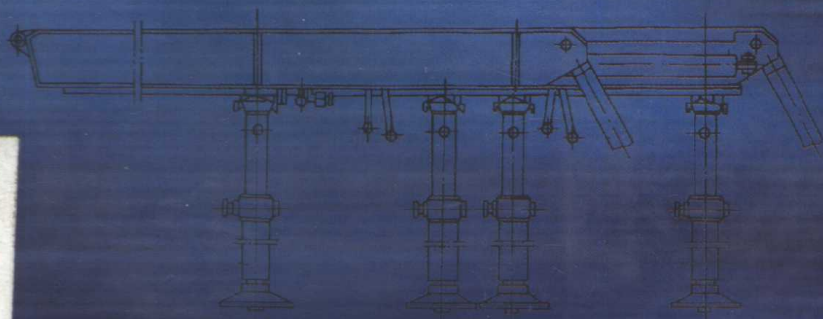


# 普通放顶煤 开采技术

主编 周英



煤炭工业出版社

# 普通放顶煤开采技术

主 编 周 英  
副主编 王佳英 孙金明 周 宛  
编 著 王永健 顾 明  
翟新献 李化敏

煤炭工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

普通放顶煤开采技术/周英等编著. —北京: 煤炭工业出版社,  
1999

ISBN 7-5020-1748-8

I. 普… II. 周… III. 采煤方法, 放顶煤 IV. TD823.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 14332 号

**普通放顶煤开采技术**

主编 周英

责任编辑: 黄朝晖

\*

煤炭工业出版社出版

(北京朝阳区霞光里 8 号 100018)

北京房山宏伟印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

开本 850×1168mm<sup>1/32</sup> 印张 9<sup>5/8</sup>

字数 253 千字 印数 1—435

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

书号 4519 定价 18.00 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

## 前 言

我国在约占煤炭总储量45%的厚煤层中,长期以来主要采用分层采煤法,其巷道布置与采煤工艺类似于单一煤层整层开采。但该方法存在单产低、效率低、工序复杂、掘进率高、成本高和经济效益差等缺点,使我国厚煤层的资源优势变成了技术和经济上的劣势。另外某些小型地方煤矿、乡镇煤矿还在使用一些非正规(如高落式、穿硐式、地沟式等)的采煤方法,这些采煤方法不仅有以上诸多缺点,而且还存在事故多、环境差、浪费资源,不利于安全生产等严重的问题。这是我国目前处于社会主义市场经济初级阶段的大多数煤矿,尤其是中、小型煤矿面临经济困境的主要原因之一,所以必须切实、有效地改革更新不同条件下各类型煤矿的采煤工艺技术,以扭转煤矿生产上的被动局面,提高经济效益,为国家经济建设提供有力的能源保障。

20世纪80年代中期以来,综采技术、特别是放顶煤综采技术已成为我国缓斜、倾斜厚煤层的重要采煤方法,实现了厚煤层开采方法的一次技术革命,达到了高产、高效、低耗的目的,消除了分层开采和非正规采煤方法的主要缺陷,由分散粗放生产转变为高度集中化生产。但它们对矿井地质条件要求苛刻,适应性较差,而且所需设备和设施投资巨大,对于地质构造复杂的井田、大矿边角块段、矿井巷道保护煤柱、倾角变化大的煤层以及赋存不稳定煤层的开采,特别是那些经济实力较弱的中、小型煤矿和乡镇煤矿,不但收不到良好的效果,反而使煤矿造成重大的投资和经营损失,也给国家造成不可挽回的资源浪费。

80年代末以来,放顶煤开采技术逐渐应用到普采和炮采工作面采煤工艺中,同时也是对高落式采煤法的发展与完善,从而形成了一系列不同支护方式的普通放顶煤开采技术,如悬移支架放

ABF 37/07

顶煤、滑移支架放顶煤、网格式支架放顶煤，特别是单体支柱放顶煤，它对于地质条件和经济实力上不适宜采用综采放顶煤开采的中、小煤矿，是较为合理的采煤技术。如河南省的大部分中、小煤矿和乡镇煤矿，陕、鲁、黑、辽、晋、冀以及皖等省的部分小型煤矿都采用了该项采煤技术，实现了高产、高效、低耗、低投入、低成本的目标，取得了良好的技术效果和显著的经济效益。

普通放顶煤开采技术与综采放顶煤开采技术一样，尚存在一些缺点和制约其进一步发展的问題，如采出率、防尘、防火和防瓦斯积聚等，这些都是放顶煤开采技术中需要认真解决的难题。尽管目前已取得部分研究成果，但有些问題仍需要继续攻关研究解决。

本书由焦作工学院周英、王永健、顾明、翟新献、李化敏，永城煤电集团陈四楼煤矿王佳英，平顶山煤业集团大庄煤矿孙金明，以及河南中原机械工业学校周宛共同编著。作者在对10余年来我国应用普通放顶煤开采技术进行研究和总结的基础上，编著了本书。书中着重从采煤工艺、支架结构特点和支架稳定性、工作面矿压显现规律等方面，详细地论述了各种类型普通放顶煤开采技术，探讨了普通放顶煤开采有关参数和安全技术措施，提出了工作面支护质量及顶板动态监测方法。书中部分理论问題，如矿压显现规律、放顶煤参数优化等尚处在研究阶段，还需要进一步探索和完善。鉴于作者水平所限，书中不妥之处在所难免，望广大读者批评指正。在此，对于为本书提供资料的有关局矿的工程技术人员和引用资料的作者，表示衷心感谢。

编 者

1999年2月

## 内 容 提 要

普通放顶煤开采技术（主要指炮采、机采工作面放顶煤开采技术）在开采急斜、缓斜厚煤层，尤其在地质构造复杂的井田、边角煤柱和赋存不稳定煤层方面日见成熟，十余年来取得了很大进步。本书系统地总结了普通放顶煤开采技术的有关研究成果，着重从采煤工艺、支架结构特点和支架稳定性、工作面矿压显现规律等方面，详细论述了单体支柱放顶煤、悬移支架放顶煤、滑移支架放顶煤、网格式支架放顶煤，以及其它形式的放顶煤开采技术，探讨了普通放顶煤开采的有关参数和安全技术问题，提出了采煤工作面支护质量及顶板动态监测方法。

本书可供煤矿现场和科研院所工程技术人员用来指导放顶煤生产和放顶煤设计工作，亦可作为高等学校采矿工程专业的教学参考书。

# 目 录

## 前言

<b>第一章 单体支柱放顶煤开采</b> .....	1
第一节 概述 .....	1
第二节 单体支柱放顶煤开采的巷道布置 .....	2
第三节 单体支柱放顶煤开采的支架及布置方式 .....	4
第四节 单体支柱放顶煤采煤工艺及参数 .....	19
第五节 单体支柱放顶煤工作面的矿压显现特征 .....	42
第六节 单体支柱放顶煤开采的分析评价 .....	49
第七节 单体支柱放顶煤开采实例 .....	57
<b>第二章 悬移支架放顶煤开采</b> .....	65
第一节 悬移支架放顶煤开采发展现状 .....	65
第二节 悬移支架结构、特点与配套设备 .....	66
第三节 悬移支架放顶煤采煤工艺 .....	73
第四节 悬移支架放顶煤工作面矿压实测及分析 .....	94
第五节 悬移支架运行状况与使用效果 .....	119
第六节 工作面生产系统可靠性及其提高途径 .....	128
<b>第三章 滑移支架放顶煤开采</b> .....	142
第一节 滑移支架的结构与类型 .....	143
第二节 滑移支架放顶煤采煤工艺 .....	149
第三节 滑移支架的稳定性 .....	161
第四节 滑移支架放顶煤工作面矿压显现特征 .....	172
第五节 滑移支架放顶煤开采有关参数 .....	193
<b>第四章 网格式支架放顶煤开采</b> .....	208
第一节 网格式支架结构、特点与参数 .....	208
第二节 网格式支架放顶煤采煤工艺 .....	211
第三节 网格式支架的使用与故障处理 .....	212
第四节 网格式支架放顶煤开采应用实例 .....	215

<b>第五章 其它放顶煤采煤法</b> .....	217
第一节 伪俯斜放顶煤采煤法 .....	217
第二节 斜坡采煤法 .....	231
第三节 小分段爆破采煤法 .....	244
第四节 房柱式(硐室)采煤法 .....	249
第五节 巷道长壁放顶煤采煤法 .....	256
第六节 水平分层、斜切分层煤皮假顶采煤法 .....	261
<b>第六章 普通放顶煤工作面支护质量及顶板动态监测</b> .....	266
第一节 概述 .....	266
第二节 单体支柱 $\pi$ 型钢梁放顶煤工作面支护 质量及顶板动态监测 .....	267
第三节 悬移支架放顶煤工作面支护质量及顶板动态监测 .....	274
<b>第七章 普通放顶煤开采的安全技术</b> .....	282
第一节 瓦斯综合治理 .....	282
第二节 自然发火防治 .....	285
第三节 煤尘综合防治 .....	290
<b>参考文献</b> .....	299



# 第一章 单体支柱放顶煤开采

## 第一节 概 述

对于厚煤层的开采，我国传统的开采方法是采用倾斜分层长壁采煤法。这种方法相对来讲具有单产低、效率低、材料消耗多、巷道掘进率高，成本高、经济效益差等缺点。随着采煤技术的发展，80年代中期以来，大采高综合机械化采煤和放顶煤综合机械化一次采全高技术已成为我国缓倾斜、倾斜厚煤层的重要开采方法之一，它避免了分层开采的许多缺点，达到了高产、高效、低耗的目的。但其对矿井地质条件的要求严格，对于地质构造复杂的井田、倾角大的煤层、赋存不稳定的煤层等，采用大采高综采或放顶煤综采不但收不到好的效果，反而适得其反，甚至造成重大损失。为了充分发挥放顶煤开采技术的优越性，使其得到更广泛的应用，80年代末以来，这项技术已渗透到普采和炮采工艺技术中来，其中除滑移支架、悬移支架等组合支架在应用中程度不同地受到一定限制外，相比之下单体支柱放顶煤开采技术的适应性最强，它不仅适应地质构造复杂、倾角大、煤层赋存不稳定的条件，而且投资较少，适用于经济实力不强的中小型煤矿采用。

单体支柱放顶煤开采最早于1988年开始在通化道清煤矿和内蒙古宝日希勒第二煤矿试验应用，取得了一定的效果。1992年以来，河南的新峰一矿、郑州超化煤矿、大峪沟三矿、义马曹窑煤矿、平顶山高庄煤矿、登封电厂煤矿、以及黑龙江的鹤岗南山煤矿和兴山煤矿等都纷纷进行单体支柱放顶煤开采的试验研究，其效果越来越明显，工作面单产、工效、采出率等技术经济指标都分别提高了20%~80%，甚至1~2倍。目前河南的大部分小型煤矿、乡镇煤矿，以及黑龙江、辽宁、山西、河北、安徽等省都

采用了该采煤方法，并且应用的范围正在迅速扩大。

所谓单体支柱放顶煤开采，就是采用单体摩擦金属支柱或单体液压支柱配合金属铰接顶梁或 $\pi$ 型钢梁组成的支护方式，在顶梁上铺设金属网、塑料网或荆笆等，用炮采、机采或镐采进行采煤，并且在靠采空区侧剪开网口，放出顶部煤炭的一种采煤技术。

## 第二节 单体支柱放顶煤开采的巷道布置

### 一、回采巷道布置

单体支柱放顶煤开采的巷道布置与单一煤层的整层开采，厚煤层的分层开采或一次采全高的其它放顶煤开采方法没有多大差别，一般采用走向长壁或倾斜长壁开采巷道布置方式。在倾斜长壁巷道布置中，为减少煤炭损失，避免煤壁片帮，通常俯斜布置较优；当为近水平煤层时，仰斜、俯斜均可采用。当煤层倾角较大时，可采用伪斜长壁的安排方式。新峰一矿 12101 工作面回采巷道布置示意图如图 1-1 所示。

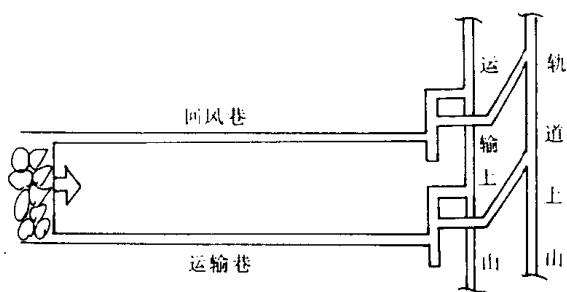


图 1-1 新峰一矿 12101 工作面回采巷道布置

### 二、分层放顶煤开采布置

当煤层厚度较大时，若采用一次采全高放顶煤开采，则不利于煤炭资源的回收，也不利于顶板的均匀下沉，往往要采用分层开采。

### (一) 倾斜分层布置

当煤层为近水平或缓斜煤层时，可采用倾斜分层放顶煤开采的布置方式。例如内蒙古的宝日希勒第二煤矿，煤层平均厚度为12m，煤层倾角 $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。该矿首先沿煤层顶板采上分层，采高2m；然后在距煤层顶板7m处采第二分层，采高2m，放煤高3m；最后沿煤层底板采第三分层，采高也为2m，放煤高3m，如图1-2所示。若开采第一分层时，可先铺上一层底网，以提高下分层开采的采出率，降低含矸率。经过技术经济比较，该煤层也可只分成两个分层均进行放顶煤开采。

### (二) 水平或斜切分层布置

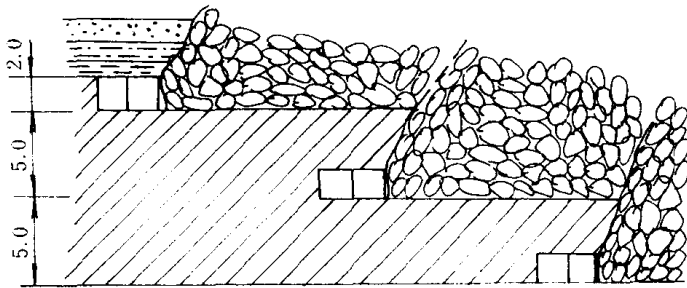


图 1-2 倾斜分层放顶煤开采布置

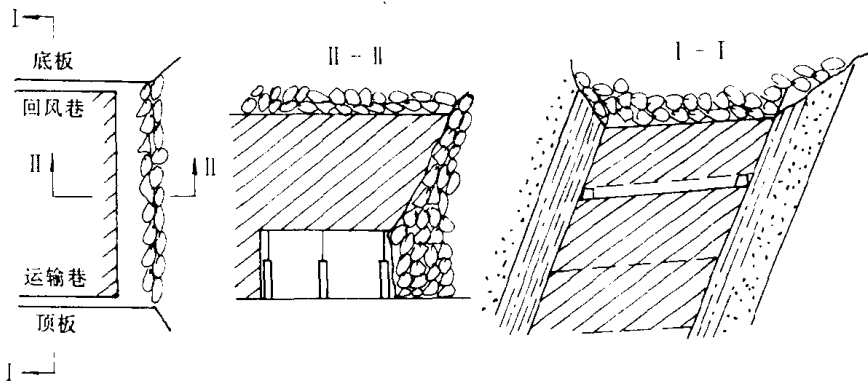


图 1-3 水平或斜切分层放顶煤开采布置

对于煤层厚度在 10~15m 以上且倾角很大的急倾斜特厚煤层,可采用水平或斜切分层进行放顶煤开采。分层厚度约 6~10m。即运输巷和回风巷分别沿煤层顶板和底板布置,工作面沿煤层水平厚度或伪厚度的方向布置。分层开采的层数根据阶段垂高而定,其布置如图 1-3 所示。

### 第三节 单体支柱放顶煤开采的 支架及布置方式

单体支柱放顶煤开采工作面的支架为单体支架,由单体支柱和顶梁构成。

#### 一、支柱

我国目前使用的支柱有木支柱、金属摩擦支柱和单体液压支柱。其中木支柱的支撑能力小,可缩量很小,除了在乡镇小煤窑中使用外,国有煤矿和地方较大型煤矿中基本不再使用。这里仅对摩擦支柱和单体液压支柱作简要介绍。

##### (一) 单体摩擦支柱

单体摩擦支柱是金属支柱,有微增阻式和急增阻式两类。急增阻式因工作特性不好,很少使用。微增阻式摩擦支柱如图 1-4 所示,其规格见表 1-1。

表 1-1 微增阻 (HZWA) 型摩擦支柱的规格性能

型 号	支柱高度 (mm)		工 作 阻 力 (kN)		支柱可缩量 (mm)
	最大	最小	初 始	最 大	
HZWA-1200	1200	772	245	343	400
HZWA-1400	1400	872	245±29.4	343+39.2-19.5	400
HZWA-1700	1700	1022	245±29.4	343+39.2-19.5	400
HZWA-2000	2000	1172	245±29.4	343+39.2-19.5	400
HZWA-2300	2300	1322	245±29.4	343+39.2-19.5	400
HZWA-2600	2600	1502	196±29.4	294+39.2-19.5	400

## (二) 单体液压支柱

单体液压支柱也是金属支柱，有外注式和内注式两类。我国普遍应用的是外注式，如图 1-5 所示，其规格见表 1-2；内注式单体液压支柱如图 1-6 所示，其规格见表 1-3。外注式单体液压支柱除了 DZ 系列外，还有 EDA 系列，如 EDA22-30/100 型；DWJ 型系列，如 DWJ22-15/70 型等。

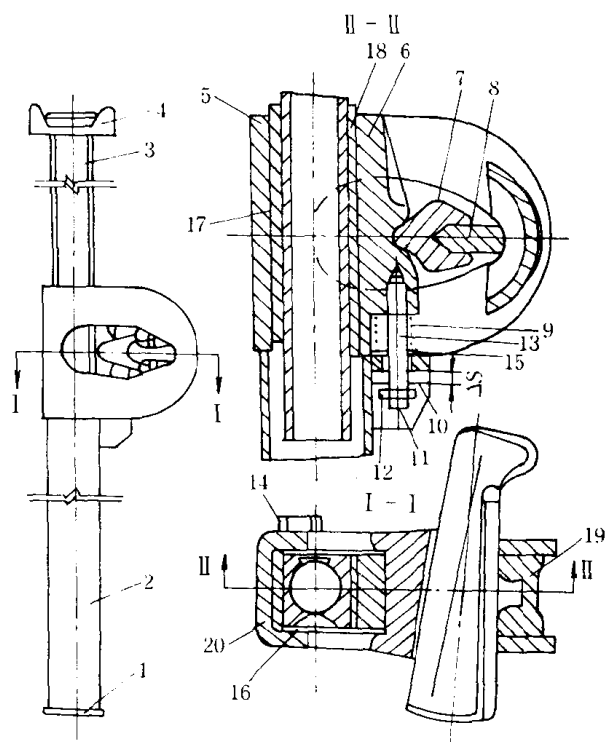


图 1-4 微增阻式摩擦支柱

- 1—底座；2—柱筒；3—活柱；4—铰接顶盖；5—锁体；6—滑块；  
 7—楔块；8—水平楔；9—弹簧；10—特别垫圈；11—托梁；  
 12—螺母；13—调整螺杆；14—螺钉；15—垫圈；16—挡块；  
 17, 18—左右摩擦板；19—卡块；20—卡箍

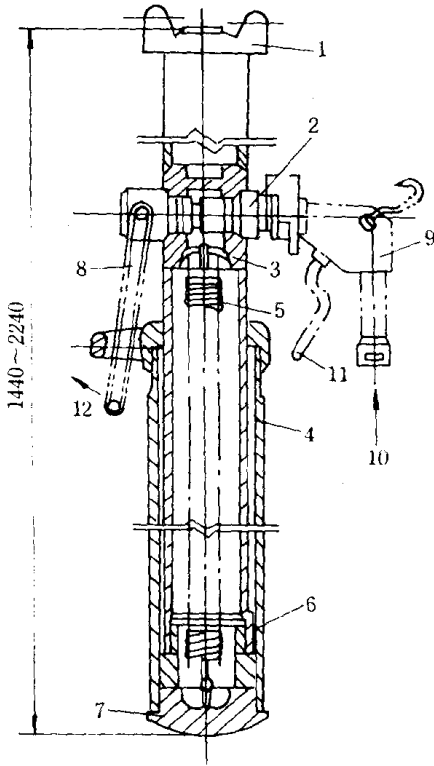


图 1-5 外注式单体液压支柱  
 1—顶盖；2—三用阀；3—活柱体；4—油缸；  
 5—复位弹簧；6—活塞；7—底座；8—卸载  
 手柄；9—注液枪；10—泵站供液；11—注  
 液时操纵手柄方向；12—缺载时动作方向

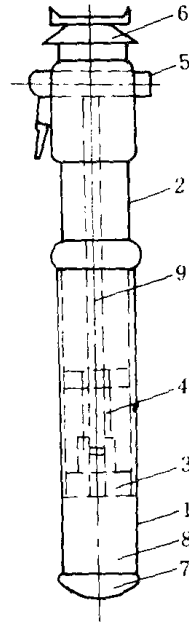


图 1-6 内注式  
 单体液压支柱  
 1—柱体；2—活柱；3—活塞头；  
 4—泵；5—安全阀与卸载阀；  
 6—上顶盖；7—下柱座；  
 8—支柱底腔；9—通道

### (三) 两种支柱的比较及应用趋势

单体液压支柱与摩擦支柱相比，具有以下几条明显的优点：

(1) 工作性能好。单体液压支柱的工作特性是恒阻式的，其可缩量很大，能满足各类顶板的支撑和维护要求。

(2) 初撑力高，易控制。摩擦支柱是靠人工手动升柱器使支柱获得初撑力，初撑力较低，而单体液压支柱是靠液压泵站输入

液压来控制，可达到较高的初撑力，保证了支护系统的支护质量。

表 1-2 常用外注式单体液压支柱的规格性能

型 号	支撑高度 (mm)		伸缩行程 (mm)	额定工作阻力 (kN)	额定工作液压 (MPa)	初撑力 (kN)	泵站压力 (MPa)	油缸直径 (mm)	底座面积 (cm <sup>2</sup> )						
	最大	最小													
DZ06-25/80	630	450	180	250	50	75~100	15~20	80	113						
DZ08-25/80	800	545	255												
DZ10-25/80	1000	655	345												
DZ12-25/80	1200	765	435												
DZ14-25/80	1400	870	530												
DZ16-25/80	1600	980	620												
DZ18-25/80	1800	1080	720												
DZ06-30/100	630	485	145							300	38.2	118~157	15~20	100	109
DZ08-30/100	800	578	222												
DZ10-30/100	1000	685	315												
DZ12-30/100	1200	792	408												
DZ14-30/100	1400	900	500												
DZ16-30/100	1600	1005	595												
DZ18-30/100	1800	1110	690												
DZ20-30/100	2000	1240	760												
DZ22-30/100	2240	1440	800												
DZ25-25/100	2500	1700	800												
DZ28-25/100	2800	2000	800												
DZ28	2800	2000	800	250	31.8	142~190			120						
DZ31	3150	2300	850												
DZ34	3400	2550	850												
DZ35	3500	2650	850												

表 1-3 常用内注式单体液压支柱的规格性能

型 号	支撑高度 (mm)		工作行程 (mm)	工作阻力 (kN)	初撑力 (kN)
	最大	最小			
NDZ06	650	510	140	250	40
NDZ08	800	590	210	250	50

续表

型 号	支撑高度 (mm)		工作行程 (mm)	工作阻力 (kN)	初撑力 (kN)
	最 大	最 小			
NDZ10	1000	720	280	250	50
NDZ12	1200	870	330	250	50
NDZ14	1400	1000	400	250	70~80
NDZ16	1600	1100	500	250	70~80
NDZ18	1800	1250	550	300	70~80
NDZ20	2000	1400	600	300	70~80
NDZ22	2240	1540	700	300	70~80

(3) 稳定性能好。单体支架最大的问题是稳定性差，当顶板具有沿层面方向的推力时，支架容易被推倒而导致冒顶，单体液压支柱可以靠提高自身的初撑力来增加稳定性，而摩擦支柱只能靠外部措施增加其稳定性。

(4) 升降柱方便，省时、省工，安全性好。摩擦支柱升柱时靠人工手动升柱，回柱时也要靠人工将楔体敲松卸载，而回柱往往是在工作面末排进行，支柱的载荷大，必须用力敲打，既费力、费时，还有可能破坏顶板的极限平衡而导致冒顶。而单体液压支柱升柱时，只需用注液枪进行注液，降柱时打开卸液阀即可，省时、省工，既方便又安全。

基于上述原因，按照国家有关煤炭技术政策，摩擦支柱有逐渐被淘汰的趋势。目前国有重点煤矿已基本淘汰了摩擦支柱；地方、乡镇煤矿也在用单体液压支柱取代金属摩擦支柱。

## 二、顶梁

与单体液压支柱配套组成单体支架的顶梁，长期以来，我国主要采用普通金属铰接顶梁，80年代末，才出现了新型的 $\pi$ 型钢梁，此外还有十字铰接顶梁和木质顶梁。现对前三种顶梁简要介绍如下：

### (一) 普通金属铰接顶梁

50年代初，我国开始使用金属摩擦支柱，60年代以后推广应



用了 HDJA 型金属铰接顶梁。这种顶梁从梁体截面来看，它是由 4 块扁钢焊接而成，两端头有“接头”和“耳子”等组成，起铰接作用，其结构如图 1-7 所示，技术特性见表 1-4，规格型号见表 1-5，表中 HDJA 为普通金属铰接顶梁。

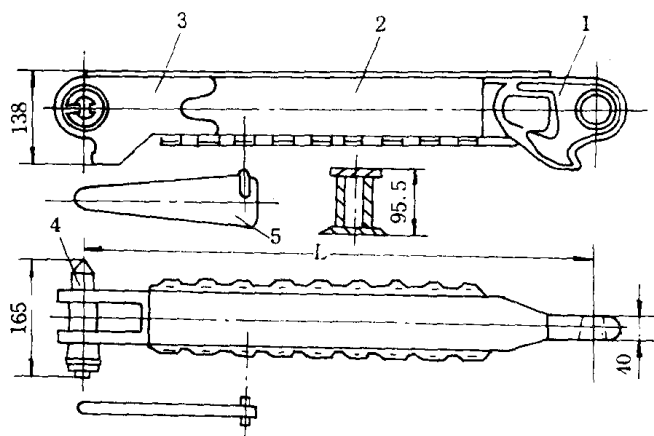


图 1-7 HDJA 型普通金属铰接顶梁

1—接头；2—梁体；3—耳子；4—销子；5—调角楔；L—中心距

## (二) $\pi$ 型钢梁

由于普通金属铰接顶梁的梁体结构不好，造成使用中损坏率及维修率较高，经济效益差。80 年代末改进了顶梁的结构，生产出了新型的  $\pi$  型钢梁，即从梁体截面上看它是由两块“ $\pi$ ”型钢焊接而成的，故称之为  $\pi$  型钢梁，它又分为  $\pi$  型钢铰接顶梁和  $\pi$  型长钢梁。

### 1. $\pi$ 型钢铰接顶梁

$\pi$  型钢铰接顶梁除梁体结构不同外，其两端头与普通铰接梁类似，其结构如图 1-8 所示，技术特性和规格型号分别见表 1-4 和表 1-5，型号分别有 HDJB、HDJC 和 HDJD 型。

### 2. $\pi$ 型长钢梁

除了上述的  $\pi$  型钢铰接顶梁外，近年来更为流行使用的是  $\pi$