

MEIKUANG KAICAI XINJISHU

郭忠平 等编著

煤矿开采新技术

MEIKUANG KAICAI XINJISHU

中国矿业大学出版社

内容提要

本书概括了我国煤矿生产和科研的部分最新成果、成功的经验及可供借鉴的国外煤矿开采先进技术。内容包括厚煤层放顶煤开采、断裂构造复杂煤层开采、无煤柱开采、薄煤层无人工作面开采、旋转式开采和煤层地下气化技术等六个部分。

本书可作为煤炭高校有关专业师生的教学参考书,也可供从事煤矿开采的生产管理、科研、设计等部门技术人员参考。

责任编辑 姜志方

责任校对 杜锦芝

图书在版编目(CIP)数据

煤矿开采新技术/郭忠平等编著. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999. 7

ISBN 7 - 81070 - 026 - X

I. 煤… II. 郭… III. 煤矿开采-新技术 IV. TD82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (99) 第 35898 号



中国矿业大学出版社出版发行

(江苏徐州 邮政编码 221008)

出版人 解京选

中国矿业大学印刷厂印刷 新华书店经销

开本 850×1 168 1/32 印张 6.875 字数 185 千字

1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1~1 100 册 定价: 15.00 元

前 言

近 10 年来,我国煤矿技术面貌发生了很大变化,采矿新技术在促进煤矿生产中发挥着越来越重要的作用。为推动煤炭企业的科技进步,适应煤炭工业迅速发展的需要,我们在积极开展煤矿开采研究的基础上,吸收了国外一些专家、学者的最新理论和先进科技成果编著成《煤矿开采新技术》一书。

编著本书的目的主要是为科研院所和煤矿现场工程技术人员提供一本既有理论指导意义又有实用价值的参考书。其指导思想是:力求反映煤矿开采领域中的新理论和先进技术,以事实和客观规律为依据阐述问题的实质,根据我国煤矿生产中存在的问题,提出切实可行的技术措施和解决方法;阐述便于应用的理论,经研究得出的结论,可供设计应用的计算方法及行之有效的技术措施,并适当地举出实例,做到深入浅出,便于阅读和理解。

在编撰过程中,我们参考了国内外一些煤矿生产企业成功的实践经验、技术资料以及大专院校和科研院所的文献,在此表示诚挚的谢意!同时,我们还要特别感谢山东矿业学院采矿工程系的专家教授对本书的悉心审阅和大力支持。此外,山东矿业学院采矿工程系的王立朝、耿大新两位硕士研究生在绘制插图方面做了大量的工作,在此一并表示衷心的感谢!

由于本书编著的时间比较仓促,作者的能力所限,书中的缺点和错误在所难免,敬请读者批评、指正。

作 者

1999 年 3 月

(151)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(152)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(153)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(181)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(182)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(183)	采煤工作面工人工作面支护	第四章
(184)	采煤工作面工人工作面支护	第四章

目 录

第一章 放顶煤开采技术	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 顶煤破碎机理	(5)
第三节 放顶煤工作面矿山压力显现	(8)
第四节 顶煤放出规律与放煤参数选取	(14)
第五节 放顶煤开采工艺	(32)
第二章 断裂构造复杂煤层开采技术	(42)
第一节 概 述	(42)
第二节 开拓部署中断层的处理	(43)
第三节 采区内巷道布置方案	(50)
第四节 掘进巷道时断层的处理	(55)
第五节 回采工作中断层的处理	(63)
第三章 无煤柱开采技术	(76)
第一节 概 述	(76)
第二节 无煤柱护巷的矿压显现	(77)
第三节 沿空掘巷锚杆支护技术	(88)
第四节 沿空留巷新进展	(104)
第五节 无煤柱综放煤层自燃及瓦斯防治技术	(126)
第四章 薄煤层无人工作面开采技术	(140)
第一节 概 述	(140)
第二节 煤锯无人工作面开采	(141)
第三节 螺旋钻机无人工作面开采	(146)

第四节	刨煤机无人工作面开采.....	(159)
第五节	综合机械化无人工作面开采.....	(165)
第六节	顶板管理方法.....	(173)
第五章	旋转式开采技术.....	(180)
第一节	工作面旋转的原因与方法.....	(180)
第二节	旋转式开采的主要参数.....	(182)
第三节	旋转工艺.....	(184)
① 第四节	旋转工作面实例.....	(188)
第六章	煤层地下气化技术.....	(192)
② 第一节	概 述.....	(192)
③ 第二节	煤层地下气化理论.....	(193)
④ 第三节	煤层地下气化工工艺.....	(195)
⑤ 第四节	提高燃气热值的措施.....	(202)
⑥ 第五节	技术经济评价.....	(206)
参考文献.....		(209)
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿		

第一章 放顶煤开采技术

第一节 概 述

放顶煤开采是在开采过程中沿厚煤层的底部布置采煤工作面进行开采,并利用矿山压力及其他辅助措施将顶煤从工作面后方一起放落的一种采煤方法。如果使用综采设备进行放顶煤开采,则称“综放”;若使用悬(滑)移支架或单体支柱进行放顶煤开采,则称“简易放顶煤开采”。

一、国外放顶煤开采发展历史及现状

放顶煤开采方法很久以前就用于特厚煤层开采。早在 100 多年前,法国、西班牙和前南斯拉夫等国就已应用放顶煤开采方法,在当时,只是作为复杂地质条件下的一种特殊采煤方法。40 年代末和 50 年代初,法国、前南斯拉夫等国开始应用长壁和短壁工作面放顶煤开采,工作面支护使用单体金属支柱和金属顶梁,爆破落煤,采用刮板输送机运送煤炭。最初,为了更好地控制工作面顶板,留有顶煤护顶,回采时回收部分顶煤,以减少煤炭损失;在工作面煤炭运输方面,起初只用一台输送机出煤,回收的顶煤通过人工装入输送机运走,放煤与采煤工作不能同时进行,产量低。为了提高产量,减少工人劳动强度和提高效率,工作面逐渐采用两台输送机出煤,分别运送工作面采落的煤炭及放落的顶煤,采煤与放煤可以平行作业,工作面产量有了提高,但工作面的支护工作量大,劳动强度大,采煤以炮采、风镐为主,机械化程度低,生产规模小。

随着综采设备的发展,放顶煤开采技术也进入新的发展阶段。前苏联 1957 年就在库兹巴斯煤田的托姆乌辛斯克矿使用 KTY 型掩

护式放顶煤液压支架,开采该矿的2号和4~5号煤层。煤厚为9~12 m,煤层倾角 $5^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 。工作面预先开采顶分层,铺设人工假顶,然后再采底煤,并通过KTY支架顶梁上的天窗回收顶煤,其开采过程如图1-1所示。

法国于1964年在布朗齐矿区试验成功用于放顶煤综采的支撑掩护式液压支架。这种支架配有两台刮板输送机。如果煤厚较

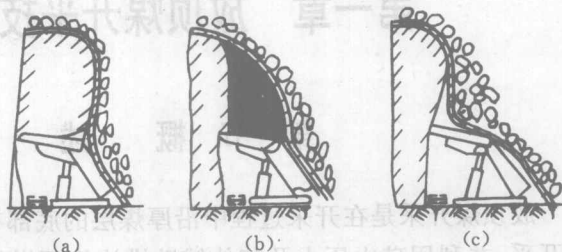


图1-1 KTY型掩护支架放顶煤开采示意图

(a) 采煤、移架; (b) 放顶煤; (c) 放煤结束

大,可实施分两层放顶煤综采;也可以采上层时只用单输送机采煤,由沿底板的下层放顶煤工作面回收顶煤,此时工作面采用双输送机,后输送机专运放落的顶煤。这种支架在长壁工作面开采时,最大倾角可达 30° ,煤厚为6~8 m,工作面长50~80 m,日进尺1~1.5 m,日产原煤1 000~1 200 t。

自70年代开始,法国、前西德、英国等国陆续研制成功了开天器的支撑掩护式或带伸缩掩护板的支撑式放顶煤液压支架。这两类支架都配有双输送机运煤,靠滚筒采煤机采煤,然后由掩护梁上的窗口放出顶煤。

随着综采放顶煤技术的应用与发展,放顶煤工作面的产量、进尺、工效成倍增加,材料消耗大为减少,效益明显。因此继法国、前苏联之后,前南斯拉夫、波兰、捷克、罗马尼亚、匈牙利、西班牙、印度、韩国、土耳其、中国等也陆续采用放顶煤综合机械化开采。

法国在布朗齐、阿基坦、塞维涅等矿区全面推广长壁综放开采,在卢瓦尔、梅西克斯等矿区的急倾斜煤层采用水平分段放顶煤开采。70年代末,在布朗齐矿区罗泽莱矿使用玛雷尔公司研制的FB 21—30 S型支撑掩护式放顶煤液压支架,平均日产2 660 t,月产55 870 t

商品煤,工作面回收率达到90%以上,取得了较好的经济效益。

前南斯拉夫的放顶煤开采一般分为三个阶段:1963~1972年为试验阶段,1972~1975年为推广阶段,1975年以后技术趋于成熟并取得明显的技术经济效益。

80年代,匈牙利在开采特厚煤层方面,逐渐采用放顶煤开采方法。采用的支架有VHP—421、VHP—730、MVDD—120、MVDD—120/2等型号,使用最为成功的是VHP—730型系列支架,这种支架在匈牙利已得到普遍推广。阿伊卡矿使用该支架开采10~12 m厚的烟煤,日产1 500 t,比过去日产900 t增长近1倍。煤炭回收率达到90%,直接生产成本降低30%。

印度厚煤层的开采,过去因顶板管理困难,丢煤多、开采成本高等因素,产量一直不大。先在奇迪A矿12 m厚的煤层试验了放顶煤开采方法,后来在20 m厚左右的煤层也试验了放顶煤开采方法。试验结果表明,与倾斜分层开采法相比,放顶煤开采的生产成本可降低20%~25%,工作面单产可增加50%~80%。

二、我国放顶煤开采的发展及现状

我国80年代初开始引进机械化放顶煤开采技术,1984年第一套国产综采放顶煤支架FY 400—14/28在沈阳蒲河矿下井试采。经过十几年的时间,放顶煤综采从无到有,经历了艰苦的探索和失败的考验,逐步取得成功并得以推广,出现了兖州、潞安、阳泉等以放顶煤开采为主的大型、高产高效矿区,并在“三软”煤层、倾斜煤层(倾角35°以下)试验放顶煤综采取得了成功。

兖州矿业集团1996年综放工作面平均年产达到236万t,工作面效率105.69 t/工。1997年全国共有27个综采队使用综采放顶煤年产超过100万t,其中兖州矿业集团东滩矿综二队使用综采放顶煤年产原煤410.18万t,工作面效率203.9 t/工,工作面回收率达到85.93%,创全国最高水平。说明我国已跻身于世界综放开采的领先水平。

在综放发展的同时,我国一些中、小煤矿根据自身的特点,相继

在急倾斜、缓倾斜、倾斜厚煤层中应用各种形式的简易放顶煤开采，经过试验和总结，证明这种采煤方法能够达到安全、高效、低耗的效果，有利于集中生产，使得工作面单产、回收率、工效等有显著的提高，取得了明显的社会和经济效益。经过十几年的研究和发展，我国放顶煤开采技术在以下几个方面取得了重要进展：

① 解决了在一个工作面内实现采、放平行作业的实践问题，大幅度地提高了工作面产量，取得了重大经济效益；

② 根据放煤规律，初步提出了放煤工艺中采用合理工艺参数及方法，提高回收率、降低含矸率的措施，并在实践中不断地得到改进和完善；

③ 研制了一系列适应不同煤层赋存条件的放顶煤支架，基本上能够满足煤矿现场生产的需要；

④ 对有关放顶煤开采的顶煤活动规律、矿压显现规律、顶煤破碎及可放性、放煤规律等问题进行了大量的理论研究，取得了丰硕的成果，这些研究对生产起了重要的指导作用；

⑤ 研究了放顶煤开采时煤层瓦斯、自燃及粉尘危害的特点，提出了一些有效的安全措施。

十几年的发展进程证明：放顶煤具有明显的高产、高效、投入少的特点，改善了许多矿井的技术经济面貌，产生了重大的社会效益和经济效益。从当前制约放顶煤发展的四个主要因素看，经过多年来产、学、研各方面的合作研究，取得了很大的成绩，在技术上可以得到以下几点认识：

① 提高了煤炭回收率。只要在技术上和管理上进行了切实的工作，将工作面回收率提高到 80%~85% 是可能的，采区回收率可以争取达到 70% 以上，而且有很多矿井已经达到或超过这个数值。采用无煤柱开采后，采区回收率可以提高到 75% 以上。

② 放顶煤开采发生的自燃火灾事故是严重的，自燃隐患带有普遍性，但是火灾事故严重的矿区是少数，防治火灾的技术大多数是有效的。只要加强管理，自燃事故可以大幅度降低。

③ 发生瓦斯事故并不多,但都是恶性事故。当前防治瓦斯事故的主攻方向一是提高抽放效果;二是解决上隅角瓦斯聚积;三是防止工作面初采期间瓦斯突然涌入工作面。

④ 工作面粉尘含量严重超标,目前注水、喷雾等措施收到了较好的效果,但要达到国家规定的标准还有很大的难度。

总之,放顶煤开采十几年来在我国得到了迅速的发展。放顶煤开采技术的推广使用,拓宽了机械化开采厚煤层的使用范围,简化了矿井的采掘系统和生产系统,在提高劳动生产率和产量、降低煤炭生产成本、保证安全生产等方面均取得了比较显著的技术经济效益。

但放顶煤开采的制约条件也是很多的,发展放顶煤开采必须因地制宜,经过充分的准备和试验后,再大力发展。有很多工作还需要科研、制造、生产各部门通力合作,不断创新、不断总结,以便使我国的放顶煤开采健康、稳步地向前发展。

第二节 顶煤破碎机理

实现放顶煤开采的重要条件之一是使顶煤破碎成能够通过支架放煤口放出和便于运输的块度。顶煤的破碎方法有两种:一种是自然破碎,另一种是人工辅助破碎。自然破碎主要依靠矿山压力对煤体的作用;人工辅助破碎主要有松动爆破和水压破煤等方式。放顶煤开采顶煤的自然破碎是比较复杂的过程,对它的研究,有助于掌握顶煤的活动规律,确定顶煤的可放性,有效控制工作面端面冒顶和煤壁片帮,确定合理的放煤工艺和支架参数,从而提高煤炭回收率。

一、矿压破煤原理

放顶煤工作面顶煤属于一种特殊的顶板,采动后,在支承压力和支架的共同作用下从最初的完整状态改变为松散破碎状态。一般将顶煤沿走向分为四个区,如图 1-2 所示。各区内的顶煤具有不同的破坏特征,Ⅰ为显著变形区,该区顶煤处于弹性变形阶段,尚未发生破坏,虽然也有一些原生裂隙或发生一些微裂隙,但处于三向应力状

态,仍可保持其弹性性质;Ⅱ为破坏发展区,该区顶煤处于塑性变形阶段,随着应力值的减小,变形量不断扩大,裂缝不断扩展,但仍保持其相对的完整性;Ⅲ为顶煤松动区,顶煤中的一次破坏裂隙在支架反复支撑作用下进一步发展而裂碎,当煤层比较松软时,若停滞时间较长或不及时支护,易产生架前冒空现象,若保持正常推进速度,支护合理时,顶煤仍具有一定的连续性而保持稳定;Ⅳ为放落区,该区内顶煤完全破坏,被裂隙切割,丧失连续性,并已冒落松动,近于散体状态。

实测和实验都证实了顶煤从最初整体状态到最后的散体放出状态,要顺次经历以上四个区。其中,裂隙的产生——张开——闭合——

再张开特性是保证顶煤能及时垮落、放出的必要前提。

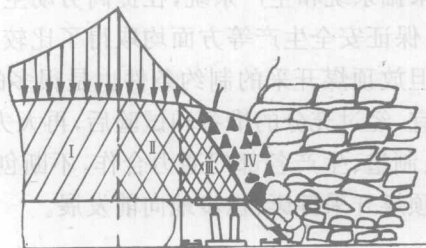


图 1-2 顶煤变形分区图

采动裂隙以垂直裂隙为主,水平离层为辅,在工作面前方大量垂直采动裂隙的产生加上原生节理、弱面使原是整体的顶煤成为具有块体力学性质的块体堆,煤块体之间拉应力等于零,但相互之间存在压应力和剪应力。

顶煤在顺次经过四个区后已变成了散体,当打开放煤口,煤块体以散体介质运动特性流入放煤口,故将放出过程的顶煤抽象成理想松散体做进一步研究是具有实际和实验基础的。

二、人工辅助破煤方法

当利用矿压破碎顶煤的效果不能达到放煤的要求时,必须采取人工辅助破煤的措施。常用的方法有两种。

1. 松动爆破

松动爆破可分为超前和即时爆破两种方法。超前爆破是在回采

工作面前方未回采的顶煤中预先打孔爆破,使顶煤预先破裂松动。这种方法的优点是不妨碍工作面中的采煤工艺过程,但是需用深孔爆破;另外,必须控制爆破强度使顶煤发生松动而不破碎松散,以免引起机道处顶煤冒落,这一点很难控制,因而这种破煤方法没有得到广泛应用。

即时爆破是在放煤工序前,从支架顶梁上设置的窗孔(悬移支架从架间)或从顶梁的前端处向顶煤打眼爆破,使顶煤破碎。一般在每架支架的位置上只打一个孔,沿工作面方向可布置一排;沿推进方向,炮眼的距离视煤层的硬度及节理裂隙的发育情况而定。这种方法需与其他采煤工序配合,按顺序进行作业,占用时间多,并且支架内空间较小,钻眼设备的安放、移动、装钻杆等均不方便,多为手工作业,劳动强度大,因而将影响工作面的推进速度和经济效益。但是,这种方法较为灵活,可以因地制宜,所以多采用它作为辅助性的临时处理方法。

2. 水压破煤

水压破煤有两种方法:水射流破煤法和水力压裂破煤法。这两种方法在放顶煤开采中都有应用。

水射流破煤是利用水枪射流的切割作用来破碎顶煤。鹤壁矿务局六矿在放顶煤回采工艺中曾设计采用这种方法,每隔一架液压支架安设一台水枪。水枪的工作压力为 12 MPa,流量为 $60\sim 80\text{ m}^3/\text{h}$,水枪喷射方向垂直向上,并且可沿煤层倾斜方向摆动 $\pm 45^\circ$ 角。综采机组每推进一个步距,水枪射流切割一次顶煤。每推进 2~3 个步距,利用冲运水枪自下而上冲运一次顶煤。冲运水枪每隔 9 m 装设一台。

水力压裂破煤是通过上、下回采平巷预先向顶煤区钻孔,孔内注水压力 5~15 MPa,其作用是:使原有裂隙进一步扩展和发育,使煤软化;此外,还可使顶煤湿润,降低放煤工艺中产生的煤尘量。这种方法对煤层节理不发育、整体性强的硬煤适用。

第三节 放顶煤工作面矿山压力显现

放顶煤工作面矿压实测表明,放顶煤工作面矿压显现一般小于单一煤层开采或厚煤层分层开采第一分层工作面,主要表现在以下几个方面。

1. 支架载荷

表 1-1 是不同煤层条件放顶煤开采的支架工作阻力实测结果。从该表可以看出,尽管这几个矿区放顶煤开采条件相差甚远,架型各异,有综放,也有悬移支架放顶煤,但在开采过程中支架受力均不大,仅为额定工作阻力的 50% 左右,甚至更低。

表 1-1 典型放顶煤工作面实测支架阻力

局(矿)名	架型	煤层倾角 /(°)	煤层厚度 /m	煤层硬度 f	实测支架工作阻力 /kN·架 ⁻¹	
					平均值	与额定值 之比/%
阳泉	ZFS 4400	4~6	6~7	2.7	1 668	37.9
轩岗刘家梁矿	ZFS 3000	10~15	8~10	0.1~0.3	1 297	43.2
石炭井乌兰矿	ZFSB 300	27	8~12	0.6~1.2	1 206	37.7
枣庄柴里矿	GFZ—A	5~10	2.2~4.7	1.5~2.5	1 263	54.0
枣庄王晁矿	XDY—1	4~6	2.5~6.2	2.5~3.0	336	28.0

在相同的地质条件下对比放顶煤工作面与上分层工作面支护强度(表 1-2),可以看出放顶煤工作面支架受到的外力载荷小于上分层开采支架受到的顶板压力。

通过对放顶煤工作面支架前、后柱阻力的观测(表 1-3),可以看出,放顶煤工作面支架阻力前柱普遍高于后柱,这一点与单一煤层或分层开采是不同的。

表 1-2 上分层与放顶煤工作面矿压显现对比表

项 目	兖州东滩矿		兖州兴隆庄矿		阳泉一矿		邢台局邢台矿	
	上分层	放顶煤	上分层	放顶煤	上分层	放顶煤	上分层	放顶煤
支护强度/MPa	0.51	0.44	0.48	0.46	0.32	0.31	0.38	0.28
放顶煤 上分层/%	86.3		95.8		96.9		73.7	

表 1-3 放顶煤工作面支架前、后柱阻力对比

矿 别	煤 层	工作面 编 号	平 时/kN			来 压 时/kN		
			前 柱	后 柱	前-后	前 柱	后 柱	前-后
兴隆庄	3 号	5306	739	527	212	973.5	689	284.5
		5313	1 010	770.6	289.4	1 263.8	1 054.2	209.2
鲍 店	3 号	1308	1 603.5	1 432.4	171	1 830.5	1 873.5	-43
南 屯	3 _上	6310	1 103.2	810.4	292.8	2 082.5	824.8	1 257.7
东 滩	3 _上	14307	672	614	58	961	766	58
		4302	608	395	212	802	498	304
王 晃	3 _下	1013	86	74	12	130	94	36

2. 顶板来压显现

在放顶煤工作面,非来压时期煤壁比较稳定,无较大的片帮。工作面来压时,煤壁呈现明显的片帮。因此,煤壁片帮成为老顶来压的主要标志。煤壁片帮一般可以从工作面中部开始,然后向两巷扩展,片帮深度达 0.3~0.5 m。而工作面支架阻力的增加一般不太大,有时甚至由于来压时顶煤比较破碎,放煤比较充分,支架的阻力反而有所降低。这说明老顶的断裂是在煤壁前方产生的,而老顶的垮落则是以煤壁作为回转支点,由于强大的支承压力作用于煤壁而导致严重片帮。

由于放顶煤开采的特点,顶煤被放出后,形成的空间较大,垮落的直接顶堆积的矸石刚度较小,而且一般不能充分充填支架后方的采空区。这就使得支架与老顶间没有刚度较大的传力介质,甚至有时

由于顶煤的充分放出,在来压时支架与老顶之间失去力的联系。因此,老顶的运动对工作面支架的载荷影响很小。又由于直接顶垮落破碎后在采空区形成的充填高度一般大于支架的高度,因此,老顶岩块的垮落一般不能触及支架的顶梁,故老顶的垮落不易对支架构成冲击威胁。这种情况如图 1-3 所示。

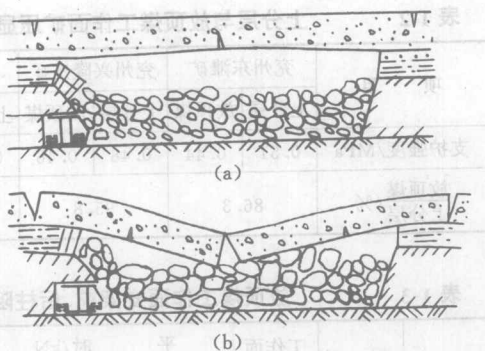


图 1-3 老顶来压前后的工作面状态

(a) 初次来压前; (b) 初次来压后

表 1-4 为部分综放面的来压特征。由表可见,老顶初次来压时支架的动载系数为 1.22~1.39(平均 1.3),周期来压期间动载系数 1.15~1.39(平均 1.28),说明综放工作面顶板初次来压和周期来压期间矿压强度基本相同。

放顶煤工作面矿山压力观测资料表明,在放顶煤开采过程中工作面仍然存在初次来压和周期来压现象,总的特征是来压强度不大于单一煤层或上分层开采时的来压强度(表 1-5)。

由表 1-5 可见,除了兖州兴隆庄矿在上分层开采时周期来压动载系数与放顶煤开采时相同,其余矿区上分层开采周期来压动载系数均比放顶煤开采时分别高 6.25%、7.9% 和 20.7%。此外,在周期来压时支架受到的顶板压力,放顶煤工作面均小于或近似于上分层开采时支架所受到的外力,如邢台矿在周期来压时上分层开采 7205 工作面支架工作阻力为 2 260 kN/架,动载系数 1.23,而在 7803 放顶煤工作面支架工作阻力仅为 1 600 kN/架,动载系数降至为 1.14,如此小的动载系数,在工作面内基本感觉不到周期压力的变化。大同矿务局忻州窑矿在上分层开采的 8922 工作面内周期来压强烈,动载系数高达 2.1,而在 8920 放顶煤工作面内周期来压变缓,动载系数

表 1-4 综放工作面顶板来压步距及强度

矿 别	工作面 编 号	直接顶初跨				老顶初次来压				老顶周期来压				备 注	
		步距 /m	支架阻力/kN		步距 /m	支架阻力/kN	动载 系数	持续 时间/d	步距 /m	支架阻力/kN		动载 系数	持续 时间/d		
			最大	平均						最大	平均				
兴隆庄	4314	8	3 407	2 160	34.9	4 217	4 091	1.39	3	11.3	4 586	4 045	1.23	2.5	
兴隆庄	5306	11.1	3 193	2 970	45	3 123	2 195	1.24	3	13.2	4 067	3 629	1.33	2	
兴隆庄	5313	6.2	2 425	1 894	31.1	2 952	2 123	1.26	3	9.8	3 198	2 531	1.39	2	
鲍 店	1308	11.4	2 950	2 534	49	5 190	3 589	1.22	2	16	4 241	3 756	1.15	1、	
东 滩	143±07	13.8	2 533	2 095	55.3	2 868	2 040	1.30	3	15.1	4 710	3 446	1.34	1.4	