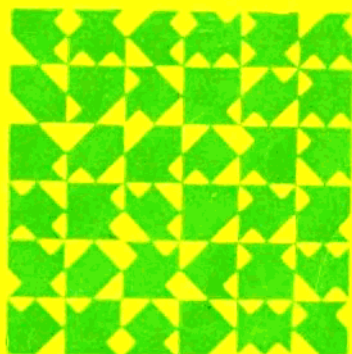


科技转化方法论

谷兴荣 著 邱立 吴和清 著



最新科学技术出版

序

王兴成

对国家作出突出贡献的专家，政府特殊津贴获得者谷兴荣等三位同志的最新著作《科技转化方法论》正在付梓，即将问世。我荣幸地接到了作序的邀请和该书的书样，研读全书，欣然命笔。该书的出版是值得庆贺的，我国新兴的自然科学和科技政策研究领域又多了一本好书，在人类从“必然王国”通向“自由王国”的科学大道上，又奠上了一块闪光的路石。

关于科学技术的生产力特征和功能问题，世人已经进行了一百多年的科学考察和理论探索，至于这一方面的社会实践的历史，那更是源远流长，如果从近代科学技术活动算起，那也已历经四百多年的沧桑。不过，从20世纪以来，当代科学技术的生产力特征和功能问题，无论从理论方面、还是从实践方面来考察和研究，更加令人瞩目。就以我们中国这样的发展中国家来看，近15年来，“科学技术是生产力，而且是第一生产力”的论著，犹如雨后春笋、层出不穷，亦如汗牛充栋、不胜枚举。谷兴荣的新著与同类论著相比，有何特色呢？研读之后，述评如下：

一、创新性。科学研究贵在创新，科学劳动与其他社会劳动的根本区别就在于此。当然，其他社会劳动也有创新性，而科学劳动的创新性简直构成了它的生命线，科学活动一旦失

去了创新性,这种活动也就寿终正寝了。在“科学技术是生产力”问题的论著大量涌现的今天,再来研究和写作这一命题,这本身就是一大难事,还要有所创新,这就更难了。作者知难而进,而且贡献出崭新的成果。该书的新颖性集中体现于它具有“中间试验产品”的特色,这就是作者在理论与实践的结合部狠下功夫,在科学技术如何发挥生产力功能的各个方面展开分析,深入论证。全书12章,作者只用绪论的篇幅论述科学发展的规律性现象和技术进化的一般原理。从理论入手迅速切入本题,用其余12章的全部篇幅,深入细致地分析论证了:科学技术转化为生产力的条件、途径、机制;科学技术成果转化为商品的运行模式;科学技术商品转化为产业的发展道路,中间试验是从成果到产业的关键;搞好科研开发的宏观决策,加速科学技术的转移,抓好技术经营工作,采取有力的改革措施;有关部门科技转化为生产力探析,科学技术转化为生产力的评价方法。该书的新颖性首先表现为结构的新颖性,面对这一理论问题,作者仅用全书不到15%的篇幅进行基础理论研究,而拿出75%以上的篇幅展开应用理论研究和开发性探讨。这就使该理论问题的研究成果,带有很大的操作性,在理论与实践之间架起了一座桥梁。真是“天堑变通途”,人们不但懂得了科学技术必须转化为生产力的道路,而且学到了如何使科学技术转化为生产力的种种方法。该书“中间试验产品”的特色,难能可贵。

二、深入性。科学研究难在深入。蜻蜓点水、浮光掠影、犹如过往烟云、稍纵即逝、在科学的征途上,留不下任何痕迹。唯有步步为营,层层发掘,锲而不舍,不断向研究客体的纵深进军,那末,无论是失败,还是成功,科学的历史是不会轻易忘却学子的辛劳的。该书的深入性首先在其结构的深

入性方面反映出来。作者面对科学技术转化为生产力这一重大理论命题,狠抓“转化”二字不放,深入剖析转化的条件、转化的途径、转化的机制、转化的环节、转化的方法,乃至转化的评价方法等等,真是“无微不至”,“无孔不入”作者并没有在“是”与“否”上做文章而是抓住“转化”进行研究,这就提纲挈领,纲举目张。其实,世间万物,一切均从转化中来,有转化,气象万千,无转化,大地冷寂。科学技术所以能够成为社会生产力——人类赖以生存和发展的物质力量和精神力量,则完全来源于转化的动能作用。作者在研究各种转化问题时,步步进逼,深入分析。在探讨“科技转化为生产力的条件”时,认真地分析了“主体条件”,“客体条件”,“运行条件”,“支撑条件”;在研究“科技转化为生产力的途径”和模式时,形象地归纳出“单向线性转化模式”,“团状裂变转化模式”,“双线交叉转化模式”和“自由组合转化模式”;在分析“科技转化为生产力的机制”时,积极地提出“建立一个耦合的社会运行系统”,“运用两种互逆的系统转化机制”,“抓好两个关键的转化环节”,“要有两端启动的经济导向”,并分析和论证了“发达国家科技转化为生产力的机制”。如此等等,可见其研究的深入程度,这是引人入胜的。

三、精确性,科学研究重在精确。从粗放到精密,从谬误到正确,这是科学研究的必由之路。诚然,科研成果亦如世间万物一样,往往“细中有粗”、“是中有非”。纯粹的精密和正确是罕见的。可是,人类在认识和实践的精确性方面,总应该有所发现,有所前进吧!作者在这项研究中,熟练地运用了定性与定量相结合的方法,充分利用国内外的大量数据资料分析和论证有关问题。例如,作者在该书第七章“搞好科研开发的宏观决策”,第二节“研究开发的规模与结构”,使用美国科学基金会

统计资料，日本《科学技术白皮书》和联合国教科文组织《统计年鉴》的数据，列表（第173、174页）分析了美、苏、日、德、英、法、加、韩、巴西、印度10国工业化第一阶段、第二阶段和工业化后阶段，从30年代至80年代各个时期的研究和开发的投资占国民生产总值的比重，条理清晰，令人一目了然。书中设计或引用了图表47张，形象、直观和精密地说明有关论据，使全书的精确性大为提高。作者在科学计量学领域作过艰苦的探索，并获得了可喜的成果。先后出版了《科技发展的计量研究》和《科技兴国的计量方法研究》两本专著，为我国的科学计量学的开拓和发展作出了重要的贡献。作者在科学计量学方面的造诣，使本书的精确性比同类论著更胜一筹，这是十分明显的。

显然，关于科学技术的生产力特征和功能问题的研究，乃是一项长期探索的科学任务，在现代化建设的整个历史阶段，在人类向未来“自由王国”挺进的全部征程上，这个问题始终存在，始终需要进行理论探讨和社会实践。真是“璀璨的火云已在天际弥漫，长征不会有歇脚的一天，纵使走到天尽头，天外也还有乐园”。（郭沫若科学诗《骆驼》）我真诚地祝愿作者：百尺竿头，更进一步。

1994年5月于北京

目 录

序	(1)
绪论	(1)
一、科学逆反律是科学进步的动力	(1)
二、学科协同律是科学发展的系统效应	(11)
三、循环链锁律是科学转化为技术的内在规律	(19)
四、普通技术进化的过程性原理	(33)
五、适用技术的协调与演化	(42)
六、中国技术创新模式的建立与发展	(50)
第一章 改善科技转化条件的方法	(57)
一、抓好科技转化的自身条件	(57)
二、抓好科技转化的受体条件	(60)
三、抓好科技转化的运行条件	(64)
四、抓好科技转化的支撑条件	(67)
第二章 健全科技转化途径模式的方法	(71)
一、疏通科技转化的途径	(71)
二、完善科技转化的模式	(76)
第三章 建立科技转化机制的方法	(91)
一、建立一个耦合的社会运行系统	(92)
二、运用两种互逆的系统转化机制	(95)
三、扣紧两个关键的转化环节	(97)
四、要有两端启动的经济导向	(102)

五、发达国家科技转化生产力机制·····	(104)
第四章 促进科技成果转化商品的方法·····	(109)
一、分析科技成果的商品属性·····	(109)
二、建立科技成果商品化的运行机制·····	(112)
三、推进科技成果商品化的措施·····	(121)
第五章 促进科技商品转化为产业的方法·····	(126)
一、认识高技术商品的主要特征·····	(126)
二、造成高技术商品产业化发展的动力·····	(128)
三、引导形成高技术产业化的机制·····	(138)
第六章 加强中间试验促进科技转化的方法·····	(146)
一、明确中间试验在科技成果产业化中的地位·····	(146)
二、勾通中间试验作用于成果产业化的途径·····	(148)
三、运用成果转化的中试标准化方法·····	(151)
四、强化科技成果产业化的中试管理方法·····	(155)
五、中试的困难与解决办法·····	(158)
第七章 科研开发的宏观决策方法·····	(162)
一、科研开发体制与决策的关系·····	(162)
二、确定研究开发的规模与结构·····	(168)
第八章 加速科学技术转移的方法·····	(180)
一、阐明技术转移的一般过程·····	(180)
二、构筑科技成果转移的运行机制·····	(188)
三、弄清科技成结转移中的问题及解决途径·····	(193)
第九章 技术经营的工作方法·····	(203)
一、认清技术市场的特征与繁荣的前提·····	(203)
二、搞好技术经营的机制创新·····	(215)
三、明确技术生命周期与经营方法变更的关系·····	(221)

第十章 制定科技转化的改革措施·····	(227)
一、运用股份合作制促进科技与经济的结合·····	(227)
二、加强微观管理促进科技转化·····	(241)
三、选择关键项目提高转化效率·····	(245)
第十一章 有关部门科技转化为生产力的方法·····	(249)
一、工业依靠科技进步发展经济的机制·····	(249)
二、农业科技成果的转化效益、机制及途径·····	(257)
三、医学科技成果转化的促成方法·····	(265)
四、外贸科技成果转化的理论与实践·····	(272)
第十二章 科技转化为生产力的评价方法·····	(280)
一、科技成果转化率的概念及统计·····	(280)
二、地域科技成果转化率的数据包络评价法·····	(284)
三、科技先导型企业的特点及指标体系·····	(293)
四、技术创新的风险评价及风险防范·····	(300)

绪 论

科学转化为技术及技术进化规律

笔者在研究中认识到，在科学竞争中，科学研究者的逆反心理，相互形成的逆反规律；不同科学之间的协同关系，科学与技术、与社会的内在影响是科学发展的基本动力；由它们的内在矛盾运动推动着从科学到技术的转化和发展。

一、科学逆反律是科学进步的动力

从一些材料的分析中使我感到在科学的发展中存在一种逆反规律。这就是说科学家的奋进心理导致他们千方百计的提出自己的观点和事实，挑出别人的错误。由此使批判与立论的文献以每年百万分之五的指数增加，争论的问题逐步明确和集中，例证也随之集中，引证的集中导致了权威的形成，权威是被大家引述最多的论文之作者。争论的范围随着研究的深入而扩展，它导致着引述范围的逐步增大，原有的权威随着引述的散在性发展而逐步隐退，这时往往会在该领域中发现一个或几个新问题，形成一个或几个新领域。新领域也有个权威的形成，范围的扩展，权威的引退，新领域的产生等问题，这样循环往复，依次无穷，其深入分化发展的过程就是科学的逆反性发展过程。我们暂称它为“科学逆反律”这个过程促进了科学的发展，是科学发展的内在动力。

(一) 科学心理与文献量

在科学实践中,任何一个科学家都有一定程度的奋进精神。否则他就不会搞科学了。这种奋进精神促使科学家希望在在某个学科领域里有所建树,要实现这一点就不能不根据有关事实提出某些新的理论见解来,同时又往往不愿意随便承认别人的新观点,总是企图从别人的文章里,包括从占统治地位的权威性著作中找出不足的东西来,批评别人的观点既有利于澄清事实,也有利于建立自己的理论。钻研的结果是自然而然地孕育和产生着新的文献著作来。

文献来源于科学理论的立论与批评,从一定的角度上说科学文献可分为立论与批评两大类。历史上的科学名著都包括在立论与批评之中。亚里士多德的《物理学》,欧几里德的《几何原本》是立论性的,哥白尼的《天体运行论》是批驳加立论性的,伽利略的《关于托勒密和哥白尼两个世界的对话》也是立论性的,牛顿的《自然哲学之数学原理》是以立论为主的,爱因斯坦的相对论,摩尔根的生物遗传学都是立论性的。如有不然,难道世界上有价值的科学论文和论著中,能找到既不是立论,也不是批判的文稿吗?

科学发现和批评都是文献的形式体现出来。这样,随着研究的不断深入、扩大,使科学文献不断增多。文献的增多是由研究的深化和扩展所导致的。近几十年来,已经有不少关于文献增长规律的讨论。1925年美国图书馆工作人员赖德发现了图书馆收藏的文献资料是以加速度增长的。四十至五十年代美国科学计量学家普赖斯十分全面、详细地研究了科学文献的指数增长形式。1976年苏联学者B·π金慈布尔格又一次提出了“科学的指数发展规律”,即考察的科学成果 Y_t 在时间 t 是按

$$Y_2(t) = Y_1(t_0)e^{\frac{t}{t_1}}$$

规律变化的。并以“苏联1913年至1975年间科学文献量的增长为依据,断言在大多数情况下,指数发展规律是正确的”。我与陈文华教授在1979年至1981年探讨科学有关指标的增长规律时,发现科学指标,包括科学文献量在内,它们的增长具有起伏式的周期性发展过程。但是这种周期性是在总的发展趋势不断增长的前提下,其增长指数具有一定幅度的变化过程,而不是说某项指标的年拥有量有下降的现象。所以说,科学文献是以年增5%的指数发展的。客观事实与其理论推导的结果是相吻合的。

(二) 权威的形成

科学家在研究中不断提出新的观点,不断批评某些现存的观点,在批评与反驳的过程中,必须尽可能地确切而较多地引述事实,为自己的理论观点服务。所有的有价值而能使入置信的文献著作都或多或少地要引述别人的科学著作。同行相互引述论点和事实会逐步地集中到某些学者,某些论文著作上来。由此,被较多引述的论文的作者就慢慢地成为这个学科中的权威。权威是在科学实践中,由同行之间自觉不自觉地相互作用中形成的。

用论文被引频率作为衡量科学论文的质量的定量标志,最早起源于普赖斯的工作。他在《大科学、小科学》一书及其它一著作里都讨论了这个问题。匈牙利分析化学家、科学计量学家布劳温进一步地发挥了这种理论。他说:“平均引文率是一种计量出版物效果的经典指标,即引文数与出版物数的比值。特

别是若此组出版物包含有某种科学杂志两年的出版发行量，且把一年引文计算出来。那么，平均引文率则称为所讨论杂志的效果因子”。这种指标可以广泛地计量一本杂志或一篇论文的有效程度。

论文的被引频率不但有相对高低之分，而且不同论文的被引频率有一定的分布规律。现把世界十种著名的普通化学杂志的相互引述情况中的数据，并按被引频率的多少进行排列，绘图如下（见图1，）

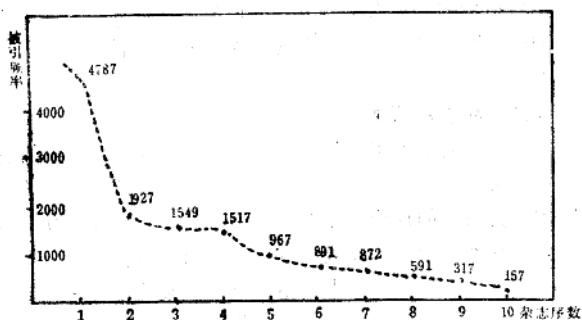


图 1

事情非常明显，第一种化学杂志是当中的权威杂志，它被引的次数最多。

布劳温把被引频率最大的论文的作者称为核心科学家（没有叫权威），并发现核心科学家与诺贝尔奖金获得者有着恰到处处的吻合性。可见，用此作为权威的象征是符合事实的。

我提出权威是在论争中被引论文、被引事实的集中导致的，就看事实上被引文的频率分布是从相互平衡到不平衡的转化，在讨论初期引述内容不集中，被引频率也就均衡一点，随着研究的深入，讨论的内容逐步集中，被引频率从此比较集中到为数不多的论文著作中，被引频率的分布就更不均衡了。事实如何呢？由于我们找不到一个学科在不同时代的不同学术刊物的被引频率分布情况。这样，我们暂以同一时代的新兴学科与较成熟的老学科的论文在引文频率分布上的差别。前面列举的普通化学是较成熟的学科，现在把它与快速核分析化学的引文频率进行比较分析、后者的情况如下图（见图2）

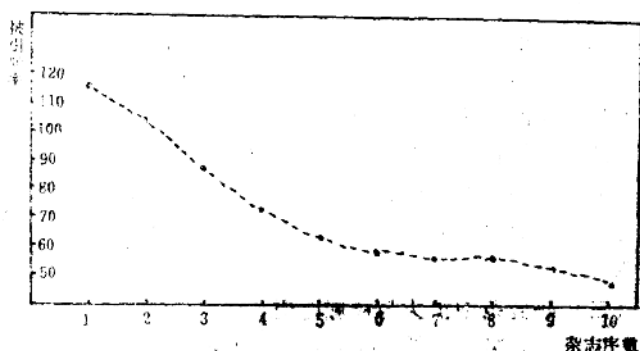


图 2

把普通化学杂志与快速核分析化学杂志，按被引频率繁高低依次排列，观察各种杂志分别占有量与被引频率占有量之间的关系，以求索不同科学的杂志的被引频率分布的均衡程度，所

得结果表明,处于刚诞生阶段的快速核分析化学的杂志种数每增长10%,其被引频率增加9.3%,当中20%的文献占30%的被引频率,可见其分布还是比较均衡的。较为成熟的普通化学的杂志数每增加10%其被引频率增长6%,当中20%的文献占50%的被引频率。后者的被引频率分布远不及前者均衡,由此可以看出,科学在从不成熟到成熟的发展过程中伴随着论文被引频率的分布从相对均衡向不均衡的方向发展。其不均衡程度也从一个侧面标志着科学成熟的程度,这个变动过程也是权威的形成过程。

从这些情况的比较分析中可知,当人们发现一个新领域的时候,人们对这个领域的讨论往往是泛泛而谈,没有头绪,这时谈不上什么权威不权威,随着研究和争论的不断深入,人们对其问题的认识越来越清楚,什么理论是正确的?什么理论是错误的?看法会逐渐集中统一起来,被公认真确观点的著作就自然地成了该领域的经典著作,而提出这些观点的人,把这些观点阐述清楚的人,就自然地成了该行业的权威。其文献著作当然是被引频率最高的著作。权威就是被引频率最高的著作之作者。所以说:文献的被引频率从零散到集中的发展过程是权威的形成过程。

(三) 研究范围扩大与权威隐退

随入研究的深入,研究范围不断扩大,讨论的问题越来越多,对原有理论和权威的崇敬感越来越淡化,这是科学发展过程中的又一表现特征。

科学史上,没有哪一个理论不是在自身发展中使自己的地位逐步降低的。“如欲取之,必先予之”,“如欲败之,必先助之”的社会哲理思想,在科学的发展中是十分适用的。大家

都十分厌恶中世纪占统治地位的唯心主义。当时，促使唯心主义走向衰退的原因是什么呢？这就是他们自己提出来的理性，理论就怕彻底，随着追根究底的深入探索，什么问题都暴露出来了。在自然科学领域中，亚里士多德的物理学，特别是当中提出的物体在空中下落的速度与与其自身重量成正比的定律，从古希腊时期以来，日益被广大科学技术工作者所注目，只有在研究达到了一定深度，使伽利略在意大利比萨大学的斜塔上作落地实验以后，人们才对亚里士多德的理论产生怀疑，直至否定。

以上都是从实例上来讨论的，现在从科学发展的总过程上看，它所表现的是当一个学科发展到成熟时期，被引频率达到最大不平衡之后，问题会继续研究上去。这时“物极必反”的自然规律就要发挥作用。这个学科的理论开始慢慢地被人们所淡化，所疑惑，被引频率也从相对集中越来越趋向于零散，分布指数越来越大。就物理学领域，牛顿集十六世纪末至十七世纪初力学之大成，可谓第一次物理学革命。第二次物理学革命大多认为是发生于本世纪四、五十年代（量子力学、相对论的诞生），因此，如果能从十九世纪初（正兴时期）抽十篇物理学论文作交叉引述频率分析，同时从本世纪三十年代初（科学革命前昔）也抽十篇物理学论文作交叉引述频率分析，比较其引频分布的不均衡程度。但由于这些数据目前都没有找到，所以我们只好找一门处于科学革命前昔的学科其文献的被引频率分布是不是如同新学科的诞生初期那样均匀，其分布指数是不是那么大。我们取的例证是以快速核分析化学作为刚诞生的学科，把普通无机化学、有机化学看成正兴时期的学科，把基础分析化学看成即将发生科学革命，分裂出新学科的学科。

看基础分析化学的文献被引频率分布是不是比一般有机化学与无机化学的文献被引分布更均匀一些。前两种，我们已经作了引频分布的调查分析，现在只考察分析基础分析化学的引频分布，然后再作比较。

匈牙利分析化学家，科学计量学家布劳温等三位教授于1980年合作撰写的《在分析杂志中的信息流》一文中专门讨论了分析化学杂志的相互影响问题，列举了十种基础分析化学杂志在1937年以前的横向交叉引述情况，并且把表中各杂志按被引总次数的多少，从高到低，依次排列起来，并作图表达如下（见图3）

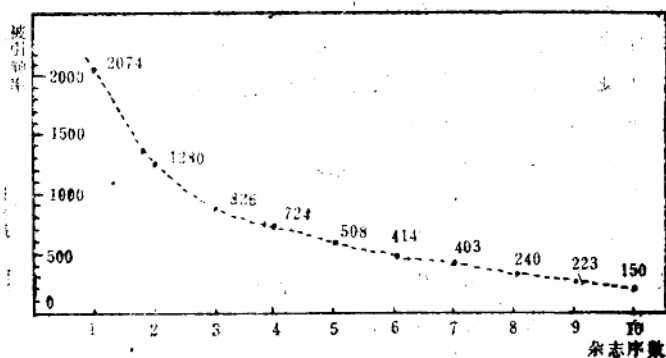


图 3

按引频多少从高到低的排列顺序，考察杂志的累积占有量，然后把这两者进行对照，探讨他们之间的内在联系，所得的结果是：基础核分析化学杂志数每增加10%，其被引频率增

加7.2%，当中20%的杂志占有近50%的被引频率。其引频分布虽然没有快速核分析化学那样均衡，但比普通化学要均衡得多。由此可见，科学在从正兴时期走向衰退，接近科学革命的时期，伴随着论文被引频率的分布从不均衡向相对均衡的方向发展。其不均衡程度也从一个侧面标志着科学衰老的程度，这个变化过程也是权威的隐退过程。

我们知道，正兴时期的科学技术有着明显的权威与随从、核心与边缘的差别，随着研究的不断深入，科学权威与核心者的错误日益被人们所发觉、揭示，甚至完全暴露在天日之下，这是科技发展的必然趋势，这个趋势所带来的后果是权威者的理论日益被人们所怀疑，权威者的威信日益降低。由盲崇到深思，继而出现众说纷纭，莫衷一是，最后是科学革命的发生。

（四）新领域的出现

随着认识范围的扩大，认识水平的提高，旧的权威逐步黯然失色，这个过程往往促使着人们去寻找新的理论支柱，受发现新的物质领域，事实上也往往会有新的理论，新的领域被发掘出来。过去多认为科学天空中的乌云（发现了不可理解的新事实）是发生科学革命的根源。现在我觉得科学革命的诞生是科学认识从小范围到大范围必然扩展的历史潮流所导致的。

人们在两千年以前就已经知道了一些几何常识，古希腊的欧几里德集当时几何研究之大成，写出了《几何原本》一书，使人们对空间形式的认识从经验走上了理论，欧氏理论是理所当然地成了几何研究的蓝本和权威，大家都围绕这一理论开展工作。可是，当人们正得意正浓地陶醉于欧氏的成就，全面而深入地研究欧氏理论之后，才可能欧氏理论所不能解决的几何学