

大同云岗矿区井下 陷落柱中的地开石

贾炳文

郝临山

(山西矿业学院地质系) (大同煤炭工业学校)

内容提要: 大同云岗矿区下侏罗统大同组顶部煤层附近的井下陷落柱中, 充填有团块状、细脉状、网脉状白色粘土矿物。经物理光性研究、电镜、差热、X射线及红外光谱分析, 确证其为特殊产状和成因的地开石。该地开石仅分布地下深300—400m处的井下陷落柱中, 并与自生黄铁矿共生, 按地热增温率估算, 最高温度不超过15℃。显然, 本区地开石是在常温还原环境下, 在流经煤层的弱酸性地下水作用, 由陷落柱中铝硅酸盐矿物, 经过长期溶蚀分解而成。

主题词: 地开石 常温还原环境 陷落柱 自生黄铁矿 大同云岗矿区

第一作者简介: 贾炳文 男 54岁 副教授 岩石矿物

一、地质产状

大同云岗矿区下侏罗统大同组2号及3号煤层在井巷掘进过程中, 发现7—8处大小不等的陷落柱(煤层顶板岩石的自然塌落)。在柱体边缘及内部砂砾岩角砾碎块的孔隙和裂隙中, 充填有规模不等的白色粉末状集合体——地开石。现以303盘区5324巷(2号煤层中)所揭露的陷落柱为例: 其平面呈椭圆形, 边界不规则, 长轴70m, 短轴30m, 两侧煤层因受牵引而向柱体倾斜。陷落柱边缘大都为2号煤层顶板上侏罗统云岗组的底砾岩碎块, 地开石多呈不规则团块充填在砾石碎块间的孔隙或空洞中, 直径一般3—5cm, 最大可达10cm(图版I, 1)。陷落柱内部充填物多是云岗组下部的中粗粒长石英砂岩岩块及少量煤块, 有时可见保存完好的黄铁矿晶体及结核, 地开石则呈不规则的细脉或网脉状充填在岩块之间的裂隙中(图版I, 2、3)。

在陷落柱内团块状或网脉状地开石集合集中, 常包裹细小的自生黄铁矿晶体、晶粒一般小于1mm, 彼此紧密共生, 与地开石同系同时生成。

二、物理光学性质

本区所产地开石, 颜色为纯白色, 由于受地下水浸润而呈泥状或土状, 干燥后呈致密块状, 用手极易搓成粉末, 具明显的滑感; 用水浸泡后体积未见膨胀; 经测定, 比重2.6, 硬度1.5。

镜下地开石呈无色透明的假六方形板状, 由于(010)面发育, 多数晶体呈长宽板状, 粒径一般在0.01—0.05mm之间, 平行消光, 负延性(图版I, 4)。

经费氏台测定, 该矿物延长方向垂垂于b轴, 与(010)面平行, 光轴面垂直于(010), N_g 平行于b轴, $C\lambda N_p = 11^\circ$, $\alpha\lambda N_m = 15^\circ$, $(+) 2V = 65^\circ$ 。与W·F·Tröger(1971)所测数据大致相同^[5]。

在白光下用色散法测定了三个样品的主折光率值, 列于表1。

表1 大同地开石的折光率($T = 15^\circ C$)
Table 1 Refractive index of dickite from Datong

折光率 \ 样号	No.1	No.2	No.3
N_p	1.561	1.562	1.561
N_m	1.563	1.564	1.564
N_g	1.567	1.568	1.567

$$N_g - N_p = 0.006, (+) 2V = 65^\circ \pm$$

根据物理、光学性质, 本区地开石与其他地区地开石基本相同, 而不同于高岭石、多水高岭石、珍珠陶土等其他高岭石族粘土矿物^[1、2]。

三、透射电镜及扫描电镜研究

1. 透射电镜研究 将纯净的样品悬浮液涂在网膜上, 置于JEM-200CX型电子显微镜下观察并拍摄照片(图版I, 5)。晶体呈完整的假六方形长宽板状, 面角各为 120° , 晶棱齐整, 轮廓清晰, 沿(010)晶面略有延长。与广东阳春金属矿脉中所产的地开石极为相似^[3]。

2. 扫描电镜研究 将样品镀金后, 用JCXA-733型电子探针进行了电镜扫描, 在15kV的加速电压下摄下扫描照片(图版I, 6)。可见矿物单晶也呈假六方形长宽板状, 集合体沿C轴方向彼此堆迭成六角柱或似宝塔状。与浙江温州所产地开石形态基本相似^[4]。

四、矿物化学

将样品选纯, 进行了化学全分析, 分析工作平行作了两次, 并由西安煤炭科学院地质勘探分院进行了外检, 所得结果基本相同。兹将分析结果列于表2, 并与国内外其他地区地开石化学成分进行对比^[4]。

地开石属高岭石族矿物, 其理论化学式为: $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, 其中 SiO_2 为46.54%, Al_2O_3 为39.50%, H_2O^+ 为13.96%, 由上表可见, 本区地开石 SiO_2 含量与

表 2 大同地开石与其他地区地开石化学成分对比

Table 2 Comparison of chemical composition of dickite from Datong with those of other areas

氧化物(%)	1	2	3	4	5
SiO ₂	46.54	45.04	46.35	46.43	47.40
TiO ₂	0.03	痕		无	0.20
Al ₂ O ₃	38.99	40.70	39.59	39.54	38.00
Fe ₂ O ₃	0.20		0.11	0.15	
MgO	0.28			0.17	
CaO	无	0.20		无	
Na ₂ O	0.03				
K ₂ O	0.14				
CO ₂	无				
P ₂ O ₅	0.08				
H ₂ O ⁺	13.93	14.08	13.93	14.20	13.70
总 和	99.98	100.04	100.13	100.51	99.30
SiO ₂ /Al ₂ O ₃ 分子比	202/100	188/100	194/100	197/100	212/100

注：样品产地：1.大同云岗产地开石， 2.墨西哥产地开石，
3.美国产地开石， 4.南非产地开石， 5.英国产地开石

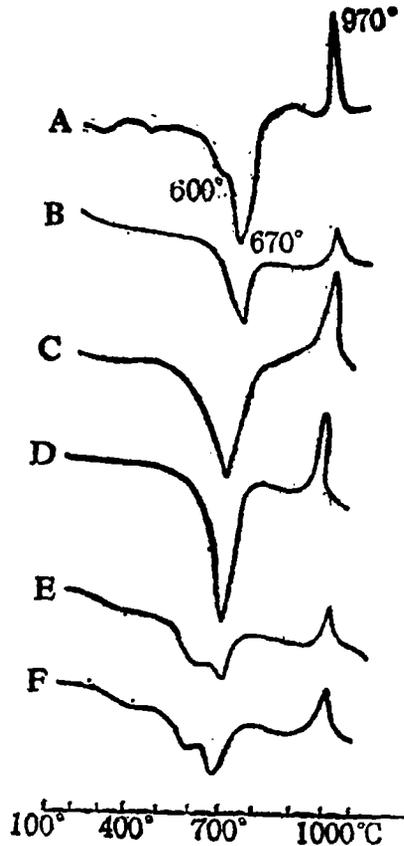
理论式完全一致；H₂O也十分接近；而Al₂O₃略偏低，这可能与Al—O(OH)八面体层中的Al局部为Fe、Mg等元素替换引起。SiO₂/Al₂O₃分子比为202/100，接近理想比值2 : 1。

与表2墨西哥(2)、美国(3)、南非(4)、英国(5)等地所产地开石化学成分相比，主要氧化物SiO₂、Al₂O₃及H₂O⁺基本相似。

五、差热分析

实验条件为热电偶为铂-铂铑丝，中性体为 α -Al₂O₃，灵敏度 ± 100 mV，加热速度10 $^{\circ}$ C/min，最高温度1050 $^{\circ}$ C。现将本区地开石与其他地区地开石差热曲线表示在图1中。

由图1可见，大同地开石(1)，主要吸热区间在430 $^{\circ}$ —800 $^{\circ}$ C之间，吸热谷的顶点位于660 $^{\circ}$ C，并在600 $^{\circ}$ C \pm ，有一不明显的吸热停顿，表现出低温一侧曲线下降较缓，而高温一侧曲线上升较陡。这一吸热反应主要由(OH)根的脱出引起，形成粉末状偏高岭石。



A大同地开石 B美国地开石 C日本地开石
 A. Datong Dickite B. USA Dickite C. Japan Dickite
 D浙江温州地开石 E台湾地开石 F波兰地开石
 D. Wenzhou Dickite E. Taiwan Dickite F. Poland Dickite

图1 大同地开石与其他地区地开石差热曲线对比

Fig. 1 Comparison of thermography curves of dickite from Datong with those of other areas

样品继续加热，在970°C出现一个尖锐的放热峰，可能由偏高岭石重结晶为模来石相引起。

与国内外其他地区地开石相比（图1），曲线形态基本相似，属典型的地开石。但不像台湾地开石（图1，E）及波兰地开石（图1，F）那样具有明显的复谷性，说明本区地开石有序度较高〔4〕。

六、粉晶X射线衍射分析

将纯净的地开石粉末样品，进行了X射线衍射分析。分析条件：电压35 kV，管电流15 mA，CuK α 现将本区地开石与其他地区地开石粉晶X射线衍射曲线表示在图2中。

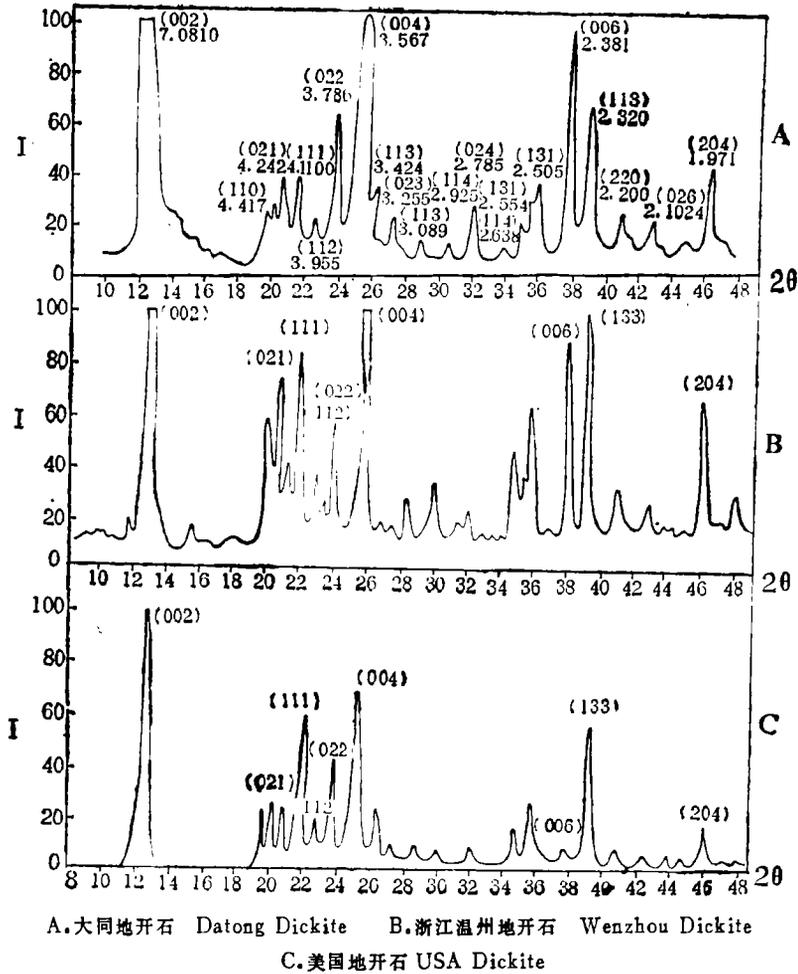


图 2 大同地开石与其他地区地开石X射线衍射曲线对比

Fig. 2 Comparison of X-ray diffraction curves of dickite from Datong with those of other areas

由图 2 可见，本区地开石最强衍射峰为 $d(002)$ 7.0810， (004) 3.5673， (006) 2.3811，其次为 $d(022)$ 3.7855， (133) 2.3179，并出现 $d(110)$ 4.4175， (021) 4.2422， (111) 4.1103， (112) 3.9549， (023) 3.2549， (024) 2.7849， (131) 2.5054， (204) 1.9713 等较强的衍射峰，属高岭石族矿物无疑。但根据该矿物在 $2\theta = 20^\circ - 24^\circ$ 之间出现 $d(021) = 4.2422$ ， $d(022) = 3.7855$ 和 $d(112) = 3.9549$ 的衍射峰，并在 $2\theta = 34^\circ - 40^\circ$ 之间出现四个指状的峰（即 (131) 2.554， (131) 2.505， (006) 2.381， (133) 2.320 是地开石的特征峰，有别于高岭石和珍珠陶土。与美国地开石（图 2，C），温州地开石（图 2，B）的衍射曲线基本相同，应属典型的地开石^[4、7]。

七、红外吸收光谱分析

将纯净的地开石样品，进行红外光谱分析。实验条件：IR-450 红外光谱仪，强度 1，放大系数 4，扫描时间 16min。该矿物的红外吸收光谱为图 3。

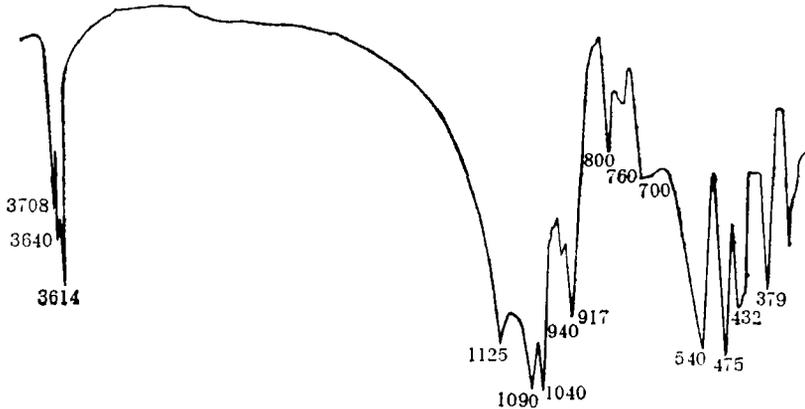
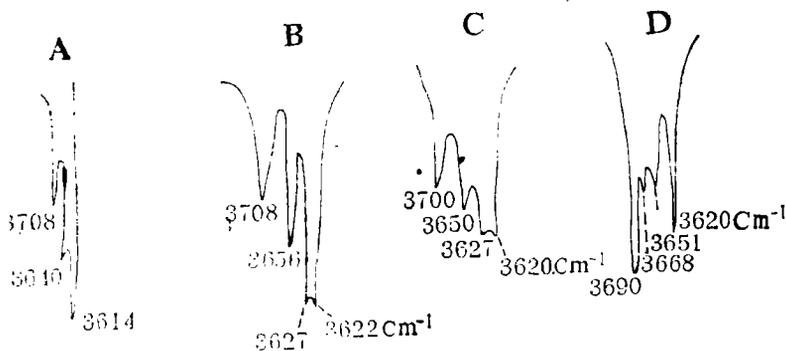


图 3 大同地开石的红外吸收图谱

Fig. 3 Infrared absorption spectrogram of dickite from Datong

由图 3 可见，该矿物主要吸收峰有 3708, 3640, 3614, 1125, 1090, 1040, 1009, 940, 917, 809, 760 cm^{-1} 。其中 3708, 3640, 3614 cm^{-1} 三个吸收峰，排列齐整，波数由大到小，强度由弱变强，波峰尖锐明显，属典型的地开石^[4]。

据分析，3708 cm^{-1} 的吸收峰，可四面体与八面体结合面上 (OH) 的伸缩振动引起；3640—3614 cm^{-1} 之间吸收峰由长羟键的伸缩振动引起；在 3400—1630 cm^{-1} 之间，



A. 大同地开石 Datong Dickite B. 标准地开石 Standard Dickite C. 珍珠陶土 Nacrite D. 高岭石 Kaolinite

图 4 大同地开石与其他地区标准地开石、珍珠陶土及高岭石红外吸收光谱特征吸收峰对比

Fig. 4 Comparison of the typical peaks of infrared absorption spectrogram of dickite from Datong with those of standard dickite, nacrite and kaolinite

根据上述研究与分析,地开石的形成并不象某些学者所指出的那样需在110—160℃的温度下才能结晶出来,在常温下,只要具有与大气隔绝的还原环境,岩石中的铝硅酸盐矿物如长石等,在弱酸性地下水作用下,经过长期的溶蚀分解,可以形成地开石。由差热曲线可知,本区地开石在600℃左右有一个微弱的吸热停顿、是否与形成温度较低有关,有待进一步研究。

本文在编写过程中,西安煤炭科学院地质勘探分院物化室及中国地质科学院红外光谱分析室提供了有关分析数据,谨致谢意。

收稿日期 1985年5月20日

参 考 文 献

- [1] 须藤俊男, 1981, 粘土矿物学, 严寿鹤等译, 地质出版社。
- [2] 北京大学地质系岩矿教研室, 1979, 光性矿物学, 地质出版社。
- [3] 张乐天, 王宗良, 1978, 中国粘土矿物的电子显微镜研究, 地质出版社。
- [4] Troger, W. E., 1971, *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale*.
- [5] Vandermaral, H.W. Beutelspacher, H., 1976, *Atlas of infrared spectroscopy of clay minerals and their admixtures*. Elsevier Scientific Publishing Company. Ami-Oxt-New York.
- [6] Bailey, S. W. 1963, *Polymorphism of Kaolin Minerals*. Amer. Miner. V.48.
- [7] Jant Hoffman and John Hower, 1979, *Clay mineral assemblages as low grade metamorphic geothermometer application to the thrust faulted disturbed belt of Montana*. V. S. A. Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists Special Pub. Tulsa, Oklahoma. N. 26.

DICKITE FROM DOWNCAST PILLAR IN THE SHAFT OF YUNGANG COAL FIELD, DATONG

Jia Bingwen

(Shanxi College of Mining)

Hou Linshan

(Datong School of Coal Technology)

Abstract

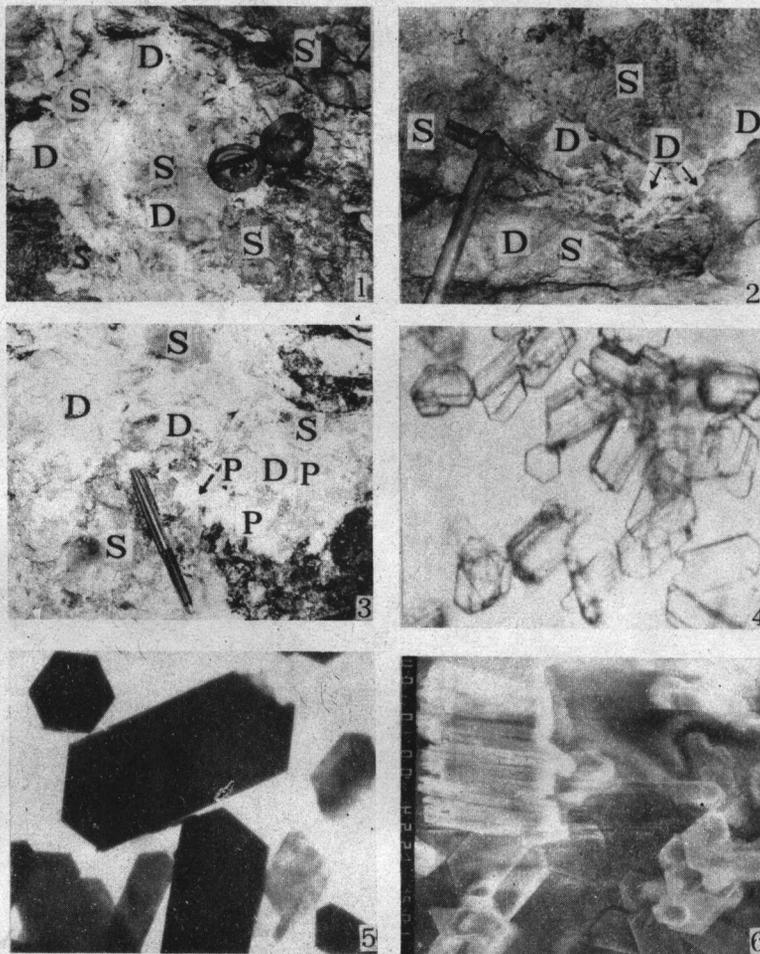
Dickite found in the shaft of Yungang Coal Field occurs in downcast pillar close to coal seams at the top of Datong Formation of Middle Jurassic. It fills in pores and cracks of rocks, being in spotted block and network of vein.

The main characteristics of this mineral are as follows: it is white-powdery aggregate with well lubricating, in most cases, its crystal takes the shape of hexa-

gonal tabular, refractive index : $N_g=1.567-1.568$, $N_m=1.563-1.564$, $N_p=1.561-1.562$
 $N_g-N_p=0.006$ $N_g \parallel b$, $A_{p \perp}(010) C \wedge N_p=11^\circ$ $\alpha \wedge N_m=15^\circ$, $(+)$ $2V=65^\circ$, parallel ex-
tinction, length slow. Under the scanning electromicroscope, its shapes are hexagonal
prism or pagoda-like. Its chemical compositions are : $SiO_2=46.54\%$, $Al_2O_3=38.99\%$,
 $H_2O^+=13.93\%$, $SiO_2 : Al_2O_3=202 : 100$. Its thermography curve has a intense endothermic
peak at $670^\circ C$, the curve is gently slope in the side of lower temperature and steeply
in the side of higher temperature. In the figure of X-ray diffraction curves, peaks
at $d(021)=4.2442$, $d(012)=3.9549$, $d(022)=3.7855$ appear in the range of $2\theta=20^\circ-$
 24° ; and between $2\theta=34^\circ$ and 40° , four continuous diffraction peaks appear. In the
infrared spectrogram absorption, peaks at $3708, 3640, 3614 cm^{-1}$ occur in high frequency
range, the frequency is from higher to lower, while the intensity of absorption peaks
is from weak to strong. All of these data fully prove that the dickite from this district
is similar to that from other districts.

Owing to the fact that this mineral is found at the depth of about 400m under the
earth's surface and intergrows with pyrite, the dickite may be formed in the condition
of the reducing environment with less than $15^\circ C$ temperature.

DICKTE, DOWNCAST PILLAR, YUNGANG COAL FIELD



1. 陷落柱边缘地开石 (白色D) 充填在砂砾岩碎块 (S) 的孔隙或空洞中 2. 陷落柱内部的地开石 (白色D) 呈网脉状充填在砂岩角砾 (S) 的不规则裂隙中 3. 陷落柱堆积物中砂岩块 (S) 不规则裂隙之间, 充填泥状地开石 (白色D) 及黄铁矿 (P) 团块或自形晶 4. 大同地开石粉末的镜下照片 单偏光×315 5. 大同地开石的透射电镜照片 ×2400 6. 大同地开石的扫描电镜照片 ×1000。