

教育信息化就绪指数研究

徐显龙¹ 孙妍妍¹ 吴永和²

(1. 华东师范大学 上海数字化教育装备工程技术研究中心, 上海 200062;
2. 华东师范大学 教育学部教育信息技术学系, 上海 200062)

[摘要] 客观评价我国基础教育教育信息化发展水平,对于全面衡量学校信息化发展进程、准确定位学校信息化发展阶段以及合理分配学校信息化资源有重要的现实意义。本文以能反映信息化的发展和水平的信息装备率 and 信息技术在教与学中应用为出发点,提出利用教育信息化就绪指数来评价基础教育教育信息化发展水平。文章首先分析国内外相关研究,剖析教育信息化就绪指数内涵;接着从投入、配置和应用三个方面构建了教育信息化就绪指数体系;然后采用 AHP 方法确定各指标权重,利用几何平均数法和简单线性加权法计量指标,构建此数学模型和相关算法,运用生产函数方法计算教育信息化就绪指数;再以上海市某中学为例,检验教育信息化就绪指数的效用,结果初步证实了该指数能够客观地反映学校信息化的发展水平。文章最后从学校、区域和国家层面总结就绪指数能为基础教育教育信息化的发展决策提供支持,以及给出下一步研究工作的思考。

[关键词] 教育信息化就绪指数;基础教育;AHP;生产函数

[中图分类号] G443

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2016)05-0086-09

一、引言

教育信息化已成为世界各国抢占教育发展的制高点。英国政府2005年发布了“利用技术促进学习(Harnessing Technology)”计划;澳大利亚开展了为期七年(2008-2014年)的“数字教育变革”计划;美国教育部教育技术办公室2010年11月发布题为“变革美国教育:以技术赋能学习”的美国教育技术规划(祝智庭,2014)。教育信息化也是我国教育改革和发展的重要支撑。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》明确提出要“加快教育信息化进程”,以教育信息化带动教育现代化。2016年6月,教育部印发《教育信息化“十三五”规划》的通知(教技[2016]2号)明确:到2020年,基本实现教育信息化对学生全面发展的促进作用、对深化教育领域综合改革的支撑作用和对教育创新发

展、均衡发展、优质发展的提升作用。

根据联合国教科文组织亚太地区教育改革为发展服务计划(Asia-Pacific Program of Educational Innovation for Development, APEID)勾勒的信息技术变革教育线路图,信息技术变革教育经历兴起(e-merging)、应用(applying)、融合(infusing)和革新(transforming)四个阶段。从整体上看,当前我国教育信息化正处于从应用向融合的过渡阶段,但由于地区经济发展和社会文化不同,我国教育信息化地区发展不均衡。

基础教育信息化是教育信息化的基石,如何利用信息技术引发和推动基础教育的变革是挑战更是机遇。《新媒体联盟地平线报告:2015 基础教育版》分析了驱动学校应用教育技术的重要趋势,其中,重塑学校运行机制是驱动基础教育应用技术的关键要素之一。

[收稿日期] 2016-07-01

[修回日期] 2016-10-19

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.05.010

[基金项目] 全国教育科学“十二五”规划2014年度教育部重点课题“面向自然交互的课堂教学创新模式构建及应用研究”(DCA140237);华东师范大学教育学高峰学科建设项目“教育信息化就绪指数”(14000-5154A5-15001/016/001)。

[作者简介] 徐显龙,博士,讲师,华东师范大学教育信息技术学系,研究方向:信息化教学设计和质量管理(xlxu@eec.ecnu.edu.cn);孙妍妍,博士,华东师范大学晨晖学者;吴永和(通讯作者),博士,研究员,博士生导师,华东师范大学教育信息技术学系(yhwu@deit.ecnu.edu.cn)。

同时,我国基础教育信息化发展正处于战略机遇期,客观评价基础教育信息化发展水平,对于从国家、区域和学校层面全面衡量教育信息化的发展进程、准确定位信息化的发展阶段以及合理分配信息化资源都有着重要的现实意义。然而,国内对评价教育信息化发展水平的相关研究较少,仅有的研究大多是参考国家2001年发布的《国家信息化指标体系构成方案》,这些研究与国外相比起步较晚,直接导致国内研究在术语、过程、理论框架、指标、方法和数据等存在不足,造成国内构建的信息化指标体系存在指标选择遵循的逻辑线索不够明晰、指标操作性不强、指标的相关性不高、对信息技术的使用状况重视程度不够等问题,从而不能全面、准确地反映我国教育信息化尤其是基础教育学校信息化发展水平。

二、研究现状

(一) 研究综述

1. 国外研究现状

国外对教育信息化评价体系的研究典型的主要有信息技术促发展伙伴关系联盟、世界银行、欧洲委员会教育视听文化执行署(EAECA)、美国教育技术CEO论坛、英国教育通讯和技术署(BECTA)、联合国教科文组织等,具体如下:

1) ICT 促发展伙伴关系联盟由国际电信联盟(ITU)、经济合作发展组织(OECD)、联合国贸易发展论坛(UNCTAD)、联合国教科文组织、世界银行等十多个机构组成。它在广泛征求国际多方意见并参考欧盟等组织发布的标准基础上,发布了《2010年ICT核心指标报告》,该报告将“教育中的ICT核心指标”列为九项教育ICT核心指标,这些指标侧重于教育信息化的硬件设施(吴砥等,2014;ITU,2009,2010)。

2) 世界银行2005年从ICT对学生学习和成就的影响、监测和评价、教育公平、教育投入、当前规划和实践、具体ICT工具、教师教学与ICT、内容与课程、教育政策和学校层面的观点等十个方面对发展中国家的ICT在教育中的应用进行评价,这些指标可归纳为影响、投入、ICT在教育中的运用和规划四个主题(Trucano, Michael, 2005)。

3) 欧洲委员会教育视听文化执行署(EAECA)

为了促使ICT的应用引发大规模的教育变革,于2009年发布适合国际层面监控ICT教育应用及教育决策需要的维度与指标,主要侧重于衡量教育信息化当中学生能力和态度以及学习机会,该指标体系侧重于技术在基础教育领域中的应用(EAECA, 2009; EU, 2013)。

4) 美国教育技术CEO论坛发布《STaR评估体系》报告,侧重于评估硬件和网络的连通性、教师职业发展、数字化资源、学生成就和考核四大方面。该评估体系发布后被美国许多学校和州采用(The CEO Forum on Education and Technology, 2009)。

5) 英国教育部2008年发布《学校中的ICT》报告。该报告从管理和规划、ICT和课程、教师的专业发展、学校ICT文化、ICT资源和基础设施五大方面衡量学校的教育信息化程度(Department of Education and Science, 2008)。英国教育通讯和技术署(BECTA, 2011)发布学校信息化自我评估指标(The self-review framework, SRF),该指标能够对学校ICT的发展和應用进行评估,2010年修订的自我评估指标从领导和管理、规划、学习、ICT能力评价、专业发展和资源六个方面衡量学校的信息化程度。

6) 联合国教科文组织发布的《联合国教科文组织教师信息化能力体系》,侧重于评估以下六方面:对ICT的理解、课程设计和评估、教学法、ICT能力、组织和管理、教师职业学习(UNESCO, 2009, 2011; Cor-Jan Jager等, 2011)。该体系不但强调教师应用信息技术能力,也强调教师将信息化技术与教学相融合的能力和提高学生数字化学习力的能力。

2. 国内研究现状

我国非常重视教育信息化指标研究。2001年,国家统计局信息中心受原国家信息化办公室委托,按照信息化指数法的思路,综合了波拉特法和信息化法的优点,发布了《国家信息化指标构成方案》,包括信息资源、信息网络、信息技术应用、信息技术和产业、信息人才五个方面共20项指标(吕斌, 2005)。教育部2012年发布的《教育信息化十年发展规划》,指标涉及基础设施、数字教育资源、教与学应用、保障机制等四大方面。

国内学者也开展了研究,典型的主要有吴砥等提出基础设施、数字教育资源、教与学应用、管理信息化、保障体制五大维度的教育信息化发展核心指

标体系,并基于2013年苏州市中小学调研数据,开展了实证研究,通过综合评价指数法测算了苏州地区教育信息化发展指数,分析了苏州市内各区市教育信息化发展的现状和相对差异(吴砥等,2014;卢春等,2014)。张屹等提出包含信息化应用、数字化人才培养、数字化资源建设、数字化环境建设、数字化管理、保障体制等六个维度的基础教育信息化评估指标体系,并采用问卷调查法开展实证研究等(张屹,2015;谢同祥,2007)。2016年5月,北京师范大学智慧教育研究院发布了《2016中国城市智慧学习环境指数报告》,提出了城市智慧学习环境发展测评框架,提出城市智慧学习环境指数,综合评测不同城市的智慧学习环境建设和发展水平;其中指标体系从城市创新发展环境、场域智慧学习环境和市民智慧学习体验三个维度,对城市智慧学习环境进行综合评价,形成包括3个一级指标、11个二级指标和30个三级指标的测评指标体系(北京师范大学智慧教育研究院,2016)。

(二) 问题分析

表一表明,不同的研究机构发布的教育信息化指标体系的侧重点是不同的,如ICT促发展伙伴关系联盟的指标体系侧重在基础设施和教师能力方面;世界银行的指标体系侧重在数字化资源、教师、学生和规划统筹方面;欧洲委员会教育凋的文化执行署的指标体系侧重在教师、学生和领导层建设方面;美国的指标体系侧重在基础设施、数字化资源、教师培训和学生能力态度方面;英国教育部的指标体系侧重在基础设施、数字化资源、教师和规划统筹

方面;联合国教科文组织发布的指标体系侧重在教师和规划统筹方面;我国教育部的《教育信息化十年发展规划》侧重于基础设施、数字化资源、教师培训和领导层建设方面。

如果将这些指标体系用于衡量我国基础教育学校教育信息化发展水平,那么当前这些教育信息化指标体系可能存在指标选取所遵循的逻辑线索不够清晰、指标的可操作性不强、指标的相关性不高、对信息技术使用状况的重视程度不够等问题。为此,本研究结合我国基础教育学校信息化建设与应用的实际,设计了能够反映学校教育信息化发展水平的指标体系。

三、教育信息化就绪指标体系设计

(一) 教育信息就绪指数

针对当前教育信息化指标体系在衡量基础教育学校信息化发展水平存在的问题,本文提出运用以投入、配置和应用效果的逻辑线索来设计教育信息化发展水平指标,将其称为教育信息化就绪指标(Readiness Indicators of ICT in Education),并把通过这些指标计算得到能够反映基础教育学校信息化发展水平的值称为教育信息化就绪指数(Readiness Index of ICT in Education)。

教育信息化就绪指标的测度对象为基础教育学校,测度定义为ICT的准备状况、使用状况和影响状况。同时在设计与选取指标时,考虑到指标的可操作性、相关性和重应用,体系设计遵循指标数据的易操作、易获得、可扩展和可比性的原则,最终完成测

表一 国内外典型教育信息化指标体系对比

研究机构 比较内容	ICT 促发展 伙伴关系联盟	世界银行	EAECA	美国教育 技术 CEO 论坛	英国教育部	UNESCO	中国教育部
基础设施	√	×	×	√	√	×	√
数字化资源	×	√	×	√	√	×	√
教师培训	×	×	√	√	√	√	√
教师能力	√	√	√	×	√	√	×
学习机会	×	√	√	×	×	×	×
能力态度	×	√	√	√	×	×	×
规划统筹	×	√	×	×	√	√	×
领导层建设	×	×	√	×	×	×	√

注:√代表对应的指标体系涉及到对应的内容;×代表对应的指标体系未涉及到对应的内容。

度工作;确保所选取的指标与基础教育学校教育信息化有较高相关性,能够反映基础教育学校实际的教育信息化发展水平。考虑到信息技术在教育中的应用是教育信息化的本质要求,指标体系将信息技术使用状况也纳入其中。

(二)教育信息化就绪指标

衡量教育信息化就绪程度可从投入(Input)、配置(Configuration)和应用效果(Effect)三方面入手,相应地,教育信息化就绪指数分为投入指数、配置指数和效果指数。其中,投入主要以学校信息化投入的生均经费衡量;配置主要以学校的计算机、多媒体教室和网络的配置衡量;应用效果主要从备课、教学和课程管理衡量,备课着重从加强教学针对性和教学效果两方面衡量,教学着重从优化课堂和转变学习方式两方面衡量,课程管理着重从管理和交流两方面衡量。

(三)教育信息化就绪指标体系

基于衡量基础教育学校的教育信息化就绪指标,本研究建立了教育信息化就绪指标体系(见表二)。表二表明,生均经费主要指学校投入的生均信息化的费用,着重反映学校教育信息化的投入程度。计算机配置指学校为学生配备计算机的数量,多媒体教室配置指学校多媒体教室配备的覆盖率,网络配置指学校网络出口总带宽。这三者共同反映学校教育信息化的配置水平。教学针对性指信息技术应用在备课环节后能否加强教学的针对性,教学效果指信息技术应用在备课环节能否提高教学效果,它反映了信息技术在备课中的应用水平;优化课堂指信息技术应用在课堂教学后能否起到优化课堂

表二 教育信息化就绪指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入	生均经费	
配置	计算机配置	
	多媒体教室配置	
	网络配置	
效果	备课	教学效果
		教学针对性
	教学	优化课堂
		学习方式转变
	课程管理	管理
		交流

的作用,学习方式转变指信息技术应用在课堂教学后能否转变学生的学习方式,它们反映了信息技术在课堂教学中的应用水平;管理指学校应用信息技术组织课程的程度;交流指学校应用信息技术实现师生和生生互动交流的程度,这两者反映了信息技术在课程管理中的应用水平。此外,信息技术在备课、教学、课程管理中的应用状况共同反映了学校教育信息化的应用效果。

四、教育信息化就绪指数数学模型

为了从定量角度衡量基础教育教育信息化的发展水平,本研究在教育信息化就绪指数指标体系的基础上,建立就绪指数数学模型,并运用算法对教育信息化就绪指数量化处理。具体来说,本研究首先对指数、相关指标和权重进行了界定,接着采用层次分析法确定各级指标权重,然后利用几何平均数和简单线性加权法分别计算一级指标和二级指标,最后在此基础上,采用生产函数计算就绪指数。

(一)术语界定

1. 指数与相关指标表示

学校教育信息化就绪指数简称为 RI (Readiness Index);一级指标投入简称为 I (Input),其中,二级指标生均经费简称为 I_1 ;一级指标配置简称为 C (Configuration),其中,二级指标计算机配置简称为 C_1 ,二级指标多媒体教室配置简称为 C_2 ,二级指标网络配置简称为 C_3 ;一级指标效果简称为 E ,其中,二级指标备课简称为 E_1 ,二级指标教学简称为 E_2 ,二级指标课程管理简称为 E_3 ,三级指标教学效果简称为 E_{11} ,三级指标教学针对性简称为 E_{12} ,三级指标优化课堂简称为 E_{21} ,三级指标转变学习方式简称为 E_{22} ,三级指标管理简称为 E_{31} ,三级指标交流简称为 E_{32} 。

2. 权重与表示

W_1 、 W_C 、 W_E 分别代表一级指标投入、配置和效果对学校教育信息化就绪的贡献度,即权重; W_{C_1} 、 W_{C_2} 、 W_{C_3} 分别代表二级指标计算机、多媒体教室和网络对一级指标配置的贡献度,即权重; W_{E_1} 、 W_{E_2} 、 W_{E_3} 分别代表二级指标备课、教学和课程管理对一级指标效果的贡献度,即权重; $W_{E_{11}}$ 、 $W_{E_{12}}$ 分别代表三级指标教学效果对教学针对性对二级指标备课的贡献度,即权重; $W_{E_{21}}$ 、 $W_{E_{22}}$ 分别代表三级指标优化

课堂和转变学习方式对二级指标教学的贡献度,即权重; W_{E31} 、 W_{E32} 分别代表三级指标管理和交流对二级指标课程管理的贡献度,即权重。

(二)算法

1. 就绪指数的算法——生产函数

生产函数是指用来描述生产过程中的投入的生产要素的某种组合与这种组合可能的最大产出量之间的依存关系的数学表达式,从本质上讲,生产函数反映了生产过程中投入要素与产出量之间的技术关系。假设投入要素包括资本 K 、劳动 L 和能源 E ,则产出量 Y 与投入要素组合之间的关系可以用如下形式的模型描述:

$$Y = K^\alpha L^\beta E^\gamma \quad (1)$$

在公式(1)中, K 、 L 、 E 代表投入要素资本、劳动和能源的取值,而 α 、 β 、 γ 分别代表投入要素的 K 、 L 、 E 权重, Y 代表产出量的取值。

教育信息化就绪指数包含三个一级指标投入、配置和效果,其对应的权重分别为 0.25、0.25、0.5,利用公式(1)建立如下教育信息化就绪指数的算:

$$RI = I^{WI} C^{WC} E^{WE} = I^{0.25} C^{0.25} E^{0.5} \quad (2)$$

2. 一级指标的计量方法——几何平均数法

几何平均数(Geometric mean)指几个观察值连乘积的 n 次方根。运用几何平均数的思想能建立如下一级指标的算法:

1) 投入

一级指标投入只有一个二级指标生均经费,因此投入的取值直接取决于生均经费的取值。如果将平均生均经费作为基准,高于或等于平均生均经费,则投入取值为 1;若低于平均生均经费,则取值为实际投入生均经费与平均生均经费的比值。

2) 配置

计算一级指标配置采用几何平均数方法,因为一级指标配置中二级指标计算机配置、多媒体教室配置和网络配置具有不可替代性,因为他们的权重相同,计算公式如下:

$$C = \sqrt[3]{C1 \times C2 \times C3} \quad (3)$$

3) 效果

计算一级指标效果采用几何平均数方法,因为一级指标配置中二级指标备课、教学和课程管理具有不可替代性,他们的权重相同,公式如下:

$$E = \sqrt[3]{E1 \times E2 \times E3} \quad (4)$$

3. 二级指标的计量方法——简单线性加权法

线性加权和法(Linear weighted sum method)是一种评价函数方法,是指根据各目标的重要性赋予相应的权系数,然后对其线性组合进行寻优的求解多目标规划问题的方法。应用简单线性加权法可建立如下二级指标的算法:

1) 备课

计算二级指标备课采用简单线性加权求和方法,它的取值等于三级指标教学效果和教学针对性的取值与其相应的权重的乘积之和,其计算公式如下:

$$E1 = W_{E11} \times E11 + W_{E12} \times E12 = 0.67E11 + 0.33E12 \quad (5)$$

2) 教学

计算二级指标教学采用简单线性加权求和方法,它的取值等于三级指标优化课堂和学习方式转变的取值与其相应的权重的乘积之和,计算如下:

$$E2 = W_{E21} \times E21 + W_{E22} \times E22 = 0.33E11 + 0.37E12 \quad (6)$$

3) 课程管理

计算二级指标课程管理采用简单线性加权求和方法,它的取值等于三级指标管理和交流的取值与其相应的权重的乘积之和,其计算公式如下:

$$E3 = W_{E31} \times E31 + W_{E32} \times E32 = 0.67E31 + 0.33E32 \quad (7)$$

五、应用实例

本研究以上海市 $\times \times$ 中学为对象,对其教育信息化就绪指数算法进行应用分析,通过问卷法对主管信息化校长和学科教师调查获取二级指标和三级指标数据,然后运用教育信息化就绪指数算法对这些数据进行处理,并对计算结果进行分析。

(一)数据获取

本研究设计了主管信息化校长问卷和学科教师问卷,对校长和 25 名教师开展问卷调查获取数据(见表三、表四)。

(二)计算指数

1. 投入指数

从表三可以得知,该中学学生总数 762 名,年度信息化投入 300000 元,年度生均经费 $300000/762 = 393.6$ 元。而上海市 2015 年基础教育学校投入的

表三 校长调查问卷及数据

序号	问题	回答
1	在校学生总数是多少?	762
2	目前拥有计算机/平板电脑数量是多少?	514/78
3	共有教室多少间?	普通教室 34 间和专用教室 14 间
4	多媒体教室有多少间?	6 间
5	校园网络出口总带宽多少?	1G
6	本年度在信息化建设方面投入(包括基础设施设备、应用平台、资源等)资金多少?	300000 元
7	本年度教师信息化应用培训方面投入的资金多少?	10000 元
8	负责信息化建设与应用的人员数量是多少(含在编职工及校外外包服务人员)?	4 名

生均经费约 200 元,则投入指数 I 为:

$$I = 393.7/500 = 0.79$$

2. 配置指数

1) 计算机配置

学校拥有计算机 514 台,平板电脑 78 台,合计 592 台,学生数 762 人,因此,机生比为 0.78,即计算机配置 C_1 取值 0.78。

2) 多媒体教室配置

学校拥有教室 34 间,专用教室 14 间,合计 48 间,多媒体教室 6 间,因此,多媒体教室覆盖率 0.125,即多媒体教室配置 C_2 取值 0.125。

3) 网络带宽

学校网络出口总带宽 1G,假定学校网络出口总带宽千兆以上网络带宽取值为 1,百兆以上千兆以下网络带宽取值为 0.5,百兆一下网络带宽取值为 0.2,无网络则网络带宽取值为 0,那么,学校网络带宽 C_3 取值为 1。

根据计算机配置、多媒体教室配置和网络带宽的取值,并根据配置指数公式(3),计算如下:

$$C = \sqrt[3]{C_1 \times C_2 \times C_3}$$

$$= \sqrt[3]{0.78 \times 0.125 \times 1} = \sqrt[3]{0.0975} = 0.46$$

因此,学校配置指数 C 为 0.46。

3. 效果指数

1) 备课

通过对学校 25 名教师问卷调查,三级指标教学效果的取值为第一道题选第一项或第二项的教师人数与教师总数的比值,从表四可看出,选第一项或第二项的教师 25 人,因此, $E_{11} = 25/25 = 1$ 。三级指标教学针对性的取值为第一道题选第三项或第四项的

表四 教师调查问卷及数据

序号	问题及选项	回答																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	请在下列选项当中选择您在日常备课时会采取的行为	利用教育信息化技术(如 PPT、音频、视频等)使信息呈现更直观	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		利用网络搜索丰富备课素材	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
		用网络平台检查学生作业,并依此调整教学计划	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
		用问卷等方式了解学生情况,依此调整教学计划	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
2	请在下列选项当中选择您在日常教学时会采取的行为	用信息化技术辅助问题导入、课程讲授、复习巩固等教学环节	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		利用信息化技术组织师生互动、学生讨论等,并在此基础上转变学习方式	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	请在下列选项当中选择您在课程管理时会采取的行为	在网上发布作业、成绩、课程资料等信息	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
		通过 QQ、微信等交流工具发布作业、通知等	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
		通过网络批改学生作业	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
		通过课程管理系统和学生交流	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
		通过 QQ、微信等和学生交流	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

注:表中“1”代表教师选择对应的选项;“0”代表教师未选择对应的选项。

教师人数与教师总数的比值。从表四可看出,选第三项或第四项的教师 8 人, $E_{12} = 8/25 = 0.25$, 则根据公式(5), 二级备课 $E1$ 计算如下:

$$\begin{aligned} E1 &= W_{E11} \times E11 + W_{E12} \times E12 \\ &= 0.67 \times 1 + 0.33 \times 0.32 = 0.78 \end{aligned}$$

2) 教学管理

通过对学校 25 名教师的问卷调查, 三级指标优化课堂的取值为第二道选第一项的教师人数与教师总数的比值。从表四可看出, 选第一项的教师 22 人, 因此, $E_{21} = 22/25 = 0.88$ 。三级指标转变学习方式的取值为第二道题选第二项的教师数与教师总数的比值。从表四可看出, 选第二项的教师数 23 人, 因此, $E_{22} = 23/25 = 0.92$, 则根据公式(6), 二级指标教学计算如下:

$$\begin{aligned} E2 &= W_{E21} \times E21 + W_{E22} \times E22 \\ &= 0.33 \times 0.88 + 0.67 \times 0.92 = 0.91 \end{aligned}$$

3) 课程管理

根据对学校 25 名教师的问卷调查, 三级指标管理的取值为第三道题选第一项、第二项或第三项的教师人数与教师总数的比值。从表四可看出, 选第一项、第二项或第三项的教师 25 人, 因此, $E_{31} = 25/25 = 1$ 。三级指标交流的取值为第三道题选第四项或第五项的教师数与教师总数的比值。从表四可看出, 选第四项或第五项的教师数 23 人, 因此, $E_{32} = 23/25 = 0.92$, 根据公式(7), 课程管理 $E3$ 计算如下:

$$\begin{aligned} E3 &= W_{E31} \times E31 + W_{E32} \times E32 \\ &= 0.67 \times 1 + 0.33 \times 0.92 = 0.97 \end{aligned}$$

根据备课、教学管理和课程管理的取值, 并根据计算公式(4), 计算效果指数如下:

$$E = \sqrt[3]{E1 \times E2 \times E3} = \sqrt[3]{0.78 \times 0.91 \times 0.97} = 0.88$$

4. 就绪指数

计算一级指标教育信息化就绪指数采用生产函数方法, 一级指标教育信息化就绪指数包含三个一级指标: 投入、配置和效果, 对应的权重分别为 0.25、0.25、0.5, 根据就绪指数计算公式(2), 计算如下:

$$\begin{aligned} RI &= I^W C^W E^W = 0.79^{0.25} 0.46^{0.25} 0.88^{0.5} \\ &= 0.94 \times 0.82 \times 0.94 = 0.72 \end{aligned}$$

由此得知, 这一中学的教育信息化就绪指数为

0.72。

(三) 结果分析

上海市 × × 中学的教育信息化就绪指数为 0.72, 表明该学校的教育信息化发展水平处中等水平。这基本上客观反映出学校信息化发展的实际水平。学校在信息化投入生均经费 393.7 元, 显得相对不足, 这直接导致学校在计算机、多媒体教室和网络的配置水平较低, 配置指数仅为 0.46, 尤其是学校的多媒体教室比例偏低, 仅为 0.125, 计算机配置也不高, 只有 0.78。但是, 学校信息化的应用效果较好, 达到 0.88, 尤其是教师将信息技术用于教学和课程管理方面, 分别为 0.91 和 0.97, 这充分说明了学校教师能够克服投入和配置不足, 充分地利用并尽可能最大程度发挥已有的信息化基础设施设备的使用价值。

同时, 教育信息化就绪指数也为学校未来信息化的发展指明方向, 即需要尽可能争取到更多的信息化投入经费, 以提高生均经费; 加强计算机、多媒体教室和网络带宽等信息化基础设施设备的配备, 以提高配置水平; 进一步提升学科教师的信息技术应用能力, 促进信息技术与课堂教学的融合, 以提高信息技术的应用效果。

六、结论与思考

本文采用 AHP 方法确定各级指标权重, 利用几何平均数法和简单线性加权法计量指标, 运用生产函数方法计算教育信息化就绪指数, 并以上海市 × × 中学为例, 计算出学校教育信息化就绪指数。该指数反映出的学校信息化水平与教师主观评价比较一致, 说明就绪指数能比较客观地衡量学校教育信息化的发展水平。也就是说, 本文研究成果能够从学校、区域和国家层面为教育信息化的发展决策提供有效支持, 具体如下:

一是在学校层面, 能够帮助学校管理者识别学校教育信息化所处的发展阶段(如应用、融合和创新等), 明确学校在教育信息化发展过程中的投入、信息化设施设备配备、ICT 使用与应用效果等方面存在的不足, 为学校后续教育信息化建设与应用的重点指明方向。

二是在区域层面, 能够辅助区域教育主管部门了解该地区教育信息化所处的发展阶段, 确定区域

内各学校在信息化投入、信息化设施设备配备、过程监管与应用效果等方面的差异,为区域教育信息化后续工作的重点部署提供依据,以教育信息化来带动地区教育均衡发展。

三是从在国家层面,能辅助国家教育主管部门准确定位我国教育信息化所处的发展阶段,了解各省市之间在教育信息化投入、信息化设施设备配备、过程监管和应用培训等方面存在的差异,为国家教育信息化的发展目标制定和信息化资源分配提供决策支持。

比较而言,本研究提出的指标体系针对性好、操作性强、关联性高、逻辑清晰,能够为重视信息技术实际使用,但是仍存在指标有待完善、如何获取有效调查问卷数据和拓宽就绪指数应用领域等问题。本研究更深刻的意义在于:

一是将教育信息化就绪指数视为刻度尺,从宏观层面掌控,不仅能测量教育信息化应用水平和衡量教育信息化应用广度与深度,还能为统筹教育信息化全面发展、提高教育信息化治理能力提供支持,有助于实现《教育信息化“十三五”规划》中提出的“应用上台阶”和“治理上水平”等发展目标。

二是信息技术促进教育变革是项系统工程,是信息技术、社会和教育变革互动的结果,在利用信息技术解决教育的公平、均衡和优质等问题时,不仅需要技术的可为因素,更需要考虑如增加经费投入、加大政策力度和改进评价指标等社会-教育可为因素,教育信息化就绪指数的研究能够促进这些因素更好地发挥作用。

三是应用信息技术驱动教育创新,可以破解制约中国教育发展的诸多难题。从中观视角看,“互联网+教育”可以助力解决教育公平问题,科创教育(包括STEAM教育、创客教育和科学教育等)实践有助于提高教育内在质量,在此过程中,教育信息化就绪指数能够衡量教育信息化的应用效果,探测技术驱动教育创新的有效性。

四是利用大数据技术促进精准教育。教育大数据的统计分析、数据可视化,能揭示教学或学习的行为模式、趋势或可能的意外,进而有助于实现优化教学、自我评估、自我诊断、自我导向和提示预警等,教育信息化就绪指数能为这些精准教育决策提供有力支持,能够从短期、中期、长期三个层面为国家、地

区、学校、个体(学生、教师、管理者)提供服务。

五是当前教育变革聚焦在关注学习者的学习,《新媒体联盟地平线报告:2015 基础教育版》在驱动学校应用教育技术的长期趋势提出要重塑学校运行机制和探索深度学习策略,研究教育信息化就绪指数能发现信息技术在教育教学中应用的不足,从微观的视角,帮助学生明确“学什么、如何学”和教师明确“教什么、如何教”,为学生实现自主、自适应和个性化的学习创设有利环境。

从国际看,衡量信息技术在教育中的应用研究是当前国外教育研究机构(UNESCO、OECD、ITU、EU等)和欧美发达国家(英国、美国等)在教育信息化领域研究中的焦点和热点。然而,国内这方面的相关研究起步较晚、研究基础相对薄弱。为此,本研究在国家“双一流”建设环境下,从教育信息化就绪指数入手,通过对国内外教育信息化发展水平的比较,确切地掌握基础教育教育信息化均衡和发展状况,明确我国基础教育信息化发展存在的不足,为调整国家基础教育信息化的工作重点提供依据,并逐步将研究成果向高等教育和职业教育等的教育信息化领域推进,从而更好推进国家教育信息化的可持续发展 and 创新发展有现实意义。

[参考文献]

- [1] BECTA (2011). Self-review Framework [EB/OL]. [2016-09-14] https://en.wikipedia.org/wiki/Self-review_framework.
- [2] 北京师范大学智慧教育研究院. 2016 中国城市智慧学习环境指数报告——摘要版. [EB/OL]. <http://sli.bnu.edu.cn/a/yanjiuchengguo/yanjiubaogao/2016/0528/178.html>, 2016. 5.
- [3] Cor-Jan Jager, Jesse Bos, Robbin te Velde (2011). Measuring the impact of ICT on education [M]. The impact of ICT on society and culture, Chapter 10, pp. 184-204.
- [4] Department of Education and Science (2008). ICT in schools [M]. Marlborough: Evaluation Support and Research Unit: 219-223.
- [5] EACEA (2009). Indicators on ICT in primary and secondary Education [EB/OL]. 2015-2-10] http://eacea.ec.europa.eu/lfp/studies/documents/study_on_indicators_on_ict_education/final_report_eacea_2007_17.pdf.
- [6] European Commission (2013). Survey of schools: ICT in education, benchmarking access, use and attitudes to technology in europe's schools[R].
- [7] International Telecommunication Union (2009). Manual for measuring ICT access and use by households and individuals [R]. 17-23.

- [8] International Telecommunication Union (2010). Partnership on measuring ICT for development——core ICT indicators[R]. 69-76.
- [9] 吕斌(2005). 我国国家信息化指标体系和国际核心指标体系的比较研究[J]. 情报资料工作,(6):22-26,35.
- [10] 卢春,吴砥,周文婷(2014). 苏州教育信息化发展指数研究[J]. 中国教育信息化,(18):34-41.
- [11] Trucano, M (2005). Knowledge maps: ICT in education [R]. Washington, DC: infoDev/World Bank.
- [12] The CEO Forum on Education and Technology (2009). School Technology and Readiness Chart[EB/OL]. [2015-2-10]. <http://tea.texas.gov/starchart/>.
- [13] UNESCO (2011). UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. [EB/OL]. [2015-2-10] <http://www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts/teacher-education/unesco-ict-competency-framework-for-teachers/>.
- [14] UNESCO (2009). Guide to measuring information and communication technologies (ICT) in education[R].
- [15] 吴砥,尉小荣,卢春,石映辉(2014). 教育信息化发展指标体系研究 [J]. 开放教育研究, (1): 92-99.
- [16] 谢同祥,赵丽,牛玉霞等(2007). 从 EIQ 看区域农村教育信息化现状、问题与对策——基于江苏三大区域的调查[J]. 中国电化教育,(5):28-32.
- [17] 张屹,白清玉,杨立,范福兰等(2015). 基础教育信息化应用水平实证测评模型及差异分析——以 X 省为例[J]. 电化教育研究,(3):34-40,95.
- [18] 祝智庭,管珏琪(2014). 教育变革中的技术力量[J]. 中国电化教育,(1):1-9.

(编辑:徐辉富)

Study on Readiness Index of ICT in Elementary Education in China

XU Xianlong¹, SUN Yan-yan¹ & WU Yonghe²

(1. Shanghai Engineering Research Center of Digital Education Equipment, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. Department of Education Information Technology, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Assessing development level of ICT in education objectively plays a very important role in measuring ICT in school totally, positioning the stage of ICT in school accurately and allocating ICT resources rationally. Considering level of ICT in school reflected by ICT equipment rate and application of ICT in instruction and learning, Readiness index of ICT in primary and secondary schools is proposed to assess ICT in education in the paper. Firstly, domestic and foreign related research are analyzed, and readiness index of ICT in schools is illustrated. Secondly, readiness indicators system of ICT in schools are constructed from input, configuration and application effect, including. Thirdly, Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to determine indicators weight, geometric mean and simple linear weighted are used to measure indicators, and then readiness index of ICT in education is calculated by method of production function. Then, taking a secondary school in Shanghai for example, method to calculate readiness index of ICT in education is application analyzed, results preliminary confirmed that this readiness index can reflect ICT in school accurately and objectively, which supports decisions about development and application of ICT in education. Finally, this research supporting decisions about development and application of ICT in education from school, region and national is summarized, several questions should be further studied, including indicators optimization, sample data capturing and application of readiness index, and also next research work is concluded.

Key words: readiness index of ICT in education; elementary education; Analytic Hierarchy Process (AHP); production function