

图 1 图像一去雾结果对比图

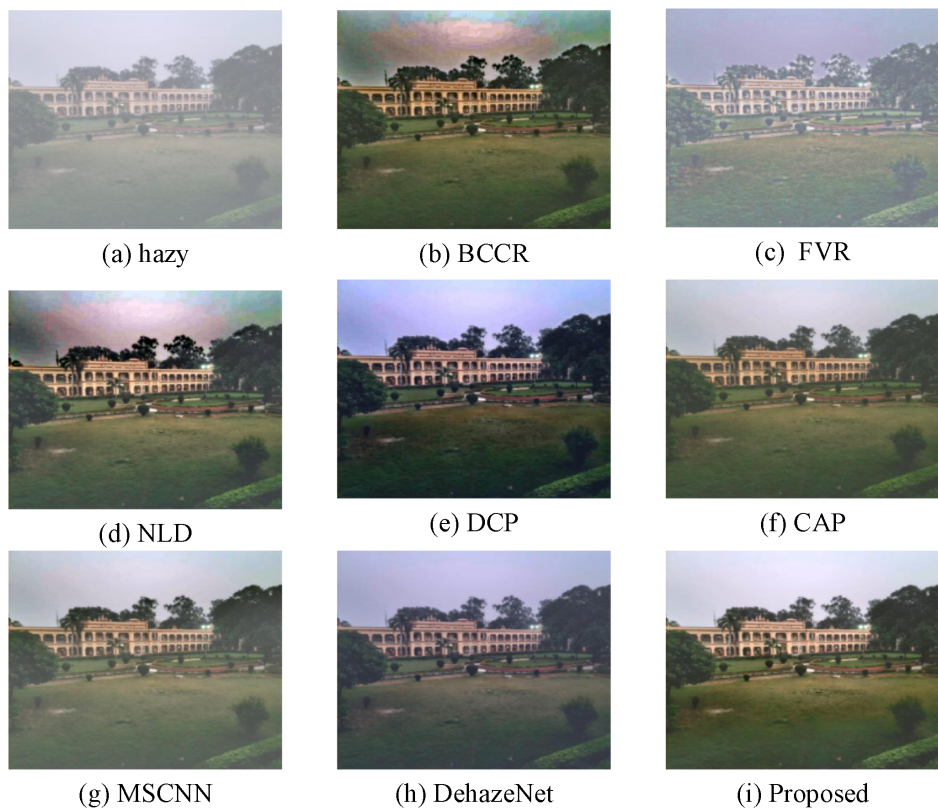


图 2 图像二去雾结果对比

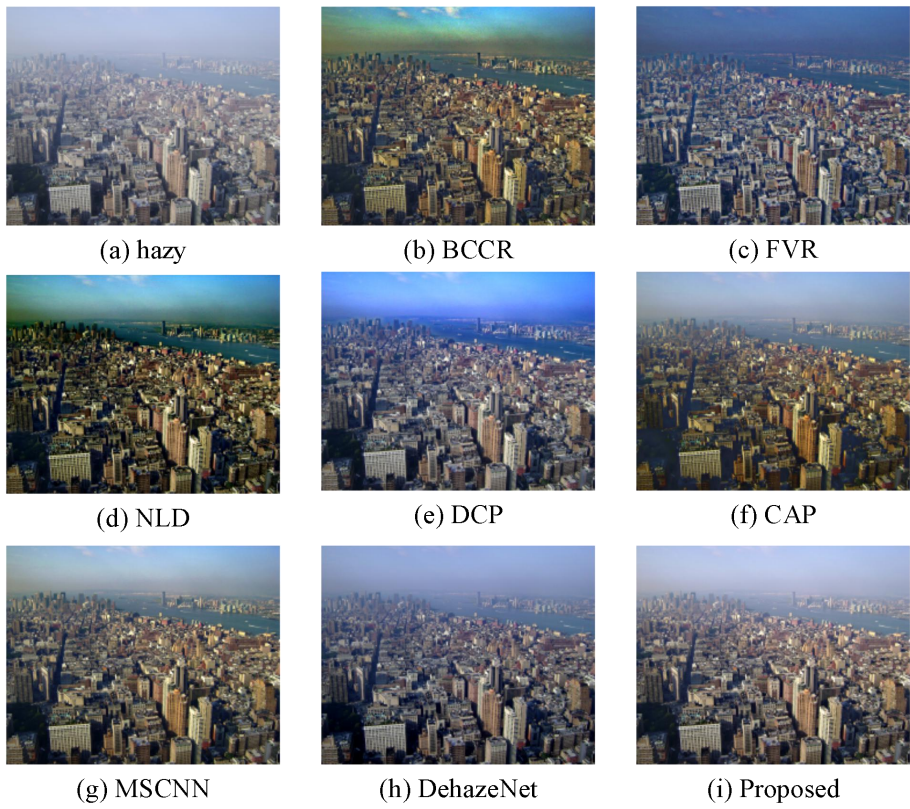


图 3 图像三去雾结果对比

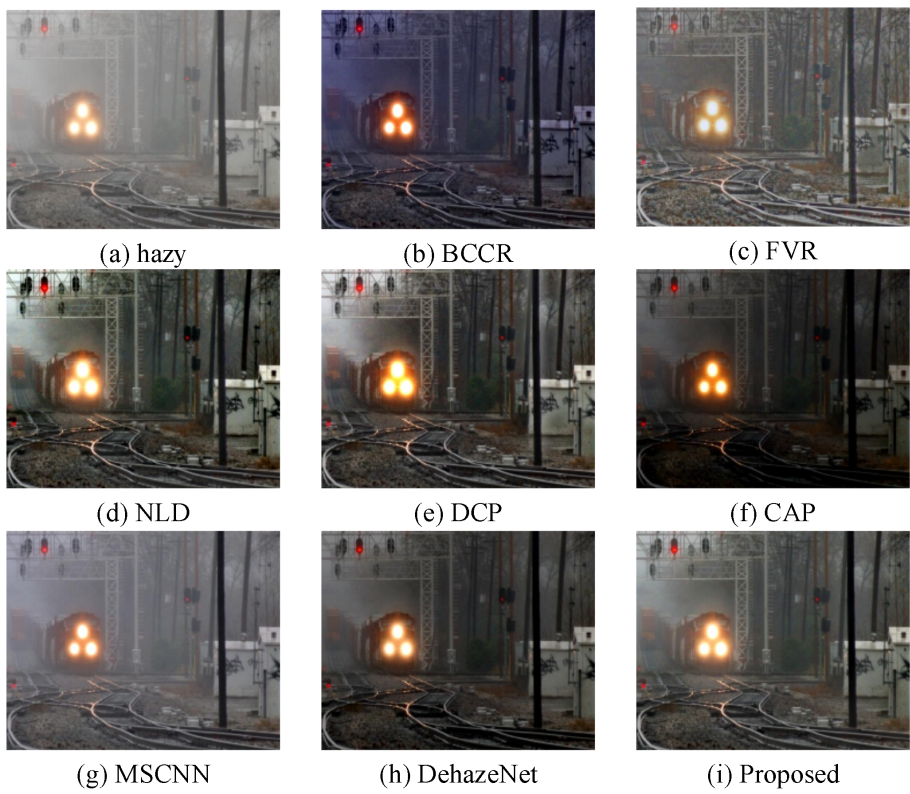


图 4 图像四去雾结果对比



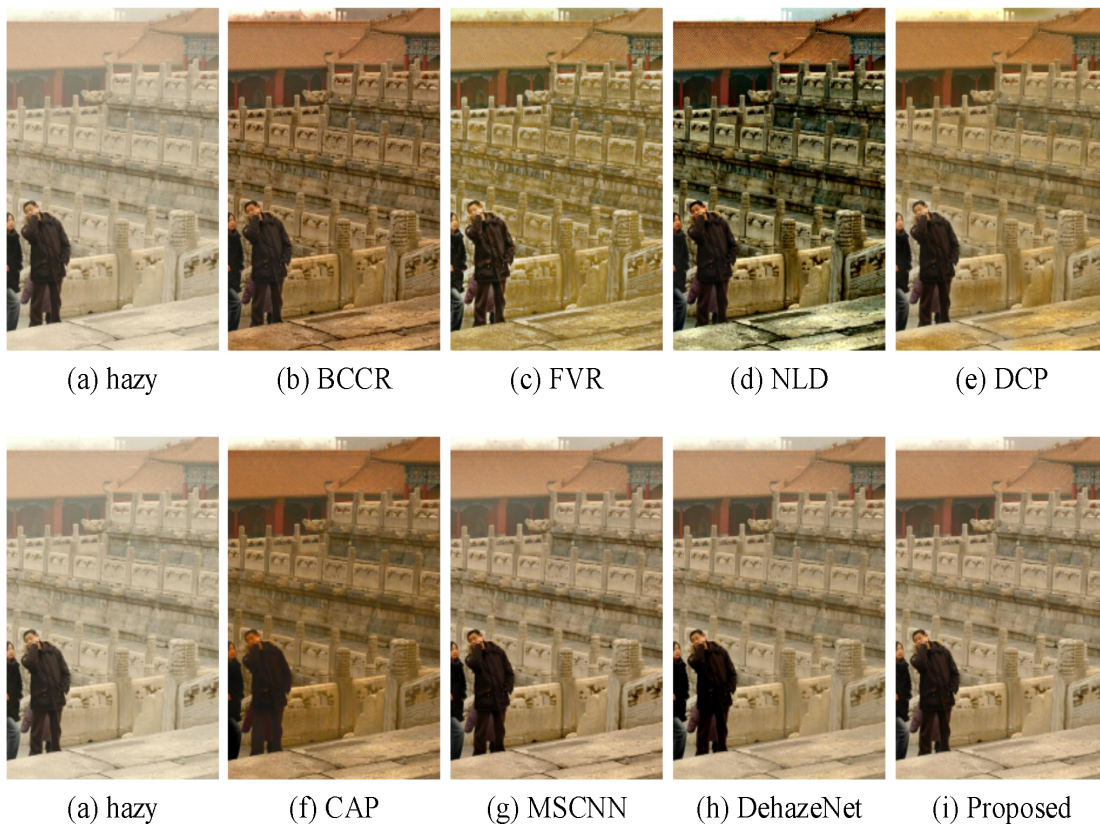


图 5 图像五去雾结果对比

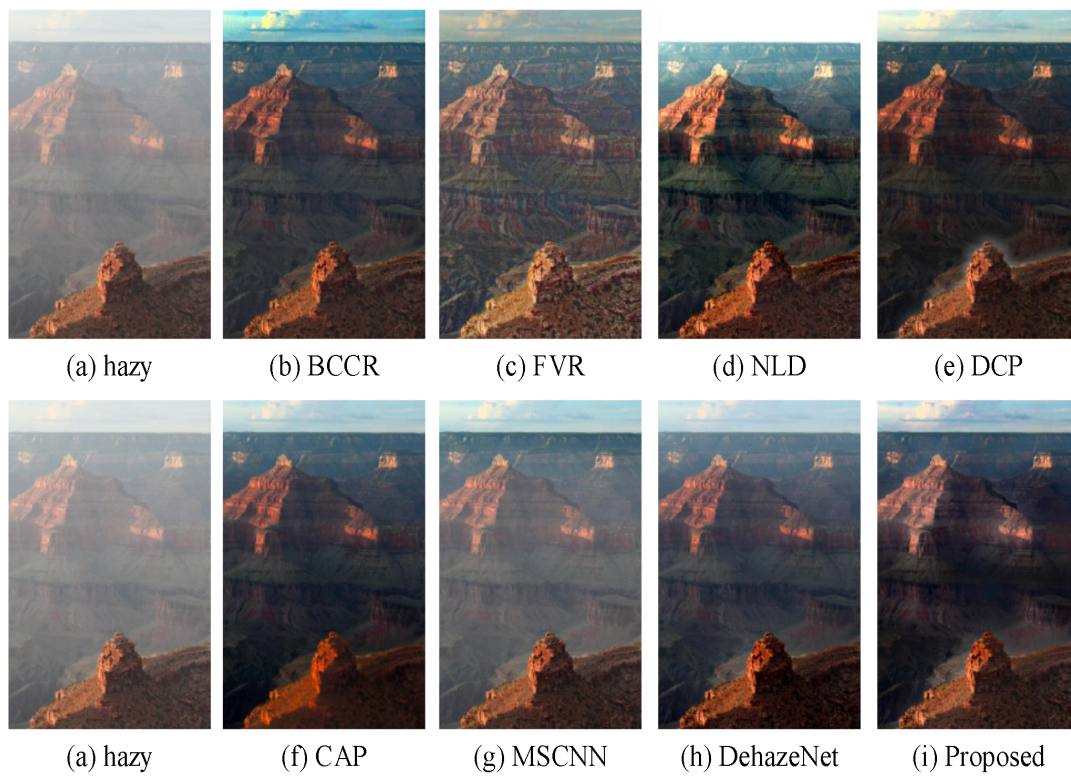


图 6 图像六去雾结果对比



图 7 图像六局部信息对比图

为验证本文提出的去雾算法的有效性，将本文提出算法及现有算法 BCCR、CAP、DCP、DehazeNet、FVR、MSCNN 及 NLD 对雾浓度不同、场景不同的真实图像进行去雾处理，并进行分析对比。图 1-图 6 对比展示了本文提出的算法与现有算法的去雾效果。

BCCR 算法通过最大化图像对比度实现去雾，经该算法处理后的图片细节信息保留较为完整，并且场景可见度方面表现较好，但对于景深变化不大的较为平滑的雾天场景去雾效果不佳，会出现明显的色彩失真，如图 1 (b)，图 2 (b)，图 3 (b)中的天空区域出现较为严重的失真，变为彩色，同时在天空与近景的交界处会有光晕现象。CAP 算法存在去雾不充分的问题，而且当场景整体亮度不高时，去雾后的图像亮度会更暗，如图 4(f)。DCP 算法对较暗的图像去雾效果较好，如图 4 (e)，但对含大片天空区域、白色区域的图片去雾效果不佳，去雾后图片会出现颜色失真的问题，如图 1 (e)中的天空区域出现颜色泛黄的问题，失真较为严重，这是因为该算法去雾依赖于暗通道先验，在这些较亮区域内不存在一个颜色通道的像素值很低，导致该先验失效。FVR 算法去雾后的图像失真比较严重，并且去雾后图像中的物体边缘处存在白色纹理。NLD 算法处理天空区域的雾天场景会造成明显的失真，如图 2 (d)、3 (d)中的天空区域的颜色变为蓝绿色，6 (d)中的天空区域完全失真，无法分辨原始景物信息。DehazeNet 与 MSCNN 都是基于深度学习的去雾算法，适应于多种场景去雾，并且不受先验信息的限制，不会因目标场景不满足假设要求而出现严重的失真现象，但 MSCNN 算法去雾不充分，处理后的图像仍然有朦胧的感觉，DehazeNet 对于景深较大的区域去雾效果不佳，去雾前后视觉效果改善不大。

本文提出的算法对于不同场景、不同雾浓度和不同景深的带雾图像的都能实现较好的去雾效果，并且对于图像中的天空区域和白色区域的去雾效果也比较理想，如图 1 (i)，2 (i)与 3 (i)中天空区域；另外经去雾后的图像失真较少、清晰度较高、细节恢复较好。

图 7 展示了图像六中远景与近景的细节信息，可以看出，本文提出的去雾算法对于远景、天空区域的去雾效果好，没有色彩失真，去雾后的图像中云彩的细节信息恢复较好，对于近景，处理后的图像不会变暗，物体边缘不会有光晕产生，景物的细节丰富。

以上对比分析说明本文提出的算法的去雾能力在视觉效果上相较于现有算法存在一定的优势。