梁博士论文结果复现

cwt3d 1.3.0 | 第3章与第4章 | 默认模型及独立论文近似对照

结论：主要趋势与大部分有限尺寸数字可还原，但不是论文全部结果的逐点完全复现。

在与论文一致的D=10下，70 μm两种孔的8个阈值中，7个相对差不超过1.3%；ET-C约低6.98%。三孔频率接近论文CWT曲线，但默认无限结构辐射损耗存在14–17%量级系统差异。

70 μm模式阈值：Table 4.2 [1]

孔型	模式	论文 αL	默认 αL	相对差
CC	A	0.23	0.227058	-1.28%
CC	B	0.52	0.525020	+0.97%
CC	C	2.18	2.172118	-0.36%
CC	D	2.18	2.172118	-0.36%
ET	A	0.43	0.427323	-0.62%
ET	B	0.57	0.568033	-0.35%
ET	C	2.08	1.934732	-6.98%
ET	D	2.01	2.008507	-0.07%

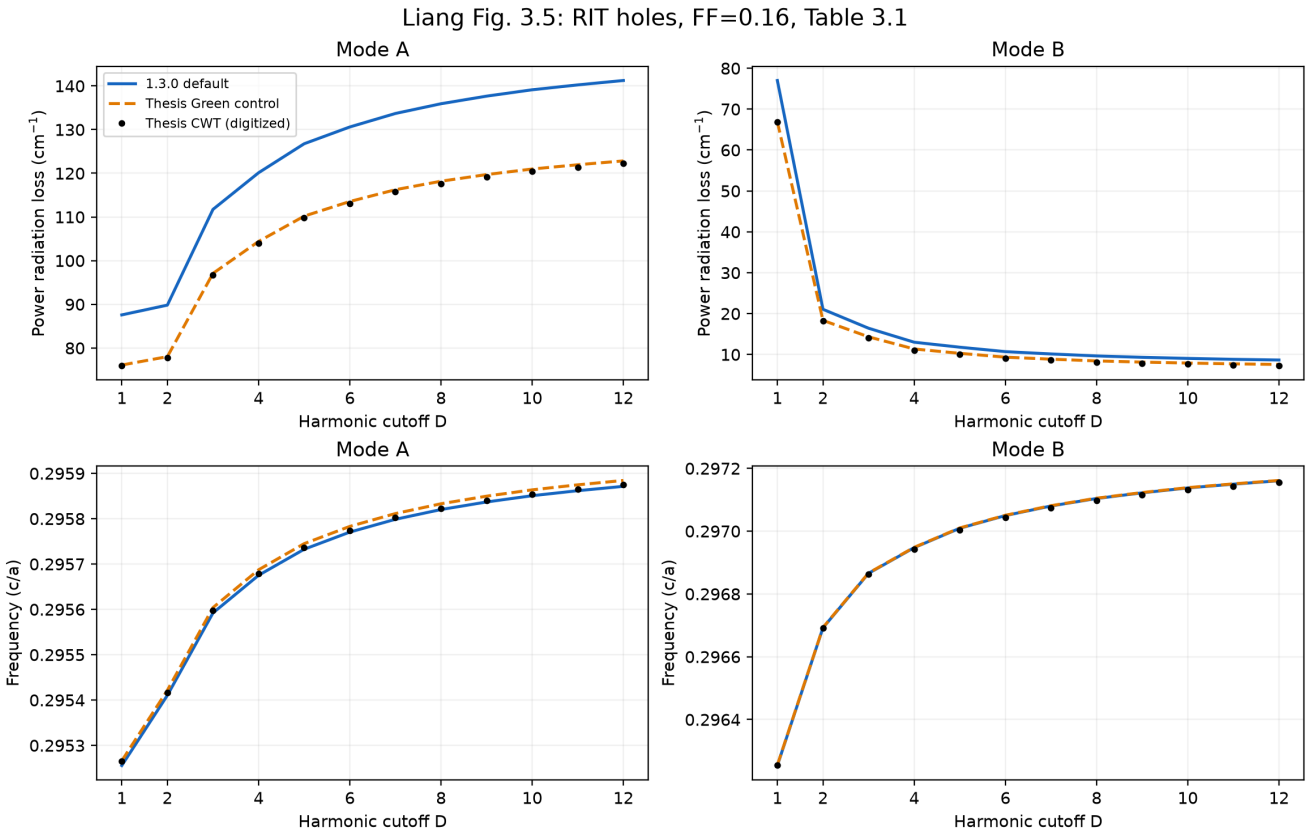
默认：D10、q32、F64、N96。CC-C/D精确简并，独立基向量不唯一；表格仅印两位小数。

ET模式频移：Fig.4.2 [1]

模式	论文 δL（约）	默认 δL	差值
A	-4.6 ±0.2	-4.6044	-0.004
B	-0.1 ±0.2	-0.0671	+0.033
C	8.3 ±0.2	7.9969	-0.303
D	8.7 ±0.2	9.1079	+0.408

论文δL为矢量读图，约±0.2；A/B接近原图，C/D仍有约0.3–0.4偏移。

1 | 与论文相同的D截断收敛测试 [1]

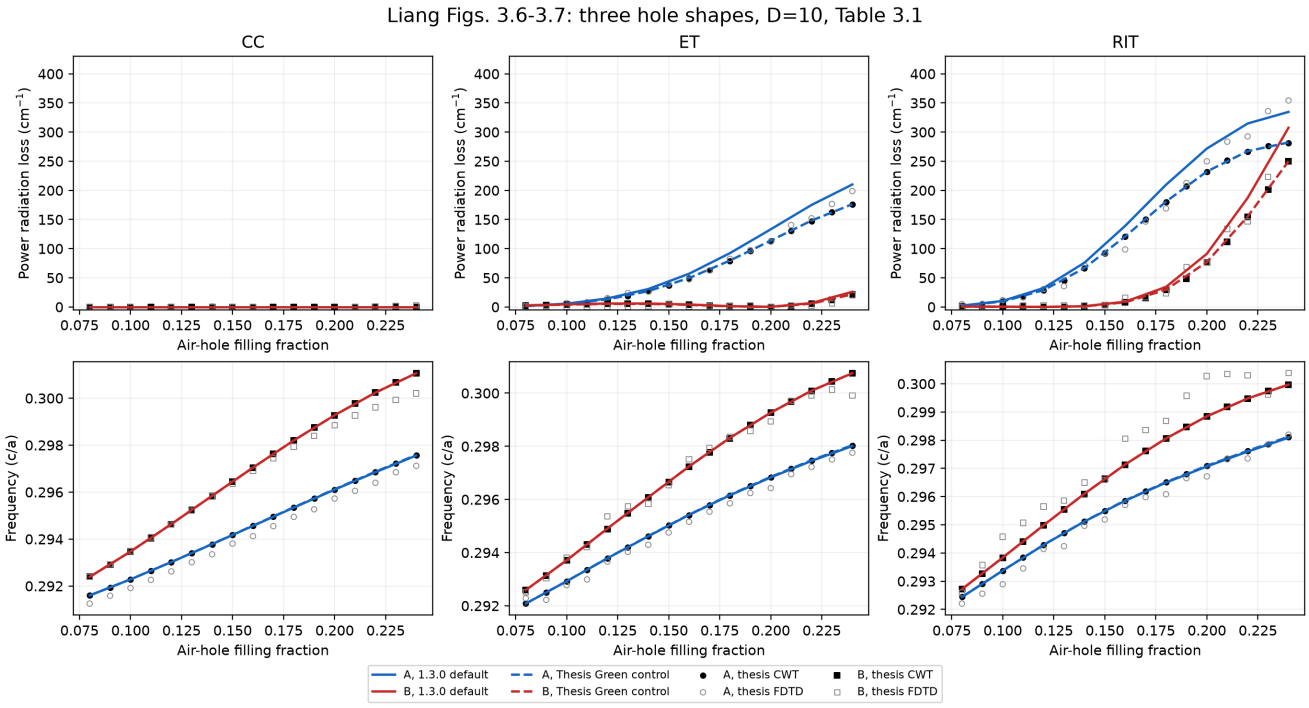


D变化	矩阵变化	A损耗变化	B损耗变化
10→12	1.225%	1.507%	4.533%
12→16	1.538%	1.848%	5.847%
16→24	1.553%	1.833%	5.876%
24→32	0.781%	0.907%	2.928%
10→32	5.037%	5.960%	20.576%

RIT、FF=0.16、Table3.1。第三章比较功率损耗αr=2α，单位cm□¹；第四章比较αL，二者严格区分。D=10→12仍有可见损耗漂移，D=32也未被当作完全收敛极限。

纵向积分q=24/48/72/96及RIT Fourier积分F=48/96/144已检查；在D12下差远小于D截断变化。

2 | 三种孔型和填充率：Fig.3.6–3.7 [1]



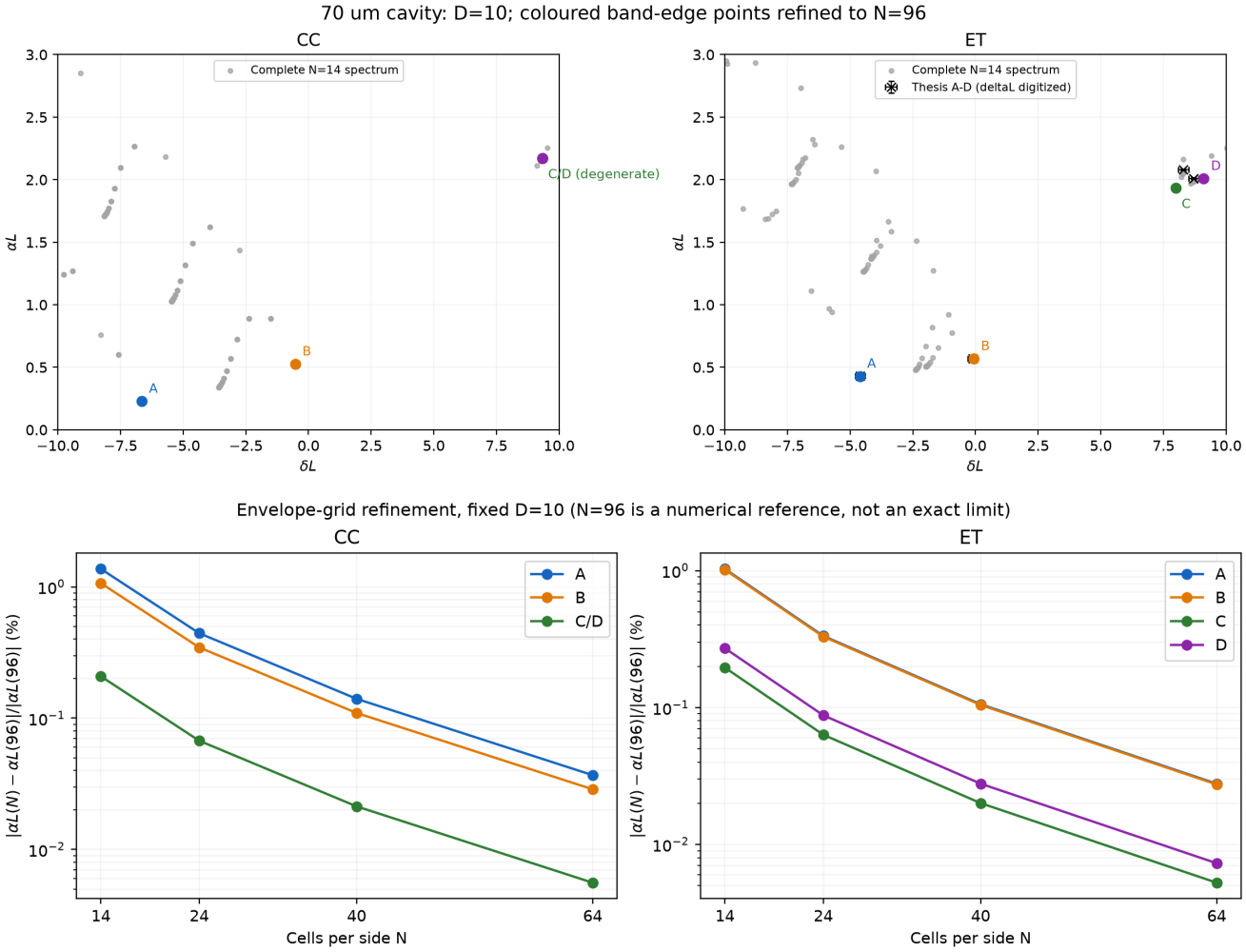
孔型	频率最大相对差	默认损耗平均相对差	近似对照损耗MAE
CC	0.00327%	零值用绝对差	0.000 cm□¹
ET	0.00616%	14.50%	0.242 cm□¹
RIT	0.00681%	17.40%	0.413 cm□¹

每孔九个FF点、A/B共18点；损耗相对差只统计原图值>3 cm□¹者。实心/空心参考点分别为论文CWT/FDTD图的数字化结果，不是作者原始数据。论文近似control单独标出，不冒充默认模型，也没有拟合参数。

对照并非所有点均在读图容许内：RIT D10的A模仍高0.536 cm□¹，而该图人为读取容许为±0.410 cm□¹。与论文FDTD频率仍有约0.001425 c/a的最大差，不能称与FDTD全面吻合。

ET为+x尖端的真正等边三角孔，采用原生采样API。512/1024/2048的几何取样细化已执行，网格实际FF进入平均波导；亚cm□¹差异不能当作几何精确认证。

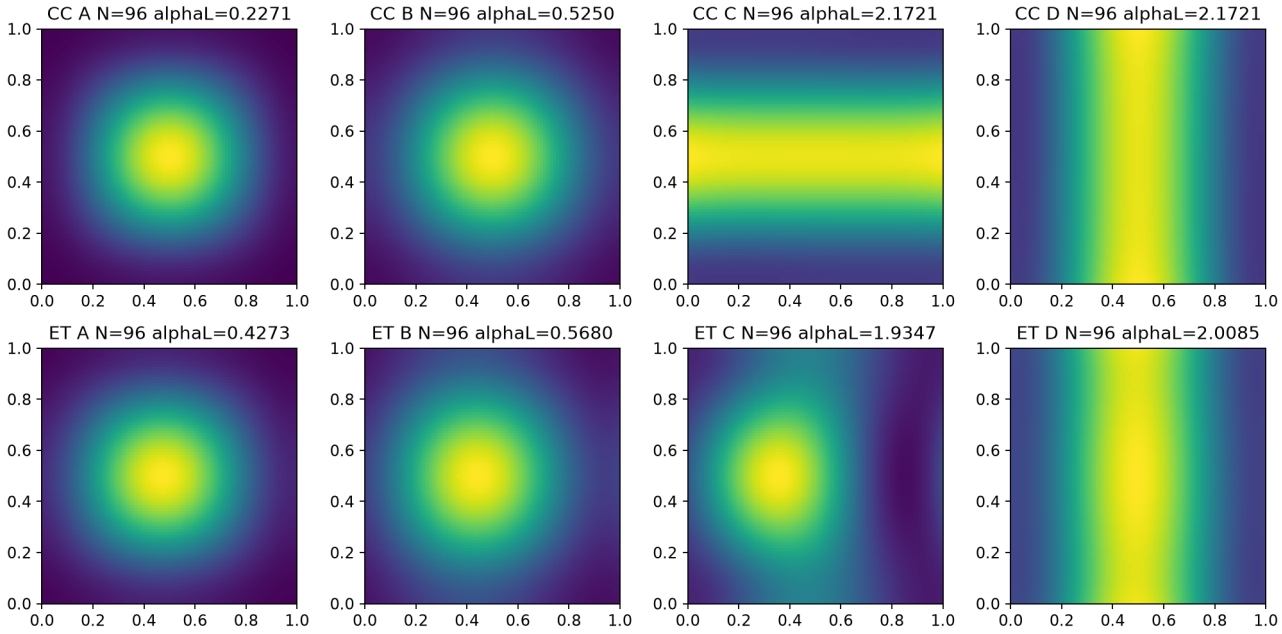
3 | 有限尺寸δL–αL谱云及横向网格 [1]

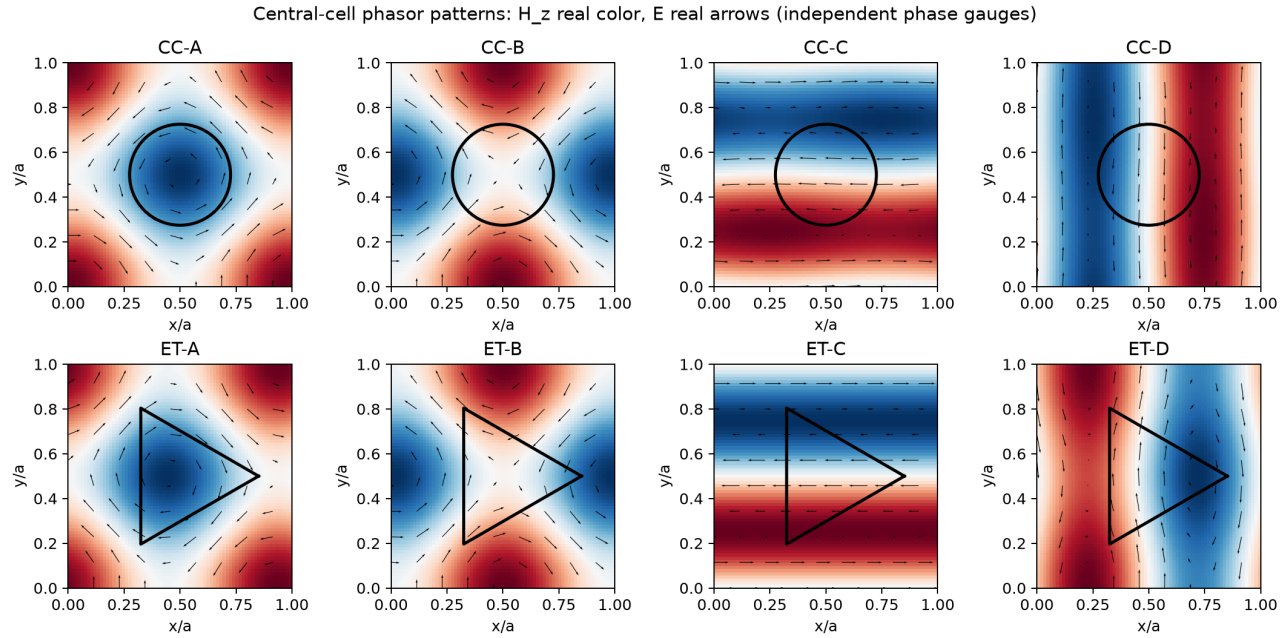


灰点为两孔各N14完整784模谱；彩色点为通过场型及复场重叠延续到N96的模式。ET黑叉为原文近似读图位置，CC没有直接δL参考，未补造坐标。

N64→96的αL末步最大变化为0.0368%。它不能解释ET-C约7%的偏差，也不是对连续极限误差的严格上界。

4 | 包络与中心单胞场型

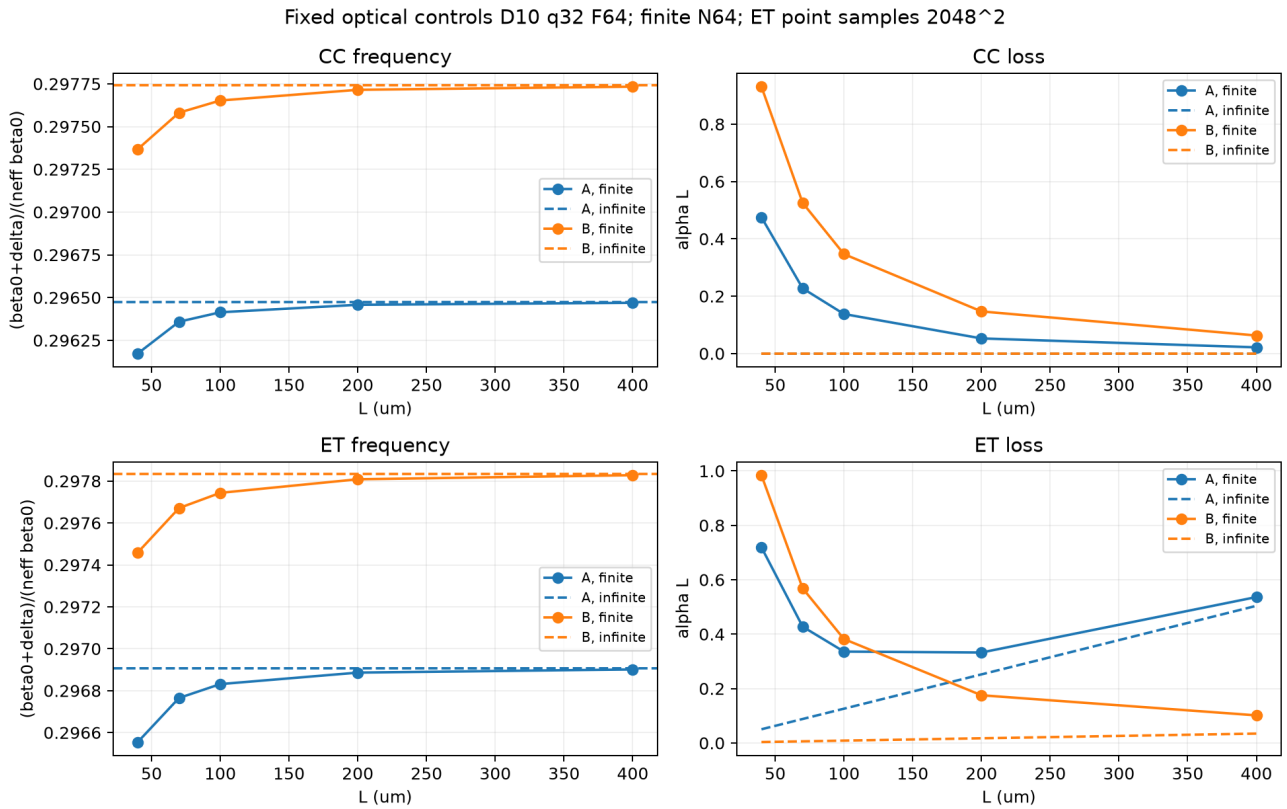




包络均作各自峰值归一化。CC-C/D为简并子空间的两组基向量，其条带方向可以线性重组，不能过度解释某一基向量的唯一性。

单胞图由四基本波重构，颜色为实部Hz、箭头为实部E，使用各自全局相位规范；不是全高阶波精确微观场。

5 | 尺寸依赖与边缘功率：Fig.4.5、Table4.3 [1]



模式	L / μm	论文占比	计算占比	差 / 百分点
CC-A	70	67%	67.354%	+0.354
CC-B	70	69%	68.627%	-0.373
CC-A	400	26%	25.767%	-0.233
CC-B	400	26%	25.924%	-0.076
ET-A	70	58%	57.334%	-0.666
ET-B	70	71%	70.533%	-0.467
ET-A	400	2%	1.806%	-0.194
ET-B	400	19%	18.679%	-0.321

70/400 μm的边缘占比最大相差0.666个百分点。对论文只取整数的2%应比较百分点差，避免放大相对百分比。ET的A/B阈值在本次100与200 μm采样点之间交换；未拟合精确交点。

6 | 差异来源与仍需验证的部分

第3章按原文Eq.(3.19)/(3.23)构造的局部均匀Green对照可显著贴近论文CWT；默认全层Green含界面反射，两者并不等价。[1] 但这一改变不能解释第4章全部偏差。

D24模式	论文 αL	计算 αL	差
CC-A	0.23	0.221660	-3.63%
CC-B	0.52	0.525773	+1.11%
CC-C	2.18	2.170988	-0.41%
CC-D	2.18	2.170988	-0.41%
ET-A	0.43	0.433574	+0.83%
ET-B	0.57	0.564973	-0.88%
ET-C	2.08	1.932075	-7.11%
ET-D	2.01	2.007640	-0.12%

D24下CC-A变为约−3.63%，ET-C仍约−7.11%；不能只挑D10接近论文的结果作认证。论文Green control中ET-C改善至约−4.93%，CC-C/D却变为约+1.72%。

独立重算60个保存复场的面通量和体积分，最大相对闭合差3.21e-13，最大本征残差1.18e-15；7项harness测试通过。小残差证明代数求解可靠，不证明物理模型完全等价。

高D全尺寸扫描、ET几何采样完全收敛、完整独立Maxwell对照未完成。当前结果足以定位主要还原程度和具体偏差，未为贴图改变已发布求解器。

第3章独立复核已核对49/39条记录及438个PDF标记，并独立验证TE导模；实际重算D1的两种模型矩阵，存档最大差均为零。此为代表性子集复跑，不是88组全面独立重算。

第4章另换随机种子重算N96的CC-C/ET-C，|Δλ|L约为1.45×10□¹⁴/0。未发现ET-C/D错选；该复核没有独立重算光学耦合或认证历史缓存。

数据与复跑

结果包包含脚本、全部标量谱/逐点误差/来源台账和主要N96复场；dense全特征向量及部分中间网格复场保留在本地完整目录。包内manifest列出每项SHA256。

环境：Python 3.13.14，cwt3d 1.3.0，NumPy 2.5.4，SciPy 1.18.1；数值库单线程。所有默认与论文近似数据分目录，开发pilot不计入最终统计。

[1] Yong Liang, Three-dimensional coupled-wave theory for photonic-crystal surface-emitting lasers, doctoral thesis, Kyoto University. DOI: 10.14989/doctor.k18283. 对照第3章Figs.3.5–3.7、第4章Fig.4.2、Fig.4.5、Tables4.2–4.3。