

黑河综合遥感联合试验数据发布

李 新¹, 李小文^{2,3}, 李增元⁴

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101;

3. 北京师范大学, 北京 100875; 4. 中国林业科学研究院资源信息研究所, 北京 100091)

摘要:“黑河综合遥感联合试验”是在我国第二大内陆河流域—黑河流域开展的大型航空、卫星遥感和地面同步观测试验。在试验加强观测期结束两年之际, 试验数据集正式发布, 实现了发展多尺度、多分辨率、高质量并最终完全共享的综合数据集的目标。本文是“黑河综合遥感联合试验”数据专栏的序言, 概述了试验数据信息系统的意义、数据集的构成、数据质量控制的基本措施和流程, 以及数据共享政策。我们热情邀请国内外同行在内陆河水文与生态研究、定量遥感研究等多方面使用该数据集, 共同推进其广泛应用。

关键词: 遥感试验; 黑河流域; 数据共享; 数据质量控制

中图分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2010)06-0761-05

1 引言

“黑河综合遥感联合试验”是由中国科学院西部行动计划项目“黑河流域遥感—地面观测同步试验与综合模拟平台建设”和国家重点基础研究发展计划项目“陆表生态环境要素主被动遥感协同反演理论与方法”在我国第二大内陆河流域——黑河流域联合开展的大型遥感综合试验。其科学目标、总体方案和试验布置, 已在论文[1-4]中做过详细介绍; 而观测试验和数据分析的成果, 已分别在《冰川冻土》(2009年第2期)、《地球科学进展》(2009年第7期)和 Hydrology and Earth System Sciences (http://www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/special_issue43.html, 以及 http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/special_issue116.html) 以专刊的形式报道, 并相继见于其它国内外学术期刊。本文则主要概述试验的数据成果。

获取一套高质量的、多尺度、并经过严格的质量控制和标准化整理、最终发布共享的流域综合数据集, 一直是“黑河综合遥感联合试验”的重要目标之

一。从试验之始, 我们即制定了“建立数据共享与发布平台, 力争成为开放联合、学科交叉以及数据共享的典范”的方针^[5]。同时, 数据整理与发布也是国内外大型地学试验的普遍做法, 早期的“第一次国际卫星陆面气候学项目野外试验”(FIFE)、“北方生态系统—大气研究”(BOREAS)、“全球能水循环试验”(GEWEX)第一期、“全球能水循环试验—亚洲季风试验”(GAME)等大型试验, 都在试验结束之后即提供了光盘订购服务, 强有力地支持了一系列大气、陆面、水文和生态模型的发展和检验, 其影响延续至今。例如, Gamon^[6]等在总结 BOREAS 试验的经验时说, “除了 300 多篇期刊文章和 6 个专辑外, BOREAS 最重要的传承是一个文档齐备、完全共享的数据集, 它为我们进一步理解北方生态系统的关键作用提供了持续的科学资源和机会”。

在互联网时代, FIFE 等试验又补充了在线数据下载服务。近十年来的国际大型地学试验, 如美国土壤水分实验(SMEX)、GEWEX 第二期、GEWEX 核心项目之一“全球协调加强观测”(CEOP)、寒区陆面过程野外试验(CLPX)等, 或者主要通过项目

收稿日期: 2010-07-24; 修订日期: 2010-09-30

基金项目: 中国科学院西部行动计划(二期)项目“黑河流域遥感—地面观测同步试验与综合模拟平台建设”(KZCX2-XB2-09)、国家 973 计划项目“陆表生态环境要素主被动遥感协同反演理论与方法”(2007CB714400)和国家 863 计划子课题(2009AA12Z1463)资助。

作者简介: 李新(1969—), 男, 研究员, 博士, 现主要从事陆面数据同化、遥感和 GIS 在冰冻圈和水文水资源研究中的应用、流域集成研究。
E-mail: lixin@lzb.ac.cn.

网站提供数据服务,或者通过现有的数据中心发布数据——如 CLPX 和 SMEX 都依托于美国国家雪冰数据中心开展数据服务。我国的一些科学考察和试验也逐渐形成了成熟的数据整理、归档和发布的程序,如“黑河地区地气相互作用野外观测试验研究”(HEIFE)试验、GAME 青藏高原试验(GAME-Tibet)和近期的极地考察。

总结起来,科学试验的数据共享不仅是试验的重要组成部分,也是重要的科学责任。同时,对于检验试验成果,提高数据质量也有至关重要的作用。因此,在“黑河综合遥感联合试验”加强观测期结束两年之际,经过系统的数据处理、元数据和数据文档制备、质量控制、以及信息系统开发,我们实现了“建立一个开放的试验场所和一套完全共享的多尺度综合数据集”的承诺,正式发布了“黑河综合遥感联合试验”数据集。本文是“黑河综合遥感联合试验”数据专栏的序言,我们期望通过以本文开篇的一组文章,向广大同行介绍这一数据集的构成、数据质量控制的基本措施和流程、以及数据共享的政策,推动“黑河综合遥感联合试验”数据的更广泛应用。

2 试验数据

至2010年10月为止,“黑河综合遥感联合试验”共发布数据集265个,包括了预试验、加强试验和持续观测试验的所有数据集。其中航空遥感共26个数据集,含微波辐射计数据集9个,WiDAS数据集8个,成像光谱仪数据集5个,激光雷达数据集4个;卫星遥感数据集14个;在地面观测数据集中,寒区水文试验数据集68个,森林水文试验数据集21个,干旱区水文试验数据集100个;气象水文试验数据集36个。经过预处理和质量控制后的Level 2数据,总数据量约2.5 TB。详细的数据编目、各个数据集的元数据及相关文档,都可从“黑河综合遥感联合试验”数据信息系统网站在线获取(参见本文第5节),也可参考《黑河综合遥感联合试验数据总体报告》^[7]。其它数据报告^[8-10]则提供了航、地面以及气象水文和通量数据处理的详细信息。

3 质量控制

严格的质量控制是保证“黑河综合遥感联合试验”数据集持久生命力的关键。无论是在野外观测期间,还是在数据处理与发布阶段,我们都采取了一系列的质量控制措施,可概括如下:

(1) 试验准备期:通过观测和仪器操作规范制

定和培训、仪器比对与标定,保证规范的质量与执行,以及仪器的精度与一致性。

(2) 加强试验期:通过观测规范的执行、技术巡检、仪器比对与标定、试验过程的详细记录、试验日志等措施,保证观测的质量和观测信息的完整性。

(3) 数据汇总:通过数据完整性检查、质量自查、规范的文件命名,保证数据汇总的准确性和完整性。

(4) 数据预处理:成立数据处理专题小组开展数据的集中处理,并对关键数据——如航空遥感数据处理中的困难和问题组织集体讨论和攻关,以保证数据处理的质量。

(5) 元数据撰写和评议:通过元数据和观测数据的一一对应,补充规范的数据说明信息,检查数据的完整性和可获取性,补充在汇交和数字化等过程中遗漏的数据,排查无效数据。在元数据撰写完成后,采用同行评议的方式,经过多轮评审和修改,极大提高了元数据的质量。

(6) 专家评审:采用同行评议的方式,首先由负责相应试验的专家进行内部质量复查和交叉检查;再聘请熟悉相应领域的专家对数据进行质量评价,步骤包括数据检查、数据可用性建议和数据质量总体评价。

(7) 用户评议阶段:数据对外发布后,还将根据用户的意见,及时纠正数据中所存在的问题,进一步提高数据质量。

4 专栏文章介绍

本专栏共包括9篇文章,本文是总体介绍和序言。其它8篇文章,则从不同的侧面对数据处理及数据信息系统做了全面介绍。这些文章,有利于科学界详细了解“黑河综合遥感联合试验”数据工作的全貌,同时,也可作为用户使用数据的指南。

其中,论文“黑河综合遥感联合试验的数据管理与共享”^[11]和“基于 OPeNDAP 的遥感数据发布系统实现”^[12]概述了数据管理和共享系统。文中介绍了所采用的元数据标准以及系统设计和实现;分类汇总并给出了数据一览表;讨论了如何提供方便用户的数据导航、查询和可视化系统,以及如何通过对数据进行数字对象唯一标识(DOI)和数据引用等新举措来推进对数据知识产权的保护。

刘强^[13]等介绍了自行研制的 WiDAS 传感器的数据预处理的关键算法及参数,以及从 WiDAS 标准预处理产品中提取地面目标多角度观测信息的方

法,为使用 WiDAS 数据产品开展科学研究和定量遥感应用提供了技术支持。这篇文章和航空遥感数据处理报告^[8],以及有关航空遥感数据处理的论文,如文献^[14-17]等,构成了“黑河综合遥感联合试验”航空遥感数据使用的完整指南。

论文“全波形激光雷达和航空影像联合的地物分类”^[18]是综合应用多源航空遥感数据的一个成功实例。周梦维等通过激光雷达获取的高度信息和 CCD 航空影像中提取的植被指数对黑河中游地物进行联合分类。文中的高分辨率分类结果,无疑可用于生态和水文建模以及精细的农业管理。

刘艳^[19]等讨论了黑河中游试验区不同分辨率 LAI 数据的尺度转换,证明由 CCD 高分辨率信息提供的结构信息,对于度量像元内的异质性,实现实测点 LAI 尺度转换和低分辨率 LAI 产品的尺度纠正十分重要。这篇文章为航空遥感数据在发展尺度转换方法中的核心作用提供了一个成果的案例。

马明国^[20]等介绍了“黑河综合遥感联合试验”地面观测中形成的观测规范,数据质量控制的全流程以及同行评议的结果;认为地面观测数据总体上具有较高的质量。这篇文章对于用户使用地面观测数据提供了一份指南和参考。

自动气象站数据的质量控制分为计算机自动控制和人机交互判断这两个过程,经过一系列严格的质量控制,自动气象站数据达到了很高的质量^[21]。对于涡动相关通量观测数据,张智慧^[22]等采用改进的 EdiRe 软件,对数据开展了包括野点剔除、坐标旋转、超声虚温修正、时间滞后校正、频率响应修正、WPL 修正等基本处理,生成了数据质量较高的通量数据产品。

5 数据共享

“黑河综合遥感联合试验”数据集,已于 2010 年 7 月 8 日,由试验的两个主持项目同时对外发布。其中,中国科学院西部行动计划项目“黑河流域遥感—地面观测同步试验与综合模拟平台建设”通过中国西部环境与科学数据中心 (<http://westdc.westgis.ac.cn/water>) 对外发布;国家重点基础研究发展计划项目“陆表生态环境要素主被动遥感协同反演理论与方法”通过北京师范大学遥感数据中心 (<http://rsdc.bnu.edu.cn>) 对外发布。

在数据共享方式上,自 2010 年 7 月至 2011 年底,以离线共享为主,原则上对国内用户完全开放,用户在明确告知数据使用用途的前提下,经“黑河综

合遥感联合试验”数据管理委员会批准并签署数据使用协议后就可以获取所需数据。期间,我们也将积极收集用户的反馈意见,提高数据质量和标准化程度,补充和完善元数据和数据文档,修改和完善数据信息系统。2012 年以后除需要保密的数据外,全部通过以在线下载为主的形式对外共享。

我们相信,该数据集是“黑河综合遥感联合试验”最主要的成果之一,在较长的时间内,都会对水文、生态、以及定量遥感模型的发展、改进和验证起到支持作用。我们热情邀请国内外同行在内陆河水文与生态研究、定量遥感研究等多方面使用该数据集,共同推进其广泛和深入的应用。

致谢:衷心感谢“黑河综合遥感联合试验”中,来自于 28 家单位的 281 位参试人员,是他们在野外获取了第一手的观测资料。试验数据处理工作自 2008 年加强试验结束后开始,前后历时两年,期间得到了参试单位众多科研人员和研究生的帮助。其中,王锦地、马明国、刘强、晋锐、阎广建、陈尔学、肖青、王建、车涛、张立新、柳钦火、胡泽勇、牛铮、刘绍民、王维真等同事始终其事、用力最多;吴立宗、屈永华、王亮绪等负责开发了数据信息系统;冉有华、周红敏、胡晓利、王树果在元数据撰写和数据报告编写过程中发挥了组织作用;王介民先生在通量和气象水文数据处理方面给予了大力指导。其他参加数据处理工作的主要人员有:黄广辉、张智慧、黄春林、方莉、杜永明、盖迎春、康国婷、李丽、刘思含、任华忠、宋怡、王旭峰、谭俊磊、曹永攀、陶欣、陈玲、王大成、王颢星、吴朝阳、吴月茹、辛晓洲、周春艳等。在“黑河综合遥感联合试验”数据集中,卫星遥感数据多从各种渠道免费获取,其中,ENVISat 等欧洲卫星遥感数据数据通过中欧龙计划 2 期项目 (ID5322) 获得;JAXA ALOS 数据通过 Takeo Tadono 博士、叶庆华博士和施建成研究员获取(中国科学院青藏高原研究所与 JAXA 合作项目);ASTER 数据由梁顺林教授通过 NASA 项目获取。在此一并致谢!

参考文献:

- [1] Li Xin, Ma Mingguo, Wang Jian, *et al.* Simultaneous Remote Sensing and Ground-based Experiment in the Heihe River Basin: Scientific Objectives and Experiment Design[J]. *Advances in Earth Science*, 2008, 23(9): 897-914. [李新, 马明国, 王建, 等. 黑河流域遥感—地面观测同步试验: 科学目标与试验方案[J]. *地球科学进展*, 2008, 23(9): 897-914.]
- [2] Li X, Li X W, Li Z Y, *et al.* Watershed Allied Telemetry Ex-

- perimental Research[J]. *Journal of Geophysical Research*, 2009, 114(D22103), doi:10.1029/2008JD011590.
- [3] Wang Jian, Che Tao, Zhang Lixin, *et al.* The Cold Regions Hydrological Remote Sensing and Ground Based Synchronous Observation Experiment in the Upper Reaches of Heihe River[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2009, 31(2):189-197. [王建, 车涛, 张立新, 等. 黑河流域上游寒区水文遥感—地面同步观测试验[J]. *冰川冻土*, 2009, 31(2):189-197.]
- [4] Ma Mingguo, Liu Qiang, Yan Guangjian, *et al.* Simultaneous Remote Sensing and Ground-based Experiment in the Heihe River Basin: Experiment of Forest Hydrology and Arid Region Hydrology in the Middle Reaches[J]. *Advances in Earth Science*, 2009, 24(7):681-695. [马明国, 刘强, 阎广建, 等. 黑河流域遥感—地面观测同步试验: 森林水文和中游干旱区水文试验[J]. *地球科学进展*, 2009, 24(7):681-695.]
- [5] Li Xiaowen, Li Zengyuan, Li Xin, *et al.* Watershed Allied Telemetry Experimental Research Album[M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2010:133. [李小文, 李增元, 李新, 等. 黑河综合遥感联合试验图册[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2010:133.]
- [6] Gamon J A, Huemmrich K F, Peddle D R, *et al.* Remote sensing in BOREAS: Lessons learned[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2004, 89(2):139-162.
- [7] Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University, Institute of Forest Resource Information Technique, Chinese Academy of Forestry. The Report of Watershed Allied Telemetry Experimental Research dataset[R]. 2010:44. [中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院遥感应用研究所, 北京师范大学, 中国林业科学研究院资源信息研究所. 黑河综合遥感联合试验数据总体报告[R]. 2010:44.]
- [8] Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University, Institute of Forest Resource Information Technique, Chinese Academy of Forestry. The Report of Watershed Allied Telemetry Experimental Research Airborne dataset[R]. 2010:46. [中国科学院遥感应用研究所, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 北京师范大学, 中国林业科学研究院资源信息研究所, 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 中国科学院上海技术物理研究所. 黑河综合遥感联合试验航空遥感数据专题报告[R]. 2010:46.]
- [9] Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University, Institute of Forest Resource Information Technique, Chinese Academy of Forestry. The Report of Watershed Allied Telemetry Experimental Research Ground dataset[R]. 2010:96. [中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院遥感应用研究所, 北京师范大学, 中国林业科
- 学研究院资源信息研究所. 黑河综合遥感联合试验地面观测数据报告[R]. 2010:96]
- [10] Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing Normal University, Institute of Forest Resource Information Technique, Chinese Academy of Forestry. The Report of Watershed Allied Telemetry Experimental Research Ground dataset[R]. 2010:35. [中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院遥感应用研究所, 北京师范大学, 中国林业科学研究院资源信息研究所. 黑河综合遥感联合试验气象水文和通量数据专题报告[R]. 2010:35.]
- [11] Wu Lizong, Qu Yonghua, Wang Liangxu, *et al.* Data Management and Its Sharing Application of Watershed Allied Telemetry Experimental Research[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2010. [吴立宗, 屈永华, 王亮绪, 等. 黑河综合遥感联合试验的数据管理与共享[J]. *遥感技术与应用*, 2010.]
- [12] Sun Qingsong, Qu Yonghua, Wang Jindi, *et al.* The Implementation of the OPeNDAP based Remote Sensing Data Distribution System[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2010. [孙青松, 屈永华, 王锦地, 等. 基于 OPeNDAP 的遥感数据发布系统实现[J]. *遥感技术与应用*, 2010.]
- [13] Liu Qiang, Xiao Qing, Liu Zhigang, *et al.* Image Processing Method of Airborne WiDAS Sensor in WATER Campaign[J]. *Remote Sensing Technology and Application*, 2010. [刘强, 肖青, 刘志刚, 等. 黑河综合遥感联合试验中机载 WiDAS 数据的预处理方法[J]. *遥感技术与应用*, 2010.]
- [14] Fang Li, Liu Qiang, Xiao Qing, *et al.* Design and Implementation of Airborne Wide-Angle Infrared Dual-mode Line/area Array Scanner in Heihe Experiment[J]. *Advances in Earth Science*, 2009, 24(7):696-704. [方莉, 刘强, 肖青, 等. 黑河试验中机载红外广角双模式成像仪的设计及实现[J]. *地球科学进展*, 2009, 24(7):696-704.]
- [15] Yang Hang, Zhang Xia, He Haixia, *et al.* The Optimal Choice of Edge-Radiation-Distortion Correction Methods for OMIS-II Hyperspectral Images[J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2010, (2):17-21. [杨杭, 张霞, 和海霞, 等. OMIS-II 机载高光谱遥感图像边缘辐射畸变校正方法优选[J]. *国土资源遥感*, 2010, (2):17-21.]
- [16] Yang Hang, Zhang Xia, Shuai Tong, *et al.* Comparison of FLAASH and Empirical Line Approach for Atmospheric Correction of OMIS-II Imagery[J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2010, (8):4-10. [杨杭, 张霞, 帅通, 等. OMIS-II 图像大气校正之 FLAASH 与经验线性法比较[J]. *测绘通报*, 2010, (8):4-10.]
- [17] Liu Qingwang. Study on the Estimation Method of Forest Parameters Using Airborne LIDAR[D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2009, 174. [刘清旺. 机载激光雷达森林参数估测方法研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2009, 174.]
- [18] Zhou Mengwei, Liu Qinhuo, Liu Qiang, *et al.* A Method for Classification by Fusing Full-waveform Airborne Laser Scan-

- ning Data and Aerial Images[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010. [周梦维, 柳钦火, 刘强, 等. 全波形激光雷达和航空影像联合的地物分类 [J]. 遥感技术与应用, 2010.]
- [19] Liu Yan, Wang Jindi, Zhou Hongmin, *et al.* LAI Measuring Data Processing, Analysis and Spatial Scaling in the Middle Reaches of Heihe Experimental Research Region[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010. [刘艳, 王锦地, 周红敏, 等. 黑河中游试验区不同分辨率 LAI 数据处理、分析和尺度转换 [J]. 遥感技术与应用, 2010.]
- [20] MA Ming-guo. Quality Control and Evaluation for the Ground Observation Data of the Watershed Allied Telemetry Experimental Research[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010. [马明国. WATER 试验地面观测数据质量控制与评价 [J]. 遥感技术与应用, 2010.]
- [21] Huang Guanghui, Ma Mingguo, Tan Junlei, *et al.* Data Quality Control and Products of Automatic Weather Stations for Watershed Allied Telemetry Experimental Research [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010. [黄广辉, 马明国, 谭俊磊, 等. WATER 试验自动气象站数据质量控制与产品生成 [J]. 遥感技术与应用, 2010.]
- [22] Zhang Zhihui, Wang Weizhen, Ma Mingguo, *et al.* Data Processing and Product Analysis of Eddy Covariance Flux Data for WATER [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010. [张智慧, 王维真, 马明国, 等. WATER 试验涡动相关通量数据处理方法及产品生成 [J]. 遥感技术与应用, 2010.]

Watershed Allied Telemetry Experimental Research (WATER) Datasets are Available for Open Access

LI Xin¹, LI Xiao-wen^{2,3}, LI Zeng-yuan⁴

(1. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2. Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Watershed Allied Telemetry Experimental Research (WATER) is a simultaneous airborne, satellite-borne and ground-based remote sensing experiment conducted in the Heihe River Basin, a typical inland river basin in the northwest of China. To develop an open and free, multi-scale, high quality, and integrated dataset is one of the major objectives of WATER. After a data processing period lasting for two years from mid-2008 to mid-2010, the dataset is now available at <http://westdc.westgis.ac.cn/water> or <http://rsdc.bnu.edu.cn> for open access. As a preface of the WATER data special issue, we introduce the significance of the WATER data information system, datasets collected during WATER observation periods, data quality control, and data sharing policy. Researchers both in China and globally are invited to use the data in watershed hydrological and ecological modeling, quantitative remote sensing, and other research works. Feedbacks are invited in order to further improve the data quality.

Key words: Remote sensing experiment; Heihe River Basin; Data sharing; Data quality control