

理论地层学

现代地层学概念

张守信 著

科学出版社

理论地层学

现代地层学概念

张守信 著

科学出版社

1989

内 容 简 介

国内第一本系统性的关于地层学最新概念和原理的论著，有较高的理论意义和实用价值，重点论述现代地层学的多重地层划分概念、叠覆原理的使用范围和穿时普遍性原理等。全书分总论、各论并为重新解释中国区域地层做了示范。取材丰富确凿，内容翔实，结构合理。

本书是广大地质工作者、科研工作者和院校师生必读的重要基础参考书，亦可做本科生或研究生的辅助教材。

理 论 地 层 学

现代地层学概念

张 守 信 著

责任编辑 李棋方 蒋发二

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

中国科学院书刊印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1989年11月第一版 开本：787×1092 1/16

1989年11月第一次印刷 印张：11

印数：0001-940 字数：245,000

I S B N 7-03-001263-1/P·233

定价：11.50元

前 言

一个伟大的发现，总是伴随着对于大多数人所赞赏的常识或习惯势力提出挑战而产生的。

对于天体的认识，16世纪以前是托勒密的地心说，认为地球是一切星体的中心。哥白尼根据观测提出日心说，证明地球只不过是一颗普通的行星，它并不是宇宙的中心。日心说在当时是反习惯势力的。

人们一向相信亚里斯多德关于物体降落的快慢和重量有关的臆断，已成为尽人皆知的常识。当伽俐略从比萨斜塔上同时推下两个不同重量的铁球，而塔底下的人却发现它们同时落地。从而得出自由落体的速度与重量无关这一重要的发现。这又是反常识和反习惯势力的。

爱因斯坦的相对论，在时空观上是一次重大的突破。拉瓦锡证明燃烧是新气体——氧的加入而不是物质中本来存在着燃烧素。也都是常识和真理间的巨大分歧。现代科学中，宇称守恒已经是一个自然科学的起码常识，而李政道、杨振宁则以无比的胆略坚持让吴健雄等人进行实验，终于用事实证明宇称不守恒是正确的。

以上这些科学事实说明常识和真理有时会格格不入。所谓常识就是常人之识，它只是在一定的时期，人们对世界的认识。常识并不是真理，因此，违反常识并不等于违反真理。我们上面提到的这些人和事，和比尔第一个提出地球是圆的一样，他们违背了常识，但却代表了真理。

我们经常议论地层学面临着一个重大的突破，但在哪一点上突破却不明确。这一突破会不会又是一次以一种违反常识和习惯势力的惊人面目出现呢？如果回顾一下科学发展的这些历史，就不能排除这种极大的可能性。直到本世纪的六十年代，苏联地层学家仍然坚持“岩石地层单位不可能不属于同一年代”的常识，然而，赫胥黎的排列类似、瓦尔特的相对比定律、和后来的穿时普遍性原理却与这种常识格格不入。这同样是常识和真理的分歧问题。现代地层学正是通过这一突破发展形成的。这些是理论地层学的极其深刻而重要的发展。

在哲学和自然科学的发展中，有这样一种现象，即哲学不断地从它原有领地退出去，而自然科学却一个接一个地不断加进来，终于使一个哲学论题完全变成一个纯粹的自然科学论题，从而使原来的哲学论题全部消解掉。

古希腊哲学家泰勒斯和中国古代哲学家管子都主张“水是万物之原本。”在他们提出这种主张或见解的时候，这个论题纯属哲学性的。随着自然科学的发展，它逐渐地变成了纯属自然科学的论题了。当人们发现水是一种氢氧化物之后，“水是万物之原本”这个哲学论题就自然地消解了。

“时空是物质存在的形式”现在仍然是一个哲学论题，随着近代理论物理学的发展，在物理学中已经开始提出，时间可能不是基本的物理量，就象水是由氢、氧构成的一样，时间可能是由更基本量生成的次级量。就物理学的研究来看“时空是物质存在的形式”这种说法或认识，目前所处的位置，恰象万物源于水早期的含糊状态一样。最终也要消解掉。

在地层学里,时间的概念最终基于两个要素:一个要素是具有可认识价值的地质事实(沉积物、古生物化石、不整合、变质及其他地质现象等),另一个要素是能够证明不同地点既知事实的同时性。关键是后一种要素的同时性,是要以现代科学为基础证明的,而不是假设的。关于这个问题,就我们现有的科学水平,尚不能解决。因此,在地层学中,与其他科学一样,我们常常也要受到很大的限制。

地层学从一开始就是在时间概念的支配下产生的。因此,求证地层柱中地质事实的同时性始终是理论地层学要探讨的最重要议题之一。理论地层学在相当大的程度上正是从估价事实的同时性的否定与肯定的论辩中发展起来的。

人类对于时间概念似乎有着一一种特别强烈的癖好,尤其是地质学家们对这一点体会得较深刻。因为野外归来的人常带回来各式各样的岩石、矿物或化石标本,一旦采集者知道了他们采的那块标本竟有几十万年乃至几百万年那样的古老,常常感到高兴。地质学家们虽然能够回答局外人感兴趣的时间问题,但他们却从来也没有说清楚时间的本质究竟是什么?这就是“时空是物质存在的形式”这个哲学性的论题现在对地层学所限制的一个方面。

尽管地层学现在还受着“时空是物质存在的形式”哲学论题的限制,但地层学在近三十年来毕竟还是取得了一次重大的突破。这一突破给地层学带来了十分重要的意义,它革新了地层哲学的传统观点,丰富了地层学的内容,赋予地层学以多重地层划分的概念,深化了各类基本地层单位(组、生物带、阶、系)的本质和彼此间关系的研究,从而导致地质系的重新定义。这种强调区别主、客观和自然地层体四度时空关系分析的哲学认识和科学研究,形成了现代地层学的明显特点。

当地层学发展的早期,一度假设过局部的岩石特征可以当作全世界同年龄的地层的特征。那时,延伸一个同年龄的地层单位就是用延伸相同岩性的岩石特征来实现的。我们说,十九世纪初期,岩石的记录曾被认为是地球及其生物界演化阶段的反映,这种认识是建立在夸大其同时性意义的基础上的。这在一定程度上,混淆了岩石和空间的概念。这种观点坚持各种地质事实和事件,如褶皱幕、不整合、生物群的变迁或物种的消亡、冰川、气候和海面升降等作用都是全球性的,而且是在同一时间内瞬时发生的。这些论点人为地把自然界的岩石与其包含的化石以及各种其他事件之间的极其复杂、多样和变化无穷的相互关系给简单化了。在地质学的发展史上,当这些论点处于形而上学时期,不但允许其存在,确实也对早期的自然科学在地壳结构的科学上迈开了第一步。可是,当地质学发展到今天,再继续用这种形而上学的观点来研究地层学,势必就要阻碍地层学的发展。

Smith创造的“用化石鉴定地层”的地层学这一伟大贡献,不管其开始是多么宏伟,后来毕竟也变成了一种有限的解释。这种解释仅涉及用化石确定岩石的时代。研究这种地层学的人绝大部分限于有关的研究机构、博物馆和大学的古生物专业。自从人们认识到岩石性质和石油工业紧密关系以来,就理解了岩石特征也相当重要,同时还意识到“用化石鉴定地层”绝不是全部的地层学。他们认识到一个剖面一个剖面地对比岩层,即使不意味年龄相同,只说明它们的特征一致和在剖面中的位置相当,这种对比的价值绝不比纯时间对比的价值低,相反更实用,更富有经济意义。地层学家们都清楚,即便史密斯本人的地层学兴趣和宗旨,也不是只限于他的化石内容,对于他来说,更重要的还是延伸他的岩石顺序。

古生物化石不单用于指示地层的年代,也指示环境。沉积岩石学的发展和用重矿物法进行的沉积分带和对比,满足了石油地质学使用不同的方法来确定对比和物质来源的要求。在石油地质学中,由于要分辨岩层多方面的不同特征,以及确定这些特征的纵、横两个方向上的变化,就促进了某些比现有方案更有效的地层划分方案的发展。胡朝元¹⁾提议为地下地层建立地球物理地层单位。他认为一个地球物理地层单位是指具有相同地球物理特征或对比标志,并与上、下邻层差别显著的地质体。地质体的物理特征包括岩石的弹性密度、声波速度及电性、磁性、辐射性以及热传导性等,可由野外物探或用岩样在实验室内求得。一个地球物理地层单位的概念,必须建立在具有相同物理特征的地质体沿纵横有相当大的延伸而不管其地质年龄或岩性、沉积环境的特征。一个地球物理地层单位不一定属于同一地质时代,或同一岩性体。它们之间大致吻合又相互穿插。于是就形成了以岩石的变化为基础的岩石地层划分和单位;以化石内容为基础的生物地层划分和单位;以推论的地质年代为基础的年代地层划分和单位;以及以其它种种特征或属性为基础的多重地层划分和单位。认出岩石地层单位和生物地层单位这件事本身就非常重要而有意义。这两种地层单位有不同于年代地层单位的基本含义,它们不但有助于年代的鉴定和时间的对比,本身也具有特殊经济和生态意义。它们为描述地层的岩石特征和化石内容及其变化的地质现象提供了两种十分重要的方法。这两种单位都可以完全不和时间面平行。作为一种形象的地层单位,它们比年代地层单位更具有优越性。石油地质学为重建地层学起了重要的作用。

现代地层学的形成和发展到今天,正是通过与传统的地层哲学观点和理论辩论而实现的。未参与30年来的国际理论地层学辩论的人,难于体会这一斗争历程的艰难。尽管以多重地层划分概念为代表的现代地层学已经得到人们的赞成,但是距离获得最大多数人的普遍一致赞成仍然尚有一段距离。

关于地层学,世界上今天仍然有两个派别的观点。传统地层学派希望把地层学的定义限制在“岩石的时间顺序的研究”方面,其目的仅在于估价历史时期的地质景观顺序。因此,这派人把地层单位赋予以恒定的时间含义,认为只有巴黎第八次国际地质会议(1900)的划分方案的决议最恰当。这派中的少数人,主张纯地层学应该抵制采用种种“稀奇古怪”的新方法,因为这会带来令人不能接受的术语和划分哲学。王超翔(1964)就为传统地层学而辩护说“近代地层学观念之所以产生,乃是由于误解岩石体为组。因此有同组不一定同时的法则。鉴于此一误解及此种组在制图上之不切实际,近代地层学所倡导的分层联比法似应放弃。”这派人强烈地要求回到只考虑用古生物法对比阶和带的所谓“高尚”地层学时代。不过这派人中的绝大多数人都承认研究岩石和古生物的价值并不和时间有直接的关系。对于开始地层学工作的新地区或国家,他们用岩石地层的方法来理清当地的地质历史,而传统派则倾向否认这类研究是正统地层学的内容,宁肯把它视为“原始地层学”(prostratigraphy),或者看作只不过是达到地层学主要目的而采取的临时性辅助手段。还有人虽承认它是一个沉积岩体,因为它具有穿时特征而不承认它是一种地层单位。

现代地层学派反对这种狭隘的地层学及其目的。他们认为地层学是岩层及其关系(不单是年代关系)的研究,其目的除了包含历史知识外,还应包括别的知识,而且不排除

1) 胡朝元, 1979, 从物探资料在地层对比中的应用看划分地球物理地层单位的必要性, 第二届全国地层会议资料。

经济价值的知识。对于现代地层学来说,岩石地层、生物地层……等,跟年代地层一样都是地层学的重要组成部分。只有当它们被客观地描述和恰当地理解了之后,人们才能较可靠地进行区域的乃至全球的推论和综合。

中国是受西欧和北美早期传统地层学思想,尤其是近期苏联的统一地层学思想影响较深的少数国家之一,长期以来,特别是近30年来,极少参与理论地层学研究的国际讨论和交流,以至几乎忽略了现代地层学发展的最重要乃至全过程,致使中国地层学与现代地层学在理论上不相适应的间距扩大了。中国地层学界对这段距离必需给予足够的估计。很明显,在中国地层学今天的形势已经从50年代的“我们能够从苏联的统一地层学中学习到什么”的问题,变成现在“我们应当从苏联的统一地层学中吸取什么经验教训”的问题。在这样现实的形势下,为了促进中国地层学接近现代地层学,和应用现代地层学的理论去指导中国地层工作的实践,并对现代地层学的发展作出中国应有的贡献,从理论上重新回顾一下地层学的一般原理和概念并系统地整理成一本理论地层学对当前的中国地质教育和事业是有一定意义的。

近10年来,地层学的发展又出现了新的趋势,即地层学研究的定量化。这一趋势在很大程度上增强了解决问题和综合庞大而复杂资料的能力。这类性质的工作包括在一般所称的定量地层学内。这是现代地层学发展的一个新的内容和进展。定量化的趋势又带来新的影响和效果:(1)把地层的时间对比视为概率问题,为地层学家创立运用多种生物分带和对比的理论从事研究的机会;(2)使原来仅是定性的岩石地层和生物地层的研究定量化,为运用大套复杂的资料和提高解决问题的质量有了可能;(3)把各式各样的地层资料组织成显示时间矢量的线性方式和数字方式以校正地质年代表。导致这一趋势的发展有三个因素,第一个是高速计算机的出现,其次是地质数学家和地层学家的成功合作,第三个因素是地质年代表中以百万年的精度测算部分生物地层带及其可靠性的校正。因为这些概念比较新奇,许多地层学家不熟悉统计学方法,加上他们对这一新兴趋势缺乏有利与不利认识的讨论,目前的发展速度尚受到多方面的限制,有待普及。当前应该着重普及生物地层定量方法的一般观点和原理、概率地层的意义和应用、沉积作用的类型和岩石对比的定量模式等方面。古生物学家、地质数学家、计算机专家以及地层学家的合作,已经有了极其良好的开端。学者们认为未来的十年,将是巩固定量地层学的十年,而不是以发展新方法为主的十年。定量地层学者应当进行状况的研究来系统地评价各种有用的计算方法,从中找出对不同资料能提供最佳效益的那种方法。

地层学是一种发展的科学。当我们回顾这门科学从20世纪初以来的发展、变化和进步,以及导致这些发展、变化和进步的知识性质和来源的认识时,我们就会感受到它的易变性和能动性。可以预言,这种变化不会就此终止,将一如既往地继续发生下去。变革过去是地层学的发展规律,今后仍将继续是地层学的发展规律。地层学家们必将在颇大的程度上受这种不可避免的变化所支配,他们必须认识、评价,并在他们认为恰当的时候遵循地层学思想的新方向。随着资料的获得,新观点的产生,新方法和新途径的发展,地层学家们应当不断地修改他们原来的认识而建立新的理论。我们不能猜测未来,或猜测将要发生什么观点、方法和途径,就象我们的前辈地层学家不能猜测其后几十年的今天地层学经历的变革一样。但是地层学必将“改变”这一点是无疑的。我们应当使自己适应这种改变,准备抛弃过时而陈旧的理论 and 观点,虚心接受新的观点、方法和程序。这是理

论地层学正确的发展途径。

地层学已经发展到渗入地质学各领域的一个基础性的分支学科,它能大大有助于解决许多应用地质学的问题。由于认识的深入化,今天已经形成一门概念性非常强的理论地层学。尽管地层学的基础理论研究工作可能还依然由为数不多(但人员增长很快)的专门研究人员来承担,但实际地层的划分、对比和解释工作,却应由广大熟悉复杂野外地层问题的区域地质学家来担负。

撰写本书的目的有两个:一方面,我认为凡是一个地质学家都应十分熟悉地层学的现代理论,以便对权威性的地质学杂志发表的有关论文的结论进行评价,或作出自己的解释;另一方面,我认为那些即便今天不熟悉地层学现代理论的院校,能够开设这门课程的教学工作。中国没有地层学教科书,也缺乏地层学原理方面的系统论著。大学或学院的地质教学中,有关地层学的某些理论概念是在地史学课程中讲授的,不单设地层学原理课。这就给学生造成一种错觉,即地层学隶属于地史学,从根本上错置了地层学与地史学的位置,曲解了地层学的任务,降低了地层学作为地质学基础学科的作用和意义。

地史学作为一门独立的课程,有它特殊的内容,适当地涉及某些地层学的概念是可以的,有时也有必要,但应十分明确,地史学所介绍的地层学知识是不全面的,不能等同于地层学,即便把生物地层视为地层学也是一种片面的认识。因此,本书著者建议我国的地质工作者包括在校的学生应当把理论地层学这门重要的基础课补上。

我相信,凡阅读过本书的读者能够为对评价在文献中遇到的有关地层学的论文奠定一个基础。对于有志专门从事地层学原理研究的人,本书或许也是一个朝向目标攀登的阶梯,不过他们还需要对理论方面的复杂情况以及野外的实际问题做更多的深入细致的研究。

就个人从事地层学研究30年的实践,深感中国地层学在理论与概念的研究方面和世界地质学理论的发展与水平极不适应。为了使中国地层学走向现代化和赶上世界地层学前进的步伐,必须首先从提高地层学的基本理论着眼。本书正是为那些长期从事地层学事业而不十分熟悉现代地层学理论概念的人准备的。

撰写一本理论地层学是我的宿愿。这个想法是在与尹赞勋老师合作的工作过程中逐渐形成的。在他的指导下,我们合作撰写《中国地层典(七)石炭系》(1966)、《论褶皱幕》(1978)、《中国地层指南及中国地层指南说明书》(1981)以及长时期的工作和学术研讨都对我决心写著本书有重要的启发。

从1966到1979年间,我陆续不断地写了一些记录和备忘录,于1981年春开始汇集成一个提纲的草稿。那年的4—5月间曾为北京大学地质系地层古生物专业的毕业班,以这份草稿的内容做过一次题为《现代地层学概念》的24个学时的专题讲座。草稿后来由武汉地质学院北京研究生部的短训班油印成册。转年《理论地层学》列为中国科学院、中国科技大学研究生院的常设选修课,讲授60学时并给学分。1982—1983年第一学期,边讲课,边整理讲义,先后于1982年11月和1983年3月编印成《理论地层学—现代地层学概念》两册的打印稿。这份教材用了两个学期,经过少部分的补充,1983冬由武汉地质学院北京研究生部打印成第三稿。经过昆明《理论地层学》讲习班(1983)、和从1981—1983年三届地质矿产部地矿司区测局的短训班时间不等的多次试讲,1984年又进行了较大幅度的调整、补充和修改成为第四稿。第五稿,也就是出版前的定稿是1985年初在春节的假日中完成的。

目 录

前言.....	i
总论.....	1
第一章 现代地层学概念.....	1
第二章 地层划分理论的演变.....	5
第三章 地层划分的多重性与地层学总的一致性.....	24
第四章 层型.....	28
各论.....	35
第五章 地层沉积作用的概念.....	35
第六章 岩石地层组的概念.....	47
第七章 相对比定律.....	54
第八章 穿时普遍性原理.....	60
第九章 地层记录的间断与不整合.....	71
第十章 生物地层带的概念.....	85
第十一章 化石记录的正确解释.....	99
第十二章 年代地层的阶和系.....	101
第十三章 地层对比的含义和方法.....	107
第十四章 地层学中的时间.....	119
第十五章 第四系的地层划分.....	133
中国区域地层学重新解释举例.....	143
第十六章 莲花山组的重新解释.....	144
第十七章 龙潭组的重新解释.....	147
参考文献.....	151

总 论

第一章 现代地层学概念

一、地层学的定义

地层学(stratigraphy)是地质学的基础学科之一。术语的字源由拉丁文的stratum(岩层)加希腊文的graphia(描述)两个词联合形成的。本来的字义指的是地层的描述科学。

葛利普在其所著的《地层学原理》的开卷第一段里给地层学所下的定义是“历史地质学的无机方面,或在连续不断的地质时期中地球的岩石格局或岩石圈的演化。”此外,葛利普又在书内把地层学定义的重点放在生物过程和生物的因素上,进一步扩大了地层学的内容并指出,这门科学的范围已经大到除了形态分类和描述的大部分古生物学。

本世纪60年代,地层学的范围又有新的扩大,几乎成了由与地球科学分支有关资料合成的,以不同于地史学姿态出现的一种地质学分支——现代地层学。现代地层学研究岩层单位的几何关系和时空关系,同时也涉及岩层的形状、分布、组成、化石内容、地球物理和地球化学特征。概括起来说,地层学是研究岩层的物质特征和属性的四度时空关系及其变化的学科。于是,原来处于“地层描述科学”的地层学现在已被“岩层的科学”的地层学取代了。因此,本书把地层学当作“岩层的科学”这一现代地层学的简称。

二、地层学在地质学中的任务和位置

物理学和化学所研究的几乎全都是不受推理影响的统一自然体系所控制的现象。换句话说,就是非历史性的。也就是说不受它们发生作用的时间约束,而地层学却不然,和天文学及生物学一样,是具有历史性的。当一个地质学家所关心的只是今天的过程和地球物理的结构的时候,这时他则是一个应用物理学家和应用化学家。一旦当他对过去的事件开始发生兴趣的时候,他就得变成一个唯历史论的科学家。这个时候,他要承受物理学、化学、以及生物学的全部理论。重建历史和解释历史就成了他的主要任务,而这个任务的相当重要的一部分是由地层学承担的。

地层学是地质学的重要基础学科。地质学离不开地层学。基础学科包括理论和实践两个方面,有理论的部分,有实践的部分。

生产建设中所遇到的地质问题都急待解决,这些是应用性学科的问题,也非常重要,但不是基础性学科的问题。要在地质科学上走向世界的先进行列,同别人并驾齐驱,靠什么来达到这个目的呢?只靠应用性的学科而没有基础性的学科是不可能的。没有基础性学科,没有基础学科的理论 and 实践,达不到地质学现代化的目的。地层学这门基础性的学

科有两个以它为基础的姊妹学科，年老的姊妹学科是地史学，年轻的姊妹学科是古地理学。此外，大地构造学、地质制图学、找矿勘探学等也靠它发展起来。

上一个世纪的大部分时间，至少半个世纪，地层学的任务只能积累资料和描述地层剖面。第一次世界大战之前，地层学家们所从事的主要是对地表露头进行描述的地层学，这项工作今天仍有待于继续完成。20年前描述地层学的工作量由于石油和其他矿产资源的钻探结果，又有了显著的增长。我们的先辈地质学家们，虽然主要从事描述地层学的任务，但毕竟也发展了一些对于解释和分析地层资料有用的原理，如原始水平原理、原始侧向连续原理、叠覆原理、穿切关系原理、包含物原理、动物群顺序原理等。现有的地层学理论、学说和观念都是人们在一定历史条件下对自然界及其规律的一定程度的反映，任一具体的反映总是在客观上受历史状况和主观上受人的精神状况所限制。因此，随着社会生产不断的发展，科学技术水平的提高，新的资料不断地涌现出来，特别是人们认识事物的思想方法的发展，这就必然要从不同的侧面，在不同程度上暴露出原有知识的局限和不足，出现事实同认识间的矛盾。在这种情况下，就要求人们回过头去重新审查早年流行的理论、观念、学说或概念。最近二、三十年来，地层学家们正在对以往的知识加以探讨、修正、限制以至推翻某些指导原则来发展现代地层学的认识和理论。目前的地层学已经进入动力地层学的阶段，即自然界(地层)不是在空间存在着，而是在时间中生成并消逝着。世界不是由现存的事物构成，而是各种过程的总合。于是，象这样地运用运动学的观点分析地层资料，其修改变化的速度之快，以致有时竟来不及产生一个能被立刻普遍接受的观点所取代。理论地层学就是在这样快速发展的历史背景之下，应地层科学发展的需要而产生的，并赋予它以现代地层学概念。

三、理论地层学与现代地层学

理论地层学是关于地层学涉及的一般概念和原理的研究，特指地层划分和地层对比的概念和理论的研究，兼及地层术语和命名逻辑的探讨。应用地层学的理论可以指导地质制图学、找矿、找水和解决经济、工程或军事建设等问题。现阶段的理论地层学，即以多重地层划分概念为基础的现代地层学。现代地层学是相对于传统地层学而提出来的。

四、现代地层学与传统地层学的区别

现代地层学与传统地层学的区别主要体现在划分地层的概念和理论的不同。由于地层划分概念决定着地层学的研究范围、目的、内容和方法，它是带有根本性的因素。不同的地层划分概念又是不同的哲学观点在地层学这门自然科学中的反映。因此，分清两种地层学的不同是十分必要的。它们的明显差别可以主要归纳为以下诸方面（参见表1）。

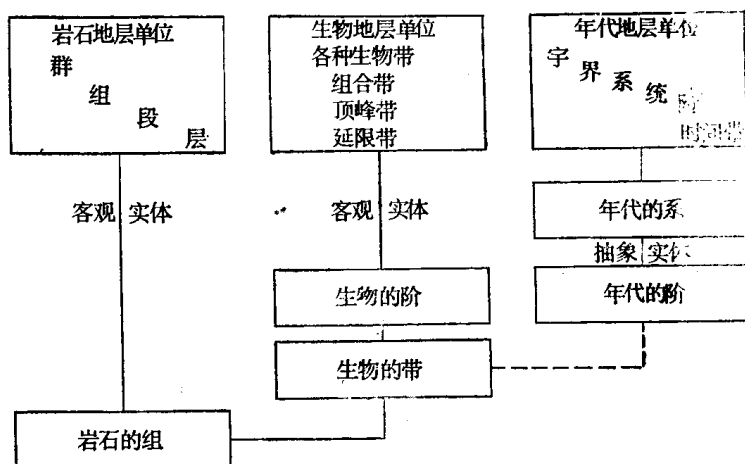
1. 传统地层学认为地层学只研究岩层的地质时间顺序和年龄，强调时间的关系。

现代地层学承认岩层的时间顺序重要，同时也认为研究岩层的岩石特征、所含的生物内容、物理特征和其他各种属性同样也十分重要。传统地层学所强调的内容只不过是现代地层学的年代地层划分和对比部分而已。

2. 传统地层学的统一地层划分概念强调统一于时间。认为构造运动、古地理变化、沉积和剥蚀作用的变化、变质作用和岩浆活动的出现以及生物界的变迁五种现象是地壳发展的统一过程的不同表现。研究一方面的发展情况,其结果必然和研究其他方面的结果相符合。这就是所谓的地层学的统一性,即时间统一。

现代地层学强调多重地层划分概念。认为岩层有多少种能够用来作为划分地层的依据,地层就有多少种类的划分方法。一种特征的变化不一定非和另一种特征的变化一致不可。划分的依据分两大类:一类是看得见、摸得着的客观物质的特征;另一类是推论、解释的抽象认识或属性。这是地层划分的多重性。现代地层学认为统一地层划分的所谓五种现象的统一,只在极少数的特殊情况下有意义。即便如此,也不见得能证明统一于时间(指同时)。

表1 地层单位的主要类别和演变关系



它不足以作为地层划分的一般性指导原理。)

3. 传统地层学只承认一类地层单位,即具有固定时间(同时性)概念的统一地层单位。单位与单位都是时间平行的。是时、空、岩统一论。

现代地层学认为地层有多少种类的划分,地层就有多少种类的单位。最常用的是岩石地层单位、生物地层单位和年代地层单位三类。只有年代地层单位才是时间固定的、时间平行的或等时的单位,其他种类的单位除极性带外,大都是穿时的或与时间面斜交的。现代地层学认为传统地层学的统一地层单位实际上只相当现代地层学的各类单位中的一种,即年代地层单位。

4. 传统地层学认为岩石地层的划分和单位只是达到正统地层的初步预备阶段。将其列入辅助性的地层单位,一旦弄清他们的地质年代后,就将其纳入统一地层单位。肢解原来的岩石地层单位。

现代地层学认为岩石地层的划分和单位在任何新的地区内总是地层研究的第一步程序。正因为它是客观的物质的划分和单位,具有不易变的稳定性。因而构成区域地层学的最基本的地质制图单位。不允许用地质年代的概念来修改岩石地层单位的定义,以至进一步把它肢解掉。

5. 传统地层学认为“正因为岩石地层单位是物质的单位,是客观存在的实际地层体,它就不可能不属于同一年代范畴。”传统地层学强调叠覆原理的地层学普遍意义。

现代地层学认为全部侧向可以在大范围内识别和追溯的非火山形成的陆表海沉积的岩石地层单位都必然是穿时的。现代地层学在限制叠覆原理仅对局部地点任何单个剖面具有普遍意义的同时,特别强调穿时普遍性原理。

6. 传统地层学认为组必须首先服从叠覆原理,组不能脱离固定的时间概念。

现代地层学认为叠覆原理今天仍然是地层学的原理之一,但作为岩石地层单位的组不一定非服从叠覆原理不可。组的穿时普遍性原理同样是地层学的基本原理,而且是一个其重要性不亚于叠覆原理和动物群顺序原理的基本原理。

7. 传统地层学习惯于用化石带的上界和下界,或某生物属或种的首次出现或最后消失的位置来确定年代地层单位的界线。

现代地层学认为由于不同岩相中任何化石带的界线“到处同时”存在问题,主张采用界线层型给年代地层单位下定义。

8. 传统地层学认为不整合是划分年代地层单位最理想的界线。

现代地层学认为不整合不代表同时面,既不宜用作界线层型,也不是年代地层单位界线的遗迹,而年代地层单位的最坏界线就是不整合。

9. 传统地层学赞成用标准剖面法给地层单位下定义。

现代地层学倾向用单位层型给岩石地层单位下定义,用界线层型给年代地层单位下定义。

10. 传统地层学的地层单位术语统一大排行,如界、系、统、阶、群、组、段、带。

现代地层学认为表示岩石地层单位用术语群、组、段;表示生物地层单位用术语生物带(组合带、顶峰带、延限带……);表示年代地层单位用术语宇、界、系、统、阶、时间带。

11. 传统地层学的理论概念片面强调沉积作用的垂向堆积过程,导致千层糕概念的地层学。

现代地层学的理论概念兼顾垂向堆积过程,和侧向堆积过程,而把后者放在较重要的位置。

第二章 地层划分理论的演变

地层学研究的基本对象和材料是各个地点的局部地层剖面,只有分析和研究了局部的地层剖面,并彼此对比了各剖面的岩层序列的不同特征和属性(包括时间)之后,才能进行区域乃至全球的地层推论与综合。

研究区域地层学的首先一步程序就是观察和描述地表剖面的岩层序列,而进行岩层序列描述之前,第一件事就是对岩层序列进行不同种类的划分,使之组织成代表不同特征和属性的地层单位。因此,地层的划分是地层学研究最基本而重要的程序。划分地层和组织成地层单位是在一定的理论指导下进行,不是盲目地任意划分或随便怎么划都可以的。不同的地层划分理论又是不同哲学观点的反映,因此,地层学需要特别讲究地层划分的概念和理论。现代地层学的多重地层划分概念的形成是有其历史渊源的。

一、假说、理论和定律的一般概念

平常人可以不去区分科学的证据和抽象的逻辑证据之间的差别,也就是说不区分可能的和肯定的差别。研究可能性的科学,即一个假说在一段时间里比另一个假说要正确。因此,科学的解释是无止境的,因为它得出的只是一种一定时期中,我们当时所处条件下考虑的工作的大致自然模式。由于地球的极端复杂性,加以人类掌握其历史的十分不完整性,使我们在地质学中所能说明的较之物理学、化学所能说明的要不肯定得多。作为通过一系列的观察得出的许多互有联系的假说而建立在当时来说是普遍易懂的唯一理论性的规律或经验性的概念是完全必要的。许多早期地质学家发展起来的一些经验地层学的概括,如叠覆原理、原始水平原理、原始侧向连续原理、动物群顺序原理等就是明显的例子。

我们把推测看成是假设,即简单的观感或猜想。对于推测来说,其证据可能不多,甚至根本没有证据。但假说却不同,假说是一种有逻辑性的,只不过是根据证据对一种可证实的现象的当时解释而已。有时几种假说对于解释一组事实具有同等能力,一旦经过进一步检验,则代替假说的新证据必须和多数可能的那个假说相一致。按照常规而言,只有能够最简单地说明最大数量事实的假说才算是最好的假说。不过这种简化不宜过头,过份简单的解释往往失真。自然界的事物都不会是很简单的。一种理论产生出来,取代或包括了几个不同的假说,并被很好地证实了的解释是第一流的。在科学中,理论如果经过严格的检验发现是不变的话,则理论最后可以上升为定律。也就是说,一个定律就是一个不再有任何疑问的理论。我们说,地质学中有许多的假说,其中只有少数称得上是理论,但称得上是定律的就更少。但是物理学、化学和生物学的定律却提供了理解全部地质现象的有用基础。

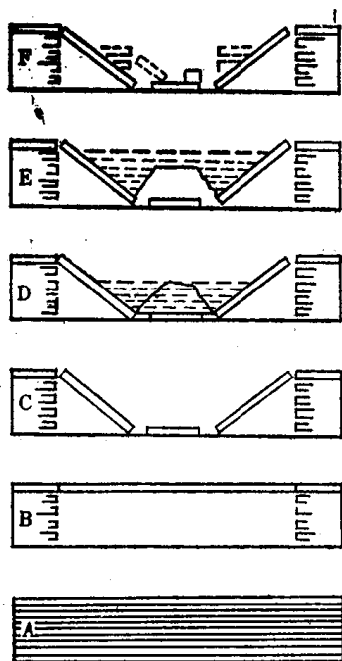
二、地层学几个古老原理的回顾

有好几个很早以前就已建立起来的地层学理论,供地质学家用来理清调查区内的各地质组和多种地质事件的发生或形成的顺序。丹麦医生Steno¹⁾(1638—1686)移居意大利后曾任过佛罗伦萨宫廷的御医。他业余爱好地质考察,写过一些地质论文。1669年通过对意大利西部托斯卡纳(Tuscany)的地质构造研究,在托斯卡纳地质史的研究中,一次提出三个原理:原始水平原理;原始侧向连续原理;和叠覆原理。Hutton(1795)提出穿切关系原理。此外尚有现实主义原理、动物群顺序原理、包含物原理、灾变论和变质原理。下面对这些早期的原理分别做一次概括的回顾。

1. 原始水平原理(Principle of original horizontality)

Steno(1669)称之为地层的水平性(horizontalilty)。指沉积形成的地层组沉积时都是近于水平摆着的,基本上和堆积于其上的那个面平行。现在在野外看到的地层,如果不是水平的,或者是倾斜的或直立的,那不是原来沉积形成的样子,而是由于后来的褶皱作用使之翘起来而造成的。原始水平原理至今仍是沉积岩区构造解释的理论基础(参见图1)。

就现代许多沉积环境的观察,许多沉积物沉积时并不原始就是水平的,由于沉积底



盘的影响,大都与水平面间有一个不大的角度,它们取决于底盘的地形或坡度。原始水平仅具有部分理论意义,实际意义不大。它极少像Steno图中表示的那样。因此,在使用原始水平原理时要特别注意角度差不超过 5° 的地层接触关系的解释。对于原始沉积就不水平的地层尤其不要简单地运用原始水平原理把它们理解成是由于微弱的区域构造运动造成的。

2. 原始侧向连续原理(Principle of original lateral continuity)

Steno称这个原理为地层的连续性(continuity)。原始侧向连续原理指的是在一个河流的河谷两岸出露的地层应该把它们看作是与被切割掉的河谷处的地层本来是连续着的。他认为岩层或者是全球规模的延展,或者只延伸一定的距离就尖灭了。如果在野外一个岩层不能追溯,突然中断了,说明中断不是原来沉积形成的,而是后来构造变动造成的。原始侧向连续原理成为区域地层对比的理论基础。对于范围不大的地区,原始侧向连续原理应用起来很有效。但对于一个

大的地理区域,甚至全球,应用原始侧向连续原理要受到限制。

图1 原始水平性、原始侧向连续性和叠覆作用图
原图载Steno(1669)著作的序言中,转引自Adams(1938)的《地质科学的诞生与发展》。

1) Nicolaus Steno 是 Nils Steensen 名字的拉丁化。

3. 叠覆原理(Principle of superposition)

叠覆原理又叫做层序律。Steno指的是岩层序列自下而上具有先、后或老、新的顺序关系。他把这种关系称为叠覆作用(superposition)。叠覆原理是1669年Steno同时宣布的三个古老地层原理中最著名又最有影响的一个原理。结合岩层的水平性和连续性,他把在托斯卡纳发生的地质事件分成六个时期(图1)。A期:托斯卡纳和整个地球被淹没,沉积了不含化石的原始岩层;B期:洪水退去,地表干涸,由于水和地下水的作用,形成空洞;C期:空洞上面的岩层塌陷,岩层遭到破坏,地表形成起伏不平的地形;D期:洪水再次普遍泛滥,淹没整个地区,沉积了含化石的岩层;E期:地球再次干涸,河流和地下水冲刷地球;F期:岩层遭到新的破坏,形成山脉和沟谷,造成今天的地形。托斯卡纳发生的地质事件和它们的顺序,可以从现在的叠覆位置上得以恢复。这样的形成模式就是叠覆原理,其道理就像积木那样,下面的一块木方必然是早于其上的那块木方先放下去的。

叠覆原理说明了根据岩层的相对上下位置的关系确定岩层的相对年龄的思想,长期以来被人们视为整个地质年代学据以作为基础的一般原理。于是岩层的层序反映相对时间的概念就在人们的头脑中形成了。

4. 穿切关系原理 (Principle of cross-cutting relationships)

穿切关系原理是 Hutton (1795)提出来的。指一个被岩浆侵入体或断层切割或穿入的岩层,其年龄必然老于切割它或穿入它的那个岩浆岩侵入体或断层(图2)。

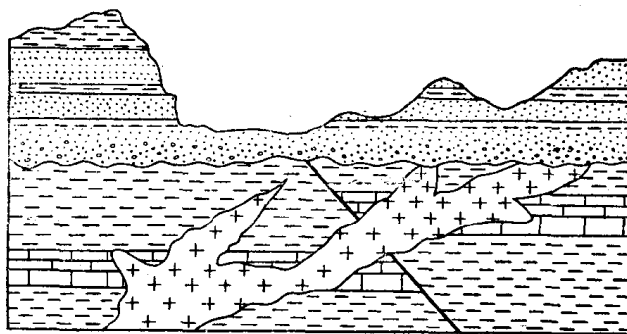


图2 穿切关系图

根据地层、岩浆岩侵入体和断层彼此间相互的穿切关系,说明事件发生的相对时间顺序。

5. 包含物原理 (Principle of inclusions)

包含物原理是Lyell提出来的。指被包含在一个大岩石体内的小碎块,其年龄必然老于包含小碎块的那个大岩石体。例如砂岩的底部,砂岩中的花岗岩砾石其年龄要老于砂岩;另一种情况是花岗岩侵入砂岩时冲碎了砂岩,砂岩被包在花岗岩内。被包含在花岗岩

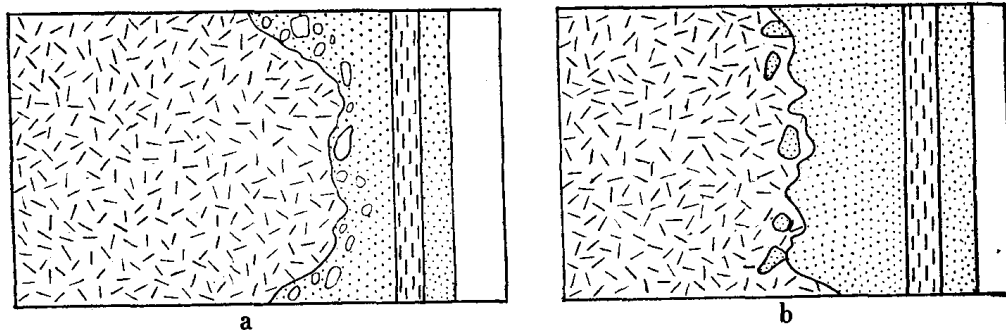


图3 包含关系图

a. 花岗岩碎块被包含在砂岩中,表示花岗岩老于砂岩; b. 花岗岩包含着砂岩,表示花岗岩晚于砂岩。

内的砂岩老于包含它的花岗岩(图3)。

6. 动物群顺序原理(Principle of faunal succession)

动物群顺序原理也称作化石对比原理(principle of fossil correlation), 是Smith (1815)提出来的。Smith是一个英国工程师兼测量员。他测量道路、沟渠、采石场和矿山, 在到处旅行的过程中, 他追溯过大量的沉积岩层。他发现相同岩层总是以同一叠覆顺序排列着, 并且每个连续出露的岩层都含有其本身特有的化石。利用这些化石可以把不同时期的岩层区分开。Smith把它的用法称之为“用化石鉴定地层”。当时他把化石当作一种符号, 将各地的化石顺序都记录下来, 然后在英国的小范围内进行相同符号的对比。对于各个岩性相似的单位常常可以做出肯定的鉴定。Smith就是这样在物理标志难以单独鉴定的地区里, 用化石来识别特殊岩层单位的。1796年(清嘉庆元年)他理出这个道理, 即后人所称的动物群顺序原理。1799年, 他编出英国的地层系统表, 应用他自己的方法于1815年绘出第一张英格兰、威尔士和部分苏格兰的地质图。Smith的地层可以用其所含的化石进行鉴定的发现, 使不同地区地层的“时间”对比变得可行。这是一种利用古生物鉴定的对比原理, 这种方法为在古生物而不是岩石的基础上校正地层的时间对比方面向前大大迈了一步。由于它改正了根据岩石进行时间对比的不正确途径, 对于地质系的形成起了关键性的作用。

Smith著作的重要价值在于他本人未受过正规的地质学教育, 也很少阅读前人的著作。因而其著述的特点是不带有前人思想的偏见。Smith的方法是纯经验性的, 其著作在地层学的理论方面丝毫没有蓄意夸大的意向, 尤其可贵的是摆脱了宗教的影响。他本人曾指出, 一个人为了使用他的方法, 勿须会读、会写。正如Arkell所说“虽然他没有给化石起名字, 但他能够把化石转变成如此有用的价值”, 所以英国人一向把Smith视为传统地层学之父。

这里需要补充说明一点, Smith并不是动物群顺序原理的唯一发现者, 也不是最早的发现者。法国学者Giraud-Soulavie早在1777年就发现了根据找到动物化石的地层而建立动物化石年代学。这时Smith只有九岁。文章曾在1779年巴黎科学院宣读, 1780—1784年发表于《法国南部自然历史》一书的第八卷, 第一部分里(Histoire Naturelle de la France Meridionale, vol. 7 Paris 1780—1784)史密斯不知Giraud-Soulavie的研究和发现。从1794—1799年也在英国得到同样的原理, 1817—1819年才正式出版《生物化石的地层系; 根据生物化石鉴定地层》的著作。不仅Smith, 连Cuvier和Brongniart也不知道这一发展, 他们在巴黎盆地的研究中也得出同样的结论。说明地层和化石的认识过程是经过多人发现的, 只是在Smith所处的那个新的重要阶段来临的时候才被普遍采用的。

7. 灾变论(Catastrophism)

继Smith之后, 法国著名动物学家George Cuvier (1768—1832)理出巴黎盆地第三系中陆生脊椎动物和海生无脊椎动物的一个地层层序。1812年, 他指出许多脊椎动物化石和现生的动物不相同, 他推论这些石化了的脊椎动物已经绝灭了, 根据他的推论, 于是就把绝灭当作认识动、植群变化的一条捷径。Cuvier是应用比较解剖学的理论仔细理清