
金属表面

涂塑

李正仁 著



冶金工业出版社

金属表面涂塑

李正仁 著

冶金工业出版社

(京)新登字 036 号

图书在版编目(CIP)数据

金属表面涂塑/李正仁著. —北京:冶金工业出版社, 1994.
12

ISBN 7-5024-1657-9

I. 金… II. 李… III. ①金属复层-塑料喷涂②金属表面
保护-塑料-复层 IV. TG174.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 12770 号

出版人 卿启云(北京丰滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)。

三河市双峰印刷厂印刷 冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1994年12月第1版,1994年12月第1次印刷

787mm×1092mm 1/32 83.5印张; 182千字; 257页,1 2000册

8.50元

金屬表面涂塑是一項
新技術、新工藝、新材料，大
力開發聚合物涂層鋼材，
在金屬防腐和裝飾上下
功夫，促進經濟發展。

楊建華

九四年九月

冶金工業部金屬制品研究院院長

内 容 简 介

《金属表面涂塑》一书比较全面、系统地论述了涂塑防腐机理、涂塑原料的性能及生产方法;详细地介绍了被涂工件的预处理及各种涂塑工艺;对钢丝、钢丝绳、金属网、钢管及其它金属制品的涂塑技术、涂料和涂层的检验方法也做了具体的叙述。

本书可供从事金属防腐、涂料和涂装生产、涂装设备制造方面的科研、工程技术人员,生产工人以及大专院校有关专业的师生参考。

序 言

金属与环境介质之间的化学作用或电化学作用而引起的破坏,称做金属腐蚀。通常所说的金属生锈,就是金属在空气中的缓慢氧化,也是一种腐蚀现象。腐蚀现象的存在是一个普遍性的严重问题。

据统计,世界现存钢铁及金属设备,每年的腐蚀率为10%。我国每年因腐蚀而报废的钢铁数量也是相当大的。

为了防止钢铁材料的腐蚀,人们采取了许多对策,如研制耐蚀钢材、电镀耐蚀金属、涂覆有机涂层、进行电化学保护等等,千方百计地减少腐蚀损失。金属表面涂塑就是随着高分子树脂聚合物的发展而兴起的一种金属防腐与装饰的新技术、新工艺和新型复合高效材料。它在涂覆工艺上不含有机溶剂,具有省材料、无污染、效率高等特点;在产品使用性能上,具有防腐、装饰、电气绝缘等功能。因而,近些年来以节省能源和环境保护为契机,金属表面涂塑获得了长足进展,从开始应用于一些轻工、机电、石油、化工、家用电器等产品的防腐与装饰,发展到金属丝、绳、网、管、

板等钢铁材料的涂层。现在,在许多方面已取代了传统的油漆和镀层工艺,日益显示出其魅力,为金属的防腐和涂装开辟了一条新的途径。

冶金工业部金属制品研究院李正仁同志多年来从事金属涂塑的生产和研究,参与引进涂塑设备,研究涂塑工艺和装备,开发粉末塑料,解决相关技术,做过一些卓有成效的工作。《金属表面涂塑》一书就是在总结实践经验的基础上,系统地对金属防腐机理、涂塑原理、涂塑原料、涂塑方法及其应用、涂料与涂层性能检验等理论和实际操作的论述。作为一门应用技术,作者把积累的知识和实践经验奉献给读者和社会,无疑将对我国金属防腐与涂装技术的发展起到一定的推动作用。该书概念清晰,理论与实践紧密结合,并着重于应用,语言通顺流畅,确实是一本非常实用的科技新书,读者一定会开卷受益。

金属的防腐和涂装,是事关国计民生的一个重大课题,在这个领域中尚有许多文章可作,祝愿我国金属防腐事业蓬勃发展。

李非平

(原冶金工业部副部长)

1994年8月

目 录

1. 绪论.....	(1)
2. 涂塑防腐的机理.....	(3)
2.1 金属腐蚀的现象及其危害	(3)
2.2 金属腐蚀的概念和类型	(4)
2.3 金属腐蚀的基本原理	(6)
2.4 防止金属腐蚀的方法.....	(11)
2.5 涂塑防腐的原理.....	(14)
3. 涂塑原料	(17)
3.1 塑料概论.....	(17)
3.2 聚乙烯.....	(20)
3.3 聚氯乙烯.....	(38)
3.4 聚酰胺.....	(50)
3.5 聚丙烯.....	(54)
3.6 聚四氟乙烯.....	(58)
3.7 环氧树脂.....	(62)
3.8 聚酯树脂.....	(69)
3.9 丙烯酸.....	(72)
3.10 其它涂塑原料	(75)
4. 被涂工件的预处理	(80)

4.1	预处理的目的是.....	(80)
4.2	喷砂处理.....	(81)
4.3	去油处理.....	(84)
4.4	酸洗处理.....	(86)
4.5	磷化处理.....	(89)
5.	金属表面的涂塑方法	(103)
5.1	挤塑法	(103)
5.2	粉末流动浸塑法	(112)
5.3	静电喷涂法	(122)
5.4	粉末静电流浸法	(139)
5.5	其它涂塑方法	(145)
6.	钢丝涂塑	(150)
6.1	概况	(150)
6.2	钢丝的挤塑	(151)
6.3	钢丝流动浸塑	(163)
6.4	钢丝的静电流浸塑	(169)
7.	钢绳涂塑	(173)
7.1	发展概况	(173)
7.2	涂塑钢绳的种类	(174)
7.3	钢绳挤塑设备	(175)
7.4	钢绳挤塑工艺	(178)
7.5	挤塑钢绳用原料	(181)
7.6	涂塑钢绳的捻制	(182)
7.7	涂塑钢绳的性能	(183)
7.8	涂塑钢绳的工业试验	(187)
8.	金属网涂塑	(189)

8.1	发展概况	(189)
8.2	金属网周期式流动浸塑	(190)
8.3	金属网连续式流动浸塑	(196)
8.4	浸塑金属网的应用	(197)
9.	钢管涂塑	(198)
9.1	发展概况	(198)
9.2	涂塑钢管种类及其涂塑方法	(200)
9.3	钢管流动浸塑	(201)
9.4	钢管的静电喷涂	(206)
9.5	钢管涂塑用粉末涂料	(215)
10.	其它金属制品涂塑	(216)
10.1	家电产品涂塑	(216)
10.2	机电产品涂塑	(220)
10.3	石油化工设备涂塑	(223)
10.4	建筑五金涂塑	(226)
10.5	养殖设备涂塑	(228)
10.6	轻工产品涂塑	(229)
11.	涂塑用原料和涂层性能检验	(231)
11.1	概况	(231)
11.2	粉末涂料的检验	(231)
11.3	涂层质量检验	(251)
	参考文献	(257)

绪 论

金属材料在国民经济和四化建设中是必不可少的,这一点毋庸赘言。但是,以钢铁为主的金属材料,由于腐蚀给人们的生产和生活带来很多危害,对国民经济造成了巨大损失。据统计,世界现存钢铁及金属设备每年的腐蚀率约为 10%,腐蚀损失每年高达 7000 亿美元。目前,我国每年因腐蚀所造成的直接经济损失不低于国民总产值的 2%,而间接损失更大。不仅如此,金属腐蚀还会导致矿井倒塌、轮船沉没、飞机坠毁、断电停水、环境污染等意外事故,这不仅大大缩短设备使用寿命,增加维修更换费用,而且危及人们的生命和安全。

为了防止金属腐蚀,人们采取了各种方法,如研制耐蚀材料,进行电化学保护,处理腐蚀介质,电镀耐蚀金属,涂覆有机涂层等,千方百计地减少腐蚀损失。

千百年来,传统的涂漆防腐已为人们所熟悉。但是,近三、四十年来,塑料工业得到了突飞猛进的发展。产量几乎每 4~5 年就增加一倍。80 年代末,世界塑料总产量达到一亿吨,正式生产的品种已有 300 多种。由于绝大部分塑料对各种介质具有优越的化学稳定性,因而就自然想到在金属表面涂覆塑

料以防止金属腐蚀。从 50 年代起,火焰喷涂法、热熏敷法、散布法、流化床法(流动浸塑)、静电喷涂法、静电流浸法、挤塑法、粉末电泳法、薄膜辊压等涂塑方法相继出现,涂塑产品也由各种金属制品发展到金属丝、绳、网、管、板等钢铁基材的专业生产。金属表面涂塑在工艺上具有效率高、省材料、无环境污染的特点;在产品性能上,具有防腐、装饰、电气绝缘等优点,因此,在许多方面可以取代传统的油漆防腐。

金属表面涂塑技术是适应工业发展需要的一门新技术。它是冶金、化工、机械、电气等行业的基础知识和技术相结合的产物。它将在防止金属腐蚀、节材节能和装饰领域日益显示其魅力。因此,作为一门应用技术和科学,同样需要对已积累的实践经验加以总结和概括,使之系统化。这样就可以将过去的经验作为今后前进的源泉,使其日臻完善,这就是作者写这本书的宗旨。

金属表面涂塑,看似简单,实际上,无论是涂塑原料、涂塑方法,还是涂塑产品的应用和开发,都还有许多理论和技术问题尚待解决。由于作者水平有限,只能就涂塑防腐机理、涂塑原料、金属丝、绳、网、管及一些金属制品的涂塑方法及涂层质量检验进行简要地阐述,如能成为未来发展的一块阶石,则甚感荣幸。

涂塑防腐的机理

2.1 金属腐蚀的现象及其危害

金属腐蚀现象,处处可见。当你稍微留心一下自己家里的钢门窗,不难看到,涂油漆后不长时间就会锈蚀斑斑。如果自来水管没有涂镀防腐层,一旦停水再开,你会为淌流不止的锈水而叹息。目睹街头、公园、路旁的围栏围网,看见发黄锈蚀,你会感到很不舒服。刚刚出厂的钢材,一旦被雨水淋湿,用不了几个小时,就会发黄生锈。暴露在海边、海水中的金属,腐蚀更为迅速。1967年,航行在美国密西西比河中的“河皇后”号轮船^[1],因为船底腐蚀出现小洞,被迫靠岸,而后沉没河底。50年代初,法国开发克拉克油田^[2],输送天然气和原油的管道受到硫化氢的腐蚀,泄漏爆炸,引起了持续一个月的大火,油田被迫封闭。我国在开发四川省某天然气井时^[2],也是由于硫化氢腐蚀了输送天然气管道,引起井喷,大量的天然气喷上天空,污染了大气,随后又遇闪电雷击,引起一场大火灾,损失惨重。

金属腐蚀给人们的生产和生活带来严重危害,对国民经

济造成十分惊人的损失。据统计^[2],世界现存钢材及金属设备每年的腐蚀率约为 10%,腐蚀损失每年高达 7000 亿美元,占国民经济总产值的 1%,而发达国家高达 2~4%。全世界近 50 年来生产的 1800 多亿吨钢铁中,有 800 亿 t 因腐蚀而损失掉,损失率达 44%。金属材料使用量的 95% 是钢铁,而钢铁的 70% 是在易于锈蚀的大气中使用。80 年代,美国的腐蚀直接损失已增加到每年 750 亿美元。金属腐蚀使美国的能量消耗增加 3.5%。而美国其它灾难每年所造成的损失为:火灾 110 亿美元,洪水 4.3 亿美元,风灾 7 亿美元,地震 4 亿美元。可见,腐蚀损失是美国经济的头号灾难了。1981 年,我国国家科委统计,我国每年腐蚀的直接损失为 100~150 亿元。每年约有 1000 万吨钢材因遭腐蚀不能用,3000 万吨钢铁设备因腐蚀而报废。1982 年,我国对十大重点化工厂检查统计,每年腐蚀损失为 16 亿元,其中轻者占产值的 1%,重者占产值的 11%。金属的直接腐蚀损失容易计算,而间接损失则不易计算。一般认为间接损失至少为直接损失的 3~5 倍。

不仅于此,金属腐蚀还会导致矿井倒塌、武器失效、飞机坠毁、轮船沉没、高压球罐爆炸、发电设备飞裂等恶性事故,直接危及人的生命和安全。

防止金属腐蚀,已引起各国政府的关注,相继成立了腐蚀和防护的研究机构,加速开展防腐科学的宣传教育,据腐蚀专家估计,一旦普及腐蚀知识,每年至少可减少 30% 的腐蚀损失。

2.2 金属腐蚀的概念和类型

所谓金属腐蚀,是指金属与周围环境发生化学或电化学反应而引起的退化与破坏的现象。

“腐蚀”一词起源于拉丁文 Corrodere, 即“损坏”的意思。习惯上把金属受大气中的水分、氧气及其他腐蚀性气体等介质的影响而引起的腐蚀或变色称为生锈或锈蚀。这种腐蚀产物叫做“锈”;把在高温下空气对金属的侵蚀叫做氧化。氧化的产物叫做“氧化皮”;把在强腐蚀性化学介质中所引起的侵蚀破坏叫做腐蚀,而不叫做生锈。

金属腐蚀的分类方法很多,通常按腐蚀原因、腐蚀环境、腐蚀形态进行分类。

按金属产生腐蚀的原因,腐蚀可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。金属在没有电流产生的条件下所引起的腐蚀叫化学腐蚀。例如在干燥气体和非电解质溶液中所发生的腐蚀。钢铁在加热炉中氧化生成氧化铁皮就是化学腐蚀。

当金属和电解质溶液接触时,由于微电池或电池作用而发生的腐蚀叫电化学腐蚀。例如钢铁在潮湿的空气中、海水中、土壤中的腐蚀,都是电化学腐蚀。

按金属发生腐蚀的环境,腐蚀可分为:(1)湿腐蚀,即金属在水溶液中、潮湿大气中、土壤中、化学药品等介质中发生的腐蚀。(2)干腐蚀,即金属在非水物质中发生的腐蚀,如高温氧化腐蚀、硫腐蚀、氢腐蚀、钒腐蚀、熔盐腐蚀、羰基腐蚀等。(3)微生物腐蚀,包括细菌腐蚀、真菌腐蚀、硫化菌腐蚀、藻类腐蚀等。

按金属腐蚀的形态,腐蚀又分为均匀腐蚀和局部腐蚀。均匀腐蚀发生在整个金属表面上,化学或电化学反应在金属全部暴露的表面上均匀地进行,如钢铁氧化,钢铁酸洗都是均匀腐蚀。

局部腐蚀的形态很多,电偶腐蚀、缝隙腐蚀、孔蚀、晶间腐蚀、选择腐蚀、磨损腐蚀、应力腐蚀、均属于局部腐蚀。金属腐

蚀的形态如图 2-1 所示。

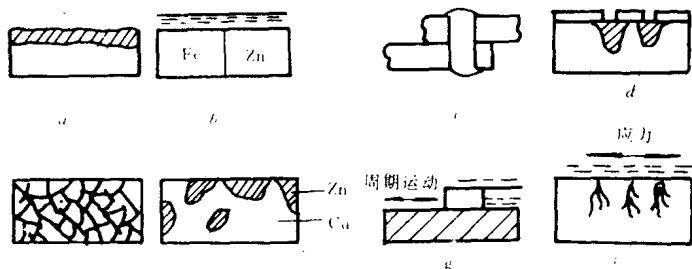


图 2-1 腐蚀形态示意图

a—均匀腐蚀;*b*—电偶腐蚀;*c*—缝隙腐蚀;*d*—孔蚀;*e*—晶间腐蚀;

f—选择腐蚀;*g*—磨损腐蚀;*h*—应力腐蚀

2.3 金属腐蚀的基本原理

如前所述,金属腐蚀的类型很多,根据形成腐蚀的主要原因,我们在这里只能简要地阐述金属的化学腐蚀和电化学腐蚀的基本原理。

2.3.1 化学腐蚀

化学腐蚀是金属在非电解质环境中发生的腐蚀。金属氧化就是一种常见的化学腐蚀。

按照热力学的观点,可能氧化的金属,其腐蚀过程如下:

表面洁净的金属与其周围的介质接触时,介质的分子就吸附在它的表面,并分解成原子。以氧为例:



氧原子和表面的金属原子亲和,发生如下反应:



MO 就是腐蚀产物。如果 MO 是气体或是可以挥发的,或

者是不完整的膜留在金属表面,则氧可以无阻碍地和金属表面接触,不断地按上述程序腐蚀,即吸附、分解、化合。如果腐蚀产物形成了膜,金属离子和氧原子还将通过膜相向扩散,在膜中化合,形成新的腐蚀产物,如图 2-2 所示。此时,在金属和膜的界面上,发生金属原子的溶解:

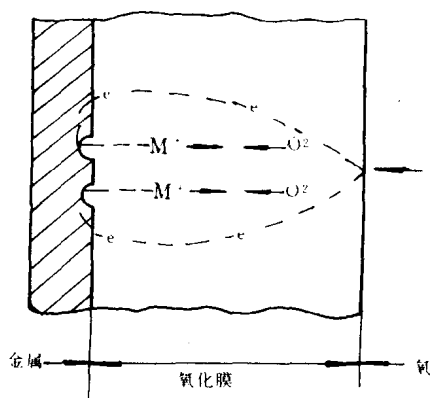
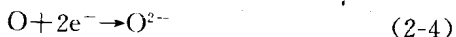


图 2-2 金属氧化过程示意图



在膜与气体的界面上发生氧的还原:



由于所有的金属氧化物都能在一定程度上同时传导离子和电子,所以扩散过程仍能进行,其结果是氧化膜不断增厚。由于膜增厚,扩散反应的速度降低,氧化速度下降。这种腐蚀过程本身就产生着阻碍腐蚀的作用,这种作用称之为膜的“自行制动作用”。

在有保护膜形成时,金属腐蚀速度决定于膜阻止离子通