

中国石化员工培训教材

采油地质工



CAIYOU
DIZHIGONG

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写
本书主编 全 宏

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国石化员工培训教材

采油地质工

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 全宏



中国石化出版社

内 容 提 要

《采油地质工》是《中国石化员工培训教材》系列之一。本书主要介绍石油地质、地球物理测井、油田开发、开采工艺、油田注水、开发地质资料、油田开发动态分析等方面的知识。

本书是采油地质工进行员工岗位技能培训的必备教材，也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

采油地质工 / 中国石化员工培训教材编审指导委员会
组织编写. —北京: 中国石化出版社, 2012. 12
中国石化员工培训教材
ISBN 978-7-5114-1807-4

I. ①采… II. ①中… III. ①石油开采-石油天然气
地质-技术培训-教材 IV. ①TE143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 313254 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何
形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 30 印张 755 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价: 84.00 元

中国石化员工培训教材

编审指导委员会

主任：李春光

委员：戴 铤 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任务艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培训力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflows，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司做出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

前 言

根据中国石化发展战略要求,为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展,集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果,调研了企业培训教材需求,开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上,按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工六类,组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材,初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要,以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点,把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标,把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容,具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织,集团公司人事部统筹协调,总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关,主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中,上下协同、团结合作,各级领导给予了高度重视和支持,许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《采油地质工》为专业技术培训类型的教材。本书内容与国标、行标、企标要求相一致,符合现行开发政策,具有较强的通用性、先进性、规范性、简明性。在编写时,侧重于实际操作技能的培训。内容共分8章,按照由浅入深的顺序进行编排,前5章以介绍采油地质工应掌握的基本理论知识为主,以够用为原则,一些知识只作概念、意义方面的简要介绍,理论上不作阐述;后3章以介绍采油地质工应掌握的基本操作技能为主,有较强的系统性、实用性与可操作性。

“开发地质资料”是采油地质工每天都要从事的十分重要的工作,本书将其单独设为一章进行培训,能够增强该项工作的系统性,避免片面性;能够促进采油队取全取准、系统规范建立各项开发地质资料。另外,出于本教材专业特点的考虑,全面质量管理、HSE等相关知识和技能虽需要采油地质工掌握,但本书未加以涉猎。

《采油地质工》由石油工程管理部、油田勘探开发事业部和胜利石油管理局

负责组织编写,主编全宏(胜利油田),副主编张传河(胜利油田)、刘文业(胜利油田)。参加编写的人员有王永亮(胜利油田)、张德崇(胜利油田)、孙志会(胜利油田)、徐蓓蕾(胜利油田)、曹锋(胜利油田)、林娜(胜利油田)、王丰文(胜利油田)、焦红岩(胜利油田)、胡锁涵(胜利油田)、刘凤喜(胜利油田)、周家驹(胜利油田)、吕丽萍(胜利油田)、赵启刚(胜利油田)、李建红(胜利油田)、逢雯(胜利油田)、刘礼亚(胜利油田)、谭长华(胜利油田)、俞家声(胜利油田)、李春玲(胜利油田)、刘涛(胜利油田)、李国勇(胜利油田)、于冬梅(胜利油田)、卞松梅(胜利油田)、梁晓东(胜利油田)、隋同花(胜利油田)、黄维思(胜利油田);本教材已经中国石油化工集团公司人事部、石油工程管理部和油田勘探开发事业部审定通过,主审马改正,参加审定的人员有余传谋、刘新会、窦焕成、何汉坤、赵玉臣、郝文民、高平等,审定工作得到了中原油田的大力支持;中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合,在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多,不同企业之间也存在着差别,编写难度较大,加之编写时间紧迫,不足之处在所难免,敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议,以便教材修订时补充更正。

目 录

第1章 基础地质知识	(1)
1.1 岩石	(1)
1.1.1 岩石分类	(1)
1.1.2 岩浆岩与变质岩	(2)
1.1.3 沉积岩	(7)
1.2 地层	(23)
1.2.1 地质年代	(23)
1.2.2 地层单位	(25)
1.2.3 地层划分与对比	(26)
1.2.4 油层对比	(27)
1.3 沉积相	(36)
1.3.1 沉积相分类	(36)
1.3.2 陆相组	(36)
1.3.3 海相组	(44)
1.3.4 海陆过渡相组	(47)
1.3.5 油田沉积微相研究	(51)
1.4 地质构造	(54)
1.4.1 岩层产状	(54)
1.4.2 地层接触关系	(55)
1.4.3 褶皱构造	(57)
1.4.4 断裂构造	(59)
1.4.5 油气田构造图件绘制	(63)
第2章 石油地质	(69)
2.1 油气藏中流体性质	(69)
2.1.1 石油组成及性质	(69)
2.1.2 天然气成分及性质	(74)
2.1.3 油田水	(76)
2.2 油气生成及生油层	(78)
2.2.1 油气生成的物质基础	(78)
2.2.2 油气生成条件	(80)
2.2.3 有机质演化生烃模式	(81)
2.2.4 生油层	(82)
2.3 储层与盖层	(84)
2.3.1 储层的孔隙性	(85)
2.3.2 储层的渗透性	(86)

2.3.3	储层的含油气性	(88)
2.3.4	储层的敏感性	(88)
2.3.5	储层的非均质性	(89)
2.3.6	盖层	(90)
2.4	油气运移与聚集	(91)
2.4.1	油气运移的概念	(91)
2.4.2	油气初次运移	(92)
2.4.3	油气二次运移	(92)
2.4.4	圈闭与油气藏概念	(93)
2.4.5	油气聚集	(95)
2.5	油气藏的形成和类型	(96)
2.5.1	油气藏形成条件	(96)
2.5.2	油气藏类型	(98)
2.5.3	油气田	(102)
2.6	油气储量	(102)
2.6.1	油田储量概念及分类	(103)
2.6.2	储量计算方法	(104)
2.6.3	单井储量	(105)
2.6.4	计算油气储量的综合评价	(107)
2.6.5	特殊储量	(108)
第3章	地球物理测井	(110)
3.1	电法测井	(110)
3.1.1	自然电位测井	(110)
3.1.2	普通电阻率测井	(115)
3.1.3	微电极测井	(123)
3.1.4	侧向测井	(126)
3.1.5	感应测井	(134)
3.2	声波测井	(138)
3.2.1	岩石的声学特性	(138)
3.2.2	声波速度测井	(140)
3.3	放射性测井	(144)
3.3.1	放射性测井的核物理基础	(145)
3.3.2	自然伽马测井	(148)
3.3.3	密度测井	(152)
3.3.4	补偿中子测井	(154)
3.4	测井资料综合分析应用	(156)
3.4.1	划分岩性	(156)
3.4.2	划分渗透性地层	(158)
3.4.3	综合判断油、气、水层	(159)

第4章 油田开发	(162)
4.1 油田开发概述	(162)
4.1.1 油田开发概念	(162)
4.1.2 油田开发方针和原则	(162)
4.1.3 井别划分	(163)
4.1.4 井号编排	(164)
4.2 油田开发层系的划分	(165)
4.2.1 划分开发层系的意义	(165)
4.2.2 划分开发层系的原则	(166)
4.2.3 划分与组合开发层系的基本方法	(166)
4.3 油田开发方式	(167)
4.3.1 油藏驱动方式	(167)
4.3.2 油田注水方式	(170)
4.4 油田开发方案	(173)
4.4.1 油田开发方案的编制原则	(174)
4.4.2 油田开发方案的基本内容	(174)
4.5 油田开发阶段与调整	(176)
4.5.1 油田开发阶段的划分	(176)
4.5.2 油田开发调整	(178)
第5章 开采工艺	(182)
5.1 完井工艺	(182)
5.1.1 井身结构	(182)
5.1.2 完井工艺	(183)
5.2 采油工艺	(186)
5.2.1 自喷采油工艺	(186)
5.2.2 气举采油	(188)
5.2.3 机械采油工艺	(190)
5.2.4 井筒管柱	(199)
5.3 抽油机井、电泵井生产管理	(209)
5.3.1 抽油机井生产管理	(209)
5.3.2 电泵井生产管理	(219)
5.4 增产措施工艺	(225)
5.4.1 水力压裂工艺	(225)
5.4.2 酸化解堵工艺	(227)
5.4.3 油井堵水工艺	(228)
5.5 三次采油技术	(229)
5.5.1 稠油热采	(229)
5.5.2 注聚合物开采	(233)
5.5.3 注气开采	(236)

5.6 采油新技术	(239)
5.6.1 声波采油技术	(239)
5.6.2 振动与人工地震采油技术	(239)
5.6.3 电脉冲采油技术	(239)
5.6.4 高能气体压裂技术	(240)
5.6.5 水力振荡与高压水射流解堵技术	(240)
5.7 采油系统地面工艺	(241)
5.7.1 采油井设备及其性能	(242)
5.7.2 采油系统地面流程	(246)
5.8 油水井作业	(249)
5.8.1 油水井检换作业	(249)
5.8.2 油水井措施作业	(253)
第6章 油田注水	(257)
6.1 油田注水基础知识	(257)
6.1.1 油田注水开发的优点	(257)
6.1.2 注水时机的选择	(257)
6.1.3 注入水的选择、水质的要求及处理	(258)
6.1.4 油田注水方法	(262)
6.1.5 编制注水井配注方案	(265)
6.2 油田分层注水技术	(268)
6.2.1 分层注水工艺发展	(269)
6.2.2 分层注水工艺	(269)
6.2.3 分层注水测试技术	(272)
6.2.4 注水测试资料的应用	(277)
6.3 油田注水增注技术	(284)
6.3.1 酸化增注工艺	(284)
6.3.2 地面增压增注工艺	(287)
6.4 井间示踪剂监测工艺	(288)
6.4.1 井间示踪剂监测的目的	(288)
6.4.2 井间示踪剂筛选标准	(288)
6.4.3 井间示踪剂种类	(288)
6.4.4 井间示踪剂监测	(288)
6.5 注水井调剖技术	(290)
6.5.1 注水井调剖方法	(290)
6.5.2 注水井调剖井、层的选择	(290)
6.5.3 调剖施工工艺	(291)
6.5.4 调剖效果评价	(291)
6.6 注水系统地面工艺流程	(292)
6.6.1 注水井井口生产流程	(292)
6.6.2 配水间注水系统生产流程	(293)
6.6.3 注水泵站生产流程	(293)

6.7 注水井生产分析	(295)
6.7.1 注水井油压变化原因分析	(296)
6.7.2 注水井套压变化分析	(296)
6.7.3 注水井注水量变化分析	(296)
6.8 注水井的管理	(299)
6.8.1 把好“两关”	(299)
6.8.2 做到三个“及时”	(299)
6.8.3 实现“三定”、“三率”、“一平衡”，达到“四个提高”	(300)
第7章 开发地质资料	(301)
7.1 单井生产资料的录取与整理编制	(301)
7.1.1 常规采油井生产资料的录取与整理编制	(301)
7.1.2 注水井生产资料的录取与整理编制	(315)
7.1.3 热采单元采油井生产资料的录取与整理编制	(321)
7.1.4 聚合物驱单元采油井生产资料的录取与整理编制	(325)
7.1.5 聚合物驱单元注聚合物井生产资料的录取与整理编制	(328)
7.1.6 注气井生产资料的录取	(331)
7.2 单井动态监测资料的录取与整理编制	(333)
7.2.1 单井动态监测资料录取的基本方法	(334)
7.2.2 动态监测系统的建立	(336)
7.2.3 单井动态监测资料的录取	(337)
7.2.4 单井动态监测资料的整理	(342)
7.3 注采井组资料的整理编制	(343)
7.3.1 构造井位图编制	(344)
7.3.2 小层平面图编制	(344)
7.3.3 注采井组油水井连通图编制	(345)
7.3.4 水淹图编制	(346)
7.3.5 注采井组开发数据	(347)
7.3.6 注采井组油水井单井生产对比数据	(347)
7.3.7 注采井组开发综合曲线编制	(347)
7.3.8 采油井、注水井单井措施实施效果台账	(348)
7.3.9 注水井调整效果跟踪分析台账	(349)
7.4 开发单元资料的整理编制	(349)
7.4.1 开发地质基础图件	(349)
7.4.2 单元开发综合数据	(351)
7.4.3 开发综合曲线	(352)
7.5 开发管理资料的编制	(355)
7.5.1 开发生产计划与运行曲线	(355)
7.5.2 油田开发分析指标及其计算方法	(356)
7.5.3 油田开发生产管理指标及其计算方法	(363)
7.5.4 动态监测计划编制	(367)

7.5.5 开发地质总结	(367)
7.6 开发地质资料档案	(370)
7.6.1 钻井完井资料	(370)
7.6.2 测井资料	(370)
7.6.3 修井作业施工总结资料	(371)
7.6.4 井史资料	(371)
7.6.5 油田开发技术文件	(374)
7.7 信息技术相关知识技能	(374)
7.7.1 计算机系统的组成	(374)
7.7.2 办公软件应用	(374)
7.7.3 专业软件应用	(376)
7.7.4 计算机网络基础知识	(377)
7.7.5 计算机安全与防护	(377)
第8章 油田开发动态分析	(379)
8.1 油田开发动态分析概述	(379)
8.1.1 油田动态及油田动态分析	(379)
8.1.2 动态分析的目的及原则	(379)
8.1.3 动态分析分类	(380)
8.1.4 油藏动态分析管理制度	(381)
8.1.5 开发动态分析方法	(382)
8.2 单井动态分析	(383)
8.2.1 单井动态分析的基本程序	(383)
8.2.2 单井动态分析常用开发地质资料	(384)
8.2.3 采油井动态分析方法及内容	(384)
8.2.4 注水井动态分析	(391)
8.2.5 蒸汽吞吐井动态分析	(393)
8.2.6 单井动态分析实例	(397)
8.3 注采井组动态分析	(410)
8.3.1 水驱油藏注采井组动态分析的内容与方法	(411)
8.3.2 注聚合物油藏注采井组动态分析的内容与方法	(416)
8.3.3 蒸汽驱油藏注采井组动态分析的内容与方法	(419)
8.3.4 注采井组动态分析实题及练习题	(422)
8.4 区块(开发单元)动态分析	(463)
8.4.1 注水开发区块动态分析内容与方法	(463)
8.4.2 注聚合物单元开发动态分析内容与方法	(464)
8.4.3 稠油热采区块开发动态分析内容与方法	(465)
参考文献	(468)

第 1 章 基础地质知识

编写本章的目的是让学员系统掌握岩石、地层、沉积相及地质构造等有关的基础地质理论,初步了解上述理论与石油(气)勘探、开发的关系,掌握相关地质图件的计算、绘制方法。

本章的内容范围包括岩石、地层、沉积相及地质构造等相关知识。

地球是太阳系中的一颗行星。地球表面高低起伏,地表形态可分为海洋和陆地两大地形单元。地球表面面积的 70.8% ($3.61 \times 10^8 \text{ km}^2$) 被海洋覆盖,陆地只占 29.2% ($1.49 \times 10^8 \text{ km}^2$),海洋与陆地面积之比为 2.5:1。此外,大陆和海洋在地球表面的分布是不均匀的,65% 的陆地集中在北半球,因而北半球有陆半球之称。即使如此,陆地仅占该半球的 39%;南半球陆地面积较少,只占该半球面积的 19%,因而南半球有水半球之称。地球的形状为一个扁率不大的三轴椭球体(图 1-1)。

地球内部划分为地壳、地幔和地核三个主要圈层。软流层以上的上地幔合地壳合称为岩石圈,组成地球的固体外壳,它均由岩石组成。

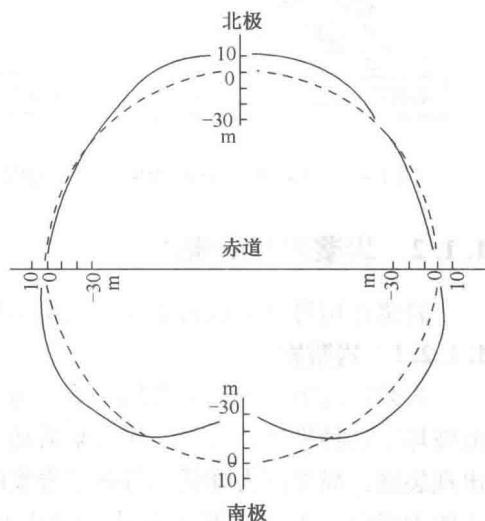


图 1-1 大地水准面和扁球面

(引自 King - Hele 等, 1969)

实线—大地水准面;虚线—扁球面

1.1 岩石

岩石是矿物的集合体。例如花岗岩是由石英、长石、角闪石和黑云母等矿物组成。矿物则是由化学元素单质或化合物组成的,例如石英的化学成分是 SiO_2 ,方解石的化学成分是 CaCO_3 。

在内外力地质作用的过程中,各种矿物、岩石的状态也在不断地变化,原有的矿物、岩石遭到风化、剥蚀、破坏,新的矿物和岩石不断地产生,期间也可能会发生某些矿物或元素的分散或者相对富集的现象,从而形成各种地质矿藏。

1.1.1 岩石分类

自然界中岩石种类虽然很多,但根据其成因可分为岩浆岩、变质岩、沉积岩三大类型。其中,沉积岩的石油地质意义非常重大,它不仅能够生油,而且能够储油。当前世界上发现的近 30000 个油气田中,99% 以上的油气储集在沉积岩中。但是,目前在岩浆岩和变质岩中,也发现了油气的储集,形成了高产油气田。如辽河兴隆台油田在岩浆岩中发现了日产千吨以上的高产油井,玉门鸭儿峡油田在变质岩中发现了工业油流。所以对岩浆岩、变质岩进行油气勘探时,也应引起足够的重视。

地壳中三大类岩石形成的环境和地质作用类型是不同的,沉积岩是在地表环境下经表层

地质作用所形成；变质岩是在地下环境中经内部地质作用的变质作用所形成；而岩浆岩是由内力地质作用的岩浆作用所形成，形成于地下深处岩浆，经过运移后再经过冷却固结形成岩浆岩，岩石本身可形成于地表和地下的不同环境中。岩石形成后，由于其所处的环境及地质作用的类型与方式发生变化，岩石随之发生改造，可以转变成其他类型的岩石。

出露于地表的岩浆岩、变质岩及沉积岩，在水、冰、大气等各种地表应力的作用下，经

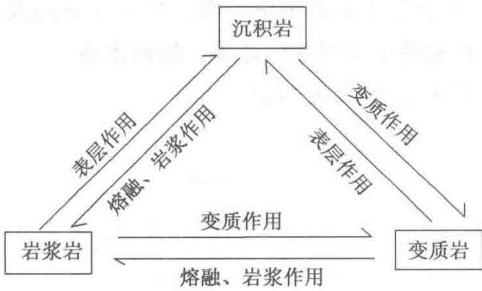


图 1-2 三大类岩石的转化关系示意图

外力地质作用(风化、剥蚀、搬运、沉积及成岩作用)可以重新形成沉积岩。地壳表层形成的沉积岩经构造运动的作用可卷入或埋藏到地下深处，经变质作用形成变质岩；当受到高温作用以致熔融时，可转变成岩浆。地壳深处的变质岩及岩浆岩，经构造运动的抬升与表层地质作用的风化与剥蚀，又可上升并出露于地表，进入形成沉积岩的阶段。因此，三大类岩石是可以相互不断转化的(图 1-2)。

1.1.2 岩浆岩与变质岩

岩浆作用可以形成岩浆岩，变质作用可以形成变质岩。它们都是内力地质作用的结果。

1.1.2.1 岩浆岩

岩浆在地下处于高温高压状态，与其所处的环境是平衡的，由于温度的升高或压力的降低破坏了这种平衡，从而引起岩浆活动。例如由于各种地应力的影响，地下岩石发生断裂或出现裂缝，局部压力降低，打破了岩浆的平衡环境，使地壳深处的岩浆以热力熔化和机械挤入的方式向上部压力相对较小的薄弱地带和断裂带流动，侵入到地壳内，甚至喷出地表(图 1-3)。岩浆在上升过程中与围岩相互作用也不断地改变自身的化学成分和物理状态。我们把这种从岩浆的形成、活动直到冷凝的全部地质作用过程，统称为岩浆作用。

1. 岩浆岩一般特征及分类

岩浆岩是由地壳深处高温熔融的岩浆在一定地质作用下，沿着裂隙侵入地壳附近或喷出地表，经过冷凝、结晶而形成的岩石。

岩浆岩在地壳中分布十分广泛，约占地壳总质量的 80%，在大陆地表出露普遍，整个大洋壳几乎全部由玄武岩组成。

岩浆岩的种类很多，组成岩浆岩的矿物种类也各不相同，但最常见的矿物不过 20 余种，我们把这些矿物称为造岩矿物。常见的造岩矿物有：石英、正长石、斜长石、角闪石、辉石和橄榄石、黑云母等。前三种矿物中 SiO₂、Al₂O₃ 含量高，颜色浅，称为浅色矿物；后几种矿物中 FeO、MgO 含量高，硅铝含量少，颜色较深，称为暗色矿物。以上这些矿物是我们肉眼鉴定岩浆岩类别的重要依

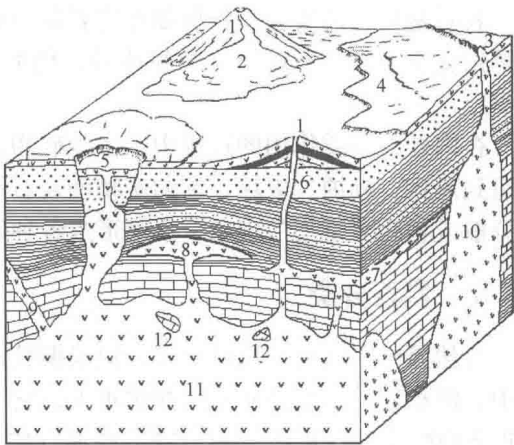


图 1-3 岩浆侵入体与喷出体示意图

- 1—火山锥；2—熔岩流；3—火山颈及岩墙；4—岩被；
- 5—破火山口；6—火山颈；7—岩床；8—岩盘；9—岩墙；
- 10—岩株；11—岩基；12—捕虏体

据。岩浆岩中按矿物的含量，又分为主要矿物、次要矿物和副矿物三类。

岩浆岩中所含矿物的结晶程度、颗粒的大小、形状以及矿物之间组合方式所表现出来的微观特征是岩石的结构。这是我们研究岩浆岩形成条件和对岩石分类与命名的依据之一。

岩浆岩中各种矿物和其他组成成分的空间排列和充填方式所反映出来的岩石外貌上的宏观特征是岩石的构造。构造特征是岩石分类定名的重要依据之一。常见的岩浆岩构造类型有块状构造、流纹构造(图 1-4)、气孔(图 1-5)及杏仁构造等。

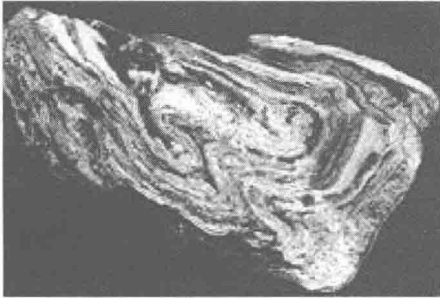


图 1-4 流纹构造

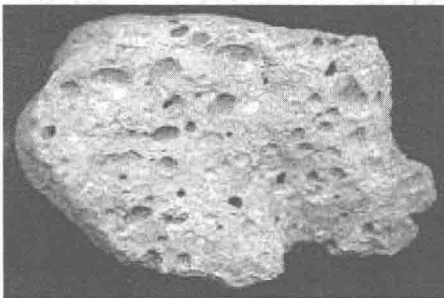


图 1-5 气孔构造

岩浆岩的分类基础包括岩浆岩的化学成分、矿物成分、结构和构造、形成原因以及产出状态等方面。根据岩浆岩的产状可以分为深成岩、浅成岩和喷出岩三大成因类型。根据二氧化硅(SiO_2)含量多少可以划分为不同的化学类型。在上述分类的基础上，根据矿物成分，结合岩石的结构、构造、产状等合成一个简单分类表(表 1-1)。

表 1-1 主要岩浆岩分类简表

岩 石 类 型			超基性岩类	基性岩类	中性岩类	酸性岩类		
颜 色			深(黑、绿、深灰)		浅(浅红、浅灰黄)			
SiO ₂ 含量			<45%	45% ~ 52%	52% ~ 65%	>65%		
主要矿物			橄榄石 辉石 角闪石	基性斜长石 辉石	中性斜长石 辉石	正长石 酸性斜长石 石英		
次要矿物			基性斜长石 黑云母	橄榄石 角闪石 黑云母	黑云母 正长石 石英 辉石	黑云母 角闪石		
产状		结构	构造	岩石名称				
喷 出 岩	火山锥 熔岩流 熔岩被	玻璃质 隐晶质 斑状	气孔、杏仁、 流纹、块状	科马提岩 苦橄岩 (少见)	玄武岩 (大量出现)	浮岩、黑曜岩		
						安山岩(大量)	流纹岩	
侵 入 岩	浅 成 岩	岩床 岩盘 岩盆 岩墙	半晶质 等粒、斑状	块状	少见	辉绿岩	闪长玢岩	花岗斑岩
	深成 岩	岩株 岩基	全晶质 等粒、似斑状	块状	橄榄岩	辉长岩	闪长岩	花岗岩

2. 常见的岩浆岩

(1) 花岗岩为酸性岩类的深成侵入岩。常见为肉红色或灰白色，主要由石英、长石组成，含量在85%以上，此外还有角闪石、辉石、黑云母等。花岗岩具有全晶质等粒结构或似斑状结构，块状构造。花岗岩有时出现很大的长石斑晶，则称斑状花岗岩，若暗色矿物以角闪石为主，则称角闪石花岗岩，若无或极少含暗色矿物时，则称白花岗岩。

花岗岩主要以岩基形式出现，也有以岩株、岩盖产出。

(2) 闪长岩为中性岩类的深成侵入岩。灰或灰绿色。主要由斜长石和角闪石组成，此外还有辉石、黑云母等，很少或没有石英。具有全晶质-粗粒等粒结构，块状构造。由于次生变化，斜长石变为绿帘石、角闪石变成绿泥石致使岩石呈浅绿色。

闪长岩以岩株、岩盖、岩墙出现，常与花岗岩及辉长岩共生。

(3) 辉长岩为基性岩类深成侵入岩。一般为灰至灰黑色，主要组成矿物为辉石和斜长石组成，其次为角闪石和橄榄石。具有全晶质中-粗粒等粒结构，块状构造。

辉长岩多以岩盆、岩床、岩墙产出，与超基性岩、闪长岩共生或独立存在。

(4) 流纹岩是成分与花岗岩相当的酸性喷出岩，一般为灰色、灰红色、肉红色。具斑状结构和流纹构造，斑晶为石英、透长石(透明斜长石)，基质部分为玻璃质或隐晶质，有时可见气孔或块状构造。

此外，尚有一些几乎全部由玻璃质组成的玻璃质流纹岩，如松脂岩、珍珠岩等。流纹质火山玻璃中可具有大量气泡，形成浮石构造，具有这种构造的岩石，能浮于水面，故有“浮岩”之称。

(5) 安山岩是成分与闪长岩相当的中性喷出岩。呈深灰、浅玫瑰、褐色等。一般为斑状结构，斑晶为斜长石、辉石等，有时含角闪石。具有气孔和杏仁或块状构造。

安山岩形成较大的熔岩流并与玄武岩、英安岩等共生，分布面积仅次于玄武岩，占岩浆岩分布面积的22%。

(6) 玄武岩是成分与辉长岩相当的基性喷出岩。常呈黑、灰黑、黑绿、灰绿色等。具隐晶、细粒至斑状结构，块状构造，有时也具气孔或杏仁构造。

玄武岩在地壳上分布很广，约占岩浆岩总分布面积的35.1%，常以大面积的熔岩流、岩被形式出现。陆相喷发常具柱状节理，水下喷发常形成枕状构造。大洋底几乎全部由玄武岩组成。它也是月球表面的主要岩石。

(7) 橄榄岩呈暗绿、灰黑色，主要矿物为橄榄石和辉石，橄榄石含量占40%~70%，有时含有少量角闪石、黑云母。具有全晶质-中粗粒结构、块状构造。

(8) 花岗伟晶岩的成分与花岗岩相似，主要由石英、碱性长石组成。晶体颗粒粗大，粒径由几厘米至几十厘米不等，一般多呈脉状体产出。伟晶岩中有时也有少量斜长石、白云母、电气石、绿泥柱以及各种含有稀有元素和放射性元素的矿物等，这些矿物常呈较好的晶形穿插在主要矿物中，有时可富集成矿。

(9) 正长岩是半碱性岩类的深成侵入岩，颜色多为肉红色或灰白色，几乎全由肉红色或灰白色的钾长石组成，含少量斜长石。暗色矿物多为角闪石、黑云母、辉石等，一般无石英或含量极少。具全晶质中粒结构，块状构造，风化后常形成铝土矿。正长岩体一般不大，多呈小型岩株、岩盖，常与花岗岩共生。