ICS 13.080.01
B 10

中华人民共和国国家标准

GB/T 33469—2016

耕地质量等级

Cultivated land quality grade

2016-12-30 发布　　2016-12-30 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　耕地质量等级划分 …… 3
4.1　总则 …… 3
4.2　耕地质量等级划分流程 …… 3
4.3　耕地质量指标获取 …… 4
4.4　确定各指标权重 …… 6
4.5　计算各指标隶属度 …… 8
4.6　计算耕地质量综合指数 …… 9
4.7　区域耕地质量等级划分 …… 9
4.8　耕地清洁程度调查与评价 …… 9
4.9　耕地质量综合评估 …… 9
附录A（规范性附录）　耕地质量等级划分区域范围 …… 11
附录B（资料性附录）　区域耕地质量等级划分指标 …… 16
附录C（规范性附录）　土壤有机质的测定 …… 25
附录D（规范性附录）　土壤机械组成的测定 …… 28
附录E（规范性附录）　土壤容重的测定 …… 35
附录F（规范性附录）　土壤水溶性盐总量的测定 …… 37
附录G（规范性附录）　土壤氯离子含量的测定 …… 40
附录H（规范性附录）　土壤硫酸根离子含量的测定 …… 42
附录I（规范性附录）　土壤pH的测定 …… 45
参考文献 …… 48

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国农业部提出。

本标准由全国土壤质量标准化技术委员会(SAC/TC 404)归口。

本标准起草单位:全国农业技术推广服务中心、北京市土肥工作站、山东省土壤肥料总站、江苏省耕地质量与农业环境保护站、山西省土壤肥料工作站、华南农业大学。

本标准主要起草人:任意、曾衍德、何才文、谢建华、赵永志、仲鹭勋、薛彦东、陈明全、李涛、王绪奎、张藕珠、李永涛、郑磊、胡良兵、李荣、辛景树。

耕地质量等级

1 范围

本标准规定了耕地质量区域划分、指标确定、耕地质量等级划分流程等内容。

本标准适用于各级行政区及特定区域内耕地质量等级划分。园地质量等级划分可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 15618 土壤环境质量标准

GB 17296 中国土壤分类与代码

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耕地 cultivated land

用于农作物种植的土地。

3.2

耕地地力 cultivated land productivity

在当前管理水平下，由土壤立地条件、自然属性等相关要素构成的耕地生产能力。

3.3

土壤健康状况 soil health condition

土壤作为一个动态生命系统具有的维持其功能的持续能力，用清洁程度、生物多样性表示。

注：清洁程度反映了土壤受重金属、农药和农膜残留等有毒有害物质影响的程度；生物多样性反映了土壤生命力丰富程度。

3.4

地形部位 parts of the terrain

具有特定形态特征和成因的中小地貌单元。

3.5

田面坡度 field surface slope

农田坡面与水平面的夹角度数。

3.6

地下水埋深 ground-water table

潜水面至地表面的距离。

3.7

土壤养分状况　soil nutrient status

土壤养分的数量、形态、分解、转化规律以及土壤的保肥、供肥性能。

3.8

土壤酸碱度　soil acidity and alkalinity

土壤溶液的酸碱性强弱程度，以 pH 值表示。

3.9

土壤有机质　soil organic matter

土壤中形成的和外加入的所有动植物残体不同阶段的各种分解产物和合成产物的总称，包括高度腐解的腐殖物质、解剖结构尚可辨认的有机残体和各种微生物体。

3.10

土壤障碍因素　soil constraint factor

土体中妨碍农作物正常生长发育、对农产品产量和品质造成不良影响的因素。

3.11

土壤障碍层次　soil constraint layer

在土壤剖面中出现的阻碍根系伸展、影响水分渗透的层次。

3.12

土壤盐渍化　soil salinization

土壤底层或地下水的易溶性盐分随毛管水上升到地表，水分散失后，使盐分积累在表层土壤中，当土壤含盐量过高时，形成的盐化危害。或受人类特殊活动影响，在使用高矿化度水进行灌溉及在干旱气候条件下没有排水功能、地下水位较浅的土壤上进行灌溉时产生的次生盐化危害。

3.13

土壤潜育化　gleyization

受地下水或滞水引起土壤处于饱和状态，呈强烈还原状态而形成蓝灰色潜育层的一种土壤形成过程。

3.14

有效土层厚度　effective soil layer thickness

作物能够利用的母质层以上的土体总厚度；当有障碍层时，为障碍层以上的土层厚度。

3.15

耕层厚度　plough layer thickness

经耕种熟化而形成的土壤表土层厚度。

3.16

耕层质地　plough layer texture

耕层土壤颗粒的大小及其组合情况。

3.17

土壤容重　soil bulk density

田间自然垒结状态下单位容积土体(包括土粒和孔隙)的质量或重量。

3.18

质地构型　soil texture profile

土壤剖面中不同质地层次的排列。

3.19

灌溉能力 irrigation capacity

预期灌溉用水量在多年灌溉中能够得到满足的程度。

3.20

排水能力 drainage capacity

为保证农作物正常生长，及时排除农田地表积水，有效控制和降低地下水位的能力。

3.21

农田林网化率 farmland shelter rate

农田四周的林带保护面积与农田总面积之比。

4 耕地质量等级划分

4.1 总则

4.1.1 概述

耕地质量等级划分是从农业生产角度出发，通过综合指数法对耕地地力、土壤健康状况和田间基础设施构成的满足农产品持续产出和质量安全的能力进行评价划分出的等级。

4.1.2 耕地质量区域划分

根据全国综合农业区划，结合不同区域耕地特点、土壤类型分布特征(见 GB 17296)，将全国耕地划分为东北区、内蒙古及长城沿线区、黄淮海区、黄土高原区、长江中下游区、西南区、华南区、甘新区、青藏区等九大区域。各区涵盖的具体县(市、区、旗)名见附录 A。

4.1.3 耕地质量指标

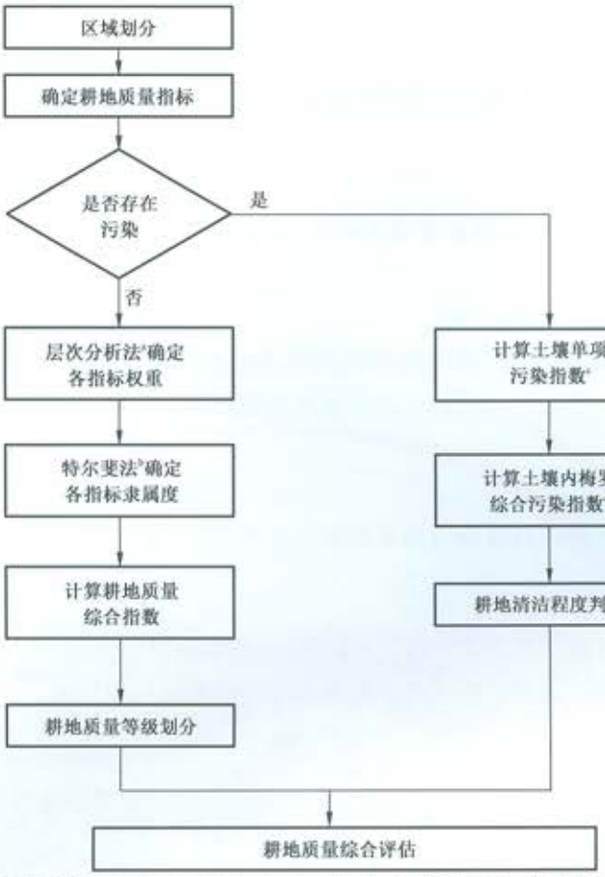
各区域耕地质量指标由基础性指标和区域补充性指标组成，其中，基础性指标包括地形部位、有效土层厚度、有机质含量、耕层质地、土壤容重、质地构型、土壤养分状况、生物多样性、清洁程度、障碍因素、灌溉能力、排水能力、农田林网化率等 13 个指标。区域补充性指标包括耕层厚度、田面坡度、盐渍化程度、地下水埋深、酸碱度、海拔高度等 6 个指标。各区域耕地质量划分指标见附录 B。

4.1.4 耕地质量等级划分原则

耕地质量划分为 10 个耕地质量等级。耕地质量综合指数越大，耕地质量水平越高。一等地耕地质量最高，十等地耕地质量最低。

4.2 耕地质量等级划分流程

耕地质量等级划分流程见图 1。



[a] 层次分析法是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次，在此基础之上进行定性和定量分析的决策方法。

[b] 特尔斐法是采用背对背的通信方式征询专家小组成员的预测意见，经过几轮征询，使专家小组的预测意见趋于集中，最后做出符合发展趋势的预测结论。

[c] 土壤单项污染指数是土壤污染物实测值与土壤污染物质量标准的比值。具体计算方法见 HJ/T 166。

[d] 内梅罗综合污染指数反映了各污染物对土壤的作用，同时突出了高浓度污染物对土壤环境质量的影响。具体计算方法见 HJ/T 166。

图 1　耕地质量等级划分流程图

4.3　耕地质量指标获取

4.3.1　地形部位

指中小地貌单元。如河流及河谷冲积平原要区分出河床、河漫滩、一级阶地、二级阶地、高阶地等；山麓平原要区分出坡积裾、洪积锥、洪积扇(上、中、下)、扇间洼地、扇缘洼地等；黄土丘陵区要区分出塬、梁、峁等；低山丘陵与漫岗要区分为丘(岗)顶部、丘(岗)坡面、丘(岗)坡麓、丘(岗)间洼地等；平原河网圩田要区分为易涝田、渍害田、良水田等；丘陵冲垄稻田按宽冲、窄冲，纵向分冲头、冲中部、冲尾，横向分冲、塝、岗田等；岩溶地貌要区分为石芽地、坡麓、峰丛洼地、溶蚀谷地、岩溶盆地(平原)等。各地应结合当地实际进行筛选，并使描述更加具体。

4.3.2　有效土层厚度

查阅第二次土壤普查资料并结合现场调查确定。

4.3.3 有机质含量

土壤有机质的测定方法见附录C。

4.3.4 耕层质地

土壤机械组成分为砂土、砂壤、轻壤、中壤、重壤、黏土等，测定方法见附录D。

4.3.5 土壤容重

土壤容重的测定方法见附录E。

4.3.6 质地构型

挖取土壤剖面，按1 m土体内不同质地土层的排列组合形式来确定。分为薄层型(红黄壤地区土体厚度<40 cm，其他地区<30 cm)、松散型(通体砂型)、紧实型(通体黏型)、夹层型(夹砂砾型、夹黏型、夹料姜型等)、上紧下松型(漏砂型)、上松下紧型(蒙金型)、海绵型(通体壤型)等几大类型。

4.3.7 土壤养分状况

根据土壤类型、种植作物、土壤物理、化学、生物性状综合确定，分为养分贫瘠、潜在缺乏、最佳水平和养分过量。

4.3.8 生物多样性

通过现场调查，结合专家经验综合确定，分为丰富、一般、不丰富。

4.3.9 清洁程度

按照HJ/T 166规定的方法确定。

4.3.10 障碍因素

按对植物生长构成障碍的类型来确定，如沙化、盐碱、侵蚀、潜育化及出现的障碍层次情况等。

4.3.11 灌溉能力

现场调查水源类型、位置、灌溉方式、灌水量，综合判断灌溉用水量在多年灌溉中能够得到满足的程度，分为充分满足、满足、基本满足、不满足。

4.3.12 排水能力

现场调查排水方式、排水设施现状等，综合判断农田保证作物正常生长，及时排除地表积水，有效控制和降低地下水位的能力，分为充分满足、满足、基本满足、不满足。

4.3.13 农田林网化率

现场调查农田四周林带保护面积及农田总面积，计算农田林网化率，综合判断农田林网化程度，分为高、中、低。

4.3.14 耕层厚度

在野外实际测量确定，单位统一为厘米，精确到小数点后1位。

4.3.15 田面坡度

实际测量农田坡面与水平面的夹角度数。

4.3.16 盐渍化程度

根据土壤水溶性含盐总量、氯化物盐含量、硫酸盐含量及农田出苗程度综合判定，分为无、轻度、中度、重度。土壤水溶性含盐总量的测定方法见附录 F；土壤氯离子含量的测定方法见附录 G；土壤硫酸根离子含量的测定方法见附录 H。

4.3.17 地下水埋深

在查阅地下水埋藏及水文地质图表资料基础上填写，或结合野外调查，挖取土壤剖面，用洛阳铲打钻孔，观察地下水埋深。

4.3.18 酸碱度

土壤 pH 的测定方法见附录 I。

4.3.19 海拔高度

采用 GPS 定位仪现场测定填写。

4.4 确定各指标权重

4.4.1 建立层次结构模型

按照层次分析法，建立目标层、准则层和指标层层次结构，用框图形式说明层次的递阶结构与因素的从属关系。当某个层次包含的因素较多时(如超过 9 个)，可将该层次进一步划分为若干子层次。

4.4.2 构造判断矩阵

判断矩阵表示针对上一层次某因素，本层次与之有关因子之间相对重要性的比较。假定 A 层因素中 a_k 与下一层次中 B_1，B_2，…，B_n 有联系，构造的判断矩阵一般形式见表 1：

表 1 判断矩阵形式

a_k	B_1	B_2	…	B_n
B_1	b_{11}	b_{12}	…	b_{1n}
B_2	b_{21}	b_{22}	…	b_{2n}
⋮	⋮	⋮		⋮
B_n	b_{n1}	b_{n2}	…	b_{nn}

判断矩阵元素的值反映了人们对各因素相对重要性(或优劣、偏好、强度等)的认识，一般采用 1～9 及其倒数的标度方法。当相互比较因素的重要性能够用具有实际意义的比值说明时，判断矩阵相应元素的值则可以取这个比值。判断矩阵的元素标度及其含义见表 2。

表 2　判断矩阵标度及其含义

标度	含　义
1	表示两个因素相比，具有同样重要性
3	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素极端重要
2,4,6,8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较得判断 b_{ij}，则因素 j 与 i 比较的判断 $b_{ji}=1/b_{ij}$

4.4.3　层次单排序及其一致性检验

建立比较矩阵后，就可以求出各个因素的权值。采取的方法是用和积法计算出各矩阵的最大特征根 λ_{max} 及其对应的特征向量 W，并用 $CR=CI/RI$ 进行一致性检验。计算方法如下：

按式(1)将比较矩阵每一列正规化(以矩阵 B 为例)

$$\bar{b}_{ij}=\frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}b_{ij}} \qquad \cdots\cdots(1)$$

按式(2)每一列经正规化后的比较矩阵按行相加

$$\overline{W}_i=\sum_{j=1}^{n}\bar{b}_{ij} \qquad \cdots\cdots(2)$$

按式(3)对向量

$$\overline{W}=[\overline{W}_1,\overline{W}_2,\ldots\overline{W}_n] \qquad \cdots\cdots(3)$$

按式(4)正规化

$$W_i=\frac{\overline{W}_i}{\sum_{i=1}^{n}\overline{W}_i},i=1,2,3\cdots,n \qquad \cdots\cdots(4)$$

所得到的 $W=[W_1,W_2,\cdots,W_n]^T$ 即为所求特征向量，也就是各个因素的权重值。

按式(5)计算比较矩阵最大特征根 λ_{max}

$$\lambda_{max}=\sum_{i=1}^{n}\frac{(BW)_i}{nW_i},i=1,2\cdots,n \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中 $(BW)_i$ 表示向量 BW 的第 i 个元素。

一致性检验：首先计算一致性指标 CI

$$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中 n 为比较矩阵的阶，也即是因素的个数。

然后根据表 3 查找出随机一致性指标 RI，由式(7)计算一致性比率 CR，

$$CR=\frac{CI}{RI} \qquad \cdots\cdots(7)$$

表 3　随机一致性指标 *RI* 的值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

当 $CR<0.1$ 就认为比较矩阵的不一致程度在容许范围内；否则应重新调整矩阵。

4.4.4　层次总排序

计算同一层次所有因素对于最高层(总目标)相对重要性的排序权值，称为层次总排序。这一过程是从最高层次到最低层次逐层进行的。若上一层次 A 包含 m 个因素 A_1，A_2，……，A_m，其层次总排序权值分别为 a_1，a_2，……，a_m，下一层次 B 包含 n 个因素 B_1，B_2，……，B_n，它们对于因素 A_j 的层次单排序权值分别为 b_{1j}，b_{2j}，……，b_{nj}，(当 B_k 与 A_j 无联系时，$b_{kj}=0$)此时 B 层次总排序权值由表 4 给出。

表 4　层次总排序的权值计算

层次 B	层次 A			B 层次总排序权值
	A_1	A_2	… A_m	
	a_1	a_2	… a_m	
B_1	b_{11}	b_{12}	… b_{1m}	$\sum_{j=1}^{m} a_j b_{1j}$
B_2	b_{21}	b_{22}	… b_{2m}	$\sum_{j=1}^{m} a_j b_{2j}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
B_n	b_{n1}	b_{n2}	… b_{nm}	$\sum_{j=1}^{m} a_j b_{nj}$

4.4.5　层次总排序的一致性检验

这一步骤也是从高到低逐层进行的。如果 B 层次某些因素对于 A_j 单排序的一致性指标为 CI_j，相应的平均随机一致性指标为 CR_j，则 B 层次总排序随机一致性比率用式(8)计算。

$$CR=\frac{\sum_{j=1}^{m} a_j CI_j}{\sum_{j=1}^{m} a_j RI_j} \qquad \cdots\cdots(8)$$

类似地，当 $CR<0.1$ 时，认为层次总排序结果具有满意的一致性，否则需要重新调整判断矩阵的元素取值。

4.5　计算各指标隶属度

根据模糊数学的理论，将选定的评价指标与耕地质量之间的关系分为戒上型函数、戒下型函数、峰型函数、直线型函数以及概念型 5 种类型的隶属函数。

4.5.1　戒上型函数模型

适合这种函数模型的评价因子，其数值越大，相应的耕地质量水平越高，但到了某一临界值后，其对耕地质量的正贡献效果也趋于恒定(如有效土层厚度、有机质含量等)。

$$y_i=\begin{cases}0, & u_i \leqslant u_t \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & u_t < u_i < c_i,(i=1,2,\cdots,m) \\ 1, & c_i \leqslant u_i\end{cases} \quad \cdots\cdots(9)$$

式(9)中，y_i 为第 i 个因子的隶属度；u_i 为样品实测值；c_i 为标准指标；a_i 为系数；u_t 为指标下限值。

4.5.2 戒下型函数模型

适合这种函数模型的评价因子，其数值越大，相应的耕地质量水平越低，但到了某一临界值后，其对耕地质量的负贡献效果也趋于恒定(如坡度等)。

$$y_i=\begin{cases}0, & u_t \leqslant u_i \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & c_i < u_i < u_t,(i=1,2,\cdots,m) \\ 1, & u_i \leqslant c_i\end{cases} \quad \cdots\cdots(10)$$

式(10)中，u_t 为指标下限值。

4.5.3 峰型函数

适合这种函数模型的评价因子，其数值离一特定的范围距离越近，相应的耕地质量水平越高(如土壤 pH 等)。

$$y_i=\begin{cases}0, & u_i > u_{t1} \text{ 或 } u_i < u_{t2} \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & u_{t1} < u_i < u_{t2} \\ 1, & u_i=c_i\end{cases} \quad \cdots\cdots(11)$$

式(11)中，u_{t1}、u_{t2} 分别为指标上、下限值。

4.5.4 直线型函数模型

适合这种函数模型的评价因子，其数值的大小与耕地质量水平呈直线关系(如坡度、灌溉能力)。

$$y_i=a_iu_i+b \quad \cdots\cdots(12)$$

式(12)中，a_i 为系数，b 为截距。

4.5.5 概念型指标

这类指标其性状是定性的、非数值性的，与耕地质量之间是一种非线性的关系，如地形部位、质地构型、质地等。这类因子不需要建立隶属函数模型。

4.5.6 隶属度的计算

对于数值型评价因子，依据附录 B，用特尔斐法对一组实测值评估出相应的一组隶属度，并根据这两组数据拟合隶属函数；也可以根据唯一差异原则，用田间试验的方法获得测试值与耕地质量的一组数据，用这组数据直接拟合隶属函数，求得隶属函数中各参数值。再将各评价因子的实测值带入隶属函数计算，即可得到各评价因子的隶属度。鉴于质地对耕地某些指标的影响，有机质应按不同质地类型分别拟合隶属函数。

对于概念型评价因子，依据附录 B，可采用特尔斐法直接给出隶属度。

4.6 计算耕地质量综合指数

采用累加法计算耕地质量综合指数。

$$P=\sum(C_i\times F_i) \qquad \cdots\cdots(13)$$

式中：

P ——耕地质量综合指数(Integrated Fertility Index)；

C_i ——第 i 个评价指标的组合权重；

F_i ——第 i 个评价指标的隶属度。

4.7 区域耕地质量等级划分

按从大到小的顺序，在耕地质量综合指数曲线最高点到最低点间采用等距离法将耕地质量划分为10个耕地质量等级。耕地质量综合指数越大，耕地质量水平越高。一等地耕地质量最高，十等地耕地质量最低。

各区域内耕地质量划分时，依据相应的耕地质量综合指数确定当地耕地质量最高最低等级范围，再划分耕地质量等级。

4.8 耕地清洁程度调查与评价

耕地周边有污染源或存在污染的，应根据区域大小，加密耕地环境质量调查取样点密度，检测土壤污染物含量，进行耕地清洁程度评价。耕地土壤单项污染指标限值按照GB 15618的规定执行。按照HJ/T 166规定的方法，计算土壤单项污染指数和土壤内梅罗综合污染指数，并按内梅罗指数将耕地清洁程度划分为清洁、尚清洁、轻度污染、中度污染、重度污染。

4.9 耕地质量综合评估

依据耕地质量划分与耕地清洁程度调查评价结果，对耕地质量进行综合评估，查明影响耕地质量的主要障碍因素，提出有针对性的耕地培肥与土壤改良对策措施与建议。对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应明确耕地土壤主要污染物类型，提出耕地限制性使用意见和种植作物调整建议。

附 录 A
（规范性附录）
耕地质量等级划分区域范围

表 A.1 耕地质量等级划分区域范围

一级农业区	二级农业区	县、市、旗、区
（一）东北区	兴安岭林区	根河、额尔古纳、牙克石、鄂伦春、莫力达瓦、阿荣旗、扎兰屯、呼玛、爱辉、孙吴、逊克、伊春、嘉荫、铁力
	松嫩-三江平原农业区	嫩江、五大连池、北安、讷河、甘南、龙江、富裕、依安、克山、克东、拜泉、林甸、杜尔伯特、泰来、海伦、绥棱、庆安、绥化、望奎、青冈、明水、安达、兰西、肇东、肇州、肇源、呼兰、巴彦、木兰、通河、方正、延寿、尚志、宾县、阿城、双城、五常、依兰、汤原、桦川、桦南、勃利、七台河、集贤、宝清、富锦、同江、抚远、饶河、绥滨、萝北、虎林、密山、鸡东、扎赉特、白城、镇赉、洮南、通榆、大安、乾安、扶余、前郭、长岭、农安、德惠、九台、榆树、双阳、舒兰、永吉、吉林市郊区、双辽、公主岭、梨树、伊通、辽源、东丰
	长白山地林农区	林口、穆棱、海林、宁安、东安、绥芬河、鸡西、敦化、安图、和龙、延吉、图们、汪清、珲春、辉南、梅河口、柳河、通化、集安、浑江、靖宇、抚松、长白、蛟河、桦甸、磐石
	辽宁平原丘陵农林区	西丰、昌图、开原、铁岭、康平、法库、抚顺、清原、新宾、新民、辽中、本溪、桓仁、辽阳、灯塔、岫岩、东港、凤城、宽甸、瓦房店、普兰店、金州、庄河、长海、盖州、营口、大洼、盘山、台安、海城、阜新、彰武、绥中、兴城、凌海、义县、北镇、黑山
（二）内蒙古及长城沿线区	内蒙古北部牧农区	陈巴尔虎、鄂温克、新巴尔虎左、新巴尔虎右、海拉尔、满洲里、东乌珠穆沁、西乌珠穆沁、锡林浩特、阿巴嘎、苏尼特左、正蓝、正镶白、镶黄、苏尼特右、二连浩特、四子王、达尔罕茂明安
	内蒙古中南部牧农区	科尔沁右前、突泉、乌兰浩特、科尔沁右中、科尔沁左中、扎鲁特、科尔沁区、开鲁、奈曼、阿鲁科尔沁、敖汉、巴林左、巴林右、翁牛特、林西、克什克腾、多伦、太仆寺、察右后、察右中、化德、商都、达拉特、准格尔、东胜、伊金霍洛、围场、丰宁、沽源、康保、张北、尚义、府谷、神木、榆林、横山、靖边、定边、盐池、红寺堡
	长城沿线农牧区	北票、朝阳、凌源、喀左、建昌、集宁、兴和、察右前、丰镇、凉城、卓资、武川、和林格尔、清水河、元宝山、红山、松山、喀喇沁、宁城、土默特左、托克托、固阳、土默特右、隆化、滦平、兴隆、平泉、宽城、青龙、承德、万全、怀安、阳原、蔚县、宣化、涿鹿、怀来、赤城、崇礼、涞源、大同、右玉、左云、平鲁、朔城、山阴、怀仁、应县、浑源、灵丘、阳高、天镇、广灵、繁峙、宁武、神池、偏关、五寨、岢岚、静乐、岚县、方山、娄烦、古交、赛罕、回民、玉泉、新城、九原
（三）黄淮海区	燕山太行山山麓平原农业区	门头沟、海淀、丰台、朝阳、房山、大兴、通州、昌平、平谷、怀柔、密云、顺义、延庆、蓟县、抚宁、卢龙、昌黎、迁安、迁西、遵化、丰润、玉田、滦县、大厂、三河、香河、涞水、涿州、高碑店、易县、定兴、容城、徐水、顺平、清苑、满城、望都、曲阳、唐县、博野、安国、蠡县、赞皇、高邑、赵县、辛集、晋州、元氏、藁城、鹿泉、正定、灵寿、行唐、新乐、无极、深泽、临城、柏乡、隆尧、内丘、邢台、任县、沙河、南和、宁晋、邯郸、武安、永年、肥乡、成安、磁县、临漳、安阳、淇滨、林州、淇县、汤阴、浚县、辉县、卫辉、新乡、修武、获嘉、武陟、博爱、温县、沁阳、孟州、栾城、定州

表 A.1（续）

一级农业区	二级农业区	县、市、旗、区
（三）黄淮海区	冀鲁豫低洼平原农业区	静海、宁河、武清、宝坻、乐亭、滦南、丰南、安次、固安、永清、霸州、文安、大城、雄县、安新、高阳、广阳、曹妃甸、任丘、河间、沧县、青县、黄骅、海兴、盐山、孟村、南皮、东光、泊头、吴桥、献县、肃宁、安平、饶阳、深州、武强、阜城、景县、武邑、桃城区、冀县、枣强、故城、新河、巨鹿、平乡、广宗、南宫、威县、清河、临西、鸡泽、曲周、馆陶、广平、大名、魏县、邱县、莘县、阳谷、东昌府、冠县、临清、茌平、东阿、高唐、夏津、武城、平原、禹城、齐河、济阳、陵县、临邑、商河、宁津、乐陵、庆云、惠民、阳信、滨城、无棣、沾化、利津、垦利、广饶、博兴、高青、寿光、内黄、南乐、清丰、范县、台前、濮阳、滑县、长垣、原阳、延津、封丘
	黄淮平原农业区	梁园、睢阳区、民权、睢县、宁陵、拓城、虞城、夏邑、永城、荥阳、兰考、杞县、祥符、通许、尉氏、中牟、新郑、扶沟、太康、西华、商水、淮阳、鹿邑、郸城、沈丘、项城、西平、遂平、上蔡、平舆、汝南、新蔡、正阳、许昌、长葛、鄢陵、临颍、郾城、舞阳、襄城、叶县、禹州、郏县、宝丰、息县、淮滨、嘉祥、金乡、鱼台、微山、梁山、郓城、鄄城、巨野、东明、牡丹、定陶、成武、曹县、单县、临泉、界首、太和、颍泉、颍东、颍州、阜南、颍上、亳州、涡阳、利辛、蒙城、毛集、潘集、砀山、萧县、濉溪、宿州、埇桥、灵璧、固镇、泗县、五河、怀远、蚌埠、淮上、丰县、沛县、铜山、邳州、睢宁、新沂、东海、赣榆、清浦、淮阴、涟水、灌云、灌南、沭阳、泗阳、宿迁、泗洪、响水、滨海
	山东丘陵农林区	荣成、文登、牟平、乳山、海阳、福山、栖霞、蓬莱、龙口、招远、莱州、莱阳、莱西、即墨、昌邑、寒亭、昌乐、平度、高密、胶州、黄岛、诸城、五莲、安丘、青州、临朐、历城、崂山、邹平、桓台、沂源、沂水、蒙阴、平邑、费县、沂南、兰陵、郯城、临沭、莒南、莒县、长青、平阴、肥城、宁阳、新泰、章丘、淄川、博山、临淄、周村、薛城、峄城、台儿庄、山亭、市中、东营、河口、潍城、寒亭、坊子、岔岳、环翠、东港、莱城、钢城、河东、罗庄、兰山、德城、张店、东平、兖州、曲阜、泗水、邹城、滕州、汶上
（四）黄土高原区	晋东豫西丘陵山地农林牧区	五台、盂县、寿阳、昔阳、和顺、左权、平定、榆社、沁源、沁县、武乡、襄垣、黎城、潞城、屯留、长治、长子、平顺、壶关、高平、陵川、阳城、沁水、泽州、安泽、垣曲、平陆、芮城、阜平、平山、井陉、涉县、济源、巩义、登封、新密、鲁山、偃师、孟津、伊川、汝州、汝阳、新安、渑池、宜阳、陕州、灵宝、洛宁、栾川、卢氏
	汾渭谷地农业区	代县、原平、定襄、忻府、阳曲、清徐、晋源、小店、杏花岭、迎泽、尖草坪、万柏林、榆次、太谷、祁县、平遥、介休、灵石、交城、文水、汾阳、孝义、霍州、洪洞、尧都、古县、浮山、翼城、襄汾、曲沃、侯马、新绛、稷山、河津、绛县、闻喜、万荣、夏县、盐湖、临猗、永济、韩城、澄城、白水、蒲城、大荔、耀州、渭滨、临潼、蓝田、华州、华阴、潼关、长安、三原、泾阳、高陵、淳化、旬邑、彬县、长武、永寿、乾县、礼泉、兴平、武功、周至、户县、陈仓、麟游、陇县、千阳、凤翔、岐山、扶风、眉县、合阳、富平、临渭、渭城、秦都、金台、印台
	晋陕甘黄土丘陵沟壑牧林农区	河曲、保德、兴县、临县、离石、柳林、中阳、石楼、交口、汾西、隰县、永和、大宁、蒲县、吉县、乡宁、佳县、吴堡、米脂、绥德、子洲、清涧、延川、子长、安塞、吴起、宝塔、延长、甘泉、富县、宜川、黄龙、洛川、黄陵、宜君、西峰、庆城、环县、华池、合水、正宁、宁县、镇原、灵台、泾川、崆峒、崇信、华亭、原州、海原、西吉、泾源、隆德、同心、彭阳、志丹
	陇中青东丘陵农牧区	静宁、庄浪、张家川、清水、秦安、秦州、麦积、天水、甘谷、武山、漳县、靖远、平川、白银、会宁、安定、通渭、陇西、渭源、临洮、榆中、皋兰、永登、临夏、和政、东乡、广河、康乐、永靖、积石山、民和、乐都、互助、化隆、循化、湟中、湟源、大通、尖扎、同仁、贵德、西宁市郊区、贵德

表 A.1（续）

一级农业区	二级农业区	县、市、旗、区
（五）长江中下游区	长江下游平原丘陵农畜水产区	崇明、宝山、浦东、奉贤、松江、金山、嘉定、青浦、吴县、吴江、江阴、张家港、常熟、太仓、昆山、丹徒、武进、扬中、金坛、宜兴、溧阳、高淳、溧水、句容、启东、海门、如东、南通、如皋、海安、东台、大丰、建湖、射阳、阜宁、邗江、江都、靖江、泰兴、仪征、高邮、宝应、兴化、盱眙、洪泽、金湖、淮安、江宁、浦口、六合、嘉善、南湖、秀洲、海盐、海宁、桐乡、吴兴、南浔、德清、上城、下城、江干、拱墅、西湖、滨江、萧山、余杭、越城、柯桥、上虞、慈溪、余姚、海曙、江东、江北、北仑、镇海、鄞州、定海、岱山、普陀、平湖、嵊泗、当涂、芜湖、繁昌、南陵、铜陵、庐江、无为、肥东、巢湖、含山，和县、枞阳、桐城、怀宁、望江、宿松、滁州市辖区、全椒、定远、凤阳、明光、来安、天长、长丰、霍邱、寿县、肥西、安庆、合肥、马鞍山
	鄂豫皖平原山地农林区	襄州、襄城、樊城、枣阳、老河口、曾都、随县、广水、大悟、红安、麻城、罗田、英山、平桥、浉河、罗山、光山、新县、固始、商城、潢川、内乡、镇平、邓州、新野、南召、方城、社旗、唐河、六安、金寨、霍山、舒城、岳西、潜山、太湖、宛城区、卧龙、确山、泌阳、桐柏、淅川
	长江中游平原农业水产区	九江、彭泽、湖口、都昌、星子、德安、永修、瑞昌、鄱阳、乐平、万年、余干、余江、东乡、进贤、临川、南昌、丰城、清浦、高安、新余、安义、蔡甸、东西湖、汉南、黄陂、新洲、武汉市近效区、黄州、团风、浠水、蕲春、武穴、黄梅、龙感湖、安陆、云梦、应城、孝南、孝昌、汉川、黄陂、嘉鱼、掇刀、东宝、屈家岭、沙洋、钟祥、京山、宜城、天门、仙桃、潜江、洪湖、监利、石首、公安、松滋、荆州、沙市、江陵、当阳、枝江、临湘、岳阳、汨罗、湘阴、南县、沅江、益阳、安乡、澧县、临澧、常德、汉寿、桃源、津市
	江南丘陵山地农林区	东至、贵池、泾县、青阳、宣城、郎溪、广德、石台、黄山、宁国、旌德、绩溪、歙县、休宁、黟县、祁门、安吉、诸暨、临安、富阳、桐庐、建德、淳安、浦江、兰溪、金东、婺城、衢江、柯城、龙游、磐安、长兴、江山、常山、开化、义乌、东阳、永康、武义、婺源、德兴、玉山、广丰、上饶、铅山、横峰、弋阳、贵溪、金溪、资溪、南城、黎川、南丰、宜黄、崇仁、乐安、广昌、石城、宁都、兴国、瑞金、会昌、安远、于都、信丰、赣县、南康、新干、峡江、永丰、吉水、吉安、安福、莲花、永新、宁岗、泰和、万安、遂川、铜鼓、靖安、奉新、宜丰、上高、分宜、万载、宜春、修水、武宁、黄石市郊区、阳新、大冶、江夏、梁子湖、鄂城、咸安、赤壁、崇阳、通山、通城、平江、浏阳、醴陵、攸县、茶陵、湘潭、湘乡、株洲、桃江、安化、宁乡、新化、冷水江、涟源、双峰、邵东、新邵、邵阳、隆回、洞口、武冈、新宁、衡山、衡东、衡阳、祁东、祁阳、常宁、衡南、东安、永州、安仁、耒阳、永兴、长沙、望城、韶山、华容
	浙闽丘陵山地林农区	嵊州、新昌、奉化、宁海、象山、天台、三门、临海、仙居、椒江、黄岩、路桥、温岭、玉环、永嘉、乐清、洞头、瑞安、平阳、文成、泰顺、缙云、丽水、莲都、青田、云和、遂昌、龙泉、庆元、浦城、松溪、政和、崇安、建阳、建瓯、光泽、邵武、顺昌、福鼎、柘荣、寿宁、福安、周宁、屏南、古田、霞浦、罗源、闽侯、闽清、永泰、建宁、泰宁、将乐、宁化、明溪、沙县、清流、永定、龙溪、大田、德化、永春、漳平、长汀、连城、永定、上杭、武平、龙湖、鹿城、瓯海、苍南、景宁
	南岭丘陵山地林农区	大余、全南、龙南、定南、寻乌、上犹、崇义、桂东、资兴、汝城、郴州、桂阳、嘉禾、临武、宜章、新田、宁远、道县、蓝山、江华、江永、双牌、炎陵、平远、蕉岭、梅县、兴宁、大埔、龙川、和平、连平、翁源、始兴、南雄、仁化、乐昌、乳源、连州、连南、连山、阳山、曲江、怀集、广宁、封开、富川、钟山、八步、昭平、蒙山、资源、全州、兴安、灌阳、灵川、龙胜、临桂、永福、阳朔、荔浦、平乐、恭城、金秀、象州、武宣、忻城、柳江、柳城、鹿寨、融水、融安、三江、罗城、宜州、上林、平桂管理区、兴宾、合山、城中、柳北、鱼峰、柳南、象山、秀峰、叠彩、七星、雁山

表 A.1（续）

一级农业区	二级农业区	县、市、旗、区
（六）西南区	秦岭大巴山林农区	西峡、淅川、洛南、商州、汉滨、汉台、丹凤、商南、山阳、柞水、镇安、宁陕、石泉、汉阴、紫阳、旬阳、白河、平利、岚皋、镇坪、佛坪、洋县、西乡、镇巴、城固、南郑、勉县、宁强、略阳、留坝、太白、凤县、两当、徽县、西和、礼县、岷县、宕昌、武都、文县、成县、康县、舟曲、北川、平武、青川、旺苍、南江、通江、万源、白沙、城口、巫溪、十堰市郊区、郧阳、郧西、竹溪、竹山、房县、丹江口、谷城、保康、南漳、神农架
	四川盆地农林区	巴州、平昌、宣汉、开江、大竹、渠县、邻水、通川、梁平、忠县、万州、开县、垫江、丰都、涪陵、南川、巴南、綦江、江北、长寿、合川、铜梁、璧山、大足、荣昌、永川、江津、潼南、苍溪、阆中、仪陇、南部、营山、蓬安、岳池、广安、武胜、西充、安州、绵竹、德阳、中江、绵阳、江油、剑阁、梓潼、盐亭、三台、射洪、蓬溪、遂宁、什邡、广汉、彭州、新都、都江堰、郫县、温江、崇州、新津、大邑、邛崃、蒲江、彭山、眉山、青神、仁寿、井研、犍为、沐川、峨眉、夹江、洪雅、丹棱、宝兴、芦山、名山、天全、荥经、隆昌、乐至、安岳、简阳、资中、威远、富顺、泸县、合江、纳溪、江安、南溪、宜宾县、高县、长宁、双流、金堂、荣县、渝北、北碚、沙坪坝、九龙坡、大渡口
	渝鄂湘黔边境山地林农牧区	云阳、奉节、巫山、武隆、彭水、黔江、酉阳、秀山、石柱、远安、兴山、秭归、宜都、长阳、五峰、夷陵、宜昌市效区、恩施、巴东、建始、利川、宣恩、鹤峰、咸丰、来凤、石门、慈利、龙山、桑植、张家界、永顺、保靖、古丈、花垣、吉首、泸溪、凤凰、沅陵、辰溪、溆浦、麻阳、芷江、新晃、洪江、会同、靖州、通道、绥宁、城步、沿河、德江、思南、印江、石阡、江口、松桃、万山、玉屏、道真、务川、正安、岑巩、镇远、施秉、三穗、台江、剑河、雷山、丹寨、天柱、锦屏、黎平、榕江、从江、凯里、三都、怀化
	黔桂高原山地林农牧区	绥阳、桐梓、习水、赤水、仁怀、遵义、湘潭、凤冈、余庆、瓮安、福泉、贵定、龙里、都匀、独山、平塘、惠水、长顺、罗甸、荔波、黄平、麻江、开阳、息烽、修文、清镇、平坝、普定、镇宁、关岭、紫云、金沙、黔西、大方、织金、纳雍、六枝、盘县、水城、晴隆、普安、兴仁、贞丰、兴义、安龙、册亨、望谟、古蔺、叙永、兴文、珙县、筠连、环江、南丹、天峨、凤山、东兰、巴马、都安、马山、乐业、凌云、田林、隆林、西林、大化、金城江
	川滇高原山地农林牧区	米易、盐边、泸定、汉源、石棉、屏山、甘洛、越西、喜德、美姑、昭觉、雷波、金阳、布拖、普格、峨边、马边、金口河、冕宁、西昌、德昌、宁南、会东、会理、盐源、赫章、威宁、绥江、盐津、永善、大关、彝良、威信、镇雄、鲁甸、巧家、东川、会泽、宣威、沾益、富源、马龙、寻甸、嵩明、宜良、石林、陆良、师宗、罗平、富民、安宁、晋宁、呈贡、易门、峨山、江川、通海、华宁、澄江、弥勒、泸西、丘北、文山、砚山、永仁、大姚、姚安、南华、牟定、楚雄、双柏、禄丰、武定、禄劝、元谋、景东、鹤庆、剑川、洱源、云龙、永平、漾濞、大理、巍山、宾川、祥云、弥渡、南涧、保山、腾冲、宁蒗、永胜、华坪、泸水、兰坪、西山、五华、盘龙、官渡、禄劝，古城、玉龙、昭阳、麒麟、红塔
（七）华南区	闽南粤中农林水产区	长乐、平潭、福清、仙游、安溪、南安、惠安、晋江、同安、华安、长泰、龙海、南靖、平和、漳浦、云霄、东山、诏安、饶平、南澳、潮安、澄海、潮阳、丰顺、五华、普宁、惠来、揭西、陆丰、海丰、丰顺、五华、紫金、惠东、惠阳、博罗、番禺、花都、增城、从化、龙门、新丰、南海、三水、顺德、斗门、新会、鹤山、开平、台山、恩平、四会、高要、德庆、新兴、罗定、郁南、英德、佛冈
	粤西桂南农林区	阳春、信宜、高州、电白、化州、廉江、吴川、苍梧、藤县、岑溪、桂平、贵港、玉州、北流、容县、陆川、博白、平南、宾阳、横县、邕宁、武鸣、隆安、天等、大新、扶绥、龙州、宁明、凭祥、灵山、浦北、合浦、防城、上思、平果、田东、田阳、德保、靖西、那坡、兴宁、江南、青秀、西乡塘、邕宁、良庆、万秀、长洲、龙圩、海城、银海、铁山港、东兴、港口、钦南、钦北、港南、港北、覃塘、兴业、福绵管理区、玉东新区、右江、江州

表 A.1（续）

一级农业区	二级农业区	县、市、旗、区
（七）华南区	滇南农林区	广南、富宁、西畴、麻栗坡、马关、石屏、建水、开远、蒙自、个旧、屏边、河口、金平、元阳、红河、绿春、元江、新平、镇沅、景谷、墨江、江城、澜沧、西盟、孟连、景洪、勐海、勐腊、凤庆、云县、双江、耿马、沧源、永德、镇康、昌宁、施甸、龙陵、盈江、梁河、芒市、陇川、瑞丽、思茅、临翔、隆阳
	琼雷及南海诸岛农林区	遂溪、雷州、徐闻、琼山、文昌、定安、澄迈、临高、琼海、屯昌、儋州、万宁、琼中、保亭、陵水、白沙、昌江、东方、乐东、崖州
（八）甘新区	蒙宁甘农牧区	乌达、海勃湾、五原、临河、杭锦后、磴口、乌拉特前、乌拉特中、乌拉特后、阿拉善左、阿拉善右、额济纳、杭锦、乌审、鄂托克、永宁、贺兰、平罗、灵武、青铜峡、中宁、沙坡头、凉州、古浪、景泰、民勤、永昌、金川、甘州、山丹、民乐、高台、临泽、嘉峪关、肃州、玉门、金塔、瓜州、敦煌、肃北、阿克塞、惠农、大武口、利通、兴庆、金凤、西夏
	北疆农牧林区	阿勒泰、布尔津、吉木乃、哈巴河、福海、富蕴、青河、塔城、额敏、裕民、托里、和布克赛尔、乌苏、沙湾、伊宁、霍城、察布查尔、尼勒克、巩留、新源、特克斯、昭苏、奎屯、精河、博乐、温泉、木垒、奇台、吉木萨尔、阜康、米东、昌吉、呼图壁、玛纳斯、乌鲁木奇市郊区、克拉玛依、奎屯、巴里坤、伊吾
	南疆农牧林区	鄯善、哈密、高昌、托克逊、和静、和硕、焉耆、博湖、库尔勒、尉犁、轮台、且末、若羌、库车、沙雅、拜城、新和、温宿、阿克苏、阿瓦提、乌什、柯坪、喀什、疏附、疏勒、伽师、岳普湖、巴楚、麦盖提、莎车、英吉沙、泽普、叶城、塔什库尔干、阿合奇、阿图什、乌恰、阿克陶、皮山、墨玉、和田、洛浦、策勒、于田、民丰
（九）青藏区	藏南农牧区	吉隆、聂拉木、昂仁、定日、谢通门、拉孜、萨迦、定结、岗巴、白朗、江孜、南木林、仁布、康马、亚东、尼木、堆龙德庆、曲水、林周、达孜、墨竹工卡、浪卡子、贡嘎、扎囊、洛扎、乃东、琼结、桑日、曲松、措美、隆子、错那
	川藏林农牧区	加查、朗县、工布江达、米林、墨脱、索县、边坝、洛隆、丁青、类乌齐、江达、波密、察隅、八宿、左贡、察雅、芒康、贡觉、贡山、福贡、维西、香格里拉、德钦、木里、白玉、巴塘、理塘、得荣、乡城、稻城、新龙、炉霍、道孚、丹巴、雅江、康定、九龙、金川、小金、马尔康、理县、汶川、黑水、茂县、松潘、九寨沟、巴宜、卡诺
	青甘牧农区	合作、夏河、临潭、卓尼、迭部、碌曲、天祝、肃南、泽库、共和、贵南、兴海、同德、祁连、刚察、海晏、门源、天峻、乌兰、都兰、格尔木、河南、德令哈
	青藏高寒地区	仲巴、萨嘎、普兰、扎达、噶尔、日土、革吉、改则、措勤、那曲、嘉黎、比如、聂荣、安多、班戈、申扎、巴青、双湖、当雄、玉树、称多、杂多、治多、曲麻来、玛多、玛沁、甘德、达日、班玛、久治、石渠、德格、色达、甘孜、壤塘、阿坝、若尔盖、红原、玛曲、尼玛

附 录 B
（资料性附录）
区域耕地质量等级划分指标

表 B.1 东北区耕地质量等级划分指标

指标	等级									
	一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位	岗平地、宽谷漫岗地、河流二级阶地		岗平地、河谷阶地、漫岗缓坡地、台地			河漫滩、低阶地、漫岗缓坡地、岗坡地、山地下部		岗间洼地、河漫滩、低阶地、岗顶岗坡地		
有效土层厚度/cm	≥100		80～100			60～80		<60		
有机质含量/(g/kg)	≥20				15～25		10～20		<10	
耕层质地	中壤、重壤、砂壤		砂壤、轻壤、中壤、重壤			砂壤、轻壤、黏土			砂土、黏土	
土壤容重	适中						偏轻或偏重			
质地构型	上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型				夹砂型、上紧下松型、薄层型		
土壤养分状况	最佳水平			潜在缺乏或养分过量				养分贫瘠		
土壤健康状况 生物多样性	丰富			一般				不丰富		
土壤健康状况 清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素	无障碍因素			较少或较轻，有轻度盐碱			较多或较重、中度盐碱或钙积层、白浆层等障碍层次，耕层浅		多或重，重度盐碱，潜育化障碍或砂砾层、砂漏层等障碍层次	
灌溉能力	充分满足			满足			基本满足		不满足	
排水能力	充分满足			满足			基本满足		不满足	
农田林网化程度	高			中			低			
酸碱度	pH5.5～pH6.5、pH6.5～pH7.5				pH7.5～pH8.5			≥pH8.5、<pH5.5		
耕层厚度/cm	≥25		20～25		15～25			<15		

注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

表 B.2　内蒙古及长城沿线区耕地质量等级划分指标

指标		等级									
		一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位		河流冲积平原的河漫滩、低阶地山前倾斜平原的中、下部				河流冲积平原的中阶地、河谷阶地、山前倾斜平原上部			河流冲积平原边缘地带、山前倾斜平原前缘、低山丘陵坡地		
有效土层厚度/cm		≥60				30～60			<30		
有机质含量/(g/kg)		≥12				8～15			<8		
耕层质地		中壤、轻壤				砂壤、轻壤、中壤、重壤				砂土、黏土	
土壤容重		适中					偏轻或偏重				
质地构型		上松下紧型、海绵型				松散型、紧实型、夹黏型			夹砂型、上紧下松型、薄层型		
土壤养分状况		最佳水平				潜在缺乏或养分过量			养分贫瘠		
土壤健康状况	生物多样性	丰富、一般				一般、不丰富			不丰富		
	清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素		无障碍因素		轻度沙化、轻度盐碱			中度沙化、中度盐碱		重度沙化，重度盐碱		
灌溉能力		充分满足、满足				满足、基本满足			基本满足、不满足		
排水能力		充分满足、满足				满足、基本满足			基本满足、不满足		
农田林网化程度		高、中				中			低		
酸碱度		pH5.5～pH6.5、pH6.5～pH7.5				pH7.5～pH8.5			≥pH8.5、<pH5.5		
田面坡度/(°)		≤3				2～10			10～15		

注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

表 B.3　黄淮海区耕地质量等级划分指标

指标	等级									
	一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位	交接洼地、微斜平原、山前平原、缓平坡地、冲洪积扇			交接洼地、微斜平地、缓平坡地、平原高阶、丘陵下部、丘陵中部、河滩高地			滨海低平地、河滩高地、坡地上部、丘陵上部			
有效土层厚度/cm	≥100			60～100			<60			
有机质含量/(g/kg)	≥12			10～20			<12			
耕层质地	中壤、重壤、轻壤			砂土、砂壤、重壤、黏土			砂土、砂壤、黏土			
土壤容重	适中						偏轻或偏重			
质地构型	上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型			夹砂型、上紧下松型、薄层型			
土壤养分状况	最佳水平			潜在缺乏或养分过量			养分贫瘠			
土壤健康状况 生物多样性	丰富			一般			不丰富			
土壤健康状况 清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素	无			存在砂姜层、夹砂层、夹砾石层、粘化层、白浆层或粘盘层等			存在夹砂层、夹砾石层、粘化层或粘盘层等			
灌溉能力	充分满足			满足、基本满足			不满足			
排水能力	充分满足			满足、基本满足			不满足			
农田林网化程度	高、中			中			低			
酸碱度	pH6.5～pH7.5			pH5.5～pH6.5、pH7.5～pH8.5			pH4.5～pH5.5、≥pH8.5			
耕层厚度/cm	≥20			15～20			<18			
盐渍化程度	无			轻度			中度、重度			
地下水埋深/m	>3			2～3			<2			

注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

表 B.4　黄土高原区耕地质量等级划分指标

指标		等级									
		一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位		河流一、二级阶地			河谷阶地、塬地、洪积扇中下部、洇地			河漫滩、梁面平地、缓坡地		梁、峁、坡地	
有效土层厚度/cm		≥100					60～100			<60	
有机质含量/(g/kg)		≥15			8～15					<10	
耕层质地		中壤、轻壤				砂壤、轻壤、中壤			砂土、重壤、黏土		
土壤容重		适中					偏轻或偏重				
质地构型		上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型			夹砂型、上紧下松型、薄层型			
土壤养分状况		最佳水平			潜在缺乏或养分过量				养分贫瘠		
土壤健康状况	生物多样性	丰富、一般			一般、不丰富				不丰富		
	清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素		无障碍因素			轻度、中度侵蚀				中度、重度侵蚀		
灌溉能力		充分满足			满足、基本满足			基本满足		不满足	
排水能力		充分满足、满足			满足、基本满足		基本满足、不满足			不满足	
农田林网化程度		高、中					中			低	
盐渍化程度		无			轻度		中度			重度	
地下水埋深/m		>3			2～3			<2			
田面坡度/(°)		≤3			2～10		10～15			15～25	

注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

表 B.5 长江中下游区耕地质量等级划分指标

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">指标</td><td colspan="10">等级</td></tr>
<tr><td>一等</td><td>二等</td><td>三等</td><td>四等</td><td>五等</td><td>六等</td><td>七等</td><td>八等</td><td>九等</td><td>十等</td></tr>
<tr><td colspan="2">地形部位</td><td colspan="2">河流中下游平缓阶地、山间盆地、宽谷盆地、平坝、低垄田、下冲垄田、河湖冲、沉积平原、冲积海积平原、滨海平原</td><td colspan="3">山间畈田、河流上游宽谷阶地、低丘坡田、缓垄田、缓丘坡田、冲垄下部、下部田、平原湖(圩)田、河湖冲、沉积平原、冲积海积平原、滨海平原</td><td colspan="3">河谷低阶地、盆谷阶地、江河高阶地、丘陵低谷地、缓岗地、丘陵中部、下部、冲垄上部田、河湖冲、沉积平原低洼地、滨海平原洼地、新垦滩涂</td><td colspan="2">河谷阶地、山间谷地、封闭洼地、高丘山地、丘陵谷地、山垄上冲田、丘陵上部、新垦滩涂</td></tr>
<tr><td colspan="2">有效土层厚度/cm</td><td colspan="3">≥100</td><td colspan="4">60～100</td><td colspan="3"><60</td></tr>
<tr><td colspan="2">有机质含量/(g/kg)</td><td colspan="3">≥24(≥28)</td><td colspan="3">18～40(20～40)</td><td colspan="3">10～30(15～30)</td><td><10(<15)</td></tr>
<tr><td colspan="2">耕层质地</td><td colspan="4">中壤、重壤、轻壤</td><td colspan="3">砂壤、轻壤、中壤、重壤、黏土</td><td colspan="3">砂土、重壤、黏土</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤容重</td><td colspan="5">适中</td><td colspan="5">偏轻或偏重</td></tr>
<tr><td colspan="2">质地构型</td><td colspan="3">上松下紧型、海绵型</td><td colspan="3">松散型、紧实型、夹黏型</td><td colspan="4">夹砂型、上紧下松型、薄层型</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤养分状况</td><td colspan="3">最佳水平</td><td colspan="3">潜在缺乏或养分过量</td><td colspan="4">养分贫瘠</td></tr>
<tr><td rowspan="2">土壤健康状况</td><td>生物多样性</td><td colspan="3">丰富</td><td colspan="3">一般</td><td colspan="4">不丰富</td></tr>
<tr><td>清洁程度</td><td colspan="10">清洁、尚清洁</td></tr>
<tr><td colspan="2">障碍因素</td><td colspan="3">100 cm 内无障碍因素或障碍层出现</td><td colspan="3">50 cm～100 cm 内出现障碍层(潜育层、网纹层、白土层、粘化层、盐积层、焦砾层、砂砾层等),或有其他障碍因素</td><td colspan="4">50 cm 内出现障碍层(潜育层、白土层、网纹层、盐积层、粘化层、焦砾层、砂砾层、腐泥层、泥炭层等),或有其他障碍因素</td></tr>
<tr><td colspan="2">灌溉能力</td><td colspan="2">充分满足</td><td colspan="3">满足</td><td colspan="2">基本满足</td><td colspan="2">不满足</td></tr>
<tr><td colspan="2">排水能力</td><td colspan="2">充分满足</td><td colspan="3">满足</td><td colspan="2">基本满足</td><td colspan="2">不满足</td></tr>
<tr><td colspan="2">农田林网化程度</td><td colspan="4">高、中</td><td colspan="4">中</td><td>低</td></tr>
<tr><td colspan="2">酸碱度</td><td colspan="4">pH6.0～pH8.0(pH5.5～pH8.0)</td><td colspan="2">pH5.5～pH8.5
(pH5.0～pH8.5)</td><td colspan="2">pH4.5～pH6.5
(pH4.5～pH5.5)、
pH8.5～pH9.0
(pH8.0～pH8.5)</td><td>>pH9.0(>pH8.5)、
<pH4.5(<pH5.0)</td></tr>
<tr><td colspan="12">注 1：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。
注 2：括号中数值为水田耕地质量等级划分指标。</td></tr>
</table>

表 B.6　西南区耕地质量等级划分指标

指标		等级									
		一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位		宽谷盆地、平原阶地、河流阶地、丘陵坝区、台地、丘陵下部			河流阶地、丘陵坝区、台地，丘陵中、下部，山地中、下部			丘陵上部、山地上、中、下部			
有效土层厚度/cm		≥80			50～80			30～50		<30	
有机质含量/(g/kg)		≥25(≥30)			20～30			15～20		10～15	<10
耕层质地		中壤、重壤			砂壤、轻壤、重壤、黏土			砂土、砂壤、黏土			
土壤容重		适中						偏轻或偏重			
质地构型		上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型			夹砂型、上紧下松型、薄层型			
土壤养分状况		最佳水平			潜在缺乏或养分过量			养分贫瘠			
土壤健康状况	生物多样性	丰富			一般			不丰富			
	清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素		无障碍层次			有潜育化障碍，50 cm～100 cm 出现砂漏、粘盘等障碍层			有潜育化障碍，50 cm 以内出现砂漏、粘盘等障碍层，或砾石含量大于 10%			
灌溉能力		充分满足、满足			满足、基本满足			基本满足、不满足			
排水能力		充分满足、满足			满足、基本满足			基本满足、不满足			
农田林网化程度		高			中			低			
酸碱度		pH6.0～pH7.5			pH4.5～pH6.5，pH7.5～pH8.5			<pH4.5，>pH8.5			
海拔高度/m		≤1 600			800～2 000			>2 000			

注 1：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

注 2：括号中数值为水田耕地质量等级划分指标。

表 B.7 华南区耕地质量等级划分指标

指标		等级									
		一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位		河口三角洲平原、峰林平原、河流冲积平原、宽谷冲积平原、宽谷阶地、平坝、丘陵缓坡		宽谷冲积平原、峰林平原、河流冲积平原、宽谷的中上部、低丘坡麓、丘间谷地、河坝地、滨海砂地、宽谷阶地、平坝、丘陵缓坡			低丘坡麓、丘间洼地、河流冲积坝地、滨海地区、峰林谷地、沟谷地、山地坡下部		滨海地区、封闭洼地、丘陵低谷地、山间峡谷、峰林谷地、沟谷地、山地坡中部		
有效土层厚度/cm		≥100			60～100				<60		
有机质含量/(g/kg)		≥25		20～30			10～20(15～25)			<10(<15)	
耕层质地		中壤、重壤			砂壤、轻壤、中壤、重壤			砂土、砂壤、重壤、黏土			
土壤容重		适中					偏轻或偏重				
质地构型		上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型				夹砂型、上紧下松型、薄层型		
土壤养分状况		最佳水平		潜在缺乏或养分过量			养分贫瘠				
土壤健康状况	生物多样性	丰富		一般			不丰富				
	清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素		无障碍层次			侵蚀、砂化、酸化、瘠薄、潜育化				盐渍化、酸化、潜育化		
灌溉能力		充分满足、满足			满足、基本满足			基本满足、不满足			
排水能力		充分满足、满足			满足、基本满足			基本满足、不满足			
农田林网化程度		高			中					低	
酸碱度		pH5.5～pH7.5		pH5.0～pH7.0		pH4.5～pH5.5、pH6.5～pH7.5 (pH7.0～pH8.5)			>pH7.5(>pH8.5) 或<pH4.5		

注 1：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

注 2：括号中数值为水田耕地质量等级划分指标。

表 B.8　甘新区耕地质量等级划分指标

指标		等级									
		一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等	十等
地形部位		大河三角洲的上部、河流冲积平原的河漫滩、低阶地、山前平原的中、下部			泛滥河流的河间洼地、山前平原中部、上部、下切河流冲积平原的中阶地、大河三角洲中部					大河三角洲下游、河流冲积平原的边缘地带山前平原上部	
有效土层厚度/cm		≥100			60～100					<60	
有机质含量/(g/kg)		≥15			10～20					<15	
耕层质地		中壤、轻壤			砂壤、轻壤、重壤					砂土、重壤、黏土	
土壤容重		适中						偏轻或偏重			
质地构型		上松下紧型、海绵型			松散型、紧实型、夹黏型					夹砂型、上紧下松型、薄层型	
土壤养分状况		最佳水平			潜在缺乏或养分过量					养分贫瘠	
土壤健康状况	生物多样性	丰富、一般			一般、不丰富					不丰富	
	清洁程度	清洁、尚清洁									
障碍因素		无			部分土体中含夹砂层、夹砾石层，部分沙化					含夹砂层、夹砾石、夹黏层障碍层，沙化	
灌溉能力		充分满足、满足					满足、基本满足			基本满足、不满足	
排水能力		充分满足、满足					满足、基本满足			基本满足、不满足	
农田林网化程度		高				中				低	
盐渍化程度		无、轻度			轻度、中度					中度、重度	
地下水埋深/m		>3			2～3					<2	

注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。

表 B.9 青藏区耕地质量等级划分指标

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">指标</td><td colspan="10">等级</td></tr>
<tr><td>一等</td><td>二等</td><td>三等</td><td>四等</td><td>五等</td><td>六等</td><td>七等</td><td>八等</td><td>九等</td><td>十等</td></tr>
<tr><td colspan="2">地形部位</td><td colspan="3">河流低谷地、洪积扇前缘、台地</td><td colspan="7">河流宽谷阶地、坡地、湖盆阶地、洪积扇中后部、坡积裙、起伏侵蚀高台地</td></tr>
<tr><td colspan="2">有效土层厚度/cm</td><td>≥50</td><td colspan="7">>30</td><td colspan="2"><30</td></tr>
<tr><td colspan="2">有机质含量/(g/kg)</td><td colspan="3">20～40</td><td colspan="6">10～30</td><td colspan="2"><10</td></tr>
<tr><td colspan="2">耕层质地</td><td colspan="3">中壤、轻壤</td><td colspan="6">砂壤、轻壤、重壤</td><td colspan="2">砂土、重壤、黏土</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤容重</td><td colspan="5">适中</td><td colspan="5">偏轻或偏重</td></tr>
<tr><td colspan="2">质地构型</td><td colspan="3">上松下紧型、海绵型</td><td colspan="4">松散型、紧实型、夹黏型</td><td colspan="3">夹砂型、上紧下松型、薄层型</td></tr>
<tr><td colspan="2">土壤养分状况</td><td colspan="3">最佳水平</td><td colspan="4">潜在缺乏或养分过量</td><td colspan="3">养分贫瘠</td></tr>
<tr><td rowspan="2">土壤健康状况</td><td>生物多样性</td><td colspan="3">丰富</td><td colspan="4">一般</td><td colspan="3">不丰富</td></tr>
<tr><td>清洁程度</td><td colspan="10">清洁、尚清洁</td></tr>
<tr><td colspan="2">障碍因素</td><td colspan="3">无</td><td colspan="4">有潜育化，50 cm 以下出现沙漏、粘盘等障碍层</td><td colspan="3">有潜育化，50 cm 以内出现沙漏、粘盘障碍层；临界地下水位≤30 cm，砾石含量≥20%，盐化</td></tr>
<tr><td colspan="2">灌溉能力</td><td colspan="2">充分满足</td><td colspan="3">满足</td><td colspan="3">基本满足</td><td>不满足</td></tr>
<tr><td colspan="2">排水能力</td><td colspan="2">充分满足</td><td colspan="3">满足</td><td colspan="3">基本满足</td><td>不满足</td></tr>
<tr><td colspan="2">农田林网化程度</td><td colspan="3">高</td><td colspan="3">中</td><td colspan="4">低</td></tr>
<tr><td colspan="2">盐渍化程度</td><td colspan="3">无</td><td colspan="3">轻度</td><td colspan="4">中度、重度</td></tr>
<tr><td colspan="2">海拔高度/m</td><td colspan="2"><1 500 内陆灌(漠)淤土 2 800～3 000</td><td colspan="2">1 500～2 500 内陆灌(漠)淤土 3 000～3 200</td><td colspan="2">2 000～3 000</td><td colspan="2">2 500～3 800</td><td colspan="2">>3 800</td></tr>
<tr><td colspan="12">注：对判定为轻度污染、中度污染和重度污染的耕地，应提出耕地限制性使用意见，采取有关措施进行耕地环境质量修复。</td></tr>
</table>

附 录 C
（规范性附录）
土壤有机质的测定

C.1 应用范围

本方法适用于有机质含量在15%以下的土壤。

C.2 方法提要

在加热条件下，用过量的重铬酸钾-硫酸溶液氧化土壤有机碳，多余的重铬酸钾用硫酸亚铁标准溶液滴定，由消耗的重铬酸钾量按氧化校正系数计算出有机碳量，再乘以常数1.724，即为土壤有机质含量。

C.3 主要仪器设备

C.3.1 电炉：1 000 W。
C.3.2 硬质试管：25 mm×200 mm。
C.3.3 油浴锅：用紫铜皮做成或用高度约为15 cm～20 cm的铝锅代替，内装甘油（工业用）或固体石蜡（工业用）。
C.3.4 铁丝笼：大小和形状与油浴锅配套，内有若干小格，每格内可插入一支试管。
C.3.5 自动调零滴定管。
C.3.6 温度计：300 ℃。

C.4 试剂

本试验方法所用试剂和水，除特殊注明外，均指分析纯试剂和GB/T 6682中规定的三级水。所述溶液如未指明溶剂，均系水溶液。

C.4.1 0.4 mol/L 重铬酸钾-硫酸溶液

称取40.0 g重铬酸钾（化学纯）溶于600 mL～800 mL水中，用滤纸过滤到1 L量筒内，用水洗涤滤纸，并加水至1 L。将此溶液转移入3 L大烧杯中；另取1 L密度为1.84 g/mL的浓硫酸（化学纯），慢慢地倒入重铬酸钾水溶液中，不断搅动。为避免溶液急剧升温，每加约100 mL浓硫酸后可稍停片刻，并把大烧杯放在盛有冷水的大塑料盆内冷却，当溶液的温度降到不烫手时再加另一份浓硫酸，直到全部加完为止。此溶液浓度 $c\left(\frac{1}{6}K_2Cr_2O_7\right)=0.4$ mol/L。

C.4.2 0.1 mol/L 硫酸亚铁标准溶液

称取28.0 g硫酸亚铁（化学纯）或40.0 g硫酸亚铁铵（化学纯）溶解于600 mL～800 mL水中，加浓硫酸（化学纯）20 mL搅拌均匀，静止片刻后用滤纸过滤到1 L容量瓶内，再用水洗涤滤纸并加水至1 L。此溶液易被空气氧化而致浓度下降，每次使用时应标定其准确浓度。

0.1 mol/L 硫酸亚铁溶液的标定：吸取 0.100 0 mol/L 重铬酸钾标准溶液 20.00 mL 放入 150 mL 三角瓶中，加浓硫酸 3 mL～5 mL 和邻菲啰啉指示剂 3 滴，以硫酸亚铁溶液滴定，根据硫酸亚铁溶液消耗量即可计算出硫酸亚铁溶液的准确浓度。

C.4.3 重铬酸钾标准溶液

准确称取 130 ℃烘 2 h～3 h 的重铬酸钾（优级纯）4.904 g，先用少量水溶解，然后无损地移入 1 000 mL 容量瓶中，加水定容，此标准溶液浓度 $c\left(\frac{1}{6}K_2Cr_2O_7\right)=0.100\ 0$ mol/L。

C.4.4 邻菲啰啉（$C_{12}HgN_2 \cdot H_2O$）指示剂

称取邻菲啰啉 1.49 g 溶于含有 0.70 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 或 1.00 g $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ 的 100 mL 水溶液中。此指标剂易变质，应密闭保存于棕色瓶中。

C.5 分析步骤

准确称取通过 0.25 mm 孔径筛风干试样 0.05 g～0.5 g（精确到 0.000 1 g，称样量根据有机质含量范围而定），放入硬质试管中，然后从自动调零滴定管准确加入 10.00 mL 0.4 mol/L 重铬酸钾-硫酸溶液，摇匀并在每个试管口插入一玻璃漏斗。将试管逐个插入铁丝笼中，再将铁丝笼沉入已在电炉上加热至 185 ℃～190 ℃的油浴锅内，使管中的液面低于油面，要求放入后油浴温度下降至 170 ℃～180 ℃，等试管中的溶液沸腾时开始计时，此刻应控制电炉温度，不使溶液剧烈沸腾，其间可轻轻提起铁丝笼在油浴锅中晃动几次，以使液温均匀，并维持在 170 ℃～180 ℃，5 min±0.5 min 后将铁丝笼从油浴锅内提出，冷却片刻，擦去试管外的油（蜡）液。把试管内的消煮液及土壤残渣无损地转入 250 mL 三角瓶中，用水冲洗试管及小漏斗，洗液并入三角瓶中，使三角瓶内溶液的总体积控制在 50 mL～60 mL。加 3 滴邻菲啰啉指示剂，用硫酸亚铁标准溶液滴定剩余的 $K_2Cr_2O_7$，溶液的变色过程是橙黄——蓝绿——棕红。

如果滴定所用硫酸亚铁溶液的毫升数不到下述空白试验所耗硫酸亚铁溶液毫升数的 1/3，则应减少土壤称样量重测。

每批分析时，应同时做 2 个空白试验，即取大约 0.2 g 灼烧浮石粉或土壤代替土样，其他步骤与土样测定相同。

C.6 结果计算

计算结果见式（C.1）。

$$O.M=\frac{c\cdot(V_0-V)\times 0.003\times 1.724\times 1.10}{m}\times 1\ 000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (C.1)$$

式中：

$O.M$ ——土壤有机质的质量分数，单位为克每千克（g/kg）；

V_0 ——空白试验所消耗硫酸亚铁标准溶液体积，单位为毫升（mL）；

V ——试样测定所消耗硫酸亚铁标准溶液体积，单位为毫升（mL）；

c ——硫酸亚铁标准溶液的浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

0.003 ——1/4 碳原子的毫摩尔质量，单位为克（g）；

1.724 ——由有机碳换算成有机质的系数；

1.10 ——氧化校正系数；

m ——称取烘干试样的质量，单位为克(g)；

1 000 ——换算成每公斤含量。

平行测定结果用算术平均值表示，保留三位有效数字。

C.7 精密度

见表 C.1。

表 C.1 平行测定结果允许相差

有机质含量/(g/kg)	允许绝对相差/(g/kg)
<10	≤0.5
10～40	≤1.0
40～70	≤3.0
>70	≤5.0

C.8 注释

C.8.1 氧化时，若加 0.1 g 硫酸银粉末，氧化校正系数取 1.08。

C.8.2 测定土壤有机质必须采用风干样品。因为水稻土及一些长期渍水的土壤，由于较多的还原性物质存在，可消耗重铬酸钾，使结果偏高。

C.8.3 本方法不宜用于测定含氯化物较高的土壤。

C.8.4 加热时，产生的二氧化碳气泡不是真正沸腾，只有在真正沸腾时才能开始计算时间。

附 录 D
（规范性附录）
土壤机械组成的测定

D.1 应用范围

本方法适用于各类土壤机械组成的测定。

D.2 测定原理

试样经处理制成悬浮液，根据司笃克斯定律，用特制的甲种土壤比重计于不同时间测定悬液密度的变化，并根据沉降时间、沉降深度及比重计读数计算出土粒粒径大小及其含量百分数。

D.3 主要仪器设备

D.3.1 土壤比重计：刻度范围为 0 g/L～60 g/L。
D.3.2 沉降筒：1 L。
D.3.3 洗筛：直径 6 cm，孔径 0.2 mm。
D.3.4 带橡皮垫（有孔）的搅拌棒。
D.3.5 恒温干燥箱。
D.3.6 电热板。
D.3.7 秒表。

D.4 试剂

D.4.1 0.5 mol/L 六偏磷酸钠溶液

称取 51.00 g 六偏磷酸钠（化学纯），加水 400 mL，加热溶解，冷却后用水稀释至 1 L，其浓度 $c[1/6(NaPO_3)_6]=0.5$ mol/L。

D.4.2 0.5 mol/L 草酸钠溶液

称取 33.50 g 草酸钠（化学纯），加水 700 mL，加热溶解，冷却后用水稀释至 1 L，其浓度 $c(1/2Na_2C_2O_4)=0.5$ mol/L。

D.4.3 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液

称取 20.00 g 氢氧化钠（化学纯），加水溶解并稀释至 1 L。

D.5 分析步骤

D.5.1 测定土壤吸湿水含量。取空铝盒编号后放入 105 ℃恒温干燥箱中烘 2 h，移入干燥器冷却约 20 min，于天平称量，精确至 0.01 g（m_0）。取待测试样约 10 g 平铺于铝盒中，称量，精确至 0.01 g

(m_1)。将盒盖倾斜放在铝盒上，置于已预热至 105 ℃±2 ℃的恒温干燥箱中烘 6 h～8 h(一般样品烘干 6 h，含水较多，质地粘重样品需烘 8 h)，取出，将盒盖盖严，移入干燥器中冷却 20 min～30 min 称量，精确至 0.01 g(m_2)。每一样品应进行两份平行测定。

D.5.2 称样：称取 2 mm 孔径筛的风干试样 50.00 g 于 500 mL 三角瓶中，加水润湿。

D.5.3 悬液的制备：根据土壤 pH 值加入不同的分散剂(石灰性土壤加 60 mL 0.5 mol/L 偏磷酸钠溶液；中性土壤加 20 mL 0.5 mol/L 草酸钠溶液；酸性土壤加 40 mL 0.5 mol/L 氢氧化钠溶液)，再加水于三角瓶中，使土液体积约为 250 mL。瓶口放一小漏斗，摇匀后静置 2 h，然后放在电热板上加热，微沸 1 h，在煮沸过程中要经常摇动三角瓶，以防土粒沉积于瓶底结成硬块。

将孔径为 0.2 mm 的洗筛放在漏斗中，再将漏斗放在沉降筒上，待悬液冷却后，通过洗筛将悬液全部进入沉降筒，直至筛下流出的水清澈为止，但洗水量不能超过 1 L，然后加水至 1 L 刻度。

留在洗筛上的砂粒用水洗入已知质量的铝盒内，在电热板上蒸干后移入烘箱，于 105 ℃±2 ℃烘 6 h，冷却后称量(精确至 0.01 g)并计算砂粒含量百分数。

D.5.4 测量悬液温度：将温度计插入有水的沉降筒中，并将其与装待测悬液的沉降筒放在一起，记录水温，即代表悬液的温度。

D.5.5 测定悬液密度：将盛有悬液的沉降筒放在温度变化小的平台上，用搅拌棒上下搅动 1 min(上下各 30 次，搅拌棒的多孔片不要提出液面)。搅拌时，悬液若产生气泡影响比重计刻度观测时，可加数滴 95%乙醇除去气泡。搅拌完毕后立即开始计时，于读数前 10 s～15 s 轻轻将比重计垂直地放入悬液，并用手略微挟住比重计的玻杆，使之不上下左右晃动，测定开始沉降后 30 s、1 min、2 min 时的比重计读数(每次皆以弯月面上缘为准)并记录，取出比重计，放入清水中洗净备用。

按规定的沉降时间，继续测定 4 min、8 min、15 min、30 min 及 1 h、2 h、4 h、8 h、24 h 等时间的比重计读数。每次读数前 15 s 将比重计放入悬液，读数后立即取出比重计，放入清水中洗净备用。

D.6 结果计算

D.6.1 土壤吸湿水含量的计算，见式(D.1)：

$$\text{水分(分析基)，(g/kg)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 1\,000 \quad \cdots\cdots (D.1)$$

$$\text{水分(干基)，(g/kg)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 1\,000$$

式中：

m_0——烘干空铝盒质量，单位为克(g)；

m_1——烘干前铝盒加试样质量，单位为克(g)；

m_2——烘干后铝盒加试样质量，单位为克(g)。

平行测定结果以算术平均值表示，保留整数。

D.6.2 烘干土质量的计算，见式(D.2)：

$$\text{烘干土质量，(g)} = \frac{\text{风干试样质量，g}}{\text{试样吸湿水含量，g/kg} + 1\,000} \times 1\,000 \quad \cdots\cdots (D.2)$$

D.6.3 粗砂粒含量(2.0 mm≥D>0.2 mm)的计算，见式(D.3)：

$$\text{2.0 mm～0.2 mm 粗砂粒含量，(\%)} = \frac{\text{留在 0.2 mm 孔径筛上的烘干砂粒质量}}{\text{烘干试样质量}} \times 100 \quad \cdots\cdots (D.3)$$

D.6.4 0.2 mm 粒径以下，小于某粒径颗粒的累积含量的计算按式(D.4)：

$$\text{小于某粒径颗粒含量，(\%)} = \frac{\text{比重计读数} + \text{比重计刻度弯月面校正值} + \text{温度校正值} - \text{分散剂量}}{\text{烘干土样质量}} \times 100 \quad \cdots\cdots (D.4)$$

D.6.5 土粒直径的计算。0.2 mm 粒径以下，小于某粒径颗粒的有效直径(D)，可按司笃克斯公式计算，见式(D.5)：

$$D=\sqrt{\frac{1\,800\eta}{981(d_1-d_2)}\times\frac{L}{T}} \qquad \cdots\cdots(\mathrm{D.5})$$

式中：

D ——土粒直径，单位为毫米(mm)；

d_1 ——土粒密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

d_2 ——水的密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

L ——土粒有效沉降深度，单位为厘米(cm)(可由图 D.1 查得)；

T ——土粒沉降时间，单位为秒(s)；

η ——水的粘滞系数，单位为克每厘米秒[g/(cm·s)]见表 D.1。

981 ——重力加速度，单位为厘米每二次方秒(cm/s²)。

表 D.1 水的粘滞系数(η)

温度/℃	η/[g/(cm·s)]	温度/℃	η/[g/(cm·s)]
4	0.015 67	20	0.010 05
5	0.015 19	21	0.009 810
6	0.014 73	22	0.009 579
7	0.014 28	23	0.009 358
8	0.013 86	24	0.009 142
9	0.013 46	25	0.008 937
10	0.013 08	26	0.008 737
11	0.012 71	27	0.008 545
12	0.012 36	28	0.008 360
13	0.012 03	29	0.008 180
14	0.011 71	30	0.008 007
15	0.011 40	31	0.007 840
16	0.011 11	32	0.007 679
17	0.010 83	33	0.007 523
18	0.010 56	34	0.007 371
19	0.010 30	35	0.007 225

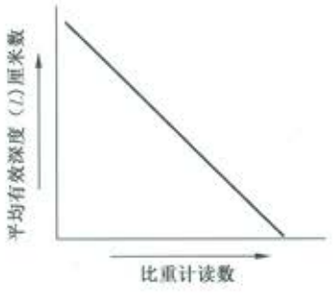


图 D.1 比重计读数与有效沉降深度关系图

式中的 L 值可由比重计读数与土粒有效沉降深度关系图(图 D.1)查得。

D.6.6 颗粒大小分配曲线的绘制：根据筛分和比重计读数计算出的各粒径数值以及相应土粒累积百分数，以土粒累积百分数为纵坐标，土粒粒径数值为横坐标，在半对数纸上绘出颗粒大小分配曲线(图 D.2)。

D.6.7 计算各粒级百分数，确定土壤质地。从颗粒大小分配曲线图上查出<2.0 mm、<0.2 mm、<0.02 mm 及<0.002 mm 各粒径累积百分数，上下两级相减即得到 2.0 mm≥D>0.02 mm，0.02 mm≥D>0.002 mm、D<0.002 mm 各粒级的百分含量。

示例：若从颗粒大小分配曲线(图 D.2)上查得<2.0、<0.2、<0.02、<0.002 mm 各粒径的累计百分数分别为 100、93、42 和 20，则

粘粒(D<0.002 mm)含量为 20%

粉(砂)粒(0.02 mm≥D>0.002 mm)含量为 42%－20%＝22%

细砂粒(0.2 mm≥D>0.02 mm)含量为 93%－42%＝51%

粗砂粒(2.0 mm～0.2 mm)含量为＝100%－93%＝7%

0.2 mm≥D>0.02 mm 与 2.0 mm≥D>0.2 mm 即细砂粒与粗砂粒含量之和为砂粒级(2.0 mm≥D>0.02 mm)的含量，本例中砂粒级含量为 58%。

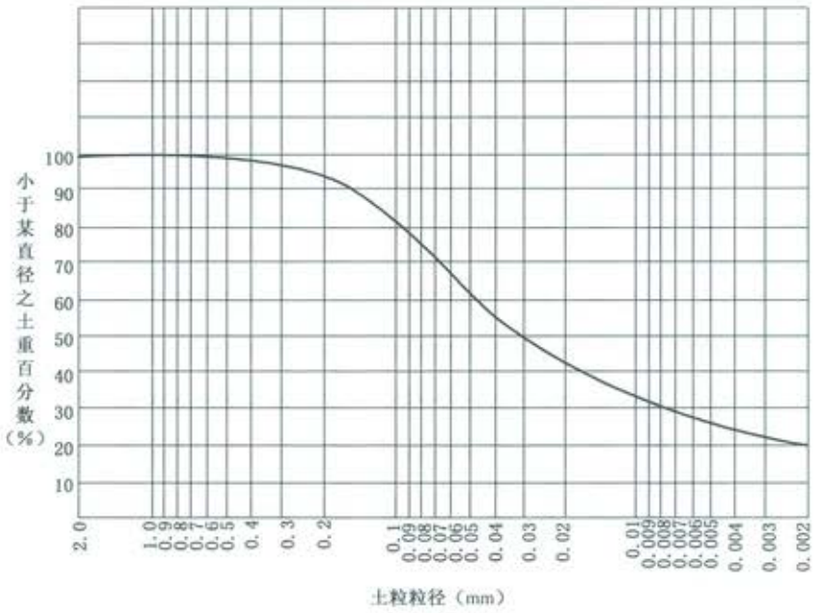


图 D.2 颗粒大小分配曲线

D.7 精密度

土壤吸湿水含量平行测定结果允许绝对相差：水分含量<50 g/kg，允许绝对相差≤2 g/kg；水分含量 50 g/kg～150 g/kg，允许绝对相差≤3 g/kg；水分含量>150 g/kg，允许绝对相差≤7 g/kg。

各粒级百分数平行测定结果允许绝对相差粘粒级≤3%；粉(砂)粒级≤4%。

D.8 注意事项

D.8.1 土粒有效沉降深度(L)的校正

比重计读数不仅表示悬液密度，而且还表示土粒的沉降深度，亦即用由悬液表面至比重计浮泡体积中心距离(L'，)来表示土粒的沉降深度。但在实验测定中，当比重计浸入悬液后，使液面升高，由读数(即悬液表面和比重计相切处)至浮泡体积中心距离(L')并非土粒沉降的实际深度(即土粒有效沉降深度 L)。而且，不同比重计的同样读数所代表的(L')值因比重计形式及读数而不同。因此，在使用比重计前就应先进行土粒有效沉降深度校正(图 D.3)，求出比重计读数与土粒有效沉降深度的关系。

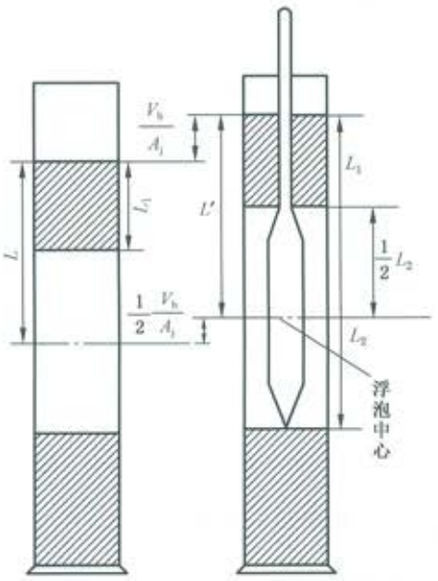


图 D.3　土粒沉降深度 L 之校正图

校正步骤如下：

a) 测定比重计浮泡体积：取 500 mL 量筒，倒入约 300 mL 水，置于恒温室或恒温水槽内，使水温保持 20 ℃，测记量筒水面处的体积刻度（以弯月面下缘为准）。将比重计放入量筒中，使水面恰达比重计最低刻度处（以弯月面下缘为准），再测记水面处的量筒体积刻度（以弯月面下缘为准）。两者体积差即为比重计浮泡的体积（V_b），连续两次，取其算术平均值作为 V_b 值（mL）。

b) 测定比重计浮泡体积中心：在上述 20 ℃恒温条件下，调节量筒内水面至某一刻度处，将比重计放入水中，当液面升起的容积达 1/2 比重计浮泡体积时，此时水面与浮泡相切（以弯月面下缘为准）处即为浮泡体积中心线（图 3）。将比重计固定于三角架上，用直尺准确量出水面至比重计最低刻度处的垂直距离（$1/2L_2$），亦即浮泡体积中心线至最低刻度处的垂直距离。

c) 测量量筒内径（R）（精确至 1 mm），并计算量筒横截面积（S）：$S=1/4\pi R^2$，$\pi\approx3.14$。

d) 用直尺准确量出自比重计最低刻度至玻杆上各刻度的距离（L_1）、每距 5 格量一次并记录。

e) 计算土粒有效沉降深度（L）

$$L=L'-\frac{V_b}{2S}=L_1+\frac{1}{2}\left(L_2-\frac{V_b}{S}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (D.6)$$

式中：

L ——土粒有效沉降深度，单位为厘米（cm）；

L' ——液面至比重计浮泡体积中心的距离，单位为厘米（cm）；

L_1 ——自最低刻度至玻杆上各刻度的距离，单位为厘米（cm）；

$1/2L_2$ ——比重计浮泡体积中心至最低刻度的距离，单位为厘米（cm）；

V_b ——比重计浮泡体积，单位为立方厘米（cm^3）；

S ——量筒横截面积，单位为平方厘米（cm^2）。

f) 绘制比重计读数与土粒有效沉降深度（L）的关系曲线。用所量出的不同 L_1 值，代入上式，计算出各相应的 L 值，绘制比重计读数与土粒有效沉降深度（L）的关系曲线（图 D.1）。或将比重计读数直接列于司笃克斯公式列线图中有效沉降深度 L 列线的右侧。这样，就不仅可直接从曲线上把比重计读数换算出土粒有效沉降深度（L）值，而且可应用比重计读数等数值在司笃克斯公式列线图上查出相应的土粒直径（D）。

D.8.2 比重计刻度及弯月面校正

比重计在应用前应校验，此为刻度校正。另外，比重计的读数原以弯月面下缘为准，但在实际操作中，由于悬液浑浊不清而只能用弯月面上缘读数，所以，弯月面校正实为必要。在校正时，刻度校正和弯月面校正可合并进行。校正步骤如下：

第一步配制不同浓度的标准溶液：根据甲种比重计刻度及弯月面校正计算例表(表 D.2)第三直行所列数值，准确称取经 105 ℃干燥过的氯化钠，配制氯化钠标准系列溶液(表 D.2 中第二直行)，定容于 1 000 mL 容量瓶中，分别倒入沉降筒。配制时液温保持在 20 ℃，可在恒温室外或恒温水槽中进行。

第二步测定比重计实际读数：将盛有不同氯化钠标准溶液的各个沉降筒放于恒温室或恒温水槽中，使液温保持 20 ℃，用搅拌棒搅拌筒内溶液，使其分布均匀。

将需要校正的比重计依次放入盛有各标准溶液(从浓度小到大)的沉降筒中，在 20 ℃下进行比重计实际读数(以弯月面上缘为准)的测定，连测两次，取平均值(表 D.2 中第五直行)。比重计的理论读数(即准确读数，见表 2 中第一直行)和实际平均读数(表 D.2 中第五直行)之差，即为刻度及弯月面校正值(表 2 中第六直行)。在实际应用中要注意校正值的正负符号，以免弄错。

表 D.2 甲种比重计刻度及弯月面校正计算例表

20 ℃时比重计的准确读数/(g/L)	20 ℃时标准溶液浓度/(g/mL)	第升标准溶液中所需的氯化钠量/g	读数时温度/℃	校正时由比重计测定的平均读数/(g/L)	刻度及弯月面校正值/(g/L)
0	0.998 232	0	20	−0.6	+0.6
5	1.001 349	4.56	20	4.0	+1.0
10	1.004 465	8.94	20	9.4	+0.6
15	1.007 582	13.30	20	15.1	−0.1
20	1.010 698	17.79	20	20.2	−0.2
25	1.013 815	22.30	20	25.0	0
30	1.016 931	26.73	20	29.5	+0.5
35	1.020 048	31.11	20	34.5	+0.5
40	1.023 165	35.61	20	39.7	+0.3
45	1.026 281	40.32	20	44.4	+0.6
50	1.029 398	44.88	20	49.4	+0.6
55	1.032 514	49.56	20	54.4	+0.6
60	1.035 631	54.00	20	60.3	−0.3

第三步绘制比重计刻度及弯月面校正曲线：根据比重计的实际平均读数和校正值，以比重计的实际平均读数为横坐标，校正值为纵坐标，在方格坐标纸上绘制成刻度及弯月面校正曲线(图 D.4)。依据此曲线，可对用比重计进行颗粒分析时所测得的各读数进行实际的校正。

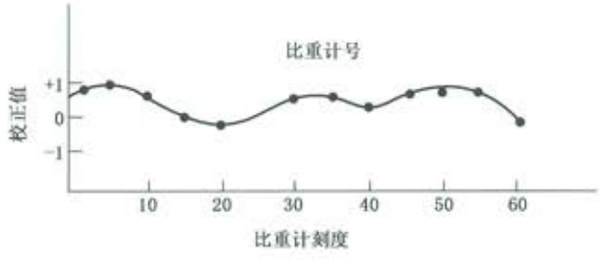


图 D.4 比重计刻度及弯月面校正曲线

D.8.3 温度校正

土壤比重计都是在 20 ℃校正的。测定温度改变，会影响比重计的浮泡体积及水的密度，一般根据表 D.3 进行校正。

D.8.4 土粒比重校正

比重计的刻度是以土粒比重为 2.65 作标准的。土粒比重改变时，可将比重计读数乘以表 D.4 所列校正值进行校正，如土粒比重差异不大，可忽略不计。

D.8.5 其他

若不考虑比重计的刻度校正，在比重计法中作空白测定(即在沉降筒中加入与样品所加相同量的分散剂，用蒸馏水加至 1 L，与待测样品同条件测定)，计算时减去空白值，便可免去弯月面校正、温度校正和分散剂校正等步骤。

土壤颗粒分析的许多繁琐计算及绘图可由微机处理。

加入分散剂进行样品分散时，除使用煮沸法分散外，也可采用振荡法、研磨法处理。

表 D.3 甲种比重计温度校正表

悬液温度/℃	校正值	悬液温度/℃	校正值	悬液温度/℃	校正值
6.0～8.5	−2.2	18.5	−0.4	26.5	+2.2
9.0～9.5	−2.1	19.0	−0.3	27.0	+2.5
10.0～10.5	−2.0	19.5	−0.1	27.5	+2.6
11.0	−1.9	20.0	0	28.0	+2.9
11.5～12.0	−1.8	20.5	+0.15	28.5	+3.1
12.5	−1.7	21.0	+0.3	29.0	+3.3
13.0	−1.6	21.5	+0.45	29.5	+3.5
13.5	−1.5	22.0	+0.6	30.0	+3.7
14.0～14.5	−1.4	22.5	+0.8	30.5	+3.8
15.0	−1.2	23.0	+0.9	31.0	+4.0
15.5	−1.1	23.5	+1.1	31.5	+4.2
16.0	−1.0	24.0	+1.3	32.0	+4.6
16.5	−0.9	24.5	+1.5	32.5	+4.9
17.0	−0.8	25.0	+1.7	33.0	+5.2
17.5	−0.7	25.5	+1.9	33.5	+5.5
18.0	−0.5	26.0	+2.1	34.0	+5.8

表 D.4 甲种比重计土粒比重校正值

土粒比重	校正值	土粒比重	校正值	土粒比重	校正值	土粒比重	校正值
2.50	1.037 6	2.60	1.011 8	2.70	0.988 9	2.80	0.968 6
2.52	1.032 2	2.62	1.007 0	2.72	0.984 7	2.82	0.964 8
2.54	1.026 9	2.64	1.002 3	2.74	0.980 5	2.84	0.961 1
2.56	1.021 7	2.66	0.997 7	2.76	0.976 8	2.86	0.957 5
2.58	1.016 6	2.68	0.993 3	2.78	0.972 5	2.88	0.954 0

附 录 E
（规范性附录）
土壤容重的测定

E.1 应用范围

本方法除坚硬和易碎的土壤外，适用于各类土壤容重的测定。

E.2 测定原理

利用一定容积的环刀切割自然状态的土样，使土样充满其中，称量后计算单位体积的烘干土样质量，即为容重。

E.3 主要仪器设备

环刀：容积 100 cm^3；钢制环刀托：上有两个小排气孔；削土刀：刀口要平直；小铁铲；木锤；天平：感量 0.1 g；电热恒温干燥箱；干燥器。

E.4 分析步骤

采样前，事先在各环刀的内壁均匀地涂上一层薄薄的凡士林，逐个称取环刀质量（m_1），精确至 0.1 g。选择好土壤剖面后，按土壤剖面层次，自上至下用环刀在每层的中部采样。先用铁铲刨平采样层的土面，将环刀托套在环刀无刃的一端，环刀刃朝下，用力均衡地压环刀托把，将环刀垂直压入土中。如土壤较硬，环刀不易插入土中时，可用土锤轻轻敲打环刀托把，待整个环刀全部压入土中，且土面即将触及环刀托的顶部（可由环刀托盖上之小孔窥见）时，停止下压。用铁铲把环刀周围土壤挖去，在环刀下方切断，并使其下方留有一些多余的土壤。取出环刀，将其翻转过来，刃口朝上，用削土刀迅速刮去粘附在环刀外壁上的土壤，然后从边缘向中部用削土刀削平土面，使之与刃口齐平。盖上环刀顶盖，再次翻转环刀，使已盖上顶盖的刃口一端朝下，取下环刀托。同样削平无刃口端的土面并盖好底盖。在环刀采样底相近位置另取土样 20 g 左右，装入有盖铝盒，测定含水量（W）。将装有土样的环刀迅速装入木箱带回室内，在天平上称取环刀及湿土质量（m_2）。

E.5 结果计算

计算结果见式(E.1)。

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1) \times 1\,000}{V(1\,000 + W)} \qquad \cdots\cdots (E.1)$$

式中：

ρ ——土壤容重，单位为克每立方厘米（g/cm^3）；

m_2——环刀及湿土质量，单位为克（g）；

m_1——环刀质量，单位为克（g）；

V ——环刀容积，单位为立方厘米（cm^3），[$V = \pi r^2 h$，其中 r 为环刀有刃口一端的内半径（cm），

h 为环刀高度(cm)]；

W ——土壤含水量，单位为克每千克(g/kg)。

测定结果以算术平均值表示，保留两位小数。

E.6 精密度

平行测定结果允许绝对相差≤0.02 g/cm^3。

E.7 注意事项

容重测定也可将装满土样的环刀直接于105 ℃±2 ℃恒温干燥箱中烘至恒量，在百分之一精度天平上称量测定。

附 录 F
（规范性附录）
土壤水溶性盐总量的测定

F.1 应用范围

本方法适用于各类土壤中水溶性盐总量的测定。

F.2 方法提要

土壤样品与水按一定的水土比例(5∶1)混合，经过一定时间(3 min)振荡后，将土壤中可溶性盐分提取到溶液中，然后将水土混合液进行过滤，滤液可作为土壤可溶盐分测定的待测液。吸取一定量的待测液，经蒸干后，称得的重量即为烘干残渣总量(此数值一般接近或略高于盐分总量)。将此烘干残渣总量再用过氧化氢去除有机质后，再称其重量即得可溶盐分总量。

F.3 仪器

F.3.1 电动振荡机。
F.3.2 真空泵(抽气用)。
F.3.3 大口塑料瓶(1 000 mL)。
F.3.4 巴氏管或平板瓷漏斗。
F.3.5 抽气瓶(1 000 mL)。
F.3.6 瓷蒸发皿(100 mL)。
F.3.7 分析天平。
F.3.8 电烘箱。
F.3.9 水浴锅。

F.4 操作步骤

F.4.1 称取通过 2 mm 筛孔风干土壤样品 50 g(精确到 0.01 g)，放入 500 mL 大口塑料瓶中，加入 250 mL 无二氧化碳蒸馏水。

F.4.2 将塑料瓶用橡皮塞塞紧后在振荡机上振荡 3 min。

F.4.3 振荡后立即抽气过滤，开始滤出的 10 mL 滤液弃去，以获得清亮的滤液，加塞备用。

F.4.4 吸取待测清液 20 mL～50 mL(视含盐量而定，所取体积中含盐 50 mg～200 mg 为宜)，放入已知烘干重量的瓷蒸发皿中。将称皿放在水浴上蒸干(亦可用砂浴)。近干时，如发现有黄褐色物质，应滴加过氧化氢溶液氧化至白色。

F.4.5 用滤纸片擦干瓷蒸发皿外部，放入 100 ℃～105 ℃烘箱中烘干 4 h，然后移至干燥器中冷却，用分析天平称重(一般冷却 30 min)。

F.4.6 称好后的样品继续放入烘箱中烘 2 h 后再称重，直至恒重(即二次重量相差小于 0.000 3 g)，即得烘干残渣。

F.5 结果计算

计算结果见式(F.1)。

$$v=\frac{(m_1-m_0)\times D\times 1\,000}{m} \qquad \cdots\cdots(\text{F.1})$$

式中：

v ——水溶性盐总量，单位为克每千克(g/kg)；

m ——称取风干试样质量，单位为克(g)，本试验为 50 g；

m_1 ——蒸发皿＋盐的烘干质量，单位为克(g)；

m_0 ——蒸发皿烘干质量，单位为克(g)；

1 000 ——换算成千克(kg)含量；

D ——分取倍数，250/20～50。

平行测定结果以算术平均值表示，保留小数点后一位。

F.6 精密度

见表 F.1。

表 F.1 全盐量平行测定结果允许差

全盐量范围/(g/kg)	允许相对差/%
<0.5	<20
0.5～2	15～10
2～5	10～5
>5	<5

F.7 注意事项

F.7.1 水土比例大小直接影响土壤可溶性盐分的提取，因此提取的水土比例不要随便更改，否则分析结果无法对比。通常采用水土比例为 5∶1。

F.7.2 土壤可溶盐分浸提时间，经试验证明，水土作用 2 min 后，即可使土壤中可溶性的氯化、碳酸盐与硫酸盐等全部溶入水中，如果延长作用时间，将有硫酸钙和碳酸钙等进入溶液。因此，建议采用振荡 3 min 立即过滤的方法，振荡和放置时间越长，对可溶盐的分析结果误差也越大。

F.7.3 空气中的二氧化碳以及蒸馏水中溶解的二氧化碳，都会影响碳酸钙、碳酸镁和硫酸钙的溶解度，相应地影响着水浸出液的盐分数量。因此，应使用无二氧化碳蒸馏水来提取样品。

F.7.4 待测液不能放置过长时间(一般不得超过 1 天)，否则，会影响钙、碳酸根和重碳酸根的测定。

F.7.5 吸取待测液的数量，应依盐分的多少而定，如果含盐量>0.5%则吸取 25 mL，含盐量<0.5%则吸取 50 mL 或 100 mL。保持盐分量在 0.02 g～0.2 g 之间，过多会因某些盐类吸水，不易称至恒重，过少测误差太大。

F.7.6 蒸干时的温度不能过高，否则，因沸腾使溶液遭到损失，特别当接近蒸干时，更应注意，在水浴上蒸干就可避免这种现象。

F.7.7 因可溶性盐分组成比较复杂，在 105 ℃～110 ℃烘干后，由于钙、镁的氯化物吸湿水解，以及钙、镁的硫酸盐中仍含结晶水，因此不能得出较正确的结果。如遇此种情况，可加入 10 mL 2%～4%的碳酸钠溶液，以便在蒸干过程中，使钙、镁的氯化物及硫酸盐都转变为碳酸盐及氯化钠、硫酸钠等，这样蒸干后在 150 ℃～180 ℃下烘干 2 h～3 h 即可称至恒重。所加入的碳酸钠量应从盐分总量中减去。

F.7.8 由于盐分在空气中容易吸水，故应在相同的时间和条件下冷却、称重。

F.7.9 加过氧化氢去除有机质时，只要达到使残渣湿润即可。这样可以避免由于过氧化氢分解时泡沫过多，使盐分溅失，因而，应少量多次地反复处理，直到残渣完全变白为止。但溶液中有铁存在而出现红色氧化铁时，不可误认为是有机质的颜色。

附 录 G
（规范性附录）
土壤氯离子含量的测定

G.1 应用范围

本方法适用于含有机质较低的各类型土壤中氯离子的测定。

G.2 方法提要

在 pH6.5～pH10.0 的溶液中，以铬酸钾作指示剂，用硝酸银标准溶液滴定氯离子。在等当点前，银离子首先与氯离子作用生成白色氯化银沉淀，而在等当点后，银离子与铬酸根离子作用生成砖红色铬酸银沉淀，示达终点。由消耗硝酸银标准溶液量计算出氯离子含量。

G.3 试剂

G.3.1 0.02 mol/L 硝酸银标准溶液

准确称取 3.398 g 硝酸银（经 105 ℃烘 0.5 h）溶于水，转入 1 L 容量瓶，定容，贮于棕色瓶中。必要时可用氯化钠标准溶液标定。

G.3.2 5%铬酸钾指示剂

称取 5.0 g 铬酸钾，溶于约 40 mL 水中，滴加 1 mol/L 硝酸银溶液至刚有砖红色沉淀生成为止，放置过夜后，过滤，滤液稀释至 100 mL。

G.4 分析步骤

G.4.1 称取通过 2 mm 筛孔风干土壤样品 50 g（精确到 0.01 g），放入 500 mL 大口塑料瓶中，加入 250 mL 无二氧化碳蒸馏水。

G.4.2 将塑料瓶用橡皮塞塞紧后在振荡机上振荡 3 min。

G.4.3 振荡后立即抽气过滤，开始滤出的 10 mL 滤液弃去，以获得清亮的滤液，加塞备用。

G.4.4 吸取待测滤液 25.00 mL 放入 150 mL 三角瓶中，滴加 5%铬酸钾指示剂 8 滴，在不断摇动下，用硝酸银标准溶液滴定至出现砖红色沉淀且经摇动不再消失为止。记录消耗硝酸银标准溶液的体积（V）。取 25.00 mL 蒸馏水，同上法作空白试验，记录消耗硝酸银标准溶液体积（V_0）。

G.5 结果计算

计算结果见式（G.1）。

$$c(Cl^{-1}) = \frac{c \cdot (V - V_0) \cdot D}{m} \times 1\,000 \times 0.035\,5 \quad \cdots\cdots (G.1)$$

式中：

$c(Cl^-)$ ——氯离子浓度，单位为克每千克（g/kg）；

V 和 V_0 ——滴定待测液和空白消耗硝酸银标准溶液的体积，单位为毫升(mL)；

c ——硝酸银标准溶液浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

D ——分取倍数，250/25；

1 000 ——换算成每 kg 含量；

m ——称取试样质量，单位为克，本试验为(50 g)；

0.035 5 ——氯离子的毫摩尔质量，单位为克(g)。

平行测定结果用算术平均值表示，保留两位有效数字。

G.6 精密度

见表 G.1。

表 G.1 氯离子平行测定结果允许相对相差

氯离子含量范围/(mmol/kg)	相对相差/%
<5.0	15～20
5.0～10	10～15
10～50	5～10
>50	<5

G.7 注意事项

G.7.1 铬酸钾指示剂的用量与滴定终点到来的迟早有关。根据计算，以 25 mL 待测液中加 8 滴铬酸钾指示剂为宜。

G.7.2 在滴定过程中，当溶液出现稳定的砖红色时，Ag^+ 的用量已微有超过，因此终点颜色不宜过深。

G.7.3 硝酸银滴定法测定 Cl^- 时，待测液的 pH 值应在 6.5～10.0 之间。因铬酸银能溶于酸，溶液 pH 值不能低于 6.5；若 pH>10，则会生成氧化银黑色沉淀。溶液 pH 值不在滴定适宜范围，可于滴定前用稀 $NaHCO_3$ 溶液调节。

附 录 H
（规范性附录）
土壤硫酸根离子含量的测定

H.1 应用范围

本方法适用于各类型土壤中水溶液 SO_4^{2-} 的测定。

H.2 方法提要

在土壤浸出液中加入钡镁混合液，Ba^{2+} 将溶液中的 SO_4^{2-} 完全沉淀并过量。过量的 Ba^{2+} 和加入的 Mg^{2+}，连同浸出液中原有的 Ca^{2+}、Mg^{2+}，在 pH10.0 的条件下，以络黑 T 为指示剂，用 EDTA 标准溶液滴定，由沉淀 SO_4^{2-} 净消耗的 Ba^{2+} 量，计算吸取的浸出液中 SO_4^{2-} 量。添加一定量的 Mg^{2+}，可使终点清晰。为了防治 $BaCO_3$ 沉淀生成，土壤浸出液必须酸化，同时加热至沸以赶去 CO_2，并趁热加入钡镁混合液，以促进 $BaSO_4$ 沉淀熟化。吸取的土壤浸出液中 SO_4^{2-} 量的适宜范围约为 0.5 mg～10.0 mg，如 SO_4^{2-} 浓度过大，应减少浸出液的用量。

H.3 试剂

H.3.1 1+1 盐酸溶液。

H.3.2 钡镁混合液。称取 2.44 g 氯化钡（$BaCl_2 \cdot 2H_2O$）和 2.04 g 氯化镁（$MgCl_2 \cdot 6H_2O$）溶于水，稀释至 1 L。此溶液中 Ba^{2+} 和 Mg^{2+} 的浓度各为 0.01 mol/L，每 mL 约可沉淀 SO_4^{2-} 1 mg；

H.3.3 pH10 氨缓冲溶液。称取 67.5 g 氯化铵溶于去 CO_2 水中，加入新开瓶的浓氨水（含 NH_3 25%）570 mL，用水稀释至 1 L，贮于塑料瓶中，注意防治吸收空气中 CO_2。

H.3.4 0.02 mol/L EDTA 标准溶液。称取 7.440 g 乙二胺四乙酸二钠，溶于水中，定容至 1 L。称取 0.25 g（精确至 0.000 1 g）于 800 ℃灼烧至恒量的基准氧化锌放入 50 mL 烧杯中，用少量水湿润，滴加 6 mol/L 盐酸至样品溶解，移入 250 mL 容量瓶中，定容。取 25.00 mL，加入 70 mL 水，用 10%氨水中和至 pH7～pH8，加 10 mL 氨-氯化铵缓冲溶液（pH10），加 5 滴络黑 T 指示剂，用配置待标定的 0.02 mol/L 乙二胺四乙酸二钠溶液滴定至溶液由紫色变为纯篮色，同时作空白试验。乙二胺四乙酸二钠标准溶液的准确浓度由式（H.1）计算得出：

$$c = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.081\ 38} \qquad \text{（H.1）}$$

式中：

c ——乙二胺四乙酸二钠标准溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m ——称取氧化锌的量，单位为克（g）；

V_1 ——乙二胺四乙酸二钠溶液用量，单位为毫升（mL）；

V_2 ——空白试验乙二胺四乙酸二钠溶液的用量，单位为毫升（mL）；

0.081 38 ——氧化锌的毫摩尔质量，单位为克（g）。

H.3.5 络黑 T 指示剂。称取 0.5 g 络黑 T 与 100 g 烘干的氯化钠，共研至极细，贮于棕色瓶中。

H.4 分析步骤

H.4.1 称取通过 2 mm 筛孔风干土壤样品 50 g（精确到 0.01 g），放入 500 mL 大口塑料瓶中，加入 250 mL 无二氧化碳蒸馏水。

H.4.2 将塑料瓶用橡皮塞塞紧后在振荡机上振荡 3 min。

H.4.3 振荡后立即抽气过滤，开始滤出的 10 mL 滤液弃去，以获得清亮的滤液，加塞备用。

H.4.4 吸取待测液 5.00 mL～25.00 mL（视 SO_4^{2-} 含量而定）于 150 mL 三角瓶中，加 1＋1 盐酸溶液 2 滴，加热煮沸，趁热缓缓地加入过量 25%～100%的钡镁混合液（约 5.00 mL～20.00 mL），并继续微沸 3 min，放置 2 h 后，加入氨缓冲液 5 mL，络黑 T 指示剂 1 小勺（约 0.1 g），摇匀后立即用 EDTA 标准溶液滴定至溶液由酒红色突变为纯蓝色，记录消耗 EDTA 标准溶液的体积（V_2）。

H.4.5 空白（钡镁混合液）标定：取与以上所吸待测液同量的蒸馏水于 150 mL 三角瓶中，以下操作与上述待测液测定相同。记录消耗 EDTA 标准溶液的体积（V_0）。

H.4.6 待测液中 Ca^{2+}、Mg^{2+} 含量的测定：吸取同体积待测液于 150 mL 三角瓶中，加 1＋1 盐酸溶液 2 滴，充分摇动，煮沸 1 min 赶 CO_2，冷却后，加 pH10.0 氨缓冲液 4 mL，加络黑 T 指示剂 1 小勺（约 0.1 g），用 EDTA 标准溶液滴定至溶液由酒红色突变为纯蓝色为终点。记录消耗 EDTA 标准溶液的体积（V_1）。

H.5 结果计算

计算结果见式（H.2）。

$$c(SO_4^{2-}) = \frac{2c(V_0 + V_1 - V_2)D}{m} \times 1\,000 \times 0.048\,0 \quad \cdots\cdots (H.2)$$

式中：

$c(SO_4^{2-})$ ——硫酸根离子浓度，单位为克每千克（g/kg）；

c ——EDTA 标准溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

m ——称取试样质量，单位为克（g），本试验为 50 g；

D ——分取倍数，250/5～25；

V_0 ——空白试验所消耗 EDTA 标准溶液体积，单位为毫升（mL）；

V_1 ——滴定待测液 Ca^{2+}、Mg^{2+} 合量所消耗 EDTA 标准溶液体积，单位为毫升（mL）；

V_2 ——滴定待测液中 Ca^{2+}、Mg^{2+} 及与 SO_4^{2-} 作用后剩余钡镁混合液中 Ba^{2+}、Mg^{2+} 所消耗 EDTA 标准溶液体积，单位为毫升（mL）；

1 000 ——换算为每千克（kg）含量；

0.048 0 ——1/2 SO_4^{2-} 的毫摩尔质量，单位为克（g）。

平行测定结果用算术平均值表示，保留两位小数。

H.6 精密度

见表 H.1。

表 H.1 硫酸根离子平行测定结果允许相对相差

硫酸根离子含量范围/(mmol/kg)	相对相差/%
<2.5	15～20
2.5～5.0	10～15
5.0～25	5～10
>25	<5

H.7 注意事项

H7.1 若吸取的土壤待测液中 SO_4^{2-} 含量过高时，可能出现加入的 Ba^{2+} 量不能将 SO_4^{2-} 沉淀完全的情况，此时滴定值表现为 $V_1+V_0-V_2\approx V_0/2$，此时应将土壤待测液的吸取量减少，重新滴定，以使 $V_1+V_0-V_2<V_0/2$，但改吸后测定待测液 Ca^{2+}、Mg^{2+} 合量的吸取待测液量也应相应改变。

H.7.2 加入钡镁混合液后，若生成的 $BaSO_4$ 沉淀很多，影响滴定终点的观察，可用滤纸过滤，并用热水少量多次洗涤至无 SO_4^{2-}，滤液再用来滴定。

附 录 I
（规范性附录）
土壤 pH 的测定

I.1 应用范围

本方法适用于各类土壤 pH 值的测定。

I.2 测定原理

当把 pH 玻璃电极和甘汞电极插入土壤悬浊液时，构成一电池反应，两者之间产生一个电位差，由于参比电极的电位是固定的，因而该电位差的大小决定于试液中的氢离子活度，其负对数即为 pH，在 pH 计上直接读出。

I.3 仪器和设备

酸度计：pH 玻璃电极—饱和甘汞电极或 pH 复合电极；搅拌器。

I.4 试剂和溶液

I.4.1 邻苯二甲酸氢钾。

I.4.2 磷酸氢二钠。

I.4.3 硼砂（$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$）。

I.4.4 氯化钾。

I.4.5 pH4.01(25 ℃)标准缓冲溶液：称取经 110 ℃～120 ℃烘干 2 h～3 h 的邻苯二甲酸氢钾 10.21 g 溶于水，移入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。

I.4.6 pH6.87(25 ℃)标准缓冲溶液：称取经 110 ℃～130 ℃烘干 2 h～3 h 的磷酸氢二钠 3.53 g 和磷酸二氢钾 3.39 g 溶于水，移入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。

I.4.7 pH9.18(25 ℃)标准缓冲溶液：称取经平衡处理的硼砂（$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$）3.80 g 溶于无 CO_2 的水，移入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。

I.4.8 硼砂的平衡处理：将硼砂放在盛有蔗糖和食盐饱和水溶液的干燥器内平衡两昼夜。

I.4.9 去除 CO_2 的蒸馏水。

I.5 分析步骤

I.5.1 仪器校准

将仪器温度补偿器调节到试液、标准缓冲溶液同一温度值。将电极插入 pH 4.01 的标准缓冲溶液中，调节仪器，使标准溶液的 pH 值与仪器标示值一致。移出电极，用水冲洗，以滤纸吸干，插入 pH6.87 标准缓冲溶液中，检查仪器读数，两标准溶液之间允许绝对差值 0.1pH 单位。反复几次，直至仪器稳定。如超过规定允许差，则要检查仪器电极或标准液是否有问题。当仪器校准无误后，方可用于样品

测定。

I.5.2 土壤水浸 pH 的测定

I.5.2.1 称取通过 2 mm 孔径筛的风干试样 10 g(精确至 0.01 g)于 50 mL 高型烧杯中,加去除 CO_2 的水 25 mL(土液比为 1∶2.5),用搅拌器搅拌 1 min,使土粒充分分散,放置 30 min 后进行测定。

I.5.2.2 将电极插入试样悬液中(注意玻璃电极球泡下部位于土液界面处,甘汞电极插入上部清液),轻轻转动烧杯以除去电极的水膜,促使快速平衡,静置片刻,按下读数开关,待读数稳定时记下 pH 值。放开读数开关,取出电极,以水洗净,用滤纸条吸干水分后即可进行第 2 个样品的测定。每测 5 个～6 个样品后需用标准溶液检查定位。

I.6 分析结果的表述

用酸度计测定 pH 时,可直接读取 pH 值,不需计算。

I.7 精密度

重复试验结果允许绝对相差:中性、酸性土壤≤0.1pH 单位,碱性土壤≤0.2pH 单位。

I.8 注意事项

I.8.1 长时间存放不用的玻璃电极需要在水中浸泡 24 h,使之活化后才能使用。暂时不用的可浸泡在水中,长期不用时,要干燥保存。玻璃电极表面受到污染时,需进行处理。甘汞电极腔内要充满饱和氯化钾溶液,在室温下应该有少许氯化钾结晶存在,但氯化钾结晶不宜过多,以防堵塞电极与被测溶液的通路。玻璃电极的内电极与球泡之间、甘汞电极内电极和多孔陶瓷末端芯之间不得有气泡。

I.8.2 电极在悬液中所处的位置对测定结果有影响,要求将甘汞电极插入上部清液中,尽量避免与泥浆接触。

I.8.3 pH 读数时摇动烧杯会使读数偏低,要在摇动后稍加静止再读数。

I.8.4 操作过程中避免酸碱蒸汽侵入。

I.8.5 标准溶液在室温下一般可保存 1 月～2 月,在 4 ℃冰箱中可延长保存期限。用过的标准溶液不要倒回原液中混存,发现浑浊、沉淀,就不能够再使用。

I.8.6 温度影响电极电位和水的电离平衡。测定时,要用温度补偿器调节至与标准缓冲液、待测试液温度保持一致。标准溶液 pH 值随温度稍有变化,校准仪器时可参照表 I.1。

I.8.7 在连续测量 pH>7.5 以上的样品后,建议将玻璃电极在 0.1 mol/L 盐酸溶液中浸泡一下,防止电极由碱引起的响应迟钝。

表 I.1 pH 缓冲溶液在不同温度下的变化

温度/℃	pH 值		
	标准液 4.01	标准液 6.87	标准液 9.18
0	4.003	6.984	9.464
5	3.999	6.951	9.395
10	3.998	6.923	9.332

表 I.1（续）

温度/℃	pH 值		
	标准液 4.01	标准液 6.87	标准液 9.18
15	3.999	6.900	9.276
20	4.002	6.881	9.225
25	4.008	6.865	9.180
30	4.015	6.853	9.139
35	4.024	6.844	9.102
38	4.030	6.840	9.081
40	4.035	6.838	9.068
45	4.047	6.834	9.038

参 考 文 献

[1] 全国农业区划委员会.中国综合农业区划.农业出版社.北京:1981.
[2] 周健民,沈仁芳等.土壤学大辞典.科学出版社.北京:2013.
[3] 全国科学技术名词审定委员会.土壤学名词(定义版).科学出版社.北京:1999.
[4] NY/T 309 全国耕地类型区、耕地地力等级划分

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
耕 地 质 量 等 级
GB/T 33469—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.5 字数 94 千字
2016 年 12 月第一版 2016 年 12 月第一次印刷

*

书号:155066·1-55207 定价 48.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

GB/T 33469-2016