

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

黔中铝土矿的成矿条件

王 中 行

黔中铝土矿是泛指贵州中部及中西部沉积式铝土矿。其成矿时代,为中石炭世及下二迭世。前者分布在修文、清镇、织金、贵筑等地;后者分布在开阳、瓮安、黔西、大方等地。

该区与矿床有关的地层全由沉积岩组成。现由老至新,简列于后(图1):

(1) 下寒武统: 灰色页岩及砂质页岩。

(2) 中上寒武统(炉山石灰岩): 白云质灰岩。本层为铝土矿之基底,中石炭世及早二迭世铝土矿皆沉积于此灰岩侵蚀面上。

(3) 奥陶系: 石灰岩(上部有时夹一层炭质页岩,称五峰页岩,但不稳定)。分布在黔中隆起的南北二侧,南面出露于贵阳以南,北面出露于团溪以北。

(4) 志留系: 页岩。分布于黔中隆起南北二侧,南缘薄而北缘厚。

(5) 泥盆系: 下部为石英砂岩夹劣质赤铁矿(都匀式铁矿);上都为白云质石灰岩。仅在黔中隆起的南缘有沉积,向北在贵阳附近尖灭。

(6) 中石炭统: 底部为九架炉组(铝土矿含矿层顶板),为较纯的石灰岩、白云质灰岩夹铝土页岩、炭质页岩;中上部为灰色石灰岩(黄龙灰岩)。本层超覆在泥盆系、志留系、奥陶系甚至寒武系上;覆于寒武系炉山石灰岩上者,有铝土矿沉积。

(7) 早二迭世阳新统: 下部为栖霞底部煤系,由砂岩、页岩及劣质煤组成;上部由石灰岩组成。超覆上述各层之上,仅覆于炉山石灰岩侵蚀面上者有铝土矿沉积。

(8) 晚二迭世乐平统: 下部为煤系;上部为石灰岩。

(9) 三迭系: 由薄层石灰岩及白云灰岩、粉砂岩组成。

有些地方尚有侏罗系、白垩系及第三系沉积;各系地层总厚 2,000—3,000 米。

—

中石炭世铝土矿及早二迭世铝土矿在地质特征上有很多一致的地方,即:

(一) 铝土矿均由一水硬铝石(Diaspore)及部分一水软铝石(Boehmite)组成;矿石的主要化学成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 ,三者之和占全部含量的 81—83%。其它化学成分含量变化范围如表1表2所示。

表1 中石炭世铝土矿化学成分的含量变化

成 分	含 量 (%)	成 分	含 量 (%)
Al_2O_3	60—80	CO_2	0.1 ±
SiO_2	2—20	S	0.01±
Fe_2O_3	2—20	Ga	
TiO_2	2—3	Ge、Be、U	
CaO	0.2±	灼 减	13—15

表 2 早二迭世铝土矿主要化学成分的含量变化

成 分	含 量 (%)	成 分	含 量 (%)
Al_2O_3	50—70	Fe_2O_3	5—12
SiO_2	2—30	TiO_2	1.5—3

(二) 矿石自然类型(组织结构)复杂,按其外貌及物理性质区分计有 40 余种,其中最主要的有:(1)土状铝土矿;(2)半土状铝土矿;(3)致密铝土矿;(4)扁豆状、鲕状铝土矿;(5)灰绿色铝土矿。各类型矿石在含矿系中变化如图 1 所示。

(三) 主要矿层(土状、半土状)一般集中于含矿系中部,含矿系顶部有煤质(煤、炭质页岩),而铁质(清镇式赤铁矿)则富集于含矿系底部;含矿系与下伏基岩(炉山灰岩)呈不整合接触,与上覆岩层(石炭系的九架炉组,二迭系的栖霞底部煤系)成过渡关系。兹将含矿系综合剖面列后(参考图 2):

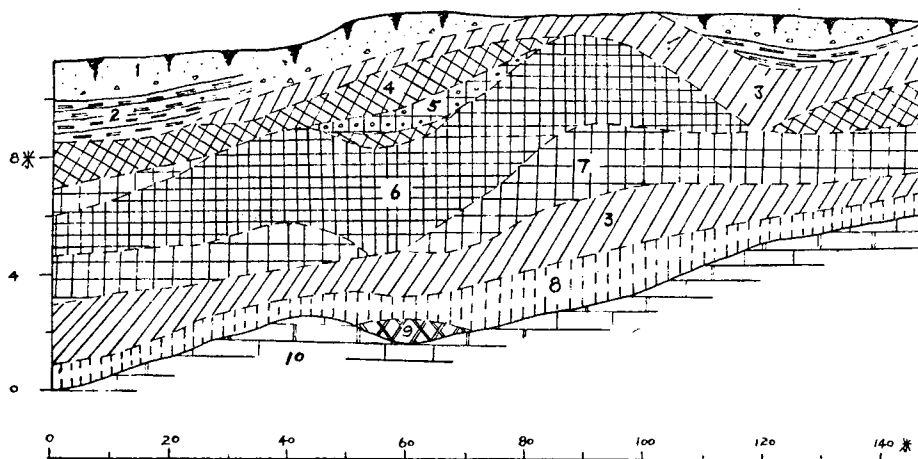


图 2 铝土矿露头素描图

1. 腐植土; 2. 铝土页岩、炭质页岩; 3. 致密铝土岩; 4. 致密铝土矿; 5. 鲕状、豆状铝土矿;
6. 土状铝土矿; 7. 半土状铝土矿; 8. 铁质铝土岩; 9. 铁矿; 10. 白云质石灰岩。

(3) 上覆岩层: 中石炭世九架炉组; 早二迭世为栖霞底部煤系

——整合——

(2) 含矿系:

- i 铝土页岩夹炭质页岩
- ii 致密铝土岩
- iii 致密铝土矿或豆状、鲕状铝土矿
- iv 半土状铝土矿
- v 土状铝土矿
- vi 含铁铝土页岩或铝铁岩
- vii 铁矿层(清镇式铁矿)——红色、紫黑色团块状或扁豆状铁矿

~~~~~不整合~~~~~

(1) 下伏岩层: 中上寒武统炉山灰岩上的两个不同时代的铝土矿仅在厚度(中石炭世大于早二迭世)、品位(中石炭世略高于早二迭世)以及矿石类型(早二迭世铝土矿底部铁矿加富)上略有差异。

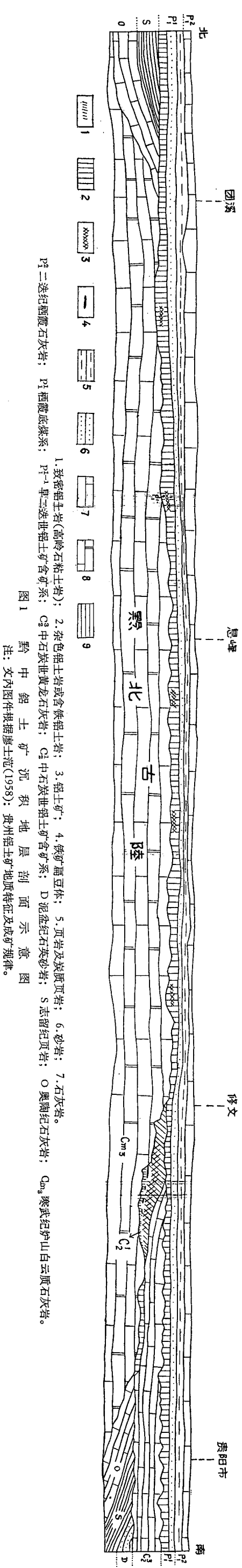


图1 黔中铝土矿沉积地层剖面示意图

注：文内图件根据廖士范(1958)：贵州铝土矿地质特征及成矿规律。

## 二

寒武纪时, 自康滇地轴东侧而来的大规模海浸出现在扬子陆台上。在本区形成寒武系海相沉积, 之后本区上升为陆地。

奥陶纪及志留纪时, 海浸只及贵阳以南、团溪以北地区。未被海水淹没的地带如修文、清镇、织金、黔西、大方等地构成黔北古陆(图 1)。

泥盆纪时, 古陆南缘有海水残留。中石炭世, 黔北古陆下沉、海水由南向北先后浸入修文、清镇、贵筑、织金等地。这样, 中石炭统地层便超覆在志留系、奥陶系以及寒武系炉山石灰岩上面(图 2)。并且在寒武系炉山石灰岩侵蚀面上, 普遍沉积了规模巨大的中石炭世铝土矿。

从上述地质发展史可以看出, 黔北古陆, 自寒武系炉山石灰岩沉积之后, 始终是高出海面的地区; 作为铝土矿基底的炉山石灰岩经受着奥陶纪、志留纪及泥盆纪的长期风化剥蚀, 并使当时的地形逐渐准平原化, 结果便形成了一套巨厚的红土风化壳。

大家知道, 由于铝元素的地球化学特性——水解时的低 pH 值, 固定的原子价, 类似惰性气体的原子结构, 往往形成难溶的化合物等等——所决定, 铝元素外移、析出的条件极其严格, 它只在极少数场合下才能从母岩中析出形成集聚的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。铝土矿形成的有利因素是: 首先要有地壳构造运动使基岩升出海面, 并使陆地长期上升, 其次要有适宜的古气候, 其特点在于雨季与旱季相互交替, 使化学风化作用进行得非常彻底; 与此同时要有生物活动以及潜水、二氧化碳、有机酸的参与; 还要有准平原的古地形环境, 使风化物体不致遭受显著的机械侵蚀。

黔北古陆遭受风化时间长久(包括三个纪一亿多年); 山地工程揭露及钻探探明, 经过准平原阶段的地面已趋平缓, 基底起伏一般不超过三米。

在黔中地区, 目前已发现的所有铝土矿点(无论中石炭世或早二迭世) 均毫无例外的产在炉山石灰岩的侵蚀面上; 其它地层(如奥陶系、志留系、泥盆系) 除偶尔有一些铝土岩(或铝土页岩) 外, 根本没有铝土矿沉积。这一事实证实了沉积物质来自基底的说法, 否则无法解释铝土矿对地层岩性的这种严格选择性。

## 三

中石炭世时, 由南而来的海水浸及古陆。从黄龙石灰岩底部九架炉组夹炭质页岩及薄煤可知, 初期气候温湿、植物茂盛, 水溶液中溶有大量有机质而呈酸性。这时风化壳中有一小部分  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及  $\text{SiO}_2$  呈溶胶状态被带走; 很大的一部分则为海浪冲刷, 沿海浸方向, 为海流携至近岸地区浓集成矿。

促使各种元素分异沉淀的因素很多, 其中主要的有: (1) 溶液性质的变化——水盆地基底是准平原化的碳酸盐类岩石(白云质石灰岩), 石灰岩的溶解使水溶液呈碱性, 在酸性介质中呈胶体状态的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  及  $\text{Al}(\text{OH})_3$  等便立即发生化学分异沉淀; (2) 海水进入到浅海地带后, 大量的  $\text{CO}_2$  散失, 有机质的减少和稀释等, 迫使在低势能电位中移动的元素分异沉淀; (3) 机械分异结果, 在以化学分异为主的成矿过程中, 亦有机机械分异。象那些在矿石中不易分解, 非常坚固的碎屑——锆石、金红石、电气石等, 它们以微屑悬浮状态被搬

到沉积区,并按机械分异发生沉积。这部分机械分异沉积物,在矿石中通常以杂乱无章的质点呈现。

主要元素化学分异的先后顺序,取决于元素的溶解度(pH、Eh)及介质性质。

$\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀析出所需要的 pH 值为 5.5,初期水中由于溶解有较多的碳酸盐,介质适宜,故  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  最先沉淀。这样,铁通常位于含矿系底部(清镇式铁矿)。接着是  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀(pH 值等于 4.1 左右),形成含矿系中部的主要铝土矿层。再后,由于铝、铁的大量沉淀,介质酸度加大(有机质,  $\text{SiO}_2$  含量相对增加),  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的沉淀随即中止。但酸性介质是有机质沉淀所需要的环境,故含矿系上部一般为炭质页岩或铝土页岩。

影响矿物元素集聚,特别是对某些特殊矿石——豆状、鲕状结构矿石的形成具有重要意义的另一地质因素,是水盆地边缘水动力活动性质的变化。这种豆状、鲕状矿石的出现通常与沉积区域频繁的地壳振荡运动,海水不断扩张,海岸线移动迅速的动荡环境有关。黔中地区的豆状、鲕状铝土矿总是位于含矿系上部,这表明同一沉积条件的大同小异:成矿初期地壳比较平稳,近岸地区的水动力活动性质比较均匀,处于相对平静时期;成矿后期则相反。

#### 四

中石炭世铝土矿沉积之后,黄龙灰岩很快的覆盖于其上,中间没有任何间断。当时未受海浸的开阳、黔西、大方等地构成黔中隆起区(图3)。寒武系炉山石灰岩继续风化。

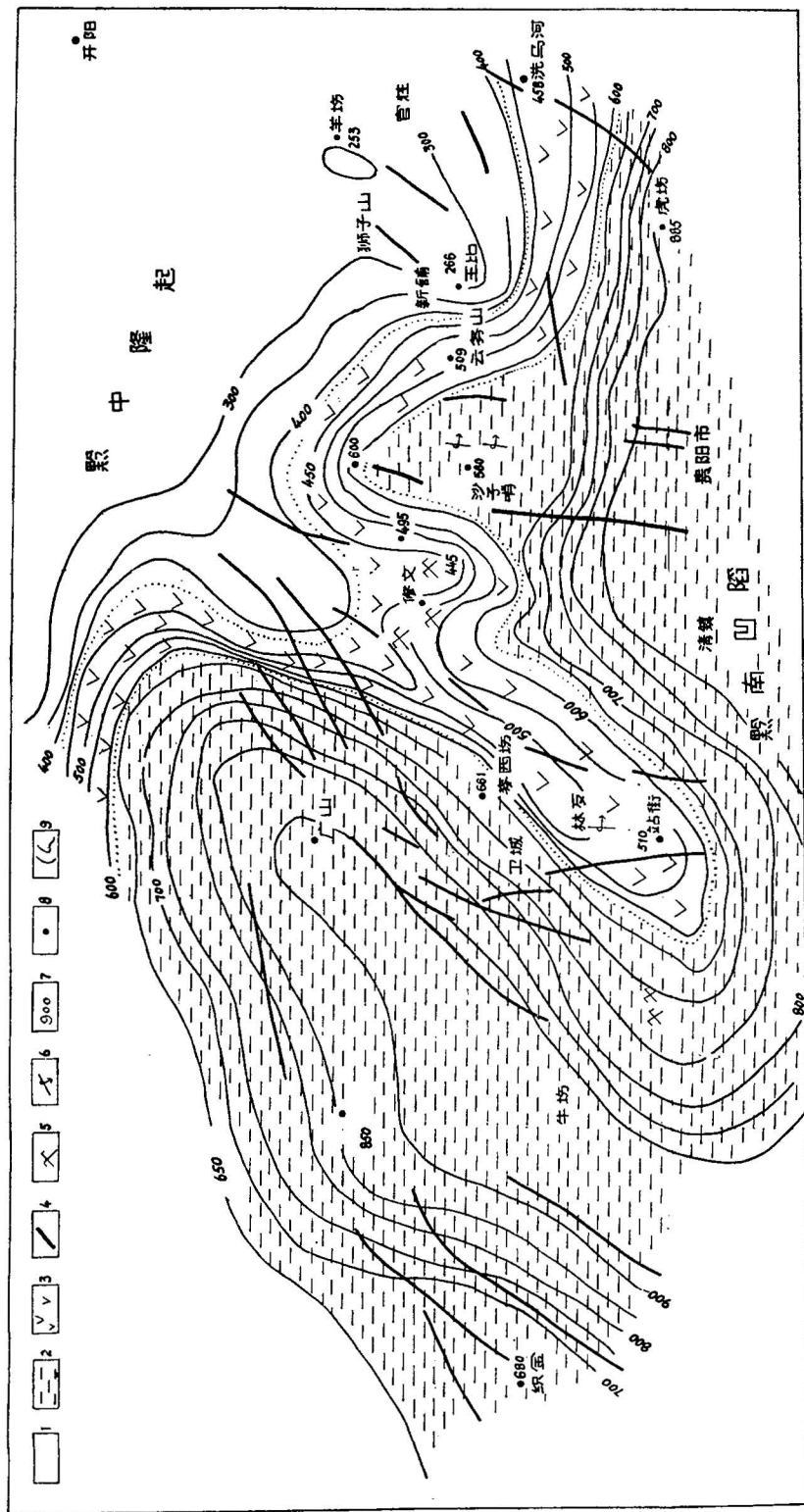
图3是根据各处地层实测厚度绘成的等厚图。图上东北方为黔中隆起,南面为黔南凹陷,具工业价值的铝土矿分布在其间的过渡地带。

二迭纪时,整个黔北古陆下沉,沉积了阳新统灰岩。当时气候湿润、造成煤系。阳新统灰岩覆在一切老地层之上,但在寒武系炉山灰岩侵蚀面上,沉积了早二迭世铝土矿。

早二迭世铝土矿的成矿条件与中石炭世铝土矿基本相同,前者是后者成矿作用在另一地质时代的延续。

上文曾经指出,中石炭世铝土矿无论在数量(厚度)或质量(品位)上均较早二迭世铝土矿为优,倘以二者成矿条件相若,而早二迭世矿源母体风化得更彻底,看来,似乎存在矛盾。这种差别可用物质来源补给条件来解释。中石炭世铝土矿的造矿物质承受两方面的补给,即含矿溶液径由二条道路到达沉积区:第一条随着海浸方向由南向北,为海浪及海流携带形成第一个补给来源;与此同时(或稍后一些)未被海水淹没的古陆北部(开阳、黔西、大方)高地上,风化壳中的物质,受地表水冲刷,为地表径流携带,由北而南入海,成为第二个补给来源。早二迭世铝土矿则仅仅接受残留于古陆北部风化壳的补给,这部分风化壳中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  已有一部分流失在中石炭世铝土矿中,虽然基岩风化得更彻底,毕竟时间太短,新增长的物质弥补不了流失部分,这就使早二迭世铝土矿无论数量或质量上均比不上中石炭世铝土矿。

田奇瑞<sup>[2]</sup>认为在贵州属于这个层位的铝土矿的成矿时代可能不是早二迭世,而是和黄龙灰岩底部的铝土矿同属中石炭世。并认为,栖霞石灰岩因海浸关系也可能象超覆黄龙灰岩一样的超覆了在它下面的铝土矿层。



1. 隆起区; 2. 凹陷区; 3. 过渡区; 4. 构造线; 5. 中石炭世铝土矿产地; 6. 倒转地层; 7. 地层厚度; 8. 实测地层厚度地点; 9. 地层等厚线(等厚距 50 米)。

(本图地层厚度系指寒武系以上、三迭系以下的沉积厚度)

图 3 铝土矿分布区上古生代地层等厚线及构造略图

田先生所持的许多论点是无可非议的;但在成矿时代上笔者有不同看法,如上所述,黔中铝土矿应划分为二个时代。因为:(1)早二迭世阳新统底部煤系与铝土矿含矿系之间是渐变过渡的;(2)铝土矿本身或上覆岩层没有发现任何冲刷、剥蚀痕迹;(3)当中石炭世海浸波及黔北古陆部分地区(修文、清镇等地)的时候,早二迭世铝土矿成矿地区如黔西等地仍然是高出海面的陆地。按理推之,这一地区的沉矿作用应发生在中石炭统沉积之后,即二迭纪初、栖霞底部煤系形成的时候。若以整个上石炭统缺失的情况来估计,两个成矿期之间相隔的时间至少为一千万年。

## 五

大家知道,我国主要沉积型铝土矿——G层铝土矿、黔中、云南、四川等地的铝土矿,在矿石成分上有一个相同的特点,即矿石毫无例外的由单水化合物——一水硬铝石(个别夹一水软铝石,如黔中)组成,从未发现三水铝石。这种地槽型铝土矿出现在地台区的反常现象的解释是多种的,但就黔中地区的铝土矿而言,笔者认为是后生-浅变质(三水铝石脱水)的结果,即由于燕山期造山运动的巨大营力使已经成岩的中石炭世及早二迭世铝土矿发生不同程度的后生-浅变质——三水铝石脱水。一水型铝石是三水铝石脱水而来的理由是:土状矿石的湿度大,孔隙度亦大,并随其含量的多少而增减,大致由土状→半土状→致密状铝土矿,湿度由11%→6%→2%。有理由推测这些孔隙是三水铝石脱水后遗留下来的痕迹。

刘长龄在研究山东淄博盆地石炭纪铝土矿矿物的时候<sup>[3]</sup>,曾经怀疑三水铝石脱水成一水铝石所需温度(270℃以上)的来源。就黔中而言,仅燕山运动的构造营力,即足以造成此种变化——清镇岩上、林歹一带地层的整个倒转,麦西场、罾罐窑矿区断裂纵横密布,皆证实其威力。

变质结果,既改变了矿石外貌,也加富了品位;但由于铝元素地球化学的稳定特性,这一浅变质作用表现得非常轻微,亦不明显。

黔中铝土矿的成因类型属于地台海滨型(有人称泻湖型)。这一类型铝土矿是我国已知成因类型中最有价值的铝土矿。

## 参 考 文 献

- [1] 甘德清 1958 关于我国北方G层铝土矿的地质时代问题的看法。地质论评, 18卷2期。
- [2] 田奇瑞 1961 中国铝土矿床的类型、特征及生成条件。中国地质, 10期。
- [3] 刘长龄 1958 山东淄博盆地石炭纪铝土矿的矿物学研究。地质论评, 18卷4期。
- [4] 周祖勋 1956 对“我国北方G层铝土矿及其时代”一文意见。地质知识, 10期。
- [5] 林耀庭 1960 论我国沉积型铝土矿床生成的主要规律性。地质论评, 3期。
- [6] 真允庆 1956 G层铝土矿的地质时代问题探讨。地质知识, 10期。
- [7] 张文堂 1955 我国北方G层铝土矿及其时代问题。地质知识, 6期。
- [8] 张崇澄 1958 关于我国北方铝土矿的时代问题。地质论评, 18卷, 4期。
- [9] 张文波 1958 关于华北地台G层铝土矿时代问题的新见。地质论评, 18卷, 4期。
- [10] 赵一阳 1958 对华北山西式铁矿与G层铝土矿的成因及其时代的意见。地质论评, 18卷, 4期。
- [11] 谢家荣 1945 滇黔铝土矿之显微镜研究。地质论评, 10卷, 3—4合期。

## THE CONDITONS FOR THE FORMATION OF THE BAUXITE DEPOSITS OF CENTRAL KWEICHOW

WANG CHUNG-SHUNG

### (Abstract)

According to the fact that these bauxite deposits underlie conformably below the Huanglung and Chishia limestones, the writer points out that the time for their formation were restricted to middle Carboniferous and early Permian respectively. Both of them occur on the erosion surface of Cambrian Lushan limestone and consist of earthy diasporite with some boehmite. They seem to be formed under similar conditions in different geological ages.

The present paper emphasizes that the alluminum of these deposits were derived directly from the terra-rosa of the Lushan limestone which contains about 20% gehlenite ( $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ ). It is rich enough to supply the large amount of allumina required.

The essential elements Al, Si, and Fe were transported in colloidal condition in acid medium. They were precipitated in the order of their solubilities. Iron is usually precipitated before alluminum.

According to the opinion of the writer the mineral diasporite were produced by dehydration of gibbsite by diagenesis after its deposition and metamorphism.