

贺钱学森院士
90华诞

论钱学森关于科学与艺术的思想

钱学敏

(中国人民大学马克思主义学院, 北京 100872)

[摘要] 文章从钱学森的大科学观的角度, 阐述了科学与艺术的关系。科学与艺术既有区别, 又是相通的。科学知识及科学思维(量智)与文艺知识及艺术思维(性智), 相互融合, 相互促进, 是涌现大成智慧与创新思维的基本要义。

[关键词] 量智; 性智; 科学思维; 艺术思维; 大成智慧

1 引言

年高德劭的钱老一贯强调, 人一方面要有文化艺术修养, 另一方面又要有科学技术知识。他说: “人的智慧是两大部分: 量智和性智。缺一不可成智慧! 此为‘大成智慧学’, 是辩证唯物主义的。”^① 这里的“量智”主要就是指科学知识、科学思维, 这里的“性智”主要就是指文艺知识、艺术思维, 因此, 可以说科学与艺术共同构成“大成智慧学”^[1]的重要内容。

所谓“大成智慧学”简要而通俗地说, 就是“集大成得智慧”, 是引导人们如何尽快获得聪明才智与创新能力的学问。其目的在于使人们面对浩瀚的宇宙和微观世界, 面对新世纪各种飞速发展、变幻莫测而又错综复杂的事物时, 能够迅速作出科学、准确而又灵活、明智的判断与决策, 并能不断有所发现、有所创新。

大成智慧学是钱老几十年来, 尤其是近十年来, 着力思考的时代课题。他认为这是件大事, 特别重要, 其意义甚至不亚于当年“两弹一星”的研制、发射。钱老在近90高龄的时候, 还说: “我想我们人民中国就该创新大成智慧, 为世界作好

事!”^②

2 科学与艺术是不断丰富的一对范畴

科学与艺术这一对古老而又常新的范畴, 不同时代、不同名家、不同专业的人有不同的理解。长久以来, 我们习惯地认为科学主要是指自然科学, 科学研究的对象是整个自然界, 科学的任务是揭示自然界的奥秘, 科学追求的是“真”, 科学知识应该能够正确反映客观事物的本质和规律, 可以量化、经得起实践(实验)反复检验、具有普遍性, 如数、理、化、天、地、生等各门科学。

我们也常常认为艺术要研究的对象是人, 艺术的任务是揭示人类情感世界的奥秘, 艺术追求的是“美”和“善”。艺术成果具有个性、特殊性, 如音乐、美术、戏剧、舞蹈、雕塑、绘画、文学等等。

许多事实也说明, 科学研究多用左脑, 以逻辑(抽象)思维和生产实践、科学实验为主, 而艺术创作多用右脑, 以形象(直感)思维和艺术活动、社会实践为主。

总之, 我们都不会否认科学和艺术各有其特点, 似乎是一冷一热, 一微观一宏观, 它们之间的确有很大的区别。

[收稿日期] 2001-09-06; **修回日期** 2001-09-13

[作者简介] 钱学敏(1933-), 女, 浙江杭州市人, 中国人民大学教授

① 钱学森. 1993年7月8日给钱学敏的信

② 钱学森. 2000年3月18日给钱学敏的信

然而,科学与艺术也是相互统一、相互促进的。古今中外许多著名的科学家、学者不仅热爱艺术,而且也是艺术家,许多艺术家在科学上也有很深刻的理解和成就。因而能够找到智慧之源、创新之路、成功之奥秘,为人类的物质文明和精神文明做出重大的贡献。

20世纪中叶以来,由于高科技群体的飞速发展,特别是微电子技术革命带来的电子计算机、多媒体、灵境技术(virtual reality)、信息网络等技术和设备的使用与普及,使得人们在信息获取、传输、存储、检索、处理、以至利用信息技术进行组织、协调、控制、决策等方面的速度和效率,都发生了神奇的变化。人们的思维空间、人们对世界认识的深度和广度大大拓展了,加之各门科学相互渗透与交叉,科学与艺术也逐渐更多地相互发现了对方的亮点,日趋融合在一起。因此科学与艺术这两个既有区别又有联系的范畴,也随着社会的发展,科学的进步,人类认识的深入,而有新的内涵和外延。

最近,北京大学吴全德院士借助电子显微镜的观察,发现纳米薄膜中各种绚丽多姿的艺术形象,是科学中的艺术,也是艺术中的科学。(详见本期彩插2~3页。)

3 科学与艺术相须而行共同发展

3.1 科学与艺术的共同根源

从我们日常生活中看来,科学与艺术似有天壤之别,那么科学与艺术作为一种文化和文明,最初在人类社会里是怎样产生的?它们同根同源吗?

什么是艺术?原来“art”这个外国字并不当艺术讲,只有“fine arts”才是美术(包括油画、素描)、建筑、雕塑、诗歌、音乐、舞蹈、戏剧等艺术的总称,后来把文学、小说等也包括在艺术之中了。在英文、法文字典中,“art”至今仍作技术、技艺、人工等解释。而中国的“艺”字原为“藝”,甲骨文中“藝”是人在种植的象形字,所以“艺术”早先解释为劳动技能、技术。而科学(science)最初,也是来自对劳动技能、技术经验的提炼。由此可见,科学(science)与艺术(art),在萌芽时期,都起源于人们的物质生产劳动,我们祖先在与狂暴的自然力做斗争中,不仅积累了丰富的生产经验,发现了各种科学技术知识(science),也创造出无数神奇美妙的(fine)传说和技艺精品

(arts),这就是艺术(fine arts)。

古希腊神话中善良美丽的女神缪斯(Muses)是西方人树立起来的科学与艺术之神,后来在荷马史诗《奥德赛》中,又说他们共有9位女神,分别司理音乐、诗歌、绘画、历史、天文等,总称为缪斯,她是古老的科学与艺术统一的象征。

从中国第一部诗歌总集——《诗经》来看,它反映了自公元前11世纪至公元前6世纪(西周初叶至春秋中叶)大约500年的历史文化,共305篇诗歌,不但有很高的文学艺术价值,传诵至今,如“关关雎鸠,在河之洲,窈窕淑女,君子好逑”等;其中还酝酿着丰富的科学思想,涉及天文、气象、农业生产等知识,并闪烁着“有物有则”等理性之光。

再看,先秦古籍中的《山海经》,全书虽只有三万多字,却包含了我国古代地理、历史、博物、医药等多方面的科学技术知识,是我国中医、中药和天文、地理的先声。同时它又带有浓郁的神话色彩,如精卫填海、夸父逐日、鲧禹治水等,其独特的想象力和高扬人类与自然灾害顽强斗争的勇敢精神,至今仍具有深远的艺术魅力。

这些历史文物和历史文献清楚地表明,科学技术与文学艺术最初都起源于人类的社会物质生产劳动。他们“本自同根生”。

3.2 科学与艺术的共同对象

钱老对科学与艺术研究对象的想法,与他的大科学观一脉相承。20世纪是高新技术和文学艺术迅猛发展灿烂辉煌的世纪,各种交叉学科群起,现代科学技术愈分愈细,然而又相互渗透、相互促进、日益综合。钱老于20世纪80年代初就提出:“现代科学技术不单是研究一个个的事物,一个个现象,而是研究这些事物、现象发展变化的过程,研究这些事物相互之间的关系。今天,现代科学技术已经发展成为一个很严密的综合起来的体系,这是现代科学技术的一个重要特点。”^[2]当然,这是个活的体系,随着人类社会的发展、科学技术的进步,这个体系的内容和结构也会有新的变化、新的补充。

从科学技术和文学艺术发展的这一现实出发,钱老认为“科学”范畴的内涵应扩展为:认识客观世界的学问,而改造客观世界的学问就是技术。各门科学的区分主要是从人们研究问题的着眼点或看问题的角度之不同,来加以区分的。各门科学所研究的对象其实都是统一的,即整个客观世界(包括

自然界、人类社会、人和人化自然等)。所以，在现代科学技术体系中，不仅是自然科学，还应包括社会科学、思维科学、系统科学、军事科学、地理科学、人体科学、建筑科学、行为科学、数学科学和文艺理论等至少 11 大部门。

钱老还说：“科学就是追求真理”，这也说明科学的任务不仅揭示自然界的奥秘，还要揭示人、人类社会、人的思维等的奥秘，寻求正确反映它们的本质及其发展变化的普遍规律。这当然不是凭空想象出来的，归根到底是从客观的事实、历史的经验教训、反复的实践（实验）检验中总结提炼出来的知识。它应具有真理性、普遍性。然而科学知识又总是在不断丰富、发展的，已知的只是一条小溪，未知的还是一片汪洋大海，从相对真理涌向绝对真理的波涛永远不会停息。

“艺术”从广义上来讲，也包括作为语言艺术的文学。文学艺术固然是以人和人类社会生活为主要研究对象的，但是，任何人在这个世界上都不是孤立的，他总是与整个客观世界，整个社会发展变化息息相关的，每个人的思想观念都这样或那样地反映出他所处的社会关系、自然条件甚至当时的世界环境。文学艺术的任务就是要研究人与人、人与社会、人与自然相抵相依、悲欢离合的实际生活，并以多姿多彩的方式，揭示社会内部错综复杂的矛盾和发展规律，揭示真善美与假恶丑既对立又统一的关系，由此，展开跌宕起伏、荡气回肠的人类情感世界的多彩画卷。

《红楼梦》中各种人物能够被写得千姿百态、栩栩如生，感人至深，并成为封建社会的百科全书，这与作者曹雪芹的经历和社会关系分不开。从他的曾祖父起，三代世袭江宁织造，祖父的两个女儿被选作王妃，康熙六次南巡，有五次以他家为行宫，后因其父获罪落职，家产抄没，一败涂地。如果没有这样的亲身经历和客观环境，是写不出《红楼梦》的。

艺术源于生活，又高于生活。生活是极为复杂的，它与现实的自然、社会以至整个世界密切相关，一位艺术家要对人民有个正确的认识和引导，就必须对人民所生活的现实世界有所认识，而要认识现实世界就需要广博的知识，包括自然科学、社会科学、思维科学以至正确的哲学等。也还需要丰富的阅历和深入实际的调查研究、亲身体验。有了这样的科学素质，创造出的艺术品不仅具有鲜明的

个性，而且有可能闪现出真理的普遍性。

可见，“艺术”与“科学”虽然研究的角度、着眼点以至表现方式有很大的区别，但是它们有着共同的研究对象，即包括自然界、人、人类社会和人的思维（人的精神世界）在内的整个世界。所以，从艺术与科学研究的对象来看，归根结底是统一的。这是科学与艺术有可能相互融通、相互促进、相须而行的共同基础。

钱老正是根据这种大科学观，把“文艺理论”作为单独一个科学大部门列入现代科学技术体系之中，并把“美学”列为文学艺术通向马克思主义哲学（辩证唯物主义）的桥梁。文艺理论与各门科学技术是并列的，共同组成一个不可分割的动态网络体系，相互渗透、相互促进、不断发展。

3.3 科学与艺术的共同目的

科学家与艺术家对客观事物观察的视角不同，反映不同，工作方法和工作成果也不同。但是，科学技术和文艺理论作为认识世界和改造世界的学问，其目的都是为了给我们以科学的知识，使人们能够更深刻地认识现实世界各种复杂的事物，包括认识我们自己、人和人的精神等的本质和规律。同时，科学的观点、科学的精神和优秀的文学艺术作品还可以塑造人的思想、情操，培养人们具有高尚的品德和美好的心灵，以至影响人们的行为，更好地适应环境、改造世界，实现人与自然的和谐发展，让世界更美好，人类更幸福。如同贝多芬在《欢乐颂》中所表达的理想：“人类同享幸福与欢乐，在这美丽的大地上。”

当年诗人光未然带着小分队北上抗日，路经黄河险峡，为壶口大瀑布巨大而狂暴的怒吼声震惊的时候，面对黄河的冲天骇浪，望着两岸船工拉着纤绳与浪涛拼死搏斗的动人场面，立刻写下了长诗《黄河吟》。随后，音乐家冼星海仅用了六天就给《黄河吟》谱了曲，成为反映民族精神的中华魂——《黄河大合唱》，不但有力地激励了抗日斗争的士气，也极大地振奋了我们中华民族的精神。半个世纪以来，《黄河大合唱》成为中华民族相互沟通、团结奋进的共同心声。这是从艺术人的角度来观察和工作所达到的目的。

从科技人的角度来观察与工作又如何呢？新中国成立之初，有一支年轻的水文地质队来到黄河壶口，也为黄河这咆哮不羁的惊涛骇浪震惊了，他们也注意到两岸人民贫穷痛苦的生活，便立刻奔到河

边用双臂去承接这滔天的黄水，当他们发现这里的黄河水竟然可以使手臂粘上一层泥沙时，心情很沉重。因为这说明壶口奔流澎湃的黄水中，泥沙含量至少在20%以上，世界罕见，危害深重。必须尽快治理黄河。于是他们立刻进行总体规划，向国家建议有步骤地在西北保护森林，兴修水库，防止污染等等，以保持水土、保护生态环境，让母亲河源远流长，更好地养育世世代代的中华儿女。

由此可见，虽然科学人与艺术人观察问题和研究问题的角度不同，工作的方法和成果的表现形式不同，但是彼此研究和观察的对象是相同的，都是黄河壶口瀑布；最终的目的和心愿也是相同的，都是为了使中国人民有幸福的生活、美满的家园。这也是科学与艺术有可能相互沟通的统一性。

3.4 科学与艺术的共同灵魂

艺术似乎与科学不同，艺术是通过生动具体的典型形象来反映现实，揭示客观世界普遍真理。如我们常见的戏剧、文学、音乐、舞蹈、美术、电影、电视、雕塑、建筑等作品，都极具鲜明的个性和特色，能激动起人们内心深处的情感世界，给人以真善美的启发和教育。这其中饱含着艺术家个性化的特征、体验和创造，否则，一部接一部都是大同小异的戏，作品难有永久的魅力和巨大的社会效益。艺术贵在创新，要敢于从旧的文化传统中打开一个新世界，这种创新精神是艺术生命的灵魂。

其实，科学更需要创新，创新也是科学发展的灵魂。钱老经常强调，搞科学技术的人，如果只是停留在前人或他人科研成果的基础上转来转去，没有新的发现、新的创造，不能适应科学和社会发展的需要，那就不算是做了科学研究工作。当然，科学工作要有新的发现和创新的很难的，有时会受到经费、实验条件、设备、体制等的限制，还有可能不断失败、犯错误、遭到来自各方面的打击、讥讽和压力，使你孤立无援，甚至危及生命。然而真理往往在少数人手里，错误是正确的先导，真正的科学家就是要勇于在实验、失败，再实验、再失败，再实验的斗争中探求真理。当然，也要防止偏见，“偏见令我们失去真理，我们要警惕啊！”^[3]

钱老就是一位勇于创新，从不墨守成规的大科学家。1999年6月7日美国时代周刊《TIME》J. Mcgeary撰文，以钱老为例批判Cox的所谓中国人窃密的报告，该文虽有一些不实之词，但他认为20世纪“50年代全球20个洲际弹道导弹系统的建

立，包括现在那些北京还把目标对准着美国的，都是钱学森智慧的产物。”(Qian is the brains behind the 20-odd' 50s-era ICBMS, including those Beijing currently targets at the U.S.)

20世纪末，《中国科技画报》(1999年第7期)刊载了对20世纪科学技术发展有重大影响的20位科技巨人^[4]，其中有爱因斯坦、玻尔、居里夫人等，而第18位就是钱学森，是世界上惟一入选的中国人，被誉为“中国的航天之父”。我看了以后对钱老说：“其实，我看您不仅是中国的航天之父，您在应用力学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、地理科学、建筑科学，以至大农业、大成智慧等广泛的科学技术领域里都有原创性的杰出贡献，影响着我国乃至世界现代科学技术的发展，可惜很多中国人和外国人还不知道，他们把您的成就写得太简单了。”钱老谦虚地笑着说：“妳对我过奖了，我很不敢当。文字够了，每个人都写得不多，妳看，日本人还没有呢！”

钱老对创新是非常重要的，总是鼓励我们要敢于创新。

1995年新年，钱老读了“毛泽东与科学”研讨会文章以后，心情久久不能平静。文章里提到50年代毛主席曾在不同场合接见过钱学森(当时他只有45岁)，多次鼓励他要敢想、敢说、敢做、敢于创新，为中国的科学事业做出贡献。钱老随即写信对我们说，当时，“毛主席要我们创新，我们做到了吗？回想在60年代，我国科学技术人员是按毛主席教导办的：

1. 我国理论物理学家提出基本粒子的‘层子’理论，它先于国外的‘夸克’理论。
2. 我国率先人工合成胰岛素。
3. 我国成功地实现氢弹引爆的独特技术。
4. 我国成功地解决了大推力液体燃料、氧化剂火箭发动机燃烧稳定问题。
5. 其它。

但是今天呢？我国科学技术人员有重要创新吗？诸位比我知道得更多。我认为我们太迷信洋人了，胆子太小了！

我们这个小集体如果不创新，我们将成为无能之辈！我们要敢干！”^①

^① 钱学森. 1995年1月2日给王寿云、于景元、戴汝为等人的信

我想，钱老这些话不仅是对我们这个小集体的鞭策与批评，也是这位老科学家对所有科技人和文艺人的激励和期望。因为创新是科学与艺术的共同灵魂，也是我们民族发展的灵魂。

总之，由于科学与艺术有共同的根源——社会物质生产劳动；有共同的对象——整个世界；有共同的目的——让世界更美好，人类更幸福；有共同的灵魂——追求真理，勇于创新。所以，科学与艺术从本质上来看，它们原本就是可以相互融通、相互促进、相须而行、共同发展的。

4 科学与艺术相辅相成综合创新

4.1 艺术创新需要高新技术

科学技术的迅速发展不仅促进社会生产力的提高、经济实力的增强、人民生活的改善，而且逐渐丰富和改变着文学艺术的表现方式和传播的载体，不断开辟文艺驰骋的新领域，拓展文艺创新的广阔天地。1995 年秋，钱老从这个角度观察人类文化发展的历史，认为大致可分为三个阶段：“1) 机械文化阶段 2) 影视文化阶段 3) 信息文化阶段”。^①

1) 机械文化阶段 是在科学技术尚不发达的古代，人们以泥土、石壁、甲骨、竹木、丝麻、绢帛、草纸、玉石、金银、铜铁等物质为载体，通过手工劳作、绘画、笔写、刀刻或利用简单的机械印刷、熔铸等技术，创造出各种文化艺术品。例如，商周时期利用青铜铸造技术，创造出举世罕见的编钟，发展了美妙的东方音乐，东汉时期也创造出奔马踏飞燕等无数精美的青铜艺术品；而造纸和印刷技术的发明，使得祖国大量优秀的文学艺术精品诗、词、歌、赋等得以相摹相长，流传至今，再创辉煌。

2) 影视文化阶段 近代物理学革命，电磁理论的建立，使得文学艺术有可能与电子技术相结合，创造出电影、电视、电子琴、录像带、录音伴唱（卡拉 OK）等新的艺术成果，图文声像并茂。并可随意调节与编排，还可组成综合艺术形式，使得文艺人易于掌握前人的艺术成果，运用新工具、新技术，创造出新的艺术内容和形式。

3) 信息文化阶段 当前以微电子信息技术革命为先导的一大批高新科技群体飞速发展，使我们进入了信息社会，人们可以通过计算机、多媒体、遥作技术、灵境技术、信息网络、数字地球等，形成人—机结合可以交互作用的思维体系，就更便于人们调集古今中外有关艺术信息，集智慧之大

成。让艺术人走入一个丰富多彩的、亦真亦幻的艺术世界，汲取艺术精华，扩展认识空间，启迪艺术家的心智与灵感，从而有利于提高艺术家的创造性思维的能力，创造出崭新的艺术精品。

由此可见，往往是科学技术的发展给艺术的表达提供了前所未有的可能性。钱老说：“我们应该自觉地去研究科学技术和文学艺术之间的这种相互作用的规律。不但研究规律，而且应该能动地去寻找还有什么现代科学技术成果可以为文学艺术所利用，使科学技术为创造社会主义文艺服务。我们也要在这个领域走到世界前列。”^[5]

1994 年夏，钱老又强调：“作为社会主义中国的文艺人，文艺理论工作者，他们应该以锐敏的眼光，发现一切可以为文艺活动服务的新高技术，并研究如何利用它来发展社会主义中国的文艺，繁荣新中国的文艺。所以这也是现代中国的社会革命要研究的课题。当然，不忘中国五千年辉煌的文艺传统，但我们在二十一世纪要利用最新的科学技术成果发扬这一文艺传统！”^[5]这样的文艺就是钱老所倡导的“科学的艺术”（the fine arts with science）。

4.2 艺术创新要有科学的世界观

钱老关于“科学的艺术”还有另一个方面的含义，那就是文艺创作要以科学的世界观、人生观为指导，才能创造出优秀的艺术品，也就是说好的艺术作品要能体现出深刻的哲理，这是文学艺术的最高台阶。

钱老认为现代科学技术体系中的文艺理论其层次划分与其他 10 个科学部门的划分略有不同，它的基础理论层次是文艺理论；它的应用技术层次是文艺创作；它通往马克思主义哲学的桥梁是美学；它的最高概括是科学的世界观——马克思主义哲学，同时，给“文艺活动”划出了广阔的空间。在这个体系的外围还有前科学的东西：实践经验知识库、不成文的实际感受、灵感、潜意识和初步的哲学思考等等，也是艺术创造的源泉。

钱老和夫人蒋英一直都非常喜欢那些表达哲理的、陈述文艺创作者的世界观、人生观的诗词、音乐、戏剧等文学艺术作品。他们认为这样的艺术比较高雅而深刻，常常给人以战胜困难的力量，争取胜利的信心，唤起人们对未来的美好憧憬，从而激发人的创造才能，应属于艺术的最高台阶。

^① 钱学森. 1995 年 11 月 5 日 给刘为民的信

音乐是一种能够表现人类内心最深处的本性的艺术。钱老从年轻时代起就特别喜欢贝多芬创作的许多乐曲,如命运交响曲、英雄交响曲和第九交响曲等,时常带给钱老勇气和力量,鼓励他冲向科学技术的高峰。而贝多芬晚年创作的弦乐四重奏,表现了贝多芬把痛苦留给自己,把欢乐送给人间的高尚品德。特别是作品第132号,第3乐章(慢板)给人一种真挚亲切的静谧之感,优美典雅,饱含着对世界上一切美好事物的歌颂、爱慕与依恋之情,把人引向纯洁而崇高的神圣境界。它既富于哲理,又似乎有一种超然于哲理的更高的启示。这种意境也时常激起钱老的情趣与共鸣。

钱老对我国传统的诗词、文学也有极大的兴趣。他曾说,我国唐代大诗人李白在他生命的最后一年,有一首长诗《下途归石门旧居》,里面有这样的句子:“我离虽则岁物改,如今了然识所在”。意思是说他这一辈子,在那样一个社会里,虽然经历了不少世事变迁,晚年回到旧居以后,终于明白了自己的社会位置,但他以前没有识破,现在才识破了。这是他这个人一辈子认识的最后总结。那首长诗的最后几句是“悠然远与世事间,装鸾驾鹤又复远。何必长从七贵游?劳生徒聚万金产。挹君去,长相思,云游雨散从此辞。欲知恨别心易苦,向暮春风杨柳丝”。李白以此来寄托他的情感,表达了他澹泊名利的人生观,诗文富于哲理,也引起了钱老的兴趣。

今天的艺术创新并不是简单的花样翻新,而是要胸怀祖国面向世界,以科学的世界观、人生观和美学为指导,利用人-机结合的信息网络技术,集古今中外艺术精品之大成,在此深厚的艺术基础上,推陈出新,从艺术的内容和形式上,达到更高的台阶、更高的境界。

4.3 科学思维与艺术思维的特点

钱老于上个世纪80年代提出现代科学技术体系以后,又借鉴北大老哲学家熊十力教授把智慧分为“性智”、“量智”的观点,并对其加以唯物主义的解释与发挥。他认为,数学科学、自然科学、系统科学、军事科学等10大科学技术部门的知识是性智、量智的结合,主要表现为“量智”;而文艺创作、文艺理论、美学以及各种文艺实践活动,也是性智与量智的结合,但主要表现为“性智”;“性智”、“量智”是相通的。

“量智”是侧重对事物从微观到宏观、从局部

到整体、从量变到质变的发展过程去探索其本质和规律的学问;“性智”是侧重对事物从宏观到微观,从整体的、形象的感受上,从事物的“质”上入手去探索其本质和规律的学问。钱老十分重视人们“性智”的培养。

钱老说:“……2)事物的理解可分为‘量’与‘质’两个方面。但‘量’与‘质’又是辩证统一的,有从‘量’到‘质’的变化和‘质’也影响‘量’的变化。我们对事物的认识,最后目标是对其整体及内涵都充分理解。‘量智’主要是科学技术,是说科学技术总是从局部到整体,从研究量变到质变,‘量’非常重要。当然科学技术也重视由量变所引起的质变,所以科学技术也有‘性智’,也很重要。大科学家就尤其要有‘性智’。

3)‘性智’是从整体感受入手去理解事物,中国古代学者就如此。所以是从整体,从‘质’入手去认识世界的。中医理论就如此,从‘望、闻、问、切’到‘辨证施治’;但最后也有‘量’,用药都定量的嘛。”^①

从思维方式来看,“量智”的思维方式是逻辑思维与形象思维的结合,侧重于逻辑思维方式,大多用于科学研究与实验,所以也叫做科学思维方式。“性智”的思维方式固然也是逻辑思维与形象思维相结合,但侧重于形象思维方式,大多用于艺术创造与艺术活动,所以,也叫做艺术思维方式。

1)科学思维或称逻辑思维方式主要是通过运用概念进行判断、推理等抽象的思维形式,能动地反映现实的认识过程。因此,逻辑思维可以用语言、符号、数字为工具,比较准确地表达出来,思维运行的轨迹基本上是串行的,范围主要是局部的、微观的。逻辑(抽象)思维过程也不是很简单的,面对那些极其复杂的事物(开放的复杂巨系统)要进行逻辑(抽象)思维或说运用科学思维,就需要在反复观察与实践的基础上,弄清是非得失和主次之要,去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里,分析综合、归纳演绎等思维加工制作,在这个过程中,要撇开事物的具体形象和个别属性,努力揭示出事物的本质特征和规律,形成新的认识、新的理念。这样一种辩证的思维过程,虽然是曲折的、复杂的、螺旋式上升的,但从总体的趋势来看,仍如钱老所说:“抽象逻辑思维是一步步推下去的,是线

^① 钱学森. 1993年7月18日给钱学敏的信

型的，或者又分叉，是枝杈型的。”^[5]在思维过程中可能需要更多地运用辩证逻辑、数理逻辑，而不仅仅是形式逻辑。这是它的特点。

逻辑思维的结果一般都是完全确定的、惟一的、可以表达的。因而对这类信息的加工处理，可以尽量用电子计算机来代替，也就是说科学思维基本上可以用电脑帮助解决。但是，目前计算机的功能是有限的，单纯用逻辑（抽象）思维，或称科学思维，单纯靠计算机处理，没有人的形象（直感）思维，或称艺术思维，是不能创新科学技术的。

2) 艺术思维或称形象思维方式至今还很难说清楚。钱老曾把直感归为形象思维之中，并把灵感（顿悟）思维作为形象思维的特例。关于形象思维的特点，很早以前钱老曾这样猜想：“形象思维常常连一点来龙去脉都搞不清楚。所以我似乎觉得它是不是面形的、二维的，而不是一维的？”^[5]

20年前，钱老对形象思维及其与创造思维的过程，还有这样一段描述：“形象直感思维跟抽象的逻辑思维不一样的地方是网络性的、并联处理的；而且这里面有一种模糊性在里头，人的形象（直感）思维都是从许多方面同时进行，开始的时候是很模糊的，所谓得到结果就是在这个网络里头的某一个部分忽然出现一个很清晰的形象，好，这个问题就解决了，那么人的创造过程也就是这么一个过程。”^[6]当然，形象思维和灵感思维的成果还需要迅速用逻辑规律去进一步证明，用科学实验、社会实践去检验。

我理解所谓形象思维和灵感思维这种艺术家常用的思维方式，不完全是单纯地对事物表面现象进行“模式识别”，或形体、外表的直观（直觉），而是还蕴含着对所观察事物的整体的、宏观的、性质方面的思考，以至对事物的本质和规律性的想象和猜测，其间有时还可能融入了情感的、心理的因素。因而，往往是复杂的、多途径的、凝练的、有时是瞬时即逝的。

艺术思维（形象思维）还有一个重要的特点，就是思路灵活、多向搜索、联想、猜测，进行大跨度的思考、远缘“杂交”。也就是说艺术家或科学家对周围事物进行敏锐而详尽的洞察之后，运用丰富的想象力去捕捉复杂事物的本质和整体，从宏观的“形象”上一下子抓住事物发展变化的机理和精髓。正如爱因斯坦所说：“想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力概括着世界上的一

切，推动着进步，并且是知识化的源泉。”^[7]

从爱因斯坦的质能关系式 $E = mc^2$ ，到设计出原子弹和原子能发电站；从二进位制的数字变化规则，到设计出今天的电子计算机；从建筑科学到建成山水城市等等；都是既有科学思维（逻辑思维），又充分发挥了艺术思维（形象思维）的想象力。

钱老还对我说：“从事物整体关系的‘形象’上抓事物的机理，这是科学研究中创新的老道理，英文称 heuristic reasoning；以别于逻辑推理。至于灵感，英文称 inspiration；书中实例更多了。您一定也早就接触过。

我们现在是说：这些实质上都是触类旁通，跨度越大，创新程度也越大。而这里的障碍是人们习惯中的部门分割、分隔，打不通。而大成智慧学却教我们总揽全局，洞察关系，所以促使我们突破障碍，从而做到大跨度的触类旁通，完成创新。”^①

钱老认为，研究形象思维非常重要，它是研究思维科学的突破口，因为一旦把形象思维搞清楚了，前科学的那一大部分，别人很难学到的那些“只可意会，不可言传”的知识、经验、感受等，都可以挖掘出来了，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步。同时，真正的形象思维应该是唯物辩证的思维，只有逻辑思维和形象思维结合得好，才能形成创造性思维。创造性思维是智慧的泉源。

3) 至于灵感思维这种艺术家常用的艺术思维方式，其涌现好像颇具偶然性、经验性，“得来全不费功夫”，只要“跟着感觉走，让梦牵着手”就行了。事实不然，需要的倒是积累广博的知识、丰富的经验，深稽博考、反复实践，经历“衣带渐宽终不悔”、“踏破铁鞋无觅处”之后，才有可能与灵感小姐不期邂逅。

钱老说：“灵感思维是人们在生活中真有的，我自己就有过多次，解决了研究中遇到的难题。这都是在半梦半醒时发生的。现在我想：这是在正常清醒情况下，头脑中框框太多，阻碍大跨度的思维，所以要在半梦半醒中突破障碍，见到事理。但有一点必须明确：即灵感思维也是以人头脑中沉积的知识为基础的，如果没有人类的实践认识（自己的、他人告知的、书本上学得的），灵感思维也不能自天而降”^②。

① 钱学森. 1994年2月13日给钱学敏的信

② 钱学森. 1994年2月13日给吴远的信

钱老特别强调：人的认识只能源于实践，自己的实践，或他人的实践而把其认知转告于我，或古人的实践通过书籍文字转告于我。不依靠实践，空想是得不到知识的。他主张灵感思维也应坚持辩证唯物主义的认识论。

灵感思维与潜意识甚至梦境有关，对于灵感（顿悟）产生机制的研究，钱老给我们指出了基本方向，这很重要。但还需要思维科学与人体科学的脑科学、心理学、生理学等多学科结合起来进一步综合考察，这是一个很难的课题。

4.4 科学与艺术日趋融合相得益彰

其实，从思维活动来看，任何一位有文化素养的人，当他进行科学研究、科学实验或文艺创作、文艺活动时，都不可能单纯运用科学思维（逻辑思维）或单纯运用艺术思维（形象思维）去思考、去工作；而往往是把科学与艺术两种思维方式交织在一起使用，只不过在思考和工作不同阶段、不同角度、不同层次上有所侧重罢了。目前，科学与艺术日趋融合，两种知识（量智与性智）、两种思维方式（科学思维与艺术思维），必须自觉地结合起来、相互促进，才能创新，否则将一事无成。

关于科学思维（逻辑思维）与艺术思维（形象思维）不可分离，及其在科学与艺术创作过程中的作用，钱老有如下精辟分析：

“从思维科学角度看，科学工作总是从一个猜想开始的，然后才是科学论证；换言之，科学工作是源于形象思维，终于逻辑思维。形象思维是源于艺术，所以科学工作是先艺术，后才是科学。相反，艺术工作必须对事物有个科学的认识，然后才是艺术创作。在过去，人们总是只看到后半，所以把科学和艺术分了家，而其实是分不了家的；科学需要艺术，艺术也需要科学。两者要结合的道理在传统的手工艺品制作，现在的所谓‘工业设计’，即产品的造型美术设计等方面，是最清楚不过的了”。^①

这里强调科学与艺术的结合，实际也是强调运用整体观和系统观，在处理各种复杂事物和人的问题时，既要弄清其微观的、细节的、量的准确变化，掌握好“度”，又要注意从宏观上、整体上，系统地把握其各层次、各因素、各方面质的变化与飞跃。不只搞还原论、“死心眼儿”，也不空谈整体论、浮于幻想，而是把微观与宏观、还原论与整体论、理论与实践、部分与总体有机地结合起来，从

整体上观察和解决问题。

钱老和蒋英教授的结合可以说是科学与艺术的天作之合，他们在科学与艺术两大领域里，并不是“隔江相望”，他们始终是互相鼓励，互相促进，永远相依，堪称典范。钱老在回首往事时，常常提起和夫人蒋英共同度过的幸福而美好的生活，感谢她动人的歌声、她对音乐的深刻理解、她的艺术思维方式和浓厚的艺术气质，给了他在科学技术上的启迪与帮助。1991年10月16日，钱老在人民大会堂授奖仪式上的即兴演说就生动地说明了艺术对科技创新的作用。钱老说：44年来，蒋英给我介绍了音乐艺术，“这些艺术里所包含的诗情画意和对于人生的深刻的理解，使我丰富了对世界的认识，学会了艺术的广阔思维方法。或者说，正因为我受到这些艺术方面的熏陶，所以我才能够避免死心眼，避免机械唯物论，想问题能够更宽一点、活一点”。^[8]

钱老不仅拥有一个广阔无垠的科学世界，而且对文学艺术也有浓厚的兴趣，文艺理论、音乐、诗歌、绘画、书法、建筑、园林、工艺美术等等，他都深深地热爱着，用心体味着，并有许多独到的见解，拥有一个多姿多彩的艺术世界。只是由于祖国国防建设的需要，他没有更多的精力专门从事这方面的工作，但是他认为科学与艺术应相互促进、综合创新。他回顾自己70多年来学习与工作的历程就是以马克思主义哲学为指导，把理、工、文、艺结合起来走向大成智慧并有所创新的过程。

但是他说：“我用了70年的学习才悟到以上道理，太长了！能不能用不到20年就学到？可以的。用人—机结合，用信息技术，用信息网络。第五次产业革命呵！”^②

由此，他希望领导干部、科技帅才和年轻一代都要自觉地掌握马克思主义哲学，把理、工、文、艺结合起来，并广泛利用微电子技术、电子计算机、灵境技术、信息网络等，集古今中外知识、经验、信息、智慧之大成，群策群力，集思广益，成为有益于人民的、勇于创新的大成智者。

对于年轻一代的教育，他提出21世纪逐步实行“大成智慧教育”的设想，就是要人人大学毕业成硕士，4岁入学，德、智、体、美、劳五育齐发

① 钱学森. 1995年11月5日给刘为民的信

② 钱学森. 1994年2月7日给钱学敏的信

展，18岁毕业成硕士，这样的人才是全与专辩证统一的，他预言未来将掀起新一次的“文艺复兴”！

钱老对大成智慧学硕士的具体要求是：“（1）熟悉科学技术的体系，熟悉马克思主义哲学；（2）理、工、文、艺结合，有智慧；（3）熟悉信息网络，善于用电子计算机处理知识。”^①这三点，体现了大成智慧教育的丰富内涵，

1997年钱老在对科学与艺术、逻辑思维与形象思维、哲学与科学技术以及微观与宏观等进行综合思考以后，更为明确地阐述了“大成智慧”的实质与核心。他说：“我想我们宣传的‘大成智慧’……就在于微观与宏观相结合，整体（形象）思维与细部组装向整体（逻辑）思维合用；既不只谈哲学，也不只谈科学；而是把哲学和科学技术统一结合起来。哲学要指导科学，哲学也来自科学技术的提炼。这似乎是我们观点的要害：必集大成，才能得智慧！”^②

5 结束语

钱老是一位了不起的大科学家，战略思想家。他把自己全部智慧、全部情和爱都献给了祖国和人民，他的科学思想、科学精神和他的崇高品德，永远值得我们学习，薪火相传，发扬光大。

今年12月是钱老九十寿辰，愿他永远快乐，健康长寿！

贺钱老九十寿辰

华夏英杰赤心献，
冲霄神火壮国魂。
九秩已建千秋业，
百岁喜看后来人。

参考文献

- [1] 钱学敏. 试论钱学森的“大成智慧学”[J]. 首都师范大学学报, 2001, (3): 11~23
- [2] 钱学森主编. 现代科学技术和科学政策[M]. 北京: 中共中央党校出版社, 1993. 80
- [3] 钱学森等著. 论系统工程(修订本)[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1988. 259
- [4] 中国科技画报社. 影响20世纪的20位科技巨人[J]. 中国科技画报, 1999, (7): 8
- [5] 钱学森. 科学的艺术与艺术的科学[M]. 北京: 人民文学出版社, 1994. 1~2, 53, 200
- [6] 钱学森. 专家系统与思维科学[A]. 见: 人体科学与现代科技发展纵横观[M]. 北京: 人民出版社, 1996. 413~414
- [7] 爱因斯坦文集·第1卷[M]. 北京: 商务印书馆, 1977. 284
- [8] 钱学森. 在颁奖仪式上的讲话[N]. 人民日报, 1991-10-17(1,3)

On Qian Xuesen's Thought About Science and Fine Arts

Qian Xuemin

(Marxism School, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

[Abstract] According to Qian Xuesen's concept of the modern system of science and technology, the article focuses on his idea of the relation between science and fine arts. Science and fine arts are both different from each other and interlinked. They have origin, object, goal and soul in common. Scientific knowledge, scientific thinking (quantity intelligence) and artistic (including literary) knowledge, artistic thinking (quality intelligence) complement each other and promote each other, which is the key point of emergence of metasynthetic wisdom and creative thinking.

[Key words] quantity intelligence; quality intelligence; scientific thinking; artistic thinking; metasynthetic wisdom

① 钱学森. 1993年10月7日给钱学敏的信

② 钱学森. 1997年4月6日给钱学敏的信