

大型锻件锻造微观组织演化与预测

Microstructure evolution and prediction of large forgings

骆俊廷 教授

Professor Luo Junting

Http://mec.yzu.edu.cn

E-mail: luojunting@yzu.edu.cn

Tel:0335-8052253

微观组织演化与预测手段

1. 通过物理模拟变形方式、砧宽比、模具结构参数以及变形量等大型锻造工艺参数的改变对材料微观组织的影响，评价不同工艺方案的优劣，总结规律和分析原因，最终实现锻造工艺参数的优化。
2. 建立描述动态再结晶、静态再结晶以及晶粒长大等微观组织演变的函数，采用自主开发的大型锻件组织预报专用软件，对大型锻件材料形变后的晶粒大小以及平均分布进行预测，从而指导大型锻件的实际生产。

动态再结晶动力学模型

$$\begin{cases} \ln D = 1093.7(\ln Z)^{-1.7063} \\ \ln D_2 = -0.2399 \ln Z + 11.127 \\ D_2 = 538.49e^{-0.0304\sigma_s} \\ X = 0.0003x^3 + 0.016x^2 - 0.3067x + 2.7914 \\ D_1 = 2 \times 10^6 (\ln Z)^{-2.9662} \\ D_c = 7.2569 \ln Z - 177.12 \end{cases}$$

亚动态再结晶的数学模型

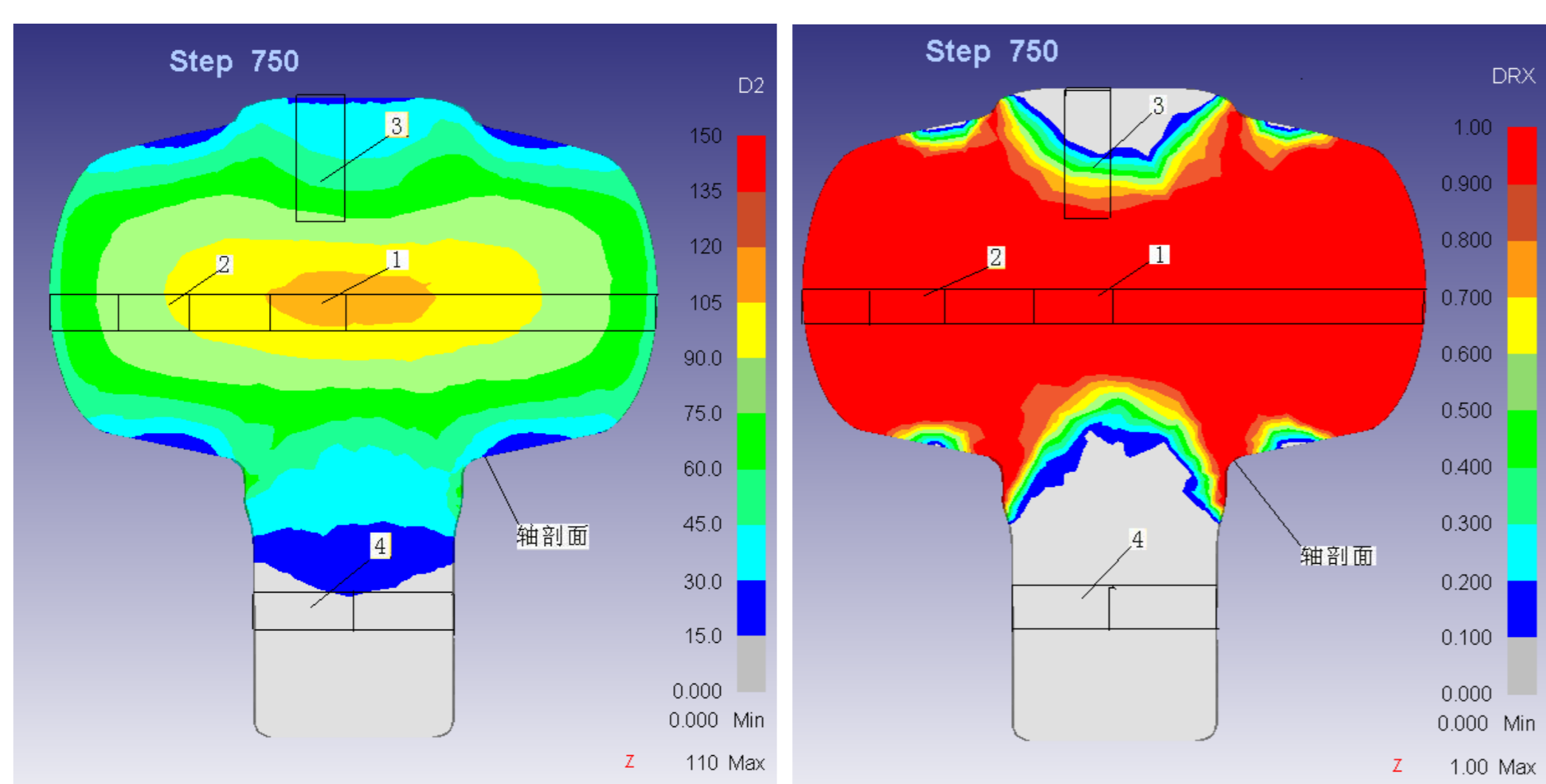
$$\begin{cases} t_{0.5} = 3.1 \times 10^{-3} \varepsilon^{-1.5743} \exp[39492.444/(RT)] \\ X_{srec} = 1 - \exp[-0.693(t/t_{0.5})^{0.593}] \end{cases}$$

静态再结晶的数学模型

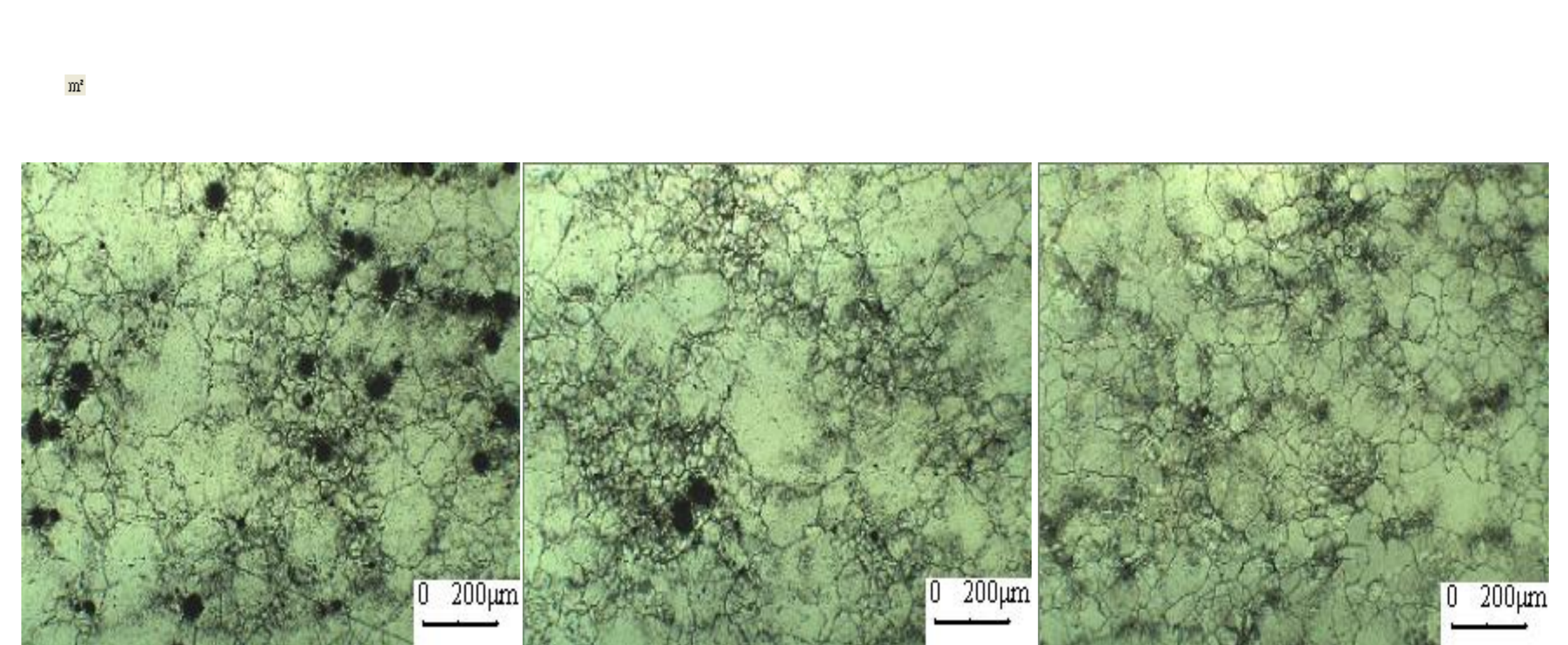
$$\begin{cases} t_{0.5} = 1.5924 \times 10^{-8} d_0^{0.1812} \varepsilon^{-3.2216} \exp[-0.3386 \exp[125173.5/(RT)]] \\ \phi_{srec} = 1 - \exp\left[-0.693\left(\frac{t}{t_{0.5}}\right)^{0.51}\right] \end{cases}$$

晶粒长大的数学模型

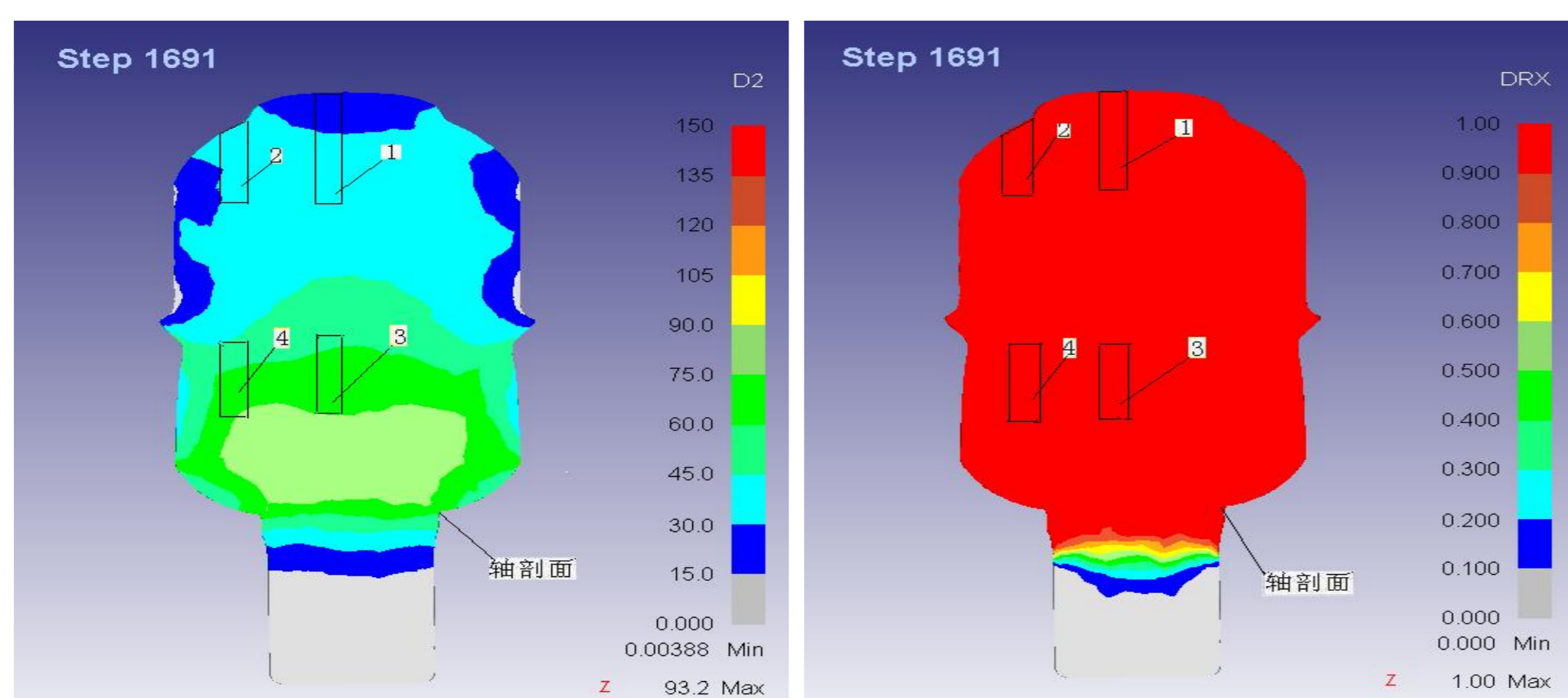
$$\begin{cases} D_s = 0.788 \exp(0.004T) \\ D = 15 + (D_s - 15)[1 - \exp(-0.0562t)] \end{cases}$$



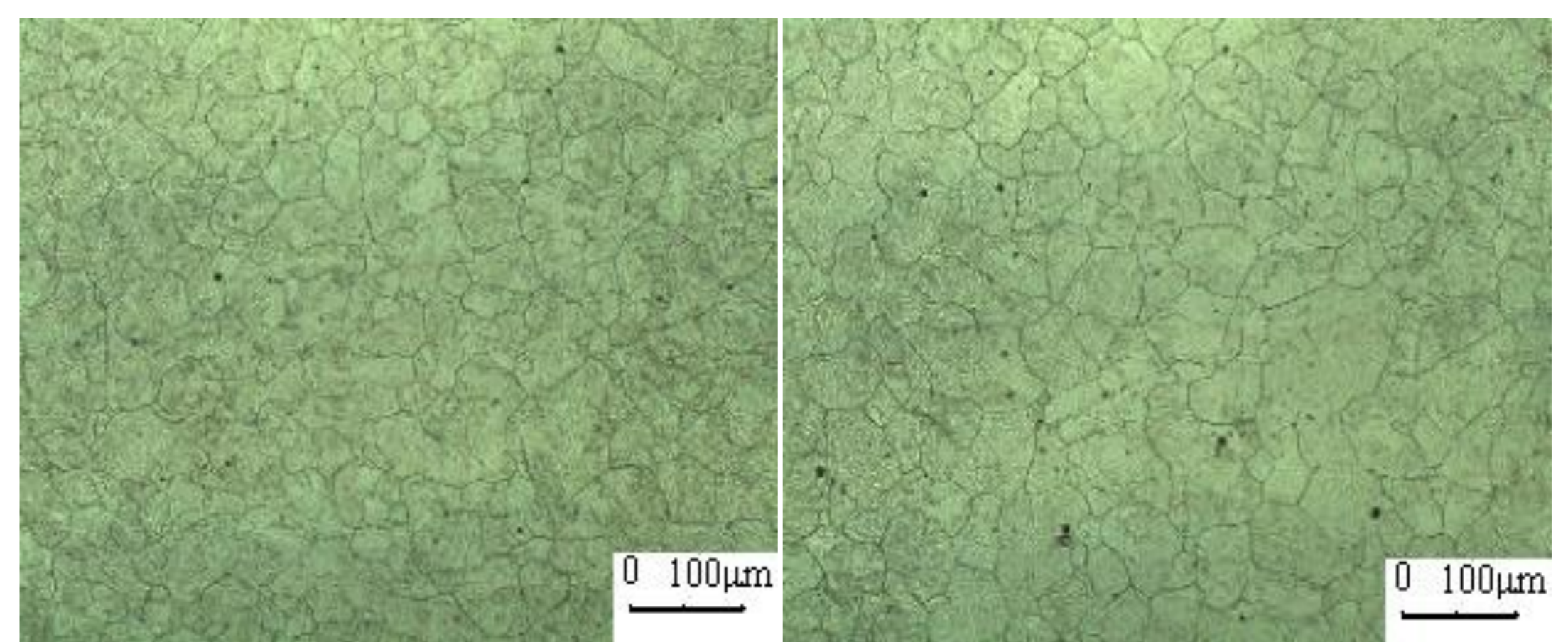
a) 锻粗再结晶尺寸分布 b) 锻粗再结晶体积分数分布
图1 锻粗模拟结果分布云图



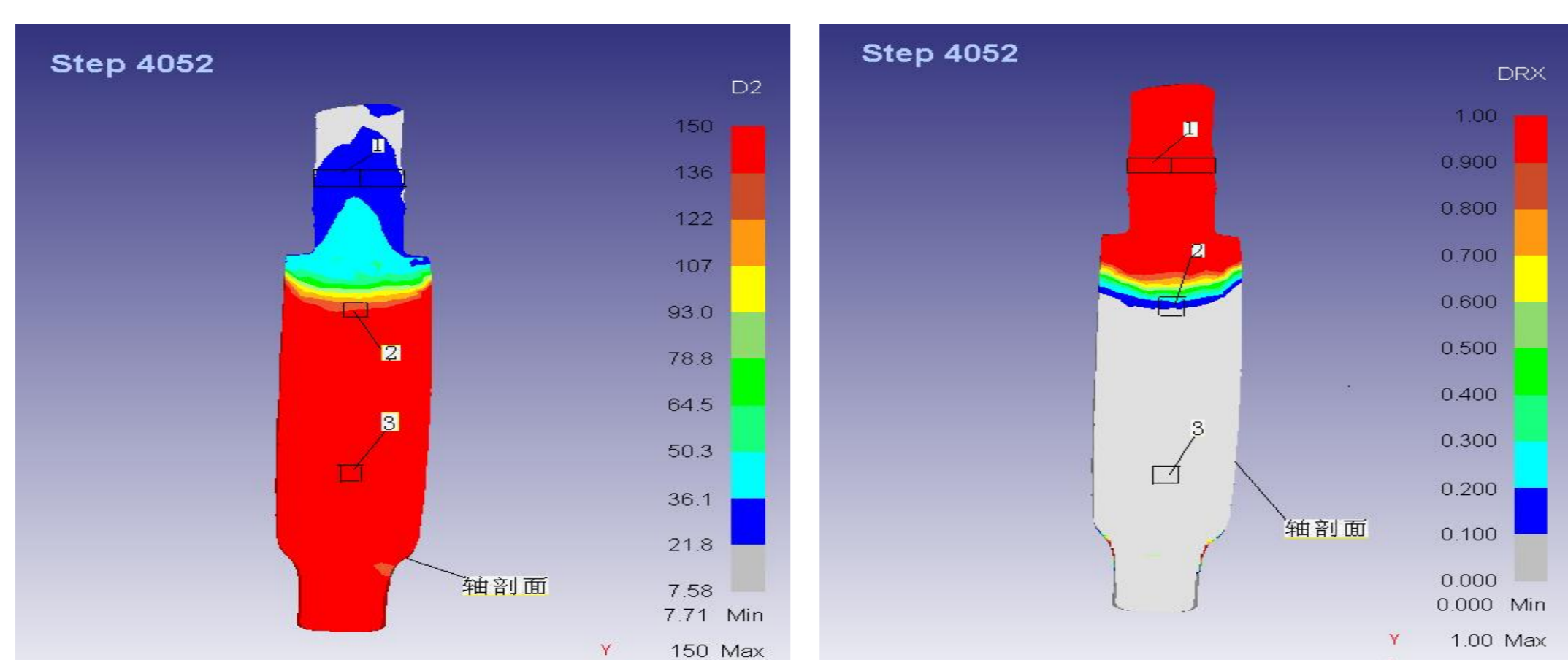
a) 靠近砧子 b) 中部 c) 靠近心部
图4 锻粗微观组织



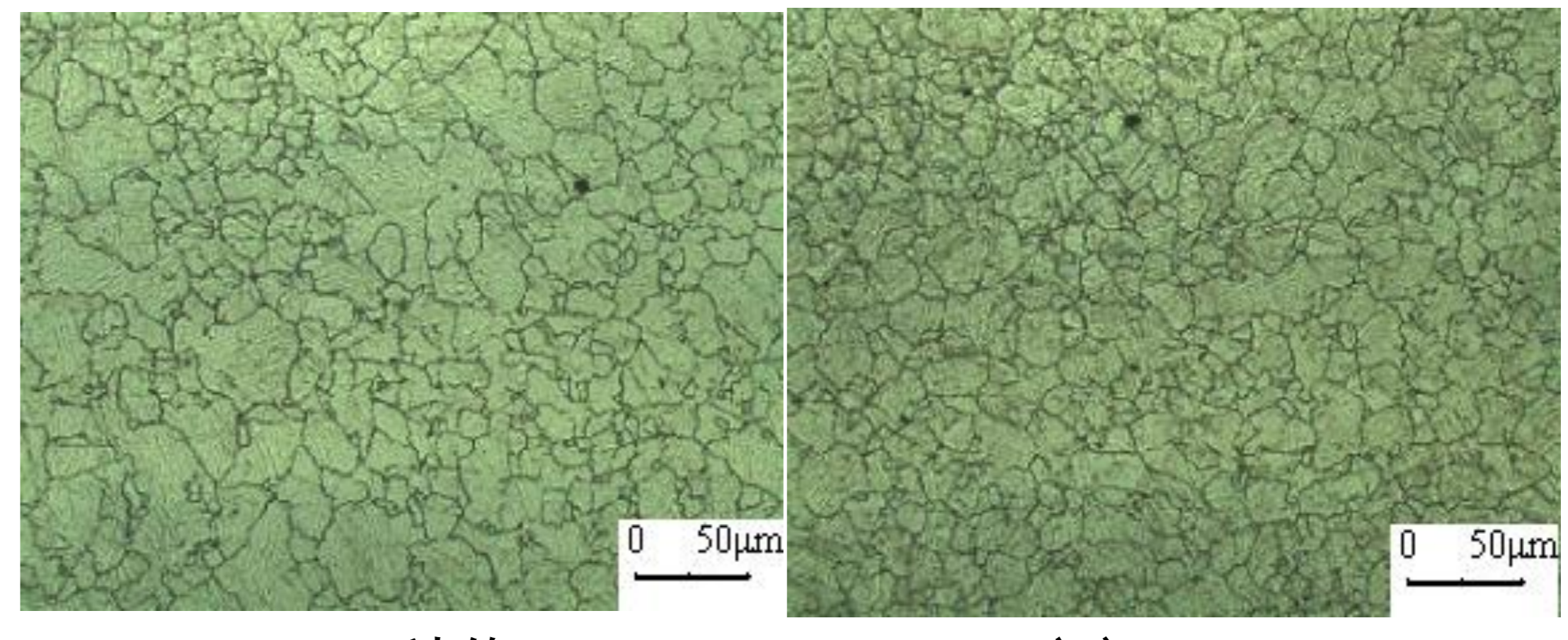
a) 拔长再结晶尺寸分布 b) 拔长再结晶体积分数分布
图2 拔长模拟结果分布云图



a) 1/2半径处 b) 心部
图5 拔长微观组织



a) 台阶轴再结晶尺寸分布 b) 台阶轴再结晶体积分数分布
图3 台阶轴模拟结果云图



a) 边缘 b) 心部
图6 锻打台阶轴微观组织