

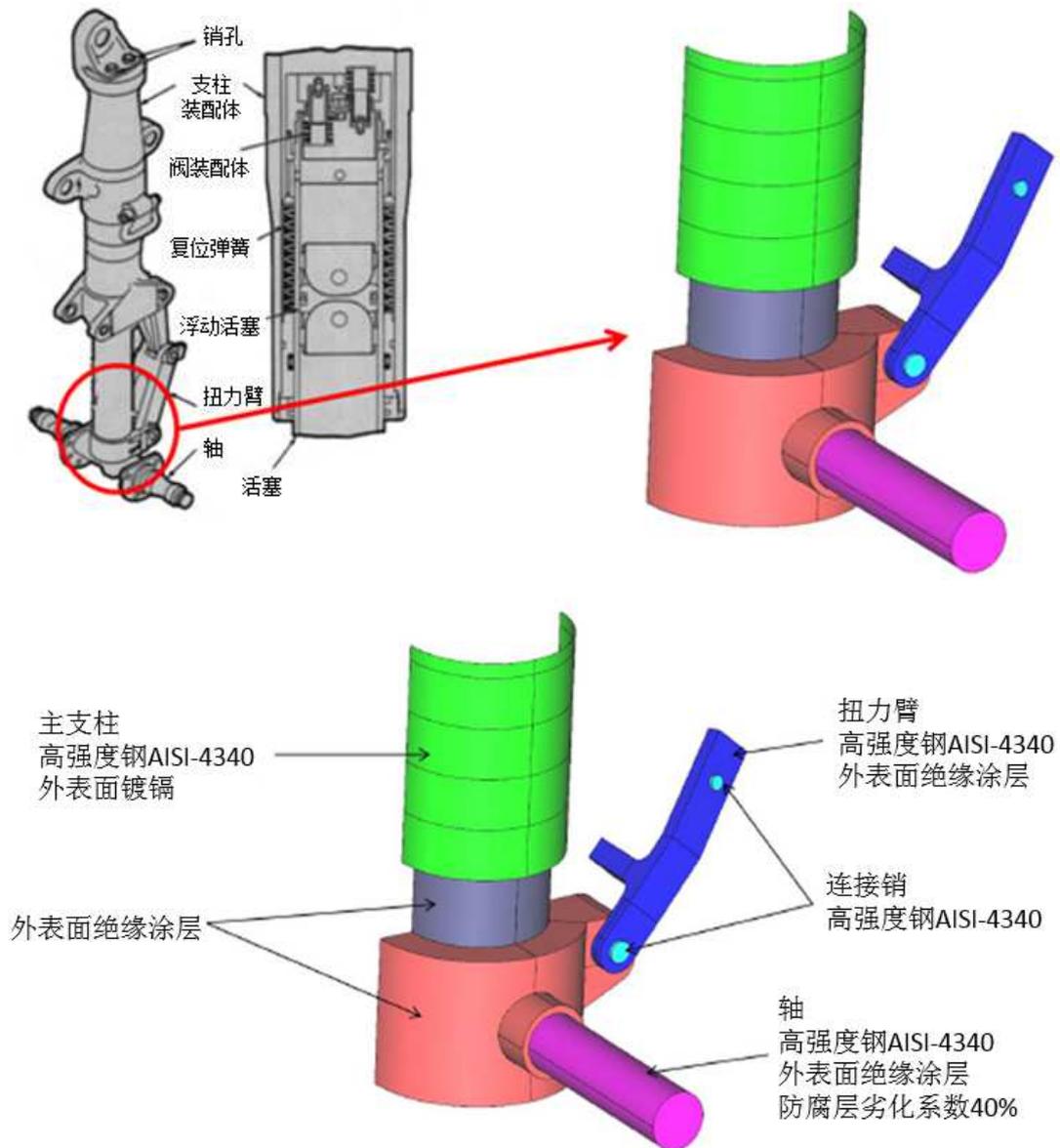
利用 BEASY 软件对飞机起落架进行电化学腐蚀分析

一、模型描述

飞机的起落架结构在恶劣环境下工作，增加了其受到电化学腐蚀的危险。通过使用计算机虚拟仿真分析的手段来对腐蚀的危害进行研究并对防护措施的有效性进行评估。

该案例以一个简化的飞机起落架下部结构做为分析对象，模型建立的目的是为了确认电流流经结构中不同部件间引起的腐蚀情况。

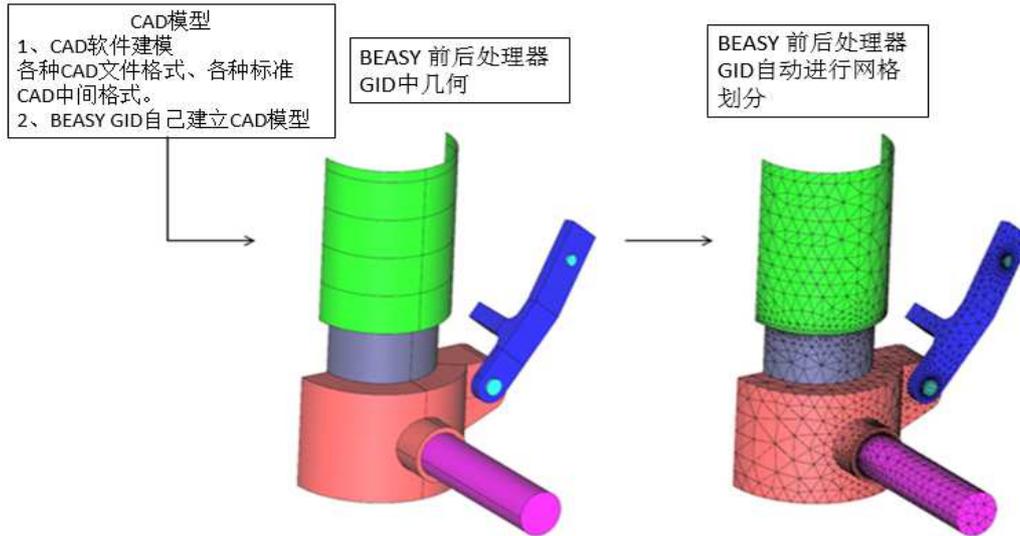
图一为结构的 CAD 模型以及参与计算的结构主要部件的名称



图一：飞机起落架底部各部件以及名称

主支柱结构为表面镀镉高强度钢。轴和扭力臂材料为高强度钢 AISI-4340，轴的表面涂层劣化系数是 40%，扭力臂上涂层完好，可以看作绝缘体，除了连接销处没有涂护，活塞和轴的安装底座也是完全涂护的，可以看作绝缘体。

图二显示由 CAD 模型导入进而生成部件网格。

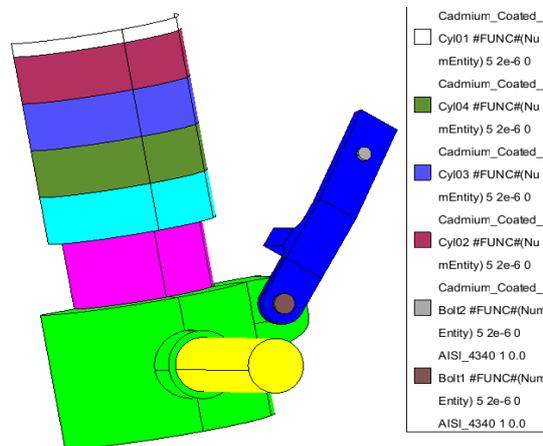


图二:模型的表面网格

表一: 结构各部件的属性

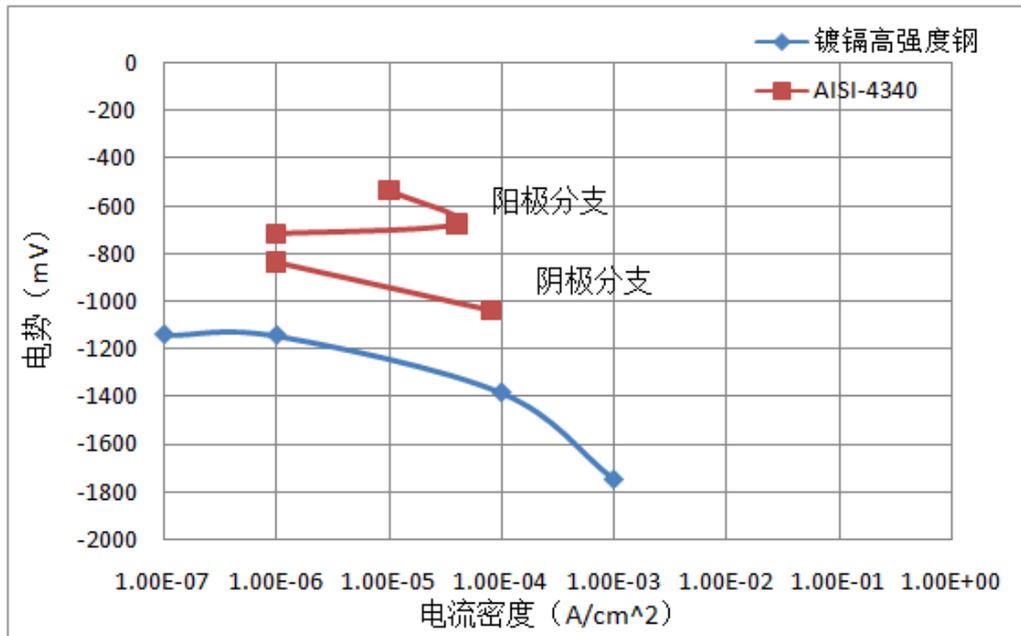
部件	电解液电导率 s/m	薄液膜厚度 m	部件材料 (极化曲线)	防腐层劣化系数
轴	10	2.0E-6	AISI-4340	0.4
螺栓 1	10	2.0E-6	AISI-4340	1
螺栓 2	10	2.0E-6	AISI-4340	1
底座	10	2.0E-6	绝缘体	1
主支柱 1	10	2.0E-6	镀镉 AISI-4340	1
主支柱 2	10	2.0E-6	镀镉 AISI-4340	1
主支柱 3	10	2.0E-6	镀镉 AISI-4340	1
主支柱 4	10	2.0E-6	镀镉 AISI-4340	1
主支柱 5	10	2.0E-6	镀镉 AISI-4340	1
活塞	10	2.0E-6	绝缘体	1
扭力臂	10	2.0E-6	绝缘体	1

模型暴露在高盐度薄液膜中，具有高的导电性，腐蚀微电池活性大。电解液的电导率平均是 10s/m，薄液膜的平均厚度为 20 微米。下图 BEASY 软件中各部件的材料以及边界显示，不同颜色代表不同分组。



图三: 各部件材料及边界显示

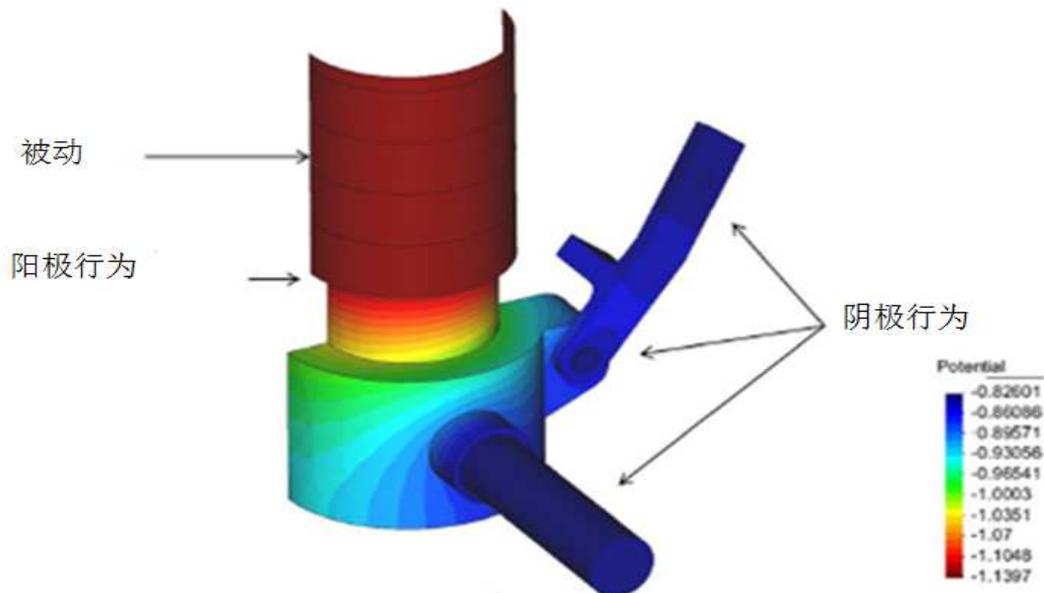
用于模型计算的表面镀镉高强度钢部件以及高强度钢 AISI-4340 的极化曲线取自文献[参考文献 1 和 2]中的数据，如图四所示。



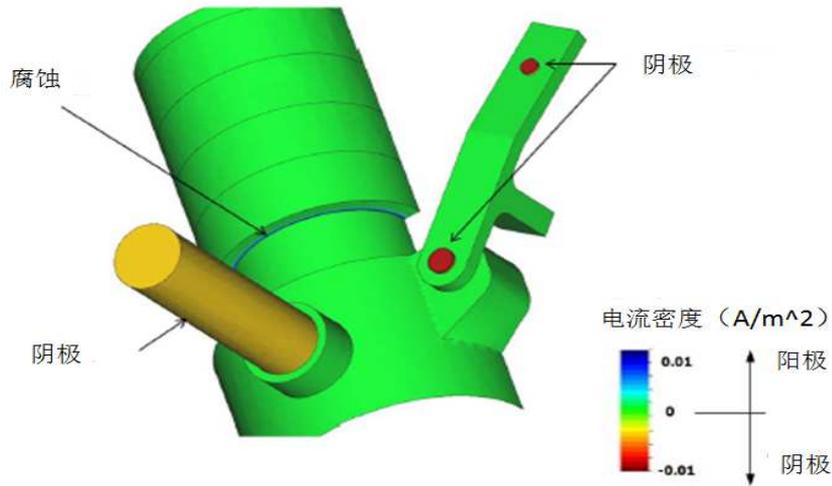
图四：极化曲线

二、模型结果

图五显示了不同部件的电势分布情况。主支柱表面大部分电势为-1.14V，接近于镀镉高强度钢的开路电位（因此表现出几乎被动行为），但在靠近轴的主支柱最底部的环形部分表现为阳极，并有着显著的腐蚀。连接销处则具有更多的负电位，表现为阴极，如图六所示。



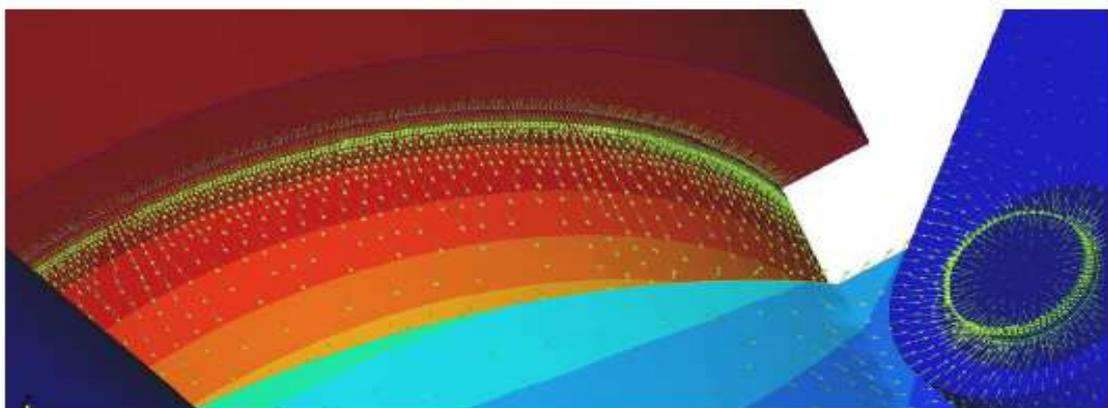
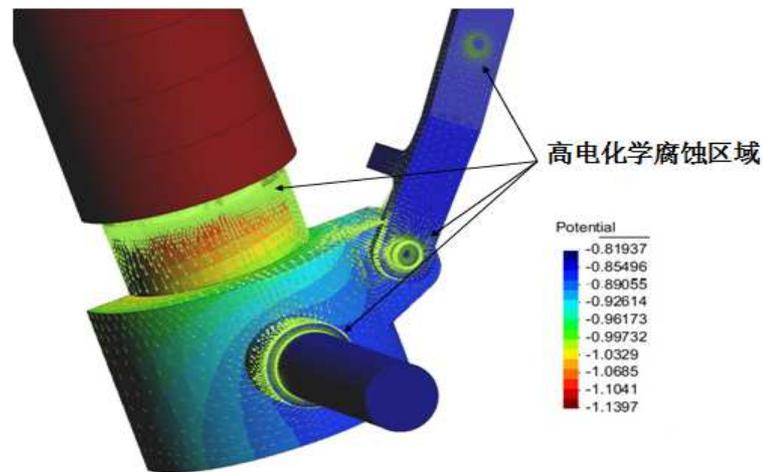
图五：电势分布



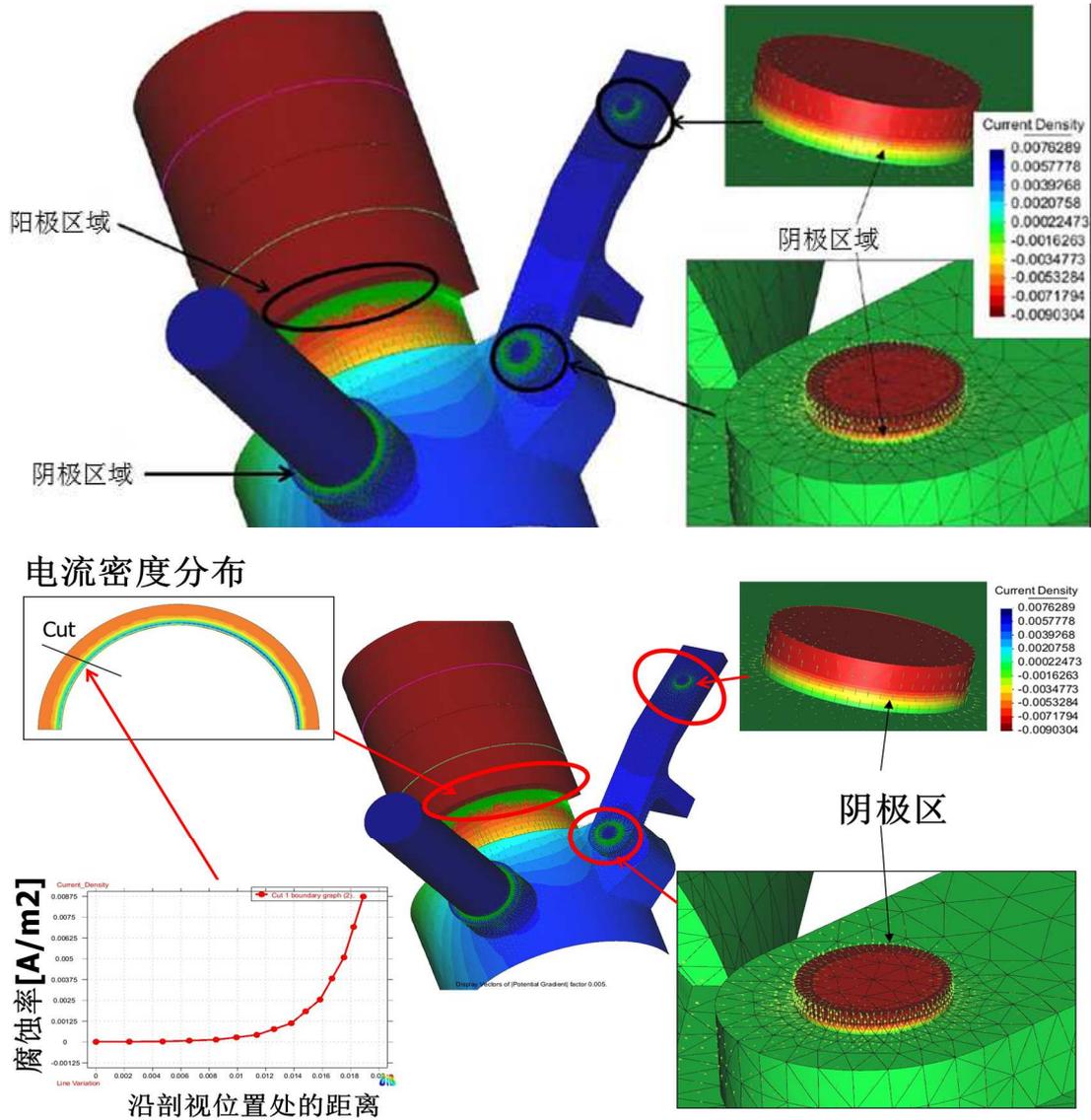
图六：电流密度分布情况，正值表示阳极行为

图七和图八显示了具有最高电流强度的模型部分的细节，其中主支柱底部环形部分的电势梯度变化最快。图中的箭头表示电解质通过薄液膜从阳极到阴极的电流方向。箭头的长度与电流密度的大小成正比。

在图七中，不同的电位梯度带用不同的颜色表示。最陡的电位梯度在主缸的底部和销钉接头处阴极的区域。图八中显示了主缸底部圆环由外向内路径上的电流密度分布曲线。



图七：显示电流方向和电位分布的箭头



图八：主立柱部圆环由外向内路径上的电流密度分布曲线以及销钉接头阴极区局部细节图

参考文献：

- [1] E. Huttunen-Saarivirtaa, V.-T. Kuokkalaa, J. Kokkonena and H. Paajanenb
Corrosion effects of runway de-icing chemicals on aircraft alloys and coatings
Materials Chemistry and Physics 126 (2011) 138–151
- [2] C. J. Semino and J. R. Galvelle. Passivity Breakdown Of High Purity Iron and AISI
4340 Steel In 0.5M NaCl Solution. Corrosion Science, 1976, Vol. 16, pp. 297 to 306