

文章编号:1004-4116(2022)02-0016-08

冈底斯南缘打加错地区竟柱山组 沉积特征及其时代

李鹏举,梁志勇,火久伟,曹勇刚

(甘肃省地矿局第三地勘院,甘肃 兰州 730050)

摘 要:竟柱山组地层出露于西藏昂仁县打加错东地区,是一套以砂岩、砾岩为主的陆相碎屑岩建造,通过野外剖面测制、样品采集、分析测试及同位素年代学研究,分析了竟柱山组地层、沉积环境、沉积相、岩石地球化学特征等,认为该组地层为一套红色磨拉石建造,其形成于打加错断陷湖盆的河流—湖泊相沉积环境。竟柱山组上部安山岩透镜体中锆石U-Pb同位素年龄 89.97 ± 0.7 Ma,其地层时代为晚白垩世。

关键词:竟柱山组;沉积特征;冈底斯南缘;打加错;地层时代

中图分类号:P53;P597

文献标志码:A

青藏高原的内部自北向南发育了3条磨拉石建造带,分别为羌北—昌都、班公湖—怒江、雅鲁藏布江磨拉石建造带^[1]。诸多研究表明,上白垩统竟柱山组是一套紫红色砾岩、砂岩为主的陆源碎屑岩磨拉石建造,为山间盆地河流相向湖泊相演化的陆相沉积,与班公湖—怒江缝合带的闭合和措勤盆地的演化息息相关^[2-7]。而在竟柱山组陆相磨拉石碎屑岩中发现化石相对较少,前人亦对其准确的年代问题尚未彻底解决^[3,5]。本文以打加错地区竟柱山组为研究对象,通过野外剖面测制、样品采集、分析测试及同位素年代学研究,分析了竟柱山组地层沉积组合特征、沉积环境、沉积相及地层含矿性,结合前人对该地层形成时代的研究,探讨了竟柱山组地层的形成年代,为该地区白垩纪地层的沉积特征、地层时代划分、沉积环境及沉积相分析等基础研究提供了重要的地质依据。

1 地质概况

研究区位于青藏高原的南部,大地构造位置处于西藏冈底斯火山岩弧及隆格尔—南木林弧背断隆带内^[3,8],地层区隶属于冈底斯—喜马拉雅地层大区(VII)、冈底斯—腾冲地层区(VII1)、隆格尔—南

木林地层分区(VII1-5)(图1b)^[8]。研究区内出露地层主要有新元古界—中元古界念青唐古拉岩群(Pt₂₋₃Nq)、白垩系竟柱山组(K₂j)、古新统典中组(E₁d)、始新统年波组(E₂n)、中新统布嘎寺组(N₁bg),第四系(Q)(表1)。研究区竟柱山组主要分布在打加错以东的集洞措—得拉道班—野马麻热勒—甲布勒—目扎一带,出露面积相对较小,呈近南北向展布,岩性主要为灰紫色、紫红色中粗砾岩、砂砾岩、砂岩、粉砂岩,夹紫红色含砾砂岩、岩屑石英砂岩、石英砂岩、安山岩等。与上覆的典中组、年波组、布嘎寺组呈角度不整合接触(图1a)。

2 剖面列述

研究区竟柱山组地层分布于打加错东岸湖畔,主要在集洞措—得拉道班—野马麻热勒—甲布勒—目扎一线,出露总面积约42.68 km²。实测剖面位于西藏昂仁县如萨乡顶查伍—么弄查加勒一带,剖面起点坐标为东经85°51′27″,北纬29°47′45″,高程5 420.45 m。因受古近纪、新近纪火山岩、全新世冲洪积物、湖积物的覆盖,未见竟柱山组顶、底,地层厚度大于3 200 m。地质剖面(图2)列述如下:

收稿日期:2021-01-07

基金项目:中国地质调查局“西藏打加错东地区4幅1:5万区域地质调查”(12120113034400)

作者简介:李鹏举(1989~),男,甘肃天水,地矿工程师,主要从事区域地质矿产调查工作。E-mail:549795653@qq.com

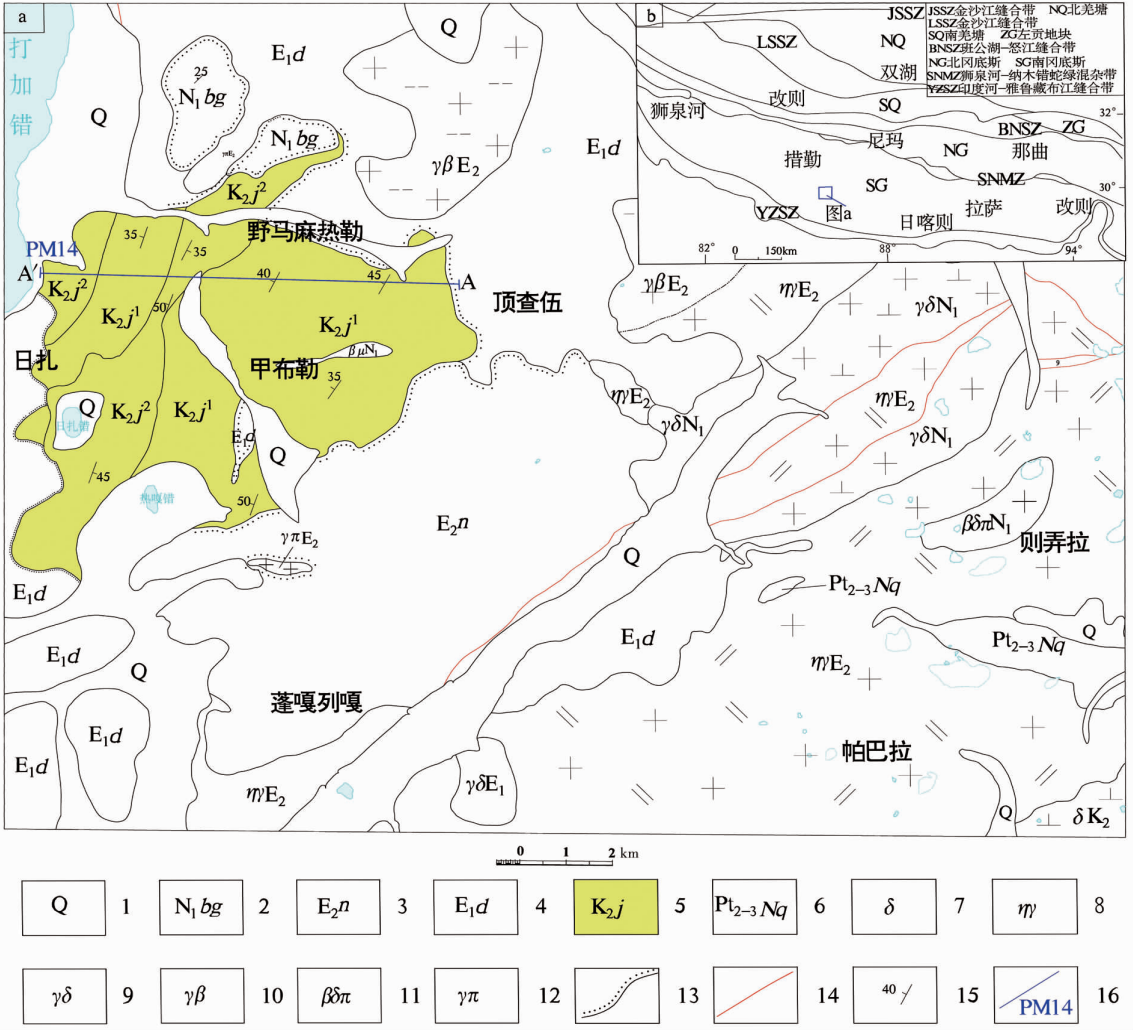


图 1 研究区地质简图(a)及大地构造位置图(b)

Fig. 1 Geological sketch (a) of the study area and geotectonic location map (b)

1—第四系;2—布嘎寺组;3—年波组;4—典中组;5—竟柱山组;6—念青唐古拉岩群;7—闪长岩;8—二长花岗岩;9—花岗闪长岩;
10—黑云母花岗岩;11—黑云母闪长斑岩;12—花岗斑岩;13—不整合界线;14—断层界线;15—产状;16—剖面位置

全新世冲洪积 + 湖积物(Qh ^{dp+l})		33. 紫红色厚层状细—粗砾岩	173. 50 m
~~~~~掩盖接触~~~~~		32. 灰绿色中—厚层状含砾长石石英粗砂岩	98. 30 m
(未见顶)		31. 灰绿色中层状长石石英细砂岩	84. 30 m
竟柱山组 2 段(K ₂ j ² )		30. 紫红色厚层—块状细—粗砾岩	54. 60 m
厚度 > 288. 10 m		29. 紫红色中—厚层状中—细砾岩	156. 50 m
38. 灰绿色中层状长石石英细砂岩,夹安山岩透镜、局		28. 紫红色中层状岩屑长石细砂岩,见粒序层理构造	17. 70 m
部见硅质岩,发育交错层理构造		27. 紫红色中层状中—细砾岩	134. 60 m
288. 10 m		26. 灰绿色薄层状岩屑长石细砂岩与紫红色薄—中层	
-----整合接触-----		状岩屑长石细砂岩韵律层,厚度比 1 : 1	55. 20 m
竟柱山组 1 段(K ₂ j ¹ )		25. 紫红色薄—中层状细中粒长石岩屑砂岩	53. 50 m
厚度 2 963. 50 m		24. 紫红色中—厚层状中—细砾岩	181. 90 m
37. 紫红色块状细—粗砾岩 307. 90 m		23. 浅灰绿色薄层状长石细砂岩与紫红色薄—中层状	
36. 紫红色薄—中层状细中粒岩屑石英砂岩 40. 80 m		岩屑长石细砂岩韵律层,厚度比 1 : 3	9. 20 m
35. 紫红色块状细—粗砾岩 138. 40 m		22. 紫红色厚层状细—粗砾岩	20. 40 m
34. 灰绿、紫红色中层状岩屑长石细砂岩,偶见交错层		21. 紫红色中层状含砾钙泥质粉砂岩	12. 20 m
理构造			
128. 90 m			

表 1 研究区出露主要地层  
Table 1 Strata exposed in the study area

年代地层			岩石地层				岩性特征描述
界	系	统	群	组	段	代号	
新生界	第四系	全新统	林子宗群			Qh	冲洪积物、湖沼积物、坡积物
		更新统				Qp	冰碛物、冲洪积物、湖积物
	新近系	中新统		布嘎寺组	2 段	$N_1bg^2$	安山质岩屑晶屑凝灰岩
					1 段	$N_1bg^1$	深紫色、深灰色含辉石粗安岩
	古近系	始新统		年波组		$E_2n$	深灰色安山岩、深灰色英安岩、灰绿色安山质火山角砾岩、深灰色安山质晶屑岩屑凝灰岩、灰黑色安山质火山角砾岩、灰黑色流纹质火山角砾
		古新统		典中组	3 段	$E_1d^3$	灰白色凝灰岩、灰黑色安山质火山角砾熔岩
					2 段	$E_1d^2$	上部：灰白色流纹质火山角砾岩、灰黑色安山质晶屑岩屑凝灰岩 中部：紫红色流纹岩、流纹质角砾熔岩、灰白色英安岩 下部：紫红色、灰白色流纹质岩屑晶屑凝灰岩、紫红色流纹质火山角砾岩
					1 段	$E_1d^1$	上部：灰黑色安山质火山角砾岩、浅灰色英安质火山角砾岩 中部：深褐色安山质晶屑凝灰岩、玻屑晶屑凝灰岩 下部：深灰色安山岩、浅灰色英安岩等
中生界	白垩系	上统		竟柱山组	2 段	$K_2j^2$	紫红色长石石英砂岩、泥岩
					1 段	$K_2j^1$	紫红色厚层块状细—粗砾岩、灰色砾岩夹灰褐色安山岩透镜、灰色砾岩夹砂岩
新元古界   中元古界			念青唐古拉岩群	片岩岩组		$Pt_{2-3}Nq^3$	黑云石英片岩、斜长云母石英片岩、黑云长石石英岩、绿泥阳起石英片岩、斜长阳起石英岩、云母石英岩、绢云千枚岩等
	片麻岩岩组			$Pt_{2-3}Nq^2$	黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、花岗质片麻岩、二云斜长石英片岩、变粒岩、斜长角闪片岩		
	大理岩岩组			$Pt_{2-3}Nq^1$	大理岩夹变粒岩		

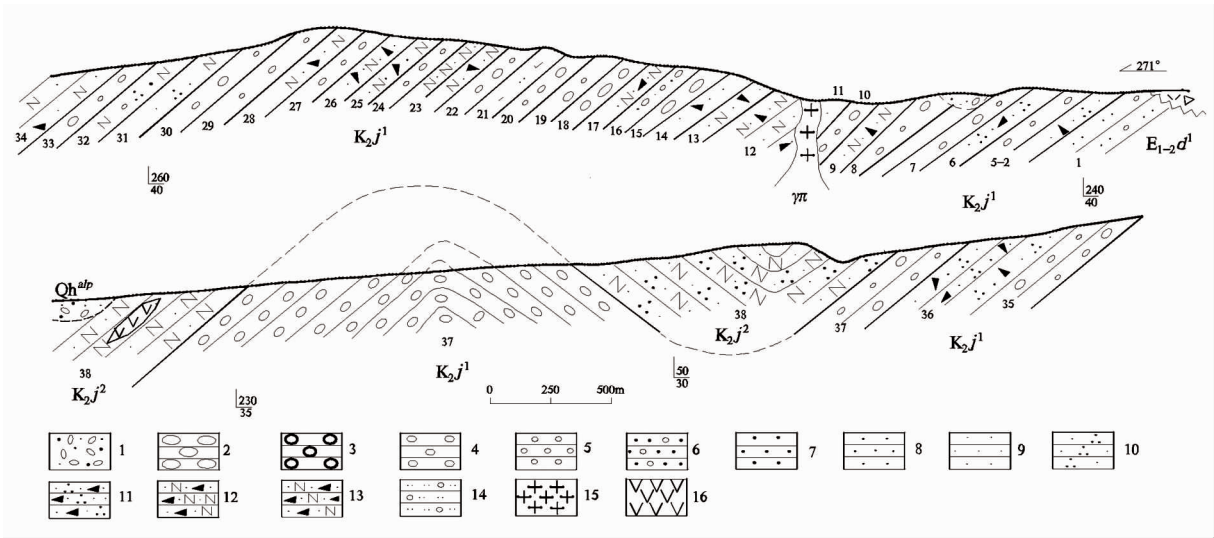


图 2 昂仁县如萨乡顶查伍—么弄查加勒一带竟柱山组 ( $K_2j$ ) 实测剖面 (PM14)  
Fig. 2 Measured section (PM14) of Jingzhushan Formation ( $K_2j$ ) in Dingchawu—Mongchagalle area,  
Rusa Township, Angren County

1—冲洪积 + 湖沼积; 2—巨砾岩; 3—粗砾岩; 4—中砾岩; 5—细砾岩; 6—含砾粗砂岩; 7—粗砂岩; 8—中砂岩; 9—细砂岩; 10—石英砂岩;  
11—岩屑石英砂岩; 12—岩屑长石砂岩; 13—长石岩屑砂岩; 14—含砾粉砂岩; 15—蚀变花岗岩; 16—安山岩



20. 浅灰紫色中—厚层状细—粗砾岩	145. 10 m
19. 紫红色中—厚层状细—粗砾岩	10. 70 m
18. 紫红色中层状粗—巨砾岩	140. 20 m
17. 紫红色薄—中层状中—细粒岩屑长石砂岩,局部见平行层理构造	13. 50 m
16. 紫红色中层状中—细砾岩	18. 80 m
15. 紫红色厚层状粗—巨砾岩	98. 10 m
14. 紫红色中—厚层状钙质胶结细粒岩屑砂岩	29. 80 m
13. 紫红色中—厚层状中细粒长石岩屑砂岩	8. 50 m
12. 紫红色厚层状中粒长石岩屑砂岩	40. 70 m
11. 浅灰色中层状钙质胶结细粒岩屑砂岩,见水平层理构造	45. 20 m
10. 紫红色厚层—块状细—中砾岩	20. 20 m
9. 灰绿色中层状中细粒岩屑长石砂岩,偶见平行层理构造	52. 70 m
8. 浅灰紫色块状细—粗砾岩	22. 50 m
7. 紫红色块状细—粗砾岩	20. 50 m
6. 紫红色薄层状钙质胶结细粒岩屑石英砂岩	59. 00 m
5. 紫红色中层状细—中砾岩	80. 90 m
4. 灰白色含细砾岩屑石英细砂岩,见有岩屑晶屑凝灰岩砾石	18. 60 m
3. 灰绿色含砾细粒长石岩屑砂岩	57. 90 m
2. 灰紫色钙质胶结含砾中细粒岩屑长石砂岩	160. 60 m
1. 深灰色含砾粉砂岩,见波状层理(未见底)	222. 10 m

3 沉积特征分析

3.1 岩石组合特征

区域上竟柱山组主要分布班公湖—怒江一线,

在班戈、日土、改则、塔惹增、措勤、尼玛、班公错、丁青、洛隆、八宿等地均有出露,其岩性组合在区域上变化较大,多数学者研究表明,竟柱山组地层为一套红色磨拉石建造,在班公湖—怒江北部主要为河流—三角洲沉积相,南部为湖泊沉积相,表现为下粗上细的沉积旋回^[4]。竟柱山组以紫红色、砖红色砾岩、砂岩为主,夹有少量的粉砂岩、泥岩、火山岩等,部分地区有灰岩出露,该组地层中发育交错层理、水平层理、平行层理、斜层理,见有波痕、泥裂等沉积构造。砾岩中砾石分选性、磨圆度较差,成分较为复杂,有灰岩、砂岩、火山岩等多种成分,基本层序以砾岩—砂岩变化为主^[3,8-12]。

笔者结合前人对竟柱山组区域对比研究及本次实测地层剖面岩石特征组合,认为研究区竟柱山组主要为灰紫色、紫红色中粗砾岩(图 3)、砂砾岩、砂岩、粉砂岩,夹紫红色含砾砂岩、岩屑石英砂岩、石英砂岩、硅质岩、安山岩透镜体。竟柱山组地层与区域上存在一定的差别,其下部以浅紫红色中粗砾岩、巨砾岩为特征,夹紫红色薄层状岩屑砂岩、岩屑石英砂岩、粉砂岩透镜体,砂岩具平行层理、粒序层理构造,砾岩成分以灰岩砾石为主,呈浑圆状—次浑圆状,其分选性、磨圆度差;上部以灰绿色中层状长石石英细砂岩、紫红色薄层状泥质粉砂岩、紫红色含砾粗砂岩、紫红色钙质胶结岩屑砂岩、紫红色—灰黄色极薄层粉砂质泥岩,夹紫红色块状砾岩,安山岩呈透镜状分布在上部,局部见硅质岩,上部整体发育韵律层、粒序层理、水平层理、交错层理等沉积构造(图 4)。



图 3 竟柱山组砾岩  
Fig. 3 Gravel rock of Jingzhushan Formation



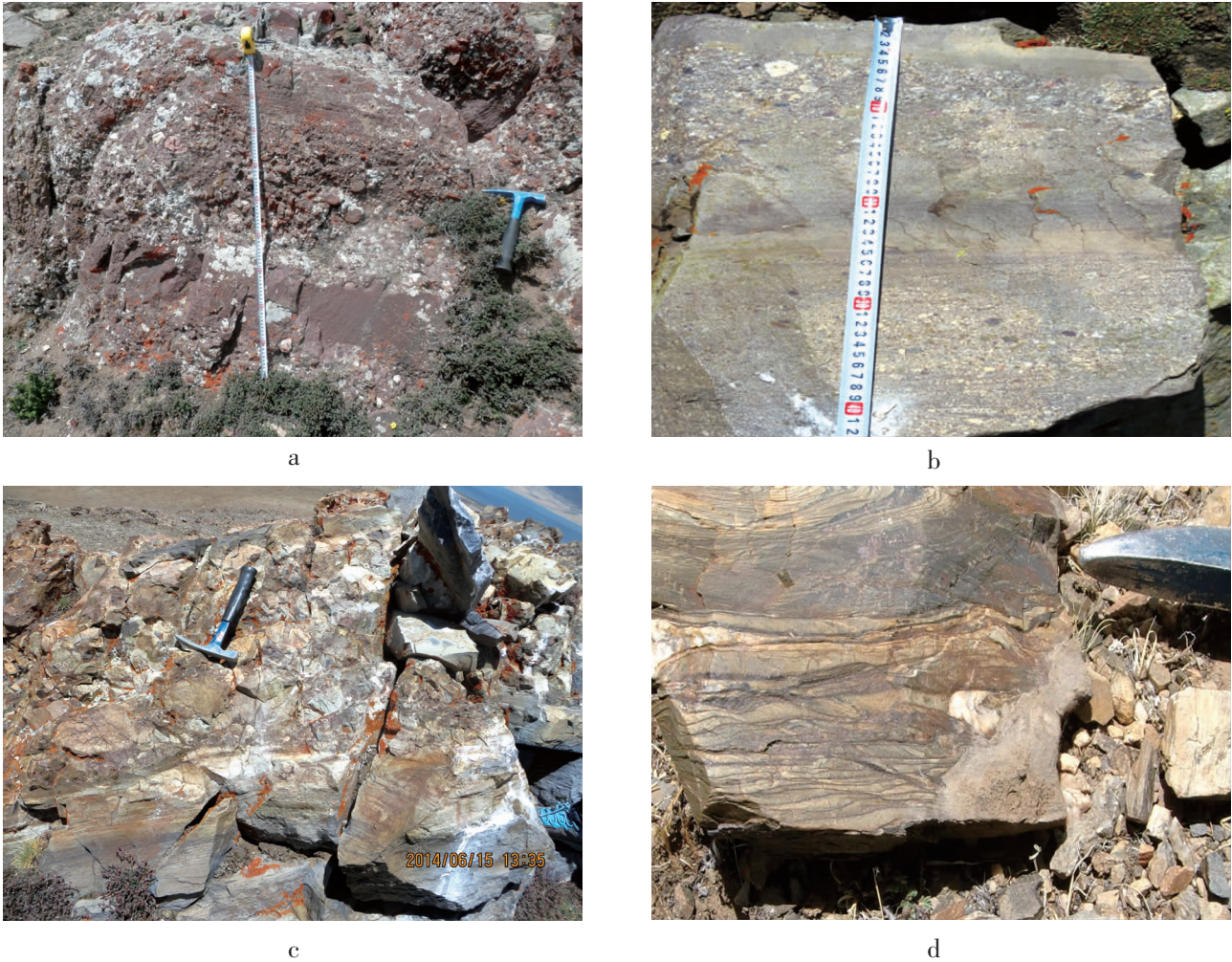


图 4 竟柱山组层理构造

Fig. 4 The bedding structure of Jingzhushan Formation

a—砾岩与砂岩韵律层;b—粒序层理;c—平行层理;d—交错层理

3.2 基本层序

通过对该组地层岩石组合的研究分析,发现竟柱山组主要发育有 3 种基本层序(图 5),下部主要为 A、B 两种基本层序,上部为 C 类型基本层序。

基本层序 A:由紫红色厚层块状中粗砾岩(a)→紫红色薄层状岩屑砂岩 (b)→紫红色粉砂岩 (c)组成,自下而上发育有粒序层理、平行层理、水平层理,单元厚 5 ~ 12 cm,组元厚 20 ~ 25 cm,向上厚度变薄,产出层数增加。该类基本层序发育在竟柱山组下部,构成向上变细的退积型层序。

基本层序 B:由紫红色厚层块状中粗砾岩(a)→紫红色薄层状岩屑砂岩(b)组成,因砾径变化而呈过渡接触关系,自下而上发育粒序层理、平行层理,单元厚 3 ~ 15 cm,组元厚 4 ~ 12 m,层厚比约 2 : 1,向上层序总厚度减小,该类基本层序发育在竟柱山组中部,构成向上变细的退积型层序。

基本层序 C:由紫红色厚层—块状中粗砾岩(a)→紫红色薄层状钙质石英砂岩 (b)→紫红色泥质粉砂岩(c)组成,自下而上发育粒序层理、平行层理、交错层理,单元厚 0. 8 ~ 12 cm,组元厚 0. 8 ~ 1. 5 m,三者岩性厚度比为 3 : 1 : 2,该类基本层序在竟柱山组上部规律性反复重现,构成向上变细的退积型层序。

3.3 沉积环境及沉积相分析

白垩世晚期,雅鲁藏布江残余洋盆向北俯冲,同时,其北侧狮泉河小洋盆也向南俯冲消减,南冈底斯岛弧与狮泉河—纳木错—嘉黎陆块发生弧—陆碰撞,形成早白垩世晚期残留海盆地。晚白垩世,在陆—陆碰撞后续的陆内俯冲挤压构造环境下,雅鲁藏布江残余海盆逐渐消亡,海水完全退出,进入陆内造山阶段^[13],研究区在造陆运动作用的加强下,打加





表 2 竟柱山组岩石地球化学参数统计表

Table 2 Statistical table of geochemical parameters for Jingzhushan Formation

元素	地球化学化学场(n = 47)										
	最小值	最大值	算术平均值 (X)	标准偏差 S ₀	变差系数 C _V	众数	中位数	偏度 系数	峰度 系数	富集系数 (K)	研究区元素 丰度值
Au	0. 3	5. 68	1. 33	1. 45	1. 09	0. 5	0. 8	2. 44	5. 06	1. 75	0. 76
As	1. 15	26. 01	7. 77	6. 08	0. 78	26. 01	6. 23	2. 35	5. 01	1. 41	5. 52
Sb	0. 25	2. 58	0. 75	0. 61	0. 81	2. 58	0. 52	2. 41	5. 11	1. 15	0. 65
Hg	11. 4	73. 1	30. 47	14. 21	0. 47	73. 1	26. 7	1. 34	1. 95	1. 24	24. 55
Cu	3	26. 87	9. 98	5. 63	0. 56	15. 5	9. 1	1. 37	2. 09	0. 93	10. 7
Pb	3	56. 44	20. 44	12	0. 59	14. 3	17. 7	0. 92	0. 82	0. 83	24. 61
Zn	13. 7	153. 4	63. 82	29. 86	0. 47	153. 4	60	1. 58	3. 51	1. 15	55. 44
Mo	1. 12	4. 47	2. 92	0. 72	0. 25	3. 32	2. 95	-0. 1	0. 41	36. 50	0. 08
W	0. 06	0. 33	0. 12	0. 07	0. 6	0. 1	0. 1	2. 33	4. 6	0. 17	0. 7
Ag	0. 22	1. 5	0. 6	0. 3	0. 5	0. 39	0. 55	1. 43	2. 12	0. 31	1. 92

注:各元素数值的计量单位 Au、Hg 为 10⁻⁹,其余为 10⁻⁶;除最大值、最小值外,其他数据均为替代 3 倍标准方差后计算所得。

柱山组中 Au、As、Sb、Hg、Zn、Mo 元素浓度克拉克值系数大于 1,其中 Au 元素浓度克拉克值系数大于 1. 5,变异系数大于 1,相对富集,Mo 元素浓度克拉克值系数达 36. 5,但变异系数为 0. 25,可能与竟柱山组物源有关;Cu、Pb、W、Ag 元素的浓度克拉克值系数及变异系数均小于 1,总体贫化。

4 地层时代讨论

关于竟柱山组地层形成时代,主要集中在班公湖—怒江缝合带两侧,如李华亮^[3]通过生物地层学、石英 ESR 及古地磁等多种年代学方法对班公湖地区竟柱山组地层时代进行了研究,其研究结果

表明班公湖地区竟柱山组地层时代为晚白垩世,该地层底砾岩形成年龄约为 96 Ma;韩维峰^[4]在西藏班戈县采集竟柱山组地层中凝灰岩样品锆石年龄为 89 ± 0. 66 Ma, 将竟柱山组地层时代归属于晚白垩世;黄建国^[11]在竟柱山组中采集了大量的珊瑚化石,其研究表明竟柱山组地层时代属晚白垩世。研究区该地层中未发现古生物化石,在打加错东野马麻热勒竟柱山组二段采集安山岩透镜样品 1 件,经西北大学国家重点实验室测得锆石 U-Pb 同位素年龄为 89. 97 ± 0. 7 Ma(图 7),属于晚白垩世。根据本次对研究区的地质调查工作发现,该组地层与上覆的典中组(E₁d)火山岩呈喷发不整合接触,而火久伟等^[14]研究结果显示打加错东地区典中组安山岩锆石

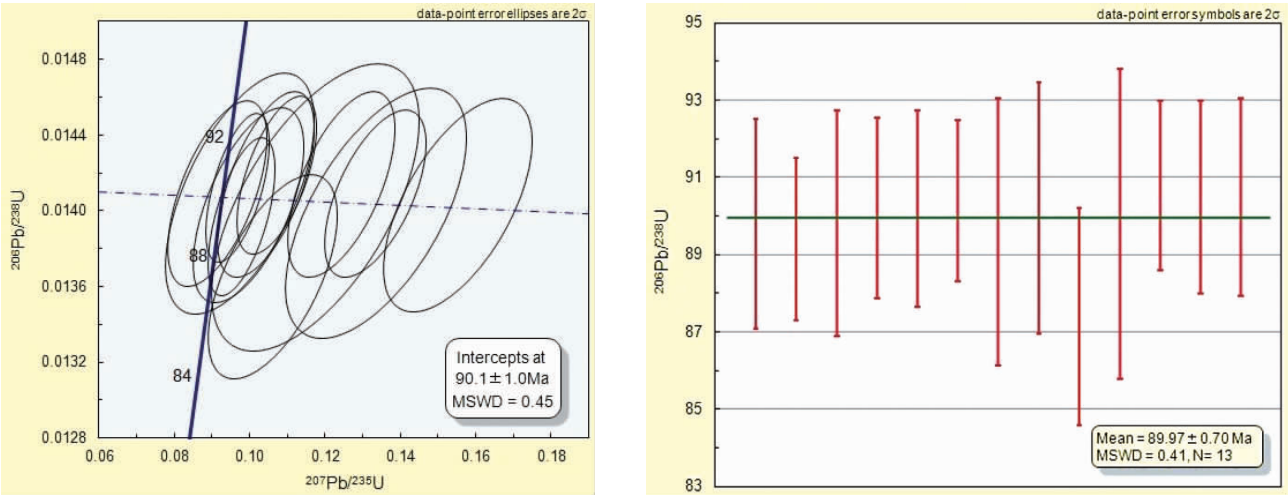


图 7 竟柱山组安山岩锆石U-Pb年龄

Fig. 7 Zircon U-Pb age of andesite sample in Jingzhushan Formation

U-Pb 年龄为  $67.63 \pm 0.42$  Ma, 其时代归属于古新世, 也说明竟柱山组地层的形成时代早于古新世, 结合本次竟柱山组二段安山岩透镜体锆石 U-Pb 同位素年龄, 认为竟柱山组地层时代属于晚白垩世, 其形成时代与李华亮、韩维峰、黄建国等学者研究结果一致。

5 结论

- (1) 竟柱山组在打加错东地区以中粗砾岩、巨砾岩、细砾岩、砂岩为特征, 夹紫红色含砾砂岩、岩屑石英砂岩、石英砂岩、硅质岩、安山岩透镜体等, 地层中发育韵律层、粒序层理、水平层理、交错层理等构造, 由下至上整体上表现出由粗变细的特征。
- (2) 竟柱山组地层总体表现为一套紫红色磨拉石沉积建造, 其形成于雅鲁藏布江残余海盆闭合之后, 受打加错断陷湖盆断裂控制, 从早到晚表现为由河流向湖泊演化的特征, 标志着该地区中生代盆地演化结束。
- (3) 竟柱山组中安山岩透镜体的锆石 U-Pb 同位素年龄为  $89.97 \pm 0.7$  Ma, 认为竟柱山组地层时代属于晚白垩世。

参 考 文 献

[1] 夏邦栋, 张开均, 孔庆友, 等. 青藏高原内部三条磨拉石带的确定及其构造意义[J]. 地学前缘, 1999(03): 173-180

[2] 李华亮. 班公湖—怒江缝合带西段洋陆转换的标志及时间[D]. 中国地质大学, 2014

[3] 李华亮, 高成, 李正汉, 等. 西藏班公湖地区竟柱山组时代及其构造意义[J]. 大地构造与成矿学, 2016, 40(04): 663-673

[4] 韩维峰. 措勤盆地晚白垩世沉积特征及其构造意义[D]. 中国地质大学(北京), 2013

[5] 梁胜建. 西藏班戈地区上白垩统竟柱山组沉积特征及地质意义[D]. 中国地质大学(北京), 2019

[6] 潘桂棠, 朱弟成, 王立全, 等. 班公湖—怒江缝合带作为冈瓦纳大陆北界的地质地球物理证据 [J]. 地学前缘, 2004, 11(04): 371-382

[7] 唐熊, 陶晓风. 措勤地区竟柱山组沉积特征及构造意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2009, 29(01): 53-57

[8] 西藏自治区地质矿产局, 1993. 西藏自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社

[9] 魏超. 冈底斯西段打加错—纳弄勒地区化探数据处理及找矿评价[D]. 中国地质大学(北京), 2020

[10] 贾共祥, 杜凤军, 刘伟. 西藏尼玛一带上白垩统竟柱山组的厘定及其意义[J]. 地质调查与研究, 2007(03): 172-177

[11] 黄建国, 马德胜, 龙胜清. 西藏塔惹增地区上白垩统竟柱山组的厘定及其意义[J]. 贵州地质, 2014, 31(03): 206-209+240

[12] 和钟铎, 杨德明, 王天武, 等. 西藏比如盆地竟柱山组沉积—火山岩形成环境及构造意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2006(01): 8-12

[13] 曹圣华, 邓世权, 肖志坚, 等. 班公湖—怒江结合带西段中特提斯多岛弧构造演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2006(04): 25-32

[14] 火久伟, 黄登鹏, 李生宝, 等. 西藏打加错东地区典中组火山岩地球化学特征、年代学特征及地质意义[J]. 矿产勘查, 2019, 10(06): 1285-1295

SEDIMENTARY CHARACTERISTICS AND AGE OF JINGZHUSHAN FORMATION IN DAJIACUO AREA, SOUTHERN MARGIN OF GANGDISE

LI Peng-ju, LIANG Zhi-yong, HUO Jiu-wei, CAO Yong-gang  
(The Third Institute of Geology and Mineral Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** Jingzhushan formation outcropped Dajiacuo region in Tibet region in the east, was mainly used for sandstone and conglomerate in terrestrial clastic rock, through our field profile, sample collection, analysis, testing and isotopic chronology research, analyzes the jingzhushan formation, sedimentary environment, sedimentary facies, rock geochemistry characteristics, thought the group formation is a set of red molasse formation, It was formed in the fluvial-lacustrine sedimentary environment of dagako fault depression. Zircon U-Pb isotopic age of the andesite lens in the upper Jingzhushan Formation is  $89.97 \pm 0.7$  Ma, and the stratigraphic age is late Cretaceous.

**Key words:** Jingzhushan Formation; sedimentary characteristics; stratigraphic age; southern margin of Gangdise; Dajiacuo area