

电阻式位移计固定器的改进与应用

长沙矿山研究院 宋育仁

·摘要· 本文较具体地介绍了改进后的钢筋笼式水泥砂浆位移计固定器的结构，安装新工艺，以及矿山应用实例，对地下工程岩移监测工作颇为实用。

·关键词· 固定器、钢筋笼、水泥砂浆、位移。

在进行矿山压力研究中，除岩体应力状态外，岩层位移也是表征地压活动的一个重要物理力学参数。岩体在被开挖井巷、硐室或开采形成空场后，岩层位移是其力学性态变化最直观的反映，它与其它物理量比较，更易于测量，所以，位移测量是地下工程中最优先采用的测试方法之一，它在监测与评价岩体稳定性研究工作中日趋重要。

我国冶金、煤炭、铁道及化工等部门的地下工程中，曾普遍采用双楔式金属固定器安装电阻式位移计来测量岩层位移，取得成功。随着地压监测工作的日益发展，这种固定器便暴露出诸多不足之处，特别是在大孔径中深孔内安装多台位移计情况下，安装工作困难，甚至不可能。笔者及同事们在开展云锡松树脚锡矿地压研究工作中，将传统的双楔式金属固定器改进为钢筋笼式水泥砂浆固定器。实践证明，改进后的固定器，安装技术可靠，监测性能稳定，观测效果良好，适应性广泛，颇有介绍与推广价值。

一、问题的提出

电阻式位移计工作原理如图1所示，在钻孔中安设一台电阻位移计，在上端用钢丝4与孔内固定器1连接，下端用钢丝5与孔口固定器2连接。由于孔口固定器部位岩层的位移量比孔内固定器部位岩层大，所以电阻位移

计的触针产生轴向位移，引起电阻发生变化。电阻变化的大小，用数字电阻表测得，然后对照“电阻——位移”率定曲线，即可求得岩层的相对位移。

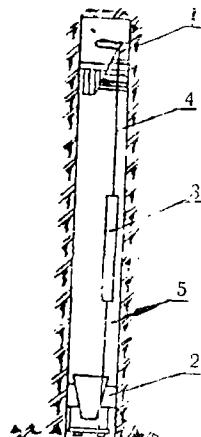


图1 电阻位移计工作原理

1—双楔式孔内固定器；2—孔口固定器；3—电阻位移计；4—上端钢丝；5—下端钢丝。

由此可见，孔内固定器与孔口固定器之间岩层相对位移的测量是否可靠，排除电阻位移计自身精度外，关键便在于孔内固定器与孔口固定器能否将各自的钢丝与各自所处岩层结合一体，当岩层产生相对位移时带动位移计的触针产生轴向位移。

图1中系传统的双楔式金属固定器与孔口固定器。此种固定器乃是通过安装杆的旋

转使上、下楔子楔紧而将位移计上端钢丝固定在孔内某一深处。

在实际应用中，遇到的最大问题是旋转安装杆楔紧上下楔子的同时，往往容易绞断位移计的导线，导致安装失败。此外，还存在不易控制安装深度，加工制造较繁，成本较高等不足之处，因此对其进行改进的设想随之而生，并付诸实践活动。

二、钢筋笼式水泥砂浆固定器

针对上述缺点，对固定器进行了改进。其核心是改传统的金属楔子与岩体固定为水泥砂浆与岩体粘结一体，从而达到固定钢丝的目的。由此必然伴随结构及其安装工艺的改进，主要包括三大部分。

1. 孔内固定器。孔内固定器由钢筋笼1、小导管4、圆橡胶垫2和圆形薄铁片3组成（图2）。直径视钻孔径而定，位移计上端钢丝连结在钢筋笼上，而它又被水泥砂浆包裹而与钻孔岩体粘结一体。

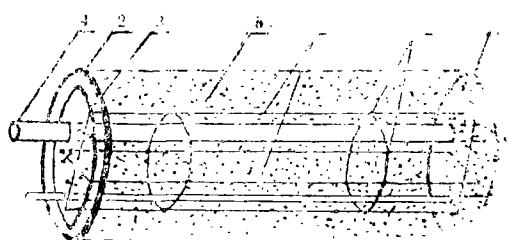


图2 孔内固定器结构示意图

1—钢筋笼；2—橡胶圆垫；3—圆形铁片；4—导线及钢丝导管；5—水泥砂浆；6—焊接点；7—排水管。

2. 孔口固定器。孔口固定器由中心钢导管、大小圆形钢挡板、固定钢条和钢丝夹紧装置等焊接而成（图3）。同样该固定器被水泥砂浆全包裹而与岩体胶结成一体。

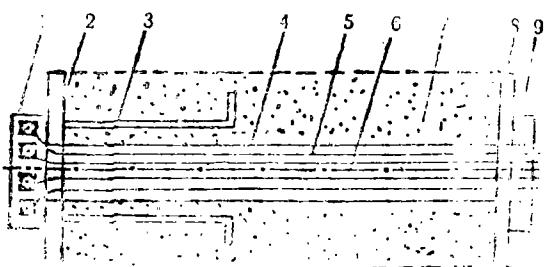


图3 孔口固定器结构示意图

1—钢丝夹紧板；2—一大圆钢挡板；3—固定钢条；4—中心钢导管；5—不锈钢丝；6—导线；7—水泥砂浆；8—橡胶垫；9—一小圆钢挡板。

3. 安装杆与安装助送器。为适应改进后固定器安装要求，安装杆亦可不必原来那么复杂，而只需按图4所示的结构便可。

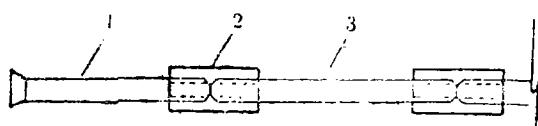


图4 安装杆结构示意图

1—推管接杆；2—套管；3—接杆。

此外，与此配套附件是安装助送器（图5）。它是由薄铁皮敲制而成。其作用是在进行安装固定器时，先把钢筋笼放入助送器内，然后把水泥砂浆塞进钢筋笼，捣实直至填满助送器。随即将助送器的舌形端沿钻孔壁插入孔内，再用安装杆顶推孔内固定器匀速推进，撤出助送器同时将孔内固定器推送至预定位置，安装完毕。

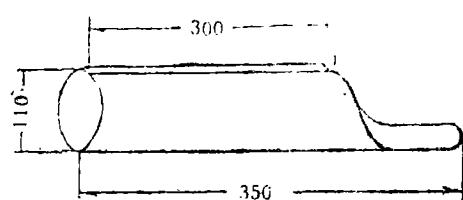


图5 安装助送器

实践表明，采用钢筋笼式水泥砂浆固定器新工艺来安装电阻式位移计，有如下突出优点：

(1) 由于是采用沿钻孔轴向推进方式，不存在旋转安装杆工序，从根本上避免了绞断位移计导线现象发生，尤其是同一钻孔安装多台位移计时更为突出；

(2) 钢筋笼不是精密机加工件，而是任人手工编制，所以对钻孔直径变化适应性强，灵活性大；

(3) 钢筋笼式固定器乃是通过水泥砂浆与岩体粘结达到定位的目的，固定可靠，拔出试验表明，它具有足够的轴向拉力，完全能满足位移计定位要求；

(4) 安装工艺简单，加工方便，成本低廉。

三、应用实例

在云锡松树脚锡矿地压研究和广西大厂铜坑矿地压监测中，电阻式位移计均作为岩层位移测量而被大量应用，而且均是采用钢筋笼式水泥砂浆固定器新工艺，监测效果甚好。以松树脚锡矿为例简介于下。

云锡公司松树脚锡矿1—4矿体开采面积达1.06万米²，体积为17万多米³，遗留着大量采空区未处理，先后两次发生大的地压活动，导致其北侧的二号盲竖井、1920中段卷扬机房及附近运输巷道出现大量锯齿状张性裂缝以及片帮掉块现象，严重威胁盲竖井、卷扬机房的安全。为了掌握该区域地压活动特征，确定以二号盲竖井及卷扬机房为中心，在南北120米，东西240米范围内布设了包括电阻式位移计、光应力计等六种仪器的综合监测网。其中电阻式位移计的布置如图6所示，钻孔13个，孔径110毫米，孔深9~20.5米，共安设位移计26台，一般每孔2台，多达3台，少则1台。经两年的定期监测，仪器工作正常，而且为研究该区域的地

压活动重要特征岩移量提供了可贵的实测资料。

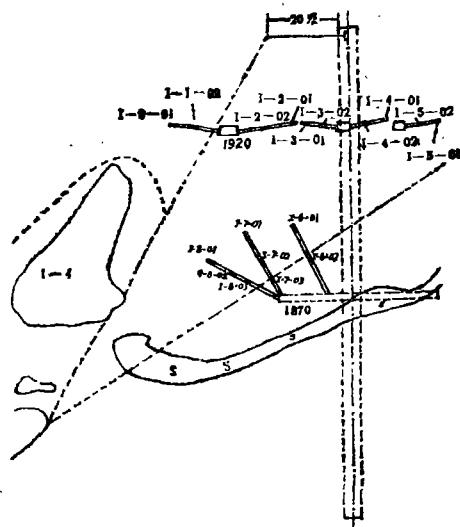


图6 电阻式位移计布置剖面

图7表示位移量随时间增长关系，图8则表示距采空区近的钻孔岩层位移大，反之则位移量少。以上说明电阻式位移计固定器安装新工艺，技术上可行，经济上合理，很适宜地下工程大范围布点监测，为扩大电阻式位移计的应用范围开创了新途径。

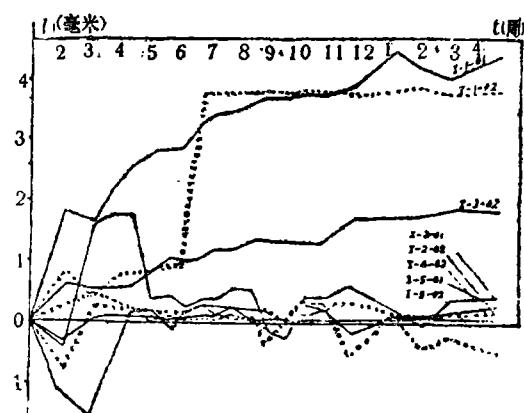


图7 位移一时间关系

(下转第49页)

上，采掘工作面过于集中，甚至形成串联风流。同时，由于单一中段的生产能力小，要提高矿井生产能力就迫使多中段生产，进而导致采掘工程全面铺开，生产陷入紊乱状态，形成恶性循环。实践证明，这种大后退式的开采不符合群脉型铀矿床地下开采的客观规律。为此，1982年首先在横涧矿井进行分区后退式开采的试点。其特点是沿矿床走向划分三个采区，每一个采区相应地形成通风、充填、运输系统，在采区内实行后退式回采，如同矿井整个生产系统中的一个子系统。这是江西铀矿地下开采设计方案上的一次革新。从1983年起江西大部分铀矿井都完成了分区开采方案的改造，从而理顺了采掘关系，平衡了三级矿量，生产能力开始稳步提高，其中横涧矿井从1985年开始持续达产。

2.降低中段开采高度。一般认为，中段高些可节省井巷工程量，降低采掘比。但对群脉型铀矿床来说则不然。第一，在两中段之间无法系统控制上伸或下延的小矿体及盲矿体，储量难以升级；第二，需要增加大量的竖向工程（天井、副川）追踪矿体，由于竖向工程施工条件差往往造成工程欠帐达不

到计划要求；第三，由于大部分矿体都是长20余米、高20余米的小矿脉、小透镜体，这样要在40~50米的中段高度上进行生产探矿和采准，无形中增加了大量的无效工程，使采掘比加大，同时增加了开采难度。因此，突破群脉型铀矿床开采技术关键在于降低中段开采高度。

1982年，横涧矿井在分区开采的区段上率先开拓了第一条副中段，中段高度15米。通过系统地探矿和采准，结果地质矿量和金属量分别增长了1.3和1.5倍，探矿千吨比由269米下降到104米，相应地节省了井巷工程量。同时，它变许多竖向工程为平面工程，变盲矿体为明矿体，使探采紧密结合、工程互为利用，而且有利于探清资源、扩大储量和改善施工作业条件。鉴于横涧矿井的经验，其它矿井也都相继进行了试验。到1987年共施工了五个副中段，并取得了令人满意的效果。

当然，在完善群脉型铀矿床地下开采技术方面，如何系统地增设副中段及优化布置问题，关于副中段小型机械化作业问题，都还有待于进一步研究解决。

参考文献（略）

（上接第34页）

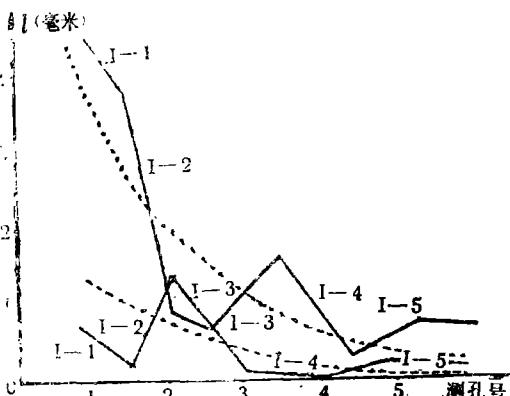


图8 位移—采空区距离关系

参 考 文 献

- 王风义,DY-1型电阻式位移计的研制报告，锡矿山地压研究鉴定会议报告,1980
- 朱明亮,宋育仁,电阻式位移计监测松矿1—4采区岩层移动的研究报告，云锡松树脚锡矿地压研究鉴定会议报告,1983