

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

青藏高原古地磁研究新结果

董学斌^① 王忠民^② 谭承泽^② 杨惠心^① 程立人^① 周姚秀^③



本文给出了青藏高原主要地体古生代至中生代的27个古地磁新数据,并综合前人资料,分析和探讨了青藏高原主要地体的古地理分布、地体边界、地体拼合时代及青藏高原隆升机制等地质问题,并初步建立了青藏高原主要地体演化模式。

一、前言

青藏高原平均海拔高度为4.5—5.0km,因其独特的地理景观被称为“世界屋脊”。它的地壳结构及其隆升机制问题、与邻区主要地体的分布及其演化机制、以及作为地球上时代最新的造山带之一及其广泛发育现代活动构造等地学问题一直是国内外地学界关注的焦点之一。近年来国际岩石圈委员会开展了全球地学断面(GGT)研究计划,青藏高原的亚东—格尔木断面研究是这一研究计划的一部分。由于青藏高原的与众不同的岩石圈结构构造,这一断面研究受到中外学者的关注。为了配合断面综合研究揭示高原的地体演化特征,在前人古地磁工作的基础上,补充进行了新一轮的系统的古地磁研究工作。

青藏高原及其邻区就其区域地质构造特点可划分为以近东西向构造带为界的几个主要地层构造地体^{〔1〕、〔2〕}由南向北地体和构造带的顺序是:印度恒河平原、喜山南缘边界断裂带、喜马拉雅地体、雅鲁藏布江缝合带、冈底斯地体、班公湖—怒江断裂带、羌塘地体、西金乌兰—金沙江断裂带、巴颜喀拉地体、昆仑南缘断裂、南昆仑地体、昆仑中央断裂带、北昆仑地体、昆仑北缘断裂和柴达木盆地等。

本次工作对亚东—格尔木地学断面通过的主要地体进行了系统地古地磁采样。考虑到测试仪器的限制,样品岩性以层状火山岩、红色或紫色细砂岩、粉砂岩和页岩为主。为了保证取样层位的系统性,也采集了部分弱磁性石英砂岩及灰岩样品。在采样过程中注意到了构造检验,分别在玛区、彭波和萨玛达等地采集了构造检验样。

二、古地磁数据和视极移曲线

古地磁样品的加工和测试是在长春地质学院和中国地质大学(北京)的古地磁实验室分别进

① 长春地质学院; ② 中国地质大学(北京); ③ 地质矿产部航空物探遥感中心。

注:参加野外工作的还有:郑敏(安徽地震局)、顾雪来(中国地质大学(北京))。

本文1989年1月收到,1990年5月改回。郝梓国编辑。

表 1 青藏高原主要地体的古地磁新结果

Table 1 New paleomagnetic data of main terranes in the Qinghai-Tibet Plateau

序号	地体	采样地点与岩性	时代	采样位置		样品数	退磁	剩磁方向		置信角 α_{95}	精度参数 K	古地磁极		极误差		古纬度
				经度	纬度			偏角	倾角			经度	纬度	dp	dm	
1	昆仑地体	诺木洪砂砾岩	T ₃	96.51	36.18	11	AF	15.1	-18.0	22.7	5.0	256.1	42.3	12.2	23.6	-9.2
2		纳赤台轻变质砂岩	T ₂	95.14	35.48	22(5)	AF	5.6	-24.4	11.7	8.0	266.2	38.5	6.7	12.6	-12.8
3		诺木洪安山岩	T ₁	96.51	36.18	14	AF	40.1	-19.6	5.6	50.7	229.3	30.2	3.1	5.9	-10.1
4		纳赤台绿泥片岩	P ₁	94.50	35.57	20(4)	AF	170.0	22.9	8.1	17.1	288.3	41.4	4.6	8.6	-11.9
5	巴颜喀拉地体及	风火山口紫色杂砂岩	K	92.54	34.42	7(1)	T	6.7	40.6	17.8	8.8	244.2	77.1	13.0	21.5	23.2
6		雁石坪紫色粉砂岩(1)	J ₂	92.04	33.37	15(4)	T	334.1	29.5	7.7	20.9	331.1	60.6	4.7	8.5	15.8
7		雁石坪紫色粉砂岩(2)	J ₂	92.05	33.37	21(4)	T	327.0	24.7	5.6	29.7	335.5	53.6	3.2	6.0	13.0
8		开心岭煤矿炭质砂岩	P ₁	92.18	34.09	13(1)	T	141.8	25.3	14.4	7.3	316.5	30.2	8.3	15.5	-13.3
9		沱沱河玄武岩	P ₁	92.21	34.07	15(3)	T	135.2	30.0	12.1	9.0	320.2	24.1	7.1	13.4	-16.1
10	冈底斯地体	安多细砾岩	E	91.44	32.18	26(6)	T	286.8	15.2	8.1	11.6	359.1	18.3	4.3	8.3	7.7
11		林周火山碎屑岩	E	91.20	30.13	11(3)	T	17.8	17.0	6.7	20.3	228.9	63.2	3.6	7.0	9.2
12		玛区砂岩	E	91.44	29.54	14(4)	AF	17.9	34.2	7.1	14.2	211.1	70.2	4.6	8.1	18.7
13		那曲安山岩	K ₂	92.07	31.29	29(6)	T	263.0	13.0	2.9	41.0	11.3	-2.4	1.5	3.0	6.6
14		彭波电站红砂岩	K ₂	91.14	29.55	23(5)	T	331.6	22.7	5.9	12.5	332.9	58.0	3.3	6.3	11.8
15		日喀则火山凝灰岩	K ₂	88.52	29.17	21(4)	T	348.1	8.3	12.2	6.3	285.3	62.5	6.2	12.3	4.2
16		东巧砂岩	K ₁	90.48	32.00	6(2)	T	251.8	16.9	13.6	9.0	17.9	-10.5	7.3	14.0	8.6
17		桑雄杂砂岩	J ₃	91.48	31.12	32(6)	AF·T	348.3	-13.8	7.7	20.2	290.1	50.2	4.0	7.8	-7.0
18		达孜普达石英砂岩	J ₂₋₃	91.27	29.44	13(4)	AF·T	346.5	-12.8	10.1	17.5	293.1	51.0	5.3	10.4	-7.0
19		达孜大桥火山碎屑岩	T ₃	91.26	29.41	22(5)	AF·T	66.4	-37.8	6.0	32.5	211.6	3.2	4.0	7.0	-21.3
20		申札灰岩	P ₁	88.43	30.57	7(2)	AF·T	177.8	39.5	9.7	39.4	271.2	36.8	7.0	11.7	-22.4
21		申札石英砂岩	C ₃	88.42	31.01	28(8)	AF·T	344.5	-29.1	6.8	16.9	288.7	41.1	4.7	7.5	-15.6
22		申札石英砂岩	C _{1,2} 上	88.44	31.02	15(5)	AF·T	337.0	-39.6	14.9	7.5	284.0	32.2	10.8	18.0	-22.5
23		申札石英砂岩	C _{1,2} 下	88.45	31.00	15(5)	AF·T	1.3	-41.6	9.0	19.0	271.2	33.4	6.7	11.0	-23.9
24		申札灰岩	D ₂	88.41	31.05	18(5)	AF	341.5	-36.9	4.2	68.4	290.1	35.5	2.9	4.9	-20.6
25		申札灰岩	S ₁	87.42	31.08	11(3)	AF	5.3	-53.9	9.7	23.0	283.0	24.3	9.4	13.5	-34.4
26	喜马拉雅地体	堆纳北山砂页岩	K ₂	89.14	28.00	4(1)	T	72.4	-7.8	13.1	28.6	195.8	10.9	7.3	14.1	-9.1
27	喜马拉雅地体	江孜泥质条带泥灰岩	K ₁	89.33	28.55	11(3)	T	344.4	-48.2	7.6	31.0	285.3	30.0	6.5	9.9	-29.2

行的。测试使用美国 Schonstedt公司生产的DSM-2型数字旋转磁力仪 GSD-1 和 GSD-5 型交变退磁仪及TSD-1型热退磁仪。考虑到仪器灵敏度, 为保证数据可靠性, 本次工作淘汰了天然剩磁(NRM)强度低于 $0.5 \times 10^{-3} \text{ A/M}$ 的所有样品。本次工作全部样品均进行逐步退磁处理。测试结果利用微型计算机绘制全部样品的退磁曲线、地理坐标系和层面坐标系的Ziiderveld矢量投影图及wolf投影图。对全部样品用Kirschvink^[3]主分量分析法结合稳定端分析法从逐步退磁数据中计算出各样品的本征剩磁方向。对所求出样品的本征剩磁方向按统属在采区内进行总体Fisher统计, 从而获得主要地体不同地质时代的古地磁统计数据。

表1中列出了本次研究工作获得的青藏高原主要地体的27个新古地磁数据。其中除二叠纪外, 其它年代的剩磁方向均已统一校正至正极性, 表中的极位置指虚磁北极位置, “退磁”一栏中AF指交变退磁, T指热退磁。

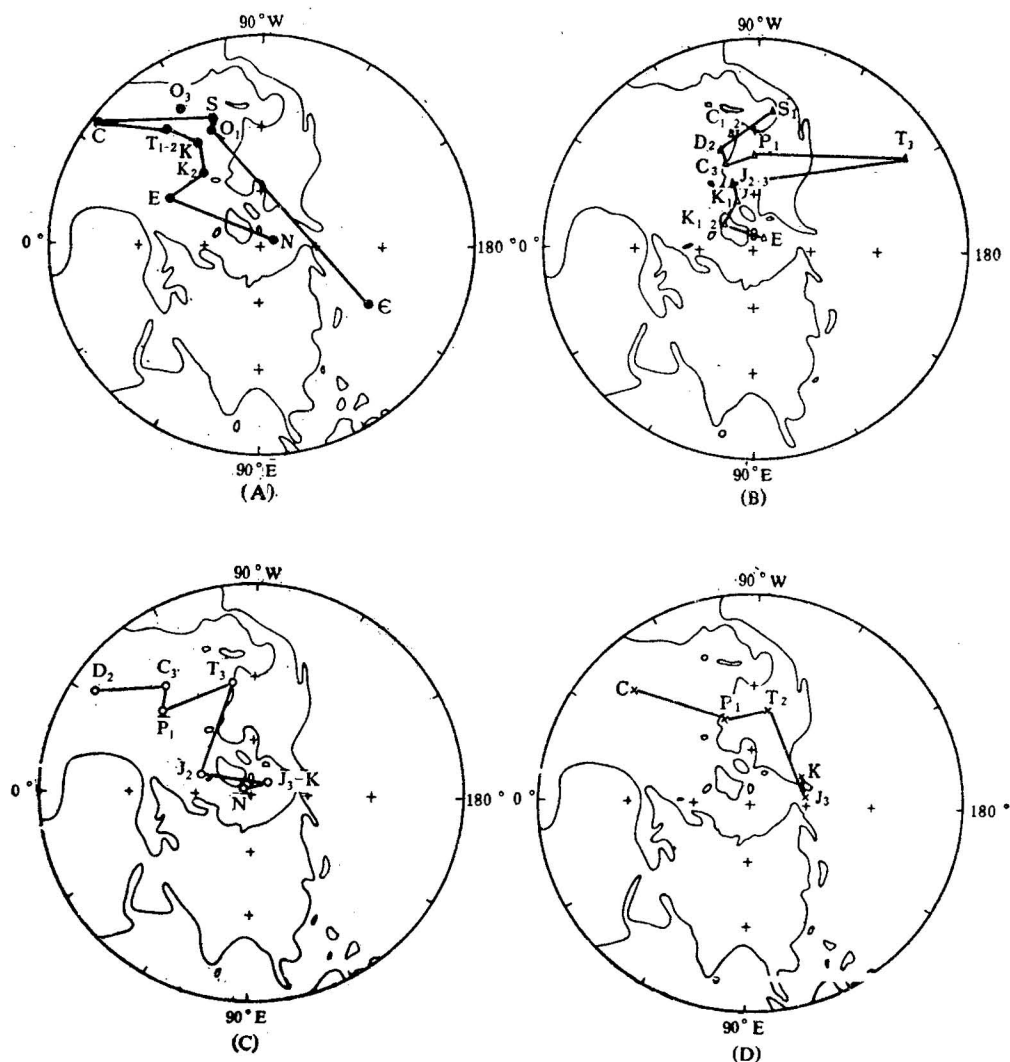


图 1 青藏高原主要地体的视极移曲线

Fig. 1 The APW path of main terranes in the Qinghai-Tibet plateau

(A)喜马拉雅地体; (B)冈底斯地体; (C)羌塘地体; (D)昆仑地体

综合前人发表的青藏高原古地磁资料^[4-8], 编绘了青藏高原主要地体: 喜马拉雅、冈底斯、羌塘和昆仑等地体的视极移曲线, 见图1。

三、古地磁结果的地质意义

根据新古地磁数据和视极移曲线结合亚东—格尔木断面研究获得的地质地球物理资料, 经过初步分析, 得到以下几点地质认识。

1. 青藏高原各地体古生界的地理位置

由表1中古生界磁极位置及古纬度数据可见, 青藏高原主要地体古生代均处于南纬。其中冈底斯地体自早志留世至二叠纪位于南纬中纬度地区, 其虚磁极位置相差较小, 说明这段时期, 冈底斯地体为一相对稳定地块。冈底斯、羌塘及昆仑地体的二叠纪古纬度分别为: 22.4°S ; 16.1°S ; 11.9°S 。可见三个地体由南向北的相对分布顺序与现今相同, 但古纬度互相间差 5° 左右, 说明三个地体古生代以来除了有大约 50° 左右的北向位移外, 地体间的相对位置也发生过一定量的调整。冈底斯地体早志留世、羌塘地体和昆仑地体的早二叠世的古纬度资料表明, 此时它们已经不属于分布南纬高纬度地区的冈瓦纳大陆。它们从冈瓦纳大陆解体出来的时代尚待进一步工作加以证明。

2. 青藏高原主要地体北向运动的重要时期

中生代早期三叠纪冈底斯、羌塘和昆仑三地体相对于古生代仍未发生明显的纬向位移, 但这一时期各地体的顺时针旋转运动占据了构造演化的主导地位。中晚侏罗世, 冈底斯地体已迁移至南纬低纬度地区, 而羌塘地体已位于北纬中低纬度地区。我们认为三叠纪末至侏罗纪是三个地体的重要的北向迁移运动时期。

3. 青藏高原白垩纪以来仍有较大幅度的北向迁移

古地磁数据表明白垩纪是喜马拉雅地体的一个重要运动时期, 该地体在白垩纪由南纬 30° 左右迁移至南纬 10° 左右。冈底斯地体白垩纪—老第三纪的古纬度变化不大, 处于北纬 10° 左右的地区。显然, 冈底斯地体和羌塘地体白垩纪所处纬度与现今纬度有很大差异。地质资料已充分说明白垩纪时, 冈底斯地体和羌塘地体已经与北部稳定的欧亚大陆拼合。因此, 白垩纪后它们的北向位移, 必然表现为藏北诸多块体与欧亚大陆间发生强烈的陆间缩短, 如果说明这些缩短量主要表现在藏北诸块体上, 这应是青藏高原隆升的重要机制之一。

4. 雅鲁藏布江缝合带的古地磁证据

由表1中的日喀则和堆纳晚白垩世地层的古纬度相差 13.3° , 而现今纬度差仅 1.3° , 江孜和东巧的早白垩世古纬度差则为 38° 左右, 而现今纬度差仅有 3° 左右, 显然位于东巧和日喀则及江孜和堆纳之间存在一个闭合于晚白垩世以后缝合带, 其位置应在日喀则以南白朗以北的蛇绿岩带。如以早白垩世的古纬度差除掉现今纬度差, 代表古特提斯洋晚白垩世以来的俯冲缩短距离, 其纬度值应为 $34.8^{\circ} \pm 9.6^{\circ}$, 相当于 $3860 \pm 1005\text{km}$, 其消速率约为 9.1 ± 0.25 厘米/年。

5. 班公湖—怒江缝合带的古地磁证据

取自羌塘地体雁石坪的中侏罗和冈底斯地体达孜酱达中上侏罗世的古纬度差为 21° 左右, 二采点的纬度差约 3° 左右。地质资料表明, 中侏罗世羌塘地体已经与北部的巴颜喀拉和昆仑地体合併, 成为欧亚板块的一部分。这一大幅度缩减量除了构造因素外, 其间存在一个缝合消减带是合理

的解释。其位置应为班公湖—怒江蛇绿岩带,它是羌塘地体和冈底斯地体的边界线。采自该带两翼的安多和林周老第三系的古地磁结果十分接近,表明这一缝合带发生于 J_3 —E之间。与地质推断的缝合年代为 J_3 —K相近。

6. 青藏高原主要地体的运动和演化特征

纵观各地体的古地磁数据和视极移曲线,其共同特点是由老到新其古纬度由低纬变到高纬度(将南半球纬度视为负值),反映各地体总体运动规律是由南向北迁移。同时还可以看出同一时代不同地体的古纬度有明显差异,北部地体古纬度高,南部地体古纬度低。反映青藏高原诸地体的北向运动是有时序的。古地磁数据的宏观规律性地说明了青藏高原是昆仑、巴颜喀拉、羌塘、冈底斯和喜马拉雅等地体北向运动,并于北部稳定的欧亚板块逐一拼接、碰撞、使欧亚板块不断增生演化的产物。

参 考 文 献

- [1] 肖序常,李廷栋,李光岑,常承法,袁学诚,1988,喜马拉雅岩石圈构造演化总论,地质矿产部,地质专报五,构造地质 地质力学,第7号,地质出版社。
- [2] 吴功建,肖序常,李廷栋,1989,青藏高原亚东—格尔木地质断面,地质学报,第4期,第285—296页。
- [3] Kirschvink, J., 1980, The least-squares Line and Plane and the analysis of paleomagnetic data, *Geophys. J. R. astro. Soc. Vol. 62 PP. 699—718.*
- [4] 朱志文,1985,青藏高原及其邻区显生宙以来的古地磁极移曲线的对比意义,地球物理学报,第28卷增刊I,第219—225页。
- [5] 周姚秀,鲁连仲,袁相国, V. 库尔德埃, J. 阿萨什,1984,西藏古地磁的新证据及对印度与亚洲碰撞的推论,中法喜马拉雅考察成果,地质出版社,第25—37页。
- [6] Achache J., Courtillot V. and Zhou Yao Xiu, 1984, Paleogeographic and tectonic evolution of southern Tibet since middle Cretaceous time: New paleomagnetic date and synthesis, *J. Geophys. Res. Vol. 89, No. B12, P. 10311—10339.*
- [7] Jin Lu Lin and Watts D. R., 1988, Palaeomagnetic constraints on Himalayan-Tibet tectonic evolution, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A326, P. 177—88.*
- [8] 叶祥华,李家福,1987,古地磁与西藏板块及特提斯的演化,成都地质学院学报,第14卷,第1期,第65—79页。

NEW RESULTS OF PALEOMAGNETIC STUDIES OF THE QINGHAI-TIBET PLATEAU

Dong Xuebin¹⁾, Wang Zhongmin²⁾, Tan Chengze²⁾, Yang Huixin¹⁾,
Cheng Liren¹⁾ and Zhou Yaoliu³⁾

Abstract

This paper presents 27 Paleozoic to Mesozoic new paleomagnetic data of main terranes in the Qinghai-Tibet Plateau. Such geological problems as the paleogeographic distribution of the main terranes in the Qinghai-Tibet Plateau and their boundaries and time of amalgamation, and the elevation mechanism of the plateau are analyzed and discussed according to these data coupled with previous data. A model of the evolution of the main terranes in the plateau has been established preliminarily.

作者简介

董学斌,1937年生,1959年毕业于长春地质学院地球物理勘探系,主要从事磁法勘探、岩石物性和古地磁学的教学和科研工作。现任长春地质学院应用地球物理系副教授和古地磁室主任。

1) Changchun College of Geology (Changchun);

2) China University of Geosciences (Beijing);

3) Centre of Remote Sensing of Airborne Geophysical Exploration, MGMR (Beijing).