

## 超级奥氏体 904L 腐蚀性能简介

00Cr20Ni25Mo4.5Cu (904L) 钢主要系为解决硫酸的腐蚀而发展的。同时也耐常压下任何浓度, 任何温度醋酸的腐蚀。它在甲酸, 磷酸中, 在甲酸与醋酸的混合酸中的耐蚀性能也很好。采用 GB1223-75 中 T 法检验 00Cr20Ni25Mo4.5Cu 钢的晶间腐蚀倾向的结果显示, 当钢中含 C 0.038% 时, 此钢出现晶间腐蚀需经敏化 1 小时以上, 因此, 即使焊接厚度不大于 30mm 部件时, 只要焊接工艺适当, 便没有晶间腐蚀的危险。通过孔蚀电位测定和孔蚀试验结果显示, 00Cr20Ni25Mo4.5Cu 优于 00Cr18Ni10 和 00Cr18Ni14Mo2 等低牌号 Cr-Ni 奥氏体钢。由于 00Cr20Ni25Mo4.5Cu 钢中 Ni 量达 25%, 故耐应力腐蚀性能亦较一般 Cr-Ni 奥氏体钢为佳。一般说来, 在含氯离子的水介质中, 当用 18-8, 18-12-Mo 不锈钢出现应力腐蚀破裂时, 选择 00Cr20Ni25Mo4.5Cu 常常可以防止事故的发生。

### 一、应力腐蚀

表 1 904L 钢的耐应力腐蚀性能

钢种	试验介质	出现应力腐蚀裂纹时间, h
00Cr18Ni10	40%CaCl <sub>2</sub> , 沸腾温度	<12
00Cr18Ni13Mo2	同上	<12
00Cr20Ni25Mo4.5Cu	同上	1000, 无应力腐蚀
00Cr18Ni10	25%NaCl+1%K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , pH=5, 沸腾	<20
00Cr18Ni13Mo2	同上	<321
00Cr20Ni25Mo4.5Cu	同上	1000, 无应力腐蚀

超级奥氏体不锈钢却具有非常高的抗应力腐蚀破裂的能力, 在许多情况下其效果还优于双相不锈钢抗应力腐蚀破裂的能力。表 2 所示为蒸发情况下(根据点滴试验确定)导致应力腐蚀破裂的临界应力。测试时间为 500 小时。

可以清楚地看出，与普通不锈钢相比，超级奥氏体不锈钢有着非常优异的抗应力腐蚀破裂的能力。

表 2 导致裂纹的临界应力

合金	ASTM	EN	200℃时的临界屈服强度
904L	N08904	1.4539	70

### 二、均匀腐蚀

图 3 所示是一些奥氏体不锈钢在纯硫酸中的等腐蚀速度曲线图。可以看出，合金含量较高的不锈钢，如 904L，254 SMO 和 654 SMO 等，在较大浓度和温度范围内比普通型奥氏体不锈钢，如 304 和 316 等，具有更好的耐腐蚀性。

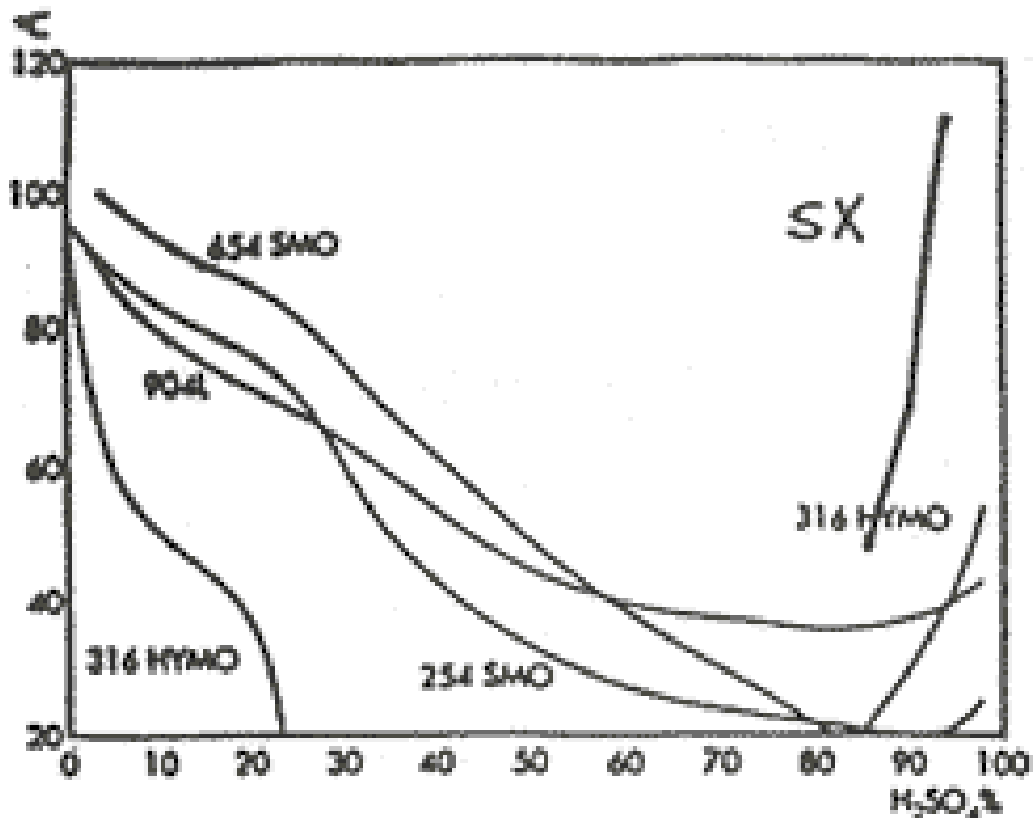


图 3 一些奥氏体不锈钢在纯硫酸中的等腐蚀速度曲线图，腐蚀速度为 0.1 毫米/年

### 三、点腐蚀和缝隙腐蚀

表 4 中的一些钢种的 PRE 值。

表 4 PRE 值及临界点蚀温度和临界缝隙腐蚀温度

合金	ASTM	EN	PRE(16)	PRE(30)	CPT°C*	CCT°C*
904L	NO8904	1.4539	36	37	61	15

\*在 1 摩尔的 NaCl 溶液中  $WS(PRE)=\%铬+3.3\times\%钼+16\times\%氮$

大量的研究工作和实用经验表明，PRE 值与不锈钢耐局部腐蚀的能力，如 CPT 和 CCT 值，是成比例关系的。

904L 具有较高的 PRE 值和 CPT/CCT 值，见表 4。表示其优越的耐局部腐蚀的能力。因此，超级奥氏体不锈钢家族也一直被广泛地应用于抗点蚀要求较高的用途中，比如用作海水处理设备，纸浆漂白及烟气脱硫装置中的部件等。在一次用于评估烟气脱硫设备所用材料的试验中测定了会导致缝隙腐蚀的临界氯离子浓度。材料被浸泡在饱和二氧化硫并含有酸性 (pH 值为 1) 氯化物，且温度为 80°C 的溶液中。对 904L 测试结果如表 8 所示。

表 5 在温度为 80°C 的模拟脱硫塔环境中可导致缝隙腐蚀的临界氯含量

合金	ASTM	EN	Cl <sup>-</sup> ppm
904L	N08904	1.4539	500

#### 四、海水中的腐蚀

导致不锈钢发生点蚀、缝隙腐蚀和应力腐蚀破裂最常见的环境是在水中，尤其是在海水中。因为海水的氯离子含量是非常高的。由于 904L 的临界点蚀温度和临界缝隙腐蚀温度均非常高，见表 4。说明其在海水中耐局部腐蚀的能力也是非常的强。所以 904L 同镍基合金一样曾广泛地被应用于海水中。由于实际情况有很大的不同，所报道的使用结果也大不相同。有的使用了几年仍状况良好，有的仅在一年之内就出现了严重的腐蚀问题。如同所有与含氯化物的水接触的不锈钢一样，决定性的因素仍是因焊接而产生的氧化物和微小的缝隙，同时残余氯含量也是一个非常重要的因素。

添加到海水中用于杀死海洋微生物的氯是一种很强的氧化剂，它可轻易地使

不锈钢的腐蚀电位超过其临界点蚀和缝隙腐蚀电位。

在低于 50℃ 的情况下，含 904L 表面不应出现任何点蚀问题。最具限制性的因素是缝隙腐蚀。如果缝隙情况严重的话，即使在 20~30℃ 的温度下也会发生腐蚀。然而，至少在温度高达 30℃ 及残余氯含量约为百万分之 0.5 的情况下，这种类型的不锈钢一般都是合格的。在缝隙情况很严重时（比如在某些类型的板式换热器上会发现这种情况），即使将温度一直保持在 25℃ 以下，一般 904L 也用于此类用途。在缝隙很严重但未添加氯的用途中，至少在 35℃ 的温度下，904L 的使用则一直是很成功的。