

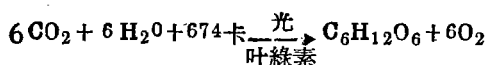
地理外壳化学元素群初步的划分 及其在景观地球化学研究中的意义

何悦强

“未来的自然科学应该依靠物理和化学的方法……而且将来比过去更甚，如果他忽视了自已从事的科学的宽广的任务和总的目的，他将只能徒然地徘徊在专门研究枯燥犹如沙漠的领域中。”（K·A·季米里亚捷夫全集，卷7，520页1937）

一、地理外壳化学元素的迁移和转化 是一个统一的整体

现在让我们从氧的循环为例来阐明：地理外壳中氧的循环，我们知道地理外壳中氧主要是处于化合状态，在大气中氧是处于游离的状态，氧元素的分布是非常广的，无论在成层岩石圈、水圈、大气圈、生物圈中都存有氧的元素，氧能与大部分化学元素进行化合作用。氧的循环途径是多方面的，事实上化学元素封闭循环的途径，客观是不存在的。因此，仅以氧循环主要的途径来说明，地理外壳氧的循环主要是通过植物的光合作用，植物的光合作用是：氧化——还原反应，这种反应在叶绿素参与下由于太阳光能的作用而在绿叶中进行的。这个反应可以用下列化学方程式来表示：



这个作用的过程放出氧来补充，由于生物呼吸作用，有机体的分解，矿物风化作用和化学化合作用，所消耗大气中游离的氧，根据B·И·维尔纳茨基的见解：“大气圈中的全部氧都是有机体生命活动的产物。”地理外壳中氧元素就是这样不断的循环着。

这个实例证明，氧的循环过程不是孤立的，而是与地理外壳各组成要素都发生着紧密的联系；其次得知，氧能与大部分化学元素化合，这是氧元素本身的特性。但是，氧的迁移和循环过程，太阳辐射热能、活有机体和天然水是一个重要的外在条件。事实上，类似这样的例子在大部分化学元素中都能够找到，在此不准备一一列举。

上面仅仅从O₂的循环来说明地理外壳化学元

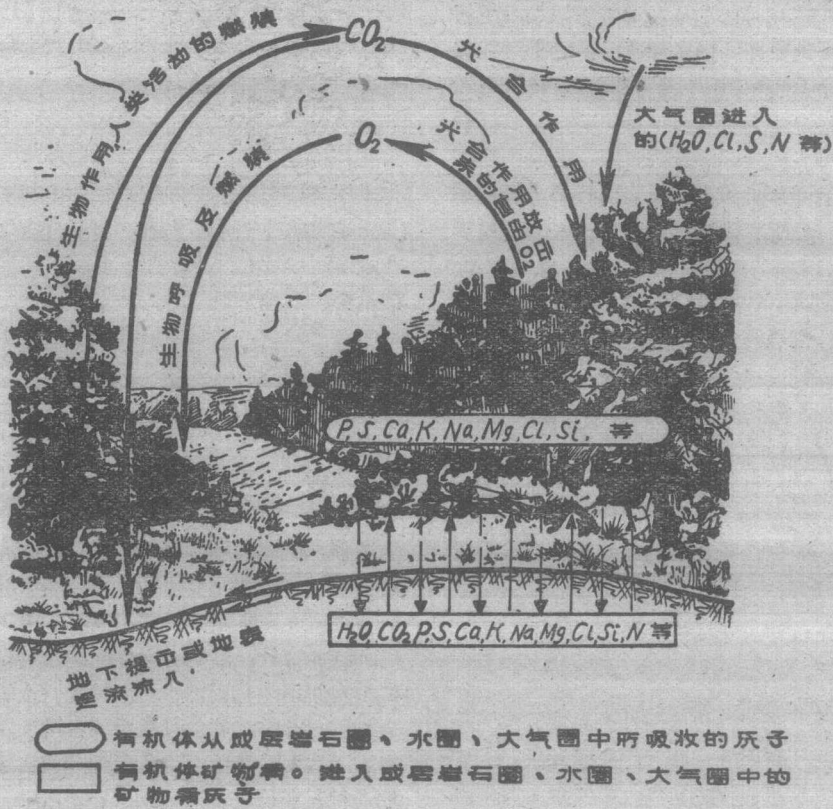
素是一个统一的整体。现在让我们借用A.N.彼列尔曼的“景观的生物原子循环图”（图内文字说明译者局部修改）来加以阐明地理外壳成层岩石圈、水圈、大气圈、生物圈之间化学元素的相互联系，相互渗透的共轭性。

从这个景观的生物原子循环图式，充分说明地理外壳化学元素是与各圈层紧密的相互联系，相互渗透形成一个统一的整体。这个统一整体，不仅在个别化学元素的循环体现出来；而且在成群化学元素的循环也体现出它们之间的共轭性。

因此，把地理外壳化学元素作为一个统一的整体来研究，并且进一步对地理外壳化学元素进行划分，同时也是进一步研究自然景观的化学元素迁移和转化内在相互联系的新途径。

其次，我们知道，地理外壳各组成要素中的化学元素都是处于不断的变化。任何化学元素都不是永恒静止的，地理外壳某一个化学元素在一定的条件下达到平衡，这不过是化学元素变化过程中一个相对平衡的镜头。但是化学原子并没有静止下来，而是随着条件的改变而变化，不断的运动和发展。所以说我们在地理外壳各组成要素中见到的化学元素动态，仅是这些化学元素无穷无尽历史变化过程中的一个景象，这个景象并非过去永久如此，在将来更不会相同。例如：成层岩石圈中的石灰岩，它不会永远是固体的，它将来的命运会转化为其他碳酸盐的液体进入水圈中或成为二氧化碳的气体渗透到大气圈去。另一方面，在海洋的底部，由于生物活动的结果，又出现新的有机岩。地理外壳中的化学元素是这样不断的分解又不断的化合，在历史过程中旧的化合物元素，不断的迁移和转化，由简单的化学元素化合成新的复杂化合物。因此，地理外壳中化学元素的迁移和转化与地理外壳各组成要素是分不开

景观的生物灰子循环图



的，而任何静止与平衡，仅有相对的意义。

地理外壳各组成要素中化学元素迁移和转化，是地理外壳物质化学性质的发展。物质发展的特性是由微小的量变逐渐过渡到飞跃的质变，从一种形态飞跃到另一种形态。例如：水圈中的水受到太阳辐射热能的作用，而从液体水的形态逐渐到气体游离氧和氢的形态。但在大气中游离的氧和氢，受到温度、压力、尘埃等因素的作用，又凝结成天然水，下降下来重新分配到地理外壳成层岩石圈（包括次生要素土壤和风化壳），水圈中。植物从土壤中吸收水份，通过光合作用化合成单糖（ $C_6H_{12}O_6$ ）来作为植物的营养物。水由水圈到大气圈，又由大气圈一成层岩石圈一水圈一生物圈这样的迁移过程都是飞跃的，它是由许多小的飞跃所构成的。正如，恩格斯：“认为自然界没有飞跃，就是自然界由一切飞跃所组成”。所以说化学元素的迁移和转化的过程不是原封不动以旧的形态重新出现，而是经

过物质内部和其他自然要素相互作用下，以一种新的质态出现，这不是循环论中的机械循环，而是物质运动向前发展。

地理外壳各组成要素中与化学元素之间是存在内在的矛盾，这些内部矛盾的斗争发展，（这个内在矛盾即是无机界与有机界之间的矛盾）便是地理外壳化学元素迁移和转化的动力。任何一种化学元素的现象都是相互矛盾的结果，它从自身产生条件，使自己迟早转化为自己的对立面。同时，这个内部的矛盾又是统一的。地理外壳成层岩石圈受到微生物的破坏作用（分解）和建造作用（化合），这就是内部矛盾统一的过程。例如：我们知道，成层岩石圈的盐分循环过程与水的分解和化合作用是分不开的。因此，地理外壳水圈中的水，从化学元素迁移和转化的角度来看，水是物质最良好的溶剂；但从地形学外营力的观点来看，水是物质迁移（搬运）和化合（堆积）的动力。正如，组成石灰岩晶相

的 CaCO_3 被水的极性分子所破坏,当石灰岩与水相接触时,組成石灰岩晶格的 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 的离子就吸引分子,而 CO_3^{2-} 吸收水分子正电荷的分子促使 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 迁移到溶液中,这就是在水的分解作用下石灰岩地区喀斯特地形开始形成和发展,这个过程快慢往往视水中 H^+ 和 CO_3^{2-} 离子的比例,以及自然地理条件而转移,这个过程也就是地理外壳成层岩石圈沉积岩的形成和破坏的地理过程,各种不同的地形景观形成的地理过程。这是自然界活有机体活动的两个方面,分解和化合,两者缺一不可是不可想象的。

总上述的论述可知,地理外壳化学元素的迁移和转化与地理外壳各组成要素是有着紧密的联系,构成一个统一的整体,而不断的运动和发展着。因此,我们对地理外壳化学元素的详细研究,对查明景观内的共轭性是很必要的,要这样来研究首先要对地理外壳化学元素的划分。

现在根据地理外壳化学元素的成因、空间分布、迁移能力、循环途径和对地理外壳各组成要素的作用来进行划分。

二、地理外壳化学元素群的划分

1. 地理外壳化学元素群:

地理外壳化学元素群是地理外壳组成的物质是客观存在于地理外壳中的一切天然化学元素,其中包括组成各种天然化合物的元素。它是以各种形态渗透到地理外壳各组成要素中,并经常参与地理外壳各圈层的物质循环和能量交换的相互作用。地理外壳化学元素群迁移的能力和交换的相互作用。地理外壳化学元素群迁移的能力和交换的速度,主要是取决于它的化学特性——原子的结构,离子半径 A° 、电荷之间的距离、晶格的特性(晶格内接合力);但是,促进地理外壳化学元素群迁移的速度,外在条件太阳辐射热能,活有机体和天然水,起着重要的条件作用。因此,地理外壳化学元素群的迁移和交换,在不同的景观内是具有不同的迁移能力和速度,以及不同的化学反应。所以说它是与自然条件相互作用的结果,它的迁移和交换沿纬度而变化,是受到地带性因素的影响。例如:在我国东北针叶林带景观的主要标志元素为 H^+ 和 Si ,但在海南岛的热带雨林则是 Al 和 Fe 为主。由此可见,在同一地带内是具有不同的景观标志元素,这就是在不同的热力和水分条件下,所引起化学元素不同的迁移速度和转化能力的地带性分异。同时,它在同纬

度内受到不同的地质构造、地形形态、海陆分布、绝对高度等非地带性因素的影响,例如:我国温带沿海地区主要景观标志元素为 Na^+ 和 Cl 离子,但在同一地带内的西北黄土高原则以 Cl 和 S 元素为主。这就是受到非地带性因素引起的局部差异的结果。

所以说,地理外壳化学元素是决定景观的许多重要特性和特征;同时,对地理外壳各组成要素的化学组成亦有极大的影响。但是,其中有些化学元素对景观的作用是不大的,甚至有些化学元素无论在水溶液中或在气体中差不多都不参与物质循环和能量交换的地理过程。

我们知道,它参与成层岩石圈、水圈、大气圈、生物圈的物质循环和能量交换,是一个量变到质变的自然界飞跃的过程。由于它与地理外壳各组成要素相互联系,相互制约,所以它的迁移和交换表现得最剧烈的地方是在成层岩石圈、水圈、大气圈的接触面上(地表、海面、海底),即是活有机体最活跃的地带。由此可知,它是地理外壳物质循环和能量交换相互作用的物质体系,是自然景观重要部分。

地理外壳化学元素群,应该理解为,是自然景观的特殊部分,它是地理外壳中物质循环和能量交换相互作用中有规律的内部相互联系的各种化学元素的统一整体,其中包括组成各种天然化合物的元素,它的发展过程中,所受到其他自然因素所制约,相互在景观特性上联系着,并且在一定程度上影响着景观的特性和特征。我建议将“地理外壳化学元素群”这个术语和内容,作为景观地球化学重要的部分来研究,我们为了研究的方便和更有系统性,按照地理外壳的作用,在这个概括性的术语“地理外壳化学元素群”下,再划分出四个群,即是——地理外壳成层岩石圈内化学元素群、地理外壳水圈内化学元素群、地理外壳大气圈内化学元素群,地理外壳生物圈内化学元素群,然后按其化学元素客观存在的不同类型,迁移方式及其对地理外壳各组成要素的作用元素富集的数量,再细分出不同的化学元素组。

2. 地理外壳成层岩石圈内化学元素群:

地理外壳成层岩石圈内化学元素群,它包括着地理外壳成层岩石圈内天然存在一切的化学元素和组成各种天然化合物的元素(主要是以岩石和矿物固体形式而存在。)

根据, A. E. 费尔曼院士关于地壳(到16公里深)里各种元素含量(重量计),氧占 49.13%。

砂占26.0%、鋁占7.45%、鉄占4.2%、鈣占3.25%、鈉占2.4%、鎂占2.35%、鉀占2.35%、氢占1%、鈦、磷、氯等仅占1.87%。由此可见，上述前三种元素占82.58%，这三种元素是地理外壳成层岩石圈内化学元素群基本的組成部分。亦是經常参与地理外壳各組成要素中物質循环和能量交换最活跃的部分，是研究地理外壳成层岩石圈内化学元素群的主要环节。

地理外壳成层岩石圈内化学元素群是組成地理外壳成层岩石圈的組成物質；是地表风化壳和土壤发育形成的基础，是地理外壳中液体和气体化学元素的源泉。但是，它的分布克拉克值是不均衡的，由于重力和地壳密度的不同，而形成不同的岩层順序，这些岩层在自然条件綜合的作用下，开始迁移和轉化，結果形成各种不同发展阶段的固体化学元素組而存在。

现将地理外壳成层岩石圈内化学元素群，再划分出下列各組：(1)地理外壳成层岩石圈内岩石、矿物化学元素組——它的組成以氧、砂、鉍、鉄、鈣、鈉、鎂、鉀、氢、碳等元素为主，其中包括組成化合物的元素。这組的成因主要由沉积而形成，它的迁移主要是通过太阳輻射热能、活有机体、天然水的分解作用形成风化壳的堆积和有机岩的重新形成，例如：磷的循环，磷从岩石中通过生物化学作用分离出来一部份渗透到土壤中；另一部份经过逕流带到水圈中，其中一部分成为殘积物。到达土壤中的磷，一部分給植物所吸收。然后，植物殘骸经过微生物的分解，一部分返回土壤中，一部分被地表逕流带到海洋去，在海洋中进行分解为水解盐或化学的化合磷酸盐类的沉淀重新构成有机岩回到成层岩石圈中。它亦是风化壳和土壤中化学元素的源泉。(2)地理外壳成层岩石圈内风化壳化学元素組——它的組成以砂、鈦、銀、鋁、錫、鎂、氧、鈣、鉀等元素为主，其中包括組成风化壳內的某些化合物元素。它的迁移主要是通过有机体的活动分解，从逕流中被带到水圈中去。例如：我們知道，由于风化壳，隨著水的分解作用，把岩石的风化产物流送到河流，然后再经过河流轉送下列主要的化学元素阳离子—— Na^+ 、 Mg^{++} 、 K^+ 、 Ca^+ 等到海洋中去。它的发生主要是由地理外壳成层岩石圈内岩石，矿物化学元素組的风化作用分解出来的殘积物，它是水上景观划分的标志。(3)地理外壳成层岩石圈内土壤化学元素組——它的組成以砂、鋁、鉄、鎂、鈣、鈉、氧、碳等元素为主，其中包括組成化合物

的离子和元素。它的发生主要是由风化壳发育而成；它的迁移途径是比较复杂的，它可能同地下水、大气、生物体进行化学元素的交换，是植物主要的营养源泉，它与生物体的关系是最密切的。

3. 地理外壳水圈内化学元素群：

地理外壳水圈内化学元素群，它包括着水圈中所有的化学元素，其中包括組成化合物的元素和离子。它的化学元素組成是非常复杂的，因为它的来源是多方面的，它主要的来源是由地理外壳成层岩石圈内化学元素群的分解、生物活动、海底火山的噴发、地理外壳大气圈内化学元素群的液化作用、人类活动等。它的分布克拉克值亦是不均衡的，是由于地带性和非地带性因素影响下，而引起液体化学元素浓度和数量分布的局部差異性。

它的变化决定于天然水在地理外壳上不断的循环，天然水在循环的过程中与各种不同化学組成的岩石、矿物、有机質相接触，这些物質受到水的作用产生不同程度的溶解，然后大量的化学元素和化合物从各个逕流中渗透到水圈中汇合。根据O.A.阿列金的研究，在水域中可以找到45种化学元素。但是，它主要以下列元素氧、氢、氯、鈉、鎂、鈣、鉀、硫、溴所組成，其中包括組成化合物的元素和化学离子；事实上，在地理外壳水圈内化学元素群中，可以找到天然存在大部分的化学元素。这些化学元素大部分以离子状态，其中一部分成为簡單离子而存在，例如： Ca^+ 、 Mg^{++} 、 Ce^+ 、 Na^+ 、等；另一部分成为复杂离子化合物，例如： SO_4^{--} 、 HCO_3^- 、 NH_4^+ 等。同时，还有一部分处于胶体的状态，这种胶体顆粒往往含有几种化学元素。

我們研究地理外壳水圈内化学元素群特别是对那些积极参与循环的元素。例如：氧、鈣、鈉、砂、磷、硫、氯、溴、氢、氟、鉄、鎂、鉍等元素，它們参与液体迁移过程。

现在把地理外壳水圈内化学元素群下再划分出下列各化学元素組：(1)地理外壳海水內化学元素組——它主要由下列：氧、氢、氯、鈉、鈣、硫、溴、鎂、鉀、碳、砂、磷、碘、鋁、氟、硼、鋁、銅、銀等元素和組成化合物的元素以及离子状态的元素所組成。它的来源主要是通过各种逕流与岩石、矿物、有机体殘骸的接触，將它們分解的化学元素和化合物带到海洋中来；另一方面是从大气圈内化学元素群的化学元素液化而渗透到水圈中来或水生物活动而产生的化学元素，而海水內化学元素的含量和迁移是受到：太阳輻射热能、大陆水的流

入、冰的形成和融解、降水、蒸发、岩石分解等自然条件的影响,因此形成有规律的地带性分异和非地带性的局部差异。它主要对水生物的作用和有机岩的形成起着极大的作用,也就是说它是研究海面和海底景观的化学元素标志元素的根据,从而查明海面和海底景观,化学元素与地理外壳各组成要素的共轭性,是极有意义的;(2)地理外壳河水内化学元素组——它主要由下列: H_2O 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 等离子所组成,其中包括溶解气体 CO_2 、 N_2 及 O_2 和砂、镁、钾、铝、磷、铜等元素和组成化合物元素。它的来源主要是通过地表逕流和地下水汇合到河水中来的化学元素,另一方面是大气圈的化学元素液化而来或生物活动的结果,河水的化学数量往往受到大气条件、地下水的状况、地质构造等自然条件所制约,因此,河水化学元素的组成具有地带性和非地带性的分异,它对淡水水生物以及次生矿床的形成都有着密切的作用。因此,它是河流有关的景观研究的途径。(3)地理外壳湖沼内化学元素组——它主要由下列: H_2O 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Br^- 等离子和碳元素以及组成化合物元素所组成。它的来源主要靠地下水和地表逕流带来的化学元素和化合物;其次是湖沼本身有机体残骸通过微生物和水解作用而形成的有机化合物元素。它的迁移和富集是受到非地带性大地质构造,大地形和地带性大气条件的影响。所以它的化学元素数量和组成是具有地带性和非地带性的差异,它对湖内生物和附近的土壤化学成份有机岩的形成都有很大的影响,它是湖沼景观研究的途径。(4)地理外壳地下水内化学元素组——它主要由下列: H_2O 、 HCO_3^- 、 O_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等离子和组成化合物的元素所组成。它的来源主要是通过水与各种不同化学组成岩石接触,分解而来的化学元素和化合物,其中有一部分由地表水渗透下来的,它的矿化度主要决定它所处的地质构造和地形条件,以及其本身(即地下水位的高低),同时,这些条件亦影响到地下水化学元素迁移和交换的情况,它是直接影响到地表土壤的化学组成和植物的营养条件,它的迁移能力,化学元素的数量和标志元素,可作为水上景观划分的根据;亦是分析地下水化学元素与水上景观共轭性的途径。

我们从上述划分的地理外壳水圈中的化学元素组,事实上还是很不够的,但就目前的分组来看,是可知分析地理外壳水圈内化学元素群与地理外壳

各组成要素的共轭性。同时,可得到各种不同景观的化学元素指标,作为景观划分的根据。因为,在不同的水化学标志元素下,就具有不同的景观。例如:在含 Na^+ 和 Cl^- 离子很高的湖沼中,将形成咸水湖的景观,在 Na^+ 和 Cl^- 离子的数量没有减少之前,是不能形成淡水湖的景观。

4. 地理外壳大气圈内化学元素群:

地理外壳大气圈内化学元素群,它是由大气圈内天然存在的一切元素所组成,其中包括着组成化合物的元素,它的组成物理性质和化学性质,是与其他地理外壳化学元素群有着极大的区别,其最大的特点是大部分原子都是呈气态,而主要的化学元素 N_2 和 O_2 则呈游离状态而存在。

在对流层中的化学组成,根据A·E·费尔斯曼的资料,主要由下列元素和化合物: N占75.5%、O占28.01%、Ar占1.28%、 CO_2 占0.04%、Ne占0.0012%、Kr占0.0003%、He占 $7 \times 10^{-5}\%$ 、Xe占 $4 \times 10^{-4}\%$,其次还有蒸气、臭氧、氮的氧化物、氢、碳氢化物的气体及其他气体的物质,其中还有微量的氯和碘蒸气。

地理外壳大气圈内化学元素群的成因是非常复杂的,主要是由于活质的同化和异化作用过程放出来的气体元素;其次,是火山爆发放出来的气体化学元素,地理外壳或层岩石圈内化学元素群的分解,水面蒸发和人类活动,也放出一些气体化学元素渗透到大气中。由此可知,地理外壳大气圈内化学元素群的来源是多方面的。

由于太阳辐射热能而引起大气中化学元素的对流和混合作用,我们知道,温度愈高,气体分子的平均运动愈大,任何气体分子都具有相同的平均动能,气体密度的分布随着高度的增加而减少,这就是说高度愈高气体密度愈少。从上述气体分子运动论的规律看来,地理外壳大气圈内化学元素群是具有垂直的分异,当然这种垂直分异的界限是不易确定下来的。

它对地理外壳各组成要素的作用是很大的,特别其中的氧,氧是一切活质不可缺少的,若没有氧存在地理外壳就会是另外一个样;同时,氧也是一切化学进行氧化作用不可少的元素。其次,是二氧化碳气体,二氧化碳是成层岩石圈表层风化作用的营力,是绿色植物不可缺少的营养和大气温度的调节器。因此,对地理外壳大气圈内化学元素群的详细研究对景观的划分是很有意义的。

现将地理外壳大气圈内化学元素群,再划分出

下列各組：(1) 地理外壳生物成因气体化学元素組——它主要由下列： CO_2 、 HCO_3^- 、 N_2 、 H_2S 、 H_2 、 O_2 、 NH_3 、 CH_4 、氢化物等元素和組成化合物的元素所組成。它的成因主要是生物同化和異化作用的結果。它对綠色植物和其他活質的作用都相当大。它的迁移和交换与生物圈发生最紧密的联系。(2) 地理外壳岩石，矿物分解气体化学元素組——它主要由下列： CO_2 、 H_2S 、 H_2 、 CH_4 、 CO 、 N_2 、 HCl 、 HF 、 NH_3 、 $\text{B}(\text{OH})_3$ 、 SO_2 、 Cl_2 、 S_2 等元素和組成化合物的元素組成。它的成因主要是成层岩石圈在太阳辐射能量和大气条件微生物經常参与下而形成，其次，是火山噴发放出来的气体元素，它的化学元素一部分給植物所吸收，另一部分从液化后渗透到水圈中，或重新回到成层岩石圈的表面。它特别对海水的化学組成有很大的影响，但它，对綠色植物的作用就遠不及地理外壳生物成因气体化学元素組了，这組的化学元素的循环是比較緩慢的，大部分是非可逆的过程；(3) 地理外壳人类活动气体化学元素組——它主要由下列： CO_2 、 H_2S 、 NH_3 等元素和組成化合物元素所組成。它的来源主要是人类活动把有机質燃燒的結果，以及工业生产而放出来的气体元素。这个过程对大气中 CO_2 的循环是有一定的作用，它的化学元素对城市綠化的化学景观有很大的影响。其次对城市的卫生也有一定的影响。因此，我們将它划分为一組来研究还是有必要的。

5. 地理外壳生物圈內化学元素群，它包括着地理外壳生物体内的一切化学元素和組成化合物的元素。主要以固体和胶体状态而存在于生物有机体内，地理外壳生物圈內化学元素群通过太阳辐射热量、微生物、天然水和人类的活动，而渗透到地理外壳各組成要素中，并經常参与地理外壳各組成要素中的物質循环和能量交换的相互作用。

地理外壳生物圈內化学元素群，是組成活質的全部成分，是土壤中化学元素組成和大气圈中 CO_2 和 O_2 的补充泉源，是水圈內有机化学組成的来源。由此得知，地理外壳生物圈內化学元素群是經常与成层岩石圈、水圈、大气圈发生着紧密的联系。

地理外壳的化学循环，活有机体的形成和分解作用是具有很大的意义，假如，在地理外壳中仅存在活有机的形成过程，这样地理外壳各組成要素中的許多化学元素。例如，大气中的 CO_2 、 O_2 、 N_2 成层岩石圈表面土壤中的 P 、 Ca 、 K 水圈中的 Si 、 Ca 等元素将迅速轉化为活有机体和死有机体中蓄藏起来，这样的結果地理外壳化学元素的迁移就会停止

下来，最后这些元素将全部消失，而植物又不能直接的吸收未經分解的有机化合物，因此缺乏营养而死亡，而今天的自然景观也随之消失。若是仅存在分解的过程，有机体将会迅速的分解，轉化为矿質化合物，这样的結果活有机体就逐漸的减少，最后全部消失。所以說活有机体的形成和分解作用是缺一不可不可思議的。由此可見，地理外壳生物圈內化学元素群的迁移和轉化，不仅是地理外壳物質循环和能量交换的过程，同时，将引起地理外壳各組成要素的化学組成和景观特性发展的改变，当然，地理外壳生物圈內化学元素群的循环，也同其他化学元素群的循环一样，是找不到封閉循环的图式。

现将地理外壳生物圈內化学元素群，再划分出下列各組：(1) 地理外壳植物作用化学元素組——它主要由下列：氧、二氧化碳等元素和化合物元素所組成。它的成因是由植物体形成作用的产物，它与大气圈的联系最紧密。同时，也同其他的組成要素发生着普遍的联系。如果植物形成作用不存在，大气圈中的氧和二氧化碳的循环将会停止。这样景观的特性就迅速的改变，最后而消失。因此，它是分析地理外壳活有机体与地理外壳其他組成要素共軛性的途径；(2) 地理外壳微生物作用化学元素組——它主要由下列： Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_2 、 O_2 、 H_2O 、 CaCO_3 、 Na_2SO_4 等元素和离子，以及組成矿物化合物元素所組成。它的成因主要是由各微生物（好气細菌、嫌气細菌、真菌、放射菌）对活有机体残骸分解作用而产生。它的化学元素迁移是由活有机体残骸分离出来，渗透到土壤、地下水、湖沼、海洋、地表水、大气中去形成各种化学元素有机化合物或有机岩。然后活有机体生命的活动过程又从大气圈、成层岩石圈、水圈中将一部分化学元素吸收作为营养物、这样进行着不断的循环，这种循环同样找不到封閉的图式。因此得知，它是地理外壳化学元素循环过程的一个重要环节，沒有微生物的分解作用，景观的形成亦是不可想象的。

总上述地理外壳化学元素群的划分，有足够的理由使我們相信，上述各个化学元素群，都是积极的参与地理外壳各組成要素中的物質循环和能量交换相互作用的地理过程，它們的迁移和轉化的現象不是偶然堆积的机械过程，而是一个內部相互联系，相互制約有規律的統一整体。因此，我們应当将上述各个地理外壳化学元素群理解为是自然景观的一部分，是地理外壳物質循环和能量交换相互作用中有規律的內在联系，是各个地理外壳化学元素

群內的一切化学元素，其中包括組成化合物的元素作为一个統一的整体，它們的发展过程受到其他自然要素的制約，相互在自然景观特性上联系着，并且在一定程度上影响着景观的特性和特征。

三、地理外壳化学元素群的基本特性及其在地理外壳中物質循环和能量交換的作用

从上述地理外壳化学元素群的初步分类中，我們知道目前在我国进行这种分类的工作，是有許多困难的，主要是有关資料貧乏，但是，这种紧密結合地理外壳各組成要素之間相互联系的地理外壳化学元素群的分类和研究是很有意义的，因为这种分类的結果，是可能与今后地理外壳各組成要素的分类趋于一致性。例如：我們詳細研究各地带时，可以依据上述各群中的化学元素，再加上地带內其他自然要素的指标，构成地带內組成要素的分类綜合指标。正如：在針叶林带的地理外壳成层岩石圈內化学元素群，群下可划分为下列各組——①針叶林带岩石矿物內化学元素組；②針叶林带森林灰化土內化学元素組；③針叶林带风化壳內化学元素組等。采用这种綜合的自然指标，对地带內地理外壳化学元素群的分类結果，可得到地带內各組成要素綜合的自然区划指标或景观划分的指标，亦符合于从自然地理学的角度对地带內各組成要素分类的結果。

事实上，在同一地带內地理外壳其他化学元素群，同样可以按照地带內的其他自然指标加以詳分，这种从整体到个别，又从个别到整体的綜合交錯的比較研究方法，将促使我們对自然綜合体的研究和自然区划的划分，能够得到更多丰富的科学根据。

根据上述初步分类和闡述后，促使我們对地理外壳化学元素群的特性，得到下列的結論：（1）地理外壳化学元素群是客观存在的，它是地理外壳各組成要素的組成物質；（2）地理外壳化学元素群是不断向前发展的，它是从简单的化学元素发展为复杂的化合物，它的循环是没有封閉的，成层岩石圈的化学元素迁移到水圈、大气圈、生物圈去都是自然界飞跃的过程；（3）地理外壳化学元素群是以固体、液体、气体渗透到地理外壳各組成要素中去而相互联系和发展着，例如成层岩石圈內化学元素迁移到水圈中去促使水圈中化学組成的改变，其次在水圈中或大气圈中的化学元素給植物所吸收来作为营养，所以說，它是积极参与地理外壳

各組成要素中的物質循环和能量交換相互作用的地理过程；（4）地理外壳化学元素群的迁移和交換表現得最剧烈的地带是在成层岩石圈、水圈、大气圈的接触面上（地表、海面、海底）即活有机体与上述三圈接触的地带上；（5）地理外壳化学元素群是随太阳辐射沿纬度的变化，以及受到不同的热力和自然条件的綜合影响，而引起地理外壳化学元素群，在各个不同的地带中，有着各种不同的化学反应和迁移能力。地理外壳化学元素群的迁移速度，外因条件濕热的分異具有很大的作用。根据A·N·彼列尔曼的指出：“二氧化碳在潮湿的热带强烈迁移，而在温带地带的迁移力較少。”由此可见，濕热条件是影响着地理外壳化学元素群中元素的迁移速度。这样地面上的原子經歷着不同的迁移和交換的途径。但是，它不完全是决定于地带性的函数，也决定于非地带性的函数，所以說它迁移和交換、聚集和分散，是受到地带性和非地带性因素綜合的影响。因此，它是属于地带性的規律。但是具有地带性水平的分異；同时，也具有非地带性垂直的分異，地理外壳化学元素群的垂直分異，由于热力、地形、绝对高度、地下水位等条件的影响。在土壤中形成不同的成层差異性。例如：华南地区的紅壤中上层往往迁移力强的 Al^{+++} 离子，而在下层即为鉄的淀积层。在大气中同样可見到垂直成层的分異，在近面层具有大量水蒸汽、二氧化碳和氧气，但在地面层以上边界层中这些气体元素和化合物的数量就逐漸的减少，不过在大气中要找出它們固定的分层界綫是不容易的。目前对这方面的研究还是很不够的；（6）地理外壳化学元素群是与地理外壳各組成要素之間的物質循环和能量交換的一个重要部分，它与地理外壳各組成要素构成地理外壳統一整体的共軛性；（7）地理外壳化学元素群的发展过程是具有矛盾統一的性質。正如，成层岩石圈內的岩石化学組成受到太阳辐射热能，微生物和天然水經常作用下而分解，但是这些化学元素迁移到海水中又进行着化学作用的化合或水生物活动的結果；重新形成有机岩的出现在生物圈中的植物从水圈和大气圈中吸收自己的养料組成有机化合物，但其残骸又被微生物和天然水的分解重新有一部分回到水圈和大气圈中去，这是活有机体形成和分解。上述的这两个过程都是具有矛盾統一的性質，若缺少任何一个过程，地理外壳化学元素群的迁移将会消失，其中活有机体的形成和分解对景观的特性和特征的变化和地理外壳化学元素群的迁移

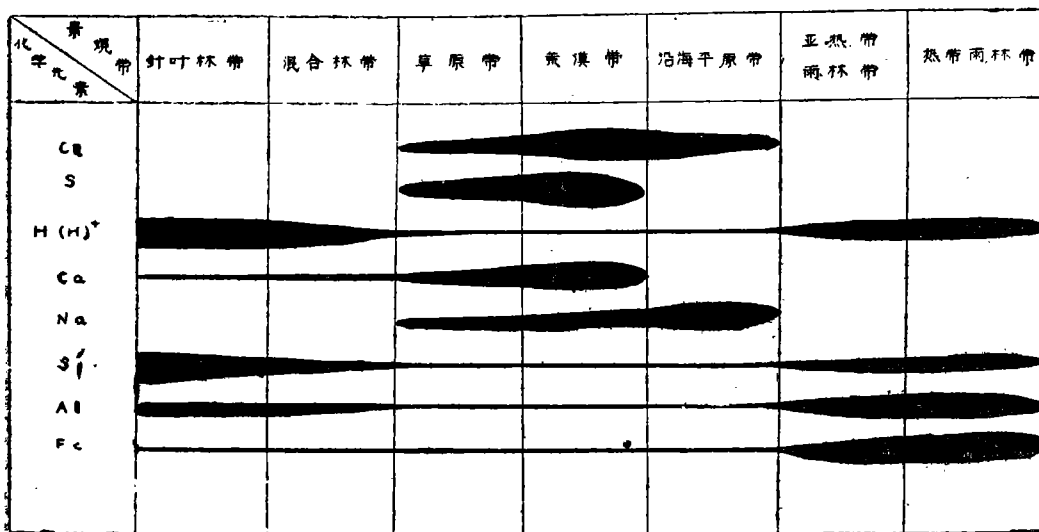
具有特别重大的作用；(8)地理外壳化学元素群与地理外壳各组成要素主要的矛盾，首先在于生物界与非生物界之间的矛盾，没有这个矛盾，地理外壳化学元素群的迁移、转化和发展是不可能的。当然地理外壳化学元素群的发展是决定于它本身的特性内部因素。唯物辩证法认为外因是变化的条件；内因是变化的根据，外因是经过内因而起作用的。所以它的发展外部因素(太阳辐射热能、活有机体、大气条件)是一个主要的条件；(9)地理外壳化学元素群的地带性或化学标志元素，往往反映出一定的景观类型。这种吻合从科学上是可以理解的；因为，地理外壳化学元素群的迁移能力，它的浓度和分散性，主要是取决于它的特性——原子的结构，离子的半径与电荷之间的距离，晶格的特性(晶格内接合力)；但是，促进地理外壳化学元素群的迁移速度，往往是依赖于外在条件——活质和天然水，以及热力的条件，地理外壳化学元素群的迁移和循环主要是通过活有机体的形成和分解、水的循环(对岩石、矿物和有机体残骸的分解)、大气的流动。在这三种情况下引起地理外壳化学元素群的元素循环、地理外壳化学元素的循环是自然界许多飞跃结合，这种循环是在不断的进行由有机质化变到矿质化，又由矿质化到有机质的形成。但是，这种循环是找不到封闭的图式。地理外壳化学元素群内各种元素的迁移速度和循环所经历的时间是不同的。因为，有些元素长期蓄藏在有机

体内或岩石物质内，暂时脱离循环；另一方面化学元素在不同的自然条件影响下，它们的迁移能力和循环速度也是不相同的，这样化学元素就经历着各种新特性的循环途径。所以说它是与自然要素相互作用的结果，是客观存在的规律。例如，地理外壳化学元素群的标志元素是H⁺，它将和针叶林带的景观是一致的。由于土壤中PH值影响到植物群落的生境条件，反过来植物群落的长期生长又直接影响到土壤pH值的变化，最后形成独特的植物群落类型。其次，从中国景观带主要的标志元素来看，从我国北部往南到热带的海南岛，自然景观不断在变化，地理外壳化学元素的主要标志元素同样在变化，标志着不同的化学反应和迁移速度，以及不同的景观类型。再从我国的东部沿海往西行，地理外壳化学元素群的标志元素也产生了不同的元素，这是由于非地带性因素破坏了地带性因素的结果，形成同纬度地带内局部的差异性和不同的景观类型。

从这个实例，可证实地理外壳化学元素群中的标志元素与景观带相吻合的，是受到地带性和非地带性因素影响的结果，所以说这种吻合不是人为的强加，而是自然发展的规律，因此，这种标志元素是具有科学性的，若是加上其他自然指标来综合分析得出的指标，就更加符合于自然的规律性。

根据地理外壳化学元素群特性的阐述，现在再进一步来阐述地理外壳化学元素群在地理外壳各组成要素中物质循环和能量交换的作用。

中国景观带主要标志元素示意图



地理外壳化学元素群是經常参与地理外壳各組成要素之間的物質循环和能量交換的作用，特別是其中的循环元素——H、C、O、N、Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl、K、Ca、Po、Co、Ni、Cu、Mo等元素是活跃参与这一过程，現在，讓我們用氧的循环来阐述元素参与地球外壳物質循环的作用。氧在地理外壳中的含量（重量）为49.13%，它能与一切化学元素发生作用，特别是对活質的生境条件有极大的作用。氧在一般条件下是处于化合物的状态，但参与氧化的作用主要是大气中游离的氧，这种游离氧仅占化合氧的0.01%，我們知道有机体和无机物的氧化作用都要消耗大量的游离氧。但是，地理外壳游离氧的数量几乎不变的，这就是有补給大气中游离氧的过程，这种过程主要由植物的光合作用来完成，这样循环的过程，促使氧不断的参与地理外壳物質循环的作用，事实上，象此类元素循环的实例是可以找到許多的。

在物質循环的过程中往往也伴随着能量的交換，碳元素的循环就是一个好的例子，我們知道放射性元素的蜕变，就放出一定的热能，这就是地心热能的来源；其次，化学元素的分解和化合也能放出一定能量来，即是化学能轉化为热能的出現。还有煤和木材的燃烧就是化学能轉化为热能的过程。由此，可知地理外壳化学元素群是地理外壳各組成要素中物質循环与能量交換作用中一个重要的部分。

四、从地理外壳化学元素群的角度来研究景观地球化学的意义

地理外壳化学元素群对于地理外壳各組成要素中的物質循环和能量交換來說，是具有重大的作用。在我国社会主义国民經济建設規划中，对地理外壳化学元素群的迁移和富聚的研究对自然区划具有极大的意义，其次对土壤改良，农作物选种和施肥，防护林的营造，工业原料的估价，矿床的分布探討，工业用水、城市卫生、疗养地的选择等具有极其重要的实践意义；特别是景观地球化学共軛性的分析，为岩石、矿物、风化壳、土壤、地形、天然水、地下水、河水、湖沼水、海水、植物、动物和大气相互内部联系地球化学共軛性的科学根据，以及綜合利用天然資源提供了資料。

目前，我国的农业、林业和水利事业大規模的发展，迫切需要解决复杂而艰巨的自然区划工作，在此同时，对地理外壳化学元素的研究是很必要的，因为，在許多情况下地理外壳化学元素群的迁移，

轉化、分解和聚集都与植物的生境和大气、水分、土壤、风化壳、生物体等化学組成都有着紧密的联系，并且决定于景观的特性和特征。

由此可知，地理外壳化学元素群的作用，所有物質循环都是由各种不同的化学元素所組成，我們为了查明地理外壳中物質循环和能量交換的全部地理过程和規律性，就必须首先查明地理外壳化学元素群的全部动态，及其与地理外壳各組成要素之間的相互联系。

所以，地理外壳化学元素群是地理外壳物質循环和能量交換的重要部分，是景观地球化学研究的新問題。由于許多有关的科学（地球化学、水化学、岩石分析化学、土壤化学、生物化学）等研究的成果，为从地理外壳化学元素群的角度来研究景观地球化学的問題提供了有利的条件，并促使我們能够进一步了解地理外壳化学元素与地理外壳各組成要素之間的相互联系的規律性。所以，地理外壳化学元素群应成为景观地球化学研究中必然涉及的新內容，并促使景观地球化学研究者对地理外壳各組成要素相互联系，相互制約內在的結構实質得到更正确的綜合論据。

苏联在自然地理学与地球化学之間，已建立了这門新的分支科学——景观地球化学。从事研究景观內地理外壳各組成要素相互作用及地球化学的共軛性，在这方面已取得一定的成就，这就是意味着在今后景观地球化学的研究中，必然要加入这项新的研究方法和內容。

最后必須指出：从地理外壳化学元素群的角度来研究地理外壳各組成要素的物質循环和能量交換作用，是景观地球化学研究的对象。它是建立在自然地理学以及其他有关化学研究的基础上来进行研究的。

所以，地理外壳化学元素群的划分应結合到自然区划的分区单位。并不是單純从事研究地理外壳化学元素群中原子結構和元素的迁移历史，而是要与地理外壳各組成要素紧密的联系起来，作为一个統一的綜合整体来研究。因此，地理外壳化学元素群的研究范围，上下限的界綫，应该是与自然地理学所划分的地理外壳上下限的界綫一致。这是按照地理外壳化学元素群研究的任务而肯定的。

五、小 結

总上的闡述，使我們明确了地理外壳化学元素群是一个統一的整體，是地理外壳各組成要素中

物質循环和能量交换相互作用的一个重要部分。它应该作为景观地球化学一个重要的组成部分来研究。从景观地球化学研究的内容来说是肯定的；从景观地球化学发展的方向来说也是客观的要求。

近几年来，苏联先进的地理学家，特别是А·Н·彼列尔曼已把化学元素的研究方法，运用到自然景观的研究中，并已获得一定的成就，建立了这门景观地球化学，但是将地理外壳化学元素来进行划分的工作，目前还没有得到具体的研究。我们知道，根据地理外壳化学元素的成因，循环、转化、数量和特性来进行分类是很必要的；是研究各组成化学组成以及景观地球化学与地理外壳各组成要素共轭性的途径。同时，对自然区划工作是极有意义的，因为，自然区划和农业区划工作应该考虑到一切化学组成，标志元素决定许多自然景观的性质。苏联景观地球化学研究的成就事实启发了我们，为我们开辟了广阔的途径，以及给我们对地理外壳化学元素的研究奠定了基础。当然，由于我国长期陷于半封建半殖民地的社会，各门科学没有得到应有的重视和发展。解放后在人民政府和中国共产党领导下，在科学战线上已获得很大的跃进。但是，今天我们科学的基础，还是比较薄弱的，在科学理论水平和科学技术方面都比较低的，有关科学资料还相当缺乏。在这的条件下研究地理外壳化学元素群景观地球化学的问题，是存在不少困难的。不过，在思想解放，破除迷信，全面大跃进的今天，我们已经进一步明确了景观地球化学发展的方向，因此，对今后我们从事这门科学研究，以及将地理外壳化学元素群，作为景观地球化学一个重要的部分来研究，将为我国社会主义建设事业提供更多的科学根据。

同时对今后景观学综合的研究，对自然景观之间共轭性探讨，具有极其重大意义的开端。

作者关于景观地球化学方面的知识很缺乏的，如果没有得到А·Г·伊萨钦科专家的指导，和本系业汇教授，中国科学院地理研究所所长黄秉维同志的指导与关怀，要初步完成这个研究工作是不可能的。本文在写作过程中得到朱健梧李莹珊两位先生帮助绘图，特此深表感谢。

六、 主要参考文献

1. А·И·ПЕРЕЛЬМАН: ОЧЕРКИ ГЕОХИМИИ ЛДДФМА ГЕОГРАФИИ 3, 1955 Г.

2. К·И·АУКАШЕВ: ЗОНАЛЬНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СССР, 1956 Г.
3. А·И·ПЕРЕЛЬМАН: ИСТОРИЯ АТОМОВОЙ ГЕОГРАФИИ, ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ МОСКВА 1956 Г.
4. 維爾納茨基: 地球化学概論 1934年
5. А·А·薩烏科夫: 地球化学 地質出版社 1956年 北京
6. О·А·阿列金著: 水化学 水利出版社 1957年 北京
7. О·А·阿列金: 大陆水的化学分析 地質出版社 1957年
8. Н·И·夏拉波夫, 植物的化学作用与气候 科学出版社 1957年
9. В·Ф·彭契科夫斯基: 地球的内部构造 科学出版社 1957年
10. Н·П·КРСТОВИЧ: 植物生物化学基础 财经出版社 1956年 上海
11. И·П·謝尔多波耳斯基: 土壤化学 财经出版社 1957年 上海
12. П·Я·施科尔尼克等: 自然界中的微量元素与其在农业中的作用 科学与出版社 1956年 北京
13. Н·А·叶利塞耶夫: 构造岩石学 (上册) 地質出版社 1957年
14. С·В·卡列斯尼克: 普通地理学原理 高教出版社 1957年 天津
15. А·Г·伊萨钦科: 自然地理学基本问题 (讲稿) 1957—1958年 中大
16. И·В·薩莫依洛夫: 自然区划方法論 科学出版社 1957年
17. 毛汗礼: 海洋科学 科学出版社 1955年 北京
18. М·В·柯比科夫: 森林学 中国林业出版社 1956年 北京
19. Б·Б·波雷洛夫等: 景观与土壤 科学出版社 1956年 北京
20. Б·Б·波雷洛夫: 地理化学景观 地譯譯報 第一期 1955年
21. А·П·維諾格拉多夫: 土壤中稀有元素和分散元素的地球化学 苏联科学院 1950年

22. 华东师大地理系普通自然地理教研組編：普通自然地理參考資料 第一集 新知識出版社 1957年
23. 勃·凱德洛夫：論科学分类 学习譯丛 第10期 1955年
24. 高等工业学校普通化 編写組編：普通化学 上下册 高等教育出版社 1956年 上海
25. К·И·馬里雅洛夫：微量定性化学分析 高等教育出版社 1956年 上海
26. 恩格斯：反杜林論 人民出版社 1956年 北京
27. 斯特罗果維契：邏輯 人民出版社 1953年 北京
28. 毛泽东：矛盾論 人民出版社 1952年 北京
29. 恩格斯：自然辯証法 人民出版社 1957年 北京
30. 毛泽东选集 第一卷 人民出版社 1955年 北京
31. 斯大林：辯証唯物論与历史唯物論 外国文書籍出版局 1950年 莫斯科

学术动态

中国科学院自然区划工作組南来进行 热带亚热带地区的自然区划研究

中国科学院自然区划委员会为了更好地划出热带亚热带地区的綜合自然区划起見，由中国科学院地理研究所代所长黃秉維同志等陪同苏联专家列图諾夫、罗佐夫、沙依奇柯夫、达維达雅、卡勃莫諾夫等于1958年除夕来到广州，受到广州方面学术机关和生产部門的热烈欢迎。中苏专家們除到广州市各地參觀外，并在广东科学館和广东的生产部門和学术机构的工作同志举行座談数天。专家們在广州举行了二个专题座談会，一为綜合自然区划問題，另一为土地利用区划問題，在这二个座談会中，由我校地理系負責作了“广东綜合自然区划草案”的报告；华南植物研究所作了“广东植被区划草案”的报告；热带作物研究所作了“海南島的綜合自然区划”的报告。地理研究所黃代所长也把中国綜合自然区划的原则和存在問題作了說明。經過这次生产部門和学术机构的工作同志一起座談以后，使大家不特对于华南自然地理特征和土地利用情况有进一步的了解，而且对于今后科学应如何为生产服务

有很大的启发。座談于1959年一月七日結束，座談結束后中苏专家們即前往海南島作实地考察。

苏联海岸动力地貌专家曾科維奇教授到 中山大学地理系作学术报告

1958年12月27日，苏联海岸动力地貌专家曾科維奇教授訪問中山大学并向地理系教师作关于广东海岸地貌的学术报告，曾氏首先談到广东海岸在第四紀的下沉幅度很大，因为：

- (1) 广东海岸是海侵式海岸；
- (2) 河流的泥沙把河口溺谷填滿，造成三角洲，而水文網是在很早以前就形成的；
- (3) 残丘是在很早以前侵蝕所成的；
- (4) 海岸的山具有島嶼形式，其周围被泥沙堆积，沒有显著的海蝕作用；
- (5) 在雷州半島有新回春复活的現象，冲沟網发育。

談到广东海岸动态时，曾氏指出在湛江、雷州半島东南面有大量的沙存在，这些沙有些沒有新的补給来源，与基岩沒有直接关系，这是特殊的。有些是有来源的，由于风的作用結果，形成相当长的高达20公尺的沙堤。由于气候湿度大，温度高，植被生长迅速，台风多的結果，沙丘多风化成紅色。研究这种泥沙的实际意义主要是找沙矿。

曾氏認为砂矿的普查工作首先要了解沙丘的发展史、来源和成因。研究海岸动态和找砂矿，不但要注意水上部份，也要注意海底部份的研究，因为砂的移动主要还是在海中进行，因此海底砂矿往往要比海岸丰富。曾氏并介绍了苏联用挖泥船开采海底砂矿的方法。

曾氏談到关于珊瑚礁海岸时說，以往許多学者只是在热带典型的珊瑚礁进行較多的研究，但对中国这样的由热带到温带的过渡带的珊瑚礁的研究却是很少的。他根据考察的結果，指出海南島的周围多半是死珊瑚礁，有3公尺寬，成带状分布，但外沿则是活珊瑚。

最后，曾氏指出了广东海岸地貌值得进一步研究下列几方面：

- (1) 垂直运动过程及有关海岸地貌发展，
- (2) 海岸泥沙沉积。
- (3) 研究从珊瑚礁到海蝕海积的沉积相。
- (4) 风的作用和砖紅壤、热带作用对泥沙的影响，对海岸綫度的地带性的研究是很有意义的。
- (5) 风蝕珊瑚礁海岸的分析研究。