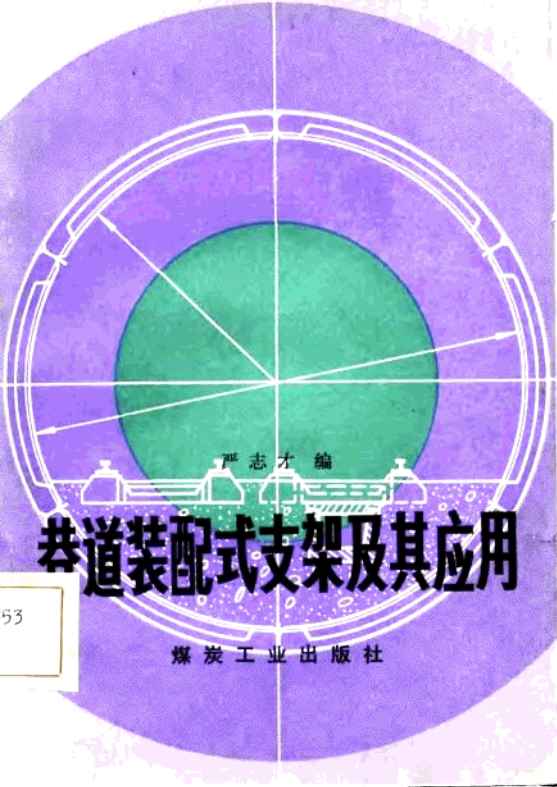




严志才 编

巷道装配式支架及其应用

煤炭工业出版社

TD353
10
3

巷道装配式支架及其应用

严志才 编



煤炭工业出版社

A889462

内 容 提 要

本书以金属支架和混凝土支架为主要内容,介绍了这两种支架的设计原理、结构型式、性能参数、承载能力、采用材料及加工维修知识和经验,并结合典型实例总结了我国矿井使用这两种装配式支架支护巷道的经验和教训。书中对国外较成熟的装配式支架型式也作了梗概的介绍。读者对象为矿山采掘工程技术人员、初中以上文化程度支架工,亦可供支架厂技术人员、矿业院校师生参考。

责任编辑: 鲍 仪

巷道装配式支架及其应用

严志才 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门内大街145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 7

字数 152 千字 印数1—3,910

1982年4月第1版 1982年4月第1次印刷

书号15035-2465 定价 0.75 元

目 录

第一章 巷道金属支架的综述	1
第1节 金属支架的概况	1
第2节 金属支架优点	2
第3节 金属支架使用范围	3
第二章 支护钢材	4
第4节 概述	4
第5节 U型钢	5
第6节 矿用工字钢	13
第7节 支护钢材的机械性能及化学成分	18
第8节 型钢主要参数比较	18
第三章 可缩性金属支架	23
第9节 可缩性金属支架的结构形式	23
第10节 拱形可缩性金属支架的系列	35
第11节 拱形可缩性金属支架的工作原理	41
第12节 拱形可缩性金属支架计算	43
第13节 拱形可缩性金属支架的性能及承载能力	49
第14节 拱形可缩性金属支架的架设与回收	50
第15节 拱形可缩性金属支架的使用经验	53
第16节 拱形可缩性金属支架的制造及修理	64
第四章 刚性金属支架	71
第17节 刚性金属支架的结构形式	71
第18节 刚性金属支架的连接方式及底座	81
第19节 刚性金属支架的拉杆和背板	83

第20节	梯形金属支架的计算	85
第21节	刚性金属支架的架设与回收	86
第22节	刚性金属支架的使用经验	88
第五章	国外使用金属支架的主要经验	94
第23节	采区巷道金属支架的结构形式	94
第24节	工作面和巷道连接处的支护	109
第25节	拱形可缩性金属支架的拉杆、背板和搭接部分 的使用经验	115
第26节	巷道交岔点支护	117
第27节	联合支护	119
第28节	拱形可缩性金属支架与巷道移近量的关系	120
第六章	钢筋混凝土支架的综述	123
第29节	钢筋混凝土支架的概述	123
第30节	钢筋混凝土支架的类型	124
第31节	钢筋混凝土支架的优点	125
第七章	普通钢筋混凝土支架	127
第32节	普通钢筋混凝土支架的结构型式	127
第33节	钢筋混凝土背板	160
第八章	预应力钢筋混凝土支架	166
第34节	预应力钢筋混凝土基础知识	166
第35节	预应力钢筋混凝土支架的结构形式	171
第36节	预应力钢筋混凝土与普通钢筋混凝土支架的 技术特征比较	181
第九章	钢筋混凝土支架的使用	184
第37节	钢筋混凝土支架的运输	184
第38节	钢筋混凝土支架的架设	184
第39节	使用钢筋混凝土支架的注意事项	190

第40节	钢筋混凝土支架的损坏原因	192
第41节	使用钢筋混凝土支架的技术经济效果	200
第42节	钢筋混凝土支架的适用条件	202
第43节	钢筋混凝土支架的检验	202
第44节	钢筋混凝土支架的使用经验	208
第45节	改进钢筋混凝土支架的技术措施	211
主要参考文献		217

第一章 巷道金属支架的综述

第1节 金属支架的概况

六十年代以来，国外一些先进的采煤国家由于机械化程度的提高，矿井生产能力加大等方面原因，巷道断面普遍增大。采区巷道从 $6\sim 7\text{米}^2$ 加大到 $10\sim 15\text{米}^2$ 。综采工作面上下顺槽一般高度需要 $2.6\sim 3.0$ 米，宽度为 $4\sim 5.5$ 米；巷道断面形状主要采用拱形，其次是梯形；支护材料以金属为主，其中广泛的使用了U型钢和矿用工字钢（下称矿工钢）。许多国家矿井的采准巷道几乎全部使用金属支架，西德、日本90%以上的巷道使用金属支架，苏联占60%左右，法国、波兰、英国、加拿大等国的采准巷道也是大部分使用金属支架支护。

我国井下巷道支护除使用木支架以外，普遍使用的有砌碛、锚喷支护、钢筋混凝土支架、锚杆和金属支架。到1977年末，上述支架所支护的巷道占非木材支架支护巷道总长度的85.6%，金属支架所支护的巷道占非木材支架支护巷道总长度的14.4%。使用金属支架的数量还在逐年增加，据煤炭工业部统计1979年用新料加工的金属支架有41万架，1980年上半年已超过30万架。

我国从1960年开始研制U型钢和矿工钢，并制成各种支架用于井下支护巷道。早期有18号U型钢（称为异型钢^①）

^①异型钢系指用二种不同型号的U型钢构成的可缩性金属支架。

拱形可缩性金属支架和 9 号矿工钢刚性梯形支架；随后又试制了 18 号 U 型钢（称为同型钢^②）拱形可缩性金属支架和 11 号矿工钢梯形支架。为了适应综合机械化采煤的发展需要，于 1978 年又研制了承载能力较大的 25 号 U 型钢和 12 号矿工钢。现在 25 号 U 型钢和 9 号、11 号、12 号矿工钢已经定型正式列为国家产品。目前，U 型钢和矿工钢支护钢材基本能满足了一般巷道和综采巷道的支护要求。

第 2 节 金属支架优点

金属支架与木支架比较具有下列优点：

1. 抗压能力大 金属支架的抗压能力比木支架大 2~4 倍。

2. 复用次数多 金属支架压弯后可以修理重复使用，经调查一般可以重复使用 6~8 次，最后不能使用的废支架还可以回炉炼钢。

3. 维护费用少 金属支架支护的巷道，在服务期内，基本可以做到不要人工维护；而木支架支护的采区巷道，在正常压力情况下，需要大修 1~2 次，消耗很多的材料和人工。

4. 代用大量坑木 一吨支护钢材平均可以加工 4~5 棚金属支架，代用 1 米³坑木。如考虑金属支架的重复使用次数，则一吨钢材便可代用 5~6 米³坑木。

5. 耐用 木支架如果在温度高、湿度大、不通风的巷道内使用，半年左右几乎全部腐朽不能再用；金属支架虽然也要锈，但对强度影响不大。

6. 安全 木支架强度低，容易折断，而金属支架，强度高，韧性好，弯曲后也不会折断，可以做到安全生产。

^②同型钢系指用一种型号的 U 型钢构成的可缩性金属支架。

7. 经济 金属支架虽比木支架贵3~4倍,但成本可三年摊销,复用多次;巷道需要的维修费用很少,所以使用金属支架的最终效果是很经济的。

但金属支架用钢量多,初期投资大,制造和修理需要有一定设备及技术。

第3节 金属支架使用范围

金属支架适宜支护井下各种巷道和硐室,但考虑钢材用量大,成本高,目前应优先用于下列巷道。

1) U型钢拱形可缩性金属支架适用于缓倾斜、倾斜和急倾斜煤层各类回采巷道。其中包括综采工作面上下顺槽,上下山,采区运输巷、通风巷、采区石门、集中巷和无煤柱开采等矿压不稳定的巷道。

2) 9号、11号矿工钢梯形金属支架主要用于断面在8米²以内,压力较小和压力中等的采准巷道。12号矿工钢梯形金属支架可用于压力中等的综采巷道和较大断面的采准巷道。

3) 暂时不要用于服务年限较长的巷道,以免影响金属支架周转使用。

对于采准动压巷道,围岩(煤)松软(散)巷道,围岩膨胀巷道,厚煤层分层巷道,使用U型钢金属可缩性支架支护时,技术经济效果最好。

对于压力大,围岩移近量大的巷道,应采用具有相应抗压能力及可缩量的金属支架,也可采用锚杆和U型钢可缩性金属支架联合支护。

第二章 支护钢材

第4节 概 述

国内外用于制作巷道金属支架的钢材主要是U型钢和矿工钢。

U型钢用于制作可缩性金属支架，矿工钢制作刚性金属支架。

西德从1932年开始研制生产了U型钢和矿工钢，是世界上最早制成支架，用以维护井下各类巷道的国家。到1958年U型钢的研制共经历了三个阶段：1932年研制成功定型的U型钢称TH-32异型钢；1948年改进后定型为TH-48同型钢；1958年又改进定型为TH-58同型钢。1970年又对TH-58U的型钢断面几何形状稍加改进，使之更加合理而称为TH-58U新。对型钢的生产工艺、材质和支架结构型式以及架设方法、使用条件等方面进行了大量的研究工作。并对型钢、材质、架型制订了国家标准和系列，沿用至今。

苏联于1953年研制成功异型U型钢，制定了国家标准（ГОСТ5157-53），并推广使用了U型钢可缩性拱型金属支架。1973年又发表了同型U型钢的国家标准（ГОСТ18662-73）。

法国使用U型钢和矿工钢巷道金属支架也是从30年代开始的，到70年代初期研制成功了适合本国煤矿使用的U型钢和矿工钢，制订了标准系列。法国U型钢可缩拱形金属支架可

用于最大断面为 20m^2 的巷道中支护。

其他如英国主要使用矿工钢制作巷道支架；波兰、罗马尼亚、澳大利亚、加拿大等国也使用U型钢和矿工钢金属支架支护巷道，特别是用在采区动压巷道中。

巷道金属支架的受力状态十分复杂，有时支架构件需承受着拉、压、弯、扭、剪等力的作用。考虑到井下条件的特殊性，对巷道支护钢材的选择，应满足以下要求：

1. 型钢断面几何形状合理 加工制造容易，修理及搬运方便，以及满足生产和使用方面的技术要求。型钢断面几何形状是决定巷道金属支架使用成功的主要因素之一。

2. 型钢强度高 要求型钢有较高的弹性和极限抗拉强度，这样支架在矿压作用下可以减少弯曲，增加复用次数。

3. 型钢韧性好 巷道支护钢材的延伸率一般应不低于16%，以保证支架加工成型方便，增加复用率。在生产使用中，要求不能出现脆性断裂，确保安全生产。

4. 稳定性好 在使用中为了防止支架构件倾倒，型钢要有足够的稳定性。

第5节 U 型 钢

开滦、淮南、淮北、阳泉等煤矿从六十年代以来曾先后使用U型钢可缩拱形金属支架支护巷道，这些拱形金属支架是用三种不同的U型钢（图2-1）制成的。

18号U异型钢（图2-1a），18号U同型钢（图2-1b），25号U同型钢（图2-1c）的型号中，18号U异型钢由于型钢轧制、支架加工和修复工艺复杂，以及不能制作由三根以上构件组成的可缩拱形金属支架等缺点，钢厂已停止生产。18号U同型钢断面几何形状不太合理，还有待改进。25号U型

钢断面几何形状较为合理，已定型成批生产。

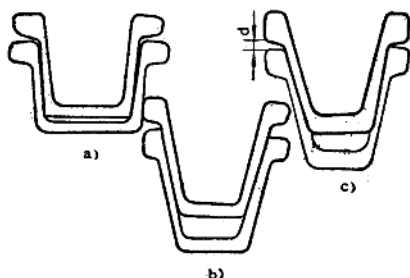


图 2-1 U型钢

a) 18号U异型钢; b) 18号U同型钢; c) 25号U同型钢

一、25号U同型钢

(一) 25号U型钢断面几何形状的设计依据

25号U型钢断面形状的设计依据，是根据使用18号U型钢拱形可缩性金属支架的经验和教训，参照了国外资料，以及为了适应采准动压巷道和综采工作面上下顺槽支护需要而制订的。

1) 支架能承受较大的围岩压力，支架构件要求运搬方便。确定U型钢每米重量为25公斤。

2) 支架梁柱搭接处要求装拆容易，没有卡滞现象。

3) 搭接处的卡箍螺栓上紧后，两耳接触处，即间距 d 为零（图2-1c）。

4) 型钢两帮的内外接触线，采用曲线（型钢高度的上半部分）和折线（型钢高度的下半部分）相结合的形式。

5) 型钢断面系数 W_x 、 W_y 相差不能太大。型钢利用系数 W_x/G 应保持3.2左右。 G 为型钢每米重量。

设计的型钢断面如果达不到上述要求，支架梁柱接头处

会出现装拆困难；耳不能定位；搭接处卡箍上不紧；型钢两帮接触不好；摩擦阻力不够；支架承载能力低；支架受力后不稳定等现象。

(二) 型钢主要尺寸确定

1) 型钢宽度134毫米(图2-2)、高度110毫米、耳宽21毫米,是根据重量决定的。

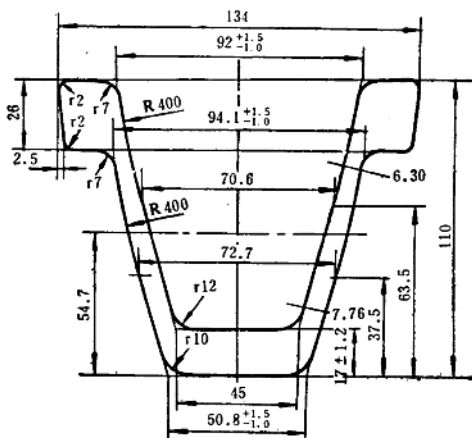


图 2-2 25号U型钢

- | | |
|---------------------------------|--|
| 2) 耳子高度受很多几何尺寸的制约, 参照国外经验取26毫米。 | |
| 3) 型钢底厚取17毫米。 | |
| 4) 耳子倾斜度取2.5毫米, 为了轧钢时脱模容易。 | |
| 5) 型钢底取得较宽, 支架构件肩抬运搬时可以减少压强。 | |

3) 型钢底厚取17毫米。

4) 耳子倾斜度取2.5毫米, 为了轧钢时脱模容易。

5) 型钢底取得较宽, 支架构件肩抬运搬时可以减少压强。

6) 断面拐角处的圆角半径尽可能取大些, 可减少轧辊磨损, 便于脱模。

7) 型钢内外接触线曲段的曲率取400毫米。

8) 图2-2中其余尺寸全部由计算确定。

(三) 25号U型钢的主要参数

25号U型钢断面的尺寸确定后, 通过计算便可得到断面系数 W_x 、 W_y 等主要参数 (表2-1)。

表 2-1 25U型钢断面参数

型 号	断面面积 (厘米 ²)	理论重量 (公斤/米)	惯 性 矩		断 面 系 数		型钢断面 利用系数 W_x/G
			J_x (厘米 ⁴)	J_y (厘米 ⁴)	W_x (厘米 ³)	W_y (厘米 ³)	
25 U	31.54	24.76	451.7	508.7	81.68	75.92	3.2

二、西德TH-U型钢

TH-U型钢主要尺寸及参数 (表2-2)。

TH-U 型钢的 13/48, 16/48 两 种 型号是1948年定型的称TH-48U (图2-3)。由于型钢断面几何形状不很合理,

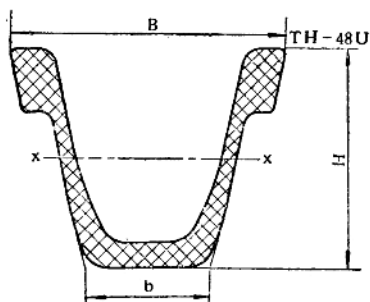


图 2-3 TH-48U型钢

表 2-2 TH-U 型钢主要尺寸及参数

型	钢	单位	重量/型									
			13 48	16 48	21 58	25 58	29 58	34 58	36 58	40 58	42 58	44 58
型钢高度,H		毫米	85	89	108	118	124	136.5	138	145	146.4	147.8
型钢宽度,B		毫米	98	98	124	135	150.5	171	171	172	172	172
型钢下宽,b		毫米	36	36	35	38	44	50.5	50.5	50	50	50
型钢断面积,F		厘米 ²	16	20	27	32	37	43	46	51	53	56
型钢每米重量,G		公斤/米	13	16	21	25	29	34	36	39.9	42	44
x轴惯性矩,J _x		厘米 ⁴	137	176	341	484	616	892	969	1125	1197	1265
y轴惯性矩,J _y		厘米 ⁴	150	196	398	560	775	1205	1265	1446	1505	1564
x轴断面系数,W _x		厘米 ³	32	40	61	80	94	128	136	155	164	171
y轴断面系数,W _y		厘米 ³	31	40	64	83	103	141	148	168	175	182

产量较少，限于在小断面巷道内使用。

TH-U型钢的21/58, 25/58两种钢号是1958年定型的称TH-58U(图2-4a)。型钢两帮内外接触线采用曲线，其断面几何形状及参数比TH-48U型钢合理。

TH-U型钢的29/58~44/58六种型号是1970年由TH-58U型钢的断面形状稍加改而定型的，称TH-58U新(图2-4b)。

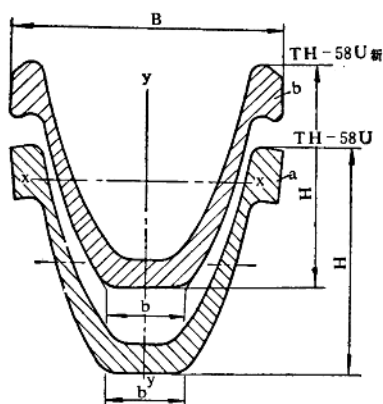


图 2-4 TH-58U型钢
a—TH-58U, b—TH-58U新

三、波兰和罗马尼亚U型钢

波兰U型钢的几何图形及主要参数如图2-5、表2-3所示。

罗马尼亚U型钢的几何图形及主要参数如图2-6、表2-3所示。

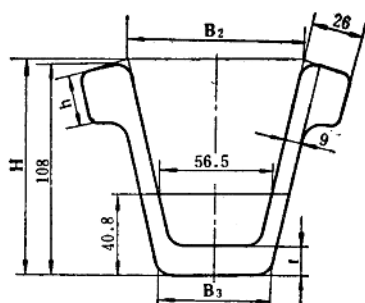


图 2-5 波兰U型钢

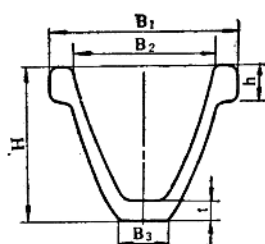


图 2-6 罗马尼亚U型钢

表 2-3 U型钢的主要尺寸及断面参数

国 别	型 钢 号	主要尺寸(毫米)						断面 面积 F	理论 重量 G	断 面 参 数				
		H	B ₁	B ₂	B ₃	h	t	(厘米 ²)	(公斤/米)	J _x	W _x	J _y	W _y	$\frac{W_x}{G}$
波 兰		109	—	88	56.5	25	15	35.7	28.2	—	74.1	—	89.0	2.63
罗 马 尼 亚	SG-18	98	115	90	32	—	—	23.9	18.2	229.84	47	290.25	50.6	2.58
罗 马 尼 亚	SG-23	110	131	100	35	—	—	29.9	23.3	379	67	434.1	71.3	2.88

四、苏联U型钢

苏联1973年定型的CBII-73U型钢(图2-7),断面主要尺寸和参数(表2-4)。这种U型两帮内外接触面采用折线方式,目的也是为了使支架在矿压作用下达到较好的可缩性能。