

# 大坝安全监测系统在输水管道工程中的应用

王国卿

(辽宁润中供水有限责任公司, 辽宁 沈阳 110166)

**【摘要】** 本文以大伙房水库输水管道工程为例, 简要介绍了大坝安全检测系统选用多点位移计、测缝计、应力计、钢板计、钢筋计、压力计等各类安全监测仪器的原则, 以及典型断面监测仪器的布设, 并分析了各类监测设备的运行实践和现状。实践证明, 大坝安全监测系统在工程中的运用是合理、有效的。

**【关键词】** 安全监测; 压力计; 管道工程

中图分类号: TV698.1

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)06-071-04

## Application of dam safety monitoring system in water pipeline project

WANG Guoqing

(Liaoning Runzhong Water Supply Co., Ltd., Shenyang 110166, China)

**Abstract:** Dahuofang Reservoir water pipeline project is adopted as an example in the paper for briefly introducing the principle of selecting multipoint displacement meter, joint meter, stress detector, plate strain meter, steel rebar meter, pressure gauge and other safety monitoring instruments, and installing typical section monitoring instruments. Operation practice and current situation of various monitoring equipment are analyzed. The practice shows that dam safety monitoring system is selected rationally and effectively in the project.

**Key words:** safety monitoring; pressure gauge; pipeline project

### 1 概况介绍

大伙房水库输水(二期)工程是辽宁省“十一五”期间重点基础设施建设项目, 输水管线全长 261km, 采用有压重力流和串联加压相结合的方式, 设计年供水量 17.86 亿  $m^3$ 。输水管线主要由 DN6000 隧洞及钢管连接段、DN3200PCCP 管线、DN2400PCCP 管线及 DN1800 玻璃钢管线组成。

根据管线及相关构筑物特点及工程地质条件, 大伙房水库输水(二期)工程采用大坝安全监测系统, 以监测基础抗滑、岩体不均匀变形、管道的沉降及渗流

状态等。安全监测系统沿输水管线共布设 46 个监测测站, 分为取水首部检测、输水隧洞检测、隧洞连接段检测、输水管线检测、配水站稳压塔检测等五部分。主要监测项目包括围堰变形、锚杆应力、渗流压力、混凝土应力、伸缩缝变形、温度水位监测、镇墩支墩沉降位移、管道接口缝、内水压力、管壁应力、管道沉降等。

### 2 安全监测仪器的选型

鉴于大伙房水库输水管线工程特点, 主要选用了多点位移计、锚索应力计、孔隙压力计、测缝计、无应力计、钢板计、应变计、温度计等监测仪器。

### 2.1 电位器式多点位移计

电位器式多点位移计具有量程大(最大可达1000mm),便于长距离信号传输,可最大限度地消除环境温度对测量影响,测量精度高,长期稳定性好,体积小,可在较恶劣的环境中工作,如水下或埋地设置,且耐高压(可达3MPa甚至更高)等特点。根据工程的地理环境和实际应用需求,选用ND-3型(三维)电位器式多点位移计克服了潮湿和高压的环境条件。该工程在取水头部安设6支,输水隧洞段5支,PCCP管段2支,玻璃钢管段3支,进行围堰变形和支墩位移监测。

### 2.2 差动电阻式类仪器

该工程中所选用的锚杆应力计、钢板计、钢筋计、测缝计、应变计与无应力计均属于差动电阻式传感器。差阻式仪器内的弹性钢丝为直径0.04~0.05mm的特高强度钢丝,通过两组钢丝差动变化进行测量。仪器在未受力变形时,内部钢丝应力已高达2000MPa,所以该类仪器缺点是不耐震,更不能碰撞,易损坏,超载能力较差,测量精度受温度影响明显。但是,该类仪器长期稳定可靠,并能兼测温度,在高水压下也可长期可靠工作,非常适合于该工程的实际情况。

### 2.3 振弦式渗压计

渗压计主要有差阻式和振弦式两种,结合该工程

特点和精度要求,选用精度更高的振弦式渗压计。它克服了电阻值随温度变化而变动的弱点,因而能够使用在宽温范围。除灵敏度高以外,振弦式渗压计的仪器长期稳定性、耐久性好,输出信号为频率,抗干扰能力强,基本不受接长电缆影响,且绝缘性要求相对较低。为了进一步确保工程的安全性和可靠性,该工程中全线共布设27支。

### 2.4 压阻式管道压力计

压阻式管道压力计较其他压力计相比,不受环境温度、湿度、气候、大气压力等变化的影响,长期稳定性高,动态性能好,传输距离远,且防水密封和绝缘性能良好,传感器极少发生漏水现象。鉴于以上优点,在该工程中利用压阻式管道压力计来检测隧洞、隧洞连接段、PCCP管段、玻璃钢管段的内水压力。

## 3 典型断面监测仪器的布设

### 3.1 取水头部

取水头部主要为工程取水建筑物,其监测仪器包括多点位移计(3D)、渗压计(P)、测缝计(J)、锚杆应力计(GR)、钢筋计(R)、应变计(S)、无应力计(N)等,取水头部0+26.95断面仪器布设情况如图1所示。

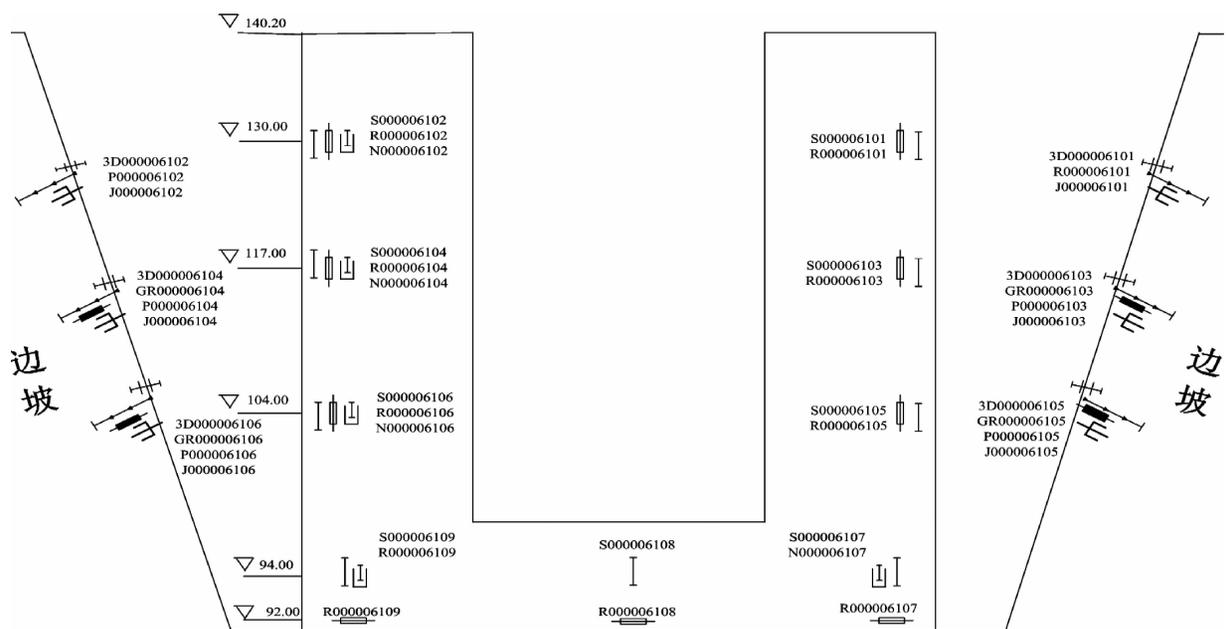


图1 取水头部0+61.95断面仪器埋设布置

### 3.2 隧洞段及连接段

该区段布设仪器主要有多点变位计(3D)、渗压计(P)、土压计(Y)、锚杆应力计(GR)、钢筋计(R)、应变计(S)、无应力计(N)、锚索应力计(MS),隧洞段某特征断面仪器布置示意图如图2所示。

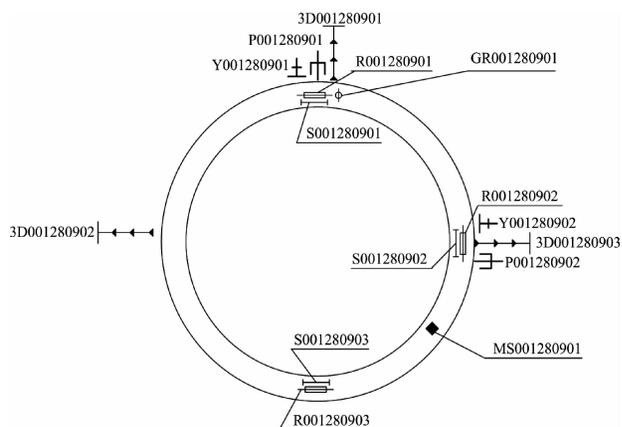


图2 隧洞段特征断面仪器布置

### 3.3 PCCP 管线

该工程中 PCCP 管线全长 154.5km,占工程管线全长 59%,该区段以内水压力和管线接缝检测为主,主要布设仪器有内水压力计(NP)、测缝计(J)、钢板计(GS)、土压计(Y)、多点位移计(3D)等,具体布设情况如图3、图4所示。

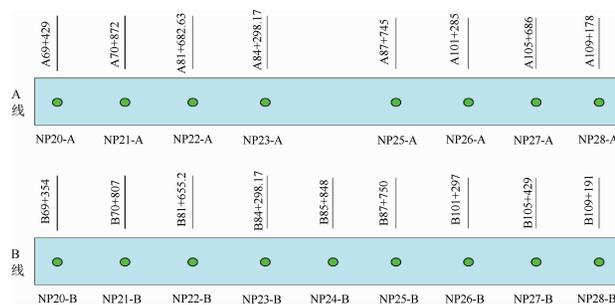
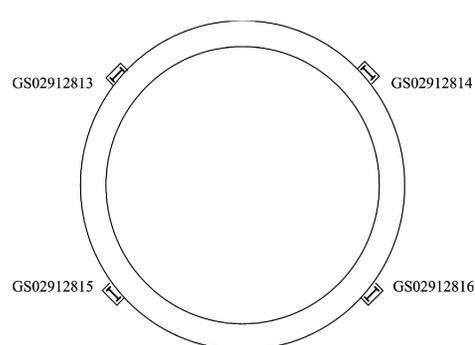
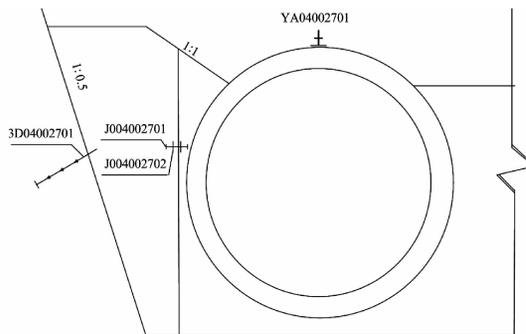


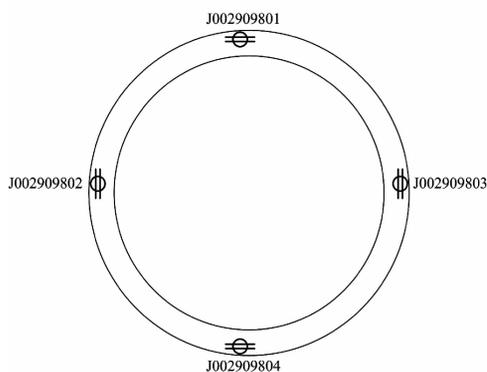
图3 沈阳2配水站至辽阳配水站内水压力计监测布置



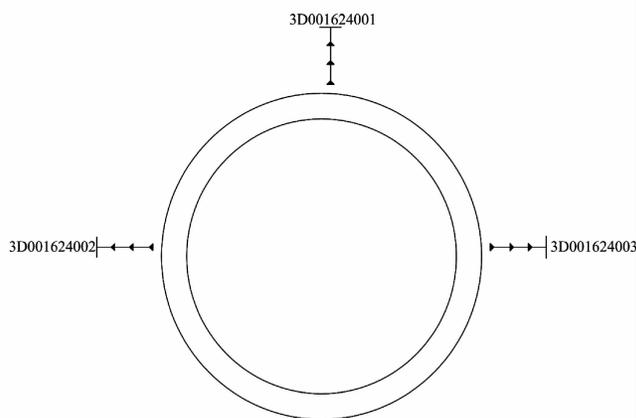
(a) 五芯钢板计布置



(b) 支墩监测布置断面



(c) 测缝计断面布置



(d) 多点位移计断面布置

图4 PCCP 管线典型断面仪器布置

### 3.4 玻璃钢管线

该区段布设以内水压力计(NP)为主,辅以土压计

(Y)、测缝计(J)、钢板计(GS),其中土压计、测缝计、钢板计类似 PCCP 管段。图5为营口支线内水压力计

(NPY表示,Y代表营口)布置情况。

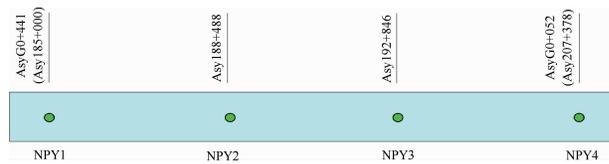


图5 营口支线内水压力计监测布置

#### 4 监测仪器运行现状

大伙房水库输水(二期)工程沿线46个安全监测站共埋设各类传感器1245支,目前损坏115支,整体完好率92.3%。工程自2010年末运行至今,各类监测仪器未出现大面积故障或数据失真,通过数据采集分析,有效反映了工程运行期间地质水文、管道接口、应力变形等变化趋势。以下为截取2017年11月4日—12月6日期间部分安全监测设备运行曲线。

a. 内水压力计。内水压力受系统供水水量的调节而变化,气温对监测数据的精度有一定影响但不显著,11月4日—12月6日期间NP24测站内水压力(Kp)随时间变化曲线如图6所示。

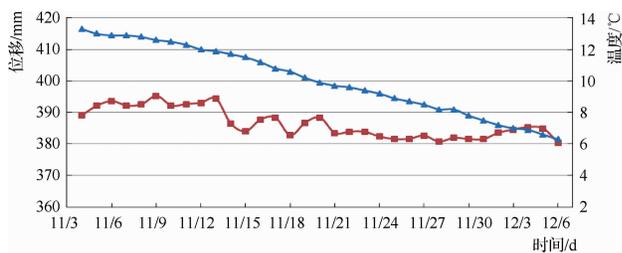


图6 NP24内水压力计监测数据变化曲线

b. 测缝计。由于该工程地处东北,四季温差较大,差动电阻类仪器的检测结果受气候的影响明显。冬天寒冷,缝隙张开,测缝计的测值较大。由于仪器使用时间不太长,且截取时段较短,因此各测点的变幅不大,均在1mm以内。11月4日—12月6日期间J002909804测缝计变化量(mm)随时间变化曲线如图7所示。

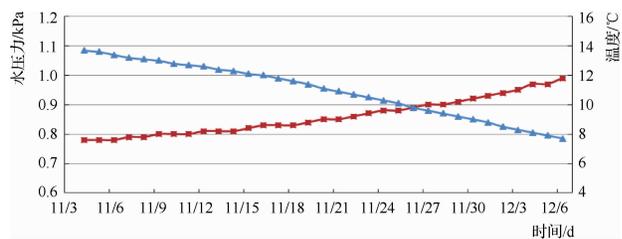


图7 J002909804监测数据变化曲线

c. 应力计。图8为11月4日—12月6日期间GS00403502钢板计应变量( $\mu\epsilon$ )随时间变化曲线。其中负值表示为压力(正值为拉力)。随着气温的降低,锚杆应力状况表现为压力,且数值上呈增大趋势。从运行情况看,变位较小,据此可判定该测点处岩基处于稳定状态。

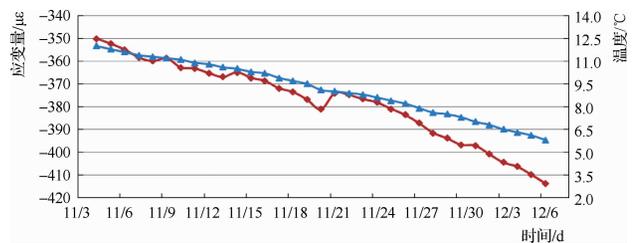


图8 GS00403502监测数据变化曲线

#### 5 结语

安全监测是工程安全管理的重要部分,大伙房水库输水工程的运行实践证明,大坝安全监测系统运用于输水管道工程是可行的。但必须因地制宜合理选择各类监测仪器,并遵从“先进性、可靠性、经济性、可扩展性”原则,综合考虑系统结构、设置才能发挥效益。

由于安全监测的部分仪器在工程施工的同时埋设在了岩体、管体以及混凝土内部,例如差动电阻式监测仪器,随着使用年限的增长,在潮湿的地下环境中,必将逐渐失效。安设在地上的仪器设备也会在风吹日晒中慢慢老化出现故障,这都是不可避免的。所以,定期的维护和检修,才是保证安全监测仪器长期有效地发挥作用的重要方法。◆

#### 参考文献

- [1] 周扬,刘顶明. 大坝安全监测仪器应用问题探讨[J]. 水电自动化与大坝监测,2009(2):41-44.
- [2] 程洪波. 大坝安全监测自动化系统应用探讨[J]. 水利建设与管理,2010(5):60-62.
- [3] 买买提,祖丽菲娅. 大坝安全自动化监测系统在克孜尔水库中的应用[J]. 水利建设与管理,2009,29(3):45-46.
- [4] 方卫华. 大坝安全监测自动化的仪器选型[J]. 红水河,2001(1):54-57.