

## 中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 878—2000

---

### 煤矿巷道矿山压力显现观测方法

Method of monitoring for behavior of  
rock pressure about the roadway in coal mines

## 前 言

本标准对巷道常规矿山压力观测项目及仪器、测站与测点布置、观测方法和数据处理等方面作了规定。目的在于统一煤矿巷道矿山压力显现观测方法,为矿井安全、生产科学管理以及支护设计提供科学依据。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由国家煤炭工业局规划发展司(国家煤矿安全监察局安全技术装备保障司)提出。

本标准由煤炭工业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准由煤炭科学研究总院北京开采研究所负责起草。

本标准主要起草人:林崇德、李效甫、王泽进。

本标准由国家煤炭工业局规划发展司(国家煤矿安全监察局安全技术装备保障司)负责解释。

# 中华人民共和国煤炭行业标准

## 煤矿巷道矿山压力显现观测方法

MT/T 878—2000

Method of monitoring for behavior of  
rock pressure about the roadway in coal mines

### 1 范围

本标准规定了煤矿巷道矿山压力显现常规观测项目及仪器、测站与测点布置、观测方法和数据处理方法。

本标准适用于煤矿巷道矿山压力显现的观测。

### 2 定义

本标准采用下列定义。

#### 2.1 锚杆轴力 axial stress of rock bolt

锚杆与围岩相互作用过程中,锚杆杆体承受的轴向力。

#### 2.2 接触压力 contact pressure

巷道围岩与支护构件之间的相互作用力。

### 3 观测项目及仪器

#### 3.1 观测项目

常规观测项目及其相应的观测内容见表1,其中,围岩移近量为必测项目,其余为选择项目,也可根据工程需要增加其它观测项目。

表1 巷道观测项目及仪器

观测项目	观测内容	观测仪器
围岩表面位移	巷道的顶底板移近量和两帮移近量;顶板下沉、底鼓、上帮或下帮位移	测枪、测杆、收敛计、测尺
围岩深部位移	巷道围岩不同深度径向位移	多点位移计、顶板离层仪
锚杆轴力	锚杆轴向受力	测力锚杆
接触压力	围岩与支护体(棚式支架、喷射混凝土)之间的接触压力;围岩与锚杆托板之间的接触压力	压力盒、锚杆测力计或其它压力传感器
统计观测	支架变形破坏状况、锚杆破坏状况	

#### 3.2 测量仪器

根据观测项目和观测内容选用相应的测量仪器,见表1。

### 4 测站

#### 4.1 测站布置

##### 4.1.1 围岩表面位移

地质生产条件单一的巷道,测站间距为 50~100 m,每条巷道测站不少于 3 个,每个测站布置 2~3 个观测断面;一条巷道中,当地质生产条件差异明显地段的长度大于 20 m 时,该段巷道内至少应增设 1 个测站;试验巷道和重点观测的巷道,测站间距应为 20~50 m。

#### 4.1.2 统计观测

统计观测的测站布置与围岩表面位移测站布置相同,统计观测对象为各测站内所有支架或锚杆。

#### 4.1.3 其它观测项目

其它观测项目的测站一般布置在围岩表面位移测站上,一条巷道中的观测断面不少于 2 个。

### 4.2 测站布置图

#### 4.2.1 测站布置图应标注的内容

- 观测巷道的平面位置;
- 观测断面编号;
- 观测项目代号;
- 测站间距。

#### 4.2.2 观测项目代号

- 围岩表面位移:⓪;
- 围岩深部位移:Ⓢ;
- 锚杆轴力:ⓐ;
- 接触压力:ⓑ。

如需增加其它观测项目或内容,可增加相应代号,并加以说明。

#### 4.2.3 测站布置图示例

测站布置图示例见图 1。

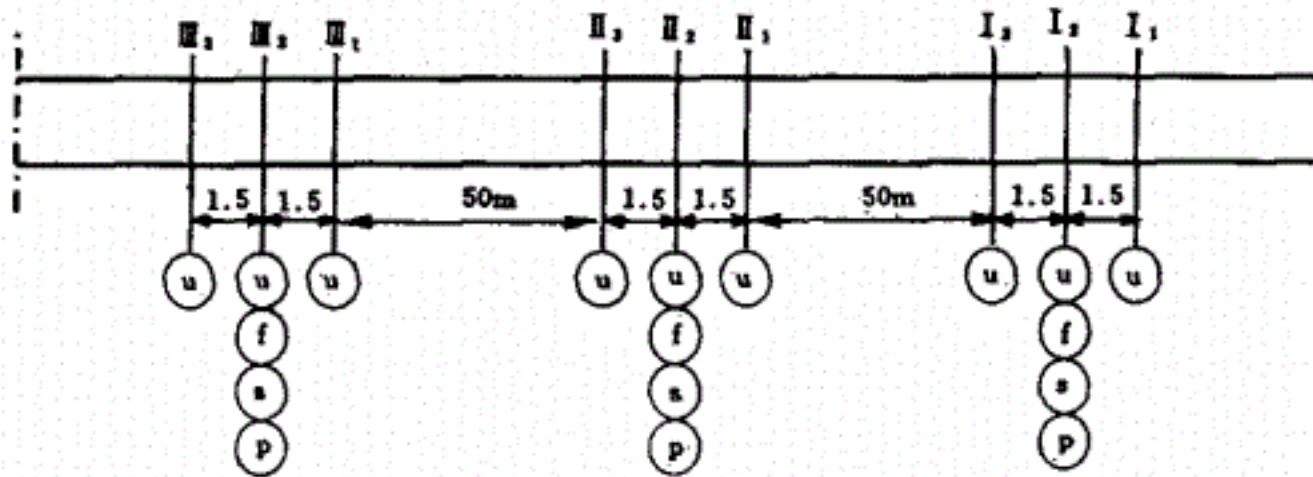


图 1 巷道测站布置图

## 5 观测方法

### 5.1 围岩表面位移

#### 5.1.1 测点布置

围岩表面位移测点可按二条测线布置(见图 2a)。水平测线  $a-b$  应与巷道腰线重合,垂直测线  $c-d$  应与巷道中垂线重合。根据巷道断面形状、断面大小、设备布置及工程重要性,测线数量可在二条测线布置的基础上增至 3~6 条(见图 2b)。

#### 5.1.2 测量方法

a) 顶底板移近和两帮移近:测量各测线两测点间的距离,并填入表 A1,见附录 A(提示的附录);

b) 顶板下沉与底鼓:参见图 2,先在水平测线  $a-b$  位置拉直测线,再用测量仪器测出顶部测点  $c$  与水平测线的垂直距离  $c-o$ ,并填入表 A1,见附录 A(提示的附录)。将巷道顶底距离  $c-d$  减去距离  $c-o$  为底鼓的观测值  $o-d$ ;

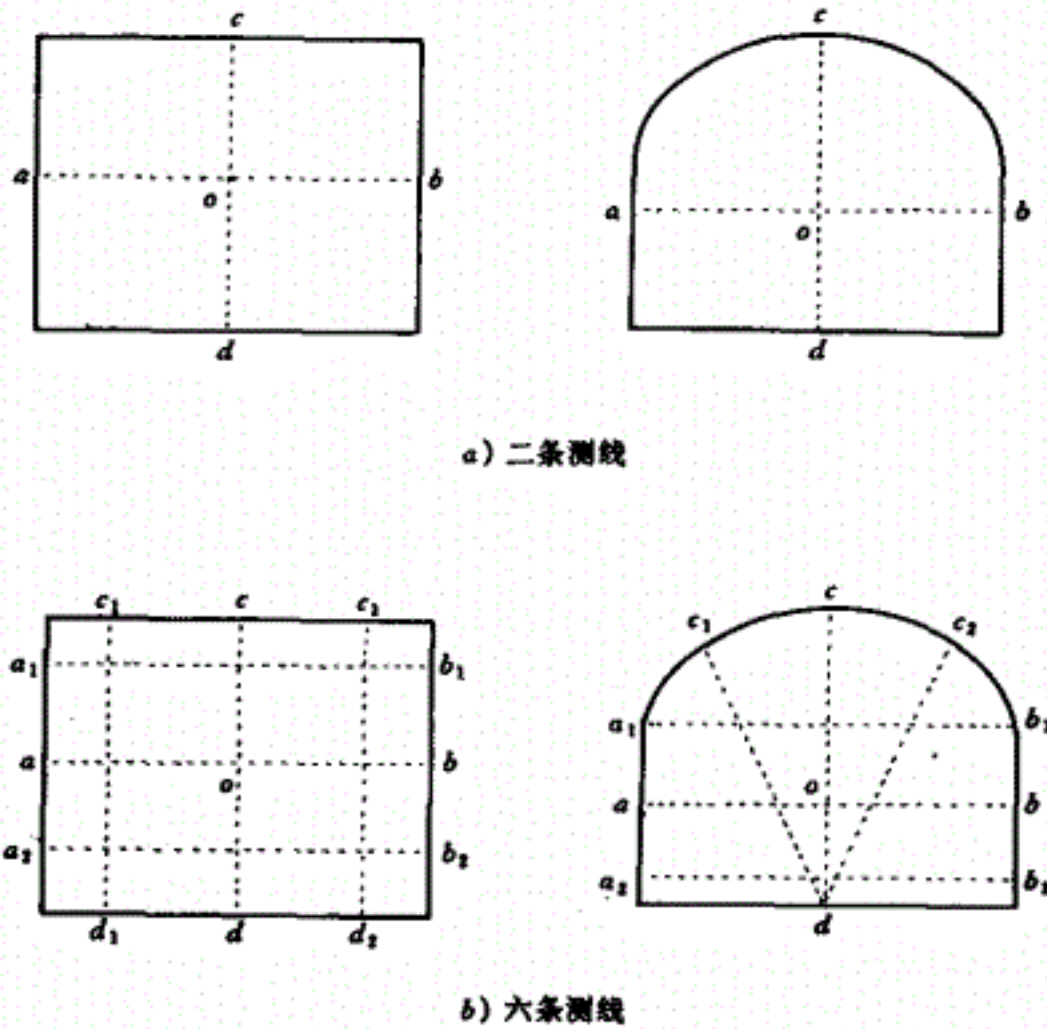


图 2 围岩表面位移测点布置

c) 上帮或下帮位移,在顶部测点  $c$  挂垂线,测量巷帮测点  $a$  或测点  $b$  与垂线的水平距离  $a-o$  或  $b-o$ ,并填入表 A1,见附录 A(提示的附录)。

5.2 围岩深部位移

5.2.1 测孔布置

a) 在同一观测断面中,除底板外,顶板及两帮应各布置一个测孔(见图 3)。根据需要,可在其它有代表性的位置或底板增设测孔。

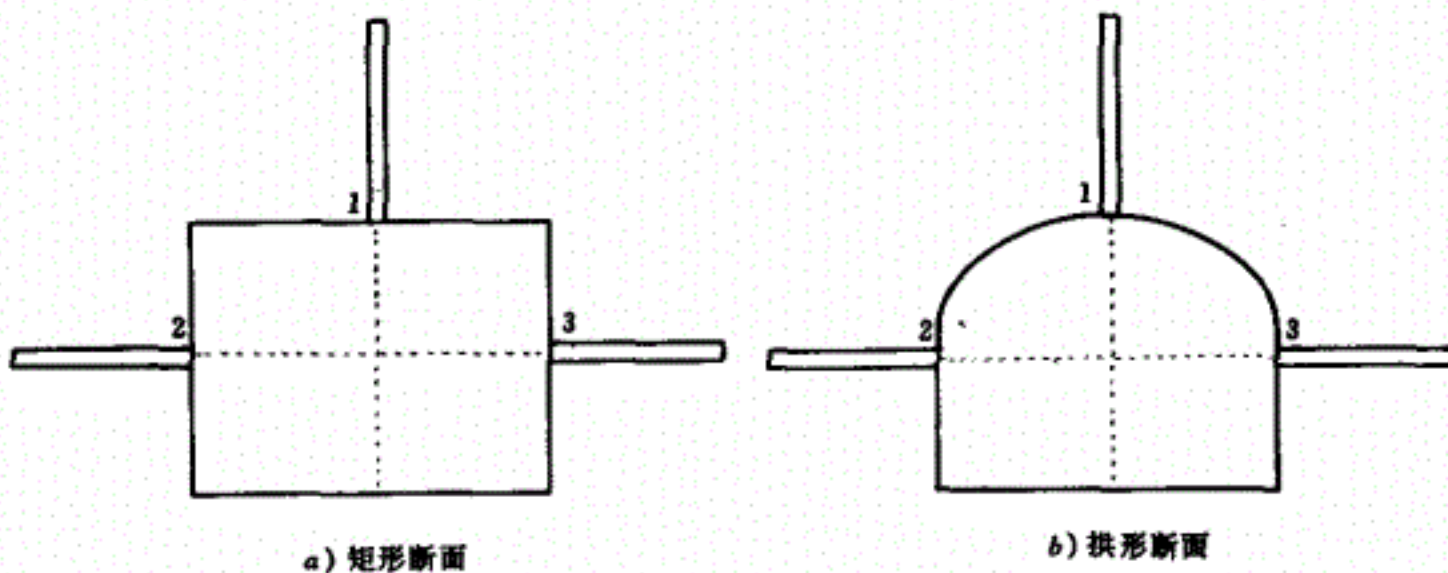


图 3 围岩深部位移测孔布置

b) 测孔的深度和测孔内测点的数量应根据围岩的稳定性和巷道跨度等因素综合考虑确定,但测孔深度应大于巷道的跨度。

5.2.2 测量方法

按测量仪器的使用方法,测量测孔内各测点的相对位移,测量结果填入表 A2,见附录 A(提示的附

录)。

### 5.3 锚杆轴力

锚固长度大于锚杆杆体有效长度的 1/2 时,使用测力锚杆测量锚杆的轴力;其余短锚固长度的锚杆轴力按接触压力测量方法测量(见 5.4.2)。

#### 5.3.1 测力锚杆布置

根据具体工程中锚杆的安设位置,在有代表性的位置安设测力锚杆。例如,在巷道顶板的中部和边角处。测力锚杆的规格应与工程中使用的锚杆规格相同,并在安设位置取代普通锚杆。

#### 5.3.2 测量方法

按测量仪器的使用方法测量测力锚杆上各测点的轴力,并填入表 A3,见附录 A(提示的附录)。

### 5.4 接触压力

#### 5.4.1 测点布置

根据巷道支护形式、支护结构及巷道断面大小确定测点的位置和数量。巷道观测断面中顶部测点不应少于 3 个,两帮测点各不少于 2 个。锚杆支护的巷道应适当增设测点。

#### 5.4.2 测量方法

按测量仪器的使用方法测量各测点上的接触压力,并填入表 A4,见附录 A(提示的附录)。

### 5.5 统计观测

观察测站内支架或锚杆的变形破坏状态,按表 2 中规定的评判标准,确定支架或锚杆的变形破坏指数,并填入表 A5,见附录 A(提示的附录)。对于支架,当顶梁与棚腿有不同的变形破坏指数时,只记录变形破坏指数最大值和所在部位。

表 2 支架或锚杆变形破坏指数评判标准

变形破坏指数	支护构件状态
1	支架构件无变形或轻度变形,无须整形可复用;锚杆发挥正常作用,无构件损坏
2	支架构件变形明显,回收后须整形方可复用;锚杆脱扣或托盘破坏
3	支架破坏,出现严重扭曲和拆损,无法修复使用;锚杆杆体破断或锚固失效

## 6 测点安设与观测频率

### 6.1 测点安设

各观测项目的测点应紧跟掘进迎头及时安设,底板测点安设受掘进设备影响时,应待设备移走后及时安设测点。测点安设后,立即进行观测,并将观测值填入记录表中,并在记录表“备注”中记录掘进迎头处在测点位置时的日期。

### 6.2 观测频率

测点安设后的观测频率由测量值的变化速度确定。巷道处在不同变形阶段的观测频率见表 3。

表 3 测量频率

围岩表面位移速度 mm/d	观测频率
>5	1次/d
1~5	1次/2d
<1	(1~2)次/14d

## 7 数据处理

观测数据处理之前,应对原始记录进行仔细核对,删除因测量或记录失误、测点更换等人为因素产

生的异常数据。需进行平均值计算或采用数理统计方法处理的数据必须用相同条件下测取的数据。

## 7.1 围岩表面位移数据处理

### 7.1.1 数据计算

a) 围岩暴露时间:当测量断面在掘进工作面 2 m 内安设测点时,则该断面的测量累计天数即为围岩暴露时间;在掘进工作面后方一段距离处安设测点时,则该测量断面的围岩暴露时间为测量累计天数加上安设测点时掘进迎头已推过测点位置的天数;

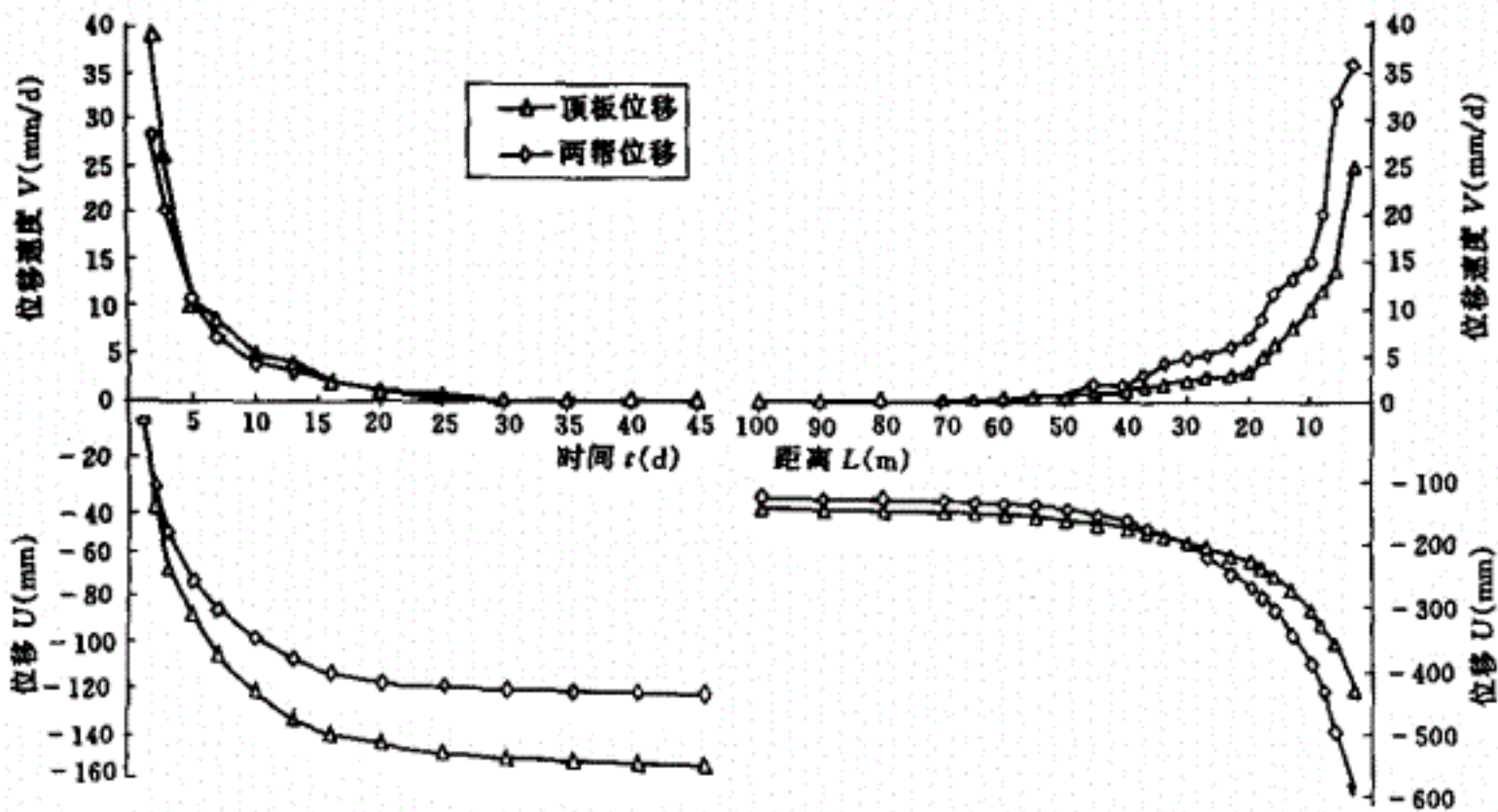
b) 围岩表面位移量:将各次测量读数减去其初次读数,计算出各次测量的围岩表面位移量;当测量断面在掘进工作面后方一段距离布置时,该断面每次测量得到的位移量应加上测点安设时围岩已经产生的位移值,该位移值可以根据在掘进工作面安设的其它测点测得的位移值来确定;

c) 位移速度:测量位移值除以相应的测量间隔时间。

### 7.1.2 数据处理

a) 掘进与稳定阶段的围岩表面位移观测数据按位移与围岩暴露时间(以下简称时间)的关系进行处理。当围岩变形受采动影响时,受影响范围内的数据按位移与测点距回采工作面水平距离(以下简称距离)的关系进行处理;

b) 重点观测断面或有代表性观测断面的观测数据可在位移  $U$  和速度  $V$  与时间  $t$  及位移  $U$  和速度  $V$  与距离  $L$  坐标系中直接绘制各个观测断面位移变化曲线(见图 4)。多个测站的数据处理可采用数理统计方法,求位移  $U$  和速度  $V$  随时间  $t$  及距离  $L$  变化的回归方程及其剩余标准差。回归分析中常用的几种函数形式见表 4。



a) 掘进与稳定期间位移—时间关系曲线

b) 采动影响期间位移—距离关系曲线

图 4 围岩表面位移变化曲线示例

## 7.2 围岩深部位移数据处理

### 7.2.1 深部测点相对位移计算

以测孔孔底测点为基准点,计算各测点与基准点的相对位移。

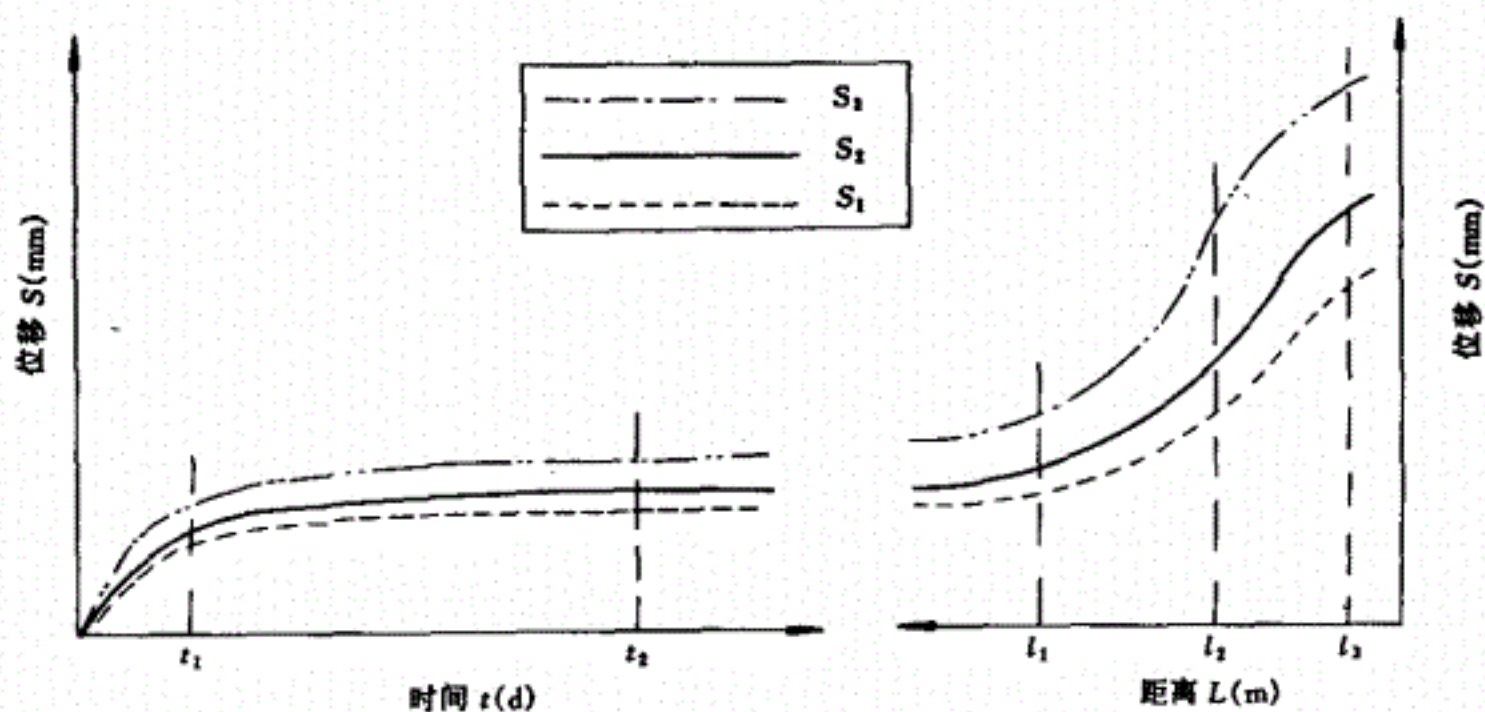
当使用的多点位移计测取的测点读数变化量为测点与孔口的相对位移时,将孔底测点与孔口的相对位移减去各测点相对孔口位移得到各测点与基准点的相对位移。

表 4 常用回归分析函数

函数类型	函数形式	常数	变换公式	线性函数
双曲线函数	$\frac{1}{y} = a + b \frac{1}{x}$	$a, b$	$y' = \frac{1}{y}$ $x' = \frac{1}{x}$	$y' = a + bx'$
对数函数	$y = a + b \lg x$	$a, b$	$x' = \lg x$	$y = a + bx'$
对数函数	$y = a + b \ln(x+1)$	$a, b$	$x' = \ln(x+1)$	$y = a + bx'$
指数函数	$y = ae^{-\frac{b}{x}}$	$a, b$	$y' = \ln y$ $x' = 1/x$ $a' = \ln a$ $b' = -b$	$y' = a' + b'x'$
幂函数	$y = ax^b$	$a, b$	$y' = \lg y$ $x' = \lg x$ $a' = \lg a$	$y' = a' + bx'$

### 7.2.2 深部位移数据处理

a) 绘制测孔内各测点的相对位移  $S$  与时间  $t$  和相对位移  $S$  与距离  $L$  的关系曲线(见图 5);



a) 掘进与稳定期间位移-时间关系曲线

b) 采动影响期间位移-距离关系曲线

图 5 围岩深部位移变化曲线示例

b) 在图 5 中选择不同变形时期的几组代表性数据(如图 5  $t_1, t_2, l_1, l_2, l_3$ ), 绘制相应的测点位移  $S$  与测点深度  $R$  的关系曲线(见图 6)。

### 7.3 锚杆轴力数据处理

#### 7.3.1 锚杆轴力计算

按测力锚杆的仪器使用说明和轴力计算方法, 计算测力轴杆上各测点位置的轴力。对于端头锚固锚杆, 其轴力等于锚杆托盘与围岩表面的接触压力。

#### 7.3.2 锚杆轴力数据处理

测力锚杆轴力数据处理方法与围岩深部位移数据处理方法相同(见 7.2.2), 只需将围岩深部位移  $S$  (mm) 换成锚杆轴力  $F$  (kN)。

端头锚固锚杆轴力数据按接触压力数据处理方法处理。

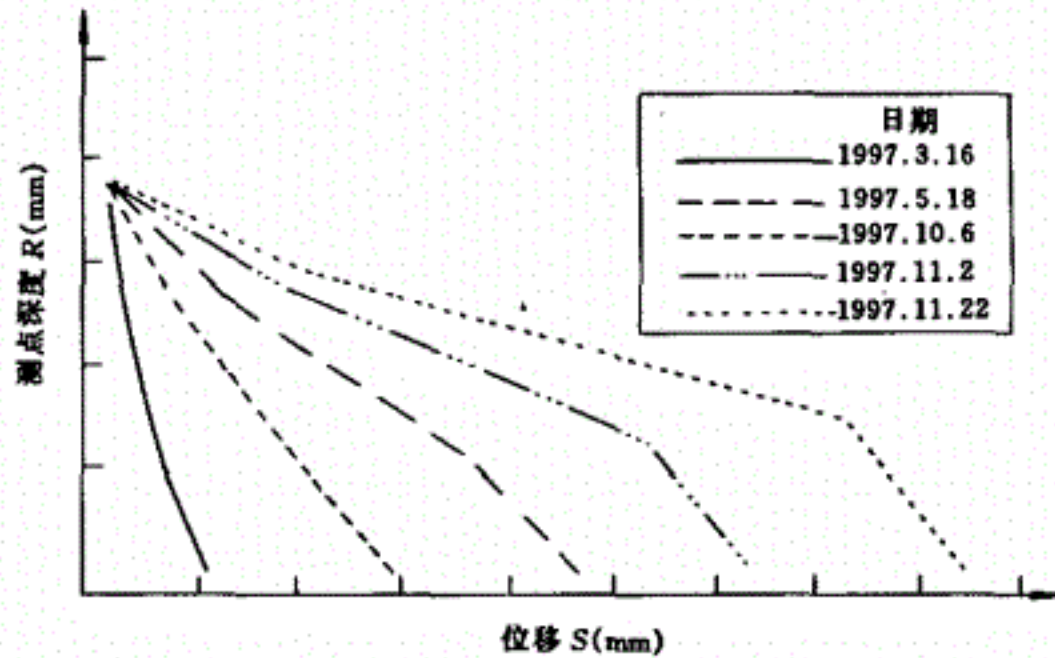


图6 深部测点位移分布曲线示例

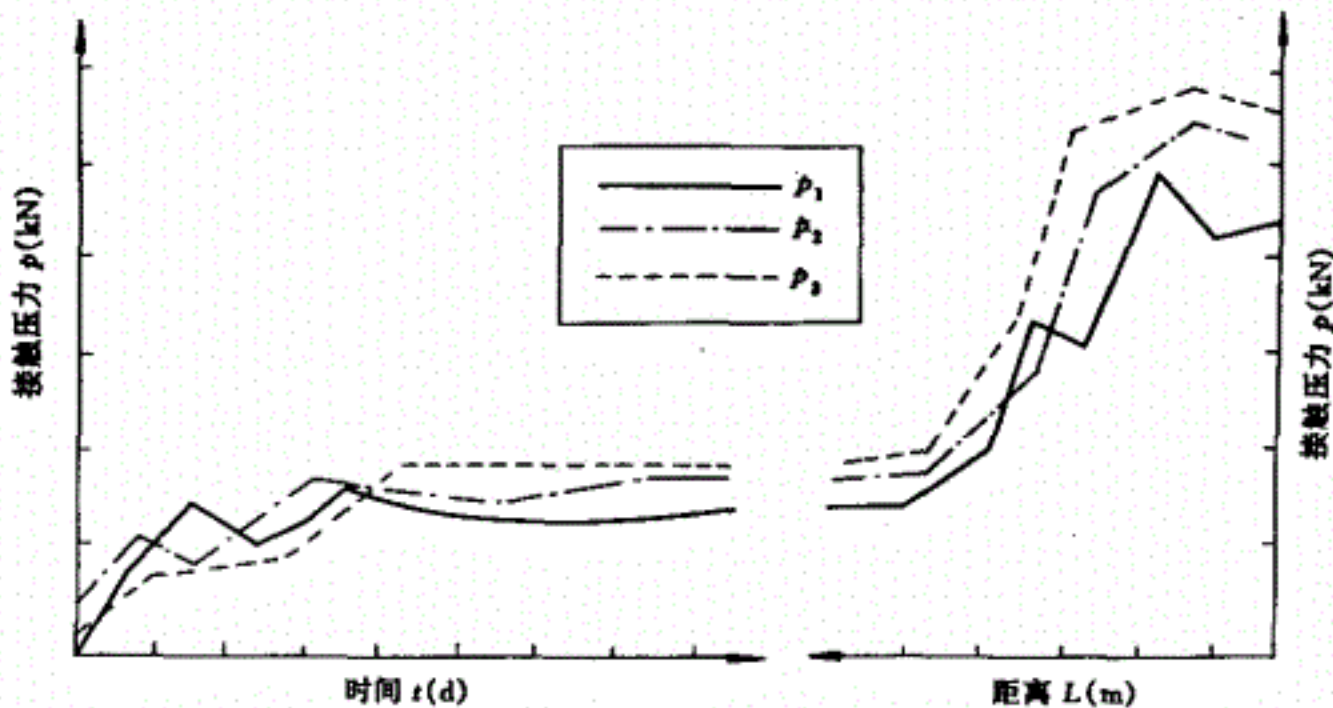
7.4 接触压力数据处理

7.4.1 接触压力计算

按所使用仪器的使用说明,确定或换算各测点上的接触压力。

7.4.2 接触压力数据处理

a) 由观测数据绘制观测断面上各测点( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ……)的接触压力  $P$  与时间  $t$  和接触压力  $P$  与距离  $L$  的关系曲线(见图7);



a) 掘进与稳定期间接触压力-时间关系曲线 b) 采动影响期间接触压力-距离关系曲线

图7 接触压力变化曲线示例

b) 由观测数据绘制不同时期巷道支护接触压力分布曲线(见图8)。

7.5 统计观测数据处理

统计观测数据处理可以以一条巷道或一个测站的数据为整体进行处理,也可以按支架或锚杆在巷道中的变形破坏部位分别处理。

7.5.1 支架变形破坏状况统计

按式(1)计算所有被统计观测的支架中变形破坏指数分别为1、2、3的支架所占的百分比:

$$K_i = \frac{m_i}{m_1 + m_2 + m_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

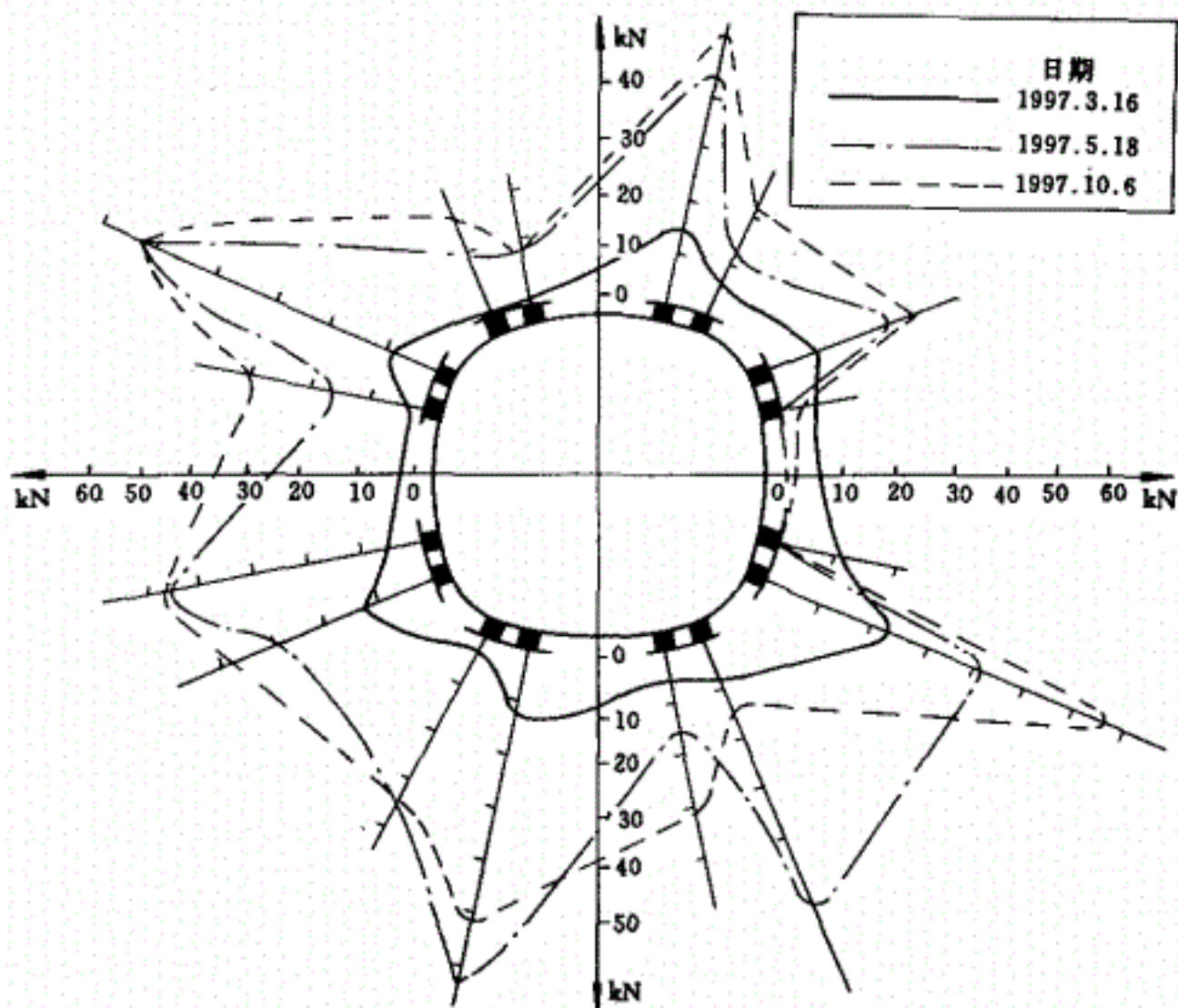


图 8 巷道支护接触压力分布

式中： $K_i$ ——变形破坏指数为  $i$  的支架所点的百分比 ( $i=1,2,3$ )；

$m_i$ ——变形破坏指数为  $i$  的支架架数；

$m_1, m_2, m_3$ ——变形破坏指数分别为 1、2、3 的支架架数。

### 7.5.2 锚杆支护状况统计

a) 锚杆正常使用的百分比：

$$K_n = \frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中： $K_n$ ——锚杆正常使用的百分比；

$n_1, n_2, n_3$ ——变形破坏指数分别为 1、2、3 的锚杆根数。

b) 锚杆损坏的百分比：

$$K_b = 100\% - K_n \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中： $K_b$ ——锚杆损坏的百分比。

## 8 编写报告

常规巷道矿山压力显现观测报告的编写内容主要包括：观测目的与项目、观测地点与时间、测区地质及生产条件、测站与测点布置、使用仪器、观测结果与分析、结论与建议等。

附录 A  
(提示的附录)

数据记录表格

各观测项目的数据记录表格见附表 A1~A5。

表 A1 围岩表面位移记录表

巷道名称:

观测断面编号:

日期		距离 m	a-b	c-d	a-o	c-o	备注
月	日		读值 mm	读值 mm	读值 mm	读值 mm	

注：“距离”一栏记录观测断面距掘进工作面或回采工作面的距离；在“备注”一栏中注明这两种距离。

表 A2 围岩深部位移记录表

巷道名称:

测量断面编号:

测孔号:

日期		距离 m	测点读值 mm								备注
月	日		1	2	3	4	5	6	7	8	

注：1. “距离”一栏记录观测断面距掘进工作面或回采工作面的距离；在“备注”一栏中注明这两种距离。  
2. “测点读值”下方一栏的阿拉伯数字(1,2,……,8)为测孔内各测点编号。

表 A3 锚杆轴力记录表

巷道名称:

观测断面编号:

测力锚杆号:

日期		距离 m	测点读值 kN									备注
月	日		1	2	3	4	5	6	7	8	9	

注: 1. “距离”一栏记录观测断面距掘进工作面或回采工作面的距离;在“备注”一栏中注明这两种距离。  
2. “测点读值”下方一栏的阿拉伯数字(1,2,……,8)为测力锚杆上各测点编号。

表 A4 接触压力记录表

巷道名称:

观测断面编号:

日期		距离 m	测点读值 kN										备注
月	日		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

注: 1. “距离”一栏记录观测断面距掘进迎头或回采工作面的距离;在“备注”一栏中注明这两种距离。  
2. “测点读值”下方一栏的阿拉伯数字(1,2,……,10)为观测断面上各测点编号。

表 A5 统计观测记录表

巷道名称:

测站编号:

日期		距 离 (m)	支架或锚杆编号												备注		
			1		2		3		4		5		6			7	
月	日		指数	部位	指数	部位	指数	部位	指数	部位	指数	部位	指数	部位	指数	部位	

注: 1. “指数”系指变形破坏指数;“部位”一栏填写“顶”、“左帮”或“右帮”,对于支架也可填写“整架”。  
 2. “距离”一栏记录观测断面距掘进迎头或回采工作面的距离,在“备注”一栏中注明这两种距离。