



科学和技术促进发展委员会

第十五届会议

2012年5月21日至25日，日内瓦

临时议程项目 3(b)

利用开放存取、虚拟科学图书馆、地理空间分析和其他信息和
通信技术及科学、技术、工程和数学辅助资产解决发展问题，
同时要特别注重教育

秘书长的报告

内容提要

本报告概述了如何利用开放存取、虚拟科学图书馆和地理信息系统(GIS)解决发展难题，特别是在教育领域。报告载有各项建议，供各国政府和国际社会考虑，以期鼓励和扩大上述信通技术资产的进一步开发和使用。

目录

	页次
导言	3
一. 将教育、发展和信通技术联系起来	3
A. 教育和发展	3
B. 信通技术在教育中的作用	4
二. 共享知识财富：开放存取和虚拟科学图书馆	4
A. 开放存取	5
B. 虚拟科学图书馆	7
C. 连接“开放性”	9
三. 利用地理信息系统和地理空间分析促进教育	10
A. 地理信息系统和地理空间分析	10
B. 利用 GIS 和地理空间分析促进教育	11
C. 将 GIS 和空间思维纳入教育——克服这些障碍的 备选政策需要处理 GIS 使用问题的各个方面	14
四. 研究结果和建议	15
A. 研究结果	15
B. 建议	16
References	17

引言

1. 新信息和通信技术(信通技术)不断得到开发,旧技术不断得到改进,但是其促进变化的潜力,特别是在科学、技术、工程与数学(STEM)教育中促进变化的潜力,并未全部得以实现。一些国家的“数字鸿沟”阻碍了发展工作,而在那些有更多渠道接触信通技术的区域,这些技术并不总是得到有效利用。
2. 科学和技术促进发展委员会(科技促发委)在 2011 年 5 月举行的第十四届会议上选择“利用开放存取、虚拟科学图书馆、地理空间分析和其他信息和通信技术及科学、技术、工程和数学辅助资产解决发展问题,同时要特别注重教育”作为 2011-2012 年闭会期间的一个优先主题。
3. 为促进对该主题的深入了解和协助科技促发委第十五届会议的审议工作,科技促发委秘书处于 2011 年 12 月 13 日至 15 日在菲律宾马尼拉举行了小组会议。本报告依据的是小组的讨论结果、科技促发委成员国提交的国家报告及其他相关文献。

一. 将教育、发展和信通技术联系起来

A. 教育和发展

4. 从初等教育到高等教育,从正式教育到非正式教育,各个层次的教育均被广泛视为一项重要发展要素。教育投资惠及个人、社会和全世界。社会效益包括更强的经济竞争力;在知识经济中,一支受过教育、训练有素的劳动力队伍对于具有竞争力至为关键(World Bank, 2011; IICD, 2007: 16-18)。

STEM 教育

5. 由于各种原因,特别需要在 STEM 领域发展中等和高等教育。STEM 学科教育不仅提供扎实的基础教育,促进一般科技知识的普及,而且使发展中国家能够培养充足的 STEM 专业人才,他们是经济体实现创新的人力基础(United Kingdom Science and Learning Expert Group, 2010)。
6. 众多发展中国家的 STEM 教育面临若干问题,包括吸收的专业人员减少(例如大学入学率下降)、人才流失和对本地问题的关注有限。需要提高 STEM 学科对学生的吸引力,增加 STEM 就业机会以创造对技术人员的需求,采取激励措施,使其留在(或回到)发展中国家,为发展中国家的研究人员提供更好的渠道,获得研究机会及发表研究成果。有效利用信通技术和其他技术在这方面能发挥很大作用。

B. 信通技术在教育中的作用

7. 就最广泛的意义而言，信通技术是指一系列“使我们能够接受信息并与他人沟通或交换信息”的技术(Anderson, 2010: 4)。信通技术有潜力为教育带来重大改变；改变我们学习、教学和管理教育制度的方式(UNCTAD, 2011； Anderson, 2010: 4)。

8. 信通技术提供了各种不同机会，可以改进所有层次的知识传播、教育发展和学习过程。这包括扩大教育覆盖面，使偏远地区和处于不利地位的社区成员拥有受教育的机会；改变学习环境，使教学与本地工作场所所需技能更加相关；支持教师的专业发展和改善所有各级的管理制度，以提高教学质量。(Haddad and Draxler, 2002: 9； Tinio, 2002； Anderson, 2010: 23-28； IICD, 2007: 13)。

1. 信通技术对教育的影响

9. 有人指出，可以通过三种不同方式利用信通技术改进学习过程(Tinio, 2002)。首先，学习信通技术主要是学习信通技术背后的科学、工具和技术以及如何利用其力量这一过程。其次，利用信通技术学习相当于使用信通技术改进任一学科领域的学习过程。第三，通过信通技术进行远程学习是指使用信通技术，使学生能够在远距离获得学习材料和指导。

2. 适当采用信通技术

10. 在任何层次有效采用信通技术都并不简单，也无法保证。改革现行的制度和教学方法是一个重大难题。政策制定者可以发挥重要作用，帮助确保在教育中适当而有效地运用信通技术，而且考虑到实地的具体情况(ADB, 2010: 4)。切实有效的教育政策能够鼓励在教育中成功执行和使用各项技术。此外，还需要协同努力，将教育政策与信通技术和更广泛的发展政策联系起来(Haddad and Draxler, 2002: 16； infoDev/World Bank, 2008)。

11. 开放存取、虚拟科学图书馆和地理信息系统(GIS)等信通技术资产能够促进STEM教育，提高已知研究成果的可及性，在发展中国家尤为如此。开放存取使人们能够在互联网上自由获取学报文章，虚拟科学图书馆能够成为传播信息和建设科技能力的工具。此外，GIS和地理空间分析可被用于解决本地令人关切的发展问题，并为STEM学习提供便利，还有助于从最基础的教育层次起步，建设一支了解信通技术的劳动力队伍。

二. 共享知识财富：开放存取和虚拟科学图书馆

12. 学术界学术产出的主体是订阅式学报，影响学术知识传播的主要障碍是获取已发表研究成果的渠道。在很大程度上，这是由于学报订阅费和资源所处位置令学术研究成果的查找和检索变得困难、耗时而又昂贵。这些困难尤其影响到资源有限的低收入国家的学习者，因而助长了事实上富国研究能力不断增强的趋势。可以通过开放存取和虚拟科学图书馆这两个途径，利用信通技术消除建设和传播全球知识库的障碍，特别是发展中国家的障碍。

A. 开放存取

13. 学术界共享研究成果的传统方式是经学报发表。任何想获得学报出版者通常都需要为此支付费用，或按文章付费，或订阅学报。20 年来，这种模式受到越来越多的非议，持批评态度者要求更公平地分配学术文献，以克服低收入国家的人面临的障碍。这一替代模式被广泛称为“开放存取”。

14. 2002 年发起的《布达佩斯开放存取倡议》(BOAI)，将学术文献的开放存取定义为：“在公共互联网上可以自由获取文献，允许任何用户阅读、下载、复制、散播、打印和查找，或者链接至论文全文、对其进行爬取索引、将其作为数据置入软件，或为其它任何合法目的加以应用，除了登陆互联网本身固有的障碍，不存在任何费用、法律或者技术方面的障碍....复制和散播方面的唯一限制及版权在该领域所起的唯一作用，应该是使作者能够控制其作品的完整性，并有权获得适当的致谢和引用。”(BOAI, cited in Hedlund and Rabow, 2007: 13)。开放存取有两种不同形式：金色和绿色。

15. 金色开放存取是指出版商免费提供经同行评审的学报的内容。在网上的“开放存取期刊目录”(DOAJ)中可以找到开放存取学报的列表。¹ 据估计，2008 年所有学报的内容中有 8.5%采用了金色开放存取的形式。金色开放存取又分为三种类型：直接开放、延迟开放和混合开放。直接金色开放存取是指学报的内容完全免费公开。延迟金色开放存取是指学报的部分内容，通常是最新内容只能通过订阅获得，而早期出版的其他作品可以免费获得。有时作者或作者所在机构可以付费，使文章免费开放——这就是混合金色开放存取(Laakso *et al.*, 2011: 1-2; Zhong, 2009: 527-528)。

16. 绿色开放存取是指将手稿、待出版或已出版的作品(自我)存档于其他虚拟或现实的存储地点，包括：上传至个人网页、存放于机构存储库或学科存储库。据估计，2008 年出版的学术论文有 11.9%可以通过绿色开放存取获得。² 可以使用谷歌学者(Google Scholar)这类搜索引擎检索上述存储地点的学报论文(Laakso *et al.* 2011: 1-2; Zhong, 2009: 527-528)。

1. 开放存取的潜力

17. 开放存取为研究人员带来诸多益处。它可以提升个人和机构在互联网的可见度和存在度。机构开展的研究可能会扩大影响范围，开放存取还提供了一个资源库，能帮助机构更有效率地管理和评价其研究活动。在这个意义上，它可以成为机构重要的营销工具。(RCAAP, 2009: 7)。

¹ 见 <http://www.doaj.org/>。

² 开放存取存储库的全面清单，见 <http://www.openoar.org/> 开放存取知识库列表(OpenDOAR)，<http://roar.eprints.org/> 开放存取知识库登记系统(ROAR)和 <http://repositories.webometrics.info/toprep.asp?offset=50> 世界机构库排名。

18. 开放存取能为发展中国家带来巨大益处，因为它提供了另外的研究路径和发表渠道。Das 等人(2008: 1-2)在关于亚洲开放存取的研究中注意到，开放存取渠道以各种各样的形式涌现：数字图书馆、开放存取期刊、机构存储库、国家级存储库、开放式课件、数据检索服务等。³ 重要的是，他们发现大部分开放存取举措得到了政府机关、公共部门或非盈利性组织的支持(NRC, 2006: 87-88)。

19. 随着各方认识到开放存取的益处，这一趋势日渐高涨。自 2002 年《布达佩斯开放存取倡议》发布以来，出现了许多鼓励和宣传开放存取的倡议。开放存取出版日益壮大(Greyson *et al.*, 2010; Zhong, 2009: 527-528)。⁴ 插文 1 列举了关于开放存取的主要声明。截至 2010 年，开放存取知识库登记系统已经列入 1,764 个机构和学科档案库或存储库，其内容可以通过谷歌搜索(Moore, 2010)。联合国一直明确支持开放存取，一些联合国实体也参与了促进和便利获取研究成果的工作，特别为发展中国家的学者获得研究成果提供便利(UNESCO, 2011c; FAO, 2011; WHO, 2011; WIPO, 2011)。

插文 1

关于开放存取的主要声明

- 布达佩斯开放存取倡议，2001 年
- 关于自然与人文科学知识开放存取的柏林宣言，2003 年
- 贝塞斯达开放存取出版声明，2003 年
- 信息社会世界高峰会议(W SIS)原则宣言和行动计划，2003 年
- 国际图书馆协会联合会(国际图联)关于开放存取学术论文和研究文档的声明，2004 年
- 免费获取科学文献的华盛顿原则：非营利出版机构的声明，2004 年
- 澳大利亚研究信息基础设施委员会(ARIIC)关于开放存取的声明，2005 年
- 萨尔瓦多开放存取宣言：发展中世界的观点，2005 年
- 关于发展中国家开放存取的国家政策的班加罗尔宣言，2006 年
- 欧洲信息学和数学研究联盟(ERCIM)关于开放存取的声明，2006 年
- 印度国家知识委员会(NKC)关于开放存取的声明，2007 年
- 经合组织关于公共资助研究数据开放存取的声明，2007 年
- 惠康信托基金关于支持无限制开放存取出版研究成果的立场声明，2007 年。

资料来源：Das *et al.*, 2008: 3。

³ 根据宽带数字发展委员会宽带与科学工作组的最后报告，开放存取有潜力帮助全球南方国家转变为“...不仅是信息消费者”(www.broadbandcommission.org)。

⁴ 10 年来关于开放存取的主要声明列表，见 Das *et al.* (2008: 3)。

2. 在更广泛层次实行开放存取的障碍

20. 虽然开放存取得到越来越多的支持，它能够带来的潜在益处也受到普遍欣赏，但是开放存取发展道路上的几个障碍也值得关注。

21. 首先，就内容而言，英语是学术交流的主要语言，也是许多研究成果存储库的主要语言。本地语言的使用有限，可能妨碍发展中国家研究人员利用研究成果或发表自己的成果。这就是所说的“内容鸿沟”(Timio, 2002)。第二，虽然能够看到开放存取的潜力，但是它的影响难以衡量，很难获取具体指标。虽然随着影响研究的数量不断增加，范围不断扩大，这似乎有所改观，但是目前的评价仍然十分有限。⁵ 第三，出版标准和规则方面存在问题。可以理解的是，众多出版商抵制开放存取，因为这要求他们彻底改变经营模式。许多出版商已经接受了这一挑战，绿色模式和金色模式的变化类型愈来愈普遍。然而，将学报已出版论文存档是否合法的问题并不总是十分明确，引发了作者对于剽窃行为和其作品出版版权归属的担忧。开放存取运动挑战了研究人员和机构面对的传统激励结构。为了维持或提高个人名望和机构声誉，学者们力争在最具影响力的学报发表论文，这类学报大部分都不是开放存取式。然而，开放存取式学报的应用和重要性不断增加，似乎的确增加了对排名机构的压力，促使它们寻找评估影响力的其他办法(Chan *et al.*, 2011)。第四，关于如何为(在网络或以其他方式)出版学报供资，存在令人关切的问题。转拨部分研究金作为学报管理费用或令作者或其所属机构支付出版费用等现行做法，引发了辩论，探讨它们对学报的财政可持续性、知识的保存和学术出版在总体上有何影响。最后，要充分利用开放存取的益处，必须有适当的环境制约因素，例如获得信通技术和电力等关键基础设施的渠道。

B. 虚拟科学图书馆

22. 虚拟空间是可以储存、查找和共享信息的空间。随着信通技术使我们有机会更容易地获取全球知识储备，虚拟空间的使用也变得日益重要。10 年来，人们投入了大量的时间、精力和财力开发虚拟图书馆，特别是虚拟科学图书馆，这类图书馆中的信息更为复杂，学报也往往更为昂贵。

23. 虚拟图书馆是“一所真实存在、但不涉及具体空间或位置的图书馆”(Riccio, 2001)。虚拟图书馆本身可以储存内容，也可以作为门户，连接其他在线存储库储存的已经在线传播的内容，例如图书馆的数字或电子馆藏。在这个意义上，虚拟图书馆提供了远距离获得图书馆馆藏和服务及其他信息资源的机会。

24. 虚拟科学图书馆采用一系列不同的形式和规模。尽管其在线性质使其没有边界，但许多虚拟科学图书馆都是全国范围的项目。例如，圭亚那卫生图书馆的目的就是专门增加在圭亚那获得卫生信息的机会(Pan-American Health Organization,

⁵ 影响研究的参考书目，见 Hitchcock, 2011 年。

2011)。⁶ 孟加拉国家科学技术文献中心(BANSDOC)拥有在线服务,使公民能够使用其网络图书馆。⁷ 其他的虚拟科学图书馆是跨境合作的成果,例如 CRDF 虚拟科学图书馆方案就汇集了伊拉克、摩洛哥、阿尔及利亚、突尼斯、亚美尼亚和阿富汗等国。⁸

25. 虚拟科学图书馆的登入限制多种多样,往往与用户的会员身份相关。某些情况下,发展中国家的用户所受限制较少,还可能免费登入。美国国家经济研究局(NBER)即是如此,发展中国家居民可以在此免费下载 NBER 的工作文件(NBER, 2011)。耶鲁大学图书馆提供一些项目的链接,这些项目为发展中国家提供免费或低价获取高质量同行评审科学学报的机会。其他许多国际组织也在该领域做出了巨大努力。

插文 2

伊拉克虚拟科学图书馆

与许多发展中国家一样,在伊拉克获得高质量研究出版物的机会十分有限,科研界痛苦地陷入“事实上的知识贫民窟”(Bibliotheca Alexandrina, 2011)。为解决这一问题,美国民用研究和开发基金会(CRDF)于 2007 年创立了伊拉克虚拟科学图书馆,并于 2010 年将其移交给伊拉克政府管理。为了图书馆获得成功,它着手解决了 3 个关键问题:确定适当内容供开放存取,确保图书馆便于使用及确保图书馆的可持续性。迄今已有 25 所大学和研究机构,包括 8,000 余名个人用户使用过该系统。下载学报论文达 100 多万份,伊拉克的研究发表率增至原来的三倍。

资料来源: Bibliotheca Alexandrina (2011); University of Maryland (2011); Thomson Reuters (2006); CRDF Global (2011); European Commission (2006)

虚拟科学图书馆的潜力

26. 虚拟科学图书馆具有多种优势。馆藏内容为数字形式,可以提高检索能力:既提供古老纸介内容的数字化版本,同时又生成和开放仅发布于互联网的新内容。无论位于何处,都可以下载材料,这样可以更广泛地传播知识。此外,还有多用户同时使用的可能。插文 2 详细说明了伊拉克虚拟科学图书馆的情况,该图书馆与一系列出版公司合作,为伊拉克科研界提供了获取大量学报的渠道。

27. 缺少网络连接常常妨碍用户利用虚拟科学图书馆基于网络的信通技术应用。解决这些连接问题的一个办法是由政府资助的国家级网络将国内研究机构和

⁶ <http://www.guy.paho.org/VHL.pdf>。

⁷ <http://www.bansdoc.gov.bd/>。

⁸ <http://maghrebvsl.org/crdf/>。

高等教育机构的本地网络连接起来。世界各地纷纷建立国家研究和教育网络组织来承担此项任务(见插文 3)(Dyer, 2009)。

插文 3

国家研究和教育网络(NRENs)示例

巴基斯坦教育和研究网络

2002 年建立的巴基斯坦教育和研究网络(巴教研网)通过光纤宽带网络与 60 所公立大学联网。它的数字图书馆服务使所有大学均可免费查阅 23,000 余份研究学报和 45,000 本研究生水平的书籍。巴教研网已将巴基斯坦的科学家和研究人员联系起来,并鼓励建设 155Mbps 连接带宽的国家知识网络。2008 年,巴教研网第二期启动,带宽又增加了 10 个 Gbps。它将巴教研网与尼泊尔等外国研究和教育网络连接起来。

尼泊尔研究和教育网络

尼泊尔研究和教育网络(尼研教网)是 2007 年为扭转人才外流趋势和发展研究基础设施而设立的公私合作举措。它运用信通技术建设先进的国家研究和教育网络,使研究人员能够获得世界范围内的信息和数据。2008 年,尼研教网获得了亚洲信息社会创新基金的项目拨款,开发尼研教网高速骨干网。该网络正在以当地语言为村庄和偏远地区开发高等教育电子学习工具,为村庄保健所建设局域网门户和远程医疗系统。尼研教网与南亚和其他地区的类似部门合作。尼研教网的活动得到了美国俄勒冈大学新兴网络资源中心和日本庆应大学等机构的支助。

资料来源: (UNESCO, 2010)。

C. 连接“开放性”

28. 开放存取倡议和虚拟科学图书馆的发展从属于更广泛的提高开放性的潮流。开放标准和开源是国际上广泛讨论的另外两个议题。⁹ 近期的开放存取运动和开源运动的发展之间尤其存在许多平行之处(Moody, 2006)。因此,开放存取的支持战略可以利用与开源和开放标准支持战略类似的机制(Kelly *et al.*, 2007: 172)。

29. 有人指出,增强开放性有助于降低成本,提高可及性和长期保存学术成果的可能性(Corrado, 2005)。然而,有若干问题需要解决。首先,对开放性可以有不同的理解,例如,它可以意味着自由使用、自由修改,等等(Cerri and Fuggetta,

⁹ 广义而言,开放标准允许不同公司开发的产品具有互操作性,即互相兼容,而且可以互换。开源软件使用户有权不受限制地自由获取软件的源代码进行研究、修改和再分配(Cerri and Fuggetta, 2007: 1-2)。

2007)。其次，与此相关的是，存在着有关知识产权保护问题的关切。第三，开放的要求带来了对安全性、真实性和准确性的关切。第四，对于知识的保存也存在关切。哪个(些)利益攸关方会将数字刊物存档多久，或者哪些标准将与升级后的系统兼容的问题并不清楚。

30. 关于开放源代码将在何种程度上使软件更易遭受非法侵入的辩论仍在继续(Viega, 2004; Wheeler, 2011)。虽然维基百科这样的资源已经打开了通向多语种即时信息的渠道，但是这些资源中由用户生成的内容没有正式经过同行评审，其准确性引起相当大的关注。

31. 实现更高开放性的进程受到了冲突和权衡的影响。旨在实现更高开放性的政策必须均衡处理商业利益、知识产权和扩大知识传播等社会目标。在这方面，国际对话十分重要。

三. 利用地理信息系统和地理空间分析促进教育

32. 地理信息系统(GIS)是使用户能够追踪、存储、编辑和分析地理信息的信息系统。地理空间分析是将数据分析和其他分析技术应用于包括 GIS 数据在内的地理数据。它是将原始地理数据转化为有价值信息的过程。

33. GIS 发轫于 20 世纪 60 年代，是新兴的计算机制图学、空间统计和分析及计算机科学之间的交叉学科，最初集中于算法开发和制图。随着计算能力的发展，GIS 越来越普遍，而且开始影响各种学科。这样，GIS 显然会对社会和决策过程产生长期、重大的影响。到 20 世纪 80 年代和 90 年代初，各国政府、企业和其他组织已经将地理信息系统纳入其各项活动，以解决一系列复杂的自然、社会和基础设施问题(Nyerges *et al.*, 2011: 4)。

A. 地理信息系统和地理空间分析

34. GIS 不仅能够追踪事件、活动、物体或现象，而且能够追踪它们发生的地点和方式，即地理性质的信息(Longley *et al.*, 2005: 4)。GIS 数据库由在实际地点和通过遥感技术采集的信息生成。在实际地点采集的数据包括利用直接测绘技术获得的地形数据和利用照片或书面记录获取的某些特点的观测记录。这些数据与全球卫星定位系统(GPS)的坐标数据结合起来。

35. 遥感是不与地球表面的物体进行实际接触而获取其信息的技术。遥感数据由飞机和卫星上安装的照相机、扫描仪、辐射计和雷达等遥感器生成。这些设备位于与地球表面距离甚远的高空，将数据以图像的形式储存在光学胶片和录像带上，或者以数字格式储存。

利用 GIS 进行地理空间分析和制图

36. 除了能储存复杂的地理信息，GIS 及相关软件还提供分析和建模技术，因而用途极大。GIS 提供多种组织和分析地理信息的方式，以便理顺和解决问题，这些功能在当今这个复杂而又相互依存的世界中日益重要。

37. 地理空间分析是将转换、操作和方法应用于基本地理信息，以揭示不太明显的格局和异常现象。从根本上来讲，地理空间分析是将原始地理数据转化为有价值信息的过程：分析师通过地理空间转换，希望揭示若非如此则可能无法看到的事物(Longley *et al.*, 2005: 316; De Smith *et al.*, 2010: 23; Heywood *et al.*, 2006: 18)。

38. GIS 数据和地理空间分析的结果通常以详细的多层地图的形式呈现。叠加不同层次的空间数据，就能够将单独一点的相关信息放到一起(Rubenstein and Roy, 2011)。关于单独一点的数据可以直观地表现在地图上。

39. 使用 GIS 和进行地理空间分析时的人为要素至关重要。收集和分析地理数据时需要决定采集哪些细节和如何设计问题；利用地理空间分析、特别是制定政策时，要考虑这些选择的影响(Longley *et al.*, 2006: 65-70, 316-318)。

40. GIS 和地理空间分析在许多领域都得到广泛应用，据估计每年有 500 至 600 亿美元用于采集、分析和维护地理空间数据(Gibson, 2011)。表 1 列举了 GIS 的一些实际应用。

表 1
GIS 的实际应用

GIS 的应用	实例
灾害风险管理	在自然灾害的情况下(为物流)计算应急响应时间和响应资源的流动
指标	人口和人口统计研究；贫困对应分析技术
资源管理	自然资源绘图，例如寻找需要防污保护策略的湿地；环境影响评估
商业/业务规划	依据消费趋势或通过查明未饱和市场决定新业务的地址；资产管理和选址规划；营销
城市规划	运输系统规划；基础设施评估和开发
疾病监测	疾病监测，为大规模流行病规划提供资料并加强防范
军事应用	安全，情报和反恐；犯罪学；军事规划

资料来源：Longley *et al.* (2005: 41-42)；ESRI (2011a)。

B. 利用 GIS 和地理空间分析促进教育

41. 作为一套信通和 STEM 工具和技术，GIS 和地理空间分析能够促进教育，特别是从教育的最初阶段开始，在这个阶段年轻人能够发展空间和分析能力并发现 GIS 对于处理本地发展关切的相关性。考虑教育和 GIS 之间的相互作用，有

两种途径：学习 GIS 和通过 GIS 学习。学习 GIS 是指需要有教育方案培训人们成为 GIS 从业者。作为一项工具，GIS 在所有经济领域中日益增强的重要性凸显了发展一支了解 GIS 技术的劳动力队伍的需要。

42. 通过 GIS 学习相当于将其作为教育工具使用，提供更多开发重要空间能力的途径。通过在空间结构(如地图和计算机辅助设计图形)中表现各种关系，可能发现、记忆和分析物体的性质及它们之间的关系。

43. GIS 和地理空间分析还能够帮助学生发展数据分析和操作的基本技能，例如将不同格式的数据导出至电子表格和向同学介绍数据。这些能力对于 STEM 学科和相关职业尤为重要(NRC, 2005: 3-5; Kerski, 2008; Clements, 2004: 267)。

44. 从广义上讲，有两种主要的空间能力：空间定位和空间视觉化。空间定位是指知道自己所处位置及如何在该空间内移动。这个能力从幼年起就十分重要，人们需要它为日常生活导航。有关空间定位的常规问题主要是关于位置(例如，最近的医院在哪儿?)、格局(例如一种疾病是如何传播的?)、趋势(例如哪里水土流失的程度在不断提高?)、条件(例如我在住宅周围 1 公里之内哪儿能找到水泵?)和影响(例如若我们修筑这条道路，将对市内交通产生什么影响?)。

插文 4

学会空间思维：GIS 作为 K-12 课程设置中的辅助系统

关于将 GIS 纳入教育的相关性的一项最深入调查由美国国家研究理事会完成。研究期间理事会确定，类似于 GIS 和地理空间分析所提供的新信通工具和技术的确有潜力促进几乎所有科目的教育。它指出，空间思维在艺术和设计、心理学、化学、物理、数学、社会科学和计算科学中十分重要。在理解和领会跨学科知识方面，空间思维也有巨大潜力。然而，该研究强调，若要有效运用这些技术，需要了解为什么要使用及在什么情况下应该使用这些技术。

这份题为“学会空间思维：GIS 作为 K-12 课程设置中的辅助系统”的报告所载的建议包括：

- 需要采用协调方针，将 GIS 纳入教育，将 GIS 设计人员、心理学家和教育工作者汇聚在一起；
- 发展基层小组，根据用户的反馈意见协调开发 GIS 软件；
- 应设置培训计划和课程纲要，GIS 教育工作者和教育机构的代表应参与这一进程；
- 应该对 GIS 在何种程度上提高学术成绩的问题进行更多研究。

资料来源：United States National Research Council (2005)。

45. 另一方面，空间视觉化有助于理解复杂的问题，例如许多科学、数学和工程问题以及相关的工具和技术。如果能够将问题视觉化，就有助于更好地理解

它。例如，空间视觉化对 DNA 双螺旋结构的研究大有帮助，而且它在生物化学领域仍然十分重要，将酶的三维空间结构视觉化，从而探索其相互作用，可以为生物化学和药物开发领域带来新的理解(Clements, 2004: 267; Heywood, *et al.*, 2006: 3; NRC, 2005: 1-5)。

46. 空间思维固然十分重要，但这并不意味着它能够自动和普遍达到很高的水平。培养空间思维和空间分析的最佳途径之一是通过 GIS 学习，因为 GIS 关系到探索对于肉眼并不明显的事件、活动、对象或现象的空间特征(见插文 4 和 Liben, 2006: 238; Kerski, 2008)。

47. 学习 GIS 和通过 GIS 学习在正式和非正式场合均可进行，可以面向中小學生、大学生、决策者和其他人。无论是作为一个模块，还是一门独立完整的课程，专门学习 GIS 的培训项目开发日益增多，在大学中也更为普遍。

48. 越来越多的国家开始制定方案，利用 GIS 的力量促进教育，特别是 STEM 教育，在中等教育阶段尤为如此。南非大学教育中的地理教学就是一个通过 GIS 学习的举措。尤其是使用本地数据和允许学生分析身边问题的做法对于利用 GIS 的力量促进学习具有极大帮助(Innes, 2011)。

49. 为了帮助教师将 GIS 纳入课堂，土耳其于 2008 年出版了《GIS 教师手册》。该书附有一张 DVD 光盘和带有一年使用许可的 ArcView 9.2GIS 软件包，以及 PDF 格式的数据、讲义和试题。此外，还设立了网页，分发了小册子，介绍书的内容和获取途径。这本书得到了学者、教师和各公共部门公务员的良好反馈，一年内就售出 700 余册(Demirci 和 Karaburun, 2009)。插文 5 概述了欧洲将 GIS 纳入教育的举措。

插文 5

欧洲教育中的 GIS

2009 年，i-Guess 选取一些欧洲国家开展研究，以评估学校采纳 GIS 内容的范围及其影响。研究涉及的国家有奥地利、比利时、保加利亚、芬兰、法国、希腊、匈牙利和英国。

报告发现，GIS 在社会与经济科学和自然与环境科学的多门学科中得到广泛应用。应用 GIS 的研究课题包括犯罪学、景观管理、零售分析和环境建模。从定性角度而言，研究发现，GIS 技术在帮助学生探索世界、处理和显示空间信息方面用处极大。

报告发现，不同国家教学风格各异，任何 GIS 项目均应理解这一点。各国的需要也不尽相同，因此推广 GIS 项目时应考虑到这一问题。报告指出了政策制定者可以应对的一些挑战，包括促进教师在 GIS 领域的专业发展和为这项技术制定使用和执行标准。

资料来源：i-Guess/EC(2009)。

将 GIS 纳入教育的障碍

50. 尽管将 GIS 纳入教育的尝试越来越多，但这依旧是一个难题。首先，GIS 领域的人员能力有限，即将其作为开发工具传授和使用并利用其作为教学工具的能力有限。缺乏拥有适当技能、受过适当培训的人员是一个相当严峻的问题 (Stuart et al., 2009)。在 GIS 学习方面，大部分能力建设往往侧重于数据生成，而不是 GIS 的使用和应用或教育。通过 GIS 学习似乎很难变成一种制度：教师本身需要懂得这门技术，还需要了解并愿意实施利用该技术的另类教学方法。其次，成本也是一个障碍，包括硬件、软件和(客户定制等)服务的前期费用，培训、维护和数据的持续成本。由于现在可以获得开源 GIS 软件，而且已经设计出利用现代 GPS 功能手机供电的 GIS 应用，某些成本已经下降。然而，建立详细 GIS 图层所需的大量复杂数据非常昂贵，尤其是在需要高分辨率数据的情况下。最新资料的维护是一项持续费用，往往占 GIS 总成本的 70%。第三，缺乏政策制定者的支持，这常常是因为他们对 GIS 潜在用途的认识有限。在组织层面，GIS 从业者常发现难以向管理人员解释其价值：GIS 是提高批判性思维和改进与该组织有关的问题的一项工具。许多组织和政府部门减少预算支出的压力日增，这意味着更加难以将 GIS 提上议事日程 (Stuart et al., 2009; ArcUser Online, 2011)。第四，电力供应不稳和通信基础设施较差，均有可能严重妨碍 GIS 的应用。利用 GIS 所涉及的一系列复杂技术需要电力。互联网和移动通信系统对于 GPS 和遥感等 GIS 技术不可或缺。连接将来自何处及如何支付连接费用，是一个关键问题 (Farah, 2011)。

C. 将 GIS 和空间思维纳入教育——克服这些障碍的备选政策需要处理 GIS 使用问题的各个方面

1. 在所有各级建设在教育中运用 GIS 的人员能力

51. 在教育系统中使用 GIS 增强空间思维的举措需要得到教育政策的有力支持。与 GIS 相关的教育政策必须具有下列目标：培训教师教授 GIS 和通过 GIS 进行教学，使更多的学生学习 GIS 并积极利用 GIS 作为一种学习工具。要使公众了解和支持 GIS，可以组织基于社区的 GIS 活动。这能够生成重要的本地数据，还可以增强对这项技术及其应用的了解 (Nyerges et al., 2011: 4)。

52. 政策制定者有必要对 GIS 给予支持，特别是考虑到 GIS 在支持制定基于证据的政策方面所具有的潜力。对政策制定者进行 GIS 培训有助于提高认识，说明 GIS 作为一种学习工具和一个学科领域，在教育中可能产生的积极影响。

2. 评价 GIS 教育的影响

53. 有必要更深入地了解 GIS 在教育中的影响。迄今为止有限的研究意味着，随着信通技术在教育中的应用越来越广泛，对于何时何处应用信通技术效果最佳及实施的成本应该怎样，仍然存有疑问。各国政府不妨委托开展深入研究来回答其中的一些关切。

3. 协调 GIS 数据

54. 地理空间数据复杂、规模大，而且往往极为昂贵。重复进行数据创建和维护相当浪费资源，但是如果不同政府部门的 GIS 用户之间协调良好，就可以解决这一问题。设立一个政府组织，专门负责获取、存储和传播遥感数据等地理数据，是以最低成本使 GIS 数据用于公共用途的一个方法。空间数据中央存储库可由指定机构设置和管理。美国宾夕法尼亚州就采取了这个办法，州政府指定若干“数据管家”负责创建和维护数据及管理网上数据交换中心(Shanley, 2007: 17)。

4. 建设网络和开展合作

55. 扩大教育网络，增强伙伴关系，以改进培训项目及确保交流最佳做法，这将显著增强 GIS 和地理空间分析的能力建设。多边网络能够使参与者与多家机构联网，优先处理对本国的特殊需要最有益处的互动(Kifuonyi, 2009)。最近设立的联合国全球地理空间信息管理举措(GGIM)便是这样一个网络。虽然 GGIM 尚不成熟，但它提供了一个论坛，供会员国与国际组织之间加强有关全球地理空间信息的协调工作。利益攸关方有机会讨论地理空间技术的发展，考虑如何与私营部门开展合作活动，以处理贯穿各领域的问题(GGIM, 2011)。

56. GIS 和地理空间分析、开放存取、虚拟科学图书馆是崭露头角的有潜力促进 STEM 教育的信通技术资产。将上述信通技术资产纳入教育，需要人员能力、教育框架条件和政策、技术和基本基础设施，还需要(南北和南南)伙伴关系以便开展有效合作。

四. 研究结果和建议

57. 结语部分概括了上文介绍的研究结果，并提出一系列关键议题，供科学和技术促进发展委员会审议。

A. 研究结果

(a) 开放存取和虚拟科学图书馆是提高和扩大知识流动的两个互补机制。它们有助于克服获取数据和研究方面的一些限制；

(b) GIS 和地理空间分析在社会许多部门得到使用，有许多重要应用来应对发展挑战。与此同时，教育也可以利用 GIS，帮助发展除地理之外多门学科所需要的空间能力；

(c) 通过 GIS 学习并不普遍，GIS 在教育中促进变化的潜力尚未得到开发；

(d) 使信通技术切实进入学习过程，不仅需要技术，而且需要人员能力、教育框架条件、基础设施和国家政策。

B. 建议

(a) 政府应与其他利益攸关方合作，力求克服阻碍获得和使用信通技术资产的基本基础设施限制(例如信通技术、电力和其他基本需求)；

(b) 政策制定者应开展合作，探索如何提高多语言内容的出版及其可及性，以应对“内容鸿沟”。

1. 开放存取

(a) 政策制定者可以鼓励国家研究机构和基金将开放存取列入其资助任务，藉此使公共资助的研究可以免费获取；

(b) 政策制定者应确保以开放存取的形式免费提供公共数据和研究结果，包括公共资助的实验、研究或调查所得原始数据；

(c) 各国政府和国际社会应鼓励开展国际合作，将公共资助的研究数字化，使其可在网上免费获取并确保其易于查找。

2. 虚拟科学图书馆

(a) 各国政府应与其他利益攸关方合作，确保虚拟科学图书馆的物流和资金可行性；

(b) 各国政府应鼓励组建国家研究和教育网络(NREN)组织，与本地领先机构合作，具有较高知名度，自组建之日起便分离网络所有权和服务提供方，确保实现财政的可持续性。

3. GIS

(a) 学校应采用有力的教育政策，包括将 GIS 或激发空间思维的基本地理概念纳入国家课程设置及支持结合空间思维和 GIS 的教师培训等政策，通过 GIS 改进教育系统中的空间思维内容；

(b) 应设立政府机构，专门负责获取、储存和传播遥感数据等地理数据，使公众可以以最低成本获取 GIS 数据；

(c) 政策制定者有必要对 GIS 给予支持，特别是考虑到 GIS 在支持基于证据制定政策方面所具有潜力。教育机构之间的国际合作能够促进对政策制定者的 GIS 培训，有助于提高他们对该技术的认识，也有助于建设能力；

(d) 政策制定者可以鼓励私营部门参与提高地理空间数据技术开放性的过程。例如，政府机构和图书馆等公共部门组织可以与私营部门的企业合作，为地理空间信息编排索引，使其易于在网上检索和获取。

References

Anderson J (2010). *ICT Transforming Education: A Regional Guide*. Bangkok, UNESCO.

ArcUser Online (2011). "GIS Education Today: An interview with Michael Gould." Available at <http://www.esri.com/news/arcuser/0311/files/gisedtoday.pdf> [Accessed 8 March 2012].

Asian Development Bank (ADB) (2010). *Information and communication technology for development: ADB experiences*. Mandaluyong City, Philippines, Asian Development Bank.

Bibliotheca Alexandrina (2011). "Initiatives in Education, Science and Culture: Virtual Science Libraries". Available at <http://www.bibalex.org/NB2010/Home/StaticPage.aspx?page=73> [Accessed 8 March 2012].

Cerri D and Fuggetta A (2007). *Open Standards, Open Formats, and Open Source (Final Draft)*. Milan, CEFRIEL – Politecnico di Milano.

Chan L, Kirsop B and Arunachalam S (2011). "Open access archiving: the fast track to building research capacity in developing countries". Available at <http://www.scidev.net/en/features/open-access-archiving-the-fast-track-to-building-r.html> [Accessed 8 March 2012].

Clements DH (2004). "Geometric and Spatial Thinking in Early Childhood Education." Chapter 10 in D. H. Clements, J. Sarama, A. DiBiase, X Edition. *Engaging young children in mathematics: standards for early childhood*. Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Corrado E (2005). "The Importance of Open Access, Open Source, and Open Standards for Libraries". Available at <http://www.istl.org/05-spring/article2.html> [Accessed 8 March 2012].

CRDF Global (2011). "Fact Sheets: Iraq Virtual Science Library (IVSL)". Available at [http://www.crdfglobal.org/news-and-events/press-room/fact-sheets/2011/06/30/iraq-virtual-science-library-\(ivsl\)](http://www.crdfglobal.org/news-and-events/press-room/fact-sheets/2011/06/30/iraq-virtual-science-library-(ivsl)) [Accessed 8 March 2012].

Das AK, Sen BK and Josiah J (2008). *Open Access to Knowledge and Information: Scholarly Literature and Digital Library Initiatives – The South Asian Scenario*. New Dehli, UNESCO.

De Smith MJ, Goodchild MF, and Longley PA (2010). "Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools". Third Edition. Available at <http://www.spatialanalysisonline.com> [Accessed 8 March 2012].

demap (2011). "GIS Mapping". Available at http://www.demap.com.au/gis_mapping.php [Accessed 8 March 2012].

Demirci A and Karaburun A (2009). *How to Make GIS a Common Educational Tool in Schools: Potentials and Implications of the GIS for Teachers Book for Geography Education in Turkey*. *Ozean Journal of Applied Sciences* 2(2). Available at http://ozelacademy.com/OJAS_v2n2_8.pdf [Accessed 8 March 2012].

Dyer J (2009). *The Case for National Research and Education Networks*. Amsterdam, TERENA.

ESRI (2011). "GIS for Education". Available at <http://www.esriuk.com/industries/education/rgs.asp> [Accessed 8 March 2012].

- European Commission (2006). "Virtual Science Library to open to Iraqi scientists". Available at http://ec.europa.eu/research/headlines/news/article_06_05_26_en.html [Accessed 8 March 2012].
- FAO (2011). "AGORA: Access to Global Online Research in Agriculture". Available at <http://www.aginternetwork.org/en/> [Accessed 8 March 2012].
- Farah H O (2011). "Introduction to Geospatial Technologies and Applications". Presented at the Africa Geospatial Forum on Enabling Socio-Economic Development through Geospatial. 6-8 September 2011, Nairobi, Kenya. Available at <http://www.africageospatialforum.org/2011/proceeding/Hussein%20.%20Farah.pdf> [Accessed 8 March 2012].
- GGIM (2011). "About GGIM". Available at <http://ggim.un.org/> [Accessed 8 March 2012].
- Gibson C (2011). "Emerging Technologies and Applications in Infrastructure". Presented at the Africa Geospatial Forum on Enabling Socio-Economic Development through Geospatial. 6-8 September 2011, Nairobi, Kenya. Available at <http://www.africageospatialforum.org/2011/proceeding/Chris%20Gibson-.pdf> [Accessed 8 March 2012].
- Greyson D, Morrison H and Waller A (2010). "Open Access in Canada: A Strong Beginning". Available at http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13601/1/Feliciter_56.2_-_%239_Open_Access_Canada_published.pdf [Accessed 9 November 2011].
- Haddad WD and Draxler A (Eds) (2002). *Technologies for Education: Potentials, Parameters, and Prospects*. Paris/Washington, D.C., UNESCO/Academy for Educational Development.
- Hedlund T and Rabow I (2007). *Open Access in the Nordic Countries – State of the Art Report & Workshop Views and Recommendations*. Copenhagen, The Nordbib Programme.
- Heywood I, Cornelius S and Carver S (2006: 3). *Introduction to Geographical Information Systems*. 3rd Edition. Prentice Hall.
- Hitchcock S (2011). "The effect of open access and downloads ('hits') on citation impact: a bibliography of studies". Available at <http://opcit.eprints.org/oacitation-biblio.html> [Accessed 8 March 2012].
- IICD (2007). *ICTs for Education: impact and lessons learned from IICD-supported activities*. The Hague, IICD.
- infoDev-World Bank (2008). *Knowledge map: impact of ICTs on learning and achievement*. Washington, D.C., World Bank.
- Innes LM (2011). "The South African school geography classroom: potential nursery for local tertiary GIS education". Presentation at AfricaGEO Conference: Developing Geomatics for Africa. Cape Town, South Africa, 31 May–2 June 2011.
- Kelly B *et al.*, Wilson S, Metcalfe R (2007). "Openness in Higher Education: Open Source, Open Standards, Open Access". Proceedings ELPUB2007 Conference on Electronic Publishing. Vienna, Austria. June.
- Kerski J (2003). "The Implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education". *Journal of Geography* **102**: 128–137.
- Kerski J (2008). *Developing Spatial Thinking Skills in Education and Society*. Online at <http://www.esri.com/news/arcwatch/0108/spatial-thinking.html> [Accessed 8 March 2012].

- Kifuonyi, O. (2009). "Of road blocks and building blocks." Available at http://www.geospatialworld.net/index.php?option=com_content&view=article&id=19128&Itemid=280 [Accessed 8 March 2012].
- Laakso M, Welling P, Bukvova H, Nyman L, Björk B and Hedlund T (2011). "The Development of Open Access Journal Publishing from 1993 to 2009". *PLoS ONE* 6(6).
- Liben LS (2006). "Education for Spatial Thinking". in Renniger KA and Sigel IE (Eds). *Handbook of Child Psychology – Volume 4: Child Psychology in Practice*. Sixth Edition. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Longley P, Goodchild M, Maguire DJ and Rhind DW (2005). *Geographic information systems and science*. 2nd Edition.
- Moody G (2006). "Parallel universes: open access and open source". Available at <http://lwn.net/Articles/172781/> [Accessed 8 March 2012].
- Moore G (2010). "Scholarly Communication". *University of Toronto Bulletin*, Tuesday 8 June 2010.
- National Research Council (NRC) (2005). *NRC's final report, entitled Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum*. Washington, D.C., National Research Council.
- National Research Council (NRC) (2006). *Strategies for Preservation of and Open Access to Scientific Data in China*. Washington, D.C., National Research Council.
- NBER (2011). "Who has free access to NBER Working Papers?" Available at <http://www.nber.org/help/wp/free.html> [Accessed 8 March 2012].
- Nyerges TL, McMaster R and Couclelis H (2011). "Geographic Information Systems and Society: A Twenty-Year Research Perspective" in Nyerges TL, Couclelis H and McMaster R (Eds). *The SAGE Handbook of GIS and Society*. London, SAGE Publications Ltd.
- Pan-American Health Organisation (2011). "Developing the Virtual Health Library". Available at <http://www.guy.paho.org/vhl.html> [Accessed 8 March 2012].
- RCAAP (2009). "Open Access Policies Kit". Available at <http://projecto.rcaap.pt/index.php/lang-pt/consultar-recursos-de-apoio/remository?func=startdown&id=336> [Accessed 8 March 2012].
- Riccio HM (2001). "The Virtual Library - Past, Present & Future". Available at <http://www.llrx.com/features/virtuallibrary.htm> [Accessed 8 March 2012].
- Rubenstein JM and Roy DL (2011). "The Cultural Landscape: An Introduction to Human Geography – Basic concepts". Available at http://wps.prenhall.com/esm_rubenstein_humangeo_7/6/1647/421852.cw/index.html [Accessed 8 March 2012].
- Shanley L (2007). *GIT Governance: State Models and Best Practices – Pennsylvania*. Madison, Wisconsin Department of Administration.
- Stuart N, Moss D, Hodgart B and Padikonyana P (2009). "Making GIS work in developing countries: views from practitioners in African". *RICS Research Report*. Edinburgh, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)/University of Edinburgh.
- Thomson Reuters (2006). "Iraqi Virtual Science Library will help rebuild Iraq for the 21st century". Available at <http://science.thomsonreuters.com/news/2006-07/8329413/> [Accessed 8 March 2012].
- Tinio VL (2002). "ICT in Education". *E-Primers on the application of Information and Communication Technologies (ICTs) to development*. New York, UNDP.

United Kingdom Science and Learning Expert Group (2010). "Science and Mathematics Secondary Education for the 21st Century". Report of the Science and Learning Expert Group. London.

UNCTAD (2011). Measuring the Impacts of Information and Communication Technology for Development. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation No. 3. United Nations publication. UNCTAD/DTL/STICT/2011/1. New York and Geneva.

UNESCO (2011). "Open Access to Scientific Information". Available at <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/access-to-knowledge/open-access-to-scientific-information/> [Accessed 8 March 2012].

UNESCO (2010). UNESCO Science Report 2010: The Current Status of Science Around the World. Paris, UNESCO.

University of Maryland (2011). "Scientist Leads Creation of Virtual Science Library for Iraq". Available at <http://www.newswise.com/articles/scientist-leads-creation-of-virtual-science-library-for-iraq> [Accessed 8 March 2012].

Viega J (2004). "Open Source Security: Still a Myth". Available at http://onlamp.com/pub/a/security/2004/09/16/open_source_security_myths.html [Accessed 8 March 2012].

Wheeler D (2011). "Is Open Source Good for Security?" Available at <http://www.dwheeler.com/secure-programs/Secure-Programs-HOWTO/open-source-security.html> [Accessed 8 March 2012].

WHO (2011). "HINARI: Research in Health." Available at <http://www.who.int/hinari/en/> [Accessed 8 March 2012].

WIPO (2011). "ARDI: Research for Innovation". Available at <http://www.wipo.int/ardi/en/> [Accessed 8 March 2012].

World Bank (2011). "Education and Development". Available at <http://go.worldbank.org/15CGSJ3R40> [Accessed 8 March 2012].

Zhong C (2009). "Development of institutional repositories in Chinese universities and the Open Access movement in China". Institute of Advanced Technology Working Paper. Beijing, Peking University.
