

# 最专业的热流分析软件

## SINDA/FLUINT

SINDA/FLUINT 是一个应用于复杂系统热设计分析和流体流动分析的综合性有限差分、集总参数（电路网络类型）软件。由世界著名的美国 Cullimore & Ring 公司开发。在全世界有超过 25 个国家、500 多个单位使用此软件。应用领域包括航空航天、电子、石油化工、生物医药、汽车等行业。SINDA/FLUINT 包括两大主要部分：前后处理模块，求解器模块。强大的求解器 SINDA/FLUINT 能求解各类复杂的热流问题。完善的前后处理器，给用户更方便更专业的操作。

多年以来，SINDA/FLUINT 已经在航空航天业界提供给用户最可靠的传热与流体流动设计分析服务。所有的 NASA 用户都使用此软件，参与 NASA 国际空间站合作项目的客户都必须使用 SINDA/FLUINT 软件进行热设计。SINDA/FLUINT 软件是一个综合性的、通用的设计与分析工具，能够模拟电子、汽车、石油化工、航空航天等领域内存在的复杂的热/流体系统的传热过程。几十年来，软件的能力和可靠性一次次被证明。

SINDA/FLUINT 软件的快速、易用特点能为客户节省时间和金钱，也能在模拟过程中增进您对复杂系统的理解。您全面掌控系统中的重要参量，控制软件以最有效率的途径达到设计要求。另外，软件是开放的、可延展的。您可以根据喜好选择建模和施加控制的办法，可以自由决定设计精度和模型简化程度，可以控制输出以选择您最关心的计算结果，甚至于您能加入您自己的程序以处理独特的或新出现的复杂问题，您还可以将重复性的工作交予程序处理，以提高您的工作效率。

SINDA/FLUINT 获得过 **NASA Space Act Award**（美国航空航天贡献奖）。2005 年，NASA 全机构推广了 SINDA/FLUINT 软件理论与技术成果，并有史以来首次全机构集体购买了整套软件——SINDA/FLUINT 软件。

### SINDA/FLUINT 包括以下几个模块：

➤ SINDA/FLUINT：专业的热/流体求解器

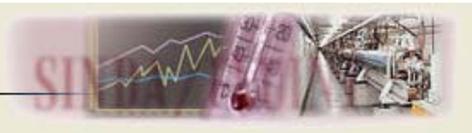
- SinapsPlus® : 前后处理软件——图形界面、示意图类型
- Thermal Desktop® : 前后处理软件——图形界面、基于 AutoCAD 几何体
- RadCAD® : 基于 PC 版 AutoCAD 的热辐射模块
- FloCAD® : 基于 PC 版 AutoCAD 的热 / 流体分析模块
- EZ-XY®Plot Utility : 基于 PC 版的绘图软件包

CULLIMORE & RING 公司提供了以上一系列软件工具, 能够帮助您处理您所面对的所有传热和流体流动的模拟问题。以我们的核心求解器——SINDA/FLUINT 为基础, 我们提供了基于几何体 (Thermal Desktop®, FloCAD®, RadCAD®) 和非几何体的 (SinapsPlus®) 用户图形界面工具软件, 它们能够建立和分析任何热/流体系统。

我们致力于提供软件工具——它们不仅能帮助传热和流体流动设计工程师得到分析结果, 而且更主要的还要获取整个系统的解决方案。无论您采用哪个系列的软件包, 您都能应用高级应用技巧, 从而跳脱传统的稳态和瞬态模拟的“一问一答”的点框架的束缚, 进入到真正的设计优化和统计分析的王国。而且, CULLIMORE & RING 也是目前最为全面的两相流体热工水力分析器。

## SINDA/FLUINT

### SINDA/FLUINT



SINDA/FLUINT 基于离散化的经验公式、综合利用了有限差分 (FD) 真实曲面/曲面辐射和有限元 (FEM) 导热网格快速生成的优点、建立完善了流体的“lump-ties”集总参数理论, 由 CULLIMORE & RING 公司开发出了强大的求解器 SINDA/FLUINT 和一个功能完善的 3D 前后处理器 Thermal Desktop。热流体工程中的热辐射 (热光学)、流固耦合传热分析、复杂管网及水力件、热管、压缩循环, 多相/多组分流动 (自动判别流域变化/临界热流/临界流)、旋转机械、水锤、线面接触热阻、隔热绝热材料、导热强化措施、多轴旋转或多自由度平移辐射、翅片/泵/压力损失件模拟、物理化学反应热 (相变与烧蚀) 分析, 半导体制冷等, 模拟领域涵盖了工程应用的方方面面。

SINDA/FLUINT 软件提供的是一个强大的离散工具,工程系统通过它可以完成由几个节点到百万级节点的转换,使用者的角色可在系统设计师和部件分析师之间随时转换;SINDA/FLUINT 提供的是一个强大的求解工具,它具有简洁的理论基础和开放的用户界面,能让用户处理崭新的工程课题;SINDA/FLUINT 还是一个智能机,它有内嵌的函数,也有开放的接口,全参数建模、多变量约束、能实现在指定目标和约束下的自动寻优。SINDA/FLUINT 智能分析已经实现工程化应用,而不再是其它软件那种仍处在实验室或小模型应用阶段的“宣传”功能,软件所基于的理论和技术支持“模型缩放不影响计算准确度”,这也使得 SINDA/FLUINT 可以不对硬件提过高要求而完成工程急需的设计优化工作。

## SINDA/FLUINT的特点

- 辐射、导热、对流换热;
- 从设备级到系统级的性能模拟(同一设备在系统级为一个节点,在设备级节点数目可上万,且这种映射存在于同一个模型内!);
- 稳态和瞬态换热和流体流动模拟;
- 支持高层决策——高级应用:
  - 目标定位:给出达到理想设计所需的变量输入(不用再凭拍脑袋下设计指标了!);
  - 给出多变量系统在任意复杂约束下的优化结果;
  - 模型根据实验数据自动修正;
  - 可靠性分析能量化系统设计的可靠度;
  - 能给出满足可靠性要求的最稳健的设计,智能地平衡成本与风险。
- 子模型的采用,易于模型的组织管理、不同模型的合并;
- 物性参数能随时间和温度变化;
- 可自主决定用户逻辑与模型是否同时执行;
- 可由用户自定义求解技巧、求解顺序、精度水平、输出格式与内容:
  - 例子:迭代 vs. 稀疏矩阵求逆;单 vs. 双精度;
  - 策略、控制等,在不同的子模型内可以不同;
- 方便地累积计算(Restart)和参数化分析选项;
- 与 EZ-XY@Plotting Utility 兼容;
- 自动的内查数据表和用户变量(registers):
  - 便于模型的维护:集中修改;
  - 使得“what-if”类多工况对比、参数扫描和敏感性分析成为易事;
  - 以输出定义输入、以计算时间定义输入;
  - 软件提供了最常见的用户逻辑,可直接选用;

- 广泛的辅助库函数（恒温加热器、相变材料、数学工具等）
- 耦合换热效应的多流体流动网络模拟；
- 深入的流体流动模拟：
  - 用户可自定义流体物性；
  - 常用的泵、阀门、管道模拟；
  - 单相和两相流动：
    - ✓ 沸腾与冷凝；
    - ✓ 气液两相流动中的均匀流或滑移流动；
    - ✓ (Homogeneous flow) (Slip flow)；
    - ✓ 多相流中的自动流域匹配；
    - ✓ (泡状流、段塞流、环形流、层状流)；
  - 纯流体，气体混合物、液体混合物、气液混合物
    - ✓ 可凝结/可挥发的混合物（湿空气动力学等）
    - ✓ 非凝结气体的溶解/演化
    - ✓ 非平衡态两相体积 (Nonequilibrium two-phase volumes )
    - ✓ 临界流量检测与模拟 (Choking detection and modeling)
    - ✓ 水锤与声学；
    - ✓ 随时间和方向变化的体力 (Body forces)；自然对流；
    - ✓ 简化假设与对称性的利用；
    - ✓ 灯芯 (wick) 与其它毛细设备；
    - ✓ 控制容积的细分 (例如：分层-stratification)；
    - ✓ 在高速流动中的动能传递；
- 提供了示意图类型的前后处理器 (SinapsPlus®)；
- 提供了常见设备和现象的模拟程序，可直接调用；
  - 热管，恒定和变热导率热管；
  - 烧蚀、融化、升华
  - 半导体致冷
  - 阀门

SinapsPlus®

SinapsPlus®

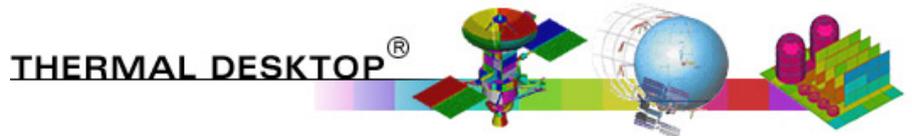


SinapsPlus®是 SINDA/FLUINT 的前后处理软件。用户以绘示意框图形式在屏幕上画出热/流体回路网络，赋以有效的输入，调用 SINDA/FLUINT 求解器，然后在原有的示意图上后处理显示计算结果。

## SinapsPlus 的特点

- 能够在 SinapsPlus 界面下完成 SINDA/FLUINT 的输入、校验、运行和后处理工作;
- 能直接绘出热流体网络构成框图, 使用弹出菜单和按钮创建输入;
- 计算结果显示在用户创建的绘图板上;
- 根据输入输出以颜色/阴影形式自动显示数据变化;
- 能绘制 X-Y、柱条、极坐标图 ;
- 能读入 SINDA/FLUINT 已有模型;
- 能很容易地管理大型 SINDA/FLUINT 模型;
- 能完成跨平台模型管理和计算。

## Thermal Desktop®



## 基于 CAD 系统的建模工具

Thermal Desktop 基于 AutoCAD 软件环境, 用户可以直接使用已有几何或 FEM 模型, 也可以这些模型为参考, 通过“自动抓取关键点”快速生成 Thermal Desktop 的有限元、曲面和实体, 完成热模型设计和前后处理工作。

Thermal Desktop 集成了 TRASYS 类型的有限差分参数曲面和 AutoCAD 类型的有限元体模拟传热问题, 因此软件能发挥两者的特长, 满足复杂换热问题对模拟过程的不同需求。Thermal Desktop 所具有的直观图形界面和易用特征减轻了建模者的负担, 而其生成的 SINDA/FLUINT 格式的“热容—热导”网络模型, 在建模者的调整和配置下, 可完成复杂系统的优化设计、实验数据自动修正、可靠度分析等工作, 为工程师和决策部门提供科学、定量的决策依据。

Thermal Desktop 可独立运行 (不需预安装 AutoCAD 软件), 也可作为 AutoCAD 的插件模块使用, 用户可根据需要定制。

Thermal Desktop 软件包括以下两个模块:

- RadCAD: 高温或真空环境下的热辐射分析软件模块
- FloCAD: 流体回路模拟、物体表面的强迫和自然对流换热等。

## Thermal Desktop 功能及特点

- 图形界面下的接触热导、隔热、热载荷和加热器模拟;
- 支持数据表类型的参数化设计, 能定义任意复杂的表达式作为输入, 而不是传统的常值输入, 这使得复杂模型的调整可以通过简单改动即可实现;
- 方便地进行敏感性分析和快速考核多种可能工况;
- 能在图形界面下调用 SINDA/FLUINT 的优化和可靠度分析模块, 进行尺寸、布局、热物性选择和优化, 寻求最佳工况组合、确定极端设计工况;
- 根据实验数据自动修正模型;
- 随机量的概率统计功能;
- 多松弛变量输入, 目标函数和逻辑设置;
- 材料热物性数据库;
- 恒定或随温度变化的热容和热导;
- 非各向同性导热;
- 能在任何单位制下工作;
- 有限差分参数曲面, 如锥面、柱面、球面、抛物面、矩形面、多边平面、椭球面、椭锥面、椭柱面、偏置抛物面;
- 有限差分固体, 如立方体、柱体、球体;
- 有限元——三角形、四边形、四面体、楔形体、立方体;
- 边节点 edge node 曲面能在锥面、柱面、立方体、球面或抛物面间的整个空间沿展成体;
- 能在图形界面上通过 Case Set Manager 完成从几何定义到结果处理的所有操作;
- 能快速定位节点及相关属性;
- 全面的 3D 温度、热容、热流率等参量的后处理显示功能;
- 与 EZ-XY@Plotting Utility 完美集成;
- 导热、对流、辐射等多种节点和热导类型;
- 多层隔热材料 (MLI)、泡沫材料、烧蚀材料模拟;
- 加热器模拟;
- 超级节点和超级网络 (用于简化复杂 FEM 热模型);
- 自动计算非完全重合面接触热导和线接触热导;
- 与 SINDA/FLUINT 集成;
- 提供传统的有限元功能, 比如显示自由边、合并重合节点、隐藏内部固体表面和由几何体生成附体曲面等;
- 单点与多面间的热导连接 (模拟对流换热);
- 动画生成 (avi)、航天器在轨动态显示等;
- 多轴转动机构, 边计算边 3D 显示结果;
- 泵、风扇、阀门、三通、弯头等水力件模拟; 液固耦合模拟;
- 热管、冷板、换热器、旋转机械模拟;

- 热光学能量统计, 太阳、红外灯阵布局, 空间遮挡模拟;
- 模拟半导体致冷装置;
- 多样的用户评价功能 (彩图、动画、曲线等), 便于文档生成;
- 内建的自然对流关联式。

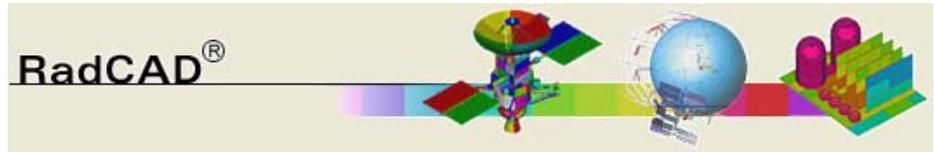
## CAD 建模技术

- 自动抓取关键点;
- 拖放编辑;
- 线框图、遮挡图、渲染显示;
- 布尔表面操作;
- 旋转面;
- 沿展面;
- 镜对称面;
- 放大或缩小;
- IGES 格式输入
  - Thermal Desktop 完全版内建;
  - AutoCAD Mechanical 提供;
- 层管理;
- 多种视图;
- 自定义光源。

## 输入输出功能

- TRASYS 输入输出
- Nevada 输入
- IDEAS 输入
- FEMAP 输入
- NASTRAN 输入
- ANSYS 输入
- NASTRAN 和 ANSYS 温度分布输出
- TSS 输入输出
- IGES (集成 CAD 的完全版、Mechanical Desktop)
- STEP (Mechanical Desktop)
- STEP-204 (集成 CAD 的完全版、Mechanical Desktop)
- STEP-209 输入输出
- TASPCB 输入

RadCAD®



## RadCAD 热辐射分析模块

热辐射分析模块 RadCAD 能与 Thermal Desktop®一起使用，也能独立存在。

软件采用蒙特卡罗光线追迹理论计算二次曲面间的角系数、辐射换热热导、热流率。

RadCAD 计算结果直接导入 SINDA/FLUINT 软件。RadCAD 是世界上第一款能集成任意 CAD 曲面与参数化曲面（类似于 TRASYS）的热辐射分析软件。

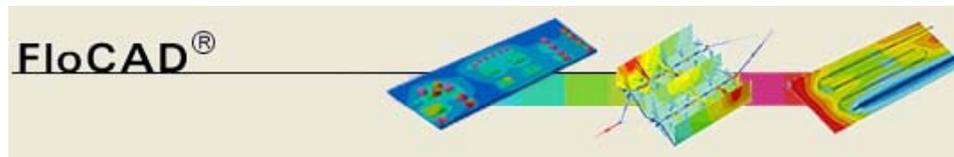
## RadCAD 功能

- 计算角系数、辐射热导、环境热流。
- 蒙特卡罗光线追迹与高级辐射率算法计算热辐射
- 具有专利的改进型 Oct Cell 技术，极大地提高了计算速度
- 真实几何曲面
- 镜曲面和漫射曲面
- 角度依赖的曲面属性
- 动态变化的几何模型；对地、对日和定点指向功能
- 完整的轨道图形演示工具包、基本和开普勒轨道输入
- 能显著节省计算时间的分析组（Analysis groups）功能
- 有助于数据库管理的光学属性假名功能（Optical Property Aliases）
- 透明体的折射模拟
- Oct Cell 功能优化：能自动判别最佳的子单元划分和每一子单元应有曲面
- 转动关节能在用户指定的轨道位置区间工作
- 用于抛射（转移）轨道定义的矢量列表法（Vector List）
- 模拟任意位置处红外/太阳灯的光源定义功能
- 快速旋转曲面模拟
- 轴对称/镜对称面
- 在已有计算结果基础上自动判别能否续计算（Restart）
- 提供了自由分子流加热（Free Molecular Heating）算法，用于运载上升期间热负荷的计算
- 用于辐射模型检错的“搭边”曲面快速检验算法

## 输入输出功能

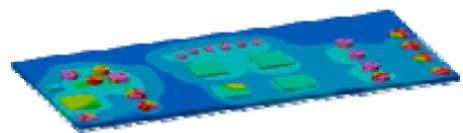
- TRASYS 输入输出
- Nevada 输入
- STEP-TAS 输入输出
- IDEAS 输入
- FEMAP 输入
- STEP-209 输入输出
- NASTRAN 温度结果的输入输出
- TSS 输入输出

FloCAD®

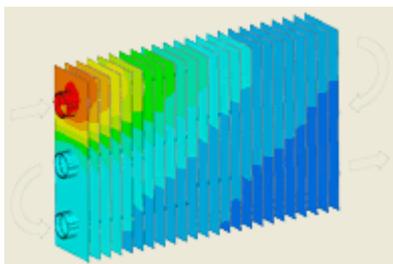


FloCAD 是 Thermal Desktop®软件的一个模块，它能帮助用户在 CAD 环境下建立和集成流体和热系统。与 Thermal Desktop 一样，FloCAD 是提供给 SINDA/FLUINT 的图形化用户界面。FloCAD 软件建立流体子模型的机理与建立热模型的机理十分相似，许多命令在两种类型的子模型内通用。

FloCAD 能模拟风冷和水冷电子设备，包括风扇和对流换热器，这些冷却设备能直接安装在 PCB 板、芯片等模型的曲面和实体上。



电路板模型



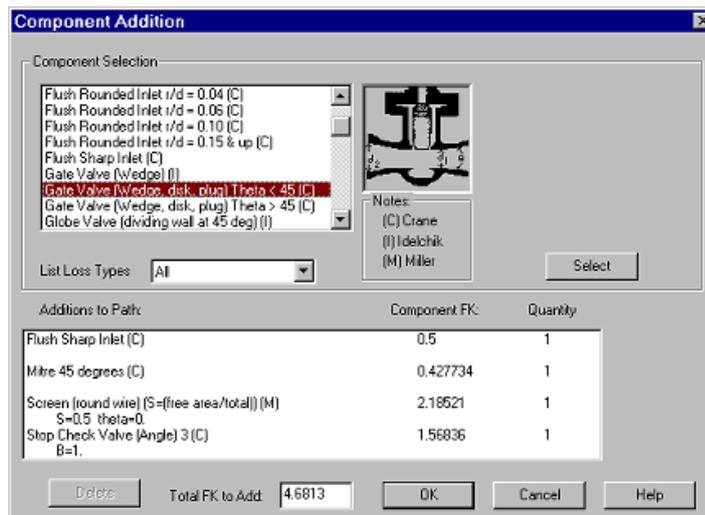
基于 CAD 的冷却器模型

软件设计任务之一就是满足电子机箱等设备的热设计需求，但是既然软件提供了与强大和通用的热工水力软件 SINDA/FLUINT 的接口，FloCAD 同样也能很好地应用在其他行业领域。

FloCAD 完全兼容 Thermal Desktop 功能, 包括完整的参数化设计 (使用扩展表类型的变量和任意复杂的表达式作为输入, 而不是固定数字), 这使得能用简单操作就能完成复杂模型的管理工作, 也意味着模型的升级与维护非常的容易, 同样能轻松完成的还包括敏感性分析和各种工况的评估工作 (What-if Scenarios)。软件也提供了与 SINDA/FLUINT 优化和可靠度分析功能的接口, 这能帮助用户完成组件尺寸优化、最佳工作工况寻找、极端工况 (设计工况) 自动确定、自动根据实验数据标定模型以及不确定量的统计学分析等。

## FloCAD 的特点

- 生成流动网络、计算 SINDA/FLUINT 所需的对流换热系数;
- 后处理显示温度、压力、流率, 生成直观、生动的后处理图像;
- 比 CFD 方法快很多的建模和计算, 使得多种方案对比、尺寸优化、敏感性分析、实验数据标定等工程实用问题能很好解决;
- 不同于非几何体的流动网络模拟方法, 流体模型能与 2D/3D 几何热模型很好结合;
- 流体能与热曲面自动建立、分配对流连接 (FLUINT “ties”);
- 具有 FLUINT 所有流体网络模拟功能, 常用组件所需的输入非常简单
  - 风扇和泵
  - 流道 (静止或旋转) 和管路
  - 滤网和压力损失单元
- 包括干空气、湿空气 (舒适度)、水、水/酒精、氨水、PAO 等流体在内的任意工质, 同样用户可自定义流体;
- 通过提供完整的 CAD 几何和模型建立功能, 并保留热分析所特有的好的模拟技巧, 使得我们的用户能与其它系统同步工作。
- 输入和输出 IGES 和 STEP 格式的 CAD 几何体;
- 能直接利用 CAD 几何, 也能快速抓取关键点建立热模型;
- 除传统的对话模式输入外, 能利用拉伸和变形功能直接在屏幕上修改模型;
- 提供真实曲面: 锥面、球面等, 避免了用平面单元拟合曲面单元出现的成千上万的小平面;
- 输入 TRASYS、TSS、STEP-TAS 和 Nevada 几何模型;
- 参数化建模: 用户自定义的变量、表达式和数据表;
- 与 SINDA/FLUINT 的动态链接, 能在运行进行中重新计算、完成逻辑判断、参数调用、优化和统计学分析;
- 常见接头的 K-factor resistance 工具;



- 计算流程和流动面积的辅助工具（能识别、利用已有几何体）；
- 便于 FloCAD 操作的工具栏；
- 有助于高效建模的强大 CAD 功能
  - 布尔操作、旋转、拉伸曲面；
  - 层管理；
  - 能存储/唤出的多视图功能；
  - 快速抓取实体建模；
  - 拖放模型编辑；
  - 用户定义的光源；
  - 线框图、遮挡图、渲染图；
  - 多重撤销上次操作命令；
- 基于非昂贵的微机平台；
- 提供 step-by-step 教材，非常易于学习和掌握；
- Expansibility: FloCAD 是 CULLIMORE & RING 公司的基于 CAD 系统的 Thermal Desktop® 软件的可选模块，Thermal Desktop 处理曲面和实体间的导热和热容问题，能设置任意（非几何体）节点，通过创新的自动网络简化技术使得软件能支持 FEM 模型，热计算结果能匹配到热应变计算软件，如 NASTRAN、FEMAP®、IDEAS/FEA®、IDEAS/TMG®。
- 同时提供：用于热辐射计算的 RadCAD® 模块；

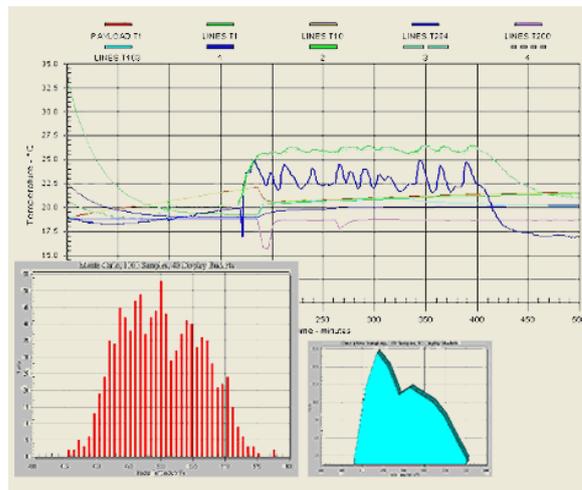
## UTILITIES



除了主产品, CULLIMORE & RING 公司也根据需要, 不断推出一些工具软件以便于我们产品的更好使用。

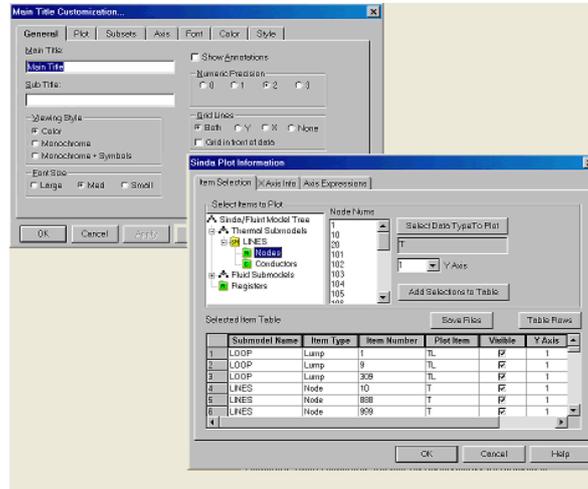
### EZ-XY® Plotter

EZ-XY®是一个独立的绘图工具软件, 但也和 SINDA/FLUINT®和 Thermal Desktop®一起分发, 它可作为 SINDA/FLUINT、Thermal Desktop、RadCAD®、FloCAD®软件信息的图形化处理工具, 也可完成文本信息文件的绘图工作。



EZ-XY 的每一个绘图窗口都是独立的, 并且能显示不同的信息。在 Thermal Desktop 后处理中, 每一张图显示的信息都由一组相关数据控制。多个 data set 能使用同一张图, Sinda/Fluint 的每一个 data set 可以调用多个存储文件。这使得一张图可包含多种信息。

一旦绘图完成后, 可通过多种方式调整和管理, 用户能修改坐标轴、添加注释、保存文件。再次打开后、绘图将根据相关数据自动更新。



来自不同源文件的数据以 data set 形式组合和管理。例如, 一组 data set 代表实验数据, 一组 data set 代表分析数据, 两者能绘在同一个图上以实现比较。

## Excel 绘图模板

CULLIMORE & RING 公司提供了基于 Microsoft 的 Excel 绘图模板, 这个模板采用 EZ-XY Plotter 的数据管理器, 用户能调用存盘文件, 完成热流率、换热系数、辐射热导等参数的管理和绘图显示工作。这个模板只能兼容 SINDA/FLUINT 4.5 版本以上的存盘文件。

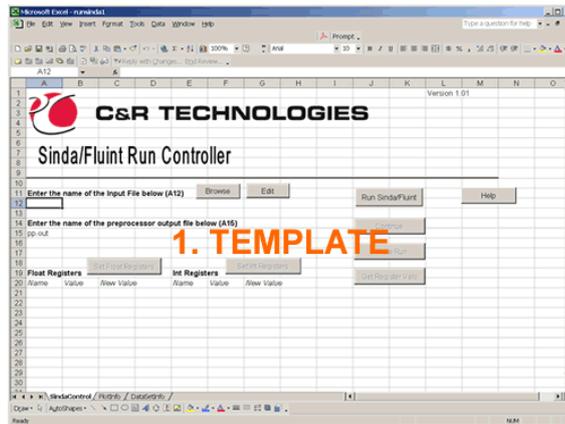
## Excel 模型控制界面

Microsoft Excel 和 SINDA/FLUINT 这类热分析软件在一起的时间已经很长了, 许多年来, 尤其在现代的图形用户界面还未出现时, 具有创造性的用户已经使用 Excel 和其它表格类软件用于部分热模型的建立了。

CULLIMORE & RING 公司提供了 Excel 模板用于调用、控制、联系 SINDA/FLUINT 及 Thermal Desktop。高级用户能轻松修改此模板以产生能控制任意复杂热/流体方案的自

定义的 GUI。在用户已经有了 Thermal Desktop 图形或带有适当参数的 SINDA/FLUINT 输入文件时,通过适当的调用初始化 COM 连接和数据交换,这时 Excel 表就能重新安排或根据需要扩展了。

作为一个例子,用 SINDA/FLUINT Excel 界面产生了回路热管模型,并提供了相关下载。



## Sinda 模型转换器

主要功能是完成 Sinda/G®模型或老版本 CINDA 模型向 SINDA/FLUINT 模型的转换。