

复赛作品说明书

一、选题说明

1.1 设计背景

岩石是地质工作者最基本的研究对象，利用岩石薄片对岩石结构和矿物成分进行分析和鉴定，是地质工作者确定岩石命名、研究岩石成因、进行地质勘探等任务最常用的工具和方法之一。岩石薄片提供的微观数据可以帮助研究人员准确地确定岩石的结构、类型、空隙演化规律、裂隙发育与控制等情况。张立强依据钙质胶结物、塑性，利用视溶蚀率、视钙质胶结率、裂缝率、视压实率成岩参数计算刚性岩屑的含量，将阿合组致密砂岩分为4类；久凯通过分析页岩储集空间的成因和孔隙发育的位置，将龙马溪组页岩储层储集空间划分为3个类别；张震^[9]通过分析裂缝的发育特征、成因机制以及控制因素，得出松辽盆地朝阳沟油田储层主要发育的4组构造裂缝；李海燕利用建立判别函数的方法，通过计算渗透率来求取各类微观参数，对微观孔隙结构进行分类。

使用数字图像处理技术处理和分析岩石薄片图像，可以有效提高处理速度、减少系统误差，为地质研究提供更加准确和详细的基础数据。Feng Jiang 结合线性迭代聚类算法和区域融合技术对3种多角度正交偏振砂岩薄片图像进行了分割。Hossein Izadi 使用增量颜色聚类策略，从火成岩岩石薄片中提取12种颜色特征来提取矿物颗粒，准确率可以达到92.15%。Bibo Lu¹利用水平集曲线演化方法，自动提取矿物颗粒的边缘。Boguslaw Obara 利用微裂隙分割算法对粗粒砂岩薄片图像进行分割。Pece V. Gorsevski 利用细胞自动机方法提取变质岩的特征，并将其用于检测变质岩颗粒的边缘。Boyuan Ma¹提出一种基于图割的方法，利用3维信息更精确地提取颗粒的边缘特征。Ivan Mingireanov Filho 利用最佳路径森林算法，分割砂岩薄片图像中的粘连颗粒，对砂岩样本的测试可以达到94.8%的平均准确率。Matthias Jungmann 利用区域竞争和边界加权融合的方法对岩石薄片图像进行自动分割。

深度学习技术的核心技术是神经网络，而利用浅层神经网络开展地质方面的研究可以追溯到上个世纪九十年代。早在1994年，蔡煌东¹使用BP神经网络对我国沉积碳酸盐中的菱锰矿进行研究，选取了96个具有代表性的样品分成四类进行识别，识别率为100%。利用BP神经网络，席道瑛对34个石榴子石样本中的5种主要化学成分分成4类进行识别，正确率可达94%，对25个蓝宝石样本中的7种主要化学成分分成3类进行识别，正确率可达88%。陈晓君^[24]运用4种不同的BP训练算法，实现了对10种不同岩石岩性的预测。

近年来，随着数据采集技术的进步和计算能力的不断提升，地质研究人员也开始逐渐使用深度学习技术开展研究。李苍柏对如何使用深度学习在地质学科不同领域的应用进行了较为全面的规划和设想。程国建利用卷积神经网络实现了对长石砂岩薄片图像进行粒度识别，可以较好的将其分为粗粒度、中粒度和细粒度，测试集准确度达到98.5%。白林采用深度学习的方法，对野外的岩石进行数据采集，收集了15种岩石的图像数据进行分类识别，达到63%识别准确率。张野使用卷积神经网络模型，对571张野外岩石和岩石手标本进行训练和测试，可以准确的实现对花岗岩、千枚岩、角砾岩3种岩石的正确分类和识别，分类概率值达

到 90%以上。此方法可以实现多尺度、多角度及部分岩石遮挡情况下的岩性识别，具有很好的鲁棒性和泛化能力。

本项目基于自建的包含 1000 多张岩石薄片图像数据集，利用卷积神经网络和深度学习中的迁移学习方法，对数据集中的岩石薄片图像进行训练、验证和测试。实验结果表明，该模型不仅可以提高识别岩石薄片图像的概率，也可以准确的把 10 种岩石薄片图像进行识别与分类。

1.2 设计目的

该项目的研究不仅可以有效对岩石薄片显微图像进行分类和识别，提高地质工作者的工作效率，同时也可以丰富深度学习技术的应用领域，为深度学习技术的落地提供实际应用场景。对于地质工作者来说，我们打算将配置好的模型嵌入到配套使用的显微镜系统软件上，在已经对显微图像进行好定位后可以一键检测，识别出矿物类型；或是独立出来封装成软件，在需要的时候输入显微图像即可进行检测识别。对于非地质工作者，可以通过使用我们开发的软件对各类矿物显微图像进行识别，在识别出结果的同时显示相关岩石的类型特征、其所含主要矿物、大致分类以及形成所需的地理条件等。此项目的实施，有助于将人工智能与我校传统优势学科进行深度交叉和融合，促进大家对于岩石地质方面的了解。并且研究成果对于促进地质工作者的工作效率有显著效果，缩短地质工作者在矿物识别上所花费的时间，从而进一步推动地质工作者在地质勘探的工作进程，使地质资源及矿物开发更为便利。

1.3 市场调研现状

面向对象：学生、地质工作者、地质爱好者

从图 1 可以看出有 81%的是学生，学生占了主要的组成部分

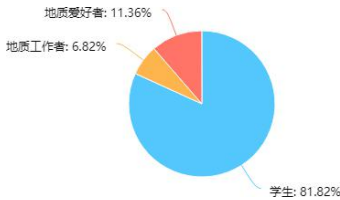


图 1



图 2

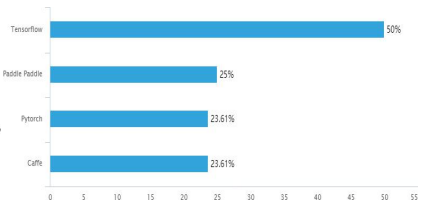


图 3

从学生的角度分析：根据图 2 所示，有超过一半的学生学习过 Python 编程语言；根据图 3 所示，他们使用最多的深度学习框架是 TensorFlow，紧接着是 paddle paddle 框架；根据图 4 所示，有一半左右的是本科生，其次是有大约一半的是研究生，人工智能发展的比较迅速，应用在不同领域的研究；如图 5 所示，我们针对不同专业的学生做的调查，计算机和地质专业的学生相对比较多。

从学生和地质爱好者的角度分析：如图 6 所示，有 60%的调查对象对岩石感兴趣；从图 7 可以看出只有 10%的调查对象对岩石非常的了解，90%的对岩石只是一般了解，这说明他们对岩石方面的知识还是有一定的缺乏，同时进一步证实了这个项目的市场需求是比较大的；如图 8 所示，大部分的学生和地质爱好者都是通过手机来了解岩石方面的知识；从图 10 可以看出，有 78%的学生和地质爱好者都没有尝试通过手机来识别矿物的种类，刚好符合本项目的最终要实现的目标，通过手机扫描岩石图片来识别矿物种类，这将会是一个很大的市场需求。

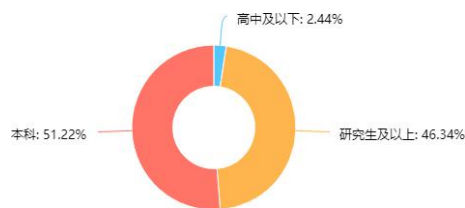


图 4

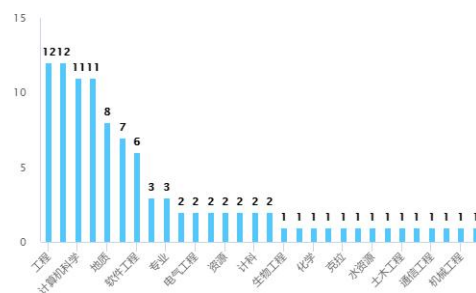


图 5

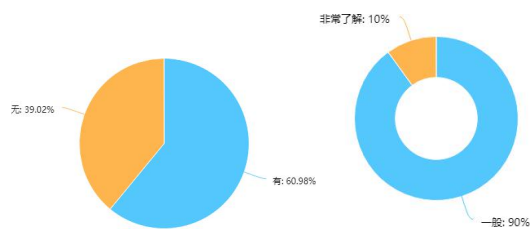


图 6

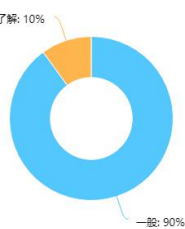


图 7

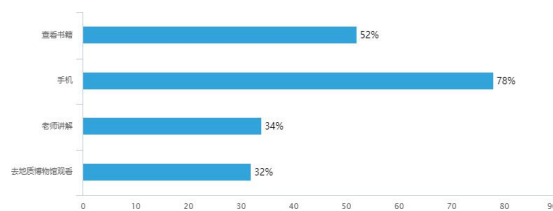


图 8

从地质工作者的角度分析：如图 9 所示，他们大多数没有使用显微镜自动判别矿物的种类，还需要地质工作者结合自己的经验以及矿物的特征，最终确定是哪一类矿物，如果我们在显微镜上嵌入一个自动识别矿物的系统，那么不仅可以减少人力、物力与财力，还可以提高地质工作者的工作效率降低对矿物种类的误判率。

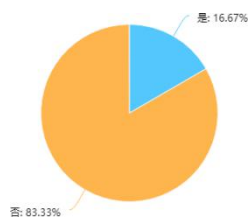


图 9

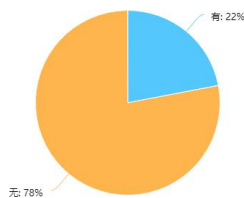


图 10

二、作品内容

2.1 主要内容

2.1.1 数据来源

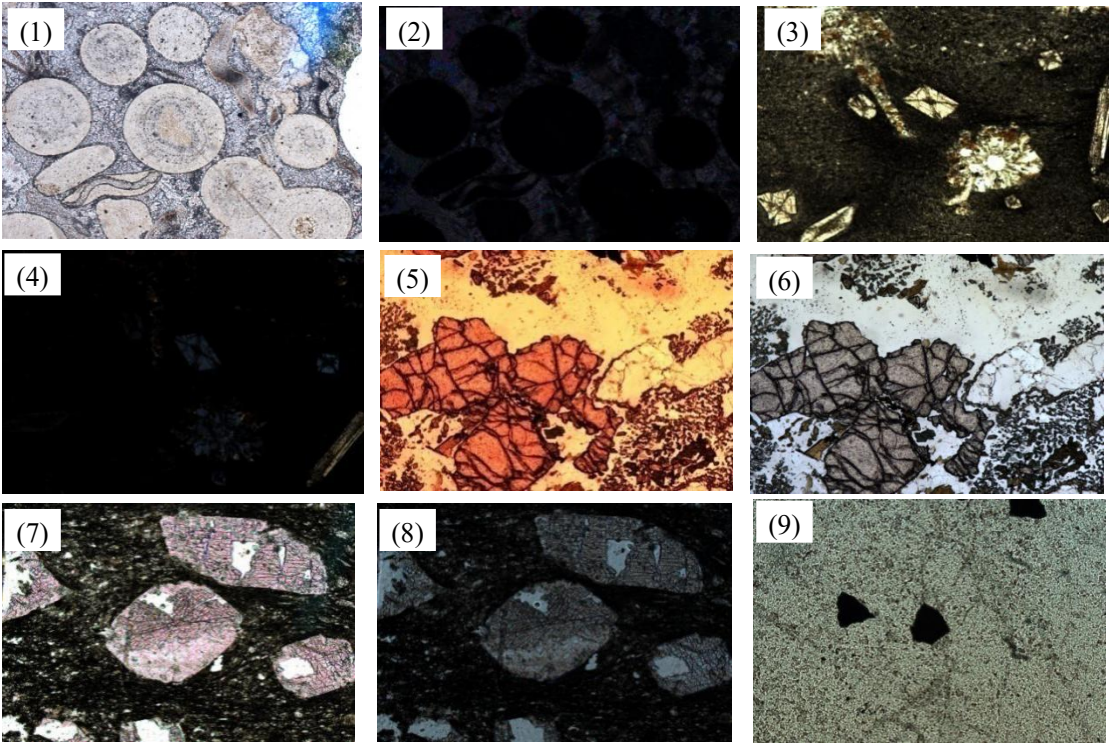
此项目初通过与资环学院侯广顺教授进行交流，在侯教授的帮助下，我们各自安排团队人员对常见的十种岩石薄片图像进行了采集。岩石薄片图像一部分是在规格为 DM2700P，放大倍数为 50 的 LeiCa 电子显微镜下观察岩石薄片，并对其进行数据采集，采集的图片长为 2560px，高为 1920 px。考虑到岩石具有在单一光源下不易识别的性质，在采集过程中部分岩石使用了正交偏光。偏光显微镜提供正交光源观察岩石薄片样本。在单偏光下，可以准确地观察岩石矿物颗粒的晶型、颜色、包裹体等特征、多色性和吸收性。通过正交偏光显微镜可以准确的观测到岩石矿物的很多参数，主要包括最高干涉色、消光类型、消光角、测定延性符号以及观察双晶的类型。在锥光镜下通过选取垂直于光轴的岩石颗粒，从

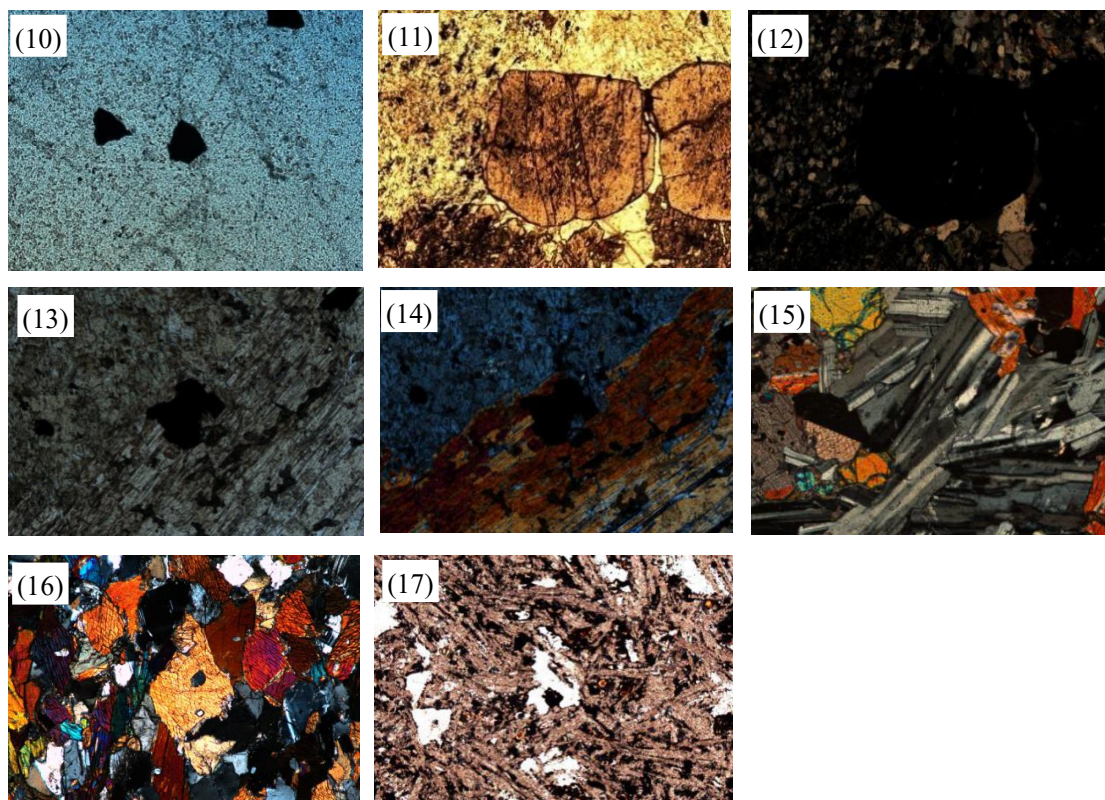
干涉图上能够确定出岩石矿物的光性与轴性、光轴角等特征。通过在载物台上旋转薄片样本，并辅以不同光源环境，采集多幅图像来确定岩石矿物不同种类的种类、矿物含量等，并为岩石命名、岩性分析提供依据。本项目目前采取了比较常见的鲕粒、堇青石、石榴子石、红柱石、电气石、十字石、阳起石、辉长岩、角闪石、玄武岩 10 种岩石薄片图像。岩石薄片图像种类与数量，如图表 1 所示。另一部分岩石薄片图像来自网络，总共是 90 张，均是在显微镜下拍摄的。这些来源不同的岩石薄片图像，将其作为测试集，主要是为了检测基于深度学习的岩石薄片图像训练获得的模型是否具有好的泛化能力。

表 1 岩石薄片图像种类与数量

岩石薄片图像种类	岩石薄片图像数量	单偏光岩石薄片图像	正交偏光岩石薄片图像
鲕粒	100	87	13
堇青石	100	64	36
石榴子石	100	75	25
红柱石	100	78	22
电气石	100	58	42
十字石	100	70	30
阳起石	100	82	18
辉长岩	100	100	0
角闪石	100	100	0
玄武岩	100	100	0

图 11 给出了 10 种岩石薄片的 17 张图像。图像排列成十行三列，其中每行均为一类岩石薄片图像。考虑到岩石薄片图像的消光特性，其中 7 类是正交偏光的岩石薄片图像(如图 2,4,6,8,10,12,,14)，3 类是单偏光的岩石薄片图像(如图 15,16,17)。





(1-2)鲕粒;(3-4)堇青石;(5-6)石榴子石;(7-8)红柱石;(9-10)电气石;(11-12)十字石;(13-14)阳起石;(15)辉长岩;(16)角闪石;(17)玄武岩。

图 11 17 张岩石薄片图像

2.2 创新点

(1) 建立类型丰富、数量充足的岩石薄片图像数据库。

目前中科院已经建立了野外岩石标本的数据库用于进行岩石的自动识别，但目前国内尚未建立完整的用于计算机自动识别的岩石薄片图像数据库。

(2) 使用深度学习技术进行矿物种类识别和分类

目前深度学习技术的研究与应用集中在人脸识别、无人驾驶等领域，在地质领域的应用集中在野外岩石标本的识别。本项目的研究将有助于丰富深度学习的研究应用领域，为深度学习技术的落地提供实际应用场景，同时也可以提高地质岩石薄片图像处理的效率和精度。

(3) 人工智能与传统工科的交叉融合

教育部发布了《高等学校人工智能创新计划》，支持高校在“双一流”建设中，加大对人工智能领域相关学科的投入，促进相关交叉学科发展。

此项目的实施，有助于将人工智能与我校传统优势学科进行深度交叉和融合，并起到一定的示范作用。

2.3 技术路线

深度学习需要利用大量样本数据提取特征以进行后续的识别和分类。但是由于训练过程，图像的大小比较大，图像的数据量比较大，训练的参数比较多，需要花费很长的时间，所以需要好的硬件支持。因此，我们团队采用了使用 EasyDL

定制化训练服务平台进行模型训练，实现对不同种类的岩石薄片图像进行识别。基于 EasyDL 的岩石薄片识别流程图，如图 12 所示。

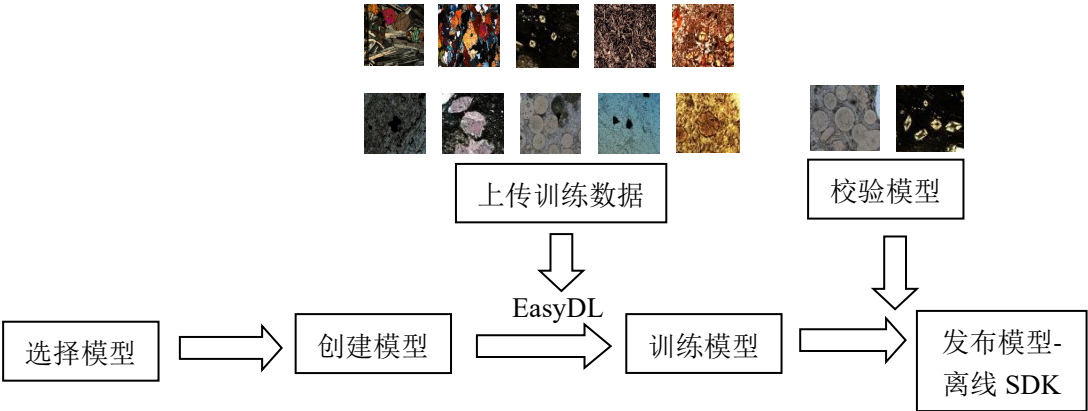


图 12 基于 EasyDL 的岩石薄片识别流程

2.4 具体步骤

Step 1 选择模型：本项目要实现的是识别一张图是哪一种岩石或矿物。因此，我们选择的是图像分类的模型。图 13 给出了图像分类模型。

Step 2 创建模型：图 14 给出了创建模型。

Step 3 上传训练数据：

- (1) 设计分类：本项目我们团队总共采集了 10 类岩石和矿物薄片图像。因此，我们需要把每一种岩石和矿物分别作为一个类别，最终设计为十类。
- (2) 准备数据：我们团队总共采集了 10 类岩石和矿物，每一类都有 100 张大小为 2560 x 1920 的图像，图像格式为 jpg，总共是 1000 张图片。
- (3) 上传数据：我们团队把每一类岩石和矿物放在一个文件夹下，总共创建了 10 个文件夹，命名从 0—9；然后，把这 10 个文件夹放在一个文件夹下，命名为 train；最后把 train 文件夹压缩为.zip 格式。压缩包的结构图，如图 15 所示。

图像分类

识别一张图是哪一种岩石或矿物



图 13 图像分类模型

图 14 创建模型

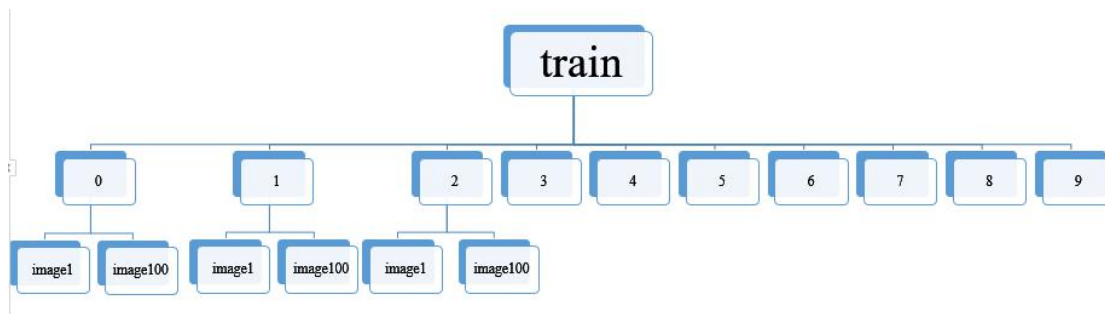


图 15 压缩包的结构图

Step 4 训练模型：

- (1) 选择模型
- (2) 勾选应用模型
- (3) 选择算法
- (4) 添加训练数据

Step 5 校验模型：在已经训练好的模型，找了三张图片进行校验，检验模型的训练效果如何，泛化能力怎么样

- (1) 模型评估报告：
- (2) 模型在线校验

Step 6 发布模型—离线 SDK：经过模型校验以后，可以达到一定的准确度，符合模型上线的要求，就可以发布模型。

三、应用场景

本项目设计目的主要用于地质工作者。岩石是地质工作者最基本的研究对象，利用岩石薄片对岩石结构和矿物成分进行鉴定，是地质工作者研究岩石成因最常规的方法之一。在当前阶段，对于岩石薄片的成分分析主要还是通过在显微镜下人眼分析主要成分，然后判别矿物类别，效率低下并且工作量十分巨大。本项目成果就可以有效解决这个问题，对于需要分析的岩石薄片，只需研究人员将采集好的样本输入进去，即可完成类型识别，大大降低了地质工作者在矿物成分分析上所花费的时间。

初步设计的应用场景是在与显微镜配套使用的计算机系统上，也可与显微镜配套软件进行兼容，可以达到直接对显微镜下岩石薄片图像进行分析检测的目的。

本项目成果还可服务于地质初学者（学生）或者业余爱好者，这类人群对显微镜下的岩石薄片辨识程度较低，很难独立完成对各种岩石薄片矿物成分的分析，通过使用我们所开发软件，可以有效解决这个问题，只需对相应岩石薄片图像进行扫描，即可识别出类型，我们还设计的有一些文字介绍，对于分析结果的主要矿物基本组成，大致分布以及主要的岩石结构和形成条件分析。

在建立数据库后，可以嵌入到相关教材中配套使用，在教材介绍到相关岩石时，可以通过扫描二维码来获取更多这类岩石的图像，从而进一步扩大对岩石形态的了解。这样做也可简化教材内容。也可与岩石类的博物馆进行合作，在展览岩石图像的同时可以通过扫描二维码等方式获取更多此类岩石的相关信息。