

科技自主创新与中西文化互补之我见

——六个典型实例的思考

李世辉

(总参工程兵第四设计研究院, 北京 100850)

[摘要] 从中西文化互补的角度, 考察了20世纪70年代以来中国科技原始性自主创新的六个典型实例, 简述了笔者从事典型信息法研究的几点认识, 试图以事实论证: 中国传统文化对当代科技自主创新有重大作用, 并对其表现形式等做了初步考察。

[关键词] 中国传统文化; 西方文化; 互补; 科技自主创新; 典型实例

[中图分类号] G305; G1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)04-0011-11

1 引言

20世纪80年代以来, 李约瑟问题在中国引起广泛关注。杨振宁教授在“2004文化高峰论坛”的报告中, 认为“《易经》影响中华文化的思维方式, 所以这个影响是近代科学没有在中国萌芽的重要原因之一”^[1]。

自从有人类社会以来, 认识世界的过程就产生了, 并发展变化着。认识客观世界的学问就是科学^[2]。如果历史地、全面地加以观察, 与李约瑟问题相联系, 这里客观地存在着三个问题:

1) 为什么15世纪以前中国古代科学技术曾遥遥领先西欧?(或: 为什么15世纪以前西欧的古代科学技术远远落后于中国?)

2) 为什么近代科学没有在中国萌芽(即李约瑟问题)?(或: 为什么近代科学仅仅在西欧萌芽?)

3) 中国传统文化对当代(或称后现代)中国科技自主创新, 有正面作用还是有负面作用? 有无重大作用? 为什么?

李约瑟问题是一个自然科学史问题, 对解决上述第3个问题有重要参考价值。但是, 当前在世界各国综合国力的竞争中, 自主创新能力已经成为国

家核心竞争力的决定性因素。据报道, 2001年中国科技创新能力在49个主要国家中居于第28位, 处于中等偏下水平, 在“自主创新能力低下”的严峻态势下^[3], 在对杨振宁教授论点的讨论争鸣中, 国人能否客观地、实事求是地对第3个问题取得共识, 事关落实科学发展观和科教兴国战略, 事关中华民族当前发展与前途命运。如果说这是一个重大的理论问题和实践问题, 当不为过。

本文主旨是继文献[4, 5]等之后再次明确提出第3个问题; 不是感情用事或从概念出发, 而是试图从20世纪70年代以来在中国出现的6个重大的自主创新典型实例中, 结合笔者的点滴实践感受, 提出一些初步认识。个人见闻与篇幅所限, 局限性难免; 在某些方面, 可能更重要的一些自主创新(如王迪兴例^[6,7]、杜乐天例^[8]等)未能论及。

2 中西文化互补乃大势所趋

2.1 人类欲免于自我毁灭, 有赖于中西文化互补

“9.11”事件及其后全球事态的发展, 验证了英国历史学家汤因比(A. Toynbee, 1889—1975)1972年的论断, “西方能够激发活力或造成破坏, 但是, 它不能造成稳定和统一”, “两次世界大战以

及现今世界范围内的不安、沮丧、紧张和暴力,说明了这种危险。人类无疑正在走向自我毁灭,除非我们能成功地形成天下如一家的状态”^[9]。汤因比在比较研究中认识到,“西方文明和中国文明之间的关系是相互完全独立的关系”,并指出:西方的活力与中国的稳定恰当地结合起来,很有可能产生一种统一的文化,不仅使人类得以继续生存,而且还能保证人类的幸福安宁^[9]。

面对全球环境、资源、人口三大危机,以及日益严重的民族、宗教等激烈冲突,1988年,在巴黎诺贝尔奖获得者会议的新闻发布会上,瑞典物理学家,诺贝尔奖得主汉·阿尔文(H. Alfvén, 1908—1995)做了“最精彩的发言”:“人类要生存下去,就必须回到25个世纪以前,去汲取孔子的智慧。”^[10]

张岱年指出:“中国传统文化比较重视人与自然、人与人之间的和谐统一;西方近代文化则比较重视人与自然、人与人之间的区别和斗争。”^[11]中国自古既维护民族独立,又道德教化“协和万邦”,“缺乏近代民主传统,缺乏近代实证科学,这是中国传统文化的主要缺点”^[11]。

2.2 当代复杂性研究亟需中西文化互补

20世纪70年代,当人类的生存与发展显现重大问题的同时,复杂性研究成为科学研究的主题,而西方科学传统的还原论方法却面临困境。中国传统文化对科学技术前沿探索的作用,逐渐引起国外有识之士李约瑟、伊·普里戈金、英国《自然》杂志主编菲·坎贝尔等的关注和赞许。钱学森院士继承和发扬中国古代哲学,特别是《易经》的整体观和《黄帝内经》的整体辩证施治方法等^[2],创立了复杂性研究的中国学派。

但是,在中国“我们今天几乎达到了‘西学为体、中学为用’的地步”^[12]。有些人全盘否定中国传统文化,甚至宣称:中国人“还没有蜕掉原始思维的老皮,因此很难在实践经验中,抽象出具有实效的理论”^[13]。

董光璧在中西对比的框架下考察中国科学传统的特征,做出如下概括:在自然观方面,在中国以生成论为主导,在西方则以构成论为主导;在逻辑形态方面,在中国以类比和互补推理为主导,在西方则以归纳和演绎推理为主导;在理论造成方面,在中国以模型论为主导,在西方则以公理化为主导。现代科学的形成和发展主要是沿着西方科学传

统演进的,未来科学的发展可能表现出中西两种传统互补的特征^[14]。

由上可见,不仅从科学史、认识史的演化过程来看,中西文化互补乃大势所趋,而且这种趋势也深刻地体现着文化发展的内在规律,即多元文化优势互补,通过综合创新,产生出一种更高形态的文化。

3 中国传统文化在当代科技原始性自主创新中的重大作用——六个典型实例的思考

本文采用钱学森等论述的一个划分标准:凡现在不能用还原论方法处理的或不宜用还原论方法处理的问题,而要用或宜用新的科学方法处理的问题,都是复杂性问题^[15]。

以下6个典型实例,都是自然科学技术领域不能用还原论方法处理的重大问题,大多是西方科学家几十年来未能解决的难题,均属原始性自主创新,并已经过社会实践检验,得到国内外学术界一定范围的承认。本文依据资料汇编,但限于篇幅,有所侧重;笔者按语或议论,均予标记。

3.1 吴文俊发明“几何定理机器证明方法”

几何定理的证明靠人的直观、洞察和经验;依靠逻辑推理则很难。20世纪80年代以前,几何定理机器证明是世界人工智能界的一大难题。

吴文俊院士自述^[16]:在“文革”期间学习了《自然辩证法》和《毛泽东选集》,思想上得到很大的解放,认识到可以不完全纠缠在西方数学范围以内,立足国内,放眼世界,寻找自己的道路。1974年至1975年,中国科学院数学所关肇直先生建议学习中国古代数学,吴文俊被下放到计算机工厂。这两件事给了吴文俊一个很好的机会,找到了“你打你的,我打我的”解决途径:吴文俊发现中国古代数学的主要目的是解决形形色色的实际问题,由此导致解方程的方法,即算法,而算法是计算机科学的灵魂。中国古代数学正好是适合于计算机时代算法的数学,吴文俊称之为机械化的数学。

突破口选在哪里?西方数学的中心思想是公理化。吴文俊提出:是否可以找到一条道路,使欧氏几何也走几何代数化的道路,实现定理证明的机械化。他首先把几何问题转化为代数问题,以一组多元多项式和(或)不等式表示,继而用他提出的“整序原理”方法进行消元推演,从而判定定理是否成立。这就是被称为几何定理机器证明的“吴文

俊消元法”或“吴方法”。吴文俊说：“它是我国自《九章算术》以迄宋元时期数学的直接继承。”^[16]

开始时，吴文俊仿照计算机的动作，一步一步用手算证明定理；艰苦尝试几个月，取得初步成功。自1976年以来，用“吴方法”已成功地证明了600个以上的定理，证明一个定理通常只需几秒钟；而用西方数学的公理化数理逻辑方法，计算机时很长，常因计算机不能承受而失败。

1983年，人工智能界在美国科罗拉多州举行的全美定理机器证明学术会议上，在清华大学王守觉院士的支持下，周咸青提交论文“用吴方法证明几何定理”，在国际人工智能界引起轰动^[17]。吴文俊的研究成果从而逐渐得到中国数学界的认可。1990年中国科学院成立了以吴文俊为主任的数学机械化研究中心。“机器证明及其应用”在基础数学、应用数学、计算机科学、理论物理、高新技术等领域取得了突出成绩。

吴文俊指出，“建立机械化数学，则是本世纪以至可能绵亘整个21世纪才能大体趋于完善的事”。“使秦汉迄宋元傲居世界舞台中央的中国数学重展昔日雄风于今日，应该是完全可能的”^[18]。实践证明，中国古代传统数学作为西方数学互补的一个数学体系，适应信息时代的客观要求。吴文俊数学机械化研究的重大意义正在于此。

3.2 翁文波信息预测水平领先于世界

1966年3月8日邢台发生强烈地震，中国科学院学部委员翁文波受周恩来总理委托，放弃多年来石油勘探的科研方向，全力投入地震等天灾预测研究。翁文波提出包括可公度性方法和干支法等的信息预测理论和方法，在实践中勇于探索，28年如一日，鞠躬尽瘁，死而后已。

在翁文波的预测理论中，把源于天文学中的可公度性看作自然界的一种秩序，一种信息系。他认为古代的中国人用干支纪时，已经发现以10和12为周期的事件存在，并在《越绝书》中得到十二支与收成丰歉、与天灾有关的信息。他抓住天干地支的周期性为突破口，在看似杂乱无章的天灾现象中，发现了蕴含着某种隐蔽的秩序。一个区域的地震是地应力积累到某一极限的结果，积累表现为某一周期，而这个周期理应反映太阳系天体运动的复杂变化，并推导出两个日干支经验公式。

一个典型应用实例：翁文波应美国学者格林(C. H. Green)要求，应用信息预测理论和方法，

在美国西部16次地震资料中，发现了60年周期中的隐蔽信息。翁文波报请全国政协同意，1992年1月27日以私人函电方式提出地震预测意见：时间为1992年6月19日；震级6.8；地点在旧金山大区（以旧金山为中心的500 km范围以内，包括洛杉矶）。1992年6月28日加州洛杉矶果然发生了40年来最大的地震，震级7.4。7月6日格林致函翁文波表示祝贺：“您能做到这点是多么神奇！同时我渴望了解您是如何做的。”1982—1992年期间，翁文波对地震、暴雨、干旱的预测合计252次，实际发生211次，准确率83.7%，遥遥领先于国际水平^①。

根据用还原论方法不能预测“短临”地震的现实，1997年国际地震界权威盖勒(R. J. Geller)断言“地震不能预测”。这是国内外地震界多年来的主流观点。在这种背景下，翁文波的信息预测理论和方法，没有得到应有的承认和应用，后继无人。

马宗晋院士等客观地指出翁文波这种预测方法面临的问题：“这些方法得出的结论往往是多解的，必须凭经验进行筛选，否则准确率降低，因此，这些方法不被学术界主流所认同。”^[19]

中国地震局地质研究所徐道一研究员继翁文波之后，提出基于信息有序性的大地震空间迁移的取象比类方法。典型实例是对2003年俄蒙中边界发生7.9级大地震的成功预测。2002年底徐道一向国家地震局提出中短期（1年左右）地震预报：时间为2003年12月前，北纬43~47°，东经88~100°，震级>7~8。实际发生时间是2003年9月27日，北纬49.9°，东经87.9°，震级7.9。二者比较：时间正确，纬度误差+2.90°，经度误差-0.10°，震级正确^②。在中外地震史上，这种成功的中短期预报是罕见的。

2004年12月26日印度洋大地震海啸发生后，耿庆国研究员应用翁文波的信息预测方法分析整理1775—1998年全球7次海啸资料，得出以下明确结论：“可公度性信息预测方法完全可以给出2004年是发生全球最致命海啸巨灾事件年份的科学预测和判断意见。”翁文波等中西文化优势互补的预测理论和方法，未能在地震、海啸预测中发挥作用，

① 徐道一. 翁文波院士的天灾预测方法、理论及其意义. 中国地震局地质研究所, 2000

② 徐道一. 2003年9月27日俄蒙中边界7.9级地震的预测及其重要意义. 中国地震局地质研究所, 2003

令人扼腕叹息!

3.3 任振球特大自然灾害触发机理研究及预测

中国气象科学研究院任振球研究员 1956 年入中央党校学习。马克思“从资本主义最单纯的因素——商品开始，周密地研究了资本主义社会的经济结构。商品这个东西，千百万人，天天看它，用它，但是熟视无睹。只有马克思科学地研究了它，他从商品的实际发展中做了巨大的研究工作，从普遍的存在中找出完全科学的理论来”的科学方法^[20]，令他触动很深。由此联系实际，想到在气象研究中，有没有“天天看它”，“熟视无睹”，可能“从普遍的存在中找出完全科学的理论来”的因素？常规的气象科学研究与预测，只考虑太阳的影响，不考虑其他天文因素。“天天看它”，“熟视无睹”的可能就是天文因素。任振球考虑到对海洋潮汐影响最大的是月球，首先应全力研究月球对地球大气运动的影响。

任振球的具体工作从抓典型入手。1973 年起，任振球运用中国传统文化的整体思维，通过解剖典型以及普查和反查，逐渐发现以月亮为主的奇异天文点（三星一线）发生时刻的引潮力共振，对一系列的突发性特大自然灾害具有触发作用。这种条件下产生的几个共振区，与经典引潮力的概念不同。

任振球的创新思维，在困境中得到中国传统文化的支持。1975 年，任振球查到中国古籍有较多的相关记载，如“月之从星，则以风雨”（《尚书》），“月丽于毕（指毕宿五，黄道面一颗一等亮星），俾滂沱矣”（《诗经》）等，还搜集到不少民间天气预报谚语，如“月傍星，不是下雨就刮风”等。30 余年的研究实践证明，许多特大暴雨、台风突变、大地震临震、火山爆发等特大自然灾害的发生，都是在内部条件基本具备的情况下，由天地间的内外因耦合而引起，其信度均可通过 0.01 ~ 0.001 的统计检验。

重大突发灾害预测的典型实例如：1996 年 8 月 1 日 9608 台风登陆后的移动方向与罕见特大暴雨的预测；在 1998 年 8 月长江防汛紧要关头，任振球提出的两项预测等均得到实践证实。1999—2000 年，宜昌市气象局三峡服务中心运用此种方法，致洪暴雨的预报准确率达 70.2%，比同期用常规方法的 34.6% 准确率提高 1 倍多^[21,22]。

2004 年任振球的预测实绩：

1) 8 月 12 日云娜台风罕见特大暴雨预测。8

月 12 日 10 时 30 分至 45 分，任振球先后向中央气象台预报负责人和浙江省气象局长电话预报：云娜台风不仅风、浪、潮都很大，而且雨特别大，最大日降水最少也要超过 500 mm。从而为浙江此次防灾、减灾做出重要贡献。实况：12 日 8 时至 13 日 8 时礅头日降水达 874 mm；滑坡长达 1 km。

2) 任振球发现以月亮为主的奇异天文点发生时刻的引潮力共振，对重大瓦斯爆炸这样的突发灾害同样具有触发作用，并提出相应的 4 条判据。在我国近三年发生的 21 个重大瓦斯爆炸实例中，完全符合这 4 条判据的有 19 个（包括 2004 年冬铜川陈家山矿瓦斯大爆炸等在内），符合率达 90.5%。

3) 2004 年 12 月 26 日印度洋 9 级大地震（引发海啸），任振球曾于 12 月 23 日 8 时会同李均之提出地震预报，在地震三要素（时间、地点、震级）中，正确的 2 个：时间（12 月 24 日至 28 日），震级（8 级）；错误一个：地点（墨西哥）。正确的原因是预测理论、方法符合实际；失误的重要原因是缺乏经费支持，没有助手，不能用计算机，只能在手工图上作业，未能分析赤道附近的危险区。

任振球根据特大自然灾害分析与预测的实践经验，在理论上提出复杂系统存在一种特殊平衡态——严格准平衡态的新的物理概念：当一个复杂系统的平衡条件由 2 个或多个大量合成时，推动物质运动的并非大量本身，而是其平衡后相对小几个数量级的微小偏差（正如中国成语“四两拨千斤”所示）。在自然界和人类社会，此种现象普遍存在，如大气垂直方向的运动，深海内部的运动，拔河比赛等。为了验证是否存在引力的放大现象，并对他提出的大气垂直方向的多级平衡描述方程提供定量参数，2004 年任振球提出在“三星一线”时引力放大和电磁力放大的系列观测实验的设想方案^[21]，并提出内外因耦合及三维地转平衡的大气环流和中尺度特大暴雨模式的研制方案。

综上所述：任振球等对印度洋大地震的预报在 3 要素中正确 2 个，可信度 66.7%；任振球对重大瓦斯爆炸实测资料分析，可信度达 90.5%，均遥遥领先国际水平；如有必要的资金支持，有利于迅速提高我国的自主创新能力，中国预防重大灾害的能力将大大加强，从而实现“中国应当对于人类有较大的贡献”。任振球提出的上述两个方案，对于防灾、减灾具有十分巨大的科学意义和社会效益，尚有待国家和有关部门的决策和支持。但是在

现有科研体制下，任振球的这一研究课题，竟不能立项，现已到了连维持日常监测预报的经费也没有了的地步。以下有关研究者的艰辛处境均从略。

3.4 褚德萤 15 年实验研究统计证明，气功外气可能改变生物分子构象作用

经国家有关部委办联合批准，2004 年 5 月世界医学气功学会第三届扩大理事会在北京召开，北京大学化学学院褚德萤教授应邀做主题报告，介绍 15 年来实验研究“气功外气对生物分子构象作用”的统计结果。20 多个国家的 100 多位代表反响热烈，纷纷推崇中国近年取得的此项高水平研究成果。

褚德萤从事此项研究坚持以下原则：

- 从科学研究的好奇心和追求真理的平常心出发，不追求个人名利；

- 试验计划严密，用最先进的仪器，严格按照当代自然科学实验规程进行定量研究；

- 严格按照统计规律进行实验，多试件、多气功师、不同地区、不同型号仪器、不同主持人，不同参加人进行实验，以得到具有普遍意义的统计结果；

- 埋头实验研究，不接触媒体，不对外宣传报道。

1990 至 2001 年，褚德萤和她的合作者在北京大学、复旦大学、美国宾夕法尼亚州立大学（美国国家科学院院士，化学教授 F. Skell 支持并参与）先后进行 4 批实验，实验材料选用 D-聚谷氨酸钠盐水溶液作为蛋白质模型，采用最新型号的圆二色谱仪（简称 CD 谱仪）测量样品分子构象受外气作用后的定量改变。

褚德萤先后邀请 25 位气功师参加实验，同时有专职 2 人负责记录气功师对样品发气时的姿态、手法、时间，并询问、记录发功时的意念。采用现代科学实验通用的评价标准：发气前后生物分子构象的定量改变，大于该实验的标准偏差 3 倍，可确认有明确变化。实验样本累计 126 个，4 批实验中除对照组外，共 92 个样品参加统计；分组统计中有明确变化的占样品数的 35.5%~95.5%，平均 71.7%。令人感兴趣的是，对同一样品、同一气功师连续用同一发功方法，但意念（有序度增加，或有序度减小）相反时，实验结果符号相反。实验表明，气功外气可能使分子构象发生改变^[23]。

褚德萤此项研究得到国家自然科学基金项目（39870939）的资助，并得到国家体育总局的立项和支持。此项成果在国际交流中反响强烈^[24]，美国、日本纷纷聘请褚德萤前往合作研究。北京大学

科学研究部已与美方（洛克菲勒-塞缪里基金会资助）签订合同，合作研究。

实践证明，应用西方现代科学方法，能够从统计上证明：气功外气可能引起蛋白质生物分子的改变，从而为中国传统文化的气功外气以及“气功医学是一种分子矫正的治疗”的假说，提供了科学实验证明。

3.5 徐钦琦提出阴阳大年生物进化论

在生物史上，往往在几十万年内生物的形态变化轻微；但在某些时刻，整个生物群的面貌突然发生变异，许多老的物种灭绝，一些新的物种取而代之。古生物学家称这种突然发生的、新陈代谢的现象为“生物事件”，平均每 60 万年出现一次。生物事件的规律历来是西方科学家发现的。

1983 年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所徐钦琦研究员，注意到伊·普里戈金对中国传统文化的高度评价，深受启发，开始学习古典文献《老子》、《周易》等，坚持学以致用；在整体观察的思路下，联系古气候学的最新研究成果，总结在“繁昌人字洞遗址”等现场亲身从事科学发掘 20 年的实践经验，他发现在晚新生代，各生物事件的出现时间是有序的、有规律的。“它们与温暖期的开始密切相关”。贾兰坡院士高度评价徐钦琦的研究成果，推荐发表于 1984 年《史前研究》。美国古生物学家雷佩宁（C. Repenning）于 1984 年，芙尔巴（E. Vrba）于 1985 年，也分别发表与徐钦琦相近的研究结论^[25]。此项成果已列入国内外古生物学有关教材。

1997 年徐钦琦代表该所参加中国科学院对“澄江生物群”等项目的评奖。对“澄江生物群”事件的认识和相关研究，触发了徐钦琦对生物进化规律的深入认识。

在古生物史上，“澄江生物群”是发生于寒武纪的最大规模的生物爆发事件，是中国近年来有重大世界影响的科学发现，荣获 2003 年国家自然科学一等奖。这个最大规模的生物爆发事件，何以发生在寒武纪，徐钦琦分析了生物界最大的 4 个生物事件（第 1 个生物事件就是由埃迪卡拉生物群大灭绝—短暂的间隔—寒武纪大爆发构成的），对比 1992 年古气候学家弗雷克斯（L. Frakes）相应的全球平均温度变化的 4 个完整的气候波动周期，1998 年徐钦琦提出一个解释与预测生物史上一切大小事件，包括寒武纪大爆发在内的科学假说，

“如果把温暖期和寒冷期结合成一个完整的‘大年’，那么，生物事件总是有规律地出现在这一层次‘大年’的冬末春初（即寒冷期的结束，和温暖期的开始）”^[26]。

有的科学家认为，生物进化的历史规律决定于温度。徐钦琦的研究否定了这种认识。虽然冬末春初与秋末冬初（即温暖期的结束，和寒冷期的开始）二者的平均气温可能是相同的，但生物事件只发生在冬末春初。这只能用中国传统文化的“气”（气化流行，生生不息）、“四时”、“大年”（如《庄子·逍遥游》“以八千岁为春，八千岁为秋，此大年也”）等观念加以认识。

实践证明，徐钦琦提出的科学假说发展了达尔文进化论，其整体观察的思路源于对中国传统文化的学习和理解。

3.6 赵少奎解决中国洲际导弹太平洋试验中的关键技术难题

赵少奎研究员自幼兴趣广泛，喜读古典小说，在哈尔滨军事工程学院学习期间，认真学习毛泽东哲学、军事著作，学以致用，表现突出；1964年毕业后，长期在运载火箭研究院承担多个型号的总体设计工作，自觉运用毛泽东思想做指导，以钱学森讲的“别人讲不清的问题，我们应当讲清楚，我们也能够讲清楚，因为中国人并不笨”为座右铭，发奋图强，在我国自行研制弹道导弹总体设计的开创性工作中多有建树。

为了解决我国第一代洲际导弹试验的技术难题，20世纪70年代，运载火箭研究院总体部成立了跨部门的专题论证组，赵少奎任论证组组长。赵少奎和他的战友们先后攻克了3项难题：

难题1：如何通过短程靶场的飞行试验，解决洲际导弹“弹头的再入大气层力热综合环境试验鉴定问题”。当时国内只有短程火箭的试验靶场。赵少奎和他的战友们，坚持从中国的具体条件出发，“你打你的，我打我的”，应用导弹专业的基础理论和技术，群策群力，千方百计地另辟蹊径，创造性地提出了洲际导弹“级间滑行低弹道试验方案”，解决了在短程导弹靶场条件下进行洲际导弹再入试验的关键技术问题。当赵少奎向钱学森汇报时，钱学森高兴地说：“这个问题我考虑了多年了，没能解决，现在你们提出了一个很好的方案，我们可以向中央报告了，我们有了通过国内靶场试验解决洲际导弹弹头再入试验验证的办法了。”^[27]

难题2：关于太平洋火箭试验区与试验禁区的划定。1975年10月，在军委“七一八工程领导小组”和国防科委领导听取赵少奎关于“我国首批洲际导弹全程试验方案”汇报时，钱学森明确要求，“海上试验区，一定要比美苏初期试验水平高，试验禁区要小，封锁时间要短”^[28]。在预定进行我国首批洲际导弹全程试验前，我国只有很少的几发短程靶场的洲际导弹特殊弹道试验的测量数据，这又是一大科学技术难题。

赵少奎和他的战友们，经多方探索之后，创造性地提出了一条扩大原始信息源，采用定性定量相结合的综合决策方法，妥善解决了我国首批洲际导弹全程试验区与试验禁区的划定问题，实现了钱学森院士的要求，震动了世界。

难题3：关于弹着点测量水柱雷达系统的研制。进行洲际导弹全程试验，主要目的是验证洲际导弹的射击精度，进而验证我国洲际导弹是否真正具有实战能力。因此，研制导弹弹着点测量系统成为我国首批太平洋火箭试验的一项关键性任务。在研制过程中，测控部门本着跟踪国外技术的指导思想，决定研制“座底声纳测量系统”。限于当时的技术条件，研制出来的系统只能在水深1000~2000m的平坦水域正常工作，需要在太平洋找到水深和海底条件符合要求的试验区，还要找到一个无人小岛为依托，以便对座底声纳水声测量系统进行精确定位。实际上，这是不可能实现的。

赵少奎作为这一试验任务的主管总体设计师，1976年5月发现这个问题，清楚地意识到事关重大，它将直接关系到我国首批洲际导弹全程试验的成败。从试验任务的全局需要出发，赵少奎毅然跨越专业分工的界限，对“弹着点测量系统”的研制方案进行了广泛的调研。在海军海上打靶确定炮弹命中点思路的启发下，提出了“船载弹着点测量水柱雷达”的技术方案。当时测控系统的专家认为：国外根本没有这种测量系统，即使方案可行，从研制雷达做起，也来不及了，因此，在两年时间内三次否定了“水柱测量雷达”技术方案。在只剩一年时间的情况下，国防科委有关领导果断决策，开始了“水柱测量雷达”的研制工作。在系统工程方法指导下，采用现有技术综合集成的技术途径，按时完成了“水柱测量雷达”的研制工作，并且圆满完成了我国洲际导弹全程试验的弹着点测量任务^[7]。

实践证明，赵少奎等在解决我国首次洲际导弹

试验一系列复杂科学技术问题的过程中，摆脱传统还原论的束缚，自主创新，形成整体观的研究思路和方法，出奇制胜，是毛泽东哲学和军事思想熏陶的结果，与中国传统文化血脉相关。实践证明，“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”^[29]。

从以上6个典型案例中可以看出，现代科学技术与中国传统文化特别是哲学思想相结合，运用整体论的思维方法，对研究复杂性问题可以取得创造性的成果。这也启示人们，创新科学思维、科学方法论是多么重要。

4 典型信息法简介

4.1 典型信息法研究背景

典型信息法研究、解决的是与社会问题不同的一种复杂性工程技术问题。钱学森指出，技术科学要领导产业的发展。技术科学研究工程技术中带有共性的东西，意在使工程设计摆脱传统上依靠经验为主的局限性^[30]。

岩石力学是一门技术科学，主要任务之一就是在地下工程设计和施工阶段，对周围岩体（简称围岩）的稳定性提供分析预测。

岩石力学以还原论为指导思想，沿用“力学试验”加“数学分析”的方法。但是，其研究对象——岩体却经历过多次地质构造运动的变形和破坏，是复杂的地球表面系统的一个部分；在地下工程的开挖、支护过程中，复杂的岩体系统又与大量人为因素耦合。围岩稳定性问题是一种开放的复杂巨系统^[31]。高度简化的力学方法和复杂多变的岩体，构成岩石力学的主要矛盾。由此决定其两大前沿课题——岩体力学机理模型和岩体力学参数，几十年来虽有若干研究进展，始终未得解决。

岩石力学理论分析结果往往与实际情况相差很远，以至于不能领导产业的发展。因此，在世界各国有关技术规范中均被置于末位，经验性的工程类比方法仍居首位。以还原论为基础的科学技术，在此处境尴尬。

此类复杂性工程技术问题，与社会科学系统的复杂性相比，具有如下特点和难点：

- 研究对象：不是无结构系统，而是结构不良系统；

- 采用模型：不是模型的集成，而是力学机理模型的修正，必须有效地解决模型和参数问题；

- 研究目的：不是研制一个系统雏形或原型，而是必须直接为工程设计和施工服务，具有专家咨询水平；

- 检验标准：不是专家意见的符合率，而是与工程实际的符合率（或用户满意度）。

4.2 典型信息法要点

笔者曾用国内外多项先进技术，试图解决上述难题，均以失败告终，逐渐认识到“系统环境复杂，关键信息匮乏”是问题的关键。1982年冬，在“山重水复疑无路”中，联想到毛泽东倡导的“从研究典型着手”，“一般和个别相结合”的方法^[32]，既然已经有效地解决了中国革命战争（一种最复杂的系统）问题，为什么不能为复杂性科学技术问题解决关键性的信息难题？于是以毛泽东哲学、军事思想为指导，充分利用当代科学技术条件，将人文、社会科学的典型方法从整体上加以定量化，提出典型信息法假说^[33]。

典型信息法的关键要点就是通过系统的、周密的调查和研究，特别是亲身实践，查明是否存在典型个体，即典型信息源（在这里是典型工程）。典型个体的条件：一是该类个体（系统）的整体行为具有可观测性和可控性；二是已经具有以现代科学技术方法测试的、充分的、高可信度的测试资料；三是在同类个体中代表性好，为同行公认。因此，如能发现典型个体，即可用典型信息为同类个体行为的本质性描述提供所需的关键性信息。

4.3 工程应用与验证简介

1) 典型信息法第一个应用形式——典型类比分析法：用典型信息拟合不完善的理论分析模型，形成典型信息模型，类比应用于同类个体。

1989年以来，经过数以百计的地下工程的应用和演绎证明，典型类比分析法应用软件——BMP程序系统，用于设计阶段围岩稳定性分析预测的可信度经验统计值，不小于0.70~0.90。在国际岩石力学界影响较大的工程验证，是1991年10月对当时世界最大的二滩水电站导流隧洞的软弱围岩区段，所做的围岩稳定性施工设计复核。工程实践表明，典型类比分析法的分析结果（支持原设计）符合实际，而国外一流建筑承包商的分析预测（必然坍塌）是错误的。

1994年总参谋部兵种部组织的技术鉴定一致认为：此项成果总体上达到国际先进水平，在5个特点方面居于国际领先地位^[34]。有关成果在有重

要影响的国际期刊上发表2次^[33,34]。

2) 典型信息法另一应用形式——变形速率比值判别法: 在隧道施工中, 当地质条件突然出现前所未有的重大变化时, 准确、及时、定量地判别围岩稳定性的技术难题, 得以初步解决。经过工程应用验证, 与典型类比分析法一起已纳入国家军用使用标准, 在全军施行^[34]。有关成果在有重要影响的国际期刊上发表1次^[34]。

典型工程实例是, 1999年在猫山隧道施工中, 应用变形速率比值判别法曾两次化险为夷, 弃而不用就发生了大塌方, 从而得到正、反两方面严格的演绎证明^[35]。

5 中西文化互补与科技自主创新的思考

5.1 中国传统文化在当代科技自主创新中发挥作用的形式

综上所述, 中国传统文化在当代科技自主创新中发挥作用的具体形式, 至少有以下5个方面:

- 体系互补: 如中国古代传统数学体系与西方数学体系(吴文俊例); 又如中医学体系和西方现代医学体系的互补^[36]。

- 有机整体观: 有机整体观的思想指导, 各例无一例外。

- 科学方法论: 如取象比类(3.2节中的徐道一例), 类比分析(赵少奎例), 取象比类、运数比类(典型信息法)的启发和应用等。

- 典籍资料: 如干支法蕴涵的周期信息(翁文波例), “月丽于毕, 俾滂沱矣”(任振球例), “大年”(徐钦琦例)等。中国的自然科学史研究, 已经发掘和整理了大量有关资料, 如1054年的中国客星与蟹状星云的关系, 明清宇宙期、夏禹洪水期发生自然灾害群的系统资料等^[4]。

- 中体西用: 如用当代最新的西方科学技术对气功外气加以研究验证(褚德莹例)。

5.2 毛泽东思想是中国传统文化在当代的一个延续和发展

中国传统文化是中国几千年文明史演化而成的一种经久起作用的文化, 起自远古, 并吸收外国优秀文化融会而成。传统文化是在不断更新的历史环境中继承和发展的, 它是一连串的解释与再解释^[37]。从这个观点来看, 西学东渐以来, 自林则徐、康有为、孙中山到毛泽东等的著作和实践之精华, 或迟或早地也将

被认为是中国传统文化的一部分。

毛泽东思想是马克思主义的中国化。毛泽东思想是马克思主义基本原理与中国革命实践相结合的产物, 而实践必有主体, 中国革命者只能从民族文化的价值观和思维方式出发, 学习和掌握马克思主义, 提出新的理论和方法, 解决新的问题。因此, 毛泽东思想又是中华民族思想文化在现今时代的一个延续和发展^[38,39]。

上述实例中, 多数研究者对中国传统文化的了解和应用, 是从学习和实践毛泽东思想开始的。表现在破除迷信、解放思想, 为中华崛起而奋斗的强烈愿望激发起的创新冲动, 自力更生、艰苦奋斗、克服困难的毅力, 以及“总揽全局”、“你打你的, 我打我的”战略思想, 与出奇制胜、灵活机动的战术等方面。

钱学森指出: 实际上, 毛泽东思想的核心部分就是从整体上来认识问题, 把握住它的要害。这是我们最宝贵的财富, 正是指导我们研究复杂性问题所必需的^[40]。毛泽东思想对于当代中国人认识与处理复杂性问题, 是一个非常有利的条件。中国青年千万不要盲目崇洋, “抱着金碗讨饭吃”!

5.3 在认识和处理复杂性问题中, 经验判断不可或缺, 人的因素起关键作用

按照西方近代科学的传统观念, 一种方法中有经验成分, 就是不科学的, 或科学性不足。

战争问题属于军事科学, 是社会系统中复杂程度最高的一种系统。地震预测也是一种复杂系统, 在科学方法论的层次上二者应可类比。

如果否认军事指挥员的经验和判断力应起关键作用(即“从整体上认识和解决问题”^[40]), 只能纸上谈兵, 丧军辱国。1984年钱学森指出: “由于作战问题的复杂性, 今天能够实际应用的仍然是半经验理论。”^[41]同理, 对于机理和参数都不大清楚的地震预测, 面对还原论方法确实无能为力的现实, 采用翁文波等开创的、包括人的经验判断在内的信息预测理论和方法, 目前预报成功率已达50%(预报两次, 已能大体报准一次)^[42], 为什么置人民生命财产于不顾, 还要跟着洋人重弹“地震不能预测”的老调呢? 面对地震机理与参数的复杂系统, 科学与经验的互补融合的半经验半理论方法, 与纯理论、纯经验方法相比, 其科学合理性已经实践反复证明。

在西方中心论主导的当代复杂性问题研究中,

中国传统文化起重要作用的、目前尚属非主流的、科学技术原始性的自主创新，正如翁文波例、任振球例等所示，其立项、经费、评审等往往阻力重重。他们在困难的境遇中跋涉不止，甚至可能终身为之做出牺牲。这种崇高理想、对中西文化互补的明确认识、意志和韧性等个人精神因素所起的关键作用，是任何人无法否认的。

5.4 从不同层次看从定性到定量综合集成法

·在科学方法论层次：明确提出包括专家群体经验在内的从定性到定量综合集成法是开放的复杂巨系统的科学方法论^[43]，这是钱学森对复杂性研究的历史性重大贡献。

·在技术方法层次：只要在计算机技术的基础上综合集成，必须人机结合，以人为主^[43]（目前西方一般仍局限于依靠计算机，如桑塔菲研究所），同样具有普遍的意义。这是钱学森对复杂性研究的另一个历史性重大贡献。凡是复杂性问题的认识和处理，都是以人为主的，但是，有的复杂性问题的理论研究或方法、途径的开拓创新，不一定都用计算机，如徐钦琦例、赵少奎例难题3等。

·在工程方法层次：从定性到定量综合集成法研讨厅用于某些社会系统、军事系统等是完全必要的；但是，上述典型实例与典型信息法的实践表明，研究者个人可以用从定性到定量综合集成法的某一其他具体形式，解决某一类复杂性问题。复杂性研究在工程方法层次上，研究对象不同，可能多种多样，大有发展余地。

5.5 用阴阳和谐、互补的观点作整体观察

5.5.1 中国和西方的思维方式各占一偏——解答李约瑟问题的另一思路 在古代中国，《周易》是观察与解释世界的理论基础。《周易》基本原理：“一阴一阳之谓道”；《黄帝内经》进一步阐明：“孤阳不生”，“孤阴不长”，“阴阳离决”，“精气乃绝”。

中西文化性质不同。从阴阳相对、互补的观点看来，一种认识是：重整体观察（笔者按：“重”指着重，偏重，下同），重定性把握，重模糊判断，重直觉思维的中国传统文化可认为属“阴”；与之相对，重细分实验，重定量描述，重精确分析，重逻辑推理的西方文化可认为属“阳”。

中国传统文化产生中国古代科学技术，正如牛生牛犊，顺理成章；近代科学技术只能在西方文化的土壤中萌芽，正如马生马驹。鸦片战争以来西方文化打败了中国传统文化，目前虽似如日中天，实

则“日中则昃”之象已现。在产生了领先世界千年的中国古代科学技术之后，还要指责中国传统文化未能产生近代科学技术，正如牛已经生了牛犊，还要它再生一个马驹一样。从阴阳相对、互补的观点观察，这种要求本身是不大合理的。

中国和西方的思维方式各占一偏，曾各领风骚。中西文化各有所长，不可替代；中西文化的融合，中西科学体系的优势互补，是人类社会发展的永恒课题^[5]。

5.5.2 典型信息法是中国传统文化的典型方法与西方现代信息科学技术的一种互补融合 典型信息法综合集成的各项先进科学技术（阳）均源于西方，仅在中国应用实践中多少有所发展，但是，“胸中有全局，手中有典型”的整体思路、方法（阴）是中国的^[34]。典型信息法的实质，就是中国传统文化的典型方法与西方现代信息科学技术的一种互补融合。

毛泽东倡导的、中国老百姓喜闻乐见的典型方法，源于中国传统文化的“取象比类，运数比类”。典型信息法有多种应用形式，但实际上，都离不开“典型、类比、分析”三种因素。这与中国传统文化之源《周易》体现的象数思维的“取象、比类、运数”，不仅结构形式相似，思路相近，而且有着明显的渊源关系：

·“取象”与“典型”都从整体观察出发，为了对复杂事物的发展趋势（吉或凶，稳定或失稳）做概略预测，运用形象思维，选取典型性事物作为类推基准，关键都在于发现和运用典型信息；

·“比类”和“类比”相近，着眼事物的相关性；

·“运数”和“分析”都应用当时先进有效的数学工具，根据典型事物与对象之间存在的某种区间对应关系的“不变量”，进行对应变换分析，只是时代不同，后者技术条件有所发展而已，其精神实质一脉相通^[34,44]。

实践表明，中国传统的象数思维模式，对当代某些复杂性问题的研究有重要作用。

5.5.3 中西文化互补融合在科学方法论上的具体表现 上述实例中体现出的复杂性研究科学方法论方面的以下特点，均与中西文化互补融合有关：

·科学与经验的互补融合；

·理性认识与亲身实践体验的互补融合；

·结构模拟与功能模拟（微观描述与宏观描述）的互补融合；

·定量分析与定性分析的互补融合(复杂系统问题的认识与处理,定量分析与关键性的定性经验判断往往相辅而行,始终难以截然分开);

·确定性分析与不确定性分析的互补融合(如:确定性分析结果乘以某种不确定性度,用以表达不确定性);

·演绎与归纳的互补融合(复杂性问题的认识与处理,往往是不完全归纳与演绎证明互补融合的一种不确定性推理);

·创新与继承的互补融合(在部分已知与大量未知因素下的一种判断和决策,实质上均为不同程度的创新)等^[45]。

6 结语

正如本文各实例所示,一旦中西这两种“相互完全独立的”文化实现了某种互补融合^[5]，“阴阳和则生”^[46]，其自主解决复杂性科学技术问题的能力,往往出乎人们的预料。中国并非缺乏原始性科技自主创新,问题在于在科学技术领域必须打破“西方中心论”一统天下,改革科技体制,对于以中西文化互补融合为特点的“非主流”自主创新研究项目,特别是那些经过多年实践积累、检验的项目,给以社会检验、发展与完善的必要条件。

综上所述,中西文化阴阳和谐、互补融合之理,应与阿尔文忠告之意相通。

致谢:笔者1988年奉命退休后,当时学习目的仅限于查明典型类比分析法的理论依据,以利提高我国地下工程技术水平。1991年后,陆续参加钱学森先生倡导的“系统学讨论班”、北京大学“现代科学与哲学研究中心”学术活动和“天地生人学术讲座”,得到众多师友的启发与思想火花的碰撞,眼界和思路逐渐开拓;并得到钱老的关心和指导,特别是冯国瑞先生十余年来的热忱启发诱导,认识有所提高,遂得此文,一并谨致谢忱。

参考文献

- [1] 杨振宁. 杨振宁教授谈《易经》与科学的关系[J]. 天地生人学术讲座快讯, 2004, (19)
- [2] 钱学敏. 钱学森关于现代科学技术体系的构想及其“大成智慧学”[J]. 中国社会科学院研究生院学报, 1994, (5): 1~10
- [3] 任慧文. 中国科技落后的严峻态势[N]. 参考消息, 2004-12-12(8)
- [4] 宋正海, 孙关龙主编. 中国传统文化与现代科学技术[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 1999
- [5] 刘长林, 等. 自然国学宣言[J]. 汉字文化, 2001, (4): 1~4
- [6] 王迪兴. 准全息系统论与智能计算机·代序[M]. 北京: 长征出版社, 2004
- [7] 赵少奎, 李世辉. 从源头上保护原始性创新[J]. 中国工程科学, 2003, 5(11): 88~91
- [8] 杜乐天. 中地壳天然气: 巨大新能源[N]. 科技日报, 1994-10-21(1)
- [9] [英] 汤因比. 历史研究(修订插图本)[M]. 刘北成, 郭小凌译. 上海: 上海人民出版社, 2000. 50~53, 393
- [10] 曼汉姆(P. Mannheim, 1943-). 诺贝尔奖获得者说要汲取孔子智慧[N]. [澳] 堪培拉时报, 1988-01-24(7)
- [11] 张岱年. 张岱年文集·第六卷[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995. 408~409, 454
- [12] 吴国盛. 吴国盛纵论科学与人文[N]. 中华读书报, 2002-07-10(24)
- [13] 董小英. 科学与理论[N]. 中华读书报, 1998-09-30(16)
- [14] 董光璧. 中国科学传统的特征及其现代意义[J]. 科学新闻, 2002, (6): 28
- [15] 于景元. 钱学森关于开放的复杂巨系统的研究[J]. 系统工程理论与实践, 1992, (5): 8~12
- [16] 吴文俊. 探索与实践的科学研究历程[R]. 郑晨曦整理, 中国科学院网站, 2003-12-16
- [17] 王渝生. 传统数学的机械化特征与21世纪数学发展[A]. 宋正海, 孙关龙主编. 中国传统文化与现代科学技术[C]. 杭州: 浙江教育出版社, 1999. 365~369
- [18] 吴文俊. 现代数学新进展·序[M]. 济南: 山东教育出版社, 1988
- [19] 马宗晋, 等. 地球到底怎么了[J]. 科学中国人, 2001, (4): 18~20
- [20] 毛泽东. 整顿党的作风[A]. 毛泽东选集·第三卷[M]. 北京: 人民出版社, 1991. 817
- [21] 任振球. 突发性特大自然灾害触发因子的发现及其物理研究方案[J]. 中国工程科学, 2004, 6(12): 1~6
- [22] 任振球. 特大暴雨的内外因耦合机理和预测检验[A]. 香山科学会议第133次学术会议论文集——特大自然灾害预测的新途径和新方法[C]. 北京: 科学出版社, 2002. 118~127
- [23] 褚德萤, 贺卫国, 周永芬, 等. 气功外气对生物分子构象作用的研究[J]. 中国人体科学, 1998, 8(4): 155~158
- [24] [英文] 褚德萤, 杨文治, 何斌辉, 等. 气功外气对生物分子构象作用的研究之三[A]. 罗纳德·蔡思主编. 夏威夷科学和精神康复研讨会论文集[C]. 2002. 133~137

- [25] 天地生人学术讲座供稿. 阴阳大年与生物进化[N]. 侨报, 中国科学周报·学界沙龙版, 2004-02-22(3)
- [26] 徐钦琦. 生物进化与大年的春季[A]. 徐钦琦, 李隆助主编. 垂杨介及她的邻居们——庆祝贾兰坡院士90华诞纪念文集[C]. 北京: 科学出版社, 1998. 189~199
- [27] 赵少奎. 钱学森与中国航天科技[A]. 北京大学现代科学与哲学研究中心编. 钱学森与现代科学技术[M]. 北京: 人民出版社, 2001. 77~106
- [28] 赵少奎. 飞向太平洋的洲际火箭[J]. 航天杂志·增刊, 1999
- [29] 毛泽东. 转引自《解放军报》[N]. 1966-10-29(1)
- [30] 郑哲敏. 钱学森的技术科学思想[A]. 宋 键主编. 钱学森科学贡献暨学术思想研讨会论文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001. 27~33
- [31] 李世辉, 吴向阳, 尚彦军. 地下工程半经验半理论设计方法的理论基础——围岩-支护系统是一种开放的复杂巨系统[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(3): 299~304
- [32] 毛泽东. 关于领导方法的若干问题[A]. 毛泽东选集·第三卷[M]. 北京: 人民出版社, 1991. 897~902
- [33] 李世辉. 复杂性工程技术问题研究实践与科学方法论思考[J]. 中国工程科学, 2002, 4(11): 71~81
- [34] 李世辉, 赵玉绂, 徐复安, 等. 隧道支护设计新论——典型类比分析法应用和理论[M]. 北京: 科学出版社, 1999
- [35] 李世辉, 宋 军. 变形速率比值判据与猫山隧道工程验证[J]. 中国工程科学, 2002, 4(6): 85~91
- [36] 黄建平. 中医学方法论·前言[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2003
- [37] 苏双碧. 关于传统文化的几点思考[N]. 光明日报, 1995-03-27(5)
- [38] 陈 晋. 毛泽东与文艺传统[M]. 北京: 中央文献出版社, 1992
- [39] 胡为雄. 毛泽东思想研究史略·前言[M]. 北京: 中央文献出版社, 2004
- [40] 钱学森. 要从整体上考虑并解决问题[N]. 人民日报, 1990-12-31(3)
- [41] 王寿云. 现代作战模拟[M]. 上海: 知识出版社, 1984. 28~44
- [42] 任振球. 引潮力共振对大地震临震的触发机理和预测检验[A]. 香山科学会议第133次学术会议论文集——特大自然灾害预测的新途径和新方法[C]. 北京: 科学出版社, 2002. 12~21
- [43] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 1~10
- [44] 陈传康. 现代解释学与《周易》的解释学研究[J]. 姜里易学, 1996, 1(8): 6~23
- [45] 李世辉. 复杂性研究中的典型信息模型[J]. 科学, 2003, 55(6): 33, 35
- [46] 王以雍. 易经解析与致用[M]. 北京: 九州图书出版社, 2000

Personal Viewpoint on the Self-determined Innovation of Modern Science and Technology in Relationship to the Complement of Chinese Traditional Culture and Western Culture Each Other

Li Shihui

(The 4th Design and Research Institute of the Engineer Corps, H. Qs of the General Staff of PLA, Beijing, 100850, China)

[Abstract] From the angle of the complement of Chinese traditional culture and Western culture each other, this paper briefly studies some typical examples about original self-determined innovation of modern science and technology since the 70's of the 20th century in China, and briefly summarizes a bit of understanding of the paper's author, when he was devoted in the study of typical information method (TIM). The paper tries to demonstrate with practical examples that the traditional Chinese culture plays a great role on the self-determined innovation of modern science and technology, the form of which, etc., is preliminarily investigated in this paper.

[Key words] Chinese traditional culture; Western culture; complement each other; self-determined innovation of science and technology; typical example