

国内化工石油设备非金属
防腐蚀型式与选用

编 者 的 话

在毛主席关于“阶级斗争是纲，其余都是目”的光辉指示指引下，为了认真贯彻**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**总路线和“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针，以适应化工防腐战线迅速发展的大好形势，不断促进化工防腐技术的发展，我们在对有关化工生产和制造厂进行调查的基础上，根据目前国内的有关资料，汇编了这份技术资料。

本资料系将目前国内使用的各种非金属防腐蚀材料及防腐方法，以表格形式简单扼要地作了对比性介绍，以便对非金属防腐蚀有一个较全面、概括的了解；将各种材料的介质腐蚀性能数据收集汇总成防腐蚀表，以便查阅；将各种防腐蚀材料的有关产品、标准、系列及国内使用实例列表于后，以供设计和选用时参考。

限于编者水平，本资料会有不少疏漏和错误的地方，希读者批评指正。

总 说 明

1.本资料系在调查和收集国内有关资料的基础上编制而成。为清晰明了,采用表格化形式,以方便施工及设计选用。

2.非金属防腐蚀是一门年青的科学,目前尚处于发展阶段,有些技术还不太成熟,国内也缺少规范,加之我们的调查研究工作做得不够,情况掌握不太全面,在编制过程中必然会存在一些缺点、错误或偏见,故本资料仅供一般参考之用。

3.本资料系以国内化工石油设备非金属防腐蚀为主要内容,但为便于对照及选用参考,也同时涉及了一些与之有关的国外资料、金属、电化学保护、土建防腐蚀等内容。

4.各表说明

(1)表1(选用原则)系选用的总原则,各细则见其余各表。

(2)表2(各种非金属防腐蚀型式比较简表)所列的优缺点比较及适用场合,系指一般情况而言。

(3)表3(各种非金属防腐蚀材料分述表)所列的配方为一般的常用配方,除注明外均为重量比;所列价格来自石化部石油化工规划设计院所编“概算指标”,对该资料没有的,则按各地区或厂的近年价格(出厂价或售价)。

(4)表4(防腐蚀表)共包括四个材料耐腐蚀性能表。其中表4—1为收集了国内(及某些国外)资料数据编制而成;表4—2是表4—1的补充;表4—3出于《化工设备设计手册3(非金属防腐蚀设备)》的附录;表4—4摘自国外《化学过程》杂志,这四个表因不便合并,故在查阅时作为互相补充使用。

(5)表5(选用参考表)系表3的补充。包括了涂料、玻璃钢、砖板衬里、不透性石墨、橡胶、缓蚀剂等部分的有关比较及选用表,以供参考。

(6)表8(产品简介)因篇幅所限,图形及详细结构、安装尺寸等均未列入,若须详细了解,须查产品样本或向该厂询问。

(7)表12(使用实例)所列大部分为由各期刊、资料摘录,小部分为通过调查列入,故各例的属实情况、最近使用情况、变化和修改情况不得而知,若需详细了解,可到该厂进一步调查。未列厂名者可向上海化工设计院及兰州化学公司化工机械研究所等单位询问。

5.其它

环氧树脂目前已有部颁牌号,但由于所引各资料大部分都采用旧牌号(如6101*),故本资料中也未以部颁牌号(如E—44)代替,仅在表7—2中列出新旧牌号对照,以供查阅。

目

录

表 1	选用原则	(1)
表 2	各种非金属防腐蚀型式比较简表	(4)
表 3	各种非金属防腐蚀材料分述表	(6)
表 3—1	涂料	(6)
表 3—2	塑料	(23)
表 3—3	玻璃钢	(31)
表 3—4	砖、板衬里	(36)
表 3—5	不透性石墨	(41)
表 3—6	化工搪瓷	(45)
表 3—7	化工陶瓷	(46)
表 3—8	玻璃	(48)
表 3—9	混凝土设备	(51)
表 3—10	石制设备	(53)
表 3—11	木制设备	(54)
表 3—12	橡胶衬里	(55)
表 3—13	电化学保护	(59)
表 3—14	缓蚀剂	(61)
表 4	防腐蚀表	(62)
表 4—1	非金属材料耐腐蚀数据汇集表(一)	(62)
表 4—2	非金属材料耐腐蚀数据汇集表(二)	(156)
表 4—3	按介质选用非金属防腐蚀材料参考表	(180)
表 4—4	国外防腐蚀表	(188)
表 5	选用参考表	(218)

表 5—1	几种用途涂料的选用	(218)
表 5—2	各种合成树脂的耐化学性能比较表	(223)
表 5—3	不同用途对某些涂料的选择	(223)
表 5—4	油漆涂料性能比较表	(224)
表 5—5	不同金属对底漆的选择	(226)
表 5—6	油漆涂料的组成	(226)
表 5—7	油漆涂料分类及编号	(227)
表 5—8	四种玻璃钢主要特性比较表	(227)
表 5—9	玻璃钢几种施工方法比较表	(228)
表 5—10	玻璃钢常用原材料的选用	(229)
表 5—11	玻璃布的选用	(230)
表 5—12	环氧树脂固化剂的选用	(231)
表 5—13	环氧树脂增韧剂的选用	(234)
表 5—14	环氧树脂稀释剂的选用	(235)
表 5—15	砖、板材料的选择	(236)
表 5—16	砖、板型式的选择	(237)
表 5—17	砖、板衬里填料的选择	(237)
表 5—18	各种砖、板材料性能比较表	(239)
表 5—19	砖、板衬里层数的选择	(239)
表 5—20	砖、板衬里层温度分布经验数据	(239)
表 5—21	各种胶泥耐腐蚀性能比较表	(240)
表 5—22	砖、板复合衬里的选择	(240)
表 5—23	酚醛胶泥固化剂的选择	(241)

表 5—24	水玻璃胶泥固化剂的选择	(242)	表 8—8	设备	(295)
表 5—25	砖、板衬里勾缝与挤缝的选择	(242)	表 8—9	玻璃纤维布	(299)
表 5—26	几种石墨热交换器性能比较表	(243)	表 9	标准与系列简介	(301)
表 5—27	几种合成橡胶性能比较表	(244)	表 9—1	标准	(301)
表 5—28	橡胶硫化方法比较表	(245)	表 9—2	系列	(308)
表 5—29	适于各种介质及用途的缓蚀剂选用	(246)	表 10	中、低压设备法兰常用密封垫片选用表	(312)
表 5—30	各种涂料施工方法比较表	(252)	表 11	各种非金属防腐蚀材料机械物理性能一览表	(324)
表 6	表面处理方法	(253)	表 12	使用实例 1184 则	(346)
表 6—1	表面处理方法比较表	(253)	表 12—1	涂料(1~199 例)	(346)
表 6—2	几种材料的化学处理方法	(256)	表 12—2	塑料(200~407 例)	(360)
表 7	常用树脂牌号、性能、产地、价格一览表	(257)	表 12—3	玻璃钢(408~594 例)	(373)
表 7—1	酚醛树脂牌号、性能、产地、价格	(257)	表 12—4	砖、板衬里(595~705 例)	(383)
表 7—2	环氧树脂牌号、性能、产地、价格	(260)	表 12—5	不透性石墨(706~791 例)	(392)
表 7—3	不饱和聚酯树脂牌号、性能、产地、价格	(263)	表 12—6	化工搪瓷(792~821 例)	(399)
表 7—4	呋喃树脂牌号、性能、产地、价格	(272)	表 12—7	化工陶瓷(822~859 例)	(401)
表 8	产品简介	(273)	表 12—8	玻璃(860~930 例)	(403)
表 8—1	板材	(273)	表 12—9	混凝土设备(931~1048 例)	(409)
表 8—2	棒材	(278)	表 12—10	石制设备(1049~1062 例)	(417)
表 8—3	管材	(279)	表 12—11	木制设备(1063~1104 例)	(419)
表 8—4	管件	(285)	表 12—12	橡胶衬里(1105~1130 例)	(421)
表 8—5	阀门	(288)	表 12—13	电化学保护(1131~1151 例)	(423)
表 8—6	泵	(290)	表 12—14	缓蚀剂(1152~1184 例)	(428)
表 8—7	风机	(292)	主要参考资料		(431)

选 用 原 则 表 1

序号	应 考 虑 的 方 面	说 明
1	所选材料是否耐介质（该温度、浓度下）的腐蚀？	这是选材需考虑的最主要的问题。应当摸清反应物和生成物的介质情况（温度、压力、浓度等），然后可查材料防腐蚀表，初步确定可供选用的防腐材料 但是这种选取只能供作参考，其原因是： ①防腐表所列数据有的为实验室短时挂片数据，有的为工厂挂片数据，也有的为生产中的使用实例；其数据有的来自国外，有的来自国内；评定方法和标准也各不相同（如按重量变化、强度变化、实用效果等），故所评定的“耐”、“尚耐”、“不耐”可靠程度不一 ②防腐表所列单种介质的情况，但实际生产中情况要复杂些，往往会有几种介质（包括杂质）同时存在，有的会起缓蚀作用，有的会使腐蚀加剧，故实际总的腐蚀情况可能与单种介质的腐蚀情况不尽相同，有时甚至差别很大 ③其它因素（如通常对均匀腐蚀考虑较多，对点蚀、晶间腐蚀则考虑较少……） 因此，确定材料是否耐蚀的最可靠的办法是在长期的生产实践中加以检验，在设计中应当尽量选用经过长期生产考验的耐蚀材料
2	所选材料在该温度下强度（及刚度）是否足够？	有的材料（如塑料等）在温度较高的情况下，虽可耐化学腐蚀，但会产生软化及蠕变；在稍低的温度下，则呈脆性，刚度或强度下降很快，故在这些情况下不宜采用。各种材料的适用温度可查阅表3。在具有压力的情况下，使用温度应予降低，或在结构上予以增强（如玻璃纤维增强等）；短期（或间歇）使用时耐温可适当提高
3	所选材料能否承受操作时的温度波动？	有的材料（如玻璃、陶瓷等）本身可承受很高的温度，但耐温急变性却较差。必须考虑到偶然发生的操作温度的最大波动（如开、停工，操作事故等）；有些衬里、涂层温差过大，会因热膨胀应力太大而造成脱层
4	所选材料能否承受介质压力？	应当考虑到操作时的压力波动、静液柱压力。对于陶瓷、玻璃、耐酸酚醛塑料、硬聚氯乙烯和木制设备等均不能承受太大压力；对玻璃钢衬里、聚氯乙烯衬里和橡胶衬里等不能承受太高的负压，以免脱层抽瘪
5	所选材料是否满足对产品的要求？	有些产品（如染料、试剂等）有较高的防铁离子要求，采用碳钢不能满足要求，一般涂料效果也不太好（易产生针孔、剥落等）；有些产品（如食品、医药等）有严格的防毒性要求，在采用有毒的固化剂、稀释剂、增塑剂做成的胶泥、玻璃钢及塑料制品时应加以注意；有些产品（如染料等）在采用添加大量石墨粉为填料的胶泥和玻璃钢时，应注意对产品的污染问题
6	所选材料是否能承受一定的机械冲击和振动（当有这种要求时）？	当有传动、搅拌、固体投料等振动、冲击的情况，不宜选用如玻璃、陶瓷、硬聚氯乙烯和耐酸酚醛塑料等较脆易裂的材料。如须采用，则应考虑加固措施
7	所选材料是否用于剧毒或易燃、易爆的介质？	当属此类介质时，不宜采用硬聚氯乙烯、陶瓷和玻璃等易脆裂的材料，也不宜选用易燃材料。如须采用，则应考虑必要的防护措施，以保证工厂和人身安全
8	所选材料是否用于需作传热的场合？	一般的非金属材料导热性都很差（石墨除外），但当厚度很薄或采取一定措施后，有时仍能用于传热 当所属设备需用作热交换时，一般可采用以下几种方式： ①搪瓷设备（带夹套）； ②石墨热交换器（如列管式、块孔式、板室式）；

序号	应 考 虑 的 方 面	说 明
9	使用寿命是否长?	③浸渍石墨板衬里; ④添加大量石墨粉填料的玻璃钢 (如制成加热、冷却用蛇管); ⑤添加大量石墨粉填料的硬聚氯乙烯或其它塑料 (如导热PVC、导热F-4等); ⑥玻璃热交换器; ⑦薄壁氯塑料换热器 (因壁薄、管细、不粘, 故传热尚好); ⑧涂层等 应当尽量延长防腐材料的使用寿命, 以节省材料、减少维修。对有些设备 (如地下管道及贮罐、海底设施、空间技术等) 要求尽量少甚至不进行检修, 故所用防腐材料更必须质量稳定、技术成熟, 使用寿命尽可能长
10	取材是否方便?	这是不可忽视的因素。如橡胶是国防物资, 大部需要进口, 一般应尽量少采用; 石材资源虽然丰富, 但加工比较困难, 如离产地太远则运输不便, 费用会大大增加; 有些材料虽可适用, 但供应紧张, 有时不易解决。故必须根据当时、当地的情况加以考虑
11	施工安装是否方便?	有些防腐材料耐腐蚀性固然优良 (如三氟氯乙烯喷涂等), 但施工要求高, 加工工艺复杂, 有时需要专用的施工器械及设备, 有些小厂不易解决; 又如砖板衬里、石墨设备耐腐蚀性能很好, 但施工周期长, 若用于大型设备或防腐要求并不很高的场合, 应尽量采用玻璃钢或涂料等代替; 又如采用硬聚氯乙烯做的大容积贮罐, 必须考虑运输、安装等问题, 否则在使用前就可能被损坏。各厂应根据本厂的人力、物力、施工安装条件具体考虑, 应立足于自己动手解决
12	热处理条件是否满足?	热处理在涂料、玻璃钢、砖板衬里、石墨浸渍设备等许多防腐型式, 是保证施工质量不可缺少的重要环节。对一些大、中型设备的热处理需要较大的烘箱 (炉), 对某些塑料涂料的塑化需要较高的加热温度, 各厂在选用时应当加以充分注意
13	劳动条件是否恶劣?	应当确保工人同志的身体健康, 改善劳动条件。如采用大漆防腐, 防腐效果虽较好, 但却具有较大的毒性, 刺激皮肤, 在选材时应尽量考虑代用; 又如玻璃钢常用的苯磺酰氯、乙二胺固化剂, 均有较大的气味和毒性, 故应尽量寻找毒性较小、性能优良、价格低廉的固化剂。在结构设计上, 必须考虑施工进出和通风等问题, 以改善劳动条件
14	维修是否方便?	有些设备如硬聚氯乙烯、一般涂料、砖板衬里、玻璃钢等损坏后较易修补, 但有些如搪瓷、玻璃等却较难修补。在选用防腐型式时, 应结合使用条件及具体情况加以考虑
15	造价高低?	经济效果是设计选型必须考虑的一项重要指标。应本着自力更生和勤俭节约的原则, 在保证满足基本使用要求的基础上, 合理选用资源比较丰富、价格较低的防腐材料, 避免大材小用及选用不当。有时对一些性能优良的防腐蚀材料, 虽然其一次投资较高, 但由于使用寿命大大延长, 从全局和长远观点考虑还是经济合理的
16	其它	如地震等

注意事项:

①注意全面考虑选用:

对以上各条应当全面权衡、综合考虑。不可能有哪一种万能的防腐材料适用于所有介质和条件;可以用来防腐的材料也不一定就是唯一的。以上各条只是提供在选材时应当考虑的若干方面,在有些情况下,并不是各条均能得到满足,必要时只能牺牲次要的条件来满足主要和基本的要求,抓住主要矛盾,因地制宜地选取使用。

②注意结构设计合理:

选材确定之后,在结构设计上应充分注意该种材料的特性,做到合理设计。如石墨材料的抗压强度远比抗拉、抗弯强度要高,故应当发挥其耐压性能,使石墨材料均匀受压,避免或减小受拉、弯应力(例如用钢法兰来夹紧石墨换热器的顶盖和管板,以使石墨受压);如硬聚氯乙烯机械强度低,焊缝强度不高,易于开裂,应使焊缝避开受力情况恶劣的拐角处;聚丙烯热膨胀系数大,一般不宜用作设备衬里;玻璃钢衬里在 100°C 以上时使用,易与钢壳脱层,应考虑采用整体玻璃钢结构,而较大的整体玻璃钢设备又因其材料弹性模数较低,刚性较差,在结构上应考虑一定的增强措施(如采用局部加强、压出波形、夹心结构等);衬里、搪瓷设备为避免衬层、搪层在直角处脱落,须将转角做成圆角过渡等。

③注意施工质量:

施工质量好坏直接关系到防腐效果的优劣,即便选材如何优良、设计如何合理,如果不注意打砂除锈、合理配方和施工、热处理规程等每一环节,则将为该设备以后使用留下后患(如塑料喷涂留下针孔;玻璃钢产生夹层、气泡、脱层;水玻璃胶泥酸洗及热处理不完全会产生粉化、严重渗透;砖板衬里留下一条裂缝会造成整台设备破坏等)。在实际生产中,采用同样材料、同样设计而由于施工质量的差别,而产生截然不同的结果,这样的例子是屡见不鲜的。

④注意工艺性防腐:

只注意防腐材料的选用及单纯追求提高材料的耐蚀性能是片面的。在考虑防腐措施时,也应当重视工艺过程的改革。如某厂在轻油氧化制醋酸的过程中,氧化塔腐蚀严重,后发现这是由于加入了共沸剂氯丁烷而造成氯离子的腐蚀,所以在去掉了这种共沸剂后,腐蚀就大大减轻了;又如用减压蒸馏法代替常压蒸馏,降低了操作温度,使不锈钢在 $65\sim 68\%$ 硝酸中的腐蚀速度下降了 $400\sim 1000$ 倍;炼厂常压塔顶空冷器的低温轻油部位,钢的腐蚀速度原为 2.33 毫米/年,但在采用了一脱四注(电脱盐、注缓蚀剂、注碱、注氨、注水)的工艺性防腐措施后,腐蚀速度已下降至 0.1 毫米/年,仅由以上几个实例便可以看出工艺性防腐是十分重要的。

各种非金属材料防腐

防腐型式	涂 料		砖、板衬里	玻 璃 钢	不透性石墨	硬 聚 氯 乙 烯	耐酸酚醛塑料 (法奥利特)	化 工 搪 瓷
	一 般 涂 料	塑 料 涂 料						
优 点	①品种多、选择范围广 ②使用方便、施工周期短 ③价格低	①耐腐蚀性好 ②耐温较一般涂料高(聚氯乙烯、聚乙烯除外) ③涂层机械性能较好	①耐腐蚀性好 ②耐温尚好(常使用于150°C以下) ③耐磨性较好	①耐腐蚀性较好 ②比强度高 ③耐温尚好(但衬里常用于100°C以下) ④施工方便 ⑤造价较低	①耐腐蚀性好 ②导热性好 ③耐温急变较好 ④线膨胀系数小 ⑤比重小 ⑥机械加工性能好	①耐酸、碱腐蚀性较好 ②施工方便	①耐酸性好 ②耐温尚好(常使用于130°C以下)	①耐酸性及有机溶剂性优良 ②耐磨性好 ③光滑洁净, 不污染介质 ④耐温尚好(常用于240°C以下, 但须控制温差急变小于110°C)
缺 点	①耐温一般较差 ②耐液相强腐蚀性介质一般较差 ③耐冲击及耐磨性较差 ④寿命较短, 漆膜易开裂、脱落和针孔腐蚀。常需隔一定时间加涂一次	①施工较复杂, 且须一定的高温塑化等设备 ②喷涂大件时, 质量不易保证 ③价格较高	①造价较高 ②重量大 ③手工操作, 劳动强度较大, 施工期较长 ④胶合缝多, 若施工不严格易渗漏	①弹性模数低, 整体玻璃钢刚性较差 ②衬里遇温度高易脱层, 负压高易抽瘪 ③手糊法质量不太稳定 ④有些固化剂、交联剂有毒性 ⑤有老化现象	①机械强度较差, 性较脆 ②施工周期较长 ③造价较高	①耐温较差(常使用于70°C以下) ②机械强度较低, 不耐冲击 ③阳光直射易老化 ④不耐强氧化剂及二氯乙烷、苯、酮类	①性脆, 接头处易裂, 不耐冲击 ②不耐碱及强氧化剂	①不耐强碱、氢氟酸 ②施工要求高, 需一定施工设备, 一般由专业厂生产 ③不耐机械碰撞, 修补较困难 ④价格较高
适用场合	适用于防腐要求不高的内、外涂层, 较多用于气相	适用于防腐要求较苛刻的小型设备、管件、泵、阀、零部件等涂层	适用于具有一定温度、压力且介质腐蚀性较强的设备衬里	适用于具有一定温度的腐蚀性介质, 作整体或衬里形式的设备、管道、管件、泵、阀、零部件等, 也可用于增强其它材料(如硬聚氯乙烯、玻璃、陶瓷等)	适用于须作传热的设备(加热器或冷凝、冷却器)以及耐温防腐设备(衬里)、管道等	适用于温度和压力均不高、无振动及冲击的防腐场合。可制成全塑设备、管道、零部件等, 也可制成鸟笼式结构的设备或作设备的衬里	适用于具有一定温度但压力不高、无振动及冲击的防腐场合。可作设备及管道、管件、泵、阀、零部件; 软板可作设备衬里	适用于: ①具有一定温度、压力且腐蚀性较强的介质者; ②介质对防污染及防铁离子要求严格者; ③介质须作外部夹套加热或冷却者。 可作设备、管道、管件、泵、阀、零部件的搪层

蚀 型 式 比 较 简 表

表2

化 工 陶 瓷	玻 璃	橡 胶 衬 里	石 制 设 备	木 制 设 备	耐 酸 水 泥	电 化 学 保 护	添 加 缓 蚀 剂
①耐酸性及有机溶剂性优良 ②价格较低	①耐酸性及有机溶剂性优良 ②光滑洁净,不易挂料粘结,不污染介质 ③透明,可直接观察内部 ④价格较低	①耐酸、碱性好 ②耐磨、耐冲击性较好	①耐酸性好(花岗岩、文石等) ②材料来源丰富 ③抗冲击性好,耐一般的工件机械碰撞	①耐腐蚀性尚好 ②施工方便 ③造价较低	①耐酸性较好 ②耐温较高 ③抗冲击性好 ④施工方便 ⑤造价较低	①防腐效果好 ②施工劳动条件好	①使用简单方便,省去繁复的表面处理等体力劳动 ②便于大面积防腐,防腐效果较好
①不耐强碱、氢氟酸 ②性脆易裂,不耐冲击 ③耐温急变较差 ④加工性能差	①不耐强碱、氢氟酸 ②性脆易裂、不耐冲击 ③耐温急变较差(越厚越差) ④加工性能差	①不耐强氧化剂及某些溶剂 ②耐温较差(天然橡胶常使用于80℃以下) ③来源受国内资源限制	①耐碱性差 ②笨重。开采搬运不便 ③加工较困难	①耐强腐蚀性介质及碱差。寿命较短 ②吸湿性大,干湿变形大 ③笨重 ④易燃 ⑤木材生长长期 ⑥各向异性	①不耐碱 ②密实性较差,渗透性较大 ③笨重	①使用局限性较大(如要求介质连续、导电或被保护金属能钝化等) ②一次投资较大(整流调压设备等),且需一定的维持费用(耗电、更换牺牲极) ③调整控制较复杂	①缓蚀剂的选择比较严格,选择不当易影响防腐效果或产品质量,或引起环境污染。缓蚀效果受工艺过程变化影响较大 ②须长期消耗缓蚀剂,有的缓蚀剂用量大、价格高
适于介质温差急变不大、压力低、无冲击及振动、介质无剧毒、非易燃易爆的中、小型设备及管道、管件、泵、阀、零部件等作防腐用。产品多已定型化	适于介质温差急变不大、压力不高、无冲击及振动的小型设备及管道、管件、泵、阀、零部件等作防腐用,可供观察内部。作衬层时,使用温度及压力可提高。玻璃钢或微晶化处理,可提高机械及耐温性能	适用于腐蚀性较强但温度不高、真空度不大(600毫米汞柱以下)的设备衬里或管道、管件、泵、阀、零部件的衬里。采用合成橡胶使用温度可相应提高	适用于大、中设备衬里或单独砌筑各种酸贮槽、反应器、塔设备、废水池等	适用于压力较低的大、中型设备及板框、搅拌器等。目前已较少使用	适用于大、中型耐酸设备或衬里	适用于有条件采用或采用一般防腐方法有困难(如防腐效果不好、面积大、施工困难、造价过高等)的某些场合。可用于大、中型设备及管道防腐	适用于金属酸洗及化工过程的循环系统大面积防腐(缓蚀),以降低介质的腐蚀,延长设备、管道的使用寿命

各种非金属防腐蚀材料分述表

表3

涂 料

表 3—1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优 点	缺 点	用 途	组 成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造与使用举例	参考价格
1 (1)	防锈漆与底漆 红丹油性 防锈漆 (Y53-1)	<100	①防锈性能好 ②易于涂刷并对被涂物件渗透性强, 故附着力好 ③对表面处理要求不高 ④耐久性较好	①干燥慢 ②机械强度较差 ③红丹有一定毒性, 且价格较贵 ④贮存沉淀结块严重 ⑤不便采用喷涂 ⑥消耗较多的植物油及铅	适用于钢铁打底防锈, 不能用于铝、锌表面, 也不能当面漆使用	用干性植物油与红丹粉、体质颜料一起研磨, 再加入催干剂和200号溶剂汽油(或松节油) 调配而成	表干≤10 实干≤48	200~240	涂刷2层, 表面应再涂其它防锈面漆(配套面漆为酚醛、醇酸及各种油性、磁性漆)	天津、西安等油漆厂生产(现在一般很少组织生产)	2层3.94元/米 ² , 3.2元/公斤
(2)	混合红丹油性防锈漆 (Y53-3)		①与红丹油性防锈漆相近(但防锈性能稍差) ②节约一部分红丹 ③干燥较红丹油性防锈漆快	与红丹油性防锈漆(Y53-1)相近	同红丹油性防锈漆, 但对要求高的情况仍以采用质量较好的防锈漆为宜	用红丹、氧化铁红与清油混合研磨, 并加入催干剂和少量200号溶剂汽油 调配而成	表干≤4 实干≤24	100	同红丹油性防锈漆(Y53-1)		
(3)	铁红油性防锈漆 (Y53-2)	<100	①防锈性能尚好(比Y53-1差) ②涂刷性好 ③附着力较好 ④耐久性较好 ⑤价格低	①干燥较慢 ②机械强度差, 漆膜较软 ③不能在其上涂挥发性漆(如过氯乙烯漆、硝基漆等)	适用于对防锈要求不高的钢铁结构表面打底, 不能当面漆使用	用干性植物油和氧化锌、氧化铁红及少量体质颜料研磨, 再加入催干剂和200号溶剂汽油(或松节油) 调配而成	表干≤10 实干≤24	≤80	涂刷2层, 表面应再涂其它防锈面漆(配套面漆为酚醛及各种油性、磁性漆)	上海、南京、杭州、大连等油漆厂生产	2.1元/公斤

续表 3—1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优点	缺点	用途	组成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造与使用举例	参考价格
(4)	红丹酚醛 防锈漆 (F53-1)	<100 常用于 -20~ +60	①防锈性能好 ②干燥较快 ③附着力好 ④机械强度较高 ⑤耐水性较油性及 醇酸防锈漆好	①沉淀结块严重 ②红丹有一定 毒性, 且价格较 一般防锈颜料贵 ③不便采用喷 涂	同红丹油性防 锈漆	用松香改性酚醛树 脂、甘油松香酯、干 性植物油和红丹粉、 体质颜料研磨, 再加 入催干剂、200号溶 剂汽油(或松节油) 调配而成	表干≤6 实干≤24	100~120	涂刷2层, 表面应 再涂其它防锈面漆 (配套面漆为酚醛、 醇酸磁漆)	天津、郑州等 油漆厂生产(现 在一般很少组织 生产)	3.8元/ 公斤
(5)	铁红酚醛 防锈漆 (F53-3)		①防锈性能较好 (比F53-1差, 比F53-2 好) ②附着力好 ③机械强度尚好 ④干燥较铁红油性 防锈漆(Y53-2)快	①耐碱性及溶 剂性能较差 ②耐晒性较差	适用于一般 防锈要求的钢铁 结构表面打底, 不能当面漆使用	用松香改性酚醛树 脂与干性植物油炼制 后, 再与氧化锌、氧 化铁红及体质颜料研 磨, 加入催干剂, 并 以200号溶剂汽油及 松节油调配而成	表干≤10 实干≤24	60~80	涂刷2层, 表面应 再涂其它防锈面漆 (配套漆为酚醛磁漆)	天津、西安、 甘肃、南京、广 州、大连、沈阳 等油漆厂生产	2.5元/ 公斤
(6)	灰酚醛防 锈漆 (F53-2)		①防锈能力较好 ②有一定的耐水性 和较好的耐候性 ③机械性能较好 ④喷、刷均可	①耐碱性较差 ②耐溶剂性、 耐汽油性较差	适用于钢铁表 面, 且多作面漆 使用。例如, 在 涂有铁红或红丹 之类的防锈漆的 钢铁表面上作面 涂层	用长油度松香改性 酚醛树脂漆料、松香 甘油酯、颜料、体质 颜料、催干剂和200 号溶剂汽油(或松节 油)调配而成	表干≤4 实干≤24	≤120 2层	可喷涂或涂刷, 2层	天津、西安、 甘肃、南京、广 州、大连等油漆 厂生产	3.7元/ 公斤
(7)	硼钡酚醛 防锈漆 (F53-9)		①防锈性能好 ②附着力好 ③无毒(不耗铅) ④遮盖力强 ⑤延燃面积小 ⑥冬季施工较红丹 防锈漆方便	①灰色易漏涂 (可加入铁红改 进) ②耐碱、溶剂 性较差 ③南方湿热、 沿海地区使用稍 差	可代替红丹防 锈漆作钢铁表面 的打底防锈	用偏硼酸钡和其它 配合颜料与松香改性 酚醛树脂、松香甘油 酯、桐油以及其它干 性油等熬炼成的漆料, 加入催干剂、200号 溶剂汽油稀释调配而 成	表干≤2 实干≤24	80	涂刷2层, 每层厚 度不得太厚(否则表 面干而里面不干), 可与醇酸磁漆、酚醛 磁漆配套。烘干漆膜 性能更好(烘干条件 为75°C/5小时)	上海、天津、 北京、甘肃、南 京、杭州等油漆 厂生产 使用实例见表 12第183、184例	3.8元/ 公斤

续表 3 — 1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优点	缺点	用途	组成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造与使用举例	参考价格
(8)	锌黄酚醛 防锈漆 (F53-4)		①对轻金属表面有钝化作用, 故保护性好 ②附着力好 ③机械强度较高 ④喷、刷均可	①耐碱、溶剂性较差 ②表面处理要求较高	适用于铝、镁等轻金属表面打底防锈, 不能作面漆使用, 也不用于钢铁表面	用长油度松香改性酚醛树脂漆料、松香甘油酯、颜料、体质颜料、催干剂和200号溶剂汽油(或松节油)调配而成		120	可喷涂或涂刷。最好先涂磷化底漆一层, 再涂该漆2层; 也可直接涂该漆2层	天津、北京、广州等油漆厂生产	6.09元/公斤
(9)	磷化底漆 (X06-1)	常用于 -20~ +60	①对金属表面附着力极强 ②能延长有机涂层的使用寿命	①不适于碱性介质环境并且不能与含碱性涂料配套使用(如胺类固化的环氧类涂料) ②不能代替一般底漆(因本身厚度极薄, 仅8~15微米)	适用于有色金属及黑色金属作底层防锈涂料, 常用于对附着力要求较高的场合, 可省去磷化或钝化处理	将聚乙烯醇缩丁醛树脂溶于有机溶剂中, 并加入防锈颜料, 使用前混入分开包装的磷化液	≤0.5	80	只能涂刷一次(因再涂时, 漆中的磷酸反将第一层漆腐蚀坏), 2小时后涂其它防腐底漆(1或2层)并在24小时内涂复完毕。磷化底漆使用前按树脂液的基料与磷化液以4:1混合。稀释剂用3份乙醇(96%)和1份丁醇的混合液或用X-9缩醛漆稀释剂	上海、天津、西安、甘肃、南京、大连、重庆、青岛、四平油漆厂生产	9.5元/公斤
(10)	间苯二酚 甲醛树脂底 漆(自配)	<120	①粘结力(与钢及酚醛胶泥)较好 ②耐酸性、耐温性、硬度较好 ③不需固化剂即可常温固化	①配制不太方便 ②随用随配, 使用期较短(15~30°C, 要求10小时内用完)	用作酚醛胶泥的底漆	常用配方为: ①树脂液177.4, 其配比为: 间苯二酚(浓度>99%) 37, 苯酚(浓度>99%) 46.9, 甲醛(浓度40%) 62.5, 氨水(浓度25%) 31 ②石墨粉(>100目) 177.4	固化条件 25~30 °C 7~8小时		涂刷1~2层, 常温固化。配料时须先把间苯二酚与苯酚置入反应釜中搅拌均匀, 加热至70~80°C, 待完全熔融均匀并冷至50~60°C时, 加入氨水, 再冷至20°C, 随后在不断搅拌中加入甲醛, 并搅拌5~6分钟, 静置10分钟后, 再加石墨粉混合	使用实例见表12第186例	

续表 3—1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优点	缺点	用途	组成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造及使用举例	参考价格
(11)	铁红醇酸底漆 (C06-1)	-20~+60	①有良好的附着力和防锈能力 ②干燥快 ③漆膜有弹性, 耐冲击, 坚硬 ④施工方便	在湿热带海洋性气候和潮湿地区条件下耐久性较差	适用于黑色金属作防锈底漆	用干性植物油改性醇酸树脂(中油度或长油度)与氧化铁红、铅铬黄、体质颜料研磨后, 加入催干剂, 并以松节油或二甲苯作溶剂调配而成	表干≤2 实干≤24 烘干(105°C)≤30分钟	100~150	可喷涂或刷涂, 2层。配套面漆有过氯乙烯面漆、沥青漆、醇酸磁漆等。稀释剂用二甲苯(喷涂时)或松节油(刷涂时), 也可采用X-6醇酸漆稀释剂	上海、天津、西安、甘肃、南京、杭州、北京、沈阳、武汉、广州、大连、重庆等油漆厂生产	3元/公斤
(12)	铁红纯酚醛底漆 (F06-9)		①附着力及防锈性好, 稍次于环氧底漆 ②喷、刷均可	须加热固化	适用于黑色金属作防锈底漆	用纯酚醛树脂漆料, 加颜料、体质颜料、催干剂和二甲苯(或松节油)调配而成		每层厚度≤20微米	喷或涂刷, 2层。加热固化105°C/35分钟, 与过氯乙烯等面漆配套	天津、西安、甘肃、南京、武汉、大连、沈阳、上海等油漆厂生产	4.52元/公斤
(13)	铁红环氧底漆 (H06-2)	常用于-20~+60	①对黑色金属附着力极强 ②防锈、耐水、防潮性能比一般油基和醇酸底漆好 ③漆膜坚韧耐久		适用于黑色金属作防锈底漆	用环氧树脂和植物油酯化后与氧化铁红颜料等经研磨后, 加入少量氨基树脂、催干剂及有机溶剂调配而成	实干≤36 烘干(120°C)≤1	70~90	以喷涂为主, 也可刷涂, 1~2层。自干、烘干均可, 烘干性能好(60°C烘1小时)。配套漆为磷化底漆, H05-6环氧烘漆等。稀释剂采用X-7环氧漆稀释剂	上海、天津、西安、甘肃、南京、杭州、大连、沈阳、北京、重庆等油漆厂生产	4.8元/公斤
(14)	铁红过氯乙烯底漆 (G06-4)	-30~+70 常用于-20~+60	防锈和耐腐蚀性能优于铁红醇酸底漆, 防霉性较好	附着力较差(不如铁红醇酸底漆)	适用于钢铁及木材、混凝土表面, 作过氯乙烯磁漆的配套底漆	用过氯乙烯树脂、干性油改性醇酸树脂、增韧剂、氧化铁红颜料等经研磨后, 溶于有机混合溶剂(苯、酯及酮类)调配而成	≤1 施工每层间隔3~4	130~200	以喷涂为主, 也可涂刷, 2层。60~65°C烘烤2小时可改善附着力及各项性能, 先涂一层磷化底漆也可提高附着力。稀释剂采用X-3或X-23过氯乙烯漆稀释剂	天津、西安、甘肃、上海、杭州、南京、大连、北京、沈阳、武汉、青岛、重庆、哈尔滨等油漆厂生产	3.6元/公斤

续表 3 — 1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优点	缺点	用途	组成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造及使用举例	参考价格
(15)	转化型带锈底漆 (环氧缩醛底漆) (H06-17、H06-18)		①可减少除锈工作量(只须简单除浮锈)及缩短施工周期 ②附着力强 ③转化速度快 ④转化锈蚀较厚	①不能代替一般底漆 ②贮存期短 ③若配比不当,过量的酸液会增加腐蚀及破坏面漆	适用于须大面积除锈或不易除锈的场合 目前仅用于防腐要求不高的钢铁表面,以节省劳力	由锈转化液和成膜液组成。依靠底漆中的锈转化液把铁锈反应转化成铁的络合物,然后靠成膜液把已转化的锈蚀层粘附在金属表面上,使锈蚀稳定			涂刷后须覆盖其它防锈底漆及面漆	甘肃油漆厂生产 使用实例见表12第185例	
(16)	稳定型带锈底漆 (7131*、7146*、7148*、7108*)	<100	①可减少除锈工作量,缩短施工周期 ②可代替底漆 ③贮存性较转化型好 ④施工较转化型易于掌握	①转化速度慢 ②转化锈蚀较薄	同上	利用各种活性颜料,靠化学作用抑制锈蚀及发展。7131*配方为氧化铁红30,氧化锌10,铬酸锌29,铬酸钡5,磷酸锌15,铝粉浆5,磷酸5,亚硝酸钠1,155号醇酸漆料100,苯酸铅(10%)6.15,苯酸钴(4%)0.13,苯酸锰(3%)0.5,苯酸锌(3%)2.0,苯酸钙(2%)2.0,二甲苯约15	表干≤4 实干≤24 (7131*)		先将表面浮锈、灰尘、成块的锈层清除干净,再喷涂或涂刷该漆2层,然后再涂刷醇酸或酚醛磁漆等面漆。施工时锈层厚度不要超过40微米(相当于新钢板在自然大气中锈蚀半年左右的层锈) 稀释剂采用200号溶剂汽油	甘肃油漆厂、杭州油墨油漆厂生产	5元/公斤 (7108*)
2	生漆(大漆)	<150	①有很好的耐酸、耐水、耐溶剂(常温)、耐油、耐土壤腐蚀性 ②耐磨 ③附着力强 ④漆膜坚硬 ⑤耐温较高	①不耐强碱及强氧化剂 ②毒性(刺激皮肤)较大 ③干燥较慢 ④粘度高,施工不便	曾广泛用于金属、木材、水泥制造的设备防腐,也是地下管道的良好涂料,由于其毒性及其它新型涂料出现,故	常用配方: 底漆层:生漆/瓷粉=1/1 过渡层:生漆/瓷粉=1/0.5 清漆层:生漆	24~28,相对湿度大于80%时,约10~12小时(在潮湿条件下干	80~125	分底漆层(1~5层)、过渡层(1~3层)、清漆层(2层),共涂刷4~10层(一般6~8层,随使用条件增减) 稀释剂采用200号溶剂汽油,松节油等	上海旭光造漆厂,各生漆产地生产 使用实例见表12第1~9例	14元/米 ² (6层) 10.44元/公斤

续表 3-1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优点	缺点	用途	组成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造及使用举例	参考价格
					使用渐少		得较快)				
3	漆酚树脂漆 (T09-11)	<200	①耐化学腐蚀性与生漆相似 ②毒性较生漆小 ③干燥较快 ④耐磨 ⑤附着力强 ⑥喷、刷均可	①施工时仍有一定毒性,引起皮肤过敏 ②耐阳光紫外线较差	可用以代替生漆,用于化肥、氯碱等生产系统的设备管道防腐及用作防止工业大气酸性气体腐蚀、地下管道防潮防腐	将生漆脱水缩聚并用有机溶剂稀释而成。 常用配方: (设备内部) 底漆层: 清漆/瓷粉 = 1/0.8 磁漆层: 清漆/瓷粉 = 1/0.3 清漆层: 清漆	含填料底漆24~27 面漆12~24	80~150	可涂刷也可喷涂。设备内部8层,工业大气3~6层(分底漆层1~4层、磁漆层1~2层,清漆层2层)。若用于传热可采用石墨粉填料。稀释剂采用200号溶剂汽油、松节油等	上海旭光造漆厂、大连等油漆厂生产 使用实例见表12第10~13例	20元/米 ² (6层) 12元/公斤
4	酚醛树脂漆 (F50-1或自配)	<70~80 (F50-1) <120 (自配)	①有良好的耐酸性、耐油性和耐有机溶剂性 ②电绝缘性能好 ③干燥较快	①不耐碱和强氧化剂(如硝酸) ②与金属附着力较差 ③漆膜较脆,温差大时易开裂	F50-1可用于有酸性气体侵蚀的场所的木材和金属表面防腐,不宜长期浸于稀酸内(自配漆不受此限制)	自配漆参考配方: 酚醛树脂100, 精萘9, 乙醇(无水)25, 石墨粉(120目)20~30	表干≤6 实干≤18 (F50-1)	70~120 (F50-1)	多为自配。可采用刷涂、喷涂,浸涂,浇涂等法。防工业大气及海水腐蚀取3~4层,设备内壁取6~8层(最后2层不加填料)。底漆也可采用磷化底漆或间苯二酚底漆等。热处理温度120~160°C(F50-1可不热处理,但性能较差) 稀释剂采用200号溶剂汽油或松节油等	上海、重庆、西安、甘肃、南京、杭州、广州、大连、北京、沈阳、武汉等油漆厂生产 使用实例见表12第14~26例	3.4元/公斤
5	环氧漆 (H04-1磁漆、H01-1清漆、H52-3防腐漆等冷固型或自配)	-40~+100 (冷固)	①附着力好 ②耐碱性良好 ③漆膜坚韧,耐磨,耐寒 ④冷固型施工方便,热固型性能较好	①不耐强腐蚀性介质 ②室外曝晒较易粉化	适用于室内金属、木材、水泥表面	自配漆参考配方(热固型): 环氧树脂(6101*)100, 间苯二胺14~16, 丙酮适量(30~35), 填料(石墨粉或石英粉、辉绿	各层自干24小时 养护7天		按固化剂不同分为冷固型(常以乙二胺固化)和热固型(常以间苯二胺固化)两种。喷涂或涂刷4~6层(最后两层不加	西安、天津、甘肃、南京、大连、武汉、上海等油漆厂生产 使用实例见表12第27~48、985、	8.8元/米 ² (2层) 11元/公斤 (H04-1) 16元/公斤 (H01-1)

续表 3 — 1

序号	防腐材料	适用温度 (°C)	优 点	缺 点	用 途	组 成 (%, 重量比)	干燥时间 (小时)	每层用量 (克/米 ²)	一般施工方法	制造及使用举例	参考价格
						岩粉、瓷粉)25~30常用环氧树脂为6101*、601*、634*			填料)。固化条件(热固型): 20°C/2小时→150°C/2~4小时或60°C/12小时 稀释剂采用丙酮、乙醇、环己酮、苯、二甲苯或混合溶剂	1037、1038例	13元/公斤 (H52-3)
6	环氧-酚醛漆 (H52-6、H52-1烘漆或自配)	<110~120 (烘漆150)	既有环氧良好的耐碱性和机械性能,又有酚醛的耐酸、耐溶剂和电绝缘性	须加热固化	可用于酸碱交替的介质。常用于浸涂食品罐头及化工管道、酸碱贮槽防腐	自配漆参考配方: 环氧树脂(6101*)70 酚醛树脂(214*)30 丙酮适量(12) 酒精适量(28)	180°C≤40分 (H52-1、H52-6)		可采用涂刷、喷涂法。4~6层(最后2层不加填料) H52-6热处理条件:每涂1道30分钟后,在160°C烘40分钟,最后一道在180°C烘60分钟 稀释剂采用二甲苯、醋酸丁酯、环己酮、丙酮等	大连、杭州、上海、天津等油漆厂生产 使用实例见表12第49~54例	8.2元/米 ² (2层) 10元/公斤
7	过氯乙烯漆 (底漆G06-4、磁漆G52-1、清漆G52-2)	-30~+70 常用于-20~+60	有优良的耐工业大气、耐海水、耐醇、耐油、耐盐雾、防霉、防燃烧等性能,能耐无机酸及浓度不大的碱	①与金属附着力较差 ②对金属表面处理要求较高 ③耐温较差 ④漆膜耐磨性及耐冲击性差,阳光照射易老化	适用于金属、木材、水泥制造的设备及厂房防腐	G52-1为用过氯乙烯树脂、干性油改性醇酸树脂、增韧剂及颜料研磨后,再以有机混合溶剂(苯、酯、酮类)调配而成	表干≤4 施工每层间隔3~4	125~200	以喷涂为宜,也可涂刷。配套要求较严。2层底漆,2~4层磁漆,4~8层面漆。用G06-4时先涂一道磷化底漆可提高粘结力,或在60~65°C烘烤2小时可改善各项性能。使用偏氯乙烯底漆(X06-3)粘结力也较好 稀释剂采用X-3、X-23过氯乙烯稀释剂等。不得采用汽油、松节	上海、天津、西安、甘肃、南京、杭州、大连、北京、沈阳、武汉、青岛、重庆等油漆厂生产 使用实例见表12第55~64、1041例	