

单体液压支柱

煤炭工业部物资供应局 编著

55

单体液压支柱

煤炭工业部物资供应局 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了煤矿回采工作面用的DZ型、NDZ型单体液压支柱的结构、工作原理、使用管理和维护检修等知识。详细地阐述了单体液压支柱的常见故障、维修方法、检验内容及专用维修设备。

本书主要供煤炭系统工程技术人员和工人自学或培训使用,也可供煤矿管理干部、煤炭院校师生和支柱制造厂职工参考。

责任编辑:伊 烈

单 体 液 压 支 柱

煤炭工业部物资供应局 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张7¹/₈ 插页2

字数155千字

印数1—18,620

1987年6月第1版 1987年11月第1次印刷

书号154652897 定价1.15元



前 言

我国煤矿回采工作面支护技术与装备正进入一个新的改革时期。在发展综合机械化的同时，从普及、提高采煤机械化程度，促进与保证安全生产，以及适合我国国情等出发，发展单体液压支柱是回采支护技术改革的主要方向之一。

根据煤炭工业总的发展要求，“七五”期间，回采支护的重点是积极进行回采支护的“更新换代”，即以液压支架和单体液压支柱替代摩擦式支柱。因此，单体液压支柱将比前五年成倍增长，大量推广使用。

当前，在单体液压支柱的使用和推广中，存在着生产技术管理、维护检修、产品检验等方面的问题，急待通过知识更新而得到解决。为此，编写这本包括单体液压支柱有关液压系统知识、液压支柱结构和基本原理、液压支柱的应用、使用管理、技术检验标准等内容专业书，供广大煤矿职工及有关工程技术人员学习、参考，以期普及与提高基本专业知识，从而适应发展的要求。

本书由煤炭工业部物资供应局支护处王继良、煤炭科学研究院开采所叶道一、西安矿业学院采矿系石平五等同志执笔，由王继良同志主编。本书承蒙中国矿业学院北京研究生部吴健、沈立山、刘泽春三位同志审校，在此表示感谢。

由于作者水平所限，不当与错误在所难免。尚请读者及各方面专家给予指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 单体液压支柱发展概况	1
一、国外单体液压支柱应用简况	1
二、我国单体液压支柱的发展概况	5
第二节 单体液压支柱分类	9
一、分类	9
二、我国的单体液压支柱类型	9
三、我国单体液压支柱的系列	11
四、国外单体液压支柱类型	14
第二章 液压系统基本知识	17
第一节 液压传动的基本概念	17
一、液压传动与液力传动	17
二、液体的物理、力学性质	17
三、流动液体的特性	20
第二节 液压系统	23
一、液压传动系统的主要装置	23
二、液压传动系统的辅助装置	24
三、液压传动系统的管路	25
四、液压传动系统的密封装置	28
第三节 液压油及乳化液	35
一、对液压油的基本要求	35
二、液压油的基本知识	37
三、五号液压油	40
四、乳化液	42
第三章 单体液压支柱结构和工作原理	50

第一节 内注式单体液压支柱	50
一、结构及工作原理	50
二、工作过程	61
第二节 外注式单体液压支柱	66
一、结构及工作原理	66
二、注液系统	71
第四章 单体液压支柱的使用	92
第一节 回采工作面的矿压	92
一、回采工作面矿压显现的一般规律	92
二、单体液压支柱工作面矿压显现的主要特点	95
三、工作面矿压显现的一些主要指标	100
第二节 单体液压支柱工作特性	105
一、工作面支架的工作状态	105
二、单体液压支柱的工作特性	107
三、单体液压支柱在井下工作的“ $P-t$ ”曲线	111
第三节 回采工作面支护设计	114
一、支柱规格的选择	114
二、支护强度的确定	115
三、顶板分类	121
第四节 支护方式	124
一、单体液压支柱工作面支护的主要形式	124
二、影响单体液压支柱支护方式的主要因素	129
三、影响单体液压支柱使用的因素	135
第五节 单体液压支柱的操作和技术管理	141
一、严格操作, 保证单体液压支柱的性能	142
二、单体液压支柱使用前的准备工作	144
三、支柱的支设	146
四、液压支柱的技术管理	149
第五章 特殊条件下工作面的支护措施	153

第一节	初次放顶和老顶来压时的支护措施	153
一、	初次放顶时的支护措施	153
二、	老顶初次和周期来压时的支护措施	160
第二节	工作面冒顶的预防和支护措施	162
一、	单体液压支柱工作面冒顶的主要原因及特点	163
二、	工作面易于发生冒顶的时间和地点	170
三、	防止工作面冒顶的主要措施	171
四、	工作面冒顶的处理	173
第三节	破碎顶板和下分层单体液压支柱的应用	175
一、	破碎顶板下单体液压支柱的应用	175
二、	下分层单体液压支柱的应用	179
第六章	单体液压支柱的维护与检修	183
第一节	支柱的常见故障及处理	183
一、	支柱故障的判断	183
二、	常见故障及处理办法	185
第二节	支柱拆装与维修	190
一、	维修内容及一般规定	190
二、	NDZ型内注式单体液压支柱的拆装	192
三、	DZ型外注式单体液压支柱的拆装	195
四、	支柱修理	200
第三节	维修设备	201
一、	校直机	201
二、	油缸修复器	206
第七章	单体液压支柱试验与质量标准	208
第一节	支柱的性能试验	208
一、	操作试验	208
二、	阀件试验	209
三、	内注式支柱活塞密封试验	211
四、	支柱高压、低压密封试验	212

五、高压焊缝强度试验	212
六、通气装置试验	212
第二节 试验设备	212
第三节 单体液压支柱质量标准	219

第一章 概 述

第一节 单体液压支柱发展概况

一、国外单体液压支柱应用简况

国外主要产煤国家中，单体液压支柱曾经在回采工作面广泛采用，最早研制、使用的国家（如英国）在四十年代后期就已有产品问世。其后，联邦德国、日本、波兰、苏联等国家在五十年代相继采用，如联邦德国萨尔矿区大体经历十年左右的时间在条件适应的工作面基本上全部使用。从1956年到1963年，使用单体液压支柱的产量达84.8%，五年左右时间内使用量增长了7~8倍。国外单体液压支柱的使用情况表明，在六十年代初其技术即达到成熟阶段。使用单体液压支柱的突出优点是：

1. 初撑力高

一般地，初撑力可以达到7~10t，为摩擦式金属支柱的3~10倍（摩擦式金属支柱用液压升柱装置时初撑力2~3t，不用液压升柱装置时初撑力仅1t左右）。

2. 恒阻的性能

在较小的顶板下沉量情况下，支柱即可达到额定的工作阻力，并保持恒阻的特性（摩擦式金属支柱在顶板下沉量大，支柱下缩到100mm至400mm以上时才能达到最大工作阻力）。显然，单体液压支柱能很快达到较高的工作阻力，大大改善了顶板维护状况。

3. 支柱承载力均匀

初撑力大与恒阻的特性，使各支柱能较均匀的承受载荷，这是优于摩擦式金属支柱的重要特点，对保持中等稳定以下工作面顶板的完整是十分有利的。

4. 支、撤速度快

单体液压支柱的升柱与降柱，靠液压系统来完成。内注式支柱只须扳动手柄、外注式支柱用注液枪从外部注液、扳动卸载阀排液等轻微操作即可完成回撤与支设作业，其速度一般比摩擦式支柱提高一倍左右。

5. 促进安全生产、降低辅助材料消耗

由于初撑力高与顶板接触严实，回撤与支设速度快。控制顶板效果好，提高了工作面推进速度，冒顶事故明显减少，促进了安全生产，相应地降低了木材消耗。

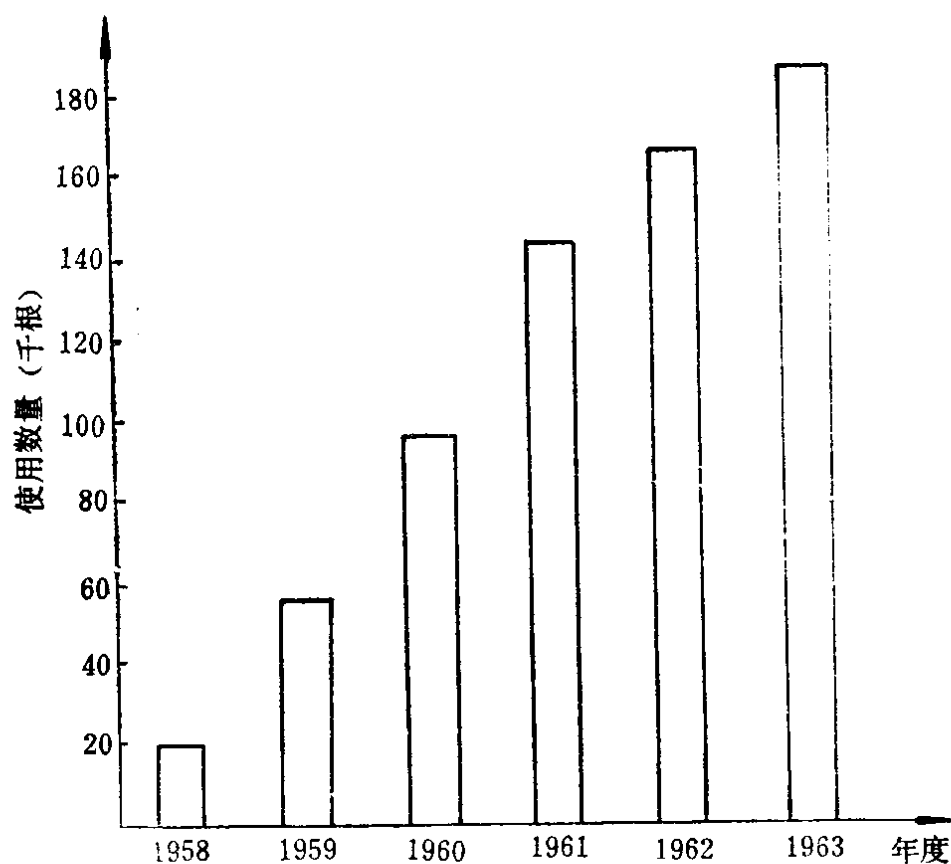


图 1-1 联邦德国萨尔矿区单体液压支柱五年发展概况

以上列举单体液压支柱的优越性，在实践中已经证实。联邦德国的主要矿区，六十年代初，即以单体液压支柱代替了摩擦式金属支柱；英国也早已淘汰了摩擦式金属支柱。联邦德国某矿单体液压支柱的发展状况及主要技术经济效果如图 1-1 及表1-1、1-2、1-3、1-4所示。

表 1-1 工作面效率比较表

年度 \ 支柱类型	摩擦式金属支柱工作面		单体液压支柱工作面	
	(t/d)	(%)	(t/d)	(%)
1960	4.376	100	5.433	124.2
1961	5.316	100	6.038	113.6
1962	4.959	100	6.911	139.4

表 1-1 表示在三年中单体液压支柱工作面与摩擦式金属支柱工作面的平均效率对比。从表 1-1 可以看出使用单体液压支柱提高了工作面效率。

表 1-2 摩擦式支柱与单体液压支柱工作面产量比较表

年度 \ 支柱类型	摩擦式金属支柱		单体液压支柱	
	(t/d)	(%)	(t/d)	(%)
1960	375	100	538	143.5
1961	366	100	518	141.5
1962	370	100	607	164.1

表1-2、1-3分别是产量和冒顶事故的对比，可以看出安全生产状况明显改善。

从表 1-4 可以看出，单体液压支柱坑木消耗平均比摩擦式金属支柱降低25~30%。

综上所述可以看出单体液压支柱比摩擦式金属支柱具有

表 1-3 工作面冒顶事故率比较表

年度	冒顶事故次数	工 作 面 冒 顶 事 故		
		事故总数	摩擦式金属支柱工作面	单体液压支柱工作面
1957	2	2	2	0
1958	3	3	3	0
1959	2	2	2	0
1960	3	2	2	1

表 1-4 回采工作面坑木消耗对比表

年度	坑木消耗	摩擦式金属 支柱工作面 坑木消耗 (m ³ /kt)	逐年下降幅度		单体液压支 柱工作面坑 木消耗 (m ³ /kt)	逐年下降幅度	
			(m ³ /kt)	(%)		(m ³ /kt)	(%)
1957	27.71	27.71			23.63		
1958	27.16	27.16	0.55	2	23.4	0.22	0.9
1959	25.48	25.48	2.23	8	20.96	2.67	11.3
1960	23.70	23.70	4.01	14.5	18.93	4.7	19.9
1961	23.00	23.00	4.71	17.0	16.52	7.11	30.1
1962	21.84	21.84	5.87	21.2	14.93	8.7	36.8

明显的优点。

单体液压支柱的主要缺点是：构造比较复杂，内注液式支柱结构更复杂，如果局部密封失效，即会导致整个支柱失去支撑能力；其次是维护检修量大，为保证支柱安全使用，定期检修、随时更换零备件量大，因而使其维护费增高。为保持每一根单体液压支柱的正常使用，每年所需的维修费用平均占支柱造价的20%左右，这比摩擦式支柱要高出若干倍。但从综合效果比较，如安全状况的改善，单产的提高，降低辅助材料的消耗，以及最终的实际支护费用降低等方面分析，单体液压支柱则具有明显的优势。

二、我国单体液压支柱的发展概况

目前，我国煤矿的回采工作面支护装备，除一部分整体自移式液压支架外，主要的仍使用六十年代初期发展的摩擦式金属支柱，用这种支柱装备的回采工作面的产煤量约占百分之七十以上。

六十年代初期，回采工作面几乎全部使用木支架。当时开始了第一次支护技术改革，即以摩擦式金属支柱配以绞接顶梁代替木支护，并经历了大约三年时间大量推广应用。

其最突出的效果之一是大幅度的降低了木材消耗。与此同时，也促使人们认识到矿山支护是一门综合的技术，与岩层控制及采掘工序紧密相关，对加强顶板管理促进安全生产起着举足轻重的作用。

摩擦式金属支柱的大量采用，取得了有益的成果。但是，众所周知，它存在着结构上的缺陷，如初撑力低、劳动强度大等，已不能适应机械化采煤和加快循环推进速度的需要，必须进行有系统的支护技术改革。

我国在六十年代已开始了液压支柱的研究，经过一度中断后，于七十年代初继续进行研究试制工作，至七十年代末完成了工业性试验，进行了技术鉴定，现已经投入成批生产，并正在有计划的逐步进行回采支护的更新换代工作。近几年国内的大量实践证明，使用单体液压支柱有着良好的技

表 1-5 单体液压支柱实际技术经济效益比较

项 目	产 量	直接工效	支护工效	安全事故 (冒顶)	坑木消耗
与摩擦式金属支柱 工作面对比 (±%)	+(20~44)	+(30~65)	+(35~80)	-(33~72)	-(15~36)

注：表中+表示增加，-表示减少。

表 1-6 DZ型外注式单体液压支柱技术特征表

规格	项目	额定工 作阻力 (kN)	油 缸 直 径 (mm)	额定工 作液压 (MPa)	最 大 高 度 (mm)	最 小 高 度 (mm)	工 作 行 程 (mm)	三用阀距 底座高 (mm)	底 座 面 积 (cm ²)	重 量 (kg)	适应煤层厚度 (m)
DZ06-25/80	245	245	80	49	630	450	180	527	102	22	0.55~0.63
DZ08-25/80					800	545	255	697		25	0.65~0.8
DZ10-25/80					1000	655	345	897		28	0.76~1.0
DZ12-25/80					1250	790		1147		32	0.94~1.25
DZ14-25/80					1400	870	530	1297		35	1.0~1.4
DZ16-25/80					1600	980	620	1497		38	1.2~1.6
DZ18-25/80					1800	1080	720	1697		41	1.3~1.8
DZ20-30/100		294		37.45	2000	1240	760	1900	109	49	1.5~2.0
DZ22-30/100	245	245	100	31.16	2240	1440	800	1983		55	1.7~2.2
DZ25-25/100					2500	1700	800			58	2.0~2.5

注： 1. 1 m以下支柱采用柱帽；
2. 底板条件较软时可选用大底座。

表 1-7 NDZ型内注式单体液压支柱主要技术特征表

表 1-7 NDZ型内注式千斤顶主要技术性能								
项 目	规格	NDZ18- 25/80	NDZ16- 25/80	NDZ14- 25/80	NDZ12- 25/80	NDZ10- 25/80	NDZ08- 25/80	NDZ06- 25/80
额定工作阻力 (kN)		245						
额定工作液压 (MPa)		49						
油缸内径 (mm)		80						
初撑力 (kN)		68.6~78.4			49			39.2
支柱最大高度 (mm)		1800±20	1600±20	1400±20	1200±10	1000±10	800±10	650±10
支柱最小高度 (mm)		1250	1100	1000	870	720	590	510
工作行程 (mm)		550±20	500±20	400±20	330±10	280±10	210±10	140±10
初撑时作用在手把上最大力 (kN)		<245			<196			
回柱力 (kN)		<147			<196			
全行程降柱时间 (s)		<14	<12		<10			
手把摇一次活柱升高量 (mm)		>25			>20		>15	
回柱方式		近距离或远距离						
工作液体		5 # 液压油						

续表

项 目	规 格							
	NDZ18- 25/80	NDZ16- 25/80	NDZ14- 25/80	NDZ12- 25/80	MDZ10- 25/80	NDZ08- 25/80	NDZ06- 25/80	
装油量	3.3	3	2.5	2.2	1.8	1.3	1.0	
顶盖形式	顶盖(带四个柱爪)							
是否与顶梁配合	用 不用							
底座面积	102							
重 量	不包括油重	42	38	35	32	28	24.5	22
	包括油重	45	41	37	34	30	26	23
适应煤层厚度	(m)	1.5~1.8	1.4~1.6	1.3~1.4	1.1~1.2	0.9~1.0	0.8	0.6

术经济效果, 适合国情, 适应煤矿的具体情况, 是进行回采支护第二次技术改革的一个方向。表1-5所示是 **200 多个** 已经使用过单体液压支柱的工作面的平均综合技术经济指标。

我国单体液压支柱技术特性见表1-6、1-7。

第二节 单体液压支柱分类

一、分类

1. 按用途分类

- 1) 通用型支柱。适于一般条件下使用。
- 2) 重型支柱。适于特殊条件下使用。

2. 按升柱时工作液循环方式分类

- 1) 内部注液式单体液压支柱 (简称内注式)。工作液压油在机体内形成闭路循环。
- 2) 外部注液式单体液压支柱 (简称外注式)。从泵站供给乳化液, 通过注液枪注入支柱。

3. 按材质分类

- 1) 热轧低碳合金钢单体液压支柱。
- 2) 冷拔低碳合金钢单体液压支柱。
- 3) 轻金属合金钢单体液压支柱。

我国批量生产、使用的是热轧低碳合金钢支柱。

二、我国的单体液压支柱类型

我国单体液压支柱基本上有两个类型, 即内注式与外注式。两种支柱的工作原理、性能等基本相同。其技术性能、特点、优缺点, 分别按内、外注液式予以介绍。

1. 外注式单体液压支柱

额定工作阻力为245~294kN, 目前投入生产的共12种规