

中子仪数据处理分析系统^①

徐为根 武金岗 王筛祥

张仁祖

(江苏省气象局业务处,南京 210009)

(徐州市农业气象试验站)

提 要

针对农业气象观测站使用中子仪测定土壤湿度的有关技术问题进行了研讨,建立了中子仪数据处理分析系统,方便和规范了中子仪测土湿工作,并具有很强的服务功能。

关键词: 中子仪 土壤水分 数据处理

引 言

中子仪是一种快速、精确、非破坏性,且不受土壤中水分的物理状态影响的土壤水分测定工具,“九五”期间已经在全国北方省份部分气象台站推广并取代了传统的土钻取土烘干称重法。

“中子仪数据处理分析系统”旨在对

CNC503DR 型土壤水分中子仪的观测数据进行自动传输、处理、分析、建立数据库,并制作土壤湿度年(月)报表。从而把一线观测人员从繁琐的数据计算中解放出来,为中子仪的大面积推广奠定基础。

本系统利用 CNC503DR 型土壤水分中子仪的测定原理,从其测定数据中提取出每

个重复每个层次的容积含水量数据,用土壤水分常数(田间持水量、土壤容重、凋萎湿度)计算出所需的土壤重量含水量、土壤相对湿度、土壤水分贮存量(土壤水分总贮存量 and 有效水分贮存量)。并建立相应的数据库供查询、制作报表和分析服务。

1 系统的配置、结构与功能

(1)本系统在 Windows95/98/NT 平台上,用 Visual Basic 5.0 和 Visual Foxpro 6.0 等语言混合编程,模块化设计,人机对话,界面友好,操作方便,可移植性强。

(2)硬件配置为联想 586 以上微机或与之相当的兼容机,硬盘 1G 以上,内存 32 兆以上。

(3)系统的功能有:数据传输、数据处理、数据库、报表制作、数据分析服务等。

2 中子仪测定土壤湿度的基本原理

中子仪测定土壤湿度是利用中子源放入土壤时,在源周围的土壤中所形成的热中子数量与土壤容积含水量大小有较密切的相关关系这一特点,通过测量热中子数量来确定土壤水分的多少。由于中子源放出的快中子与氢原子核碰撞时,损失能量最大被慢化成热中子,而土壤中所有氢原子几乎都存在于水分中,所以在土壤中生物体以及其它有机物所占比重较小的条件下,土壤对快中子的慢化能力主要取决于土壤含水量。当土壤含水量大时,中子源附近慢化的热中子数量就多,反之数量较少,土壤含水量较低。其变化和含水量呈近似线性关系,因此只要测定出土壤中慢化的热中子数量即可确定土壤含水量^[1]。在实际测量中,为消除系统误差,一般用计数比率(测量计数/标准计数)与土壤容积含水量建立线性关系,以求取土壤含水量。一台标定好的 CNC503DR 型土壤水分中子仪在测定土壤水分时可直接读出某一重复某一层级的土壤容积含水量数值。

3 系统设计思路

中子仪数据处理分析系统如图 1 所示。

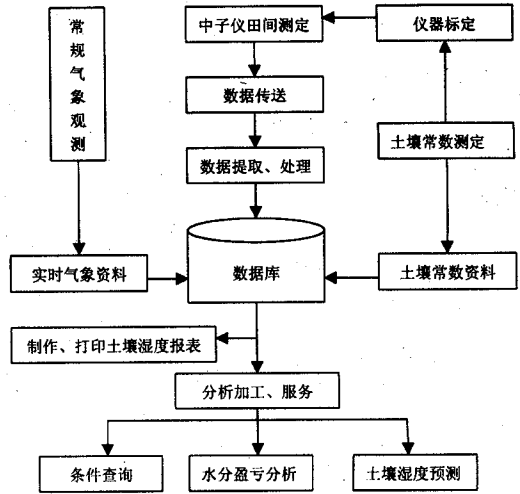


图 1 系统设计框图

3.1 数据传送

中子仪随机配有数据传送软件,利用电缆把中子仪测定的原始数据通过 RS232C 串行通讯接口传送给计算机,并转换成标准的文本格式,以文本文件的形式存储。文件名:YYMMDD.TXT,其中 YY 为年份,MM 为月份,DD 为日期。

3.2 数据处理

对中子仪传送的文本文件进行预处理,剔除误码,打印作为原始记录保存,并从中挑选出容积含水率(Q),进行以下处理:

$$W = Q/P_s$$

$$R = W/F_c \times 100\%$$

$$V = H \times Q \times 10$$

$V_y = H \times Q \times 10 - P_s \times H \times W_k \times 10$
 其中, W:土壤重量含水率(%);Q:土壤容积含水率(%); P_s :土壤容重(g/cm^3);R:土壤相对湿度(%); F_c :土壤田间持水量(%);V:土壤水分总贮存量(mm); V_y :土壤有效水分贮存量(mm);H:土层厚度(cm); W_k :凋萎湿度(%)。

经计算后分别可以得到各层次的土壤重

量含水率 W 、土壤相对湿度 R 、土壤水分总贮存量 V 和土壤有效水分贮存量 V_y 。

3.3 添加数据库

该数据库分为气象资料数据库、土壤水分含量数据库(包括重量含水率、相对湿度、水分总贮存量和有效水分贮存量 4 个数值)和土壤水文常数数据库,将 3.2 节处理所得到的数据分别添加到相应的土壤水分含量数据库中,以每一次测定作为一个记录。同时该数据库可以直接读入实时气象资料供分析用。另外,系统在处理数据前会自动寻找土壤水文常数数据库并读入其中数据,这样,本系统在不同台站使用时,只需改变土壤水文常数数据库即可。

3.4 报表制作

用 Visual Foxpro 6.0 语言按照中国气象局编制的《农业气象观测规范》所要求的报表格式进行报表设计^[1]。报表中的土壤重量含水率、土壤相对湿度、土壤水分总贮存量和土壤有效水分贮存量分别来自数据库中的土壤水分含量数据库,土壤水文常数读自土壤水文常数数据库。其余内容(封面、封底、降水量、降水日期、备注等)按照给予的人机对话框输入,可随意修改。整份报表可在机器上直接浏览或打印输出。

3.5 数据分析

3.5.1 数据查询

可按要求条件查询或浏览数据库中所有的土壤重量含水率、土壤相对湿度、土壤水分总贮存量和土壤有效水分贮存量数值以及同期的气象要素资料。如可查询某一天的所有测定记录,也可以查询在某一时段内某一层次大于或小于特定数值的所有记录。并可以计算任意给定时段某一层次的土壤湿度数据的平均值。

3.5.2 水分盈亏分析

土壤水分中子仪目前在全国尚未大面积推广,仅在一些条件成熟的干旱半干旱地区

安装。在这些地区,有关土壤水分状况的服务显得尤为重要。本系统在设计时增加了水分盈亏分析功能。即计算测定地点各层次历年或给定时间段的平均土壤含水量数值,并可与任意时次的测定数值进行对比,在计算机或打印机上输出对比结果(表格和图形)。

3.5.3 土壤湿度的预测

在非人工灌溉地段,可以在当前土壤湿度的基础上,根据未来天气条件和作物生长发育状况对耗水量可能产生的影响,预测未来土壤湿度的变化^[2,3]。具体形式为:

$$E_t = K \times E_{t_0}$$

$$E_{t_0} = ((P_0/P) \times (\Delta/\gamma) \times R_n + E_a) / ((P_0/P) \times (\Delta/\gamma) + 1.00)$$

其中辐射差额项 R_n 的表达式为:

$$R_n = 0.75R_a(a + bn/N) - \sigma T_k^4(0.56 - 0.079e_a^{0.5}) \times (0.1 + 0.9n/N)$$

空气动力学项 E_a 的表达式为:

$$E_a = 0.26(e_a - e_d)(1.00 + 0.54U)$$

式中: E_t 为农田实际蒸散或作物耗水量 (mm/d); K 为订正系数; E_{t_0} 为某时段的平均潜在蒸散 (mm/d); P_0 为海平面平均气压 (hPa); P 为台站平均气压 (hPa); Δ 为饱和水汽压与温度关系的斜率 (hPa/°C); γ 为干湿球公式常数 (hPa/°C), 取 0.66; R_a 为大气边沿的短波辐射 (mm/d, 此单位由辐射能除以蒸发潜热 L 所得); n 为时段内平均日照时间; N 为同期可照时间; a, b 为系数, 在温带地区 $a = 0.18, b = 0.55$; σ 为斯蒂芬-波尔兹曼常数, 取 2.01×10^{-9} mm; T_k 为平均气温 (k); e_a 为饱和水汽压 (hPa); e_d 为实际水汽压 (hPa); U 为 2 米高处平均风速 ($m \cdot s^{-1}$)。

在具体预测时, $\Delta, e_a, \sigma T_k^4$ 可根据长期天气预报的旬平均温度决定; R_a 和 N 可以查表或用公式计算; n, e_d 可根据未来降水过程对历年平均值进行订正; P 变化不大, 可用历年值代替; U 可用历年风标高度风速 U_x 进行换算, 公式为:

$$U = U_z(2/z)^{0.2}$$

$$K = -4.6708 + 0.9462 \ln W_a \\ + 0.3351 \ln(LAI + 1)$$

Z 为风杯高度(m), LAI 为作物的叶面积指数, W_a 为土壤的实际水分储存量(mm), 可由中子仪测定数据换算得到。

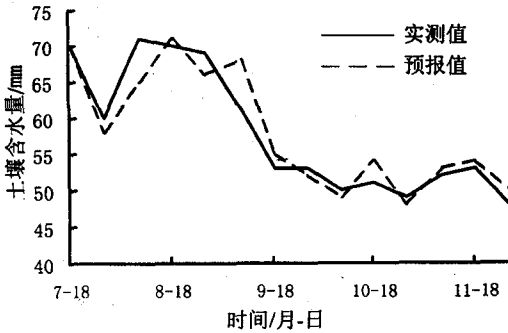


图2 20cm 土层内有效水含量预报值与实测值的比较(徐州站,1998)

这样,通过输入未来气象要素以及 LAI 的数值,就可以计算出下一旬旬初的土壤水分储存量(图2)。这对于干旱季节的农业气象服务很有意义。

4 系统应用

本系统经江苏省徐州农业气象试验站和盱眙县气象站 1998 和 1999 年实际应用,运行状况良好,数据处理准确无误,报表制作简单方便,服务功能亦发挥了较大的作用,取得了比较理想的效果。

本系统的使用对于中子仪这种先进的测土仪器的大面积推广以及农业气象测报质量和服务水平的提高将起到很大的推动作用。在全国基层农业气象观测站的中子仪应用中,该系统具有一定的参考意义,可以引用。

参考文献

- 1 国家气象局编. 农业气象观测规范(上卷). 北京:气象出版社,78~80,101~105.
- 2 “华北平原作物水分胁迫与干旱研究”课题组编. 作物水分胁迫与干旱研究. 郑州:河南科学技术出版社,1991:160~172.
- 3 康绍忠,刘晓明,熊运章著. 土壤-植物-大气连续体水分传输理论及其应用. 北京:水利电力出版社,1994:128~137.

Data Processing and Analysis System for Neutronscope

Xu Weigen Wu Jingang Wang Shaixiang

(Jiangsu Province Meteorological Bureau, Nanjing 210009)

Zhang Renzu

(Xuzhou Meteorological Office, Jiangsu Province)

Abstract

The system is designed on the basis of the theory of Neutronscope measuring of soil moisture. When it was used in many meteorological observation stations, it can make the report of soil moisture correctly and beautifully and give many serving functions.

Key Words: Neutronscope data processing system soil moisture