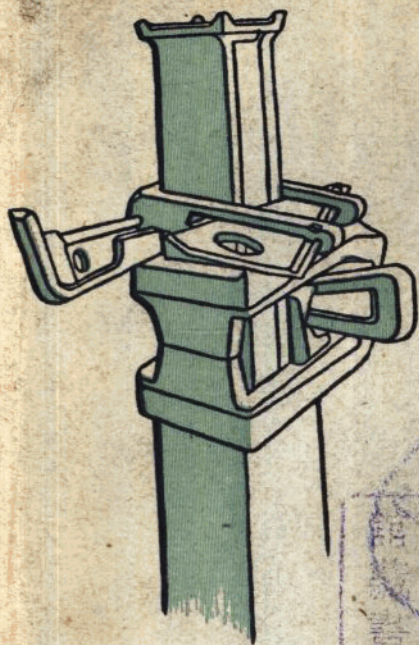




弗·史普魯特著
謝之熙 白振譽譯



回采工作面金属支架

煤炭工业出版社

弗·史普魯特著

回采工作面金屬支架

俄文版譯者

Г. Е. 西林娜, Д. Н. 巴夫列欽軟, Ф. Р. 烏里尼查

謝之熙 白振奮譯

煤炭工業出版社

內 容 提 要

本書系統地闡述了有關回采工作面金屬支架的一些問題，並對西德各礦所採用的立柱、頂梁的構造，回采工作面的支架說明書，以及某些有關金屬材料的靜力學及性質等方面作了全面的介紹。

本書可供煤炭工業工程技術人員、高等礦業學校和中等採礦專業學校師生參考。

本書一至五章是謝之熙同志翻譯的，六至八章是白振普同志翻譯的。

Ф. шпрут

МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ КРЕПЛЕНИЕ ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТК

Углетехиздат Москва 1956

根據蘇聯國立採礦技術書籍出版社1956年版譯

696

回采工作面金屬支架

謝之熙 白振普譯

煤炭工業出版社出版(地址：北京崇文區東便門外大街)

北京市出版登記證出字第034號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

開本850×1168毫米 印張11張 字數257,000

1958年5月北京第1版 1958年5月北京第1次印刷

統一書號：15035·431 印數：6,091—3,000冊 定價：(19)2.20元

俄文版序言

在采煤的生产过程中，回采工作面的支架及頂板管理佔有非常重要的位置。

大約在三十年前，煤矿所采用的几乎只有木支架。采用木支架时，在支架及頂板管理的工作中所消耗的劳动量是很大的。这种支架不能保証工作的安全，在許多情況下使推行有效的采煤法及頂板管理法受到限制，而且需要消耗大量的木材。

因此，各国的煤炭工業在本世紀初叶即已开始采用金屬支架，它們首先采用了金屬立柱及金屬梁，然后又采用了金屬頂梁及机械化支架。

簡單而价廉的金屬支架是單个的支架（立柱、頂梁及密集支柱）。采用金屬支架时能保持頂板良好的狀況，提高工作的安全性，在許多情況下使我們可以改用全部陷落的頂板管理方法，以及大量地节省木材和降低采煤成本。

所以在苏联及其他国家均普遍地采用着單个的金屬支架，

表 1

指 标	英 国 (1953年)	西 德 (1955年)	法 国 (1953年)	比 利 时 (1953年)
金屬立柱，千根	1793.0	1470.8	611.0	255.0
其中：使用中的	1575.0	999.3	428.0	255.0
金屬頂梁及襯板，千根	1255.0	987.2	—	—
其中：使用中的	113.0	722.4	198.0	877.0
金屬立柱的月損失，%	3	2	1.1	0.8

但是这种支架目前主要是在緩傾斜及傾斜的煤層上使用。

有关外国各矿采用單个金屬支架的資料示于表 1。

表 2 所举的是有关西德各矿由使用各种支架的工作面所采出的煤炭的資料(1955 年 11 月的情况)。

苏联及外国的煤炭工業在近几十年来均在从事創制及采用机械化支架的工作。

苏联的工業在这一方面起了巨大的作用。苏联曾創制并在井下試驗了約 20 种机械化支架，其中 Ш 型，MOK 型，KBKП 型等金屬放頂支架已获得广泛的采用。

外国所設計的机械化支架(如“西門”，“布朗德”，“格姆舍依德”型支架等)至今尚处于試制及試驗阶段中。

虽然金屬支架对于回采工作面具有很大的意义，然而苏联及外国的文献对于这个问题还没有予以足够的注意。关于在回采工作面采用金屬支架及頂板管理的問題只發表于雜誌或者小册子中，而且所涉及的只是一些局部問題。

关于回采工作面金屬支架及頂板管理問題的最有系統的書籍之一，是將由德文版譯成俄文的史普魯特所著的“回采工作面金屬支架”一書。此書是根据大量的實驗資料写成，而且涉及了有关在回采工作面使用金屬支架及頂板管理方面的各种問題。

書中詳細地闡述了关于回采工作面矿山压力以及頂板管理和維持頂板方法的選擇等問題。書中所述有关用于制造立柱的金屬材料的性能、立柱的荷載及力的分佈(第四章、第五章及第六章)的材料，是正确地了解立柱工作情况所必需的。

在本書的第六章中詳細地闡明了对金屬立柱結構所提出的要求及其規格、立柱的結構、有关立柱的标准長度及零件的問題，以及有关在試驗室及矿井条件下試驗立柱的問題。在本章

表2 ①

回采工作面支架的种类	回采工作面的采煤量										計	
	緩 (0—25°)		傾 (25—35°)		急 (35—90°)		斜		總	%		
	噸	%	噸	%	噸	%	噸	%				
木支架	1 392 355	19.5	516 978	62.0	2 252 729	93.6	4 162 062	40.1				
混合支架	892 767	12.5	116 830	13.9	129 839	5.4	1 138 936	11.0				
其中:												
鋼立柱或輕金屬立柱及木頂梁	868 262	12.2	116 330	13.9	129 839	5.4	1 114 431	10.8				
木立柱及鋼頂梁或者輕金屬頂梁	24 505	0.3	—	—	—	—	24 505	0.2				
鋼支架或者輕金屬支架	4 847 516	68.0	200 763	24.1	24 628	1.0	5 072 707	48.9				
其中:												
不帶活節頂梁的框式支架	720 255	10.1	32 939	3.9	—	—	755 194	7.3				
帶活節頂梁的框式支架	709 209	10.0	—	—	—	—	709 209	6.8				
T形支架	564 136	7.9	609	0.1	—	—	564 745	5.4				
帶懸臂式活節頂梁的支架	2 725 718	38.2	165 998	19.9	24 413	1.0	2 916 129	28.1				
其他种类的支架	127 998	1.8	1 217	0.2	215	0.0	129 430	1.3				
總計	7 132 438	100.0	834 071	100.0	2 407 169	100.0	10 373 705	100.0				
佔總采煤量的百分數	68.75		8.04		23.21		100.00					

① 表中所列的数字取自孔拉著:“西德煤炭工業回采工作面支架的应用”一文。Glückauf 第 15/16 期, 1956 年。

及第十二章中，作者曾提及由于新的采煤技术（如：無立柱的工作面及運輸机的整体移动，金屬頂梁及淺截采煤法的应用，以及全部陷落的頂板管理法），几乎可以完全不用不能符合要求的抵抗力漸增的立柱，而采用恆定抵抗力及近乎恆定抵抗力的立柱。

作者曾提及为了減少架設及回收立柱的劳动量，需要使用輕金屬来制造立柱。書中还列举了有关用于架設立柱的支撐裝置結構的資料。

作者詳細地敘述了金屬頂梁的結構，用于制造頂梁的材料及断面，以及頂梁的長度标准，并且还簡短地敘述了有关应用鋼絲繩頂梁的問題。

書中列举了关于密集支柱（木樑及帶特种卸載栓鎖的金屬樑，金屬排牆）的結構及应用的資料。

書中有一章專門提到了回收支架的問題，而这一工作对于金屬支架的损失是有重大影响的。

在本書另一章中專門敘述采煤場子的支架說明書。这一章是根据大量的实际材料編成的，其中詳細地敘述了关于支架的佈置及密度問題，以及說明了使用淺截采煤法和整体移动運輸机时采煤場子的支护問題。在这一章中还介紹了根据煤層厚度、傾角度、圍岩硬度以及直接取自矿井用作充填材料的矸石数量来确定頂板管理方法的資料，这些資料也是很有用处的。

作者曾提及沿控頂距均匀地佈置金屬立柱来支护工作面，此时要在最后一排增設立柱，以加强力量（不采用專門的密集支柱），这一点意見是值得注意的。

作者在最后兩章中敘述了有关金屬立柱及頂梁的使用和损失的实际問題，以及金屬支架的節約問題。在这兩章中还列出了用于記錄支架的增減情况及损失的表格。書中并附很多有圖

例說明的資料，這是本書的優點。

本書只是根據德國的實踐資料及文獻作成的，有些理論問題，特別是關於金屬支架的計算問題沒有提及，作者過多地敘述了德國專家的工作並且夸大了他們在研究礦山壓力問題中所起的作用，這些是本書的缺點。

對於作者的某些適用於資本主義經濟體系的意見是不能同意的。例如，作者在第三章中提及人工充填較機械化充填為優越，而人工充填是一個笨重及費力的工作過程，並且不能保證工作面的推進速度。

作者在第六章中說，在狹窄的道路及整體移動運輸機的情況下，不需要在遠距離以外實行金屬立柱的卸載，雖然支架的遠距離卸載及回收能保證放頂工的安全，而蘇聯在這種情況下是必須實行支架的遠距離卸載和回收的。

本書雖然有些缺點，但是對蘇聯的讀者還是有益的，因為書中介紹了西德各礦使用金屬支架的經驗、單個支架的結構、支架說明書，以及關於在礦井中使用金屬支架時所發生的其他一些問題，借此可以研究並利用外國的正確的經驗。

史普魯特所寫的這本書已譯成英文。

技術科學碩士 A. 潘諾夫

德文第一版序言*

本書适用于采矿工業、主要是煤炭工業的工作人員。因为金屬支架的使用量日益增多，故确信本書对于生产人員是有裨益的。本書还可供新矿工作参考之用。

本書不能滿足設計人員、研究結構靜力學及工作面支架專家的要求，因为本書是較通俗的讀物，其中沒有列举复杂的数学公式及計算立柱的理論基础。但是書中包括有某些有关金屬靜力學及金屬性能的資料。

書中詳細地敘述了当工作面由切割小巷推进时，工作面的矿山压力情况。

必須指出的是工作面的支架与矿山压力間存在着密切的相互关系。当底板坚固时，建議采用密集支柱来放頂，因为这种頂板管理法較用充填巷道的局部充填及利用移动式金屬垛放頂的頂板管理法为优越。

德文第二版序言

本書的第一版在国内外的中等矿业学校及高等技术学校，以及在煤矿机器制造业中很受欢迎，所以有必要再出新的增訂版。

在第二版中詳細地敘述了有关应用甚广的輕金屬支架的問題。此外还增添了关于矿山压力的一章，这有助于深入地了解有关支护工作的主要問題。

新版保持了旧版的原有結構及內容的排列次序。

因为立柱及頂梁种类的增多，不仅需要將書重新編著，而且还应当大量地增多材料。

弗立芝 史普魯特 1951年5月于亨利

* 篇幅是縮短了的。第一版在1948年出版，書名为“Strebausbau in Stahl”。

目 录

俄文版序言	1
德文第一版序言	6
德文第二版序言	6
第一章 矿山压力的研究, 長工作面的陷落采煤法, 以及金屬立柱在德国应用的初步經驗	13
第二章 長工作面中的矿山压力老頂初次下沉时的压力 ...	18
一、压力拱	19
膨脹力及潛力	19
二、拱脚压力	25
1. 拱脚压力的出現及其大小	25
2. 开采深度对于拱脚压力的影响	29
3. 所謂的“压力波”(韋伯尔波)	31
三、回采工作面压力的分佈	36
1. 矿山压力与支架間的相互作用	36
2. 工作面頂板的初次下沉, 用于整体移动运轉机的裝置 ...	41
3. 立柱上实际荷載与預計压力分佈之間的不符合性	43
四、石炭紀岩石的性質	47
1. 岩石的彈性及可塑状态	47
2. 矿山岩石的物理性質	47
3. 岩層的弯曲及根据槓桿原理的压力的傳送	53
五、斯特克的“板的理論”及其他理論	55
六、“韋伯尔空洞”及瓦斯的排放	57
七、各种頂板管理法对于压力拱及支架的影响	58
1. 直接頂板及老頂	58
2. 根据頂板管理法及煤層的厚度选用支架	59

3. 回采工作面中岩石夾層的垂直位移及側面位移	60
4. 結論	62
八、老頂下沉時所產生的初次矿山压力。老頂的週期性 (二次)压力	65
九、冲击地压	73
第三章 影响于選擇頂板管理法及頂板支护法的因素	75
一、頂板管理法的选择	75
二、頂板的維持	87
第四章 回采工作面的支架所用的材料	92
一、鋼	92
1. 用于制造回采工作面支架的鋼的种类	92
2. 鋼的强度及硬度	98
3. 焊接	101
二、輕金屬	104
三、木材	108
四、立柱及頂梁的修理	109
第五章 材料力学的理論基础	113
第六章 金屬立柱	120
一、对于金屬立柱的要求	120
1. 前言	120
2. 木立柱的支持力	121
3. 初步支撐力, 最初抵抗力及立柱的預加荷載	123
4. 立柱的支持力, 縱向弯曲的抵抗力及最大工作抵抗力	125
5. 立柱的特性曲綫	123
6. 立柱的重量	140
7. 对立柱的其他要求	141
8. 对傾斜煤層和急傾斜煤層所用立柱提出的要求	142
二、立柱伸縮部分的下沉抵抗力的保障	144
1. 前言	144

2. 摩擦联系	145
3. 摩擦	148
4. 夾紧力	152
5. 結論	162
三、最初的金屬立柱	163
四、現代的金屬立柱	166
甲) 緩傾斜煤層用的立柱	168
1. “史瓦爾茨”式立柱	168
2. “杜显-恒茨曼”式立柱	172
3. “格拉黑”式立柱	173
4. “GHH”式立柱	178
5. “別柯里特”式立柱	182
6. “拉得包得”式立柱	185
7. “布史曼”式立柱	186
8. “王格依姆”式金屬板立柱	187
9. “波蘭德-林但”式金屬板立柱	189
10. “尤尔金戈尔-林戈費得尔”式立柱	191
11. “史密特”式立柱	192
12. “跳躍”式立柱	194
13. 液壓立柱	194
乙) 傾斜煤層用的立柱	197
1. “GHH”式管狀立柱	197
2. “威曼”工厂的“阿立科 2”式立柱	198
丙) 急傾斜煤層用的立柱	200
1. “威曼”工厂的“阿立科”式立柱	200
2. “巴赫曼”式立柱	202
3. “GHH”式管狀立柱	202
4. 帶卡緊环的“史瓦爾茨”式立柱	203
5. “林但”式金屬板立柱	205
6. “王格依姆”式立柱	205

五、立柱的特种構造	206
六、立柱的体壳及伸縮部分使用的型鋼	209
七、底座及加長柱	210
八、金屬立柱的标准化	213
1. 柱头的标准化	213
2. 立柱长度的标准化	215
九、金屬立柱的試驗及質量的評定	218
1. 前言	218
2. 試驗架試驗	219
3. 在生产条件下进行的試驗	220
十、超前支架的立柱及輔助立柱	222
第七章 支撐裝置	223
一、楔式支撐裝置	223
1. 双排切口	223
2. 單排切口	225
3. 支撐夾	227
二、螺桿支撐裝置	230
三、“格拉黑”式支撐裝置	231
四、帶齿条的支撐裝置	232
五、其他的支撐裝置	234
第八章 金屬頂梁	235
一、前言	235
二、鋼軌頂梁	236
三、等緣板的型鋼	238
四、由波形鋼制成的頂梁	239
五、頂梁变形的原因	239
六、頂梁型鋼的加强	244
七、盒狀型鋼	245
八、鉸接頂梁	247
1. “GHH”式頂梁	248

2. “万威尔什”式頂梁	252
3. “史洛莫斯”式頂梁	257
4. “列別里”式頂梁	258
5. “格慶切尔”式頂梁	260
6. “舍尔-德拉宮”式頂梁	262
7. “叔別尔特”盤式頂梁	264
8. 鈎式頂梁 BE	265
9. “威曼”机器制造工厂的頂梁	266
10. “史密特”式頂梁, G 型	267
11. “格尔拉黑”式頂梁	268
12. 彈簧頂梁	269
13. 对鉸接頂梁的要求	270
九、制造頂梁用的材料	272
十、頂梁長度的标准化	275
第九章 鋼絲繩頂梁	277
第十章 垛及排牆	281
一、垛的構造	281
1. 移动式的鋼軌垛	282
2. 移动式的木垛	283
3. 移动式的混合垛	284
二、垛的安設和布置	285
三、移动式排牆	287
第十一章 支架的撤除	289
一、前言	289
二、撤除支架用的輔助裝置	289
三、在工作面中安設立柱时栓鎖的位置	292
第十二章 采煤工作面用金屬支架支护的說明書及方式	294
一、順走向及順傾斜的支护	294
二、頂板陷落綫上的支架的加强	298

三、支护密度	302
四、用頂梁下有兩根或三根立柱的長頂梁支护	305
五、在使用移动式的振动运输机、皮帶运输机及鏈板运输机的 采煤場子中，用短頂梁支护的方法	308
六、机械化工作面的支护	318
1. 前言	318
2. 使用拆开移动式运输机的回采工作面的支护	319
3. 使用整体移动运输机的采煤工作面的支护。創造 無立柱的控頂区	321
甲) 前言	321
乙) 用兩根立柱支持的長頂梁支护	329
丙) 超前支架	330
丁) 用T 形支架支护	330
戊) 結論	345
第十三章 其他种类的支架	347
一、双头立柱及三头立柱	348
二、迈步式和移动式支架	348
三、組合(成套) 支架	349
四、張力支架	349
五、鉗桿支架	350
第十四章 在采煤場子中使用金屬支架的檢查	350
第十五章 使用金屬支架的經濟指标	354

第一章 矿山压力的研究，長工作面的陷落采煤法，以及金屬立柱在德国应用的初步經驗

(历史的概述)

对矿山压力的第一次观察，以及在用全面开采法时矿山压力的应用是在滿斯菲尔德銅及頁岩矿进行的，其初步經驗在1871年發表。但是不論是在此文献中，以及埃卡尔德和章伯尔的初次著作中，关于煤炭工業的支架問題均未提及。自1904年起已开始有許多論述回采工作面金屬支架的著作，但均未涉及矿山压力的問題。只有在1923年以后才开始了关于用長工作面开采时矿山压力問題的理論研究。可貴而有益的研究結果，在1928年在海克(萊茵斯科——威斯特福發利亞煤田)，吉利特茨尔(滿斯菲尔尔德銅及頁岩的开采)，蘭格克尔(上巴伐利亞瀝青煤的开采)，以及斯巴克列尔的“所謂压力波”等著作中反映出来了。

那时根据当时所采用的全部充填及局部充填的頂板管理法而得出的概念，(以后曾加以补充)成为近代观点的基础。

1928年除上述沒有涉及支架問題，而只叙述采煤时有关矿山压力問題的書籍外，还發表了温克哈烏滋的关于在英国旅行的报告。此报告促成了在萊茵斯科——威斯特福發利亞各矿用石梁帶及移动式木梁的局部放頂的頂板管理法的推行。这个报告是在德文刊物中第一个指出必須使用較在德国采用过的硬度更大的立柱的。現在將第一次在刊物上發表的关于在英国使用局部陷落或者局部充填时，支护技术的意見，逐句地引証如下：“回采工作面的金屬支架的結構比德国的坚固得多。在英国，支架还用來維持由工作面算起的头3—4条运输机道的頂

板(使支架盡量沒有讓壓性)，以便使頂板能急劇地落下。為了維持控頂距以內的頂板，一般還增設一排橡木的木垛，這些木垛設在運輸機后面的第1條道上，而且是隨運輸機的移動而移動的。目前工作面的金屬支架被廣泛地採用着。英國的組成式立柱與德國的大有不同。英國的立柱用直徑為100到150公厘的無縫鋼管組成。在鋼管中裝有木柱，有長約5公分的木柱的端頭伸在管子的外面。這種立柱的抵抗力及硬度均大，其支持力大約可達到80噸。有這種立柱再使用木垛就顯得是多餘的了，而最後的一排立柱，就使放頂綫的位置距工作面更近。當然，回收這些立柱時應嚴格地按一定的順序進行，並能適應於工作面的推進速度。在使用這種立柱的同時，常常採用鐵襯板。用鐵板作成的襯板，被厚度為25到38公厘的木墊板楔住，而木墊板是用以承受作用於立柱上的初次壓力的。頂板的任何岩石，不論是堅硬的砂岩或是松軟的泥質頁岩均能直接陷落在最後一排立柱的后面，而且沒有一根立柱是被壓彎了的。在英國當然不使用一般在德國採用的具有讓壓性的金屬立柱，因為用這種立柱維持的頂板，陷落得很慢，而且不能急劇地落下”。

遺憾的是經過了很長的時間，這些關於充填及支撐的觀點在德國並沒有被普遍地承認。到現在已經過去25年了，在許多采煤場子中使用的陷落的頂板管理法及其他的頂板管理法還不能認為是盡善盡美的。德國的采礦工業在努力從事着各種支架的改善工作。

1929年發行了許多關於矿山壓力問題的著作。其中值得提出的是斯巴克列爾的著作，在他的著作中不正確地解釋了“特洛姆比得爾區”。恩特第一次提出了壓力解理及裂縫的發生。海克敘述了在英国煤炭工業中應用的幾種金屬立柱。格爾特聶爾在1929年2月20日對煤炭工業國家會議的矿山技術經