

中国科学院地質研究所

地質集刊

第 6 号

(内部資料・注意保存)

科学出版社

中国科学院地质研究所

地 质 集 刊

第 6 号

(内部资料·注意保存)

科 学 出 版 社

1959

内 容 提 要

苏联磷矿专家 Г. И. 布申斯基博士于 1958 年 4 月来我国, 由中国科学院地质研究所叶連俊、王振江、陈先沛、唐天福、周中毅、邹采杼和地质部矿物原料研究所郑直、陈从云、王亚烈、王忠甫、黄兴根、乔仁术等陪同到我国各重要磷块岩矿床产地进行了为期四个月的实地观察 (与 Г. И. 布申斯基专家一起工作的还有锰矿专家 И. Ф. 安德魯申柯)。专家在工作过程中解答了同志们提出的问题, 发表了自己的见解, 并且作了一些有关的报告。这些报告除有关磷块岩的问题以外, 还牵涉到其它的沉积岩问题, 如磷酸盐、风化壳等。专家的这些谈话和报告都是针对了中国的具体矿床实例以及同志们在实际工作中所遇到的问题而作的。所以对于目前磷块岩的找矿勘探和研究工作, 都将有所帮助和启发。

地 質 集 刊

第 6 号

編輯者 中国科学院地质研究所

出版者 科 学 出 版 社

北京朝阳门大街 117 号

北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

印刷者 中国科学院印刷厂

发行者 科 学 出 版 社

1959 年 4 月第 一 版

1959 年 4 月第一次印刷

(京) 0001—2,300

书号: 1726 字数: 100,000

开本: 787×1092 1/16

印张: 4 1/2

统一书号: 13031·1051

定 价: (10)0.75 元

目 錄

第一部分：專題報告.....	(1)
一、磷塊岩的幾種研究方法.....	(1)
二、風化壳的研究方法.....	(8)
三、關於碳酸鹽的報告.....	(14)
第二部分：在各地野外工作和座談會上的談話.....	(19)
一、在錦屏磷礦座談會上的發言.....	(19)
二、在錦屏磷礦野外工作時的談話.....	(22)
三、在徐州雲龍山野外談話.....	(23)
四、在安徽鳳台磷礦洞山野外的談話.....	(24)
五、在安徽鳳台野外工作時的談話.....	(25)
六、在淮南礦務局談鳳台磷礦.....	(25)
七、在魯山磷礦的談話.....	(27)
八、在河南省地質局座談會上的談話.....	(29)
九、在廣東省地質局座談會上的談話.....	(32)
十、調查昆陽磷礦采礦場時的談話.....	(35)
十一、在雲南省地質局座談會上的談話.....	(36)
十二、調查開陽磷礦西礦區時在野外的談話.....	(38)
十三、听取開陽磷礦隊匯報時的談話.....	(39)
十四、在貴州省地質局關於開陽磷礦床的報告及問題解答.....	(41)
十五、在遵義松林礦區野外工作時的談話.....	(45)
十六、在遵義座談會上的談話及問題解答.....	(46)
十七、在荊襄磷礦解答勘探隊所提出的問題.....	(50)
十八、在湖南省地質局听取磷礦隊匯報時的談話.....	(53)
十九、在湖南省有色金屬局座談會上談鋁、鐵、錳、磷的形成條件及沉積分異問題.....	(55)
二十、在江西省地質局听取匯報并解答問題.....	(59)
二十一、在浙江省地質局座談會上的談話.....	(61)
二十二、布申斯基參觀上海化工部化工研究院時的談話.....	(63)
二十三、布申斯基參觀南京土壤研究所時與于天仁同志的談話.....	(64)
二十四、布申斯基與土壤研究所李慶遠同志的談話.....	(67)

第 一 部 分

专 題 报 告

Г. И. 布申斯基

一、磷块岩的几种研究方法

(Г. И. 布申斯基于一九五八年四月十日在中国科学院地质研究所作的报告)

根据不同的研究目的,所采用的方法也不同。在新地区普查磷块岩时,必须先研究已知的磷块岩矿区,要研究磷块岩的化学成分和矿物成分,研究它的岩石、产状和类型,研究各类型磷块岩之间的相互关系及研究各种类型磷块岩与其围岩的关系。所有这些资料对于进行矿区工业评价和搞清其成因问题都有很大的价值。矿层尖灭的性质对于了解其形成条件是极其宝贵的材料。此外,还必须搞清矿层的地质年代及其在该区地质构造中所处的地位。

磷块岩的野外研究

供研究的标本要在每一层位上,或者根据外部特征在野外划分的每一类型岩石中来采取。在野外还必须尽可能地搞清各类型矿石在剖面图和平面图中的位置,并在上面把不同类型矿石的分布情况标示出来。同时还要确定出每一类型矿石在矿层中的含量或百分含量。

为了进行研究,同样要在下伏岩层或上复岩层,以及在含磷块岩层的内部不含磷块岩的层位上采取标本。标本尽可能要新鲜的而不要经过风化的。要在很深的钻孔中或者在深浅井里面采取标本。在露头和露天采矿场的地方,对风化层进行研究也是必要的。研究它能使我们发现往往在新鲜岩石中看不到的特点,而这些特点在风化后却能表现出来。例如颗粒度、层理、矽化带等。此外,由于碳酸盐被淋失的缘故,在磷块岩风化层的局部地方,往往比新鲜岩层中的质量还要高,因而其实际价值并不小。

在气候潮湿的地区,碳酸盐的淋失更为加剧,可从地面起直到10—12公尺的深处,而在局部地方风化的还要深些。由于这个原因而富集的磷块岩带也有单独进行开采的价值。在风化时,除了发生富集作用以外,有时由于磷酸盐遭到淋失,磷块岩也发生变贫的现象。在局部地方,钙磷酸盐为铁磷酸盐或铝磷酸盐所交代。此时,岩石中磷酸盐的含量没有变

化或是略有所提高,但矿石的质量却降低了,这是因为鉄和鋁是磷块岩中的有害杂质。

为了找寻新磷块岩层,而对已知的磷块岩矿区进行研究时,有两个主要任务:

1) 搞清磷块岩的最主要分布规律;

2) 搞清磷块岩层的成因问题。

这两个任务之间有着密切的联系,解决了其中的一个,就能帮助解决另一个。

磷块岩的分布规律

磷块岩产在一定的地质层位上,即属于磷块岩最主要的分布规律。实际上也就是当找到了磷块岩以后,就必须要先确定其地质年代。当磷块岩层的地质年代和它应属于那一个地质层位确定以后,对磷块岩层的进一步普查工作就是在野外利用已有的地质图追索含磷块岩的层位。这种图常常是不很准确的。如果发现磷块岩层有实际价值时(有利于开采),就必须编制新的地质图,以便能找到不论在地质方面和经济条件方面都是最好的磷块岩矿床。

随着普查已知的磷块岩矿区趋向新的地区时,在 100 公里以上的距离内,磷块岩层就会发生尖灭现象,并且会在其他地质层位上发现新的含矿层。为了不漏掉新磷块岩层就必须每隔 100—200 公尺或 300 公尺(随岩层走向的变化情况而定),进行系统的取样,以便鉴定各海相沉积层中的磷酸盐含量。

磷块岩和一定的矿石类型(或矿系),以及和一定的矿物之间的关系是磷块岩的第二个最主要的分布规律。为了搞清其间的关系,就必须对磷块岩及其围岩进行岩石研究。除了在野外进行研究外,还需在显微镜下研究岩石的薄片。磷块岩层通常产在砂质-泥质岩或砂质岩与碳酸盐质的灰岩或白云岩之间。在非碳酸盐岩石中很少能见到有磷块岩,而在纯灰岩和白云岩中照例是没有磷块岩的。因此,应对那些砂质、砂质-泥质岩石和碳酸盐岩石互层的沉积层,仔细地進行取样工作,而对那些纯灰岩和白云岩岩体的取样工作的质量要求则可以放低。在砂质-泥质岩石和碳酸盐岩石互层中,远景不大的是地槽区和山前拗陷所特有的厚层复理石(флиш)和磨拉石(моласс)。

磷块岩的重要共生矿物是海绿石,海绿石多呈细粒的绿色颗粒体。海绿石多和低品级的磷块岩共生,而在高品级的磷块岩中则很难见到海绿石或者根本没有。在含石膏和含盐的层位中,以及在陆相沉积物里,都没有磷块岩层。仅仅在海岛或山洞中形成的鸟粪型磷块岩是陆相的。但这也仅是年代较新的新生代的沉积物,在较老的岩层中则没有这种磷块岩。

磷块岩和大地构造间的关系是磷块岩的第三个最重要的分布规律。必须对磷块岩矿区现代的地质的构造(地台、地槽等)和磷块岩形成时期所发生的大地构造系(режим)加以区分。世界上最大的磷块岩矿层产生在地槽区(如苏联的卡拉答烏矿区)或者产在活动的(不稳定的)地台区(如北非、美国的洛磯山)。在这些活动地区的沉积岩层发生过错动,并形成了褶皱。乍看来,这些沉积岩层很象地槽沉积。但这些岩层的厚度不大,每一个地质时代的厚度约几百公尺或 1—2 公里。在这方面,磷块岩的沉积层如与地槽型沉积相比较就更象地台型的沉积。这也就是说,不论是在地槽区或是在活动的地台区,在磷块岩沉积时的大地构造系是比较稳定的,就象在稳定的地台区存在的大地构造系一样。

虽然有这些相同之点,但如果和较稳定的地台区的磷块岩层相比较,则不稳定地台区

的磷块岩层有較大的厚度和較佳的质量。

这种区别的原因还不清楚,还需要进行科学研究,但无论如何仍然可以建議:对普查磷块岩來說,不稳定的和稳定性較差的地区,比稳定的地区更有远景。

利用有关磷块岩的成因資料,在新地区普查磷块岩层也頗有成效。这个問題在我以前所著的,并为大家所熟悉的“磷灰石、磷块岩和藍鉄矿”一书中,已做了闡述,因此在这里只談一下它的結論。

磷块岩在海底約 50—200 公尺深的地段形成。在深浅不一的地段都发现了磷块岩,但未見到过較大的矿层。在其他的湖沉积、河沉积和风沉积的条件下,以及在含石膏和盐的沉积层中,都未发现过磷块岩矿床,在純石灰岩和白云岩中也沒有磷块岩矿床。

可見,研究磷块岩成因的資料,可以幫助我們在海相浅水沉积层分布地区,找出普查新矿区的方向。而在其他的陆相沉积分布地区,可以不进行普查工作。中国有許多可供寻找磷块岩的海相沉积地区。

在普查磷块岩时,还必須注意一个規律,那就是磷块岩产在沉积层的間断处。即磷块岩的形成和海进,大陆的下降以及大陆被海水淹沒之間的关系。

这种規律性实实在在是存在的,許多的磷块岩层产在与沉积間断有关的海进岩系的底部。但是在許多的沉积間断处並沒有磷块岩,这样违反常例的原因还没有研究出来,还不清楚。

中国主要磷块岩产于下寒武紀岩层的底部,这是和下寒武紀的海进有关。在苏联和其他国家的磷块岩层通常也产在海进沉积层的底部。这种岩层照例由砾岩开始,往上則为砂岩和磷块岩,然后是粘土或是石灰岩。从砾岩到磷块岩层的距离为 1—10 公尺,有时达 100 公尺。在这种情况下,已經很难說磷块岩和海进还有什么关系。

各地質工作者,对如何解释磷块岩和海进之間的关系有着許許多多的論断,部分的論断也用中文刊載过。我們将在看过中国的磷块岩矿区以后,再来討論这个問題。

变質磷块岩或层状磷灰石的研究方法尚未制定,其找矿标志,也还未加以确定。某些磷灰石层产于靠近大理岩和石英透輝石頁岩、云母頁岩或綠泥石頁岩的接触带处。为了在变質岩中找到磷灰石,就需要对整个岩层进行系統的取样。

磷块岩的室内研究

現在我們談談在試驗室內如何对采集到的磷块岩及其伴生岩石的标本进行研究。

为什么要进行这种研究呢?进行这种研究就是为了正确地給岩石定名,确定它应属于那一組岩石,以及为了不和与它相类似的岩石相互混淆。你們已經知道磷块岩和变質磷灰石在外形上的区别是很小的,就是有經驗的专家也难于用肉眼把它們和其他岩石区别开来。就是为了这个緣故,在試驗室內对磷块岩进行岩石研究就显得特別必要。

研究工作是从在显微鏡下研究薄片开始。应当記住,进行薄片研究是最便宜的方法之一。因此,通常要做許多薄片,而做薄片的岩石标本是在野外采取的,并且应当用邮包把它寄到薄片加工室,以便在地質人員从野外回来之前薄片就已經制好。

利用薄片能鑑定出矿物的晶体、結晶集合体和顆粒的形状和大小,矿物共生的特点,細小的有机物显微殘余体,岩石的构造,各矿物沉淀的先后次序,原生的和次生的矿物。根据这些資料,已經可以对磷块岩的成因,它的质量,选矿的可能性,肥料的可利用性或化学

加工等問題，做出某些結論。

在磷块岩的磷酸盐矿物中，可以常見到氟磷灰石、細晶磷灰石、庫爾斯克石和少量的其他矿物。根据化学成分（为了进行分析需用极純淨的試样）、比重、光学性能和樂琴射綫构造来区分这些矿物。为了准确地鑑定矿物及其性質，必須进行上述的这些研究。但这样做花費較大，且費时較长，因此通常只进行少量的几种研究——譬如鑑定光学性質和樂琴射綫构造，根据樂琴射綫构造和参照图表鑑定矿物。

在苏联，未經變質的且呈水平产状沉积的团块状磷块岩，由庫爾斯克石、层状的細晶磷灰石組成；沉积在褶皱区的层状和团块状磷块岩則由氟磷灰石組成。中国的磷块岩产于褶皱地区，因此就矿物成份来看，可能是氟磷灰石，但这必須进行检查。

氟磷灰石的化学成分并不象在其普通的化学式中所表現的那样稳定。在磷灰石中，磷常被碳、矽和硫交代。还有一种鈣矽矾矿物，該矿物中的磷被矽和硫完全交代。此时，鈣矽矾虽仍屬磷灰石組矿物，但已完全不含有磷。其結晶格架的构造及其樂琴射綫譜和磷灰石的相同。鈣矽矾矿物极少見。但少量的磷被硫和矽交代却是极通常的現象。这种含硫磷灰石的名称就叫做硫磷灰石。

磷灰石中所含的鈣也被其他元素——鈉、鎂、鋁、錳、鈷、鈾、鈾和鐳等所交代。由于含鈉和稀土元素（鈾和鐳等）較高，在某些磷块岩中有单独提取（开采）这些元素的价值。

根据上述資料可看出，对磷块岩矿区进行評價时，不应仅仅根据簡單的岩石研究和簡略的化学分析。对最重要的各类型磷酸盐矿石进行矿物研究和化学研究，都可能发现不論在实际意义上或是理論方面有价值的新性質。

磷块岩的工艺研究和工业評價

年代較新的氟磷灰石难于被植物吸收。但在酸性土壤中（中国的东南部有許多这种土壤）利用氟磷灰石則很可能提高产量，但这需在农业試驗站进行試驗。必須注意錳和鈾的杂质同样能使产量提高。因此，必須仔細地研究用做試驗的标本的矿物成分和化学成分。

磷块岩的质量是根据对 P_2O_5 含量的化学分析来确定的。 P_2O_5 含量愈高，磷块岩的质量就愈好。但这也不是唯一的准繩，还必须用化学分析方法鑑定磷块岩中有害的和无用的杂质。从选矿的可能性观点出发，利用薄片研究磷块岩可鑑定出它的結構和构造。

磷块岩的工艺加工試驗及其可选性的研究多在工厂和工艺加工研究所进行。而一般的化学分析和岩石研究，很难以使地質人員在这方面做出重要的論断。

在加工制造过磷酸盐时，磷块岩中的有害杂质是三氧化二物（ Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ）、氧化鎂和矽酸。三氧化二物和氧化鎂的含量如果超过 4—5%，則很难制取疏松的过磷酸盐。而这些氧化物和 CO_2 在一起則能增加硫酸的消耗量。磷块岩中的无用的杂质常常是些呈石英顆粒状、矽質結核状、薄层状或其他形状的二氧化矽。这些各种形状的二氧化矽的特点是有很大的硬度，这就給磨碎磷块岩的工作带来了困难，并且花費也大，同时还能损坏研磨机。因而，从这个观点出发，同样可以認為二氧化矽也是有害的杂质。但在用酸处理磷块岩时，它并不和化学試剂起作用。

如果在某一省份沒有富磷块岩时，就必须研究貧磷块岩选矿的可能性。現有的选矿方法通常多把磷块岩磨碎到細砂状态，然后再把这些細小的質体放到浮选机上进行分

离——磷块岩顆粒被分到一边,而其杂质被分到另一边。如果磷酸盐本身不含杂质,且非磷酸盐顆粒不含有磷酸盐的话,这种分离的效果会是很好的。如果磷块岩和磷灰石中的杂质的大小超过 0.2 公厘,利用这种方法分离其效果也很好。但在矿石中所含杂质的顆粒度小于 0.1 公厘,或和磷块岩結合很密,则分选的效果就大大降低了。

还有一个方法可以把磷块岩当作肥料来利用,即不需经过化学处理,只把它打成粉末或研成磷粉状即可。在磷灰石矿物中,磷酸盐結合得很紧密,因此植物吸取它是较困难的。仅仅某些植物(如谷类等)和在酸性土壤中利用磷块岩是能提高产量的。用作肥料的磷粉要在农业試驗站进行质量鑑定。

利用磷矿粉的优点是它比过磷酸盐便宜,且起作用的年限较长(达 5—6 年)。

我們刚才談的是一些有关經濟的問題,这些对于地质人員在鑑定矿石质量和评价磷块岩矿床时,都是很必要的。对于从事于研究、普查或勘探磷块岩的地质人員来说,参观磷块岩或磷灰石矿山,清楚地了解开采和选矿过程,以及了解磷块岩不同的加工方法和用途是非常有益的。只有这样,地质人員才能够较容易的对磷块岩矿区进行评价。

在中国寻找磷块岩矿床的任务

現在我們来談談我們的主要任务,即在中国的北方找寻磷块岩矿床問題。较可靠且詳細地談这个問題,需要在我們看完了磷块岩矿区以后进行,但現在对这个問題仍然可以談一些看法。

1. 尽可能较准确地搞清下寒武紀磷块岩层的成因,作为一个初步的材料。必須編制(大致的初步方案)三百万分之一的下寒武紀古地理图。为了区别于以前的古地理图,在这张图上应当标出:

- 1) 下寒武紀沉积层的出露面积;
- 2) 震旦紀和更老的沉积层出露的面积。

2. 在下寒武系出露的面积上,必須画出(尽可能根据現有的資料和图的比例尺来做)各主要不同类型矿石——磷块岩、泥質和砂質頁岩、砂岩、石灰岩等的分布情况。还必须标出磷块岩层的总厚度和其中的 P_2O_5 含量。除这种图外还必须做一些剖面图(柱状剖面图)。且在這些剖面图上应划出不同的层位、岩石和厚度、岩石符号、不整合情况及 P_2O_5 含量。編制这种图时还可能需要其他一些資料。

3. 同时还必須編制中国北部磷块岩的远景图。編制这种图可根据两个方案来做: 1) 三百万分之一的图和 2) 百万分之一的图。这种图的編制要根据已有的地质图和有关磷块岩、磷灰石的分布情况,及其质量的資料。

在这种图上应当用不同的符号和顏色画出以下各标志:

- 1) 对进行勘探的矿区:
 - a) 对磷块岩矿区,需画出磷块岩层的厚度(或各层厚度)及 P_2O_5 的平均含量;
 - b) 对磷灰石矿区(指变質的而言)也要画出其厚度及 P_2O_5 的含量。
- 2) 对进行普查的矿区 and 地区:
 - a) 对磷块岩矿区,需画出矿层厚度和 P_2O_5 的平均含量;
 - b) 对磷灰石矿区,需画出矿层厚度和 P_2O_5 的平均含量;
 - b) 无工业价值的磷酸盐岩层所占的面积;

- г) 无磷块岩的地区所占的面积(无磷酸盐矿化现象)。
- 3) 尚未进行检查的磷酸盐矿化地区(指来自群众或机关的报矿点)。
- 4) 对无远景的地区:
 - а) 花岗岩;
 - б) 辉绿岩和玄武岩;
 - в) 陆相沉积。
- 5) 对有远景的地区:
 - а) 前震旦纪沉积层;
 - б) 震旦纪沉积层;
 - в) 寒武纪海相沉积;
 - г) 奥陶纪和志留纪海相沉积;
 - д) 泥盆纪的海相沉积;
 - е) 石炭纪和二迭纪海相沉积;
 - ж) 三迭纪、侏罗纪和白垩纪海相沉积;
 - з) 第三纪和第四纪海相沉积。

每一个符号都应当有编号(号码),而在附件中应对这些符号用文字加以解释和说明。
如矿区名称、勘探年限、存放报告的所在地及其编号。

随着这个图的编制,旧有的图例(产状符号等)就要有所改变。

根据这个图可清楚地看出中国磷块岩和磷灰石的研究程度。

中国有远景的地区非常辽阔,因此就必须从其中选出更有远景的地段以便布置普查勘探工作。在选择这些地段时,必须要考虑到在沉积地区磷矿的普查勘探成果和那些在本报告前面提到的有关磷块岩分布的一些规律。

下一阶段工作也就是在野外进行普查工作。

有关磷灰石和磷块岩的新参考资料

- (1) 农业矿石的地质问题(苏联科学院出版社 1956 年) 本书对磷灰石的工艺加工和农业化学方面都有所阐述。
- (2) 沉积岩的研究方法(苏联国家地质书籍出版社 1957 年) 参看“磷灰岩”一章。
- (3) 沉积岩岩石学参考指南(苏联国立石油燃料科技书籍出版社, 1958 年)。
- (4) 磷块岩的普查方法(有中文译本, 1956 年)。
- (5) 磷块岩矿床的勘探(1957)。

问 题 解 答

1. 在变质岩中寻找磷灰岩矿床应注意那些问题? 外贝加尔磷灰岩矿床的情况如何?

在外贝加尔找到了大矿床。那里磷灰石结晶很大,这在 100 年以前就有文献记载。一般地质队的工作人员对大晶体感到兴趣,而对小的就没有很好地注意。矿层厚达几十公尺,含量较低(10% 左右),而且需要选矿。

在变质岩区域进行研究工作,应垂直走向作系统取样,在大理岩和矽质岩石互层地方应详细取样,更详细的方法目前还没有,同时,磷块岩层一般延续很长,仍要不间断地延续取样,以免中间漏掉矿层。但剖面之间的距离可以适当增大。

2. 在野外鉴定磷块岩中的 P_2O_5 含量,有没有有效的办法?

可以参看“磷块岩的普查方法”一书,那里介绍的方法是比较新的。

3. 为什么磷块岩要在正常盐度的海中沉积呢?

因为,磷块岩形成的主要条件是 P、Ca 的存在。它们均要求有一正常盐度的环境,而当盐度增加时就困难了。因为石膏、盐等在盐度较高的环境下,沉积较快,而磷块岩沉积很慢,这就影响了磷块岩的沉积。因而在有石膏和盐的层位中磷块岩是不存在的。由于磷块岩沉积慢,有时,几乎占据整个地质时代。

4. 磷块岩与大陆有什么关系?它是在大海盆还是海湾中沉积?

磷块岩是产在活动的地台区,如北非,以前认为是地槽,后来研究结果证明它是地台的圆形褶皱,但沉积厚度不大,三迭系、白垩系的厚度都在 200—300 公尺,没有超过 1,000 公尺的。在美国二迭纪的磷块岩厚度也不大,那里虽然褶皱较陡,但仍为地台。中国的情况知道得不多,但根据薄片看中国南部的磷块岩是在坡度较平缓的大陆和岛屿中沉积的。

5. 在地槽区找那种岩石组合易于发现磷块岩?

在北非等地的砂质和碳酸盐质岩层中容易发现,那里岩石一般为砂质页岩和条带状砂质灰岩,这不是绝对的规律。而在苏联有些矿床产于砂岩和粘土岩中并和海绿石共生(属于地台型)。

6. 热谱法在磷块岩研究中的应用如何?

这个方法在战前已经发现,但效果不太好,因为,其曲线不容易分辨。但鉴定磷块岩中的杂质(如白云石、方解石、水云母……等)较为有效。

7. 磷矿物的研究方法如何?

首先,应观察薄片,搞清杂质,然后,用离心机分离,将分出的磷矿物作化学分析,鉴定光学性质、物理性质(比重, X-射线分析),一般采用上述方法即可确定。但有时亦不能取得效果,这时可试用醋酸将碳酸盐溶去,与磷酸盐分开。研究一个矿区开始时可采用上述办法,确定后,就不必这样详细了。

8. 凤台磷矿含有较细的石英颗粒,如何分选?

的确,凤台磷块岩中微粒石英(0.1 公厘)很多,有两种方法可使它们分离:

- 1) 经化学处理,用氟氢酸溶解磷酸,使与石英微粒分开;
- 2) 在高炉中使焦炭与磷块岩混合,达到一定温度后,磷升华分离。

9. 磷块岩的选矿问题如何?

选贫矿常采用以下几种方法:

- 1) 团块状、结核状磷块岩可用筛选;
- 2) 微细颗粒(不能小于 0.01 公厘)可用浮选,此种方法使用很广泛;
- 3) Al、Fe 杂质可用磁选。

10. 风化作用造成的铁、铝磷酸盐有何特点?

苏联在这方面很少作过研究,可查国外文献,在那些文献上有记载。

11. 磷块岩形成与气候、火山作用的关系如何?

大磷矿都在热或温暖的气候条件下形成,在两极地区海水循环较均匀,因而没有造成磷酸盐的条件,在热带及温带海水对流(上下有差别)就易于造成磷块岩。

火山作用与磷块岩的关系问题,目前有多种论点,但谁也没有足够使人信服的证

据。它們一般与海相沉积有关,都已見到証据。苏联外高加索有产于火成岩附近的,但未見証据。

12. 錳、鈾与磷块岩有何成因关系?

鈾交代了磷块岩中磷的原子,生物将磷、鈾吸收,沉于海底的淤泥中,因而淤泥内就会有磷、鈾。

关于磷与錳的关系目前还不詳知。

与石英岩的关系:磷块岩是緩慢沉积而成,石英岩是在大面积的风化区,由风化的石英顆粒在海水中緩慢沉下,因此可和磷块岩共生。

13. 蝕源区(火成岩区)有磷灰石,在較晚时代沉积中是否可算作一个找矿标志?

一般是无关系(海成磷块岩与火成岩没有什么直接关系),例如在苏联某地,火成岩中有磷灰石,但没有发现海相磷块岩。如果火成岩区很大,也可能造成磷块岩矿床,但这类情况很少。

14. 磷块岩与海綠石共生可以作为找矿标志嗎?

可以。

15. 磷块岩形成与古海岸綫关系如何?

要知道磷块岩分布位置,首先应了解两个問題。即离海平面及海岸綫的距离,距海平面 200 公尺深处的淤泥綫开始,在此向岸为砂质相,但仅仅根据石子也不能确定深浅,有逆流时在深处亦可有石子,但也不能仅依据淤泥来确定海深,有时在小盆地中海流波小,亦可于浅处沉积,甚至在沼泽相中沉积,浅处亦可見到海藻,为浅矿标志。

总之,确定海水深度要进行綜合研究。

16. 磷块岩是否可形成于地壳运动激烈的时期?

不能,因为如果那样就应当在磷块岩内或上下地层中找到长石砂岩及矿物成分复杂的砂岩,目前見到的含磷岩系并非如此。

事实上,見到的含磷岩系是很純的石英顆粒,分选較好,代表緩慢沉积。地壳运动轉弱以后很长时期才可形成磷块岩。

17. 地球化学法对找磷块岩的应用如何?

对氟磷块岩有效。其他很少用,如果水中含氟,也可作为找磷矿的标志。

二、风化壳的研究方法

(Г. И. 布申斯基于一九五八年七月二十八日在中国科学院地質研究所作的报告)

我想首先介紹一下有关风化壳研究方面的文献:在“沉积岩研究方法”一书中,有一篇談及风化壳的文章。A. И. 金士蒲格关于风化壳問題的論文集第一、二、三卷业已出版。此外,由我主編的,最近在莫斯科出版的“鋁土矿成因及其矿物学”一书中也談到了有关的一些問題(紅土型鋁土矿)。其它美、英、法、德等国在研究风化壳方面,很少有著作,沒有新的文献。

风化壳的概念及其范围,在上一世紀和本世紀初曾将土壤和除岩石以外的物質都認為是风化壳。这是由于当时的地質工作者只注意火成岩而对沉积岩研究得很不够的緣故。現在認為从新鮮母岩帶以上的,虽然具有母岩构造殘留的綠色帶开始以及其上部的斑点

帶和紅色帶都属于风化壳。二十世紀前所以沒有很好地研究它,主要是缺乏工具(如用變態射線研究粘土矿物等)。所以,現代的风化壳研究工作开始还不久。

风化壳与鉄、鈷、鉛、鎳、錳和磷等矿产有关,它也是这些沉积物質来源之一。因此,它对于沉积学研究具有相当重要的意义。

风化壳形成的条件

湿度 在干燥的气候条件下风化壳是不存在的。例如赤鉄矿要放在露天情况下,过一些時間就会风化,而把它放入博物館,在干燥状态下經過很多年也不变化。

在风化过程中水只是作为氧化和溶解的介質,并不直接风化岩石,例如热液穿过岩石并不风化。为什么这样高温度的水流过而不会风化呢?雨水吹打岩石和热液流过岩石有很大区别,有人認為雨水含氧而热液里的水不含氧,热水中含 SiO_2 高,雨水中含有 O_2 ,热液可以使岩石砂化,而雨水能直接使岩石氧化,生成氧化亚鉄、氧化亚錳、硫酸等,促进风化作用。

温度 当温度升高时,溶解度增大,化学作用迅速。随着温度增高, SiO_2 溶解增多(因为矽酸盐溶解度随温度升高而增高),在北极寒冷地带风化現象比热带弱得多,就是很好的証明。因为,南北极終年被冰封住,故不会发生风化。

酸度(pH) 水中 pH 值小,酸度大,可促进风化作用。

有机物 风化带中有机物类别是各色各样的。首先分出腐植質,它对岩石有很大的破坏作用,而一般的有机物能吸收 O_2 ;所以介質不再含有 O_2 ,而呈現还原性。由氧化鉄变成氧化亚鉄,活动性增大,这样运动性就增大。如森林中就因为有机物的作用而使岩石变成了白色。

地下水循环的速度 循环速度对风化有很大的影响;不流动的水,不发生风化現象,假如,在流动水中,而且不断循环着, K 、 Na 、 Mg 、 SiO_2 就会溶失。

岩石的性質 如滲水性,顆粒大小,孔隙度,松散程度等,假如把致密的砂糖放置于水中不易溶解,而把松散的放于水中則甚易溶解。同样的情况,如放长石粉末于水中就可使水呈弱酸性,而放长石晶体或块体則水的酸度不变。

一般风化是在地表土壤层中进行,該层及地壳表部不厚的一层,有植物生长。

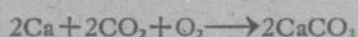
风化的主要条件是温度較高,湿度大,风化就比較激烈。土壤类型可分碳酸盐型和非碳酸盐型两种:

1) 碳酸盐型:

在沙漠及半沙漠地带,湿度小,土壤很薄或者沒有,其中有 CaCO_3 、 Na_2CO_3 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 NaCl 等。至于 CaCO_3 来源有如下几方面:

a) 一部分是原生的 CaCO_3 ;

b) 由于含 Ca 的长石分解之后形成的;



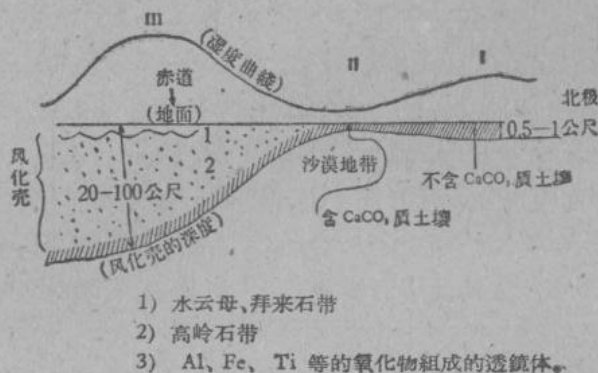
B) 由于雨水含 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,經蒸发而沉淀出 CaCO_3 。

2) 非碳酸盐型:

a) 在近于北方湿度不很大的地带,土壤层也不厚,仅 0.5—1 公尺。下雨多,蒸发少, CaCO_3 多被帶去,其組成粘土矿物主要为拜来石、水云母。

6) 在热带或亚热带,湿度很大,土壤层也很厚,风化壳可达20—50公尺,甚至100公尺。粘土矿物尚有高岭石和铁、铝、钛的氧化物。

这些地带之所以不能形成碳酸盐型土壤(只有某些 CaCO_3 地区除外)是因为岩浆岩中原生的 CaCO_3 和长石分解后形成的 CaCO_3 都被雨水冲刷掉了。雨水中所含 CaCO_3 由于蒸发少,雨水很多,所以 CaCO_3 少。



图一

风化壳的分带 (以基性岩为例)

基性岩石(辉绿岩、玄武岩)风化壳分带表

按形状分带 (颜色、结构)	按矿物分带	分解物	形成物	带走物	带来物		pH	O ₂
红色带: 硬壳、铁质带 黄色松散带。	游离氧化物带。 Ti, Al, Fe 高岭石	高岭石	水铝石、水、软 铝石、锐钛矿、 赤铁矿	SiO ₂	孢子 花粉 和 泥质 胶 体	H ₂ O O ₂	5—6	很多
斑点带: 类粘土岩、 红色其中有 白色斑点。	高岭石带	水云母 拜来石	高岭石	Fe ₂ O ₃ SiO ₂ K ₂ O		H ₂ O O ₂	5—6	有
绿色带: 类粘土岩 石、并具有 母岩构造	水云母 及拜来石带	长石 角闪石 云母	拜来石、水云母 绿高岭石 水绿泥石	SiO ₂ MgO CaO Na ₂ O		H ₂ O O ₂	5—7	少
新鲜的岩石	原生矿物带, 长石、角闪石 辉石、云母、矿 化物等		石英			SiO ₂	7—9	很少

如上图,绿色带中有些教科书上称为分解带,不完全正确。因为,既称为分解就应该一定有什么新的东西产生,而又有东西又不见了。在研究的同时尚需要注意其它诸如孢子花粉等的研究;例如:在乌克兰震旦纪地层中发现了孢子花粉(鉴定其结果为石炭纪的)所以认为该地层为石炭系,因而造成很大的错误。事实上,这些孢子花粉是由于上部地层中往下淋滤后带进去的。

在哈萨克斯坦的钻孔中的原上泥盆纪地层里发现了第三纪化石,假如不详细研究的话,又要犯很大的错误。事实上,第三纪化石是沿裂隙带下去的。并且,在该地层中还发现有完好的上泥盆纪化石。关于斑点带目前尚有争论,它也称为过渡带,其中拜来石和水

云母經分解之后产生高岭石;而 Fe_2O_3 带的氧化物被带走了, pH 值有时可达 6—4, 并有 O_2 和 H_2O 。当植物多时, 水循环不暢, O_2 就随之减少, 而氧化亚铁被带走了, 这样就留下了高岭石白色斑点。

紅色带亦称硬壳带或結核带。当水呈酸性时, 赤鉄矿、銳鉄矿就沉淀。如夏威夷羣島的紅色带中氧化鉄含量达到 10—40%。

当植物繼續增多, 水可能更酸性些, pH 为 4、3 等, O_2 很多(在雨水中冲刷較差的情况下)。

风化壳的带在温度和湿度条件的影响下, 呈交迭現象出現, 假如在干燥气候下綠色带就在地表出現; 而当植物增多时, 几个带又要重新出現。

此外风化壳的生成和地形也很有关系, 假如为平原化的地形, 地下水不易流动, 则风化作用很难进行。当地形高差很大很陡也不行, 因为冲刷作用大于风化作用。当陆地不断上升, 河流中被淤泥阻塞了, 风化就仅局限于較高的一些地方。相反的, 河流割切加深則使风化带亦随之而变深。

当陆地上升, 河谷充填着淤泥时如图二所示。



图二

当陆地上升而河谷割切更深时如图三所示。

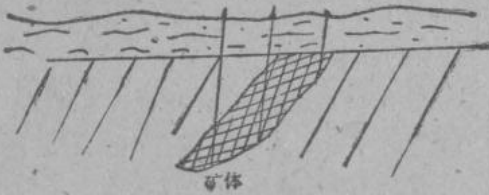


图三

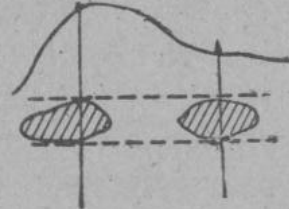
A. И. 金士蒲格将风化壳分为两类:

(1) 面型风化壳——在广大面积上形成的。

(2) 綫型风化壳——沿裂隙形成的, 主要沿构造裂隙形成。深度有时可达 300 公尺。在苏联有一个鋳矿就有这样情况(如图四)钻至深处发现。



图四



图五

研究风化壳应注意的問題

风化壳的构造、顏色、分布的形态以及野外能鑑定的矿物及其在平面上和剖面上分布情况。詳細研究要有山地工作追索及露头采凿面等, 打钻了解具有一定局限性, 如图虽然几个钻打着了但也不能說明成层状还是透鏡体。只有在地面工作基础上已經掌握了規律时才可用钻探推断。

在实验室内进行鑑定矿物可用差热分析、光谱分析、X-射线及薄片鑑定等进行工作。在鏡下可鑑定母岩构造及母岩留下的遺跡的分布情况以及离母岩多远。

目前存在的問題

现在存在的是决定搬运沉积物与风化壳的界綫問題, 这对于确定沉积型和风化壳型

很有意义,困难的是目前尚无准则将 Fe、Al、Ti 等确认为沉积物还是风化壳产物,二者最主要区别在于沉积物含有砂、砾石等。而风化壳应具有分带性,在表带具有铁的硬壳和结核(包括 Al……等)。赤铁矿和一水软铝石等不大活泼怎能形成结核呢?这是由于:1) 氧很多;2) pH 随气候季节而变化。

当 pH 在 3—4 时铝土矿就会溶解交代下面的母岩。如南非和美洲均有类似现象,在苏联叶尼塞河某地 pH 值减少 (pH=3—4) 二水铝被溶解迁移下降交代了下部岩层中的角闪石。

問 題 解 答

1. 石灰岩地区风化壳的分带如何? 和矿产又有怎样关系?

石灰岩地区风化壳与铝土矿有很大关系。在苏联、中国、欧洲红土型铝土矿也如此。此外,与镍矿、锰矿、磷矿也有关,它们产于石灰岩漏斗和石灰岩表面风化铝土层中。在以前认为铝土矿是石灰岩风化后残余物形成的,这种假说传播很广。阿尔汉格斯基院士在研究了中乌拉尔矿床以后,认为不是风化残余,而是沉积型的。

在南斯拉夫和意大利有红色土 (Terrarosa) 分布,但在后来发现其与铝土矿形成并无直接关系。

石灰岩对矿产关系及影响有两个论点:

1) 石灰岩是弱碱性的,可促使胶体的溶液中的 Ni、Al、Mn 等沉淀而成为矿产;

2) 在石灰岩漏斗中形成矿产,由于其围岩对它起着保护作用,不受冲刷和破坏。

在这里的地表水和地下水均和灰岩起中和作用影响了水的性质,而碱性水对矿床影响不大。

矿产的形成并不是先有漏斗后充填的,而是与漏斗形成同时的,由于地下水不断的循环使漏斗逐渐加深矿产也随之沉积。在研究英国某些矿床漏斗中有碎屑构造和砾石、砂子等,正因为其能起保护作用未被冲刷而被保存下来。至于石灰岩本身的化学作用影响不大,有些铝土矿区甚至于见不到有石灰岩存在。

一般镍矿也在超基性岩与石灰岩接触带中形成。铝土矿有时也在基性岩与灰岩接触处形成,在这些地方,铝土矿中有些砂、砾等碎屑物,这很明显是由外面搬运而来的,但对于镍矿来说就很难确定它是搬运的了。因而在接触带需详细研究。因为,喀斯特在接触处比其它地方容易发育,其分布状况是很不规则的,有时深达几百公尺。

此外,构造裂隙也应注意,这些裂隙可以发生在頁岩与灰岩的接触处。

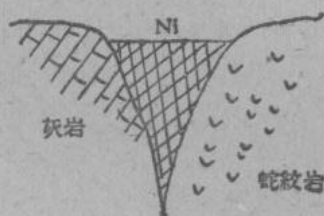


图 六



图 七

对于地质人员来说这些地方找矿很有意义。

灰岩和磷块岩的关系:在灰岩中含有磷块岩结核,风化之后,沉积在漏斗中,这样也可以形成矿床。

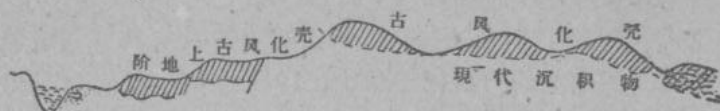
有时为机械沉积,有时聚集并交代成为较富集的矿床。如苏联及法国等地均有该类型矿床。

至于石灰岩地区风化壳的分带,目前尚无研究。

2. 如何了解和进一步研究古风化壳?

复盖着沉积物的风化壳称为古风化壳。古风化壳与现代风化壳很难区别,在文献上谈得很多,可是具体的区别却谈得很少。从地质观点看,随着陆地上升,河谷加深,一些风化壳被侵蚀掉,在较高处残留一些,这些是古风化壳。在河流阶地上发育着风化壳,这样时代就比较清楚了。在山坡上一般为沉积的,在河漫滩亦为沉积物。所以在阶地上形成风化壳说明那里的条件是有利的。现代冲积不能形成风化壳,因为一涨水就漫上了河漫滩,有机物就使其高价铁还原为低价铁,使红色变成白色的了。故仅从这点来确定气候是不完全正确的。

关于古风化壳的研究和现代风化壳一样。



图八

3. 如何研究风化壳?

研究现代风化壳要做好多工作,矿物的颜色、结构、矿物共生关系以及物质来源等均需详细研究。此外并应研究:

1) 当地的降水量,每月的情况如何等;

2) 空气中的温度及风化壳中不同深度的温度,这是因为温度对风化壳形成的影响很大;

3) 母岩以及其上面三个带的化学成份,水的化学成份(包括地表水以及不同层的地下水化学成份);

4) 要了解其 pH 值,和氧、有机物等情况。

化验时除了一般的項目以外,还需要知道化学家不大需要的成份,因为不这样对研究风化壳是不够的,如:



4. 天然水和矿化水中 SiO_2 的不同,怎样能影响风化壳的形成?

天然水中是不含 SiO_2 的,在矿化水中 SiO_2 每升可达几百毫克,虽然含量很多,但对于水来说还仅有水的万分之几,可是它却给予风化壳的形成以很大影响。

这样的矿化水中尽管多次地流过含有 SiO_2 的岩石也不吸取其中的 SiO_2 ,因为在水中 SiO_2 的原来含量就要达饱和了,因而相反地,有时还砂化了岩石。

在基性岩石风化壳带的表中可以看到在新鲜的母岩中要生成石英,在苏联一些灰岩中有次生石英结晶。这些现象对于化学家来说是不理解的,据他们看来 SiO_2 在硷性水里是溶解的,而新鲜基性岩带及灰岩都是硷性的。而 SiO_2 只有在中性的情况下才能沉积(铝土矿也是如此)。德国的化学家就因为这样而得出错误的结论,他们在实验室里试验的是 $\text{pH}=11-12$,而实际上为 $7-9$ 。根据最新研究结果当 $\text{pH}=5-9$ 时,对 SiO_2 的溶解并无影响。因而,又搞不清楚到底为什么沉积。

对 SiO_2 沉积影响较大的应是温度,当温度从 $0-20^\circ\text{C}$ 时溶解量增加 2 倍,从 20°C 再升至 40°C 时溶解量又增加 2 倍。

5. 斑点带的物质组成及其成因如何?