

钱学森科普思想探究

——以钱学森手稿为基础

李红侠*

(上海交通大学钱学森图书馆, 上海 200030)

[摘要] 通过整理和分析钱学森手稿发现, 科普是他一直以来非常重视且重点研究的方向之一。他以马克思主义哲学为指导, 基于系统工程思想, 从社会价值、内涵原则、实践途径三方面对科普工作不断探索, 形成完整的科普思想体系, 其科普思想对于当前科普工作的开展仍具有重要的理论价值和启示价值。

[关键词] 钱学森 科普 马克思主义哲学 系统工程

[中图分类号] N4; G315 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.03.004

钱学森(1911—2009)是享誉海内外的杰出科学家和我国航天事业奠基人, 他在整个科学生涯中, 一直非常重视科普。20世纪30年代, 钱学森在交通大学求学时期就曾撰写过科普文章, 1935年他以公费生资格赴美留学, 师从著名力学大师冯·卡门, 此间受导师影响, 产生了科普思想的萌芽。1955年钱学森冲破重重阻力回到祖国, 并于次年参加我国第一个科学规划《一九五六年—一九六七年科学技术发展远景规划纲要》的编制工作, 积极助力推动我国科普工作的开展。1986年他担任中国科协第三届主席, 领导开展科普工作, 推动科普事业在改革开放的新时期蓬勃发展, 积累了丰富的科普实践经验。他在担任中国科协主席前后以马克思主义哲学为指导, 基于系统工程思想, 对科普工作

的社会价值、内涵原则、实践途径三方面做过系统论述, 形成完整的科普思想体系。

目前, 国内已有多位学者研究钱学森的科普思想。谢础以多年科普工作中与钱学森的接触, 回忆了钱学森对科普事业特别是对航天科普的关注与支持^[1]。涂元季以亲身经历讲述了钱学森的科普观^[2]。王文华通过对钱学森科普工作的梳理, 阐述了钱学森是一位热心传播科学新知识的科普大师^[3]。宋广礼回忆了钱学森对科普广播的热切关心和坚定支持^[4]。汪志以《在钱学森家作客》为题, 阐明了钱学森对科普的态度, 尤其是对科学小说创作的关心^[5]。王意玲分析了钱学森的两封书信, 阐述了他对气象科普作家的帮助与鼓励^[6]。谢正德通过钱学森与四川科技界的五件事, 缅怀钱学森的科学成就和科学精神^[7]。李

收稿日期: 2020-12-31

基金项目: 中央军委科学技术委员会国防科技战略先导计划“钱学森知识体系基础研究”(19-ZLXD-11-32-02-100-01-01); 上海交通大学2020年度晨星后备青年教辅奖励计划。

* 作者简介: 李红侠, 上海交通大学钱学森图书馆馆员, 研究方向: 钱学森研究、博物馆学, E-mail: hxli@sjtu.edu.cn。

明、顾吉环以钱学森如何对待署名文章为例，反映了他的科学精神和严实作风^[8]。

总的来看，目前学界对钱学森科普实践的回忆性文章较多，但整体上对其科普思想的系统梳理尚未有见。本文通过分析钱学森手稿等文献资料，系统梳理钱学森的科普思想体系，以期为当下科普工作提供参考与借鉴。

1 科普工作的社会价值

关于科普工作的社会价值，钱学森从三方面进行过系统论述。

1.1 科普能提高人民群众认识客观世界的水平

钱学森认为，提高民众认识客观世界的水平是科普重要的社会价值。20世纪80年代，发达国家纷纷提出21世纪以科技立国的战略目标。如1983年美国提出“战略防御倡议”，企图建立有效的反导系统，维持其核优势。同一时期，日本提出第五代计算机（即人工智能计算机）计划；西欧提出“尤里卡”计划，希望在尖端技术方面赶上美、日，巩固其在世界政治格局中的地位。这些举动都有一个共同目标：21世纪在科技上争先，以科技立国。

此时，中国正处于改革开放的历史时期，很多人包括部分干部难以跟上国家改革发展的速度。国内工业产品质量较低，难以在世界上竞争。钱学森分析，其根本问题之一是国内科技水平太差，而造成这种局面的原因“除了科学技术水平低以外，就是现有的科学技术未充分利用”^{[9][68]}。对此，钱学森提出我们的任务就是使全体人民能够认识高速发展和变化的客观世界。一个国家的科学技术能否取得良好的发展与利用，根本在于劳动者的素质和全体人民认识客观世界的水平。因此，对全体人民进行认识客观世界和改造客观世界的教育，提高全体人民认识客观世界的水平，既是科普工作内容也是科普重要的

社会价值。

1.2 科普是社会主义现代化建设的重要内容

钱学森认为，科普不只是扫除“科盲”，对社会主义物质文明和精神文明建设都有重要作用，是社会主义现代化建设的重要内容。因此，我们应通过科普工作更好地促进科技、经济、文化的结合。通过科学技术的普及帮助人们更新知识，促进大中型企业通过技术进步提高经济效益，加速科技成果向商品的转化，发挥科普在社会主义物质文明建设中的推动作用。与此同时，现代科学技术的普及不仅是科学知识的普及，科学精神、科学道德的普及也至关重要。在社会主义精神文明建设中，科普发挥着巨大的促进作用。1984年，钱学森致函北京市科委王天一，提出科普工作是建设社会主义精神文明的头等大事，并倡议“科学技术普及事业应归国务院文化部管，不应附于中国科协”^[10]。由此可见，他对科普在社会主义现代化建设中地位的界定。

1988年，钱学森在中国科协成立三十周年紀念大会上特别强调，精神文明建设要结合各项学术和科普工作进行，寓思想教育于现代科学技术知识的传播之中，并同培养讲理想、讲道德、讲文化、讲纪律的社会新人结合起来。要根据对象的不同有侧重地开展科普工作，“对领导干部和组织管理干部主要是进行现代管理和科学决策知识的传输；对广大城乡群众，主要提倡科学生产和文明生活，进行破除封建迷信、移风易俗的宣传；对广大青少年主要是进行科学理想和爱国主义的教育，提倡从小爱科学、学科学、用科学，促进科学世界观形成”^[11]。

1.3 科普是科学技术发展的力量源泉

钱学森提出，科普可以有效激发科技创新，是科学技术发展的力量源泉。1977年，钱学森在中央党校的报告中提出：“虽说现代科学技术已经累积了很丰富的知识，而且这

些知识又都高度地综合起来了，但我们毕竟还要承认，我们现在认识到的这一切仅仅是相对真理，还有许多没有被我们认识到的东西。在没有被我们认识到的东西中，恐怕不少恰恰是在那些我们专业科技人员不注意的地方。这些地方会出冷门，而要抓住这种冷门，必须靠广大人民群众，在没有想到的地方发现新的东西。不放过冷门，这虽然专业人员可以做，但更要依靠亿万群众的实践去发现这些东西。”^{[12]33}

不仅如此，钱学森还根据实践经验进一步提出，“群众性的发现”需要提升到理论高度，才具有普遍意义。多年前一位气焊师傅发现在乙炔发生器里加生石灰，可使乙炔出气更多，因此他提出“生石灰可以部分代替电石”的概念^{[12]34}。钱学森从理论角度分析，气焊师傅的发明并不是生石灰代替了碳化钙（电石），而是生石灰遇水放热把未充分反应碳化钙的作用发挥出来。此法巧妙地提高了实际生产中电石的利用率。因此人民群众在实践中发现的很多东西往往是专业人员在实验室里看不到的，非常宝贵。

2 科普工作的内涵

钱学森科普思想萌芽可追溯至青年时期，伴随中国两次科普高潮不断发展，最终形成于20世纪90年代前后。在此过程中，他以马克思主义哲学为指导，对科普、科普学及科普研究都有论述。通过研究钱学森手稿，从概念界定、科普的层次、科普的原则三个角度分析钱学森科普思想内涵。

2.1 概念界定

科普学是什么样的学问？1985年，钱学森在与中国科普创作研究所、上海科普研究所研究人员的谈话中曾对此有过相关论述。他说科普学实际上是科学学的一个部分。科学学是研究人在社会科学技术活动中的规律，

科普学是科学技术活动的一个方面，所以科普学应是科学学的组成部分，属于社会科学的范畴。科学学是以马克思主义哲学来指导，因此科普学的研究亦受马克思主义哲学指导。

何为科普？顾名思义，就是科学技术的普及。何为科学技术？1984年钱学森在庆祝中央人民广播电台科普节目35周年茶话会上提出：“当今之世，科学技术应该包括社会科学，也就是现代科学技术。”^[13]他构建的现代科学技术体系以马克思主义哲学为核心指导，具有开放性和动态性的特征。如图1所示，从横向看，体系包含：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、地理科学、军事科学、行为科学、建筑科学、文艺理论11大科学门类；从纵向看，每个门类又有逐级而上的三个层次，依次为应用技术、技术科学和基础理论，基础理论又通过其哲学“桥梁”上升到体系的顶层结构，即人认识客观和主观世界的思维——马克思主义哲学。这一体系的构建充分体现了钱学森系统工程思想，也是他科普思想得以形成的重要思想基础。

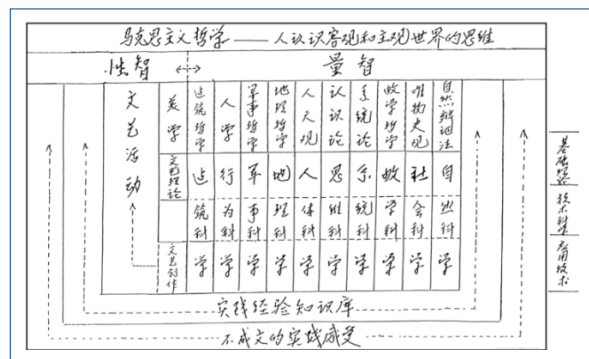


图1 钱学森“现代科学技术体系”结构图手稿

钱学森擅于运用马克思主义哲学的世界观和方法论处理复杂问题，尤其是在社会主义现代化建设新时期，他坚持用马克思主义哲学来认识纷繁复杂的客观事实，一切从客观实际出发，在实践基础上把握事物的发展规律。

钱学森认为,要认识客观世界,必然要认识客观世界的全貌,既囊括科学技术知识,还包含正确的世界观。所以,马克思主义世界观的传播也成为科普工作不可或缺的部分。1986—1991年,钱学森担任中国科协主席,领导开展科普工作。1989年9月8日,他在《人民日报》上读到一篇题为《让社会主义在人们心中扎根》的报道,介绍民主德国通过科普方式传播马克思主义世界观,钱学森深受触动,次日他立即将此剪报寄给中国科协副主席刘恕,分享其中的科普经验,并与之探讨科普部如何改进中国科协这方面的工作^[14]。从中可见马克思主义哲学在钱学森科普思想中的重要地位——既是科普研究的指导思想,又是科普工作的重要内容。随后,钱学森还提出人类今天发展进步到这么一个时期,掌握知识、智力,或者说掌握认识客观世界和改造客观世界的本事才是最根本的,不然就站不住脚,也不可能前进。

综上所述,钱学森对科普的定义可归纳为:通过对现代科学技术的普及,对全体人民进行认识客观世界和改造客观世界的教育,让全体人民都有一个很高的认识世界的水平。

2.2 科普的层次

现代科学技术已经非常复杂了,难以找到一种科普方式可以提高全体人民认识客观世界的水平。因此科普不应泛泛地讲,对象明确很重要。按照科普对象划分,钱学森将科普工作分为两个层次:大面积科普和对广大机关干部的科技。

大面积科普是指农村及小集镇的“大农业”(农、林、牧、副、渔、工、商贩、运输)科普和城市的“大工业”(工业生产、第三产业)科普。改革开放初期,这一对象在中国有几亿人,做好这项工作对提高劳动生产率关系极大,可以大大提高生产技术水平,钱学森称其为“产值翻倍”。

对广大机关干部的科技又称“中级科普”,可以归入干部的继续教育。“中级科普”非常重要,因为“科盲”是当不好干部的,它是关系到贯彻党中央的路线、方针、政策,建设中国特色社会主义国家的大事。例如,1986年,钱学森致函中央电视台宋广礼,提出:《科学知识》要讲现代科学技术的宏观趋势,人认识客观世界有哪些主攻方向;节目也要讲现代科学技术的具体成就,但也不能不讲细节,不讲宏观;中国广大干部尤其需要这方面的知识^[15]。除此之外,钱学森还曾提出“高级科普”(即宏观学术交流)的概念,但之后他经研究认为这并不是科普,而是一种跨学科、跨行业的学术活动。

2.3 科普的原则

科普要坚持实事求是的原则。首先,科普工作应坚持事实和幻想分开。1956年,钱学森受邀参加第一次全国科学技术普及工作积极分子大会,并在会上对科普工作提出两点建议:第一,避免把事实和幻想混淆,我们这样做的原因是贯彻实事求是的精神,说明事物的真实情况;第二,在科普工作里这种方式还有一个特殊的“利诱”。他解释道,广大职工、青年等科普对象都有着“向科学进军”的无限热情,但如果处理不当,容易造成不分青红皂白齐头并进,把精力花费到幻想的东西,最后弄到“吃力不讨好”^[16]。由此可见,科普工作要坚持实事求是的原则,把事理分析清楚、抓住问题关键,从而达到事半功倍的效果。

其次,科普宣传要全面。随着科技的发展,20世纪末中国出现了环境污染等问题。1998年,钱学森致函国家新闻出版总署,建议在对广大人民群众宣传近代科技成就的同时,也要说明不足之处,如“环境污染、水资源短缺利用不合理、城市垃圾问题、自然灾害预报问题”^[17]。总而言之,科普要坚持实

事求是的原则,既要普及科技成就,又要让公众了解待解决的问题。

由此可见,钱学森的科普思想内涵丰富,不仅囊括了传统的科学知识、科学方法、科学思想、科学精神、科学道德,同时搭建了一个以马克思主义哲学为顶层结构的现代科学技术体系,指明科普的最终目标是让全体人民都有一个很高的认识世界的水平。同时,他针对国情提出问题并给出建议。这些观点在新时代弘扬科学精神、普及科学知识乃至实现中华民族伟大复兴进程中仍将发挥重要作用。

3 科普工作的实践途径

科普工作的实践途径有很多,如讲演、广播、展览会等。其中科普刊物出版、科教电影电视创作、科普场馆建设、科普人才队伍建设是钱学森重视的四种方式。

3.1 科普刊物出版

钱学森认为,科普刊物出版是科普工作重要的实践途径,是关系社会主义文化建设的大事。20世纪30年代,钱学森就读于交通大学铁道机械工程专业,那时航空科学是一门新兴学科。此间,钱学森受孙中山“航空救国”的感召,开始学习航空知识并涉猎科普文章撰写,曾在《空军》《航空杂志》此类宣传航空救国、普及航空知识的杂志上发表《美国大飞船失事及美国建筑飞船的原因》《航空用蒸汽发动机》《最近飞机炮之发展》等文章^[18]。回国后,钱学森在献身于航天事业的同时坚持科普文章撰写,于1984年被推选为中国科普创作协会荣誉会员。

上述实践经验是钱学森科普思想得以形成的重要实践基础。因此他尤其重视科普刊物出版工作,并为其建言献策。1964年,钱学森在复刊的《航空知识》杂志上发表文章,他说:“《航空知识》在社会主义建设中的光荣

任务是普及航空科学知识,并祝《航空知识》在这一项重要的科学技术普及工作中取得成就。”^[19]无独有偶,1980年,《宇航学报》创刊,钱学森在第一期发表贺词,并在文中首次解释了“航天”与“航宇”的差别^{[20]467-468}。这一知识点,在如今的航天科普课中仍然广泛传播。钱学森藏书中有30多本《大自然探索》杂志,自该杂志创刊他就一直关注。1982年,他到国家建委招待所看望《大自然探索》杂志主编、四川省委书记杨超,对杂志给予了很高评价,并就科学道德进行商谈,还对杂志封面、装帧等问题给出建议^{[20]531}。

钱学森曾对科普出版工作者提出要求:科普读物要讲究质量,不要出版在科学上陈腐、不准确、效果不好的书籍;并对科学幻想小说总把已知事情夸大的情况提出批评,指出这是对青少年的污染^[21]。此外,他曾高度评价科普刊物的社会作用。1987年,他在中国科普作家协会综合学术年会交流材料上看到陶世龙的文章《让科学精神笼罩中华——基础科学普及读物的一项根本任务》,作者提出:利用科普读物普及基础科学知识,特别是通过它来普及科学方法、宣传科学精神有着重要的历史意义。钱学森在文章首页写下:“不是科学普及,是文化建设!”^[22]由此可见,他认为科普刊物出版对科普工作本身乃至社会主义文化建设都有重要作用。

3.2 科学教育电影电视创作

钱学森提出,科学教育电影电视关系到社会主义物质文明建设和精神文明建设。因此,他非常重视科教电影电视工作,常与科普作家交流且亲自参与科教电影创作,并提出“科教片一定要讲科学”的重要原则。1979年,钱学森在上海延安饭店会见航天科教片《空间科学》(后改名为《向宇宙进军》)摄制组,就片名、结构等提出建议,特别强调科教片要讲科学^{[20]438-451}。之后,钱学森又在第

七机械工业部和文化部电影局先后两次参加该片审片会，关心影片制作。此外，对于社会上流行的科学幻想类科教片，钱学森曾指出“科学幻想不是漫无边际的胡想，不科学就成了污染”。

钱学森对中国特色社会主义科教电影电视事业提出四条宏观建议：第一，不能忘本，坚决反对资产阶级自由化，反对全盘西化；第二，从人民的利益和国家的发展角度出发，发展生产技术性、知识性、介绍现代科学技术发展前沿的电影电视；第三，科教电影电视要运用科学技术的新发展，注重文学艺术与科学技术的结合；第四，加强科教电影电视的宏观管理，由国家统一规划^[23]。

3.3 科普场馆建设

钱学森认为，科技馆、博物馆、博览会等公益设施是重要的科普场所。1956年钱学森访苏期间，曾参观莫斯科的展览馆、博物馆。他生前亲手整理的2万多份剪报，有大量的科普场馆内容。如《中国科学报》于1995年刊登文章《我国的植物标本馆亟待发展——中国科学院植物所标本馆馆长傅德志一席谈》，馆长结合时事“假桂圆风波”阐述标本馆在传播科学、去伪存真方面发挥的社会作用^[24]。钱学森深以为然，把文章制成剪报收藏起来。

除此之外，钱学森还提炼出一套办好科技展览的方法，充分体现了系统工程思想的运用。他提出展览如同一场展出，要有总设计师，有一定的指导思想，展览的各种手段要紧紧围绕主题；同理，建科技馆也要有一个通盘规划，明确发展方向。在此基础上，他还以超前的眼光提出建立志愿者队伍的想法，即“办展览要依靠群众，专职的与群众结合”。这套方法为当今科技馆、博物馆的展陈人员策划高质量展览提供了方法论，并为如何成为优秀策展人指明了道路。

更为重要的是，经过对国内外科普场馆的比较分析，他结合国情呼吁：“我们现在有国家教育委员会，我想将来最好有国家科普委员会，在科普上花的钱应该和教育经费差不多，一年总得有几百亿元才行。”^{[9][170]}时至今日，科普场馆蓬勃发展，成为爱国主义教育基地、科普教育基地，已切实承担起科普工作的重任。

3.4 科普人才队伍建设

在钱学森科普思想中，人才队伍建设是核心，人才的培养要从青少年抓起。1978年，中国科协等单位联合组织“北京市青少年科技参观团”参加科学家见面会。钱学森未能到场但对此事积极回应，他通过书信为青少年介绍了现代科学技术的重大成就^[25]。晚年，他在《教育理论、思维科学与脑科学》手稿中写道：“从我自幼所受教育来看，培养青少年要从多方面，包括文艺、绘画、音乐入手。”^[26]因此，他建议支持和协同教育部门大力开展青少年科技活动，使“科技幼苗不断涌现”；充分发挥科协和学会在“促进人才成长”和“参与社会教育”中的作用，促进各学科富有创造才华的人才脱颖而出。

人云亦云不是科学精神，科学精神最重要的是创新。2005年，钱学森在住院期间与身边工作人员最后一次系统谈话时说：“科技创新人才的培养问题是我们国家长远发展的一个大问题。”加州理工学院的留学经历使他认识到，真正的创新，就看是否敢于研究别人没有研究过的科学前沿问题，而不是别人已经说过的东西我们知道，没有说过的东西我们就不知道。此外，对于一些学术讨论会互相保密的情况，他直言不讳“这不是发展科学的作风”，因为创新不仅需要科技工作者个人忘我地劳动，更重要的是有活跃的学术思想环境，有信息广阔的富有生气的学术交流^[11]。

此外, 钱学森还特别强调科技人员要具备“三言两语讲清问题”的能力。1996年,《光明日报》刊登了一篇钱学森讲话,在全国科普界引起重大反响。他说:“我们国家重视出成果是对的,但还要重视培养科技人员三言两语讲清问题的能力。”^[27]实践证明,做好科普工作并不简单,把一个专业化问题向外行人讲清楚需要科技人员用形象的语言来表达科技问题。因此他曾给西北工业大学提过一个特殊的建议,即学位论文加一个“副篇”,通过简短的“副篇”对一个不在行的人讲清楚论文内容。虽然此法在高校并未广泛施行,但“三言两语讲清问题”的训练,不失为建设科普人才队伍的重要方式。

4 结语

近年来,随着世界百年未有之大变局加速演进,科技创新已成为国际战略博弈的主要战场,围绕科技制高点的竞争空前激烈。在全面建设社会主义现代化国家新征程的重要时刻,科普工作得到良好发展的同时,更应加速实现向“高质量科普”的转变,提高全体人民的科学文化水平。而“通过对现代科学技术的普及对全体人民进行认识客观世界和改造客观世界的教育,让全体人民都有一个很高的认识世界的水平”正是钱学森科普思想的重要内容与最终目标。

钱学森科普思想伴随着新中国成立后的两次科普高潮,是对这一时期科技发展史

和21世纪科技发展趋势的高度概括与总结。尤其是20世纪80年代,他对21世纪国家将“在科技上争先,以科技立国”的分析,体现了一位战略科学家对科普社会价值的重要判断。他认为,科普能提高人民群众认识客观世界的水平,是社会主义现代化建设的重要内容,是科学技术发展的力量源泉。因此,钱学森以马克思主义哲学为指导,基于系统工程思想构建的科普思想体系为新时代发展“高质量科普”提供了重要的理论支撑。

与此同时,通过探究钱学森科普思想,我们不仅可以深入领会科普工作的丰富内涵与社会价值,还能找出“高质量科普”工作如何开展的方法与路径。高质量的科普刊物、科教电影电视、科普场馆是钱学森科普工作的重要实践途径,特别是他提出“对科普出版工作者要求”“中国特色社会主义科教电影电视事业的宏观建议”“办好科技展览的方法”都为科普工作的具体实施给出了行之有效的方法论,充分体现了科学方法与科学精神的完美融合。更为重要的是,钱学森结合自幼教育经历提出的关于人才队伍建设的论述为21世纪中国如何培养拔尖创新型人才指明了道路,这也正是钱学森晚年经常思考、念念不忘的问题。因此,在国家大力弘扬科学家精神、弘扬科学精神和工匠精神的今天,研究钱学森科普思想仍具有重要的理论意义和现实意义。

参考文献

- [1] 谢础. 忆钱学森关心航空航天科普[J]. 科普研究, 2009(6): 86-92, 98.
- [2] 涂元季. 钱学森的科普观(节录)[J]. 森林与人类, 1997(2): 13-15.
- [3] 王文华. 钱学森科普思想研究[C]//中国科普研究所. 中国科普理论与实践探索——新时代公众科学素质评估评价专题论坛暨第二十五届全国科普理论研讨会论文集. 北京: 科学出版社, 2019: 16.
- [4] 宋广礼. 科普广播人怀念钱学森[J]. 科普创作, 2018(1): 87-92.
- [5] 汪志. 在钱学森家作客[J]. 今日科苑, 2006(2): 56-57.

(下转第57页)

为学生提供更有意义、更有效的学习情景和学习经历。还应关注并探寻现代化技术在生

物学教育及科学教育研究与实践中的潜力和作用。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 郭秀晶, 房宏君. 北京市教育科学研究热点、前沿及其演进可视化探析[J]. 清华大学教育研究, 2019(3): 126-132.
- [3] 陈悦. 引文空间分析原理与应用: CiteSpace 实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 魏亚丽, 宋秋前. STEM 教育研究: 热点、分布及趋势[J]. 外国中小学教育, 2019(1): 10-19.
- [5] 王晶莹, 张宇, 王念. 国际多元文化教育的研究进展与趋势: 基于 WOS 数据库 SSCI 论文的可视化分析[J]. 全球教育展望, 2017(3): 83-94.
- [6] Chen C. Science Mapping: A Systematic Review of the Literature[J]. Journal of Data & Information Science, 2017, 2(2): 1-40.
- [7] 王柳媚, 王更强. 我国近十年生物教学研究热点与分析[J]. 中学生物教学, 2018(6): 4-6.

(编辑 李红林 袁 博)

(上接第 36 页)

- [6] 王意玲, 大地. 两封来信 一片深情——钱学森帮助鼓励气象科普作家[J]. 气象与环境学报, 1994(3): 24.
- [7] 谢正德. 钱学森与四川科技界二三事[J]. 科协论坛, 2012(2): 47-48.
- [8] 李明, 顾吉环. 钱学森如何对待署名文章[J]. 冶金企业文化, 2016(5): 62.
- [9] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷四)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012.
- [10] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(1)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 339.
- [11] 钱学森. 为科技兴国而奋力工作——在中国科学技术协会成立三十周年纪念大会上的报告[J]. 中国科技史料, 1988(4): 3-10.
- [12] 彭学诗. 钱学森在中央党校的报告[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2015.
- [13] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷三)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 339.
- [14] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森致刘恕的信[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -3953.
- [15] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(3)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 47.
- [16] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷一)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 134.
- [17] 涂元季, 李明, 顾吉环. 钱学森书信(10)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 391.
- [18] 吕成冬. 他日归来: 钱学森的求知岁月[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2019: 56-63.
- [19] 谢础. 钱学森与航空航天科普[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2010(1): 71-77.
- [20] 张现民. 钱学森年谱(上)[M]. 北京: 中央文献出版社, 2015.
- [21] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森题写的“中国出版工作者协会讲话”资料袋[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2073.
- [22] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森剪报[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2046.
- [23] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森的“关于建设有中国特色的社会主义科学教育电影电视实业的几点想法”手稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2275.
- [24] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森剪报[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -1942.
- [25] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森致北京市青少年科技参观团全体同学的书信打印稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -2491.
- [26] 上海交通大学钱学森图书馆. 钱学森的“教育理论、思维科学与脑科学”手稿[Z]. 档案号: RW- 钱学森 -1888.
- [27] 顾吉环, 李明, 涂元季. 钱学森文集(卷六)[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 381.

(编辑 颜 燕)