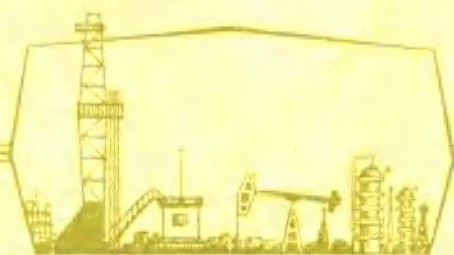


高等学校教学用书

普通地质学

张家环 编



石油工业出版社

24429

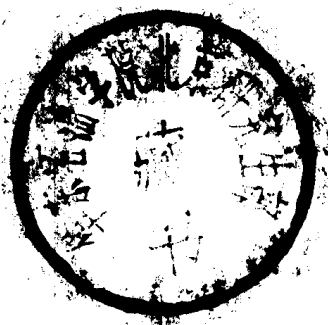
普通地质学

张家环编



5432/31

89.1.15



石油工业出版社

内 容 提 要

本书除绪论外，共四篇，十九章。以地壳的起源及其演化特征、地壳的物质组成和地质作用概述做为本书的概论；在此基础上，按照地质作用的类型及其发展和成因联系，从内（动）力地质作用至外（动）力地质作用进行了介绍；动力地质作用的发展和演变导致了地壳的不断发展，为此，把地史概要放在最后。

本书涉及地质学的各个分科，内容比较丰富。在各章节中与油气相结合是其特色。可供石油地质专业以及物探、测井等专业学生参阅。



普 通 地 质 学

张 家 环 编

石油工业部教材编译室编辑（北京 902 信箱）

石油工业出版社出版

（北京安定门外大街东后街甲36号）

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16 开本 23¹/₄ 印张 578 千字 印 1—6,100

1986 年 3 月北京第 1 版 1986 年 3 月北京第 1 次印刷

书号：15037·2595 定价：3.60 元

前 言

这份教材是在以往的教材和讲稿的基础上编写的，实际上是集体编写，只不过由本人加以整理、系统、汇编和补充。

教材仍然采用了“普通地质学”一词，这是考虑从教材的性质——入门地质学出发，如何与学习相结合。普通地质学是高等石油院校勘探系石油地质专业的必修专业基础课之一，引导学生对地质学的一般理论和实际建立总的而浅显的概念，并为以后的学习创造条件和掌握一定基础理论知识。只是在外（动）力地质作用方面，采用了按地质作用方式进行分章，而不是按地质营力分章。这可能更节省些篇幅，对学生来说更易于对比学习。

本书的重点仍是动力地质学。

由于是针对石油地质专业编写的教材，所以在内容上尽量与有关的石油地质问题相结合。

为了充实内容，尽量引用了七十年代和八十年代的一些教材内容和资料。

本书承蒙大庆市科学技术协会、大庆石油学院杜博民教授认真审阅，提出了很多宝贵而中肯的修改意见。在编写过程中，华东石油学院普通地质教研室给予了大力支持，对此表示衷心感谢。

由于时间和条件等各方面的限制，教材不可能完全反映当前的成就，问题定会不少，在使用过程中请提出意见。

编者

1984.5

目 录

绪 论	1
第一篇 通 论	
第一章 从地球看宇宙	5
第一节 人类认识宇宙的历史	5
一、宇宙在空间上是有穷还是无限	5
二、宇宙在时间上是有穷还是无限	8
三、宇宙是运动发展的还是永恒不变的	9
四、宇宙是什么	9
第二节 太阳系及其起源	9
一、太阳系	9
二、地球(太阳系)的起源问题	14
第二章 地球的基本面貌	19
第一节 大气圈	19
第二节 地球表面的基本特征	22
第三节 地球的形状和大小	28
一、地球是个什么样子	28
二、地球有多大	31
三、地球有多重——地球的质量、密度和压力	31
第四节 地球的物理性质	32
一、地球的重力	33
二、地球的磁性	34
三、地球的热性	40
四、地球的弹性和地震波(弹性波)的传播	46
✓第五节 地球的内部构造	48
一、地壳	49
二、地幔	51
三、地核	51
✓第三章 地壳的物质组成	53
第一节 地壳的化学组成	53
第二节 地壳的矿物组成	55
一、矿物的概念	55
二、矿物的形态	57
三、矿物的物理性质	61
四、矿物的化学性质	64
五、矿物的分类和常见矿物的特点	65
✓第四章 地质作用概述(附地质时代表)	71
第一节 地质作用的概念	71
第二节 引起地质作用的能	71
一、热能	72

二、动能	73
三、重力能	73
四、化学能和结晶能	73
五、辐射能	74
六、生物能	75
第三节 地质作用的类型	76
一、内(动)力地质作用	76
二、外(动)力地质作用	77

第二篇 内(动)力地质作用

✓第五章 地质构造之一——地壳运动	83
第一节 前言	83
第二节 地壳运动的概念	84
第三节 现代构造运动和新构造运动	85
一、概述	85
二、新构造运动的实例	87
三、新构造的类型	97
四、新构造运动的地理分布	100
第四节 地质时期中地壳运动的表现形式及其特点	102
一、垂直运动(升降运动或振荡运动)	103
二、水平运动	106
第六章 地质构造之二——岩石变形	108
第一节 未经变动岩层的特点	108
第二节 构造变动的类型	109
一、构造变动的概念	109
二、岩石变形的概念	109
三、倾斜岩层及其空间位置的测定	110
四、褶皱变动——弯曲变形作用	112
五、断裂变动	117
✓第三节 岩层间的接触关系	125
一、岩层间的整合接触	125
二、岩层间的不整合接触及其类型	125
三、不整合与油气	127
第四节 构造地质学与石油	129
第七章 地质构造之三——板块构造简介	131
第一节 概述	131
第二节 海底扩张	132
第三节 板块的划分	136
一、中脊和中隆	136
二、转换断层	137
三、地缝合线	139
第四节 板块构造与石油	143
第八章 地质构造之四——大陆地壳大地构造单元的划分和发展简况	145
第一节 大陆地壳的基本构造单元——地槽区和地台区	145
第二节 地槽区的特点及其发展	146

一、地槽区的特点	146
二、地槽区的一般发展规律	147
三、大地构造旋回及其划分	148
第三节 地台区的特点及其发展	149
一、地台区的特点	149
二、地台区的一般发展规律	149
三、地台区的结构	149
四、地台活化现象	150
第四节 大地构造与石油	151
第九章 地震现象	154
第一节 地震及其地理分布	154
一、地震现象	154
二、地震在地球上的分布	154
第二节 地震的成因和类型	162
✓第十章 岩浆活动和岩浆岩	167
第一节 岩浆和岩浆活动的概念	168
第二节 岩浆的喷出活动——火山作用及其结果	169
一、火山的喷发现象及其构造	169
二、火山的喷发产物	173
三、火山的地理分布	175
第三节 岩浆的侵入作用	180
一、深成侵入作用	180
二、浅成侵入作用	181
第四节 岩浆岩及其分类	182
一、岩浆岩的矿物成分	182
二、岩浆岩的结构	183
三、岩浆岩的构造	184
四、岩浆岩的分类和鉴定	185
五、常见的岩浆岩	187
第五节 岩浆的成因	189
第六节 岩浆的分异作用和同化作用	191
一、岩浆的分异作用	191
二、岩浆的同化作用	192
✓第十一章 变质作用和变质岩	193
第一节 引起变质作用的因素	193
一、温度的作用	193
二、压力的作用	194
三、新物质的加入	194
第二节 变质作用的类型	195
一、接触变质作用	195
二、动力变质作用	197
三、区域变质作用	197
第三节 主要的变质岩	200

第三篇 外（动）力地质作用

✓第十二章 风化作用	205
第一节 物理风化作用	205
第二节 化学风化作用	207
一、溶解作用	208
二、水解作用	208
三、碳酸化作用	209
四、氧化作用	209
第三节 生物（化学）风化作用	211
第四节 风化作用的综合结果——风化壳	212
✓第十三章 剥蚀作用	217
第一节 剥蚀作用概述	217
第二节 地面流水的剥蚀作用	218
一、概述	218
二、河流的垂直侵蚀作用	221
三、河流的向源侵蚀作用	224
四、河流的侧方侵蚀作用	225
第三节 地下水的剥蚀作用	229
一、概述	229
二、地下水的类型	229
三、蓄水（储集）层	230
四、地下水与石油	234
五、地下水的潜蚀作用和岩溶的形成	235
第四节 冰川的剥蚀作用	237
一、概述	237
二、冰川的刨蚀作用	239
第五节 海洋的剥蚀作用	240
一、海水的运动	240
二、海蚀作用和海岸的发展	242
第六节 风的剥蚀作用	244
✓第十四章 搬运作用	246
第一节 流水和地下水的搬运作用	246
第二节 海洋和湖泊的搬运作用	249
第三节 冰川的搬运作用	250
第四节 风的搬运作用	251
✓第十五章 沉积作用之一——大陆的沉积作用	253
第一节 概述	253
第二节 流水的沉积作用	255
一、洪积扇（锥）	255
二、淤积平原（河漫滩）	257
三、三角洲	259
第三节 湖泊和沼泽的沉积作用	264
一、概述	264
二、湖泊的机械沉积作用	266

三、(生物)化学沉积作用	267
四、生物沉积作用	270
五、湖泊沉积与石油	272
第四节 冰川的沉积作用	273
第五节 风的沉积作用	274
一、沙的沉积作用和沙丘的形成	276
二、尘土的沉积和黄土的形成	278
第六节 地下水的沉积作用	280
第十六章 沉积作用之二——海洋的沉积作用	282
第一节 概述	282
第二节 与海洋沉积作用有关的某些问题	283
一、海水的化学成分	283
二、海水的物理性质	286
三、海生生物	286
四、海底地势和海洋分区	288
第三节 滨海区的沉积作用	294
第四节 浅海区的沉积作用	295
一、机械沉积作用	296
二、化学沉积作用	297
三、生物(化学)沉积作用	298
第五节 半深海区和深海区的沉积作用	301
第六节 泻湖的沉积作用	306
第十七章 成岩作用和沉积岩	307
第一节 成岩作用	307
第二节 沉积岩概述	307
一、沉积岩的物质成分	308
二、沉积岩的颜色	309
三、沉积岩的结构	309
四、沉积岩的构造	309
五、沉积岩的简单分类	312
第四篇 地 史 概 要	
第十八章 地质年代	317
第一节 前言	317
第二节 地层时代的相对年龄和绝对(同位素)年龄	317
一、地层相对年龄的确定	317
二、地层绝对年龄(同位素年龄)的确定	322
第三节 地层单位和地质时代的划分	324
第十九章 地质发展史概况	327
第一节 前寒武纪(前古生代)地质发展概况	327
一、前寒武纪的地理	328
二、前寒武纪的气候	329
三、前寒武纪的生物界	330
四、前寒武纪的矿产资源	331
第二节 早古生代的地史发展	332

一、早古生代的地理	332
二、早古生代的气候	332
三、早古生代的生物界	333
四、早古生代的矿产资源	335
第三节 晚古生代的地史发展	336
一、晚古生代的地理	336
二、晚古生代的气候	337
三、晚古生代的生物界	339
四、晚古生代的矿产资源	343
第四节 中生代的地史发展	343
一、中生代的地理	343
二、中生代的气候	346
三、中生代的生物界	346
四、中生代的矿产资源	349
第五节 新生代的地史发展	350
一、新生代的地理	350
二、新生代的气候	252
三、第四纪的冰川	353
四、新生代的生物界	353
五、新生代的矿产资源	360
主要参考文献	360

结 论

科学理论的发生和发展,从开始起便是由生产所决定的;科学理论的创立又为生产实践提供了依据。在半封建半殖民地的旧中国,由于科学技术和生产的落后,纵然我国的地学工作者在某些学科中的成就取得了世界的领先地位,但并未被旧社会的统治者所重视,而使我国的矿物资源勘探有所作为。解放以后,随着社会主义革命和社会主义建设的奔腾向前,我国的地质科学才获得了新生,并得以迅速发展,在资源勘探和地质理论方面取得了一个又一个的胜利和突破。这是由于“社会主义生产关系比较旧时代生产关系更能够适合生产力发展的性质,就是指能够容许生产力以旧社会所没有的速度迅速发展”^①。

人类在认识地球这个庞大的天体的历史长河中,正是一个由表及里、由现象到本质不断深化的过程。对地质学的诞生和发展,自一开始就是在辩证唯物主义和唯心主义形而上学的斗争中发生和发展起来的,是劳动人民自己的生产实践和生活实践的理论性总结和概括,又反过来指导生产实践。地质学成为一门独立的科学,那是在近二百年前的事。资产阶级的兴起和资本主义社会的建立,以及工业革命的洪流促进了生产的发展和对矿物资源的需要,以寻找和开采矿产为自己研究目的的地质学也得到了相应的发展。当时的地质学是指研究地球现状和发展历史的科学,其研究对象是整个地球的自然界,包括现代地理学、地质学、气象学、海洋学等在内的全部内容,研究地球的物质组成、分布和构造。当时,由于生产水平和自然科学发展的不完备性,以及人们在认识论上的局限性,只能从宏观方面去认识大陆部分的地质构造情况。随着人类生产实践知识的积累和丰富,科学分工越来越细,对问题的研究越来越深入,地质学为了适应和满足工农业建设和国防建设的需要,研究对象就逐渐地局限于地球的表层——地壳或岩石圈。

今天的时代,与200年前已大大地不同了。今天,社会的变革和人们思想的解放,促使着科学技术的发现和发展,并带来巨大的突破。近三十年来,地质学吸取了物理学、化学和其他基础理论科学以及近代新技术的最新成就,冲破了旧有的研究界限,在自己的研究领域里带来了又一次大飞跃,进入了一个新的发展时期。新兴工业的崛起,尤其是原子工业和国防尖端工业的迅猛发展,石油、铁、稀有元素和放射性元素的生产成倍地增长,矿物原料和同位素等新资源的要求与日俱增,环境污染的防治以及干旱地区的改造和利用日益成为人类面临的重大课题。这些都向地质(地球)科学提出了许多新问题、新要求,大大地促进了地球科学的迅速发展。

近代地质学的研究和发展的总趋势是:已从宏观地研究地球进入直接观察原子空间排列的微观世界;向海洋和地球深部,向月球和宇宙空间的广度进军;地质学与其他基础科学的相互渗透,相互促进,开拓并建立了许多新的边缘学科和新的理论;对新资源的探索和对自然环境的控制及改造;同时,并涌现出的新思潮,正在向许多传统观念提出越来越多的挑战。做为一个整体,地球的研究包括各个方面,概括起来就是地质学、地球化学、地球物理学和大地测量学,共同为了解决地球的起源和演化、地球层圈构造的形成和物质组成、岩石

^① 毛泽东:《关于正确处理人民内部矛盾的问题》,《毛泽东选集》第五卷,人民出版社,1977。

圈（主要是地壳）的特点、构造、组成（包括矿产）和发展历史等重大课题。地质学则侧重于地壳的研究。可见，近代地质学的研究是综合进行，宏观与微观同时深入，大陆地壳和大洋地壳同时并举。近代科学技术的发展和成就，为地质学的研究和发展提供了强有力的物质基础和理论基础。

200 多年来，地质学的研究对象是地壳的陆地部分。六十年代随着海洋研究而建立起来的板块构造学说，使地质学的研究进入了浩瀚的海洋，解决了一些过去没有解决的重大问题。板块构造对海洋研究的一些重大成果在七十年代应用于大陆，取得了极为满意的效果。但大陆地壳较之大洋地壳远为复杂，与人类有着密切关系的矿物资源在今后的一段时间内仍以来自大陆（包有大陆架）为主，地质灾害（如地震）、环境保护和沙漠改造等与生命息息相关的课题的解决也有待大陆地质的研究。因此，大陆地质的研究辅以大洋地质的研究在今后仍将是地质学的重点对象。在当前，地质学的研究对象，已从对组成地壳物质成分及其分布、地壳的构造和地壳中有机残余物以及现代地质作用的研究，又深入到空间上从全球角度，在时间上从演化角度来探讨地球的组成、形态和构造，用以对地球发展历史规律的阐明，以适应生产发展的需要，从而广泛地开拓了新领域的研究：新技术的发明和利用，高温高压实验和深部（地幔）研究，环境地质学的建立，海洋、海底的探索研究和利用，干旱地区的改造和利用，等等。为此，地质学的任务是：恢复地壳各发展历史阶段中地表自然条件的变化规程，确定古生物的兴衰、演化和生活环境以及生命的起源，阐明地质构造的形成历史和分布规律以及不同构造间的关系，揭示地球深部的特点，拟定这些变化和发展规律的总结和原因，为更有效地指导矿物资源勘探和利用资源服务。

近期以来，地球科学取得了一些重大突破：对行星早期的历史有了进一步的了解，行星形成所需要的时间不象以往想象的那么长，而是 $10^7 \sim 10^8$ 年或更短；大气和水体可能在 38 亿年前就已存在，这不仅由此而引起了外力地质作用全过程的进行，生命可能也在这时期出现。生命的出现对石油有机生成论者无疑是一个振奋人心的信息，因为由此可能在时限上打开石油的新领域，特别是在我国就是一个更好的预兆。

有机地球化学的发展是异常迅速的，这与化石能源紧张，需要尽快找到和评价新油田有关。找油的关键只注意储集层和圈闭是不够的，还必须要搞清生油层，搞清盆地中油源物质的形成条件及石油的发生、演变和消亡的全过程，指出石油演化上的上限和下限，才能有的放矢，在什么地区，什么深度进行勘探。在我国的 550 万公里²的沉积盆地中这一课题刚刚开始研究。

解放后我国石油工业发展的三个台阶都与石油地质研究和大油田的发现有关。由于克拉玛依油田等的发现，1956 年我国石油生产超过了 100 万吨；主要由于大庆油田的发现，1965 年我国原油生产超过了 1000 万吨；由于大庆油田的不断发展和渤海油区的发现，1978 年我国的原油生产超过 1 亿吨。这三个台阶都是以十倍上下的速度增长。发展速度如此之快是世界上罕见的！此后的持续稳定生产为我国的工农业跃进和人民生活的改善起了积极的推动作用。此外，超过一亿吨产量的持续稳定发展，这是一个好的征兆，预示着一个积蓄力量再度奋飞的准备时期。通过地质工作者，特别是石油地质工作者的共同努力，稳产的局面已经突破，正在进入一个较快增长的新时期。

世界石油地质勘探近期取得的成果超出了人们的预料，认为今后找油的方向伸向四大领域，即新区、高成熟区、深层和深海（李国玉，1982）。对我国来说，在这些领域中，有的才开始认识，多数尚未触及。今后石油后备储量的增长无疑应取决于这些课题的探索。

我国的传统海域面积达 460 万公里²，大陆架面积达 130 万公里²，是世界上少有的石油处女地。初期工作证明，前景远大，有待尽快研究、勘探和开发。

历史已经证明，生活实践和生产实践与地质学有着密切的直接联系，因为地质学的诞生和发展就是在采矿工程和日常生活观察感受中积累起来的经验和技术上升为理论性的总结，这些总结又反过来指导生产实践，可见，地质学在满足农业现代化、工业现代化、国防现代化和科学技术现代化中皆起着极其重要的开路先锋的作用，搞不好，就将一马挡道，万马不能前进。

“中国应当对于人类有较大的贡献”。我国有 960 万公里²的广大国土，有包括黄海、东海和南海在内的世界上少有的广阔的大陆架，蕴藏着极其丰富的矿物资源和动力资源，有待我们去勘探；我国的地质条件由于她位于欧亚、印度和太平洋三大板块碰撞区，决定了她具有独特的地质构造，被世界地质学家们视为探讨地质科学的关键地区，是打开地球内部奥秘的一把金钥匙，这些都有待于深入探索。在伟大的、光荣的、正确的中国共产党领导下的勤劳勇敢的中国人民，一定能面向现代化、面向世界和面向未来，在祖国的富饶美好的大地上和海域中，结出丰满的硕果，为人类作出较大的贡献。解放以来，地质工作的历史，胜利辉煌，展望未来，前程似锦。我们的目的一定要达到，我们的目的一定能够达到。

第一篇 通论

第一章 从地球看宇宙

地球(太阳系)的起源和生命的起源是当代自然科学研究领域中最古老的也是尚未得到解决的两个课题。这两个课题都与地质学有着密切的亲缘关系。要正确地建立地壳发展的基本规律,从而探索有用矿产的分布规律,指导有用矿产的寻找和开采,就必须深入地探讨地球的起源问题,因为地壳的发展历史及其伴生的各种矿产的形成和富集过程只是地球形成后的某一特定的发展阶段而已。

地球(太阳系)是宇宙统一整体中的一个组成部分,为了了解地球(太阳系)的起源问题,就须涉及太阳系以及整个宇宙的构造和特点的问题。

第一节 人类认识宇宙的历史

地球(或太阳系)是统一的宇宙的一员,与宇宙有着密切的联系;星球或地球的运动控制着星球的形状和大小;其内部发展控制着其表面特征,其内部能量的运动和转化反映其物质特点。现代科学的发展,正在对这些问题逐一地取得答案。但是,对宇宙的认识是随着生产斗争和阶级斗争的需要而逐渐深入的。人类对庞大的地球,特别是对无垠的宇宙的认识,自古至今就存在着两种根本对立的见解,表现为宇宙是什么,宇宙在空间上和时间上是有限还是无限,宇宙是运动发展还是永恒不变等各个方面。

一、宇宙在空间上是有穷还是无限

在这个问题上,我们的结论是异常明确的,那就是宇宙在空间上是无限的,是无边无际的。地球并不是宇宙的中心,就连太阳或银河系也不是宇宙的中心。但是,时至今日,在这个问题上仍有尖锐的斗争。早在公元前,亚里士多德(公元前384~322)的地心宇宙体系(图1-1)曾受到古希腊天文学家阿里斯塔恰斯(公元310~250)的尖锐批评,他首先提出了是太阳而不是地球是宇宙的中心观点;继而至16世纪,波兰天文学家哥白尼(1473~1543)用数学证实了不是地球而是太阳是太阳系的中心(图1-2),这就彻底地推翻了地球中心说。此后,布鲁诺(1548~1600)发展了他的学说;伽利略(1564~1642)和凯普勒(1571~1630)证实了他的学说。布鲁诺是意大利的哲学家,他认为太阳只是一个普通的恒星,而所有的恒星都是象太阳那样巨大的天体;宇宙中的一切天体,无论是包括地球在内的全部行星,或是包括太阳在内的全部恒星,无不在运动之中。伽利略是意大利的科学家,他发明了望远镜,从而开阔而且深入了对宇宙的观察和了解,他看到了木星有四个较大的卫星在绕着它公转,认为这就是太阳系的缩影,从而生动地说明了较小的天体绕着较大天体公

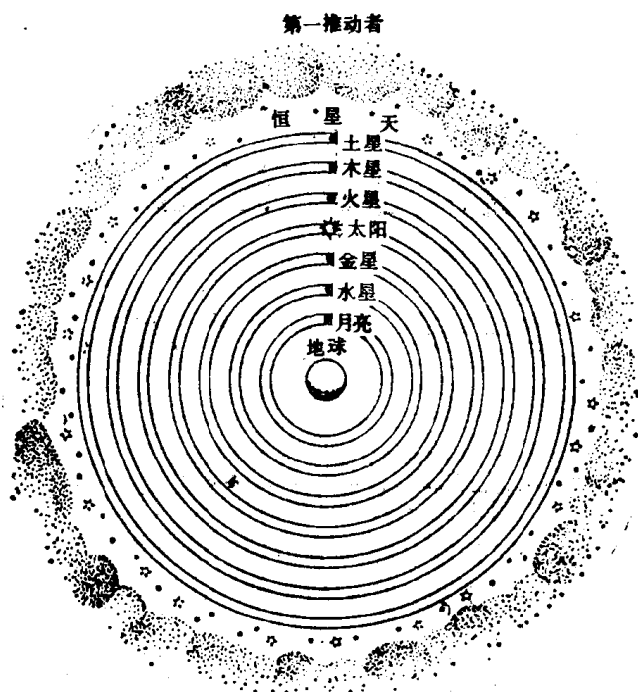


图 1-1 亚里士多德的宇宙体系——地心说

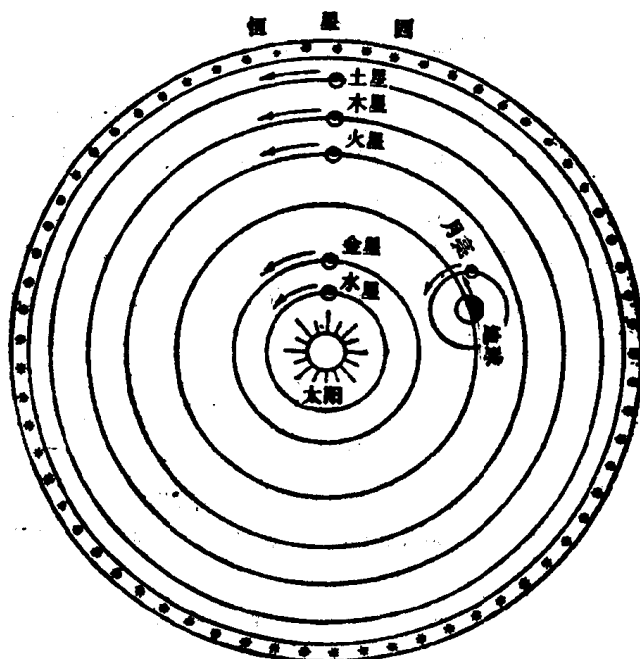


图 1-2 哥白尼的太阳中心说宇宙体系

转是自然界的客观事实，进一步证明了哥白尼学说的正确性。凯普勒是德国的科学家，他总结出了行星绕日以椭圆形的轨道运行的规律。英国科学家牛顿（1643~1727）对万有引力的发现，开拓了人们认识宇宙的新境界，认识到天体不但互相排斥，也互相吸引。但是，他们的科学主张都付出了血的代价。布鲁诺被罗马教皇的宗教裁判所活活用火烧死在鲜花广场；教皇法庭对伽利略施加了一种叫“维里亚”（不眠之意）的酷刑的折磨，被迫公开声明放弃

自己的观点；哥白尼的书籍被乱枪打毁，凯普勒被驱逐。

上面说的都是古老的事了。随着科学技术的发展和对宇宙的观测，证明了宇宙在空间上是无限的。在太阳系外有无数个恒星，它们组成银河系。银河系外又有无数个银河系。宇宙从大的方面看来是无限的。宇宙从小的方面看来也是无限的。

“坐地日行八万里，巡天遥看一千河。”地球在人们的心目中是够大的了！由于地球的自转，在赤道上居住的人们每天跟随地球在天空中运行八万里！可谓大矣！但地球也只是太阳系中的一个成员，整个太阳系的半径达 60 亿公里，而地球距太阳也有 1.5 亿公里。由于太阳系的运转，人们依次看到千千万万个遥远的银河系（星系）。“天上一个星，地上一个丁。”这是古代人们形容天空中星体的繁多。但现代科学技术能观察到的星体远非此数。在天空中，除太阳系的成员外，人们用肉眼观察到星空的星体约有 6000 颗。自伽利略发明了望远镜后，大大地开扩了人们的视域，用简单的双目望远镜可见到星空有几十亿颗星。现代天文观察指出，仅在银河系中，象我们这样的太阳的恒星就多至约 2000 亿颗，并有大量的星云。银河系的直径约为 10 万光年（一光年等于 9.46×10^{12} 公里，即达 10 万亿公里）；它的厚度大约是 1 万光年。银河系本身有旋转运动，在旋转运动中成为中间厚、四周薄的、类似圆饼的形状（图 1-3）。在这里集中了大多数的恒星。我们在夜间仰望星空，所见明朗

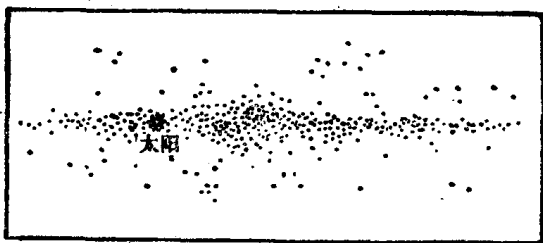


图 1-3 银河系的侧面观

的光带就是银河（或天河）。之所以仰望成带状是因为我们“不识庐山真面目，只缘身在此山中”（图 1-4）。太阳距离银河系的中心约 3 万光年，它在银河系中运转一周需时约 2 亿年。最近有人指出，银河系以每小时一百多万英里的速度在太空中运行。象我们这样的银河系——河外星系也有近几十亿条；离我们目前所知最远的星系可达 50 ~

100 亿光年，它们组成了“超银河系”。这是目前科学技术所能观测到的最大的星系系统。



图 1-4 银河系的平面观及太阳在银河系中的位置（太阳大小是夸大的）

但这是否就是宇宙的边界？不是的！“超银河系”外尚不了解，但肯定还会有其它星系存在，