

# 人工降雨径流测控系统的研究

吕国芳 杨莫华 魏秋花 经常友 郝振纯 刘震

(河海大学 南京 210098)

摘要 介绍了人工降雨径流测控系统的组成和功能,它是一种以工业控制机为核心的集散系统,可实现各种不同强度、时空分布的人工降雨,通过计算机完成雨量、土壤含水量、水位、环境等参数的采集。系统的控制、数据采集和处理软件采用 Borland C++ 语言在 Windows 环境下开发设计。

关键词 人工降雨 径流 测控系统 工业控制机

径流形成过程研究是水文学的重要内容之一,在过去几十年的模型试验中主要依靠野外场地,用一些简单的测量仪器进行,这种手段效率低,工作量大。为此水资源开发利用国家专业实验室新建了一套现代化的人工降雨径流试验模型,该模型测控系统将计算机技术和现代量测技术进行了有机结合,为径流模型研究提供了现代化测控手段。该系统通过对人工降雨输水管道和供水管道流量以及对人工降雨喷头的控制,可实现各种不同强度、分布和历时的人工降雨模拟过程;通过对流量、雨量、水位、环境等参数的实时采集,提供了准确有效的原始数据,不同降雨强度、不同降雨历时和不同时期土壤含水量对土壤下渗的影响及降雨时土壤水份运动规律等可以进行模拟研究,这一系统的实施必将有助于径流研究的发展。

## 1 人工降雨器简介

本降雨模型分I、II两个试验区,I区降雨器高20m,77个喷淋式降雨器均匀分布在15m×4m的范围内,供水管道上设置2台电动调节阀(以下简称Z阀)控制I区降雨强度,并用2台电磁流量计测取管道流量。I区地面设有12.5m×3m(高1.5m)可变坡度土槽模型,用于研究非饱和二维土壤水分的运动等。土槽的下游端安置12个集水筒,每2个为一组,轮流切换使用,组成一个水量采集点,这样一共有6个水量采集点,用于测取模型的渗流及地表径流。

II区的降雨器高10m,有196个喷淋式降雨器均匀分布在18m×18m的范围内。II区均匀地分成4个小区(II-1~II-4),每个小区有49个喷淋式降雨器,小区的供水管道上设置1台Z阀控制降雨强度。II区的总供水管道上设置2台Z阀控制II区的降雨

强度,并用2台电磁流量计测取管道流量,196个降雨器按1/16,1/8,1/4的密度分成6组,有6种不同的组合可形成不同的空间降雨强度。

## 2 测控系统的组成和功能

人工降雨试验要求进行连续十多天的各种时空分布的人工降雨,采集并记录试验区内的雨强等参数。为了减少试验次数,提高试验的成功率,还要求在按给定的时空分布曲线降雨的同时,系统中心根据模型现场采集的数据进行分析判断,随时可以对给定的时空分布曲线作适当的调整。考虑到以上要求,并结合集散型控制系统的特点,人工降雨测控系统采用图1所示的集散系统结构。

1<sup>#</sup>IPC(一级机)和2<sup>#</sup>IPC(二级机)选型为台湾研华产的IPC610-386工业控制机;PLC选型为日本OMRON公司产的C200H系列可编程控制器;STD-3B, STD-3C和STD-3D(三级机)选型为康拓公司产的STD总线(51系列)工业控制机。一、二、三级之间的通讯标准采用RS-422总线。

系统的控制、数据采集、处理等软件采用具有面向对象风格的Borland C++语言在Windows环境下开发设计,使系统的人机对话友善直观、操作简单。

### 2.1 子系统的功能

#### 2.1.1 1<sup>#</sup>IPC

1<sup>#</sup>IPC是系统的主机,级别最高,可享受系统中所有信息资源,并协调系统各部分的动作,它和3<sup>#</sup>IBM-PC通讯可调取土壤含水量信息,和2<sup>#</sup>IPC通讯可调取流量、水位、雨量以及环境参数;它可以编辑控制Z阀的开度及降雨喷头的开闭,并将编辑好的被控元件动作的时空分布送给PLC,令其执行控制。

第一作者简介:吕国芳,男,讲师,从事测控系统及仪器仪表研究,曾发表《高真空负压除灰系统程控装置设计与调试》等论文。

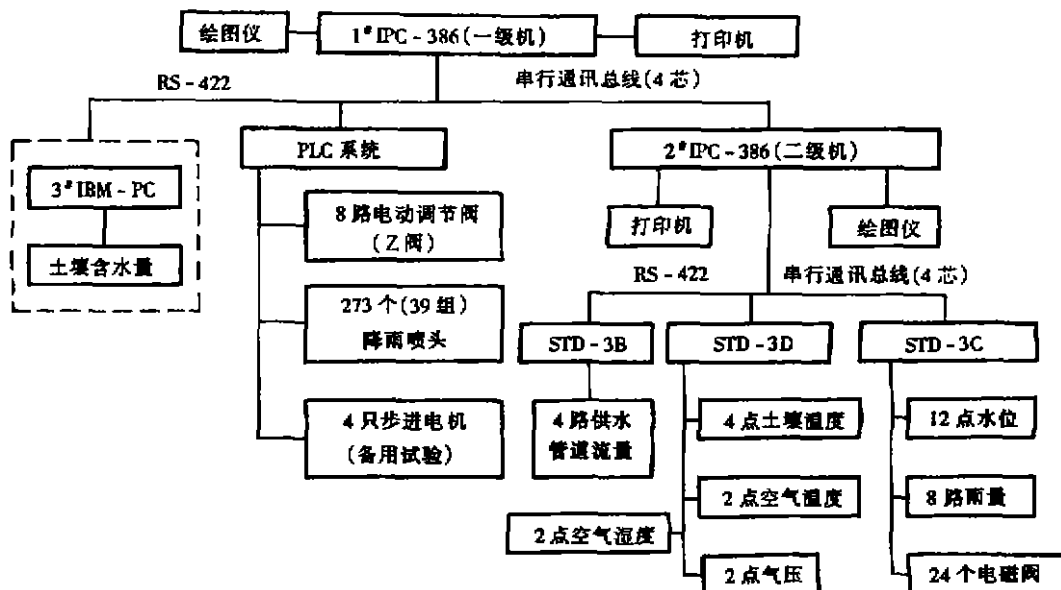


图1 人工降雨径流模型测控系统结构

本子系统还具有前、后台操作功能,以便在试验过程中随时对给定的降雨时空分布曲线作适当的调整。另外它还兼有对试验数据的再加工功能。

#### 2.1.2 2#IPC

2#IPC是数据采集子系统,它定时采集数据,并将数据上送1#IPC。和3台STD一起组成相对独立的小系统,完成现场数据的采集、处理、状态显示。设置该机的目的是:①1#IPC和2#IPC互为备用。由于系统要求高可靠性,一旦1#IPC或2#IPC故障,实验不允许停止,可将1#功能转移到2#或将2#功能转移到1#;②控制和采集同时进行。为使操作方便,试验数据处理工作在1#机上进行时,2#机仍继续采集任务。

#### 2.1.3 3#IBM-PC

该机采集、分析土壤含水量的参数和特性,并和1#IPC通讯将采集数据上送。

#### 2.1.4 PLC

PLC接收1#IPC的命令并执行,还可接受现场的手动操作,Z阀开度的控制驱动电流和降雨管网中喷头电磁阀的开关由PLC送出。PLC可联网运行,也可单机独立运行。单机独立运行时将PLC柜上的“手动/自动”选择开关置于手动状态,然后通过PLC柜上的控制开关对喷淋式降雨器进行控制。Z阀的开度控制采用手动方法。

#### 2.1.5 STD-3B

该机是以8031单片机为核心的STD总线型工控机,它采集降雨输水管道的流量,接收2#IPC的调度命令将采集结果和运行状态上送,还可接收现场

的人工键盘输入,实现独立的现场采集和显示。该机可联网运行,也可单机独立运行。

#### 2.1.6 STD-3C

该机是以8031单片机为核心的STD总线型工控机,它采集雨量、水位信号,同时还控制电磁阀以控制水位采集水筒的轮换使用,从而实现大范围的水位采集。电磁阀和水位计平均分成6组,每组包括4个电磁阀和2个水位计,如图2所示。它可接收2#IPC的调度命令将采集的结果和运行状态上送,还可接收现场的人工键盘输入,实现独立的现场采集和显示。该机可联网运行,也可单机独立运行。

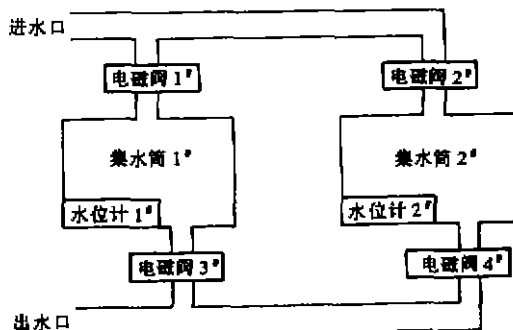


图2 集水筒转换使用示意图

#### 2.1.7 STD-3D

该机也是以8031单片机为核心的STD总线型工控机,采集土壤温度、空气湿度和气压参数,和STD-3B,STD-3C一样,可接收2#IPC的调度命令将采集结果的运行状态上送,也可以接收现场的人工键盘输入,实现独立采集和显示。该机可联网运行,也可单机独立运行。

(下转第67页)

环境改善的研究;②基于生态保护的排水设施设计指南——海岸设计考虑生态保护。

b. 农业开发,农业开发和改善环境卫生的排水指南。

#### 4.2 近期实施的研究项目

a. 基于稻田灌溉规划的田间排水。该规划的主要目的是通过在小规模试验性农场进行研究开发,为田间排水计划、设计以及田间水管理制定指南。对包括地面排水、地下排水、管道与鼠道联合排水、地下综合排灌在内的各种排水方法进行调查。排水系统的改善不仅将提高粮食产量,而且还将扩大两季稻的面积以及增加种植某些非谷物粮种的可能性。

b. 冲积平原和三角洲地区的排水。南亚以及东南亚人口密集的冲积平原和三角洲地区的水管理体系是半圩田型,环绕居民区和农业区四周的部分段面为防洪保护堤,超量水则通过河道出口排放。充分发掘这些平原的经济潜力,最终可能需要现代化的圩田型和全防洪河道出口抽水型的水管理。

c. 亚洲低地土地的归整。为使能种植非谷类作物,获得适宜的土壤及农业机械化的运作环境,农田排水和进出通道必须经过土地归整加以改善。该项目的要点不仅与工程有关,而且还是社会问题,即:

(上接第49页)

#### 2.2 应用软件的功能与特点

在软件中1<sup>st</sup> IPC具有控制整个系统、适时调整参数的功能,并且可适时显示和打印采集到的、经过处理的数据,使用户清楚了解系统的运行情况。2<sup>nd</sup> IPC具有从上位机接收命令,并且控制下位机(即STD)运行的功能,同时也具有数据显示,储存及打印功能。

为便于操作,软件的设计采用了Windows界面技术。各种参数的设置、控制命令的传送、数据的采集、显示、处理等功能均由界面中的菜单按钮提供。

软件具有如下优点:首先系统的控制、采集、处理等应用程序的界面是标准的Windows界面,均由标题栏、菜单条、系统菜单、滚动条、最大最小化按钮等组成,易于用户操作;其次,软件的兼容性好,易于移植;并且系统提供了多任务功能,允许同时运行数个应用程序,由此实现了前台、后台操作功能。此外,具有Windows风格的界面,使得测控系统的人机界面友好、美观。

软件采用Borland C++语言进行编制,其优点是既可用C语言编译器提供的库函数进行高级操作,又可在某些需要的地方采用低级操作(如直接操

作CPU的寄存器、端口等等),并且程序的查错功能、软件的重用性和维护性都有了极大的提高,同时又大大地缩短了软件的开发周期。另外,程序的功能易于扩展。

d. 硫酸盐土和泥沼土排水指南。在亚洲湿润的海岸平原有着大块的硫酸盐土和泥沼土。在硫酸盐地区,水位下降至黄铁矿层以下则造成黄铁矿氧化,形成硫酸盐土和其它酸性土。设计研究适中的排水系统,以使水位下降得以控制,对于优化生产能力,防止不可逆的土壤破坏至关重要。在泥沼地区,研究水文特性,制定排水开发设计规范必不可少。还应就泥沼地区的长远开发进行更深入的研究。

e. 季风气候下干旱地区排水指南。印度干旱地区同样遭受季风季节降雨造成的排水问题的困扰,因此,排水问题必须得以适当改善以解决这种地区灌溉和降雨双重造成的排水问题。

最后,国际灌排技术研究规划还为促进未来环境技术持久发展以提高灌排能力起到了非常重要的作用,其规划的进一步实施,关键在于研究人员与专业人员在世界范围的技术合作。

#### 参考文献

- 1 Yoshinobu Kitamura. Activities of IPTRID and Japan's participation in the program: new R&D program on drainage in the humid tropics. J IERP, 1996(30): 1~6

(收稿日期:1996-09-19 编辑:熊水斌)

作CPU的寄存器、端口等等),并且程序的查错功能、软件的重用性和维护性都有了极大的提高,同时又大大地缩短了软件的开发周期。另外,程序的功能易于扩展。

#### 3 结 语

人工降雨径流模型测控系统已于1995年上半年投入使用,至今运行状况良好,系统的功能基本完善,但还有待在今后的运行实践中发现问题,提出改进意见,以进一步完善。

(收稿日期:1996-09-11 编辑:张志琴)

#### · 简讯 ·

▲印度最近免去了投资商向电力工程项目提供设备的进口关税和一项特殊的进口许可。投资者只需通过申请国际竞争招标程序便可参与兴建经政府批准的工程项目,但是与项目有关的进口物资仍需得到印度中央电力部门的许可证书。

▲英国Sir Alexander Gibb & Partner最近在庆祝该公司成立75周年之际易名为GIBB Ltd.新名称能更好地反映该公司的客户、同仁和公司成员所熟悉的业务方式。

(熊莉芸供稿)