

可燃有机岩 成因分类基础

В.П.柯兹洛夫 著
Л.В.托卡列夫

地质出版社

可燃有机岩成因分类基础

В.П.柯兹洛夫 П.В.托卡列夫 著

李濂清译 赵福宁校

地质出版社

1960·北京

В. П. Козлов Л. В. Токарев

**ОСНОВЫ
ГЕНЕТИЧЕСКОЙ
КЛАССИФИКАЦИИ
КАУСТОВИОЛИТОВ
ГОСТОПТЕХИЗДАТ
МОСКВА—1957**

本書批判地探討了各種最重要的和最典型的（主要是最新的）可燃有機岩的分類和成因方案，扼要地說明了所劃分的類別及其所屬有代表性的可燃有機岩。在方案中反映了各自平行發展的可燃有機岩系列即石油和煤之間的成因聯繫。

本書可供石油工業和煤炭工業部門的地質工作人員和科學研究人員參考。

本書由李濂清翻譯，趙福寧校校。

可燃有機岩成因分類基礎

著者 В. П. 柯茲洛夫、Л. В. 托卡列夫

譯者 李 濂 清

出版者 地 質 出 版 社

北京市四環路大柵欄地質部

北京市書刊出版業營業許可證出字第0060號

發行者 新華書店科技發行所

經售者 各地新華書店

印刷者 地質出版社印刷廠

北京安定門外六鋪炕40號

印數（京）1—3800冊 1960年3月北京第1版

開本787×1092¹/₃₂ 1960年3月第1次印刷

字數 81,000 印張3⁵/₈ 插頁3

定價（10）0.55 元

目 录

緒言.....	4
成因分类.....	6
物理化学分类.....	21
实用分类.....	26
可燃有机岩成因分类的原则.....	32
可燃有机岩的类别.....	35
腐植煤类	48
残植煤	48
腐植煤	52
煤玉	56
腐植腐泥煤	56
腐泥煤	60
沥青	67
石油	81
参考文献.....	110

緒 言

在研究可燃有机岩成因分类的現阶段，要想拟訂一个全面有根据的分类，是很艰巨的一项任务。但是不去解决这个任务，特别是現在，当实践証明必須研究可燃有机岩的成因时，这样做是不正确的。找矿标志、勘探方法和开采方法，都与这种或那种成因問題的解决有着直接的关系。

在國內和国外的文献中都有可燃有机岩的分类，但是它們或者是陈旧了，或者是完全沒有根据，因而不能滿足現代科学的要求。此外，大部分方案都沒有把有机物質的变化过程与周围环境联系起来研究。現有方案最主要的缺点大概是在于：它們一般都是根据某一种孤立的地質、化学或物理的标志来拟訂的。

因此，在拟訂可燃有机岩的成因方案时，造成人为的复杂化，这只能使那些本来就不很明确的可燃有机岩的成因概念更为混乱。奥尔洛夫 (Н.А. Орлов) 和烏斯品斯基 (В.А. Успанский) (1936年) 的可燃有机岩分类方面的著作是最有价值的，但遺憾的是，他們的著作唯独研究瀝青类，只是局部涉及残植煤。

現有一切可燃有机岩的分类方案，可以分为三类：(1) 成因分类；(2) 物理化学分类和 (3) 实用分类。

波托涅 (Г. Потонье)、斯塔德尼科夫 (Г. Д. Стадников)、任竹士尼柯夫 (Ю. А. Жемчужников)、奥尔洛夫及烏斯品斯基，波尔菲里耶夫 (В. Б. Порфирьев) 及格林别尔格 (И.

В. Гринберг), 布罗德 (И. О. Брод) 及叶列明柯 (Н. А. Еременко), 烏斯品斯基及拉德欽科 (О. А. Радченко), 阿莫索夫 (И. И. Аммосов)、波塔波夫 (И. И. Потапов) 和克列姆斯 (А. Я. Кремс) 等人的分类, 属于成因分类。格菲尔 (Г. Гефер)、布莱克 (Блэк)、多勃良斯基 (А. Ф. Добрянский) 和克卢博夫 (В. А. Клубов) 等人的分类, 属于物理化学分类。格魯納 (Грюнер) 的分类、頓巴斯煤炭分类、美国矿业局的分类、李列依 (Э. Р. Лиллей) 的分类和列別杰夫 (П. С. Лебедев) 的分类, 应属于实用分类。

由于现有的分类极多, 在本書中要想一个一个地, 即使是很簡略地叙述, 也是办不到的。因此, 我們只能研究最重要的和最典型的方案和著作。

在完成本書和准备出版的过程中, 我們得到了米罗諾夫 (С. И. Миронов)、維別尔 (В. В. Вебер)、瓦索耶維奇 (Н. Б. Вассоевич)、烏斯品斯基、日日欽科 (Б. П. Жижченко)、謝紐科夫 (В. М. Сеньюков)、索科洛夫 (В. А. Соколов)、苏博塔 (М. И. Суббота)、馬尔科夫斯基 (Н. И. Марковский)、格拉迪晓娃 (Г. А. Гладышева) 和金彼列維奇 (Э. Д. Гимпелевич) 等同志的許多宝貴指示和教益, 謹向他們表示深切的謝意。

成因分类

波托涅 (1934年) 为最初奠定现代可燃有机岩成因分类基础的一位学者。在他的方案中, 把煤划分为三类(組): 腐植煤 (гумиты)、腐泥煤 (сапропелиты) 和残植煤 (липтобиолиты)。他把石油和固体瀝青 (битумы) 当作腐泥煤的蒸餾产物。由于现代的科学研究工作否定了石油是由腐泥煤经过蒸餾而形成的, 波托涅的分类便不能作为总的统一的可燃有机岩成因分类的基础。但是, 他的分类适用于煤炭的部分, 成了热姆丘日尼科夫所提出的煤炭分类的基础。

任竹士尼柯夫 (1935年) 在煤炭分类方案中, 将煤分为两个主要类别: 腐植煤类 (гумолиты) (由高等植物形成的) 和腐泥煤类 (由低等植物和浮游动物形成的)。腐植煤类又分为二組: 腐植煤与残植煤。他把那些主要是由植物原始質料中的一切組份所形成的煤, 算作腐植煤組; 而把由在分層和变化过程中表現稳定的那些植物成分所組成的煤, 归属于残植煤組。腐泥煤类也划分为真腐泥煤和腐胶泥煤 (сапраколлиты) 兩組, 前者保存着藻类残骸, 后者不保有藻类残骸, 而变成了无结构的物質。

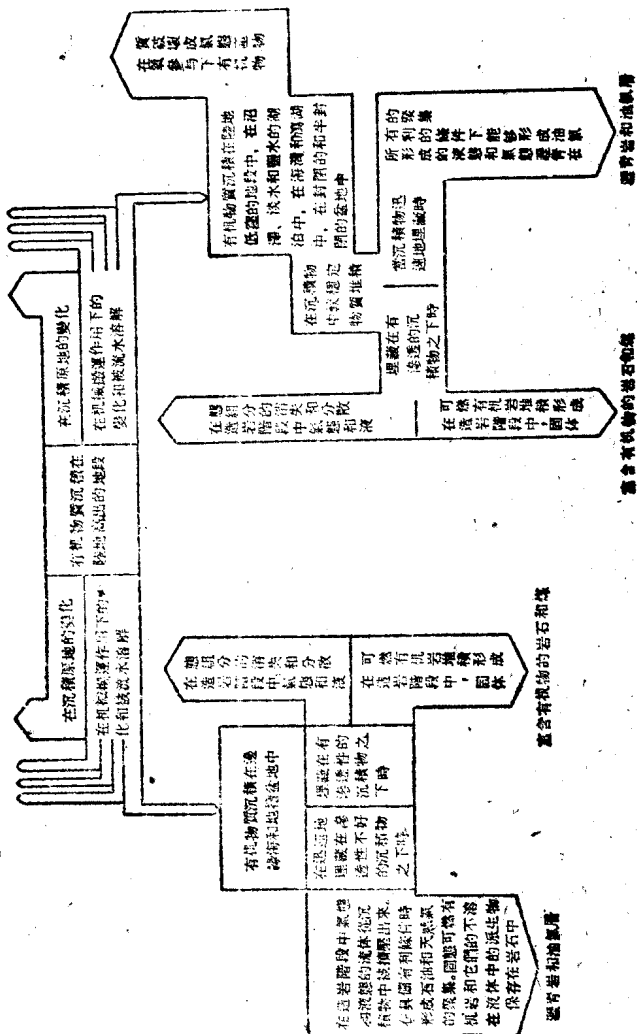
斯塔德尼科夫 (1933年) 在煤炭的天然分类中, 按原始質料的特性将煤分为四組: 腐泥煤、腐植煤、腐泥-腐植混合煤 (腐泥質料占优势) 和腐植-腐泥混合煤 (腐植質料占优势), 其中的每一組, 又根据煤化 (углефикация) 程度分为泥煤、褐煤和烟煤阶段。这个分类有許多严重的缺点, 主要的是作者对成煤作用沒有正确的概念, 因此, 他把所有的光亮煤和条带状煤都算作混合煤类 (腐泥-腐植的和腐植-腐

地壳中有机物質的堆積和可能的变化途徑
(布罗德和叶列明柯, 1948)

方案2.

在氧自由進入的情況下有機物質完全破壞成爲氣體

在重自由墮入的情況下，有機物質完全破壞成爲氣體



有机物质在石化状态中的变化方案

煤变质作用阶段	作用	煤 循		
		腐植有机物		混合有机物
		氧化的	还原的	氧化的
泥煤	生物化学分析, 氧化作用, 还原作用	腐植泥炭		胶体的陈巴尔哈什腐泥煤 (C-73.7%; H-10.9%; N-0.58%; O-13.7%; S-1.03%) 腐胶质 (C-25%; H-7%; O-35%)
褐煤	地球化学还原作用	松散的 (C-67.8%; H-6.16%; O-25.9%) 热到温度 ~200°C	光耀的 (C-75.7%; H-5.7%; O-18.5%)	藻煤 (C-81.6%; H-9.8%; O+N+S-8.5%) 油页岩和沥青粘土的油脂
烟煤	去羧基作用, 热破坏作用	不结焦的 热裂温度 ~300°C		煤 牌号为Д, Г, ПЖ和К的顿巴斯煤(结焦的)外, 喀尔巴阡脉状煤及其他
高级化阶段	热裂	牌号为ПЖ和Т的煤 (C-90—93%; H-4.5—4%; O+N-5—3%) t° ~500°		失去可塑性
	高热分解	无烟煤 (C-97—98%; H-2—3%; O+N-2—3%) 不熔融的		典型的熔融的半石墨

(波尔菲里耶夫和格林别尔格)

方案 3

环	石油循环			在石油循环中有机物质的变化阶段
(以脂性的为主)				
半氧化的		严格的还原的		
化和脱水		稳定的硫化作用		
腐泥 (C-55.8%; H-7%; O-32.5%; N-3.5%; S-1.2%)		脂肪酸、腐拉酸、是夜質和碳氮化合物的各种还原程度的高硫化产物		
庫朗格弹性瀝青 (C-79.7%; H-12%; N-0.7%; O-7.5%; S-0.1%)		腐拉質		
庫克瀝青頁岩 (C-75.54%; H-8.54%; O-13.20%; N-0.9%; S-1.82%)		分子的碳氮化合物与其他深度还原的产物的混合物		
被还原的脂肪酸和腐拉酸的聚合		卢加烏的独煤 (固態石油) (C-84.1%; H-11.5%; N-2.3%; S-1.8%; O-0.3%)		
初生地瀝青		尼达烏濃縮軟瀝青 (триаскол)		
伏尔加河流域的地瀝青 (C-72.7%; H-8%; O-13% 和“軟瀝青” (C-83%; H-9.4%; O-7.6%)		, 的初生石油, 爪哇的石油 (高分子的石蜡, 富含不飽和石油樹脂的綜合物)		
培舍尔布隆和西西里島的无氧地瀝青 (C-84.95%; H-11.34%; S-3.69%; N-0.30%; O-0%)		破		
地瀝青		石油		
昆达硬瀝青 (C-81.47%; H-9.44%; N-1.16%; O+S-7.93%)		(低分子的石蜡, 同构化合物, 环烷芳香族的石油樹脂)		
薩德卡瀝青石 (C-79-82%; H-8-11%; S-6-10%; O-2-4%; N-1-5%)		环作		
热分解和聚合的煤状产物		热		
碳瀝青		热的裂加和破环性		
(低级碳瀝青, 高級碳瀝青, 半石墨, 硫質碳瀝青, 針狀碳氮礦——据提尔格夫和烏斯品斯基的分类: C-93-98%, H-不大于3-4%; 固态的不熔融和不可溶的)		气体和碳瀝青 (輕碳氮气体, 脉状碳瀝青——石油焦炭)		
		高热分解		

泥的)，可是根据煤岩学的資料，光亮煤和条带状煤都是腐植煤的亚种。这个分类的另一个重要的缺点，是将藻煤(богхеды)和烛煤(кеннельные угли)单只列入褐煤的形成阶段，而实际上它們能处在成煤的任何一个阶段中。此外，他錯誤地把烛煤算作純粹的腐泥煤，而事实上它們却是一种混合煤。

斯塔德尼科夫(1935年)提出了另一个天然分类的方案(方案1)，这个方案包括了所有的可燃矿产：煤、油頁岩和瀝青。但是在他这个新的方案中仍然有上面所提到的那些缺点。此外，新的方案是在假設有初生石油(первичная нефть或протонефть)存在的基础上編制的，这种初生石油遭受了岩漿生因的氢或水煤气的破坏性氢化作用。在方案中也没有提到有动物成因的有机物質参加石油形成的过程。斯塔德尼科夫認為，形成煤和石油中的芳香族化合物的唯一来源是木質素(лигнинны)和树脂(смолы)，也就是包含在高等植物成分內的物質。这就使他認為芳香族石油的主要原始成分是由木質素所派生的腐植物質。斯塔德尼科夫的这些原理也是錯誤的。

奥尔洛夫和烏斯品斯基(1936年)发表了可燃有机岩矿物学方面的論文。在这篇文章中他們詳細地探討了各个有代表性的可燃有机岩矿物的物理化学特性。在方案中他們把可燃有机岩划分为六个主要的类型：树脂、瀝青、石蜡、有机酸盐、凝胶質(гелиты)和醣蛋白質(альгариты)。在瀝青类中他們划分出眞瀝青和焦瀝青(пиробитумы)两个亚类。眞瀝青又划分为石油与胶質瀝青(вязкие битумы)族(包括可燃气体)和石瀝青(асфальтиты)族。焦瀝青也分为碳質瀝青(кериты)、腐植碳瀝青(элькерит)和碳瀝青

(**антраксолиты**)。以上的分类是在考虑了所研究的个别有代表性的可燃有机岩的物理和化学性質的基础上划分的。对于每一种矿物，他們都提出了有关它們的形成方式的有根据的概念。

这个分类的作者們自己強調指出，他們不可能研究所的各种可燃矿产，而只限于研究那些能够列入有机矿物范畴內的可燃有机岩。因此，象煤和油頁岩这样一些可燃矿产，在他們的分类中就沒有得到反映。

納烏莫娃 (С. Н. Наумова) (1940年) 拟訂了一个煤炭的成因分类，她把在莫斯科煤田中形成各类煤的岩相条件作为分类的根据。她划分出流水沼泽相、干燥沼泽相、低湿润沼泽相、中湿润沼泽相和复水沼泽相，以及湖泊的湖岸带相、亚湖带相和湖底带相。这些相与各种煤岩类型相适应。这个分类在解释原始質料聚积的自然地理条件方面是十分成功的，但是沒有把这些条件与各种原始質料的关系完全交代清楚，而且也沒有反映出这些条件随着時間的发展。因此，不能利用納烏莫娃的方案来确定煤的原始質料、形成条件与變質因素之間的关系。

布罗德、列文生 (В. Г. Левинсон) 和叶列明柯 (1948年) 根据石油地質学和煤炭地質学方面的最新資料，提出了有机物質在地壳內的堆积的方案 (方案 2)。在方案中考虑到了由于自然地理条件和地質环境的不同有机物質可能的变化途径。但是这个方案仅仅提出了有关有机物質变化途径的一般概念，而完全沒有反映出原始有机物質与其变化产物的特性之間的关系。

波尔菲里耶夫和格林別尔格 (1949年) 发表了有机物質在石化状态中的变化方案 (方案 3)，在方案中可燃有机岩

的配置是考慮到了原始質料及其變化階段的。

由於有重大的事實上的錯誤，得出了有關各種可燃有機岩之間實際存在的成因聯繫方面的錯誤概念，所以不能採用這個方案作為可燃礦產分類的基础。例如，大家都知道，腐膠質（пелоген）是腐泥沉積物的最上層，可是該方案卻把它與腐泥分開而列入另一個成因系列；頓巴斯的煉焦煤被當作以混合有機體為起源的煤的代表，並且說是由於藻煤較高的變質作用所形成的，而在高碳化作用階段它們成為半石墨。此外，在方案中還說，純粹的腐植有機體不能形成煉焦煤；還原程度較高的藻煤是氧化介質的產物，而還原程度低的庫克瀝青頁岩是半氧化介質的產物；與地質觀察的結論相反，地瀝青不是石油變化的產物。而撥到另一個成因系列里去了。方案中也提到了初生石油；可是石油本身成為在熱裂作用和破壞性氫化作用過程中產生的高溫形成物。大家知道，在有機物質的一切變化階段中都能析出天然氣，並且在早期的各階段中數量最多，而方案卻說它僅僅是在高溫分解階段與碳瀝青一起形成的。盧加烏（лугай）的燭煤（“固體石油”）給列到可燃礦產的石油循環里去了，雖然毫無疑問它本來是煤，可以用來作為從性質上區別煤系列和石油系列中元素成分極為相似的各代表的一個例子。

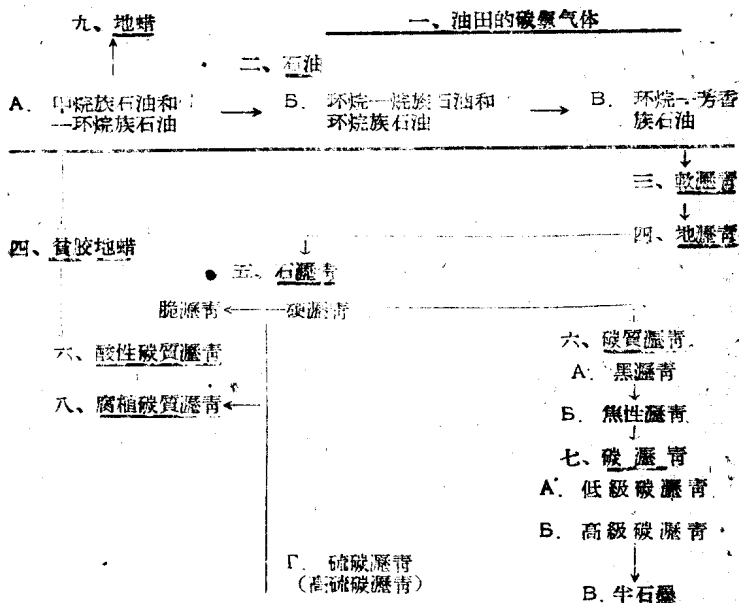
烏斯品斯基和拉德欽科[62]經過多年的研究，擬訂了如下的瀝青分類（方案4）。他們把石油劃分為三類：A—甲烷和甲烷環烷石油；B—環烷甲烷和環烷石油；B—環烷芳香族石油。A類是基本的類別，由A類形成B類，而後者是B類的起源。A類也是形成地蠟的原始質料。油田的碳氫氣體被看成所有各類石油共同的上層部分。

石油繼續往兩個方向發生變化。第一個方向與A類石油

瀝青的分类

方案 4

(烏斯品斯基和拉德欽科, 1952)



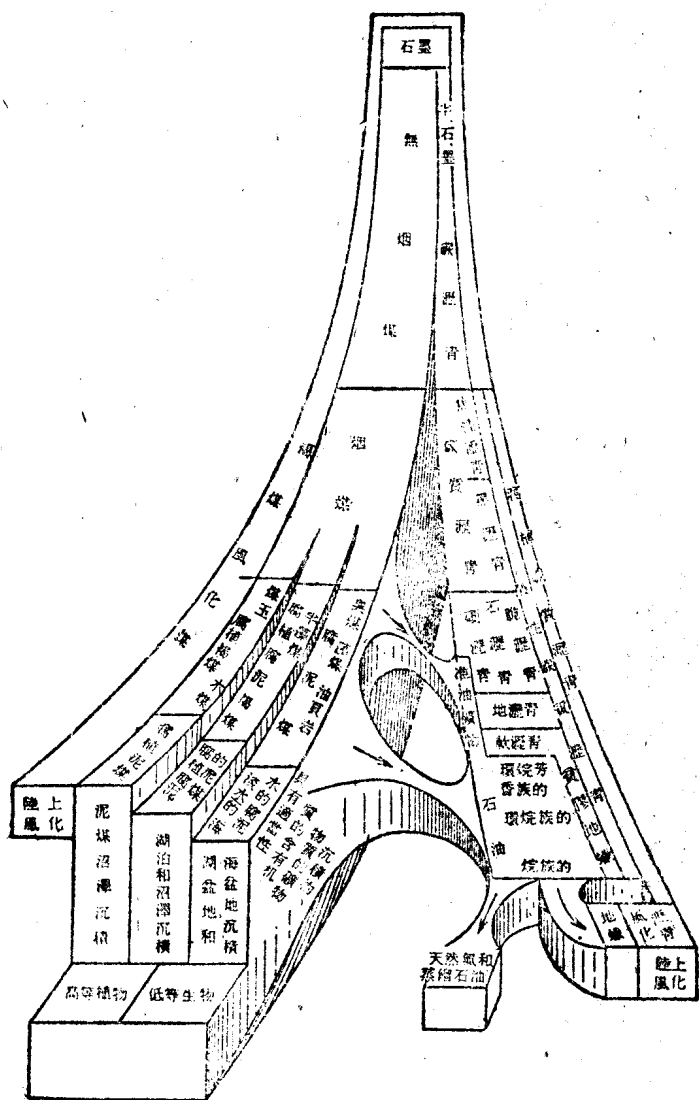
有較多的联系，最初形成貧胶地蜡（киры），然后形成酸性碳質瀝青（оксикериты），最后形成腐植碳質瀝青（гуминокериты）。第二个方向与第三类即B类石油联系較多，最初形成軟瀝青（мальты），然后形成地瀝青（асфальты），最后形成一个过渡类型——石瀝青。石瀝青的第一个代表——硬瀝青（гильсониты）——一方面轉变为派生的第二分支——碳質瀝青，碳質瀝青又轉变为碳瀝青（антраксоли-ты）；另一方面，硬瀝青轉变为脆瀝青（грэемиты）（也屬于石瀝青），而脆瀝青又轉变到派生的第一个方向——酸性碳質瀝青。碳質瀝青和碳瀝青类在适当的条件下能够轉变为

腐植碳質瀝青。十分明显，烏斯品斯基和拉德欽科的方案在頗大程度上是人为的，因为在方案中没有考虑到石油瀝青在地球内部和在地表氧化带内所有主要的可能变化。例如，在方案中没有说明，軟瀝青不仅能見于深部，而且也能見于地表；地瀝青也是如此，它可以作为地表氧化带的代表，在地表氧化带它們形成酸性碳質瀝青，同样也可以作为地壳深部地带的代表。

最近，烏斯品斯基和拉德欽科（1953年，图1）发表了可燃矿产的成因分类方案，既包括煤又包括石油。这个方案把所有的可燃矿产当作或者是高等植物，或者是低等生物，或者是两者一起，依进行原始有机質料堆积的自然地理环境

（泥炭沼泽、湖盆地和海盆地、湖泊和沼泽）为轉移的变化产物。在这些环境中相应地形成腐植質、腐泥質、腐植、腐泥質泥煤。这些形成物在褐煤阶段分別轉变为腐植褐煤、腐泥煤和腐植-腐泥褐煤。在烟煤阶段，这三类可燃有机岩之間的区别消失了，不能再分类了，在变質作用进一步发展时，烟煤变为无烟煤，而后者繼續变为石墨。根据方案来判断，石油是由腐泥并且主要是由腐泥煤所派生的。甲烷石油一方面成为天然气和蒸馏石油的起源，另一方面成为地蜡的起源。重石油氧化变为地瀝青，地瀝青大致相当于低煤化程度的褐煤，在变質作用的影响下地瀝青再轉变为石瀝青，相当于高碳化的褐煤。石瀝青繼續变質，形成碳質瀝青，大致相当于烟煤，最后形成碳瀝青，相当于无烟煤。碳瀝青最后也轉变为石墨。

可燃矿产煤的系列的陆上风化作用导致风化煤的形成。地蜡的陆上风化形成风化瀝青（битумы хорсанв）；甲烷石油和环烷石油在这种情况下成为貧胶地蜡（кир）的起源，



1. 可燃有机岩的成因分类
(烏斯品斯基和拉德欽科, 1953年)

而环烷芳香族石油成为軟瀝青的起源。胶質瀝青和固体瀝青的风化最初形成酸性碳質瀝青，然后形成腐植碳質瀝青。

这个方案与前一个方案比較起来是前进了一大步，但还是有一些缺点。首先，方案的构图未能完全反映出作者在文字說明中所闡述的内容。石油在頗大程度上画成了腐泥煤（藻煤、油頁岩等）的派生物，只是部分画成富集着有机物質的矿物沉积物的派生物，可是在文字說明中作者却正确地指出，石油就是后一类沉积物的派生物。此外，由方案的构图也可以得出这样的結論：可燃矿产煤的系列是原始有机質料的直接的主要的派生物，而可燃矿产石油系列是一条副分支。在方案中天然气只是作为石油的派生物，这这也是一个缺点，因为大家都清楚地知道，在一切可燃有机岩的任何一个形成和变化过程中都可以产生天然气。最后，在这方案中怎么也不能說明引起可燃矿产由一个阶段过渡到另一阶段的因素。

阿莫索夫（1952年和1953年，方案5）提出了一个嶄新的和独特的成煤方案，在方案中反映了各种各样的原始有机質料与各类型的煤之間的联系，并把煤化作用的因素估計在內。他把成煤作用划分为三个阶段：泥煤阶段、褐煤阶段和烟煤阶段。这个方案的缺点首先在于它实际上沒有清楚地提出这样的概念，就是这种或那种原始質料究竟是那一类煤的起源，以及到底是什么具体条件引起有机質料朝一定的方向变化。微弱分解的泥煤和腐泥下一步变成什么也不清楚。

波塔波夫（1953年）提出了一个有机碳的循环和聚积的方案（方案6），在方案中他试图証明，瀝青的形成过程必須經過有机物質变化的气体（甲烷）阶段。这个形成石油及其产物的“甲烷”論，显然与事实很不符合，因此不能利用