



院士科普书系

农家书屋精选本

国家重点图书

修订版

九曲黄河万里沙

——黄河与黄土高原

张宗祜 著



书系

月午大学出版社
暨南大学出版社



K928.42
Z252

院士科普书系
农家书屋精选本

国家重点图书

修订版

九曲黄河万里沙

——黄河与黄土高原

张宗祜 著

K928.42

Z252

清华大学出版社 北京
暨南大学出版社 广州

院士
科普
书系

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

九曲黄河万里沙:黄河与黄土高原/张宗祜著.一修订本.一北京:清华大学出版社,2009.12

(院士科普书系.农家书屋精选本)

ISBN 978-7-302-21825-8

I. ①九… II. ①张… III. ①黄河—地质作用—普及读物 ②黄土高原—普及读物 IV. ①K928.42-49 ②P942.400.74-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第233609号

责任编辑:宋成斌 蔡鸿程

责任校对:王淑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

暨南大学出版社

<http://www.jnu.edu.cn>

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址:北京清华大学学研大厦A座

邮编:100084

邮购:010-62786544

地址:广州天河

邮编:510630

印刷者:北京季蜂印刷有限公司

装订者:三河市李旗庄少明装订厂

经销:全国新华书店

开本:140×203 印张:5 彩插:1 字数:128千字

版次:2009年12月第1版

印次:2009年12月第1次印刷

印数:1~4000

定价:19.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:034621-01

《院士科普书系》编委会(第一届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (按姓氏笔划排序)

王佛松	王 越	王 夔	方智远	卢永根
母国光	旭日干	刘大响	刘元方	刘鸿亮
关 桥	汤钊猷	许根俊	孙鸿烈	李大东
李廷栋	李依依	杨 乐	吴有生	吴德馨
何凤生	何鸣元	汪旭光	汪品先	陆建勋
陈可冀	陈运泰	陈建生	陈厚群	范维唐
季国标	金怡濂	周于峙	周永茂	周 恒
郑健超	赵忠贤	胡仁宇	钟万勰	钟南山
洪德元	姚福生	秦伯益	顾诵芬	钱七虎
徐冠华	殷瑞钰	黄志镗	龚惠兴	梁栋材

编委会执行委员

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 何仁甫(中国科学院学部联合办公室)

冯应章(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 蔡鸿程 周继武 宋成斌

《院士科普书系》编委会(第二届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

陈佳洱	杨 乐	闵乃本	陈建生	周 恒
王佛松	白春礼	刘元方	朱道本	何鸣元
梁栋材	卢永根	陈可冀	匡廷云	朱作言
孙 枢	安芷生	李廷栋	汪品先	陈 颀
王大中	戴汝为	周炳琨	刘广均	杨叔子
钟万勰	关 桥	吴有生	刘大响	顾国彪
陆建勋	龚惠兴	吴 澄	李大东	汪旭光
陆钟武	王思敬	朱建士	郑健超	胡见义

编委会执行委员	陈厚群	陈肇元	崔俊芝	张锦秋	刘鸿亮
编委会办公室主任	方智远	旭日干	周国泰	王正国	赵 铠
副主任	钟南山	桑国卫			
	郭传杰	常 平	钱文藻	罗荣兴	
	罗荣兴	(科学时报社)			
	周先路	(中国科学院学部联合办公室)			
	白玉良	(中国工程院学部工作部)			
	蔡鸿程	(清华大学出版社)			
	周继武	(暨南大学出版社)			
总 策 划	罗荣兴	周继武	蔡鸿程		
总 责 任 编 辑	周继武	蔡鸿程	宋成斌		

《院士科普书系》编委会(第三届)

编委会名誉主任	周光召	宋 健	朱光亚			
编委会主任	路甬祥	徐匡迪				
编委会委员	(两院各学部主任、副主任)					
	贺贤土	张恭庆	白以龙	艾国祥	甘子钊	白春礼
	朱道本	张礼和	佟振合	周其凤	陈宜瑜	许智宏
	朱作言	强伯勤	唐守正	孙 枢	吴国雄	张弥曼
	苏纪兰	陈 颢	周炳琨	王阳元	戴汝为	刘永坦
	徐建中	朱 静	张 泽	杨叔子	周锡元	程耿东
	张彦仲	顾国彪	王兴治	杜善义	李国杰	毛二可
	陈良惠	李德毅	周 廉	干 勇	汪燮卿	薛群基
	陈毓川	何多慧	何继善	杨奇逊	陈肇元	宁津生
	傅熹年	韩其为	石玉林	周国泰	魏复盛	戴景瑞
	赵 铠	桑国卫	顾玉东	高润霖	殷瑞钰	郭重庆
	王礼恒					
编委会执行委员	郭传杰	沈保根	白玉良	罗荣兴		
编委会办公室主任	罗荣兴	(科学时报社)				
副主任	陈 丹	(中国科学院院士工作局)				
	刘峰松	(中国科学院院士工作局)				
	高中琪	(中国工程院学部工作局)				
	李仁涵	(中国工程院学部工作局)				
	蔡鸿程	(清华大学出版社)				
	周继武	(暨南大学出版社)				
总 策 划	罗荣兴	周继武	蔡鸿程			
总 责 任 编 辑	蔡鸿程	周继武	宋成斌			

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有 6000 余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

15 世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达 14 个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政治上层建筑，为解放和发展生产力开辟道路。于是，就有了 80 多年前孙中山先生领导的辛亥革命，就有了 50 年前我们党领导的新民主主义革命的胜利，以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革，都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在我国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用 50 年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

江泽民

1999 年 12 月 23 日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把

树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题，科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言，指出科普是科教兴国的基础工程，勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识”，充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视，对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程，成熟一批出版一批；另一方面随着科学技术的进步和创新，不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此，《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。这一庞大的工程，不但需要院士们积极投入，还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议，帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量，使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面，我们也要以此为起点为开端，参与国际竞争与合作，勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

前言

黄河是中华民族灿烂文化的发源地。黄河的许多可歌可泣的历史,使我国人民从古至今都崇敬它。黄河是我国文化历史的见证,无数的历史事件,自然界的变异,无不与黄河有种种联系。自古以来许多文人以大量的文学著作歌颂它,纪念它,寄托人们的敬仰之情。古代一些著名诗人,在他们很多不朽的诗篇中,用优美的词句抒发他们对黄河的真情。唐朝著名诗人刘禹锡在公元822—824年间,于夔州写的一组抒情词,名为《浪淘沙》共九首,其中一首就是专门描写黄河的:“九曲黄河万里沙,浪淘风簸自天涯。如今直上银河去,同到牵牛织女家。”古代人们都认为黄河是来自天上的银河。高步瀛的《唐宋诗举要·卷二·注四》提到“河出昆仑,以其地极高,故曰从‘天上来’”。刘禹锡的这四句词也是这个意思。唐代的另一位大诗人李白,也写过关于黄河的诗。李白的《将进酒》中“君不见黄河之水天上来,奔流到海不复回”的诗句,不仅写出了黄河从天上直到大海的宏伟气魄,也道出了中华儿女豪迈的精神。

上面所说的刘禹锡诗句的第一句,“九曲黄河万里沙”七个字,概括了黄河的主要特点:其一,黄河河道曲折大,其二,黄河是多泥沙的河流。因此,本书引用刘禹锡词的第一句作为书名,它可以概括本书的主要内容——黄河与黄土高原。

至今有关黄河的著作,可说是汗牛充栋。这些著作大多写黄河人文、历史、传说、水文和地理等等。也有专业方面的文章、著作,如黄河水利,水土保持、泥沙、水工建筑、农业灌溉、防洪等;还有关于治理黄河方面的文章、著作。本书没有选择这些方面的题材,而是从地质学角度讲述在中国大陆的地质历史上,黄河是怎样形成的,为何有这些大的河曲,有这样多的泥沙;它与华北大平原是如何在统一的地

质环境中形成与发展的；它与黄土高原又有什么样的依存关系。总之，是想写黄河与黄土高原的地质历史，给想了解黄河与黄土高原的读者，提供一些鲜为人知的地球科学知识，使人们对黄河与黄土高原有更为深刻的了解。

张宗祜

2000年5月

目 录

引 言——一个古老的传说	1
1 世界屋脊上的大河	7
1.1 河源——艰难的探索	8
1.2 河源盆地	13
1.3 九曲黄河第一曲	18
1.4 水力资源宝库	21
1.5 高原上的湖盆	24
2 揭开黄土高原朦胧的面纱	27
2.1 黄土高原的自然环境	29
2.2 黄土高原地貌	31
2.3 中国黄土	35
2.4 黄土高原的古气候与古环境	43
2.5 黄土高原的土壤侵蚀与黄河的泥沙	49
3 九曲黄河最北曲	65
3.1 稳定的鄂尔多斯高原	66
3.2 鄂尔多斯高原上的沙漠	69
3.3 黄河地堑	73
3.4 晋陕峡谷	89
3.5 伊洛盆地	94

4 华北大平原	99
4.1 华北大平原的地质背景	100
4.2 华北大平原的诞生	104
4.3 黄河下游河道变迁历史	108
4.4 地上悬河	114
4.5 黄河三角洲	117
5 黄河的形成历史	123
5.1 古黄河形成前的古地质环境	124
5.2 青藏高原的隆起	126
5.3 黄河的形成	128
结语 —— 母亲河的呼唤	131
参考文献	135
后记	138
《院士科普书系》总书目	139
再版说明	144

引言

——一个古老的传说

“九曲黄河万里沙，浪淘风簸自天涯。如今直上银河去，同到牵牛织女家。”这首词是唐代诗人刘禹锡于公元 822 年左右在夔州写的^[1]。刘禹锡在词中引用了《荆楚岁时》记载的神话故事：相传汉武帝曾派张骞出使西域，寻找黄河源头。张骞奉命沿黄河西行数月，在黄河源头附近见到了织女，织女十分热情地恭迎并接待了这位汉朝使者。张骞返回时织女赠其一机石。张骞持机石返回长安向汉武帝复命，将机石献给汉武帝，并将寻找黄河源头、到银河、遇织女、赠机石的经过一一禀报汉武帝。自此有黄河源头与天上银河相通的传说。

蜿蜒九曲的黄河，像一条横卧在中华大地上的巨龙。千百年来，她一直奔流不息、一泻千里，以义无反顾的精神和豪迈的气概，直奔大海。她是中华

民族精神与品格的象征；她穿谷绕石跃龙门，塑造了祖国的壮丽山川；她是中华民族的摇篮，她用宽大的怀抱和甘甜的乳汁哺育了华夏儿女，孕育了光辉灿烂的民族文化，赋予了我们祖先无穷的智慧和力量，造就了无数的英雄和圣贤，为中国和世界的文明作出了卓越的贡献。

黄河，它是一条神秘的河。千百年来，关于黄河民间曾留下了无数美丽的传说。在黄河的形成和发育的地质历史时期，它的确有许多鲜为人知的奥秘。本书将以最新的科研成果和详实的地质资料去揭开它那神秘的面纱，让更多的人了解它、热爱它、改造它、建设它，把它装点得更加壮丽多彩。黄河在千百年的人类历史中，历经战乱，饱经人世沧桑。虽然它曾为民族的繁荣、文明和进步做出过辉煌的贡献，但也给沿岸人民带来过深重的灾难。为驯服这条巨龙，有多少英雄豪杰和志士仁人曾在黄河沿岸留下了可歌可泣的治河事迹。今天，我们要继承先辈勇于征服自然的光荣传统，学习先辈“三过家门而不入”的治河精神，完成先辈未竟的治河事业，了却先辈世代的治河宿愿，让这条“百害”的“巨龙”变为“祥龙”，重新腾飞在祖国的碧水蓝天！

黄河以其涓涓细流，从青藏高原冰雪覆盖的巴颜喀拉山北麓流出后，蜿蜒东行，流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙、陕西、山西、河南、山东九省区，行程 5 463.6 公里，最终于山东省垦利县注入渤海。流域西抵柴达木盆地，东临渤海，北界阴山，南至秦岭（图 1.1）。流域面积达 752 443 平方公里，内有耕地面积 27 亿亩，人口 1.3 亿人，年平均入海流量 580 亿立方米。从黄河干流的长度、流量、流域范围和流域内耕地面积看，在我国大江大河中规模都属第二位，故被誉为我国第二大河。

黄河由于其水浑色黄而得名。据考证，西汉以前河前并无黄字，凡称河者，均指黄河。后来因水中泥沙含量增大，颜色逐渐变黄，人们才逐渐称其为黄河。我国人民对黄河素有崇敬之情，在我国古籍

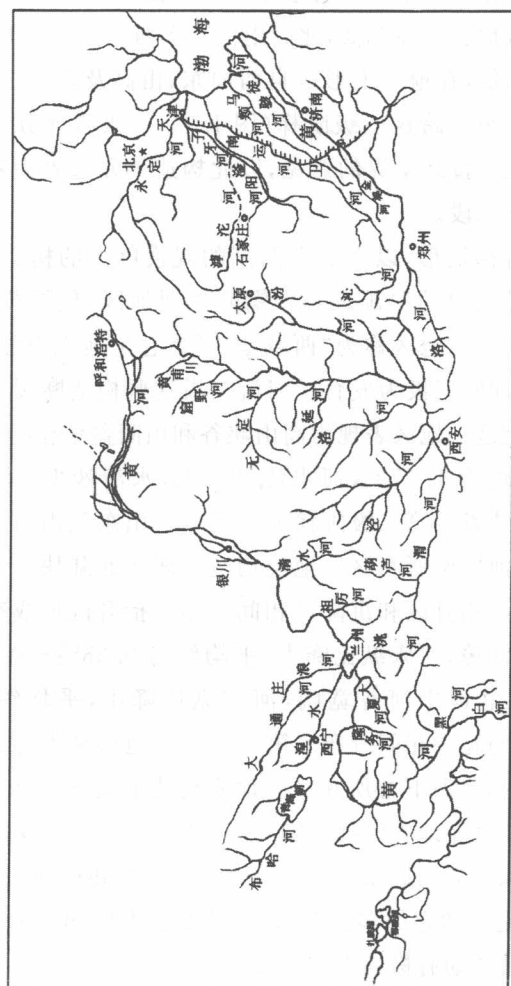


图 1.1 黄河流域水系略图(据黄委会,略作修改)