

总 主 编 秦大河

副总主编 丁永建 穆 穆

中国气候与环境演变：2012

综合卷

主编 秦大河



气象出版社

China Meteorological Press

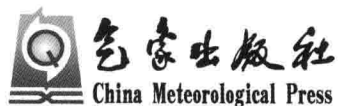
中国科学院、中国气象局、中国科学院寒区旱区
环境与工程研究所、冰冻圈科学国家重点实验室 联合资助

中国气候与环境演变:2012

总主编:秦大河

综合卷

主编:秦大河





2011年11月24日,《中国气候与环境演变:2012》第六章主笔会议在海南省海口市召开

中国气候与环境演变:2012

总 主 编 秦大河

副总主编 丁永建 穆 穆

顾 问 组(按姓氏笔画排列)

丁一汇	丁仲礼	王 颖	叶笃正	任振海	伍荣生
刘丛强	刘昌明	孙鸿烈	安芷生	吴国雄	张 经
张彭熹	张新时	李小文	李吉均	苏纪兰	陈宜瑜
周卫健	周秀骥	郑 度	姚檀栋	施雅风	胡敦欣
徐冠华	郭华东	陶诗言	巢纪平	傅伯杰	曾庆存
焦念志	程国栋	詹文龙			

评审专家(按姓氏笔画排列)

马继瑞	马耀明	方长明	王乃昂	王式功	王 芬
王苏民	王金南	王 浩	王澄海	邓 伟	冯 起
刘子刚	刘 庆	刘昌明	刘春蓁	刘晓东	刘秦玉
朱立平	阳 坤	齐建国	吴艳宏	宋长春	宋金明
张龙军	张军扩	张廷军	张启龙	张志强	张 强
张 镭	张耀存	李 彦	李新荣	杨 保	苏 明
苏晓辉	陈亚宁	陈宗镛	陈泮勤	周华坤	周名江
易先良	林 海	郑 度	郑景云	南忠仁	姚檀栋
洪亚雄	贺庆棠	赵文智	赵学勇	赵新全	唐森铭
夏 军	徐新华	秦伯强	钱维宏	高会旺	高尚玉
巢清尘	康世昌	阎秀峰	黄仁伟	黄季焜	黄惠康
彭斯震	曾少华	程义斌	程显煜	程根伟	蒋有绪
谢祖彬	韩 发	管清友	翟惟东	蔡运龙	戴新刚
孙惠南	赵宗慈	郎玉环	刘潮海		
冯仁国	巢清尘	赵 涛	高 云	王文华	谢爱红
王亚伟	赵传成	熊健滨	傅 莎		

文字统稿
办 公 室

综合卷

主 编 秦大河

主 笔(按姓氏笔画排列)

丁永建	于贵瑞	王绍武	王春乙	王根绪	包满珠
叶柏生	左军成	石广玉	任 勇	任贾文	吴立新
吴绍洪	张人禾	张小曳	张廷军	张坤民	张建云
张海滨	张德二	李茂松	陈 迎	林而达	罗 勇
姜克隽	姜 彤	胡秀莲	秦大河	陶 澍	高学杰
喻 捷	董文杰	董锁成	翟盘茂	潘家华	穆 穆

贡献者(按姓氏笔画排列)

王亚伟	王国庆	王 标	李 飞	李双成	杨旺舟
陈 兵	赵传成	高 荣	谢立勇		

序 一

在中国共产党第十八次全国代表大会胜利结束,强调科学发展观、倡导生态文明之际,《中国气候与环境演变:2012》即将出版,这对全面深刻认识中国气候与环境变化的科学原理和事实,这些变化对行业、部门和地区产生的影响,积极应对气候和环境变化,主动适应、减缓,建设生态文明,促进我国经济社会可持续发展,实现 2020 年全面建成小康社会的目标,有着重要意义。

早在 2000 年,中国科学院西部行动计划(一期)实施之初,中国科学院就启动了《中国西部环境演变评估》工作。该项工作立足国内、面向世界,主要依据半个多世纪以来中国科学家的研究和工作成果,参照国际同类研究,组织全国 70 多位专家,对我国西部气候、生态与环境变化进行了科学评估,其结论对认识我国西部生态与环境本底和近期变化,实施西部大开发战略,科学利用和配置西部资源,保护区域环境,起到了重要作用。

在上述工作开展的过程中,在中国科学院和中国气象局共同支持下,2002 年 12 月又开始了《中国气候与环境演变》(简称《科学报告》)和《中国气候变化国家评估报告》(简称《国家报告》)的编制工作。这两个报告相辅相成,《科学报告》为《国家报告》提供科学评估依据,是为基础;《国家报告》关注其核心结论及影响、适应和减缓对策。这两个报告分别于 2005 年和 2007 年正式出版,报告的出版,标志着我国对全球气候环境变化的系统化、科学化的综合评估工作走向了国际,成为国际重要的区域气候环境科学评估报告之一,既丰富了国际上气候变化科学的内容,也为我国制定应对气候变化政策,坚持可持续发展的自主道路,以及国际气候变化政府谈判等,提供了科学支持,发挥了重要作用。

为了继续发挥科学评估工作的影响和作用,在中国科学院西部行动计划(二期)和中国气象局行业专项支持下,2008 年《中国气候与环境演变:2012》(简称《第二次科学报告》)的评估工作开始启动。这次评估报告是在联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告(AR4)2007 年发布后引起广泛关注基础上开展的,之所以确定在 2012 年出版,目的是为将于 2013 年和 2014 年发布 IPCC 第五次评估报告(AR5)提供更多、更新的中国区域的科学研究成果,为国际气候变化评估提供支持。为此,我们尽可能吸收参加 IPCC AR5 工作的中国主笔、贡献者和评审人加入《第二次科学报告》撰写专家队伍,这有利于把中国的最新评估成果融入 AR5 报告,增强中国科学家在国际科学舞台上的声音。另外,还可使《第二次科学报告》接受国际最新成果和认识的影响,以国际视

野、结合中国国情,探讨适应与减缓的科学途径,使我们的报告更加国际化。此外,在AR5正式发布之前出版此报告,可以形成从国际视野认识气候环境变化、从区域角度审视中国在全球气候变化中的地位和作用的全景式科学画卷。

本报告由三卷主报告和一卷综合报告组成,内容涉及中国与气候、环境变化的自然、社会、经济和人文因素的诸多方面,是一部认识中国气候与环境变化过程、影响领域、适应方式与减缓途径的最权威科学报告。对此,我为本报告的出版而感到欣慰。

参加本报告的100多位科学家来自中国科学院、中国气象局、教育部、水利部、国家海洋局、农业部、国家林业局、国家发展和改革委员会、中国社会科学院、卫生部等部门的一线,他们为本报告的完成付出了辛勤劳动和艰辛努力。我为中国科学院能够主持并推动这一工作而感到高兴,对科学家们的辛勤工作表示衷心感谢,对取得如此优秀的成果表示祝贺!我相信,本报告的出版,必将为深入认识气候与环境变化机理、积极应对气候与环境变化影响,在适应与减缓气候与环境变化、实现生态文明国家目标中起到重要作用。我还要指出,本报告的出版只代表一个阶段的结束,预示着下一期评估工作的开始,而要将这一工作持续推动,需要全国科学家的合作、努力与奉献。



中国科学院院长

发展中国家科学院院长

二〇一二年十二月

序 二

在政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告(AR5)即将发布之前,《中国气候与环境演变:2012》(简称《第二次科学报告》)出版在即,这是一件值得庆贺、令人欣慰的事。我向以秦大河院士为主编的科学评估团队四年来的认真、细致、辛勤工作表示衷心的感谢!

2005年,由中国气象局和中国科学院共同支持,国内众多相关领域专家历时三年合作完成的《中国气候与环境演变》正式出版。这是我国第一部全面阐述气候与环境变化的科学报告,不仅为系统认识中国气候与环境变化、影响及适应途径奠定了坚实的科学基础,还为之后组织完成的《第二次科学报告》提供了重要科学依据,在科学界和社会产生了广泛的影响。《中国气候与环境演变》评估工作借鉴 IPCC 工作模式,以严谨的工作模式梳理国内外已有研究成果,以求同存异的态度从争议中寻求科学答案,以综合集成的工作方式从众多文献中凝集和提升主要结论,从而使这一研究工作体现出涉猎文献的广泛性、遴选成果的代表性、争议问题的包容性、凝集成果的概括性,这也是这一评估成果受到广泛关注和好评的主要原因所在。

2008年,中国气象局与中国科学院再次联合资助立项,启动了《第二次科学报告》评估研究,其主要目的是为了继续发挥科学评估工作的影响和作用,与 IPCC 第五次评估报告(AR5)相衔接,进一步加强对我国气候与环境变化的认识,积极推动我国科学家的相关研究成果进入到 IPCC AR5 中,扩大中国科学家研究成果的国际影响力,为我国科学家参与 AR5 工作提供支持。这次评估工作,在关注国际全球和洋盆尺度评估的同时,更加强调在区域尺度开展评估工作。因此,《第二次科学报告》对国际上正在开展的区域尺度气候环境变化评估工作是一种推动,也是一个贡献。我对此特别赞赏,并衷心祝贺!

我们特别高兴地看到,参与《第二次科学报告》的绝大多数作者以 IPCC 联合主席、主笔、主要贡献者和评审专家等身份参与了 IPCC AR5 工作中,对全球气候变化及其影响的科学评估工作发挥了积极作用。我相信,这些专家在参与国内气候与环境变化评估研究的基础上,一定会将中国科学家的更多研究成果介绍到国际上去。

在经历了第一次科学评估工作并积累丰富经验之后,《第二次科学报告》已经完全与国际接轨,从科学基础、影响与脆弱性和减缓与适应三个方面对我国气候与环境变化进行了系统评估。从本次评估中可以看出,我国相关领域的研究成果较上次评估时已经取得

了显著进展,尤其是影响、脆弱性、适应和减缓方面的研究,进展更加显著,这主要体现在研究文献数量已有了很大增长,质量也大大提高,有力支持本次评估研究能够从三方面分卷开展。我相信,如果这一评估工作能够周期性地持续坚持下去,将推动我国相关领域研究向更加深入的程度、更加广泛的领域发展,也必将为我国科学家以国际视野、区域整体角度审视气候变化、影响与适应和减缓提供科学借鉴和支持,促进我国科学家在国际舞台上发挥更大作用。

郑国光

中国气象局局长

IPCC 中国国家代表

2012 年 12 月 10 日

前 言

全球气候与环境变化问题是当代世界性重大课题。从 1990 年起,联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)连续出版了四次评估报告,其中,以 2007 年发布的第四次评估报告(IPCCAR4)影响最大,之后又启动了第五次评估报告(IPCCAR5)工作。在我国,2005 年出版了第一次《中国气候与环境演变》科学评估报告,该报告为中国第一次《气候变化国家评估报告》的编写奠定了坚实的科学基础。为了与国际气候变化评估工作协调一致,总结中国科学家的研究成果并向世界推介,也为了宣传中国科学家对全球气候和环境变化科学做出的贡献,四年前我们申请就中国气候与环境变化科学进行再评估,即开展第二次科学评估工作。2008 年,这项工作在中国科学院和中国气象局的支持和资助下正式立项、启动,称之为《中国气候与环境变化:2012》,意思是在 2012 年完成并出版,以便与 2013—2014 年 IPCC 第五次评估报告的出版相衔接。

四年来,科学评估报告专家组 197 位专家(71 位主笔作者,126 位贡献者)同心协力,团结合作,兢兢业业,一丝不苟地工作,先后举行了四次全体作者会议、九次各章主笔会议和六次综合卷主要作者会议。报告全文写了四稿,在第三、第四稿完成后,先后两次分送专家评审,提出修改意见,几经修改,终于完成并定稿。现在,《中国气候与环境变化:2012》将与大家见面,我感到无比欣慰。

本书采用科学评估的程序和格式进行编写,在广泛了解国内外最新科研成果的基础上,面对大量文献,在科学认知水平和实质进展方面反复甄别,提取主流观点,形成了本报告的主要结论。在选取文献时,以近期正式刊物发表的研究成果为主要依据,引用权威数据和结论,对中国气候与环境变化的科学、气候与环境变化的影响与适应及减缓对策等诸多问题,进行了综合分析和评估。《中国气候与环境变化:2012》的出版目的是能够为国家应对全球变化的战略决策提供重要科学依据。在本评估报告的工作接近尾声时,我国还出版了《第二次气候变化国家评估报告》,本科学报告也为这次国家评估报告的编制奠定了基础。

《中国气候与环境演变:2012》共分四卷,分别为《第一卷 科学基础》、《第二卷 影响与脆弱性》、《第三卷 减缓与适应》及《综合卷》。报告在结构上与 IPCC 评估报告基本一致,这样做便于两者相互对比。第一卷主要从过去时期的气候变化、观测的中国气候和东亚大气环流变化、冰冻圈变化、海洋与海平面变化、极端天气气候变化、全球与中国气候变化的联系、大气成分及生物地球化学循环、全球气候系统模式评估与预估及中国区域气候

预估等方面对中国气候变化的事实、特点、趋势等进行了评估,是认识气候变化的科学基础。第二卷主要涉及气候与环境变化对气象灾害、陆地地表环境、冰冻圈、陆地水文与水资源、陆地自然生态系统和生物多样性、近海与海岸带环境、农业生产、重大工程、区域发展及人居环境与人体健康的影响等内容,最后还从适应气候变化的方法和行动上进行了评估。第三卷主要从减缓气候变化的视角,从化减缓为发展的模式转型、温室气体排放情景分析、温室气体减排的技术选择与经济潜力、可持续发展政策的减缓效应、低碳经济的政策选择、国际协同减缓气候变化、社会参与及综合应对气候变化等八个方面讨论了减缓气候变化的途径与潜力。为了方便决策者掌握本报告的核心结论,我们召集卷主笔和部分章主笔撰写了《综合卷》。《综合卷》是对第一、第二和第三卷报告的凝练与总结,对现阶段科学认识给出了阶段性结论。有些结论并非共识,但事关重大,我们在摆出自己倾向性观点的同时,也对其他观点给予说明与罗列。考虑到科学报告应秉持的开放性以及方便中外交流,《综合卷》还出版了英文版。

上述四卷的内容涉及气候与环境变化的自然、社会、经济和人文因素的诸多方面,是目前国内认识中国气候与环境变化过程、影响及适应方式与减缓途径领域里最权威的科学报告。为此,我为本报告的出版而感到欣慰和兴奋!

参加本报告编写的专家共有 197 人,他们来自全国许多部门,包括中国科学院、中国气象局、教育部、卫生部、水利部、国家海洋局、农业部、国家林业局、国家发展和改革委员会、外交部、财政部、中国社会科学院以及一些社会团体。另外,还有 78 位一线专家审阅了报告,提出了宝贵的意见。我衷心感谢全体作者和贡献者、审稿专家、项目办和秘书组,以及中国科学院和中国气象局,感谢他们的辛勤劳动和认真负责的态度,感谢部门领导的大力支持。本书是多部门、多学科专家学者共同劳动的结晶,素材又源于科学家的研究成果,所以本书也是中国科学家的成果。

孙惠南、赵宗慈、郎玉环、刘潮海研究员对全书进行了文字统稿。中国科学院冰冻圈科学国家重点实验室负责项目办和秘书组工作,王文华、王亚伟、谢爱红、赵传成、熊健滨、傅莎组成秘书组为本项目做了大量且卓有成效的工作。气象出版社张斌等同志任本书责任编辑,他们认真细致的工作使本书质量得到保证。在此我们一并表示衷心感谢!

由于气候与环境变化科学的复杂性以及仍然存在学科上的不确定性,加之项目组专家的水平问题等,本报告必然有不足和疏漏之处,我们期待着广大读者的批评与指正。你们的批评意见也是开展下一次科学评估工作的动力。

秦大河

2012 年 12 月 11 日于北京

目 录

第一章 中国气候环境与社会经济基本特征	(1)
1.1 中国自然环境特征	(1)
1.1.1 中国的地理位置和范围	(1)
1.1.2 中国的地势地貌	(1)
1.1.3 中国的水文水资源	(2)
1.1.4 中国的冰冻圈	(2)
1.1.5 中国的动物、植物(类型与分布)与生物多样性	(4)
1.1.6 中国的土壤与土地资源	(5)
1.1.7 中国的海洋与岛屿	(6)
1.1.8 中国自然特征的地带性分布与地理区划	(6)
1.1.9 中国的自然灾害	(8)
1.2 中国的气候特征	(8)
1.2.1 中国气候的基本特征	(8)
1.2.2 中国的气温和降水	(9)
1.2.3 中国的气候资源	(10)
1.2.4 中国气候区划	(11)
1.2.5 中国天气、气候灾害	(13)
1.3 中国社会经济状况	(13)
1.3.1 中国的人口与民族	(13)
1.3.2 中国的经济发展	(14)
1.3.3 中国的城市化与城市群	(15)
1.3.4 中国的社会事业	(16)
1.4 中国的气候变化研究	(17)
1.4.1 古气候和历史气候变化	(17)
1.4.2 气候系统模式	(17)
1.4.3 气候变化观(监)测网络与科学实验	(18)
1.4.4 气候变化重大研究计划	(18)
1.4.5 气候变化研究机构和研究队伍	(18)
1.4.6 国际合作与影响	(19)
参考文献	(19)
第二章 中国气候与环境变化的事实	(20)
2.1 近百年器测的气候变化	(20)
2.1.1 中国温度变化	(20)

2.1.2	中国的降水量变化	(21)
2.1.3	其他气候要素的变化	(21)
2.1.4	东亚季风变化	(22)
2.1.5	东亚大气环流	(22)
2.2	极端天气气候变化	(22)
2.2.1	极端高温和极端低温	(22)
2.2.2	极端降水	(23)
2.2.3	干旱	(24)
2.2.4	热带气旋	(25)
2.2.5	沙尘暴	(25)
2.2.6	其他	(25)
2.2.7	全球气候变暖与极端天气气候事件的联系	(26)
2.3	冰冻圈和海洋变化	(27)
2.3.1	冰冻圈变化	(27)
2.3.2	近海环境和海平面变化	(27)
2.4	过去的气候变化	(28)
2.4.1	由古气候代用记录得到的新认识	(28)
2.4.2	古气候数值模拟方面取得的新进展	(29)
2.5	中国气候变化与全球气候变化的联系	(30)
2.5.1	与大气遥相关的联系	(30)
2.5.2	与欧亚大陆积雪的联系	(31)
2.5.3	与海温的联系	(31)
第三章	气候变化归因和不确定性	(32)
3.1	气候变化的自然原因	(32)
3.1.1	太阳变化	(32)
3.1.2	火山喷发	(33)
3.1.3	地热流	(33)
3.1.4	气候系统内部因子及其相互作用	(33)
3.2	人类活动对气候变化的影响	(34)
3.2.1	大气成分的变化	(34)
3.2.2	生物地球化学循环的作用	(36)
3.2.3	土地利用与覆盖的变化	(38)
3.2.4	气候变化的辐射强迫	(38)
3.3	气候变化归因与不确定性	(39)
3.3.1	观测资料的不确定性	(39)
3.3.2	模式归因	(39)
3.3.3	归因的复杂性	(40)
3.3.4	结语	(42)
第四章	气候变化对中国自然、经济和社会的影响	(43)
4.1	水文水资源	(43)
4.1.1	河川径流及水资源	(43)

4.1.2 冰冻圈水文	(45)
4.1.3 海平面上升	(45)
4.2 陆地生态系统	(46)
4.2.1 森林	(46)
4.2.2 草地	(46)
4.2.3 内陆湿地	(46)
4.2.4 生物多样性	(47)
4.3 陆地环境	(47)
4.3.1 土地利用与覆盖变化	(47)
4.3.2 土地荒漠化	(47)
4.3.3 水土流失	(48)
4.4 农林业	(48)
4.4.1 种植业	(48)
4.4.2 畜牧业	(49)
4.4.3 渔业	(50)
4.4.4 林业	(50)
4.5 人居环境与人体健康/传染病	(50)
4.5.1 人居	(50)
4.5.2 生活生产设施及社会服务	(51)
4.5.3 城市化	(51)
4.6 其他经济社会领域	(52)
4.6.1 工业	(52)
4.6.2 能源	(53)
4.6.3 旅游业	(53)
4.6.4 重大工程	(53)
参考文献	(55)
第五章 气候变化及其影响的预估	(56)
5.1 气候系统模式研发进展及其模拟能力评估	(56)
5.1.1 气候系统模式研发进展	(56)
5.1.2 CMIP5 多模式对中国区域模拟能力的评估	(57)
5.2 21 世纪中国区域气候变化	(59)
5.2.1 CMIP5 多模式的预估	(59)
5.2.2 区域气候模式的预估	(60)
5.3 21 世纪气候变化对中国可能的影响	(61)
5.3.1 对区域农业生产的影响	(61)
5.3.2 对植被的影响	(62)
5.3.3 对区域水资源的影响	(62)
5.3.4 对区域其他方面的影响	(63)
参考文献	(63)
第六章 适应与减缓气候变化的技术与政策选择	(64)
6.1 近期的适应与减缓行动与政策	(64)

6.1.1	近期的适应行动	(64)
6.1.2	近期的减缓行动	(65)
6.2	现有适应与减缓技术	(65)
6.2.1	适应技术	(65)
6.2.2	减缓技术	(66)
6.3	未来适应和减缓的展望	(68)
6.3.1	中国未来适应的展望	(68)
6.3.2	中国未来的减缓展望	(70)
6.4	适应与减缓的实施途径	(72)
6.4.1	研究制定《应对气候变化法》	(72)
6.4.2	加强管理与政策激励	(72)
6.4.3	加强资金投入	(73)
6.4.4	加强科学和技术创新	(73)
6.4.5	加强能力建设与提高意识	(73)
6.4.6	加强国际合作	(73)
第七章	应对气候变化的战略选择	(74)
7.1	国际形势的变化与中国面临的挑战和机遇	(74)
7.2	中国应对气候变化的内在需求	(77)
7.3	中国应对气候变化的战略选择	(79)
第八章	结 语	(81)
8.1	主要结论	(81)
8.1.1	大量观测事实证实近百年中国气候显著变暖	(81)
8.1.2	人类活动很可能是 20 世纪后半叶以来中国气候变暖的主要原因	(82)
8.1.3	气候变化已经对中国自然环境和社会经济领域产生显著影响	(82)
8.1.4	经济快速发展和在世界经济格局中的地位导致中国温室气体排放较快 增加	(82)
8.1.5	本世纪末之前中国气候仍将继续变暖	(83)
8.1.6	适应和减缓技术与政策选择是中国应对气候变化行动的关键	(83)
8.1.7	转变经济发展方式,走以低碳为重要特征的绿色工业化和新型城市化 道路是可持续发展的必然选择	(85)
8.2	未来的研究重点领域和方向	(85)
8.2.1	科学基础	(85)
8.2.2	影响与适应	(85)
8.2.3	减缓	(86)
8.2.4	对策与战略研究	(86)

第一章 中国气候环境与社会经济基本特征

主 笔:秦大河,陶澍,董锁成,罗勇

贡献者:潘家华,任贾文,胡秀莲,李双成,李飞,杨旺舟,王亚伟,高荣

1.1 中国自然环境特征

1.1.1 中国的地理位置和范围

中国位于亚欧大陆东部,太平洋西岸。从南北半球看,属于北半球;从东西半球看,属于东半球。中国疆域南起曾母暗沙(4°N 附近),北至黑龙江漠河以北的黑龙江主航道中心线(53°N 多),南北相距约 5500 km;西起新疆帕米尔高原(73°E 附近),东到黑龙江和乌苏里江汇流处(135°E 多),东西相距约 5000 km。陆地面积约 960 万 km^2 ,仅次于俄罗斯和加拿大,是世界第三大国。中国同 14 个国家接壤,与 8 个国家海上相邻:东北与朝鲜接壤,东北、西北与俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦为邻,正北方是蒙古国,西部毗邻阿富汗、巴基斯坦,西南与印度、尼泊尔、不丹相接,南面有缅甸、老挝和越南。

1.1.2 中国的地势地貌

中国位居亚欧大陆,面向太平洋,大陆地势西高东低,呈阶梯状逐级下降。整个地势以青藏高原最高,自西向东逐级下降,并通过宽广的大陆架把中国大陆和太平洋的大洋盆地连接起来。全国按地势高低共分三级阶梯。最高一级阶梯为青藏高原。平均海拔 4000 m 以上,面积达 250 万 km^2 ,是世界上海拔最高的高原。在高原上横亘着一列列雪峰连绵的巨大山脉,自北而南有昆仑山脉、阿尔金山脉、祁连山脉、唐古拉山脉、喀喇昆仑山脉、冈底斯山脉和喜马拉雅山脉。越过青藏高原北缘的昆仑山—祁连山和东缘的岷山—邛崃山—横断山一线,地势就迅速下降到海拔 1000~2000 m,局部地区可在 500 m 以下,这便是第二级阶梯。它的东缘大致以大兴安岭至太行山,经巫山向南至武陵山、雪峰山一线为界。这里分布着一系列海拔在 1500 m 以上的山脉、高原和盆地,自北而南有阿尔泰山脉、天山山脉、秦岭山脉;内蒙古高原、黄土高原、云贵高原;准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地和四川盆地等。翻过大兴安岭至雪峰山一线,向东直到海岸,为海拔 500 m 以下的丘陵和平原,它们可作为第三级阶梯。在这一阶梯里,自北而南分布有东北平原、华北平原和长江中下游平原;长江以南还有一片广阔的低山丘陵,一般统称为东南丘陵。前者海拔都在 200 m 以下,后者海拔大多为 200~500 m,只有少数山岭可以达到或超过 1000 m(图 1.1)。

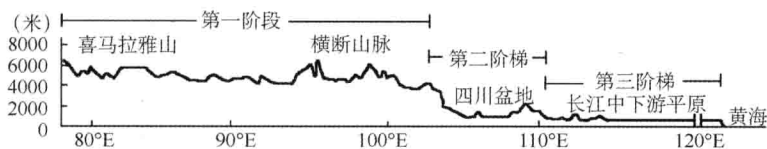


图 1.1 中国地势三级阶梯示意图(沿 32°N 剖面)

中国地貌类型复杂多样,平原、高原、山地、丘陵、盆地齐备。其中,山地占总面积的 33%,高原占 26%,盆地占 19%,平原占 12%,丘陵占 10%。如果把高山、中山、低山、丘陵和崎岖不平的高原都包括

在内,中国山区的面积要占全国土地总面积的 $2/3$ 以上(图 1.2)。

中国是世界上沙漠戈壁面积广阔的国家之一,沙漠戈壁主要分布在北部,包括西北和内蒙古的干旱和半干旱地区,总面积达 128 万 km^2 ,约占全国面积的 13% 。贺兰山乌鞘岭以西,沙漠面积最大,也最集中,塔克拉玛干沙漠、古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠是中国四大沙漠,都分布在这一地区。在大沙漠的边缘和外围,有带状或环状的戈壁分布。

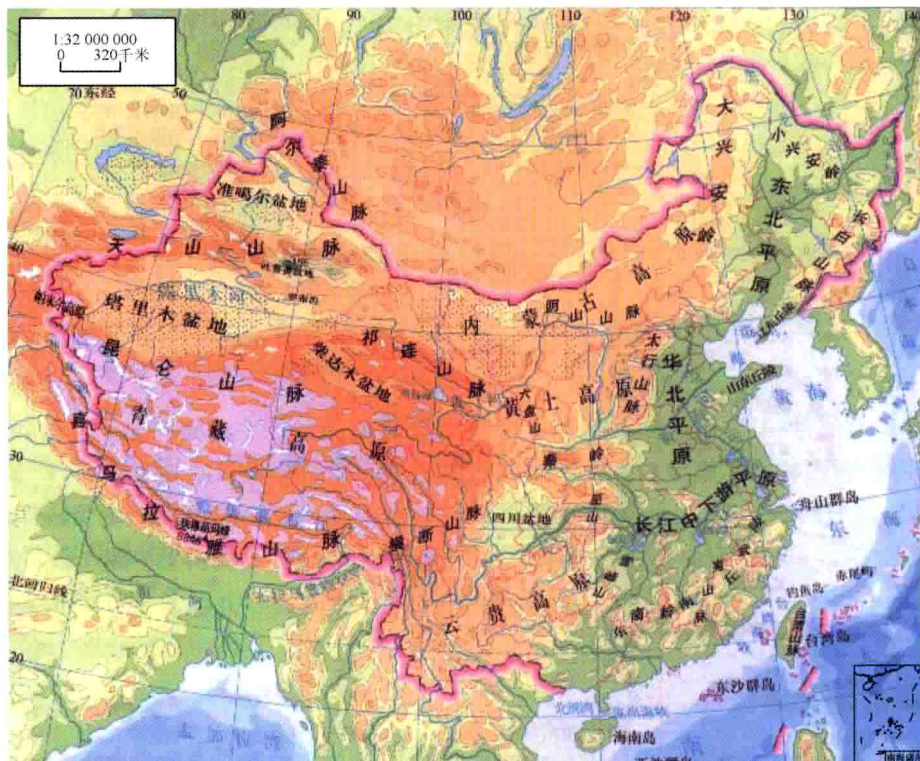


图 1.2 中国地势地貌图

1.1.3 中国的水文水资源

中国境内河流众多,流域面积在 1000 km^2 以上者多达 1500 余条。由于主要河流多发源于青藏高原,从河源到河口落差很大,因此中国的水力资源非常丰富,蕴藏量达 6.8 亿 kW,居世界第一位。

河流分为外流河和内流河。注入海洋的外流河,流域面积约占全国陆地总面积的 64% 。长江、黄河、黑龙江、珠江、辽河、海河、淮河等向东流入太平洋;西藏的雅鲁藏布江向东流出国境再向南注入印度洋,新疆的额尔齐斯河则向北流出国境注入北冰洋。流入内陆湖或消失于沙漠、盐滩之中的内流河,流域面积约占全国陆地总面积的 36% 。新疆南部的塔里木河是中国最长的内流河,全长 2179 km (图 1.3)。

中国是一个干旱缺水严重的国家。淡水资源总量为 28000 亿 m^3 ,占全球淡水资源的 6% ,仅次于巴西、俄罗斯和加拿大,居世界第四位,但人均只有 2200 m^3 ,仅为世界平均水平的 $1/4$ 、美国的 $1/5$,在世界上名列第 121 位,是全球 13 个人均水资源最贫乏的国家之一。

1.1.4 中国的冰冻圈

中国的冰冻圈在世界上占据非常重要的地位。就冰川分布而言,中国是世界上中纬度山岳冰川最发达的国家之一。据统计,中国境内共发育冰川 46298 条,冰川总面积为 59406 km^2 ,约占全球冰川和冰盖总面积的 0.4% ,为全球山地冰川面积的 14.6% ,亚洲山地冰川的 47.6% ,中国的冰储量约 5590 km^3 ,见表 1.1(刘潮海,施雅风等,2000)。