

論燒變岩的特征、成因及地下火 燃燒的規律性

劉志堅

(甘肅省煤炭工業局地勘一隊)

在地表出露的岩石一般可以根據成因而分為火成岩、沉積岩及變質岩等三大岩類，這些岩石都已經有深入的研究和詳盡的闡述；但另一類由可燃性有機岩自燃發火後在火區生成的燒變岩類，則論述甚少。就燒變岩的岩性看，它具有火成岩、沉積岩及變質岩的部分特徵；就成因看，它同某些火成岩和變質岩有一定相似的成岩過程，因此燒變岩可以考慮作為三大岩類中的一種新型岩類。研究近代的燒變岩，這將為進一步探討岩漿怎樣冷凝形成火成岩以及沉積岩怎樣在接觸變質作用下形成各種變質岩等，提供豐富的資料，同時對近代人造岩類也將提供一定資料。因此研究燒變岩，除有一定的理論意義外，更有着深遠的經濟意義和實用意義。例如在甘肅永登礦街煤田內，曾有人把具層狀構造與角砾狀構造的燒變岩誤認為是凝灰岩與火山角砾岩；在甘肅東部的一些煤田內，亦有人把燒變岩誤認為侵入岩，在個別地質文獻中也有類似的記載。這樣的錯誤在煤田勘探類型的確定和勘探工程的部署上，以及在煤田的評價上都將產生錯誤的結論。認識燒變岩以後，如不掌握地下火災燃燒的規律性，也會造成不應有的浪費，如我隊在礦街煤田的火區內進行鉆探時，發現煤層上部岩芯有融熔現象和大量氣孔，因之有人認為上部岩層既已熔融並有氣孔，下部煤層一定全部燒完，故中途終孔以致造成浪費。勘探經驗證明，如果能够了解和掌握對燒變岩的成因和地下火燃燒的規律，就能對有火區的煤田作出正確的評價，使煤及油頁岩等礦產得到合理的利用。

在實用方面，燒變岩已知的用途有：經過燒變後的油頁岩可配製水泥，其他燒變岩可作為鋪路和製造建築方面的原料；沉積岩中的菱鐵礦經燒變後都成為含鐵量高的磁鐵礦^{*}，可作為很好的煉鐵原料；燒變岩和火區還可作為尋找掩蓋煤田的良好線索。燒變岩的其他用途，還有待今后作進一步的研究。

一、燒變岩的特征

燒變岩的各種特徵是與原來岩石的物質成分、各燒變岩的固岩特性和距火區遠近等有着密切的關係，現將已知特徵分述如下：

顏色和光澤 燒變岩的顏色一般為黃、橙黃、紅及紫黑色等。顏色隨原來沉積岩的物質成分與燒烤的輕重程度不同而異。含泥鋁質成分的燒變岩，其色較淺，含鐵錳質及炭質成分的，色較深。各種燒變岩都具有一定的光澤，未經熔融的粘土和頁岩具有和磚瓦相似的光澤；經過熔融的燒變岩具有較強的象陶瓷樣的光澤，未經熔融的砂岩則光澤較弱。

組織結構 燒變岩與沉積岩的組織結構有著顯著的差異，如沉積岩中的各種頁岩和粘土等，經燒烤後就變得堅硬而易脆，砂岩的組織一般變得異常疏松，有時成為散砂，但砂岩經熔融後就變得致密而堅硬。

構造 據初步觀察，燒變岩共有以下四種：

1) **層狀構造**：烘烤形成的燒變岩，具有與原來沉積岩相似的層理。

2) **角砾狀構造**：燒變角砾岩與火山角砾岩、岸边角砾岩、斷層角砾岩和冰川角砾岩等，它們在成分上、組織結構和產狀上都有著顯著的差異。燒變角砾岩之砾石一般為頁岩及粘土等，其顏色較淺，有時可見頁岩層理；膠結物多為砂岩熔融後的矽質和部分的鐵質等，其色較深並具氣孔（參看圖1，見封三）。

3) **氣孔狀構造**：燒變岩的氣孔一般為圓形或橢圓形，後者是否在“熔岩”流動過程中受拉長作用影響尚難肯定，但可確定氣孔是由燒變岩中的水分及易揮发

編者按：根據黃汲清、程裕淇（1944年：新疆侏羅紀煤層的自然，前中央研究院科學記錄，第一卷三四合期，頁500—506）報導，新疆庫車北鄉燒變“菱鐵礦”含鐵達62.59%，CO₂ 1.59%。

的物质洩出后形成的(图 2, 見封三)。

4) 鏽紋狀构造:有的烧变岩表面上有着微弱的皺紋, 可能系“熔岩”冷凝收缩而形成的。烧变岩中是否有流紋构造, 現未发现, 考慮在条件适宜的情况下是可能形成的。

二、烧变岩区的特征

1. 烧变岩区有着独特的地形, 因岩性坚硬而脆, 故有的地方形成陡急地形; 有的地方因岩石破碎坍塌陷落成为洼地, 常有积水; 有的地方因滑坡形成較緩的地形, 其上常堆积有大量的岩块(图 2, 見封三)。

2: 在烧变岩区钻探时, 将发现岩层极度破碎、冲汎液全部漏失、孔壁常收缩和发生严重的坍塌掉块現象; 有时从孔內噴出高溫气体流, 如窖街煤田的炭 11 及炭 15 等孔中曾噴出达 40°C 并含大量硫磺味的高溫气体。在烧变区钻孔时, 煤岩芯采取率会显著降低, 如下表所示:

表 1 窖街煤田的鑽孔資料

	烧变岩区		过 渡 区		非烧变岩区	
平均钻芯採取率 %	17.2	15.2	48.3	48.8	71.5	61.4
平均煤芯採取率 %	61	72.8	98.4	77.6	90.4	92.5
孔 号	炭 1	炭 5	炭 6	50	炭 4	炭 2

3. 在烧变岩区, 除煤的物理性质发生变异外, 在煤质方面也发生显著变异, 一般是煤的水分和灰分比正常煤显著增高, 挥发分和发热量却显著降低, 如下表所示:

表 2

孔 分析項目 号	水分 (ω°) %	灰分 (A°) %	挥发分 (V°) %	发热量 θ° 大卡/ 公斤	备 註
炭 1	6.76	26.58	9.88	5620	烧变岩区
炭 5	5.85	31.85	19.66	5242	同上
炭 2	4.89	12.92	32.69	7176	非烧变岩区
炭 4	3.77	8.94	31.77	6993	非烧变岩区

4. 在烧变区正燃烧的地方, 常出現地面冬无积雪現象, 有时从裂隙或小窑洞口冒出含硫磺味的蒸气。

三、烧变岩的成因

研究烧变岩的成因須从两方面来进行: 首先須了解燃烧物质, 如煤层在什么条件下自然发火而形成火区的; 其次須了解被燃烧物质, 如沉积岩是怎样变成各种烧变岩的。

甲、煤层自然的原因

在一些地質文献中記載煤层燃烧的深度可達 100 至 150 米, 但据現有資料已知煤层燃烧的最大深度可深达 250 米左右。蘊藏这样深的以及其他各种深度的煤层是怎样燃烧的? 归納起来燃烧的原因是与煤层的煤岩成分、变質程度、成煤时与成煤后地質营力的作用以及近代人类开采等有着密切关系。

1. 煤层中絲炭含量愈多, 則煤层就愈易于自燃。因絲炭质松脆多孔隙, 吸附能力甚强, 故易氧化放出热量, 如放出的热量大于散失的热量, 那末当热量累积至煤层燃点温度时, 煤层便自燃形成火区。

煤层中的鏡煤和亮煤等煤岩成分, 其质較脆, 經动力作用后, 易变成破碎的煤屑, 从而增加了与空气接触的自由面, 加强了煤的吸附能力, 这样也将使煤层易于自燃。

2. 煤层自燃的难易与煤的变質程度有关, 換言之, 煤的变質程度愈高, 煤的密度愈大, 煤的燃点也将愈高, 故不易自燃; 而变質程度低的煤却有着相反的特征, 故易于自燃, 所以一般褐煤比石煤易于自燃。

3. 煤层中劈理与节理愈发育的地区和断层切割愈厉害的地区, 煤层将愈易自燃。如在窖街煤田的一些小断裂带附近, 油頁岩具有强烈氧化和輕微烧变的痕迹, 离断裂带愈远, 此痕迹愈不明显, 逐渐变为正常岩层。

4. 遭受地下水淹过的煤层, 其中易溶物质被溶解后, 煤层的組織結構变得非常疏松, 如地下水位下降, 此煤层将易于自燃。如果煤层中含有大量黃鐵矿, 也将使煤层易于自燃, 因黃鐵矿在溶解过程中, 除使煤层变疏松从而增加煤的吸附能力外, 并产生一定的热量, 給煤层自燃創造了有利的条件。

5. 我們在煤田地质勘探工作中知道, 有烧变岩和火区的地方, 常有过去的小窑采空区。在小窑采空区内, 如果煤屑未经处理, 如果残留煤柱未与空气严加隔离, 那末在压力作用下煤柱破碎, 增加了煤的吸附能力, 再加上氧气能得到不断供给, 致使氧化过程中散失的热量小于发出的热量, 煤层将会自然形成火区。这是最常見的煤层自然形成火区的原因。

乙、各种烧变岩的形成

各种烧变岩的形成, 除与沉积岩的物质成分有关外, 同时与围岩特性(即各烧变岩上下层位岩石的特性)和距火区的远近等, 都有着密切关系。如在窖街煤田露天扩大区的井田内, 因岩相变化形成两个不同的柱状剖面, 故在同一煤层上部形成了不同的烧变岩:

1. 煤层上部为 10 米左右厚的砂岩层, 再上为油頁岩、粘土及砂岩等。由这一套岩石形成的烧变岩, 其

上部仅颜色发生变异(有时组织结构也发生变异)，其中部则形成含大量油页岩及粘土等角砾石的烧变岩，并具少量气孔和皱纹，其下部愈接近煤层时，烧变岩的角砾愈少，气孔愈多，颜色愈深，皱纹也愈明显。根据以上特征可以较准确地确定见煤深度，并凭以指导钻机和保证钻探质量。上述烧变岩变化的规律性，可能是由于煤层自燃后，其上的砂岩熔化成为熔岩所致。砂岩上部破碎的油页岩及粘土(破碎是因构造作用及热力作用形成)等侵入熔岩中形成角砾，因熔岩具有一定粘度，故上部角砾多而下部少；砂岩变成熔岩及上部岩块的侵入，使熔岩体积增大向四周和上部移动，从而胶结了未侵入熔岩中的破碎岩块。由此可知烧变角砾岩的形成与这两种因素都有关系。在油页岩和粘土上部的砂岩和粘土等，因有下部不易熔岩层之隔离，故仅颜色和部分的组织结构发生变异。

2. 煤层上部为厚一米以下的砂岩层，再上为厚层的铝土岩、油页岩、粘土及砂岩等。这一套岩层不大容易形成具角砾状、气孔状及皱纹状构造的烧变，且角砾多为铝土岩，上部岩层因有下部耐高铝土岩的隔离，故岩性变化甚小。

四、地下火燃烧的规律性

根据煤质分析资料和参照煤的物理性质与煤芯采取率的变化情况，可以较准确地确定地下火燃烧的规律性和燃烧的深度。

1. 挥发分(V°)对地下燃烧有着极灵敏的反应，因此它是确定地下火燃烧规律的可靠指标。如窑街煤田的煤属长焰煤，挥发分一般在35—40%之间，其变化是从下部煤层往上呈逐渐增高的趋势，但在火区内却如图3所示，成相反的情况(图3)。

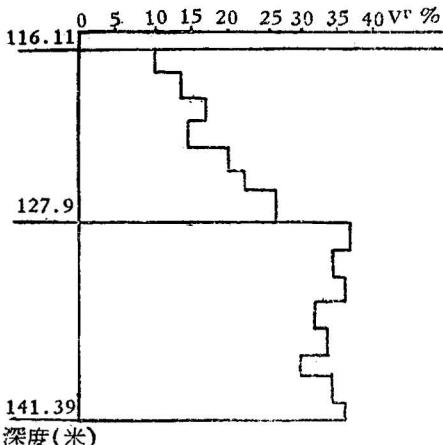


图3 窑街煤田44号孔挥发分曲线图

2. 窑街煤田煤层的灰分(A°)含量一般在10~30%之间，其变化是从下部煤层往上呈逐渐降低，但在火区内却产生了相反的变化，即愈往上，煤的灰分含量愈高(图4)。

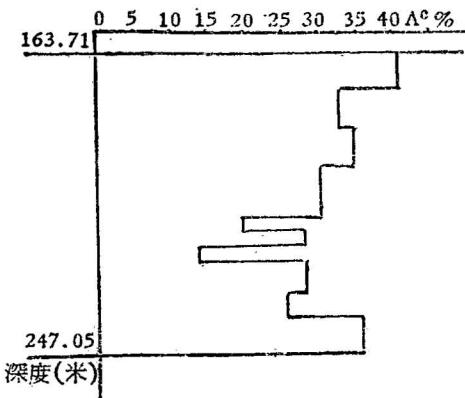


图4 窑街煤田炭5号孔灰分曲线图

3. 火区内煤层的水分(ω°)含量一般高于煤田内的正常煤层，此水分含量从煤层上部往下逐渐减少，最后至正常煤层的水分含量。在火区内煤的发热量方面，上部低而下部高，并有渐变的趋势。

4. 火区内煤的物理性质也发生了很大变异，原来黑色并具一定光泽和坚固性的煤，经燃烧后变为深灰色至灰黑色暗淡无光的煤末或煤块。此变化也呈现由上而下渐变为正常煤层的趋势。火区内煤芯采取率一般较低，但煤芯分层采取率却上部低而下部高。

综上所述，根据火区内的煤层是由上部向下部逐渐变为正常煤层的规律，可确定地下火在垂直方向上是从上往下逐渐燃烧的；又据煤层及烧变岩距火区愈近变化愈大和距火区愈远变化愈小的规律性，可确定地下火在水平方向上是由火区中心向四周燃烧的。

参 考 文 献

- [1] 煤炭部134队，1956：甘肃永登窑街煤田露天区煤及油页岩精查地质报告书(未刊资料)。
- [2] 煤炭部134队，1957：甘肃永登窑街煤田露天扩大区精查地质报告书(未刊资料)。
- [3] 煤炭部134队，1958：甘肃永登窑街煤田Ⅱ号竖井区精查地质报告书(未刊资料)。
- [4] 矿产地质专报第一辑煤田地质，1956年。
- [5] 维谢洛夫斯基，1950：可燃矿产试验。
- [6] 普·维·华西列夫，1956：煤矿矿井地质的观测和调查方法。
- [7] 什维佐夫，1956：沉积岩石学(上下册)。

左二图为『論燒變岩的特征、成因及地下火燃烧的規律性』一文的插图



图1 具角礫狀和氣孔狀構造的燒變岩

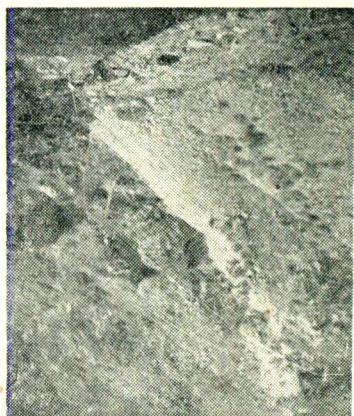


图2 燒變岩骨坡處的地形