

# 地面气象有线遥测系统

## ——对日本 AgMMS 的改进与开发

李家端 梁采

(成都气象学院)

### 提 要

本文通过对日本英弘(EKO)精机株式会社研制的农业气象观测系统(Ag-MMS)的剖析,对应用软件进行修改和开发,使其增加气压参数的测量,扩大数据处理的功能,并按我国现行GD—01Ⅱ的规定自动打印输出天气报告,从而构成一套以单板机为核心、从参数采集、数据处理到气象资料 and 天气报告、打印完全自动化的地面气象有线遥测系统。

气象科学是一门以大气为研究对象的信息科学,从大气信息的获取、传输、加工、处理、贮存到分析和预测构成了一个完整的信息系统。当前,全球正面临着一场以信息技术为主要内容的新的技术革命,气象科学的各个领域正在广泛采用新的技术,促进气象科学的发展和气象事业的现代化。作为近地层大气信息获取的地面气象观测,由于微型计算机的发展,完全有条件实现自动遥测、摆脱依靠人工读数、记录、查算和编报的传统方法。

成都气象学院引进的农业气象观测系统(AgMMS),是日本英弘(EKO)精机株式会社1982年研制的产品,是一套以8085单板机为核心的有线遥测系统,它可以对太阳总辐射、天空辐射、光合有效辐射、紫外辐射、气温、地温、雨量、日照、湿度、风向和风速十一个参数自动进行数据采集和资料打印。我们对该系统的硬件和软件进行详细剖析之后,进一步作了改进与开发,使其成为一套完整的地面气象有线遥测系统,达到了对引进技术的消化吸收和开发,对我国自行设计地面气象自动遥测系统将有所借鉴。

### 一、AgMMS 结构原理

AgMMS包括传感器、变换器、电子电位差计和数据处理机四部分,如图1所示。十一个传感器经各自的变换电路分别输出两档模拟电压:一档为0~10mV信号输给MP—11

1985年3月22日收到,6月14日收到修改稿

• 参加本项工作的还有聂鑫森同志

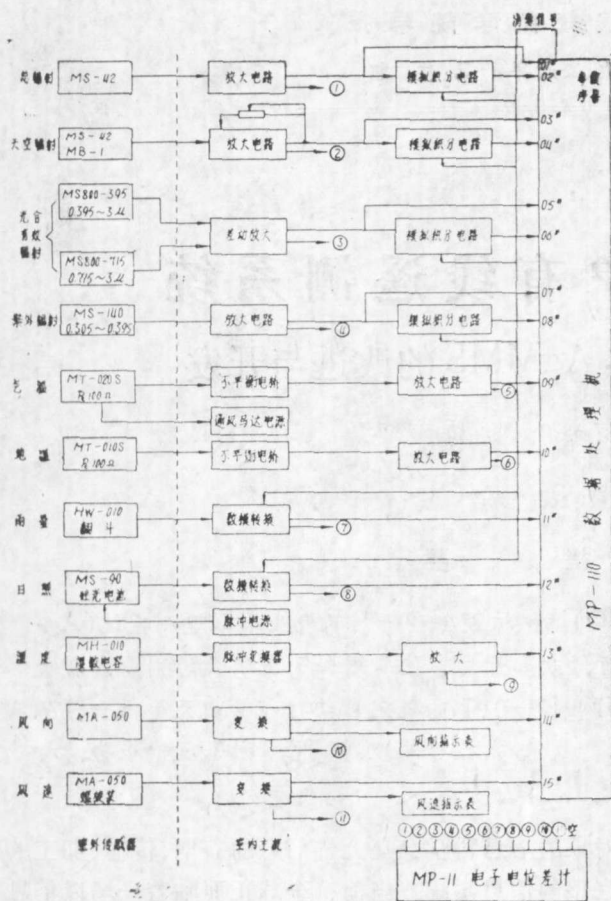


图 1 AgMMS 结构框图

电子电位差计，用不同颜色的笔来记录十一个气象参数的变化；另一档为0~1V信号(包括四个辐射在一定时段内的累积值信号共十五项)，送入MP-110数据处理机，在单板机软件控制下，自动进行对各气象参数的采集、A/D变换、数据换算和参数统计，最后以数字方式打印输出。

数据处理机原理框图如图2所示，包括多路数据采集器、A/D变换器和单板机。

多路数据采集使用十六个电磁继电器，01~15为气象参数模拟电压输入通道，16为零点采样通道，由CPU的指令控制对应的继电器工作，使相应的参数经低通滤波、采样保持送入ADC，15路参数的采集是在软件控制下进行的。

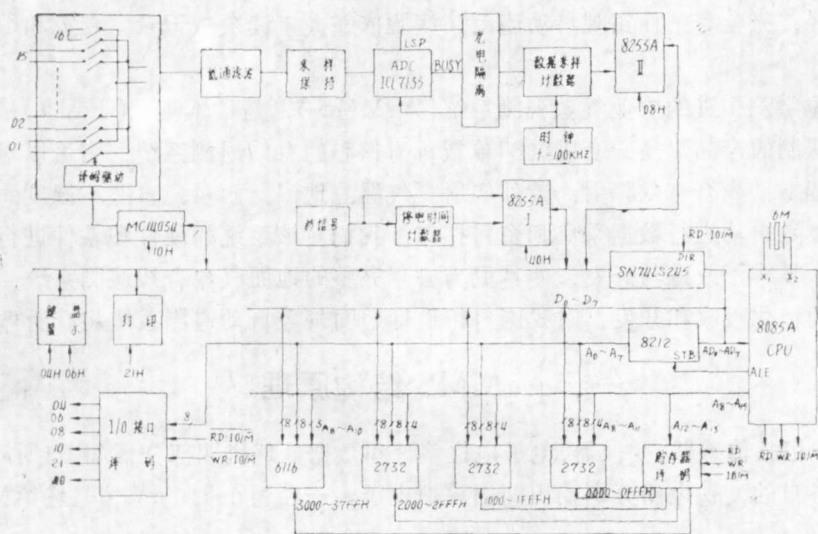


图 2 数据处理机原理框图

ADC采用精度高的双斜式积分电路(ICL 7135),用BOSY信号去控制16位二进制的  
数据采样计数器,用最低有效位LSD作为变换结束信号,CPU将代表气象参数的数字  
量通过并行接口8255(Ⅱ)读入到相应RAM单元。

单板机由CPU(8085)、EPROM(2732×3)、RAM(6116) I/O并行接口(8255×2)  
等电路组成。三片2732内存为12K字节,内容为汇编语言编写的应用软件,2K字节的  
6116,用作堆栈、标志和数据暂存。两块并行 I/O 接口分别用作参数采集(8255Ⅱ)和秒  
信号查询、读取停电时间(8255Ⅰ)。

固化在EPROM中的应用软件(包括主程序、103个子程序和常数区)除去初始化、停  
电故障处理、键盘扫描等属于监控内容外,主要是为气象参数采集、数据处理和打印设  
计的专用软件,参数采样周期为10秒。

数据处理包括数据换算和参数统计两部分:前者是将采样所得的电压数字量经各种  
订正、判断之后,根据各项参数的测量范围换算为气象参数值。后者是将每隔10秒采样  
所得的参数进行累加、平均和挑选最大、最小值。数据换算和参数统计都采用4个字节的  
二进制浮点数运算,数字精度为 $2^{-23}$ (即 $1.19 \times 10^{-7}$ )。

数据打印包括手动、定时和24:00三种。手动DATA是应手按面板DATA键的要求  
而打印,定时DATA是根据键盘操作时设定的时间间隔(INTERVAL)自动进行打印,  
每天的24:00自动打印输出各参数的日统计值(平均、累计、最大、最小)。

在所有程序中,CPU与外部设备的数据传送均采用查询方式。有关AgMMS较详  
细的介绍可参阅《单板机在地面气象有线遥测系统中的应用》(“微机在大气探测中的  
应用”会议文集)。

## 二、改进与开发

AgMMS本是为农业气象设计的自动遥测系统,为使其变成适合我国现行地面规范  
和GD-01Ⅱ规定、能自动打印输出天气报告的地面气象有线遥测系统,必须增加气压  
的测量,并对原有软件作较多的增添以扩大数据处理的功能。

我们选择国产BQY-1型差动变压器式空盒气压传感器,经稍加改动,使其在成都  
地区使用的900.0~1000.0hPa范围输出0~10mV和0~1V两组电压,前者使气压作为  
电子电位差计的第12项模拟记录,后者输入到数据处理机作为本站气压参数。

在应用软件开发上需增添许多程序,为不改动原有硬件,我们对MP-110作了剖  
析,它最初是为工业检测设计的,不仅在硬件仍保留一些无用的部件,而且在软件中,  
有一些子程序、I/O端口地址和相当数量的常数也与AgMMS无关。删除这些内容并对  
原有程序进一步优化后,可在ROM内空出4K字节内容。在RAM中将各种标志、数据  
暂存单元安排紧凑后亦可腾出1K字节。充分利用这些内存,我们增加了48个子程序,  
增设几百个标志和数据暂存单元,添加了气压测量和天气报告所需的常数,这样尽管我  
们没有改动硬件电路,却使CPU多做许多工作,实现了开发的目的。

图3为经修改后的主程序流程图,双线框为经过修改的程序,虚线框为新增加的程  
序,归纳起来主要有以下几方面:

1. 设定(SET)子程序,修改情况如图4所示。修改后的子程序,增强了人机对话的

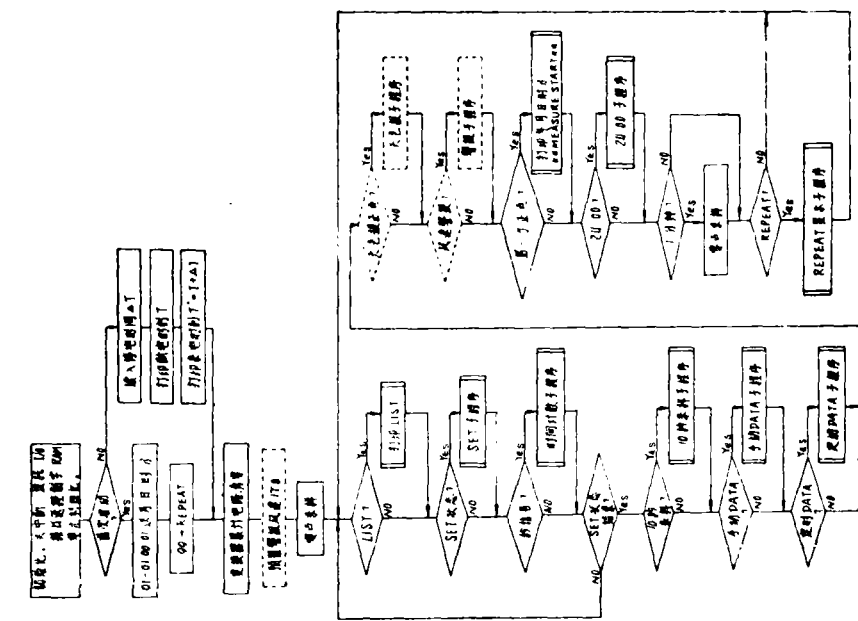


图 3 修改后的主程序流程图

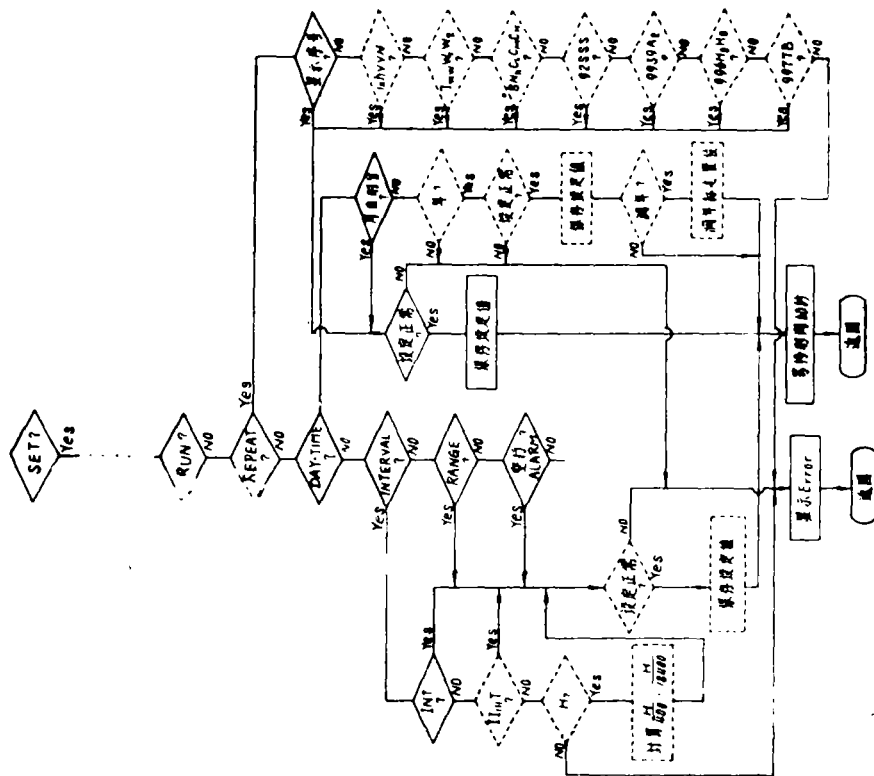


图 4 修改后的设定子程序流程图

功能。

(1)DAY·TIME: 本来的功能是预置月、日、时、分, 现增加年的设定, 并自动给出是否闰年的标志。

(2)INTERVAL: 本来的功能是设定定时DATA打印所需的时间间隔, 现增加区站号HiiiT(T为特区站标志, 对于GD—01规定每日02、05、14、17、20时编报OP<sub>24</sub>P<sub>24</sub>T<sub>24</sub>T<sub>24</sub>组的台站T=1, 其它台站T=0)、海拔高度HHHH.H的输入。

(3)增设ARARM: 用来设定大风警报值。

(4)REPEAT: 本来的功能是输入需要监测(重复显示)的参数通道号, 现增加目测项目i<sub>h</sub>VVN、7wwW<sub>1</sub>W<sub>2</sub>、8N<sub>h</sub>C<sub>L</sub>C<sub>M</sub>C<sub>H</sub>和重要天气组9S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>S<sub>p</sub>中92SSS、9939A<sub>2</sub>、996H<sub>h</sub>H<sub>h</sub>、9977B的设定。

2. 时间计数子程序

实时时钟的运算增加年的进位、闰年处理和世界时(GG)、日(Y<sub>Y</sub>)的计算, 并在规定时间将“天气报”、“基本天气报”和“汛期”标志置位, 如图5所示。

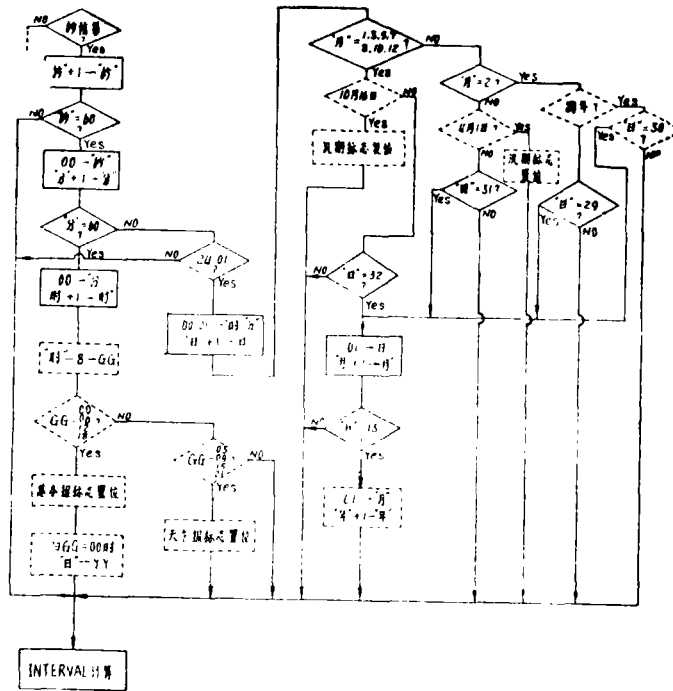


图 5 时间计数子程序流程

时间间隔(INTERVAL)的计算增加定时DATA前十分钟时段的计数。

3.10 秒采样和定时DATA采样子程序中, 增加“静风”、“风速警报”、“极值出现时分”、“风向风速10分钟统计值”(以上见图6)和天气报告所需参数和极值等数据处理。

(1)当采样风速=0.0m/s时, 将风向按规范要求改为C, 并统计C的出现次数。

(2)当采样风速≥警报值时, 依次存贮警报初始值、警报过程最大值和警报结束值, 并保存对应的风向和时间, 将有关标志置位。



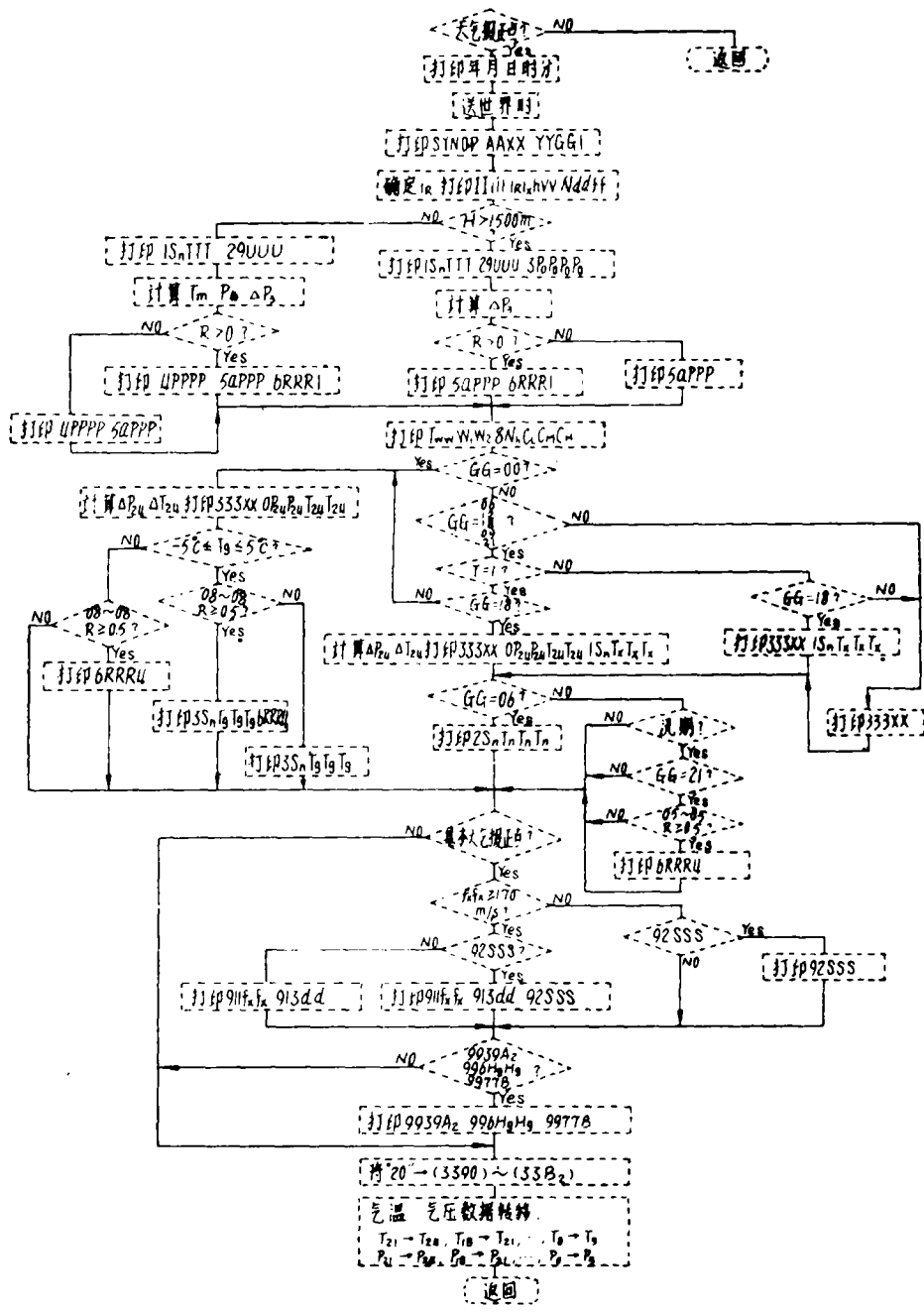


图 1 天气报告子程序流程图

(4)海面气压 ( $P_0$ ) 用下列公式计算

$$P_0 = P_h \cdot M \quad M = 10^m$$

$$m = \frac{H}{18400(1 + \frac{t_m}{273})} \quad t_m = \frac{t_0 + t_{12}}{2} + \frac{H}{400}$$

由于汇编语言只能根据CPU指令系统编写出各种算术运算程序,因  $H \ll 18400$ ,故将指数函数  $M=10^m$  用台劳级数展开成多项式,在考虑到一定的计算精度之后,  $n$  取3,则

$$M = 1 + \left[ \left( \frac{(\ln 10)^3}{3!} m + \frac{(\ln 10)^2}{2!} \right) m + \frac{\ln 10}{1} \right] m$$

事先将  $\frac{(\ln 10)^3}{3!}$ 、 $\frac{(\ln 10)^2}{2!}$ 、 $\ln 10$  存入 ROM 指定单元,以便计算时使用,虽然只

取前三项,但计算误差很小,  $\Delta M \approx \frac{(\ln 10)^4}{4!} m^4$ ,在不同的海拔高度  $H$  和地面气温

$t (= \frac{t_0 + t_{12}}{2})$  情况下,  $\Delta M < 10^{-4}$  (表1),即海面气压的精度在 0.1 hPa 内,

表 1

$t$	$\Delta M$	$H$			
		100	500	1000	1500
30		$1 \times 10^{-9}$	$1.2 \times 10^{-7}$	$6.6 \times 10^{-6}$	$3.4 \times 10^{-5}$
0		$1 \times 10^{-9}$	$6.4 \times 10^{-7}$	$10 \times 10^{-6}$	$5.1 \times 10^{-5}$
-30		$2 \times 10^{-9}$	$12 \times 10^{-7}$	$16 \times 10^{-6}$	$8.1 \times 10^{-5}$

海面气压的计算仍然采用精度较高的 4 个字节的二进制浮点数运算。

(5)目测项目 ( $i_x h V V N \quad 7 w w W_1 W_2 \quad 8 N_h C_L C_M C_H \dots$ ) 仍为人工观测,在编报正点前键入。

(6)911 $f_x f_x$ 、913dd 是由 CPU 根据风速采样自动挑选,在基本天气报时,若  $f_x f_x \geq 17.0 m/s$ ,则按规定进行编报,并在编报后将  $f_x f_x$  单元清零。

(7)天气报子程序结束时,需将所有贮存目测项目的单元送 20H (空格的 ASCII 码),并将气温和气压值依次转移,以便为下次编报提供正确的  $P_3$ 、 $t_{12}$ 、 $P_{24}$ 、 $T_{24}$ 。

经过修改与开发之后,不仅能自动提供定时的气象资料(如表2—1),而且能提供天气报告(如表2—2)和大风警报(如表2—3),对每日 24:00 提供的参数极值还补充了极值出现时间(如表2—4)。经我们一段时间的实际使用,并假设各种天气条件,证明应用软件的开发是确实可行的,能适用于全国各地拍发绘图天气报的气象台站。当然为满足航空报和气象报表统计的需要,应用软件还需进一步修改。另外,自动遥测系统与人工观测相比,采样频率高得多,如何从中提取更多的大气信息也有待于研究。



表 2—1 定时DATA

15	NE
14	1.0 MS
13	26.5 %
12	0.00 HR
11	0.0 MM
10	3.7 C
09	2.6 °C
08	967.4 MB
07	0.0001 KW
06	0.024 MJ
05	0.008 KW
04	0.004 MJ
03	-0.000 KW
02	^^^ MJ
01	-0.001 KW

1984 12-23 20:00

表 2—2 天气报告

333XX	05302	
71000	8807X	
40289	52013	69951
10026	29027	
56294	14956	80401
SYNOP	AAXX	23121
1984 12-23 20:00		

表 2—3 大风警报

00 16 36	SE 08.4 MS	← 警报结束值
00 16 36	SE 21.6 MS	← 过程最大值
00 16 34	ESE 17.4 MS	← 警报开始值

表 2—4 21:00 DATA

X	NE	X 16:31	2.7	C	A	0.022 KW
15		10			N 23:59	0.004 KW
A	1.6 MS	A	0.8	C	X 14:37	0.097 KW
N 00:42	0.0 MS	N 05:19	-0.2	C	05	
X 11:56	NE 6.5 MS	X 13:36	2.1	C	C	1.182 MJ
14		09			04	
A	24.3 %	A	970.3	MB	A	0.027 KW
N 05:44	20.9 %	N 16:42	968.2	MB	N 22:29	-0.000 KW
X 22:09	27.0 %	X 10:55	973.3	MB	X 14:38	0.157 KW
13		08			03	
C	0.01 HR	A	0.0011	KW	C	过程最大值 MJ
12		N 17:43	0.0000	KW	02	
D	0.1 MM	X 14:37	0.0061	KW	A	0.036 KW
11		07			N 22:24	-0.001 KW
A	1.1 °C	C	1.035	MJ	X 14:38	0.212 KW
N 09:10	-0.0 °C	06			01	

(接右)

(接右)

1984 12-22 24:00

注 X: 最大值 N: 最小值 A: 平均值 C: 累计值

# A WIRED TELEMETRIC SYSTEM FOR SURFACE METEOROLOGICAL OBSERVATION

Li Jiarui\*      Liang Cai\*

## ABSTRACT

After thorough examination of the Agricultural Meteorological Measuring System (AgMMS) of the Japanese EKO Instruments Trading Co., its application software is developed and expanded to incorporate the measurement of atmospheric pressure and the function of processing is extended. The revised system may now print out automatically weather reports in conformity with the regulations laid down in GD-01-II published by the State Weather Bureau. Thus the improved system constitutes a fully automatic wired telemetric device for surface observation with such functions as element sensing, parameters collection, data processing and weather report compiling and printing.

- 
- \* Affiliated with the Chengdu Institute of Meteorology