

煤炭工业知识

王 家 廉



科学技术出版社

目 次

第一章	煤炭和它的形成.....	(1)
第二章	煤炭工业的特点.....	(11)
第三章	煤炭工业的生产过程.....	(16)
第四章	煤炭工业地下开采的各项辅助生产过程.....	(85)
第五章	煤矿保安规程.....	(104)

第一章 煤炭和它的形成

第一节 煤炭的性質和成分

人們常常認為煤炭是漆黑的東西，其實不然，煤炭的外表常隨炭化程度的不同而呈現出不同的顏色與光澤，有的有煤往往是褐色、黑色或帶黃金色陰影光澤的粉末或塊狀。煤炭的灰分、比重與硬度，也是隨炭化的程度而變化。煙煤的比重，無灰分的為1.25—1.30；半無煙煤為1.3—1.6；無煙煤為1.6—1.9。如果含有灰分，比重就要增加。通常灰分每增加1%，則比重增加約為0.01。煤的硬度以無煙煤為最硬，約為2.5左右。煤的脆度常隨煤質與灰分而變化。無論是硬度或脆度，對落煤及運煤的粉化問題都很重要，而且由於塊狀大小的不同，影響到煤的價格。一般來說，塊度大的價格比較高。

煤的品質和其它燃料一樣，常常決定於它的發熱量的大小。普通以1公斤煤炭全部燃燒所產生的熱量大小，來評定煤的品質。測量熱量的單位有大卡（就是仟卡）和小卡兩種。仟卡是使1公斤水升高攝氏1度所需要的熱量；小卡是使1克的水升高攝氏1度所需要的熱量。普通在技術上多使用仟卡做單位。根據測定，各種煤炭的發熱量：褐煤是2,300—4,045仟卡，煙煤5,200—7,100仟卡，無煙煤6,100—7,500仟卡。煤炭中的灰分是減低發熱量的因素，燃燒時剩下的灰分越多，則煤的品質愈壞。

当我们將煤炭隔絕空气，进行加热干餾，就会产生煤气和煤焦油而剩下焦炭。焦炭有时凝結成块状。焦炭的这种凝固性質称为結結性。具有这种性質的煤叫粘結煤，或者叫炼焦煤。粘結性对于炼焦用煤及作干餾原料用煤，是很重要的性質。

煤炭放在空气中，即使在常温的情况下，也会渐渐氧化、发热，热量愈积愈多，温度上升，氧化作用逐渐激烈，煤炭遂开始自燃。产生这种现象的原因，主要是氧气与煤炭接触，由于通风不好，热能得不到放散，愈积愈多；此外由于煤炭中黄铁矿的氧化、发热和細菌作用，也助长了煤的自燃。这种现象，褐煤最为显著。在煤矿中的烟煤堆也常常发生这种现象。

煤炭究竟是什么东西呢？到现在为止，煤炭的构成成分尚未十分彻底明了。只能确定：煤炭不是碳，也不是單純的化合物。它是各种化合物的混合物。根据工业分析，可以把煤分成：水分、灰分、揮发分和固定炭四种。其次也可以用元素分析方法將煤炭中所含的碳、氢、氧、硫、氮、磷等元素作定量分析。一般多用工业分析概略地测知煤的成分。

第二节 煤炭的种类

煤的种类由于它的化学成分不同，可以分为泥煤、褐煤、烟煤与无烟煤四种。

泥煤是植物炭化的第一期产物，存在于现代的池沼中，黑褐色，似泥状。含水80—90%，干燥后易燃烧，木質纖維构造隱隱可見。安徽省及浙江省一带盛产泥煤。

褐煤是植物炭化后的第二期产物，有木質构造。含碳素45—70%，外表为暗褐色或黑色。有时象泥土状。易燃，燃烧时发烟，并且发出很长火焰。热量較低。含水量30—40%。

暴露在空气中就很快地疏松、裂散。我国云南省发现有褐煤。

烟煤含碳素70—90%。外表呈黑色。有时有光泽，有时无光泽。具有相当的硬度，受到撞击就会破碎成块。肉眼不能辨認煤中植物組織。燃烧时发出紅黄色长火焰，棕黄色浓烟。焰、烟均有瀝青气味。水分較低，发热量高。揮发分与固定碳含量大約相等。烟煤又可分为許多种类：有宜于炼焦的，有宜于制造煤气的，有宜于烧鍋爐的。全国各地都产烟煤。

无烟煤最坚硬，破碎时所发生的劈裂面常呈介壳状及条带状。含碳量最高，約达95%。具有黃金色阴影的半金属光泽。燃烧时火焰很弱，或根本不起火焰，几乎不生煤烟，也不粘結。我国河南焦作、山西阳泉較为出名，常用作家庭燃料。

第三节 煤炭是怎样形成的？

煤炭是由什么东西变成的？这个问题根据許多学者的研究，一致認为是由古代植物沉积水下，經过腐烂变化而成。主要根据：（1）各种煤的化学成分，与現代植物大致相似，而且由植物到各种煤質，其化学成分是逐渐变化的。（2）植物遺迹如枝、干、树叶等往往保存在煤层中或煤层間的岩石中，成为化石^①。构成煤炭的植物有陆地生长的植物及水中生长的植物。这些植物的来源是由原地生长还是由于流水运来？一般的学者都認为是由原地生长的植物变成。主要根据是：許多煤层下面的岩石^②中常有植物的根茎伸入；在近代的池沼中，植物堆积变化成为泥煤，有时煤質均匀、純粹、

① 化石——以往埋藏在地层中的任何生物遗体或遺迹。

② 岩石——由一种或多种矿物組成的石头，矿物是有一定化学成分的化合物，有时有一定的結晶形状。

灰分少；可以証明成煤植物未曾移动。

煤炭是怎样由植物变化成的？这是自然界的一个复杂的变化过程。大体上可分为二个阶段：（1）从植物到泥煤的泥煤化阶段，这是以生物化学作用为主。植物死后，受着細菌的腐解作用，使得其中各种有机物分解、溶化，生成一氧化碳、二氧化碳、沼气等各种气体，剩余的植物質变成泥煤。这个过程称为菌解作用。由于不同的各种植物，不同的堆积环境和不同的积水情况，便形成了各种不同的泥煤。（2）从泥煤到褐煤、各级烟煤以至于无烟煤的炭化作用阶段。当泥煤为新的泥煤或其它堆积物复盖以后，微生物的腐解作用逐渐终止。泥煤便开始硬化、压紧、失去原有的气体和水分，逐渐变成褐煤。

从褐煤经过各级烟煤以至无烟煤的变质阶段，主要是由于地質化学作用。褐煤在上复岩层压力不断增加下，或受地質构造变动的影响，逐渐失去揮发分，从而相对地增加了固定碳的含量。这就是所謂炭化作用。按照炭化程度的深浅，可分为：瘦煤、焦煤、肥煤、瓦斯煤、长焰煤等。烟煤进一步炭化，就成无烟煤。无烟煤如果再受到火成岩^①的热力影响，或很强烈的地質变动的作用，就变成与煤完全不同的石墨。綜上所述，煤炭形成的主要基本条件是：植物、气候、地形及地壳变动。这四个因素在煤炭的形成上紧密联系，不可分割。由此可見煤炭是极复杂的地球生物化学作用的产物。

煤炭究竟是在什么时候形成的呢？根据地質学家的研究，大約在2万万5千万年以前的石炭紀^②。因此在老于石

① 火成岩——是由地壳内部的岩浆凝固而成的一种石头。

② 石炭紀——研究地球历史时，常把地球历史分成五个代：太古代、元古代、古生代、中生代、新生代。代之下又分为紀，石炭紀就是古生代中的一个时期。

炭紀的岩層，如泥盆、志留、奧陶、寒武諸紀，在我國尚未發現有煤炭的形成。在這個時期，地球上的氣候溫和，與今日的热帶及亞热带相彷彿。四季無冬、夏之分，雨水特多，空氣濕度很高，含有大量的二氧化碳，适于植物的生長，因此普遍形成了厚密高大的森林。在湖澤及海濱地區尤其茂盛。



圖1 石炭紀森林

由于地心內岩漿的漲溢作用，與地表上風雨河水的剝蝕作用，地球表面時常變動，森林繁茂的地區，可能下沉為洼地，洼地貯了水，森林就浸沒在水中，受到細菌的分解作用，逐漸變成為泥煤。假如已經成為泥煤的地區，再次下沉，海水再次侵入，將水中帶來的礫、砂、泥土等統統沉澱在泥煤之上，經過變質作用，就成為煤炭。以後，海水退出，又可成為陸地，林木重生。當再度受到菌解與變質作用，又會形成第二層煤炭。隨著年代變遷，經過很長的時期，層次累積增多，便形成煤層群。煤的形成過程如圖2所示。

由于地壳表面的變動升降，及海侵海退的多次變化，以致煤炭往往分別形成于幾個不同的時代。在我國成煤的時代計有：石炭紀（2萬萬5千萬年以前），如賈汪煤田；石炭二迭紀



甲、茂密的森林，丛生在池沼及海滨地带



乙、地表下沉，海水侵入，将森林淹没在水里

图2 续



丙、海水再度侵入，将泥砂沉积在泥煤上，年久变质成煤炭、



丁、经过无数年代，经历多次海水的侵入和退出，森林一再重生、被淹、变质，就形成煤层群
炭的形成

(2万万年前),如开滦、大同、井陘、峰峰、阳泉、焦作、淄博、淮南、本溪、通化、湘江等煤田;二迭纪(1万8千万年前),如宜洛、天府、南桐、建川等煤田;侏罗纪(1万5千万年前),如鹤岗、鸡西、蛟河、辽源、阜新、北票、坊子等煤田;以及第三纪(6千万年前),如抚顺煤田。

第四节 煤炭的贮存状态

煤炭的沉积状态在开始时差不多都是水平的,但是后来由于地壳的变动,煤层发生折曲,变成了倾斜的状态。煤炭在地质历史过程中,连续沉积在一定的面积上,便形成了煤田。和煤炭同时先后沉积的岩石有粘土、泥质页岩、砂质页岩、砂岩和石灰岩等。泥质页岩是由压实的片状的粘土所组成,很不坚固,在水和空气的作用下很容易破坏。当页岩含有大量有机物质时,就称为炭质页岩。砂质页岩和页岩相似,除去含有粘土成分外,还有砂的混合物,这类岩石比较坚硬,具有抵抗空气和水作用的能力。砂岩是由石灰质、粘土质或其它物质胶结在一起的砂粒所组成,一般很坚硬。石灰岩是由微小的海生动物的甲壳和骨骼残骸沉积胶结而成的。这类岩石具有相当大的强度和稳固性,常有裂隙及空洞,含水较多。

煤炭和所有的沉积岩一样,照例是成层存在的。在一般的情况下,是比较正规的。它具有两个近似平行的面,其面积尺寸要比它的厚度大得多,这样的贮存状态,叫做煤层。垫在煤层下面的岩层叫做煤层的底板。复在煤层上面的岩层叫做煤层的顶板。顶板与底板之间的垂直距离称为煤层的厚度,如图3所示。煤层的厚度变化很大,有不到1公尺的,也有厚达100多公尺的煤层,如我国抚顺煤田;有的煤层和水平面

成相当大的角度(10° — 45°), 如安徽淮南煤田的八公山矿区; 还有倾斜角度很大的煤层, 几乎是垂直的, 如河北开滦煤田的唐山矿区, 如图4所示。

煤田的大小极不一致。有的很小, 如浙江长兴煤田; 有的很大如山西大同煤田。一个煤田往往有几个煤层, 中间为

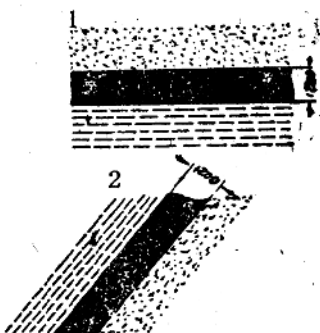


图3 煤层厚度图

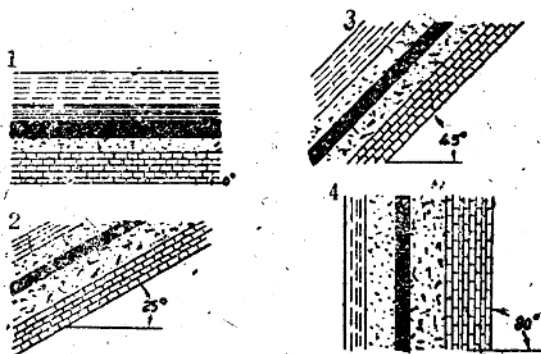


图4 煤层的各种倾角

岩层所隔开。这叫做煤层群。当然在个别情况下, 也有一个煤层单独存在的, 则称为单煤层。假如一个煤层在成煤时期中, 地质情况经常发生变化, 忽而沉积的是植物的东西, 忽而是矿物质的东西, 那么该煤层就含有石质的夹层。使煤层本身的构造复杂化, 如此便形成了复杂的煤层。那些没有夹石的煤层, 称为单纯煤层, 如图5所示。另外在煤炭形成

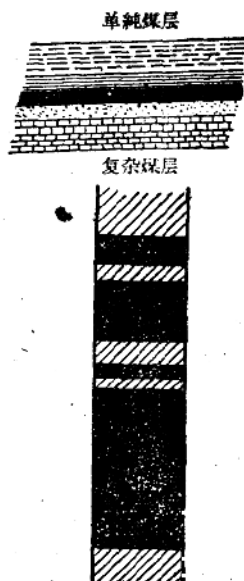


图5 煤层的构造
甲、变薄



乙、尖灭



丙、变厚



图6 煤层变化图

的期间，也常常会发生下列三种情况：

(1) 变薄：煤层的厚度逐渐变小，如图6甲；

(2) 尖灭：煤层厚度逐渐变小，直到完全消灭，如图6乙；

(3) 变厚：在一定的地区内，煤层的厚度有显著的增加，如图6丙。

前面已经说过，由于地壳的变动，煤层很少能保持最初形成时的水平位置和它的连续性，因此常常发生折曲和断裂构造。折曲是煤层和岩层受到外力的作用以致造成的弯曲状态。折曲的顶部向着地表的叫背斜，向着

下面的叫向斜，如图 7 所示。如遇断裂面，两侧的相邻部



图 7 背斜层和向斜层

分，在位置上发生了相对的移动，上盘向下或者下盘向上移动，叫做正断层，上盘向上或者下盘向下移动的叫做逆断层，如图 8 所示。在同一煤田里，折曲与断层往往同时存在。



图 8 正断层和逆断层

如安徽淮南煤田的大通矿区，就是折曲与断层同时存在，构成很复杂的地质条件，对煤田的开采影响很大。

第二章 煤炭工业的特点

第一节 什么是煤炭工业

煤炭工业包括自地层中采取煤炭和在地面进行机械加工的全部必要过程。它是一种很复杂的技术作业。在横的方面需要地质工程、井巷工程、采煤工程、机电工程及选煤工程，互相密切配合。在纵的方面，根据作业的先后次序，可以将

整个过程分为四个部分：勘探、开拓、采煤与选煤，或简称为探、开、采、选。

勘探包括发现煤田和测定煤田的全部工作。通过这项工作，搞清煤田的边界，煤层的厚度、倾角、层数、埋藏深度，以及煤田的构造。得出品质与数量的结论，作为开采设计的根据。

开拓包括凿井、开巷等工作，是从地面开拓通达煤层的通路，以便进行采煤。

采煤是根据煤层的地质条件，采用适当的方法把煤炭采出，运到地面。为了配合开拓和采煤工作得以顺利进行，在井巷内采用各种支架，以防止岩石冒落；在巷道内铺设轨道或安装其它机械以便运输煤炭和器材；安装提升机械将地下采出来的煤炭提升到地面；安装扇风机，供给新鲜空气，以保证安全作业；安装水泵排除地下水，以免开采工作受到影响；同时为了提高工作效率，矿山工作还要普遍地使用各种机械。

选煤是除去煤炭中各种杂质的程序。从地下采出来的煤炭，常常含有很多的灰分、水分、硫分及磷分，而且块状大小也极不一致。在工业上使用很不经济，所以必须进行洗选，除去煤内杂质，并将灰分降低到一定程度。同时将块粒分成若干种类，以适应各种需要。

第二节 煤炭工业的特点

煤炭工业除了具有一般重工业的性质外，还具有一些其它工业所没有的特点。

1. 煤炭工业，是一个先行工业，在社会主义工业化的过程中，起着供应各项工业燃料和原料的作用。根据目前情

况来看，一方面要满足工业建设事业发展的需要；另一方面要满足人民的需要，同时还要满足出口的需要。例如我国第一个五年建设计划期间，煤炭产量每年增长的速度平均为14%，这个数字本来是非常高的，但是在同一时期，生产用煤和生活用煤每年增长的速度平均约为17%，在生产与需要之间便产生了矛盾，因此必须加速解决原料工业的生产问题，否则便会影响到其它工业的发展。其次由于煤炭工业是开采原料的工业，在成本费用中主要的生产费是坑木、工资和劳动工具磨损的补偿，不象一般工厂材料费与动力费占主要部分。

2. 煤炭工业的建设与发展，常受自然条件的影响，如地形、地质构造、地下水的分布和涌出量、瓦斯、煤尘及煤的自燃性。这些因素在设计时或建井时，甚至生产期间，很难全面地正确掌握，需要通过实地的开采，才能逐渐了解。因此这些未知因素常给建设工作及生产工作带来一些困难。特别是煤层的数目及地质构造，在建井以前应当详细探明，以免造成经济上的损失。由于这种地质条件的复杂性必须设计出各种类型的机械，运用复杂的技术，如地质勘探、土木建筑、开拓采矿、矿山机电等。而这些自然条件对煤矿劳动生产力的影响也很大。在设备条件与工人技术水平相同的情况下，获得同样数量的产品所需要的劳动力是不同的。由于煤矿常受自然条件的影响，因此每一种类型的矿都有独特的设备与开采方法。在甲矿成功的方法，用到乙矿未必成功，甚至常常遭到失败。为此每个煤矿都必须根据自然条件，采用适当的设备，选择正确的开采方法，来进行工作。

3. 煤矿生命的有限性。划归一个煤矿的开采范围常常根据地质构造与煤质不同来决定。在一定范围内，煤炭的储藏

量是有限的。因此一个煤矿的生命也是有限的。这主要是决定于埋藏量的多寡和产量的大小。不象其它制造工业，只要有充足的原料，工厂就可以繼續生产下去，工厂的生命不致受到限制（当然也要經常的維護和扩充，否則到一定時間也会毀坏），更不象漁业、农业、林业等，只要用合理的方法去經營，其富源可永远保持，而收获也可永久維護下去。因此国家对煤炭資源必須采取各种措施，来保护它，不准损坏煤炭資源。此外由于煤炭終有采完的一天，因此煤矿的一切机械設備、地面建筑及井巷工程，在經濟合理的条件下，只希望能在煤的开采期間維持下来就行了，所有設備与建筑不宜超过限期，否則会給国家造成巨大的浪费。作为一个煤矿工作者，必須根据这个特点来进行工作。对設計人員，施工人員这点更为重要。

4. 工作地点的移动性及生产过程的不均衡性。煤矿工作的对象是煤层，煤层是固定不动的。但是在矿井中进行生产时，不仅机器本身在移动，而操作机器的人員也随机器在移动，甚至工作面也經常的变动。随着工作面的移动，周围的岩石也在不断的移动，这样便造成了生产过程的复杂化。需要做許多工作，如：頂板管理^①，巷道維修等。其次在整个的生产工作中，有許多工序是不容易相互配合的，如掏槽与落煤的配合，机械移动与頂板管理的配合等等。这些工作不是依靠机械操作結合，而是依靠組織的配合。这就有可能在某一時間內造成一个工序与另一个工序的脱节現象。这就决定了煤矿工业全部主要工作过程中的特点。因此在精确組織生产工作的移动时，一定要按工作循环图表，即預先計劃好了

① 頂板管理——就是用支架維護采空地点或用其它材料充填采空地点，防止矿山压力压毀巷道的办法。

的时间与空间的工作程序来工作，否则就不能保证工作面的工作有节奏地进行生产。我们煤矿工作者就是要在地下組織这种千变万化的移动，保证煤矿进行有节奏的安全生产。

第三节 煤炭工业在国民经济中的地位

煤炭是热能的主要源泉。在加工过程中，还可以得到許多种副产品。根据最近統計，煤炭产品的价值占采矿工业世界产量总值的61%；在重量上，煤炭占各种有用矿物年产量的70%以上，由此可以說明煤炭工业在整个国民经济中的地位。

其所以重要，主要表现在下列几方面：首先煤炭是冶金工业，特别是钢铁工业的重要原料。普通炼1吨生铁需要2吨煤，炼1吨鋼又需要2吨煤。在苏联15%的煤炭用来炼焦，作为钢铁工业使用，而我国现在也迫切需要許多品質优良的炼焦煤和它的煤，以保证钢铁工业得以迅速发展，完成1959年产鋼1,800万吨的宏伟任务。其次煤炭是热能的主要来源。火力发电厂、铁路航运、水泥、紡織、印染、紙烟、橡胶等工业都是用煤作为燃料。就苏联目前的情况来说：50%的煤炭是用来发电，30%的煤炭用于铁路。第三，煤炭是重要的化学工业原料。自从近代煤的干餾工业发展以来，从煤炭中可以制造出200多种基本化合物和1,000多种化学品。如焦炭、汽油、煤油、机械油、氨、煤气、煤焦油、苯（甲苯）、萘和氨、瀝青、顏料（阴丹士林、洋紅）、肥料、炸藥、藥物（阿司四灵，阿的平等……）、防腐劑（石炭酸）、杀虫剂（DDT）等。特別值得指出的是利用煤的液化来制造汽油，对于石油資源尚未充分开发的我国，更有重大意义。第四，煤炭是重要的民用燃料。为了满足人民日漸提高的生活需要，必須相应地发展輕工业。发展輕工业便須要多种一些輕工业的原料、技术作物，