

ISSN 0564-3929

# Acta Pedologica Sinica 土壤学报

Turang Xuebao

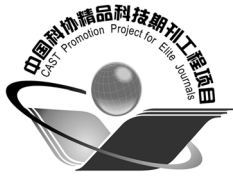


中国土壤学会 主办  
科学出版社 出版

2016

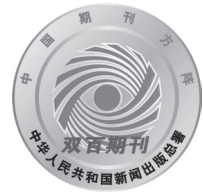
第53卷 第1期

Vol.53 No.1



# 土壤学报

( Turang Xuebao )



第 53 卷 第 1 期 2016 年 1 月

## 目 次

### 综述与评论

人工纳米材料对植物-微生物影响的研究进展 ..... 曹际玲 冯有智 林先贵 ( 1 )

### 新视角与前沿

2015年诺贝尔生理学或医学奖的启示——土壤微生物分离培养推动了寄生虫病防治 ..... 贾仲君 ( 12 )

### 研究论文

中国农田土壤中有机物料腐解特征的整合分析 ..... 王金洲 卢昌艾 张文菊等 ( 16 )

基于RUSLE模型的安徽省土壤侵蚀及其养分流失评估 ..... 赵明松 李德成 张甘霖等 ( 28 )

模拟降雨下覆沙坡面侵蚀颗粒特征研究 ..... 汤珊珊 李 鹏 任宗萍等 ( 39 )

河南省典型土系的特定土层特征与分类研究 ..... 鞠 兵 吴克宁 李 玲等 ( 48 )

土壤数据源和制图比例尺对旱地土壤有机碳储量估算的影响 ..... 李晓迪 王淑民 张黎明等 ( 58 )

基于传统土壤图的土壤-环境关系获取及推理制图研究 ..... 黄 魏 罗 云 汪善勤等 ( 72 )

添加生物炭对黄绵土耕层土壤可蚀性的影响 ..... 吴媛媛 杨明义 张风宝等 ( 81 )

中国主要土壤类型的土壤容重传递函数研究 ..... 韩光中 王德彩 谢贤健 ( 93 )

咸水滴灌下塔克拉玛干沙漠腹地人工防护林土壤水盐动态 ..... 丁新原 周智彬 徐新文等 ( 103 )

古尔班通古特沙漠南缘固定沙丘土壤水分时空变化特征 ..... 朱 海 胡顺军 陈永宝 ( 117 )

秸秆深还对土壤团聚体中胡敏素结构特征的影响 ..... 朱 姝 窦 森 关 松等 ( 127 )

开垦年限对稻田土壤腐殖质组成和胡敏酸结构特征的影响 ..... 刘 鑫 窦 森 李长龙等 ( 137 )

连续解吸中离子强度对可变电荷土壤和高岭石体系pH的影响 ..... 罗文贱 张政勤 陈 勇等 ( 146 )

土壤矿物和胡敏酸对阿特拉津的吸附-解吸作用研究 ..... 黄玉芬 刘忠珍 李衍亮等 ( 155 )

太湖地区稻麦轮作农田改葡萄园对土壤氮转化过程的影响 ..... 王 敬 张金波 蔡祖聪 ( 166 )

长期不同施肥措施对雨养条件下陇东旱塬土壤氮素的影响 ..... 王 婷 李利利 周海燕等 ( 177 )

三峡库区农桑配置对地表氮磷流失的影响 ..... 张 洋 樊芳龄 周 川等 ( 189 )

长期施用氮磷钾肥和石灰对红壤性水稻土酸性特征的影响 ..... 鲁艳红 廖育林 聂 军等 ( 202 )

灰漠土小麦-玉米-棉花轮作体系钾平衡与钾肥利用率 ..... 王西和 吕金岭 刘 骅 ( 213 )

一种准确测定土壤空气汞浓度的采样方法研究 ..... 吴晓云 郑有飞 林克思 ( 224 )

啮虫啉在土壤中的降解动态及对土壤微生物的影响 ..... 谢 慧 朱鲁生 谭梅英 ( 232 )

不同种植年限宁夏枸杞根际微生物多样性变化 ..... 纳小凡 郑国琦 彭 励等 ( 241 )

色季拉山4种林型土壤呼吸及其影响因子 ..... 马和平 郭其强 李江荣等 ( 253 )

不同质地土壤中荒漠灌木梭梭“肥岛”的初步探讨 ..... 曹艳峰 丁俊祥 于亚军等 ( 261 )

### 研究简报

施磷处理对中性紫色土土壤硝化作用的影响 ..... 赵浩淳 周志峰 秦子娴等 ( 271 )

### 信息

《土壤学报》2014年度优秀论文评选揭晓 ..... ( 188 )

封面图片：三峡库区“农桑配置”生态保育系统（由张 洋、倪九派提供）

征稿简则 ..... ( 276 )



# 河南省典型土系的特定土层特征与分类研究\*

鞠 兵<sup>1</sup> 吴克宁<sup>1†</sup> 李 玲<sup>2</sup> 陈 杰<sup>3</sup>

(1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

(2 河南农业大学资源环境学院, 郑州 450002)

(3 郑州大学水利与环境学院, 郑州 450001)

**摘 要** 根据土壤发生学理论, 在土壤景观相似的土壤中(如相同母质、相似气候、相同地形以及相似的植物类型和动物活动), 土壤的属性具有相似性; 然而由于地理环境中复杂的成土因素的影响, 土壤绝无完全相同的土壤个体。在划分土壤地理发生分类基层单元土种和系统分类基层单元土系时, 特定土层被用于反映土体构型差异。但特定土层类型多样, 目前尚处于模糊状态, 随着土系划分研究的深入, 有必要对其进行分门别类与归纳整理。本文以河南省典型土系为例, 梳理和总结了土系划分时涉及的主要特定土层, 从特定土层形成根源上将其分为现代成土环境下土壤发生过程形成的、地质成因或地质时期土壤环境下发育形成的和人类活动产生的三个类型, 并提出了基于土系概念的特定土层分类与检索体系, 旨在使特定土层的概念更为系统、全面、开放, 以便于使用。

**关键词** 土壤系统分类; 基层分类; 土系; 特定土层; 河南省

**中图分类号** S155.3 **文献标识码** A

在土壤剖面描述及分类中经常涉及的土壤层次主要有土层(layers)、发生层(horizons)、诊断层(diagnostic horizons)、特定土层(characteristic horizons)等。土层指呈现母质层理性状的土层<sup>[1]</sup>; 发生层是指具有成土特征的土层; 由于成土过程的普遍存在, 土层一般也具成土特征, 在某种程度上土层即为发生层<sup>[2]</sup>, 在最新版的美国土壤系统分类检索<sup>[3]</sup>中, 并不刻意区分土层与发生层。在土壤系统分类中, 诊断层是指具有一系列定量说明的土层<sup>[4]</sup>, 是用于分类目的、用定量规定的土壤属性(形态的、物理的、化学的)划分土壤高级单元的主要依据; 而特定土层是指在土壤基层分类单元划分中基本的质地层次、特殊异质土层以及熟化耕作土层的统称<sup>[2, 5-7]</sup>。实际上, 并非所有的发生层或特定土层均是诊断层, 而特定土层也与诊断层并不冲突, 而是对基层分类, 尤其是对土系剖面形态的补充和细化。因此, 发生层(或土层)、诊断层、特定土层均是反映土壤发

生过程和土壤形态特征的重要土层, 也是用于土壤分类的重要依据。

近年来“特定土层”被逐渐用于土壤系统分类基层单元土系的划分<sup>[8-17]</sup>。《中国土壤系统分类土族和土系划分标准》中系统总结了我国土壤系统分类基层单元划分的规范, 认可了特定土层在土系中的应用<sup>[18]</sup>。但是, 特定土层类型多样, 加之随着研究的深入, 对于特定土层的使用因地区而异、因土而异、因人而异, 因此有必要对“特定土层”进行分门别类与归纳整理。为此, 本文在河南省土系调查成果基础上, 尝试对河南地区代表性的特定土层进行梳理, 并探究用于土系划分的分类方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区主要成土过程与土壤类型

河南省地处华北平原中南部, 西北、西部和南部地区以山地、丘陵为主, 有太行山、伏牛山、

\* 国家科技基础性工作专项(2014FY110200)资助 Supported by the Basic Work of the Ministry of Science and Technology of China (No. 2014FY110200)

† 通讯作者 Corresponding author, E-mail: knwu@sohu.com

作者简介: 鞠兵(1986—), 男, 山东威海人, 博士研究生, 主要从事土壤发生和分类研究。E-mail: didajubing@163.com

收稿日期: 2015-03-09; 收到修改稿日期: 2015-05-24

桐柏山和大别山四大山系，豫中、豫东地区为山地  
向平原过渡区，豫东北和豫东南地区为黄泛区冲积  
平原，周口、驻马店和南阳等为湖积平原，地势上  
呈现西北高、东南低等趋势<sup>[19]</sup>；在气候上，跨暖  
温带和北亚热带，属大陆性季风气候，年均温和年  
降水量大致由豫西北向豫东南逐渐增加。在这一地  
区，土壤成土环境具有明显地过渡特征，代表性成  
土过程有豫西山地区的淋溶黏化过程、腐殖质积累  
过程、黄土丘陵区残积黏化过程，豫东平原的氧化  
还原过程、潜育化过程，豫南黄土岗地的黏磐的形  
成，以及土壤的熟化过程等。因此，在土壤剖面中  
发育了具有代表性的土壤层次，如黏化层、黏磐  
层、铁锰胶膜（或结核）淀积层、漂白层、腐殖质  
层、砂姜层等。在系统分类高级单元中，这些土层  
依据诊断层、诊断特性的定义，可归属于若干诊断  
层、诊断特性，而在基层单元中，作为特定土层，  
成为鉴别、区分土系构型差异的重要工具。

在国家基础性工作专项项目“中国土系调查  
与《中国土系志》编撰（2008FY110600，2009—  
2013）”河南土系调查工作成果的基础上，已经  
调查确认的土壤类型（系统分类<sup>[4]</sup>）主要涉及5个  
土纲（order）、12个亚纲（suborder）、21个土类  
（group）以及约34个亚类（subgroup）。其中，  
确山—正阳—息县—淮滨县以南主要是水耕人为  
土，以北豫东冲积平原区则以旱耕人为土为主。淋  
溶土纲中，黏磐湿润淋溶土主要分布在豫中南部地  
区，大致对应我国地理发生分类中含有黏磐的黄  
褐土；筒育湿润淋溶土分布范围相对较广，集中在

豫南；豫北主要分布筒育干润淋溶土和筒育干润维  
形土，大致对应发生分类中的典型褐土和石灰性褐  
土。锥形土纲包含的土壤类型最丰富，以底锈干润  
锥形土、筒育干润锥形土、砂姜潮湿锥形土、淡色  
潮湿锥形土、筒育湿润锥形土等土类为主。其中，  
筒育干润锥形土分布零散，大多集中在山地向平原  
过渡丘陵区；底锈干润锥形土主要分布在河流两  
岸、地下水位活动频繁的潮土区。

1.2 典型土系的选择

根据河南省地貌特征、土壤地带性分布以及古  
人类活动的大致规律，合计选取20个可基本体现河  
南地区土壤发生过程和土壤类型的土系（图1）。

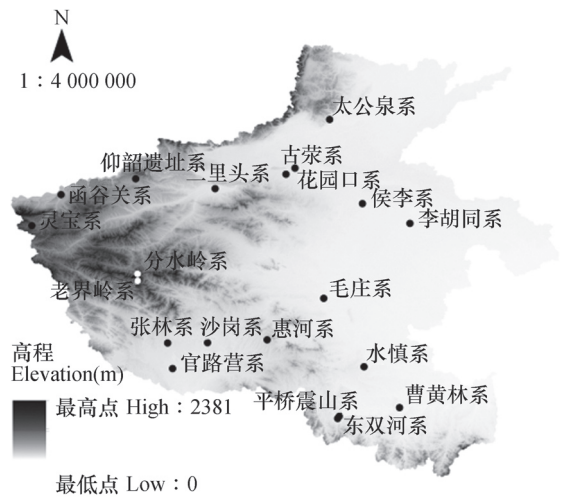


图1 河南省典型土系的空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution map of soil series typical of Henan Province

表1 河南省典型土系的地理概况

Table 1 General geographical location of soil series typical of Henan Province

区域 Region	土系名称 Soil series	位置 Location	高程 (m) Altitude	区域 Region	土系名称 Soil series	位置 Location	高程 (m) Altitude
豫北平原	花园口系	郑州市黄河湿地保护区	92.8	南阳盆地	张林系	南阳市镇平县	146.5
	古荣系	郑州市古荣镇	101.7		官路营系	邓州市桑庄乡	96.5
	太公泉系	新乡市卫辉县	129.0		惠河系	驻马店市泌阳县	179.8
豫东平原	李胡同系	开封市睢县	54.0	沙岗系	南阳市溧河乡	119.0	
	侯李系	开封市通许县	66.0	豫西山 丘陵	分水岭系	南阳市西峡县	1 758
淮北平原	毛庄系	开封市通许县	66.8		老界岭系	南阳市西峡县	1 780
	水慎系	驻马店市正阳县	71.8	函谷关系	三门峡市灵宝县	355.3	
淮南岗地	曹黄林系	信阳市息县	66.3	灵宝系	三门峡市灵宝县	923.3	
	平桥震山系	信阳市平桥区	75.0	古人为遗存	仰韶遗址系	三门峡市渑池县	627.0
	东双河系	信阳市平桥区	83.7	二里头系	偃师市翟镇	134.0	

### 1.3 分析方法

野外调查采样依据中国科学院南京土壤研究所制订的《野外土壤描述与参考手册》(试用版, 2015), 土壤类型鉴定的有关理化性质分析参照《土壤调查实验室分析方法》一书<sup>[20]</sup>。其中, 土壤细土部分颗粒组成采用英国马尔文Mastersizer 2000激光粒度仪测量, 并依据杨金玲等<sup>[21]</sup>关于激光法与湿筛一吸管法测定土壤颗粒组成的转换及质地确定的研究结果对本文相关剖面颗粒组成数据进行校正, 以便与传统地理发生分类类型和发生层特征进行参比。

## 2 结果

### 2.1 河南省典型土壤分布与特定土层

花园口系剖面位于黄河沿岸湿地地区, 母质为河流冲积物, 发生层质地(美国质, 下同)以砂壤质、壤质和粉砂壤质为主(图2a), 加之受地下水周期性活动的影响, 剖面中土壤氧化还原特征明显, 50 cm以上的土层有氧化还原斑纹, 140 cm以下被浅层地下水饱和, 潜育特征明显, 全剖面以弱碱性为主, 剖面底部因长期处于厌氧还原状态, 土壤pH略高(图3a); 在1 m土体内碳酸钙相当物含量平均为 $81.16 \text{ g kg}^{-1}$ , 无明显钙积层, 仅有钙积现象<sup>[4]</sup>(图3a)。有机质含量普遍偏低, 雏形层内有机质平均含量仅为 $4.89 \text{ g kg}^{-1}$ 。古菜系和太公泉系剖面分别位于马兰黄土和冲积物母质上, 典型剖面中土壤质地比较均一, 以粉壤质为主, 但由于碳酸钙发生淋溶、淀积和黏化, 太公泉系黏化层中黏粒含量明显高于上覆土层(图2a), 而古菜系土层间黏粒含量差异不如前者明显(图2a), 砂粒(细土 $50 \sim 2\,000 \mu\text{m}$ 部分)含量较高。但是根据系统分类检索, 二者均具备了“Ap-AB-Bt(黏化层)-Bk(碳酸钙相当物淀积)”的典型构型, 尤其以太公泉系具有较明显的假菌丝体淀积现象。

侯李系形成于现代冲积过程, 土壤发育极弱, 甚至可见冲积层理, 因此土壤中不同土层内质地并不均一, 而李胡同系具有相对比较明显的发育过程(雏形层Bw), 土体中质地以粉壤质为主(图2b)。从土壤pH来看, 侯李系和李胡同系均呈弱碱性, 但侯李系因冲积层理随深度变化没有显著性规律(图3b)。由于二者均受农业活动的影响, 表层土壤有机质含量明显高于心土层(图3b)。在土

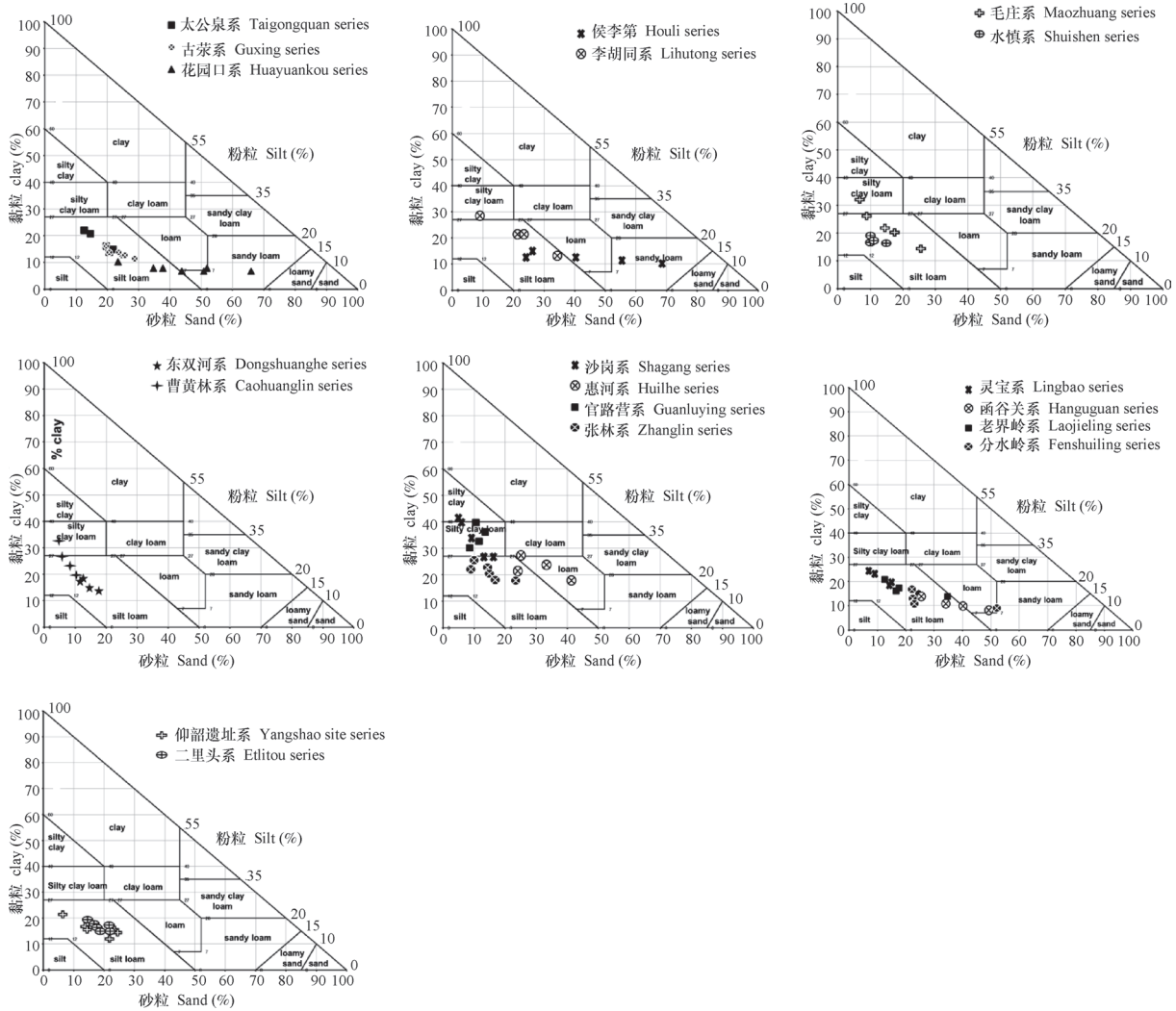
体形态上, 李胡同系剖面具有弱发育的雏形层, 50 cm以上有氧化还原斑纹; 侯李系剖面无雏形层, 25 cm以下冲积层理明显。前者黏粒含量较高而砂粒含量明显低于后者; 二者分别属于普通淡色潮湿雏形土和石灰干润正常新成土。

毛庄系发育在湖积物母质上, 典型剖面的中上部具有颜色暗淡的残余黑土层(ABt), 50 cm以下有氧化还原斑纹和石灰性, 通体为粉壤质地; 而水慎系发育于岗地缓坡地带的下蜀黄土母质上, 土体中有黏磐(Btm), 磐中有大量的铁锰胶斑。在颗粒组成上, 水慎系受母质影响, 加之比较充沛的降水条件, 土体黏化层厚且层位浅, 甚至发育有黏粒胶结而形成的黏磐, 故土体质地均一, 土层间粉黏比和黏化率均无明显差异(图2c); 而毛庄系土体中土层颗粒组成相对分异, 尤其是具有变性现象的土层(Bv:  $100 \sim 120 \text{ cm}$ )黏粒含量比较高, 以粉黏壤为主(图2c)。而有机质含量和pH的差异, 主要源于土地利用方式和采样时间的不同(图3c)。毛庄系矿质土表系旱耕表层, 耕作历史悠久, 土壤养分含量高; 而水慎系由于层厚且浅层的黏化层出现, 土地利用方式以人工林为主, 有机质含量随深度变化的方式与前者有明显差异。

曹黄林系和东双河系剖面为水耕人为土, 二者区别在于前者位于垄岗顶部, 是发育较弱的水耕人为土, 心土层可见明显的棱柱状结构, 有明显的漂白层; 而后者则位于较为开阔的低地, 无漂白层, 中下部土体有大量的铁锰结核。虽然二者土体中颗粒组成均以粉壤质为主(图2d), 但曹黄林系土层分异比较明显, 漂白层和下垫的水耕氧化还原层十分显著。因此, 在该样区水耕表层和水耕氧化还原层是水耕人为土亚纲的主要标志, 而水耕氧化还原层中铁锰结核淀积的分异程度也反映了地形、耕作年份以及耕作方式对铁锰还原移动与氧化固定过程的影响。

惠河系属砂姜潮湿变性土, 官路营系和沙岗系属筒育潮湿变性土, 而张林系属筒育湿润雏形土。由于受到湿润的水分条件的影响, 4个典型剖面中多见氧化还原特征, 且颗粒组成上并无显著差异, 质地类型以粉壤质为主(图2e)。根据氧化还原特征出现的层位进行区分, 张林系剖面属湿润变性土, 其他三者均在40 cm以上均有氧化还原斑纹, 属潮湿变性土。而惠河系剖面在10 cm深度处有厚度约20 cm的砂姜层。在这4个剖面中, 由残余黑土





注：图中点表示典型土系不同发生层土壤细土颗粒粒径组成（据黏、粉、砂体积百分比）在质地三角形中的位置。下同Note: The points in the plots represent particle size composition (percentages of clay, silt and sand) of the section of fine-earth in the genetic horizon. The same below

图2 典型土系不同发生层质地

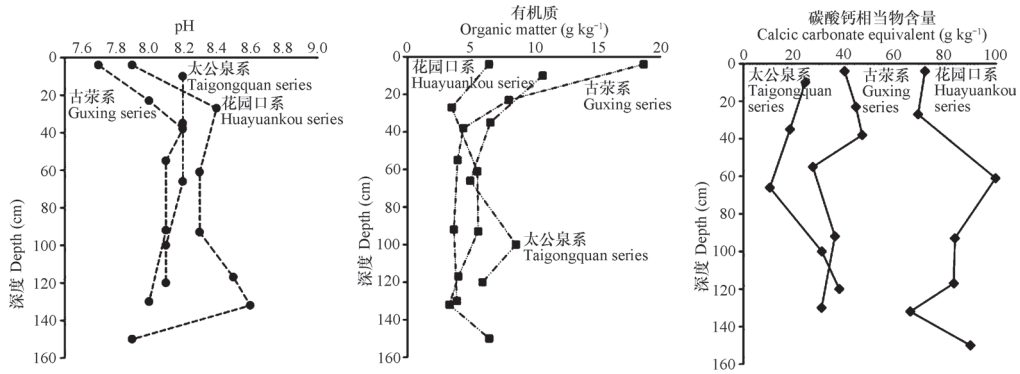
Fig.2 Textures of different horizons of the soil profiles

层 (ABt)、氧化还原特征淀积层 (Bs) 和砂姜层 (Bk) 组成了土层层次相似而构型不同的土系。

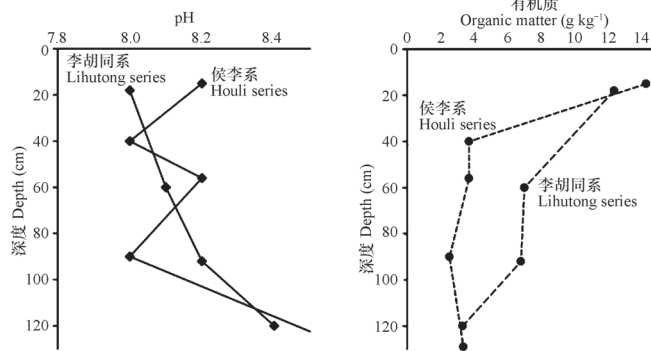
在豫西山地丘陵地区，母质类型复杂多样，选取不同海拔、地形位置的4个典型土壤加以分析说明（如图4），函谷关系剖面为低山黄土丘陵区典型的普通筒育干润锥形土，对应我国地理发生分类中的黄土质石灰性褐土性土，锥形层发育较弱；灵宝系剖面为海拔400~600 m之间的普通筒育湿润淋溶土，在地理发生分类中系淋溶褐土，降水量丰富，地形坡度较大，有黏化层；老界岭系剖面位于海拔1 500 m的普通筒育湿润锥形土，对应地理发生分类中的棕壤性土；分水岭系为位于海拔1 500

m以上的暗沃筒育湿润锥形土，大致对应地理发生分类中的典型棕壤。

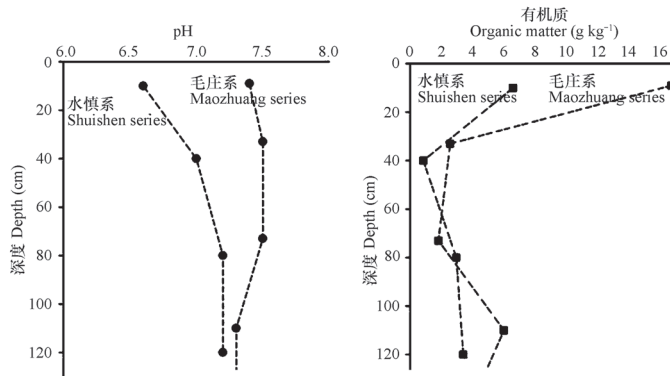
在豫西山地低山黄土丘陵区，函谷关系是典型代表之一。在该土系中，土壤发育继承马兰黄土母质，石灰性物质的淋溶和淀积比较弱，因此土体中层次分异不显著，土壤颜色、质地（图2f）、心土层有机物含量以及酸碱性（图3d）比较均一，因此，在函谷关系中，碳酸盐相当物含量分布随深度无明显差异，次生可辨碳酸盐新生体以碳酸钙粉末或少量假菌丝体为主，但其含量（包括新生体数量）与上覆土层的差异不满足钙积层<sup>[4]</sup>，故系钙积现象。灵宝系是丘陵区降水量相对比较充沛区的



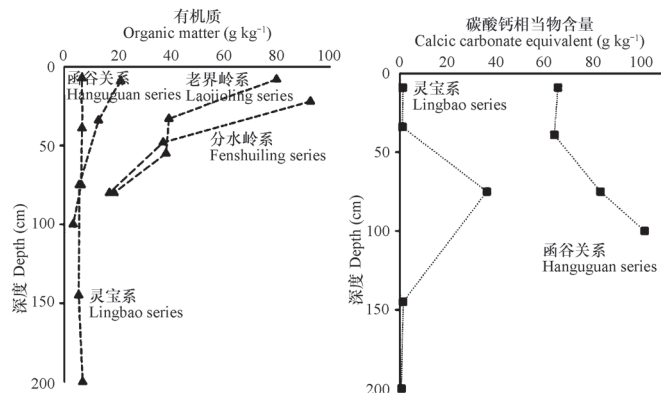
a 古荣系 (Guxing series)、太公泉系 (Taigongquan series) 和花园口系 (Huayuankou series)



b 李胡同系 (Lihutong series) 和侯李系 (Houli series)



c 水慎系 (Shuishen series) 和毛庄系 (Maozhuang series)



d 老界岭系 (Laojieling series)、分水岭系 (Fenshuiling series)、灵宝系 (Lingbao series) 和函谷关系 (Hanguguan series)

图3 典型土系剖面不同层次pH、有机质和碳酸钙相当物含量

Fig.3 pH, organic matter and CaCO<sub>3</sub> equivalent content in different horizons of the soil profiles in sample zone

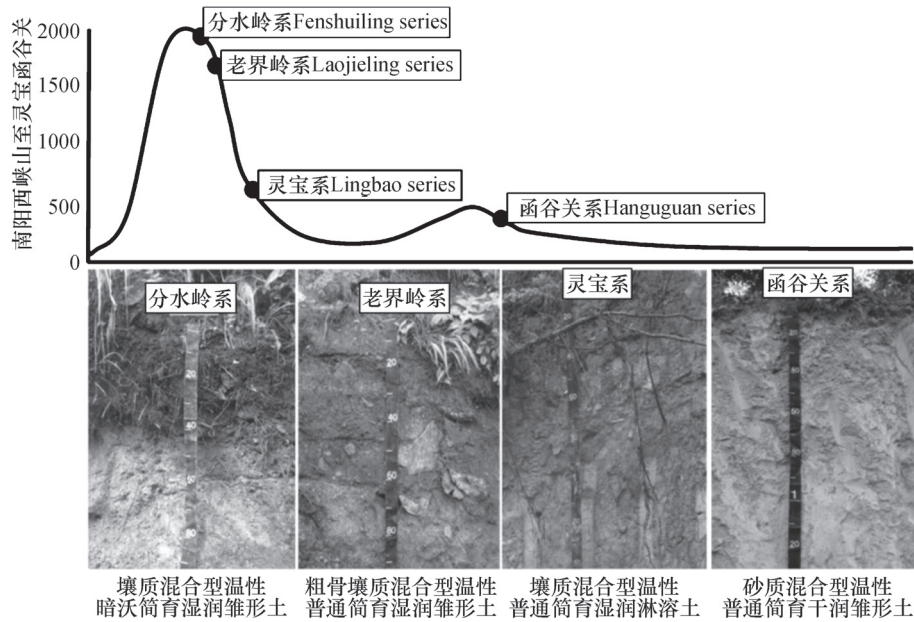


图4 豫西山地丘陵区位于不同海拔高度的典型土壤剖面照片

Fig.4 Soil profiles typical of the mountain/hill regions different in altitude in West Henan

典型土系。由于发育有黏化层，从图2f中的质地三角图中可以看出土层间颗粒组成的差异；有机质含量在该土系中除表层较高外，心土层和底土层并无差异。而在山地海拔较高的地区，土壤本身发育比较弱，心土层多为锥形层，粗骨物质含量比较高，而由于矿质土表有机质淀积，有机质含量很高（图3d）。

河南省是华夏文明发源地之一，至今已知的古人类遗迹多达40处。在这些遗址区，土系控制层段内往往可见古人类文明的遗存或遗迹，土系划分中对古人类遗存不容忽视。选取2个典型土系加以说明。发育在黄土母质上的这两种土系，在矿质土层中发育程度较弱，质地类型以粉壤质为主（图2g）。但是该两种土系作为受古人类活动影响的代表，其得以保存的方式多以白灰层、灰烬层、生活和生产遗迹（陶、瓦片、兽骨、打磨工具）以及遗址（墓葬、房屋结构）等。白灰层为古人类生活垃圾填埋后灰化形成，出露深度不一，以仰韶遗址系为例，白灰层（Bus）出露在180cm以下，矿质土壤少，无结构，容重为 $1.15 \text{ g cm}^{-3}$ ，而上覆和下垫土层平均容重分别为 $1.26 \text{ g cm}^{-3}$ 和 $1.27 \text{ g cm}^{-3}$ ，有明显差异；而碳酸钙相当物的含量平均为 $190.6 \text{ g kg}^{-1}$ ，明显高于上覆土层，与毗邻土层形成强烈对比。因此，遗址地区及其附近出露的古人为活动形成的层次应该作为土系特定土层之一。

## 2.2 土壤基层分类中的特定土层

在观察、分析和总结河南省典型土系的剖面形态特征和基本理化性质的基础上，梳理总结特定土层可以反映河南土壤的发生学特征以及典型构型的特点。本文选取的20个剖面中，除平桥镇山系土层浅薄外，其余19个剖面均形成了与其成土过程相对应的土壤层次（表2）。通过对比分析可以发现，河南省的特定土层除包含了部分诊断层、诊断特性以外，也包含部分诊断层的细分，如砂姜层、部分假菌丝淀积层等，虽然同属于钙积层范畴，但由于成土环境不同，在土系构型方面也有明显的差异；此外，由于地表过程（如周期性河流冲积形成毗邻对比强烈的土层）或地质时期土壤成土过程形成的土层（聚铁网纹层或磐层）等均对土壤构型产生差异。

## 2.3 典型特定土层与高级分类单元中的诊断层与诊断特性的关系

含有土壤发生学特征的土层或发生层，是认识土壤类型的基础，而具有一系列定量说明的诊断层（或诊断现象）和诊断特性被用来识别系统分类中的高级单元。在高级分类单元中，土壤类型的划分一方面基于土壤实体的理化、形态学特征，另一方面是认识、反映土壤发生特征的过程。因此，诊断依据的存在既是土壤属性得以诊断、土壤类型得以识别的工具，也是发生学特征得以描述和理解的途



表2 河南省典型土系的特定土层

Table 2 Characteristic horizons of the soil series typical of Henan Province

土系名称 Soil series	构型特征 Soil constructions	传统特定土层命名 Traditional characteristic horizons' name
花园口系Huayankou series	底锈	锈纹锈斑淀积层
古荣系Guxing series	深位中层黏化—深位中量假菌丝体	黏化层、假菌丝淀积层
太公泉系Taigongquan series	浅位厚层黏化—深位中层假菌丝体淀积	假菌丝淀积层
李胡同系Lihutong series	浅位黏土	黏土层
侯李系Houli series	体壤	壤土层
毛庄系Maozhuang series	浅位石灰结核淀积—深位铁锰结核淀积	石灰结核淀积层
水慎系Shuishen series	深位厚层黏化—深位大量铁锰胶膜淀积	黏磐、铁锰胶斑层
曹黄林系Caohuanglin series	浅位中层漂白—深位厚层铁锰结核淀积	漂白层、铁锰结核淀积层
东双河系Dongshuanghe series	浅位中量—深位大量铁锰结核淀积	铁锰结核淀积层
张林系Zhanglin series	浅位薄层变性残余黑土—深位厚层钙积（现象）	残余黑土层
官路营系Guanluying series	浅位厚层变性残余黑土层—浅位中量铁锰胶斑淀积	残余黑土层、铁锰胶斑层
惠河系Huihe series	浅位中层砂姜—深位中量铁锰斑纹淀积	砂姜层、铁锰结核淀积
沙岗系Shagang series	浅位厚层变性残余黑土层—深位厚层砂姜—深位多量铁锰结核	砂姜层、残余黑土层、铁锰结核淀积层
分水岭系Fenshuiling series	中层暗沃—深位少量锈纹淀积	暗沃表层
老界岭系Laojieling series	薄层暗瘠—粗骨壤质	暗瘠表层、粗骨层
函谷关系Hanguguan series	均质型	一般质地层
灵宝系Lingbao series	浅位厚层黏化	黏化层
仰韶遗址系Yangshao Site series	深位古人类遗迹	白灰层
二里头系Erlitou series	浅位铁锈斑纹—浅位古人类遗迹	灰层、人类遗存

径。通过上文分析，河南土壤中代表性的诊断依据主要有土壤水分状况、水耕表层、暗沃表层、暗瘠表层、水耕氧化还原层、黏化层、黏磐、锥形层、钙积层（钙积现象）、氧化还原特征、变性特征、石灰性特征以及处于基岩风化初级阶段的石质接触面等。不可否认，作为单个土体，这些诊断层在识别土壤类型的同时，也是土壤个体的特征之一。

与高级单元用来反映土壤发生的特征相比，土系作为最具实用目的的基层单元，则更注重土壤利用及其有关性质的差异。因此，高级单元中的诊断层（诊断现象）和诊断特性与土系中的特定土层并不相同，更不能一一对应。同时，二者既有区别，也有联系。区别在于：第一，定义的目的不同。诊断层（诊断现象）和诊断特性是用以诊断土壤属性、识别土壤类型的标准，而特定土层以及组合构型则反映了同一土族内不同土系间的差异及对土壤利用的影响的。第二，控制层段的设定不同。在高

级单元中，大多数土壤诊断依据是以属性较为稳定的心土层部分为主，最大深度大多不超过120cm；而在土系中，特定土层出露的深度覆盖整个土体，一般为0~150cm，最深不超过200cm。第三，特定土层的类型也较诊断层丰富。特定土层在含义中不仅包括部分诊断层，也包含了其他对土壤利用产生影响的土层，如河流冲积形成的黏土层、母岩层以及人为活动过程产生的技术物质层次等。此外，二者的联系也是十分紧密的。特定土层不与诊断层冲突，其特征变幅更是在后者定义范围内的细化和继承。以东双河系和曹黄林系中的水耕氧化还原层为例，作为水耕人为土的主要诊断依据之一，而在基层单元中，由于耕作方式、耕作年数等差异，形成了相对发育年龄不同的土壤类型和剖面形态学特征；另以钙积层为例，由于土壤中钙积过程的成因和发育强度的差异，形成了形态学特征不同的碳酸盐粉末、假菌丝体、结核，甚至砂姜等，这些特征

的深度、层厚的不同组合对土壤利用方式产生影响，构成了划分土系的主要依据。

#### 2.4 基于土壤实体的特定土层划分方法

从特定土层发生过程的角度，对其进行划分，虽易于理解，但在实际的应用中，由于缺乏定量化的标准以及并未承接高级分类单元中涉及的诊断依据，因此并不适用于土系构型的表达。实际上，在土系划分中使用的特定土层，很多情况下是对高级分类检索依据的细分、归纳或转述，当然也有例外，如地表过程形成的黏土层、砂土层、砾石层等。但这并不影响从定量化诊断依据的角度，理解和划分特定土层。从特定土层形成的根源角度，可划分为三种类型：现代成土环境下形成的土壤层次、地质历史时期形成的土壤层次、人类活动形成的土壤层次。并在此基础上，根据各个一级类别内

的成因类型进行区分；而三级类别主要是依据特定土层易于被识别或检索的优先顺序进行排序和划分（表3）。通过对河南省土系代表性的特定土层的归纳和整理，发现常见的特定土层主要与弱的积钙过程和氧化还原特征有关，这与河南省所处半干旱土壤水分条件、黄土母质类型以及南北过渡性的土壤发生过程有关。

作为建立在土壤实体之上的基层分类单元，土系的新建与参比过程依据的土壤剖面形态特征应与理化性质直接关联，这样有利于土壤特征的定量化表达。对特定土层从发生机理的角度进行划分，有助于进一步认识和理解土系划分中复杂多样的特定土层。而更多的特定土层进一步定量化及其与高级单元中的诊断依据进行参比，还有待于进一步的研究。

表3 河南土系中的特定土层划分

Table 3 Sorting of characteristic horizons of the soil series of Henan Province

一级类别 Level 1	二级类别 Level 2	三级类别 Level 3	特定土层 Characteristic horizons
1 现代成土环境下土壤发生过程形成的土壤层次	1.1 系统分类诊断依据中的相关诊断层	1.1.1 土系中不宜细分的诊断层	黏化层、暗沃表层、暗瘠表层
		1.1.2 土系中可依据发育程度、新生物数量和类型等进行细分的诊断层和诊断特性	锈纹锈斑淀积层、铁锰胶斑层、假菌丝淀积层、石灰结核淀积、砂姜层
	1.2 其他具有鉴别意义的土层	1.2.1 符合条件的其他土层	潜育层
		2.1 地质过程	2.1.1 地表过程
2 地质成因或地质时期土壤环境下发育形成的土壤层次	2.2 地质时期土壤环境下发育形成的土壤层次	2.3.2 母质继承与残留	石质接触面、残余黑土层
		2.2.1 磐层	黏磐
3 人类活动形成的土壤层次	3.1 古人类遗迹或遗存	3.1.1 遗迹	生活遗迹
		3.1.2 遗存	白灰层、灰烬层、陶瓦片、打磨工具等

### 3 结 论

通过对传统地理发生分类基层单元中使用的特征土层概念的进一步延伸，将特定土层用于土系中的识别。在典型土系的对比分析基础上，对河南省代表性的土壤成土过程、土壤类型进行总结，并从土壤发生、地质成因以及人类活动等角度，梳理出典型的特定土层，并对特定土层进行系统性的分类。这种分类包含了土系构型中具有差异性的土壤

发生层或土层，与高级单元涉及的诊断层相比，其涵盖的范围更广，类型构成更复杂，因此，对土系单元中出现的不同特定土层进行梳理和界定具有一定的发生学意义。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] Soil Survey Staff, Soil Taxonomy. USDA Handbook No.436, Washington, Dc 1975: 459—463
- [ 2 ] 杜国华, 张甘霖, 龚子同. 论特征土层与土系划分. 土壤, 2001, 33 (1): 1—6

- Du G H, Zhang G L, Gong Z T. Theory of characteristic horizons and soil series diagnosis (In Chinese). *Soils*, 2001, 33 (1): 1—6
- [ 3 ] Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. 12th ed. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2014
- [ 4 ] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组, 中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类检索. 第3版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001  
Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Keys to Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). 3rd ed. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001
- [ 5 ] 杜国华, 周明枏, 王浩清, 等. 试论潮土基层分类. *土壤学报*, 1981, 18 (1): 80—86  
Du G H, Zhou M C, Wang H Q, et al. On the classification of categories of fluvo-aquic soils (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 1981, 18 (1): 80—86
- [ 6 ] 周明枏. 试论我国土壤基层分类. *土壤通报*, 1987, 18 (3): 102—105  
Zhou M C. On the basic categories of soil classification (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 1987, 18 (3): 102—105
- [ 7 ] 杜国华, 张甘霖, 赵文君. 土系的基本特点与划分. *土壤通报*, 1999, 30 (S1): 10—12  
Du G H, Zhang G L, Zhao W J. Research of diagnosis and characteristics of soil series (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 1999, 30 (S1): 10—12
- [ 8 ] 杜国华, 张甘霖. 淮北平原样区的土系划分. *土壤*, 1999, 31 (2): 70—76  
Du G H, Zhang G L. Soil series diagnosis in Huaibei Plain (In Chinese). *Soils*, 1999, 31 (2): 70—76
- [ 9 ] 武继承, 龚子同, 杜国华. 豫东平原土壤系统分类单元的初步划分. *土壤通报*, 1999, 30 (S1): 25—28  
Wu J C, Gong Z T, Du G H. Preliminary establishment of soil series in the plain of east Henan (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 1999, 30 (S1): 25—28
- [ 10 ] 张凤荣, 黄勤, 张迪. 黄淮海平原黏土层在土系划分中的意义、分类指标和土系初建. *土壤通报*, 2001, 32 (5): 197—200  
Zhang F R, Huang Q, Zhang D. The signification of clay layers in classifying soils in the Huanghuaihai Plain (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2001, 32 (5): 197—200
- [ 11 ] 王秋兵, 汪景宽, 胡宏祥, 等. 辽宁省沈阳样区土系的划分. *土壤通报*, 2002, 33 (4): 246—252  
Wang Q B, Wang J K, Hu H X, et al. Establishment of soil series in Shenyang area, Liaoning Province (In Chinese). *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33 (4): 246—252
- [ 12 ] 凌静, 邓良基. 四川盆地中部丘陵区紫色土土系划分. *西南农业学报*, 2005, 18 (1): 88—92  
Ling J, Deng L J. Establishment of soil series in the middle of hills area of Sichuan Basin (In Chinese). *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2005, 18 (1): 88—92
- [ 13 ] 闫湘, 常庆瑞, 王晓强, 等. 陕西关中土垫旱耕人为土样区的基层分类研究. *土壤学报*, 2005, 42 (4): 537—544  
Yan X, Chang Q R, Wang X Q, et al. Basic soil categories of earth-cumulic orthic anthrosols area in Guanzhong, Shaanxi Province (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42 (4): 537—544
- [ 14 ] 杨帆. 儋州市土系划分的理论和实践. 海口: 海南大学农学院, 2011  
Yang F. Theory and practice of taxonomy of soil series in Danzhou City (In Chinese). Haikou: College of Agriculture, Hainan University, 2011
- [ 15 ] 姚莉. 江汉平原部分土系认证. 武汉: 华中农业大学资源与环境学院, 2011  
Yao L. Recognition of partial soil series in Jiangnan Plain (In Chinese). Wuhan: College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, 2011
- [ 16 ] 雷学成, 潘剑君, 黄礼辉, 等. 土系划分方法研究——以江苏省新沂样区为例. *土壤*, 2012, 44 (2): 319—325.  
Lei X C, Pan J J, Huang L H, et al. Soil series classification approach—A case study in Xinyi, Jiangsu Province (In Chinese). *Soils*, 2012, 44 (2): 319—325
- [ 17 ] 赵燕. 河南省砂姜黑土系统分类归属及代表土系的建立. 郑州: 郑州大学水利环境学院, 2012  
Zhao Y. Calcic black soils classified in Chinese Soil Taxonomy and the soil established in Henan Province (In Chinese). Zhengzhou: School of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou University, 2012
- [ 18 ] 张甘霖, 王秋兵, 张凤荣, 等. 中国土壤系统分类土族和土系划分标准. *土壤学报*, 2013, 50 (4): 826—834  
Zhang G L, Wang Q B, Zhang F R, et al. Criteria for establishment of soil family and soil series in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50 (4): 826—834



- [19] 魏克循, 等. 河南土壤地理. 郑州: 河南科学技术出版社, 1995  
Wei K X, et al. Henan Pedogeography (In Chinese). Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1995
- [20] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法. 北京: 科学出版社, 2012  
Zhang G L, Gong Z T. Soil survey laboratory methods (In Chinese). Beijing: Science Press, 2012
- [21] 杨金玲, 张甘霖, 李德成, 等. 激光法与湿筛—吸管法测定土壤颗粒组成的转换及质地确定. 土壤学报, 2009, 46 (5): 772—780  
Yang J L, Zhang G L, Li D C, et al. Relationships of soil particle size distribution between sieve-pipette laser diffraction methods (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2009, 46 (5): 772—780

## Characteristic Horizons and Classification of Soil Series Typical of Henan Province

JU Bing<sup>1</sup> WU Kening<sup>1†</sup> LI Ling<sup>2</sup> CHEN Jie<sup>3</sup>

(1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

(2 College of Resources and Environmental Sciences, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

(3 School of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract** According to the pedogenetic theories, soils in similar soil landscapes, like climate, parent material, landforms, plants, animals' activities, are supposed to have similar characteristics as a result of pedogenesis. However, there are no soil pedons absolutely the same, even though they have developed in the same landscape, for their developments could have been drastically affected by various soil forming factors. Specially, in classification of basic soil species in the soil geographico-genetic classification and of basic soil series in the soil taxonomy, a specific or diagnostic soil horizon is cited to differentiate soil structures. Yet, the specific soil horizon diversifies and is still blurred in specification. Diagnostic horizons were created and used for the first time during the 2nd national soil survey. Then the concept and the nomenclature of diagnostic horizons are accepted and used in classification of basic soil series in the soil taxonomy for the purpose of distinguishing structures of soil profiles. As diagnostic horizons play such a crucial role in interpreting structure of a soil series, it is necessary to redefine and collate them systematically. In this paper, soil series typical of Henan were cited as examples, of which diagnostic horizons involved in classification of soil series were collected and summarized. They have been subjected to classification, calcification, anthrogenetic processes, humic accumulation, etc. during their development. So in terms of the cause of genesis, diagnostic horizons could be sorted into 3 groups, i.e. those formed during the soil genesis under modern soil forming environments, those formed under soil forming environments of geological origin or geologic epoch, and those under human activities. On such concepts of soil series, a classification and retrieval system is brought forth for diagnostic horizons with a view to making the concept of diagnostic horizons, more systematic, more comprehensive, opener and easier to apply.

**Key words** Chinese Soil Taxonomy; Basic categories; Soil series; Characteristic horizons; Henan Province

(责任编辑: 檀满枝)

CONTENTS

**Reviews and Comments**

Review of Researches on Influences of Engineered Nanomaterials on Plant-microorganisms .....  
 ..... CAO Jiling, FENG Youzhi, LIN Xiangui ( 10 )

**Insights and Perspectives**

2015 Nobel Prize and Soil Microbiology—Culture-dependent Study Warrants More Attention .....  
 ..... JIA Zhongjun ( 15 )

**Research Articles**

Decomposition of Organic Materials in Cropland Soils across China: A Meta-analysis .....  
 ..... WANG Jinzhou, LU Chang' ai, ZHANG Wenju, et al. ( 25 )

Evaluation of Soil Erosion and Soil Nutrient Loss in Anhui Province Based on RUSLE Model .....  
 ..... ZHAO Mingsong, LI Decheng, ZHANG Ganlin, et al. ( 37 )

Particle Size Composition of Sediment from Sand-covered Slope under Simulated Rainfall .....  
 ..... TANG Shanshan, LI Peng, REN Zongping, et al. ( 47 )

Characteristic Horizons and Classification of Soil Series Typical of Henan Province .....  
 ..... JU Bing, WU Kening, LI Ling, et al. ( 57 )

Impacts of Source of Soil Data and Scale of Mapping on Assessment of Organic Carbon Storage in Upland Soil .....  
 ..... LI Xiaodi, WANG Shumin, ZHANG Liming, et al. ( 70 )

Knowledge of Soil-landscape Model Obtain from a Soil Map and Mapping .....  
 ..... HUANG Wei, LUO Yun, WANG Shanqin, et al. ( 79 )

Effect of Biochar Application on Erodibility of Plow Layer Soil on Loess Slopes .....  
 ..... WU Yuanyuan, YANG Mingyi, ZHANG Fengbao, et al. ( 91 )

Pedotransfer Functions for Prediction of Soil Bulk Density for Major Types of Soils in China .....  
 ..... HAN Guangzhong, WANG Decai, XIE Xianjian ( 101 )

Dynamics of Soil Water and Salt in Soil under Artificial Plantation Shelterbelt Drip-irrigated with Saline Water  
 in the Center of the Taklimakan Desert ..... DING Xinyuan, ZHOU Zhibin, XU Xinwen, et al. ( 115 )

Spatio-temporal Variation of Soil Moisture in Fixed Dunes at the Southern Edge of Gurbantunggut Desert ...  
 ..... ZHU Hai, HU Shunjun, CHEN Yongbao ( 125 )

Effect of Corn Stover Deep Incorporation on Composition of Humin in Soil Aggregates .....  
 ..... ZHU Shu, DOU Sen, GUAN Song, et al. ( 136 )

Composition of Humus and Structure of Humic Acid as a Function of Age of Paddy Field .....  
 ..... LIU Xin, DOU Sen, LI Changlong, et al. ( 144 )

Effect of Ionic-strength Change on the System pH of Variable Charge Soils and Kaolinite during Successive  
 Desorption ..... LUO Wenjian, ZHANG Zhengqin, CHEN Yong, et al. ( 153 )

Effects of Humic Acids and Minerals on Adsorption-desorption of Atrazine in Soil .....  
 ..... HUANG Yufen, LIU Zhongzhen, LI Yanliang, et al. ( 164 )

Effects of Conversion of Paddy Field into Vineyard on Soil Nitrogen Transformation in the Taihu Lake Region  
 of China ..... WANG Jing, ZHANG Jinbo, CAI Zucong ( 175 )

Effects of Long-term Fertilization on Soil Nitrogen under Rainfed Farming in Loess Plateau of East Gansu ...  
 ..... WANG Ting, LI Lili, ZHOU Haiyan, et al. ( 187 )

Effects of Crop/Mulberry Intercropping on Surface Nitrogen and Phosphorus Losses in Three Gorges Reservoir  
 Area ..... ZHANG Yang, FAN Fangling, ZHOU Chuan, et al. ( 200 )

Effect of Long-term Fertilization and Lime Application on Soil Acidity of Reddish Paddy Soil .....  
 ..... LU Yanhong, LIAO Yulin, NIE Jun, et al. ( 211 )

Potassium Balance and Use Efficiency in Grey Desert Soil under Continuous Wheat-maize-cotton Crop Rotation  
 System ..... WANG Xihe, LÜ Jinling, LIU Hua ( 223 )

A Soil Sampling Method for Accurate Measurement of Mercury Concentration in Soil Air .....  
 ..... WU Xiaoyun, ZHENG Youfei, LIN Kesi ( 230 )

Degradation Dynamics of IPP in Soil and Its Effects on Soil Microorganisms .....  
 ..... XIE Hui, ZHU Lusheng, TAN Meiyang ( 239 )

Microbial Biodiversity in Rhizosphere of *Lycium Bararum* L. Relative to Cultivation History .....  
 ..... NA Xiaofan, ZHENG Guoqi, PENG Li, et al. ( 251 )

Soil Respiration and Its Affecting Factors Relative to Type of Forest in the Sygera Mountains of Southeast  
 Tibetan Plateau ..... MA Heping, GUO Qiqiang, LI Jiangrong, et al. ( 260 )

Preliminary Studies on *Haloxylon Amodendron* 'Fertile Islands' in Desert Soils Different in Texture ...  
 ..... CAO Yanfeng, DING Junxiang, YU Yajun, et al. ( 269 )

**Research Notes**

Influence of Phosphorus Application on Nitrification of Neutral Purple Soil .....  
 ..... ZHAO Haochun, ZHOU Zhifeng, QIN Zixian, et al. ( 275 )

**Cover Picture:** Ecological Conservation System of Crop/Mulberry Intercropping in Three Gorges Reservoir Area  
 (by ZHANG Yang, NI Jiupai)

# 《土壤学报》编辑委员会

主 编: 史学正

执行编委: (按姓氏笔画为序)

丁维新	巨晓棠	王敬国	王朝辉	史 舟	宇万太	朱永官
李永涛	李芳柏	李保国	李 航	吴金水	沈其荣	张玉龙
张甘霖	张福锁	陈德明	邵明安	杨劲松	杨明义	杨林章
林先贵	依艳丽	周东美	周健民	金继运	逢焕成	胡 锋
施卫明	骆永明	赵小敏	贾仲君	徐国华	徐明岗	徐建明
崔中利	常志州	黄巧云	章明奎	蒋 新	彭新华	雷 梅
窦 森	廖宗文	蔡祖聪	蔡崇法	潘根兴	魏朝富	

编辑部主任: 陈德明

责任编辑: 卢 萍 檀满枝 陈荣府

## 土 壤 学 报

### Turang Xuebao

(双月刊, 1948年创刊)

第 53 卷 第 1 期 2016 年 1 月

## ACTA PEDOLOGICA SINICA

(Bimonthly, Started in 1948)

Vol. 53 No. 1 Jan., 2016

编 辑 《土壤学报》编辑委员会  
地址: 南京市北京东路 71 号 邮政编码: 210008  
电话: 025 - 86881237  
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

Edited by Editorial Board of Acta Pedologica Sinica  
Add: 71 East Beijing Road, Nanjing 210008, China  
Tel: 025 - 86881237  
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

主 编 史 学 正  
主 管 中 国 科 学 院  
主 办 中 国 土 壤 学 会  
承 办 中国科学院南京土壤研究所

Editor-in-Chief Shi Xuezheng  
Superintended by Chinese Academy of Sciences  
Sponsored by Soil Science Society of China  
Undertaken by Institute of Soil Science,  
Chinese Academy of Sciences

出 版 科 学 出 版 社  
地址: 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码: 100717

Published by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China

印刷装订 北京中科印刷有限公司  
总发行 科 学 出 版 社  
地址: 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码: 100717  
电话: 010 - 64017032  
E-mail: journal@mail.sciencep.com

Printed by Beijing Zhongke Printing Limited Company  
Distributed by Science Press  
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China  
Tel: 010 - 64017032  
E-mail: journal@mail.sciencep.com

国外发行 中国国际图书贸易总公司  
地址: 北京 399 信箱 邮政编码: 100044

Oversea distributed by China International Book Trading Corporation  
Add: P. O. Box 399, Beijing 100044, China

国内统一连续出版物号: CN 32-1119/P

国内邮发代号: 2-560

国外发行代号: BM45

定价: 60.00 元

国 内 外 公 开 发 行



ISSN 0564-3929

