

# 横断山地区的黄土及意义<sup>\*</sup>

汪阳春 柴宗新 刘淑珍 王明龙  
(中国科学院成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

**提 要** 研究了横断山地区的黄土的分布特点和理化特征, 根据黄土的热释光测年数据并结合冰期划分, 横断山地区的黄土主要开始沉积于大约 10 万 a 前的晚更新世, 要晚于青藏高原冰冻圈的极盛期, 这种滞后的效应是由于高原隆起的阶段性和差异性所引起的。

**关键词** 横断山 黄土 第四纪

**分类号** 《中图法》S152.8, S159 **文献标识码** A

横断山地区位于青藏高原东缘, 受到东南季风和西南季风影响, 环境的变化最为敏感。区内广泛发育了第四纪冰川和冰缘黄土, 为研究高原冰冻圈和古季风提供了有利的条件。

## 1 横断山地区黄土的分布

横断山地区的黄土主要分布在川西高原及青海玉树、西藏昌都、林芝等地的河谷及断陷盆地, 黄土的厚度及范围远远小于黄土高原。

### 1.1 阿坝县附近邓柯河流域及北部黄河阶地

它的南界可到海拔 3 530 m 的龙日坝。两侧山麓残留有粘质黄土, 查理寺至墨尔玛一带谷地两旁山坡也分布黄土。其上限海拔可达 3 580 m。阿坝附近沿邓柯河流域有大片黄土分布。河谷中除河漫滩及一级阶地由砾石和细砂、粘土组成外, 第二级阶地高出河床 20 m~25 m, 砾石层上为黄土堆积, 第三级阶地高出河床 120 m~140 m, 基岩上覆有较厚的黄土层。两旁山坡上也有黄土分布。目前已成梁状丘陵。坡面上侵蚀沟发育, 有明显的垂直节理。北面黄河的 II 级及 III 级阶地上黄土厚 10 m 左右。

### 1.2 岷江流域黄土分布区

岷江位于横断山区东侧。由于切割强烈、高差悬殊, 黄土分布于不同的地貌部位。在山地顶部基岩之上的黄土可分为两层, 下部系原生黄土, 淡黄色, 上部为残积—坡积黄土, 夹极少量岩石碎屑。在山坡上厚度最大的在 10 m 以上。如松潘县城西烈士陵园所在的山坡为厚层黄土覆盖, 黄土形成了多级平台, 而在河谷低阶地砾石层上多覆盖冲积黄土层, 厚度 1 m~3 m, 黄土层的上部常含有细砾石。

该区内以理县黄土较为典型。理县位于岷江支流杂谷脑河中游。黄土的分布高度为海拔 2 000 m~2 500 m。其中以喇嘛寺(海拔 2 015 m)的黄土剖面最为典型(图 1)。剖面黄土质地均一, 颜色自下往上由灰黄变为灰红, 在中剖有鲕状钙质结核, 下伏一套残坡积, 再往下为古泥石流堆积。

### 1.3 雅砻江支流鲜水河流域黄土分布区

以甘孜、道孚一带黄土最发育。阶地上、山坡上、山顶上均有黄土分布。随着分布位置的变化, 黄土

<sup>\*</sup> 基金项目: 中国科学院冰冻圈基础研究基金支持项目(编号: KJ—B—2—304)。

收稿日期: 1998—10—25; 改回日期: 1999—03—03

的性质、结构也不同。整个区域黄土的颜色为红黄色, 土质以粉砂为主, 较为粘重, 黄土的层次一般不清楚, 垂直节理在某些黄土中发育。鲜水河河谷中普遍具有二级堆积阶地和二级侵蚀阶地。第Ⅰ、Ⅱ级阶地分别高出河床 2 m~3 m 与 10 m~15 m, 均由砂土、砾石组成。表层覆盖黄土, 第Ⅲ、Ⅳ级阶地高出河床分别为 50 m~60 m 和 100 m~120 m, 在阶地的岩石基座上堆积有相当厚的黄土。阶地以上的谷坡, 于海拔 3 600 m~3 700 m 和 3 900 m~4 000 m 处有二级凹形谷肩。谷肩上都有粘质红色黄土分布。

甘孜县城附近黄土较具代表性(图 2 3)。甘孜县位于雅砻江边, 地理坐标 30°38'N, 99°59'E。县城海拔 3 370 m。雅砻江在甘孜附近近阶地发育, 尤其在县城所处的北岸, 第Ⅰ、Ⅱ级阶地分别高出河床 2 m 和 40 m~50 m, Ⅱ级阶地下部为中度脱结的磨圆好的砾石层, 砾径 5 cm~7 cm, 上部为厚约 10 m 的粉砂质黄土, 其中夹有少量砂砾石, 说明其形成时受流水作用影响。

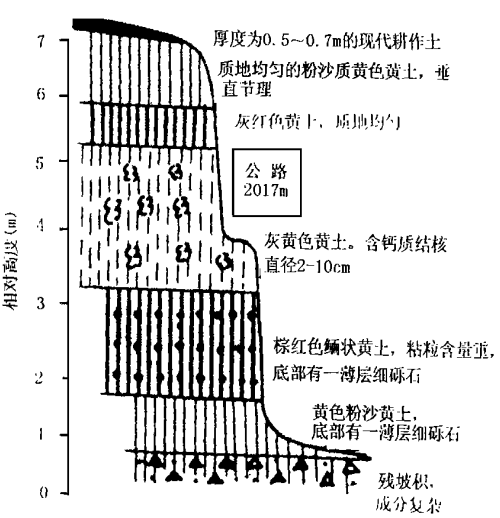


图 1 理县喇嘛寺黄土剖面图

Fig. 1 Section of loess in Lixian County

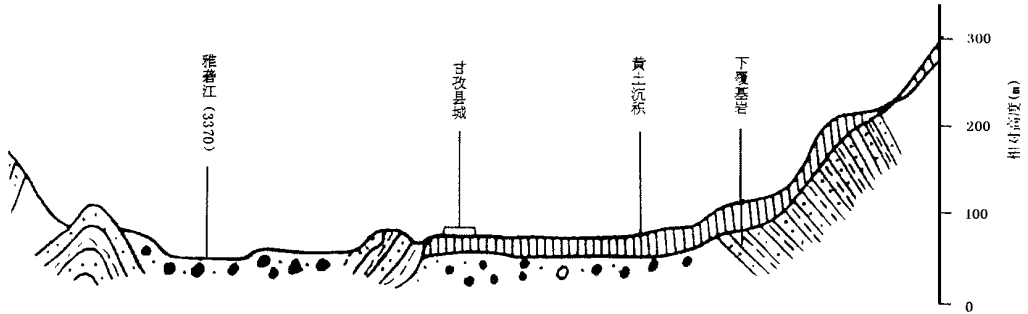


图 2 甘孜雅砻江黄土分布示意图

Fig. 2 Sketch of loess distribution in Yalong River, Ganzi County

Ⅱ级阶地黄土可分为两层, 即上部淡黄色粉砂黄土, 无水平层理, 垂直节理发育, 湿陷性强, 颗料均一, 富含钙质, 并有钙质结核, 在 25 m~28 m 深处有白色网纹斑点, 且颜色呈褐红色, 而 28 m~29 m 处颜色偏黄, 再往下则为棕红色粘土状黄土, 30 m 以下至与基岩不整合接触。Ⅳ级阶地的黄土厚约 10 m, 主要为棕黄色粉砂质黄土, 与Ⅲ级阶地黄土顶部相似, 也具有钙质结核。

1.4 大渡河流域黄土分布区

大渡河流域的黄土主要分布在丹巴以北的河谷两旁, 特别是它上游的卓斯甲河与梭摩河, 它们的分布特点是在宽谷比较发育, 如刷经寺、马尔康、壤塘、金川、色达等河段, 黄土多为构成阶地的组成物质, 有的发育垂直节理, 常具有一定的层理或夹有细砾石, 而在峡谷段甚至缺失, 由于谷坡陡, 坡度多达 40°~50°, 黄土多分布于拔河 300 m~400 m 以上的谷肩上。

1.5 理塘、乡城、巴塘、盐源等盆地黄土分布区

理塘盆地底部海拔 > 3 900 m, 黄土主要分布于理塘盆地的北部, 在高出河床 10 m~15 m、40 m~50 m 的第Ⅱ和第Ⅲ级阶地中部覆盖着夹有细砂和碎屑的粘质黄土, 在较缓的高原顶部和坡面上

也覆盖有黄土, 其上限可达海拔 4 100 m。

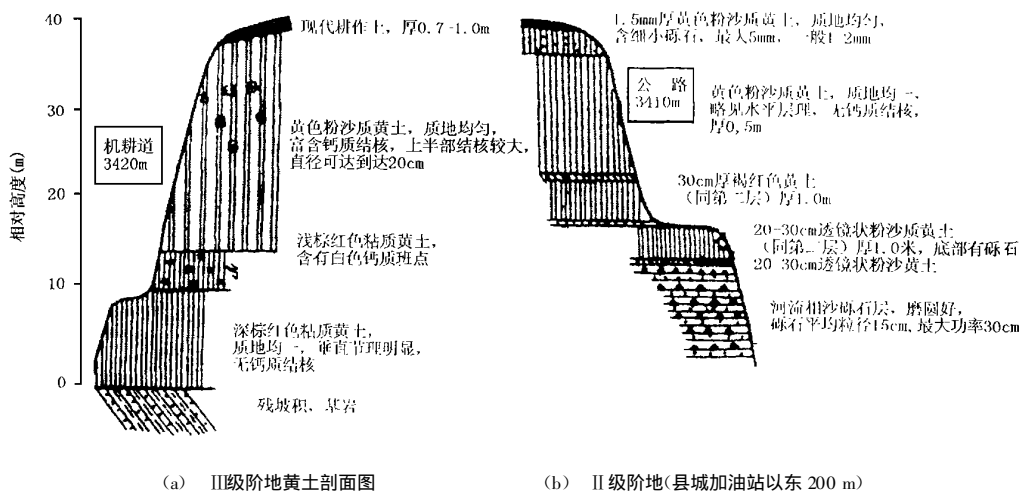


图 3 甘孜雅砻江阶地黄土剖面图

Fig. 3 Section of loess in the terrace of Yalong River, Ganzi County

乡城河一般发育有五级阶地。阶地及稍缓的坡地上均被黄土覆盖。以乡城县近阶地发育最好, 它的五级阶地的拔河高程分别为 3 m~5 m, 15 m~20 m, 100 m, 210 m 和 420 m, 其中以第 III 级阶地最宽阔, 所有阶地的表层都为黄土所覆盖, 厚度最大在 10m 以上。

巴塘盆地位于金沙江附近的巴塘河谷中, 发育有四级阶地, 第 I、II 级为堆积阶地, 第 III、IV 级为侵蚀阶地, 它们分别高出河床 3 m~5 m, 15 m~30 m, 120 m 和 250 m, 表层也都被黄土覆盖。

盐源盆地位于川西高原最南部, 盐源盆地的黄土主要分布于海子以东的垄岗地段。顶部与坡地上面覆盖有厚达 3 m~5 m 的黄土, 侵蚀剧烈。

横断山黄土分布主要有以下特点: 1. 黄土厚薄变化大, 厚者> 50 m, 薄的< 1 m, 通常在高出河床 100 m~900 m 的高阶地及凹形谷肩或山坡上, 古冰蚀凹地上分布的黄土厚度较大, 在河谷低阶地和古冰蚀上覆盖的黄土通常较薄, 在高原内部的黄土较厚, 而边缘较薄, 如甘孜约 40 m, 阿坝近 100 m, 而理县< 10 m; 2. 由于黄土覆盖于不同的地貌部位, 黄土分布的海拔变化亦很大, 高者在海拔 4 200 m~4 300 m 的山脊上和冰斗或冰蚀湖内, 如在垭口山海拔 4 200 m 的干冰蚀湖内覆盖了厚达 10 m 的粉砂质黄土。鲜水河谷 3 800 m~3 900 m 的谷肩上也覆盖着黄土。低者仅 1 500 余 m, 如汶川、茂汶一带的岷江河谷阶地上的黄土。岷江流域的黄土, 山上山下黄土的分布高度> 2 000 m。

2 横断山地区黄土的理化特征

2.1 粒度组成

黄土的粒度组成不仅是其分类、命名的基础, 而且对于查明这些沉积物的物质来源, 搬运介质和动力, 沉积环境以及它们的变化, 都有重要意义。

在实验统计的样品中(理县 8 个, 甘孜雅砻江 II、III 级阶地分别为 6 个和 11 个), 理县黄土的中值粒径  $D_{50}$  为 0.018 mm, 甘孜雅砻江 II、III 级阶地的黄土  $D_{50}$  分别为 0.024 mm 和 0.016 mm。理县黄土和甘孜雅砻江 III 级阶地黄土的  $D_{50}$  值相近, 且< 0.001 mm 的胶体含量均> 20%, 说明了这两处黄土的成因相同, 是典型的风力搬运沉积;  $D_{50}$  变化在 0.001 mm~0.003 mm 之间, 反应了沉积过程中环境的变化。甘

孜雅砻江Ⅱ级阶地黄土的  $D_{50}$  值大于Ⅲ级阶地黄土, 其  $< 0.001\text{ mm}$  的胶体含量  $< 10\%$ ,  $D_{50}$  变化在  $0.015\text{ mm} \sim 0.026\text{ mm}$  之间, 说明其沉积环境有别于前者, 结合剖面中发现有少量砂砾石, 可认为是经流水再次搬运沉积的结果(见图 4)。

2.2 黄土的石英颗粒表面形态

虽然与陈富斌<sup>[1]</sup>、方小敏<sup>[3]</sup>等在甘孜黄土的沉积厚度与剖面形态认识有差异, 但方小敏等利用甘孜黄土所做的石英颗粒扫描电子显微镜分析是可信的, 据他们研究后认为, 甘孜黄土中石英砂类型复杂, 平均冰川冰像砂占  $40.03\%$ , 风沙作用砂  $31.06\%$ , 河湖砂  $5.68\%$  和化学作用残坡积砂  $23.21\%$ ; 风沙作用砂主要为半成熟砂, 说明甘孜黄土主要是由风力搬运而成, 并且搬运距离不远。

2.3 黄土的氧化物特征

由表 1 可知, 横断山地区黄土的主要化学成分是  $\text{SiO}_2$  ( $57\% \sim 61\%$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $13\% \sim 14\%$ ),  $\text{CaO}$  ( $3\% \sim 6\%$ ),  $\text{K}_2\text{O}$  ( $3\% \sim 5\%$ ),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $2\% \sim 3\%$ ),  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $1\% \sim 3\%$ ),  $\text{MgO}$  ( $1\% \sim 2\%$ ),  $\text{TiO}_2$  ( $0.4\% \sim 0.5\%$ ),  $\text{MnO}$  ( $0.08\%$ )。这些黄土的化学成分与黄土中矿物成分的组成特征是一致的, 黄土中的主要组成矿物为石英、长石和方解石, 云母等, 这也与当地的基岩和冰碛物的主要矿物组成相似。

同黄土高原典型黄土的化学成分相比<sup>[3]</sup>, 横断山地区黄土的  $\text{SiO}_2$  与  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的含量相似, 而其它氧化物含量则有所差异, 表现在  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  含量减少,  $\text{MnO}$  基本一致, 而  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  的含量较高, 这与两个地区黄土的物源不一致有关。

表中甘孜雅砻江Ⅱ、Ⅲ级阶地黄土化学成分的差异表现为  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的富集和  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  的淋溶, 但差别不大, 结合其剖面 and 粒度特征, 说明Ⅱ级阶地的黄土为经流水再次搬运后的次生黄土。

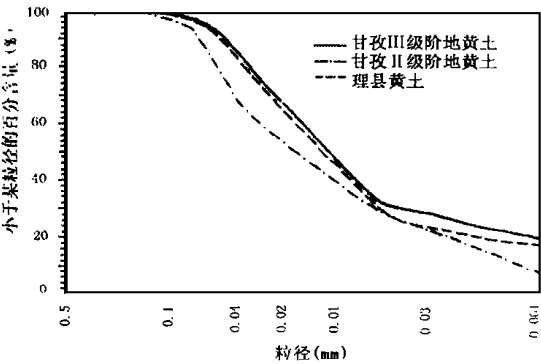


图 4 甘孜、理县黄土粒度累计曲线图

Fig 4 Grain size accumulation curve of loess in Lixian and Ganzi

表 1 甘孜、理县黄土的氧化的氧化物含量表(%)

Table 1 Oxide content of loess in Lixian and Ganzi County(%)

位 置	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>
理县	59.61	13.53	3.01	3.17	4.35	2.74	1.60	0.08	0.39
甘孜(Ⅲ级阶地)	57.72	13.10	2.72	5.97	3.70	1.62	1.63	0.08	0.41
甘孜(Ⅱ级阶地)	60.58	13.63	2.92	5.2	3.54	1.71	1.64	0.08	0.44
马兰黄土*	57.35	12.37	3.86	6.99	2.08	1.40	2.05	0.08	0.63
离石黄土*	59.92	13.77	4.75	3.36	3.40	2.03	2.31	0.12	0.71
午城黄土*	58.57	12.52	4.16	5.77	2.56	1.51	2.24	0.09	0.65

\* 据刘东生, 黄土与环境, 科学出版社, 1985.

3 黄土的时代及意义

横断山地区现存黄土的时代远小于黄土高原的黄土(表 2)。

热释光测年的数据表明, 横断山地区的黄土主要开始沉积于大约 10 万 a 前。虽然北部黄河阶地的黄土年龄接近 30 万 a, 但其环境已不同于横断山地区。结合冰期划分<sup>[4]</sup>, 横断山地区黄土主要是中更新世晚期至晚更新世早期开始大量沉积的, 在青藏高原冰冻圈极盛时期中更新世<sup>[3]</sup>, 黄土高原地区沉积了巨厚的离石黄土, 而横断山大部地区由于其海拔高度尚未升到雪线以上, 而且有西南季风的北上, 不利于黄土的沉积, 在个别高海拔地区的黄土沉积又被中更新世后的高温破坏了。到晚更新世, 横断山地区

进入冰期的极盛期, 不同地区出现相应的雀儿山冰期, 稻城冰期, 贡嘎山冰期, 四姑娘山冰期等, 此时该地区出现了较大范围的黄土沉积。然而该区由于气候波动和西南季风造成的明显干湿两季, 使得原生的风成黄土被再次搬运, 并沿河谷和断裂盆地沉积。

横断山地区黄土的分布与物征, 也证明虽然整个青藏高原的冰冻圈自中更新世以来一直存在, 且在 73 万 a 前达到极盛时期, 然而横断山地区却是在过去的 10~20 万 a 的晚更新世早期达到最大的冰川规模。这种滞后的效应是由于整个青藏高原隆起的阶段性的差异性所引起的。

表 2 横断山地区黄土热释光测年数据表

Table 2 TL datings of loess in Hengduan Mountain		
取样位置	海拔(m)	年代(ka)
黄河 II 级阶地上部	3660	133±11
黄河 II 级阶地底部	3650	278±23
甘孜雅砻江 II 级阶地上部	3380	95±8
甘孜雅砻江 II 级阶地底部	3360	20±2
理县喇嘛寺黄土底部	2010	57±5
阿坝邓柯河 II 阶地	3980	37±2

参 考 文 献

[1] 陈富斌, 高生淮, 陈继良, 等. 甘孜黄土剖面磁性地层初步研究. 科学通报, 1990, 35(20): 79

[2] 方小敏, 陈富斌, 陈治荣. 甘孜黄土研究的新进展. 冰川冻土, 1996, 17(3): 58

[3] 刘东生. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985. 100~10

[4] 李钟武, 王明龙, 胡发德, 等. 我国西部的第四纪冰期划分与对比的讨论. 见: 高生淮, 郑远昌. 横断山研究文集. 成都: 四川科学技术出版社, 1989. 37

[5] 施雅风, 李世杰, 郑本兴, 等. 青藏高原中东部最大冰期时代高度与气候环境探讨. 冰川冻土, 1995, 17(2): 2~3

第一作者简介 汪阳春(1966—), 男, 助理研究员, 1986年毕业于南京大学地理系。

THE LOESS IN HENGDUAN MOUNTAINS  
AND ITS SIGNIFICANCE

WANG Yang-chun CAI Zong-xin LIU Shu-zhen WANG Ming-long  
(*Institute of Mountain Harz ards and Environment, Chinese Academy of  
Sciences & Ministry of Water conservancys, Chengdu 610041*)

**Abstract** The basic characteristics of loess in Hengduan Mountains are studied in this paper, including the disrtrbution and physicochemical prorerties. According to the age of TL-Dating and differentiate glaciation, the loess was begun to deposit in about 100 000 a BP (at the beginning of late Pleistocene), after the maximum glaciation Quaternary. This is caused by the difference of the uplift of Qinghai—Xizang Plateau in regions and stages.

**Key word** Hengduan mountains loess quaternary