

飞机增雨远程遥控催化作业的实现

游积平¹ 冯永基¹ 林俊君¹ 赵 博¹ 姜正勇²

(1. 广东省人工影响天气办公室, 广州 510080;
2. 航天科技集团公司四院四十一所)

提 要: 利用电子计算机以及空地传输等手段, 建立飞机增雨远程遥控催化作业平台, 通过远程无线通讯技术, 实现地面指挥作业指令对空中增雨飞机上的焰条催化设备点火作业的实时控制, 同时实现了空中增雨飞机空中信息的对地传输, 在国内首次实现飞机增雨的远程遥控无人作业。

关键词: 空地传输 遥控催化 增雨作业

Achievement of Remote Seeding on Precipitation Enhancement by Airplane

You Jiping Feng Yongji Lin Junjun Zhao Bo Jiang Zhengyong

(1. Artificial Effect Office of Guangdong, Guangzhou 510080;
2. The 41th Institute of Aeronautical and Space Scientific Technological Group)

Abstract: A remote seeding system for precipitation enhancement was set up. New technology such as remote wireless radio and air-ground transmission has been used in this system to control precipitation enhancement in real time. It has developed the technique of controlling flue catalytic devices in airplane via ground instruction. It is the first success in China to enhance precipitation by airplane through remote automatic system.

Key Words: air-ground transmission remote catalysis precipitation enhancement

引 言

人工影响天气是一项复杂的系统工程, 涉及气象、农业、水利、航空、军工、火工、空中

管制、通讯等多学科、多部门、多行业, 需要周密计划和科学组织^[1]。而飞机人工增雨具有覆盖面广、见效快、机动灵活等特点, 是目前我国开展较为普遍的抗旱减灾措施之一^[2], 并在人工影响天气工作中得到了广泛

基金项目: 广东省重点科技攻关项目(2003C32607); 热带海洋气象科学研究基金项目(200514)

收稿日期: 2006 年 10 月 30 日; 修定稿日期: 2007 年 6 月 25 日

应用。但由于地面大量的气象信息很难及时传输到增雨飞机上的计算机里,机上的气象人员要全面了解机外大气和云层的情况是相当困难的,要高效地进行增雨催化作业有一定的难度。因此,为让地面丰富的气象信息在飞机增雨作业中发挥更大的作用,更好地把握作业时机^[3],由地面对增雨飞机进行实时遥控催化作业成为提高我国人影作业效率和水平的一个手段。近年来,随着电子计算机、通信技术以及催化设备的不断发展,国内部分省市^[4-6]利用无线电台、计算机等设备均能实现地面与增雨飞机之间的空-地通信传输。1992年广东省气象局利用无线电台作为空-地通信传输的工具,是全国最早将无线电台用于人影飞机作业指挥系统^[7-9]。航天科技集团公司四院41所最新研制出来的机载焰条催化设备的控制器能接收来自电子计算机的各种指令,使得在地面上遥控增雨作业成为可能。本文介绍了用C++ Builder语言设计编写具有对机载焰条催化设备进行检测、催化等功能的远程遥控催化作业系统平台,并于2006年10月13日在深圳飞机增雨作业中首次实现了远程遥控催化作业试验以及2007年3—4月间在广东飞机增雨业务中正式使用,取得良好的效果。

1 空-地实时远程遥控催化作业硬件平台

人工增雨指挥系统是支撑人工影响天气业务有效实施的技术保障^[10],而实时催化作业平台在人工增雨指挥系统中占有相当重要的位置。为了实现在地面遥控增雨飞机上的催化设备,我们利用了深圳华夏盛公司的SCADA2710数字电台作为传输的平台,SCADA系列数字电台采用数字信号处理、纠错编码、软件无线电、数字调制解调等技术,具有高性能、高可靠及抗干扰能力强等特点,并提供标准RS-232数据口可直接与计

算机连接。其频率范围为220~240MHz、误码率 10^{-6} 。为了增加电台的传输距离,将电台的功率由原来的5瓦增加到25瓦,使地面与空中的增雨飞机之间的传输距离在200公里以上。同时,在增雨飞机上安放了一台笔记本电脑,由于笔记本电脑一般只有二个USB端口,为了增加笔记本电脑上的USB端口,我们为电脑配上了一个USB的HUB设备。并利用USB接口转RS232串口的连接线,将焰条催化设备的控制器、GPS导航仪和数字电台等三种设备分别与笔记本电脑的USB接口相连,焰条控制器的另外二个输出端口直接与飞机两侧的焰条催化设备相接。设备的连接如图1。

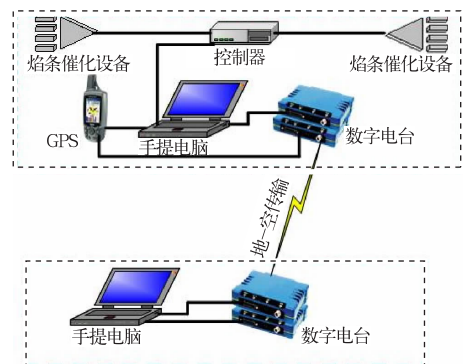


图1 硬件设备的连接

2 远程遥控催化作业流程

要实现远程遥控催化增雨作业,必须建立远程遥控催化作业的工作流程,如图2所示。系统由空中移动系统及地面遥控系统两部分组成,其中空地无线通信平台将获取的增雨飞机的GPS定位信息下传,并完成地面对机载焰条设备的检测及烟条的催化作业指令获取;地-空无线通讯地面实现遥控作业指令的发送以及空中GPS定位信息的获取,增雨飞机上的电脑作为指令的中继连接地面电脑和焰条点火控制器。

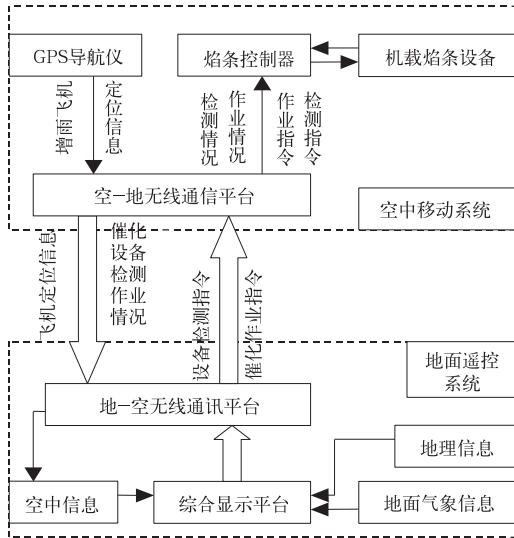


图 2 遥控催化作业的工作流程

由于空-地数字电台之间的数据通信均需要通过电脑的串口进行的,因此,远程遥控催化作业指令的发送与接收必须解决电脑之间的串口通信,才能使得无线数字电台的通

信得以进行。目前在 Windows 操作系统中串口的通信除了有 win32API 函数外,常用的有 MSCOMM 和 TYbCommDevice 等两个串口编程控件,但对于利用 C++Builder 语言编程来说,使用 TYbCommDevice 控件较为方便。因此,本文使用 TYbCommDevice 控件作为串口通信编程的工具,主要是发送作业检测指令、点火指令以及接收焰条设备的返回的信息。

3 远程遥控信息流程

航天科技集团公司四院 41 所生产的机载焰条催化设备可以由电脑操作控制的,通过电脑的串口向焰条控制器发送指令。机载焰条催化设备通常能够接收二条指令,一条是设备的检测指令,另一条是对焰条的点火指令。其作业指令的信息流程如图 3。

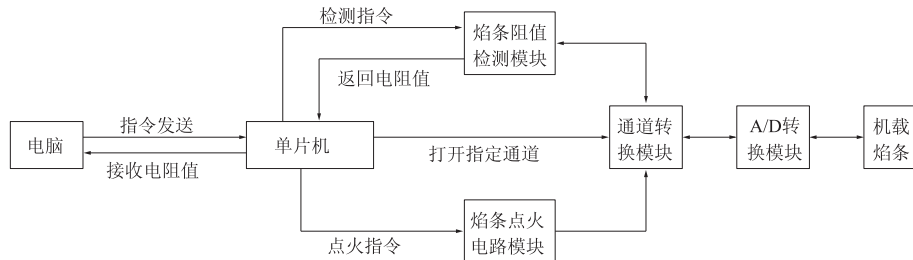


图 3 遥控催化作业的信息流程

其中焰条设备的测试指令为“SIMBET +CHECK = n”, n 为 □ 条通道号,取值范围为 01~10。电脑向单片机发送检测指令后,单片机控制通道转换模块将焰条阻值检测模块与被测焰条接通,焰条阻值检测模块通过将焰条的阻值转换为电压值,再由高精度 A/D 转换为数字量送入单片机进行判读,同时将结果通过串口送顺回电脑。若焰条的电阻值在 1.5 欧姆到 5 欧姆之间,电脑会收到单片机发送的“OK”字符串,则说明检测成功,若电阻值大于 5 欧姆或少于 1.5 欧姆,电脑

会接收到单片机发送的“ERROR”字符串,表示检测不成功,电阻过大表示催化焰剂有可能受潮了,电阻过小表示点火头有可能短路。□ 条的点火指令为“SIMBET + FIRE = n”, n 为 □ 条通道号,取值范围为 01~10。电脑向单片机发送点火指令后,单片机控制通道转换模块将焰条点火电路模块与被点焰条接通,并完成点火,点火完成后重新采集焰条阻值,判断是否点火成功。若电阻少于 1.5 欧姆或大于 5 欧姆,电脑会收到单片机发送的“OK”字符串,说明点火已经成功。若电阻处

于 1.5 欧姆到 5 欧姆之间,电脑会收到单片机发送的“ERROR”字符串,表示点火不成功。

4 试验及业务运行

2006 年 10 月 13 日,我们在深圳宝安机场进行了远程遥控催化作业的试验,其中 1 条催化设备、手提电脑、数字电台安放在运 12 增雨飞机上,而另一部数字电台、手提电脑则放在距深圳宝安机场直线距离 30 公里外的深圳市气象局人影指挥中心里。在 11 时左右,我们在深圳市气象局人影指挥中心里对正在深圳布吉上空飞行的运 12 增雨飞机上的催化设备发出了检测、点火指令,均一次性完成,获得圆满成功。2007 年 3 月至 4 月间,广东省人影办在湛江地区进行飞机增雨作业,并首次在飞机增雨的业务中采用了远程遥控催化增雨作业,除了个别焰条由于受潮原因未能通过检测外,其它均获得成功。

5 结束语

(1) 远程遥控催化作业能真正实现无人上机作业,大大减轻人影作业人员的压力,可以在飞机增雨业务中推广应用。

(2) 远程遥控催化作业对在地面上进行实时指挥增雨飞机作业具有重要的意义。

(3) 在地面上进行远程遥控催化增雨作业,做到多学科、多部门等各行业的专家一起参与、一起商讨,可进一步提高人影的作业水平。

(4) 由于无线数字电台的传输距离有限,要实现对大范围的区域进行飞机增雨远程遥控催化作业,还须在一定距离内增设中继电台并结合机载 GPS 的定位才能顺利进行。

参考文献

- [1] 胡志晋,王广河,王雨增. 人工影响天气工程系统[J]. 中国工程科学,2002,2(7):87-91.
- [2] 李茂仑,金德镇,汪晓梅,等. 飞机人工增雨空地传输系统[J]. 应用气象学报,2001,12(增刊):194-199.
- [3] 阮征,彭浩,周国春,等. 信息空地传输显示系统及试用[J]. 气象,2005,31(7):80-84.
- [4] 陈保国,樊鹏,雷崇典,等. 2002 年秋季陕北地区一次锋面云系综合探测分析[J]. 气象,2005,31(1):45-49.
- [5] 樊鹏,余兴(编著). 陕甘宁人工增雨技术开发研究[M]. 北京:气象出版社,2004:66-70.
- [6] 汪晓滨,吕亚丽,王广河,等. Matlab 在北京飞机增雨航迹分析中的应用[J]. 气象,2006,32(7):46-51.
- [7] 吴兑,游积平. 新丰江流域人工降雨基地预警、指挥、通讯系统简介[G]. 哈尔滨:全国人工影响天气技术交流会材料,1992.
- [8] 沈中. 人影作业指挥系统建设方兴未艾[J]. 人工影响天气,1993:42.
- [9] 吴兑. 人工降雨基础知识与实施技术[M]. 北京:气象出版社,1993:85-117.
- [10] 游积平,吕亚丽,王广河,等. 广东省人工增雨作业指挥系统的设计[J]. 广东气象,2006,1:61-63.