

基于 WebGIS 的中国土壤参比查询系统研究*

杨国祥^{1,2} 史学正^{1,2†} 于东升¹ 王洪杰¹ 孙维侠¹ 赵永存¹ 金 洋³

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

(2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

(3 江苏省地质调查研究院, 南京 210018)

摘 要 土壤分类是土壤科学综合研究水平的反映。本研究采用 B/S 系统架构, 利用 WebGIS 以及相关的计算机技术, 在中国 1 100 万土壤数据库基础上, 以 ArcIMS 作为土壤地图数据发布平台, 使用 ArcSDE 作为空间数据库引擎, 采用关系数据库 SQL Server 2000 统一管理土壤空间数据和属性数据, 建立了一个基于 WebGIS 的中国土壤参比查询系统, 实现了 GSCC 到 CST 的“傻瓜式”参比。该系统按照参比出发点的不同, 即基于单个剖面数据信息, 或基于二个系统分类单元的空间分布特征, 分三个子模块, 分别为基于全国尺度、区域尺度(省级)和单个土体尺度, 这样研究人员可以通过友好的交互性界面便捷地查询到尽可能精确的土壤分类参比数据。

关键词 中国 1 100 万土壤数据库; 中国土壤发生分类; 中国土壤系统分类; 参比基准; WebGIS; 参比查询; ASP; ArcIMS; ArcSDE

中图分类号 S159.2 文献标识码 A

土壤分类是实现土壤资源现代化管理的基础, 也是国内外土壤学术交流的媒介。现在国际上土壤分类正向定量化和标准化的方向发展, 广泛使用的是美国土壤系统分类(ST)^[1]和国际土壤参比基础(WRB)^[2]。最近由国际著名土壤学家共同编写, 并出版了《土壤分类——全球层面的参比》一书^[3]。自 20 世纪 30 年代我国开展土壤研究工作以来, 数以万计的各种土壤数据都是长期应用中国土壤发生分类(GSCC)积累起来的, 而 GSCC 的学术思想与国际上广泛使用的美国 ST 和 WRB 大不一样。为了实现中国土壤分类的定量化和国际化, 从 20 世纪 80 年代中起, 中国土壤学家研究并建立了中国土壤系统分类(CST)^[4]。这个分类在国内外已越来越受到重视。因此, 目前我国土壤地理学家设想把 GSCC 分类单元参比成 CST 分类单元, 国内已有不少学者进行了土壤分类系统间的参比研究工作^[5~12]。这些研究可以概括为二个方面。一是根据单个土壤剖面数据。1996 年研究了江西和福建的 20 个 GSCC 红壤剖面^[5], 1999 年以 CST 为主线进行了参比研

究^[10], 2003 年研究了海南的 36 个 GSCC 砖红壤亚类与 CST 的参比情况^[6,7]。另一方面则考虑到每个土壤剖面都代表一定的分布面积, 因此, 以二个土壤分类系统分类单元的空间和数量特征为基础进行参比研究。2004 年利用 1 100 万中国土壤数据库, 研究了我国铁铝土及淋溶土的发生分类与系统分类的参比及其空间和数量特征^[8,9], 另有研究讨论了 GSCC 土类参比成 ST 土纲的全貌^[11]。上述研究结果为不同土壤分类系统间参比研究奠定了基础, 但研究工作还需要深入。首先, 在一个土壤类型选择一个剖面进行参比的研究中, 在这个剖面所处小范围内能保证其精确度, 但推广到大区域或全国范围时就会出现相当大的不确定性; 其次, 有关不同土壤分类系统参比研究结果均缺乏一个交互式的用户界面, 因而使用者不能简单方便地获取自己所需的土壤参比数据。本研究工作将用 WebGIS 技术, 使用中国 1 100 万土壤数据库和 GSCC 土类/亚类与 CST 土纲/亚纲之间的参比基础数据, 建立一个基于 WebGIS 的“傻瓜式”中国土壤参比查询系统。使用者可通过

* 本研究得到中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-427)、国家自然科学基金重大项目(NO. 30390080)和江苏省国土生态地球化学调查项目(编号:20031230008)的共同资助

† 通讯作者, E-mail: xzshi@issas.ac.cn

作者简介: 杨国祥(1981~), 男, 硕士, 主要从事土壤信息系统研究。E-mail: gyxang@issas.ac.cn

收稿日期: 2005-08-31; 收到修改稿日期: 2005-11-07

友好的交互式用户界面方便地获得所需的参比信息,以促进 CST 的发展和完善,使得我国的土壤分类更早与国际全面接轨。

1 建立土壤参比查询系统的基础数据

1.1 单个土体参比查询系统的基础数据

该系统所用的数据是基于中国 1 100 万土壤数据库^[3]。该数据库主要由土壤空间数据、属性数据和参比数据三部分组成,其中土壤空间数据库是基于全国土壤普查办公室 1995 年编制并出版的

《1 100 万中华人民共和国土壤图》^[14],并通过对其进行数字化后完成的,是我国迄今为止最为详细的全国性数字化土壤图;土壤属性数据库引自《中国土种志(共六卷)》^[15]和部分各省、直辖市、自治区土种志,共有 2 540 个土种的数据资料;土壤参比以上述土种志的数据为基础,根据 CST 的检索^[4],由经验丰富的土壤调查和分类学家解译出每个土种在 CST 中所对应的土纲、亚纲、土类和亚类的归属。土种的解译通过反复讨论修改后确定,这是单个土体参比研究的基本数据。从 2 540 个土种中选取其中的 3 个土种作为参比范例,列于表 1。

表 1 从 2 540 个土种中选取其中 3 个土种的参比范例

Table 1 Examples of referencing of 3 soil species out of 2 540

剖面地点 Soil profile location	土壤发生分类 GSCC				中国土壤系统分类亚类 Subgroup in CST
	土类 Great group	亚类 Subgroup	土属 Family	土种 Species	
海南琼山 Qiongsan/ Hainan	砖红壤 Latosols	砖红壤 Latosols	粘砖红土 Clayey Latosols	淡砖泥土 Light Latosols	普通暗红湿润铁铝土 Typ-Rhor-Udic Ferralists
江西吉安 Ji'an/ Jiangxi	红壤 Red soils	红壤 Red soils	粘红泥 Clayey red earths	粘底红黄泥 Red yellow earth with clayed bottom	网纹粘化湿润富铁土 Mtr-Arg-Udic Ferrisols
江苏吴江 Wujiang/ Jiangsu	水稻土 Paddy soils	潜育水稻土 Hydromorphic paddy soil	黄泥土田 Yellow paddy earths	黄泥土 Yellow paddy earths	普通铁渗水耕人为土 Typ-Fel-Stagnic Anthrosols

1.2 全国尺度和区域尺度参比查询系统研究的基础数据

上述解译工作全部完成后,根据土壤类型连接法^[13],把 2 540 个土种的数据逐个地与中国 1 100 万的数字化土壤图中相应的图斑相连,然后根据每个土种在二个分类系统各高级分类单元中的归属及其所代表的分布面积,按 GSCC 土类与 CST 土纲进行统计,总结出 GSCC 土类与 CST 土纲间的参比基准。这是全国尺度参比研究的基本数据,从中选取其中的 2 个作为参比范例,列于表 2。为便于讨论,研究中把 GSCC 某一类型所分布的面积能解译成 CST 某一类型面积的百分率称为这两个类型间的参比度,它表征两个分类系统中两种土壤类型的接近程度。参比度越高,二种土壤类型越接近,反之二种土壤类型相差越大。在分类参比研究过程中,一个 GSCC 土类往往可以被参比成几个 CST 土纲,相应地也就有几个参比度。本研究将其中最高的参比度称为最大参比度,它表征这个 GSCC 土类与相应的 CST 土纲参比的最大可信度^[11]。作者以 GSCC 土类“潮土”参比到 CST 土纲为例,说明在全国尺度参比

度的计算方法。首先,将在剖面表(内含参比信息)中针对全国范围进行查找,确定潮土可以参比为 4 个 CST 土纲,即雏形土、新成土、潜育土和人为土。统计出全国潮土总面积及其分别能解译成上述 4 个 CST 土纲的面积,某个 CST 土纲与潮土的参比度由能解译这个 CST 土纲的面积除以全国潮土总面积而得到。在全国尺度进行参比时存在的一个问题是某些 GSCC 土类与 CST 土纲之间的最大参比度小于 70%,甚至小于 60%。由于最大参比度过低^[11],所以应用该 CST 土纲参比结果存在较大风险。以表 2 中的红壤为例,全国尺度参比到 CST 富铁土土纲时具有最大参比度,但其值仅为 43.7%。对于这些 GSCC 土类而言,如把参比范围从全国尺度缩小至区域(省、直辖市、自治区)尺度,则参比度将提高。如表 2 所示,以红壤为例,它在福建省参比到富铁土土纲时最大参比度为 80.5%,在广西省参比到淋溶土土纲时最大参比度为 74.4%。可见,进行区域尺度的参比时最大参比度大大地提高。区域尺度的参比度计算方法类似于全国尺度,只不过该参比查询针对某一区域(省、直辖市、自治区)。

表 2 全国及区域尺度参比范例

Table 2 An example of referencing on the national or regional scale

	GSSC 土纲 GSSC orders	GSSC 土类 GSSC great groups	CST 土纲 CST orders	面 积 Area ($\times 10^4 \text{km}^2$)	占国土陆地面积 Percentage of COTOLA ^{a)} (%)	最大参比度 MRB ^{b)} (%)
全国 尺度 National scale	人为土 Anthrosols	水稻土 Paddy soils	人为土 Anthrosols	39.72	4.154	86.9
区域 尺度 Regional scale	铁铝土 Ferralsols	红壤 Red soils	富铁土 Ferralsols	27.51	2.878	43.7
	铁铝土 Ferralsols	红壤(福建) Red soils(Fujian)	富铁土 Ferralsols	7.00	0.732	80.5
	铁铝土 Ferralsols	红壤(广西) Red soils(Guangxi)	淋溶土 Argosols	5.79	0.606	74.4

a) COTOLA: The country's total land area; b) MRB: Maximum Referencibility

1.3 建立参比查询系统所需要的软件和方法

本系统应用 ESRI 的 ArcIMS 作为地图发布平台。使用 ArcSDE 作为空间数据库引擎,采用关系数据库 SQL Server 2000 统一管理土壤空间数据和属性数据,以确保空间和属性信息的一体化集成。利用 Active Server Pages 技术,结合 ArcIMS 特有的 ArcXML 语言对其进行开发,主要目标是让用户根据不同的尺度要求便捷地在网上查询到从 GSSC 到 CST 的土壤参比信息,并提供相应的

参比度。为了避免出现能迷惑用户的数据,实现真正意义上的“傻瓜式”参比,本系统只提供最大参比度。

2 参比查询系统的设计

参比查询系统分三个子模块,分别基于全国尺度、区域(省、直辖市、自治区级)尺度和单个土体尺度。下面介绍这些功能的设计。

表 3 查询系统中几个参比结果示例

Table 3 An example of referencing results of the inquiry system

	查询系统输入参数 Input parameters		查询系统输出参数 Results of the inquiry system				
	GSSC 土类 GSSC great groups	GSSC 亚类 GSSC subgroups	CST 土纲 CST orders	CST 亚纲 CST suborders	CST 土类 CST great groups	CST 亚类 CST subgroups	最大参比度 MRB ³⁾ (%)
全国尺度 National scale	潮土 Fluvoaquic soils	未列出 ¹⁾	雏形土 Cambosols				93.7
	水稻土 Paddy soils	水稻土 ²⁾	人为土 Anthrosols				71.4
	红壤 Red soils	未列出	富铁土 Ferralsols				43.7
区域尺度 Regional scale	红壤(福建) Red soils(Fujian)	未列出	富铁土 Ferralsols				80.5
	红壤(福建) Red soils(Fujian)	红壤 Red soils	富铁土 Ferralsols	湿润富铁土 Udic Ferralsols			96.4
单个土体 Pedon scale	红壤(浙江杭州) Red soils (Hangzhou/ Zhejiang)	黄红壤 Yellow Red soils	雏形土 Cambosols	湿润雏形土 Udic Cambosols	筒育湿润雏形土 Hapli-Udic Cambosols	普通筒育湿润雏形土 Typic Hapli-Udic Cambosols	100

1) 系统中有相应的 GSSC 亚类名称,但实现 GSSC 土类参比为某一 CST 土纲功能用户不需选择亚类 There are corresponding sub groups in GSSC in the inquiry system, but it is not necessary for users to choose sub groups to achieve reference between sub groups in GSSC and orders in CST; 2) 水稻土土类有多个亚类,这里只选择其中的水稻土亚类为例说明 Paddy soils have several sub groups, we take one of the sub groups—Paddy soils for example; 3) MRB: Maximum Referencibility

2.1 全国尺度的参比查询子模块

该模块适用于全国尺度的参比查询。它提供 GSCC 土壤类型在全国范围内参比到相应 CST 土纲及其对应参比度的信息,能在高级分类单元上进行参比。该模块有二个功能。一个将 GSCC 土类在全国范围内参比为某一 CST 土纲;另一个将 GSCC 亚类在全国范围内参比到某一 CST 土纲。从中选取 3 个参比结果作为范例,列于表 3。该表同时列出了几个区域尺度和单个土体尺度的参比结果。

2.2 区域尺度的参比查询子模块

该模块适用于区域(省、市和自治区)尺度的参比查询。它提供 GSCC 土壤类型在省(市和自治区)级范围内参比为某一 CST 土纲或亚纲及其对应参比度信息。其功能也有 2 个,即将 GSCC 土类在某一区域范围内参比为 CST 土纲或亚纲,将 GSCC 亚类在某一区域范围内参比为 CST 亚纲。

2.3 单个土体尺度的参比查询子模块

该模块适用于田间尺度的参比查询。它提供将 GSCC 土类在某一县(市)范围内参比到 CST 亚类的信息。由于尺度较小,所以能参比到较低的分类单元。由于它只是针对含有 2 540 个土壤剖面的剖面点分布图进行参比查询,因此查询得到的结果不是一个统计值,而是用户所选择剖面点的有关参比信息。

3 查询系统功能的实现

3.1 全国尺度参比查询

前面所述参比查询功能的实现算法是在 SQL Server 2000 的存储过程中实现的,这样可极大地提高查询系统的运算速度。最后,所得的最大参比度、相应的 CST 土纲名称将传递到客户端显示。同时系统也将土类名称传递给 ArcIMS 的地图服务器中,所以最终地图就会在全国范围内高亮显示出潮土的分布状况。

查询过程真正实现“傻瓜式”的参比,即用户只需从友好的交互界面中点击选择 1~2 个字段以输入所需的参数,就可以得到详细的参比信息。如图 1 所示,界面下方有“土类”、“亚类”两个列表框。其中,土类列表框列出了本查询系统中所有的 GSCC 土类名称。当用户在土类列表框中选择 GSCC 土类名称如潮土后,亚类列表框就列出了属于潮土的亚类名称,如图 2 所示。如果用户没有选择亚类名称而只选择土类名称,则系统就默认

为实现 GSCC 土类参比到 CST 土纲的功能。提交相应的参数至服务器后,系统将显示出潮土在全国范围内参比到 CST 的雏形土土纲有最大参比度,其值为 93.7%。

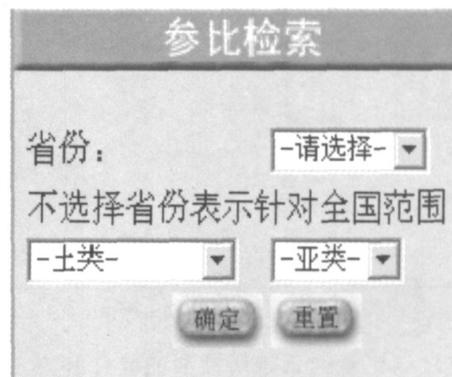


图 1 图形用户界面 1

Fig. 1 Interface 1 for Graphic User

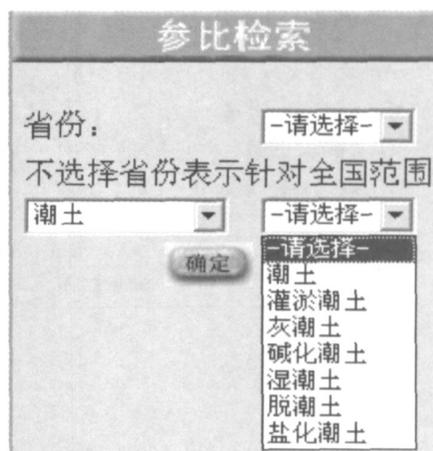


图 2 图形用户界面 2

Fig. 2 Interface 2 for Graphic User

3.2 区域尺度参比查询

在该模块中查询时,地图会在该区域范围内高亮显示出所需查询土壤类型的分布。使用时除了需要点击选择图 1 上方的“省份”列表框字段外,其他与全国尺度的查询相似。以查 GSCC 水稻土土类在浙江省的参比信息为例,当用户选择好参数后,将出现“土纲”和“亚纲”两个按钮(图 3 右中所所示),意味着用户可以选择参比到 CST 的土纲或亚纲;当用户点击“土纲”,提交参数后,查询系统将实现 GSCC 土类在浙江省参比到 CST 土纲的功能。如图 3 所示,系统在浙江省范围内高亮显示出水稻土的分布状况;指出水稻土在浙江省范围内参比为 CST 的人为土土纲,其最大参比度为 91.2%。

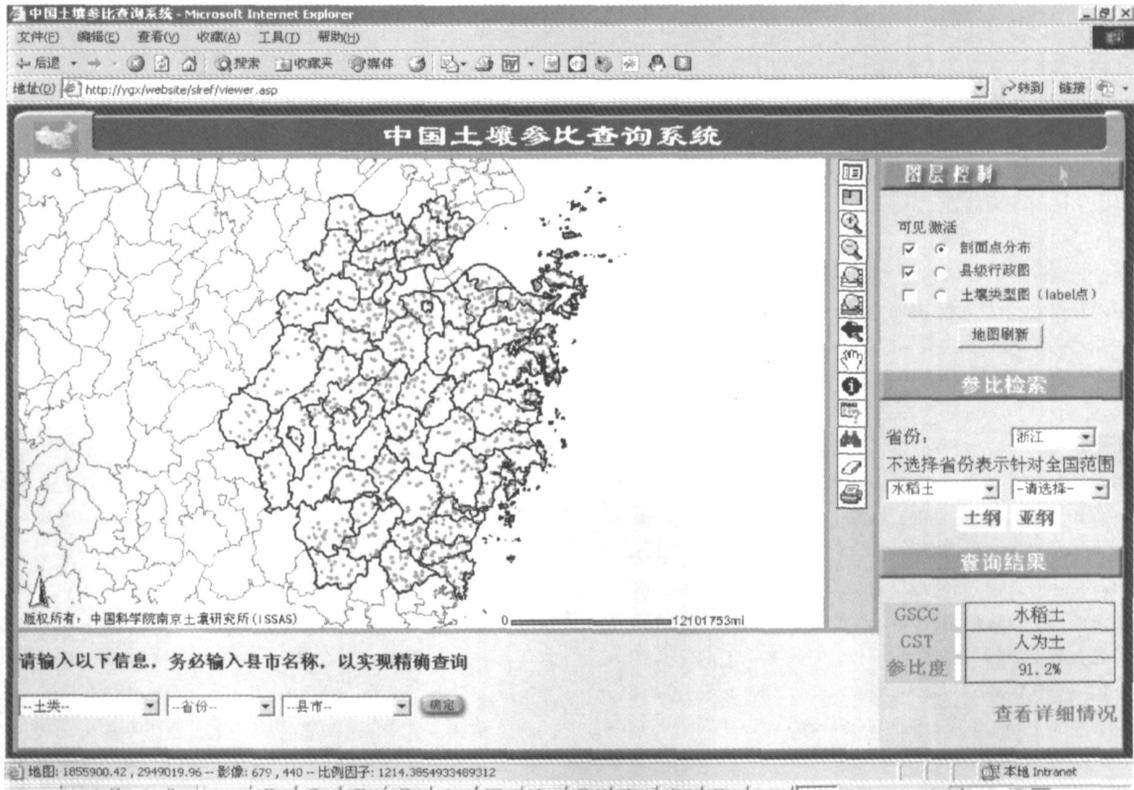


图 3 区域尺度参比查询

Fig. 3 Referencing query on the regional scale

3.3 单个土体尺度参比查询

该模块有三个列表框选项,即“土类”、“省份”和“县市”。用户应先确定要查询的土壤类型;从列表框中选择某土类后,系统立即根据所选的值在数据库中查找,把有该土类分布的省份(市和自治区)值赋到“省份”列表框中;在“省份”列表框中选择某一省份值;系统则根据所选的土壤类型和省份值在数据库中查找,得出所匹配的县市字段值,并把值赋到县市列表框中;在县市列表框中选择某一县市值并提交至服务器中。最终,系统将按用户所选择的土壤类型、省份、县市值从数据库中查找出所匹配的剖面点的信息,包括该剖面点对应于 CST 土纲、亚纲、土类、亚类的解译信息。当在三个列表框中分别选择红壤、浙江、杭州并点击确定按钮提交参数后,在客户端浏览器中将显示 GSCC 红壤在浙江省杭州市可以参比为 CST 锥形土纲,直至普通筒育湿润锥形土亚类。并且系统将在所选县市范围内显示与该剖面点关联的土壤类型图的分布。

4 结 论

基于 WebGIS 的中国土壤分类参比查询系统,

提供了 GSCC 与 CST 土壤类型之间的参比查询功能。系统设计了基于全国尺度、区域尺度和单个土体尺度三个参比查询子模块,这样可以在更大程度上满足不同用户的需求,用户将得到尽可能满意的数据。查询过程真正实现“傻瓜式”的参比,即用户只需从友好的交互界面中点击选择 1~2 个字段,输入所需的参数,就可以得到详细的参比信息。

在全国尺度进行参比时,为了提高有关 GSCC 土类的最大参比度,我们有必要在更低的土壤分类单元上进行深入研究,而这就要求我们增加现有土壤数据库的信息量。对于中国 1 100 万土壤数据库中的参比数据而言,是由专家对 2 540 个土种资料一个一个解译完成的。而对现有参比数据进行扩充时,我们可以采用更为先进的技术手段:把专家们的知识存储在专家知识库中,利用专家系统来代替解译工作,这或许是一条增加数据库信息量的便捷之路。

参 考 文 献

[1] Soil Survey Staff in USDA. Keys to Soil Taxonomy. 6th Ed. Washington: USDA, 1994. 1~306
 [2] FAO/ ISRIC/ ISSS. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. Rome:FAO,1998. 1~87

- [3] Eswaran H, Rice T, Ahrens R, *et al.* Soil Classification, A Global Desk Reference. Boca Raton: CRC Press, 2003. 1 ~ 263
- [4] 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(第三版). 合肥:中国科学技术大学出版社, 2001. 1 ~ 275. Research Group and Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Index on Chinese Soil Taxonomy (3rd Ed.) (In Chinese). Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001. 1 ~ 275
- [5] 史学正, 龚子同. 我国东南部不同分类系统中土壤类别归属的对比研究. 土壤通报, 1996, 27(3): 97 ~ 102. Shi X Z, Gong Z T. Reference comparison of soil types in southeast China under different soil classifications (In Chinese). Chinese J. of Soil Science, 1996, 27(3): 97 ~ 102
- [6] 陈志诚, 赵文君, 龚子同. 海南岛土壤发生分类类型在系统分类中的归属. 土壤学报, 2003, 40(2): 170 ~ 177. Chen Z C, Zhao W J, Gong Z T. Correlation of soil taxa of Hainan Island between Genetic Soil Classification of China and Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(2): 170 ~ 177
- [7] 陈志诚, 龚子同, 张甘霖, 等. 不同尺度的中国土壤系统分类参比. 土壤, 2004, 36(6): 584 ~ 595. Chen Z C, Gong Z T, Zhang GL, *et al.* Correlation of soil taxa between Genetic Soil Classification of China and Chinese Soil Taxonomy on various scales (In Chinese). Soils, 2004, 36(6): 584 ~ 595
- [8] 于东升, 史学正, 王洪杰, 等. 铁铝土的发生分类与系统分类参比研究. 地理学报, 2004, 59(5): 671 ~ 679. Yu D S, Shi X Z, Wang H J, *et al.* The characteristics of ferralossols references between Chinese Soil Taxonomy and Genetic Soil Classification of China (In Chinese). Acta Geographic Sinica, 2004, 59(5): 671 ~ 679
- [9] 于东升, 史学正, 王洪杰, 等. 发生分类淋溶土与系统分类参比特征研究. 土壤学报, 2004, 41(6): 845 ~ 853. Yu D S, Shi X Z, Wang H J, *et al.* Characteristics of references between GSCC and CST for GSCC-Luvisols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(6): 845 ~ 853
- [10] 龚子同, 陈志诚, 骆国保, 等. 中国土壤系统分类参比. 土壤, 1999, 31(2): 57 ~ 63. Gong Z T, Chen Z C, Lou G B, *et al.* The reference of Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Soils, 1999, 31(2): 57 ~ 63
- [11] 史学正, 于东升, 孙维侠, 等. 中美土壤分类系统的参比基准研究. 科学通报, 2004, 49(13): 1 299 ~ 1 303. Shi X Z, Yu D S, Sun W X, *et al.* Reference benchmarks relating to great groups of genetic soil classification of China with soil taxonomy (In Chinese). Chinese Science Bulletin, 2004, 49(13): 1 299 ~ 1 303
- [12] 汪善勤, 周勇, 张甘霖. 基于 GIS 的中国土壤分类专家系统设计. 土壤学报, 2005, 42(5): 705 ~ 711. Wang S Q, Zhou Y, Zhang GL. Designing of soil classification expert system based on geographical information system (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(5): 705 ~ 711
- [13] Shi X Z, Yu D S, Warner E D, *et al.* Soil Database of 1 1,000,000 digital soil survey and reference system of the Chinese Genetic Soil Classification System. Soil Survey Horizons, 2004, 45(4): 129 ~ 136
- [14] 全国土壤普查办公室. 中华人民共和国土壤图. 北京: 中国地图出版社, 1995. 1 ~ 60. The Officer for the Second National Soil Survey of China. Soil Map of People's Republic of China (In Chinese). Beijing: Sino Maps Press, 1995. 1 ~ 60
- [15] 全国土壤普查办公室. 中国土种志(第 1 ~ 6 卷). 北京: 中国农业出版社, 1993 ~ 1996. The Officer for the Second National Soil Survey of China. Soil Species of China (Volume 1 ~ 6) (In Chinese). Beijing: Chinese Agriculture Press, 1993 ~ 1996

A WEBGIS-BASED INQUIRY SYSTEM FOR REFERENCE BETWEEN GENETIC SOIL CLASSIFICATION OF CHINA AND CHINESE SOIL TAXONOMY

Yang Guoxiang^{1,2} Shi Xuezheng^{1,2†} Yu Dongsheng¹ Wang Hongjie¹ Sun Weixia¹ Zhao Yongcun¹ Jin Yang³

(1 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

(2 The Graduate School, Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China)

(3 Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China)

Abstract Soil classification reflects level of the overall research in pedology. An intelligent inquiry system for reference between the Genetic Soil Classification of China (GSCC) and the Chinese Soil Taxonomy (CST) based on the 1 1 000 000 soil database of China, and the techniques of WebGIS has just been established recently. The system has a Browser/ Server framework, ArcIMS as its soil map data releasing platform, ArcSDE as its spatial database engine, and relational database SQL Server 2000 as the tool for integrated management of soil spatial and attribute data. Consists of 3 sub-modules based on national, regional (provincial), and pedon scales respectively, the system is designed to conduct reference of pedon data or between the spatial distribution features of 2 soil classification units in the 2 different classification systems. With the help of the said inquiry system, researchers interested are able to retrieve conveniently related soil classification reference information as detailed as possible.

Key words Soil database; GSCC; CST; Reference benchmark; WebGIS; ASP (Active Server Pages); ArcIMS (Arc Internet Map Server); ArcSDE (Arc Spatial Database Engine)