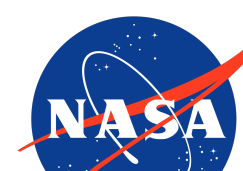


基于AI技术的煤-单乙二醇浆料 喷雾液滴内煤颗粒监测

Walter Schäfer^{1,*}, Tobias Jakobs² and Patrick Stegmann³

1. ai-quanton, Dr.-Werner-Freyberg-Str. 7, 69514 Laudenbach, Germany
2. KIT, ITC, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany
3. UMD & NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA



[1] W. Schäfer, T. Jakobs, P. Stegmann (2026). AI-assisted monitoring of coal particles within droplets in a coal monoethylene glycol slurry spray. 41st ISOC, Kyoto, Japan. DOI: [10.5445/IR/1000196272](https://doi.org/10.5445/IR/1000196272).

* 通讯作者: info@ai-quanton.com



1 动机与测量原理



图1: RGB PTA (3 × 1024 × 1024)。

来自浆料液滴的连续光散射信号可构成“颗粒-张量-AI” (Particle-Tensor-AI, PTA) 表示, 用于通过CNN对煤质量浓度和平均粒径进行分类。
四个探测器在不同角度收集散射光。固定时间窗口无需触发即可保留液滴群的信号。在RGB张量中, 每个颜色通道代表一个选定的探测器。



2 实验装置

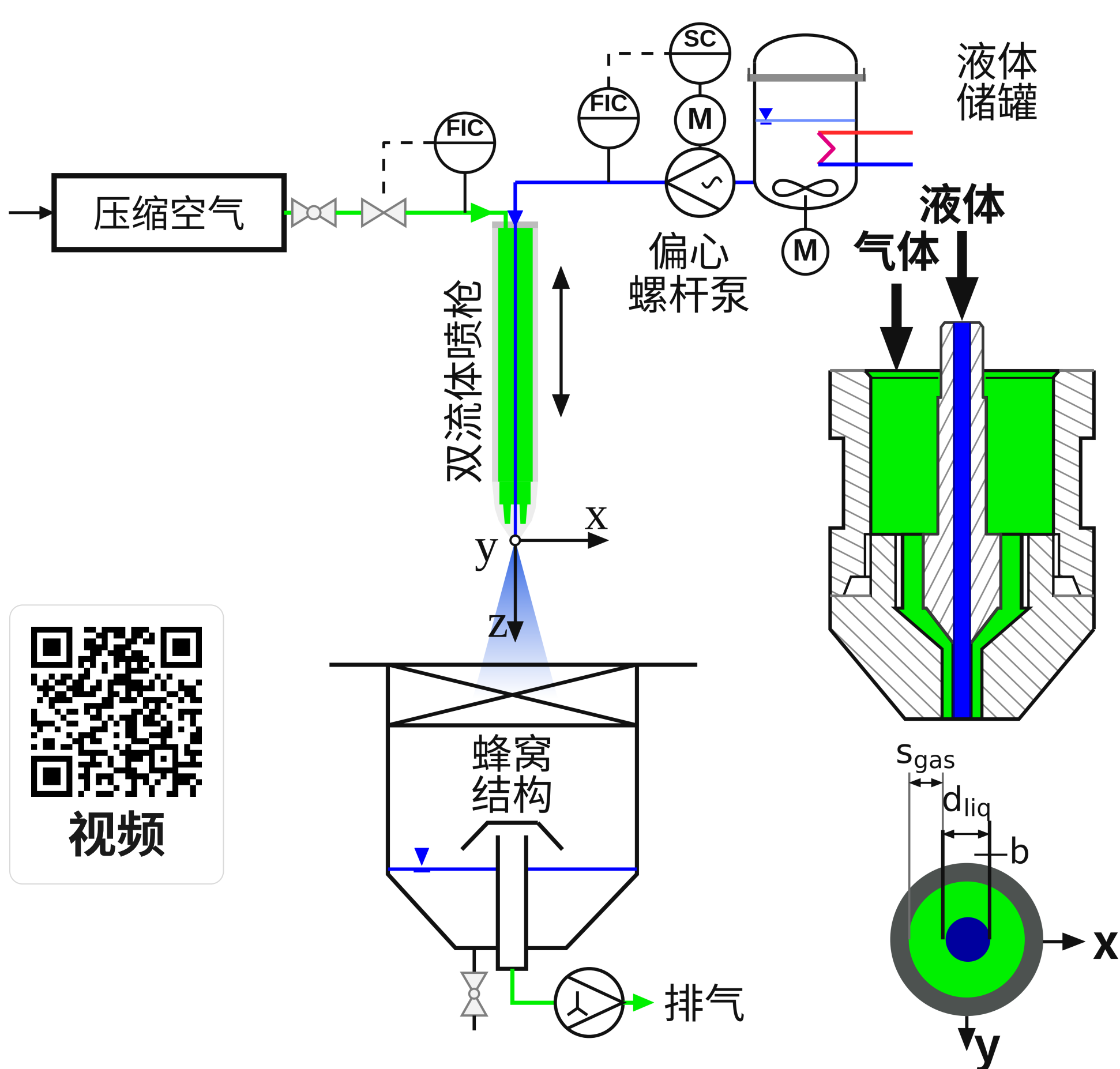


图2: 常压喷雾实验台 (ATMO) 及双流体喷嘴。

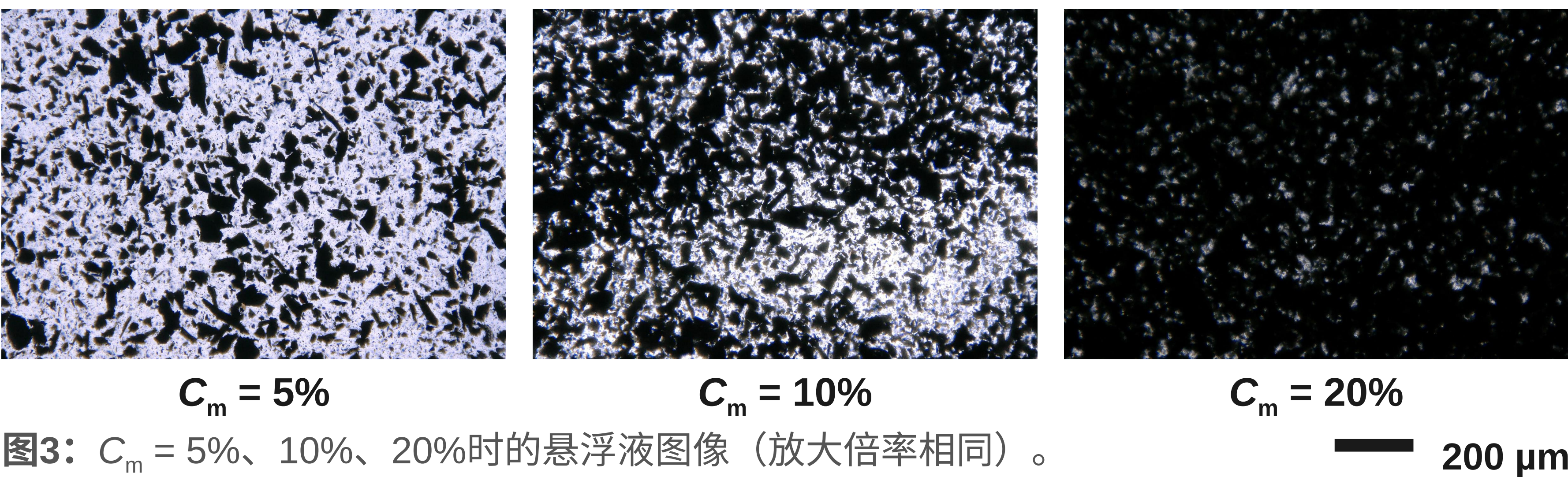


图3: $C_m = 5\%$ 、 10% 、 20% 时的悬浮液图像 (放大倍率相同)。

双流体喷嘴对煤/单乙二醇浆料进行雾化 (图2)。TSTOF仪器在喷嘴轴线上记录光散射信号。

煤质量浓度 C_m	5%、10%、20%
煤颗粒平均粒径 SMD_p	4.0、9.4、18.7 μm
雾化空气流量 $\dot{V}$	7.5 m^3/h
浆料质量流量 $\dot{M}$	12.56 kg/h
测量位置	喷嘴轴线, 下游120 mm

3 AI分类与结果

TensorFlow/Keras CNN 使用 8 位分辨率的 $3 \times 256 \times 256$ 张量, 对煤质量浓度和平均粒径进行分类。研究共测试了168种配置, 涵盖不同的探测器组合、降采样因子以及RGB或灰度编码。
更长的时间窗口可改善分类效果。在降采样因子为1时, RGB通常优于灰度。质量浓度的分类比平均粒径更可靠。
在降采样因子为16时, 所有14种探测器组合下 C_m 的预测概率均为94.7–99.9%。

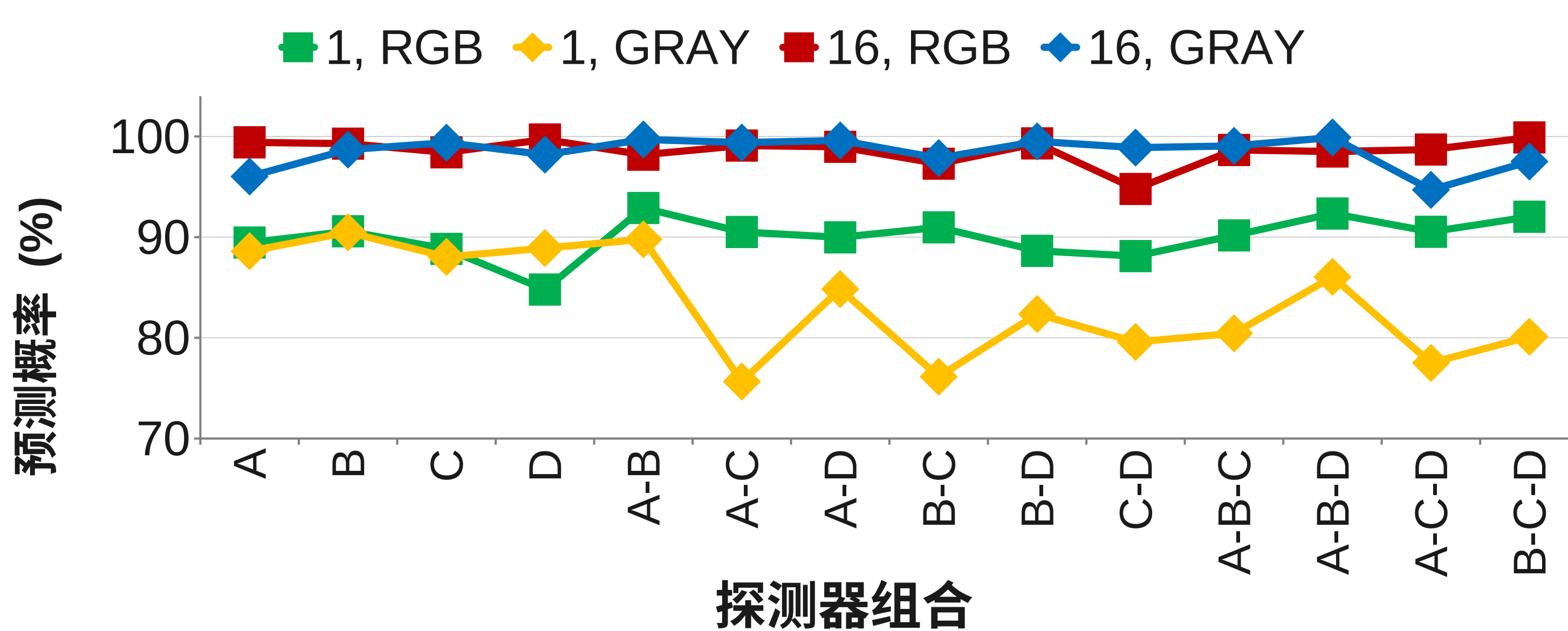


图4: 不同探测器组合下 C_m 分类的预测概率。1和16: 降采样因子; RGB/GRAY: 张量编码方式。

结论与展望

基于PTA的CNN可对煤/单乙二醇喷雾中的煤质量浓度进行分类。更长的时间窗口改善了结果, 而粒径分类的可靠性较低。后续工作将优化模型并测试其他喷雾。