

文章编号: 1006-6616 (2013) 03-0287-08

甘孜黄土细颗粒石英热转移光释光 (TT-OSL) 法测年可行性初探

张克旗

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要: 使用一种新的光释光测年法——热转移光释光 (TT-OSL) 法对甘孜县城附近的甘孜-A 剖面上的黄土细颗粒石英进行实验测试, 以探讨该方法用于其测年的可行性。实验测试结果表明, 样品的天然回授 OSL (ReOSL) 信号强度随地层深度增加而增大, 表现出明显的积累。利用“替换点”分析方式对 TT-OSL 法的检验表明该方法能够用于甘孜黄土的测年。采用简单多片法 (SMAR) 和 TT-OSL 法分别对 3 个样品进行等效剂量 (D_e) 测试及年龄计算, 结果显示 TT-OSL 法得到的 D_e 值及年龄明显大于简单多片法, 但 TT-OSL 法年龄与前人磁性地层研究中的期望年龄相差比较大。研究初步认为, TT-OSL 法可以对甘孜黄土进行测年, 但是结果的可靠性还需要有更多的可信独立年龄验证。

关键词: OSL 测年; 甘孜黄土; 细颗粒石英; TT-OSL 法; SMAR 法

中图分类号: P597

文献标识码: A

0 引言

位于青藏高原东南边缘的川西高原分布着较为广泛的黄土-古土壤层, 是该区域第四纪气候和环境变化的良好记录。近年来针对中国黄土光释光 (OSL) 测年的新方法和新技术不断提出, 但是对川西高原的黄土少有应用。

堆积在四川省甘孜县附近雅砻江阶地上的黄土, 保留比较完整, 被认为是更新世中期以来形成的沉积连续的风尘堆积序列^[1-8]。乔彦松等^[7-8]、陈诗越等^[4]对该处黄土进行了系统的磁性地层学研究, 认为该地区的风尘沉积的底界年龄约为 1.15 Ma BP 以前。但古地磁方法作为一种相对测年手段, 无法进行较精细的绝对年代划分, 也很难对更年轻的时代进行细分。而 OSL 测年作为一种绝对定年手段, 却有可能对黄土进行较为精细的年代研究。

笔者曾对前人进行过较多研究的甘孜-A 剖面^[8] (北纬 31°37'22.8"、东经 99°58'29.4", 海拔 3483 m) 进行采样并进行了初步的 OSL 测年研究^[9]。先期采用简单多片 (SMAR) 法^[10-12]对剖面上部埋深 3.9 m 处的 10 个黄土样品进行了测试, 结果显示埋深为 3.9 m 的样品 SMAR 法等效剂量 (D_e) 为 243.4 ± 15.2 Gy, 年龄为 54.6 ± 4.2 ka。进一步的实验研究

收稿日期: 2013-04-02

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (1212011120163); 中国地质科学院地质力学研究所基本科研业务费项目 (DZLXJK201202)

作者简介: 张克旗 (1973-), 男, 助理研究员, 主要从事第四纪地质与环境及释光测年研究。E-mail: zhkeqi@163.com

表明,对甘孜黄土采用 SMAR 法测量时,实际剂量超过 240 Gy 的样品测试将会有系统性的偏低,导致年龄结果偏低,因此很难测得超过 55 ka 以上的样品真实年龄^[9]。若想获得更准确、范围更大的 OSL 年龄,还需要应用新的方法和技术。

Wang 等^[13]在对洛川黄土细颗粒(4~11 μm)矿物的 OSL 测年技术和方法研究的基础上,于 2006 年提出一种新的细颗粒石英的 OSL 测年技术——热转移光释光(TT-OSL)测年法,并成功利用该法测得洛川黄土 B/M 界线(距今约 780 ka)附近的黄土年代,建立了相应的 TT-OSL 年代框架^[14]。在该方法的研究中,TT-OSL 信号被认为由 2 种信号构成,一种是与剂量有关的信号,称为回授光释光(ReOSL)信号,另一种信号则与剂量无关,称为基本转移光释光(BT-OSL)信号。

虽然 TT-OSL 法对黄土高原的黄土测年获得成功,但是,甘孜黄土的物源与黄土高原的黄土物源并不尽相同,因此其 TT-OSL 信号的特征也可能存在着一定的差异,进行测年的可行性需要进一步探讨。本文仍以位于甘孜县城附近的黄土剖面甘孜-A^[8]的黄土为研究对象,探讨 TT-OSL 用于其测年的可行性。

1 采样位置与样品采集

样品采自甘孜县城西北约 2 km 处、前人已经进行过较多研究的甘孜-A 剖面^[8],剖面位于雅砻江的五级阶地上,总厚度为 32.5 m,底部与基岩呈不整合接触。

释光测年样品采集中样品不能曝光,因此本文采用直径 4 cm、长 20 cm 的不锈钢管垂直砸入新鲜面,取出管后两端使用铝箔纸和胶带密封包装。在甘孜-A 剖面上部 8.1 m 厚黄土层中以 0.3 m 的间距自上而下采集了 27 个样品,编号为 09GZA01—09GZA 27。由于受到实验室前处理时间和仪器测量时间限制,本文仅挑选样品编号为 09GZA17、09GZA18 和 09GZA26 的 3 个样品进行了 TT-OSL 法的测试,它们的埋深分别为 5.1 m、5.4 m 和 7.8 m。

2 样品前处理和测试仪器

本文采用细颗粒(4~11 μm)石英进行测试,样品的前处理流程参考 Aitken^[15-16]和 Lu 等^[17];在实验室弱红光灯^[18]条件下打开不锈钢管两端的密封物,去掉两端曝光的部分;先取 10 g 样品用于测量含水量以及 U、Th 和 K 元素的含量;再取约 100 g 未曝光样品置于烧杯中,用去离子水稀释;用 30% 的过氧化氢除去有机质,再用 30% 的盐酸除去碳酸盐类矿物;最后用去离子水将溶液洗至中性。根据 Stokes 定理,用静水沉降法分离出其中粒径 4~11 μm 的细颗粒混合矿物;再将部分细颗粒混合矿物在 H₂SiF₆(氟硅酸)中浸泡 3~5 d,将长石类矿物反应溶于溶液中,留下细颗粒石英为主的固体部分,待反应充分后,滴入少量 HCl 中止反应并使用去离子水清洗至中性;最后用无水乙醇将细颗粒石英样品均匀沉淀在直径 9.7 mm 的不锈钢片上制成测片供测量使用。细颗粒石英纯度用红外(IR)信号检测,若长石的 IRSL 信号非常低并已接近仪器本底,则纯度能满足实验要求。

OSL 信号测量使用的是 Daybreak 2200 自动测试系统,其红外光源波长为 880 ± 60 nm,蓝光光源波长 470 ± 5 nm,激发功率约为 45 mW/cm²,释光信号通过 QA9235 型光电倍增管并在其前附加 2 个 3 mm 厚的 U-340 滤光片来检测。该系统配置的⁹⁰Sr/⁹⁰Y 辐照源剂量率为 0.048 Gy/s。

所有样品的再生剂量测片的人工辐照均在 Daybreak 801 型自动辐照仪上进行, 该辐照仪所配置的 $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ 辐照源剂量率为 0.122 Gy/s。

3 热转移光释光 (TT-OSL) 法测量

3.1 TT-OSL 测试流程

本文采用的 TT-OSL 法具体测试流程见表 1。

表 1 TT-OSL 法测量流程
Table 1 TT-OSL protocol process

步骤	操作	说明
1	晒退若干测片, 辐照不同实验室再生剂量	用 SOL2 型模拟太阳灯晒 15 min, 使天然释光信号归零
2	天然以及再生剂量测片加热, 280 °C, 3 s	
3	红外光激发 300 s, 激发温度为 125 °C	去除可能的长石 IRSL 信号
4	蓝光激发 300 s, 激发温度为 125 °C	将样品的 OSL 信号去除
5	所有测片预热, 260 °C, 70 s	诱发 TT-OSL 信号
6	蓝光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	测量 TT-OSL 信号 ($L_{\text{TT-OSL}}$)
7	所有测片辐照试验剂量 (test dose)	用以校正释光感量变化
8	预热, 200 °C, 10 s	
9	红外光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	去除可能的长石 IRSL 信号
10	蓝光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	测量试验剂量的 OSL 信号 ($T_{\text{TT-OSL}}$)
11	所有测片预热, 300 °C, 10 s	诱发 BT-OSL 信号
14	蓝光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	将样品的 OSL 信号去除
15	所有测片预热, 260 °C, 70 s	诱发 BT-OSL 信号
16	蓝光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	测量 BT-OSL 信号 ($L_{\text{BT-OSL}}$)
17	所有测片辐照试验剂量 (test dose)	用以校正释光感量变化
18	预热, 200 °C, 10 s	去除热不稳定信号
19	红外光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	去除可能的长石 IRSL 信号
20	蓝光激发 200 s, 激发温度为 125 °C	测量试验剂量的 OSL 信号 ($T_{\text{BT-OSL}}$)

TT-OSL 信号中同时存在的 ReOSL 和 BT-OSL 两种信号在测年过程中必须要分开。测量时首先测量样品的 TT-OSL 信号 ($L_{\text{TT-OSL}}$), 接着测量 BT-OSL 信号 ($L_{\text{BT-OSL}}$), 再用 TT-OSL 信号减去 BT-OSL 信号即可获得 ReOSL 信号 (L_{ReOSL})。由于在测量过程中有各种预热过程, 会导致测样产生释光信号感量变化 (sensitivity change), $L_{\text{TT-OSL}}$ 和 $L_{\text{BT-OSL}}$ 直接相减是有问题的, 必须对其中所产生的释光信号进行监测和校正。因此, 在测量完 TT-OSL 和 BT-OSL 信号后, 再给测片辐照一个试验剂量 (test dose) 并测量其 OSL 信号, 用这个 OSL 信号强度 (分别标注为 $T_{\text{TT-OSL}}$ 和 $T_{\text{BT-OSL}}$) 来校正感量变化。经过感量校正后的 ReOSL 信号 ($L_{\text{C-ReOSL}}$) 由下面的公式所获得:

$$L_{\text{C-ReOSL}} = L_{\text{TT-OSL}}/T_{\text{TT-OSL}} - L_{\text{BT-OSL}}/T_{\text{BT-OSL}} \quad (1)$$

在进行 D_e 测试时, 每个样品的天然测片一般为 15 ~ 20 个, 另外再取若干个天然测片在 SOL2 型模拟太阳灯下晒 15 min, 去除其天然释光信号, 然后进行人工辐照即成为再生剂量测片。

在利用公式 (1) 计算感量校正后的 ReOSL 信号 ($L_{\text{C-ReOSL}}$) 时, $L_{\text{TT-OSL}}$ 、 $T_{\text{TT-OSL}}$ 、 $L_{\text{BT-OSL}}$ 和 $T_{\text{BT-OSL}}$ 的取值是以各种信号衰减曲线上第 1 s 的值减去作为本底的最后 10 s 均值后得到的数值。

3.2 不同埋深样品天然 TT-OSL 信号强度测量

应用 TT-OSL 法对一个地区的样品进行测试时,首要前提是能够准确测量并获得足够的石英 ReOSL 信号以保证测试的进行;另外,还需要观察 ReOSL 信号在地层中的积累情况。为此,本文首先对剖面上不同埋深的 6 个样品(09GZA13, 3.9 m; 09GZA14, 4.2 m; 09GZA17, 5.1 m; 09GZA18, 5.4 m; 09GZA25, 7.5 m; 09GZA26, 7.8 m)的细颗粒石英进行了测定,它们的第一秒 ReOSL 信号强度结果(为多个测片数据的平均值)见图 1。由图 1 可见,随着地层埋深增大,ReOSL 信号强度也增大,这表明甘孜黄土细颗粒石英天然 ReOSL 信号是随地层深度积累的,同时也表明本文采用的测试流程是有效的。当然,图 1 的结果没有考虑环境剂量率对信号强度的影响。

3.3 TT-OSL 法等效剂量 ($D_{e-TTOSL}$) 测量

在验证了甘孜黄土的天然 ReOSL 信号可随地层埋深积累后,因为实验室仪器测量时间受限,本文只挑选了 09GZA17、09GZA18 和 09GZA26 等 3 个样品进行了 TT-OSL 法 $D_{e-TTOSL}$ 的测试,3 个样品的再生剂量生长曲线见图 2。由图 2 可见,这 3 个样品校正后再生剂量的 ReOSL 信号强度同样随着实验室人工辐照剂量增大而增长,并且能够顺利地拟合成质量较高的曲线,而且曲线近似线性,这表明甘孜黄土的 ReOSL 信号同样具有更广的剂量线性响应范围。

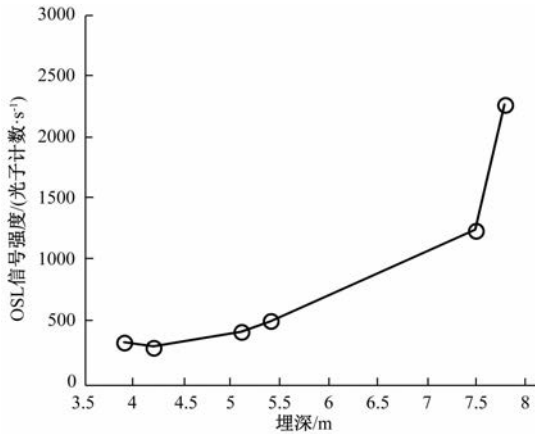


图 1 不同埋深样品的第一秒天然 ReOSL 信号强度

Fig. 1 Natural ReOSL signal intensity of the samples with different depths at the first second

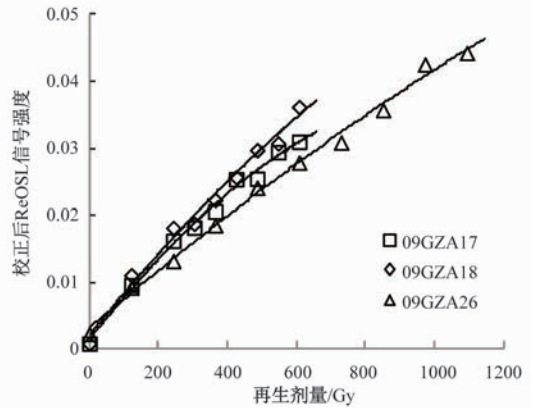


图 2 3 个样品的 TT-OSL 再生剂量生长曲线

Fig. 2 TT-OSL regenerated dose growth curves of the three samples

通过对比天然剂量和实验室辐照剂量的 ReOSL 响应便可确定样品的 TT-OSL 法 $D_{e-TTOSL}$ 值,表 2 为测试结果。为便于比较,本文相应地也对上述 3 个样品的细颗粒石英进行了 SMAR 法 D_{e-SMAR} 的测试,测试结果见表 2。由表 2 可见,09GZA17、09GZA18 和 09GZA26 这 3 个样品 SMAR 法的 D_{e-SMAR} 和年龄值均小于 TT-OSL 法的结果,表明 TT-OSL 法能够比 SMAR 法测年范围更宽。此外,09GZA18 和 09GZA26 的 D_{e-SMAR} 和年龄值在误差范围内一致,但二者埋深相差 2.4 m,在沉积缓慢的黄土地层中,这种一致从沉积学角度分析是不应该出现的,而 TT-OSL 的结果很明显地将这 2 个样品的年龄区分开来,这表明 TT-OSL 法结果可能更接近实际。

表2 三个样品 SMAR 法和 TT-OSL 法 D_e 值及环境剂量率和年龄Table 2 D_e values and ages of SMAR and TT-OSL protocols for the three samples

样品编号	$D_{e-SMAR}/$ Gy	$D_{e-TTOSL}/$ Gy	埋深/ m	U/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	Th/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	K/ %	环境剂量率/ ($\text{Gy} \cdot \text{ka}^{-1}$)	SMAR 法 年龄/ka	TT-OSL 法 年龄/ka
09GZA17	256.2 ± 10.7	334.3 ± 22.3	5.1	2.62	15.59	2.02	4.33 ± 0.26	59.3 ± 4.3	77.2 ± 6.9
09GZA18	306.6 ± 26.7	370.2 ± 35.5	5.4	2.44	14.46	1.87	4.02 ± 0.24	76.2 ± 8.1	92.0 ± 10.4
09GZA26	311.5 ± 19.2	642.7 ± 57.5	7.8	2.67	14.53	2.05	4.25 ± 0.25	73.3 ± 6.3	151.3 ± 16.2

4 测量结果讨论

实验室内检验测试条件及流程有效性的一种常用方法是剂量恢复实验,即将样品的天然信号全部归零(通常是用光晒退的方式)后,辐照一个已知实验室剂量,将此剂量作为未知天然剂量进行测量,然后用所测得的 D_e 值与已知实验室剂量对比,二者的比率在 0.9 ~ 1.1 之间表明测试条件及流程是有效的。然而由于实验室仪器测试时间严重受限,本文没有进行这项试验,而是借鉴“替换点”分析方法^[19]进行检验。这种方法的具体做法是:将一条再生剂量曲线上的某个非零再生剂量点从曲线上“抽”出,以该再生剂量的校正后 ReOSL 信号强度作为未知的天然剂量投影到缺失了该剂量点的再生剂量曲线上,然后计算该校正后 ReOSL 信号强度所对应的再生剂量,并与该测片的已知人工辐照剂量进行比较,获得相应的恢复比率。图3以样品 09GZA26 的再生剂量生长曲线为例简单显示了这种方式,图中曲线上黑色的圆点被“抽”出作为未知“天然”信号(y 轴上的空心三角点),再投影到曲线上(空心三角点),并计算出相应的再生剂量(x 轴上的空心三角点)。

这种“替代点”分析方法具有一定的检验测试方法及流程的效果。本文以这种方式对 09GZA17、09GZA18 和 09GZA26 等 3 个样品再生剂量生长曲线上的全部非零剂量点进行了替代点计算,结果见图4。从图4中可见,大部分再生剂量的恢复比率都在 0.9 ~ 1.0 之间,而恢复不好的则是再生剂量在较低剂量区域,这可能与较小再生剂量诱发的 ReOSL 信号偏低、误差较大有关。值得注意的是 3 个再生剂量最低的“替换点”分析结果(恢复比率)均超过 1.1,这可能是由于实验室长时间模拟太阳光晒退并不能完全将原有的 ReOSL 信号去除,仍有少量的 ReOSL 信号残留,残留信号对较低剂量影响较大,而对较高剂量的影响则相对小得多。因此可以认为,在较高剂量情况下,使用本文的 TT-OSL 测试流程能够获得较好的 D_e 值。

根据甘孜-A 剖面的磁性地层学研究结果^[8], B/M 界线(距今约 780 ka)出现在剖面的约 19.5 m 处,假设甘孜黄土的粉尘堆积速率稳定,则平均堆积速率约为 40 ka/m,那么 09GZA17 和 09GZA26 样品处的估计年龄分别为 204 ka 和 312 ka,这 2 个估计年龄均大于表 1 中 TT-OSL 年龄。由此看来,使用 TT-OSL 法对甘孜黄土进行测年是可能的,但是结果的可靠性除了需要大量的实验对方法学验证外,还需要有足够多已知的地质证据来证明,或者其他可信的绝对年龄数据来验证结果。

5 结论

甘孜黄土具有可测定的 ReOSL 信号,并且信号强度随地层埋深增加而增大,表明信号

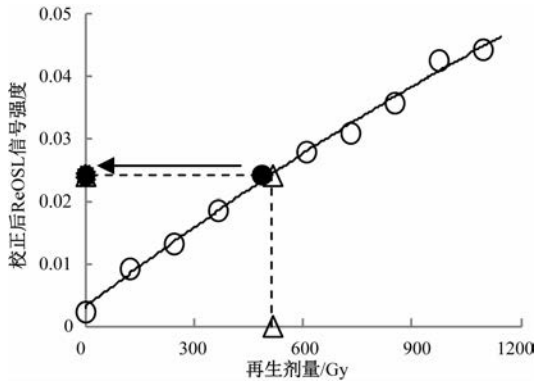


图3 “替换点”分析法简单示意图

Fig. 3 A schematic representation of the procedure used for the 'replacement plot' analysis

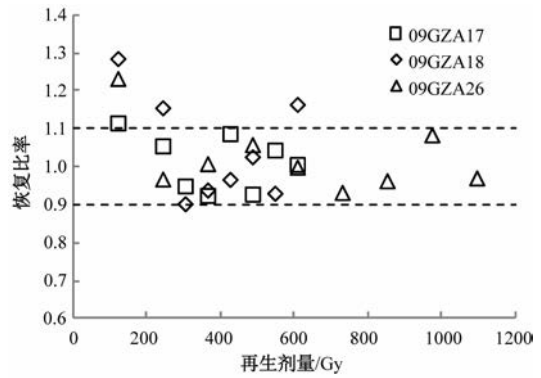


图4 “替换点”分析法计算结果

Fig. 4 Results of the 'replacement plot' analysis

的积累, 可以尝试使用 TT-OSL 进行测试。

甘孜黄土的 TT-OSL 法再生剂量生长曲线在高剂量范围下依然保持近线性增长特征, 显示可以对更高剂量范围的样品进行测试, 远超出 SMAR 法的测试范围。

TT-OSL 法得到的样品年龄随埋深增加而变大, 符合地层沉积律, 表明该方法具有对甘孜黄土进行定年的潜力。

已有的年龄结果与磁性地层学结果并不能很好的符合, 还需要有更多实验及地质上的可靠年代框架去验证, 因此, 若无独立年龄配合验证, 采用该法对甘孜黄土应非常谨慎。

本文的测试及结果是极其初步的, 还需要更多的实验进行可靠性探讨, 因此尚不能简单的用在其他研究工作中。

参 考 文 献

- [1] 蒋复初, 吴锡浩, 肖华国, 等. 川西高原甘孜黄土地层学 [J]. 地球学报, 1997, 18 (4): 413~420.
JIANG Fu-chu, WU Xi-hao, XIAO Hua-guo, et al. The Ganzi loess stratigraphy in the west Sichuan Plateau [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1997, 18 (4): 413~420.
- [2] 潘保田, 王建民. 末次间冰期以来青藏高原东部季风演化的黄土沉积记录 [J]. 第四纪研究, 1999, (4): 330~335.
PAN Bao-tian, WANG Jian-min. Loess record of Qinghai-Xizang Plateau monsoon variations in the eastern part of the plateau since the last interglacial [J]. Quaternary Sciences, 1999, (4): 330~335.
- [3] 颜茂都, 方小敏, 陈诗越, 等. 青藏高原更新世黄土磁化率和磁性地层与高原重大气候变化事件 [J]. 中国科学: D 辑, 2001, 31 (增刊): 182~186.
YAN Mao-du, FANG Xiao-min, CHEN Shi-yue, et al. Pleistocene magnetic susceptibility and paleomagnetism of the Tibetan loess and its implication on large climatic change events [J]. Science in China: Series D, 2001, 44 (Supp.): 227~232.
- [4] 陈诗越, 方小敏, 王苏民. 川西高原甘孜黄土与印度季风演化关系 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2002, 22 (3): 41~46.
CHEN Shi-yue, FANG Xiao-min, WANG Su-min. Relation between the loess stratigraphy on the eastern Tibetan Plateau and Indian monsoon [J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 2002, 22 (3): 41~46.

- [5] 陈富斌, 高生怀, 陈继良, 等. 甘孜黄土剖面磁性地层初步研究 [J]. 科学通报, 1990, 35 (20): 1600.
CHEN Fu-bin, GAO Sheng-huai, CHEN Ji-liang, et al. A preliminary study on Ganzi loess magnetostratigraphy [J]. Chinese Science Bulletin, 1990, 35 (20): 1600.
- [6] 方小敏, 陈富斌, 施雅风, 等. 甘孜黄土与青藏高原冰冻圈演化 [J]. 科学通报, 1996, 41 (20): 1865 ~ 1867.
FANG Xiao-min, CHEN Fu-bin, SHI Ya-feng, et al. Ganzi loess and maximum glaciation on the Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau [J]. Chinese Science Bulletin, 1996, 41 (20): 1865 ~ 1867.
- [7] 乔彦松, 赵志中, 王燕, 等. 川西甘孜黄土磁性地层学及其古气候意义 [J]. 第四纪研究, 2006, 26 (2): 250 ~ 256.
QIAO Yan-song, ZHAO Zhi-zhong, WANG Yan, et al. Magnetostratigraphy and its paleoclimatic significance of a loess-soil sequence from Ganzi Area, West Sichuan Plateau [J]. Quaternary Sciences, 2006, 26 (2): 250 ~ 256.
- [8] 乔彦松, 刘冬雁, 李朝柱, 等. 川西甘孜黄土的磁性地层学研究 [J]. 地质力学学报, 2007, 13 (4): 289 ~ 295.
QIAO Yan-song, LIU Dong-yan, LI Chao-zhu, et al. Magnetostratigraphy of a loess-soil sequence in the Garze area, western Sichuan [J]. Journal of Geomechanics, 2007, 13 (4): 289 ~ 295.
- [9] 张克旗. 甘孜黄土细颗粒石英光释光测年初步研究 [J]. 核技术, 2012, 35 (12): 916 ~ 922.
ZHANG Ke-qi. A preliminary discussion on measurements of SMAR equivalent dose of fine-grain quartz extracted from Ganzi loess [J]. Nuclear Techniques, 2012, 35 (12): 916 ~ 922.
- [10] 王旭龙. 中国黄土释光测年研究 - 新方法和新技术 [D]. 西安: 中国科学院地球环境研究所, 2005.
WANG Xulong. Studies on luminescence dating of Chinese loess: New methods and protocols [D]. Xi'an: Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, 2005.
- [11] 王旭龙, 卢演涛, 李晓妮. 细颗粒石英光释光测年: 简单多片再生法 [J]. 地震地质, 2005, 27 (4): 615 ~ 622.
WANG Xu-long, LU Yan-chou, LI Xiao-ni. Luminescence dating of fine-grained quartz in Chinese loess: Simplified Multiple Aliquot Regenerative-dose (MAR) protocol [J]. Seismology and Geology, 2005, 27 (4): 615 ~ 622.
- [12] Lu Y C, Wang X L, Wintle A G. A new OSL chronology for dust accumulation in the last 130, 000 yr for the Chinese Loess Plateau [J]. Quaternary Research, 2007, 67: 152 ~ 160.
- [13] Wang X L, Wintle A G, Lu Y C. Thermally transferred luminescence in fine-grained quartz from Chinese loess: Basic observations [J]. Radiation Measurements, 2006, 41: 649 ~ 658.
- [14] Wang X L, Lu Y C, Wintle A G. Recuperated OSL dating of fine-grained quartz in Chinese loess [J]. Quaternary Geochronology, 2006, 1: 89 ~ 100.
- [15] Aitken M J. Thermoluminescence dating [M]. London: Academic Press, 1985: 227 ~ 228.
- [16] Aitken M J. An introduction to optical dating [M]. London: Oxford University Press, 1998.
- [17] LU Yan-chou, ZHANG Jing-zhao, XIE Jun. Thermoluminescence dating of loess and paleosols from the Lantian section, Shaanxi Province, China [J]. Quaternary Science Reviews, 1988, 7: 245 ~ 250.
- [18] 王旭龙, 卢演涛, 李晓妮. 红外固体二极管点阵在释光测年中的光照应用 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24: 133 ~ 138.
WANG Xu-long, LU Yan-chou, LI Xiao-ni. Red led and its application to luminescence lighting [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2004, 24: 133 ~ 138.
- [19] Bailey R M, Paper I. The use of measurement-time dependent single-aliquot equivalent-dose estimates from quartz in the identification of incomplete signal resetting [J]. Radiation Measurements, 2003, 37: 673 ~ 683.

A PRELIMINARY DISCUSSION ON FEASIBILITY USING THERMALLY TRANSFERRED OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE (TT-OSL) METHOD TO DATE THE FINE-GRAIN QUARTZ EXTRACTED FROM GANZI LOESS

ZHANG Ke-qi

(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China*)

Abstract: This paper attempts to date the loess from Ganzi area, Sichuan province, using a new method-TT-OSL protocol for OSL dating. A preliminary experimental study was conducted loess from the Ganzi-A section. Testing result showed that the naturally recuperated OSL signal intensity increases with depth of stratum, being obvious accumulation. A ‘replacement plot’ analysis was applied to test the reliability of the TT-OSL protocol and showed a nice result. The D_e values of 3 samples were measured by SMAR and TT-OSL protocols, respectively, and ages were calculated. The comparison between $D_{e-TTOSL}$ and D_{e-SMAR} show the former was greater than that of the latter, and comparison between the ages is as well. However the ages of TT-OSL method is less than the expected value from magnetostratigraphy. Based on the results, the TT-OSL method was applied to fine-grained quartz extracted from the Ganzi loess. But the reliability of results from TT-OSL dating needed to be tested and verified by more independent ages.

Key words: OSL dating; Ganzi loess; fine-grain quartz; TT-OSL protocol; SMAR protocol