

1 什么是金属腐蚀？仪表防腐有哪些主要措施？

答 腐蚀是环境作用下引起的破坏和变质。金属或合金的腐蚀，主要是化学作用或电化学作用引起的破坏，有时还同时包含机械、物理或冲刷的破坏作用。仪表的防腐有以下 4 种主要措施：

①直接接触介质的部分采用相应的防腐材料，如节流装置，测温元件的保护套管，压力、差压表（变送器）的测量机构，调节阀的流能部分；

②在接触腐蚀介质的仪表零部件表面、内壁涂覆（包括喷涂、电镀、堆焊、衬里）防腐材料，如调节阀体、阀芯、测温元件的保护套管、分析器的采样器室、孔板、喷嘴等；

③用耐腐蚀的隔离液进行隔离防腐，要求连续使用半年以上不变质为好，主要用于压力变送器、差压变送器和压力表的防腐；

④用中性液体或气体进行吹扫隔离，主要用于导压管距离长的压力、差压液位变送器的隔离防腐。

2 仪表用防腐蚀金属和合金材料主要有哪几种？它们耐腐蚀性如何？各用于哪些仪表？

答 目前常用的金属和合金材料的防腐性能和用途大致如下：

①Cr18Ni9Ti 不锈钢（或称镍铬不锈钢），能耐大气、水、强氧化性酸、有机酸、30%以下的碱液及氯化物，不耐非氧化性酸（硫酸、盐酸），大量用于仪表作一般防腐材料；

②Cr18Ni12Mo2Ti 不锈钢（或称钼 2 钛不锈钢），耐硫酸和氯化物的腐蚀，它比 Cr18Ni9Ti 不锈钢好，但不耐盐酸，可作镍的代用品，可耐高浓度碱及氯化物的腐蚀，可作为调节阀的阀座、阀芯，涡轮流量变送器、差压及压力变送器的测量机构和膜片材料；

③Ni70Cu30 合金（或称蒙乃尔合金），因含镍量高，除了有良好的耐碱性外，耐非氧化性酸，特别对氯氟酸具有良好的耐腐蚀性，但不耐强氧化性酸和溶液，可作为调节阀、变送器的测量机构、膜片等防腐材料；

④镍铬铁钼合金（哈氏合金），哈氏 B 含有钼 26%—30%R，哈氏 C 含有铬 14%—16%，能耐盐酸、硫酸、硝酸以及其他各种酸类，也耐碱和氢氧化物的腐蚀，可作为调节阀和仪表测量机构及膜片材料；

⑤Ni76Cr16Fe7 合金（因考耐尔合金），因含镍量高，主要用于高温耐碱和硫化物的材料，可用作调节阀的防腐材料；

⑥钛 (titanium) 及钛合金, 能耐氯化物和次氯酸、温氯、氧化性酸、有机酸和碱等的腐蚀, 但因价格较贵, 一般作为仪表防腐镀层和薄层衬里;

⑦钽 (tantalum (Ta)), 其防腐性能和下钛相似, 除了氢氟酸、氟、发烟硫酸、碱外, 几乎能耐一切化学介质 (包括沸点的盐酸、硝酸和 175℃ 以下的硫酸) 的腐蚀, 由于价格昂贵, 用作仪表防腐膜片。

3 普通不锈钢的耐腐蚀性如何? 在哪些场合可作为仪表防腐材料?

答 不锈钢是含铬 11% 以上, 同时含镍的钢种通称, 它在常温氧化环境中 (如大气、水、强氧化性酸等) 容易钝化, 使表面产生一层以氧化铬 (Cr_2O_3) 为主, 保护性很强的薄膜, 其腐蚀率极低, 因此得“不锈钢”之名。但当温度增高或环境氧化能力减少时, 将由钝态变为活态, 腐蚀显著增大。各类不锈钢对有机酸、有机化合物、碱、中性溶液和多种气体都有良好的耐腐蚀性。在非氧化性酸中 (硫酸、盐酸等) 腐蚀严重。常为局部腐蚀, 当处于钝态和活态边缘, 在含有卤素离子的盐溶液中会产生蚀孔。

用于仪表防腐, 以 Cr18Ni9Ti 不锈钢为主, 大量用于仪表的测量机构, 调节阀的阀座、阀芯, 节流装置的孔板、喷嘴, 测温元件的保护套管及分析仪器的采样器等。

4 仪表防腐蚀常用的非金属材料有哪几种? 它们的耐腐蚀性能如何? 各用于哪些仪表?

答 非金属防腐材料种类很多, 适用于仪表防腐的大致有以下 3 类。

①塑料类: 有酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂、聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、采购玻璃、氯化聚醚、聚苯硫醚、ABS 塑料、聚三氟氯乙烯和聚四氟乙烯等。可作仪表和调节阀壳体材料, 其中以三氟氯乙烯和聚四氟乙烯在仪表防腐上应用最广, 适用于 200℃ 以下, 耐酸、碱、硫化物的腐蚀, 由于价贵, 一般作为涂层和衬里。

②橡胶类: 分天然橡胶和合成橡胶两种, 其中合成橡胶品种很多, 耐腐与耐温性能以氟橡胶为最优, 因价贵, 常用作密封垫圈, 其余橡胶都作为变送器及调节阀的内衬。

③玻璃和陶瓷类: 都是以二氧化硅为主的熔化或煅烧制品, 具有很好的耐腐蚀性。品种很多, 用于强腐蚀环境的品种有高铝玻璃、硼玻璃 (后者耐酸性和耐热性更好), 耐酸陶瓷除了氢氟酸和含氟的一些其他物质及浓热碱液外, 几乎能耐所有腐蚀介质, 包括浓热硝酸、盐酸、王水、盐溶液、有机溶液等。但其主要缺点是: 强度低、热导率低、热膨胀系数较大、易碎裂, 适用于 300℃ 以下作调节阀、测量变送器衬里, 或喷涂于仪表内壁作防腐层, 如分析仪器的采样器, 也可在 0.6Mpa 以下低压情况下的测温保护套管 (管壁不超过 3mm)。

5 试述聚四氟乙烯塑料的耐蚀性能。

答 取四氟乙烯塑料英文简写 PTFE，有时也叫 Teflon（美国杜邦公司的商标）。它是塑料中化学性能最稳定的一种材料，能耐沸腾的盐酸、硫酸（浓度 98% 及发烟硫酸稍差）、硝酸和王水，也能耐浓碱和各种有机溶剂，所以有塑料王之称。适用温度 -200~260℃，分解温度为 415℃。

6 测温仪表的保护套管可采用哪些防腐措施？需要注意哪些问题？

答 测温仪表的测量元件一般都是装在保护套管内，再插入工艺管道或设备内，其防腐措施主要是选用相应耐腐材料，根据介质的腐蚀性质作如下选择：

①选用耐腐性能好的金属或合金材料做保护套管，例如钛、钽、铝、钛耐酸钢、镍基合金等；

②如果测温元件是热电偶或热电阻，采用贵金属作防腐材料，则可做成铠装式，以节约材料；

③当金属或合金不耐高温腐蚀介质时，可选用石英玻璃作保护套管，可耐温 1000℃ 以上。

④也可在普通金属保护套管外面电镀、喷涂、衬胶等，温度在 200℃ 以下可采用涂三氟氯乙烯或聚四氟乙烯，当补涂非金属材料时，涂层不宜太厚，以免影响传热。

在采用防腐措施时，应注意如下几点：

①测温保护管与设备或管道要采用法兰连接，便于防腐和拆装；

②尽量不用传热差的非金属材料保护套管，以免增加测温元件的惰性时间；

③在管道上测量带有颗粒杂质介质时，为了防止保护套管长期受冲刷而损坏，可在温度计前加一挡板，这对采用喷涂法防腐的保护套管更有意义。

7 压力表有哪些防腐措施？

答 ①对一般腐蚀介质，如果不锈钢弹簧管能耐 1~2 年的腐蚀，则可选作氨用压力表，安装时，导压管要短，缓冲盘管改用缓冲罐，以防杂质堵塞。

②如果介质对不锈钢及铜有腐蚀，可将缓冲罐改用隔离罐，加入耐腐蚀的隔离液。隔离液的种类可根据被测介质的性质选用，但要求使用半年以上不变质为好。若普通隔离液都不能适用时，可用氟氯油作隔离液，但价格很贵，因此隔离罐要做得小，拆装时要回收氟油重复使用。

③可采用隔膜式压力表，目前有钽 2 钛和钽片，膜片与弹道管之间用甲基硅油传送压力，最小量程可做到 0~100kPa，如果膜片材料还不耐腐，则可加一层 F46（聚全氟乙丙烯）膜片，但仪表灵敏底有所降低。也可直接用 F46 作隔离膜片，但要注意介质的渗透性，传递液可选用氟油，则可起双重隔离作用。

8 氢气是不是腐蚀性介质？

答 氢气不是腐蚀性介质，但它有渗透能力，因为氢分子很小，它会进入金属的晶格里面，使金属鼓泡（称为“氢脆”）。这种现象对于较厚的金属来说，也许问题不大，但对于只有 0.1mm 厚的变送器膜盒中的隔离膜片来说，氢的渗透就显得十分重要。因为有的氢分子甚至会透壶金属膜片，进入填充液内部，从而使填充液中含有气体，影响仪表性能。

解决氢渗透的办法是在金属膜片表面镀层。日本 xx 公司新推出的 FCX-AX 变送器，就是在膜盒的 SUS316L 隔离膜片上镀了两层镀层，先镀了一层陶瓷，然后再在陶瓷上镀黄金，目的就是抑制氢的渗透。