

单体支柱采面 顶板压力预测预报

赵宏珠 编著

3.85

内 容 提 要

单体支柱采面顶板压力预测预报是我国一门发展中的应用技术。本书介绍了8种典型的预报方法，在介绍各种预报的基本作法，预报实例及其效果的基础上，分析了预报内容、适用条件、方案制定步骤及发展方向。

本书可供煤矿生产和科研等单位的有关技术与管理人员，以及院校师生参考。

责任编辑：崔 岗

单体支柱采面顶板压力预测预报

赵宏森 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安家门外和平里北路21号)

北京京辉印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

升本 $787\times 1092\text{mm}^1/32$ 印张 $4^{3/4}$ 插页1

字数102千字 印数1—1,980

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

ISBN 7-5020-0127-1/TD·118

书号 3008

定价 1.65元



前 言

当前,我国仅统配煤矿利用单体支柱支护回采空间的采面就有两千余个,这些采面所在的矿井每年因采面顶板事故致死的人数约占全部事故死亡人数的三分之一。为了促进煤炭工业安全生产,近年来,在广泛开展矿压观测,进而掌握其矿压显现规律的基础上,先后在西山、开滦、枣庄、铜川等矿区进行了单体支柱采面顶板预测预报(简称“预报”)的尝试。

顶板预报是在采面及顺槽内利用测压仪表观测矿压参数,在已掌握的采面顶板分类及来压规律的基础上,按照选定的参数随采面向前推进的变化特征,提前向所在采面的矿工发出老顶初次来压和周期来压、顶板大面积垮落及冲击地压的警报,同时预报其来压时间、地点和强度。

单体支柱采面顶板预报,在我国还是一门发展中的应用技术,本书从实例出发,逐个介绍了各种顶板预报的方法、原理及其效果。借此促进预报工作迅速发展。

本书按测点及选用的参数介绍八种顶板预报方法,其内容包括:

- 1) 在采面,利用矿压三量观测资料预报顶板来压;
 - 2) 在采面,利用单一矿压参数——顶底板移近速度、顶板破碎度和钻孔粉末粒度等预报顶板来压和大面积垮落;
 - 3) 利用采面及顺槽的矿压参数综合预报顶板来压;
 - 4) 利用顺槽支柱载荷及顶底板移近速度预报顶板来
-

压；

5) 分析预报内容、基础工作及适用条件。选择预报的最佳方案。

在编写本书过程中，编者参考了现场顶板预报资料，在此向顶板预报的探索者、实践者和资料编写者表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限，书中缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1987年2月

目 录

前 言

第一章 采面老顶来压及顶板预报的发展概况	1
第一节 采面老顶来压及其强度	1
第二节 我国顶板预报的沿革及发展	5
第三节 国外顶板预报的动态	6
第二章 用采面矿压三量观测预报老顶来压	9
第一节 采面矿压三量观测方法	10
第二节 单体支柱采面老顶来压步距判定方法	20
第三节 用采面矿压三量预报老顶来压实例	27
第三章 用采面单一矿压参数预报顶板来压	34
第一节 用采面顶底板移近速度预报顶板大面积来压	34
第二节 用对采面顶板观测统计预报老顶来压	50
第三节 用采面钻孔煤粉粒度预报顶板来压	56
第四章 用采面矿压三量及顺槽回弹值预报顶板来压	60
第一节 测点布置系统及观测方法	60
第二节 预报的主要依据和原理	67
第三节 顶板预测预报实例	74
第五章 用顺槽和采面矿压三量预报顶板来压	100
第一节 顺槽矿压三量观测	100
第二节 鸭口矿5102等采面用顺槽和采面矿压三量 观测预报老顶来压	104
第六章 用顺槽单一矿压参数预报顶板来压	112
第一节 用顺槽支柱载荷预报老顶初次和周期来压	112
第二节 用顺槽顶底板移近速度预测预报老顶来压	119

第七章 顶板压力预测预报的适用条件	125
第一节 顶板压力预测预报的工作范围	125
第二节 顶板压力预报的基础	125
第三节 顶板压力预测预报的适用条件	129
第八章 顶板压力预测预报方案制定及发展趋向	131
第一节 预报参数选择的分析	131
第二节 测点布置的确定	134
第三节 预报仪表的选取	142
第四节 预报方案的制定及预报发展的趋向	143
参考文献	146

第一章 采面老顶来压及顶板 预报的发展概况

采面上覆岩层由下往上习惯称为伪顶、直接顶和老顶。实践表明，随采面向前推进，老顶变形、断裂、垮落对回采空间顶板和支架工作状态影响很大。如对老顶控制不力，将造成采面局部或全部冒顶，致使人员伤亡、生产停滞，酿成严重破坏和损失。然而，对矿压的研究又表明，老顶来压是有规律的，是可以掌握的。顶板预报的发展本质上是对老顶来压认识上的深化。因此，欲研究顶板预报必须从老顶来压的概念谈起。

第一节 采面老顶来压及其强度

一、采面老顶初次来压

如图1-1、1-2所示，采面老顶初次来压系指采面由开切眼向前推进，采至一段距离(L_1)后，随着回柱放顶的进行，

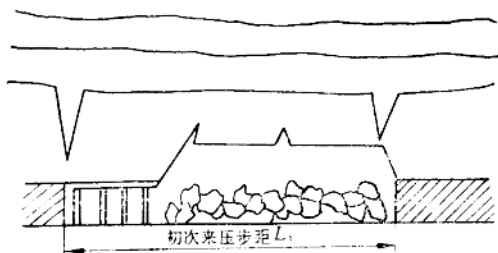


图 1-1 直接顶较稳定时老顶初次来压

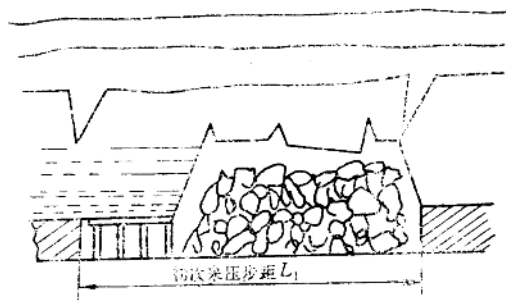


图 1-2 直接顶不稳定时老顶初次来压

在回采空间内第一次呈现矿压异常增大的现象。如果对其控制不好，很易造成顶板事故。图中 L_1 即为老顶初次来压步距。

与地震一样，单体支柱采面老顶初次来压前有预兆，一般显现为木支柱大量折损、活柱大量下缩、支柱载荷增大，支架倾倒，煤壁片帮加深，顶板裂隙增加，台阶下沉增大，顶底板移近量及其速度猛增，严重时摧垮采面。

采面老顶初次来压是其上覆岩层变形、断裂运动的结果。就其赋存条件一般分下列两种：

(1) 如图1-1所示，与煤层直接接触的顶板（一层或几层）比较坚硬，采面从开切眼向前推进，顶板悬空不落，直到一定跨度（ L_1 ）后，在上覆岩层的作用下，岩层超过强度极限而断裂垮落，形成“初次来压”。

(2) 如图1-2所示，与煤层直接接触的几层顶板岩石不稳定，采面从开切眼向前推进时，顶板剥落至一定高度（小于初次垮落高度，一般为2~3倍采高），当其上覆较硬岩层暴露至一定跨度（ L_1 ）后，这层坚硬岩层在其上覆岩层

自重力的作用下，超过强度极限而断裂垮落，形成“初次来压”。

老顶初次来压步距 L_1 与采高、垮落岩层厚度及其岩性有关，我国一些煤层的 L_1 多在20~40m之间。

二、老顶周期来压

老顶周期来压与初次来压一样，是煤层受采动后，上覆岩层变形、移动和破坏的结果。采面老顶初次来压后，随采面继续向前推进，直接顶照旧离层垮落（垮落高度约为2~5倍采高），且折断垮落岩块由下向上越来越大，当暴露面积达一定程度时，较大岩块周期性断裂，放出大量势能，在回采空间显现矿压加大，控制不好，也可造成切顶事故，如图1-3所示。

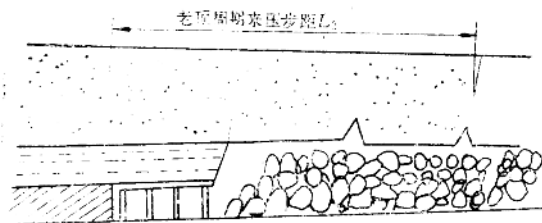


图 1-3 采面老顶周期来压

老顶周期来压时，采面矿压显现为：顶板断裂扩大，顶底板移近量增加，并发出岩块挤压和错动声响——板炮，煤壁片帮加深，支柱受力急增（木支柱折损，铁柱子下缩），有时还有顶板滴水，掉碴增多等。

老顶周期来压步距(L_2)系指邻近两次老顶周期来压的间距。我国一些煤层 L_2 在6~30m之间。

周期来压前老顶呈悬臂梁状态，而初次来压前老顶则呈双支梁状态。因此，周期来压步距 L_2 小于初次来压步距 L_1 ，

一般说来， $L_2 = \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}\right)L_1$ 。

三、采面老顶来压强度

如上所述，不论初次来压，还是周期来压，来压时的矿压显现均比平时（亦称来压期间或非来压时）剧烈，其程度也即来压时比平时的增长程度，这个增值一般称为老顶来压强度。按理说，它可用前述来压前和来压时有显著差异的任何矿压参数的比值来表示，如支柱载荷、顶底板移近量、片帮深度、底鼓速度等等。目前主要采用支柱载荷，并称其比值为动载系数，它总大于1。动载系数的表达式为

$$q = \frac{P_{\text{老}}}{P_{\text{平}}}$$

式中 q ——动载系数；

$P_{\text{老}}$ ——采面老顶来压时支柱载荷，kPa；

$P_{\text{平}}$ ——采面非老顶来压时支柱载荷，kPa。

据我国单体支柱采面矿压观测资料统计分析，依 q 值可

单体支柱采面的老顶来压强度分级表

表 1-1

分级	强烈程度	动载系数 q	岩层厚度		老顶来压步距(m)	
			直接顶	老 顶	初 次	周 期
I	缓和	<1.2	5倍采高	0	<25	<7
II	明显	$1.2 \sim 1.5$	3~5倍采高	$>4\text{m}$	25~50	7~15
III	强烈	$1.6 \sim 2.0$	<2 倍采高	$>4\text{m}$	25~50或50	>15
IV	剧烈	>2.0	0	特厚	>50	大面积

将单体支柱采面的老顶来压强度分为Ⅳ级，其相应的指标及步距如表1-1所示。

第二节 我国顶板预报的沿革及发展

从60年代初，西山白家庄矿就已通过调查研究和总结实践经验，并在掌握顶板来压规律的基础上，提前向有关人员通报采面的地质构造、顶板压力变化、老顶来压时间和地点等情况，那时主要侧重于地质构造对回采影响的预报。如西山白家庄矿作的一次提前5天的预报内容为：

(1) 五日内机尾处顶板仍然破碎，回风巷至采面15m处可能有局部冒顶；

(2) 21日零点，老顶周期来压即将过去，整个采面压力正常；

(3) 23~24日运输巷口过风眼处，空顶面积大，压力可能略有增大，顶板较碎；

(4) 至运输巷17m处有一条断层，落差逐渐减小。至回风巷13m处有一条断层，落差逐渐增大，断层左右5m范围内顶板破碎严重；

(5) 五天内回风巷仍处于1.8m落差的大断层下。

对上列预报内容采取下列技术措施：

(1) 在上出口放顶前打一架木垛；

(2) 在回风巷下方15m范围内注意插顶；

(3) 在顶板破碎处，炮眼眼底距顶板应大于30cm，应采用多次放炮，以减少对顶板震动。

80年代，开滦唐山矿已能预报顶板大面积来压、不规则采面老顶初次来压；一些矿井也预报了老顶初次和周期来压，个别矿还能预报冲击地压。这些预报都是应用测压仪表

进行的。预报采用的是多个参数,常常使用多种仪表。由于仪表设置地点各异,预报内容和方法也是多样的,所以效果各不相同。这里面有成功的经验,也有失败的教训。但是,20年来我国煤矿采面的顶板压力预报工作还是向前发展了一大步,概括为:

预报内容:从地质构造、顶板状况发展到老顶初次和周期来压及大面积来压等;

预报手段:从调查研究发展到测压仪表观测;

选用参数:从采面单一参数——顶底板移近速度、顶板破碎度和钻孔煤粉粒度,发展到采面、顺槽多个参数——顶底板移近量、移近速度、回弹值、支柱载荷等;

测点布置:从在采面中部压力集中处布置单一测点,发展到采面和顺槽的多点布置;

应用仪表:从ADL-2.5型测杆和CUI-I型顶底板移近速度指示器,发展到多种仪表——KY-80型岩层顶板动态仪,ADJ型机械式测力计、HC型液压测力计等;

预报原理:从依采面单一矿压参数变化率预报,发展到依采面和顺槽中多个矿压参数变化的转换关系来预报。

总之,通过对预报工作的探索,深刻地了解了采面顶板运动的规律,积累了丰富的预报实践经验,预报的方法也多样化了,因而为进一步发展预报工作提供了条件。

第三节 国外顶板预报的动态

鉴于对顶板的预报工作关系到矿工生命的安全和矿井生产的正常进行,故国外采矿工作者也十分重视研究预报问题。近年来一些煤炭工业发达的国家都在致力于岩层垮落报警的研究,借以减少重大事故的发生。

法国铁矿协会研制出了一种报警装置。这是一种岩层垮落报警装置——西埃莱布，它适用于易发生岩石突出危险的采区，可警告现场人员在一定时间内撤出危险区。该仪器是装在孔深为44mm的顶板钻孔中，其警报系统有两个功能。当顶板变形速度达警告临界值时，仪器将发出警告，工人作撤退准备。当变形速度达即将垮落的临界值时，仪器将发出顶板即将垮落的警报，工人马上撤出危险区。这种报警装置在麦里矿的矿房中进行了试验，在顶板垮落前预报了九次，在各种情况下预报都是准确的。从警报器报警，到顶板发生垮落，间隔时间为3~23min，这期间工人都可以安全撤出。

波兰采矿研究总院应用了电子计算机和自动化技术分析冲击地压危险。它们使用地音探测法探测岩体应变能释放产生的微波。岩体在应力作用下，在变形和破坏过程中，积聚于岩体中的应变能突然释放，它以微波方式将其能量向外传播，使应变能转化为弹性波，这种现象即称为岩体声发射。波兰采矿研究总院的岩音遥测系统在7个有冲击地压的矿井测量纵波、横波、表面波，按顺序将波的最大振幅、周期和时间信息输入矿井计算机终端，与采矿研究总院联成一个系统，委托采矿动力部信息中心进行数据处理，确定震源的震动时间、地点及能量，然后传送到矿井终端进行预报。采矿研究总院计算中心记录分类。该系统在发生冲击地压危险最大的罗基特查尼矿等七个矿井监测预报，都获得了成功。

日本还研制了微震测定仪，将这种仪器放在巷道内，即可依据应力异常预报岩体破坏及垮落。

美国矿山局研制了一种在矿井中能敏感地辨别稳定岩石

和不稳定岩石的电子“耳朵”。这种仪器主要用于坚硬顶板，顶板越稳固，其声学特性越易于检测。但在一些煤矿顶板是松软岩层时，使用这种仪器效果不好。

由此可见，国外当前研究顶板预报方面的内容大概有遥控遥测自动报警，用地球物理探测方法预报矿压，应用电子计算机技术进行预报工作，这些也将是我国今后的努力方向。

第二章 用采面矿压三量 观测预报老顶来压

单体支柱采面矿压三量观测系指对顶底板移近量、支柱载荷和活柱下缩量的观测。矿压三量观测是掌握采面矿压显现规律的基本方法，用它可以判定老顶来压步距和强度，为各种顶板预报提供依据。



图 2-1 采面矿压三量观测测点布置图

第一节 采面矿压三量观测方法

采面矿压三量观测测点布置如图 2-1 所示。一般设置上、中、下三个测区，每个测区设 2~3 条观测线，中测区观测项目要齐全，上下测区可酌情而定。

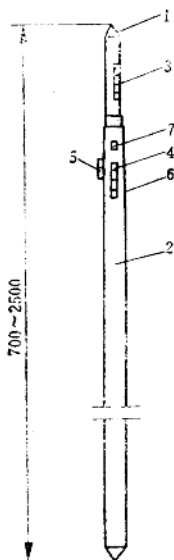


图 2-2 ADL-2.5 型沉降指示器

- 1—活柱；2—套管；
3—标尺；4—卡环；
5—夹紧螺钉；6—
弹簧；7—固定螺钉

顶底板移近量测点编号即观测循环号如图 2-1 所示。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ……表示观测线，1、2、3……表示测点序号。如图Ⅰ，为第一观测线第二测点，此即第二观测循环。

1. 顶底板移近量观测

顶底板移近量可用 ADL-2.5 型沉降指示器，或与 C-Ⅰ型自动记录器配合连续观测。

ADL-2.5 型沉降指示器结构如图 2-2 所示，它主要由活柱和套管组成。活柱 1 可在套管 2 内滑动，活柱上安有固定标尺 3。在套管上端开有矩形读数口，其内有一条刻度基准线，口内有卡环 4 与下弹簧 6，当扭紧卡环 4 时，活柱可借助弹簧弹力使测杆稳固地支撑在顶底板基点之间。固定螺钉 7 可完全锁紧活柱，由此观测基准线便可取标尺读数（含 0011、0012、0013）该仪器主要技术指标如表 2-1 所示。

C-Ⅰ型自动记录器与测杆配合使用可连续测定并自动记录顶底板移近量，绘制顶底板移近量与时间的关系曲线。这

ADL-2 5型测杆主要技术指标

表 2-1

序号	主要技术指标	单位	数值
1	无接长管最小高度	mm	730
2	无接长管最大高度	mm	1280
3	有接长管最大高度	mm	2580
4	一段接长管高度	mm	500
5	短接长管高度	mm	300
6	一次测量范围	mm	730
7	测量精度	mm	1
8	管 外 径	mm	34
9	重 量	kg	9

C-II型自动记录器主要技术指标

表 2-2

序号	主要技术指标		单位	数 值
1	外形尺寸	长 度	mm	250
		宽 度	mm	160
		高 度	mm	130
2	一次测量限度	放大 2 倍时	mm	35
		放大 3 倍时	mm	25
		放大 4 倍时	mm	18
		放大 5 倍时	mm	14
3	自记钟	日 转	h	26 (误差5min)
		周 转	h	176 (误差300min)
		紧弦一次运行	d	7
4	重 量		kg	2.7