

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2014.02.001

A1B 情景下黄河源区径流变化趋势

王建群¹, 刘松平¹, 郝阳玲¹, 汤剑平²

(1. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 南京大学大气科学学院, 江苏 南京 210093)

摘要: 采用 SWAT 模型和 RegCM3 模式预测 A1B 情景下黄河源区未来的径流变化趋势。构建了黄河源区 SWAT 模型, 采用 2000—2005 年和 2006—2008 年逐日气温、降水、流量等实测水文气象数据对模型进行率定和验证, 率定期纳西效率系数为 0.86、相关系数为 0.83, 验证期纳西效率系数为 0.89、相关系数为 0.86, 模拟效果好。评价 RegCM3 模式对黄河源区气温和降水的模拟能力, 结果表明该模式对气温和降水的模拟具有很好的相关性, 模拟效果令人满意。采用 RegCM3 模式预测的 A1B 情景下未来气候信息经系统校正和插值处理后, 驱动所构建的 SWAT 模型模拟了黄河源区 2010—2098 年的径流系列, 预估了黄河源区未来的径流变化趋势。研究结果表明, 黄河源区唐乃亥水文站径流系列在 2010—2098 年总体上呈减少趋势, 在 2010—2039 年、2040—2069 年和 2070—2098 年 3 个时期呈减—增—减的交替变化趋势, 其中 2010—2039 年和 2040—2069 年变化趋势不显著, 2070—2098 年呈显著减少趋势。

关键词: 气候变化; A1B 情景; 区域气候模式; SWAT 模型; 径流; 黄河源区

中图分类号: TV121 文献标志码: A 文章编号: 1000-1980(2014)02-0095-06

Change trend of runoff in source region of Yellow River under A1B scenario

WANG Jianqun¹, LIU Songping¹, HAO Yangling¹, TANG Jianping²

(1. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. School of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The SWAT model and RegCM3 regional climate model were used to predict the future trend in change of the runoff in the source region of the Yellow River under an A1B scenario. The SWAT model for the source region of the Yellow River was constructed, and it was calibrated and verified with hydrometeorological data, including daily temperature, precipitation, and discharge, from 2000 to 2005 and from 2006 to 2008, respectively. The Nash-Suttcliffe efficiency coefficient was 0.86 in the calibration period and 0.89 in the verification period, and the correlation coefficient was 0.83 in the calibration period and 0.86 in the verification period, indicating that the model's simulation effect was good. The RegCM3 regional climate model's capability of simulating the surface air temperature and the precipitation in the source region of the Yellow River was evaluated, and the simulation results, which agreed with observations, were satisfactory. The climate data of the source region of the Yellow River under the A1B scenario predicted by the RegCM3 regional climate model were processed by the system through correction and interpolation, and then applied to the SWAT model to simulate the runoff series of the source region of the Yellow River from 2010 to 2098 and predict the change trend of runoff in the future. The results show that runoff at the Tangnaihai Station in the source region of the Yellow River will decrease continuously from 2010 to 2098 in general; it will decrease from 2010 to 2039, will increase from 2040 to 2069, and will decrease from 2070 to 2098; during the periods from 2010 to 2039 and from 2040 to 2069, it will change insignificantly; and during the period from 2070 to 2098, it will have a significantly decreasing trend.

Key words: climate change; A1B scenario; regional climate model; SWAT model; runoff; source region of Yellow River

收稿日期: 2013-02-05
基金项目: 国家自然科学基金(40830639)
作者简介: 王建群(1960—),男,江苏句容人,教授,博士,主要从事流域水文模拟及水资源规划管理研究。E-mail: wangjq@hhu.edu.cn

黄河干流唐乃亥断面以上的集水区域黄河源区虽然集水面积仅占黄河流域总面积的 15%,但其多年平均产流量占全流域的 38%,是黄河流域最主要的产流区,被誉为黄河的“水塔”,是研究全球气候变化的热点区域。很多学者对黄河源区气候变化背景下的水循环特征和生态环境效应做了大量的研究^[1-12]。其中:文献[1-8]基于水文气象台站观测资料,分析了黄河源区近几十年来气温、降水、蒸发、径流等要素的变化特征及演变趋势,文献[9]建立了黄河上游大尺度流域水文模型,分析了 GCMS 中的 7 个模式,预测了 2030 年气候变化情景下黄河上游径流资源及其可能变化趋势,认为黄河源区吉迈以上流域 7 个模式相应的径流量一致地呈增加趋势,吉迈至唐乃亥区间 7 个模式中有 5 个模式相应的径流量呈增加趋势,2 个模式相应的径流量呈减少趋势;文献[10]利用大气环流模型(GCMS)结果和大尺度分布式水文模型评估了 B2 情景下黄河源区未来的水资源演变趋势,认为黄河源区的水资源量总体趋势是不断降低,水量年际分布也将越来越不均匀,旱涝威胁日趋严峻;文献[11]利用 HadCM3 GCM 输出的气候变化情景对黄河源区未来的水资源演变趋势进行研究,认为未来 3 个时期(2010—2039 年、2040—2069 年和 2070—2099 年)黄河源区径流量均有不同程度的减少;文献[12]利用 GCM A2 和 B1 情景输出对兰州以上的黄河上游流域未来的水资源演变趋势进行研究,认为未来 2 个时期(2045—2065 年、2081—2100 年)黄河上游流域径流量均呈减少趋势。

RegCM3 是用于区域气候模拟的模式,相对于全球环流模式(GCM),区域气候模式(RCM)具有更高的分辨率,可以更好地获得小尺度系统的气候细节^[13]。尽管关于气候变化背景下黄河源区的水循环特征、径流演变趋势等有着大量的研究,基于 RegCM3 成果预测黄河源区径流演变趋势仍然是一个十分值得关注的研究课题。笔者采用 SWAT 模型,研究建立黄河源区分布式水文模型,采用 RegCM3 模式预测的 A1B 情景下未来气候信息,驱动所建立的水文模型,预估黄河源区未来的径流变化趋势。

1 研究区域 SWAT 模型构建

黄河源区是黄河干流唐乃亥断面以上集水区域,位于青藏高原东北部。黄河源区集水面积为12.20 万 km²,干流长 270 km,可分为 3 段,黄河沿以上的源头区集水面积为 2.09 万 km²,黄河沿至玛曲区间的集水面积为 6.51 万 km²,玛曲至唐乃亥区间的集水面积为 3.59 万 km²,见图 1。

黄河源区是青藏高原的主体部分,区内山脉绵亘,地势西高东低,海拔 3 000 ~ 5 000 m,有高山、盆地、峡谷、草原、沙漠,以及众多的湖泊、沼泽、冰川和多年冻土等多种典型的青藏高原高寒草地地貌,缓坡丘陵、丘间草滩和湿地是其主要地貌类型。黄河源区属青藏高原气候系统,具有典型的高原大陆性气候特征。多年平均降水量在 198 ~ 700.5 mm 之间,由西北向东南递增,6—9 月降水量占全年的 75%。年蒸发量为 800 ~ 1 200 mm。黄河源区北部地区主要以栗钙土、棕钙土、灰棕漠土为主,南部主要是高山草土、高山灌丛草甸土、高山草原甸土、高山荒漠草原土。

采用 SWAT 模型^[14]研究建立黄河源区分布式水文模型。SWAT 模型自开发以来已在流域水文循环模拟、气候变化及土地覆被变化的水文响应以及污染物流失等方面得到了广泛应用^[15]。构建黄河源区 SWAT 模型所需的 DEM 为 1 000 m×1 000 m 栅格,来源于日本和美国宇航局的 ASTER GDEM^[16];土地覆盖数据由项目合作者提供^[17-18];土壤数据来源于中国科学院南京土壤研究所提供的 1 : 1 000 000 土壤数据库^[19]。根据 DEM、土地覆盖图、土壤类型图,将黄河源区划分成 60 个子流域、282 个水文响应单元。

以 2000—2005 年的水文气象数据对模型进行率定,以 2006—2008 年的资料对模型进行验证。率定和验证时期唐乃亥站实测和模拟月平均流量过程线见图 2 和图 3。率定期纳西效率系数 $E_{ns}=0.86$,复相关系数 $R^2=0.83$;验证期 $E_{ns}=0.89$, $R^2=0.86$ 。以上结果表明模型的模拟效果较好。

2 RegCM3 模式的模拟能力

RegCM3 模式模拟试验计算由项目合作者在南京大学完成。RegCM3 模式生成的气候数据覆盖区域在



图1 黄河源区水系示意图
Fig. 1 Sketch map of drainage network in source region of Yellow River

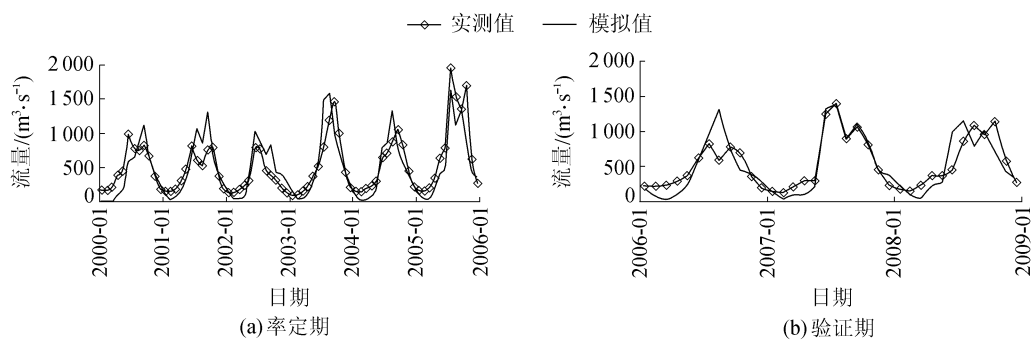


图 2 黄河源区唐乃亥站月平均流量过程线

Fig. 2 Monthly average runoff at Tangnaihai Station in source region of Yellow River

29°N ~ 39°N 和 90°E ~ 106°E 之间,覆盖黄河源区(在 32.5°N ~ 35.5°N 和 90°E ~ 103.5°E),见图 3。该区域气候模式经、纬向的格点数分别为 78 和 110,水平分辨率为 15 km×15 km,垂直方向分为 18 层,顶层大气压为 50 hPa,模拟试验中采用的物理过程参数化方案包括 EMANUEL 积云对流方案、CCM3 辐射方案以及 BATS 陆面过程方案。用于驱动区域模式的初始场和边界场资料来自于 IPCC 数据分发中心提供的 ECHAM5 全球环流模式结果^[20-21]。模式的现代控制试验(20C3M)积分时段为 1970 年 1 月 1 日至 1999 年 12 月 31 日,A1B 情景下的未来气候变化试验积分时段为 2009 年 1 月 1 日至 2099 年 12 月 31 日。

利用 RegCM3 模式在现代气候情景下(20C3M)基准期 1990—1999 年气温和降水模拟资料与黄河源区玛多、达日、久治、玛曲、红原、若尔盖、中心站、泽库、兴海、同德等 10 个气象站点的实测资料进行对比分析,评价 RegCM3 模式的模拟能力。

RegCM3 模式输出的基准期月平均气温系列和黄河源区 10 个气象站点平均的月平均气温系列对比见图 4。RegCM3 模式对基准期月平均气温系列模拟系统偏小,基准期年平均气温绝对误差为 -2.47 °C, $E_{ns} = 0.79$, $R^2 = 0.95$,模拟效果好,月平均气温系列模拟值与实测值系列之间有很好的 consistency。

RegCM3 模式输出的基准期月降水系列和黄河源区 10 个站点平均的月降水系列对比见图 5。RegCM3 模式对基准期月降水系列模拟系统偏大,基准期平均年降水量相对误差为 48.5%, $E_{ns} = 0.52$, $R^2 = 0.90$,模拟效果令人满意,月降水系列模拟值与实测值系列之间有很好的 consistency。RegCM3 模式对降水的模拟效果要次于对气温的模拟效果,但相对于其他大气环流模式^[22],RegCM3 模式的模拟效果已经相对较好。

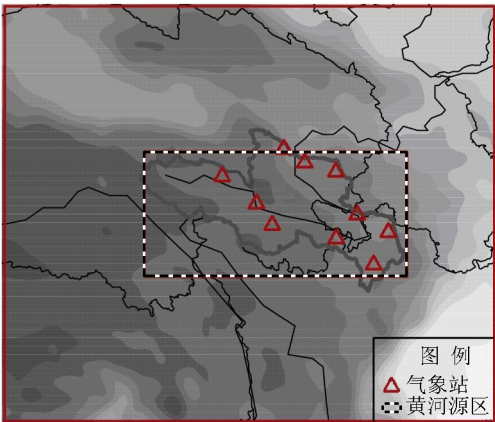


图 3 RegCM3 模式生成的气候数据覆盖区域示意图

Fig. 3 Sketch map of coverage area of climate data from RegCM3 regional climate model

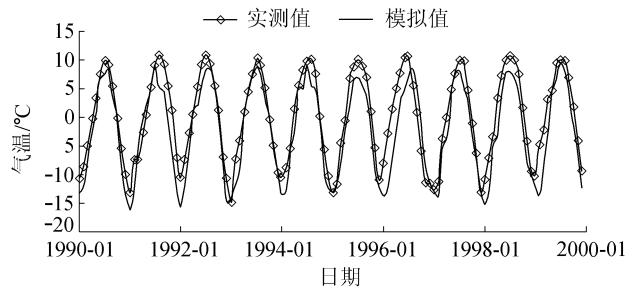


图 4 基准期模拟与实测气温过程线

Fig. 4 Simulated and measured temperature hydrographs in reference period

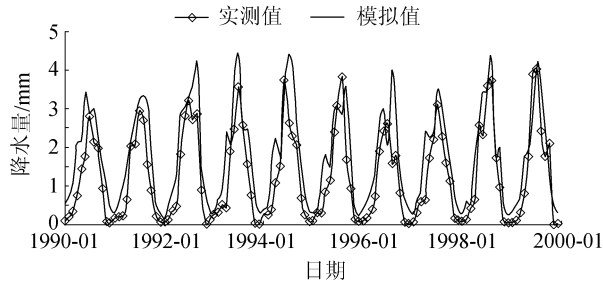


图 5 基准期模拟与实测降水量过程线

Fig. 5 Simulated and measured precipitation hydrographs in reference period

总体来说,RegCM3 模式在黄河源区对气温的模拟结果系统偏低,对降水的模拟结果系统偏高,RegCM3

模式对气温和降水的模拟具有较好的相关性。因此,RegCM3 模式在黄河源区对气温和降水具有一定的模拟能力。

3 A1B 情景下径流过程模拟

对黄河源区径流预测的未来时间段选为 2010—2098 年,并将未来时间划分为 3 个时期,分别为 2010—2039 年、2040—2069 年、2070—2098 年。

2000 年 IPCC 发布的《排放情景特别报告》(SRES)中设计了 A1,A2,B1 和 B2 共 4 种情景“家族”,其中 A1B 情景是假设未来大气 CO₂ 等温室气体保持中等排放,各种能源之间基本平衡^[23]的情景。本文基于 A1B 情景,采用 RegCM3 模式预测的 A1B 情景下未来气温、降水等气象信息,驱动所构建的 SWAT 模型,预估黄河源区未来的径流变化趋势。

因为 RegCM3 模式存在一定的系统误差,在驱动所构建的 SWAT 模型之前,对 RegCM3 模式预测的结果进行系统校正,从而得到较准确的未来情景下的气象资料。SWAT 模型需要的气象资料是逐日的降水、最高气温、最低气温和风速,对于最高日气温、最低日气温和日降水量直接用双线性插值方法将校正的模式气象数据插值到计算单元上,而日平均风速则用实测风速资料中每个月的平均风速代替。

采用 RegCM3 模式预测的 A1B 情景下未来气温、降水等气象信息,经系统校正、插值处理后驱动所构建的 SWAT 模型,得到预测的黄河源区未来径流系列。图 6 是预测的 A1B 情景下黄河源区唐乃亥站年平均流量系列。采用 Mann-Kendall 秩次相关检验法、线性趋势分析方法^[24]对唐乃亥站未来径流量系列进行统计诊断分析,结果见表 1。由表 1 可知,黄河源区唐乃亥站径流系列在 2010—2098 年总体上呈减少趋势,其中在 2010—2039 年和 2070—2098 年期间呈减少趋势,在 2040—2069 年期间呈增加趋势。Mann-Kendall 统计量 U 的显著性水平 $\alpha=0.05$ 的双边正态分位数为 1.96,因此,黄河源区唐乃亥站径流系列在 2010—2039 年和 2040—2069 年期间变化趋势不显著,在 2070—2098 年期间呈显著减少趋势。

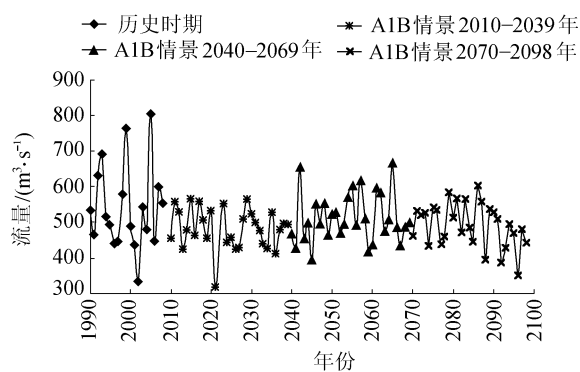


图 6 A1B 情景下黄河源区唐乃亥站
年平均流量系列预测结果

Fig. 6 Prediction results of annual average flow series at Tangnaihai Station in source region of Yellow River under A1B scenario

4 结 语

构建了黄河源区 SWAT 模型,采用 2000—2005 年和 2006—2008 年逐日气温、降水、流量等实测水文气象数据对模型进行率定和验证;评价区域气候模式(RegCM3)对黄河源区降水和气温的模拟能力;采用 RegCM3 模式预测的 A1B 情景下未来气候信息经系统校正和插值处理后,驱动所建立的 SWAT 模型模拟了黄河源区 2010—2098 年的径流系列,预估了黄河源区未来的径流变化趋势。所得结论如下:

- a. 构建的黄河源区 SWAT 模型在率定期纳西效率系数为 0.86、复相关系数为 0.83,验证期纳西效率系数为 0.89、复相关性系数为 0.86,模拟效果好。
- b. RegCM3 模式对黄河源区降水和气温具有一定的模拟能力,对降水的模拟值系统偏高,而对气温的模拟值系统偏低,对气温的模拟能力优于对降水的模拟能力。
- c. 黄河源区唐乃亥站径流系列在 2010—2098 年总体上呈减少趋势,在 2010—2039 年、2040—2069 年

表 1 黄河源区唐乃亥站年平均流量系列统计诊断分析
Table 1 Statistical diagnostic analysis of annual average flow series at Tangnaihai Station in source region of Yellow River

M-K 统计量		平均流量变化/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)	变化趋势	统计时间
U	β			
-0.9277	-1.2529	-0.7647	减少	2010—2039 年
0.6423	1.0071	0.7988	增加	2040—2069 年
-1.5940	-2.6663	-2.4651	减少	2070—2098 年
-0.0729	-0.0619	-0.0409	减少	2010—2098 年

和2070—2098年3个时期呈减—增—减的交替变化趋势,其中2010—2039年和2040—2069年变化趋势不显著,2070—2098年呈显著减少趋势。

气候变化与水循环是一个相互影响和相互制约的机制,一方面是气候变化对水循环的先决性影响,另一方面是水循环对气候的反馈作用。目前关于气候变化对径流的影响研究较多地偏向于气候模式和水文过程之间的单向连接,气候模式和水文过程作为各自单独的模块,较少涉及气候模式和水文过程双向耦合。今后,应加强区域气候模式与水文模型的双向耦合问题研究。

参考文献:

[1] 李栋梁,张佳丽,全建瑞,等. 黄河上游径流量演变特征及成因研究[J]. 水科学进展,1998,9(1):22-28. (LI Dongliang, ZHANG Jiali, QUAN Jianrui, et al. A study on the feater and cause of runoff in the upper reaches of Yellow River[J]. Advances in Water Science, 1998,9(1):22-28. (in Chinese))

[2] 张仕锋,贾绍凤,刘昌明,等. 黄河源区水循环变化规律及其影响[J]. 中国科学 E 集:技术科学,2004,34(增刊1):117-125. (ZHANG Shifeng, JIA Shaofeng, LIU Changming, et al. Water cycle variation and its impact in the source region of the Yellow River[J] Science in China Ser E:Technological Sciences, 2004,34(Sup 1):117-125. (in Chinese))

[3] 牛玉国,张学成. 黄河源区水文水资源情势变化及其成因初析[J]. 人民黄河,2005,27(3):31-36(NIU Yuguo, ZHANG Xuecheng. Preliminary analysis on variation of hydrologic and water resources regime and its genesis in the source region of the Yellow River[J]. Yellow River, 2005,27(3):31-36. (in Chinese))

[4] 蓝永超,沈永平,李州英,等. 气候变化对黄河源区水资源系统的影响[J]. 干旱区资源与环境,2006,20(6):57-62. (LAN Yongchao, SHEN Yongping, LI Zhouying, et al. Influences of global-warming on water resources system in the riverhead area of the Yellow River[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2006,20(6):57-62. (in Chinese))

[5] 时兴合,秦宁生,汪青春,等. 黄河上游径流变化特征及其影响因素初步分析[J]. 中国沙漠,2007,27(4):690-697. (SHI Xinghe, QIN Ningsheng, WANG Qingchun,et al. Preliminary analysis on the runoff variation characteristics and its influencing factors in the upper reaches of Yellow River[J]. Journal of Desert Research,2007,27(4):690-697. (in Chinese))

[6] 孙贵山. 黄河源区降水径流变化特性初步分析[J]. 水资源研究,2008,29(3):22-25. (SUN Guishan. Preliminary analysis on the precipitation runoff variation characteristics in the source region of the Yellow River[J]. Water Resources Research, 2008,29(3):22-25. (in Chinese))

[7] 赵国辉,张耀南,蓝永超. 黄河源区径流长期演变特征与趋势预测模型研究[J]. 冰川冻土,2010,32(1):189-195. (ZHAO Guohui, ZHANG Yaonan, LAN Yongchao. Long term variation features and trend forecast of the annual runoff in the source region of the Yellow River[J]. Journal of Glaciology and Geo-cryology, 2010,32(1):189-195. (in Chinese))

[8] WANG Jianqun, HAO Yangling,LU Chengyang. More than 50 years changes character and trend of the runoff in the source region of the Yellow River [C]//WANG Wenke. The IEEE International Symposium on Water Resource and Environmental Protection (ISWREP). Xi'an, China;IEEE PRESS,2011:610-613.

[9] 包为民,胡金虎. 黄河上游径流资源及其可能变化趋势分析[J]. 水土保持通报,2000,20(2):15-18. (BAO Weimin, HU Jinhu. Water resources and its tendency in upper reaches of the Yellow River[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2000,20(2):15-18. (in Chinese))

[10] 郝振纯,王加虎,李丽,等. 气候变化对黄河源区水资源的影响[J]. 冰川冻土,2006,28(1):1-7. (HAO Zhenchun, WANG Jiahu, LI Li, et al. Impact of climate change on runoff in source region of Yellow River [J]. Journal of Glaciology and Geo-cryology, 2006,28(1):1-7. (in Chinese))

[11] 赵芳芳,徐宗学. 黄河源区未来气候变化的水文响应[J]. 资源科学,2009,31(5):722-730. (ZHAO Fangfang, XU Zongxue. Hydrological response to climate change in the headwater catchment of the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2009,31(5):722-730. (in Chinese))

[12] 唐芳芳,徐宗学,左德鹏. 黄河上游流域气候变化对径流的影响[J]. 资源科学,2012,34(6):1079-1088. (TANG Fangfang, XU Zongxue, ZUO Depeng. Response of runoff to climate change in the upper Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2012,34(6):1079-1088. (in Chinese))

[13] 周建玮,王咏青. 区域气候模式 RegCM3 应用研究综述[J]. 气象科学,2007,27(6):702-708. (ZHOU Jianwei, WANG Yongqing. Summary on regional climate model RegCM3 applied research[J]. Journal of the Meteorological Sciences,2007,27(6):702-708. (in Chinese))

[14] NEITSCH S L, ARNOLD J G, KINIRY J R, et al. SWAT version 2000 theoretical documentation[EB/OL]. [2012-09-12]. <http://www.brc.tamus.Edu/swat/>.

[15] GASSMAN P W, REYES M R, GREEN C H, et al. The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions[J]. American Society of Agriculture and Biology Engineers, 2007, 50(4):1211-1250.

[16] Japan-US ASTER Science Team. ASTER GDEM Ver. 2 [EB/OL]. [2012-07-10]. <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/search.jsp>.

[17] 曹明,张友静,郑淑倩,等. MODIS 土地覆盖数据产品精度分析:以黄河源区为例[J]. 遥感信息,2012,27(4):22-27. (CAO Ming, ZHANG Youjing, ZHENG Shuqian, et al. Accuracy analysis of MODIS land cover data product:a case study of Yellow River Source Region [J]. Remote Sensing Information, 2012,27(4):22-27. (in Chinese))

[18] 刘庆,张友静,刘祺,等. SWAT 模型参数区域化在黄河源区的应用[J]. 河海大学学报:自然科学版,2012,40(5):491-497. (LIU Qing, ZHANG Youjing, LIU Qi,et al. Application of parameter regionalization of SWAT model to source region of Yellow River [J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences, 2012,40(5):491-497. (in Chinese))

[19] 中国科学院南京土壤研究所. 中国土壤数据库[EB/OL]. [2012-07-10]. <http://issas1.issas.ac.cn>.

[20] ARPE K,HAGEMANN S,JACOB D,et al. The realism of the ECHAM5 models to simulate the hydrological cycle in the Arctic and North European area[J]. Nordic Hydrology,2005,36(4/5):349-367.

[21] 胡伯彦,汤剑平,王淑瑜. 中国地区 IPCC A1B 情景下 21 世纪中期气候变化的数值模拟试验[J]. 气象科学,2012,32(2):127-136. (HU Boyan, TANG Jianping, WANG Shuyu. A numerical simulation for mid-21st century climate change over China under IPCC A1B scenario [J]. Journal of the Meteorological Sciences, 2012,32(2):127-136. (in Chinese))

[22] 曹颖,张光辉. 大气环流模式在黄河流域的适用性评价[J]. 水文,2009(5):1-5. (CAO Ying, ZHANG Guanghui. Atmospheric general circulation model evaluation of the applicability of the Yellow River Basin[J]. Journal of Hydrological, 2009(5):1-5. (in Chinese))

[23] NAKICENOVIC N, ALCAMO J, DAVIS G, et al. Special report on emissions scenarios [C]//A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge UK: Cambridge University Press, 2000:1-599.

[24] 杨肖丽,任立良,江善虎,等. 西辽河源头流域径流变化趋势及影响因素分析[J]. 河海大学学报:自然科学版,2012,40(1):37-41. (YANG Xiaoli, REN Lilian, JIANG Shanhu, et al. Trends and influencing factors analysis of the runoff in the source region of the West Liao River[J]. Journal of Hohai University:Natural Sciences, 2012,40(1):37-41. (in Chinese))

· 简讯 ·

世界水日和中国水周

为唤起公众的水意识,加强水资源保护,1993 年 1 月 18 日第四十七届联合国大会根据联合国环境与发展大会制定的《21 世纪行动议程》中提出的建议,通过了第 193 号决议,确定自 1993 年起,将每年的 3 月 22 日定为“世界水日”。

2014 年 3 月 22 日是第二十二届“世界水日”,3 月 22—28 日是第二十七届“中国水周”。联合国确定 2014 年“世界水日”的宣传主题是“水与能源”(water and energy)。水利部确定 2014 年我国纪念“世界水日”和“中国水周”活动的宣传主题为“加强河湖管理,建设水生态文明”。

(本刊编辑部供稿)