

土壤-植被-大气系统水分  
能量传输模拟与实验

Modeling and Testing Water  
and Energy Transfer in Soil  
-vegetation-atmosphere System

导 师 黄秉维

作 者 莫兴国 (博士, 1993年12月3日通过)

单 位 中国科学院 地理研究所  
国家计划委员会

**摘 要** 本文着重探讨土壤-植被-大气各子系统之间间接相互作用。用冠层、地表能量平衡和能量传输连续方程构筑优化函数,采用梯度优化方法,确定冠层蒸腾和地表蒸发在总蒸散中的相对贡献。从冠层风速衰减机制出发,导出能反映冠层湍流反梯度输送的风速廓线,由此修订植被-大气系统湍流能量交换过程的主要阻力项。考虑土壤饱和-非饱和界面以及土壤温度梯度对系统水分迁移的响应,建立了土壤-植被-大气系统综合模型。通过浅层地下水地区冬小麦由拔节到乳熟期农田水分能量平衡的综合田间观测,获取模型25个参数中的21个。而对气孔阻力的大量观测发现,冬小麦叶片气孔阻力反面与正面之比为1.44,与正反面气孔数目之比1.4非常接近;气孔阻力具有垂直变化,可以将冠层分为以倒数第一片、第二片为主的较小阻力层和以倒数第三片以后的叶片组成的第二层,该层阻力比第一层大一倍以上。模型运算结果与实验结果对比分析表明,净辐射、潜热通量、显热通量、土壤热通量、土壤含水量和土壤温度的模拟值与实测值相当吻合。模型敏感性分析表明,叶面积指数和叶片最小气孔阻力对冠层能量平衡各分量的影响显著,而土壤阻力、冠层拖曳系数和土壤饱和导水率的影响较小。本模型可以用于作物水分有效利用的深入研究和作物生长模拟,为农田水分调控措施的制定提供依据,也可作为区域大气模型的陆面过程参数化方案。

雨水资源化:理论与应用

Theory and Application  
of Rainwater Resources

导 师 刘昌明

作 者 牟海省 (博士, 1994年7月26日通过)

单 位 中国科学院 地理研究所  
国家计划委员会

**摘 要** 雨水资源化是既古老又新兴的水资源研究领域,自1983年国际雨水收集协会 (IRCSA) 成立以来,雨水资源化的研究成为近十余年来水文水资源学研究的热门,几乎每年都举行国际学术会议。雨水资源化基本内涵在于强调雨水、降雪、其他形式的大气水源以及转化派生的土壤水、结合水的资源作用,因地制宜地加以利用。狭义的雨水资源化是指雨水的集流、蓄存与雨水农业利用等;广义的雨水资源化包括人工催化增水以及通过工程或各种管理技术促进其转化,成为各种形式赋存水的开发利用。本文侧重于系统阐述雨水资源化的理论及内涵、雨水资源的计算评价方法、雨水资源集存利用的应用基础;并在雨水资源化的理论与概念基础上,提出了多水转化的模式,揭示了雨水过程、界面、水资源形态之间的系统关系,并对持续发展要求的水资源支持体系进行了探索;联系现实水资源利用的问题及趋势,对我国雨水资源进行了初步区划,提出了各分区的开发利用模式,以河北元氏县为案例进行了比较具体的雨水利用规划方案的研究。

沱江流域水文对气候变化

(二氧化碳加倍) 的响应

Impacts of Climatic Changes  
on Hydrologic Balance and  
Extremes in TuoJiang Basin,  
Si Chuan Province of China

导 师 黄秉维

作 者 邓慧平 (博士, 1994年8月23日通过)

单 位 中国科学院 地理研究所  
国家计划委员会

摘 要 本文研究了气候变化对沱江流域水文及其极端事件的影响,主要内容有:1. 综述了气候变化对区域水文影响的研究方法、取得的成果及存在的问题。2. 进行了流域水量平衡的模拟计算。根据近地层物理最新进展,重新推导了梯度-通量关系不成立时的 Penman-Monteith 公式。在此基础上,分析了应用 Penman-Monteith 方程可能产生的误差,论证了其适用条件并讨论了有关空气动力学阻力及风速函数的订正问题。3. 建立了流域气温、降水空间相关议程并利用 NCAR CC 输出结果生成了次网格、月尺度气候情景。结合小气候学方法讨论了更小空间尺度的细网格化问题。4. 分析了流域水文要素值及年内分布对气候变化的响应:水文要素对气温变化不敏感但对降水变化非常敏感。此外,水文要素年内分布发生了相应的变化。5. 建立了用于气候变化影响研究的日流量随机模拟模型。该方法不仅考虑了月值变化对季节周期项的影响,也考虑了月值变化对极端事件的影响。应用此模型对洪水、干旱频繁的影响进行了个例分析。

### 山地湖泊流域水-气系统三维 斜压藕合数值模拟和日本 琵琶湖环流形成机制的研究

Three-dimensional Baroclinic Air-water  
Coupling Simulation of Lake Biwa

导 师 濮培民

作 者 张利民 (博士, 1994年7月6日通过)

单 位 中国科学院 地理研究所  
国家计划委员会

摘 要 琵琶湖是日本第一大湖,面积约 673.8km<sup>2</sup>,最大水深104m,湖泊四面环山,地形复杂。本文首先建立了流域复杂地形下的三维非定常大气边界层数值模式和湖泊三维正压水动力学数值模式。湖泊水动力学数值模拟工作在国内虽然取得了很大进展,但大多数只适应于浅水湖泊,停留在三维正压水动力学数值模式基础上,对深水湖泊的三维斜压模型的研究仍然是一空白,另外,目前世界上湖泊水动力学数值式发展很快,但使用的湖面风场、温度

场等条件均是假设的,十分不合理。所以,本文接着着手建立了三维斜压水动力数值模式和三维大气-斜压水动力耦合模式。

当前,由于世界各大湖泊均面临富营养化等水质恶化问题,而要探索水质的改善途径,首先必须弄清清水中各污染物传输、扩散的规律,因此研究湖泊环流机制变得尤为重要。对琵琶湖环流形成机制的讨论已有很多年了,这一直是物理湖泊学家们观测研究的重要课题,本文运用数值模拟的方法对此作了深入探讨,并取得了一些有益的结果,证明了濮培民(1987)的理论分析结果,认为在北半球大湖中普遍存在的气旋式环流主要是水陆动力特性差异形成的,热力因素起辅助作用。

重要结论如下:1) 在弱的背景风场下,夜间边界层风场在低层向湖区辐合,并向地势较低的湖南部流出,在湖区上空有上升气流出现,而湖四周均有下沉气流出现,在湖的南北、东西坡地上空均有垂直环流或风速切变出现。湖区的存在与否对琵琶湖流域局地风场的态势形成有一定影响,但起决定作用的是湖四周高低不平的山地。在强背景风场下,低层风场主要受背景风场的影响。2) 水陆粗糙度的差异造成冬季、夏季湖面均有正的风涡度场出现,在夏季风涡度场可启动形成以正涡度为主的湖泊环流,盛行风为偏南风时,北湖北部及南部形成正涡度场环流,中部形成反气旋环流,这和观测事实基本一致。3) 在湖中,流场还可诱导出与准地转相应的温度场结构,有无初始温度场的水平差异对形成环流影响不大,可见在北半球大湖中普遍存在的气旋式环流主要是由水陆动力特性差异形成的,热力因素起辅助作用。4) 冬季也有正涡度场,但湖中环流不明显。本文还研究了大气-水系统中太阳辐射的时空变化对浮游藻类的生产量、叶绿素 a 含量的影响及三者之间的数学模型。

主要结论有:1) 晴天时,水体中有效光净辐射累积通量随时间变化呈单峰型。由于太阳辐射的时空变化,造成藻类毛生产量在水体表层最大,一天之中中午前后最多,且叶绿素 a 含量变化十分有规律,表层0.5m处叶绿素 a 含量随时间变化呈双峰形。2) 通过实验工程区域内外测得的叶绿素 a 含量、蓝藻个数和生物量的对比分析,证明工程的档藻效果是明显的。3) 单位面积水柱上藻类毛生产与太阳有效