

岩矿实验室工作方法

叶大年 从柏林 主编

地质出版社

56.85
173

岩矿实验室工作方法

叶大年 主编
从柏林

地质出版社

岩矿实验室工作方法

叶大年 主编
从柏林

•

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

•

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张: $27^{7/8}$ ·插页: 一个·字数: 660,000

1981年4月北京第一版·1981年4月北京第一次印刷

印数1—2,680册·定价5.50元

统一书号: 15038·新570

前 言

由矿物组成的岩石，是地球岩石圈的基本组成单位。它们是地球历史的见证者和记录者。可以毫不夸大地说，迄今为止地质学实质上就是一部“石头记”。

岩石学研究的一个重要关键是确定岩石及其组成矿物的成分、结构以及物理性质，所以，岩矿研究工作中实验室内分析鉴定和资料整理占有很大的比重，并且涉及到许多学科和技术领域。一个岩矿工作者想要精通全部的实验室工作是不可能的，但是科学技术的发展却又要求岩矿工作者对实验室的工作方法有较全面的知识，因此需要有较为全面的有关岩矿实验室方法的工具书。国外已经出版了这类书，例如，英国朱斯曼（Zussman）主编了“矿物鉴定的物理方法”，马来西亚的哈钦逊（Hutchison）编写了“岩石学技术实验室手册”。国内近年来出版了岩矿方面的许多专门性的手册和工具书，深受广大读者欢迎。然而综合性手册却很缺乏。有鉴于此，我们邀请了一些有多年实践经验的同志编写了这部综合性的书。在编写的方法上吸取了朱斯曼主编的书的优点，即分头编写，以便把每章作者的实践经验写进去，在内容上参考了哈钦逊编著的“岩石学技术实验室手册”，目的是使本书能起到工具书的作用。但是，我们考虑到国内的具体情况，即一般实验室的主要设备，岩矿工作和化学分析的分工，以及国内已出版的专门性手册的内容，在内容上有增删。例如，本书中对矿物的具体资料罗列较少或省略，着重介绍一些新方法或国内专门性手册中缺乏的资料。我们编写此书的目的不是出版一本包罗万象的手册，只是希望填补已有岩矿研究工具书的一些间隙，以期对国内岩矿研究工作和地质院校的教学有所帮助。

在许多章节里都有一些较新的资料，图表和经验的论述，例如，第一章介绍岩石新的分类方法，尤其是成因分类的内容；第二章介绍了简而易行的一些染色方法；在第三章里，除介绍一般的岩石和矿物物理性的测定方法外，还介绍用理论方法计算岩石矿物比重、岩浆比重和粘度的方法；第四章介绍了一些矿相显微镜操作时容易忽视的问题以及一些与实际测定密切相关的理论和新方法；第五章着重论述油浸法技术中的多快好省问题；第六章重点介绍费氏台研究长石的经验体会并附有较新的鉴定图表；第七章简明地介绍了旋转台岩组分析方法；第八章除介绍差热分析外，还介绍了较新的热发光分析技术和应用；第九章除扼要介绍X射线粉末法的要领外，突出介绍各种手册索引的优缺点以及粉末法在造岩矿物鉴定中的应用；第十章除了介绍矿物晶体化学式的计算方法外，还介绍端元组分的计算方法及其用途；第十一章突出介绍用岩石化学方法判别表现大地构造特征的岩石组合；第十二章详细地论述了岩矿工作中的摄影技术，着重谈实践经验；第十三章把矿物学的最新领域之一矿物谱学的原理及方法作一系统而简明的介绍；第十四章介绍岩矿地化工作中的数理统计和误差分析问题。以上这些内容都是本书不同于国内已出版的岩矿研究工具书的地方。

在本书的编写过程中，中国科学院地质研究所绘图组给予了大力支持，出版组王传英同志做了大量工作，我们借此机会向他们表示衷心的感谢。

叶大年 从柏林
一九七九年二月

目 录

第一章 岩石分类	1
第一节 火成岩分类(张儒瑗)	1
一、深成岩分类和命名	1
二、浅成岩分类和命名	10
三、火山岩分类和命名	12
四、火山碎屑岩分类和命名	16
五、其他分类系统	17
第二节 沉积岩分类(李继亮)	18
一、沉积岩的主要结构单元	18
二、沉积岩的结构单元分类	19
三、砂岩的分类	21
四、碳酸盐岩的分类	26
第三节 变质岩分类(张旗)	30
一、接触变质岩的分类	30
二、碎裂变质岩的分类	30
三、区域变质岩的分类	33
主要参考文献	38
第二章 染色法及微化分析	40
第一节 染色法(从柏林)	40
一、长石、似长石及有关矿物的染色法	40
二、碳酸盐的染色法	43
第二节 微化分析(余理宝)	45
一、常用溶(熔)剂和试剂	46
二、重砂矿物中元素的化学鉴定各论	46
主要参考文献	52
第三章 矿物(岩石)物理性质的测定(张雯华)	53
第一节 比重的测定	53
一、比重瓶法	53
二、悬浮法	56
三、静水力学法	59
四、X射线法	61
五、岩石化学法	62
六、折光率法	64
第二节 硬度	65
一、矿物颗粒硬度测定	65

二、矿物显微硬度测定	66
三、抗磨硬度	66
第三节 荧光观察	67
一、紫外线分析仪	67
二、阴极射线仪	68
三、伦琴射线分析仪	68
第四节 磁性	69
一、岩石中的磁性矿物	69
二、岩石的磁性	70
三、岩石磁化率的测定	70
第五节 岩石的导热性和岩浆粘度计算	71
一、导热性	71
二、硅酸盐熔体粘度计算	72
主要参考文献	73
第四章 吸收性矿物的光性鉴定 (王曙)	75
第一节 矿相显微镜的调整和使用	75
一、物镜应变的检查 and 校正	75
二、光源及其调整	76
三、双石英试板	77
四、前偏光镜方位的准确校正	77
五、使偏光镜严格正交方法	78
六、非均质矿物消光位及 45° 位的准确测定	79
第二节 反射率的测定	80
一、测定仪器	80
二、反射率标准	85
三、反射率的测定过程	88
四、用倍增管光度计测定反射率时的要求、误差及其校正	89
五、用测定反射率计算矿物 N 、 K 值	93
六、单偏光镜下非均质矿物 R_p 的测定	94
七、非均质矿物主反射率及反射光性正负的测定	96
八、平行反射率 $R_{(//)}$ 和正交反射率 $R_{\perp}$ 的测定	100
第三节 正交偏光下的测定	101
一、非均质视旋转角 A_r 的测定	101
二、黑双曲线分离角 2α 的测定	104
三、均质矿物反射旋转色散的测定	104
四、非均质矿物旋转性色散的测定	105
主要参考文献	106
第五章 透明矿物的鉴定 (叶大年)	107
第一节 油浸法技术训练的合理程序	107
一、作油浸实验时应作的准备	107
二、培养从突起判断矿物近似折射率的能力	108

三、色散的观察	109
四、换油中的优选法	111
五、重折射率的估计	112
六、定向切面出现的几率	112
七、干涉图的对称性及其在油浸法中的应用	115
八、斜照法技术	120
九、随机寻找法——一种统计法	121
第二节 焦点屏蔽法	124
一、焦点屏蔽法的原理	124
二、环形屏蔽	125
三、单边屏蔽	134
四、中心屏蔽	136
第三节 透明矿物半圆柱系统鉴定法	137
一、半圆柱座标系统	137
二、获得半圆柱座标参数的方法	138
主要参考文献	143
第六章 偏光显微镜的旋转台(针)鉴定法(邓万明)	145
第一节 旋转台的构造、安装和校正	145
一、旋转台的构造	145
二、旋转台的安装	147
三、旋转台的校正	147
第二节 赤平投影基本作图	148
第三节 一轴晶光率体定位和结晶要素的测定	150
一、使光轴直立的直光定位法	150
二、使光轴平行 I 轴的直光定位法	150
三、使光轴直立的锥光定位法	150
四、使光轴平行 I 轴的锥光定位法	151
五、一轴晶光性符号的测定	151
六、一轴晶结晶要素的测定	151
第四节 二轴晶光率体定位和结晶要素的测定	151
一、二轴晶光率体四轴台直光定位法	151
二、二轴晶光率体五轴台直光定位法	153
三、二轴晶光率体定位的四轴台锥光法	154
四、二轴晶光率体定位的消光曲线法	156
五、仅能测得一根光轴时 $2V$ 的测定	156
第五节 斜长石成分和结构状态的测定	157
一、斜长石结构状态的意义	157
二、斜长石的双晶类型	157
三、用晶带法测定斜长石双晶类型和成分	158
四、测定斜长石成分和结构状态的四轴台双晶法	159
五、测定斜长石成分和结构状态的五轴台法	161
第六节 碱性长石结构状态的测定	164

一、概述	164
二、碱性长石结构状态的测定方法	166
第七节 暗色矿物的鉴定	168
一、单斜辉石和角闪石	168
二、橄榄石系列种属的鉴定	171
第八节 旋转针台的构造和安装	171
第九节 矿物颗粒的粘附和换油	173
第十节 用旋转针台测量一轴晶矿物的 N_z 、 N_o 和二轴晶矿物的 N_p 、 N_m 和 N_g	173
一、一轴晶 N_o 和 N_z 的测量—锥光定向	173
二、二轴晶矿物 N_p 、 N_m 、 N_g 的测定—锥光定向	174
三、二轴晶矿物三个主折射率测定—消光法	175
第十一节 用旋转针台测量光轴角	175
一、从三个主折射率值计算 $2V$	175
二、当两光轴都出露时 $2V$ 的测定	176
三、只有一根光轴出露时 $2V$ 的测定	178
四、不用马氏常数测 $2V$ 的锥光法	178
第十二节 消光曲线及其运用	180
一、消光曲线的性质、测量和投影方法	180
二、在消光曲线上确定主轴位置	183
三、消光曲线的运用	184
主要参考文献	185
第七章 旋转台岩组测量法 (何永年)	186
第一节 旋转台岩组测量的准备	186
一、旋转台的选择	186
二、半球的选择及安装	187
三、定向薄片安装和投影图的方位	188
四、矿物的选择测量和方法	188
第二节 岩组测量的操作步骤	189
一、解理面、双晶面等面状构造方位的测量	190
二、一轴晶矿物光轴方位的测量	191
三、二轴晶矿物光率体主轴方位的测量	192
第三节 绘制岩组图	194
主要参考文献	196
第八章 热分析技术 (李继亮、姬素荣)	198
第一节 差热分析	198
一、样品制备	199
二、仪器	200
三、分析步骤	201
四、用差热分析曲线鉴定标本的矿物成分	203
五、各类矿物的差热分析曲线特征	207

六、定性估计与定量估计	211
第二节 热重分析	212
一、热重分析仪器	213
二、热重曲线的结果和解释	213
第三节 热发光技术	213
一、热发光分析仪器	214
二、样品制备	215
三、测量步骤	216
四、天然热发光与人工(诱发)热发光	217
五、热发光的应用	217
主要参考文献	220
第九章 X射线粉末法鉴定矿物(叶大年)	221
第一节 X射线物理学的基本知识	221
一、X射线的本质和X射线的产生	221
二、连续X射线光谱和特征X射线光谱	221
三、特征X射线光谱的波长	221
四、物质对X射线的吸收	222
第二节 X射线衍射的基本原理	222
一、晶体对X射线的衍射和布拉格方程	222
二、衍射线的强度	223
三、系统消光	224
四、倒易格子	224
五、 $\text{\AA}$ 和 KX 单位	225
六、面网间距与晶格常数的关系	225
第三节 德拜法和衍射法	226
一、德拜法	226
二、德拜图产生的原理	226
三、德拜法底片的安装方法	227
四、德拜相机	228
五、样品的制作	228
六、德拜图的测量	228
七、面网间距表的使用	230
八、 d 尺的使用方法	232
九、衍射法	233
第四节 X射线粉末法鉴定矿物	234
一、A. S. T. M卡片鉴定法	234
二、米赫也夫“矿物X射线鉴定表”	238
三、辽宁省地质局实验室编的“矿物X射线鉴定表”	238
四、贵阳地球化学所编的“矿物X射线粉晶鉴定表”	238
五、其他各类矿物的专用鉴定表	238
第五节 粉末图的指标化	239
一、粉末图指标化的目的	239

二、等轴晶系矿物的指标化	240
第六节 晶格常数的测定	243
一、由面网间距求晶格常数	243
二、精确测定面网间距的措施	245
三、外推法	245
第七节 造岩矿物的鉴定	247
一、岛状硅酸盐矿物	247
二、链状硅酸盐矿物	254
三、层状硅酸盐矿物	259
四、长石族矿物的鉴定	263
五、非硅酸盐造岩矿物	266
主要参考文献	269
第十章 矿物晶体化学式的计算 (金成伟)	271
第一节 晶体化学式的计算方法	271
一、氧原子法	271
二、阳离子法	274
三、非氧化物	275
四、电子探针数据计算晶体化学式法	276
第二节 最主要造岩矿物的端员分子式的计算及其地质意义	277
一、橄榄石类	277
二、石榴石类	277
三、辉石类	282
四、角闪石类	286
五、云母类	289
六、长石类	290
主要参考文献	291
第十一章 岩石化学研究及其意义 (从柏林)	293
第一节 常用岩石化学指数	293
第二节 简便的岩石化学图解	297
第三节 标准矿物值的计算	305
一、CIPW标准矿物值算法 (经Kelsey 1965年修改)	305
二、尼格里分子标准矿物值 (阳离子标准矿物值) 的计算	309
三、欧文和巴拉格的普通火山岩化学分类	313
第四节 变质岩矿物共生分析	317
一、用于表示变质矿物共生的ACF图解	317
二、用于表示变质矿物共生的A'KF图解	319
主要参考文献	322
第十二章 岩矿工作中的摄影技术 (桂文立)	323
第一节 岩矿工作中摄影技术的特点	323
一、岩石标本照相的要求	324
二、正确曝光	325

三、怎样合理布光和光度测量	325
第二节 岩石标本照相	327
一、表面结构粗糙、矿物排列松散的岩石矿石标本	327
二、表面结构比较光滑, 矿物排列致密或定向的标本	327
三、单色岩石标本的照相	328
四、利用室内自然光进行拍照	330
五、多色岩石标本的照相	330
第三节 矿物晶体和古生物化石照相	331
一、强反光(金属光泽)矿物晶体的拍照	331
二、完全透明晶体的拍照技术	332
三、特别强调立体感的矿物标本照相	333
四、玉石类矿物标本的拍照	333
五、古生物化石标本照相	334
第四节 显微照相	335
一、显微照相的设备	335
二、显微照相的注意事项	335
三、薄片的显微摄影	336
四、重砂的照相	338
五、微体古生物的拍照	339
第五节 负片的冲洗和补救	339
一、罐中显影法	339
二、深槽显影法	339
三、盘中显影法	340
四、曝光过渡的负片的补救	341
主要参考文献	342
第十三章 矿物谱学(应育浦、李哲)	343
第一节 矿物谱学概述	343
一、矿物谱与一般光学分析方法的关系	343
二、电磁辐射	343
三、能级和吸收光谱的机理	344
四、电磁波的单位 and 波谱分类	344
第二节 红外光谱及其应用	345
一、基本原理	345
二、实验设备和方法	349
三、矿物学上的应用	349
第三节 晶体场光谱	359
一、晶体场论概要	359
二、仪器设备、实验方法	365
三、晶体场光谱的应用	365
第四节 穆斯堡尔效应及其应用	371
一、基本原理	371
二、实验方法	373

三、矿物的穆斯堡尔谱	374
四、矿物穆斯堡尔谱的应用	376
主要参考文献	383
第十四章 岩矿数据的统计分析和误差计算 (孙惠文)	385
第一节 数理统计基本知识简介	385
一、总体、样本与取样	385
二、总体参数与样本统计量	386
三、数据的分组整理	386
四、主要统计量的计算公式	388
第二节 统计推断	391
一、 u 检验	391
二、 t 检验	394
三、 F 检验	397
四、 χ^2 检验	402
第三节 方差分析	405
第四节 相关分析和回归分析	408
一、一维线性正态回归	408
二、相关系数和显著性检验	409
三、回归直线的区间估计	411
第五节 误差及有效数字的计算	411
一、误差及有效数字的基本概念	412
二、误差及有效数字的计算	413
主要参考文献	416
附录 用旋转台法鉴定斜长石的图表	417

第一章 岩石分类

第一节 火成岩分类

火成岩是由岩浆通过冷凝和结晶方式形成的岩石，不管岩浆的成因如何。根据火成岩形成的深度和产状可把火成岩分成三大类：一、深成岩，指在相当深处结晶的，具有显晶结构的岩石，常形成岩基及较大的侵入体。二、浅成岩，指在不太深的部位结晶，一般为细粒及隐晶质，常具斑状结构的岩石，呈岩墙、岩脉及其他形状的小侵入体产出。三、火山岩，指喷出地表冷凝或近地表结晶的具隐晶质或玻璃质的岩石，多以岩被、岩流、岩钟等形式产出；根据火成岩中 SiO_2 的百分含量还可以分为：超基性岩 (<45)、基性岩 (45—52)、中性岩 (52—65)、酸性岩 (65—75)、超酸性岩 (>75)；根据实际矿物含量，可把火成岩分为若干类别；总之，采用不同的标准，就有不同的分类方案。分类方案虽多，但归纳起来不外乎四大分类系统：一、实际矿物含量或化学分类系统。二、成因分类系统。三、由特殊需要产生的灵活的分类系统。四、岩石全字母数字分类。在实际工作中，一般多采用第一种分类系统。

一、深成岩分类和命名

我们基本上采用国际地质科学联合会岩石分类委员会火成岩分类分会于 1972 年 8 月在蒙特利尔会议上通过的分类方案。这个方案是在 A. 什特列卡森 1967 年发表的“火成岩分类和命名法”基础上拟定的一个折衷方案，它是根据岩石的实际矿物含量（按体积百分比测定的）来分类和命名的。现已被广大地质工作者接受。分类时使用的矿物、矿物族以及有关术语和概念如下： Q —石英； A —碱性长石（正长石、微斜长石、条纹长石、歪长石、钠长石 0—5）； P —斜长石 An_5 — An_{100} ，方柱石； F —似长石或似长石类（白榴石和假白榴石、霞石、方钠石、黝方石、蓝方石、钙霞石、方沸石等）； M —镁铁质及有关矿物：云母、闪石、辉石、橄榄石、不透明矿物，副矿物（锆石、磷灰石、榍石等），绿帘石、褐帘石、石榴石、黄长石、钙镁橄榄石、原生碳酸盐等。

由于白云母、磷灰石、原生碳酸盐等矿物通常被看成长英质矿物，因此颜色指数 M' 定义如下： $M' = M - (\text{白云母, 磷灰石, 碳酸盐等})$ 。根据颜色指数可把岩石分为浅色 ($M' = 0-35$)，中色 ($M' = 35-65$)，暗色 ($M' = 65-90$)，超镁铁质岩石 ($M' = 90-100$) 四类。

M 小于 90 的岩石主要根据浅色成分来分类，即根据它们在 $QAPF$ 双三角形中的位置来分类和命名，浅色成分总数算为 100（即 $Q + A + F = 100$ ，或 $A + P + F = 100$ ）。 $M = 90-100\%$ 的岩石根据镁铁矿物分类。深成岩总的分类和命名见图 1—1。进一步细分，需另外的辅助图表。

岩石命名中的矿物顺序：最后和基本名称，基本名称前面按矿物含量多少依次排列，

火 成 岩 分 类 简 表 表 1-1

暗色矿物		M<90				M>90			
岩类		辉长岩—玄武岩类	闪长岩—安山岩类	花岗岩—流纹岩类	正长岩—粗面岩类	似长石正长岩—响岩类	似长辉长岩—碱玄岩类	似长岩类	
浅相 对 暗 色 矿 物 %	斜长石占总量%	65—100		0—100	0—65	0—50	50—100 An<50 An>50		
	石英 %	0—20		>20	0—20	0	0	0	
	似长石类	0—10		0	0—10	10—60	10—60	>60	
深成相		橄辉岩 辉石岩 角闪岩 含斜长石超镁铁岩 (黄长石岩)	闪长岩 石英闪长岩 二长闪长岩 含似长石闪长岩	花岗岩 正长花岗岩 二长花岗岩 花岗闪长岩 英云闪长岩	正长岩 石英正长岩 碱性正长岩 等色岩 含似长石正长岩	霞石正长岩 霞石二长正长岩 暗霞正长岩 似长等色岩	似长闪 长岩, 似长二 长闪长 岩	霞石岩 霓霞岩 白榴岩 橄辉白榴岩 白榴橄辉岩	
浅成相	与深成岩分 类有关的结构 变种	辉绿岩 显微辉长岩	闪长玢岩 显微闪长岩	花岗岩 花斑岩	正长斑岩 显微正长岩 等色斑岩	霞石正长斑岩 显微霓霞正长岩	沸绿岩	霓霞斑岩	
	浅色脉岩 暗色脉岩								
岩 相									
火 山 相	熔岩 岩	玄武岩、橄辉玄武岩、粗面玄武岩、含似长石玄武岩、玻璃玄武岩 (细碧岩)	安山岩 石英安山岩 粗面安山岩 含似长石安山岩	流纹岩 英安岩 碱流岩 松脂岩 黑曜岩 珍珠岩 (石英角斑岩)	粗面岩 安山岩 石英粗面岩 碱性粗面岩 含似长石粗面岩 (角斑岩)	霞石响岩 白榴响岩 碱玄质响岩	碱玄岩 碧玄岩 响岩质碱玄岩	霞石岩 白榴岩 霞石玄武岩 白榴玄武岩	
		黄长岩							
火山碎屑岩		火山碎屑熔岩, 火山碎屑岩, 沉火山碎屑岩。							

含量少的排在前面，含量多的排在后面。

图中常用的矿物英文名称缩写有：Ol—橄榄石，Opx—斜方辉石，Cpx—单斜辉石，Hbl—普通角闪石，Bi—黑云母，Gar—石榴石，Sp—尖晶石。

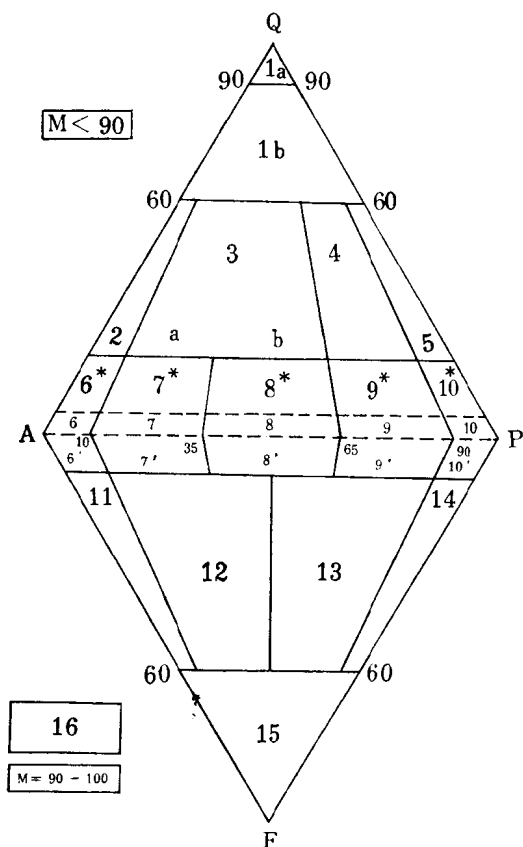


图 1—1 深成岩的总分类和命名

1a—硅英岩，1b—富石英花岗岩类，2—碱性长石花岗岩，3—花岗岩，3a—正长花岗岩，3b—二长花岗岩，4—花岗闪长岩，5—英云闪长岩，6*—碱性长石石英正长岩，7*—石英正长岩，8*—石英二长岩，9*—石英二长闪长岩/石英二长辉长岩，10*—石英闪长岩/石英辉长岩/石英斜长岩，6—碱性长石正长岩，7—正长岩，8—二长岩，9—二长闪长岩/二长辉长岩，10—闪长岩/辉长岩/斜长岩，6'—含似长石碱性长石正长岩，7'—含似长石正长岩，8'—含似长石二长岩，9'—含似长石二长闪长岩/二长辉长岩，10'—含似长石闪长岩/辉长岩，11—似长正长岩，12—似长二长正长岩（同义词：似长斜长正长岩），13—似长二长闪长岩/似长二长辉长岩（两者同义词：碱性辉长岩），14—似长闪长岩/似长辉长岩（同义词霞斜岩），15—似长石岩，16—超镁铁质岩石

1. 超镁铁岩 包括橄榄岩、辉石岩、角闪岩等岩石，基本上不含长石（或偶含少量长石），常见的副矿物有黑云母、磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿，有时有石榴石和尖晶石。由橄榄石和辉石组成的超镁铁岩分类和命名见图 1—2 上。含有角闪石的超镁铁岩分类和命名见图 1—2 下。根据辉石的种类还可以把辉石岩细分为紫苏岩、古铜岩、顽火岩、异剥岩等。辉石橄榄岩的命名也可类推。若含石榴石，石榴石含量大于 5% 则命名为石榴石橄榄岩，小于 5% 则命名为含石榴石橄榄岩。尖晶石用同样方法处理。若含少量斜长岩（<10%）可在基本名称前加“含斜长石”几个字。

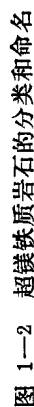


图 1-3 辉长岩类的分类和命名

$$Pl + Opx + Cpx + Hbl (Bi + Gar + Sp) \geq 95, \text{ 不透明矿物} \leq 5$$

3a—由斜长石 (Pl)、辉石 (Px) 和橄榄石 (Ol) 组成的辉长岩类; 3b—辉长岩细分为辉长岩、辉长苏长岩和苏长岩; 3c—含角闪石的辉长岩类

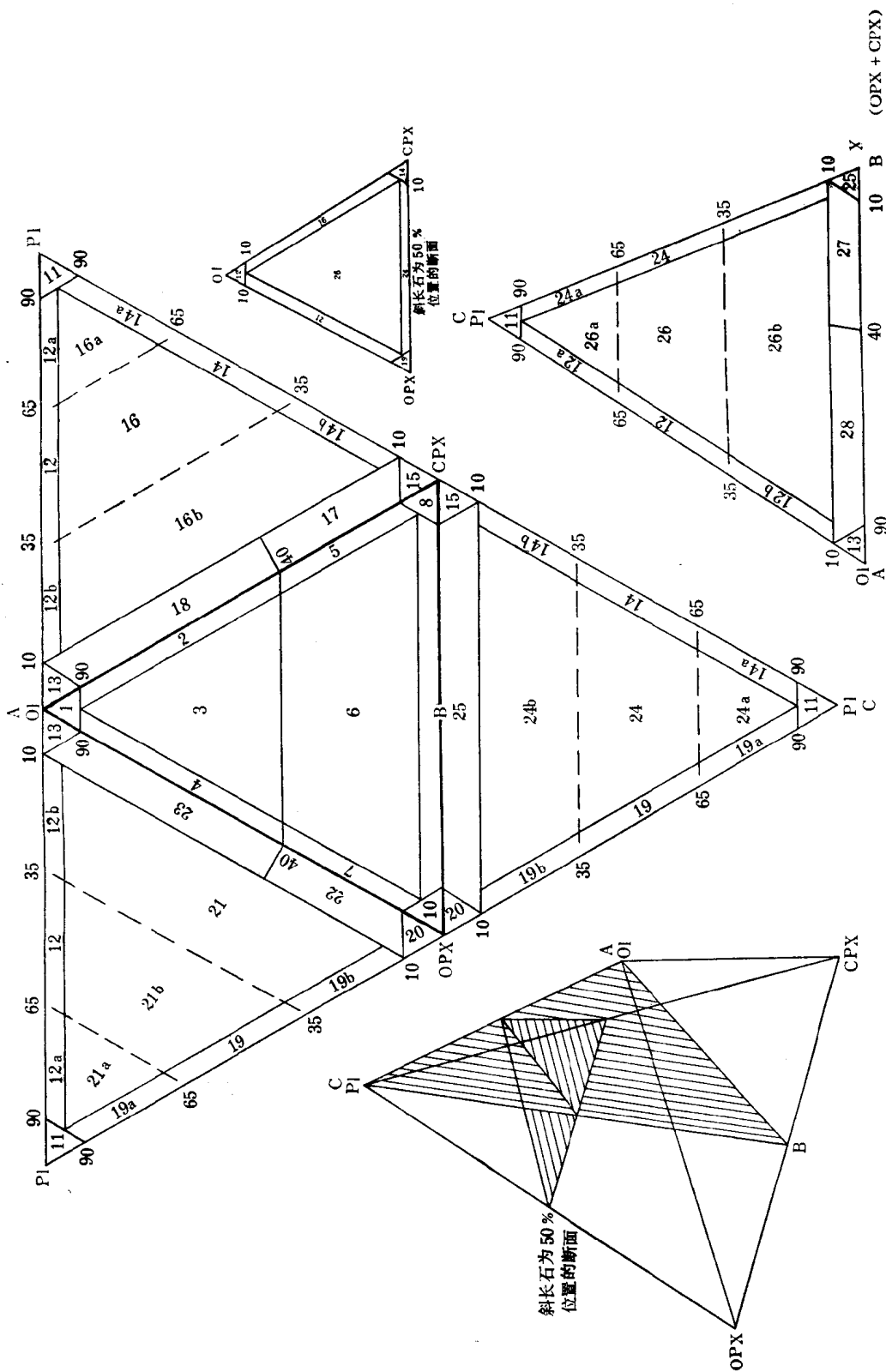


图 1—4 橄榄石—斜长石—斜方辉石—单斜辉石四面体中辉长岩和超镁铁质岩石的分类和命名。最大的三角图代表四面体展开的各个面
 1—纯橄榄岩 (橄榄岩); 2—异剥橄榄岩; 3—二辉橄榄岩; 4—斜辉橄榄岩; 5—单辉橄榄岩; 6—橄辉二辉岩; 7—橄辉斜辉岩; 8—单辉岩 (透辉岩、异剥岩);
 9—二辉岩; 10—斜辉岩 (面火辉石岩, 古铜辉岩, 紫苏岩); 11—斜长岩; 12—橄长岩 (a =淡色, b =暗色); 13—含斜长石纯橄岩; 14—辉长岩 (a =淡色, b =暗色); 15—含斜长石单斜辉岩; 16—橄辉辉长岩 (a =淡色, b =暗色); 17—含斜长石橄辉单斜岩; 18—含斜长石异剥橄岩; 19—苏长岩 (a =淡色, b =暗色); 20—含斜长石斜辉岩; 21—橄辉苏长岩 (a =淡色, b =暗色); 22—含斜长石橄辉斜辉岩; 23—含斜长石斜辉橄岩; 24—辉长苏长岩 (a =淡色, b =暗色); 25—含斜长石二辉岩; 26—橄辉辉长苏长岩 (a =淡色, b =暗色); 27—含斜长石橄辉二辉岩; 28—含斜长石二辉橄岩