中国土壤质量标准研究现状及展望*

陈美军　段增强　林先贵†

（中国科学院南京土壤研究所 全国土壤质量标准化技术委员会，南京　210008）

摘　要　简要介绍了建国以来我国与土壤质量相关的标准研究和标准应用工作。目前与土壤质量相关的国家标准有 26 个，正在制修订中的有 34 个，主要是土壤质量的化学分析方法，少量涉及标准、术语评审和整理、生物方法和物理方法，缺少土壤采样方法、土壤质量评价和土壤修复及培育等方面的标准。虽然我国土壤质量标准有了一定发展，但也存在一些问题。针对我国土壤质量标准现状和存在的主要问题，结合“十二五”科技规划，本文初步提出了我国土壤质量标准化体系框架及未来我国土壤质量标准化的方向，为土壤科学研究和农业可持续发展提供方法依据。

关键词　土壤质量；标准；标准研究；评价指标

中图分类号　S151.9；X82　　**文献标识码**　A

土壤资源是最重要的自然资源之一，是人类赖以生存的物质基础，也是生态环境的重要组成部分，其质量的优劣直接关系到农产品的质量安全、人类的健康以及社会经济的可持续发展[1]。我国土壤资源严重不足，人均耕地面积不足世界平均值的 1/3，而且由于过去几十年不合理的利用，土壤退化十分严重，土壤质量总体水平不高，严重影响着我国农业的可持续发展和粮食安全。据统计，因土壤侵蚀、肥力贫瘠、盐渍化、沼泽化、污染及酸化等造成的土壤退化总面积约

* 江苏省农业三项工程项目[SX（2010）104] 资助

† 通讯作者，E-mail: xglin@issas.ac.cn

作者简介：陈美军（1977-），女，浙江常山人，博士，主要从事土壤微生物及土壤质量标准研究。E-mail: mjchen@issas.ac.cn

收稿日期：2010-12-06；收到修改稿日期：2011-04-20

4.6 亿 hm^2，占全国土地总面积的 40%，是全球土壤退化总面积的 1/4[2]。构建和完善土壤质量标准体系是解决上述严峻问题系统工程中的一个重要环节，是保护和改善我国农业生态环境、实现农产品清洁生产、促进农业可持续发展的基础性工作。

土壤质量是农业地质环境研究的一项重要内容，研究结果不仅可以直接指导土地利用规划、土壤环境保护，而且也是污染土壤治理修复、土壤污染生态效应评价、地球化学灾害预测研究的基础[3]。1999 年“土壤质量演变机理与土壤资源持续利用研究”被列为我国第一批启动的 973 项目，足见政府和社会对土壤资源的重视和对土壤质量退化的严重关切。通过全国 14 个单位 320 多名专家和博士生、硕士生的共同努力，该项目不仅定义了土壤质量的科学内涵，阐明了我国土壤质量的现状，更对土壤质量演变的过程与机理、土壤质量定向培育理论与技术方法等奠定了基础，还初步提出了表征土壤质量的最小数据集、量化指标和四类重要土壤的质量基准[1,4-5]。由于土壤系统物质组成、环境条件及其影响因素的复杂性，土壤质量评价是一项非常复杂的工程[4-5]，评价步骤中任何一步未实行标准化，都将导致研究结果无可比性，因此建立一套科学、准确的土壤质量标准是开展相关工作的基础。为了更加深刻地认识土壤质量标准体系的内涵，更加科学合理地研究制定土壤质量标准，有必要全面分析国内土壤质量标准研究现状，参考国际上与土壤质量有关的标准，有计划地制定适合我国国情的土壤质量标准，为土壤的永续利用和农业的可持续发展提供土壤保护和培育的依据。

1 土壤质量与土壤质量标准

由于土壤质量对可持续发展的重要作用，土壤质量问题正在不断得到世界范围内的共同关注[1,4,6]。传统意义上的土壤质量主要与土壤的肥力质量相关[1]。

随着社会经济发展，土壤质量概念的内涵也在发展中[7]。现代的土壤质量是指土壤提供食物、纤维、能源等生物物质的土壤肥力质量，土壤保持周边水体和空气洁净的土壤环境质量，土壤容纳消解无机和有机有毒物质、提供生物必需的养分元素、维护生畜健康和确保生态安全的土壤健康质量的综合量度[1-2]。土壤质量标准是土壤质量领域的一种规范性文件，是农业领域标准的基础。参考国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）土壤质量标准涵盖的内容，我国土壤质量标准的内容包括以下几个方面：土壤质量标准、术语的评审和整理、土壤采样方法、土壤分析的化学方法和土壤特性、土壤分析的生物方法、土壤分析的物理方法、土壤质量评价和土壤修复与培育等。土壤学是环境科学和农业科学研究的核心，所以土壤质量标准也成为环境保护、工程建筑，水文地质，特别是农业种植领域的基础标准。许多发达国家将土壤质量定量评估作为本国农业发展政策制定的科学依据，他们不仅将土壤质量标准化的研究作为环境保护和农业产业领域最重要的任务，而且用土壤变化指数来定量地评估各种农业活动的风险，定量地界定农业可持续发展水平[8]。

2 土壤质量标准研究现状

2.1 国际现状

国际标准是指国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（International Electrotechnical Commission, IEC）和国际电信联盟（International Telecommunication Union, ITU）制定的标准，以及 ISO 确认并公布的其他国际组织制定的标准[9]。在国际标准化组织中，土壤质量技术委员会（ISO/TC 190）负责土壤质量的标准化工作，该委员会成立于 1985 年，秘书处在荷兰，下设 6 个分技术委员会（表 1）。从 1986 年开始制定土壤质量方面的国际标准，涉及到土壤科学相关的标准、术语的评审和整理、土壤采样方法、土壤分析的化学方法

与土壤特性、土壤分析的生物学方法、土壤分析的物理学方法以及土壤质量评价等（表 1）。截止到 2010 年 4 月，ISO 已有土壤质量标准 122 个，尚有 33 个标准在研究制定中（http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54328&includesc=true&published=on），大部分标准已被世界各国采用。我国是 ISO/TC 190 的 O 成员国（Observing Countries，观察员），在土壤质量领域还没有承担或实质性参与土壤质量国际标准的制修订工作。

表 1 ISO/TC 190 分技术委员会及标准数量

Table 1 ISO/TC 190 subcommittees and number of standards for soil quality

分技术委员会 Subcommittees	ISO 标准数 Number of ISO standards（个）	秘书处所在地 Location of secretariat
SC1 (Evaluation of criteria, terminology and codification)	5	法国 France
SC2 (Sampling)	8	德国 Germany
SC3 (Chemical methods and soil characteristic)	48	德国 Germany
SC4 (Biological methods)	30	法国 France
SC5 (Physical methods)	17	丹麦 Denmark
SC7 (Soil and site assessment)	14	德国 Germany

2.2 国内现状

2.2.1 国家标准　　国家标准（GB）是指由国家标准机构通过并公开发布的标准[9]。我国最早于 1988 年制定了 5 个与土壤质量相关的国家标准，分别是 ^{15}N 土壤、植物标准样品（GB 9838-88）、土壤全钾测定法（GB 9836-88）、土壤全磷测定法（GB 9837-88）、土壤碳酸盐测定法（GB 9835-88）和土壤有机质测定法（GB 9834-88）。随后在 1989 年制定了两个国家标准，分别是土壤中钚的测定-萃取色层法（GB/T 11219.1-1989）和土壤中钚的测定-离子交换法（GB/T 11219.2-1989），

而颁布土壤质量标准相对较多的时期是1996年到2000年及2006年到2010年期间，分别是 9 个和 10 个（图 1，表 2）。根据中国标准化研究院统计（http://www.cnis.gov.cn），截止到 2010 年 4 月，我国与土壤质量相关的现行国家标准有 26 个。在这 26 个标准中，有 20 个与土壤分析的化学方法有关，比例为 76.9%。正在制修订的标准有34个，其中化学分析方法标准29个，比例为85.3%（表3）。现行的标准中采用国际标准的有6个，采标率为23.1%，目前正在制修订的34个标准中，采用国际标准的有6个，采标率为17.6%，平均采标率20.4%。分析表明，目前我国土壤质量领域的国家标准侧重于土壤的化学分析方法，少量涉及标准、术语评审和整理、生物方法和物理方法，缺少土壤采样方法、土壤质量评价和土壤修复及培育等方面的标准（表2）。

以往我国土壤质量标准管理相对混乱，没有统一的技术归口，已有的和正在制修订的 60 个土壤质量相关标准归属于不同的管理部门，包括：全国农业分析标准化技术委员会、农业部、中国机械工业联合会、卫生部、国家林业局、全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会、全国水文标准化技术委员会、全国信息分类与编码标准化技术委员会、环境保护部、全国化学标准化技术委员会、全国塑料制品标准化技术委员会、全国建筑物电气装置标准化技术委员会、水利部、全国环境监测方法标准化技术委员会和全国国土资源标准化技术委员会等。

土壤质量标准化是农业可持续发展的重要物质基础。为了更好地管理和制定我国的土壤质量标准，经国家标准化管理委员会批准，由江苏省质量技术监督局负责筹建的“全国土壤质量标准化技术委员会(SAC / TC 404)”（以下简称“土壤质量标委会”）于 2008 年 8 月在南京成立。土壤质量标委会负责全国土壤质量标准的制修订工作，工作范围完全与国际标准化组织 ISO / TC 190 土壤质量标准化

工作范围相对应。参考 ISO/TC 190，拟设立 7 个分技术委员会，分别涉及土壤质量标准、术语的评审和整理、采样方法、化学方法和土壤特性、生物方法、物理方法、土壤现场评价和土壤修复与培育（表 4）。土壤质量标委会将针对我国土壤类型、利用方式、环境建设、农产品品质、人体健康及国际贸易等，提出我国土壤质量标准的体系框架，逐步构建我国土壤质量的标准体系。

2.2.2 行业标准　　行业标准是指在国家某个行业通过并公开发布的标准[9]。截止到 2010 年 4 月底，我国与土壤质量相关的行业标准共有 141 个，涉及到 11 个不同的行业，包括农业、林业、土地管理、核工业、水利、卫生、城建、地质、环保、气象和煤碳（图 2）。与土壤质量相关的林业标准最多，为 66 个，在所有与土壤质量相关的行业标准中所占比例最高，为 46.8%，其次是农业标准，共 49 个，所占比例为 34.8%。

从图 1 可以看出，1996～2000 年期间颁布的行业标准有 76 个，而 2006～2010 年期间有 40 个相关的行业标准颁布。相对于国家标准，行业标准数量较多，发展速度较快，其原因在于土壤质量涉及到多行业和多领域，长期以来没有系统规划统一的标准体系，土壤质量相关的行业标准在不同行业中多有重复和交叉。例如在农业标准中有“土壤 pH 的测定（NY/T 1377-2007）”的标准，而在林业标准中另有“森林土壤 pH 值的测定（LY/T 1239-1999）”的标准，显然这两个标准内容有重复，可以在国家相关部门的协调下，制定成统一的土壤 pH 测定的方法标准。

2.2.3 标准研究　　从 20 世纪 80 年代开始，我国土壤质量标准研究有了一定发展，主要侧重于土壤质量的化学分析方法标准，少量涉及到标准、术语评审和整理、生物方法和物理方法，但缺少了土壤采样方法、土壤质量评价和土壤修复及培育等方面的标准。由于土壤质量关系到国计民生，近年来土壤质量研究越来越

受到重视。我国土壤学界第一个、也是全国第一批 973 项目“土壤质量演变机理与持续利用研究”，集中了大量人力物力，用 4～5 年时间，就土壤质量标准做了非常重要和基础工作，针对四类重要土壤（水稻土、红壤、潮土和黑土）的肥力、环境、健康质量制订了最小数据集、指标基准、评价体系。研究指出，土壤肥力质量最小数据集应为：pH，有机质，黏粒，速效磷，速效钾，容重和 CEC 等；土壤肥力质量最小数据集应为：土壤的碳和氮储量及向大气的释放、土壤的磷和氮储量及向水体的释放等；而土壤健康质量最小数据集应为：pH，有机质，质地、重金属或有益元素（Zn、Cd、Pb、Cr、Hg、As、Se、Ni、F）全量和有效性、六六六、滴滴涕等[4]。根据我国水稻土、红壤、潮土和黑土四大类型重要土壤的利用类型、特性及功能等差异性，土壤学专家提出了我国四大类型土壤肥力质量基准，土壤健康质量基准和土壤环境质量基准[4-5]。上述研究为土壤质量标准，尤其是是土壤质量评价和土壤修复及培育国家标准的形成奠定了基础。

2.2.4 主要问题　　尽管自 20 世纪 80 年代以来，我国的土壤质量标准得到了一定的发展，在经济、社会发展中发挥了重要作用，但面对我国农业可持续发展的根本要求，土壤质量标准发展速度及标准化体系存在着明显的不适应，其存在的主要问题如下：

（1）标准数量少，布局不均衡。目前我国与土壤质量相关的国家标准仅有 26 个，正在制修订的有 34 个，而 ISO 已有土壤质量标准 122 个，正在制修订的有 33 个。因此从数量上分析，目前我国土壤质量标准数量方面远低于国际水平，覆盖的内容与我国复杂多样的农业生态环境相比，存在很多空白，远不能满足需要。此外，我国土壤质量标准布局不均衡，侧重于土壤的化学分析方法标准，缺少土壤采样方法、土壤质量评价和土壤修复及培育等方面的基础标准（表 2），

其较少的标准数量和缺乏标准体系框架已难以适应当今农业生产与环境建设协调发展的需要。因此，针对我国土壤类型、利用方式、环境建设、农产品品质及国际贸易等，提出我国土壤质量的标准体系框架，在开展土壤环境基准等研究的基础上，构建我国土壤质量的标准体系已刻不容缓。

（2）标准技术归口混乱。我国土壤质量国家标准的管理工作主要挂靠在各行业主管部门，目前已发布的和正在制修订的 60 个标准归属于 17 个不同的管理部门，难于统一管理。随着我国土壤质量内涵的扩大与分析方法的进步，现行的标准体系构成表现为行业标准数过多且标准内容与分析方法老化，不同行业间有些同一土壤性质测试标准间缺乏较好的相关性，给应用带来了一定的困难，行业标准的管理不尽理想，严重影响了我国应对经济全球化挑战和加速发展的进程。因此，有必要在国家统一政策指导下，在全国土壤质量标准化技术委员会的统一组织下，制修订并理顺我国的土壤质量标准体系。

表 2 现行土壤质量相关国家标准

Table 2 Published standards for soil quality

ID	标准名称 Standard title	标准号 Standard No.	类别 Type	采用国际标准号 Adopted International Standard No.
1	中国土壤分类与代码 Classification and codes of soils in China	GB/T 17296-2009	基础通用标准 Basic general standard	—
2	肥料和土壤调理剂 术语 Fertilizers and soil conditioners--Vocabulary	GB/T 6274-1997	基础通用标准 Basic general standard	ISO 8157:1984
3	土壤环境质量标准 Soil environmental quality standard for soils	GB 15618-1995	基础通用标准	—

4	土壤质量 词汇 Soil quality--Vocabulary	GB/T 18834-2002	Basic general standard 基础通用标准 Basic general standard	ISO 11074-1:1996
5	销毁日本遗弃在华化学武器土壤污染控制标准(试行) Regulation for soil pollution control in destruction of chemical weapons abandoned by Japan in China	GB 19062-2003	基础通用标准 Basic general standard	—
6	销毁日本遗弃在华化学武器 环境土壤中污染物含量标准(试行) Pollutants content limitation in soil for destruction of chemical weapons abandoned by Japan in China	GB 19615-2004	基础通用标准 Basic general standard	—
7	土壤中塑料材料最终需氧生物分解能力的测定 采用测定密闭呼吸计中需氧量或测定释放的二氧化碳的方法标准 Plastics -- Determination of the ultimate aerobic biodegradability in soil by measuring the oxygen demand in a respirometer or the amount of carbon dioxide evolved	GB/T 22047-2008	方法标准 Method standard	ISO 17556:2003
8	氟化物的测定 离子选择电极法 Analysis of fluoride -- Ion selective electrometry	GB/T 22104-2008	方法标准 Method standard	—
9	有效态铅和镉的测定 原子吸收法 Analysis of available lead and cadmium contents in soils - Atomic absorption spectrometry	GB/T 23739-2009	方法标准 Method standard	—
10	土壤中钚的测定 萃取色层法 Determination of plutonium in soil--Extraction chromatography method	GB/T 11219.1-1989	方法标准 Method standard	ASTM C1001:1983
11	土壤中钚的测定 离子交换法 Determination of plutonium in soil -- Ion exchange method	GB/T 11219.2-1989	方法标准 Method standard	—
12	土壤中六六六和滴滴涕测定的气相色谱法 Method of gas chromatographic fordetermination of BHC and DDT in soil	GB/T 14550-2003	方法标准 Method standard	—
13	工业循环冷却水中菌藻的测定方法标准 第 2 部分：土壤菌群的测定 平皿计数法 Examination of bacteria and algae in industrial circulating cooling water -- Part 2: Examination of soil micro-bioti - Standard of plate count	GB/T 14643.2-2009	方法标准 Method standard	—
14	工业循环冷却水中菌藻的测定方法标准 第 4 部分：土壤真菌的测定 平皿计数法 Examination of bacteria and algae in industrial circulating cooling water -- Part 4: Examination of soil fungi - Standard of plate count	GB/T 14643.4-2009	方法标准 Method standard	—
15	总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法 Determination of total arsenic--Silve diethyldithiocarbamate spectrophotometry	GB/T 17134-1997	方法标准 Method standard	—
16	总砷的测定 硼氢化钾-硝酸银分光光度法 Determination of total arsenic -- Spectrophotometric method with potassium borohyride andsilver nitrate	GB/T 17135-1997	方法标准	—

			Method standard	
17	总汞的测定 冷原子吸收分光光度法 Determinationof total mercury -- Cold atomic absorption spectrophotometry	GB/T 17136-1997	方法标准 Method standard	—
18	铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法 Determination of copper，zinc -- Flame atomic absorption spectrophotometry	GB/T 17138-1997	方法标准 Method standard	—
19	镍的测定 火焰原子吸收分光光度法 Determinationof nickel -- Flame atomic absorption spectrophotometry	GB/T 17139-1997	方法标准 Method standard	—
20	铅、镉的测定 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法 Determination of lead，cadmium -- KI-MIBK extraction flame atomic absorption spectrophotometry	GB/T 17140-1997	方法标准 Method standard	—
21	铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 Determination of lead，cadmium -- Graphite furnace atomic absorption spectrophoto-metry	GB/T 17141-1997	方法标准 Method standard	—
22	接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第 1 部分:常规测量 Guide for measuring earth resistivity，ground impedance and earth surface potentials of a ground system -- Part 1: Normal measurements	GB/T 17949.1-2000	方法标准 Method standard	ANSI/IEEE81:1983
23	固体肥料和土壤调理剂 筛分试验 Solid fertilizers and soil conditioners -- Test sieving	GB/T 20781-2006	方法标准 Method standard	ISO 8397:1988
24	总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分：土壤中总汞的测定 Analysis of total mercury、arsenic and lead contents in soils - Atomic fluorescence spectrometry -- Part 1：Analysis of total mercury contents in soils	GB/T 22105.1-2008	方法标准 Method standard	—
25	总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分：土壤中总砷的测定 Analysis of total mercury、arsenic and lead contents in soils - Atomic fluorescence spectrometry -- Part 2：Analysis of total arsenic contents in soils	GB/T 22105.2-2008	方法标准 Method standard	—
26	总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 3 部分：土壤中总铅的测定 Analysis of total mercury、arsenic and lead contents in soils - Atomic fluorescence spectrometry -- Part 3：Analysis of total lead contents in soils	GB/T 22105.3-2008	方法标准 Method standard	—

表 3 制修订中的土壤质量相关国家标准

Table 3 Soil-quality-related national standards under development

ID	标准名称 Standard title	标准号 Standard No.	类别 Type	采用国际标准编号 Adopted International Standard No.
1	土壤中不同含氮组份的 δ15N 质谱测定法 Determination of δ15N of different nitrogen-containing fractions in soil-Mass Spectrometry	20010568-T-491	方法标准 Method standard	—
2	土壤中多氯联苯类物质残留量的测定方法标准 Determination of polychlorinated biphenyl in soil	20010570-T-491	方法标准 Method standard	—
3	土壤中多环芳烃类物质残留量的测定方法标准 Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil	20010571-T-491	方法标准 Method standard	—
4	土壤中增塑剂类物质残留量的测定方法标准 Determination of plasticizers in soil	20010572-T-491	方法标准 Method standard	—
5	土壤中丁草胺残留量的测定方法标准 Determination of butachlor in soil	20010573-T-491	方法标准 Method standard	—
6	土壤中常量养分分析方法标准 Analysis of macroelements in soil	20010574-T-491	方法标准 Method standard	—
7	土壤中水溶性盐分分析方法标准 Analysis of soluble salt in soil	20010575-T-491	方法标准 Method standard	—
8	土壤矿质全量分析方法标准 Analysis of mineral elements in soil	20010576-T-491	方法标准 Method standard	—
9	土壤黏土矿物鉴定法 Analysis of clay mineral in soil	20010577-T-491	方法标准 Method standard	—
10	土壤电化学性质测定方法标准 Determination of electrochemical properties of soil	20010578-T-491	方法标准 Method standard	—
11	土壤中重金属(Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、Ni、Cr)前处理方法标准-王水消解法	20032249-T-326	方法标准 Method standard	ISO 1146:1988

	Pretreatment of heavy metals (Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、Ni、Cr) in soil by Aqua regia Digestion			
12	二恶英类化合物检验方法标准（烟道气、飞灰、土壤、生物样品） Analysis of Dioxin-like Chemicals (flue gas, fly ash, soil, Biological samples)	20051244-T-361	方法标准 Method standard	—
13	菜田土壤中有效态镉的临界值修订技术规范 Technical criteria for calibraing threshold value of available cadmium in vegetable soil	20051932-T-326	方法标准 Method standard	—
14	菜田土壤中有效态铅的临界值修订技术规范 Technical criteria for calibraing threshold value of available lead vegetable soil	20051933-T-326	方法标准 Method standard	—
15	稻田土壤中有效态镉的临界值修订技术规范 Technical criteria for calibraing threshold value of available Cadmium in paddy soil	20051934-T-326	方法标准 Method standard	—
16	稻田土壤中有效态铅的临界值修订技术规范 Technical criteria for calibraing threshold threshold value of available Lead in paddy soil	20051935-T-326	方法标准 Method standard	—
17	农田土壤中除草剂莠去津最大残留限量标准 Maximum residue limits for herbicide atrazine in farming soil	20051953-Q-326	方法标准 Method standard	—
18	土壤中莠去津的测定方法标准 Determination of atrazine in soil	20051956-T-326	方法标准 Method standard	—
19	整合《土壤中钚的测定 萃取色层法》《土壤中钚的测定离子交换法》《水中钚的分析方法标准》 Integration of 《Determination of plutonium in soil - Extraction chromatography method》, 《Determination of plutonium in soil - Ion-exchange method》and 《Analytical	20060232-T-467	方法标准 Method standard	—

	method of plutonium in water 》			
20	整合《土壤中铀的测定 CL-5209 萃淋树脂分离 2-(5-溴-2-吡啶偶氮)-5-二乙氨基苯酚分光光度法》《生物样品灰中铀的测定 固体荧光法》《空气中微量铀的分析方法标准 激光荧光法》《空气中微量铀的分析方法标准 TBP 萃取荧光法》《水中微量铀分析方法标准》 Integration of 《Determination of uranium in soil-CL-5209 extractant-containing resin separation 2-(5-bromo-2-pyridylazo)-5-diethlaminophenol spectrophotometry》, 《Analytical determination of uranium in ash of biological samples-Soild fluotrimetry》, 《Analytical method of microquantity uranium in air by laser-fluoremetry》,《Analytical method of microquantity uranium in air byby spectrophotofluoremetry after extraction with TBP 》 and 《 Methods of analyzing microquantity of uranium in water》	20060995-T-467	方法标准 Method standard	—
21	土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法 Gamma-ray spectrometric method for analysis of radionuclides	20062839-T-361	方法标准 Method standard	—
22	总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 Determination of total Chromium by flame atomic absorption spectrophotometry	20065926-T-467	方法标准 Method standard	—
23	土壤和沉积物痕量元素提取方案 Scheme for extraction of trace elements in soil and sediment	20068378-T-334	方法标准 Method standard	EUR 19775 EN
24	测量土壤和沉积物中有机化学物质吸收常数(Koc)的标	20071500-T-467	方法标准 Method standard	ASTM E 1195-85

	准试验方法 Analysis of Koc of organic chemicals in soil and sedments			
25	土壤中豆黄隆残留量的测定方法标准(高效液相色谱法) Determination of chlorimuron-ethyl residues in soil (high performance liquid chromatography)	20072061-T-326	方法标准 Method standard	—
26	土壤中咪草烟残留量的测定方法标准(高效液相色谱法) Determination of imazethapyr residues in soil (high performance liquid chromatography)	20072062-T-326	方法标准 Method standard	—
27	土壤中烯禾啶残留量的测定方法标准(高效液相色谱法) Determination of sethoxydim residues in soil (high performance liquid chromatography)	20072063-T-326	方法标准 Method standard	—
28	土壤中总氮的测定方法标准 杜马斯定氮法 Determination of total nitrogen by Dumas method	20072073-T-326	方法标准 Method standard	—
29	土壤/污泥吸附常数估测试验 高效液相色谱法(HPLC) Estimation of adsorptive constant of soil/sludge by high performance liquid chromatography	20080451-T-469	方法标准 Method standard	OECD121
30	土壤粒度分析的标准试验方法 Analysis of soil particle size	20080452-T-469	方法标准 Method standard	ASTM D 422
31	土壤中好氧厌氧转化试验 Experiment for anaerobic-aerobic transformation in soil	20080453-T-469	方法标准 Method standard	EC C.23,OECD 307
32	土壤及农产品中甲霜灵残留量的测定方法 气相色谱法 Determination of metalaxyl residues in soil and agro-produce (gas-chromatography)	20080956-T-326	方法标准 Method standard	—
33	土壤湿度观测方法 Methods for observation of soil moisture	20083115-T-416	方法标准 Method standard	—
34	土壤水分(墒情)监测仪器 Monitoring instrument for soil water	20091575-T-332	方法标准 Method standard	—

（3）采用国际标准率低。目前我国土壤质量相关的国家标准采用国际标准的比率较低。现行的土壤质量标准中采用国际标准的有 6 个，采标率为 23.1%，

正在制修订的标准中采用国际标准的有 6 个，采标率为 17.6%，平均采标率 20.4%，而且大部分采用的是 10 年前的国际标准（表 2，表 3）。由于很少实质性参与国际标准化活动，使得我们缺乏对土壤质量国际标准制定情况、技术发展趋势和形势变化的了解，难以对国际标准提出具有针对性的意见或建议，这与我国农业大国的国际地位很不相称。

（4）标龄过长，标准老化现象严重。世界主要发达国家标准的平均标龄为 3～5 年，大部分都是 2000 年以后重新修订和制定的标准。与发达国家的情况相比，我国土壤质量相关的标准更新速度严重滞后。按照《标准化法》规定，标准应 5 年修订一次，但通过分析 26 个国家标准，现行国家标准的平均标龄为 8.35 年，最长的为 21 年（标准编号为 GB/T 11219.2-1989），标龄 5 年以上的国家标准有 16 个，占总数的 61.53%，“超期服役”现象相当严重。例如，我国于 1995 年发布了 GB 15618-1995《土壤环境质量标准》。该标准实施十多年，虽然在各方面发挥了重要作用，但已不能适应当前发展的要求，亟待修订和升级[10-11]。因此，我们必须紧跟国际前沿和标准的发展动态，结合我国的土壤类型及土壤利用的实际情况，及时修订相关的土壤质量标准，以适应经济发展的需要。

（5）社会标准意识淡薄。在土壤质量领域，标准意识较为淡薄，主要原因在于宣传贯彻不足，在已制定的标准中，多数与市场和应用的结合不紧密。具体表现为：标准的制定与实施、推广严重脱节，大多数的技术标准形同虚设，在某种程度上只是起到了技术贮备和科技成果格式化的功能；标准的实施缺乏手段和途径，与农业的生产性项目建设、农业技术推广和农业行政执法脱节；缺少有效的组织，土壤质量标准信息传递的渠道不通畅，对标准的运用也缺少必要的监督，致使已制定的标准并未发挥应有的作用。

表 4 我国土壤质量标准分布

Table 4 Distribution of soil quality standards in China

拟设立分技术委员会 Proposed subcommittees	现行标准 Active standards（个）	正在制修订标准 Standard under development（个）
SC1（标准、术语评审和整理 Evaluation of criteria, terminology and codification）	3	0
SC2（采样方法 Sampling）	0	0
SC3（化学方法和土壤特性 Chemical methods and soil characteristics）	20	29
SC4（生物方法 Biological methods）	2	1
SC5（物理方法 Physical methods）	1	4
SC6（土壤质量评价 Soil quality assessment）	0	0
SC7（土壤修复与培育 Remediation and cultivation of soil）	0	0

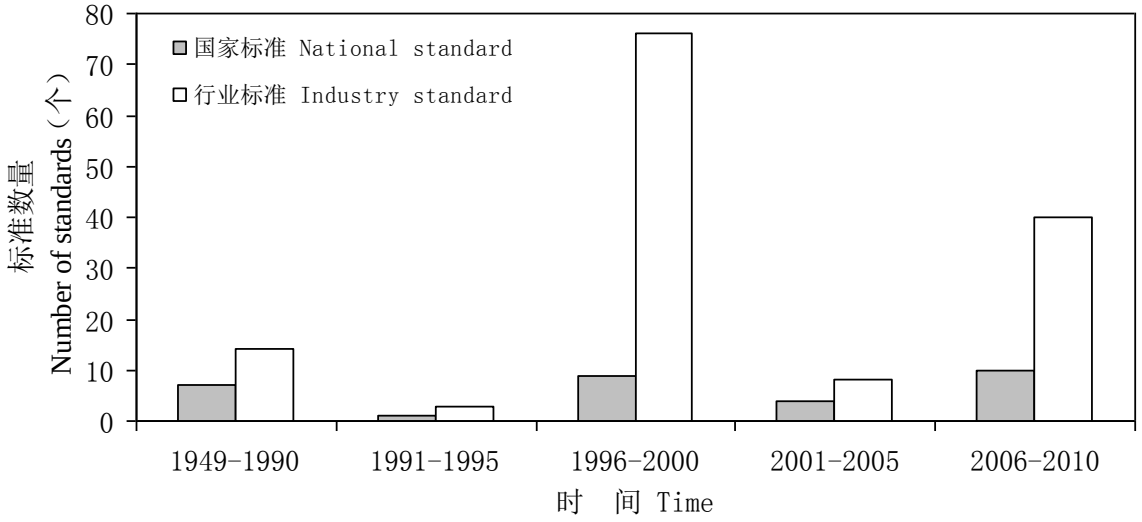

图 1 土壤质量国家标准和行业标准发展速度

Fig. 1 The development of national and industry standards for soil quality

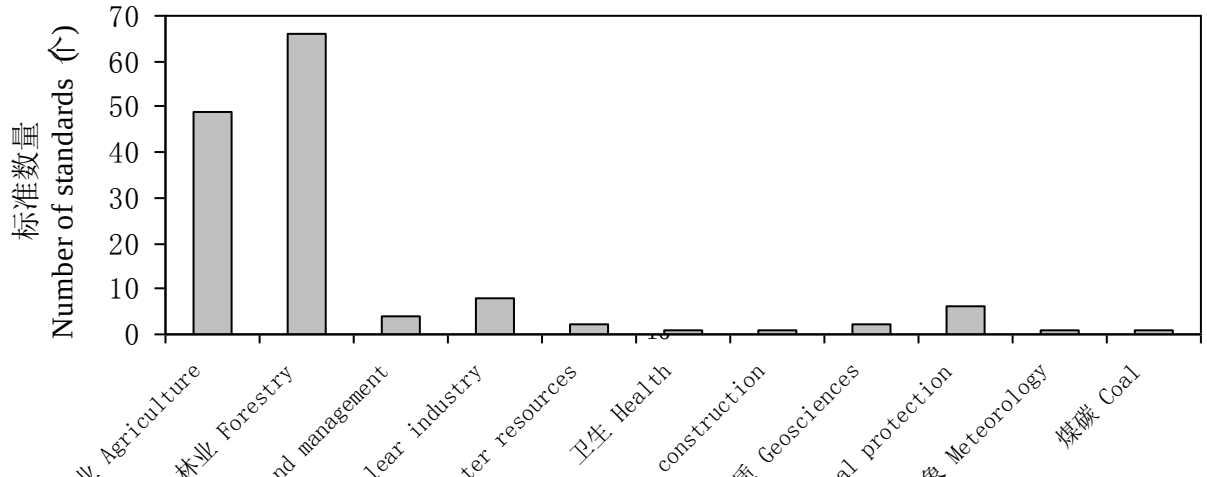

图 2 土壤质量相关行业标准数量

Fig. 2 The number of industry standards for soil quality

3 我国土壤质量标准体系框架的构建

3.1 土壤质量标准体系构建的重要性

土壤资源的永续利用是关系到民族生存和发展的核心问题，保护土壤资源的质量安全是我国经济快速发展阶段面临的严峻挑战。工业化、城市化、农业集约化等导致土、水、气环境污染日益严重，而土壤质量不断恶化，已严重危害生态环境质量和农产品安全，威胁人体健康，制约社会经济的可持续发展。因此，针对我国土壤类型、利用方式、环境建设、农产品品质及国际贸易等，提出我国土壤质量的体系框架，在开展土壤质量基准等基础研究的基础上，逐步构建我国土壤质量的标准体系已刻不容缓。特别是在我国构建和谐社会和建设新农村的现阶段，在关系到我国农业与环境协调持续发展、农产品品质的土壤因素、人体健康等方面，迫切需要一批规范的从土壤采样、描述、分析、表征到土壤培育，乃至土壤修复等系列且配套的标准及操作规程。

3.2 土壤质量标准体系构建的原则

标准体系是指为了达到最佳的标准化效果，在一定范围内建立的具有内在联系的、协调配套的标准总体。土壤质量标准体系则是指一套内在联系的、协调配套的土壤质量标准总体。建立一个领域的标准体系主要有三点要求：一是数量多；二是布局合理，针对性及覆盖面恰到好处；三是技术内容先进，实用性强，在国

际上具有一定的权威性。构建土壤质量标准体系，具体而言需要遵循以下原则：

3.2.1 系统性　　标准体系是由标准组成的系统，只有组成部分完整而成套时，才能成为系统。我国目前的土壤质量标准数量过少，布局不合理，缺少一些重要的基础标准组成，如土壤采样方法、土壤样品保存等。土壤质量标准体系应该包含全面成套的一定数量的标准，初步形成我国土壤质量的标准体系。

3.2.2 重点性　　土壤质量标准涉及面较多，包括与土壤科学相关的标准、术语的评审和整理、土壤采样方法、土壤分析的化学方法与土壤特性、土壤分析的生物学方法、土壤分析的物理学方法、土壤质量评价以及土壤修复与培育等方面。在短时间内全面制定这些标准存在难度，需要突出重点，有选择地制修订目前迫切需要的标准。

3.2.3 协调性　　土壤质量标准体系要有良好的协调性，避免交叉和矛盾现象，应该结构合理、层次清晰，并具有一定的可分解性和扩展空间。例如国家标准和行业标准间要协调一致，必要时行业标准可转化为国家标准。

3.3 土壤质量标准体系框架

从土壤质量的概念及其包含的多方面功能为着眼点，以土壤微观物理、化学、和生物性质为指标因子，针对土壤的不同利用方式及类型，从宏观上构建土壤质量标准体系框架雏形，旨在为制定和完善土壤质量标准体系作铺垫，逐步制定适应全社会各个方面用地可持续发展要求的标准，使不同利用方式下的土壤质量的评价、监测和管理都有据可依。土壤质量标准体系框架雏形图由三维组成，分别包括功能、内容和层次三个方面，而且每个方面都具有可扩展性（图 3）。

3.3.1 功能　　土壤是陆地生态系统的重要组成部分，具有多种的功能，包括生产、环境、生态、循环和记录等[1]。评价某一特定功能土壤的质量是由该土壤的固有属性、预期的土地利用类型和管理目的决定的[4]。类似地，土壤质量标

准也需要首先分析土壤所属功能，然后合理制定相应标准。

3.3.2 内容　　土壤质量标准体系包括的内容较多，参考国际 ISO 标准及结合我国国情，具体应该包括土壤采样方法、土壤分析的化学方法和土壤特性、土壤分析的生物学方法、土壤分析的物理学方法、土壤质量评价和土壤修复与培育等。土壤质量标准体系的内容应充分吸收和兼容已有的标准，对适用于土壤质量行业通用的标准，应该积极引导，贯彻实施。土壤质量标准体系框架需要兼顾各方面的内容，统一协调，重点突出。随着土壤质量的研究发展，土壤质量标准体系将包含更多新内容。

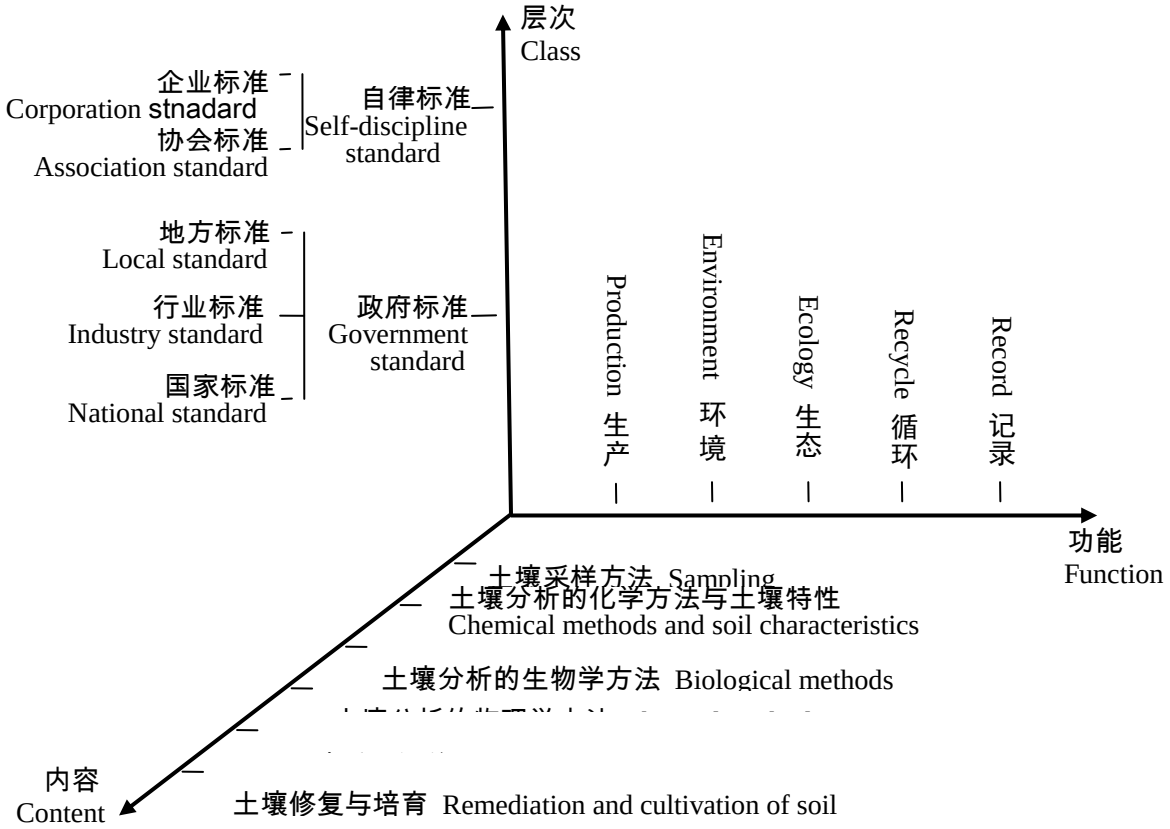

图 3 土壤质量标准体系框架结构

Fig. 3 Framework of the soil standard system

3.3.3 层次　　标准是人们进行贸易流通、技术交流和具体行为的准则。制定标准的重要基础是在一定的范围内充分反映各相关方的利益，并对不同意见进行协

调与协商，从面取得一致。不同层次标准化活动的协商一致程度是不同的，所制定标准的适用范围也是不同的[9]。在土壤质量标准体系框架中，包含了政府标准和自律标准。其中政府标准是指国家标准、行业标准和地方标准等，而自律标准是指协会标准和企业标准等。在土壤质量标准领域，最主要的是国家标准和行业标准。

4 土壤质量标准化方向

4.1 标准制修订

一套科学、准确的土壤质量标准对土壤质量评价和管理是必需的。目前我国正在谋划“十二五”规划，其中农业和生态环境是重中之重，因此应该充分认识土壤质量标准化工作的重要性，按照国家标准化管理委员会的要求做好土壤质量标准化体系研究，完善土壤质量标准体系表，制定好未来五年的标准制修订项目规划。土壤质量标委会秘书处将根据行业需求及技术发展需要，组织重点研究制定应用领域较广的土壤质量标准，包括各类土壤质量评价标准。土壤质量标准化建设，不是一蹴而就的事情，而是一项长期、复杂的工作，需要有计划、分阶段、分步骤、分层次地展开，逐渐完善土壤质量标准化体系。

4.2 国际标准及国际交流

标准不仅是指导和组织生产力的工具，而且是促进国内外贸易健康发展的重要手段，积极采用国际标准和国外先进标准，尽快与国际标准接轨，具有不可估量的意义。虽然我国土壤资源丰富，我国在土壤质量领域尚没有承担或参与土壤质量国际标准的制修订工作。我们有必要跟踪研究国际与欧洲标准，并学习借鉴美国等其他先进国家的相关标准，推进我国土壤质量标准及标准化工作，促进国内外相关学者的交流与合作，并有计划、有重点地参与国际标准的起草和主动承担国际标准的起草工作，逐步使我国土壤质量的标准化工作与国际标准化工作接轨。

参考文献

[1] 曹志洪, 孟赐福. 土壤质量概论//曹志洪, 周健民. 中国土壤质量. 北京: 科学出版社, 2008: 1-9. Cao Z H, Meng C F. General introduction of soil quality//Cao Z H, Zhou J M. Soil quality of China (In Chinese). Beijing: Science Press, 2008: 1-9

[2] 赵其国, 孙波，张桃林. 土壤质量与持续环境 I 土壤质量的定义及评价方法. 土壤, 1997, 29(3): 113-120. Zhao Q G, Sun B, Zhang T L. Soil quality and sustaining environment I Definition and estimation soil quality (In Chinese). Soils, 1997, 29(3): 113-120

[3]周国华, 秦绪文, 董岩翔. 土壤环境质量标准的制定原则与方法. 地质通报，2005, 24(8): 721-727. Zhou G H, Qin X W, Dong Y X. Soil environmental quality standards for agro-geological survey: principle and method of formulation (In Chinese). Geological Bulletin of China, 2005，24(8): 721-727

[4]徐建明, 张甘霖, 谢正苗, 等. 土壤质量指标和评价咨询系统//曹志洪，周健民. 中国土壤质量. 北京: 科学出版社，2008: 39-89. Xu J M, Zhang G L, Xie Z M, et al. Soil quality index and assessment/consultative system//Cao Z H, Zhou J M. Soil quality of China (In Chinese). Beijing: Science Press, 2008: 39-89

[5]徐建明, 汪海珍, 谢正苗. 中国重要土壤的土壤质量标准建议方案//徐建明, 张甘霖, 谢正苗, 等. 土壤质量指标与评价. 北京: 科学出版社, 2010: 170-200. Xu J M, Wang H Z, Xie Z M. Suggested soil standards or criterions of four types of important soils in China//Xu J M, Zhang G L, Xie Z M, et al. Indices and assessment of soil quality (In Chinese). Beijing: Science Press, 2010: 170-200

[6] Keeney D, Cruse R. Soil quality: The bridge to a sustainable agriculture//Cao Z H. Soil, human and environment interactions. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 1998: 19-28

[7] 陈怀满, 郑春荣, 周东美, 等. 土壤环境质量研究回顾与讨论. 农业环境科学学报, 2006，25(4): 821-827. Chen H M, Zheng C R, Zhou D M, et al. Soil environmental quality: A review (In Chinese). Journal of Agro-environment Science, 2006，25(4): 821-827

[8] Hortensius D, Nortcliff S. International standardization of soil quality

measurement procedures for the purpose of soil protection. Soil Use and Management, 1991, 7(3): 163–166

[9] 白殿一, 逄征虎, 刘慎斋, 等. 标准的编写. 北京: 中国标准出版社 , 2009: 1-24. Bai D Y, Pang Z H, Liu S Z, et al. Guides for the drafting of standards (In Chinese). Beijing: China Standard Press, 2009: 1-24

[10]王国庆, 骆永明, 宋静, 等. 土壤环境质量指导值与标准研究 I.国际动态及中国的修订考虑. 土壤学报, 2005, 42(4): 666-673. Wang G Q, Luo Y M, Song J, et al. Study on soil environmental of quality guidelines and standards I. Interantional trend and suggestions for amendment in China (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(4): 666-673

[11] 夏家淇, 骆永明. 我国土壤环境质量研究几个值得探讨的问题. 生态与农村环境学报, 2007, 23(1): 1-6. Xia J Q, Luo Y M. Several key issues in research of soil environmental quality in China (In Chinese). Journal of Ecology and Rural Environment, 2007, 23(1): 1-6

Status quo and prospects of the study on soil quality standards in China

Chen Meijun　Duan Zengqiang　Lin Xiangui†

（Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences; National Technical Committee 404 on Soil Quality of Standardization Administration of China, Nanjing　210008, China）

Abstract　Development and application of soil quality-related standards in China were reviewed in this paper. By far, China has 26 national standards already published and 34 under development. A majority of them are concerned with chemical methods for assessing soil quality and only a minority deal with evaluation and collation of criteria and terminologies, biological methods and physical methods, and none talks about sampling, assessment, remediation and cultivation of soils. Although progresses have been made in the field of soil quality standards, problems do exist. In view of the status quo of soil quality standards and the existing problems, the paper puts forward a preliminary framework of the soil quality standard systme and orientation of soil quality standardization in China, taking into account the 12th

five-year-plan science and technology program.

Key words Soil quality; Standardization; Standard study; Assessment indices