

科学仪器的前沿技术、自主创新和应用

Scientific Instrument's Frontier of Technology, Self Innovation and Application

朱良漪

(中国仪器仪表学会分析仪器学会)

1 引言

很高兴应邀参与第三届“科学仪器前沿技术及应用学术研讨会”。会前胡柏顺主编曾约我谈谈“前沿技术与自主创新和发展科学仪器的关系”，我说题目太大太难，时间又太紧，只能说些较符合现实的内容。就是从前沿技术引伸到技术创新落实到产业化。虽知大会的主题又变了，现在只好「虚拟」个题目敞开思想、放开胆子想到那里就讲到哪里了。

我很欣赏《现代科学仪器》杂志办得越来越好，特别是在跨世纪之交在推动发展科学仪器上能善于集思广益、高瞻远瞩地倡导新理念开拓新领域。如：

- * 1998：纳米科技及其检测仪器
- * 1999：环境监测仪器及检测技术
- * 2001：现代科学仪器与生命科学
- * 2002：实验室信息与管理系统（LIMS）
 - * 2003：食品农产品安全分析测试技术与仪器
SARS检测技术与信息系统
- * 2005：“自主创新”发展我国科学仪器的交流平台
- * 2006：科学仪器前沿技术及应用

我感到这些都可以算是发展我国现代科学仪器的亮点与基石。那么什么是“前沿技术”？如果“查经问典”就很难说。

正因为如此这般，引发了我对“前沿”、“技术”的考证，以及如何和怎样能实现“自主创新”的大前提，当然这一切一切最后的根还是在于“应用”和产业化上。否则就流于空谈而与社会进步无关了。

2 什么是“技术”和“前沿技术”，它和“科学”(science)与“应用”(生产与工程)又是怎样地联系？

2.1 首先，什么是“前沿”？

* 英文字典上的前沿就是“Frontiers”。技术辞典上确有“Frontiers of science”，可以译为“科学前沿”，但没有提“前沿技术”，老的牛津字典上曾说过“Frontiers of knowledge”说是知识的极限，很玄！新的牛津辞典上

好一点，曾经解说是尖端性与边缘性学科的话语。

* 辞海上有“前沿”说的是“防御阵地最前面的边缘”。而辞源上根本没有“前沿”两字。

* 大英百科全书上不知道为什么只出现了一个“Frontiers of humour”，它的解释是寓有‘自发性、趣味性、夸张手法、强烈的个人主义和对‘东部’传统价值观念的蔑视。”

所以，我们现在泛用“前沿”可否认为是有引导探索和开拓的理念。当然必须有新领域。但不能仅限于与技术挂钩，也可以有“科学前沿”，和“前沿应用工程”等。

2.2 其次，什么是“技术”？

如果一较真，使我联想到当今我国的科技界对技术的定义、概念和作用似乎认识上也并不一致，甚至引出许多隔阂、偏见和负面影响。我认为很有必要从历史的发展观点上找出比较正确的答案。

据说，“技术”一词出自于希腊文（Techne）工艺、技能与（Logos）词、讲话的组合；意思是对造型艺术和应用技术进行描述。古希腊大学者亚里士多德（Aristotle B C384 ~ 322）曾把技术看作是“制作”的智慧。其后英国的哲学家培根（Bacon Francis 1561 ~ 1626），德国的康德（Immanuel Kant 1724 ~ 1804）都讨论过技术并作为一门学问来议论。到18世纪末，法国科学家狄德罗（Denis Diderot 1713 ~ 1784）在他主编的《百科全书》条目中出现“技术”一词并指出：“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规矩体系”，为了阐明“技术”概念的这句话他提出5个要素：

把技术与科学区别开，技术是“有目的的”；
强调技术的实现是通过广泛“社会协作”完成的；
指明技术的首要表现是生产“工具”，是设备，是硬件；

指出技术的另一表现形式——“规则”，即生产使用的工艺、方法、制度等知识，这就是软件；

和科学一样，把定义的落脚点放在“知识体系”上，即技术是成套的知识体系。

但这5要素中的和实在也令人费解。

到20世纪初，技术的发展太快，技术的含义逐渐

膨胀,它涉及到工具、机械及其使用方法和过程。到20世纪后半期,技术的定义甚至提到为“人类改变或控制客观环境的手段或活动”。这样一来似乎技可以总揽一切了!我看也不尽然。

不过谈到这里似乎顺便也可以谈谈什么是“前沿技术”?我曾经读过。1994年科学出版社和中央党校出版社联合出版了一本《现代科学技术基础知识》。(宋健主编)的第三章:当代技术发展的重要前沿中突出六项前沿技术: 微电子与计算机技术; 信息时代的通讯技术; 生物技术; 新材料技术; 激光技术; 航空技术与空间资源开发。

这六大前沿技术看来颇有启发,不过,如果想把它们和发展科学仪器挂上钩,却并不那么顺当,于是从我的本职出发只好又从“科学”来议论“仪器”了。

2.3 什么是“科学”?

“科学”这个词,源于拉丁文“Scientia”原意为“学问”、“知识”。是指“人们对客观世界的认识,是反映客观事实和规律的学问”。据查,三世纪以后,西欧各国曾以拉丁语为宗教、文化、科学研究等方面的共同书面语。如果这样的推断似乎三世纪后才开始有可能叫科学的书面的记载。

从一些科学史的资料来分析,很有意思的是世界古老国家如希腊、埃及、印度和中国的哲人、先贤们在互无联系,不同地域、不同的政治文化背景,相邻的时间内却能孕育出“统一”的科学概念,为了叙述方便。我想试图用欧洲年史为主概括成为四大阶段:即

- 混沌初开“科学”理念的萌芽;
- 超越黑暗经历斗争进入近代科学时代;
- 19世纪后的“科学世纪”;
- 21世纪科学构成系统并形成体系的现代科学。

2.3.1 远古的混沌时期

那时的哲人学者的注意力都集中在解释感知到的世界各种现象。其中重点很自然便集中到寻求与人的生存和生活有关的自然的解释。所以,观察宇宙导出天文学与历法;粗放农作物的种植导出食物与农业种植学;以及与疾病健康有关的药草与医学;以及与土地建设丈量有关的几何学与数学等等。它们是以观察、记忆现象的描述为主加上简单的归纳,和少量的因果重现与推断是该时期的认识规律的萌芽。也是“科学”理念的萌芽。

从可以追溯的历史上说,公元前5000(注:与B.C通用)年古埃及的僧侣们观测日月星辰,对日食、月食进行多年多次的预测,提出一年为360天等分为12个月的历法后,其后结合尼罗河每年六月份的定期泛滥与天狼星与太阳同时在地平线上升起的规律,他们确定一个

太阳年为365又4分之一日。同样在我国因为农业非常发达,所以也是世界上天文学与历法结合发展最早的国家,传说中国的帝尧(约公元前24世纪)已经有了专职的天文官从事观象授时。那时他们把一年分为366天,分为四季,并提出用闰月来调整。到春秋时期(BC770~476),更出现了阴(观察月亮运动)阳(太阳运动)的阴阳合历。在恒星、行星、和异常天象观测方面都有杰出的贡献。东汉时期的张衡(78-139)创造了世界上最早的用水力转动的“浑天仪”来观测天象和测定地震的方位“候风地动仪”所以他完全有资格被认为是创造世界科学仪器的奠基人。他用所发明的仪器进行观测解释了月食的原因,和在所著的《灵宪》一书中提到“宇之表无级,宙之端无穷”。中国的天文学已经处于一般观察到数量化观察的过渡阶段。在这里应该特别指出中国最古老的文字体系出现于商周(BC 1711~256)时代的甲骨文,其后秦用竹简,公元106年便有了纸张。所以史记比较可靠。

除了天文与农业有关学科得到重视与发展外,中国的农作与寻找可食植物再进一步发展到药用植物(中药、中医与食疗)是世界上最伟大的科学贡献。虽然神农氏尝百草迄今还是一个尚无法考证的历史传说,可是西汉(BC206~25)时期的成熟的“神农百草经”可以算是当时世界上的一本早期的植物科学巨著,而公元前三世纪战国晚期的《黄帝内经》共18卷则更是一本医学巨著,那里已提出完整一套的医学理论:包括问脉、诊断、生理和病理,经络针灸、临床实践经验以及还有我们还不理解的阴阳五行等等。不过,当代世界的著名的医学权威们已对内经上提出的“天人相应”,即强调人与生存环境的密不可分的环系,五行是代表人体脏腑器官之内的相互依存、互相制约的“生克”关系,以及完全系统化的经络学说产生了极大的兴趣,已成为国际医、药甚至大脑与在智能化控制研究方面的前沿热门课题。

从公元前七世纪-二世纪,是古希腊最辉煌的文化时代:也是促成科学概念的摇篮。我们说历史是人民创造的。但是也不能脱离有巨大影响的代表人物的贡献。第一位是本文前面已提到的亚里士多德他一生的著作极多,包括哲学、天文学、生物学、逻辑学……等等。是一位名副其实的百科全书式的学者。他对自然科学的贡献,首先在于科学研究的方法上,他提出归纳与演绎两类方法,强调数学合理体系与逻辑推理的作用。他的学生亚历山大大帝也是非常尊重他并给他在为生物学研究搜集生物标本上给予了很大的支持。第二位应该提到的是欧几里得(Euclid BC 330~275),他写的《几何原本》一书,是将公元前七世纪以来希腊几何知识积累起来的丰富成果整理在严密的逻辑学系统之中,使几何学成为一门独立的演绎科学。第三位是阿基米德(Archimedes

BC 287~212) 他所发现的“杠杆定律”和“浮力定律”等在力学和机械学上的贡献是伟大的。他也是最早把观察、试验同数学方法融为一体的学者。还有一位被后人尊为“科学之父”的泰勒斯(Thales, BC 624~574)提出的“万物源于水”的思想。这些位早年的学者们都拥有一大批门徒,其中许多人也是古希腊文化与罗马文化的精英,随后形成多个有影响的学派。

2.3.2 越过黑暗经过斗争进入近代科学时代

从可记述的文件追溯一些真实的史实,这是需要长期的,多方面的考证。但是人类的认识一直是存在着两大疑问:即宇宙的形成和万物的起源,直到今天还是大课题。另外一方面在知识积累的过程中,一旦当人类遇到还无法抗拒的灾难与恐惧时,就会出现科学与神学,无知与迷信的是非与争辩湍流之中。还有,虽然没有文字记载,但是现在残存在意大利、雅典、中东和中国甚至美洲的宏伟殿堂古迹,和古墓等。确实又给我们留下当时的高超技术与科学水平的无言史记。等待我们去发掘。

古罗马建筑从金字塔(公元前27世纪)算起到公元113时为极盛时代。主要是神庙、剧场、角斗场等,显示出当时的建筑技术学科已经相当发达。它的十字拱、筒形拱结合起来能得到跨度超过25米的空间,(万神庙的穹顶为43.3米)花岗石的石柱可以高达19.6米,底座径为2米。它的基于力学计算的起重能力估算可达到500吨。城市有较完善的上下水道。还有陶瓷、玻璃和用火山岩灰制成的混凝土材料。古罗马建筑师维特鲁写成的《建筑十书》就是这们的技术总结,这时已然出现了技术为主的劲头。这些令人痴迷的古建筑都是帝王将相们用盾剑、跌蹄、血腥征服异邦靠掠夺海外资源、瑰宝、黄金、珠宝以及数以万计的奴隶们的血肉之躯筑成“安乐窝”与“形象工程”。很显然,统治者为了维护他们本身的势和利的需要,很自然就只要关心技术而忽略科学。

“盛极必衰”这也是历史的发展规律。古希腊式的城邦被北方崛起的马其顿国王亚历山大大帝所征服(BC 336年)。同时又开始了长达10年的侵略扩张的东征,建立了一个跨越亚、欧、非三大洲的马其顿大帝国。这样“希腊文化”也被传到这些地区,其中以古埃及的托勒密王朝对科学最为重视,成就也最高。据说当时建立的亚历山大图书馆藏书已超过70万卷。这一时期的特点是自然科学摆脱了古希腊早期的天才直觉和雅典时期的思辩道路,开始从自然哲学中分化出来,沿着一条以实践为基础的专门化方向发展起来,形成古代的理论学科。除了以往提到的欧几里得几何学,阿基米德的力学外,还有托勒密(Ptolemy)的《天文学大成》和盖伦医学都产生了很大影响。

不幸的是,古希腊和罗马都是最典型的奴隶主阶级

专政的国家,他们非常重视能为他们骄、奢、淫、欲的生活享受、霸权式东征西讨的军事掠夺能力。和维持政权能残酷镇压的手段。所以,他们只对天文、农业、医学、数学有保留对实用技术感兴趣。这样的专政下,必然使得贫富等级差距越来越悬殊,在几代人们失去了物质解放的条件后,便很自然的转向寻求精神的寄托。耶稣便是那时深受压迫的犹太民族为首的代言人,他倡导禁欲、忏悔和死后好人进天堂,即使如此他并不见容于当时统治者,结果还是以身殉道。而对他的传说与教义影响却日益增大。

公元4世纪初,罗马的皇帝君士坦丁忽然改变策略,他认为利用基督教是实现皇帝统治的最佳手段,颁布了“米兰敕令”到公元392年,基督教(神权)与统治者(君权)结合并定为唯一的国教。其后口耳曼人南下,灭掉西罗马帝国后,封建统治者在王权至上的前提下承认宗教的神圣,严格控制着人民的思想,提出世界上一切都是上帝所造和上帝的安排,只有认命盲从,不许独立思考,根本没有探讨自然“科学”可言。到1054年由于教会内部的斗争,基督教又分裂为天主教和东正教。其中天主教的势力无论在经济上(土地收入)和政治上(教会有法庭,监狱和武装力量),最为强大。那时的宗教裁判所就成了压制科学思想迫害科学家的场所。出现了知识分子大量逃亡到西欧和中东,这一大段“黑暗的中世纪”直到文艺复兴大约延续了近千年。

在西方处于极端落后的“黑暗的中世纪时代”时,中国正是唐、宋朝代(7~12世纪)科学文化全面辉煌的盛世。它是基于中国从原始公社进入夏、商、周时(公元前21世纪-BC 476年)的“奴隶”社会。时间虽不短,但是生产工具(从石器到青铜器)都很先进,灌溉技术,手工业和家畜牧业都很发达。而西周(公元前11世纪~BC 771)便有了井田制和封侯制度,诸侯领地的生产力比较解放,也可以算是有中国特色的封建社会的开始。

影响人类历史进程的中国四大发明:

指南针;公元前三世纪《韩非子;有度》上已有“司南”记载,然后又发明了人工磁化钢针做成罗盘应用在航海上,并成为指引航海方位的有力工具,这个技术于12世纪才传入阿拉伯再转到欧洲。明代郑和采用当时中国先进的造船和航海技术从1045年开始曾七次下西洋。然后半世纪才有哥伦布和麦哲伦远航船队,从此引发了欧洲航海探险活动的空前繁荣。

火药:源出中国的炼丹家在炼丹过程中的发现,公元785年孙思邈在《孙真人丹经》中已有火药的初步配方。从用于发火、延伸到爆炸以至于有持续推动力火药箭的武器广泛应用于战争。在公元1258年,元朝与阿拉伯人作战中大量使用取得胜利,从此也就传到欧洲对清除封建骑士割据起了重大作用。

造纸术：公元 105 年，东汉尚方令蔡伦综合了劳动人民原始造纸的材料与工艺方法创造出造纸技术，于 8 世纪时即传到阿拉伯，经过 300 多年阿拉伯人的垄断才传到欧洲。

印刷术：宋朝（1041~1048）的毕昇发明了活字印刷术，400 年后传到欧洲从而改变了僧侣垄断文化的状况，为欧洲文艺复兴提供了一个重要的物质条件。对欧洲科学文化的普及与提高起了巨大的推动力量。

马克思对此曾经有过这样的评价：“火药、指南针、印刷术、（注：不知为什么没有提出造纸技术）——这是预告资产阶级社会到来的三大发明，火药把骑士阶级炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的说来变成了科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要的前提的最强大的杠杆”。这些话在很深层次上揭示了中国四大发明给欧洲历史进程带来的巨大影响。英国的李约瑟夫博士在《中国科学技术史》一书中说：“中国古代的发明与发现往往是超过同时代的欧洲，特别是 15 世纪以前更是如此，这可以毫不费力的加以证明。”

因为中国从夏朝起 2000 多年在农业、天文学、医学、数学四个方面奠定了坚实的科学技术基础，所以到公元三世纪即进入农业经济发达的封建大帝国。中国的技术产业、像丝绸纺织、冶炼铸造、陶瓷等方面都是世界领先。但是因为低水平的日子好过，“鸡犬相闻，老死不相往来”的小农经济与天高皇帝远的真龙天子可以平安相处。再加上三纲五常、中庸之道的儒家哲学对科学技术采取了极端的实用主义，利用技术而忽视科学，有思想和有知识的人才在封建制度下安排的“学优则仕”似乎为皇帝当官就是发挥了才华的唯一正确途径，比重很大的失意者也可独善其身当游侠师爷、教书匠或是宿命论的影响下也可以相安无事。除非遇见特大的天灾人祸（贪污腐败到极点）或者是民族矛盾引起的起义战争，结果仍然只是换个朝代而已。中国国土很大人口也很多追求平稳安定生活是构成长期保守不思进取的中国传统的封建思想的根。如果不是小平同志提出的“改革开放”，到今天也毋须提什么发展“科学仪器”了。

在欧洲历时 200 年的 8 次的「十字军东征」(1096~1270)，尽管都是失败了，但是从阿拉伯带回了原本是古希腊的哲学、科学、技术、文化、特别是中国的四大发明以及唐、宋朝代的最先进的文化与商品，使欧洲的意大利人大吃一惊，落后的危机感促成他们要变革，引发了文艺复兴运动，也就是欧洲的文化与思想解放运动，从精神枷锁和向神权真主祷告中解放出来，出现了

以诗人但丁（1265~1321），F 皮特拉克（130-1374）和薄伽丘（1313~1375）三人成为人文主义的先驱。他们伟大贡献是以“人道”反对“神道”，以“人权”反对

“君权”；提倡个性解放以及清理对中世纪的宗教桎梏及其一切残余。马丁路德（Martin Luther 1483-1546）德国宗教改革运动的发起者，宗教改革打破天主教的精神独裁，终成立新教组织，不但对早期的资产阶级革命的产生重大影响也对后来的科学革命产生巨大的影响。

达·芬奇不但是伟大的艺术大师，并在物理学（液体压力概念）天文学（否定地球中心论）解剖学和生物学、机械学方面都留下札记，对后人都有很大启发，可谓“旷世奇才”他的名言是“理论脱离实践是最大的不幸”、“实践应以好的理论为基础”。意大利人马可波罗（Marco Polo 1254~1324）随同父亲和叔父于 1275 年来到蒙古上都得到元世祖忽必烈的信任在中国约 17 年，游遍了大半个中国和北京后回到威尼斯写成的《马可波罗行纪》（1298 年出书）盛道中国与东方之富庶。文物之昌盛，引起人们对开辟东方航线很有影响，虽然 15 世纪中叶以后受堵于土耳其和阿拉伯人的控制。但是在资本原始积累的过程，他们渴望得到东方的财富和市场，并得到当时各国帝王的支持，于是就出现了许多航海家如绕过非洲好望角到达印度卡里库物城（1498 年）的葡萄牙人达·伽马，意大利人哥伦布受到西班牙国王的支持，原想到中国，但四次（1493，1498，1502，1504）西航却跑到中美和南美现今的古巴、海地、牙头加、波多黎各等地，并误称发现的居民已是在印度，起名叫印第安人。还有实现人类首次完成环球航行的麦哲伦，他的最大贡献是证明地球是圆的。航海事业的发达带动了造船技术与机械运动机理；导航与海洋的测绘；天文气象；物产与资源以及商业贸易等等。哥白尼（Nicolaus Copernicus, 1473~1543）波兰的天文学家，他用自制的仪器孜孜不倦的进行天文观测和研究达 30 年，在他临终时出版了他倾注毕生心血的著作《天体绕转》，向教会奉为天经地义的日动地心宇宙观提出严重的挑战，引发了人类宇宙观的重大变化，沉重的打击了封建神权对人们的思想束缚。在这同一年，比利时解剖学家维萨留斯（A. Vesalius 1514-1564）也出版了向传统的解剖学观念挑战的著作《人体构造》。因此 1543 年可以说是自然科学开始从神学解放出来宣告自己独立的一年。这一思潮激励着许多方面的科技工作者相互交流并发展成为一股新潮，称为“哥白尼革命”。他们崇尚科学实验，主张实验和观察是科学知识的源泉。这种精神最突出体现在伽利略（Galileo Galilei 1564~1642）的工作中。他用自己创造的三片四组天文望远镜来观测天体，发现许多天文现象为哥白尼的日心地动说提供了有力证据。他在比萨斜塔上作了自由落体实验，和一系列物体运动实验，导出自由落体定律和惯性定律，推翻了以亚里士多德为代表的传统“落体运动法则”（即落体的速度与重量成正比）和运动观念（认为任何物体的运动都

需要有推动力,并都有一定目的的),并且以精密的数学形式来表达物体的运动规律,开创了科学实验同数学相结合的科学方法。在伽利略、开普勒(J·Kepler,1571-1630)笛卡儿(R·Descartes 1596-1650)等人工作的基础上,出现了世界级伟大的物理学家英国的牛顿(Isaac Newton,1642-1727)他把物体的运动规律的各种学术论点归结为三条基本运动规律和一条万有引力定律,由此建立起一个完整的力学理论体系。牛顿力学是整个近代物理学和天文学的基础,也是现代一切机械、土木建筑、交通运输等工程技术的理论基础。牛顿的成就不但是发现了万有引力定律而且对光学仪器的研发上也很有成就,据知在英国皇家学会还保存着他亲手设计制的第一架观测天文的反射望远镜。

当然还有由于微积分的创立,血液循环的发现,显微镜的发明,化学元素概念的确立、数学、生物学和化学也取得重大发现。

16~17世纪,不但提高了人们对世界、天体宇宙、迷信与科学上有了巨大的进步,同时也是近代科学技术建立的时期,无论在感知和认知、思维与逻辑、方法和应用、理论与实践上都开创了一个新纪元。

最后值得一提的是科技人才的培养和学风的建树。这个问题也许应该算是非常重要的问题,涉及到教育;“伯乐”的用人体制;以及白领与蓝领的培养与社会定位……等。不过应该声明第一,我还没有资格与能力来说三道四,第二我认为我所述的科学发展史上的下两个阶段与我们“科学仪器”的发展更为贴切,所以想把本文先告一个段落作一个小结。而对于人才的问题想先选点史料作个伏笔以后有条件再说。

欧洲的学院与大学的兴起是人类进步方方面面的划时代的总结与系统提高的摇篮与宝库,我只能拈出一两项有意思的参考史料。

* 被誉为“磁学之父”和“Electric”一词的创意者吉伯(Gilbert.W. 1544-1603),1569年在英国剑桥大学(建于1209年)获得医学博士学位。

* 伽利略先是在意大利的比萨大学(建于1343年)学医,1585年剑桥大学物理学毕业。

* 牛顿1668年英国剑桥大学硕士。

* 达尔文1825年英国爱丁堡大学(建于1583年)毕业。

* 麦克斯韦(Max Well 1831-1879)是预言电磁波的存在和把光学、电学、磁学融为一体的伟大理论物理学家,他是先在爱丁堡大学,1854年从剑桥大学毕业,还是该校Cavendish实验室的创始人。

* 俄罗斯的门捷列夫是元素周期定律的创始人,是彼得堡大学附属师范大学的毕业生。

我并不想说只有大学才能出科学家,像法拉第(M·Faraday 1791-1867)是电磁感应定律的发现者,原是书店的装订工人在装书中读到科学知识然后以实验室清洁工进入皇家学院。随后被老师戴维(H·Davy)看中当了实验室助理。

欧洲的大学教育,自由的学术讨论和公开的研讨和亲自动手设计仪器,建立实验与社会实践相结合作为最终的公正裁判依据,还有相互支持的团队作风都是经历几百年历史洗炼,我们应该学习。

综合以上所述我们似乎可以理出几点共识:

(1)科学与技术是辩证统一的整体。技术产生科学,如与望远镜与天文学、显微镜与医学。科学也在指导技术,如物理学中的力学加上数学,产生杠杆轮轴机械。所以,科学家应该参与仪器设计和应用,也是一条无形的原则。仪器工作者也必须成为科学家的亲密助手。

(2)科学技术必须适应当代社会需求成为有效的生产力后才能发挥作用,所以社会进步需求与体制变革是带动科学前进的原动力,反之就成了最大得阻力。

(3)科学技术必须与实验和实践相结合。理论与规律都必须经得起历史的长期考核。

(4)用历史唯物的观念看,研究人类的思想进步和树立正确的科学观非常必要。

(未完待续)