基于吉林省中新世伊通火山群教学资源的实践教学内容设置和地质思维的培养

唐华风[1]，温泉波[1]，张大伟[2]，张彦龙[1]，黄玉龙[1]，边伟华[1]
1. 吉林大学 地球科学学院，吉林 长春 130061；2. 吉林伊通火山群国家级自然保护区管理局，吉林 伊通 130700

摘要：教学内容的设置需要基于教学资源特点，针对典型的地质现象进行实践教学内容的设置是保障地质科学思维建立的关键基础。本文以国家级自然保护区伊通火山群为例，开展教学资源的分析、地球科学系统特征和预期的地质科学思维培养效果分析。结果表明，教学资源有岩石学、年代学、火山学和储层地质学等，地质科学系统由断裂与盆地–火山的关系、深部岩浆的形成和岩浆喷发触发机制、岩浆上升并在地表流动–冷凝固结成岩、岩石风化剥蚀等组成。通过教学内容的构建可建立从宏观到微观的地质观察思维、从现象到成因分析的思考思维和从定性到定量刻画的研究思维，可分别通过认识实习、教学实习和专业实习等分阶段实现地质科学思维的系统培养。相关认识可为野外实践的分阶段教学内容的设置提供了一种思路。

关键词：地质科学思维；地球科学系统；实践教学；教学资源；伊通火山群
中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1006–9372（2026）04–0011–05

Title: Teaching Content Design and Geological Thinking Cultivation Based on the Teaching Resources of the Miocene Yitong Volcano Group in Jilin Province

Author(s): TANG Huafeng, WEN Quanbo, ZHANG Dawei, ZHANG Yanlong, HUANG Yulong, BIAN Weihua

Keywords: geological scientific thinking; earth science system; practical teaching; teaching resources; Yitong Volcano Group

实践教学是工科人才培养的重要环节，更是地质类专业衔接理论与实践、培育拔尖创新人才的核心载体。地质类高校结合实习场所与目标，设置认识、教学、专业、生产四个递进式实习环节，前两者侧重基础能力夯实，后两者聚焦专业素养与实践能力提升。野外实践教学作为学生首次接触实际地质现象的关键环节，其效果直接影响学生的专业兴趣与职业选择，且对天然教学资源依赖性强，因此教学资源优选与教学内容精准设置是保障教学质量、培育地质科学思维的关键。

科学思维培养是高等教育的本质，也是实现高级人才培养目标的重要支撑，契合近年拔尖创新人才与科学教育相关政策导向。地质学具有极强的实践性与应用性[1]，其研究的空间广泛性与时间连续性决定了地质科学思维核心涵盖空间、时间双维度：空间维度侧重地质现象的分布、组合与尺度差异，强调宏观到微观的递进观察；时间维度聚焦地质现象的演化与成因溯源，依托地质年代学还原地质事件过程。实践教学是建立地质科学思维的关键，也是衔接理论与野外实际的唯一途径[2-3]。大学阶段的核心教学目标之一是帮助学生建立完整的地质科学思维[4]。该思维体系除时空双维度外，还包含地质现象精准描述、演化分析、成因动力研究三大构成维度，二者有机融合，其培育需通过野外实践教学实现；而优化典型地质现象的实践教学内容是保障思维培育质量、落实相关政策的关键基础[5-6]。

教学资源的优选需要考虑地质现象的直观性、

收稿日期：2025-11-30；**修回日期：**2026-03-02。
基金项目：2025年度吉林大学研究生精品课程建设项目（2025YJSJPKEE28）；2021年度吉林大学本科教学改革研究项目（2021XYB39，2021XYB142）；2023年度吉林大学研究生精品课程建设项目（2023YJSJPK50）。
作者简介：唐华风，男，教授，博士生导师，主要从事矿产普查与勘探的教学和研究工作。

投稿网址：www.chinageoeducation.net.cn *联系邮箱*：bjb3162@cugb.edu.cn
引用格式：唐华风，温泉波，张大伟，等．基于吉林省中新世伊通火山群教学资源的实践教学内容设置和地质思维的培养[J]. 中国地质教育，2026，35（4）：11–15.

地质剖面的长期保存性、与教学单位之间的合适距离、交通的便利性和教学资源合理搭配关系等。伊通火山群具有上述优点，且具天然和人工露头丰富、场地宽阔、现象多样等特征。相比于长白山天池火山具有小而全的特征，可以在较小的范围内观察到丰富的地质现象，有利于通过直观的观察方式建立起整体概念，从而方便开展教学活动。它是位于长春的相关高校的理想实习地点。对于地质专业来讲，通过野外实习可以建立认知地球圈层相互作用以及地质体产生、发展、演化和消亡的系统分析思维，进而形成地质科学思维，并感受地球科学的内涵及地质活动对人类生产生活的切实影响。

本文从地球科学的角度对伊通火山群的教学资源分析、地球科学系统特征和预期的地质科学思维培养效果进行分析，希望对相关实践教学有参考作用。

一、伊通火山群教学资源特征

伊通火山群位于吉林省伊通盆地，其分布受郯庐断裂带北段西支的佳木斯－伊通断裂带控制，共有16座火山[7-8]，其形成时代为中新世—早更新世，是伊通盆地沉积充填后的产物，目前的残余形态有锥状和穹窿状，相对高差为几十米至百余米，是开展野外实践教学的理想场所，值得在此处探究野外实践教学的资源利用和教学方式。目前针对伊通火山群的实践教学主要围绕西尖山、大孤山和东小山三条实习路线，由于每条实习路线地质内容重复得比较多，例如西尖山、大孤山和东小山都为玄武岩组成且都发育柱状节理等，为了实习内容的系统性和针对性，对每条路线的教学资源进行了详细的梳理，有如下3类教学资源。

1. 岩石学和年代学

野外可开展矿物学、岩石学和年代学的教学活动。每条路线的侧重点不同，该方面实践教学可采用从宏观产状递进到微观组构的方式开展，西尖山路线火山的特征表现最为典型，因为其岩石组构与浅层侵入岩的类似，而宏观产状又限制其为喷出岩。由于晶体大小达到毫米级，在放大镜下清晰可见，因此此处是开展野外教学的良好场所。在东小山路线可重点观察玄武岩中的地幔橄榄岩捕虏体；地幔橄榄岩捕虏体是研究地球深部特征的探针，可反映岩浆源区的物质组成和动力学背景。同时可以开展年代学教学引导，如介绍同位素年代的研究方法及优缺点，同时介绍火山地层是获得绝对地质年龄的重要来源以明确其在年代地层中的地位。

已有研究表明，该区火山岩的岩性多为灰黑色致密块状玄武岩，主要矿物成分为斜长石、橄榄石和辉石，含少量磁铁矿和磷灰石等副矿物。西尖山地区发育碱性橄榄玄武岩，东小山地区发育碧玄岩并见尖晶石辉石橄榄岩捕虏体[9-11]。已有研究成果显示，西尖山、大孤山和东小山火山岩的K-Ar年龄分别为（20.8±0.9）Ma、（11.5～11.9）Ma和（5.46±0.32）Ma[12-14]。

2. 火山学

可开展火山喷发类型、火山灾害等方面的教学活动。如火山喷发类型特征介绍，该内容在西尖山路线中重点介绍，其他路线观察即可，野外引导学员根据对伊通火山实地观察情况来进行喷发类型的判断，结合火山喷发类型对环境的影响分析火山灾害的特征。

按照Geze[15]的火山喷发类型的分类方案，可将火山划分为爆发式、侵出式、溢流式和混合式。已有研究表明，伊通火山群的西尖山地区、大孤山地区和东小山地区的火山岩具有纵向分层性差、横向延展性差、纵横比较大、发育柱状节理、零星发育气孔、未见火山碎屑的特点。对比各类喷发特征可知，伊通属于侵出式火山。因为高黏度的熔浆在火山通道及附近区域堆积，其熔浆具有低挥发分、低温和难流动的特征，通常呈缓慢冷却固结成岩。

还可根据各个火山的岩石组构特征分析其归属于理想火山模式的哪一部分。现代火山岩体的研究揭示，完整的侵出式熔岩穹丘的下部发育规则柱状节理，柱体直径大且岩石结晶相对好，中部－上部发育不规则状柱状节理，柱体直径小且岩石结晶相对差，在熔岩流的顶部还可发育气孔构造、杏仁构造[16]。野外教学中将西尖山、大孤山、东小山地区火山岩的岩石组构与完整的侵出式熔岩穹丘的岩石组构相对比可知，3座火山分别揭示侵出式火山机构的下部、中部和上部特征。

火山喷发可导致大灾难的认识已深入人心，尤其是爆发式火山。这类火山由于喷发物中包括大量炙热的火山碎屑和气体，这些喷发物可在近地表被快速搬运，或扩散到大气圈进行长距离搬运。前者速度快，会对火山口附近区域造成快速的毁灭性的破坏。后者会造成长达数年时间内的全球降温、航空安全问题和呼吸道疾病等。此外，

火山喷发形成的松散堆积物还易造成次生的火山泥石流和滑坡等灾害。然而对于侵出式和溢流式火山则是另外一种景象，鲜有火山碎屑且熔浆流动缓慢，人类均可有效避开直接伤害，甚至在火山喷发时还可近距离观赏，但仍要注意防范火山排放的有毒气体的危害和裂缝发育地方在后期发生坍塌的危险。

3. 储层地质学

可开展储集空间类型观察与描述、面孔率与面缝率分析和储层模型建立等教学活动。依据储层的形成过程，可将储集空间划分为原生孔隙、原生裂缝、次生孔隙、次生裂缝 [17]。已有研究表明，火山发育三类储集空间：原生裂缝（规则 / 不规则冷凝收缩缝，如柱状节理缝）、原生孔隙（气孔、杏仁孔）和次生裂缝（构造节理和断层）。储层以裂缝贡献最大，属于裂缝 – 孔隙型储层 [18]。由于裂缝和气孔均是宏观的，肉眼可见，有利于在野外开展储集空间识别的教学和室内面孔率分析的训练。其中的西尖山、大孤山和东小山具有良好的出露情况，有利于开展平面地质调查的训练。三座火山分别揭示侵出式火山机构的下部、中部和上部特征，基本可代表完整侵出式火山机构主体部分的特征，也有利于建立完整火山机构储层模式的训练。

二、伊通火山的地球科学系统特征

伊通火山群的形成和发展涉及了断裂与盆地 – 火山的关系、深部岩浆的形成和岩浆喷发触发机制、岩浆上升并在地表流动 – 冷凝固结成岩、岩石风化剥蚀等地球科学环节。

1. 断裂与盆地 – 火山的关系

郯庐断裂带是东亚大陆上的一系列北东向巨型断裂系中的一条主干断裂带，在中国境内延伸 2400 km。从江西的庐江地区向北延伸，穿过安徽、山东、渤海、辽宁、吉林和黑龙江等地区，延伸到俄罗斯境内。在安徽境内就分成了东西两支。伊通盆地就是郯庐断裂的西支的一段，称作依兰 – 伊通断裂带。依兰 – 伊通断裂带在地表呈现为两条高角度的张扭性断裂，地震资料显示这两条断裂控制着盆地的边界，盆地是典型的地堑样式。盆地充填地层有古近系双阳组、奢岭组、永吉组、万昌组、齐家组和中新统岔路河组。与伊通盆地的沉积地层相比，伊通火山群火山岩的形成晚于伊通盆地的中新统岔路河组，属于盆地沉积充填后的火山活动产物。野外教学中学生通过谷歌地图能够很好地识别整个郯庐断裂带的分布特征，结合伊通地区样遥感图和地质图分析，能够了解伊通火山分布规律和成因。

2. 深部岩浆的形成和岩浆喷发触发机制

利用电子探针分析方法明确了岩浆源区物理性质，岩浆形成时的平均温度为 1073 ℃，平均压力为 21 kbar，相当于深度为 70 km 上地幔的温 – 压环境。从岩石特征来看，属于地幔橄榄岩的减压熔融成因。从火山分布主要受断裂控制，可以推测岩浆喷发触发机制是断裂的走滑活动，中新世郯庐断裂活动主要受太平洋板块俯冲后撤产生的引张环境影响，与日本海拉开应该属于同一构造背景、不同位置、不同拉伸程度的体现。东小山实习路线中能够观察到橄榄岩包体，引导学生分析其成因，了解相关地学的测试方法，例如，上地幔的物质怎么上升到地表，是和玄武岩共生还是被玄武岩捕获，如果解决该问题就要涉及介绍矿物温压计、全岩温压计、熔体包裹体等测试方法。

3. 岩浆上升并在地表流动 – 冷凝固结成岩

从大孤山、西尖山和东小山路线中各个火山的岩石学特征来看，致密块状、柱状节理发育、含有极少量的气孔、基质也达到了显晶和微晶等是其特征，且岩浆挥发分含量低，流动性较差。整体上属于缓慢上升导致熔浆进一步降温，加上熔浆总体的量有限，降温效果较为显著，当到达地表时，熔浆温度可能已较低，熔浆基本失去了流动性，堆积在喷出口附近形成厚度较大、延伸范围小的穹丘状火山，整体上为缓慢冷却过程，形成了柱状节理。柱状节理的形态有规则和不规则两类，基本上可以指示靠近熔岩穹丘的中心和边部的特征，属于原生节理。大孤山塔林中的柱状节理具有规律性分布，节理缝呈现 X 型分布特征，为次生节理，野外教学中引导学生观察是原生节理还是次生节理，对比不同节理的地质特征。

4. 岩石风化剥蚀

侵出式火山也应该具有完整的相结构特征，即顶部自碎熔岩、中部不规则柱状节理、下部规则柱状节理的相序特征。西尖山主要为规则柱状节理，大孤山表现为不规则柱状节理，东小山表现为规则 – 不规则柱状节理的特征。这显示了顶部自碎熔岩和部分不规则柱状节理的缺失，指示该区火山遭受了剥蚀。对比现代火山的结构特征，估计该区火山岩的剥蚀厚度在几十米 – 百

米的级别，出露时间长的火山剥蚀量更大。但在山顶处风化并未产生大面积的土壤层，岩石直接出露在地表。在地势平缓区域可见土壤层和砾石层。

三、地质科学思维培养

实践教学的目标之一是培养学生具有在野外获取全面地质信息、分析地质现象成因、提出问题和解决问题的综合素质。其中地质科学思维培养是重要教学内容。需要从最直观、易理解的地质现象入手培养从宏观到微观的地质观察思维，再从一定专业知识积累后，进行从现象到成因分析的科学思考思维，最后是具备解决复杂科学或工程问题的定性到定量刻画的研究思维。这是一个循序渐进和逐步提高要求的过程。

1. 从宏观到微观的地质观察思维

从宏观到微观的地质观察思维，是地质科学思维的基石，也是落实科学教育“重在实践、激发兴趣”原则、培育学生科学探究意识的首要环节，更是拔尖创新人才必备的基础思维素养。《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》[19]强调要拓展实践育人和网络育人空间，推动校内校外一体的育人机制，这一要求为地质观察思维的培育提供了实践路径指引。断裂、盆地、火山的形成，均是地球深部活动的响应，存在耦合关系。可根据伊通火山群形成的背景和火山成因，培养学生从宏观的大地构造特征入手（如通过卫星图像、地质图、横切剖面图等），从宏观上分析断裂的延伸对盆地边界的控制。通过文献阅读，获取断裂的形成动力、运动特征和断裂性质等信息。再具体到火山分布，通过火山之间的连接线走向与区域断裂之前的关系，分析火山通道的分布规律与区域断裂之间的关系。同时可以开展关于火山灾害类型、火山地质景观、活火山地区旅游的注意事项等内容的学习，让学员切实感受到地质对人类生产生活的密切影响。通过上述知识的学习，从而建立起从大尺度的断裂、中尺度的盆地、小尺度的火山充填的宏观到微观观察思维。该思维的培养可以依托认识实习完成。

2. 从现象到成因分析的科学思考思维

从现象到成因分析的科学思考思维，是地质科学思维的核心，也是落实拔尖创新人才“创新能力培养”要求、践行科学教育“启发式、探究式教学”理念的关键环节，直接决定学生能否将理论知识转化为实践探究能力，能否具备发现问题、分析问题的核心素养。结合近两年科学教育政策中“强化核心素养培育、提升学生解决问题能力”的导向，可重点开展两方面教学工作，系统培育学生从现象到成因分析的科学思考思维：第一，从观察到的岩石现象，如矿物、柱状节理、气孔和产状等，通过火山作用特征、岩浆脱气过程的分析和岩浆物理性质的了解，分析柱状节理和气孔的成因；第二，对比分析西尖山、大孤山、东小山柱状节理几何形态的差异，通过放大镜观察岩石组构造特征，寻找三者之间的差异，分析差异的成因和主要控制因素。该阶段思维的重要作用是使学生建立合适的工作思路，将所学理论放到实际现象的解释中，使学生具备通过地质现象分析其成因的能力，从而发现问题。该思维的培养可依托教学实习或专业实习完成。

3. 从定性到定量刻画的研究思维

从定性到定量刻画的研究思维，是地质科学思维的高阶形态，也是落实拔尖创新人才培养“强化基础研究、推动学科融合”的政策要求及提升地质研究科学性与精准度的核心支撑，更是地质类拔尖创新人才开展前沿研究、解决复杂工程问题的必备素养。结合实践教学场景，可围绕五个核心维度，系统开展定性到定量刻画的教学工作，全面提升学生的高阶研究思维：第一，从对岩石的矿物特征的野外放大镜观察的定性描述，到显微镜下的矿物学半定量描述，再到全岩主量元素和X-衍射主要矿物含量等定量测试；第二，针对东小山橄榄岩包体的观察，定性分析伊通火山的岩浆起源，再用电子探针方法定量分析岩浆源区的温度压力条件，通过地球化学和同位素测试定量分析岩浆源区的特征；第三，针对岩石中气孔的观察，定性分析熔浆挥发分含量，再到利用熔体包裹体观察和测试，定量分析岩浆的挥发分成分和含量；第四，年代学的研究，针对不同岩石类型和形成时间，挑选合适的样品测试分析，确定火山岩的绝对地质年代；第五，针对柱状节理和气孔，可在野外定性分析储层发育程度，在室内还可开展岩石孔隙度和渗透率的定量测试，利用图像分析方法开展面缝率和面孔率的定量刻画，利用地层渗透率公式估算火山地层的渗透率。该思维的培养可依托专业实习或生产实习完成。

四、结语

本文依托中新世伊通火山群的教学资源特征并结合地球科学系统的特点，对教学内容进行了

组织和构建。伊通火山群的形成和发展涉及了断裂与盆地－火山的关系、深部岩浆的形成和岩浆喷发触发机制、岩浆上升并在地表流动－冷凝固结成岩、岩石风化剥蚀等地球科学环节。实践教学的目标之一是培养学生具有在野外获取全面地质信息、分析地质现象成因、提出问题和解决问题的综合素质。其中地质科学思维培养是重要教学内容，需要从最直观、易理解的地质现象入手培养从宏观到微观的地质观察思维，一定专业知识积累后具备从现象到成因分析的科学思考思维，最后是具备解决复杂科学或工程问题的定性到定量刻画的研究思维。

参考文献：

[1] 周鼎武，崔智林，张成立，等．地质学人才培养基地高年级野外地质教学改革的构想和实践［J］．中国地质教育，1999，8（2）：22-23.

[2] 王中亮，赵国春．北戴河地质认识实践教学经验体会［J］．教育教学论坛，2021（19）：93-96.

[3] 王永锋．浅谈野外地质实践教学中观察力的培养和锻炼：以周口店野外实践教学为例［J］．教育教学论坛，2018（52）：120-122.

[4] 王显祥，任静丽，邓居智，等．以行业需求及创新能力培养为导向的研究生实践教学构建与探索：以东华理工大学地质资源与地质工程为例［J］．高教学刊，2021（6）：40-43.

[5] 于福生，梁婷，周子勇，等．普通地质实践教学方法改革与成效［J］．教育现代化，2020，7（55）：75-78.

[6] 赵姣龙，周文纳．专题研究在地质类专业野外实践教学中的应用探讨［J］．教育现代化，2019，6（87）：197-198.

[7] 刘纯青，刘富呈，张甲，等．吉林省近代火山的特征及成因讨论［J］．吉林地质，2009，28（1）：12-17.

[8] 王振中．吉林省伊通火山群［J］．吉林地质，1994，13（2）：29-35.

[9] 张辉煌，徐义刚，葛文春，等．吉林伊通－大屯地区晚中生代－新生代玄武岩的地球化学特征及其意义［J］．岩石学报，2006，22（6）：1579-1596.

[10] 武殿英．吉林伊通新生代玄武岩的岩浆起源［J］．岩石学报，1989（2）：65-75.

[11] 付长亮，孙德有，魏红艳，等．伊通新生代玄武岩地球化学成分差异性研究［J］．吉林大学学报（地球科学版），2009，39（3）：446-454.

[12] 邹瑜，陈振林，苗洪波，等．伊通盆地基底火成岩的LA-ICP-MS锆石U-Pb定年及其地质意义［J］．岩性油气藏，2011，23（6）：73-78.

[13] 王慧芬，杨学昌，朱炳泉，等．中国东部新生代火山岩K-Ar年代学及其演化［J］．地球化学，1988（1）：1-12.

[14] 刘嘉麒．中国东北地区新生代火山岩的年代学研究［J］．岩石学报，1987（4）：21-31.

[15] GEZE B. Sur la classification des dynamismes volcaniques[J]. Bulletin Volcanologique, 1964, 27（1）: 237-257.

[16] 唐华风，高有峰，赵鹏九，等．盆地火山地层时空属性和岩石地层单位［J］．吉林大学学报（地球科学版），2017，47（4）：949-973.

[17] 唐华风，王璞珺，边伟华，等．火山岩储层地质研究回顾［J］．石油学报，2020，41（12）：1744-1773.

[18] 唐华风，戴岩林，郭天婵，等．侵出式火山机构储层的分布模式：以伊通火山群为例［J］．石油学报，2020，41（7）：809-820.

[19] 中共中央国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》[EB/OL]．（2025-01-19）[2025-09-20].https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html.