

水库大坝监测系统方案



西安沃泰科技有限公司

水库大坝监测系统	1
方案	1
1、大坝安全监测现状及存在问题	3
2、设计原则	4
3、大坝监测系统设计	4
3. 1 系统结构	7
3. 2 系统功能	8
3. 3 大坝监测软件设计	9
3. 3. 1 数据采集	9
3. 3. 2 资料整编	10

序言

我国已建堤坝约 8.3 万多座,坝高 15m 以上的约 1.86 万座;堤防长约 25 万多 k m,其中,大江大河上的重要堤防 6.57 万 k m. 这些水利水电工程在防洪、发电、灌溉、供水和航运等方面,发挥了巨大的社会效益和经济效益,是我国国民经济的重要基础设施. 然而,由于工作和运行条件极其复杂,并随着时间的增长,堤坝的病害和老化日趋严重. 据不完全统计[1],在 3100 座大、中型水库大坝中,病险大坝有 1248 座;8 万多座小型水库中,病险坝约占 36%,堤防的安全状况也相当严峻. 随着西部大开发和西电东送战略目标的逐步实施,高坝大库也越来越多,工程的安全重要性显得越来越突出. 并且,大中型水利水电工程规模大、投资多,造价高,少则几亿、几十亿元,多则几百亿元,甚至上千亿元. 因此,工程质量的好坏和能否安全运行,不仅会影响工程效益的充分发挥,还将直接关系到下游或两岸人民的生命财产安全.

国内外大量工程实践表明,对水利水电工程进行全面的监测和监控,是保证工程安全运行的重要措施之一. 同时,将监测和监控的资料及时反馈给设计、施工和运行管理部门,又可为提高水利水电工程的设计及运行管理水平提供可靠的科学依据.

1、大坝安全监测现状及存在问题

XXXX 水库现有监测项目主要有变形监测、坝体渗流监测、坝区雨量监测,现有监测设施存在的主要问题如下:

- 观测设施破坏严重,观测仪器精度不满足工作需要,观测手段落后。
- 观测人员变动频繁,观测成果误差较大,资料整编分析速度满足不了工程运行要求。
- 坝体渗流量和纵向水平位移无观测设施,无法确定工程安全运行状况。
- 坝体变形漏测严重,给资料分析工作造成较大困难。

水库大坝安全监测首要的问题是监测项目不全,如无坝后渗流量和下游水位监测设施,难以从量的概念上掌握坝体渗流的严重程度.加之测压管大部分失灵,观测结果无法反映大坝浸润线的正确性态,甚至测补到浸润线.库水位及降雨量

监测手段落后。总体上看，水库监测设施的现状，既无法满足工程自身安全监测的实际需要，也不能满足《土石坝安全监测技术规范》（SL60—94）要求。

由于该库为病险水库，且已经立项加固。因此，对大坝除险加固措施进行监测，以检验加固效果是很有必要的。

2、设计原则

- 大坝安全监测的项目、测点布置及系统功能应满足《土石坝安全监测技术规范》（SL60-94）、《土石坝安全监测资料整编规程》（SL169-96），监测系统应满足《大坝安全自动化监测系统设备基本技术条件》（SL268-2001）等国家或行业技术标准的要求。
- 监测系统应具有先进性，要在技术性能上达到国内领先的水平，运行应稳定、可靠、简便、实用。
- 应采用故障率低、可靠性好，并经过长期现场考验的监测系统及仪器设备。大坝安全监测和管理自动化系统，应采用分布式自动化数据采集系统，在水库枢纽站设总控制室（监控主站）集中控制监测设施。
- 在大坝原有安全监测设施基础上更新改造，系统经济、合理、实用，满足水库大坝安全监测的要求。
- 应充分发挥软件的功能，开发出适合水库大坝安全监控和资料整编、评价软件，实现大坝安全监测和安全管理规范化、现代化。

3、大坝监测系统设计

根据《土石坝安全监测技术规范》（SL60—94）的要求，并结合本水库的具体特点，本施工设计主要考虑了对大坝渗流的监测：

根据 XXXX 水库工程具体情况，鉴于该库两岸为岩石，绕坝渗流较小。因此，本次重点观测坝体渗流压力（即浸润线）、坝后渗流量。

鉴于原有坝体浸润线测压管大多损坏失灵，故实施前我们对原有测压管进行了充排水试验，通过充排水试验，说明原测压管绝大部分可以继续使用，仅需更

改监测仪器，提高自动化水平，就可满足大坝监测的要求。

坝基坝体渗流压力监测共设 4 个断面。分别为：

- 0+054 断面—监测河谷右岸地形陡变处渗流压力，设置 4 个钻孔。上游 1 孔，下游 3 孔，各安设 1 只孔隙水压力计，用来监测坝体渗流压力（浸润线）。
- 0+111 断面—监测最大断面大坝渗流压力，设置 4 个钻孔。上游 1 孔，安设 1 只孔隙水压力计；下游 3 孔，各安设 1 只孔隙水压力计。都用来监测坝体渗流压力（浸润线）。
- 0+168 断面—监测河谷左岸地形变化处渗流压力，设置 4 个钻孔。上游 1 孔，安设 1 只孔隙水压力计，下游 3 孔，各安设 1 只孔隙水压力计。都用来监测坝体渗流压力（浸润线）。
- 0+225 断面—监测河谷左岸渗流压力，设置 4 个钻孔，上游 1 孔，安设 1 只孔隙水压力计，下游 3 孔，各安设 1 只孔隙水压力计。都用来监测坝体渗流压力（浸润线）。

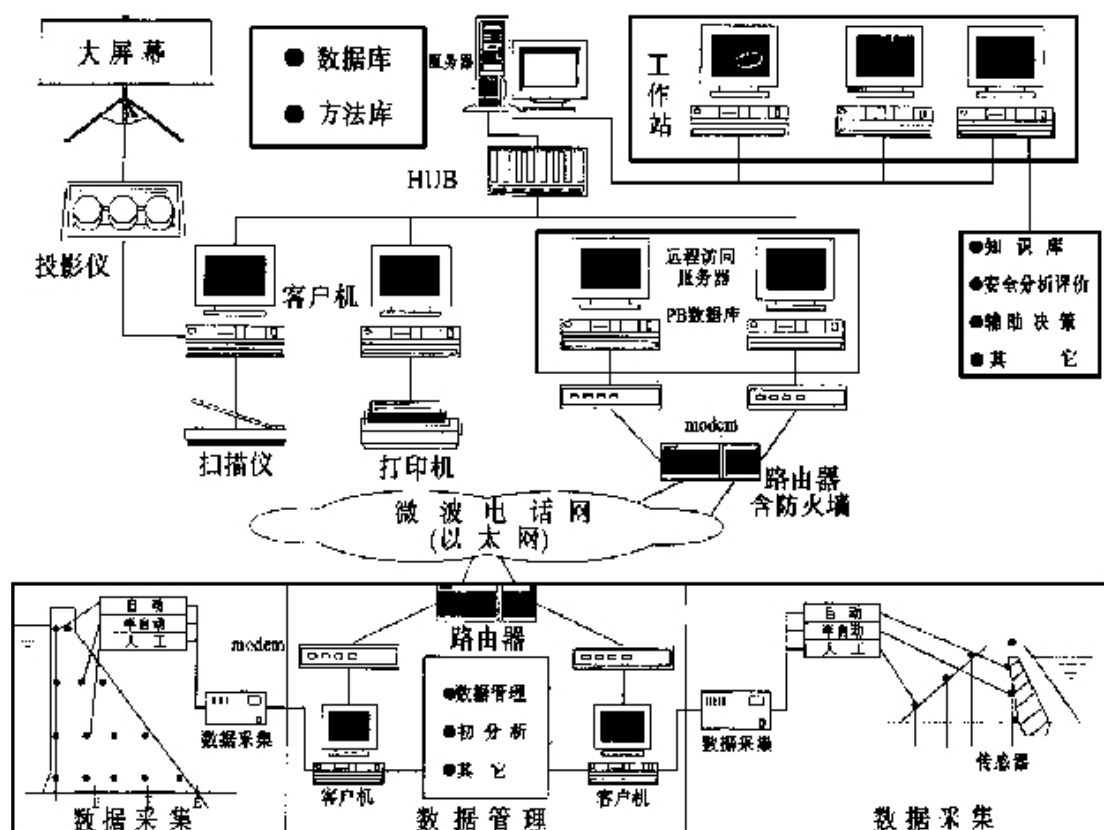
表 3-4-1 坝体坝基监测孔隙水压力计布置一览表

桩号	距坝 轴线 m	孔号	管口 高程 m	管底高 程 m	孔 深 m	测头 高程 m	电缆长 m			监测目的	埋设 层位	量 程 kPa
							孔内	孔外	小计			
0+054	+4	I-1	185.2 24	157.90 4	27.32	159. 904	27.32	68	95.32	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
	+28. 9	I-2	179.7 38	157.20 8	22.53	159. 208	22.53	92.9	115.43	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
	-37. 7	I-3	173.2 40	156.14 0	17.10	158. 140	17.10	101.7	145.1	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-58. 4	I-4	166.2 89	154.62 9	11.66	156. 629	11.66	122.4	153	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
0+111	+4	II-1	185.2 94	157.99 4	27.30	159. 994	27.30	125	152.3	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
	-16. 9	II-2	179.6 96	157.25 6	22.42	159. 256	22.42	137.9	160.32	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
	-37. 7	II-3	173.2 00	156.20 0	17.00	158. 200	17.00	158.7	175	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400
	-58. 4	II-4	166.2 53	155.35 3	10.90	157. 353	10.90	179.4	190.3	坝体渗流压 力	坝体粘 土	400

0+168	+4	III-1	185.4 06	158.11 6	27.29	160. 116	27.29	182.	209.29	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-16. 9	III-2	179.7 01	157.18 5	22.52	159. 185	22.52	194.9	217.42	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-37. 7	III-3	173.2 01	156.17 1	17.03	158. 171	17.03	215.7	232.73	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-58. 4	III-4	166.2 33	154.88 3	11.35	156. 883	11.35	236	247.35	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
0+225	+4	IV-1	185.3 11	157.97 1	27.34	159. 971	27.34	239	266.34	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-16. 9	IV-2	179.7 45	157.14 5	22.60	159. 145	22.60	251.9	274.5	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-37. 7	IV-3	173.2 31	156.13 1	17.10	158. 131	17.10	272.7	289.8	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
	-58. 4	IV-4	166.4 50	158.25 0	8.20	160. 250	8.20	293.4	301.6	坝体渗流压 力	坝体粘 土	300
合计					309.6 6		309.6 6	2871.6	3225.8			

16 个钻孔共计 16 只孔隙水压力计，钻孔总进尺 310m，铺设电缆总长 3226m，电缆沟总长 335m（含坝后渗流量），孔内电缆 310m；孔隙水压力计布置及电缆见表 3-4-1。

3. 1 系统结构



3. 1.1 数据采集系统

通过测控单元(MCU)自动采集、笔记本电脑现场采集或人工观测埋入坝体或安装的传感器采集的监测效应量(大坝的变形、渗流、应力应变和温度等)和影响量(水位、气温、降雨和地震等),并输入计算机的数据库.其中,自动化数据采集系统可以实现实时采集,半自动化和人工采集为定期采集.因此,自动化采集数据一般是对水利水电工程关键部位(或坝段)主要监测量(变形和渗流等)的采集.

3. 1.2 数据管理系统

由数据采集系统采集的数据进入计算机数据库后,由数据管理系统对其进行科学有序的管理.包括将电容、电感、电阻、电压、频率等转换为位移、扬压力、渗流量、应力应变、裂缝开合度以及温度等,及它们的误差识别和处理,并将监测量按有关监测规范进行整编和初分析;编制月报和年报等.

3. 1.3 分析评价系统

分析评价系统根据监测到的数据,进行观测资料的分析和反分析,结构和渗流正、反分析,建立各类监控模型和拟定监控技术指标等;将收集到的工程设计、施工、运行管理、有关法规和规范等方面的专家知识进行编辑,构成分析、评价、辅助决策等方面的知识库和推理分析知识。

水库大坝安全监测监测系统包括如下监测项目和仪器:

1、渗流监测

①主坝坝基及坝体渗流压力监测:16只孔隙水压力计;

②坝后渗流量监测,量水堰仪4套。

2、数据采集及自动化系统

①大坝监测专用数据采集系统——测控单元2台;

②计算机及辅助设备2套;

③数据采集软件1套;

④远程数据通讯软件1套。

3. 2 系统功能

- **数据自动采集:**系统能接入电阻式、差动电阻式、钢弦式、跟踪式、脉冲式等类型仪器,能实现对各类传感器进行多种方式的数据采集,包括连续采集、正常的周期采集、随机采集、定时自动采集。
- **人工补测:**在系统发生故障时,系统允许对传感器进行人工补测,并在系统正常运行时提供校测。
- **数据通讯:**包括现场级通讯和管理级通讯。现场级通讯为测控单元和监控主站间的数据传输;管理级通讯为监测主站和指挥站以及指挥站和上级管理部门微机之间的数据传输,通讯方式可为定时发送和网上查询。
- **资料维护:**系统能够对考证资料、监测资料进行维护,包括人工录入、查询、修改、删除、备份。其中考证资料包括水库建筑物基本参数、各测点及传感器原始考证数据、水库枢纽图、大坝平面图、大坝典型断面图、仪器布置图;监测资料包括自动采集的各监测项目监测数据、人工测量的未进入自动化系统的各监测项目的监测数据、人工补测的监测数据。
- **资料整编:**系统资料整编软件必须在专业人员的指导下,按《土石坝安全监

测资料整编规程》（SL169—96）的要求对监测资料进行整编。凡已建监测项目，无论是自动化监测还是人工监测，亦或未建自动化监测系统前的历史资料，均应实现在线或离线自动整编，并按《土石坝安全监测资料整编规程》规定的内容打印各种统计报表，绘制各种图形。

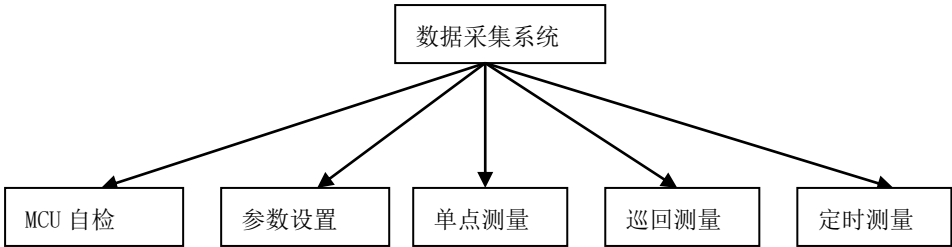
- **故障自诊断：**监控主站可监视系统各主要设备工作状况，具备设备故障报警功能，并能显示故障部位和性质，以便维修。

3. 3 大坝监测软件设计

本监测系统软件包括数据采集软件、资料整编软件。在编制的软件中，应满足以下基本功能和内容。

3. 3. 1 数据采集

数据采集软件实现计算机与测量控制单元（MCU）通讯，完成监测数据的采集。其结构框图如下：



1. MCU 自检：

MCU 自检是通过计算机与 MCU 通讯，使 MCU 进行自检，并将自检结果返回至计算机，显示给操作人员，达到远程诊断 MCU 的目的。

2. 参数设置：

在 MCU 能够正常工作之前，要根据工程的具体情况，对 MCU 的参数和数据库中的各测点进行设置。

3. 单点测量：

单点测量用于测量某种仪器的某个测点的各种电测量（如孔隙水压力计的频率和温度），计算出工程物理量。

4. 巡回测量：

巡回测量用于测量一个MCU或多个MCU上的测点，所测仪器类型可以是一种，也可以是多种。能按仪器类型打印测量数据和保存测量数据至数据库。

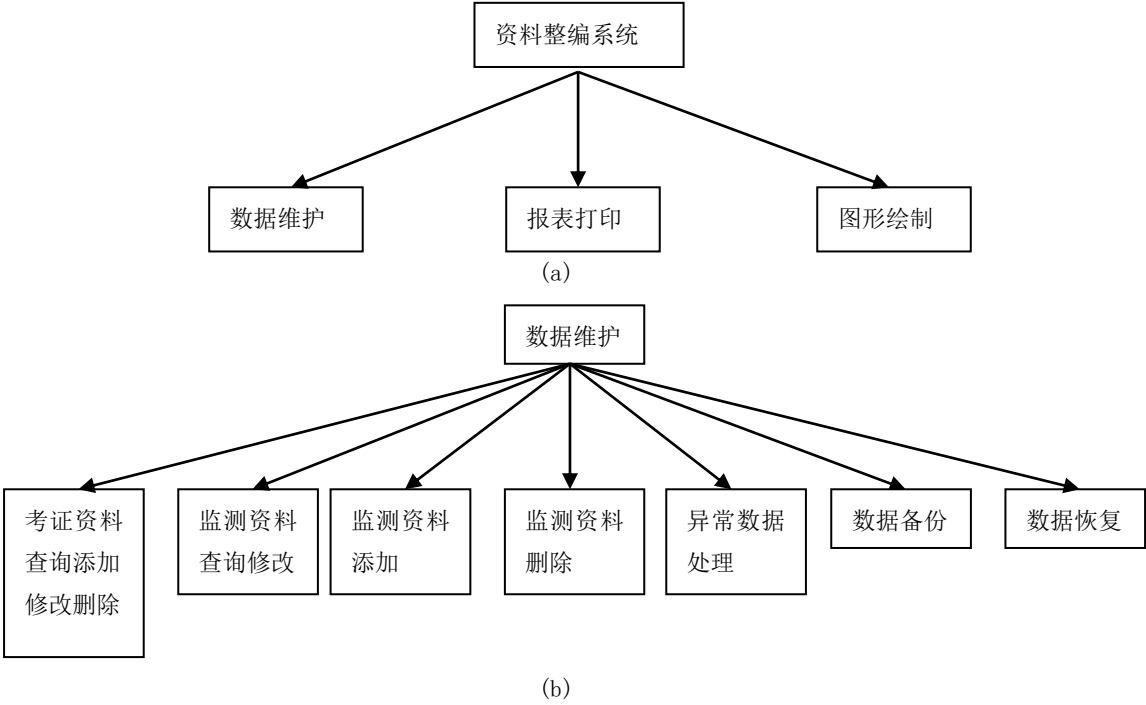
5. 定时测量：

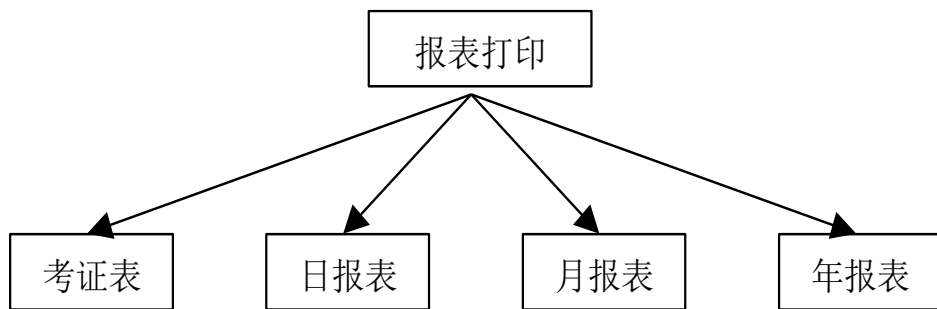
定时测量主要用来取定时测量数据，计算出工程物理量，测量所得的电测量和工程物理量在列表中显示。

3. 3. 2 资料整编

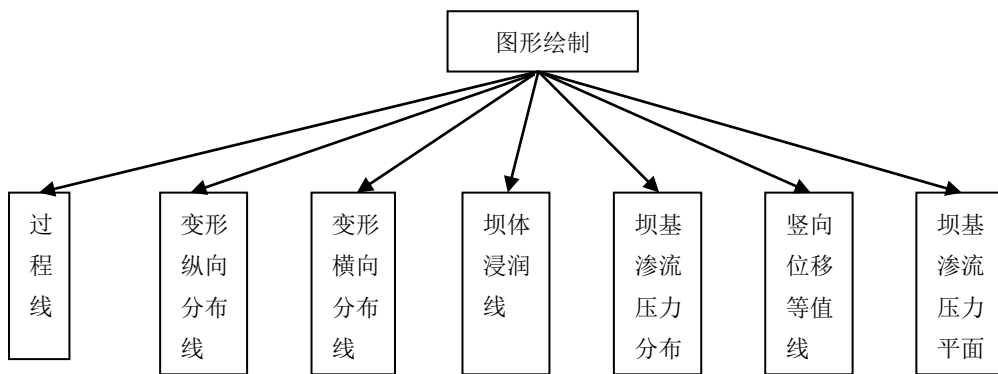
资料整编软件按照《土石坝安全监测技术规范》（SL60-94）、《土石坝安全监测资料整编规范》（SL69-96）及相关规程要求对监测资料进行整编，同时，资料整编软件能够对资料进行维护。

资料整编软件由资料维护、报表打印、图形绘制等模块组成，其中资料维护又包括考证资料查询添加修改删除、监测数据添加、监测数据查询修改、监测资料删除、数据备份、数据恢复。资料整编软件结构框图如下：





(c)



(d)