

苏联 B. T. 达维江茨著

顿巴斯 煤层开采围岩移动

煤炭工业出版社

頓巴斯煤层开采圍岩移动

苏联 B.T. 达維江茨著

刘 听 成譯

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本書具体叙述了在工作面开采过程中对围岩移动的观测方法及步骤，内容十分实际，也很具体，便于根据各章内容进行实际观测。

本書共分四章：第一章叙述了矿山测量观测的任务、方法与技术；第二章叙述了开采緩傾斜煤层时围岩移动的研究；第三章叙述了急傾斜煤层开采时围岩移动的研究；第四章叙述了巷道周围应力分布的类型及顶板移动的种类。

本書可供煤矿从事岩层移动观测的工程技术人员閱讀，这方面的科学研究人員也可参考。

В.Т.Давидяни

ДВИЖЕНИЕ БОКОВЫХ ПОРОД
ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ
ПЛАСТОВ В ДОНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ

Углетехиздат Москва 1948

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社1948年版譯

1396

頓巴斯煤层开采围岩移动

刘 昕 成譯



煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业營業許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印，新华書店发行

开本 850×1168 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $6\frac{5}{8}$ 字数150,000

1960年3月北京第1版 1960年3月北京第1次印刷

統一書号：15035·1048 印数：0,001—2,000册 定价：1.05元

序 言

为了完成转变采矿技术为采矿科学的过程，必须解决矿山压力问题，因为不这样就不能使矿业中许多最重要的问题奠于科学基础之上。

矿山压力及以岩石移动形式出现的矿山压力现象，以及由它引起的围岩机械性的变化，都是决定采矿工艺过程的一些主要因素。

与采煤有关的一些决定性的生产过程，直接或间接地都和矿山压力有关，因此，在建立这些生产过程时应当考虑这种压力及其后果。

但是为众所公认及有科学根据的矿山压力理论还未创立。这种理论首先应当能确定矿山岩石应力状态与为采出有用矿物所必需的地下巷道形成暂时稳定过程间的关系。

所以，制定矿山压力理论的主要实际任务，是在于确定各种不同矿山地质因素下能在一定面积及为生产必需的一定时间内（此时间对回采巷道而言是以天数计，对准备巷道及主要巷道而言是以月和年计）保证地下巷道稳定性的条件。

掘进巷道时原来存在于母体中的应力平衡被破坏，因而使矿山压力在时间与空间上发生复杂的重新分布。

研究矿山压力时，必须考虑影响它的两组因素：

1) 地质方面的因素：煤层围岩的地质剖面及其机械性、巷道埋藏的深度、倾角、被开采煤层之厚度等，这些因素是不变的；

2) 生产方面的因素：巷道的形状及大小，这些巷道的相互

布置及开掘順序、采煤方法、頂板管理及支架方法等，这些因素已根据已有的技术设备及經濟观点等进行着选择。

确定矿山岩石的应力状态与采矿巷道稳定性之間的关系，實質上就在于确定此兩組因素間的相互关系。

由于决定矿山压力特性的因素是多种多样的，这个問題的研究就极为复杂。許多矿山压力假說，無論是以理論判断为基础的，还是以实际資料中得出的，目前距完善的程度还很远；要在它們的基础上作出一个确切和肯定的关于矿山压力本質的結論，到現在为止还没有成功。这就不良地影响着采矿实践。

巷道的冒落及塌陷、瓦斯突出及其他許多使矿井工作中断的現象的原因，在很大程度上是在于已知的控制矿山压力方法的不完善。如果考虑到不正确的选择开采方法及其要素，尤其是頂板管理方法、保护煤柱尺寸等选择得不正确将引起劳动生产率降低，材料消耗增高及有用矿物成本增加，則采矿这个領域繼續保持落后就显然是不堪容忍的了。

到現在为止，所积累的經驗確認，由于矿山压力問題的复杂性，必須綜合地用几种方法去研究它。

在国内外的科学研究組織及个别采矿活动家所进行的科学工作中，基本上可以找到三个方向^①：

1) 利用弹性及塑性理論、理論力学及流体与松散体理論而进行的数学-力学方法；

2) 在實驗室中研究岩石的組成及机械性質，在模型上研究

^① 根据苏联科学院1937年关于矿山压力管理會議的決議。院士Л.А.舍維雅科夫，院士А.И.維爾曼，教授В.А.斯列薩列夫博士，教授С.Г.阿維爾申博士等人在1946年于莫斯科关于矿山压力問題會議上报告的提綱。

院士А.А.斯闊琴斯基：“論新的五年計劃中关于采矿科学的任务問題，”，苏联科学院通报，第8—9期，1946年。

岩石的活动特性及用光学方法在扁形的透明模型板上研究各种可能的切口周围之应力分布；

3)利用地震法、测压力法及矿山测量方法在矿井中进行直接的观察与测量。

头两种方法具有一个极重要的优点，即应用这些方法有可能全面地解决所提出的任务（当然，这是在比实际情况为理想的条件下）。此外，这两种方法还能确定母体中每个点上应力状态的一般规律，在许多情况下这些规律能以数学式表示出来。上述方法还有其他本质的优点，即试验与理论研究的成本不大，以及进行这些研究可以不牵涉到矿山生产过程。

此外，理论及实验室研究的原则性缺点应该认为是这些方法实质上不能完全重演母体中所发生的一切现象，这是因为它不能在矿井所特有的条件下来进行这些实验。

包括在第三组内而主要是可用矿山测量方法的那一部分科学工作的优点如下：

1.它是在生产环境下按实际对象完成的，因此，其结果是在井下条件中发生的真实现象之直接反映。

这就大大地提高了它的价值，因为以后就将在这些条件下实际地体现研究观测结果时所作出的结论。

2.矿山测量方法可得出直接靠近巷道表面的矿山压力现象之客观而正确的情景（虽然用此方法时并不都能弄清其产生的原因）。

3.以矿井中直接观察和测量的结果为依据可以：a)检查理论结论的正确性；b)确定对各种未考虑因素影响的修正数；b)确定理论与实验工作的方向。

4.利用矿山测量观测时，大多数情况下可以拟定出在本具体条件下改进工作的实际措施。

但是矿山測量方法未能擺脫某些严重的缺点:

1)正确地記錄巷道表面的矿山压力現象及确定围岩移动的数量大小时,它所反映的仅是直接观测能达到的比較不厚的岩层之动力学情况;

2)在矿井条件下組織观测是一件繁重而复杂的工作,为完成这一工作,有时需开掘專門的巷道,在一定时期內改变矿井的工作制度等等。

矿山压力問題的研究要求各种方法合理的配合;只有根据各种方法获得的資料,在这些資料相互联系和校正以后,而在必要时还要加以补充,才可能最快地解决实践和理論所提出的任务。

我們認為用矿山測量方法所获得的資料是最可靠的,所以无可爭辯地,这个方法在解决矿山压力問題中应当占据主要地位之一。

虽然矿山測量方法应用得較晚(始于1931年),我們的科学研究机构,特别是哈尔科夫全苏煤炭科学研究所,中央矿山測量科学研究所^①及特涅泊尔彼得洛夫斯基矿业学院的科学研究所,在战前年代里就此問題(頓巴斯)已积累了許多宝貴的資料。

对此問題已經著有丰富的文献。

战前最后几年中,我們对围岩移动所进行的观测証明了矿山測量方法的实际与理論价值。起初抱着較深入地研究頂板管理方法的專門目的去进行观测的結果,表明了此法对于解决許多矿山压力理論問題也是有用的。

在伟大卫国战争年代里不得不暫時中断此領域內的科学和实验工作,但是現在已經为其恢复而創造了极其有利的条件。我們最近的任务是改善观测的方法及出产質量很高的測量仪

^① 目前为全苏矿山測量科学研究院。

器。完成这些任务应当保証获得更有价值的科学及实际結果，以及保証加快矿山压力問題的解决。

現在提出的著作是獻給自然条件下研究矿山压力的方法之——矿山測量方法。

本書的基础是作者五年中（1934~1939年）在頓巴斯矿井所进行的观察与測量的結果，而且也作为哈尔科夫全苏煤炭科学研究所关于确定合理的頂板管理方法的綜合研究工作之一部分。

書中利用了有关本研究問題的苏联及外国文献。



目 录

序言

第一章 矿山测量观测的任务、方法与技术	9
1. 观测的任务与对象	9
2. 观测区段的选择	11
3. 观测点之設置	13
4. 绝对移动的观测	15
5. 相对移动的观测	23
6. 顶底板拉伸与压缩的观测	37
7. 煤和围岩中的裂隙与节理之观测	39
8. 煤层活动特性的观测	39
9. 其他的观测	42
10. 观测的记录, 观测的次数及其延續时间	42
11. 观测結果的整理	43
12. 急傾斜煤层相对移动观测及計算方法的特点	50
第二章 开采緩傾斜煤层时围岩移动的研究	57
1. 被观测采区的特征	57
2. 围岩绝对移动的确定	64
3. 工作面工作空間内围岩相对移动的确定	79
4. 对掘槽、放頂的作用及工作面推进速度对頂板活动特性 影响的观测	99
5. 工作面采空区内的观测	108
6. 准备巷道中围岩的移动	114
7. 矸石带压缩的观测	122
8. 开采邻层的影响	128
9. 顶底板压缩与拉伸的測量	137

10.采煤时围岩移动的利用	139
第三章 急倾斜煤层开采时围岩移动的研究	154
1.被观测采区的特征	154
2.观测围岩相对移动的结果	165
3.全昼夜连续观测的结果	190
4.工作面不同推进速度的观测	194
第四章 巷道周围应力分布的类型及顶板移动的种类	199
结 论	201
参考文献	207

第一章 礦山測量觀測的任務、方法與技術

1. 觀測的任務與對象

礦山測量觀測的直接任務是獲得圍岩及煤层在時間與空間上的移動(運動學)情況。

如所周知，礦山岩石在其中沒有開掘巷道之前是處于應力平衡狀態。在岩層內開掘巷道就破壞了這種平衡，並且岩石轉入運動狀態，礦山岩石的運動是煤层周圍的岩層中、煤层本身中以及巷道支架上複雜過程顯現的結果。因為對於觀測可能達到的主要是直接靠近煤層的岩石之移動，所以用礦山測量方法就能研究表現為可見到的頂底板和煤层移動的礦山壓力現象。

岩層移動的特征是極為多種多樣的。它是和一系列的礦山地質因素和生產因素有關的：圍岩的地質剖面，其岩石組成性質與物理機械性質，開采深度，破壞的存在，開采方法，頂板管理方法，工作面推進速度，充填的質量與方法，工作空間的大小，支架類型等等。

在確定和研究移動要素時所積累的資料可以作出關於掘進巷道時所表現出力的特性，以及有關開采有用礦物時合理地利用這種力的方法的結論。

現在我們指出礦山測量觀測中的一些主要對象。

1. 頂底板的絕對移動。彼此獨立地確定頂板與底板的移動（在水平或垂直面內頂底板測點運動的軌跡）。

2. 頂底板的相對移動。頂板的移動是相對於底板而認為底板不動時確定的（頂底板測點移動的軌跡不管是在垂直平面或水平平面內）。

3. 頂底板各岩层的活动特性。依靠专门开掘的小井和大直径的鑽孔进行研究。

4. 专门观测各个生产过程——掏槽、放頂等等，对于岩石活动特性的影响。这种观测是依靠連續记录仪——带有自动记录器的支柱来进行的。

5. 工作面中煤层的活动特性。确定煤层移动的大小和方向以及研究有利于采煤的移动之原因。

6. 煤与围岩的裂縫，破坏及管理。根据支架状况、工作空间的大小及矸石带質量之不同确定裂縫的大小、方向以及它出现的規律性。

7. 矸石带和充填物的活动特性。确定矸石带沉降的百分率，充填物的質量，矸石带的寬度及其間距的影响。

8. 頂板与底板的拉伸与压缩。由于围岩移动而引起拉伸或压缩，观测能确定这种变形的大小。

9. 在采矿巷道影响下的地表移动。确定移动角及地面测点水平及垂直的移动量。

矿井条件下的矿山測量观测归納起来是确定固設于巷道中的許多测点在時間上与空間上的移动情况。

在組織观测时应当考虑下列問題：

1) 采煤工作面中的全部生产过程只有連續观测才能掌握；

2) 不結合工作面生产过程而进行的观测就没有什么价值，因为这些观测不能弄清被观测测点活动特性之变化与工作面中进行的生产过程之間的关系。

所以当观测时通常要記載：支架状态，截煤机的位置，被观测之点至工作面的距离，冒落带和支架地带以及在观测时的其他生产条件。

2. 观测区段的选择

由于矿山测量观测的复杂性及須耗費大量的時間（特別是当絕對移动观测时），因而应当特別注意区段的选择。开始时應該在条件最为簡單和具有典型性的区段里进行观测，然后再轉入較复杂的区段。

在选择区段时应以下列条件为标准：

1. 对于第一次观测应选择仅仅开采一个煤层的矿井。
2. 所选择区段的煤层應該埋藏平稳和未受破坏的。以后所选之各区应具有不同的围岩組合情况、頂板管理方法以及不同的煤层傾角等等。
3. 最好該区段的煤层中沒有夹石。
4. 第一次观测时，該区段应在煤柱中（其下部及工作面前方的部分均未开采），否則邻近巷道的移动可能会影响其結果，这点若不可能时，就选择被旧巷包围的区段，这些旧巷中由于其時間久了，而不会有足以影响观测真实性的移动。
5. 必須預先知道运输条件及煤层厚度允許用精确的矿山測量仪器进行測量。
6. 为了研究距工作面相当远的矸石带的活动特性，必須在采空区的矸石带中間保留 1 米寬的平巷，为使充填物的繼續压縮不阻碍进入平巷，矸石带应当砌得很仔細和致密。
7. 为了研究围岩的活动特性，于工作面中部超前 30~50 米，沿煤层（沿走向）开掘寬度不大于 1 米的順槽。在全部观测期間都应保持此超前，当采用部分充填时，矸石带中的平巷应对着順槽开掘，以便順槽中的观测点能轉移到平巷中去。
8. 与地下观测围岩移动的同时，必須对由于开采工作引起的地表移动組織观测。进行地面观测的区段應該与地下观测区

段相結合。應該考慮到地下觀測幷不能提供有關上部岩層移動的資料，而地面觀測又不能判斷岩石原生地點的移動，即地下巷道中的岩石移動。

所以共同的觀測應當彼此補充。

9. 選擇安設不動的基準測點的位置有着很大的困難，嚴格地說，這種地方在礦井中是沒有的，但在準備巷道中和在離工作面相當遠的地方，它移動的大小與工作面空間內測點的移動相比是很小的，以致可以忽略不計。

基準測點不應離觀測地點太遠，以便在連接時測量的誤差不致過大。因為立刻選出基準點是困難的，所以在開始時總要進行一系列的預先測量。

被選定的基準測點應當滿足下列條件：

- a) 位於回采工作面的影響帶以外；
- b) 與相鄰點比較此點的移動應該是最小的（不管是水平的，還是垂直的）；
- b) 在基準測點周圍的頂底板上，不應當有可見到的破壞和裂縫；
- r) 當劇烈下沉的頂板時，這些測點只安設於底板中，而當存在底鼓時，就只安設於頂板中；但一般說來，測點都是成對地安設於頂板及底板中。

10. 必須有下列的礦山地質及生產資料：圍岩的地質剖面圖，其岩石組成及物理機械性質，開采深度，傾角，煤层厚度，破壞的存在，開采方法，頂板管理方法，工作面推進速度，充填方法，支架種類，觀測期間工作面的工作圖表以及礦山測量平面圖與剖面圖。

3. 观测点之設置

每一个观测点应当由两个测点组成，就是在顶底板中各有一测点。它们共同地形成一“对”测点。

测点有以下两种不同的类型：1) 用于长期的观测，如在全部的实验期间（顺槽及采准巷道内的控制测点）。2) 用于3~10天（在工作面中的测点）的短期观测的测点。

下面叙述一下我们在工作中应用过的标桩。

对于第一类底板的测点是采用钻有2毫米小孔的圆铁杆，其直径是20~30毫米，长30~50厘米，其顶端制成球面（图1，a）。将此杆用水泥砂浆加固于底板中。对于顶板的测点采用如图1b中所示的标桩，永久标桩的安设是依靠光学法对准其中心。

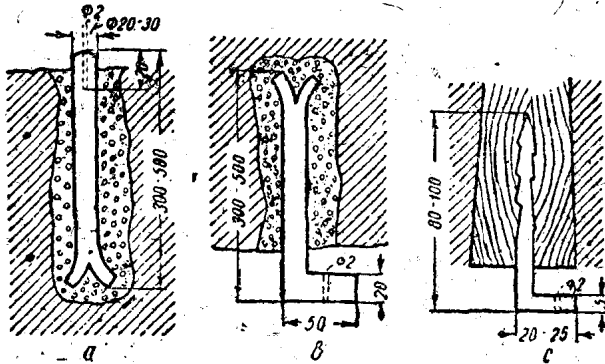


图 1 作者观测时设置的测点

为了安设第二类测点，在顶板中钻一直径为40~50毫米的钻孔，在其中钉入长200~250毫米的木塞子，在此塞子中钉入指明顶板测点的标桩（图1，c）；然后，依靠悬锤找出顶板测点在底板上的投影，而在那里也钉入塞子和铁的标桩，下面的

标桩依靠悬锤准确地对准上面的中心。上述的测点，不管它是永久的或是临时的，都是为所有观测和测量服务的。为了能较快地找到测点，特别是在工作面中，必须在最近的一排支柱上留下显著的刻痕，也可以用粉笔作出记号或用其他方法。

每个观测者都有自己安设测点的方法，郭夫曼依靠长25厘米的木塞子来指示顶板上的测点，而木塞中钉有为挂悬锤用而带有小孔的铁标桩，底板中的测点他常常是设立一个长50厘米



图2 富来依歇尔观测时设置的测点

的铁管子，在管子上焊有方板；根据由顶板测点挂下的悬锤的指示在方板上刻以圆形的凹孔。管子用锤打入相应直径的鑽孔中。由于与孔壁的摩擦，管子支承得很牢固。

为了安设底板测点，郭夫曼也采用过在底板的深度上钉以木塞的方法，而在木塞中也钉有铁标桩。

富来依歇尔毫不例外地把所有的测点都安设于深0.5~0.75米的顶板中，而在特殊情况下深度达3米（图2）。由于岩石的移动，当悬锤的绳子刚开始碰着孔壁时，就把该孔再扩大一些。这种方法提供了观测顶板上部破坏较少的岩层移动的可能性。

必须安设的测点数量是由该次观测所要解决的任务来确定的，例如，需要弄清顶板沿工作面及工作面推进方向下沉的一般特性，那么就应以造成此移动的主要因素作为依据，而这种因素（如下面我们将要见到的）就是掏槽，因而，为了确定沿工作面推进方向顶板下沉的情形，只要经过每一次掏槽安设测点就够了。

为了弄清沿工作面的变化，这种变化在上下平巷区主要是