ICS 65.080
CCS G 21

团 体 标 准

T/HEBQIA 454—2025

肥料增效剂用亚氨基二琥珀酸（盐）

Iminodisuccinic acid（salt）for fertilizer synergist

2025 - 10 - 23 发布

2025 - 10 - 23 实施

河北省质量信息协会 发 布

目 次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 分类 2
5 技术要求 2
6 试验方法 4
7 检验规则 6
8 标志、质量合格文件、包装、运输、贮存 7
附录 A（规范性） 亚氨基二琥珀酸含量试验方法 9
附录 B（规范性） 锌含量试验方法 12
附录 C（规范性） 氧化镁含量试验方法 14
附录 D（规范性） 氧化钙含量试验方法 15
附录 E（规范性） 氯含量试验方法 16

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河北协同化学有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：河北协同化学有限公司、呼伦贝尔金新化工有限公司、山西天泽煤化工集团股份公司、云南水富云天化有限公司、青海云天化国际化肥有限公司、河南心连心化学工业集团股份有限公司、安阳市喜满地肥业有限责任公司、冠鲁（山东）化工科技有限公司、河北方舟农业科技股份有限公司、四川美丰化工股份有限公司、四川美青化工有限公司、达州玖源新材料有限公司、河北协同环保科技股份有限公司。

本文件主要起草人：焦永康、董志强、付智慧、周道康、白国伟、范占权、张春林、马军、张海燕、张泉林、范继锋、岳艳军、郭景丽、董文浩、刘肖山、牛牧原、邱宗煜、乔早艳、李维琪、张兴旺、井涛、裴海荣、金楠、粟媛媛、崔俊仪、任鹏宇、李长明、李华芬、曾鑫、王在荣、焦喆昕、张阔、李华帅、王伟。

肥料增效剂用亚氨基二琥珀酸（盐）

警示——使用本文件的人员应有正规实验室工作的实践经验。本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施。

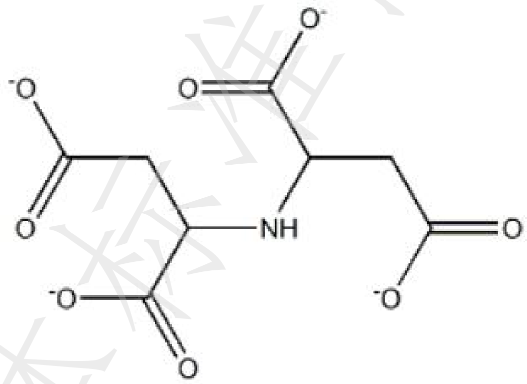
1　范围

本文件规定了肥料增效剂用亚氨基二琥珀酸（盐）产品的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、质量合格文件、包装、运输、贮存。

本文件适用于以顺丁烯二酸酐为主要原料生产的肥料增效剂用亚氨基二琥珀酸（盐）。

分子式：$C_8H_7NO_8M$

结构式：



M为Na^+、K^+、NH_4^+、Cu^{2+}、Fe^{2+}、Zn^{2+}、Mn^{2+}、Ca^{2+}、Mg^{2+}。

2　规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191　包装储运图示标志

GB/T 601　化学试剂　标准滴定溶液的制备

GB/T 602　化学试剂　杂质测定用标准溶液的制备

GB/T 603　化学试剂　试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 6679　固体化工产品采样通则

GB/T 6680　液体化工产品采样通则

GB/T 6682　分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170　数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8574　复合肥料中钾含量的测定

GB/T 19203—2003　复混肥料中钙、镁、硫含量的测定

GB/T 22594—2018　水处理剂　密度测定方法通则
GB/T 23771　无机化工产品中堆积密度的测定
GB/T 38400　肥料中有毒有害物质的限量要求
NY/T 1117—2010　水溶肥料　钙、镁、硫、氯含量的测定
NY/T 1155.6　农药室内生物测定试验准则　除草剂　第6部分：对作物的安全性试验　土壤喷雾法
NY/T 1155.8　农药室内生物测定试验准则除草剂　第8部分：作物的安全性试验　茎叶喷雾法
NY/T 1974—2010　水溶肥料　铜、铁、锰、锌、硼、钼含量的测定
NY/T 1980—2018　肥料和土壤调理剂　急性经口毒性试验及评价要求
NY/T 2543　肥料增效剂　效果试验和评价要求
BS EN 15950：2010　肥料　高效液相色谱法测定N-（1,2-二羧乙基）-D,L-天冬氨酸（亚氨基二琥珀酸 IDHA）[Fertilizers. determination of N-（1,2-dicarboxyethyl）-D,L-aspartic acid （Iminodisuccinic acid, IDHA）　using high-performance liquid chromatography　（HPLC）]

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

肥料增效剂　fertilizer synergist

在肥料生产或应用过程中，添加至肥料中，通过改善肥料养分供应、促进植物养分吸收或调节土壤微生物及酶活性等，能够提高肥料利用率的一类非植物矿质营养、非激素类物质的统称。

[来源：NY/T 4541—2025，3.1]

3.2

肥料增产率　yield increasing rate of fertilizer

所施肥料和常规施肥（或空白对照）处理的作物产量差值与常规施肥（或空白对照）作物产量的比率（以百分数表示）。

4　分类

按亚氨基二琥珀酸（盐）含元素种类不同分为常规产品（亚氨基二琥珀酸四钠、亚氨基二琥珀酸四钾、亚氨基二琥珀酸铵）、微量元素型产品（亚氨基二琥珀酸铜、亚氨基二琥珀酸铁、亚氨基二琥珀酸锌、亚氨基二琥珀酸锰）、中量元素型产品（亚氨基二琥珀酸钙、亚氨基二琥珀酸镁）。

5　技术要求

5.1　外观

均匀、色泽一致的固体或液体，固体呈粉状、颗粒状，无明显机械杂质。

5.2　质量指标

质量指标应符合表1、表2、表3的规定。

表 1　常规产品质量指标

项目	指标要求			
	亚氨基二琥珀酸四钠		亚氨基二琥珀酸四钾	亚氨基二琥珀酸铵
产品形态	液体	固体	液体	液体
固含量/（%）≥	40.0	—	40.0	40.0
水分/（%）≤	—	7.0	—	—
pH 值（10 g/L 水溶液）	8.5～11.5		7.5～11.5	7.5～11.5
密度（20 ℃）/（g/cm^3）≥	1.20	—	1.20	1.20
堆积密度/（g/cm^3）	—	0.35～0.65	—	—
亚氨基二琥珀酸含量/（%）≥	33.0	72.0	33.0	30.0
含量/（%）≥	—		钾含量：30.0	—

表 2　微量元素型产品质量指标

项目	指标要求				
	亚氨基二琥珀酸铜	亚氨基二琥珀酸铁	亚氨基二琥珀酸锌		亚氨基二琥珀酸锰
产品形态	固体	固体	液体	固体	固体
固含量/（%）≥	—	—	30.0	—	—
水分/（%）≤	7.0	7.0	—	7.0	7.0
pH 值（10 g/L 水溶液）	6.0～10.0	6.0～10.0	5.0～10.0	5.0～10.0	5.0～10.0
密度（20 ℃）/（g/cm^3）≥	—	—	1.20～1.30	—	—
堆积密度/（g/cm^3）	0.30～0.60	0.30～0.60	—	0.35～0.75	0.35～0.75
亚氨基二琥珀酸含量/（%）≥	50.0	50.0	20.0	50.0	50.0
含量/（%）≥	铜含量：9.5	铁含量：8.0	锌含量（折纯）：10.0	锌含量：9.5	锰含量：8.0

表 3　中量元素型产品质量指标

项目	指标要求	
	亚氨基二琥珀酸镁	亚氨基二琥珀酸钙
产品形态	固体	固体
水分/（%）≤	7.0	7.0
pH 值（10 g/L 水溶液）	6.0～10.0	6.0～10.0
堆积密度/（g/cm^3）	0.30～0.60	0.30～0.60
亚氨基二琥珀酸含量/（%）≥	50.0	50.0
含量/（%）≥	氧化镁含量：5.0	氧化钙含量：10.0

5.3　有毒有害物质限量

有毒有害物质限量应符合表4的规定。

表 4　有毒有害物质限量

项目	含量限值/（mg/kg）
总镉	≤3
总汞	≤2
总砷	≤15
总铅	≤50
总铬	≤150
总铊	≤2.5

5.4 氯含量

氯含量（以Cl^-计）应不大于200 mg/kg。

5.5 急性经口毒性

急性经口毒性级别应符合NY/T 1980—2018中“实际无毒（经口LD_{50}≥5000）”的规定。

5.6 肥料增产率

陆生植物经生长试验，肥料增产率应不小于0%。

5.7 安全性

5.7.1 产品添加至肥料过程中，不应引起燃烧、爆炸等生产安全问题。
5.7.2 产品在化肥生产装置上应用时，不应腐蚀设备，不与肥料产生剧烈化学反应，不释放有毒有害气体。
5.7.3 产品不应对植物、动物、人体产生毒害，不破坏土壤环境。
5.7.4 产品作用于作物，作物应正常生长，株高、根长、鲜重和干重抑制率不大于 0%。

6 试验方法

警示：本试验方法中使用的强酸具有腐蚀性，使用时应避免吸入或接触皮肤。溅到身上应立即用大量的水冲洗。严重者应立即就医。

6.1 通则

本文件所用的试剂和水，在没有注明其他要求时，均指分析纯试剂和GB/T 6682中规定的三级水。试验中所需杂质标准溶液、制剂及制品，在没有注明其他规定时，均按GB/T 601、GB/T 602、GB/T 603的规定制备。

6.2 外观

在自然光或日光灯下目视观察。

6.3 固含量

6.3.1 方法提要

在一定温度下，将试样置于电热干燥箱内烘干至恒重，通过记录烘干前后试样质量变化测定固含量。

6.3.2 仪器设备

6.3.2.1 电热干燥箱：温度可控制在（150±2）℃。
6.3.2.2 分析天平：精度 0.0001 g。
6.3.2.3 称量瓶：φ60 mm×φ30 mm。

6.3.3 分析步骤

准确称取约1.0 g试样（精确至0.0002 g），置于预先于（150±2）℃下烘干至恒量的称量瓶中，小心摇动使试样自然流动，于瓶底形成一层均匀的薄膜。将称量瓶盖斜支于瓶边，放入电热干燥箱中，从

室温开始加热，于（150±2）℃干燥至恒重（约2 h）。取出，盖好瓶盖，放入干燥器中，冷却至室温，称重。

6.3.4 结果计算

固含量以质量分数W_1计，按公式（1）计算：

$$W_1=\frac{m_1-m_0}{m}\times 100\% \tag{1}$$

式中：

m_1 ——干燥至恒量的试样和称量瓶质量的数值，单位为克（g）；
m_0 ——干燥至恒量的称量瓶质量的数值，单位为克（g）；
m ——干燥前试样质量的数值，单位为克（g）。

6.3.5 允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值不大于0.2%。

6.4 水分

按6.3规定的试验方法测得固含量，用100%减去固含量即为水分含量。

6.5 pH 值

6.5.1 仪器设备

6.5.1.1 酸度计：精度±0.02 pH 单位，配有饱和甘汞参比电极、玻璃测量电极或复合电极。
6.5.1.2 磁力搅拌器。

6.5.2 分析步骤

准确称取1.00 g±0.01 g试样，全部转移至100 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。将试液倒入清洁、干燥的100 mL烧杯中，置于磁力搅拌器上，将电极浸入溶液中，开动搅拌。在已定位的酸度计上读出pH值。

6.6 密度

按GB/T 22594—2018中第3章规定的试验方法进行。

6.7 堆积密度

按GB/T 23771规定的试验方法进行。

6.8 亚氨基二琥珀酸含量

按附录A规定的试验方法进行。

6.9 钾含量

按GB/T 8574规定的试验方法进行。

6.10 铜含量

按NY/T 1974—2010中第3章规定的试验方法进行。

6.11 铁含量

按NY/T 1974—2010中第4章规定的试验方法进行。

6.12 锌含量

按附录B规定的试验方法进行。

6.13 锰含量

按NY/T 1974—2010中第5章规定的试验方法进行。

6.14 氧化镁含量

按附录C规定的试验方法进行。

6.15 氧化钙含量

按附录D规定的试验方法进行。

6.16 有毒有害物质限量

按GB/T 38400规定的试验方法进行。

6.17 氯含量

按附录E规定的试验方法进行。

6.18 急性经口毒性

按NY/T 1980—2018规定的试验方法进行。

6.19 肥料增产率

按NY/T 2543规定的试验方法进行。

6.20 作物安全性

6.20.1 生物试材选择

选择小麦、玉米、花生、油菜、甘薯的一种进行试验。

6.20.2 亚氨基二琥珀酸（盐）溶液配制

将亚氨基二琥珀酸（盐）用水稀释1%制成溶液。

6.20.3 分析步骤及结果计算

按NY/T 1155.6和NY/T 1155.8规定的试验方法进行。

7 检验规则

7.1 组批

产品按批检验，以一班或一天的产量为一批，最大批量为20 t。

7.2 采样

固体产品按GB/T 6679的规定进行采样，采样量不少于100 g。用清洁干燥的取样器深入包装袋上、中、下采样，混合均匀后分别装入两个清洁、干燥的塑料瓶或玻璃瓶中，密封保存，并粘贴标签，注明生产厂名称、产品名称、生产批号、采样日期及采样者姓名。一份供检验用，另一份留样备查，保存时间不少于12个月。

液体产品按GB/T 6680的规定进行采样，采样量不少于1000 mL。采样前应搅拌均匀，用玻璃管或聚乙烯塑料管插入桶深2/3处采样，充分混匀后分别装入两个清洁、干燥的塑料瓶或玻璃瓶中，密封保存，并粘贴标签，注明生产厂名称、产品名称、生产批号、采样日期及采样者姓名。一份供检验用，另一份留样备查，保存时间不少于12个月。

7.3 出厂检验

产品出厂前应由生产厂的检验部门检验合格后方可出厂。固体产品出厂检验项目包括外观、水分、pH值、堆积密度、亚氨基二琥珀酸含量。液体产品出厂检验项目包括外观、固含量、pH值、密度、亚氨基二琥珀酸含量。

7.4 型式检验

7.4.1 型式检验项目为第 6 章规定的全部项目。

7.4.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a) 原辅材料、工艺过程及主要设备有较大变化时；
b) 新试制或正常生产的产品停产 3 个月以上，重新恢复生产时；
c) 出厂检验与上次型式检验结果有较大差异时；
d) 政府监管部门按有关规定需要抽检时；
e) 出现重大争议或双方认为有必要进行检验的时候。

7.5 结果判定

7.5.1 所验项目全部合格，判定为该批产品合格。

7.5.2 检验结果中如有指标不符合本文件规定时，应重新自两倍量的包装中采样进行复验。若复验结果仍不符合本文件规定时，则判定该批产品不合格。

7.5.3 采用 GB/T 8170 规定的修约值比较法判定检验结果是否符合要求。

8 标志、质量合格文件、包装、运输、贮存

8.1 标志

包装上应有清晰、明显、牢固的标志，其内容包括：

——生产厂名称、地址；
——产品名称；
——商标；
——生产批号/日期；
——净含量；
——产品质量检验结论；
——执行标准编号；
——GB/T 191 规定“向上”标志。

8.2 质量合格文件

每批出厂的产品应附有质量检验报告和质量合格证。

8.3 包装

固体产品宜采用复合袋包装，每袋净重25 kg，或按供需双方协商确定。液体产品宜采用塑料桶包装，每桶净重25 kg、250 kg、1.25 t，或按供需双方协商确定。

8.4 运输

在运输中应有遮盖物，防止包装损坏、雨淋、受潮、曝晒，不与易燃、腐蚀性物质混运。

8.5 贮存

贮存地点应阴凉、干燥、通风、远离火源及其他危险品。室内温度应大于5 ℃。

附　录　A
（规范性）
亚氨基二琥珀酸含量试验方法

A.1　通则

电位滴定法仅适用于测定亚氨基二琥珀酸四钠、亚氨基二琥珀酸四钾、亚氨基二琥珀酸铵含量，可见分光光度法仅适用于测定亚氨基二琥珀酸铁、亚氨基二琥珀酸锌、亚氨基二琥珀酸锰、亚氨基二琥珀酸钙、亚氨基二琥珀酸镁，高效液相色谱法适用于测定本文件规定的所有产品的亚氨基二琥珀酸含量的测定。

A.2　亚氨基二琥珀酸四钠、亚氨基二琥珀酸四钾、亚氨基二琥珀酸铵

A.2.1　方法提要

亚氨基二琥珀酸与铜离子按照摩尔比1：1进行络合反应，使用电位滴定法测定含量。用硫酸铜标准滴定溶液滴定至出现电位突跃点（即理论终点），即可从消耗的硫酸铜标准滴定溶液的体积算出亚氨基二琥珀酸含量。

A.2.2　试剂或材料

A.2.2.1　硫酸溶液：20%。

A.2.2.2　碘化钾。

A.2.2.3　硫代硫酸钠标准滴定溶液：$c(Na_2S_2O_3)$=0.1 mol/L。

A.2.2.4　淀粉指示液：10 g/L。

A.2.2.5　硫酸铜标准滴定溶液：$c(CuSO_4)$≈0.5 mol/L。配制方法如下：

a)　配制：准确称取 30 g 五水合硫酸铜（或 19.2 g 无水硫酸铜），加水溶解，转移至 1000 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀；

b)　标定：量取 20.00 mL～25.00 mL 硫酸铜标准滴定溶液，置于碘量瓶中，加入 25 mL 水，再加入 5 mL 硫酸溶液和 3 g 碘化钾，摇匀，于暗处放置 10 min。用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定，近终点时加入 3 mL 淀粉指示液，继续滴定至蓝色消失。同时做空白试验。

A.2.3　仪器设备

A.2.3.1　电位滴定仪：配有双盐桥饱和甘汞参比电极、铜电极、电位滴定专用杯。

A.2.3.2　分析天平：精度为0.0001 g。

A.2.4　分析步骤

准确称取固体试样0.37 g～0.38 g，或液体试样0.80 g～0.90 g于烧杯中，加入70 mL～80 mL水，置于搅拌台上，接入电极，用硫酸铜标准滴定溶液滴定至电位突跃点（在电位突跃点附近应放慢滴定速度），平行测定3次。同时做空白试验。

A.2.5　结果计算

A.2.5.1　硫酸铜标准滴定溶液的浓度c_2，数值以摩尔每升（mol/L）表示，按公式（A.1）计算：

$$c_2 = \frac{(V_1 - V_0)c_1}{V} \tag{A.1}$$

式中：

V_1 ——硫酸铜标准滴定溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

V_0 ——空白试验消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

V ——移取硫酸铜标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

c_1 ——硫代硫酸钠标准滴定溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升（mol/L）。

A.2.5.2　亚氨基二琥珀酸含量以质量分数W_2计，按公式（A.2）计算：

$$W_2 = \frac{V_2 c_2 M_1}{m_2 \times 1000} \times 100\% \tag{A.2}$$

式中：

V_2 ——试样消耗硫酸铜标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

c_2 ——硫酸铜标准滴定溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

M_1 ——亚氨基二琥珀酸盐的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol）；

m_2 ——试料的质量的数值，单位为克（g）；

1000——体积转换系数。

A.2.6　允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值不大于0.2%。

A.3　亚氨基二琥珀酸铁、亚氨基二琥珀酸锌、亚氨基二琥珀酸锰、亚氨基二琥珀酸钙、亚氨基二琥珀酸镁

A.3.1　方法提要

亚氨基二琥珀酸在pH=3.6时与铜离子定量螯合，生成的螯合物在波长710 nm处有强烈吸收，其吸收值与浓度成正比，通过测定其吸光度检测亚氨基二琥珀酸含量。

A.3.2　试剂或材料

A.3.2.1　乙酸-乙酸钠缓冲溶液：pH≈3.6。准确称取5.1 g乙酸钠，溶于水，加入20 mL乙酸（冰醋酸），稀释至250 mL。

A.3.2.2　硫酸铜溶液：$c(CuSO_4)$=0.04 mol/L。准确称取10.08 g五水硫酸铜，加水溶解，转移至1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

A.3.2.3　亚氨基二琥珀酸盐标准溶液：准确称取4.5 g（精确到0.1 mg）烘干至恒重的标准品，转移至250 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

A.3.2.4　亚氨基二琥珀酸盐待测溶液：准确称取10.0 g试样（精确到0.1 mg），转移至250 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

A.3.3　仪器设备

A.3.3.1　722N-可见分光光度计：配1 cm的吸收池。

A.3.3.2　分析天平：精度为0.0001 g。

A.3.4　工作曲线的绘制

用移液管分别准确量取亚氨基二琥珀酸盐标准液0 mL、1 mL、2 mL、3 mL、4 mL、5 mL、6 mL、7 mL于50 mL容量瓶中，分别加入10.00 mL乙酸-乙酸钠缓冲溶液和10.00 mL硫酸铜溶液，定容，摇匀。于710 nm处用1 cm吸收池测定其吸光度，以试剂空白为参比。以亚氨基二琥珀酸盐浓度为横坐标，以吸光度为纵坐标绘制标准曲线。

A.3.5 亚氨基二琥珀酸的检测

准确称取5 mL亚氨基二琥珀酸盐待测液，并做平行对照，按照A.3.4步骤操作，测定其吸光值。

A.3.6 结果计算

亚氨基二琥珀酸含量以质量分数W_3计，按公式（A.3）计算：

$$W_3 = \frac{c_3 \times 2500}{m_3} \times 100\% \qquad (A.3)$$

式中：

c_3 ——从校准曲线上查得的亚氨基二琥珀酸盐的浓度的数值，单位为克每毫升（g/mL）；

m_3 ——亚氨基二琥珀酸盐的质量的数值，单位为克（g）；

2500——体积转换系数。

A.3.7 允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值不大于0.5%。

A.4 亚氨基二琥珀酸四钠、亚氨基二琥珀酸四钾、亚氨基二琥珀酸铵、亚氨基二琥珀酸铜、亚氨基二琥珀酸铁、亚氨基二琥珀酸锌、亚氨基二琥珀酸锰、亚氨基二琥珀酸钙、亚氨基二琥珀酸镁

按BS EN 15950：2010规定的试验方法进行。

附 录 B
（规范性）
锌含量试验方法

B.1 锌试剂比色法

B.1.1 方法提要

锌试剂与亚氨基二琥珀酸锌中的锌元素在pH为8.5～9.5的条件下生成配合物，在波长620 nm处有强烈吸收，其吸收值与浓度成正比，通过测定其吸光度检测锌含量。

B.1.2 试剂或材料

B.1.2.1 硼酸-氯化钾-氢氧化钠缓冲溶液：pH≈8.9。配置方法如下：

a) 0.4 mol/L 硼酸溶液：准确称取 12.276 g 硼酸，加水溶解，转移至 500 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀；
b) 0.4 mol/L 氯化钾溶液：准确称取 14.910 g 氯化钾，加水溶解，转移至 500 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀；
c) 1.0 mol/L 氢氧化钠溶液：准确称取 4.000 g 氢氧化钠，加水溶解，转移至 100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀；
d) 分别量取 0.4 mol/L 硼酸溶液 125 mL，0.4 mol/L 氯化钾溶液 125 mL，1.0 mol/L 氢氧化钠溶液 18.1 mL，转移至 1000 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

B.1.2.2 锌标准贮备溶液：1.0 mg/mL。准确称取1.000 g锌粒（0.622 g马弗炉烘干至恒重的氧化锌），精确至0.0002 g，置于100 mL烧杯中，加入10 mL水和20 mL（1+1）硝酸溶液，在电炉上缓慢加热溶解，冷却后转移至1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

B.1.2.3 锌标准溶液（现配现用）：0.01 mg/mL。准确称取10.00 mL锌标准贮备溶液，转移至1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

B.1.2.4 锌试剂溶液：0.2%。准确称取0.2 g锌试剂，置于装有2 mL 1 mol/L氢氧化钠溶液的100 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。在棕色瓶中可稳定贮存2 d～3 d，溶液正常颜色为红色。若变为紫色，则表示已失效。

B.1.2.5 浓硝酸溶液。

B.1.2.6 （1+1）硝酸溶液。

B.1.3 仪器设备

B.1.3.1 可见分光光度计：配1 cm的吸收池。

B.1.3.2 分析天平：精度为0.0001 g。

B.1.4 工作曲线的绘制

分别量取0 mL、1 mL、2 mL、3 mL、4 mL、5 mL、6 mL、7 mL锌标准溶液于50 mL容量瓶中，加入20 mL水，摇匀。分别加入10.0 mL硼酸-氯化钾-氢氧化钠缓冲溶液和2.00 mL锌试剂溶液，用水稀释至刻度，摇匀。此系列溶液中分别含有0 μg、10 μg、20 μg、30 μg、40 g、50 μg、60 μg锌。将该系列溶液静置10 min，于620 nm处用1 cm吸收池测定其吸光度，以试剂空白为参比。以锌含量为横坐标，以吸光度为纵坐标绘制标准曲线。

B.1.5 分析步骤

准确称取1.0 g试样（精确至0.0002 g），置于预先于（150±2）℃下烘干至恒量的称量瓶中，加入30 mL浓硝酸溶液，在电炉上缓慢加热，保持微沸状态2 h，蒸至近干，加水溶解，用氢氧化钠溶液和（1+1）硝酸溶液调节pH至中性，移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

取三支50 mL容量瓶，分别准确加入1 mL上述溶液、10.0 mL硼酸-氯化钾-氢氧化钠缓冲溶液和2.00 mL锌试剂溶液，用水稀释至刻度，摇匀。静置10 min后，于620 nm处用1 cm吸收池测定其吸光度，以试剂空白为参比。

B.1.6 结果计算

锌含量以质量分数W_4计，按公式（B.1）计算：

$$W_4 = \frac{m_4}{m_5 \times \frac{1}{1000} \times 10^6} \times 100\% \tag{B.1}$$

式中：

m_4 ——从校准曲线上查得的锌离子的含量的数值，单位为微克（μg）；

m_5 ——烘干至恒量的亚氨基二琥珀酸锌的质量的数值，单位为克（g）；

1 ——未稀释待测样品的体积的数值，单位为毫升（mL）；

1000——亚氨基二琥珀酸锌溶解后的体积的数值，单位为毫升（mL）；

10^6 ——g与μg转换系数。

B.1.7 允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值不大于0.5%。

B.2 原子吸收分光光度法（仲裁法）

按NY/T 1974—2010中6.1规定的试验方法进行。

附 录 C
（规范性）
氧化镁含量试验方法

C.1 乙二胺四乙酸二钠容量法

C.1.1 试样溶液制备

准确称取1.0 g试样（精确至0.0002 g），置于预先于（150±2）℃下烘干至恒量的称量瓶中，加入30 mL浓硝酸溶液，在电炉上缓慢加热，保持微沸状态2 h，蒸至近干，加水溶解，用氢氧化钠溶液和（1+1）硝酸溶液调节pH至中性，移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

C.1.2 分析步骤

按GB/T 19203—2003中3.4规定的试验方法进行。

C.1.3 结果计算

C.1.3.1 镁含量的计算按GB/T 19203—2003中3.4.5.2规定的计算公式进行。

C.1.3.2 氧化镁含量以质量分数W_5计，按公式（C.1）计算：

$$W_5 = W_6 \times \frac{M_2}{M_3} \times 100\% \tag{C.1}$$

式中：

W_6 ——测得的镁的质量分数的数值（%）；

M_2 ——氧化镁的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol），数值为40.30；

M_3 ——镁元素的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol），数值为24.31。

C.2 原子吸收分光光度法（仲裁法）

C.2.1 测定方法

按NY/T 1117—2010中4.1规定的试验方法进行。

C.2.2 结果计算

C.2.2.1 镁含量的计算按NY/T 1117—2010中4.1.5规定的计算公式进行。

C.2.2.2 氧化镁含量按公式（C.1）进行计算。

附　录　D
（规范性）
氧化钙含量试验方法

D.1　乙二胺四乙酸二钠容量法

D.1.1　试样溶液制备

准确称取1.0 g试样（精确至0.0002 g），置于预先于（150±2）℃下烘干至恒量的称量瓶中，加入30 mL浓硝酸溶液，在电炉上缓慢加热，保持微沸状态2 h，蒸至近干，加水溶解，用氢氧化钠溶液和（1+1）硝酸溶液调节pH至中性，移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。

D.1.2　分析步骤

按GB/T 19203—2003中3.4规定的试验方法进行。

D.1.3　结果计算

D.1.3.1　钙含量的计算按GB/T 19203—2003中3.4.5.1规定的计算公式进行。

D.1.3.2　氧化钙含量以质量分数W_7计，按公式（D.1）计算：

$$W_7 = W_8 \times \frac{M_4}{M_5} \times 100\% \qquad (D.1)$$

式中：

W_8　——测得的钙的质量分数的数值（%）；

M_4　——氧化钙的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol），数值为56.08；

M_5　——钙元素的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol），数值为40.08。

D.2　原子吸收分光光度法（仲裁法）

D.2.1　测定方法

按NY/T 1117—2010中3.1规定的试验方法进行。

D.2.2　结果计算

D.2.2.1　钙含量的计算按NY/T 1117—2010中3.1.5规定的计算公式进行。

D.2.2.2　氧化钙含量按公式（D.1）进行计算。

附 录 E
（规范性）
氯含量试验方法

E.1 方法提要

在酸性的水或乙醇-水溶液中，以银电极为测量电极，甘汞电极为参比电极，用硝酸银标准滴定溶液滴定，借助于电位突跃确定其反应终点。

E.2 试剂或材料

E.2.1 （2+3）硝酸溶液。

E.2.2 硝酸银溶液：0.1 mol/L。

E.2.3 硝酸银标准滴定溶液：0.01 mol/L。量取100 mL 0.1 mol/L硝酸银溶液，用水稀释至1000 mL，摇匀。

E.3 仪器设备

E.3.1 电位滴定仪：配有双盐桥饱和甘汞参比电极、银电极、电位滴定专用杯。

E.3.2 分析天平：精度为0.0001 g。

E.4 分析步骤

准确称取液体试样1.0 g，或固体试样0.5 g于烧杯中，精确到0.0002 g，加入40 mL～50 mL水，用硝酸溶液调整pH至中性，在电位滴定仪上滴定至电位突跃点（在电位突跃点附近应放慢滴定速度），平行测定3次。同时做空白试验。

E.5 结果计算

氯含量（以Cl^-计）以质量分数W_9计，按公式（E.1）计算：

$$W_9=\frac{(V_3-V_4)c_4M_6}{m_6\times 1000}\times 100\% \tag{E.1}$$

式中：

V_3 ——试样消耗硝酸银标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

V_4 ——空白试验消耗硝酸银标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升（mL）；

c_4 ——硝酸银标准滴定溶液的浓度的数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

M_6 ——氯的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol），数值为35.46；

m_6 ——试料的质量的数值，单位为克（g）；

1000——体积转换系数。

E.6 允许差

取平行测定结果的算术平均值为测定结果。平行测定结果的绝对差值不大于0.5%。