



方法 · 创新 · 转变

主编 吴学梯 周 元

M_{ethod} I_{nnovation} T_{ransition}



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

2533420



G305
91

方法 · 创新 · 转变

Method Innovation Transition

主编 吴学梯 周 元



SEU 2583420



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是创新方法研究会于2010年12月9—10日在北京召开的“2010创新方法高层论坛”的成果汇报,该论坛得到了科技部、国家发展改革委、财政部、教育部、中国科协、国家知识产权局等单位的大力支持。通过本书,读者可以了解当前国家对创新方法工作的重视,现阶段创新方法领域的最新研究进展、重点研究方向,各个领域的专家、学者对创新方法工作的独到见解以及创新方法对产、学、研方面的重大影响。

本书可供经济、水文、生物、化学、教育、机械制造、物流、中医、地理、工业设计、管理等领域的科研、教学及管理人员使用,也可供对创新方法领域感兴趣的读者阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

方法·创新·转变 / 吴学梯, 周元主编. — 北京: 高等教育出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 04 - 033722 - 8

I. ①方… II. ①吴…②周… III. ①创造学 - 研究
IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 230252 号

策划编辑 张海雁
插图绘制 尹 莉

责任编辑 张海雁
责任校对 刘 莉

封面设计 张志奇
责任印制 毛斯璐

版式设计 余 杨

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京中科印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 13.25
字 数 320千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011年12月第1版
印 次 2011年12月第1次印刷
定 价 38.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 33722 - 00

序

创新方法是一项长期性、基础性、战略性的工作,是从源头上提升自主创新能力、推进创新型国家建设的有效利器。近年来,党和国家领导人高度重视创新方法工作的开展,国务院总理温家宝、原国务委员陈至立、国务委员刘延东先后对创新方法工作作出重要指示。

在领导高度重视、有关部门大力推动和社会各界的积极参与下,四年来,创新方法工作取得了积极进展。为了进一步增强创新方法工作对创新型国家建设的支撑和服务能力,创新方法研究会于2010年12月在北京成功举办了以“方法·创新·转变”为主题的“2010创新方法高层论坛”。本次论坛得到了科技部、国家发展改革委、财政部、教育部、中国科协、国家知识产权局等单位的大力支持。全国政协副主席、创新方法部际联席会主任、科技部万钢部长出席论坛并发表了重要讲话。万部长在讲话中指出:“创新方法是创新活动的推进器、创新过程的催化剂,系统掌握和应用创新方法,并不断地发现新的方法是提升自主创新能力、实现跨越式发展的重要途径。”“因此,创新方法工作将是‘十二五’科技工作的重要抓手。同时,创新方法工作也是一项基础性、战略性、长期性和开拓性的工作,我们衷心地希望大家继续关注、关注和参与创新方法工作,深入地研讨创新方法,支持科技创新,推进发展方式转变,以创新促转变,以转变带发展,为我国经济社会的健康、平稳、较快发展做出新的更大的贡献!”

本次论坛涵盖了“创新方法研究前沿”、“企业创新发展”、“区域创新发展”、“科学思维与教育创新”、“管理创新”、“科学工具创新”六个主题,以“创新方法服务自主创新、自主创新支撑发展方式转变”为理论脉络展开了广泛而深入的研讨。

本次论坛的成功召开进一步明确了创新方法在推进自主创新、建设创新型国家过程中的重要性,成功搭建了创新方法工作全方位、多角度、深层次的交流合作平台,在规模、影响力、科研成果等方面都有较大提升,大幅度提高了公众对创新方法工作重要性的认识程度。本次论坛来自政产学研各界的代表数量与上届相比明显增多,特别是一大批企业及地方应用创新方法的一线人员的加入,使创新方法工作切实落实到了基层,这不但丰富了创新方法的实质和内涵,更使创新方法工作的实用性与创新性得到充分体现,为今后创新方法工作更大范围的推广和应用奠定了基础。

本论文集完整收录了大会几十篇学术报告,集成了我国近一阶段创新方法相关领域研究和应用的最新成果。我真诚地希望包括这本论文集在内的本次论坛的成果,能够为创新方法在中国的研究、推广和应用做出积极的贡献。

国务院参事

刘燕华

创新方法研究会常务副理事长

2011年11月

前言

2007年,王大珩、刘东生、叶笃正三位老科学家向温家宝总理提交了《关于加强创新方法工作的建议》,提出了“自主创新,方法先行”的观点。温总理对此高度重视并作出了重要批示。遵照中央领导的批示精神,2008年,科技部、国家发展改革委、教育部、中国科协联合发布了《关于加强创新方法工作的若干意见》(以下简称《意见》),明确了创新方法工作的指导思想、工作思路、重点任务及其保障措施等。同年,经民政部批复同意,创新方法研究会正式成立。

创新方法研究会自成立以来,按照中央领导批示精神和《意见》有关精神,从多个方面入手推进创新方法工作开展,举办创新方法高层论坛是其中的重要内容之一。继2009年成功举办“2009创新方法高层论坛”之后,2010年12月9—10日,研究会在京再次举办了主题为“方法·创新·转变”的“2010创新方法高层论坛”。全国政协副主席、科技部部长、创新方法工作部际联席会主任万钢,科技部副部长、创新方法研究会副理事长王伟中,国家发展改革委副主任、创新方法工作部际联席会副主任张晓强,国家知识产权局副局长鲍红等领导同志出席了开幕式。来自我会的理事、理事代表、会员代表,国内有关政府部门、科研院所、高校,以及企业界、行业协会的知名专家学者等500余人出席了本次论坛。

2007年国家最高科技奖获得者、中国石油化工股份有限公司闵恩泽院士作了题为《寻路——方法·创新·转变》的主旨报告。全国政协常委、北京四中刘长铭校长,中国科学院韩济生院士,中国工程院王众托院士,联想集团全球精益生产推行委员会David Olski主席,新奥集团董事会副主席甘中学博士等40余名知名专家、学者和企业家以及20多个省市科技管理部门负责人会聚一堂,就科学方法、创新中的知识集成与知识创造、教育创新、企业技术与管理创新、地方创新方法的推广和应用等作了精彩的演讲和深入的讨论。

为进一步扩大论坛学术成果的影响,增进创新方法领域的交流,我们对论坛与会代表的讲稿和发言记录以学术论文的格式进行了整理和汇编。参加论坛组织与本书汇编的其他主要人员还有张晓原、郭日生、孙增奇、马晋并、任定成、严登华、吴博、有宝华、檀润华、林岳、李赤泉、齐二石、仲伟俊、刘清珺、高越、李正风、霍竹、高洁雯、栾芸、刘亮、周斌、关丹丹、赵新宇、柴月、杨帆、郭伟等。在此,谨向为论坛成功举办和为本书编写出版付出辛勤劳动的所有人员表示衷心的感谢。

由于时间仓促,本书的不足和疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2011年11月于北京

目 录

领导讲话	1
全国政协副主席、科学技术部万钢部长的讲话	3
主旨报告	7
寻路	
——方法·创新·转变	闵恩泽 9
主题演讲	15
传承与创新中的针灸医学	韩济生 17
创新中的知识集成与知识创造	王众托 21
技术路线图过去、现在和将来	
..... Xiyang He David Probert 苏竣 周源 许冠南 Rob Phaal	27
创新方法研究前沿分论坛	31
水文学方法发展及前沿问题	王浩 严登华 秦天玲 冯婧 33
流域水环境创新方法展望	
——以流域生态需水学科维度方法为例	刘静玲 杨志峰 任玉华 39
纳米科学创新研究方法	杨延莲 49
蛋白质科学的前沿问题及研究展望	付新苗 昌增益 53
企业创新发展分论坛	57
应用创新方法,增强集团自主创新能力	
——国机集团创新方法推广应用	宋志明 59
掌握创新方法,成就创新梦想	
——中铁二院技术创新体系建设	许佑顶 63
为绿色能源插上创新的翅膀	
——创新方法在天冠集团的实践	杜风光 刘钺 67
创新方法在万和集团的实践	钟家淞 李晓青 71
专业学术团体向企业推广科技创新方法的方式探讨	肖中汉 张汉权 82
推广应用创新方法,提升企业自主创新能力	曹心诚 李晓青 卢建平 臧文铎 87
区域创新发展分论坛	93
深入推广创新方法工作,不断增强自主创新能力,进一步加快创新型陕西建设的步伐	
——陕西省创新方法工作情况介绍	邱义路 95
大力推广技术创新方法,提高龙江自主创新能力	杨廷双 99
推广应用创新方法,促进提升广东创新能力	张明 101
推进创新方法研究应用,促进河北产业结构升级	

——河北省创新方法工作情况介绍	李从民	106
区域创新方法的评价指标及应用	刘学敏 胡海峰 胡吉亚 蒯鹏州 代 松	109
浅析杭州市下城区低碳城区建设创新方法的研究与应用	陈先荣	121
科学思维与教育创新分论坛		127
关于教学改革创新的一些思考	陆国栋	129
让创新发生在每一位师生身上	张志敏	134
以研究性教学方法改革,推动人才培养模式创新	钱国英	141
基于 KLSKT 教学观的 KM 教学法研究与探索	杨炳儒 马 楠 谢永红	147
创新思维方法与自主创新实践的若干哲学思考	夏昌祥	153
管理创新分论坛		159
工业工程与企业管理技术创新	齐二石 刘 亮	161
企业管理创新及其与技术创新的互动方式	仲伟俊	169
信息化时代的企业创新管理	崔晓阳	175
浅析班组建设在精益生产推进中的重要作用	王 月	180
联想精益六西格玛导入 TRIZ 的探索	黄震亚 董 航	184
科学工具创新分论坛		191
努力实现企业信息化建设与物流链改善的高效结合	常向阳 宋霖琳	193
以数字化技术推广创新方法的研究	赵 敏	202

A decorative rectangular border composed of stylized black leaves and vines, framing the central text.

领导讲话

全国政协副主席、科学技术部万钢部长的讲话

尊敬的各位来宾,上午好!值此初冬之际,以“方法·创新·转变”为主题的2010创新方法高层论坛隆重召开。首先,我代表科技部对本次论坛的举办表示衷心的祝贺,对出席论坛的各位嘉宾和朋友们表示热烈的欢迎!

科技是推动人类社会不断向前发展的动力源泉。党的第十七届五中全会提出,要以科学发展为主题,以加快转变经济发展方式为主线,坚持把科技进步和创新作为加快转变经济发展方式的重要支撑。参加本次论坛,我深切地感受到全社会对全国科技创新事业的关注和重视,感受到创新方法工作的神圣与紧迫。今天,我想与大家交流的内容主要有三点:一是当前科技发展面临的机遇和挑战;二是“十二五”科技发展的总体思路;三是对创新方法工作的一些认识。

一、当前科技发展面临新的机遇和挑战

国际金融危机爆发以来,各主要国家不约而同地把发展科技作为应对危机的重要手段,并作为前瞻部署、抢占未来科技与经济制高点的重要举措。当前,世界科技发展呈现新特点、新趋势,围绕科技发展的竞争日益激烈,我国科技发展面临新的机遇和挑战,主要表现在以下五个方面:

一是世界科技发展呈现诸多新的特点。首先,世界范围内的科学技术发展速度加快,积累了一批重要创新成果,信息、生物、新能源、纳米等前沿技术领域呈现群体突破态势。其次,国际金融危机催生重大科技变革,加快了科技创新成果进入市场的步伐,全球进入空前的创新密集和产业变革时代。再者,科技对于经济社会发展的支撑和引领作用日益凸显,深刻改变了人类的思维方式、生产模式、消费观念和就业取向。科技全球化的广度和深度不断拓展,呈现出合作与竞争并存,开放与垄断交织的态势。

二是在应对国际金融危机过程中,各国纷纷强化了战略部署。国际金融危机使世界各国面临发展方式深度调整的压力,发达国家纷纷提出“再工业化”的战略,以谋求新的竞争优势。我们要理解所谓的“再工业化”,并不是说把过去转移出去的产业再转移回来,而是在新的领域中去开拓。科学研究日益超出研究本身,成为主导国际社会游戏规则、构建国际政治经济关系的重要力量。气候变化问题正在深刻影响着世界各国发展的价值观,人和自然和谐相处、低碳技术、绿色发展成为世界发展的重要方向。种种迹象表明,加快科技创新已成为世界各国的核心战略,近年来发达国家调整科技创新的频率之快、层次之高也是前所未有的。

三是创新型人才成为各国竞相争夺的战略资源。近年,美国提出“创新教育”战略,重视人才培养和中小学教育,并且实行更加宽松的绿卡和H-1B签证计划,以进一步吸引全球高层次人才。日本提出“亚洲人才资金构想”计划,进一步吸引以中韩为主的亚洲留学生。欧盟建立蓝卡制度,吸引亚、非、拉高层次人才。印度、巴西、墨西哥、南非等发展中国家出台各类政策吸引人才的回流。

四是未来我国发展对科技创新的需求日益迫切。为应对气候变化、能源安全、粮食安全等全球性的挑战,我国必须增强自主创新能力,积极参与到国际经济、社会 and 科技发展中去。在去年哥本哈根大会上,我国正式向世界宣布到2020年单位GDP二氧化碳的排放量要比2005年降低

40%~45%，新能源、非化石能源占一次性能源消费的比重要达到15%左右。实践证明，高投入、高消耗、高排放的发展模式已经难以为继，要从根本上解决问题，必须依靠科技的力量，加快转变经济发展方式。要保障我国的公共安全、人口健康，改善生活环境，提高全国人民的生活水平，也必须依靠科技进步来提升民生质量。

五是我国科技发展仍然面临很多挑战。“十一五”期间，全国科技战线全面实施《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，坚持“自主创新，重点跨越，支撑发展，引领未来”的指导方针，积极组织，全面部署，推进基础研究，加快实施科技重大专项，积极推广应用了一批先进技术和产品，着力培育战略性新兴产业，着力满足改善民生的科技需求，积极推动技术创新和知识创新工程的实施，强化国际科技合作，全方位推动我国科技事业向前发展，科学技术在“保增长、调结构、惠民生”等方面发挥了重要的支撑作用。

但是，当前我国科技发展仍然面临很多挑战。科技资源配置分散的问题仍然存在，需要进一步优化配置方式，提高科技资源综合利用效率；基础研究整体水平与投入和主要发达国家还有较大差距，需要大力加强原始创新能力；科技成果转化能力较弱，需要进一步加强技术转移和技术服务，使科技成果及早转化为现实生产力；企业技术创新能力比较薄弱，需要积极探索产学研结合的新方式，促进企业提高技术创新水平。领军人才和优秀创新团队需要大力培养和支持。科技创新激励、评价机制仍需完善，科技管理体制有待进一步深化改革等。

二、关于“十二五”科技发展规划的总体思路

我们从2008年下半年就开始进行“十二五”科技发展的战略研究，今年又在国务院的布置下和八个部门共同进行了关于提高自主创新能力、推进创新型国家建设的战略研究。我们认识到，“十二五”期间是我国科技创新能力向全球“中上”位迈进的关键时期，也是我国创新型国家建设的攻坚阶段。我们必须正确把握形势，牢牢抓住机遇，选择好自主创新的战略路径，增强跨越式发展的民族自信心，着力推进自主创新，力争创新型国家建设取得突破性的进展。

经过认真研究和讨论，我们认为“十二五”期间我国科技发展的指导思想是：高举中国特色社会主义的伟大旗帜，深入贯彻落实科学发展观，坚持“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以服务科学发展为主题，以支撑经济发展方式转变为主线，以改革创新为动力，大力推进自主创新，攻克科技制高点，培育经济增长点，围绕民生关注点，找准改革突破点，推动我国经济社会发展更多依靠科技创新驱动和内生增长，加快创新型国家的建设。

“十二五”时期，我国科技发展要遵循五项原则：

- （1）要坚持创新导向。把提高自主创新能力摆在全部科技工作的突出位置。
- （2）要坚持需求牵引。面向国家重大战略需求，集中力量解决经济社会发展中的瓶颈问题，培育新的经济增长点。
- （3）要坚持统筹兼顾。统筹政府引导和发挥市场机制作用，统筹国内国外两个科技资源，统筹科技创新和管理创新。
- （4）要坚持以人为本。把改善民生作为科技工作根本的出发点和落脚点，把创新型人才队伍、创新环境建设作为根本任务。
- （5）要坚持跨越发展。努力实现从量的积累到质的提升，推动经济社会发展转向创新驱动和内生增长。

“十二五”时期将继续大力推进科技进步和创新,加速经济发展方式转变,重点是:加快组织实施科技重大专项;积极培育和发展战略性新兴产业;前瞻部署基础研究科学和前沿技术研究;运用高新技术加快提升传统产业;大力提升科技改善民生的能力,切实加快农业科技创新,促进城乡统筹发展;加强科技人才队伍建设;加强科学技术普及,提高全民科学素质;进一步扩大和深化科技对外开放和合作。

三、高度重视创新方法在促进科技进步和创新中的重大作用

2007年,王大珩、刘东生、叶笃正三位老科学家致信温家宝总理,建议加强创新方法工作,并提出“自主创新,方法先行”这一重要的观点。温家宝总理、陈至立副委员长、刘延东国务委员也多次就此作出重要批示。三年多来,科技部联合国家发展改革委、教育部、中国科协、国家知识产权局等部门,在中央财政的大力支持下,紧紧围绕自主创新战略和建设创新型国家的重大需求,坚持政府引导、多方参与、试点先行、稳步推进、立足国情、注重实效的原则,重点面向企业、科研机构、教育系统三个群体,在科学思维、科学方法、技术创新方法、科学工具以及管理创新等诸多领域部署了多项重点任务,实施成效显著,体现了科学方法在创新实践中的作用。同时,强化了顶层设计,开展了大量的基础性工作。2008年我们发布了《关于加强创新方法工作的若干意见》,举办了部际联席会议,成立了专家顾问组,组建了创新方法研究会,开通了创新方法网,举办了创新方法高层论坛。目前,全国已有19个省(市)开展了创新方法工作,有了上千名创新方法工作者。其中,河北省组建了制造业创新方法工程技术研究中心,四川省组建了创新方法重点实验室。同时,结合技术创新工程,创新方法工作已经进入大批创新型企业,为企业解决了大量技术难题,切实提升了企业的核心竞争力。目前,社会各界关注创新方法,践行创新方法的氛围已经初步形成。

同志们,创新方法是创新活动的推进器、创新过程的催化剂,系统掌握和运用创新方法,并不断地发现新的方法是提升自主创新能力、实现跨越式发展的重要途径。大力推进创新方法的研究、推广和示范应用,促进思维观念和思维方式的变革、研究方法的突破、先进工具的发明,对引导创新方向、提高创新效率和效益,从源头上提升自主创新能力具有极其重要的意义。因此,创新方法工作将是“十二五”科技工作的重要抓手。同时,创新方法工作也是一项基础性、战略性、长期性和开拓性的工作,我们衷心地希望大家继续关心、关注和参与创新方法工作,深入地研讨创新方法,支持科技创新,推进发展方式转变,以创新促转变,以转变带发展,为我国经济社会的健康、平稳、较快发展做出新的更大的贡献!

最后,预祝2010创新方法高层论坛取得圆满成功!谢谢大家!

A decorative border consisting of four stylized floral motifs, each with a central flower and several leaves, arranged in a square pattern around the central text.

主旨报告

寻 路

——方法·创新·转变

闵恩泽

中国石化石油化工科学研究院

“寻路”，就是要寻找方法之路，寻找创新的方法、转变的方法。对于工作方法的重要性，英国哲学家培根说过，“跛足而不迷路，能胜过健步如飞却误入歧途的行走。”要找到正确的思想方法、工作方法，即使是走得慢一点儿，也能够到达目标。方法不对的人，走得很快也到达不了目标。多年来，笔者一直认为找到正确的思想方法、工作方法对自己的工作是非常重要的。

为将我国建设成为创新型国家，温总理提出了“自主创新，方法先行。创新方法是自主创新的根本之源。”这非常清晰地告诉大家，当前我们要创新，最主要的是要找到正确的方法。成立创新方法研究会，这些举措都非常好，因为这样才能集思广益地探讨创新和转变经济增长方式的方法。

这次我们要探讨的是创新及其转变为生产力的方法。

第一，要找出正确的思想方法和工作方法，形成自主创新的构思。创新首先要有构思，特别是原始创新的构思。所以要探寻的第一个问题是涉及创新的，其中最重要的是原始创新构思的形成。

第二，要将原始创新转变为生产力所需要的正确思想方法、工作方法。原始创新要转变为生产力，才能为经济增长方式的转变做出贡献。所以，整个寻路过程要探讨创新及其转变。

那么，什么是寻路的正确方法呢？孔子说过一句话，“温故而知新”，这也正是笔者的寻路方法，本文要从回顾历史、总结规律、指引未来三方面进行阐述。

一、原始创新要转移原有科学知识基础

多年前笔者看过一本书，即《创新：进攻者的优势》，这本书是1986年出版的，作者是 Richard Foster。这本书最主要的成就是把技术进步的规律归纳为 S 型曲线，这是 Foster 归纳了 1930—1986 年间化学工业中的重大新技术开发所寻找出来的。一个技术开发初期，或者说在开发一个新产品或新工艺的初期，投入人力、物力后，技术进展仍然比较缓慢，直到发现了一个有意义的开端，技术进步才开始加快；之后，技术不断改进，取得连续式的技术进步，达到较高的技术水平；最后技术进步又会变得困难，进展速度减慢，接近或达到其发展极限。当技术接近或达到其发展极限时，技术进步就需要转移到一个全新的和先前完全不同的科学知识基础上去取得，这就形成了对现有技术的非连续式技术进步，如图 1 所示。

这也符合笔者的体会，科研技术人员开发成功一个技术之后，往往都只讲自己的技术优点。实际上经过长期的实践，经过市场的更高要求，根据科技的新进步，技术人员也知道自己的技术

总有缺点,因为世界上没有绝对完美的东西,完美都是相对的。所以,当科研技术人员勇敢地面对技术上的缺点时,就又可以进步了。科研人员也不用因为担心自己的技术被别人学习,学习需要过程,当别人学习时,科研人员要走向更高的起点,这样就可以保持领先优势。

虽然 Richard Foster 的这本书是 1986 年出版的,但他提出的 S 型曲线的概念仍不过时。在哈佛管理导师选书《第三代研发》(2004 年中文版)中,也提到技术开发过程的 S 型曲线,只是把任务与工业成熟度作为坐标,所以它有培育期、成长期、成熟期、衰老期,到衰老期就要走第二条发展之路,到这个时候就慢慢淘汰了。S 型曲线的新技术必须转变为科学知识基础,现在世界上还是公认的。

在日常生活中不乏非连续式技术进步的例子,如从胶卷照相到数码照相,从阴极射线显像管电视到液晶电视等。炼油工业中也有非连续式技术进步的例子,也都遵循 S 型曲线。

笔者从事石油化工,把化工的原始创新的案例进行了综合分析,把它归纳为三个方面的内容:新催化材料、新反应工程、新反应。

总之,要找原始创新之路、思想方法和工作方法就要考虑把技术的科学知识基础转移到一个全新的科学知识基础上,要从改变它的知识基础曲线去研究。

二、创新来自联想,联想源于博学广识

原始创新是怎么想出来的呢?笔者归纳出的结论是创新来自联想,联想源于博学广识和集体智慧。

在 2006 年,笔者与四川老乡——画家古月聊天,出于对创新的关注,询问他绘画是怎么创新的?他说,山水画的创新要广泛写生。所以他就多次到四川的峨眉山、青城山、三峡、都江堰去写生,但是在他整个写生的过程中,他对整个画中的一个局部认为是最美的,比如说峨眉山险峻的奇峰,青城山青翠的树林,三峡奔腾的河流,都江堰古老的工程。他脑子里虽然是整体的写生,但有局部的美景。有一天他灵机一动,把这些局部的美景画在一起,成为一幅新画作。他的结论是创新来自联想。后来他又送给笔者一本画册,其中讲了一些体会,在这本画册中,他不仅写了要广泛写生,从中联想创作,而且要临摹古今中外的名画,感受美的世界,从中吸收精华,所以他要不地学,提高自身的本领。可以说绘画和科研是相通的,科研人员不是去写生,而是要调查国内市场近、中、长期需求,熟读古今中外书刊,结合已有基础去创新。

回顾石油化工重大的发明,就可以了解原始创新的构思是如何形成的。分子筛裂化催化剂的发现,是受到文献的启示和讨论。铂重整工艺的发明,是移植其他学科的知识。喷气燃料缓和加氢脱硫醇新工艺,是对已有科学知识的新应用。累托石层柱分子筛,也是一个新的催化剂,是其他行业、专业会议的收获。原始创新的构思来源非常广,不是想象中的那么困难,有很多机遇都可以形成。

原始创新构思的形成也存在必然性和偶然性,正如著名的法国微生物学家巴斯德说“在观察的领域中,机遇偏爱那种有准备的头脑”。数学家华罗庚也曾说“如果说科学上的发现有什么

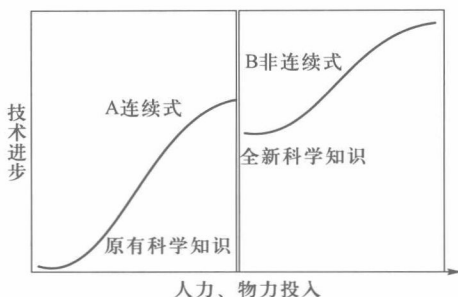


图1 连续式和非连续式技术进步的 S 型曲线示意图