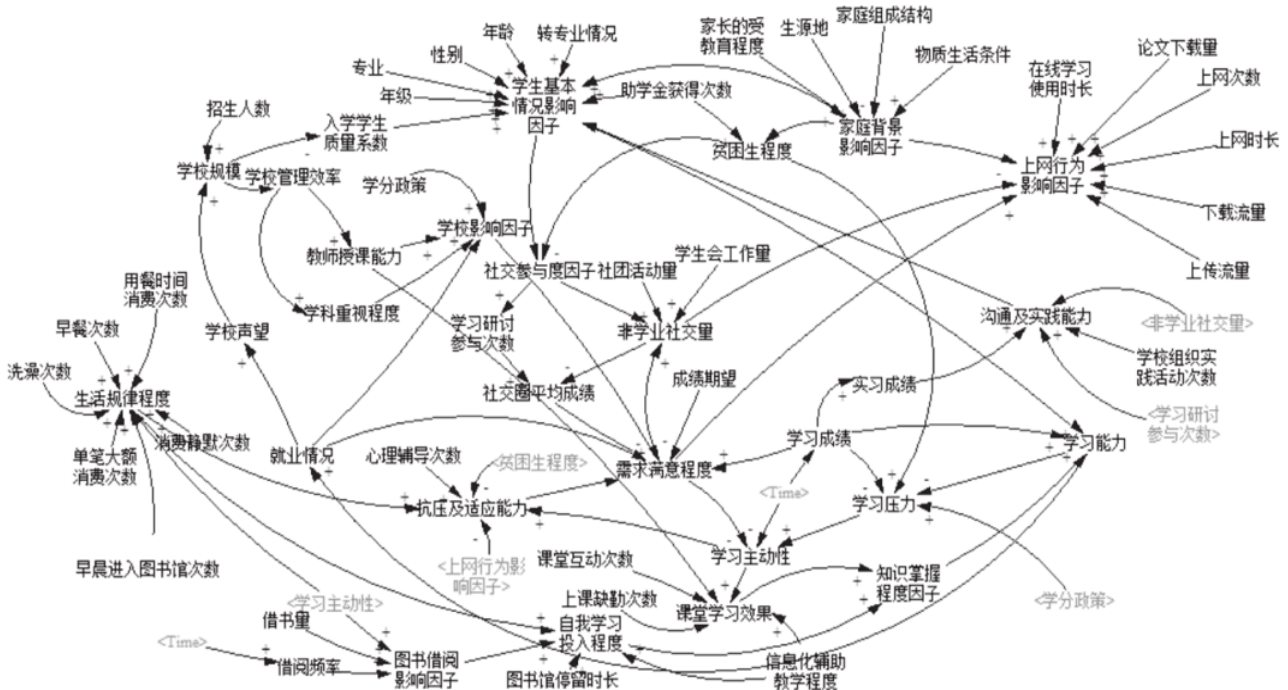


图4 高校人才培养学生孪生体模型因果回路图

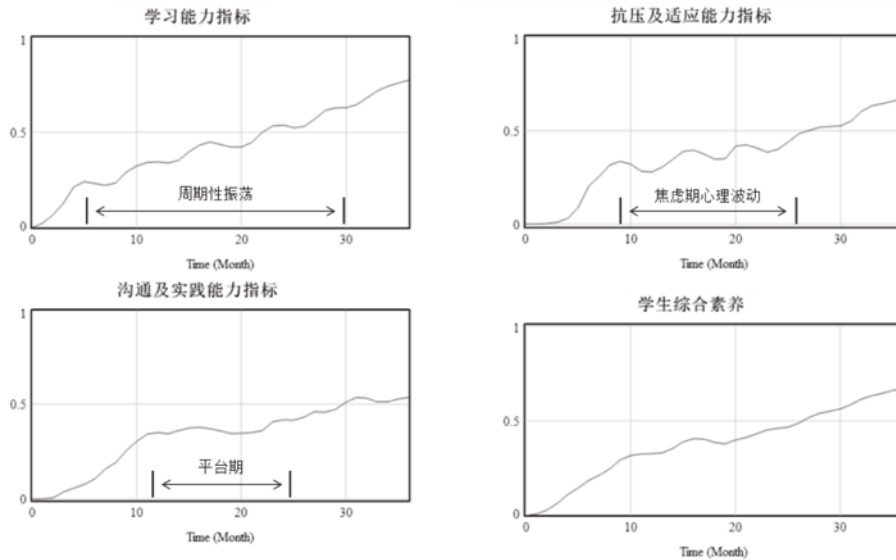


图 5 系统动力学模型仿真结果

#### 4 结论

本文构建的融入数字孪生的人才培养管控模型是其中一种可行的应用场景，是学校智能校园发展的可选脉络分支。由于模型驱动的数字孪生体系内包含对物理实体的感知、数据的集成与清晰、孪生数据的维护、虚拟实体模型的生成与运用等，完整的融入数字孪生的高校智能校园是一个庞大的体系。

总体而言，数字孪生体系然目前在教育领域运用较少，但未来必然会与教育行业产生交叉点，高校应及时完善该方面研究，并提前储备相应的措施。未来人工智

能教育应用的量变，也将引发教育人工智能于数据孪生体系构建的质变，或将让教育生命周期全方位、系统地迈入数字孪生的新时代。

**作者简介：**敖山（1971—），男，四川丰都人，博士，硕士生导师，副教授，研究方向：教育管理，系统建模。

**基金项目：**全国教育科学规划教育部重点课题（DFA170292）；河南省软科学研究计划项目（182400410147）。

#### 【参考文献】

- [1] 张华. 论核心素养的内涵 [J]. 全球教育展望, 2016 (4): 10-24.
- [2] Rychen D S, Salganik L H. Defining and Selecting Key Competencies[J]. Hogrefe & Huber, 2001.
- [3] 翁铁慧. 加快推进“双一流”建设努力建设高等教育强国 [J]. 中国高教研究, 2019 (11).
- [4] Forrester J W. Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers[J].Harvard Business, 1958.
- [5] 陈蓓. 基于知识图谱分析的核心素养研究综述 [J]. 外国中小学教育, 2017 (11): 1-11.
- [6] 孔凡哲. 中国学生发展核心素养评价难题的破解对策 [J]. 中小学教师培训, 2017 (1): 1-6.
- [7] 曹晓明. “智能+”校园: 教育信息化 2.0 视域下的学校发展新样态 [J]. 远程教育杂志, 2018 (4): 57-68.
- [8] 时培昕. 数字孪生的概念、发展形态和意义 [J]. 软件和集成电路, 2018 (9): 28-33.
- [9] 赵敏. 探求数字孪生的根源与深入应用 [J]. 软件和集成电路, 2018.
- [10] 陶飞, 马昕, 胡天亮, 等. 数字孪生标准体系 [J]. 计算机集成制造系统, 2019 (10).
- [11] 于方, 刘延申. 大数据画像——实现高等教育“依数治理”的有效路径 [J]. 江苏高教, 2019 (3): 50-57.
- [12] 顾明远, 滕璐. 〈中国教育现代化 2035〉与全球可持续发展教育目标实现 [J]. 比较教育研究, 2019 (5): 5-11+37.