

慢拉伸材料腐蚀测试系统



Cormet Ltd 芬兰

广州易安达腐蚀科技有限公司

公司简介

广州易安达腐蚀科技有限公司

广州易安达腐蚀科技有限公司成立于 2001 年，是一家独立从事石油、石化、海洋石油的腐蚀行业相关工程项目、腐蚀管理及咨询的专业公司，长期活跃在国内外石油石化及能源行业。广州易安达将目前国际上先进的测量技术、评估技术、技术管理理念引入我国的项目，为石油、化工、能源企业及各大研究机构提供最先进的腐蚀解决方案和腐蚀管理系统，为国内的生产安全和科研助力。

芬兰 Cormet 公司

Cormet 是欧洲最顶级的的腐蚀试验室仪器生产商，以根据用户要求设计制造高质量、性能完备的腐蚀材料试验设备著称。1970s 就开始从事材料腐蚀实验设备方面的研究与开发。设计建造了欧洲第一台高温高压材料测试仪器。1980s 设计制造和欧洲第一套水化学循环回路，拥有 30 年的腐蚀试验设备的设计、制造经验。设备广泛应用于能源电力，石油石化，钢铁冶金行业。目前欧洲、亚洲的各大实验室和检测研究中心，均有使用 Cormet 的设备。

生产的设备有：

- 载荷试验设备用于应力腐蚀检测(SCC)、硫应力腐蚀(SSCC)和氢腐蚀(HIC)；
- 测量循环回路用于模拟极端工业环境（深海、超临界、蒸汽等）；
- 高温高压电化学测量设备；
- 腐蚀研究专用动态/静态高压釜
- 提供设计和承造腐蚀材料试验室服务。

Cormet 主要业绩：

- 1989 年，为芬兰科学研究院（VTT）设计制造的高温高压反应釜至今正常工作，2011 年升级扩展水化学回路。
- 1991 年，为芬兰科学研究院（VTT）设计制造带有慢拉伸的深海模拟回路，用于模拟 10,000 米深海环境，精确控制溶氧，并带有应力-电化学协同测量。
- 1997 年，为阿尔斯通（Alstom）制造的蒸汽反应器，水汽比可调整。于 2009 年经过一次控制系统升级，至今工作正常。

- 2000~2007 年间，Cormet 参与设计的气动慢拉伸设备应用于在比利时核能研究中心（SCK-CEN），在中子辐照环境下进行堆芯蠕变失效的研究。
- 2007 年，英国曼彻斯特大学腐蚀中心，设计制造带有载荷系统与窗口的高压釜，采用循环回路控制水化学。并可用拉曼或电子摄像头观察研究高温高压环境中，在应力作用下材料的腐蚀情况。

目前，英国曼彻斯特大学腐蚀中心拥有众多 Cormet 设备，3、4 套水化学回路，5、6 套高压釜及慢拉伸设备。

- 2009 年中国石化洛阳工程院循环回路用于研究硫化氢环境下的腐蚀（300℃，20MPa，带有溶氧控制、pH 监测）
- 2010 年，为欧盟联合研究中心（JRC Petten）设计制造双循环的超临界水化学回路；
2015 年，继续为其设计制造纯水循环回路用于研究热疲劳效应
- 2013 年，为贝克休斯设计制造盘盘摩擦磨损设备，用于模拟研究钻杆在高温泥浆中的摩擦磨损。

2014 年，继续为其定制带有电化学电极的高温高压慢拉伸设备（300℃，20MPa）

- 2013 年，为麻省理工大学（MIT）设计内部加热，有可视窗口的反应器，用于研究燃料棒表面腐蚀情况。
- 2014 年，为阿海珐核电的德国实验室定制，适用于超临界环境的水化学回路
- 2015 年，斯洛文尼亚 C&C 安全服务公司，制造带有慢拉伸和电化学测试的高压釜及控制溶氧、监测 pH 值和电导率的循环回路（650℃，35MPa）

2016 年 4 月，中国航天科工集团 CASIC 成功安装了 Cormet 高温高压慢拉伸设备。芬兰 Cormet 公司的高温高压慢拉伸设备，测试了在 350 度高温，20MPa 高压环境下，对扁平试样在 25KN 载荷下的慢拉伸实验，一次性安装调试成功。

Cormet 的腐蚀材料试验机

- 载荷试验机

 - 慢拉伸速率试验机（慢拉伸 SSRT/恒载荷 CL/循环疲劳试验 LFCF）

 - 弹簧恒载荷设备

 - 气动载荷设备

 - 应力环及四点弯曲试验机（FPB）

 - 直流电位降裂纹成长速率测量机（DCPD）

 - 高温高压疲劳试验机

- 水化学循环回路

 - 高温高压水化学循环回路

 - 超临界水化学循环回路

 - 深海模拟循环回路

 - 高温蒸汽循环回路

 - 高流速水循环回路

- 电化学装置

 - 高温高压旋转笼电极

 - 高温高压 Ag/AgCl 参比电极

 - 高温高压 Cu/Cu₂O pH 电极

 - 高温 Pd/H₂ 固体参比电极

 - 高温高压电导率电极

 - 腐蚀表面膜测量技术（CER）

 - 氢渗透试验机

- 高温高压釜

 - 高温高压静态 / 动态反应釜（不锈钢、双相不锈钢、镍基合金）

 - 高温高压反应釜（辐射环境下使用）

 - 窗口高温高压反应釜

Cormet 载荷试验设备

SSRT 慢应变拉伸试验机

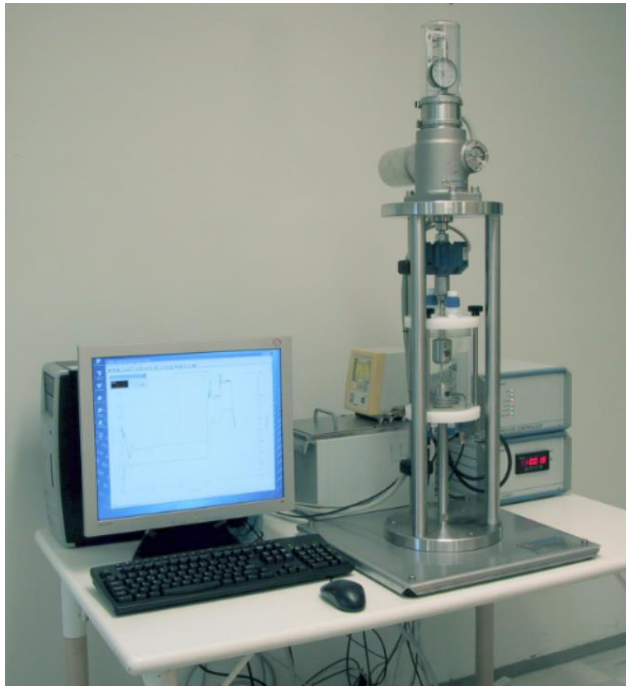
Cormet 慢拉伸试验机是采用计算机控制，机电驱动的载荷试验机。它可以进行慢拉伸（SSRT），恒载荷仪（CL）和循环疲劳加载试验（CFL）。

设备特点：

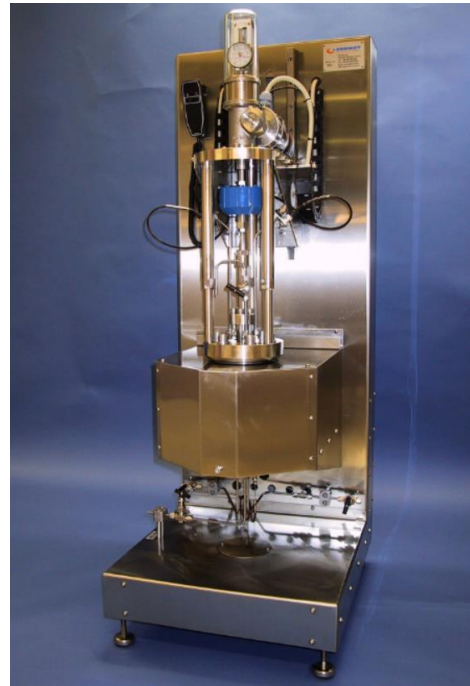
- Cormet 慢拉伸试验机根据 ASTM G129 标准（评定金属材料易于环境致裂用缓慢应变率测试的规程）设计制造；
- 试样夹具根据 ASTM E8/E8M 以及 NACE TM0177/0198 设计制造
- 采用步进电机和密齿变速箱实现位移的精确测量和控制。采用轮辐式载荷传感器精确测量试样上的载荷
- 独有的陶瓷垫片，保证金属试样与夹具之间的电绝缘。可在拉伸过程中同步进行电化学测试；
- 试验数据实时记录，实时存储。

技术参数：

- 载荷力：10kN, 25kN, 50kN, 100kN
- 最大位移距离：30~50mm
- 载荷传感器：轮辐式载荷传感器
测量范围：50kN, 110kN, 测量精度：优于 0.1% FS
- 拉伸速率：10⁻⁷~10⁻²mm/s
- 位移分辨率：1 μm
- 试样夹具适用于圆棒试样（直径为 Ø 3.81 mm 和 Ø 6.35mm）、平板样和 CT 试样
- 配合高反应釜可进行高温高压慢拉伸试验
- 配合 DCPD 可进行裂纹扩展试验
- 配合电化学电极可进行高温高压慢拉伸-电化学同步测量
- 配合高温高压 LVDT 可以测量高温高压标距段的实际位移



25kN 台式常温常压慢拉伸试验机.



25kN 高温高压慢拉伸试验机(300°C, 20MPa)



多组慢拉伸 (常温常压)

高温高压釜系统

高压釜用于为慢拉伸试验提供温度压力环境。Cormet 高压釜据用户要求进行设计，遵循欧洲压力容器标准 PED97/23/EC 或 AD Markblatt。设备文件将附有材质证明和压力容器材料的质量检验报告。

高压釜技术参数：

- 建造材质：AISI316 不锈钢，双相不锈钢，哈氏合金 C-276，镍基合金 625
- 适用温度压力：600°C/35MPa, 350°C/20MPa, 200°C/35MPa, 50°C/100MPa 等
- 容积：1L, 2L, 3.5L, 5L
- 用 SSRT 慢拉伸软件控制温度和压力监测，包括对压力和拉杆截面积的载荷补偿
- 为了自如开釜盖和操作 SSRT 慢拉伸采用电动釜盖
- 釜内，釜表双重温度监测，过热保护装置
- 压力监测，爆破片，泄压阀过压保护
- 计算机远程控制温度压力



50kN 高温高压慢拉伸（600°C，35MPa）

电化学测量系统

Cormet 的 Ag/AgCl 高温参比电极适用于研究和开发，采用欧洲“VTT 工业系统”。是核工业和石油化工行业实验室中高压釜和测量循环回路专用设备。由于电极设计和材料选用Cormet的参比电极比同行的参比电极最高适用温度要高，达到300°C。

Ag/AgCl的使用寿命与测量环境有关：在良好的条件下可以达到2年；如果温度连续改变和流体带硫黄物体以及高氢分压(> 10 bar) 会缩短电极的寿命。一般情况下，高压釜需要定期保养，保养期最好每几个月一次。

参比电极的输出值是电压信号，它可以连接到任何高阻抗电压表或者数据下载器或者恒电位仪。

技术参数：

- 主体材质：AISI 316 不锈钢，双相不锈钢，哈氏合金 C-276
- 适用温度：不超过 300°C
- 适用压力：不超过 16MPa
- 测量精度：±10 mV (±15 mV 使用 0.01 M KCl 溶液)
- 接口形式：1/2” NPT 接口（其他接口形式需要和易安达工程师联系）



高温高压Ag/AgCl 参比电极（世伟洛克接头，母头。其他接头形式可选）

腐蚀电极（工作电极）与氧化还原电极（辅助电极）

Cormet 腐蚀电极（工作电极）安装于标准电极架上，试样采用 2mm 圆柱或者片状试样。试样材质可以根据用户要求提供，氧化还原电极一般采用铂金。氧化还原电极用于测量溶液的氧化还原电位。通常，氧化还原电位会随着溶液中氧化物（如氧，铁离子，铜离子）的增加而增大。核电堆芯的辐照分解作用也会产生氧化物。可以通过加氢与减少氧化物来降低氧化还原电位。

Cormet 氧化还原电极（辅助电极）采用铂金电极。氧化还原电位的测量通过测量电极与参比电极间的电位得到。

Cormet 腐蚀电极采用和氧化还原电极相同的结构。采用用户指定的材质作为电极测量头。通过测量电极的腐蚀电流计算腐蚀速率。电极的维护非常方便。

技术参数：

- 主体材质：AISI 316 不锈钢
- 适用温度：Max.300℃（最高温下，使用寿命会急剧减少，稳定使用温度为 280℃）
- 适用压力：Max. 16MPa
- 参比电极测量精度：±15 mV
- 接口形式：3/8” NPT 接口（其他接口形式需要和易安达工程师联系）



图 3 高温高压参比电极与氧化还原电极（辅助电极）