

MOT 内部监测数据微机处理系统

邵乃辰 张晓琳

(成都勘测设计研究院科研所)

提 要 大坝内部监测具有仪器种类多、数据量大和数据计算整理复杂等特点,根据这一特点研制了一个内部监测资料管理和数据处理微机系统。本文介绍系统的设计思想和主要技术手段,阐述了系统的基本功能,包括监测数据库管理、监测数据处理和过程线绘制等内容。并介绍了系统在具体工程中的应用情况。

关键词 大坝内部监测 数据计算整理 微机处理系统

一、前 言

在大坝安全监测系统中,除了变形监测外,一般还在大坝和有关建筑物内埋设仪器进行安全监测。监测内容包括温度、应力、应变、扬压力、缝隙开合度、基岩变形等,习惯上称为“内部监测”,它具有以下一些特点。

(一)仪器品种多。常用的有应变计、钢筋计、测缝计、渗压计、温度计、压应力计、裂缝计、基岩变形等。

(二)仪器数量多。对于大型工程,这类仪器埋设的数量很大,往往数以百计。如乌江渡工程,各类内部仪器埋设了 999 支。

(三)观测系列长,资料多,数据的管理和 处理工作量都很大。

(四)计算复杂。如混凝土徐变应力和钢筋应力,从收集原始资料到获得实际应力需经一系列复杂的过程,还涉及到其它一些特性参数。

(五)测值误差大,数据处理难度大

我们结合葛洲坝、乌江渡等工程监测资料整理分析,研制了一个适用于微机的“MOT 内部监测数据微机处理系统”,最近又以在建的铜街子工程为例,对施工期的部份内部监测资料建立数据库和试算,以期在指导施工,提高工程质量方面取得效果。

系统在屏编方式下输入数据,对于无屏编功能的计算机,可在 PASCAL 环境中输入数据,在 dBASE 环境中进行数据管理和调用,用 GWBASIC 语言编写应用程序,在长城 0520 个人微机及一般 386 机上运行。

系统可将内部监测数据和各类仪器的特征参数及时实现录入、存贮和管理,并转换成顺序数据文件进行数据处理和计算各类监测物理量。凭借直观和经验建立统计模型,对大坝运行性态作出综合判断和外延预报。此外,系统还采用屏幕显示和打印机硬拷贝方式绘制历时过程线。整个系统采用汉字人机对话,操作方便。设备也较简单,只要一台主机和一台打印机。系统适用于施工现场数据存贮和计算处理,便于控制施工进度和提高工程质量;也适用于一般管理单位的数据管理和计算分析。

二、系统设计

系统设计的原则是合理地组织各种功能模块,使系统有效地完成各项任务,同时又要满足适应性要求。图 1 是系统功能总结构图,图中只列出二级菜单。

系统为模块积层式结构,具体工作由低层模块完成。下层模块一般并列多个模块,由上一层模块控制调用。上层模块每次只调用一个功能模块。功能模块具有较好的维护性和扩展性。

运行过程由主菜单控制。总模块下设置了四大模块,可归纳为三类。第一类:数据管理子系统(第二个模块),用 dBASE 语言编写,采用人机交互会话语言,中文菜单提示,操作简单方便。第二类:数据处理子系统(第三、四两个模块),系统内应用程序子模块用 GWBASIC 语言编写,采用中心操作提示,使用方便;第三类:数据输入子系统(第一个模块),适用于屏编或 PASCAL 环境,其功能是输入监测数据,提高建库速度。

应用程序模块的工作质量是影响系统整体性能的关键因素,因此,各个应用程序的设计满足下列要求。

1. 所采用计算模型和方法正确,提供的成果可靠。
2. 具有一定的实用性和灵活性,计算程序适用于各种可能条件,使计算人员有较广阔的活动范围。
3. 利用计算机屏幕成图功能绘制各种过程线。图形设计合理,清晰,快速。

应用程序各模块是独立的,易于调用。程序所需要的数据和参数由库内调用而得,为此,设计了专门的库文件——顺序文件转换接口子模块。对于一些使用频繁的数据(如空气温度、库水位、混凝土松弛系数、F 检验表),采用固定数据文件方式,以减少调用过程,提高工作效率。接口子模块的另一功能是把在 PASCAL 中生成的顺序文件转换成库文件,或在库文件中追加新记录。

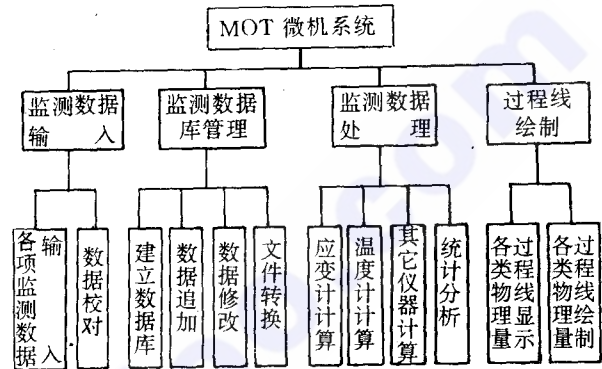


图 1 MOT 系统总结构图

三、系统功能及特点

(一) 监测数据的输入和追加

监测数据输入数据库的一般方法是在建立数据库结构后用 APPEND 命令逐个字段、逐个记录依次输入。由于内部监测资料信息繁杂,数据极多,对于一个已运行多年的工程,数以万、十万计的数据信息,用这种方法输入势必耗费大量时间和人力,且数据库中错误不易发现,也不易修正。针对这一特点,我们采用先在 DOS 状态下,建立数据文件,然后在 dBASE 环境中,调用专门的建库模块(JKU)把这些数据“装”到已建立数据库结构的数据库中。对于那些系统中不具备屏编功能的计算机用户,我们开发了 PASCAL 软件中的屏编功能,可以在屏编方

式下建立数据文件。在已建库中追加新记录也可用这种方法。其特点是输入数据速度快,操作方便,而且便于校对和修改。

由于数据输入后就产生数据文件,本系统编制了专门的应用程序(CH11),对数据进行屏幕图形校对。实践证明,这种方法不仅可以检查输入错误,而且还可以发现原始记录中的误测或记录错误,也可以发现监测系统发生的变异和故障。CH11可对文件中的错误直接进行修改。

(二)数据库管理

数据库分两类:一类是特征数数据库(包括仪器的各种计算参数、仪器方向、位置、基准值和混凝土参数等)另一类是观测值数据库(包括观测日期、电阻、电阻比),这些均不是监测物理量,不必设置报表输出、图形显示等功能,管理要简单一些。

1. 监测数据库的建立 系统采用先建立数据文件,再用建库模块转成数据库,其主要内容已在上节中介绍。

2. 监测数据的追加 系统设置数据追加模块(ZJA)实现数据库中追加新记录。它以两种方式运行。

(1)对于少量数据,可调用第一个追加子模块直接在库文件中追加;

(2)对于数据较多的情况,可调用第二个追加模块,用与建库相似的方式追加。

3. 数据修改 此模块包括数据的删除、插入和修改等功能。

4. 文件转换 系统专门设置模块(ZAN)实现库文件向顺序数据文件的转换。转换过来的文件可直接用于外部数据处理文件调用、计算。

(三)监测数据的处理

监测数据的处理是本系统的重点内容,其主要任务是把监测值转换成反映大坝工况的各种物理量,进行必要的数值计算,为分析人员提供进行判断的信息,模块中的应用程序包括以下几部份内容。

1. 应变计整理计算 应变计观测资料整理计算在内部观测资料分析中最为繁杂,工作量最大。系统针对其特点编制了应用程序,主要功能有:(1)程序适用于1~9向各种应变计组的计算分析;(2)程序采用松弛法计算混凝土徐变应力;(3)对于4、5、7、9向应变计组,进行质量控制图计算,剔除过失误差,对监测质量作出评估;(4)程序输出各主方向应力和主应力,计算者还可根据需要输出温度、单轴应变和质量控制图的有关指标;(5)程序自动将各主方向应力和温度建立数据文件,以供绘制过程线和统计分析之用;(6)程序中设置仪器损坏后应变计组减向或调整的处理功能。

2. 温度计和其它仪器的物理量计算 温度计和其它仪器的计算较简单,但仪器多,数据多,工作量仍很大。应用程序在计算出物理量后,计算者可根据需要选择输出时间区域,以便作安全监控分析和编制报表。计算结果直接与统计分析、绘图程序连接,以便作进一步数据处理。

3. 监测物理量的统计分析 本应用程序的功能是对监测物理量作统计分析,建立统计模型,作出安全性校核预报,为分析人员提供安全监控定量信息。

(1)程序可对包括混凝土应力、钢筋应力、缝隙开合度、扬压力、基岩变形和裂隙开合度等多种监测物理量作统计分析。

(2)计算模型采用逐步回归分析法,用F检验,并自动作出统计模型显著性检验。

(3)统计模型的因子有库水位、温度、时效和由计算者根据具体情况自行选择的补充因子。

水位因子:包括上下游水位,它们的1~4次方;温度因子:采用当地气温,包括当时气温和半年内的滞后温度(每月一点或每旬一点);时效因子:采用直线、对数和双曲线关系。

根据内部监测物理量与测点温度密切相关的特点;程序设定测点温度作为补充因子,当然计算者也可改变。

(4)统计模型的因子分两类:一类由程序设定;另一类由计算者自行选择。程序提供了丰富的因子选择功能,各种因子可按屏幕提示灵活选择,并自动生成。

(5)在设定因子前,屏幕显示库水位、气温和物理量的历时过程线,便于确定因子。

(6)计算结束前,屏幕上显示样本值、统计值和残差历时过程线,并可拷贝打印。

(7)程序具有灵活的模型更新,校核预报功能。计算者可以按需要规定参与统计分析和校核预报的时间区间,以便不断更新统计模型,作安全性预报。

(四)过程线绘制

监测物理量的历时过程线是资料分析中必不可少的手段。用人工描绘,既费时间,又不准确。绘图仪可简化这一工作,但它灵活性差,往往要等图画出来才知道图形中各种坐标比例是否合适,图形安排是否妥当,且线条太粗,不宜复制。本系统采用屏幕显示图形,在屏幕上调整图形,选择坐标比例,然后用打印机硬拷贝方法绘制过程线。其优点是图形安排合理,坐标选择适当,图形清晰,美观,又省时间。硬拷贝的图形具有良好的复制性,可直接用来复印和制版。

系统的绘图程序功能:

1. 过程线中包括库水位、温度、各类物理量,可单量绘制,也可进行各种组合。
2. 过程线的时间区间可由计算者选择,灵活性大。
3. 计算者可根据物理量的具体数值和变化范围选择坐标比例和长度。

四、系统应用

系统已对乌江渡工程各建筑物的内部监测资料建立了数据库,包括应变计、钢筋计、测缝计、渗压计、基岩变形计等,全部数据约90万字。利用系统功能对乌江渡内部资料进行了全面的计算分析,建立统计模型和绘制过程线,最后提出了《乌江渡大坝原型观测资料分析报告》,为该工程大坝鉴定提供了可靠的依据。表1是部份应变计组计算成果,表2上列出一些典型仪器测值统计方程的系数和统计分析成果,图2是利用本系统绘图功能绘制的渗透压力过程线。

表1 应变计组计算成果 (1989年7月13日)

组号	向数	σ_x	σ_y	σ_z	σ_{\max}	σ_{\min}	τ_{\max}	$\alpha(^{\circ})$
SS ₈₂ -C	1		-1.600					
SS ₈ -17	2	-1.734		-1.950				
SS ₈ -12	3	-0.344	-3.077	-1.626	-0.176	-3.244	1.534	-13.51
SS ₈ -13	3	-0.334	0.431	0.349	0.467	-0.370	0.418	78.11
SS ₉₄	4	0.237	-0.645		1.542	-1.950	1.746	-37.69
SS ₄ -1	4	-0.462		-0.129	-0.128	-0.463	0.168	85.96
SS ₈ -10	5	-0.260	-2.035	-1.143	-0.093	-2.202	1.055	16.36
SS ₁₃ -5	5	1.193	0.184	1.088	1.390	-0.013	0.701	22.01
SS ₄ -5	7	-0.733	-1.255	-1.414	-0.561	-1.427	0.433	26.50
					-0.709	-1.438	0.364	-10.43

注:应力单位为MPa。SS₄-5中主应力第一行为XY面,第二行为XZ面

应用本系统使分析工作大大节省人力和时间,也提高了分析质量。例如,在乌江渡分析报告中有420条各种物理量过程线,只用了12h即完成,图形清晰,准确可靠。

表2 统计方程系数

项目	仪器号	b_0	b_1 (H)	b_2 (H ²)	b_3 (H ³)	b_4 (T)	b_5 (T-30)	b_6 (T-60)	b_7 (T-90)	b_8 (T-120)	b_{10} (T-180)
钢筋 应力 (MPa)	KL ₈ -4	11.508				-0.3805					
	K ₈ -2	34.223	-0.237		0.1461	0.1782					
	R ₂ -2	891.87		-4.773×10^{-3}	4.374×10^{-6}		-0.4986	-0.9761			
混凝土 应力 (MPa)	S ₉ -1	6.051	-8.928×10^{-3}				1.491×10^{-2}				
	S ₉ -3	0.4445							-1.527		1.618×10^{-2}
	S ₈ -107	4.743	-4.735×10^{-3}					3.664×10^{-2}			
缝隙 (mm)	J ₄ -10	1.848	-7.069×10^{-4}							5.626×10^{-3}	
	J ₈ -8	14.956	2.826×10^{-2}		1.694×10^{-8}		-2.422×10^{-3}		-2.085×10^{-3}	5.273×10^{-3}	
项目	仪器号	b_{11} (T ²)	b_{13} (T ² ₋₆₀)	b_{14} (T ² ₋₉₀)	b_{15} (T ² ₋₁₂₀)	b_{16} (T ² ₋₁₅₀)	b_{18} (θ)	b_{19} (T _w)	复相关 系数	剩余标 准差	检 验 结 果
钢筋 应力 (MPa)	KL ₈ -4	1.221×10^{-4}						-0.8481	0.9572	1.9460	高度 显著
	K ₈ -2			-6.601×10^{-3}			-2.618		0.9752	1.6808	
	R ₂ -2		2.305×10^{-2}					-0.6912	0.9176	2.5720	
混凝土 应力 (MPa)	S ₉ -1					-3.607×10^{-4}	-4.704×10^{-5}		0.7885	0.1149	高度 显著
	S ₉ -3						-1.356×10^{-4}		0.8160	0.1212	
	S ₈ -107	-1.004×10^{-3}	-3.988×10^{-4}					-9.745×10^{-2}	0.9253	0.1165	
缝隙 (mm)	J ₄ -10				2.130×10^{-4}		-6.784×10^{-6}		0.9488	0.0165	高度 显著
	J ₈ -8				-1.774×10^{-4}				0.8573	0.1551	

注:1. b_i —统计方程系数;括号内为入选因子。 2. H—库水位;T—气温;T-30—30天前气温,余类推;θ—时间,以日计;
T_w—测点温度。

最近,又对铜街子工程部份监测资料试行建库和计算,表明本系统对正在施工的工程更显示其科学管理和快速处理数据的优点。

系统的快速、灵活和高效功能使大量“死”数据变“活”了。分析人员可以随时对感兴趣的问题进行计算分析,便于发现问题及时查找,提高了第一手资料的可靠性,也可以较好地满足蓄不期、高水位等特殊情况下的资料分析和安全监控需要。应用本系统可实现数据处理计算机化,改变了以往内部监测资料长期积压,无力整理的状态。

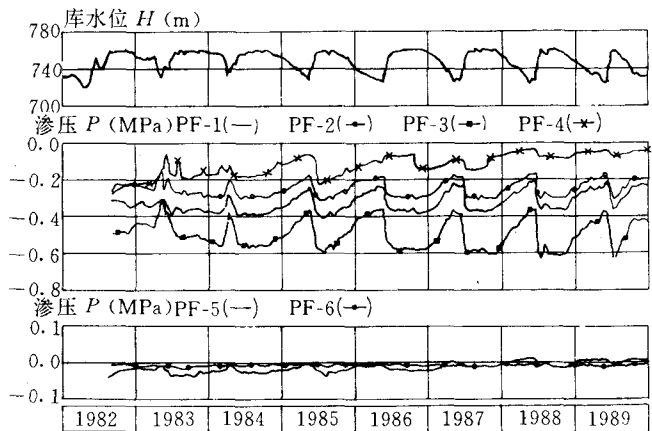


图2 渗透压力实测过程线