

# 东天山库姆塔格沙垄地区企鹅山群的解体 及岩石地层单位厘定

李永军<sup>1,2</sup>, 杜志刚<sup>3</sup>, 胡克亮<sup>3</sup>, 李新光<sup>3</sup>, 刘 静<sup>1</sup>, 张洪瑞<sup>1</sup>

1. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西西安 710054

2. 长安大学西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 陕西西安 710054

3. 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第九地质大队, 新疆乌鲁木齐 830000

**摘要:** 东天山企鹅山群的组级岩石地层单位厘定争议已久。1:5万区域地质矿产调查,于库姆塔格沙垄地区企鹅山群中的两套碳酸盐岩中,分别发现了牙形刺 *Streptognathodus suberectus*, *Idiognathoides sinuata* 和珊瑚 *Pelalaxis intermedia*, *Lithostrotionella rarivesicula*, *Fomichevella kiaeri*, 确认其时代分属晚石炭世罗苏阶—达拉阶和达拉阶—小独山阶,分别重新厘定为底坎尔组和脐山组。由该两组沉积地层隔离的两套火山岩,空间上分布相对固定,岩石组合特征明显,野外极易识别和区别,大区易于对比,且分属早石炭世和晚石炭世。库姆塔格沙垄地区企鹅山群可进一步解体并由老到新厘定为小热泉子组、底坎尔组、企鹅山组和脐山组等4个组级岩石地层单位。

**关键词:** 化石新发现; 石炭系; 企鹅山群解体; 岩石地层单位厘定; 库姆塔格沙垄地区; 东天山。

中图分类号: P534

文章编号: 1000-2383(2008)04-0458-07

收稿日期: 2007-01-24

## On Disintegration of Qi'eshan Group and Its Definition of Lithostratigraphic Units from Kumutag Sand-Ridge Area in the Eastern Tianshan

LI Yong-jun<sup>1,2</sup>, DU Zhi-gang<sup>3</sup>, HU Ke-liang<sup>3</sup>, LI Xin-guang<sup>3</sup>, LIU Jing<sup>1</sup>, ZHANG Hong-rui<sup>1</sup>

1. Earth Science & Resources College, Chang'an University, Xi'an 710054, China

2. Key Laboratory of Western China's Mineral Resources and Geological Engineering, Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710054, China

3. No. 9 Geological Party, BGMERD of Xinjiang, Urumqi 830000, China

**Abstract:** The debate of the definition of lithostratigraphic units in formation scale in eastern Tianshan was presented long before. During 1:50 000 regional geology and mineral survey, some conodonts fossils such as *Streptognathodus suberectus*, *Idiognathoides sinuate* etc. and coral fossils such as *Pelalaxis intermedia*, *Lithostrotionella rarivesicula*, *Fomichevella kiaeri* were discovered in the two limestones of the Qi'eshan Group from Kumutag sand-ridge. The age of conodont fossils within the stratum was determined as the Upper Carboniferous Luosu Stage-Dalaan Stage, and the age of coral fossils within the stratum was confirmed as the Dalaan Stage-Xiaodushan Stage. Therefore, they belong to Dikan'er Formation and Qishan Formation. The two volcanic rocks separated by two sedimentary rocks have some characteristics such as regular distribution in space, diagnostic rock association, distinguishable in field geology and comparable in study area. And their ages are Early Carboniferous and Late Carboniferous respectively. Therefore, the Qi'eshan Group can be further divided into four lithostratigraphic units according to formation scale from early to late, which are Xiaorequanzi Formation, Dikan'er Formation, Qi'eshan Formation and Qishan Formation.

**Key words:** discovery of fossil; Carboniferous; disintegration of Qi'eshan Group; definition of lithostratigraphic units; Kumutag sand-ridge area; eastern Tianshan.

# 0 引言

企鹅山群是指分布于东天山觉罗塔格地区康古尔塔格断裂和大草滩断裂之间的一套火山—沉积岩系(李向民等,2004,2006;侯广顺等,2005),由新疆地质矿产局第一地质大队(1995,内部报告)在本研究区西邻的 K-46-66-D 等 8 幅 1:5 万区域地质调查联测时创名,将东西向分布于上述两大断裂之间的石炭系划分为上部的土屋组和下部的企鹅山群(狭义).企鹅山群主体岩性为中基性火山岩—碎屑岩—碳酸盐岩组合.该群东西向延长约 120 km,南北向宽 10 余 km,地质时代为  $C_1-C_2$ ,并根据岩石组合特征将其分为 3 个组:下部(第一岩性组)以碎屑岩、碳酸盐岩为主;上部(第三岩性组)为沉积岩和喷发沉积岩;中部(第二岩性组)为一套中基性火山岩系,含少量酸性火山岩,各组之间呈断层接触.企鹅山群与上覆和下伏层位均呈断层接触,地质时代为  $C_1-C_2$ .其后,企鹅山群一名得到了广泛使用,李向民等(2004,2006)、侯广顺等(2005)将本区的全部石炭系(即企鹅山群+土屋组)统称为企鹅山群(广义),时代定为  $C_1-C_2$ (图 1).现在看来,这一划分方案存在较多问题.

区内岩石地层单位划分及时代归属多有分歧.尤其是在未充分认识到康古尔塔格深大断裂的重要性之前,将该深大断裂内及两侧的各地层小区的地层名称混用(图 1),如将雅满苏地层小区的雅满苏组,康古尔塔格地层小区的梧桐窝子(岩)组和干墩(岩)组用于哈尔里克地层小区,将哈尔里克地层小区的脐山组与梧桐窝子(岩)组误视为“相变”等(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1993,1999;杨兴科等,1997,1998,1999;王福同等,2001;李锦轶,2004;李锦轶等,2006;王京彬等,2006).由此也出现了将本区地层错归南疆地层大区塔里木地层区的错误.久存的这些争议,原因之一是前人主要工作区位于图 2 中清晰显示的“企鹅山群”出露相对较窄的沙垄以西地区,地层裸露不全或分布有限;另一原因是该区地层裸露极差,化石难觅,研究程度较低,缺乏有力的地质时代依据(黄文辉等,2006;姜振学等,2006;李江海等,2006;张宏飞等,2007).

2003—2005 年,笔者参加了在区内该套地层出露最宽的“哈密库姆塔格沙垄北 1:5 万区域地质矿产调查”,通过详细的剖面实测和地质填图工作,于两套灰岩中均发现了具有确切时代的牙形刺和珊瑚

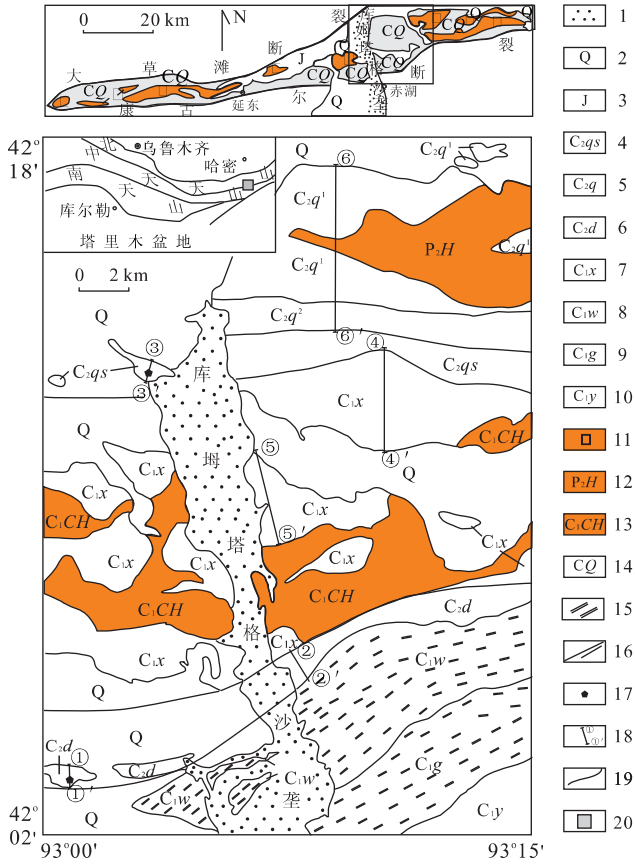


图 1 东天山库姆塔格沙垄地区地质简图(据 1:5 万库姆塔格沙垄幅改编)

Fig. 1 Geological sketch map of the Kumutag sand-ridge region in the eastern Tianshan

1. 现代沙垄;2. 第四系戈壁;3. 侏罗系;4. 脐山组;5. 企鹅山组;6. 底坎尔组;7. 小热泉子组;8. 梧桐窝子岩组;9. 干墩岩组;10. 雅满苏组;11. 闪长岩;12. 哈尔里克岩体;13. 赤湖岩体;14. 石炭系企鹅山群;15. 糜棱岩;16. 康古尔塔格深大断裂带;17. 化石点;18. 剖面位置及编号;19. 地质界线;20. 研究区

等重要化石,填补了本区地层的化石空白,为重新厘定本区的岩石地层单位,提供了有力的佐证.

## 1 岩石组合特征

研究区平行于地层走向的区域性断裂构造极为发育,这些断裂将石炭系分割成空间上分布相对固定,岩石组合特征明显,野外极易识别和区别,大区易于对比的 4 套岩石组合,自北而南依次是火山岩→碳酸盐岩夹碎屑岩→火山岩→碳酸盐岩夹碎屑岩(图 2,表 1).这些地层由 6 条主干剖面实测控制(图 1 中的①-①'~⑥-⑥'剖面),限于篇幅,本文只附各剖面图(图 3,图 4),不再逐一列举各剖面的各层岩

新疆地质矿产局 (1993)		新疆一大队 (1995)		杨兴科等 (1997)		新疆矿产局 (1999)			李向民等(2004) 侯广顺等(2005)		王京彬等 (2006)		本文	
C <sub>2</sub>	底坎尔群	C <sub>2</sub>	土屋组	C <sub>2</sub>	底坎尔组	C <sub>2</sub>	底坎尔组	梧桐窝子组	C <sub>2</sub>	企	C <sub>2</sub>	底坎尔组	C <sub>2</sub>	脐山组
			企鹅山群											小热泉子组
C <sub>1</sub>	白鱼山组	C <sub>1</sub>	企鹅山群	C <sub>1</sub>	恰特卡尔塔格群	C <sub>1</sub>	雅满苏组	小热泉子组	C <sub>1</sub>	鹅	C <sub>1</sub>	小热泉子组	C <sub>1</sub>	底坎尔组
	雅满苏组				小热泉子组		干墩组							企鹅山群

图 2 东天山哈尔里克地层小区石炭系划分与对比

Fig. 2 The division and comparison of Carboniferous in Harike minor strata area in eastern Tianshan

表 1 东天山哈尔里克地层小区石炭系岩石地层单位特征对比

Table 1 The characteristics and comparison of Carboniferous in Harike minor strata area in eastern Tianshan

地层单位	岩石组合	时代依据	层型剖面特征
脐山组	灰岩、生物灰岩、生物碎屑灰岩夹少量石英砂岩	新发现珊瑚: <i>Lithostrotionella rarivesicula</i> , <i>L. ivahovi</i> , <i>Pelalaxis cf. languida</i> , <i>P. intermedia</i> , <i>Fomichevella cf. elegans</i> , <i>F. kiaeri</i> 等	灰色—深灰色薄层泥砂岩、钙质砂岩、钙质长石岩屑砂岩、泥质粉砂岩、灰岩、泥质灰岩为主。含晚石炭世植物化石
企鹅山组	上部为钠长斑岩、安山岩、玄武岩与凝灰岩、角砾凝灰岩互层，上部为火山角砾岩、角砾凝灰岩夹安山岩、玄武岩、英安岩	英安岩中锆石 U-Pb(TIMS 方法)年龄为 304.5 ± 2.0 Ma 和 319.9 ± 1.6 Ma(李向民等, 2004)	暂无公认的层型剖面。应相当于李向民等(2004)、侯广顺等(2005)所称“企鹅山群”第二岩性组的上部层位
底坎尔组	沙垄西侧主要为生物灰岩、生物碎屑砾屑灰岩、粉砂质泥质灰岩和石英细砂岩。沙垄东侧见杂砂岩和砾岩	新发现牙形刺: <i>Streptognathodus suberectus</i> , <i>S. meekerensis</i> , <i>S. exepansus</i> , <i>Idiognathodus delicayus</i> , <i>Idiognathoides sinuata</i> 等	黄绿—深灰、灰绿色调为主的火山细碎屑岩—正常沉积的碎屑岩及富含□类的生物灰岩，常见 <i>Eostaffella</i> , <i>Profusulinella</i> 及 <i>Fusulina</i> , <i>Fusulinella</i>
小热泉子组	安山岩、玄武岩及凝灰岩夹细碧岩—石英角斑岩、流纹岩以及屑晶屑凝灰岩、火山角砾岩、凝灰岩	侵入于该套地层的赤湖岩体锆石 U-Pb 年龄为 329.44 Ma*。安山岩中锆石 U-Pb (SHRIMP) 谱和年龄值 336.5 ± 6.6 Ma。玄武岩的透辉石、斜长石和全岩 Sm-Nd 等时线年龄值 334 ± 36 Ma	紫红色—灰绿色细碧岩、角斑岩、玄武岩、石英角斑岩、安山岩及同质火山碎屑岩、凝灰岩夹少量硅质岩和灰岩灰岩透镜中含早石炭世珊瑚

注: \* 新疆地矿局第一地质大队, 1995, K-46-66-D 等 8 幅 1:5 万区域地质调查联测报告。

性及其特征。

1.1 碳酸盐岩夹碎屑岩

碳酸盐岩夹碎屑岩多呈孤立露头，分布于小热泉子组火山岩两侧，区域上与火山岩为断层接触。

底坎尔组北与小热泉子组火山岩，南与无序地层梧桐窝子岩组均为断层接触。沙垄西侧主要为灰岩、生物碎屑灰岩夹少量粉砂岩(①-①'剖面)，沙垄东侧主要为灰岩、生物碎屑灰岩、粉砂岩、杂砂岩和砾岩，自下而上构成 3 个砾岩—砂岩—灰岩沉积组合(②-②'剖面)。所有灰岩层中均有大量海百合茎产出，于①-①'剖面第 1 层发现有腕足: *Obolus* sp.; 第 2 层产牙形刺化石(样品编号 YX-03): *Streptognathodus suberectus*, *S. meekerensis*, *S. exepansus*,

*Streptognathodu* sp.; 第 8 层产有牙形刺化石(样品编号 YX-10); *Idiognathodus delicayus*, *Idiognathoides, sinuata*, *I. sp.* 等。

脐山组被 2 条断层夹持于两套火山岩中(③-③'剖面)，含化石地层以灰岩为主，夹少量石英砂岩，于剖面第 2 层产珊瑚 *Pelalaxis intermedia*, *Lithostrotionella rarivesicula*, *Pelalaxis cf. languid*, *Fomichevella cf. elegans*, *Fomichevella kiaeri* 及腕足类碎片；第 5 层产珊瑚 *Pelalaxis intermedia*, *Lithostrotionella rarivesicula*, *Lithostrotionella ivahovi*, *Fomichevella kiaeri*, *Pelalaxis cf. languida*；第 11 层产珊瑚 *Pelalaxis intermedia*, *Lithostrotionella rarivesicul* 等。

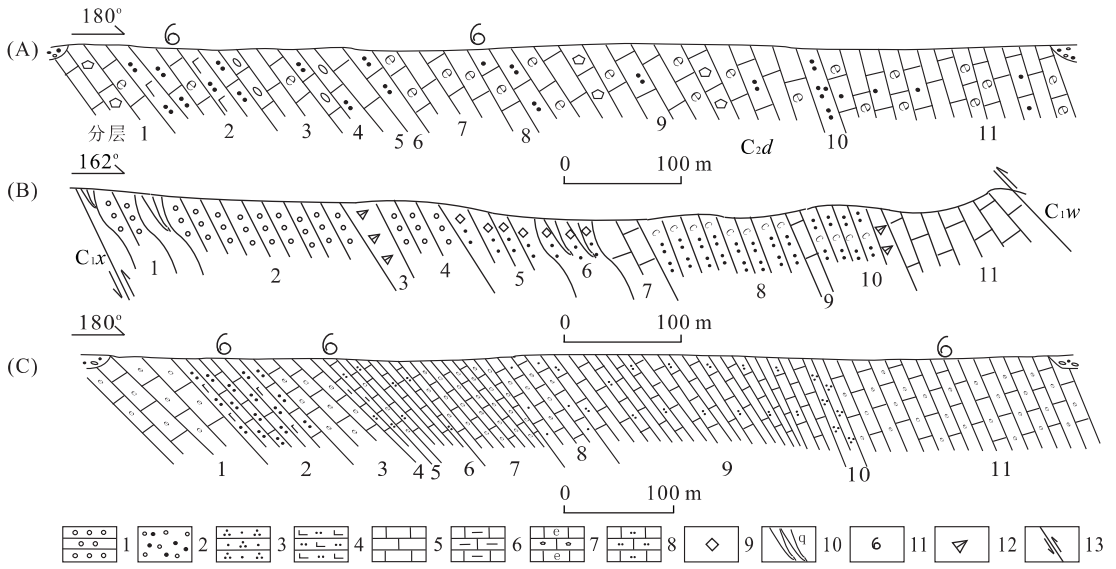


图 3 库姆塔格沙垄地区碳酸盐岩夹碎屑岩剖面图(A:①-①'剖面,B:②-②'剖面,C:③-③'剖面)

Fig. 3 Sections of the interbed of detrital rock within carbonate rocks in the Kumutag sand-ridge region

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 石英砂岩; 4. 钙质粉砂岩; 5. 灰岩; 6. 泥质灰岩; 7. 生物碎屑灰岩; 8. 粉砂质灰岩; 9. 碳酸盐化; 10. 石英脉; 11. 化石点; 12. 碎裂石英岩; 13. 断层

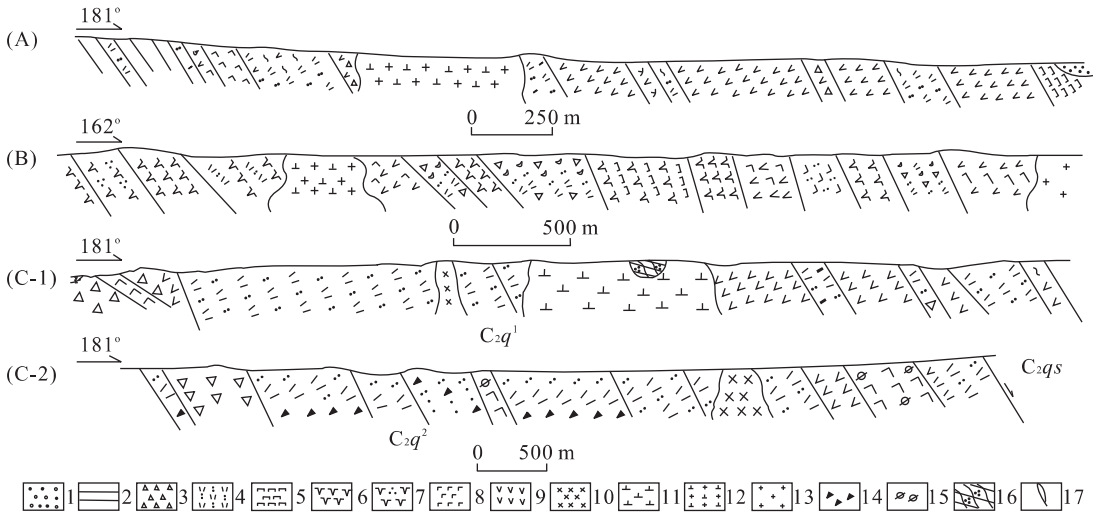


图 4 库姆塔格沙垄地区火山岩剖面图(A:④-④'剖面,B:⑤-⑤'剖面,C-1和C-2:⑥-⑥'剖面)

Fig. 4 Sections of the volcanic rocks of the Kumutag sand-ridge region

1. 第四系; 2. 硅质岩; 3. 火山角砾岩; 4. 凝灰岩; 5. 细碧岩; 6. 角斑岩; 7. 石英角斑岩; 8. 玄武岩; 9. 安山岩; 10. 辉长岩; 11. 闪长岩; 12. 花岗岩闪长岩; 13. 斜长花岗斑岩; 14. 岩屑; 15. 蚀变; 16. 角岩; 17. 石英脉

### 1.2 火山岩类

小热泉子组在研究区多被赤湖岩体吞蚀而呈残块状分布, 为一套海相中性、酸性喷发岩相的紫红色—灰绿色细碧岩、角斑岩、玄武岩、石英角斑岩、安山岩及同质火山碎屑岩、凝灰岩、硅质岩(图 4A, 4B)。

企鹅山组分布于研究区最北部, 南与脐山组为

断层接触, 东部被哈尔里克岩体吞蚀(图 1 中⑥-⑥'), 本组以钙碱性中酸性火山熔岩—火山碎屑岩为主, 下段( $C_2q^1$ )为玄武岩、安山岩、英安岩, 与同质凝灰岩、角砾凝灰岩互层, 火山碎屑岩与火山熔岩交替出现, 韵律较好(图 4C-1); 上段( $C_2q^2$ )以火山角砾岩、角砾凝灰岩为主夹安山岩、玄武岩、英安岩(图 4C-2)。与小热泉子组的主要区别是本组未见细碧

岩、石英角斑岩、硅质岩。

## 2 岩石地层单位厘定

综合上述剖面资料,研究区广义的企鹅山群可以解体和厘定为岩石组合特征明显,野外极易识别和区别,区内容易对比的 4 个组级岩石地层单位(表 1)。

### 2.1 脐山组厘定

脐山组由丁涛泉等(1988)创名(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1999),命名剖面位于康古尔塔格脐山东北 28 km,层型剖面主要特征见表 1。过去认为本组仅分布于研究区之北西的哈密盆地南缘、觉罗塔格北坡一带,向东至本沙垄一带延伸情况不明。此次调查证实,沙垄地区的脐山组总体岩性与层型剖面一带基本一致,在沉积环境上略有变化,本区较之层型剖面区的边缘海盆海陆交互相海水更深,已达浅海陆盆相,因而有珊瑚礁化石产出。调查还证实,K-46-66-D 等 8 幅中所建“土屋组”,实际上与前述企鹅山群第三岩性组是构造重复,与本文厘定的脐山组可对比,按照命名优先原则,应归脐山组。脐山组新发现珊瑚以 *Pelalaxis-Fomichevella-Lithostrotionella* 为特征(冯京等,2007;李永军等,2007),其层位相当于上石炭统达拉阶顶部或更新。其中少数种可上延至上石炭统小独山阶(逍遥阶)一下二叠统紫松阶(金玉玕等,2000;王向东和金玉玕,2000,2005;王志浩等,2004)。

### 2.2 底坎尔组厘定

底坎尔组为新疆地质局第二区测大队(1959)创建(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1999)。总体上为一套黄绿—深灰、灰绿色调为主的火山细碎屑岩—正常沉积的碎屑岩及富含□类的生物灰岩。该组在区域上变化较大,但在已确认的各剖面中几乎均有□化石发现。由于其中所含□中常见 *Eostafella*, *Profusulinella*, *Fusulina* 及 *Fusulinella* 等,故时代相当于罗苏阶—达拉阶。对比看出,原企鹅山群的下部碎屑岩—碳酸盐岩组合与本文所厘定的底坎尔组相当,改厘定为底坎尔组。

底坎尔组新发现牙形刺 *Streptognathodus suberectus*, *S. meekerensis*, *S. exepansus*, *Idiognathodus delicayus*, *sinuata* 等(冯京等,2007;李永军等,2007)。 *Idiognathoides* 多见于晚石炭世滑石板阶,而 *Streptognathodus* 则见于晚石炭世达拉阶—小

独山阶(金玉玕等,2000;王向东和金玉玕,2000,2005;王志浩等,2004)。结合区域对比,该组时代大致为晚石炭世滑石板阶—达拉阶。

对比看出,脐山组层位明显高于底坎尔组,故前者归上石炭统上部,而后者归上石炭统下部。

### 2.3 小热泉子组厘定

小热泉子组由新疆地质局区测大队七分队张仲修等(1965)在 1:20 万底坎儿幅区调时创名,新疆岩石地层清理等沿用(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1999)。该组为一套海相中性、酸性喷发岩相的紫红色—灰绿色细碧岩、角斑岩、安山岩、石英角斑岩、玄武岩及同质火山碎屑岩、凝灰岩夹少量硅质岩和灰岩透镜体(其间有早石炭世珊瑚)。显然,本区底坎尔组之南的火山岩建造与层型剖面的小热泉子组总体可比性好,其最大特征均含有细碧—角斑岩建造。小热泉子组应归早石炭世的主要依据有三:一是灰岩透镜体有早石炭世珊瑚;二是侵入该地层中的闪长岩为早石炭世,其年代不新于 329 Ma;三是本套地层向西,侯广顺等(2005)获得企鹅山群安山岩中锆石 U-Pb(SHRIMP 方法)谐和年龄值  $336.5 \pm 6.6$  Ma,玄武岩的透辉石、斜长石和全岩 Sm-Nd 内部等时线年龄值  $334 \pm 36$  Ma。已有众多的资料证实,原“企鹅山群”第二岩性组的下部层位主要为一套与大洋板块活动有关的洋岛型细碧岩—石英角斑岩建造(杨兴科等,1999;高洪林等,2001;李锦轶,2004;李向民等,2004;侯广顺等,2005;李锦轶等,2006;王京彬等,2006),无疑应归小热泉子组。

### 2.4 企鹅山组厘定

本文重新厘定的企鹅山组,仅相当于前述“企鹅山群(狭义)”第二岩性组的上部层位。采用“企鹅山组”除了与“企鹅山群”以示区别外,更重要的是体现了《国际地层指南》和《中国地层指南》中,区域岩石地层单位应当以“组”整分地层柱这一基本思想。企鹅山组与区内另一套火山岩小热泉子组的最大区别是,本组以钙碱性中酸性火山熔岩—火山碎屑岩为主,其岩石地球化学显示主体为岛弧火山岩建造(杨兴科等 1999;李向民等,2004;侯广顺等,2005),尤其是不见与洋岛有关的细碧岩—石英角斑岩建造。同时,李向民等(2004)在该套酸性火山岩中获得锆石 U-Pb(TIMES 方法)年龄为  $304.5 \pm 2.0$  Ma 和  $319.9 \pm 1.6$  Ma,时代为晚石炭世。

### 3 结论

原“企鹅山群”第一岩性组中新发现的牙形刺时代为晚石炭世罗苏阶—达拉阶,重新厘定为底坎尔组。原“企鹅山群”上部(包括“土屋组”)的碳酸盐岩夹碎屑岩中新发现的珊瑚化石佐证其时代为晚石炭世达拉阶—小独山阶,重新厘定为脐山组。这些重要化石的发现,使上述地层有了确切的时代依据,结束了前人对这两套地层谁老谁新的多年争论以及在岩石地层单位的建立和区域对比上的众多分歧。

区内被底坎尔组和脐山组两套沉积地层所隔离的两套火山岩,空间上有相对固定的分布,岩石组合特征明显,野外极易识别和区别,区内易于对比,且有可信的同位素年龄佐证分属早石炭世和晚石炭世。至此,区内的“企鹅山群”解体并从老到新依次重新厘定为小热泉子组、底坎儿组、企鹅山组和脐山组4个组级岩石地层单位。这一划分方案,恢复了本区地层划分的本来面目,提高了地层的划分与对比精度,在区域地质填图和构造等研究中具有重要价值。

### References

Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Uygur Autonomous Region, 1993. Regional geology of Xinjiang Uygur Autonomous Region. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).

Cai, T. C., ed., 1999. Multiple classification and correlation of the stratigraphy of China (65): Stratigraphy (lithostratic) of Xinjiang Uygur Autonomous Region. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese).

Feng, J., Li, Y. J., Wang, X. G., et al., 2007. Redefinition of Carboniferous lithostratigraphic units in the Kumutag sandridge area, East Tianshan, based on new fossils evidence. *Geology in China*, 34(5): 942—949 (in Chinese with English abstract).

Gao, H. L., Mu, Z. G., Jin, X. D., et al., 2001. PEGs abundance patterns and its implications of Carboniferous volcanic zone to south and north of Turpan-Hami basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 37(3): 385—393 (in Chinese with English abstract).

Hou, G. S., Tang, H. F., Liu, C. Q., et al., 2005. Geochronological and geochemical study on the wallrock of Tuwu-Yandong porphyry copper deposits, eastern Tianshan Mountains. *Acta Petrologica Sinica*, 21(6): 1729—1736 (in Chinese with English abstract).

Huang, W. H., Yang, M., Yu, B. S., et al., 2006. Strontium isotope composition and its characteristics analysis of Cambrian-Ordovician carbonate in Tazhong district, Tarim basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(6): 839—845 (in Chinese with English abstract).

Jin, Y. G., Fan, Y. N., Wang, X. D., et al., 2000. Stratigraphical lexicon of China—Carboniferous. Geological Publishing House, Beijing, 7—13 (in Chinese).

Jiang, Z. X., Wang, X. D., Pang, X. Q., et al., 2006. Paleohydrocarbon water contact restoration of typical Silurian oil and gas reservoirs in the northern Tarim basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(2): 201—208 (in Chinese with English abstract).

Li, J. H., Niu, X. L., Cheng, S. H., et al., 2006. The Early Precambrian tectonic evolution of continental craton: A case study from North China. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(3): 285—293 (in Chinese with English abstract).

Li, J. Y., 2004. Late Neoproterozoic and Paleozoic tectonic framework and evolution of eastern Xinjiang, NW China. *Geological Review*, 50(3): 304—322 (in Chinese with English abstract).

Li, J. Y., Wang, K. Z., Li, Y. P., et al., 2006. Geomorphological features, crustal composition and geological evolution of the Tianshan Mountains. *Geological Bulletin of China*, 25(8): 895—909 (in Chinese with English abstract).

Li, X. M., Xia, L. Q., Xia, Z. C., et al., 2004. Zircon U-Pb geochronology of volcanic rocks of the Qi'eshan Group in the East Tianshan Mountains. *Geological Bulletin of China*, 23(12): 1215—1220 (in Chinese with English abstract).

Li, X. M., Xia, L. Q., Xia, Z. C., et al., 2006. Petrogenesis of the Carboniferous Qi'eshan Group volcanic rocks in the East Tianshan. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 36(3): 336—341, 390 (in Chinese with English abstract).

Li, Y. J., Liu, X. Y., Wang, X. G., et al., 2007. The discovery of conodonts fossils in Carboniferous of Kumutag area in the eastern Tianshan and its significance. *Xinjiang Geology*, 25(2): 127—131 (in Chinese with English abstract).

Wang, F. T., Feng, J., Hu, J. W., et al., 2001. Characteristics of large Tuwu porphyry copper deposit and implication of discovering in Xinjiang. *Geology in China*, 28



(1):36—39,29 (in Chinese).

Wang, J. B., Wang, Y. W., He, Z. J., 2006. Ore deposits as a guide to the tectonic evolution in the East Tianshan Mountains, NW China. *Geology in China*, 33(3): 461—469 (in Chinese with English abstract).

Wang, X. D., Jin, Y. G., 2000. An outline of Carboniferous chronostratigraphy. *Journal of Stratigraphy*, 24(2): 90—98 (in Chinese with English abstract).

Wang, X. D., Jin, Y. G., 2005. Achievements in the establishment of the Carboniferous GSSPs. *Journal of Stratigraphy*, 29(2): 147—153 (in Chinese with English abstract).

Wang, Z. H., Zhang, L. X., Qi, Y. P., 2004. Conodonts from the type section of the Carboniferous Dalaan Stage in China. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 21(3): 283—291 (in Chinese with English abstract).

Yang, X. K., Ji, J. S., Chen, Q., et al., 1999. Features and significance of regional ductile shear zone, eastern Tianshan. *Xinjiang Geology*, 17(1): 55—64 (in Chinese with English abstract).

Yang, X. K., Ji, J. S., Luo, G. C., et al., 1997. Tectonic and metallogenic law in Kangguertag gold ore belt, eastern Tianshan. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 12(2): 57—66 (in Chinese with English abstract).

Yang, X. K., Ji, J. S., Zhang, L. C., et al., 1998. Basic features and gold prognosis of the regional ductile shear zone in eastern Tianshan. *Geotectonica et Metallogenia*, 22(3): 209—218 (in Chinese with English abstract).

Zhang, H. F., Xu, W. C., Guo, J. Q., et al., 2007. Indosinian orogenesis of the Gangdise terrane: Evidences from zircon U-Pb dating and petrogenesis of granitoids. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 32(2): 155—166 (in Chinese with English abstract).

## 附中文参考文献

蔡士赐, 1999. 全国地层多重划分对比研究(65). 新疆维吾尔自治区岩石地层. 武汉: 中国地质大学出版社.

冯京, 李永军, 王晓刚, 等, 2007. 东天山库姆塔格沙漠地区石炭纪化石新资料及地层厘定. *中国地质*, 34(5): 942—949.

高洪林, 穆治国, 靳新娣, 等, 2001. 新疆吐哈盆地南北缘石炭纪火山岩铂族元素配分及其指示意义. *北京大学学报(自然科学版)*, 37(3): 385—393.

侯广顺, 唐红峰, 刘丛强, 等, 2005. 东天山土屋—延东斑岩铜矿围岩的同位素年代和地球化学研究. *岩石学报*, 21

(6): 1729—1736.

黄文辉, 杨敏, 于炳松, 等, 2006. 塔中地区寒武系—奥陶系碳酸盐岩 Sr 元素和 Sr 同位素特征. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(6): 839—845.

金玉环, 范影年, 王向东, 等, 2000. 中国地层典—石炭系. 北京: 地质出版社, 7—13.

姜振学, 王显东, 庞雄奇, 等, 2006. 塔北地区志留系典型油气藏古油水界面恢复. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(2): 201—208.

李江海, 牛向龙, 程素华, 等, 2006. 大陆克拉通早期构造演化历史探讨: 以华北为例. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(3): 285—293.

李锦铭, 2004. 新疆东部新元古代晚期和古生代构造格局及其演变. *地质论评*, 50(3): 304—322.

李锦铭, 王克卓, 李亚萍, 等, 2006. 天山山脉地貌特征、地壳组成与地质演化. *地质通报*, 25(8): 895—909.

李向民, 夏林圻, 夏祖春, 等, 2004. 东天山企鹅山群火山岩锆石 U-Pb 年代学. *地质通报*, 23(12): 1215—1220.

李向民, 夏林圻, 夏祖春, 等, 2006. 东天山石炭纪企鹅山群火山岩岩石成因. *吉林大学学报(地球科学版)*, 36(3): 336—341, 390.

李永军, 刘晓宇, 王晓刚, 等, 2007. 东天山库姆塔格石炭纪牙形石的发现及地质意义. *新疆地质*, 25(2): 127—131.

王福同, 冯京, 胡建卫, 等, 2001. 新疆土屋大型斑岩铜矿床特征及发现意义. *中国地质*, 28(1): 36—39, 29.

王京彬, 王玉往, 何志军, 2006. 东天山大地构造演化的成矿示踪. *中国地质*, 33(3): 461—469.

王向东, 金玉环, 2000. 石炭纪年代地层学研究概况. *地层学杂志*, 24(2): 90—98.

王向东, 金玉环, 2005. 石炭系全球界线层型研究进展. *地层学杂志*, 29(2): 147—153.

王志浩, 张遴信, 祁玉平, 2004. 我国石炭系达拉阶标准剖面的牙形刺. *微体古生物学报*, 21(3): 283—291.

新疆维吾尔自治区地质矿产局, 1993. 新疆区域地质志. 北京: 地质出版社.

杨兴科, 姬金生, 陈强, 等, 1999. 东天山区域韧性剪切带特征. *新疆地质*, 17(1): 55—64.

杨兴科, 姬金生, 罗桂昌, 等, 1997. 东天山康古尔塔格金矿带构造与成矿规律. *地质找矿论丛*, 12(2): 57—66.

杨兴科, 姬金生, 张连昌, 等, 1998. 东天山大型韧性剪切带基本特征与金矿预测. *大地构造与成矿学*, 22(3): 209—218.

张宏飞, 徐旺春, 郭建秋, 等, 2007. 冈底斯印支期造山事件: 花岗岩类锆石 U-Pb 年代学和岩石成因证据. *地球科学——中国地质大学学报*, 32(2): 155—166.