

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.06.05

引用格式: 欧阳渊, 张景华, 刘洪, 等. 基于地质建造的西南山区成土母质分类方案——以大凉山区为例[J]. 中国地质调查, 2021, 8(6): 50–62. (Ouyang Y, Zhang J H, Liu H, et al. Classification of soil parent materials in mountain areas of Southwest China based on geological formations: A case study of Daliangshan region[J]. Geological Survey of China, 2021, 8(6): 50–62.)

基于地质建造的西南山区成土母质分类方案 ——以大凉山区为例

欧阳渊¹, 张景华¹, 刘洪^{1,2}, 黄瀚霄¹, 张腾蛟¹, 黄勇¹

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081;

2. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要: 为适应生态地质调查和评价工作对成土母质研究的要求, 以四川大凉山区为例, 提出基于地质建造的成土母质分类方案, 即以地质构造演化和地质建造环境为依据, 结合残坡积物的成因类型对成土母质进行分类。大凉山区的成土母质可划分为第四纪冲洪积物、新近纪—第四纪砂泥岩类残坡积物、侏罗纪—白垩纪泥质岩类残坡积物、三叠纪砂泥岩类残坡积物、中生代中酸性岩类残坡积物、二叠纪基性—超基性岩类残坡积物、震旦纪—三叠纪砂泥岩类残坡积物、震旦纪—三叠纪碳酸盐岩类残坡积物、元古宙中酸性岩类残坡积物、元古宙火山碎屑岩类残坡积物、元古宙基性—超基性岩类残坡积物、元古宙变质岩类残坡积物等 12 类。研究表明, 大凉山区成土母质和土壤存在差异性, 但同一成土母质上的不同土壤类型具有一定相似的地球化学特征, 不同成土母质形成的同一种土壤类型存在较大的地球化学差异。因此, 基于地质建造的成土母质分类方案既能有效反映不同构造背景和成岩环境下的成土母质差异, 又能有效表征成土母质与其上土壤的内在联系。

关键词: 土壤; 成土母质; 地质建造; 生态地质调查; 大凉山区

中图分类号: P642.1; S155; X14

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2021)06–0050–13

0 引言

土壤是生态系统所涉及岩石圈、水圈、大气圈、生物圈等多圈层物质和能量交换的重要媒介, 针对土壤的调查是生态地质调查的重要内容^[1–9]。成土母质是土壤的物质基础和养分来源, 其差异是土壤分异的重要因素之一^[8–9], 成土母质的划分是开展土壤调查的基础。目前, 成土母质分类方案较多^[8–15], 主要有: ①按搬运沉积情况分为残积母质、坡积母质、冲积母质、洪积母质、湖积母质、海积母质和风积母质等几种类型; ②按物源分为近源、远源及混源等类型; ③以岩石类型分为花岗岩类风化物、砂岩类风化物等若干类; ④基于地质地貌

条件来划分, 如滨海平原岛屿风化物、山地丘陵风化物等。这些方案都从不同角度诠释了母质成因及其与土壤的关系。为了突出地质条件对土壤的制约, 更好地反映不同构造单元和成岩环境下的成土母质异同, 本文以四川大凉山区为例, 提出了基于地质建造的成土母质分类方案。

1 大凉山区地质背景

大凉山区位于青藏高原、云贵高原和四川盆地的过渡地带, 主要包括四川省凉山彝族自治州西昌市、冕宁县、德昌县、越西县、喜德县、普格县、宁南县、甘洛县、昭觉县、布拖县、美姑县、雷波县和金阳县 13 县市, 在大地构造位置上位于扬子地块西缘和青藏高原东缘交汇部位的康滇断隆带内(图 1)。

收稿日期: 2021–08–30; 修订日期: 2021–11–02。

基金项目: 中国地质调查局“生态地质调查工程(编号: 0703)”“大凉山区生态地质调查(编号: DD20190542)”“长江上游水土流失区生态地质调查与综合评价(编号: DD20221776)”“西南地区自然资源综合调查(编号: DD20211386)”和西南地质科技创新中心青藏高原国际大学科计划联合资助。

第一作者简介: 欧阳渊(1982—), 男, 高级工程师, 主要从事遥感地质、生态地质研究。Email: oyangyuan@mail.cgs.gov.cn。

通信作者简介: 张景华(1978—), 男, 高级工程师, 主要从事遥感地质、生态地质研究。Email: zjinghua@mail.cgs.gov.cn。

该地区构造演化复杂,自古太古代以来,经历多期次的构造活动^[16-29],形成了底部的前震旦纪变质基底、西部的复杂造山带(牦牛山—磨盘山区)、中部的第四系河谷盆地(安宁河谷—邛海盆地)和东部的震旦纪—白垩纪沉积盖层。地层从前寒武系至第四系均有不同程度出露,并以中生界陆源碎屑岩、古生界碳酸盐岩以及晚二叠世峨眉山玄武岩分

布面积最广。变质岩主要分布在雅砻江两岸及德昌地区,规模较小,基本上为低温变质岩,主要类型有变砂岩、变粉砂岩、板岩、大理岩、千枚岩等,经历了前寒武纪到新生代的多期变质作用。主要的侵入岩出露在安宁河以西的牦牛山—磨盘山地区,以中酸性岩为主,同时冕宁县南部还存在少量基性侵入岩,时代跨越前寒武纪到古近纪。

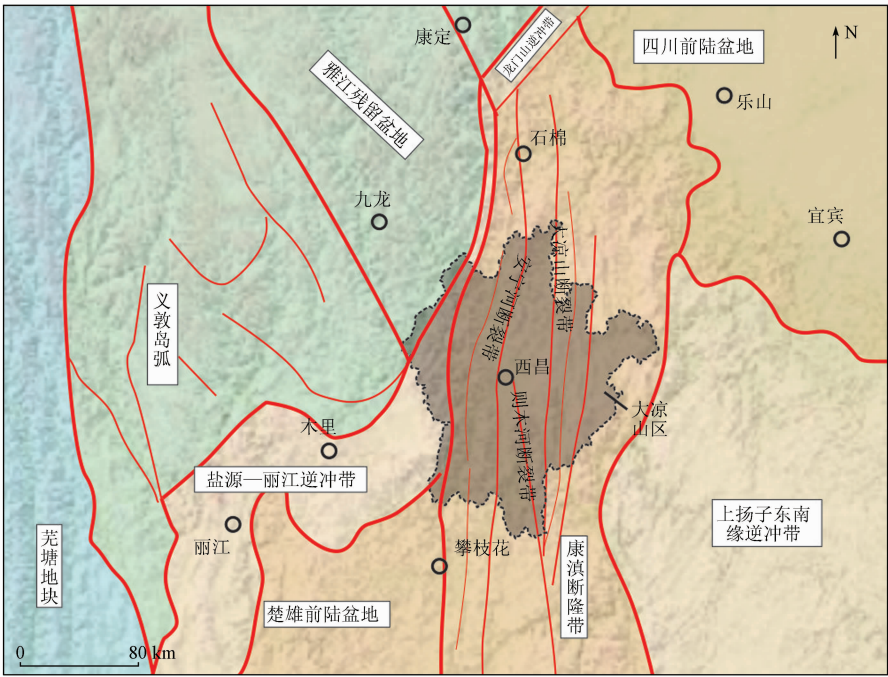


图 1 大凉山区大地构造位置^[8,17]

Fig.1 Tectonic location of Daliangshan region^[8,17]

自太古宙以来,大凉山区经历了陆核—地块—联合大陆—大陆裂解—陆缘增生—碰撞造山的演化过程(表 1),具有构造复杂、岩浆活动频繁、变形变质强烈等特点^[16-29]。

表 1 大凉山区构造演化阶段划分
Tab.1 Division of tectonic evolution stages in Daliangshan region

地质年代	地质发展阶段
新生代	新生代陆内沉积阶段
中二叠世—晚白垩世	中生代陆内沉积阶段
中震旦世—早二叠世	被动大陆边缘沉积阶段
前震旦纪	结晶基底形成阶段

受青藏高原隆升挤压影响,大凉山地区地貌类型独特,在西缘和东南缘分布着雅砻江河谷和金沙江河谷等干热峡谷地貌,在西部分布着牦牛山—磨盘山等高寒山区地貌和安宁河谷—邛海盆地等中山宽谷盆地地貌,在东部则分布着碎屑岩褶皱山

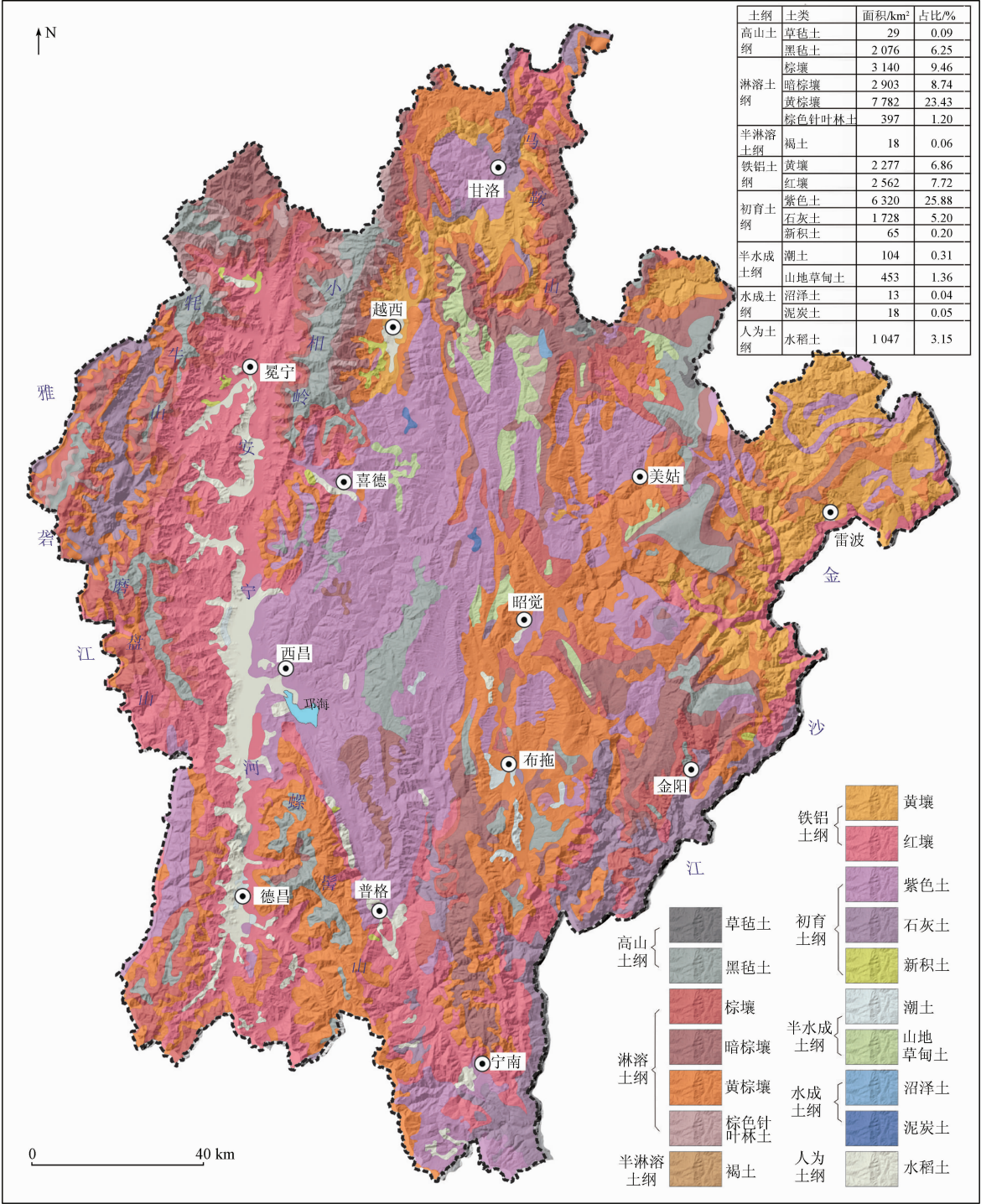
系、碳酸盐岩溶石山和玄武岩山系等中高侵蚀山区。大凉山区复杂多样的地貌及其所处的地理位置,在环流的影响下,形成独具特色的气候特点:具有干湿分明的季风气候以及明显的垂直和水平分带性,日较差大、年较差小,气温适宜,降雨丰富。大凉山区河流众多,主要河流包括雅砻江、金沙江、大渡河等干流和安宁河、则木河、孙水河等支流,水资源十分丰富。西昌市水热条件较好,非常有利于增加植物的光合作用强度和干物质的积累,也有利于土壤养分的释放、转化,以及植物生理的协调。

2 大凉山区土壤分带性特征

土壤是在成土母质的基础上形成和发育的“独立自然体”^[8-12,30-31]。受不同地质背景、气候条件、水热条件、生物因素以及地形地貌影响,大凉山区土壤类型较为丰富(图 2),从亚热带红壤到高山冰缘寒带寒漠土都有分布。根据凉山州土壤普查

办公室 1987 年编纂的《凉山州土壤》,大凉山区主要土壤类型可划分为 8 个土纲、17 个土类,包括:高山土纲的草毡土和黑毡土,淋溶土纲的黄棕壤、棕壤、暗棕壤和棕色针叶林土,半淋溶土纲的褐土,铁铝土纲的黄壤和红壤,初育土纲的新积土、石灰土和紫色土,半水成土纲的潮土和山地草甸土,水

成土纲的沼泽土、泥炭土,以及人为土纲的水稻土。其中,以紫色土和黄棕壤分布最为广泛,分别占全区土壤面积的 25.88% 和 23.43%,其次为黑毡土、暗棕壤、棕壤、黄壤、红壤、石灰土、水稻土,分别占全区土壤面积的 6.25%、8.74%、9.46%、6.86%、7.72%、5.20% 和 3.15%。



注: 据凉山州土壤普查办公室《凉山州土壤》(1987) 修改。

图 2 大凉山区土壤类型分布

Fig. 2 Distribution of soil types in Daliangshan region

自然土壤的形成是岩石的风化作用和成土过程共同作用的结果,土壤形成过程的实质是地质大循环和营养元素的生物小循环的矛盾统一。受地质建造背景、地形特征、气候和生物特征的影响,土壤和植被在分布上表现出垂直分带性、横向分带性的特征。

新生代以来,在青藏高原的挤压隆升作用下,大凉山区形成一系列与区内地质构造线一致的连绵的南北向山脉、宽谷和峡谷。地形起伏,地势复杂,区内最高峰为越西与冕宁两县交接的小相岭钵头尖山,海拔4 791 m,最低为雷波县金沙江出境处,海拔360 m。高山区湿冷,局部山峰如螺髻山主峰、小相岭主峰等甚至终年冰雪覆盖;雅砻江河谷、金沙江河谷等低热峡谷区则骄阳似火,长夏无冬;而安宁河谷等宽谷平原区则温暖湿润、气候宜人。

受不同海拔引起的气候变化的影响,本区土壤和植被存在明显的垂向分带特征。在马鞍山、牦牛山、磨盘山、美姑北部和金阳北部等海拔2 800 m以上的高寒山区,土壤类型主要为草毡土、黑毡土等高山土纲土壤,植被类型主要为亚寒带灌丛草甸。在美姑、昭觉、布拖、马鞍山、牦牛山、磨盘山和螺髻山等海拔2 000~3 300 m的中高山区,分布的土壤主要有黄棕壤、棕壤、暗棕壤和棕色针叶林土等淋溶土,褐土等半淋溶土,沼泽土和泥炭土等水成土,以及山地草甸土等半水成土,植被类型主要为常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、暗针叶林、灌丛、草甸等。在海拔2 200 m以下的中低山区和干热河谷区,相对高差大,阶地狭窄,人类活动较弱,土壤的分布主要与下伏基岩相关性强,主要土壤类型有黄壤和红壤等铁铝土,紫色土、石灰土和新积土等初育土,潮土等半水成土,水稻土等人为土,植被类型则主要有稀疏灌丛草被、常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林、经济林、竹林和农作物。在海拔1 700 m以下的等宽谷平原和中低山丘陵区,人类活动强烈,城镇、村落和耕地集中,土壤类型以水稻土、新积土、潮土为主,还存在少量与地质建造分布相关的紫色土、石灰土、黄壤和红壤等土壤,植被主要包括旱地作物、经济作物、水田作

物、经济林、阔叶林、针阔混交林、针叶林和灌木林等。

在横向上,从东向西,地质建造单元、气候等条件差异导致土壤和植被的分布出现横向地带性变化。大凉山区从东向西出现4个土壤带:东部边缘地区出现黄壤和石灰土带,中部分别过渡到黄棕壤带、紫色土、红壤带,再到西部棕壤、红壤和石灰土带。对于中低海拔地区,土壤的分带明显与地质建造单元相关:紫色土呈团块或条带状分布在大凉山区中部如越西、喜德和普格等中生代盆地地区,与侏罗纪—白垩纪陆相泥质碎屑岩的分布区域大致相同;石灰土主要出现在金沙江西岸以及雅砻江东岸的震旦纪—二叠纪海相碳酸盐岩分布区;红壤主要展布在安宁河谷西岸、牦牛山—磨盘山以及普格—宁南等地,与大凉山主分水岭以西的三叠纪陆相砂质碎屑岩、三叠纪中酸性岩、二叠纪基性岩、前寒武纪中酸性岩的分布相关;黄壤分布在大凉山分水岭以东,如金沙江西岸的美姑—雷波等地区,与二叠纪基性岩等建造单元的分布范围相近;水稻土、潮土、山地草甸土、沼泽土和泥炭土分布在河谷及湖泊沼泽地区,与第四系的展布有很大的相关性。

3 地质建造单元和成土母质单元的划分

3.1 适用于土壤研究的地质建造单元划分

构造建造内容一般包括构造层和地质建造。本文以板块构造学为依据,对大凉山区进行构造层划分。大凉山区以震旦纪为界,大致经历了2个板块运动演化旋回。前震旦纪是西昌变质褶皱基底形成时期,涉及原始陆核、陆内裂谷、活动大陆边缘3个构造演化阶段。在其中的活动大陆边缘时期,形成一套火山碎屑岩和中酸性侵入岩,火山碎屑岩和中酸性侵入岩经区域变质成为低绿片岩相变质褶皱基底。震旦纪到三叠纪,属于被动陆缘盆地离散构造背景,发育硅质陆源碎屑岩—碳酸盐岩;中二叠世—晚三叠世,大凉山区经历了海陆变迁,扬子板块西缘进入到陆内沉积阶段,形成中生代陆内盆地碎屑岩建造、陆相火山岩和新生代断陷盆地松

散堆积－碎屑岩。大凉山区沉积建造、岩浆建造、变质建造都有不同程度出露。沉积建造有碳酸盐岩建造、碎屑岩建造和松散堆积物建造 3 大类。岩浆建造有侵入岩建造、火山岩建造和火山碎屑岩建造。本文将大凉山区的建造类型划分为 8 个大类、12 个类型(表 2、图 3)。

表 2 大凉山区地质建造单元划分			
Tab.2 Classification of geological formation units of the Daliangshan region			
地质建造大类	地质建造类型	涉及的地质单元	建造环境
新生代松散堆积—碎屑岩建造	第四纪陆相松散堆积建造	第四系	河流－湖泊－沼泽相
	新近纪—第四纪陆相碎屑岩建造	昔格达组	河流－湖泊－沼泽相
中生代陆内盆地碎屑岩建造	侏罗纪—白垩纪陆相碎屑岩建造	雷打树组、小坝组、飞天山组、官沟组、牛滚凼组、新村组、益门组、夹关组、天马山组、蓬莱镇组、遂宁组、沙溪庙组、自流井组等	河流－湖泊相
	三叠纪陆相碎屑岩建造	宝鼎组、白果湾组、须家河组、大荞地组、丙南组、松桂组、中窝组等	河流－湖泊相
中生代陆内中酸性岩建造	中生代中酸性岩建造	白垩纪正长花岗岩、钾长花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩,侏罗纪二长花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等,三叠纪二长花岗岩、正长花岗岩、黑云母花岗岩、花岗闪长岩、钾长花岗岩、碱长花岗岩、三叠纪正长岩等	陆内
二叠纪陆内基性—超基性岩建造	二叠纪基性—超基性岩建造	峨眉山玄武岩组、大石包组、晚二叠世基性岩、晚二叠世辉石橄榄岩等	地幔柱
震旦纪—三叠纪海相碳酸盐岩—碎屑岩建造	震旦纪—三叠纪海相碎屑岩建造	垮洪洞组、松桂组、中窝组、杂谷脑组、盐塘组、雷口坡(关岭)组一段、东川组、飞仙关组、铜街子组、波茨沟组、宣威组、梁山组、缩头山组、坡脚组、坡松冲组、回星哨组、龙马溪组、红石崖组、西王庙组、沧浪铺组、筇竹寺组、西王庙组、观音崖组等	滨海－浅海－陆棚相
	震旦纪—三叠纪海相碳酸盐岩建造	博大组、白山组、扎尕山组、雷口坡组二段、嘉陵江组、吴家坪组、三道桥组、阳新群、铜陵沟组、黄龙组、干沟组、曲靖组、河心组、捧达组、稗子田组、通化组、大路寨组、嘶风崖组、黄葛溪组、大箐组、宝塔组、巧家组、娄山关组、陡坡寺组、石龙洞组、灯影组等	滨海－浅海－陆棚－台地相
前震旦纪中酸性岩建造	元古宙中酸性岩建造	新元古代酸性岩、苏雄组、中元古代酸性岩、新元古代闪长岩、中元古代中性岩、开建桥组、列古六组等	俯冲－碰撞
	元古宙火山碎屑岩建造	新元古代酸性岩、苏雄组等	俯冲－碰撞
前震旦纪基性—超基性岩建造	元古宙基性—超基性岩建造	新元古代辉长岩等、中元古代辉长岩、新元古代辉石橄榄岩等、中元古代辉石橄榄岩等、新元古代辉长岩等	俯冲－碰撞
前震旦纪变质基底建造	元古宙变质基底建造	天宝山组、风山营组、九盘营组、马河组、朝王坪组、则姑组、深沟组、五马箐岩组、大热渣组、松林坪组、枷担桥组、冷竹关(岩)组、咱里岩组等	变质基底

3.2 基于地质建造的成土母质单元划分

成土母质按照形成和搬运可划分为残积母质、坡积母质、冲积母质、洪积母质、湖积母质、海积母质和风积母质等类型,一般来说残积母质与下伏的基岩具有直接成生关系,而坡积母质具有一定距离的搬运,冲积母质、洪积母质、湖积母质、海积母质和风积母质等则具有长距离的搬运,因而成土母质

类型划分应首先考虑地貌类型和母质成因。在山地丘陵区,成土母质一般为本套岩石地质单元直接风化而未经搬运(如残积母质区)或搬运距离较短(如坡积母质区)的产物。因此,可以认为:在山地丘陵区,成土母质的分类应根据下伏岩石地质单元的性质进行,而平原区的成土母质属于长距离搬运的冲洪积母质,其分类就应考虑沉积物的沉积环境。

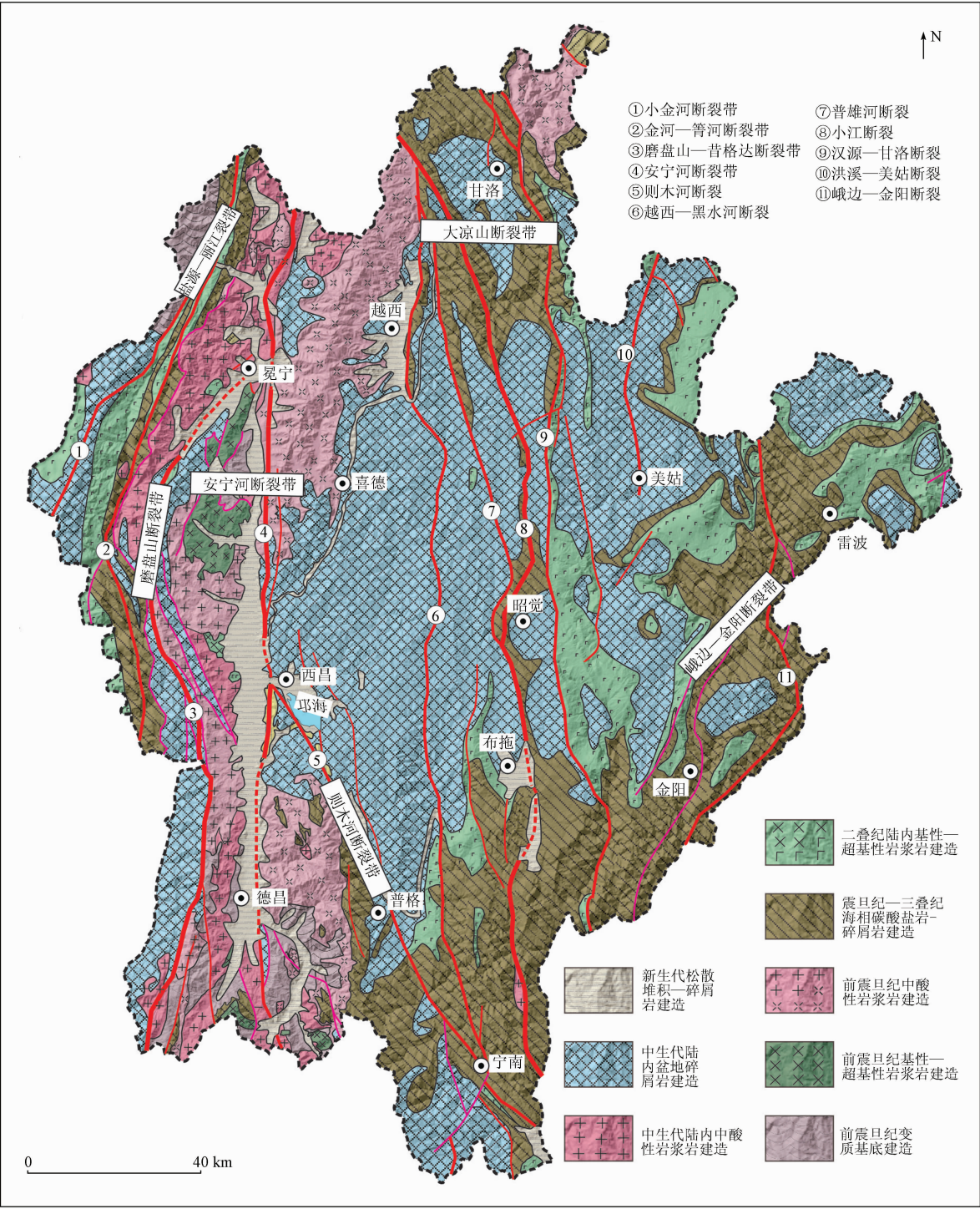


图3 大凉山区构造建造简图

Fig.3 Geological formation – structure sketch of Daliangshan region

已有研究认为^[30-38],山地丘陵区的土壤不同程度地继承了下伏母岩的特性,不仅土壤中大部分元素来自母岩,在成土速度、成土方向和土壤形态等方面也明显受母岩的矿物组成、结构构造的制约;可见,母岩类型差异是导致土壤分异的重要因

素。花岗岩、流纹岩等酸性岩浆岩的矿物成分相似,仅组构存有差异,它们风化形成的土壤都具有含颗粒状的石英砂、盐基含量低而易酸化等共同特点;玄武岩和辉绿岩形成的土壤也具有相似特征,如土壤质地为壤质或稍黏重,含有大量的钙、镁、磷

等元素,养分状况良好,保水性能强等。因此,基于下伏岩石类型的成土母质分类应更多体现岩石的理化性质。

山地丘陵区与岩浆岩有关的成土母质分类,根据 SiO₂ 含量可分为超基性岩残坡积物、基性岩残坡积物、中性岩残坡积物和酸性岩残坡积物等 4 类。这种分类对矿物组合特点和化学成分类似的岩浆岩进行了归并。根据化学特征的变质岩分类能与土壤发育特点相联系,山地丘陵区与变质岩有关的成土母质可划分为泥质变质岩类残坡积物、长英质变质岩类残坡积物、钙质变质岩类残坡积物、镁铁质变质岩类残坡积物和镁质变质岩类残坡积物等。火山碎屑岩性质介于岩浆岩和沉积岩之间,山地丘陵区的火山碎屑岩残坡积物可单独作为一类。沉积岩按照自生沉积岩和他生沉积岩分类,山地丘陵区域沉积岩相关的成土母质可分为泥质岩类残坡积物、砂岩类残坡积物、砾岩类残坡积物、碳酸盐岩类残坡积物等。山地丘陵区第四系残坡积物作为基岩的原地或近原地风化物处理,而第四系冲积物、洪积物、湖积物等由于其搬运较远,原岩组成复杂,在成土母质的划分上不再区分沉积物的原岩类型。成土母岩的性质能直接影响土壤和成土母质的质地及地球化学组成。同一种岩石类型其

岩石主量元素相似,但不同建造环境下形成的同一类岩石其微量元素可能存在明显差别,而一些微量元素的含量往往是影响土壤肥力和植被生产的重要因素。因此,成土母质类型划分,除了考虑岩石岩性和风化物搬运方式外,还应考虑岩石形成环境。

大凉山区大地构造位置处于扬子古陆西缘,经历了 7 个地质发展阶段,每个阶段(时代)代表了不同的岩石形成环境。其地貌类型总体为中山和高山,局部为河谷平原(盆地),山区的成土母质可依据岩石类型划分,河谷区的成土母质可据搬运类型来划分。从收集到的地质资料来看,大凉山区岩石地层单元多“(岩)组”的尺度来表达。“(岩)组”常由一种或多种岩石韵律组合而成,很难将不同的岩石从“(岩)组”中分解出来,因而,本次工作重点突出“(岩)组”中主要岩石类型,而忽略其他共生岩石。对岩浆岩划分时,将同期、同源者进行了归并。对于岩石成因环境,本文基于构造建造进行划分,因为构造建造能够表达岩石或沉积物类型的形成时代、形成环境和成因等特点。成土母质命名采用建造加岩石大类名称,再加上搬运类型(如“残坡积物”、“冲洪积物”)作为后缀。按照上述成土母质分类命名原则,大凉山区成土母质可划分为 12 个类型(表 3,图 4)。

表 3 大凉山区成土母质单元划分

Tab. 3 Classification of soil parent material units of Daliangshan region

成土母质	主要特征	对应的母岩建造单元
第四纪冲洪积物	颜色、质地等随物质源及沉积情况而异,多为二元结构	第四纪陆相松散堆积建造
新近纪—第四纪砂泥岩类残坡积物	底层常夹基岩碎片,矿质营养高	新近纪—第四纪陆相碎屑岩建造
侏罗纪—白垩纪泥质岩类残坡积物	颜色、质地等随物质源及沉积情况而异,多为二元结构	侏罗纪—白垩纪陆相碎屑岩建造
三叠纪砂泥岩类残坡积物	较薄,质地偏砂性,含胶结物少,多夹基岩石砾,矿质营养偏低	三叠纪陆相碎屑岩建造
中生代中酸性岩类残坡积物	较厚,见石英砂颗粒,少盐基,易侵蚀,易酸化,矿质营养稍高	中生代中酸性岩建造
二叠纪基性—超基性岩类残坡积物	土壤较厚,含盐基物质丰富,土质黏重,夹石量大,含铁多,矿质营养高	二叠纪基性—超基性岩建造
震旦纪—三叠纪砂泥岩类残坡积物	土壤较厚,质地较黏,矿质营养稍高	震旦纪—三叠纪海相碎屑岩建造
震旦纪—三叠纪碳酸盐岩类残坡积物	土壤较薄,抗化学风化弱,质地较黏,钙饱和,土壤属性差异大,成土能力差	震旦纪—三叠纪海相碳酸盐岩建造
元古宙中酸性岩类残坡积物	土壤较厚,见石英砂颗粒,少盐基,易侵蚀,易酸化,矿质营养稍高	元古宙中酸性岩建造
元古宙火山碎屑岩类残坡积物	色泽较灰暗,质地偏轻且均一,疏松,富含原生矿物及黏土矿物,矿质营养较高	元古宙火山碎屑岩建造
元古宙基性—超基性类残坡积物	含盐基物质丰富,土质黏重,夹石量大,含铁多,矿质营养高	元古宙基性—超基性岩建造
元古宙变质岩类残坡积物	质地较软,易成片脱落,风化快,所发育的土壤较黏重,土体含片状砾石多	元古宙变质基底建造

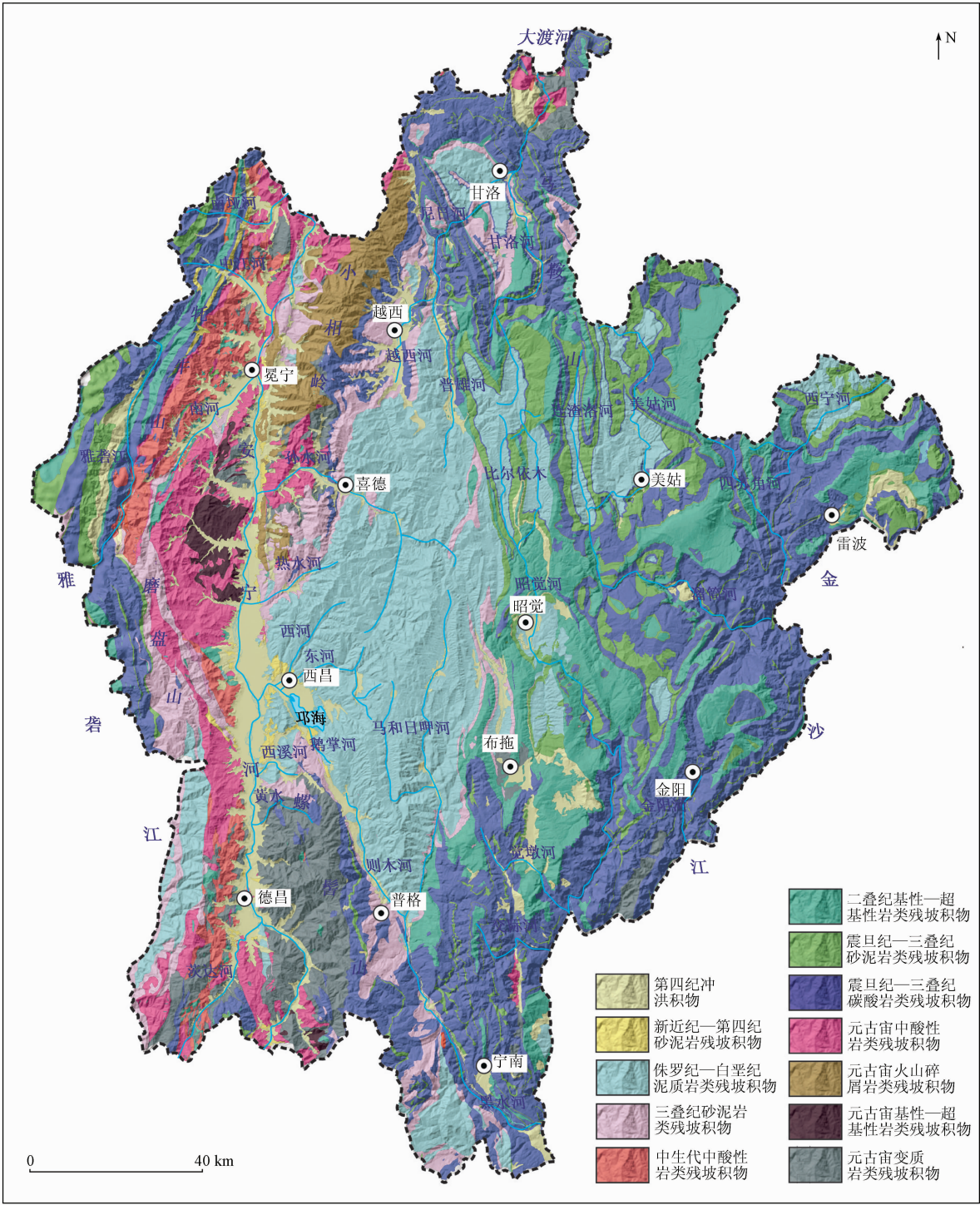


图4 大凉山地区成土母质分类简图
Fig.4 Soil parent material division of Daliangshan region

4 成土母质对土壤分带性的制约

构造运动及其演化是形成土壤和生态现状的驱动力,建造环境则是形成现今土壤和生态现状的

基础,建造构造条件与海拔、地貌、气候和人类活动等其他地质生态条件一起塑造了现今生态环境特征。土壤和植被的分布特征是地质大循环和营养元素的生物小循环的矛盾统一^[8-9],基于地质建造划分的成土母质类型对土壤的分带性具有明显的

制约作用。

海拔直接影响局部的气温、降雨等气候,从而影响基岩的风化速率和土壤的成土方向。在高海拔的高寒山区出现的土壤主要为草毡土、黑毡土等高山土,而在较高山区出现的土壤主要为黄棕壤、棕壤、暗棕壤和棕色针叶林土等淋溶土;这些高山土和淋溶土的分布与下伏建造单元的关联性不大,土壤的类型主要受控于海拔等气候因素,因而形成土壤和植被的垂向分带特征。而在中低山区和河谷区,土壤类型分布则与下伏地质建造密切相关,其中石灰土和紫色土等初育土以及红壤和黄壤等铁铝土为典型的岩性土,分布范围直接与相应的地质建造密切相关。石灰土与碳酸盐岩的分布相关,主要分布在震旦纪一二叠纪海相碳酸盐岩建造区,紫色土与泥质碎屑岩的分布相关,主要分布在侏罗纪—白垩纪陆相泥质碎屑岩建造区;这些初育土分布主要受控于相应岩性基岩的分布。红壤和黄壤等则主要与砂质碎屑岩、中酸性岩浆岩和基性岩浆岩的分布一致,同时还受气候的影响,造成 2 种铁铝土出现明显的横向分带现象。在大凉山分水岭以西的西昌、普格、德昌等较低海拔地区,受高温多雨的湿热条件影响,砂质碎屑岩、中酸性岩浆岩和基性岩浆岩等富铁铝岩石强烈分解,各种盐基离子和二氧化硅胶体相继淋失,而铁铝因溶解度低逐渐积累起来(即脱硅富铝作用),并且氧化铁发生脱水呈现红色,从而形成大面积的湿热铁铝土——红壤。在雷波、金阳等远离河谷区的较低海拔地区,由于降雨多,温暖阴湿,有利于矿物的水解作用又不至于发展很深的脱硅富铝化作用,并且土壤中的氧化铁高度水化形成针铁矿(黄化过程),使土壤呈黄色,从而形成温暖铁铝土——黄壤。水稻土为人为土,是长期耕作形成的,它的分布与第四系盆地和沟谷的分布范围相对应,而新积土、潮土、山地草甸土、沼泽土、泥炭土则均与第四纪松散堆积建造相关,主要分布在各大河谷和湖泊盆地地区。

一些中低海拔地区,土壤随着成土母质的不同呈明显的横向分带性,而在另一些地区,同一成土母质存在一种或多种土壤类型,同一土壤类型也发生在不同的成土母质上;可见,岩石和土壤之间既存在相关性,也存在差异性。这种现象的原因可能是土壤形成过程不仅受成土母质控制,同时也受气候、时间、生物等多种因素影响。因此,部分学者将

成土母质和土类进行空间融合,建立土壤地质单元^[8,31],用来表达“基于地学意义的成土母质”和“土壤类型”的关联。

张腾蛟等和刘洪等详细研究了大凉山区不同地质建造的元素含量,发现不同地质建造中的岩石由于成因不同,其元素组成存在较大差异^[8-9],例如,中生代河流—湖泊相碎屑岩建造中的砂岩富含 Cu,泥岩富含 B,而新生代沼泽相碎屑岩建造的泥岩却具有更高的 B 含量和相对少的 Mo 含量。成土母质、土壤和下伏岩石的微量元素基本上呈正相关变化,表明建造单元及岩石类型是造成土壤元素含量空间分布形态的重要因素。不同建造中母岩岩性同时也对土壤含水性、机械物理性质和 pH 值等存在极大的影响,可见,地质建造单元对成土母质和土壤的理化特征具有明显的控制作用。地层岩性、成土母质和土壤的理化性质关联的现象并不只出现在大凉山区,在山东、浙江、重庆等地岩石演化机制的研究中也存在此类现象^[30-31]。因此,基于地质建造的成土母质分类方案既能有效反映不同建造中成土母质的差异,又能有效表征地质建造—成土母质—土壤的内在联系,突出地质条件对土壤的控制作用,可为土壤研究提供地质学依据。

5 讨论

前已述及,目前成土母质分类方案众多,最为常见的分类是根据母质形成和搬运分为残积母质、坡积母质、冲积母质、洪积母质、湖积母质、海积母质和风积母质等类型。这种分类能说明成土母质和下伏基岩是否存在“生长”关系以及成土母质的形成过程,但很难反映出成土母质在成土过程中的本质特征和可能产生的差异,因而很难与土壤发育特点相联系。

目前,部分学者提出或基于岩石类型、或基于地质年代、或基于地质构造等因素的多种成土母质分类方案,这些方案突出了地质条件对土壤的制约。但这些分类标准也存在不少的问题,例如岩石分类混乱、地质年代替代了岩石成因等。岩石分类混乱问题在变质岩中尤为常见,利用变质程度或变质作用分类的变质岩交替使用,这就导致同一变质岩同时出现在不同的分类中。此外,不同地质时代同一母质类型上发育土壤的微量元素存在差异的

本质是因为岩石形成环境不同,不应仅通过成岩时代去约束成土母质。基于地质建造的成土母质分类是在原有的基于地质条件的成土母质分类方案上进行补充和完善的。岩石采用理化性质分类,能更好地体现出岩石理化性质对土壤特征的制约,构造建造能反映出岩石形成的环境并控制着岩石的理化性质,因而基于地质建造的成土母质分类能突出地质条件对土壤的控制,更好地反映出岩土差异化发生的原因。

近年来,随着生态地质学、农业地质学、土壤地质学、健康地质学和医学地质学等直接服务于民生建设的交叉地质学科的兴起,人们开始重点关注地质条件对生物或生态环境的影响。中草药素来讲究“道地性”,地质背景系统制约着中药材的分布、生长发育及产量和品质,道地药材的微量元素特征谱与土壤中微量元素含量具有正相关关系。地质背景对中草药微量元素控制和影响是通过土壤来实现的,例如道地三七主要产于云南省碳酸盐岩和碎屑岩混合型黄红壤区^[32],而河北承德地区道地药材黄芩种植的适宜性也与地质背景有关^[39],因此,我们可以通过基于地质建造的成土母质分类快速圈定有利的种植区。无独有偶,特色农作物的生长也明显受地质背景制约,农作物生长在不同地层组内,必然由于土壤元素丰缺而导致生长状况存在差异。例如:在浙江省的调查研究中发现地质条件直接影响土壤微量元素在不同空间上的分布^[13];渝北地区的地层(岩)组对元素含量分布起主控作用,土壤元素含量分布形状在空间上与地层组相对应^[37];在相近的气候条件下,承德地区不同地质建造环境下土壤具有不同的性质和养分,使地区特色林果资源分布具有明显的地域性,“京东板栗”集中于片麻岩区,“兴隆山楂”集中于白云岩区^[3];在湖北宜昌鸦鹊岭地区岩石-土壤元素迁移特征研究中发现,土壤元素大多会继承其在成土母岩中的含量水平^[40]。基于地质建造的成土母质分类能了解不同地质背景下山地土壤肥力特性,判别优势作物生长范围和指导分区施肥。地质过程对生态系统特性具有非常重要的控制作用,母岩的风化对生物多样性有较大的直接影响,并且通过与生物多样性和当代环境的相互作用,间接影响生态系统功能。基于地质建造的成土母质分类有利于快速了解不同单元的生态功能属性,便于以地质条件为依据,因地制宜,开展针对性的生态地质调查

评价^[41]和生态保护修复工作。

6 结论

(1)成土母质划分应以岩石/沉积物类型为基础,兼顾地质地貌、时代、构造等因素的影响,而在对岩石分类时应更多体现理化性质差异。按照上述成土母质分类原则,大凉山区成土母质可划分为12个类型。

(2)成土母质单元的建立和成土母质图的编制,能有效反映土壤差异性的发生和地质条件对土壤类型的制约,可为农林部门在规划布局和种植业结构调整时提供地质学依据。

致谢:中国自然资源航空物探遥感中心聂洪峰正高级工程师、肖春蕾高级工程师和郭兆成高级工程师,中国地质调查局成都地质调查中心李建星教授级高级工程师、李富正高级工程师和陈敏华高级工程师,中国地质大学(北京)张振杰副教授,四川省地质矿产勘查开发局攀西地质队谢恩顺高级工程师、李雁龙高级工程师、肖启亮高级工程师、曾建高级工程师、文登奎高级工程师和侯谦工程师,成都理工大学赵银兵教授、李榭博士生,以及华东冶金地质勘查局段声义助理工程师对本研究的开展提供了大量帮助,土壤数据收集自凉山彝族自治州农村农业局,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献(References):

- [1] 王京彬,卫晓锋,张会琼,等. 基于地质建造的生态地质调查方法——以河北省承德市国家生态文明示范区综合地质调查为例[J]. 中国地质,2020,47(6):1611-1624.
Wang J B, Wei X F, Zhang H Q, et al. The eco-geological survey based on geological formation, exemplified by integrated geological survey of National Ecological Civilization Demonstration Area in Chengde City, Hebei Province [J]. Geol China, 2020, 47(6): 1611-1624.
- [2] 卫晓锋,樊刘洋,孙紫坚,等. 河北承德柴白河流域地质建造对植物群落组成的影响[J]. 中国地质,2020,47(6):1869-1880.
Wei X F, Fan L Y, Sun Z J, et al. The influence of geological formation on plant community composition in Chaibai River Basin, Chengde, Hebei Province [J]. Geol China, 2020, 47(6): 1869-1880.
- [3] 殷志强,卫晓锋,刘文波,等. 承德自然资源综合地质调查工程进展与主要成果[J]. 中国地质调查,2020,7(3):1-12.

- Yin Z Q, Wei X F, Liu W B, et al. Progresses and main achievements of comprehensive geological survey project of natural resources in Chengde[J]. *Geol Surv China*, 2020, 7(3): 1–12.
- [4] 何泽新, 樊刘洋, 卫晓锋, 等. 基于地质建造和流域地貌的河北省承德蟠龙湖地区大比例尺地质遗迹调查[J]. *中国地质*, 2020, 47(6): 1881–1893.
- He Z X, Fan L Y, Wei X F, et al. Large-scale survey of geological heritage in the Panlong Lake area of Chengde, Hebei Province: based on geological formations and watershed landforms[J]. *Geol China*, 2020, 47(6): 1881–1893.
- [5] 李小雁, 马育军. 地球关键带科学与水文土壤学研究进展[J]. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 2016, 52(6): 731–737.
- Li X Y, Ma Y J. Advances in Earth's Critical Zone science and hydropedology[J]. *J Beijing Norm Univ (Nat Sci)*, 2016, 52(6): 731–737.
- [6] 杨建锋, 张翠光. 地球关键带: 地质环境研究的新框架[J]. *水文地质工程地质*, 2014, 41(3): 98–104, 110.
- Yang J F, Zhang C G. Earth's critical zone: a holistic framework for geo-environmental researches[J]. *Hydrogeol Eng Geol*, 2014, 41(3): 98–104, 110.
- [7] 聂洪峰, 肖春蕾, 戴蒙, 等. 生态地质调查工程进展与主要成果[J]. *中国地质调查*, 2021, 8(1): 1–12.
- Nie H F, Xiao C L, Dai M, et al. Progresses and main achievements of ecogeological survey project[J]. *Geol Surv China*, 2021, 8(1): 1–12.
- [8] 刘洪, 黄瀚霄, 欧阳渊, 等. 基于地质建造的土壤地质调查及应用前景分析——以大凉山地区西昌市为例[J]. *沉积与特提斯地质*, 2020, 40(1): 91–105.
- Liu H, Huang H X, Ouyang Y, et al. Soil's geologic investigation in Daliangshan, Xichang, Sichuan[J]. *Sediment Geol Tethyan Geol*, 2020, 40(1): 91–105.
- [9] 张腾蛟, 刘洪, 欧阳渊, 等. 中高山区土壤成土母质理化特征及主控因素初探——以西昌市为例[J]. *沉积与特提斯地质*, 2020, 40(1): 106–114.
- Zhang T J, Liu H, Ouyang Y, et al. A preliminary discussion on the physical and chemical characteristics and main controlling factors of soil and parent material in the middle and high mountain area——Take Xichang as an example[J]. *Sediment Geol Tethyan Geol*, 2020, 40(1): 106–114.
- [10] 龚子同, 张甘霖. 中国土壤系统分类: 我国土壤分类从定性到定量的跨越[J]. *中国科学基金*, 2006, 20(5): 293–296.
- Gong Z T, Zhang G L. Chinese soil taxonomy: a milestone of soil classification in China[J]. *Bull Natl Nat Sci Found China*, 2006, 20(5): 293–296.
- [11] 王关玉, 潘懋, 刘锡大, 等. 山东省土壤中元素含量与母质的关系[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 1992, 28(4): 475–485.
- Wang G Y, Pan M, Liu X D, et al. On the relationship between the concentrations of elements in soil and the types of soil-forming parent material in Shandong Province, China[J]. *Acta Sci Nat Univ Pekinensis*, 1992, 28(4): 475–485.
- [12] 王深法, 王人潮, 吴玉卫. 成土母质的概念及其分类——浙江省成土母质类型划分[J]. *浙江农业大学学报*, 1989, 15(4): 389–395.
- Wang S F, Wang R C, Wu Y W. The concept of soil parent material and its classification[J]. *Acta Agric Univ Zhejiangensis*, 1989, 15(4): 389–395.
- [13] 吴次芳. 浙江省区域地质条件与土壤微量元素分布的关系及其在成土母质类型划分上的意义[J]. *土壤通报*, 1992, 23(2): 61–63.
- Wu C F. Relationship between regional geological conditions and distribution of soil trace elements in Zhejiang province and its significance in classification of parent material types[J]. *Chin J Soil Sci*, 1992, 23(2): 61–63.
- [14] 周明枏. 浅谈土壤调查中成土母质类型的划分问题[J]. *土壤*, 1983, 15(3): 110–114.
- Zhou M C. On the classification of soil-forming material types in soil survey[J]. *Soils*, 1983, 15(3): 110–114.
- [15] 朱彩云, 白洁润, 顾国洪. 母质演化与质地对土壤养分的影响[J]. *现代农业*, 2014(6): 32–33.
- Zhu C Y, Bai J R, Gu G H. Maternal material evolution and the effect of texture on soil nutrients[J]. *Mod Agric*, 2014(6): 32–33.
- [16] 莫宣学, 赵志丹, 周肃, 等. 印度-亚洲大陆碰撞的时限[J]. *地质通报*, 2007, 26(10): 1240–1244.
- Mo X X, Zhao Z D, Zhou S, et al. On the timing of India-Asia continental collision[J]. *Geol Bull China*, 2007, 26(10): 1240–1244.
- [17] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. *中国地质*, 2009, 36(1): 1–28.
- Pan G T, Xiao Q H, Lu S N, et al. Subdivision of tectonic units in China[J]. *Geol China*, 2009, 36(1): 1–28.
- [18] Zhu Z M, Sun Y L. Direct Re-Os dating of chalcopyrite from the Lala IOCG deposit in the Kangdian copper belt, China[J]. *Econ Geol*, 2013, 108(4): 871–882.
- [19] 李文昌, 江小均. 扬子西缘陆内构造转换系统与构造岩浆成矿效应[J]. *地学前缘*, 2020, 27(2): 151–164.
- Li W C, Jiang X J. The Cenozoic tectono-magmatism-mineralization effect of the intracontinental tectonic transformation system in the western margin of Yangtze Block[J]. *Earth Sci Front*, 2020, 27(2): 151–164.
- [20] 张永双, 刘筱怡, 吴瑞安, 等. 青藏高原东缘深切河谷区古滑坡: 判识、特征、时代与演化[J]. *地学前缘*, 2021, 28(2): 94–105.
- Zhang Y S, Liu X Y, Wu R A, et al. Cognization, characteristics, age and evolution of the ancient landslides along the deep-cut valleys on the eastern Tibetan Plateau, China[J]. *Earth Sci Front*, 2021, 28(2): 94–105.
- [21] 从柏林, 赵大升, 张雯华, 等. 西昌地区岩浆活动特征及其与

- 构造地质的关系[J]. 地质科学, 1973, 8(3): 175-195.
- Cong B L, Zhao D S, Zhang W H, et al. Characteristics of magmatic activity in the Sichang area and its bearing on the tectonic geological development[J]. Chin J Geol, 1973, 8(3): 175-195.
- [22] 尹福光, 王冬兵, 王保弟, 等. 西南三江造山带地层区划[J]. 沉积与特提斯地质, 2017, 37(4): 1-8.
- Yin F G, Wang D B, Wang B D, et al. Stratigraphic classification in the Nujiang - Lancangjiang - Jinshajiang orogenic zone in southwestern China [J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2017, 37(4): 1-8.
- [23] 任飞, 潘桂棠, 尹福光, 等. 西南三江地区洋板块地层特征及构造演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2017, 37(4): 9-16.
- Ren F, Pan G T, Yin F G, et al. Oceanic plate stratigraphy and tectonic evolution of the Nujiang - Lancangjiang - Jinshajiang area in southwestern China [J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2017, 37(4): 9-16.
- [24] 高慧, 吴文贤, 张建龙. 西南山区遥感蚀变异常信息提取综合研究——以云南酒房地区为例[J]. 沉积与特提斯地质, 2017, 37(4): 107-112.
- Gao H, Wu W X, Zhang J L. Remote sensing information extraction of alteration anomalies in the Jiufang region, Yunnan, southwestern China: A case study [J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2017, 37(4): 107-112.
- [25] 张岳桥, 杨农, 孟晖, 等. 四川攀西地区晚新生代构造变形历史与隆升过程初步研究[J]. 中国地质, 2004, 31(1): 23-33.
- Zhang Y Q, Yang N, Meng H, et al. Late Cenozoic tectonic deformation history and uplift process of the Panxi region, western Sichuan [J]. Geol China, 2004, 31(1): 23-33.
- [26] 李吉均, 周尚哲, 赵志军, 等. 论青藏运动主幕[J]. 中国科学: 地球科学, 2015, 45(10): 1597-1608.
- Li J J, Zhou S Z, Zhao Z J, et al. The Qingzang movement; the major uplift of the Qinghai - Tibetan Plateau [J]. Sci China: Earth Sci, 2015, 45(10): 1597-1608.
- [27] 张景华, 欧阳渊, 陈远智, 等. 基于无人机遥感的四川省昭觉县农业产业园土地适宜性评价[J/OL]. 中国地质, 2021(2020-08-06) [2021-07-20]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1167.P.20200806.1013.002.html>.
- Zhang J H, Ouyang Y, Chen Y Z, et al. Land suitability evaluation of agricultural industrial park based on unmanned aerial vehicle's remote sensing in Zhaojue County of Sichuan Province [J/OL]. Geol China, 2021(2020-08-06) [2021-07-20]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1167.P.20200806.1013.002.html>.
- [28] 李樨, 刘小念, 刘洪, 等. 西昌普诗地区中-下白垩统小坝组岩石-紫色土剖面稀土元素地球化学特征分析[J/OL]. 沉积与特提斯地质, 2021(2021-06-08) [2021-07-20]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.06002>.
- Li T, Liu X N, Liu H, et al. Geochemistry of rare earth elements of purple soil layers in the Middle - Lower Cretaceous Xiaoba Formation, Pushi area, Xichang [J/OL]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2021(2021-06-08) [2021-07-20]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.06002>.
- [29] 张慈, 赵银兵, 欧阳渊, 等. 青藏高原东缘地质环境对植被覆盖度的影响研究: 以冕宁县为例[J]. 沉积与特提斯地质, 2021(2021-03-15) [2021-07-20]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.03010>.
- Zhang C, Zhao Y B, Ouyang Y, et al. Influence of geological environment on vegetation coverage in the eastern edge of Qinghai - Tibet Plateau: a case study of Mianning [J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2021(2021-03-15) [2021-07-20]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.03010>.
- [30] 张维理, 徐爱国, 张认连, 等. 土壤分类研究回顾与中国土壤分类系统的修编[J]. 中国农业科学, 2014, 47(16): 3216-3232.
- Zhang W L, Xu A G, Zhang R L, et al. Review of soil classification and revision of china soil classification system [J]. Sci Agric Sin, 2014, 47(16): 3216-3232.
- [31] 朱朝晖, 宋明义, 覃兆松, 等. 土壤地质单位的建立与研究——以浙江省为例[J]. 中国地质, 2004, 31(S1): 51-61.
- Zhu C H, Song M Y, Qin Z S, et al. Establishment and study of soil - geological units: a case study of Zhejiang Province [J]. Geol China, 2004, 31(S1): 51-61.
- [32] 崔秀明, 徐珞珊, 王强, 等. 云南三七道地产区地质背景及土壤理化状况分析[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(5): 332-335.
- Cui X M, Xu L S, Wang Q, et al. Analysis on the geologic background and physicochemical properties of soil for the cultivation of Panax notoginseng in Yunnan province [J]. China J Chin Mater Med, 2005, 30(5): 332-335.
- [33] 董建华, 赵伟明, 赵科理, 等. 基于地质背景的山核桃林土壤肥力因子分析[J]. 经济林研究, 2018, 36(4): 52-58.
- Dong J H, Zhao W M, Zhao K L, et al. Factor analysis of soil fertility under different geological background conditions in Carya cathayensis plantation [J]. Nonwood Forest Res, 2018, 36(4): 52-58.
- [34] 何方永, 杜晓军. 基于地质条件的光雾山彩叶景观利用评价[J]. 国土资源科技管理, 2017, 34(4): 89-99.
- He F Y, Du X J. Utilization evaluation of colorful - leaf landscape in Guangwumountain based on geological conditions [J]. Sci Technol Manage Land Resour, 2017, 34(4): 89-99.
- [35] 黄会前, 何腾兵, 牟力. 贵州母岩(母质)对土壤类型及分布的影响[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(11): 1816-1820.
- Huang H Q, He T B, Mou L. Effect of parent rock (parent material) on soil type and distribution in Guizhou [J]. J Zhejiang Agric Sci, 2016, 57(11): 1816-1820.
- [36] 毛雪, 朱海娣, 马友华, 等. 安徽省现代特色农业生态地质条件分析[J]. 中国农学通报, 2016, 32(29): 194-199.
- Mao X, Zhu H D, Ma Y H, et al. Ecological geological conditions of Anhui modern featured agriculture [J]. Chin Agric Sci Bull, 2016, 32(29): 194-199.
- [37] 严明书, 黄剑, 何忠庠, 等. 地质背景对土壤微量元素的影

205,219.

Yan M S, Huang J, He Z X, et al. The influence of geological background on trace elements of soil: a case study of Yubei area[J]. *Geophys Geochem Explor*, 2018, 42 (1) : 199 – 205, 219.

[38] 徐咏文,段萍,罗志华. 浅析中国土壤分类的发生与现状[J]. *安徽农业科学*, 2005, 33(10) :2003 – 2004.

Xu Y W, Duan P, Luo Z H. Analysis of the occurrence and current situation of soil classification in China[J]. *J Anhui Agric Sci*, 2005, 33(10) :2003 – 2004.

[39] 孙厚云,孙晓明,贾凤超,等. 河北承德锗元素生态地球化学特征及其与道地药材黄芩适生关系[J]. *中国地质*, 2020, 47(6) :1646 – 1667.

Sun H Y, Sun X M, Jia F C, et al. The eco – geochemical characteristics of germanium and its relationship with the genuine medicinal material *Scutellaria baicalensis* in Chengde, Hebei Province[J]. *Geol China*, 2020, 47(6) :1646 – 1667.

[40] 刘孜,黄行凯,徐宏林,等. 湖北宜昌鸦鹊岭地区岩石 – 土壤元素迁移特征及柑橘种植适宜性评价[J]. *中国地质*, 2020, 47(6) :1853 – 1868.

Liu Z, Huang X K, Xu H L, et al. Migration characteristics of elements in the rock – soil system and suitability evaluation of orange planting in Yaqueling area, Yichang, Hubei Province [J]. *Geol China*, 2020, 47(6) :1853 – 1868.

[41] 张景华,张建龙,欧阳渊,等. 基于形成机理的石漠化敏感性评价:以贵州省黔西县为例[J/OL]. *沉积与特提斯地质*; 1 – 11 [2021 – 10 – 14]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.07005>.

Zhang J H, Zhang J L, Ouyang Y, et al. Sensitivity evaluation of karst rock desertification based on its formation mechanism: an example from Qianxi County of Guizhou province [J/OL]. *Sediment Geol Tethyan Geol*; 1 – 11 [2021 – 10 – 14]. <https://doi.org/10.19826/j.cnki.1009-3850.2021.07005>.

**Classification of soil parent materials in mountain areas of Southwest China based on geological formations:
A case study of Daliangshan region**

OUYANG Yuan¹, ZHANG Jinghua¹, LIU Hong^{1,2}, HUANG Hanxiao¹, ZHANG Tengjiao¹, HUANG Yong¹
(1. *Chengdu Center, China Geological Survey, Sichuan Chengdu 610081, China*; 2. *College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Sichuan Chengdu 610059, China*)

Abstract: In this paper, taking Daliangshan region of Sichuan Province as a case study, the authors put forward the classification of soil parent materials based on geological formation, which takes the tectonic evolution and geological formation environment as foundation, and combines with the genetic type of eluvium and slope deposit. The soil parent materials in Daliangshan region are classified into 12 types, including Quaternary alluvial – diluvial deposit, Neogene – Quaternary sandstone and mudstone eluvium and slope deposit, Jurassic – Cretaceous mudstone eluvium and slope deposit, Triassic sandstone and mudstone eluvium and slope deposit, Jurassic – Cretaceous acidic magmatic eluvium and slope deposit, Triassic intermediate – acidic magmatic eluvium and slope deposit, Permian basic – ultrabasic eluvium and slope deposit, Sinian – Triassic sandstone and mudstone eluvium and slope deposit, Sinian – Triassic carbonate eluvium and slope deposit, Proterozoic intermediate – acidic eluvium and slope deposit, Proterozoic basic – ultrabasic eluvium and slope deposit, and Proterozoic metamorphic eluvium and slope deposit. The results show that there are differences between parent material and soil, While different soil types of same parent material have similar geochemical characteristics, and same soil types of different parent material have different geochemical characteristics. Therefore, the classification of soil parent materials based on geological formation can not only effectively reflect the difference of parent materials under different tectonic setting and diagenetic environment, but also effectively present the internal relationship between parent material and soil.

Keywords: soil; soil parent material; geological formation; ecogeological survey; Daliangshan region
(责任编辑: 沈效群)