

国家标准 GB/T XXXX-XXXX
《粉末涂料中氟含量的测定》

编制说明

(征求意见稿)

《粉末涂料中氟含量的测定》标准编制组

2026 年 3 月

一、工作简况，包括任务来源、制（修）定背景、起草过程等

（一）任务来源

为加强高新技术领域国家标准供给，加快推进国家标准采信先进团体标准工作，市场监管总局标准技术司遴选了高新技术领域部分社会团体，先行先试开展首批团体标准采信工作。由中海油常州涂料化工研究院有限公司牵头起草、中关村材料试验技术联盟（CSTM）发布的团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》实施已满 2 年，实施效果良好，技术内容先进，具有广泛的行业需求，2025 年 11 月经评估，获得批准采信为推荐性国家标准。2026 年 1 月 28 日，“国家标准委关于下达 2026 年第一批推荐性国家标准采信团体标准计划的通知”（国标委发[2026]12 号），下达了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的采信计划，计划号为 20260724-T-606，由全国涂料和颜料标准化技术委员会归口，执行单位为全国涂料和颜料标准化技术委员会涂料产品及试验方法分会，项目周期为 6 个月，计划于 2026 年 5 月完成报批任务。

（二）制（修）定背景

1、概述

粉末涂料以其完全不含溶剂，可以全部转化为涂膜，而且涂装效率高、保护和装饰综合性能好的特点，适应了涂料工业对节约资源、能源，降低环境污染和提高工效等方面的要求，具有很好的经济效益和社会效益。随着世界环保呼声的日益高涨和各国环保法规的强化，作为适应环保要求的“绿色涂料”产品，粉末涂料的产量和品种在不断提高和扩大。氟树脂具有的卓越的耐候性、耐久性和耐化学性，特殊的表面性能和良好的电气特性，以其为主要成膜物质制成的涂料被广泛应用于高档建筑外墙装饰、金属型材装饰保护、桥梁、海洋工程、石化设施等腐蚀防护以及太阳能背板保护等领域。将氟树脂运用于粉末涂料领域，制成具有超长耐候性、耐久性和优异综合性能的含氟树脂粉末涂料，同时具有高性能和绿色环保的优势，将有广阔的发展空间。

氟树脂的优异性能归因于树脂中的 C-F 键具有高键能、低极化率。因此涂料基料中 C-F 键含量的多少对产品性能有重要影响，同时也影响着产品的成本。用合适的溶剂将涂料中的树脂离心出来，用其中的氟含量来表征树脂 C-F 键的含量，实现对氟树脂的含量进行控制是可行的，在溶剂型、水性氟树脂涂料行业已

得到运用，对保证涂料产品质量，规范行业秩序可起到积极作用。

2、现状

溶剂型、水性氟树脂涂料领域率先建立了氟含量测定的方法，但因粉末涂料完全不同的形态，直接套用液态涂料领域的测试方法效果不佳。为建立测定粉末涂料树脂中氟含量的测试方法，CSTM/FC05/TC05 化工材料领域委员会涂料和颜料技术委员会秘书处组织行业于 2019 年开展了团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的制定工作，标准于 2020 年 4 月发布，2020 年 7 月正式实施。标准中的测试方法被化工行业标准 HG/T 6002—2022《氟树脂粉末涂料》所引用，成为行业所认可的测试氟树脂粉末涂料中氟含量、衡量产品品质的标准方法。

3、目的意义

开发适用于粉末涂料的相应的氟含量的测定方法，并制定相应的标准，填补了国内外技术的空白，满足当前粉末涂料行业研发、生产、监管的迫切需求，实现产品质量的有效管控，打击假冒伪劣，引导行业健康发展，为我国涂料行业转型升级和环保事业做出贡献。

4、当前国际水平

在团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》发布实施之前，粉末涂料领域尚无相应的国内外标准可指导氟含量的测定。该标准首次建立了科学准确的测试方法，为粉末涂料中氟含量的测定提供了依据，满足行业发展需要，填补了空白，达到国际先进水平。

5、标准体系

目前涂料和颜料领域归口的现有标准 506 项（推荐性），其中国家标准 316 项，其结构为基础通用标准 16 项、产品标准 55 项、方法标准 203 项、管理标准 42 项；行业标准 190 项，其结构为基础通用标准 2 项、产品标准 154 项、方法标准 34 项、管理标准 0 项。

涂料领域受工信部委托起草的强制性国家标准 3 项。

本标准项目在该标准体系中属于涂料试验方法标准，体系编号为 01-005-01-03-02。

（三）主要工作过程

1、团体标准发布实施情况（2020.4～2025.10）

团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》于 2020 年 4 月 14 日发布，2020 年 7 月 14 日实施。标准发布后，行业中的龙头生产企业、权威检测机构等对标准中的测试方法进行了充分实践，对不同类型的氟树脂粉末涂料分别应用标准中的氟元素含量测定方法和 PVDF 树脂含量测定方法进行测试，实践证明，标准中的方法原理科学，操作简便易行，测试结果能准确反映各类氟树脂粉末涂料中氟树脂的含量，对品质控、新品开发、维护行业秩序均有良好的指导作用，因此得到了行业的普遍认可，在粉末涂料行业被广泛应用。团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的实施有力推动了行业的进步和经济的发展，取得明显的经济效益和社会效益。

2、国家标准采信团体标准工作（2025.11～）

（1）任务下达

T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》迄今为止实施已超过 2 年，实施效果良好，技术内容具有先进性、引领性，符合推荐性国家标准制定需求和范围；且中关村材料试验技术联盟（CSTM）为符合团体标准化良好行为标准的社会团体，根据《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》，满足团体标准采信为推荐性国家标准的要求。2025 年 11 月 25 日，市场监管总局标准技术司召开首批国家标准采信团体标准工作推进会，T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》作为首批拟采信团体标准项目之一接受了专家讨论，最终评估通过被遴选为首批采信标准项目。2026 年 1 月 28 日，“国家标准委关于下达 2026 年第一批推荐性国家标准采信团体标准计划的通知”（国标委发[2026]12 号），采标任务正式下达，计划号 20260724-T-606，由全国涂料和颜料标准化技术委员会受国务院标准化行政主管部门委托，负责标准的起草、征求意见、技术审查工作。

（2）组建标准编制组

全国涂料和颜料标准化技术委员会邀请了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的标准起草单位的代表组建了标准编制组，以确保国家标准采信团体标准过程中的技术连贯性和行业认可度。这些单位均是具备管理规范、已有相当生产规模和市场占有率、具有良好社会形象等条件，且敢于承担社会责任、在行业中能引领技术进步、产品质量达到较高水平的骨干企业。其中国家涂料质

量检验检测中心、中国化工学会涂料涂装专业委员会不是法人单位，故沟通后上述两家单位同意不列入本标准的起草单位名单中。

本次采信工作的参与单位和人员组成及分工详见下表。

表 1 起草单位成员名单及分工

序号	起草单位名称	起草人	承担工作内容
1	中海油常州涂料化工研究院有限公司	唐佳瑜、杜安梅、 季军宏	负责标准的编制工作、汇总各方意见和国内外相关标准资料的研究
2	国恒信（常州）检测认证技术有限公司	顾辉旗	
3	福建万安实业集团有限公司	黄文	调研氟元素含量测定前处理方法的国内外标准资料，以及团体标准相关内容实施情况，负责审核完善相关内容
4	阿克苏诺贝尔（中国）投资有限公司	宫文娟	
5	江苏考普乐新材料有限公司	纪志勇	调研氟元素定量方法的国内外标准资料，以及团体标准相关内容实施情况，负责审核完善相关内容
6	上海华谊三爱富新材料有限公司	杨岱	
7	上海东氟化工科技有限公司	潘德军	调研 PVDF 树脂含量测定方法的国内外标准资料，以及团体标准相关内容实施情况，负责审核完善相关内容
8	广东华江粉末科技有限公司	李啟聰	
9	浙江明泉工业涂装有限公司	刘扬	

(3) 工作组会议和征求意见稿

2026 年 3 月 15 日下午，由全国涂料和颜料标准化技术委员会秘书处组织，在常州召开了《粉末涂料中氟含量的测定》制定工作组会议。来自标准编制组的 9 家单位的 15 名专家参与了讨论。各位专家提前调研了国内外相关标准资料，收集汇总了近几年以来的相关检测数据和客户反馈。在会议上再次审阅了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》文本，各位专家一致认为该团体标准技术内容较成熟，故此次采信团体标准的国家标准，技术内容与 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》基本一致，仅作编辑性修改，直接形成征求意见稿。会议提出的修改意见如下：

- 1) 更改范围的表述方式，使范围的编写更规范；
- 2) 删除了 GB/T 6682—2008、GB/T 12806—2011、GB/T 12807—2021、GB/T 12808—2015 的年代号，删除年代号对结果无影响。

- 3) 增加“术语和定义”章节，以符合标准编写要求；
- 4) 更改4.2.5中2,6-二氟苯甲酸及其氟元素的质量分数的供应方式描述，以避免出现影响公平竞争的内容；
- 5) 将包含要求、推荐、允许型条款的注调整为正文，以符合标准化文件的起草规范；
- 6) 增加4.3.5中氧弹燃烧装置结构的资料性描述，以便于使用者选择设备；
- 7) 增加氟离子电极的电极电位与浓度的负对数呈线性关系、活化和洗涤的有关描述，以便于氟离子电极的选择和维护；
- 8) 增加了4.5.2.3中“没有黏性”的资料性说明“通常为松散或易散”，以便于操作；
- 9) 将公式变量符号中的汉字下标改为字母或数字下标，以符合标准化文件的起草规范。

会后，编制组根据会议讨论确定的修改意见，完成了征求意见稿，上报全国涂料和颜料标准化技术委员会。

二、标准编制原则和标准主要内容

（一）标准编制原则（总体原则、特殊性原则）

在该计划项目申报之前，全国涂料和颜料标准化技术委员会对 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的技术内容进行了评估，技术内容有较高的先进性和完整性，基本符合国家标准编制要求。

计划下达后，按照《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》的第四条中“采信团体标准的推荐性国家标准(以下简称采信标准)与被采信团体标准技术内容原则一致，可作编辑性修改”要求，在团体标准基础上进行编辑性修改。

（二）主要内容及其确定依据

1、技术路线

编制组调研了国家涂料检验检测中心按 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》进行检测的数据和客户反馈，该团体标准能针对不同氟树脂的特性，采取不同的有机含氟物质的测试方法，测试准确性较高，该团体标准的技术路线是可行的。因此本标准完全采用了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的技术路线：对于含有聚偏二氟乙烯（PVDF）或氟烯烃/乙烯基醚（酯）共聚树脂（FEVE）的粉末涂料，采用氧弹燃烧-离子选择电极法测定溶剂可溶物

中氟元素的含量；对于含有聚偏二氟乙烯（PVDF）的粉末涂料，采用离心分离法测定溶剂可溶物中 PVDF 树脂的含量。

2、确定依据

（1）氟元素含量测定的前处理方法

编制组调研了国内外发布的氟元素测定使用的前处理方法见表 2。

表 2 国内外标准中氟元素测定前处理方法一览表

标准号	测试样品	前处理方法	操作方法
BS 4258-4-1975 ISO 3360-1976	磷酸	水蒸气蒸馏法	直接经水蒸气蒸馏（加酸）分离氟化物。
GB/T 1872-1995	磷矿石和磷精矿	直接浸取法	直接用水/酸/碱浸取试样溶出氟化物。
GH/T 1126-2016 NY/T 838-2004	茶叶		
GB/T 5009.18-2025	食品（砖茶）		
GB/T 5009.18-2025	食品	灰化-水溶-净化法	试样高温灰化后用水溶解、定容，随后用离子交换树脂、净化柱分离净化氟化物。
ISO 2828-1973 BS 4140-17-1986	氧化铝	浸取-水蒸气蒸馏法	用水/酸/碱浸取试样溶出氟化物，可加热提高浸出率。浸出液经水蒸气蒸馏（加酸）分离氟化物。
BS 5072-3-1975 ISO 2833-1973 YS/T 535.2-2025	氟化钠		
GB/T 22660.3-2008	氟化锂		
GB/T 6730.26-2017 GB/T 6730.27-2017	铁矿石		
BS 4993-1-1974 YS/T 581.3-2021	氟化铝	碱熔融-水蒸气蒸馏法	试样加碳酸钠或氢氧化钠熔融分解，熔块经水蒸气蒸馏（加酸）分离氟化物。
GB/T 21994.3-2008	氟化镁		
ISO 1693-1976 YS/T 273.3-2020	冰晶石		
GB/T 6730.26-2017 GB/T 6730.27-2017	铁矿石		
ISO 4694-1987 BS 7020-19-1988 GB/T 6730.28-2021	铁矿石	碱熔融-浸取法	试样加碳酸钠或氢氧化钠熔融分解，熔块经水浸取溶出氟化物。
YB/T 190.10-2014	连铸保护渣		
GB/T 2465-1996	硫铁矿和硫精矿		
YS/T 1179.1-2017	铝渣		
SN/T 1031.4-2001	氧化铈		

JB/T 7758.1-2008 SN/T 2762-2011	石墨（板）		
YS/T 581.3-2021	氟化铝	碱熔融-氟氯化铅沉淀法	试样加碳酸钠熔融，热水浸提溶出氟化物，加入试剂形成氟氯化铅沉淀，溶于硝酸待测。
YS/T 273.3-2020	冰晶石		
GB/T 6609.14-2004	氧化铝	高温水解法	试样在高温下，在氧气中和水蒸气中燃烧、分解，离子态氟被碱液吸收。
ASTM D5987-1996(2015)	煤和焦炭		
SN/T 3596-2013	煤炭	氧瓶/弹燃烧法	试样在氧瓶/弹中燃烧分解，用碱液吸收氟化物。
HG/T 4656-2014	氟系防水防油剂		
GB/T 34692-2017	热塑性弹性体		
HG/T 3792-2014 附录 A	交联型氟树脂涂料		
T/CSTM 00322-2021			
HG/T 4104-2019 附录 A			

上述各方法中：

1) 浸取法是一种快速简便的前处理方法，但浸出率高低受样品种类、氟化物状态、浸泡时间等影响，适用性需要验证。氟树脂中 C-F 键键能大，需要较大能量才能实现氟的释放，浸取法无法满足要求。

2) 碱熔融对于无机样品可有效实现熔融分解、氟离子的释放，但敞开式体系氟可能以气体形式逸出导致损失。

3) 灰化法、高温水解法、氧瓶/弹燃烧法常用于有机样品，分解其中的有机物，使氟成为离子态释放出来被固定液固定。灰化法为敞开式体系容易导致氟的损失；高温水解法分解装置搭建、操作比较繁琐，但高温下持续通入氧气可能对有机物的分解较完全彻底。氧瓶/弹燃烧法在密闭空间中进行，减少样品污染和损失，同时绿色环保，氧弹燃烧法是对氧瓶燃烧法的升级，氟转化效率更高。

4) 试样经浸取、灰化或碱溶后通常会通过水蒸气蒸馏实现氟化物与干扰物质的分离，对测试溶液起到净化的效果。

5) 此外在食品行业曾应用扩散法，即试样中氟化物在扩散盒内与酸作用，产生氟化氢气体，经扩散被碱液吸收。但非离子型氟化物不能释放，无法测定有机氟，对氟树脂中氟含量的测定没有参考意义。

该 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的前处理“离心法”

和“氧弹燃烧法”，在氟树脂涂料相关行业标准 HG/T 3792-2014、HG/T 4104-2019 已得到应用，积累了丰富经验。相对于氧瓶，氧弹燃烧装置提供了一个高压、富氧的燃烧环境，可以使样品充分燃烧分解，进一步提高氟的转化率。

因此本标准在编制时，采用了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》中前处理方法。

(2) 氟元素定量方法

编制组调研了国内外标准中常见的氟元素定量方法：镧-茜素络合物分光光度法、硝酸钍容量法、硝酸汞容量法、离子选择电极法、离子色谱法等，国内外标准中使用的测定方法见下表。

表 3 国内外标准中氟元素测定方法一览表

标准号	测试样品	测定方法	备注
ISO 2828-1973 BS 4140-17-1986 GB/T 6609.14-2004	氧化铝	镧-茜素络合物分光光度法	分光光度法 标准曲线法
GB/T 6730.27-2017	铁矿石		
BS 4258-4-1975 ISO 3360-1976	磷酸		
BS 4993-1-1974 YS/T 581.3-2021	氟化铝	硝酸钍容量法	滴定分析 可通过指示剂进行目视滴定,也可利用仪器进行分光光度计滴定。
BS 5072-3-1975 ISO 2833-1973 YS/T 535.2-2025	氟化钠		
GB/T 21994.3-2008	氟化镁		
GB/T 22660.3-2008	氟化锂		
ISO 1693-1976 YS/T 273.3-2020	冰晶石		
GB/T 6730.26-2017	铁矿石		
YS/T 581.3-2021 YS/T 273.3-2020	氟化铝	硝酸汞容量法	滴定分析
ISO 4694-1987 BS 7020-19-1988 GB/T 6730.28-2021	铁矿石	离子选择电极法	标准曲线法
GB/T 1872-1995	磷矿石和磷精矿		
GB/T 2465-1996	硫铁矿和硫精矿		
YS/T 1179.1-2017	铝渣		
YB/T 190.10-2014	连铸保护渣		
SN/T 1031.4-2001	氧化锑		

JB/T 7758.1-2008 SN/T 2762-2011	石墨		
ASTM D5987-1996 SN/T 3596-2013	煤和焦炭		
HG/T 4656-2014	氟系防水防油剂		
GH/T 1126-2016 NY/T 838-2004	茶叶		
HG/T 5016-2016	含氟废气		
GB/T 5009.18-2025	食品		
ISO 9892-1992	金属铈、二氧铈粉末和 芯块以及硝酸铈酰溶液	离子选择电极法	标准加入法
HG/T 3792-2014 附录 A	交联型氟树脂涂料		
HG/T 4104-2019 附录 A	水性氟树脂涂料		
ASTM D5987-1996(2015)	煤和焦炭	离子色谱法	
HG/T 4199-2011(2017)	无机化工产品通用方法		
T/CSTM 00322-2021	交联型氟树脂涂料		

上述方法中：

1) 钼-茜素络合物分光光度法，其以特定波长的光吸收计算氟含量，容易受到其它含有发色基团物质的干扰；

2) 硝酸钍容量法：操作费时，所用试剂具有放射性污染；

3) 离子选择电极法：在标准中使用较普遍，氟涂料标准 HG/T 3792、HG/T 4104 也使用了该方法测定氟元素含量。具有良好的选择性，但对操作人员的要求较高。仪器简单，维护费用低，普及率高。

4) 离子色谱法：测试液经过柱分离再进行检测，减少了干扰。人为因素影响较小，灵敏度好，自动化程度高。仪器成本高，维护复杂，需要专业人员操作。

T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》中采用的“离子选择电极法”，成本低，便于推广，在涂料行业已得到运用，积累了丰富的测试经验，方法较为成熟，因此本标准在编制时采纳了该团体标准的“离子选择电极法”。

(3) PVDF 树脂含量测定方法

编制组调研了国内外发布的氟涂料标准中采用的 PVDF 含量测定的方法，主要有两种：1) 离心分离法，利用 PVDF 树脂和丙烯酸酯类树脂等在不同溶剂中的溶解性不同而实现分离，称重后计算含量的方法；2) 熔融温度下降法，利用结晶聚合物的熔融温度会随着与之相容的非结晶聚合物含量的升高而下降的现象，建立温度差曲线，从而测得涂层树脂中 PVDF 树脂含量。另外还有一个思路

是先测得氟含量，再根据 PVDF 树脂理论氟含量推算 PVDF 树脂含量。熔融温度下降法需要使用制备涂层所用的纯 PVDF 树脂绘制曲线，在实际测试过程中很难实现。由测得的氟含量折算 PVDF 树脂的方法，由于 PVDF 树脂合成工艺的不同，实际氟含量与理论氟含量有偏差，从而导致测试结果的偏离。

T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》中离心分离法简单方便，准确性高。因此编制组采纳了该团体标准的“PVDF 树脂含量测定方法”。

3、与 T/CSTM 00222—2020 相比未作技术性修改，进行了编辑性修改

编制组对 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》文本进行了仔细审阅，对照 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》、《推荐性国家标准采信团体标准暂行规定》的要求，结合标准实施以来全国涂料和颜料标准化技术委员会收集到的行业反馈信息，对标准文本进行了编辑性修改，未作技术性修改，具体修改内容如下：

1) 增加引言，阐述该标准文件编制的背景、目的、意义，以及对团体标准进行的编辑性改动；

2) 更改了范围的表述方式，使范围的编写更规范，方便使用者理解两种方法的区别和准确做出选择；

3) 删除了 GB/T 6682—2008、GB/T 12806—2011、GB/T 12807—2021、GB/T 12808—2015 的年代号，对结果无影响，且保持标准的时效性和先进性，促进标准体系协调统一；

4) 增加了“术语和定义”章节，以符合标准编写要求；

5) 更改了参比样品“2,6-二氟苯甲酸”及其氟元素的质量分数的供应方式描述，不再指定某家机构统一提供，避免出现影响公平竞争的内容；

6) “氧弹燃烧-离子选择电极法”（测定溶剂可溶物中氟元素含量）中，增加了氧弹燃烧装置结构的资料性描述，便于使用者选择设备，为设备采购、后期维护提供指导，提升标准的可操作性；

7) 增加了氟离子选择电极的电极电位与浓度的负对数呈线性关系、活化和洗涤的有关资料性描述，有利于氟离子电极的选择和维护；

8) 对于离心后的溶剂不溶物“没有黏性”的判断，增加了“通常为松散或易散”的建议说明，提供了可视化的判断依据，增强了可操作性；

9) 修正了团体标准文本中不正确的表述形式，将包含要求、推荐、允许型条款的“注”调整为正文，将公式变量符号中的汉字下标改为字母或数字下标，以符合标准化文件的起草规范。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

(一) 试验验证的分析和综述报告（对重要步骤的分析）

编制组查询了 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》的验证试验，经过调研，编制组认为这些验证试验数据是可靠的和充分的，能够支撑 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》技术内容。

T/CSTM 00222—2020 验证试验样品和试验情况如下：

共有 6 家企业提供粉末涂料样品共 10 个，用于验证试验。根据初步了解，样品简况如下表所示。样品包括了粉末型氟涂料领域的 PVDF、FEVE 两大类产品，具有代表性。

表 4 验证试验样品简况

样品编号	样品状态	树脂体系
1#	黑色闪光粉末	PVDF、丙烯酸酯
2#	白色粉末	聚酯，可能少量 PVDF
3#	黑色粉末	PVDF、丙烯酸酯
4#	白色粉末	PVDF、丙烯酸酯，FEVE
5#	白色粉末	PVDF、丙烯酸酯
6#	白色粉末	PVDF
7#	白色粉末	聚酯、封闭聚氨酯、FEVE
8#	黑色粉末	聚酯、封闭聚氨酯、FEVE
9#	黄色粉末	PVDF、丙烯酸酯
10#	黄色粉末	聚酯、封闭聚氨酯、FEVE

1、溶解性试验

实现树脂各组分与颜填料的有效分离，是测试方法的重要步骤。首先使用生产企业提供的 PVDF 树脂（3 种）、FEVE 树脂（3 种），B44 丙烯酸酯树脂（1 种）分别加入溶剂 N,N-二甲基甲酰胺（DMF）、甲苯、丙酮、乙酸乙酯、乙醇，

60℃加热，并进行超声提取超声 30min，考察树脂在不同溶剂中的溶解性，为标准中选择合适的离心分离条件提供依据。溶解性结果见表 5。由下表可知，DMF 对于 PVDF、FEVE、B44 丙烯酸酯树脂均能完全溶解，可用来溶解粉末涂料样品中的基料组分，测定氟元素含量；甲苯、乙酸乙酯能溶解 FEVE、B44 丙烯酸酯树脂，对 PVDF 树脂不溶，具有选择性，可用来进行 PVDF 树脂和其他树脂的分离，测定 PVDF 树脂含量。经过测试，丙酮对于一些 PVDF 树脂能部分溶解。与参标单位专家联系了解到，目前已发展出改性 PVDF，可降低树脂熔点，提高树脂在一些溶剂中的溶解性，能改善附着力等性能。因此在试验中要慎重选择溶剂进行树脂分离试验。

表 5 树脂在不同溶剂中的溶解性

树脂类别	溶剂溶解性				
	DMF	甲苯	丙酮	乙酸乙酯	乙醇
PVDF(1)	完全溶解	不溶	不溶	不溶	不溶
PVDF(2)	完全溶解	不溶	部分溶解	不溶	不溶
PVDF(3)	完全溶解	不溶	部分溶解	不溶	不溶
FEVE(1)	完全溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解	部分溶解
FEVE(2)	完全溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解	部分溶解
FEVE(3)	完全溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解	部分溶解
B44	完全溶解	完全溶解	完全溶解	完全溶解	少量溶解

基于上述测试结果，再使用验证试验样品进行测试，加入 DMF 溶剂，60℃加热并超声 30min。测试结果（见表 6）显示，树脂在 DMF 中充分溶解。经（4~6）次反复提取、离心，树脂、颜填料基本实现有效分离。

表 6 验证试验样品基料溶解性试验

样品编号	DMF 溶解性 （60℃加热、超声提取）	溶剂不溶物含量，%	颜填料表面是否有树脂残留 （红外光谱法）
1#	溶解	15.2	无
2#	溶解	透明粉	—
3#	溶解	10.2	无
4#	溶解	透明粉	—

5#	溶解	透明粉	—
6#	溶解	透明粉	—
7#	溶解	透明粉	—
8#	溶解	21.5	无
9#	溶解	13.8	无
10#	溶解	33.2	聚乙烯蜡

2、氟含量测定

为加快检验速度，提高检测效率，选择 1#样、10#样分别代表含颜填料的 PVDF、FEVE 粉末涂料，进行氟含量的测试，考察离心一遍得到的溶剂可溶物其测试结果与多次离心所得结果的一致性。观察试验过程，1#、4#样首次加入 DMF、加热同时超声后，树脂全部溶解；氟元素含量测试结果表明，一遍离心所得溶剂可溶物氟含量与多次离心结果一致。因此，对特定产品的出厂检验，确定条件后使用离心一遍得到的溶剂可溶物进行氟含量测试使可省去反复离心和红外鉴定的工作。

下一步对收集到的粉末样品全部进行测试。首先对含有颜填料的粉末样品加入 DMF 溶解后离心获得溶剂可溶物，随后进行溶剂可溶物中氟元素含量测定。透明粉直接进行氟元素含量测定。获得的溶剂可溶物中氟含量测定结果见下表。可见，PVDF 型粉末涂料的氟元素含量普遍较高。

表 7 验证试验样品溶剂可溶物中氟含量测试结果

样品编号	溶剂可溶物中氟含量，%	
	离心 1 遍	离心 4 遍
1#	40	40
3#	/	42
4#	/	37
5#	/	44
6#	/	59
7#	/	5
8#	/	9
9#	/	39
10#	11	11

3、PVDF 树脂含量测定

针对 PVDF 型粉末涂料样品，摸索了溶剂可溶物中 PVDF 树脂含量的测试方法，参考了 HG/T 3793-2019《热熔型氟树脂（PVDF）涂料》中的方法并进行了改进。为将样品中的 PVDF 树脂分离出来，需要选择两种溶剂，使 PVDF 树脂、PVDF 树脂以外的其他树脂分别溶解、随后分离。根据表 5 的测试结果，丙酮对改性 PVDF 有一定的溶解性，对丙烯酸酯、FEVE 树脂溶解性好，无法进行两者的分离，不予采用。甲苯、乙酸乙酯对丙烯酸树脂、FEVE 树脂溶解性好，对 PVDF 不溶，具有良好的选择性，可用来溶解 PVDF 树脂以外的树脂，进行分离的第一步。DMF 具有强大的溶解性，对 PVDF 树脂、FEVE 树脂、丙烯酸酯树脂等都具有良好的溶解性，可在离心第二步，使用 DMF 溶剂进行 PVDF 的溶解，实现 PVDF 树脂与颜填料的分离。

对验证试验样品中的 PVDF 型粉末涂料样品，进行溶剂可溶物中 PVDF 树脂含量的测定。首先使用甲苯/乙酸乙酯（体积比 1:1）混合溶剂溶解分离 PVDF 树脂以外的其他树脂，之后再使用 DMF 溶剂溶解进行 PVDF 树脂与颜填料的分离。各树脂组分充分烘干后称重，计算溶剂可溶物中 PVDF 树脂含量，结果见下表。

表 8 PVDF 型粉末涂料溶剂可溶物中 PVDF 树脂含量测试结果

样品编号	溶剂可溶物中 PVDF 树脂含量，%
1#	72.9
3#	67.2
4#	49.4
5#	69.5
6#	>99
9#	61.7

（二）技术经济论证（调查研究）

团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》发布 5 年以来，经行业实践，方法可行性得到充分验证。涂料领域权威检测机构国家涂料质量检验检测中心率先在 CNAS 扩项评审中获得检测资质，开展粉末涂料中氟含

量检测业务。5 年来积累的检测数据表明，运用测试得到的氟含量表征粉末涂料中氟树脂含量，进而预测产品性能，是科学可行的。方法选择时，在确保技术可行的基础上，也充分考虑了经济合理性，选择的氧弹燃烧-离子选择电极法以及离心分离法，均在行业中有一定应用基础，设备材料易于获得，操作方便快捷，实现了技术先进性与经济合理性的最佳匹配。

（三）预期的经济效益、社会效益和生态效益

本标准的制定和发布，为粉末涂料中有机含氟物质的测定提供了准确高效的手段，为生产企业进行产品质量控制提供了方便快捷的方法；为研发机构研究元素与产品性能关系的研究、开发新产品提供了准确的数据支持；有利于氟树脂粉末涂料行业规范和提高产品质量，促进技术和经济的发展。本标准实施后，将取得明显的经济效益和社会效益和生态效益。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

（一）与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

1、一致性程度

未采用国际标准。

2、标准水平

本标准采信团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》首次实现了粉末涂料溶剂可溶物中氟含量、PVDF 树脂含量的准确测定，填补了空白。标准水平为国际先进水平。

（二）与测试的国外样品的有关数据对比情况

国内产品具有很高的性价比优势，国内市场基本为国内产品所占领，没有收集到进口产品。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

未查询到有关氟树脂粉末涂料中氟含量测试的国际和国外标准，因此未采用相关的产品国际国外标准。

本标准是在分析研究了国内外多个产品及方法标准的基础上制定的，确定技术参数时参考了相关标准，但最终根据氟树脂粉末涂料产品的性质通过试验确

定。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

（一）与现行法律法规、规章协调性

本标准与现行相关法律法规、规章并无矛盾或冲突，对于促进该领域技术进步、引导行业健康有序发展非常必要。

（二）与强制性标准的协调性

本标准与涂料领域的强制性标准不存在矛盾或冲突，而是作为一种补充共同为终端产品质量把好关。

（三）与相关标准协调性

本标准采信团体标准 T/CSTM 00222—2020《粉末涂料中氟含量的测定》。本标准与其他相关标准之间也不存在矛盾之处。本标准的制定会进一步推动氟树脂粉末涂料行业的技术进步和引导行业的健康发展。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准文件描述了测定粉末涂料中氟含量的两种方法，不涉及需要强制性执行的内容，标准性质建议为推荐性国家标准。

建议在本标准实施前在行业内进行广泛宣贯，让相关单位和机构及时了解标准的最新信息，熟悉检测新技术并能更好地应用于日常质量控制之中，推动标准的顺利实施，以使该国家标准在今后得到更广泛的使用，为生产方、使用方、检测机构提供方法指导，促进我国氟树脂粉末涂料行业健康快速的发展。建议归口管理部门或行业协会通过编写《标准实施指南》、在行业报刊发表标准解读文章或利用网络媒体及实体会议组织行业标准宣贯等开展标准的推广工作。

建议标准发布后 6 个月后实施。

十、其他应当说明的事项（修改标准名称的理由、调整第一起草单位、延迟标

准计划完成时间的理由等)

无。