

· 论 坛 ·

开拓、创新,再创辉煌——浅议揭解青藏高原之秘

肖序常

XIAO Xu-chang

中国地质科学院地质研究所, 北京 100037

Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China

中图分类号:P54

文献标识码:A

文章编号:1671-2552(2006)01~02-0015-05

Xiao X C. Making innovation in a pioneering spirit and scoring more glorious achievements—A preliminary discussion on the 1:250000 regional geological mapping in the Qinghai Tibet Plateau. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(1-2):15-19

1999年以来中国地质调查局在青藏高原空白区开展了1:25万区域地质调查,这不仅是中国地质调查史中的重要举措,而且在平均海拔高达4500 m以上的“第三极”进行多学科、多工种的地质调查,在世界上也是绝无仅有的。7年来地质调查取得的大量实际资料,无疑为进一步阐明青藏高原若干重大地质问题、学科创新、满足国家需求等方面都奠定了基础和提供了重要依据。青藏高原由于在全球所处的特殊地位,其形成和演化涉及到地球科学、生态科学、环境科学乃至生命科学等,因而一直是各国科学家关注和竞争研究的热点地区。从广度上我们尚需从全球角度来认识青藏高原,从深度上我们尚需从地球各圈层的相互关系来探讨青藏高原的形成、演化及其效应等问题。

近年来国内外有关青藏高原的学术研讨会较多,笔者在会议中学习到不少新知,受益良深,但同时也感到揭解青藏高原之秘有较多问题尚待进一步研究。现仅就地学范畴中的几个问题说说想法。

1 关于青藏高原的隆升过程和时限问题

青藏高原隆升效应涉及东南亚气候变迁、灾害、生态环境和矿产、能源分配等重要问题。就其隆升的时限而言,各家从不同学科、不同专业所取得的数据不尽一致。印度板块与欧亚板块不均匀的拼接碰撞的时间姑且按一向以古地磁为主的数据约40~65 Ma,但关于其后碰撞造山隆升的认识各家的数据、认识就不一致了。图1是过去5位地质学家所作的高原隆升曲线,可看出新生代(40 Ma)以来,高原并非一直隆升,而是有升有降,中新世早、中期大致有一隆升峰值,但约

在上新世末期—更新世以来,3位地质学家的数据表明高原一直在隆升。由于各家采用的方法和实验数据均不相同,数据的可靠性、精确程度等均存在问题,因而在“九五”期间,笔者对青藏高原的隆升只能提出“青藏高原的隆升特征,时、空上是不均一的,是多层次、多阶段、多因素的”抽象、笼统的认识。显然,青藏高原的隆升及其过程是今后要继续探讨的问题,不仅需要运用新技术新方法提供定量数据,而且必须多学科结合、集成,因为高原地壳加厚、隆升过程等涉及深部热结构、热效应和各圈层流度学特征等,这就需要地球物理深

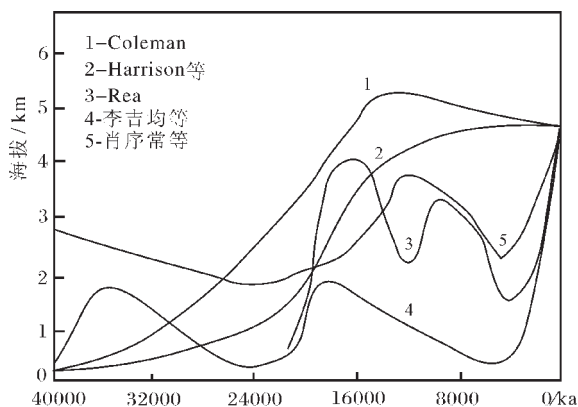


图1 关于青藏高原隆升过程不同观点的曲线图
(据潘裕生)

Fig.1 Curves showing different views about the process of uplift of the Qinghai-Tibet Plateau

收稿日期:2006-01-24;修订日期:2006-02-13

作者简介:肖序常(1930-),男,研究员,中国科学院院士,从事构造地质学研究。

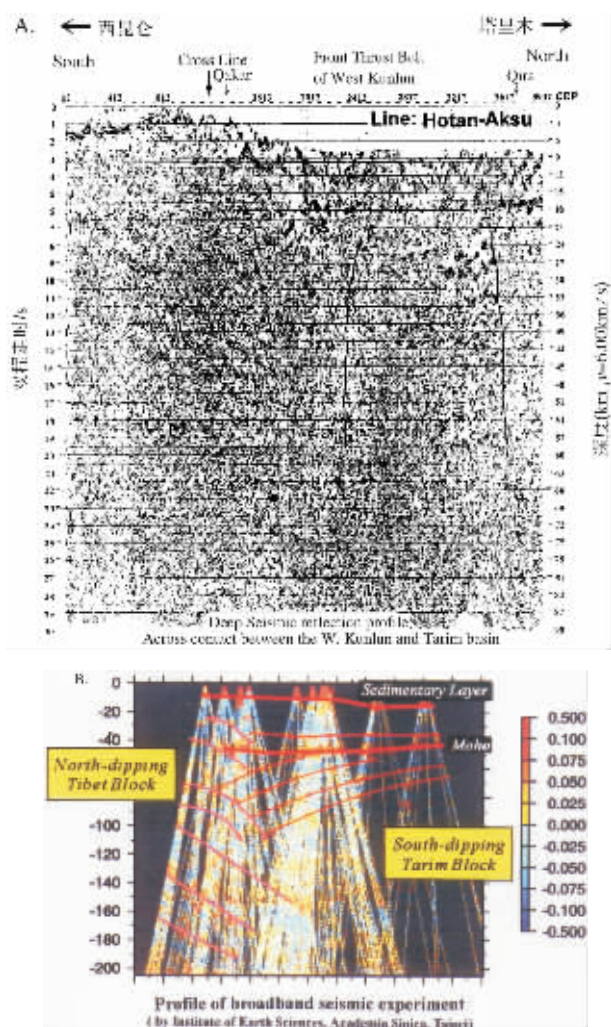


图2 西昆仑-塔里木深反射地震剖面(A)、
宽频深反射地震剖面(B)
(据肖序常、高锐、刘训等,2001)

Fig.2 West Kunlun-Tarim deep seismic reflection
profile (A) and wide-band deep seismic
reflection profile (B)

A—深反射地震剖面,可清楚看出西昆仑山向北、塔里木向南的“面对面震相”;B—宽频深反射地震剖面同样清楚显示“面对面震相”;A、B两图中均未见塔里木向南的“A型俯冲”

探测如MT、地震层析成像、深反射地震探测和地球化学等提供资料、数据,而高原隆升高程、时限等还需依托古地磁学、古生物学(古动物、古植物生存环境、习性)、沉积相、古地理学,以及岩溶、古冰川学等。总之,必须多学科有机结合,综合分析研究,才可能进一步提供接近实际、较为确切的结果。

2 关于青藏高原的形成机制——深部过程、陆-陆碰撞造山模式问题

以上几方面相互联系、相互制约。20世纪70年代早中期

板块构造兴起后,地质学家们很快将板块构造学说运用于青藏高原的形成、演化、发生机制等方面的研究。限于篇幅,这里不拟详细介绍20世纪70年代初、中期Dewwey等^[1]和Burke, K. C. A(1970—1973)“推土机”的观点, Powell, C. M.等(1973)印度大陆向亚洲大陆俯冲(沿袭Argand的观点)、地壳增厚的观点, Molnar等^[2]高原向东南挤出逃逸的论点……。近数十年来据笔者了解,有关青藏高原深部过程和碰撞造山模式较重要的论述有INDEPTH项目(赵文津、K. D. Nelson等)、Willett等^[3]、Matte等^[4]、Lyon Caen等^[5]、Deng Wanming^[6]、尹安等(2002)……。其中如Willett、Matte和Deng Wanming(邓万明)等提出的青藏高原碰撞造山俯冲模式和“A型俯冲”作用为地质学家所关注。近10年来,根据深部地球物理探测结果,结合地球化学、深源捕虏体、岩石学探针的研究,又提出了高原形成的深部过程、碰撞造山的“拆沉作用”模式,较早的是England和Houseman(1988),之后是Nelson等^[7]。肖序常、高锐、刘训和高弘等在1995—2000年(“九五”项目为主)期间,根据高原西北缘深反射地震、宽角折射反射地震和层析成像资料,并进一步结合地球化学、岩石学探针和深源捕虏体的研究结果,提出了西昆仑与塔里木新生代末期“面对面”碰撞,深部岩石圈“挤压拆沉”,碰撞造山早期俯冲、晚期“拆沉作用”为主的模式^[8](图2、图3,图2与图3左对应)。

以上各家论述,无疑丰富了对青藏高原形成、演化、碰撞造山过程等的认识,但各家论述仍侧重于本专业、本学科,各抒所见,认识不尽一致,显然尚待进一步工作,才可能得到较为接近实际、较为完整、较为统一的认识。

3 关于蛇绿岩的形成时限、类型及构造意义问题

青藏高原蛇绿岩的性质涉及洋、陆构造格局及特提斯域的演化等重要问题,7年来,1:25万区域地质调查提供了不少新资料,但由于高原自然条件所限,蛇绿岩分布又十分广泛,因而其发生时限、组合等至今仍未彻底查明。

沿雅鲁藏布江缝合带及邻区存在白垩纪—晚侏罗世和三叠纪(以晚三叠世为主)早、晚2套蛇绿岩。早在20世纪80年代初就有论述^[9,10],之后郭铁鹰等又作了报道(阿里地质,1990),已不是“重要发现”。班公湖—怒江缝合带及邻区(特别是中段湖区)也广布蛇绿岩,也存在白垩纪—晚侏罗世和三叠纪2套蛇绿岩(王希斌等,1987;郭铁鹰等,1990……),它与雅鲁藏布江的2套蛇绿岩相对应。20世纪70—90年代,中外地质学家根据上述蛇绿岩的时空特征及与其相关的沉积、古生物区系、古地磁等资料,对青藏高原和特提斯演化等作过较详细的讨论(Owen, 1976; Ahmad, 1978, 1982; Klootwijk, 1979; Chatterjee, et al, 1992; Xiao Xuchang et al, 1980; 中法喜马拉雅考察成果 I、II 中的有关论述,1980, 1982;肖序常等,青藏高原的构造演化与隆升机制^[11],1995—2000),限于时间、篇幅,这里不拟一一阐叙。近年的1:25万地质调查和有关专题研究也提供了一些较重要的信息,如关于

雅鲁藏布江和班公湖-怒江缝合带均出现了晚古生代蛇绿岩及其构造演化的报道^[12-14]。这些线索一方面充实、丰富了我们过去的认识和论点,同时也说明了这2条缝合带的蛇绿岩时空分布的复杂多样,今后有必要进一步加强实际资料的收集和定年(同位素和古生物)的测试、鉴定,以及深化综合分析研究,进一步阐明特提斯域的演化,减少一般性的泛泛的综合论述。关于蛇绿岩的发生时限,近几年1:25万区域地质调查和专题研究也提供了一些较为确切的古生物(放射虫为主)和同位素测年(锆石SHRIMP U-Pb法)成果,大体可分出新元古代—早古生代、晚古生代(石炭纪、二叠纪为主)、三叠纪—早白垩世等几个时代区间,结合古地磁资料、数据等,一些地质学家常据此推断出“原特提斯”、“古特提斯”、“中特提斯”和“新特斯”等,但由于蛇绿岩组合、类型及其所代表的构造环境,各家认识仍存在分歧。笔者等曾以蛇绿岩为主线,结合古生物区系、古地磁数据等的研究,仍认为无论何时,均不存在广阔、“干净”、宽达6000~7000km的特提斯大洋(Paleo-Tethys)(R. S. Dietz, J. C. Holden, 1970)^[15],而很可能是“多岛(陆)洋”,其发展极盛时期主要在古生代晚期—中生代晚期。这一“多岛(陆)洋”的演化大体是自北向南、从老到新地消减、封闭的,但不排除在一些地带洋盆的消减有滞后或超前不均一的演化。

4 关于青藏高原基底性质、时限问题

这里主要指羌塘“中央隆起带”及其周边基底和藏南喜马拉雅区前奥陶纪(甲村组)基底的时限、性质等问题,这不仅涉及对西藏构造演化的认识,而且还涉及基底的稳定性、演化和油气成藏等问题。近年1:25万地质调查对以上两区已提供了有关新资料,但认识仍有分歧。关于羌塘基底的时限,一些地质学家根据近年在双湖戈木日和果干加年山等地前泥盆系变质岩锆石Pb-Pb测年得出509~548 Ma到2056~2310 Ma等5组年龄,认为羌塘地区存在前寒武纪变质基底乃至更老的太古宙古陆核,基底具有“双重结构”(黄继钧,李永铁,王成善,王国芝等,1995……),但另一些地质学家根据锆石的封闭温度、晶形、晶面特征,认为锆石是碎屑锆石,用它所给出的年龄来“建立元古宙—太古宙岩石系统框架和演化模式是不可靠的”,建立“青藏高原基本最古老陆核的依据是不够充分的”^[16],认为羌塘“中央隆起带”前泥盆系……已解体……主要为石炭纪—二叠纪等沉积地层……不存在元古宙变质基底、太古代陆核^[16,17]。笔者也曾在双湖一带测制过剖面,在“戈木日群”(前泥盆系)微具炭化的泥岩中采样进行孢粉分析,但由于变质等原因未得到结果。这里不宜更多地详述各家的论点,今后如何解决?尚需进一步系统取样,对锆石成因作详尽的研究。此外,也无妨进行宏观的沉积、地层、构造的对比研究。大体沿NW—NWW向大断裂(或结合带)的方向、“中央隆起带”的西延到喀喇昆仑山东沿断裂带出露的“甜水海群”浅变质岩系中确产有*Litia*, *Stratifer*, *Baicalia*等中、新元古代叠层石;向东南有安多变质杂

岩(正片麻岩类),那里过去进行Rb-Sr、Sm-Nd测年得到的模式年龄(T_{DM})为1242~1642 Ma,结晶年龄为531Ma^[18],从宏观区域地质构造对比研究来看,羌塘存在早古生代、元古宙乃至更早的基底是有可能的。至于基底的固结,稳定阶段是经历了泛非旋回(构造事件)、乃至更早期的扬子旋回(晋宁期?),还有可能是稍晚的加里东旋回早期,也是一个值得讨论的问题。

第二个问题是喜马拉雅区前奥陶纪(甲村组)地层的划分问题,有无确切的寒武系、震旦系?构造意义如何?近年1:25万地质调查中首次在聂拉木群之上发现了底砾岩^[19,20],这确是一新进展,无疑对基底时限、构造事件划分等有着重要意义,但仍有一些问题需进一步查明。上述底砾岩很可能相当于邻区尼泊尔加布扬一带马托里群之上加布扬群底部的“拉拉姆砾岩层”,而尼泊尔的地层已有古生物依据,加布扬群整合于含化石的奥陶系之下,其本身也含腹足类和海百合化石碎片,因而将其上部划属寒武系(或奥陶系—寒武系),下部“拉拉姆砾岩层”视为底砾岩(中国地质科学院亚洲地质图编辑组及前地质部情报研究所,1980,66~72页),沉积构造特征也暗示了这里“泛非事件”的存在。加布扬群之下尚有一套较厚的“浅变质岩系”,其上部含有*Collenia*, *Baicalica*叠层石,故可能属新元古界(同上文献);“浅变质岩系”与其下变质深的片麻岩类未发现有明显的不整合接触关系(同上文献)。根据与邻区尼泊尔的上述对比,以下问题需进一步查实:①甲村组(早奥陶世)之下的“肉切村群”应予以解体,过去划分的该群上部的“黄带组”显然应归属显生代,但应进一步找寻古生物依据;“底砾岩”的发现是否只限于聂拉木幅?砾岩的组成特征、性质等需进一步研究。②肉切村群下部的北坳组,主要也是一套浅变质岩系,与邻区尼泊尔的“浅变质岩系”相对应,但后者已有确切的叠层石化石依据,在中国境内应进一步寻找叠层石等古生物化石依据。③过去对基底变质岩系——聂拉木群也做过锆石同位素测年,主要为644~664 Ma^[21],亚东地区相应的变质岩系还出现718 Ma±158 Ma的数据(中法合作考察报告总论,1988,1~6页),而1:25万江孜县幅、亚东县幅等区域地质调查对基底岩系中的“基性麻粒岩”和基性岩脉、变质花岗岩中锆石U-Pb同位素测年主要为(461±1.6)~(513±10)Ma,并认为是加里东期的产物^[22]。以上先后2组测年数据,偏老的644~664 Ma,严格地说已早于原非洲泛非旋回(事件)的时限(600~550 Ma),应与加丹加旋回对应。因之,还需进一步采集基底变质岩系的标本,特别是西部聂拉木幅、吉隆幅等中的基底变质岩系样品作锆石SHRIMP测年,并对锆石成因等作详细对比研究。

5 关于超高压变质岩进一步厘定的问题

榴辉岩对板块缝合带的厘定、提供大陆深俯冲信息等有着重要意义,但至今在青藏高原尚未发现确切的“A类榴辉岩”(按Bob Coleman的分类)。喜马拉雅西北部、巴基斯坦北缘上卡汉推覆体(Upper Kaghan Nappe)和印度北部错-莫来

里穹隆(Tso-Morari Dome)于20世纪50—60年代就已有榴辉岩的报道(Berthelsen,1953; Gansser, 1964)。在中国境内高喜马拉雅东段定结南和东构造结近年发现的高压麻粒岩和退变质的榴辉岩(Lambardo et al,1998; Liu Yan et al, 2004)是否与前者巴基斯坦和印度北部所出露的榴辉岩原同属一个超高压变质带,但后者已经历较强烈的岩浆活动和构造退变质作用,尚需进一步作岩石学、同位素年代学等方面的对比研究。

此外,近年在羌塘中部戈木日首次发现低温型“C类榴辉岩”^[23]。无疑,对探讨高原内部碰撞造山过程、大陆深俯冲等有着重要意义,进一步追索其时空分布特征、探讨其发生机理也是下阶段研究的重要课题。

还有关于国家需求方面的问题,这里不展开叙述。

以上仅从基础地质方面提出今后进一步深化研究的部分问题。近年1:25万区域地质调查提供了矿产和能源方面的重要成果,前者如有色、稀有、黑色(以铁为主)金属矿产的成矿聚集区带等,但急待进一步分析,区分主、次,尽快开展1:5万地质调查等工作,提供资源储量(333或332)。

可再生能源(太阳能、风能、地热能、水能等)和不可再生能源(包括天然气水合物、可地浸砂岩铀矿等)可能发展成为青藏高原(含柴达木盆地)的优势资源。不可再生能源——化石能源在时空分布和生因上往往相互联系、相互制约,我们应深化研究,拓宽视野,全面分析,统筹考虑,开展多学科结合的调查研究。这方面尚有较多重大具体问题,留待另文阐述。

以上诸点,由于时间、篇幅所限,仓促成文,恐多偏颇,请予指正。

致谢:本文参阅了青藏高原1:25万区域地质调查成果专辑(地质通报,2004年第23卷第1期、第5—6期)和青藏高原地质资源学术讨论论文集(吉林大学地球科学学院及成都地质矿产研究所组织编辑)等中的地调院第一线同志及科研专题队同志的有关报道,此外文中还引用了国土资源部科技司和中国地质调查局“九五”、“十五”期间的成果,并对以上7年来奋战在青藏高原、艰辛工作的同志及他们取得的丰硕成果致以诚挚的感谢和崇高的敬意。

参考文献:

- [1]Dewey J F, Bird J M, et al. Mountain belts and the new global tectonics[J]. J. Geophys. Res., 1970,75:2625-2647.
- [2]Molnar P, Tapponnier P. Relation of the tectonics of E. China to the India-Eurasia collision[J]. Geology, 1977,5:212-216.
- [3]Willett S D, et al. Subduction of Asian lithospheric mantle beneath Tibet inferred from models of continental collision[J]. Nature, 1994,369(23):642-645.
- [4]Matte, et al. Tectonics of western Tibet, between the Tarim

- and Indus[J]. Earth Planet. Sci. Lett., 1996,142:311-330.
- [5]Lyon Caen H, Molnar P. Gravity anomalies and the structure of western Tibet and the southern Tarim basin [J]. Geophys. Res. Lett., 1984,11:1251-1254.
- [6]Deng Wanning. Tectonic setting of Cenozoic magmatic activities in the Tibet plateau-Discussion about symmetric continental subduction model of the Tibet plateau[A]. In: Proceeding of symposia of Qinghai-Tibet plateau and global changing [C]. 1995.228-234.
- [7]Nelson K D. Are crustal thickness variations in old mountain belts like the Appalachians a consequence of lithospheric delamination? [J]. Geology, 1992,20:498-502.
- [8]Xiao Xuchang, et al. Collision tectonics between the Tarim basin and the NW. Tibet plateau[J]. Acta Geologica Sinica, 2001,75(2):126-132.
- [9]王希斌,等.西藏雅鲁藏布江蛇绿岩组合层序及其演化模式[A].见:中法合作考察成果 I [C].1980.181-124.
- [10]章树民,等.对雅鲁藏布江蛇绿岩带地质特征的几点认识[J].西藏地质,1979,(1):30-35.
- [11]肖序常,李廷栋,等.青藏高原的构造演化与隆升机制[M].广州:广东科技出版社,2000.123-134.
- [12]莫宣学,等.青藏高原中新代火成岩的深部探针意义[A].见:中国大陆地震与地球内部物理学研究进展[C].北京:地震出版社,2004.449-461.
- [13]翟庆国,李才,程立人,等.西藏羌塘角木日地区二叠纪蛇绿岩的地质特征及其意义[J].地质通报,2004,23(12):1228-1230.
- [14]徐天德,等.西藏改则查尔康错蛇绿岩的发现及意义[A].见:羌塘及邻区地质与资源学术讨论会论文摘要集[C].长春.2003,12.116.
- [15]罗伯特·迪茨,约翰·霍尔登.联合大陆的解体[A].1970.见:图估·威尔逊等著.大陆漂移[M].1972.《大陆漂移》翻译组译.大陆漂移[M].北京:科学出版社,1975.116-130.
- [16]李才,翟庆国,程立人,等.青藏高原羌塘地区几个关键地质问题的思考[J].地质通报,2005,24(4):295-301.
- [17]潘桂棠,等.羌塘地质调查100周年和大地构造时空结构[A].见:羌塘及邻区地质与资源学术讨论会论文摘要集[C].2003.62.
- [18]许荣华,等.拉萨至格尔木的同位素地球化学[A].见:青藏高原地质演化[C].北京:科学出版社,1990.282-288.
- [19]朱同兴,等.聂拉木县幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):433-437.
- [20]梁定益.青藏高原首批1:25万区域地质调查地层工作若干进展点评[J].地质通报,2004,23(1):24-26.
- [21]卫管一,等.喜马拉雅地区前寒武系地质构造与变质作用[M].成都:成都科技大学出版社,1989.11-14.
- [22]刘文灿,万晓樵,梁定益,等.江孜县幅、亚东县幅地质调查新成果及主要进展[J].地质通报,2004,23(5-6):444-449.
- [23]李才,翟庆国,董永胜,等.青藏高原羌塘中部榴辉岩的发现及其意义[J].科学通报,2006,51(1):70-74.