

缓倾斜厚煤层 双工作面采煤法



23.21

内 容 简 介

本书阐述了用各种形式的双工作面一次采全高的采煤工艺和机械化问题。对机械化放顶煤方法进行了分类。用模拟采煤过程的方法确定了所采顶煤及其上覆岩层的运动特性。书中还确定,在机械化放顶煤的发展方向上,宜于开展综合性研究,以便为开采缓倾斜厚煤层选择适用的工艺和进一步研制各种技术装备。

责任编辑:孙辅权

А.С.САГИНОВ, С.С.ЖЕТЕСОВ
ДВУХЗАБОЙНАЯ ВЫЕМКА УГЛЯ
НА МОЩНЫХ
ПОЛОГИХ ПЛАСТАХ

Издательство «НАУКА» Казахской ССР
АЛМА-АТА-1982

缓倾斜厚煤层
双工作面采煤法

[苏]А.С.萨基诺夫 С.С.热捷索夫 著

刘德琛 乐馥梅 郭凤山 译
李宝柱 高秀梅 郭 馨
高博彦 校

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 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $6^{1/2}$
字数166千字 印数1—1,370
1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷
书号15035·2864 定价1.30元



译者说明

在世界主要产煤国家中，厚煤层井工开采的产量都占有相当的比重。对厚煤层的开采技术和工艺，近年来各国竞相进行改进和提高，以促进煤炭工业开采技术的发展。放顶煤采煤法的试验和发展就是其中之一。

放顶煤采煤法主要用于开采缓倾斜厚煤层。它不同于分层采煤法，也不同于力求加大综采设备高度的厚煤层整层采煤法。它的突出特点是不仅能达到一次采全高，而且使用的是技术已臻成熟的中厚煤层综采设备。

本书较系统地介绍了放顶煤采煤法。首先叙述了厚煤层采煤法的发展趋向，介绍了各国开拓放顶煤开采工艺的概况，论述了这种工艺的优越性。继而对厚煤层综采设备进行了分类，通过分析研究，论证了采用双工作面采煤法作为主要的放顶煤采煤法在工艺和技术上的合理性。

双工作面采煤法使用的是综采设备。书中论述了放顶煤综采设备的选型，提出了机械化放顶煤的概念和分类，介绍了对机械化放顶煤过程的模拟研究、设备的改进及使用效果。通过分析各种条件和设备运行特点后，提出缓倾斜厚煤层机械化放顶煤双工作面采煤法是用综采设备开采厚煤层的一种主要发展方向。书中介绍了这种采煤法所用的综采设备及其工业性试验结果。对这种采煤法的快速作业方式、顶梁与顶煤的受力特点、围岩的受力状态，以及综采设备的经济效果和适用范围，均一一作了论述。最后提出了这种工艺与设备的改进方向。

本书对放顶煤采煤法论述充分，介绍的全面系统，有理论探讨，有实践依据，因此值得推荐给煤炭系统科研、设计、制造、生产等部门的广大工程技术人员。

因翻译水平所限，不妥之处在所难免，敬希批评指正。

一九八六年

前 言

“苏联1981~1985年和1990年前经济和社会发展的主要方向”规定, 1985年煤产量要保持7.7~8亿吨的规模; 要提高煤炭质量和回采率; 广泛采用少工序工艺; 制造在改革工艺后仍可通用的多功能机械和设备, 并减小其外形尺寸、降低金属耗用量和电力消耗; 将煤炭工业的劳动生产率提高23~25%。

卡拉干达煤田的迫切任务仍然是改善缓倾斜厚煤层的采煤工艺。

为了大幅度地提高产量和劳动生产率, 无论采用哪种回采工艺系统和机械化方法, 均应考虑煤层矿山地质赋存条件和矿压显现等一系列有关问题。目前, 在改进缓倾斜厚煤层分层开采法的同时, 一次采全高的技术和工艺获得了广泛的发展: 一种是加大支护空间内的煤层采厚; 另一种是采用放顶煤或放分层间护顶煤的工艺。

近年来, 支架支护空间内厚煤层一次采全高的方法已日益广泛应用。

用双工作面放顶煤的方法开采缓倾斜厚煤层的经验表明, 它虽然有以下优点: 可一次采全高或使人工分层的层数最少, 可沿用批量生产的供中厚煤层用的回采和运输设备, 放落支架上方顶煤所需的成本低; 但是, 这种方法由于放煤需要时间, 故回采工作面推进速度较慢。此外, 还会发生煤内大量混矸和丢煤现象。采厚在10m以内时, 工作面日产量可达到1200~1500 t, 采用单体支护时产量提高得不多。

厚煤层放顶煤开采工艺包括多种形式, 因此必须对相应的各道采煤工序进行分类和研究, 以消除其不足之处。

苏联、联邦德国、捷克斯洛伐克和波兰正在推广厚煤层支护。

空间内一次采全高和放顶煤一次采全高的开采工艺和技术。但是这些采煤机械设备还不够完善,还没有经过充分的,足以证明这种或那种开采方法具有无可争议的优越性的工业性试验。

本书对厚煤层双工作面一次采全高以及放顶煤工艺和技术的改进问题进行了研究。在分析采煤工序、制定机械化放顶煤工艺过程分类法和建立各种机械化支架放煤模型的基础上,确定了适应这些工艺的新型支架的主要发展方向:1)针对上部煤不能自行冒落或呈大块冒落的条件,应研制用静力工作机构强制破碎顶煤的技术和工艺;2)针对顶煤能自行冒落的条件,必须研制出能可靠地支护采煤机工作面顶板的设备和加速放顶煤的设备。

目 录

第一篇 双工作面一次采全高工艺的 现状及其发展方向

第一章 缓倾斜厚煤层采煤工艺.....	1
厚煤层短壁工作面回采工艺	1
厚煤层分层开采工艺的改进	5
缓倾斜厚煤层支护空间内一次采全高开采法及其改进途径	9
厚煤层放顶煤开采工艺及其改进	13
第二章 一次采全高综采设备	21
缓倾斜厚煤层用的综采设备	21
厚煤层综采设备的分类	36
厚煤层综采设备安装过程的改进	36
由煤层采高而定的采煤设备动力容量和金属用量的预测	39
第三章 双工作面一次采全高工艺的发展方向和 液压支架结构型式的选择.....	42
对支架的基本要求	42
双工作面同时开采一次采全高用液压支架的结构型式	46
采煤的工艺过程	54
厚煤层回采工作面采用液压支架时的产尘情况	55

第二篇 双工作面机械化放顶煤采煤法 工艺过程的选择和研究

第四章 采煤过程	57
缓倾斜厚煤层机械化放顶煤采煤法	57
对用综采设备开采厚煤层的采煤工艺过程的分析	62
使用带有加速放顶煤工作机构的支架时对采煤过程的分析	68
第五章 机械化放顶煤工艺过程的分类	75

各道工艺过程和设备的相互联系与制约	75
机械化放顶煤工艺过程的分类	77
对现有和研制的采煤设备基本技术的预测	77
第六章 采煤过程的模拟	90
用松散材料模拟放煤过程	90
支撑式支架机械化放煤过程的模拟	95
掩护支撑式支架机械化放煤过程的模拟	102
模拟结果的分析	104
第七章 机械化放煤装置的改进及其使用效果	106
基础型液压支架结构的改进	106
液压支架放顶煤掩护件结构的改进	107
强制破碎和补充破碎顶煤的静力工作机构的结构形式	110
上、下台阶工作面采煤所用工作机构的工作制度与合理 布置方式的选择	112
使用机械化放顶煤装置的经济效果	114

第三篇 双工作面机械化放顶煤的采煤工艺过程

第八章 用刨削型挺杆式工作机构机械化放顶煤	126
回采工作面的采煤过程	126
采顶煤的工艺循环时间	131
挺杆式刨煤工作机构井下试验结果	134
第九章 缓倾斜厚煤层机械化放顶煤	
双工作面开采法	148
煤层开采新工艺	148
KAM-1c型综采设备	150
采用兼用式KAM-1c支架的新采煤工艺的工业性试验	155
采用双工作面采煤专用综采设备时回采工作面 工作方式的研究	169
第十章 液压支架与顶煤相互作用的研究	173
支撑式和掩护式支架的顶梁与顶煤的相互作用	173
支架顶梁与顶煤台阶的接触程度	179
采用兼用式KAM-1c综采设备支架时回采工作面周围	

岩体的力学状态	183
KAM-1c型支架的经济效果	187
新采煤工艺的应用范围	188
结束语	192
参考文献	195

第一篇

双工作面一次采全高工艺的 现状及其发展方向

第一章 缓倾斜厚煤层采煤工艺

厚煤层短壁工作面回采工艺

采用厚煤层短壁工作面回采工艺主要决定于所采煤田的矿山地质条件。

苏联在开采矿山地质条件复杂的煤层时，采用了房式采煤法。例如，特基布里斯克煤田各矿所采煤系的总厚度为35~40 m、倾角为 0° ~ 45° 。煤层构造复杂，煤和各种岩石形成互层。煤系内含有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ号煤层，煤层厚度变化范围为5~8 m。此外，在Ⅲ、Ⅳ号煤层之上还有一些厚2.5~3 m的煤层。开采深度为600~1000 m，“东方”矿投产后，采深已增大至1200~1400 m。煤自燃。采用冒落法或部分水砂充填法进行顶板管理。主要采煤工艺是房柱式前进开采分段陷落采煤法。

在卡拉干达煤田主要使用短壁采煤法回收煤柱，采用的主要机械化设备是ΠK-3M型和ΠK-9p型掘进机，放顶煤用钻爆法。例如，多林斯卡亚矿自1975年以来回采厚4~6 m的Ⅳ₆煤层煤柱时采用的工艺是：用ΠK-3M型掘进机从保护煤柱的侧巷开掘一个100 m长的煤房，同时铺上输送机，煤房用棚距1~1.5 m的木棚支护。然后钻孔爆破顶煤和两帮的煤，用掘进机的装煤板将爆落的煤装入输送机。大块煤由掘进机的截割机构破碎(图1)。这样，采用后退方式边回收顶煤和两帮煤边缩短输送机。此后再开掘下一个煤

房，并在已回收部分和新开掘部分之间留出宽约 5 m 的煤柱。

“青年矿”使用的厚煤层煤柱回采工艺稍有不同。在煤柱中（图 2）沿其全长开掘一条巷道，采用木棚或锚杆支护，继而向一侧掘进一个采洞，长达 15 m。在采洞内用掘进机采至最大采煤高度（3 m），以后再用钻爆法放落顶煤。落下的煤装入输送机运走，随后缩短输送机，报废采洞，接着再开采下一个采洞。

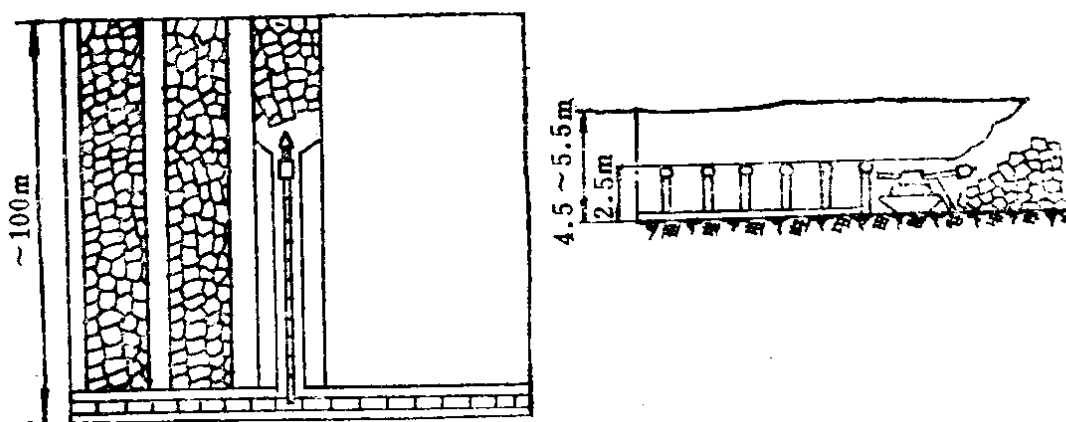


图 1 卡拉干达煤炭生产联合公司多林斯卡亚矿。煤层保护煤柱回采工艺

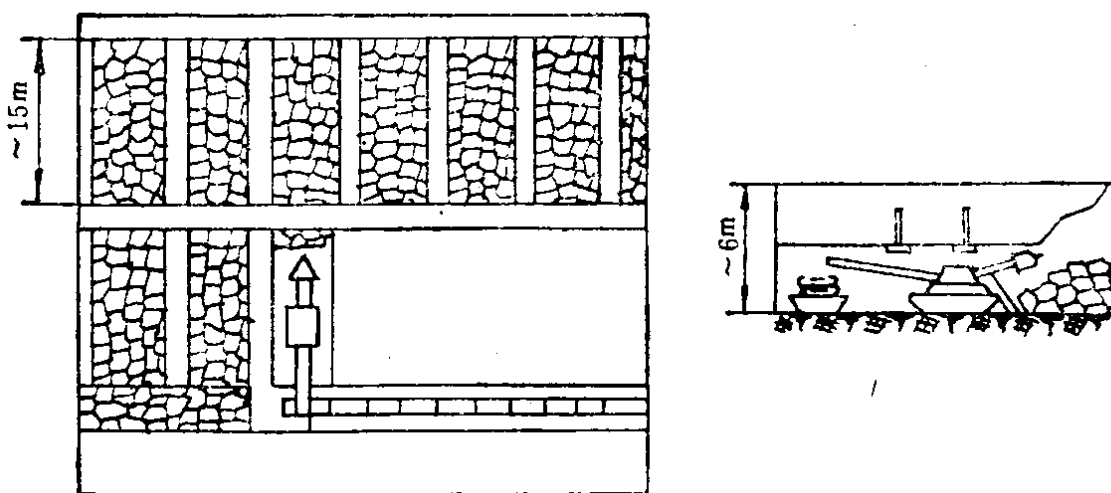


图 2 卡拉干达煤炭生产联合公司青年矿。煤层煤柱回采工艺

短壁回采工艺也可用来开采急倾斜厚煤层。此时要把煤层分成高达 8.5 m 的亚阶段，亚阶段用 KHK-70 型综采设备回采。这套设备是由国立西伯利亚采矿机械设计所在 KTY、KHK、KГСП 型

综采设备和 AГC 机组工业性试验的基础上设计成的。

在库兹巴斯煤田，对于厚 3.5~4.5m、倾角大于 60°、煤的切割阻力系数达 2kN/cm 的煤层，采用 MK3 型综采设备采煤。煤层用水平条带开采，采空区处理采用全部水砂充填（图3）。

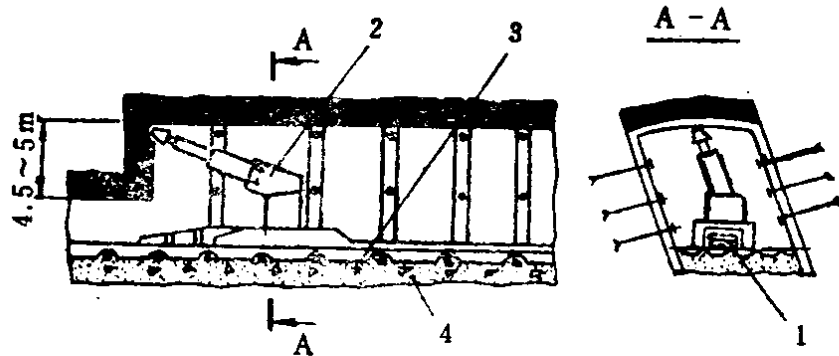


图 3 库兹巴斯煤田用MK3型综采设备回采厚煤层

1—CΠ-3M型刮板输送机；2—臂式切割机构采煤机，
3—木垫板；4—充填材料

综采设备在煤层下部安装，该处在底板上设有用彼此相连的金属浮筒组成的浮床，在浮床上铺设供运煤用的 CΠ-3M 型刮板输送机。采煤是使用MK3型采煤机（装有ΠK-9p型掘进机所用的切割机构），或用法国AHΦ公司生产的Д-Ⅱ型采煤机。在支架上方先开采一个条带，条带高度为 4.5~5m，宽度与煤层厚度相等。裸露空间用由锚杆锚固的拱型金属支架支护。条带全部回采后，充填采空区，充填沙浆通过沿侧翼溜眼铺设的管道送到工作面，沿工作面充填，在沙浆浮力作用下，浮床连同输送机一起浮起，输送机按照所需高度移向工作面煤壁。充填结束后，进行下一个条带的开采。

在其它国家，如美国、加拿大、澳大利亚、法国、南斯拉夫、日本、印度，用房式开采法可使劳动生产率成倍地增长，但随之产生的问题是丢煤多（特别是印度，高达 90%），而且有发生内因火灾的危险。

澳大利亚煤矿开始是用正面工作的里-诺尔斯型掘进机掘进

高2.4m、宽6.4m的巷道，继而回采采空区侧遗留的煤柱，采宽4.1m、采高2.4m，然后再用钻爆法挑落4.8m高的顶煤，并回收残留煤柱。采用自行式钻机打眼，落下的煤用乔依装载机装入自行式矿车。在房柱内采完整个条带后，进行采空区侧的支护并开始开采下一条带^[12]。每工效率达46 t。

在很多情况下，使用专门的采煤机一次采全高。例如，加拿大因捷尔索尔-列依德公司研制出了保尔卡特型采煤机（图4）。它的工作机构为直径585mm的圆筒，头部呈喇叭形，直径1220mm^[12]。喇叭形头部的周边齿圈镶有截齿，工作机构的内腔装有螺旋送料器，用来破碎齿圈内的煤并沿圆筒把煤送往输送机。回采工作面或掘进巷道的高度为4.27m。采煤机的生产能力（包括矿车的调车时间）为40~50 t/h。但一次采全高只有在巷道不需要支护的条件下才能实现，因为要支护高度超过4m的巷道需要研制专门的机械。

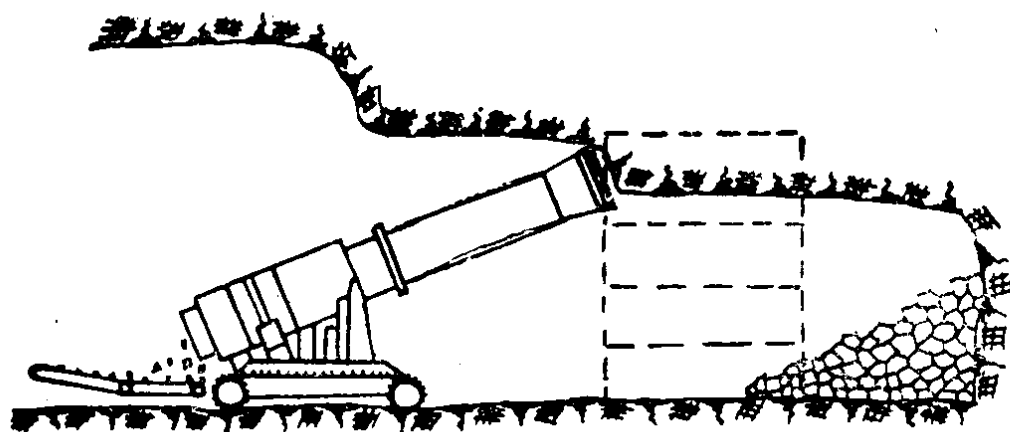


图4 用保尔卡特型采煤机采煤

因此，苏联和外国都在发展和改进短壁工作面开采厚煤层的工艺。其应用范围是回采煤柱、开采急倾斜煤层和开采矿山地质条件复杂的煤层。

在采用开掘煤房用的采煤机械的同时，正在推广长壁工作面的设备（液压支架、刮板输送机等）。由于作业线相对来说较短，所以支架和采煤机械必须易于拆装。这种工艺的特点是将工作面

分为两部分：下分层（拉底分层）和上分层（放顶分层），上分层始终用强制冒落法采煤。

厚煤层分层开采工艺的改进

分层开采法在开采缓倾斜厚煤层中获得了最广泛的发展^[43, 44]。目前，世界上许多国家都广泛采用这种方法。有的用两个分层，有的则用三个分层，这是由于能够使用中厚煤层的高效回采设备，而且中、下分层工作面不致出现（或减小）顶板二次来压现象。

目前对下述缓倾斜煤层分层开采法均较熟悉：1) 分层间留护顶煤；2) 采用各种结构的分层假顶，其中包括金属网和聚氯乙烯网；3) 利用岩体的自然特性即冒落顶板岩石的固结作用，不需留护顶煤；4) 人工加固已冒落的顶板岩石；5) 用化学方法胶结破碎顶板，为下分层提供人工假顶。

为了确定护顶煤的最佳厚度、判断在下分层中使用KM-87、KM-81和OMKTM型综采设备的可能性，以及检验其在有矿压显现条件下的各项参数，曾在 K_{10} 、 K_{12} 和 $\Pi_6^{[38]}$ 煤层进行了试验研究。为此，选取和研究了三种顶板情况：即不留护顶煤时，或护顶煤厚度为0.3m和0.6m时。

完全不留护顶煤时，顶板状况不良，支架顶梁上方的顶板被压垮并破碎，且在支架卸载时最为危险，往往引起工作面煤壁和挡板之间发生岩石大量窜出，从而造成移架的困难。这一试验区段的支架荷载一般不大，平均只有25~30 t。

当所留护顶煤的厚度为0.3m时，顶板的状况就已经好转。全部试验区段上的护顶煤被循环性裂隙切割，护顶煤即沿之在采空区冒落。采用这种厚度的护顶煤时，没有发现岩石大量窜入现象。支架荷载为40~45 t。支架卸载时，与不留护顶煤的区段一样，顶板显著沉降，再行撑起支架时，顶板上升量也不多。

当护顶煤厚度为0.6m时，整个试验区段的顶板状况很好，支架荷载达到55~60 t。

研究表明,顶板下沉主要发生在移架时^[38]。护顶煤愈薄,顶板下沉量愈大。这说明,冒落岩石的重量超过了所留护顶煤的支撑力。护顶煤很厚时,它既不会失去支承力,又能承受部分冒落岩石的重量。

在上述各种情况下,采煤机采煤时造成的影响是同样的,而护顶煤愈薄,生产过程的影响范围就愈小,顶板状况也愈坏。由此规定了分层间护顶煤的最佳厚度如下:对 K_{10} 和 K_{12} 层不小于0.45~0.5m,对 Π_0 层不小于0.5~0.6m。

下分层的回采特点是,分层间护顶煤受到裂隙破坏。随着回采工作面的推进,裂隙逐渐扩张,当护顶煤厚度大于0.4m时,断成块状,尤其在支架卸载和移架时,会导致上分层岩石窜入支架之间的空隙。因此在回采下分层时,当护顶煤上方有上分层的冒落岩石时,必须按顶板反复支撑因素影响小的条件选择支架的初撑力,以保持顶板的完整性。使用掩护支撑式支架(OMKTM, OKM型)时,反复支撑因素对于分层间护顶煤状况的影响要小些,因为此时的承载-卸载循环只有两个,而支撑式和支撑掩护式支架(M-87和M-81型)的承载-卸载循环却达到6~7次。

顶板的多次反复支撑会使分层间护顶煤发生时上时下的位移。此时分层间护顶煤的块体被抬起4~5mm,块体间的结合遭到破坏。移架时就引起护顶煤块体的最终碎裂,并产生大量粉尘。因此,支架应利用由专设千斤顶推动的活动罩板加以保护,以防煤和岩石碎屑窜入。

为了消除移架时产生粉尘现象,应采用柔性双层混合假顶(金属网加聚乙烯带和人工合成带)开采厚煤层,假顶是利用AMC型组合支架沿上分层底板铺设的。

采用各种结构的分层假顶以及柔性假顶的分层开采法,视煤层不同的矿山地质条件,广泛应用于苏联和其它国家。

为提高冒落岩石的固结性,露天开采研究所与车里亚宾斯克煤炭生产联合公司针对开采车里亚宾斯克厚煤层的各矿情况,共同制定了采用冒落岩石固结设施的一些分层开采工艺方案。采用

这些方案时，除最上分层外，还利用沿每个分层（最下分层除外）底板铺设的注浆管向上分层采空区注浆，煤层埋藏深度不大时也可通过钻孔灌注泥浆。工业性试验证明，此种厚煤层回采工艺是有效、简单和可靠的。推广这种工艺可安全有效地使用批量生产的综采设备和采煤机进行分层开采，不须在工作面间和分层间留护顶煤，可使采区吨煤成本降低0.25~1卢布。

分层开采厚煤层时，为下分层回采工作面提供安全假顶的冒落岩石化学固结法在国外已广泛使用，例如，在联邦德国使用的是《别韦多利-S/别韦丹》聚氨脂固结剂，这种试验工作在苏联也在进行。

分层开采法应用范围的扩大，首先是由于进一步改善了采煤工艺，是由于采用3OKП、OKП-70型掩护支撑式支架和KM-81Э、KM-130、МК-1、2МКЭ型支撑掩护式支架，以及KШ-1КТ、KШ-3М、ГШ-68、K-128П等型号的采煤机，减少了开采厚煤层的丢煤。

分层开采可促使工作面高产，例如，分三层开采时，可用KM-87型（用于顶分层）和II OMKTM型（中间层和底分层）综采设备。卡拉干达的马依库杜克矿曾创造了全哈萨克斯坦的采煤记录，采区产量达到3000t/d。米哈依洛夫矿使用由IK-58M型采煤机配套的KM-81型综采设备创造了全苏联的记录，采区产量达到了7140t/d。此时，采煤机平均推进速度为2.5~3.0m/min，即每架支架的平均推移时间为20~30s。

目前出现了加大分层厚度的趋势，因为加大开采厚度能提高回采效益。为了把分层开采厚度加大到3.5m，研制出了KM-130和OKП-70型综采设备，这些设备曾在卡拉干达和库兹巴斯煤田进行了工业性试验。

KM-130型综采设备是在库兹巴斯煤田拉斯帕德矿进行试验的，煤层厚度为3.7~3.9m，倾角为6°~8°，顶板难冒落，用钻爆法放顶。

试验结果表明，批量使用这种支架时必须遵循以下各

点〔57,58〕: 1) 这种设备的使用范围不应包括 I 级顶板的煤层, 因为这种煤层可以用 OKП-70 型综采设备开采; 2) 有松软底板的煤层也不应使用这种综采设备; 3) M-130 型支架的主要使用范围是经采取人工降低岩石强度措施后的 III 级顶板的煤层。

OKП-70 型综采设备的工业性试验是 1975 年在库兹巴斯煤炭生产联合公司波雷萨也夫矿的顶板难管理的巴依卡益姆煤层中进行的。煤层开采厚度为 3.05~3.82m, 顶板为中等硬度的泥岩, 不稳定, 厚度达 4m, 老顶为厚度达 5m 的中硬砂岩, 呈大块冒落。煤层倾角为 5° ~ 7° , 工作面长 1000m。

用 KШ-3M 型采煤机采煤, 由运输顺槽向通风顺槽单向回采。采煤后即推移支架。支架距采煤机截割机构的滞后距离不超过 3~5m。工作面平均日产量为 1350t。由于前探梁支承力过小, 造成了煤壁处的顶板破坏和岩石垮落, 落入支架工作空间, 而且顶梁前倾, 与顶板成 10° ~ 40° 角, 平均的移架推力为 70~150kN, 支撑力为 140~300kN, 每架的平均移架时间为 40s。

试验表明, OKП-70 型综采设备可用于顶板难管理的煤层, 并可取得好的技术经济指标, 而且与 OMКТМ、OKП 和 KM-81Э 型综采设备相比可为矿工提供更为安全的劳动条件。已建议批量生产 OKП-70 型综采设备。

必须指出, 目前, 分层开采所用液压支架的改进途径是: 加大分层的开采厚度; 提高支架的工作阻力; 加大供行人和通风的断面; 以及为支架装设防止工作面煤壁片帮的装置和侧控装置。还可看出, 各种工作面使用掩护支架 (特别是联邦德国) 的比重正趋于增多。许多专家认为, 这种类型的支架更加适应各种煤层的开采条件〔4, 5, 19, 46〕。

由此, 在改进液压支架方面可提出下述共同的趋势: 在各种液压支架中广泛采用多种型号尺寸的液压立柱; 力求研制出更加简单和可靠的支架元件; 使液压支架适应不同的矿山地质条件; 力求简化液压支架的结构, 降低其成本; 采煤设备全部实现自动化; 工作面产量不低于 2000~3000t/d。

为提高缓倾斜厚煤层分层开采工艺的应用效果，必须进行一系列研究工作，探寻改进采矿技术的途径，发掘采煤工艺和各道工序的潜力。

缓倾斜厚煤层支护空间内一次采全高采法 及其改进途径

苏联及其它国家在支架支护空间内所能达到的最大开采厚度是5m。这种采用掩护式和支撑式支架的工艺，有助于提高工作面产量和减少丢煤，因为工作面进度在很大程度上取决于支架、回采和运输设备的各项参数。要达到工作面的高速度推进，需要解决的主要问题是：采煤机采后立即支护；防止工作面煤壁片帮；采煤机、运输设备高度可靠，保证工作人员的安全。

由于这种方法是在支护空间内采煤，所以所有回采工作都集中于工作面上。

在苏联，为了开采厚3.7~5m、倾角小于25°的煤层，国立煤矿机械设计院研制了KM-120和KM-136型综采设备，莫斯科近郊煤炭科学研究所则研制了УКП型综采设备。

联邦德国生产厚煤层矿山设备的主要厂家有赫姆夏特机械制造有限公司（280HSL、450HSL、1K-100HД型液压支架），克吕克纳-贝考里特公司（克吕克纳-费罗马蒂克ДВ-8型），威斯特伐利亚、吕纳公司（K-3，K-4），蒂森公司（8H-70型支架），艾柯夫公司（EDW300-L，EDW600-L，EDW340-LH，EDW450-L型厚煤层采煤机）等。

捷克为开采厚煤层生产了ДВΠ-7В型液压支架，与KCB-200型浅截深采煤机〔41，67〕配套。

波兰厚煤层回采工作面用的设备由柯佩克司进出口公司经营，他们生产的是仿赫姆夏特公司产品的法佐司型液压支架，用于3.6m厚的煤层。波兰的工程师与联邦德国的专家们共同设计并制造了贝考里特ДВ-8型液压支架，可以用采空区全部充填法