



中华人民共和国国家标准

GB/T 3780.31—2025

炭黑 第31部分：总氢元素含量的测定

Carbon black—Part 31: Determination of total hydrogen content

2025-08-01 发布

2026-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本文件是 GB/T 3780《炭黑》的第 31 部分。GB/T 3780《炭黑》已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：吸碘值试验方法；
- 第 2 部分：吸油值的测定；
- 第 4 部分：压缩试样吸油值的测定；
- 第 5 部分：比表面积的测定 CTAB 法；
- 第 6 部分：着色强度的测定；
- 第 7 部分：pH 值的测定；
- 第 8 部分：加热减量的测定；
- 第 10 部分：灰分的测定；
- 第 12 部分：杂质的检查；
- 第 14 部分：硫含量的测定；
- 第 15 部分：甲苯抽出物透光率的测定；
- 第 17 部分：粒径的间接测定 反射率法；
- 第 18 部分：在天然橡胶(NR)中的鉴定方法；
- 第 21 部分：筛余物的测定 水冲洗法；
- 第 22 部分：用工艺控制数据计算过程能力指数；
- 第 23 部分：逸散炭黑或其他环境颗粒的采样和鉴定；
- 第 24 部分：空隙体积的测定；
- 第 25 部分：炭黑中碳含量的测定；
- 第 26 部分：炭黑原料油中碳含量的测定；
- 第 27 部分：用圆盘式离心光学沉积测量法测定聚集体尺寸分布；
- 第 28 部分：多环芳烃含量的测定；
- 第 29 部分：溶剂可萃取物的测定；
- 第 30 部分：高温挥发物的测定 热重法；
- 第 31 部分：总氢元素含量的测定。

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会(SAC/TC 35)归口。

本文件起草单位：双钱集团上海轮胎研究所有限公司、安徽黑猫新材料有限公司、四川轻化工大学、中昊黑元化工研究设计院有限公司、山西安伦化工有限公司、伊克斯达(青岛)控股有限公司、掘场仪器(上海)有限公司、嘉峪关大友嘉能精碳科技股份有限公司、山东华东橡胶材料有限公司、山西盛达威科技有限公司、浙江长鸿生物材料有限公司。

本文件主要起草人：董文武、赵杰、张敬雨、刘健、朱连超、邵福庆、何颖、遇聪、赵磊华、王英杰、胡春雷、滕明才。

引　　言

炭黑是碳元素的一种,以纳米级粒径、无定形碳形式存在,是有机物(天然气、重油、燃料油等)在空气不足的条件下经不完全燃烧或热分解而得的产物。炭黑是人类最早开发、应用和目前产量最大的纳米材料,被国际化学品领域列为二十五种基本化工产品及精细化工产品之一。炭黑是橡胶工业不可缺少的补强原材料,它能赋予橡胶制品一系列优异性能。

在炭黑标准化体系中,炭黑的比表面积、结构和表面活性三大特性指标是确定炭黑补强能力的主要指标,围绕炭黑的性能,GB/T 3780《炭黑》拟分为以下部分。

- 第1部分:吸碘值试验方法。适用于测试炭黑的表面积,炭黑表面积大小会影响炭黑在橡胶中的分散,特别是与轮胎的耐磨性相关。
- 第2部分:吸油值的测定。适用于测试炭黑的结构,结构是炭黑特有的性能,结构高的炭黑能为轮胎提供较好的补强性,本部分测试的结构为炭黑的一次结构和二次结构,炭黑的二次结构是炭黑的最小单元聚集体因附聚产生的结构。
- 第4部分:压缩试样吸油值的测定。炭黑的压缩试样吸油值是测试的是炭黑的一次结构,是炭黑最小单元聚集体的结构参数,只有炭黑的一次结构才能对轮胎产生补强作用。
- 第5部分:比表面积的测定 CTAB法。适用于测试炭黑的外表面积,外表面积是炭黑与橡胶能产生交联的有效面积。
- 第6部分:着色强度的测定。适用于测试炭黑的粒径分布,炭黑的粒径分布能确定其对橡胶的补强作用。着色强度值高的炭黑,其粒径的尺寸分布较为集中,能大大提高炭黑的补强效果。
- 第7部分:pH值的测定。适用于测试炭黑的pH值,炭黑的pH值会影响橡胶制品的硫化速度和硫化时间。
- 第8部分:加热减量的测定。适用于测试炭黑中水分等低温挥发物的测定,炭黑中加热减量偏高时,其橡胶制品会因水分等低温挥发物在高温下硫化产生气泡,影响轮胎等橡胶制品的质量。
- 第10部分:灰分的测定。炭黑中灰分偏高,会影响炭黑的纯度,降低炭黑中的碳含量。
- 第12部分:杂质的检查。炭黑中的杂质是生产过程中的外来异物,体积较大,在橡胶制品中的存在,会使存在处易出现局部龟裂,在轮胎中可能会引起爆胎。
- 第14部分:硫含量的测定。橡胶制品需用硫磺硫化,炭黑的硫含量高,会影响橡胶制品等的硫化速度。
- 第15部分:甲苯抽出物透光率的测定。本部分涉及的炭黑甲苯抽出物来自没有完全热解的烃类并附着在炭黑表面的焦油状物质。炭黑表面上焦油状物质,能被甲苯等一些溶剂抽出。甲苯将炭黑表面低分子挥发物溶解抽出,甲苯溶液的透光率越低,说明炭黑的低分子挥发物含量高,会影响橡胶制品的表面光泽度。
- 第17部分:粒径的间接测定 反射率法。本部分间接测试炭黑的粒径大小,与电子显微镜法测试的炭黑粒径相对应,能快速测试炭黑的粒径大小,并确定其对橡胶制品的作用。
- 第18部分:在天然橡胶(NR)中的鉴定方法。适用于测试炭黑在橡胶中的物理机械性能,本方法是将炭黑与橡胶混炼、硫化后,按GB/T 528测试橡胶经炭黑补强后的物理机械性能。
- 第21部分:筛余物的测定 水冲洗法。炭黑中的筛余物是生产过程中产生的,体积大于45 μm的物质,体积较小,在橡胶制品中的存在时,也会使存在处易出现局部龟裂,引起橡胶制品提前破裂。

- 第 22 部分：用工艺控制数据计算过程能力指数。本部分适用于指导炭黑生产工艺过程的控制。
- 第 23 部分：逸散炭黑或其他环境颗粒的采样和鉴定。本部分规定了在炭黑生产环境中对炭黑逸散颗粒的采样和鉴定，适用于测试炭黑对环境的污染。
- 第 24 部分：空隙体积的测定。本部分与第 4 部分相同，是测试炭黑一次结构的方法，本方法能快速测试炭黑的结构。
- 第 25 部分：炭黑中碳含量的测定。本部分是将装有已称量样品的燃烧舟放置在 1 350 °C 管式炉内完全燃烧，碳被氧化成二氧化碳，用碳分析仪测定二氧化碳浓度，确定其碳含量。本部分与第 26 部分共同组成炭黑生产过程中碳排放量的测试方法，为制定炭黑生产过程碳排放控制标准作准备。
- 第 26 部分：炭黑原料油中碳含量的测定。本部分与第 25 部分采用相同的方法测试炭黑原料油中碳含量，与第 25 部分共同组成炭黑生产过程中碳排放量的测试方法，为制定炭黑生产过程碳排放控制标准作准备。
- 第 27 部分：用圆盘式离心光学沉积测量法测定聚集体尺寸分布。本部分采用物理离心方法测试炭黑的粒径分布，与第 6 部分相同，通过测试炭黑的粒径分布，能确定其对橡胶的补强作用。
- 第 28 部分：多环芳烃含量的测定。炭黑中多环芳烃的来源与第 15 部分相同，炭黑表面的多环芳烃会随着炭黑在各类橡胶、塑料制品中的使用，带到环境中，特别是用于油漆、油墨、玩具时，多环芳烃含量高的炭黑与人体接触时会造成伤害。
- 第 29 部分：溶剂可萃取物的测定。炭黑中溶剂可萃取物的来源与第 15 部分相同，甲苯或丙酮等溶剂可萃取物的大小反映了残留物（炭黑生产中残留在炭黑表面上未完全裂解的有机聚合物）的多少，反映了炭黑生产转化的完全程度。抽出物含量高可能会污染胶料，在一些应用中能引起污染，制品外观也可能出现问题。
- 第 30 部分：高温挥发物的测定 热重法。本部分是用热重分析仪定量测定炭黑高温挥发物失重率的方法，不包含 GB/T 3780.8 规定的 125 °C 的加热减量。适用于对炭黑表面官能团和吸附物（如碳氢化合物）热解的评估。
- 第 31 部分：总氢元素含量的测定。本部分采用热导检测器（TCD）法测定炭黑中总氢元素的含量，适用于橡胶用炭黑，与炭黑补强性能相关。

通过对以上标准的发布，能提高我国炭黑技术的水平，促进炭黑产品质量的提高，为炭黑的相关用户提供了技术交流的平台。同时，能与国际水平的接轨，促使标准功能的有效发挥，更好地促进贸易、交流以及技术合作。

炭黑 第 31 部分：总氢元素含量的测定

1 范围

本文件描述了用热导检测器(TCD)法测定炭黑中 2 000 ℃以上能脱出的总氢元素含量的方法。本文件适用于橡胶用炭黑的测定。

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 3778 橡胶用炭黑
- GB/T 7767 炭黑术语
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

GB/T 7767 界定的术语和定义适用于本文件。

4 原理

在惰性气体氩气保护下,采用高温熔融法提取镍囊包裹的炭黑试样中的氢元素得到氢气。氢气在氩气的引导下输送至热导检测器中,根据氢气信号强度计算得到试样中的氢元素含量。

5 试剂或材料

- 5.1 氩气,纯度 99.999%以上。
- 5.2 氮气,纯度 99.5%以上。
- 5.3 无水高氯酸镁:分析纯。
- 5.4 碱石棉:分析纯。
- 5.5 常温氧化剂:试剂的选择根据仪器制造商推荐而定。
- 5.6 氢元素参比样品:已知氢元素含量。
- 5.7 镍囊:由高纯度镍制成。
- 5.8 石墨坩埚:由高纯石墨制成。
- 5.9 锡粒:由高纯锡制成。

6 仪器设备

- 6.1 氢元素分析仪,采用热导检测器(TCD),加热温度可达 3 500 ℃,具备助熔剂脱气功能。图 1 为该