

韩波,王黎明,李四维,等. DZN3 型自动土壤水分观测仪故障处理及日常维护[J]. 中低纬山地气象,2023,47(1):107-111.

DZN3 型自动土壤水分观测仪故障处理及日常维护

韩波^{1,2},王黎明^{1,3},李四维²,贺中华²,张敏²,许翔²

(1. 气象防灾减灾湖南省重点实验室,湖南长沙 410118;2. 湖南省衡阳市气象局,湖南衡阳 421001;3. 湖南省气象技术装备中心,湖南长沙 410118)

摘要:作为全国重要水稻生产基地的湖南,因夏秋多旱的气候特征,水稻种植经常受干旱影响而减产。为做好气象为农服务工作,湖南省气象局从 2010 年开始,在全省建设了 60 个自动土壤水分观测站,显著改进了土壤水分观测手段和方法,提升了现代农业气象业务和干旱监测服务水平。该文简要介绍了 DZN3 型自动土壤水分观测仪的工作原理和系统结构,在总结省、市、县三级维护保障实践基础上,重点阐述了 DZN3 型自动土壤水分观测仪常见故障的分析及排查,对台站日常巡查维护及有关注意事项提出了建议。为气象部门基层台站业务人员提高维护维修时效,降低故障发生概率提供借鉴与参考。

关键词:DZN3;土壤水分观测仪;故障;排查处理;日常维护

中图分类号:S152.7 **文献标识码:**B

The Fault Treatment and Daily Maintenance of DZN3 Automatic Soil Moisture Observation Instrument

HAN Bo^{1,2}, WANG Liming^{1,3}, LI Siwei², HE Zhonghua², ZHANG Min², XU Xiang²

(1. Hunan Key Laboratory of Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Changsha 410118, China;
2. Hengyang Meteorological Bureau of Hunan Province, Hengyang 421001, China;
3. Hunan Meteorological Technology and Equipment Center, Changsha 410118, China)

Abstract:Hunan is an important rice production base in China. Due to the climate characteristics of drought in summer and autumn, rice planting in Hunan is often affected by drought, which results in reduced production. In order to do a good job in meteorological service for agriculture, Hunan Meteorological Bureau has built 60 automatic soil moisture observation stations in the province since 2010. It has significantly improved the means and methods of soil moisture observation and the modern agrometeorological business and drought monitoring service level. In this paper, the working principle and the system structure of DZN3 automatic soil moisture observation instrument were briefly introduced. And based on the practice of maintenance and guarantee at the provincial, municipal and county levels, the analysis and troubleshooting of common faults of DZN3 automatic soil moisture observation instrument were also expounded in detail. What's more, some suggestions on the daily inspection, maintenance and other notices were put forward, which has provided reference for grass - roots business personnel in to improve the timeliness of maintenance and reduce the probability of failure.

Key words:DZN3;automatic soil moisture observation instrument; fault;troubleshooting;daily maintenance

0 引言

湖南是全国重要的粮食生产基地,自古就有

“鱼米之乡”和“湖广熟、天下足”之说,特别是稻谷产量多年为全国之冠。但由于湖南夏秋多旱的气候特征,粮食生产时常因旱灾而造成较大损失。为

收稿日期:2022-01-21

第一作者简介:韩波(1974—),男,高工,主要从事气象装备与信息网络保障工作,E-mail:305185827@qq.com。

做好气象为农服务工作,湖南省气象局从 2010 年开始,在全省 14 个地市(州)共建成 60 个 DZN3 型自动土壤水分观测点,其中包括 50 个固定地段观测点和 10 个作物地段观测点,观测区域基本覆盖了全省各种土壤类别。

DZN3 型自动土壤水分观测仪可以对土壤体积含水量、土壤重量含水率、土壤相对湿度等要素进行实时、连续的自动观测,及时获取土壤水分的连续变化、土壤的“干渴”程度,分析判断土壤墒情是否满足农作物生长的需求。土壤水分站建成并投入运行后,实现了及时监控农田干旱程度、实施科学灌溉和有效利用水资源的目的,提升了湖南农业气象服务水平,在农业防灾减灾方面发挥了积极作用。由于土壤水分站长期在较恶劣的环境下全天候运行,设备故障情况也不少见^[1-3],湖南省、市、县三级气象装备保障人员在长期维护维修实践中,积

累并总结了一些常见故障处理方法和维护技巧。

1 DZN3 型自动土壤水分观测仪结构及工作原理

1.1 系统结构

华云升达(北京)气象科技公司生产的 DZN3 型自动土壤水分观测仪(以下简称 DZN3),采用频域反射 FDR(Frequency Domain Reflectometry) 多通道测量技术,能够准确及时地测量土壤含水量,完成土壤水分信息的采集、处理、存储及传输。DZN3 具有安装方便、性能稳定、可靠性高、维护及检定方便等特点,适于我国各气候区主要土壤类型,可广泛应用于气象农业、生态环境及水文环境等领域。DZN3 型自动土壤水分观测仪主要由多点可调土壤水分探测器、数据采集器、通信单元和系统电源组成,如图 1 所示。

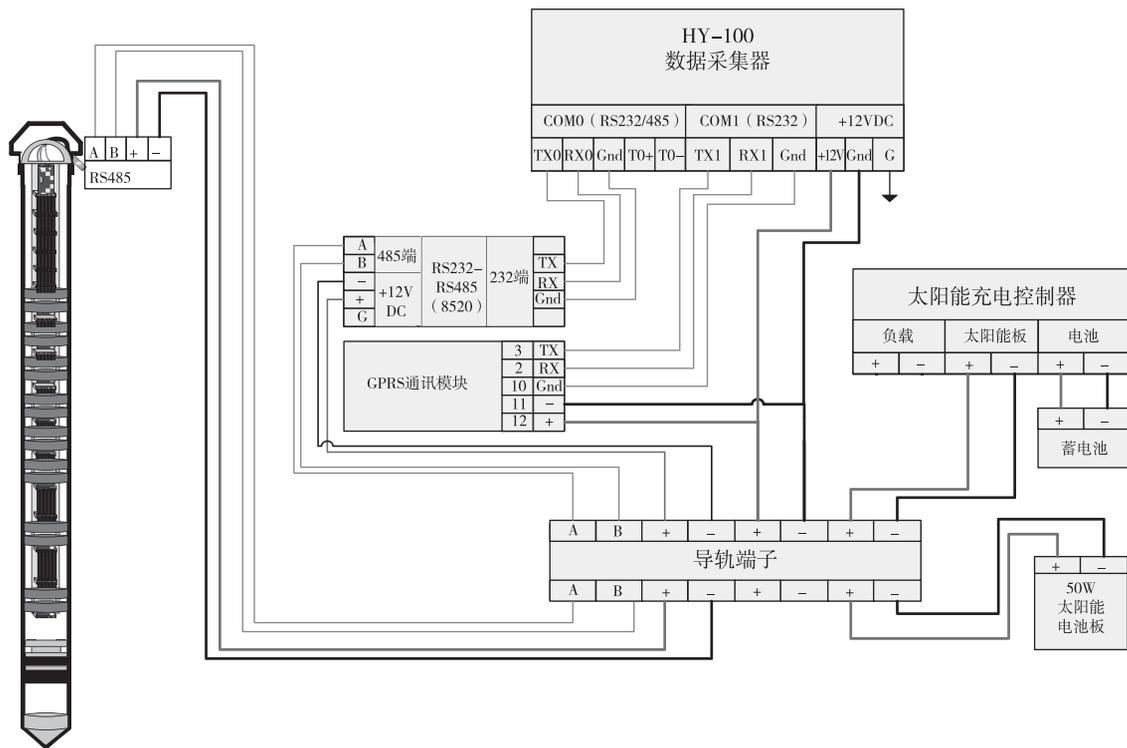


图 1 DZN3 型自动土壤水分观测仪结构图

Fig. 1 Structure diagram of DZN3 automatic soil moisture observation instrument

1.2 数据传输

湖南全省 60 个土壤水分分子站将探测数据通过无线通信模块以 TCP 协议方式,发送到湖南省气象信息中心数据服务器。数据中心站实现的主要功能有:接收自动土壤水分仪站点发送的数据(支持 TG-04M、HY101N、HY-100、CAWS600 采集器);

将传到数据中心站的土壤水分数据存入 SQL server 数据库;生成上传文件,并生成保存 z 文件;保存接收到的归一化频率数据,如图 2 所示。

1.3 工作原理

DZN3 自动土壤水分仪采用 EnviroSMART 多点位置可调式土壤水分探测器,整套土壤水分传感器

安装组件包括电容式土壤水分传感器、传感器接口控制器、安装套管等。土壤水分传感器以串联方式安装在与套管相匹配的安装杆上,每个传感器由2个铜环构成,不与土壤直接接触。PVC材质的安装套管垂直插在土壤中,可防止水或其他流体干扰内部的电子元器件。多点可调式土壤水分探测器采用频域反射(FDR)技术,通过测量放置在土壤中的2个电极之间的电容形成的振荡回路所产生的信号频率来测量土壤介电常数,而土壤介电常数与土壤水分密切相关。当在2个电极间加上电压时,振荡回路会产生频率信号,频率的大小随土壤介电常数而改变,通过频率信号可以计算出被测土壤的含水量^[1]。如图3所示。

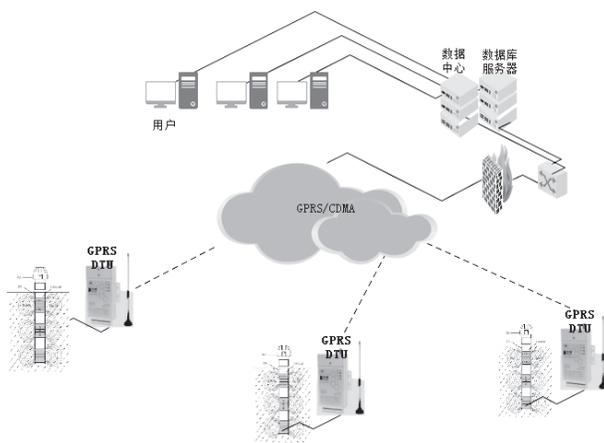


图2 DZN3自动土壤水分观测网

Fig. 2 DZN3 automatic soil moisture observational network

2 常见故障排查及处理

2.1 供电故障

土壤水分站出现掉线,首先要排查是否供电故障。DZN3采用2种方式供电:单一太阳能供电、市电(220V交流电)和太阳能混合供电。湖南绝大部分测站使用的是市电、太阳能混合供电,DZN3供电由太阳能电池板、太阳能、交流双路充电控制器(CAWS-DYJZ5A)、空气开关、电源防雷器及蓄电池组成,如图4所示。打开采集器机箱,首先查看充电控制器指示灯状态,接着用万用表交流电压档位,测量市电输入输出是否正常。交流供电正常,切换到万用表直流电压档位,依次测量充电控制器直流输出、采集器、8520隔离转换器、土壤水分探测器的电源端和蓄电池电压是否大于12V。若充电控制器和蓄电池电压过低,说明土壤站的电压不

稳,无法保证正常工作,需要更换故障设备。另外,要注意检查太阳能板表面是否清洁,蓄电池外壳是否鼓包,蓄电池一般使用2~3a应更换^[5]。如果供电一切正常,则继续排查采集器、传感器和通信模块等。

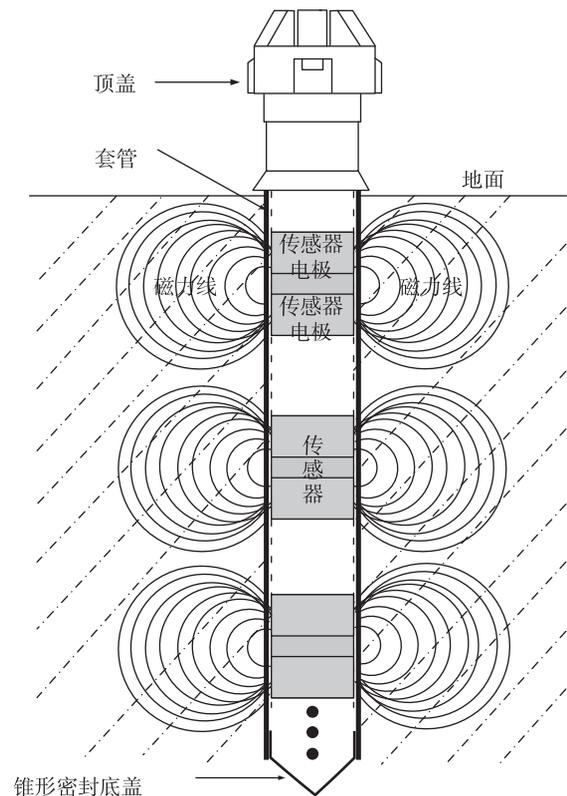


图3 EnviroSMART土壤水分探测器测量原理

Fig. 3 Measuring principle of enviroSMART soil moisture detector

2.2 采集器故障

DZN3数据采集器(HY-100)故障表现主要为,数据全部或部分缺失、数据异常。采集器故障排查可以分2步进行。首先观察采集器指示灯状态。正常情况:测量指示灯闪亮,表示采集器在采集测量数据;通信指示灯闪亮,表示采集器在收发数据。如果出现某1个或2个指示灯长亮或长灭,则采集器可能发生故障。第2步使用采集器终端命令继续查找故障,将采集器通信端口通过串口线与电脑连接,在串口调试程序中输入RD(返回实时数据)等终端常用命令,通过对返回数据的检查(见表1),可以确定采集器、接口控制器及传感器等设备运行是否正常。如果超级终端上采集器的返回正常,而采集软件却得不到数据,说明采集软件发生故障,须将采集器返厂重新写入底层程序^[6]。

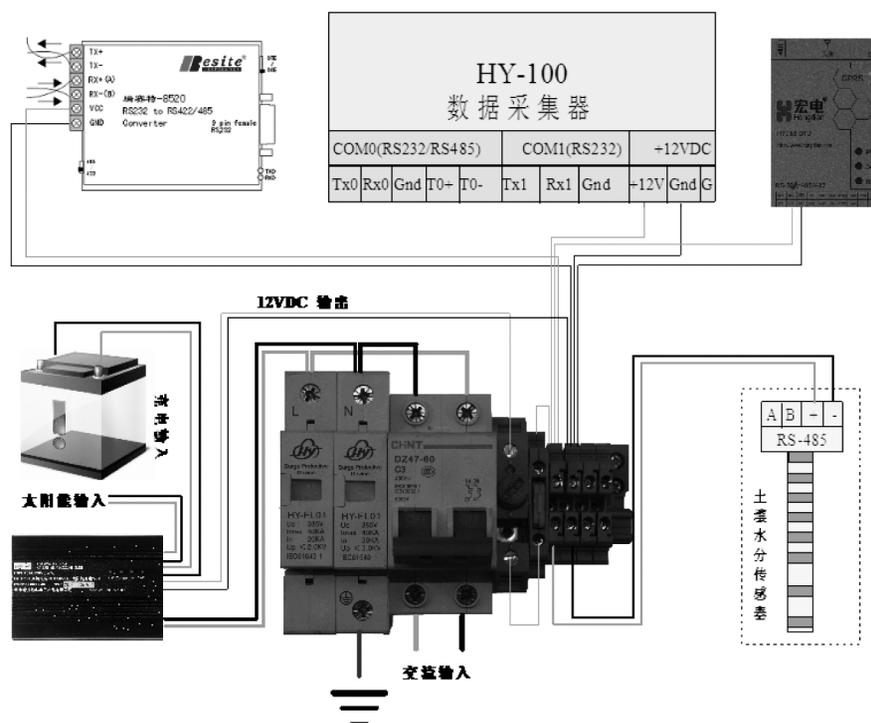


图4 DZN3自动土壤水分仪220V交流电太阳能供电示意图

Fig.4 Schematic diagram of 220 V AC solar power sfor DZN3 automatic soil moisture observation instrument

表1 “RD”命令返回测量数据显示说明

Tab.1 Description of measurement data returned by "RD" command

显示数据	含义	原因
0 - 1	有效测量值	正常
- 1	数据缺失	传感器未安装或故障
- 2	测量超差	传感器测量故障或现场标定有误
- 3	采集器与传感器通信故障	检查连接线或接口控制板
NaN	无效值	采集器或传感器故障

2.3 通信故障

土壤水分站本地数据正常,中心站接收不到数据或数据时通时断,则故障大概率出现在通信单元。DZN3支持无线、有线2种通信方式,无线采用GPRS、SMS、GSM智能互补实现双向通信,有线通过RS232/RS422/RS485与计算机连接通信。湖南土壤站使用的是GPRS无线通信方式,向省局中心站服务器传输数据。通信单元主要由天线、无线通信模块(湖南台站使用的是宏电H7118DTU)、SIM手机卡组成。H7118面板有PWR(电源)、DATA(数据)、NET(网络)3个指示灯,通过观察指示灯状态,可以判别通信模块的工作和网络情况。根据日常维护经验,GPRS信号弱或不稳定与天线、SIM卡关系紧密,检查天线、SIM卡是否损坏,改变天线摆放位置或购买天线放大器,以提高天线增益。通信模块中的SIM卡常出现移位、受潮及欠费情况。SIM

卡移位或脱落,应重新将卡插入到位;受潮需清洁擦干SIM卡和接触点;欠费需及时充值^[7]。排除天线与SIM卡故障以后,检查通信模块参数配置,如通信模块已损坏,则更换新的H7118,需要重新设置参数。

2.4 探测器故障

在排除采集器的原因后,数据仍缺失或异常,则故障出在土壤水分探测器。DZN3型土壤水分探测器由接口控制器、传感器(每层1个,一般是8层也有5层的)、总线插槽以及采集器到控制器数据线(4芯线缆)组成。如果每层数据都异常(-1或-3),则故障可能出在接口控制器。断开12V直流开关,拔下接口控制器上的线缆,将探测器从地下套管中抽出。首先检查总线插槽和接口板排插是否松动,如松动则拔下来重新插紧;接下来用万用表的蜂鸣档,检查传数据线的通断情况。

根据以往维修经验,接口控制器电路板最容易因长期受潮导致发霉,或因有凝结水汽而损坏。使用标定线(串口或USB口)连接电脑终端和接口控制器,打开标定软件(Probe Configuration Utility),读取传感器标定参数。如读取参数失败,则为接口控制器损坏,需更换新的控制器。如读取某层参数失败,则是该层传感器故障,需更换该层传感器。

更换接口控制板和传感器后,要按要求进行现场标定(分空气和水中标定),更换接口板需要对全部传感器(每层)标定,更换某层传感器则标定某层。只有经过标定后的传感器,才能获取准确的测量数据。

2.5 隔离转换器故障

土壤水分探测器的接口控制器与数据采集器通过1个隔离转换器 Resite8520(简称8520)连接。8520的作用是透明地将RS-232信号转换成隔离的RS485信号,具有抗干扰、防雷击、长距离等特点。采集器运行正常,终端命令返回所有层都无数据,则重点排查8520。隔离转换器8520共有4个指示灯,其中PWD灯常亮;TXD/RXD指示灯每分钟交替闪烁,表示设备运行正常;TXD/RXD指示灯均不闪烁,则代表8520故障,需更换8520隔离转换器;若只是TXD指示灯闪烁,则可能是接口控制器板损坏,数据通信失败,须更换接口控制器。

3 日常巡查维护

做好土壤水分观测仪的日常监控维护工作,在降低设备故障概率的同时,还可以做到故障早发现、早解决,提高设备运行稳定。日常巡视维护要做好以下几项工作。

(1)业务值班人员每天通过监控系统,查看整点数据是否完整、及时上传,如发现数据缺测或异常,及时到现场检查。

(2)按时巡查站点。湖南大部分土壤自动站都建在局院内,少部分建在野外。对建在局院内的土壤站,应做到每天巡查。局站分离的土壤站,每周至少巡查1次。

(3)每次巡视时,应打开采集器机箱,检查太阳能充电控制器是否正常供电,观察采集器、通信模块、8520隔离转换器的指示灯是否正常。测量蓄电池电压是否在12V以上,每3个月应对蓄电池充放电1次;注意保持太阳能电池板表面清洁干燥,及时

清除落在上面的灰尘、树叶及鸟粪。

(4)每半年(多雨季可以每月)把传感器从PVC安装套管中取出,检查套管内是否潮湿进水,如套管内有水汽,可以找1根1.5m左右的杆子,在杆子一端缠上毛巾并绑紧,插入套管内,将套管内的水擦干净。同时,注意检查PVC套管顶帽是否因密封胶老化而松动,顶帽松动会影响套管的防水效果,需要对套管顶帽重新进行打胶处理。

(5)建议每隔3个月(土壤比较湿润的台站,时间可以缩短。)将放置在安装套管中接口控制器处的干燥剂取出,用烘箱烘干或更换新的干燥剂,并重新放置好。

4 小结

(1)通过对DZN3型自动土壤水分观测仪的构成和工作原理进行分析,DZN3基于土壤水分频域反射测量技术,可连续监测土壤含水量的变化,能较好反映土壤水分的变化趋势,对农业生产、干旱监测预测和理论研究都具有重要意义。

(2)介绍DZN3型自动土壤水分观测仪在湖南省的建设及应用情况,着重阐述了DZN3常见故障的排查与维修方法,提高了维护保障时效,同时也为湖南自动土壤水分观测站的正常业务运行提供了有力保障。

(3)列出土壤水分观测站日常巡查内容和注意事项,做好日常巡查维护工作,可以减少设备故障发生的几率,提高观测数据的及时性与可用性。

参考文献

- [1] 韩玉婷,第五朋朋,雷晓妹.自动土壤水分传感器实验室校准方法探讨[J].气象水文海洋仪器,2021,38(2):48-50.
- [2] 苗传海,沙莉,郭宗凯,等.DOZG1型电阻冻土自动观测仪设计与试验[J].气象水文海洋仪器,2021,38(3):90-92.
- [3] 芮建文,杨婷婷,芮建梅.DTD5型冻土自动观测仪的安装及维护[J].气象水文海洋仪器,2022,39(2):111-113.
- [4] 刘庆漫,付建胜.台站气象装备保障工作手册[M].北京:气象出版社,2014,2:331.
- [5] 郑自君,王建嫻,刘进,等.台站双套自动气象站质量控制系统[J].中低纬山地气象,2018,42(5):80-84.
- [6] 裴建勋,姚继东.DZN2型自动土壤水分观测仪常见故障分析[J].气象灾害防御,2017,24(1):31.
- [7] 张开华,张远洪,姚熠,等.区域自动气象站双卡备份通信技术的实现与应用[J].中低纬山地气象,2018,42(5):70-73.