

化工行业标准HG/T 5176—××××

《金属结构用水性防腐涂料》编制说明

（征求意见稿）

《金属结构用水性防腐涂料》标准编制组

2023年10月

## 一、工作简况

### （一）任务来源

#### 1、基本信息

2023年4月17日工业和信息化部办公厅发文《关于印发2023年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科〔2023〕18号），推荐性化工行业标准《金属结构用水性防腐涂料》，项目编号为 2023-0210T-HG，由全国涂料和颜料标准化技术委员会负责归口，中海油常州涂料化工研究院有限公司和天津灯塔涂料工业发展有限公司为第一和第二起草单位，要求于2024年6月底完成报批。

#### 2、标准化对象简要情况

##### （1）概述

生态环境部《重点行业挥发性有机物综合治理方案》中指出“通过使用水性等低VOCs含量的涂料，替代溶剂型涂料，从源头减少VOCs产生”。大型钢结构等金属结构由于体积巨大，很难做到有组织排放，因此必须从源头进行控制，目前，采用水性防腐涂料替代溶剂型涂料是最主要的减排方案。

##### （2）现状

HG/T 5176-2017《钢结构用水性防腐涂料》是有关各类水性防腐涂料在钢结构上配套应用的重要标准，该标准实施以来，极大促进了水性防腐涂料的快速发展，但随着行业中水性化技术取得了较大突破，水性涂料的品种和配套体系也有了较大变化，相关配套涂层的防腐性能也有了提高，其产品应用范围也有所扩大，因此标准技术内容需要进行及时修订。根据标准实施以后收到的反馈信息，HG/T 5176-2017《钢结构用水性防腐涂料》主要有以下问题：（1）国际标准ISO 12944-2:2017《色漆和清漆 防护漆体系对钢结构的腐蚀防护 第2部分:环境分类》对大气腐蚀性分级进行了修订，为了保持与国际先进水平的一致性，需要对HG/T 5176-2017中相应内容进行更新；（2）市场中出现了高性能水性氟树脂防腐涂料等新品种，需要在标准中设置相应的技术要求和配套信息；（3）水性防腐涂料的应用领域已经不再局限于钢结构，在诸多的铝合金结构中也有大量应用，需要修改标准名称和适用范围；由于水性涂料在铝合金表面的附着力、耐盐雾性等性能与钢结构差异很大，需要设置相应的技术指标；（4）锌含量、耐冲击性等诸多测试方法也有了新标准，技术内容也有一些变化，因此需要相关旧方法进行更新。

### **(3) 目的意义**

该标准是许多防腐工程的设计依据，使用非常广泛，及时对该标准进行技术升级，有助于提升防腐工程的质量和使用寿命，也有助于促进水性防护涂料的防腐性能提高。涂料标委会在行业中征求了对修订标准的意见，很多生产企业和用户建议尽快对该标准进行修订，更好促进水性化新技术的应用。

### **(4) 当前国际水平**

跨国公司阿克苏、杜邦、PPG宣威、罗门哈斯等纷纷开发了水性防腐涂料产品，国内实力较强的民营企业也在致力于研究推广该类产品。水性防腐涂料的关键技术主要在于高性能水性树脂和新型防锈颜料的开发。HG/T 5176-2017《钢结构用水性防腐涂料》实施以后极大推动了国内水性防腐涂料的技术发展，目前国内涂料企业在产品配方技术方面基本达到了国外先进水平，但在高性能水性树脂和新型防锈颜料等水性涂料原材料方面技术还落后于国外。

## **(二) 主要工作过程**

### **1、起草阶段（2023.5～2023.6）**

#### **(1) 起草工作组**

接到上级部门的标准项目批准立项文件后，标准起草组立即开始了标准制定的前期准备工作。为使修订的标准能充分体现出产品的特性，由涂料标委会牵头，中海油常州涂料化工研究院有限公司组织行业内专家对现有金属结构用水性防腐涂料的品种和配套情况进行了梳理，对水性防腐涂料产品的实际应用的情况和防腐效果进行了调查，初步确定了拟修订的技术内容。同时，积极与部分有代表性的企业联系，并邀请其共同参加标准修订工作，为了确保标准水平，被邀企业均是管理规范、已有相当生产规模和市场占有率、具有良好社会形象、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。该项工作得到了许多单位的积极响应和大力支持，使标准制定工作组得以顺利组成，为圆满完成标准修订工作奠定了基础。

标准工作组由中海油常州涂料化工研究院有限公司、天津灯塔涂料工业发展有限公司、中航百慕新材料技术工程股份有限公司、镇江蓝舶科技股份有限公司、江苏大使、马鞍山采石矶涂料有限公司、广州集泰化工股份有限公司、常州市特种涂料有限公司、海虹老人涂料（广州）有限公司、深圳市广田环保涂料有限公司、西北永新涂料有限公司、中铁宝桥（扬州）有限公司、郑州圣莱特空心微珠新材料有

限公司、广东德丽雅新材料有限公司、杭州吉华高分子材料股份有限公司、黄山联固新材料科技有限公司、广汽丰田汽车有限公司、开封夸克新材料有限公司、中烯新材料(福建)股份有限公司、双塔涂料科技有限公司、北京碧海云智新材料技术有限公司、成都虹润制漆有限公司、广东珠江化工涂料有限公司、山东乐化漆业股份有限公司、湛新树脂(中国)有限公司、山东奔腾漆业股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、煤炭科学技术研究院有限公司、大金氟化工(中国)有限公司上海分公司、中远关西涂料化工(天津)有限公司、江苏进华重防腐涂料公司、江苏兰陵高分子材料有限公司、沈阳帕卡瀚精有限总公司、中建安装集团有限公司、南京工业大学、张家港市飞航科技有限公司、中钢产业发展(青岛)有限公司、广东省珠海市质量计量监督检测所、湖北巴司特科技股份有限公司、重庆三峡油漆股份有限公司、常州市华菱新材料有限公司、广东嘉元新材料有限公司、美利肯企业管理(上海)有限公司、紫荆花涂料(上海)有限公司、艾杰旭化工科技(上海)有限公司、中远关西涂料化工(天津)有限公司、山东齐鲁漆业有限公司、西谱森新材料(宁波)有限公司、迪恩特涂料(浙江)有限公司、国恒信(常州)检测认证技术有限公司等单位组成。

## **(2) 分工情况**

经过协商,由中海油常州涂料化工研究院有限公司和天津灯塔涂料工业发展有限公司主要负责国内外相关标准资料的研究,编写标准文本和编制说明等技术文件,并安排组织标准的验证试验;其他各参编单位积极配合主编单位参与标准讨论(包括试验项目设置、试验方法和技术指标的确定等)、提供验证试验样品并参与验证试验工作等。

工作组成员为王玉鹏、彭菊芳、李运德、杨振波、许飞、周文沛、曹晓东、曹碧辉、管超、穆志超等,其中王玉鹏、彭菊芳、李运德要负责标准编制、组织讨论会议、组织验证试验等工作,其他成员负责技术支持、组织会议、组织验证试验等工作。

## **(3) 调查研究过程(现状、重点问题、难点问题、解决方案)**

随着科技的进步,越来越多的金属结构(如钢结构、铝合金结构及不锈钢结构等)开始出现,随之而来的便是对其结构进行防腐保护。目前对低合金碳钢的研究较为成熟,但是对于镀锌钢、热喷涂金属钢、铝合金结构及不锈钢结构等防腐研究的就相对没有那么多。本标准在编制时充分考虑各自的结构特点及施工工艺等实际

情况，同时参考了现有标准中的部分内容形成标准文本。

本标准在整体编制过程中参考了新版ISO 12944系列标准，如大气腐蚀性等级和耐久性等级分别取自ISO 12944-2：2017和ISO 12944-1：2017。在编制具体内容时，**针对钢结构**，参考了GB/T 6747-2008《船用车间底漆》、GB/T 31817-2015《风力发电设施防护涂装技术规范》，GB/T 31415-2015《色漆和清漆 海上建筑和相关结构用防护涂料体系性能要求》、GB/T 28699-2012《钢结构防护涂装通用技术条件》、GB/T 9793-2012《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》等标准；**针对铝合金结构**，参考了GB 50429-2007《铝合金结构设计规范》、GB/T 8013.3-2018《铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第3部分：有机聚合物涂膜》、HG/T 3793-2019《热熔型氟树脂（PVDF）涂料》、HG/T 6002-2022《氟树脂粉末涂料》等标准；**针对不锈钢结构**，参考了CECS 410：2015《不锈钢结构技术规范》等。同时结合当前水性防腐涂料产品的实际技术水平，制定出切实可行、反映产品优良性能的行业标准，充分体现标准先进性、科学性和适用性的要求，以期更好地规范市场和促进产品的技术进步。

#### （4）第一次工作组讨论稿

在标准项目申报阶段，标准主要起草单位即根据行业及文献调研、对行业的了解和自身经验，编写了标准草案。标准工作组成立后，通过调研国内外相关金属结构用水性防腐涂料的技术要求，同时根据收集的行业和专家的意见，结合近年来的检测数据和实际使用经验，初步确定了标准的试验项目、试验方法和指标要求等技术内容，在标准草案的基础上于2023年6月完成了工作组讨论稿。

2023年6月29日，在常州召开了第一次工作组会议，共有来自60多家企业的100多名代表参加。会议讨论了标准草案和编制说明，确定了标准制定原则、项目设置、试验方法、部分项目的指标和验证试验安排等。

通过讨论，会议达成了以下修改意见：

- 1) 根据目前国内水性防腐涂料的技术水平，底、中、面均为水性的配套体系目前能应用的大气腐蚀等级最高为C4，为此在第1章范围中进行了限定，同时涂层配套体系及其性能要求最高只考虑到C4(VH)。
- 2) 考虑到不锈钢结构基本不会用水性涂料来进行防腐，故在第4章中的“应用领域”中删除不锈钢结构，同时在后文中也将不锈钢结构的技术要求删除。
- 3) 对于车间底漆：在“车间底漆的性能要求”中删除“耐中性盐雾”和“干燥时间

（实干）”。

- 4) 对于封闭底漆：①考虑到不光热喷涂金属钢结构上会用到封闭底漆，对于低合金碳钢结构底漆为无机锌涂料时，配套也可能会用到封闭底漆，故在“封闭底漆的性能要求”中增加“低合金碳钢用封闭底漆”的性能要求。②删除“涂膜外观”及“耐中性盐雾”两个项目。③为了评价封闭底漆的封闭效果及与下道涂层的配套性，增加“施工性”和“与下道涂层的配套性”两个项目。
- 5) 对于底漆：a. 由于富锌底漆有相应的产品标准（HG/T 3668—2020），且该标准是专门应用于防腐领域的，为了保持标准的统一性同时也使应用更为简单，本标准不再对富锌底漆另做要求，只需符合HG/T 3668—2020中水性无机富锌底漆或水性有机富锌底漆的要求即可，其他类型的金属结构用水性防腐涂料底漆的性能应符合本标准的要求。b. 删除富锌底漆对应的“不挥发分中金属锌含量”项目，同时为了便于操作，删除“附着力（拉开法）”，并将所有底漆附着力的评价方式均改为“划格试验”。c. 为了评价更为全面，增加“贮存稳定性”、“弯曲试验”和“耐冲击”3个项目。
- 6) 对于中间漆：由于中间漆是施涂在底漆上的，其性能与底材已没有太大关系，故其性能不再区分底材。
- 7) 考虑到铝合金结构可能会用到罩光清漆，故增加“铝合金结构用罩光清漆的性能要求”。
- 8) 对于钢结构配套体系，为了使评价更为科学，做耐盐雾性和循环老化试验时都须划线，且试验前后都须评价漆膜的附着力。
- 9) 考虑到热喷涂金属底材一般情况下只有C4及以上环境下才会用涂料做防腐，故该类底材只保留C4环境的性能要求，其他要求全部删除。
- 10) 对于铝合金结构配套体系，由于铝合金防腐的评价体系不同于钢结构，故参照铝合金领域的相关标准，修改了铝合金涂层体系的评价要求（见标准文本中表10）。
- 11) 为了使评价更加客观，规定评价涂层配套体系时制板的漆膜总厚度（见附录C）。
- 12) 其他编辑性修改。

## 二、标准编制原则、标准体系和和确定标准主要内容

### （一）标准编制原则（总体原则、特殊性原则）

标准按照 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》、GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》给

出的规则起草，遵循标准的科学性、先进性、合理性和适用性原则编制本标准。标准应反映出国内产品质量的现实状况，结合产品的实际技术水平，制定出切实可行、反映产品优良性能的行业标准，以期更好地规范市场和促进产品的技术进步。未查询到相关的国际或国外先进标准。因此本标准无法直接采用国际或国外先进标准，制定时只能根据目前国内产品的技术水平状况和实际使用需求，以验证试验为依据，制定出能反映目前金属结构用水性防腐涂料产品质量水平的性能标准，给用户选择产品提供依据。标准中项目设置拟根据产品的应用领域及使用要求来确定，尽量选用国内或国外普遍采用的试验方法，提高通用性，具可操作性并能正确地评价产品的质量水平。

## （二）标准体系

目前涂料和颜料领域归口的现有标准 513 项，其中国家标准 327 项，其结构为基础通用标准 17 项、产品标准 58 项、方法标准 205 项、管理标准 47 项；行业标准 186 项，其结构为基础通用标准 1 项、产品标准 151 项、方法标准 34 项、管理标准 0 项。

本项目拟修订HG/T 5176-2017《钢结构用水性防腐涂料》。该标准项目在涂料标准体系中属于专用涂料产品标准，体系编号为01-005-01-02-02-02。

## （三）确定标准主要内容的论据

### 1、与原标准的水平比对

本标准与HG/T 5176-2017相比主要变化如下：

- a) 在原来的基础上增加了镀锌钢材、热喷涂金属钢材及铝合金结构用水性涂料，故本标准更改了“范围”（见第1章，2017年版的第1章）；
- b) 为了使本标准中界定的相关关键内容更加容易理解，增加了“结构”、“水性防腐涂料”、“车间底漆”和“封闭底漆”的术语和定义（见3.1、3.2、3.5和3.6）；
- c) 本标准的适用范围大幅增加，故对产品的“分级和分类”进行了更改（见第4章，2017年版的第4章）；
- d) 增加了“低合金碳钢用车间底漆”和“低合金碳钢和热喷涂金属涂层封闭底漆”的性能要求（见5.1.1、5.1.2）；
- e) 更改了“低合金碳钢、镀锌钢材和铝合金用底漆”的性能要求（见5.1.3，2017年版的5.1.1）；

f) 有害物质限量有相应的强制性国家标准进行限定，本标准不再另做要求，故删除了“挥发性有机化合物（VOC）含量”项目和技术指标（见表 3、表 4 和表 5，2017 版的表 1、表 2 和表 3）；

g) 增加了“铝合金结构用罩光清漆”的性能要求（见 5.1.6）；

h) 增加了“镀锌钢材”、“热喷涂金属钢材”和“铝合金”结构配套体系的性能要求（见 5.3.2、5.3.3、5.3.4）；

i) 由于适用范围和测试项目增加，同时又由于部分方法标准的更新，故本标准更改了“制板要求”（见第 6 章，2017 年版的第 6 章）；

j) “在容器中状态”、“冻融稳定性”、“施工性”、“涂膜外观”、“干燥时间”、“早期耐水性”、“划格试验”、“不挥发物中金属锌含量”、“耐冲击性”、“耐盐雾性”、“耐水性”、“耐酸性”、“耐碱性”、“耐油性”、“连续冷凝试验”、“耐人工气候老化性”等项目相应的标准修订或方法更新，本标准对这些测试方法进行了更改（见第 6 章，2017 年版的第 6 章）。

k) 增加了“贮存稳定性”、“焊接与切割”、“与下道涂层的配套性”、“循环老化试验”、“耐湿热性”项目的试验方法；删除了“挥发性有机化合物（VOC）含量”项目的测试方法（见第 6 章，2017 年版的第 6 章）。

l) 由于 ISO 12944-2:2017 更改了“大气腐蚀性等级和典型环境示例”，本标准也进行了相应更改。

m) 增加了涂料配套体系；

n) 为了使测试更加公正客观，本标准规定了复合涂层制板时的漆膜总厚度（见附录 C）。

## 2、 标准适用范围

HG/T 5176-2017版规定了标准的适用范围为以水为主要分散介质、在大气腐蚀环境（C2~C4）条件下使用的低合金碳钢材质的钢结构表面用防腐涂料。随着技术的发展，水性防腐涂料的应用领域已经不再局限于此，在诸多的镀锌钢材、热喷涂金属钢材及铝合金结构中也有大量应用，故本次标准修订将适用范围改为“在大气腐蚀环境（C2~C4）条件下使用的钢结构（包括低合金碳钢、镀锌钢材、热喷涂金属钢材）和铝合金结构等金属结构表面用防腐涂料”。

又由于水性技术的局限性，水性涂料不适用于较为恶劣的环境，如很高腐蚀性



的大气腐蚀环境(C5和CX)和浸泡、埋地、储罐衬里等腐蚀环境。

### 3、产品分类

根据结构的基材的材质不同，可将其分为两类，即钢结构和铝合金结构：

(1) 对于钢结构，根据表面类型和表面处理的不同又可以分为低合金碳钢、镀锌钢材、热喷涂金属钢材。

① 对于低合金碳钢，一般情况根据配套体系，可以分为底漆、中间漆和面漆。但是如果在其加工期间需要提供临时保护时，就需要在一开始就喷涂一道车间底漆，该道涂层在后期涂装时可视具体情况去除或保留。当底漆为无机锌粉涂料时，由于无机涂层表面为多孔结构，甚至会有细小裂痕，为了降低其吸收性，需要在底漆上在施涂一道或多道封闭底漆。

② 对于镀锌钢材，基本没有特殊情况，故一般只包含底漆、中间漆和面漆。

③ 对于热喷涂金属钢材，热喷涂金属涂层表面同样为多孔结构，为了降低其吸收性，也需要在热喷涂金属涂层上在施涂一道或多道封闭底漆，在之后再施涂中间漆和面漆。

(2) 对于铝合金结构，其涂层一般较钢结构较薄，为了增加其耐候性，需要在底漆、中间漆和面漆基础上再施涂一道罩光漆。

详见文本 4.1。

### 4、项目设置

本标准的项目设置根据目前金属结构用水性涂料的的实际的使用情况，确定了分类和适用范围，考虑了产品的本身特性及实际应用中需要关注的性能，并根据产品分类和用途，设置了试验项目，具体项目设置原因分析见表 1~表 10。

表 1 低合金碳钢用车间底漆的项目设置对比

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	—	根据低合金碳钢的施工特点，在进行组装之前可能会预先施涂一次车间底漆以做临时保护，本标准中增加了低合金碳钢用车间底漆，	本部分的内容参考了 GB/T 6747-2008《船用车间底漆》和 GB/T 28699-2012《钢结构防护涂装通用技术条件》、JT/T 722-2023《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》。
冻融稳定性（3次循环）			
不挥发物含量/%			
施工性			
涂膜外观			
闪锈抑制性			
干燥时间（表干）/min			
早期耐水性			
划格试验			
不挥发分中金属锌含量/%			

焊接与切割			
-------	--	--	--

表 2 低合金碳钢和热喷涂金属钢用封闭底漆的项目设置对比

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	—	I 型A类（低合金碳钢）在底漆为无机锌粉涂料时和对于 I 型C类（热喷涂金属钢材），喷涂完后，由于涂层表面并没有非常致密，可能会有微孔，故需要预先施涂封闭底漆。根据此特点，本标准中增加了 I 型A类和C类用封闭底漆，	本部分的内容参考了 GB/T 28699-2012 《钢结构防护涂装通用技术条件》、JT/T 722-2023 《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》
冻融稳定性（3次循环）			
不挥发物含量/%			
施工性			
闪锈抑制性			
干燥时间/h			
早期耐水性			
划格试验/级			
与下道涂层的配套性			

表 3 低合金碳钢、镀锌钢及铝合金用水性防腐涂料底漆的项目设置对比

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	●	●	
冻融稳定性（3次循环）	●	●	
贮存稳定性	—	●	使评价更加全面
不挥发物含量/%	●	●	
密度/(g/mL)	●	●	
挥发性有机化合物含量	●	—	有害物质由相应的强制性国家标准进行限定，本标准不再另做要求
施工性	●	●	
涂膜外观	●	●	
闪锈抑制性	●	●	
干燥时间	●	●	
弯曲试验	—	●	使评价更加全面
耐冲击性（正冲）	—	●	使评价更加全面
划格试验	●	●	
早期耐水性	●	●	
附着力（拉开法）	●	—	富锌底漆有相应的产品标准（HG/T 3668-2020），本标准不再对富锌底漆另做要求
不挥发分中金属锌含量	●	—	富锌底漆有相应的产品标准（HG/T 3668-2020），本标准不再对富锌底漆另做要求
耐盐雾性	—	●	防腐涂料底漆的基本要求

表 4 金属结构用水性防腐涂料中间漆的项目设置对比

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	●	●	
冻融稳定性（3次循环）	●	●	
不挥发物含量	●	●	
挥发性有机化合物含量	●	—	有害物质由相应的强制性国家标准进行限定，本标准不再另做要求
密度/(g/mL)	●	●	
施工性	●	●	
涂膜外观	●	●	
干燥时间 <sup>a</sup> /h	●	●	
耐冲击性	●	—	单独对中间漆进行评价意义不大，故本标准中不再设置
涂膜外观	●	●	
早期耐水性	●	●	
划格试验/级	●	●	

表 5 金属结构用水性防腐涂料面漆的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	●	●	
冻融稳定性（3次循环）	●	●	
不挥发物含量	●	●	
密度	●	●	
挥发性有机化合物含量	●	—	有害物质由相应的强制性国家标准进行限定，本标准不再另做要求
施工性	●	●	
涂膜外观	●	●	
干燥时间	●	●	
早期耐水性	●	●	
弯曲试验	●	●	
耐冲击性（正冲）	●	●	
光泽（60°）	●	●	
划格试验	●	●	

表 6 铝合金结构用罩光清漆的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
在容器中状态	—	铝合金结构在进行涂装时，配套可能会用到罩光清漆，故增加本部分内容	
冻融稳定性（3次循环）			
施工性			
涂膜外观			
早期耐水性			
弯曲试验			
耐冲击性（正冲）			
光泽（60°）			

表 7 低合金碳钢用涂层配套体系的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
附着力（拉开法）	●	●	1. 国际标准 ISO 12944-2:2017对大气腐蚀性分级进行了修订，为了保持与国际先进水平的一致性，需要对HG/T 5176-2017中相应内容进行更新；并增加相应的指标；2. 为是评价更为科学，在做耐盐雾性时对涂膜进行划线，增加循环老化试验和试验后的附着力评价。3. 连续冷凝试验、耐盐雾性、循环老化试验的指标源于ISO 12944-6:2018.
耐水性	●	●	
耐酸性 (50g/L 硫酸溶液)	●	●	
耐碱性 (50g/L氢氧化钠溶液)	●	●	
耐油性（3号普通型油漆及清洗用溶剂油或商定）	●	●	
耐人工气候老化性	●	●	
连续冷凝试验	●	●	
耐盐雾性	●	●	
循环老化试验	—	●	
附着力（拉开法） （连续冷凝试验、耐盐雾性和循环老化试验后）	●	●	

表 8 镀锌钢材用涂层配套体系的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
附着力（拉开法）	—	在实际应用中，会有对镀锌钢结构进行涂装防腐的需求，故增加本部分内容。	连续冷凝试验、耐盐雾性、循环老化试验的指标源于ISO 12944-6:2018.
耐水性			
耐酸性 (50g/L 硫酸溶液)			
耐碱性 (50g/L氢氧化钠溶液)			
耐油性（3号普通型油漆及清洗用溶剂油或商定）			
耐人工气候老化性			
连续冷凝试验			
耐盐雾性			
循环老化试验			
附着力（拉开法） （连续冷凝试验、耐盐雾性和循环老化试验后）			

表 9 热喷涂金属钢材用涂层配套体系的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
附着力（拉开法）	—	在实际应用中，会有对热喷涂金属钢结构进行涂装防腐的需求，故增加本部分内容。	连续冷凝试验、耐盐雾性、循环老化试验的指标源于ISO 12944-6:2018.
耐水性			
耐酸性 (50g/L 硫酸溶液)			
耐碱性 (50g/L氢氧化钠溶液)			
耐油性（3号普通型油漆及清洗用溶剂油或商定）			

耐人工气候老化性			
连续冷凝试验			
耐盐雾性			
循环老化试验			
附着力（拉开法） （连续冷凝试验、耐盐雾性和循环老化试验后）			

表 10 铝合金结构用涂层配套体系的性能要求

项目	前版HG/T 5176-2017	新版HG/T 5176-xxxx	备注
划格试验	—	水性防腐涂料不再局限于钢结构，在铝合金结构中也有对其进行涂装防腐的需求，故增加本部分内容。	针对铝合金的配套体系，由于ISO 12944所定义的腐蚀性等级和耐久性等级是适用于钢结构体系的，而铝合金结构和钢结构的腐蚀机理是不同的，故铝合金结构用水性涂料的评价原则不能照搬钢结构的评价原则。本标准参考了GB/T 5237.5-2017《铝合金建筑型材 第5部分：喷漆型材》、GB/T 8013.3-2018《铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第3部分：有机聚合物涂膜》、HG/T 3793-2019《热熔型氟树脂（PVDF）涂料》、HG/T 6002-2022《氟树脂粉末涂料》等相关标准，经综合考虑，根据涂层的不同的耐久性等级，将涂料分为1级、2级、3级和4级。
耐水性			
耐酸性 (50g/L 硫酸溶液)			
耐碱性 (50g/L氢氧化钠溶液)			
耐油性（3号普通型油漆及清洗用溶剂油或商定）			
耐人工气候老化性			
耐湿热性			
耐盐雾性			
循环老化试验			
划格试验 (耐湿热性和耐盐雾性试验后)			

#### 4、试验方法的确定

本标准试验方法在HG/T 5176-2017版基础上进行了较多更改或增加，确定试验方法时参考现行相关国家标准、化工行业标准及国际标准中的试验方法，并在其基础上进行完善，确定了本次制定标准中各项目的测试方法，详细情况如下：

##### （1）在容器中状态

该项目原来没有标准，在2021年时发布了方法标准GB/T 1727—2021《漆膜一般制备法》，该标准中6.1是对“在容器中状态”项目的测试，解决了该项目没有方法标准的问题，故本标准中“在容器中状态”项目采用GB/T 1727—2021中6.1。

##### （2）冻融稳定性

GB/T 9268—2008中A法仍是目前最常用的现行方法，但是原版中没有规定循环的次数，为了使测试更加客观，本标准中明确规定进行3次循环试验。

### (3) 施工性

本标准中新增加了封闭底漆，封闭底漆与其他类型的涂层所不同的是其施涂在多孔底材上，需要判断其渗透和封闭情况，故本标准中新增加了封闭底漆“施工性”的试验方法。

### (4) 涂膜外观

该项目原来没有标准，在 2021 年时发布了方法标准 GB/T 1727—2021《漆膜一般制备法》，该标准中 6.5 是对“涂膜外观”项目的测试，解决了该项目没有方法标准的问题，故本标准中“涂膜外观”项目采用 GB/T 1727—2021 中 6.5，并且本标准对结果的判定进行了更加准确细致的描述。

### (5) 干燥时间

HG/T 5176-2017 中采用的是 GB/T 1728—1979，但是 GB/T 1728—1979 在 2020 年时进行了修订，即为 GB/T 1728—2020，原标准废止，本标准采用现行的最新标准，但是技术内容无明显变化。

### (6) 早期耐水性

在原版的基础上增加了试验后观察样板的光线环境，以使判定结果更加客观。同时增加了铝合金底材涂层样板的测试方法。

### (7) 划格试验

HG/T 5176-2017 中采用的是 GB/T 9286—1998，但是 GB/T 9286—1998 在 2021 年时进行了修订，即为 GB/T 9286—2021，原标准废止，本标准采用现行的最新标准。

### (8) 不挥发物中金属锌含量

原来采用的标准 HG/T 3668—2009 修订为 HG/T 3668—2020，原标准废止，本标准采用现行的最新标准。

### (9) 耐冲击性

原来采用的标准 GB/T 1732—1993 修订为 GB/T 1732—2020，本标准采用现行的最新标准。

### (10) 耐盐雾性

原来采用的是 GB/T 1771—2007，该标准是 ISO 9253: 1996 等同采用的，ISO 9253: 1996 已修订为 ISO 9253: 2015，GB/T 1771—2007 也即将会相应的修订，故本标准不在采用该方法，而是采用现行的 GB/T 10125-2021。GB/T 10125-2021 相较

于 GB/T 1771—2007，样板的尺寸变大，但技术内容无明显变化。同时为使结果更加符合实际，本标准中规定试验时样板要划线，并规定了详细的判定方法。

#### (11) 耐水性

原版标准采用的是 GB/T 1733-1993，该标准即将废止，故本标准采用现行的标准 GB/T 30648.2—2015，并规定了详细的判定方法。

#### (12) 耐酸性、耐碱性、耐油性

原版标准均采用采用的是 GB/T 9274-1988，该标准即将废止，故本标准均采用现行的标准 GB/T 30648.1—2014，并分别规定了详细的判定方法。

#### (13) 连续冷凝试验、耐人工气候老化性

这两个项目依旧采用原试验方法，即 GB/T 13893—2008、GB/T 1865—2009，但是本标准中对试验后的判定方法进行了详细描述，同时增加了铝合金底材涂层样板的测试方法。

(14) 本标准新增加了“贮存稳定性”、“焊接与切割”、“与下道涂层的配套性”、“循环老化试验”、“耐湿热性”5个测试项目，都采用现行相关国家标准、化工行业标准中的试验方法。

### 5、技术指标的确定

技术指标的确定具体按以下：

#### (1) 低合金碳钢用车间底漆的技术指标

“冻融稳定性（3次循环）”、“闪锈抑制性”和“早期耐水性”这3个项目依据涂层的基本性能要求设定技术指标，其他项目的技术指标参照GB/T 6747-2008《船用车间底漆》、GB/T 28699-2012《钢结构防护涂装通用技术条件》中的相关要求。

#### (2) 低合金碳钢和热喷涂金属钢用封闭底漆的技术指标

无可参考的标准，依据涂层的基本性能要求设定技术指标。

#### (3) 低合金碳钢、镀锌钢及铝合金用水性防腐涂料底漆的技术指标

在原版的基础上，增加了“贮存稳定性”、“弯曲试验”、“耐冲击性”、“耐盐雾性”4个项目，项目指标综合考虑了HG/T 4758-2014《水性丙烯酸树脂涂料》、HG/T 4759-2014《水性环氧树脂防腐涂料》、HG/T 4761-2014《水性聚氨酯涂料》及HG/T 4847-2015《水性醇酸树脂涂料》等相关水性涂料标准中的技术要求。

#### **(4) 金属结构用水性防腐涂料中间漆和面漆的技术指标**

指标较原版标准没有变化。

#### **(5) 铝合金结构用罩光清漆的技术指标**

无可参考的标准，依据涂层的基本性能要求设定技术指标。

#### **(6) 低合金碳钢用涂层配套体系的技术指标**

在原版标准的基础上，结合ISO 12944-5: 2017设定技术指标。

#### **(7) 镀锌钢材、热喷涂金属钢材用涂层配套体系的技术指标**

耐水、耐酸、耐碱、耐油参照低合金碳钢的技术要求，耐盐雾、连续冷凝和循环老化及试验后附着力的技术指标参照ISO 12944-5: 2017。

#### **(8) 铝合金结构用涂层配套体系的技术指标**

技术指标的设定参考GB/T 8013.3-2018《铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第3部分：有机聚合物涂膜》、HG/T 3793-2019《热熔型氟树脂（PVDF）涂料》中相关的技术要求。

同时根据各企业日常质量控制情况，行业内对这些类型的产品性能技术要求，已经积累的数据和验证试验结果，再经工作组专家讨论，据此分析确定指标。

### **三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果**

#### **1、验证试验**

由第一次工作组会议讨论确定验证试验的项目，该验证试验结果为最终测试项目的选定、指标以及相应试验方法的确定提供可靠的依据。

##### **(1) 验证试验过程**

会后共收集到：钢结构用水性防腐涂料由9家工作组单位提供的10套配套体系样板，另加两个单位提供的3个配套体系由国家涂料质量检验检测中心出具的检测报告；铝合金结构用水性防腐涂料由4家工作组单位提供的9套配套体系样板。国恒信（常州）检测认证技术有限公司、中海油常州涂料化工研究院有限公司按照会议确定的验证试验方案进行配套体系性能的验证试验，同时国家涂料质量检验检测中心也从日常承检的样品中抽取部分金属结构用水性防腐涂料样品进行相关项目的性能测试。2023年10月中旬汇总了阶段验证试验数据（见附表1~附表6），供征求意见时参考，并在此基础上编写了标准征求意见稿和编制说明。

##### **(2) 验证试验方案**

由于本次是标准修订的过程，对原版的技术参数并未做过多改动，对原有产品



新增加了部分指标，增加了新增产品“车间底漆”和“封闭底漆”和“铝合金配套体系”的技术要求，修订了引用的已更新的方法标准。尤其是对配套体系的参数，对于钢结构中“连续冷凝试验”“耐盐雾性”和“循环老化试验”这3项的参数源于ISO 12944-6，“耐水性”、“耐酸性”、“耐碱性”、“耐油性”及“耐人工气候老化性”5个项目的要求均为原版标准中的技术要求，以上内容都经过了大量的实践验证，故无需对所有参数均做验证试验，只是针对部分新增及产品容易出问题的技术要求做验证试验。经工作组讨论，验证方案如下：

表11 验证试验方案

产品	项目
车间底漆	早期耐水性、闪锈抑制性、划格试验
封闭底漆	划格试验、施工性、下道涂层的配套性
底漆	划格试验、耐盐雾性
中间漆	划格试验
面漆	不单独做验证试验
钢结构配套体系	附着力、耐盐雾性（划线和不划线）和盐雾试验后附着力（拉开法）
铝合金配套体系	划格试验、耐水、耐酸、耐碱、耐油、耐人工气候老化、耐湿热性、耐盐雾性、耐湿热性和耐盐雾性试验后划格

## 2、技术经济论证

随着国家对涂料行业环保要求的不断提高，水性涂料正越发被重视。随着科技的进步其防腐性能更加趋近于溶剂型涂料，功能也更完备，在使用安全和绿色环保等方面将是未来发展的大趋势。本标准的制定会进一步推动金属结构用水性防腐涂料的技术进步，引导涂料生产企业的健康有序发展。本标准的制定可供各检验机构、主机厂和涂料生产厂家参考和使用。因此，本标准的顺利实施将为涂料生产企业、主机厂、检验机构提供产品质量考察依据，对规范和促进涂料行业的转型升级，提高生产企业的经济效益具有重要意义。

## 3、预期达到的经济效益

修订后的HG/T 5176《金属结构用水性防腐涂料》行业标准，能够加强对该类涂料的质量监控和管理，对于提高我国涂料行业在国际市场的竞争能力，引导企业从价格竞争转向技术、质量的竞争有重要的推动作用。其价值主要体现在社会效益上。

## 四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况（一致性程度、标准水平、对标情况）

尚未查询到国外相关的适用于本标准范围所涵盖的所有涂料产品的标准可供参考，但参考了国际通用的ISO 12944系列标准中第1、第2和第6部分的部分技术要求。本标准制定时根据目前国内产品的技术水平状况和实际使用需求，同时结合目前我

国技术现状和发展趋势来制定的，具有先进性和可操作性，所采用的试验方法基本为国内外通用的方法。本标准中钢结构用水性防腐涂料除了参照ISO 12944-6中“连续冷凝试验”“耐盐雾性”和“循环老化试验”3项技术要求外，还增设了“耐水性”、“耐酸性”、“耐碱性”、“耐油性”及“耐人工气候老化性”等性能要求，标准水平为国际先进水平。

在验证试验过程中，收集到了两个外资企业提供的由国家涂料质量检验检测中心出具的检验报告（见附表6），数据表明其性能相当优越。

#### **五、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

与现行相关的法律、法规、规章及行业相关标准并无矛盾或冲突。对于促进该领域技术进步、引导行业健康有序发展非常重要。

#### **六、重大分歧意见的处理经过和依据**

在标准编订过程中无重大分歧意见。

#### **七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议**

本标准属性定为推荐性行业标准。

本标准以实际需求以及目前产品实际质量状况为基础确定了各类产品的要求。所采用的试验方法基本为国际通用方法，标准整体水平为国内先进水平。

#### **八、贯彻国家标准的要求和措施建议**

本次标准的制定会进一步推动金属结构用水性防腐涂料的技术进步，引导涂料行业的健康发展，可供各检验机构、主机厂和生产厂家参考和使用。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，以使该标准在今后得到更广泛的使用，促进我国涂料行业健康快速的发展。

#### **九、废止现行有关标准的建议**

本标准为第一次修订，本标准发布后，HG/T 5176-2017将会相应废止。

#### **十、其他应予说明的事项**

暂无。

# 附件

附表1 车间底漆的验证试验结果汇总

序号	样品编号	闪锈抑制性	早期耐水性	划格试验/级
1	2-C	正常	无异常	3
2	4-C1	正常	异常，3h 已生锈	3
3	4-C2	正常	异常，3h 已生锈	3
4	13-C1	正常	无异常	1
5	13-C2	正常	无异常	1
6	13-C3	正常	无异常	1
<b>结果分析：</b> 本次验证试验有 2 个样品早期耐水性和 3 个样品划格试验达不到要求，考虑到这类产品的应用工况，即可能面临突然降水和堆叠时的摩擦磕碰，保留“早期耐水性”和“划格试验”项目及指标要求。				

附表2 封闭底漆的验证试验结果汇总

序号	样品编号	划格试验/级	施工性	和下道涂层的配套性
1	6-F	1	施涂过程中无明显阻力，无明显拉丝和流挂，但有气泡和针孔	无不良现象
<b>结果分析：</b> 本次验证试验收集到的封闭底漆较少，经与行业专家讨论：由于水性封闭底漆的分子量较大，不容易渗入到涂层的微孔或裂缝中去，按照目前的技术水平，水性封闭底漆虽然也有应用，但是应用范围较小，考虑到行业对这类产品封闭效果的要求，仍旧保留“施工性”项目及指标要求。				

附表3 I 型A类底漆的验证试验结果汇总

序号	样品编号	划格试验/级	盐雾/h
1	1-D	1	进行中
2	2-D1	1	进行中
3	2-D2	1	进行中
4	2-D3	1	进行中
5	3-D	1	进行中
6	8-D	1	进行中
7	9-D	1	进行中
8	10-D	1	进行中
9	11-D	1	进行中
10	12-D	1	进行中

附表4 I 型A类中间漆的验证试验结果汇总

序号	样品编号	划格试验/级
1	3-Z	1
2	5-Z	1
3	6-Z	1
4	7-Z	1

5	10-Z	1
6	12-Z	1

附表5 铝合金结构底漆的验证试验结果汇总

序号	样品编号	划格试验/级	弯曲试验/mm	耐冲击性（正冲）/cm
1	7-D	1	3	40
2	9-D	1	3	40
3	10-D	1	3	40
4	11-D	1	3	40
5	12-D	1	3	40

附表6 工作组单位提供的钢结构配套体系测试报告

序号	配套体系	附着力	盐雾	级别
1	水性环氧漆（190 μm）+水性聚氨酯面漆（50 μm）	16.1(14.2~19.3)，100%C	720h，漆膜划线处单向锈蚀1.3mm；未划线区起泡0（S0）、生锈Ri0、开裂0（S0）、剥落0（S0）； 试验后附着力（拉开法）：13.4MPa(10.4MPa~18.0MPa)，100%C	C4(H)
2	水性环氧富锌底漆（60 μm）+水性环氧云铁中间漆（100 μm）+水性聚氨酯面漆（80 μm）	10（7.4~12.4），100%B	720h，漆膜划线处单向锈蚀0.3mm；未划线区起泡0（S0）、生锈Ri0、开裂0（S0）、剥落0（S0）； 试验后附着力（拉开法）：9MPa(7.4MPa~10.0MPa)，20%B，80%D	C4(H)
3	水性环氧漆（240 μm）+水性聚氨酯面漆（60 μm）	14.8(13.3~16.1)，100%C	1440h，漆膜划线处单向锈蚀1.3mm；未划线区起泡0（S0）、生锈Ri0、开裂0（S0）、剥落0（S0）； 试验后附着力（拉开法）：13.9MPa(10.8MPa~17.1MPa)，100%C	C4(VH)
<b>结果分析：</b> 以上数据由两个行业知名企业提供，通过数据可知，部分头部企业的水性防腐涂料水平已经得到很大的发展，能够达到C4(VH)的性能要求。				