

# 知识创新思维方法论

燕山大学

刘助柏等 著



机械工业出版社

102101

G304  
12

# 知识创新思维方法论

刘助柏等 著



机械工业出版社

本书是一部关于自然科学与社会科学交融于科学研究——知识创新领域的专著。它的研究对象：知识创新的思维、方法与素质；它的任务：启迪与诱发研究者的创造力；撰写此书的目的：引导研究者加速创新入门与缩短取得科研成果的时间。

本书共分9章，包括：知识创新总论、知识创新的起点——科研立意、正确进行知识创新的四大要素、一项课题研究的完整过程、知识创新认识发展的总过程及其模式、知识创新与精神素质、科学结论得出、论文的撰写与投稿和学位论文。

本书可供从事自然科学领域研究的科研人员、工程技术工作者和科技管理干部阅读，也可供大专院校师生参考。尤其对中青年科技工作者，特别是对硕士研究生与博士研究生，作者建议将本书作为必读的书本。《知识创新思维方法论》现为燕山大学硕士研究生的公共课，授课20学时。作者在讲授博士生专业课《塑性成形新技术及其力学原理》时，本书也是主要的辅助内容。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

知识创新思维方法论 / 刘助柏等著. —北京:

机械工业出版社, 1999.3

ISBN 7-111-07056-9

I. 知... II. 刘... III. 知识-创新-思维方法-研究 IV. G302

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 03687 号

出版人：马九荣（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：梅仲勤 版式设计：刘国晖 责任校对：梅仲勤

封面设计：刘国晖 电脑制作：张兰成 责任印制：周群川

北京市宏文印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1999年3月第1版 · 1999年3月第1次印刷

850×1168mm<sup>1</sup>/32 · 6.125 · 印张 · 154千字

0001-5000册

定价：18.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

## 序

本书的内容是作者在科研与教学实践中的科学思维与方法的概括与升华。该专著的最大特点，在于把自然科学与社会科学融于一体，从哲学的高度对科学研究——知识创新的认识规律进行了论述，提出了如下新观点：知识创新是一项系统工程，科学课题来源于三大信息，感性—温知—理性认识的演变及其在科研活动中的阶段性作用，正确进行知识创新的4大要素，创新能力的4个基本条件，科研的深入和发展，一项课题研究与科研深入及发展的认识过程模式，发现问题与解决问题的划分，科研立项、科学抽象、科学实验和科学结论得出的子系统，科研人员的精神素质，硕士生与博士生的培养规范及区别，学术期刊的分级及论文的撰写与投稿……

在科学研究——知识创新领域思维方法论的佳作，近年来出版甚少。其原因则在于自然科学与社会科学严重分家所致。从本书的内容可以看到，刘助柏教授走出了一条自然科学与社会科学交融的富有成果的路，值得其他自然科学工作者借鉴。对引导立志从事科学研究——知识创新的中青年科技工作者加速创新入门、启迪与诱发创造力、缩短取得科研成果的时间，会起到积极的作用。所以，本书有一定的社会和时代价值。

中国科学院院士



1999年1月5日

## 前言

作者是一名从事自然科学领域教学与研究的科学工作者<sup>①</sup>。在长期的教学与科研工作中，发现学生或研究生对科学研究的认识发展过程及其思维与方法的兴趣，远比对具体问题的求解细节更浓。所以，作者从1987年开始，就给研究生讲授《科研入门》这门课，其内容就是本书的前身。本书的章节与题目从那时起，就已具雏形。通过这门课的教学活动与科学研究的进一步实践，两者走向良性循环的相互渗透与发展，促使作者在完成《塑性成形新技术及其力学原理》一书之后，又开始这本书的写作。前者是作者科研成果内容的总结，而本书则是在完成前者的过程中，作者思维与方法的概括。两者在实质上是姊妹篇。

由于科学研究根本任务是科技创新，即探求未知与创新技术，使得创新的人们对知识创新——科学研究本身往往有一种深不可测、高不可攀的神秘感。无疑，科学研究的确是一项艰苦与开拓性的劳动，没有捷径可走，但并非深不可测、高不可攀。科学研究——知识创新有其自身的规律性。作者企图通过本书为年青人来打破这种神秘感，引导立志从事科学研究的中青年科学工作者加速创新入门，启迪与诱发研究者的创造力，缩短他们取得科研成果的时间。

所以，本书是一部关于自然科学与社会科学交融于科学研究——知识创新领域的著作。它的研究对象是知识创新的思维、方法与素质。全书共分9章，其中第8章是由《机械工程学报》梅仲勤主编和经贸委培训司严力司长参与撰写的，把他多年审稿的经验与体会融合于本书之中，使本书显得更加丰满。

---

① 科学工作者与科学技术工作者等同；科学研究与科学技术研究等同；科学研究与科学技术研究都简称科研。

中国科学院院士、吉林工业大学博士生导师宋玉泉教授为本书题写了序；本书的出版得到了哈尔滨工业大学霍文灿教授、燕山大学博士生导师聂绍珉教授及合肥工业大学博士生导师刘全坤教授的大力支持与书面推荐，并对其内容给予很高评价。这对作者是一个莫大的鼓励与鞭策。

此外，在撰写过程中，与作者的博士生王雷刚、李纬民和王连东等副教授，本学科博士生高士友教授和博士生段新建等，就本书结构体系、书中的新观点及其内容，展开了多次有益的讨论，并吸收了他们的很多宝贵建议。

还有，在写作过程中，参考了众多作者的著作与论文；得到了燕山大学社科系赵春然和李宝东副教授的诚挚协助；赵长财、刘国晖、仇平、李仕华和袁荣娟在稿件打字与抄写中做出了努力；机械工业出版社的编辑同志，他们为本书付出了辛勤的劳动；我校领导及研究生部、科研处、机械工程学院和锻压研究所对本书的出版给予了有力支持与帮助。

本书由河北教育委员会学术著作出版基金资助了出版。借本书出版之际，一并致以由衷的谢意。

科学研究——知识创新是一门系统工程，有着极为丰富的内涵。本书只是一个入门，如能起到一个抛砖引玉的作用，作者也就感到由衷欣慰了。限于作者水平，书中错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

“创业维艰，奋斗以成。历史的胜利与成功，永远属于具有崇高理想、坚定信念的艰苦奋斗的人们”<sup>①</sup>。

愿我们的中青年科学工作者早日成才！

望我们的国家早日跨进世界科技强国之列！

作者

1999年1月15日

于燕山大学

# 目 录

序

前 言

第 1 章 知识创新总论	1
1 知识创新的内涵	2
1.1 基础研究	2
1.2 应用研究	3
1.3 开发研究	3
2 知识创新能力的特殊性	4
3 知识创新系统工程	6
4 今日大学学习与明天知识创新	6
4.1 大学学习的主要任务与能力培养	6
4.2 大学学习与知识创新的内涵关系	8
5 知识创新与研究生培养	11
5.1 融自然科学和社会科学于一体	11
5.2 着重知识创新能力培养	12
5.3 教学相长, 因材施教	15
5.4 知识创新的后备军和生力军	15
6 本书阐述的几个方面与问题	16
6.1 知识创新总论	16
6.2 知识创新的起点——科研立题	17
6.3 正确进行知识创新的 4 大要素	18
6.4 一项课题研究的完整过程	19
6.5 知识创新认识发展的总过程及其模式	19
6.6 知识创新与精神素质	22
6.7 科学结论的得出	23
6.8 论文的撰写与投稿	24

---

6.9 学位论文	25
7 本书的研究对象、任务与目的	26
第2章 知识创新的起点——科研立项	27
1 科研立项子系统	27
2 课题来源于三大信息	30
2.1 生产工程中存在的问题	30
2.2 国内外科技动态	32
2.3 著作	38
3 课题的获取	38
3.1 敏锐的观察力	39
3.2 应用正确的逻辑思维进行分析、推理与判断	40
4 课题获得的途径	42
4.1 自由选题	42
4.2 结合计划项目立项	43
第3章 正确进行知识创新的四大要素	59
1 要善于分析主要矛盾	59
1.1 分析主要矛盾在科学研究中的重要作用	59
1.2 分析主要矛盾的具体做法	60
2 建立正确的设想或理论模型或新概念是知识创新的关键	63
2.1 科学抽象过程子系统	63
2.2 设想、理论模型与新概念的特征	65
3 基础理论是知识创新的基础	67
3.1 提出科学问题与基础理论的关系	67
3.2 科学抽象与基础理论的关系	68
3.3 解决问题与基础理论的关系	69
4 科学实践是检验科学理论的唯一标准	69
4.1 科学实验	70
4.2 观察实验中的机遇	75
4.3 科学实验过程子系统	79



第4章 一项课题研究的完整过程	81
1 一项课题研究的技术路线	81
1.1 技术路线、具体方法与路径	81
1.2 设计技术路线的重要性	81
1.3 技术路线说明	81
2 一项课题研究完整过程的解析	86
第5章 知识创新认识发展的总过程及其模式	89
1 知识创新认识发展的总过程	89
1.1 实践对认识的决定作用	89
1.2 认识对实践的相对独立性	90
2 知识创新认识发展总过程的模式	91
2.1 一项课题研究的认识过程模式	91
2.2 科学研究深入与发展及其认识过程模式	93
2.3 知识创新认识发展过程的解析	95
第6章 知识创新与精神素质	106
1 要赋有创新精神	106
1.1 创新才能	107
1.2 创新意识	116
2 求是的态度	120
2.1 用求是的态度对待知识创新	120
2.2 用求是的态度对科研成果进行评价	122
3 善于发现与勇于纠正自己的不足与错误	127
3.1 勇于纠正失误或错误	127
3.2 善于发现失误与错误的萌芽	128
3.3 科学研究能否获得永久进步的分水岭	129
4 六分把握四分冒险	129
4.1 科研劳动中有风险、失败和险阻	129
4.2 科学发现中的下意识	130
4.3 结论	131

第7章 科学结论的得出	133
1 科学结论得出子系统	133
2 科学结论得出子系统图的特征	133
2.1 有利于诱导科学研究者进行形象思维	133
2.2 科学结论得出的关键	135
3 成文艺术	135
3.1 语言能力	136
3.2 表达形式的特点	136
3.3 写作技巧	136
第8章 论文的撰写与投稿	142
1 对自然科学论文的要求	142
2 写好自然科学论文的两大要素	143
2.1 文章要素	143
2.2 图解要素	155
3 自然科学论文投稿	161
3.1 自然科学刊物(杂志)的分类	161
3.2 自然科学刊物(杂志)的级别	162
3.3 刊物(杂志)级别的选择	163
第9章 学位论文	166
1 学位论文及其分类	166
1.1 什么是学位论文	166
1.2 学位论文的分类	166
2 学位论文的撰写与一般要求	167
2.1 学位论文的撰写	167
2.2 学位论文的要求	169
3 学位论文的选题	171
3.1 在学术方面具有开拓性	171
3.2 在技术应用方面具有先进性	172
3.3 具有较好的社会经济效益	172

4	开题报告	174
4.1	开题报告的内容	174
4.2	开题报告的要求	175
5	指导方式	175
5.1	定期进行学术讨论	176
5.2	定期检查、答疑	176
5.3	结合生产、科研、实验现场专题指导	177
5.4	论文进程中对关键性问题的指导	177
6	阶段指导	178
6.1	开题报告通过后的初期指导	178
6.2	论文中期指导	178
6.3	论文后期检查指导	179
7	研究生的培养目标	180
7.1	硕士生、博士生培养的同与异	180
7.2	注意创新能力的培养	180
	尾声	182
	参考文献	183

## 第1章 知识创新总论

知识创新是指通过科学研究获得新的基础科学和技术科学知识的过程<sup>[2,3]</sup>。从广义上讲,知识创新含技术创新。科学研究的根本任务是科技创新,即探求未知、创新技术。它对推进科教兴国战略的实施有特殊作用。在“共商加快发展我国科学事业大计”时,江泽民强调指出<sup>[4]</sup>:

“要真正把科技进步和创新放在更加重要的战略位置;……推进科教兴国战略的实施。”

“我们要充分估量未来科学技术,特别是高技术发展对综合国力、社会经济结构和人民生活的巨大影响,以科学的态度和方法,认真对待新技术革命给我们的挑战和机遇……”

“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。没有科技创新,总是步人后尘,经济就只能永远受制于人,更不可能缩短差距。当今世界的竞争,归根到底,是综合国力的竞争,实质则是知识总量、人才素质和科技实力的竞争。中华民族是勤劳智慧的民族,也是富有创新精神的民族,现在我们更要十分重视创新。要树立全民族的创新意识,建立国家的创新体系,增强企业的创新能力,把科技进步和创新放在更加重要的战略位置,使经济建设真正转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。同时,大胆吸收和借鉴人类社会创造的一切文明成果。我们是发展中国家,应该更加重视运用最新技术成果,实现技术发展的跨越。”

何谓科技进步?何谓创新?

就科学研究的本质而言,科技进步是科学研究的归宿,创新是科学研究的灵魂。

## 1 知识创新的内涵

从宏观来看,当代知识创新——科学研究已形成特定的结构,是由基础研究、应用研究和开发研究三种科学活动组成的庞大而有机的体系。这是一种社会结构。“世纪之交,世界经济发展的一个明显趋势,就是科学技术发展日新月异,科技在经济发展中的作用越来越大”。“邓小平同志在设计我国现代化建设的宏伟蓝图时,特别强调科学技术是第一生产力,实现现代化关键是要把科学技术搞上去”<sup>[4]</sup>。这一趋势把知识创新——科学研究这种社会结构推上了重要的战略位置。

### 1.1 基础研究

基础研究包括基础理论研究和应用基础研究两部分。在国家自然科学基金项目指南中,把上述两者综合为数理科学、化学与化学工程科学、生命科学、地球科学、工程与材料科学、信息科学、管理科学和专门领域8部分。

基础研究的使命是不断探索自然规律、追求新的发现和发明、积累科学知识、创立新的学说,为认识世界、改造世界提供理论与方法。基础研究不仅是科技与经济发展的源泉和后盾,是新技术、新发明的先导,也是培养和造就科技人才的摇篮<sup>[5]</sup>;基础研究在提高民族素质、振奋民族精神、提高国家在国际上的威望等方面也可发挥巨大的作用。所以,基础研究的社会功能包括经济功能、文化功能、教育功能和军事功能等等。

《中共中央国务院关于加速科学技术进步的决定》在全面阐述我国科技发展政策的同时,针对如何切实加强基础研究的问题,也鲜明地提出了“基础性研究要把国家目标放在重要位置,把为国民经济和社会发展提供动力作为中心任务,重点解决未来经济和社会发展的基础理论和技术问题,创立新的技术和方法”的指导方针。该方针也适用于应用研究和开发研究。

## 1.2 应用研究

应用研究致力于解决国民经济中所提出的实际科学技术问题，它的研究核心是技术，在整个科研体系中起着关键的作用。由科学理论到生产，一般是通过应用研究联系起来的，它一方面开辟科学理论变为技术的方向，另一方面将技术和生产的信息反馈给科学。通过应用研究，可以把理论发展到应用的形式，使理论具备为人类实践直接服务的可能性。应用研究的直接目的已经不是求知或求真，它的着眼点转向了确定基础研究成果的可能用途，以及利用这些成果达到预定目标的方法。

在实际的研究课题中，有些情况往往是应用基础研究与应用研究联系在一起的。

## 1.3 开发研究

开发研究是当代更为普遍的科学活动形式，它直接从事生产技术方面的研究，担负着把科学技术直接转化为社会生产力的工作。应用研究的成果，只是在技术上成功了，还有个交付实际生产的问题。大规模生产的技术保证以及可行性考虑，都是从潜在或可能生产力变成现实生产力所不可缺少的。

在实际的研究课题中，有些情况又往往是应用基础研究、应用研究与开发研究交织成一体，组成一个系统工程的研究。作者负责的，1997年12月完成部级鉴定的项目：“大锻件自由锻造新理论与工艺研究”，就属此例。

日本就是靠应用研究与开发研究起家的，它的基础理论水平并不高，知识创新能力相对不足。但日本善于学习国外的基础理论研究成果，在雄厚的应用研究和开发研究的基础上，引进、消化、综合和改进国外先进技术，取得了高速度发展的成就。

科学活动结构怎样才算合理？在不同的国家，答案是不一样的。当然这里有共性，应当协调发展。在发达国家，基础研究、应用研究与开发研究这三者的科研投资费用的比例，在1:2:5范围内是合理的<sup>[6]</sup>。

## 2 知识创新能力的特殊性

是否可以这么说，在当代，综合国力依赖于科技进步，科技进步依赖于科学技术研究，科学技术研究又主要依赖于科技研究人才的数量与素质。所以，江泽民强调：“科技和经济的大发展，人才是最关键、最根本的因素。实现现代化，必须靠知识，靠人才”<sup>[4]</sup>。

那么，在从事科学技术研究的领域中，需要的是具有什么样素质的人才？由于科学研究是知识创新，是发展知识，它涉及到新理论的发现、新原理的形成、新工艺的提出、新设备的发明、以及高新技术的综合，等等，与接受知识领域和传授知识领域的人们，其能力特征是有区别的。知识创新能力的内涵与构成，可以综合成由创新基础、创新才能、创新意识和创新方法所组成与相互交织在一起的，即自然科学与社会科学交融的创新力系统。该系统初型轮廓，示于图 1-1 中。

创新基础中的基础理论与专门知识的要求是按博士学位对基础理论与专门知识的要求水准而制定的，比硕士学位论文的要求水准要高。现在，关于创新才能、创新意识与创新方法的培养，在研究生（包括硕士研究生与博士研究生）学位论文中一般没有规定具体要求，为了适应新技术革命给我们的挑战和机遇，提出了研究生培养目标的某些参考意见（见表 9-1）。

所以，知识创新能力有它的特殊性<sup>[7]</sup>，其内涵与构成综合于图 1-1 中。简言之，从事科学研究只具有知识以及理解力和记忆力是远远不够的，还需要具有敏锐的观察力、丰富的想象力和正确的逻辑思维去综合与分析、推理与判断的能力，要有善于分析主要矛盾、善于抓住灵感与机遇的能力，要有足够的自信，要有渴望创新、勇于实践与认识自己、实事求是的精神，要有反复探求适于自己创新的方法与技巧的习惯，要有严谨的学风，要有刻苦、不怕挫折与坚韧不拔的精神素质，要有总结、概括、升华与

正确描述科研成果的能力，等等。

每一个科技工作者，包括硕士研究生与博士研究生，自己应当主动地去培养与发展这方面的能力，以充分调动与激发自己的创造力，紧跟时代潮流，把我国的科学技术搞上去。

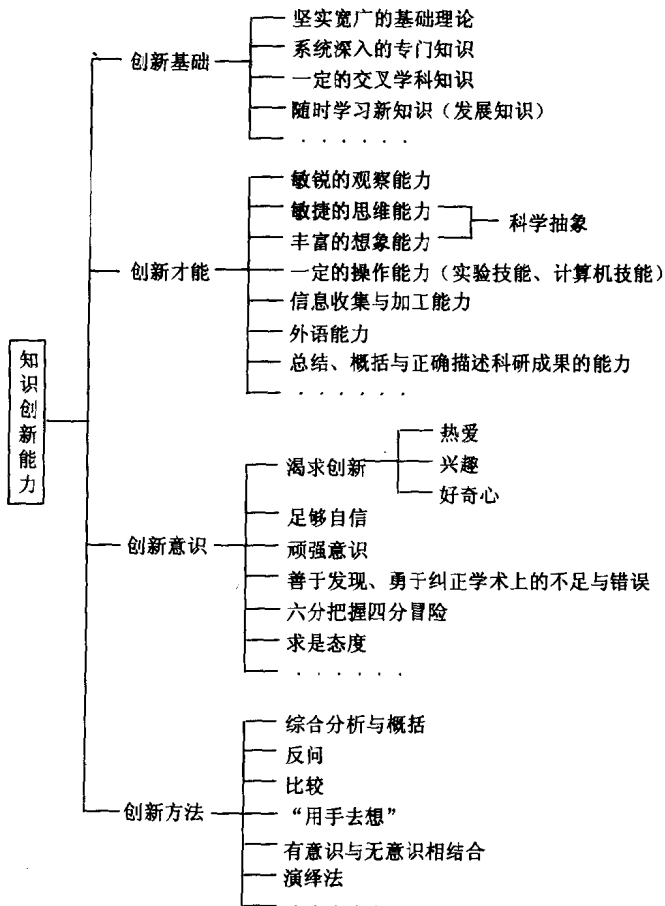


图 1-1 知识创新能力构成系统图



### 3 知识创新系统工程

知识创新是一项系统工程，而且是一项自然科学与社会科学交融的系统工程。其特征可描述为：以创新为主线，以创新能力为基础，以发展的认识论与方法论为依托，高效、加速、能动地去探索未知与创新技术，推动科学技术的进步。该工程具体地由形成科研问题、科学抽象、科学实验、科学结论和承认与评价 5 个子系统组成，在科学思维上相应地由感温具体、理性认识、抽象第一具体、抽象第二具体——高一级的理性认识和客观真理性来完成。上述内容与相互之间的内在联系，由知识创新系统工程图来描述（见图 1-2）。这是本书的高度概括与综合。

该系统工程含有培养与提高大学生、研究生与科研工作者知识创新能力的内涵，那么，今日的大学学习与明天的知识创新有何关系？

### 4 今日大学学习与明天知识创新

两者之间的联系：

今日大学学习到明天知识创新<sup>[8]</sup>，是一个向高层次的发展；前者可能上升为后者，但今日的大学生不一定能胜任明天的知识创新。

两者区别：任务不同；能力有区别。

#### 4.1 大学学习的主要任务与能力培养

##### 4.1.1 大学学习的主要任务

大学学习的主要任务是接受知识。

接受知识对知识而言是继承。继承什么知识？知识可分成三类：一是基础理论知识，二是工具知识，三是专门知识。如对学习机械工程的大学生来说，数学、物理、化学、力学（含材料力学、弹性力学、理论力学、结构力学、流体力学、空气动力学和塑性力学等）是基础理论知识；外语、计算机是工具知识；专业