

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 11—2023

代替 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

2023-10-26 发布

2024-01-31 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 观测项目及仪器 1

5 测站 2

6 观测方法 3

7 数量处理 7

8 报告编写 11

附录 A(资料性) 矿山压力数据记录表 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 MT/T 878—2000《煤矿巷道矿山压力显现观测方法》，与 MT/T 878—2000 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 增加了3个术语和定义(见第3章)；
- b) 增加了压力显现的观测项目、观测类型及观测仪器(见4.1)；
- c) 增加了日常监测中测站的布置间距(见5.1.1)；
- d) 更改了综合测站的测站间距(见5.1.2, 2000年版的4.1)；
- e) 增加了锚杆锚索端部载荷的测点布置、测点安装、测量方法(见6.4)；
- f) 增加了围岩体内部相对应力的测点布置、测点安装、测试方法(见6.7)；
- g) 增加了锚杆(锚索)端部载荷数据处理方法(见7.4)；
- h) 增加了围岩体内部相对应力数据处理方法(见7.7)；
- i) 删除了统计观测的相关内容(2000年版的第5、7章)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：天地科技股份有限公司、山东科技大学、北京中煤矿山工程有限公司、山西潞安矿业(集团)有限责任公司、山东思科赛德矿业安全工程有限公司。

本文件主要起草人：吴拥政、吴志刚、林健、刘志强、张镇、赵同彬、李文洲、吴建星、何杰、徐放艳、褚晓威、郝登云、王强。

本文件及其所代替文件的历次版本情况为：

——2000年首次发布为 MT/T 878—2000；

——本次为第一次修订。

煤矿巷道矿山压力显现观测方法

1 范围

本文件规定了煤矿巷道矿山压力显现观测项目及仪器、测站与观测频率、观测方法、数据处理方法和报告编写。

本文件适用于煤矿巷道矿山压力显现的观测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 35056—2018 煤矿巷道锚杆支护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

巷道顶板离层值 **roof separation displacement of roadway**

巷道顶板表面相对于顶板内部不同深度监测点的位移变化量。

3.2

锚杆轴力 **axial stretch load of bolt**

锚杆与围岩相互作用过程中,锚杆杆体承受的轴向力。

3.3

接触应力 **contact stress**

围岩表面与支护体(型钢、支架、混凝土喷层等)的相互作用单位面积力。

3.4

锚杆端部工作载荷 **work load of bolt**

锚杆安装后,通过端部安装的测力计能够监测的锚杆轴向拉力。

3.5

锚索端部工作载荷 **work load of cable**

锚索安装后,通过端部安装的测力计能够监测的锚索轴向拉力。

4 观测项目及仪器

4.1 观测项目

观测项目分为日常观测和综合观测,其相应的观测内容见表1。顶板离层是日常观测的必测项目;顶板离层、围岩表面位移、锚杆端部工作载荷、锚索端部工作载荷(锚杆支护巷道)是综合观测的必测项目,其余为选择项目,也可根据巷道矿压监测需要增加其他观测项目。

4.2 观测仪器

根据观测项目和观测内容选用相应的测量仪器,仪器综合误差小于 1.5%,推荐使用仪器见表 1。

表 1 巷道观测项目及仪器

序号	观测项目	观测内容	支护类型	观测仪器	日常观测	综合观测
1	顶板离层	巷道顶板不同深度的径向位移	全部	顶板离层仪等	√	√
2	围岩表面位移	巷道顶底板移近量、两帮移近量;顶板下沉量、底鼓量;右帮移近量、左帮移近量	全部	测枪、测杆、收敛计、测尺、激光测距仪等	—	√
3	围岩深部位移	巷道围岩不同深度的径向位移	全部	多点位移计等	—	√
4	锚杆端部工作载荷	围岩体外部锚杆端部轴向拉力	锚杆支护	锚杆测力计等	—	√
5	锚索端部工作载荷	围岩体外部锚索端部轴向拉力	锚杆支护	锚索测力计等	—	√
6	接触应力	支护体与围岩体表面之间垂直应力	型钢支护	应力计等	—	—
7	锚杆轴力	加长锚固锚杆或者全长锚固锚杆轴向受力	锚杆支护	测力锚杆等	—	√
8	围岩体内部相对应力	围岩体内部相对应力	全部	钻孔应力计、空心包体等	—	√
注:支护类型分为锚杆支护、型钢支护、砌碇支护和联合支护。						

5 测站

5.1 测站布置

5.1.1 日常观测

煤层巷道中,相邻测站距离不大于 50 m,岩巷中相邻测站距离不大于 100 m,在复杂地段(参见 GB/T 35056—2018,定义 3.43)需增设观测点,或者按照煤矿安全法规的要求增设观测点。

5.1.2 综合观测

地质条件单一的巷道,相邻测站间距为 100 m~300 m,每条巷道不少于 2 个测站,每个测站布置不少于 2 个观测断面;同一条巷道中,当地质条件差异明显地段长度大于 20 m 时,该段巷道内应增设不少于 1 个测站。

试验巷道或重点观测的巷道(锚杆支护),应布置综合测站,且测站数量应不少于 2 个,相邻测站间距应为 50 m~200 m,综合测站应不少于 2 个顶板离层监测,间距 2 m~5 m;应不少于 2 个断面围岩表面位移监测,间距应不大于两排锚杆间距;应不少于 6 根锚杆端部载荷监测,顶板、两帮各不少于 2 根;有锚索加强支护巷道中,应不少于 2 根锚索端部载荷监测,间距 2 m~5 m。

5.2 测站测点布置

日常观测和综合观测各项的测点应紧跟掘进工作面及时设置。回采期间需要补充综合测站时，测站安装位置需要根据现场条件确定。项目测点设置后，立即进行观测，按照数据记录表填写内容。

5.3 测站观测频率

根据现场条件和采用观测方法来确定观测频率，常见的有：

- a) 采用人工观测的，其观测频率通常由表面位移的变化速度确定，具体观测频率见表 2；也可按照安装 10 d 以内或距回采工作面 200 m 以内，每天观测 1 次，其他时间每周 1~2 次。
- b) 采用在线或者连续矿压监测系统对巷道矿压显现观测的，监测系统采集频率宜不低于 1 次/30 min。

表 2 人工观测频率

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

6 观测方法

6.1 顶板离层

6.1.1 测点布置

综合测站布置不少于 2 个顶板离层观测的断面，相邻 2 个监测断面间距 2 m~5 m，锚杆支护巷道中，顶板离层测点布置巷道两排锚杆中间。测点安装在巷道顶板中线位置，垂直巷道顶板，因现场条件，测点不能与顶板中线重合时，需标明测点和中线的相对位置，测点布置如图 1 所示。

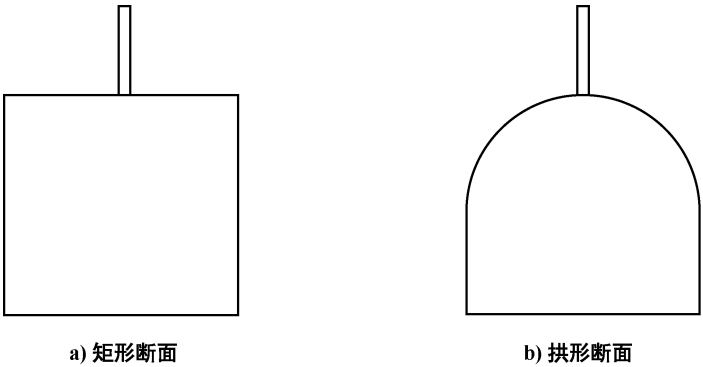


图 1 顶板离层测点布置示例图

6.1.2 测点安装

顶板离层监测按现场监测要求布设。以双高度顶板离层指示仪为例，安装方法参见 GB/T 35056—

2018 中附录 C。

6.1.3 测试方法

顶板离层按照使用仪器说明书进行测量,以双高度顶板离层指示仪为例,测量方法参见 GB/T 35056—2018 中附录 C。深部锚头为观测的不动点,观测巷道顶板相对于深部锚头位移,测量准确度需达到 1 mm,具体方法如下:

- a) 浅部离层值是外侧筒相对于套管的变化量;
- b) 深部离层值是内测筒相对于外侧筒的变化量;
- c) 顶板离层值是浅部离层值和深部离层值两者之和,并把各个数据填入附录表 A.1 中。

6.2 围岩表面位移

6.2.1 测点布置

综合测站中布置不少于 2 个围岩表面位移观测断面,且 2 个断面间距应不大于两排锚杆间距,巷道断面测点布置按图 2 所示方式进行。通常采用“十”字布点布置,如图 2a 所示,水平测线 $a-b$ 需与巷道腰线重合,垂直测线 $c-d$ 需与巷道中垂线重合。因现场条件,水平测线不能与腰线重合时,需标明水平测线和腰线的相对位置;垂直测线不能与巷道中垂线重合,需标明垂直测线和中垂线的相对位置。也可根据巷道断面形状、宽高及工程重要性,测线数量可在十字布点法的基础上增至 6 条,如图 2b 所示。

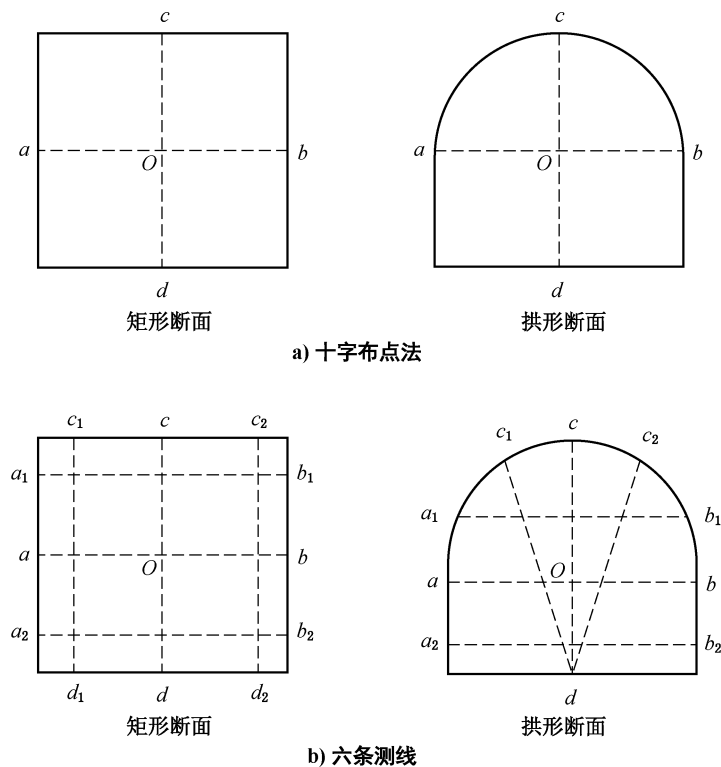


图 2 围岩表面位移测点布置示例图

6.2.2 测点安装

围岩表面位移按现场监测要求布设,采用十字布点法安设表面位移监测断面。在巷道顶底板中垂线方向和两帮腰线水平方向(图 2a 中的 a 、 b 、 c 、 d)钻孔,4 个钻孔的直径不小于 28 mm、孔深不小于

400 mm,将与钻孔直径和深度配套の木桩打入孔中。顶板和左帮木桩端部安设弯形测钉,底板和右帮木桩端部安设平头测钉。

6.2.3 测试方法

围岩表面位移采用相对变化量的观察方法,即把第一次的观测数据作为基准,第一次观测数据减每次观测数据计算差值,差值为巷道围岩的表面位移,测量准确度需达到 1 mm。不同点的测量方法为:

- a) 顶底板移近量、顶板下沉量与底鼓量的测量方法是在 a 、 b 之间拉紧测绳,使用测量仪器,测读 cd 、 co 值; cd 值为顶底板之间的距离, co 为顶板到中心 o 的距离, do 为底板到中心 o 的距离。把各个数据填入附录表 A. 2 中,计算每次观测的顶底板移近量、顶板下沉量与底鼓量。
- b) 两帮移近量、左帮移近量与右帮移近量的测量方法是在 c 、 d 之间拉紧测绳,使用测量仪器,测读 ao 、 ab 值; ab 为两帮之间的水平距离, ao 为左帮到巷道中心的距离, ob 为右帮到巷道中心的距离。把各个数据填入附录表 A. 2 中,计算每次观测的两帮移近量、左帮移近量和右帮移近量。

6.3 围岩深部位移

6.3.1 测点布置

综合测站布置不少于 2 个围岩深部位移观测的断面,相邻监测断面间距 2 m~5 m,巷道顶板应布置 1 个测孔,也可在两帮各布置 1 个测孔,顶板钻孔应在顶板中部垂直巷道顶板,两帮钻孔应在巷道腰线垂直巷道两帮,如图 3 所示。根据需要,可在其他有代表性的位置增设测孔。

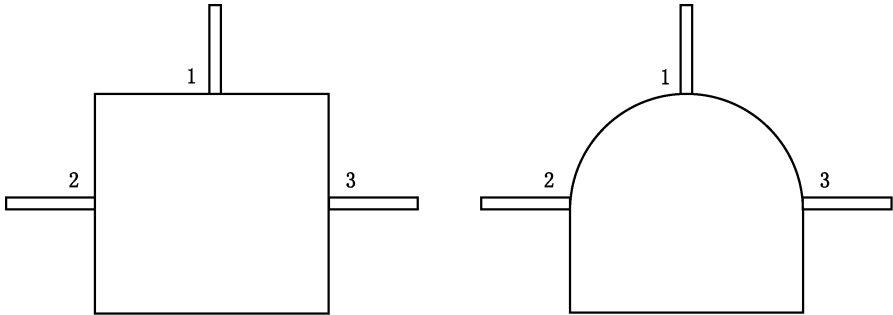


图 3 围岩深部位移测点布置示例图

6.3.2 测点安装

围岩深部位移按现场监测要求布设,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跨度的 1.5 倍,孔内测点应不少于 4 个。按测量仪器的使用方法安装,测量围岩体深部位移。

6.3.3 测量方法

围岩深部位移采用相对变化量的观察方法,即围岩表面相对于围岩内部不同深度各测点之间的位移变化量。按测量仪器的使用方法,计算测孔内各测点的相对位移,测量准确度需达到 1 mm,数据填入附录表 A. 3 中。

6.4 锚杆(锚索)端部工作载荷

6.4.1 测点布置

6.4.1.1 锚杆端部载荷测点布置

锚杆端部载荷监测根据锚杆支护设计的要求,在有代表性的位置布置测点。例如,在巷道顶板的中部和边角处,两帮腰线和边角处布置。综合观测断面需布置不少于 6 根锚杆端部载荷,测点在巷道顶板、两帮各不少于 2 根,也可根据需要增加其他锚杆端部载荷监测。

6.4.1.2 锚索端部载荷测点布置

锚索支护巷道中,在有代表性的位置布置锚索端部载荷监测。例如,在巷道顶板的中部布置。综合观测中,布置不少于 2 根锚索端部载荷,相邻 2 根锚索间距 2 m~5 m,也可根据需要增加其他锚索端部载荷监测点。

6.4.2 测点安装

按矿压监测设计要求安设测力计,锚杆(锚索)测力计应安装于螺母(锁具或其他类似锁紧备件)和球垫(托盘)之间。

6.4.3 测量方法

测力计安装之前,依据测力计的使用说明书记录测力计的初始值,安装之后记录测力计的输出值,按照测力计使用说明记录锚杆(锚索)端部载荷,测量准确度需达到 1 kN,并把监测数据填入附录表 A.4 中。

6.5 接触应力

6.5.1 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。

6.5.2 测点安装

按矿压监测设计要求布置接触应力观测断面,观测断面中顶板应不少于 3 个测点,两帮测点各不少于 2 个。应力计应安装于围岩表面和支护体之间。

6.5.3 测量方法

按监测设计安装应力传感器,测量各侧点的接触应力,测量准确度需达到 1 MPa,并填入附录表 A.5 中。

6.6 锚杆轴力

6.6.1 测点布置

根据监测方案布置锚杆轴力观测断面,测量锚固段锚杆与围岩之间作用力(测力锚杆的轴力),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。

6.6.2 测点安装

按矿压监测设计要求安设测力锚杆,在巷道顶板的中部和边角处安装测力锚杆,需施加初始预紧力。

6.6.3 测量方法

按测力锚杆使用说明,计算测力锚杆上各测点的轴力,测量准确度需达到 1 kN,并填入附录表 A.6 中。

6.7 围岩体内部相对应力

6.7.1 测点布置

根据监测方案布置围岩体内部应力观测断面,在巷道两帮或者顶板进行不同深度应力测量。

6.7.2 测点安装

按矿压监测设计要求安设钻孔应力计、空心包体等。

6.7.3 测量方法

安装应力监测仪器,并按使用说明进行应力监测,测量准确度需达到 1 MPa,记录监测数据并填入附录表 A.7 中。

7 数量处理

7.1 顶板离层位移数据处理

7.1.1 数据计算

顶板离层数据计算方法如下:

- a) 离层仪的测量时间计算是当观测断面距离掘进工作面 2 m 内安装测点时,则该断面的测量累计天数即为离层仪测量时间;在掘进工作面后方一段距离处安设测点时,则该观测断面的离层仪安装时间为测量累计天数加上安装测点时掘进工作面已推过测点位置的天数。
- b) 顶板离层是分别计算浅部顶板离层、顶板离层。
- c) 离层速度是顶板离层值增量除以相应的测量时间间隔,单位为毫米每天(mm/d)。

7.1.2 数据处理

7.1.2.1 掘进与稳定阶段的顶板离层位移观测数据,按离层位移与测量时间(以下简称时间)的关系或者按位移与掘进工作面的距离关系进行处理。当围岩变形受采动影响时,受影响范围内的数据按离层位移与测点断面和回采工作面水平距离(以下简称距离)的关系进行处理。

7.1.2.2 重点观测断面或有代表性观测断面的观测数据,可在位移、速度与时间坐标系中绘制观测断面的离层位移变化曲线,如图 4 所示的掘进期间顶板离层变化曲线;也可在位移、速度与距离坐标系中直接绘制各个观测断面离层位移变化曲线,如图 4 所示的回采期间顶板离层变化曲线。

7.2 围岩表面位移数据处理

7.2.1 数据计算

围岩表面位移数据计算方法如下:

- a) 围岩暴露时间的计算是在观测断面距离掘进工作面 2 m 内安装测点时,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装测点时,则该观测断面的围岩暴露时间为测量累计天数加上安装测点时掘进工作面已推过测点位置的天数。
- b) 围岩表面位移量是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

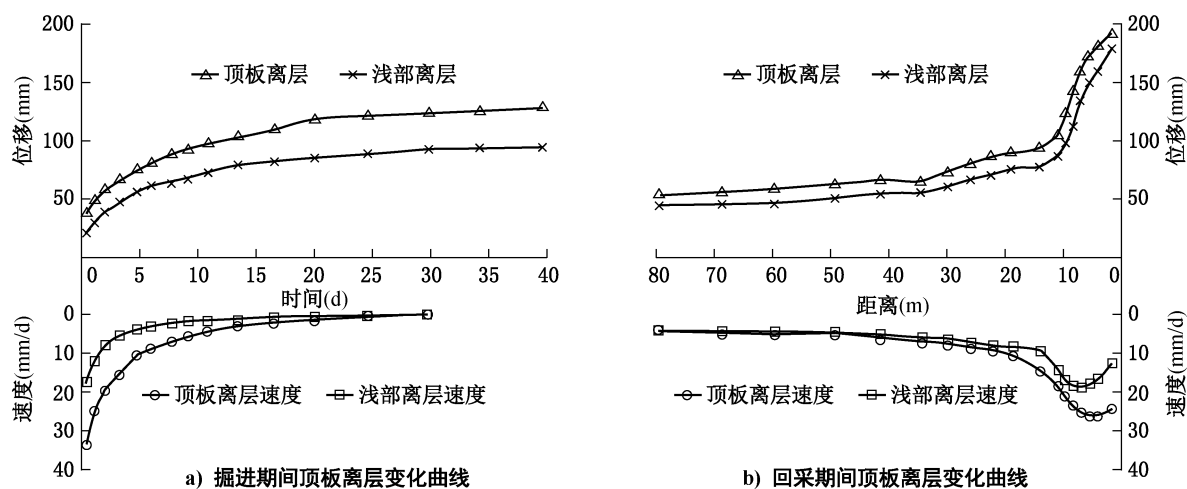


图 4 顶板离层曲线示例图

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他测点测得的位移值来确定。

c) 位移速度是围岩表面位移增量值除以相应的测量间隔时间,单位为毫米每天(mm/d)。

7.2.2 数据处理

7.2.2.1 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)的关系或者按位移与掘进工作面的距离关系绘曲线图。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断面和回采工作面水平距离(以下简称距离)的关系绘图。

7.2.2.2 重点观测断面或有代表性观测断面的观测数据,可在位移、速度与时间坐标系中绘制观测断面的位移变化曲线,如图 5 所示的掘进期间位移变化曲线;也可在位移、速度与距离坐标系中直接绘制各个观测断面位移变化曲线,如图 5 所示的回采期间位移变化曲线。

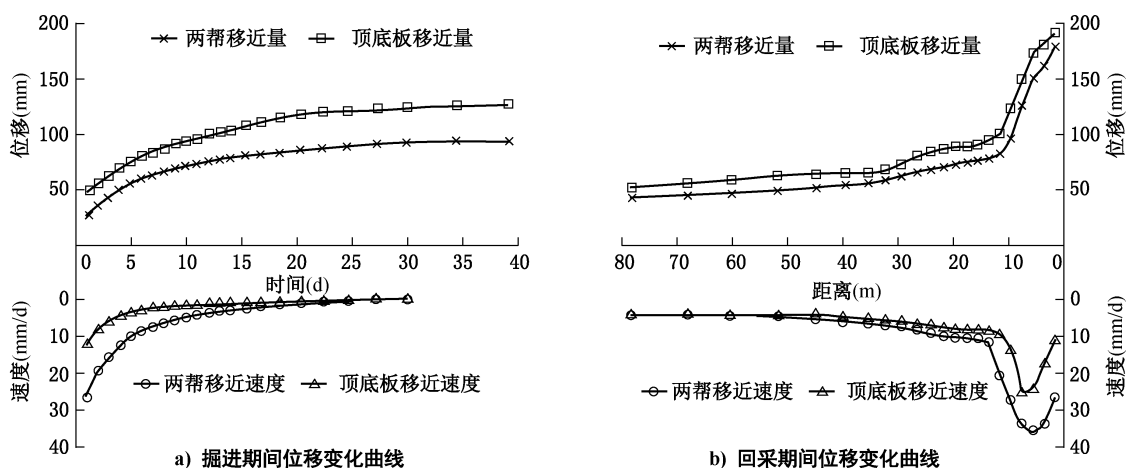


图 5 深部位移曲线示例图

7.3 围岩深部位移数据处理

7.3.1 数据计算

围岩深部位移测量时,把钻孔内部最深的测点作为基准点,测点位移指钻孔内部不同深度的测点与孔

口围岩表面的相对位移,将最深测点与孔口的位移减去各测点相对孔口位移得到各测点与基准点的位移。

围岩深部位移测量时,观测仪器安装累计天数即为深部位移的测量时间。

7.3.2 数据处理

围岩深部各测点的位移与时间的关系曲线,如图6所示的掘进期间深部位移变化曲线;位移与距离的关系曲线,如图6所示的回采期间深部位移变化曲线。

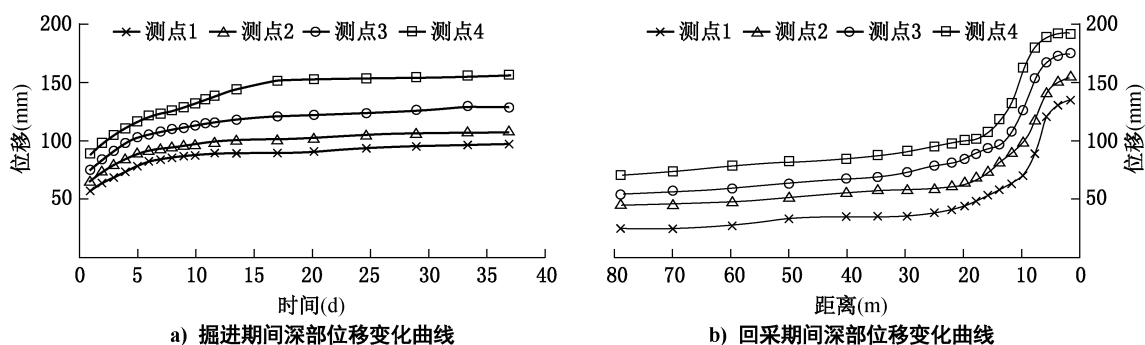


图6 围岩深部位移曲线示例图

7.4 锚杆(锚索)端部载荷数据处理

7.4.1 数据计算

按照所用测力计的使用说明,计算锚杆(锚索)的端部载荷,宜采用应变式锚杆(锚索)测力计进行端部载荷监测,传感器需具有一定的偏载调整能力。

锚杆(锚索)端部载荷测量时,测力计安装累计天数即为锚杆(锚索)端部载荷的测量时间。

7.4.2 数量处理

锚杆(锚索)端部载荷与围岩深部位移数据处理方法类似,但纵坐标为锚杆(锚索)端部载荷轴力(kN),如图7所示。

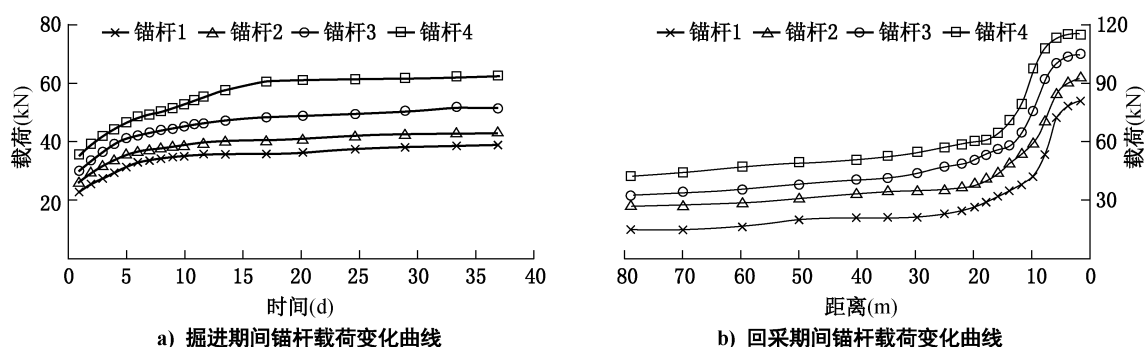


图7 锚杆端部载荷曲线示例图

7.5 接触应力数据处理

7.5.1 数据计算

按所用应力监测仪器的使用说明,确定或计算各测点的接触应力。接触应力测量时,观测仪器安装

累计天数即为接触应力的测量时间。

7.5.2 数据处理

由观测数据绘制观测断面各测点的接触应力与时间的变化曲线,如图 8 所示的掘进期间接触应力变化曲线;接触应力与距离的变化曲线,如图 8 所示的回采期间接触应力变化曲线。

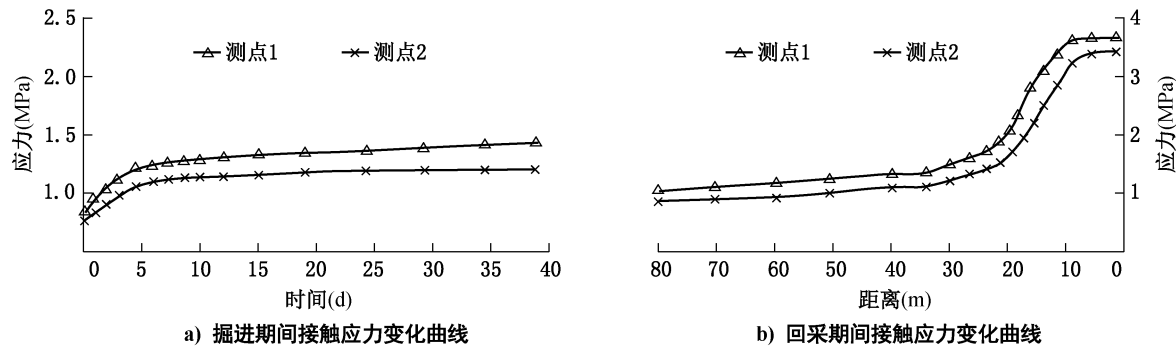


图 8 接触应力曲线示例图

7.6 锚杆轴力数据处理

7.6.1 数据计算

按测力锚杆的轴力计算方法,计算测力锚杆不同位置测点的轴力。

7.6.2 数量处理

以锚杆轴力为横坐标,测力锚杆杆体的不同位置测点为纵坐标,绘制锚杆轴力分布曲线,如图 9 所示。

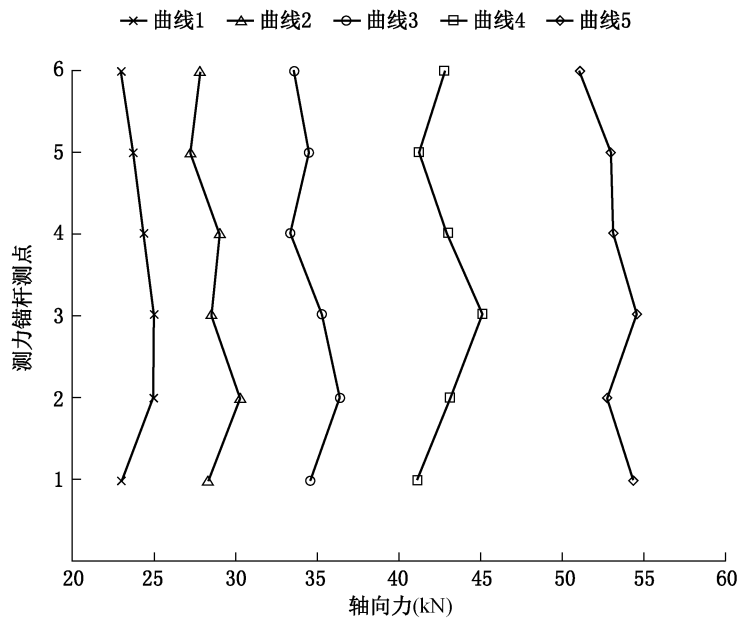


图 9 锚杆轴力曲线示意图

7.7 围岩体内部相对应力数据处理

7.7.1 数据计算

按所用应力监测仪器的使用说明,确定或计算各测点的围岩体内部相对应力。围岩体内部应力测量时,观测仪器安装累计天数即为应力的测量时间。

7.7.2 数据处理

根据观测数据,绘制观测断面各测点的围岩体内部相对应力与时间的变化曲线,如图 10 所示的掘进期间内部应力变化曲线;内部应力与距离的变化曲线,如图 10 所示的回采期间内部应力变化曲线。

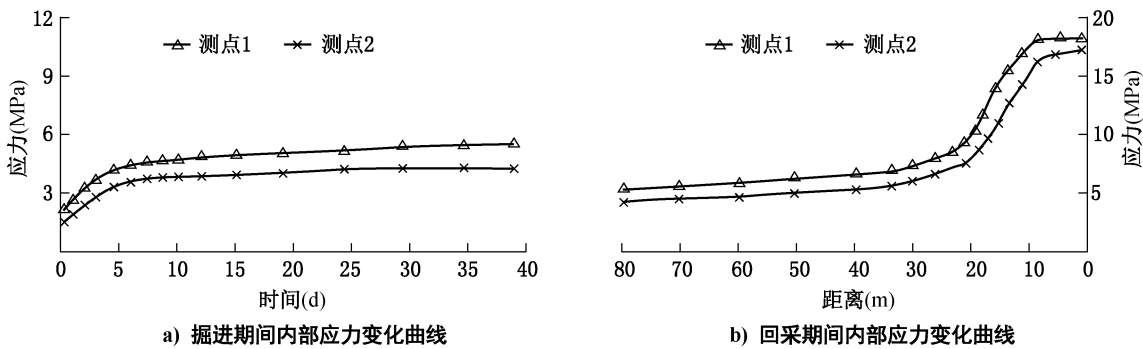


图 10 围岩体内部相对应力曲线示例图

8 报告编写

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、观测项目、观测地点、观测时间、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
(资料性)
矿山压力数据记录表

表 A.1 顶板离层记录表

巷道名称：		测站编号：		观测断面编号：		观测人：	
日期		距离 m	读数 mm			备注	
月 日	时 分		外测筒	内测筒	顶板离层		
⋮							
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；“备注”一栏中注明掘进或者回采。							

表 A.2 围岩表面位移记录表

巷道名称：			测站编号：		观测断面编号：			观测人：	
日期		距离 m	$a-b$ m	$c-d$ m	$a-o$ m	$b-o$ m	$c-o$ m	$d-o$ m	备注
月 日	时 分								
⋮									
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；“备注”一栏中注明掘进或者回采。									

表 A.3 深部围岩位移记录表

巷道名称：			测站编号：		观测断面编号：		观测人：			
日期		距离 m	测点读值 m						备注	
月	日		时	分	1	2	3	4		5
:										
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”一栏中注明掘进或者回采。 注 2：“测点读值”记录每个测点距孔口围岩表面的距离。										

表 A.4 锚杆(锚索)端部载荷记录表

巷道名称：			测站编号：			观测断面编号：			观测人：		
锚杆 (锚索)		直径 mm				破断载荷 kN					
		型号				预紧力 kN					
日期		距离 m	端部载荷 kN						备注		
月 日	时 分		1	2	3	4	5	6			
⋮											
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”一栏中注明掘进或者回采。 注 2：“端部载荷”下方一栏的阿拉伯数字(1、2……6)为锚杆(锚索)编号。											

表 A.5 接触应力记录表

巷道名称：			测站编号：			观测断面编号：			观测人：		
日期		距离 m	测点读值 MPa							备注	
月	日		时	分	1	2	3	4	5		6
⋮											
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”一栏中注明掘进或者回采。											

表 A.6 锚杆轴力记录表

巷道名称：			测站编号：		观测断面编号：		观测人：			
日期		距离 m	测点读值 kN						备注	
月	日		时	分	1	2	3	4		5
⋮										
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”一栏中注明掘进或者回采。										

表 A.7 围岩内部相对应力记录表

巷道名称：			测站编号：		观测断面编号：		观测人：		
日期			距离 m	测点读值 MPa					备注
月	日	时 分		1	2	3	4	5	
⋮									
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”一栏中注明掘进或者回采。									

中华人民共和国矿山安全
行 业 标 准
煤矿巷道矿山压力显现观测方法
KA/T 11—2023

*
应急管理出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京建宏印刷有限公司 印刷
全国新华书店 经销

KA/T 11—2023

*
开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1¹/₄
字数 23 千字
2023 年 11 月第 1 版 2023 年 11 月第 1 次印刷
15 5237 · 11

社内编号 20231213 定价 25.00 元
版权所有 违者必究
本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换