

第六届全国青年土壤暨首届全国青年
植物营养科学工作者学术讨论会论文集

迈向21世纪的 土壤与植物营养科学

中 国 土 壤 学 会

青年工作委员会 编

中国植物营养与肥料学会

中国农业出版社

第六届全国青年土壤暨首届全国青年
植物营养科学工作者学术讨论会论文集

迈向 21 世纪的土壤与 植物营养科学

中 国 土 壤 学 会 青 年 工 作 委 员 会 编
中国植物营养与肥料学会

中 国 农 业 出 版 社

第六届全国青年土壤暨首届全国青年
植物营养科学工作者学术讨论会论文集
迈向 21 世纪的土壤与植物营养科学

中国土壤学会 青年工作委员会 编
中国植物营养与肥料学会

* * *
责任编辑 丁福辉

中国农业出版社出版发行 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号 100026)
北京市密云县印刷厂印刷

787mm×1092mm16 开本 37 印张 1 290 千字
1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷
印数 1—800 册 定价: 98.00 元

ISBN 7-109-04952-3/S · 3091

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书辑录了于1997年10月在武汉召开的第六届全国青年土壤暨首届全国青年植物营养科学工作者学术讨论会的论文180余篇。内容涉及土壤资源、土壤物理、土壤化学、土壤肥力、土壤生物与生物化学、环境保护以及植物营养生理、营养遗传、营养生态、营养施肥等土壤和植物营养科学的各个分支领域,广泛介绍了土壤与植物营养科学的最新研究成果和发展动态。

本书可供农业院校师生及从事农学、林学、环境科学、生态学等有关的科技人员参考。

主 编 黄巧云
副主编 朱端卫 贺纪正 刘 凡 吴礼树
编 委 (按姓氏笔画为序)
王 平 刘 凡 朱端卫 吴礼树 宋能文
胡红青 贺纪正 黄巧云 蔡崇法

第六届全国青年土壤暨首届全国青年植物营养科学工作学术讨论会即将在武汉召开，青年学者们和会议组织者付出辛勤的劳动，出版这本《迈向 21 世纪的土壤与植物营养科学》，奉献给与会者和全国土壤和植物营养科学工作者。学术讨论会的召开和本书的出版，是我国土壤和植物营养学界的一大盛事，我表示热烈的祝贺。

本论文集共收集论文 182 篇，几乎涉及到了土壤和植物营养科学的各个领域，反映了青年土壤和植物营养科学工作者近几年来出色的工作成绩和取得的丰硕成果。作为老一代土壤和植物营养工作者，感到无比的欣慰。

还有两年多，就要进入 21 世纪，世纪之交也正是我国土壤和植物营养科学工作者换代之交。青年是国家的未来，跨世纪的栋梁。中国土壤学会在十多年以前就特别关注培养青年科学工作者，为青年学者的学术交流创造条件，已经成功地召开了五届全国青年土壤科学工作者学术讨论会。本次会议是在中国植物营养与肥料学会正式成立后，两个学会首次共同举办的青年土壤和植物营养学者的学术讨论会，必将进一步促进青年学者的大团结。同时，青年学者们通过学术交流，进一步开阔思路，汲取当代科学的精华，和相关学科共同发展，创造新的学科生长点，使土壤与植物营养科学更好地为国民经济建设服务，为国家的繁荣昌盛做出更大的贡献。

王运华

1997 年 4 月

1994年在陕西杨陵的第五届全国青年土壤科技工作者学术讨论会上,决定“青土会”由两年改为三年一次,并委托华中农业大学承办第六届“青土会”,与首届全国青年植物营养科学工作者学术讨论会同时举行。两年多来,我们在中国土壤学会和中国植物营养与肥料学会的领导下,在湖北省土壤肥料学会的具体指导下,对会议进行了认真的筹备,于1995年11月开始发出征文通知。

通知发出后,收到了全国各地青年科技工作者提交的研究报告、综述性论文等共计213篇,内容涉及土壤分类、土壤物理、土壤化学、土壤微生物、土壤生物化学、土壤肥力、土壤资源与环境保护以及植物营养生理、营养遗传、营养生态、营养施肥等土壤和植物营养科学的各个分支领域,广泛介绍了近年来土壤与植物营养科学研究的最新成果、现状和发展趋势。这些论文的研究内容,既在理论上有一定的深度,又密切联系生产实际,反映出青年土壤与植物营养科技工作者正在挑起老一辈交给的重担,他们将是我国21世纪农业科技工作的中坚力量。由于篇幅有限,本文集仅刊登了其中的143篇全文和39篇摘要,并对部分论文进行了较大的修改和删节,望论文作者谅解,同时对热情为本文集撰稿而未予登载的同志表示歉意。为编排方便,文集将全部论文归入两大部分,即土壤资源与环境和植物营养与肥料。

论文编辑过程中,得到了华中农业大学李学垣教授、王运华教授、刘武定教授、陈明亮教授、王庆云教授、丘华昌教授、邓波儿教授、贺立源副教授等在百忙之中的热心审稿,对他们的辛勤劳动表示衷心感谢。

由于编者水平有限,论文较多、时间仓促,错误和不妥之处一定很多,恳请论文作者和读者批评指正。

第六届全国青年土壤暨首届全国青年植物营养科学
工作者学术讨论会论文编辑委员会

1997年4月

目 录

第一部分 土壤资源与环境

土壤信息系统与土壤分类	周 勇 李学垣等 (3)
土地资源微波遥感的发展应用与展望	诸葛玉平 张志国等 (8)
米仓山北坡基带与中山区土壤发生特性研究	常庆瑞 冯立孝等 (12)
梅花山土壤在不同分类系统中的归类对比研究	陈健飞 (17)
浙江省红黄壤发生和分类研究的进展	章明奎 (20)
旱地作物利用雨水的过程、效率及其统一性表达式	刘文兆 (25)
冬小麦冠-气温差与土壤、作物和大气水分状况的关系	冯广龙 李发东等 (28)
土壤抗冲性影响因素研究	王占礼 常庆瑞等 (34)
浙西丘陵山地牧草优化灌溉模式的研究	柳云龙 吕 军 (37)
砂姜黑土某些水分物理特性的观测与研究	李卫东 袁锋明 (40)
节水灌溉条件下水稻生理与土壤环境条件的变化	吕国安 (46)
水分变动对冬小麦根系生长的影响	刘建利 冯广龙等 (49)
旱地麦田的节水灌溉研究	杜建军 李生秀等 (54)
不同土水势溶液中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量的变化	吕国安 冯 英等 (57)
植物根系吸水过程中土壤阻力的变化特征	郭庆荣 李玉山 (58)
富里酸对土壤肥力和植物生长的作用	窦 森 (60)
离子运移模拟研究中 CEC 的确定	马北雁 张一平 (66)
不同土壤钾素释放、吸附和解吸动力学研究	程明芳 杨俐苹等 (71)
秦岭山地土壤胡敏酸光学性质研究	雷 梅 常庆瑞等 (75)
长期施磷对土壤磷空间分布及磷素平衡的影响	苏德纯 王兴仁等 (79)
土壤固定态铵释放的影响因素	李志佩 程励励等 (83)
水、磷梯度对土壤磷运移的影响	徐明岗 (88)
铁、铝氧化物及高岭石吸附脲酶的研究	姜明华 黄巧云等 (92)
中南地区几种土壤的表面电荷特性——1. 几种测定电荷零点的方法的比较	刘冬碧 贺纪正等 (97)
土壤锰结核中锰矿物的鉴定方法及性质的研究	谭文峰 丁孺牛等 (102)
土壤对镉的吸附及影响因素	张桂银 董元彦等 (107)
土壤中低分子量有机酸对磷吸附的影响	胡红青 贺纪正等 (112)
用一级动力学模型研究土壤氮矿化势	陈家宙 丘华昌 (117)
土壤中钼的吸附及 pH 值的影响	方海兰 刘 凡等 (121)
污染土壤铜化学形态的分配特征	陈世俭 胡蔼堂 (126)
土地利用方式对红壤中铝的活性和形态的影响	谢正苗 叶兰军等 (130)
长期施肥条件下垆土和黄绵土腐殖质结合形态及其与肥力关系的研究	张付申 (133)
磷酸盐对垆土中锌吸附—解吸的影响	吕家珑 王旭东等 (138)
磷肥在砂质潮土中的固定、转化和释放	寇长林 王秋杰等 (141)
磷酸化针铁矿表面电化学性质与锌的吸附	介晓磊 刘 凡等 (146)

黑龙江省主要耕地土壤腐殖质特性的研究	迟凤琴 宿庆瑞等	(150)
施用有机肥对土壤及其有机无机复合体肥力因素的影响	化党领 张一平	(156)
石灰性土壤难溶性磷的有效化研究	李录久 张琳等	(161)
土壤硅素形态变化的研究	张兴梅 殷奎德等	(165)
河北省主要土壤固定态铵的含量及其影响因素	唐玉霞 贾树龙等	(167)
长期不同施肥对土壤腐殖质性质及形态的影响	王旭东 吕家珑等	(171)
pH 值和碳酸钙对不同形态磷酸盐有效性的影响	张彦才 周晓芬等	(173)
果园石灰性土壤供磷能力的评价	董淑富 刘葵等	(175)
土壤水分管理对石灰性土壤磷转化的影响	王慧 曹翠玉	(176)
畜禽粪肥堆腐过程中 VB ₁ 和 VB ₂ 的变化特点	王林权 周春菊等	(177)
广东旱地赤红壤供钾能力的 Q/I 特性研究	姚建武	(178)
我国中亚热带东部丘陵区红壤肥力演化的评价	孙波 张桃林等	(179)
鄂东沿江平原麦棉双套条件下土壤培肥技术研究与应用	管善远 周本德等	(184)
豫东地区土壤条件对泡桐生长的影响	张广军	(186)
广东粮食生产与中低产田改良的若干问题探讨	杨卓亚 陆萍	(190)
安徽省低产田类型、特征及产生原因	钱国平 胡荣根等	(193)
合肥郊区菜园土肥力特征研究	於忠祥	(197)
土体构型对潮土供氮能力和作物产量的影响	王永歧 宝德俊等	(201)
不同类型土壤供氮性的研究	沈润平 连楚楚等	(203)
奥普尔土壤改良剂的改土与增产作用	徐芳森 王运华	(206)
土壤酶学研究的某些进展	黄巧云 陈雯莉	(208)
粉煤灰水提取液对土壤碱性磷酸酶的激活作用	周鑫玉 李建秋等	(215)
土壤生物工程与农业持续发展	李贵宝 张福锁等	(218)
土壤矿物和微生物的相互作用	吴剑媚 黄巧云等	(221)
长期定位施肥对砂土微生物量碳、氮、反硝化量和土壤肥力的影响	寇长林 毕建国等	(226)
酸性冷浸田改良对土壤微生物和酶活性的影响	梁成华 唐咏等	(233)
发光酶基因向小麦根圈荧光假单胞菌的转移	王平 胡正嘉等	(236)
湖北省仙桃市潮土中大豆根瘤菌的生物学特性	陈雯莉 李阜棣等	(240)
X 射线光电子能谱分析及其在土壤科学研究中的应用	刘凡 贺纪正等	(243)
土壤经氯仿熏蒸及通气培养后 0.5mol/L K ₂ SO ₄ 浸提液中氮素形态的变化	周建斌 李生秀等	(247)
石灰性土壤有效硅测定方法研究	郑文娟 徐国华等	(250)
用阳离子交换树脂膜测定土壤有效钾	李贵宝	(251)
坡地土壤养分流失影响因子的试验研究	蔡崇法 丁树文等	(252)
三峡库区紫色土养分流失与泥沙颗粒的关系	黄丽 丁树文等	(255)
吉林省西部沙化土地资源治理与利用研究	刘慧涛 张冰冰等	(260)
广东省土壤侵蚀现状及防治对策	谢勇 陈惠阳	(262)
柴达木农业资源开发中的土壤沙漠化及其对策	张登山 雷梅	(264)
确定人类活动与土壤变化之关系的建模研究	段建南 李保国等	(266)
农田生态系统中氮的管理对环境的效应	沈阿林 毕建国等	(271)
西澳大利亚矿区土地复垦研究概况	贺纪正	(276)

绿肥-猪-沼肥-水稻复合生态系统能流分析	张美良 刘卫东等 (278)
江西鹰潭红壤立体农业开发模式研究	熊思健 李淑玲 (281)
南岳森林土壤理化性质与紧实度研究	蒋端生 (283)
湖北省旱作土壤秸秆覆盖试验研究	梁华东 (287)
浅析湖北省耕地问题	何 迅 (289)
宇宙线散落核素 ^7Be 在云贵高原表土中的分布特征及其侵蚀示踪意义	白占国 万国江等 (290)
土面液膜的农用效果及其对环境的影响	周 涌 蔡典雄等 (291)

第二部分 植物营养与肥料

论建立我国养分资源宏观调控系统的必要性	陈新平 张福锁 (295)
施肥对根际生态系统的调控	米国华 李晓林 (300)
农业生态系统养分循环研究进展	曹湊贵 张光远等 (304)
长期肥料试验中的土壤养分变化	林治安 谢承陶等 (309)
不同施肥结构的农田养分平衡与肥料效应	郭熙盛 (312)
玉米—花生间作对两种作物根系形态特征空间变异的影响	左元梅 李晓林等 (314)
小麦玉米带状间作作物养分资源的吸收和利用	李 隆 金绍龄 (318)
稻田人工生物圈对水稻生长和稻田生态环境的影响	潘伟彬 (322)
漂浮栽培美人蕉和蕹菜处理化粪池废水	李芳柏 吴启堂 (325)

提高种子含铁量的原理和技术	张福锁 游文琦 (330)
植物营养机理研究的细胞生物学方法	周 卫 林 葆 (334)
铁营养与豆科植物的共生固氮	唐才贤 贺纪正 (339)
植物钼营养研究进展	胡承孝 王运华等 (344)
铁及氮素形态对玉米体内过氧化物酶及过氧化氢酶活性的影响	邹春琴 张福锁等 (349)
钾对作物抗病性的负效应及其可能机制	倪吾钟 (353)
磷对玉米高水势御旱过程中光合色素的调节	曲 东 王保莉等 (357)
试论桉树叶片营养诊断	李淑仪 林书蓉等 (360)
板栗苗木黄化病因研究	杨玉华 吴应荣等 (365)
磷、锌营养相互作用对油菜生长和磷、锌吸收的影响	吕忠贵 (368)
苹果缺铁黄叶病防治效果初报	叶优良 劳秀荣等 (370)
不同类型土壤中杂交稻和常规稻幼苗生长及其对铁、锰、锌、铜的吸收	徐晓燕 杨肖斌 (374)
石灰性土壤上冬小麦的吸氮规律	郭建华 邢 竹 (378)
有机质对小麦光合作用系统的影响	李志杰 谢承陶等 (381)
大豆营养元素累积吸收的微量元素效应	王 艳 孙 杰等 (382)
柠檬酸钛对大豆生理效应的影响	郑铁军 (384)
氮肥施用量对莴笋光合特性的影响	曾希柏 谢德体等 (385)

缺铁条件下豌豆、黄瓜根系质子分泌和 Fe^{3+} 还原酶活性的变化及其

相互关系	李春俭 朱晓萍等 (386)
缺磷影响玉米根冠间干物质分配的原因初探	唐玉林 张福锁 (389)
缺硼与低温对黄瓜幼苗叶片质膜完整性的影响	王震宇 张福锁 (392)
不同加 Cd 水平下丛枝菌根对三叶草生长的影响	陶红群 李晓林 (395)
铁营养状况对水稻吸收不同镉化合物的影响	李花粉 张福锁等 (399)
不同水分状况对水稻吸锰及土壤有效锰的影响	刘学军 吕世华等 (403)
铬 Cr^{6+} 毒害大麦、油菜细胞超微结构的变化	陈 黎 邓波儿 (406)

水、肥盐、对小麦生长及土壤性状的影响	高峻岭 许建新等 (408)
腐殖酸对高盐浓度下小麦吸收养分的影响	张 锐 魏由庆等 (412)
缺锰胁迫对小麦叶片和植株锰含量及分布的影响	吕世华 刘学军等 (415)
铝对小麦幼苗生长及液泡膜功能的影响及钙的作用	张芬琴 章文华等 (418)
土壤水分胁迫对玉米生长发育及产量的影响	郭庆荣 李玉山 (419)
缩二脲对冬小麦的毒害及解毒剂的应用效益	蒋永忠 何家骏等 (421)
耐盐吸水抗旱剂在甘蔗栽培上的应用	陈玉水 (422)
植物缺硼基因型差异研究	曹享云 杨玉华 (423)
利用转基因植物研究抗氧化胁迫酶系统	余 勤 贺纪正 (428)
抗旱性基因型小麦氮素营养遗传性状研究	
1. 氮肥用量和基因型差异对小麦生长及水肥利用的影响	樊小林 何文勤等 (433)
不同基因型玉米生育前期磷、锌的吸收	赵同科 H. Janzen 等 (437)
不同小麦品种氮效率差异及其机理研究	何文寿 储燕宁等 (442)
棉花缺硼敏感性筛选指标的研究	宋世文 曹享云等 (446)
利用马铃薯种质资源改良盐渍土	谢开云 (449)
土壤氮、磷、钾、硫营养元素研究方法进展	朱端卫 (450)
我国土壤有效养分分析方法研究现状与展望	王富华 孙胜枚等 (455)
离子选择电极技术在测试分析中的应用	孙胜枚 (458)
植物有机营养无菌水培液制备方法研究	吴良欢 陶勤南 (462)
酸度及钼酸铵浓度对含磷显色液稳定性的影响	张英利 马爱生等 (465)
不同方法测定有机肥料有效氮的比较	李俊良 梁素娥等 (469)
酸性土壤条件下低品位磷矿粉对肥田萝卜根际微量元素有效性的影响	赵 冰 张福锁等 (472)
湖南省烤烟施钾技术的研究	罗建新 彭建伟 (476)
不同氮肥用量下春玉米生物产量及其组分的动态分析	何 萍 金继运等 (479)
有机碳源物对水稻中氮素生物有效性的影响	姚丽贤 黄志武等 (482)
有机肥作物产量效应曲线的漂移现象及应用	刘继芳 严慧峻等 (487)
氮磷肥配施对桂味荔枝产量与叶片营养的影响	张发宝 陈建生等 (490)
氮与锌、锰肥配施对小白菜硝酸盐含量及产量的影响	张永清 吴俊兰 (494)
氮肥对旱地苜蓿氮素利用的影响	马文奇 牛瑞明 (498)
海南花岗岩砖红壤柱花草的磷钾肥料效应	漆智平 唐树梅 (500)
贵州铜仁地区玉米缺素试验研究	朱 青 尹迪信等 (503)
丘陵旱地甘蔗钾肥肥效的研究	陈玉水 林妙英等 (506)
剑麻施用白云石粉肥料的肥料效应	臧小平 林 芯等 (509)
白莲氮、磷、钾缺乏的形态诊断及高产施肥技术研究	鲁运江 (513)
高产高效栽培下不同氮钾水平对棉花产量、品质的影响	万运帆 陈 防等 (515)
湖北省油菜施钾效果研究	鲁剑巍 陈 防等 (518)
潮土施氮肥对作物利用氮素和产量的影响	皇甫湘荣 刘纯敏等 (520)
小麦—玉米轮作中磷肥经济分配的研究	田昌玉 李志杰等 (522)
河南省小麦硫肥效应研究	任丽轩 张子武等 (524)
盐碱化淡黑钙土专用复合粒肥对向日葵吸肥特性的影响	许翠华 赵国军等 (526)
风沙土西瓜专用复合粒肥对西瓜吸肥特性的影响	王立春 梁宝仁等 (528)
山西省菜田土壤微量元素状况及微肥效应	程季珍 (530)
桑树叶面施锌对桑、蚕影响的研究	何勇强 余章机等 (533)

油菜氮、磷、钾营养特性与施肥效应研究	刘 枫	张辛未等 (535)
硼素营养水平与蚕豆生长的关系	杨绍聪	吕艳玲等 (538)
玉米施用硅肥效果的研究初报	任 军	袁震霖等 (540)
根外追肥降低水稻空秕率的研究		魏 丹 (543)
硝酸钾在几种蔬菜作物上的施用效果	陈 防	鲁剑巍等 (545)
不同配方复混肥在烤烟上的施用效果		潘伟彬 (547)
平衡施肥对西瓜产量和品质的影响	张 翔	朱洪勋等 (549)
江苏如东县土壤缺钾状况与钾肥效应	姚艳平	阙兴鄂等 (552)
湖南省潜育性稻田氮钾肥料效应函数模式研究	龚次元	肖时运等 (554)
城市垃圾在小麦上施用量及效果的研究	朱汉嫔	顾弼成等 (557)
土壤盆栽试验磷的亏缺临界值研究	焦 有	王 英等 (559)
山西省主要土壤的含硫状况和硫素效应	郑润梅	路小乏等 (561)
施用有机肥料对土壤钾素肥力的贡献研究初报	周晓芬	张彦才等 (562)
菊花施用氮、磷、钾肥的效果	赵林萍	周文珍等 (563)
连续施用氯化钾肥对麦、棉的效应	郑 义	程道全等 (564)
小麦氮磷钾合理配施量的研究	陈红明	唐福泉等 (565)
红麻产区土壤钾素状况及施钾效应研究	曹凤进	王志进等 (567)
磷硅肥对杂交晚稻的肥效研究	张本俊	王振秀等 (569)
青海盐桥牌氯化钾肥效试验		李剑夫 (570)
毛豆施用叶面肥试验效果简报	孙吉林	顾叶报 (572)
连续过量施用磷肥对作物生长及土壤环境的影响		邱卫文 (573)
半农半牧区依靠有机肥投入培肥土壤前景广阔	李利民	王春民 (574)
小麦初花期根外调理的增源扩库效应	陈红明	郝达成 (575)
种子丸化技术的研究	赵书军	姚其华等 (576)

第一部分 土壤资源与环境

土壤信息系统与土壤分类

周 勇 李学垣 王庆云

(华中农业大学亚热带土壤资源与环境开放实验室, 武汉, 430070)

摘 要: 本文提出了土壤信息系统的概念和目的、意义, 叙述了土壤信息系统的产生、研究现状及其应用领域, 阐述了土壤信息系统与土壤分类的相互关系, 指出了当前我国土壤分类与土壤信息系统存在的问题与发展方向。

关键词: 土壤信息系统 土壤分类

1. 土壤信息系统的概念

随着土壤调查技术的完善, 特别是 RS 技术的应用, 土壤及其相关的环境科学信息数量激增, 如何充分利用这些信息并对其进行科学管理是土壤学工作者所面临的紧迫问题。地理信息系统的产生为土壤学家提供了契机, 利用模拟巨大成土因素的地理数据库和计算机技术, 我们可以对成土过程、土壤性质以及景观特征进行建模(图 1)。GIS 包括数据的收集、储存与检索以及分析和演示。数据的收集工作要使用数字化仪、扫描仪和其他计算机工具将从地图、传感器和直接的野外观测中获取的信息转换成适合于 GIS 的数据形式, 一旦获得并储存了数据, 就可以用 GIS 软件来分析研究各数据层次间的关系^[6]。这种以土壤及其环境信息为基础而建立起来的地理信息系统称为土壤信息系统(Soil Information System, 简称 SIS)。概括地说 SIS 是在计算机软件、硬件支持下, 将土壤及其相关信息按照空间分布和地理坐标, 以一定的编码和格式输入、存贮、检索, 显示和综合分析的应用与管理技术系统^[3, 8], 是地理信息系统的一个重要分支。

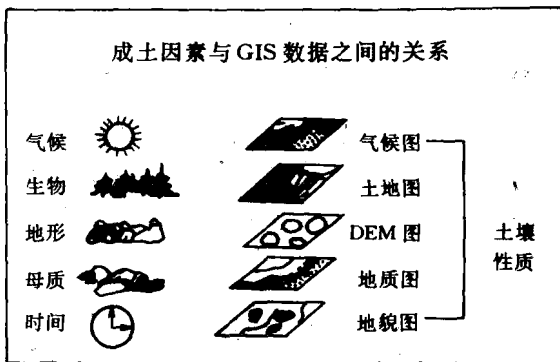


图 1 成土因素与 GIS 数据之间的关系

(据 Garrison Sposito 等, 1992)

2. 土壤信息系统的目的、意义

我国土壤调查经历了全国性的第一次和第二次土壤普查, 花费了大量人力、物力和时间而获得的土壤剖面调查数据(也包含理化分析数据), 主要是作为绘制基本土壤图的资料而加以利用, 但现在很难说这些资料已得到了充分利用。另外, 在基本土壤图上, 其图示也是采用在综合了很多的土壤性质的基础上进行分类的办法, 除了专家以外, 在实际问题上也很难加以利用。因此土壤信息系统的目的, 是用计算机将分散的土壤剖面数据及土壤图形数据进行数据库化, 使任何人都能以最适当的形式获得关于土壤资源的最新信息^[1]。

3. 土壤信息系统研究现状

3.1. 早期以土壤分类为基础的土壤信息系统 GIS 诞生后, 其功能和应用领域不断扩大, SIS 也应运而

生。1972年加拿大首先建立了土壤数据库,英国、美国、法国、澳大利亚等国家及联合国粮农组织也相继建立土壤数据库,70年代末80年代初,SIS在一些发达国家和地区均已建立和运用。

1972年,加拿大建立了统一的全国土壤数据系统。数据库数据的主要来源是土壤调查和土壤肥力的研究以及林业部门和工程实验部门的调查和测试数据。在数据采集上采用标准化的数据采集方法,包括许多术语定义的一致性以及各土壤等级或分类标准的一致性使土壤数据库在全国范围内通用,使采集的数据按预定的目的快速和方便地输入计算机。这种通用性好的土壤数据系统在当时是比较先进的。加拿大土壤信息系统的数据库结构中包含了土壤数据文件、土壤图形文件、土壤地理文件、土壤管理文件、土壤退化文件等^[9]。

苏格兰SIS建立前进行了土壤普查及土壤分类的研究,为建立土壤数据库打下了基础。1975年Macaulay土壤研究所在苏格兰试建了第一个土壤数据库。由于各类土壤数据量非常大,他们首先利用计算机技术压缩数据,减少数据需要的存储空间。经过不断完善,1983年,苏格兰SIS才具备从数据库中不同的地方组织数据进行运算的能力。这个数据库系统建立了三个层次的数据结构,有四个方面的土壤属性数据,如土壤调查、土壤分析、土壤矿物鉴定、光谱化学分析。有各种功能菜单供用户灵活掌握,如查询、输出报告单、在屏幕上显示或利用绘图机输出土壤属性分布图等。它还能运用各种可靠的统计方法及许多样品特性分析的标准方差进行土壤数据的统计分析^[10]。

美国SIS从70年代初开始创建,到80年代初期,州级土壤地理数据库系统及国家土壤地理数据库系统均已建立。美国农业部土壤保持局(USDA,SCS)建立的国家土壤地理数据库系统包括三个部分,即土壤工作数据库、土壤解释数据库及土壤地理数据库。当初它包含了全美的13400个土系,现已发展到15300个土系,用于美国土壤信息制图。此外美国SIS运用数据库管理系统(DBMS)加强对数据的管理,并且选择了图形程序显示系统来储存、更新、处理显示土壤空间数据^[11]。

3.2. 土壤信息系统的近期研究及其应用领域 继发达国家早期的土壤信息系统研究之后,国际上也开始运用SIS研究全球性问题。1985年,国际土壤学会建议“建立1比100万世界土壤和土地数字化数据库”(SOTER),1987年联合国环境署主持建立“全球土壤退化评价”体系(GLASOD),示范建立和应用SOTER数据库。SOTER中包括了多边形属性文件、地形组成属性文件及土层属性文件。SOTER计划的整个过程从1987年9月开始持续到90年代,覆盖区域从拉丁美洲、北美、非洲西部等国家和地区逐步推向东南亚等其他地区。SOTER计划是首次用1比100万的比例尺来对全球的土壤和土地资源信息进行管理,包含在全球地理信息管理系统之中,覆盖和兼备了其他的资源数据,如地形、植被、地质、气候、人口密度等^[12,13]。

与此同时,发展中国家也在积极建立和发展土壤信息系统。80年代中期印度的土壤工作者利用RS和土壤样本分析资料,建立制图数据库。通过数字化数据库解释并绘出土壤专题图,如土壤含盐量分布图、土壤侵蚀和土壤退化图等^[14]。

随着SIS研究的不断深入,SIS应用领域也不断扩大。加拿大将1比100万土壤景观图数字化并储存到加拿大土壤信息系统中。使图形文件与数据文件联结起来,提高了土壤信息系统的功能。美国土壤信息系统开发了多种应用功能。1983年,美国土壤保持局(SCS)开发出农用土地评价和用地估价系统^[5],系统中农用土地评价包括土壤生产力的分等定级、土壤适宜性评价和土壤生产潜力评价,成为管理和决策的重要手段。1989年美国SCS运用土壤信息系统保护土壤生态环境,控制土壤污染,如城市污水废物处理系统^[15,16]等。

最近,土壤信息系统从专业领域应用扩展到农场综合管理,利用SIS、RS模拟建模和化肥农药的精确使用等高新技术使农民能够根据土壤作为作物生长媒体的固有潜力管理土壤,称为精细农业或精确农业,即根据土壤调查、航空像片、土壤格网采样、地质数据分析、作物历史产量和其他相关数据得出数字化地图,用便携式微机就可以根据数字化地图提供的土壤信息来控制化肥和除草剂的施用量^[8]。

3.3. 中国土壤信息系统研究现状 中国土壤信息系统的发展也是建立在地理信息系统之上。80年代中期,中国土壤工作者也开始进行土壤数据库的建立、土壤信息系统的研制和应用工作。1986年,北京大学遥感研究中心主持了“土壤侵蚀信息系统研究”,建立区域土壤侵蚀信息系统,对数据输入及数据结构进行比较研究。同时建立了多种土壤侵蚀模型^[22]。1989年南京土壤所研究了1比50万东北三江平原土壤信息系统土壤图与数据库的建立;1990年又研究了1比5万江西红壤生态站土壤信息系统土壤侵蚀图^[2];贺红士等1991年建立了区域微机土壤信息系统(RSIS)^[3]。系统具有输入、储存、处理、分析、输出、系统维护多种功能,试验表明这是一个比较成功的土壤信息系统。周慧珍1991年进行了“1比100万土壤-土地数据库及土壤退化解

释”的研究^[4]。以世界 1 比 100 万土壤-土地数字化数据库工作手册为准则,将研究工作分为四个阶段,依次是土壤图的编制、土壤-土地数字化数据库的建立、地图数据和地图文件的建立、土壤-土地及数据库信息评价。在加拿大西部两个实验区的研究结果表明,在标准规范下建立 1 比 100 万土壤-土地数字化数据库,便于国际性的土壤信息交流。

4. 土壤分类与土壤信息系统的关系

世界上任何一个国家的土壤信息系统建立的基础是土壤分类单元。空间数据库中的土壤制图单元来源于土壤系统分类中的土壤分类单元,属性数据库中的土壤单元更是直接取自于系统分类。

美国农业部土壤保持局迄今为止已建立了三个代表不同比例尺,不同强度土壤制图的土壤数据库,并正式发行出售数据库中的土壤界线 and 土壤属性。这三个土壤地理(空间)数据库的共同之处是与一个土壤解释(属性)记录数据库相连接,两者连接的结果得到了每个制图单元中一定限度的土壤组成成分及其特性。这些土壤组成成分本身就是土壤分类单元,确切地说是土系组成及其特性。土壤解释记录数据库拥有全美公认的 15 300 多个土系及其 25 个以上的土壤理化特性。数据库包含有每个土系典型剖面主要土层的颗粒大小分布、容重、有效水容量、土壤反应、盐渍度、有机质、淹水(泛滥)、水位、基岩、土壤下陷特征数据及侵蚀潜势解释、工程、建筑、娱乐开发、农田、林地、野生动物栖息和牧场等信息^[11]。

华中农业大学土化系以中国土壤系统分类基层单元——土系为单位建立了湖北省土壤分类数据库系统,系统内贮存了 161 个代表性剖面的诊断特性和土壤景观数据^[5]。台湾大学农业化学研究所建立的以微机为基础的台湾土体的图形与属性数据库。系统内贮存了台湾具有代表性的 141 个土体的描述与土壤特性。他们用 BASIC 语言开发的软件,根据野外描述和实验室分析的土体形态和理化特性,按照美国农部的分类标准,用计算机软件将土壤按大土类一级进行分类^[18]。

作为土壤信息的最基本和最主要的组成部分是土壤信息,而在土壤信息的组成部分中,土壤分类信息起着主导作用,因为没有土壤分类信息就不可能描述土壤单元的形态特征和实验室理化分析数据。因此,土壤信息系统又称为土壤分类信息系统。当它与土壤景观、自然条件及人为活动信息相联系时,又成为土壤-地理信息系统^[21]。

在加拿大土壤信息系统(CSIS)中,土壤分类系统有专门的章节描述和记录。根据加拿大分类系统,首先将全国土壤分为 9 个土纲,并给予标准编码。在土纲下分别以矿质土壤和有机土壤两大类去划分土族。矿质土壤的土族由颗粒大小、矿物质、土壤深度、土壤反应、石灰性、土温、土壤湿度等几个因素去确定,并分别编码,记录在数据库中。有机土族的划分标准有:有机表土层、矿质表土层、土壤反应、土温、土壤湿度、矿质低层的颗粒大小、湖积物质等,也分别编码记录在数据库中。除了土壤分类外,加拿大土壤数据库中还记录与分类有关的土壤制图单元——土相信息^[9]。

由联合国粮农组织直属的荷兰土壤参比与信息中心世界土壤数据库记录了一定年限内标准编码的土壤单元、土相、大土类、亚类的分类信息及其属性^[19]。

全球性 SOTER 土壤与土地数字化数据库中,专门设计了有关土壤单元、土壤发育、诊断层、诊断特性、FAO 分类名及理化特性的字段名,供信息获取与数据输入^[20]。

系统分类在 SIS 中占有重要地位,其另一个目的是达到地区级、国家级以及全球数据共享的目的。澳大利亚土壤学家 A. W. Moore 认为“土壤信息系统”是把属于土壤的具有启发性的特殊事实告诉给他人的一个有次序的程序方法。如果不能一致地使用一个土壤分类体系或属性分类系统,不统一使用一个标准的属性分析方法,就无法进行交流或利用,那么信息系统中的信息就低于最佳使用值。他建议土壤信息系统应该有基本一致定义清楚的分类(土壤分类及属性分类),分类要层次分明、命名一致^[21]。

近年来中国土壤系统分类的研究,已经产生了以 FAO 及 USA 分类体系为基础的中国土纲、亚纲、土类、亚类标准系统分类体系^[6]。同时汇编了野外土壤描述及实验室分析属性数据的描述规范与编码手册,在分析方法上也统一了标准^[7],目前正在全国不同地区采集不同土壤类型的代表性剖面并进行数据分析,它为建立国家级以土类及亚类为单位的土壤分类数据库打下了基础。