

苏联一些学者谈碳酸盐岩沉积期后蚀变 作用分带图及预测图的编制方法

林 铄 奚瑾秋

(地质矿产部情报研究所)

В. Н. Киркинская, Е. М. Смахов (1981) 撰文的重要内容为确定碳酸盐岩(裂隙型)储集层在不同地质条件下的形成和分布规律。作为编制分带概要图的目标——靶区,他们选择了以下局部性构造:西伯利亚地台上的马尔科夫构造,俄罗斯地台上的库列绍夫卡构造、格拉契夫卡构造和武克蒂尔构造。作为编制碳酸盐岩储集层区域性预测图的靶区,选择了以下地区:伊尔库次克围场、波罗的台向斜及北高加索的捷尔斯克-苏仁含油区。

苏联学者在研究碳酸盐岩储集层的分布规律时,除了传统的地质方法和岩性-岩石学研究方法之外,还首次拟定并在实际中应用了下述新的方法手段。

对这种或那种次生作用影响碳酸盐岩储集性能的程度提出定量评价的方法:

为了预测碳酸盐岩储集层的分布条件,极重要的是确定次生孔隙度在储集层总体积中所占分量。为此,在显微镜下对大量定向薄片中的每一种次生作用(如白云石化用、重结晶作用、方解石化作用等等)的变化进行了定量统计。碳酸盐岩的未蚀变部分和受到次生作用蚀变的部分,总量为 100%。每一种次生作用的值均用百分比表示(相对于薄片的面积而言)。结果分别确定了成岩作用阶段和后成作用阶段岩石次生蚀变程度的分量。

碳酸盐岩储集层沉积期后蚀变作用分带图的编制方法

为了对这些岩石中次生作用的表现强度进行空间填图,首先为每一种沉积期后的作用分别编制类似的图,然后将这些辅助图叠加到一张共同的底图上,这样就有可能获得有关所有次生作用对整个分布面积内碳酸盐岩储集层的形成过程所产生的总体影响方面的概念,以及有关这种或那种沉积期后的次生作用具有主导意义的概念。

比较分析上述局部性构造的岩性-岩石学资料的结果表明,虽然它们的形成条件不同,然而碳酸盐岩的沉积期后蚀变作用的顺序却是相似的。这些蚀变作用的强度,基本上既取决于沉积时的原生相条件和岩石成分特征,也取决于区内的构造活动性。

在研究区内,碳酸盐沉积—岩石发生次生改造的顺序大致如下:压实作用→胶结作用→重结晶作用→白云石化作用→硫酸盐化作用→方解石化作用→硅化作用→裂隙形成作用→淋滤作用。然而必须考虑到,上述作用过程由于碳酸盐岩的非均质性及其结构的复杂性,无论在时

间上还是在空间上,并不总能表现出这样的顺序。

显然,白云石化作用、裂隙和淋滤作用对被研究的矿床内碳酸盐岩有效容积(和渗滤条件)的形成有着积极的影响。礁体中部(格拉契夫卡矿床)和背斜的顶部及近顶部(库列绍夫卡矿床)的储集性能达到了最佳值。在上述构造中,孔隙型的碳酸盐岩储集层发育于次生白云岩和生物石灰岩中,而裂隙型的储集层则发育于生物碎屑、细粒及凝块-团粒石灰岩中,分别位于礁体的边缘部分和背斜的翼部。

在武克蒂尔构造中,碳酸盐沉积物—岩石(中石炭统莫斯科阶)的沉积期后的主要改造作用是成岩作用期和后成作用期的白云石化作用。正是这些作用基本决定了碳酸盐储集层在这里的形成。分析为这个构造所编制的后成蚀变作用分带图的结果表明,碳酸盐岩的上述沉积期后的次生作用强度逐渐增强,在武克蒂尔构造的近顶部及其北部外倾转折端(图 1)。碳酸盐的次生孔隙度也相应增高。在不同结构的局部构造中,碳酸盐岩储集层的分布条件也是这样的。

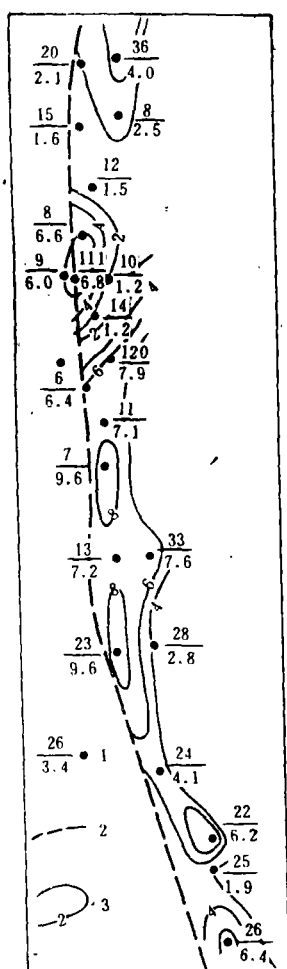


图 1 以武克蒂尔矿床的莫斯科阶碳酸盐沉积物为例,用充填法确定的孔隙度的变化图。根据乌赫塔地质局 1971 年的资料编制(引自 Л. Г. Белоновская, 1973)。

1—分子为钻孔编号,分母为孔隙率的百分值;

2—逆断层线;

3—开口孔隙率百分比的等值线。

Fig 1. Variations in the porosity determined by filling, based on the Moscovian carbonate sediments in the Uktier deposit(after Л. Г. Белоновская, 1973).

通过这样的研究,已取得了一些有关碳酸盐岩储集层的新补充资料。根据对波罗的台向斜奥陶纪碳酸盐沉积详细研究结果确定,在明显的泥质岩剖面中,划分含矿层和独立岩层的标准是有无次生孔隙、洞穴以及切割岩层的有效裂隙。研究碳酸盐岩储集层的容积成因特征时确定,不管储集层的时代和地质条件如何,重结晶作用、白云石化作用(交代性质的)和淋滤作用

对这次储集层中次生孔隙的发育都有积极的影响。相反,与新矿物形成有关的作用,例如方解石化作用、硫酸盐化作用、硅化作用、盐化作用、对碳酸盐岩石容积的形成有不利的影响,因为这些作用会“封闭”岩石中的所有孔隙和洞穴。同时还查明,沉积期后的次生作用的表现强度基本上取决于沉降作用的时间长短,而不决定于埋藏的深度。根据这个结论可以得出相应的概念:碳酸盐储集层中次生孔隙参与的分量随着岩石的年龄而增大。

总的说来,上述研究的经验表明,已经编成的碳酸盐岩储集层沉积期后的次生蚀变图(样本),虽然并不完善,但是可以用于预测类似地质条件下的碳酸盐岩储集层。

碳酸盐岩储集层预测图的编制方法

这种编图方法用于确定岩石储集性能改善的远景方向。这类图的编制依据是次生作用发育的岩相分带性和有关储集性能参数及裂隙参数资料。

在编制碳酸盐岩储集层区域性综合预测图的同时,根据所研究岩层的厚度变化资料、原生和次生孔隙度、粒间和裂隙渗透性资料,还分别编制了一些辅助性图件。辅助性图件上的资料后来被综合到碳酸盐岩储集层的区域性综合预测图上,因此根据这种预测图有可能划分出储集性能参数值较高的地段,实际上这就确定了碳酸盐岩储集层在空间上的发育远景。

为了进行预测,在伊尔库次克围场、提曼-伯朝拉区、波罗的台向斜以及北高加索的捷尔斯克-苏仁区研究了碳酸盐岩储集层在区域布局方面的分布规律。苏联学者为上述所有地区编制了不同比例尺的碳酸盐储集层的预测图,促进了普查勘探工作方向的确定。他们为伊尔库次克围场编制了类似的预测图(图2)。

通过分析为这些研究区碳酸盐岩储集层编制的预测图所得到的结果,提出了一系列实用性的建议。例如,在西伯利亚地台同沉积期的巨大构造的翼部和局部性构造的外倾转折端(沿上构造层划分的),确定了早寒武世奥兴斯克层碳酸盐岩的远景。

在提曼-伯朝拉区的晚泥盆世,伯朝拉台向斜西南部 and 米盖依-帕什纳背斜带的早、晚石炭世以及沙普卡地区的中泥盆世地层中,发现了碳酸盐岩孔隙度的增高现象。

研究有关著名的武克蒂尔矿床碳酸盐储集层渗透性和孔隙度资料的结果极为有趣。据确定,这里的粒间孔隙度(1%)和透气性($0.001 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)虽然很低,然而这些储集层可能是含矿层。储集层的结构特征可以解释上述现象,因为甚至在水的饱和度较大时碳氢化合物也能由孔隙向裂隙中渗透。

在波罗的台向斜的志留纪碳酸盐岩中,储集性能较好的是延伸较远、错动不大的断裂带和岩石次生改造强度不等的过渡带。

在研究工作中,为了确定碳酸盐储集层各种参数联系的紧密程度,采用了多重相关分析法(格拉契夫卡、库列绍夫卡),而为了确定储集性能与沉积期后次生作用的联系,则采用了因子分析法(伊尔库次克围场)。

有关碳酸盐岩储集层形成和分布规律的新内容的获得,在于研究广泛应用了裂隙的参数和有关碳酸盐岩储集层沉积期后次生蚀变(包括正、反两个方面的影响)分带性的资料。

苏联一些学者所提出的新方法的研究和实际应用中所取得的成果,显然对预测碳酸盐岩储集层的分布条件和确定更加合理的普查勘探方向具有重大意义。

在研究石油和天然气的碳酸盐岩储集层时,研究方法本身处于重要地位。根据上述情况判断,目前只有对地质、岩性-岩石、矿山地球物理、水力学资料以及实验室资料进行综合研究,才有可能对碳酸盐岩储集层的主要参数作出定性和定量鉴定。

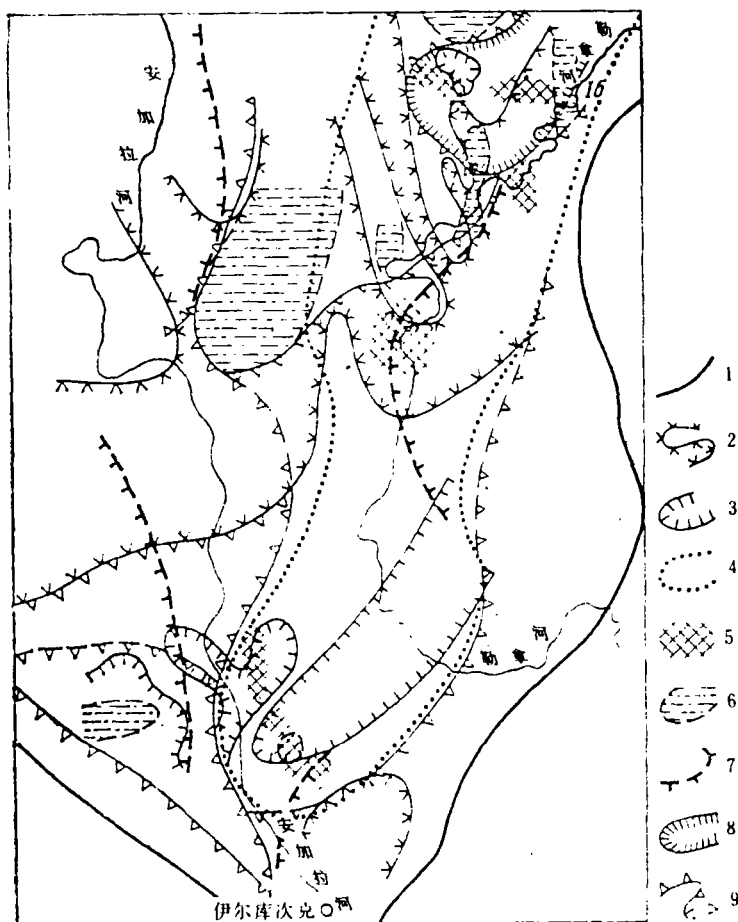


图 2 伊尔库次克围场奥兴斯克层中储集层的概要预测图(据 В. Н. Калачева, 1973)。

1—奥兴斯克层的岩石发育边界;2—厚度值和孔隙度增高的带;3—孔隙度值增高的局部地段;4—裂隙值增高的区域带;5—裂隙值最高的局部地段;6—次生孔隙度增高的局部地段;7—对次生孔隙度形成有利的沉积期后的次生作用带的边界;8—可能存在孔隙型储集层的地段;9—具有不同储集性能远景的地段的界线。

Fig. 2. Simplified prognostic map for the reservoirs from the Osingsk Bebb in Irkutsk. (after В. Н. Калачева, 1973).

苏联学者还指出了,在研究碳酸盐岩储集层时,开展一系列方法学方面的研究的必要性。例如,他们认为最近十年来出版的有关石油及天然气碳酸盐岩储集层研究方法方面的参考书都很有益的,这些书中提出了广义的和区域意义的方法。

有些探伤方法,例如超声法和毛细浸染法,值得进一步探索。当这些方法与研究碳酸盐岩储集层非均质性的其它方法一起综合使用时,其效果更加明显。

碳酸盐地层剖面的韵律地层分析方法也非常有意义。以鞑靼隆起区古生代碳酸盐地层的结构特征为例,已经阐述了这种方法的实用意义。

编制碳酸盐岩储集层沉积期后的蚀变作用分带图的方法,以及为了预测碳酸盐岩储集层的空间分布而编制预测图的方法,具有很大的实用意义和科学意义。