|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 65.080 |
| CCS | G20 |

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX/ISO 20978:2020



石灰质材料-中和值测定-滴定法

Liming material — Determination of neutralizing value

— Titrimetric methods

(ISO 20978:2020 IDT)

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

`

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用国际标准ISO 20978:2020《石灰质材料-中和值测定-滴定法》。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

—— GB/T 6003.1 试验筛—技术要求和检验—第1部分：金属丝网试验筛（ISO 3310-1：2016，MOD）

—— GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法（ISO 3696：1987，MOD）

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

—— 根据GB/T 1.1-2020对单位及其符号的要求，将毫升的符号由“ml”修改为“mL”，将摩尔每升的符号“mol/1”修改为“mol/L”。

—— 为符合我国的使用习惯，将氢氧根离子的化学式由“HO-”修改为“OH-”。

—— 修订印刷错误，将表B.5表头中“CaO”修改为“OH”。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国肥料和土壤调理剂标准化技术委员会（SAC/TC 105）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

石灰质材料-中和值测定-滴定法

1. 范围

本文件规定了P2O5含量小于3%的石灰质材料中和值的测定方法。

方法A 适用于除硅酸盐石灰质材料外的所有石灰质材料。

注1：硬石灰质材料如石灰石、白云石；软石灰质材料如白垩，泥灰岩和熟石灰。

方法B 适用于所有石灰质材料。

为了更准确地测定含P2O5超过3%的石灰质材料样品的中和效率，可参考EN 14984。

注2：P2O5含量的测定可以依据ISO 6598和ISO 7497，更多的P2O5含量测定方法见参考文献[5]和[6]。

注3： 碳酸盐与水溶液中的H+反应生成H2O和CO2，以降低水溶液的酸性。而正磷酸盐与水溶液中的H+反应，不生成分子形式的产物，不会降低水溶液的酸性。因此，使用碱对此部分酸进行返滴定会导致中和值偏低。

1. 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，仅所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/T 6003.1 试验筛—技术要求和检验—第1部分：金属丝网试验筛（ISO 3310-1：2016，MOD）

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法（ISO 3696：1987，MOD）

ISO 8157 肥料、土壤调理剂和有益物质—术语（Fertilizers, soil conditioners and beneficial substances — Vocabulary）

ISO 14820-2 肥料和石灰质材料—取样和样品制备—第2部分：样品制备（Fertilizers and liming materials — Sampling and sample preparation — Part 2: Sample preparation）

1. 术语和定义

ISO 8157中的术语和定义均适用于本文件。

ISO和IEC用于标准化的术语数据库网址如下：

— ISO在线浏览平台：http://www.iso.org/obp

— IEC电工词典：[http://www.electropedia.org](http://www.electropedia.org.)/

1. 方法提要

样品溶解在一定量的盐酸标准溶液中，用氢氧化钠标准溶液返滴定过量的酸。

注：对于含铁的产品，在方法B中要将铁预先氧化。

1. 试剂和材料

除非另有说明，仅使用分析纯试剂。

注：可以使用市售的溶液。

* 1. 水，GB/T 6682，三级。
  2. 盐酸标准溶液： c（HCl） = 0.5 mol/L

该溶液可以从具有资质的化学公司购买，浓度的允许偏差在0.4%以内（0.498 mol/L到0.502 mol/L）

如果使用浓盐酸配制，使用氢氧化钠标准溶液（5.3）进行标定，以酚酞指示剂溶液（5.4）为指示剂。

在计算过程中需引入适当的校正因子（参见9）。

如果对盐酸溶液的浓度有任何疑问，可通过测定沉淀碳酸钙（5.6）的中和值加以验证。

* 1. 氢氧化钠标准溶液： c（NaOH） = 0.25 mol/L

该溶液可以从具有资质的化学公司购买，浓度的允许偏差为0.2%以内（0.2495 mol/L到0.2505 mol/L）

如果使用固体氢氧化钠配制，可通过滴定约 2 g（精确到0.001 g）干燥的邻苯二甲酸氢钾（KHC8H4O4）来测定标液的浓度。

溶液应储存在聚乙烯瓶中，避免在储存过程中吸收二氧化碳。

注：1 mL 0.25 mol/L 的氢氧化钠溶液相当于51.055 mg邻苯二甲酸氢钾。

在计算过程中需引入适当的校正因子（参见9）。

如果对氢氧化钠溶液的浓度有任何疑问，可通过测定沉淀碳酸钙（5.6）的中和值加以验证。

* 1. 酚酞指示剂溶液：0.1%

称取0.25 g酚酞溶于150 mL乙醇溶液（质量分数93%），用水稀释至250 mL。

酚酞指示剂溶液（5.4）是一种颜色指示剂，可以确定pH到达时的滴定终点，只适合方法A，即滴定终点的pH = 7。如果使用pH电极监测滴定终点，则不需要指示剂。

注：如果样品具有缓冲能力，则通过酚酞指示剂确定的滴定终点（pH为8.3）与使用pH计确定的滴定终点（7.0）将有所区别。

* 1. 过氧化氢溶液：1+4

将过氧化氢[ρ（H2O2） = 30 g/100 mL] 与水按体积比1:4进行稀释。

在方法B中过氧化氢被用来氧化钢渣石灰质材料中的还原性铁。

* 1. 沉淀碳酸钙：AR，CaCO3含量≥99%

每一批样品测定中需加入沉淀碳酸钙以及空白溶液的测定作为质量控制。

1. 仪器设备

一般实验室仪器和下列仪器。

* 1. 试验筛：符合GB/T 6003.1标准要求，最大孔径为250 µm。
  2. pH计：灵敏度为 0.05pH 单位，配有合适的玻璃电极、甘汞电极（或其他参比电极）；或配有复合电极。采用两种 pH 缓冲溶液进行校准，两种缓冲溶液pH值范围应覆盖 pH 4 ～ pH 7。

当方法A中使用酚酞指示剂指示滴定终点时可以不使用pH计。

* 1. 机械搅拌器：例如磁力搅拌器
  2. 干燥器

1. 取样

本文件中未规定取样方法，取样方法推荐参考ISO 14820-1和ISO 14820-3。

石灰质材料的样品制备依据ISO 14820-2。

1. 试验步骤
   1. 试样的制备

将试样于 （105±2） ℃ 条件下干燥至恒重。记录干燥前的质量（mw）和干燥后的质量（md）。将试样磨碎至全部通过250 µm的试验筛 （6.1）。混合均匀。

当不能立即进行滴定时，进行以下操作:

- 若试样中含有生石灰,将制备好的试样放进干燥器中保存。

- 否则，将准备好的试样放进防水的塑料袋中储存。

注：根据物料的类型可以选择更小的筛孔，例如炉渣可以用150 µm或100目的试验筛。

* 1. 测定
     1. 方法A
        1. 试验样品

对于生石灰或熟石灰类样品，称取约0.5 g（精确到0.001 g），对于石灰石或泥灰岩类样品，称取约1 g（精确到0.001 g），放入250 mL烧瓶中。

* + - 1. 滴定

向烧瓶中加入50mL盐酸标准溶液（5.2），连续摇动，加入沸石，加热至微沸保持5 min（对于硬质物料保持微沸10 min）。

冷却至20 ℃～25 ℃。在溶液中加入几滴酚酞指示剂或者插入pH电极及参比电极（6.2），搅拌（6.3）溶液。

用氢氧化钠标准溶液（5.3）进行滴定，保持适度搅拌（避免溅出），直到pH值达到7.0或酚酞指示剂变为粉色，并稳定保持1 min（稳定过程中持续搅拌）。

* + 1. 方法B
       1. 试验样品

称取约0.5 g（精确到0.001g）试样放入250 mL烧瓶中。

* + - 1. 滴定

使用10 mL水润洗烧瓶内壁。

向烧瓶中加入35 mL盐酸标准溶液（5.2），并持续摇晃烧瓶。

加入沸石加热至微沸10 min使样品溶解。持续搅拌。冷却至20 ℃～25 ℃，加水稀释到100 mL。

加入5 mL过氧化氢溶液 （5.5）

**注** ：硅酸盐石灰质材料中的亚铁离子在滴定过程中会氧化并消耗OH-，为了消除亚铁离子的影响，在溶液中加入双氧水使亚铁离子变成铁离子。

转移一定量的溶液至200 mL的容量瓶中；加水定容，混合均匀。溶液使用干燥的过滤器过滤，并用干燥的容器接收，弃去最初的部分滤液，用移液管吸取100mL的滤液倒入250 mL烧杯中。

插入pH计（6.2）的电极和搅拌器（6.3）。

用氢氧化钠标准溶液（5.3）进行滴定，保持适度搅拌（避免溅出）直到pH值达到4.8，并稳定保持1 min（稳定过程中持续搅拌）。

1. 结果的计算与表达
   1. 根据公式（1）计算样品的中和值Nd：

 （1）

式中：

c ——将盐酸标准溶液转化为CaO、CaCO3或OH-的等价表示系数；

c = 0.028，当中和值以CaO计

c = 0.050，当中和值以CaCO3计

c = 0.017，当中和值以OH-计

M1——盐酸标准溶液（5.2）的物质的量浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

V1 ——盐酸标准溶液（5.2）的总体积，单位为毫升（mL）；

f1 ——盐酸标准溶液（5.2）的修正因子；

A ——方法A中等于1, 方法B中对于参与滴定部分的样品溶液，该因子等于0.5；

M2——氢氧化钠标准溶液（5.3）的物质的量浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

V2——氢氧化钠标准溶液（5.3）的总体积，单位为毫升（mL）；

f2 ——氢氧化钠标准溶液（5.3）的修正因子；

mt——参与滴定部分的样品溶液所对应的样品质量，单位为克（g）。

* 1. 根据公式（2）计算样品的中和值*N*ar（以鲜样计）：

 （2）

式中：

Nd——干燥样品的中和值；

md——干燥后的试样质量，单位为克（g）；

mw——干燥前的试样质量，单位为克（g）。

以最少两次测定结果的算术平均值作为最终结果。

如果两次平行测定结果之间的差异高于预期，应检查实验室的操作。

对于P2O5含量大于3%的样品，式中未包含其修正系数。

依据本文件11 d）的规定，中和值应以以下形式进行表示：

xx（以CaO计）和/或yy（以CaCO3计）和/或zz（以OH-计）。

1. 精密度
   1. 概述

本方法的精密度是依据ISO 5725:1994，通过国际实验室间比对结果建立的，比对研究于2017年开展，全球共8家实验室参与。

本方法的重复性限与再现性限置信区间为95%，且仅适用于给定的材质以及测定范围。

根据方法要求，以2次平行测定结果的平均值作为测定结果。

根据ISO 5725要求，进行4次重复测定，以计算重复性限r与再现性限R。

由于操作、计算等错误导致的可疑值、显著离群值被视作离群值，在统计计算前剔除。

石膏并不属于石灰质材料，虽然石膏含钙，但其不具有中和值。实验室间比对研究中也研究了该产品，以验证虽然本方法对于中和值接近0的产品不够准确，但也能够测得其中和值接近于0。

注：各类产品通过实验室间比对研究得到其重复性限和再现性限详见附录A。

* 1. 重复性

在同一实验室,由同一操作者使用相同设备,按相同的测试方法,并在短时间内对同一被测对象相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的测定值,在以下给出的平均值的范围内,这两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（*r*）,超过重复性限（*r*）的情不超过5%。

各材质样品的重复性限详见表1。

表1 各材质样品重复性限（*r*）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品种类 | CaO  （%） | MgO  （%） | 参加实验室个数 | 中和值平均值  （以CaO计） | 相对标准偏差（%） | *r* （绝对值） | *r*  （相对）（%） |
| 碳酸钙A | 55.60 | 0.01 | 8 | 55.9 | 0.445 | 0.799 | 1.430 |
| 氧化镁B | 0.22 | 99.86 | 8 | 132.9 | 0.215 | 0.919 | 0.692 |
| 石灰石C | 54.10 | 0.49 | 7 | 55.0 | 0.404 | 0.714 | 1.298 |
| 白云石D | 31.25 | 20.41 | 8 | 58.8 | 0.553 | 1.046 | 1.778 |
| 煅石灰E | 91.84 | 0.52 | 8 | 88.7 | 1.860 | 5.304 | 5.980 |
| 粉笔F | 48.79 | 0.35 | 8 | 51.9 | 0.366 | 0.610 | 1.176 |
| 木灰G | 42.42 | 3.69 | 8 | 48.1 | 0.984 | 1.530 | 3.181 |
| 糖厂石灰H | 46.43 | 2.32 | 8 | 47.1 | 0.609 | 0.922 | 1.959 |
| 造纸工业碳酸钙I | 41.56 | 1.78 | 8 | 50.5 | 0.689 | 1.119 | 2.214 |
| 转炉炉渣J | 47.88 | 4.82 | 7 | 55.7 | 0.954 | 1.707 | 3.064 |
| 石膏K | 31.98 | 0.04 | 8 | 1.0 | 13.194 | 0.413 | 42.414 |
| 混合产品L | 35.14 | 4.04 | 7 | 44.1 | 0.738 | 1.045 | 2.369 |

* 1. 再现性

在不同的实验室，由不同的操作者使用不同的设备，按相同的测试方法，对同一测对象相互独立进行测试获得的两次独立测试结果的测定值，在以下给出的平均值的范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（*R*），超过再现性限（*R*）的情况不超过 5%。

各材质样品的再现性限详见表2。

表2 各材质样品重复性限（*R*）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品种类 | CaO  （%） | MgO  （%） | 参加实验室个数 | 中和值平均值  （以CaO计） | 相对标准偏差（%） | *R* （绝对值） | *R*  （相对）（%） |
| 碳酸钙A | 55.60 | 0.01 | 8 | 55.9 | 0.445 | 1.768 | 3.165 |
| 氧化镁B | 0.22 | 99.86 | 8 | 132.9 | 0.215 | 2.677 | 2.014 |
| 石灰石C | 54.10 | 0.49 | 7 | 55.0 | 0.404 | 1.522 | 2.765 |
| 白云石D | 31.25 | 20.41 | 8 | 58.8 | 0.553 | 1.654 | 2.811 |
| 煅石灰E | 91.84 | 0.52 | 8 | 88.7 | 1.860 | 16.431 | 18.526 |
| 粉笔F | 48.79 | 0.35 | 8 | 51.9 | 0.366 | 4.810 | 9.269 |
| 木灰G | 42.42 | 3.69 | 8 | 48.1 | 0.984 | 6.766 | 14.069 |
| 糖厂石灰H | 46.43 | 2.32 | 8 | 47.1 | 0.609 | 2.248 | 4.778 |
| 造纸工业碳酸钙I | 41.56 | 1.78 | 8 | 50.5 | 0.689 | 12.156 | 24.050 |
| 转炉炉渣J | 47.88 | 4.82 | 7 | 55.7 | 0.954 | 8.146 | 14.618 |
| 石膏K | 31.98 | 0.04 | 8 | 1.0 | 13.194 | 2.098 | 215.486 |
| 混合产品L | 35.14 | 4.04 | 7 | 44.1 | 0.738 | 5.140 | 11.657 |

1. 检测报告

检测报告至少应包含以下内容：

a） 识别样品的完整信息；

b） 使用的检测方法，提及本文件（如GB/T XXXXX-XXXX）；

c） 所采用的方法（方法 A 或方法B）；

d） 结果和表示结果的单位；

e） 在测试过程中观察到的任何异常；

f） 对于P2O5含量超过3%的试样，未计入校正因子的声明（可选）；

g） 本文件中未规定或视为可选的所有操作细节，以及测试时发生的可能影响测试结果的任何事件。

1. （资料性）  
   中和值测定实验室间比对结果

为获得本文件中检测方法的精密度数据，ISO/TC 134 第四工作组于2017年组织了实验室间比对。

来自5个国家的8家实验室参与了比对研究，共测定了12种产品的中和值。本次实验室间比对研究所得的各种类产品中和值测定的重复性限于再现性限详见表A.1。

表 A.1 由实验室间比对求得的重复性限与再现性限

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品种类 | CaO  （%） | MgO  （%） | 参加实验室个数 | 中和值平均值  （以CaO计） | 相对标准偏差（%） | r （绝对值） | R （绝对值） | r  （%） | R  （%） |
| 碳酸钙A | 55.60 | 0.01 | 8 | 55.9 | 0.445 | 0.799 | 1.768 | 1.430 | 3.165 |
| 氧化镁B | 0.22 | 99.86 | 8 | 132.9 | 0.215 | 0.919 | 2.677 | 0.692 | 2.014 |
| 石灰石C | 54.10 | 0.49 | 7 | 55.0 | 0.404 | 0.714 | 1.522 | 1.298 | 2.765 |
| 白云石D | 31.25 | 20.41 | 8 | 58.8 | 0.553 | 1.046 | 1.654 | 1.778 | 2.811 |
| 煅石灰E | 91.84 | 0.52 | 8 | 88.7 | 1.860 | 5.304 | 16.431 | 5.980 | 18.526 |
| 粉笔F | 48.79 | 0.35 | 8 | 51.9 | 0.366 | 0.610 | 4.810 | 1.176 | 9.269 |
| 木灰G | 42.42 | 3.69 | 8 | 48.1 | 0.984 | 1.530 | 6.766 | 3.181 | 14.069 |
| 糖厂石灰H | 46.43 | 2.32 | 8 | 47.1 | 0.609 | 0.922 | 2.248 | 1.959 | 4.778 |
| 造纸工业碳酸钙I | 41.56 | 1.78 | 8 | 50.5 | 0.689 | 1.119 | 12.156 | 2.214 | 24.050 |
| 转炉炉渣J | 47.88 | 4.82 | 7 | 55.7 | 0.954 | 1.707 | 8.146 | 3.064 | 14.618 |
| 石膏K | 31.98 | 0.04 | 8 | 1.0 | 13.194 | 0.413 | 2.098 | 42.414 | 215.486 |
| 混合产品L | 35.14 | 4.04 | 7 | 44.1 | 0.738 | 1.045 | 5.140 | 2.369 | 11.657 |

1. （资料性）  
   结果换算表

表B.1至表B.6为CaO、CaCO3、OH-之间的换算系数。

表B.1：CaO换算为OH- OH- = CaO×0.606 56

表B.2：OH-换算为CaO CaO = OH-/0.606 56

表B.3：CaCO3换算为CaO CaO = CaCO3×0.560 29

表B.4：CaO换算为CaCO3  CaCO3 = CaO/0.560 29

表B.5：CaCO3换算为OH- OH- = CaCO3×0.339 85

表B.6：OH-换算为CaCO3 CaCO3 =OH-/0.339 85

换算系数仅考虑了各元素的带电量和质量，保留5位有效数字。

表B.1至表B.6中，计算过程中使用小数点后5位，最终修约至2位小数。

表B.1 CaO换算为OH-

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CaO | OH− | CaO | OH− | CaO | OH− |
| 15 | 9.10 | 50 | 30.33 | 85 | 51.56 |
| 16 | 9.70 | 51 | 30.93 | 86 | 52.16 |
| 17 | 10.31 | 52 | 31.54 | 87 | 52.77 |
| 18 | 10.92 | 53 | 32.15 | 88 | 53.38 |
| 19 | 11.52 | 54 | 32.75 | 89 | 53.98 |
| 20 | 12.13 | 55 | 33.36 | 90 | 54.59 |
| 21 | 12.74 | 56 | 33.97 | 91 | 55.20 |
| 22 | 13.34 | 57 | 34.57 | 92 | 55.80 |
| 23 | 13.95 | 58 | 35.18 | 93 | 56.41 |
| 24 | 14.56 | 59 | 35.79 | 94 | 57.02 |
| 25 | 15.16 | 60 | 36.39 | 95 | 57.62 |
| 26 | 15.77 | 61 | 37.00 | 96 | 58.23 |
| 27 | 16.38 | 62 | 37.61 | 97 | 58.84 |
| 28 | 16.98 | 63 | 38.21 | 98 | 59.44 |
| 29 | 17.59 | 64 | 38.82 | 99 | 60.05 |
| 30 | 18.20 | 65 | 39.43 | 100 | 60.66 |
| 31 | 18.80 | 66 | 40.03 | 101 | 61.26 |
| 32 | 19.41 | 67 | 40.64 | 102 | 61.87 |
| 33 | 20.02 | 68 | 41.25 | 103 | 62.48 |
| 34 | 20.62 | 69 | 41.85 | 104 | 63.08 |
| 35 | 21.23 | 70 | 42.46 | 105 | 63.69 |
| 36 | 21.84 | 71 | 43.07 | 106 | 64.30 |
| 37 | 22.44 | 72 | 43.67 | 107 | 64.90 |
| 38 | 23.05 | 73 | 44.28 | 108 | 65.51 |
| 39 | 23.66 | 74 | 44.89 | 109 | 66.12 |
| 40 | 24.26 | 75 | 45.49 | 110 | 66.72 |
| 41 | 24.87 | 76 | 46.10 | 111 | 67.33 |
| 42 | 25.48 | 77 | 46.71 | 112 | 67.93 |
| 43 | 26.08 | 78 | 47.31 | 113 | 68.54 |
| 44 | 26.69 | 79 | 47.92 | 114 | 69.15 |
| 45 | 27.30 | 80 | 48.52 | 115 | 69.75 |
| 46 | 27.90 | 81 | 49.13 | 116 | 70.36 |
| 47 | 28.51 | 82 | 49.74 | 117 | 70.97 |
| 48 | 29.11 | 83 | 50.34 | 118 | 71.57 |
| 49 | 29.72 | 84 | 50.95 | 119 | 72.18 |
| 50 | 30.33 | 85 | 51.56 | 120 | 72.79 |

OH- = CaO×0.60656

表B.2 OH-换算为CaO

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| OH− | CaO | OH− | CaO |
| 10 | 16.49 | 45 | 74.19 |
| 11 | 18.14 | 46 | 75.84 |
| 12 | 19.78 | 47 | 77.49 |
| 13 | 21.43 | 48 | 79.13 |
| 14 | 23.08 | 49 | 80.78 |
| 15 | 24.73 | 50 | 82.43 |
| 16 | 26.38 | 51 | 84.08 |
| 17 | 28.03 | 52 | 85.73 |
| 18 | 29.68 | 53 | 87.38 |
| 19 | 31.32 | 54 | 89.03 |
| 20 | 32.97 | 55 | 90.68 |
| 21 | 34.62 | 56 | 92.32 |
| 22 | 36.27 | 57 | 93.97 |
| 23 | 37.92 | 58 | 95.62 |
| 24 | 39.57 | 59 | 97.27 |
| 25 | 41.22 | 60 | 98.92 |
| 26 | 42.86 | 61 | 100.57 |
| 27 | 44.51 | 62 | 102.22 |
| 28 | 46.16 | 63 | 103.86 |
| 29 | 47.81 | 64 | 105.51 |
| 30 | 49.46 | 65 | 107.16 |
| 31 | 51.11 | 66 | 108.81 |
| 32 | 52.76 | 67 | 110.46 |
| 33 | 54.41 | 68 | 112.11 |
| 34 | 56.05 | 69 | 113.76 |
| 35 | 57.70 | 70 | 115.40 |
| 36 | 59.35 | 71 | 117.05 |
| 37 | 61.00 | 72 | 118.70 |
| 38 | 62.65 | 73 | 120.35 |
| 39 | 64.30 | 74 | 122.00 |
| 40 | 65.95 | 75 | 123.65 |
| 41 | 67.59 | 76 | 125.30 |
| 42 | 69.24 | 77 | 126.95 |
| 43 | 70.89 | 78 | 128.59 |
| 44 | 72.54 | 79 | 130.24 |
| 45 | 74.19 | 80 | 131.89 |

CaO = OH-/0.606 56

表B.3 CaCO3换算为CaO

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CaCO3 | CaO | CaCO3 | CaO | CaCO3 | CaO | CaCO3 | CaO | CaCO3 | CaO |
| 25 | 14.01 | 60 | 33.62 | 95 | 53.23 | 130 | 72.84 | 165 | 92.45 |
| 26 | 14.57 | 61 | 34.18 | 96 | 53.79 | 131 | 73.40 | 166 | 93.01 |
| 27 | 15.13 | 62 | 34.74 | 97 | 54.35 | 132 | 73.96 | 167 | 93.57 |
| 28 | 15.69 | 63 | 35.30 | 98 | 54.91 | 133 | 74.52 | 168 | 94.13 |
| 29 | 16.25 | 64 | 35.86 | 99 | 55.47 | 134 | 75.08 | 169 | 94.69 |
| 30 | 16.81 | 65 | 36.42 | 100 | 56.03 | 135 | 75.64 | 170 | 95.25 |
| 31 | 17.37 | 66 | 36.98 | 101 | 56.59 | 136 | 76.20 | 171 | 95.81 |
| 32 | 17.93 | 67 | 37.54 | 102 | 57.15 | 137 | 76.76 | 172 | 96.37 |
| 33 | 18.49 | 68 | 38.10 | 103 | 57.71 | 138 | 77.32 | 173 | 96.93 |
| 34 | 19.05 | 69 | 38.66 | 104 | 58.27 | 139 | 77.88 | 174 | 97.49 |
| 35 | 19.61 | 70 | 39.22 | 105 | 58.83 | 140 | 78.44 | 175 | 98.05 |
| 36 | 20.17 | 71 | 39.78 | 106 | 59.39 | 141 | 79.00 | 176 | 98.61 |
| 37 | 20.73 | 72 | 40.34 | 107 | 59.95 | 142 | 79.56 | 177 | 99.17 |
| 38 | 21.29 | 73 | 40.90 | 108 | 60.51 | 143 | 80.12 | 178 | 99.73 |
| 39 | 21.85 | 74 | 41.46 | 109 | 61.07 | 144 | 80.68 | 179 | 100.29 |
| 40 | 22.41 | 75 | 42.02 | 110 | 61.63 | 145 | 81.24 | 180 | 100.85 |
| 41 | 22.97 | 76 | 42.58 | 111 | 62.19 | 146 | 81.80 | 181 | 101.41 |
| 42 | 23.53 | 77 | 43.14 | 112 | 62.75 | 147 | 82.36 | 182 | 101.97 |
| 43 | 24.09 | 78 | 43.70 | 113 | 63.31 | 148 | 82.92 | 183 | 102.53 |
| 44 | 24.65 | 79 | 44.26 | 114 | 63.87 | 149 | 83.48 | 184 | 103.09 |
| 45 | 25.21 | 80 | 44.82 | 115 | 64.43 | 150 | 84.04 | 185 | 103.65 |
| 46 | 25.77 | 81 | 45.38 | 116 | 64.99 | 151 | 84.60 | 186 | 104.21 |
| 47 | 26.33 | 82 | 45.94 | 117 | 65.55 | 152 | 85.16 | 187 | 104.77 |
| 48 | 26.89 | 83 | 46.50 | 118 | 66.11 | 153 | 85.72 | 188 | 105.33 |
| 49 | 27.45 | 84 | 47.06 | 119 | 66.67 | 154 | 86.28 | 189 | 105.89 |
| 50 | 28.01 | 85 | 47.62 | 120 | 67.23 | 155 | 86.84 | 190 | 106.46 |
| 51 | 28.57 | 86 | 48.18 | 121 | 67.80 | 156 | 87.41 | 191 | 107.02 |
| 52 | 29.14 | 87 | 48.75 | 122 | 68.36 | 157 | 87.97 | 192 | 107.58 |
| 53 | 29.70 | 88 | 49.31 | 123 | 68.92 | 158 | 88.53 | 193 | 108.14 |
| 54 | 30.26 | 89 | 49.87 | 124 | 69.48 | 159 | 89.09 | 194 | 108.70 |
| 55 | 30.82 | 90 | 50.43 | 125 | 70.04 | 160 | 89.65 | 195 | 109.26 |
| 56 | 31.38 | 91 | 50.99 | 126 | 70.60 | 161 | 90.21 | 196 | 109.82 |
| 57 | 31.94 | 92 | 51.55 | 127 | 71.16 | 162 | 90.77 | 197 | 110.38 |
| 58 | 32.50 | 93 | 52.11 | 128 | 71.72 | 163 | 91.33 | 198 | 110.94 |
| 59 | 33.06 | 94 | 52.67 | 129 | 72.28 | 164 | 91.89 | 199 | 111.50 |
| 60 | 33.62 | 95 | 53.23 | 130 | 72.84 | 165 | 92.45 | 200 | 112.06 |

CaO = CaCO3×0.560 29

表B.4 CaO换算为CaCO3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CaO | CaCO3 | CaO | CaCO3 | CaO | CaCO3 |
| 15 | 26.77 | 50 | 89.24 | 85 | 151.71 |
| 16 | 28.56 | 51 | 91.02 | 86 | 153.49 |
| 17 | 30.34 | 52 | 92.81 | 87 | 155.28 |
| 18 | 32.13 | 53 | 94.59 | 88 | 157.06 |
| 19 | 33.91 | 54 | 96.38 | 89 | 158.85 |
| 20 | 35.70 | 55 | 98.16 | 90 | 160.63 |
| 21 | 37.48 | 56 | 99.95 | 91 | 162.42 |
| 22 | 39.27 | 57 | 101.73 | 92 | 164.20 |
| 23 | 41.05 | 58 | 103.52 | 93 | 165.99 |
| 24 | 42.83 | 59 | 105.30 | 94 | 167.77 |
| 25 | 44.62 | 60 | 107.09 | 95 | 169.56 |
| 26 | 46.40 | 61 | 108.87 | 96 | 171.34 |
| 27 | 48.19 | 62 | 110.66 | 97 | 173.12 |
| 28 | 49.97 | 63 | 112.44 | 98 | 174.91 |
| 29 | 51.76 | 64 | 114.23 | 99 | 176.69 |
| 30 | 53.54 | 65 | 116.01 | 100 | 178.48 |
| 31 | 55.33 | 66 | 117.80 | 101 | 180.26 |
| 32 | 57.11 | 67 | 119.58 | 102 | 182.05 |
| 33 | 58.90 | 68 | 121.37 | 103 | 183.83 |
| 34 | 60.68 | 69 | 123.15 | 104 | 185.62 |
| 35 | 62.47 | 70 | 124.94 | 105 | 187.40 |
| 36 | 64.25 | 71 | 126.72 | 106 | 189.19 |
| 37 | 66.04 | 72 | 128.50 | 107 | 190.97 |
| 38 | 67.82 | 73 | 130.29 | 108 | 192.76 |
| 39 | 69.61 | 74 | 132.07 | 109 | 194.54 |
| 40 | 71.39 | 75 | 133.86 | 110 | 196.33 |
| 41 | 73.18 | 76 | 135.64 | 111 | 198.11 |
| 42 | 74.96 | 77 | 137.43 | 112 | 199.90 |
| 43 | 76.75 | 78 | 139.21 | 113 | 201.68 |
| 44 | 78.53 | 79 | 141.00 | 114 | 203.47 |
| 45 | 80.32 | 80 | 142.78 | 115 | 205.25 |
| 46 | 82.10 | 81 | 144.57 | 116 | 207.04 |
| 47 | 83.89 | 82 | 146.35 | 117 | 208.82 |
| 48 | 85.67 | 83 | 148.14 | 118 | 210.61 |
| 49 | 87.45 | 84 | 149.92 | 119 | 212.39 |
| 50 | 89.24 | 85 | 151.71 | 120 | 214.17 |

CaCO3 = CaO/0.560 29

表B.5 CaCO3换算为OH-

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CaCO3 | OH- | CaCO3 | OH- | CaCO3 | OH- | CaCO3 | OH- | CaCO3 | OH- |
| 25 | 8.50 | 60 | 20.39 | 95 | 32.29 | 130 | 44.18 | 165 | 56.08 |
| 26 | 8.84 | 61 | 20.73 | 96 | 32.63 | 131 | 44.52 | 166 | 56.42 |
| 27 | 9.18 | 62 | 21.07 | 97 | 32.97 | 132 | 44.86 | 167 | 56.75 |
| 28 | 9.52 | 63 | 21.41 | 98 | 33.31 | 133 | 45.20 | 168 | 57.09 |
| 29 | 9.86 | 64 | 21.75 | 99 | 33.65 | 134 | 45.54 | 169 | 57.43 |
| 30 | 10.20 | 65 | 22.09 | 100 | 33.99 | 135 | 45.88 | 170 | 57.77 |
| 31 | 10.54 | 66 | 22.43 | 101 | 34.32 | 136 | 46.22 | 171 | 58.11 |
| 32 | 10.88 | 67 | 22.77 | 102 | 34.66 | 137 | 46.56 | 172 | 58.45 |
| 33 | 11.22 | 68 | 23.11 | 103 | 35.00 | 138 | 46.90 | 173 | 58.79 |
| 34 | 11.55 | 69 | 23.45 | 104 | 35.34 | 139 | 47.24 | 174 | 59.13 |
| 35 | 11.89 | 70 | 23.79 | 105 | 35.68 | 140 | 47.58 | 175 | 59.47 |
| 36 | 12.23 | 71 | 24.13 | 106 | 36.02 | 141 | 47.92 | 176 | 59.81 |
| 37 | 12.57 | 72 | 24.47 | 107 | 36.36 | 142 | 48.26 | 177 | 60.15 |
| 38 | 12.91 | 73 | 24.81 | 108 | 36.70 | 143 | 48.60 | 178 | 60.49 |
| 39 | 13.25 | 74 | 25.15 | 109 | 37.04 | 144 | 48.94 | 179 | 60.83 |
| 40 | 13.59 | 75 | 25.49 | 110 | 37.38 | 145 | 49.28 | 180 | 61.17 |
| 41 | 13.93 | 76 | 25.83 | 111 | 37.72 | 146 | 49.62 | 181 | 61.51 |
| 42 | 14.27 | 77 | 26.17 | 112 | 38.06 | 147 | 49.96 | 182 | 61.85 |
| 43 | 14.61 | 78 | 26.51 | 113 | 38.40 | 148 | 50.30 | 183 | 62.19 |
| 44 | 14.95 | 79 | 26.85 | 114 | 38.74 | 149 | 50.64 | 184 | 62.53 |
| 45 | 15.29 | 80 | 27.19 | 115 | 39.08 | 150 | 50.98 | 185 | 62.87 |
| 46 | 15.63 | 81 | 27.53 | 116 | 39.42 | 151 | 51.32 | 186 | 63.21 |
| 47 | 15.97 | 82 | 27.87 | 117 | 39.76 | 152 | 51.66 | 187 | 63.55 |
| 48 | 16.31 | 83 | 28.21 | 118 | 40.10 | 153 | 52.00 | 188 | 63.89 |
| 49 | 16.65 | 84 | 28.55 | 119 | 40.44 | 154 | 52.34 | 189 | 64.23 |
| 50 | 16.99 | 85 | 28.89 | 120 | 40.78 | 155 | 52.68 | 190 | 64.57 |
| 51 | 17.33 | 86 | 29.23 | 121 | 41.12 | 156 | 53.02 | 191 | 64.91 |
| 52 | 17.67 | 87 | 29.57 | 122 | 41.46 | 157 | 53.36 | 192 | 65.25 |
| 53 | 18.01 | 88 | 29.91 | 123 | 41.80 | 158 | 53.70 | 193 | 65.59 |
| 54 | 18.35 | 89 | 30.25 | 124 | 42.14 | 159 | 54.04 | 194 | 65.93 |
| 55 | 18.69 | 90 | 30.59 | 125 | 42.48 | 160 | 54.38 | 195 | 66.27 |
| 56 | 19.03 | 91 | 30.93 | 126 | 42.82 | 161 | 54.72 | 196 | 66.61 |
| 57 | 19.37 | 92 | 31.27 | 127 | 43.16 | 162 | 55.06 | 197 | 66.95 |
| 58 | 19.71 | 93 | 31.61 | 128 | 43.50 | 163 | 55.40 | 198 | 67.29 |
| 59 | 20.05 | 94 | 31.95 | 129 | 43.84 | 164 | 55.74 | 199 | 67.63 |
| 60 | 20.39 | 95 | 32.29 | 130 | 44.18 | 165 | 56.08 | 200 | 67.97 |

OH- = CaCO3×0.339 85

表B.6 OH-换算为CaCO3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| OH− | CaCO3 | OH− | CaCO3 |
| 10 | 29.42 | 45 | 132.41 |
| 11 | 32.37 | 46 | 135.35 |
| 12 | 35.31 | 47 | 138.30 |
| 13 | 38.25 | 48 | 141.24 |
| 14 | 41.19 | 49 | 144.18 |
| 15 | 44.14 | 50 | 147.12 |
| 16 | 47.08 | 51 | 150.07 |
| 17 | 50.02 | 52 | 153.01 |
| 18 | 52.96 | 53 | 155.95 |
| 19 | 55.91 | 54 | 158.89 |
| 20 | 58.85 | 55 | 161.84 |
| 21 | 61.79 | 56 | 164.78 |
| 22 | 64.73 | 57 | 167.72 |
| 23 | 67.68 | 58 | 170.66 |
| 24 | 70.62 | 59 | 173.61 |
| 25 | 73.56 | 60 | 176.55 |
| 26 | 76.50 | 61 | 179.49 |
| 27 | 79.45 | 62 | 182.43 |
| 28 | 82.39 | 63 | 185.38 |
| 29 | 85.33 | 64 | 188.32 |
| 30 | 88.27 | 65 | 191.26 |
| 31 | 91.22 | 66 | 194.20 |
| 32 | 94.16 | 67 | 197.15 |
| 33 | 97.10 | 68 | 200.09 |
| 34 | 100.04 | 69 | 203.03 |
| 35 | 102.99 | 70 | 205.97 |
| 36 | 105.93 | 71 | 208.92 |
| 37 | 108.87 | 72 | 211.86 |
| 38 | 111.81 | 73 | 214.80 |
| 39 | 114.76 | 74 | 217.74 |
| 40 | 117.70 | 75 | 220.69 |
| 41 | 120.64 | 76 | 223.63 |
| 42 | 123.58 | 77 | 226.57 |
| 43 | 126.53 | 78 | 229.51 |
| 44 | 129.47 | 79 | 232.46 |
| 45 | 132.41 | 80 | 235.40 |

CaCO3 =OH-/0.339 85

参考文献

[1] ISO 5725 （all parts）, Accuracy （trueness and precision） of measurement methods and results[2] ISO 6598, Fertilizers — Determination of phosphorus content — Quinoline phosphomolybdate gravimetric method[3] ISO 7497, Fertilizers — Extraction of phosphates soluble in mineral acids[4] ISO 14820-1, Fertilizers and liming materials — Sampling and sample preparation — Part 1:Sampling[5] 77/535/EEC, Commission Directive of 22 June 1977 on the approximation of the laws of the Member States relating to methods of sampling and analysis for fertilizers, Annex II –Methods 3.1.1/3.2 Total phosphorus soluble in mineral acid. OJ EEC, 1977, N° L 213, p.62, 74-77  
[6] VDLUFA, Manual II of analysing methods for fertilizers, 12.3. （VDLUFA-Verlag, Bismarckstraße 41 A, D-64293 Darmstadt）  
[7] EN 1482-3, Fertilizers and liming materials — Sampling and sample preparation — Part 3: Sampling of static heaps[8] EN 14984, Liming materials — Determination of product effect on soil pH — Soil incubation method

