

第一章 上前寒武系

尹磊明 曹瑞骥 袁川来 王宗哲

一、概述

塔里木盆地北缘，根据地壳构造活动性、沉积建造和生物群面貌，通常划分为柯坪和库鲁克塔格两地层分区。

(一) 柯坪地层分区

本区前寒武纪晚期地层剖面主要分布在阿克苏 - 乌什县南山的巧恩布拉克，尤尔美那克和苏盖特布拉克等地。

高振家等 (1981, 1985) 吸收了前人的研究成果，在对本区十多条前寒武纪地层剖面详细调查的基础上，主要根据叠层石、核形石、微体植物化石并辅以古冰川活动、古地磁、同位素年龄等资料，将区内上前寒武系划分为震旦系和前震旦系两个单元。前者自上而下又分为奇格布拉克组、苏盖特布拉克组和尤尔美那克组，后者为巧恩布拉克组。

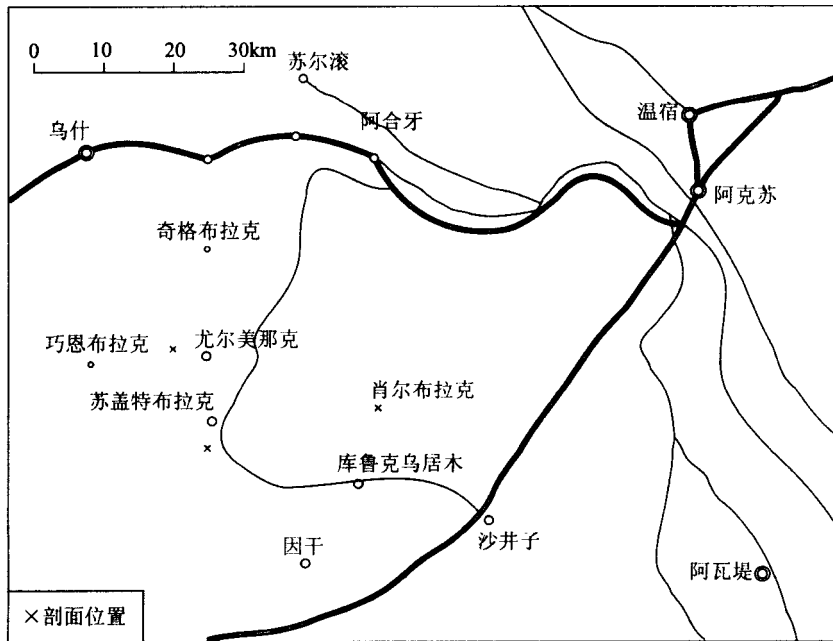


图 1-1 柯坪-乌什地区震旦系、震旦-寒武系界线剖面位置略图

在高振家等 (1985) 工作的基础上, 笔者于 1992 年对本区肖尔布拉克以东 4km 尤尔美那克以西 4km 苏盖特布拉克西南 11km 和乌什县玉尔吐斯山等地震旦系及震旦系-寒武系界线剖面 (图 1-1) 进行了详细观察和系统采样。除从震旦系苏盖特布拉克组收集到保存不甚好的球形疑源类化石外, 还在乌什县玉尔吐斯山下寒武统玉尔吐斯组底部硅质磷块岩中发现大量原位保存的疑源类和丝状藻类化石 (图 1-2, 3)。

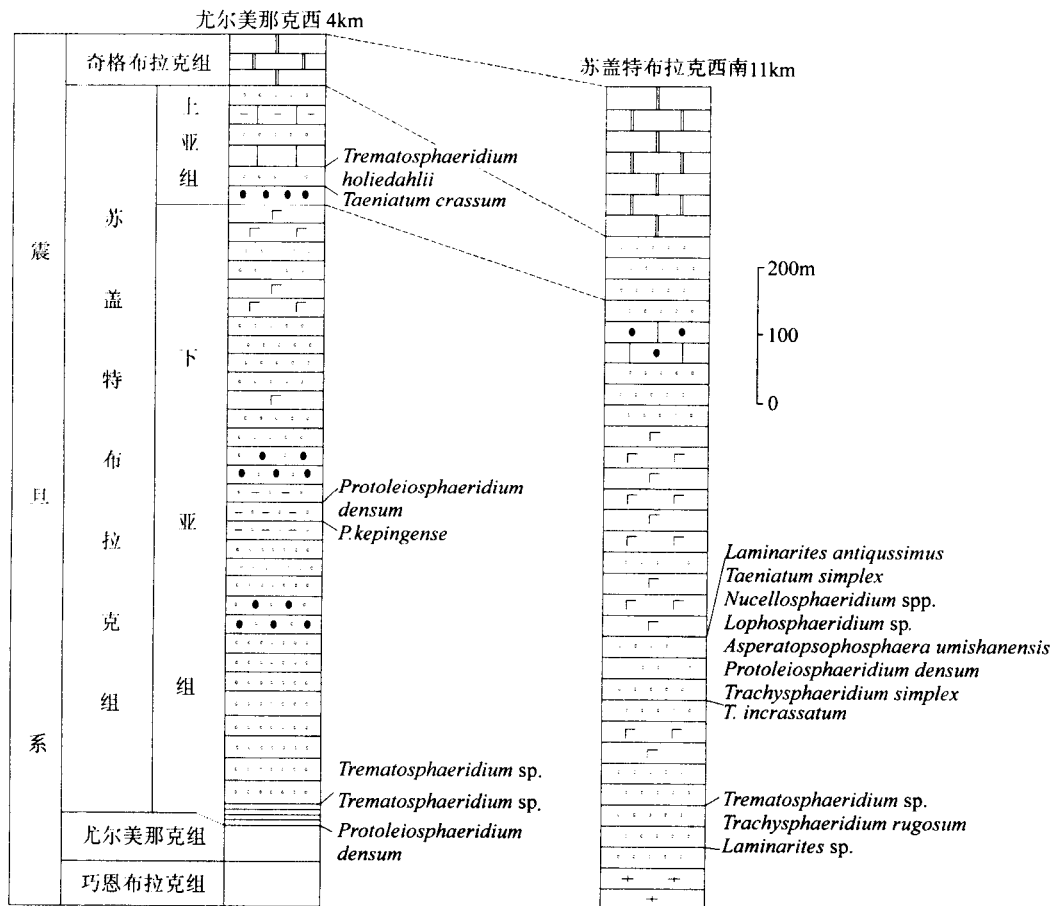


图 1-2 柯坪-乌什地区震旦系实测剖面及化石分布图

根据现有生物地层资料, 并参照我国东部扬子区以南沱 (冰碛) 组的底界作为震旦系下界的认识 (曹瑞骥等, 1989) 对于柯坪地区上前寒武系 我们提出如下划分意见 (图 1-2):

前震旦系巧恩布拉克组主要分布于乌什县南山地区, 以阿合布拉克剖面为代表。该组是以粉砂岩、长石砂岩、上部含花岗岩砾石砂砾岩及中间夹冰碛岩组成。本组微体植物化石组合, 是以球形疑源类占优势。其中含有新元古代常见的 *Leiosphaeridia*, *Trachysphaeridium*, *Kildinosphaera*, *Stictosphaeridium* 和 *Macroptycha* 等 (高振家等, 1985; 张忠英、刘双^①)。

张忠英、刘双, 1990 研究生毕业论文。

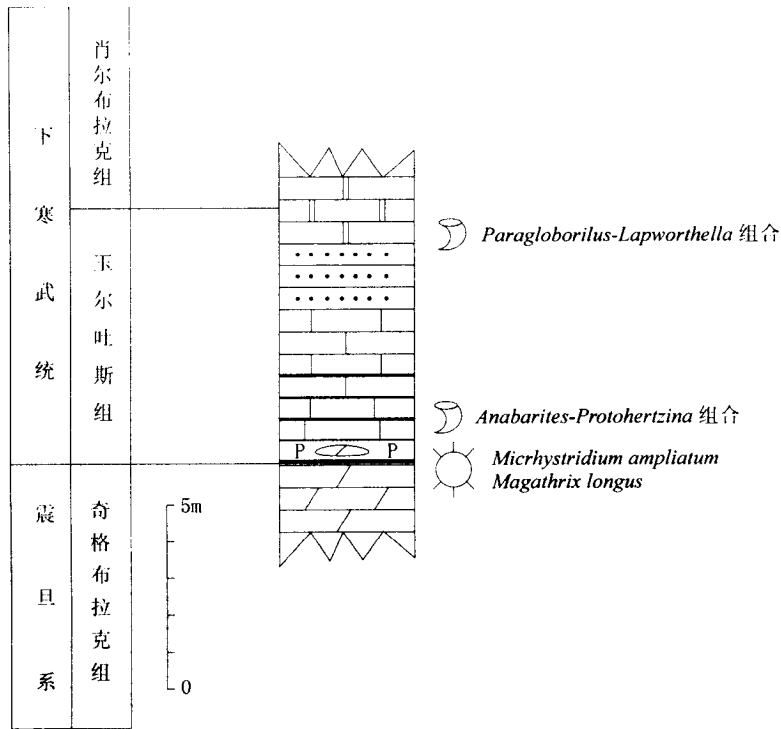


图 1-3 乌什玉尔吐斯山下寒武统玉尔吐斯组化石分布图
(小壳动物化石组合的划分见本书第二章)

震旦系尤尔美那克组不整合于巧恩布拉克组之上，与上覆苏盖特布拉克组为平行不整合接触，该组由紫红色冰碛岩、砂岩、绿色粉砂质板岩组成。粉砂质板岩层含有少数球形疑源类化石。这些海洋微体浮游植物化石在地层中的出现，似表明由大陆冰川剥离和携带的碎屑物，最终是在滨海环境沉积形成。

往上为苏盖特布拉克组。据高振家等 (1985) 意见 该组划分为上、下两亚组。下亚组为紫红色滨海 - 浅海相碎屑岩，夹火山喷发岩。该套地层富含球形疑源类化石，其组合特征承继了下伏巧恩布拉克组和尤尔美那克组疑源类化石组合的面貌。上亚组为浅海的碳酸盐岩 - 细碎屑岩；含少量球形疑源类化石。

奇格布拉克组整合覆于苏盖特布拉克组之上，是一套滨海 - 浅海相的浅灰色中、厚层白云岩。在尤尔美那克以东剖面，产隶属 *Conophyton* 群的叠层石。在阿克苏西南和尤尔美那克东南地区，本组中、下部薄层泥质粉砂岩夹层含少量球形疑源类化石。

(二) 库鲁克塔格地层分区

库鲁克塔格地区位于新疆塔里木盆地东北缘，即东经 $86^{\circ}30' - 89^{\circ}30'$ 北纬 $40^{\circ}40' - 41^{\circ}30'$ 的区域。新元古代地层分布于库尔勒以东的哈拉帖肯乌拉至罗布泊以北的玉尔滚布拉克 北抵博斯腾湖洼地 南至雅尔当山一带 (图 1-4)。

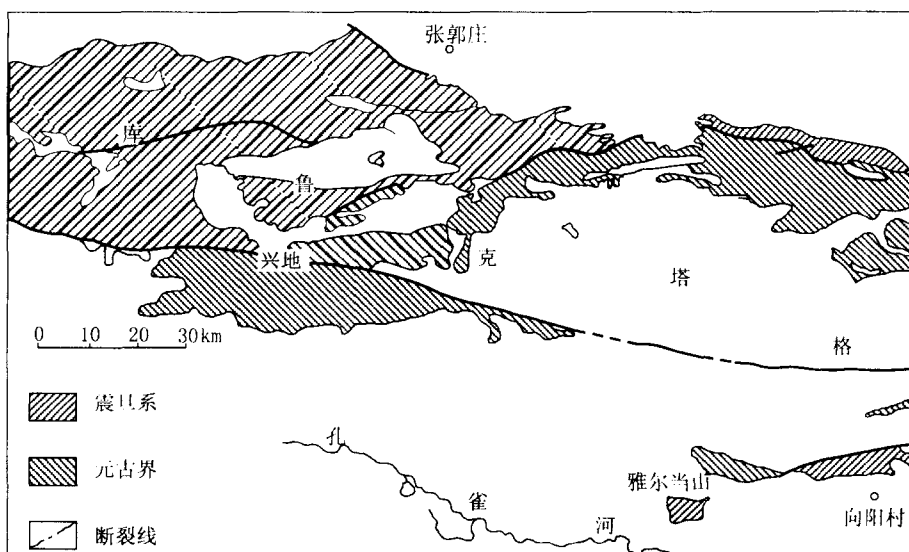


图 1-4 库鲁克塔格地区前寒武纪地层分布略图
(据钟端、郝永祥,1990年修改)

瑞典学者 Norin(1937)最早详细阐述了库鲁克塔格地区的前寒武纪地层。20世纪70年代以来,中国科学院南京地质古生物研究所、新疆地质局地质科学研究所、新疆大学地理系、新疆石油管理局南疆石油勘探公司、滇黔桂石油勘探局石油地质科学研究所等单位对新疆库鲁克塔格地区新元古代、寒武纪地层进行了专题研究,为该区新元古代地层序列的建立和划分奠定了基础。高振家等(1984)以兴地断裂为线依据岩性、厚度和接触关系的差异,将库鲁克塔格地区新元古代地层划分为中、东、西三个亚分区。嗣后,新疆石油管理局南疆石油勘探公司和滇黔桂石油勘探局石油地质科学研究所对本区最南端的雅尔当山剖面进行详细调查后,认为雅尔当山剖面兼有中、东、西三个亚分区的特点。

关于库鲁克塔格地区新元古代地层层序如表 1-1 所示。这套地层的划分关键在于对贝义西、特瑞爱肯和汉格尔乔克三组冰碛沉积及其上下岩层的时限认识和区域对比。Norin(1937)最早将含冰碛层的地层序列称为库鲁克塔格岩系,它包括贝义西、阿勒通沟、特瑞爱肯和育肯沟四套岩系,并划归震旦系。60年代,高振家等(1984)对本区岩石地层、生物地层、古冰川、同位素年代等多方面开展了调查,并取得较丰富的资料,据此,他将震旦系划分为上、下两统,贝义西冰碛层和特瑞爱肯冰碛层划为下统;汉格尔乔克冰碛层置于上统。钟端、郝永祥(1990)对兴地以南雅尔当山地区震旦系的划分,基本采纳了以上划分方案。与此同时,他们从获得的微体植物化石证据、同位素年龄测定资料等,对贝义西组底线及特瑞爱肯组顶线分别作为震旦系下统的底、顶界的认识提出了疑义,并倾向认为贝义西、特瑞爱肯和汉格尔乔克三冰碛层是震旦纪晚期冰川活动多次反复交替的产物。

库鲁克塔格地区的微体植物化石,主要产自中库鲁克塔格地区的照壁山和辛格尔塔格南坡。高振家等(1984)以本区出露的特瑞爱肯组顶部为界获得两个形态分异区别较大的微体植物化石组合。他们发现特瑞爱肯组及其以下地层,微体植物化石分异度低,以糙面球形藻(*Asperatopsophosphaeridium*)最多;而特瑞爱肯组以上地层的微体植物化石组

合，分异度明显增高。其中的很多属种，皆见于湖北三峡地区震旦系陡山沱组和灯影组。

1993年，笔者选择具代表性的雅尔当山剖面做了较详细的生物地层工作。

该剖面缺失照壁山组。贝义西组 and 上覆阿勒通沟组分别为火山岩、火山碎屑岩和硅质岩。在这些地层中未获得生物化石证据。从特瑞爱肯组、育肯沟组、水泉组和汉格尔乔克组获得炭化的微体植物化石（疑源类、丝状藻类等）。其中如特瑞爱肯组出现的？'*Asterocapsoides* sp.，育肯沟组和水泉组出现的较多微体植物组织碎片 *Retinarites irregularis* Ouyang, Yin et Li 等皆表明这些富含化石的地层应属新元古界（尹磊明、李再平，1978；Yin, 1987；Yin and Sun, 1994；Yin and Guan, 1999）。

对下伏贝义西组的时代划分，已有的生物化石证据难以给予确切的意见。就新元古代的冰川活动而言，贝义西组和上覆特瑞爱肯组可能都是该地质事件的产物。但目前，对我国新元古代冰川活动的起始时间、规模和次数尚有不同意见。加之考虑到贝义西组出露厚度超千米，从雅尔当山剖面获得贝义西组上部同位素年龄 $814 \pm 90.9\text{Ma}$ （钟端、郝永祥，1990），以及与上覆特瑞爱肯组呈假整合接触等情况，我们暂将它们与我国南方南沱组以下的莲沱组相对应。

二、震旦-寒武系界线地层

关于新疆塔里木盆地的震旦-寒武系界线的确定，主要涉及对柯坪地区寒武系下统玉尔吐斯组底界的认识和对库鲁克塔格地区汉格尔乔克冰碛层的时代认识及其横向对比等问题。近年来，基于生物化石证据、冰川沉积特征等，将柯坪地区玉尔吐斯组底界作为震旦-寒武系界线和将库鲁克塔格地区汉格尔乔克冰碛层置放震旦纪晚期的意见似已成共识，但对塔里木盆地及其与邻区震旦-寒武系界线的横向对比，以及对汉格尔乔克冰碛层在地层表中的确切层位仍存在分歧。

针对以上存在的问题，笔者收集了塔里木盆地柯坪、库鲁克塔格地区震旦-寒武系界线地层的微体植物化石证据并测定了相关地层碳、氧稳定同位素。现就两区震旦-寒武系界线地层的划分和横向对比分别讨论如下。

（一）柯坪地区震旦-寒武系界线及与邻区的对比

高振家等（1985）在前人工作基础上，从原肖尔布拉克组含三叶虫 *Shizhudiscus sugaitensis* Zhang 之下的含磷层中发现小壳动物化石，据此，将不含三叶虫的薄层状瘤状白云岩及含磷硅质岩从肖尔布拉克组划出，建立了玉尔吐斯组。近年来，段承华、肖兵（1992）在玉尔吐斯组底部含磷块岩碎屑及磷质结核的泥质灰岩中，收集到小壳动物化石 *Anabarites trisulcatus* Missarzhevsky，遂认为该层小壳动物化石带与云南晋宁梅树村阶最下部 *Anabarites-Protohertzina* 小壳动物化石带相当，并认为玉尔吐斯组和扬子地台梅树村阶的小壳动物化石有着千丝万缕的联系。林焕令等最近进一步对小壳化石组合带作了新的划分（见第二章）。

笔者从乌什玉尔吐斯山的玉尔吐斯组原建组剖面的玉尔吐斯组最底部灰黑色结核状硅质磷块岩中，发现大量原位保存的小壳体具刺疑源类（*Micrhystridium ampliatum*

Wang 和丝状藻类化石 (*Magathrix longus* Yin) 等。这一微体植物化石组合酷似鄂西秭归庙河寒武系最底部地层的微体植物化石组合 (Yin, 1985 尹崇玉等, 1992) 面貌。大体相同的微体植物化石组合 (不含 *Magathrix*) 在云南晋宁王家湾剖面渔户村组中谊村段 (罗惠麟等, 1994) 底界以上 4m 也有记述 (尹崇玉, 1990)。因此, 从玉尔吐斯组底界发现的微体植物化石, 不仅有力地支持了玉尔吐斯组和云南晋宁渔户村组之间小壳动物化石带的对比意见, 而且为确定玉尔吐斯组底界在地层表中的位置提供了更充实的生物化石证据。

为研究该区震旦纪晚期至早寒武世海洋碳酸盐沉积中碳同位素的变化, 并辅以验证震旦-寒武系界线地层层位, 我们选择了乌什玉尔吐斯山震旦系奇格布拉克组至下寒武统玉尔吐斯组的碳酸岩样品进行了碳稳定同位素测定 (图 1-5)。测定样品均为贫有机质的碳酸岩 (白云岩) 并去除有机碳。因此, 可以认为在图 1-5 中 $\delta^{13}\text{C}$ 的变化曲线基本上反映了原海洋碳酸岩中碳同位素变化状况。

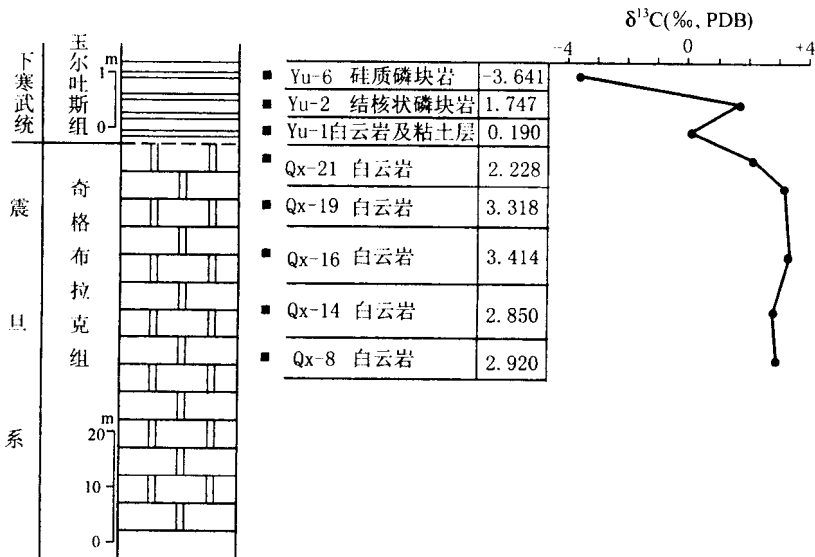


图 1-5 乌什玉尔吐斯山剖面震旦系至下寒武统碳稳定同位素值

从图 1-5 中看出, 在震旦纪末期, $\delta^{13}\text{C}$ 曲线从较高的正值 2.2‰ - 3.4‰ 急剧下落通过震旦-寒武系界线, 至寒武系底部降到 0.19‰, 并在玉尔吐斯组含磷层的白云质灰岩中出现一个异常低的负值 (-3.64‰)。根据古生物化石证据的对比分析, 玉尔吐斯组出现异常低负值的层位是与云南昆明和湖北宜昌三峡地区寒武系底部已报道的碳同位素异常负值达 -5‰ (Xu Daoyi et al., 1986) 层位大体相当的。

综上所述, 柯坪地区玉尔吐斯山剖面震旦系奇格布拉克组和下寒武统玉尔吐斯组的微体植物化石以及碳稳定同位素地层学研究皆表明, 该区下寒武统玉尔吐斯组底界低于湖北宜昌莲沱剖面的水井沱组, 而与云南晋宁渔户村组中谊村段的底界相当 (尹磊明, 1995) 以上认识与基于小壳动物化石对该区玉尔吐斯组底界横向对比层位的意见 (高振家等, 1985 段承华、肖兵, 1992) 是基本一致的, 即新疆塔里木盆地柯坪地区寒武系底部缺失相当云南晋宁渔户村组下部小歪头山段的层位。

最近,岳昭、高林焱(1992)基于原牙形类等化石的发现,对阿克苏-乌什地区寒武系底界时代提出了新的意见。他们认为由高振家等(1985)从玉尔吐斯组描述、报道的“梅树村期”小壳化石,不能确认和成立;并据原牙形类、三叶虫、腕足类、高肌虫等化石与国内外已知资料的对比,提出该地区寒武系的底界(即玉尔吐斯组底界)应属筇竹寺阶上部,而与浙江江山下寒武统荷塘组底界相一致。

我们注意到,岳昭等从乌什地区的玉尔吐斯山、尤尔美那克等剖面记述的原牙形类等化石皆产自玉尔吐斯组底界以上近10m的地层。因此,我们在讨论和认识该地区寒武系底界时代和与邻区对比的问题上,应综合考虑该地层组、尤其其底部地层的所有生物和其他地质资料。

(二) 库鲁克塔格地区震旦-寒武系界线及与邻区的对比

库鲁克塔格地区下寒武统以往统称西大山组,高振家等(1984)根据岩性和生物化石将西大山组仅限于原西大山组上部的碳酸盐岩,而将其下的含磷硅质岩和中、基性喷发岩地层段改称西山布拉克组。

在兴地以北的西大山、莫钦库都克、苏盖特布拉克、乔西库都克和罗钦布拉克一带西山布拉克组由下部硅质岩,中部中、基性喷发岩至上部黑色硅质岩组成,厚度在37m至130m。下伏地层为震旦系汉格尔乔克组,该组顶部常沉积1-2m厚夹含冰碛纹泥砾的泥岩、灰岩。西山布拉克组与汉格尔乔克组之间在不同区域呈现整合、假整合乃至微角度不整合接触的关系。

高振家等(1984)根据西山布拉克组上覆的西大山组获得的三叶虫、古杯等化石资料,提出库鲁克塔格地区西大山组底部与滇东的沧浪铺组下部、鄂西的水井沱组上部、黔北的明心寺组、柯坪地区的肖尔布拉克组上部时代相同。认为西山布拉克组相当于沧浪铺组底部、筇竹寺阶乃至梅树村阶的沉积。

钟端、郝永祥(1990)按岩性将本区西山布拉克组分为两段:下段为黑色中-薄层状泥质硅质岩、硅质岩和火山岩;上段为黑色中层状硅质岩及中-薄层状硅质泥岩。并在乌里格孜塔格剖面西山布拉克组上段获得海绵骨针化石(*Protospongia* sp.)。从雅尔当山剖面西山布拉克组近上部获得少量硅质海绵骨针、三叶虫碎片和丝状藻类化石(*Eomycetopsis* sp.)。而对西山布拉克组及其底界仍持与高振家等(1984)相同的认识,即西山布拉克组包括相当梅树村阶至沧浪铺组底部的地层。

最近,我们在库鲁克塔格南区进行了较详细工作,认为在该区西大山组与西山布拉克组不易划分,故建立雅尔当山组代表整个下寒武统。笔者应用岩石薄片的方法,从雅尔当山震旦-寒武系界线地层剖面的下寒武统雅尔当山组底部硅质磷块岩中发现大量原位保存的小壳体具刺疑源类 *Micrhystridium regulare* Yin)。相同类型的微体化石在陕西宁强宽川铺组底部和湖北宜昌三斗坪岩家河组底部的薄层硅质岩中皆有大量出现(尹磊明,1987;丁连芳等,1992)。因此,我们认为库鲁克塔格南区下寒武统雅尔当山组的底界对应于陕西宁强宽川铺组和湖北宜昌三斗坪岩家河组的底界位置。

值得提及的是,当前从库鲁克塔格南区下寒武统雅尔当山组底部和柯坪地区下寒武统玉尔吐斯组底部皆发现大量原位保存的 *Micrhystridium*。根据笔者之一(尹磊明,

1995)最近对中、上扬子区多条剖面下寒武统底部出现的大量 *Micrhystridium* 类型化石记述资料的比较和清理, *Micrhystridium regulare* Yin 主要出现在相当于云南晋宁渔户村组小歪头山段底部的层位; *M. ampliatum* Wang 则大量出现在相应于云南晋宁渔户村组中谊村段底部层位。根据目前库鲁克塔格南区下寒武统雅尔当山组底部出现的 *Micrhystridium regulare* Yin, 可以认为该区下寒武统底界应低于柯坪地区玉尔吐斯组的底界, 而与云南晋宁渔户村组小歪头山段的层位大体相当。

(三) 库鲁克塔格地区汉格尔乔克冰碛层的时代

汉格尔乔克冰碛层在库鲁克塔格地区及新疆天山西部科古尔琴山至果子沟一带广泛分布, 表现为单一的冰碛泥砾岩和冰碛砾岩, 其层位稳定。在库鲁克塔格地区, 该冰碛层常与上覆下寒武统西山布拉克组相伴出露。两组之间, 常有隶属汉格尔乔克组顶部的夹含碎屑、小砾石的纹泥层间隔。

截止目前, 尚未获及库鲁克塔格北区汉格尔乔克冰碛层的同位素年龄值。长期以来, 对该冰碛层的时代及其在区域地层表中的位置一直存有分歧。高振家等(1984)依据从冰碛层上下地层获得的生物化石, 认为该冰碛层隶属震旦纪晚期, 其层位与鄂西三峡地区震旦系灯影组相当, 但是所根据的生物化石证据距离汉格尔乔克冰碛层和上覆西山布拉克组间的交界面甚远, 如三叶虫 *Metaredlichioides* (= *Ushbaspis*), *Chengkouia xinjiangensis* Zhu et Lin 古杯 *Ajacicyathus* sp., *Coscinocyathus* sp. 和小壳动物化石等皆出现在西大山组下部, 以致仍有将汉格尔乔克冰碛层归属早寒武世的疑问(高振家等, 1984; 邢裕盛等, 1989) 尽管以后从库鲁克塔格地区下寒武统西山布拉克组又发现了一些海绵骨针、个别腕足类和可疑的藻类化石(钟端、郝永祥, 1990), 但仍不足以确定西山布拉克组底界层位的划分及下伏汉格尔乔克冰碛层的时代归属。

如前节所述, 在库鲁克塔格南区, 由于从雅尔当山剖面下寒武统雅尔当山组底部发现大量的 *Micrhystridium regulare* Yin, 表明雅尔当山组底界与云南晋宁渔户村组小歪头山段的底界大体相当, 因此, 下伏汉格尔乔克冰碛层当应归属新元古代晚期, 而非早寒武世冰川活动的产物。

根据高振家等(1984)从库鲁克塔格北区照壁山剖面和笔者从南区雅尔当山剖面汉格尔乔克冰碛砾石及其间的胶结沉积物所获得的微体植物化石, 如 *Hubeisphaera radiata* Sin et Liu, *Monotrematosphaeridium asperum* Sin et Liu, *Trachysphaeridium* sp., *Protoliosphaeridium* sp. 等, 进一步证实该冰碛层应形成于震旦纪晚期。其层位与扬子区震旦系灯影组上部相当。

随着对新疆库鲁克塔格地区汉格尔乔克冰碛层的时代和层位的确定, 我们对我国新元古代晚期冰川活动的时限和次数有了更明确的认识, 即在我国南方震旦纪南沱冰期之后, 还有一次规模和分布较小的冰川活动。此认识将有助于我们对贺兰山正目观组的冰川沉积, 冀、豫、陕交界的中条山罗圈冰碛沉积以及皖北风台砾岩等的时代和层位的比较和讨论。

以上沉积物特征和地层序列与我国南方三峡地区上前寒武系甚为接近。结合两地构造运动和产出的微体植物化石，我们不妨对两地上前寒武系做比较讨论。

在柯坪地区，巧恩布拉克组和尤尔美那克组之间曾发生阿克苏构造运动（高振家等，1985），其地质时代和强度与我国南方板溪群和莲沱群间的晋宁运动可比较。另外，巧恩布拉克组与板溪群上部五强溪组产出的微体植物化石组合很接近。并且，巧恩布拉克组的许多球形疑源类，如 *Leiosphaeridia*, *Trachysphaeridium*, *Kildinosphaera*, *Stictosphaeridium*, *Macroptycha* 等在我国吉林浑江地区上前寒武系青沟子组，安徽淮南地区上前寒武系刘老碑组，山东西部佟家庄组，天津蓟县青白口系等都有出现（尹磊明，1983, 1991, 1999 邢裕盛、刘桂芝, 1973 尹崇玉, 1985; Yin, 1987; Yin and Sun, 1994）。以上对比表明，柯坪地区上前寒武系巧恩布拉克组是介于青白口纪和辽南纪间，而更偏于辽南纪的沉积地层。因此，巧恩布拉克组与上覆尤尔美那克组之间的沉积间断时距似乎不像原先估测的那样漫长。

往上，尤尔美那克组、苏盖特布拉克组和奇格布拉克组的沉积建造及微体植物化石组合特征等皆与我国南方三峡型震旦系接近（见表 1-1）。另外，从下寒武统玉尔吐斯组底部所获得的微体植物化石以及奇格布拉克组至玉尔吐斯组碳稳定同位素测试资料进一步表明，塔里木盆地北缘柯坪地区和扬子区在元古代晚期两地关系甚为密切，各自所处的板块构造背景也大体相同。

与此同时，我们注意到两地也存在差异。如柯坪地区的苏盖特布拉克组与扬子区的陡山沱组虽两相对应，但从沉积建造分析，苏盖特布拉克组主要沉积形成于滨海潮坪、海滩环境，而陡山沱组则沉积形成于近岸、潟湖等相对较深水环境；其次，苏盖特布拉克组未见陡山沱组广泛发育的硅、磷质沉积；而以上两地层组产出的微体植物化石组合面貌的差别就更为明显，如陡山沱组出现的大型复杂疑源类等特征化石未见于苏盖特布拉克组。

综上所述，柯坪区与扬子区的前寒武系最为接近，两者都反映出活动大陆边缘的沉积特征。同时，由于两地区域环境的差别，或处于相对不同的古地理位置，两地上前寒武系沉积建造及赋含的微体植物化石也存在一定差异。

（二）库鲁克塔格区上前寒武系的对比

库鲁克塔格区上前寒武系是由下伏帕尔岗塔格群及覆盖于其上的贝义西、特瑞爱肯和汉格尔乔克三组冰碛沉积构成。

帕尔岗塔格群产出的 *Gymnosolen*, *Katavia*, *Iurusania* 和 *Inzeria* 等叠层石与吉林、辽宁南部和江苏、安徽北部（辽南系）的叠层石组合十分接近（曹瑞骥，见周志毅、陈丕基，1990）。

不整合覆于帕尔岗塔格群之上的大套冰成沉积，就目前对其沉积相、沉积物特征等研究，似乎都不能完全的对比于习称的“三峡型震旦系”或“北方震旦系”。现自上而下依次对该区三组冰碛沉积及它们赋含的微体植物化石组合与邻区进行对比，以便对该区冰成沉积地层的地质时代和横向展布有进一步的认识。

关于汉格尔乔克组及其下伏水泉组，依据两组地层产出的微体植物化石以及上覆下寒武统雅尔当山组底部出现大量 *Micrhystridium regulare* Yin，可知汉格尔乔克组应归属

元古代晚期地层。下伏水泉组含有丰富的球形疑源类，其组合面貌与鄂西三峡地区震旦系灯影组的微体植物化石组合甚为接近（邢裕盛、刘桂芝，1978）。最近，我们从雅尔当山剖面水泉组收集到较多具网状结构的微体植物组织碎片（*Retinarites irregularis* Ouyang, Yin et Li），此类化石在我国南方震旦系陡山沱组上部和灯影组颇为常见，因此这更充分表明水泉组及其上的汉格尔乔克组与鄂西三峡地区震旦系灯影组的层位大体相当。

往下的特瑞爱肯组以冰碛砾岩为主，从间夹的粉砂岩和灰岩获及的微体植物化石组合以球形疑源类占绝对优势，从雅尔当山剖面又收集到少数具稀疏突起的疑源类（*Asterocapsoides*）的不完整标本。此微体植物化石组合面貌与已知从鲁西安丘、皖北寿县、豫中鲁山等地新元古代佟家庄组、刘老碑组和董家组所获的微体植物化石组合接近（尹磊明，1983, 1991, 1999; Yin and Sun, 1994; Yin and Guan, 1999）。

贝义西组的粉砂岩夹层含有为数不多、分异度较低微体植物化石组合（高振家等，1984）。其组合面貌与我国南方板溪群上部五强溪组乃至南沱间冰期大塘坡组的微体植物群面貌可以比较（Yin, 1990）。

以上是库鲁克塔格区三套冰碛沉积主要层段的微体植物化石组合面貌及其与邻区已知资料的对比状况。高振家等（1984）根据对库鲁克塔格区的冰川分期，提出贝义西、特瑞爱肯和汉格尔乔克三冰期可分别与我国南方的长安、南沱和罗圈冰期相对应。对此，我们在分析已有资料和在雅尔当山剖面获得新的微体植物化石资料的基础上，提出以下认识和问题供进一步调查和研究。

首先，如上所述，库鲁克塔格地区汉格尔乔克组应划归上前寒武系。同时，从冰川规模、冰碛沉积特征及古生物化石资料作横向对比，推测它与罗圈冰碛层可能相当。

最近，我们相继从河南临汝罗圈组、陕西洛南东坡组（覆于罗圈组之上）（据关保德等，1988）获得较多微刺藻（*Micrhystridium*）的标本（Yin and Guan, 1999）。这些收集自以上两组的泥质胶结物和页岩的微刺藻，与雅尔当山组底部硅质磷块岩赋含的 *Micrhystridium regulare* Yin 不能比较，后者的刺状突起物明显较长。但是，就目前已知资料分析，微刺藻（*Micrhystridium*）是在末元古宙，即临于前寒武-寒武纪界线的地层方大量出现（尹磊明，1995）。因此，我们同意关保德等（Guan et al., 1986）的意见，提出罗圈组是继瓦楞格冰期（Varangian glaciation）之后“末元古宙”“罗圈冰期”的冰碛沉积（Yin and Guan, 1999）。可能由于地域和岩相的不同，或限于当前的古生物化石资料，库鲁克塔格地区的汉格尔乔克组暂不能与罗圈组完全对比，但是，从汉格尔乔克组和水泉组赋含与湖北三峡地区震旦系灯影组相类似的微体植物组合面貌分析，汉格尔乔克组理应是末元古宙“罗圈冰期”的产物。

其次，从雅尔当山剖面的特瑞爱肯组发现相似于鲁西、皖北和豫中上前寒武系佟家庄组、刘老碑组和董家组的微体植物化石组合这一事实表明，特瑞爱肯冰期沉积具有我国上前寒武系（辽南系）的某些特征。因此，对于特瑞爱肯冰期的地质时代及其冰川沉积环境还有待更充实的资料加以澄清。

从总体而言，目前对于库鲁克塔格地区上前寒武系的研究仍较薄弱，对该地区在前寒武纪晚期发生的构造运动、多次冰川活动及其与相邻地体的关系等还知之不多，并存在诸多疑问。因此，我们在地层对比表（表 1-1）中仅能粗略地给出该地区上前寒武系各地层组的相对层位。

第一章 寒武系

林焕令 陈超恩 袁金良 袁文伟 张白 袁川来 章森桂

塔里木盆地周缘的寒武系主要分布在塔西北的柯坪地区及塔东北的库鲁克塔格地区，巴楚地区仅出露上寒武统。哈尔克山南坡的小铁列有较完整的寒武系剖面，但研究程度很低。南缘尚未发现寒武系。在盆地的覆盖区，目前钻遇或钻穿寒武系的钻井很少，主要有库尔楚南 1 井、塔中 1 井及塔东 1 井，这对了解整个盆地的地层展布及沉积相区有重要意义。

阿尔金山处在且末-星星峡与阿尔金走滑断裂之间的三角地带，最近钟端、郝永祥(1995)在阿尔金山拉配泉一带发现可靠的晚寒武世中、晚期地层(塔什布拉克组)，从生物组合及沉积特征来看与华北相似，而与柯坪及库鲁克塔格地区不同，阿尔金山已不属于塔里木陆块的范围，推测拉配泉一带与北祁连可能有某些联系，由于后期阿尔金走滑断裂切断错位(周志毅、林焕令,1995;Zhou and Dean, 1996)。

一、沉积相区的划分

寒武纪塔里木陆块归属一个地层区，从生物群来看也同属一个地理区，当时由于海水由南向北加深，生物组合特征和沉积类型随着环境变迁而有明显分异，根据露头区和覆盖区钻井揭露的不同类型地层展布，大致可分为 4 个沉积相区(图 2-1)：Ⅰ. 塔西-塔克拉玛干台地相区，它的北界大致以塔里木北缘断裂为界，根据地震资料(周东延等, 1992)其东界大致在轮台之东向南南东方向延伸至且末与若羌之间，并略向西作弧形凸出。塔西至塔克拉玛干广大地区为稳定的碳酸盐台地，为一套开阔-半闭塞-闭塞台地相碳酸盐沉积，早寒武世三叶虫以底栖远岸类群为特征，露头区以柯坪-巴楚地区为代表，覆盖区仅见塔中 1 井。推测塔南陆(王景斌,1988)北侧覆盖区可能有近岸台地相及滨海相沉积(朱兆玲、林焕令,1983)。Ⅱ. 小铁列-库南斜坡相区，大致沿塔西-塔克拉玛干台地相区北缘及东缘呈带状分布，露头区仅见于哈尔克山南坡的小铁列，覆盖区只见库南 1 井，主要为一套斜坡相碳酸盐岩及钙质浊积岩沉积，推测这一相区在库南转向南延伸至且末和若羌之间被且末-星星峡走滑断裂截切。Ⅲ. 塔东陆架盆地相区，分布在兴地断裂以南的库鲁克塔格南区及塔东地区，露头区以却尔却克山-雅尔当山为代表，覆盖区只见塔东 1 井，以黑色泥晶灰岩、泥质岩及碳质、硅质岩为主，三叶虫以浮游的球接子类和少量多节类为特征(盆地型)，地层厚度不大，沉积速率缓慢，代表非补偿滞流海盆沉积，推测这一相区向西北可能延伸到哈尔克山一带，但目前尚无资料证实。Ⅳ. 北库鲁克塔格斜坡相区，分布在兴地断裂之北和辛格尔断裂以南的库鲁克塔格北区，大致呈近东西向带状分布，在乌里格孜塔格-莫合尔山一带出露较全，以一套斜坡相碳酸盐岩及钙质浊积岩沉积为主，三叶虫为

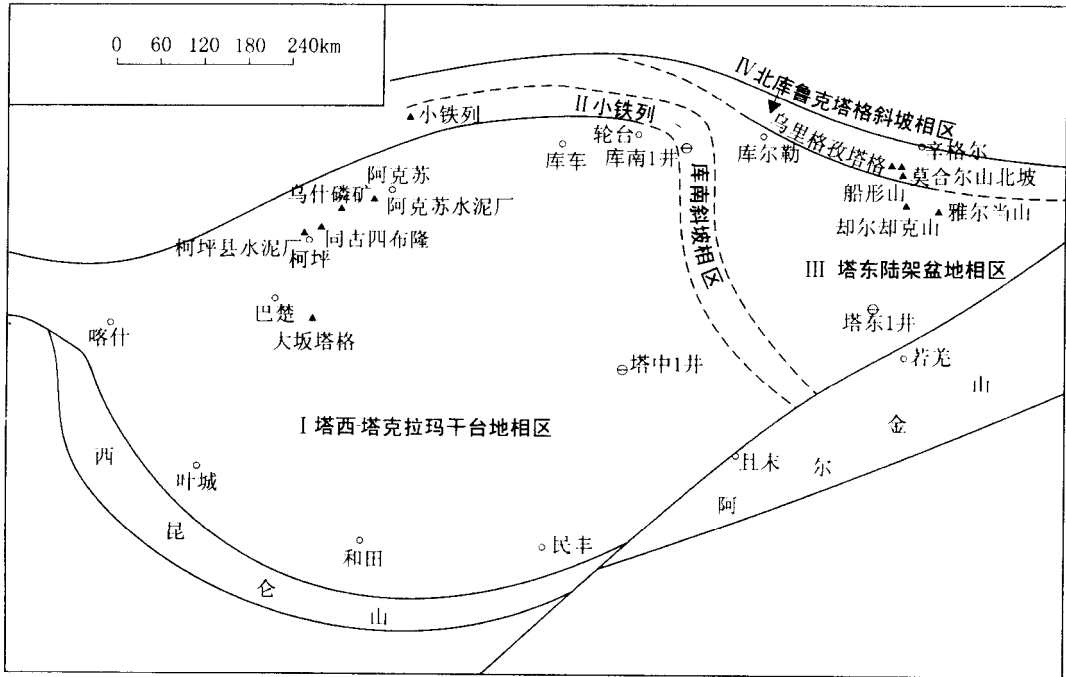


图 2-1 塔里木寒武纪沉积区划略图

斜坡型。这一相区东延止于且末-星星峡断裂，向西情况不明。

二、地层划分和对比

为了叙述方便和节省篇幅，这一节按照上述各沉积相区的代表地区和钻井地层发育情况及研究程度依次分别叙述。在叙述各地区地层划分的同时，详细讨论各地区之间的相互对比和国内外其他有关地区的对比关系。

(一) 柯坪-巴楚地区

柯坪-巴楚地区是塔西-塔克拉玛干台地相区的代表地区，地层出露完整，研究较详细。成守德（1979, 1990）及林焕令等（见周志毅、陈丕基，1990）曾对本区寒武系划分和对比作了详细论述。最近张师本、高琴琴（1992）及周棣康等（1991）在原丘里塔格群中（相当下亚群的上部及上亚群的底部）发现了奥陶系底部的牙形类，为丘里塔格群的时代归属提供了重要依据（表 2-1）。以下以地层组（群）和化石带为单位作详细讨论（图 2-2）。

1. 玉尔吐斯组

岩性下部为灰黑色含磷（或磷结核）硅质岩、磷块岩（含铀、钒等）夹薄层白云质灰岩或透镜体，含小壳化石，最底部含磷硅质岩中产微刺藻疑源类和丝状微体藻类化石；中部为黑色碳质页岩及黄绿色、灰绿色、紫红色页岩夹白云岩，含小壳化石；上部为灰白色薄层微

表 2-1 柯坪地区寒武系划分沿革简表

| 成守德 (1979) | | 新疆地层 编写组 (1981) | | 王务严等 (1985) | | 成守德 (1990) | | 林焕令等 (见周志毅、 陈丕基, 1990) | | 张师本等 (1992) | | 本 书 | |
|---------------|----------|-----------------------|----------|----------------|--------|---------------|----------|---------------------------------|--------|----------------|----------|------|--------|
| 下奥陶统 | 丘里塔格群下亚群 | 下奥陶统 | 丘里塔格群下亚群 | | | 上寒武统 | 丘里塔格群下亚群 | 下奥陶统 | 下丘里塔格群 | 上寒武统 | 丘里塔格群下亚群 | 上寒武统 | 下丘里塔格群 |
| 上寒武统 | 阿瓦塔格群 | 上寒武统 | 阿瓦塔格群 | 中寒武统 | 阿瓦塔格群 | 中寒武统 | 阿瓦塔格群 | 上寒武统 | 阿瓦塔格群 | 中寒武统 | 阿瓦塔格群 | 中寒武统 | 阿瓦塔格群 |
| | | 中寒武统 | | | | | | 中寒武统 | | | | | |
| 中寒武统 | 沙依里克组 | 中寒武统 | 沙依里克组 | | | | | | | 中寒武统 | | | |
| 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 | 下寒武统 | 吾松格尔组 |
| | 肖尔布拉克组 | | 肖尔布拉克组 | | 肖尔布拉克组 | | 肖尔布拉克组 | | 肖尔布拉克组 | | 肖尔布拉克组 | | |
| | 玉尔吐斯组 | | 玉尔吐斯组 | | 玉尔吐斯组 | | 玉尔吐斯组 | | 玉尔吐斯组 | | 玉尔吐斯组 | | |

晶白云岩、瘤状白云岩夹页岩，含小壳化石等。一般厚 7.8-35m 在乌什磷矿厚 7.8m。与下伏震旦系奇格布拉克组平行不整合接触，可能缺失相当云南晋宁渔户村组小歪头山段地层。关于寒武-震旦系分界问题已在第一章中详细讨论，在此不再赘述。根据小壳化石本组可分 2 个组合带：

(1) *Anabarites-Protohertzina* 组合带

这一组合带的层位在玉尔吐斯组底部，含阿纳巴管类 (anabaritid) *Anabarites* sp. 原牙形类 (protoconodont) *Protohertzina anabarica* Missarzhevsky 球状化石 (globular fossils) *Archaeooides* sp. 和管状化石 (tubular fossils) *Conotheca* sp.。可与扬子区滇东、川西、陕西南部、贵州中西部及鄂西等地梅树村阶的 *Anabarites-Protohertzina-Arthrochites* 组合带对比 (林焕令等 见周志毅、陈丕基, 1990)。1992 年，笔者等在乌什磷矿这个层位之下的含磷硅质岩中还发现宽基微刺藻疑源类及丝状微体藻类化石 *Micrhystridium ampliatum*

| 层号 | 厚度(m) | 柱状图 | 岩性 | 小壳化石组合、牙形类、三叶虫带 | 地点 |
|-----|-------|--------|------------------------------|---|----------|
| 40 | 33.5 | | 褐灰、灰色厚层白云岩、砾屑白云岩、含燧石团块和条带 | <i>Teridontus nakamurai</i> , <i>Terectus</i> , <i>T. reclinatus</i> 等 | 阿克苏水泥厂剖面 |
| 39 | 87 | | 灰色厚层含燧石团块白云岩 | | |
| 38 | 30.8 | | 褐灰、灰色中厚层砾屑细晶白云岩 | | |
| 37 | 21.4 | | 灰色厚层含燧石团块及条带白云岩夹肉红色白云岩 | | 乌什 |
| 36 | 17 | | 肉红色藻白云岩夹灰色白云岩，含燧石团块 | | |
| 35 | 17.5 | | 灰色、灰紫色、浅红色厚层隐藻白云岩 | | |
| 34 | 31.5 | | 褐灰色厚层白云岩与灰黄色薄层砾屑白云岩互层 | | |
| 33 | 38 | | 灰色厚层含燧石团块白云岩、砾屑白云岩 | | |
| 32 | 19 | | 黄灰色薄层状砾屑白云岩 | | |
| 31 | 19.2 | | 紫灰色厚层角砾状白云岩 | | |
| 30 | 10.8 | | 灰黄色层纹灰质白云岩、紫红色薄层泥质白云岩 | | |
| 29 | 14.6 | | 紫红色盐溶角砾状白云岩、薄层泥质白云岩 | | |
| 28 | 20.4 | | 紫红色页岩与紫红色薄层砂质白云岩互层 | | |
| 27 | 27.2 | | 紫红、灰红色含燧石条带泥质白云岩夹页岩 | | |
| 26 | 27.2 | | | | |
| 25 | 20.8 | | 杏黄色薄层泥质白云岩、土黄色豹皮状白云岩、灰岩 | | 磷 |
| 24 | 24 | | | | |
| 23 | 42.8 | | 灰色中厚层、薄层状细晶白云岩、白云质灰岩，含黑色燧石条带 | | |
| 22 | 35.7 | | 灰色薄层细晶生物灰岩、豹皮状微晶灰岩 | <i>Kunmingaspis-Chittidilla</i> 带 | |
| 21 | 21 | | | | 剖面 |
| 20 | 22 | | 黄灰色厚层及红黄色薄层状砾屑灰质白云岩 | | |
| 19 | 44.7 | | 黄灰色、灰色、粉红色厚层灰质微晶白云岩 | | |
| 18 | 18 | | | | |
| 17 | 35.9 | | 深灰色、灰色中厚层含燧石团块细晶灰质白云岩 | | |
| 16 | 23.6 | | 灰色中厚层砾屑灰岩、黄灰色疙瘩状灰质白云岩 | | |
| 15 | 20.1 | | 黄灰色薄层白云质微晶灰岩及砂质、白云质砾屑灰岩 | <i>Paokannia</i> 带 | |
| 14 | 14 | | | | 面 |
| 13 | 47.9 | | 灰色厚层石灰岩夹薄层似疙瘩状白云岩 | | |
| 12 | 19 | | 灰白色厚层白云岩 | <i>Kepingaspis-Tianshanocephalus</i> 带 | |
| 11 | 14 | | 灰黑色薄层生物细晶灰岩 | | |
| 10 | 12.1 | | 灰黑色薄层含燧石条带砾屑灰岩 | <i>Ushbaspis</i> 带 | |
| 9 | 13 | | 黑灰色薄层细晶灰岩 | | |
| 8 | 13 | | | | |
| 7 | 29.7 | | 灰黑色厚层含硅质条带及团块灰质白云岩，夹砾屑灰质白云岩 | | |
| 6 | 6.3 | | 灰黑色、灰紫色薄层微晶灰岩夹灰、黄绿色钙质页岩 | <i>Shizhudiscus</i> 带 | |
| 5 | 4 | | 灰白色、褐灰色薄层微晶白云岩 | <i>Lapworthella-Paragloborilus</i> 组合带 | |
| 4 | 1.8 | | | | |
| 3 | 3.5 | | 灰黑色、灰绿色、黄绿色页岩夹灰白色白云岩 | | |
| 2 | 2.5 | | 灰黑色硅质磷块岩、硅质岩、碳质页岩夹白云岩透镜体 | <i>Anabarites-Protohertzina</i> 组合带 | |
| 1 | 2.5 | | | | |
| 震旦系 | | 奇格布拉克组 | 浅灰色厚层含叠层石白云岩 | | |

图 2-2 柯坪地区寒武系综合柱状图

Wang. *Megathrix longus* Yin 等。类似的这一微体植物组合面貌也见于三峡秭归庙河、贵州清镇阿坝寨、云南晋宁王家湾等地梅树村阶相应层位(尹磊明, 1987)为玉尔吐斯组与上述地区梅树村阶及其相当地层的对比提供了新的佐证。玉尔吐斯组的底界与云南晋宁渔户村组中谊村段的底界相当。

(2) *Lapworthella-Paragloborilus* 组合带

这一组合带包括玉尔吐斯组中、上部, 含开腔骨针类(chancelloriid) *Archiasterell pentactina* Sdzuy. *Allonia* cf. *tripodophora* Dore et Reid. *Chancelloria* sp.; 织金壳类(zhijinitid) *Zhijinites* sp., *Parazhijinites* sp., *Cambroclavus bicornis*(J. X. Qian et Xiao); 牙形状化石(conodont-like fossils) *Hertzina*? sp., *Protohertzina*? *cultrata* Missarzhevsky. *Jiangshanodus*? *triangulus* Mambetov et Missarzhevsky; 管状化石(tubular fossils) *Hyolithellus tenuis* Missarzhevsky. H. sp., *Paragloborilus spinatus*(J. X. Qian et Xiao), P. sp. nov., *Conotheca* sp., *Torelrella* sp., *Tiksitheca* sp.; 球状化石(globular fossils) *Olivoides*? sp. 腔骨类(coeloscleritophora) *Halkieria mira*(J. X. Qian et Xiao) 单板类 *Bemella* sp., *Igorella* sp.; 软舌螺口盖(opereulum of Hyolitha) *Circothecidae* 及 *Hyolithidae* gen. et sp. indet.; 托莫特类(tommotiid) *Lapworthella* sp. nov. 海绵动物 *Polycladium yurtusensis* J. X. Qian et Xiao; 以及未分类的小壳化石 *Aurisella tarimensis* J. X. Qian et Xiao 等。这一组合带相当于云南东部梅树村阶 *Siphonuchites-Paragloborilus* 和 *Lapworthella-Tannuolina-Sinosachites* 两个组合带(林焕令等, 见周志毅、陈丕基, 1990)。

2. 肖尔布拉克组

下部为灰黑色薄层微晶灰岩、白云质灰岩夹黑色、黄绿色页岩, 含三叶虫及金臂虫; 中部为灰黑色厚层状含硅质条带及团块灰质白云岩及黑灰色薄层细晶灰岩, 偶含燧石条带, 含 2 层三叶虫及小壳化石、腕足类; 上部为灰白色、白色厚层白云岩。一般厚 142-214m。在乌什磷矿厚 142m 分 3 个三叶虫带:

(3) *Shizhudiscus* 带

这个带位于肖尔布拉克组底部, 含三叶虫 *Shizhudiscus sugaitensis* Zhang. *Jingyangia* sp. 及金臂虫。成守德(1990)报道的金臂虫有 *Liangshanella liangshanensis* Huo. *L. orbicularis* Lee. *L. ? kalpinensis* Zhang 等。这个带大致与滇东筇竹寺组顶部的 *Yunnanocephalus-Malungia* 带(周志毅、袁金良, 1980)对比, 相当于鄂西、川东南水井沱组下部, 陕南东部和川东北凉水井组中部及贵州东部九门冲组中、下部。

(4) *Ushbaspis*(= *Metaredlichioides*) 带

含三叶虫 *Ushbaspis kalpinensis*(Zhang); 腕足类 *Lingulella* sp., *Linnarssonina* sp., *Archaeooides*? sp.; 可能还产古杯类 *Coscinocyathus* sp.。这个带与扬子区及库鲁克塔格北区的 *Ushbaspis*(= *Metaredlichioides*)-*Chengkouia* 带直接对比。

(5) *Kepingaspis-Tianshanocephalus* 带

含三叶虫 *Kepingaspis kepingensis* Zhang. *Meitanella xinjiangensis* Zhang. *Tianshanocephalus tianshanensis* Zhang; 腕足类 *Obolella*? sp., *Schizopholia*? sp.; 以及小壳化石 *Torelrella* sp., *Allonia* cf. *tripodophora* Dore et Reid. Chancelloriid gen. et sp. indet., *Archaeooides*? sp.。产自贵州瓮安黄莲坝组顶部 *Paokannia-Sichuanolenus* 带的

Wengangaspis Yin (张文堂等, 1980) 可能是 *Kepingaspis* 的同义名而 *Meitanella* 则见于贵州湄潭黄莲坝组上部 *Ushbaspis-Chengkouia* 带。因此, 将 *Kepingaspis-Tianshanocephalus* 带作为塔里木北缘区域性化石带, 相当于扬子区 *Ushbaspis-Chengkouia* 带与 *Paokannia-Sichuanolenus* 带之间的层位。

3. 吾松格尔组

岩性主要为白云质灰岩、瘤状灰岩及含燧石团块灰质白云岩, 在标准剖面厚 146.3m, 下部含三叶虫。

(6) *Paokannia* 带

这个带位于吾松格尔组下部, 含 *Paokannia* sp., 新疆地质矿产局区域地质测量大队还采得 *Redlichia* sp., *Drepanopyge? distincta* Chang。可与扬子区中区及东区的 *Paokannia-Sichuanolenus* 带直接对比。吾松格尔组应包括黔中的黄莲坝组顶部、金顶山组和清虚洞组, 陕南东部及川东北的鹰嘴岩组上部、天河板组和石龙洞组, 黔东变马冲组上部、杷榔组和乌训组。

4. 沙依里克组

下部为生物灰岩、豹皮灰岩、竹叶状灰岩及砾状灰岩, 上部为薄 - 中厚层状燧石条带白云质灰岩、白云岩夹杏黄色泥质白云岩, 在标准剖面厚 99.3m, 底部含丰富的三叶虫。

(7) *Kunmingaspis-Chittidilla* 带

含三叶虫 *Chittidilla nanjiangensis* Lu et Zhang, *C. yunnanensis* Lu et Zhang, *C. yunshancunensis* Lu et Zhang, *Kunmingaspis kalpingensis* Zhang, *Bathynotus nanjiangensis* Zhang 等。这个带与扬子区陡坡寺组的同名带直接对比, 并以沙依里克组的底作为本区中寒武统的底界, 大致与云南东部陡坡寺组底及贵州高台组底界对比, 与华北毛庄组的底界大致相当 (林焕令等, 见周志毅、陈丕基, 1990)。

5. 阿瓦塔格群

岩性主要为一套潟湖相的灰色、砖红色含燧石条带或团块泥质白云岩、砂质白云岩、砾屑白云岩及藻白云岩, 夹红色含石膏、食盐假晶泥岩、页岩, 在乌什磷矿一带厚 236.6m, 未发现三叶虫化石。与上覆下丘里塔格群为连续沉积, 其时代可能为中寒武世中晚期, 是否包括部分晚寒武世地层难以确定。

6. 下丘里塔格群

广义的丘里塔格群在柯坪-巴楚地区出露广泛, 主要为一套厚度很大的海相碳酸盐岩, 一般下部以厚层白云岩为主, 上部以灰岩夹白云岩为主, 自下而上灰岩渐增。据此, 1974年张太荣等 (成守德, 1979) 及新疆维吾尔自治区区域地层表编写组 (1981) 将其分为上、下两个亚群, 时代均为早奥陶世。后来丘里塔格群上、下亚群 (或群) 被广泛引用, 但在时代归属上各有不同。最近张师本、高琴琴 (1992) 在柯坪县北水泥厂丘里塔格群下亚群上部及柯坪同古四布隆和巴楚大坂塔格的丘里塔格群上亚群下部发现早奥陶世早期的牙形类, 并建立了下奥陶统底部的牙形类 *Monocostodus sevierensis* 带。周棣康等 (1991) 也