

文章编号: 1673-1719 (2009) 02-0063-08

# 气候变化背景下欧洲中部水资源供给的不稳定性评估——以易北河流域为例

Fred F. Hattermann<sup>1</sup>, Joachim Post<sup>2</sup>, Valentina Krysanova<sup>1</sup>,  
Tobias Conradt<sup>1</sup>, Frank Wechsung<sup>1</sup>(1 Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam D-14473, Germany;  
2 German Aerospace Center, Wessling D-82234, Germany)

(中国科学院南京地理与湖泊研究所 高超 译, 中国气象局国家气候中心 姜彤 校)



**摘要:** 欧洲中部的易北河流域是典型的湿润半湿润地区。夏季的水资源供给是限制农业生产的因素之一, 特别是在具有较高农业生产水平, 而年降水量只有 500 mm 的黄土地区。通过总结气候变化与水文循环 (GLOWA-Elbe) 项目第一阶段的成果, 根据气候和土地利用变化的各种情景并考虑其不确定性, 对未来 50 a 德国易北河流域水资源供给稳定性作出综合评估。研究表明, 欧洲中部必须从自然和社会角度应对未来气候变化情景下产生水资源供给短缺的可能情况。

**关键词:** 水供给; 气候变化; 易北河流域; 欧洲

**中图分类号:** P467/P333.3 **文献标识码:** A

## 引言

许多学者在过去几年间就气候变化对水资源和农业潜在影响问题做了大量研究<sup>[1-5]</sup>, 然而, 多数研究仅侧重气候变化对水文学、土地利用和农业等领域的影响研究, 而未涉及到水资源对气候变化的响应和结果的不确定性分析等问题<sup>[6]</sup>。本文是德国气候变化与水文循环 (GLOWA-Elbe) 研究项目框架下的部分研究成果, 其中主要关注以下3个方面。1) 短期气候和土地利用变化情景研究。情景的设定与气候、社会经济边界条件相吻合, 并且考虑水循环和植被等要素的响应。2) 在人均水资源供给量极低、植被农作物产量主要受水资源供给因素限制的地区, 定量研究气候和土地利用变化对水资源的影响。3) 水资源供给不确定性的定量研究。

## 1 数据与方法

### 1.1 模型

本文采用的全球气候模式模拟边界条件来自于 ECHAM4-OPYC3 海气耦合模式。该模式由联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的 SRES A1 情景驱动<sup>[7]</sup>。在假设全球气候模式模拟的气温趋势准确的前提下, 区域气候变化情景通过统计降尺度模型 STAR (STAtistisches Regionalmodell)<sup>[8]</sup> (图 1 中过程 ①) 获取。通过设定时间跨度在 2000—2055 年的 100 种不同的气候变化情景, 反映出给定情景下研究区对全球气候模式温度变化的响应。在此, 研究中有选择地给出了一个相当缓和的气温升高过程温度情景, 即到 2050 年气温将大约上升 1.4 °C<sup>[7]</sup>。本项研究假定温度升高情景与 IPCC 预测的 2050 年情景

收稿日期: 2008-07-03; 修订日期: 2008-12-21

基金项目: 德国 GLOWA (GLObal WAter) Elbe 项目资助

作者简介: Fred F. Hattermann (1970—), 男, 研究员, 研究方向是全球气候变化和水循环。E-mail: hattermann@pik-potsdam.de

差别甚小<sup>[9]</sup>。

首先, STAR降尺度处理过程是利用蒙特卡罗逼近方法来设计气候变化可能的随机性及 100 种气候变化情景。这些情景涵盖德国易北河流域所有未来可能发生的气候变化情况。对于这 100 个情景序列的详细介绍及其不确定性问题参见 Orłowsky 等<sup>[10]</sup>的研究成果。

第二步, 引入与气候变化情景相一致的社会经济发展条件下土地利用变化情景。土地利用变化情景的设定是建立在易北河流域土地利用变化, 也就是耕地变化的前提上。根据这一假设条件, 研究区内生态水文模型 SWIM<sup>[11]</sup>将区域内植被分为 9 种主要类型 (如图 1 中过程 ②)。

SWIM 模型是由德国波兹坦气候变化影响研究所研发的可将气候变化与水文学定量化研究相结合的一种分布式模式, 用于诊断由模型输入的气候要素 (如全球气候模式输出的数据) 导致的不同气候变化情景下水资源供给的不确定性问题。

模型第一个输入参数来自区域性农业经济模型——RAUMIS 模型, 它是由 Henrichsmeyer 等<sup>[12]</sup>在 1996 年研究德国区域农业—环境信息系统时建立的。这个模型考虑了研究区内气候变化背景下农民收益最大化问题和国家对相应的农业宏观调整政策等问题 (以土地利用变化情景 A 为基础, 如图 1 中过程 ③ 所示)。第二个输入参数是全球农作物市场条件, 这个市场条件是利用 Von Lampe 等<sup>[13]</sup>1999 年建立的 WATSIM 全球农业经济模型结合 IPCC 不同排放情景预测的, 在土地利用变化情景 B 引起的社会经济变化背景下, 输入到 RAUMIS 模型来模拟农民可能存在的潜在收入最大化问题。模型运算的空间分辨率是按照县域为单位进行的。RAUMIS 模型利用生态水文模型 SWIM 将县域内农作物空间分布转化到次级空间单元上, 该次级空间单元面积远远小于县域面积, 同时该类空间界限建立在流域内生态环境特征而非行政边界基础上, 即建立在水文响应单元 (HRUs) 基础上。

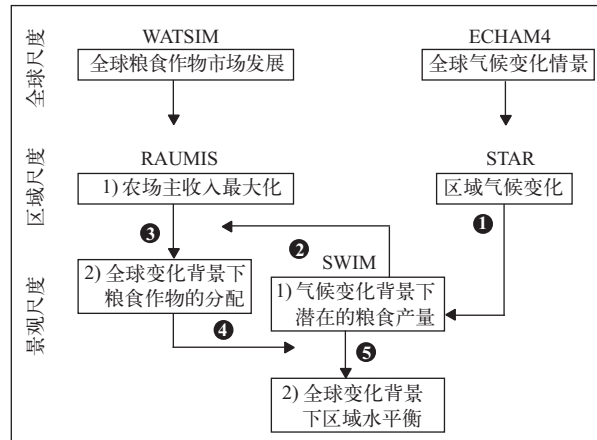


图 1 模型建立流程图

Fig. 1 Flow chart of the modelling procedure

SWIM 模型通过农作物情景模块, 模拟在给定情景下县域内每个水文单元内农作物分配、轮作管理等 (图 1 中过程 ④), 并用每年县域统计数据进行质量检验控制<sup>①</sup>。每个水文单元内土壤划分为 7 种土地肥力类别, 具备较好的水—肥组合条件的地区则有较好的农业产出, 这一点在农业统计资料中得到验证。

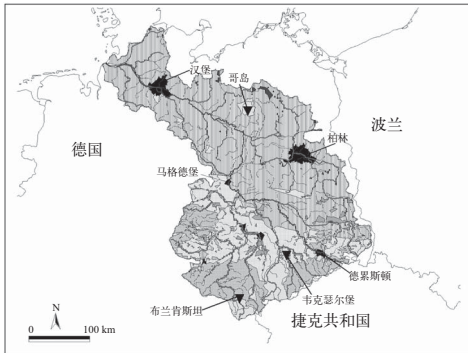
最后, 将区域气候变化及土地利用变化转换成定量的水资源变化 (如图 1 中过程 ⑤), 运行 SWIM 模型模拟 100 次, 每次输入不同的气候变化和土地利用情景, 得到不同的模型输出结果。

### 1.2 研究区概况

易北河是流入北海的河流中最东部的大河之一, 流域面积约 148268 km<sup>2</sup>。研究区为易北河流域德国部分, 自德 (国) 捷 (克) 边界至新达尔肖地区。研究区内约有 80256 km<sup>2</sup> 的地区不受北海潮汐影响, 约 16148 km<sup>2</sup> 的地区位于潮间带受到潮汐影响 (如图 2<sup>[14]</sup>)。易北河全长 1092 km, 有 728 km 位于德国境内, 流域内 52% 的土地利用类型为耕地, 29% 为森林, 6% 为工业城镇居民用地, 5% 为湖泊, 还有少量的工矿和其他利用类型。

易北河流域自源头至河口有 273 座大坝对整个流域的防洪和淡水供应起调节作用。尽管如此, 在

① Wechsung F, Hattermann F, Post J, et al. Algorithm for the generation of spatial crop cover patterns on arable land and its application in a modelling framework for accessing hydrological impacts of land use and climate change in the Elbe river basin (已投稿)

图2 德国易北河流域位置<sup>[14]</sup>Fig. 2 The German Elbe River basin<sup>[14]</sup>

过去几十年, 时有特大洪涝灾害发生, 尤其是2002年8月发生的特大洪灾最为严重。该次洪灾主要由低气压系统“5B”造成, 低气压系统常常在欧洲中部地区造成强降水<sup>[15]</sup>。

德国人均水资源供给量约2200 m<sup>3</sup>/a, 其中莱茵河流域约1370 m<sup>3</sup>/a, 多瑙河流域高达4300 m<sup>3</sup>/a<sup>[16]</sup>。德国人均需水量约为495 m<sup>3</sup>/a, 占公共淡水供给量的14%左右。从气候角度讲, 研究区处于德国最干旱的地区之一。受哈尔茨山地形影响, 该地区年平均降水量仅约500 mm, 但却是德国农业生产力较高的黄土平原地区。易北河全流域在1951—2000年多年平均降水量约659 mm, 出口多年平均流量约为877 m<sup>3</sup>/s, 而同期捷克共和国上游来水量约为315 m<sup>3</sup>/s<sup>[17]</sup>。研究区内人均水资源供给量约为680 m<sup>3</sup>/a, 是欧洲人均水资源供给量最低的地区之一。

在过去20 a中, 易北河流域河水水位和地下水水位都在逐渐下降。地下水补给对气候和土地利用变化极为敏感, 可作为水资源平衡与否的主要指标<sup>[18]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 参验期

#### 2.1.1 气候模式的降尺度处理

选取1951—2000年气候观测数据, 结合STAR降尺度模型模拟区域气候变化。评价区域气候模拟稳定性的参数主要选取方差、频数、周期和延续性等。同时将得出的100个气候情景输入模型, 得出相应计算数值并与观测数据对比, 发现100个气候情景下计算的降水值与观测值在全流域具有很好的相关性, 同时也符合正态分布。

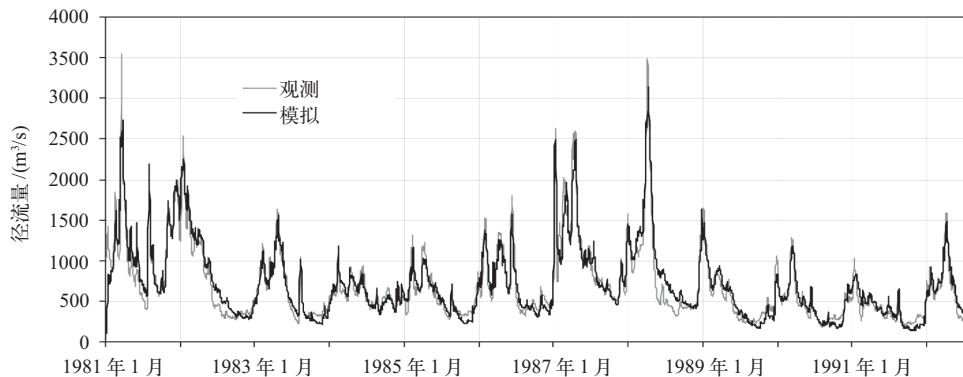
#### 2.1.2 水文模型

易北河流域已率先在多目标、多地区和多尺度范围应用生态水文模型。本文分别对德国易北河流域12个不同子流域(面积280~23690 km<sup>2</sup>)进行模拟(多地区); 同时进行以日步长为单位的观测河流量与地下水位动态变化对比研究(多目标); 使用拉丁高立方体方法而非普通的自动校定方法<sup>[19]</sup>以确保在模型运算过程中考虑各种物理参数组合, 模型的敏感性和模拟结果的不确定性研究也使用了该方法; 最后, 对模型进行手动微调。计算河流量与实测径流量之间的关系如图3<sup>[20]</sup>, 其中率定期为1981—1986年, 参验期为1987—1992年。

### 2.2 情景模拟期

#### 2.2.1 气候因子

表1所示为100个不同气候情景下, 流域气温、降水的相关参数。由于受局地地形(哈尔茨山脉位

图3 易北河流域径流量模拟值与观测值(新达尔肖地区, 流域面积约86 km<sup>2</sup>)<sup>[20]</sup>Fig. 3 Comparison of the simulated and observed river discharge of the Elbe basin (Neu-Darchau, catchment area 86 km<sup>2</sup>)<sup>[20]</sup>

于流域西部)和西风环流的影响,易北河流域观测到的降水趋势不同于全球降水增多的趋势。这种降水趋势将持续,甚至可能出现降水减少趋势。由于区域气候变化的不确定性因素,研究区年降水量变幅在-68.2~81.5 mm之间(表1)。分析表明,只有2个最干旱情景下的降水趋势显著(置信度超过了90%),其中之一为第32情景。

2.2.2 土地利用因子

在流域尺度上,生态水文模型对气候变化造成的农作物减产做出估算,如C3作物类将减产11%~15%,而C4作物如玉米的产量没有明显变化。在此基础上,农业经济模型RAUMIS重新模拟德国易北河流域农作物种植分布情况。因而在气候变化背景下,当地农民可以据此主动调整土地利用方式,使自己的收入最大化。例如,在那些因气候变化造成土壤肥力降低、土壤持水能力降低、降水减少的地

区,很难获取较高的农业生产效率,因而需要调整土地利用方式。

土地利用情景A中仅考虑气候变化作为驱动因素,这将导致土地利用类型微弱调整,即有大约0.9%农业用地转变为抛荒地,其他的土地利用类型比例相对稳定。土地利用情景B中增加全球农作物市场因素之后土地利用类型变化幅度加大,抛荒地占整个农业用地的比例高达29.8%,之前低于7.0%,冬小麦的比例由26.4%下降到21.7%,玉米种植面积比例由7.0%下降到2.0%。本文最终选取情景A作为土地利用因子。

2.2.3 水文因子

2.2.3.1 初步结果

德国易北河流域气候变化对水文的影响,可以从1961—1990年和2051—2055年2个时期各种要素差异比较分析得出(图4)<sup>[14]</sup>,其中1961—1990年

表1 易北河全流域温度和降水情景趋势(2051—2055年和1961—1990年平均值差异)  
Table 1 The scenario trend in temperature and precipitation for the entire German Elbe basin (difference of the average 2051–2055 and 1961–1990)

区域	温度差值/°C			降水差值/mm		
	夏季	冬季	年平均	夏季	冬季	年合计
低洼地区	1.7	1.0	1.5	6.4	-8.0	-1.7
黄土地区	1.7	1.0	1.5	11.5	-16.6	-5.1
山区	1.7	1.0	1.5	2.3	-18.9	-16.6
全流域	1.7	1.0	1.5	5.9	-11.5	-5.6
				(-42.5; 84.2)	(-25.7; -2.8)	(-68.2; 81.5)

注:括号里的数据分别对应研究区内最干旱与最湿润的情景

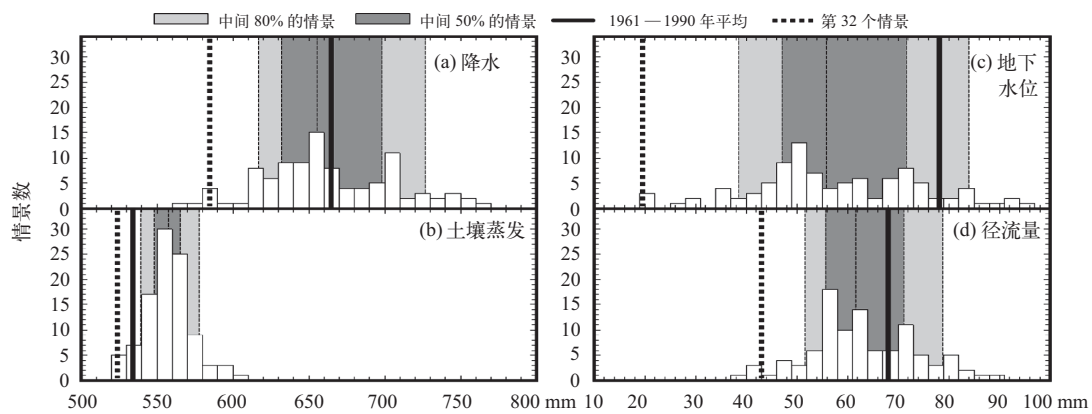


图4 2051—2055年100个情景的5a平均分布<sup>[14]</sup>

Fig. 4 The distribution of the five-year average of the 100 variants during 2051–2055, and the median of the reference period 1961–1990 (a) precipitation, (b) evapotranspiration, (c) groundwater recharge, (d) direct runoff<sup>[14]</sup>

表 2 不同气候情景下 2051—2055 年水循环要素可能变幅 (参验期为 1961—1990 年)  
Table 2 The range of possible changes in the hydrological cycle under climate change during 2051—2055  
(The reference period is 1961—1990)

水循环要素	参验期	极端干旱情景 /%	中间情景 /%	极端湿润情景 /%	干旱情景数量
降水	665.07	-15.3 (-12.0)	-1.5 (-0.5)	14.8 (8.8)	59
实际蒸发	522.34	0.0 (3.5)	6.8 (6.4)	14.9 (11.8)	1
地表径流	68.22	-44.2 (-31.7)	-11.2 (-6.2)	32.7 (9.1)	69
地下水补给	78.75	-75.0 (-69.8)	-28.5 (-22.0)	50.2 (-10.3)	87

注：括号内数值为 2046—2055 年相对参验期的变幅

为参验期, 2051—2055 年为情景期。气候变化情景期较参验期短得多, 因为情景期内年降水量稳定减少, 若选取长时间跨度的平均值将会掩盖规划期末 (或之后) 由水短缺给水使用者带来的问题。表 2 给出不同情景下水循环要素情况, 水文模拟的不确定性受输入气候因子 (表 1 中所示) 不确定性的影响, 可以用置信度来评价计算结果的不确定性。

在 100 个气候情景中有最干旱情景的设定, 只有在此情景下参验期与情景期年径流量的平均值才会有显著差异。100 个气候情景中有 2 个情景的降水量表现出显著趋势; 14 个情景的土壤蒸发量具有显著趋势; 另外有 14 个情景的地下水位变化和 11 个情景的河流径流量具有显著趋势。这些模拟结果并不完全同时出现, 如第 32 个情景具有很明显的降水减少趋势, 但其土壤蒸发量却没有显著趋势, 其可能原因为虽然温度增加幅度较大, 但是可供蒸发的水资源或降水很少, 因而削弱了土壤蒸发量趋势的显现。

### 2.2.3.2 逐日动态变化分析

图 5 所示为位于新达尔肖的水文控制站在参验期 1961—1990 年和情景期 2051—2055 年平均日流量之间的关系。研究表明, 有 80% 的情景平均流量比参验期低。另外, 气候变化下情景期的流量变化特征也会异于参验期, 如农作物生长期延长导致夏末河流水位上升缓慢等。在夏末秋初, 较低水位出现的概率将越来越高。参验期常因早春融雪而出现春汛, 但气候变化背景下因气温升高, 冬季累积雪量减少, 情景期最大的洪水期可能出现在 1 月。诸如河流长时间处于枯水期和早冬季节就出现洪水等新问题, 都将在未来水资源管理规划时着重考虑。

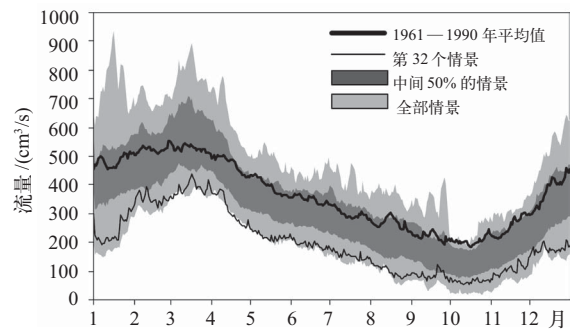


图 5 参验期和情景期 (2051—2055 年) 新达尔肖水文站 5 a 平均逐日流量<sup>[14]</sup>

Fig. 5 Five-year average daily water discharge at gauge station Neu-Darchau for the reference period and under scenario conditions (2051—2055)<sup>[14]</sup>

### 2.2.3.3 子流域的影响分析

图 6 和图 7 为研究区参验期降水量和地下水补给量与第 32 个气候情景下模拟值的对比, 其中, 图 6(d) 和图 7(d) 反映了模拟结果的不确定性。总体而言: 研究区的北部地区降水将会减少, 而南部地区情况相对较复杂, 降水增加的区域和减少的区域并存, 这与 Menzel 等<sup>[21]</sup>利用其他的统计降尺度方法对德国易北河流域的子流域——Mulde 流域进行气候情景研究得到的结论一致。同样, 这一地区地下水位随着年降水量的降低大幅下降, 值得注意的是降水的微弱变化即可引起地下水位的强烈变化。由于植物的吸收作用, 图 7(a) 和 7(b) 中粉色区域地下水补给量在未来气候情景下会加速减少。哈尔茨山以东地区降水变率最大, 此处地下水补给量变化也最大。还有一些地区由于黄土土壤具有高持水力, 地下水补给量在参验期非常低。

在哈尔茨山脉以东地区, 100 个气候情景下的降水不确定性很高, 同样的情况在地下水补给方面

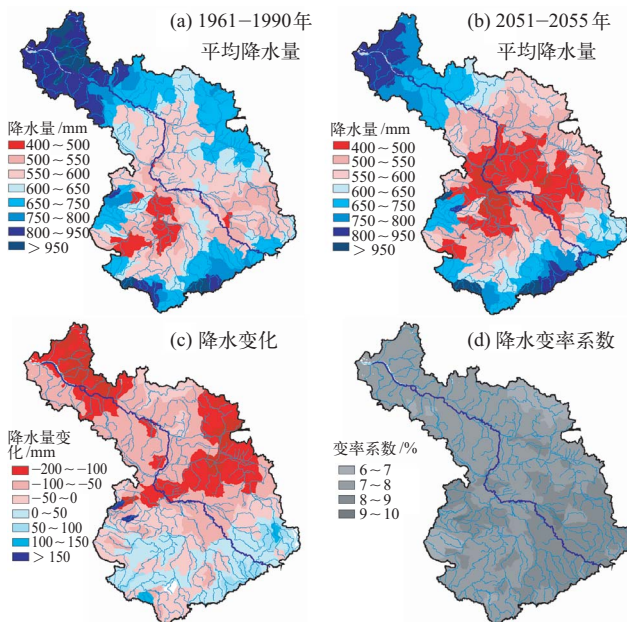


图6 1961—1990年和2051—2055年多年平均降水量及其变化<sup>[14]</sup>

Fig. 6 The mean annual precipitation of 1961–1990 (a) and 2051–2055 (b), the change in precipitation (c) and the coefficient of variability (d) in the Elbe region<sup>[14]</sup>

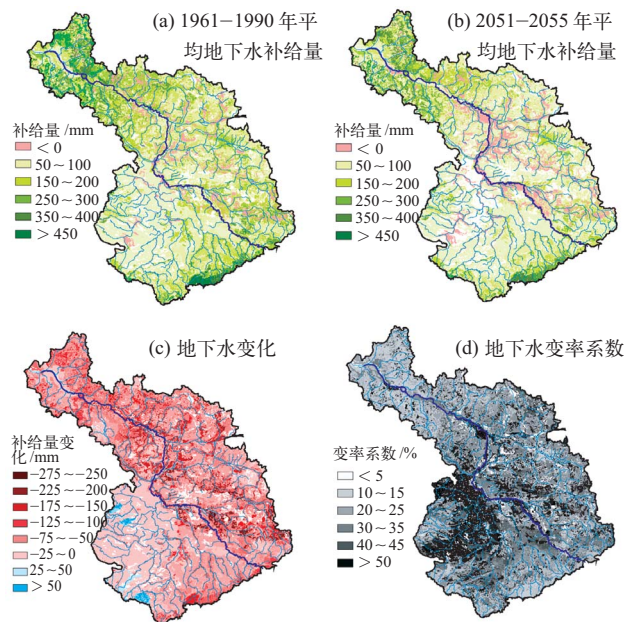


图7 1961—1990年和2051—2055年地下水补给多年平均及其变化<sup>[14]</sup>

Fig. 7 The mean annual groundwater recharge of 1961–1990 (a) and 2051–2055 (b), the change in recharge (c) and the coefficient of variability (d) in the Elbe region<sup>[14]</sup>

亦然，特别是在黄土分布地区。参验期地下水补给总量越小的地区其情景期不确定性越大，同时这些地区降水的微弱改变会造成地下水补给的强烈变化，如14%的降水变率将会导致50%的地下水补给变率。

### 3 结论和讨论

利用模型对未来全球气候变化情景下德国易北河流域水供给状况及其不确定性进行了研究，同时考虑了诸如土地利用变化和气候变化等重要驱动因子。

(1) 德国易北河流域从自然和社会经济角度来说都将面临可利用水资源短缺、水情严峻等问题，但该研究结论也有很大的不确定性。2001—2055年易北河流域气温将升高1.4℃，这会增加植被生产量、延长植被生长期，植被蒸腾作用从早春到深秋都将增强。所有这些都影响水情要素，例如可能造成河流水位在早冬时期上涨时间推后而春季回落时间提前；夏末秋初出现河流低水位的次数会更多，持续时间会更长。另外，土壤蒸发量的增加将严重影响地下水补给。所有这些都对当地的水平衡和水

供给产生很大影响。

(2) 相对微弱减少的降水变化与显著增加的气温变化相叠加后将导致水文水资源系统的强烈变化，特别是在河流流量和地下水补给方面。区域气候变化和生态水文模型的不确定性导致模拟结果的不确定性比生态水文模型本身产生的不确定性要高得多。很有意义的现象是，几乎在所有100种设定的气候情景下，夏季都出现水供给短缺（即使在降水量有明显增加的趋势下），同时早冬融雪导致高水位期提前出现。这表明温度升高的可能性比降水变化的不确定性在概率上要大很多，因为温度对于土壤蒸发的影响程度和降水大致相当。这一结论有力地证明：即使存在不确定性因素，经过降尺度的GCM模式在区域尺度水文模型应用方面也是可行的。

易北河流域如果仅考虑气候变化驱动土地利用的变化（土地利用变化情景A），那么土地利用对于水平衡的影响并不是很明显。但在考虑全球社会经济发展因子之后，土地利用的影响逐渐加强（土地利用变化情景B，社会经济因子对于土地利用的影响要比气候变化对土地利用的影响强得多）。因而，

土地利用管理尤其重要, 例如可采用其他土地利用方式(草地、森林和居民地等)替代农业利用方式来减缓对水资源的影响。 ■

致谢: 感谢德国波兹坦气候变化影响研究所的许多同事为本文做出的贡献。

### 参考文献

- [1] Hattermann F F, Krysanova V, Post J, *et al.* Understanding Consequences of Climate Change for Water Resources and Water-related Sectors in Europe [M]. The Adaptiveness of IWRM, an Analysis of European IWRM Research. IWA Publisher, 2008: 99–112
- [2] Bronstert A, Niehoff D, Burger G. Effects of climate and land-use change on storm runoff generation: present knowledge and modelling capabilities [J]. *Hydrological Processes*, 2002, 16 (2): 509–529
- [3] Chiew F H S, McMahon T A. Modelling the impacts of climate change on Australian streamflow [J]. *Hydrological Processes*, 2002, 16 (6): 1235–1245
- [4] Kundzewicz W Z, Budhakooncharoen S, Bronstert A, *et al.* Coping with variability and change: floods and droughts. *Natural Resources Forum* [J]. 2002, 26: 263–274
- [5] Eckhardt K, Ulbrich U. Potential impacts of climate change on groundwater recharge and streamflow in a central European low mountain range [J]. *Journal of Hydrology*, 2003, 284: 244–252
- [6] Bronstert A. Rainfall-runoff modelling for assessing impacts of climate and land-use change [J]. *Hydrological processes*, 2004, 18 (3): 567–570
- [7] IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contributions of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001
- [8] Werner P C, Gerstengarbe F W. Proposal for the development of climate scenarios [J]. *Climate Research*, 1997, 8: 171–182
- [9] Gerstengarbe F W, Werner P C. Simulation results of the regional climate model STAR [M]// Wechsung F, Becker A, Graefe P. Integrated Analysis of the Impacts of Global Change on Water, Environment and Society in the Elbe Basin, PIK-Report 95, 2005: 1436J0179 (in German)
- [10] Orłowsky B, Gerstengarbe F W, Werner P C. A resampling scheme for regional climate simulations and its performance compared to a dynamical RCM [J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 2008, 92 (3/4): 209–223
- [11] Krysanova V, Müller-Wohlfeil D-I, Becker A, *et al.* Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscale watersheds [J]. *Ecological Modelling*, 1998, 106 (2/3): 261–289
- [12] Henrichsmeyer W C C, Lohe W, Meudt M, *et al.* Entwicklung Eines Gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BML (94 HS 021) [M]. Bonn: Braunschweig, 1996
- [13] Von Lampe M. A Modelling Concept for the Long-Term Projection and Simulation of Agricultural World Market Developments-World Agricultural Trade Simulation Model WATSIM [D]. Bonn: University of Bonn, 1999
- [14] Hattermann F F. Integrated Modelling of Global Change in the German Elbe River Basin [D]. Potsdam: University of Potsdam, 2005
- [15] Becker A, Grünwald U. Flood risk in Central Europe [J]. *Science*, 2003, 300: 1099
- [16] Stanners D, Bourdeau P. Europe's Environment: the Dobruša Assessment [M]. Luxembourg: European Environment Agency, Office for Official Publications of the European Communities, 1995
- [17] ATV-DVWK German Society for Water Management, A.u.A.e.V. The Elbe River and the Main Tributaries: Pressures and Trends, Characterization and Perspectives [R]. Hennef, 2000 (in German)
- [18] Hattermann F, Krysanova V, Wechsung F, *et al.* Integrating groundwater dynamics in regional hydrological modelling [J]. *Environmental Modelling & Software*, 2004, 19 (11): 1039–1051
- [19] Tarantola S. SimLab 1.1, Reference Manual [M]. 2000
- [20] Hattermann F F, Wattenbach M, Krysanova V, *et al.* Runoff

simulations on the macroscale with the ecohydrological model SWIM in the Elbe catchment-validation and uncertainty analysis [J]. *Hydrological Processes*, 2005, 19: 693–714

[21] Menzel L, Burger G. Climate change scenarios and runoff response in the Mulde catchment (Southern Elbe, Germany) [J]. *Journal of Hydrology*, 2002, 267 (1/2): 53–64

## Assessing Uncertainty of Water Availability in a Central-European River Basin (Elbe) Under Climate Change

Fred F. Hattermann<sup>1</sup>, Joachim Post<sup>2</sup>, Valentina Krysanova<sup>1</sup>, Tobias Conradt<sup>1</sup>, Frank Wechsung<sup>1</sup>

(1 *Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam D-14473, Germany;*  
2 *German Aerospace Center, Wessling D-82234, Germany*)

**Abstract:** The Elbe region is representative of humid to semi-humid landscapes in Central Europe, where water availability during the summer season is the limiting factor for plant growth and crop yields, especially in the loess areas with high crop productivity having annual precipitation lower than 500 mm. This paper summarizes the results of the first phase of the GLOWA-Elbe project and tries to assess the reliability of water supply in the German part of the Elbe River basin for the next 50 years, a time scale relevant for the implementation of water and land use management plans. One focus of the study was developing scenarios which are consistent with climate and land use changes considering possible uncertainties. The concluding result of the study is that nature and communities in parts of Central Europe will have to deal with considerably lower water resources under scenario conditions.

**Key words:** water availability; climate change; Elbe region; Europe