

# CODE V光学设计软件

设计、优化和制造可靠的成像光学产品



## 概述

在哈勃太空望远镜的首次维修任务中，我们的工程师使用CODE V完成了所有主要零位镜头的设计和施工作，显著提升了图像质量，助力维修工作大获成功。

新思科技的光学解决方案部门是全球领先的光学设计和分析工具开发商之一，拥有CODE V成像设计软件、LightTools照明设计软件、用于汽车照明设计的LucidShape系列产品，以及用于光子和光通信设计的RSoft产品。同时，该部门还是光学系统设计服务的独立供应商，已成功完成5500多个成像、照明和光学系统工程项目。

自1975年在全球推出以来，CODE V一直都是开发先进光学系统的得力助手，甚至还对商业和文化产生了深远的影响。该软件用于开发了多种革命性的应用，例如光盘播放器。CODE V所提供的算法是设计显微光刻镜头的关键主导技术，该镜头使得能够在计算机芯片上实现超精细电子线路成像，而这是不断提升计算机运行速度的必要条件。

CODE V软件对投影显示、医疗仪器、先进军事技术和空间探索等广泛领域内的众多重大技术进步做了杰出贡献。

CODE V因其出色表现和优异性能而享有盛誉，因此，如果光学性能攸关产品或项目成败，那么CODE V将是不二选择。

## 出色的软件支持

### 技术支持

选择CODE V，开发者不仅可以获得先进的光学设计和分析软件，还可以通过我们的技术支持团队获享我们超过50年人的光学工程经验。开发者可以选择通过电子邮件或电话联系我们，我们的光学工程专业人员会随时随地为开发者提供协助。

### 培训、文档和在线资源

我们提供多种学习CODE V的途径，在全球各地开设培训课程；如果需要，我们还可以为开发者安排量身定制的现场培训。为了帮助开发者顺利使用CODE V，我们还提供基于示例的完整文档并精心设计了客户网站，该网站上包含各种视频教程、常见问题、示例模型、宏、技巧和培训资料等。

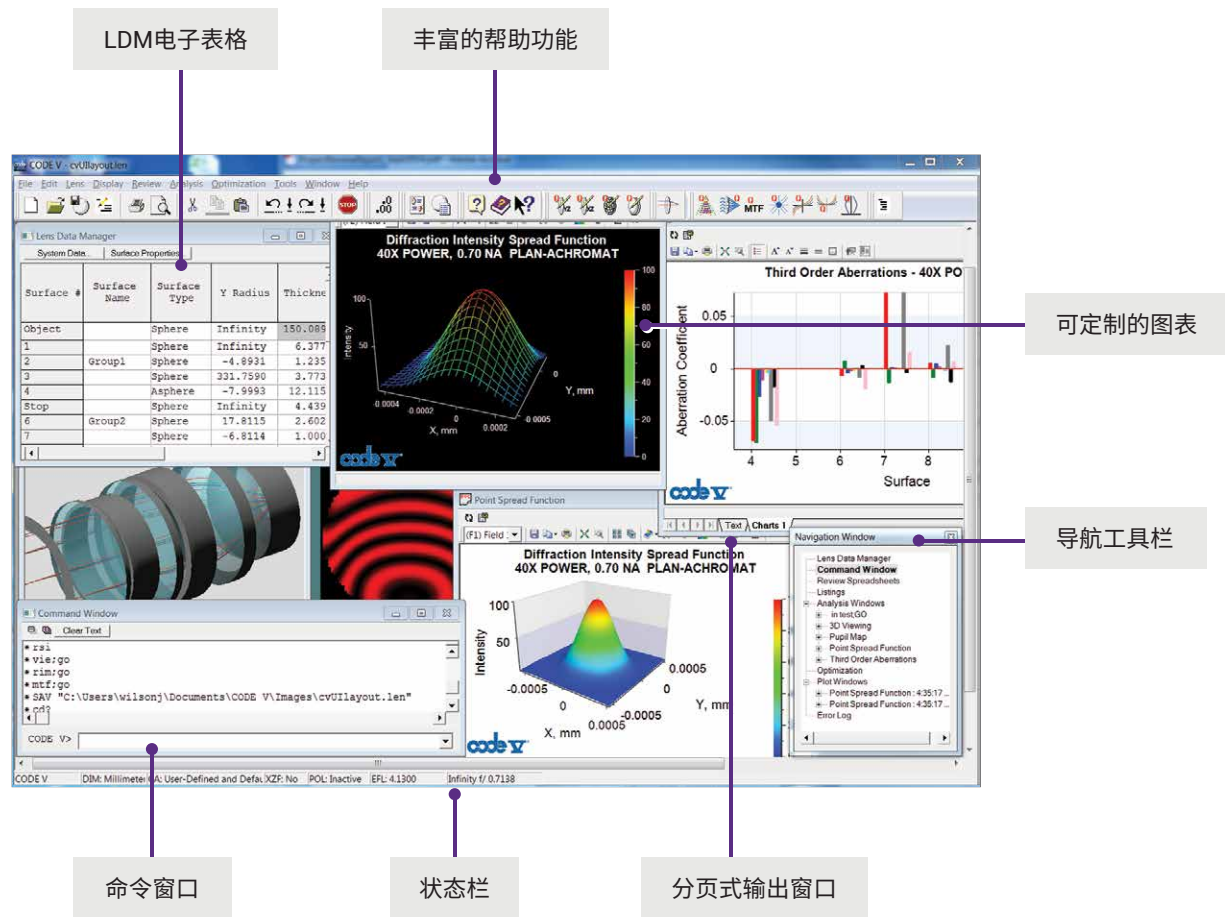


图1：CODE V采用标准的Windows®用户界面，其中包含许多导航和实用功能。

## 软件更新

我们大约每年发布一次重大软件更新，推出较为关键的新功能。同时，我们还会提供常规软件更新，并基于客户需求开发增强功能。开发者只需持有标准许可证，即可免费获得所有软件更新、技术支持，以及SolvNetPlus网站的丰富内容。

## 预先测试和预先核准

光学工程服务和软件开发工作之间的协同效应是我们最重要的优势之一。我们的工程师为CODE V的开发提供了创意、指导、测试和反馈。例如，以我们工程师开发的专业算法为基础的Glass Expert和Asphere Expert等专家工具，可以帮助实现设计过程自动化，为开发者节省时间和精力。更重要的是，在使用最新版本的CODE V解决工程问题之前，开发者可以确信，该软件已经由我们掌握前沿光学技术的专业团队进行了严格测试。





## 应用和设计

机载红外阶梯光栅光谱仪模型由NASA艾姆斯研究中心授权允许使用。

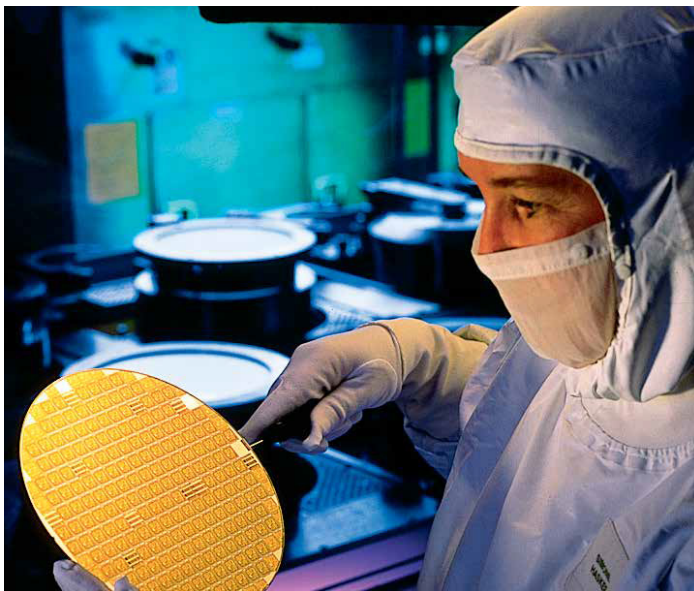


图2: CODE V是集成电路制造行业的首选主导软件, 能够满足其严格的优化、分析和公差要求。

### 应用

无论是从极紫外到远红外的的工作范围, 还是从消费产品到基础设施, CODE V都能够满足各种光学成像应用的需求。CODE V采用先进的算法、友好的用户界面和智能默认设置, 可以帮助开发者缩短产品上市时间, 并更大限度提升光学解决方案的质量。下面列举了一些应用和相关的CODE V功能:

- 注塑成型镜片—环境分析和材料公差
- 光栅光谱仪—基于波长的多重结构功能
- 数码相机镜头—公差和制造分析功能
- 高数值孔径光刻光学器件—偏振光线追迹
- 侦察镜头—玻璃优化与局部色散控制
- 望远镜和其他目视系统—真实无焦建模
- 星载系统—环境分析
- 激光扫描系统—衍射光束传播分析
- 红外和紫外系统—特殊材料特征分析
- 电信系统—光纤耦合效率计算
- 拼接孔径系统—非序列光线追迹功能

如需查看CODE V应用资料库, 请访问: <https://www.synopsys.com/zh-cn/optical-solutions/codev/application-gallery.html>

CODE V的Global Synthesis<sup>®</sup>是超高效率的全局优化算法, 可为含有大量变量和约束条件的系统(包括变焦镜头)寻找多个独特的结构形式。该算法采用定向搜索方式, 而不是随机的试错方法, 在评价函数空间中搜寻新的谷值。与遗传算法或模拟退火等其他方法相比, Global Synthesis能够更快、更轻松地解决实际应用中的光学设计问题。



图3: CODE V的优化功能可以提供出色的变焦镜头设计。Global Synthesis可以高效地处理变焦镜头的设计难题,而强大的玻璃优化功能则可以出色地完成色差校正工作。CODE V包含专业的变焦镜头分析功能,可帮助打造出色的镜头,而不只是辅助完成设计。

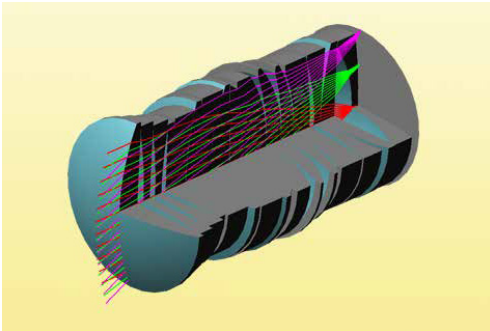


图5: 国际光学设计大会“罐头相机”(Camera in a Can)镜头设计竞赛的获奖作品使用Global Synthesis进行了优化。新思科技光学工程师在每个适用的设计项目中使用Global Synthesis。

## 设计优化

在选择光学设计软件时,优化能力是不容忽视的考虑因素。CODE V的专有优化算法屡获殊荣,是广受认可的业界翘楚。具体功能包括:

- 弥散斑均方根、波前方差、调制传递函数(MTF)、光纤耦合效率和完全由用户定义的误差函数
- 降低公差敏感度(SAB)控制功能,可以直接优化竣工的RMS波前误差,从而降低光学系统对制造公差的敏感度,提高竣工性能并更大限度地降低生产成本
- 出色、高效的全局优化算法
- 阶梯优化(STP)算法,与传统的阻尼最小二乘优化算法相比,该算法可以加快优化收敛速度,更有效地探索复杂的求解空间,从而找到误差函数更小的光学系统方案
- 智能优化默认设置和一般约束
- 有效的精确约束处理
- 支持加权和惩罚函数约束处理
- 用户自定义约束简单易用

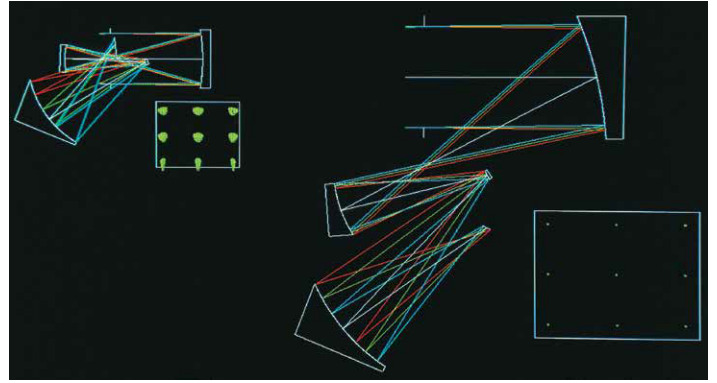


图4: 在CODE V中,可以轻松设置倾斜和偏心反射系统。另外,借助用户定义的优化约束可以非常方便地控制离轴反射系统中的光束和元件间隙。在搭载双核Intel® 2.67 GHz处理器的PC上, CODE V通过单次优化运行,只需几秒钟即可完成系统优化。图示即为优化前后差异。

- Glass Expert和Asphere Expert,能够自动选择最佳的玻璃组合和最有的非球面位置
- 重要的反馈信息,供开发者确认优化进度,并在需要时指导变量、约束或优化控制的调整指导

和许多光学设计软件一样, CODE V的局部优化(通过优化寻找误差函数的局部最小值)也基于阻尼最小二乘法。不过,由于具备多个专有的增强功能, CODE V的优化算法非常高效。CODE V通过使用拉格朗日乘子实现了高精度的约束处理,从误差函数中消除了约束限制,从而使误差函数优化过程不会为了满足权重较大的约束而停滞。开发者可以开发出符合可用空间且具有正确规格的最佳解决方案。

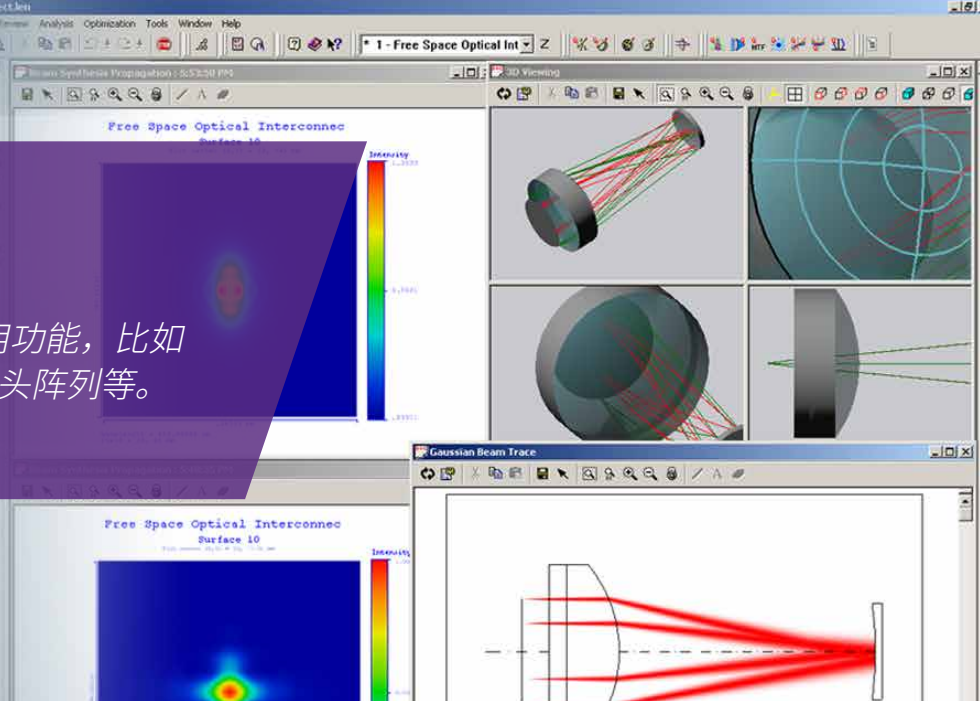
CODE V的智能优化默认设置适合大多数系统,但开发者也可以根据需要自行设定。CODE V的弥散斑均方根、波前方差和MTF误差函数涵盖大多数应用场景,但开发者也可以自行定义评价函数。CODE V还提供智能默认设置,让开发者可以根据自身需求自由增加或减少控制,从而始终得到高质量设计。这种高效性将开发者从耗时费力的误差函数调整工作中解放出来,从而将更多的精力投入到更有价值的工程实践中。

## 了解更多

有关更多信息,请访问: <https://www.synopsys.com/zh-cn/optical-solutions/codev/application-gallery.html>。

# 分析、公差和制造支持

CODE V为光子系统提供了一系列实用功能，比如梯度折射率材料、偏振光线追迹和镜头阵列等。



## 分析

CODE V的分析算法因其准确性和速度而备受认可，其测量结果能够与实际硬件相媲美。数以万计制造完成的客户设计、超过150人年的内部工程经验以及每天数千个开发测试用例，保障了CODE V性能预测的质量，即使在复杂的光学系统中也能稳定发挥。

CODE V具有一套丰富的分析功能，包括：

- 众多的诊断评估选项（如横向光线像差或OPD曲线）
- 众多几何和基于衍射的图像评估选项（如点列图和MTF）
- 非序列光线追迹
- 偏振光线追迹，包括双折射材料建模
- 通用衍射光束传播
- 部分相干的一维和二维图像分析
- 光纤耦合效率
- 照度分析
- 热红外冷反射分析
- 二维图像模拟

CODE V的光束传播分析可准确预测光学系统中任意位置的衍射光束强度、振幅和相位特性。光束合成传播（BSP）最初为应对NASA类地行星搜寻任务中的严苛准确性挑战而开发，在准确性、效率和易用性方面树立了行业标准。它采用基于子波束的特有增

强算法，旨在对通过光学系统传播的衍射波前进行超精确、超高效的建模。BSP的突破性预分析功能会自动根据镜头系统推荐分析设置，并在尽可能短的时间内给出准确答案。

在受到完全相干到完全非相干的光照时，部分相干分析功能可以预测一维或二维物体的图像结构。对于光子系统，可以预测衍射图像进入单模光纤的光纤耦合效率，包括光纤错位和端面切割角度的影响。

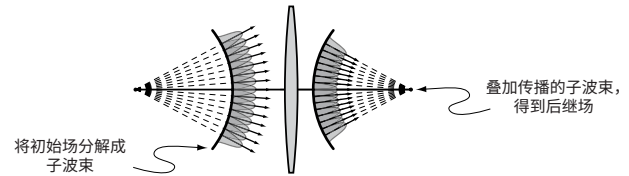
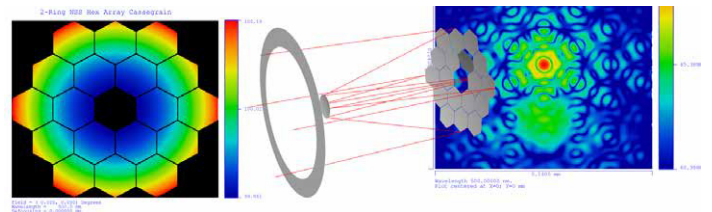


图6：光束合成传播使用基于子波束的波束波动播算法，其光束传播分析结果比现有其他商业工具要更精确、更高效。



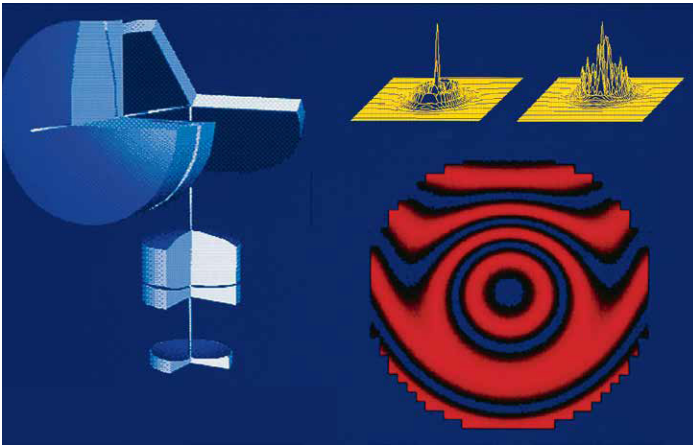


图7: CODE V采用先进算法, 确保横向光线像差曲线、光瞳图、点列图、MTF曲线和点扩散函数图获得高度精确的结果。

CODE V支持COM, 并可用作其他支持COM的应用程序的服务端, 用于执行特定的分析任务。CODE V的Macro-PLUS是一种功能强大且简单易学的宏编程语言, 可访问广泛的镜头结构数据和分析输出, 能够大幅简化重复性任务, 并支持高效生成折线图和曲面图等自定义分析。

大多数CODE V分析选项的输入都可以自定义, 但开发者不需要考虑所有的选择。我们基于对计算算法的软件知识和对实际问题中合适默认设置的工程经验, 为所有选项提供了智能的默认输入设置。开发者可以信任CODE V的结果。

## 公差和制造支持

CODE V用于设计硬件所需的光学器件, 并拥有许多先进的功能, 可帮助开发者缩短产品上市时间, 并在设计投入制造前解决生产问题。开发者可以安心交付性能出众的竣工光学设计, 并且可以确保产品的经常性和非经常性成本均降至最低。具体功能包括:

- 结果准确且速度超快的公差分析功能, 使用CODE V的专有波前微分算法实现
- 在优化中访问波前微分算法, 用于直接优化竣工均方根波前误差
- 奇异值分解算法, 用于确定更高效的补偿设定

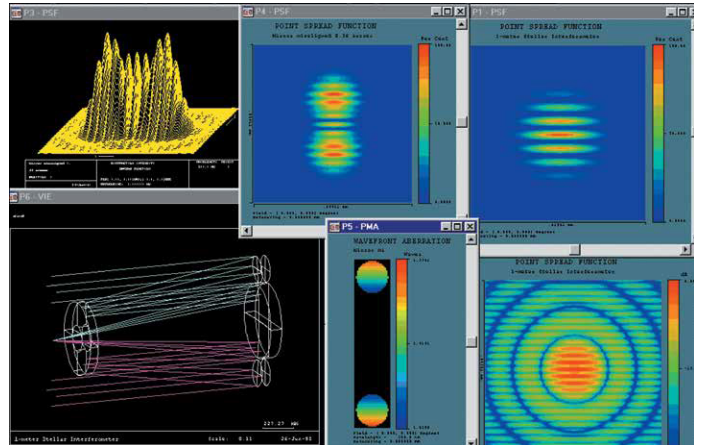


图8: 恒星干涉仪显示了使用到了非序列表面光线追迹和衍射分析功能由独立孔径产生的干涉条纹。

- 交互式公差电子表格, 用于修改公差值并立即查看其对系统性能和补偿器运动的影响
- 传统有限差分法和蒙特卡洛公差分析支持
- 干涉图接口, 用于将测量的干涉图应用到系统模型
- 基于实际干涉图分析的自动系统校准优化
- CAD导出, 支持IGES、SAT和STEP文件格式
- 机械变焦镜头CAM计算
- 镜头元件重量和成本分析 (材料和制造成本)

CODE V的敏感度和反转敏感度 (自动误差预算) 公差分析功能基于可测量的性能指标, 如均方根波前、MTF、畸变、泽尼克波前系数等。可以声明多个补偿器, 如果需要, 也可以限制补偿部分公差。同时还可以包括视轴补偿。

CODE V的干涉图接口支持导入测量的表面变形或系统波前数据, 并将其作为镜头模型的一部分。CODE V的校准优化功能使用测量的波前数据自动引导实际光学系统的校准过程。当开发者希望打造自己的光学设计时, 无论目标市场是个人、企业还是政府, CODE V都能够凭借所集成的设计、分析和制造支持功能, 成为开发者进行光学设计的得力助手。

# CODE V功能清单

## 用户界面元素

- LDM镜头数据表
- 表面属性对话框
- 系统数据对话框
- 用户检查数据表格
- 新建镜头向导
- 导航窗口
- 标准菜单与工具栏
- 自定义工具栏 (包括用户宏程序)
- 分页输出窗口
- 撤销与恢复功能
- 强大的帮助功能
- 命令行输入窗口
- 交互式自定义绘图

## 镜头输入与编辑 (LDM)

- 数据表输入或指令输入
- 自带范例与专利镜头搜索
- 现货元件
- 内置棱镜模型
- “黑盒”镜头模型
- 拾取与求解
- 变焦/多重结构系统
- 偏心/倾斜系统
- 元件阵列
- 非序列表面建模
- 真实无焦系统建模
- 内置玻璃目录 (包括UV/IR材料)
- 梯度折射率材料
- 多层镀膜
- 光瞳切趾
- 表面或光瞳的干涉测量数据: 网格, Zernike\*, 与用户自定义
- 线性偏光片与相位延迟片
- 双折射材料
- 特殊表面类型
- 圆柱面与超环面
  - 二次曲面与超二次曲面
  - 旋转对称/XY/变形非球面
  - 衍射光学面
  - Fresnel透镜表面
  - CAD表面
  - Q2D自由曲面
  - 切比雪夫自由曲面
  - 用户自定义面型
  - 更多其它表面类型

如需了解更多信息, 请发送邮件 [optics@synopsys.com](mailto:optics@synopsys.com)

## 诊断分析功能

- 近轴光线追迹
- 真实光线追迹
- 像差曲线图
- 高斯光束追迹
- 三阶/五阶/高阶像差
- 像散与场曲
- 畸变
- 光瞳图
- 视场图 (包括Zernike多项式)
- 光线痕迹图
- 猫眼效应图
- 双眼FOV图

## 优化功能

- 光线, 波前, MTF, 或用户自定义的误差函数
- 局部优化或全局合成
- 精确约束控制
- 超过60个标准约束类型
- 用户自定义约束
- 高效的玻璃优化, 包含UV和IR波段
- Zernike系数优化
- 玻璃专家
- 非球面专家

## 图像评估功能 (\*包含偏振)

- 点列图
- 几何径向能量
- 象限分析
- 探测器分析
- 双目分析
- RMS波前误差
- MTF (vs. 频率, vs 焦点) \*
- 点扩散函数 (PSF) \*
- 线扩散函数 (LSF) \*
- 波前分析
- 圈入能量\*
- 探测器能量\*
- 一维及二维部分相干分析\*
- 光纤耦合效率
- FFT光束传播
- 光束合成传播
- Bragg衍射效率
- 二维图像仿真

## 制造与公差功能

- 制造参数
- 镜组显示:
  - 一般 (二维、三维隐藏线)
  - 实心模型
  - 镜组与元件制图
- 公差分析:
  - MTF/RMS
  - 畸变
  - 主要像差
  - 用户自定义公差
- 价格分析
- 重量与重心分析
- 自动套样板
- 变焦凸轮设计
- 自动调谐分析
- IGES/STEP/SAT CAD 格式输出

## 其他功能

- 强大的Macro-PLUS语言
  - 提供许多宏
  - 内建FFT与其他数学函数
- 环境分析 (包括温度与压力)
- 照明分析
- 多层镀膜设计/分析
- NASTRAN接口宏
- 光谱分析
- 透射分析
- 鬼影分析
- Narcissus分析
- 用户自定义绘图
- 提供COM API接口, 可与其他支持COM的软件连接, 如: MATLAB®或Microsoft Excel®
- 关键光学算法支持多核计算

## 了解更多

如需更详细地了解CODE V和申请演示, 请访问<https://www.synopsys.com/zh-cn/optical-solutions.html>, 也可发送电子邮件至 [optics@synopsys.com](mailto:optics@synopsys.com)。

