

# 新疆西准噶尔白碱滩一带成吉思汗山组的 建立及地质意义

向坤鹏<sup>1</sup>, 李永军<sup>1</sup>, 徐磊<sup>1</sup>, 张宏伟<sup>2</sup>, 佟丽莉<sup>1</sup>

(1. 长安大学地球科学与资源学院, 西部矿产资源与地质工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710054;  
2. 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第七地质大队, 新疆 乌苏 833000)

**摘 要:** 新疆西准噶尔白碱滩一带出露一套正常层序的火山-沉积地层。在 1:50 000 区域地质填图的基础上, 通过实测 1:5 000 地质剖面, 查明该套地层下部岩性为含砾砂岩、砂岩、凝灰质砂岩、粉砂岩和凝灰质粉砂岩; 上部为玄武岩和硅质岩互层, 局部见薄层砂岩, 出露厚度大于 570 m, 剥蚀未见顶。呈角度不整合超覆于早石炭世包古图组和希贝库拉斯组之上, 生物化石资料和火山岩锆石 U-Pb 同位素定年确定形成时代下限为晚石炭世莫斯科期。展布于达尔布特河北—萨尔托海一带, 露头上易于识别, 岩石组合以及生物化石与哈拉阿拉特山一带上石炭统哈拉阿拉特组明显有别。根据《中国地层指南》关于“组”的定义及新建要求, 指定白碱滩一带成吉思汗山剖面为层型, 厘定为成吉思汗山组。

**关键词:** 成吉思汗山组; 厘定; 晚石炭世; 西准噶尔

**中图分类号:** P534.45 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-6248(2013)02-0063-06

## The Definition of Chengjisihanshan Formation and Its Significances in Baijiantan Region, West Junggar, Xinjiang

XIANG Kun-peng<sup>1</sup>, LI Yong-jun<sup>1</sup>, XU Lei<sup>1</sup>, ZHANG Hong-wei<sup>2</sup>, TONG Li-li<sup>1</sup>

(1. Earth Science & Resources College of Chang'an University, Key Laboratory of Western China's Mineral Resources and Geological Engineering, Ministry of Education, Xi'an, Shaanxi, 710054, China;

2. No. 7 Geological Survey Team, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resource Exploration, Wusu, Xinjiang, 833000, China)

**Abstract:** There exists a normal succession of volcanic-sedimentary strata in Baijiantan region, West Junggar. Based on the 1:50000 regional geological survey and measured 1:5000 section, the rock assemblage is found consisted of gravel sandstone, sandstone, tuffaceous sandstone, siltstone and tuffaceous siltstone in the lower part. Interbeds of basalt and siliceous rock coupled with local flagstone constitute the upper part, which is more than 570 m thick and shows angular unconformity overlapping the Early Carboniferous Baogutu Formation and Xibeikulasi Formation. The fossil and volcanite zircon U-Pb isotope dating indicates that this formation occurred in a period later than Late Carboniferous Moscovian. It is distributed from north of Da'erbu'te river to Sa'ertuohai and can be easily recognized on the outcrop. The rock and fossil assemblages

收稿日期: 2013-03-19; 修回日期: 2013-03-29

基金项目: 由国家自然科学基金项目 (40534020)、新疆维吾尔自治区地质矿产调查项目 (XJQDZ2003-24、XJQDZ2009-03)、中国地质调查局项目地质矿产调查评价专项 (基 [2010] 矿评 01-01-05、基 [2012] 矿评 02-020-015) 共同资助

作者简介: 向坤鹏 (1988-) 男, 长安大学在读博士研究生, 从事构造地质学及区域地质调查研究. E-mail: XiangKP@163.com

are different from the Upper Carboniferous Hala'ulate Formation. According to the definition and establishment requirements about "formation" in Stratigraphic Guide of China, the Chengjisihanshan section in Baijiantan region is assigned as stratotype and defined as Chengjisihanshan Formation.

**Key words:** Chengjisihanshan Formation; definition of lithostratigraphic unit; late Carboniferous; west Junggar

新疆西准噶尔白碱滩一带位于准噶尔盆地西北缘(图 1a), 夹持于达尔布特断裂带和克拉玛依断裂带之间, 是西准噶尔造山带的重要组成部分。区内石炭系极为发育, 前人划分为“太勒古拉组”、包古图组和希贝库拉斯组共三个组<sup>①</sup>。近年来, 1:5 万区域地质调查证实<sup>②</sup>, 前人建立的“太勒古拉组”层型由晚泥盆世克拉玛依蛇绿构造混杂岩带和早石炭世包古图组底部细碎屑岩组成, 二者呈明显的断层接触, 在展布范围、岩石组合以及变形特征等多方面均存在明显区别, 建议废弃(另文已讨论)。包古图组以细碎屑岩为主, 主要岩性为灰色、黑色凝灰质粉砂岩、砂岩和沉凝灰岩, 夹有少量中、酸性火山岩和灰岩条带, 凝灰质粉砂岩和灰岩条带中含有少量化石, 为深水还原条件下的沉积。希贝库拉斯组主要岩性为灰色、灰绿色砾岩、含砾砂岩和粗砂岩, 灰岩砾石中见少量化石, 整体为一套粗碎屑岩, 代表了浅水高能环境下的产物。该组与下伏包古图组呈 II 型不整合接触(李永军等, 2010), 2 个组形成时代均为早石炭世(郭丽爽等, 2010; 安芳和朱永峰, 2009; 佟丽莉等, 2009)。

在西准噶尔地区识别出一套正常层序的火山-沉积地层, 出露面积约 18 km<sup>2</sup>, 出露厚度大于 570 m, 构造形态为向斜, 以含有大量基性火山岩为典型特征, 灰岩夹层中含化石: *Choristites* sp. 和 *Pseudotimania* sp., 指示形成时代下限为晚石炭世莫斯科期。各岩性变形特征一致, 超覆不整合覆于下石炭统包古图组、希贝库拉斯组之上, 剥蚀未见顶。不仅与下伏下石炭统包古图组、希贝库拉斯组岩石组合明显有别, 也与哈拉阿拉特山一带上石炭统哈拉阿拉特组、阿腊德伊克赛组以及乌鲁木齐附近上石炭统柳树沟组岩石组合有较大区别。通过区域地质调查, 发现该套地层主要出露于达尔布特

河以北、白碱滩、萨尔托海以及卡拉休卡地区。其中, 达尔布特河以北、红山岩体以西卡拉休卡一带火山岩锆石 U-Pb 定年结果为 312 Ma。根据《中国地层指南》关于“组”的定义和新建要求, 指定白碱滩一带成吉思汗山南 1:5 000 实测地质剖面为层型, 厘定为成吉思汗山组。

## 1 单位名称及创名地点

该套地层在西准噶尔地区出露广泛, 以白碱滩北成吉思汗山南出露较好, 与下伏地层接触关系较为明显, 层序清楚, 为典型地区(图 1b), 据此命名为成吉思汗山组。

## 2 定义

指分布于西准噶尔达尔布特河以北—白碱滩—萨尔托海等地, 变形较弱, 呈角度不整合(局地为断层)接触覆于下石炭统包古图组和希贝库拉斯组之上的一套晚石炭世地层序列。以大量基性火山岩为典型, 以底砾岩为界, 岩石组合分为 2 部分: 下部岩性为砾岩、含砾砂岩、砂岩和粉砂岩, 局部夹灰岩条带, 产晚石炭世特征分子 *Choristites* sp. 分喙石燕(未定种)和 *Pseudotimania* sp. 假提曼珊瑚(未定种)化石。上部为玄武岩与硅质岩互层, 夹少量砂岩, 剥蚀未见顶。火山岩锆石 U-Pb 同位素定年约为 312 Ma。

## 3 层型

成吉思汗山南 1:5 000 实测地质剖面位于白碱滩北成吉思汗山南 4 km, 由长安大学和新疆地质

① 新疆维吾尔自治区区域地质测量大队, 1:20 万克拉玛依幅区域地质矿产调查报告, 1966.

② 新疆维吾尔自治区第七地质大队, 长安大学, 新疆托里县科尔巴依-野马井地区 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2008.

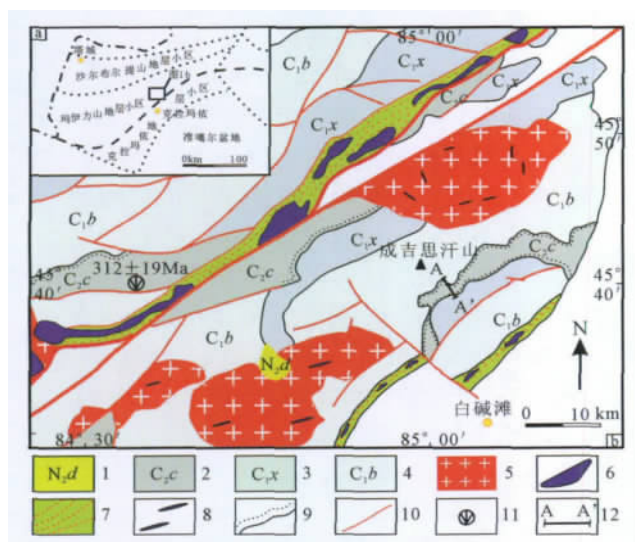


图1 西准噶尔白碱滩一带区域地质图  
(据新疆野马井-白碱滩-莫音托浪格幅 1:5 万  
区域地质<sup>①②③</sup>图修改)

Fig. 1 Geological sketch map of Baijiantan region, West Junggar (After Yemajing-Baijiantan-Moyintuolangge 1:50 000 regional geology and mineral resources survey report, Xinjiang)

1. 上新统独山子组; 2. 本次厘定的晚石炭世成吉思汗山组; 3. 早石炭世希贝库拉斯组; 4. 早石炭世包古图组; 5. 花岗岩岩体; 6. 超基性岩块; 7. 晚泥盆世蛇绿混杂岩带; 8. 基性岩墙; 9. 角度不整合界线; 10. 断层; 11. 采样位置; 12. 剖面位置

矿产局第七地质大队于 2009 年在进行“新疆西准噶尔托里白碱滩一带 1:5 万区域地质调查”项目中测制。剖面所处位置交通便利, 构造简单, 指定为层型 (图 2)。剖面起点坐标: 东经 85°05', 北纬 45°47', 列述如下:

成吉思汗山组 ( $C_2c$ ) >570 m

7. 砖红色中-薄层状硅质岩, 下部为黑色  
薄层杏仁状玄武岩夹层 >59 m

6. 砖红色中-薄层状硅质岩与黑色杏仁状  
玄武岩互层, 少量基性岩脉贯入 146 m

5. 灰色杏仁状玄武岩 55 m

4. 灰黑色厚层状沉凝灰岩夹灰绿色薄层  
状凝灰质粉砂岩和泥质粉砂岩 132 m

3. 灰绿色薄层长石岩屑砂岩夹细砂岩 6 m

2. 灰绿色中-厚层状含砾岩屑砂岩 38 m

1. 浅灰绿色中层状含砾不等粒岩屑砂岩夹  
薄层细砂岩和薄层凝灰质粉砂岩, 底部  
为含砾砂岩。灰岩透镜体中含 *Choristites* sp.  
分喙石燕 (未定种) 和 *Pseudotimania* sp.  
假提曼珊瑚 (未定种) 化石, 细砂岩中  
发现有少量植物化石碎片 134 m

~~~~~角度不整合~~~~~

下伏地层: 早石炭世包古图组 ( $C_1b$ ) 和希贝库拉斯组 ( $C_1x$ )

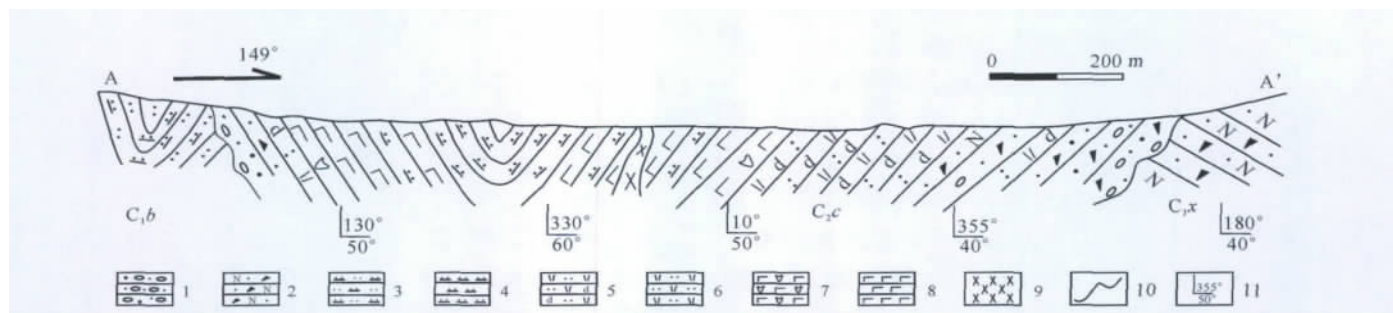


图2 白碱滩一带成吉思汗山组剖面图 (据新疆克拉玛依-白碱滩幅 1:5 万区域地质矿产调查报告<sup>④</sup>)

Fig. 2 The stratigraphic section of Chengjisihanshan Formation in Baijiantan region  
(After Karamay-Baijiantan 1:50 000 regional geology and mineral resources survey report, Xinjiang)

$C_1b$ . 早石炭世包古图组;  $C_1x$ . 早石炭世希贝库拉斯组;  $C_2c$ . 本次厘定的晚石炭世成吉思汗山组

1. 砾岩; 2. 长石岩屑砂岩; 3. 硅质粉砂岩; 4. 硅质岩; 5. 沉凝灰岩; 6. 凝灰岩; 7. 杏仁玄武岩; 8. 层状玄武岩;  
9. 辉长岩脉; 10. 角度不整合界线; 11. 地层产状

① 新疆维吾尔自治区第七地质大队, 长安大学. 新疆托里县科尔巴依-野马井地区 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2008.

② 新疆维吾尔自治区第七地质大队, 长安大学. 新疆托里县白碱滩一带 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2012.

③ 长安大学地质调查研究院. 新疆莫音托浪格幅一带 1:5 万区域地质调查报告, 2013.

④ 新疆维吾尔自治区第七地质大队, 长安大学. 新疆托里县白碱滩一带 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2012.

## 4 地质特征及区域对比

### 4.1 地质特征

成吉思汗山组在西准噶尔地区分布广泛,除在指定为层型的白碱滩地区出露外,在达尔布特河以北地区、卡拉休卡以及萨尔托海等地均有出露,岩石组合与层型剖面基本一致。达尔布特断裂以北地区,成吉思汗山组的分布尚未完全理清。根据多幅 1:5 万区域地质填图成果综合分析,在达尔布特河以北,该组呈近东西向展布,构造形态为单斜,向北倾。岩性为硅质岩、泥质硅质岩、玄武安山岩、安山岩以及凝灰岩等。南侧被断层切割,北侧呈角度不整合覆于下石炭统包古图组之上,出露厚度大于 725 m。萨尔托海地区,成吉思汗山组被第四系覆盖,出露较少,岩性为细砂岩、玄武安山岩、安山岩、凝灰岩和沉凝灰岩等,火山岩以安山岩为主,主要呈夹层频繁出现,构造形态为向斜,出露厚度大于 675 m。达尔布特断裂以南,除了层型地区外,成吉思汗山组还出露于卡拉休卡一带,呈北北东向延伸,北侧被达尔布特断裂所切,南侧呈角度不整合超覆于下石炭统希贝库拉斯组之上,构造形态为单斜。主要岩性为砂砾岩、硅质岩、泥质硅质岩、杏仁玄武岩、玄武安山岩、安山岩、安山质火山角砾岩、安山质凝灰岩和凝灰质粉砂岩等,灰岩条带中产晚石炭世化石,出露厚度大于 2 256 m。

### 4.2 区域地层对比

查阅北疆地层区晚石炭世地层(新疆维吾尔自治区岩石地层,1999),发现准噶尔盆地周边地区石炭纪火山活动主要发生在早石炭世至晚石炭世巴什基尔期,晚石炭世中晚期火山活动相对微弱。成吉思汗山组与准噶尔盆地西北缘哈拉阿拉特山一带哈拉阿拉特组、阿腊德伊克赛组(王玉静等,1987)以及乌鲁木齐附近柳树沟组(王宝瑜,1988;方国庆,1993)同属上石炭统(剖面位置见图 3a),岩石组合均含火山岩。需要说明的是,结合近年来哈拉阿拉特山一带 1:5 万区域地质调查填图资料,对前人划分的哈拉阿拉特组岩石组合做了详细修正,该组岩性以玄武岩、玄武安山岩、火山角砾岩、角砾凝灰岩、凝灰岩、砂岩和细砂岩为主,少量火山集块岩、粉砂岩,并未见到大量页岩出露。细砂岩中含有较多浅海相生物化石,为伴随

强烈火山活动的滨海、浅海沉积。

岩性柱状图显示(图 3b),阿腊德伊克赛组火山岩主要为安山岩,与成吉思汗山组火山岩岩性区别明显;柳树沟组火山岩岩性为玄武岩,但主要为夹层,出露厚度较小。哈拉阿拉特组下部火山岩与成吉思汗山组上部火山岩岩性一致。但该组火山岩之下为一套细碎屑岩,而成吉思汗山组下部岩石组合为一套粗碎屑岩,二者岩石组合存在明显差异。另外,哈拉阿拉特山组(王玉静等,1987)含大量生物化石,其中苔藓虫为 *Fenestella* cf. *constans*, *Rhomobopora* sp.; 腕足化石包括 *Enteletina undata*, *Balakhonia silimica*, *Rotaia* aff. *subtrigona*, *Waagenoconcha* aff. *sarytchevae*, *Kutorginella tentoria*, *Stenosisma mazhalaica*, *Dielasma* aff. *chouteauensis*; 珊瑚化石为 *Hexphyllia* sp., 牙形刺为 *Declinognathodus* cf. *noduliferous* 以及少量瓣类化石。化石组合指示哈拉阿拉特组形成时代为巴什基尔期。而成吉思汗山组灰岩夹层中产腕足化石 *Choristites* sp. 和珊瑚化石 *Pseudotimania* sp., 指示地层形成时代下限为莫斯科期,明显晚于哈拉阿拉特组。

## 5 沉积时限

### 5.1 接触关系

成吉思汗山组在层型地区呈北北东向展布,底部薄层含砾砂岩具底砾岩特征,厚度不稳定,最厚处约 1.5 m。其中,砾石岩性以凝灰岩和粉砂岩为主,少量灰岩砾石,整体分选性较差,磨圆度低。根据接触面凹凸不平,未发现有断层通过,接触面两侧地层岩性和产状不一致,推测成吉思汗山组与下伏早石炭世包古图组和希贝库拉斯组呈角度不整合接触。

### 5.2 古生物化石

红山岩体以西卡拉休卡一带成吉思汗山组灰岩夹层中采集到生物化石。其中,腕足化石为 *Choristites* sp. (图 4-a~c),该属化石为上石炭统的特征分子(张梓歆,1987),在西准噶尔地区多出现在晚石炭世莫斯科期—隆林期。珊瑚化石为 *Pseudotimania* sp. (图 4-d~g),在西准噶尔地区多出现在晚石炭世莫斯科期—格舍尔期。两属化石指示成吉思汗山组形成时代下限为晚石炭世莫斯科期。

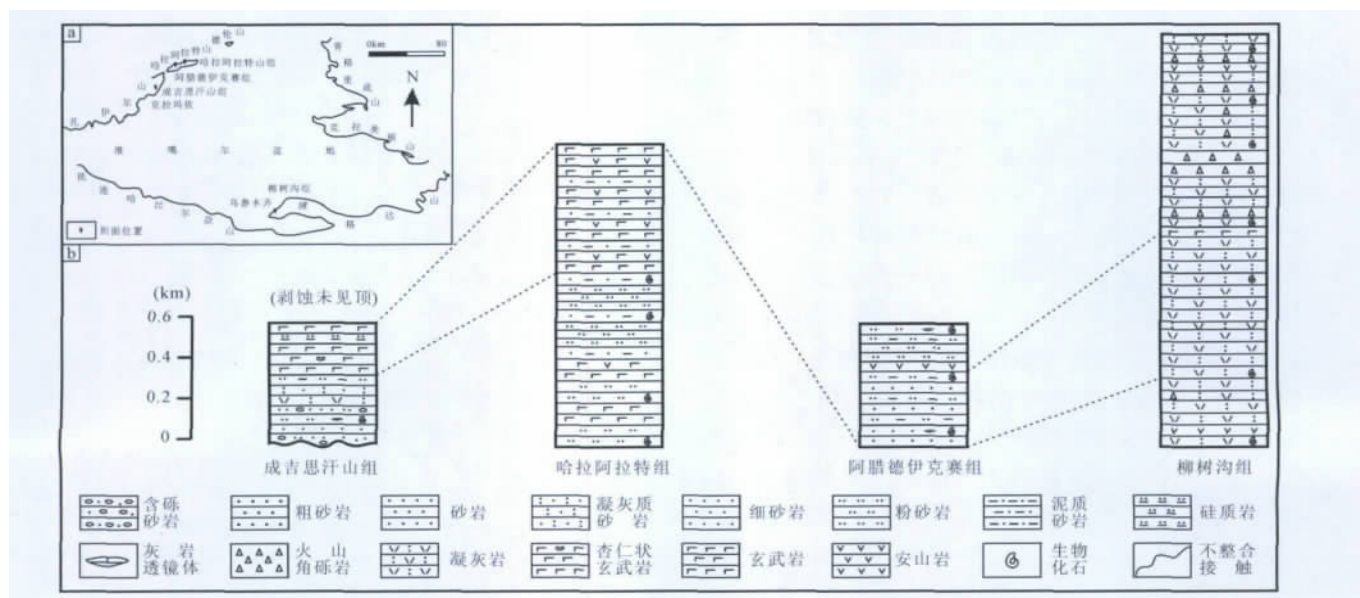


图3 北疆地层区上石炭统主要火山-沉积岩石地层单位：a-剖面位置，b-岩性柱状图

(据新疆维吾尔自治区岩石地层, 1999; 王玉静等, 1987; 王宝瑜 1988; 方国庆, 1993 修改)

Fig. 3 The main volcanic-sedimentary strata units in Upper Carboniferous, North Xinjiang; a-The section position, b-The stratigraphic column (Modified after the rock stratum of Xinjiang Uygur autonomous region, 1999; Wang Yujing et al., 1987; Wang Baoyu, 1988; Fang Guoqing, 1993)



图4 成吉思汗山组典型化石照片

Fig. 4 The typical fossil photos of Chengjisihanshan Formation

a~c—*Choristites* sp.; d~g—*Pseudotimania* sp.

### 5.3 同位素年龄

本次厘定的成吉思汗山组以含有大量基性火山岩为典型特征。在野马井达尔布特河北岸, 该组安山岩中获得 LA-ICP MS 锆石 U-Pb 年龄为  $312 \pm 19$  Ma<sup>①</sup>。在红山岩体以西卡拉休卡一带, 成吉思汗山组玄武岩 LA-ICP MS 锆石 U-Pb 年龄为  $312 \pm 13$

Ma<sup>②</sup>, 二者相互验证, 指示成吉思汗山组形成于晚石炭世。

与下石炭统包古图组、希贝库拉斯组之间角度不整合接触关系指示成吉思汗山组形成晚于包古图组和希贝库拉斯组的形成时代, 生物化石资料确定成吉思汗山组形成时代下限为晚石炭世莫斯科期, 得到了火山岩同位素锆石 U-Pb 测年结果的支持。

## 6 结论

《中国地层指南》定义“组”是野外宏观岩类或岩类组合相同、结构类似、颜色相近、整体岩性和变质程度特征基本一致, 空间上具有延展性, 能据以填图的地质体。本文报道在白碱滩一带识别出一套正常层序的火山-沉积地层, 呈角度不整合覆于下石炭统包古图组、希贝库拉斯组之上, 剥蚀未见顶, 出露厚度大于 570 m, 构造形态为向斜。该套地层在区域上展布较广, 在达尔布特河以北、红

① 新疆维吾尔自治区第七地质大队, 长安大学. 新疆托里县科尔巴依-野马井地区 1:5 万区域地质矿产调查报告, 2008.

② 长安大学地质调查研究院. 新疆莫音托浪格幅一带 1:5 万区域地质调查报告, 2013.

山岩体以西卡拉休卡以及萨尔托海等地均有出露。岩石组合分为 2 部分：下部为正常的粗碎屑岩沉积，岩性以含砾砂岩、细砂岩为主，灰岩夹层中含晚石炭世珊瑚和腕足化石；上部为玄武岩-硅质岩互层，少量砂岩夹层。与下伏地层岩石组合有明显区别，也与哈拉阿拉特山一带哈拉阿拉特组、阿腊德伊克赛组以及乌鲁木齐附近柳树沟组岩石组合有较大差异。延伸稳定，在 1:5 万地质图图面上可表达，满足岩石地层单位“组”的基本特征，根据《中国地层指南》关于岩石地层单位“组”建立原则和要求，以成吉思汗山南实测 1:5 千实测地质剖面为层型，命名为成吉思汗山组。并根据与下伏地层角度不整合接触关系、生物化石资料以及火山岩锆石 U-Pb 同位素定年综合分析，确定该组形成时代下限为晚石炭世莫斯科期。

在准噶尔盆地西北缘白碱滩一带，石炭系出露面积占据很大比例。经证实，包古图组和希贝库拉斯组形成时代为早石炭世，希贝库拉斯组呈 II 型不整合覆于包古图组之上。包古图组以碎屑岩沉积为主，少量火山岩夹层，凝灰质砂岩、细砂岩中含有极少量珊瑚和腕足化石；希贝库拉斯组整体为一套粗碎屑岩建造，火山岩不发育。相对于包古图组和希贝库拉斯组而言，本次厘定的成吉思汗山组是该区石炭纪相对年轻的地层，岩石组合中以含大量基性火山岩为典型特征，灰岩夹层中含有晚石炭世化石。该组的存在指示西准噶尔地区至少在晚石炭世还存在沉积作用，同时伴随着强烈的火山活动。这为西准噶尔地区晚石炭世盆地发育、构造演化以及岩浆活动分析提供了依据。

## 参考文献 (References):

- 李永军, 佟丽莉, 张兵, 等. 论西准噶尔石炭系希贝库拉斯组与包古图组的新老关系[J]. 新疆地质, 2010, 28 (2): 130-136.
- Li Y J, Tong L L, Zhang B, et al. On the old and new relationship between Xibeikulasi Formation and Baogutu Formation of the Carboniferous system, West Jaggar [J]. Xinjiang Geology, 2010, 28 (2): 130-136.
- 郭丽爽, 刘玉琳, 王政华, 等. 西准噶尔包古图地区地层火山岩锆石 LA-ICP-MSU-Pb 年代学研究[J]. 岩石学报, 2010, 26 (2): 471-477.
- Guo L S, Liu Y L, Wang Z H, et al. The zircon U-Pb LA-ICP-MS geochronology of volcanic rocks in Baogutu areas, western Junggar [J]. Acta Petrologica Sinica, 2010, 26 (2): 471-477.
- 安芳, 朱永峰. 新疆西准噶尔包古图组凝灰岩锆石 SHRIMP 年龄及其地质意义[J]. 岩石学报, 2009, 25 (6): 1437-1445.
- An F, Zhu Y F. Shrimp U-Pb zircon ages of tuff in Baogutu Formation and their geological significances [J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25 (6): 1437-1445 (in Chinese with English abstract).
- 佟丽莉, 李永军, 张兵, 等. 新疆西准噶尔达尔布特断裂带南包古图组安山岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年及地质时代[J]. 新疆地质, 2009, 27 (3): 226-230.
- Tong L L, Li Y J, Zhang B, et al. Zircon LA-ICP-MS U-Pb dating and geologic age of the Baogutu Formation andesite in the south of Daerbute faulted zone, West Junggar [J]. Xinjiang Geology, 2009, 27 (3): 226-230.
- 王瑞, 朱永峰. 西准噶尔宝贝金矿地质与容矿火山岩的锆石 SHRIMP 年龄[J]. 高校地质学报, 2007, 13 (3): 590-602.
- Wang R, Zhu Y F. Geology of the Baobei Gold Deposit in Western Juggar and Zircon Shrimp Age of Its Wall-Rocks, Western Junggar (Xinjiang, NW China) [J]. Geological Journal of China Universities, 2007, 13 (3): 590-602.
- 新疆维吾尔自治区岩石地层[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1999.
- The rock stratum of Xinjiang Uygur autonomous region [M]. China University of Geosciences Press, Beijing, 1999.
- 王玉净, 金玉环, 江纳言. 论哈拉阿拉特组的时代及古环境特征[J]. 地层学杂志, 1987, 11 (1): 53-57.
- Wang Y J, Jin Y G, Jiang N Y. The ages of Halaalate Formation and its ancient environment characteristics [J]. Journal of Stratigraphy, 1987, 11 (1): 53-57.
- 王宝瑜. 新疆乌鲁木齐地区中一晚石炭世地层划分[J]. 地层学杂志, 1988, 12 (1): 20-27.
- Wang B Y. The classification of Late Carboniferous stratigraphic in Urumqi, Xinjiang [J]. Journal of Stratigraphy, 1988, 12 (1): 20-27.
- 方国庆. 博格达晚古生代岛弧的沉积岩石学证据[J]. 沉积学报, 1993, 11 (3): 31-36.
- Fang G Q. Sedimentological Evidence of late Palaeozoic Bogda island arc [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1993, 11 (3): 31-36.
- 张梓歆. 新疆石炭纪腕足类组合特征[J]. 新疆地质, 1987, 5 (2): 25-36.
- Zhang Z X. Assemblage feature of brachiopod fauna of the Carboniferous in Xinjiang [J]. Xinjiang Geology, 1987, 5 (2): 25-36.