

(5)
24-28

浅谈 SIGMA 7551 涂料在 46000 吨化学品船上应用

46000吨化学品船, SIGMA 7551 涂料, 无机硅酸锌, 应用,

主题词 无机硅酸锌涂料 试验 实船应用

防腐机理, 施工性能

U 674.133.2

U 668.33

张秀伟 栾咏梅

1 无机硅酸锌涂料

现代的化学品船或成品油船,由于装载的化学品和成品油品种类繁多,其中不乏含有强酸、强碱、强溶剂类货品,对货舱壁有极大的腐蚀性,因此必须进行特涂处理。为了满足船舶特涂的需要,世界各地的涂料厂不断开发研究出各种类型的特涂涂料,主要有纯环氧涂料、酚醛环氧涂料、无机硅酸锌涂料和聚氨酯涂料等几种类型。其中尤以无机硅酸锌涂料具有极好的耐溶剂性能、耐化学品性能、非皂化性能、优良的抗蚀性能、良好的耐冲击和耐磨损性能以及施工方便简单等特点,从众多的特涂涂料中脱颖而出,在化学品船或成品油船的特涂施工中扮演了极其重要的角色。

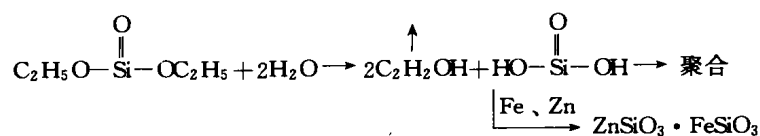
46000 吨化学品船是由大连造船厂自行设计建造的一艘具有国际先进水平的、运载二类化学品或成品油的新型船舶,该船承载的主要货物有苛性钠、糖浆、甲醇、乙醇、棕榈油、石油产品、棕榈酸、动物油、鱼油、植物油等 478 种化学品和约 60 种石油制品。针对这些货品的特性,我们选择了式玛(SIGMA)公司生产的酚醛环氧涂料(代号为 7409、7435、7436)和无机硅酸锌涂料(代号为 7551)分别作为污油舱、货舱№1、№3、№5、№7、№9 和货舱№2、№4、№6、№8 的特涂涂料。对于酚醛环氧涂料,我厂曾在多艘船舶上使用过,有一定的经验。但对 7551 涂料,我厂则是第一次使用。另外,在一艘船上同时使用两种特涂涂料对我厂来说也尚属首次,所以我们对 7551 涂料的施工性能、技术指标作深入细致的了解和研究。

2 防腐机理

无机硅酸锌涂料是一种双组份化学固定型涂料,分为水溶性后固型、水溶性自固型和溶剂自固型。其中应用于船舶涂装中的是溶剂自固型。

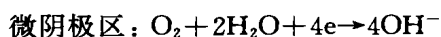
2.1 成膜机理

溶剂自固型无机硅酸锌主要由正硅酸乙酯(基料)、锌粉、着色颜料及助剂等组成。其成膜机理是依靠正硅酸乙酯吸收空气中的水份来发生水解反应,然后自身发生缩聚,同时与锌及钢铁元素反应生成复合盐类,在固化的同时便牢固地附着在钢材表面,形成一层保护膜。其化学反应式为:



2.2 保护原理

溶剂自固型无机硅酸涂料在钢材表面形成涂层之后,涂层中大量的锌粒子之间;锌粒子与钢材表面之间紧密接触,形成 Zn—Fe 微电池,Zn 成为阳极,钢材成为阴极,不断地牺牲阳极 Zn,从而保护了钢材。其化学反应式为:



此外涂层表面的锌一旦与空气中的 CO_2 , SO_2 或盐份中的 Cl^- 接触生成锌的各种盐类,这些难溶的碱式盐会填充涂层中的空隙、保护下层的锌粒难以进一步反应,从而更好地保护了钢材表面。因此,无机硅酸锌涂料具有极其优异的防锈能力和极好的耐化学溶剂的性能,并且受紫外线照射不易老化。作为一种高性能涂料,无机硅酸锌已广泛应用于化学品船或成品油船的货舱特涂。而 7551 涂料更以其优异的防腐性能和良好的施工性能而位居其他厂家的同类产品之首。

3 施工性能

涂料的施工性能对船厂的涂装施工来说非常重要。而 7551 涂料在特涂施工时有其特殊的要求。

3.1 钢板表面处理

7551 涂料对钢板表面处理的要求很高。钢板表面必须喷砂处理达 Sa2.5 级,甚至更高;喷砂后钢板表面必须清洁、不含任何涂层, Cl^- 含量不能超过 $60\text{mg}/\text{m}^2$;喷砂后钢板表面的粗糙度在一定的范围内,即对于标准膜厚为 $75\mu\text{m}$ 时,粗糙度则定为 $40\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ 。

3.2 磨料的粒度

磨料粒度的大小决定着粗糙度的大小,因此磨料粒度的选择非常重要。当钢板表面粗糙度为 $40\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ 时,磨料粒度需要 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 。另外,磨料的导电系统必须小于 $30\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

3.3 施工时湿度

因无机硅酸锌涂料固化时需要吸收空气中的水份,所以喷涂时以及喷涂后必须有一定的湿度。7551 涂料施工时,湿度必须大于 40%。

3.4 施工时温度

7551 涂料施工时,要求的钢板温度为 $-5^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$,如此宽的温度范围给北方船厂的冬季施工带来方便。一般情况下,冬季施工不需要在舱内加温,从而大大降低了特涂成本。

4 试 验

式玛酚醛环氧涂料和无机硅酸锌涂料在施工时,由于要求的钢板表面粗糙度不同,从而导致磨料的粒度不同,这样就出现了同一艘船在特涂施工中却需要两种粒度磨料的情况,因此对船厂的生产管理和施工都非常不利。所以如何选择一种粒度能同时满足两种涂料要求的磨料已成为一个技术难题,这也是 46000 吨化学品船特涂是否成功的关键。我们通过试验来解决这个难题,具体做法如下。

4.1 模拟试验

模拟试验的目的是为了确定能同时满足两种涂料施工要求的一种合适磨料粒度;并初步掌握 7551 涂料的性能及施工工艺。

为了使模拟试验尽可能接近实船的施工条件,试验选择了 46000 吨化学品船 1 号上的边角料,制成 T 型结构的钢板两块,形状及尺寸如图 1 所示。由于 7551 涂料的施工性能规定,钢板表面粗糙度为 $40\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 时,磨料粒度需要 $0.5\text{mm}\sim 1.0\text{mm}$;而酚醛环氧涂料施工时,经验证明磨料粒度为 $0.4\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ 是可行的。因此选用粒度为 $0.5\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$ 和粒度为 $0.4\text{mm}\sim 1.2\text{mm}$ 的磨料分别对两块钢板进行喷砂。喷砂后将测得的钢板表面粗糙度数值列于表 1;然后再喷涂 7551 涂料,并将测得的漆膜厚度也列于表 1。

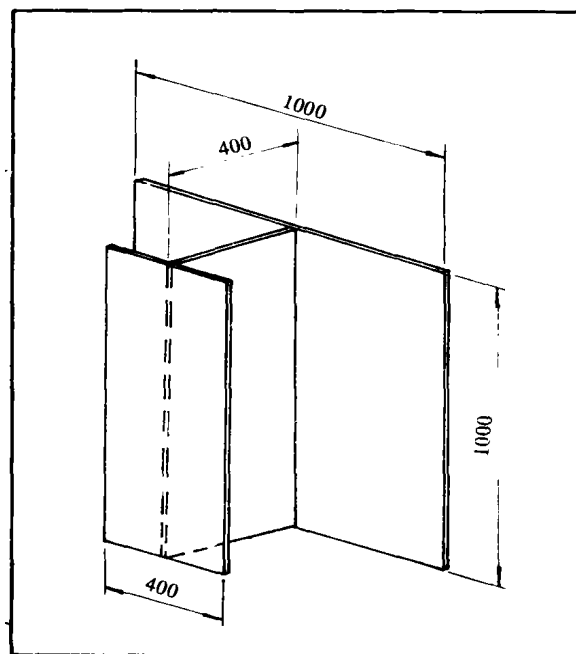


图 1

表 1

磨料粒度 (mm)	0.5~1.5	0.4~1.2
测试项目		
钢板粗糙度 (μm)	120,94, 113,111	61,137,69,87,79,72,61,98,119,93,97,42
钢板粗糙度平均值 (μm)	109	82
漆膜厚度 (μm)		82,78,88,86,77,85,74,89,77,97,57,120,76,73,137,129,76,102, 60,64,52,145,102,54,124,144,94,74,66,54,45,42,48,84,76,68, 82,85,74,93,94,144,112,101,80,131,128,98,122,99,51,77,65, 119,68,93,121,119,92,70,66,90,111,108,128,116,130,112,96, 101,144,132,76,41,110,80,53,23,54,47,86,45
漆膜平均厚度 (μm)		89

根据表 1 的试验数据分析表明,两块试验钢板中,其中一块用粒度为 $0.5\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$ 的磨料喷出的钢板粗糙度平均值在 $100\mu\text{m}$ 以上,无法满足 7551 涂料的施工要求,因此喷涂失去

意义,所以这块钢板未做喷涂试验。另一块用粒度为 0.4mm~1.2mm 的磨料喷出的钢板粗糙度平均值为 $82\mu\text{m}$,漆膜厚度平均值为 $85\mu\text{m}$,基本满足 7551 涂料的施工要求。通过此次试验初步确定了在 46000 吨化学品船 1 号特涂使用的磨料粒度为 0.4mm~1.2mm。

4.2 实船试验

由于模拟试验的条件与实船施工条件有一定差别,试验所得的钢板粗糙度和漆膜厚度值偏高,使 7551 涂料的实际施工标准膜厚及合格范围未能最后确定,因此必须进行实船试验。我们选择了 46000 吨化学品船 1 号船 №8 舱右舷一个档做实船喷砂、喷涂试验单元,所有试验条件均与实际特涂施工条件相同。试验位置示意图如图 2;试验数据列于表 2。

由表 2 数据表明,以粒度为 0.4mm~1.2mm 的磨料进行喷砂后钢板的粗糙度超出了标准。为了找出原因,我们实地检测了钢板未喷砂前的粗糙度,其数值分别为:60、62、73、96、36、70、40(μm),平均粗糙度为 $63\mu\text{m}$ 。由此看出,经我厂抛丸流水

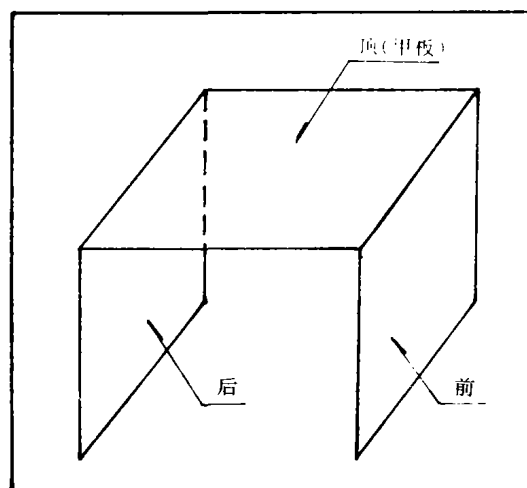


图 2 №8 舱右舷示意图

表 2

项 目 \ 位 置	前	后	顶
钢板粗糙度 (μm)	76、57、84、119、93、64、 100、115、81、79、74、100、 120、75、76	63、77、54、110、65、83、88、 60、10、66、115、60	46、114、70、123、72、141、 113、64、46、64、49、78、48、 64、34、102、69、49
钢板粗糙度平均值 (μm)	88	75	75
钢板粗糙度标准 (μm)	40~70		

线抛丸处理的钢板,其表面粗糙度达不到要求,这直接影响到喷砂后钢板的粗糙度。鉴于我厂目前的状况,经过我们的认真分析,决定提高 7551 涂料的标准膜厚和扩大合格范围。

通过上述两次试验和多次研究讨论,最后定下 46000 吨化学品船特涂采用的磨料粒度为 0.4mm~1.2mm;7551 涂料的标准漆膜厚度为 $100\mu\text{m}$,合格范围为 $90\mu\text{m}$ ~ $130\mu\text{m}$ 。从而解决了该船特涂遇到的难题,为特涂的成功铺平了道路。

5 实船应用及注意事项

46000 吨化学品船 1 号船的特涂施工条件及工艺确定之后,按照船厂的生产进度安排,于 1996 年 11 月 8 日正式开始特涂施工。施工人员经过了 45 天的努力拼搏,克服了气温低、湿度大、7551 涂料一次成膜难度大等不利因素,高质量高速度地完成了该船的特涂工作。但在特涂

施工中,我们认为下列事项应特别注意:

(1) 7551 涂料在施工中是一次成膜,它对漆膜的厚度要求极其严格(合格范围是 $90\mu\text{m}\sim 130\mu\text{m}$),若漆膜厚度超过 $150\mu\text{m}$,漆膜便会发生龟裂,失去防腐作用,因此要求施工人员有高超的喷涂技术。

(2) 7551 涂料施工时,预涂与主喷涂的顺序与其他特涂涂料的要求不同,7551 涂料是在主喷砂完后直接喷涂一度,然后再预涂两度。

(3) 在施工时,一定要将锌粉慢慢倒入基料中,并且要不断搅拌,不能将顺序颠倒以免涂料结块。喷涂过程中也必须不断地搅拌,喷涂的管带不能过长。

(4) 钢板缺陷不允许使用环氧腻子修补,因为环氧腻子与 7551 涂料不结合。

6 结束语

46000 吨化学品船 1 号船的特涂工作,在船研所、涂装公司等各方面的共同努力下,从开始选择特涂涂料到试验、正式施工,一共历时了 7 个月,最后终于圆满成功。目前该船已交付船东并投入营运,其中特涂的质量深得船东的好评。

通过这艘船的特涂工作,我们积累大量的试验数据和实际施工的宝贵经验,为今后进行该系列船舶的特涂工作奠定了坚实的基础。同时,我们也发现许多尚需改进的地方。比如,由于钢材表面一次处理导致钢材表面粗糙度超标,必须增加漆膜厚度予以弥补,这就必然使涂料用量增加。为此我们建议改进我厂的抛丸流水线,降低钢板抛丸的粗糙度,以减少涂料用量。

参 考 文 献

- 1 汪国平,洪栋煌. 船舶与钢结构的涂装及防蚀技术
- 2 SIGMA 货舱涂装施工工艺规程和产品说明书

