

苏联 維·伊·潘科夫斯基著

地下煤炭瓦斯化

U23

PL24

內 容 提 要

这本小册子簡短地、通俗地敘述了地下煤炭瓦斯化原理的产生，显示了我国科学在这方面的优先地位。敘述了莫斯科矿区褐煤的地下瓦斯化的技术以及莫斯科近郊瓦斯化站和沙特斯克瓦斯化站的工作。

“地下煤炭瓦斯化的現况和未来”一节，敘述了煤气和瓦斯化副产品在工业及民用方面的利用。最后，敘述了国外地下煤炭瓦斯化的状况。

这本小册子，可供具有中等文化程度的讀者閱讀，也可供从事煤炭地下气化的工程技术人员参考。

В.И.Паньковский

ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ

ТУЛЬСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1957

根据苏联图拉書籍出版社1957年版譯

1166

地 下 煤 炭 瓦 斯 化

辛鏡敏 赵世榮 王庆康譯

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业營業許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本787×10

印 1 $\frac{3}{8}$ 字数24,000

1959年5月北京第1版 1959年5月北京第1次印刷

統一書号：15035·852 印数：0,001—4,000册 定价：0.17元

地下煤炭瓦斯化的任务是，不在井下劳动，能将地下埋藏的煤变成最便宜的、更完善的燃料——可燃性气体。

在苏联，地下煤炭瓦斯化是在一系列的科学研究和实验工作的基础上，在世界上第一次得到了实现，并走上了工业性发展的道路。

在莫斯科矿区，靠近图拉城，地下煤瓦斯化站已经顺利地工作了好几年，这个站以煤气供应了许多工业企业。

在这本小册子中，B. И. 潘科夫斯基把很大的注意力放在莫斯科矿区地下褐煤瓦斯化的技术问题上。同时，在这本小册子里，也简短地、通俗地介绍了苏联和国外的地下煤炭瓦斯化的状况。

B. И. 潘科夫斯基所著的这本小册子，广大读者将很注意地阅读它。

科学技术博士

И. И. 法勒别拉夫

目 录

前 言	
緒 言	3
簡 史	4
莫斯科矿区——地下煤炭瓦斯化的起源地	5
无矿井瓦斯化的方法	11
莫斯科近郊“地下瓦斯化”站	20
沙特斯克地下瓦斯化站	30
地下瓦斯化的現况和未来	34
国外地下瓦斯化簡述	39

緒 言

煤在現代的动力方面起着重要的作用。煤的消耗比其他燃料消耗之和要多两倍以上。在苏联发展国民經济第六个五年計划中，对增加煤产量給予了很大的注意。到1960年末，煤的年产量将达到五亿九千三百万吨，这比1955年的产量多1.5倍。

因此，必須对煤的开采技术加以改进，除矿井和露天矿全盘机械化和自动化外，应广泛地采用水力采煤和地下煤炭瓦斯化。

在国民經济中，采用綜合工艺过程采煤是最有利的，这其中之一就是地下煤炭瓦斯化。地下煤炭瓦斯化把煤的开采及其动力和化学应用結合在一起了。

目前，苏联胜利地創造了和应用了无矿井煤炭瓦斯化方法。这个方法取消了人在井下的劳动。俄罗斯伟大科学家И.И.門德列也夫的預言，也实现了。他說“随着 时间的流轉，这样的 一个时代将要来临，在这个时代里，人們不必把煤从地下采出来，而是把煤在地下变成可燃性的煤气，順着管路送到很远的距离”。

在苏联，地下煤炭瓦斯化站已生产了数百万立方公尺工业和民用的煤气。

在各国不同的矿区里，正在生产或建設着六个地下煤炭瓦斯化站，其中有两个是在莫斯科矿区。

一个是莫斯科近郊瓦斯化站。这个站是对图拉市附近

新巴斯奥夫煤田进行气化的（现在这个煤田已气化完，正在哥斯提也夫克煤田进行气化——译者註）。这个站从一个不大的实验性瓦斯化站成为了不仅是苏联的，而且是全世界的第一个地下煤炭瓦斯化工业企业。在这里，煤田瓦斯化准备工作和瓦斯化过程的操縱都是采用了无矿井的方法，即完全在地表上进行工作。

1957年，莫斯科近郊煤炭瓦斯化站应当生产的煤气与这里一个矿井的年产量相同。

地下煤炭瓦斯化問題的順利解决为建立新的更大的和自动化的地下煤炭瓦斯化站創造了可能性。

簡 史

地下煤炭瓦斯化的最初創造人是А.И.門德雷也夫。門德雷也夫研究了頓巴斯矿区和烏拉尔矿区采煤的过程，特别是研究了矿井火灾，早在1888年就提出了地下煤炭瓦斯化可能性的設想。在他的著作中这样写道：“可以完全利用这个火灾，操縱它，指揮它，使燃烧象在煤气发生爐中进行的一样，即通入少量空气。这样，将发生炭的氧化作用，而在煤层中将形成‘空气煤气’或发生爐煤气”。

А.И.門德雷也夫不仅提出了关于地下煤炭瓦斯化最初的設想，而且从他的許多著作中可以找到地下煤炭瓦斯化在实践中的基本原則。

В.И.列宁对地下煤炭瓦斯化的思想給予了很高的評价。1913年真理报登載了列宁的“伟大的技术勝利之一”

一文，在這篇文章里，列寧寫道：“因此，現代技術的偉大任務之一已接近於解決。這一偉大任務的解決是巨大的轉折點……。氣體動力機充分利用煤炭中的能量比蒸汽動力機要多兩倍。氣體動力機本身又可将這能量變成電能，在現代技術條件下，電能可以輸送到很遠的距離……。現在用來開采和運輸煤炭的大量勞動力將大大地省儉”（列寧全集第19卷第41—42頁）。

但是，在蘇聯，這個偉大的技術問題只在十月社會主義革命勝利後才有了實現的可能。

1930年，第78騎兵團的戰士和軍官們讀過了列寧的文章之後，通過報紙發表了一封公開信，要求在蘇聯實現地下煤炭瓦斯化的理想。這一愛國主義的呼喚已被重視，並在1930年12月，蘇聯人民委員會所屬，國民經濟化學委員會建議進行地下煤炭瓦斯化的實驗性工作。

1931年春，地下煤炭瓦斯化問題，全蘇共產黨中央委員會曾進行了討論。在煤炭管理局所屬下組成了一個地下煤炭瓦斯化專門委員會，以後又成立了“地下煤炭瓦斯化局”以便進行研究工作，設計國內不同礦區的瓦斯化實驗站。

莫斯科礦區——地下煤炭瓦斯化的起源地

1933年，在莫斯科礦區“科魯道夫”褐煤煤田開始了地下煤炭瓦斯化的實驗工作。當時的困難是非常多的。企圖把普通的地上瓦斯發生過程，人為地搬到具有複雜地質條件的煤層中去，是以失敗結束了。失敗的原因之一是，

当时某些专家奉行了所謂造成“燃料工作层”的理論，即將煤层破碎。

地下瓦斯发生实验爐当时是以普通的矿井开拓和矿井送道方法装备起来的。地面建筑是临时性的，送风設備的能力很低。例如，当时供煤层瓦斯化的空气是用扇风机輸送的。扇风机是以汽車式汽油动力机帶動的。

曾实验了四种矿井式地下瓦斯发生爐，但实验沒有取得良好的效果，也沒有获得可燃性气体。不过这些实验对以后选择最正确瓦斯化方法起了一定的作用。

这时，在頓巴斯“格尔拉夫卡”地下瓦斯化站，曾以对流式方法在煤层內順利地进行了地下煤炭瓦斯化的实验。这个方法实质不是事先将煤层破碎，而是直接在煤层內把煤炭瓦斯化。要知道煤的化学性質与其体积大小无关，不管煤层是在破碎状态，还是整体状态，都与其瓦斯化无关系。

运用在这时期以前业已积累起来的經驗，在莫斯科矿区“新巴斯奥夫”褐煤煤田建立了新的实验性的瓦斯化站。这个站的規模比原来在“科魯道夫”煤田的瓦斯化站更大，同时它是以較好的工艺設備装备起来的。

“新巴斯奥夫”煤田位于图拉城南四公里，按其形状，这个煤田与不規則的扁豆形状相类似(图1)。

煤层厚度到2.5—3公尺，埋藏深度50公尺。煤层上部的岩石层是粘土，砂石和图拉石灰岩，底部是粘土，有时是砂石。

在煤田的主要面积內，煤层埋藏在不透水的粘土层

下，因而在瓦斯化过程中，在一定的程度上要防止地下水的作用。煤层是不均匀的，它被几个不厚的粘土夹层分成了几个分层。

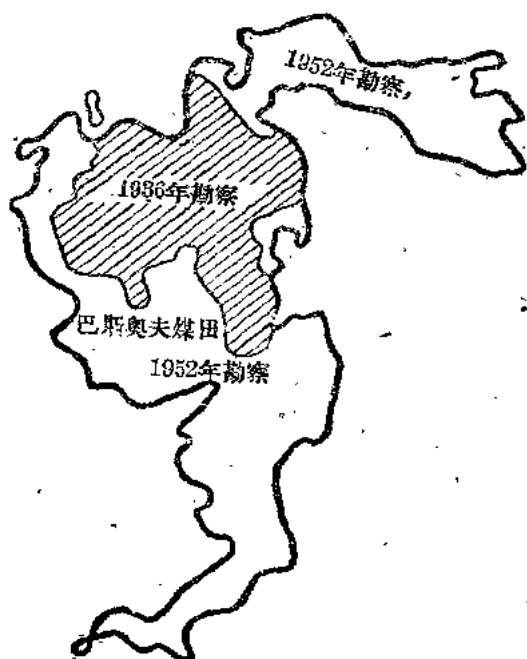


图1 “新巴斯奥夫”扁豆状煤田

煤的质量基本上可以由灰分来鉴定：灰分愈大，煤质愈不好。但这里煤的灰分相当大，约为30—45%。每公斤煤的发热量也不大，共计2650大卡。

煤的化学成分按百分数如下：碳——30.6；氢——2.6；氧——10.1；氮——0.7；水分——80。

就在这样的煤层内建立了第一个矿井式地下瓦斯发生实验爐(图2)。

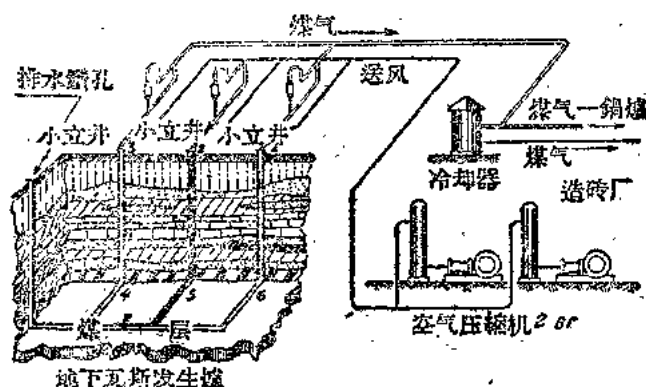


图2 矿井式地下瓦斯发生爐工艺过程示意图

地下瓦斯发生爐本身是个什么东西呢？

由地表到煤层开凿了三个小井(1、2及3)，由这三个小井底开掘了三个水平巷道(4、5及6)，水平巷道用一个共同的走向水平巷道(7)或叫做“燃烧工作面”貫通起来。在小井和水平巷內安装直径为500公厘金屬管道；而管外的空間由已掘出的岩石填实。管道是用来向燃烧工作面輸送空气的，并向地面排出已获得的煤气。

在已准备好的矿井式地下瓦斯发生爐內，有两种类型煤柱，共三万吨煤。为了煤层的点火，在燃烧工作面內装上了几个由木材和其他可燃性材料組成的柴垛；柴垛由專門的爆破藥筒，从地表点火燒着。

为了向地下瓦斯发生爐輸送空气，采用两个能力每小

时为一万二千立方公尺的空气压缩机，此外，为了输送不同成分的空气，还装设了氧气装备和蒸气锅炉设备。

地下瓦斯发生实验爐的点火进行得很顺利，1940年11月7日用空气送风，获得了每立方公尺发热量为800大卡的煤气。

然而，矿井式地下瓦斯发生爐准备方法，并没有能把人从地下劳动完全解放出来，而且大大地限制了地下煤炭瓦斯化在莫斯科近郊的发展。

关于寻找无矿井瓦斯化方法的问题，现在是非常尖锐地提出来了。

И.И.門德雷也夫早已指出了无矿井瓦斯化方法的可能性。他写道：“……向煤层鑽数个鑽孔，有一个鑽孔用作输送空气或鼓风，其他的用作抽出可燃性的煤气（如同喷射器的作用一样）”。

頓巴斯煤炭化学研究所的部分研究工作人員在制訂矿井式地下煤炭瓦斯化方法时，他们也拟定了使用鑽孔的无矿井方法。

在1933—1940年期間，苏联科学动力研究所的部分科学研究人員对无矿井地下煤炭瓦斯化理論方面的問題作了研究。而莫斯科近郊瓦斯化站第一次在实际工作中应用了无矿井式准备地下瓦斯发生爐的方法。

实际情况是这样的，由于地下瓦斯发生实验爐的煤藏量很有限，因此，必須加速新的矿井式地下煤炭瓦斯发生爐的建設。为此，在离现在工作的燃燒工作面250公尺处，掘凿了一个新的小立井。但是，从煤层内透出的煤气完全

妨碍了地下准备工作的繼續进行。

为了研究煤气在煤层中的流动情况，在离这个小井500公尺处鑽一个鑽孔。但是，这个鑽孔內也有煤气存在。第二个鑽孔鑽在离小立井一公里处；在这煤层內也发现了煤气的存在。因此，在这种条件下，繼續进行矿井式地下瓦斯发生爐的准备工作，已是不可能的了。

因此，产生了一种思想，即利用燃烧巷道一端早已有的排水鑽孔，来繼續地下瓦斯化的工作，以便通过这个鑽孔从燃烧工作面析出煤气。为此，通过这个鑽孔輸送空气，而煤气經小立井2抽出。小立井1和3，因其結構不完善，所以不能利用，也就沒有使其恢复的必要。送风时，排水鑽孔用燃烧火道和燃烧工作面联結起来，以后，这个鑽孔就完全用作地下瓦斯化的送风孔。

1941年初，在这个鑽孔井旁边，又鑽了好几个送风鑽孔，同时，都以燃烧火道(огневой канал)与燃烧工作面相接。瓦斯化站不間断地繼續生产了成分固定的煤气，同时瓦斯化的过程也很稳定。煤气的每立方公尺平均低发热量为890大卡。

这样，早在1941年，莫斯科近郊地下瓦斯化站在实现无矿井地下煤炭瓦斯化方面走了第一步。

1941年10月，由于战争的原因，莫斯科近郊地下煤炭瓦斯化站工作停止了。地下瓦斯发生爐被水充滿，水是由邻近水池抽来的。主要的工艺設備和动力設備都拆卸下来，运到东方，或者加以破坏。但是，早在1942年1月，德国侵略者从苏联土地上驅除之后，就馬上开始了瓦斯化。

站的恢复工作，以便这个站在很短時間內能供給邻近两个工厂的燃料需要。

恢复工作是在非常困难条件下进行的；在德国强盜飞机空袭下，工作差不多整昼夜地进行着。平时要用8—8.5月才能安装完的空气压缩机，现在一个月的時間就行了。高度的自觉性和对很快恢复瓦斯化站的强烈愿望帮助了全体职工克服了一切困难。

尽管地下瓦斯发生爐已被水充滿，四个月沒有通过空气，但发生爐里还保持足够的温度，使煤层經過送风后，馬上就可以开始燃烧。

瓦斯化站的全体职工繼續掌握了地下瓦斯发生爐的无矿井准备方法；又鑽了一系列的鑽孔，使其与燃烧工作面貫通，以无矿井的方法准备了埋藏量为5000吨左右的瓦斯化新工作区。

由于进一步地掌握了单个鑽孔和鑽孔組的貫通方法，以及选择地下瓦斯发生爐的合理位置，莫斯科近郊瓦斯化站的职工在世界上第一个制訂了无矿井地下煤炭瓦斯发生爐的結構。

无矿井瓦斯化的方法

井下采煤是通过先后两个工序——准备工作（掘进巷道）回采工作来进行的。地下煤炭瓦斯化也是按照这个原則来实现的：首先进行煤层的气化准备工作（即作燃烧火道），然后进行煤层瓦斯化。

煤炭瓦斯化无矿井式准备方法的主要特点，就是从地表上进行鑽孔之間的貫通工作，无矿井方法大大的加速了地下煤炭瓦斯化的发展。

莫斯科近郊瓦斯化站在进行无矿井地下瓦斯发生爐准备工作时，采用了各种不同的貫通方式：空气貫通（渗透作用），电力貫通以及采用从地表沿煤层的倾斜导向鑽孔（наклонно направленная связь）。

为了生产煤气，广泛地采用了空气貫通方法。在莫斯科近郊瓦斯化站整个生产期間，以空气貫通方法一共貫通了80,000公尺的燃燒火道和貫通了近1150个地下瓦斯发生爐的鑽孔。

現在，简单地介紹一下鑽孔的构造。每个鑽孔是由一个金屬套管头和数根金屬套管組成的。套管以螺紋或由焊相互連接起来。鑽孔直径由200公厘到250公厘。套管头最下部分深入煤层內，深达煤厚的 $\frac{2}{3}$ ，其余的无套管 $\frac{1}{3}$ 部分称为鑽孔底窝（图3）。鑽孔这样的套装能經過鑽孔底窝向煤层压送空气，以便貫通，进行瓦斯化。

地下瓦斯发生爐的鑽孔是采用ABB-400型鑽机分組打鑽的（图4）。开始时，按照地質师和水文地質师的指示，鑽几个勘探鑽孔；然后，根据打鑽的資料，鑑定煤埋藏的地質条件，煤的質量和埋藏量，并决定鑽孔进行的順序，气化鑽孔的构造特点及其布置。

在地表上，每个鑽孔都安装有管头，并和管路相連接；通过这些管路輸送空气或者排出瓦斯。当鑽孔准备完后，就开始沿着煤层进行鑽孔間的貫通工作。

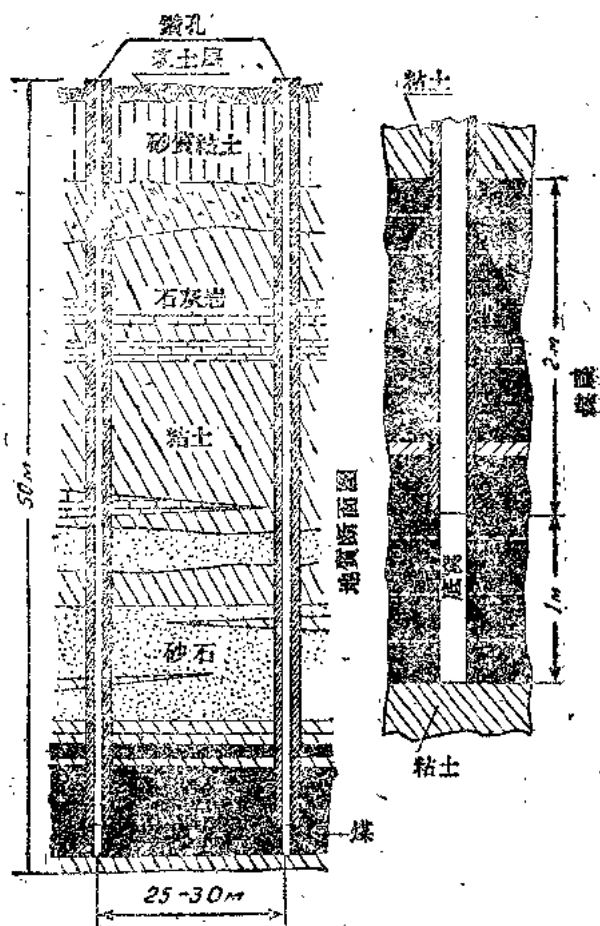


图 3 工作鑽孔构造图

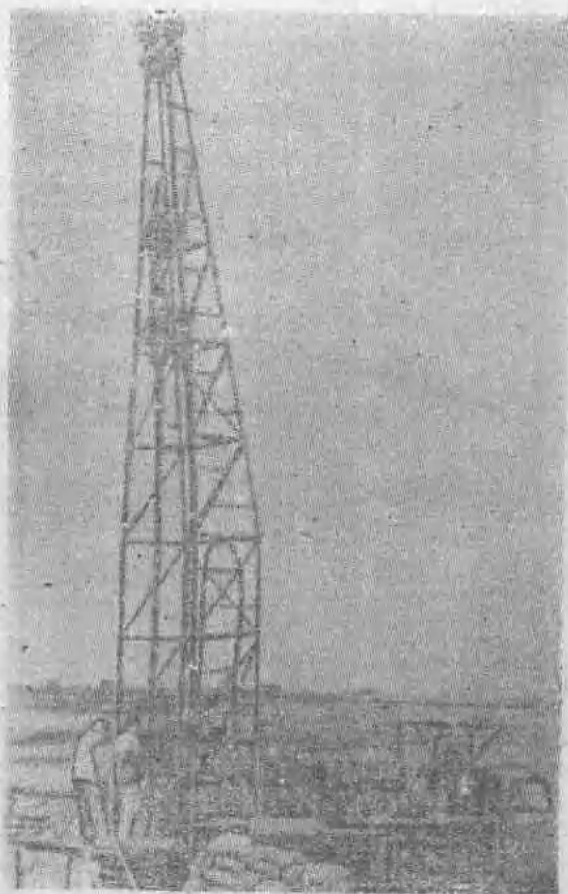


图4 打鑽

由于褐煤，特别是莫斯科矿区的煤具有很大的透气性，空气贯通是可能的。莫斯科矿区的煤有很多解理裂缝，这是岩层对煤层下压或其他原因造成的。如果把莫斯科矿区的小块煤柱从井下拿到地表，把它放在空气中，那末，经过一段时间，这块煤柱就可以出现很多裂缝，最后分裂成无数的小煤块。这个解理现象在井下落煤时被利用，而在地下煤炭瓦斯化过程时，则用来向煤层输送空气。

无论在进行地下煤炭瓦斯化生产时，或者在进行实验室研究时，对煤的透气性应给予很大的注意。在“科鲁道夫”煤矿进行实验工作时，曾发现了煤层的巨大透气性。在格尔拉夫卡地下煤炭瓦斯化站曾发现了烟煤的透气性。

实验室的实验证明，当向煤层送空气时，煤层的透气性随之增加，因为部分水分被空气带出，因而煤体内就形成了很多裂缝。

苏联科学研究院可燃性矿产研究所对莫斯科矿区的煤在加热影响下透气性的变化进行了研究。实验证明，含水量为30%的煤，在加热时，透气性增加1000倍或更多。这主要是煤体内有无数的裂缝，而且这些裂缝顺着层理方向。

照例，贯通是在两组钻孔之间进行的(图5)。其作法如下：经过一个钻孔(1)将煤层点着，当在这个孔内已造成燃烧状态后，向另一个钻孔输送3—4大气压的压缩空气。顺着煤层的裂缝和孔隙，空气向燃烧地点延伸，而燃烧地点开始向着空气的方向移动，即向钻孔(2)移动。贯通快结束时，燃烧地点已接近送空气的钻孔。这时，空气量急剧增长，压力降低。