

# 技术路线图方法及其在高校科研规划中的应用

曹青林

(华中师范大学 科技与产业处, 湖北 武汉 430079)

**摘要:**在高校科研管理实践中,应将科研战略、科研发展路线图和科研政策逐步有机地结合起来,形成“目标、决策、操作”三位一体的政策实施体系。其中:科研战略主要解决目标、定位的问题,科研发展路线图重点解决目标与决策之间的可控选择与动态优化问题,科研政策着重针对各层面的操作问题提出指导意见并给予双向激励。在上述三者之间,科研发展路线图起着承上启下、担当枢纽的关键作用。

**关键词:**科研管理;高校科研;科研规划;技术路线图

中图分类号:G644

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2010)10-0141-04

## 1 问题的提出

近些年全球经济快速发展,科技进步日新月异。当今世界正进入信息化时代,处在科技创新突破和新科技革命的前夜。我国的科技发展绝不能简单地照搬其它国家已有的发展模式,必须立足全球科技发展的前沿,从我国现代化进程的现实需求出发,高瞻远瞩、科学布局、重点突破,探索出一条适合中国国情的科技创新发展路径。从20世纪50年代起,我国政府部门和科研机构开始使用“规划模式”来管理科学技术,并沿用至今;通过制定和实施合理有效的科研规划,不断提高科研管理水平。改革开放以来,我国科研主力军之一——高等学校也通过探索科研发展规律、提高科研规划科学性,来积极尝试科研管理新方法和新路径,以适应科研发展与国际竞争的需要。

目前国内高校面临着国际科技竞争异常激烈的严峻挑战,同时又面对国内社会经济快速转型的复杂局面,高等教育必须把改革深化到教学科研的各个领域中,这对高校的科研工作提出了更高的要求。高等院校理应把科学研究放在极其重要的地位,以更好地培养全面发展、具有创造精神、充满活力的一大批适应社会发展需求的复合型创新人才。虽然近年来国内高校整体上科研管理水平有了显著的提高,科研工作也取得了快速的发展和丰硕的成果,但是如何进一步深化高校科研体制改革,改进科研管理技术手段,促使科研工作更快发展、科研成果高效转化,仍是摆在各高校科研和管理人员面前的一项艰巨任务。近些年在国外兴起、发展并日趋成熟的技术路线图方法,可以为高校的科研规划提供有效的分析工具和应用手段。

## 2 相关理论与技术研究发展概况

从科研规划的理论研究发展来看,有关科研规划、科研战略和科研管理的各种理论与方法,正不断发展完善,并渐趋成熟。系统论、规划论、战略论、技术路线图等理论与方法被创造性地吸收运用到科研规划之中,借助科学学、系统科学和技术经济等多学科的自身完善和交叉融合,科研规划的科学性、经济合理性、可预见性、可操作性、可控制性和可检测性在不断提高。科学合理的科研规划的巨大社会经济价值正逐步显现,科研规划对社会经济发展的重大作用也越来越广泛地受到关注和重视。

一般认为,规划是对规划对象系统远景发展的科学规定和论证,人们通过能动地认识和协调系统运动,将某一系统的运动纳入有目的、有秩序、有规律活动的轨道上的一种过程或手段。在科研规划的基础理论研究方面,传统理念主要是将规划作为一种决策过程来定义,即认为科技规划就是对科技发展的方向、目标、重点、措施、途径的预测,以及由此产生的方案、图表和指标体系等,是未来科技的远景蓝图。但随着学术界对规划认识的深化,越来越多的学者逐步认识到规划不仅仅是一种决策过程,也不只是一项特殊的实践行动,而是决策过程与实施过程之间的特殊媒介。这样的认识强调了科技规划是制订和实施两个过程的有机结合。由此可以认为:从规划作为决策和实践之间的特殊媒介这一角度出发来定义科研规划,并将规划的决策过程和实施过程纳入规划体系通盘考虑,是开展科研规划的科学合理的研究路径。而衔接好决策过程和实施过程,是决定科研规划这一特殊媒介发挥效用的关键。

收稿日期:2010-03-22

作者简介:曹青林(1968-),男,江苏徐州人,华中师范大学教育科学学院博士研究生,华中师范大学科技与产业处副处长,研究方向为教育经济、科研管理。

在应用技术研究方面,国内外有关科研规划、科研发展路线图、科研战略与配套政策的研究一直方兴未艾。近些年有关科研规划方法的研究有向纵深发展的趋势,一方面科研规划已经深入到产业、区域和企事业单位的发展层面;另一方面规划研究方法不断创新发展并趋于多样化,引入了以技术发展路线图为代表的先进实用的科研规划技术工具。

技术发展路线图(Technology Roadmapping, TRM)这一概念1987年由Willyard和Mc Clees提出,但其思想渊源可以追溯到古典科学管理时代。从早期的以甘特图(Gantt chart)为主的单个企业生产计划及产品开发技术路线,过渡到涉及产品开发项目与企业内部组织整合的产品技术发展路线图,再发展到规划和解决具有公共产品特性的特定产业共性技术的产业技术路线图,最终形成了国家和区域政府层面的科技发展路线图与创新战略路线图。回顾上述路线图的技术发展和应用历史,路线图方法的创新是与企业管理发展、产业组织发展、科学技术发展及研发创新活动发展的进程协同推进的。路线图方法的使用范围由最初应用于企业生产计划、产品技术开发、产品系列设计,逐渐扩展应用到企业全面研发决策、组织战略管理制定,再过渡到产业预见与共性技术规划、科学技术展望计划,直至被广泛应用于政府研发管理和创新战略规划。经历了由简单到复杂、由局部到整体、由微观到宏观、由底层到高层、由单一主体开发到多主体开发的延伸发展过程。

### 3 技术路线图方法应用分析

随着现代科学技术与社会发展之间的关系日益紧密,西方发达国家纷纷制定策略并采取措施以适应科技飞速发展的需要。正如美国《科学》杂志的一段话所言,“西方经济发达国家已经认识到,自己的经济未来依赖于高级先进技术所衍生并滋养的新工业。这一认识势必影响到政府对于科学技术的态度,从而影响到今后的决策”。欧美国家先后制定了各自国家的科技发展规划并辅之以强有力的政策措施,像美国政府先后制定实施的“曼哈顿”计划、“阿波罗”计划和“星球大战”计划等。我国开展科技规划起步也比较早,于20世纪50年代就制定了我国第一个科技发展规划——《1956—1967年全国科学技术发展远景规划》(简称《十二年科技规划》),此后我国也一直使用“规划模式”来管理科学技术<sup>[1]</sup>。

20世纪70年代以后,以电子信息技术为先导的新技术革命在世界多个国家兴起,科技的发展由此进入到了“大科学”的时代。由于科学、技术、生产、市场的全球一体化以及各国科技、经济、社会的高度融合,科技正深刻地影响着世界各国人民的生产生活,各国政府、行业组织及科研机构也以前所未有的方式与态度深切地关注和干预科技活动。发达国家不仅制定了国家层面的技术路线图(如韩国等)和多系列战略技术路线图(如日本等),各行业协会和研究机构还广泛开展了针对不同产业(主要是关系国计民生的重点支柱产业)和机构的产业科技发展规划,并定期发布科技发

展路线图。这其中发展较早且影响较大的产业科技规划有“国际半导体技术发展路线图(The International Technology Roadmap for Semiconductors, ITRS)”。其最初版本是美国半导体工业协会(the Semiconductor Industry Association, SIA)发起编写的美国国家半导体技术发展路线图(National Technology Roadmap for Semiconductor, NTRS),发布了1992年、1994年和1997年3个版本,随后SIA倡导并邀请了多个国家的相关组织参与规划,制定形成了1999年ITRS(第一版)。此后,SIA及其合作组织每逢偶数年份就对ITRS进行部分更新,每逢奇数年份就对ITRS进行全面修订<sup>[2]</sup>。SIA及其合作组织制定ITRS的宗旨是提供被业界普遍认可的对未来若干年半导体行业研发需求的准确预测,并对业内企业、研发团体和相关政府提出指导意见。除了ITRS外,全球范围内影响较大的产业科技规划还有“欧洲电力电子工业与科研的布局与规划”和“欧洲空间研究与美国科研规划动态”等。20世纪末以来,我国各级政府、科研院所也制定出台了本辖区或本单位的科研规划战略和科技发展路线图,如广东、青岛等地先后制定实施了区域科技和产业发展规划。

通过以上技术路线图的理论发展和应用分析可以看出,其应用层次、规模及形式广泛多样,且随着研发与创新的发展不断进行着技术手段的推陈出新,因而也难以总结出固定不变的模式。各个规划的需求者可以根据路线图不同的功能定位与重心选择,给出各不相同的路线图定义,这本身也反映出不同组织要根据自身的战略目标、已有和可用的资源,结合特定的目标、用途等因素,选择合适的路线图方法<sup>[3]</sup>。但一般而言,尽管各种路线图有各自不同的类型、形式、结构和功能,其核心任务都是利用结构化和可视化方法,借助图形或表格等形式,对不同组织系统特定主题的去、现在与未来之间的联系、发展与延伸,作出明确的趋势判断和形象的情景分析,为各类研发机构及管理组织制定具体的战略规划,提供基础性的计划框架和协商机制,从而把来自各方面、多层面的智慧整合起来,以作出能正确把握未来发展趋势、潜在机会、风险与挑战的有效判断,寻找适合本组织的发展路径和发展方向。在一定的规划时段和范围内,政府、企业或科研机构通过规划推演和路线图分析,可以就组织的研发与创新活动的中长期愿景、各阶段目标和分解任务达成共识<sup>[4]</sup>。技术路线图的这种个性与共性的对立统一,本身也反映出科研规划作为决策与实践之间特殊媒介的特有属性,使得这种规划方法可以因地制宜地满足各规划主体在不同时期、不同层次的需求,有效地衔接与整合科研决策过程和实施过程。

科研规划的实践表明,“科研规划模式”与技术路线图方法不仅在世界各国的科学技术发展过程中发挥着巨大的作用,而且正在逐步发展成为重要的科研管理形式和有效的科研组织手段。

### 4 高校科研管理应用路线图方法的可选路径

高校科研规划是在高校的总体发展战略确定以后,为

实现总体战略目标并实施有效的系统控制，按照整体协同发展原则而作出的推演与安排。高校的科技发展规划应该以高校科研系统为主要研究对象，在充分研究科技系统、经济系统与人文系统的相互作用关系的基础上，企划高校未来的科研发展蓝图和以科技发展推动本校和特定区域经济增长与全面进步的远景，并借助规划的实施来最终促成这一蓝图与远景的实现。根据上面的分析，我们认为高校的科技规划不单是一种决策过程，也不单单是一项实践行动，而是一种从调查分析到决策过程与实施过程之间的特殊媒介。基于此，高校在开展科研规划时，应将规划的基础条件、决策过程和实施过程纳入科研规划体系进行通盘考虑，以此构建一个通过不断的反馈和调整来动态优化的涵盖政策制定与执行两过程的开放式循环回路，探索出开展科研规划的科学合理的决策与实施路径。

高校科研规划虽然与其它机构的科研规划、不同产业的科研规划有很大的差异，但其基本理论与方法是相同的。我们认为，高校科研规划可以借鉴国外研究型大学制定科研规划的先进经验，采用“八步规划法”逐步开展高校的科研规划研究：明确目标，结合各高校的内外环境情况及自身需求，确立今后一段时间科研发展的目标；摸清现状，在全面检视与分析学校过去科研工作成绩及存在问题、科研基础条件的前提下，充分把握当前本校所处的国内外环境和学校内部科研各相关因素，并作“SWOT”分析；变量分析，对“SWOT”分析中的 4 类因素——机会、威胁、优势、劣势的各个相关影响变量作深入研究，找出对当前现状构成较大影响、关联度高的几个变量，给予特别关注，并由此归纳出本校科研发展不足的深层原因；对策探讨，按照“SWOT”分析的战略对策思路，提出取长补短的对策，找到解决问题的有效途径；提出建议，基于战略对策的要求，对本校现行的科研工作和管理体系提出合理化建议，明确要调整和加强的管理环节与工作要点；优化制度建设，对需要调整与加强的工作层面与管理环节进行制度设计，并施以政策体系的调整来强化制度保证；拟定具体规划，提出本校未来科研工作发展的具体规划；完善保障措施，制定出各项相关措施，通过政策措施的层层推进来巩固和扩大规划成果。在 8 个步骤中，可以借助大量的数据分析和定性定量指标，准确把握不同高校的科研基础条件、科研的投入产出比率现状，并结合规划目标来确立高校下一规划期的逐年投入产出计划，逐步归纳提炼形成详细完备的高校科研战略、科研发展路线图和科研政策。

开展高校科研规划时，如能充分发挥路线图在规划制定与实施中的枢纽作用，借助科研发展路线图的分项研究，实现规划的科学化、计量化与精细化，将可以起到“事半功倍”的效果。根据国内外国家与产业技术发展路线图的制定方法和研究规律，我们可以将高校科研发展路线图的研究内容细化为以下 7 个方面：

(1)明确学校科研发展的重要方向。以科研战略研究确立的学校科研目标为基础，对科研战略导向作具体化描述，形成学校科研政策的总体发展方向。

(2)指明学校近中远期发展的关键技术和技术瓶颈的突破口。在全面剖析学校科研现状和本底条件(包括总现状条件与分学科的现状条件，涵盖现有的和即将形成的科研力量)的基础上，在学校科研目标和重要发展方向的指引下，分析学校不同时期的科技发展分阶段的重点任务与着力点，进一步确立不同阶段学校科研政策的倾斜方向。

(3)全面把握近中远不同时期学校各学科科研发展面临的机遇与挑战。在总结分析学校科研发展历史并作出全面自我评估的基础上，从各学科建设发展的规律与趋势的高度摸清学校各学科的竞争地位，全面考量学校今后不同阶段各学科发展面临的困难、机遇与挑战，为制定不同时期的总体和分学科科研政策、动态调整相关科研政策作出配套安排，同时提出操作性强的替代方案。

(4)拟定学校总体及分学科的科研战略创新路线图。在制定完成学校科研战略目标与发展方向、不同时期关键技术与突破口的的前提下，从基础设施建设、人才引进与培育、资金投入、信息资源扩充与共享、科研成果转化等多个角度，提出学校在各学科建设上的科研发展预期安排，并在研究领域、资金支持、人力资源、配套措施等层面，进一步指明本校今后在各学科上的科研发展方向与重点，也为学校各部门及各二级单位制定细化的科研政策提供参考。

(5)明确学校及各学科科研组织调整发展路线图。

(6)编制学校及各学科科研业务流程重组路线图。

(7)绘制学校及各学科科研资源配置路线图。

最后这 3 个方面的研究，是基于科研管理与创新的不确定性与风险来自于创新系统的动态性、开放性和关联性的理念，考虑到执行力强、又能随机调整的柔性化组织管理模式可以帮助各类组织大大提高核心竞争能力，于是在科技发展路线图系统研究中，全面、充分考量规划实施过程的组织形式、业务流程与资源配置的调整与优化问题。组织形式、业务流程与资源配置 3 个方面，既要做到及时配合学校科研战略的动态选择，满足科研战略的各项需求，又要能够适应内外环境、技术发展、资源扩展、业务流程、组织规模与组织文化等因素的现状与未来变化。同时科研规划还应该将这些因素有机渗透到学校各级、各方面的科研政策制定之中。

综上所述，通过高校科研规划 8 个步骤分阶段分析与科技发展路线图 7 个方面分项研究的有机结合，可以充分体现“科技规划是从调查分析到决策过程与实施过程之间的特殊媒介”的本质要求，达到科技战略、科技发展路线图和科技政策相结合、“目标、决策、操作”三位一体的目的。科研发展路线图融汇和细化了科研战略的主要内容，而科研主体与科研自主权政策、科研管理体制完善政策、科研资金筹措、管理与使用政策、科研考核制度与奖惩措施配套政策、科研评价指标体系政策等各项科研政策，则进一步落实并保障了科研路线图的具体内容与相关要求。

通过高校科研发展路线图的研究与成果推广实施，可以进一步彰显各高校的办学特色，有助于国内高校尽快缩小与国外一流大学在科研上的差距，从而实现科技创新能

力、学科结构与管理体制、学术团队整体水平与人才竞争力等多方面的快速突破,提高高校培养人才、发展科技、创造价值与服务社会的能力,从根本上提升国内各高校的整体科技创新实力,发展与培育出更多原创性、标志性的科研成果,并取得“科研实力显著增强、学科布局更趋均衡、学术地位巩固提高、可持续发展能力稳步提升”的科研发展成效。

## 5 结束语

科技规划是科技发展思想和指导方针的战略体现。传统研究大多将规划作为一种决策过程来定义,即认为科技规划就是对科技发展的方向、目标、重点、途径、措施的预测,以及由此产生的各项方案、图表和指标体系等。而从“规划是决策和实践之间的特殊媒介”这一角度出发来研究科技规划,将规划的决策过程和实施过程纳入规划体系通盘考虑,是开展科研规划的合理可行的研究路径。衔接好决策过程和实施过程的关键,在于各种规划应用方法的创新发展、合理选择与正确使用。技术路线图方法能为高校的科研规划提供有效的分析工具和应用手段。在高校科

研管理实践中,应将科研战略、科研发展路线图和科研政策逐步有机地结合起来,形成“目标、决策、操作”三位一体的政策实施体系,其中:科研战略主要解决目标、定位的问题,科研发展路线图重点解决目标与决策之间的可控选择与动态优化,科研政策着重针对各层面的操作问题提出指导意见并给予双向激励。在上述三者之间,科研发展路线图起着承上启下、担当枢纽的关键作用。

参考文献:

- [1] 马惠娣.关于中国第一个科学技术发展规划的理论思考[J].自然辩证法研究,1995(6):27.
- [2] 王洪波.国际半导体技术发展路线图2008年更新版综述[J].中国集成电路,2009(6):9.
- [3] 赵兰香,王芳.技术蓝图规划在技术管理中的应用研究[J].科学学与科学技术管理,2007(5):8.
- [4] 万劲波.路线图方法的发展及其在创新管理中的应用[J].科学学研究,2009(10):14-17.

(责任编辑:万贤贤)

# The Technology Roadmap Method and its Application in Research Planning of University

Cao Qinglin

(Science and Industry Department, Huazhong Normal University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Research planning can be considered as a kind of special media among the policy-making and practice. The key points of linking the decision-making process and implementation process should be the innovation and development, rational choice and proper usage of application methods on planning. Technology roadmap method could provide an effective means on analysis and applications for research planning of university. In practice of research management, research strategy, technology roadmap of research and research policy should be organically combined step by step, form the trinity of policy implementation system of target, decision making, operation, including that research strategy aims to solve the problem of objectives and locating, technology roadmap of research mainly settles the problem of selection and dynamic optimization between goals and key decision-making, research policy focuses on providing guidance and incentive measure. Among those above, technology roadmap of research can play the key role of connecting link.

**Key Words:** Research Planning; Technology Roadmap