

我的科教人生之路

——兼谈对地图科学和教育的思考

王家耀

摘要：从大学学习经历，回顾从事地图科学研究和教书育人工作的人生经历。通过介绍地图制图技术从传统手工向数字化、智能化转变的革命，呈现了现代地图科学的“开放”体系架构，并描绘了从地理信息系统到地理信息服务再到时空大数据平台的发展路径。最后讨论了怎样当一名好教师，提出了什么是教师的责任使命，以及“科学共同体”是科学技术发展的唯一正确选择等思考。

关键词：地图科学；教师责任；科学共同体

一、我的大学

自1956年考入原中国人民解放军测绘学院地图制图系开始，我与地图结下了一辈子的缘分。

1957—1958年，我们地图制图专业的学员在学校参加战备地图制图生产，由测绘局制图队的一位工程师辅导，采用连编带绘的技术方法制作大比例尺地形图。得到地图制图实践的锻炼，不仅提高了我的技术技能水平，更坚定了我从事地图制图专业的信心。在参加此次战备地图制图生产任务期间，我绘制的地图参加了当时在武汉测量与制图学院举办的五国测绘展览，这对我是一个极大的鼓舞。

本科学习第四学年，学院进行教学改革。

我们班提出“本科高年级学生自学为主”的思想和“以研究性实践任务带动教学”的教学改革方案。受苏联《军官地图集》和“军官丛书”《世界地图集》启发，我们决定以设计编绘《军官地图集》作为“研究性实践任务”进行毕业设计和毕业实习，当时在学院影响很大。

在党支部领导下，成立了《军官地图集》总体设计组及各专题组，我担任负责人。其间，专请著名地图学家陈述彭、吴忠性作报告。经过两年艰苦努力，取得了丰硕成果：编绘了中国人民解放军《军官地图集》设计书、编稿原图、出版原图；编写了《数学制图学》（地图投影），后经吴忠性改编，由中国人民解放军测绘学院出版；翻译了大量地图制图学领域科技资料；锻炼了学员自主学习能力和科

作者简介：王家耀，中国工程院院士，空间基准全国重点实验室、河南大学地理科学与工程学部教授（郑州 450046）。

研实践能力。

五年的军校学习是紧张的，也是愉快的。我深深懂得来军校学习十分不易，虽然我的高考成绩在班上只是中等偏上，但我相信“三分聪明，七分勤奋”，所以我必须比别人付出更多。除平时抓紧时间刻苦学习外，我充分利用寒暑假时间，5年大学期间，只回过两次家，其他时间都“泡”在图书馆。

更重要的是不断改进学习方法。大学里，我坚持“三套笔记本”的学习方法，变被动学习为主动学习。第一套笔记本是听课笔记本，当时基本没有教材，必须跟着教员讲课思路做笔记，同时思考问题。第二套笔记本用于课后复习，认真阅读参考书，对比教员是怎么讲的，参考书是怎么说的，有什么不一样，为什么。第三套笔记本是复习考试笔记本，认真研读第一、二套笔记本的内容，实现由“少”到“多”，再由“多”到“少”，把课本知识变成自己的。付出必有收获，5年学习下来，我的大多数课程考试成绩是5分（当时实行5分制），毕业时被定为优等生，荣立三等功。

二、地图制图技术革命：从传统手工向数字化、智能化转型

（一）从传统手工地图制图到现代计算机数字地图制图

1961年毕业后，我留在解放军测绘学院任教。在地图制图实践中，我越来越深刻地感受到手工地图制图生产强度大、耗时长、精度低的局限性，对学科发展和制图生产产生了严重影响，期盼着改变制图技术严重落后的状况，于是开始琢磨怎么去解决这个问题。

1972年的一天，我偶然在图书馆看到一本英文版的《计算机绘图》，虽然讲的是绘制机械图，但深深吸引了我，给了我启发：既然计算机能绘制机械图，为什么不能绘制地图

呢？时任教研组副组长的我，在这种好奇心的驱动下，即派一位教师到武汉大学进修电子计算机。1974年，又派刚毕业的年轻教师去南京大学学习。就这样开始了筹办“计算机地图制图专业”教师队伍的准备。

1976年初，我被任命为地图制图教研室主任。1976年8月，学校从武汉搬迁到郑州，我着手设计和筹建“计算机地图制图实验室”，组建师资队伍，购置设备，并于1979年招收我国第一个“计算机地图制图”专业本科班，培养我军计算机地图制图的科技骨干。其间，团队在大量研究的基础上，利用计算机绘制了第一幅全要素地形图，参加了在罗马尼亚布加勒斯特召开的国际制图协会的学术大会，受到了国际学界的关注和好评。

我一直在思考，难道只能用计算机绘出数字化后的等大比例尺地形图吗？制图与出版还分离吗？于是产生了这样的学科建设想法：从“计算机地图制图”专业到“地图数据库建立与应用”专业，再到“地图制图自动化”专业，最后发展为“数字地图制图与出版的一体化”专业；由基于模型的“数字地图制图综合”发展到基于模型、算法、知识的“地图自动制图综合”。

我们培养了一大批博士、硕士等高层次人才，扩大了计算机地图制图技术的应用，改革了教学内容。正是因为坚持了正确的做法，培养了几位做“自动制图综合”和“专题地图自动制图”的研究生，广大教师在几年之后掌握了计算机地图制图技术，过去长达500学时左右的“地图绘制”课程从课程表上“失踪”了。应该说，其意义不亚于创办“计算机地图制图”专业本科班。

我们带领博士生开始基于模型、算法、知识的单一要素、单一过程（选取、化简、关系处理）的“自动制图综合”研究，发表了一系

列相关学术论文，出版的《数字地图制图综合原理与方法》一书获首届全国高校测绘专业类优秀教材奖一等奖。

(二) 地图制图由数字化到智能化——以地图制图综合为例

信息化发展的普遍规律是从数字化到网络化，再到智能化。地图科学技术的信息化发展也遵循这一规律，目前正在由数字化地图制图迈向智能化地图制图。这是一个十分艰巨的任务。人工智能赋能地图科学技术由数字化到智能化转型升级，反之，地图科学技术由数字化到智能化的转型升级也必将使人工智能研究更加丰富深化，所以，本质上是“双向赋能”。

地图制图综合演进经历了四个过程：从主观过程到客观的科学方法；从定性描述到定量描述；从基于模型的制图综合到基于模型、算法、规则知识的数字地图制图综合；从基于单要素、单一过程的地图制图综合到基于“综合链”的全要素、全过程的过程控制与质量控制的地图制图综合。

地图制图综合由数字化到智能化产生了突破性成果并转化为生产力。一是进一步构成大中小比例尺地形图自动化生产的智能化制图综合系统，并扩展到任意（按需）尺度的地图和各类地图集的智能制图综合。二是采用基于云计算的分布、并行、协同式时空大数据处理技术，大规模用于地图制图生产，重点解决分布、并行环境下的模型算法知识智能化协同调度问题。

(三) 由传统地图学的“封闭”体系到现代地图科学的“开放”体系

传统地图学是一个“封闭”体系，具体体现在：第一，以经验总结为主，忽视基本理论的建设与研究；第二，以联系对本学科有直接关系的学科为主，忽视同更高层次的学科之间的联系；第三，以地图制图为主，忽视地图应

用的研究，尤其忽视对地图制图作者自身认识活动和地图使用者认识活动规律的研究。

那么，怎样突破这个“封闭”体系？首先要加强学科体系的整体性。体系的各部分是一个整体，这就是钱学森先生的“系统论”思想。其次要加强学科体系的层次性。内部包括了3个部分，外部由3个“圈层”构成（见图1）。再次是加强学科体系的关联性。各层次之间存在着密切的关联关系。最后要加强学科体系的开放性。由“封闭”体系转向“开放”体系，不断探索地图学功能的拓展和延伸，进一步寻找地图学新的生长点，充分发挥地图学的“四大功能”。

三、地理信息系统、地理信息服务和时空大数据平台

(一) 从地理信息系统到地理信息服务

我在20世纪70年代提出开办计算机地图制图专业，于80年代初开始思考关于地理信息系统（geographic information system, GIS）的问题，这是一个更为艰难的过程。关于地理信息系统的定义，目前有很多论述。例如：《测绘学名词》（第三版）将其定义为“在计算机软硬件支持下，把各种地理信息按照空间分布及属性，以一定的格式输入、存储、检索、更新、显示、制图、综合分析和应用的技术系统”。《辞海》（第六版）将其定义为“用于地理空间数据采集、存储、处理、查询、分析、利用和可视化的电子计算机信息系统”。

关于地理信息系统的来源有三种观点。一是地理信息系统源于地图又超越了地图。这里，“地图”指经典（传统）的模拟地图（系列地图、地图集）。二是地理信息系统源于计算机地图制图又超越了计算机地图制图。三是地理信息系统源于地图数据库又超越了地图数据库。

从地理信息系统到地理信息服务的演进，有社会、技术、学科三方面的背景。

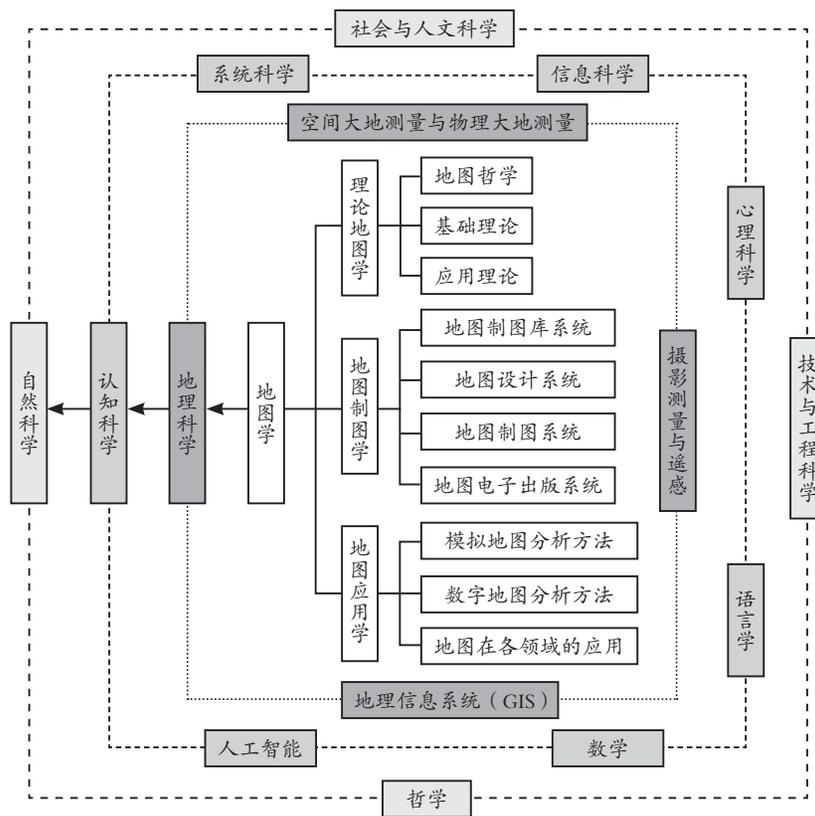


图1 现代地图科学的“开放”体系架构

社会背景表现为需求牵引。当时的地理信息系统与社会需求之间存在落差。地理信息系统存在的问题是：信息资源不能共享；系统之间不能互联互通；使用不方便，也买不起。而面临的社会需求是：共享信息资源两者之间有落差；网络环境下多个节点协同工作；提供低成本的实时/准实时、智能化服务。

技术背景表现为技术推动。一是计算机技术。计算机的存储容量和计算能力对地理信息系统的功能和作用至关重要。目前，计算机存储能力已超TB级，计算速度已超百万亿次/秒。二是通信网络技术。从单机到基于互联网的企业级，再到基于Web/Grid的网络服务（Web Service）/网格服务（Grid Service）和云服务。三是全球卫星导航定位技术和对地观测技术。它为了解决地理信息系统实用化的难题（数据源、高精度定位）提供了基础。四是时空大数据技术。时空大数据平台支撑数据分析和数据挖掘。

五是人工智能。这是研究开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法与技术。

学科背景表现为学科发展与技术进步互相促进。从学科的角度讲，对地理信息系统发展影响最深远的是地理学和地图学。从技术的角度讲，对地理信息系统影响最深远的是信息科学、人工智能、数据科学。

（二）进入时空大数据时代

21世纪是时空大数据时代，我们需要什么样的地理信息系统？军事测绘源于作战中对地形的研究与利用，是从测绘与使用地图开始的。古代如此，近代如此，现代更是如此。国防建设部署、规划离不开地图，战略谋划和计划需要利用地图，作战指挥特别是一体化联合作战需要反映战场地理环境（地理空间结构和空间关系）的“一张图”（时空大数据平台）作支撑，作战行动要有地图来引导，武器平台乃至远程武器精确打击需要精确数字地图。这

就是作战指挥的时空观。

进入21世纪,伴随着航天技术“井喷”式发展,世界大国之间的新一轮争夺在太空展开。太空成为继核武器之后的新型战略威慑力量,与核威慑、网络威慑交织融合,共同构成新的战略稳定架构;太空实现了全球作战力量一体化,不受传统的陆地、海上、空中飞越限制,具有天然的全球性和跨域性,全球任何地点的作战力量和手段都能通过“天地一体网”连接起来,形成一体化作战力量体系;太空力量是战斗力的倍增器,可以在任何时间、任何地点、任何气象条件下打击地球上任何一个目标。而这必须有全球一体化的时空大数据平台保障。

数据最早源于测量,没有测量就没有数据,没有数据就没有科学,没有测量也就没有科学。测量,是人类最早的科学活动。广义地说,数据是人类活动的产物,大数据是包括人类活动在的事物(现象)运动变化的产物。包括人类活动在的事物(现象)的运动变化都是在确定的时间和空间中进行的,所以,所有大数据都是在一定的时间和空间中产生的,都有时间参照和空间参照两个基本特征。这就是大数据时空观,即大数据本质上都是“时空大数据”。时空大数据是人工智能(机器学习)的动力(类比发电厂的水动力、煤动力、核动力),没有时空大数据,算法就不起作用,数据质量不好,就会算不准。

“时空大数据平台”是把各种分散的(点数据)和分割的(条数据)时空大数据汇聚到一个特定的自主可控的平台上,并使之发生持续的聚合效应。这种聚合效应就是通过数据多维融合和关联分析以及数据挖掘,揭示事物的本质规律,对事物作出更加快捷、更加全面、更加精准和更加有效的研判和预测。从这个意义上讲,时空大数据平台是大数据的核心价值,是大数据

发展的高级形态,是大数据时代的解决方案。

四、怎样当一名好教师

以上讨论了地图制图技术革命、时空大数据平台的发展,其中蕴含着科技与创新的关系,而科技、创新离不开人才,人才培养离不开教育。当前,教师队伍中普遍存在一种“焦虑”感,面临着很大的压力,从根本上讲是因为对教师这个职业在“教育、人才、科技、创新、发展”中的地位认识不清。我们应该树立“发展的基础在创新、创新的基础在科技、科技的基础在人才、人才的基础在教育、教育的基础在教师”的发展观念。

习近平总书记在2016年全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话中明确指出:“纵观人类发展历史,创新始终是一个国家、一个民族发展的重要力量,也始终是推动人类社会进步的重要力量……科技是国之利器,国家赖之以强,企业赖之以赢,人民生活赖之以好。中国要强,中国人民生活要好,必须有强大科技。……我国要建设世界科技强国,关键是要建设一支规模宏大、结构合理、素质优良的创新人才队伍。”

习近平总书记在第三十二个教师节来临之际,看望慰问广大师生时强调:“教育决定着人类的今天,也决定着人类的未来。”广义上的教育指以影响人的身心发展为直接目的的社会活动,狭义上的教育指由专职人员和专门机构进行的学校教育。教育随社会的产生而产生,是人与社会发展必不可少的手段,为一切社会所必需,又随社会的进步而发展。

教育的重要任务是传承:传承科学思想,传承科学方法,传承科学知识,传承科学文化,传承科学道德。著名教育家叶圣陶曾对教育的目的有过这样的论述:“凡为教,目的在达到不需要教。”“教是为了达到不需要教。”

教育工作者应该把学生视为一粒粒有生命、有活力的种子，而教育是阳光、是水、是空气、是肥料。教育应以培养学生自主与创新精神、研究和实践能力、合作与发展意识为重点。教育的本质不只是让人学到什么，还要学会质疑人们所学到的。

五、总结与启示

（一）教师的责任、使命重大

习近平总书记在2016年5月3日召开的全国科技创新大会、两院院士大会和中国科协第九次全国代表会上的讲话，吹响了创新驱动发展的号角。总结我中小学时期的学习和60余年从军、从业、从教的经历，深深体会到：要实现中华民族伟大复兴的中国梦，发展的基础在创新，创新的基础在科技，科技的基础在人才，人才的基础在教育，教育的基础在教师。

（二）做事格言：登高望远、脚踏实地、尊重科学、开拓创新

这是我的从军、从业、从教60余年的切身体会。登高望远，就是站在学科的制高点上，只有站在高处，才能看得远，才能把握学科未来发展的方向。要把“地图学与地理信息工程”学科的发展放在“测绘导航与地理信息科学技术”甚至是“大科学”背景下来思考。脚踏实地，就是要一步一个脚印去做研究。只有这样，才能把学科的未来发展变成现实。尊重科学，就是要尊重与探索科学规律。科学研究虽然要大胆去想，但要靠谱，这个“谱”，就是规律，要求真务实。开拓创新，就是要具备个人的探索精神，要具备高度的思维能力及能动性、创造性和自主性，要让思想冲破牢笼。

（三）终身学习与勤于实践：事业成功的前提与基础

学习与实践，是科学技术工作和教师的基

本功，真正做到不易，而终身学习与勤于实践就更不易。学习与实践，对于科技工作者是至关重要的。学习，是求得知识的重要途径，要向书本学习，向实践学习。实践，指社会实践，即人类能动地改造自然和社会的全部活动，主要指生产实践活动和科学实践活动。科学技术转型发展的周期越来越短，标志着科学技术发展越来越快，这就要求不断地学习与实践，即终身学习与勤于实践。

（四）科学共同体：科学技术发展的唯一正确选择

“科学共同体”是托马斯·库恩(Thomas Kuhn)50多年前撰写的《科学革命的结构》一书中提出的两个重要概念之一，另一个重要概念是“范式”，两者密切相关。按照现在的说法，科学共同体就是“创新团队”或“科研团队”。问题在于：是什么使“群体”或“团队”的成员聚集在一起？是什么导致这样的“群体”或“团队”分裂甚至干脆导致瓦解？库恩的“范式”对此作出了解释：“科学共同体”成员遵守承诺、尊重科学、遵守科学道德和行为规范。如果有人不遵守自己的承诺，“群体”或“团队”就会陷入混乱和分裂，甚至趋于分崩离析。

鉴往知今，一个“群体”或“团队”凡是十年、二十年、三十年甚至更长时间代代相传，有稳定可持续发展和不断开拓的研究方向，踏踏实实坐“冷板凳”，都能取得学术界认可的学术成果；反之，不尊重科学、不遵守科学道德和行为规范，“群体”或“团队”就会四分五裂，就不可能取得真正意义上的科技成果，也不可能从整体上推动地图学与地理信息工程学科专业的可持续发展。

（责任编辑：张一鸣）