

刚性金属支柱的使用

中国工业出版社

U133-723
51752-2

刚性金属支柱的使用

中国工业出版社

272725

刚性金属支柱的使用

煤炭工业部书刊编辑室编辑 (北京部长安路煤炭工业部大楼)

中国工业出版社出版 (北京阜成门内大街10号)

北京市书刊出版业、印刷业、发行业登记证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

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 $1\frac{1}{2}$ ·字数27,000

1965年12月北京第一版·1965年12月北京第一次印刷

印数0001—2280·定价(科四)0.22元

统一书号: 15165·4238(煤炭-334)

前 言

近几年来，有些矿区根据本地区的地 质 条件 和生产技术条件，制造和使用了刚性金属支柱，数量日有增加，使用范围也越来越广。

刚性金属支柱由鋼軌或鋼管制成。这种支柱的优点是：材料来源較广，不用特种合金型鋼；結構简单，一般的煤矿机修厂都能制造和修理；抗压强度大；操作方便。实践証明，刚性金属支柱不仅能大量节约坑木，降低原煤成本，而且能有效地支撑頂板，保証工作面安全，因此，它是目前适合我国經济技术条件的支护品种，可以因地制宜地使用和推广。

本书是根据双鴨山、徐州、峰峰和淮南等矿区使用刚性金属支柱的經驗編写的，由錢荣山、唐立群、沈影等同志执笔，煤炭工业部支架处审阅。

目 录

前 言

第一章	刚性金属支柱的结构	1
第1节	钢轨支柱	1
第2节	钢管支柱	6
第二章	刚性金属支柱工作原理	8
第三章	刚性金属支柱选型及支护方式	11
第1节	刚性金属支柱选型	11
第2节	刚性金属支柱的支护方式	14
第四章	刚性金属支柱的架设与回收	33
第1节	刚性金属支柱的架设	33
第2节	刚性金属支柱的回收	35
第五章	刚性金属支柱的修复	41
第1节	钢轨刚性金属支柱的修复	41
第2节	钢管刚性金属支柱的修复	41

第一章 刚性金属支柱的结构

第1节 钢 轨 支 柱

钢轨支柱一般由柱体、顶盖、底座、柱帽和垫木等部分构成，如图1—1所示。淮南矿区用的钢轨支柱，有点柱(图1—2)、顺山棚柱(图1—3)和走向棚柱(图1—4)三种，其构件还有回柱环和围铁。

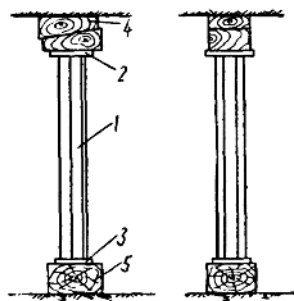


图 1—1 钢轨支柱结构示意图

1—柱体；2—顶盖；3—底座；4—柱帽；5—垫木

柱体是承受顶板压力的主要构件，用钢轨或矿用工字钢作成。目前，用作刚性金属支柱柱体的钢轨有15公斤/米、18公斤/米和24公斤/米等型号，也有用11号矿用工字钢的。确定钢轨型号的主要依据是使用支柱工作面的顶板压力和采高。

顶盖用来支托顶梁或柱帽，以便加大支托面积，防止顶梁或柱帽由于应力集中而压裂。刚性支柱的顶盖分为槽形和圆板形两种。

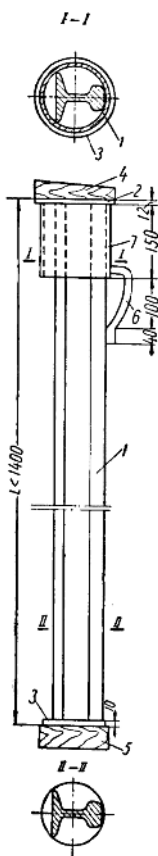


图 1-2 点柱

- 1—柱体； 2—顶盖；
3—底座； 4—柱帽；
5—垫木； 6—回柱环；
7—围铁

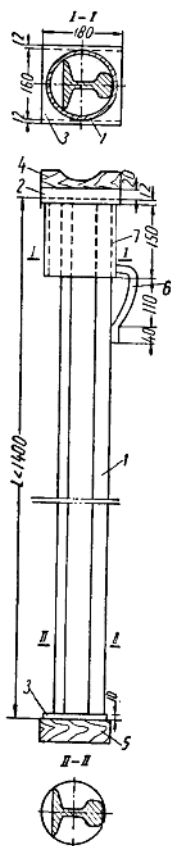


图 1-3 顺山棚柱

- 1—柱体； 2—顶盖；
3—底座； 4—柱帽；
5—垫木； 6—回柱环；
7—围铁

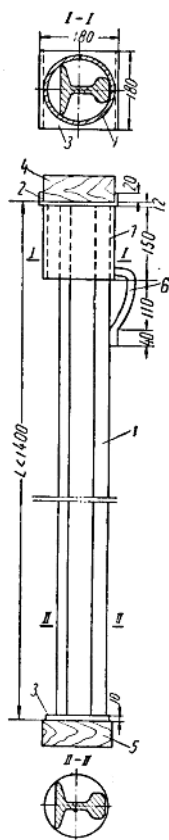
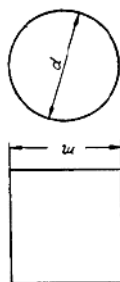
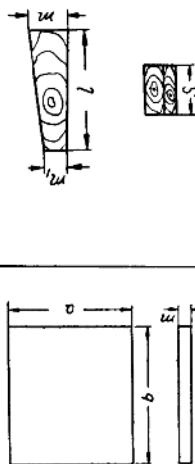


图 1-4 走向棚柱

- 1—柱体； 2—顶盖；
3—底座； 4—柱帽；
5—垫木； 6—回柱环；
7—围铁

表 1-1

钢轨型号	钢轨断面 厘米 ²	顶盖与底座, 毫米			柱 帽, 毫米				垫 木, 毫米	
		a	b	m	l	s	m	m ₁	m	d
11	14.31	100	120	9	400~600	200	100	40	<150	14-16
15	18.8	100	130	11	400~600	200	100	40	<150	14-16
18	23.07	110	130	11	500~600	200	120	50	<200	16-18
24	32.7	120	150	12	600~800	200	120	50	<200	18-20



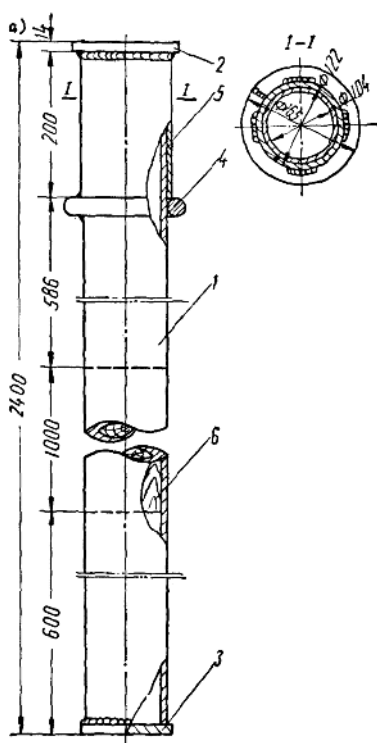
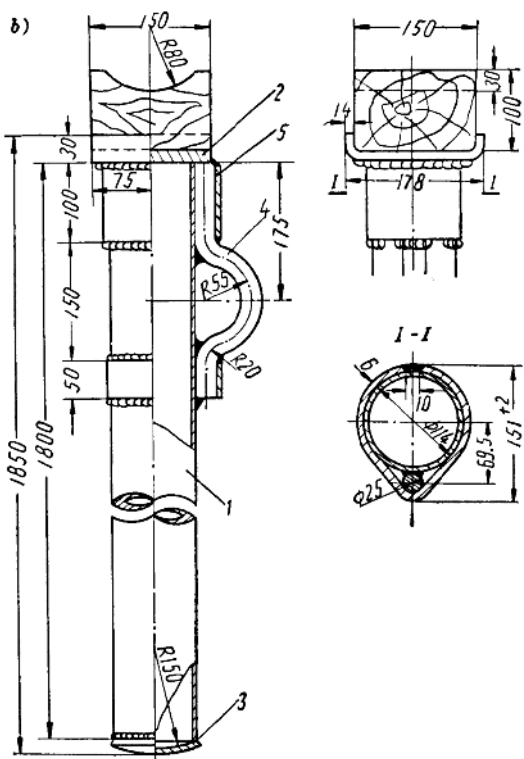


图 1-5

a—水平分层和斜切分层



鋼管支柱

用；b—傾斜分層用

底座用厚8—10毫米的鋼板制成，分为长方形和圓形两种。圓形底座承压面积較大，但比长方形的加工困难。

柱帽和垫木是調节支柱高度的，使支柱获得一定可縮量，以滿足頂板下沉要求，并扩大支柱对頂底板支托面积。

根据双鳴山矿区使用刚性金属支柱的經驗，支柱規格如表1—1所示。

鋼軌刚性金属支柱的制造方法是，按需要长度，用摩擦压力机或氧气把鋼軌切斷。截面必須平齐，不得出現鋸齿形和偏斜。然后在鋼軌上下两端焊上頂盖和底座，或者将鋼軌两端軌面及軌腰部分截去一段，长15厘米，再将軌底面向截断面弯回，并焊接牢固。焊接时，焊縫要均匀，禁止点焊。同时，柱体与頂盖和底座中心应保持一致，縱横对称，防止使用时受力不均，使頂盖或底座弯曲和断裂。

第2节 鋼管支柱

鋼管支柱由柱体1、頂盖2、底座3、回柱环4，加强包鉄5及木心6等組成，如图1—5所示。

柱体用无縫鋼管做成。回采工作面采高小于2.0米的傾斜分层，柱体可用直径108~114毫米、壁厚4.5~6毫米的无縫鋼管制成；采高在2.4~2.8米的水平分层和斜切分层，柱体可采用直径108毫米、壁厚为6毫米，或直径114毫米、壁厚5~5.5毫米的无縫鋼管制成。为了解决支柱工作面高度大，橫向抗弯强度小，在柱体中部偏下的地方，打入1米长的木心。

頂盖用厚14毫米的普通鋼板制成，分槽形和平板圓形两种。在傾斜分层长壁工作面，由于回柱方向一致，一般采用槽形頂盖，且可防止頂板来压，引起頂梁滚肩。在斜切分层和水平分层，因回柱繩路多变，方向不定，頂板来压使柱帽压缩后，頂盖槽口边缘易压入頂梁，使回柱困难，一般多使用平板圓形頂盖。

底座分平面形和球形两种，用厚为9—12毫米鋼板制成。当柱帽压缩量不能滿足頂板下沉量时，如果底板松软，柱体可能压

入底板，获得一定压缩量。在一般情况下，底板较软，顶板下沉量不大时，可用平面形底座，以增加支柱与底板接触面积，使支柱在一定载荷下工作，不压入底板；底板较硬，顶板下沉量较大

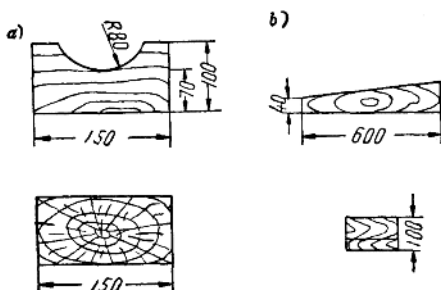


图 1—6 柱帽

a—月牙形柱帽；b—长方形柱帽

时，可以采用球形底座，支柱在较大的载荷下也不致损坏。

柱帽（图1—6）和垫木是钢管支柱获得可缩量构件。架设时，打紧柱帽，使支柱达到一定的初撑力。与槽形顶盖配合使用的，为月牙形柱帽；与平板圆形顶盖配合使用的，多为长方形柱帽。

回柱环（图1—7）和加强包铁可以防止回柱时拉弯支柱。回柱环为直径25毫米的圆铁制成。加强包铁为厚4毫米的钢板制成。

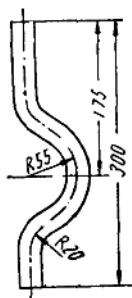


图 1—7 回柱环

第二章 刚性金属支柱工作原理

刚性金属支柱无可缩性，但抗压强度高。钢轨支柱和钢管支柱的承压能力如表2—1、2—2所示。根据理论研究和生产实践，钢轨支柱比木支柱的抗压强度大一倍。当采高为0.8米时，使用15公斤/米钢轨的刚性支柱，比直径12厘米的木支柱临界抗压强度大20吨；当采高为1.3米时，用18公斤/米钢轨的刚性支柱，比直径14厘米的木支柱临界抗压强度大24吨；当采高为1.5米时，用24公斤/米钢轨的刚性支柱，比直径14厘米的木支柱临界抗压强度大47.4吨。根据在油压机试验的结果，刚性支柱还比计算的抗压强度大0.4—1倍。双鸭山四方台矿曾在623工作面作了实际观测，该工作面用刚性支柱402根支柱，停产34天后，支柱没有弯曲，顶板仍完整无恙，但木支柱的工作面，停产7天后，因工作面压力大，支柱大部分损坏。

表 2—1

钢 轨 型 号	重量, 公斤	支柱高度, 米	抗压强度, 吨
18公斤/米	22.2	1.2	48
24公斤/米	29.5	1.2	76
24公斤/米	34.7	1.4	72
24公斤/米	49	1.6	68.3
24公斤/米	53.8	1.8	64.2

刚性金属支柱本身无可缩性，但在工作过程中，可以从两方面获得一定的可缩量，以满足顶板下沉的要求。一、当顶板下沉量较小，煤层底板坚硬，支柱不易压入底板时，支柱可穿鞋（垫

表 2—2

材 料	重 量 公斤	支柱高度 米	抗压强度 吨	抗 弯 矩 吨米	备 注
t5无縫鋼管	34	1.6			空 心
t5无縫鋼管	36	1.8	50	36	空 心
t5无縫鋼管	39	2.4	45~50	39	柱体内打 1 米长木心
t5无縫鋼管	41	2.6	42~49	41	柱体内打 1 米长木心

木)戴帽,利用垫木和柱帽的横向抗压能力小,变形大的特点,使支柱具有可縮性。因此,必須根据頂板下沉量,确定垫木与柱帽两者之和的总厚度。二、頂板下沉量大,底板較軟(軟頁岩或煤),支柱仅仅从垫木和柱帽取得可縮量不能滿足頂板下沉量的需要,这时,支柱就压入底板获得必須的可縮量,防止支柱大量折損。

刚性金属支柱在未压入底板前,支柱的受力状况如图2—1所示。

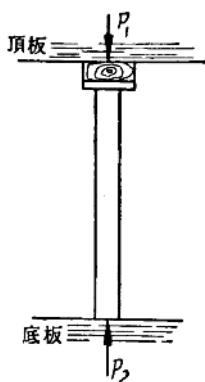


图 2—1 支柱未压入底板
受力情况

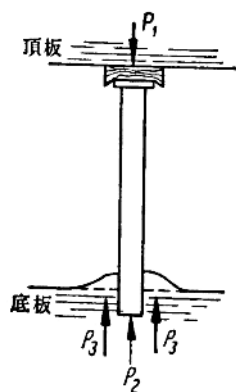


图 2—2 支柱压入底板受力
情况

柱体受力应为 $P_1 = P_2$ 。当顶板继续下沉，支柱载荷增加，支柱开始压入底板，并从柱帽压缩和压入底板两个方面获得可缩量。这时，支柱所受之力即为压入底板后底板对支柱底座所产生的抗力及支柱外壁与煤体的摩擦力之和，如图2—2所示。

$$P_1 = P_2 + P_3, \quad (1)$$

式中 P_1 ——支柱所受压力，公斤；

P_2 ——支柱压入底板，底板的抗压入能力，公斤；

P_3 ——支柱外壁与底板岩石或煤的摩擦力，公斤。

由挡土墙理论可知，

$$P_3 = f \cdot \pi D h \cdot \frac{1}{2} f' h \gamma,$$

式中 f ——钢与岩石(煤)的摩擦系数；

D ——支柱的外径，厘米；

f' ——底板岩石(煤)的侧压力系数；

γ ——底板岩石(煤)的容重，公斤/厘米³；

h ——压入煤体的支柱长度，厘米。

考虑到 f 、 f' 、 D 、 h 诸值均较小， P_3 值可以忽略不计，式(1)可以简化为：

$$P_1 = P_2. \quad (2)$$

但是，当支柱开始压入底板的瞬间，底板对支柱底座的抗压入力应为：

$$P_2 = \sigma_{\text{CHO}} \cdot F, \quad (3)$$

式中 σ_{CHO} ——底板的抗压入极限强度，公斤/厘米²；

F ——支柱底座面积，厘米²。

根据回采工作面压力大小和顶板的极限下沉量的不同，在一定条件下调整 F 值，使支柱可以得到不同的工作阻力。如果支柱满足下列条件则支柱将压入 $P_1 > \sigma_{\text{CHO}}$ ，底板不致损坏，否则，支柱不能压入底板，柱帽和垫木的可缩量已达极限，在 $P_1 > P_2$ 时，支柱就损坏。

第三章 刚性金属支柱选型及支护方式

第1节 刚性金属支柱选型

回采工作面选用刚性金属支柱型号的主要依据有：1) 工作面支柱载荷和顶板下沉量；2) 底板性质及抗压入性能；3) 工作面采高；4) 工作面支架形式等。选定的刚性金属支柱必须满足顶板压力和下沉量的要求。

钢轨及钢管型号的选择 钢轨型号的选择是根据支柱的最大平均载荷量和采高来确定的。钢轨支柱工作是属于中等或小柔度的压杆，因此，钢轨的临界应力 σ_{RP} 为：

$$\sigma_{RP} = 3100 - 11.4 \frac{L}{i},$$

式中 L ——支柱长度；

i ——支柱断面迴转半径。

为了确定刚性金属支柱的容许载荷，可用下式求得：

$$P = \varphi \cdot F \cdot [\sigma],$$

式中 P ——支柱容许载荷；

φ ——折减系数；

F ——支柱的截面积；

$[\sigma]$ ——材料的容许应力。

上述经验公式计算出的临界抗压强度比实验室试验数据要小20%以上，如表3—1所示。

双鸭山矿区的实践表明，钢轨刚性金属支柱与带状充填配合使用，采高1米以下的煤层，宜用11公斤/米钢轨；采高1.1~1.3米厚煤层，宜用15公斤/米钢轨；采高1.4~1.5米的煤层，宜用18公斤/米钢轨。采用全部陷落法时，因压力较大，应将钢轨型

表 3—1

鋼軌型號 試件長度, 米	24 公斤/米			18 公斤/米			15 公斤/米		
	計算	試驗	試驗為計算%	計算	試驗	試驗為計算%	計算	試驗	試驗為計算%
0.7	78.5	108	138.8	55.5	102.4	183.5	45.2	96	212
1.0	77.6	112	144	52	61.6	118	41.4	78.4	189
1.18	73	100	137	48	—	—	38	58.4	154

号比計算的加大一級。

鋼管支柱的柱體均採用直徑 83~114 毫米，壁厚 4.5~6 毫米的無縫鋼管製成。淮南礦區在采高 1.8 米以下的回采工作面採用了直徑 83 毫米，壁厚為 6 毫米的 25 矽錳合金鋼管；在采高 1.8~2.0 米厚的煤层採用直徑 108 毫米壁厚為 4.5 毫米的普通無縫鋼管；而采高 2.6~2.8 米的水平分層工作面採用直徑 114 毫米，壁厚 4.5 毫米的普通無縫鋼管。為了提高支柱的抗彎強度，在中部應打入長 1~1.2 米接觸緊密的木心。

支柱長度的選擇 刚性金属支柱本身无可縮性，仅依靠頂梁或柱帽和墊木等以適應煤层厚度及采高的变化。因此，根据使用地点的具体条件选择支柱长度十分重要。选择支柱长度必須根据以下情况确定：

1. 頂底板堅硬的单一长壁工作面，調节支柱高度以適應采高的主要方法是調整柱帽和墊木的厚度。双鳴山礦區採用兩塊對斜度的大木楔作柱帽，其高度可調节 50~60 毫米，而墊木厚度从 50~150 毫米，高度可調节 100 毫米，从而使支柱高度調节范围可达 150 毫米。

当工作面采高变化大于上述范围时，可以在同一工作面的不同地点选择两种高度的刚性金属支柱。

2. 底板較軟的分層工作面頂中區或水平分層工作面，可以人為地控制采高，使它保持不变，煤厚变化量在底分層開采時調节。