

文章编号: 1000-0550(2011)02-0245-10

# 塔里木盆地西北缘海相白垩系—古近系界线 沉积物环境指标研究<sup>①</sup>

孟 昌 孟庆泉 杜芳芳 杨进云 张 曼 吴小斌 魏引杰 宋春晖

(兰州大学资源环境学院 & 西部环境教育部重点实验室 兰州 730000)

**摘 要** 发生于中生代—新生代之间的事件是地质历史上一次重大灾变和异常事件,因此白垩系—古近系之间的界线(K/T界线)就成为全球最重要的地质界线之一。通过对塔里木盆地西北缘乌恰地区库孜贡苏河剖面海相上白垩统一古新统地层的岩性和沉积环境变化以及地球化学特征研究,重点利用沉积物色度、有机碳含量、碳酸钙和碳、氧稳定同位素的明显异常变化,结合前人研究资料,论证并证实了该区分布于依格孜牙组和吐依洛克组之间 5 cm 厚的黏土层为白垩系—古近系界线(K/T界线),它是白垩纪末期全球重大突变事件的沉积产物,记录了白垩纪末—古近纪初气候和环境变化的信息。它对丰富我国白垩纪—古近纪之间的事件研究、确定塔里木盆地地层年代序列以及恢复该地区古环境都具有重要意义。

**关键词** 白垩系—古近系界线 色度 碳酸钙 有机碳 碳、氧稳定同位素 塔里木盆地

**第一作者简介** 孟昌 男 1982 年出生 硕士研究生 沉积盆地与成藏动力学 E-mail: songchh@lzu.edu.cn

**通讯作者** 宋春晖 E-mail: songchh@lzu.edu.cn

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

在全球变化中,大约在 65 Ma 左右的中生代与新生代之间(即白垩纪—古近纪之间)全球发生了重大的生物绝灭事件<sup>[1-3]</sup>,其中最引人注目的是在中生代曾盛极一时、称霸全球的恐龙类的集群绝灭,而之后的古近纪则出现了生物劫后复苏以及哺乳动物的兴起事件<sup>[4]</sup>。由于涉及恐龙等的集群绝灭和哺乳动物的劫后崛起,全球没有任何一条界线能够像白垩系—古近系界线(K/T界线)那样备受人们的关注。关于白垩纪末期生物大灭绝事件的原因,目前主流观点认为是来自地外天体的撞击<sup>[5-6]</sup>。美国学者 Alvarez 等在意大利 Gubbio 附近 K/T 界线黏土层中发现稀有金属元素铱含量的巨大异常(比上下层位高出约 30 倍)<sup>[7]</sup>,以及撞击石英<sup>[8]</sup>和玻璃质的球形微粒<sup>[9]</sup>,并由此提出小行星撞击引起灾变假说,对地学界产生了深刻影响。随后,在全球百余个海相和非海相地层剖面上相继发现了这一界线黏土层的铱异常<sup>[10-13]</sup>。尽管目前在灾变成因机制方面仍存在争议,但白垩纪—古近纪之间(K/T界线)的事件作为地质历史上一次重大灾变和异常事件已经成为科学界研究的热点之一。研究表明这次事件中伴随生物大规模集群灭绝,古环境、古气候也发生了急剧变化<sup>[14-17]</sup>。然而我国在

这方面的研究相对国际仍十分薄弱,查明和证实我国是否存在 K/T 界线,研究灾变事件与劫后复苏关系,揭示自然环境对生物界的影响和生物界对自然环境的适应,以及人类如何从中获得启示,保持大自然的协调发展,以预防和抵御自然灾害,保障生存与可持续发展,是当前这一界限研究的前沿目标<sup>[18]</sup>。

塔里木盆地西部地区是我国除西藏地区外海相白垩系—古近系地层连续发育并出露良好的少数地区之一。几十年来前人在该区开展了大量的地层研究工作,特别是郝诒纯、郭宪璞等在白垩系—古近系地层划分及其与国际典型剖面对比研究方面取得了重要进展<sup>[18-20]</sup>。关于该区白垩系—古近系界线虽然郝诒纯和郭宪璞等<sup>[18-21-22]</sup>以及叶得泉等<sup>[23]</sup>进行过研究,但对这一界线及其界线附近的环境指标变化尚缺乏仔细而系统的研究。本文在前人研究基础上,试图通过塔里木盆地西北地区海相白垩系—古近系库孜贡苏河典型剖面地层特征和沉积环境变化以及沉积物高密度的色度、碳酸钙、有机碳和碳氧稳定同位素环境指标的测定和分析,结合前人郝诒纯和郭宪璞等<sup>[18-21-22]</sup>以及叶得泉等<sup>[23]</sup>已进行的生物和地球化学标志,论证和确认该地区是否存在 K/T 界线,探讨白

<sup>①</sup>国家 973 重点基础研究发展规划项目(编号:2010CB833401)与国家科技重大专项课题的子课题(编号:2008ZX05008-001-05)资助。  
收稿日期:2010-01-15;收修改稿日期:2010-03-22

白垩纪末期到古近纪早期该区的气候环境变化。这对丰富我国白垩纪—古近纪之间的事件研究、确定塔里木盆地地层年代序列以及恢复和重建该地区古环境都具有十分重要的意义。

## 1 研究区地质背景和地层划分

塔里木盆地西部地区晚白垩世—早古近纪盆地沉积沿天山和昆仑山前分布,受NW向挤压逆冲作用控制,为前陆盆地发展阶段<sup>[24]</sup>。中生代特别是白垩纪至古近纪的海侵是塔里木盆地发展史上的重要事件之一,其海进与海退和印度板块向北推移及当时的洋中脊扩张期和收缩期大体相一致<sup>[25,26]</sup>。在白垩纪—古近纪时期,古特提斯海水多次经西部的阿赖依海峡向东大规模侵入到塔里木盆地内部,在塔里木盆地西部形成了沿昆仑山山前和天山山前成东西向展布的白垩系—古近系巨厚的富含海相生物化石(双壳类、腹足类、菊石、有孔虫、苔藓及鲨鱼牙等)并以滨海、潟湖和台地相的碳酸盐岩、蒸发岩以及碎屑岩为主的海相沉积层<sup>[27]</sup>。前人通过岩性和生物组合研究,最新资料将塔里木盆地西部地区上白垩统由老到新依此划分为库克拜组、乌依塔克组、依格孜牙组,古新统地层自老到新依此划分为吐依洛克组、阿尔塔什组、齐姆根组<sup>[18]</sup>。

## 2 研究剖面地层特征

通过大量野外考察研究,选取天山前缘离喀什市西北110 km、乌恰新县城北东8 km处上白垩统—古新统出露完整的库孜贡苏河剖面(图1)。该剖面晚白垩世—古新世沉积主要为海相地层<sup>[21,27]</sup>,本文通过实测其上白垩统3个地层组共335 m,古新统3个地层组共厚约432 m,并且晚白垩世—古新世沉积连

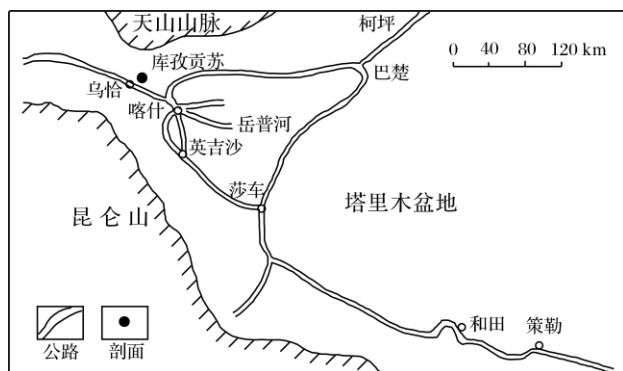


图1 研究剖面位置图

Fig. 1 Location of the study area

续。各组沉积特征自上而下如下:

### 古新统

齐姆根组:灰绿—灰黑色泥岩夹灰色生物灰岩、薄层介壳灰岩,含丰富的双壳类、腹足类、海胆、有孔虫、介形虫、苔藓虫及鲨鱼牙等海相化石,厚度为99.7 m,与下伏阿尔塔什组整合接触,属正常海相或滨海相沉积。该组有孔虫数量丰富,自下而上可分为旋织虫—串珠虫组合带(*Spiroplectammina—Textularia* assemblage zone)、瓶形虫—似单栏虫组合带(*Laganamina—Haplophragmoides* assemblage zone)、圆盘虫—抱球虫—圆辐虫组合带(*Discorbis—Globigerina—Globorotalia* assemblage zone)、似小诺宁虫—异常虫组合带(*Nonionellina—Anomalina* assemblage zone),结合底栖类型,该组的年代属古新世中晚期<sup>[18]</sup>。

阿尔塔什组:为一套巨厚层白色隐晶质石膏,夹十几层薄层白云岩、白云质石灰岩、泥灰岩、泥岩及膏泥岩,含少量有孔虫、介形虫、双壳类和腹足类化石,厚度为296.5 m,与下伏吐依洛克组呈整合接触关系,属干旱炎热条件下的局限台地咸化潟湖沉积。根据双壳类(*Corbula asiatica*, *C. augulata*, *Brachydon-tes jeremejewi*)以及上下地层关系,该组的年代属古新世早—中期<sup>[18]</sup>。

吐依洛克组:厚度为66.5 m,上部为灰白色厚层石膏夹红色膏泥岩,下部为棕红色砂质泥岩、膏泥岩夹一层灰绿色砂质泥灰岩,底部为5 cm灰绿色钙质泥岩(黏土层),与下伏依格孜牙组呈整合接触关系。根据该组下部夹的灰绿色砂质泥灰岩中产 *Cibicides—Cibicoides* 有孔虫组合带和介形虫化石,其年代属古新世早期<sup>[18]</sup>。

### 上白垩统

依格孜牙组:浅灰绿—棕褐红色含砂白云质灰岩、砂质灰岩、砂质泥灰岩和生物灰岩与褐红色砂质膏泥岩、泥岩和粉砂岩不规则互层,偶夹薄层兰灰色砂质泥灰岩,其中灰岩中含介形虫、双壳类和大量藻类化石。厚度为16.3 m,与下伏乌依塔克组呈整合接触。根据邻区阿克切依剖面同层位有孔虫 *Bolivina* 属以及双壳类—固着蛤类(*Rudosts Biradiolites*, *Duramia*, *Sauwagensia* 等属化石分布在对该组中上部,至顶部完全消失,确定该组年代属晚白垩世末期<sup>[18]</sup>。

乌依塔克组:棕红、杂色砂泥岩、粉砂岩夹砂岩、膏泥岩和少量泥灰岩,厚度为212.8 m,与下伏库克拜组整合接触。该组化石种类数量较少,见少量双壳类、介形虫和有孔虫。根据郝谄纯、郭宪璞等在邻区

阿克切依剖面同层中发现有孔虫化石 *Conoglobigerina kellert*( 属康尼亚克期) *Hedbergella lata*( 属赛诺中阶) *H. holmdelensis*( 属马斯特里赫特早期) 等<sup>[18]</sup> , 确定该组年代属晚白垩世中期。

库克拜组: 主要岩性为灰绿—灰黑色泥岩、灰黄—灰色灰岩和生物灰岩夹灰黑色页岩, 底部棕褐、灰绿色泥质砂岩夹砖红色钙质砂岩, 厚度为 112.5 m。该组泥岩中含丰富的有孔虫和介形虫类化石, 灰岩中含丰富的双壳类和腹足类化石, 为一套正常海相沉积地层。根据其有孔虫组合中下部移栖虫—砂杆虫组合带 (*Migros—Ammobaculites assemblage zone*) 的代表性有孔虫 *Migros spiritensis*( 属赛诺曼中晚期)、中部塔里木虫—砂杆虫组合带 (*Talimuella—Ammobaculites assemblage zone*) 的代表性有孔虫 *Ammobaculites pacalis* 及 *A. albertensis*( 属赛诺曼晚期), 上部圆盘虫—赫德伯格虫组合带 (*Discorbis—Hedbergella assemblage zone*) 的代表性有孔虫 *Hedbergella planispira* *H. cretacea*( 属赛诺曼—土仑—赛诺早期), 确定该组年代属晚白垩世早期<sup>[18]</sup>。

### 3 样品采集和实验结果

事件地层界线是事件地层学的核心, 它是由地层事件造成的一种地层界线, 具有反映地质事件的特殊沉积标志<sup>[28]</sup>。在全球各地 K/T 界线在地层上几乎均为一薄层的黏土层, 因此界线事件黏土层的发现是确定研究区白垩系—古近系界线的关键。从上述实测地层可见, 塔里木盆地西北缘库孜贡苏河剖面地层沉积连续, 并在上白垩统依格孜牙组顶部浅褐红色泥灰岩与古新统吐依洛克组底部棕红色膏泥岩之间存在 5 cm 厚的灰绿色钙质泥岩(黏土层)。因此, 针对上述吐依洛克组和依格孜牙组之间地层, 我们以 1~10 cm 间距进行加密采样, 共获取沉积物色度、碳酸钙和有机碳样品各 31 块, 界线层附近碳、氧稳定同位素样品 19 块。其中沉积物色度、碳酸钙和有机碳样品在兰州大学西部环境教育部重点实验室完成测试, 碳、氧稳定同位素样品在中国科学院地质与地球物理研究所兰州油气资源研究中心完成测试, 其测试结果见表 1、2 和图 2、3。

通过库孜贡苏剖面吐依洛克组和依格孜牙组之间沉积物色度、碳酸钙、有机碳和稳定同位素环境指标的分析, 其结果清晰表明以两组之间的灰绿色黏土层为界线白垩系与古近系之间各环境指标变化发生明显的转折(图 2、3)。其中沉积物色度  $L^*$  (明度)、

$a^*$  (红度)、 $b^*$  (黄度) 三条曲线下部依格孜牙组变化较为平缓, 上部吐依洛克组变化波动较大(图 2);  $\text{CaCO}_3$  百分含量也明显分为上下两部分(图 2): 下部依格孜牙组  $\text{CaCO}_3$  含量整体偏高(最低值 9.96%, 最高值 77.72%, 平均含量 51.53%), 上部吐依洛克组整体含量偏低(最低值 4.85%, 最高值 36.25%, 平均值 19.24%), 而两组之间的灰绿色黏土层  $\text{CaCO}_3$  含量突然降低, 仅为 4.92% (表 1); 有机碳含量在依格孜牙组变化平稳(平均含量 0.12% 左右)、顶部略有降低, 但两组之间的灰绿色黏土层出现最低值 0.04%, 进入吐依洛克组其含量逐渐回升到  $>0.1\%$  (图 2, 表 1); 同位素变化曲线以吐依洛克组和依格孜牙组之间的灰绿色钙质泥岩为转折点(图 3)  $\delta^{13}\text{C}$  突然由正

表 1 库孜贡苏河剖面依格孜牙组和吐依洛克组之间沉积物色度、有机碳和碳酸钙含量

Table 1 Sediment color, organic carbon and calcium carbonate content of Yügeziya and Tuyiluoke Formations from Kuzigongsu cross-section

时代	取样距离 /m	$L$ (明度)	$a$ (红度)	$b$ 平均 (黄度)	有机质 /%	碳酸钙 /%
吐依洛克组	1.03	62.50	16.73	21.43	0.18	19.23
	0.83	100.30	3.07	0.93	0.17	6.72
	0.73	56.20	19.67	22.23	0.13	26.07
	0.63	67.13	14.57	19.57	0.18	35.41
	0.43	94.67	5.37	5.40	0.07	6.16
	0.33	83.30	10.20	13.10	0.05	4.85
	0.23	82.23	11.70	14.73	0.14	36.25
	0.13	61.40	16.70	21.53	0.19	5.54
	0.04	92.80	5.53	5.27	0.07	15.49
	0.03	92.13	2.27	3.73	0.09	9.40
黏土层	0	103.67	1.70	-2.03	0.04	4.92
依格孜牙组	-0.10	87.80	8.73	12.03	0.13	74.11
	-0.11	86.13	9.17	14.23	0.08	64.03
	-0.13	83.93	10.87	15.67	0.06	58.49
	-0.14	83.57	11.73	15.23	0.06	33.60
	-0.17	88.77	7.63	10.93	0.17	41.63
	-0.18	87.40	8.30	12.10	0.12	71.56
	-0.19	89.37	8.43	11.37	0.11	62.66
	-0.20	85.77	9.83	12.70	0.14	69.51
	-0.27	84.63	9.00	17.50	0.15	65.96
	-0.37	84.40	9.30	11.23	0.09	67.90
	-0.47	85.97	7.63	12.27	0.16	77.16
	-0.67	83.47	9.93	11.03	0.15	73.99
	-0.87	86.13	9.50	11.50	0.13	77.72
	-1.27	84.13	8.37	16.40	0.13	62.16
-2.07	85.97	9.13	14.50	0.11	26.76	
-3.17	85.47	7.90	10.37	0.13	35.08	
-3.27	87.00	4.87	6.07	0.07	46.28	
-3.37	93.87	3.10	3.93	0.09	34.53	
-3.47	94.03	1.47	2.53	0.07	32.23	
-3.77	88.87	1.10	2.47	0.13	48.48	

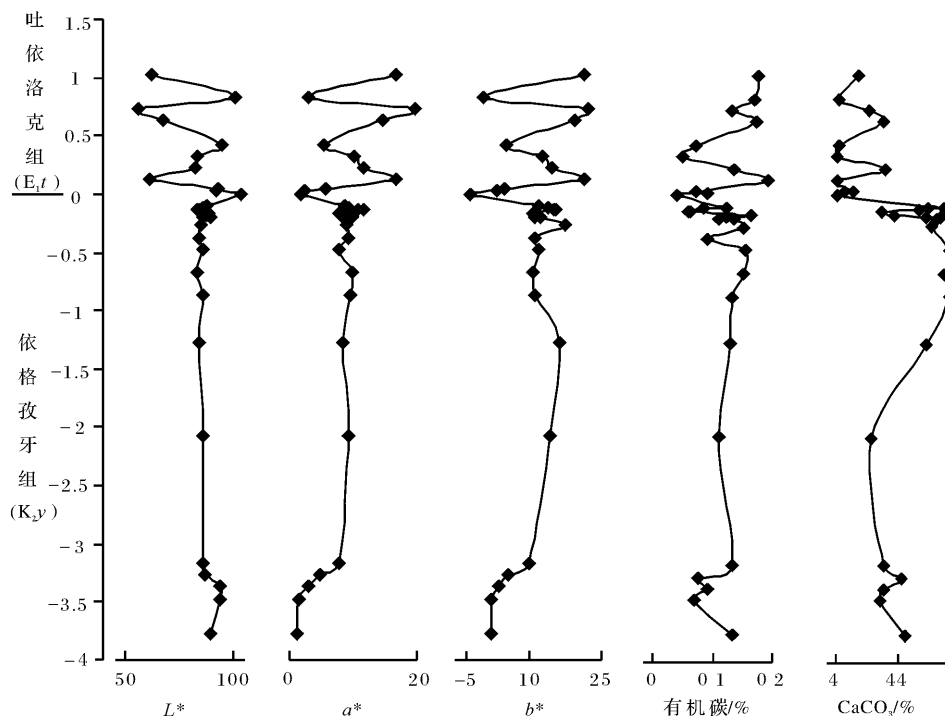


图2 库孜贡苏河剖面依格孜牙组和吐依洛克组之间色度、有机碳、碳酸钙含量变化图

Fig. 2 Curves of color, organic carbon and calcium carbonate isotopes between Yüigeziya and Tuyiluoke Formations from Kuzigongsu Cross-section

值转为负值,与下伏依格孜牙组的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值相差 $3.3\text{‰} \sim 6.8\text{‰}$ ,一直到吐依洛克组底部 $3.87\text{ m}$ 均表现负异常,之后又转为正值(变化于 $0.8\text{‰} \sim 3.5\text{‰}$ ) (表2)。氧同位素在黏土层附近也存在异常变化(图3)。

#### 4 讨论与结论

从上述各环境指标变化趋势看来,各指标无一例外从晚白垩世依格孜牙组到古近纪吐依洛克组发生转变,突变异常正处于依格孜牙组与吐依洛克组之间的灰绿色黏土层,反映这两组之间存在突变事件。主要表现在以下几个方面:

(1) 研究表明,塔里木盆地西缘白垩纪—古近纪沉积演化具有明显的阶段性,共经历五次海进—海退旋回<sup>[24]</sup>。丁孝忠和郭宪璞等根据沉积、岩石矿物、生物和地球化学特征综合分析,认为塔里木盆地晚白垩世—古近纪以海相沉积为主<sup>[29]</sup>。库孜贡苏河剖面依格孜牙组主要由浅灰绿—棕褐红色白云质灰岩、藻纹层砂质灰岩和生物灰岩与褐红色砂质泥岩和粉砂岩组成,偶夹薄层兰灰色泥灰岩,其中灰岩中含生物主要是双壳类、介形虫类、有孔虫、腹足类、菊石和藻类

等,表明该区晚白垩世末期属浅海开阔碳酸盐台地—台地边缘相沉积。张惠良等认为当时塔里木盆地西南缘是向西北开口、西边与塔吉克相通的海域<sup>[30]</sup>,薛莲花等认为依格孜牙组碳酸盐岩就是晚白垩世第二次大规模海侵时期沉积产物<sup>[31]</sup>;库孜贡苏河剖面吐依洛克组与下伏依格孜牙组呈整合接触,二组之间由薄层灰绿色钙质泥岩(黏土层)分隔,而古新世吐依洛克组化石十分稀少,其下部主要为棕红色肠状、结核状石膏的砂质泥岩和膏泥岩(偶夹灰绿色泥灰岩)组成,具潮上带萨布哈和蒸发砂泥坪沉积特征。上部的厚层灰白色石膏层夹红色膏泥岩,代表持续干旱条件下海水强烈蒸发的典型咸化潟湖—潮上蒸发泥坪沉积产物。由此可见,该区晚白垩世到古新世从依格孜牙组的大规模海侵到吐依洛克组的海退,体现了沉积环境的突然转变。

(2) 沉积物颜色是沉积物最直观的特征之一,主要取决于沉积物成分,并与其形成的环境密切相关。自Munsell于1905年首次提出门赛尔表色系统用于土壤颜色描述系统(由色调、亮度和彩度3个参数决定),以及20世纪60年代人们开始量化探索沉积物颜色与致色矿物和环境条件之间关系以来,陆续创

表 2 库孜贡苏河剖面依格孜牙组和吐依洛克组之间碳、氧同位素含量

Table 2 C and O isotopic compositions of Yiigeziya and Tuyiluohe Formations in Kuzigongsu Cross-section

时代	地层	取样 距离/m	岩性	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$	
				‰	‰
古新世	吐依洛克组	15.87	棕红色泥岩	3.5	-2.7
		8.87	棕红色泥岩	2.7	-4
		6.82	灰绿色砂质泥灰岩	2.6	-3.1
		6.37	灰绿色砂质泥灰岩	0.8	-4
		3.87	棕红色泥岩	-4.9	-3.2
		0.87	棕红色泥岩	-3	-1.4
		0.47	棕红色泥岩	-3.5	-2
		黏土层	0	灰绿色、绿色钙质泥岩	-1.4
晚白垩世	依格孜牙组	-0.1	灰红色砂质灰岩	1.7	-2.3
		-0.15	灰红色砂质灰岩	2.2	-2
		-0.27	灰红色砂质灰岩	2.5	-2.3
		-0.63	灰红色砂质灰岩	2.7	-1.8
		-1.13	灰红色砂质灰岩	3	-2.9
		-3.03	灰红色灰岩	1.8	-2.6
		-3.73	灰绿色灰岩	0.8	-2.8
		-9.13	灰红色含藻灰岩	2.1	-2.8
		-11.13	灰褐色灰岩	1.1	-3.3
		-13.13	灰褐色灰岩	2.8	-2.8
		-16.13	灰黄色灰岩	0.6	-3.3

造出了利用光谱进行土壤颜色测量的各种方法和便携式程控土色仪。CIE(1976) 表色系统是当今最重要的颜色次序表达和测量系统之一,它使用  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  三个参量描述任何均匀连续的颜色空间。 $L^*$  代表明度,变化于黑(0)和白(100)之间。 $a^*$  变化于红和绿之间,  $+a^*$  描述红色的饱和程度,  $-a^*$  为绿色。 $b^*$  变化于黄和蓝之间,  $+b^*$  为黄度,  $-b^*$  为蓝度。例如 20 世纪 90 年代 ODP 对大西洋的海洋沉积物颜色利用 CIE 表色系研究千年尺度的气候环境变化,并建立了色度指标与海洋沉积物碳酸盐含量的定量关系<sup>[32]</sup>。此后色度指标作为一项重要的环境变化指标被广泛应用于海相和陆相沉积物研究中,并取得了一系列重要成果<sup>[33~38]</sup>。本文色度指标是使用基于 CIE 标准制造、目前最流行分光测色仪之一的日本美能达公司 SPAD 503 土色仪测量。本区色度指标在依格孜牙组整体变化不大,在两组之间的灰绿色黏土层突然降低,出现最低值,越过黏土层在吐依洛克组呈现高频高振幅的波动特征(图 2)。其中色度指标的红度指标  $a^*$  与铁类矿物质量分数相关,在湖泊、海洋沉积物中含铁矿物的种类和含量则与汇源含铁矿物的本底值和沉积后与水体接触发生的氧化还原程度有关,并且还暴露时的土壤化过程密切联系<sup>[36~38]</sup>。

上述表明该区白垩纪末期依格孜牙组为稳定浅海相沉积,古新世吐依洛克组为干旱条件下咸化潟湖—潮上带沉积,而二组之间由薄层灰绿色钙质泥岩(黏土层)分隔,因此红度值的突然降低与氧化程度的降低存在必然联系,含氧量的降低和氧化作用的突然减弱间接反映着该区环境发生了巨变。

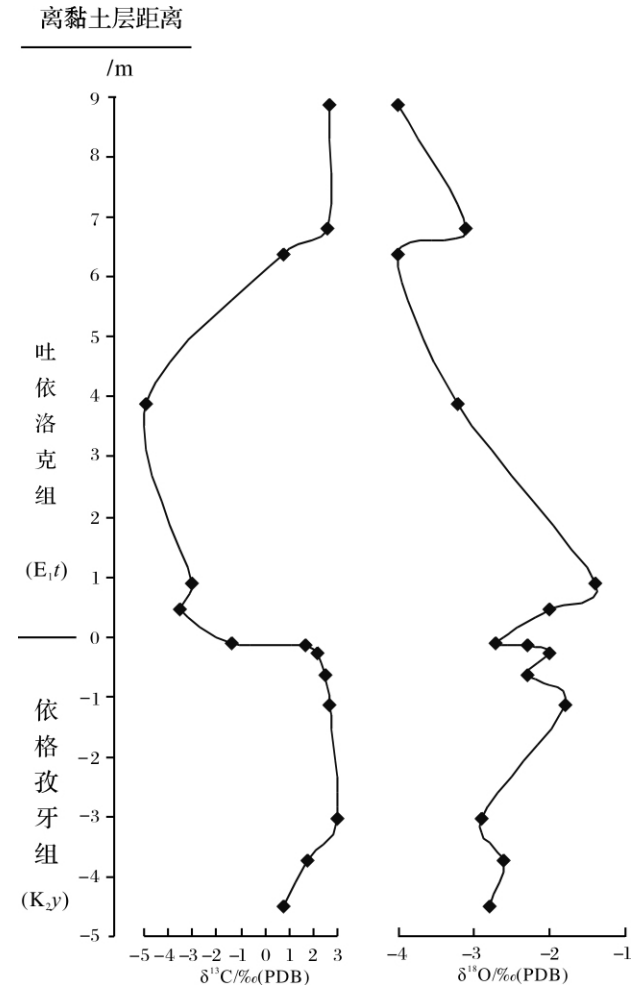


图 3 库孜贡苏河剖面依格孜牙组与吐依洛克组之间碳、氧同位素变化图

Fig. 3 Curves of carbon and oxygen isotope between Yiigeziya and Tuyiluohe Formations in Kuzigongsu cross-section

(3) 有机碳是沉积物(岩)中总有机质(TOC)中的碳,是生物埋藏于沉积物内经过生物化学分解或成岩作用后遗留下来的产物,其含量不仅取决于陆源有机质输入量和海洋/湖泊自身的生产力,而且一定程度上还反映了有机质沉积后的保存能力,因此,它被广泛应用于全球碳循环、古气候变化、生物演化、地层对比、地质历史时期突变事件和石油地质等领域的研究<sup>[39,40]</sup>。从本区有机碳含量变化可以看出(图 2),

有机碳含量在依格孜牙组中部变化平稳(靠近该组顶部降低),在二组界限的灰绿色黏土层出现最低值0.04%,进入吐依洛克组之后含量开始逐渐回升,这与K/T界线以下存在的生物大灭绝以及K/T界线以上存在生物后劫后复苏具有很好的一致性。研究表明大量生物绝灭事件始于白垩纪末的最后0.5 Ma,到65 Ma时仅剩一些垂死挣扎的热带、亚热带属种<sup>[41]</sup>。从本文总有机碳(TOC)含量变化可能反映出白垩纪末期生物绝灭是逐渐消亡过程,到K/T界线总有机碳含量突然地降到最低值,代表了一次瞬时事件,所以白垩纪末期生物大灭绝有可能是长期效应(气候温室效应和海平面变化)和短期效应(外星撞击、火山爆发)的共同作用的结果。在邻区天山西南部托云盆地发育着大量多层火山岩,它们年代形成于120~50 Ma<sup>[42]</sup>,该区火山活动贯穿于整个晚白垩—早古近纪,大规模长时间的火山活动必定对该区生物生命活动有着重大影响,并可能与K/T界线附近生物大灭绝存在一定联系。

(4) 碳、氧稳定同位素在恢复古环境,尤其是在恢复古温度、古盐度、确定地层事件界线、探索古生物绝灭等方面有着先天性的优势<sup>[18]</sup>。碳、氧同位素是判断K/T界限的重要标志之一,在全球很多剖面中得到验证,同时也是判断K/T过渡时期古环境和古气候变化的重要指标<sup>[43]</sup>。研究表明自然界中绝大多数碳都集中在生物圈和碳酸盐两大主要的碳库内,碳有两种同位素<sup>12</sup>C和<sup>13</sup>C,碳同位素分馏的机制是植物的光和作用。植物首先利用溶解在无机碳库中的较轻的<sup>12</sup>C,从而造成溶解的碳酸盐和钙质浮游生物的骨骼中含有更多的较重的<sup>13</sup>C,形成碳酸盐沉积。当海洋中绿色植物繁盛时,光合作用强烈,<sup>12</sup>C被大量利用,<sup>13</sup>C为正值;反之,绿色植物减少或者灭绝,光合作用减弱,就会造成<sup>13</sup>C向负值方向偏移<sup>[44]</sup>。尽管郝诒纯和郭宪璞等在该区已做过一些碳、氧同位素和碳酸钙含量分析<sup>[18-22]</sup>,为了进一步深入研究,本文在界线附近进行加密采样分析。从图3碳、氧同位素曲线中明显反映依格孜牙组和吐依洛克组的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 含量整体变化不大,但在两组之间突然降低,表现出明显的负异常,反映了较轻的<sup>12</sup>C和<sup>16</sup>O富集,海水处于缺氧状态。其中 $\delta^{13}\text{C}$ 在上白垩统依格孜牙组所做的11个样品全部为正值,变化幅度不大(介于0.6‰~2.8‰),反映当时的海相环境较为稳定。而两组之间界线—灰绿色黏土层突然出现负值,并且 $\delta^{13}\text{C}$ 负异常一直延伸到吐依洛克组的3.87 m后才转

变为正值, $\delta^{13}\text{C}$ 负异常值与下伏地层的平均值相差3.3‰~6.8‰,反映在依格孜牙组和吐依洛克组之间存在一次地质事件,它打破了古海洋水体中地球化学配制的稳定平衡状态,从而导致整个古海洋中生物链随之破坏,引起生物集群绝灭。到界线之上3.87 m后 $\delta^{13}\text{C}$ 恢复正值变化范围,体现了劫后复苏的古海洋环境又开始恢复正常。这与全球各地白垩纪至古近纪K/T界线层碳、氧同位素曲线变化一致,大量研究证明K/T界线地层(或有孔虫壳体)中碳同位素在世界各地普遍出现异常变化<sup>[45-49]</sup>,变化的总趋势是由正值偏向负值(或由大变小),即表现为负异常,平均变化幅度为3‰~4‰, $\delta^{13}\text{C}$ 值突变转折点或中点与K/T界线相一致<sup>[50]</sup>。因此,塔里木盆地西缘地区库孜贡苏河剖面海相白垩系—古近系沉积物碳、氧稳定同位素为确定依格孜牙组和吐依洛克组之间存在K/T界线提供了可靠的证据。

(5)  $\text{CaCO}_3$ 百分含量变化曲线明显可分为上下两段(图2):下段白垩系依格孜牙组的含量高(平均含量51.53%),而两组之间粘土层的含量急剧降低(4.92%),上段古近系吐依洛克组整体含量偏低(平均值19.24%),这与全球许多地方表现出 $\text{CaCO}_3$ 含量在白垩系与古近系界线附近的急剧下降一致<sup>[51-52]</sup>,反映了当时古海洋中养料贫乏、生物灭绝或锐减、短期气温降低的必然结果。 $\text{CaCO}_3$ 含量的降低与钙质浮游生物养料的减少和海底溶解能力的增强有直接关系,许靖华等(1982)认为白垩纪末期的海水具有更强的溶解能力。海水中 $\text{CaCO}_3$ 含量与海水中溶解的 $\text{CO}_2$ 浓度有直接关系,而海水中 $\text{CO}_2$ 浓度则受控于海水的温度以及水面之上 $\text{CO}_2$ 浓度,白垩纪末期植物大规模死亡灭绝,光合作用减弱,直接造成海水中 $\text{CO}_2$ 浓度增加,水体偏酸性,使 $\text{CaCO}_3$ 含量降低。同时白垩纪末期到古新世早期全球性的海水温度突然降低,Alvarez等(1979)认为地外撞击事件之后的所谓“黑暗期”会使地球表面的温度下降许多。海水温度下降, $\text{CO}_2$ 溶解度增加,直接导致 $\text{CaCO}_3$ 含量降低;

另一方面,自1979年Alvarez等发现K/T界线中铱异常进而提出地外天体撞击地球论后,全球各地K/T界线处几乎都发现了这一稀有金属元素异常现象。据郝诒纯和郭宪璞等在该区库孜贡苏河剖面研究显示铱含量最高值出现在吐依洛克组下部2.3 cm和15~18 cm处,铱含量分别为 $0.15 \times 10^{-9}$ 和 $0.17 \times 10^{-9}$ ,而其它层位的样品均低于 $0.08 \times 10^{-9}$ ,同时他们对微量和稀土元素的分析也显示了两组之间存

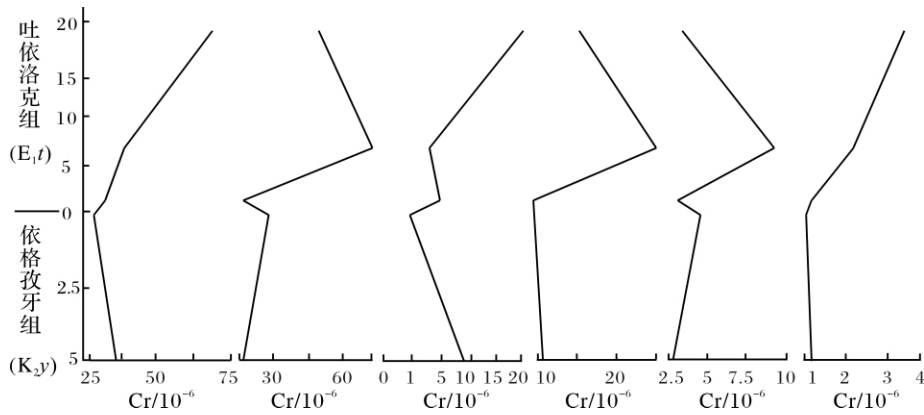


图 4 库孜贡苏河剖面依格孜牙组和吐依洛克组之间元素变化图(郝诒纯等 2001; 郭宪璞等 2000) <sup>[18 22]</sup>

Fig. 4 Curves of elements between Yiigeziya and Tuyiluoke Formations in Kuzigongsu Cross-section

(from Hao Yichun, *et al.* 2001; Guo Xianpu, *et al.* 2000) <sup>[18 22]</sup>

在明显异常变化趋势(图 4), 该界线黏土层附近元素含量是邻近层位的 10 ~ 30 倍 <sup>[18 22]</sup>。

综上所述, 通过塔里木盆地西缘地区海相白垩系—古近系地层学、岩性、沉积环境、沉积物色度、碳酸钙、有机碳含量以及碳氧稳定同位素的研究, 结合前人研究资料, 揭示出从晚白垩世依格孜牙组到古近纪吐依洛克组在岩性、沉积环境和地球化学特征方面发生转变, 特别是沉积物色度、碳酸钙、有机碳、碳氧稳定同位素以及微量和稀土元素含量变化的突变异常位于依格孜牙组与吐依洛克组之间厚度 5 cm 的灰绿色黏土层, 说明依格孜牙组与吐依洛克组之间的灰绿色黏土层是该区的 K/T 界线, 属晚白垩世末至古新世初期全球性突变事件的沉积产物。这为在该区进一步开展晚白垩世末至古新世初期突变事件及其与全球变化关系、确定塔里木盆地地层年代序列以及恢复和重建该地区古环境等研究提供了依据。

致谢 在野外工作中得到了中国地质科学院地质研究所郭宪璞研究员以及中石化石油勘探开发研究院西部分院原总工程师叶留生先生的具体指导和帮助。室内样品测试分析由中国科学院地质与地球物理研究所兰州油气资源研究中心和兰州大学西部环境教育部重点实验室完成。同时审稿人提出的很好建设性意见大大增强了本文的质量。在此谨向上述单位和个人深表谢意。

#### 参考文献(References)

- 1 Kauffman E G. High-Resolution Event Stratigraphy, Regional and Global Cretaceous Bio-Events[M]//Walliser O. Global Bio-Events. Berlin: Springer-Verlag, 1986: 279-335
- 2 Raup D M, Sepkoski J J Jr. Periodic extinction of families and genera [J]. Science, 1986, 241: 94-96
- 3 Fastovsky D E, Sheehan P M. The extinction of the dinosaurs in North America [J]. GSA Today, 2005, 15 (3): 4-10
- 4 Hunter J P, Archibald J D. Mammals from the end of the age of dinosaurs in north Dakota and southeastern Montana, with a reappraisal of geographic differentiation among Lancian mammals [J]. Geological Society of America Special Paper, 2002, 361: 191-261
- 5 Gannapathy R. A major meteorite impact on the Earth 65 million years ago: Evidence from the Cretaceous-Tertiary boundary clay [J]. Science, 1980, 209: 921-923
- 6 Alvarez L W, Alvarez W, Asaro F, *et al.* Current status of the impact theory for the terminal Cretaceous extinction [J]. Geological Society of America Special Paper, 1982, 190: 517-528
- 7 Alvarez L W, Alvarez W, Asaro F, *et al.* Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction [J]. Science, 1980, 206: 1095-1107
- 8 Bohor B F, Modreski P J, Foord E E. Shocked quartz in the Cretaceous-Tertiary boundary clays: evidence for a global distribution [J]. Science, 1987, 236 (4802): 705-709
- 9 Keller G, Stinnesbeck W, Adatte T, *et al.* Spherule deposits in Cretaceous-Tertiary boundary sediments in Belize and Guatemala [J]. Journal of the Geological Society of America, 2003, 160: 783-795
- 10 Brooks R R, Reeves R D, Yang X H, *et al.* Elemental anomalies at the C-T boundary, Woodside Creek, New Zealand [J]. Science, 1984, 226 (4674): 539-542
- 11 柴之芳, 马淑兰, 毛雪瑛, 等. 白垩系和第三系界线富铱层中的元素相关性研究 [J]. 地质论评, 1986, 32 (1): 16-23 [Chai Zhifang, Ma Shulan, Mao Xueying, *et al.* Cretaceous and Tertiary boundary iridium-rich layer of the element of correlation [J]. Geological Review, 1986, 32 (1): 16-23]
- 12 Premovic P I, Nikolic N D, Pavlovic M S, *et al.* The Cretaceous-Tertiary boundary Fiskeler at Stevens Klint, Denmark: the geochemistry of the major trace metal [J]. Journal of the Serbian Chemical Society, 2001, 66 (10): 647-670

- 13 Keller G, Stinnesbeck W. Ir and the K-T boundary at El Caribe Guatemala [J]. *International Journal of Earth Science*, 2000, 88: 840-843
- 14 肖志峰, 欧阳自远, 林文祝. 新生代巨大天体撞击作用的气候效应模拟 [J]. *科学通报*, 1995, 40 (2): 151-153 [Xiao Zhifeng, Ou Yang Ziyuan, Lin Wenzhu. Role of the new generation of large objects impact simulation of climatic effects [J]. *Chinese Science Bulletin*, 1995, 40 (2): 151-153]
- 15 欧阳自远, 王世杰, 肖志峰, 等. 新生代地外物体撞击事件诱发的古气候环境灾变 [J]. *第四纪研究*, 1995, (4): 324-331 [OuYang Ziyuan, Wang Shijie, Xiao Zhifeng, et al. Palaeoenvironmental and palaeoclimate catastrophe induced by Cenozoic bolideimpact events [J]. *Quaternary Science*, 1995, (4): 324-331]
- 16 Zachos J C, Arthur M A. Paleocyanography of the Cretaceous/Tertiary boundary event: inferences from stable isotopic and other data [J]. *Paleocyanography*, 1986, 1 (1): 5-26
- 17 Keller G, Lindinger M. Stable isotope, TOC and CaCO<sub>3</sub> record across the Cretaceous/Tertiary boundary at El Kef, Tunisia [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1989, 73: 243-265
- 18 郝诒纯, 郭宪璞, 叶留生, 等. 塔里木盆地西南地区海相白垩系-第三系界线 [M]. 北京: 地质出版社, 2001 [Hao Yichun, Guo Xianpu, Ye Liusheng, et al. The Boundary between the Marine Cretaceous and Tertiary in the Southwest Tarim Basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001]
- 19 郭宪璞, 丁孝忠, 何希贤, 等. 塔里木盆地中新生代海侵和海相地层研究的新进展 [J]. *地质学报*, 2003, 8: 299-307 [Guo Xianpu, Ding Xiaozhong, He Xixian, et al. New progress in the study of marine transgression events and marine strata of the Meso-Cenozoic in the Tarim Basin [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2003, 8: 299-307]
- 20 郝诒纯, 曾学鲁, 李汉敏. 塔里木盆地西部晚白垩世-第三纪地层及有孔虫 [J]. *地球科学: 地层古生物专辑*, 1982, (1): 1-161 [Hao Yichun, Zeng Xuelu, Li Hanmin. Western Tarim Basin Late Cretaceous-Tertiary stratigraphy and foraminifera [J]. *Earth Science: Stratigraphy Paleontology Album*, 1982, (1): 1-161]
- 21 郭宪璞. 塔里木盆地西部海相白垩系-第三系界线划分 [J]. *地球科学*, 1990, 15 (3): 325-335 [Guo Xianpu. Tarim Basin in western marine Cretaceous-Tertiary boundary delineation [J]. *Earth Science*, 1990, 15 (3): 325-335]
- 22 郭宪璞, 郝诒纯, 叶留生, 等. 新疆塔里木盆地西南地区海相白垩系-第三系界线的地球化学异常 [J]. *现代地质*, 2000, 14 (3): 348-354 [Guo Xianpu, Hao Yichun, Ye Liusheng, et al. Abnormal Geochemical Characteristic of the boundary between the marine Cretaceous and Tertiary in the southwest Tarim Basin [J]. *Geoscience*, 2000, 14 (3): 348-354]
- 23 叶得泉, 唐文松, 魏景明, 等. 塔里木盆地阿尔塔什剖面 K/T 系界线事件的地球化学标志 [J]. *石油学报*, 1992, 13 (2): 202-208 [Ye Dequan, Tang Wensong, Wei Jingming, et al. Tarim Basin Altas profile K/T boundary events inferred by geochemistry clue [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 1992, 13 (2): 202-208]
- 24 王永, 傅德荣. 塔里木盆地西南部白垩纪-早第三纪沉积构造演化 [J]. *地球学报*, 1996, 2 (1): 32-40 [Wang Yong, Fu Derong. The sedimentary-tectonic evolution of the southwest Tarim Basin from Cretaceous to Paleogene [J]. *Acta Geoscience Sinica*, 1996, 2 (1): 32-40]
- 25 田在艺, 柴桂林, 林梁. 塔里木盆地的形成与演化 [J]. *新疆石油地质*, 1990, 11 (4): 259-275 [Tian Zaiyi, Chai Guilin, Lin Liang. The formation and evolution of the Tarim Basin [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1990, 11 (4): 259-275]
- 26 丁道桂, 汤良杰, 等. 塔里木盆地的形成与演化 [M]. 南京: 河海大学出版社 [Ding Daogui, Tang Liangjie, et al. The Formation and Evolution of the Tarim Basin [M]. Nanjing: Hohai University Press]
- 27 丁孝忠, 郭宪璞, 彭阳, 等. 新疆塔里木盆地白垩纪-第三纪层序地层学研究 [J]. *地球学报*, 2002, 6: 243-248 [Ding Xiaozhong, Guo Xianpu, Peng Yang, et al. A study of the Cretaceous-Tertiary of Tarim Basin, Xinjiang [J]. *Acta Geoscience Sinica*, 2002, 6: 243-248]
- 28 张勤文, 徐道一. 天文地质学进展 [M]. 北京: 海洋出版社, 1986: 107 [Zhang Qinwen, Xu Daoyi. Progress in Astronomy Geology [M]. Beijing: Ocean Press, 1986: 107]
- 29 丁孝忠, 郭宪璞, 彭阳, 等. 新疆塔里木盆地白垩纪-第三纪沉积相及储集体分析 [J]. *岩石矿物学杂志*, 2001, 20 (2): 146-155 [Ding Xiaozhong, Guo Xianpu, Peng Yang, et al. An analysis of Cretaceous-Tertiary sedimentary facies and reservoirs in Tarim Basin, Xinjiang [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 2001, 20 (2): 146-155]
- 30 张惠良, 沈扬, 屠小龙, 等. 塔里木盆地上白垩统依格孜牙组碳酸盐岩沉积学特征及地质意义 [J]. *沉积学报*, 2002, 20 (4): 600-607 [Zhang Huiliang, Shen Yang, Tu Xiaolong, et al. The carbonate depositional features of Yigeziya Formation of Upper Cretaceous in Tarim Basin and their geological implication [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2002, 20 (4): 600-607]
- 31 薛莲花, 陈国俊, 王琪, 等. 塔里木盆地 K<sub>2</sub>-E 旋回层序与海平面变化 [J]. *沉积学报*, 1998, 16 (3): 66-71 [Xue Lianhua, Chen Guojun, Wang Qi, et al. Cyclic sequences and depositional systems in the Upper Cretaceous-Eogene of Southwest Tarim Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1998, 16 (3): 66-71]
- 32 Willian L Balsam, Bobby C Deaton, John E Damuth. Evaluating optical lightness as a proxy for carbonate content in marine sediment cores [J]. *Marine Geology*, 1991, 161: 141-153.
- 33 Nederbragt A J, Thurow JW, Merrill R B. Date report: Color records from the California margin: proxy indicators for sediment composition and climatic change, Proceedings of Ocean Drilling Program [J]. *Scientific Results 2000*, 167: 319-329
- 34 Helmke J P, Schulz M, Bauch H A. Sediment-color record from the northeast Atlantic reveals patterns of millennial-scale climate variability during the past 500 000 years [J]. *Quaternary Research*, 2002, 57: 49-57
- 35 黄维, 刘志民, Buhring C. 南海北部 ODP 1144 站颜色反射率揭示的千年尺度气候波动 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2003, 23 (3): 6-10 [Huang Wei, Jian Zhimin, Buhring C. The millennial-scale climate fluctuations revealed by the records of color reflectance



- from ODP site 1114 in the northern south China Sea[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2003, 23(3): 6-10]
- 36 周伟, 王琦, 赵其渊, 等. 渤海南部海底沉积物颜色的研究[J]. *海洋科学*, 1990, 14(3): 31-35 [Zhou Wei, Wang Qi, Zhao Qiyuan, *et al.* The color of the seafloor sediment in the south Bohai Sea[J]. *Marine Science*, 1990, 14(3): 31-35]
- 37 Helmke J P, Henning A B. Glacial-interglacial relationship between carbonate components and sediment reflectance in the north Atlantic [J]. *Geo-Marine Letters*, 2001(21): 116-22
- 38 宋春晖, 白晋峰, 赵彦德, 等. 临夏盆地 13~4.4 Ma 湖相沉积物颜色记录的气候变化探讨[J]. *沉积学报*, 2005, 23(3): 507-513 [Song Chunhui, Bai Jinpeng, Zhao Yande, *et al.* The color of lacustrine sediments recorded climatic changes from 13~4.4 Myr in Linxia Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005 23(3): 507-513]
- 39 王万春, 吉利明. 有机碳和有机分子碳同位素的地球化学意义[J]. *地球科学进展*, 1997, 10: 474-478 [Wan Wanchun, Ji Liming. The geochemical significance of the carbon isotopic compositions of organic carbon and organic molecules [J]. *Advance in Earth Sciences*, 1997, 10: 474-478]
- 40 Meyers P A, Simoneit B R T. Global comparisons of organic matter in sediments across the Cretaceous / Tertiary boundary [J]. *Organic Geochemistry*, 1990, 16: 641-648
- 41 Gerta Keller. The end-Cretaceous mass extinction in the marine realm: year 2000 assessment [J]. *Planetary and Space Science*, 2001 49(8): 817~830
- 42 季建清, 韩宝福, 朱美妃, 等. 西天山托云盆地及周边中生代岩浆活动的岩石学、地球化学与年代学研究[J]. *岩石矿物学杂志*, 2000 (6): 1324-1340 [Ji Jianqing, Han Baofu, Zhu Meifei, *et al.* Geochemical characteristics and genesis of Late Cretaceous to Paleocene basalts in Tuyon Basin, South Tianshan Mountain [J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*. 2000(6): 1324-1340]
- 43 彭宇, 周瑶琪, 李斌阳. 白垩系/古近系界线地质研究中的同位素异常特征[J]. *西部探矿工程*, 2006 5: 92-93 [Peng Yu, Zhou Yaoqi, Li Binyang. Study on isotopic anomaly of Cretaceous-Cenozoic boundary [J]. *West-China Exploration Engineering*, 2006 5: 92-93]
- 44 Huang S J. Carbon isotopes of Permian and Permian-Triassic boundary in the upper Yangze platform and mass extinction [J]. *Geochimica*, 1994, 23(1): 60-68
- 45 Stüben D, Kramar U, Berner Z, *et al.* Trace elements, stable isotopes, and clay mineralogy of the Elles II K/T boundary section in Tunisia: indications for sea level fluctuations and primary productivity [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2002, 178(324): 321-345
- 46 Schmitz B, Keller G, Stenvall O. Stable isotope and foraminiferal changes across the Cretaceous-Tertiary boundary at Stevns Klint, Denmark: Arguments for long term oceanic instability before and after bolide-impact event [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1992, 96(324): 233-260
- 47 Hollander D J, McKenzie J A, Hsü K J. Carbon isotope evidence for unusual plankton blooms and fluctuations of surface water CO<sub>2</sub> in "Strangelove Ocean" after terminal Cretaceous event [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1993, 104(124): 229~237
- 48 Abramovich S, Keller G, Adatte T, *et al.* Age and paleoenvironment of the Maastrichtian to Paleocene of the Mahajanga Basin, Madagascar: a multidisciplinary approach [J]. *Marine Micropaleontology*, 2003 47(122): 17-70
- 49 Rodríguez-Tovar F J, Martínez-Ruiz F, Bernasconi S M. Carbon isotope evidence for the timing of the Cretaceous-Paleogene macrobenthic colonisation at the Agost section (southeast Spain) [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2004, 203(122): 65-72
- 50 Romein A J T, et Smit J. Carbon-oxygen stable isotope stratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary interval data from the Biarritz Section (SW France) [J]. *Journal of the Royal Geological and Mining Society of Netherlands*, 1981, 60(4): 541-544
- 51 许清华, 何起祥. 白垩纪末期生物大批死亡引起环境变化及其演化意义[J]. *长春地质学院学报*, 1982(1): 1-18 [Xu Qinghua, He Qixiang. The late Cretaceous mass extinction caused by biological changes in the environment and their evolution [J]. *Journal of Changchun College of Geology*, 1982(1): 1-18]
- 52 周磊, 欧阳自远, 徐永昌, 等. 白垩系—第三系界线撞击事件与生物大灭绝研究 [R]. 中国科学院兰州地质研究所研究年报, 1986: 1-33 [Zhou Lei, Ouyang Ziyuan, Xu Yongchang, *et al.* Cretaceous-Tertiary boundary impact event and the study of mass extinction [R]. *Chinese Academy of Sciences, Lanzhou Institute of Geology, Research Report*, 1986: 1-33]

## Study on Environmental Proxies of the Marine Cretaceous-Paleogene Boundary from Wuqia Area in the Northwestern Tarim Basin

MENG Chang MENG Qing-quan DU Fang-fang YANG Jin-yun ZHANG Man  
WU Xiao-bin WEI Yin-jie SONG Chun-hui

(College of Resources and Environment and Key Laboratory of Western China's Environmental Systems (Ministry of Education), Lanzhou University, Lanzhou 730000)

**Abstract** The catastrophe and extinctions occurred in late Cretaceous is one of the most severe events during the geo-

logical history , a thin clay boundary worldwide deposited on the earth during this period was called "K-T boundary". The nerth western Tarim Basin is an ideal experimental field preserving continuous Late Cretaceous-Paleogene marine stratum and excellent outcrops in China. Previous researchers have done a lot of work and made a series of important achievements , however , the research and discussion on the paleoenvironment and paleoclimate from Late Cretaceous to Early Paleogene is seldom involved. In this study , Kuzigongsu section of Late Cretaceous-Paleogene strata were selected to investigate the lithology and sedimentary environment changes and geochemical characters of the Late Cretaceous-Paleogene marine stratum. The results showed that the sediment color , calcium carbonate , organic carbon content and carbon/oxygen stable isotope changed abnormally in the 5 cm thick clay layer distributed between the Yigeziya and the Tuyiluoke Formations. The three curves of  $L^*$  ( lightness) ,  $a^*$  ( redness) ,  $b^*$  ( yellowness) representing the sediment color index changed slowly within Tuyiluoke Fm , but fluctuated greatly in the part of the Tuyiluoke Fm. The  $\text{CaCO}_3$  content was also divided into two parts: Lower Cretaceous Yigeziya Fm is higher ( average content of 51.53% ) , paleocene Tuyiluoke Fm is lower ( average 19.24% ) , while the content between the two Formations sharply decreased ( 4.92% ) . The organic carban content maintained stably in Yigeziya Fm. ( average content 0.12% ) , the lowest value was detected in the gray-green clay between two Formations , the content recovered to  $>0.1\%$  after entering the Yigeziya Fm. The curves of carbon and oxygen isotopes changed with the gray-green calcareous mudstone between the Yigeziya Fm and Tuyiluoke Fm as the turing point ,  $\delta^{13}\text{C}$  suddenly from positive value to negative , and remained negative until 3.78 m deep at the bottom of Tuyiluoke Fm , then turn positive ( varying from 0.8‰ to 3.5‰ ) . Along with previous studies , we conformed that the 5 cm thick clay layer , which is the deposition production of the significant global abrupt events during Late Cretaceou , distributed between the Yigeziya and the Tuyiluoke Formations is the Cretaceous-Paleogene boundary ( K-T boundary) . As a consequence , the marine deposit changed from magnificent transgression deposit of Yigeziya Group to dramatic regression deposit of Tuyiluoke Group , companied with the decrease of seawater temperature , increase of  $\text{CO}_2$  solubility , reduce of oxygen content and abrupt wane of oxidization , suggested fantastic environmental changes. Thus , this will surely enrich the events study from Cretaceous to Paleogene and profoundly influence the determination of the age sequence and regional paleoenvironment in Tarim Basin.

**Key words** Cretaceous-Paleogene boundary; color; calcium carbonate; organic carbon; carbon and oxygen stable isotope; Tarim Basin