

金属腐蚀与保护技术基础理论研究

此课题是根据国家经济建设和科技发展的需要,经论证后于 1983 年 2 月确定下来的,是接受国家资助的“六五”期间基础研究的重点项目。

承担此项任务的共有 3 个研究所和 5 所高等学校中基础研究力量较强的 9 个研究室和教研室。

几年来,在基础理论研究方面共发表论文 296 篇,有经济效益的研究成果初步统计有 45 项,已鉴定成果 21 项,其中获奖成果 13 项,为国家至少节约 6000 多万元。

一、应用基础理论研究成果

在课题 3 个方面,16 个子课题的研究中取得的主要成果:

1. 在金属溶解过程的研究方面 加深了对铁在含氯离子酸溶液中阳极溶解反应机理的了解;发现钝性金属点蚀过程噪声频谱特征的规律,初步提出了相应的随机过程模型;得到了含氯离子水溶液中不锈钢诱发点蚀的临界条件,确定了点蚀诱发速度与氯离子浓度、温度和阴离子 (SO_4^{2-}) 浓度的关系式,并提出了点蚀诱发的模型;深入了解了产生点蚀源的原因和条件,从理论上提出了描述点蚀成长的三个动力学公式;在点蚀的发生发展过程中提出了“不稳定微点腐蚀”概念,阐明了点蚀过程的 5 个主要阶段;建立了缝隙腐蚀中 pH 值、氯离子浓度、缝宽、电位对缝隙腐蚀发生发展的影响,并找出了定量关系;提出了铜合金“阳极溶解分反应动力学”的概念,并推导出分反应动力学的方程式;进一步证实了 $\alpha + \beta$ 两相黄铜脱锌过程的溶解一再沉积机理;发现了铝合金阳极溶解中锌、铜、硅、铁四元素的综合影响,解释了合金元素、杂质含量等对铝合金性能的影响;考察了不同缓蚀剂对金属中氢渗透过程的影响,进一步证实了缓蚀剂可分为促进氢渗透型和抑制氢渗透型两类;发现了有机胺类缓蚀剂在铁表面吸附时循着两种不同等温式,提出了吸附模型;进一步证实了氯离子与有机胺缓蚀剂之间的协同作用机理;对线性极化电阻测量中的理论误差作出了定量计算,提出了不含理论误差的快速测量微分极化电阻的设想,并制成了相应的新的测试装置;根据导出的动电流极化公式,首次建立了不受溶液电阻影响的能测定界面电容和极化电阻的新技术。

2. 在金属高温氧化与热腐蚀机理研究方面 科学地分析了高熔点沉积物(硫酸盐)在熔点以下对某些镍基合金高温腐蚀破坏的作用机理;阐明了低氧高硫混合气体对高合金材料的腐蚀机理;首次用喷吹法加入稀土氧化物弥散质点,研究提高钢的抗高温氧化的作用机理;提出了钽选择性优先氧化和金红石氧化膜的生长模型;首次发现在难熔金属及其合金低温流床硅化防护涂层中低温硅反常的增重峰;在热腐蚀研究中成功地应用了放射性同位素示踪技术研究硫在热腐蚀中的扩散过程。

3. 在金属应力腐蚀断裂机理的研究方面发展了氢致开裂理论,证实了引起开裂(即氢致开裂)的规律;测出了氢在 α 铁中的应变场是非球对称的;首次指出氢引起的表观弹性模量变化有两部分,一部分和原子键合力有关,另一部分和局部应力松弛有关,并可用实验加以区分;通过实验观察和理论计算发现氢能促进金属中位错的增殖和运动,使解理裂纹易于成核,发展了

氢致解理断裂机制;在超高倍电镜下研究跟踪钛合金的氢致开裂过程中,进一步证实了另一个氢致相变——开裂的机制;在硅单晶中通过结构变化算出了导致裂纹形核的氢压值,为氢压理论提出了定量的证据;在研究钢中稀土抗硫化氢的作用机理中,发展了选择性陷阱理论;研究钝铁中形变对氢渗透的影响时,引入位错表面自由能参数 λ ,可用氢渗透法得到与宏观可测参量(时间)之间的表达式;首次发现铝合金、低碳钢、不锈钢在宏观压应力下也能产生应力腐蚀开裂;高强钢及不锈钢撕裂型的 III 型试样,在扭转应力作用下也能产生应力腐蚀和氢致开裂;实验证实钛合金在含氯离子水溶液中产生应力腐蚀开裂时,裂纹形核是金属的阳极溶解,氢致开裂是裂纹扩展的主要机制;发现高纯铝在水汽饱和的空气中腐蚀疲劳氢起控制作用;发现在氯化钠水溶液中浅裂纹试样的腐蚀疲劳规律中,裂纹扩展速率加快是由于氢的作用;应用离子分析技术,提出了氢降低铝的结合能的观点。

二、应用研究

在基础研究选题时十分注意应用前景,结合进行了下列主要的应用研究:

1. 对国家重点工程——宝钢、金山石化等企业腐蚀问题进行研究与解决。
2. 接受石油、电力及军工部门有关工厂企业的委托,对腐蚀断裂事故进行了分析。
3. 近代腐蚀测试方法和测试系统的研究。研究成功的新方法有:微机在腐蚀电化学测量和在线测量与控制中的应用;计算机控制微区腐蚀测定仪的研制与推广应用;交流阻抗测量技术在实际体系中的应用;新的热腐蚀试验方法和装置——盐膜热震法;高温热腐蚀研究中同位素示踪技术和喷吹技术的应用以及力学-电化学测定氢扩散系数的方法及其应用等。
4. 进行了耐高温、耐硫化氢腐蚀材料及其涂层的研究。

STUDIES ON BASIC THEORIES OF CORROSION AND PROTECTION TECHNOLOGIES OF METALS

NSFC 与联邦德国 DFG 科学合作 协议在京签字

中国国家自然科学基金委员会与联邦德国德意志研究联合会科学合作协议 3 月 25 日在北京举行签字仪式,中国国家自然科学基金委员会主任唐敖庆、联邦德国德意志研究联合会主席马克尔教授代表双方在协议上签字。

签字仪式前,双方进行了亲切友好的会谈。各自介绍了两个组织的工作情况和进一步加强双方合作的良好愿望。双方表示,两国科技界的接触和交往,将有助于加深彼此间的相互了解。有助于进一步发展国际间的科技合作与交流,有助于加深两国国内的友谊。

中国国家自然科学基金委员会部分领导成员、联邦德国德意志研究联合会代表团的其他成员以及联邦德国驻华大使馆官员也出席了签字仪式和会谈。