

无煤柱护巷

〔苏〕H.П.巴仁等著

刘 听 成 译

煤炭工业出版社

无 煤 柱 护 巷

〔苏联〕H.П.巴仁等著

刘 听 成 译

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍了无煤柱护巷法的一般特征。系统地总结了在各类巷道中应用无煤柱保护法的经验。书中介绍了应用无煤柱护巷法的典型条件和应用的说明书。

本书可供采煤技术人员、煤矿设计人员和从事煤炭科学研究工作的有关人员阅读和参考。

Н П Бажин В. В. Райский Ю. В. Волков

Д. И. Лобрица В. Е. Кардаков В. Н. Корнилов

ОХРАНА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

БЕЗ ЦЕЛИКОВ

Москва «Недра» 1975

*

无 煤 柱 护 巷

刘 听 成 译

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16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 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $11^{1/2}$

字数 254 千字 印数 1—9,160

1979年6月第1版 1979年6月第1次印刷

书号15035·2218 定价0.92元

译 者 的 话

《无煤柱护巷》一书，系苏联H.Π.巴仁等人对无煤柱护巷法进行总结和研究的基础上集体编写的。

苏联矿井从1965年起，特别是近5~10年以来，曾对无煤柱护巷法（用人工隔离物护巷、沿空掘巷和在采空区内掘进或恢复巷道）进行了大量工业试验和研究。试验结果表明，采用这种护巷方法在地质条件适合的情况下能够取得良好的技术经济效果。

本书论述了无煤柱护巷的基本原理并讨论了在这种情况下下的矿压显现规律，系统地介绍了苏联主要煤田在不同地质条件下应用无煤柱护巷的情况和经验。根据大量井下实测资料分析了不同情况下应用无煤柱护巷法的效果，并在此基础上又对无煤柱护巷的典型方式进行了系统的分类，讨论了无煤柱护巷法的主要参数，确定了不同情况的无煤柱护巷方案的合理应用范围，对不同条件下合理应用无煤柱护巷法提出了有关建议。

本书比较通俗易懂，内容比较丰富，系统性较好。书中不仅列举大量资料说明无煤柱护巷法的优越性，而且客观地反映了一些试验失败的教训，提出了一些有参考价值的建议。书中不足之处是对无煤柱护巷的矿压显现虽然列举了大量实测资料，但从理论上分析和提高还不够。此外部分内容和论点前后重复较多。

无煤柱护巷是地下开采技术方面的一项重要改革。应用这种方法对于改善巷道维护状况，提高资源回收率，防止井下火灾等方面有重要意义。这种方法目前我国煤矿正在积极研究和推行。译出《无煤柱护巷》一书对我国从事这方面工作的同志有一定参考价值。

一九七七年一月

目 录

第一章 无煤柱护巷法的特征	1
第一节 无煤柱护巷法的分类	1
第二节 决定准备巷道稳定性的因素	5
第三节 无煤柱保护的准备巷道中矿压显现的一般规律 ...	30
第二章 采空区边界上准备巷道的保护	44
第四节 伏尔库特煤田矿井中用隔离物保护准备巷道	44
第五节 莫斯科近郊煤田矿井中对供复用的 回采平巷的保护	79
第六节 顿巴斯矿井中利用高强度和有限可缩量支座 保护准备巷道	90
第七节 库兹巴斯矿井中维护在采空区边界处的 准备巷道的保护	119
第八节 卡拉干达煤田矿井中维护在采空区边界处的 准备巷道的保护	135
第三章 中厚煤层沿采空区掘进的 准备巷道的保护	145
第九节 莫斯科近郊煤田矿井中沿采空区掘进巷道的 维护经验	145
第十节 彼丘尔煤田矿井中沿采空区掘进的 回采平巷的保护	185
第十一节 顿巴斯矿井中沿采空区掘进巷道	199
第十二节 库兹巴斯矿井中沿采空区掘进巷道的维护 ...	203
第十三节 卡拉干达煤田矿井中沿采空区掘进	

巷道的维护	221
第四章 厚煤层沿采空区掘进准备巷道的保护	234
第十四节 中亚细亚矿井中平巷上方不留煤柱的 厚煤层开采法	234
第十五节 齐略宾煤田矿井中不留护巷煤柱的 厚煤层开采法	256
第十六节 库兹巴斯“托姆-乌辛”矿区矿井中不留 护巷煤柱的厚煤层开采法	268
第五章 在采空区中掘进、形成或恢复的准备 巷道的保护	293
第十七节 顿巴斯矿井中沿采空区掘进的倾斜巷道	293
第十八节 顿巴斯矿井中在回采工作面后方 采空区内形成平巷	297
第十九节 莫斯科近郊煤田矿井中在采空 区内恢复巷道	307
第六章 对应用无煤柱护巷法的建议	314
第二十节 一般原理	314
第二十一节 维护在采空区边界处的巷道的保护	317
第二十二节 中厚煤层中沿采空区掘进的巷道的保护	335
第二十三节 厚煤层中沿采空区掘进的巷道的保护	341
第二十四节 在采空区中掘进或形成的巷道的保护	350
第二十五节 选择无煤柱护巷法的要点	357
结束语	359

第一章 无煤柱护巷法的特征

第一节 无煤柱护巷法的分类

准备巷道，即开掘在煤或围岩中为采区准备回采的巷道。它通常处于回采工作影响带之中。这就使巷道在开采期间的维护工作复杂化。依靠采取一系列技术措施（掘进方法，支架类型和密度，巷道保护方法，围岩支护方法等）可以提高巷道的稳定性。

直到最近，苏联矿井中应用最广的准备巷道保护方法是留煤柱和砌矸石带（占准备巷道长度的90%）。这些护巷方法有根本性的缺点：

1) 开采深度超过700米，煤柱本身集中了很大的载荷，在规定的服务期内不能保证准备巷道必要的稳定性。若增加煤柱尺寸，特别在厚煤层中，将导致准备煤量的大量损失。

2) 用煤柱护巷，尤其是加大煤柱的尺寸时，必然增加联络眼、上山眼和顺槽的长度，造成千吨掘进量的增高。

3) 在开采煤层群时（特别是当层间厚度小于40米时），留在某一个煤层中的煤柱将对邻近煤层的回采和准备巷道的维护产生有害的影响。

4) 煤柱和矸石带的存在降低了开采有突出和冲击危险煤层的安全性。

5) 用矸石带保护巷道，在人工垒砌条件下劳动量很大。由于矸石带的沉缩量（相当煤层厚度的50%），要求大大

增加巷道的横断面和应用可缩量很大的比较复杂和昂贵的支架。

6) 开采煤层群应用矸石带时对它上方或下方的巷道产生有害影响。因为矸石带沉缩后所起的作用同煤柱一样。

采用上述护巷方法时，巷道先后进入临时支承压力和残余支承压力影响带中，以后受到煤柱和矸石带的影响就象压模一样。所以学者、设计人员和现场人员所选用的掘巷和护巷方法应尽量使巷道：

不致受到临时支承压力的影响；

以后能处于残余支承压力的应力降低区；

受到临时支承压力的作用但将来能处于残余支承压力带的应力降低区；

一般地说可不受到残余支承压力。

这些原则性要求在某种程度上可以通过无煤柱护巷法得到满足。这些方法基本上可分为三类（图 1）：

I 类——利用垛子、密集支柱、丛柱、钢筋混凝土墩柱和其他可能的人工隔离物将巷道保护在采空区边界处的方法。

II 类——沿采空区掘进巷道的护巷方法。

III 类——在采空区中掘进、形成或重新恢复巷道的护巷方法。

利用垛子、密集支柱、墩柱等在采空区边界处维护巷道的方法，规定把工作面中的煤全部采出。采用的隔离物可当作沿巷道架设的切顶支架或保护支架。经验表明，这种方法在顶板岩石较易冒落、不易在采空区上方悬伸的情况下是有效的。这种方法的应用范围较广，所以在实践中可将以下几种技术措施配合使用：在应用密集支柱、垛子、墩柱或其他隔离物的同时，沿巷道全长用不再回收的加固支架作为切顶

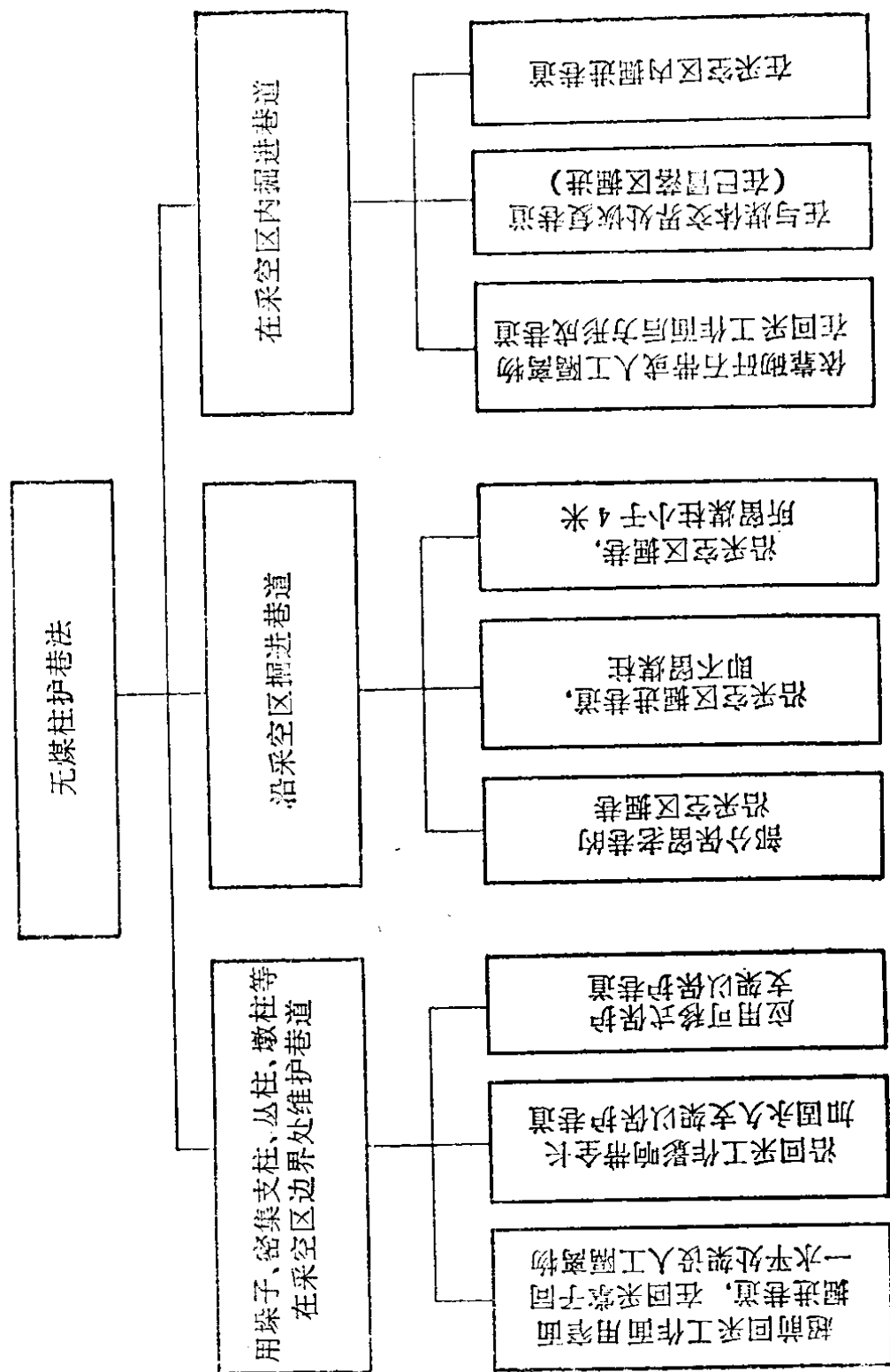


图 1 准备巷道无煤柱保护法的分类

支架，应用可移式保护支架，对支架进行超前维修，挑底或完全恢复巷道。

经验表明，在各种地质条件和矿山技术条件的配合下，这种方法可能具有的特点和复杂性，就是当应用柱式采煤法和综合采煤法时，巷道可能重复地受到邻近工作面中回采工作的影响。

沿采空区掘进以保护巷道的方法也规定了将煤全部采出或留宽2~4米的隔离煤墙。完全重掘和部分地保留老巷的方法常用于煤层顶板为容易冒落和能胶结的岩石。这时巷道直接开掘在采空区边界处，而且巷道一般可以不落后于回采工作面，或者由于岩石移动和胶结过程尚未结束而通常落后1~2个月。

在巷道和冒落矸石之间留小煤墙的掘进方法，一般用在煤体边缘部分之上的顶板不能完全冒落的情况。即沿空掘巷时岩石可能产生冒落的情况。这些情况下留2~4米宽的煤柱。巷道落后于回采工作面的时间根据条件不同选取2~6个月，在个别情况下则更长一些。

在采空区内掘进（形成）巷道的护巷方法，因为巷道开掘在卸脱了压力的岩体中，所以不必保留煤柱，给巷道创造了保持稳定的良好条件。

上述方法是用来保护深度很大的巷道。其特点是可以借助于作为临时措施的砌矸石带或其他隔离物（如垛子）立即在回采工作面后方的采空区内形成巷道。另一种方法是经过一段时间使岩石胶结并能正常掘巷以后，在采空区内沿冒落矸石掘进巷道。这种巷道有各种布置方案（靠近煤体的边界，随隔离物尺寸的不同与上述边界相隔某些距离，或离煤体边界较远）。

典型的特点是这些巷道中的岩石移动量通常要小 0.5~1 倍，或者在任何情况下都不超过在未采动岩体中掘巷时产生的移动量。

上述准备巷道的无煤柱保护方法，可以用于缓斜（0~25°）和倾斜（25~45°）的薄、中厚及厚煤层以及应用连续式、柱式和综合开采法的情况下。

第二节 决定准备巷道稳定性的因素

无煤柱护巷时巷道的稳定性取决于地质因素和矿山技术因素的综合影响。

主要地质因素是：煤层直接顶、老顶和底板的岩石成分，厚度和物理力学性质，巷道离地表的深度，煤层的厚度和倾角，岩石和巷道的含水性。

主要矿山技术因素是：巷道掘进（形成）方法，巷道断面大小和形状，巷道中支架的结构、参数（支撑能力，可缩性）和支架密度，巷道与本煤层和近距煤层中回采工作的相对位置，与采煤方法有关的巷道保护方法，巷道的服务年限。

在国内不同煤层中，由于许多基本因素（巷道深度和围岩特征）的差别，各种因素对巷道维护的影响程度也不同。例如莫斯科近郊煤田，当煤层开采深度小于80米，岩石松软易冒时（ $\sigma_{\text{压}} = 20 \sim 200$ 公斤/厘米²），对巷道稳定性起决定作用的是巷道底板岩石的结构成分和性质，特别是其含水性。在另一些地区，如彼丘尔煤田，当开采深度为300~600米或更深时，顶板类型和顶板岩石强度起决定作用。

顶板类型 采空区边界处的岩体上及邻近采空区的巷道，支承压力影响的大小和分布性质，与直接顶和老顶在采

空区上方的悬伸能力和相应的冒落性和粘结性有关。岩石冒落性或其悬伸性能的特征，是根据全苏煤炭科学研究院的分类原理划分的，并且引入了Г.Н.库兹涅佐夫所作的修改。这个顶板分类按目前的解释主要是为了解决采空区中的顶板管理问题。为了适用于无煤柱护巷问题，此分类需要划得更详细一些。

如所周知，按照全苏煤炭科学研究院 Г.Н.库兹涅佐夫分类法，直接顶和老顶岩石分为四类：

I 类 顶板（直接顶和老顶）都是厚度很大的易冒落层状岩石。在这种岩石组成下，直接顶可随每次放顶冒落，而在直接顶一个放顶步距内，老顶悬伸在采空区上的跨度不大。

II 类 厚度为 3~10 米的直接顶是易冒落岩石。老顶是坚硬而难冒落的厚岩层。老顶悬伸跨度大（达 3~4 个放顶步距，跨度达 60 米）。支承压力带在回采工作面前方及由采空区边界沿倾斜和仰斜分布到很远距离处。

III 类 直接顶（厚度 3~5 米）是坚硬难冒落岩石，上部是不悬伸的易冒落岩层。这类顶板在采空区上方的悬伸性能取决于直接顶岩石的厚度及强度。老顶来压步距与直接顶冒落岩块的大小有关，当被开采煤层的厚度小于 1 米时，工作面中顶板可缓慢下沉。

IV 类 直接顶和老顶都是坚硬的难冒落岩石。这些岩石在采空区上方悬伸的跨度很大（达 60 米或更大），在回采工作面前方及由采空区边界沿仰斜和倾斜形成很大的支承压力带。

现在讨论一下这个分类法中需要补充的一些问题。

1. 对 I 类顶板最好规定出一个易冒落岩层的厚度。按

我们的意见，此厚度应大于 $7m$ ， m 为煤层开采厚度(米)。其上可以是任何岩石。

这类顶板的特点是能沿切顶排柱和其他保护性隔离物很好地冒落，保证岩石较好和较快地胶结，从而为用隔离物保护在采空区边界上的巷道，为沿采空区边界掘进巷道或为以后在采空区内掘进巷道造成良好的条件。

2. II 类顶板对于解决无煤柱护巷问题最好再分成两个分类：II_a和II_б。

分类II_a的特点是直接顶中存在厚度为 $(3\sim7)m$ 的易冒落岩石，而老顶中有厚 $5\sim10$ 米的难冒落岩石。分类II_a的特征是直接顶岩石有良好的冒落性，这就为应用无煤柱护巷法创造了条件。这种情况下老顶在受到充填的同时也产生轻微来压。

分类II_б的特点是直接顶中存在厚度为 $(1\sim3)m$ 的易冒落岩石，而老顶中难冒落岩石的厚度大于10米。

这种条件下直接顶岩石不能完全填满至老顶，并且老顶产生周期来压。

3. III类顶板要补充一个条件，即直接顶中存在厚度小于1米的易冒落岩石。

4. IV类顶板时难冒落岩石厚度应大于5米。直接顶中可以有厚度小于1米的易冒落岩石，这种条件下老顶来压对隔离物产生很大的动载荷。

所以，在研究准备巷道无煤柱维护问题时，建议把顶板按五种情况分类(图2)。在苏联的矿井中分布较广的是I、II_a、II_б类顶板，III类和IV类顶板遇到较少。

伪顶 伪顶对于用人工隔离物保护巷道的参数和保护方法的选择有很大影响。通常，各类顶板岩石都可能有伪顶。

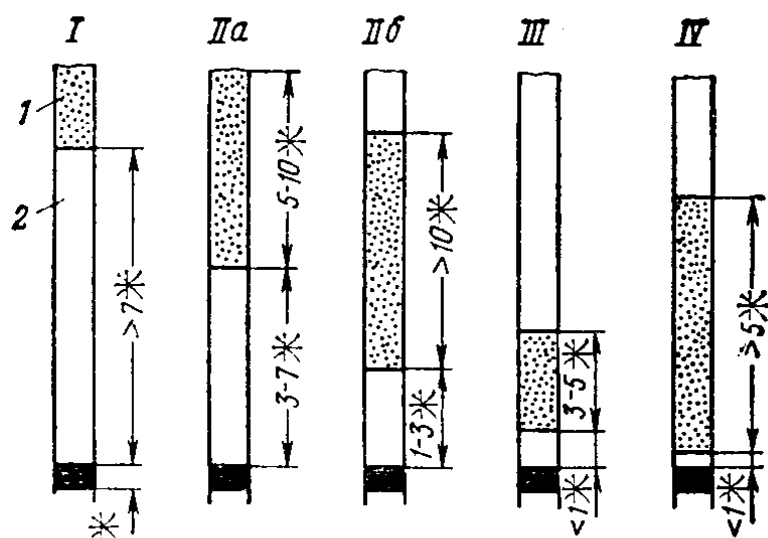


图 2 顶板的分类

I—IV—顶板类型；1—难冒落岩石；2—易冒落岩石

这时，保留在采空区边界处的巷道中应当用高强度的隔离物，如钢筋混凝土墩柱或切顶排柱作为切顶支柱，而在隔离物与巷道之间砌垛子以避免伪顶破裂。

难冒落顶板 属于难冒落顶板的是Ⅲ类顶板，特别是Ⅳ类顶板。遇难冒落顶板时准备巷道维护条件的特点是巷道围岩可具有不同的情况。在一些情况下（例如，在基泽尔煤田）顶底板岩石是坚硬的（达到 2500 公斤/厘米²），煤的强度为 200~300 甚至 600 公斤/厘米²。在另一些情况下，顶板岩石是稳定的，而底板岩石不稳定，并能挤压出来（例如，顿巴斯古可夫矿务局的无烟煤矿井）。

开采具有难冒落顶板的煤田的第二个特点是开采深度大。在基泽尔矿务局各矿的条件下，这就预先决定了开采时会产生高支承压力，煤层具有冲击危险性和其结果导致应用连续式开采方法。在古可夫矿务局，在转向深部开采的同时，目前还没有改变准备方法和巷道保护方法。这使准备巷道的维护条件很复杂。

难冒落顶板使岩石在采空区上方造成挠曲。这种挠曲与被开采煤层的厚度和顶板结构有关，它决定着由采空区交界处至采空区中顶底板接合点距离的不同。例如，在基泽尔煤田这个距离变化在10~40米之间。

当顶板强烈挠曲及应用支撑能力小于20~25吨/柱的木材密集支柱时，利用起切顶支架作用的隔离物保护巷道的方法是没有发展前途的。顶板在靠采空区边界的煤体边缘造成大的附加载荷时，也不能应用沿空掘巷的方法，因为煤体边缘保持着大的支承压力。这时最好是结合下列措施使用：

在煤层中用宽面掘巷，挑底的深度应使巷道由于回采影响而下沉后仍能满足安全规程的要求；

巷道两侧用垛子和矸石带保护；巷道上方用架在垛子上的平板形掩护物遮盖。矸石带和垛子的压缩量通常是0.2~0.4个被采煤层的厚度。

采深大、顶板难冒、底板岩石软这几个条件凑在一起时，即使不存在其他复杂的问题，巷道维护也很困难。这种情况下较合理的方法如下：

不采用恢复老巷的方法；

在巷道旁边不允许留小尺寸煤柱或隔离物；

不采用（当松软底板岩石的厚度大于1.5米时）挑底掘巷法，相反地掘进时可以挑顶，挑顶的高度应使巷道由于回采影响而下沉后仍能满足安全规程要求；

采用挑顶宽面掘巷，并在已支架空间砌垛子或矸石带，应用反拱形封闭式可缩性支架。

在上部已采的或下部已采的岩体中用挑顶的方法沿空掘巷，同时砌垛子和矸石带。

底板岩石 岩石的含水性，在主要煤田中，准备巷道的底

板通常是泥质岩，较少是粉砂岩。紧靠煤层的岩层通常其强度性能较低和易于鼓起。巷道底板中存在松软的含水泥质岩石对巷道维护条件有决定性影响(莫斯科近郊煤田，远东褐煤田等)。例如，莫斯科近郊煤田煤层底板中埋藏着塑性粘土，甚至在自然含水的情况下也保持着塑性状态。当岩石中水分增加后，它的性质也随之改变，并更易于压出。

从巷道维护观点将巷道底板分为以下几类。

I 类 底板为不含水的或含水不多的不易压出的岩石，或有厚度大于0.3米的底煤。

II 类 底板为稍含水的岩石，下部为含水岩石或有厚度小于0.3米的底煤。岩石中含的是非承压水。

III 类 底板为含水岩石或易于压出的岩石。顶板岩石含有承压水。顶板和底板岩石难于进行排水。

当底板松软时，应用无煤柱护巷法的特点是人工隔离物有陷入底板的危险，这就降低了人工隔离物所起的切顶支架和保护支架的作用。另一方面，在I类和II_a类顶板条件下含水岩石的冒落性和粘结性较好，这又对沿空掘巷造成了良好条件。

煤层厚度及倾角 被开采煤层的厚度影响到无煤柱护巷法的选择。在薄及中厚煤层中最合理的是把巷道保护在采空区边界处。在厚煤层中较合理的是沿着被开采分层的采空区掘进巷道，并使巷道布置在上分层采空区之下。

煤层倾角有重要意义。当倾角小于 25° 时可以很好地将运输巷道保存在采空区边界处。当倾角增大时所靠近采空区边界处造成了自溜充填的条件，这就导致岩石悬伸在隔离物上方，使隔离物难于起到切顶支架的作用。在任何倾角下都可能沿采空区掘进巷道，本书中举出了倾角小于 45° 时维护