

关于“非史密斯地层”的若干问题讨论

殷鸿福¹ 张洪涛² 其和日格² 于庆文² 张克信¹ 任家琪³ 古风宝³

(1. 中国地质大学 2. 中国地质调查局 3. 青海省地勘局)

1 史密斯地层与非史密斯地层

1.1 史密斯地层学的产生、发展与基本原理

地层学产生以来的 300 余年,研究内容基本上属于史密斯地层学(Smith stratigraphy)的范畴。最早的地层学科学奠基人斯坦诺在论文《天然固体中的坚硬物》(1669 年)中提出著名的地层学三定律:层序叠加律(Law of Superposition),即若地层未经变动则下老上新;原始连续律(Law of Original Continuity),即若地层未经变动则呈连续体并逐渐尖灭;原始水平律(Law of Original Horizontality),即若地层未经变动则呈水平或大致水平产状。斯坦诺的三定律第一次把理性带进地层学。

地层学真正成为一门集理性与应用于一体的学科,始于被称之为英国地质之父的威廉·史密斯(Willian Smith 1769 年~1839 年)。1773 年~1799 年,史密斯参加索美塞得郡(Somersetshire)煤运河施工,他在六年的野外考察实践中,认识到“每一层都含有独特的生物化石”,在他的地质图上,布满了各种化石的地点和符号,将含相同化石的岩层位置勾画出来,完成了“不列颠地层表”(1799 年)。1816 年史密斯出版了被称之为地层学奠基之作的《用生物化石鉴定地层》一书,提出了著名的“化石层序律”,即不同时代的地层所含化石不同,含有相同化石的地层属同一时代。由于生物演化的不可逆性、阶段性和生物较强的迁移能力,可以将地层中的化石作为一种指示时间先后的符号。史密斯提出用地层中所含化石的划分、对比代替地层本体的划分、对比,这无论就其指导思想,还是操作方法、精度等方面都较地层层序叠加律先进得多。史密斯的历史功绩在于第一次确立了生物地层学的基本原理和方法,并将其原理成功地应用于地质填图,完成了英国乃至全球的第一张真正的地质图(1815 年),直至今今,全球各国地层划分对比和地质填图仍遵循“史密斯地层法”和“史密斯填图法”的基本原理和方法。利用史密斯开创的生物地层学方法,19 世纪 70 年代末,古生代以来的纪(系)已在欧洲全部建立,为地质学的研究建立了统一的时间坐标。不仅如此,史密斯的化石层序律也开辟了利用地层中所含各种信息、特征这些能独立于地层本体之外的标志进行地层划分、对比的新途径,如利用地层的岩性、磁性、化学性质、矿物标志、气候标志、生态标志、突发事件(如火山爆发、撞击、缺氧、海啸等)标志、海面变化标志等进行地层的划分、对比,从而产生的岩石地层学、磁性地层学、化学地层学、矿物地层学、气候地层学、生态地层学、事件地层学、层序地层学等均为化石层序律思想、方法的延续和扩展,因此,上述地层学学科分支均可归入史密斯地层学的研究范畴。

由此可见,史密斯地层学是指研究那些层序正常,横向上可以远距离追索对比,构造简单,无变

质或变质轻微,海相火山岩系不发育,具较广地理分布的地层的学科^[1]。进行史密斯地层学研究,首先要求建立典型剖面(标准剖面、层型剖面),其剖面选择准则有三:(1)构造简单;(2)层序完整、清楚、化石丰富(即保持原始的上下叠覆关系,无沉积缺失,无构造变动造成的缺失等);(3)交通便利。显然,符合上述三条准则的史密斯地层标准剖面赋存的最有利位置是地壳构造活动不强的稳定的克拉通区或被动大陆边缘。史密斯地层的原理和法则在板内地台区和稳定区无疑是正确的。但随着本世纪后半叶,尤其是近数十年来古大陆造山带研究的深入,史密斯地层学在造山带混杂岩区的地层学实践中存在着严重缺陷,需根据造山带自身特点提出一种新的地层学分支学科对其进行补充。

1.2 非史密斯地层(学)的提出

传统的史密斯地层(学)已难以适应满足造山带地层研究的需要,沿袭了几百年的史密斯地层的原则(层序叠加律、原始连续律、原始水平律、化石层序律及后来提出的瓦尔特相律),在经过古海洋、古地理、古大陆大地构造相等强烈变动和混杂的造山带区已显得力不从心。原因是造山带地层构成具如下独特性和复杂性:(1)造山带演化不同阶段、不同大地构造相地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(2)不同沉积古地理单元地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(3)不同构造层次(深部—浅表构造层次)的地层体在极短程内相互拼贴、无序叠置;(4)以半深海—深海相海底扇、斜坡扇沉积相建造大量发育为特色,且伴生一系列他生突发旋回沉积建造(如塌积、碎屑流、滑坡、滑塌、海啸、震积、火山、负沉积侵蚀或冲刷等)高频发育为特色;(5)生物群以远洋—半远洋微体单细胞浮游生物与极浅海底栖生物混杂为特色;(6)古大洋相当复杂,尤其是中国古特提斯域古大洋,多为多岛洋(海)^[2-4],多岛洋是一个宽阔(可达数十纬度)的但不干净的洋,它在其各个演化阶段,始终充满着由裂解地块、裂谷、海道、微板块与次级小洋(海)盆、火山岛弧、海山与边缘海等不同裂离与聚合程度的、海陆相间的多岛洋盆。故由多岛洋转化而来的造山带地层岩相纵、横向变化很大,并且其中的一些相单元寿命短暂;(7)相同时间间隔内快速堆积厚度巨大的地层体(如海底扇、斜坡扇)和极慢堆积厚度极薄的高度凝缩的地层体(如远洋放射虫软泥沉积)共存,这是稳定地台区地层不能比拟的;(8)在造山带俯(仰)冲碰撞和陆内造山阶段,发生过强烈的构造搬运和构造混杂,构造形迹多样化,垂直不长的地层体往往是众多不同来源、不同时代,不同变形变质程度,不同大小的各种构造岩片拼贴体,地层原始层序被严重肢解、破坏;(9)造山带现存地层体多以各种混杂岩方式出现,尤以产于俯冲带的俯冲增生杂岩楔的原始形成方式与史密斯地层学的“层序叠覆律”老下新上的顺序正好相反,其混杂岩增生方式是老的“片体”在上,新的“片体”阶段性拼贴在老的“增生片体”的斜下方,这种增生片体的原始位置亦与“原始水平律”相悖,即增生片体一般保持较高角度倾斜;(10)在岩石类型和变质程度上,造山带海相和古陆缘火山岩以及变质岩普遍发育,尤其是超基性、基性岩系分布广泛,变质作用较强,伴有从百余公里以下深部超高压变质岩岩片的折返和同造山期与造山后期岩浆活动,构成极为复杂的地质景观。

因此,传统的史密斯地层学已难以适应和满足造山带地层研究和填图与生产实践的要求。在造山带地区进行地层工作,首先必须进行高精度的地质填图,填绘各类岩片、基质所处的构造期次和构造部位,分别对其进行物态(物质组成)、定时(代)、定位(原始位置)、定相(原始形成环境)和变形变质历程研究^[4,5],重塑古大地构造相、古地理、古地貌和古沉积环境,这就要求我们必须更新观念,有必要引入非史密斯地层(学)(non-Smith strata/stratigraphy)这一新的地层学概念,为恢复造山带组成、结构、形成和演化历程服务。

2 非史密斯地层(学)概念及其演化

非史密斯地层(学)的思想是著名地质学家许靖华教授在研究弗朗希斯科混杂岩而产生并口头介绍到国内的。近年来,国内一些学者先后讨论了非史密斯地层(学)的概念、分类、研究内容和方法,并进行了一些实践工作^[1,4-12];另一方面,国内许多构造地质学家提出用构造地层学的方法进行造山带变质岩区的地层研究^[13,14],并出版了构造地层研究的论文集^[15]。本文认为这些研究成果部分属于非史密斯地层学研究的范畴。关于非史密斯地层(学)的概念或定义,国外文献中尚未见到,国内文献中所见已有8种^[1,4-10],本文采用殷鸿福等(1998年)对非史密斯地层和非史密斯地层学的定义^[4]。从殷鸿福等人的定义中,可以看出非史密斯地层基本特征有三点:

(1)野外自然剖面层序(非人为恢复的层序)全部无序和部分无序;

(2)混杂(构造混杂、沉积混杂、形变混杂、沉积、构造与形变复合混杂);

(3)野外自然剖面层序(非人为恢复的层序)不服(6)从非史密斯地层学基本定律(层序叠加律、原始连续律、原始水平律、化石层序律、瓦尔特相律)。

3 关于对非史密斯地层有争议的几个问题讨论

非史密斯地层(学)自1993年正式见诸文献^[6]以来,在不断的探索、研究和实践中,已显示出他在大陆造山带地层研究中的巨大潜力和影响,国内已有多篇论文对其进行论述^[1,4-12,16-20]。并且在原地矿部地质调查局“九五”启动的“第二轮填图计划”中,以非史密斯地层学为指导,在8省区进行了1:25万区调试点与填图方法研究,其中期成果专集和专栏中发表了8篇关于非史密斯地层学的论文^[2-5,16-24]。但对非史密斯地层(学)的提出,尤其是非史密斯地层与构造地层的关系引起了许多学者的极大关注。

在全国地层委员会办公室新颁布的中国地层指南(草案)中,将这一类地层又重新命名为“非正常岩石地层单位”^[25]。同时,也有人“对非史密斯”一词提出质疑^[26]。由于“中国地层指南”将是带有指导性、规范性的文件,我们觉得应慎重对待,并提出如下一点意见,供参考。

1)“非正常”一词比“非史密斯”一词更不可取。“非正常”(abnormal, uncommon)地层一词尚未见诸公开文献,对其含义、划分、研究内容与方法均无人谈过,不宜贸然列入“指南”。特别是,它是个含义非常含混的词,是针对“正常”地层而言。什么是“正常”地层?倒转地层,非正常地层(如生物礁)都不是“正常地层”,这样一来,含义就太泛了。Abnormal 或 uncommon 在外文文献中只能作为一般性形容词使用,把他使用于像蛇绿混杂堆积这类特殊地层中,恐不能被多数人接受,不能与国际接轨。另一方面,针对一个传统的理论概念,现代有了新的概念,采用 non- (传统理论创始人)的方式表达之,则是国际惯例。例如,非欧几里德几何学是针对欧几里德传统几何学的现代几何学;非牛顿力学是针对经典力学的现代力学,还有非达尔文主义等等。所以,非史密斯地层学这个提法是可以与国际接轨的。

2)“非史密斯”一词的缺陷,在于史密斯(Smith)是化石顺序律的创始人,不是层序叠覆律的创始人,后者是 Steno。照理,用“非斯坦诺”地层学似乎更确切些。现在叫成“非史密斯”,可能是因为史密斯其人其律,中外古生物地史教科书绪论都专节叙述,名气大,易接受,而且在定义上,地层无序与化石无序互为因果,并不相悖,所以一般人也就不相悖,有约定俗成的味道。

3)关于非史密斯地层与构造地层的关系,有人认为两者含义相同,建议弃用非史密斯地层^[25]。我们认为,“非史密斯地层与构造地层不尽一致,其含义部分重叠。我国最早提出构造—地层方法的是马杏桓、索书田等(1981年)^[13]。1987年单文琅、傅昭仁等通过周口店区1:5万填图,总结

在变质岩区填图的构造地层学准则^[14],正式提出构造地层单位,并定义为:在原生层状地质体(包括沉积岩、火山岩及部分顺层侵入岩)经过多次构造转换和变质重建的变质岩系里,原生构造要素已遭严重破坏,现今显示的成层性已丧失了原先的地层意义,而是由新生面理分割的不同的构造—岩石单元,据此划分的填图单位称为构造地层系统。1989年王鸿祯教授在《地层学的分类体系和分支学科—对修订中国地层指南的设想》一文中阐述了构造地层学研究范围、研究手段和研究内容^[27]。研究范围包括大陆内部基底变质岩系、盖层沉积岩系和大陆边缘不同构造部位的特种地层和火山岩系;研究内容是区别地层单元和地层序列的岩性、岩相、成分、结构及分布特征用以确定其形成的构造环境和大地构造部位,并通过其系列演变,接触关系和变形期次等特征解释地区的构造发展历史。显然王鸿祯教授提出的构造地层学概念的内涵是按不同大地构造单元,不同构造层次进行地层学和构造学研究。1995年陈克强、汤加富主编出版的《构造地层单位研究》一书较系统地总结了我国十多年构造地层的概念、理论、方法与实践成果。本书主编对构造地层单位的定义为:“由区域性韧性(或韧脆性)构造界面为边界的顶、底面所围限的、不同变形样式和不同变质级别的,由不同岩性特征的岩层(石)组合所构成的三度空间范围内具有一定延伸规模的‘岩石体’。其研究方法是研究构造变形(应结合变质作用)为主线,采用由构造到地层的工作程序和构造与地层相结合的工作方法”^[15]。

综上所述,国内对构造地层学(Tectonic Stratigraphy)一词有两种不同的概念与方法,一种所采用的是大地构造地层带的概念^[27],本文称(大地)构造地层,即先划分大地构造地层带(单元),然后分别建立各自层序并进行对比和时空演化研究;另一种所采用的是从构造形变(deformation)样式分析入手^[13-15],本文称(形变)构造地层,通过构造解析恢复变质岩地层层序。即前者着眼点着重放在恢复研究区大地构造环境、大地构造地层带的区划上,其地层研究范围很广,从沉积岩、火山岩到混杂岩,从浅变质到深变质岩均皆包括;后者着眼点着重放在已失去原生面理、原始层序难以恢复的变质岩系的变形变质历程的研究,即利用变质岩系中变形样式的不同、变形期次的不同、变质建造、变质相系和变质过程的不同来划分对比地(岩)层。

我们将非史密斯地层与构造地层的区别列于表1,由表1可知,两者的根本区别有四点:(1)定义不同;(2)研究对象不同;(3)基本地层单位不同;(4)主要研究方法不同。国际地层指南(赫德伯格H.D,1979年)的一个重大贡献就是推动了地层的多重(种)划分对比研究^[28]。该理论认为:岩层有多少可用作地层划分的特性,就可能作多少种划分。但仅据岩层任一性质和属性划分的地层位置不一定与其他的任一种性质或属性划分的地层位置一致,其界线往往互相交叉。非史密斯地层的出现,同近二十年其他地层学科分支(如事件地层、成因地层、生态地层、层序地层、构造地层等)如雨后春笋般出现一样,是旨在从“构造岩片的四维裂拼复原”方面细致刻画造山带各类混杂建造特征。显然这一新的学科分支的研究立足点与出发点与其他地层学学科分支有别,但其研究目标是一致的,都是设法“据岩层的某种性质和属性”来刻画岩层的不同特征,最后达到对岩层所有属性的全面认识。因此,非史密斯地层的提出,不是对从前所有地层学学科分支的冲击和排斥,而是一种重要补充,尤其是与构造地层的关系,是相辅相成的两姊妹学科,两学科同是解开造山带无序或部分无序地(岩)层特征的两把钥匙:(形变)构造地层侧重于地(岩)层构造形变样式和期次的分析^[14],而非史密斯地层则侧重于通过混杂堆积中构造岩片四维裂拼复原分析,着重了解各构造岩片的物质组成、原生生成时代、相环境、古大地构造背景和变形变质历程^[4,5]。

关于“非史密斯地层”与“构造地层”的关系的内部划分,由于研究内容和方法尚在讨论中,尚未

统一。对于“非史密斯地层”这样一个尚未臻成熟的分支,建议在“中国地层指南”中作为一个有待讨论的问题,在适当章节中提及,而不要完全抹杀不提,或用另一不太恰当的词去替代他。从这几年中国地层学理论方面的论著来看,这个词还是有一定生命力的。历来行政性的意见干预学术问题,效果往往不好。在“指南”、“规范”一类的文件中,对争议性的最好作为问题讨论;无生命力的自会湮灭,有生命力的则任其发展,行政上不予干预,这样可能对学术发展更有利些。

表 1 非史密斯地层与构造地层的异同对比表

比较点	非史密斯地层	构造地层	
		(大地)构造地层	(形变)构造地层
定 义	经历过不同程度的混杂,并经历了变位、变形、变质的全部无序或部分无序的地(岩)层		由区域性韧性(或韧脆性)构造界面为边界的顶、底面所围限的,不同变形样式和不同变质级别的,由不同岩性特征的岩层(石)组合所构成的,在三度空间范围内具有一定延伸规模的“岩石体”
重点研究区	造山带混杂岩区	造山带及古大陆边缘	变质岩区
研究对象的主要岩石类型	各类混杂岩(沉积混杂岩、构造混杂岩、形变混杂岩)	各种大地构造单元内的所有地层建造体	完全或部分失去原生面理的变质岩
研究对象的变质程度	极浅变质→深变质 原生面理存在→完全置换	不变质→深变质 原生面理存在→完全置换	中深变质为主 原生面理部分置换→完全置换
研究对象的有序性	部分有序→全部无序	有序→全部无序	部分有序→全部无序
基本地层单位	岩片(块)	(岩)组	岩组
主要研究方法	构造岩片四维裂拼复原法,即岩片的时态、相态、位态、变形变质历程恢复法	先划分大地构造单元,再分别建立地层系统并进行相互间的对比研究	利用构造形变样式、期次、变质建造、变质相系和变质过程的差异划分对比地(岩)层,即所谓构造一地(岩)层—事件法

参 考 文 献

- [1]王乃文,郭宪璞,刘羽.非史密斯地层学简介[J].地质论评,1994,40(5):482.
- [2]殷鸿福,张克信.东昆仑造山带的一些特点[J].地球科学,1997,22(4):339-342.
- [3]殷鸿福,张克信.中央造山带演化及其特点[J].地球科学,1998,23(5):437-441.
- [4]殷鸿福,张克信,王国灿,陈能松,其和日格,于庆文.非威尔逊旋回与非史密斯方法—中国造山带研究的理论与方法[J].中国区域地质,1998,(增刊):1-9.
- [5]张克信,陈能松,王永标等.东昆仑造山带非史密斯地层序列重建方法初探[J].地球科学,1997,22(4):343-346.
- [6]冯庆来.造山带区域地层学研究的思想和工作方法[J].地质科技情报,1993,12(3):51-56.
- [7]罗建宁.大陆造山带沉积地质学研究的几个问题[J].地学前缘,1994,1(1-2):177-183.
- [8]杜远生,顾家新,韩欣.造山带沉积地质学研究的新进展[J].地质科技情报,1995,(41):29-34.
- [9]杨志华.1995,造山带地层研究的非史密斯地层学准则和多种岩石地层单位[A].见:陈克强,汤加富(主编).构造地层单位研究[C].武汉:中国地质大学出版社,1995,13-21.
- [10]龚一鸣,杜远生,冯庆来等.关于非史密斯地层的几点思考[J].地球科学,1996,21(1):19-26.
- [11]郭宪璞,刘羽,王乃文.非史密斯地层学的实验研究[A].见:国家计委国土司.地矿部科技司编.地质科学研究论文集[C].北京:中国经济出版社,1996,11-19.

- [12] 杜远生, 盛吉虎, 丁振举. 造山带非史密斯地层及其地质制图[J]. 中国区域地质, 1997, 16(4): 439-443.
- [13] 马杏垣, 索书田, 闻立峰. 前寒武纪变质岩构造的构造解析[J]. 地球科学, 1981, 6(1): 67-74.
- [14] 单文琅, 傅昭仁. 区域变质岩区填图的构造地质学准则[J]. 地球科学, 1987, 12(5): 559-566.
- [15] 陈克强, 汤加富. 构造地质单位研究[C]. 武汉, 中国地质大学出版社, 1995.
- [16] 于庆文, 其和日格. 中国西部造山带 1:25 万地质填图理论与方法的几点思考[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 10-17.
- [17] 张雪亭, 任家琪. 青海巴颜喀拉山群非史密斯地层特征[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 18-24.
- [18] 王国灿, 梁斌, 张天平, 张克信, 候光久. 造山带非史密斯地层的构造复位—东昆仑造山带研究实践[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 25-30.
- [19] 王秉璋, 张智勇, 祁生胜, 刘生军. 秦昆结合部造山带非史密斯地层类型及特征的初步认识[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 74-79.
- [20] 杜远生, 张克信. 关于非史密斯地层学的几点认识[J]. 地层学杂志, 1999, 23(1): 78-81.
- [21] 王国灿, 张克信, 梁斌等. 东昆仑造山带结构及构造岩片组合[J]. 地球科学, 1997, 22(4): 352-356.
- [22] 龚全胜, 梁明宏, 魏学平等. 北山造山带若干基础地质问题讨论[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 80-87.
- [23] 张克信, 黄继春, 骆满生等. 东昆仑阿尼玛卿混杂岩带沉积地球化学特征[J]. 地球科学, 1999, 24(2): 111-115.
- [24] 朱云海, 张克信, Pan Yuanming 等. 东昆仑造山带不同蛇绿混杂岩带的厘定及其构造意义[J]. 地球科学, 1999, 24(2): 134-138.
- [25] 全国地层委员会办公室. 中国地层指南修订本(草案)[S]. 1998.
- [26] 方宗杰. 关于非史密斯地层学之我见[J]. 地层学杂志, 1998, 22(4): 304-307.
- [27] 王鸿祯. 地层学的分类体系和分支学科[J]. 地质论评, 1989, 35(3): 271-276.
- [28] 赫德伯格, H. D. (编), 1976(张守信译), 国际地层指南[C]. 北京, 科学出版社, 1979.

(上接第 6 页) 地球化学异常评价和地球化学块体内部结构解剖为切入点, 在不同级别成矿远景区成矿规律研究的基础上, 系统开展矿产资源的多学科定位与定量综合评价工作。

四、积极参与国际组织发起的全球矿产资源评价计划

充分、合理地利用境外资源是我国重要的资源战略。境外资源的利用首先是由于资源, 特别是矿产资源全球性分布极不均一引起的。有些国家缺少某些矿产资源或缺少某些高品质的矿产资源。这使得这些国家不得不考虑境外资源的利用问题。其次是国内某些矿种或某些矿床类型的开发所造成的环境代价太大以致于无法接受, 促使政府考虑开发或利用国外资源。再有是矿产资源开发利用的经济技术条件太苛刻, 以致于开发后经济上的利润十分微薄, 迫使政府考虑利用国外资源。上述种种因素促使各国政府考虑资源特别是矿产资源开发利用的全球性战略问题。我国也存在类似

的情况, 大宗矿产石油、钾盐严重不足, 铁矿贫多富少, 铬矿、铜矿严重短缺。这不仅促使我们重新考虑矿产资源开发利用的全球战略问题, 同时也要求我们认真考虑参与全球性矿产资源评价计划问题。参与这类计划一方面可全面了解国外各类矿产资源潜力, 这对于国家制定资源政策和发展战略以致于科学规划大有裨益。另一方面, 对于了解把握国际资源评价新理论、新技术方法也大有好处。然而也不能不看到, 这种参与必然以某些资料的公开为代价。权衡起来, 在不影响国家安全和国家政策允许的情况下, 积极参与全球性矿产资源评价计划还是利大于弊的。从国家经济和社会可持续发展的角度看, 我国应该积极参与这种全球性矿产资源评价计划。

本文撰写过程中, 与侯增谦、李晓波研究员进行了广泛的讨论, 受益匪浅, 在此一并致谢。

参考文献(略)

(中国地质科学院)