

巷道金属支架的使用

中国工业出版社

巷道金属支架的使用

中国工业出版社

巷道金属支架的使用

煤炭工业部书刊编辑室编辑

中国工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $1^{15/16}$ ·字数41,000
1965年12月北京第一版·1965年12月北京第一次印刷
印数0001—2,430·定价(科四)0.26元

统一书号: 15165·4239(煤炭-335)

前 言

近几年来，有些矿区在巷道中使用了用鋼軌和工字鋼制成的刚性金属支架和用U型鋼制成的可縮性金属支架。实践证明，这些巷道金属支架是一种性能比較良好、操作比較簡便的支护品种，不仅能節約坑木，而且更有效地支护巷道，减少巷道維修工作。刚性金属支架和可縮性金属支架具有不同性能，可以适应不同条件的巷道使用。

本书是根据淮南、开灤、大同等矿区的使用經驗編写的，由沈影同志执笔，煤炭工业部支架处审閱。由于这种支架使用時間还不长，材料搜集也不够多，內容难免有缺点和錯誤，希望讀者指正。

目 录

前 言

第一章 支架材料	1
第1节 鋼軌	1
第2节 U型钢	3
第3节 矿用工字鋼	3
第二章 刚性金属支架	9
第1节 刚性金属支架结构	9
第2节 刚性金属支架的工作原理	15
第3节 刚性金属支架的架設和回收	17
第三章 可縮性金属支架	21
第1节 可縮性金属支架结构	21
第2节 拱形可縮性金属支架的工作原理	32
第3节 拱形可縮性金属支架設計参数的选择	33
第4节 拱形可縮性金属支架的操作	38
第四章 金属支架的使用条件及选型	43
第1节 刚性金属支架的使用条件和选型	43
第2节 可縮性金属支架的使用条件和选型	45
第五章 金属支架的修理	48
第1节 金属支架的损坏原因	48
第2节 金属支架的修理	49

第一章 支 架 材 料

金属支架在井下使用时，不仅受着含有侵蚀性的水蒸汽的作用，而且受到腐蚀细菌的作用；支架构件不仅受着轴向压力的作用，而且受到横向弯曲力、剪切力和扭曲力的作用。同时，考虑到井下使用的条件，矿井支架的材料，必须满足以下要求：

1. 具有较强的耐腐性能和耐酸、耐碱性能。
2. 具有一定的抗剪、抗扭强度和抗拉、抗压强度；同时，为了保持支架的稳定性，其截面系数 W_x 和 W_y ，相差不宜太大。
3. 支架材料必须轻便，操作容易。
4. 采用能够大量供应的、廉价的（总费用低）材料，以最大限度降低支架成本。

第 1 节 钢 轨

钢轨是矿用金属支架一种代用的支护材料。一般是利用废旧钢轨和钢铁厂的次品钢轨，这种钢轨比其他钢材便宜。

用作支架的钢轨型号，主要是15~43公斤/米。

钢轨分为轨头、轨底和腹板三部分，其几何形状如图1所示；常用钢轨的几何尺寸如表1所示。

钢轨材料的屈服极限为35~40公斤/平方毫米，极限强度为50~60公斤/平方毫米，符合上述性能的钢轨，其化学成分如表2所示。

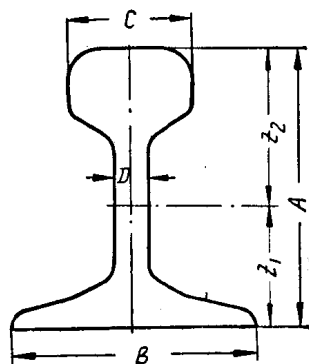


图 1 钢轨截面

表 1

鋼軌 型号	截面尺寸(毫米)				截面积 (厘米 ²)	水平慣 性矩 J_x	对水平軸线的截面系数 (厘米 ³)			垂直慣 性矩 J_y	对垂直軸线 的截面系数 $W_3 = \frac{2J_y}{B}$	重心距离(毫米)	
	A	B	C	D			$W_1 = \frac{J_x}{z_1}$	$W_2 = \frac{J_x}{z_2}$	z_1			z_2	
15"	91	76	37	7	18.8	222	51	46.6	30.2	7.94	4.35	4.75	
18"	90	80	40	10	23.07	240	56.1	51	41.1	10.3	4.29	4.71	
24"	107	92	51	10.5	32.7	468	87.2	87.6	80.6	17.5	5.36	5.34	
33"	128	110	60	12	—	—	—	—	—	—	—	—	
38"	134	114	68	13	49.4	1203.1	180.3	178.8	—	—	6.67	6.73	
43"	140	114	70	14.5	57	1489	217.3	208.3	260	45	6.9	7.1	

表 2

化学成分	碳	锰	硫	磷	硅
含量(%)	0.4	0.79	0.043	0.044	0.27

第2节 U 型 鋼

U型鋼具有良好的几何形状和断面系数，是可縮性金属支架的主要材料。

开灤、淮南等煤矿首先采用了 18A、18B 型不可互换的 U 型鋼，其断面形状如图 2 所示。

18A、18B 不可互换 U 型鋼断面的几何尺寸如表 3 所示。

开灤煤矿試驗的 24 公斤/米可互换 U 型鋼和淮南煤矿試驗的 18 公斤/米可互换的 U 型鋼的断面規格如图 3 所示。

可互换 U 型鋼截面的几何尺寸如表 4 所示。

U 型鋼必須在压力机上冷压加工成拱形支架。

因此，鋼材的机械物理性质应与表 5 所示的数据相符合。为了保証机械性质，要求化学成分如表 6 所示。

第3节 矿用工字鋼

矿用工字鋼是矿井支架的专用材料。这种支护材料具有很好的稳定性，是有发展前途的矿井支护材料。我国采用的 11* 及 9* 矿用工字鋼的断面形状如图 4 所示，几何尺寸如表 7 所示。

根据鎮靜时间和化学成分的不同，分为 A₀ 和 A₁ 两种鋼号。这两种鋼材的化学成分如表 8 所示。

矿用工字鋼的机械性能如表 9 所示。

在压力机上对矿用工字鋼进行压力試驗的結果表明，矿用工字鋼抗弯性能如表 10 所示。对 2 米长的矿用工字鋼作纵向压力試驗結果，各种鋼号的承压能力如表 11 所示。

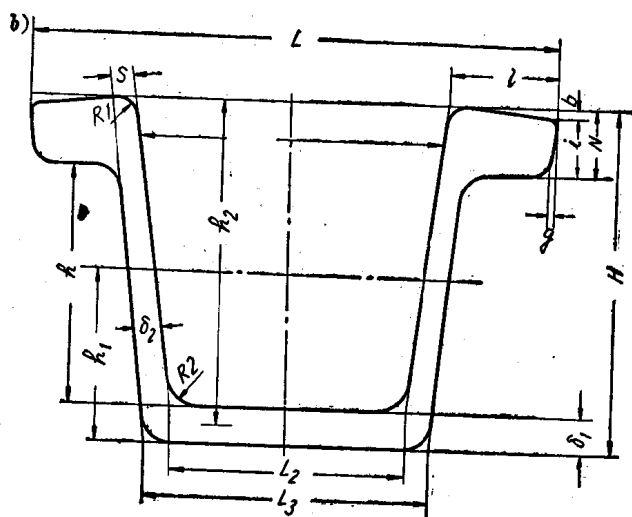
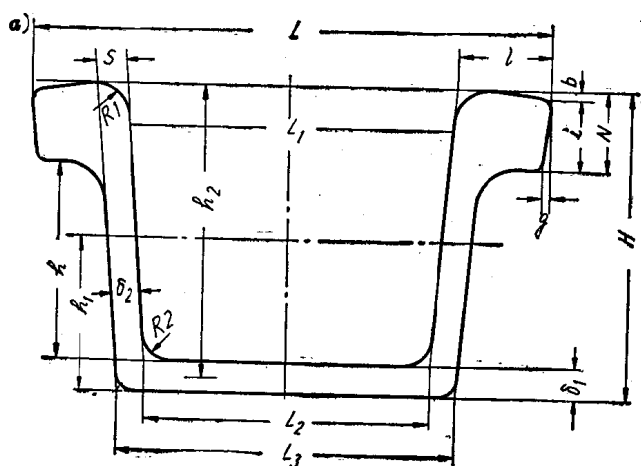


图 2 不可互换18A、18B型U型钢断面图

表 3

符 号 尺 寸	L_1	L_2	L_3	L	δ_1	δ_2	H	h	h_1	h_2	i	R_1	R_2	b	l	s	N	g
18A	81	$71^{+0.5}_{-1.5}$	85	128 ± 4	7.45	8 ± 0.7	77 ± 2	57 ± 1	37.1	76.2	18 ± 1	9	7	2	25.5 ± 2	6	20 ± 1	1
18B	74	59.1	$71^{+2}_{-0.5}$	128 ± 4	9 ± 0.7	6.8	86 ± 2	66 ± 1	42.8	85.5	14.5 ± 1	7	9	2.5	27 ± 2	6	17 ± 1	1

表 4

规 格 型 号	a_1	a_2	a_3	L_1	L_2	H	N	b	g	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	δ_0
18公斤/米	122	99	$84^{+0.5}_{-2.0}$	42	$57^{+2.0}_{-0.5}$	$100^{+1.5}_{-3.0}$	$18^{+2}_{-1.5}$	2	2	4	2	4	8	9	6	$10^{+0.5}_{-0.7}$
24公斤/米	131	103	$85^{+0.5}_{-2.0}$	42	$57^{+2.0}_{-0.5}$	$109^{+1.5}_{-3}$	$18^{+2.0}_{-1.5}$	2	3	—	—	—	—	—	—	$13^{+0.5}_{-0.7}$

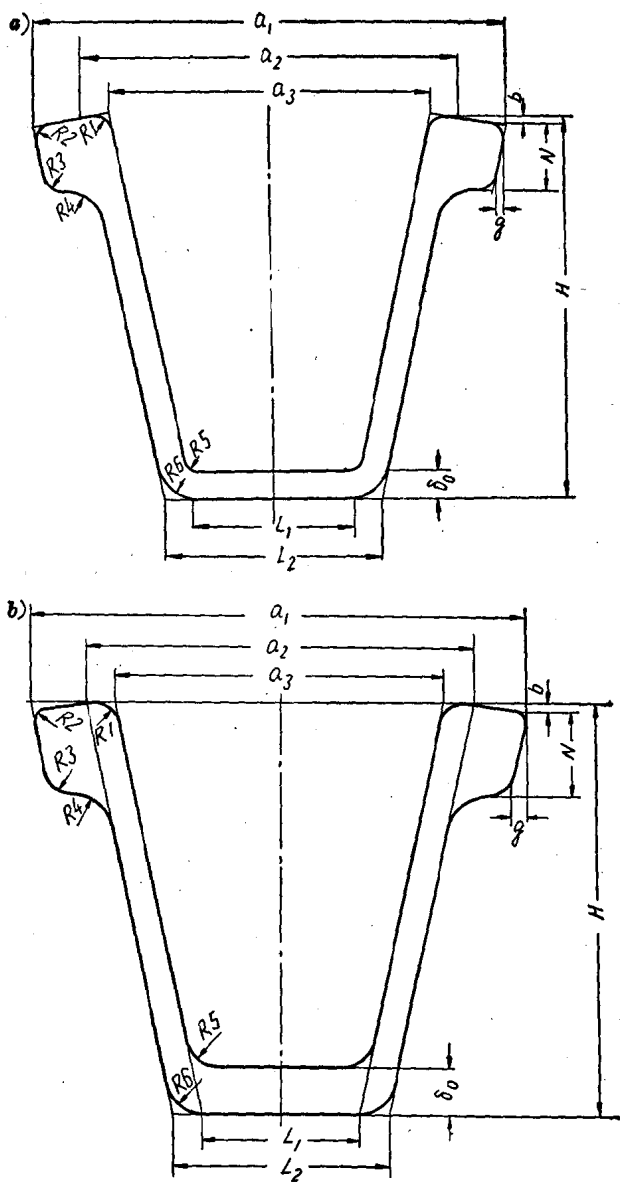


图 3 可互换U型钢断面图

a—18公斤/米U型钢; b—24公斤/米U型钢

表 5

项 目	比例极限	屈服极限	极限强度	延 伸 率
机械性能	20公斤/毫米 ²	27公斤/毫米 ²	50公斤/毫米 ²	21%

表 6

化学成分	碳	硅	锰	硫	磷
含量(%)	0.25~0.37	0.12~0.35	0.5~0.8	≤0.055	≤0.045

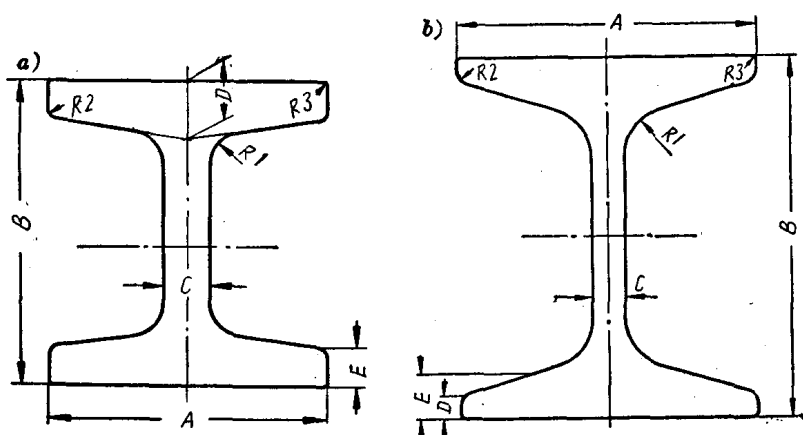


图 4 11*及9*矿用工字钢断面图

a—11*矿用工字钢；b—9*矿用工字钢

表 7

代 号	A	B	C	D	E	R ₁	R ₂	R ₃
断面尺寸	11*	90	110	9	16.5	12	10	30
	9*	76	90	8	11.5	5.8	12	4
型 号	单 位 重 量	纵向断面系数		横 断 系 数		断面系数比		
11	25.4公斤/米	$W_x=113$ 厘米 ³		$W_y=35$ 厘米 ³		$\frac{W_y}{W_x}=0.308$		
9	17.7公斤/米	$W_x=62.3$ 厘米 ³		$W_y=16.3$ 厘米 ³		$\frac{W_y}{W_x}=0.262$		

表 8

化学成分 钢号	碳	锰	硫	磷	硅
A ₅	0.37	0.68	0.054	0.021	0.24
A ₆	0.44	0.7	0.055	0.042	0.22

表 9

钢号	屈服极限 (公斤/毫米 ²)	极限强度 (公斤/毫米 ²)	延伸率 (%)
A ₅	39.3	59.8	20
A ₆	38.95	63.65	19

表 10

钢号	型钢受 载形状	加载形式	支点间距	屈服时		破坏时	
				载荷(吨)	弯矩 (吨/米)	载荷(吨)	弯矩 (吨/米)
A ₅₆	I	跨中加压	1.0	17.1	4.275	26.5	6.625
	H	跨中加压	1.0	6.7	1.675	11.9	2.975
A ₆	I	跨中加压	1.0	21.3	5.225	32.5	8.125
	H	跨中加压	1.0	8.2	2.05	15	3.75
A ₅	I	跨中加压	1.0	20.5	5.125	30.5	7.625

表 11

钢号	试件长度(米)	加压形式	变形压力(吨)	破坏压力(吨)
A ₅	2	纵向加压	70	87
A ₆	2	纵向加压	不明显	92

第二章 刚性金属支架

第1节 刚性金属支架结构

刚性金属支架是用鋼軌、矿用工字鋼制成的，本身沒有可縮性。按照刚性金属支架外形划分，有拱形金属支架、拱頂金属支架和梯形金属支架三种。

一、拱形刚性金属支架 这种支架常用的有三节和四节两种，如图5所示。

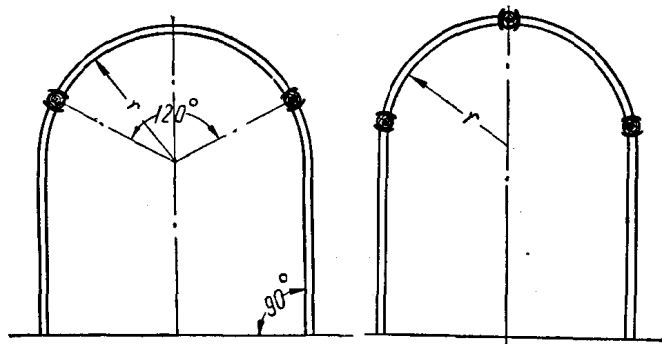


图5 拱形刚性金属支架

1. 鋼材型号 拱形刚性金属支架的承載能力比梯形刚性金属支架大，因此，选用鋼軌的型号較小。在一般情况下，急傾斜煤层矿井的順槽或超前順槽选用15~18公斤/米的鋼軌，大巷采用18~24公斤/米的鋼軌。

2. 接榫结构 拱形刚性金属支架均采用圓形接榫，如图6所示。它的圓弧半径 $\phi = 16 \sim 18$ 厘米。

与梯形刚性金属支架比較，拱形刚性金属支架具有承載能力大，少用鋼材等优点，但也有下列缺点：

1) 制造拱形刚性金属支架时，必須采用压力較大的压力机

加工;

2) 鋼軌含碳量高, 性脆, 延伸率低, 冷压加工时, 經常出現断裂現象。而采用热压加工时, 又降低了材料的强度;

3) 拱形支架的运输、架設比較困难, 技术要求高, 架設效率低;

4) 掘进时 巷道規格不易掌握; 掘进断面增大, 相对的增加了掘进量;

5) 在使用过程中, 容易发生滚肩倒棚事故。

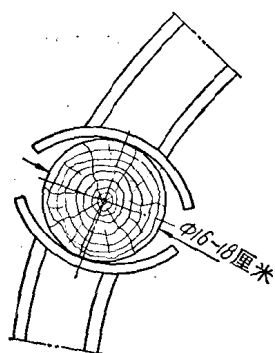


图 6 拱形刚性金属
支架接棒示意图

二、拱頂刚性金属支架 在压力較大的巷道內, 为了减少頂梁的损坏率, 减少巷道压力, 常常把頂梁受弯曲力矩最大的部分作成拱形, 如图 7 所示。这种支架使用结果表明, 頂梁损坏率比棚腿损坏率少得多。

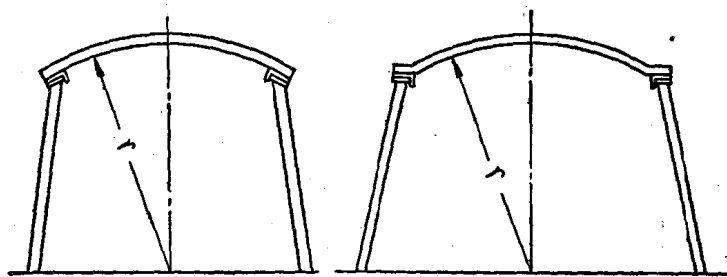


图 7 拱頂刚性金属支架

三、梯形刚性金属支架 梯形刚性金属支架的制造工艺简单, 井口修理厂都可以制造, 成本低, 使用方便, 掘进断面比拱形刚性金属支架相对减少, 是刚性金属支架的主要结构。

1. 牙口接榫结构 梯形（拱顶）刚性金属支架的接榫结构是这种支架结构的主要部分。接榫结构是否合理，应视它的加工量的大小、坚固程度、工作可靠性、钢材消耗量、回收难易等来决定。目前，很多矿区广泛采用斜口和直口两种接榫结构，如图 9 所示。斜口接榫结构比较复杂，辅助材料消耗多，在侧压力较大的巷道内使用时，由于钢材的摩擦阻力较小，容易将顶梁推高，使棚腿压向巷道，甚至被推倒。同时，棚腿受压弯曲以后，不能反向使用，利用围岩压力自然调直。因此，直口接榫结构较好。

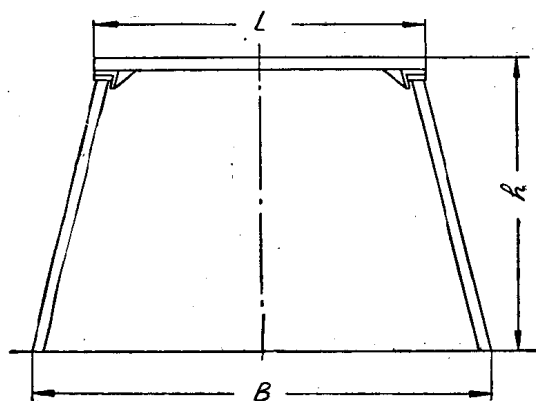


图 8 梯形刚性金属支架

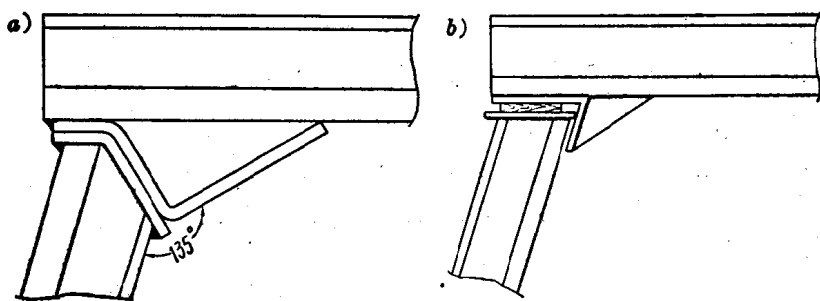


图 9 斜口和直口接榫结构

a—斜口接榫结构；b—直口接榫结构

淮南李郢孜二矿采用一种凳式接榫结构，如图10所示，这种结构具有制造简单，效率高，辅助材料消耗少等优点，但棚腿用的钢轨或矿用工字钢平均要多消耗100多毫米。

大同矿区曾采用一种可卸式弧面接榫结构，如图11所示。这种接榫结构可用普通铸铁，铸钢和孕育铸铁三种材料制成。实践证明，用普通铸铁制成的，其强度已够了，不必用铸钢制造。这可以降低成本，减少钢材消耗。用孕育铸铁制作的成本与普通铸铁的相同，但其受力性能较好。

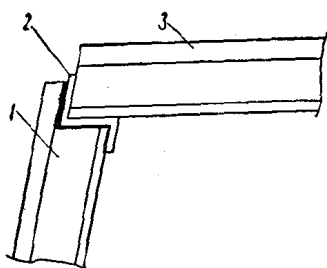


图 10 凳式接榫结构

1—棚腿；2—接榫板；3—顶梁

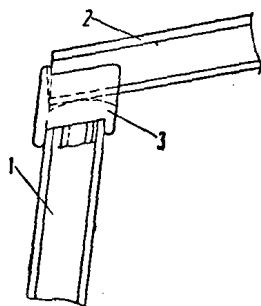


图 11 可卸式弧面接榫结构

1—11号工字钢腿；2—11号工字钢梁；
3—弧面可卸式接榫

这种接榫结构可以用在11#矿用工字钢，以及18公斤/米和24公斤/米钢轨制成的刚性金属支架上，有良好的装配性和互换性。这种结构装配在棚腿上，与顶梁呈一弧面接触，可以在不同跨度及不同断面的巷道中使用，而且可以随着巷道压力来向变化，调整顶梁与棚腿的接触面，也即调整受力状况，减少支架与连接部分的损坏。同时，连接部件少，安装拆卸方便，加工简单，便于集中生产。

阳泉矿区设计了一种易卸式接榫结构（图12）。顶梁和棚腿的接触呈一与水平面夹角 13° 的斜面。工作时，顶梁和棚腿在自锁力的作用下，不会产生滑动现象。回收支架时，只要打击顶