

国家精品课程建设项目用书

综合地质学实习指导书

ZONGHE DIZHIXUE SHIXI ZHIDAOSHU

王根厚 张长厚 余心起 曹秀华 编著



地质出版社

综合地质学实习指导书

王根厚 张长厚 余心起 曹秀华 编著

地质出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

综合地质学实习指导书/王根厚等编著. —北京:
地质出版社, 2010. 1
ISBN 978 - 7 - 116 - 06557 - 4

I. ①综… II. ①王… III. ①地质学-实习-高等学校-教学参考资料 IV. ①P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 015256 号

责任编辑: 孙亚芸
责任校对: 关风云
出版发行: 地质出版社
社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083
电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324569 (编辑室)
网 址: <http://www.gph.com.cn>
电子邮箱: zbs@gph.com.cn
传 真: (010) 82310759
印 刷: 北京地大彩印厂
开 本: 787 mm × 960 mm¹/₁₆
印 张: 5.75
字 数: 120 千字
印 数: 1—2000 册
版 次: 2010 年 1 月北京第 1 版·第 1 次印刷
定 价: 8.00 元
书 号: ISBN 978 - 7 - 116 - 06557 - 4

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

编者的话

综合地质学是为地质类非地质学专业（地质工科专业）开设的一门地质学基础课程，培养学生实践能力是本课程的特色。通过本课程的系统学习，学生可以基本掌握主要造岩矿物、三大岩类肉眼鉴别标志和方法，初步掌握阅读、分析地质图件和编制构造图件的基本知识、分析方法和工作技能，达到培养学生的地质逻辑思维能力和综合分析能力的目的，为后续课程的学习和野外实习打下良好基础。

《综合地质学实习指导书》是《综合地质学》（王根厚、王训练、余心起编，2009）的配套教材，可供实践教学和方法操作训练使用。全书共分3个部分16次实习。第一部分矿物、岩石教学实习，包括主要造岩矿物的肉眼识别、主要沉积岩的观察与描述、主要侵入岩岩石类型的观察与描述、代表性喷出岩的观察与描述、主要变质岩的观察与描述5次；第二部分地层学教学实习，安排地层划分和对比及地层单位的确定1次；第三部分构造地质学教学实习，包括地质图的基本知识及读水平岩层地质图、用间接方法确定岩层的产状要素、读倾斜岩层和不整合接触地质图并编制倾斜岩层地质图、极射赤平投影的应用、编制节理极点图和等密图、读褶皱区地质图并绘制剖面图、编制和分析构造等高线图、读断层地区地质图并求断层产状及断距、逆冲推覆构造实习、构造地质综合作业等10次。本教材取材广泛、内容丰富，并吸取了当前生产单位使用的新理论、新方法、新经验，因而适应性广，实用性强。使用者可以根据不同专业教学要求和学时数灵活选用。

本教材适合于地质类工科专业本科生和野外地质人员使用。

作者

2009年12月

目 录

编者的话

一、矿物、岩石教学实习

实习一	主要造岩矿物的肉眼识别	(1)
实习二	主要沉积岩的观察与描述	(7)
实习三	主要侵入岩岩石类型的观察与描述	(11)
实习四	代表性喷出岩的观察与描述	(14)
实习五	主要变质岩的观察与描述	(16)

二、地层学教学实习

实习一	地层划分和对比及地层单位的确定	(19)
-----	-----------------------	------

三、构造地质学教学实习

实习一	地质图的基本知识及读水平岩层地质图	(24)
实习二	用间接方法确定岩层产状要素	(30)
实习三	读倾斜岩层和不整合接触地质图并编制倾斜岩层地质图	(34)
实习四	极射赤平投影的应用	(40)
实习五	编制节理极点图和等密图	(42)
实习六	读褶皱区地质图并绘制剖面图	(46)
实习七	编制和分析构造等高线图	(53)
实习八	读断层地区地质图并求断层产状及断距	(59)
实习九	逆冲推覆构造实习	(64)
实习十	构造地质综合作业	(66)

主要参考文献及资料	(71)
-----------------	------

附录 1	矿物含量 (1% ~ 3%) 目估图	(72)
附录 2	矿物含量 (5% ~ 10%) 目估图	(73)
附录 3	矿物含量 (15% ~ 25%) 目估图	(74)
附录 4	矿物含量 (30% ~ 50%) 目估图	(75)
附录 5	岩石观察和描述实例	(76)
附录 6	常见岩石花纹图例	(79)
附录 7	各种常用构造符号	(80)
附录 8	地质代号及色谱	(81)
附录 9	视倾角换算表	(82)
附录 10	吴氏网	(83)
附录 11	普洛宁网	(84)

封面照片：新疆吐鲁番火焰山

一、矿物、岩石教学实习

实习一 主要造岩矿物的肉眼识别

一、实习目的

用肉眼鉴定几种常见的造岩矿物，学会用肉眼鉴定矿物的方法，并掌握主要造岩矿物的基本特征。

二、实习要求

- 1) 观察主要造岩矿物的晶体形态和主要物理性质。
- 2) 鉴定并描述几种常见的造岩矿物。

三、实习内容

造岩矿物的鉴定主要依据矿物的形态、物理性质和某些特殊的化学性质来进行。

(一) 矿物的形态

矿物的形态是指矿物的单体、矿物规则连生体及同种矿物集合体的形态。矿物的形态是矿物化学成分和内部结构的外在反映，是鉴定矿物的重要依据。

1. 单体形态

只有晶质矿物才能呈现单体，所以矿物单体形态就是指矿物单晶体的形态。矿物晶体在一定的外界条件下，常趋于形成某种特定的习见形态，称为晶体的习性。根据晶体在三维空间的发育程度，晶体习性大致分为3种类型：

- 1) 一向伸长型：晶体沿一个方向特别发育，呈柱状、针状和纤维状等，如石英、绿柱石、角闪石和石棉等。
- 2) 二向延展型：晶体沿两个方向相对更发育，呈板状、片状、鳞片状和叶片状等，如正长石、云母、绿泥石和重晶石等。
- 3) 三向等长型：晶体沿3个方向基本均匀发育，呈粒状或等轴状，如石榴子石、黄铁矿和橄榄石等。

2. 矿物集合体的形态

同种矿物的多个单体聚集在一起的整体称为矿物集合体，自然界中矿物大多以集合体的形式产出，集合体的形态取决于单体的形态及集合方式。

1) 显晶集合体：肉眼或借助放大镜即能分辨出矿物单体的集合体称为显晶集合体。常见的显晶集合体的形态有柱状、针状、板状、片状、鳞片状、叶片状、粒状、纤维状、放射状、晶簇、束状、毛发状和树枝状等。

2) 隐晶及胶态集合体：只有在显微镜下才可分辨矿物单体的集合体称为隐晶集合体；而胶态集合体则即使在显微镜下也不能辨别出晶体的界线，实际上并不存在单体。常见的隐晶及胶态集合体有：分泌体（直径 > 1 cm 者称晶腺，直径 < 1 cm 者称杏仁）、结核、鲕状及豆状集合体、钟乳状集合体、块状集合体、土状集合体、粉末状集合体、葡萄状集合体和被膜状集合体等。

观察矿物的形态时，应首先分清是单体，还是集合体，然后再分别观察和描述其形态。

(二) 矿物的物理性质

矿物的物理性质主要由矿物的化学成分和内部结构所决定。不同的矿物具有不同的物理性质。矿物的物理性质是鉴别矿物的主要依据。

1. 矿物的光学性质

光学性质是指矿物对可见光的反射、折射、吸收等所表现出来的各种性质。

(1) 矿物的颜色

矿物的颜色是矿物对入射的白色可见光中不同波长的光波吸收后，透射和反射的各种波长可见光的混合色。如果对各种波长的光均匀地吸收，则随吸收程度的减小呈黑—灰—白（或无）色；如果矿物只是选择性地吸收某种波长的色光时，则矿物呈现出被吸收的色光的补色。

矿物的颜色根据其产出的原因，可以分为自色、他色和假色。自色是由矿物本身固有的化学成分和内部结构所决定的颜色。自色一般相当固定，是鉴定矿物的重要依据之一。他色是指矿物因外来带色的杂质、气液包裹体等引起的颜色，无鉴定意义。假色是由物理光学效应所引起的颜色，是自然光照射在矿物表面或进入到矿物内部所产生的干涉、衍射、散射等引起的颜色，如锃色、晕色、变彩和乳光等。假色只对个别矿物有辅助鉴定意义。

在描述矿物的颜色时，通常采用以下几种方法：

1) 色谱法：利用标准色谱，以及白、灰、黑来描述矿物的颜色，如斜长石为白色。当矿物颜色与标准色谱程度上有差别时，可适当地加形容词，如淡红色、暗绿色等。

2) 类比法：将矿物和常见的实物进行对比来描述矿物的颜色，如橄榄绿色、乳白色等。

3) 二名法：矿物的颜色比较复杂时，可以用两种标准色谱中的颜色来描述。在书写顺序上，主要的颜色写在后面，如灰黑色表示黑色为主，带灰色调。

观察和描述矿物的颜色时应以矿物新鲜断面颜色为准。

(2) 矿物的条痕

矿物的条痕是矿物粉末的颜色。条痕能消除假色、减弱他色、突出自色，它比矿物颗粒的颜色更稳定，更有鉴定意义。

矿物的条痕可以和矿物的自色一致，也可以不一致。

(3) 矿物的透明度

矿物的透明度是指矿物允许可见光透过的程度。肉眼鉴定矿物时，通常是依据矿物碎片刃边的透光程度，配合矿物的条痕，将矿物的透明度划分为三级：

- 1) 透明：能允许绝大部分光透过，矿物条痕常为无色或白色，或略呈浅色，如石英、方解石和普通角闪石等。
- 2) 半透明：允许部分光透过，矿物条痕呈彩色，如辰砂、雌黄等。
- 3) 不透明：基本不允许光透过，矿物具黑色或金属色条痕，如方铅矿、磁铁矿和石墨等。

(4) 矿物的光泽

矿物的光泽是指矿物表面对可见光的反射能力。肉眼鉴定时，根据矿物新鲜平滑的晶面、解理面或磨光面上反光能力的强弱，将矿物的光泽分为4个等级：

- 1) 金属光泽：矿物反光能力强，似平滑金属磨光面的反光，如方铅矿、黄铁矿等。
- 2) 半金属光泽：矿物反光能力较强，似未磨光的金属表面的反光，如赤铁矿、黑钨矿等。
- 3) 金刚光泽：矿物反光较强，似金刚石般明亮耀眼的反光，如浅色闪锌矿、雌黄和金刚石等。
- 4) 玻璃光泽：矿物反光相对较弱，呈普通平玻璃表面的反光，如方解石、石英等。

此外，在矿物不平坦的表面或矿物集合体的表面，常出现一些特殊的变异光泽，主要有油脂光泽、树脂光泽、沥青光泽、珍珠光泽、丝绸光泽、蜡状光泽、土状光泽等。光泽是鉴定矿物的依据之一。

观察光泽时应转动标本，注意观察标本上反光最强的部位，如晶面或解理面等，不要要求整个标本同时反光都强。

2. 矿物的力学性质

力学性质是指矿物在外力（如敲打、挤压、拉引和刻划等）作用下所表现出来的性质。

(1) 解理

矿物晶体受力作用并超过其弹性极限时，沿一定结晶学方向破裂成一系列光滑平面的固有特性称为解理。这些光滑平面称为解理面。对矿物解理的观察与描述，不但要注意解理的方向、组数及夹角，还应确定解理的等级。根据解理产生的难易程度及其完好性，通常将其分为5级：

- 1) 极完全解理：矿物受力后极易撕成薄片，解理面平整而光滑，如云母等。
- 2) 完全解理：矿物受力后易裂成光滑的平面或规则的解理块，解理面显著而光滑，常见平行解理面的阶梯，如方解石等。
- 3) 中等解理：矿物受力后，常沿解理面破裂，解理面小而不很平滑，且不太连续，常呈阶梯状，却仍闪闪发光，清晰可见，如普通辉石等。
- 4) 不完全解理：矿物受力后，不易裂出解理面，仅断续可见小而不平滑的解理面，如橄榄石等。

5) 极不完全解理：矿物受力后，很难出现解理面，仅在显微镜下偶尔可见零星的解理缝，通常称无解理，如石英等。

矿物晶体中，可以有一种或一种以上不同等级的解理，也可以有一组或几组解理。解理的组数和夹角也可以从解理面上的解理纹得到反映。观察解理时应注意实习标本已经人工敲打过，只需对着光转动标本，仔细观察标本上矿物有无小的闪光平面，就可知道有无解理。

(2) 裂开

裂开又称裂理，是指某些矿物晶体在力的作用下，有时可沿着晶格内一定的结晶方向破裂成平面的性质。裂开的平面称为裂开面。裂开与解理产生的原因不同，裂开只对少数矿物有鉴定意义。

(3) 断口

矿物受力后，沿任意方向破裂而形成各种不平整的断面，称为断口。断口常呈一些特征的形状，可作为鉴定矿物的辅助依据。常见的断口有贝壳状断口、锯齿状断口、参差状断口、平坦状断口、土状断口及纤维状断口等。

矿物的解理和断口是互为消长的关系，要注意判断所观察矿物的外表面是解理面还是断口，一般解理面较平坦，断口不平坦。

(4) 硬度

矿物的硬度是指矿物抵抗外来机械作用（如刻划、压入或研磨等）的能力。它是鉴定矿物的重要特征之一。

测定矿物的方法很多，在矿物的肉眼鉴定中，通常采用摩氏硬度，也就是用 10 种硬度递增的矿物为标准来测定矿物的相对硬度，以确定矿物抵抗外来刻划的能力，即摩氏硬度计：

硬度等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
标准矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	正长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石

在实际鉴定时，常采用更简便的工具，如指甲（硬度 2.5）、小刀（硬度 5.5）等来代替硬度计。

测定矿物的硬度应选择新鲜的矿物颗粒，如果矿物颗粒不够新鲜会降低矿物的硬度等级。

(5) 弹性与挠性

矿物在外力作用下发生弯曲形变，当外力撤除后，在弹性限度内能够自行恢复原状的性质，称为弹性，如云母等。某些矿物在外力撤除后，不能恢复原状，这种性质称为挠性，如蛭石、绿泥石等。

(6) 脆性与延展性

脆性是指矿物受外力作用时易发生破碎的性质，它与矿物的硬度无关，如黄铁矿、石榴子石等。

矿物受外力拉引时易成为细丝的性质称为延性；矿物的展性则是指矿物在敲击或碾压下易形变成薄片的性质，如自然金、自然银等。

(7) 密度和相对密度

矿物的密度：指矿物单位体积的质量。

矿物的相对密度：指纯净的单矿物在空气中的质量与4℃时同体积水的质量之比。肉眼鉴定矿物时，通常是凭经验用手掂量，将矿物的相对密度分为三级，即轻的、中等的和重的。

(8) 磁性

矿物的磁性是指矿物在外磁场作用下被磁化所表现出能被外磁场吸引、排斥或对外界产生磁场的性质。

(9) 电学性质

矿物的电学性质包括导电性、介电性、压电性和热释电性。

四、主要造岩矿物的肉眼鉴定特征

观察课堂实习中教员所提供的标本，完成表1。

表 1 主要造岩矿物实习报告

标本号	矿物名称	形态	颜色	条痕	光泽	硬度	解理或断口	相对密度	其他

实习二 主要沉积岩的观察与描述

一、实习目的

通过观察描述几种常见的沉积岩手标本，学会沉积岩观察和描述的方法，并加深对沉积作用过程及沉积岩形成环境的认识。

二、实习要求

- 1) 实习前要复习沉积岩的有关内容。
- 2) 学会在手标本上观察描述沉积岩的颜色、结构、构造和主要矿物成分等基本特征。

三、实习内容

沉积岩是沉积作用形成的岩石，一般具有一些普遍性的特征，如层状构造，但它们的具体特征又千差万别。观察沉积岩时应该注意沉积岩的一般属性，如颜色、矿物成分、结构和构造，并用特定的专业术语进行细致的描述。

(一) 沉积岩的颜色

沉积岩的颜色是指沉积岩外表的总体颜色，往往反映了岩石的成分和形成环境。

根据成因，沉积岩的颜色可分为以下3类：

继承色：由陆源碎屑矿物显现出来的颜色，常为碎屑岩所特有。

自生色：主要由自生矿物（包括有机质）表现出来的颜色。

次生色：表生作用阶段和风化作用过程中，原生色经次生变化而成的颜色。

观察沉积岩的颜色，首先要新鲜、干燥面上观察岩石的总体颜色，其次，应注意颜色的细微变化。描述岩石颜色时，不仅要说明是哪一种颜色，还要说明颜色的亮暗和浓淡程度，如浅黄色等。可以用复合命名法，如灰白色；有时也可以按照当地习惯用实物加以形容，如猪肝色等。

(二) 沉积岩的矿物成分

沉积岩中发现的矿物成分有160多种，常见的有20多种。从矿物的“生成”这个角度出发，沉积岩中的矿物可分为两大类：

他生矿物：又称碎屑矿物，从母岩中继承下来的一部分矿物，包括陆源碎屑矿物和火山碎屑矿物，如石英、长石、白云母等。

自生矿物：是在沉积岩的形成作用中以化学或生物化学方式新生成的矿物，如方解石、白云石、海绿石、石膏等。

他生矿物常具颗粒状碎屑外形，并呈机械方式堆积在一起。石英常呈烟灰色或灰白色，具有油脂光泽。长石多呈板状或粒状，新鲜时具玻璃光泽，风化后常呈土状并可被小

刀刻成粉末。白云母呈细小的片状，银白色。自生矿物可按集合体观察，方解石和白云石常呈粒状，多呈白色或浅灰白色，解理面发育，玻璃光泽，硬度小于小刀，小刀可以划出白色的痕迹。方解石与稀盐酸反应剧烈，白云石只有粉末才与盐酸反应。海绿石为绿色鳞片状集合体，风化后易氧化成褐铁矿。

（三）沉积岩的结构

指组成沉积岩的物质结晶程度、颗粒大小、形状及其相互关系。沉积岩的结构与其沉积成因密切相关，常见的沉积岩结构如下：

1. 碎屑结构

- 1) 砾状结构；
- 2) 砂状结构；
- 3) 粉砂状结构。

2. 泥质结构

3. 火山碎屑结构

- 1) 集块结构；
- 2) 火山角砾结构；
- 3) 凝灰结构。

4. 晶粒结构

包括粗晶、中晶、细晶、微晶（隐晶质）结构等。

5. 生物骨架结构

6. 粒屑结构

- 1) 鲕（豆）粒结构；
- 2) 内碎屑结构，包括砾屑、砂屑、粉屑、泥屑结构等。

观察和描述沉积岩的结构，首先应确定沉积岩的结构类型，例如，是碎屑结构还是晶粒结构，是粒屑结构还是碎屑结构等；其次要详细描述结构的特点。如果是碎屑结构或粒屑结构，应描述碎屑（粒屑）的大小、形状、分选性、圆度、成分以及胶结物或基质的结构、成分特点。

（四）沉积岩的构造

指岩石各个组成部分的空间分布和排列方式。沉积岩的构造，根据成因，可以分为物理、化学、生物及其复合成因构造。

1. 物理成因构造

层理构造：包括水平层理、平行层理、交错层理、波状层理、透镜状层理、粒序层理、包卷层理等。

层面构造：包括波痕、雨痕、干裂、冲刷构造、槽膜、重荷膜等。

2. 化学成因构造

假晶和晶痕、结核、缝合线、鸟眼构造等。

3. 生物成因构造

叠层构造、虫孔（潜穴）、爬痕、植物根痕等。

4. 复合成因构造

孔洞充填构造、硬底构造等。

对任何沉积构造，除需观察整体形态外，还要注意其大小和规模，如纹层的厚度、层系的厚度、交错层理交角的大小，以及它们在粒度、成分或颜色方面的变化。

四、作业

观察课堂中教师提供的典型沉积岩标本，按格式进行细致的描述（表1）。

实习三 主要侵入岩岩石类型的观察与描述

一、实习目的

- 1) 通过实习, 掌握侵入岩手标本上的常见结构、构造的特征。
- 2) 学会在手标本上认识岩浆岩的常见造岩矿物, 掌握各类侵入岩的矿物组合, 初步掌握手标本上矿物含量估计的技巧。
- 3) 掌握侵入岩的观察和描述方法, 以及侵入岩的分类命名原则。

二、实习要求

- 1) 实习前复习岩浆岩的有关内容。
- 2) 仔细观察所给的侵入岩标本, 详细描述4块手标本。

三、实习内容

(一) 岩浆岩的颜色

岩浆岩的颜色反映岩石的矿物成分和化学成分特征。颜色的深浅与暗色矿物的含量(色率)有关。

岩浆岩手标本颜色是指岩石标本的总体颜色。对于结晶粒度较粗的标本, 要远距离观察, 同时, 要在新鲜干燥面上观察。

(二) 岩浆岩的矿物成分

根据矿物的成分分类:

硅铝矿物(浅色矿物)——钾长石、斜长石、石英、似长石;

铁镁矿物(暗色矿物)——橄榄石、辉石、角闪石、黑云母。

矿物的成因分类: 原生矿物、他生矿物、次生矿物。

矿物在岩浆岩中的含量和分类命名中所起的作用分类: 主要矿物、次要矿物、副矿物。

组成侵入岩的矿物结晶粒度较粗, 要注意观察各类侵入岩的矿物组合, 重点掌握橄榄石、辉石、角闪石、黑云母、斜长石、钾长石、石英的鉴定特征和相互区别。要初步掌握矿物含量的估计方法。例如, 石英的含量在侵入岩分类定名上具有重要意义, 在手标本上估计石英含量的经验是: 当石英含量小于5%时, 手标本上很难观察到石英; 当手标本上难找到石英时, 含量一般在10%左右, 如能轻易看到石英, 其含量往往大于15%。

(三) 常见的侵入岩构造

常见的侵入岩构造包括块状构造、斑杂构造、带状构造、流面构造和流线构造等。侵入岩的构造是决定岩石生成环境的重要标志, 应注意观察手标本上岩石的构造特征。

(四) 常见的侵入岩结构

1. 结晶程度

分为全晶质结构、半晶质、玻璃质。