

凹凸棒石黏土在水性钢结构防锈涂料中的应用

胡珺清, 肖菲, 孙学军, 史芳沅, 姚兆鹏, 王鸿忠
(西北永新涂料有限公司, 兰州 730046)

摘要: 利用防沉防流挂性能良好的凹凸棒石黏土替代膨润土, 研制了一种环保、防锈、防流挂、防沉强的水性钢结构防锈涂料, 同时对其涂层的物理机械性能进行检测分析。

关键词: 凹凸棒石黏土; 水性钢结构防锈涂料; 水性丙烯酸乳液; 水性醇酸树脂; 性能检测

中图分类号: TQ630.4 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2024)05-0015-04

Application of Attapulgite Clay in Anti-rust Coatings for Waterborne Steel Structures

HU Jun-qing, XIAO Fei, SUN Xue-jun, SHI Fang-yuan, YAO Zhao-peng, WANG Hong-zhong
(Northwest Yongxin Coating Co., Ltd., Lanzhou 730046, China)

Abstract: An environmentally friendly, anti-rust, anti-sagging and anti-settling waterborne anti-rust coating for steel structure was developed by using attapulgite clay with good anti-settling and anti-sagging performance instead of bentonite, the physical and mechanical properties of the coating were also tested and analyzed.

Key words: attapulgite clay; waterborne anti rust coating for steel structures; waterborne acrylic emulsion; waterborne alkyd resin; performance testing

0 引言

凹凸棒世界各地到处都有, 但具有工业意义的凹凸棒石矿床的比例较小, 由于资源是决定产业发展的重要因素, 凹凸棒石产业也主要集中于资源较为丰富的中国、美国、巴西、西班牙、俄罗斯、印度等少数几个国家。而甘肃省张掖市临泽县已探明贮量 9 亿多 t, 远景贮量 34 亿 t, 占全球凹凸棒石贮量的 70% 以上, 其品质均衡, 主要属于混维型凹凸棒石, 伴生多种其他黏土矿物, 资源量大, 矿床稳定, 易开采。

凹凸棒土在涂料中可以替代传统的膨润土、乳胶漆中的纤维素, 起到防沉和防流挂的作用; 还可增强耐磨性、抗划伤性、提升耐酸碱性、节约钛白、增强遮盖力、使涂层更致密的阻燃作用以及耐高温等。凹凸棒

土越加成熟的工业化程度、低成本、高附加值功能在涂料行业中受到青睐, 因此凹凸棒土在涂料中的应用将更加广泛。

1 在水性丙烯酸涂料中的应用

1.1 试验原材料

水性丙烯酸乳液; 颜填料: 金红石型钛白粉、炭黑、2500 目碳酸钙、1250 目滑石粉; 助剂: 上海神诺分散剂、迪高消泡剂、防闪锈助剂、防流挂助剂、凹凸棒土预凝胶、增稠剂、成膜助剂; 去离子水。

1.2 凹凸棒土预凝胶的制备

1.2.1 凹凸棒土预凝胶的制备原料

去离子水、凹凸棒土、分散剂、消泡剂、基材润湿剂、杀菌剂。

1.2.2 制备工艺

凹凸棒土预凝胶试验配方见表 1。

在去离子水中分别加入分散剂、消泡剂、基材润湿剂、杀菌剂和凹凸棒土, 在高速搅拌下进行分散, 分散均匀后加入漆质量 60%~70% 的玻璃珠, 研磨成膏状,

收稿日期: 2023-10-10

作者简介: 胡珺清(1996—), 女, 本科, 工程师, 主要从事水性丙烯酸、水性醇酸等系列涂料产品的开发及应用工作。E-mail: 864156991@qq.com。

过滤备用。

表 1 凹凸棒土预凝胶试验配方

原料名称	规格产地	质量分数/%
去离子水	工业	60.0~80.0
分散剂	上海深竹	0.5~1.5
消泡剂	工业	0.1~1.0
基材润湿剂	工业	0.1~1.5
杀菌剂	工业	0.1~0.6
凹凸棒土	融万科技	10.0~40.0

表 2 分散剂对凹凸棒土预凝胶状态的影响

项目	1# 分散剂	2# 分散剂	3# 分散剂	4# 分散剂
制备预凝胶状态	容易形成胶状	制胶时间较长	制胶时间较长	制胶时间较长
常温贮存状态(7 d)	正常	分水	分水严重、沉淀	分水
热贮存状态(1 d)	正常	正常	正常	正常
热贮存状态(3 d)	正常	轻微分水	分水严重	轻微分水
热贮存状态(7 d)	正常	分水、软沉	分水严重、沉淀	分水、软沉

经试验证明,1# 分散剂效果最佳,热贮 7 d 正常。

1.3 涂料制备

凹凸棒土预凝胶在水性丙烯酸涂料中应用的试验配方见表 3。

表 3 凹凸棒土预凝胶在水性丙烯酸涂料中应用的试验配方

原料名称	规格产地	质量分数/%
去离子水	工业	20.0~33.0
二甲基乙醇胺	工业	0.1~1.0
分散剂	上海神诺	0.1~1.5
消泡剂	迪高	0.1~0.5
防闪锈助剂	江苏	0.1~0.6
金红石型钛白粉	上海	1.0~15.0
碳酸钙(2 500 目)	四川	24.0~30.0
炭黑	上海	0.1~2.0
滑石粉(1 250 目)	天津	10.0~20.0
凹凸棒土预凝胶	自制	0.1~1.0
水性丙烯酸乳液	上海巴德富	25.0~33.0
成膜助剂	伊士曼	0.1~3.5
防流挂助剂	毕克	0.1~0.6
增稠剂	明凌	0.1~0.5
去离子水	工业	0~20.0

制备工艺:先制备水浆,依次加入工业合格去离子水、二甲基乙醇胺、分散剂、消泡剂,将 pH 调整至 8~9 后搅拌均匀,加入颜填料以及凹凸棒土预凝胶,高速搅拌下分散至细度为 40 μm,在分散好的水浆中加入乳

1.2.3 制备凹凸棒土预凝胶时助剂的筛选

在涂料中加入分散剂的主要作用是缩短涂料研磨过程的分散时间,同时降低生产过程中的能源消耗,使涂料的分散体系能处于一个相对稳定的状态。因此在制备凹凸棒土预凝胶时,我们筛选了不同的分散剂,分散效率不好的分散剂,在做预凝胶时土和水不容易形成预凝胶,既使形成预凝胶状态后贮存状态也不佳,1 d 就会出现分水现象。分散剂对凹凸棒土预凝胶状态的影响见表 2。

液、成膜助剂、防流挂助剂、防闪锈助剂、增稠剂,调整黏度至 90~110 KU,过滤出料。

1.4 性能检测

按照 HG/T 4758—2014《水性丙烯酸树脂涂料》II 型底漆及 HG/T 5176—2017《钢结构用水性防腐涂料》进行性能检测,具体指标结合两者标准执行,结果见表 4。

1.5 凹凸棒土存在的状态对水性丙烯酸乳液涂料性能的影响

凹凸棒土在不同状态下对水性丙烯酸涂料的影响也不同。凹凸棒土可以直接以土的形式加入,也可添加助溶剂在高速分散下制备成膨润土预凝胶加入,还可制备成混悬液加入。我们首先将凹凸棒土在打浆阶段直接以土的形式加入,经试验,以凹凸棒土的形式和混悬液的状态在分散阶段直接加入打浆,该体系在热贮时均会出现分水及软沉淀;调整凹凸棒土的状态,制成凹凸棒土预凝胶,在分散阶段加入,按表 3 配方配漆并进行性能检测和热贮存稳定性检测,根据表 5 检测结果,性能均合格,贮存稳定无分水现象。因此在水性丙烯酸涂料中,以凹凸棒土预凝胶的形式加入最稳定,性能最好。

2 凹凸棒土在水性醇酸涂料中的应用

2.1 试验原材料

水性醇酸树脂:固含 70%;颜填料:氧化铁红、碳酸钙、沉淀硫酸钡;助剂:上海神诺分散剂、迪高消泡剂、防闪锈助剂、复合型催干剂、凹凸棒土、增稠剂、伊士曼成膜助剂;乳液;去离子水。

表 4 性能检测结果

检测项目	试验方法	技术指标	检验结果
在容器中状态	HG/T 4758—2014	搅拌混合后无硬块,呈均匀状态。	符合
贮存稳定性((50±2)℃/7 d)	HG/T 4758—2014	无异常	无异常
不挥发物含量/%	GB/T 1725—2007	≥35	54.3
细度/μm	GB/T 6753.1—2007	≤40	40
表干时间/h	HG/T 4758—2014	2	0.5
实干时间/h	HG/T 4758—2014	24	20
涂膜外观	HG/T 4758—2014	正常	正常
弯曲试验/mm	GB/T 6742—2007	2	1
耐冲击性/cm	GB/T 1732—1993	40	50
划格试验(划格间距 1mm)/级	GB/T 9286—1998	≤1	1
耐水性	HG/T 4758—2014	24 h 不起泡、不脱落、允许轻微变色	168 h 不起泡、不脱落、不变色
冻融稳定性(3 个循环)	GB/T 9268—2008	不变质	符合
VOC 含量/(g·L ⁻¹)	GB/T 1725—2007	≤200	40
闪锈抑制性	HG/T 5176—2017	正常	正常
早期耐水性	HG/T 5176—2017	无异常	无异常

表 5 凹凸棒土存在的状态对涂料的影响

项目	凹凸棒土状态		
	凹凸棒土	凹凸棒土预凝胶	凹凸棒土混悬液
常温贮存状态(7 d)	分水,软沉淀	无异常	分水,软沉
贮存稳定性((50±2)℃/3 d)	分水	无异常	分水
贮存稳定性((50±2)℃/7 d)	分水,硬沉淀	无异常	分水,沉淀

2.2 涂料制备

凹凸棒土在水性醇酸树脂涂料中应用的试验配方见表 6。

表 6 凹凸棒土在水性醇酸树脂涂料中应用的试验配方

原料名称	规格产地	质量分数/%
水性醇酸树脂(70%)	自制	10.0~20.0
去离子水	工业	20.0~32.0
二甲基乙醇胺	工业	0.1~1.0
分散剂	上海神诺	0.1~1.0
消泡剂	迪高	0.1~0.5
氧化铁红	四川	1.0~8.0
碳酸钙(2 500 目)	四川	15.0~26.0
沉淀硫酸钡(1 250 目)	山西	5.0~12.0
凹凸棒土	融万科技	0.1~3.0
水性丙烯酸乳液(45%)	巴德富	1.0~5.0
成膜助剂	伊士曼	0.1~1.5
催干剂	上海	0.1~0.6
防闪锈剂	江苏常州	0.1~0.6
增稠剂	明凌	0.1~0.5
去离子水	工业	0~20.0

制备工艺:首先制备树脂浆,先加入去离子水,在 300~500 r/min 转速下加入水性醇酸树脂,用二甲基乙醇胺调整 pH 至 8~9,再依次加入分散剂、消泡剂,搅拌均匀后加入颜填料以及凹凸棒土,高速搅拌下分散至细度为 40 μm。

在分散好的树脂浆中加入水性丙烯酸乳液(固含 45%)、成膜助剂、复合型催干剂、防闪锈剂、增稠剂,调整黏度至 90~110 KU,过滤出料。

2.3 性能检测

按 HG/T 4847—2015《水性醇酸树脂涂料》标准进行性能检测,结果见表 7。

2.4 凹凸棒土加量的影响

根据表 6 配方制备不同含量凹凸棒防沉土加量的涂料样品,并与传统防沉土制备的空白样进行对比,测试热贮存稳定性,结果见表 8。

由表 8 可见,不同加量的防沉土热贮存稳定性不同,不加凹凸棒土的防沉效果最差,过多添加凹凸棒土会出现增稠以及胶状物,因此最终确定防沉土的加量为表 6 配方量,与传统防沉土制备样品对比性能相当。

表7 性能检测结果

检测项目	试验方法	技术指标	检验结果
在容器中状态	HG/T 4847—2015	搅拌混合后无硬块,呈均匀状态	符合
热贮存稳定性((50±2) °C, 7d)	HG/T 4847—2015	通过	通过
不挥发物含量/%	GB/T 1725—2007	≥40	52.8
黏度/KU	GB/T 9269—2009	商定	103
细度/μm	GB/T 6753.1—2007	≤60	40
结皮性(48 h)	GB/T 9278	不结皮	不结皮
施工性	HG/T 4847—2015	施工无障碍	符合
表干时间/h	GB/T 1728—1979	≤8	0.5
实干时间/h	GB/T 1728—1979	≤24	20
涂膜外观	HG/T 4847—2015	正常	正常
弯曲试验/mm	GB/T 6742—2007	≤3	1
耐冲击性/cm	GB/T 1732—1993	≥40	50
划格试验/级	GB/T 9286—1998	≤1	1
耐水性(24 h)	HG/T 4847—2015	无异常	168 h 无异常
冻融稳定性(3个循环)	GB/T 9268—2008	不变质	不变质
VOC含量/(g·L ⁻¹)	GB/T 1725—2007	≤300	76
闪锈抑制性	HG/T 4847—2015	正常	正常
耐盐水性(3%NaCl, 24 h)	GB/T 9274—1988	无异常	无异常

表8 凹凸棒土加量对水性醇酸树脂涂料的影响

项目	空白样(不加凹凸棒土)	传统防沉土(膨润土)	表6配方量	过量凹凸棒土
常温贮存状态	分水,分层	正常	正常	轻微增稠
贮存稳定性((50±2) °C/3 d)	分水,分层	正常	正常	增稠
贮存稳定性((50±2) °C/7 d)	分水,分层	正常	正常	增稠,胶化,返粗

3 施工与应用

3.1 主要应用

近年来,钢铁工业的发展越来越快,在建筑工程中钢结构应用日益增多。钢结构在建筑工程中的使用除了具有强度较高、韧性较好、制作方便,还具有施工速度较快、建筑周期较短等优点。随着近几年国家对绿色经济、循环经济、可持续发展的重视,节能环保的水性钢结构防锈涂料越来越受到推崇。而我们的这两款产品都可应用于水性钢结构底漆,将凹凸棒土加入水性醇酸树脂配制的涂料除了可应用于底漆,还可应用于钢结构底面合一漆和面漆中,市场需求大,成本更低且符合环保要求。

3.2 施工

凹凸棒土加入水性丙烯酸乳液中制备的样品一般用于钢结构底漆上,根据客户对流挂和膜厚不同要求,对凹凸棒土加量进行调整,试验证明,每增加0.2%,流挂增加25 μm,高压无气喷涂膜厚可增加30~40 μm。

凹凸棒土加入水性醇酸树脂中制备的样品用于钢结构底面合一漆和面漆上,凹凸棒土加量不同光泽也不同,凹凸棒土具有一点消光作用,其加量越高光泽越

低。高光丙烯酸涂料中,在不影响热贮存稳定性的同时,凹凸棒土加量可以降低。

4 结语

凹凸棒土在水性涂料中的应用范围广泛,可用于水性醇酸涂料和水性丙烯酸涂料,还可以用于底漆、底面合一漆和面漆,在水性涂料中应用符合环保要求,顺应可持续发展的时代要求,在钢结构涂料上市场需求大,成本更低。

参考文献:

- [1] 卢子沈,牟斌,惠爱平等.混维凹凸棒石黏土应用现状与前景展望[J].矿产保护与利用,2023(1):1-13.
- [2] 周力,王少华,陈学峥,等.江苏盱眙鹰咀山凹凸棒石黏土矿地质特征及成因浅析[J].中国非金属矿工业导刊,2022(5):17-21.
- [3] 仝驰,董良飞,李迎春,等.铝改性凹凸棒石黏土除藻性能及机理[J].常州大学学报(自然科学版),2022(2):19-27.
- [4] 薛田田.TiO₂-WO₃柱撑凹凸棒石黏土复合材料的制备及吸附性能研究[D].兰州:兰州交通大学,2022.