

海上平台 腐蚀与涂装设计

赵琪慧 (天津中远关西涂料化工有限公司, 300457)

摘要: 简要叙述了近海平台的腐蚀机理。结合关西的产品和市场发展结构, 介绍了海上平台涂装配套。

关键词: 海上平台; 腐蚀; 配套; 涂料特点

中图分类号: TQ 639 **文献标识码:** B

文章编号: 1006-2556(2005)06-0040-03

海上采油平台结构是海洋环境中固定式的金属设施之一, 其腐蚀和防护问题日益突出。总结其防腐特点, 才能有针对性地提供合理配套体系, 为开发这一领域提供一些帮助。

1 平台钢结构在海洋环境下腐蚀区域的界定

固定式平台结构处在不同的海洋环境条件下, 腐蚀行为和特点有比较大的差异。因此, 必须对采油平台结构在海洋环境中腐蚀区域界定, 才能提出有效保护措施, 以解决结构的腐蚀问题, 使得结构和设备能安全生产和运行, 延长其使用寿命, 提高经济效益。

1.1 海洋环境下钢结构和腐蚀情况

根据海洋环境条件、腐蚀特点和平均腐蚀率不同, 钢结构在海洋环境中可分为五大腐蚀区: 海洋大气区、飞溅区、潮差区、全浸区和海泥区。对于连续暴露在海洋环境中各个部位的钢结构腐蚀情况, 如 Humhle(1)给出的钢桩在 Kure Beach 中暴露 5 年后腐蚀示意图(见图 1)所示。

从图 1 可以明显看出, 钢桩在海洋环境中腐蚀最严重的部位是在平均高潮以上的飞溅区。这是因为氧在这一区域供应最充分, 氧的去极化作用促进了钢桩的腐蚀, 与此同时, 浪花的冲击有力地破坏保护膜, 使腐蚀加速。其次是平均低潮位以下附近的海水全浸区钢桩的腐蚀峰值。然而, 钢桩在潮差带出现腐蚀最低值, 其值甚至小于海水全浸和海底土壤的腐蚀率。这是因为钢桩在海洋环境中, 随着潮位的涨落, 水线上方湿润的钢表面供氧总要比浸在海水中的水线下方钢

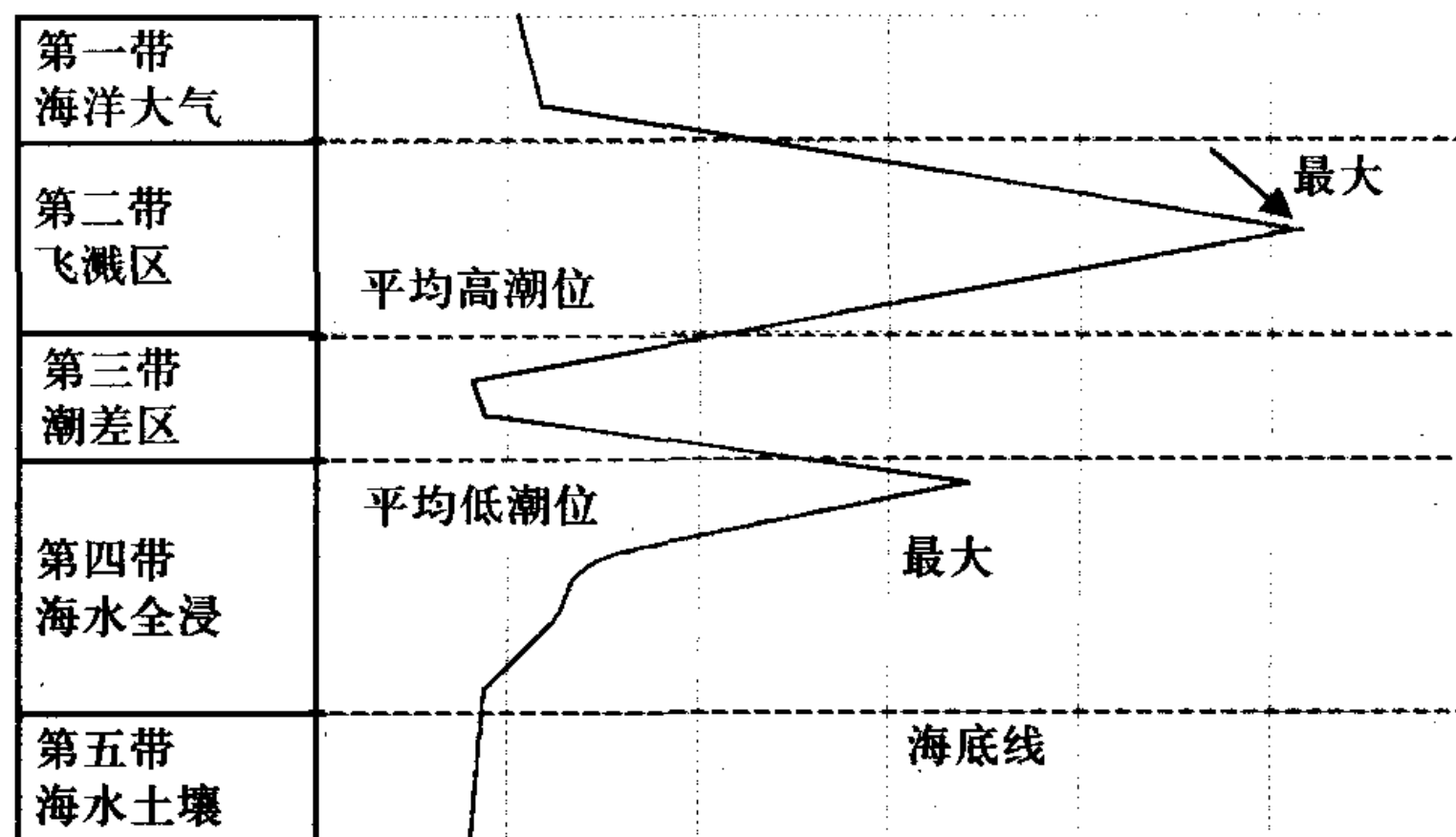


图 1 钢桩在海洋环境中暴露 5 年后剖面腐蚀厚度

表面充分得多, 而且彼此构成一个回路, 由此成为一个氧浓差宏观腐蚀电池。腐蚀电池中, 富氧区为阴极, 相对缺氧区为阳极, 总的效果是整个潮差带中的每一点分别得到了不同程度的保护, 而在平均潮位以下则经常作为阳极而出现一个明显的腐蚀峰值。

1.2 石油平台结构腐蚀区域的界定

平台的涂装设计必须依靠大量准确的数据, 如平台所处的海域、水文环境、气候条件等, 总结得到平均最高潮线、平均高潮线、平均海水面、平均低潮线、平均最低潮线等。图 2 是一些平台构造在特定海域的腐蚀区域界定图。

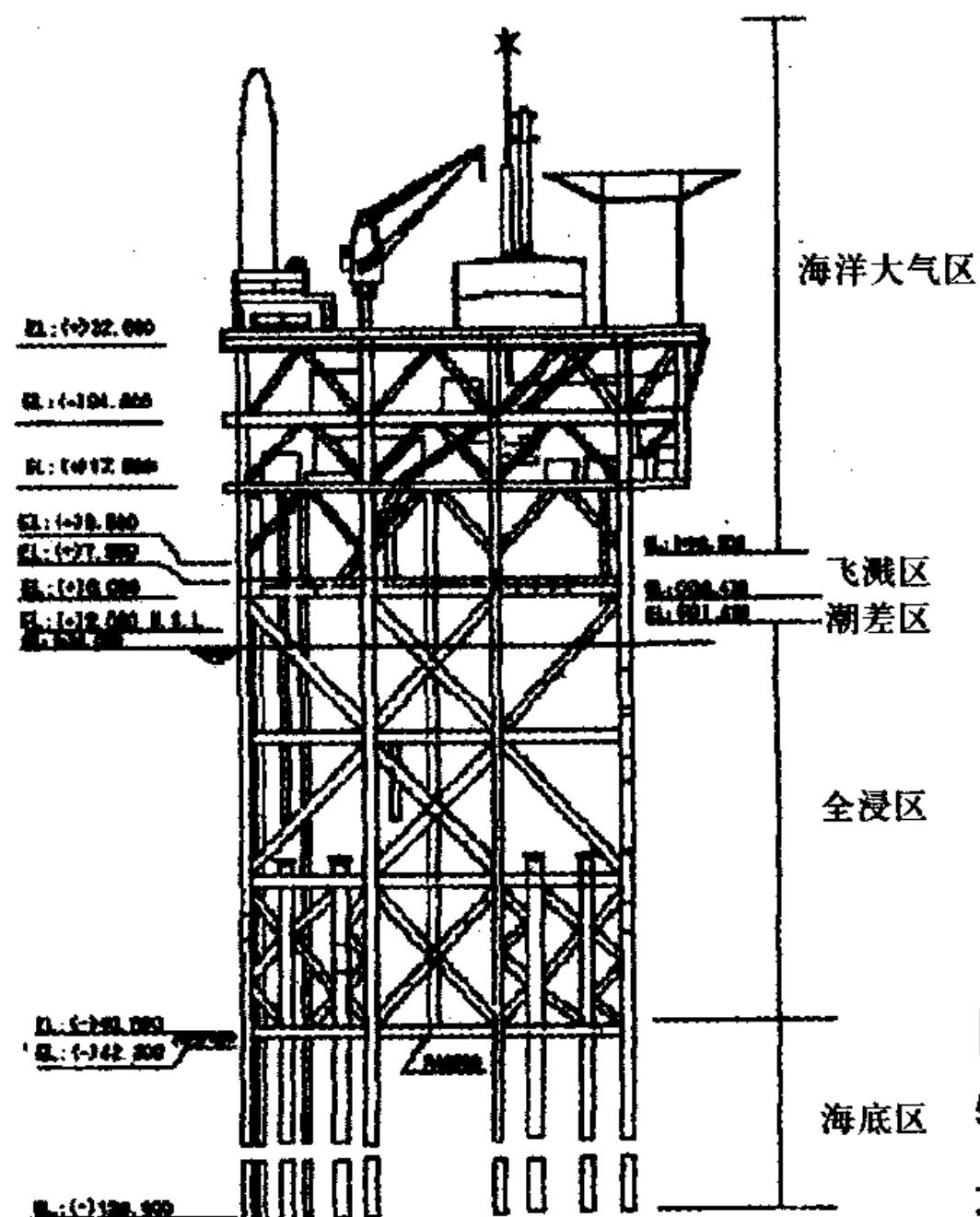


图 2 平台构造在特定海域的腐蚀区域界定图

2 海上平台防腐涂层设计及常用推荐配套

2.1 环境条件与腐蚀类型

选定涂层时，大气环境腐蚀类型由表 1 确定。

表 1 大气环境腐蚀类型

腐蚀类型	腐蚀速率 /(mm/a)	环境类型		
		大气环境	相对湿度 /%	环境气体
无腐蚀				
无腐蚀(Ⅰ级)	< 0.001	一般大气	< 60	A
弱腐蚀				
弱腐蚀(Ⅱ级)	0.001~0.025	一般大气	60~75	A
			< 60	B
轻腐蚀(Ⅲ级)	0.025~0.050	一般大气和	< 75	A
		工业大气	60~75	B
			< 60	C
中等腐蚀				
中等腐蚀(Ⅳ级)	0.05~0.20	工业大气和	> 75	B
		海洋大气	60~75	C
			< 60	D
强腐蚀				
较强腐蚀(Ⅴ级)	0.20~1.00	工业大气和	> 75	C
		海洋大气	60~75	D
强腐蚀(Ⅵ级)	1~5	工业大气和	> 75	D
		海洋大气		

在海洋环境下，影响钢铁腐蚀速率的因素是多方面的：

(1) 钢铁的材质。相同的环境条件下，不同类型的钢有不同的腐蚀速度；

(2) 自然环境条件。同种类的钢在不同的海域，有不同的海洋环境条件，如：气温、水温、湿度、波浪、海水流速、海生物、盐度、氧容量等，因而腐蚀的速率也不相同；

(3) 所处的区域带。海洋环境下的腐蚀区域其腐蚀速率相差很大，其中以飞溅区腐蚀最为严重。在涂装施工中，最重要也是最根本的一个条件是表面处理。由于海上石油平台是用于长期、恶劣的自然环境中，腐蚀严重、维修不易，因此必须在建造初期就打下良好的基础，优异的表面处理质量是保证涂装质量的决定因素。

表面处理的标准在国际施工中有详尽的描述和参考图片，并被各施工制造厂家和业主采纳实施，一般在国际上通用的标准有 ISO、SSPC、BS、NACE 等，在不同国家和地区有不同的指导依据，但通过比较可以得知这些标准基本相通。我国的国标 GB8923 就规

定了除锈等级。

在施工中控制适当的表面粗糙度也是保证涂装质量的必要条件。涂装前钢材表面，经磨料喷、抛射后产生的表面粗糙度的视觉或触觉评定，按 GB/T13288《涂装前钢材表面粗糙度》规定进行。

经表面处理结构的表面粗糙度，不宜超过涂层厚度的 1/3，一般应控制在(40~60)μm 左右。

2.2 平台涂装设计思路

近海平台防腐维修困难且费用较高，因此从设计上必须采用长效保护涂料体系，同时采用严格的表面处理、合理的涂装工艺和严格的检验，并制定完整详细的施工规范。选择涂装配套的一般原则如下：

(1) 底漆应能在很长的施工期间保护底材，同时能经得住搬运和建造时碰撞造成的损伤；

(2) 优先选择施工方便，能用普通涂装设备进行施工的涂料体系；

(3) 高纬度地区，若施工地较低，宜采用溶剂挥发型涂料体系；

(4) 平台甲板和采油作业区，

宜采用耐冲击、耐油、耐化学药品的涂层体系；

(5) 平台裸露于阳光中的构件，宜采用耐紫外线、耐老化的涂层体系；

(6) 采用溶剂型挥发面漆体系，易于维护和修补；

(7) 无机富锌底漆不能附着在其他涂层上，在采用抛丸处理的涂层系统的近海修复作业中，一般不推荐使用无机富锌底漆。

2.3 推荐用于平台的常规配套（见表 2）

3 现状分析及相关产品开发

由于海洋大气中含有大量的盐，主要是 NaCl 颗粒沉降在金属表面，由于它具有吸湿性及增大表面液膜的导电作用，同时 Cl⁻ 本身又具有很强的侵蚀性，加重了金属表面的腐蚀。离海岸越近，造成的腐蚀就越严重，其腐蚀速率比内陆的大气环境要高出许多倍，这是海上涂装领域所要求的涂装配套特点。

表 2 中推荐的涂装配套基本体现出关西的产品特点。在海洋环境下，由于腐蚀条件苛刻，对防腐涂料的要求相对较高，主要推荐使用环氧树脂系列涂料。环氧涂料是被当今世界广泛承认和应用的综合性能优

表2 推荐用于平台的常规配套

涂装部位	涂料类型	涂料名称	涂装道数	干膜厚 /μm
主要上层建筑外表面 (起重吊车机身及底座; 吊臂; 井架; 舱室; 操作设备; 管线, 等等)	无机富锌涂料	SD Zinc 1500	1	75
	改性环氧涂料	Epomarine EX 500	1	125
	丙烯酸聚氨酯涂料	Retan 6000	1	35
主甲板, 直升机平台	无机富锌涂料	SD Zinc 1500	1	75
	改性环氧涂料	Epomarine EX 500	1	125
	防滑处理			
	改性环氧涂料	Retan undercoat	1	40
高温操作部位外表面	丙烯酸聚氨酯涂料	Retan 6000	1	35
	无机富锌涂料	SD Zinc 1500	1	75
	有机硅树脂涂料	Thermo 600	2	2 × 20
桩腿 (飞溅区)	无机富锌涂料	SD Zinc 1500	1	75
	改性环氧涂料	Epomarine Super EX 21 AC	1	100
	改性环氧涂料	Epomarine BTD	2	2 × 40
桩腿 (浸没区)	改性环氧涂料	Epomarine Super EX 21 AC	2	2 × 150
	乙烯涂料	Vinylia BTM	1	50
	无锡防污涂料	Exion	2	2 × 60
舱室 (内部)				
海水舱	改性环氧涂料	Epomarine Super EX 21 AC	2	2 × 150
饮用水舱及淡水舱	环氧涂料	Epomarine FW-100	3	3 × 80
燃油舱、滑油舱	环氧涂料	Epomarine PC-100	1	50
	环氧涂料	Epomarine PC-100	2	2 × 125

异的防腐涂料,同时具有良好的施工性。在此基础上发展的一系列功能型涂料,如防滑涂料、淡水舱涂料、耐化学品涂料及厚涂型无溶剂涂料等等,通过技术部门的努力,不断使产品系列化,产品种类向高端发展。同时其他品种如耐热涂料、各种耐候性涂料以及耐磨损涂料(玻璃鳞片等)相继发展完善,关西向海上平台涂装领域发展已经具有相当的产品基础。但是平台涂装仍有其特殊性,针对海上勘探、钻采作业及原油的复杂成分,要顺利进入平台涂装领域,也需要有自己的特色产品,满足涂料体系里的空白。例如水下固化型涂料可满足水下修补的需要,耐高温湿热涂料可以应用于海上石油钻采储罐和设备。

4 结论

要取得良好的涂装效果,必须结合涂料、涂装、维护等多方面的因素,才能保证达到长期防腐要求。同时注意以下几点:

(1) 平台施工必须在陆地施工,并辅以严格的施

工控制。在海上施工成膜质量不良,无法保证防护效果。同时注意施工的季节等因素,保证涂料充分交联成膜,涂层附着良好,形成整体的涂装防护体系。

(2) 新造阶段涂装是关键,必须达到最好的质量,这样能保证减少并简化以后的维修,海上维修的质量一般不可靠。

(3) 平台涂装在综合使用各种防护手段(如阴极保护、采用特种钢材等)的同时,全面考虑平台各部位的腐蚀特性,如外表面的平台、桩腿、沉垫等,内部的各种功能舱及高温部位等。

(4) 要求平台上的操作人员熟悉简单的涂装手法,随时进行修补。研究证明,及时的小修补能有效延长涂层寿命,降低整体维护的投入,经济效益显著。

(5) 平台设计可参照 NORSOK M-501 标准进行。

收稿日期 2005-04-01