

三门峡水电站过机含沙量自动遥测系统研究

(7)
7P-31

王育杰

马劲松

TV736
TP212

(三门峡水利枢纽管理局 河南三门峡 472000) (黄河水利委员会水利科学研究院 郑州 450003)

摘要 研究黄河三门峡水电站过机含沙量自动遥测系统。该系统较成功地应用 SMIB 型振动式液体密度传感器来测定水电站过机含沙量,并将含沙量自动检测技术与无线电数字传输技术及计算机应用技术进行了有机地结合,实现了过机含沙量自动遥测。系统能测定 500 kg/m^3 以下的过机含沙量;系统实时性及抗干扰能力强,实测数据较多,所测得的含沙量数据易于整编、打印和归档保存。

关键词 密度传感器 过机含沙量 自动遥测系统 专用接收软件 三门峡水电站

目前,许多水电站普遍存在着泥沙对水轮机过流部件的磨损破坏问题,三门峡水电站位于含沙量最高的黄河中游河段上,这一情况尤为突出。自 1973 年三门峡水库按“蓄清排浑”方式进行控制以来,泥沙磨损问题成为制约三门峡水电站汛期发电的主要问题。从 1989 年起,三门峡水电站开始进行汛期浑水发电试验,几年来除了在抗磨及水库调水调沙等方面取得了一些有价值的科研成果外,过机含沙量测量技术也由人工采样测试向仪器自动检测乃至自动遥测发展。1996 年 7 月已建立起过机含沙量实时自动遥测系统,其综合技术具有国内领先水平。

1 系统组成及工作原理

三门峡水电站实时过机含沙量自动遥测系统由遥测站、中继站和接收站三部分组成。

1.1 遥测站的组成及其工作原理

1.1.1 遥测站的组成

遥测站设于水电站发电机组旁,由水样输送管道、SMIB 型振动式液体密度传感器、SMIB51-100 型含沙量检测仪、SF-101A 型数

字发送机等组成(见图 1)。数字发送机与含沙量检测仪的工作电源由厂用电配电室提供。

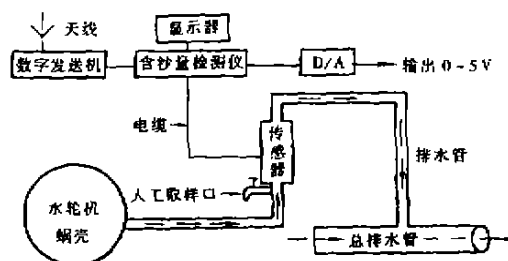


图1 遥测站组成及安装示意图

1.1.2 遥测站工作原理

SMIB 型振动式液体密度传感器是遥测站测定过机含沙量的核心部件。这种传感器由振动管、激振线圈、固定管座和减振器等组成,其结构如图 2 所示。

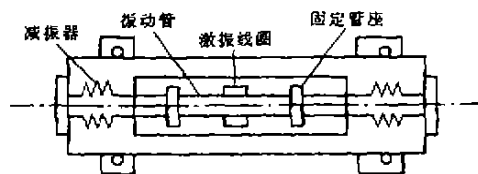


图2 传感器结构示意图

依据“物体(或单位体积的物质)其固有振动频率与其质量(或密度)具有确定性关

第一作者简介:王育杰,男,工程师,从事水库调度工作,曾发表《三门峡水库超声波遥测水位接收系统的软件开发设计》等论文。

系”的物理学原理,含沙量检测仪配置了传感器。传感器内,振动管的管壁材料与厚度、管内直径与长度、管两端的紧固方式等都已确定。所以,水流经过振动管时,其振动频率可由振动方程求得,即

$$f = \frac{a_n}{2\pi} \sqrt{\frac{EI}{u_0 L^4}} = \frac{a_n}{2\pi} \sqrt{\frac{EI}{(A_s \rho_s + A_p) L^4}} \quad (1)$$

式中 f 为振动管充满被测水体时的振动频率; a_n 为某种紧固方式下的固有频率系数; E 为弹性模量; I 为惯性矩; u_0 为振动管单位长度质量,包括管材质量 A_p 和被测水体质量 $A_s \rho_s$; L 为振动管有效长度; A_s 为振动管内截面积; ρ_s 为被测水体密度。

由振动方程可知:在一定条件下,即水温 and 泥沙干容重变化不大时,振动管的振动频率只与被测水体的密度 ρ_s 有关;而在同样条件下,密度 ρ_s 与含沙量 S 之间存在着定量关系。因此,传感器内振动管的不同振动频率(或周期)代表着被测水体的不同含沙量^[1]。

传感器输出频率信号经电缆进入含沙量检测仪,在检测仪内经光电耦合器隔离与变换后送入微电脑,微电脑准确检测其周期,并根据已率定的周期-含沙量关系将周期信号转换为含沙量数值信号。含沙量数值信号从微电脑分三路输出,第一路经光电隔离送到 D/A 变换器,输出 0~5 V 直流电压信号;第二路送往现场数码显示器和并行打印口;第三路通过串行口送往 SF-101A 型数字发送机,发送机将含沙量数值信号发向中继站或接收站。

SMIB51-100 型含沙量检测仪配有数字开关,用以设定和修正周期-含沙量关系系数,改变测量范围。检测仪工作原理如图 3 所示。

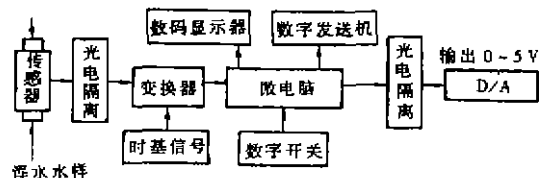


图3 检测仪工作原理

1.2 中继站的组成和工作原理

由于遥测站与接收站之间存在着不利于超短波信号传播的山谷地形,所以有必要在恰当位置设中继站对遥测信息进行接力传递。该遥测系统的中继站由 SYZ-102A 遥测中继机、全向天线、太阳能电池板以及蓄电池组等组成。SYZ-102A 遥测中继机由 CMOS 单片机和通讯电台两部分组成。电台通常处于等待接收状态,在收到遥测站发送来的数字信号之后,输出 FSK 信号到中继机控制板,由控制板完成解调、校验、编码和调制,重新生成 FSK 信号送回电台作为发射机的调制信号。与此同时,电台由接收状态转为发送状态,将数字信号发送出去。

由于三门峡水电站过机含沙量遥测站与接收站相距不太远,因而系统仅设一级中继。实际上,在多级中继机组成的同频遥测系统中,为消除中继机之间的相互干扰,可通过中继机主控板上设置的三个四位级联开关的设定来实现。

1.3 接收站的组成和工作原理

接收站由定向天线、不间断电源(UPS)、蓄电池组、SY-103A 遥测仪、便携式微机(含液晶显示器)和打印机等组成。SY-103A 遥测仪由接收机和调制解调器组成。它在接收到遥测站或中继站发送的 FM 调制信号后,首先将其转换为 FSK 信号,然后经解调器转换为数字信号,最后通过串行口进入微机,微机依靠专用程序,实现“遥测数据实时显示、覆盖或逐行滚动显示、定时自动存盘、遇到干扰自动纠错、在线查询、统计、打印”等功能。遥测系统计算机专用接收处理程序用高级语言编写而成,在人工的间接参与下,还可以对含沙量检测仪测量误差进行修正。

2 系统性能特点和应用效果

1996 年 7 月 4 日,三门峡水电站过机含沙量自动遥测系统首先在 3 号机组安装成功,在此之前,计划在 3 号机安装的传感器和含沙量检测仪已在实验室进行了多次对比性实验及

重现性实验,并已做好了传感器振动周期-含沙量关系系数的率定,系统接收软件也进行多次调试。遥测系统开通投运后,系统的先进性能特点和应用效果立刻得以体现。

2.1 系统性能特点

a. 遥测数据实时性强。SMIB51-100型含沙量检测仪每测定一次过机含沙量所用时间很短(约3s),测量结束后,测量数据迅速以超短波形式发送,远离现场的(接收站内的)微机几乎同时就可接收到过机含沙量遥测数据,并动态呈现在显示屏上。

b. 系统自动化程度高。系统中含沙量检测仪、数字发送机、中继机、遥测仪都是自动工作的,微机中因专用接收软件的存在,也具有自动读盘、自动存盘、自动纠错等全自动功能,所以,在确保传感器所处管道水流畅通和各设备电源供给可靠的条件下,可长期无人值守。

c. 含沙量检测仪量程范围大。该遥测系统中含沙量检测仪的最大量程为 500 kg/m^3 ,能适合测定实际浑水发电中所可能出现的含沙量。

d. 系统抗干扰能力强。由于该遥测系统的遥测信息以无线电超短波传播,外界环境干扰源甚少,而且遥测系统接收软件具有剔除干扰信息的功能,所以,系统抗干扰能力强。

e. 实测点据多,资料易于整编、打印和归档保存。含沙量检测仪每分钟(含停机时间)可测定过机含沙量数次,每日可测定数千次。为避免许多有用的实测数据遗失,同时避免过度频繁地发送和接收遥测数据,设定每3min发送、接收一次,每15min保留一个具有代表性的实时数据,这样每个遥测点每日就能保留96个具代表性的实时数据,基本上能控制住过机含沙量日内变化过程。该遥测系统接收软件功能较强,不但能进行历史资料数据在线查询,而且能统计任一日任一时段过机含沙量最大值、最小值和平均值,并能进行打印。由于遥测数据以井然有序的文件形式存于计算机磁盘中,所以便于归档保存。

2.2 系统应用效果

根据1996年遥测系统所取得的实测成果,能够看出:在过机含沙量变化过程稍稳定并且瞬时脉动很弱的情况下,实测成果与人工置换法同步测得的成果基本一致,系统测量误差基本符合要求,已能满足实用要求。

已测出的过机含沙量变化规律如下:

a. 在其它条件相对稳定的情况下,过机含沙量随着库水位的降低而增大。

b. 在其它条件(如坝前水位、入出库流量、入库含沙量等)相对稳定的情况下,过机含沙量随着被测机组发电出力的增大而减小。

3 结 语

三门峡水电站过机含沙量自动遥测系统,较成功地应用SMIB型振动式液体密度传感器来测定水电站过机含沙量,并将含沙量自动检测技术与无线电数字传输技术及计算机应用技术进行了有机地结合,实现了实时过机含沙量自动遥测,在水电技术应用方面迈出了新的一步,对研究过机含沙量变化规律,优化汛期水库调度,延长机组大修周期,提高发电效益等均有重要意义。

参考文献

- 1 张润亭,王育杰,郭晚荣.三门峡水电站汛期浑水发电试验中水沙测报技术发展概述.人民黄河,1995,17(12):46~47

(收稿日期:1997-04-01 编辑:张志琴)

