

北羌塘盆地托纳木地区雪山组的孢粉型化石 及其指示的古植被和古气候特征

白培荣,熊兴国,马德胜,陈启飞,蒋开源,张厚松,曾禹人,吴 滔,李月森

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550081)

[摘 要]通过对北羌塘盆地托纳木地区雪山组产出丰富的 *Clasopollis* 和 *Dicheiaropollis* 花粉研究,该组孢粉可建立为 CD 组合,时代属早白垩世早期。分析认为托纳木地区早白垩世早期的古植被群落以 *Clasopollis* 和 *Dicheiaropollis* 有亲缘关系(或母体植物)耐干热的掌鳞杉科植物为优势类群,林间或林下还生长着少量杪椋科、里白孢属等植物。本孢粉植物群反映的气候特征是干旱的热带-亚热带气候。本研究丰富了北羌塘盆地早白垩世孢粉地质学及其古植被和古气候的认识。

[关键词]雪山组;孢粉;古植被和古气候;北羌塘盆地

[中图分类号]Q914.2;914.9 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2021)03-0249-07

“雪山组”由地质部石油局综合研究队青藏分队 1966 年命名,命名剖面位于羌塘盆地东部青海温泉(蒋忠惕,1983),参考剖面在西藏江爱雪山东北纳兹岗雪山南坡(87°40′;34°00′)(蒋忠惕,1983),为一套湖相细碎屑岩组合。雪山组与下伏羌姆勒曲组(J_3)为连续过渡关系。参考剖面上产早白垩世淡水双壳类 *Protocardia* sp., *P. ex. gr. interta*, *Lamprotula* sp., *Paranippononaia* cf. *paucisulcata*, *Trigonioides* (*Wakinoa*)? sp., *Nippononaia* aff. *wakinoensis*, *Gervillella* sp. 及腹足类 *Ataphanus* sp.。

关于雪山组的认识,其地层划分与时代存在多种观点:方德庆等(2002)认为羌塘盆地雪山组是在白龙冰河组之上的层位,并通过砂岩 EPR 年龄认为雪山组早白垩世中晚期;也有认为白龙冰河组与雪山组为同期异相的沉积,地层时代为晚侏罗世-早白垩世(谭富文等,2004);朱同兴等(2005)认为雪山组整合于白龙冰河组之上,其顶

部可能含有早白垩世早期的沉积;还有其他学者认为雪山组(J_3 - K_1)沉积主体应为早白垩世,尤其是早白垩世早期,其下部具穿时性而与白龙冰河组(J_3)同期异相沉积(王立全等,2013;曾禹人等,2014)。

本次通过对北羌塘盆地托纳木地区雪山组剖面研究,岩性组合由下至上为湖坪相-海陆过渡三角洲-陆相河流的沉积环境(白培荣等,2014),采集到丰富的 *Clasopollis* 和早白垩世早期典型分子 *Dicheiaropollis* 花粉及组合,而在北羌塘盆地中西部的雪山组层位中前人对孢粉型化石组合研究报道甚少。从化石的属种类型和生物年代学角度为研究雪山组提供了可靠的孢粉地质学内容,旨在抛砖引玉。同时,这一丰富的孢粉型化石组合,对探讨托纳木地区乃至北羌塘盆地早白垩世早期古植被群落和古气候特征具有重要的意义。

[收稿日期]2020-9-29 [修回日期]2021-03-15

[基金项目]中国地质调查局项目(青藏高原重点盆地油气资源战略调查与选区,编号:科油[2009]03号)。

[作者简介]白培荣(1979—),男,高级工程师,主要从事区域地质调查工作。Email:81249456@qq.com。

[通讯作者]熊兴国(1970—),男,研究员,主要从事基础地质调查工作。Email:2409813951@qq.com。

1 区域地质背景

羌塘盆地位于“世界第三极”青藏高原内部,其是中国西部众多大型盆地之一。在大地构造上,它位于欧亚大陆与冈瓦纳古陆毗连的特提斯构造域内,居于特提斯构造域东段(西藏自治区地质矿产局,1997;尹福光,2003;吴珍汉 等,2011),属于羌塘-昌都板块的一部分,以侏罗纪海相沉积为特色。盆地北界为拉竹龙-金沙江缝合带,南界为班公湖-怒江缝合带,东西两端以中生代海相地

层的尖灭为界(鲁宾 等,2000;赵正璋 等,2000;许岩 等,2005)。盆地自北向南可分为三个次一级构造单元,分别为羌北坳陷、中央隆起带、羌南坳陷。托纳木地区位于羌塘盆地中部的羌北坳陷内。地层区划上以中央隆起带为界划分为北羌塘、南羌塘两个地层分区。研究区属北羌塘地层分区,地层由老至新出露为上侏罗统-下白垩统索瓦组二段(马德胜 等,2011;白培荣 等,2019)、下白垩统雪山组一段、下白垩统雪山组二段、新近系中新统康托组及第四系,总体以白垩系下统雪山组出露为主(图 1)。

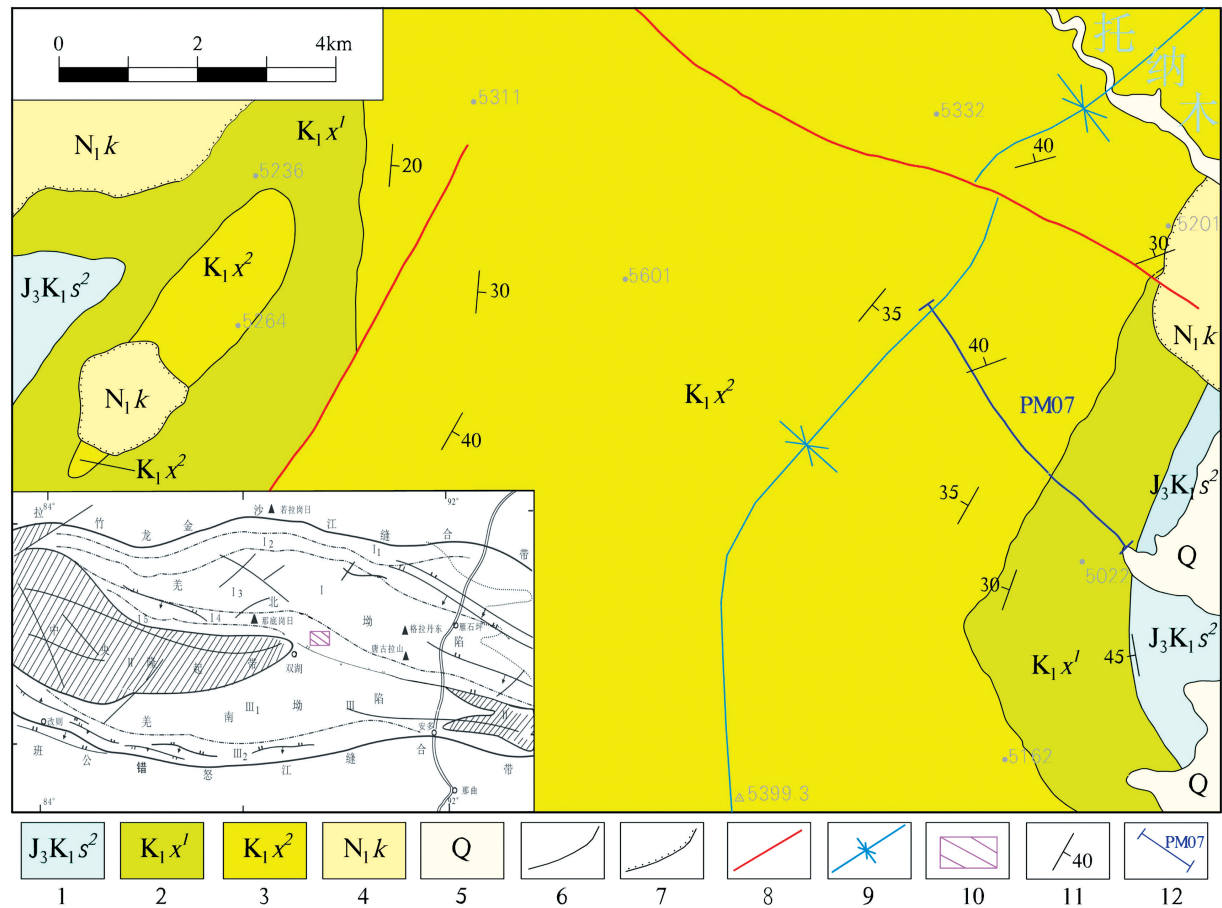


图 1 北羌塘盆地托纳木地区地质略图(附大地构造位置)

Fig. 1 Geological sketch of Tuonamu area in Northern Qiangtang basin(Showing attached geotectonic position)
1—侏罗系上统至白垩系下统索瓦组二段;2—白垩系下统雪山组一段;3—白垩系下统雪山组二段;4—新近系中新统康托组;5—第四系;
6—地质界线;7—角度不整合界线;8—断层;9—向斜;10—工作区范围;11—产状;12—剖面位置

2 孢粉产出层位

剖面位于测区东侧(座标 N:33°34.281'E:89°24.905'),剖面编号为 PM07,剖面长度 3.6 km,地层厚度>1 837.54 m,剖面露头相对较好(基岩出露达 80%)。因第四系掩盖,剖面未见底,顶为向斜核

部。据岩性组合特征分为一段和二段。
雪山组一段:紫红、灰绿色(地貌上岩层颜色总体呈灰绿色与紫红色相间分布)一套潮坪-海陆过渡三角洲相粗-细碎屑岩沉积。底部为灰、灰绿色碎屑岩夹深灰色碳酸盐岩,具有潮坪沉积环境特征,向上渐变过渡为三角洲亚相前三角洲沉积。孢粉赋存于粉砂质粘土岩及细粒岩屑砂岩岩

层中(图2,图3)。

雪山组二段:紫红、浅灰、灰、灰绿色等杂色一套自下而上呈正粒序不等厚的韵律互层的河流相粗-细碎屑岩沉积,本段底以出现砾岩与下伏雪山组一段分界。孢粉产于粉砂质粘土岩和细粒岩屑砂岩(图2,图3)。

3 孢粉化石组合及时代对比

3.1 孢粉组合特征

北羌塘盆地托纳木地区雪山组为一套潮坪—

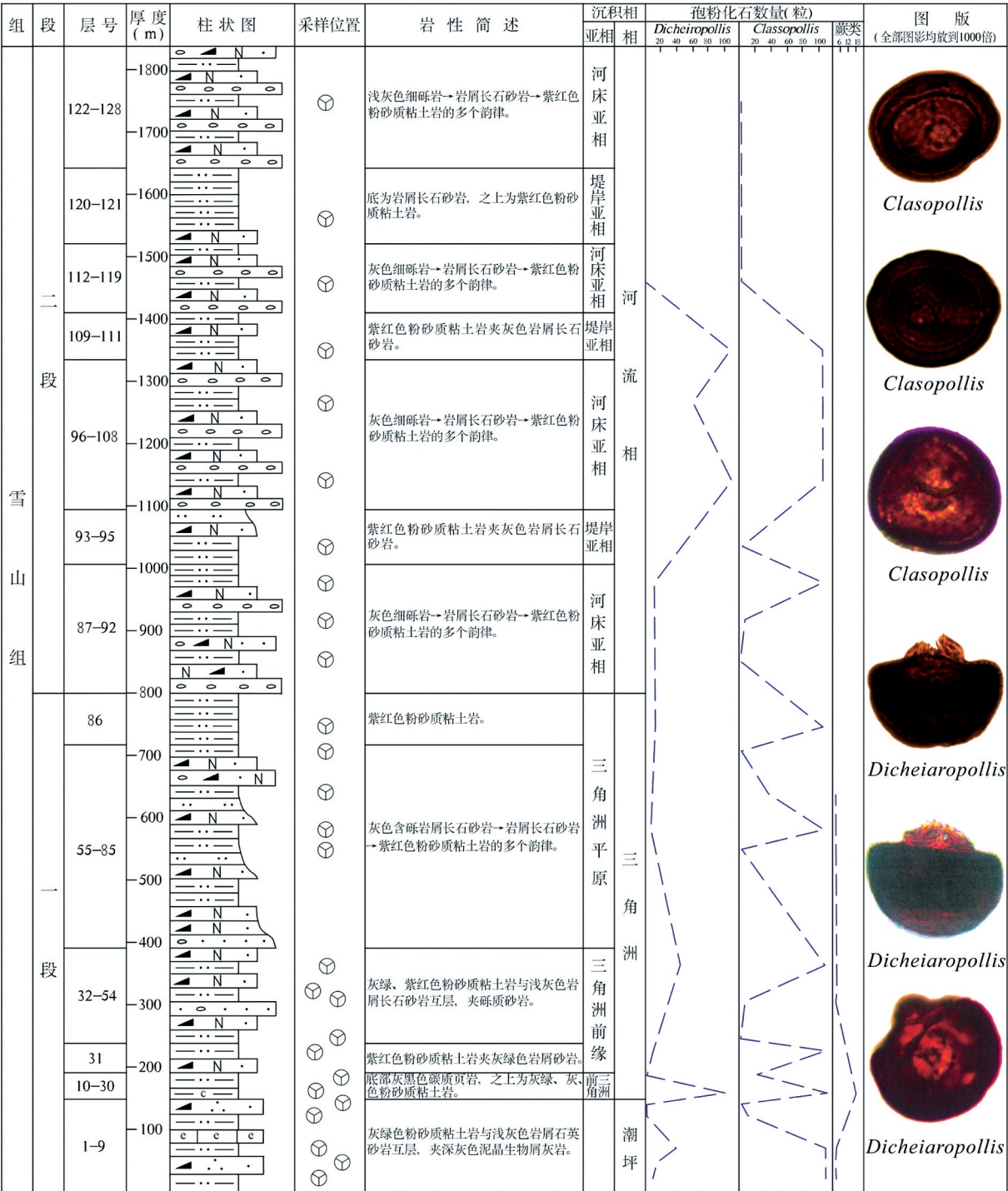


图2 北羌塘盆地托纳木地区雪山组剖面柱状图及采样位置(附孢粉化石数量变化曲线及图版)

Fig.2 Column chart and sampling location of Xueshan formation in Tuonam area of Northern Qiangtang basin

(Showing curve change of sporopollen fossils quantity and chart)

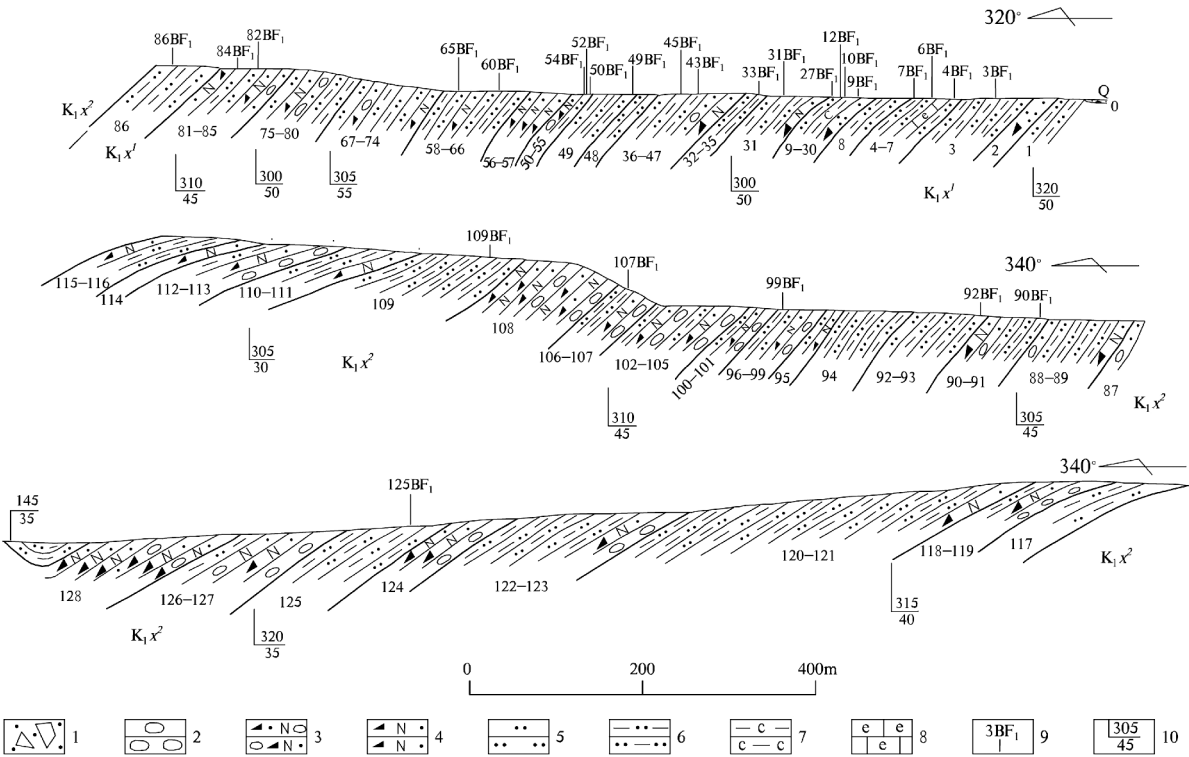


图 3 北羌塘盆地托纳木地区雪山组实测地层剖面 (PM07) 及采样位置图

Fig. 3 The measured stratigraphic section (PM07) and sampling location of Xueshan formation in Tuonam area of Northern Qiangtang basin
1—第四系堆积物;2—砾岩;3—含砾岩屑长石砂岩;4—岩屑长石砂岩;5—粉砂岩;6—粉砂质粘土岩;7—炭质粘土岩;8—生物屑灰岩;
9—采样位置及编号;10—地层产状; K_1x^1 —下白垩统雪山组一段; K_1x^2 —下白垩统雪山组二段;Q—第四系

三角洲—河流相沉积,总体以紫红色岩系为主。于粉砂质粘土岩、细粒岩屑砂岩层中采集样品 40 件。经中国科学院南京地质古生物研究所黎文本老师鉴定,27 件样品中或多或少赋存了孢粉化石(图 2)。其中,裸子植物占 98.32%,为本区古植物区系的优势类群;而蕨类植物仅为 1.68%(表 1)。

表 1 托纳木地区雪山组孢粉化石数量(粒)统计表

Table 1 Statistics of sporopollen fossils quantity (grain) of Xueshan formation in Tuonamu area

化石名称 编 号	<i>Cyathidites</i>	<i>Gleicheniidites</i>	<i>Maculatisporit</i>	<i>Klukisporites</i>	<i>Dicheiropollis</i>	<i>Classopollis</i>	<i>Pseudopicea</i>	化石数量 总计
PM07-3BF ₁	3				15	>100		>118
PM07-4BF ₁			1		16	>100	1	>118
PM07-6BF ₁	3				40	>100		>143
PM07-7BF ₁					1	14		15
PM07-9BF ₁					1	2		3
PM07-10BF ₁		18	2		100	>100		>220
PM07-12BF ₁					1	24		25
PM07-27BF ₁						1		1
PM07-31BF ₁					5	>100		>105
PM07-33BF ₁						1		1
PM07-43BF ₁	2					11		13
PM07-45BF ₁				1				1
PM07-49BF ₁					45	>100		>145
PM07-50BF ₁					1	1		2

续表

化石名称 编 号	<i>Cyathidites</i>	<i>Gleichenioidites</i>	<i>Maculatisporit</i>	<i>Klukisporites</i>	<i>Dicheiropollis</i>	<i>Classopollis</i>	<i>Pseudopicea</i>	化石数量 总计
PM07-52BF ₁	1					1		1
PM07-54BF ₁						1		1
PM07-60BF ₁						1		1
PM07-65BF ₁					5	>100		>105
PM07-82BF ₁						39		40
PM07-84BF ₁						1		1
PM07-86BF ₁					11	>100		>111
PM07-90BF ₁						8		8
PM07-92BF ₁					10	>100		>110
PM07-99BF ₁					>100	>100		>200
PM07-107BF ₁					60	>100		>160
PM07-109BF ₁					>100	>100		>201
PM07-125BF ₁						1		1
孢粉数量(粒)	9	18	3	1	>511	>1 306	1	>1 849
含 量(%)	0. 49	0. 97	0. 16	0. 05	>27. 64	>70. 63	0. 05	100

备注:孢粉化石由中国科学院南京地质古生物研究所鉴定(化石鉴定:黎文本;样品分析:黄凤宝)

裸子植物中以 *Classopollis*(克拉梭粉)(图 2,图版)花粉最繁盛(>70. 63%);其次为 *Dicheiropollis*(双手粉)(图 2,图版)花粉(>27. 64%),其对确定地层时代具有重要的意义。此外还见有少量的假云杉粉 *Pseudopicea*(0. 05%)。

蕨类植物为 *Cyathidites*(桫欏孢,0. 49%)、*Gleichenioidites*(里白孢,0. 97%)、*Maculatisporit*(斑纹孢,0. 16%)及 *Klukisporites*(克鲁克孢,0. 05%)。

因此,本文根据重要属种及其含量显著变化的特征,托纳木地区孢粉化石组合暂时借用宋之琛等(1981)提出的组合名称,可命名为 *Classopollis-Dicheiropollis* 组合(简称 CD 组合)。

3. 2 孢粉组合时代

据鉴定者意见,CD 组合中以 *Classopollis* 和 *Dicheiropollis* 最常见,其中 *Classopollis* 高含量的组合一般出现在晚侏罗世至早白垩世;而 *Dicheiropollis* 属(目前只有 1 种;*D. estruscus*)是特提斯海周边地区早白垩世早期(尼欧克姆期) 沉积中常见且特征的分子。因此,当前化石说明本研究采集样品岩层的时代无疑应属早白垩世早期。更具体分析如下。

Classopollis(克拉梭粉)与裸子植物掌鳞杉科(*Chriolepidaceae*)有亲缘关系,是中生代,特别是侏罗纪至白垩纪的常见化石(Vakkremecv, 1970;

贺永忠 等,2011;白培荣 等,2020)。最早见于三叠纪,最晚在古近纪(Vakkremecv, 1970),繁盛期是在早侏罗世至早白垩世。在我国南方孢粉植物区系里,*Classopollis* 在晚侏罗世至早白垩世为最繁盛的时期。样品中花粉属种比较单一,主要是克拉梭粉,但是其含量较高(占组合>70. 63%),已达到晚侏罗世至早白垩世的繁盛程度。

Dicheiropollis 属于裸子植物花粉,可能与掌鳞杉科有关。其由 Trevisan(1971)定名,目前仅 1 个种,即模式种 *D. estruscus* Trevisan(伊特拉斯双手粉)。*Dicheiropollis* 植物花粉粒形态奇特,极易辨认,一般成双手状态保存,酷似双手作揖相拱,该花粉在地质历史时期出现的时限很短。国内外孢粉学者一般视它为早白垩世早期(Berriasian-Barremian)的典型化石,具有标志性的时代界限划分。国外发现于意大利南托斯卡纳(Tuscany) 早白垩世(Trevisan, 1971) 沉积中,之后相继在巴西、加蓬、安哥拉、刚果、阿尔及利亚等地早白垩世沉积中均有发现(Jardine, 1974), 这些地层中的 *Classopollis* 含量都很高,一般居孢粉组合的首位,同时伴随出现少量的 *Dicheiropollis* 等早白垩世特征分子。*Dicheiropollis* 在中国先后发现于新疆塔里木盆地早白垩世舒善河组(黎文本 等,1990)、云南富民盆地早白垩世安宁组(张望平,1995) 和青藏高原北羌塘唐古拉山早白垩世索瓦组和雪山

组(Li Jianguo, 2004)地层中。近年来,北羌塘半岛湖早白垩世白龙冰河组(李月森等, 2015)及西藏班公湖-怒江缝合带西段亨贡拉地区亨贡错组均有报道(白培荣等, 2019)。同样,这些地层中的孢粉组合也具有这种特性,即高含量的 *Classopollis* 与一定含量早白垩世的典型分子 *Dicheiropollis* 共生。托纳木地区早白垩世雪山组也是如此(表 1),这一共性特征在区域上具有重要的地层时代意义。

综上所述,托纳木地区发现的孢粉型化石组合中以含大量的 *Classopollis* 花粉(含量在 70.63% 以上)为主要特征,且见有一定数量的 *Dicheiropollis* (含量>27.64%)。因此,当前 CD 组合说明本区采样剖面的地层时代应属早白垩世早期。

4 孢粉型化石指示的古植被和古气候

孢粉是植物的繁殖器官,极易保存为化石,因而可以根据孢粉组合推测该时期的古植被和古气候特征(钟筱春等, 2003)。托纳木地区发现的孢粉成分比较单一,以 *Classopollis*-*Dicheiropollis* 组合为主要特征。

4.1 古植被

本区孢粉组合中以 *Classopollis* 属植物占主导地位,其母体植物属于掌鳞杉科,长有鳞片状小叶,为矮小的乔木或灌木,生长于高地斜坡。而 *Dicheiropollis* 属可能与掌鳞杉科有关,为矮小的乔木或灌木。孢粉组合中还见有少量的蕨类植物。因此,托纳木地区早白垩世早期的古植被群落以 *Classopollis* 和 *Dicheiropollis* 有亲缘关系(或母体植物)的掌鳞杉科植物为优势类群,林间或林下还生长着少量桫欏科、里白孢属等植物。

4.2 古气候

目前多数孢粉工作者都把 *Classopollis* 归到掌鳞杉科(*Chiolepidaceae*),作为干旱气候条件的指示物(张子福等, 1989),其生长环境为适应炎热而干旱的气候(Vakhrameev, 1991; 邓胜徽, 2007; 白培荣等, 2020)。瓦赫拉梅耶夫(1970)指出,在样品中这 *Classopollis* 花粉的含量大于 10%~15% 者说明是亚热带气候。瓦氏(1978)根据北半球古

植物学资料和花粉 *Classopollis* 含量的多寡在白垩纪划分出两个植物区:北边的西伯利亚-加拿大植物区气候温暖潮湿;南边的印度-欧洲植物区气候干旱。并指出,在温暖潮湿的气候带, *Classopollis* 完全不存在或其含量不超过 3%;在干旱气候带, *Classopollis* 占绝对优势,含量为 50%~70% 或更高。从我国早白垩世孢粉组合特征来看,北方地区孢粉组合中, *Classopollis* 含量较低,尤其是东北地区,克拉梭粉在组合中的平均含量不超过 5%;南方地区组合中 *Classopollis* 的含量高,一般大于 50%。托纳木地区孢粉组合中, *Classopollis* 的含量为 70% 以上,与我国南方同时代的组合相当。依瓦赫拉梅耶夫和结合瓦氏划分方案托纳木地区应属印度-欧洲植物区的亚热带干旱气候。

而 *Dicheiropollis* 反映的生态条件很多方面与 *Classopollis* 相一致。前述的孢粉组合中, *Dicheiropollis* 都是和 *Classopollis* 共生,后者含量很高,超过 70%,反映前者也适应这一热和干旱的气候。

综上所述,北羌塘盆地托纳木地区早白垩世早期的植物群落面貌以生长于喜炎热而耐干旱的掌鳞杉科为优势类群,林下或林间还生长少数桫欏科和里白孢属等植物。本孢粉植物群反映的气候特征属于干旱炎热的热带-亚热带型气候,这与本区受北面半干旱热带-亚热带型气候影响有关(沙金庚等, 2005)。

5 结论

本次通过剖面 and 面上地质填图的研究,托纳木地区雪山组整合覆于上侏罗统-下白垩统索瓦组二段(相当于“白龙冰河组”)之上。雪山组岩系中采集到丰富的 *Classopollis* 和早白垩世早期典型分子 *Dicheiropollis* 花粉及组合,据此厘定本区雪山组的沉积时代应为早白垩世早期。从生物年代学和化石的属种类型角度为早白垩世雪山组增添了可靠的资料,丰富了生物的多样性。本研究认为北羌塘盆地托纳木地区早白垩世时期的植物群落面貌以生长喜炎热而耐干旱的掌鳞杉科为优势类群,林下或林间还生长少量桫欏科和里白孢属等植物古生态景观。本孢粉植物群反映的气候特征属于干旱炎热的热带-亚热带型气候。雪山组总体为潮坪-海陆过渡三角洲-陆相河流的灰色、紫红色碎屑岩沉积,这一套紫红色岩层的广

布,标志北羌塘盆地海相沉积结束,海水退出北羌塘盆地,并向陆相沉积转换,其物源来自西南部的中央隆起带(金玮等,2006)。同时,紫红色岩系的显著特征则反映古气候环境为热带-亚热带型。这一由海相向陆相沉积的古地理转换,对探讨北羌塘盆地的地质演化史具有重要的意义。表明燕山构造运动促使陆地不断扩大,更有利于植物的生长繁茂和森林生态环境的形成提供了条件。

总之,羌塘盆地经历了漫长而错综复杂的地块(体)、断裂和火山等构造运动和古地理变迁。这些运动和变迁,导致了羌塘地区地块的气候、生态环境和生物群落的变化。

致谢:中国科学院南京地质古生物研究所黎文本老师对孢粉化石鉴定;野外工作和成文中得到贵州省地质调查院熊兴国研究员指导并提出了宝贵的意见,贵州省地质调查院王敏研究员对岩石的鉴定。对给予支持和帮助及审稿专家和编辑部老师对论文的审阅,在此一并表示感谢!

[参考文献]

- 白培荣,马德胜,熊兴国,等. 2014. 北羌塘盆地托纳木地区早白垩世雪山组沉积相分析及油气意义[J]. 贵州地质, 31(4): 307-313.
- 白培荣,熊兴国,蒋开源,等. 2019. 北羌塘盆地中部筇根地区索瓦组上段的孢粉型化石组合及时代[J]. 微体古生物学报, 36(2): 190-198.
- 白培荣,马德胜,熊兴国. 2019. *Dicheiropollis* 和 *Ephedripites* 花粉在西藏班公湖-怒江缝合带西段贡组孢粉组合中的出现及其意义[J]. 地层学杂志, 30(4): 1701-1705.
- 白培荣,熊兴国,贺永忠,等. 2020. 北羌塘盆地胜利河中-晚侏罗世孢粉组合指示的古植被和古气候特征及其油气意义[J]. 贵州地质, 37(2): 165-174.
- 白培荣,熊兴国. 2020. 班公湖-怒江缝合带中西段改则地区木嘎岗日岩群的化石组合及时代[J]. 中国地质调查, 7(4): 60-66.
- 邓胜徽. 2007. 中生代主要植物化石的古气候指示意义[J]. 古地理学报, 9(6): 559-574.
- 方德庆,云金表,李椿. 2002. 北羌塘盆地中部雪山组时代讨论[J]. 地层学杂志, 26(1): 68-72.
- 贺永忠,白培荣. 2011. 藏北双湖胜利河晚侏罗世索瓦组油页岩及石膏的沉积环境及意义[J]. 贵州地质, 28(1): 58-64.
- 蒋忠锡. 1983. 羌塘地区侏罗纪地层的若干问题[J]. 青藏高原地震文集, (06): 87-112.
- 金玮,王成善,李亚林. 2006. 西藏双湖托纳木地区上侏罗统雪山组物源分析[J]. 大地构造与成矿学, 30(2): 519-526.
- 黎文本,陈金华. 1990. 白垩系[C]//周志毅,陈丕基. 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科学出版社, 288-307.
- 李月森,马德胜,白培荣,等. 2015. 北羌塘半岛湖地区早白垩世白龙冰河组厘定及意义[J]. 贵州地质, 32(2): 105-110.
- 鲁宾,李永铁,刘忠. 2000. 青藏高原的盆地形成与分类[J]. 石油学报, 21(2): 21-26.
- 马德胜,张厚松,蒋开源,等. 2011. 西藏双湖地区晚侏罗世至早白垩世索瓦组沉积特征与古地理演化[J]. 贵州地质, 28(1): 53-57.
- 沙金庚,王启飞,卢辉楠. 2005. 羌塘盆地微体古生物[M]. 北京: 科学出版社.
- 谭富文,王剑,李永铁,等. 2004. 羌塘盆地侏罗纪末-早白垩世沉积特征与地层问题[J]. 中国地质, 31(4): 400-405.
- 王立全,潘桂棠,丁俊,姚冬生. 2013. 青藏高原及邻区地质图及说明书. 北京: 地质出版社.
- 吴珍汉,叶培盛,胡道功. 等. 2011. 青藏高原羌塘盆地南部古近纪逆冲推覆构造系统[J]. 地质通报, 30(7): 1009-1016.
- 西藏自治区地质矿产局. 1997. 西藏自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 许岩,郭薇,刘立,等. 2005. 藏北羌塘盆地与西亚特提斯盆地构造比较及其油气远景[J]. 地质通报, 24(6): 564-569.
- 尹福光. 2003. 羌塘盆地中央隆起性质与成因[J]. 大地构造与成矿学, 27(2): 143-146.
- 朱同兴,冯心涛,林仕良,等. 2005. 中华人民共和国 1:25 万黑虎岭幅、多格错仁、江爱达日那幅、土错幅区域地质调查报告[R]. 成都地质矿产研究所.
- 张望平. 1995. *Dicheiropollis* 在云南富民盆地安宁组孢粉组合中的出现及其意义[J]. 微体古生物学报, 12(1): 39-49.
- 曾禹人,马德胜,吴滔,等. 2014. 西藏羌塘盆地光明湖地区早白垩世化石的发现及意义[J]. 贵州地质, 31(4): 302-306.
- 张子福,苗淑娟. 1989. 鄂尔多斯盆地西南部华亭-陇县地区志丹群的孢粉[J]. 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊, 69-88.
- 赵正璋,李永铁,叶和飞,等. 2000. 青藏高原大地构造特征及盆地演化[M]. 北京: 科学技术出版社.
- 钟筱春,赵传本,杨时中,等. 2003. 中国北方侏罗系(II)古环境与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 33-172.
- Jardine S, Biens P, Doerenkamp A. 1974. *Dicheiropollis etruscus*, un pollen caractéristique du Cretace inférieur Afro-Sudaméricain. C- onséquences pour l'évaluation des unités climatiques et implications dans la dérive des continents[J]. Sciences Géologiques Bulletin, 27(1/2): 87-100.
- Li Jianguo, Batten D J. 2004. Early Cretaceous palynofloras from the Tanggula Mountains of the northern Qinghai-Xizang(Tibet) Plateau, China[J]. Cretaceous Research, 25: 531-542.
- Trevisan L. 1971. *Dicheiropollis*, a pollen type from Lower Cretaceous sediments of southern Tuscany (Italy) [J]. Pollen et Spores, 13(4): 561-596.
- Vakhrameev V A. 1991. Jurassic and Cretaceous Floras and Climates of the Earth[M]. Cambridge Cambridge University Press, 1-318.
- Vakhrmcev V A. 1970. Range and paleoenology of Mesozoic conifers [J]. The Cheirolepidiaceae. Paleanl. Zh., 70(1): 19-34.

类公益林地,在没有调整相应的规划前,是不能进行开采生产的。

[参考文献]

贵州盛丰土地资源开发有限公司. 贵州省修文县五老山(北翼)铝土矿露天开采方式论证报告[R]. 2020, 10.
 国家安全监管总局国家煤矿安监局国家能源局国家铁路局《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》(2017年5月)[M].

中华人民共和国交通运输部发布《采空区公路设计与施工技术细则》(JTG/TD 31-03-2011)[M].

胡炳南张兴华申宝宏主编《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采指南》煤炭工业出版社[M]. 2017, 9.

西南能矿建设工程有限公司2019年7月编制的《贵州省清镇市新街-五老山铝土矿详查报告》.

贵州省国土资源规划研究院2020年12月评审通过的《贵州省修文县五老山(北翼)铝土矿露天开采方式论证报告咨询意见书》.

Discussion of the Mining Method of a Bauxite in Xiuwen County, Guizhou

WEI Peng-zhou¹, YU Si-de²

(1. Guizhou Exploration Institute, China Chemical Geology and Mine Bureau, Guiyang 550005, Guizhou, China;

2. Guizhou Innovation Mining and Metallurgy Engineering Development Co., Ltd Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] Based on the actual occurrence of ore body (layer), in this paper, it analyzes and discusses the mining method to be adopted in the mine from the following aspects: open pit mining method – economic and reasonable stripping ratio; underground mining method – surface subsidence analysis, influence height of the mining caving zone, impact range of the water flowing fracture zone height, and concludes that the mine is suitable for open pit mining.

[Key Words] Bauxite; Open pit mining; Stripping ratio; Subsidence; Caving zone; Fracture zone

(上接第 255 页)

The Palynological Sporopollen Fossils and Its Indicated Palaeovegetation and Palaeoclimate Characteristics of Xueshan Formation in Tuonamu Area, North Qiangtang Basin

BAI Pei-Rong, XIONG Xing-Guo, MA De-Sheng, CHEN Qi-fei, JIANG Kai-yuan, ZHANG Hou-song, ZENG Yu-ren, WU Tao, LI Yue-sen

(Guizhou Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] By study the abundant pollen of *Clasopollis* and *Dicheiaropollis* in Xueshan formation in Tuonamu area, North Qiangtang Basin, the sporopollen of this formation can be established as CD assemblage, dating from the Early Early Cretaceous. The analysis suggests that the Early Cretaceous palaeo-vegetation communities in Tuonamu area were dominated by the pyridae plants of *Clasopollis* and *Dicheiaropollis*, which were related to each other (or their parent plants) and tolerant to dry heat. A small number of other plants, such as *Alsophila* and *Lepidopsis*, grew in the forest or under the forest. The climate characteristic reflected by this palynological flora is the arid tropical – subtropical climate. By this study, it enriched the understanding of Early Cretaceous palynology, palaeo-vegetation and palaeo-climate in the Qiangtang basin.

[Key Words] Xueshan Formation; Sporo-pollen; Palaeovegetation and Palaeoclimate; North Qiangtang basin