



## 钙镁碳酸盐岩的直角坐标三角形图解及矿物计算

刘 德 正

齐宝林与《地质与勘探》编辑部等,都曾提出根据钙镁碳酸盐岩中的CaO、MgO含量换算其主要矿物成分并确定岩石类别的图解法(见《地质科技》1977年第4期与冶金工业出版社《野外地质工作参考资料》一书)。前者给出了维什尼亚科夫三角形图解上各岩石类型区分界点的CaO、MgO含量值;后者则在同种图解上给出了等CaO、MgO含量线。实践证明,上述图解法是可取的。尤其是后者,较为直观而为广大地质工作者所采用。

笔者在使用过程中,鉴于该图解的三个端元

组分,具有不同的CaO、MgO含量数值的特点(酸不溶物:CaO = 0, MgO = 0;方解石:CaO = 56.03, MgO = 0;白云石:CaO = 30.41, MgO = 21.86),将其逆时针旋转90°,置于以CaO为横坐标、MgO为纵坐标的直角坐标系中,并按比例取三端元的CaO、MgO数值,绘成“维什尼亚科夫钙镁碳酸盐岩分类的直角坐标三角形图解”(图1)。即可根据分析岩样的CaO、MgO含量,分别在纵、横坐标轴上取值,定出交点位置,确定岩石名称和主要矿物组分的百分含量。

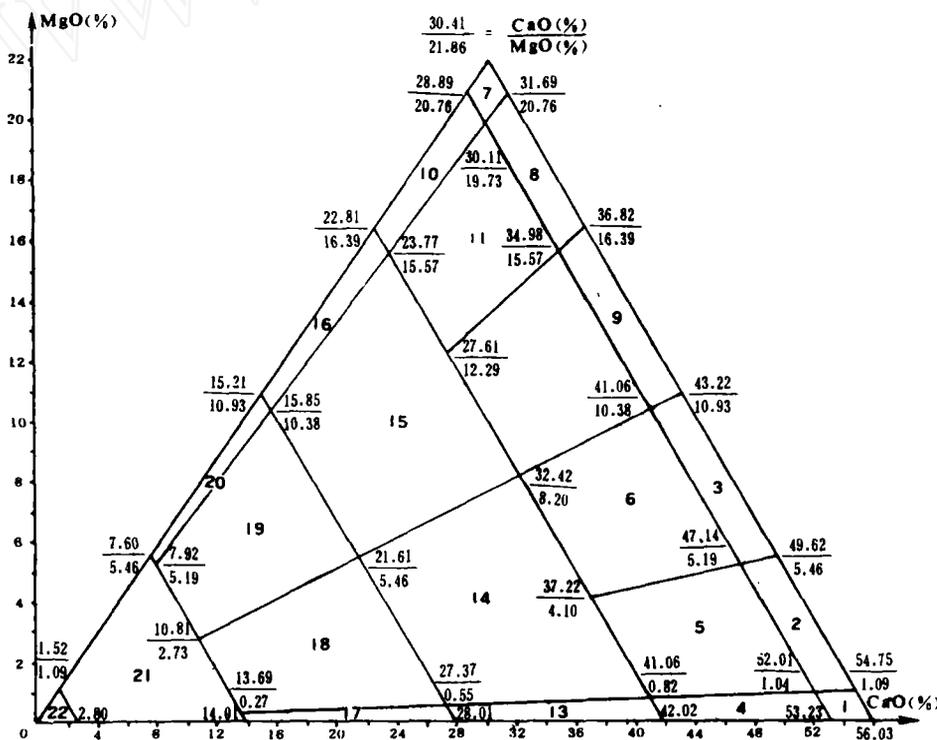


图 1

- 1—石灰岩; 2—含白云质灰岩; 3—白云质灰岩; 4—含泥质灰岩; 5—含泥质含白云质灰岩;
- 6—含泥质白云质灰岩; 7—白云岩; 8—含灰质白云岩; 9—灰质白云岩; 10—含泥质白云岩;
- 11—含泥质含灰质白云岩; 12—含泥质灰质白云岩; 13—泥质灰岩; 14—白云质泥质灰岩; 15—灰质泥质白云岩;
- 16—泥质白云岩; 17—灰质泥岩; 18—含白云质灰质泥岩; 19—含灰质白云质泥岩; 20—白云质泥岩; 21—含灰质泥岩; 22—泥岩

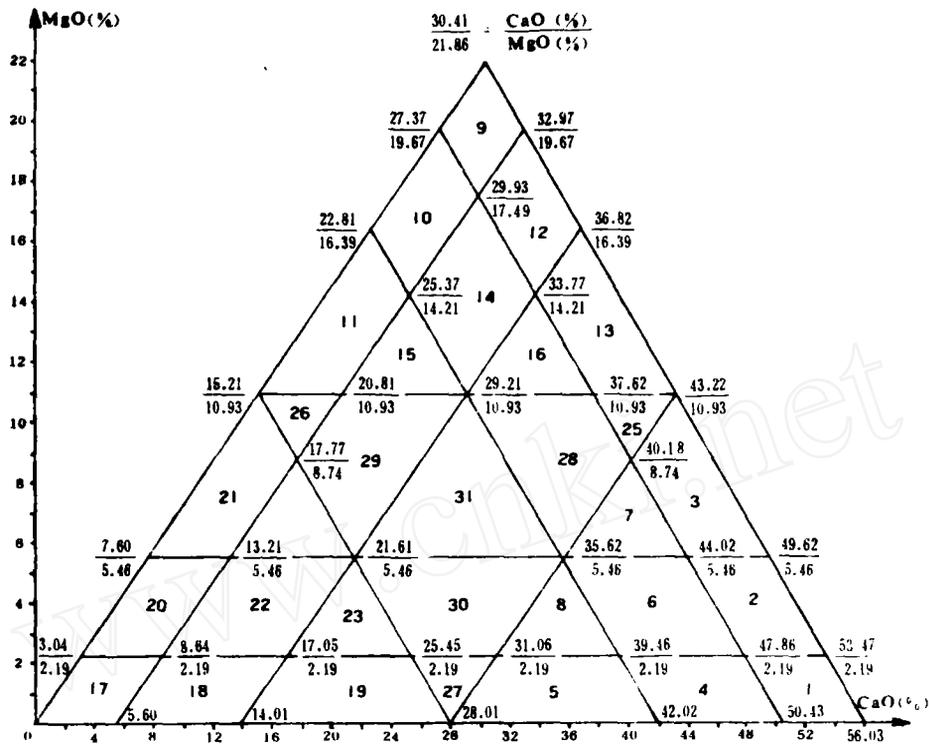


图 2

1—石灰岩；2—含白云质石灰岩；3—白云质石灰岩；4—含泥质石灰岩；5—泥质石灰岩；6—含泥质含白云质石灰岩；7—含泥质白云质石灰岩；8—含白云质泥质石灰岩；9—白云岩；10—含泥质白云岩；11—泥质白云岩；12—含灰质白云岩；13—灰质白云岩；14—含泥质含灰质白云岩；15—含灰质泥质白云岩；16—含泥质灰质白云岩；17—泥岩；18—含灰质泥岩；19—灰质泥岩；20—含白云质泥岩；21—白云质泥岩；22—含白云质含灰质泥岩；23—含白云质灰质泥岩；24—含灰质白云质泥岩；25—云灰岩；26—泥云岩；27—泥灰岩；28—含泥质云灰岩；29—含灰质泥云岩；30—含白云质泥灰岩；31—泥云灰岩

此外，笔者还对目前国内应用颇广的四川省石油管理局地质综合大队1974年提出的钙镁碳酸盐岩成分分类图（引自金素琴等《岩矿鉴定图表及成分计算方法》一书），依同法绘成直角坐标三角形图解（图2），并给出各岩石类型区分界点的CaO、MgO含量值，以供在判断落于分区界线附近岩样的具体岩石名称时使用。例如，用表1 B—413号样的CaO、MgO分析值在图2中投

点，落于7区下部边缘。显然，根据CaO、MgO含量应定名为含×质白云质石灰岩。

应着重指出：图1、图2以及齐宝林、《地质与勘探》编辑部的图解，都是依据方解石、白云石和酸不溶物的理论（或假定）CaO、MgO含量值而编制的。其实际含量总是与理论数值有一定出入。特别是酸不溶物，其CaO、MgO含量是否都等于零，有必要具体地加以分析。

某地寒武系岩样分析结果举例

表1

样号	未修正				修正后		
	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	岩石类型	CaO'	MgO'	岩石类型
B—413	42.13	5.47	3.20	含泥质白云质石灰岩	41.97	4.83	含泥质含白云质石灰岩
B—697	18.50	13.65	7.87	落于图外	18.11	12.08	泥质白云岩

众所周知, 钙镁碳酸盐中的酸不溶物品种繁多, 主要是粘土矿物、陆源碎屑矿物和膏盐矿物三类, 其中以粘土矿物分布最为普遍。在粘土矿物中主要为高岭石、蒙脱石、伊利石(水云母)等。而这些矿物中的CaO、MgO含量差别甚大。表2所列的含量数据, 是笔者根据文献资料统计的。由表2数据不难得出结论: 如果高岭石的CaO、MgO含量较低尚可忽略不计的话, 蒙脱石和伊利石的含量之高, 已对钙镁碳酸盐主要矿

物组分的图解换算及岩石类型的归属造成影响, 必须予以考虑。我们在利用CaO、MgO含量图解换算过程中, 经常遇到投点落在白云石边线之外而无法求得结果的情形(如表1 B—697号样), 也说明不区分酸不溶物类型, 将其CaO、MgO含量假定为零是不正确的。当钙镁碳酸盐岩中的酸不溶物是由(或主要由)蒙脱石—伊利石构成的, 应当在图解换算时加以修正。

常见粘土矿物主要氧化物含量统计表

表2

粘土矿物	CaO		MgO		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		SiO <sub>2</sub>	
	常见值	平均	常见值	平均	常见值	平均	常见值	平均
高岭石	0.03~0.53	0.25	0.04~0.99	0.35	33.67~41.16	37.60	40.09~50.01	45.75
蒙脱石	0~1.07	1.43	3.53~5.71	4.18	14.76~25.12	19.34	50.96~65.04	56.62
伊利石	0.28~1.53	0.82	2.37~4.17	3.34	20.11~26.02	21.20	48.71~52.32	50.73

修正方法有二。其一, 采用蒙脱石与伊利石的平均CaO、MgO含量数值(笔者根据文献资料统计, 分别是1.06≈1和3.98≈4), 单独绘制通过纵坐标1, 横坐标1为端点的直角坐标三角图(略)。

其二, 规定图解的纵横坐标为“组成碳酸盐

矿物的CaO、MgO含量”, 即从CaO、MgO分析值中扣除“组成粘土矿物的CaO、MgO含量”以后, 再行图解操作。这时, 计算组成碳酸盐矿物CaO、MgO含量(以CaO′、MgO′表示)的公式为:

$$\text{MgO}' = \text{MgO} - \frac{\text{MgO}_{\text{粘土}}}{\text{Al}_2\text{O}_3_{\text{粘土}}} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (1)$$

$$\text{CaO}' = \text{CaO} - \frac{\text{CaO}_{\text{粘土}}}{\text{Al}_2\text{O}_3_{\text{粘土}}} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (2)$$

式中MgO、CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>为岩样的氧化物含量; MgO<sub>粘土</sub>、CaO<sub>粘土</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sub>粘土</sub>为粘土矿物中氧化物的含量。

为进行上述修正, 除测定岩样的CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量外, 还应知道其粘土矿物的类型及CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>平均含量值。一般地说,

$$\text{MgO}' = \text{MgO} - \frac{3.98}{20.20} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \approx \text{MgO} - 0.20 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (1')$$

$$\text{CaO}' = \text{CaO} - \frac{1.06}{20.20} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \approx \text{CaO} - 0.05 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (2')$$

实践证明, 对于泥质成分为蒙脱石—伊利石的钙镁碳酸盐岩, 不经过修正计算就不能对主要矿物组分的图解和岩石类型的归属, 做出正确判断。例如表1 B—413号样, 修正计算后属6区, 其正确定名为含泥质白云质灰岩。B—693号样, 按原始分析数据投点落于图外, 无法定名。经

每个研究区或研究层位, 至少应取得三个提纯粘土矿物样的氧化物分析数据。如果没有本地区的粘土矿物氧化物平均含量资料, 可以采用笔者根据文献资料统计的蒙脱石—伊利石的数据进行计算。其式为:

修正计算后投点落入II区, 定名为泥质白云岩。

将上述公式加以扩展, 即方解石、白云石与CaO、MgO之间的换算系数及蒙脱石—伊利石的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>平均值与前式联结在一起, 便得到粘土矿物为蒙脱石—伊利石类型的钙镁碳酸盐岩主要矿物成分的一般计算公式为: (下转第65页)

却没有完全出现这种铜异常。

铁木茎灰中锌异常(图6)比土壤中锌异常分布的更广。在土壤中,锌具有高度迁移性,而沿着较长的地下水,接近地表流域的灰分中的锌异常浓度,也强有力地指明锌能在地下水中迁移,而迅速地被该区深根植物的根系吸收并浓集。在石英岩露头层根本没有植物锌异常值。

图4显示出铁木茎灰中有高锰值,这是至今我们已研究过的生物地球化学图的特殊典型。和铜、钼、锌不同,锰不能被上述三种植物中的任何一种所浓集。因此,在生物地球化学图上出现的高锰异常,并不是真异常。它仅代表少数几个数理统计值,发生在正态分布高值的一端。所以锰对生物地球化学勘查铜—钼矿床并无用处。

生长在残积土上植物灰分中的铜、钼和锌异常,一般是与它们各自的残积土壤异常一致。但是,即使植根于残积土上,植物灰分中的锰值,依然是无用数据。比较上述的任一种植物灰分中的某一元素含量,与邻接土壤中该元素含量,我们可获得如下结论:

植物灰分中铜含量,较其邻接的植根土壤中铜含量大9倍;植物灰分中钼含量较其邻接的植根土壤中钼含量大12倍;植物灰分中锌含量较其邻接的植根土壤中锌含量大8倍。在本试验的所有情况下,植物灰分中锰含量,都比其邻接植根土壤中锰含量为低。

用上述三种植物作为取样介质,来圈定埋藏矿床,显示出相同的优越性。这是由于这三种植物都能浓集铜、钼和锌。在铜(钼)的生物地球化学图上所见到的元素异常,与对应土壤图中该元素的异常的位置,往往符合。因此,应用铜(钼)

的生物地球化学图,比应用锌的生物地球化学图能更精确地圈定出埋藏的矿床。在成矿后期冲积层内,生物地球化学取样,可以显示出土壤取样所没有的两种异常。

第一类型的异常,称为地下水异常,与那些植根于暂时被水浸透的土壤中的植物不同,那儿的深根植物的根系,能轻微地触及地下水,而吸收和浓集大量铜、钼、锌等元素。例如沿着河道流域的铁木茎灰分中的锌异常,较土壤中锌异常分布范围广泛得多的事实,就很好的说明了此点。因此制作出生长或接近于活动河流的干冲积物上的植物灰分中的锌分布图,可能是隐伏矿床的一种较好的勘探方法。

第二类型的异常,称为基岩异常。生长在荒芜冲积层,但植根于矿化基岩上或其附近,则其金属异常值必然存在于植物灰分中,而不是在邻接的冲积层表面。这种类型的重要异常,发生于接近异常露头区域的浅冲积层上,也可发生于孤立的浅成埋藏小丘、或矿化基岩的脊梁上。

在维克矿床上的荒芜冲积层上,第二种类型的生物地球化学异常,已经延伸到离开任何重要土壤异常800英尺(约240米)之远。由于植物样具有第二种类型的金属异常,而土壤却没有,因此生物地球化学勘查有显著的优越性,它是在沙漠地区、盆地和山区寻找隐伏矿床的有用工具。

景 漪 据以下资料编译

- [1] Geochemical Exploration, Special Volume 11 (1970), pp. 426~434.
- [2] Ibid., pp. 401~409.
- [3] Geochemical Exploration, Vol. 6 (1976), pp. 163~175.

(上接第41页) 
$$\text{白云石} (\%) = 4.58 \times (\text{MgO} - 0.20 \times \text{Al}_2\text{O}_3) \quad (3)$$

$$\text{方解石} (\%) = 1.78 \times (\text{CaO} + 0.22 \times \text{Al}_2\text{O}_3 - 1.39\text{MgO}) \quad (4)$$

$$\text{粘土矿物} (\%) = 4.95 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (5)$$

$$\text{石英砂与硅质矿物} (\%) = \text{SiO}_2 - 2.65 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (6)$$

当 $\text{SiO}_2 < 2.65 \times \text{Al}_2\text{O}_3$ 时,石英砂与硅质矿物含量为零,粘土矿物计算公式相应改为:

$$\text{粘土矿物} (\%) = \text{SiO}_2 + 2.30 \times \text{Al}_2\text{O}_3 \quad (5')$$

笔者对华北某区下寒武统860个岩样和文献中100余个碳酸盐岩化学分析样矿物成分计算的结果,证明上述公式是可行的。请读者加以比较。