

西北干旱监测预警评估业务系统开发与应用

方 锋^{1,2}, 梁东升^{1,2}, 张存杰^{1,2}

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃兰州 730020; 2. 西北区域气候中心, 甘肃兰州 730020)

摘 要: 利用 VS 2005, SQL2005, Surfer 8.0 等工具开发建成了“西北区域干旱监测预警评估业务系统”, 该系统为西北区首个区域性的干旱监测预警评估业务系统。该系统为 B/S 架构的网络化软件, 业务用户可以通过网络操作获得西北各省区丰富的气象干旱、农业干旱、生态干旱等数据信息。该系统实现了对干旱监测、预警、评估等业务工作的支持, 能够进行标准化降水指数, 相对湿度指数, 综合干旱指数, 彭曼蒸散, 作物水分亏缺度, 水资源评估, 干旱灾情评估等 50 多种指标模型的自动计算, 可为大气、农业、生态等领域的干旱监测预警评估提供丰富的图形、表格和文本等数据信息。该系统集成度高, 运行过程基本为自动处理。目前该系统已经在西北区域的干旱监测预警评估业务中运行, 并为西北区域和各省干旱监测预警业务提供了有力支持。

关键词: 西北区域; 干旱监测; 预警评估; 业务系统

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2010)03-0140-04

中图分类号: TP206.1

Services System Development and Application of Drought Monitoring and Early Warning and Evaluation over Northwest China

FANG Feng^{1,2}, LIANG Dong-sheng^{1,2}, ZHANG Cun-jie^{1,2}

(1. Institute of Lanzhou Arid Meteorology of the China Meteorological Administration, Key Laboratory of

Arid Climate Change and Reducing Disaster of Gansu Province, and Key Open Laboratory of Climatic Change and Disaster Reduction, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Northwest Regional Climate Center, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Using the tools of VS 2005, SQL 2005, Surfer 8.0, etc., the regional services system of drought monitoring and early warning and evaluating over Northwest China is built. The system is the first regional network system in Northwestern China. It is the B/S structure and users can get much more information on meteorological drought, agricultural drought, and ecological drought by operating the system online. The system may supply over 50 indexes and model analysis, such as standardization precipitation index, relative humid index, comprehensive drought index, Penman evapotranspiration, water resource evaluation, and drought disaster evaluation concerning to drought monitoring and early warning and evaluation, which all can be calculated automatically. The system is heavily integrated and automatic. Most operation processes can be finished automatically. Now the system has been used for drought monitoring and early warning and evaluation services over the northwest region for nearly two years and can supply drought services conveniently.

Keywords: Northwest China; drought monitoring; early warning and evaluation; services system

干旱是我国影响面最广, 最为严重的气象灾害, 据统计, 自然灾害中气象灾害造成的损失占 70%, 而干旱灾害又占气象灾害的 50% 左右, 因此可以说干旱是我国灾害之首。随着全球气候变化的加剧, 气温快速升高, 我国的干旱问题日益突出, 原本很少出现干旱的我国南方地区近年来也不断出现特大干旱, 如

2006 年川渝地区的特大干旱^[1], 当年夏季平均降水量只有常年同期的 67%, 为 1951 年以来历史同期最小值, 平均气温之高也创 1951 年以来同期之最, 持续高温少雨导致伏旱迅速发展加重, 达到了 100 年一遇特大伏旱的等级。而我国北方地区更是旱灾连连, 1990 年以来仅西北地区较重干旱的年份就达到 13

收稿日期: 2008-05-22

修回日期: 2008-07-21

资助项目: 中国气象局项目“西北区域干旱监测预警评估业务系统”, “西北极端干旱事件个例库及干旱监测指标数据集”; 甘肃省干旱气象灾害监测评估业务系统建设; 公益性行业项目(GYHY200806021)

作者简介: 方锋(1977—), 男(汉族), 陕西省咸阳市人, 在职博士, 高级工程师, 主要研究方向为农业气象, 气候变化, 生态环境监测。E-mail: fangfeng0802@163.com.

个^[2]。专家预测,21世纪的旱灾对中国的威胁将更加严重,如果不采取有效措施减轻干旱危害,国家的社会经济可持续发展将受到严重影响。

按照国际惯例,应对和减缓灾害影响以预警和预防为主,这主要依靠快捷便利的业务系统及时处理来自不同渠道的信息资料,通过分析对灾害及时发布预警信息,根据需求建议有关部门启动相应级别的应对措施。

干旱监测预警评估业务作为气象部门的一项重要工作在我国已经开展多年,目前已有大量的研究成果,其中多数成果已经在业务服务中得到应用,并为政府防灾减灾提供参考依据。许多省份为便于干旱监测预警评估服务业务的快速开展,研制了便捷的软件或业务系统,这些软件能够及时生成数据图像等信息产品,这些软件系统的高效自动处理功能简化了业务服务材料的制作过程,大大提高了工作效率,为政府管理部门及决策者及时安排防灾减灾事务提供了有力的支持。

然而,干旱,特别是重大干旱发生的范围往往超过几个市、几个省或者更大的区域,持续时间常达数月,甚至半年至一年以上。我国1928—1932年的特大干旱,干旱持续长达5 a,波及陕甘宁等9省区,因灾死亡数百万人。目前,在我国还未见到有关监测预测范围能覆盖几个省或者一个区域的干旱业务系统。区域性的监测预测预警系统能够在干旱发生过程中以及成灾后,及时地将干旱发生、发展、持续、缓解、结束以及影响程度等信息及时向下游地区的单位和部门传递,以便采取有效的对策和防范措施^[3-9]。

本文以西北区域为例,就建立区域性干旱监测预警评估业务系统进行研究。

1 系统开发的原则

为建立一个信息全面、结果可靠、功能完善的业务服务系统,系统设计主要遵循以下几个原则:

(1) 完整性原则。为了给使用者提供全面完善的服务信息,本系统广泛收集了来自中国气象局、西北各省的各类气象资料;农林水、统计局、民政部门等单位有关干旱的信息,同时兼顾地面和地下水资料、高空遥感等影响资料。

(2) 适应性原则。本系统是一个不断完善的系统,要能够不断更新升级,最大限度地适应业务发展的需要,因此集成了尽可能多的计算、绘图、及其它后处理模块,最大可能的满足业务需求。

(3) 可靠性原则。为保证计算结果的可靠性,对所有原始数据进行必要的质量控制;同时尽可能在已

有文献中筛选适宜西北地区的方法模型。

(4) 安全性原则。根据业务需要,给予不同用户不同级别的操作权限;系统要充分保证操作系统、数据库、应用软件3层安全保证措施,确保数据的安全性。

(5) 易用性原则。系统尽可能地操作简单、维护简单、使用方便;系统遵循严格的文档规范,拥有完备的文档,程序有完备的中文注释。

2 系统结构与特点

2.1 系统结构

根据项目研究和建设任务,系统包括专业数据库、干旱监测诊断子系统、干旱预测预警子系统、干旱影响评估子系统、后台管理系统等几个主要组成部分,本系统拓扑结构见图1。

2.2 系统特点

为了保证系统的扩展性和延伸性,能够接入多种可执行程序(VB和Fortran等的执行程序)和常用绘图软件,比如Surfer、Graph、Excel等;采用可扩展数据库结构,能够满足数据库在其它方面的追加和补充;可以补充和追加更多的功能到系统中,保证系统在其余方面功能的扩展。

建成的“西北干旱监测预测预警业务系统”具有以下特点:(1)采用B/S架构,系统搭建在高性能服务器上,使用者不需要安装任何软件,只要能够连接到网络上就能使用系统的功能;(2)高速服务器能够快速处理各类数据,生成图形、表格;可以满足多用户同时使用系统;(3)本系统集成目前国内外流行的各种干旱监测、评估、预测和预警指标,同时利用本项目的其它研究成果实现了多种监测指标的自动计算和绘图;(4)生成好的图形和表格可以方便地添加到产品模版中进行产品制作,制作好的产品能够通过发布系统发布到指定的网站中。

3 系统功能与应用

“西北干旱监测预测预警业务系统”包括干旱专业数据库、干旱监测诊断子系统,干旱预测预警子系统,产品制作发布子系统和后台管理子系统5大部分组成。

3.1 干旱专业数据库

数据库是系统稳定高效运行的基础,本系统的干旱专用数据库可以通过气象信息网络系统自动获取有关数据,并进行加工处理形成统计资料。数据种类主要包括:历史气象资料;实时气象观测资料;气象统计资料;农业气象资料;气候模式资料;其它相关资料等。

气象资料主要为降水、温、压、湿、风、光,以及干

旱、高温、干热风、沙尘暴等各类气象事件。农业气象资料包括: 墒情、生育期、作物长势、作物灾情等。其它相关资料包括干旱灾情信息、作物产量、河流径流量、地下水位、荒漠化程度、卫星遥感监测反演资料及

有关图片或文字信息资料等。

数据主要存储在 SQL 数据库中, 一些特殊资料以文本文件(*.dat, *.txt, 或 Excel 等) 存储, 图形资料以 Srf, Jpg, Bmp 等格式存储。

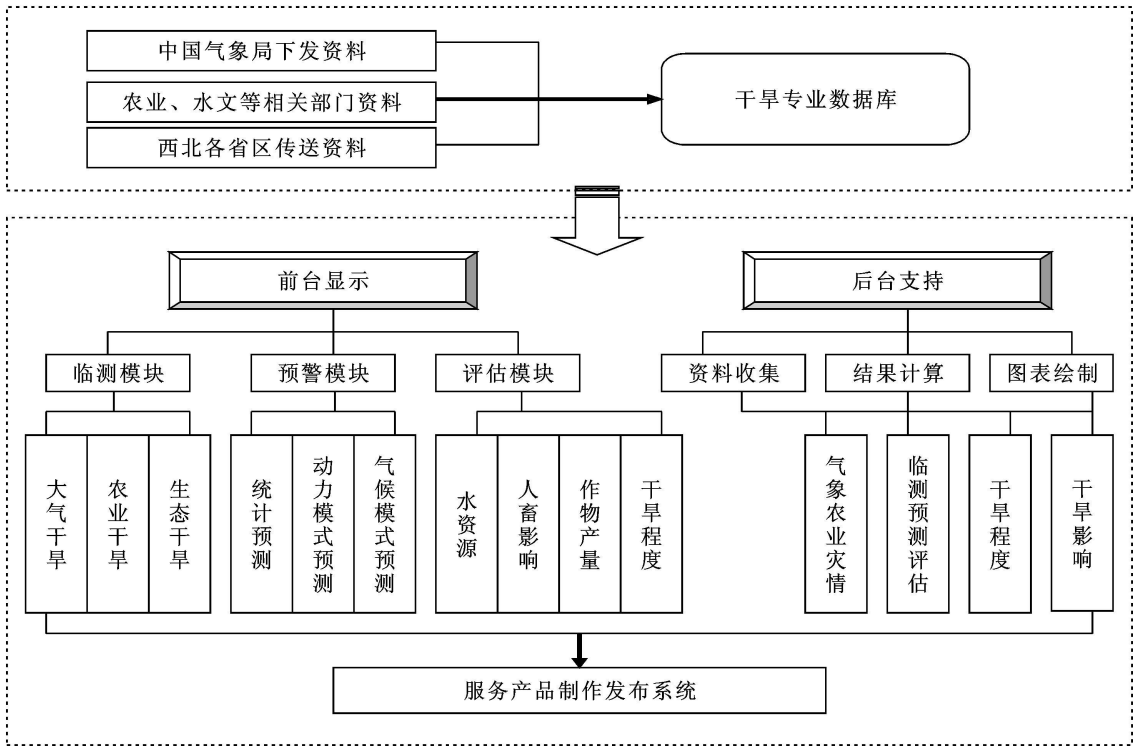


图 1 西北地区干旱监测预警评估业务系统结构

3.2 干旱监测诊断子系统

干旱监测分为大气干旱、农业干旱和生态干旱 3 种类型进行监测诊断, 主要以干旱的空间分布和时间演变为对象, 系统能够自动绘制色斑图、等值线图 and 曲线图, 并给出列表或存成文件。

大气干旱监测指标主要包括降水量、降水距平百分率、标准化降水指数 SPI、气温距平、相对湿度指数 M_i 、K 干旱指数、PDSI 干旱指数 (Palmer 指数)、综合气象干旱指数 C_i 等, 可以对日、候、旬、月、季、年等有资料的任意时段进行计算和绘图分析。

农业干旱监测指标主要包括土壤干土层厚度、土壤相对湿度 (10, 20, 50, 100 cm 等 4 个层次)、作物水分满足率、作物水分亏缺量等。

生态干旱监测指标主要包括卫星遥感资料反演的植被干旱指数、植被覆盖度、植被净初级生产力 (NPP)、积雪面积、水库面积等, 以及地面生态站观测的河流径流量、地下水位、沙丘移动速度等监测, 主要以图、表的形式反映 (见附图 2)。

3.3 干旱预测预警子系统

干旱预测预警子系统主要基于模式产品解释应

用系统, 利用 Grapes 模式、月动力延伸预报模型、区域气候模式等对未来 5 d, 10 d, 1 旬, 1 月, 季度干旱进行预测预警 (附图 3—4)。

3.4 干旱影响评估子系统

干旱影响评估系统主要是针对选定区域、时间段的受旱面积、人畜饮水、作物水分、作物产量等的影响进行评估。

受旱面积评估分轻旱和重旱两个方面; 人畜饮水影响评估分人口数量和大牲畜头数两个方面; 作物水分影响评估包括作物各关键生育期内的实际需水量、田间供水量、作物水分的满足率以及水分匮乏量、作物产量等几个方面。

3.5 后台管理子系统

后台管理子系统包括以下 8 个部分: (1) 角色权限管理。系统的每一功能单元, 比如, 数据库某一类型数据查询、评估指数计算、自动运行程序、产品发布等都设置为一个角色。(2) 用户管理。分为超级用户、核心用户、一般用户、非注册用户 4 级管理。(3) 区域管理。系统将西北区域划分为, 区域、省、市、县 4 级区域。(4) 站点管理。每个气象站的基本信息都

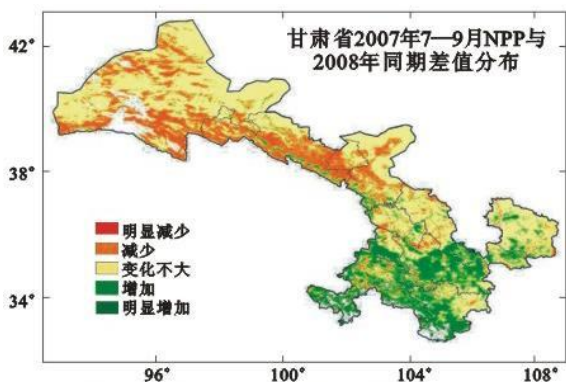
统计备案,管理员根据需求增减站点,系统根据最新站点列表选择其是否参与统计计算。(5) 计算模型管理:所有涉及到计算的代码程序都以 DLL 库文件管理,每个 DLL 库文件指定一个模型计算过程。(6) 自动服务功能管理:主要包括数据获取、数据解译、计算、传送等。自动服务程序在指定的时间内启动,保证数据的及时更新。(7) 要素管理:在系统中要求对所有出现在程序代码中的原始数据要素、统计要素、指数名称都需要进行标示,以方便源程序引用,同时也方便在以后的升级扩展中使用。(8) 色标管理:描述图形中的数据等级,以不同颜色来表现。

3.6 系统应用情况

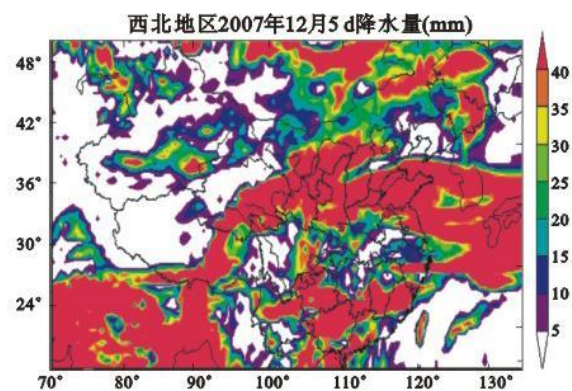
本系统在 2008 年投入业务运行。由于系统数据库内容丰富,功能完善,监测、预测和预警计算指标全面,能够同时满足对气候监测预测、干旱预警、农业生态监测等多个业务的支持,因此在干旱监测预警业务中应用广泛,目前本系统已经在西北 4 省区相关单位进行了应用和推广。

[参 考 文 献]

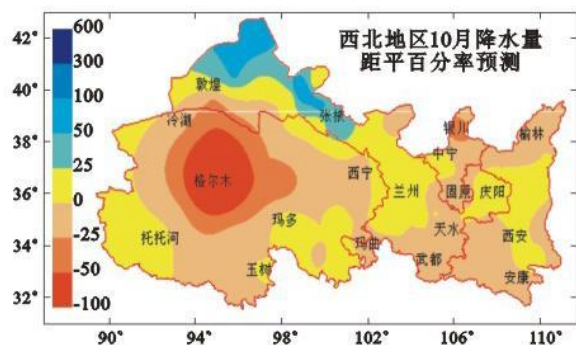
- [1] 中国天气网. 2006 年川渝干旱[EB/OL]. <http://www.weather.com.cn/static/html/article/20090218/24736.shtml>
- [2] 宋连春, 邓振镛, 董安祥, 等. 干旱[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 8-10.
- [3] 邓振镛, 尹宪志, 郝志毅, 等. 干旱与可持续发展及防旱减灾技术的研究[J]. 气象科技, 2004, 32(3): 23-27.
- [4] 尹宪志, 邓振镛, 董安祥, 等. 甘肃省近 50 年干旱灾情研究[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 38-41.
- [5] 温秀梅, 丁学钧. C++ 语言程序设计教程与实验[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [6] 王晟. C++ Builder 数据库开发经典案例解析[M]. 清华大学出版社, 2005.
- [7] 郭文夷, 戴芳胜. C++ Builder 6.0 程序设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004.
- [8] 徐启运, 张强, 张存杰, 等. 中国干旱预警系统研究[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 785-789.
- [9] 刘治国, 王遂缠, 林纾, 等. 西北干旱监测预测业务服务综合系统的开发与应用[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 485-489.
- (上接第 95 页)
- [4] Gorsevski P V, Gessler P, E, Boll J, et al. Spatially and temporally distributed modeling of landslide susceptibility[J]. *Geomorphology*, 2006, 3: 124-134.
- [5] Cuesta M J, Sanchez M J, Garcia A R. Press archives as temporal records of landslides in the North of Spain: relationships between rainfall and instability slope events[J]. *Geomorphology*, 1999, 30: 125-132.
- [6] Dikau R, Schrott L. The temporal stability and activity of landslides in Europe with respect to climatic change (TESLEC): main objectives and results[J]. *Geomorphology*, 1999, 30: 1-12.
- [7] 李树德. 中国滑坡泥石流灾害的时空分布特点[J]. 水土保持研究, 1999, 6(4): 33-37.
- [8] 殷坤龙. 滑坡灾害预测预报分类[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(4): 12-18.
- [9] 许强, 黄润秋, 李秀珍. 滑坡时间预测预报研究进展[J]. 地球科学进展, 2004, 19(3): 478-483.
- [10] 吴树仁, 胡道功, 谭成轩, 等. 长江三峡库首区滑坡灾害空间预测[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 9(3): 141-147.
- [11] 乔建平, 赵宇, 杨文. 四川省及重庆市滑坡危险度区划研究[J]. 自然灾害学报, 2000, 9(1): 68-71.
- [12] 叶正伟. 长江新滩滑坡的历史分析, 趋势预测与启示[J]. 灾害学, 2000, 15(3): 30-34.
- [13] Anbalagana R, Bhawani S. Landslide hazard and risk assessment mapping of mountainous terrains: A case study from Kumaun Himalaya, India[J]. *Engineering Geology*, 1996, 43(4): 237-246.
- [14] Fausto G, Alberto C, Mauro C, et al. Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study Central Italy[J]. *Geomorphology*, 1999, 31(1): 181-216.
- [15] 欧阳祖熙, 王明全, 张宗润, 等. 用 GPS 技术研究三峡工程万州库区滑坡的稳定性[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2003, 14(2): 76-81.
- [16] 乔建平, 吴彩燕, 田宏岭. 三峡库区云阳一巫山段地层因素对滑坡发育的贡献率研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(17): 2920-2924.
- [17] 李守定, 李晓, 张年学, 等. 三峡库区侏罗系易滑地层沉积特征及其对岩石物理力学性质的影响[J]. 工程地质学报, 2004, 12(4): 385-389.
- [18] 陈颢, 陈凌. 分形几何学[M]. 北京: 地震出版社, 1998: 152-156.



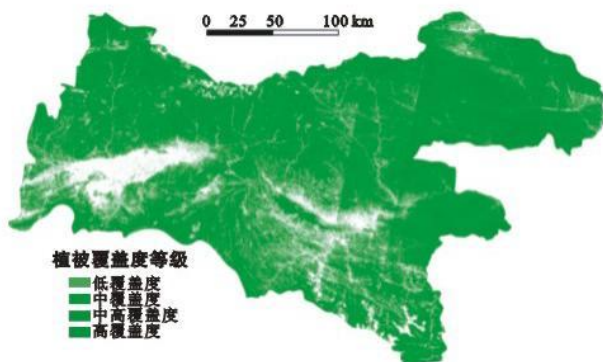
附图2 西北地区干旱监测预警评估业务系统生态干旱预测结果（以植被净初级生产力NPP为例）



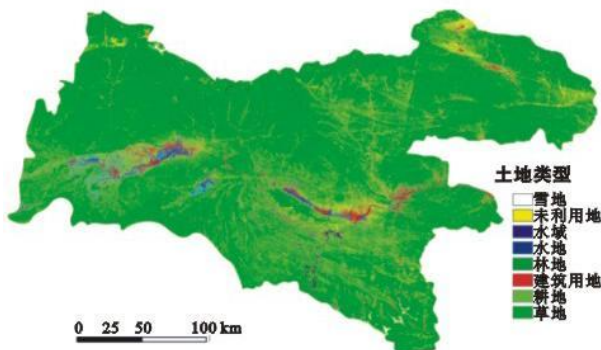
附图3 西北地区干旱监测预警评估业务系统降水预测结果（以候尺度为例）



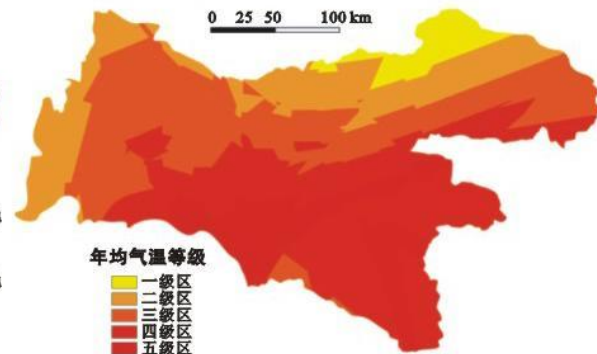
附图4 西北地区干旱监测预警评估业务系统降水预测结果（以月尺度为例）



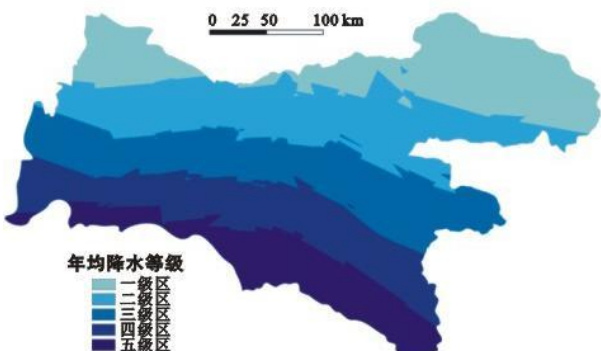
附图5 南水北调中线工程植被覆盖度图



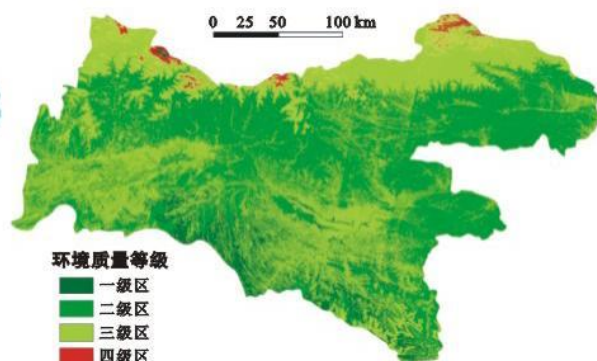
附图6 南水北调中线工程土地覆盖类型图



附图7 南水北调中线工程年均气温图



附图8 南水北调中线工程年均降水等级图



附图9 水源区生态环境质量综合分区图