

电场指纹法的多点蚀数值仿真研究

姚万鹏¹, 陈梦瑶¹, 孙佳钰¹, 梁莹¹

1.材料科学与工程学院, 中国石油大学(华东), 山东, 青岛

简介: 电场指纹技术 (Field Signature Method, FSM) 作为一种新型的无损检测技术, 拥有适用范围广、监测精度高、使用寿命长等优势, 近年来在油气田及石油炼厂等领域有大量应用。但对于局部腐蚀的检测精度一直是腐蚀检测中的难点, 本文应用COMSOL Multiphysics® 多物理场仿真软件的“AC/DC”模块对平板模型的局部腐蚀进行模拟仿真, 对发生在平板上的单点蚀和不同形态的多点蚀进行模拟并提取数据进行分析, 图4中能明显看出电压值在平板模型上的变化情况, 最后总结电场指纹信号中局部腐蚀的信号特征, 以实现局部腐蚀的模式识别和参数辨识。

结果: 通过计算得到平板模型表面的电势分布情况。按照图1中设定的电位采集矩阵对表面电势进行数据提取, 即可获得点蚀缺陷存在时的FSM腐蚀监测模拟数据。对提取的数据进行数据整理, 获得不同大小点蚀的特征参数, 为实现局部腐蚀的特征识别提供数据支撑。

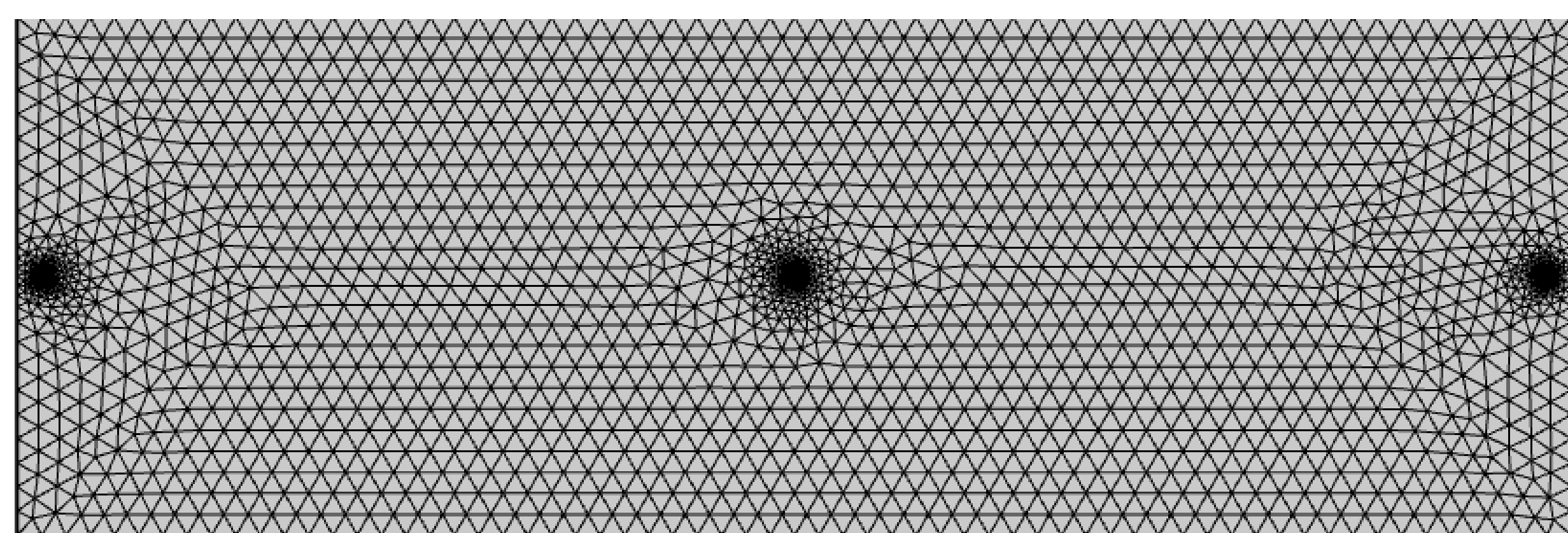


图 1. 平板上的单点蚀位置及模型网格剖分示意图

计算方法: 本研究采用电流物理场进行稳态研究, 对平板模型两端的电极柱一端添加直流电流源, 一端电势接地, 模拟平板直流通电情况。改变平板模型中间点蚀孔形态, 模拟多点蚀的不同分布情况, 稳态计算后可获得平板模型表面电势。最后模拟FSM监测时平板布置的电压采集探针矩阵进行数据提取, 并将数据进行计算分析。

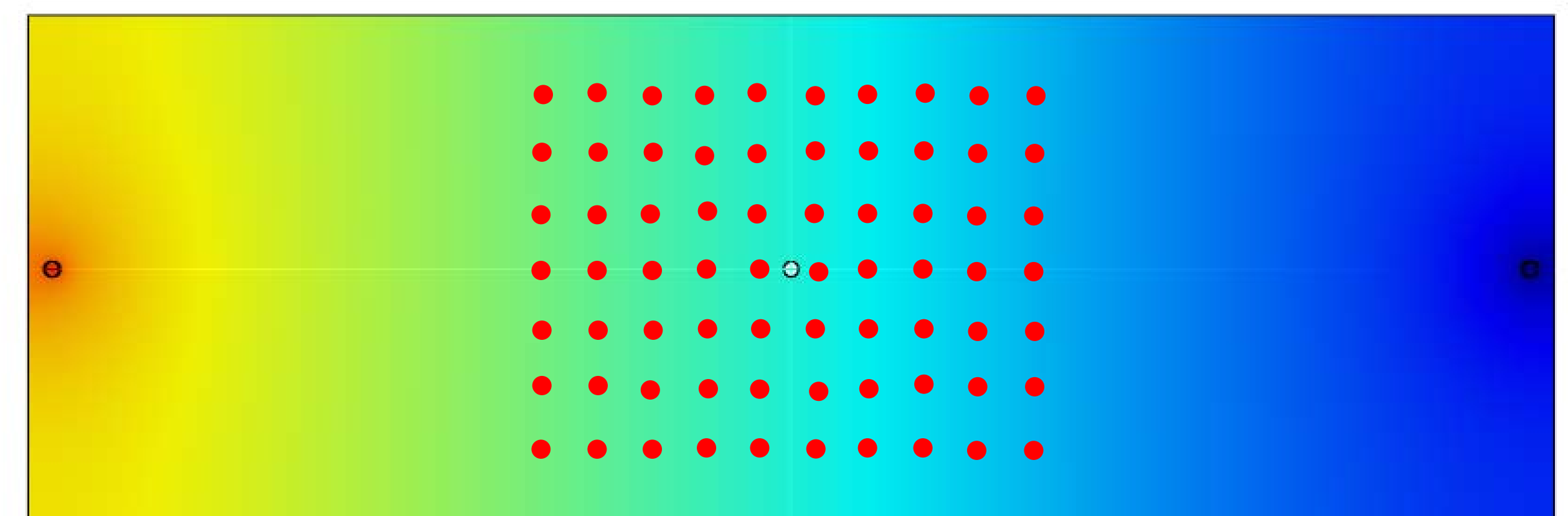
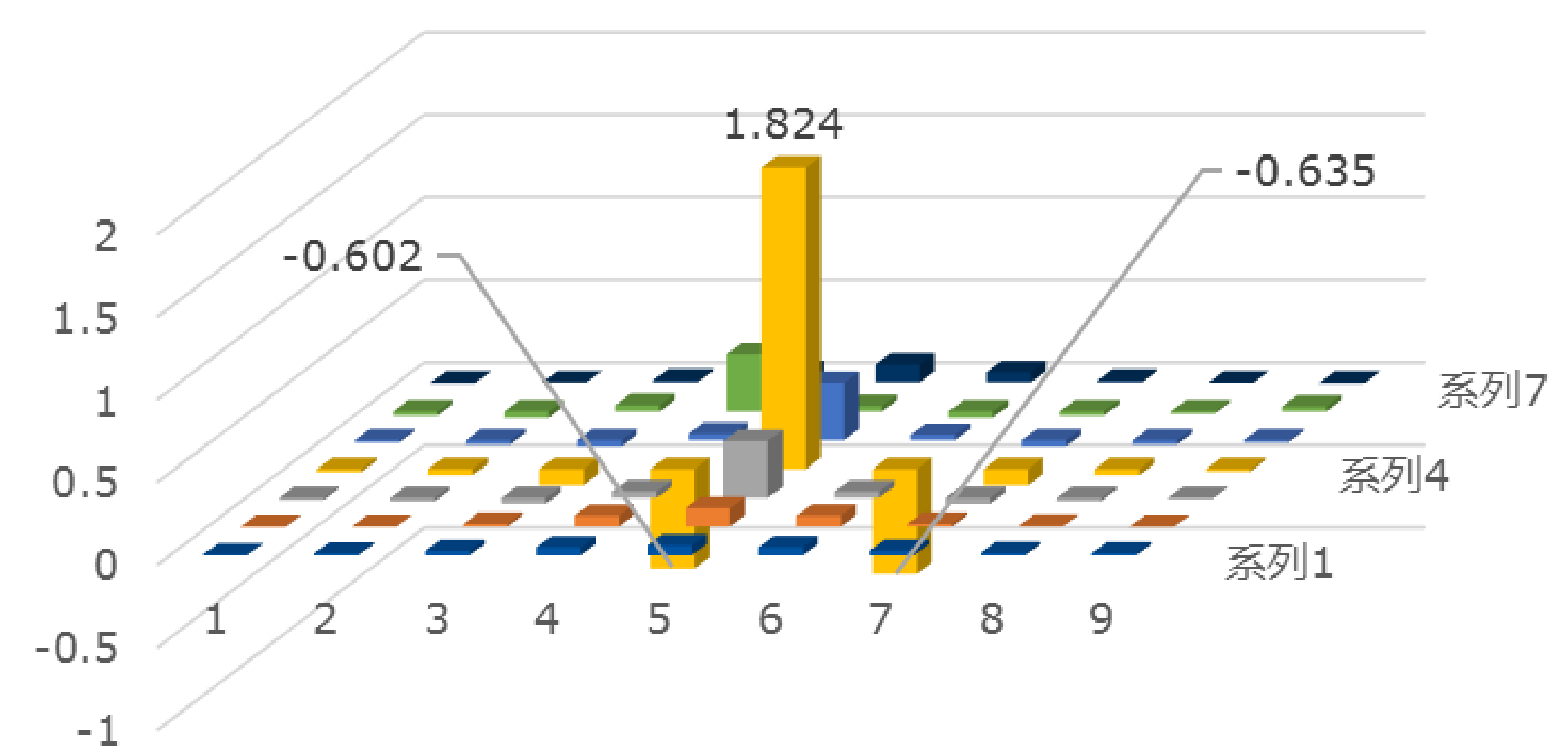
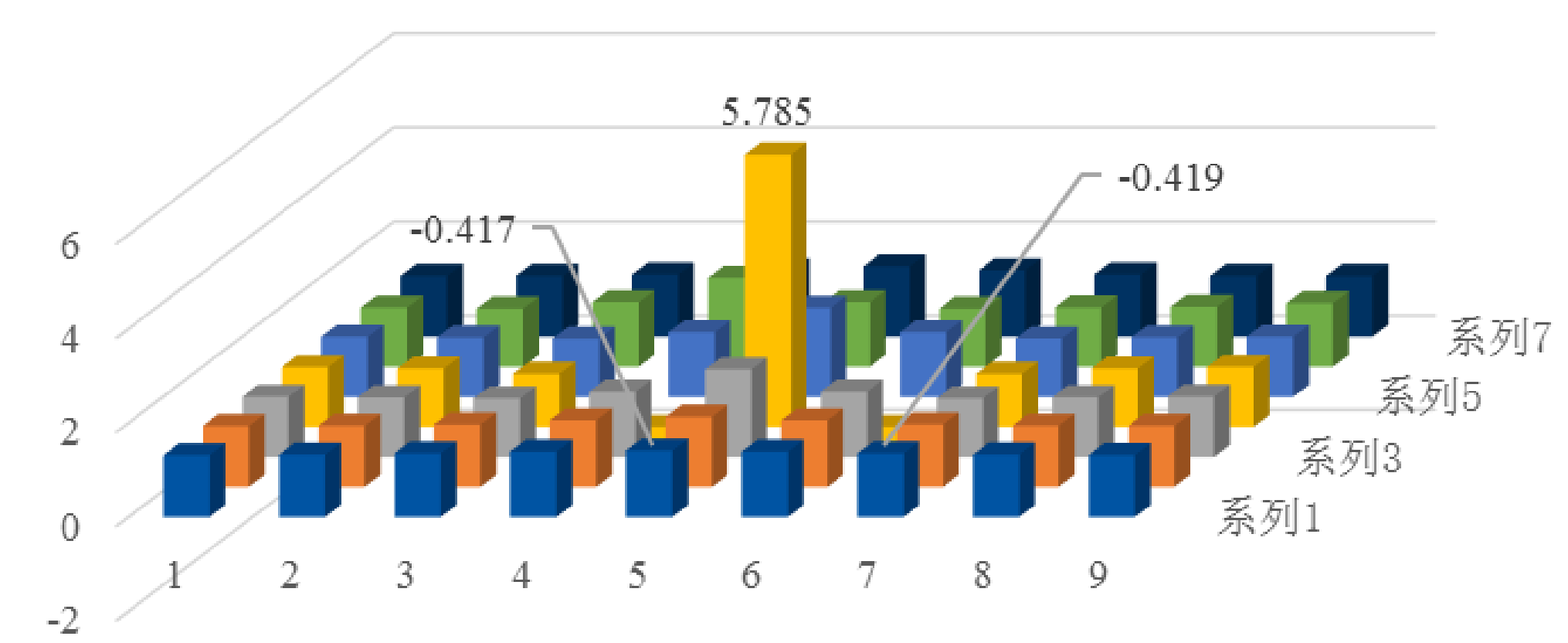


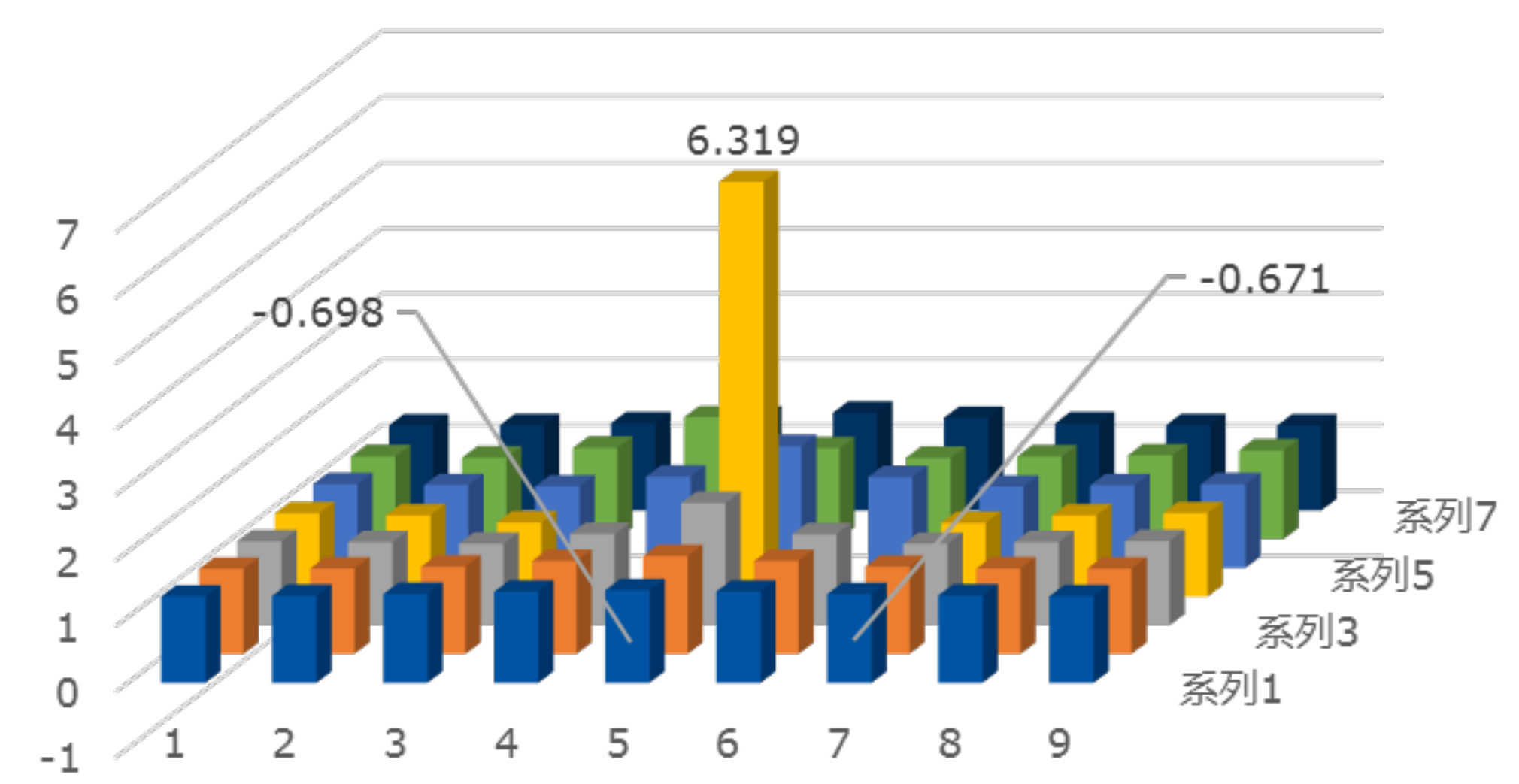
图 3. 数值计算结果及数据提取格点示意图



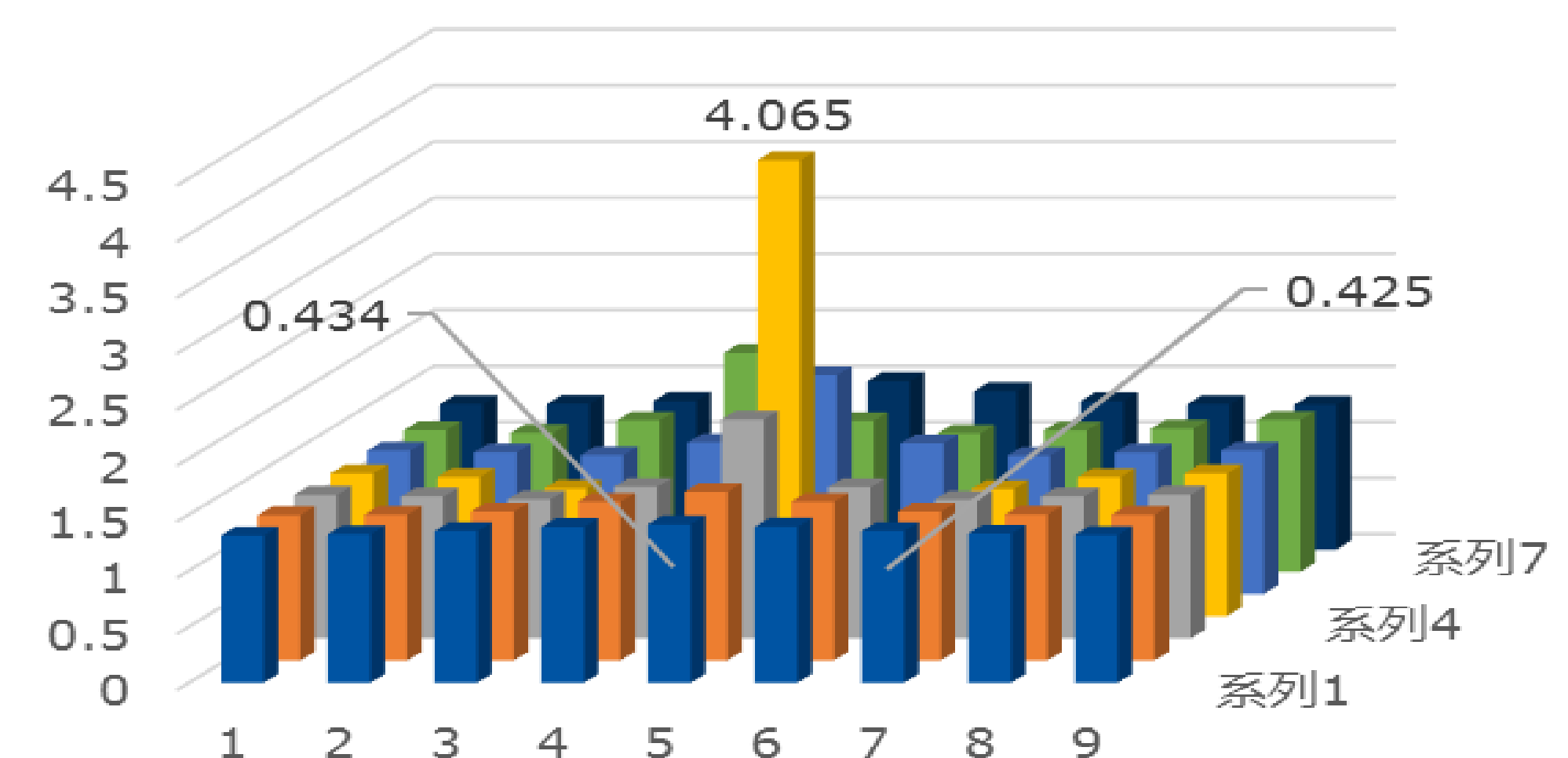
(a) 半径1.7mm深度1mm小孔腐蚀指纹系数值



(b) 间距5mm等边三角形指纹系数值

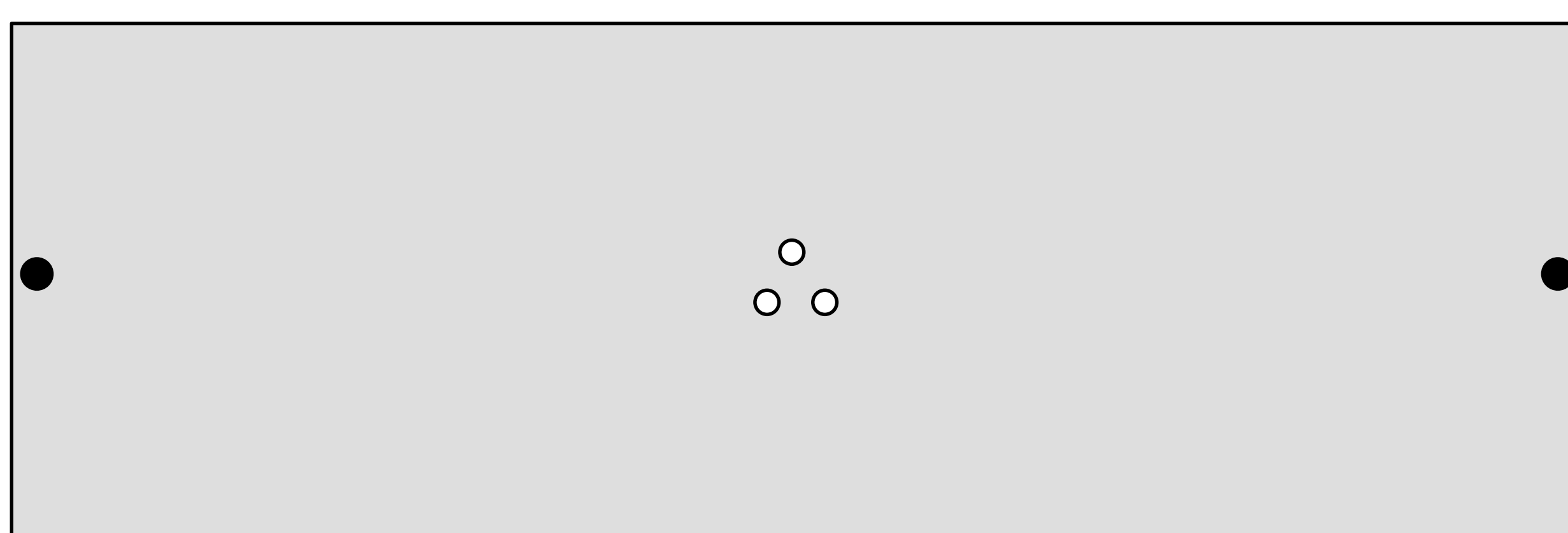


(c) 间距5mm平行分布小孔指纹系数值

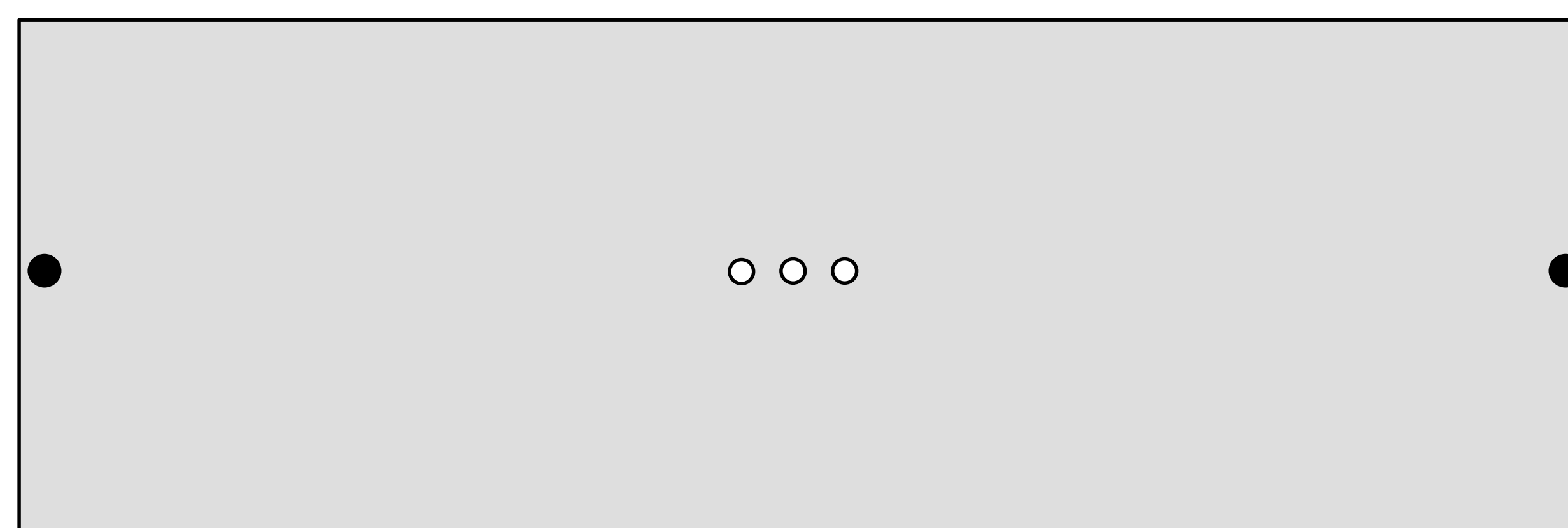


(d) 间距5mm竖直分布小孔指纹系数值

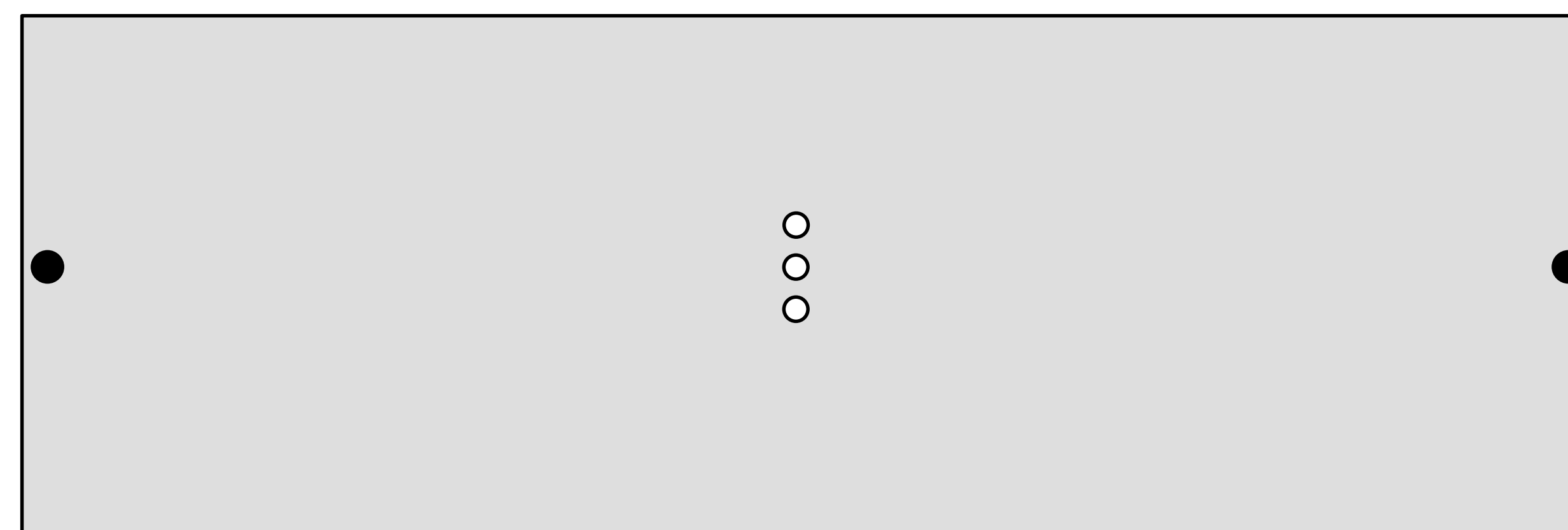
图 4. 不同点蚀分布特征的电场指纹系数



(a)



(b)



(c)

图 2. 不同形态多点蚀的分布示意图

结论: 单点蚀与多点蚀腐蚀所呈现出的指纹系数存在较大差距, 因此通过指纹系数最大值周围各点的数据对比, 可以比较容易的区分局部腐蚀的形貌是单点蚀或者是多点蚀, 从而实现腐蚀模式的识别, 并为腐蚀数据库的建立提供准确数据。