

藏北永珠席状岩墙群的发现

——海底扩张的证据

王永胜¹, 曲永贵¹, 王忠恒¹, 郑春子¹, 谢元和¹, 孙忠刚¹, 张宁克²

WANG Yongsheng¹, QU Yonggui¹, WANG Zhongheng¹,

ZHENG Chunzi¹, XIE Yuanhe¹, SUN Zhonggang¹, ZHANG Ningke²

1. 吉林省地质调查院, 吉林 长春 130061;

2. 吉林省国土资源厅科技档案馆, 吉林 长春 130061

1. *Jilin Institute of Geological Survey, Changchun 130061, Jilin, China;*

2. *Scientific and Technological Archives, Jilin Bureau of Land and Resources, Changchun 130061, Jilin, China*

摘要:新发现的永珠席状岩墙群位于西藏北部班公错-怒江缝合带与雅鲁藏布江缝合带之间。永珠席状岩墙群规模之大、结构之完整在国内尚属罕见。岩石由蚀变辉绿岩、辉长岩和辉绿玢岩岩墙组成, 向上与枕状玄武岩呈渐变过渡和侵入接触关系, 发育有单侧或双侧冷凝边, 具高CaO、Al₂O₃、MgO、FeO、Fe₂O₃, 低TiO₂、P₂O₅的特点, 为亚碱性系列岩石。微量元素主要显示MORB的特征, 部分判别图显示MORB和岛弧拉斑玄武岩(IAT)的过渡特征, 推测可能产于弧后盆地环境。依据上覆放射虫硅质岩的时代和枕状玄武岩、岩墙群同位素年龄, 确定永珠席状岩墙群形成的时间可能为中侏罗世—早白垩世。这一发现为中特提斯海时期古海底扩张提供了新的证据。

关键词:永珠席状岩墙群; 海底扩张; 中侏罗世—早白垩世; 弧后盆地; 西藏北部

中图分类号: P588.12²⁴

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2005)12-1150-07

Wang Y S, Qu Y G, Wang Z H, Zheng C Z, Xie Y H, Sun Z G, Zhang N K. Discovery of the Yunzhug sheeted dike swarm in northern Tibet, China—Evidence for seafloor spreading. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(12):1150-1156

Abstract: The Yunzhug sheeted dike swarm is located between the Bangong Co-Nujiang suture zone in northern Tibet and Yarlung Zangbo suture zone. Its large scale and complete structure preserved are rarely seen in China. The sheeted dike swarm consists of meta-diorite, meta-gabbro and meta-diorite porphyrite dikes and upward it has gradational and intrusive contact relationships with pillow basalt. The chilled border is developed on one side or two sides of the swarm. Their chemical composition is characterized by high contents of CaO, Al₂O₃, MgO, FeO and Fe₂O₃ and low contents of TiO₂ and P₂O₅. They belong to the subalkaline series. The trace elements main manifestation MORB characteristic, manifestation MORB and IAT transition characteristic in the part differentiate diagram, guess may generate from back-arc basin environment. According as the radiolarian cherts times and isotope ages of the dike swarm assurance that the Yunzhug sheeted dike swarm may have formed in the Middle Jurassic-Early Cretaceous. This discovery provides new evidence for seafloor spreading in the Meso-Tethys Ocean period.

Key words: Yunzhug sheeted dike swarm; seafloor spreading; Middle Jurassic-Early Cretaceous; back-arc basin; northern Tibet

2000—2002年吉林省地质调查院在西藏北部(图1、图2)进行区域地质调查时, 在班公错-怒江缝合带和雅鲁藏布江缝合带之间的狮泉河-永珠-嘉黎结合带中段^[1]永珠蛇绿岩

带上发现了结构完整的席状岩墙群, 并称之为永珠席状岩墙群。该席状岩墙群位于果芒错东南, 长8.25 km, 宽2.25 km, 其规模之大在国内尚属罕见。

收稿日期: 2004-11-18; 修订日期: 2005-09-26

地调项目: 中国地质调查局《1:25万多巴区幅(H45C001004)区域地质调查》项目(20001300009251)成果之一。

作者简介: 王永胜(1969-), 男, 高级工程师, 从事区域地质调查和基础地质研究。E-mail: jlwangysh@163.com

1983年西藏自治区地矿局在进行1:100万日喀则幅地质调查时将永珠蛇绿岩带称为江马-果芒错基性超基性岩体(群)^①,并报道了永珠桥-果芒错基性超基性岩体,但由于缺少资料,没有对果芒错东南的席状岩墙群进行介绍。

2000—2002年笔者对永珠席状岩墙群进行了详细的研究,并测制了实测剖面(图3),系统采集了各类样品。

1 永珠席状岩墙群地质特征

永珠蛇绿岩带包括超铁镁质岩、堆晶杂岩、席状岩墙群、枕状玄武岩和硅质岩。其中永珠席状岩墙群(图4)主要分布于永珠蛇绿岩带中段果芒错东南的昌拉、查布一带。该席状岩墙群分布面积约18.56 km²,长约为8.25 km,宽约为2.25 km。席状岩墙群由100%的岩墙构成,呈北西西向展布,走向105°~130°,倾向北东或南西,倾角50°~80°,其产状与上覆枕状玄武岩基本一致,只是倾角较枕状玄武岩陡。岩墙群由近于平行、密集排布的辉绿岩、辉长岩和辉绿玢岩组成,岩墙之间无任何间隔物。单个岩墙最薄仅为几厘米,最厚超过20 m,但多数岩墙的厚度为20~50 cm,发育单侧或双侧冷凝边,以双侧冷凝边为主,单侧冷凝边(图5)为次,具典型的海底扩张形成的冷凝边特征。岩墙与周围古生代地层之间为断层接触。岩墙群向上与枕状玄武岩(具典型海底火山喷发特征)呈渐变过渡关系,或与角砾状玄武岩呈侵入接触关系(图6),该角砾状玄武岩为岩浆冷凝收缩而成的,非构造成因

角砾岩。枕状玄武岩夹放射虫硅质岩(图7),硅质岩有3层,层厚5~10 m,与枕状玄武岩接触界线清楚,界线形态与枕状玄武岩表面形态一致。放射虫由中国科学院南京地质古生物研

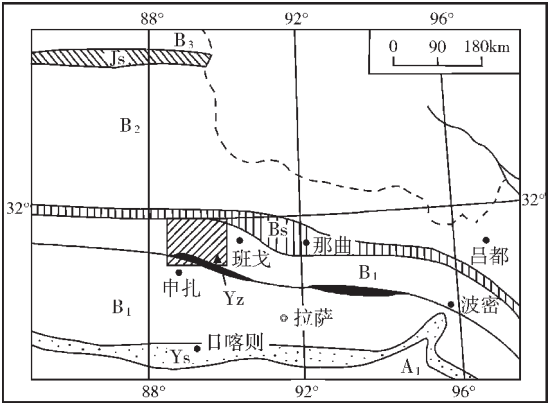


图1 研究区和永珠席状岩墙群的位置
Fig.1 Location map of the study area and Yunzhug sheeted dike swarm

- ▲—永珠席状岩墙群位置;A₁—喜马拉雅板片;B₁—冈底斯-念青唐古拉板片;
- B₂—羌塘-三江复合板片;B₃—南昆仑-巴颜喀拉板片;
- Js—金沙江缝合带;Bs—班公错-怒江缝合带;
- Ys—雅鲁藏布江缝合带;Yz—永珠蛇绿岩带

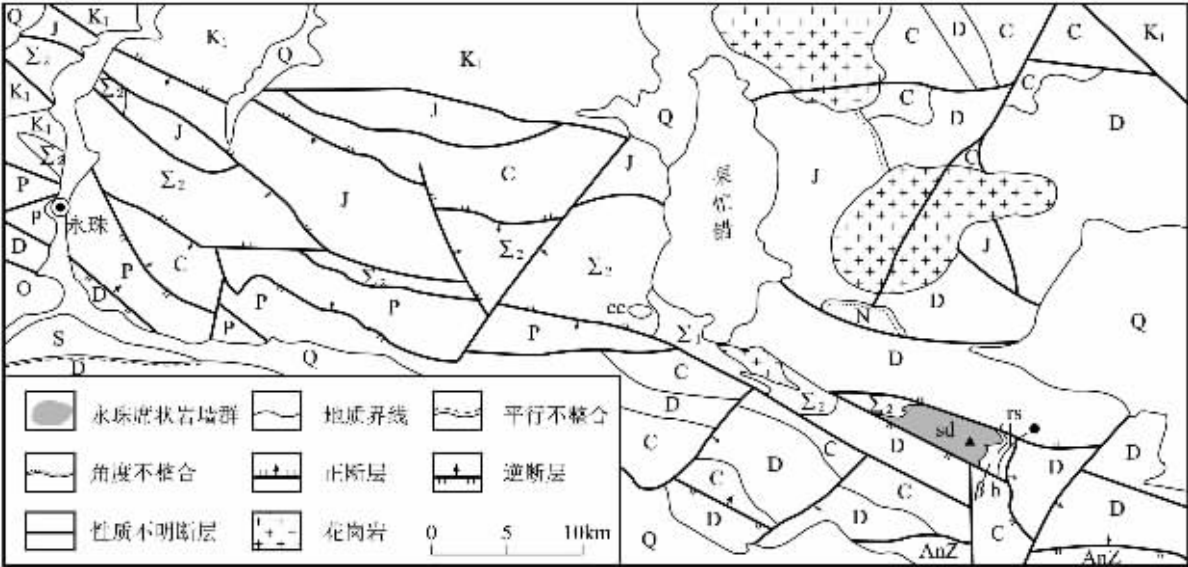


图2 西藏北部永珠蛇绿岩带地质简图和永珠席状岩墙群剖面位置

Fig.2 Geological sketch map of the Yunzhug ophiolite belt and section location of the Yunzhug sheeted dike swarm, northern Tibet

- Q—第四系;N—新近系;K₁—下白垩统;J—侏罗系;P—二叠系;C—石炭系;D—泥盆系;S—志留系;
- O—奥陶系;AnZ—前震旦系;Σ₁—早期辉绿岩;Σ₂—晚期辉绿岩;cc—堆晶岩;sd—席状岩墙群;
- βb—枕状玄武岩;rs—放射虫硅质岩;●—放射虫产地;▲—席状岩墙群剖面

① 西藏自治区地矿局.1:100万日喀则幅区域地质调查报告.1983.183—193.

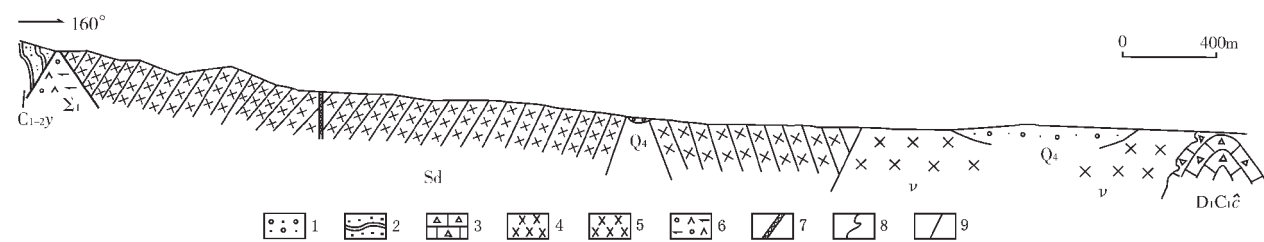


图3 西藏北部昌拉永珠席状岩墙群实测剖面

Fig.3 Measured section of the Yunzhug sheeted dike swarm at Changla, northern Tibet

1—砂砾石;2—变质粉砂岩;3—角砾状灰岩;4—辉绿、辉长岩岩墙;5—辉长岩;6—球状超铁镁质岩;7—石英脉;8—侵入接触关系;9—断层;Sd—席状岩墙群;v—辉长岩;Σ₁—球状超铁镁质岩;C_{1-2y}—永珠组;D₁C_{1e}—查果玛组;Q₄—第四系



图4 永珠席状岩墙群宏观特征

Fig.4 Field features

of the Yunzhug sheeted dike swarm

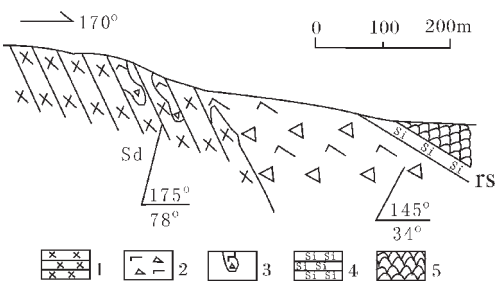


图6 永珠席状岩墙群与枕状玄武岩侵入接触关系

Fig.6 Intrusive contact relationships between the Yunzhug sheeted dike swarm and pillow basalt

1—席状岩墙群(Sd);2—角砾状玄武岩;3—捕虏体;4—硅质岩(rs);5—枕状玄武岩



图7 放射虫硅质岩

Fig.7 Radiolarian cherts

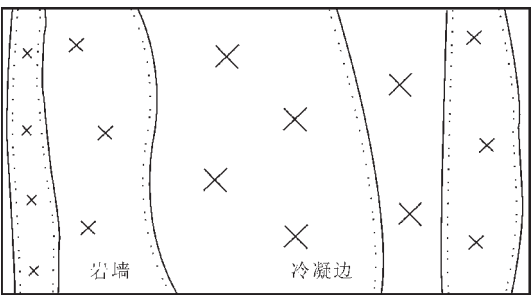


图5 永珠席状岩墙群单侧冷凝边素描图

Fig.5 Sketch of the chilled border on a single side of the Yunzhug sheeted dike swarm

究所王玉净研究员鉴定, 属种有*Acaeniotyie* sp.,*Parvicingula* sp.等,其地质时代为中侏罗世—早白垩世^[9]。本次工作在岩墙群中分别选取相对较新的辉绿岩岩墙和相对较老的辉长岩岩墙,作了2个铅同位素²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄。经天津地质矿产研究所同位素室测定, 辉绿岩岩墙中3个单颗粒铅同位素的表面年龄为114~133 Ma,应为早白垩世,反映席状岩墙群成岩年龄。下交

点年龄为74 Ma±22 Ma,可能为后期造山事件的干扰年龄,上交点年龄为2048 Ma±24 Ma,无意义。在辉长岩岩墙中获得一个表面年龄为178 Ma±10 Ma,其值与中侏罗世下限175 Ma值接近,应为中侏罗世。因此,根据放射虫硅质岩和同位素年龄值确定席状岩墙群及海底扩张时间为中侏罗世—早白垩世。

此外,除上述席状岩墙群、枕状玄武岩、硅质岩岩石组合外,超铁镁质岩岩石组合(图2)主要分布于永珠桥、果芒错南岸一带,呈北西西向带状展布,而堆晶杂岩则呈残留体产于超铁镁质岩中。

2 永珠席状岩墙群岩石特征

2.1 岩石学特征

永珠席状岩墙群主要由蚀变辉绿岩、辉长岩和辉绿玢岩组成。

蚀变辉绿岩:辉绿结构(图8),块状构造。长板状斜长石搭成格架,普通辉石充填其间。普通辉石呈他形粒状,粒度大小为0.5~1.5 mm,含量35%左右,具次闪石化、绿泥石化。斜长石呈半自形长板状,具中空骸晶结构,粒度1.5 mm左右,含量65%,表面具黝帘石化。岩石具阳起石化、黝帘石化、次闪石化等。其中斜长石边部常呈锯齿状,这种与枕状玄武岩相似的快速冷凝结构反映其就位较浅。

蚀变辉长岩:辉长结构,矿物粒度均匀,粒径1~2 mm,辉石与斜长石紧密镶嵌。斜长石呈半自形长板状,含量50%~65%;辉石为普通辉石,含量35%~50%。岩石具次闪石化、黝帘石化及绿泥石化。

蚀变辉绿玢岩:灰绿色,斑状结构,块状构造。斑晶和基质均由普通辉石和斜长石组成。其中斑晶普通辉石呈板柱状,粒径1~3 mm,含量10%左右;基质普通辉石粒径0.1~0.3 mm,含量10%~20%。斜长石呈板状,粒度1~3 mm,含量10%~30%,可见卡钠联合双晶,有时见波状消光;基质斜长石粒径0.1~0.3 mm,含量30%~50%,表面具粘土化、葡萄石化。

上述岩石的粒度粗细与岩墙宽度呈正相关关系,宽度大的岩墙结晶粒度相对较粗,形成辉长结构,宽度窄的岩墙结晶粒度相对较细,具辉绿结构,并且有以中心向边部逐渐变细最后形成冷凝边的特点。

与之伴生的枕状玄武岩发育有典型的枕状构造和快速冷凝结构(图9)。岩枕个体较大,一般为0.5 m×1 m左右,多为椭圆状或肾状,表面具暗色壳层,壳厚2~3 cm,表面具冷凝形成的张裂隙。

2.2 岩石化学特征

席状岩墙群(表1)SiO₂变化在47.91%~50.45%之间,属基性岩类。TiO₂、P₂O₅含量较低,分别介于0.51%~1.23%和0.05%~0.15%之间,CaO、Al₂O₃、MgO、FeO、Fe₂O₃含量较高(表1),Na₂O含量2.20%~2.90%,K₂O含量0.36%~0.85%,Na₂O含量明显大于K₂O。

在硅—碱图^[4](图10)中席状岩墙群的样品点均落入玄武岩区,为基性火山岩类。在SiO₂—(Na₂O+K₂O)图(图11)中落入亚碱性系列区。在TiO₂—FeO/MgO图(图12)中落入洋中脊玄武岩区。在Ti/1000—V图(图13)中落入洋底玄武岩区。在Zr—Ti图(图14)中多数落入洋底玄武岩区。在Zr—Zr/Y图(图15)中样品点落入岛弧玄武岩或洋中脊玄武岩区。在Zr—TiO₂图(图16)中多数落入洋中脊玄武岩区。与之相



图8 席状岩墙群辉绿岩的辉绿结构
Fig.8 Diabasic texture of diabase of the Yunzhug sheeted dike swarm

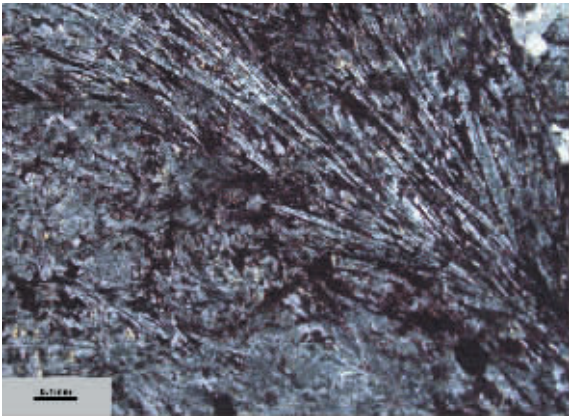


图9 枕状玄武岩快速冷凝结构
Fig.9 High-speed chilling texture of pillow basalt

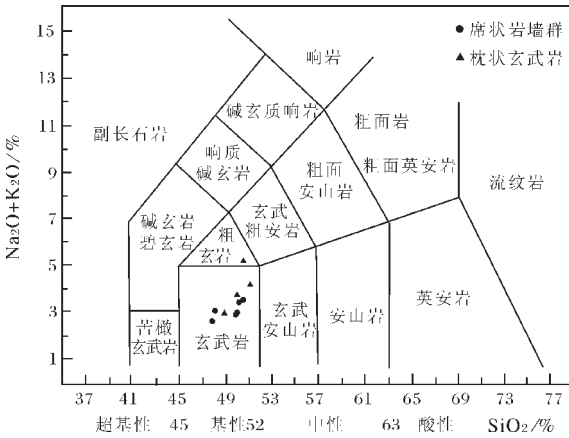


图10 硅—碱图

Fig.10 TAS diagram of volcanic rocks

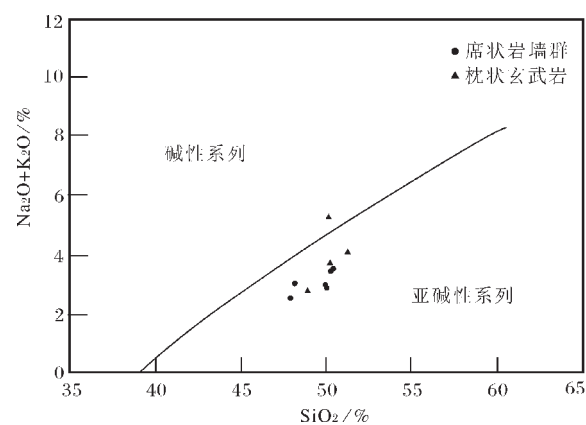


图11 SiO₂-(Na₂O+K₂O)图

Fig.11 SiO₂-(Na₂O+K₂O) diagram

伴的枕状玄武岩(表1)的SiO₂含量在48.87%~51.12%之间,在SiO₂-(Na₂O+K₂O)图(图11)中大多数落入亚碱性系列区。在TiO₂-FeOt/MgO图(图12)中落入洋中脊玄武岩区。在Ti/1000-V图(图13)中落入洋底玄武岩区。在Zr-Ti图(图14)中落入洋底玄武岩区。在Zr-Zr/Y图(图15)中样品点近于或落入洋中脊玄武岩区。在Zr-TiO₂图(图16)中落入洋中脊玄武岩区。

2.3 稀土元素特征

永珠席状岩墙群稀土元素(表2)ΣREE介于31.77×10⁻⁶~75.20×10⁻⁶之间,稀土配分曲线大部分为平坦型(图17)。与之相伴的枕状玄武岩稀土元素(表2)ΣREE介于94.33×10⁻⁶~132.10×10⁻⁶之间,稀土配分曲线大部分为右倾型。

2.4 微量元素特征

席状岩墙群微量元素(表3)K、Rb、Ba、Th明显富集,Sr、

表1 永珠席状岩墙群、枕状玄武岩岩石化学成分

Table 1 Chemical compositions of the Yunzhug sheeted dike swarm and pillow basalt

样品号	岩石单元	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Los	总量	σ	DI	SI
GSZ-7	席状岩墙群	49.87	0.83	18.94	1.61	4.55	0.12	6.30	11.8	2.20	0.78	0.12	2.28	99.38	1.29	24.9	40.8
SX-GS5		48.17	0.51	20.66	1.29	4.58	0.12	6.30	12.5	2.21	0.85	0.05	2.59	99.85	1.81	24.4	41.4
GS-6		50.19	1.23	15.18	2.21	6.73	0.18	7.02	10.6	2.80	0.64	0.15	2.17	99.08	1.65	28.3	36.2
GS-7		49.99	0.86	18.68	0.76	5.37	0.12	6.25	11.9	2.20	0.73	0.12	2.24	99.24	1.23	24.0	40.8
GS-8		50.45	1.15	15.52	2.62	6.90	0.18	6.62	9.78	2.90	0.64	0.11	2.22	99.09	1.68	30.2	33.6
GS-9		47.91	0.89	17.16	1.92	6.27	0.16	7.41	12.0	2.30	0.36	0.08	2.70	99.13	1.44	22.4	40.6
SXIII-GS1	枕状玄武岩	50.07	1.48	15.46	6.96	3.92	0.18	4.47	8.51	4.45	0.8	0.19	2.87	99.36	3.90	45.2	21.7
SXIII-GS3		50.16	1.20	15.79	2.35	5.27	0.20	6.64	10.4	3.15	0.61	0.24	3.23	99.22	1.97	31.6	36.9
SXIII-GS4		48.87	1.25	14.94	4.47	3.90	0.15	6.86	11.9	1.84	0.96	0.27	3.91	99.35	1.34	27.1	38.1
SXIII-GS6		51.12	1.53	15.05	3.19	6.03	0.18	5.42	8.79	3.97	0.17	0.8	3.42	99.67	2.11	27.9	28.9

注:武汉综合岩矿测试中心测试;氧化物含量%

表2 永珠席状岩墙群、枕状玄武岩稀土元素含量

Table 2 REE contents of the Yunzhug sheeted dike swarm and pillow basalt

样品号	岩石单元	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
GSZ-7	席状岩墙群	4.83	10.2	1.57	7.42	2.29	0.86	2.81	0.48	3.21	0.67	1.92	0.31	1.90	0.28	16.5	55.2
SX-GS5		1.36	4.59	0.71	3.22	1.23	0.52	1.76	0.33	2.24	0.49	1.40	0.24	1.41	0.20	12.1	31.8
GS-6		5.96	13.4	2.05	9.98	3.08	1.13	3.83	0.70	4.53	0.95	2.69	0.44	2.64	0.39	23.4	75.2
GS-7		4.77	12.0	1.67	7.45	2.28	0.88	2.80	0.50	3.19	0.68	1.91	0.32	1.91	0.29	17.0	57.6
GS-8		3.85	10.8	1.64	7.91	2.80	1.05	3.70	0.71	4.54	0.96	2.74	0.46	2.74	0.40	23.5	67.7
GS-9		3.13	9.07	1.38	6.42	2.25	0.88	3.02	0.58	3.66	0.78	2.26	0.36	2.29	0.35	18.9	55.3
SXIII-GS1	枕状玄武岩	6.63	16.0	2.70	12.5	3.92	1.45	5.07	0.91	5.9	1.23	3.55	0.54	3.41	0.51	30.0	94.3
SXIII-GS3		14.69	27.3	3.50	14.1	3.37	1.21	3.88	0.66	3.94	0.84	2.3	0.37	2.27	0.34	20.9	99.6
SXIII-GS4		15.30	32.9	4.14	14.9	3.39	1.21	3.94	0.68	3.92	0.83	2.29	0.38	2.29	0.35	19.7	106
SXIII-GS6		19.52	38.6	5.26	18.7	4.39	1.53	4.99	0.86	5.05	1.07	2.97	0.48	3.00	0.45	25.3	132

注:武汉综合岩矿测试中心测试;稀土元素含量10⁻⁶

表3 永珠席状岩墙群、枕状玄武岩微量元素含量

Table 3 Trace element contents of the Yunzhug sheeted dike swarm and pillow basalt

样品号	岩石单元	Sc	V	Cr	Co	Ni	Rb	Sr	Zr	Nb	Ba	Hf	Th	U
GSZ-7		27.0	161	277	27	102	9.6	190	48	8.9	116	0.94	1.0	0.40
SX-GS5	席状岩墙群	22.0	130	260	26	95	3.8	184	17	4.9	53	0.64	1.0	0.65
GS-6		35.0	227	234	33	67	5.3	225	72	7.3	122	1.40	1.0	0.62
GS-7		27.0	167	275	28	109	11	191	48	9.0	112	1.00	1.0	0.55
GS-8		35.0	220	188	32	86	6.2	213	60	7.1	91	1.70	1.0	0.34
GS-9		32.0	184	278	32	119	7.6	213	49	5.9	87	1.00	1.0	0.68
SXIII-GS1	枕状玄武岩	33.0	268	160	40	99	20	270	85	8.7	124	2.60	1.0	0.62
SXIII-GS3		32.0	228	319	35	127	13	257	70	24.0	170	1.80	1.7	0.64
SXIII-GS4		31.0	255	328	36	141	18	280	76	27.0	213	1.50	2.0	0.79
SXIII-GS6		31.0	275	211	34	97	3	158	95	32.0	82	3.00	2.3	0.69

注:武汉综合岩矿测试中心测试;微量元素含量 10^{-6}

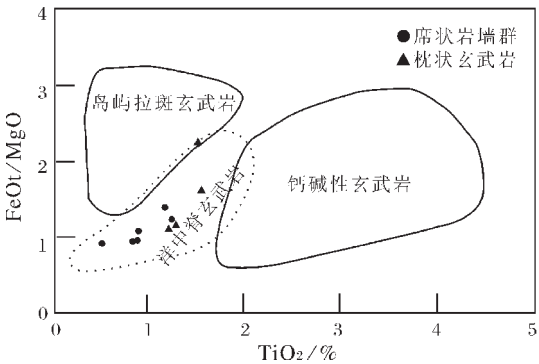


图12 TiO₂-TFeO/MgO图

Fig.12 TiO₂-TFeO/MgO diagram

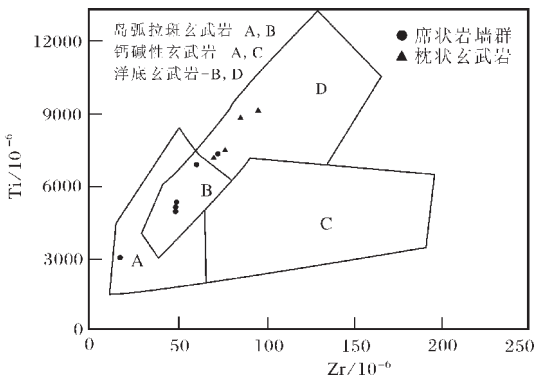


图14 Zr-Ti图

Fig.14 Zr-Ti diagram

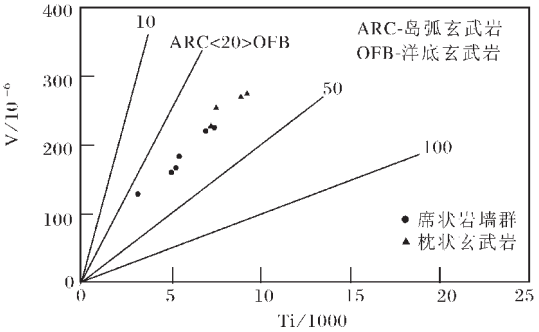


图13 Ti/1000-V图

Fig.13 Ti/1000-V diagram

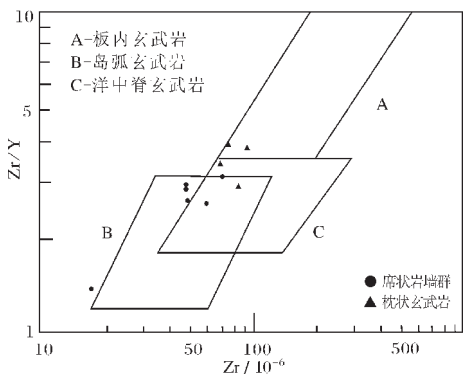


图15 Zr-Zr/Y图

Fig.15 Zr-Zr/Y diagram

Ce、Cr相对富集,P、Zr、Hf无明显富集或亏损,Sm、Ti、Y、Yb、Sc略有亏损。与之相伴的枕状玄武岩微量元素(表3)与席状岩墙群相比,K、Th、Nb明显富集。也进一步反映了席状岩墙群与枕状玄武岩之间的差异。

3 地质意义

席状岩墙群是蛇绿岩带判定的主要标志,也是海底扩张、形成洋壳的重要证据。但在国内众多蛇绿岩带中已报道

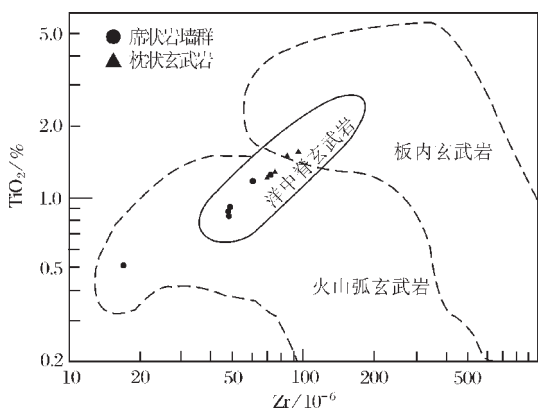


图16 Zr-TiO₂图
Fig.16 Zr-TiO₂ diagram

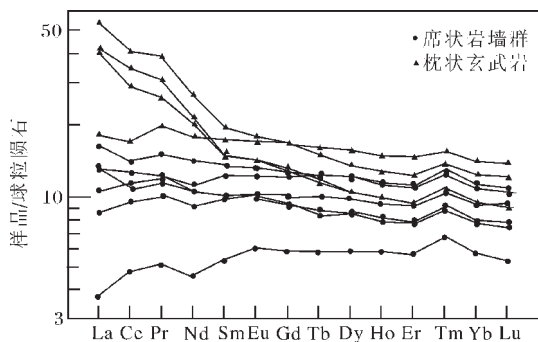


图17 稀土元素配分模式
Fig.17 REE distribution patterns

的岩墙群仅有洗肠井、贺根山、日喀则、红柳沟^[6]等几处。出现不对称的冷凝边和由100%的岩墙构成，是席状岩墙群2个最重要的特征^[6]，也是蛇绿岩的席状岩墙群与其他类型的岩墙群最主要的区别。只有产于板块扩张脊的岩墙群，才会显示

上述特征。本文新发现的永珠席状岩墙群规模之大、结构之完整在国内尚属罕见，而且位于班公错-怒江缝合带和雅鲁藏布江缝合带之间，对古构造环境和形成过程的研究具有重大意义。

地球化学特征表明，永珠席状岩墙群为亚碱性系列，微量元素主要显示MORB的特征，在部分判别图中具有MORB和岛弧拉斑玄武岩(IAT)的过渡特征(图14~图16)，REE分布为平坦型和LREE亏损的类型，推测可能产于弧后盆地环境。而玄武岩的REE平坦型、LREE略富集型和微量元素判别图也主要显示MORB的特征，证明也产于弧后盆地环境。因此，永珠席状岩墙群的形成环境不同于日喀则席状岩墙群^[6,7]，后者具有玻安岩的地球化学特征，形成于岛弧的弧前环境^[6]。

永珠席状岩墙群的发现为确定西藏北部中特提斯海时期古海底扩张、形成洋壳提供了重要的证据，也为洋壳形成的古大地构造环境、形成过程和海底扩张的研究提供了可靠的资料。

致谢：感谢张旗研究员对本文的指导。

参考文献：

[1]潘桂棠,李兴振,王立全,等.青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J].地质通报,2002,21(11):701-707.
[2]西藏自治区地矿局.西藏自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993.172-174.
[3]王玉净,舒良树.中国蛇绿岩带形成时代研究中的两个误区[J].古生物学报,2001,40(4):529-532.
[4]邱家骧,林景仟.岩石化学[M].北京:地质出版社,1991.
[5]杨经绥,吴才来,史仁灯.阿尔金山米兰红柳沟的席状岩墙群:海底扩张的重要证据[J].地质通报,2002,21(2):69-74.
[6]张旗,周国庆.中国蛇绿岩[M].北京:科学出版社,2001.
[7]王希斌,鲍佩声,邓万明,等.西藏蛇绿岩[M].北京:地质出版社,1987.