

智慧校园: 数字校园发展的必然趋势^{*}

黄荣怀 张进宝 胡永斌 杨俊锋

(北京师范大学 教育学部 北京 100875)

【摘要】 学校是促进社会发展和个体发展的主要载体。在社会信息化的大背景下,建设“智慧型”校园,不断推进以学校为主体的教育信息化进程,成为教育信息化的重要组成部分。在分析数字校园的缘起、概念和特征的基础上,本文提出智慧校园的五个基本特征和定义,认为智慧校园是数字校园的高端形态,是数字校园发展的理想追求。文章最后提出了支撑智慧校园建设的五种关键技术,即学习情景识别与环境感知技术、校园移动互联技术、社会网络技术、学习分析技术、数字资源的组织和共享技术。

【关键词】 社会信息化; 数字校园; 智慧学习环境; 智慧校园

【中图分类号】 G434

【文献标识码】 A

【文章编号】 1007-2179(2012)04-0012-06

教育是人类特有的社会现象,是一种有意识的以影响人的身心发展为直接目标的活动。在古代社会,随着文字和社会分工的出现,古埃及、两河流域、印度和中国出现了专门进行施教的场所——学校。在我国夏朝已有“庠”、“序”、“校”等施教机构,在西方则出现了宫廷学校、寺庙学校、文士学校等施教机构。(胡金平,2010)进入近代以来,捷克教育家夸美纽斯提出的“班级授课制”大大提高了教育效率,成为现代教学的基本形式。(魏青,2006)。中世纪后期,英国、法国等国家先后发生了工业革命,同时也促进学校教育有了新的形态,逐渐确立了现代学校教育。自产生之初,学校就是专门的育人场所。进入现代社会以来,教育的基本功能体现为促进社会发展和促进个体发展,学校便成为促进社会发展和个体发展的主要载体。(范国睿,2002)

20世纪80年代以来,随着人类逐步进入信息社会,社会信息化进程给人们的生活方式、工作方式等带来了巨大的变革,人们的能力观、知识观和学习观逐步改变,传统的学习方式面临巨大挑战。新的能力观更侧重于学习能力、合作能力和信息处理能力;新的知识观不再限于仅仅知道“是什么”和“为什么”,更侧重于知道“在哪里”和“怎样做”;学习观的改变更为明显,学习与工作的界限将越来越模糊,走向工作前的学历教育将不再唯一,分阶段获取同一层次的不同文凭将逐渐成为现实。(黄荣怀等,2010)人类诞生以来就伴随着教育,教育活动是特殊的信息传递活动,因此教育变革同信息技术进步息息相关。造纸术、印刷术、广播电视技术、计算机互联网技术等人类科学与技术发展史上具有代表性的技术应用对教育系统都产生了巨大的影响。

进入21世纪以来,随着中小学“校校通”工程、“农远”工程和高校教育信息化工程的实施,教育信息化进入了新的

发展阶段,在社会信息化的大背景下,建设“智慧型”校园,不断推进以学校为主体的教育信息化进程,成为教育信息化的重要组成部分。然而,面对众多新观念、新概念,大多数人混淆了数字校园、智慧校园等概念,对其内涵、特征等大都没有清晰的认识。本文结合本研究团队近年在教育信息化方面的研究成果,提出智慧校园的特征和定义,认为智慧校园是数字校园的高端形态,是数字校园发展的理想追求。

数字校园的缘起及概念解析

数字校园概念最早起源于20世纪70年代美国麻省理工学院提出的E-campus计划。1990年,美国克莱蒙特大学教授凯尼·格林(Kenneth Green)发起了“数字校园计划(The Campus Computing Project)”大型科研项目(黄荣怀,2009)。1998年,美国前副总统戈尔发表了题为“数字地球:21世纪认识地球的方式”的演讲,提出“数字地球”的概念,此后全世界普遍接受了数字化概念,并引出了“数字城市”、数字校园等概念(陈丽,2007)。随着国际互联网的广泛应用,各种与之相关的概念不断涌现,数字校园逐步成为一个单独的研究领域。利用各种计算机技术创建一个基于互联网的与现实校园并行的“虚拟化电子校园”,并依托各种技术工具和手段来推动高校的全方位改革,成为世界各国高等教育改革的重要趋势之一(赵国栋,2012)。数字校园是一个伴随技术应用变化而不断发展的概念,人们理解的层次和内涵不尽相同,目前存在四种有代表性的观点。

1)“平台”观。万新恒(2000)较早阐述了数字化校园的概念,他认为数字化校园以高速发达的计算机网络为核心技术支撑,以信息和知识资源的充分共享为手段,以培养善于获取、加工、处理和利用信息与知识的学生为主要目标,以校

^{*} 基金项目: 本文系2012年北京市政府实事“名师同步课程”——北京数字学校同步课程应用模式研究成果之一。

园为整个社会知识、信息的基本创新与传播中枢。陈丽(2007)认为数字化校园是一个网络化、数字化、智能化有机结合的新型教育、学习和研究的校园平台。

2) “空间”观。沈培华等(2002)认为数字化校园是以网络为基础,利用先进的信息化手段和工具,实现从环境(包括设备、教室等)、资源(如图书、讲义、课件等)到活动(包括教学、管理、服务、办公等)的全部数字化,在传统校园的基础上构建一个数字空间,拓展现实校园的时间和空间维度,提升传统校园的效率,拓展传统校园的功能,最终实现教育过程的全面信息化,从而达到提高教学质量、科研和管理水平的目的。蒋笃运(2009)认为,中小学数字校园是借助信息技术手段,对学校的教育、教学管理等主要业务以及资源和数据进行优化、整合和融通,拓展现实校园的时间和空间维度,在传统校园的基础上构建一个数字空间,实现从环境、资源到活动的数字化,从而达到提升教育教学质量和管理水平的目的。这既是一个实用概念,也是一项工程和标准,更是一种文化,并非严格意义上的学术定义(张虹波等2009)。

3) “环境”观。黄荣怀(2009)认为,数字校园是为了有效支持学生学习,创新和转变教学方式,以面向服务为基本理念,而构建的数字化资源丰富的、多种应用系统集成的、相关业务高度整合的校园信息化环境;其宗旨是拓展学校的校园时空维度,丰富校园文化,并优化教学、教研、管理和服务等过程。

4) “过程”观。蔡苏等(2009)认为中小学数字校园是一种依托现实校园而存在的以网络为基础平台,通过数字化环境的支撑,实现从环境、资源到活动的数字化,辅助完成校园活动的全部过程。赵国栋(2012)认为在当今信息技术广泛应用的背景下,以提高运行效率、推动管理改革为出发点,高等教育机构在管理、教学、科研、社会服务等方面规划、建设与应用各种现代通信技术工具的过程,可以称之为“数字化校园”。数字化校园的建设目的是充分利用信息技术来改变校内各部门之间的信息传递流程,推动高校组织模式、管理模式与运行方式的变革,从而最终实现优化管理流程、提高工作效率和促进教学科研之目标。

上述观点从不同侧面描述了数字校园的特点。数字校园是学校教育信息化发展到一定阶段的产物,是通过技术手段改造和提升传统校园的必然结果,其具备五方面的特征:重点关注学生的有效学习以及创新和转变教学方式;以服务教育教学作为数字校园的建设的基本理念;支持学与教的资源比较丰富;多种应用系统集成、相关业务高度整合;能拓展学校的时空维度并丰富校园文化。

数字校园建设强调信息技术应与教育教学深度融合,这与教育信息化的目标是一致的,也是与社会信息化的步伐相匹配的。但要应对社会信息化进程中学习方式变革的诉求,单纯的网络基础设施装备、学与教数字化资源建设、应用软件系统的开发难以有效支撑学与教方式的变革和拓展相对封闭的时空维度。只有跟上甚至引领社会信息化的进程,积

极构建“智慧型”校园环境才能真正提升校园信息化水平。

智慧校园的内涵与特征

2008年,美国IBM总裁兼首席执行官彭明盛在题为“智慧地球:下一代领导议程”的演讲中首次提出了“智慧地球”的理念。2009年,奥巴马就任美国总统后对这一理念给予积极回应。“智慧地球”的概念一经提出,得到美国各界的高度关注,甚至有分析认为IBM公司的这一构想极有可能上升至美国的国家战略,并在世界范围内引起轰动。(张永民,2010)

在“智慧地球”的概念提出后,国内不少学者提出了“智慧校园”的概念和建设思路(宗平等2010;郭惠丽等2011;严大虎等2011;张永波2011),西南大学、成都大学、同济大学等几十所高校正在筹划、实施智慧校园的建设,智慧校园不再停留在理念层面(鲁东明2011)。例如,浙江大学信息化“十二五”规划提出建设一个“令人激动”的智慧校园,这种智慧校园支持无处不在的网络学习、融合创新的网络科研、透明高效的校务治理、丰富多彩的校园文化、方便周到的校园生活(吴颖骏2010)。南京邮电大学完成了一个相对完整的智慧校园规划(朱洪波2011),且认为智慧校园的核心特征主要反映在三个层面:一是为广大师生提供一个全面的智能感知环境和综合信息服务平台,提供基于角色的个性化定制服务;二是将基于计算机网络的信息服务融入学校的各个应用与服务领域,实现互联和协作;三是通过智能感知环境和综合信息服务平台,为学校与外部世界提供一个相互交流和相互感知的接口。

在理论研究方面,不同学者从多个角度对智慧校园的内涵进行了解读。黄荣怀(2009)从数字校园的建设进程角度提出数字校园的“四代”建设观,他认为第四代数字校园(智慧校园)能够有效支持教与学,丰富学校的校园文化,真正拓展学校的时空维度,以面向服务为基本理念,基于新型通信网络技术构建业务流程、资源共享、智能灵活的教育教学环境。有研究者强调物联网技术在智慧校园建设中的作用,如沈洁等(2011)认为,智慧校园是一种将人、设备、环境、资源以及社会因素,在信息化背景下有机整合的一种独特的校园系统,它以物联网技术为基础,以信息的相关性为核心,通过多平台的信息传递手段提供及时的双向交流平台,简单说,就是更智能的学校;周彤等(2011)认为,智慧校园是以物联网为基础的智慧化的校园工作、学习和生活一体化环境,这个一体化环境以各种应用服务系统为载体,将教学、科研、管理和校园生活进行充分融合;李春若(2012)认为,智慧校园是物联网在学校教学管理、公共安全、后勤保障中的具体应用,为学校构建了智能化的学习和生活环境。有研究者认为智慧校园是各种技术的综合应用,如陈翠珠等(2012)认为,智慧校园是充分利用信息化相关技术,通过监测、分析、融合、智能响应的方式,综合学校各职能部门,融合优化现有资源,提供质量更高的教学、更好的服务,构建绿色的环境、和

谐的校园,以保证学校教育的持续发展。也有研究者认为智慧校园的建设不仅仅是物联网技术的应用,那只是感知部分,应更多考虑技术的特点,突出应用和服务。(宓詠, 2011)

综合以上观点和黄荣怀等(2012)提出的“智慧学习环境”的概念,我们认为,智慧校园(Smart Campus)应具有以下特征:

1) 环境全面感知。智慧校园中的全面感知包括两个方面,一是传感器可以随时随地感知、捕获和传递有关人、设备、资源的信息;二是对学习者个体特征(学习偏好、认知特征、注意状态、学习风格等)和学习情景(学习时间、学习空间、学习伙伴、学习活动等)的感知、捕获和传递。

2) 网络无缝互通。基于网络和通信技术,特别是移动互联网技术,智慧校园支持所有软件系统和硬件设备的连接,信息感知后可迅速、实时的传递,这是所有用户按照全新的方式协作学习、协同工作的基础。

3) 海量数据支撑。依据数据挖掘和建模技术,智慧校园可以在“海量”校园数据的基础上构建模型,建立预测方法,对新到的信息进行趋势分析、展望和预测;同时智慧校园可综合各方面的数据、信息、规则等内容,通过智能推理,做出快速反应、主动应对,更多地体现智能、聪慧的特点。

4) 开放学习环境。教育的核心理念是创新能力的培养,校园面临要从“封闭”走向“开放”的诉求。智慧校园支持拓展资源环境,让学生冲破教科书的限制;支持拓展时间环境,让学习从课上拓展到课下;支持拓展空间环境,让有效学习在真实情境和虚拟情境能得以发生。

5) 师生个性服务。智慧校园环境及其功能均以个性服务为理念,各种关键技术的应用均以有效解决师生在校园生活、学习、工作中的诸多实际需求为目的,并成为现实中不可或缺的组成部分。

因此,智慧校园是指一种以面向师生个性化服务为理念,能全面感知物理环境,识别学习者个体特征和学习情景,提供无缝互通的网络通信,有效支持教学过程分析、评价和智能决策的开放教育教学环境和便利舒适的生活环境。

支撑智慧校园的若干关键技术

技术发展是智慧校园建设的基础,在多种技术的支持下才能真正实现个性化服务的理念。

1. 学习情景识别与环境感知技术

学习情景识别是个性化学习资源推送、学习伙伴联接以及学习活动建议的前提,是智慧校园建设中的关键技术。学习情景识别的目标是根据可获取的情景信息识别学习情景类型,诊断学习者问题和预测学习者需求,以使得学习者能够获得个性化的学习资源,找到能够相互协作的学习伙伴、接受有效的学习活动建议。学习情景识别涉及学习者特征分析、传感器技术和自动推理等方面的综合应用,是一个跨领域的研究方向。

环境感知技术是“智慧校园”的基础技术,有助于实现对

校园各种物理设备的实时动态监控与控制。RFID、二维码、视频监控等感知技术与设备在学校中有很多应用之处。目前,其已经在校园安保、节能、科研教学等方面得以应用。例如,将RFID技术整合到校园一卡通、图书、仪器设备、电梯、灯具等物品上,可以实现楼宇出口人员管理、教室与会议的智能考勤、图书自助借还与自动盘点、贵重设备防盗及定位、实验室开放控制,以及照明、空调与通风系统控制等节能控制,但尚未形成系统化体系与应用。

2. 校园移动互联技术

无处不在的宽带无线网络使得高清晰度的网络教学资源传输成为可能,也让异地的视频连接不再受带宽资源的限制,让学习者有“身临其境”的感觉。3G技术和各种无线接入的普及,让无线网络的覆盖不再仅仅限于教室和图书馆,学习者通过网络进行学习,将不再受任何地域限制。为广大师生提供无处不在、稳定、安全、易于管理的无线网络环境,是构建智慧校园的基本条件。校园无线网络一般情况都具有规模大的特点(地域范围大、用户多、数据通信量大),网络覆盖的要求也很高(应能实现室内、室外、礼堂、宿舍、图书馆、公共场所等之间的无缝漫游),负载均衡尤为重要,经常会出现局部地区通信拥塞的现象。传统做法不能很好解决这些问题,构建无线Mesh网络,无线接入点(AP)的增加或调整变得更容易、配置更灵活、安装和使用成本更低,尤其是对于那些需要经常移动接入点的区域,无线Mesh技术的多跳结构和配置灵活将非常有利于网络拓扑结构的调整和升级。(陈永坚等, 2010)此外,互联网、移动网和广电网的三网合一也为实现学校无线网络全覆盖提供了更加广阔的空间。

基于高清视频通信技术,开展校内实时同步视频通讯,已成为当下数字校园发展的热点。伴随着移动技术的飞速发展,视频通讯技术也随之给人们带来了更多便利。众多知名视频通讯企业已开始尝试,并推出了基于移动终端的移动视频会议解决方案。此外,很多商业通讯系统能够达到1:1真人大小,图像清晰,使与会者能达到同一会场的效果。

3. 社会网络技术

社会网络是由某些特定群体(人、企业和组织)间的社会关系构成的相对稳定的关系网(Barry & Berkowitz, 1988)。社会网络的形成和分析涉及理念、技术、结构、关系等诸多方面,一般认为社会网络技术主要是在20世纪90年代中后期开始的利用搜索引擎的社会网络的构建与分析、Web社区的社会网络分析等,其中基于Web的社会网络分析技术对智慧校园的建设具有重要意义。当前的互联网发展强调从以数据为中心的传统Web转变为以用户为中心的Web2.0,其关键特征是基于社会性软件(即时通讯、博客、微博、社会问答、社会标签、在线社会网络等)为用户提供多样化服务。因而影响服务质量的关键在于对用户兴趣、关系及群体的分析。社会网络分析可以看作是网络知识发现或网络挖掘的一个分支,涉及数据挖掘、机器学习、信息抽取与检索等不同领域。(陈可佳, 2011)社会网络分析应用广泛,对其的学习

与研究也越来越重要,而在线社会网络集成了社会网络与信息技术的优点,是人类社会的虚拟化表示及延伸,具有自组织性。通过对社会网络特征的分析,确定社会网络中的用户群体或个人的中心性程度,对关键小团体特征进行分析,以及确定用户位置、角色等情况,有助于掌握师生在虚拟网络中的活动状况,为其更好地提供服务,实施必要的管理措施。

4. 学习分析技术

学习分析技术源自早期的课堂教学效果分析,目前在线交互文本分析和早期的课堂教学效果分析有一种走向融合的趋势,学习分析技术便是这种融合的一个产物。学习分析是对学习者以及学习情境的数据进行测量、收集、分析和报告,以便更好地理解和学习以及学习发生的情景,从而提高学习效率和效果。学习分析技术可作为教师教学决策、优化教学的有效支持工具,也可为学生的自我导向学习、学习危机预警和自我评估提供有效数据支持,还可为教育研究者的个性化学习设计和增进研究效益提供数据参考。

针对学习者个人信息、学习者情景信息等内容进行建模,通过对交互文本、视音频和系统日志等能够反映学习过程信息的数据,利用参与度分析法、社会网络分析法和内容分析法等自动化的交互文本分析技术,来获取学习者学习的参与度、学习者的社会网络、学习者关注的学习内容、学生和教师的课堂行为信息、学习情况和学习资源的利用情况等内容,是学习分析技术实现学习分析的核心。文本挖掘技术可从学习资源库和学习者信息中挖掘学习者关注的各种信息,如文本的主题、文本作者对某一事物的观点倾向、作者在某一主题的专业程度等。这些信息一方面可以帮助学习者根据这些信息检索学习资源,另一方面可以帮助学习者了解学习资源库在某一侧面的总体概况和趋势。

5. 数字资源的组织和共享技术

学习资源的组织及共享一直以来都是数字校园的建设重点之一。按照班杜拉的社会学习理论,观察他人的行为和结果是习得知识、技能的重要来源,真实的榜样能对观察者起到示范作用。学习者在学习过程中产生的生成性资源,可以作为其他学习者的学习观察对象,这也是一种重要的学习资源。为了便于检索和共享,传统的学习资源常常使用静态的词汇表来描述元数据,但这种描述方法无法满足泛在学习环境下灵活多变、极具个性化的学习需求。因此,吸收借鉴语义网络和本体技术的相关研究成果,提供更为灵活和智能化的元数据描述方式成为一种趋势。借助语义 Web 和本体技术来组织学习资源,能够灵活、精确地表达资源的属性,便于学习者对资源的检索、归类,可以极大地提高检索的查全率和准确度,更容易被自动化的数据挖掘工具发现和集成,有助于实现泛在学习环境下分布式资源灵活的共享、联结和重用,同时具备良好的扩展性,并且能作为智能的资源检索和推送的基础,大大增强学习系统的适应性和针对用户的个性化服务能力。(余胜泉等,2011)

结束语

校园是正式学习发生的主要场所,校园建设的好坏直接影响整个校园系统的运行效率和质量。随着学习情景识别与环境感知、校园移动互联、学习分析等技术的逐步兴起和应用,智慧校园已不只是一种理念,而正慢慢成为现实。应该说,智慧校园建设仍处于起步阶段,很多问题还需要进一步解决,要实现真正意义上的“智慧”校园还需要一个漫长的过程。智慧校园对于解困当前数字化校园建设、消除课堂教学困境、优化教学和管理过程、促进学生创新能力培养具有重要意义。

【参考文献】

- [1] Barry, W., & Berkowitz, S. D. (1988). Social structures: A network approach [M]. New York: Cambridge University Press: 130-130.
- [2] Cai Su, & Huang Ronghuai (2009). Services: The new demands of the digital campus (in Chinese) [J]. IT education in Basic Education, (11): 59-60.
(蔡苏, 黄荣怀(2009). 服务是数字校园新的需求[J]. 中小学信息技术教育, (11): 59-60.)
- [3] Chen Cuizhu, & Huang Yuxing (2012). Research on “Web-based” smart campus and its system construction (in Chinese) [J]. Journal of Fujian Institute of Education, (1): 120-124.
(陈翠珠, 黄宇星(2012). 基于网络的智慧校园及其系统构建探究[J]. 福建教育学院学报, (1): 120-124.)
- [4] Chen Kejia (2011). Machine learning techniques in social network analysis: A survey (in Chinese) [J]. Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications (Natural Science), (3): 83-90.
(陈可佳(2011). 社会网络分析中的机器学习技术综述[J]. 南京邮电大学学报(自然科学版), (3): 83-90.)
- [5] Chen Li (2007). Digital campus and e-learning: The inevitable choice of the university in the information age (in Chinese) [M]. Beijing: Peking University Press: 25.
(陈丽(2007). 数字化校园与 E-learning——信息时代大学的必然选择[M]. 北京: 北京大学出版社: 25.)
- [6] Chen Yongjian, & Cong Qing (2010). Wireless mesh network and application techniques (in Chinese) [J]. Computer and Information Engineering College, (13): 3369-3372.
(陈永坚, 丛庆(2010). 无线网状网与应用技术[J]. 电脑知识与技术, (13): 3369-3372.)
- [7] Fan Guorui (2002). Diversity and integration: The development of schools in the multi-dimensional perspective (in Chinese) [M]. Beijing: Science of education Press: 44.
(范国睿(2002). 多元与融合: 多维视野中的学校发展[M]. 北京: 教育科学出版社: 44.)
- [8] Gu Xiaoqing, Zhang Jinliang, & Cai Huiying (2012). Learning analytics: The emerging data technology (in Chinese) [M]. Journal of Distance Education, (1): 18-26.
(顾小清, 张进良, 蔡慧英(2012). 学习分析: 正在浮现中的数据技术[J]. 远程教育杂志, (1): 18-26.)
- [9] Guo Huili, Li Qianqian, & Zhang Lei (2011). Based on the content of network intelligent campus mobile service construction (in Chinese) [J]. Network Security Technology & Application, (9): 68-71.

- (郭惠丽,李倩倩,张蕾(2011). 基于物联网的智慧校园移动服务构建[J]. 网络安全技术与应用 (9):68-71.)
- [10]Hu Jinping(2010). Chinese and foreign history of education (in Chinese) [M]. Nanjing: Nanjing University Press:1-5.
- (胡金平(2010). 中外教育史[M]. 南京: 南京大学出版社: 1-5.)
- [11]Huang Ronghuai(2009). The content and strategic priorities of digital construction in primary and middle school (in Chinese) [J]. Beijing Education (8):6-7.
- (黄荣怀(2009). 中小学数字校园的建设内容及战略重点[J]. 北京教育(普教版) (8):6-7.)
- [12]Huang Ronghuai, Chen Gen, Zhang Jinbao, & Wang Yunwu (2010). Research on Informationization Learning Mode and Its Digital Resource Form (in Chinese) [J]. Modern Distance Educational Research (6):68-73.
- (黄荣怀,陈庚,张进宝,王运武(2010). 论信息化学习方式及其数字资源形态[J]. 现代远程教育研究 (6):68-73.)
- [13]Huang Ronghuai, Yang Junfeng, & Hu Yongbin(2012). From digital to smart: The evolution and trends of learning environment (in Chinese) [J]. Open Education Research, 18(1):12-24.
- (黄荣怀,杨俊锋,胡永斌(2012). 从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势[J]. 开放教育研究, 18(1):12-24.)
- [14]Jiang Duyun(2008). Some major issues in the research of educational informatics (in Chinese) [M]. Beijing: Beijing Science Publication House:85-87.
- (蒋笃运(2003). 教育信息化若干重大问题研究[M]. 北京: 北京科学出版社:85-87.)
- [15]Li Chunruo(2012). The research of intelligent campus based on Internet of Things (in Chinese) [J]. Information and Computer(Theory), (2):91-92.
- (李春若(2012). 基于物联网的智慧校园研究[J]. 信息与电脑(理论版) (2):91-92.)
- [16]Lu Dongming(2011). Intelligent campus is not just an idea (in Chinese) [J]. Chinese Educational Network (11):29.
- (鲁东明(2011). 智慧校园已经不只是理念[J]. 中国教育网络 (11):29.)
- [17]Mi Yong(2011). Resources and application is significant to the smart campus (in Chinese) [J]. Chinese Education Network, (11):29.
- (宓咏(2011). 智慧校园离不开资源与应用[J]. 中国教育网络, (11):29.)
- [18]Shen Jie, & Huang Yuxing(2011). Smart campus and its construction (in Chinese) [J]. Journal of Fujian Educational Institute (6):122-125.
- (沈洁,黄宇星(2011). 智慧校园及其构建初探[J]. 福建教育学院学报 (6):122-125.)
- [19]Shen Peihua, Wang Yingxue, Jiang Dongxing, Chen Huaichu, Chang Xiaolei, & Liu Qixin(2002). The construction and thinking of intelligent campus of Qinghua University (in Chinese) [J]. Management and Information System (2):19-19.
- (沈培华,王映雪,蒋东兴,陈怀楚,常晓磊,刘启新(2002). 清华大学数字校园建设与思考[J]. 管理信息系统 (2):18-19.)
- [20]Wan Xinheng(2000). Informational campus: The transformation of university (in Chinese) [M]. Beijing: Beijing University Press: 2.
- (万新恒(2000). 信息化校园: 大学的革命(第一版) [M]. 北京: 北京大学出版社: 2.)
- [21]Wei Qing(2006). Education (in Chinese) [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press: 8-9.
- (魏青(2006). 教育学[M]. 西安: 西安交通大学出版社: 8-9.)
- [22]Wu Yingjun(2010). Zhejiang University: The smart campus-based "cloud" (in Chinese) [J]. China Education Network, (7):25-26.
- (吴颖骏(2010). 浙江大学: 基于“云”的智慧校园[J]. 中国教育网络, (7):25-26)
- [23]Yan Dahu, & Chen Mingxuan(2011). The application of the Internet of things in digital campus (in Chinese) [J]. Modern Educational Technology (6):123-125.
- (严大虎,陈明选(2011). 物联网在智慧校园中的应用[J]. 现代教育技术 (6):123-125.)
- [24]Yu Shengquan, & Chen Min(2011). The characteristics and the trend of ubiquitous learning resources construction: Exemplified by the "Learning Cell Resource Model" (in Chinese) [J]. Modern Distance Education Research (6):14-22.
- (余胜泉,陈敏(2011). 泛在学习资源建设的特征与趋势——以学习元资源模型为例[J]. 现代远程教育研究 (6):14-22.)
- [25]Zhang Hongbo, & Shen Junxia(2009). Research on the digital campus connotation (in Chinese) [J]. China Educational Technology, (7):56-59.
- (张虹波,申军霞(2009). 中小学数字校园内涵探究[J]. 中国电化教育 (7):56-59.)
- [26]Zhang Yongbo(2011). Application of RFID technology in wisdom campus (in Chinese) [J]. Software Guide (5):112-114.
- (张永波(2011). RFID技术在智慧校园中的应用[J]. 软件导刊 (5):112-114.)
- [27]Zhang Yonghe, Xiao Guangde, Hu Yongbin, & Huang Ronghuai(2012). An approach to recognize learning scenario in smart environment (in Chinese) [J]. Open Education Research, 18(1):85-90.
- (张永和,肖广德,胡永斌,黄荣怀(2012). 智慧学习环境中的学习情景识别——让学习环境有效服务学习者[J]. 开放教育研究, 18(1):85-90.)
- [28]Zhang Yongmin(2010). The interpretation of the smart earth and the smart city [j]. China Information Times, (10):23-29.
- (张永民(2010). 解读智慧地球与智慧城市[J]. 中国信息界, (10):23-29.)
- [29]Zhao Guodong(2012). Practical research on university e-campus & e-learning (in Chinese) [M]. Beijing: Beijing University Press:19-22.
- (赵国栋(2012). 大学数字化校园与数字化学习纪实研究[M]. 北京: 北京大学出版社:19-22)
- [30]Zhu Hongbo, Zhang Dengyin, Yang Longxiang, Sun Zhixin, & Zong Ping(2011). Construction and planning of smart campus based on Things technology (in Chinese) [J]. China Education Network (11):18-19.
- (朱洪波,张登银,杨龙祥,孙知信,宗平(2011). 基于物联网技术的智慧校园建设与规划[J]. 中国教育网络 (11):18-19.)
- [31]Zhou Tong, & Liu Wen(2011). The research on construction on smart campus (in Chinese) [J]. China Computer & Communication, (10):86.
- (周彤,刘文(2011). 智慧校园建设的现状与思考[J]. 信息与电脑(理论版) (10):86.)
- [32]Zong Ping, Zhu Hongbo, Huang Gang, & Xu Jianzhen(2010). Research and design of smart campus based on Internet of things

