

文章编号: 1001-1986(2006)01-0056-02

# 矿井明渠流量测定方法

罗奕<sup>1</sup>, 向新<sup>2</sup>, 王勇<sup>1</sup>

(1. 煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054;

2. 西安电子科技大学综合业务网国家重点实验室, 陕西 西安 710071)

**摘要:** 讨论了各种矿井水流量测定方法在矿井中实际测量时遇到的技术难题, 提出了合理使用矿井流量测量装置获取正确测量结果的技术方法。实际应用证明, 正确的测量方法可以达到 2%~3% 的测量精度。

**关键词:** 矿井水; 明渠流量; 流量测定

**中图分类号:** P641.41 **文献标识码:** A

## Technological method to measure the canal sewage discharge in coal mine

LUO Yi, XIANG Xin, WANG Yong

(1. Xi'an Branch, China Coal Research Institute, Xi'an 710054, China;

2. State Key Laboratory of ISN, Xidian University, Xi'an 710071, China)

**Abstract:** This paper discussed the technique hard nuts about various canal sewage discharge measure methods met in actual measuring mine water, put forward right diagram technique methods of which the reasonable usage of the discharge measure instruments to obtain the correct results. The results indicated that the diagram methods of the exactitude can attain 2%~3% diagram accuracy.

**Key words:** mine water; canal sewage discharge; the discharge measurement

## 1 引言

矿井水流量测定是掌握矿井涌水量变化的主要手段之一, 其测定值是实时了解矿井采区水文地质条件变化的唯一显性标志数据。在煤矿采用明渠流量测定, 由于井下条件复杂多变, 影响测量准确度的因素有许多, 诸如测量装置形式、断面面积、流量测点位置、测点的渠道斜坡等。本文总结多年来矿井明渠流量仪的开发和推广应用经验, 讨论了矿井水流量准确测定的技术方法。

## 2 矿井明渠流量测定方法分析

### 2.1 测量装置选型

矿井明渠流量通常采用速度式液体流量计测量。速度式液体流量计可以细分为涡轮流量计、涡街流量计、旋进旋涡流量计、磁电流量计、超声流量计、分流旋翼式流量计、激光多普勒流量计和插入式流量计等多种形式<sup>[1,2]</sup>。其中, 涡轮流量计是利用流体中的叶轮感受流体平均速度, 来测量流体流量, 属于质量流量计, 使用中的主要问题在于线状、块状杂物的影响; 涡街流量计是利用水中非线性旋涡发生器两边的涡街交叉的频率与速度的正比关系, 测量

流体流量, 使用中受明渠不规则边沿和煤粉浓度的影响较大; 旋进旋涡流量计是利用一组螺旋叶片强制流体绕扩大管路的中心线旋转行进, 通过测定旋涡中心的频率, 正比计算管路流量, 使用中块状杂质和煤粉混合程度对流量测量准确度影响严重; 磁电流量计是利用导电流体在固定磁场中产生的感应电动势, 来测定流量, 使用中受液体掺杂物影响导致电性差异较大; 超声流量计是利用超声波在流体中的传播特性, 来测定流体速度, 使用中主要受流体中悬浮物和颗粒杂质的影响较大<sup>[4]</sup>; 分流旋翼式流量计是利用孔板分流被测部分流体, 经喷嘴与叶轮测定被分流流体, 推算整体流量, 使用中液体的杂质会堵塞测量导孔和孔板, 导致较大误差; 激光多普勒流量计是利用流体中的杂质对激光的反射, 用多普勒法测定杂质的速度来计算流速, 使用中受杂质不均匀和液体透光性影响较大; 插入式流量计是一种通过测定流体断面中的一点流量来推算流量的一种测量方法, 使用中要求流体在断面中流速均匀。主要测量方法的比较列于表 1。

显然, 在巷道自然明渠条件下, 矿井水中的杂质无法避免, 特别是煤粉浓度无法控制, 导致水体中的电性不均匀, 且透光性差, 因此诸如涡街流量计、旋

表 1 矿井明渠流量测量方法比较表

Table 1 The comparison sheet of canal sewage discharge

类型	主要影响因素	可用性	原因及关键问题
涡轮流量计	线状、块状杂物	可用	需要解决杂物缠绕问题
涡街流量计	明渠不规则边沿和煤粉浓度	不可用	煤粉浓度无法控制
旋进旋涡流量计	块状杂质和煤粉混合程度	不可用	煤粉浓度无法控制
磁电流量计	液体掺杂导致电性变化	不可用	电性无法控制
超声流量计	悬浮物和颗粒杂质	不可用	煤粉浓度无法控制
分流旋翼式流量计	杂质会堵塞	不可用	阻塞无法避免
激光多普勒流量计	杂质不均匀和液体透光性	不可用	透光性条件不足
插入式流量计	流速均匀	可用	需要解决断面均匀问题

进旋涡流量计、磁电流量计、超声流量计、分流旋翼式流量计和激光多普勒流量计等测量装置无法使用。相比而言,有可能使用的是插入式流量计和涡轮流量计,可以通过组合形成测量装置,以适应不规则明渠测量条件的复杂多变,但是测量中要解决流体中杂物缠绕、阻塞,以及断面流量均匀和面积计算等基本问题。

2.2 断面流量计算

采用涡轮流量计测量不规则明渠中的矿井水,需要结合插入式流量计测量方式,通过断面点流量测量推算渠道流量。这时,可在测量叶轮头部增加杂物隔离罩,防止对测量叶轮缠绕,提高测量精度,但是还需要解决断面均匀流速测定的关键问题。

由于明渠边沿形态的影响,存在不规则旋进流动,其断面流速是不均匀的。为解决这个问题,可把断面划分为几个流速均匀的块段,测定每个块段断面的流速(图 1)。流量计算公式为:

$$L = \sum s_i \times h_i \times d \quad , \quad (1)$$

即总流量  $L$  为各块段分流速  $s_i$  与各块段分面积  $h_i \times d$  的乘积之和。

测量中深度的测量是关键,需要避免渠道底部软淤泥层对深度值造成的影响。通常在测量装置底部增加一个托盘,避免底部陷入软淤泥中。

2.3 流速校正

准确的流速测量是保证流量测量精度的关键。流速测量是通过测量叶轮的转速统计来实现的。测量叶轮的转速统计有磁感应式、光感应式、电感应式等多种传感方式。其中磁感应和电感应方式受明渠污水中的金属丝类杂质影响较大,往往产生误计

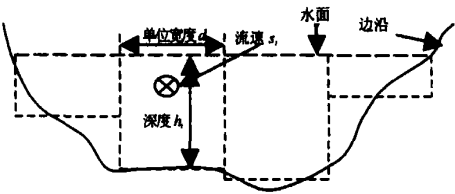


图 1 明渠流量断面测量示意图

Fig. 1 The sketch map of the cross section measure method of canal sewage discharge

数,使测量难以进行。光感应计数法相对稳定性好,但是对严重混浊和悬浮颗粒较大的矿井水也会产生丢失计数,这类问题可以通过调节光强、采用光纤定向传感等技术很好地解决。

涡轮流量计属于质量测量,存在最小可测定流速和流体密度的影响,因此,计算中需要校正。校正计算公式如下:

$$V = (\sum (K \times N_i / T_i + C)) / n \quad , \quad (2)$$

式中  $V$  是流速;  $N_i$  是叶轮转动圈数;  $T_i$  是计数时间段长度;  $C$  是最小测定速度;  $K$  是流体质量校正系数。为了消除大颗粒杂质造成的瞬间流体质量变化对测量叶轮转速产生的加速影响,通常采用自动多时段测量累加的方法测量  $n$  次,以获得相对稳定的测量结果。

另外,测量精度还受到测量探头与被测流体流向的夹角影响。一般需要尽可能控制测量探头顺着被测流体流向,也可以考虑采用自由转动测量探头装置配接稳向翼的方式自动校正测量方向。稳向翼的大小决定方向稳定度,也涉及测量头装置的体积、可靠性和测量环境适应性等实际使用问题。

2.4 测点位置的选择与斜坡测点校正

采用合适的测量仪器和测量方法,在复杂的矿井明渠条件下还不能保证得到准确的测量结果。如明渠不规则边沿导致的流阻不稳定;明渠地面倾斜造成的流速不稳定;杂质造成许多涡流和气泡导致流体的不均匀等等,这些因素同样会导致不同测量点测量数据具有较大的差异。因此,在选择测量位置和测点位置时要遵循以下原则:

- a. 选择底界面有 3~5 m 以上相对平缓区,中间没有堆积物和较大转弯,使得较重悬浮物沉淀后流体基本均匀,没有涡流且流速均匀。
- b. 水深在 20~50 cm 之间(应选择水深 2/3 处,该处水流相对平稳),断面水流相对一致,且水深容易测定。
- c. 边沿相对垂直,以便有效地等间距布置测点;周边没有淋水和其他流入途径,保持流量稳定。

文章编号: 1001-1986(2006)01-0058-04

# 近水平层状边坡的层内失稳分析和对策

邵 江<sup>1,2</sup>, 曾高峰<sup>2</sup>, 周德培<sup>1</sup>

(1. 西南交通大学土木工程学院, 四川 成都 610031;

2. 四川省交通厅公路设计研究院, 四川 成都 610041)

**摘要:**以西攀高速公路 K151+180~650 m 深挖路堑开挖失稳形成昔格达层内滑坡为例, 总结了昔格达组泥岩与砂岩互层半成岩堑坡的工程地质特征, 分析了开挖、场区构造影响和水文地质条件对堑坡失稳的影响, 以及开挖造成部分坡体沿层面失稳的机理。并对失稳堑坡提出了综合治理措施, 以及堑坡开挖失稳的防止对策。

**关键词:**开挖; 近水平层状; 歪斜滑移; 昔格达组

**中图分类号:** P642.22 **文献标识码:** A

## Landslide analysis and control strategy for approximately level slope of Xigeda Formation

SHAO Jiang, ZENG Gao-feng, ZHOU De-pei

(1. School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Highway Design Institute, Sichuan Provincial Communication Department, Chengdu 610041, China )

**Abstract:** Based on the researching on K151+180~650 m landslide along the Xi-Pan Expressway the paper described the geologic characteristic, analyzed the infection of the excavating, the structure and hydrogeology conditions of the slope, and summarized the slip mechanism on the landslide of the approximately level excavated slope in Xigeda Formation. The advanced control strategy is provided.

**Key words:** excavation; approximately level; deflection slippage; Xigeda Formation

收稿日期: 2005-05-05

作者简介: 邵 江(1973—), 男, 四川南江人, 工程师, 西南交通大学博士生, 岩土工程专业。

d. 周边不能有强震动机械工作, 以保持流体稳定和测量操作稳定。测量深度值时, 测杆要尽量垂直和稳定; 在斜边测量中, 应尽量保证测杆泥托底座中心触及渠道底部。

e. 在前方有较大坡度的明渠低端测量, 一般要离开大坡度低端 20 m 以上, 或有一个以上的转弯。也可以加阻尼栅稳定流速, 这种情况下测量要在距离阻尼栅 5 m 以上的位置处选点。但是在实际工作中, 会经常遇到必须在有坡度的地段测量明渠流量的情况。这就需要采用斜坡校正来修正测量结果。根据通常矿井水的粘度系数、明渠流阻和煤质比重考虑, 最大测量坡度为 15°。由于水体的自重加速, 对于涡轮流量计这种质量测量方式, 需要对测量值进行校正。因为煤比重、流阻、煤粉颗粒度和含量等多种因素难以计量, 一般采用同点校正比对, 来认识相对流量的增加比例。若要与同渠道水平段测量点数据相比时, 可乘以斜坡修正系数  $D$  来校正斜坡段测点的流量测量结果。

$$D = (100 - \text{斜坡角度}) / 100 \quad (3)$$

另外, 在日常工作中还要注意许多影响测量精

度的问题, 如清理测量传感器中及周边缠绕的杂物, 注意定期、及时校准传感器, 测量中密切注意测量数值的突然减小或增大, 以保证结果的可靠性。

### 3 结语

该技术方法在淮北和邢台矿区使用测量中, 通过对矿井不同区段明渠流量测量结果的统计和对比分析, 测量精确度可以控制在 2%~3%, 可以有效地反映工作面或采区短期水量变化, 观察回采过程及采区各部分涌水的动态变化。反之, 如果使用简单的测量方法, 通常误差会大于 5%; 在斜坡或转弯渠段, 误差甚至大于 10%, 这样很难反映工作面或采区涌水的动态流量变化。

### 参考文献

- [1] JJG198—1994, 中国计量科学研究院·流速时流量及检定规程[S]. 国家技术监督局(1994—12)发布.
- [2] 林晖, 黄仁豹·污水流量测量中流量计的选型与探讨[J]. 工业安全与环保, 2001, 27(10): 15—17.
- [3] M·艾登, 等·大型隧洞流量测量的简单方法[J]. 水利水电快报, 2003, 24(13): 15—17.
- [4] 周胜, 王经顺·多普勒测流仪在河流流量测量中的应用[J]. 环境监测管理与技术, 2002, 14(6): 36.