

概念

- 金属零件在某些特定的环境中，会与周围介质发生化学反应、电化学反应或物理溶解，造成表面材料损耗，内部晶体结构损伤，最终导致零件失效。这种失效形式称为**腐蚀失效**。

分为：

- 化学腐蚀（化学）
- 电化学腐蚀（化学+物理）
- 穴蚀（物理）

一. 化学腐蚀

• 分为：气体腐蚀、有机介质腐蚀

- 化学腐蚀的特点：是金属在腐蚀过程中没有电流产生，腐蚀产物直接在金属表面生成。
- 气体腐蚀
 - 是指在干燥气体或高温气体中的腐蚀。如金属在干燥气体中与 O_2 、 H_2S 、 SO_2 等发生的腐蚀。
 - 金属与介质中的氧化剂直接作用，在金属的表面生成一层氧化物薄膜，这就是腐蚀产物。金属能否继续被氧化，取决于氧化物薄膜的结构和与基体的结合强度。
- 有机介质腐蚀
 - 金属在有机介质中的腐蚀是指金属在不导电的非电解质介质中发生的破坏，例如，金属在有机液体(酒精、石油等)中的腐蚀。

• 金属零件表面材料与周围介质（非电解质）直接发生化学作用，形成腐蚀层，这种腐蚀称为化学腐蚀。

柴油机零件的化学腐蚀

• 高温腐蚀或钒钠腐蚀

- 柴油机运转时，燃烧室中高温高压的燃气直接与燃烧室的零件如气缸盖、气缸套、活塞组件和各种阀门接触，燃油中的**钒、钠**燃烧后生成低熔点的化合物熔化后附着在零件表面上并在高温下与金属发生化学作用，使零件表面受到破坏的化学腐蚀。

• 低温硫酸腐蚀或“冷”腐蚀

- 由于燃油中的硫所产生的酸性燃烧产物（二氧化硫、三氧化硫和水蒸气）的凝结(在缸内条件下露点约为 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ 以下)，会使气缸套严重腐蚀，这便造成腐蚀磨损。
- 特征：壁上布满疏松的细小孔穴。
- 缸壁的腐蚀磨损在缸套上部最严重，这是因为缸套上部的油膜较薄，隔离和中和硫酸的能力低。虽然直接在此处凝结的酸少，但活塞上行时把下部生成的酸刮到了上部。

• 盐酸腐蚀

- 当进入气缸中的燃油、空气和气缸润滑油中含有海水或盐时，会使气缸套遭到。

防止化学腐蚀的措施

- 采用化学处理方法，在被保护零件的表面上生成一种致密的薄膜，以防止腐蚀；
- 控制钒、钠含量，防止排气阀等的高温腐蚀；
- 加强冷却，使零件温度控制在 550°C 以下；
- 适当提高缸套的冷却水温度，防止气缸套的低温腐蚀；
- 采用适当碱度和数量的气缸润滑油，将气缸润滑油孔设在气缸套的较高位置。

腐蚀磨损

- 摩擦副相对运动时，由于摩擦表面金属与周围介质发生化学、电化学反应，生成腐蚀物，在随后的机械摩擦作用下使摩擦表面腐蚀物磨损掉，以此不断腐蚀、磨损，使金属摩擦表面损失的现象，称为**腐蚀磨损**。

腐蚀磨损的类型

- (1) 氧化磨损
- (2) 特殊介质中的腐蚀磨损

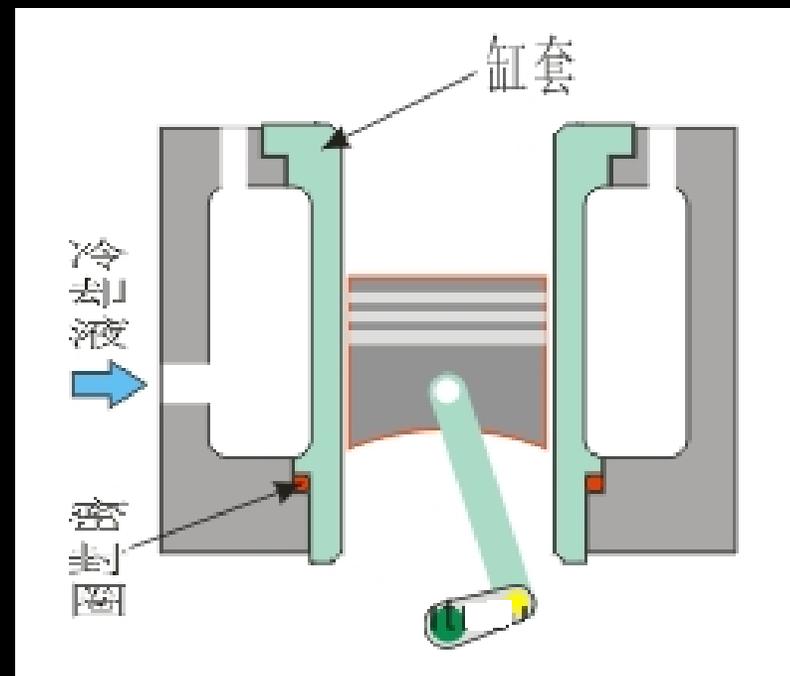
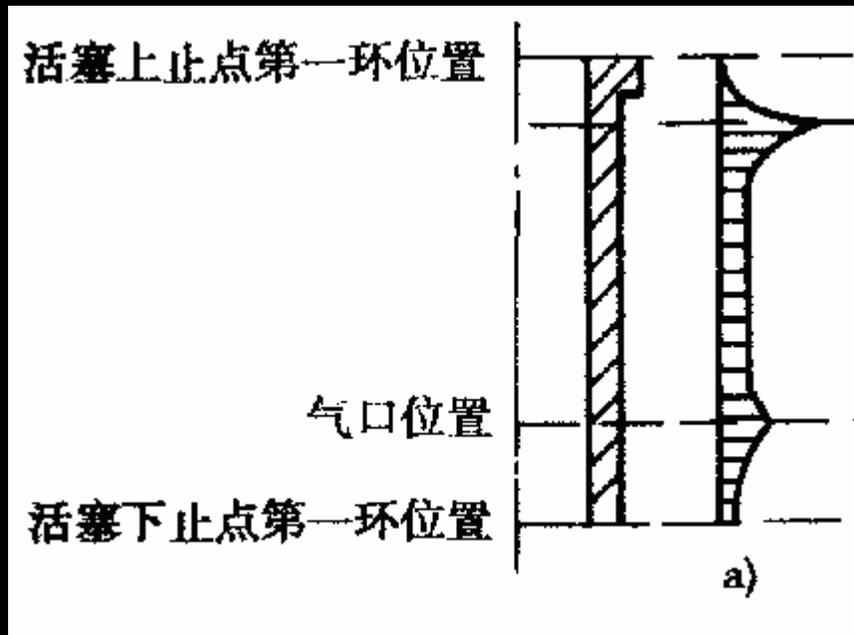
活塞环与气缸套的摩擦磨损

- 摩擦形式：
 - 活塞往复运动的速度变化很大，其中，在行程中点附近最大，在止点位置为零。活塞只有在行程中部其工作表面才易于实现液体动压润滑，而在上、下止点附近工作表面则形成极薄的边界油膜，实现边界润滑。
- 气缸套的正常磨损：
 - 最大允许磨损量为0.4%~0.8%缸套内径
 - 最大磨损部位在气缸套上部，即活塞位于上止点时第1、2道活塞环对应的缸壁处，并沿缸壁向下磨损量逐渐减小，使得气缸内孔呈喇叭状，且气缸套左右舷方向的磨损大于首尾方向的磨损。

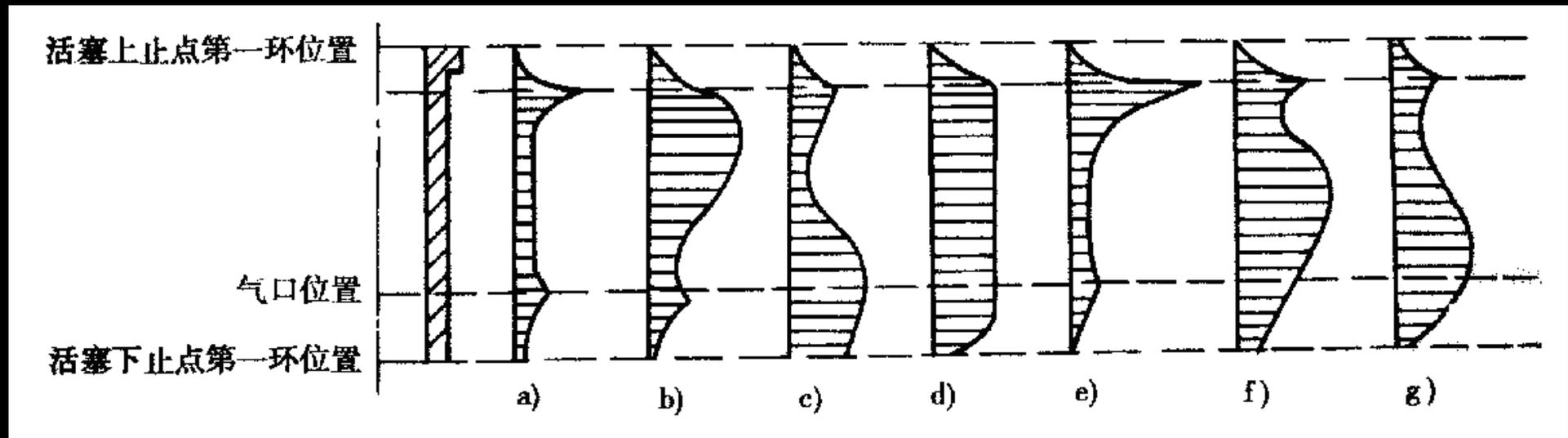


• 气缸套正常磨损的原因有：

- (1) 过薄的油膜被工作表面个别凸峰刺破，或是由于温度高、速度低等原因，使油膜不能形成或油膜被破坏，造成边界润滑部位的局部金属直接接触，引起**粘着磨损**；
- (2) 进入气缸的新鲜空气携带进的灰尘，燃油、滑油燃烧生成的各种氧化物、炭粒和灰分，润滑油中的机械杂质及摩擦副的摩擦产物等，均会引起**磨粒磨损**，这种原因造成的磨损，以气缸上部最为严重；
- (3) 燃油中硫分的燃烧产物对气缸壁的硫酸腐蚀，其中因气缸上部燃气温度与压力对硫酸露点的影响，使上部凝结较多的酸，造成缸套上部严重的**腐蚀磨损**。

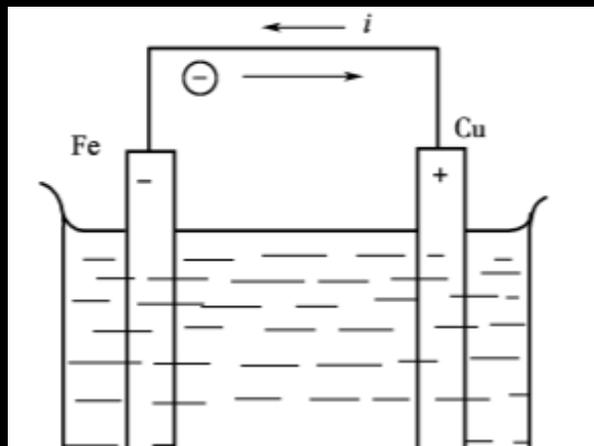


- **气缸套异常磨损的原因有：**
- (b)图为缸套上部因新鲜空气携带大量尘埃进入气缸和燃烧不良产生大量积炭引起的磨粒磨损；
- (c)图为润滑油中机械杂质过多，对筒形活塞式柴油机来说，缸套润滑是由下而上布油，故其下部杂质较多，又由于重力的作用，杂质不易上行，造成下部严重磨损；
- (d)图为上述两种因素并存时造成的严重磨损。
- (e)图为气缸异常粘着磨损。其特点是活塞位于上止点时第一道活塞环对应的缸壁磨损异常增大，甚至出现大面积拉伤的拉缸现象。
- (f)图是燃油含硫量高或柴油机经常低温起动，使活塞位于第一道活塞环处所对应的缸套磨损严重，磨损量为正常磨损的1~2倍。腐蚀产物脱落引发二次磨粒磨损，又使缸套中部磨损严重，磨损量为正常磨损的4~6倍。
- (g)为冷却水温过低，在缸套下部形成低温腐蚀，造成严重的腐蚀磨损。



电化学腐蚀

- 金属发生电化学腐蚀需要几个基本条件：
- 一是有电解质溶液存在；
- 二是腐蚀区有电位差；
- 三是腐蚀区电荷可以自由流动。



• 金属表面与离子导电的电解质溶液发生电化学作用产生的破坏称为电化学腐蚀。

电化学腐蚀的机理

1. 宏观腐蚀电池

- 异金属接触电池
- 浓差电池

• 同一金属的不同部位与浓度（含氧量或含盐量）或温度不同的介质接触，构成腐蚀电池。

• 两种具有不同电位的金属或合金相互接触（直接接触或用导线连接），并处于同一电解质溶液中时，便会使电位较低的金属不断遭到腐蚀，这种电池称为异金属接触电池或腐蚀电偶，引起电偶腐蚀。

电化学腐蚀的机理

2. 微观电池

- 化学成分的不均匀性。
- 金属组织的不均匀性。
- 物理性质或状态的不均匀性。
- 金属表面膜的不完整性。

● 微观电池是指零件金属表面由于电化不均匀性构成许多微小电极的电池，又称为微电池。

二) 船上常见的电化腐蚀

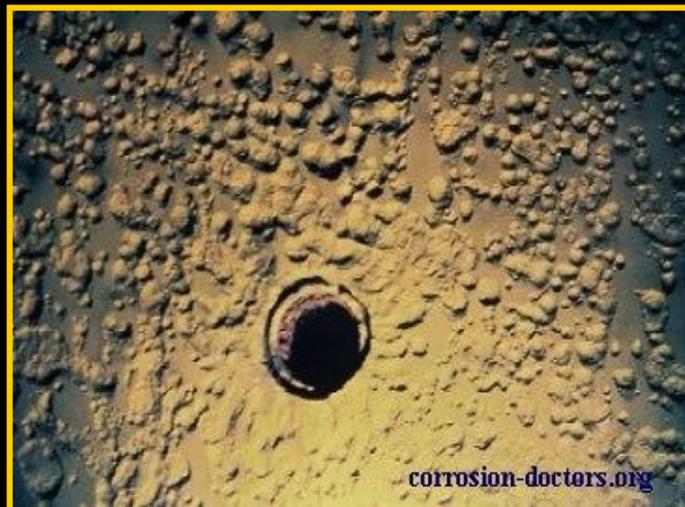
- 电偶腐蚀
- 氧浓差腐蚀
- 选择性腐蚀
- 应力腐蚀
- 海水腐蚀

三) 防止电化学腐蚀的措施

- 正确选材
- 阴极保护
- 介质处理
- 表面覆盖保护膜
- 加强日常维护管理

三、船机零件的穴蚀

- 特征：是机件金属表面在局部区域出现麻点或小孔群，呈蜂窝状或呈分散状的孔穴分布。



- 穴蚀又称空泡腐蚀，或称气蚀，是水力机械或机件与液体作相对高速运动时，液流中的气泡对机件表面上产生的一种破坏现象。

气缸套的穴蚀

- 气缸套穴蚀的部位
- 气缸套穴蚀的机理
- 影响缸套穴蚀的因素
- 防止缸套穴蚀的措施

- 选用抗穴蚀能力强的缸套材料。
- 在缸套的外圆表面覆盖保护层或强化层。
- 缸套外表面的粗糙度对穴蚀的发生也有重要影响。
- 在冷却水中加入缓蚀剂。



➤ 燃油系统零件的穴蚀

➤ 轴瓦的穴蚀

➤ 螺旋桨的穴蚀

➤ 离心泵叶轮的穴蚀

➤ 有波动穴蚀和流动穴蚀形成

➤ 原因是由于在特定条件下流动的润滑油产生气泡和气泡破裂所致。

➤ 离心泵叶轮的穴蚀也是空泡作用的结果。

是空泡作用的结果。

