

高超 / 著

淮河流域 气候水文要素变化及成因分析研究

HUAIHE LIUYU

QIHOU SHUIWEN YAOSU BIANHUA JI CHENGYIN FENXI YANJIU

黄河科技大学出版社

国家自然科学基金青年基金项目“水文极端事件强度和频率
规律研究——淮河上游区域为例”(41101035)

淮河流域 气候水文要素变化及成因分析研究

HUAIHE LIUYU QIHOU SHUIWEN YAOSU BIANHUA JI CHENGYIN FENXI YANJIU

高 超◎著



安徽师范大学出版社

责任编辑:郭行洲 祝凤霞

装帧设计:丁奕奕

图书在版编目(CIP)数据

淮河流域气候水文要素变化及成因分析研究 / 高超著. — 芜湖: 安徽师范大学出版社,
2012.12

ISBN 978-7-81141-818-7

I. ①淮… II. ①高… III. ①淮河—流域—气候变化—水文要素—研究 IV. ①P468.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 181224 号

淮河流域气候水文要素变化及成因分析研究

高 超 著

出版发行:安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路 189 号安徽师范大学花津校区 邮政编码:241002

网 址:<http://www.ahnupress.com/>

发 行 部:0553-3883578 5910327 5910310(传真)

E-mail: asdcbsfxb@126.com

经 销:全国新华书店

印 刷:安徽芜湖新华印务有限责任公司

版 次:2012 年 12 月第 1 版

印 次:2012 年 12 月第 1 次印刷

规 格:787×960 1/16

印 张:9.75

字 数:165 千

书 号:ISBN 978-7-81141-818-7

定 价:20.00 元

凡安徽师范大学出版社版图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换。

目 录

1	绪 论	1
1.1	问题的提出	1
1.2	气候变化与径流量研究进展	2
1.2.1	气候变化和径流量变化观测事实研究	3
1.2.2	未来气候变化和径流量预估研究	6
1.3	淮河流域气候变化与径流量研究进展	13
1.3.1	淮河流域气候变化研究	13
1.3.2	淮河径流量研究	15
1.4	研究思路及主要内容	16
1.4.1	研究目的和意义	16
1.4.2	研究内容	17
1.4.3	技术路线	18
1.5	小 结	18
2	研究区概况、研究数据与方法	19
2.1	研究区概况	19
2.1.1	地理位置与地形	19
2.1.2	气象水文	20
2.1.3	自然资源	21
2.1.4	自然灾害	22
2.1.5	水利工程	23
2.1.6	社会经济	24

2.2	研究数据	25
2.2.1	数据来源	25
2.2.2	数据质量控制	28
2.3	研究方法	29
2.3.1	统计方法	29
2.3.2	水文模型方法	33
2.3.3	气候模式降尺度	37
3	气候变化和径流量变化观测事实	39
3.1	引言	39
3.2	1958—2007 年气候变化	41
3.2.1	年平均气温	41
3.2.2	温度季节变化	42
3.2.3	年降水量	45
3.2.4	降水量季节变化	46
3.3	极端事件	48
3.3.1	极端温度事件分析	48
3.3.2	极端降水事件分析	50
3.3.3	极端水文事件分析	51
3.4	小结	54
4	水文模拟效果比较分析	56
4.1	引言	56
4.2	水文模型研究概述	57
4.3	降水径流关系的建立	58
4.3.1	ANN 模型的建立	59
4.3.2	HBV 模型的建立	61
4.3.3	SWIM 模型的建立	64

4.4 径流模拟效果分析	65
4.4.1 纳希效率系数及误差	65
4.4.2 洪峰	66
4.5 小 结	68
5 未来气候变化与径流预估	69
5.1 引 言	69
5.2 未来气候变化情景	70
5.3 2011—2060 年气温和降水变化预估	75
5.3.1 年平均气温	75
5.3.2 季节平均气温	78
5.3.3 年降水量	79
5.3.4 季节降水量	81
5.4 淮河流域降水径流关系的建立	82
5.5 淮河干流 2011—2060 年径流量变化趋势	83
5.5.1 试验期 2001—2007 年流量变化	83
5.5.2 2011—2060 年年平均流量变化	84
5.5.3 2011—2060 年季节平均流量变化	86
5.5.4 2011—2060 年淮河流域径流量周期特征	87
5.6 小 结	90
6 人类活动的水文效应分析	92
6.1 引 言	92
6.2 水文效应研究方法 & 数据	94
6.2.1 研究方法	94
6.2.2 数据选取	95
6.3 淮河流域降水径流关系的建立	96
6.3.1 参数的输入	96

6.3.2	SWIM 模型的率定	96
6.4	土地利用 / 土地覆被情景的选取	98
6.5	土地利用变化水文效应分析	101
6.6	小 结	102
7	气候水文要素研究的不确定性问题讨论	104
7.1	气候要素不确定性	104
7.1.1	观测台站数据	104
7.1.2	预估数据	106
7.2	水文模型的不确定性	108
7.2.1	水文模型结构	108
7.2.2	水文模型率定过程	109
7.3	数据空间分辨率的影响	110
7.3.1	引言	110
7.3.2	资料来源与研究方法	112
7.3.3	流域信息提取	114
7.3.4	不同分辨率 DEM 对流量过程线的影响	118
7.3.5	初步结论	121
7.4	小 结	122
8	结论与讨论	124
8.1	主要结论	124
8.2	研究特色与创新	126
8.3	研究展望	127
	参考文献	128

图 录

图 1-1	总体研究思路	18
图 2-1	淮河流域气象、水文站点及流域分区	19
图 2-2	HBV 模型结构	35
图 2-3	SWIM 模型的结构图	37
图 3-1	淮河流域 1958—2007 年平均温度距平值及 MK 统计值	42
图 3-2	淮河流域 1958—2007 年四季平均温度距平值	44
图 3-3	淮河流域 1958—2007 年年降水量距平值及 MK 统计值	45
图 3-4	淮河流域 1958—2007 年四季降水量距平值	47
图 3-5	淮河流域超过极端高温阈值的日数	48
图 3-6	淮河流域极端高温 MK 统计值	49
图 3-7	淮河流域低于极端低温阈值的日数	49
图 3-8	淮河流域极端低温 MK 统计值	49
图 3-9	淮河流域超过极端降水阈值的日数及其降水量占全年比例	50
图 3-10	淮河流域极端降水 MK 统计值	51
图 3-11	蚌埠水文站 1958—2007 年径流量	51
图 3-12	蚌埠水文站超过流量 95% 百分位数的日数及其流量占全年比例	52
图 3-13	蚌埠水文站超过流量 95% 百分位数阈值 MK 统计值	53
图 3-14	蚌埠水文站低于流量 5% 百分位数的日数及其流量占全年比例	53
图 3-15	蚌埠水文站低于流量 5% 百分位数阈值 MK 统计值	54
图 4-1	蚌埠水文站及其以上流域	58

图 4-2 蚌埠水文站 2000.03—2007.12 实测月平均流量与模拟值 过程线	61
图 4-3 蚌埠水文站 1964—1975 年率定期、2000—2007 年校验期观测 值与 HBV-D 模拟值及降水—径流双累积曲线	63
图 4-4 蚌埠水文站 1964—1975 年率定期、2000—2007 年校验期观测 值与 SWIM 模拟值	65
图 4-5 蚌埠水文站 2000—2007 年 SWIM、HBV 模型模拟值	66
图 4-6 ANN/HBV/SWIM 模型模拟蚌埠水文站 2000—2007 年流量 过程线	67
图 4-7 ANN/HBV/SWIM 模型蚌埠水文站逐月模拟流量过程线	67
图 5-1 淮河流域 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式试验期(1961—1990 年) 和模拟期(2001—2100 年)温度距平值	71
图 5-2 淮河流域 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式试验期(1961—1990 年) 和模拟期(2001—2100 年)降水量距平值	72
图 5-3 淮河流域 ECHAM5 试验期 (a.1961—1990 年) 和模拟期(b. 2001—2007 年)月降水量、温度与实际观测值对比	74
图 5-4 淮河流域 2011—2060 年三种情景下年平均温度距平值及 MK 统计值	77
图 5-5 淮河流域 2011—2060 年三种情景下年降水量距平值及 MK 统 计值	81
图 5-6 蚌埠水文站 2001—2007 年观测径流量与 CSIRO/NCAR/ECH- AM5 模式 SWIM 模型模拟值	82
图 5-7 蚌埠水文站 2010—2060 年 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式 SWIM 径流模拟值	83
图 5-8 蚌埠水文站 2001—2007 年实测月平均流量与 SWIM 模拟值过 程线	83
图 5-9 蚌埠水文站 2011—2060 年 SRES-A2 情景下年平均流量距平 百分率及 MK 统计值	84

图 5-10 蚌埠水文站 2011—2060 年 SRES-A1B 情景下年平均流量距平百分率及 MK 统计值	85
图 5-11 蚌埠水文站 2011—2060 年 SRES-B1 情景下年平均流量距平百分率及 MK 统计值	85
图 5-12 蚌埠水文站 2011—2060 年三种排放情景下季节平均流量的年代际距平百分率	87
图 5-13 蚌埠水文站径流量观测值与 ECHAM5 预估值的复小波实部图	89
图 5-14 蚌埠水文站径流量观测值与 ECHAM5 预估值的复小波分析方差	89
图 6-1 淮河上游长台关以上流域 DEM 及站点分布	94
图 6-2 长台关流域 1981—1985 年率定期、1986—1990 年校验期观测值与 SWIM 模拟值及 1981—1990 年降水—径流双累积曲线	98
图 6-3 长台关流域不同时期土地利用图	100
图 7-1 淮河流域气象站点分布	105
图 7-2 长台关流域不同分辨率 DEM 及子流域划分	114
图 7-3 长台关流域不同分辨率 DEM 划分子流域高程及面积	117
图 7-4 长台关流域不同分辨率 DEM 划分子流域坡度信息	118
图 7-5 长台关流域不同分辨率 DEM 模拟径流纳希效率系数	120
图 7-6 长台关流域不同分辨率 DEM 模拟流量过程线	121

表 录

表 4-1 ANN/HBV/SWIM 模型效率系数及误差系数	66
表 4-2 ANN/HBV/SWIM 模型蚌埠水文站月模拟值纳希系数和相对 误差	67
表 5-1 淮河流域 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式 2011—2060 年温度距 平值最大值和最小值	71
表 5-2 淮河流域 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式 2011—2060 年降水量 距平值最大值和最小值	72
表 5-3 淮河流域 CSIRO/NCAR/ECHAM5 模式试验期(1961—1990 年) 和模拟期(2001—2007 年)与观测值相关性	74
表 5-4 淮河流域三种排放情景下 2011—2060 年温度距平值、升温率 和标准差	78
表 5-5 淮河流域三种排放情景下 2011—2060 年降水季节分配、变化 率和标准差	81
表 6-1 长台关流域 SWIM 模型误差参数	98
表 6-2 长台关流域三个时期各类土地利用类型面积比(占总面积百分 比)	100
表 6-3 长台关流域 SWIM 模型 1980、1995、2000 年土地利用 / 覆被情 景径流模拟值	101
表 7-1 长台关流域纳希系数为 0.68 时 SWIM 模型主要调参值	110
表 7-2 推荐应用的典型 DEM 分辨率(Maidment,1996)	114
表 7-3 长台关流域不同分辨率 DEM 划分子流域信息	116
表 7-4 长台关流域不同分辨率 DEM 模拟径流纳希效率系数	119

1 绪 论

我国幅员辽阔,生态环境复杂多样,气候变化对不同地区产生的影响不同,不同区域对气候变化的响应、敏感度和适应能力也不同。妥善应对气候变化,事关我国经济社会发展全局和人民群众切身利益。淮河流域属我国南北气候、中低纬度和海陆相三种过渡带的重叠地区,天气气候复杂多变,探究淮河流域气候水文要素变化规律对科学应对气候变化带来的影响具有重要意义。

1.1 问题的提出

当前,气候变化及其对人类环境的影响成为科学界日益重视的重大问题。科学研究以及政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告表明,气候系统变暖的客观事实不容置疑(IPCC,2007)。我国的《气候变化国家评估报告》指出,中国近 100 年来年平均地表气温略有上升,升高幅度为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,增温速率比同期全球平均水平略强;近 100 年来的年降水量没有出现明显的趋势性变化(Jiang *et al*,2006;《气候变化国家评估报告》,2007)。但我国有些地区如四川盆地、淮河流域等气温却呈下降趋势,如淮河流域 1951—1990 年气温呈下降趋势(Chen *et al*,1991;任国玉等,2007),淮河流域平均年降水量从 1956 年到 2000 年约减少 $50\text{ mm} \sim 200\text{ mm}$ (《气候变化国家评估报告》,2007)。这些现象引发了学者对气候变化及其未来趋势预估这一热点的关注,已有不少学者对国内各大流域开展这方面的研究(Su *et al*,2006;Wang *et al*,2007;田红,2008;姜彤等,2005;任国玉等,2005;王国杰,2006;曾小凡等,2007;刘绿柳等,2009;高超,2010)。

淮河是我国一条重要的自然地理界线,淮河流域介于长江和黄河两大流域之间,对于该流域气候变化方面的研究,多以整个江淮地区(田红,2005)或者对淮河流域单个气候现象(如梅雨)等的研究为主(徐群等,2007;

王慧等,2002),或者究淮河流域气候变化对水资源等的影响(陈英等,1996; Gao *et al*,2010),而对淮河流域过去气候变化事实和未来情景研究不多(高歌等,2008)。高歌等人(2008)主要根据多模式结果分析 2011—2040 年降水、温度变化,结合水文模型分析未来气候变化对淮河流域径流的可能影响,但未对过去淮河气候变化事实和未来变化趋势做详尽分析。

在中国乃至全球气候变化的背景下,淮河流域气候是否有相应的变化?变化规律如何?未来趋势如何?这些问题尚未得到系统的研究。

政府间气候变化专门委员会第四次评估报告指出:气候系统变暖的客观事实不容置疑,其将改变大气降水的空间分布和时间变异特性,改变水循环,影响水资源时空分布格局(IPCC,2007)。气候变化将改变全球水文循环的现状,引起水资源在时空上的重新分配,并对降水、蒸发、径流、土壤湿度等造成直接影响。深入研究气候变化对水的影响可为水资源的合理开发及可持续利用、经济社会的可持续发展提供科学依据。在全球变暖的影响下,近 100 年来中国年平均地表气温升温幅度约为 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此,研究我国各流域水资源对气候变暖的响应非常必要(《气候变化国家评估报告》,2007)。

淮河流域是我国气候变化导致年径流量变化最大的地区之一(刘春蓁,1997)。对于淮河流域径流的研究,有马跃先(2008)、汪跃军(2007)对径流特征、时间尺度的研究,有汪美华等人(2003)对未来气候影响下淮河流域径流深的研究等。自 20 世纪 80 年代以来,由于区域经济快速发展、水质污染加重,淮河缺水现象频发,制约了该地区国民经济的进一步发展。淮河流域未来的水资源状况如何,这是目前人们普遍关心的问题(田红,2008)。因此,研究淮河径流量的未来变化趋势,对了解淮河水资源特征及未来演变趋势十分重要。

1.2 气候变化与径流量研究进展

全球变化科学是 20 世纪 80 年代发展起来的新兴科学领域。进入 21 世纪之后,全球变化的研究方向发生重大调整。首先是由认识气候系统基本规律的纯基础研究转变为研究与人类社会可持续发展密切相关的一系

列生存环境实际问题;其次是从研究人类活动对环境变化的影响扩展到研究人类如何适应和减缓全球气候的变化速度(丁一汇,2006)。

气候变化已成为国际社会公认的主要全球性环境问题之一。为推动全球气候变化的研究,世界气象组织(WMO)、联合国开发计划署(UNDP)、联合国环境规划署(UNEP)、联合国教科文组织(UNESCO)和国际水文科学协会(IAHS)等一些国际组织,积极发起并开展国际合作研究、实施一系列相应研究计划,如世界气候计划(WCP)、国际地圈—生物圈计划(IGBP)、全球能量与水循环试验(GEWEX)、国际水文计划(IHP)等。1988年联合国环境规划署及世界气象组织共同组建联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC),其主要任务是为政府决策者提供气候变化的事实和对未来气候的可能变化作出预测,以促使决策者认识人类对气候系统造成的危害并采取对策。IPCC定期开展以下工作:①评价已有的气候变化的科学信息;②评价气候变化对环境及社会经济产生的影响;③制定对策。目前,IPCC共完成四次评估报告,并分别于1991年、1996年、2001年和2007年发布。IPCC评估报告不仅为各国承担温室气体减排义务提供科学依据,而且也为指导各国采取适应气候变化的对策提出建议(王国庆,2008)。

1.2.1 气候变化和径流量变化观测事实研究

1.2.1.1 气候变化

气候变化观测事实的研究多数从流域角度出发,利用各种统计分析方法研究流域气候要素平均态变化趋势、周期特征等信息(刘昌明,2009;谢健,2009;王纪军,2009)。如曾小凡(2009)对长江流域年平均气温变化敏感区域进行时间演变分析和突变检测,研究结果表明:①长江流域年平均气温主要有两种空间振荡型、三个变化敏感区域的年平均气温在20世纪90年代明显升高,且均在90年代后期呈突变增加,其中,金沙江流域升温趋势最为明显,气候倾向率为 $0.20\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$;②全流域1991—2005年年平均气温距平空间分布显示,自1991年以来全流域呈升温趋势,其中,长江流域中下游地区和金沙江流域是升温幅度最大的地区。王怀清(2009)对近50年鄱阳湖五大流域降水变化特征进行了研究,研究结果表明:①各流域的年降水量变化趋势基本一致,年降水量与年暴雨日数密切相关;②各流域

年降水量、暴雨日数总体呈波动上升趋势;③年降水日数以 20 世纪 80 年代中期为界,之前呈波动上升趋势,之后呈波动下降趋势,2002 年至今各流域降雨日数明显偏少;④各流域的年降水量、降水日数、暴雨日数均未出现趋势性的突变;⑤近 50 年来鄱阳湖流域降水时间分布不均的情况加剧,旱涝灾害风险增加。

除流域角度以外,亦有从地区角度出发研究气候变化特征的,如,胡利平(2009)研究甘肃天水地区近 50 年的气温与降水变化特征,邱新法(2009)对重庆山地月平均气温的研究,等等。

对于极端气候要素的研究也是气候变化研究的重要内容,诸多学者就极端温度、极端降水等气象要素开展相应研究(苏布达等,2008;朱业玉等,2009;任朝霞等,2009;朱坚,2009;严平勇等,2009;高霞等,2009)。如严平勇等(2009)采用福建省 40 年气象资料,通过时间序列分析方法和非参数 Mann-Kendall 检验方法,对其各类极端气温变化进行分析,结果表明:其气温变化均表现升温趋势,月极端最低温度增暖趋势远大于月极端最高温度增暖趋势;复杂的地形对气温空间分布产生深刻的影响,沿海半岛、平原、山间盆地、河谷区气温明显高于周围山区;月极端最低气温纬度趋势分异明显,温度由东南向西北递减;月极端最高温度趋势分布大致以闽中大山脉为界,西北侧显示不明显的降低趋势,东南侧显示显著的升高趋势;月极端最低温度全区呈现上升的趋势,空间分布上以河谷、盆地地区为趋势增强中心。

高霞等(2009)分析近 45 年河北省极端降水事件频率变化的时空特征,结果显示:全省平均年最大日降水量呈下降趋势,1980 年为由多到少的转折点;强降水日数和暴雨日数变化不大,但南部平原地区一般减少,北部山地区域多有增加;降水日数明显减少,南部和东南部平原减少更显著;河北省强降水日数和暴雨日数在降水日数中的比重有增大趋势,这种相对增加的趋势主要发生在 20 世纪 90 年代中后期。

1.2.1.2 径流量变化

水是大气环流和水文循环中的重要因素,是全球气候变化最直接和最重要的影响领域(IPCC,2007)。IPCC 主席帕乔里在 IPCC 技术报告之六“气候与水”的序言中指出:“气候、淡水和各社会经济系统以错综复杂的方式

相互影响。因而,其中某个系统的变化可引发另一个系统的变化。在判定关键的区域和行业脆弱性的过程中,与淡水有关的问题是至关重要的。因此,气候变化与淡水资源的关系是人类社会关切的首要问题。”气候变化对水资源的影响,是关系到人类社会经济可持续发展的重要科学问题,也是IPCC (2007)第四次气候变化评估报告的重点研究内容之一。

关于气候变化对水的影响研究起步于 20 世纪 70 年代后期,美国国家研究协会于 1977 年开始研究气候、气候变化和供水之间的相互关系和影响。世界气象组织(WMO) 1985 年出版了气候变化对水文水资源影响的综述报告,并推荐了一些检验和评价方法,随后又给出了水文水资源系统对气候变化的敏感度分析报告。国际水文科学协会(IAHS) 1987 年在第 19 届国际 IUGG 大会中举办“气候变化和气候波动对水文水资源影响”的专题学术讨论会。进入 21 世纪,气候变化成为各种国际会议的主要议题。例如,2006 年在北京召开了地球系统科学联盟(ESSP)和全球水系统计划(GWSP)联合会议,其中第四个主题讨论的就是气候变化对海岸带、陆地河流的影响;2007 年在意大利召开的 IUGG 国际大会讨论了气候变化对水文水资源的影响研究的科学问题(张建云,2007)。研究的内容从对区域水资源平均可用水量的长期变化趋向 (Schwarz *et al*, 1977; Karl *et al*, 1989; Zhang *et al*, 2001; Kundzewicz *et al*, 2005; 郭华, 2006; 高超, 2010;), 逐步向洪水、干旱等极端事件的影响分析方向延伸 (Smith *et al*, 1993; Krasorskia *et al*, 1993; 徐立荣, 2002; Bernhard *et al*, 2006; 程晓陶, 2008)。

20 世纪 80 年代,我国开始气候变化影响方面的研究,1988 年在中国科学院及中国自然科学基金支持下,开展了“中国气候与海面变化及其趋势和影响研究”。在“八五”、“九五”和“十五”科技攻关项目中相继设立了气候变化影响专题。其中,国家“九五”重中之重的科技攻关项目“我国短期气候预测系统”中设立了“气候异常对我国水资源及水分循环的影响评估模型研究”,以我国海河、淮河、汉江和赣江为研究对象,侧重气候变化影响评估模型和方法的研究,建立了半分布式水量平衡模型。近几年,国家越来越重视气候变化及其影响的研究。2008 年“气候变化对我国水安全影响及适应性对策研究”被列为水利行业重大研究专项,开展了气候变化与相关水问题的广泛研究;2010 年“气候变化对我国东部季风区陆地水循环与水资源

安全的影响及适应对策”由中国科学院和中国气象局承担,围绕“气候变化影响下水循环要素时空变异与不确定性、陆地水文—区域气候相互作用与反馈机理、气候变化影响下水资源的脆弱性与可持续性”等关键科学问题,选择对我国水资源安全有重要意义的东部季风区陆地水文时空分布和变化、南北方典型的水资源问题为切入点,分别从检测与预估、响应与归因、影响与后果、适应与对策四个层面开展工作。

近 50 年来,我国多数江河实测径流量呈现减少趋势,特别是 20 世纪 80 年代以来,北方河流径流量减少明显,如海河流域各站减少 40%以上,黄河流域中下游各站减少 30%以上。流域径流变化是气候变化、人类活动和社会发展共同影响的结果,气候变化对河川径流的影响程度随流域的不同而存在差异,在黄河中游地区,气候变化对河川径流减少的贡献率约为 38.5%(王国庆等,2008)。张凯等(2007)就黑河流域上游冰川地区对气候变化的响应研究表明:该区山区冰川不断萎缩,而且雪线持续升高,出现强烈的亏损。姚玉璧等(2008)研究得出洮河流域近 50 年来气候趋于暖干化,降水量减少,干燥指数上升,导致水资源呈显著下降趋势,年际变化存在 2~3 年、8~9 年、15 年的年际周期变化。

1.2.2 未来气候变化和径流量预估研究

1.2.2.1 气候变化情景设定

对于科学评估和决策过程来说,情景是一种有用的工具。在气候变化领域,情景是进行气候模拟、评估气候变化影响和脆弱性、选择适应和减缓措施以及分析气候变化相关政策的基础(Nakic *et al*, 2000)。为了进行气候变化分析,需要构建几种不同的情景。例如,为了模拟未来气候的可能变化趋势,必须构建温室气体排放情景,它是气候模式的基本输入。

由于区域气候变化的复杂性和不确定性,以及大气环流模式(GCMs)对水文、陆地表面过程参数的定量过分简化,气候学家还难以准确地预测未来区域气候变化,未来气候变化的量值不是一种准确的预测值,而是一种可能出现的结果,故称“情景”。气候变化情景是建立在一系列科学假设基础上,对未来气候状态的时间、空间分布形式的合理描述。气候变化情景可分为增量情景和基于气候模式模拟的情景。增量情景是根据基准气候对不