

中等专业学校教学用书

# 矿山地質学

上册

本溪鋼鐵学校編



中国工业出版社

統一書號：

K 15165·597 (冶金-172)

---

定 价： 1.40 元

中等专业学校教学用书



# 矿 山 地 质 学

上 册

本溪钢铁学校编

中国工业出版社

本书系根据1959年修訂的中等专业学校矿山测量专业矿山地质学教学大纲編写的，总学时数为217学时，分三个学期讲完。

全书內容有三篇，分两册出版。上册为第一篇下册为第二、第三篇。第一篇为地质学，包括地质科学中的动力地质学、矿物学、岩石学、地史学及构造地质学等地质基础学科，第二篇为矿床学，着重矿床成因类型的阐述；第三篇为矿山地质学，系統地介绍了矿山地质工作基本原理及方法。

本书可作为中等专业学校教学用书。

## 矿 山 地 质 学

上 册

本溪钢铁学校編

\*

冶金工业部工业教育司編輯（北京猪市大街78号）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{8}$  · 印张  $14 \frac{5}{8}$  · 字数 320,000

1961年9月北京第一版·1965年6月北京第三次印刷

印数 1,360—1,899 · 定价（科四）1.40元

\*

統一书号：K15165·597（冶金-172）

## 前 言

本书是根据冶金工业部指示，以冶金工业部1959年制订的指导性教学计划为依据编写的。

本书内容共分三篇：第一篇地质学是以动力地质学为纲，系统地阐述了矿物学、内外力地质作用与岩石学、地史学及构造地质学等方面的地质知识，其中第四至十二章基本内容取自北京矿业学院煤田地质系编著的“地质学教程”；第二篇矿床学着重阐述矿床成因类型，基本内容取自中专采矿专业地质教材矿床成因部分；第三篇矿山地质学系统地介绍了矿山地质工作基本原理和方法，为了避免与“矿体几何学”重复，储量计算内容未列入本书。在本书中，我们力求照顾地质科学体系，并尽量减少内容重复，结合专业联系实际。

由于编者水平有限，加上编审时间比较仓促，本书在内容方面缺点与不足在所难免，我们恳切地希望使用本教材的同志们积极地提出批评与指正意见，以便再版时修正。

编 者

1961年5月



# 目 录

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 前言.....                                               | 3  |
| 第一篇 地质学                                               |    |
| 緒論.....                                               | 9  |
| 第一节 地质学的内容及其分类.....                                   | 9  |
| 第二节 地质学的研究方法.....                                     | 10 |
| 第三节 地质学在国民經济建設方面的作用.....                              | 10 |
| 第四节 地质学和采矿事业的关系.....                                  | 11 |
| 第一章 地球的基本概念.....                                      | 11 |
| 第一节 地球在宇宙中的位置.....                                    | 11 |
| 第二节 地球的形状和大小.....                                     | 12 |
| 第三节 地球的物理性质.....                                      | 13 |
| 第四节 地球的构造.....                                        | 15 |
| 第二章 地壳及地质作用的概念.....                                   | 16 |
| 第一节 地壳的概念及其物质組成.....                                  | 16 |
| 第二节 地质作用的概念.....                                      | 18 |
| 第三章 矿物学.....                                          | 20 |
| 第一节 矿物的概念.....                                        | 20 |
| 第二节 单晶体矿物的形态.....                                     | 21 |
| 第三节 矿物的生长形态.....                                      | 26 |
| 第四节 矿物的物理性质.....                                      | 28 |
| 第五节 矿物的化学性质.....                                      | 35 |
| 第六节 鑑定矿物的方法.....                                      | 39 |
| 第七节 矿物的分类.....                                        | 40 |
| 第八节 矿物各論.....                                         | 41 |
| 第一大类 自然元素                                             |    |
| 1. 自然金 2. 自然銅 3. 金剛石 4. 石墨 5. 自然硫                     |    |
| 第二大类 硫化物                                              |    |
| 6. 輝銅矿 7. 輝銀矿 8. 閃鋅矿 9. 方鉛矿 10. 辰砂 11. 輝鎳矿 12. 輝鉍矿    |    |
| 13. 雄黃 14. 雌黃 15. 輝鉬矿 16. 黃銅矿 17. 銅藍 18. 斑銅矿 19. 磁黃鉄矿 |    |
| 20. 鍍黃鉄矿 21. 黃鉄矿 22. 白鉄矿 23. 毒砂 24. 輝砷鉍矿 25. 黝銅矿      |    |
| 第三大类 氧化物                                              |    |
| 第一类 氧化物                                               |    |
| 26. 刚玉 27. 赤鉄矿 28. 鈦鉄矿 29. 磁鉄矿 30. 銘鉄矿 31. 錫石 32. 軟錳矿 |    |
| 33. 金紅石 34. 晶质瀝青鈾矿 35. 褐釷鉍矿 36. 石英 37. 蛋白石            |    |
| 第二类 氢氧化物                                              |    |
| 38. 鋁土矿 39. 褐鉄矿 40. 針鉄矿 41. 硬錳矿 42. 鈷土矿               |    |
| 第四大类 卤化物                                              |    |

43. 鉀盐 44. 岩盐 45. 光卤石 46. 螢石

#### 第五大类 含氧盐

##### 第一类 硫酸盐

47. 重晶石 48. 硬石膏 49. 石膏 50. 芒硝 51. 明矾石 52. 胆矾 53. 鉛矾  
54. 黃鉀鉄矾

##### 第二类 碳酸盐

55. 方解石 56. 文石 57. 菱镁矿 58. 白云石 59. 菱鉄矿 60. 菱鋅矿 61. 菱錳矿  
62. 白鉛矿 63. 孔雀石 64. 藍銅矿 65. 白云矿

##### 第三类 钨酸盐

66. 黑錳矿 67. 白錳矿

##### 第四类 磷酸盐和钼酸盐, 砷酸盐

68. 磷灰石 69. 磷鈣土 70. 独居石 71. 鄂博矿 72. 銅鉬云母 73. 鈣鉬云母  
74. 钼酸鉀鉬矿

##### 第五类 硼酸盐

75. 硼砂

##### 第六类 硅酸盐

##### 一、孤立状硅氧四面体类

76. 橄欖石 77. 柘榴子石 78. 藍晶石 79. 硅綫石 80. 紅柱石 81. 黃玉 82. 十字  
石 83. 符山石 84. 鋯英石 85. 榍石

##### 二、孤立硅氧四面体群类

86. 異极矿 87. 綠帘石 88. 褐帘石 89. 硅灰石 90. 蔷薇輝石 91. 硅孔雀石  
92. 电气石 93. 綠柱石 94. 香花石

##### 三、連續鏈状构造的硅酸盐类

95. 透輝石 96. 普通輝石 97. 鋰輝石 98. 透閃石 99. 阳起石 100. 普通角閃石

##### 四、連續层状构造硅酸盐类

101. 蛇紋石 102. 滑石 103. 叶臘石 104. 綠泥石 105. 高岭石 106. 金云母  
107. 黑云母 108. 白云母 109. 鋰云母 110. 蛭石

##### 五、架状硅酸盐类

111. 正长石 112. 鉀微斜长石 113. 斜长石 114. 霞石 115. 白榴石

#### 第四章 岩浆作用与岩浆岩.....88

##### 第一节 岩浆的概念及其活动类型.....88

##### 第二节 岩浆的噴出的活动——火山作用.....88

##### 第三节 岩浆的侵入活动.....91

##### 第四节 岩浆岩.....93

##### 第五节 岩浆岩各論.....99

##### 一、超基性岩类 橄欖岩 輝岩

##### 二、基性岩类 輝长岩 輝綠玢岩 輝綠岩 玄武岩

##### 三、中性岩类 閃长岩 安山岩及玢岩 正长岩 正长斑岩 粗面岩及角斑岩 霞石正长岩 霞石正长斑岩 响岩

##### 四、酸性岩类 花崗岩 花崗閃长岩 花崗斑岩 流紋岩及石英斑岩

##### 五、脉岩 伟晶岩 細晶岩 煌斑岩

## 六、火山玻璃岩 黑曜岩 浮岩 松脂岩

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第五章 风化作用                           | 106 |
| 第一节 风化作用的概念及其分类                    | 106 |
| 第二节 物理风化作用                         | 106 |
| 第三节 化学风化作用                         | 108 |
| 第四节 生物风化作用                         | 109 |
| 第五节 风化壳及风化作用有关的矿产                  | 110 |
| 第六章 剥蚀作用                           | 114 |
| 第一节 剥蚀作用的概念                        | 114 |
| 第二节 风的剥蚀作用                         | 114 |
| 第三节 河流及其剥蚀作用                       | 115 |
| 第四节 地下水及其剥蚀作用                      | 121 |
| 第五节 冰川的剥蚀作用与冰蚀地形                   | 131 |
| 第六节 湖泊及海洋的剥蚀作用                     | 133 |
| 第七节 剥蚀地形的演化规律                      | 134 |
| 第七章 搬运作用                           | 141 |
| 第一节 搬运作用的概念                        | 141 |
| 第二节 搬运作用的分类                        | 141 |
| 第三节 联合搬运作用                         | 143 |
| 第八章 沉积作用                           | 144 |
| 第一节 沉积作用的一般概念                      | 144 |
| 第二节 大陆沉积                           | 144 |
| 第三节 海洋沉积                           | 148 |
| 第四节 沉积分异作用的概念                      | 151 |
| 第九章 固结成岩作用及沉积岩                     | 154 |
| 第一节 固结成岩作用                         | 154 |
| 第二节 沉积岩及其一般特征                      | 154 |
| 第三节 沉积岩的分类                         | 158 |
| 第四节 碎屑岩                            | 158 |
| 一、火成碎屑岩 火山角砾岩 凝灰岩                  |     |
| 二、沉积碎屑岩 砾质岩 砂质岩 粉砂质岩               |     |
| 第五节 泥质岩(粘土岩)                       | 161 |
| 第六节 化学岩及生物化学岩                      | 161 |
| 铝质岩 铁质岩 锰质岩 磷灰岩 硅质岩 碳酸盐岩 盐岩 可燃性有机岩 |     |
| 第十章 变质作用与变质岩                       | 166 |
| 第一节 变质作用的概念                        | 166 |
| 第二节 变质作用的因素                        | 166 |
| 第三节 变质作用的类型                        | 167 |
| 第四节 变质岩                            | 169 |

大理岩 石英岩 角頁岩 硅砷岩 片麻岩 片岩 千枚岩 板岩

|      |                  |     |
|------|------------------|-----|
| 第十一章 | 地壳运动与地震.....     | 176 |
| 第一节  | 地壳运动及其結果.....    | 176 |
| 第二节  | 地震及其灾害的防范.....   | 178 |
| 第十二章 | 地史学.....         | 182 |
| 第一节  | 地史学的基本概念.....    | 182 |
| 第二节  | 前古生代.....        | 185 |
| 第三节  | 古生代.....         | 186 |
| 第四节  | 中生代.....         | 191 |
| 第五节  | 新生代.....         | 193 |
| 第六节  | 小結.....          | 194 |
| 第十三章 | 构造地质及地质制图.....   | 198 |
| 第一节  | 地层中的原始成层构造.....  | 198 |
| 第二节  | 构造变动类型概述.....    | 202 |
| 第三节  | 傾斜岩层.....        | 203 |
| 第四节  | 褶皱变动.....        | 209 |
| 第五节  | 断裂变动.....        | 214 |
| 第六节  | 地层的接触关系.....     | 220 |
| 第七节  | 地壳上大地构造基本类型..... | 221 |
| 第八节  | 地质制图及地质图.....    | 224 |

# 第一篇 地 质 学

## 緒 論

### 第一节 地质学的内容及其分类

地质学是研究地球的科学。地球上存在着两种截然不同的世界，即生物界和无生物界。在历史的过去，这两种世界都是地质学的研究对象。但就现在来说，地质学只研究现代的无生物界。只是当生物界对无生物界有了一定影响的时候，才涉及到生物界。

对于地球的现状，现代地质学只研究地壳的组成、构造、形成以及地球的内部情况等。地质学从事于构成地壳及地球的物质分布规律的研究；从事于促成矿物质生成的动力研究。地质学研究造成与破坏物质的力量，研究自然的演变与变革的结果，并推测其进一步的发展。最后还要研究矿产的生成并阐明其价值，这是首要的任务。这就是说，首先认识地球，然后研究如何使它为人类服务。

由于采矿事业和工程建设的发展，早先的地质学已逐渐不能胜任那些日益增多的任务，只有运用各种不同的研究方法才能解决不同的任务，因此现代的地质学也就逐渐发展成为许多门互相关联的、具有独立性质的学科。这些学科就是以下几门：

1. 矿物学：研究矿物成分，物理性质、成因和用途，依靠结晶学和化学作基础。
2. 岩石学：研究岩石的成分和成因，依靠矿物学、物理化学、水文学及火山学为基础。
3. 地球化学：研究地壳中各种不同矿物组合的产生和变迁，依靠化学、物理化学、矿物学为基础。
4. 矿床学：研究矿产的成因和分布规律的科学，它是建立在各门地质学的基础上，依靠物理、化学等作为基础的。
5. 动力地质学：是研究地壳的变化、组成和构造的各种地质作用的学科，依靠物理、化学、地理学等学科为基础。
6. 构造地质学：研究地壳中矿物，岩石的变形现象及原因等，依靠物理学及地质学中有关学科作为基础。
7. 大地构造学：研究岩石的分布、产状成因和历史，研究地壳运动的原因、历史、规律性的学科，并涉及地球的一般发展问题。
8. 水文地质学：研究地下水的分布，运动，成分，储量及来源等，利用地质学及水力学等资料为基础。
9. 工程地质学：以各种工程建筑基础为对象，来研究各种基土的力学性质，以地质学及材料力学等资料为基础，同时与水文地质学有着密切的关系。
10. 地层学：研究岩石生成的顺序、时代等，依靠岩石学及古生物学为基础。
11. 地史学：研究地壳的发展历史及其规律等，依靠动力地质学、岩石学、古生物学为基础。

12. 古生物学：研究化石的分类，鑑定及古生物的发展的学科，依靠动物学与植物学为基础。

由以上所述可以看出地质学和其他科学有着何等密切的关系。所以现代地质学是一系列学科的总体，包括十几門以上的学科。

本篇地质学是以动力地质学为綱，系統地介紹矿物学、岩石学、地史学及构造地质学等方面的知識。通过这篇的学习，不但能使我们获得应有的地质知識和技能，而且也為下阶段的矿床学和矿山地质学打下基础。

## 第二节 地质学的研究方法

地质学的研究方法，基本上是对具体事物进行野外和室内的观察、分析，然后加以綜合，得出客观事物的发展規律——理論，再把理論运用到地质实践中去，从实践中来驗證、丰富和提高理論，地质学就是在实践——理論、理論——实践的反复过程中发展起来的。

在一定条件下，地质学也采用实验方法驗證地质理論，来更深入地了解地质事物的形成过程和形成时的条件。但由于地质产物形成时间的漫长性和形成条件的复杂性，妨碍这一方法的应用，因而許多理論都还没有經過驗證，影响地质学的发展。目前由于科学技术的高度发展、超高温超高压等技术水平的提高，进行若干模拟地质作用的实验是有可能的，这給地质学的发展創造了很有利的条件。

在研究地球历史时，采用另一种方法，这种方法就是賴逸尔的“将今論古、就現在推断过去”的现实主义方法，就是以現代能观察到的地质作用和过去地质作用的遺跡，来模拟和理解地壳发展变化的情况。

在地质学的研究上，更常使用一种測繪方法，即用測量和投影的方法，按照一定比例，把广大地区內的复杂地质現象描繪成图，这样，我們就容易找出它們的相互关系和分布規律了。

地质学的研究，不单是各种事物本身的研究，而且要特別注意到它們的发展过程和相互之間的联系。也就是說，必須运用辯證唯物主义的方法进行研究工作，即把各种地质現象看成是运动过程中的各种形态，是发展的，相互联系着的；在考虑問題时要以時間，地点，条件为轉移，这样才能深刻地，正确地理解地质現象的本质。

地质学的研究方法，同时也就是地质学的学习方法。在学习地质时，除深入理解已經驗證的理論而外，还必须通过实习和练习来認識地质現象和实物，从而获得观察、分析和綜合的基本技能。

## 第三节 地质学在国民經济建設方面的作用

地质学和其它科学一样，与生产实际有密切的关系。地质工作者的首要任务是用最短的时间和最少的經費，大量地、有效地找出和探明我国社会主义建設所需要的各种矿产資源。因为矿产資源的勘探进度、資料供应的保証程度，是合理安排生产力、建立新工业基地、正确規定工业計劃的先决条件。所以人們称地质工作者为工业建設的尖兵。

地质工作和各項工程建設同样有着密切的关系。如公路、铁路路綫的勘测，桥梁、隧道、运河的修建，河流的治理，水庫、水壩、水电站、重大厂房及矿井的建設等等，首先要考虑地基問題，故須根据地质构造、岩石性质以及第四紀地质的研究才能选定建

筑位置。因此地质工作又是重大工程建设的侦察兵。

地质学对农业的发展 also 具有重要意义。土壤的成分和性质对农业影响很大，而土壤的生成，是岩石风化的产物经过土化作用的结果。因此要深入研究土壤，则必须有矿物学、岩石学和动力地质学的知识。其他如找地下水供给农田灌溉等也需要水文地质学的知识。

## 第四节 地质学和采矿事业的关系

地质学是从采矿工作的实践中发展起来的，反过来地质理论又指导矿产的寻找与开采，故地质与采矿两门科学的关系是很密切的。要把埋藏在地下的矿体多快好省地把它开采出来，就必须充分掌握矿产形成的地质条件、矿体的几何形态等。矿区的范围是按地质条件决定的，地质情况不同，采矿方法也不同。因此，在进行采矿以前都必须进行周密的地质研究。采矿工作者根据地质勘探所提出的地质报告和图件进行采矿设计，此外在采矿过程中也会遇到一系列地质问题，如矿体的突然尖灭和消失，地下水的突然涌出等。若不了解地质就无法解决这些问题，所以有地质是采矿的眼睛之称。

在采矿过程中，矿山测量与地质的关系也非常密切。地质工作者要获得精确的地质资料及图件和解决采矿过程中所遇到的一切地质问题，都需要矿山测量工作者配合，通常是在一起合作解决问题。矿山测量工作者根据地质勘探和采矿资料编绘矿体形状图和性质图，统计工业储量变动和以矿体几何方法指导采矿工作，统计产量、损失和贫化以及监督掘进工作。因此，地质课程对矿山测量专业人员来说是一门必备的知识。

## 第一章 地球的基本概念

### 第一节 地球在宇宙中的位置

地球是太阳系中的一个行星，太阳系是一个以太阳为中心的星系，它的构成部分为：

1. 太阳：发热发光的恒星，表面温度约 $6000^{\circ}\text{C}$ ，以逆时针方向绕轴自转。
2. 行星：有九个，以距太阳最近的算起依次为：水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。他们几乎是在同一平面上循一定的近似椭圆形的轨道绕太阳公转。同时每一行星都顺一定的轴自转。
3. 小行星：在火星与木星之间的一群小星体（其直径由几十公里至几百公里），现在已发现的达1500个以上，运行方式也和其它的行星一样。
4. 卫星：环绕行星运转和自转的星球，在九大行星之中，除水星、金星和冥王星之外，其他六个行星的身旁都有卫星，地球只有一个，就是月亮，火星有两个，木星有十二个，土星有九个，天王星有五个，海王星有两个。

月亮是地球的卫星，它自转的周期和绕地球运行的周期是一样的，因而永远面朝地球，月亮的背面从来没有人看见过。随着科学的发展，人类开始把自己的活动范围扩展到宇宙中去，流传于人类社会几千年的太空之谜，逐渐被精湛的科学所探明。

5. 慧星：是一群稀疏的，尘埃和石子构成的，围绕太阳运转的星体。当它接近太阳时，它的部分尘埃石子受热变成发光的蒸气，拖在后面变成了光亮的尾巴，所以俗称为扫帚星。

6. 流星：夜间在晴朗的星空，很容易见得到一颗颗在天空掠过的星子，这就是流星。在太阳系里，有许多小的固体质点，数量很多，几乎到处皆有，而且也都绕着太阳运行。有的结伴而行，有时它们行近地球进入大气圈的时候，因为速度很大，便和大气摩擦，产生热和光，就成了我们常见的流星，落到地球表面上的流星叫做陨石。

根据化验的结果，由陨石的成分上可分为三类：

第一类：全是金属，铁占90%，镍占8%，此外尚含钙、铜、磷、硫等……；

第二类：是铁和石的混合物，铁和镍如海绵状，排列在氧化矽的石质里面；

第三类：是石质的，大部分是氧化矽和氧化镁，铁镍很少。

从太阳系的构造可以很清楚的看到，地球不过是其中的一个行星，它距太阳约为149,500,000公里，它的体积为太阳的一百三十万分之一。

太阳系是银河系中微不足道的一小部分，银河系是一个扁圆的透镜体状的恒星系统，银河系中的恒星数目至今已能观察到三百万万颗，恒星的周围还弥漫着云雾状的星际物质，银河系是很大的，用光速计算光线穿过银河系的直径须要10万光年。太阳系的位置距银河系的中心约4万光年。整个的银河系绕着它自己的中心而旋转，旋转一周约18,500年。

在整个的宇宙中，银河系也不是独一无二的，在我们的银河系之外，尚有很多其他银河系，统称为河外星云，河外星云是各种天体的境界以内看到的情形，在这个境界之外不知还有多少河外星云。

随着科学的进步，人们能制造越来越强大的望远镜，人类的眼界也就日益扩大，能见到更远的天体。这就证实整个宇宙是没有尽头，没有边界的。宇宙中的天体都在不断地运动和演化着。一部分衰老下去，而新的又不断地发生着。所以宇宙不论在空间或时间上都是无尽的。

## 第二节 地球的形状和大小

“天圆地方”是我国古代的传说，世界其他民族也都有过这样类似的说法。后来，随着科学文化的发展，人们知道地球是个球体，而且是一个两极略为压扁的椭球体。最近几年的研究，又证明了地球的北半球较南半球更为凸出。当然地球的椭球，和几何上的椭球不同，因为地球表面不是完全平的，而是有高山深海，仅和椭球的形像相近而已。

根据国际地测学家合力测量，于1924年国际会议公布了地球形状和大小的数值如下：

|          |          |
|----------|----------|
| 赤道半径 (a) | 6378.4公里 |
| 半极径 (b)  | 6356.9公里 |

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 赤道半径与极半径之差 ( $a - b$ )     | 21.5公里                    |
| 地球扁平率( $\frac{a - b}{b}$ ) | 1 : 297                   |
| 赤道圆周长                      | 40076.6公里                 |
| 子午线圆周长                     | 40009.1公里                 |
| 地球总面积                      | 510,100,63.4平方公里          |
| 地球体积                       | $108 \times 10^{10}$ 立方公里 |

### 第三节 地球的物理性质

#### 一、地球的质量和比重(或密度)

根据物理方法测出来的地球平均比重是5.52,这样计算出地球的质量是 $5.98 \times 10^{24}$ 公斤。地表岩石的比重是1.5~3.3,平均比重是2.7,比起5.52来是小多了,因此知道地球内部的物质比重一定很大,才能有5.52的平均比重。

地球内部岩石的比重决定于上部岩石压力的大小,深处岩石受压力大,所以其比重也大,根据岩石所受压力及地震波的研究,推测地球内部比重如下:

|        |         |
|--------|---------|
| 深度     | 比重      |
| 60公里   | 3.2     |
| 500公里  | 3.3     |
| 800公里  | 3.75    |
| 1300公里 | 5.00    |
| 2500公里 | 7.40    |
| 5000公里 | 10.8    |
| 地 心    | 11~11.3 |

#### 二、重 力

地球对于一切物体的引力就是重力,引力大小与距离平方成反比;距离越远引力就越小。我们已知地球是一个近乎旋转椭球体,它的两极半径比赤道半径小,那么,自赤道至两极重力是逐渐增加的。地球因自转的结果所产生的离心力对于重力也会产生影响,而离心力自赤道向两极是逐渐减小的,这同样也使重力由赤道向两极逐渐增加。总之,地球上的重力是随着纬度增加而增加的,这是一般的规律。因此在理论上可以计算出任何纬度的重力分布,也就是正常值。但是构成地球的物质并不是均匀分布的。它们的比重也不相同。因此观测所得的重力数值与理论上所计算得来的重力数值往往有出入,这种偏差称为重力异常。在比重较大的物质分布地带,如铁、铜、铅、锌等金属区,测得的重力要大于理论上的正常值,我们称之为正异常,若是小于正常值时,如煤、石膏等比重小的物质分布地带,称为负异常。由此可见,重力异常的研究在地质学上有重大的意义,借它可以推断地壳岩石的性质和产状,同样还可借此勘探矿床所在的位置以及地质构造现象。我国在实际勘探铁矿时,就曾应用过这种方法,获得很大的收效。

### 三、地 磁

#### (一) 地磁三要素

1. 磁偏角：地球相当于一块巨大的磁铁，也有两极，但地球的磁极与地理上的两极不符合。磁北极在北美哈德逊附近，北緯 $71^{\circ}$ ，西經 $96^{\circ}$ 的地方；磁南极在南极洲南維多利亞附近，南緯 $73^{\circ}$ ，东經 $156^{\circ}$ 的地方。由于地球磁极与地理南北极不一致。因而各地磁針的指的方向并非地理上南北之方向，而是磁极的方向，因此磁針所指方向与地理子午綫間有一夹角，这个夹角叫做磁偏角。磁偏角的数值各地不同，但作有規律的分布，在地图上把磁偏角相等的点联結起来所成的綫叫做等磁偏角綫。

2. 磁傾角：磁針与水平面也有一个夹角，这个夹角叫做磁傾角，磁傾角在地磁两极為 $90^{\circ}$ ，而向低緯度区則数值变小。将磁傾角等于 $0^{\circ}$ 的点联成綫，此綫叫做地磁赤道，它与地理赤道也不一致。在地图上把磁傾角相等的点联結起来所成的綫叫做等磁傾角綫。

3. 地磁场强度：单位磁极在地球上某一点所受磁力为該点的地磁场强度，地磁场强度是一个向量，它的方向即磁场力的方向。地磁场强度可分解为两个分量，即垂直与水平分量。在地图上把垂直分量相等的各点联結起来所成的綫叫做等磁力綫 $Z$ ，把水平分量相等的各点联結起来所成的綫叫做等磁力綫 $H$ 。

一般地說，地磁三要素的各种等量綫在地球上分布是有規律的，但是也有局部反常現象。

(二) 磁力異常：根据地磁三要素的分布規律，在理論上可以确定某一地点的地磁三要素的正常值，但有某些地方由实测結果，其地磁三要素的数值与正常值不符，等量綫的分布規律也有所变化，这种現象称为磁力異常現象。引起磁力異常之原因可能有两种：

1. 地下有带磁性的矿体存在；
2. 地下地层发生了剧烈的变位。

磁力異常現象是地球物理学研究的对象，并利用此种現象进行物理探矿，尤其是在鉄矿和錳矿的勘探上具有重要的意义。

(三) 磁暴現象：在自然界中有时見到磁針突然震动，这种現象叫做磁暴，磁暴的詳細成因还不十分清楚，但是当太阳表面上出現黑子时，地球上即出現磁暴，另外当发生地震前也可能出現磁暴，因此可以用此来預測地震，日本地质学家发现磁暴常在地震前約24小时。

### 四、地 热

地球内部是热的，自地表往下，溫度逐渐升高。地表热源主要来自太阳，地面上同一地区得到太阳的輻射热量因昼夜、季节而变化，所以地面溫度有周期性的变化。北京气温最高近 $40^{\circ}\text{C}$ ，最低可达 $-20^{\circ}\text{C}$ 。从地面往下，影响逐渐减弱，一年中最高与最低溫度的差就逐渐减小。到了一定深度，一般在地下十五米左右的地方，太阳热的影响就消失了，溫度終年不变，这一层称常溫层。北京常溫层約在地下12~14米。常溫层的溫度大体与当地地面年平均溫度相同。从常溫层再往深处去，溫度則随深度增加，增加的比

率称地热增温率，一般约每百米增高 $3^{\circ}\text{C}$ ，世界各地互有出入，如日本越后增温 $1^{\circ}\text{C}$ 只需22.9米，而美国格勒士巴勒却需104.1米。各地增温率的不同，大概由下列情况而产生的：

1. 地下岩石的热传导性不同，吸收和比热不同。
2. 在岩石中的水化作用结果。
3. 沉积岩的倾角关系，水平地层和直立地层当然不同。
4. 地下水的影响，冷水可以降低温度，热水可以升高温度。

若按地球半径和地热增温率来计算，地心温度要在十百度以上，但据目前的资料证明，认为地心只有 $3,000^{\circ}\text{C}\sim 5,000^{\circ}\text{C}$ 。由于那里的压力很高，所以一般相信地球内部是固体。高速度旋转的地球赤道部分仅仅向外突出了不到三分之一，亦有力地支持了这一结论。

关于地热的来源，还是一个没有解决的问题，大多数人相信是放射性元素蜕变产生的。

由于地热，使埋在地下深处的矿产目前不能开采，例如美国科木托斯克金矿；采到3,600米，井下温度高达 $42.2^{\circ}\text{C}$ 人已无法在这样高温下工作，虽然含金丰富，也只好放弃。

#### 第四节 地球的构造

前面已经提到过，地球不是均质体，它是由若干个同心圈层和一个核心组成的。外面的几个圈是我们可以直接观察得到的，常被称为外圈；而地球内部各圈则还未能揭露过，称为内圈。关于内圈现在只能根据地震等方面的资料来判断。从最外圈开始，地球可分为下列各圈层：

一、大气圈：是地球最外面的一层，它的下界就是地面。向上气体逐渐稀薄，过渡为宇宙空间。通常认为大气圈外界的高度在800~1,000公里的高空。大气圈从下往上，是由三个不同物理状态的分层组成的，即：

1. 对流层：平均高度为地面以上10公里，大气的70~75%集中在这层里。风云雨雪等气象现象都产生在这一层里。对流层的特点是空气发生上下与水平的流动。空气所以发生上下对流，是由于空气不能直接从阳光中吸收热量，只有经过晒烫的地面烘烤，温度才会升高，这就使地表气温高于上空，大约每上升100米，降低 $0.5\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 。由于地表水分不同，植物多少不一，所以各地温度不同，热空气上升，附近冷空气流过来递补，就发生对流，而成风。当水蒸气参加了对流，由于它遇冷凝聚，于是出现了云、雾、雨、雪。地表发生的各种自然变化常是这些气象直接或间接的结果。

2. 平流层：在对流层之上，直到80公里的高空，这一层空气只作水平流动，故称平流层。这里空气稀薄，氢含量的百分比略有增加，没有水汽，无云、无雨。

3. 电离层：在距地面80公里以上的高空，空气非常稀薄，在太阳和其他星体射线的影响下，成为带电荷的离子，故称电离层。

大气圈保护了地面生物不受强烈的宇宙射线的伤害和流星的撞击。如前所述，每天有很多的陨石落到地球上，它们与大气摩擦，大多数烧成为灰烬。