

F-Theta激光扫描系统

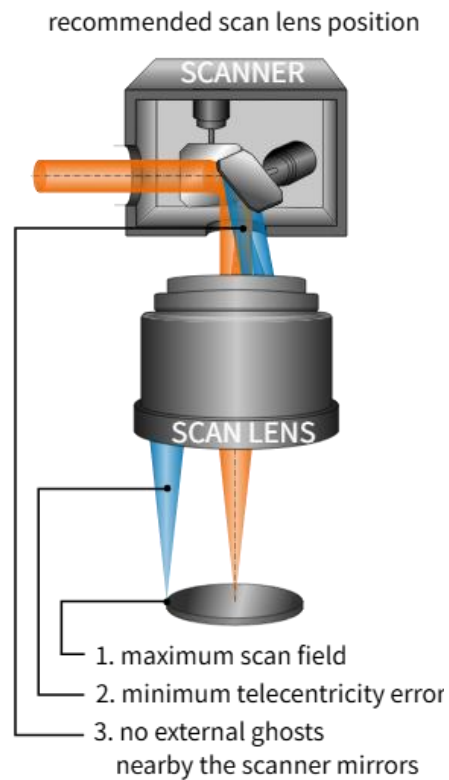
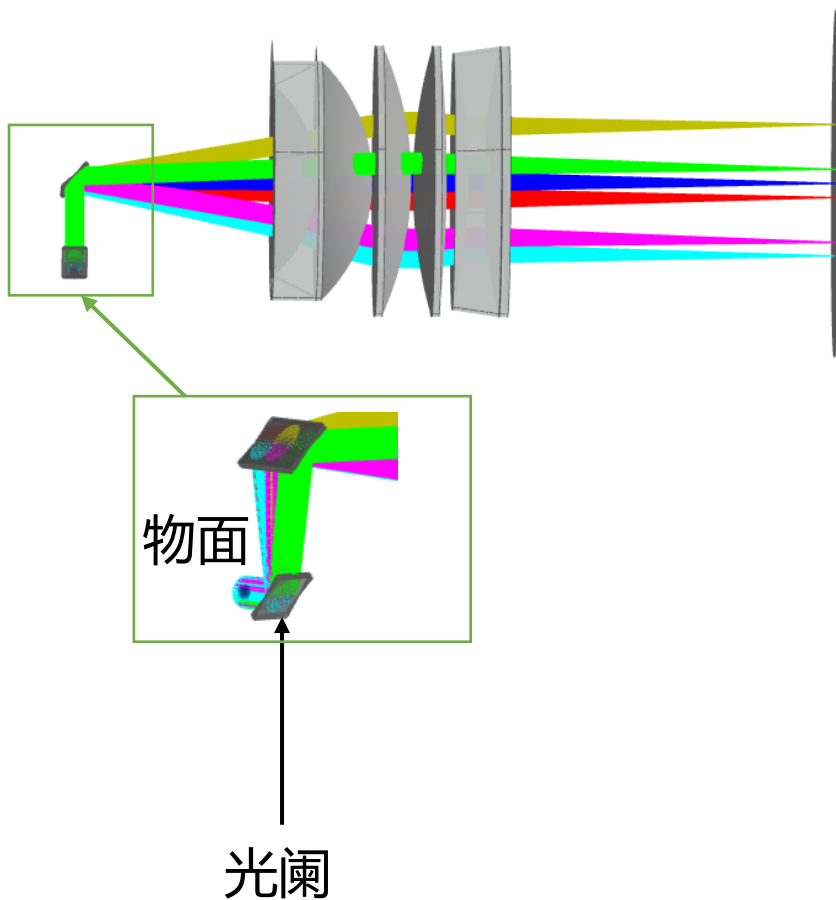


图1: 激光扫描系统 [1]

F-Theta激光扫描系统广泛应用于激光加工、精密打标与快速成型等领域，凭借其平像场设计与动态聚焦补偿，实现了高速扫描与线性像高的结合，具有扫描线性度高、聚焦光斑均匀和全场像质稳定等优点。在本案例中，将通过设计一个典型的包含振镜扫描组件与F-Theta扫描物镜的激光扫描系统，演示在VLU中的光学设计流程，包括初始结构建立、像差分析、评价函数定义、优化。



像面

- 最大RMS光斑半径

物体规格:

- 平面波尺寸: 由入瞳直径定义
- 波长: 1.064 μm
 - 推荐1.064 μm
- 视场: 由角度定义
 - 推荐使用 $(0^\circ, 0^\circ)$

系统规格:

1. 入瞳直径: 5 mm

额外系统限制:

1. 扫描区域: 35 \times 35 mm
2. 物镜组总长: 50 – 60 mm

像质要求:

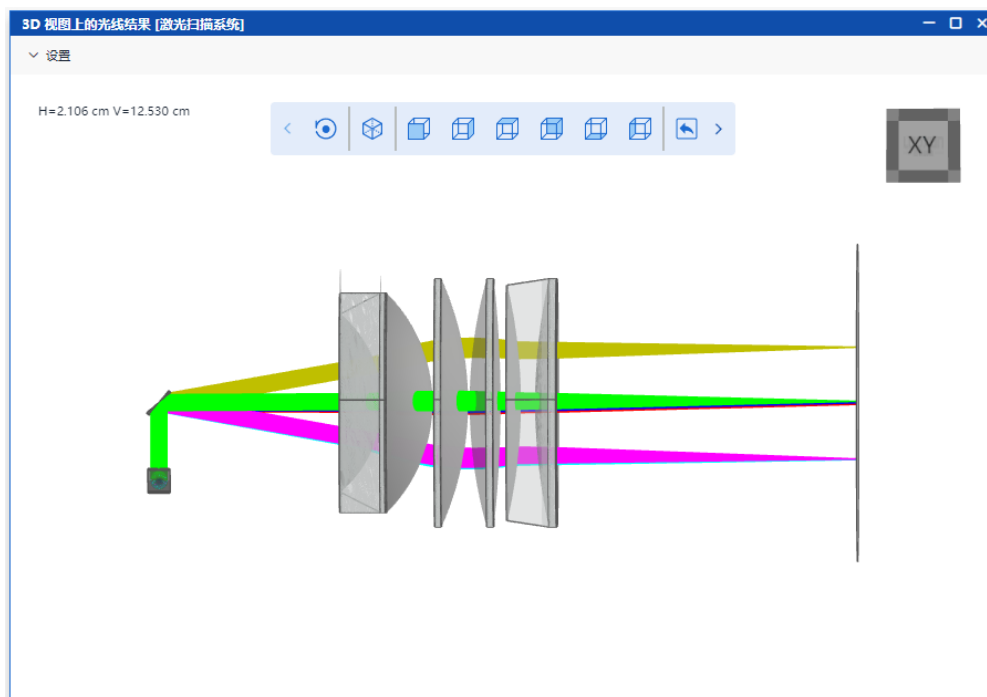
1. 所有结构最大RMS光斑半径: $\rightarrow 1$ DL

加工要求:

1. 物镜组最小玻璃/空气中心厚度: 0.1 mm
2. 物镜组最小玻璃/空气边缘厚度: 0.1 mm
3. 物镜组最小玻璃中心厚度: 2.5 mm

设计结果

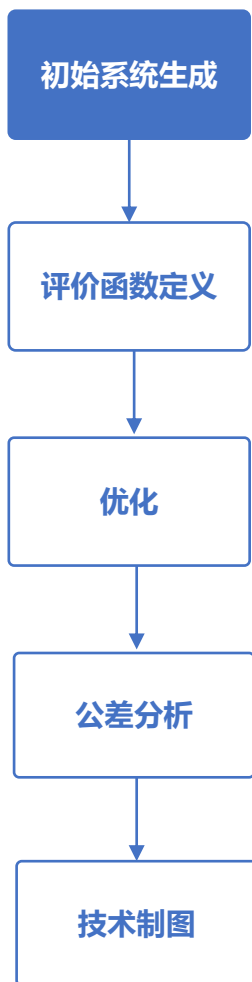
- 设计结果如下，像质，[系统规格](#)、[额外系统限制](#)以及[加工要求](#)均满足预期设计目标。



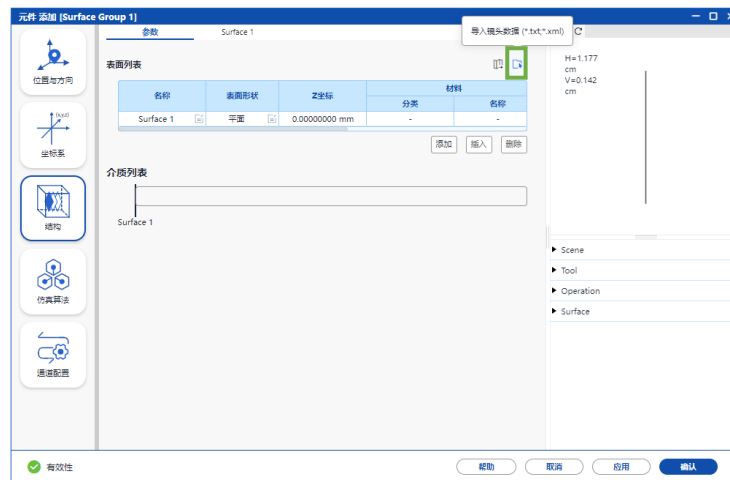
优化后系统的3D光线追迹视图

像质要求	初始系统	优化后的系统	目标
1. 所有结构最大RMS光斑半径	28.119 um	11.483 um	→1DL (26.086 um)

工作流程

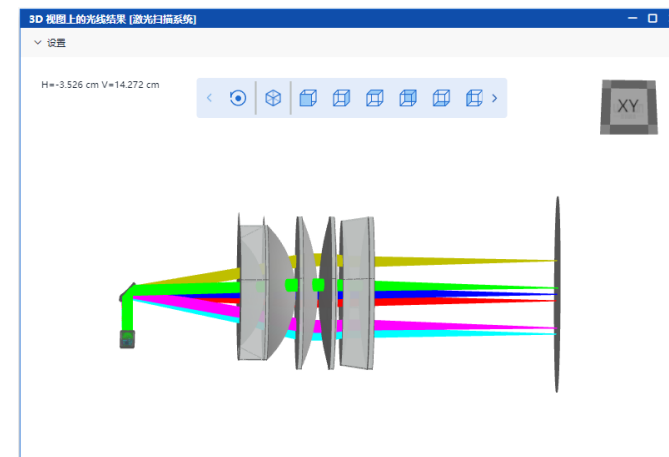


- 根据案例说明，可以选择《近代光学系统设计概论》中提供的“FT-7”镜头作为初始系统：

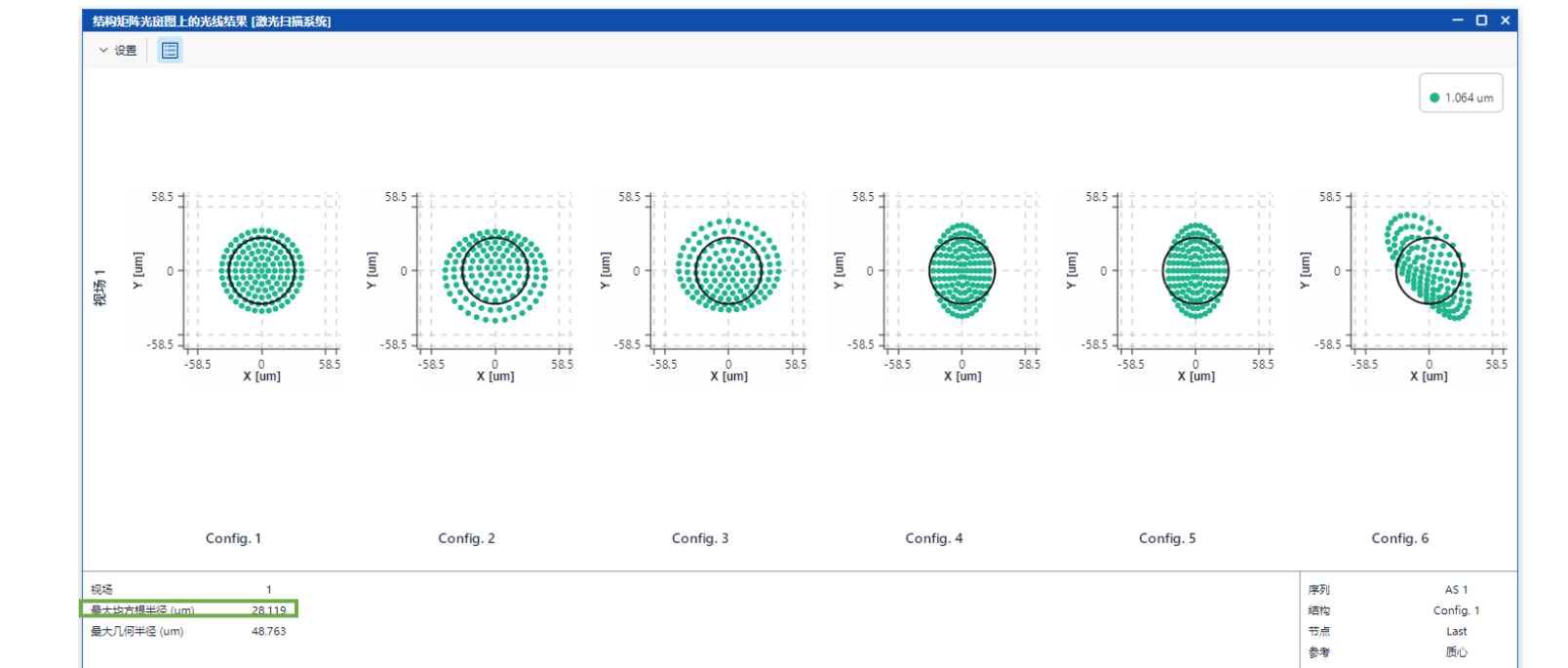
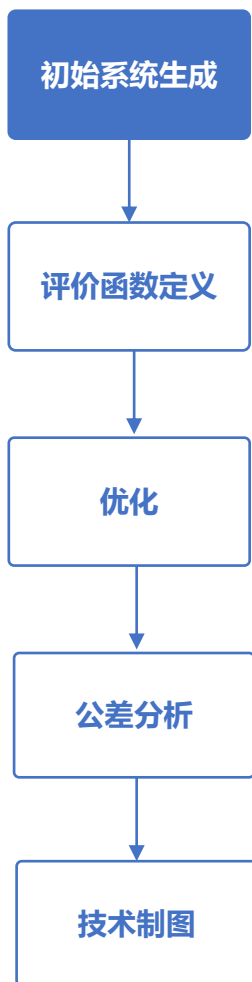


“FT-7” 透镜系统的结构被导入

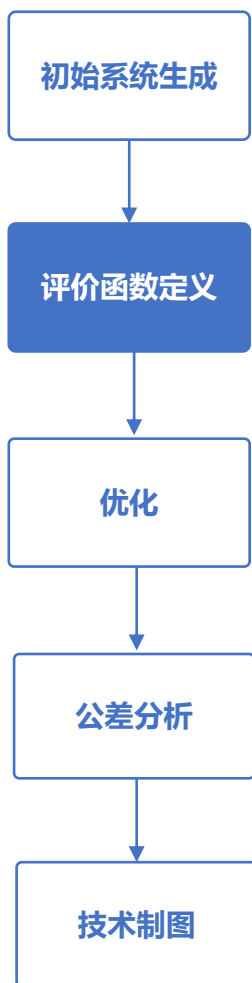
- 调整透镜
- 调整像面



得到的最终初始系统



像质要求	初始系统	目标
1. 所以结构最大RMS光斑半径	28.119 um	→1DL (26.086 um)



- 根据系统规格、额外系统限制以及像质与加工要求，定义了各种与之对应的评价函数。

评价函数值: 0.01029408

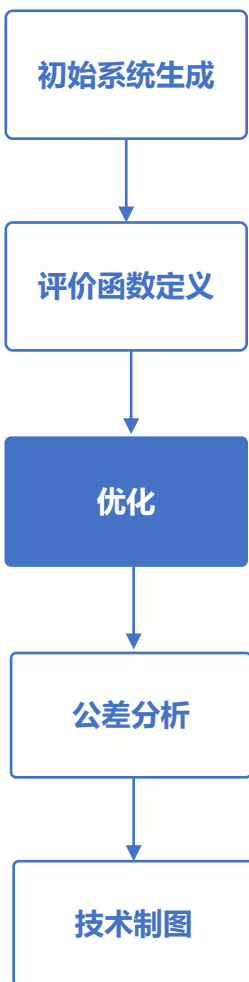
ID	评估	权重	评价标准	值	% 贡献
1	Real Ray				
1.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	17.40527813 mm	0.00000000
2	Formula	0.02000000	= 35.00000000	34.81055626	6.97273309
3	Real Ray				
3.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	17.44916139 mm	0.00000000
4	Formula	0.02000000	= 35.00000000	34.89832277	2.00858373
5	Real Ray				
5.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	-17.26133974 mm	0.00000000
6	Formula	0.02000000	= -35.00000000	-34.52267948	44.26523159
7	Real Ray				
7.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	-17.45691156 mm	0.00000000
8	Formula	0.02000000	= -35.00000000	-34.91382312	1.44285972
9	Dimension				
9.1	Min Center Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	1.49011612e-9 mm	2.15701302e-15
9.2	Min Edge Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
9.3	Min Center Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
9.4	Total Center Thickness	0.02000000	> 50.00000000 mm	54.40300000 mm	0.00000000
9.5	Total Center Thickness	0.02000000	< 60.00000000 mm	54.40300000 mm	0.00000000
10	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02216132 mm	4.77093819
11	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02605474 mm	6.59456436
12	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02605474 mm	6.59456436
13	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02074585 mm	4.18095153
14	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02074585 mm	4.18095153
15	Spot Radius RMS	3.00000000	= 0.00000000 mm	0.02552583 mm	18.98862190

额外系统限制 1

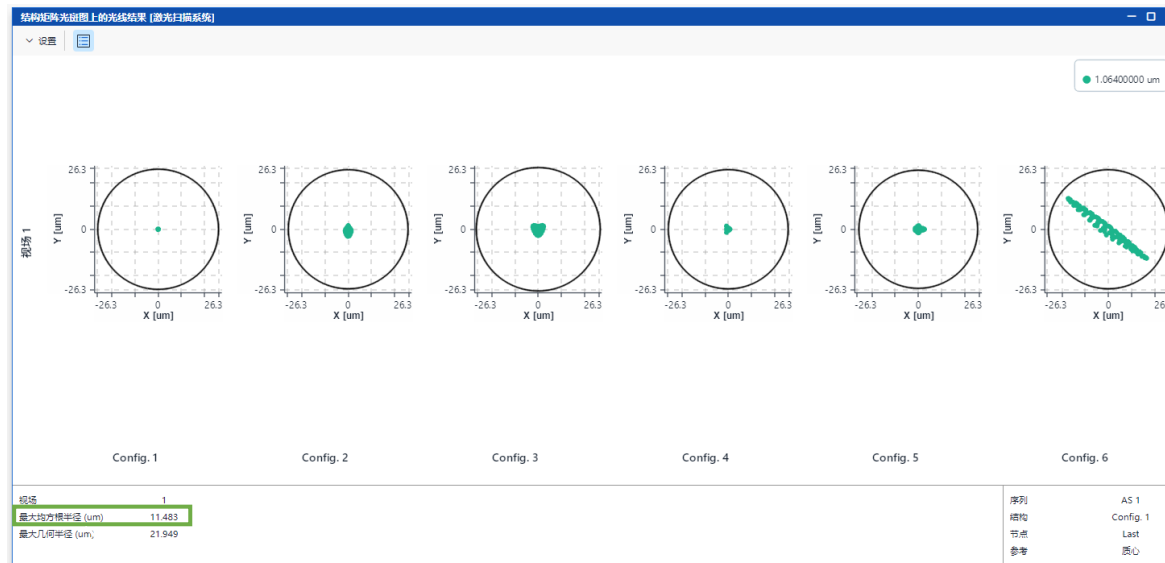
加工要求 1-3

额外系统限制 2

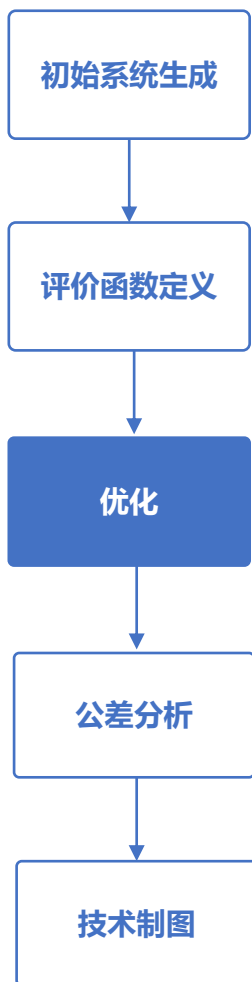
像质要求 1



- 通过采用POWELL算法进行优化后，满足了**像质要求 1**、额外系统限制1-2以及加工要求1-3。



像质要求	优化后的系统	目标
1.所有结构最大RMS光斑半径	11.483 um	→1DL (26.086 um)



- 通过采用POWELL算法进行优化后，满足了像质要求 1、**额外系统限制1-2**以及**加工要求 1-3**，此外**系统规格1**在生成初始系统时已满足。

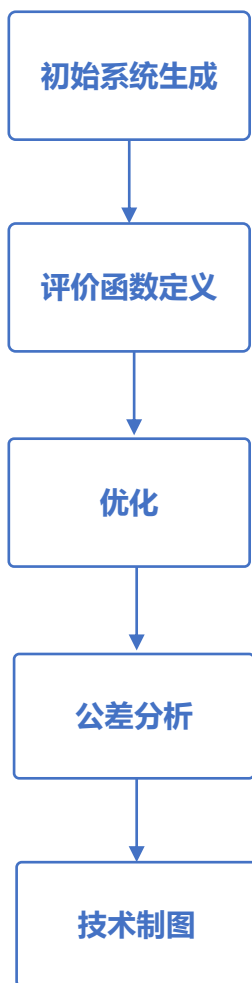
1	Real Ray				
1.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	17.50026504 mm	0.00000000
2	Formula	0.02000000	= 35.00000000	35.00053007	2.20579957e-4
3	Real Ray				
3.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	17.50023578 mm	0.00000000
4	Formula	0.02000000	= 35.00000000	35.00047155	1.74565428e-4
5	Real Ray				
5.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	-17.38174714 mm	0.00000000
6	Formula	0.02000000	= -35.00000000	-34.76349429	43.91170859
7	Real Ray				
7.1	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	-17.61639480 mm	0.00000000
8	Formula	0.02000000	= -35.00000000	-35.23278959	42.54261544
9	Dimension				
9.1	Min Center Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	1.49011612e-9 mm	8.71580086e-15
9.2	Min Edge Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
9.3	Min Center Thickness	0.10000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
9.4	Total Center Thickness	0.02000000	> 50.00000000 mm	54.40300000 mm	0.00000000
9.5	Total Center Thickness	0.02000000	< 60.00000000 mm	54.40300000 mm	0.00000000

额外系统限制 1

加工要求 1-3

额外系统限制 2

其他要求	优化后的系统	目标
扫描范围	35×35 mm	= 35×35 mm
物镜组总长	54.403 mm	= 50 - 60 mm



指南链接	
	镜头设计模板工具
	评价函数定义流程
	优化流程
	公差分析流程
	技术制图工具