

茅以昇科普創作選集

第一集



科学普及出版社

茅以昇科普创作选集

科学普及出版社

内 容 提 要

本《选集》收编了我国老一辈科学家、桥梁专家茅以昇同志在全国解放后发表过的部分科普文章。其中有一部分是作者论述科普工作的文章和讲话,字里行间倾注着作者对我国科普事业的关怀,培养青少年从小爱科学、学科学、用科学的期望;另一部分作品是关于桥梁史和桥梁建筑知识的。作者以通俗的文字,深入浅出地向读者介绍了桥梁建筑的基础知识,并且指出我国桥梁建筑在世界桥梁史上所占的重要地位,独特的民族风格。本书还刊出作者在全国解放前写的关于圆周率等文章。

茅以昇科普创作选集

责任编辑:黄明鲁

封面设计:赵一东

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本:850×1168毫米 1/32 印张:7 5/8 插页:1 字数:188千字

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数:1—7,200册 定价:0.80元

统一书号:13051·1184 本社书号:0224



作者 茅以昇

茅以昇生平简介

茅以昇,字唐臣,中国科学院学部委员、教授。江苏镇江人,生于1896年。1916年毕业于唐山工业专门学校,考取清华官费赴美国留学,1917年获美国康奈尔大学土木工程硕士学位,1921年获美国加利基理工大学工学博士学位,1948年被选为南京国立中央研究院数理组院士。

1920年回国,先后任交通大学唐山学校副主任、教授,南京东南大学工科主任、教授、河海工科大学校长、教授,天津北洋工学院院长、教授。1933年任杭州钱塘江桥工程处处长,1938年任交通大学唐山工程学院院长、教授,1942年任交通部桥梁设计工程处处长,1943年任交通部中国桥梁公司总经理兼总工程师,1947年任北京中国交通大学校长,1952年任铁道研究所所长,1955—1958年任武汉长江大桥技术顾问委员会主任委员,1956年任铁道科学研究院院长。

1949年为全国政治协商会议代表,1954年起为全国政协第一至第五届委员,1958年起为全国政协科技组组长,1954年起为全国人民代表大会第一至第五届代表,全国人大常委会第一至第五届委员,1959年起为九三学社副主席,1979年起为全国人大法制委员会委员。

1918年起多次选为中国工程学会董事,1920年起多次选为中国科学社理事,1931年起多次选为中国工程师学会董事,1947—1948年为中国工程师学会会长,1949年6月至10月为上海科技界“科联”主席。1953年起为中国土木工程学会理事长,1950年起任中华全国科学技术普及协会副主席,至1958年起为中国科学技术协会副主席。1960年起为北京市科学技术协会主席,1956年起为国际桥梁及结构工程学会会员,1957年起为国际土力学及

基础工程学会会员。

1921年美国康奈尔大学给予福帝士 Fuertes 研究奖章(该大学每年一名),1941年中国工程师学会因主持建成钱塘江桥,授予荣誉奖章,1979年美国加利基-梅隆大学因在土木工程领域内所作特殊贡献,授予“卓越校友”奖章。

历年来,因科学技术任务,率领代表团出国多次:1951年到捷克、1954年到苏联、1956年到意大利、瑞士、法国、葡萄牙,1957年到英国,1960年到瑞典,1973年、1976年到日本,1979年到美国。

茅以昇教授,早在唐山读书的时候,看到贫弱的祖国许多铁路和桥梁的修建权被外国人把持,如郑州黄河大桥是比国人修的,济南黄河大桥是德国人修的,蚌埠淮河大桥是英国人修的,哈尔滨松花江大桥是俄国人修的,沈阳浑河大桥是日本人修的,云南河口人字桥是法国人修的,广州珠江大桥是美国人修的等等,感到痛心,发愤用功,立志要在桥梁事业上为中国人民争一口气。到了1933年果然机会来了,茅以昇受命主持修建杭州钱塘江大桥。这座桥,比起上述所有外国人造的各桥不但规模大得多,而且设计施工也难得多,一因钱塘江汹涌和钱塘潮壁立,都是世界闻名的。二因江底石层上的“流沙”(极细极轻的沙粒)深达四十余米,经常为水冲刷,故有“钱塘江无底”的谚语。三因顾虑日本侵略势力南下,要抢在前头完工。茅以昇教授和他的战友们,特别是老友罗英,依靠工人们努力,发明了“基础”、“桥墩”、“钢梁”三种工程,上下并进,一气呵成的新方案,并且在“射水法”、“沉箱法”、“浮运法”中使全部工程半机械化,因而造成的钱塘江桥,工期最短(两年半),工款最少(合美金160万元)。至今建成四十余年,中间虽经爆炸重修,而火车过桥,速度不减。建桥期间,训练培养了大批桥梁工程人才,后来成为我国桥梁事业的骨干。

茅以昇教授,任教多年,根据亲身经验,对于如何读书、如何教书、如何做工,都有独到见解。他在唐山读大学时,摸索出两条学习方法,一是学习要有计划,每日订出时间表,严格执行;一为领悟

出各门功课,有一共同红线,贯穿其间,即是逻辑性,因而可以学得既深且广。对于各种考试,举重若轻,在唐山五年,各门课总成绩,每年均为全班第一名。后来赴美国留学做研究生时,专攻桥梁,得到硕士学位后,在美国桥梁工厂实习一年半,了解到如何做工,才能多快好省,并研究了工程的“科学管理”。在几个学校教书时,重启发而不重灌输,采用了“学生考老师”的新方法,鼓励学生提出带根本性的问题,有些可成为研究项目,因而学生对课程的了解,比较彻底而又便于记忆。

茅以昇教授对于教育制度应如何改革,深有研究,在报刊上发表过不少文章,主张先实践后理论,先知其然,后知其所以然。又大力提倡业余教育,认为在科学技术落后的情况下,我国业余学习的人数,应当至少十倍于脱产学习的人数。同时又积极参加科普工作。解放后在各报刊上发表过二百篇文章中,有十分之三是属于科普性质的。对于青少年的科技读物,特别重视,时常参加写作。曾和北京市五个区的中小学生两三万人见过面,讲过话。他对青年们的学习,爱提四句话:

“博闻强记,多思多问,取法乎上,持之以恒。”

茅以昇教授著作甚富,但成书出版者不多(《桥梁应力》、《习而学的工程教育》、《科学与技术》、《钱塘江桥》、《武汉长江大桥》、《中国古桥与新桥》——日文本、英文本、法文本、德文本、西班牙文本),正在编辑出版者有:《科普创作选》、《茅以昇文存》两本,仍在编写尚未完成的有《教育制度》、《科学体系》、《力学概念》三本。其大量文稿散见于解放后三十年中的中外日报及期刊的约有二百篇,分布如下:(截至1981年4月)

(1) 日报 134 篇:人民日报 20 篇、光明日报 39 篇、北京日报 5 篇、北京晚报 7 篇、上海文汇报 13 篇、中国新闻 7 篇、人民铁道报 4 篇、此外则散见于工人日报、体育报、青年报、少年报、湖北、广州、福建、天津等日报及香港大公报、香港文汇报、澳门日报、美国华侨日报等。

(2) 期刊 38 篇:《科学》6 篇,《工程》8 篇(此两期刊解放前

出版)。《土木工程学报》5 篇、《文物》2 篇、《人民文学》1 篇及其他各种杂志共 8 篇。登载于国外土木工程杂志的有英国的 5 篇、美国、法国、意大利各一篇。

(3) 各种科普杂志 25 篇。

前 言

这本书收集了我过去写的 44 篇文章,极大部分是解放后在日报或期刊上发表过的,只有三篇是解放前发表过的,一篇是未曾发表过的。这些文章的内容很不统一,好象杂乱无章,命名为“杂文”亦未始不可,不过总的说来,还是都属于科学范围的,具有广泛兴趣,以属于桥梁的居多。在大部分科普文章中,夹杂一些近于科研文章,也许并非坏事,因为可以衬托出科普的特点。把已经发表过的文章,现在重行出版,是否有点“祸殃梨枣”,我很难自解,只有请读者评论吧。

我衷心感谢公盾同志为这本书写了一篇长序,但把我说得太高了,我实在担当不起,不过由此看出他对科普工作具有如何高度的热诚,令人钦佩无已。

科普出版社的编辑同志们,特别是黄明鲁同志,为这本书费了不少心血,我在此一并致谢。

茅以昇

1981、7、15、

科普之花桥畔开（代序）

介绍《茅以昇科普创作选集》

公 盾

《茅以昇科普创作选集》由科学普及出版社出版。科学家致力科普创作，责无旁贷。茅以昇同志是全国知名的科学家、桥梁专家，他的大半生为中国人民造了许多桥，现在他又为了加速四化的步伐，在科研与科普之间也架了“桥”，其精神可敬可佩。《选集》的出版将对科普界发生一定的影响，也将对科学家致力科普创作起桥梁作用。

茅以昇早年留学美国，攻读桥梁工程，24岁获得博士学位，回国后即从事桥梁工程和教育工作。解放以后，长期任铁道科学研究院院长和全国科协领导工作等职务。他在从事科研工作的同时，对科普工作更不遗余力，是科学家支持和从事科普事业的模范。《选集》就是他多年以来辛勤致力科普活动的一个记录。

漫话桥梁沧桑，普及建桥知识

《选集》收入了44篇有关科普知识方面的文章。其中不少是关于桥梁方面的。桥梁是文化的表征。中国是江河交错的国家，又是世界上文化发达最早的国家之一。我国桥梁建筑源远流长。《选集》在人们面前展现了我国桥梁建筑的历史面貌。1,300多年前我国建造的河北赵县赵州桥，是世界上保留下来最早、最长，独具自己风格和特色的单孔石拱桥，跨度达37.4米。远在秦始皇时代建成的中渭桥长280步，宽6丈，设68孔；“长桥卧波，未云何龙”（杜牧：《阿房宫赋》），成为秦代宏伟建筑物阿房宫里以桥点景

的写照。被意大利旅行家马可·波罗誉为“在世界上无可比拟”，并以狮子石雕而脍炙人口的北京郊区芦沟桥，四川大渡河上铁索横悬的百米泸定桥，以及兰津的浮桥，洛阳的拱桥，甘肃的“伸臂桥”，四川都江堰的竹索悬桥，广东潮州的湘子桥，江苏吴江的垂虹桥，江西宜宾的“斩蛟桥”；此外，还有一篇得一九八一年全国新长征优秀科普作品一等奖的《没有不能造的桥》，作者对上述桥梁，都一一作了科学介绍。他对我国有史以来修建成的各种各式桥梁如数家珍，并以娓娓动听的语言文字，向广大读者讲述了我国桥梁建筑在世界桥梁史中的地位以及民族艺术的特色。

作者不仅参阅了很多历史书籍，研究了地方志上有关古桥记载，而且多次作了实地考察。从文章可见，作者熟读山东、福建、河北、陕西、浙江、河南、四川等各省通志和《江南通志》、《南城县志》、《泉州府志》、《风俗记》、《虎渡桥记》等书，搜集了有关桥梁史的第一手材料。他用《拾遗记》中“鼉鼉以为桥梁”，《诗经》里“亲迎于渭，造舟为梁”等，说明最原始的桥；引《水经注》谈最早的拱桥——“旅人桥”；从《泉州府志》、《漳州府志》探讨中外驰名的位于晋江、惠安两县之间的洛阳桥的建造与历史沿革，指出宋时泉州府一处就有桥 64 座，所辖各县 132 座；而漳州也有 58 座，所辖各县 139 座；正因为如此，当时传说“闽中桥梁甲天下，泉州桥梁甲闽中”。南宋时泉州的许多桥梁是由和尚募缘修建成的，僧侣（也包括基督教徒和伊斯兰教徒）中出现了不少桥梁建筑师；作者借《读史方輿记要》记载，得知明末郑成功怎样利用洛阳桥抗御清兵；通过《漳州府志》和《宋史·蔡襄传》，了解到状元蔡襄造桥的故事；他用“写虹便欲饮，图星逼似真”（梁简文帝诗），讲了当时的石桥；“万里桥西宅，百花潭北庄”（杜甫诗），这是四川的万里桥；“鸡声茅店月，人迹板桥霜”（温庭筠诗），这是说古代的木板桥；“暮烟秋雨过枫桥”（杜牧诗），这是说古苏州的枫桥；“二十四桥明月夜，玉人何处教吹箫”（杜牧诗），这是历史上扬州二十四桥的生动写照；从明莫仲璇的《断桥残雪词》，可见杭州断桥名胜由来已久；而名画《清明上河图》，使人窥见河南开封虹桥的踪影；……作者通过这些科普文章，描述生动，

使我国许多古桥名胜栩栩如生。

《选集》中的《桥话》、《中国石拱桥》等文，是桥梁科普的杰作。前者以深入浅出的笔调描绘了什么是桥；什么是悬桥；古桥今用的体现；以力学观点谈古桥结构中的“整体性”，阐述了我国古代能工巧匠如何从丰富的实践中掌握“整体作用”的运动规律等等。由于文章写得既有科学性又有艺术性，受到了毛主席的赞赏。毛主席生前看了这一组在《人民日报》上刊登的文章后，对茅以昇同志说道：“我看了你写的《桥话》，想不到你这位科学家，还是个文学家呢！”后者《中国石拱桥》，是优秀的科普说明文，被选进《初中语文课本》第三册，作为中学生必读的范文，其中科学概念的阐明和判断，犹如清澈可见的润泉，对青年学生逻辑思维训练很有好处，作者由浅入深，从桥、拱桥、石拱桥，讲到中国石拱桥，并以赵州桥为例，阐明了石拱桥的形式和特色，写得准确、鲜明、生动，如同层层剥笋，引人入胜。

作者认为，科学家成就的取得，正是迎着困难去“攻关”的胜利。在《双脚踏过钱塘江》等文中，他以亲身的实践，说明了他作为钱塘江大桥工程处处长时，怎样排除和战胜“钱塘江无底”的种种困难，以“上下并进法”，在短暂的两年半时间内，一气呵成地建成了大桥。当他看到火车、汽车风驰电掣地过桥时，何等欢欣喜悦啊！但由于抗日战争爆发，在通车仅3个月的1937年12月23日，在敌骑接近桥头堡时，又断然开动预先布置好的爆炸器，把桥炸毁了！“钱塘江桥五行缺火”，火把钱塘江桥毁了！三年之功，废于一旦！茅以昇感到无比沉痛，但又觉得是值得的，因为它符合民族利益！因此，抗战胜利后，他在很短时间内，把桥又重新修好了！在建桥、炸桥、修桥过程中，任钱塘江桥工程处长达16年之久，可以想见，当他又看到成千上万群众“双脚踏过钱塘江”时，该多么高兴啊！

作者的科普文章用辩证唯物主义观点，深入浅出地阐明了桥梁建筑问题。他认为一切桥梁建筑都是矛盾的统一。因为桥梁建筑受到自然界的制约，地质、地形是比较固定的，水流、风雨则经常

变化;因此如何选择桥址,充分利用地形,便是十分重要的问题。作者以武汉长江大桥为例,说明桥址选于蛇山、龟山之间的原因在于缩短引桥长度和克服车和船过桥的矛盾。为选择合适桥位,确定桥孔跨度和桥墩型式怎样才能克服工程中的水力的冲击、泥沙的阻碍和深水压力,建桥设计人员必须充分利用自然界条件,潮水涨落,重力平衡。可见一桥落成,正是向自然作英勇斗争的产物,是战胜自然界各种敌人的结果。一座优秀的桥梁,不但能经受风吹雨打,大浪冲击,而且要承受各种载重车辆的通过。作者指出桥的巍然不动,是指大动而言,至于微动、小动却是不间断的,甚至于分秒不停,而优秀的桥总是在四周的作用和反作用之中处于平衡状态的。作者正是从实际出发,以唯物辩证法阐明了平衡就是矛盾的统一这一原理。矛盾是时刻变化的,因而平衡也不可能是绝对稳定和静止的。他说明作为上层建筑的桥必须适应地基的基础,而什么样的基础才能建造什么样的桥。上下是一个统一的整体。茅以昇的桥梁科普文章,不但向广大读者普及了关于桥梁建筑的基础知识,也使人学习到辩证唯物主义哲学的基本常识。

热心关怀少年儿童爱科学、学科学、用科学

《选集》谆谆诱导青少年爱科学、学科学、用科学。1955年8月,来自四川、广东、黑龙江、内蒙等地9—15岁高小和初中学生在北海公园召开联欢会,并陈列了他们制造的科学工艺展品,表演了电动铲土机、人工降雨器的模型等。茅以昇情不自禁地写了《检阅了我们科学大军的后备力量》,赞扬“后生可畏”。他指出科学并不神秘,任何自然的奥秘都是可以揭开的,鼓励孩子们再接再厉地向科学进军!但要攻克科学堡垒必须下定决心,贡献出自己一生的精力,坚持不懈地前进!他谆谆嘱咐孩子们,要做到占据一个据点,攻而克之,再及其余;要认识到科学是个统一体,其中充满着相互关系。例如要研究生物,也要有物理、化学方面的知识;要解决物理问题时,往往涉及地质和气象;我国经济建设中某些技术问题,需要综合的科学理论去解决。他鼓励青少年要全面掌握自然

科学的基础理论知识,培养钻研精神,努力上进,用科学为人民造福。他提出科学教育要从小开始,不但在课堂,还要在课外,并在日常生活中培养自己爱科学、学科学、用科学。作者坚决反对以“科学”为名,给少年儿童灌输非科学的东西,因为幼年误解,就会终身受累。作者通过《从小得到启发》等文章现身说法,讲到童年怎样因看到南京秦淮河赛龙舟时文德桥塌了,便立志要在长大后建造牢固的桥;说自己如何在少年时代受“走马灯”转动原理的启示,开始探索科学之门;他以自己如何在背诵古文中,锻炼了很强的记忆力为例,提倡博闻强记,说记忆力的锻炼,犹如磨刀,越磨越快,不磨不用则锈。

茅以昇同志经常向青少年讲话。从1978年起,他应北京市九十六中学、北京市少年宫、西城区、宣武区、东城区、崇文区、海淀区的教育局、团区委,以及若干小学校的邀请作科普报告,听众达三万人次以上。他就是如此热心地对青少年普及科学知识。他的许多文章是为少年儿童写的,因此孩子们对茅爷爷非常熟悉、热爱和尊敬。无锡延安小学给茅爷爷寄来了一张图画代替书信,是集体用心画的一幅画,深深地表达了孩子们对茅爷爷的敬意;河南新乡市新乡区解放路第二小学的138名小学生,给茅爷爷送来了装着一筐138个鸡蛋,其中每人送一个蛋。“一筐鸡蛋轻又轻,送给爷爷茅以昇;立志辛勤学科学,不负老人一片心!”孩子们对茅爷爷这样诚挚关怀小读者的科学家,表达了多么真诚的感激呀!

介绍科学先驱,激励后人成长

《选集》的若干文章,还以充沛的热情对青少年和科学爱好者,介绍了已往时代的科学家。例如他在《纪念近代科学先驱者和伟大艺术家——达·芬奇》和《纪念詹天佑诞生一百周年》这两篇文章中,把意大利伟大科学家、艺术家达·芬奇,誉为“近代科学的先驱者”。达·芬奇对天文、地理、机械、生理、解剖、光学、力学、数学等各方面都有擅长,一生关心为改善意大利罗米里及其附近伦巴底平原灌溉系统的工程设计,注意公共卫生的重要性,详细研究了

山脉结构、河流的运动,以及风雨雷电现象,发现自然界运动的规律和它们之间的相互关系,这对于后 500 年科学进步起了巨大的作用。作者对我国近代科学家、铁路工程师詹天佑,用自己的聪明才智亲自建造了自北京至张家口长达 200 公里的京张铁路,参加修建滦河大桥的工作,备加礼赞。他认为詹天佑是中国杰出的工程师,终生为铁路事业奋斗,为了选择铁路路线,为了在八达岭开凿隧道,同我国工程人员、工人、当地居民一起,实地勘测,敢于提出与外国工程师不同的设计,制定最佳方案,并辛勤撰写《京张铁路工程纪略》、《华英工学字汇》等书,成为对我国近代科学技术界的表率。他特别指出,这些著名的科学家都是敢于与黑暗势力作顽强斗争。因此,达·芬奇成为文艺复兴的先驱者,建树了卓越功勋;詹天佑之在清末,无视帝国主义的嘲笑和讥辱,发愤图强,踏实钻研,表现了中国人民富有自强不息的爱国主义精神,这些可贵的信念和从事科学实践的精神,是永远值得后人学习的。

作者引用达·芬奇的一句格言:“水若停滞,失其纯洁;心不活动,精气立消。”他以此来勉励广大读者,尤其是青少年们。不论是科学技术家,还是社会科学家、文艺家,所以能够取得成就,就是因为思想不僵化,不停滞,永远进步的缘故!

作者指出:科学家的神圣任务,就是“孜孜不倦地为了征服自然,为了广大人民的利益进行各种创造性活动”;科学家要担当起“工作母机”的作用,“必须产生出无数的‘工作机’来普遍深入地为人们服务,“要使广大人民都用科学武装自己的头脑,以至于都成为科学家”。他认为科学要成为人民所有,并坚定地相信,人民不是无科学脑筋的,只要给他们以学习机会,就可以懂得科学,而也只有人民掌握了科学这个武器,国家才会富强起来。正因为这样,《选集》作者再三阐明科学家应当致力于科普的工作。这是至关重要的。

大力为科普工作呼吁,为献身科普工作树榜样

《选集》中有不少文章,宣传了科普工作的重要性及其社会意

义。作者作为科学家长期致力于科普工作，这些文章更显得富有指导意义和巨大影响。

大家知道，全国解放以来茅以昇同志就热心积极参加科普活动，为科普事业奔走。早在1955年，他就以全国科普协会负责人的身份，亲自到吉林省参加科普分会筹委会成立大会。他指出我国生产建设必须有社会性的大规模的科学普及工作相结合，才能满足人民的迫切要求；1957年12月，他又代表全国科学技术普及协会参加中国工会第八次全国代表大会，指出要“进一步开展职工科学普及工作，以迎接新的生产高潮”。他始终认为科学队伍要扩大，科学阵地要占领，要向科学高峰大进军，这样便要十分重视科普工作。因为科普工作除了由浅入深地介绍科学知识，让读者知其然外，还能启发人们知其所以然。他阐明“高度的技术是以普及的科学为基础的，因而科学技术的普及教育成为培养群众的高度技术不可缺少的手段。”而所谓普及工作，主要是提高群众和科学工作者的业务技能，提高劳动生产率，加速社会主义建设，培养又红又专的社会主义知识分子的一个重要措施；他认为一个国家的科学水平不能只看少数科学家，而要提高全民族的科学技术水平，包括科学家的研究成果和科学技术人员在生产建设上的工作表现，包括一般职工在生产建设中的技术经验。他指出科学研究当然重要，但普及是提高的基础，提高要有群众基础。科学家人人都做普及工作，提高了群众的科学水平，而水涨船高，自己也随着提高了；其所以能提高，就是因为有了基础。作者说：不论普及或提高都需要时间，都需要科学知识，这是相辅相成的。对己是科研，对人是科普；昨天是科研，今天是科普；科研需要科普补充，科普中有科研问题；科研为生产服务，科普促进生产发展；科研为科普积累知识，通过科普为科研开辟新途径；科研与科普可以互相促进，两条腿走路，缺一不可；攻尖端要科研，推广需要科普。他对科研与科普工作用充满辩证法的观点加以论述，写得如此翔实、生动，具有理论说服力。

作者认为科普工作不能单靠口头、笔头，还要进一步设立有一

定规模的“科学中心”，要设立科技博物馆试验室，要充分利用广播、电视、展览，进行竞赛。作者是铁道研究院的院长，他要求铁路职工在运输现场，开展科学实验运动，开设“科普列车”遍及全国，实行科普展览，报告录音，技术表演，并以车站为会场进行广泛宣传；他建议铁道各专业组织宣传队，顺铁路站线作报告，增设铁路沿线广播站，按时播放科普节目，出版铁路科普书刊，交流经验，使铁路工作不断向前迈进。

作者还非常关心科教电影事业。他认为科教电影是“把科学技术普及到群众中去”的最形象化的工具，“它能在较短的时间内，以最经济的方法，对最广大的群众进行最有效的宣传。广大群众可以从这里学习到各种先进生产技术经验，正确认识理解各种自然现象”。使群众在科教电影中扩大自己的眼界，学习到先进生产经验和增长不少科学知识。他认为科教电影有如下的特点，它可以一粒种子在短时间生根、发芽、开花、结果；原来开得很快的机器，在科教影片中可以降低速度，使人看出其中具体的变化；可以将实物放大或缩小，使人看了之后如置身其中；科教影片由于配了音，还能在显示形象的同时，用音乐语言将形象所不能表达的但与思想内容有关的，加以完整地表达出来，成为形象化演出一定的内容。他认为也象文学电影需要文艺家密切合作一样，科教电影需要科技工作者和电影工作者通力合作。

尾 语

《选集》的文章还涉及关于舰船，关于我国古代造船等问题。他证明公元前三世纪我国使节就已从海道前往印度和斯里兰卡，证明元代著名旅行家马可·波罗在中国定居约20年后，是乘我国海船回去的；他论证了明代郑和七次下西洋，访问了东南亚及非洲多国，比哥伦布发现美洲早一百年；他激励科学技术工作者要发扬敢想、敢说、敢干“三敢”精神；要坚持严肃、严格、严密的“三严”精神。这些都是对广大读者很有教益的。

科学需要想象。作者在本书中也充分展开了自己想象的翅