

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

从粘土定义看“高铝粘土”的命名問題

杜 清 華

近年来对耐火粘土矿床的普查与勘探获得了很大的进展,大量的实际资料,丰富了我们对耐火粘土矿床的认识,从而奠定了有关耐火粘土矿床分类的理论基础。但是,有关粘土的定义,至今岩石学家和矿床学家仍争论不休,尤其是“高铝粘土”的涵义,亦即究竟把所谓“高铝粘土”看成是粘土中的一种,抑或硬质粘土中含铝高的一种?如果“高铝粘土”不是粘土,那又该叫什么名称?等等。这些都是值得深入讨论的问题。

为了澄清概念,进一步认识“高铝粘土”的特性和恰当地命名,特将本人在实际工作中的一些肤浅认识,提出来供地质界同人研讨,不当之处希批评指正。

一、关于粘土的定义

根据美国窯业协会所制定的粘土定义为:1)有粘性的;2)微小颗粒的集合体;3)主要以硅、铝、铁、镁、碱金属、碱土金属和水分等的化学成分组成的自然物质。其后,苏联学者 M. C. 什维佐夫认为:“粘土是一种由极细颗粒(50%以上小于0.001毫米或者至少要小于0.01毫米)所组成的岩石,其中沉积物的新生矿物占显著的优势。粘土主要是由粘土矿物组成,有时含有少量的碎屑残余矿物的混合物,绝大多数的粘土均具有可塑性,由于次生作用而变硬的变种特称之为泥岩。”

M. Ф. 維庫洛娃认为:“粘土是一种细而分散的岩石,它具有可塑性,含有50%以上的小于0.01毫米的颗粒,以及颇多的赋予粘土特殊性质的粘土矿物,粘土矿物通常集中在小于0.001毫米的岩石粒级中,但它也可能具有更粗的粒径”。

美国学者格里姆认为:“粘土为天然的土状物质,当它与少量的水混合时显示出可塑性……,其粒径最大不超过0.002毫米,因为这个数值最适宜于将自然的粘土生成物划分为泥质与非泥质组分。所以把这个数值当作粘土质点粒径的上限是有根据的”。

A. П. 列兹尼科夫认为:粘土的基本特征是:

(1) 应含有不少于50%的粒径小于0.001、0.002、0.004、0.005毫米的颗粒。

(2) 粘土中总是含有所谓粘土矿物。

(3) 粘土在潮湿时具有可塑性。

(4) 大多数粘土具有离子交换能力。

(5) 并不是一切粘土都具有可塑性,一些不属于泥岩的原生的硬结粘土岩也应归于其中。

也有人(如沈永和)在粘土质点方面同意維庫洛娃的意见。但他认为粘土应以具有粘性为标准,凡不具有任何可塑性,也不是散漫状的土状物的硬质粘土(如高岭岩)不应再称之为“粘土”。

总起来说,当前对粘土定义的争论焦点,集中在以下两个方面:

1. 关于粘土质点的粒径标准问题, 有人主张要小于 0.01 毫米, 也有人主张要小于 0.001 毫米, 还有人主张大于 1 毫米也可以。

2. 粘性或可塑性是否可以作为区分粘土与非粘土的标志问题, 目前也有两种不同的意见。

尽管各家对粘土定义有不同的认识, 但是无可异议的是: 粘土应由粘土矿物、附生矿物和杂质组成, 其中主要成分应以粘土矿物为主。所谓粘土矿物主要为高岭石类、胶岭石类、多水高岭石类和水云母等由风化作用而生成的次生矿物所组成。因此, 有些人硬把不具有任何粘土特征又不是由粘土矿物所组成的矿石(岩石)——“高铝粘土”叫作粘土, 这就大有商榷的必要。

二、有关“高铝粘土”性质的认识

所谓“高铝粘土”有以下三个特点:

1. “高铝粘土”按其组织结构及外观特征主要有四种类型:

(1) 黑色豆鲕状“高铝粘土”: 呈灰色、暗灰色、黑灰色, 由粒径 0.15—2 毫米(最大 7 毫米)的黑色水铝石鲕粒及拉长的豆粒组成。鲕粒与豆粒相互混杂, 数量比例不定, 石基为隐晶质的水铝石和少量高岭石。矿石坚硬, 表面粗糙, 断口凹凸不平。比重 2.8—3.2。

(2) 稀鲕状“高铝粘土”: 呈灰色、浅灰色, 主要成分为隐晶质水铝石。具鲕状结构, 但鲕粒稀少且小。矿石坚硬。比重 2.8—3.2。断口棱角状。常与致密块状和黑色豆鲕状“高铝粘土”呈过渡关系。

表1 “高铝粘土”化学成分表

组成 %		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	V ₂ O ₅	Ga	Ge	灼减
产地															
河南	南	64.25	16.44	1.22	2.64							微量	微量	微量	17.74
本溪		52.61	23.43	1.51	1.66	0.31	0.25		痕迹	0.55					
贵州	州	71.80	5.60	0.76									0.1—0.001	0.01—0.001	15.21
阳泉		44—81.02	1.7—39.5	<3	1—4.4	0.03									14—15
山东	东	41—72	2—26.0	0.9—3.00	0.17—3.2	0.12—9.88	0.15								9.8—19

(3) 致密块状“高铝粘土”: 呈灰色、浅灰色、灰白色, 有的也呈暗灰色。组织致密、均一。表面有粗糙感。比重 3.2, 硬度亦大(7—8 级)。断口平坦。主要矿物为隐晶质细粒的水铝石。

(4) 白色豆鲕状“高铝粘土”: 呈灰色、浅灰色、白灰色。豆鲕结构明显。豆鲕为白色高岭石, 石基为隐晶质的水铝石。在地表风化带, 常因高岭石豆鲕被风化流失而呈多孔状。

以上四种“高铝粘土”, 各地分布不一。在阳泉, 以豆鲕状的最多, 占 46.5%; 稀鲕状的占 32.5%; 致密块状的占 16%; 白色豆鲕状的占 5%。

2. 化学成分:

表2 河南某地“高铝粘土”

(根据 1957 年 A.

样 号 \ 組成%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	H ₂ O+ 110℃	H ₂ O- 110℃
I(7)	12.7	67.3	0.2	1.5	2.9	0	1.6	0.1	0.2	12.1	0.3
II(5)	11.0	59.4	0.2	2.3	3.8	0	4.2	0.3	0.2	13.4	0.2
III(4)	10.6	68.9	0.2	0.4	3.1	0	1.8	0.6	0.2	11.1	0.3
IV(6)	23.1	54.6	0.2	3.5	3.4	0	2.3	0.1	0.2	11.6	0.3
V(1)	15.7	55.1	0.1	1.7	3.5	0	4.2	2.0	0.2	11.8	0.2

注: +表示高岭石量及其与游离 SiO₂ 相应的含量, 在显微镜鉴定时均未证实。I(7) 粗鲕状; II(5) 黑色致密

“高铝粘土”的化学成分主要是 Al₂O₃。根据一些矿区的资料, Al₂O₃ 的含量一般在 55—70% 之間, 如山东, 而河南的为 54.6—68.9%。阳泉的“高铝粘土” Al₂O₃ 的含量最高的达 81.02% (生料)。SiO₂ 也是“高铝粘土”中的主要成分, 一般含量在 1.7—39.5% 之間。而 Fe₂O₃ 在 0.4—3.5% 之間, 灼減一般都小于 15%。其他元素如 TiO₂、CaO、MgO、K₂O 等均不超过 5%。Na、Mn、V、S、C、Ni 等含量很少, Cu、Sn、Ba、Cr、Zn、Ga、Yb 等元素微量(表 1)。

3. 矿物組成:

“高铝粘土”的矿物組成主要是水铝石, 次为勃姆石、高岭石、綠泥石等。还有微量水云母、針鉄矿、黄鉄矿、金紅石、电气石、鋯英石、錫石。

如阳泉的“高铝粘土”鏡下观察結果:

(1) 試 y2169, 豆鲕状“高铝粘土”:

水铝石	50% 以上。
高岭石+胶体	40%。
赤鉄矿	微量。
多水高岭石(?)	

(2) 試 y2190 致密块状“高铝粘土”:

水铝石+胶体	95% 以上。
高岭石	微量。
赤鉄矿	微量。

河南某地“高铝粘土”中, 水铝石占 49.2—78%, 高岭石 0—30%, 白云母、金紅石、少量綠泥石(表 2)。

根据上述特征来看, 所謂“高铝粘土”, 实际上就是铝土矿, 是铝土矿中含 Al₂O₃ 高、含 Fe₂O₃ 低的一种矿石。

三、粘土矿和铝土矿的区别

粘土主要是由粘土矿物組成的, 而铝土矿却是由富含游离铝的氧化物及二氧化硅、鉄的氧化物、氧化鈦等組成。在沉积岩石学上, 将粘土归为粘土岩一类, 而将铝土矿归为铝質岩一类。根据目前国内資料来看, 二者的区别可以概括为四点。

化学成分及矿物表

許勒的材料)

CO ₂	C	Na ₂ O	K ₂ O	合 計	白云母	金紅石	綠泥石	高岭石	水鋁石	石 英	合 計	备 注
0.9	0.3	0.2	0.5	100.8	5.6	1.4	2.8	20.8+	69.7	2.8	100.3	
2.2	0.2	0.7	1.3	99.4	16.5	1.7	13.0	—	69.0	—	100.2	
2.0	0.3	0	1.2	100.7	7.8	1.2	1.3	11.5	78.0	—	99.8	
1.2	0	0.1	0.1	100.7	9.6	1.4	8.7	30.0+	49.2	7.5+	106.4	
3.1	0	0.8	1.5	99.9	20.0	1.7	9.0	4.4	65.5	—	100.6	

状；III(4) 微淡灰色致密状；IV(6) 微淡灰色致密状；V(1) 浅灰色致密状。

1. 矿物組成上的区别：

从我国北方几个粘土矿和鋁土矿的对比可見(表 3)：

表 3 中国北部耐火粘土和鋁土矿矿物成分对比表

(根据刘长龄 1953—1958 年資料)

产地	名 称		主 要 成 分 (%)				少量成分
	岩 石 名 称	野 外 名 称	水鋁石	高岭石	单热石	水云母	
1	高岭石粘土岩	軟 质 粘 土	—	80 以上	—	—	从 略
6	含石英高岭石粘土岩	軟 质 粘 土	—	50—60 以上	—	—	
9	高岭石粘土岩	軟 质 粘 土	—	80 以上	—	—	
3	高岭石质单热石粘土岩	軟 质 粘 土	—	30—50	50 以上	—	
2	含石英高岭石粘土岩	半 軟 质 粘 土	—	70—90	—	—	
5	含石英高岭石粘土岩	半 軟 质 粘 土	—	80 以上	—	—	
6	含水云母高岭石粘土岩	半 軟 质 粘 土	—	40—50 以上	—	10—25	
1	高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	5 以下	80—90 以上	—	—	
2	高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	—	90 以上	—	—	
3	含水鋁石单热石高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	10 左右	50 以上	40 左右	—	
6	含水鋁石高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	10—20	60—70 以上	—	—	
8	高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	—	90 以上	—	—	
10	高岭石粘土岩	硬 质 粘 土	5 以下	90 以上	—	—	
1	高岭石质水鋁石鋁土矿	豆 瓣 状 高 鋁 粘 土	50 以上	40—50	—	—	
4	含高岭石水鋁石鋁土矿	豆 状 鋁 土	60—80	10—20	—	—	
5	高岭石质水鋁石鋁土矿	豆 瓣 状 鋁 土 矿	50—60 以上	30—40	—	—	
6	高岭石质水鋁石鋁土矿	豆 瓣 状 高 鋁 粘 土	40—50 以上	40—49	—	—	
4	高岭石质水鋁石鋁土矿	致 密 鋁 土 矿	50—60	30—45	—	—	
5	水鋁石鋁土矿	致 密 鋁 土 矿	95	2 以下	—	—	
9	含高岭石水鋁石鋁土矿	高 鋁 粘 土 或 鋁 土 矿	70 以上	15—25	—	—	
10	高岭石质水鋁石鋁土矿	高 鋁 粘 土	50 以上	40—50	—	—	

注：1、2.河北；3、4.河南；5、6.山西；7.山东；8.内蒙；9、10.辽宁。

(1) 軟质粘土的主要矿物成分：

高岭石

30—80% 以上。

单热石

0—50% 以上。

(2) 半軟质粘土的主要矿物成分：

高岭石 40—90% 以上。
水云母 0—10—25% 以上。

(3) 硬質粘土的主要矿物成分:

高岭石 40—90% 以上。
水鋁石 5%—20%。
单热石 0—40%。

(4) 豆鲕状鋁土矿的主要矿物成分:

水鋁石 40—80% 以上。
高岭石 10—50%。

(5) 致密状鋁土矿的主要矿物成分:

水鋁石 50—95%。
高岭石 2—50%。

2. 岩石化学上的区别: (表 4)

表 4 鋁土矿与粘土矿主要化学成分对比表

(根据沈永和 1958 年資料,并略加补充)

产地	組成	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	水分	灼 減	Al ₂ O ₃ /SiO ₂	备 注
1		1.27	0—37	1—8.5	40—75	8—30.5	—	≥3	
2		44—60	0.14—2	0.4—1.5	30—40	—	9—18	0.7—0.9	
3		1.7—39.5	<3	1—4.4	44—81.0	—	14—15	1.09—47	

注: 1. K. H. 奥节罗夫所做鋁土矿主要成分含量变化范围;

2. 我国内蒙某地高岭岩主要組成含量变化范围;

3. 我国阳泉某地“高鋁粘土”主要組成含量变化范围。

(1) 鋁質岩 Al₂O₃ 的含量比粘土岩高。

(2) 鋁質岩的鋁硅比值比粘土岩大。鋁質岩的鋁硅比值都是大于 1 的, 而粘土岩的鋁硅比值都是小于 1 的。也就是說, 鋁質岩的化学成分是 $Al_2O_3 > SiO_2$, 而粘土岩則 $Al_2O_3 < SiO_2$ 。

3. 岩石物理特性的区别:

粘土岩的最大特点之一就是在与水混合时具有可塑性(硬質粘土例外), 而鋁質岩則无此特性。此外, 粘土岩(硬質粘土)的断口平坦, 比重較小(2.6—2.7), 而鋁質岩的断口不平有粗糙感, 比重也較大(2.8—3.2)。

4. 结构上的区别:

粘土岩多为土状及凝胶状结构, 而鋁土矿的结构則比較复杂, 常有豆状、鲕状、碧石状、角砾状等。

四、关于耐火粘土分类的問題

耐火粘土按其可塑性的強弱所进行的工业分类, 目前有三种不同的分类意見:

1. H. M. 奥金斯基的分类:

耐火粘土 { ①軟質粘土
②半軟質粘土
③硬質粘土

2. 沈永和的分类:

耐火粘土 { ①軟質粘土
②半軟質粘土

沈永和认为,硬質粘土已完全不具任何粘土的特性,所以把它叫作粘土是没有道理的。应该从粘土中划分出来成为一个新种——高岭岩。

3. 李振唐等的分类:

耐火粘土 { ①軟質粘土
②半軟質粘土
③硬質粘土
④高铝粘土

笔者认为,硬質粘土虽不具有可塑性,但是其组成矿物 90% 以上是粘土矿物——高岭石,从岩石矿物学的观点看来,还是把它列入粘土岩类较为恰当些。然而,把既不具有可塑性,又不是主要由粘土矿物所组成的所谓“高铝粘土”列入耐火粘土的分类表中,亦不合适。

李振唐同志在 1963 年 11 月耐火粘土矿勘探技术座谈会的报告中以及他所编的耐火粘土储量分类规范中认为,“高铝粘土”是硬質粘土中含铝特高的一种。笔者认为,这是一种单纯从化学含量的观点看问题,而没有注意到“高铝粘土”的矿物组成,是不全面的。

从“高铝粘土” Al_2O_3 的含量来看,要使铝的含量很高,只有铝土矿才有可能。但是李振唐却解释为,这是“因为在我国某些硬質粘土中存在着大量的氧化铝的水化物所致”。

诚然,在硬質粘土中有时亦含有少量的一水铝石或三水铝石,但无论如何它的含铝量都不可能“特高”。如果在硬質粘土中含有大量的氧化铝的水化物从而使其 Al_2O_3 的含量达到 50—88% 以上的話,那么这种硬質粘土的矿物组成比例就必然会发生变化。在这种情况下,占优势的矿物已经不是粘土矿物——高岭石,而是水铝石了。

岩石中的主要组成矿物发生了变化,岩石(矿石)的名称、性质、类型等也就随之而改变,这是岩石学中分类命名的重要原则。显而易见,李振唐所认为,含有大量氧化铝水化物和含铝特高的硬質粘土,已经不是硬質粘土而是铝土矿了。

不同意把“高铝粘土”列入耐火粘土的分类表中,这并不是意味着反对把它列入耐火粘土储量分类规范。恰恰相反,笔者认为,从工业利用的观点来看,“高铝粘土”与耐火粘土在工业要求、实验项目、对有害杂质的要求和化验误差的要求等等都有相同之处,因而把它放在耐火粘土储量分类规范中比放在铝土矿规范中更为恰当,而且用起来也较方便。

五、結 論

1. 所谓“高铝粘土”,实际上是铝高鉄低的一种铝土矿。因此,不能再以粘土之名称谓。

(上接 229 頁杜清华文)

为了准确命名和照顾到工业应用方便起见,笔者主张废除“高铝粘土”的名称,而以“耐火用铝土矿”称之。实际上,这种在矿石前面冠以工业用途的命名法,早在戈列茨基的“铝土矿”一书中及维诺格拉多夫的石灰岩储量分类规范中已经应用。

2. 粘土岩与铝质岩在沉积岩石学的分类中是截然不同的两个岩类,耐火粘土中的软质粘土、半软质粘土和硬质粘土是属于粘土岩类,而所谓“高铝粘土”则属于铝质岩类。

3. 列入耐火粘土储量分类规范中的矿物原料不一定是粘土。耐火用铝土矿在工业利用上与耐火粘土有许多共同之处。因此,把耐火用铝土矿列入耐火粘土储量分类规范中比列入铝土矿规范中更为恰当,而且用起来也比较方便。

* * *

本文承林枫工程师修改和补充,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 戈列茨基 IO. K. 1956 铝土矿。地质出版社。
- [2] 什维佐夫 M. C. 1954 沉积岩石学。地质出版社。
- [3] 沈永和 1959 论高岭岩。地质出版社。
- [4] 刘长龄 1958 山东淄博盆地石炭纪铝土矿的矿物研究。地质论评,第 18 卷 4 期。
- [5] 刘长龄 1958 中国北部耐火粘土和铝土矿的矿物研究。地质学报,第 38 卷 4 期。
- [6] 许勒 A. 1957 从矿物学和岩石学上看河南巩县产的新型铝土矿。地质译丛,第 9 期。
- [7] 奥金斯基 И. M. 1954 耐火粘土。地质出版社。
- [8] 维诺格拉多夫 C. C. 等 1955 矿产储量分类规范,第四辑,石灰岩、耐火粘土。地质出版社。
- [9] 鲁欣 Л. Б. 1955 沉积学原理。地质出版社。