维普资讯 http://www.cqvip.com

收器。

另外一种吸收器是填料塔式吸收器，它被广泛用来作为盐酸尾气吸收用。它的特点是操作弹性大、传质面积大，更适合于低浓度氯化氢的吸收。在填料塔中的填料有许多种如：陶瓷拉西环、石墨拉西环、增强聚丙烯鲍尔环和陶瓷波纹填料等。

填料塔的塔体一般采用硬聚氯乙烯外缠玻璃钢增强，对于采用两级石墨吸收器再加一个尾气吸收塔的工艺流程来说由于尾气中氯化氢含量较少，吸收温度不会升得太高，采用硬聚氯乙烯做塔体一般不会产生热变形。对于采用一级石墨吸收器的工艺流程来说，尾气吸收塔采用更耐温的法奥利特材料较好。

氯碱工业设备的腐蚀与防腐材料的选用

江镇海

（南化氮肥厂　　210035）

氯碱工业是我国化学工业的基础，在国民经济中具有举足轻重的作用。2003年~2004年是我国烧碱扩能的高峰期。目前全国已建和在建的离子膜烧碱项目已达到716.25万t/a，其中投产358.25万t/a，在建358万t/a。到2006年我国烧碱产能将可达到1400万t/a，其中离子膜烧碱约占50%。

氯碱工业是腐蚀性很强的行业，其生产过程中的工艺介质及成品，例如饱和盐水，湿氯气，烧碱，盐酸及硫酸等，均具有极强的化学腐蚀性。氯碱生产装置处在电、化学介质的酸，碱，盐环境中，因此造成设备腐蚀的原因是相当复杂的，因而对装置结构的防腐材料的选材显得尤为重要，否则就会造成严重的饱、冒、滴、漏现象，不但腐蚀设备、污染环境，同时又严重制约了生产装置的长周期稳定运行。氯碱工业是腐蚀性极强的行业，应该利用现代的防腐蚀技术来解决这一困扰生产的难题，其有效的途径就是正确选用防腐蚀材料，国内外科技工作者根据多年来生产实践的经验选用了各种材料及采用了很多手段来防止氯碱设备的腐蚀，其中提别是有机高聚物材料使氯碱工业在设备的腐食防护上取得了长足的进步和发展。

1. 氯碱生产工业过程中腐蚀原因

在氯碱生产工业过程中，电化学腐蚀是氯碱腐蚀的主要特性，按生产工艺中不同的腐蚀介质可简要归纳如下：

盐水腐蚀　盐水与金属容易构成腐食电池而使金属失去电子而被溶解，因而在设计选材时常采用非金属材料隔离层措施保护金属。

氯气腐蚀　氯气含水是造成金属腐蚀的直接原因，因此控制氯气中的含水指标是减少腐蚀的最佳方法，一般氯气中的含水量在150×0^{-6}以下时，它对金属的腐蚀极微，而湿氯气则对金属的腐蚀性极强，因此对输送湿氯气的管道及设备的选材予以充分的注意与重视。

酸类腐蚀　氯碱工艺中的酸类主要以盐酸，硫酸，次氯酸为主。除了浓硫酸的氧化性而形成保护膜外，其它酸均能与金属形成析氢反应，因而常采用特强合金（比如高硅铸铁、钛钼合金等）及陶瓷、搪瓷、塑料（F4）及橡胶材料来做为防腐蚀材料。

维普资讯 http://www.cqvip.com

碱液腐蚀 碱脆是烧碱腐蚀的主要特点，因而在烧碱蒸发设备选材时多以耐蚀合金为主，以提高设备的防腐蚀能力，从而来延长设备的使用寿命，但在工艺温度和压力允许的情况下亦有很多采用碳钢内表面涂刷或喷涂耐腐蚀材料，以减轻碳钢发生晶间腐蚀。

尾气腐蚀 氯碱生产主要以氯气、氯化氢气体，硫酸气及碱雾等尾气为主，为防止其腐蚀设备，厂房，管架，管路，设备及厂房基础等，目前多以涂料来加以保护，更为重要的是在生产工艺中加以严格的控制，从而有效控制和减少碱雾，酸气对土建及设备的腐蚀。

杂散电流腐蚀 食盐水溶液电解制取氯气，氢气和烧碱，在电解槽中利用电解来产生所要求的化学变化，由于多种原因在生产工艺过程中存在许多不规则的泄漏电流容易引起电化学腐蚀，其危害性应引起电解槽工艺控制技术人员的足够重视，以有效保护电解设备及有关的管道等设施。目前有效的控制手段是断电、排留、电位保护。

2. 氯碱工业设备的防腐蚀措施与材料

2.1 盐水系统

2.1.1 一次精制盐水系统

盐水饱和槽 使用的衬里材质多以硬橡胶为主，尽管所用的衬里材料多达10余种以上，但是大多数以硬橡胶衬里为主导，约占50%。使用寿命长短不一，通常大修为一年一次，对衬里材料的检查中一般需进行目测，同时一些工厂亦有采用针孔检验，衬里的质量的优劣大多表现在磨耗，溶胀剥离等方面。日本有2个离子膜法电解厂使用了无衬里钢制饱和槽，还有用混凝土制的饱和槽及使用环氧树脂衬里或PVC衬里，使用效果不佳，准备采用橡胶衬里。

盐水饱和槽用泵 泵的外壳有70%以上采用橡胶衬里，硬、软橡胶之比为6比4。叶轮采用橡胶衬里的约占40%，但是目前采用钛制叶轮的比例正在增加。橡胶衬里的泵使用寿命一般为10年，而全钛制泵为20年。衬胶泵的使用寿命主要受橡胶的老化而左右，其判定标准多用泵的效率变化而定，当泵的效率下降20%时，就需要更换。总之，趋向于全钛泵。

反应槽 反应槽采用SS（不绣钢）+HRL（硬橡胶）材质的约占68.8%；采用SS（不锈钢）+环氧树脂和SS+FRP（玻璃钢）约占10%以上，采用混凝土的约占0.04%。橡胶衬里反应槽检查周期一般为一年一次，主要对橡胶溶胀部与进行修补。使用寿命的判定，主要是根据泄漏，材质的老化，磨损情况等来加以判别。有的工厂衬橡胶厚度减少2mm时，即对衬里进行更新。

澄清槽 目前国内约有50%以上的工厂采用橡胶衬里，为了防止橡胶衬里的老化，有些厂采用薄片衬里技术，也有约1.7%的工厂采用SS（不锈钢）+环氧树脂的，约有0.6%的工厂采用SS。该设备为大型设备，因此期待使用寿命为10年以上，约有10%厂使用寿命达20年。

砂滤器 离子膜法工艺厂约有30%不设置砂滤器，而设有砂滤器的氯碱厂中100%采用橡胶衬里。设备的期待使用寿命为10年左右，大部分氯碱厂对橡胶衬里的使用表示满意。

工艺配管 饱和槽到反应槽间的配管以HRL为中心以铁材为基材的管子约占1/3，其余为树脂系的管子。塑料管中约有50%采用FRP与PVC的复合材料，采用PVC管的约占20%，其中有2个工厂采用高温PVC管，采用塑料管的大部分与使用寿命在10年以上，衬胶管使用寿命则更长。在使用寿命中判定量化的有：SS+HRL管残余厚度小于2mm时更新；PVC管伸长率10%以下时更新：FRP管残余厚度小于3mm时更新。

澄清桶与砂滤器之间的管道使用塑料管

维普资讯 http://www.cqvip.com

的约占50%，而使用FRP/PVC符合材料的约占30%。

控制阀 本体大多数采用橡胶，氟塑料及玻璃衬里，很多采用单一塑料，采用氧塑料和PVC的各有一半左右，亦有采用不锈钢阀的。大部分与采用隔板阀，以衬胶＋氟塑料为主体，接触液体部分与采用氟塑料的占总数的60%以上，一般期待使用寿命在10年以上。

2.1.2 二次盐水精制系统

虹收式过滤器 虹收式过滤器的本体绝大多数为SS+HRL（硬橡胶）。过滤元件多数为多孔碳素管，其次为树脂，多孔陶管等。本体的期待使用寿命为10年以上，而过滤元件的寿命无论何种材质大多为5年以内。元件的检查方法以自测为主，而有时辅之以压差检查，因为压差上升而导致性能下降，判定基准为：9.806650×10^4pa。多孔碳素管及多孔陶瓷管多因强度差、易产生裂纹而使得用户不满意。

螯合树脂塔 螯合树脂塔大多数采用橡胶衬里，只有少数厂采用FRP，衬胶厚度一般为3mm。期待使用寿命一般为15年，一般一年检查一次。可采用针孔试验，厚度测定，硬度测定等定量测定，多数认定FRP材质好。

精盐水贮槽 本设备中有65%以上采用衬胶，应特别强调的是采用FRP/HT-PVC材质的，其期待使用寿命可长达20年以上，不存在维修问题，防腐效果十分令人满意。

精制水泵 泵的材质中多以衬橡胶为主，也有衬氟塑料及衬玻璃钢的，但从发展趋向上看倾向于全钛泵，全钛泵虽说是一次性投资较大，但使用寿命可长达20年以上。

盐水加热器 盐水加热器的材质有58%采用不锈钢，37%采用钛，交换管和管板的材质有93%采用钛。设备本体寿命在10年以上，管板及热交换管子的寿命可达10年以上。

配管 配管使用的材料较多，HRL（衬硬橡胶）系材料的约占32%，PVC系材料的约占26%；FRP系材料的约为21%；PP（聚丙烯）系材料的约为13%。期待使用寿命大部分约为10年以下，检查的方法可采用测定壁厚及强度等，亦有很多厂家采用自测等。很多厂是在产生泄漏，材质老化，进行部分更新时判定使用寿命，有的厂规定当HRL的壁厚小于2mm时更新；当FR的壁厚为3mm时更新。希望使用的材质有FRP+PVC(低Cu,Mg)、FRP等。

控制阀 阀门的种类，本体与阀体的组合方法．使用的材质均较复杂。本体的使用材质约有10多种。使用聚四氟乙烯L体系的约有46%；采用HRP系的约有37%；磁器L系的约有10%。阀体采用的材质有：橡胶＋氟塑料占33%；氟塑料占31%；氟塑料L系占23%。

2.1.3 淡盐水系统

淡盐水贮槽 使用的材质中有29%的工厂采用钛；27%的工厂采用SS+HRL；有24%的工厂采用FRP；15%的工厂采用SS+Ti，厂家对采用钛及SS+Ti的材质表示满意。期待使用寿命，Ti材质15年，HRL系和FRP系10年。

脱氯塔 脱氯塔的材质有66%使用SS+HRL，有22%使用FRP，有7%采用FRP+PVC。脱氯塔本体的使用寿命在10年以下。判定使用寿命采用测量壁厚的方法来判定材质的老化。

配管 电解与淡盐水之间管路的材质采用FRP+PVC的有24%；采用FRP约为20%；采用FRP管的有15%；采用HT-VC约为15%；采用SS+氟塑料的有10%；采用钛的有7%。淡盐水受槽与脱氯塔之间的配管使用材质：FRP+PVC管的占35%；用FRP~PVC的占28%；用FRP的占13%；用HT—PVC的占13%，用PVC管的占8%。期待使用寿命为10年左右，判定寿命的方法：管壁厚度降到1/2或减到3mm以下时，材质劣化、泄漏、不能修理时即予更新。

维普资讯 http://www.cqvip.com

3. 食盐溶液电解

3.1 电解槽本体

I.M法电解槽阳极室大都使用钛材，约占80%，其次使用SS（不锈钢）+HRL（硬橡胶）、EPDM（三元乙丙橡胶）等。

I.M法电解槽阴极室使用镍材的占30%，用SOS约占25%，其次为SS.SS+HRL.EPDM。

ID法（HI），D法的电解阴极室，使用SS约占80%~90%，也有在SS基体上衬以钛合金或者橡胶。各种电解法使用寿命都可达10~20年。

3.2 阳极

98%以上采用DSE极，使用寿命可达10年以上，检测的方法很多，有目测检查，深层厚度检查，过电压测定，X光荧光仪器测定等。

3.3 阴极

I.M法主要使用SUS或Ni（在其上施以活性涂层）作阴极，也有用SS作阴极材料的。

I.D（HI法）及D法，主要是SS（在其上施以活性涂层作阴极。

SS.SUS使用寿命均为5~20年以上，Ni约为20年以上，其使用寿命的长短顺序依次为：Ni≥SUS，SUS+活性涂层≥SS.SS+活性涂层。

附属配管，阳极室主要以有机树脂类，如FRP+PVC.FRP.HT-PVC，氟塑料为主，也有使用钛材的。阴极室主要以PVC.FRP+PVC等有机塑料，也有的工厂采用SS+HRL（硬橡胶）或SUS.使用寿命大多可达到10~15年以上，SS+HRL及SUS材料的使用寿命也将近可达到10~15年。

4. 氯气精制

氯气热交换器 主要使用钛材，使用寿命多在20年左右。也有使用PVC.FRP等材质的。

水洗塔 采用的材质有SS+RL（橡胶衬里），PVC或者SS+PVC.FRP+PVC.FRP等材料。

冷却塔 使用的材质与水洗塔一样，其中SS+HRL占33%.PVC占23%，SS+PVC占10%，FRP+PVC占23%，以上合计为90%。在接触液体的P位应用最多的材料还是PVC。

酸雾过滤器 使用的材料中FRP占40%，SS+HRL占28%，PVC系材质（包括PVC.FR+PVC.SS+PVC）约占23%。使用上述材质的寿命可达到10~20年，过滤元件的材质多为玻璃棉，也有用SUS.FRP.PVC.聚脂等的。

配管 电解槽与热交换器之间使用的材质中：FRP+PVC占33%，FRP占26%，富士管占22%。除外还有使用PVC系材质（FRP+HT-PVC），PVC，HT-PVC的。热交换器与水洗塔之间，由于此处氯气温度下降，因而采用FRP+PVC管材就少，只用PVC材质占35%，其次是FRP占25%，FRP+PVC占20%，富士管占15%。

5. 氯气干燥系统

干燥塔本体使用的材质种类较多，主要有FRP+PVC.SS+PVC.PVC.HT-PVC.SS+HRL.SS+PTFE.SS等。使用寿命一般可达到10年左右。水洗塔到干燥塔之间的管线，由于是湿氯气，因而多采用PVC系配管，由干燥塔到雾滴过滤器之间的配管，因是干燥的氯气，故多采用SS管。检测的方法，由于取样容易，因而常常进行物性试验，以判定耐腐蚀尽是否良好。

随着科学技术的发展，耐腐蚀材料的种类在逐渐增多。60年代后我国陆续生产了PVC.PE.PP.ABS.FRP.橡胶等高分子材料，各种氟塑料F4.F46及PVDF等也相继问世，进入90年代后又开发了氯化聚醚及PPS等耐腐蚀树脂，到目前为止，已形成了以塑料，橡胶，玻璃钢为主的氯碱防腐材料体系，而以耐蚀高分子材料制成的氯碱用设备在规格、类型及系列方面也不断地推陈出新，目前我国制造的耐蚀非金属材料在氯碱工艺中酸系统的应用详见表1.

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1　非金属材料在氯碱酸系统中的应用

酸类	选用材料
盐酸	不透性石墨（酚醛树脂浸渍）、F4、橡胶（衬里）、PE、玻璃钢、PVC/FRP、PP/FRP、PVDF、搪瓷、陶瓷及钢衬玻璃
硫酸	PVC/FRP、FRP、F4（衬里）、F46（衬里）、PVDF
氯水	PVC/FRP、FRP、天然硬胶（衬里）、F4（衬里）

我国在引进离子膜烧碱工程中，采用了NSE－155胶板进行了沉降器的现场防腐，同时也推广应用在化盐桶，精制反应罐、精制盐水贮槽等设备上，通过低压蒸汽硫化后已能完全满足生产工艺要求。综合以上氯碱腐蚀特点及实际应用，可将各系统型用材归纳如下：

(1)淡盐水（离子膜及水银电解装置）：脱氯气之前用碳钢/PTFE或碳钢+PVDF，脱氯气后用碳钢＋橡胶、PVC/FRP。

(2)一次盐水（＜65℃）：用碳钢＋橡胶、PVC/FRP、PP/FRP，国外有的用碳钢+PP。

(3)二次盐水（离子膜电解）：用碳钢＋低Ca、Mg橡胶，碳钢+PTFE(或PVDF)，PP/FRP。

(4)高纯盐酸：用PVC/FRP、PP/FRP、碳钢+PVDF及碳钢+PTFE等。

(5)碱系统：50%烧碱（＞85℃）用Ni材；32%烧碱采用碳钢+PPS或PTFE。

(6)湿氯气、氯水、次氯酸钠系统（75~90℃）用碳钢＋橡胶、碳钢+PVDF、碳钢/PTF、PVC/FRP、FRP（主要为双酚A型聚脂树脂）。

(7)盐泥系统（＜40℃）用整体符合橡胶和增强PP。

高纯度茄尼醇的现状与市场前景

王非，郑珩，余永柱，杨欣

（北京博泰世纪科技发展有限公司，北京100038

中国药科大学生物制药学院，南京210009）

摘　要：茄尼醇是当前市场上炙手可热的医药化工中间体品种，从2004年下半年开始全球需求量猛增，价格一路攀升。高纯度的茄尼醇是生产辅酶Q10的关键原料，随着辅酶Q10法定建议用量调高和使用范围日益扩大，茄尼醇市场前景十分广阔。但由于高纯度茄尼醇生产难度很大，技术门槛很高，目前国内能够生产的厂家甚少，形成了高纯度茄尼醇严重供不应求的局面，应得到我国化工企业关注。

关键词：茄尼醇　辅酶Q10

茄尼醇（Solanesol）是九聚异戊二烯伯醇，四倍半萜烯醇，分子式为$C_{45}H_{74}O$，分子量为631。它是一种蜡状白色固体，不溶于水，易溶于多种有机溶剂。其结构式为：