

青藏高原及邻区马兰黄土重矿物特征 与黄土来源的研究^①

陈国英¹ 孙淑荣¹ 方小敏² 康世昌²

1 (兰州大学地质系, 兰州 730000) 2 (兰州大学地理科学系, 兰州 730000)

提 要 通过对青藏高原及邻区马兰黄土重矿物的研究表明,以昆仑山—布尔汗达山—西倾山—岷山为界,黄土重矿物特征表现为两大沉积区系,以北重矿物母岩特征以侵入岩和深变质岩为主的风化产物,主要来源于亚洲内陆干旱的沙漠、戈壁区;以南重矿物母岩特征,以侵入岩、火山岩和浅变质岩为主的风化物质,主要来源于青藏高原冰碛和寒冻风化物。高原隆起的特殊地形效应及其所产生的大气环流作用以及源区物质的区域性差别可能是马兰黄土重矿物组成及其来源差异的主要原因。

关键词 青藏高原 重矿物 马兰黄土 来源

分类号 P 575.2

第一作者简介 陈国英 男 58岁 副教授 结晶学及矿物学

我国北方广大地区黄土的来源和成因,是我国黄土研究者长期十分重视的研究课题之一。已往的研究多集中在黄土高原,并以重矿物的角度初步揭示出黄土高原黄土来源的相似性^[1,2]。最近,笔者之一对我国青藏高原东北部马兰黄土的来源从粒度、石英砂和 EER特征进行了初步探讨,指出青藏高原黄土为冷黄土,而昆仑山—西倾山—岷山以北为热黄土^[3]。为了进一步查明青藏高原及邻区马兰黄土的成因与物质来源,我们对青藏高原上更大范围的马兰黄土和母岩,以及邻区巴基斯坦波特瓦尔高原、西秦岭、四川盆地、中国西北的马兰黄土进行了系统采样,即在 23°~ 26°N 和 85°~ 106°N 的范围内采集样品 33个(其中,包括砂质松散沉积物样 9个,见图 1),从重矿物特征分析入手进行了研究,现将所得初步结果,作一探讨。

1 样品采集和处理

如以昆仑山—布尔汗达山—岷山为界,将采样区分为北区(I区)和南区(II区),则青藏高原南区及南部邻区(III区)样品共采集 21个,占样品总数 64%,北区 12个,占样品总数 36%。

样品重矿物分析粒径取 0.25~ 0.01mm,相当于第四纪沉积物常用的粒组分类表中的粗粉砂至细粉砂,黄土重矿物一般主要富集于这个粒级范围内。为此,将原样先行筛分,弃去 > 0.22 mm 粒么的筛上组分,取其 < 0.25 mm 粒径的筛下组分采用阿兹尼法^[4],制成 > 0.01 mm 粒径的样品,然后,再用三溴甲烷重液离心分离样品,获得轻、重矿物,将比重 > 2.89的重矿物作为最终产品进行重矿物分析。

重矿物鉴定采用油浸片法,是在德国 Leitz厂产的 ORTHOLUX-POX-BK型偏光显微镜下完成的。

2 重矿物组成基本特征

研究区内,马兰黄土是由母岩不完全风化的产物所组成,共鉴定出重矿物 42种。按重矿物的稳定性大小区分为,不稳定矿物、较稳定矿物、稳定矿物和极稳定矿物四类(见表 1)。其中含量一般 10% 的优势矿物为普通角闪石、绿帘石和不透明的铁氧化物;含量一般 1~ 10% 的常见矿物为普通辉石、黑云母、绿泥石、透辉石、阳起石、石榴石、磷灰石、白云母、锆石、电气石等;含量一般 < 1% 的少量矿物种类较多,如斜方辉石、绿帘闪石、玄武闪石、蓝闪石、透闪石、黝帘石、斜黝帘石、楣石、红柱石、蓝晶石、尖晶石、金红石、锡石、独居石和十字石等。

北区出现重矿物 42种,南区为 39种,前者未见古铜辉石,但见有直闪石、硅灰石、钙钛矿和镁黄长石。区内重矿物种类相当繁多,表明研究区的重矿物组成是比较复杂的。

通过镜下观察,重矿物粒度从西向东由粗变细,且北区区内粒度变化范围为 0.06~ 0.01 mm 之间,南区为 0.10~ 0.02 mm 之间,北区粒度一般小于南区。粒度的不同,表明研究区南北黄土重矿物源区有一定的差别。

从表 2可见,北区各类矿物组分含量,除极稳定矿物组分在中部(II B')较低外,自西向东,均表现为逐渐降低或升高的变化特征,即变化规律性十分明显。而南区,包括砂质松散沉积物在内,除稳定矿物含量呈现逐渐降低外,其他组分没有明显规律。表明北区各类矿物组分混合程度较好,在较

① 国家教委留学基金博士点基金资助

收稿日期: 1995- 12- 18

大范围或较长的距离内,矿物被搬运到沉积是逐渐变化的,走向性较好,南区却相反,在较大范围内,各类矿物组的混合程度较差,从搬运到沉积,走向性分布较差,较大程度上表现出区域性变化的特征。南部邻区(III区)不稳定矿物和稳定矿物组分含量略高于南区,而较稳定矿物和极稳定矿物略低于南区,表明与南区存在一定差异性,但这一差别较小,此与北区相比,更多的趋于南区相似,与北区相差较大。

3 重矿物组成的区域性差异

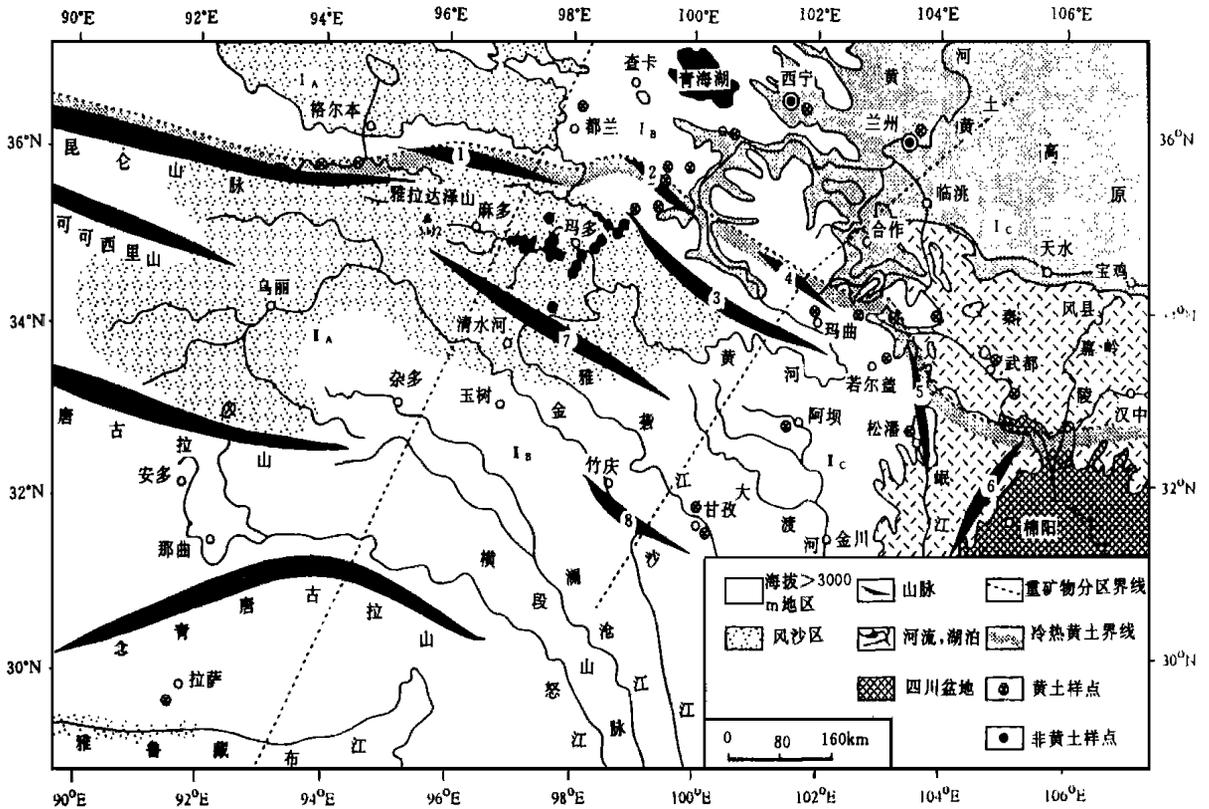
3.1 重矿物组分差异

从整体看,区内马兰黄土矿物,表现为普通辉石—普通角闪石—绿帘石—绿泥石—阳起石—黑云母—白云母—铁的氧化物—锆石—电气石的矿物组合,它们反映母岩为各种岩浆岩和变质岩的矿物组合特征。说明组成重矿物的物源区有相当大的分布范围。母岩种类多,覆盖面积大,成分复杂的重矿物组成性质。但从某些重矿物尤其是一些特征重矿物含量变化分析,北区内,电气石、黑云母、磷灰石、黝帘石、锆石、黄玉、尖晶石的含量相对较高,表明,其母岩主要为中酸性侵入岩和古老的深变质岩,而南区的普通辉石、普通角闪石、白云母、透辉石、蓝闪石、十字石、红柱石、玄武闪石等含量相对较高,则指示母岩主要为各种侵入岩,浅变质岩和基性火山

岩为主。由此可见,研究区黄土重矿物组成存在南北区各自的独特性。

3.2 重矿物含量差异

如表 3所列,研究区从西向东,北区的黄土原样中,重矿物含量(%)变化分别为 2.31 1.49和 1.00,逐渐减少,平均为 1.67,南区分别为 0.52 0.52和 0.69,平均为 0.58(南区砂质松散沉积物为 0.50),比北区重矿物平均含量低 2.87倍,而南区从西向东马兰黄土与该区砂质松散沉积物(II B')的重矿物含量颇为接近,表 4中,粒度 > 0.25 mm 筛上部分含量(%)变化,从西向东,北区为 4.02 1.63和 0.74,平均含量为 2.13,而南区为 8.33 12.00和 8.89,平均为 9.74,又比北区的筛上部分高出近 4倍。南区砂质松散沉积物含量达 48.54%。根据这些差异性,不难看出,北区马兰黄土物质主要是风成的,因为风搬运碎屑物质的粒径一般为 0.15~0.30 mm 之间,黄土从源区提供了充分的重矿物补给,是从西向东经过远距离搬运和充分混合后逐渐沉积的。南区黄土,筛上部分组分含量高,且中部高于西部与东部,粒度粗,筛下部分重矿物含量又很低,且中部低于东部,反映源区的重矿物补给相对贫乏,黄土风成堆积的同时,很可能叠加有局部水介质的沉积作用,主要是高原腹地内相对短距离搬运后所沉积的。



1. 布尔汗布达山 2. 鄂拉山 3. 阿尼玛卿山 4. 西倾山 5. 岷山 6. 龙门山 7. 巴颜喀拉山 8. 雀儿山

图 1 研究区地貌和样点分布图(巴基斯坦黄土样品 RY-67和拉萨河谷 RY66未包括在内样点)

Fig. 1 Map showing the geomorphology and localities of samples

表 1 马兰黄土重矿物分析结果

Table 1 Results of analysis of heavy minerals of the Melan loess

分区	样号	不 稳 定 矿 物													
		顽火辉石	古铜辉石	紫苏辉石	普通辉石	钛辉石	普通角闪石	绿钠闪石	玄武闪石	直闪石	蓝闪石	黑云母	小计		
I	I A	RY63				4.35*		11.80				0.52	12.42	29.19	
		RY65				4.50		13.41					5.03	22.94	
	I B	JZT-110*				3.79		18.18	0.73			0.78	7.58	33.11	
		RY31			0.60	2.98		16.07	1.79			0.60	2.98	25.02	
		RY21			0.85	5.98		12.71	1.70	0.85			5.08	27.12	
		RY24				4.24		7.27					3.03	14.54	
		RY40	1.37			5.48		14.38				0.68	8.22	30.13	
		RY17			0.75	2.24	0.75	14.93	0.75				1.49	20.91	
		RY52				7.55		13.21	1.89				4.72	27.37	
		I C	RY49				12.18		14.21					2.03	28.42
	RY59					3.13		14.06					3.13	20.32	
	RY55					3.16		18.99					3.16	25.31	
	RY58		0.66			2.65		12.58			0.66		2.65	18.54	
	II	II A	RY64				5.13		13.54				2.56	6.42	27.65
			RY43				11.72		14.06	0.78				1.56	28.12
		II B	RY48				4.29		15.34		0.61		0.61	0.61	21.46
RY29					0.67	9.40		16.11				0.67	2.01	24.46	
RY10						3.85		11.54					2.88	18.27	
II B'		RY15			0.70	3.52		7.75					2.82	14.79	
		RY44	3.70		0.74	3.70	0.74	8.89	0.74			0.74	1.48	17.03	
		RY1				3.70		11.85					2.22	17.77	
		RY1'				3.45		15.52					1.72	20.69	
		RY28				4.69		13.28				0.78	3.18	21.93	
		RY16				6.50		17.07		0.81			2.44	29.33	
		RY27			0.68	6.12		14.97		0.68			2.04	24.49	
		RY47				4.65		18.19		0.58		0.58	2.91	26.91	
II C		RY57			1.08	6.45		17.20		1.08			2.15	27.96	
		RY50		1.94		4.85		15.53				0.97	0.87	24.16	
	RY51			0.57	6.25		12.50				0.57	6.82	26.71		
	RY61				7.33		18.67				0.67	3.33	30.00		
	RY45				2.99	0.75	18.66					3.73	26.13		
	RY46				3.60		13.67					1.44	19.42		
III	RY66			0.56	2.78		15.67				0.56	7.22	26.79		
	RY67				4.43		15.93				1.77	7.08	29.21		

I. I. ,北区 II ,南区 I A I B I C,北区西部、中部和东部 II A II B II C,南区西部、中部和东部 ,II B',南区中部砂质松散沉积物
III ,南部邻区 (RY66, RY67分别为拉萨河谷和巴基斯坦样点号)

2* ,含量(%),下同

3* * ,引自陈国英,陈发虎《兰州大学学报》, Vol. 29, NO. 4, 1993年

4. H M S N 含量(%)相对高、中、低和极低

5. ○、○°, 矿物粒度粗、中和细

续表 1 马兰黄土重矿物分析结果

Table 1 Results of analysis of heavy minerals of the Melan loess

分区	样号	较稳定矿物													
		透辉石	阳起石	透闪石	绿帘石	黝帘石	斜黝帘石	褐帘石	绿泥石	硅灰石	重晶石	磷灰石	石榴石	白云母	小计
I A	RY63	1.24	1.11		7.45				13.04			1.48	2.48	2.48	29.28
	RY65	2.23	6.15		9.63				10.61			2.79	2.79	2.70	37.53
I B	JZT-110*	3.79	1.52	0.78	12.88	2.21		0.78	1.52	0.78		1.52	4.55		30.30
	RY31		1.54		17.10	3.57			7.14	0.60		1.79	4.76	1.19	38.13
	RY21		2.73	2.54	10.16				6.78			3.39	3.39	2.54	31.94
	RY24	1.82	2.58		13.94	3.03		0.61	16.97			1.21	1.24	1.82	46.49
	RY40		2.11		3.67	4.11			12.32		0.68	0.68	2.05	1.37	26.62
	RY17	1.49	2.98		10.45	1.49			14.18			1.49	3.73	1.49	39.45
	RY52	0.94	4.66		11.94	4.72		7.55	0.94			0.94	2.83	1.89	45.16
	RY49		1.54		20.81		1.02		11.17			2.03	2.03	1.02	39.62
I C	RY59	0.37	3.91		12.50	4.69			17.97	0.87		2.34	2.34		44.99
	RY55	0.63	1.53	1.27	12.03	0.63	1.90		10.76			1.90	1.27		33.02
	RY58		1.97		15.44	0.66			15.23			1.97	1.97	1.97	39.21
	RY64	3.85	2.56		6.42				8.97			1.28	3.58		39.21
II A	RY43				11.72				9.38		0.78	0.78	2.34		33.59
	RY48	1.23	2.45		14.11	2.45			7.36			1.84	3.07	1.84	35.57
II B	RY29	2.01			12.16		2.68		7.38		0.67	0.67	3.66	2.68	31.61
	RY10	1.56	7.03		12.50				14.42			0.96	2.88	0.96	31.72
II B'	RY15	0.70	2.85		4.93				11.97			0.70	4.23	2.82	31.17
	RY44				8.89				22.96			5.93	4.44	2.22	44.47
	RY1	1.48	2.22		14.07	2.96			13.33			1.48	2.96	2.96	42.20
	RY1'		1.72	0.86	10.34				14.66			0.86	3.45		31.89
	RY28			0.56	10.16				14.06			1.56	3.13	4.69	35.89
	RY16		1.63		9.79				19.51			0.81	3.25	2.44	38.31
	RY27	2.04	0.68		15.65		1.36		11.56			1.36	3.40	4.44	40.49
	RY47	1.16	4.07	1.16	11.05		1.74		10.47			1.16	6.40	2.33	40.12
II C	RY57		5.38		7.53				19.35			1.08	3.23	3.23	39.80
	RY50		5.83	0.97	6.80				13.59			1.94	5.83	2.91	37.87
	RY51		2.84	2.84	7.95		2.84		10.23			1.14	2.84	2.27	33.54
	RY61	2.00	6.67		14.67				16.00			0.67	4.60	0.67	44.68
	RY45	2.99	5.22	2.24	11.94			0.75	10.45			2.24	4.48	2.29	43.30
	RY46			2.16	5.76				6.47		0.71	1.44	2.16	0.71	19.41
III	RY66	1.67	6.22		10.56			0.56	3.89			2.22	3.33	2.22	26.67
	RY67	2.65	3.54		10.62				7.08		0.88	2.65	5.31	2.65	36.26

续表 1 马兰黄土重矿物分析结果

Table 1 Results of analysis of heavy minerals of the Melan loess

分区	样号	稳定矿物											小计	
		铁的氧化矿物				楣石	红柱石	蓝晶石	矽线石	符山石	钙钛矿	镁黄长石		
		磁铁矿	针铁矿	赤铁矿	小计									
I	I A	RY63	M	H	S	32.30	1.24							33.54
		RY65	M	H	S	26.82	1.12							27.94
	I B	JZT-110*				30.06	0.78	0.78						31.84
		RY31	H	M	S	26.19	1.19							27.36
		RY21	H	M	S	26.27	0.85			0.85				27.12
		RY24	M	H	S	29.70	0.61							30.31
		RY40	M	H	S	29.45	2.05							31.50
		RY17	M	M		31.34	1.49							32.83
		RY52	H	M	S	15.03	0.94	0.94	0.94					17.85
	I C	RY49	M	M	M	22.48						0.51	0.51	23.80
		RY59	M	M	M	21.09	1.56							22.65
		RY55	M	M	M	32.91								32.91
		RY58	M	M	M	27.81	0.66				0.66			28.47
	II	II A	RY64	H	S	N	33.33	1.28						
II B		RY43	H	S	S	27.34	0.78							28.12
		RY48	H	S	N	29.45	1.23	0.61	0.61					30.68
		RY29	H	S	N	29.52	0.67			0.67				30.87
II B'		RY10	H	S	N	39.42								39.42
		RY15	H	S	N	50.00	1.41							51.41
		RY44	H	S	S	32.59	0.74							33.33
		RY1	H	S	N	28.89	0.74	0.74			0.74			29.63
		RY1'	H	S	S	39.66	0.86							40.52
		RY28	M	H	N	28.91	1.56		0.78					30.47
		RY16	H	S	N	27.63		0.81						28.44
		RY27	H	S	N	27.89	0.68							28.57
RY47		H	S	N	24.42	1.16		0.58					26.16	
II C		RY57	H	S	N	22.58	1.08							23.66
		RY50	H	S	S	26.21	1.94							28.15
		RY51	H	S	S	28.98	1.14		0.57					30.12
	RY61	H	S	S	17.33	0.67							18.00	
	RY45	H	M	S	18.66	1.49							20.15	
	RY46	H	M	S	56.12	0.71							56.83	
III	RY66	H	S	S	40.11	0.56							40.67	
	RY67	H	S	N	27.43	0.88	0.88						29.19	

续表 1 马兰黄土重矿物分析结果

Table 1 Results of analysis of heavy minerals of the Melan loess

分区	样号	极稳定矿物											合计	矿物粗细特征
		尖晶石	锆石	金红石	锡石	电气石	黄玉	斜锆石	独居石	十字石	钛铁矿	小计		
I A	RY63	1.86	3.86	0.62		1.48	0.62	0.62				8.70	100.71	○
	RY65	1.51	3.35	1.11	0.56	3.35	0.56	1.11	0.56			12.11	100.02	○
I B	JZT-110*	0.78	2.27			3.03						6.86	100.02	○
	RY31	0.60	2.79	1.19	0.60	2.38	1.35			0.60		9.78	100.31	○
	RY21	2.54	2.73	1.70	2.54		0.85	0.85	0.85			12.19	99.08	○
	RY24	0.61	2.61	0.61	1.61	1.16	1.82		1.82			9.08	100.43	○
	RY40	1.49	3.37	0.68	0.68	2.05	0.68		2.74			11.69	99.95	○
	RY17	0.75	2.24	0.75		2.24	1.49			0.75		8.22	101.53	○
	RY52	1.89	3.83	0.94		1.89				0.94		0.49	101.32	○
I C	RY49	0.51	2.02	0.51	1.02	3.55	1.02					8.63	100.53	○
	RY59	1.65	3.13	0.87	1.56	2.91						11.03	99.49	○
	RY55	1.27	2.90	1.27	0.63	3.16			0.63			9.86	100.10	○
	RY58	1.12	2.65	0.66	1.32	3.31	1.33	0.66	1.33		0.66	13.58	99.92	○
II A	RY64		3.13	12.8		2.56		1.28	1.28	1.28		10.81	100.00	○
II B	RY43	1.56	2.34	1.56	0.76	1.56		0.78		0.78	0.78	10.14	99.97	○
	RY48	3.18	2.45	0.61	0.61	1.23	1.23		2.45	0.61		12.37	100.08	○
	RY29	1.34	2.68	0.67		1.34			2.01	0.67		8.71	100.09	○
II B'	RY10		2.88	1.92	0.96	1.92		1.92	0.96	0.96		11.52	100.98	○
	RY15	0.70	2.82		0.70	1.41			0.70			6.23	100.70	○
	RY44		1.48		0.74	2.22						5.18	100.01	○
	RY1	2.22	3.70	0.74	0.74	1.48	0.74			0.74		10.36	99.96	○
	RY1'		1.72	0.86		1.72			2.59			6.89	99.99	○
	RY28	1.56	4.69	0.78	0.78	1.56			1.56	0.78		11.71	100.00	○
	RY16		2.44	1.63	0.81	1.63			0.81			7.32	100.90	○
	RY27		2.04	0.68	0.68	0.68			2.04	0.58		6.80	100.35	○
RY47		3.49	0.58	0.58	2.33			1.16			8.14	101.33	○	
II C	RY57	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08			1.08		1.08	9.70	100.04	°
	RY50		2.91			3.88		0.97	2.94			10.70	100.84	°
	RY51	0.57	2.27	0.57	0.57	5.11		0.57				9.66	100.03	°
	RY61	0.67	2.07	2.00	0.67	1.33						7.34	100.02	°
	RY45	1.49	1.49	0.75	0.75	2.24		2.24	1.94			11.19	100.77	°
	RY46	0.71	3.60	0.71	0.71	1.44		1.44				5.01	100.67	○
III	RY66		1.11	1.10	0.56	2.78				0.56		6.11	100.24	°
	RY67		1.37	1.17		0.88		0.88	0.88	0.88		6.06	100.72	○

表 2 各类重矿物组分含量变化特征

Table 2 Characteristics of compositional V variation of different kinds of heavy minerals

矿物组分	分 区		A(西部)	B'(中部) ^①	B(中部)	(东部)
不稳定矿物	I		26.07 ^②		26.04	23.15
	II		26.65	21.24	24.68	25.67
	III	28.00				
较稳定矿物	I		33.40		35.89	39.21
	II		26.93	36.51	33.59	36.43
	III	31.47				
稳定矿物	I		30.74		30.56	27.03
	II		34.61	34.11	30.89	29.49
	III	34.93				
极稳定矿物	I		10.41		8.59	10.76
	II		10.81	8.24	10.41	8.93
	III	6.36				

① 为II区中部砂质松散沉积物

② 表示该区各类重矿物组分平均含量(%),下同

表 3 重矿物含量变化对比

Table 3 Comparison of content charge(%) of heavy minerals

分 区	西部 (A)	中部 (B')	中部 (B)	东部 (C)	平 均
I	$\frac{1.37-3.25}{2.31}$		$\frac{0.80-2.44}{1.49}$	$\frac{0.48-1.65}{1.00}$	1.67
II	0.52	$\frac{0.33-0.74}{0.50}$	$\frac{0.38-0.66}{0.52}$	$\frac{0.33-0.91}{0.69}$	0.58
III					$\frac{0.26-1.63}{0.80}$

① 分子为变化范围,分母为平均值。下同。

表 4 筛上组分(粒度 > 0.25mm)含量变化对比

Table 4 Comparison of variation(%) of grains > 0.25mm

分 区	西部 (A)	中部 (B')	中部 (B)	东部 (C)	平 均
I	$\frac{1.67-6.37}{4.02}$		$\frac{0.67-3.33}{1.63}$	$\frac{0.03-2.33}{0.74}$	2.13
II	8.33	$\frac{33.33-80.00}{48.54}$	$\frac{1.00-26.67}{12.00}$	$\frac{0.33-20.00}{8.89}$	9.74
III					$\frac{0.01-0.007}{0.08}$

① 分子为变化范围,分母为平均值。下同。

3.3 重矿物风化溶蚀特征

北区黄土重矿物粒度偏细,自形程度较好,矿物较新鲜,铁的氧化物中氧化程度高的赤铁矿和针铁矿含量也多。南区重矿物粒度偏粗,特别是较为粗大的不稳定矿物普通辉石、普通角闪石、黑云母、稳定矿物电气石、锆石等,常见其边缘有后期被风化溶蚀成的锯齿状外貌,或表现为矿物表面有沿解理方向上被溶蚀成串珠状、不规则状的溶蚀小坑,而且矿物颗粒圆化程度也高,呈表面粗糙暗淡、形状为长扁圆形者

居多(见图版重矿物照片),铁的氧化物生含量低价铁的磁铁矿含量相对较高,重矿物 ZTR 指灵敏南区为 5.84,砂质松散沉积物为 5.27,也低于北区 6.57 说明,南区重矿物分选差,遭受过较强的摩擦磨蚀作用,沉积后期又受到了风化溶蚀作用,氧化作用较弱。结合重矿物稳定系数($\frac{\text{稳定矿物}(\%)}{\text{不稳定矿物}(\%)}$),北区为 0.67,南区为 0.71,南区砂质松散沉积物为 0.73,又说明北区重矿物后期改造程度低于南

区。这些现象,均显示南区的黄土多来自高原母岩风化后的冰水寒冻风化物,在搬运前,较粗重的重矿物已受到一定的冰水磨蚀作用,搬运中能接近底层,遭受较强磨蚀,沉积后,由于高原腹地气温低,蒸发作用小,相对湿度高,而遭受较强的后期溶蚀,与北区黄土以内陆干旱沙漠戈壁区母岩风化产物补给所形成的黄土沉积具有明显的差异。南部邻区黄土 ZTR 指数为 5.27,其他情况也较多与南区高原腹地黄土比较相似。

4 重矿物源区认识

根据前述,北区黄土重矿物来自母岩为中酸性侵入岩和深变岩为主的风化产物,南区黄土重矿物主要来自各种侵入岩和浅变质并掺杂火山岩的风化产物,我们认为北区黄土物源区在我国西部内陆干旱的沙漠戈壁区,南区黄土的物源区为青藏高原腹地为主。这与从中亚到我国西部大戈壁沙漠及外围广泛发育出露有古生代花岗岩类岩石和前寒武纪古老变质岩(片麻岩类为主),而在高原腹地主要出露古生代和中生代和中、新生代碳酸盐、碎屑岩、浅变质岩(片岩、千枚岩为主),火山岩,并发育有古生代、中生代基生、中配性侵入岩的事实^[5]相吻合。也就是说,这些具有区域性分布特征的母岩,经长期风化后为研究区南北不同范围的马兰黄土沉积提供了各自的物质补给。联系青藏高原腹地地势高峻,北区大气环流以西风环流和冬季风作用为主的活动地带^[6],受高原阻挡,大量的黄土粉尘从西向东形成由粗到细,重矿物含量由高到低,黄土由薄到厚的沉积。而地处高原腹地的南区,主要受到高原季风和爬越西风的联合作用^[6],在高原的中部和北部,冬季羌塘高压北部连同越和绕流的北支西风在高原上盛行强大的偏西风和西北风,将高原腹地的冰碛物和寒冻风化物直接带入高原东部的黄土沉积区。因气流此时转向偏南和东南,加之西南季风的影响,粉尘在此产生大量堆积。在高原南部,因羌塘高压南盛行偏东风以及山谷风的影响,拉萨河谷黄土多为就地搬运形成。波特瓦尔高原上的黄土出是如

此,因此,形成了独特的高原黄土沉积,即具有分选差,区域性变化大,重矿物含量低和多风化溶蚀现象的黄土沉积特征。

5 结论

(1)从马兰黄土重矿物特征,可明显将黄土以昆仑山—布尔汗布达山—岷山为界分成南北两个沉积区系。

(2)区内马兰黄土重矿物成分相当繁杂,重矿物组合和特征重矿物含量变化表明,北区的黄土粉尘主要来自中酸性侵入岩和深变质岩风化产物,而南区即高原腹地的黄土粉尘主要来自各种侵入岩、浅变质岩和火山岩风化产物。

(3)马兰黄土重矿物平均含量,北区远高于南区,从西向东逐渐减少,重矿物风化弱,较之新鲜,而南区重矿物多圆化和溶蚀现象。源区母岩成分,大气环流,地形和气候等因素的不同,是形成上述差异的主要原因。

(4)重矿物特征表明,研究区以北,黄土物源区为亚洲内陆干旱的大戈壁沙漠区,以南为高原冰碛物和寒冻风化产物区,二者具有明显的不同之处。将中国马兰黄土区分为冷、热黄土的概念是可行的。

参 考 文 献

- [1] 郑东生等. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985, 208~ 219.
- [2] 陈国英, 陈发虎. 兰州九洲台黄土剖面重矿物研究. 兰州大学学报, 1993, 29(4): 257~ 264.
- [3] 方小敏. 青藏高原东部及邻区马兰黄土成因与来耗的初步研究. 中国科学 (B辑), 1994, 24(5): 539~ 546.
- [4] 成都地质学院岩石教研室编. 沉积岩石学附编. 北京: 中国工业出版社, 1961, 128~ 129.
- [5] 中国地质科学院主编. 中华人民共和国地质图集. 中国地质图制印厂, 1973.
- [6] 叶笃正, 高由禧等. 青藏高原气象学. 北京: 科学出版社, 1979, 208~ 219.

Heavy minerals and provenance of the Malan loess on the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and its adjacent area

Chen Guoying Sun Shurong

(Dept. of Geology, Lanzhou Univ. Lanzhou, Gansu 730000 China)

Fang Xiaomin Kang Shichang

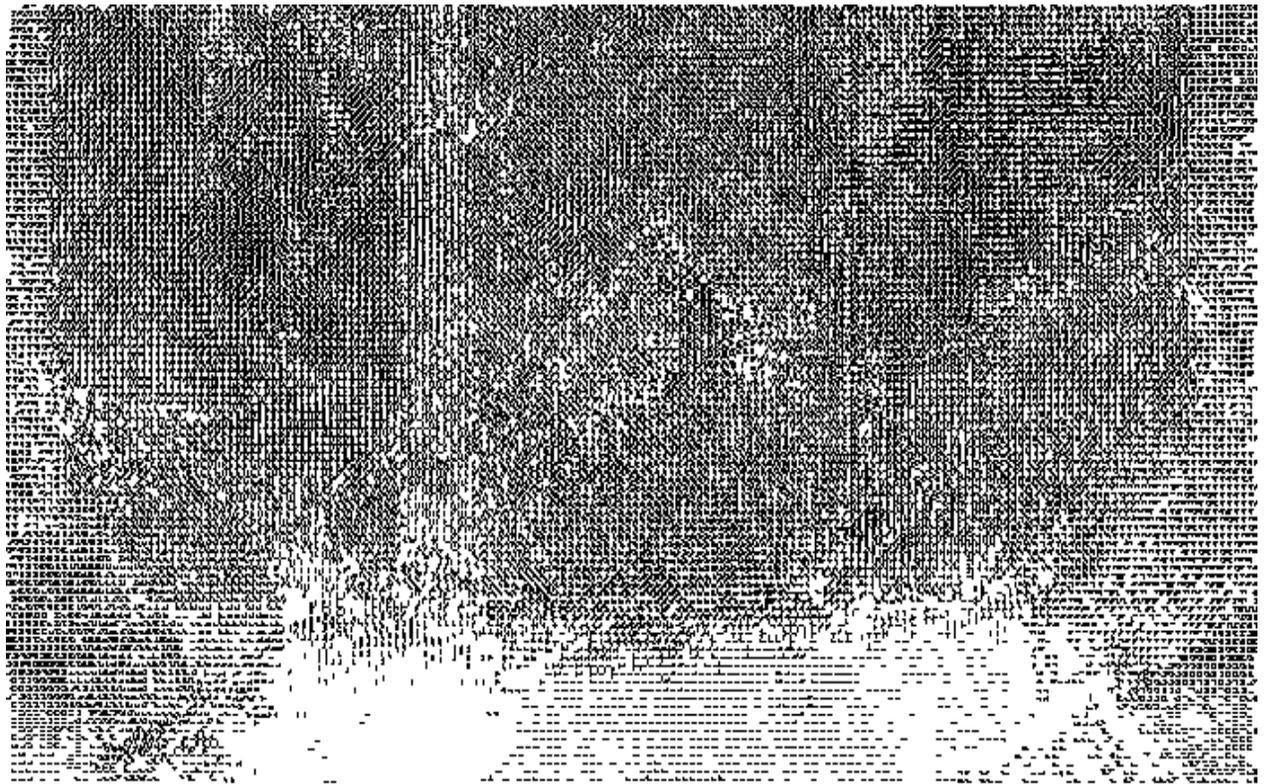
(Dept. of Geography, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000 China)

Abstract

Study of heavy minerals of the Malan loess on the Qinghai-Xizang Plateau and its adjacent area demonstrates that two loess depositional areas in heavy mineral can be clearly divided by the boundary of Kunlun Mts. - Buqing Mts- Xiqing Shan- Min Shan. To the north of this boundary, heavy minerals in the Malan loess are hypometamorphic rocks and come chiefly from the Asian inland desert-gobi area; To

the south, they are characterized by weathered parent rocks of volcanic, intrusive, and hypermetamorphic rocks and come from tills and periglacial sediments on the Qinghai-Xizang Plateau. The regional difference in material in the source area, together with the effect of particular landform of the Plateau and the difference of atmospheric circulation, may be mainly responsible for the difference of heavy minerals and provenance of the Chinese Malan loess.

Key Words Qinghai-Xizang plateau heavy mineral malan loess provenance



- 1 RY31 阳起石、磷灰石、锆石、黝帘石、磁铁矿自形好,及绿泥石的矿物形态特征(单偏光 $\times 400$)#
- 2 RY64 普通角闪石(具锯齿状溶蚀边缘和溶蚀小坑表面)和针铁矿的矿物形态特征(单偏光 $\times 250$)#
- 3 RY10 普通辉石(表面具溶蚀小坑)绿泥石和针铁矿的矿物形态特征(单偏光 $\times 250$)#
- 4 RY1 普通角闪石、普通辉石、磁铁矿、锆石、磷灰石矿物圆化和粗糙暗淡形态特征(单偏光 $\times 160$)#
- 5 RY48 锆石(表面具溶蚀小坑)、磁铁矿、普通辉石、阳起石的矿物形态特征(单偏光 $\times 250$)#
- 6 RY29 电气石(柱状,表面具溶蚀小坑)普通角闪石和磁铁矿(矿物磨蚀圆化)及磷灰石的矿物形态特征(单偏光 $\times 160$)#