

腐蚀电化学测量基础知识系列：第七篇：流体动力学伏安法

核心内容总结

1. 方法概述

流体动力学伏安法通过控制电解液的层流流动，实现对反应物传质（对流和扩散）的精确调控，主要包含两种技术：

- 通道流双电极法 (CFDE)**：通过抛物线流速分布形成稳定扩散层，支持工作电极与检测电极联用。
- 旋转环盘电极法 (RRDE)**：利用旋转电极产生的强制对流测量扩散极限电流，适用于反应中间产物的捕获分析。

2. 核心优势

- 传质可控**：电解液层流流动可推导扩散极限电流的理论公式。
- 高效稳定**：快速形成稳定扩散层，抑制浓差极化，电流值重复性高。
- 原位检测**：CFDE 可结合 ESR、ICP 等装置直接分析反应产物；RRDE 可定量捕获反应中间体。
- 信噪比优化**：CFDE 无刷式接触，适合微小电流测量；RRDE 通过 Levich 公式关联电流与转速。

3. 典型应用

- 铜电极阳极反应分析**：通过 CFDE 测量极化曲线，区分 Cu(I)和 Cu(II)的溶解行为（图 5）。
- 原位观察**：CFDE 装置可耦合 CCD 相机实时监测电极表面变化（图 6-7）。
- 扩散极限电流测定**：验证极限电流与流速的 $1/3$ 次方线性关系（图 4）。

4. 技术对比

特性	CFDE	RRDE
检测	下游电极	环电极捕获圆盘电极产物

特性	CFDE	RRDE
方式	或直接送样分析	
适用场景	微小电流、低噪声需求	快速旋转下的稳态测量
扩展性	兼容多种分析仪器（如 ICP）	理论捕获率计算明确

5. 研究意义

该方法为金属腐蚀、电催化反应机制（如氧还原）提供了高重复性的定量分析工具，尤其在原位观测与产物追踪领域具有不可替代性。

（注：内容基于日本 BAS 株式会社的腐蚀电化学测量系列课件第七篇整理。）