

·石化科协·

上海石油化工总厂

腐蚀与防护写实

上海石油化工总厂腐

一九八八

上海石油化工总厂

腐蚀与防护写实

徐敬令 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

1988.4.

编 者 的 话

腐蚀的危害性是严重的, 它使宝贵的材料变为废物, 使生产设备过早地损坏, 引起生产停顿. 产品或工艺物料流失, 污染环境等, 使企业遭受巨大的经济损失. 据统计, 一个工业发达的国家, 每年由于腐蚀造成的经济损失就约占全年国民经济总产值的4%, 间接损失则更大, 在我国, 每年腐蚀损失也相当惊人. 减少腐蚀危害是国民经济各部门共同关心的问题. 努力克服腐蚀造成的危害是广大防腐蚀科技工作者所面临的紧迫和光荣的任务.

《上海石油化工总厂腐蚀与防护写实》是在收集和总结总厂建厂十五年来的生产设备的防腐蚀的实践经验基础上编写而成的. 内容和数据均来自生产实践, 可供石油化工化纤企业从事防腐蚀工作, 生产操作、维修保养人员参考应用. 本书共分为三篇: 第一篇为化工设备; 第二篇为化纤、塑料设备, 第三篇为公用工程.

本书是由上海石油化工总厂腐蚀科学技术学会为主组织广大防腐蚀科技工作者编写的. 参加编写工作的有:

编写领导小组: 组长 王观泽 (总厂副厂长)

副组长 朱焕林 (总厂设备动力处处长)

徐人武 (总厂防腐蚀学会副理事长)

主编: 徐敬令 副主编: 余存烨

第一篇林宏华负责 第二篇陈树琛负责 第三篇徐人武 朱瑜麟负责

顾问: 苏锡宝 (总厂科协副主席)

第一篇: 化工设备

董顺芳 (第1. 2. 3. 4 章); 陈珊钧 (第2—14. 2—16章); 陆金玉 (第5. 6 章、第7—1章、第8—2、8—3章); 余存烨 (第7—2、7—3章); 莫又悟 (第8—1章)。

第二篇: 化纤、塑料设备

沈洪曦 (第1—1章); 杨心耕 (第1—2章); 余存烨 (第1—3章); 蒋式烈 (第2章); 陆孝兴 (第3章); 顾百瑞 (第4—1章); 薛根林 (第4—2、4—3章); 李鹤春 (第4—4章); 徐汝谋 (第4—5、4—6章); 须耀勤 (第5—1、5—2、5—3、5—4章); 莫又悟 (第5—5章); 俞立 (第6—1、6—2章); 李顺龙 (第6—3章); 陈珊钧 (第6—4章)。

第三篇: 公用工程

卜建民 (第1章); 胡介琳 (第2章); 朱瑜麟 (第3—1、3—4、5—2章); 杨志康 (第3—2章); 张华生 史美玉 (第3—3章); 施勇健 (第3—5章); 张伦琪 (第3—6、4—3、5—1章); 徐敬令 (第4—1章); 穆云年 (第4—2章); 张家香 (第4—4章)。

由于本书参加编写人员较多, 加之水平所限, 不妥及错误之处在所难免, 谨请读者提出指正。

编 者

1988年 1 月

流体工业的腐蚀与防护

(代前言)。

石油化工这一流体工业，随着科学技术进步和发展必将与我国国民经济的基础工业——钢铁，并驾齐驱。

石油化工的原料和产品均属于易燃易爆物质，其生产工艺过程是典型的流体工业，因此要求长周期、低消耗，安全稳定的生产，才能保证高质量的产品，实现最大的经济效益。经过几十年建设，运行、改造的实践，使人们认识到搞好石油化工这一流体工业的安全、稳定，长周期运行要抓好以下三方面：首先是原料——原油，本应该在注重质量的基础上使数量得以满足，但往往只重视数量而忽视质量，认为原油质量稍差，对生产不会产生多大影响，对设备也不会造成多大损害；其二是操作者——人，生产的指挥者和操作者是最宝贵的，即使在我国人口众多的情况下也是如此，因为我国是社会主义国家，人是第一宝贵的财富，可是在操作现场只重视防火防爆对人身造成危害的措施，而忽视工业卫生与职业中毒对人身慢性的危害；其三是生产的基础——设备，也存在重视设备的磨损与润滑，而忽视设备的腐蚀与防护。这就是我们实际工作中自觉或不自觉表现出来的片面性，都将直接影响石油化工这一流体工业安全稳定长周期的运行，也将影响我国在资金困难条件下建设起来的国民经济基础工业发挥其最大的效益，值得深思！

设备的腐蚀是客观存在的，可是只要我们实事求是地认真对待这一问题，使我们的主观认识符合客观实际，就可以找到防护的措施，同时也使我们从必然王国走到自由王国的境界。为此要开展扫除石油化工这一流体工业的“腐蚀与防护盲”，这是一项长期又艰苦的工作，但只要坚持，就可以出成果、出效益。

腐蚀的原理按自然科学来分可分为物理的、化学的、生物学的和力学的，其中又涉及金属学、高分子材料学、电化学等等，总之它涉及社会科学的一部分(如管理学)和自然科学的各个领域，是一门名符其实的边缘科学。

防护的措施是同腐蚀的原理相对应的，而应用于防护措施的材料是多种多样的，包括自然界中的金属和非金属等。因此只有认真调查腐蚀的过程，找出腐蚀的原理，才能采取行之有效的措施，这就是我们腐蚀与防护工作者光荣的职责与艰巨的任务。

《上海石化总厂腐蚀与防护写实》一书的指导思想，就是用科学求实的精神，认真负责的态度，实事求是的原则来总结实际，总结经验和教训，以实践的结果来检验我们的思想认识，使我们的思想认识更符合客观实际，使国家投资于我厂一、二期建设45亿的固定资产在累积到87年底已实现利税76亿的基础上发挥更大的效益。

《上海石化总厂腐蚀与防护写实》一书是为了使设计工作者在设计开始时就防患于未然，力争在设备设计与选材时优先考虑防腐；是为了使生产的指挥和操作者掌握原理，熟悉要领，使之精心管理，正确操作，发挥效益；是为了使广大从事石油化工这一流体工业的干部、工程技术人员通过讲课阅读和宣传，把本书作为扫除“腐蚀与防护盲”的教材。

王观泽

一九八七、十二

绪 论

一、总厂防腐蚀工作的必要性

1、生产的特点决定

上海石化总厂是一个大型的石油化工化纤联合企业。一期工程由18套装置组成，其中9套由日本和西德引进，其余由国内配套。二期工程主要装置也由日本和西德引进。三期工程正在基建。总厂生产大量的涤纶、维纶、晴纶和塑料等化纤、化工产品。

石油化工化纤生产有如下特点，一是连续生产、工序长、主要设备、(甚至管道)、如无备台一旦发生腐蚀损坏，全线就会连锁停产、特别是龙头装置(乙烯)发生事故，损失最为惨重，据估计，总厂停车一天、造成经济损失500~1000万元。二是化纤单体生产装置，大多在高温高压的强腐蚀介质中运行，设备腐蚀严重，如高温氧化法对苯二甲酸装置与乙烯氧化生产乙醛装置，一些设备选用钛材，三是石油化工化纤产品质量要求高，为防止铁离子污染，较多地选用不锈钢等耐蚀材料。四是石油化工生产装置大多需要防爆和防中毒。由于上述生产特点，搞好设备防腐工作十分必要。

2、提高企业经济效益需要

总厂为了发挥大型企业的经济效益，主要是通过降低生产成本来解决。为降低生产成本，就必须采取防腐蚀措施。可以通过下列几条途径：

一是在一次投资和定期维修费用合理情况下，千方百计延长在线每一台设备的使用寿命；二是要保证连续生产，不发生计划外停车，只有在每台设备不发生腐蚀损坏情况下，才能保证全线长周期安全运行，三是为了防腐防垢节能需要，应进行水稳处理，或对冷换设备进行酸洗和涂层保护。

二、总厂设备腐蚀的现状与问题

总厂由于生产较多品种的石油化工、化纤、塑料产品，因而在这些产品及其单体生产过程中，接触原料、溶剂、催化剂等涉及到一些酸、碱、盐类、及所含有的一些特定杂质或有害离子对设备造成较大的危害。主要腐蚀介质及其所发生的腐蚀类型可归纳为：

1、含溴醋酸 涤纶二厂高温氧化法对苯二甲酸生产中，由于采用醋酸作溶剂，四溴乙烷作助催化剂，高温部分由于多采用钛材，还未见危害，但在低温部分，采用超低碳含钼不锈钢的设备管道有严重点腐蚀。在精制工序，接触高温对苯二甲酸设备选用钛或不锈钢，如采用两种材料混合结构，会发生电偶腐蚀。

2、含氯醋酸 涤纶厂低温氧化法对苯二甲酸生产中，一些超低碳含钼不锈钢设备如氧化塔，在高温含氯醋酸与充氧的环境下，发现宏观上是点蚀，微观上却是非敏化态晶间腐蚀。

3、含氯甲乙混酸 化工二厂乙醛氧化生产醋酸装置，醋酸回收塔等设备由于在醋酸回收工艺过程中，甲酸浓缩且含有氯对含钼不锈钢，甚至对00Cr20Ni24Mo45Cu钢造成严重的话化型普遍腐蚀。

4. 含钼、铜氯化物的盐酸 化工二厂乙烯氧化生产乙醛装置由于采用氯化铜，氯化亚铜、氯化钼作催化剂，腐蚀条件相当苛刻，关键大型设备采用衬胶再衬瓷砖，多年使用、瓷砖有剥蚀，需经常修补。其余接触此介质的设备与管道采用钛，一般使用良好，但稍不注意，会在法兰面上发生缝隙腐蚀。

5. 醛化液 维纶厂整理工序要经缩醛化以提高纤维耐热水性能，醛化机与部件虽选用 SUS316J1L 含钼铜不锈钢，由于含氯的醛化液（由硫酸、甲醛与硫酸钠组成）的作用，主要是硫酸的腐蚀作用，会发生均匀腐蚀和应力腐蚀破裂，尤其在焊缝部位更甚。银铅合金，虽有一定耐蚀性、但搪铅，有气孔等缺陷、会造成泄漏。纺丝工序凝固浴（含硫酸钠、硫酸锌与少量硫酸）与二浴腐蚀性比醛化液轻，但会造成不锈钢焊缝部位的蚀穿。

6. 氢氰酸 化工二厂丙烯腈生产中副产物氢氰酸，有一定腐蚀性。在该溶液中，碳钢会发生应力腐蚀破裂，在温度与浓度较高的设备中大多选用不锈钢，腐蚀一般不严重，但几台塔的塔板经常发生腐蚀疲劳开裂。

7. 硫氰酸钠 腈纶生产中使用硫氰酸钠作为溶剂。由于硫氰酸钠溶液是一种还原性介质，对碳钢和 18—8 钢有腐蚀，必须采用含钼不锈钢、如错用一般不锈钢会造成点蚀穿透，即使采用含钼不锈钢，有时也会发生焊缝腐蚀和晶间腐蚀。腈纶回收工序中的萃取液，除含硫氰酸钠外，还有硫酸、硫氰酸和异丙醚等，腐蚀性较强，一般不宜采用金属材料，大多采用非金属材料。

8. 含硫原油与煤柴油 化工一厂常减压装置由于采用含硫又含盐的原油，即使采用一脱四注，对碳钢制常压塔、减压塔、初馏塔仍有不同程度的均匀腐蚀。乙烯装置裂解炉炉管弯头采用 HP—40 合金，由于高温硫化与氧化的联合作用会发生损伤。直管段由于渗碳与蠕变等也会发生损伤。

9. 海水 热电厂凝汽器与化工一厂乙稀及芳烃装置的换热器均用海水冷却，虽然采用铜合金与电化学保护，仍然由于冲击腐蚀和沉积腐蚀使管子穿透，威胁生产。

10. 淡水 总厂上千台换热器大多采用淡水作冷却介质，如采用直流水，碳钢换热器腐蚀积垢十分严重，寿命不到一年，难于进行安全生产。为此大多通过水质稳定处理，使用循环水，换热器腐蚀与积垢情况大有改善，但仍有一定腐蚀，主要发生沉积腐蚀、细菌腐蚀、磨损腐蚀、缝隙腐蚀等。

三、总厂应实行全面腐蚀控制

十余年来，总厂设备防腐工作取得了巨大的成绩，也有许多经验与教训，详见本书各篇、章、节的介绍。但为了提高总厂经济效益，必须进行严格的设备管理，其中包括防腐管理。防腐管理必须实行全过程管理——设备一生的防护管理，也就是说应实行全面腐蚀控制，即对设计与选材、制造与安装、运行与维护、修理与改造、检测与调研这五个环节进行管理。

1. 设计与选材

设计是设备防腐管理的第一步，是决定防腐成败的关键，精心设计就是要选材正确、防腐措施得当、做到既满足生产上工艺要求，又达到安全可靠，经济合理的目的。结构设计合

理，避免局部腐蚀、避免异金属接触，防止电偶腐蚀。以及在有应力腐蚀环境中，避免应力集中是较容易做到的，困难的是要正确的选材，正确的选材是防腐设计的重要内容。总厂由于各个工艺生产装置的众多设备接触多种多样的腐蚀介质，因而要选用多种金属材料（如碳钢、低合金钢、不锈钢、铝、铜、钛、镍基合金、钽等）和非金属材料（如涂料、玻璃钢、塑料、橡胶、砖板、搪瓷等），既要保证技术上的可行性，又要满足经济上的合理性。如海水换热器选用铜合金，经常发生蚀穿，采用电化学保护，只能保护管口，选用钛材耐蚀性优异，但价格昂贵，选用双相不锈钢国产管子目前成材率不高，而选用涂层保护应是发展的方向，西德索卡酚涂层以及总厂自制的环氧酚醛涂层使用良好就是证明。

从生产工艺上避免材料腐蚀是最经济的防护措施，通过改换某些工艺条件，可达到防护的目的，如醋酸生产中改换催化剂避免甲酸的生成，就可使用一般含钼不锈钢。

从生产工艺需要出发，某些设备选用一次性投资较高的材料，但由于使用寿命长，维修费用低，从综合经济效益来分析，是合理的，引进装置许多关键设备选用钛材就是实例。

此外许多价廉物美的非金属材料应大力推广应用，在维纶生产醛化机受槽已用玻璃钢衬贴代替银铅合金，喷淋盘已用聚丙烯钙塑料代替了SUS316J1L不锈钢，而且性能很好。

2、制造与安装

制造与安装的质量是决定防腐措施成败的关键，制造安装时应有强有力的质量保证体系。

防腐用材品种多，首先要加强材料管理，如晴纶生产设备多用含钼不锈钢，历年来经常发生蚀穿，分析原因往往是制造厂混用了一般不锈钢，为此材料要进行严格复验。材料在搬运过程中要避免划伤和碰撞，因为这些伤痕，在使用中易产生严重腐蚀。

设备制作中的冷热加工对其耐蚀性有较大的影响，主要是焊接质量，如焊条选择不当、焊接工艺不合理、均会引起腐蚀，如晶间腐蚀、应力腐蚀、点蚀等。设备制作完毕应进行表面酸洗钝化处理。对不锈钢与钛设备的焊接与表面处理要求相当严格。

设备的非金属衬里与高分子材料涂复，一定要保证施工质量，尤其是施工前的表面清理工序要一丝不苟，否则会影响复盖层的防腐性能。

设备安装完后应进行水压试验、试验用水要洁净无杂质，氯离子含量应低于标准，因水中氯离子含量高，会使不锈钢设备在存放和使用中产生点蚀。

3、运行与维护

运行是设备一生中发挥经济效益的重要手段，也是检验防腐措施效果的过程，任何防腐措施和选材只有在一定条件下适用，所以要求操作人员严格遵守工艺规程，做到不超压、不超温、不超负荷、不随意改变介质种类和温度。应做到精心操作细心维护。如聚乙烯醇装置的脱氧铜塔必须要严格氮封，如操作随便、氧进入塔内、会引起严重腐蚀，涤纶厂氧化装置碱洗，应选用含氯离子少的碱等。

为了保证设备可靠运行，防止腐蚀事故发生，应建立健全各种规章制度。

4、修理与改造

设备运行后将不断老化，检修是恢复设备性能，保证安全运行的重要手段，结合检修，对设备改材或对不理想的防腐措施加以改进

检修的质量同设备制造一样要求严格，如补焊前必须清除干净腐蚀产物等，避免焊道夹

杂和气孔，拆装中严禁随意割、铲、敲打。非金属衬里设备的修理，由于干燥硬化，预处理等工序，一般工期较长，要留足必要的干燥，硬化时间，如提前投产，将造成防腐层过早损坏。

检修结合改造，可以提高防腐效果，增加经济效益。应进行认真规划，统筹考虑。

5、检测与调研。

检测是防腐管理的主要部分，是掌握设备技术状况，摸索使用规律，防止设备失效的重要手段，检测管理分为在线监测与停车检查。

在线监测对重要的设备，如三类压力容器很有必要，如可采用声发射装置监测，也有用无损测厚，挂片等方法，以及用线性极化仪进行现场监测。

停车检查可直接观察和测量设备内壁的腐蚀情况，主要通过肉眼观察。对金属材料主要检查腐蚀产物和形态，分布状况和腐蚀类型，对非金属材料主要观察表面状况，如裂纹脱皮、鼓泡渗漏、软化变色等。

根据宏观检测再进行必要的理化检验，如化学分析、金相分析、探伤、机械性能测试等，这样能初步探明设备腐蚀与失效的原因，从而为防腐措施提供可靠的依据。

防腐工作应建立和完善设备防腐的档案，如施工记录、检测卡片、事故分析与调研资料等，以便为全面腐蚀控制服务。

四、总厂应实行全员防腐管理

石油化工防腐蚀是一项综合性工作，涉及面广，必须实行全员管理，要求各级领导，各专业技术人员和工人均来参与管理。只有组织保证，才能逐步落实。

各级领导应重视设备防腐工作，把防腐工作放在设备管理中较重要位置，亲自动手并抓，并设专职管理人员。

1、行政系统

总厂设备副厂长——各分厂设备副厂长——各车间主任。

2、设备管理系统

总厂设备副总——总厂设备动力处处长并专职科长——各分厂设备科科长并专职技术人员。

3、技术系统

总厂机械研究所设材料与防腐研究室负责总厂范围内设备腐蚀与防护的开发研究。

总厂研究院设水质中心负责总厂范围内来处理技术管理以及开发研究。

上述两单位虽隶属于总厂技术开发部，但在防腐业务上受总厂设备动力处领导

4、学会与协会系统

厂科技协会下是腐蚀科学技术学会，由总厂设备副厂长任理事长，拥有100多位有经验的工程师、技师、助理工程师为会员，奋战在防腐第一线。

总厂设备管理协会下设防腐蚀专业学组，水质处理专业学组，由总厂设备动力处，各分厂设备科，机研所防腐室，研究院水质中心有关负责人组成。

总之，总厂应通过上述四个系统，当然这四个系统应互相协调。通过经济体制改革，调动各级领导，各专业技术人员，防腐工人的工作积极性。通过全员防腐管理，把设备防腐工作搞得更好。为企业长周期安全运行，为企业综合经济效益的不断提高而努力奋斗。

目 录

编者的话

前言

绪论

第一篇 化工设备 1

第一章 常减压装置腐蚀与防护 1

1—1 常压塔 1

1—2 初馏塔 1

1—3 减压塔 2

1—4 一脱四注工艺 2

1—5 贮槽 3

1—6 设备外部和钢结构 3

1—7 循环水加药处理 4

第二章 裂解、分离和汽油加氢装置腐蚀与防护 6

2—1 E—252和E—452润滑油冷却器 6

2—2 E—251和E—451复水器 7

2—3 E—705高压泄放冷却器 7

2—4 列管内走海水热交换器 8

2—5 E253和E—453泄漏蒸汽冷却器 10

2—6 E—108裂解气冷却器 10

2—7 E—108裂解气冷却器海水出口直管、弯头与三通 11

2—8 E—251 E451复水器蝶阀下的海水出口短接管 11

2—9 管架 12

2—10 火炬管道 12

2—11 废液区地坪 12

2—12 V—706锅炉给水中间罐 12

2—13 煤柴油裂解炉弯头损伤 13

2—14 乙烯裂解炉渗碳损伤 13

2—15 废热锅炉 17

2—16 换热器高分子材料修复技术 18

第三章 芳烃抽提和对二甲苯装置腐蚀与防护 22

3—1 列管内走海水的热交换器 22

3—2 海水过滤器 23

3—3 海水出口埋地直管 23

3—4 海水出口蝶阀下短管 24

3—5	夹套屏蔽泵	25
3—6	E—402 冷凝水冷凝器	25
3—7	管架	26
3—8	K2101异构循环气压缩机通风管	26
第四章 化工一厂其它设备腐蚀与防护		27
4—1	中和池	27
4—2	纯水箱	27
4—3	盐酸罐及其输送管道	28
4—4	阳离子交换器、阴离子交换器、阴阳离子交换器	28
4—5	输油管线	28
4—6	V—153汽油罐	28
4—7	V—135裂解原料油罐	29
第五章 聚乙烯醇装置腐蚀与防护		33
5—1	筛板塔塔板的腐蚀疲劳开裂与防护	33
5—2	聚乙烯醇装置D436铜塔的腐蚀	34
第六章 乙醛装置腐蚀与防护		39
6—1	三台非金属设备的防腐结构	39
6—2	V302(A)再生器人孔法兰橡胶翻边拉断原因分析	45
6—3	V302(B)再生器钛盖板腐蚀探讨	49
6—4	V303脱气罐钛法兰的缝隙腐蚀	52
6—5	E201螺旋板式换热器的腐蚀穿孔及防护	53
第七章 醋酸装置腐蚀与防护		55
7—1	D230脱水塔腐蚀与防护	55
7—2	醋酸回收塔腐蚀原因及防腐对策	62
7—3	醋酸回收塔塔釜Ti—0.8Ni—0.3MO合金与纯钛紧固件氢化腐蚀分析	69
第八章 丙烯腈及其它装置腐蚀与防护		69
8—1	乙腈脱氰塔A—630冷凝器应力腐蚀	69
8—2	橡胶衬里施工新工艺	77
8—3	橡胶衬里设备修复新方法	78
第二篇 化纤、塑料设备		80
第一章 低温氧化法TPA装置腐蚀与防护		80
1—1	R—4201氧化反应器的腐蚀检修对策	80
1—2	P—4203耐腐蚀屏蔽泵叶轮的研制与应用	92
1—3	脱水塔腐蚀与防护	104
第二章 高温氧化精对苯二甲酸装置腐蚀与防护		106

2—1	氧化反应器	106
2—2	加氢反应器	107
2—3	醋酸蒸馏塔	108
2—4	干燥机循环气鼓风机	109
2—5	干燥机螺旋送料机	110
2—6	干燥机	110
2—7	离心机	111
2—8	透平压缩机中间冷却器	111
2—9	給料予热器	112
2—10	触媒管道	112
2—11	循环N ₂ 鼓风机进出口管道	113
2—12	加氢反应器至第一结晶管道	113
第三章 维纶生产设备的腐蚀与防护		115
3—1	醛化液的腐蚀与防护	115
3—2	纺丝凝固液的腐蚀与防护	120
3—3	厂房建筑物的防护	121
3—4	主机设备钢制件的防腐材料选择	123
第四章 睛纶生产设备的腐蚀与防护		124
4—1	萃取产生设备耐腐蚀材料的应用	124
4—2	PVC/FRP复合管道应用	135
4—3	排毒塔防腐修理	141
4—4	硫氰酸钠对制冷设备的腐蚀分析	142
4—5	三级蒸汽喷射泵冷凝器的腐蚀与防护	144
4—6	环氧粉末静电喷涂的应用	148
第五章 高压聚乙烯装置腐蚀与防护		151
5—1	高压循环冷却器的腐蚀与防护	151
5—2	超高压管式反应器夹套管的汽蚀及防护	152
5—3	热水贮槽的冲蚀及防护	154
5—4	超高压压缩机中间冷却器腐蚀疲劳与防护	156
5—5	超高压压缩机中间冷却器腐蚀疲劳开裂分析	158
第六章 化纤设备表面防护处理及其他		163
6—1	等离子喷涂氧化铬陶瓷耐磨耐蚀涂层	163
6—2	耐腐蚀硬质合金	166
6—3	喷焊+镀涂工艺修复不锈钢泵壳	168
6—4	石墨与不锈钢的粘结	171

第三篇 公用工程	175
第一章 循环冷却水的腐蚀与防护	175
1—1 水源及水质	175
1—2 循环水装置	178
1—3 循环水处理	181
1—4 洗清	185
1—5 予膜	187
1—6 正常处理	188
1—7 微生物控制	191
1—8 水处理效果及检测	192
1—9 大修调查	194
1—10 现场管理	198
第二章 水汽系统的腐蚀与防护	199
2—1 热力设备的积垢与腐蚀现状	199
2—2 控制受热面结垢与腐蚀的方法	204
2—3 防止蒸汽流通部分的结盐	216
2—4 今后须加强的工作	219
第三章 海水系统设备的腐蚀与防护	221
3—1 海水冷凝器腐蚀及联合防护	221
3—2 冷凝器的钛材应用	226
3—3 海水泵的防腐蚀	227
3—4 海水管线采用10CrMOAl钢的防腐实践及焊缝金相分析	228
3—5 海水管的阴极保护	232
3—6 海运码头的阴极保护	235
第四章 地下管网的腐蚀与防护	243
4—1 松裹聚乙烯薄膜护套——金属管道防护	243
4—2 地下电话电缆的阴极保护	245
4—3 地下原油管线的腐蚀与防护	246
4—4 液化气管道的腐蚀与防护	251
第五章 其他	254
5—1 原油罐的腐蚀与防护	254
5—2 除氧器水箱焊缝应力腐蚀破裂分析及处理	255

第一篇 化工设备

第一章 常减压装置腐蚀与防护

常减压装置是由我国自行设计、制造设备、自行安装的原油一次加工装置。每年处理230万吨原油，提取14万吨直馏汽油、69万吨煤柴油、6万吨重柴油及162万吨燃料油。

常减压装置的化工设备共有工业炉2台，塔5台，容器18台，换热器65台、风机13台及其它设备若干台。

1—1、常压塔

1—1—1，设备概况 常压塔是国内自行设计、制造、安装的设备，也是常减压蒸馏装置中的重要设备之一。其塔径×塔高为 $\phi 3800 \times 38934\text{mm}$ ；塔板型式为浮伐式；板间距为600mm；塔板数为46块；塔体的材质为A₃钢。

1—1—2，操作条件 常压塔的塔顶温度在炼大庆油时为 $105^{\circ}\text{C} \sim 115^{\circ}\text{C}$ ；在炼任丘油时为 $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。常压塔的压力为常压。

1—1—3，腐蚀情况 由于任丘油中含硫量较高（0.33%），因此塔顶冷凝水的PH值从原来用大庆原油的6.7降到2.4~2.7，使塔顶产生严重腐蚀。用了二年时间（75年8月~77年8月），其塔顶腐蚀深度最大值约在2mm左右，塔顶的腐蚀形态为点腐蚀。

1—1—4，防腐蚀措施 采用自配环氧树脂涂料防腐蚀。

1、自配环氧树脂涂料配方如下：

6101 (E44) 环氧树脂	100
邻苯二甲酸二丁酯	8~10
辉绿岩粉或石英粉	20~30
丙酮	20~35
乙二胺	8~10

2、施工步骤如下：

- ①用钢丝刷及铁布砂皮把锈层除去。
- ②用汽油或甲苯等有机溶剂把金属表面揩拭一遍，使其保持清洁、干燥。
- ③涂刷自配环氧树脂涂料三层。每层要干燥10~24小时。
- ④干燥3~7天方可投入使用。

1—1—5，防腐蚀效果 经过三年使用，塔顶的环氧树脂涂料的漆膜只有局部损坏，从而延长了设备的使用寿命。

1—2 初馏塔

1—2—1，设备概况 初馏塔是国内自行设计、制造、安装的设备，也是常减压蒸馏

装置的重要设备之一。其塔径×塔高为 $\phi 2624 \times 26900\text{mm}$ ，塔板型式进料段上段为浮伐式，下段为泡罩式；板间距为600mm，塔板数进料段上段为14块，下段为6块，塔的材质为A₃钢。

1—2—2，操作条件 初馏塔进料温度炼大庆原油时为230℃~240℃，炼任丘原油时为220~250℃。初馏塔的塔顶温度炼大庆原油时为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ ，炼任丘原油时为100℃以下。

1—2—3，腐蚀情况 由于任丘油中含硫量较高（0.33%），因此使用三年（75年8月~78年8月）后，初馏塔塔顶就发现严重的腐蚀，其最大腐蚀深度为1.5mm左右。其腐蚀形态为点腐蚀。

1—2—4，防腐蚀措施 采用自配环氧树脂涂料防腐蚀。

1、自配环氧树脂涂料配方 同常压塔顶用配方一样。

2、施工步骤 同常压塔顶施工步骤。

1—2—5，防腐蚀效果 经三年使用、发现自配环氧树脂漆膜完好无损，从而延长了设备的使用寿命。

1—3减压塔

1—3—1，设备概况 减压塔是国内自行设计、制造、安装的设备，也是常减压蒸馏装置中的重要设备之一。其塔径上层为 $\phi 4200\text{mm}$ ，中层为 $\phi 6400\text{mm}$ ，下层为 $\phi 3500\text{mm}$ ，其塔高为35000mm；其上层为填料层，中层为浮舌式塔板，共15层。塔身材质为A₃钢。塔板

1—3—2，操作条件 减压塔的塔顶温度为小于100℃，塔的压力为720mmHg。

1—3—3，腐蚀情况 经一年使用，上层塔壁有0.1~0.2mm厚薄锈、破沫网压架有轻微腐蚀。中层塔壁有薄锈，进料管对面的塔壁上有严重的坑蚀。

1—3—4，防腐蚀措施 可采用不锈钢（如 $\text{OCr18NiMO}_2\text{Ti}$ ），抗 H_2S 性能好的12Cr₂AlMo₃钢衬里。或者采用涂料来防止腐蚀。

1—4、“一脱四注”工艺

为了有效地解决炼油装置的设备腐蚀问题，常减压装置采用了“一脱四注”工艺。

1—4—1，一脱 原油脱盐、脱水采用 $\phi 3200 \times 17743 \times 22\text{mm}$ 卧式电脱水脱盐罐。

1—4—2，四注 1、原油注水（包括注破乳剂BP—169）和注碱。2、塔顶注碱性水。3、塔顶注氨。4、塔顶注缓蚀剂（尼凡丁—18）。

原油注水（包括注破乳剂）是在原油泵的进口处。

原油注碱是在进初馏塔前，其余均在塔顶挥发线。

1—4—3，操作工艺

原油品种	大庆原油和管输油（含任丘油）
处理量	280万吨/年
破乳剂型号	BP—169
破乳剂注入量	15~30克/吨原油
注水量	2%~5%

注碱量	<33 /吨原油
注碱浓度	≥5%
注氨量	10克/吨原油
注缓蚀剂量	6PPm/吨原油
注氨浓度	氨气

1—4—4, 防腐蚀效果

	分析项目	PH	Fe ⁺⁺ ppm	腐蚀速度mm/年
四注前	初馏塔冷凝水	2.4—2.7	888	8.8
	常压塔冷凝水	2.4—2.7	888	8.8
四注后	初馏塔冷凝水	7—9.5	≤1—1.13	<0.05
	常压塔冷凝水	7—9.5	≤1—1.13	<0.05

1—5 贮槽

1—5—1, 设备概况 贮槽2#、3#、4#、6#、8#均是由国内设计、制造。它们的材质均为A₃钢; 容积分别为26、37、10、4、31m³; 形式均为卧式。

1—5—2, 操作条件 贮槽内分别装有汽油、柴油、汽油与水混合物。

1—5—3, 腐蚀情况 由于汽油中含有硫化氢且混有水份, 因此装有汽油的贮槽内壁腐蚀十分严重。其腐蚀形态为均匀腐蚀。

1—5—4, 防腐蚀措施 采用自配环氧树脂涂料防腐蚀。

1、自配环氧树脂涂料配方 同常压塔顶用的一样

2、施工步骤 同常压塔顶施工一样

1—5—5, 防腐蚀效果 经三年使用, 环氧树脂漆膜基本完好, 从而延长了设备的使用寿命, 並节约了更换费用。

1—6、设备外部和钢结构

1—6—1, 设备概况 常减压装置位于沿海地区, 因此设备外部和钢结构极易受到海洋性气候的严重腐蚀。

1—6—2, 防腐蚀措施 采用醇酸树脂漆和过氯乙烯外用磁漆防腐蚀。
施工方法如下:

1、用钢丝刷、铁砂皮等工具把金属表面铁锈除净。

2、用汽油或甲苯等有机溶剂揩拭金属表面一遍, 使金属表面保持洁净、干燥。

3、刷涂环氧底漆一层或过氯乙烯铁红底漆一层, 干24小时。

4、刷涂醇酸磁漆2~3层, 每层干24小时。或者刷涂过氯乙烯外用磁漆3—4层与过氯乙烯

烯铁红底漆配套使用，每层漆之间需干燥4~8小时。

1—6—3，防腐蚀效果 醇酸磁漆和过氯乙烯外用磁漆均可用3~4年。在具有化工气体较重的环境中，则过氯乙烯漆的防腐和耐候效果较醇酸磁漆好。

1—7、循环水加药处理

常减压蒸馏装置的冷却水是采用循环水，其简要情况如下：

循环水量R	1000吨/时
保有水量V	1300吨/时
蒸发水量E	11.7吨/时
排污水量B	11.7~23.3吨/时
补充水量M	65吨/时
停留时间T	56小时
浓缩倍数N	1.4左右

冷却塔进出口温度差 Δt 12℃

用水冷却的热交换器共有12台，其管板、管箱及列管的材质都是碳钢。有几台热交换器的出口水温高达75~85℃（如冷12渣油冷却器）。

75年8月投料生产。77年8月大修时发现热交换器结垢严重，有几台热交换器（如冷12渣油冷却器）的列管几乎全部堵塞且垢层坚硬。进口水管（6吋）结垢厚度竟达2.5~3Cm。

垢样经上海电力中试所分析，其结果如下：

800℃灼烧失重46.64%，其中CO₂45.61%

CaO 48.6%

MgO 5.47%

SiO₂ 0.2%

铁铝氧化物（R₂O₃）0.12%

77年大修后，循环水中加入水质稳定剂，其配方如下：

三聚磷酸钠 10PPm

EDTMP

1 PPm

（乙二胺四甲叉磷酸）

聚丙烯酸钠 4 PPm

78年大修时，发现热交换器中的结垢减轻，並垢层较疏松。但是，温度高的热交换器仍不理睬，结垢较坚硬。另外，还出现了很多藻类。

78年大修后，开始进行通氯气杀菌灭藻，並且加酸控制冷却水的PH为6.8~7.3。

84年大修时，发现高温区的结垢现象仍较严重，经上海石油化工总厂研究院分析，其垢样成份如下：

外观 灰白色

灼烧失重 450℃ 13.57%

900℃ 4.01%

酸不溶物	1.44%
氧化钙CaO	25.92%
氧化镁MgO	60.75%
Fe ₂ O ₃	4.98%
P ₂ O ₅	33.42%

为了解决高温处的严重结垢现象，自84年5月大修后，循环水中改用以下配比的药剂：

DCI	50PPm
聚马来酸酐	10PPm

86年3月大修时，打开热交换器检查，发现高温处结垢现象仍然存在。于是，86年4月开始采用以下配方：

DCI	50PPm
聚马来酸酐	10PPm

在运行中，感到以上配比药剂仍不理想。

（此处为模糊背景文字，主要内容涉及水质处理及结垢问题，与上方表格内容相关。）

（此处为模糊背景文字，主要内容涉及水质处理及结垢问题，与上方表格内容相关。）

（此处为模糊背景文字，主要内容涉及水质处理及结垢问题，与上方表格内容相关。）

（此处为模糊背景文字，主要内容涉及水质处理及结垢问题，与上方表格内容相关。）

（此处为模糊背景文字，主要内容涉及水质处理及结垢问题，与上方表格内容相关。）