

茅以升
科普文集

前 言

为系统地开展研究,总结我国老一辈科学家从事科普创作的经验,丰富科普创作理论,推动我国科普事业的发展,更好地服务于两个文明建设事业,中国科普研究所决定编辑出版中国著名科学家科普文集丛书,《茅以升科普文集》就是该丛之发端。

茅以升同志是我国著名的桥梁专家,又是在广大读者中享有盛誉的老科普作家。早在1917年,青年时代的茅以升,便以《中国圆周律略史》登上我国科普文坛。数十年来,他孜孜不倦,勤奋耕耘,创作了大批高质量的科普作品,为繁荣我国的科普创作事业,做出了宝贵的贡献。60年代,茅老的《桥话》受到了毛泽东同志的称赞,他的另一篇优秀科普作品——《石拱桥》,被收入全国中学语文课本,受到广大青少年的喜爱。

《茅以升科普文集》,系从茅老1917~1990共73年间,在国内报刊上发表的数百篇科普作品中精选而成。《文集》中收入的作品,在写作时间上,跨越了我国近代史上几个不同的历史阶段。为尊重历史,尊重原作,在《文集》编辑过程中,除对有的作品个别词语作必要的改动注释外,仍然保留了原作的本来风貌。《文集》共收入佳作74篇,按作品内容分为四部分,每部分按作品的写作时间顺序编排。四部分的内容是:一、茅老对60年来创造生涯的回忆文章,其中包括作者在历经数十年沧桑后的耄耋之年,亲自撰写的《征程六十年》、《我与中国的桥梁建设》、《萍踪记略》等,这对系统地了解茅老丰富的创作经验,深入理解茅老科普创作思想,是颇为有益的;二、有关科普工作的论述:茅老从我国科普工作的实际出发,结

合自己丰富的科普工作经验,就科普工作的重要性、科研与科普、提高与普及的关系及科普工作的内涵等,开展了深入、系统地探索研究,形成了具有鲜明个性的科普理论;三、茅老从加速推进我国建设事业着眼,对我国当代的科学研究的基本理论、科技与实际结合等问题,进行了深入地研讨,发表了一系列独具见解的文章,开展了学术上的争鸣;四、科学小品文:茅老通过其精心创作的科普名篇,如《名桥谈往》、《五桥颂》、《桥话》、《石拱桥》等,生动地介绍了我国古桥建筑的历史、类型、特点及其在科技文化领域中的地位,同时,茅老还运用大量丰厚的史料,深刻地揭示了我国古桥建筑技术与文化艺术高度统一的丰富内涵,及对中外科技文化的深远影响。这些作品,是作者数十年严谨治学、精心孕育的智慧结晶。

茅老的一生,不仅为民众设计、建造了一座座宏伟桥梁,而且在科学知识与人民大众之间,架起了一座宝贵的“科普之桥”。数十年来,他除创作了大批高质量的科普作品外,还对科普理论进行了深入、系统的探讨,丰富发展了我国的科普理论。其主要内容有:

一、关于科普工作的重要性,茅老明确地指出,科学队伍要扩大,科学阵地要占领,向科学进军,必须十分重视科普工作。只有在广大群众中积极开展科普工作,才能促成我国科技事业的发展。广大群众需要科学家的帮助,科学家们同样也需要群众的帮助;只有积极开展科普工作,才能够把我国的科学技术事业搞上去。

二、关于科普工作的内涵,茅老认为,科普工作除由浅入深地介绍科学知识,让读者知其然;还应通过科普工作,启发人们知其所以然。高度的技术,是以普及的科学为基础的,因而科学知识的普及教育,成为培养群众具有高度技术的不可缺少的手段。

三、关于科普与科研、普及与提高的关系,茅老认为,科研工作当然重要,但普及是提高的基础,这二者是相辅相成的。对己是科研,对人是科普;昨天是科研,今天是科普;科研为生产服务,科普促进生产的发展;两条腿走路,缺一不可。科研与教育推广都为

了生产,形成了生产的“两翼”;而提高与普及又是研究与教育的“两翼”。一个鸟的两只翅膀,必须一般大小,才能维持平衡,才能顺着正确的方向,飞得又高又远。

四、关于如何权衡一个国家的科学水平,茅老指出,一个国家的科学水平,不是由少数科学家来决定的,而是要由国家整个的科学技术力量来表现。而这个力量,包括高级科学家的研究成果、科技人员在生产建设中的工作表现,同时也包含一般群众生产建设中的技术经验。

承蒙年高德劭的严济慈副委员长为本《文集》作序,我国著名科学家、原中国科学院院长卢嘉锡同志为本《文集》题词,这对我们是一大激励;《文集》完稿前,中国科普所副所长郭正谊教授对稿件进行了审阅。《文集》在选编工作中,还得到了中国科协老干部处严昭同志、中国科普研究所齐仲等同志的关心与支持,赵秀娥同志提供了茅老生前的照片,在此谨向他们致谢。

编 者

1991年8月于北京

序

嚴濟慈

在茅以升同志逝世一周年的时候，中国科普研究所选编了《茅以升科普文集》一书。《文集》选录了1917~1990前后73年间茅老撰写和发表的74篇作品。这是一件很有意义的工作。

茅老是我多年来所敬佩的业绩卓著的学者之一。早在20年代，我们就共同怀着报效祖国的赤子之心，负笈海外，学成归国。在抗日烽火点燃在祖国大地的艰苦岁月里，茅老不负众望，竭尽全力，成功地建造起我国第一座由中国工程师自己设计、施工的闻名中外的钱塘江大桥，大大激发了中华民族奋发图强的精神。当时，我则负责领导北平研究院物理研究所，并筹建起国内第一个镭学研究所。新中国成立后，我们接触的机会更多，既在中国科学院技术科学部共事，又同在中国科学技术协会工作，前后长达30多年，从而大大加深了我们之间的相互了解和友谊。茅老振兴中华、造福人类的远大抱负，以及他在工作中一丝不苟、严谨求实、不畏艰难、勇攀高峰的精神风范，给我留下了极深的印象。

在新中国成立后的峥嵘岁月里，在国家处于百废待兴的年代，我们这些科学工作者，深感任重道远，创业艰难。正是基于这样一种责任感，茅老对所从事的事业兢兢业业、呕心沥血、执着追求、勇于进取。在“科学属于人民”的思想指导下，他积极开展科学普及工作，并把它作为毕生奋斗的目标之一。茅老一贯认为，科学大众化是时代赋予科学工作者的历史使命，是一项不可推卸的光荣任务。

茅老身体力行，锲而不舍，在繁忙的工作之余，撰写了大量高质量的科普著述。他所撰写的科普作品，内容丰富、文笔生动、深入浅出、引人入胜，深受读者喜爱。毛泽东主席读过茅老发表在《人民日报》上的《桥话》后夸赞说：“《桥话》写得好啊！”在茅老等著名科学家的倡导和推动下，科普创作一时呈现空前繁荣的景象，涌现了一大批中、青年科普作家；广大青少年在“爱科学、学科学、用科学”的精神鼓舞下，自觉地向科学技术进军，出现了万马奔腾的局面。回首当年，我作为一个科学普及工作的支持者和参与者，与茅老这种不期而遇的会合，使我产生了一种无比的喜悦。

向当今广大读者介绍茅老的科普著述，这是纪念茅老的最好方式。读茅老的文章，不仅会受到从科学理论、科学技术、科学思想和科学方法诸多方面的教益，而且还可以从中领略老一辈科学工作者对年轻一代的殷切期望。《茅以升科普文集》的出版，必将推动我国的两个文明建设，使老一辈科学家亲手培育的科普园地更加繁荣，开出更加鲜艳的花朵，结出更加丰硕的果实。

1991年1月于北京

目 录

序.....	(1)
征程六十年.....	(1)
我与中国的桥梁建设	(14)
萍踪记略	(18)
科学教育电影与科学普及工作	(25)
大力开展科学技术普及工作,为伟大的社会主义 祖国建设努力	(28)
扩大科学队伍,占领科学阵地,向科学大进军	(31)
科学普及工作	(44)
培养儿童热爱科学	(47)
科研与科普的十个关系	(49)
一项非常有意义的工作 ——对《铁道科技》的一点希望	(52)
环境科学的普及化	(55)
扩展科普,繁荣创作.....	(57)
科学理论大众化	(60)
科普宣传要讲求思想性和科学性	(64)
科普工作正规化,科普与自学相结合.....	(66)
科普是传输科学技术的桥和船	(69)
新时代的科学教育	(71)
科学属于人民	(78)
科技与实际结合问题	(81)

实行先习而后学的教育制度	(83)
苏联科学研究的几个特点	(85)
工程教育中的学习问题	(88)
基础与“桥梁”	(104)
我们年老科学家的愿望	(107)
中国人民建成了亚洲第一桥	(111)
业余教育的一面红旗	(115)
试论专业科学与专门科学	
——自然规律的生产系统化和学科系统化	(118)
庆贺苏联“东方号”宇宙飞船航行的胜利	(137)
科学与技术	(140)
建议一个为社会主义服务的教育制度	(157)
科学工作的群众化、革命化	(168)
时序逢新人添喜	
——“科学会堂”开幕有感	(182)
为劳动人民服务的科学体系	(185)
我国古代桥梁构造技术是宝贵的民族遗产	(198)
《中国古代科技成就》前言	(200)
向铁路现代化进军	(204)
写给青年朋友们	(208)
学习研究“十六字诀”	(211)
中国圆周率略史	(216)
西洋圆周率略史	(227)
序中译本《科学的故事》	(236)
纪念近代科学先驱者和伟大艺术家——达·芬奇	(238)
中国桥梁与桥梁技术	(242)
中国杰出的爱国工程师——詹天佑	(252)

五十年后的桥梁·····	(260)
中国石拱桥·····	(263)
《中国石拱桥》是怎样产生的·····	(267)
洛阳桥与江东桥·····	(269)
桥名谈往·····	(274)
天堑变通途	
——谈桥梁跨度·····	(281)
桥·····	(284)
名桥谈往·····	(286)
人间彩虹·····	(293)
启宏图,天堑变通途·····	(295)
二十四桥·····	(302)
桥话·····	(304)
天津的开合桥·····	(311)
联合桥·····	(314)
明天的火车和铁路	
——一段奇怪的对话·····	(317)
五桥颂	
——泸定桥、卢沟桥、安平桥、安济桥、永通桥·····	(323)
为什么看不见柱子·····	(348)
关于“永动机”问题答读者问·····	(352)
介绍五座古桥	
——珠浦桥、广济桥、洛阳桥、宝带桥及灞桥·····	(355)
中国的古桥和新桥·····	(380)
爱天与畏天·····	(402)
漫话圆周律·····	(403)
环境保护现代化·····	(406)
先进的舰船技术·····	(408)

桥梁远景图	(409)
从小得到的启发	(414)
两脚跨过钱塘江	
——钱江大桥史话	(417)
没有不能造的桥	(421)
创新与改造	(428)
为什么一个又扁又长的建筑物——桥,能够很稳固呢	(430)

征 程 六 十 年

1978年3月18日全国科学大会在北京人民大会堂隆重开幕，中央电视台通过人造地球卫星，向全世界广播了大会开幕盛况，接着介绍了到会的七位科学家，其中有我在内。在国际新闻中，我能如此附骥，深深感到惭愧。我的一生，虽然是搞科学技术的，但自问并无突出成就足以当此荣誉。所能勉强自慰的无非是问世较早，阅事较多，特别是在解放后学习了马克思列宁主义、毛泽东思想，受了社会主义的鼓舞，在党的领导下，勤于工作，力争上游，曾经作出一些微薄的贡献而已。我自1919年从美国留学归国，开始工作迄今，正好60年，其中1949年解放以前和以后各30年，经历了两个社会两重天，迈过了崎岖征程。在这60年的征程中，究竟有哪些事比较值得留下一鳞半爪呢？现在扼要地写成回忆，以期自省，并求读者指正。

钱 塘 江 桥

我过去所做的工作中，最引人注目的就是参加了杭州钱塘江桥的建设。这当然是当时工程技术人员和工人群众集体力量的产物，特别是老友罗英同志的贡献，我只是身居领导地位的一个始终其事的负责人。由于建成不久，日寇逼近杭州，这座桥即为我方自动炸毁，直到抗战胜利后才进行修复，因而我任该桥工程处处长，前后达16年之久。1975年我去杭州看桥，见火车过桥速度不减，俨如过一新桥，但已有40年高龄，为之欣慰不已。

钱塘江桥的建成、炸毁及修复的经过情况，我曾写了一篇《钱塘回忆——建桥、炸桥、修桥》送由全国政协文史资料委员会发表，现不赘述，但将其中比较有意义的工作，整理出几项如下：

(1)对建桥来说，钱塘江潮水和流沙均为别处罕见的极难克服的自然障碍。潮水来时，不仅汹涌，而且潮头壁立，破坏力量惊人。流沙是极细极轻的沙粒，一遇水冲，即被涮走。江底石层上，悉为流沙覆盖，深达40余米，覆盖顶的流沙即江底，无稳定形状，故杭州人有谚语“钱塘江无底”。上游的山水暴发时，江水猛涨，下游的海潮涌入时，波涛险恶，遇到上下水势同时迸发，如再遇台风，则浊浪排空，翻腾激荡，故钱塘江桥的设计与施工，非寻常方法所能奏效。我们用了“气压沉箱法”。“沉箱”是沉入水中、覆盖在江底上的一个箱子，分为上下两半，下部为中空的工作室，放入高压空气排水，让工人进去挖江底流沙；上部为“围堰”，四面隔水，以便中间筑桥墩。沉箱下的挖沙，箱上的筑墩，同时进行，等到沉箱沉到石层时，桥墩也将近完成了，这时沉箱下达石层，工作室填满混凝土，便成为桥墩的底座。“气压沉箱法”有一特点而为其他建筑桥墩法所无的，即在施工时期内，工程师可亲自进入沉箱工作室，察看桥墩基础的情况，以便采取措施，保障安全。

(2)当钱塘江桥进行设计时，日本帝国主义侵略凶焰，已从东北深入华北。这时在江浙一带兴办巨大工程，不得不考虑到战火的来临，造桥工程，愈快愈好。因而想出一个前所未有的施工方法：“上下并进，一气呵成”。平常造桥，都分“三步曲”进行：首先造桥墩的基础，然后在基础上造桥墩，最后在桥墩上架桥梁，基础——桥墩——桥梁，这个次序是从来不变的。因而桥墩等候基础，桥梁等候桥墩所费的时间，总是无法避免的。钱塘江桥则不然，沉箱下沉时，基础工程与桥墩工程并进，江中进行桥墩工程时，岸上进行钢梁装配工程。有两个相邻桥墩完工时，岸上整个装配好的钢梁，即用船承载浮运，利用潮水涨落，安装上桥墩。形成一个“生产线”，不

分水中岸上，一项工程接一项，紧密衔接，一气呵成。当“八一三”上海抗战爆发时，江中还有一个桥墩，两架钢梁未完，但到9月26日，桥上铁路即能通车，可见这个“上下并进”的方法是多么有效。

(3)钱塘江桥是我国比较巨大的工程，而又为我国工程技术人员所亲自掌握的，因而也是一个训练培养桥工技术人才的极好场地。桥工处开始组织时，我与罗英先生（我在美国读研究生时同班同学）合力进行，除延聘了几位国内知名桥梁工程师外，先后吸收了29位刚从大学工科毕业的青年，一面在室内学习绘图设计，一面在室外学习勘测及各种施工。每一个人都有深入第一线实地训练的机会，对于整个桥工的内容，都有头尾分明的概念，并了解每一动作在理论上的“所以然”之故。这样，就把这批人培养成为设计施工中的骨干分子。外加各种有关工程的技术人员，桥工处就组织成为一个强有力的设计施工战斗队。又为了为国家培养将来建桥队伍，拟定了一个计划，利用钱塘江桥的施工机会，在1935及1936两年的学校暑假期中，分函国内有工科的各大学，请选派三年级肄业的大学生来杭州桥工处实习两个月，由处供应食宿，每年招收80人，受到国内各大学热烈响应，争相推荐。这批实习生每天除上课一两小时外，均分派在各个工地，轮流实习，期满发给证书。这个训练计划，当时幸能圆满执行。

解放后几座大桥工程负责人曾在钱塘江桥任职的有：武汉长江大桥总工程师汪菊潜，南京长江大桥总工程师梅~~恩~~春，郑州黄河大桥总工程师赵燧章，云南长虹大桥总工程师赵守恒等。至于当年曾在杭州工作受过训练，直到今天仍在各铁路、公路桥梁工程上服务作出贡献的，为数当不在少。

(4)钱塘江桥工程种类较多，内容复杂，最后所以能取得成功，是经历过不少次失败的。因而它的成功经验，是很可宝贵的。为了纪录下这些成功的经验，在工程进行时，做了两件事：一是分段写出各种工程的进行情况，一是将各种工程，按实际经过，摄入电

影。写绘的纪录主要有两种，一是正式“工程报告”，连同“竣工图”，现存上海铁路局，其工程报告复本，现存浙江省档案局。所谓“竣工图”系指工程的最后实际情况，有别于“设计图”或“施工图”。一是科学普及性质的报道，除了中外报刊所登新闻外，在施工期间，每两星期送登上海出版的《科学画报》一次，分八期刊完，后在1950年由科学图书仪器公司，将这八期汇编为一本，用《钱塘江桥》名义出版。关于钱塘江桥电影片，那不仅是一个记录片，也是一个科技教育片。拍摄时，由工程师编辑并作导演，所有在场技术人员及工人都要按照工程师指挥，进行工作，因而拍摄的镜头，有连贯性，使观众能了解所拍工程的来龙去脉，对于桥工教育，有重要意义。电影片包括各种各类工程，无重大遗漏。

(5)钱塘江桥尚未完工时，日本帝国主义已经进攻上海。桥建成才3个月，杭州即遭沦陷，在沦陷这天，桥为我方自动炸毁，我负有炸桥任务。为了准备炸桥，在一个正桥桥墩内，预留了一个放炸药的空洞。造桥不易，炸桥也不简单，需要在很多钢梁爆炸点上安放充足炸药，用引线接到岸上“雷管”，炸桥时使雷管起爆，全桥即炸毁。因此，炸药不能等到炸桥时才放进，而要在较早时候就按计划放到所有需要爆炸的地点。就是说，在远离爆炸的时候，大桥里已经埋有了炸药！大桥上的铁路是1937年9月26日通火车的，大桥上的公路因防空袭，延至1937年11月17日才通汽车，开通公路这一天，过桥的人民群众在10万人以上，都是“两脚踏过钱塘江”的（这是杭州人多年的谚语，形容其不可能）。但是，从11月17日这一天起，所有过桥的火车、汽车、行人，都是在炸药上走过的，这在古今中外的桥梁史上是从未有过的！可以引为自慰的是并未因此发生任何事故，发生任何伤亡。

杭州于1937年12月23日为日寇侵占，大桥即于当日炸毁。在前一天，铁路车辆在桥上撤退的，机车有三百多辆，客货车有两千多辆。其他各方面撤退的物资，更不计其数。那时大桥通车，虽

只3个月，总算起了一定的作用。抗战胜利后，全桥修复，更成为永久性建筑。

(6)钱塘江桥工款，来之不易，故设计力求经济，施工时的材料、人工、器具等都力防浪费。大桥的规模如下：总长1,453米，内江上正桥16孔，每孔跨度67米，南北两岸上引桥共381米。桥分两层。下为铁路，上为公路，铁路火车轴重50吨，公路汽车载重15吨。公路两旁为人行道。桥的钢梁为合金钢，桥墩为钢筋混凝土。这座大桥的全部造价为当时“法币”540万元，合当时165万美元。桥上工人，最多时约900人，为期约两个月。工程技术人员及行政事务职员共约100人。在施工的两年半时间内，(从1935年4月到1937年9月)不问假期，不分日夜，全桥工程未有片刻停顿。每当我回忆当时工地的紧张情况，我总为全桥职工的爱国热情所深深感动。1941年，前“中国工程师学会”在贵州贵阳开年会时，因建桥有功，授我名誉奖章，我的答辞申明：“这个奖章应为罗英先生及全体职工所共有，我只是一个代表领奖人。”

教 育 工 作

1919年12月，正当我在美国加利基理工大学完成博士论文时，唐山母校罗建侯老师来信，说有一位美国教授聘满离职，邀我去顶他的缺。从此就开始了我的为期30余年(期中有间断)的教育生涯。在这方面，我曾担任的岗位和职务是：唐山交通大学教授、副主任，当时年24岁，南京东南大学教授、工科主任，南京河海工科大学教授、校长，天津北洋工学院教授、院长，贵州平越交通大学唐山工学院教授、院长，解放后于1949年10月任北京北方交通大学校长。

在教育战线上，我曾倾注过不少心血，但收效不大，建树无多。唯有以下数事，尚可追忆：

(1)教学方法

从1920年起,我开始在教育工作的第一线服务,先后开设的课程有:结构力学、桥梁设计、桥梁基础,土力学等。最初几年,我每周担任的课程都在20节以上,以解放后的标准来衡量,是颇为吃重的。当时,我把这20节课程尽量安排在4天之内,这样便可腾出一两天时间,专门从事学术、科普活动,以及进行改进教学方法的研究。

在多年的教学工作中,我一方面努力讲求概念清楚,逻辑严密;另一方面,特别注意深入浅出,尽量按照学生的知识水平,运用饶有兴味的事例,来解释理论概念,力求讲清每一理论原则的实践意义,使学生能够透彻领悟,融会贯通,不但知其然,而且知其所以然。我还常常约请同学到家里来交谈,从无拘无束的谈话中,一方面建立了师生情谊,另一方面,了解学生的接受程度,尽心辅导,纠正他们的误解和错觉,并征求他们的意见,让他们帮助指出我讲课中的缺点,不断改进工作。

我的教学法中与众不同的一点,是通过考先生来考学生。每次上课的前10分钟,我先指定一名学生,让他就前次学习课程提出一个疑难问题;从他所提问题的深浅,就可得知他对课程是否作过深入的钻研和探讨,以及他的领会程度究竟如何。如果问题提得好,甚至使我也不能当堂解答,则给以满分。如果实在提不出问题,则由另一名学生提问,让前一学生作答。此法推行后,不但学生学业大进,而且也使我接触到许多以前从来未想过的问题,受到启发,深得教学相长的益趣。

这种教学方法并无奥妙,就是实行启发式教学,摒弃灌注式或称填鸭式教学。教学方法不同,成效确实两样。犹忆我所到之校,所授之课,不但受到本系本级学生的欢迎,而且本系上一级的学生也有来听的,往往把教室挤得满满的。我在东南大学任工科主任时,校内采用“学分制”,学生可自由选课,选我课的有时在100人

以上。著名的教育学家陶行知先生，当时任东南大学教育科主任，也曾亲自带领教育科学生来听我的“学校建筑”课。

(2) 教育革命

在多年的教育实践中，我对当时“抄袭西方的”学制本身即已产生怀疑，洞悉这种教育制度的弊病以及它给学生带来的影响，从而开始了对教学改革探索和酝酿。1926年9月，在上海交通大学（当时名南洋大学）成立30周年纪念之际，我曾应邀为纪念刊写过一篇《工程教育之研究》的论文，指出：“我国工校课程，大都抄袭欧美，在吾人习知欧美学制者，大多视为当然，不觉其利弊之所在。究其内容，是否为最良之制度，能否适合我国之现状，皆应予以充分之考虑。”又说：“现时之工校课程，将各种纯粹科学（按指基础科学）置于专门学科之前，而假定理论必先于实验。”“即每种课目之内容，亦必先谈理论而继以实验。此种程序，实有背于教学之原则，盖人类求知之欲，发源于实践之需。今先授以精深之理论，而不使其应用之所在，则不但减少学习之兴趣，且研习理论，亦不易得明彻之了解。”根据上述情况，我提议实行教学改革，“先授工程科目，次及理论科学，将现行程序完全倒置”。并且从学制、招生、课程、考核、教授、实习、服务等各方面，提出了我的改革方案。这篇文章，后转载于1926年12月的《工程》杂志第2卷第2号，引起了工程教育界人士的重视。但是，教育改革事属创举，我的方案又主张大破大立，在那守旧势力十分顽强的旧社会，虽然同情者大有人在，终究无法得到初步尝试。

自美返国，将近30年以后，在中国共产党的领导下，全国欣逢解放，人民翻身。当时我在上海，庆幸之余，在1949年6月20日写了一篇“教育的解放”的专论投寄上海《大公报》，文中指出：“我国的教育，虽经50年改良，仍是为教育而教育，既保留了封建的灵魂，又承袭了欧美的躯壳，因此，完全与我国社会脱节，只能造成特殊阶层。现在，我们既已在政治上得到了翻身和解放，便应对教育