

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

# 供水水文地质

(第四版)

刘兆昌 李广贺 朱 琨 主编



中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

# 供水水文地质

(第四版)

刘兆昌 李广贺 朱 琨 主编



中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

供水水文地质/刘兆昌,李广贺,朱琨主编.—4版.—北京:  
中国建筑工业出版社,2011.1

(高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材)

ISBN 978-7-112-12854-9

I. ①供… II. ①刘… ②李… ③朱… III. ①供水水源-水  
文地质-高等学校-教材 IV. ①P641.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 006510 号

本教材为高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材,在第三版的基础上进行修订,结合国内外供水水文地质现代理论与技术研究成果与发展趋势,适当增补地下水水源的保护与污染防治内容,并对教材的整体内容和深度作适当修改,以保持《供水水文地质》课程内容的系统性和完整性。

教材全面介绍与供水水文地质有关的地质基础、地下水储存和循环、地下水物理和化学性质、地下水运动基本理论;系统阐述不同地貌区地下水的分布特征、供水水质评价、供水水文地质勘察等理论、方法,以及地下水资源评价的理论与方法;针对地下水污染部分,重点介绍地下水污染的基本概念、污染防治的理论与方法;系统描述地下水资源管理的理论与方法。为了便于学习和对内容的理解,利用大量实例给予演示与说明,突出教材的理论性与实用性。

本教材不仅可作为给水排水工程专业教学的教材,还可作为水文地质、工程地质、地质勘察、水利、环境工程、水资源管理专业的教学参考书,以及供有关的工程技术人员使用。

责任编辑:王美玲 俞辉群

责任校对:陈晶晶 赵颖

高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

## 供水水文地质

(第四版)

刘兆昌 李广贺 朱琨 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

世界知识印刷厂印刷

\*

开本:787×960毫米 1/16 印张:21½ 字数:435千字

2011年2月第四版 2011年2月第二十六次印刷

定价:36.00元

ISBN 978-7-112-12854-9

(20113)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

# 第四版前言

《供水水文地质》是为高等院校给水排水工程专业编写的教材。根据全国高等学校给水排水工程学科专业指导委员会的要求及有关的编写意见，为了体现供水水文地质理论、方法与技术发展趋势，结合近年来颁布实施的有关技术标准与规范，在1998年《供水水文地质》（第三版）的基础上修订而成，全面介绍了供水水文地质的现代理论与方法。

教材在修订过程中，保持原教材所具有的理论与应用相结合的特征的基础上，为了突出《供水水文地质》课程内容的系统性和完整性，对教材的整体内容和深度作了适当的修改、增补和调整，体现了本书的理论性和实用性。补充和完善了不同地貌地区的地下水特征的基础理论部分，并调整各节内容和突出重点内容；全面更新了地下水水质评价标准和评价方法。系统修改了供水水文地质勘察的手段、方法和要求以及国内外地下水水量计算、地下水水资源评价的理论和方法；重点完善地下水污染评价和治理的新理论、新技术和新方法。

本书由清华大学刘兆昌、李广贺，兰州交通大学朱琨修编。

本书不仅可作为给水排水工程专业教学的教材，还可作为水文地质、工程地质、地质勘察、水利、环境工程、水资源管理专业的教学参考书，以及供有关的工程技术人员使用。

## 第三版前言

本书是为高等院校给水排水工程专业编写的教材。主要是根据全国高等学校给水排水工程学科专业指导委员会的要求及有关的编写意见，并在1987年第二版的基础上修订而成。

本教材在修订过程中，为了保持《供水水文地质》课程内容的系统性、完整性，按照课程教学基本要求的征询意见，对教材的整体内容和深度作了适当的修改、增补和调整，考虑到给水排水工程专业课程的设置特点，增加了基础地质知识和供水水质评价两部分内容。

本书全面介绍了地质基础、地下水储存和循环、地下水的物理和化学性质、地下水的运动特征的基本理论；系统阐述了供水水文地质勘察的手段、方法和要求以及国内外地下水水量计算、地下水资源评价的理论和方法；在论述地下水污染部分，重点介绍了地下水污染评价和治理的新理论、新技术和新方法，以及有关地下水资源合理开发利用和管理的基本内容。为了便于读者学习和掌握，利用大量的实例给予演示与说明，突出体现了本书的理论性和实用性。

本书由清华大学刘兆昌、李广贺，兰州铁道学院朱琨编写，重庆建筑大学汪东云教授主审。

本书不仅作为给水排水工程专业教学的教材，还可作为水文地质、工程地质、地质勘察、水利、环境工程、水资源管理专业的教学参考书，以及供有关的工程技术人员使用。

# 目 录

绪论	1
第1章 地质基础知识	3
1.1 地球的构造与形态	3
1.2 矿物与岩石	7
1.3 岩层的地质时代	16
1.4 地质构造	19
第2章 地下水的储存与循环	31
2.1 地下水的储存与岩石的水理性质	31
2.2 含水层和隔水层	42
2.3 地下水的类型	44
2.4 地下水的循环	54
第3章 地下水的物理性质和化学成分	65
3.1 地下水的物理性质	65
3.2 地下水的化学成分	67
3.3 地下水化学成分的形成与演变	74
3.4 不同环境地下水化学特征与人类生存的关系	77
第4章 地下水的运动	81
4.1 地下水运动的特征及其基本规律	81
4.2 地下水流向井的稳定运动	85
4.3 地下水流向井的非稳定运动	95
4.4 水文地质参数的确定	109
4.5 研究地下水运动的数值法和物理模拟方法	143
第5章 不同地貌区地下水的分布特征	150
5.1 河谷平原区的孔隙水	150
5.2 山前倾斜平原冲洪积物孔隙水	155
5.3 黄土地区、沙漠地区、湖泊沉积地区、冰川堆积地区、 滨海岛屿地区的地下水	159
5.4 山区丘陵区的裂隙水	166
5.5 岩溶地区的地下水	177
5.6 地下热水的形成和开发	185
第6章 供水水质评价	189

---

6.1	水质指标与水质分类 .....	189
6.2	地下水质量评价 .....	191
6.3	饮用水水质评价 .....	195
6.4	饮用天然矿泉水水质评价 .....	199
6.5	工业用水水质评价 .....	201
6.6	农田灌溉用水水质评价 .....	209
<b>第7章</b>	<b>供水水文地质勘察</b> .....	<b>212</b>
7.1	概述 .....	212
7.2	水文地质测绘 .....	214
7.3	水文地质物探 .....	220
7.4	水文地质钻探 .....	229
7.5	抽水试验 .....	233
7.6	地下水动态观测 .....	240
7.7	地下水资源评价 .....	244
7.8	供水水文地质勘察报告 .....	269
<b>第8章</b>	<b>地下水污染与防治</b> .....	<b>274</b>
8.1	地下水污染概述 .....	274
8.2	污染物在地下水系统中的物理、化学和生物作用过程 .....	285
8.3	地下水污染防治 .....	294
<b>第9章</b>	<b>地下水资源管理</b> .....	<b>314</b>
9.1	地下水资源管理的基本概念 .....	314
9.2	地下水资源开发产生的公害及其防治 .....	317
9.3	地下水资源的人工补给 .....	324
9.4	地下水资源管理模型及管理方案的制订 .....	333

# 绪 论

埋藏在地表以下岩石空隙中的水称之为地下水。水文地质学重点研究地下水在周围环境（岩石圈、大气圈、生物圈）以及人类活动影响下，数量和质量在空间上的变化规律，并运用这一规律有效地利用地下水和调节控制地下水以兴利避害。供水水文地质则是为了供水目的，研究地下水形成与埋藏、物理和化学性质特征、开采条件下的动态变化、水资源评价方法、供水水源地勘察、地下水资源的合理开发利用与科学管理。供水水文地质学是水文地质学学科的重要组成部分，供水水文地质工作对于发展生产、改善人民生活质量方面起到了重要作用。

近年来由于生产的迅速发展，人口规模的不断增加，城市规模的不断扩大，需水量迅速增加，供水水资源短缺矛盾日益突出，水环境的污染所导致的“水质型”缺水进一步加大了水资源短缺的矛盾。

据美国专家 Luna B, Leopold 等人的计算，地球上仅在地面以下 800m 深度内的地下水体积即达  $417 \times 10^4 \text{ km}^3$ （800m 以下尚存有同等数量的地下水资源），其水量大约是世界河流、淡水湖、水库和内陆咸水总储量的 17.5 倍。因此，地下水水资源科学合理的开发利用成为解决供水水资源短缺的方式之一。

由于地下水储存在地表以下的岩石空隙中，与地表水相比，地下水供水水源具有如下优势：

- (1) 地下水在地层中渗透经过天然过滤，水质良好，一般不需净化处理。
- (2) 地下水（特别是深层地下水）因有上部岩层作为天然屏障，一般不易受到污染，卫生条件较好。
- (3) 地下水水温较低，常年变化不大，特别适宜于冷却和空调用水。
- (4) 地下水取水构筑物可适当地靠近用水户，输水管道较短，构筑物较简单，基建费用较低，占地面积也小。
- (5) 水量、水质受气候影响较小，一般能保持较稳定的供水能力，因此在很多缺少地表水的地区（如干旱半干旱的山前地区、沙漠、岩溶山地），地下水常常是唯一的供水水源。
- (6) 可以利用含水层调蓄多余的地表水，增加有效水资源总量，工业上还可利用含水层的保温和隔热效应，开展地面水的回灌循环，达到节能、储水、节水的目的。

正是由于地下水有以上优点，所以在很多国家的供水总量中地下水供水量占有很大的比例。据我国水文地质学家陈梦熊院士在《我国地下水资源及其开发利用》（1983）论文中所作的统计，在干旱的利比亚、沙特阿拉伯半岛各国地下水



占总供水量 100%，以色列占 75%，荷兰占 66%，法国占 33%，美国占 22%~25%，前苏联占 24%，日本占 20%。经过近二十多年的发展，地下水在供水总量中占的比例已进一步扩大。

据有关资料显示，我国总人口的 75% 饮用地下水。北方地区由于比较干旱，地表水源较少，地下水常常是重要的供水水源，如北京、西安、沈阳、太原、济南、石家庄、呼和浩特、兰州、包头等很多大中城市都在利用地下水作为供水水源，至于一般中小城市和广大农村对地下水的利用更为普遍。

由于大量开采地下水，尤其在一些集中开采的地区，出现了区域地下水位持续下降、水量逐渐减少、水质恶化、地面裂缝、地面塌陷、大面积地面沉降、海水入侵一系列水环境问题及地质灾害。水资源的供需矛盾日益突出，个别地区面临地下水资源枯竭的问题。合理评价、开发利用和科学管理地下水资源已成为供水水文地质的首要任务。

多年来，我国在生产力的不断发展和新技术不断引用的同时，为解决工农业生产和生活用水为目的供水水文地质的基础理论和勘察技术研究方面均取得了重大进展。地下水运动的研究亦从裘布依 (Dupuit) 的稳定流理论发展到泰斯 (Theis) 的非稳定流理论；从 20 世纪 70 年代起，随着电子计算机技术的发展，地下水运动的数值模拟 (有限单元法、有限差分法、边界元法) 已广泛应用于供水水文地质勘察中；地下水资源评价的理论与概念也在不断地完善与发展，已从 20 世纪 50 年代的普洛特尼柯夫的四大储量 (动储量、调节储量、静储量、开采储量) 计算法，逐步形成适合于我国水文地质条件的“三量” (补给量、储存量和允许开采量) 评价方法；在供水水文地质勘察中，广泛应用卫星和航空图像解释水文地质条件，为区域性的水文地质调查开创了新途径；物探方法在供水水文地质勘察中已得到广泛运用、各种地面电法、重力、磁力和地震勘探方法、激发极化衰减法、核技术的应用已取得了重要的成果；同位素技术已广泛运用在供水水文地质调查中。这些先进的理论、技术、方法、手段的发展与应用，极大地推动了供水水文地质理论与技术的日趋完善，为地下水供水水源水量和水质的正确评价、水源地的合理选择奠定了基础。

给水排水工作者的任务是选择水源地和设计取水构筑物。其选择水源和设计取水构筑物的依据是水文地质条件。因此，掌握基本的水文地质知识和供水水文地质计算，具备地下水取水工程设计的基础知识，是正确选择水源和合理地设计取水构筑物的必要条件。

# 第1章 地质基础知识

## 1.1 地球的构造与形态

地球不是一个理想的圆球体，而是一个因其自转时惯性离心力的作用，地球赤道部分略为凸起、赤道半径略大于极半径的旋转椭球体。据有关资料，地球赤道半径为 6378.16km，极半径为 6356.755km，两者相差约 21.4km。

### 1.1.1 地球的分圈

地球并不是一个均质体，而是具有圈层结构。地球以地表为界分为内圈和外圈。

#### 1. 地球内圈特征

目前，人们对地球内部特征的研究主要靠地球物理方法，即地震波、重力测量和地磁测量；另外也借助高温、高压实验研究。通过地震波在地球内部传播速度的变化，发现在地表以下 30~80km 深处和 2800km 深处，存在着两个明显的分界面，前者称莫霍面，后者称古登堡面，两个界面把地球分成物质成分和性质不同的三个圈层，即地壳、地幔、地核（图 1-1）。

地壳：地壳是地球最外面的一层硬壳，它的厚度各地不等，最厚的地方是我国的西藏高原地区，可达 70~80km；最薄的地方是在一些深海地区，厚度仅几公里。整个地壳的平均厚度约 33km。

地壳是由各种各样的固体岩石组成的。地壳表面岩石的平均密度是  $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ ，从地表往下，温度、压力和密度都逐渐增加，到了地壳的底部，温度大致增加到  $1000^\circ\text{C}$  左右，压力最大达数万大气压。

地壳的物质组成也不是均一的，从大的差异上看，地壳可分为上下两层。上层是以硅、铝的氧化物为主要成分的岩石构成，称硅铝层，其成分相当于花岗岩。硅铝层在地壳上的分布并不连续，只在大陆地区发育，大洋盆地很薄或缺失。下层是以硅、镁或铁的氧化物为主要成分的岩石构成，称硅镁层，其成分与玄武岩相当。硅镁层分布连续。

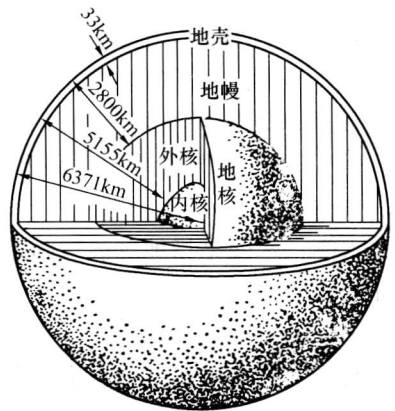


图 1-1 地球的内部分圈

由于地壳是各种地质现象和其他自然现象发生的场所，又与人类生活和生产活动密切相关，因此是地质学研究的重点。

**地幔：**地幔是指地壳底部起、直至深约 2800km 的一个圈层。地幔上部亦有一薄层坚硬岩石，这层岩石和地壳一起统称为岩石圈，总厚度约 60~100km。其下是 200~300km 厚的一层软流圈，物质呈熔融塑性状态，强度较小，属于岩浆的发源地。在长期的应力作用下，软流圈内的物质不断地发生着对流。软流圈以下的地幔物质，在强大的压力下已呈现固体状态。

**地核：**地核是指 2800km 以下的地球中心部分，还可再分为内核和外核。地核主要由铁镍物质所组成，密度为  $9.71\sim 16\text{g}/\text{cm}^3$ ，压力可达 370 万大气压，温度为  $3000\sim 6000^\circ\text{C}$ 。在此高温高压下，地核物质的原子结构已完全被破坏而呈“金属态”。

## 2. 地球外圈的特征

地球表面以上，根据物质的性质和状态可分为大气圈、水圈和生物圈。它们环绕包围着地球，各自形成连续完整的外圈层。

**大气圈：**大气圈是指包围着地球的气体，厚度在几万公里以上，但由于受地心引力的作用，地球表面的大气最稠密，向外逐渐稀薄，所以大气压力随高度而递减。大气的温度在海平面是视纬度而不同，在空间是随着高度的增加而呈现出下降→增高→下降→快速增加的规律。根据大气的物理特征和成分等，可将大气圈再分为各种圈层，如：对流层、平流层、中间层、热成层、外逸层。

**水圈：**水圈是指地球表层附近的水体。大部分汇集在海洋里，一部分分布在大陆表面的河流、湖泊和高山区（冰雪），尚有一部分是埋藏于地表以下的岩石空隙中（地下水）。

水量上陆地水比海洋水少很多，但在陆地上广泛分布，并与人类活动关系密切。地下水作为水圈的主要构成部分，尽管在数量上较海洋水少得多，但它常常是人类生存的重要水源，也是供水水文地质学的主要研究对象。

**生物圈：**生物圈是指地球上生物（动物、植物和微生物）生存和活动的范围。在大气圈 10km 的高空、地面以下 3km 的深处和深、浅海底都发现有生物存在。但大量生物主要集中在地表和水圈上层，包围着地球形成一个完整的封闭圈。

### 1.1.2 地球表面的形态特征

#### 1. 地壳表面特征

总体轮廓上地球是个椭球体，其表面是十分复杂的高低起伏的曲面，分为陆地与海洋两大部分。地球陆地面积为 1.49 亿  $\text{km}^2$ ，占地球表面积的 29.2%；海洋面积为 3.61 亿  $\text{km}^2$ ，占地球总面积的 70.8%。地球表面的最高点是喜马拉雅

山的珠穆朗玛峰，海拔为 8844.43m，最深处是太平洋的马利亚纳海沟，深度在海平面以下 11034m。地球表面陆地部分平均高度为 860m，海洋平均深度为 3900m。地球上陆地的面积大都为 1000m 以下的平原、丘陵和低山，占地球总面积的 20.8%；海洋的面积中 4000~5000m 的海盆地分布最广，占地球表面的 22.6%，如图 1-2 所示。

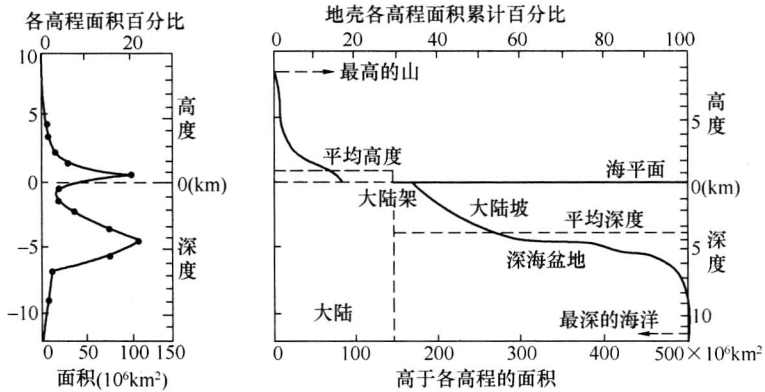


图 1-2 地壳表面各高程分布

从图 1-2 可以看出，地球表面近 71% 分布在海平面以下，若将地球表面地形拉平，则地球表面将位于现在的海平面以下 2.44km。

## 2. 陆地地形

根据陆地表面的高程和起伏变化，可把陆地地形分为山地、丘陵、平原、高原、盆地和洼地等类型。

**山地：**山地是低山、中山及高山的统称。海拔在 500~1000m 的为低山，1000~3500m 为中山，3500m 以上为高山。我国是多山国家，山地分布很广。

**丘陵：**丘陵是指地表起伏不超过 200m 的低矮地形。如我国东部丘陵、川中丘陵等。

**平原：**平原是指地球上地势宽广平坦或略有起伏的地区。平原大都分布在山地与海洋之间，以及大陆内部的山岳之间。平原按照海拔又可分为：海拔在 200m 以下的低平原，如我国的华北平原及东北平原；海拔在 200~600m 的高平原，如成都平原等。

**高原：**高原是指海拔在 600m 以上、表面较宽阔平坦或稍有起伏、四周常有崖壁与较低的地形单元分界的地区。我国的青藏高原是世界上最高的高原，海拔在 4000m 以上。

**盆地：**盆地是指四周是高原或山地、中央是低平地的地区。我国西南和西北有很多大小盆地，如：四川盆地、柴达木盆地、吐鲁番盆地等。

洼地：洼地是指高程在海平面以下的低洼地带，如我国吐鲁番盆地中的艾丁湖水面在海平面以下 150m，称为克鲁沁洼地。

### 3. 海底地形

海底地形本来与人类的关系不如陆地地形密切，然而随着对海洋资源开发的关注，大陆架地区的地形特征已越来越引起人们的重视。

海底地形起伏很大，变化复杂，不亚于大陆，而且高差之大远超过陆地。根据海底地形特征，可进一步把海底分为大陆架、大陆坡、大陆基、海沟、岛弧、深海（大洋）盆地、洋中脊等单元。

大陆架是指紧邻陆地的、地势平坦的浅海水底平原。一般坡度小于  $0.1^\circ$ ，深度各地不等，通常是指水深在 200m 以内的水域，平均深度 133m。我国沿海有宽阔的大陆架，渤海、黄海以及东海西部、南海大部组成了亚洲东部巨大的陆缘浅海，是世界上最大的大陆架之一，宽度由 100 多 km 到 500km 以上，水深一般为 50m，最大水深 180m，当前已成为世界关注的石油天然气贮藏地区。

### 1.1.3 地壳的物质组成

地壳是由各种各样的岩石组成的，而岩石本身又是由各种化学元素组成。因此要知道地壳的组成，首先要了解各种化学元素在地壳中的分布情况和分布规律。据目前所知，有 10 种元素已占地壳总重量的 99.96%，见表 1-1。其余近百种元素重量的总和还不足地壳总重量的千分之一。

地壳主要元素重量的百分比

表 1-1

元素名称	含量百分比 (%)	元素名称	含量百分比 (%)
氧 O	46.95	钠 Na	2.78
硅 Si	27.88	钾 K	2.58
铝 Al	8.13	镁 Mg	2.06
铁 Fe	5.17	钛 Ti	0.62
钙 Ca	3.65	氢 H	0.14

各种化学元素在地壳中空间分布是不均匀，如地壳上部以 O、Si、Al 为主，Ca、Na、K 亦较多，但地壳下部虽然仍以 O、Si 为主，但其他元素含量相对减少，Mg、Fe 相应地增加。

化学元素在地壳的分布，除个别呈自然元素（如石墨、金等）外，其他元素大都以各种化合物的形式出现，尤以氧化物为最多。表 1-2 是地壳深度在 16km 以内，按氧化物计算的平均化学成分重量百分比。

从表 1-2 可知，地壳中的主要成分是硅、铝的氧化物，占总重量的 74.48%。

地壳主要氧化物重量百分比

表 1-2

氧化物	重量百分比 (%)	氧化物	重量百分比 (%)
SiO <sub>2</sub>	59.14	Na <sub>2</sub> O	3.84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.34	MgO	3.49
FeO	6.88	K <sub>2</sub> O	3.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		H <sub>2</sub> O	1.15
CaO	5.08	TiO <sub>2</sub>	1.05

## 1.2 矿物与岩石

### 1.2.1 主要造岩矿物的特征

矿物是地壳中各种地质作用的自然产物，具有一定的化学成分和内部构造、在一定物理化学条件下相对稳定的天然单质或化合物。矿物表现出所具有的物理和化学性质。少数矿物可以由一种元素组成，如：自然硫和金；但大多数的矿物是几种元素的化合物，如：方解石、石英、赤铁矿等。矿物是地壳的基本组成部分，是矿石和岩石的组成单位。

矿物绝大部分呈固态，少数呈液态（如水银等）和气态（如硫化氢等）。

自然界的矿物种类很多，目前已知的有 3000 余种。各种矿物都有一定的外部形态和物理性质，成为肉眼鉴定矿物的主要依据。矿物的主要物理性质有：晶形、颜色、光泽、条痕、硬度、解理和断口、相对密度等。

**晶形：**自然界中的矿物可分为结晶的或非结晶的，其中结晶的占多数。结晶矿物由于内部质点（离子、原子或分子）作有规律的排列，外表常呈一定形态，矿物的晶形通常有：粒状、柱状、片状、板状、纤维状、放射状等。

**颜色：**指矿物新鲜面上的颜色。某些矿物具有特定的颜色，如磁铁矿是铁黑色；有的矿物因不同色杂质的混入而染成不同颜色，如纯净的石英是无色透明的，混入不同的杂质后可呈紫色、玫瑰色、烟色等。

**光泽：**指矿物的新鲜面上反射光线的的能力。如：黄铁矿具有金属光泽，石英、长石具有玻璃光泽，石膏具有丝绢光泽。

**条痕：**指矿物粉末的颜色，即把矿物在毛瓷板上擦划，所得痕迹的颜色。有些矿物能有好几种颜色，但条痕的颜色却是固定不变的。

**硬度：**指矿物抵抗摩擦及刻划的能力。测定矿物的相对硬度常用摩氏等级，即按照矿物硬度的差异划分出 10 个等级，等级越高表示硬度越大，见表 1-3。如用甲矿物去刻划乙矿物，当乙矿

摩氏硬度等级 表 1-3

1度	滑石	6度	正长石
2度	石膏	7度	石英
3度	方解石	8度	黄玉
4度	萤石	9度	刚玉
5度	磷灰石	10度	金刚石

物被刻出小槽并出现粉末，而甲矿物未受损伤，则甲矿物的硬度大于乙矿物。

解理：指矿物被敲击后沿一定结晶方向产生光滑平面的能力，裂开的光滑面就是解理面。

断口：矿物被敲击后，所产生的破裂面即无一定方向又不光滑就称为断口。

组成岩石最主要的矿物有 20 多种，称这些矿物为造岩矿物，将最常见的造岩矿物列表描述，见表 1-4。

常见造岩矿物鉴定表

表 1-4

矿物名称	物理性质						其他
	晶形	颜色	光泽	条痕	硬度	解理和断口	
正长石	柱状、板状、粒状	肉红、灰白、褐黄色	玻璃	白色	6~6.5	二组完全解理、粗糙状断口	
斜长石	板状、柱状、粒状	白、灰白、浅绿	玻璃	灰白色	6~6.5	二组完全解理、粗糙状断口	
辉石	短柱状、粒状	灰绿色、墨绿色、褐黑色	玻璃	灰绿色 黑绿色	5~6	二组中等解理、夹角近 90°。粗糙状断口	
角闪石	长柱状、纤维状、放射状	灰色、黑色及各种绿色	玻璃	灰绿色 黑绿色	5.5~6	二组完全解理、交角约 124°，锯齿状断口	
黑云母	片状、板状	黑色、褐色	珍珠、玻璃	浅绿色	2.5~3	一组极完全解理	具有弹性
石榴子石	粒状(晶体为十二面体)	棕色、暗红色、鲜绿色	玻璃(晶面) 油脂(断口)	白色	6.5~8.5	无解理、贝壳状断口	
橄榄石	粒状	绿色、黄绿色	玻璃或油脂	白色	6.5~7	无解理、贝壳状断口	风化后呈黄、棕红色
石英	柱状、粒状、块状	无色、白色、或其他各色	玻璃或油脂	白色	7	无解理、贝壳状断口	
磁铁矿	块状、八面体	铁黑色	金属或半金属光泽	黑色	5.5~6.5	无解理	粉末有磁性，可被小刀吸起
方解石	菱面体、粒状、块状	白色、灰色	玻璃	白色	3	三组完全解理、粗糙状断口	遇稀盐酸起泡强烈
白云石	菱面体、块状、粒状	白色、浅黄、淡灰	玻璃	白色	3.5~4	三组完全解理(常弯曲)，粗糙状断口	粉末遇稀盐酸起泡
黄铁矿	块状、粒状、结核状	铜黄色	金属	黑绿色	6~6.5	无解理，贝壳状断口	
石膏	板状、纤维状	白色、灰色	玻璃、丝绢	白色	2	三组完全解理	

### 1.2.2 岩石的分类

岩石是在各种地质条件下由一种或几种矿物组成的集合体。在不同的岩石中，地下水的成分、储存、运动和开采等条件也各有差异，因此，研究岩石与寻找、利用地下水有着密切的联系。

按成因可把自然界的岩石划分为三大类：岩浆岩、沉积岩和变质岩。

#### 1. 岩浆岩

##### (1) 岩浆岩的形成

岩浆是在地幔的软流圈中产出的物质，是富有挥发性成分的高温硅酸盐熔融体。岩浆沿着地壳岩石的裂隙上升到地壳范围内或喷出地表，热量逐渐散失，最后冷却凝固而成的岩石就叫岩浆岩，又称火成岩。

##### (2) 岩浆岩的特征

1) 产状：岩浆岩在空间的位置、形态和大小叫岩浆岩的产状。岩浆凝固的位置不同，所形成的岩浆岩产状也不一样。在地壳深处冷凝成的岩石叫深成岩，其产状多为岩基和岩株；常见的深成岩有：橄榄岩、辉长岩、闪长岩、花岗岩等。在地表深度较小处冷凝成的岩石叫浅成岩，其产状为岩盘、岩床、岩脉等；常见的浅成岩有：闪长玢岩、花岗斑岩等。深成岩和浅成岩又统称为侵入岩。岩浆流出地表冷凝而成的岩浆岩称为喷出岩，因喷出岩是火山作用的产物，所以也称为火山岩，其产状为岩流和火山锥。常见的喷出岩有：玄武岩、安山岩、流纹岩等。岩浆岩的产状如图 1-3 所示。

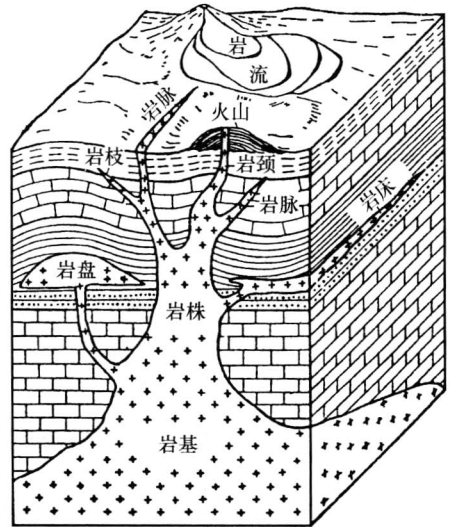


图 1-3 岩浆岩产状示意图

2) 结构：岩浆岩在不同的环境中形成时，由于物理条件不同，冷凝后结晶程度、颗粒大小和形状等方面都表现出不同特点，统称为岩浆岩的结构。岩浆岩的结构类型主要有以下几种：

晶粒状结构：即岩石中的矿物全是较大的结晶颗粒。深成岩常具有此结构，如图 1-4 所示。

斑状结构：即岩石中较大的矿物晶粒被细粒的、隐晶质的或玻璃质的基质所包围。浅成岩和喷出岩常具有此种结构，如图 1-5 所示。

玻璃质结构：岩石中的成分皆未结晶，此结构多见于喷出岩。

3) 构造：岩浆岩中各组成部分在空间的排列及充填方式称为岩浆岩的构造。





图 1-4 晶粒状结构

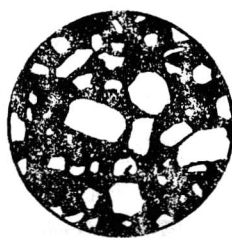


图 1-5 斑状结构

常见的构造有：

**块状构造：**各种矿物成分在岩石中均匀分布，无定向排列。深成岩如花岗岩等常具有这种构造。

**流纹构造：**岩石中有不同颜色的条纹，是熔岩流动时物质成分沿流动方向所作的定向排列。流纹岩常具有这种构造。

**气孔构造：**岩石中有许多大小不一的气孔，是熔岩冷凝时气体尚未全部逸出所形成。喷出岩如玄武岩等具有这种构造。

**杏仁构造：**喷出岩的气孔被后来的次生矿物如石英、方解石、沸石等所充填。玄武岩中常能见到这种构造。

#### 4) 岩浆岩的化学性质、矿物组成及分类：

地壳上存在的元素在岩浆岩中均有存在，但宏量元素氧、硅、铝、铁、镁、钙、钠、钾、钛等，均以氧化物的形式存在于岩浆岩中。这些氧化物的含量随着  $\text{SiO}_2$  含量的变化而有规律地变化，因此常根据岩浆岩中  $\text{SiO}_2$  含量的多少，将其分为四类，即酸性岩、中性岩、基性岩、超基性岩。

组成岩浆岩的主要矿物可分为两大类，一类是颜色较浅、相对密度较小的矿物，称之为浅色矿物，如石英、长石（正长石、斜长石）等含铝硅酸盐类矿物；一类是颜色较深、相对密度较大的矿物，称暗色矿物，如角闪石、辉石、橄榄石、黑云母等含铁、镁硅酸盐类矿物。这两类矿物在岩石中的含量比，不仅决定岩石颜色的深浅，而且也反映着化学成分的变化。含  $\text{SiO}_2$  较高的酸性岩中浅色矿物的比例大，岩石的颜色浅；含  $\text{SiO}_2$  较低的基性岩中暗色矿物增多，岩石的颜色就较深，因此根据岩石颜色的深浅大体上就可以判别出岩石的基本类型。一般说来，从酸性岩到超基性岩颜色由浅变深。岩浆岩的化学成分与矿物成分之间的变化规律，见表 1-5。

岩浆岩按化学成分的分类

表 1-5

岩类	$\text{SiO}_2$ 含量	$\text{FeO}$ $\text{MgO}$ 含量	$\text{Na}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{O}$ 含量	主要矿物	颜色	岩石举例
超基性岩	<45%	多	少	橄榄石、辉石	深	橄榄岩
基性岩	45%~52%	↓	↓	基性斜长石、辉石	↓	辉长岩
中性岩	52%~65%	↓	↓	中性斜长石、角闪石	↓	闪长岩
酸性岩	>65%	少	多	石英、长石、云母	浅	花岗岩