

# 矿井水位检测方法的研究与实现

马文龙 张金良 于 宁 孟德勇

(朝阳师范高等专科学校, 辽宁 朝阳 122000)

**摘要:** 针对矿井水位检测数据易受工况环境影响的实际问题, 提出一种基于数字滤波算法的软件校正方法, 配以合理的硬件设计电路, 有效提高参数检测和实时数据处理效果。测试结果证明该方法可有效提高监测系统的抗干扰能力与工作效率, 并配以上位机显示界面, 使整套开发系统兼备可视化与实时性。

**关键词:** 压力; 测量系统; 水位; 智能

**中图分类号:** TD74 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-8550 (2019) 03-0017-03

## 0 引言

水位测量数据是钻井勘探领域重要的技术参数, 水位测量的准确程度直接关系到现场生产的工作质量。国内矿山企业分布地域广泛, 地质及水文结构复杂多变, 目前应用技术的处理精度和时效性与勘测需求水平很不适应<sup>[1]</sup>。因此, 如何利用先进的自动化数据处理手段及设备, 实时、稳定、准确的将水位数据反映成上位机曲线, 对于矿业工程勘探领域有效获取水位信息非常有益。

## 1 水位检测原理

一般矿井的水位检测原理见图 1, 将压力传感

器沉降到液面下一定深度, 通过传感器内置电桥把与水体深度变化成正比的压力转化成电信号输出, 从而建立起电信号与水体深度的一一线性对应关系<sup>[2]</sup>。压力信号通过光纤传输到智能电控箱的控制芯片, 进行模数转换处理后送达到上位机, 完成通讯与显示测量数据等效能。

$$P = \rho gh \quad (1)$$

根据公式 (1) 可知水体压力  $P$  与水的密度  $\rho$ 、地球的重力加速度  $g$  以及测量点到水面的垂直距离息息相关。在实际测量时, 可得知  $P$  实际上是等于大气压力与水体压力之和。

$$P = P_0 + \rho gh \quad (2)$$

公式 (2) 说明测量装置在检测点所受的水压力应为工作点的总压力与大气压力的差值<sup>[3]</sup>。可得

$$h = \frac{P - P_0}{\rho g} \quad (3)$$

收稿日期: 2019-01-07

作者简介: 马文龙 (1983—), 男 (汉族), 辽宁阜新人, 朝阳师范高等专科学校讲师。

## Freezing Method Construction Technology Application with Differential Freezing to Prevent Wall Caving

WANG Shaoqun, ZHANG Wenfeng, WU Yue

(HBIS Luanxian Rangyu Iron Ore Co., Ltd., Tangshan 063700, China)

**Abstract:** The hydrogeological conditions of the mine are complex, therefore, it is difficult for shaft excavation. In order to solve the problems of water in impact interval and weathered bedrock during excavation process, differential freezing method is adopted to handle the special formations. Combining the actual hydrogeological conditions and shaft construction conditions of the mine, the paper optimizes the construction technology with freezing method, improves the construction technological measures, and solve the difficult excavation in water-containing section in the safety. It is great reference significance for safe and stable construction of mine, quicker construction schedule, and saving infrastructure investment.

**Key words:** differential freezing; frozen wall; frozen hole; freezing system

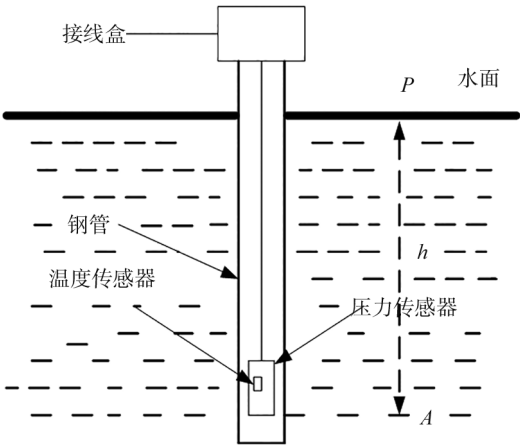


图 1 水位检测系统示意图

根据矿井勘探系统的实际工况以及以往的测量经验，水体压力不可避免的受到周围环境因素的干扰。因此，为最大限度减少测量参数的失真度，系统采用压强差测量方法，继而完成对检测数据值的智能修正<sup>[4]</sup>。设测量目标值为  $H_3$ ，测量方式见图 2。

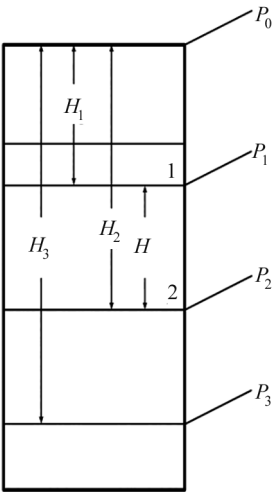


图 2 测量方法示意图

该方法要求测量装置在位置 1 和 2 的下沉深度相近，目的是使两者所受环境干扰因素的影响视为近似相同<sup>[5]</sup>。在此情况下，测井中位置 1、2 的压强值分别是  $P_1$ 、 $P_2$ 。由公式 (1) 可知

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot H_1, P_2 = \rho \cdot g \cdot H_2 \tag{4}$$

设  $\Delta = \rho \cdot g \cdot$ ， $\rho \cdot g \cdot$  为受到外界环境因素影响后的实际值，由图 2 可知：

$$\Delta = \frac{P_2 - P_1}{H} \tag{5}$$

H 值即压力传感器在位置 1、2 间的垂直距离。根据公式 (4)、(5) 可推得：

$$H_3 = \frac{P_3 - P_0}{\Delta} \tag{6}$$

即为所需要的水位测量值。依此方法，工作面机械震动、水体温度及含沙量对测量结果的影响将相互抵消，使系统起到了自动修正的效能<sup>[6]</sup>。

2 数字滤波算法

在工矿工作环境下，系统为了得到精准的测量数据，还需要有效的软件算法滤除掉随机干扰信号。根据矿井测量水位的工作经验，配合数字滤波算法来去除信号中的噪声干扰。对于地质水文这个物理量而言，合理的滤波是采用算术平均滤波法<sup>[7]</sup>。即遵循输入的 N 个采样数据  $x_i$  ( $i=1 \sim N$ )，寻求标度 y 并使其与各采样值之间的偏差平方和最小，即为

$$E = \min \left[ \sum_{i=1}^N (y - x_i)^2 \right] \tag{7}$$

继而求得

$$y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \tag{8}$$

构成算术平均滤波的基本算式。设二次测量值包含信号成分  $S_i$  和噪声干扰成分  $n_i$ ，进行 N 次测量的信号成分总和为

$$\sum_{i=1}^N S_i = NS \tag{9}$$

用均方根来衡量的噪音强度之和为随机信号时，进行 N 次测量的噪声强度总和为

$$\sqrt{\sum_{i=1}^N n_i^2} = \sqrt{N} n \tag{10}$$

其中，S、n 分别表示进行 N 次测量后的数据信号与噪声干扰的平均幅度，依此求得信噪比为

$$\frac{NS}{\sqrt{N} n} = \sqrt{N} \frac{S}{n} \tag{11}$$

较比改进前提高了  $\sqrt{N}$  倍。此测量系统的软件滤波工作原理见图 3，将采样结果按大小关系排序后，减去最大值和最小值，再对剩下的 (N-2) 个采样值求取算术平均值<sup>[8]</sup>。这样做的目的可以使上传数据最大程度的反映系统真值。

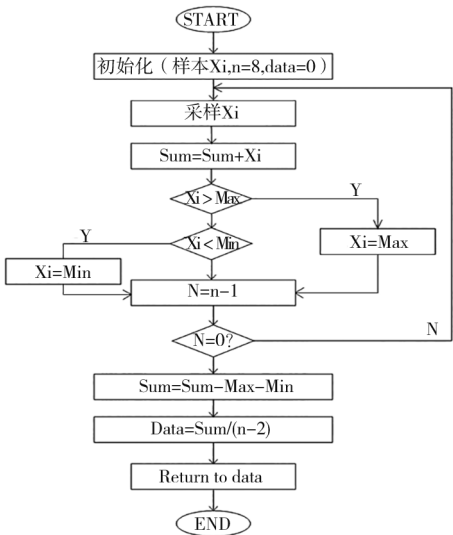


图 3 算术平均滤波程序流程图

3 工业测试

为更好说明该开发系统的实际现场功效，取 9 组 57m 水深处的测量值作为比对样本，将该开发系统的测量值定义为水位深度 A，使之与传统的 LN-2 型水位测量装置的数据值（亦即水位深度 B）进行比较，并记录在表 1 中。在同一时间下放两水位测量装置到矿井工作面中，并在两者间用防水胶密封，以及电磁干扰屏蔽。从数据比对结果可知，该开发系统可有效提高测量精度达 0.24 个百分点左右，从而使测量数据更加逼近系统真值。

表 1 水位深度比对情况

记录时间	A /m	B /m	相对误差 (%)	水体温度 /℃
2018-8-12 14 : 49	57.07	57.21	0.25	69.67
2018-8-12 14 : 50	57.14	57.30	0.28	70.10
2018-8-12 14 : 51	57.46	57.57	0.19	70.29
2018-8-12 14 : 52	57.75	57.92	0.30	70.15
2018-8-12 14 : 53	57.45	57.29	0.28	70.69
2018-8-12 14 : 55	57.96	57.82	0.24	70.55
2018-8-12 14 : 56	57.78	57.90	0.21	70.78
2018-8-12 14 : 57	57.81	57.68	0.23	71.41
2018-8-12 14 : 58	57.94	57.82	0.21	71.05

图 4 是利用该检测系统得到的来自辽宁阜新东梁矿区 4 号矿井的测水数据，并附加温度标定。生成的数据利用虚拟设备界面加以显示，使得系统的数据状态清晰、可观，完成测井水文状态实时上报，在线监测功能。

4 结语

阐述了矿井水位检测的具体实针对实际工况引入算数平均滤波算法有效规避外界干扰，设计出具体可行硬件电路，并借助于虚拟设备实现了整机系统的实时观测。现场试验数据表明该研发设计方案能有效减小测量误差，达到工业试验测试标准，有效提高工矿现场的生产效率。



图 4 水位变化显示界面

参考文献：

[1] 赵辉, 陈文芳, 崔亚莉, 等. 中国典型地区地下水位对环境的控制作用及阈值研究 [J]. 地学前缘, 2010 (6): 159—165.

[2] 张光辉, 郝明亮, 杨丽芝, 等. 中国大尺度区域地下水演化研究起源与进展 [J]. 地质论评, 2006 (6): 771—776.

[3] 刘迎春, 叶湘滨. 传感器原理设计与应用 [M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2002.

[4] 孙以材, 魏占永, 孙新宇. 压阻型压力传感器的零点温漂及其补偿技术 [J]. 半导体杂志, 1999 (4): 40—49.

[5] 胡新生. 用最优化方法求解传感器最佳拟合直线 [J]. 传感器技术, 2008 (4): 44—46.

[6] 王兴. 确定修正指数曲线模型参数的重要方法 [J]. 情报学刊, 2009 (5): 361—367.

[7] 丁荣. 虚拟实验与真实实验整合的计算机网络研究性实验教学探究 [J], 实验技术与管理, 2011 (5): 163—166.

[8] 苏石. 控制原理虚拟实验室的研制与开发 [D]. 济南: 山东大学, 2007.

Research and Realization of Detection Method of Mine Well Water Level

MA Wenlong, ZHANG Jinliang, YU Ning, MENG Deyong

(Chaoyang Teachers College, Chaoyang 122000, China)

**Abstract:** For the practical problem that water level detection data of mine well is susceptible to working environment , a software correction method based on digital filter algorithm is proposed . Combined with reasonable hardware circuit design , it can improve the effects of parameters detection and real-time data process effectively . Test results show that this method can effectively raise the anti-jamming capability and efficiency of monitoring system . When equipped with the host computer display interface , the whole set of development system can fulfill visualization and real-timing .

**Key words :** pressure ; measurement system ; water level ; intelligence