

冬小麦区土壤水分预报和灌溉决策系统的业务应用^①

毛 飞 张光智 周 丽

(中国气象科学研究院,北京 100081)

提 要

建立了适用于单站、区域以及全国范围的冬小麦土壤水分预报和灌溉决策业务服务系统,并在2000年3~6月做了15周次土壤水分预报和灌溉决策,其中13周次在中央电视台第七套节目“气象与农情”栏目中播出,直接为农业生产服务。土壤水分预报误差分析表明:0~100cm平均相对误差最小,0~50cm次之,0~30cm最大。土壤湿度预报分布规律与实况基本一致。

关键词: 冬小麦 土壤水分 灌溉决策

引 言

冬小麦土壤水分预报和灌溉决策系统^[1]自1997年开始研制以来,预报能力从单站发展到区域,预报范围从华北地区扩大到我国主要冬小麦区,系统的检验从用历史资料的

回报验证到2000年的实时预报并正式投入业务应用,其功能不断扩大,不断完善。

科研成果向业务转化并在转化的过程中不断改进和完善是科研工作的重要一环。中央电视台第七套节目“气象与农情”栏目的开

播,为气象科研成果向广大公众服务,获取更大的社会效益和经济效益提供了一个窗口。冬小麦土壤水分预报和灌溉决策系统按照“气象与农情”栏目每周播出一次的安排和要求在确定灌溉指标,编制专用的预报服务软件,处理土壤湿度初始场资料等方面进一步做了一些补充工作,为“气象与农情”栏目撰稿组提供未来一周我国主要冬小麦区土壤湿度预报图和灌溉决策图。为农业的防旱抗旱和全国水资源科学的综合利用提供定量预报的依据。

2000 年实时预报服务的作物是冬小麦,预报范围为我国主要冬小麦区,包括北京、天津、河北、河南、山东、山西、江苏、安徽、陕西和甘肃等省市。

1 系统的结构与功能

土壤水分预报和灌溉决策系统由参考蒸散模型、实际蒸散模型、土壤水分预报模型和灌溉管理模型等构成(图 1)。图 1 表示,气候

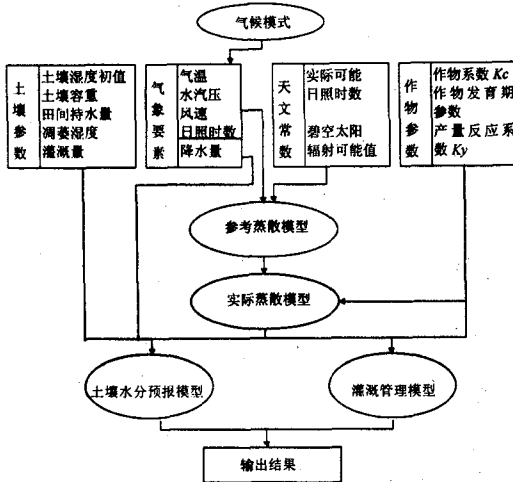


图 1 作物干旱预报和灌溉决策系统结构图
模式输出的气象要素预报值与各模型连接。各模型均具有区域的和不同土壤层次的计算功能,最终输出区域各站逐日土壤水分预报值和灌溉管理表。图中每个模型的详细介绍见文献[1]。

2 系统在业务中的应用

系统建立后,经单站和华北地区 1991 年历史资料的回报模拟验证表明,当预报天数为 10 天时,华北地区 0~30cm 土壤水分预报的平均相对误差为 11.5%,0~50cm 为 7.8%,0~100cm 为 7.2%,基本可满足业务的要求。通过大量基础和技术工作,系统不断完善,应用范围从单站到华北地区,进一步扩展为我国主要冬小麦区的 103 个农气站。

目前,本系统可向不同用户提供不同时段、3 个土壤层次、3 种土壤水分单位的冬小麦田土壤水分预报和灌溉决策图、表等技术产品。2000 年 3~6 月我们提供了 4 周次(3 月)华北冬小麦区和 11 周次(4 月 1 日~6 月 23 日)我国北方冬小麦区的土壤水分预报和灌溉决策。由于 3 月上、中旬华北部分地区冬小麦没有进入返青期,不进行土壤水分的测定,系统所需的土壤水分初始场不完整,因此,3 月份的前 2 周次预报仅作为试预报,其后 13 周次的预报都经会商后在中央电视台第七套节目“气象与农情”栏目中播出。

2.1 预报天数的确定

中央电视台第七频道的“气象与农情”节目每周 5 播出,我们的预报时段选为每周六至下一周的周五,预报天数为 7 天。在周五节目播出时,全国广大观众可收看到未来一周的灌溉决策图和灌溉建议,了解哪些区域需要灌溉,哪些区域急需灌溉,哪些区域不需要灌溉,为水资源的宏观调配使用、农业生产部门及时作出防旱抗旱部署、合理安排各项农事活动提供科学依据。

2.2 灌溉指标的制定

全国各地灌溉临界值的取值不尽相同。考虑到预报的时段是未来一周和冬小麦大部分根系分布在 0~50cm 土层内,因此,用未来一周 0~50cm 平均土壤相对湿度作为灌溉指标,取土壤相对湿度 65%为灌溉临界值,并把全国主要冬小麦区划分成 3 种灌溉

区:一级灌溉区,土壤相对湿度大于65(%),土壤水分适宜,不需要灌溉;二级灌溉区,土壤相对湿度在50%~65%之间,需要适量灌溉;三级灌溉区,土壤相对湿度小于50%,急需灌溉。

系统在2000年的实时业务预报中,预报和决策建议与实况基本一致,图2给出一例

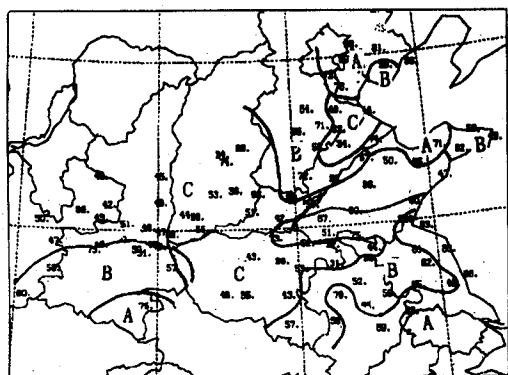


图2 2000年4月29日~5月5日我国主要冬小麦区灌溉决策图

(2000年4月29日~5月5日)。图中A为一级灌溉区,B为二级灌溉区,C为三级灌溉区。

2.3 系统的评估

以农业气象站观测的土壤湿度为实测值,系统输出的为预报值,分别计算0~30cm、0~50cm和0~100cm土壤湿度相对误差以及预报与同期土壤湿度多年平均值的离差。由于土壤湿度实测值每月只有8、18、28日三天的值,因此我们仅对3月28日、4月8日、4月18日、4月28日、5月8日、5月18日和5月28日,共7个时次,分别计算它们的预报相对误差(由于2000年春季我国北方地区大面积持续干旱,导致那些地区的冬小麦早熟,6月份以后,大部分地区冬小麦已进入黄熟或收获期,故没有计算其预报误差)。尽管系统预报了103个站,但仅统计其中的24个站。这一方面是因为历次有土壤湿度实测值的站参差不齐,7次预报都有的站不多。另一方面部分站进行了灌溉,而我们得不到灌溉量资料,因此需要排除有灌溉的站。图3给出0~30cm、0~50cm和0~100cm土壤湿度预报相对误差直方图,其中对照表示0~50cm土壤湿度预报与同期土壤湿度多年平均值的相对误差。

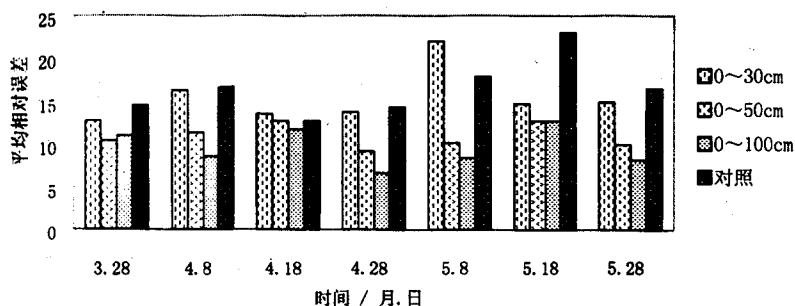


图3 2000年我国北方主要冬小麦区土壤湿度预报误差(预报天数:10天)

从总体来看,0~100cm的相对误差最小,0~50cm次之,0~30cm最大。0~30cm7个时次中,24个站平均相对误差小于20%的有6个时次,大于20%的1个时次。0~50cm平均相对误差都小于15%,其中大于10%的有6个时次,小于10%的1个时次。0~

100cm平均相对误差也均小于15%,但其中大于10%的有3个时次,小于10%的4个时次。0~50cm土壤湿度预报与同期土壤湿度多年平均值的相对误差各次均大于同层次的土壤湿度预报与实测值的误差,这表明用冬小麦土壤水分预报和灌溉决策系统进行实时

土壤水分和灌溉管理预测是有意义的。

我们对3月28日、4月8日及4月18日3个时次的0~100cm土壤湿度实况分布与由系统预测的土壤湿度分布进行了比较(7个时次中的其它4个时次考虑到有些站进行了灌溉,土壤湿度实测值与预报值不能进行比较),每个时次的土壤湿度实测值与预报值的分布规律基本一致。作为实例这里仅给出4月8日的土壤湿度实况分布图和土壤湿度预报图(图4和图5)。

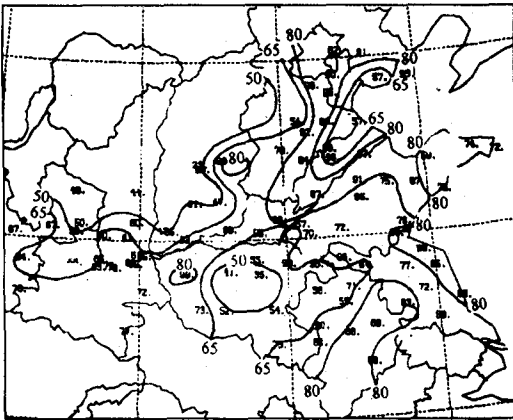


图4 2000年4月8日0~100cm土壤湿度(%)实况图

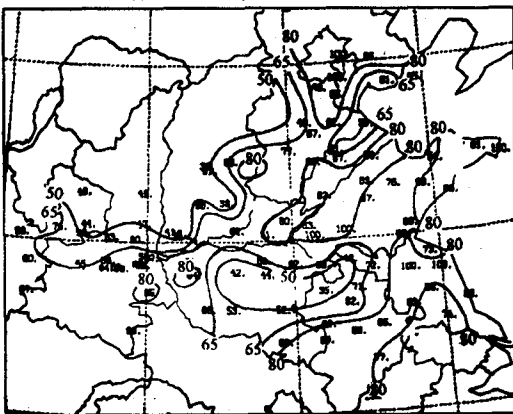


图5 2000年4月8日0~100cm土壤湿度(%)预报图

3 结 语

(1)本研究建立了土壤水分预报和灌溉决策业务服务系统,可进行单站、区域或全国的土壤水分和灌溉预报,系统的结构功能适用于多种作物。系统具有逐日预报参考蒸散量、作物实际蒸散量和土壤水分的功能;预报作物全生育期内各发育期作物缺水量和由此而来的作物减产率的功能;预报灌溉日期和灌溉量的功能。

(2)本系统根据中央电视台第七套节目“气象与农情”栏目的具体要求,每周二提交本周六至下周五(一周)的预报结果,并用未来一周0~50cm平均土壤相对湿度作为灌溉指标,把我国主要冬小麦区划分成3种灌溉区。2000年3月~6月利用本系统提供了我国主要冬小麦区的土壤水分预报和灌溉决策,经会商后在中央电视台第七频道“气象与农情”节目中播出。

(3)0~30cm、0~50cm和0~100cm平均土壤湿度的预报误差从平均值来看,0~100cm最小,0~50cm次之,0~30cm最大。0~100cm的土壤湿度实测值与预报值的分布规律基本一致。

冬小麦土壤水分预报和灌溉决策系统的方法和实时业务应用尚属国内首次,并实现了实时业务服务软件系统的自动化处理和人机交互,可提供本系统主页,具备推广应用的条件。此外,系统的工作原理适用于全国的、多种作物的土壤水分预报和灌溉决策,可开发用于单站、地区、省或全国的多种作物的土壤水分预报和灌溉决策实时业务服务软件系统。

参 考 文 献

- 1 张光智,徐祥德,毛飞等.气候模式——农业气象模式集成系统的小麦区域灌溉管理技术新途径.应用气象学报,2001,12(3).

(下转第57页)

Operational Application and Study on the System of Soil Moisture Forecast and Irrigation Decision in Winter Wheat Area

Mao Fei Zhang Guangzhi Zhou Li

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

An operational service system for soil moisture prediction and irrigation decision, applied in a site or throughout the country, was established. With the system, fifteen soil moisture predictions and irrigation decisions, once a week from March to June in 2000 were made. Thirteen of the whole were broadcasted on the programme for the 'Meteorology and Agricultural Information' of CCTV-7 and served to agricultural production directly. The error analyses showed that average relative error in 0~100cm was the lowest, 0~50cm lower and 0~30cm the highest. The distribution of soil moisture that was forecasted was as nearly same as that was measured.

Key Words: winter wheat soil moisture irrigation decision