

无锌底漆、海运集装箱、粉末防护涂层及其施工工艺

本申请要求于 2023 年 8 月 16 日提交中国专利局，申请号为 CN 2023110390474，申请名称为“一种海运集装箱、海运集装箱粉末防护涂层及其施工工艺”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本申请涉及材料技术领域，特别涉及一种无锌底漆、海运集装箱、粉末防护涂层及其施工工艺。

背景技术

10 传统的集装箱防护使用水性漆涂装耗用大量的有机溶剂，并产生大量的废水和废渣，污染问题一直困扰着行业。

在集装箱领域，景元已经在 2022 年成功开发出用于集装箱的粉末涂料，于 2022 年 8 月官宣后就此生产了近 3 万 TEU 的集装箱，同时形成了团标。目前，申请人使用的集装箱冷轧钢板防护涂层体系，其中，第一层是厚度 35 微米以上的富锌底漆，后续进行底涂层和面涂层进行喷涂。

15 具体的，用金属板材，如冷轧钢板生产集装箱时，冷轧钢板出厂时由于工艺原因表面有少量油污，所以冷轧钢板冷作加工前必须进行前处理，先钢板表面脱脂(酸或碱液脱脂)后清洗，干燥(晾干或热风)，进行抛丸处理，预涂富锌底漆。前处理完成后再进入冷作加工(冲剪压成型)，进行钢结构组焊，焊缝喷丸清理后再作整箱涂装作业(包含喷漆、喷粉等)。

20 在具体使用时，上述喷涂方式后生产的集装箱，虽然各项性能超越了以前的水性漆方式生产的集装箱。但是：上述冷轧钢板冷作加工前处理工艺有如下问题：1.存在污水处理的问题；2.富锌底漆是油性漆(非水性)存在 VOC 排放的问题。以上两点都带来环保不达标的隐患。同时申请人发现，对于海运类抗腐蚀性要求高的集装箱，其一旦产生腐蚀后，其扩蚀严重。

25 因此，需要一种新的涂层体系和涂层工艺以解决上述问题。

发明内容

为缓解或解决上述问题中的至少一个方面或者至少一点，提出本申请。

本申请提供一种海运集装箱的粉末防护涂层，所述集装箱包括集装箱内面和集装箱外面；所述集装箱的至少部分由金属板材加工而成；

30 其中：

形成集装箱内面的金属板材上至少包括：A1 层、A2 层、A3 层三层涂层结构：A1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；A1 层中不含有金属锌；A2 层的材料为环氧粉末；A3 层的材料为环氧粉末；

35 和/或，形成集装箱外面的金属板材上至少包括：B1 层、B2 层、B3 层三层涂层结构；B1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；B1 层中不含有金属锌；B2 层的材料为环氧粉末；B3 层的材料为聚酯粉末。

可选地，A1 层中不含有锌；B1 层中不含有锌。

可选地，其中 A1 层为金属板材未形成集装箱之前通过滚涂形成；A2、A3 层为形成

集装箱箱体后通过喷涂形成；和/或，B1层为金属板材未形成集装箱之前通过滚涂形成；B2、B3层为形成集装箱箱体后通过喷涂形成。

可选地，其中，A1层的厚度小于A2、A3层的厚度；和/或，B1层的厚度小于B2、B3层的厚度；可选地A1层的厚度小于20微米，更可选地为小于12微米。

5 可选地，A1层的厚度为8-12微米，A2层的厚度为37-43微米，A3层的厚度为38-43微米；

和/或，B1层的厚度为8-12微米，B2层的厚度为37-43微米，B3层的厚度为44-46微米。

10 可选地，A1层中高固含油性漆中固含比例不低于60%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的0.5%-10%；

和/或，B1层中高固含油性漆中固含比例不低于60%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的0.5%-10%。

可选地，A1、B1层中锌含量为零，A1层与B1层的厚度大致相同。

可选地，A1、B1层中非金属导电材料为石墨，其石墨的含量大致为2%。

15 可选地，A1、B1层中高固含油性漆中固含比例为70%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的5%。

另外本申请还提供一种集装箱的防护涂层的施工工艺，包括如下步骤：

对金属板材进行除锈和/或打砂处理；

带热涂覆，对涂料加热或板材加热后进行A1层、B1层涂覆；

20 烘干或风干，其中所述风干采用热风；

将金属板材进行加工、并进行焊接、形成箱体；

对整箱的焊缝处进行打砂处理；

A2层、B2层进行喷涂；A3层、B3层进行喷涂；

固化冷却。

25 可选地，采用热风进行风干时，对于4mm以上的厚板在热风加热后的温度不低于85℃。

可选地，带热滚涂之前：还包括将高固含油性漆与非金属导电材料混合均匀的过程。

可选地，金属板材进行打砂处理后，其表面粗糙度在15-35微米之间。

30 本申请还提供一种海运集装箱，包括前述任意一项所述的防护涂层；或者，采用前述所述的施工工艺。

可选地，形成A1层和B1层的材料按照质量百分比均包括：25~30%的改性环氧树脂、10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。

可选地，所述非金属导电材料包括石墨、石墨烯和导电云母的至少一个。

35 可选地，按照质量百分比，所述A2和B2的环氧粉末均包括：25~50%的聚酯树脂、22~45%的环氧树脂、1~10%的酚醛固化剂、0.1~2.4%的促进剂、0.5~2%的流平剂、0.1~2%的脱气剂、5~30%的复合填料以及0.2~2%的增韧剂，剩余为颜填料。

可选地，所述聚酯树脂的酸值为34~76mgKOH/g，粘度3000~6000mPa.s；和/或，

所述环氧树脂的环氧值 0.090~0.165eq/100g，软化点为 87~105℃。

可选地，按照质量百分比，所述 A3 的环氧粉末包括 30~60%的聚酯树脂、20~36%的环氧树脂、0.5~1%的流平剂、0.1~1%的消泡剂、0.2~2%的抗氧化剂 0.2-2%和 0.5~3%的增韧剂，剩余为颜填料。

5 可选地，所述聚酯树脂的酸值为 34~76mgKOH/g，粘度 3000~6000mPa.s；和/或，所述环氧树脂的环氧值 0.090~ 0.165eq/100g，软化点为 87~105℃。

可选地，按照质量百分比，B3 的聚酯粉末包括 30~45%的高耐候聚酯树脂、 22~35%的超耐候聚酯树脂、0~ 3.5%的异氰尿酸三缩水甘油酯、0~2.5%的羟烷基酰胺、14~ 24%的封闭型多异氰酸酯、0.5~1.5%的流平剂、0.1~3%的促进剂，0.1~1%的消泡剂、0.5~3.2%的增韧剂、0.2~2%的抗氧化剂和 2~25%的复合填料，剩余为颜填料。

10 可选地，所述高耐候聚酯的酸值为 29~34mgKOH/g，粘度为 4500~6000 mPa . s；所述超耐候聚酯的羟值为 100~120mgKOH/g，粘度为 3200~4200 mPa . s。

本申请还提供一种应用于集装箱的无锌底漆，按照质量百分比包括：25~30%的改性环氧树脂、10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及 0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。

15 本申请对粉末涂层体系进行进一步的完善和优化，开发出无锌前处理底漆。采用高固含油性漆，并采用非金属导电材料代替金属锌。通过上述设置，可以相较于现有技术由于不含有金属锌，可以降低扩蚀现象。

由于第一层采用高固含油性漆、非金属导电材料，采用非金属导电材料代替金属锌，一方面可以保证导电性能，利于后面的喷涂。同时，可降低扩蚀现象。同时，由于非金属导电材料和高固油性漆混合的更为充分，因此，第一层可以做到更薄，同时，其抗腐蚀性更为优良。由于 A1 层形成于集装箱组装前，后续要焊接组装形成集装箱，需保证焊接性，添加非金属导电材料提高 A1 层导电性避免影响焊接。

20 由于不含有金属材料，其粉末的附着力更好，更有利于后续的喷涂。通过实际验证无锌前处理底漆完全满足工序间防锈的要求，无锌前处理底漆与粉末的附着力更好，扩蚀优于水性漆，焊接性能与富锌底漆一致。同时无锌前处理底漆的成本低于富锌底漆，重量也更轻。

本申请的施工工艺，前处理采用激光除锈的方式，避免了污水的排放、采用高固含性油漆，有效的减少了 VOC 的排放，且相对于现有技术，其厚度大大减少，节省了材料，其环保效果良好。

30 本申请打破了目前集装箱领域采用富锌底漆的传统，创造性的采用无锌底漆，使 A1 层、B1 层中不含有锌，并采用非金属导电材料保证导电性能，因此，在发生腐蚀时，不存在锌盐的产生现象，进而避免了体积膨胀导致的底层与基材之间的分离现象，从而降低了扩蚀现象，延长了使用寿命。

35 本公开的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然，或部分地通过本公开的实践而习得。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，并不能限制本公开。

附图说明

为了使本公开的内容更容易被清楚的理解，下面根据本公开的具体实施例并结合附图，对本公开作进一步详细的说明，其中：

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实
5 例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 本申请实施例 1 的抗蚀性能实验样本。

图 2 本申请实施例 2 的抗蚀性能实验样本。

10 图 3 本申请实施例 2 的抗蚀性能实验样本。

图 4 对比例 1 的抗蚀性能实验样本。

图 5 是本申请实施例 5 的抗蚀性能实验样本。

图 6 是本申请实施例 6 的抗蚀性能实验样本。

图 7 是本申请实施例 7 的抗蚀性能实验样本。

15 图 8 是本申请实施例 11 的抗蚀性能实验样本。

图 9 是本申请实施例 12 的抗蚀性能实验样本。

图 10 是本申请实施例 13 的抗蚀性能实验样本。

图 11 是对比例 2 的抗蚀性能实验样本。

图 12 是对比例 3 的抗蚀性能实验样本。

20 具体实施方式

下述参照附图对本申请实施方式的说明旨在对本申请的总体申请构思进行解释，而不应当理解为对本申请的一种限制。在本申请中，相同的附图标记表示相同或相似的部件。

在此描述的特征可以以不同的形式来实现，而不应被解释为限于在此描述的示
25 例。相反，已提供在此描述的示例，以仅示出实现在此描述的方法、设备和/或系统的许多可行方式中的一些可行方式，所述许多可行方式在理解本申请的公开之后将是清楚的。

尽管在此可使用诸如“第一”、“第二”和“第三”的术语来描述各种构件、组
件、区域、层或部分，但是这些构件、组件、区域、层或部分不应被这些术语所限制。
30 相反，这些术语仅用于将一个构件、组件、区域、层或部分与另一构件、组件、区域、层或部分进行区分。

在此使用的术语仅用于描述各种示例，并不将用于限制公开。除非上下文另外清
楚地指示，否则单数形式也意在包括复数形式。术语“包含”、“包括”和“具有”
说明存在叙述的特征、数量、操作、构件、元件和/或它们的组合，但不排除存在或添
35 加一个或多个其他特征、数量、操作、构件、元件和/或它们的组合。

为了使得本领域技术人员能够使用本申请的内容，下文中可能结合特定的应用场
景、特定的系统、器件和元件的参数以及特定的连接方式，给出以下示例性实施例。
然而，对于本领域技术人员来说，这些实施例仅是示例，在不脱离本申请的精神和范

围的情况下，可以将这里定义的一般原理应用于其他实施例和应用场景。

本申请提供一种海运集装箱的粉末防护涂层，集装箱包括集装箱内面和集装箱外面。集装箱的至少部分由金属板材加工而成。

其中：形成集装箱内面的金属板材上至少包括：A1 层、A2 层、A3 层三层涂层结构：A1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；A1 层中不含有金属锌；A2 层的材料为环氧粉末；A3 层的材料为环氧粉末；

和/或，形成集装箱外面的金属板材上至少包括：B1 层、B2 层、B3 层三层涂层结构；B1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；B1 层中不含有金属锌；B2 层的材料为环氧粉末；B3 层的材料为聚酯粉末。

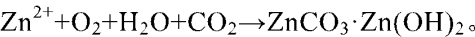
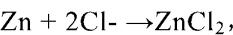
需要说明的是，现有集装箱制造企业与底漆供应商、粉末供应商均是上下游供应关系，一般三者为不同的生产企业。目前现有技术中集装箱普遍均使用富锌底漆作为底层涂料，而粉末供应商基本不会针对集装箱富锌底漆做改进或研究。而底漆的主要作用在于在粉末涂层涂覆之前为集装箱生产用的中间板材提供临时防护，集装箱终端产品的防腐蚀性能基本依靠中层漆和面漆来实现防腐保护，因此，当集装箱终端产品出现腐蚀问题时，集装箱生产企业一般都会认为是中层漆或者面漆的原因造成腐蚀。因此本领域技术人员在面对粉末涂层与集装箱富锌底漆形成的整体涂层方案时，很难发现是富锌底漆成分问题导致影响粉末涂层的防扩蚀能力，而只会认为是粉末涂层本身存在问题。

本申请的申请人创造性的发现：申请人经研究和分析后发现，目前的海运集装箱扩蚀严重的原因在于采用了富锌底漆。在发生腐蚀时，富锌底漆中大量的锌粉发生变化形成锌盐，锌盐的产生导致了底漆体积膨胀。而成型于箱体上的单粉末涂层极其致密，无法容纳体积膨胀的锌盐，进而导致粉末涂层与箱体分离，出现粉末涂层整片“起皮”的现象。并且随着锌粉不断腐蚀，“起皮”会不断延伸。

锌粉与氯化物中的氯离子发生反应形成锌盐氯化锌，即形成锌离子。

锌离子在氧气、水以及二氧化碳的环境下继续反应而生成碱式碳酸锌。碱式碳酸锌为不溶于水也不溶于醇的粉末状物质。

具体反应式如下：



同时，申请人发现，富锌底漆表面涂层由于含有锌，相较于无锌体系，在与后续的粉末涂层相结合时存在质量下降的风险。因此，本申请提供不含锌的 A1 层和/或 B1 层，杜绝锌盐的产生，进而降低扩蚀现象。

本申请提供一种应用于集装箱的无锌底漆。该无锌底漆即形成 A1 层和 B1 层的材料。

具体地，按照质量百分比，无锌底漆包括 25~30%的改性环氧树脂、10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及 0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。

形成 A1 层和 B1 层的材料按照质量百分比均包括：25~30%的改性环氧树脂、

10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及 0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。

改性环氧树脂可以是异氰酸酯改性环氧树脂、有机硅丙烯酸改性环氧树脂、二聚酸改性环氧树脂、丙烯酸改性环氧树脂、低聚合度改性环氧树脂、苏州市盛嘉树脂有限公司生产的 ZJ-101 环氧改性丙烯酸树脂等。

固化剂包括聚酰胺 650、改性聚酰胺、异氰酸酯三聚体和三乙烯四胺中的至少一种。

防锈颜料包括三聚磷酸铝、磷酸锌、氧化锌、磷酸铝、钼酸锌、氧化铝中的至少一种。

10 A1 层和 B1 层的颜填料包括但不限于钛白粉、铁红、铁黄、群青、酞青蓝、酞青绿、中铬黄、DPP 红、永固红、永固紫、硫酸钡、硅微粉、硅灰石、云母粉、玻璃粉、石英粉、炭黑、二氧化钛中的至少一种。

非金属导电材料包括石墨、石墨烯或导电云母的至少之一。

按照质量百分比，A2 层和 B2 层的环氧粉末包括 25~50%的聚酯树脂、22~45%的环氧树脂、1~10%的酚醛固化剂、0.1~2.4%的促进剂、0.5~2%的流平剂、0.1~2%的脱气剂、5~30%的复合填料以及 0.2~2%的增韧剂，剩余为颜填料。

A2 层和 B2 层的聚酯树脂的酸值为 34~76mgKOH/g，粘度 3000~6000mPa·s。

A2 层和 B2 层的环氧树脂的环氧值 0.090~0.165eq/100g，软化点为 87~105℃。

20 酚醛固化剂可以是大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂或者其他现有酚醛固化剂。

A2 层和 B2 层的促进剂包括咪唑啉、无色钴、甲基二乙醇胺、氨基苯酚、2,4,6-三(二甲胺基甲基)苯酚中至少一种。

25 A2 层和 B2 层的流平剂包括聚丙烯酸、丙烯酸酯类聚合物、聚醚聚酯改性有机硅氧烷、丙烯酸、氟改性丙烯酸、磷酸酯改性丙烯酸、丙烯酸树脂、脲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂中的至少一种。

A2 层和 B2 层的脱气剂包括二苯乙醇酮和硬脂酸中的至少一种。

A2 层和 B2 层的复合填料包括氧化铝、氮化硼、氧化锌、云母粉和二氧化硅中的至少一种。

30 A2 层和 B2 层的增韧剂包括纳米二氧化硅、甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、磷酸三乙酯、磷酸三丁酯中的至少一种。

A2 层和 B2 层的颜填料包括但不限于钛白粉、铁红、铁黄、群青、酞青蓝、酞青绿、中铬黄、DPP 红、永固红、永固紫、硫酸钡、硅微粉、硅灰石、云母粉、玻璃粉、石英粉、炭黑、二氧化钛中的至少一种。

35 按照质量百分比，A3 层的环氧粉末包括 30~60%的聚酯树脂、20~36%的环氧树脂、0.5~1%的流平剂、0.1~1%的消泡剂、0.2~2%的抗氧化剂和 0.5~3%的增韧剂，剩余为颜填料。

A3 层的聚酯树脂的酸值为 34~76mgKOH/g，粘度 3000~6000mPa·s。

A3 层的环氧树脂的环氧值 0.090~0.165eq/100g, 软化点为 87~105℃。

A3 层的流平剂包括聚丙烯酸、丙烯酸酯类聚合物、聚醚聚酯改性有机硅氧烷、丙烯酸、氟改性丙烯酸、磷酸酯改性丙烯酸、丙烯酸树脂、脲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂中的至少一种。

- 5 A3 层的消泡剂包括 TEGO Foamex 825、TEGO Foamex 810、BYK-028、BYK-024、TEGO-902W、消泡剂 NXZ、毕克化学的 BYK-022 消泡剂、聚二甲基硅氧烷消泡剂、AKN-3324、安息香、BYK-066N 和 BYK085 中的至少一种。

- 10 A3 层的抗氧化剂包括 B215 复合型抗氧化剂、 β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸正十八碳醇酯、2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚以及双(3, 5-三级丁基-4-羟基苯基)硫醚和巴斯夫抗氧化剂 1010 中的至少一种。

A3 层的增韧剂包括纳米二氧化硅、甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、磷酸三乙酯、磷酸三丁酯中的至少一种。

- 15 A3 层的颜填料包括但不限于钛白粉、铁红、铁黄、群青、酞青蓝、酞青绿、中铬黄、DPP 红、永固红、永固紫、硫酸钡、硅微粉、硅灰石、云母粉、玻璃粉、石英粉、炭黑、二氧化钛中的至少一种。

- 20 按照质量百分比, B3 层的聚酯粉末包括 30~45%的高耐候聚酯树脂、22~35%的超耐候聚酯树脂、0~3.5%的异氰尿酸三缩水甘油酯、0~2.5%的羟烷基酰胺、14~24%的封闭型多异氰酸酯、0.5~1.5%的流平剂、0.1~3%的促进剂、0.1~1%的消泡剂、0.5~3.2%的增韧剂、0.2~2%的抗氧化剂和 2~25%的复合填料, 剩余为颜填料。

高耐候聚酯的酸值为 29~34mgKOH/g, 粘度为 4500~6000 mPa·s。

超耐候聚酯的羟值为 100~120mgKOH/g, 粘度为 3200~4200 mPa·s。

异氰尿酸三缩水甘油酯简称 TGIC。

羟烷基酰胺简称 HAA。

- 25 封闭型多异氰酸可以采用 EVONIK(赢创)的牌号 B1400、BF1540 和 BF1320 的任意一种或多种。

B3 层的流平剂包括聚丙烯酸、丙烯酸酯类聚合物、聚醚聚酯改性有机硅氧烷、丙烯酸、氟改性丙烯酸、磷酸酯改性丙烯酸、丙烯酸树脂、脲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂中的至少一种。

- 30 B3 层的促进剂包括咪唑啉、无色钴、甲基二乙醇胺、氨基苯酚、2,4,6-三(二甲胺基甲基)苯酚中至少一种。

B3 层的消泡剂包括 TEGO Foamex 825、TEGO Foamex 810、BYK-028、BYK-024、TEGO-902W、消泡剂 NXZ、毕克化学的 BYK-022 消泡剂、聚二甲基硅氧烷消泡剂、AKN-3324、安息香、BYK-066N 和 BYK085 中的至少一种。

- 35 B3 层的增韧剂包括纳米二氧化硅、甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、磷酸三乙酯、磷酸三丁酯中的至少一种。

B3 层的抗氧化剂包括 B215 复合型抗氧化剂、 β -(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸正十

八碳醇酯、2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚以及双(3, 5-三级丁基-4-羟基苯基)硫醚和巴斯夫抗氧剂 1010 中的至少一种。

B3 层的复合填料包括氧化铝、氮化硼、氧化锌、云母粉和二氧化硅中的至少一种。

5 B3 层的颜填料为无机颜料和填料, 包括但不限于钛白粉、铁红、铁黄、群青、酞青蓝、酞青绿、中铬黄、DPP 红、永固红、永固紫、硫酸钡、硅微粉、硅灰石、云母粉、玻璃粉、石英粉、炭黑、二氧化钛中的至少一种。

整个防护图层中, A1 层的环氧基可以与 A2 层中的聚酯羧基反应从而使 A1 与 A2 层之间通过化学结合实现连接, A2 层中的聚酯树脂的羧基可以 A3 层中的环氧基反应使 A2 与 A3 层之间通过化学结合实现连接。

B1 层中的环氧基可以与 B2 层中的聚酯羧基反应使 B1 与 B2 层之间通过化学结合实现连接, B2 层中的聚酯树脂的羧基可以和 B3 层的固化剂反应使 B2 与 B3 层之间通过化学结合实现连接。

因此, 整个防护涂层的层间的结合力较强。在附着力拉开法测试中, 破坏强度达 10Mpa 以上, 整个防护涂层一起从基材上部分脱落, 不存在层间脱落的现象。

A1 层和 B1 层成型于基材上后, 通过物理隔绝作用保护基材, 能够满足对基材进行临时保护的作用。集装箱产品的内部通过 A2 层和 A3 层进行防腐蚀, 集装箱的外部通过 B2 层和 B3 层进行防腐蚀。

其中, A1 层为金属板材未形成集装箱之前通过涂覆形成。A2、A3 层为形成集装箱箱体后通过喷涂形成。

和/或, B1 层为金属板材未形成集装箱之前通过涂覆形成。B2、B3 层为形成集装箱箱体后通过喷涂形成。

A1 层的厚度小于 A2、A3 层的厚度。

较优地, A1 层的厚度为 8-12 微米, 厚度小于 8 微米时, 扩蚀性能较差。厚度大于 12 微米时, 增加了成本。A2 层的厚度为 37-43 微米, A3 层的厚度为 38-43 微米。A2 层的厚度小于 37 微米时, 防腐蚀性能较差。A2 层的厚度大于 43 微米时, 增加了成本。A3 层的厚度小于 38 微米时, 防腐蚀性能较差。A3 层的厚度大于 43 微米时, 增加了成本。

和/或, B1 层的厚度小于 B2、B3 层的厚度。

较优地, B1 层的厚度为 8-12 微米, B2 层的厚度为 37-43 微米, B3 层的厚度为 44-46 微米。

A1 层中高固含油性漆中固含比例不低于 60%, 非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 0.5%-10%。

和/或, B1 层中高固含油性漆中固含比例不低于 60%, 非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 0.5%-10%。

A1、B1 层中非金属导电材料为石墨, 其石墨的含量大致为 2%。

A1、B1 层中高固含油性漆中固含比例为 70%, 非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 5%。

本申请还提供一种工程装备用防护涂层的施工方法，包括以下步骤：

S1、对金属板材进行激光除锈和/或打砂处理。

S2、带热涂覆，对涂料加热或板材加热后进行 A1 层、B1 层涂覆。

具体地，金属板材的厚度大于 4mm 时，加热金属板材至大于等于 85℃。

5 金属板材厚度小于 4mm 时，通常加热至 85℃。

加热涂料的温度为 40℃。

S3、烘干或风干，其中所述风干采用热风。

S4、将金属板材进行加工、并进行焊接、形成箱体。

S5、对整箱的焊缝处进行打砂处理。

10 S6、A2 层、B2 层进行喷涂；A3 层、B3 层进行喷涂。

S7、固化冷却。

本申请还提供一种海运集装箱，包括上述的防护涂层；或者，采用上所述的施工工艺。

以下通过各实施例介绍上述防护涂层。

15 实施例 1：

步骤 1：对金属板材进行除锈，并进行细打砂处理，表面粗糙度 15-35 微米之间；其中，除锈采用激光除锈的方式，相比现有的除锈方式，可以避免污染。

步骤 2：滚涂，采用高固含油性漆对金属板材进行第一层涂覆，第一层涂覆的厚度为 10 微米；其中，高固含油性漆的固含比例为 60% 以上，添加 2% 的石墨，并使其充分混合；可带热滚涂，带热滚涂的温度为 40 度以上。

20 步骤 3：将涂覆后的金属板材进行风干；

步骤 4：将风干后的金属板材进行加工，加工成箱体；

步骤 5：将箱体进行整箱焊缝去氧化层处理；

步骤 6：两层喷粉，先喷底粉，再喷面粉；其中箱内底粉 40 微米，为环氧粉末；箱外底粉为 40 微米，为环氧粉末；箱外面粉 45 微米，为聚酯粉末，箱内面粉 40 微米，为环氧粉末；

步骤 7：固化冷却。

本申请的集装箱金属板材可为冷轧钢板或热轧钢板，防护涂层体系包括三层，其中，第一层，底涂层厚约 10 微米，底层厚度降低了高固含油性漆；相较于现有的 35 微米的底涂层，其大大降低了油性漆的使用量，可显著减少 VOC 的排放。

可选的，本申请的高固含油性漆的固含比例不小于 60%，本申请采用不低于 60% 的固含比，相比于现有的固含比例为 40% 左右，可大大降低 VOC 的排放。

本申请锌含量为零；采用非金属导电材料替换原来的锌，一方面利用非金属的导电性，另一方面非金属导电材料本身的污染较少，其中非金属导电材料，可以为石墨等，如采用石墨替换原来的锌材料，一方面可以保证导电性，另一方面，可以提高抗腐蚀性能。本申请可选的，非金属导电材料的比例在百分之零点五到百分之十之间，底涂层的表面电阻为 102 欧姆到 109 欧姆。本实例中，固含比例为 70%，非金属导电材料的比例为 5%。

第二层，厚约 40 微米，为环氧粉末。采用符合 FDA 要求的材料。由于第一层的厚度明显小于现有的第一层的厚度，为了保证涂层后的质量，本申请将第二层厚度适当增加，其厚度设置为 40 微米；

第三层，箱外厚约 45 微米，为聚酯粉末；箱内厚约 40 微米，为环氧粉末；符合 FDA 要求；本申请适当的增大箱外的喷涂厚度，从而进一步的保证其涂覆后的抗腐蚀效果。

本申请粉末涂装不仅环保性能表现优异，而且在工艺稳定性及涂层质量方面相较传统涂装工艺具备全方位的优势。

10 实施例 2:

实施例 2 与实施例 1 的步骤相同，区别在于第一层涂覆的厚度为 10 微米，第二层的厚度为 43 微米，第三层的厚度，箱内厚度为 43 微米，箱外厚度为 46 微米。

实施例 3:

15 实施例 3 与实施例 1 的步骤相同，区别在于第一层涂覆的厚度为 12 微米，第二层的厚度为 41 微米，第三层的厚度，箱内厚度为 41 微米，箱外厚度为 44 微米。

实施例 4

本实施例中的防护涂层为 8 微米的 A1 层、37 微米的 A2 层和 38 微米的 A3 层。

20 其中，A1 层的材料按照质量百分比包括：25%的异氰酸酯改性环氧树脂、15%的防锈颜料三聚磷酸铝、5%的环己酮、10%的二甲苯、6%的正丁醇、8%的固化剂改性聚酰胺以及 10%的非金属导电材料石墨，21%的颜填料钛白粉。

A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 50%的聚酯树脂(酸值为 34mgKOH/g，粘度 3000mPa·s)、26%的环氧树脂(环氧值 0.165eq/100g，软化点为 87℃)、2%的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、0.1%的促进剂甲基二乙醇胺、0.5%的流平剂聚丙烯酸、0.1%的脱气剂二苯乙醇酮、5%的复合填料二氧化硅以及 0.2%的增韧剂纳米二氧化硅，16.1%的颜填料铁红。

25 A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 60%的聚酯树脂(酸值为 34mgKOH/g，粘度 3000mPa·s)、20%的环氧树脂(环氧值 0.165eq/100g，软化点为 87℃)、1%的流平剂聚丙烯酸、0.1%的消泡剂 TEGO Foamex 825、0.2%的抗氧化剂 B215 复合型抗氧化剂、0.5%的增韧剂纳米二氧化硅，18.2%的颜填料酞青蓝。

实施例 5

本实施例中的防护涂层为 12 微米的 A1 层、43 微米的 A2 层和 43 微米的 A3 层。

35 其中，A1 层的材料按照质量百分比包括：30%的有机硅丙烯酸改性环氧树脂、10%的防锈颜料磷酸锌、3%的环己酮、8%的二甲苯、3%的正丁醇、20%的固化剂聚酰胺 650 以及 0.5%的非金属导电材料石墨烯，25.5%的为颜填料铁红。

A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂(酸值为 34mgKOH/g，粘

度 6000mPa · s)、45%的环氧树脂(环氧值 0.160eq/100g, 软化点为 95℃)、10%的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、2.4%的促进剂氨基苯酚、2%的流平剂丙烯酸酯类聚合物、2%的脱气剂硬脂酸、5%的复合填料氮化硼以及 2%的增韧剂甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物, 6.6%的颜填料酞青蓝。

A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 30%的聚酯树脂(酸值为 76mgKOH/g, 粘度 6000mPa · s)、36%的环氧树脂(环氧值 0.090eq/100g, 软化点为 105℃)、1%的流平剂丙烯酸酯类聚合物、1%的消泡剂 BYK-028、2%的抗氧化剂 β-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸正十八碳醇酯和 3%的增韧剂邻苯二甲酸二甲酯, 27%的颜填料群青。

实施例 6

本实施例中的防护涂层为 10 微米的 A1 层、40 微米的 A2 层和 40 微米的 A3 层。其中, A1 层的材料按照质量百分比包括: 28%的二聚酸改性环氧树脂、12%的防锈颜料氧化锌、4%的环己酮、9%的二甲苯、5%的正丁醇、15%的固化剂异氰酸酯三聚体以及 5%的非金属导电材料导电云母, 22%的颜填料永固紫。

A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 30%的聚酯树脂(酸值为 54mgKOH/g, 粘度 4500mPa · s)、40%的环氧树脂(环氧值 0.12eq/100g, 软化点为 105℃)、5%的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、1%的促进剂 2,4,6-三(二甲胺基甲基)苯酚、1%的流平剂氟改性丙烯酸、0.5%的脱气剂二苯乙醇酮、0.5%的脱气剂硬脂酸、15%的复合填料氧化铝以及 1%的增韧剂邻苯二甲酸二乙酯, 6%的颜填料酞青蓝。

A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 45%的聚酯树脂(酸值为 54mgKOH/g, 粘度 4500mPa · s)、30%的环氧树脂(环氧值 0.110eq/100g, 软化点为 100℃)、0.5%的流平剂磷酸酯改性丙烯酸、0.5%的消泡剂 BYK-024、1%的抗氧化剂 2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚和 2%的增韧剂邻苯二甲酸二丁酯, 21%的颜填料云母粉和群青。

实施例 7

本实施例与实施例 6 的区别在于各层的厚度, 其中, A1 层为 11 微米, A2 层为 41 微米, A3 层为 41 微米。

实施例 8

本实施例中的防护涂层为 9 微米的 A1 层、38 微米的 A2 层和 39 微米的 A3 层。其中, A1 层的材料按照质量百分比包括: 28%的丙烯酸改性环氧树脂、10%的防锈颜料钼酸锌、3%的环己酮、8%的二甲苯、3%的正丁醇、20%的固化剂三乙烯四胺以及 2.5%的非金属导电材料石墨烯, 25.5%的为颜填料铁黄。

A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂(酸值为 76mgKOH/g, 粘度 6000mPB · s)、45%的环氧树脂(环氧值 0.090eq/100g, 软化点为 105℃)、3%的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、2.4%的

促进剂咪唑林、2%的流平剂丙烯酸酯类聚合物、2%的脱气剂硬脂酸、5%的复合填料二氧化硅以及 2%的增韧剂甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物，13.6%的颜填料酞青绿。

- 5 A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 45%的聚酯树脂（酸值为 54mgKOH/g，粘度 4500mPa·s）、30%的环氧树脂（环氧值 0.110eq/100g，软化点为 100℃）、0.5%的流平剂磷酸酯改性丙烯酸、0.5%的消泡剂 BYK-022、1%的抗氧化剂 2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚和 2%的增韧剂磷酸三丁酯，21%的颜填料云母粉和群青。

实施例 9

- 10 本实施例中的防护涂层为 11 微米的 A1 层、41 微米的 A2 层和 41 微米的 A3 层。

其中，A1 层的材料按照质量百分比包括：25%的低聚合度改性环氧树脂、15%的防锈颜料氧化铝、5%的环己酮、10%的二甲苯、6%的正丁醇、4%的固化剂异氰酸酯三聚体、4%的固化剂聚酰胺 650 以及 10%的非金属导电材料石墨烯，21%的颜填料硅微粉。

- 15 A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂（酸值为 76 mgKOH/g，粘度 3000mPa·s）、22%的环氧树脂（环氧值 0.165 eq/100g，软化点为 87℃）、1%的酚醛固化剂（大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂）、0.1%的促进剂无色钴、0.5%的流平剂聚丙烯酸、0.1%的脱气剂二苯乙醇酮、30%的复合填料氮化硼以及 0.2%的增韧剂纳米二氧化硅，21.1%的颜填料铁红。

- 20 A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 39%的聚酯树脂（酸值为 60mgKOH/g，粘度 5000mPa·s）、35%的环氧树脂（环氧值 0.120eq/100g，软化点为 100℃）、0.5%的流平剂磷酸酯改性丙烯酸、0.5%的消泡剂 TEGO-902W、1%的抗氧化剂 2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚和 2%的增韧剂邻苯二甲酸二丁酯，23%的颜填料云母粉和群青。

- 25 实施例 10

本实施例中的防护涂层为 8 微米的 B1 层、37 微米的 B2 层和 44 微米的 B3 层。

其中，B1 层的材料按照质量百分比包括：25%的异氰酸酯改性环氧树脂、15%的防锈颜料三聚磷酸铝、5%的环己酮、10%的二甲苯、6%的正丁醇、8%的固化剂改性聚酰胺以及 10%的非金属导电材料石墨，21%的颜填料钛白粉。

- 30 B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 50%的聚酯树脂（酸值为 34mgKOH/g，粘度 3000mPa·s）、26%的环氧树脂（环氧值 0.165eq/100g，软化点为 87℃）、2%的酚醛固化剂（大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂）、0.1%的促进剂甲基二乙醇胺、0.5%的流平剂聚丙烯酸、0.1%的脱气剂二苯乙醇酮、5%的复合填料二氧化硅以及 0.2%的增韧剂纳米二氧化硅，16.1%的颜填料铁红。

- 35 B3 层的聚酯粉末包括 30%的高耐候聚酯树脂酸值为（32mgKOH/g，粘度为 5000 mPa·s）、35 %的超耐候聚酯树脂羟值为（100mgKOH/g，粘度为 3200 mPa·s）、2.3%的固化剂 TGIC、24%的固化剂 B1400、0.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、0.1%的促进剂甲基二乙醇胺，0.1%的毕克化学的 BYK-022 消泡剂、0.5%的增韧剂邻

苯二甲酸二甲酯、0.2%的抗氧化剂 2，6-三级丁基-4-甲基苯酚和 5%的复合填料氮化硼，2.3%的颜填料酞青蓝。

实施例 11

5 本实施例中的防护涂层为 12 微米的 B1 层、43 微米的 B2 层和 45 微米的 B3 层。

其中，B1 层的材料按照质量百分比包括：30%的有机硅丙烯酸改性环氧树脂、10%的防锈颜料磷酸锌、3%的环己酮、8%的二甲苯、3%的正丁醇、20%的固化剂聚酰胺 650 以及 0.5%的非金属导电材料石墨烯，25.5%的为颜填料铁红。

10 B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂（酸值为 34mgKOH/g，粘度 6000mPa·s）、45%的环氧树脂（环氧值 0.160eq/100g，软化点为 95℃）、10%的酚醛固化剂（大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂）、2.4%的促进剂氨基苯酚、2%的流平剂丙烯酸酯类聚合物、2%的脱气剂硬脂酸、5%的复合填料氮化硼以及 2%的增韧剂甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物，6.6%的颜填料酞青蓝。

15 B3 层的聚酯粉末包括 30%的高耐候聚酯树脂酸值为（32mgKOH/g，粘度为 5000 mPa·s）、35 %的超耐候聚酯树脂羟值为（110mgKOH/g，粘度为 3800 mPa·s）、2.3%的固化剂 TGIC、24%的固化剂 B1540、0.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、0.1%的促进剂甲基二乙醇胺，0.1%的毕克化学的 BYK-022 消泡剂、0.5%的增韧剂邻苯二甲酸二甲酯、0.2%的抗氧化剂 2，6-三级丁基-4-甲基苯酚和 3%的复合填料二氧化硅，4.3%的颜填料酞青蓝。

实施例 12

本实施例中的防护涂层为 12 微米的 B1 层、43 微米的 B2 层和 46 微米的 B3 层。

25 其中，B1 层的材料按照质量百分比包括：30%的有机硅丙烯酸改性环氧树脂、10%的防锈颜料三聚磷酸铝、3%的环己酮、8%的二甲苯、3%的正丁醇、20%的固化剂聚酰胺 650 以及 0.5%的非金属导电材料石墨烯，25.5%的为颜填料铁红。

30 B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂（酸值为 76mgKOH/g，粘度 6000mPB·s）、45%的环氧树脂（环氧值 0.090eq/100g，软化点为 105℃）、3%的酚醛固化剂（大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂）、2.4%的促进剂咪唑林、2%的流平剂丙烯酸酯类聚合物、2%的脱气剂硬脂酸、5%的复合填料二氧化硅以及 2%的增韧剂甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯三元共聚物，13.6%的颜填料酞青绿。

35 B3 层的聚酯粉末包括 45%的高耐候聚酯树脂酸值为（29mgKOH/g，粘度为 4500 mPa·s）、22 %的超耐候聚酯树脂羟值为（120mgKOH/g，粘度为 4200 mPa·s）、2.7%的固化剂 TGIC、0.5%的固化剂 HAA，14%的固化剂 B1320、1.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、0.1%的促进剂甲基二乙醇胺，0.1%的消泡剂 TEGO-902W、0.5%的增韧剂磷酸三丁酯、0.2%的巴斯夫抗氧剂 1010 和 11%的复合填料氮化硼，2.9%的颜填料酞青蓝。

实施例 13

本实施例中的防护涂层为 10 微米的 B1 层、40 微米的 B2 层和 45 微米的 B3 层。

其中，B1 层的材料按照质量百分比包括：28%的二聚酸改性环氧树脂、12%的防
5 锈颜料氧化锌、4%的环己酮、9%的二甲苯、5%的正丁醇、15%的固化剂异氰酸酯三
聚体以及 5%的非金属导电材料导电云母，22%的颜填料永固紫。

B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 30%的聚酯树脂(酸值为 70 mgKOH/g，粘
度 4500mPB·s)、40%的环氧树脂(环氧值 0.120eq/100g，软化点为 102℃)、3%
10 的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、1%的促
进剂 2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚、1%的流平剂氟改性丙烯酸、0.5%的脱气剂二苯乙
醇酮、0.5%的脱气剂硬脂酸、15%的复合填料氧化铝以及 1%的增韧剂邻苯二甲酸二
乙酯，6%的颜填料酞青蓝。

B3 层的聚酯粉末包括 38%的高耐候聚酯树脂酸值为(34mgKOH/g，粘度为 6000
mPa·s)、25%的超耐候聚酯树脂羟值为(111mgKOH/g，粘度为 3600 mPa·s)、
15 2.5%的固化剂 HAA、15%的固化剂 B1400、0.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、
3%的促进剂，1%的消泡剂聚二甲基硅氧烷、3.2%的增韧剂磷酸三乙酯、2%的抗氧化
剂双(3,5-三级丁基-4-羟基苯基)硫醚和 6%的复合填料云母粉，4.3%的颜填料酞青蓝。

实施例 14

20 本实施例与实施例 13 的区别在于各层的厚度，其中，B1 层为 11 微米，B2 层为
41 微米，B3 层为 41 微米。

实施例 15

本实施例中的防护涂层为 8 微米的 B1 层、37 微米的 B2 层和 44 微米的 B3 层。

25 其中，B1 层的材料按照质量百分比包括：25%的低聚合度改性环氧树脂、15%的
防锈颜料氧化铝、5%的环己酮、10%的二甲苯、6%的正丁醇、4%的固化剂异氰酸酯
三聚体、4%的固化剂聚酰胺 650 以及 10%的非金属导电材料石墨烯，21%的颜填料硅
微粉。

B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 25%的聚酯树脂(酸值为 38mgKOH/g，粘
30 度 3000mPa·s)、22%的环氧树脂(环氧值 0.165eq/100g，软化点为 87℃)、1%的
酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、0.1%的促
进剂甲基二乙醇胺、0.5%的流平剂聚丙烯酸、0.1%的脱气剂二苯乙醇酮、30%的复合
填料氮化硼以及 0.2%的增韧剂纳米二氧化硅，21.1%的颜填料铁红。

B3 层的聚酯粉末包括 30%的高耐候聚酯树脂酸值为(32mgKOH/g，粘度为 5000
35 mPa·s)、22%的超耐候聚酯树脂羟值为(100mgKOH/g，粘度为 3200 mPa·s)、
3.5%的固化剂 TGIC、14%的固化剂 B1400、0.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、
0.1%的促进剂甲基二乙醇胺，0.1%的毕克化学的 BYK-022 消泡剂、0.5%的增韧剂邻
苯二甲酸二甲酯、0.2%的抗氧化剂 2, 6-三级丁基-4-甲基苯酚和 25%的复合填料氮化

硼，4.1%的颜填料酞青蓝。

对比例 1:

- 5 先对金属板材表面脱脂后清洗，干燥，进行抛丸处理，预涂 35 微米的富锌底漆。
前处理完成后进入冷作加工(冲剪压成型)，进行钢结构组焊，焊缝喷丸清理后再作
整箱涂装作业；第二层喷涂 35 微米中间漆，第三层喷涂 40 微米面漆。

对比例 2

- 10 防护涂层为 10 微米的 B1 层、40 微米的 B2 层和 40 微米的 B3 层。
B1 层为江苏德威涂料有限公司的油性环氧富锌底漆 (DWB ZINC 30。
B2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 30%的聚酯树脂(酸值为 70mgKOH/g，粘
度 4500mPa · s)、40%的环氧树脂(环氧值 0.120eq/100g，软化点为 102℃)、3%
的酚醛固化剂(大庆庆鲁朗润科技有限公司生产的 969H06 型酚醛固化剂)、1%的促
15 进剂 2,4,6-三(二甲胺基甲基)苯酚、1%的流平剂氟改性丙烯酸、0.5%的脱气剂二苯乙
醇酮、0.5%的脱气剂硬脂酸、15%的复合填料氧化铝以及 1%的增韧剂邻苯二甲酸二
乙酯，6%的颜填料酞青蓝。
B3 层的聚酯粉末包括 45%的高耐候聚酯树脂酸值为 (29mgKOH/g，粘度为 4500
mPa · s)、22 %的超耐候聚酯树脂羟值为 (120mgKOH/g，粘度为 4200 mPa · s)、
3.5 %的固化剂 TGIC、14%的固化剂 B1400、1.5%的流平剂聚醚聚酯改性有机硅氧烷、
20 0.1%的促进剂甲基二乙醇胺，0.1%的消泡剂 TEGO-902W、0.5%的增韧剂磷酸三丁酯、
0.2%的巴斯夫抗氧剂 1010 和 11%的复合填料氮化硼，2.6%的颜填料酞青蓝。

对比例 3

- 25 防护涂层为 10 微米的 A1 层、40 微米的 A2 层和 40 微米的 A3 层。
A1 层为江苏德威涂料有限公司的油性环氧富锌底漆 (DWB ZINC 30。
A2 层的环氧粉末按照质量百分比包括 30%的聚酯树脂(酸值为 70mgKOH/g，粘
度 4500mPa · s)、40%的环氧树脂(环氧值 0.120eq/100g，软化点为 102℃)、3%的
酚醛固化剂、1%的促进剂 2,4,6-三(二甲胺基甲基)苯酚、1%的流平剂氟改性丙烯酸、
0.5%的脱气剂二苯乙醇酮、0.5%的脱气剂硬脂酸、15%的复合填料氧化铝以及 1%的
30 增韧剂邻苯二甲酸二乙酯，6%的颜填料酞青蓝。
A3 层的环氧粉末按照质量百分比包括 45%的聚酯树脂(酸值为 54mgKOH/g，粘
度 4500mPa · s)、30%的环氧树脂(环氧值 0.110eq/100g，软化点为 100℃)、0.5%
的流平剂磷酸酯改性丙烯酸、0.5%的消泡剂 BYK-024、1%的抗氧化剂 2，6-三级丁基
-4-甲基苯酚和 2%的增韧剂邻苯二甲酸二丁酯，21%的颜填料云母粉和群青。

35

对比例 4

先对金属板材表面脱脂后清洗，干燥，进行抛丸处理，预涂 10 微米的富锌底漆。
前处理完成后进入冷作加工(冲剪压成型)，进行钢结构组焊，焊缝喷丸清理后再作

整箱涂装作业；第二层喷涂 20 微米中间水性环氧富锌漆，第三层喷涂 50 微米面漆。
其中，富锌底漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWep ZINC 500。
中间水性环氧富锌漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWB AC PRIMER。
面漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWB AC INTERIOR。

5

对比例 5

先对金属板材表面脱脂后清洗，干燥，进行抛丸处理，预涂 10 微米的富锌底漆。
前处理完成后进入冷作加工(冲剪压成型)，进行钢结构组焊，焊缝喷丸清理后再作
整箱涂装作业；第二层喷涂 20 微米中间水性环氧富锌漆，第三层喷涂 50 微米中间漆，
10 第四层喷涂 40um 聚氨酯面漆。

其中，富锌底漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWep ZINC 500。
中间水性环氧富锌漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWB AC PRIMER。
中间漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWB AC PRIMER。聚氨酯面漆采用江苏德威涂料有限公司的 DWpu FINISH 20。

15

试验方式及结果：

将实施例和对比例的施工工艺产生的样板进行扩蚀性能测试：具体的测试方式为：

20 采用相同材质、相同厚度、相同大小的冷轧钢板，分别采用实施例 1、实施例 2、实施例 3 和对比例中的施工工艺，制作成样品 1、样品 2、样品 3 和样品 4。

采用相同材质、相同厚度、相同大小的冷轧钢板，采用本申请中的施工工艺以相同的条件分别采用实施例 4~15 的防护涂层和对比例 2-5 的防护涂层制作成样品。

将样品 1、样品 2、样品 3、样品 4 上制作相同的 T 型线。具体的 T 型线的制作方式为：

25 样板上划 T 型线，采用刀片划见底的线，T 型线的长度分别为 50mm 和 76mm。
将实施例 4~15 和对比例 2~5 的样品上制作相同的 T 型线。具体的 T 型线的制作方式为：

样板上划 T 型线，采用刀片划见底的线，T 型线的长度分别为 50mm 和 76mm。

30 将样品 1、样品 2、样品 3、样品 4 同时放入相同的盐雾试验箱中，1000 小时后取出。其中试验箱中：沉降盐液浓度:质量分数为 5%的氯化钠溶液，试验箱温度:(35±2)℃，沉降盐液 pH 值:6.5~7.2(25℃)。

将实施例 4~15 和对比例 2~5 的样品同时放入相同的盐雾试验箱中，1000 小时后取出。其中试验箱中：沉降盐液浓度:质量分数为 5%的氯化钠溶液，试验箱温度:(35±2)℃，沉降盐液 pH 值:6.5~7.2(25℃)。

35 其结果如图 1-4 所示，经测量，其扩蚀性能测试结果如表 1 所示，其中腐蚀宽度取其平均宽度。

表 1

实施例和对比例	腐蚀宽度
实施例 1	1.64mm
实施例 2	1.70mm
实施例 3	1.60mm
实施例 4	1.75mm
实施例 5	1.59mm
实施例 6	1.62mm
实施例 7	1.60mm
实施例 8	1.69mm
实施例 9	1.72mm
实施例 10	2.36mm
实施例 11	1.62mm
实施例 12	1.59mm
实施例 13	1.55mm
实施例 14	1.64mm
实施例 15	1.68mm
对比例 1	2.92mm
对比例 2	2.52mm
对比例 3	2.64mm
对比例 4	3.10mm
对比例 5	2.98mm

从测试结果可以看出：本申请的抗扩蚀性能，显著优于相有技术的抗扩蚀性能，其中，样品 4 的腐蚀宽度是样品 3 的腐蚀宽度的 1.8 倍以上。且从样品的整体腐蚀效果看，样品 4 的腐蚀情况明显高于本申请的腐蚀情况。即本申请不仅其厚度明显低于

现有技术中的喷涂厚度，且其抗腐蚀性能明显优于现有技术的抗腐蚀性能。且尤其其抗蚀性能，显著优于现有技术。

实施例 4~15 的腐蚀宽度是明显小于对比例 2~5 的腐蚀宽度，因此，实施例 4~15 的抗腐蚀性能明显优于现有技术的抗腐蚀性能。

5 结合图 5~7 以及图 11，很明显能够观察到对比例 2 的腐蚀更严重。结合图 8~图 10 以及图 12，很明显能够观察到对比例 3 的腐蚀更严重。因此，采用本申请中的无锌底漆能够避免锌导致扩蚀加速的影响，保证了整个防护涂层的防腐蚀性能。

10 抗蚀性能在海运集装箱中是一个非常重要的参数，海运集装箱，由于在海中运输，其自然条件恶劣，其集装箱之间由于海浪的原因，经常会造成相互之间摩擦、碰撞，极易造成集装箱部分磨损，因此，对抗蚀性能有极高的要求，而本申请不仅其用料少，而且其抗蚀性能显著优于现有的产品。且本发明的施工工艺，避免了污水的排放、减少了 VOC 的排放，其环保效果良好。

15 尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本公开的限制，本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型，故但凡依本公开的权利要求和说明书所做的变化或修饰，皆应属于本公开专利涵盖的范围之内。

权利要求

- 1.一种海运集装箱的粉末防护涂层，其特征在于：所述集装箱包括集装箱内面和集装箱外面；
- 所述集装箱的至少部分由金属板材加工而成；
- 5 其中：
- 形成集装箱内面的金属板材上至少包括：A1 层、A2 层、A3 层三层涂层结构：A1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；A1 层中不含有金属锌；A2 层的材料为环氧粉末；A3 层的材料为环氧粉末；
- 和/或，形成集装箱外面的金属板材上至少包括：B1 层、B2 层、B3 层三层涂层结构；B1 层的材料包括：高固含油性漆、非金属导电材料；B1 层中不含有金属锌；
- 10 B2 层的材料为环氧粉末；B3 层的材料为聚酯粉末。
- 2.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：其中 A1 层为金属板材未形成集装箱之前通过滚涂形成；A2、A3 层为形成集装箱箱体后通过喷涂形成；
- 和/或，B1 层为金属板材未形成集装箱之前通过滚涂形成；B2、B3 层为形成集装箱箱体后通过喷涂形成。
- 15 3.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：其中，A1 层的厚度小于 A2、A3 层的厚度；
- 和/或，B1 层的厚度小于 B2、B3 层的厚度。
- 4.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：A1 层中高固含油性漆中固含比例不低于 60%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 0.5%-10%；
- 20 和/或，B1 层中高固含油性漆中固含比例不低于 60%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 0.5%-10%。
- 5.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：A1 层的厚度为 8-12 微米，A2 层的厚度为 37-43 微米，A3 层的厚度为 38-43 微米；
- 25 和/或，B1 层的厚度为 8-12 微米，B2 层的厚度为 37-43 微米，B3 层的厚度为 44-46 微米。
- 6.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：A1、B1 层中非金属导电材料为石墨，其石墨的含量大致为 2%。
- 7.根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：A1、B1 层中高固含油性漆中固含比例为 70%，非金属导电材料的含量范围为高固含油性漆重量的 5%。
- 30 8. 根据权利要求 1 所述的防护涂层，其特征在于：形成 A1 层和 B1 层的材料按照质量百分比均包括：25~30%的改性环氧树脂、10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及 0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。
- 35 9. 根据权利要求 8 所述的防护涂层，其特征在于，所述非金属导电材料包括石

墨、石墨烯和导电云母的至少一个。

10. 根据权利要求 1 所述的防护涂层, 其特征在于, 按照质量百分比, 所述 A2 和 B2 的环氧粉末均包括: 25~50%的聚酯树脂、22~45%的环氧树脂、1~10%的酚醛固化剂、0.1~2.4%的促进剂、0.5~2%的流平剂、0.1~2%的脱气剂、5~30%的复合填料以及 0.2~2%的增韧剂, 剩余为颜填料。

11. 根据权利要求 10 所述的防护涂层, 其特征在于, 所述聚酯树脂的酸值为 34~76mgKOH/g, 粘度 3000~6000mPa.s; 和/或,

所述环氧树脂的环氧值 0.090~0.165eq/100g, 软化点为 87~105℃。

12. 根据权利要求 1 所述的防护涂层, 其特征在于, 按照质量百分比, 所述 A3 的环氧粉末包括 30~60%的聚酯树脂、20~36%的环氧树脂、0.5~1%的流平剂、0.1~1%的消泡剂、0.2~2%的抗氧化剂和 0.5~3%的增韧剂, 剩余为颜填料。

13. 根据权利要求 12 所述的防护涂层, 其特征在于, 所述聚酯树脂的酸值为 34~76mgKOH/g, 粘度 3000~6000mPa.s; 和/或,

所述环氧树脂的环氧值 0.090~0.165eq/100g, 软化点为 87~105℃。

14. 根据权利要求 1 所述的防护涂层, 其特征在于, 按照质量百分比, 所述 B3 的聚酯粉末包括 30~45%的高耐候聚酯树脂、22~35%的超耐候聚酯树脂、0~3.5%的异氰尿酸三缩水甘油酯、0~2.5%的羟烷基酰胺、14~24%的封闭型多异氰酸酯、0.5~1.5%的流平剂、0.1~3%的促进剂, 0.1~1%的消泡剂、0.5~3.2%的增韧剂、0.2~2%的抗氧化剂和 2~25%的复合填料, 剩余为颜填料。

15. 根据权利要求 14 所述的防护涂层, 其特征在于, 所述高耐候聚酯的酸值为 29~34mgKOH/g, 粘度为 4500~6000 mPa · s;

所述超耐候聚酯的羟值为 100~120mgKOH/g, 粘度为 3200~4200 mPa · s。

16. 一种如权利要求 1-15 中任意一项所述的集装箱的防护涂层的施工工艺, 其特征在于: 包括如下步骤:

对金属板材进行除锈和/或打砂处理;

带热涂覆, 对涂料加热或板材加热后进行 A1 层、B1 层涂覆;

烘干或风干, 其中所述风干采用热风;

将金属板材进行加工、并进行焊接、形成箱体;

对整箱的焊缝处进行打砂处理;

A2 层、B2 层进行喷涂; A3 层、B3 层进行喷涂;

固化冷却。

17. 据权利要求 16 所述的施工工艺, 其特征在于: 采用热风进行风干时, 对于 4mm 以上的厚板在热风加热后的温度不低于 85℃。

18. 一种海运集装箱, 其特征在于: 包括权利要求 1-15 中任意一项所述的防护涂层; 或者, 采用权利要求 16-17 中任意一项所述的施工工艺。

19.一种应用于集装箱的无锌底漆，其特征在于，按照质量百分比包括：25~30%的改性环氧树脂、10~15%的防锈颜料、3~5%的环己酮、8~10%的二甲苯、3~6%的正丁醇、8~20%的固化剂，以及0.5~10%的非金属导电材料，剩余为颜填料。

20.根据权利要求19所述的无锌底漆，其特征在于，所述非金属导电材料包括石墨、石墨烯和导电云母的至少一个。