

科技、经济与社会 整合的前沿问题

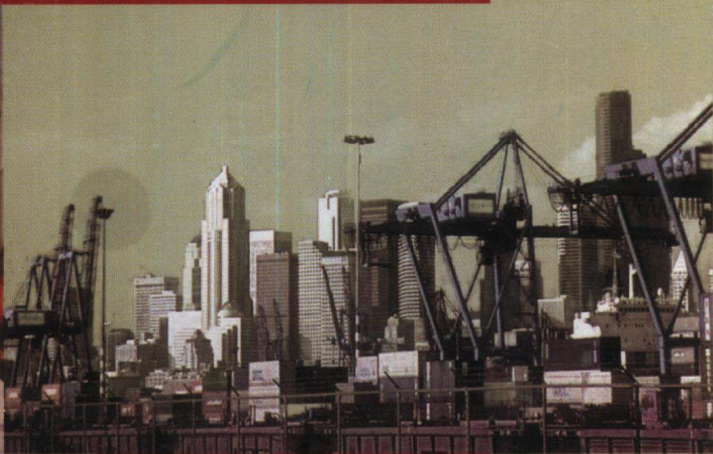
谭斌昭 吴国林 等著

西部大开发

知识经济

生命科学

加入 WTO



科学与伪科学的对立

中国离诺贝尔奖有多远

高新技术产业发展问题

华南理工大学出版社

435

G301
718

科技、经济与社会 整合的前沿问题

谭斌昭 吴国林 等著

华南理工大学出版社
·广州·

图书在版编目(CIP)数据

科技、经济与社会整合的前沿问题/谭斌昭,吴国林等著. —广州:华南理工大学出版社,2001.6

ISBN 7-5623-1705-4

I. 科… II. ①谭… ②吴… III. 科学技术学-经济社会学 IV. ①G301 ②F069

总发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行电话: 020-87113487 87111048 (传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑: 黄丹丹

印刷者: 中山市新华印刷厂印装

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.5 字数: 320 千

版次: 2001 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1~3000 册

定价: 20.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

自近代科学革命以来，科学与哲学发生分离，科学与宗教发生分离，科学逐步演化成为人类特有的文化，并与人文文化相分离。科学作为一种革命性的推动力量，逐步成为技术的先导，进而演化成为科学技术统一体——科学技术。在科学和技术的作用下，18世纪、19世纪发生了两次工业革命，这两次工业革命使科学技术与经济逐步结合起来，科学对经济和社会的发展起了巨大作用，同时，科学成为人们理解和认识自然的范式，科学的结构和方法成为人文学科模仿的范例。19世纪产生了孔德的实证主义的科学哲学，旨在用科学的观点与方法来分析和研究哲学，使哲学超出思辨的范围，具有科学性。它断言：知识必须建立在确实可靠（实证，positivity）的基础上，凡不能被经验或感觉的问题，都是非实证的形而上学问题。在20世纪，科学哲学经历了逻辑实证主义、批判理性主义和科学哲学的历史主义学派，受后现代主义思潮的影响，目前科学哲学已出现了后现代趋向。

20世纪，科学技术得到了很大发展，同时它的应用也给人类带来了极大的负面影响。科学技术研究成为一项社会化的事业；科学史和技术史的研究从以研究科学的基本概念、理论和方法，以及技术设备和过程的历史为主的“内史论”逐渐转向重视科学技术发展的社会文化背景的“外史论”；交叉科学自20世纪30年代、40年代兴起，到60年代、70年代得到进一步发展；1959年C·P·斯诺提出科学文化与人文文化的分裂，引起了极大的反响；第二次世界大战中美国扔下的原子弹，以及后来的环境运动等等，这些都促使了STS在20世纪60年代末70年代初的

诞生和发展，STS是“科学、技术和社会”（Science, Technology and Society）的英文缩写，它第一次把科学、技术和社会的相互关系作为一个独立的对象进行研究，把科学技术看做一个具有价值取向的复杂性事物。STS是一个学科群，是科学史、技术史、科学哲学、科学社会学和技术社会学等学科对科学、技术和社会相互作用关系进行研究的总称。

经济与社会的密切联系可以追溯到古希腊时期，但从社会学角度来研究经济渐成江河之势则是20世纪下半叶，特别是20世纪80年代形成的经济社会学（economic sociology），它专门研究经济和社会的相互关系。经济学自20世纪50年代以来也不断拓展自己的视野，延伸到许多前人未涉及的人类行为的“非经济”方面，如政治、文化、社会等。从不同视角展开对经济和社会相互关系问题的研究，已经形成了理性选择社会学、社会经济学、心理·社会和人类的经济学、交易成本经济学、新经济社会学等学科。

随着20世纪各学科的发展和不断开拓边界，各学科的交叉、渗透和综合成为一个重大趋势。科学、技术与社会发生相互作用，最终离不开经济这一重要因素。事实上，科学技术、经济和社会业已构成一个复杂系统，发生着复杂性相互作用。20世纪下半叶以来，科学以其力量和权力推动着技术创新，推动着经济变革，推动着社会进步。正如邓小平在1988年明确指出的，科学技术是第一生产力。

在17~18世纪科学革命的作用下，18世纪中叶开始了工业经济代替农业经济的过程；在20世纪第三次科学革命和技术革命的作用下，20世纪后期以来开始了代替工业经济的过程。人类从以物质性生产要素为主的经济时代开始转向以知识为主要生产要素的经济时代。尽管对目前这个正在显现的时代有许多不同的名称，但我们认为，这个时代的本质是知识经济，是以知识作

为主导的时代，是人的心智和灵感得到诗意化和现实化相统一的时代。从生产力这个层面来看，知识经济为高扬人的主体性、为人性的解放、为人的全面发展提供了可能。

知识经济把知识与经济内在地统一起来，原来属于形而上的认识论范畴的知识却与属于形而下的经济内在地结合起来，这就为科学技术、经济与社会的整合架设了沟通的桥梁。事实上，世界就是一个统一的整体，人们之所以以各种不同学科研究世界，不是因为世界有不同的领域，而是因为人类认识能力的不足和知识的缺乏。正如量子力学的创始人、著名物理学家普朗克早就指出过：“科学是内在的整体，它被分解为单独的整体不是取决于事物的本身，而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理学到化学，通过生物学和人类学到社会学的连续的链条，这是任何一处都不能被打断的链条。”

1996年世界经合组织（OECD）发表年度报告《以知识为基础的经济》，标志着一个新的时代——知识经济时代（或知识时代）正在来临。知识经济的兴起，知识成为最重要的生产要素，科学技术成为第一生产力，研究科学技术、经济与社会的相互关系，对科学技术、经济与社会进行整合研究势在必行，从而凸显出一个新的研究领域——STES，它是科学技术、经济与社会（Science and Technology, Economy and Society）的英文缩写。STES应当是科学技术史、科学技术哲学、科学技术社会学、经济社会学、科学技术经济学等学科对科学技术、经济与社会整体和相互关系的研究的总称。20世纪以来，各种交叉科学、综合性科学、横断性科学、非线性科学和复杂性科学的兴起，为STES的研究提供了方法论方面的可能性。STES既重视理论性，又注重实践性。它将其理论、观点和方法应用于科学技术、经济与社会的各个领域，构成了一个系统，而且是一个开放的复杂系统，复杂系统的有关理论可为研究STES提供方法论引导。

本书选择了 STES 的一些基本而又热点的问题进行探讨，作为进一步研究 STES 的一个起点。由于论题处于前沿，有的论题在学术界与产业界都有论争。对一些论题，我们尽可能作出客观的论述，提出我们自己的观点。既然论题处于前沿面，其观点也值得进一步研究和讨论。如果某些观点，对于广大读者有所启示或引起更多的问题和思考，这正是本书的意义所在！

本书是集体协同的结果。本书先由谭斌昭和吴国林设计论题和思路，然后与各论题的作者多次讨论并由各作者完成初稿，最后由谭斌昭和吴国林分工对论题进行统稿。参加本项目的研究人员有：吴国林、谭斌昭、刁生富、杜焕强、李田和刘金玉。

对 STES 的有关论题进行研究，尽管我们作了很大的努力，但是，难免有不少问题存在，请各位专家和读者批评指正，欢迎共同进行探讨！

吴国林 谭斌昭
于华南理工大学
2001 年 4 月 8 日

目 录

第一编 自然观问题

- 一 实在意义的拓展····· (1)
- 二 时间之箭 ····· (21)
- 三 复杂性问题 ····· (35)
- 四 分子进化的中性学说 ····· (50)
- 五 人工智能与人类智能 ····· (58)

第二编 科学哲学与科技伦理问题

- 六 科学的划界及其与伪科学的对立 ····· (71)
- 七 科学假说与科学理论 ····· (83)
- 八 自然科学研究的客观性和主体性问题····· (105)
- 九 科学的价值负载与科学研究的社会进程····· (123)
- 十 生物前沿领域中的伦理问题····· (139)
- 十一 网络空间的伦理问题····· (175)
- 十二 科学与宗教问题····· (192)
- 十三 科学精神与人文精神····· (208)
- 十四 人类中心主义与生态中心主义····· (221)

第三编 科技、经济与社会问题

- 十五 技术的本质····· (244)

十六	21 世纪初科技发展趋势与我国科技发展战略	(254)
十七	创新的理论与实践.....	(272)
十八	知识经济问题.....	(288)
十九	我国高新技术产业发展问题.....	(307)
二十	中国离诺贝尔奖有多远.....	(317)
二十一	加入世贸组织对中国科学技术的影响.....	(334)
二十二	西部大开发问题.....	(358)
二十三	新世纪中国的现代化：难题与出路.....	(376)

第一编 自然观问题

一 实在意义的拓展

“实在”（reality）是哲学史与科学史都要关注的重要概念。列宁从哲学角度对“物质”所下的定义就是用“客观实在”来表达的。随着自然科学的重大进展，实在观念都在改变着自己的形式。

（一）实在的涵义

“实在”最质朴的涵义就是实实在在，是真实的，不是假的，与人的主观意识无关的。或者说，“实在”就是它本来的那个样子，人的意识不能把它想怎样就怎样，但是意识可以反映它。“实在”可以作为名词也可以作为形容词，其意义是不一样的。作为名词的“实在”，是指真实的、不虚假的、非想像的、实际存在的、实际上的那样一种状态或性质。

从哲学史来看，古希腊哲学并没有直接论述“实在”，但是，却包含了“实在”这一思想。在《不列颠百科全书》（第15版）的“本体论”辞条中就解释道，本体论是“关于一切实在的基本性质的理论或研究。……同亚里士多德界定的‘第一哲学’或‘形而上学’是同义的。”在古希腊的思想中，主要的观点是认为实在是不变的，“水”、“原子”、“理念”和“数”等就是如此。

但是阿拉克西曼德认为万物的本原是阿派朗（apeiron，也译为“无限定”、“无限”），阿派朗的特别之处在于，它意味着事物的终极实在不是某种确定性的东西，而是某种具有无限定性质的东西，或者说，终极的实在可能具有不确定性。总之，古希腊时代主要是从本体论的角度来认识实在，即讨论了万物是用什么实在来构成的以及由此而来的万物的生成与变化，它包含了实在的两种基本观点：①实在是不会变的；②实在具有不确定性。这一时期的实在论可称之为朴素实在论。

在中世纪，出现了唯名论与实在论。唯名论主张个别事物在先，是惟一实在的，共相是名称或概念，不具有实在性；实在论则主张，共相是最实在的，它作为精神实体存在于个别之先，并决定个别事物。这一时期的实在论可以称之为经院实在论，着重于实在的不变性与确定性方面的讨论。

科学的物质实体概念是从近代科学革命以来才产生的。首先，在化学上，波意耳提出了元素概念，17世纪形成了玻意耳的微粒哲学，物质是由微小的、不连续的粒子或称之为原子组成的，物质的物理性质和化学性质可以用组成的粒子的大小、形状和运动来解释^{〔1〕}。在玻意耳哲学的基础上，牛顿从力学的角度提出了物质的原子理论。1799年道尔顿提出了原子论，1811年阿伏伽德罗提出分子概念，形成了科学的原子-分子学说。由此形成了近代较完整的物质实体观：①物质，是由具有广延性、质量、形状等不变属性，并且具有不可入、不可再分的原子构成的。②一切自然过程都按照力学定律变化，所有的物质运动服从严格的决定论规律。③时间与空间是绝对的、无限的和分立的，独立于物质与物质运动。

〔1〕 I.B.Cohen. Isaac Newton's Papers and Letters on Natural Philosophy. Cambridge, 1958, 244.

在近代哲学上，哲学家洛克认为物质实体的一般概念有其客观基础，但是，物质实体不能反映实在事物。物质实体观念仅是人们为了表达思想的方便才制造出来的，由此，他提出了物的“实在本质”与“名义本质”之分。洛克所谓的实在，既指事物的实在，又指思维的实在、精神实体的实在。

贝克莱从心灵这一角度来认识实在，提出“存在就是被感知”的著名命题。一个事物或者观念存在，就是指它被心灵所感知。如果我们抛弃掉它的不合理因素，就会发现：判断一个事物是否存在或实在，只能依靠人或仪器的感知或测量。

物理学家法拉第反对原子论，否定力可以通过空虚空间而起超距作用的观念。提出了“场”概念，他把场称为“力线”。他认为，场是一种充满空间媒质的应力状态。麦克斯韦则发展了法拉第“场”的思想，用连续的场表示这种新的物理实在，用偏微分方程描述场，从而否定了场的机械论的解释，给场赋予了新的内容和更普遍的意义。

麦克斯韦“场”概念的提出改变了牛顿关于物理实在观念，动摇了牛顿体系的理论基础。爱因斯坦对“场”概念给予很高的评价，他说：“法拉第和麦克斯韦的电场理论摆脱了这种不能令人满意的状况，这大概是牛顿时代以来的物理学的基础所经历的最深刻的变化。……在这理论中，场最后取得了根本的地位，这个位置在牛顿力学中是被质点占据着的。”〔1〕

到20世纪，形成了较为完整的“场”理论。场是物质存在的一种基本形式，其基本特征在于场是弥散于全空间的，物的物理性质可以用一些定义在全空间的量来描述。在场论中，场与粒子是统一的，粒子是场的激发态，真空是场的基态。

场表现出与近代物质实体不一样的特点，但是，场仍然满足

〔1〕 爱因斯坦文集，第1卷，北京：商务印书馆，1976，355～356

规范不变性。迄今为止，描述相互作用的场理论只有三种，即电磁场、引力场和非阿贝尔场，分别由麦克斯韦、爱因斯坦和杨振宁（及他的合作者米尔斯）所建立。正如诺贝尔物理学奖获得者杨振宁认为：“由于理论和实验的进展，人们现已清楚地认识到，对称性、李群和规范不变性在确定物理世界的基本力时起着决定性的作用。我已把这个原则称为对称性支配相互作用。”〔1〕

以“场”为观念建立的实在论有一个共通特点，变换不变性或规范不变性是其基础，即原来近代的“实体”代之以“变换不变性”。变换不变性就是一种对称性。

“场”概念的建立消解了实体实在观，确立了新的实在观。在 20 世纪，出现了多种形式的实在观。比如，新实在论强调对事物进行逻辑分析。批判实在论，主张本质、共相或观念是联系认识的主体和客体之间的中间环节，并通过这些中介来认识客体。当代科学实在论更有多种类型，如：本体实在论、认识实在论、目的实在论、方法实在论、参照实在论和语义实在论等。尽管不同形式的科学实在论各有不同的侧重点，但是它们有一些共同的特点，认为：科学理论所描述的实体是客观存在的；科学理论应当被实在地理解；科学理论是可证实的；科学理论与前驱理论具有逻辑联系；科学的经验的成功相应提供了对实在论的严格的经验证实和逻辑证明〔2〕。

另一方面，20 世纪反实在论也颇为流行，其主要表现形式有：现象主义、工具主义、约定主义、实用主义、逻辑经验主义和构造主义等。它们有一些基本特征：一般反实在论否认科学理论实体的本体论地位；有限反实在论对于原则上的可观察的实体承认其本体论地位；“强”反实在论绝对排斥科学实在论；“弱”

〔1〕 杨振宁演讲集。天津：南开大学出版社，1989。465～466

〔2〕 郭贵春。当代科学实在论。北京：科学出版社，1991。13～18

反实在论并不一般反对科学实在论的主张，承认外在世界的实在性和理论实体的存在，但是反对人类经验之外关于某些实在的论述，可见，“弱”反实在论与“弱”实在论有着许多共同点，存在一些交叉。

（二）AB 效应与势的实在性

从近代的实体实在到 20 世纪由“变换不变性”所确立的实在观，实在是否就此止步了呢？没有。AB 效应引出了新的实在形式。

物理学的发展总是离不开实验的支持，实验是检验物理理论是否正确的最终根据。物理学家一般认为，只有那些有可观察效应的物理量才是基本的，那些为了数学上的方便而引入的、又没有可观察效应的量并不是基本的物理量，只不过是一种数学的工具而已。我们知道，在电磁理论中，电场与磁场是基本的物理量，在实验中可以测量它们，而且场的这一思想已经成为人们认识微观物理或微观物质世界的重要的范畴。事实上，在经典电磁理论中的确用电场和磁场来描写电磁现象，比如，麦克斯韦方程组、洛伦兹力公式中都是以电场 E 和磁场 B 为基本变量的。自然界中有单独的电荷存在，却没有单独的磁荷存在，用数学的语言讲，就是磁场 B 对空间任一闭合曲面的面积分为零。按照高斯定理，可以得到磁场 B 在空间任何一点的散度为零，即： $\nabla \cdot B = 0$ 。从矢量分析可知，某一矢量的散度为零，则可以把该矢量写作另一个矢量的旋度，即可以把 B 写为： $B = \nabla \times A$ ， A 就是电磁理论中从数学角度引入的电磁矢势，用 A 来描写磁场 B 更加方便，或者说， A 是 B 的辅助量， B 才是基本量，从前面的引入来看， A 并不具有物理上的实在性。

前面我们已论及，电磁场是规范场，因此，它们满足规范不变性。磁场 B 满足规范不变性或变换不变性正是磁场作为基本

量的理由，而矢势 A 具有规范不确定性。当 B 确定时， A 并不是惟一确定的，因为按照矢量分析的知识，任一个标量函数梯度的散度总是为零，所以总可以在 A 上加上一个标量函数 α 的梯度 $\nabla\alpha$ ，即原来的矢势 A 与新的矢势 $A' = A + \nabla\alpha$ 描写同一磁场 B 。由于 α 的选取是任意的，这意味着有许许多多的 A 与 A' 在物理上是等价的。 A 的这种性质就称为规范不确定性或不具有变换不变性。显然，不能把具有不确定性的量确定为基本量，这就是 B 不能作为基本量的原因。

在量子力学中，微观系统的物理状态是由哈密顿算符 H 决定的。粗略地讲，哈密顿算符相当于“能量”。当微观系统外有磁场时，进入哈密顿算符的不是磁场 B 而是矢势 A ，这就出现了与经典力学不同的情况，人们自然要问：

是磁场 B 基本呢？还是矢势 A 基本呢？

如果说 A 是一个基本量，即 A 是物理实在的，那么，必须有理论上和实验上的严格证据。也就是说，能否设计一种物理情形，当 $B=0$ ，而 $A \neq 0$ 时，具有物理效应存在？从而判别 A 的基本实在性，或者说，矢势 A 是一种基本的物质存在形式。

该问题直到 1959 年，才由阿哈罗诺夫 (Y. Aharonov) 和玻姆 (D. Bohm) 深入研究了这一问题。他们深刻指出^[1]，仅用电场和磁场不足以描述所有的电磁现象，在那些磁场 B 为零而矢势 A 不为零的区域内， A 能够产生额外的可观察效应。这一效应称之为阿哈罗诺夫-玻姆效应 (AB 效应)。1960 年，AB 效应首先为钱伯斯 (R. G. Chambers) 用实验得到了肯定的结果。但是，实验中的螺线管不可能无限长，就有可能磁力线从管中泄漏出来，使管外的磁场不严格为零，此时电子受到洛伦兹力而发生相移。经过 20 多年的争论，直到 20 世纪 80 年代中期，日本物

[1] Y. Aharonov, D. Bohm. Phys. Rev., 1959 (115): 485

理学家用超导材料屏蔽磁场进行实验后^[1]，才为广大物理学家所接受。

AB效应是这样的。从源 Q 发出一束有一定能量的电子，经过双缝分成两束分别沿不同轨道 1 和 2 到达测量屏幕上的 P 点，在双缝之间后处放一无限长的直螺线管。如果螺线管中没有电流通过，在电子所经过的空间内，磁场 B 为零。当螺线管中有电流通过时，在电子所经过的区域（螺线管外部）磁场 B 为零，而矢势 A 不等于零。可以证明，当电子束经过双缝沿不同的路径 1 和 2 前进到 P 点时，当矢势 A 不等于零时，电子束到达 P 点会有一个额外的相位差 γ ，相位差正比于矢势的回路积分 $\oint A \cdot dl$ 。而 $\oint A \cdot dl$ 正好就是螺线管中的磁通量 Φ ，螺线管中有电流通过时 Φ 就不为零，也就是说两束电子到达 P 点有额外的相位差，因此电子双缝衍射的干涉条纹与没有电流通过时的不同。这样一来，尽管电子束通过的区域内磁场 B 均为零，但是由于矢势 A 的存在而出现了可观察效应（干涉条纹的改变），这就是 AB 效应。

AB 效应本身也在发展中，电磁场是最简单的规范场 ($U(1)$ 或阿贝尔场)，人们自然希望把 AB 效应推广到其他规范场中。1975 年，吴大峻和杨振宁讨论了杨-密尔斯场 ($SU(2)$ 规范场，非阿贝尔场) 的 AB 效应^[2]。1967 年，道克尔讨论了引力场中的 AB 效应^[3]。电磁的 AB 效应发现以来，非电磁的 AB 效应受到了关注。1965 年，J. E. Zimmerman 和 J. E. Mercerau 进行的超导电子康普顿波长实验（即 Z-M 实验），1982 年，M. D. Semon

[1] A. Tonomura, et al. Phys. Rev. Lett., 1986, 56: 792

[2] Wu T. T., Yang C. N., Phys. Rev., 1975, D12: 3845

[3] J. S. Dowker. Nuovo Cimento, 1967, B52: 129

认为 Z-M 实验严格证明了惯性力场的几何效应^[1]。这表明惯性力场中同样存在惯性矢量势和惯性标量势。

1984 年,阿哈罗诺夫与卡谢 (A. Casher) 一起讨论了磁场的对偶——电场的 AB 效应,即 AC 效应^[2]: 当一束中子从一无限长的荷电线两侧通过时,在荷电线带电与不带电两种情况下,中子的干涉花纹是不一样的。并在连续几个月的实验后,1989 年得到了肯定性结论。

在量子力学中,一般认为,波函数 ψ 和 $e^{i\theta}\psi$ 描写同一状态,即波函数的符号是没有物理意义的,因为波函数的绝对值的平方描写粒子出现的几率是一样的,但是,1967 年,阿哈罗诺夫和苏什金 (L. Susskind) 经过研究发现情况并不是这样^[3],即波函数的符号是有意义的。他们认为,可以借助中子的转动而实现。在 20 世纪 70 年代,有几个实验组借助中子干涉仪观察到了 AS 效应,并在定量上相符合。

AB 效应是一种量子效应,它表明:尽管矢势 $\mathbf{A}$ 不能被实验所直接观察,但是它的线积分(或其逻辑蕴涵效应)却是可以直接观察的,因此它赋予矢势 $\mathbf{A}$ 具有客观实在的意义,矢势 $\mathbf{A}$ 是一种物质的存在方式。或者说,势比场更基本,势具有客观实在意义,尽管势不是变换不变的。正如阿哈罗诺夫和玻姆指出:“在量子力学中基本的物理实体是势,而场仅是由势通过微分运算而导出的。”^[4]可见,具有客观实在意义的东西并不必须满足规范不变性,只要它的逻辑蕴涵效应具有物理意义即可。或者说,具体客观实在性的东西并不体现在变换不变性上,只要它的

[1] M. D. Semon. Found. Phys. (12) 1982, 49

[2] Y. Aharonov, A. Casher. Phys. Rev. Lett., 1984, 53: 319

[3] Y. Aharonov, L. Susskind. Phys. Rev., 1967, 158: 1 237

[4] Y. Aharonov, D. Bohm. Phys. Rev., 1959, 115: 485