

为 21 世纪土壤科学的创新发展作出新的贡献

——参加第 17 届国际土壤学大会综述

赵其国 周健民

(中国土壤学会、中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

今年 8 月 14~21 日,在泰国曼谷召开了第 17 届国际土壤学大会,这是在 21 世纪首次举行的全球性的土壤科学学术盛会。在 14 日的开幕式上,泰国皇家王室 M C Sirindhorn 公主亲莅会场致开幕词,并为大会展览厅揭幕。曼谷市市长、泰国土地发展部部长、本届国际土壤学会主席及秘书长等人在开幕式上作了讲话,对本届大会的召开表示衷心祝贺,对参加会议的各国代表们的光临表示热烈欢迎。会议气氛隆重而热烈。

报名参加此次会议的代表达 1880 人,共代表 96 个国家和地区,其中泰国 584 人,美国 143 人,日本 110 人,中国 94 人,澳大利亚 81 人,印度 77 人,法国 72 人,德国 60 人,伊朗 57 人,俄罗斯 51 人,英国 47 人,意大利 38 人,韩国 37 人,巴西 33 人,加拿大 32 人,荷兰 30 人,匈牙利 21 人,西班牙 19 人,波兰 14 人,印尼 13 人,瑞典 12 人,其他国家代表均少于 10 人,有 14 个国家代表为 1 人。

中国这次共有报名代表 94 人,实际出席 72 人。其中,来自中国科学院南京土壤研究所的代表 21 人,全国其他 28 个单位的代表 51 人。

这次学术大会,除组织了 5 篇主题报告外,还组织了 65 个专题学术报告会(Symposium),分属 8 个土壤专业委员会(Commission),5 个分委员会(Sub-Commission)及 22 个土壤工作组(Working Group)。经统计,在大会作口头学术报告的论文共 440 篇,作墙报的论文共 1352 篇,墙报论文是口头报告论文数量的 3 倍多。中国代表在有关专题组作口头报告的论文共计 18 篇,其中,中科院南京土壤研究所 6 篇,全国其他 9 个单位,共 12 篇。中国共有墙报论文 51 篇,其中,中科院南京土壤研究所 6 篇,全国其他 28 个单位,共 45 篇。根据大会决定,最后在 1352 篇墙报中,评出得奖墙报 8 篇,中国没有墙报入选。总的看来,这次中国提交的口头报告及墙报论文数量均是偏少的。

下面就这次会议的组织工作和学术报告等方面作一简要评述。

1 大会组织工作

这次会议正值世纪之交,国际土壤学会组织内不少机构与人员均面临新的组合与调整。在大会期间,国际土壤学会连续召开了 5 次常务理事会议,着重讨论并决定了下一届新的常委领导人选与学术机构中的各级负责人。具体内容如下:

(1) 选举了新的秘书长与副秘书长。下届秘书长将由 Stephen Nortcliff (英国)担任,

本文编写提供资料的人员尚有:龚子同、张佳宝、史学正、蔡祖聪、蔡贵信、潘根兴、杨劲松、朱建国、张甘霖、章钢娅、尹斌、孙波、张斌、王德建、王火焰、金峰、蒋先军、沈润平。

副秘书长由 Alfred Hartemink (荷兰) 担任。

(2) 由于 2006 年将在美国费城召开第 18 届国际土壤学大会, 因此美国现任土壤学会主席 Donald L Sparks 将成为下一届(第 18 届)国际土壤学会主席。

(3) 确定了新的组织结构, 并选出相应各部及委员会的负责人。

新的组织结构为:

- Division 1 (第 1 部门) 土壤的时空演变
 - Commission 1.1 (委员会 1.1) 土壤形态及微形态
 - Commission 1.2 (委员会 1.2) 土壤地理
 - Commission 1.3 (委员会 1.3) 土壤发生
 - Commission 1.4 (委员会 1.4) 土壤分类
- Division 2 (第 2 部门) 土壤性质与过程
 - Commission 2.1 (委员会 2.1) 土壤物理
 - Commission 2.2 (委员会 2.2) 土壤化学
 - Commission 2.3 (委员会 2.3) 土壤生物
 - Commission 2.4 (委员会 2.4) 土壤矿物
- Division 3 (第 3 部门) 土壤利用与管理
 - Commission 3.1 (委员会 3.1) 土壤评价与土地利用规划
 - Commission 3.2 (委员会 3.2) 水土保持
 - Commission 3.3 (委员会 3.3) 土壤肥力与植物营养
 - Commission 3.4 (委员会 3.4) 土壤工程与技术
 - Commission 3.5 (委员会 3.5) 土壤退化控制、修复与重建
- Division 4 (第 4 部门) 土壤在社会持续发展及环境中的作用
 - Commission 4.1 (委员会 4.1) 土壤与环境
 - Commission 4.2 (委员会 4.2) 土壤、食物保障与人类健康
 - Commission 4.3 (委员会 4.2) 土壤及土地利用变化
 - Commission 4.4 (委员会 4.4) 土壤教育与公众福利
 - Commission 4.5 (委员会 4.5) 土壤历史、哲学及社会学

根据新的组织结构, 这次会议决定: 当前已有的委员会及分委员会均将进行相应的对口与合并, 仅有少数的工作组(Working Groups)保留并将逐步取消。

针对这次新的结构, 通过会议代表们的选举, 再经常委会讨论通过的各级负责人名单已大部分确定。中国这次有 2 名代表当选, 一位是中科院南京土壤研究所的张甘霖, 当选为第 1 部(Division 1)第 1.3 委员会即土壤发生委员会的副主席, 另一位是中科院南京土壤研究所的张斌, 当选为第 3 部(Division 3)第 3.4 委员会即土壤工程与技术委员会的秘书。其余各部门的负责人选将见国际土壤学会通报, 此处不再列出。

(4) 这次常委会通过选举, 共选出 11 位国际土壤学会名誉理事。中国因李庆逵先生过逝, 这次未能参选。

(5) 这次常委会讨论决定, 会议将设立国际土壤学会 Dokuchaev 基础土壤学及 Liebeg 应用土壤学 2 项奖励。此奖将在 2004 年提名, 2006 年由 18 届国际土壤学会常务理事会讨论决定。

(6) 常委会讨论决定：第 19 届国际土壤学大会将于 2010 年在澳大利亚 Brisbane 召开。中国这次虽也申请于 2010 年在北京召开该会，但讨论中委员们建议中国推迟到 2014 年举办第 20 届国际土壤学大会，并希望在 2004 年前作好申报资料的准备工作。

除上述各项重要组织内容外，在常委会上还就常委会的组成、国际合作、出版计划、增设国际土壤学会学术刊物及财务制度等事项，进行了深入讨论，其中部分事项有待下一届委员会讨论决定。

总之，这次会议对组织工作进行了充分讨论，取得显著效果。在 8 月 21 日下午的大会闭幕式上，本届国际土壤学会秘书长 Dr. W E H Blum 就常委会通过的上述各项决定向大会作了汇报，并将本届会议秘书长的印章，转交给下一届秘书长 Stephen Nortcliff。接着，本届土壤学会主席 Mr. Sompong Theerawong 将国际土壤学会会旗，转交给下届国际土壤学会主席 Donald L Sparks。大家都在会议上发表了热情洋溢的讲话，表示对这次会议的东道主及各位代表的诚挚感谢。D L Sparks 及 Gary Peterson (下届国际土壤学会副主席) 同时表示欢迎并邀请各国代表于 2006 年赴美国费城参加第 18 届国际土壤学大会，大会最后还放映了简短而引人入胜的美国费城宣传片。总之，本届大会的召开是成功而热烈的，同时预期第 18 届国际土壤学会议将更加圆满成功。

2 大会学术报告的内容与评述

这次大会的专题学术报告会 (Symposium) 共 65 个，分属原来的 8 个委员会、5 个分委员会及 22 个工作组，另有 5 个主题报告。

现将这次学术会议报告的主要部分，按主题报告、委员会及分委员会等顺序，依次对其学术内容进行简略评述，供大家参考。

2.1 21 世纪土壤学面对的现实和挑战 (主题报告)

这次大会共邀请了 5 位科学家作主题报告，分别从不同的角度阐明了 21 世纪土壤学所面临的问题和挑战。格鲁吉亚乔治亚土壤学会主席 Tengiz F Urushadze 的报告是“时空中的土壤：21 世纪的现实和挑战”；美国土壤学会主席 Delaware 大学 Donald F Sparks 教授的报告是“关于尺度与界面：基础土壤学研究前沿”；加州大学 Berkeley 分校的 Pedro A Sanchez 教授的报告是“土壤科学是世界发展中的主角”；国际土壤学联合会秘书长 Winfried E H Blum 的报告是“土壤学在社会和环境持续发展中的作用：21 世纪面对的现实和挑战”；泰国皇家项目基金主任 Santhad Rojanasoonthon 的报告是“热带土壤学：现实和挑战”。

Urushadze 认为，土壤是生命的屏障，土壤和土壤覆被在生物圈中的作用将不断增强。在 21 世纪，土壤在时间和空间上都不会发生自然灾害性的变化，但是人为活动对土壤的作用将更加强烈。在今天这种人为作用是极其负面的并超越我们的控制能力的，对此，必须采取决定性的对策，包括：

第一阶段：必须建立土壤条件和土壤覆被的世界数据库；

第二阶段：世界范围内土壤保护和合理利用经验的系统化；

第三阶段：组织世界范围的土壤和土壤覆被的有效监测网。

Sparks 认为土壤学的研究前沿毫无疑问地涉及多种研究尺度。提出微环境的分子特征和表面反应在理解土壤环境中化学、物理学和生物学之间相互作用方面的意义将不断突出。他预期小尺度技术在环境研究中的应用将出现一门新的、土壤科学家积极参与的学科：分子环

境科学。他将分子环境科学定义为“在分子水平上研究污染物在土壤、沉积物、废弃物、自然水体、大气中的化学和物理形态和分布的科学”。先进的实测技术和多学科交叉将使我们在许多领域的研究获得进展,包括土壤和其它不均匀体系中污染的种类;微量元素和营养元素循环及对全球气候变化的影响;发展能准确预测亚表层环境污染物迁移速度、去向和转化的田间尺度下水和地质化学模型;污染物的微生物转化机理;揭示土壤有机质精确的结构,促进不同环境条件下根际化学的理解等。他预测 21 世纪土壤学研究的主题之一将是研究生物作用对土壤化学和物理反应和过程的影响。

Sanchez 认为在世界发展问题上,诸如粮食保障、缓解贫困、土地退化、提供环境服务等方面,土壤科学在决策群体中被认同程度将不断增加。土壤学的重要性未被决策层所认识的主要原因并不在于土壤学不重要或没有进展,而是纯朴的科学家只在有限的科学圈和我们提供服务的土壤使用者内活动的结果。发达国家和一些发展中国家的决策者是严肃地看待土壤的。全球共同发展的社会正在缺少有关土壤性质的过硬的、可信的数据。诸如,经济和生态学家有充分的理由带着疑惑来分析土壤退化的参数和方法,因为缺少好的、他们可以利用估计土壤侵蚀的信息。他们关心这些问题,但苦于无从获得适用的数据。虽然土壤学家在土壤碳循环和温室气体排放研究方面非常活跃,但气候变化科学家仍然认为他们的工作受到了缺少土壤数据的限制。问题不在于缺少知识,问题在于将现有知识集成为决策者可以使用的知识。土壤科学家必须在单个土体(pedon)和试验小区尺度以上的空间尺度和几年直至十年以上的时间尺度上作更多、更好的工作。

Blum 认为在持续发展的社会和环境,土壤的作用是复杂的,研究经费持续地投向对土壤新的功能的探索。土壤具有 6 大主要功能:生产生物量、环境保护、基因库、建筑物基础、原材料和对历史的记忆功能。前 3 者属于生态范畴,后 3 者与文化、社会和经济及技术有关。土壤学面对的现实是土壤 6 大功能的使用在空间和时间上的剧烈竞争。这一竞争可以划分为 3 个不同的层次:土壤的生态功能使用为一方,文化、社会、经济和技术为另一方;基本建设用地与发展为一方,农业、环境功能利用和基因库保护为另一方;生物量生产为一方,环境和基因库保护为另一方。21 世纪对土壤学面临的挑战是:科学技术挑战:在空间和时间上对土壤的了解;对土壤性质和过程的了解及土壤利用和管理及对人类社会从中受益的了解。文化、社会和经济挑战:在区域、地区及全球尺度上,土壤的文化、社会和经济功能变得越来越重要。土壤问题在国际协议中正在起着越来越重要的作用。所以,土壤科学需要新的概念和观点以促进在环境保护和持续土地利用方面的多学科研究。

Rojanasoonthon 介绍了热带土壤利用和持续发展所面临的问题。从欧美发展起来的基础土壤学在热带土壤利用和持续发展中的应用受到很大的限制。过去关于热带土壤的研究集中于有机质的巨大作用、电荷特性、土壤系统分类、粘粒和铁氧化物表面的交换特性及热带土壤管理的一般概念,对热带土壤基础研究较少。关键的问题是在对热带土壤的试验研究中还没有充分建立起“热带条件”的概念,对试验结果的解释还不是从热带需求出发。然后他介绍了 1969 年开始设立的皇家项目基金所取得的成绩。根据泰国国王的提议、陈述或假设,皇家项目基金已经资助了 2000 余个项目。这些项目对泰国农村,特别是改变山区农村生产方式与持续发展等,发挥了极其重要的作用。他认为这些经验可以推广到其它热带地区。

2.2 土壤物理委员会()

本届大会在土壤物理领域主要针对当前土壤物理发展中的一些热点和前沿问题进行了

广泛的讨论,具体研讨议题为:(01)土壤结构和性质对优势流动力学及污染物运移的影响;(02)以景观尺度研究土壤和水质量变异的理论与方法;(03)利用现有土壤属性数据预测土壤物理性质的方法及其意义、限制和有效条件;(04)土壤生物活性对改变土壤物理性质的作用。

根据上述4个研讨议题的口头报告和墙报所提供的內容,本次会议提供了下列土壤物理学最新研究进展信息:(1)试图通过在微观尺度上研究土壤结构特征和土壤性质的空间变异规律,为揭示优势流发生机理、模拟优势流动态过程寻找突破口。研究运用了大量现代技术对土壤结构进行了分析,如利用计算机辅助下的X光断层扫描仪(CT)对土柱的各个方向的剖面进行扫描,以获取三维结构特征信息;而微型CT在观察土壤结构特征时的分辨率可达50 μ m;配有微型遥感探头、每平方毫米的分辨率达9万像素的CCD数码相机可以插入土柱中进行观察。以影像信息进行三维土壤空间结构与孔隙模拟的研究已经被报道。荷兰科学家已经建立了土壤优势流的三维数学模型。(2)在景观尺度上研究土壤和水分质量的空间变异,建立区域(或小流域)溶质与水管理模型已成为现代土壤物理学在实际应用一个最主要亮点。多变量分析作为景观尺度土壤和水分空间变异规律分析的重要方法在本届大会上进一步得到报道。而通过建立区域尺度水文过程模型来预测区域水资源动态以及污染物质,特别是氮元素对水体的贡献是本次讨论最感兴趣的内容。(3)为了能使模型在区域尺度上实现预报功能,通过现有的土壤属性数据建立土壤水力学函数是与会学者最关心的讨论议题。过去的工作主要建立回归统计学模型,由于其误差较大,受到质疑。本次会议主要讨论有物理学基础的土壤转换函数模型。荷兰和匈牙利等国已经建立了国家尺度的土壤转换函数数据库。与会的专家们更大的雄心是建立世界范围内的土壤转换函数数据库,以致于模型能够在各地得到实际运用。由此可见,当前土壤物理学正在传统土壤物理研究基础上,向现代土壤物理学方法推进。

2.3 土壤化学委员会()

本委员会共有四个专题组。分别为:(05)“热带土壤中有机质的性质、功能与动力学”;(06)“根圈土壤化学和生物化学前沿”;(07)“土壤化学与生物化学过程对全球气候变化的作用”和(08)“运用分子技术测定土壤污染物质形态与土壤修复”。

第05专题共有论文27篇,其中大部分与本主题符合。主要涉及的研究内容有:热带土壤有机物的组成;土壤有机物的转化;土壤C库演化空间变异的土壤指示物;亚洲温湿地区土壤有机C矿化的控制因子;与颗粒粒径相关的有机物形态在土壤固C中的意义;土壤中不同作物残体的性质及在土壤中的位置对土壤C、N矿化作用的影响;土壤有机物周转模型及有机肥施用估计;干旱半干旱区土地农业利用与土壤有机物变化。免耕的土壤有机物质量变化与C固定;不同耕作系统的CO₂排放通量和微生物生物量的动态变化;轮休耕作条件下的土壤有机C与微生物生物量;土地管理对土壤有机物含量和质量以及土壤蚯蚓种群的影响;土地利用与微生物生物量、胡敏酸及矿质N;甘蔗青秆的管理对土壤C库及积聚方式的影响;有机肥施用对麦、稻轮作产量的直接和后续效应;轮休耕作条件下土壤易利用C的动力学;豆科作物与谷类作物对土壤有机N的影响差异;林地和旱作土壤有机C的¹³C丰度;土壤有机C对除虫剂吸附的化学作用等。

第06专题“根圈土壤化学和生物化学前沿”专题论文共25篇,其中符合主题的研究有:土壤磷酸盐吸附容量和饱和度估计与根际迁移作用;根际土壤的微生物作用;沙性土壤根际

阻水化合物分析；轮作条件下有机酸分泌物对 P 可移动性的作用；根际特征对作物 Zn 利用率的影响；根际溶 P 细菌及其分泌物与土壤磷酸盐溶化；谷类作物根系酸性磷酸酶活性等。

第 07 专题为“土壤化学与生物化学过程对全球气候变化的作用”，列入本专题论文共 24 篇，其中切合主题的研究有：利用作物秸秆和某些植物来源的有机材料生产泥炭；成土母质对粘土矿物组成的影响；典型土壤腐植质本质研究；有机改良物质对土壤质量的影响；温度对不同生态系统的土壤中 C 可移动性的影响；利用原位聚合反应固定土壤有机 C；土壤有机物与养分有效性；高 CO₂ 浓度条件下的现代林地水分利用率。关于土壤温室气体排放的专题有：不同土地利用方式下的土壤温室气体排放；土壤铁氧化物对甲烷排放速率及水稻生长的影响；尿素和硝化抑制剂对甲烷消耗的影响；水稻生态系统秸秆管理对甲烷排放的影响；减少甲烷排放的水稻田管理措施；高 CO₂ 浓度(FACE)条件下草皮地氧化亚氮的排放；N 的硝化反硝化损失和 N₂O 排放；土壤硝化反硝化作用的 N₂O 排放的 NOE 预测模型等。

第 08 专题为“运用分子技术测定土壤污染物质形态与土壤修复”，本专题共收集论文 20 篇，主要为运用现代仪器手段分析土壤污染物，涉及的相关研究有：用 X-射线荧光光谱和等离子质谱联用法进行土壤微量元素全量分析；粘土矿物分化过程中放射性同位素 (¹³⁷Cs/⁹⁰Sr)截留；ESR 法研究胡敏质对生态系统的稳定作用；原位穆斯堡尔谱法在受土壤铁动力学时空变异影响的土壤溶液监测中的应用；土壤地球生物化学研究中的 ¹³⁷Cs 分析、ESR、¹³C、NMR 研究胡敏酸水合位；荧光光谱法研究胡敏酸聚合度；土壤对含氧阴离子吸附机制的原位监测等。

2.4 土壤生物委员会 ()

土壤生物委员会这次共有 4 个专题讨论会，分别是：(09)“土壤微生物和动物群落组成：新技术下的新命题”、(10)“增强土壤碳固定的研究”、(11)“淹水土壤中的微生物过程和种群数量”和(12)“土壤微生物和酶活性的调适”。

在第 09 专题中共有 33 个报告，涉及菌根的报告有 3 篇，内容包括菌根对玉米、大麦的养分吸收，共生真菌菌根对豆科木本 *Acacia* spp. 的根瘤结瘤与根圈细菌的影响及其营养意义。根瘤菌及其多样性的研究在本讨论会上占有较大比例，中国 1 篇论文运用 16S ~ 23S RDNAPCR-RFLP 法和 RAPD 法揭示了神农架保护区的原生豆科根瘤菌的基因资源及其多样性。韩国学者研究了 15 个花卉属(family)植物根圈土壤中 88 个 *Azospirillum* 菌落的多样性与固氮活性，筛选和发现了一个固氮活性最强的菌落和一个分泌植物生长刺激素最强的菌落，可以应用于花卉生产。澳大利亚的学者报道了牧草-小麦轮作中土壤 *Azotozoan* 的多样性，分别分析了根圈、分解中植物残体、>4mm 和 <1mm 团聚体中的 *Azotozoan* 的丰度和种的丰富度，并用双标记法遗传改良的土壤细菌定量 *Azotozoan* 在特定土壤功能中的作用，发现在养分丰富的微域 *Azotozoan* 的丰度最大，*Azotozoan* 多样性导致天敌细菌功能的降低和感病率上升。土壤细菌(微生物)多样性的研究最多，许多学者报道了不同土壤类型、豆科-咖啡轮作系统、人工湿地系统、林木苗圃、不同放牧草地、不同施肥措施下的多样性，其研究方法包括传统的培养皿法、Biology 法和分子生物学方法。较多的研究不但注意基因型差异，还强调 phenotypic 型差异。

从总体上讲，对土壤氮循环有关的微生物的多样性的研究较多，对土壤动物的多样性报道很少(仅有 1 篇对土壤无脊椎动物对土壤结构的影响的观察研究)。除了根瘤菌外，还有少量对氨氧化细菌(应用阳离子渗透膜分离法)、硝酸还原细菌多样性的报道。其他报告包

括太阳能照射与土壤养分供应、微生物与土壤 P 的溶移、土壤微生物分离生防制剂等研究。

在第 10 个专题“土壤碳固定研究”中的论文共 28 篇。该专题与第 45 专题中的报告存在交叉。美国学者 Meeting 作的引导报告：“陆地系统土壤碳固定潜力”，回顾了過去 200 年人类土地利用和化石燃料燃烧与温室气体释放和全球变化的发展，指出今后 50~100 年内，必须增加陆地的 CO₂ 吸收，以弥补 1850 年以来陆地失去的 150Pg 的 C。目前对陆地 C 固定潜力还不清楚，因为：(1)对 C 流通的生物地球化学机理和不同尺度的 C 储存的潜力认识不够；(2)对控制 C 循环的遗传和生理学过程认识不够；(3)对陆地系统地下部的土壤 C 库的结构和动态认识严重滞后。他还根据一些观察和模拟数据，讨论了不同生态系统土壤 C 固定的潜力，认为未来几十年 C 固定潜力的大小是 热带稀树草原>热带雨林>湿地>温带草原和森林，同时认为高纬地区(苔原、泰加林和泥炭地)的土壤 C 库可能不稳定。

第 11 专题“淹水土壤的微生物过程和数量变化”中共有 24 篇论文，可分为 3 部分：(1)淹水土壤中微生物多样性；(2)淹水土壤中微生物过程与 C、N 循环；(3)环境条件对淹水土壤微生物的影响等。日本学者报道了运用分子微生物学方法和 PLFA 法对水稻土微生物多样性的研究，表明随着淹水与排水的变化、水稻生长阶段的变化和不同农业管理措施的改变，微生物多样性改变并不断演替。秸秆还田处理下 PLFA 群落最多，并与土壤 N 状况无关。美国 Everglades 淡水沼泽中微生物区系与富营养化程度有关，完全氧化的硫酸还原细菌在富营养区占优势，而不完全氧化的硫酸还原细菌在贫营养区占优势，因而富营养化程度影响到沼泽的 C 循环。富营养化促进了水体微生物生长，增加了微生物生物量，大大加快了微生物过程。在富营养化地区，C 循环加快，养分循环也随之加快，而土壤和生物体 P 的积累和循环的加快使这些水体即使输入负荷大大降低，而富营养化水平仍得以保持。美国学者运用分子生物学方法研究了淹水和非淹水土壤的微生物群落和基因差异，提出淹水土壤中低 C 环境下 C 竞争是决定微生物群落结构的主要因子，而在高 C 环境下不存在优势微生物。发现 nirS 基因在淹水土壤中具有多样性，而在旱地土壤中消失。因此，基因序列分析可以将微生物结构与功能相联系。芬兰学者运用分子生态学方法研究了 fen 淡水沼泽中不同深度和微域产甲烷细菌的功能多样性，分离出优势的 16S rDNA 和 DGGE 中功能性 methy-coenzyme M 还原酶基因带，并进行了克隆。德国学者也报告了对水稻土微生物多样性与功能多样性的关系的研究，认为水稻土是湿地系统微生物类型多样性与功能多样性关系的模式系统，这种关系与水稻土产甲烷的能力及其动态有密切的关系。另外一些报告报道了对淹水土壤酶多样性的研究。

日本的研究表明，水稻土水分明显制约甲烷释放，但对 CO₂ 释放却没有影响，甲烷释放与土壤中 NO₃⁻ 有密切的关系。日本的 FACE 研究还说明，不同 CO₂ 处理下，水稻土微生物 PLFA 群落结构产生变化，但没有影响 trans/cis 脂肪酸比例。随着处理的延长，FACE 处理下总微生物生物量出现增长，提高了土壤的固 N 活性，并出现对甲烷产生和释放的抑制。

第 12 专题“微生物和酶的活动”共有 57 篇论文，中心议题是：土壤微生物量、多样性—土壤质量的指示与土壤环境条件的影响。7 个口头报告的内容分别涉及土壤微生物量作为土壤肥力的指示，土壤微域生境作为研究土壤生物多样性的新尺度，以及不同土壤和农业体制下土壤生物多样性与功能。何振立的报告综合了大量不同土壤微生物量的研究资料，认为微生物 C/N 与土壤肥力指标有很好的相关性，与一些低产土壤的作物产量也存在明显的关系，因此，认为可以作为土壤肥力的诊断指标（一个印度的报告也支持这样的观点）；德国 Hohenheim 大学 Kandeller 教授的报告全面综合了过去中欧对土壤颗粒分组的养分、酶活性和

微生物量的研究结果,提出了许多运用现代分子技术和 PLFA 技术对不同颗粒组成中微生物区系分布进行研究而获得的新结果,显示了土壤微域的微生物生态的巨大差异。这种差异可能影响到 C、N 循环等土壤功能。因此,将土壤颗粒分组技术与微生物生态学技术相结合可以揭示土壤微域中矿物-有机质和生物的复杂的相互作用。

土壤环境条件对微生物和酶活性的影响在本组中有较大比重。例如采用分子技术和酶监测技术评价农药施用对土壤微生物群落和结构的影响;成杰民等的研究表明,蚯蚓提高了红壤中 DTPA 和 $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 浸提的锌,提高了水稻土交换态锌和有机态锌,而对非酸性土壤锌分配无影响。捷克重金属严重污染的土壤中,细菌数目随污染程度而递减,脱氢酶活性的变化与之类似,而磷酸酶活性与污染没有明显关系,结果认为可以用微生物 C/全 C 比反映土壤的重金属污染。Azerbaijan 在沿油管周边的土壤对原油污染有自清洁能力,而栗钙土的这种能力最强,但没有说明是否是微生物的机制。

需要特别指出的是,意大利学者注意到极端不利环境中土壤微生物生物量的保持现象。其特征是低代谢率,休眠,但仍具有与培养微生物相似的 ATP 浓度和 AEC 活性。这些是土壤微生物对极端环境的自适应现象,当用非常低浓度的刺激分子(trigger molecular)处理时可以发现其呼吸率急剧升高,这种现象可以用来筛选和遗传改良土壤微生物以应用于逆境土壤的利用和恢复。

其他大量的研究是传统的围绕土壤养分条件和农业管理措施对土壤微生物量、酶活性以及多样性影响的研究。对于土壤中放线菌、线虫的研究仅分别有 1 篇报告

2.5 土壤肥力与植物营养委员会()

本委员会下,有 5 个专题讨论会(13、14、15、16、17),共有报告 277 篇,其中口头报告 48 篇。这部分论文主要涉及以下内容:

(1) 在热带湿润环境下,各种有机废弃物在不同土壤和作物上的农用对提高土壤肥力、增加作物产量、保障农业可持续发展中的有效作用。有机废弃物和化肥配合使用,可有效地提高化肥氮的利用率,减缓 N_2O 与温室气体的排放,也可减少 NO_3^- 的淋溶等。有机废弃物的应用可同时有效地增加土壤,特别是各种有机质含量低的土壤中有机质含量,促进土壤中各微量元素生物有效性,使作物与土壤养分平衡,并向有利植物营养的方向发展。

(2) 在研究养分运移方面,各种有效手段充分运用,如 ^{15}N 、 ^{13}C 、 ^{31}P 等示踪技术和一些理论模型的建立和使用,对有机废弃物、绿肥、各种动物厩肥农用的肥效,以及所产生的环境效应也作了有益的探索性研究。

(3) 在生态系统中研究土壤肥力,不仅研究了不同地区、不同气候条件、不同农业管理方式、不同土壤类型、水分状况等因素对不同作物种植下的不同来源的有机物的再利用的影响,而且还结合农业持续发展的要求,研究了不同肥料、不同养分在不同生态环境中的交互作用、最佳利用方式和达到较高肥料利用率所采取的诸多方式和产业结构模式。

(4) 研究了各种管理模式,如养分管理系统、农田水平土壤信息系统等,以加强土壤的可持续利用和基本农田的保护。

(5) 通过综合技术、管理等,对有效养分的利用及其机理,并在不同地区、不同气候条件、不同植物种植(包括森林)条件下,都作了有效的研究。如 P、K 在不同情况下的有效利用及其机理等。

(6) 在一些长期试验中,对如何有效保持养分的持续供应和有效利用以及减少金属元

素生理毒性等方面也有深入的讨论。

(7) 有关从自然资源获取养分补充的研究, 讨论了需要补充养分的不同种类, 如 P、K、C、S、Ca 等, 并讨论了这些元素从何而来, 以何种方式, 何时施加等内容, 同时也考虑到了有关矿物等的农用化对土壤所带来的不利影响, 如土壤酸化、作物获取养分的能力改变等。

2.6 土壤发生、分类及制图委员会()等

本届土壤学大会与土壤地理领域相关的分会有6个, 分别为国际土壤科学联合会第5委员会的4个专题: (18) “土壤形成的人为发生因子”、(19) “土壤体系和土地利用”、(20) “干旱和半干旱土壤: 过去气候的记录, C 固定, 发生和管理”、(21) “土壤分类: 成就和将来”; 另2个分会为专门工作组会议: (44) “全球和国家土壤地体数字化数据库(SOTER): 建立和应用”以及(55) “城市土壤”。每个分会有7个口头报告, 20~30篇墙报。

初步分析来看, 这次大会报道的内容反映了近几年来这些领域的研究进展。当然这些报告未必能表达各方面研究的全面。从交流的内容来看具有如下特点:

(1) 充分重视人为活动对土壤与环境的影响 人为活动过程是人与土壤相互作用中一个主导方面。人为活动的影响包括不同程度和方式, 轻度的影响如对土壤一般物理化学性质、肥力和土壤质量等方面, 重度的影响体现在急剧的人为活动过程对包括土壤层次结构的所有特征都有重要的决定性改变。有多篇会议论文对上述两个方面进行了研究。第18组召集人 R. DUDAL 在总结与会代表的讨论后明确指出人为因素是土壤形成演变的第6大因素, 因此道库恰耶夫的成土因素学说应该得到补充。另一方面, 会议讨论指出同时必须重视土壤对人的影响。中国在人为土方面的工作在会上得到体现, 有1篇口头报告(龚子同)介绍人为土壤发生过程的主要方式和相应的土壤发生效应以及人为土壤的类型。有关人为活动对土壤影响的各方面研究仍然是今后一段时间的研究重点。

城市土壤作为人为活动影响的特殊土壤类型, 已经成为目前土壤学研究的热点。本届大会在上一届大会单独列出专题会议之后, 有2个组(29, 55)专门讨论城市农业和城市土壤。城市农业(29组)主要探讨城市土壤的环境质量以及污染物在土壤-植物(主要指蔬菜)体系中的转移以及由此带来的食物安全问题及其评价。该组由国际土壤学联合会城市土壤工作组副主席 MOREL 教授主持。城市土壤(55组)则由工作组主席 BURGHARDT 教授主持, 重点讨论城市人为活动(包括工业和交通建设)对土壤物质组成、层次结构、形成分类的影响, 探讨不同城市区域土壤的构成和结构特征。城市降雨入渗的过程和异常也是报告的主要内容之一, 这突出地表现了城市条件下土壤的功能改变及其生态环境效应。从国内的基础和现状来看, 应该及时地开展我国城市土壤的研究工作, 以保持与国际研究的同步。

(2) 土壤分类研究面临挑战 目前国际上有重要影响的土壤分类主要有美国土壤系统分类和 WRB 两大流派。美国土壤系统分类在1999年推出第2版以后目前没有大规模的研究队伍, 但仍然组织农部和一些大学的土壤学家进行人为土的研究, 因为究竟是否在未来的分类体系中设立人为土纲还存在不同的看法, 而且基本研究资料还相当缺乏, 无论是形态学还是物理化学属性记录都还不足, 难以从理论上和实践上充分确立人为土纲。与此相对应的是, 我国由于农业历史悠久, 人为活动形式多样, 提供了良好的研究基础, 因而为我国土壤系统分类中人为土的建立奠定了坚实的基础。

作为国际土壤学会和 FAO 共同推举的分类体系, WRB 在最近几年相对活跃, 自上一届大会以来组织了多次的野外土壤参比考察(包括一次在中国的人为土考察), 并且进行了系

统的修正。WRB 吸收了欧洲国家、俄罗斯、中国等分类体系的研究优势,基本上全面地反映了全球土壤的主要类型和特征,正在发挥着越来越大的影响。但是 WRB 的致命不足在于它还没有明确的低级单元,虽然在其体系中已经建立了一系列的相当于低级单元的概念标准(Qualifiers)。WRB 建立的初衷和原因之一是解决目前世界上没有统一分类的窘境。现在看来欧美两大流派的分歧仍然存在,全球统一分类体系的建立面临着挑战。

(3) 土壤空间关系和制图研究将迎来突破 土壤的分布规律表达与空间尺度密切相关。在微域土壤分布规律研究中,依靠地表形态分析预测土壤分布特征成为最近几年比较前沿的研究,在本次会议中有为数不多的几篇报道。依据地统计方法研究土壤的空间变异,结合预测模型建立不同于传统土壤图概念的连续分布土壤图,也是新近的研究方向,存在的问题是这种方法往往是特定区域的研究,因而还缺乏成熟的可转移技术模式。因此可以说,土壤空间关系和制图研究将迎来新的突破。小比例尺制图研究转向以土壤—地体数字化数据库为标准方法的研究思路,它保留了土壤的内容而叠加了其他相关环境信息,所以能够比单纯的土壤图能发挥更大的用途。借助现代信息技术,小比例尺 SOTER 可以迅速更新。在本次大会上,包括中国在内的 7 个国家或地区以口头报告汇报了各自有关研究进展。

2.7 土壤技术委员会()

本委员会下共有 3 个专题,分别为 22、23 和 24。第 22 专题为“克服根际土壤制约的技术”,共有报告 20 篇,其中口头报告 7 篇。有 6 篇来自印度,3 篇来自澳大利亚,泰国和日本各 2 篇。澳大利亚 Rengasamy 等对根际土壤制约作了综述,指出目前许多农作物的平均产量仍然低于根据气候条件而定的潜在产量。几十年来应用于表层 10cm 的土壤的耕作和保护设施并没有增加多少农作物产量,根际增殖和植物生长利用的底土在农业系统中被大大忽略了。除了适当的温度,水和养分,根际还需要透气和低机械强度的环境。要根据经济实力发展克服根际制约的技术来处理土层板结、养分缺乏、盐碱化、酸化、有毒元素、微生物和动物活性低等在全世界根际土壤(Alfisols, Ultisols and Vertisols)中所遇到的问题。日本 Choichi 等利用立体 X 射线(x-ray stereogadiography)研究了冲积土和火山灰土形成过程的不同对土壤孔隙分布变化的影响。澳大利亚 Tang 等通过 3 年田间实验发现 2 种近似同基因(near-isogenic)小麦的遗传型仅在耐 Al 方面不同,提出种植耐 Al 小麦并结合表土施石灰能抵抗底土酸度,因为高水平 Al 毒的底土是世界上许多地区谷物生产的主要限制因子。

专题 23 为“预测土壤退化的模型和参数方法”,共有报告 13 篇,口头报告 3 篇。来自俄国的有 3 篇。美国 Coelho 等研究了种植农作物 25 年以上的土壤,认为了解土壤性质(pH, 电导,土体密度和有机质)的空间变异对确定土壤退化和产量管理的影响以及提出加强可持续性管理决策是重要的。俄国 Kireeva 等提出了石油污染土壤生物修复的数学模型。通过数年的实验室和野外观察,在模型的建立过程中认识到物理化学因素和生物因素是石油分解的两个最重要的因素。另外还考虑了碳氢氧化微生物的协同作用。俄国 Yurchenko 等为了稳定农作物产量和保护土壤肥力估算了灌溉和排水体系中的技术条件,从技术维护的最优化条件提供了土壤维护的最佳参数。

专题 24 为“工业和城市垃圾在农业土壤中的利用”,共有报告 41 篇,口头报告 7 篇。印度 14 篇,泰国 5 篇,英国和美国各 3 篇。该专题着重探讨了城市垃圾的特性和处理、垃圾对土壤和水体的影响、重金属污染土壤的绿色修复、土壤和水体富营养化的改善和防治技术。提出必须减少污水灌溉以减少植物中重金属含量超标。中国章钢娅等报导了对环境和农

业有利的飞灰 (flyash) 修复技术, 即使用燃煤发电厂的副产品飞灰作为土壤修复材料加入有机肥中可以降低有机肥中 50% ~ 60% 的水溶性 P, 从而有效地控制土壤和水体中的 P 富营养化。泰国 Inthasan 等探讨了飞灰应用于泰国北部对土壤性质, 养分状况和环境的影响。印度 Ramakrishna 等建议回收利用城市垃圾作为农业养分源。印度 Brarm 研究了灌溉的未处理垃圾流出物 (Effluent) 对土壤和植物中的微量元素和潜在毒性元素的影响。巴西 Fca 研究了使用冶金矿渣作为硅的来源后对稻米生长影响。硅与叶的衰老过程有关, 它帮助维持光合作用和保护叶绿素, 尤其在高温和低湿度条件下。矿渣中的硅使稻米作物的叶面积比例和叶质量比例增加。马来西亚 Che 研究了垃圾施入玉米地后作物对重金属的吸收和土壤中重金属的残留。印度 Mathew 阐述了垃圾和工业流出物对 Bangalore 流域的土壤、水和植物的微量元素的影响。印度 Chinniah 利用工业废料 pressmud 修复造纸厂排放物污染的土壤, 维持了甘蔗和花生的产量, 并且保持了农作物和土壤的质量。快速工业化、集约化农业和其他人类活动导致了土地退化, 环境污染和农作物产量和维持力下降, 给发展中国家敲响了警钟。必须逐渐重视环保投入, 发展环保技术, 保持健康的生存环境。

2.8 土壤矿物委员会 ()

土壤粘土矿物在土壤科学中占有举足轻重的地位。本次土壤矿物委员会 () 有 4 个专题组 (25、26、27、28), 共有论文 54 篇, 其中口头报告 20 篇, 墙报 34 篇。内容分为 4 个方面: (25) 粘土矿物学与土壤的地球化学过程; (26) 气候变化和土壤管理对土壤矿物的影响; (27) 成土过程中的矿物学和微形态学研究 (包括利用同位素示踪方法和土壤过程的时间序列研究); (28) 土壤肥力及毒性与粘土矿物的关系。另有 10 多篇粘土矿物学的研究论文在粘土矿物与有机质、微生物交互作用专题 (64 和 65) 分会中进行了讨论。

粘土矿物学的传统研究内容在进一步深入, 涉及不同地区、成土母质、年代和气候对矿物风化和类型的影响; 矿物的合成、转化及特性研究; 成土过程中的氧化还原作用、红土化作用、灰土化作用、黄化作用以及风蚀作用等; 粘土矿物对 K、P、微量元素甚至 N 素土壤行为的影响; 人为措施 (施肥、耕作、开矿和排污等) 对粘土矿物转化的影响等。粘土矿物对环境污染物尤其对重金属行为的影响在本次大会中引起较多学者的关注。而粘土矿物分布与气候变迁的关系, 以及粘土矿物的生态效应则体现了微观研究与宏观研究的结合。

多学科的交叉是整个土壤学科发展的趋势。本次大会上, 粘土矿物与有机质及微生物的交互作用倍受关注。其内容涉及有机物转化与粘土矿物团聚体的形成; 土壤有机-无机复合体研究; 土壤生物过程如有机碳转化与粘土矿物的关系; 微生物活动如植物病害受粘土矿物的影响等。人们已经意识到, 粘土矿物与有机质及微生物的交互作用对土壤中的物理、化学、生物与生物化学土壤过程都有着巨大的影响, 而这些过程直接决定人类的环境质量和生态健康, 这也为粘土矿物学研究指出了新的方向。

2.9 土壤与环境委员会 ()

本委员会有 4 个专题: (29) “城市与城郊土壤: 对人类健康和城市农业的危害”; (30) “土地利用与粮食安全”; (31) “对土壤和土地利用的态度: 过去与现在”; (32) “可持续性土地利用的土壤指标”。

在关于城市与城郊土壤的专题 (29) 中, 有 5 篇口头报告和 20 篇展板, 包括中国 1 篇口头报告。讨论内容有: 城市工业、生活和花园灌溉的水循环对城市带来的污染问题 (法国、加拿大、泰国的 Baize Denis、Zhang T Q、Sukreeyapongse O 等); 对城郊地区土壤性质以及

施肥过程的检测、调查与模拟研究(以色列 Zhevelev Helena 等);对城市与城郊地区土壤重金属(阿塞拜疆、韩国的 Movsumov Z R、Kim Kwon Rae 等)、污水和污泥污染范围及程度的普查(埃及、斯洛文尼亚的 El-naim M Abd、Vrscaj borut 等);对土壤各种重金属污染的指标、提取及实验研究(伊朗、泰国、俄罗斯、克罗地亚的 Nourbakhsh Farshid、Jan-amporn Lawan、Larionova Natalia、Romic Marija 等);同位素在不同利用的土壤里的分布状况调查(俄罗斯的 Manahov D V 等);对战后地区农业恢复和土壤核污染的调查(波黑地区的 Cengic Izet 等);西亚城郊沙漠地区沙丘移动与城市沙化的调查(科威特的 Al-awadhi Jasem M 等);对特定作物的养分吸收、平衡以及各类污染的研究(日本、韩国、中国的 Hattori Hiroyuki、Jin-ho Kim、Ren Li 等)。研究进展表明,人们对城市污泥、污水、重金属以及食物污染正予以越来越多的关注。

在关于食品安全与土地利用专题(30)中,有7篇口头发言和16篇展板。报告的主要内容涉及对不同地区土壤和不同种类作物植物的相互作用关系,重点讨论了不同土地利用方式下土壤的退化原因、状况以及耕作与施肥在集约化管理模式中的效果作了讨论(埃及、巴西、意大利、印度的 Abdelhadi A H、Antonino Antonis C D、Castrignano Annamaria、Sonar Kashinath 等),中国有1篇口头报告和2篇展板,分别就局部地区的土地侵蚀、废弃物处理与管理以及可持续土壤肥力做了研究(Yong Li、Wang Ming H、Chen Xuhui 等)。在对土地及利用的评述专题(31)中,有7篇口头报告和13篇展板,包括中国1篇展板。各国土壤学家以及经济、社会学家报告了他们对小到区域性土地的可持续性利用与发展,大到国家尺度及世界大气候带地区农业、经济、环境甚至劳工现状,所予以的广泛关注和系统研究。我国学者也以三峡地区姊归县为基地,具体研究了该区域内土地资源、土壤质量、生态环境、社会经济等综合影响与作用关系(Zhou Yong 等)。

在关于土地利用指标的专题(32)中,有7篇口头报告和22篇展板,这也是引起广泛关注的专题之一。各国科学家就土地可持续性利用的指标作了热烈讨论,涉及对土地指标的选取,对现有指标有效性的研究等诸多内容(俄罗斯、澳大利亚的 Andrievsky V S、Setyawan Dwi 等),同时也有不少具创意的观点提出,如运用简单而有效的土地利用指标 Hot-Water-Carbon、Soil clour、Soil enzyme 以及分析方法 PowerAnalysis 等(新西兰、法国、台湾、澳大利亚的 Ghani Anwar、Blavet Didier、Liu K L、Milton Nui 等)。虽然目前对有效指标的确定仍存在较多分歧,但大部分人都趋向于应用较全面的物理、化学和生物学指标来综合评定土地利用现状(意大利、加拿大、芬兰、俄罗斯的 Sannina Filomena、Dang Van Minh、Palojarvi Ansa、Huber Sigbert 等)。另外,人们都希望能找到一些简便而可行的指标来反映土地在3~5年时间内的变化,并继而在更大的范围里推广实施(加拿大的 De Kimpe Christian R 等)。同时,不少作者利用现有指标对本国不同区域或不同类型土壤的利用与质量演变作了调查(日本、澳大利亚、美国、泰国的 Nkem N Johnson、Nakai Makoto、Rutledge E Moye、Syers Keith J 等)。中国有2篇展板,分别就土壤硝化过程中亚硝酸盐积累机理和荒漠化地区土壤环境下农业可持续发展作了研究和探讨(Shen Q R、Wang Zhouqiong 等)。

本委员会中研究报告的涉及范围相当广泛,与其它几个委员会的讨论专题有交叉部分。土壤与环境及人为作用相互关系的研究正得到越来越多的重视,同时促进着多种学科在土壤学领域的渗透与发展。

2.10 盐渍土分委员会(A)

盐渍土分委员会共组织了 2 个专题报告会, 分别是第 33 和第 34 专题报告。第 33 专题的主题为“盐渍土与环境”, 第 34 专题的主题为“盐渍化和水的管理与政策”。2 个专题报告会共收到了 72 篇论文, 其中包括 14 篇口头报告和 58 篇墙报。共有 21 个国家提交了有关盐渍土研究方面的论文, 其中美国、匈牙利、澳大利亚、印度、伊朗、泰国、俄罗斯、日本、中国等国家都提交较多论文, 说明了发达国家和发展中国家对盐渍土的研究都比较重视。

论文涉及的研究领域比较广泛, 几乎覆盖了近期世界上盐渍土研究的主要方面, 主要包括: 不同类型盐渍土的管理与改良利用; 土壤盐分及其分布状况的评估、制图和水盐动态模型; 不同类型盐渍土的特征和基本特性; 人类活动和环境变动对盐渍化的影响及交互作用; 咸水利用与排水再利用的管理与其对土壤的影响; 土壤盐分对植物的胁迫和植物耐盐性及其调控; 灌溉水资源的合理利用与管理及经济分析。本次会议议题较为强调盐渍土和盐渍化与环境的交互作用, 而盐渍土利用中灌溉水与地下水的管理、咸水的利用与管理耐盐植物的利用研究工作受到了重视, 研究具有一定新意。

从有关论文反映的情况来看, 土壤盐分及其分布的评估研究有所推进, 磁感应电导等电磁物理方法、TDR、盐分分布的时空分异评估等的研究进一步深入、实用性更强。盐渍土的基本特性研究方面, 水力传导度、盐渍土基本特性的空间变异、盐渍土壤养分元素的有效性以及镁质土壤的特性是研究的热点。在植物耐盐性及其利用研究方面, 比较重视耐盐性的调控和耐盐植物利用, 采用化学诱导突变或化学处理方法提高作物耐盐性, 运用了耐盐牧草种植方法调控地下水位。咸水微咸水的灌溉利用、排水的再利用及其对土壤的近期和中长期影响研究也进一步深入, 以保障劣质水资源的安全利用。在盐渍土的管理与改良利用研究方面, 除了传统的排水管理、灌溉管理外, 还对肥力管理、泥炭的改良剂的利用、耐盐植物的利用等有所侧重, 反映了盐渍土管理利用发展的趋势。此外, 灌溉水质特性对盐渍土特性的影响和交互作用、灌溉水资源的利用管理的经济分析等工作, 也反映出了灌溉管理研究的新动向。

2.11 土壤微形态分委员会(B), 环境土壤力学(53)及土壤与地下水污染(54)工作组

土壤微形态分委员会有 2 个讨论专题, 分别为: (35) “应用土壤微形态定量土壤结构” 和 (36) “应用土壤微形态和亚显微镜方法解释土壤质量”, 共有论文 21 篇, 其中 7 篇口头报告。在研究报告中, 介绍了包括光学显微镜、电子显微镜(SEM, TEM)、水银孔隙方法、X 光计算机扫描成像技术(CT)、红外光谱(FT-IR)、能量分散 X 光分光镜和图象分析等技术。将这些技术用于再现土壤结构, 分析土壤结构性质如土壤孔隙度、数量密度、孔隙形状、孔隙大小、孔隙曲折度和孔隙连续性, 确定微生物在土壤中的分布和土壤水力学性质等, 并将这些性质用于解释土壤形成过程, 土壤结壳等退化过程, 表征土壤粘土矿物和质地, 土壤耕作和土地管理等对土壤质量的影响。

专题 53 “环境土壤力学” 共有 15 篇论文, 其中 7 篇口头报告。本会议内容主要针对压实、水土流失和土壤膨胀收缩等自然力学过程中土壤水力学和土壤性质的变化开展的研究工作。会议主席报告了压力和应力过程对非饱和和结构土壤力学性质和水力学性质耦合过程的影响; 德国学者用临界压实压力(Precompression Stress) 表征土壤形成过程中剖面土壤的机械稳定性; 中国和日本学者分别报道的土壤形成过程, 土壤剪切(Shearing) 过程、水稻土制浆(Puddling) 过程和土壤压实过程对饱和土壤导水率, 土壤水分保持特征和土壤孔隙变化的影响; 以色列学者介绍了一个模拟粘土收缩曲线的模型。在水土流失方面报告了面蚀过程中径流和流失土壤颗粒分布的关系。在土壤颗粒分布测定方面法国学者报道了用激光颗粒分析

法以获取更详细的粒级信息。此外,有报告介绍了地震对用于灌溉的地下水质量的影响以及电场和土壤性质的关系。

专题 54 “非饱和带防止地下水污染的管理策略”主要针对化肥、农药、除草剂和重金属对地下水质量的影响等环境问题,有 33 篇论文,其中口头报告有 7 篇。化肥对地下水的影响研究主要集中在地下水硝态氮的不同来源方面。印度学者指出生活污水,养殖场动物排泄物直接的农田施用是地下水硝态氮含量增加的主要原因,但化肥施用量也与地下水硝态氮的含量呈正相关。其他论文报道了土地利用方式、土壤耕作和灌溉排水以及表面活性剂和施用 S 肥对硝态氮淋失过程的影响。在农药和除草剂方面主要报道了温度和微生物对农药除草剂吸附,降解和运移的影响。在重金属方面报道了 Pb 铅在公路沿线土壤中分布及其形态分异,尾矿中重金属的迁移,腐殖质对重金属生物地球化学行为的影响,以及有机胶合物+缓释剂对修复植物的重金属吸收、运移能力的影响等。在研究方法方面强调应用地理信息系统结合水文和溶质迁移模型比较不同方案对污染物迁移的影响,从而寻找最优地下水管理方式。

2.12 水土保持分委员会(C)

这一分委员会有 2 个专题组,讨论专题分别为:(37)“确定土壤质量参数来评价对可持续能力和社会经济的影响”与(38)“采用综合模型做土壤保持的决策”。在第 37 专题中,共有 20 篇文章,其中口头发言为 7 篇,墙报为 13 篇,主要来自美国、中国、英国等 10 多个国家。文章涉及到土壤侵蚀的情况介绍、土壤侵蚀的控制和土壤侵蚀的模拟。孟加拉国的研究者用香根草来控制河岸土壤侵蚀和改良土壤状况,巴西的代表报告了有关土壤沟蚀的监测等。其中巴西的需求驱动下的土地评价,给人以较深刻的影响,提出了在评价时应该把环境退化的危险性评价和社会经济分析放在重要位置。土壤沟蚀监测这方面的研究工作是难度较大,因而这个题目具有吸引力。意大利的有关过量施肥导致土壤 P 素富集方面的研究富有新意,虽然对于过量施肥土壤没有明确的定义,但问题的提出很有意义,论文还针对磷素侵蚀迁移过程中主要随粘粒迁移的特点,提出了计算土壤各部分的富集率。第 38 专题中共有 23 篇文章,其中口头发言 7 篇,墙报为 16 篇,主要来自日本、中国、德国和美国等 10 多个国家。文章涉及到土壤蚀的测定;非洲用短期种树来调控土壤可蚀性;通过流域尺度的地形分析来确定养分流失的可能性等。在研究非洲用短期种树来调控土壤可蚀性时由于所定义的土壤可蚀性的野外测定所需时间较长,所以在这篇文章中采用一种简算的方式,就是用土壤有机质含量和土壤水稳定性团聚体等组合来表示土壤可蚀性。通过流域尺度的地形分析来确定养分流失的可能性是一篇观点很新的文章,在区域范围内开展这样的研究工作是非常有意义的,这项研究工作的基础就是利用流域的排水状况和其它影响土壤养分流失危险性的土壤参数来进行评价决策的,它的特点是相对于复杂的水分模型来说简单易行。

2.13 土壤修复分委员会(G)

土壤修复分委员会有 2 个专题,分别为:(41)“污染土壤的物理化学方法修复”和(42)“污染土壤的生物学方法修复”。第 41 专题有 7 篇口头报告,12 篇墙报,其中中国有 1 篇口头报告和 1 篇墙报。各论文中涉及的污染物包括重金属和有机污染物(农药、石油、多环芳烃等)以及固体废弃物。研究范围大致分为机理和应用两个方面。机理的研究多集中在污染物在不同土壤中的生物、化学有效性,及其迁移转化的动力学过程。应用研究主要是采用石灰、有机物料、含铁矿物(矿渣)原位固定土壤中的污染物,通过改变 pH 等土壤性质来降低污染物的有效性,从而达到修复的目的。第 42 专题有 7 篇口头报告和 15 篇墙报,其中

中国有1篇口头报告和1篇墙报。该专题涵盖了有机污染物(石油、农药等)的生物修复,主要是微生物降解,以及重金属污染元素的植物修复,(其中有2篇报告是关于硒的植物修复)两大块内容。除了继续原来的研究方向以外,在今年的大会上,出现了两个很明显的趋势,一是采用去基因技术来解决传统超积累植物生长缓慢、生物量小的问题有了突破性的进展,对于超积累植物富含重金属元素的生物学基础有了更进一步的了解;另一个方面是强调更自然的方法来治理土壤污染,例如,在土壤根系微生物的分泌物中分离出了一种生物EDDS,其降解周期只有2.5天,和传统使用的EDTA相比,对环境的危害更小,对于化学诱导的植物修复效率系统,具有相当的功效。此外,代表们提出,对一些污染很严重的地区单纯地采用植物的生物修复,可能是一个漫长地过程,为加速修复过程,可以采用特殊化学生物学联合治理的方法,以生态恢复为第一步,对于中等污染程度以下的土壤,采用生物学的方法在15~20年内达到修复的目标。

2.14 土壤和全球变化(45),土地退化与荒漠化(46),土壤数据处理(48)及城、矿、工业与交通土壤问题(55)

专题“土地C动态与温室效应”(45)中,主要研究了影响土壤有机C转化的各种因子,包括土地利用变化、土地开垦、森林砍伐和再造、排水、作物轮作、放牧、耕作施肥等。特别是研究了微物量C对土壤有机C和CO₂释放的影响及其相互关系,同时利用数据库和模型估算土壤有机C平衡和区域C贮量的动态变化,如GCTE计划中的EUWSOMNET数据库,英国洛桑站SVNDIAL模型和法国MORGANG模型等。

专题“土地退化”(46)中,主要是对各个地区土壤退化状况进行描述和分析,利用遥感(如TM、AVIRIS、ED-1卫星数据)和GIS评价土壤退化沙漠化的状况和变化,提出了一些评价土壤和环境变化的指标,如P饱和度(DPS)评价水环境质量退化,酸度评价土壤化学退化过程。同时,研究了土壤退化的侵蚀机理和养分循环;施肥过程中重金属积累机理;退化土壤的自然恢复过程以及高温开发过程等。

专题“土壤数据处理方法的发展”(48)中的进展主要是关于土壤性质在空间和时间上的变化和地统计学方法与相关的统计分析方法的改进等。在土壤分布预测方面研究了田间回归和分类树模型法,在土壤性质的描述方面研究了土壤景观相关模型、随机模型(高落和转折点法)、经典统计与空间统计法的结合等,其中克立革法仍然是最重要的分析方法,特别是用于土壤方面,提出标准的专家系统法评价土地适宜性,利用模糊逻辑专家系统评价土壤质量,特别是提出基于Autocad的电子地图制作概念。

专题“城市、工业、交通和矿区土壤”(55)中,提出研究城市土壤的方法模型和概念,利用卫星遥感资料和土壤信息协助进行城市土地利用规划,研究了城区土壤污染的状况。对于工业污染,一方面研究了重金属污染的现状土壤、水体(PAH)、大气(PM₁₀)的污染过程,另一方面研究了重金属污染的治理技术,如多层土壤床技术(Multi-Soil layering, MSL)以及恢复重建过程的相关问题(矿区复垦的造林、污泥施用、有机质积累等)。

2.15 水稻土肥力(50),有机肥和改良剂对土壤性质的影响(57)及对环境的影响(58)

第50专题“水稻土肥力”共有27篇文章,其中报告论文7篇,墙报20篇,文章分别来自13个国家和地区。主要研究内容包括:稻田系统的甲烷释放;养分元素的相互作用与转化及其有效性;提高水稻产量与减少环境影响的适宜肥料用量;稳定性同位素¹³C与¹⁵N技术的应用以及合理轮作技术。从文章来看虽无多少创新研究工作,但是强调通过综合性肥

水管理技术, 提高稻田系统的生产力、减少温室气体的释放与保持持续生产能力。

专题(57)“土壤有机肥与改良剂对土壤性质的影响”共有 47 篇文章, 其中口头报告 11 篇, 墙报 36 篇, 文章分别来自 28 个国家和地区, 其中来自中国的 2 篇。专题讨论集中在有机肥与土壤添加剂对土壤物理性质、化学性质与土壤肥力的影响, 也讨论了这些材料应用对土壤发展及环境的影响; 有机肥和土壤添加剂在养分循环中的作用, 土壤再结合的 DNA 以及动物性有机肥使用的感染风险。有机肥与添加剂的类型不仅包括传统粪肥、堆肥、污泥, 还包括电厂粉煤灰、橄榄油厂的肥水、锯木屑、椰子壳, 研究养分元素 N、P、K、重金属元素对环境以及作物生长的影响。有论文通过近红外光谱法测定植物残体质量, 预测农业土壤中有机的分解与 N 的释放。明矾作为有机肥的添加剂降低土壤中 P 的迁移是有新创意的工作。“有机肥和改良剂与环境卫生”专题(58), 共有论文 14 篇, 其中口头报告 4 篇, 墙报 10 篇, 中国有 1 篇。该专题内容涉及有机肥的预处理和生产技术; 有机肥的应用对作物生长和环境的影响等。

2.16 土壤遥感数据复合及 GIS 方法 (52)

本专题共有论文 26 篇, 主要集中在以下几个方面: 土地适宜性及土地退化评价; 土地利用与土壤遥感调查与制图; 土壤性质的建模分析与制图; 作物遥感估产及生产管理。

(1)土地适宜性及土地退化评价 Bera A.K., Pathak Suparn 等对基于遥感与 GIS 的桑树种植适宜性评价方法进行了研究; Kingham R.A., Chartres C.J. 等利用基于 GIS 的适宜地选择决策支持系统和自动土地评价决策支持系统, 综合利用生物物理及经济数据进行作物灌溉适宜性评价, 为采用新的灌溉方法和开发新的灌溉区域提供了科学依据。Davies S. W. 和 Milne-home W.A 利用澳大地亚 CSIRO 提出的区域空间数据水纹地貌分析法 (HARSD) 对澳大地亚 Little 河流域土地景观评价及盐害风险管理进行了研究; Shrestha D. P., Margate D.E. 等则对探测土地退化地表特征的线性混合分解模型和光谱角配备技术进行了比较研究。

(2)土地利用与土壤遥感调查及制图 Katawatin Roengsak 和 Sukchan Somsak 认为陆地卫星 5 TM 资料能较好地地区分稻田与其它地类, 但是不能区分不同的稻田类型。Sukchan Somsak、Katawatin Reongsak 等结果表明: 与目视解译及遥感数据监督分类法相比, 遥感数据与地质数据、地下水水质及土壤数据结合进行监督分类, 对区分不同的盐化地类型具有较高的分类精度。Zehtabian Gholam Reza, Alavipanah Seyed Kazem 等认为区分一些土壤类型, 陆地卫星 ETM+不同的波段对提高分类精度有其关键作用。另外, Lelentjis Telemachus 和 Fotopoulos Cristos, Venugopal Arunkumar, Subramniam Natarajan 等, 及 Savin I 和 Pygay E 对基于遥感和 GIS 的土壤制图方法及过程也做了报告。

(3)土壤性质的建模分析与制图 以土壤性质制图时, 由于采样及其它种种原因, 许多属性数据需要采用基于地图的解译方法进行估测。加拿大学者 Florinsky Igor V 和 Ellers Robert G 基于土壤 C 的空间分布受地形地势的影响, 利用数字地形模型预测当前土壤 C 含量水平及评估土壤 C 潜在容量的原理, 提出了基于 DTM 的田块 (Micro-field)、区域 (Meo-regional) 及国家 (Macro-national) 尺度的土壤 C 空间分布预测方法, 以制作土壤有机 C 含量分布图。

Mougenot Bernard, Duchemin Benoit 等则对低空间分辨率卫星影像在旱地农业生态区进行区域尺度上制图进行了研究, 在旱季, 利用遥感影像提取与含 Fe 量、质地及有机质相关的颜色指数, 在雨季, 通过归一化植被指数分析植被动态。结果表明遥感及生态数据结合分

析可改善土地景观和土壤制图,并能获得有关土壤性质。

(4)作物遥感估产及生产管理 Pratummintra Somjate、Van Ranst Eric 等利用遥感影像解译出橡胶园,然后通过测定的数据建立生长模型,并利用橡胶树龄、种植密度、土地指数等参数调整该生长模型,同时引进肥料指数,再结合 GIS 分析,可获得区域尺度的最大生产潜力图,为生产中采用配套技术提高产量提供了依据。

从以上会议提交的有关论文分析,遥感与 GIS 在土壤调查方面的应用研究具有以下特点和趋势:(1)加强了新传感器数据及更窄光谱波段数据在识别土壤单元及土壤性质的能力研究,使遥感数据在更为详细的土壤制图及土地退化评价中发挥作用。(2)土地利用适宜性及土地退化评价中将考虑到更多的地理空间影响因子,如经济因子,农学生物物理因子及环境因子,以获得更为合理的评价结果。在评价方法采用遥感与 GIS 技术相结合的基础上,积极引进空间数据挖掘理论与技术及人工智能方法。(3)土壤制图将朝着 GIS 数据与多源遥感数据综合,多种方法集成的自动化,智能化和高精度方向发展,并且随着信息获取技术的发展,土壤的 3D 制图将越来越受到重视。

遥感、GIS 技术、地统计方法及数字建模方法对确定土壤性质的时空变异的作用将受到更多的关注,遥感技术用于获取土壤性质方面信息的研究还很有限。

2.17 原子技术在耕作体系土、水和养分管理中的作用(59)

这一专题讨论有关应用同位素技术进行土壤、水分和养分的研究和管理。同位素示踪技术包括 ^{15}N 、 ^{32}P 、 ^{13}C 、 ^{14}C 、 ^{34}S 、 ^{35}S 、 ^{137}Cs 、 ^{18}O 等。氮、磷、硫等同位素用于研究各种营养元素的去向、利用效率、转化过程以及对环境的影响等。用同位素 ^{137}Cs 可以估测土壤侵蚀和退化。用中子仪测定水分利用效率和动态变化。有一些报告只研究一种营养元素(氮、磷或硫)的去向和转化过程。更多的报告则趋向于综合性研究,如 N 和水分的利用以及 N 和 P、C 的循环研究等。有的报告同时利用 2 或 3 种同位素技术进行研究。例如,用 ^{14}C 和 ^{15}N 研究植物残体的分解和管理,用 ^{15}N 和 ^{18}O 研究 $\text{NO}_3\text{-N}$ 淋失,用 ^{15}N 、 ^{32}P 和中子仪同时研究 N、P 和水分的利用效率。

这一专题有关氮素研究的文章最多(76 篇文章中 41 篇与 N 有关)。研究内容涉及到 N 素的转化过程(矿化作用、生物固持和反硝化作用等),豆科作物的生物固 N, ^{15}N 自然丰度的变异以及耕种和轮作对 N 素平衡、利用和去向的影响等。目前还不可能用 ^{15}N 同位素技术研究整个 N 素循环的特性。同位素技术正需改进和提高。有文章介绍了一个新的计算机控制的放大系统,可以精密、准确地测定富集的和自然丰度的 ^{15}N 比率。今后需在现有技术基础上进一步改进才有可能研究诸如 N_2O (硝化和反硝化作用的产物)的同位素组成。

以上,将这次会议 65 个专题学术组中的 56 个专题(占 85%)进行了初步介绍与评述,由于论文均为摘要,因此各专题间评述内容繁简不均。剩下的 9 个专题,包括冻土、古土壤、教育、医学等项目,因离主题较远,故未予介绍。

3 几点认识与体会

通过参加这次国际土壤学大会,特别是参加了这次大会的各项学术活动,我们有以下几点启示。

3.1 重视国际土壤科学的发展动向

这次大会主题报告的核心内容是“土壤学面临的现实与挑战”,从 5 个主题报告可见,

当前国际土壤学研究的动向仍然是重视基础研究与应用研究两个方面。土壤科学的基础研究,从宏观看,应重视土壤在时间和空间上演替规律的研究,在这方面需加强建立土壤条件与土壤覆被世界数据库;建立全球土壤保护和合理利用体系;建立全球土壤及土壤覆被监测网等(Urushadze)。从微观看,“分子环境科学”即在分子水平上研究污染物在土壤、沉积物、自然水体,大气中的化学、物理形态和分布的科学,这种分子尺度的土壤研究领域将会建立。Sparks认为,21世纪土壤学研究的主题之一,将是研究生物作用对土壤化学和物理反应和过程的影响。

另一方面,从 Sanchez 与 Rojanasoonthon 的报告可见,土壤科学的应用研究,诸如解决粮食保障体系、土壤退化、环境改善中的土壤问题也是主要方面,当前要提高应用效率,必须重视获得有关土壤性质过硬与可信的数据,并需通过 10 年以上长期定位研究获得可靠资料。另外,不少从事热带土壤应用研究的结果,并非真正在热带条件下进行试验所取得,应该引起重视。

总之,21 世纪对土壤学的挑战是科学技术挑战;是在空间和时间上对土壤的了解;是对土壤性质和过程的了解;是土壤利用、管理以及文化、社会和经济的挑战。应当看到,今后在区域、地区及全球尺度上,土壤的文化、社会和经济功能将会变得越来越重要(Blum)。

以上简述了当前国际土壤与研究的总动向,除了土壤科学的理论与应用外,有关社会经济与区域文化对土壤科学影响的研究动向也应予重视。

3.2 注意国际土壤学科建设的发展

国际土壤学会自 1927 年建立以来,已经 75 年,虽然与 150 年土壤学发展的历史相比,仅及一半历程,但从全球土壤科学有组织的发展看,这是一个漫长与重大的,值得回顾的科学发展过程。

从附表(见附表 1)的数据可以看出,自 1927 年第 1 次到 1982 年第 12 次国际土壤学大会召开的 55 年间,土壤科学的发展是极为缓慢的,在此期间,仅建有与现在相应的 ~ 个学科委员会,第 1 个委员会还是在 1960 年第 7 届国际土壤学会时才建立的。从学术论文看,历届各专业委员会的论文数量基本相当,历届土壤学会论文的平均总数为 325 篇。

此外,可清楚看出,全球土壤科学较快的发展时期是第 13 届到第 17 届会议期间的近 16 年(1986~2002 年),在此期间历届会议各专业委员会的论文数量超过以往各届的 4~5 倍,论文总数超过历届的 5~6 倍。

值得注意的是,近 16 年来,土壤矿物、土壤肥力、土壤生物与土壤信息研究有了新的进展,特别是近 5 年来,国际土壤学会在土壤环境研究上,不但创建了新的领域,而且在研究内容上有新的推进。在此期间,随着全球科学与社会经济的迅速发展,国际土壤学会在原有学术委员会基础上不断增添了一些新的研究领域,包括 5 个分委员会及 20 个工作组,内容涉及水土保持、土壤微形态、盐渍土、森林土、土壤修复、冻土、土壤全球变化、土地退化与砂化、土壤数据库、水稻土肥力、古土壤,根圈、有机肥改良、土壤地下水污染等,均紧密与全球性土壤研究及生产实际相结合。

在这次的国际会议上,正式提出土壤学科组织新的结构调整方案,将全球土壤科学领域归为 4 个部门,18 个委员会(原来的工作组基本不变)。第 1 部门是土壤时空变化(时空中的土壤),主要研究土壤在形态、地理、发生和分类中的时空演变规律;第 2 部门是土壤性质与过程,主要研究土壤中物理、化学、生物及生物学过程的基本特性;第 3 部门是土壤的

利用与管理,主要研究水土保持、利用评价、肥力、营养、退化防治及工程技术等内容;第4部门是土壤在社会发展与环境中的作用,包括研究土壤环境、食物保障、人类健康、公众福利及社会学等。显然,前两部门是土壤科学的基础研究领域,后两部门是土壤科学的应用研究领域,所有这些都是当前土壤科学领域发展的新方向,应该重视。

3.3 必须加强我国土壤科学研究的创新能力

从国际土壤科学的发展看,21世纪将是土壤科学发展的辉煌时代,我国土壤科学必须针对这一时期土壤学面临的现实与挑战,不断创新发展新的土壤研究内容以适应当今社会发展对土壤科学的要求。

3.3.1 土壤科学自身理论与应用研究发展的挑战 面临这一挑战,首先应加强土壤学的基础研究,包括:土壤圈物质循环与全球变化;土壤时空演变规律;土壤基本特性与形成过程;土壤信息与数字化等。Urushadze指出,“土壤是生命的保障”。在面临生命科学对土壤学挑战的形势下,今后必须加强土壤生物(包括微生物)、土壤根圈与微生态、土壤生物工程及土壤资源生物工程等方面的基础研究,同时要进一步探索 Sparks提出的“土壤分子环境科学”等微观土壤学的研究方向。

在应用研究上必须加强土地利用评价、肥力工程技术、土壤退化的修复重建、粮食保障、农产品质量与人体健康、土壤质量评价及区域治理的研究,始终将生态环境与人类健康和可持续发展的研究作为应用研究的重点。

3.3.2 农业可持续发展对土壤学的挑战 在这方面,应进一步开展与创建我国土壤资源开发与有效利用的新途径,加强土壤肥力保持与提高的技术体系,农田水分、养分调控与节水农业体系研究,最终建立我国土壤农业可持续发展的新理论与新体系。

3.3.3 生态环境质量保持与调控对土壤学的挑战 应创建我国不同地区土壤退化时空演变规律,形成机理与调控对策的新途径与体系。深入探索土壤生态与环境质量在不同区域,如南方土壤质量演变及调控机理的配套技术,并加强对不同地区如太湖、长江等地区水、土、生态、环境污染(非点源污染)调控对策的研究。

3.3.4 社会文化与可持续发展对土壤学的挑战 应建立土壤与社会可持续发展的新理论体系,包括:人口、资源、环境、经济的协调及与土壤科学关系的研究;我国文化、社会和经济功能对土壤科学发展影响的研究及我国土壤资源在国民经济中的地位与作用的研究内容等。

总之,以上这些土壤学面临的新的挑战,对土壤学的发展是显而易见的,如何应对挑战,不断调整与创建我国土壤科学研究的新内容,是一个值得重视的问题。

3.4 进一步促进我国土壤科学与国际接轨

我国是国际土壤学会的主要参加国,早在1935年在英国举办的第3届国际土壤学大会上,我国老一辈土壤学家李庆逵教授即担任过该届副主席,1986~1994年(第13~15届)国际土壤学大会,我国有同志曾担任过国际土壤学常务理事,并连任两届国际盐渍土分委员会主席,一届土壤环境委员会副主席。另有同志曾担任过土壤分类委员会副主席、水稻土肥力组主席等职务。这次也有2位同志分别担任土壤发生委员会副主席及土壤工程与技术委员会秘书。虽然如此,随着国际土壤事业的不断发展,我国土壤学界与国际接轨的现状,却越来越与发展需要不相适应。从表2近16年的统计数据可见,我国近5届参加会议的人数虽未减少,但无论是口头报告还是墙报论文的数量均仅为大会论文总数的3%~4%,而且有递减的趋势。中国在全会上的主题报告,仅在第14届会上作过一次。值得注意的是,这次在

土壤肥力委员会的 276 篇报告中，中国仅有 4 篇墙报，口头报告论文则一篇没有，其他如土壤环境、土壤遥感与土壤质量方面的报告也是空白。

国际土壤学会的参与度与影响程度，应该是衡量一个国家土壤科学发展水平的重要标志，因此，我们必须重视我国土壤学界与国际的接轨。今后，应加强国际土壤学会新领导层的密切接触，加强与国际土壤学会的学术活动与学术交流，不断沟通信息，积极参与国际土壤学会有关学术委员会的领导机构，并组织相关的国际土壤学术活动，认真作好 2006 年参加在美国费城召开的第 18 届国际土壤学大会的学术准备，并为争取 2014 年在中国举办第 20 届国际土壤学大会创造有利条件。

总之，通过这次国际土壤学大会，除了得到上述几点启示外，更重要的是，应该努力培养高质量、高水平的德才兼备的新一代土壤科技人才，不断奋发努力，为新世纪土壤科学创新和发展作出新的贡献。

附表 1 历次国际土壤学会学术论文对比表^{*}

历届	时间 (年)	大会举 办国	各专业委员会论文 [*]								其他 论文	合计
			物理	化学	生物	肥力	发生	技术	矿物	环境		
1~12 届	1927~ 1982	(略)	31	47	44	58	82	37	23	×	14	336
13 届	1986	德国	113	202	90	217	187	54	55	×	95	1013
14 届	1990	日本	107	139	120	256	199	103	63	×	69	1056
15 届	1994	墨西哥	186	273	160	317	288	206	62	×	78	1570
16 届	1998	法国	194	239	149	312	275	119	69	168	544	2069
17 届	2002	泰国	141	103	142	276	122	78	64	77	781	1784

* 此资料摘自“绿色的根基”(李保国等, 2001), p.65 表 3~1。其中, 1~12 届会议论文为 12 次平均数, 论文仅 6 次会议平均; 第 17 届论文数量为本文作者统计。

表 2 我国参加近几届国际土壤学大会的论文数量统计

历届	时间 (年)	大会 举办 国	主题 报告										口头报告		墙报		参加人员		
			中 全		组	组	组	组	组	组	组	组	其 它	中 全		中 全		中 全	
			国	会										国	会	国	会	国	会
13 届	1986	德国	6	4	7	5	13	9	3	8	49	300	25	600	45	1500			
14 届	1990	日本	1	6	1	6	7	6	6	2	2	30	366	67	766	65	1300		
15 届	1994	墨西哥	10	1	1	1	1	1	1	1	5	356	48	1167	27	1500			
16 届	1998	法国	6	1	2	1	3	3	2	3	15	370	25	1100	40	2779			
17 届	2002	泰国	5	1	2	2	1	2	1	9	18	440	51	1352	72	1880			

参 考 文 献

- 1 17th WCSS. Abstracts (Vol: ~). Bangkok Thailand, 2002
- 2 李保国等. 绿色的根基. 济南: 山东科技出版社, 2001