

SSJ-1 型水位、水位差回声检测装置*

张文麟 蔡文通 王纪胜 黄世能

(西安工业自动化仪表研究所)

SSJ-1型水位、水位差回声检测装置是基于声波的反射原理而制造的一种新型工业自动化检测仪表。其外形和内部结构分别如图1、图2所示。

一、声学原理

大家知道，声波从一种介质(如空气)传播到另一种介质(如水、墙壁)的界面时，会产生反射现象。我们在山谷之中或大厅之内大喊一声，则会听到回声。

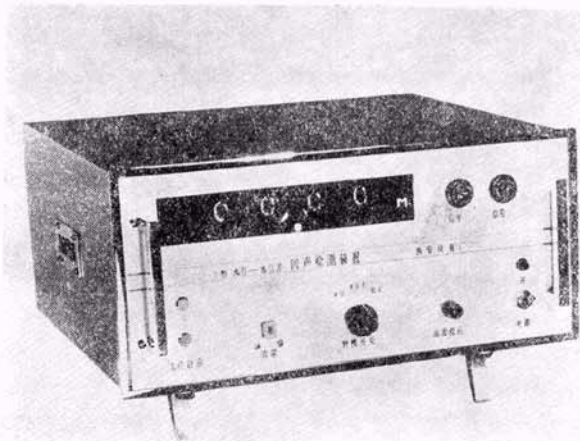


图1 装置的外形

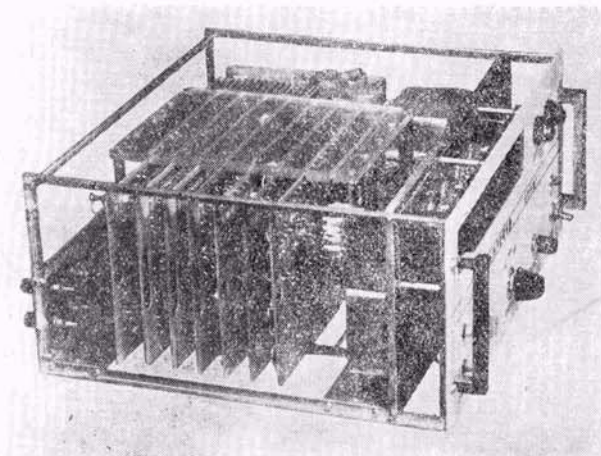


图2 装置的内部结构

从水面上 h 高度通过空气介质向水面发射一声波，在时间 t 后，收到反射回波，见图3所示。则有

$$h = \frac{1}{2} ct. \quad (1)$$

式中 h 为水面与声源的距离[米]， c 为在一定自然条件下(如温度、湿度、海拔高度等)声音在空气中的传播速度[米/秒]， t 为声波往返 h 距离所经历的时间[秒]。

当 c 为定值时，则有

$$h = K \cdot t \quad (2)$$

式中 K 为常数。于是，检测时间 t ，即可求得 h 的数值。

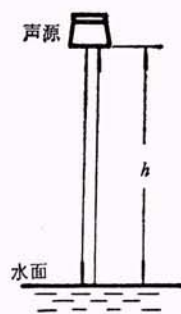


图3 回声测量原理

二、仪表用途

SSJ-1型水位、水位差回声检测装置用于水库水位的测量及水电站拦污栅前后水位差的测量。

水位、水位差是水电站经济运行和安全运行的重要参数。一般是用浮筒钢带、标尺等测量的，人工观测，操作频繁，测量精度较低。

采用SSJ-1型回声检测装置来测量水位状况，可实现非接触测量，稳定可靠，显示清晰，并可输出报警信号。它将为水电系统的自动检测与控制提供一项必要的测量工具。

当检测水库水位时，声换能器(即声头)发射声波，经波导管传播到水面，然后反射回到声头。测量示意图见图4。按公式(1)得

$$h_1 = \frac{1}{2} ct_1.$$

检测拦污栅后面水位得

$$h_2 = \frac{1}{2} ct_2.$$

$$\text{水位差 } \Delta h = h_2 - h_1 = \frac{1}{2} c(t_2 - t_1) \quad (3)$$

* 1973年11月24日收到。

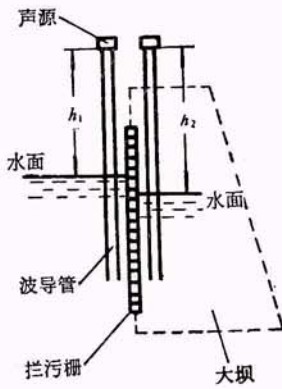


图4 测量示意图

根据公式(2)则有

$$\Delta h = K \cdot (t_2 - t_1) \quad (4)$$

因此,检测栅前、栅后反射波的时间差,即可求得水位差的数值。

根据使用要求,本仪表的测量范围是:水位 0—26 米,水位差 0—6 米,精度 ± 0.1 米。

三、仪表结构

SSJ-1型水位、水位差回声检测装置由声换能器、波导管、主机等组成。方框原理见图5。

声脉冲的发射:每隔两秒钟发射线路输出一电脉冲讯号,经转换开关及100米屏蔽导线送给声头,使电能转换为3千赫的声音。

声脉冲的接收与显示:声头将反射回来的声音转变为电能,经屏蔽导线及转换开关送给接收线路。经放大、整形,输送给显示报警线路,以数字值表示出来。

声换能器及波导管:是安装在现场的装置。它能

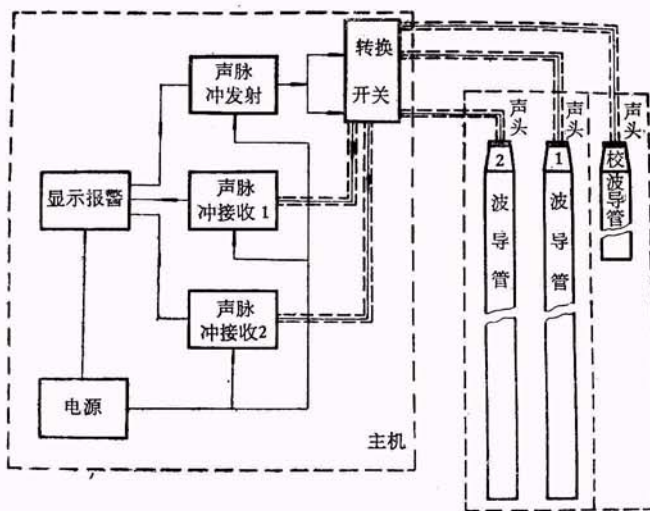


图5 方框原理图

够实现声电转换并传递声波。

下面分三部分简单介绍一下。

1. 声换能器(声头)

某些物质如天然石英、钛酸钡、锆钛酸铅(PZT)等具有压电效应。所谓压电效应即当压电材料受到外力 f 作用而产生形变时,在材料两面产生电荷集聚。如图6(a)所示。设外力以一定频率变化时,则在压电材料上有相同频率的交变电场输出。这种现象称之为正压电效应。

这种转换是可逆的。当PZT材料两面加一定频率的交变电场时,则PZT产生振动,发出相同频率的声音。这种现象称之为反压电效应。如图6(b)所示。

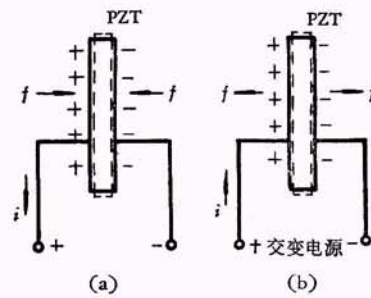


图6 压电效应

(a) 正压电效应 (b) 反压电效应

该仪表是采用锆钛酸铅(PZT)压电陶瓷作为声音的发、收并用换能器的。其剖面结构见图7;外形见图8。

将PZT圆片粘贴在 $\phi 38$ 毫米的半球面音膜的喉处,并安装在锥形的铝罩内,见图7。这样,提高了发射声功率及接收灵敏度,改善了辐射阻抗的匹配关系。

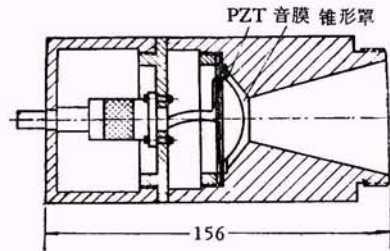


图7 声头剖面结构

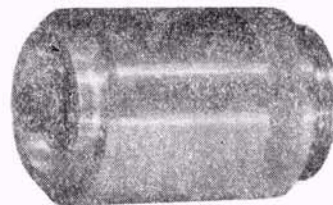


图8 声头外形

2. 波导管

为了使声波能量集中,减少损耗,避免环境噪音的干扰,我们采用外径为 64 毫米、内径为 55 毫米的硬聚氯乙烯导管作为波导管,垂直安装于水库坝顶,使之传递声波。

为了克服环境温度对检测精度的影响,我们又安放了一根固定长度(9.1 米)的校正波导管。每当检测水位、水位差之前,先以校正波导管校正记数脉冲的数目,然后测量,从而达到温度校正的目的。

3. 主机

SSJ 1 型水位、水位差回声检测装置的主机包括声脉冲的发射与接收、数字显示与报警、电源等。主机为台式仪表,安放在水电站的中央控制室内。

(1) 声脉冲的发射与接收原理 如图 9 所示, ZD_1 是主控讯号。 ZD_1 经延时单稳 DW_1 去触发发射单稳 DW_2 , 并经反相器 F_1 输出清零脉冲。 DW_2 输出的正脉冲波形如图 10a 所示。该脉冲作为发射的时间讯号去开启门控双稳 SW_1 , 并经射极跟随器 GS_1 耦合到功率放大器 $GF_1(GF_2)$ 上, 通过输出变压器耦合到声头, 给声头以电激励。声头发射电压的波形见图 10b、c 中幅度较大者。反射回来的声波由声头转变为电讯号, 波形见图 10 b、c 中幅度较小者。该讯号送入放大器 $FD_3(FD_4)$ 进行放大, 然后送入射极耦合双稳态触发器 $SMT_1(SMT_2)$ 整形。整形的讯号经反相器 $F_2(F_3)$ 、单稳 $DW_3(DW_4)$ 、发射抑制单稳 $DW_5(DW_6)$ 、与门 $Y_1(Y_2)$, 最后由反相器 $F_4(F_5)$ 输出反射波, 如图 10 d、e 所示。

反射波前沿经与门 Y_3, Y_4, Y_5, Y_6 及或门 H_1, H_2 去触发 SW_1 。由 SW_1 输出脉冲方波至显示部分, 波形如图 10 f、g 所示。该脉冲方波宽度与所测量的水位、

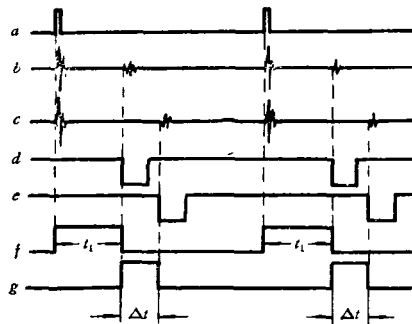


图 10 主要波形图

水位差的时间间隔成正比。

(2) 数字显示与报警 由测量得到的电脉冲方波可以以数字方式直接表示水位、水位差, 显示在主机面板上。

该仪表有四位数字: 第一位为十米位, 有 0—7 八个数码; 第二、三位为米、分米位, 各有 0—9 十个数码; 第四位为厘米位, 有 0, 5 两个数码。于是最大量程可为 79.95 米, 精度可为 ± 5 厘米。

数字显示及报警的工作原理见图 11。在每次测量前, 由收、发线路送来清零脉冲 T_1 , 使计数器处于零状态。在测量过程中, 收发线路送来测量脉冲 T_2 , 将与门 Y_{11} 打开, 同时振荡器 ZD_2 的脉冲讯号 T_3 通过与门 Y_{12} 进入由 $SW_{11}—SW_{43}$ 组成的二至十个计数器, 进行译码记数。脉冲 T_2 完结时, 关闭与门 Y_{11} 。可见, 进入计数器的 T_2 脉冲数目与脉冲 T_2 的宽度成正比, 也即与水位、水位差的数值成正比。

厘米位只有 0、5 两个状态, 故用一个双稳态触发器记数; 分米位及米位为十进制, 用四个双稳态触发器, 以反馈方法取其前十种状态。二进制和十进制的对应关系见表 1。

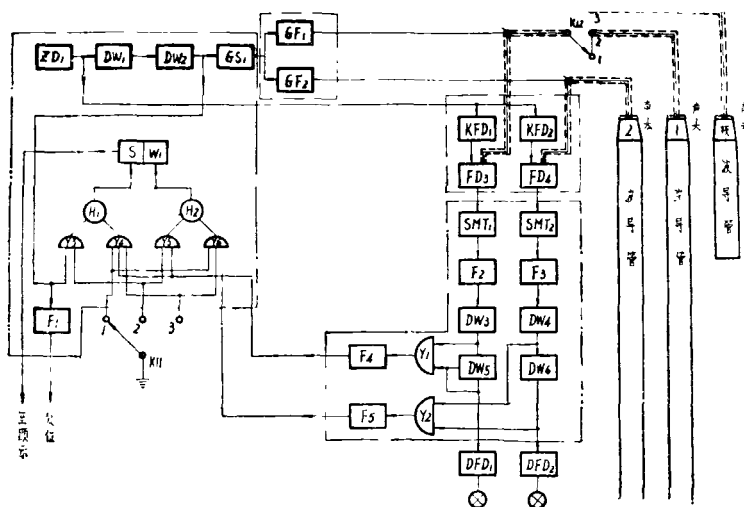


图 9 声脉冲发射与接收原理

表 1

十进制	二进制
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
0	0000

十米位有八个数码, 由三个双稳态触发器组成。

双稳态触发器采用二极管隔离线路, 从而省去一种供电电源。译

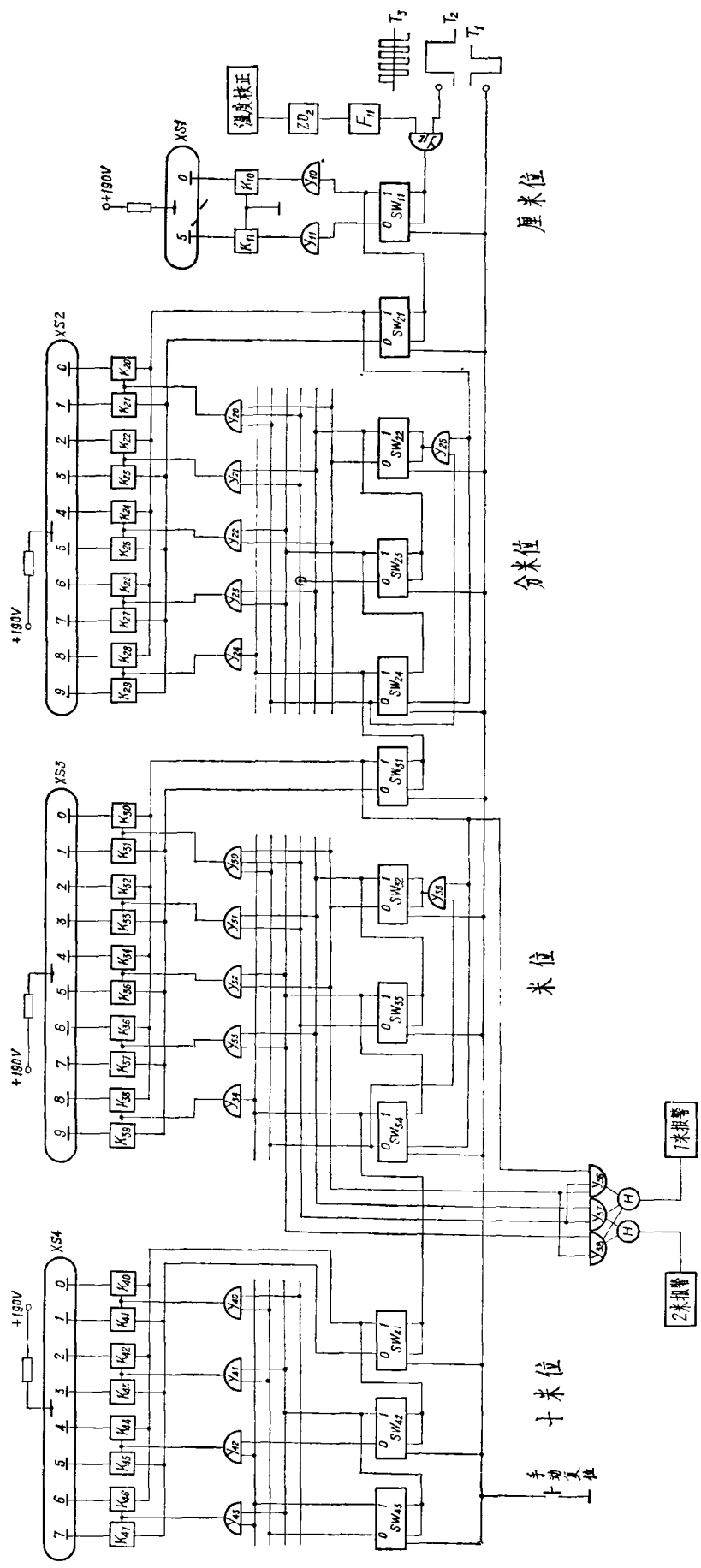


图 11 显示报警工作原理图

码线路采用三极管和二极管联合译码,减少了元件的用量。

显示数字管为 SZ-1 辉光数字管,供电电压 190 伏。

为了克服环境温度对测量精度的影响,本仪表设有简单的温度校正装置。测量前,先以校正波导管的固定长度 8.1 米调节振荡器 ZD₁ 的记数频率,使仪表

显示为 8.10 米。然后进行水位、水位差的测量。

水电站拦污栅前后水位差值是安全运行的重要参数。本仪表给出水位差为 1 米、2 米时的报警信号及引出接点,接点容量 3 瓦,电压 220 伏。报警线路采用变压器隔离、可控硅无触点方式,避免了接点火花对仪表的干扰。

电气接头温度的红外检测*

沈阳电业局

无产阶级文化大革命期间,广大电业工人在毛主席无产阶级革命路线的指引下,高举“鞍钢宪法”的伟大红旗,大搞技术革新与技术革命,取得了许多成果。电气接头温度的红外检测就是其中一项。一九六九年七月东北电力局技术改进局和沈阳电业局共同协作,组成了三结合研究小组,在长春精密光学机械研究所和上海技术物理研究所等科研单位的大力支持和具体帮助下,经过多年反复实践和不断改进,现已试制成功电气接头温度的红外检测装置——红外测温仪,并在生产上正式使用,对电力工业安全生产起了很大的作用。

在电气设备上,连接各导电路的接头是很多的。有用液压或螺栓连接的固定接头,也有各种开关设备的活动接头。在一个变电所中,就有几百到几千个各种接头,在高压输电线路的导线上,大量的接头分布在几十到几百公里沿线的山区和田野里。这些接头在长时间的运行中,由于氧化和腐蚀作用,使接触电阻增大,电流通过时温度就升高。过高的温度将使接头烧化,或使导线拉断,造成严重的停电事故。为预防电气接头事故,过去要在发变电设备上采用贴示温蜡片,涂感温变色漆,或在绝缘杆上绑蜡头用触试的办法检查接头有无过热。在线路上则需停电或用带电作业的方法分别测量接头和同等长度的邻接导线的电阻或电压,根据其比值判断接头的好坏。采用这些方法要耗费大量的人力,而且判断也不够准确。例如:在线路上停电测量接头,需要五、六个人,抬着笨重的蓄电池,并要登上杆塔悬挂测量用具,一天只能测试几个头。如用带电方法测量,则由于强电场对测量仪表的干扰,所得结果往往不准,有时对一个接头要作多次反复测量核对。现在使用“红外测温仪”只需要两个人在地上观测,几分钟就可以测试一个接头,仪器轻便,操作简单,大大提高了劳动效率。

一、电气接头测温的特点

电气接头的正常温度不高于环境温度 40—50℃,而存在缺陷的接头温度可高达几百度。接头的几何尺寸随接头的型式不同而异。如:线路上使用较多的压接接头为直径 3—5 厘米、长数十厘米的棒状体。接头所在位置,一般距地面垂直高度为 5—30 米。

上述特点要求测温仪必须达到以下指标:

测温范围: 0℃—100℃—500℃。

最小鉴别温差: 5℃。

目标尺寸: 按直径 4 厘米的圆形考虑。

目标距离: 4—40 米。

距离系数: 目标距离/目标尺寸 = 1000。

二、基本原理

凡温度高于绝对零度的各种物体都会产生热辐射,其辐射率可用斯忒藩-玻耳兹曼定律确定:

$$N_s = \frac{\epsilon\sigma}{\pi} T^4 \quad (1)$$

式中: N_s 为辐射体每单位面积在法线方向上发射到单位立体角内的功率,单位为瓦/厘米²·球面弧度。

ϵ 为辐射系数,与辐射体物质、表面状态和辐射波长有关。对于绝对黑体 $\epsilon = 1$,非绝对黑体 $\epsilon < 1$ 。

σ 为斯忒藩-玻耳兹曼常数 = 5.67×10^{-14} 瓦/厘米²·度⁴。

T 为辐射体的绝对温度 °K = °C + 273°。

* 1974 年 8 月 5 日收到。