

中国侏罗纪年代地层学研究的现状^①

沙金庚

(中国科学院南京地质古生物研究所 江苏南京 210008)

摘 要:“国际地层表”依据菊石带建立起来的侏罗纪年代地层系统在全球海相侏罗系的划分和对比中有着广泛的应用,但却很难直接应用于非海相侏罗纪地层系统中。中国的侏罗系多属非海相,近年来我国地质工作者们不但将中国的海相侏罗系与全球侏罗纪年代地层系统进行了较合理的对比,发现了穿越海相三叠系-侏罗系界线的连续沉积的剖面,而且建立了非海相侏罗系的阶。但是中国非海相侏罗系区域性阶的时代和不同阶之间的界线有待海相化石和地层测年来确定或检验。

关键词:中国,海相地层,非海相地层,侏罗系,年代地层学,国际地层表

中图分类号:P 534.52

文献标识码:A

文章编号:0253-4959(2005)02-0124-06

根据国际地层委员会新颁布的“国际地层表”(2004),侏罗系自下而上被划分为 3 统 11 阶,即下侏罗统的赫塘阶(Hettangian)、辛涅缪尔阶(Sinemurian)、普林斯巴阶(Pliensbachian)和土阿辛阶(Toarcian),中侏罗统的阿林阶(Aalenian)、巴柔阶(Bajocian)、巴通阶(Bathonian)和卡洛夫阶(Callovian),上侏罗统的牛津阶(Oxfordian)、基末利阶(Kimmeridgian)和提塘阶(Tithonian)(Gradstein *et al.*, 2004; Ogg, 2004)。

迄今仅下侏罗统的辛涅缪尔阶和中侏罗统的阿林阶及巴柔阶底界的界线层型剖面 and 点位(GSSP)分别在 2000 年、2000 年、1996 年获得国际地层委员会和国际地科联的认可,下侏罗统的普林斯巴阶、中侏罗统的卡洛夫阶和上侏罗统的牛津阶及基末利阶底界的界线层型剖面 and 点位有望不久获得国际地层委员会的批准(表 1),其余 4 个阶、特别是侏罗系底界或赫塘阶底界和侏罗系-白垩系界线或白垩系贝利阿斯阶(Berriasian)底界的界线层型剖面 and 点位的确立原则尚未取得一致意见(Gradstein *et al.*, 2004; Ogg, 2004)。

“国际地层表”中侏罗系各阶底界的确立依据和全球对比事件全是具有全球或大区域分布的菊石带(Gradstein *et al.*, 2004; Ogg, 2004),因此表中的侏罗纪地层系统仅代表了海相侏罗系的划分方案,在全球海相侏罗系对比中应用非常广泛。

然而,侏罗纪时我国的大多数沉积为非海相,海相沉积的分布非常局限。海相侏罗系主要分布在青藏高原、新疆西南部、滇西、香港、粤中、湘南、闽西、黑龙江东部和台湾(?) (孙东立等, 2000)。在香港、粤中、湘南、闽西和台湾(?) 一带,迄今仅有海相下侏罗统发现,而在青藏高原海相侏罗系各阶都有存在、那里的侏罗纪菊石等化石丰富(孙东立等, 2000),并具有穿越三叠系-侏罗系界线的连续沉积的剖面(Yin Jia-run & Enay, 2000);地质构造背景复杂的黑龙江东部的侏罗系亦包括了下、中、上三统(孙东立等, 2000)。晚侏罗世时,我国包括了北方(如黑龙江东部)和特提斯(如青藏高原)两大生物沉积区,因此,尽管我国海相侏罗系的分布地域有限,但这些地带、特别是青藏高原是研究我国侏罗纪年代地层学至关重要的地区。

上述地区之外的中国侏罗系均属非海相沉积。我国非海相侏罗纪地层分布广,其中的化石丰富多彩,而且沉积类型复杂,或者海相沉积偶夹非海相沉积和化石,如青海唐古拉和可可西里地区的中、上侏罗统(文世宣, 1979、1984; 杨遵仪、阴家润, 1988; 沙金庚, 1995; Sha Jin-geng & Grant-Mackie, 1996; Sha Jin-geng *et al.*, 1998、2004),或者非海相地层中时有海相或半咸水相夹层,如新疆准噶尔盆地的下侏罗统(张义杰等, 1999^②; 沙金庚、姜宝玉, 2004)和库车地区的下、中侏罗统(沙金庚等, 2001^③),或

①中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-SW-129)和国家自然科学基金(No. 40372008)资助。

②张义杰, 齐雪峰, 程显胜等. 1999. 新疆准噶尔盆地及外围盆地侏罗纪地层研究. 克拉玛依:新疆石油管理局勘探开发研究院报告. 1—226.

③沙金庚, 边立曾, 姜宝玉, 蔡华伟, 卢辉楠. 2001. “九五”国家重点科技攻关项目《塔里木盆地石油天然气勘探(二期)成果报告》(编号:99-111-01-补 8);库车坳陷侏罗纪双壳类生物地层及古环境研究. 南京:中国科学院南京地质古生物研究所. 1—99.

文稿接受日期:2005-02-07;修改稿收到日期:2005-02-12, 2005-02-24.

第一作者简介:1949 年 2 月生,男,江苏金坛人,博士,研究员,从事双壳类化石和中生代地层研究。

表 1 侏罗系各阶全球界线层型剖面 and 层型点(GSSP)的确定状态(据 Gradstein *et al.*, 2004 修改)

统	阶	底界年龄 (Ma)	主 要 相 关 事 件	层型剖面 and 层型点位置	现 状
上 统	提塘阶 Tithonian	150.8	<i>Hybonoticeras hybonotum</i> 菊石带底界附近, <i>Gravesia</i> 的首现处, 磁极性带 M22An 之底		标志 性 事件未确定
	基末利阶 Kimmeridgian	155.7	北方生物区系 <i>Pictonia baylei</i> 菊石带的底界附近	主要候选地点在苏格兰、法国东南部与波兰	即将确定*
	牛津阶 Oxfordian	161.2	<i>Quenstedtoceras marine</i> 带 <i>Cardioceras scaburgense</i> 亚带的底部 <i>Brightia thuouzensis</i> 菊石层处	主要候选地点在法国东南部与英格兰南部	即将确定*
中 统	卡洛夫阶 Callovian	164.7	菊石 <i>Kepplerites</i> 属 (<i>Kosmoceras</i> 属) 的首现处 (以从英国到德国西南部的亚北方生物区中 <i>Macrocephalites herveyi</i> 带的底界来定义)	主要候选地点是德国西南部 Swabian Alb 的 Pfeffingen	即将确定*
	巴柔阶 Bajocian	171.6	菊石 <i>Hyperlioceras</i> 属的首现处 (以 <i>Hyperlioceras discites</i> 带的底界来定义)	葡萄牙西部 Cabo Mondego 的 Murtinheria 剖面底界上方 77.8m 处的 AB11 层之底	1996 年批准
	巴通阶 Bathonian	167.7	菊石 <i>Pakinsonia</i> (<i>G.</i>) <i>convergens</i> 的首现处 (以 <i>Zigzagoceras zigzag</i> 带的底界来定义)		
	阿林阶 Aalenian	175.6	菊石 <i>Leioceras</i> 属的首现处	西班牙中部 Fuentelsalz 的 FZ107 层之底	2000 年批准
下 统	土阿辛阶 Toarcian	183.0	多样性的 <i>Eodactylites</i> 菊石的动物群的首现层位附近, 可与西北欧的 <i>Paltus</i> 层对比		
	普林斯巴阶 Pliensbachian	189.6	菊石 <i>Bifericeras donovani</i> 和 <i>Apoderoceras</i> 、 <i>Gleviceras</i> 两属的首现处	英格兰约克郡的罗宾汉湾的 Haven 剖面	即将确定*
	辛涅缪尔阶 Sinemurian	196.5	arietid 类菊石的 <i>Vermiceras</i> 与 <i>Metophioceras</i> 两属的首现处	英格兰西南部 East Quantoxhead 之 Watchet 的 West Somerset 剖面 145 层底界之上 0.9m 处	2000 年批准
	赫塘阶 Hettangian	199.6	表面光滑的 <i>Osiloceras planorbis</i> 菊石群的首现处		

* Gradstein 等标为 2004 年或 2003 年批准, 但至今未见正式公布

者海相与非海相侏罗纪化石呈交互相沉积, 如滇西 (郭福祥, 1985)。这些得“地”独厚的地层条件, 使得中国地层工作者有可能通过海相与非海相侏罗纪地层的对比, 特别是利用非海相沉积中夹含的海相化石, 含有非海相化石的海相沉积或海陆交互相沉积中的海相化石检验非海相化石和/或地层的时代。通过陆相地层与海相地层对比, 将陆相地层纳入由海相沉积建立起来的年代地层系统中 (尹赞勋, 1980; 顾知微, 1982), 并通过非海相化石的横向对比, 结合同位素测年, 建立起具有与海相地层时代一致或相近的年代框架的非海相侏罗纪地层系统, 甚至有可能发现非海相侏罗纪不同地层单元的界线层型剖面和点位, 总结出可供大区域甚至全球进行对比的事件或指引化石。

但是, 或许对非海相与海相地层之间的对比研究不够深入, 地层测年的取样和技术不同, 尤其是缺乏被广泛认同的、地理分布广但地质时限分布很短的指引化石或化石组合, 结果导致了地质工作者们对我国非海相侏罗系的划分、特别是对地层时代的认识难以统一。

近五年来全国地层委员会组织和支特了地质工作者们全面地开展了我国的年代地层学研究, 特别是主要断代地层的建阶工作。本文旨在介绍我国近几年来侏罗纪年代地层学研究的现状和研究进展。

一、海相侏罗系年代地层学的研究现状

1 海相侏罗系的年代地层系统

迄今没有任何新的侏罗系年代地层单位在我国产生, 所以国际侏罗系的年代地层系统在我国同样适用。

孙东立等 (2000) 依据菊石化石, 并结合其他诸如沟鞭藻、有孔虫、放射虫、珊瑚、腹足类、双壳类、箭石和腕足类等重要的海相化石, 建立了中国特提斯和北方两个不同生物沉积区的海相侏罗纪地层层序和各门类化石的组合序列, 并将我国不同生物沉积区的侏罗纪地层纳入了国际侏罗系年代地层系统框架。

2 海相三叠系-侏罗系界线

侏罗系或赫塘阶底界应接近表面光滑的 *Psiloceras planorbis* 菊石群的首次出现, 但迄今国际三叠系-侏罗系界线或赫塘阶底界的界线层型剖面和点位尚未最后确立 (Gradstein *et al.*; Ogg, 2004)。阴家润和 Enay 在藏南喜马拉雅的格尔米格地区发现了穿越海相三叠系-侏罗系界线的连续沉积剖面, 以 *Planorbis* 和 *Liasicus* 带为主的早、中赫塘期的 3 个菊石组合与最年轻的三叠纪瑞替期 (Rhaetian) 的菊石 *Choristoceras cf. marshi* 共存 (Yin Jia-run & Enay, 2000)。最年轻的三叠纪菊石和最古老的侏罗纪菊石和孢粉学资料及 γ 射线研究表明, 与世界其

他地区不同,在格尔米格剖面三叠系-侏罗系界线附近的环境没有明显的变化(Hallam *et al.*, 2000)。

3 海相侏罗系的顶界

侏罗系的顶界或贝利阿斯阶的底界可能靠近菊石 *Berriasella jacobii* 产出层位的最下部,这一系间界线的 GSSP 目前尚未确立(Gradstein *et al.*, 2004; Ogg, 2004)。在北方生物沉积区的我国黑龙江省东部似乎存有两条潜在的侏罗系-白垩系界线:1) 在饶河县东安镇乌苏里江边的东安镇组的上部与下部之间存在着一个清楚的 *Buchia* 演化界面。侏罗系顶部提塘阶(Tithonian)[北方区的伏尔加阶(Volganian)]的顶界以出现个体小、右壳具有斜型和反转型两类发育方式的 *Buchia* 为特征,下白垩统贝利阿斯阶底界以个体大、右壳仅呈反转型发育方式生长的 *Buchia* (*Buchia volgensis*, *B. cf. subokensis* 和 *B. cf. okensis*) 的首次出现为标志(沙金庚, 1992; Sha Jin-geng & Fürsich, 1993, 1994)。

2) 绥滨地区东荣组上部地层中也存有一条侏罗系与白垩系之间的沟鞭藻组合的变化事件。提塘期(伏尔加期) *Amphoralia delicata* 组合的消失和贝里阿斯期—凡兰吟期的 *Oligosphaeridium pulcherrimum* 组合的出现为侏罗系-白垩系的界线所在(何承全, 祝幼华, 2003)。

二、非海相侏罗系年代地层学的研究现状

1 非海相侏罗系的建阶

目前,我国地层工作者们已经发表了 3 套非海相侏罗系的区域性阶名:1) 根据植物、孢粉、双壳类、腹足类、叶肢介、介形类、昆虫、鱼类和爬行类化石组合,顾知微和蔡华伟(2000)以四川盆地—鄂西地区为代表,将我国南方非海相侏罗系自下而上地分为下侏罗统的香溪阶和自流井阶、中侏罗统的新田沟阶和沙溪庙阶、上侏罗统的遂宁阶和蓬莱镇阶;2) 同时他们又以辽西地层为代表,自下而上地将我国北方非海相侏罗系分为下侏罗统的兴隆沟阶和北票阶,中侏罗统的海房沟阶、蓝旗阶和土城子阶;3) 全国地层委员会(2001, 2002)在“中国区域年代地层(地质年代)表”中公布了以新疆准噶尔盆地为代表的我国北方非海相下、中侏罗统的阶名,即下侏罗统的八道湾阶和三工河阶,中侏罗统的西山窑阶和头屯河阶,以冀北与辽西为代表的我国北方非海相上侏罗统的阶名,即土城子阶、待建阶和大北沟阶;季

强并对上述各阶的命名及层型剖面、生物标志、层型剖面岩性特征、同期岩石地层单位和对比作了定义和介绍(全国地层委员会, 2002);沙金庚和姜宝玉(2004)根据野外调查和卢辉楠(1995)、张义杰等(1999^①)的成果对准噶尔盆地下、中侏罗统的各阶进行了描述和对比。

2 南方与北方非海相侏罗系的对比

南方与北方下、中侏罗统可以得到较好的对比,南方的香溪阶大致相当于北方的八道湾阶,自流井阶大致可与三工河阶上部对比,新田沟阶与西山窑阶对比,沙溪庙阶大致相当于头屯河阶(顾知微、蔡华伟, 2000; 沙金庚、姜宝玉, 2004)。但是南北方的上侏罗统的对比比较困难,顾知微和蔡华伟(2000)将土城子阶视为中侏罗统的顶部,全国地层委员会(2001, 2002)和季强(2002)却将土城子阶归为上侏罗统的最下部,分歧相当大。

3 潜在的非海相三叠系-侏罗系界线剖面

在新疆准噶尔盆地乌鲁木齐西约 50km 的郝家沟剖面中,下侏罗统八道湾阶与上三叠统瓦窑堡阶为连续沉积(张义杰等, 1999^①; 沙金庚、姜宝玉, 2004),而且八道湾阶含有半咸水相的双壳类化石 *Waagenoperna*,那里可能存在着一条潜在的非海相三叠系-侏罗系界线剖面,但界线的具体位置或八道湾阶底界的确定有待详细工作。

4 非海相侏罗系的顶界

地层古生物专家们对侏罗系的顶界,即白垩系的底界的划分分歧明显。陈丕基(2000)将辽西九佛堂组作为非海相白垩系的底部阶,但顾知微和蔡华伟(2000)、全国地层委员会(2001)和季强(2002)均将九佛堂阶的下覆地层义县阶作为非海相白垩系的底部阶。根据非海相地层的对比,沙金庚(1990, 1991, 1992, 1999, 2002), Sha Jin-geng (1992), Sha Jin-geng & Fürsich (1993), 顾知微(1995), 顾知微等(Gu Zhi-wei *et al.*, 1997), Gu Zhi-wei (1998), 沙金庚等(Sha Jin-geng *et al.*, 2002, 2003)等认为包括义县组在内的辽西热河群的时代为不包括早白垩世最早期在内的早白垩世,即晚欧特里夫期或巴雷姆期—早阿尔布期。

近年辽西热河群的火山岩测年数据也证实了以上非海相与海相地层对比的结论。朱日祥等(朱日祥等, 2002; Zhu Ri-xiang *et al.*, 2002)对北票四合屯和义县砖城子热河群最下岩组——义县组的 15 个

①张义杰, 齐雪峰, 程显胜等. 1999. 新疆准噶尔盆地及外围盆地侏罗纪地层研究. 克拉玛依: 新疆石油管理局勘探开发研究院报告. 1—

火山熔岩样的 K-Ar 测年结果是 $(133.59 \pm 2.6) \text{Ma}$ ~ $(120.42 \pm 2.3) \text{Ma}$ 。杨蔚等对北票四合屯义县组一个凝灰岩中锆石样测得的 U-Pb 年龄为 $(124.4 \pm 1.6) \text{Ma}$ [这一年龄值与 Swisher *et al.* (1999) 的 Ar-Ar 测龄值 $(124.60 \pm 0.25) \text{Ma}$ 基本一致], 黄半吉沟义县组的 2 个凝灰岩中锆石样 U-Pb 的测年结果为 (123.1 ± 2.1) 和 $(122.1 \pm 1.4) \text{Ma}$ (Yang Wei *et al.*, 2005)。朱日祥等对阜新碱锅热河群顶部岩组大凌河组 36 个火山熔岩样的 Ar-Ar 测年值为 $(105.5 \pm 0.5) \text{Ma}$ ~ $(102.2 \pm 0.5) \text{Ma}$ (Zhu Ri-xiang *et al.*, 2004)。

根据最新“国际地层表”, 侏罗系的顶界或白垩系的底界年龄为 $(145.5 \pm 4.0) \text{Ma}$, 下白垩统欧特里夫阶、巴雷姆阶、阿普特阶、阿尔布阶的底界年龄分别为 $(136.4 \pm 2.0) \text{Ma}$ 、 $(130.0 \pm 1.5) \text{Ma}$ 、 $(125.0 \pm 1.0) \text{Ma}$ 和 $(112.0 \pm 1.0) \text{Ma}$, 阿尔布阶顶界或上侏罗统顶界、即下白垩统或赛诺曼阶底界年龄为 $(99.6 \pm 0.9) \text{Ma}$ (Gradstein *et al.*, 2004)。可见, 测年结果也充分证实了包括义县阶在内的热河群的时代不是侏罗纪, 而为早白垩世中、晚期, 其下界或义县组的下界未达欧特里夫阶的底界, 上界未达阿尔布阶的顶界。

三、讨 论

早在上世纪 80 年代初, 尹赞勋 (1980) 和顾知微 (1982) 就已提出了“陆相地层要与海相地层对比, 通过陆相地层与海相对比, 将陆相地层纳入由海相沉积建立起来的年代地层系统中”的海相地层检验非海相地层的海相地层检验法。产生我国非海相侏罗系年代地层学研究分歧的根源之一可能就在于科学家们缺乏对非海相与海相侏罗纪地层对比的深入研究。

非海相与海相侏罗纪地层的对比主要依据地层中所含的化石和地层测年。

1 化石对比

通过海陆交互相、以非海相为主夹海相层或以海相为主夹非海相层的侏罗系中海相与非海相化石的准确研究, 我们不仅能通过海相化石将所研究的地层与国际海相侏罗纪地层系统中相应的地层进行对比, 而且所研究的地层的时代也因此得到确定。更重要的是, 我们可以通过海相化石来确定或检验夹有海相沉积的非海相地层中的非海相化石的时代,

再通过这些时代经过海相化石检验的非海相化石的横向对比、特别是与纯非海相地层中同种化石的对比, 非海相侏罗纪地层系统与国际侏罗纪地层系统不仅可以得到对比, 而且非海相侏罗纪地层的时代也能得到确定、甚至可以建立起以阶为单元的非海相侏罗纪地层系统。

例如广布于我国阿尔泰山—上海一线以西南的非海相双壳类 *Psilunio chaoi-Eolamprotula cremer-Cuniopsis sichuanensis* 在唐古拉山地区产于以海相沉积为主的雁石坪群 (文世宣, 1979) 雀木错组的非海相沉积夹层中。雀木错组已被海相化石肯定为中侏罗统巴柔阶 (Sha Jin-geng *et al.*, 1998, 2002)。这一珠蚌类化石组合在四川产于自流井组上部、新田沟组和沙溪庙组 (夏宗实等, 1982), 在新疆准噶尔盆地产于头屯河组 (张义杰等, 1999^①; 沙金庚、姜宝玉, 2004)。因此, 我国南方非海相自流井阶上部、新田沟阶和沙溪庙阶和北方头屯河阶的时代无疑为中侏罗世, 并其下限很可能为巴柔期。再如珠蚌化石 *Undulatula* 在唐古拉山地区见于雁石坪群 (文世宣, 1979), 在可可西里地区夹于中侏罗世巴通期至晚侏罗世基末利期海相沉积中 (沙金庚, 1995; Sha Jin-geng & Grant-Mackie, 1996), 因此, 我国南方含有 *Undulatula* 化石的非海相遂宁阶的时代很可能为晚侏罗世。

通过精确的非海相与海相侏罗系的对比研究, 我们也有可能找出可供大的生物沉积区、甚至全球非海相侏罗纪不同地层单元对比的生物化石标志, 甚至界线层型剖面 and 层型点位。

2 测年对比

国际海相侏罗系各阶 (底界) 测年依据是太平洋洋底扩张磁异常年龄模式 (可变速率)、阶的平均分配时间、地层旋回的持续时间、测年趋势的线性循环和 U-Pb 年龄 (Gradstein *et al.*, 2004; Ogg, 2004)。

这些测年方法不仅可以用于海相沉积也可用于非海相沉积的测年。

通过非海相与海相地层的对比研究, 化石对比和地层测年结果均显示义县组的下界、或热河群的下界限于下白垩统欧特里夫阶内 (见前)。

参 考 文 献

尹赞勋. 1980. 二十年来我国地层工作的进展. 地层学杂志, 4(3):

①张义杰, 齐雪峰, 程显胜等. 1999. 新疆准噶尔盆地及外围盆地侏罗纪地层研究. 克拉玛依: 新疆石油管理局勘探开发研究院报告. 1—226.

- 169—190.
- 文世宣. 1979. 侏罗纪双壳类. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所, 青海地质科学研究所主编. 西北地区古生物图册 青海分册(1). 北京: 地质出版社. 218—314.
- 文世宣. 1984. 可可西里分区. 见: 中国科学院青藏高原综合科学考察队主编. 西藏地层. 北京: 科学出版社. 288—294.
- 卢辉楠. 1995. 准噶尔盆地的侏罗系. 地层学杂志, **19** (3): 180—190.
- 全国地层委员会. 2001. 中国区域年代地层(地质年代)表(I, II). 地层学杂志, **25**(增刊): 359—360.
- 全国地层委员会. 2002. 中国区域年代地层(地质年代)表说明书. 北京: 地质出版社. 1—72.
- 朱日祥, 邵济安, 潘永信, 史瑞萍, 施光海, 李大明. 2002. 辽西白垩纪火山岩古地磁测定与陆内旋转运动. 科学通报, **47**(17): 1335—1340.
- 孙东立, 沙金庚, 何国雄, 杨群, 章炳高, 潘华璋. 2000. 海相侏罗系. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所主编. 中国地层研究二十年(1979—1999). 合肥: 中国科学技术大学出版社. 283—308.
- 陈丕基. 2000. 陆相白垩系. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所主编. 中国地层研究二十年(1979—1999). 合肥: 中国科学技术大学出版社. 329—346.
- 杨遵仪, 阴家润. 1988. 青海省西南部侏罗纪地层问题讨论. 现代地质, **2**(3): 278—292.
- 沙金庚. 1990. 黑龙江东部 *Aucellina* (双壳类) 的发现. 地层学杂志, **14** (3): 226—230.
- 沙金庚. 1991. 对黑龙江东部龙爪沟群和鸡西群时代的不同认识. 地质学报, **65** (4): 376—383.
- 沙金庚. 1992. 黑龙江东部的 *Buchia* 和 *Aucellina* 层. 地层学杂志, **16** (1): 41—48.
- 沙金庚主编. 1995. 青海可可西里地区的古生物. 北京: 科学出版社. 1—177.
- 沙金庚. 1999. 一个值得注意的修订——评“中国黑龙江省东部早白垩世双壳类”. 古生物学报, **38**(3): 403—406.
- 沙金庚. 2002. 黑龙江东部早白垩世生物地层学研究的主要进展. 地质前缘(中国地质大学, 北京), **9** (3): 95—101.
- 沙金庚, 姜宝玉. 2004. 新疆准噶尔盆地陆相下、中侏罗统各阶特征. 黑龙江科技学院学报, **14** (3): 137—139, 144.
- 何承全, 祝幼华. 2003. 黑龙江省东北部绥滨地区东荣组最上部的沟鞭藻组合兼论该地区侏罗—白垩系界线. 古生物学报, **42** (3): 328—345.
- 季强. 2002. 侏罗系. 见: 全国地层委员会主编. 中国区域年代地层(地质年代)表说明书. 北京: 地质出版社. 27—30.
- 夏宗实, 袁昌明, 李汝宁. 1982. 侏罗系. 见: 四川盆地陆相中生代地层古生物编写小组主编. 四川盆地陆相中生代地层古生物(上篇) 地层. 成都: 四川人民出版社. 57—150.
- 顾知微. 1982. 浅说我国非海相中生界研究的海相检验. 古生物学报, **21**(1): 19—27.
- 顾知微. 1995. 热河动物群地质时代的研究. 见: 王鸿祯主编. 中国地质科学发展的回顾. 武汉: 中国地质大学出版社. 93—99.
- 顾知微, 蔡华伟. 2000. 陆相侏罗系. 见: 中国科学院南京地质古生物研究所主编. 中国地层研究二十年(1979—1999). 合肥: 中国科学技术大学出版社. 309—314.
- 郭福祥. 1985. 云南的双壳类化石. 昆明: 云南科技出版社. 1—119.
- Gradstein F M, Ogg J G, Smith A G, Bleeker W, & Lourens L J. 2004. A new Geological Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes*, **27** (2): 83—100.
- Gu Zhi-wei, Li Zi-hun, & Yu Xi-an. 1997. Lower Cretaceous bivalves from the eastern Heilongjiang Province of China. Beijing: Science Press. 1—301.
- Gu Zhi-wei. 1998. Evolutionary trends in non-marine Cretaceous bivalves of northeast China. In: Johnston P A & Haggart J W eds. Bivalves: An eon of evolutionary-paleobiological studies Honoring Norman D. Newell. Calgary: University of Calgary Press. 267—276.
- Hallam A, Wignall P B, Yin Jia-run, & Riding J B. 2000. An investigation into possible facies changes across the Triassic-Jurassic boundary in southern Tibet. *Sedimentary Geology*, **137**: 101—106.
- Ogg J G. 2004. Status of divisions of the International Geologic Time Scale. *Lethaia*, **37** (2): 183—199.
- Sha Jin-geng. 1992. A different opinion on the geological age of the Longzhaogou and Jixi groups of eastern Heilongjiang, China. *Acta Geologica Sinica*, **5** (2): 209—218.
- Sha Jin-geng & Fürsich F T. 1993. Biostratigraphy of the Upper Jurassic—Lower Cretaceous bivalves *Buchia* and *Aucellina* of eastern Heilongjiang, northeast China. *Geological Magazine*, **130** (4): 533—542.
- Sha Jin-geng & Fürsich F T. 1994. Bivalve faunas of eastern Heilongjiang, northeastern China. I. The Late Jurassic and Early Cretaceous buchiid fauna. *Beringeria*, **12**: 3—93.
- Sha Jin-geng & Grant-Mackie J A. 1996. Late Permian to Miocene bivalve assemblages from Hohxil, Qinghai-Xizang Plateau, China. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, **26** (4): 429—455.
- Sha Jin-geng, Fürsich F T, Smith P L, & Wang Li-jun. 1998. *Palaeotaxodonta*, *Pteriomorphia*, and *Isofilibrachia* (Bivalvia) from the Jurassic of the main ridge of the Tanggula Mountains, Qinghai-Xizang Plateau, China. *Beringeria*, **21**: 3—55.
- Sha Jin-geng, Cai Hua-wei, He Cheng-quan, Gu Zhi-wei, Jiang Jian-hong, Yin De-shun, Zhao Xi-fen, Liu Zhi-xun, & Jiang Bao-yu. 2002. Studies on the Early Cretaceous Longzhaogou and Jixi Groups of eastern Heilongjiang, northeast China, and their bearing on the age of supposedly Jurassic strata in eastern Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*, **20** (2): 141—150.
- Sha Jin-geng, Matsukawa M, Cai Hua-wei, Jiang Bao-yu, Ito M, He Cheng-quan, & Gu Zhi-wei. 2003. The Upper Jurassic—Lower Cretaceous of eastern Heilongjiang, northeast China: Stratigraphy and regional basin history. *Cretaceous Research*, **24**: 715—728.
- Sha Jin-geng, Johnson A L A, & Fürsich F T. 2004. From deep-sea to high mountains ranges: palaeogeographic and biotic changes in Hohxil, the source area of the Yangtze River (Tibet Plateau) since the Late Palaeozoic. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, **233** (2): 169—195.
- Swisher III C C, Wang Yuan-qing, Wang Xiao-lin, Xu Xing, &

- Wang Yuan. 1999. Cretaceous age for the feathered dinosaurs of Liaoning, China *Nature*, **400**: 58—61.
- Yang Wei, Li Shu-guang, & Jiang Bao-yu. 2005. Timing of the Yixian Formation in western Liaoning, China by zircon U-Pb SHRIMP dating: New evidence for Cretaceous age of the feathered dinosaurs of Liaoning. *Cretaceous Research* (Special Issue) (in press).
- Yin Jia-run & Enay R. 2000. The Earliest Jurassic psiloceratids in the Eastern Tethyan Himalaya, south Tibet. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris, Sciences de la Terre et des Planets/Earth and Planetary Sciences*, **331**: 601—608.
- Zhu Ri-xiang, Shao Ji-an, Pan Yong-xin, Shi Rui-ping, Shai Guang-hai, & Li Da-ming. 2002. Paleomagnetic data from Early Cretaceous volcanic rocks of west Liaoning: Evidence for intracontinental rotation. *Chinese Science Bulletin*, **47**(21): 1832—1837.
- Zhu Ri-xiang, Lo Ching-hua, Shi Rui-ping, Shi Guang-hai, Pan Yong-xin, & Shao Ji-an. 2004. Palaeointensities determined from the middle Cretaceous basalt in Liaoning Province, north-eastern China. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **142**: 49—59.

CURRENT SITUATION OF THE JURASSIC CHRONOSTRATIGRAPHIC STUDIES IN CHINA

SHA Jin-geng

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, the Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008)

Abstract The Jurassic chronostratigraphic system set up on the basis of ammonites' zonations in "International Stratigraphic Chart" has been globally applied in subdividing and correlating the marine Jurassic, but it is very difficult to be directly applied in the nonmarine Jurassic.

Most of the Jurassic in China are nonmarine and the marine Jurassic is only limited in the Qinghai-Xizang Plateau, southwestern Xinjiang, western Yunnan, Hongkong, central Guangdong, southern Yunnan, western Fujian, eastern Heilongjiang and probably in Taiwan. In the nonmarine Jurassic deposits, not only the nonmarine fossils are rich and colourful, but also the marine Jurassic rocks (e.g. the Middle and Upper Jurassic of Tanggula and Hohxil of northern Qinghai-Xizang Plateau) occasionally contain nonmarine unionids, nonmarine Jurassic deposits (e.g. the Lower Jurassic strata of Junggar Basin) sometimes yield marine or blackish bivalves of *Waagenoperna*, and even sometimes, the marine and nonmarine Jurassic fossil-bearing beds are alternated (e.g. the Jurassic in western Yunnan).

In recent five years, Chinese geologists not only have done a good correlation of Tethyan and Boreal Jurassic with international Jurassic chronostratigraphic system and found a complete succession across the Triassic-Jurassic boundary in southern Tibet, but also established nonmarine Jurassic stages. In descend order, the Xiangxian Stage, Ziliujingian Stage, Xintiangouan Stage, Shaximiaoan Stage, Suiningian Stage and Penglaizhenian Stage represent the nonmarine Jurassic System of southern China; and the Badaowanian Stage, Sangonghean Stage, Xishanyaoan Stage, Toutunhean Stage, Tuchengzian Stage, uncertain Stage and Dabeigouan Stage represent the nonmarine Jurassic System of northern China. However, the age of each stage and the boundary between the stages are remained to be decided or testified by the marine fossils and isotopic and/or magmatic dating. Furthermore, the traditional Jurassic Jehol Group of Western Liaoning, northeastern China has been proved to be the middle and late Early Cretaceous Hauterivian to early Albian by the nonmarine and marine correlation and isotopic dating as well.

Key word China, marine strata, nonmarine strata, Jurassic, chronostratigraphy, International Stratigraphic Chart