

## CDA 数据处理软件

### 一在线及离线数据计算分析

CDA为专业数据处理软件，具有强大的在线分析功能及后处理功能。软件操作直观，减少设置时间、避免重复测量，有效节约了时间和成本。

- 实时计算分析与显示
- 丰富专业的显示方式，显示面板可自定义
- 支持角度与时间模式查看、记录数据
- 支持自定义滤波器
- 支持统计分析功能
- 支持自动 TDC 和零点修正
- 支持连续记录，可设置触发条件自动记录
- 支持离线分析与数据导出
- 支持多种类型数据文件的数据后处理
- 专业的燃烧分析、爆震分析等分析功能
- 支持多种计算模式
- 支持循环评估
- 数据文件批处理
- 支持脚本进行软件二次开发

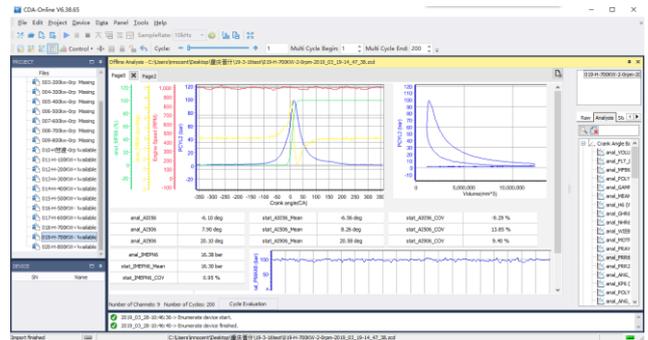
### 产品概述

CDA软件为发动机的燃烧分析而设计，计算模型包括往复式活塞式内燃机(柴油机、汽油机、气体机等)、自由活塞内燃机、转子发动机等，为不同的燃烧分析系统提供了解决方案，为发动机相关的研发、改进提供专业有力的帮助。

软件主要功能为基于曲轴转角或时间进行数据采集、实时计算分析、数据保存、离线分析，并支持计算结果、原始数据导出；离线分析时可更改相关参数，软件会根据参数的更改重新计算，提高了数据利用率，从而令实验更有效率。

软件所有参数界面及数据显示面板均可保存为模板，可保存调用，提高操作效率。

软件内置丰富专业的控件用于监测数据，且可实时回放数据，并支持连续保存数据(自



CDA 软件界面

定义循环或者时间长度),也可自主设置触发条件用于自动保存。

CDA软件计算功能强大，支持多循环统计分析、自动TDC和热力学零点修正等；除传统的热力学分析外，更具备专业的爆震分析、燃烧噪声分析、扭振分析、冷启动分析、喷油点火信号分析等功能。

### 应用范围

本软件目前广泛应用于台架试验或车载试验等环境,适合发动机研发、标定和优化。同时也可以用于发动机部件的研发和测试。具体应用例如:

- 发动机标定
- 燃料消耗、排放的优化
- 燃烧噪声研究、振动研究和机械故障诊断
- 发动机性能优化及燃烧方式的改进
- 发动机部件研发及测试

任何需要发动机燃烧过程的详细信息的领域。

### 分析功能

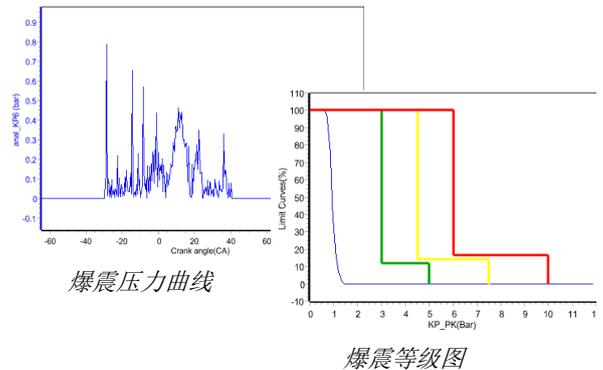
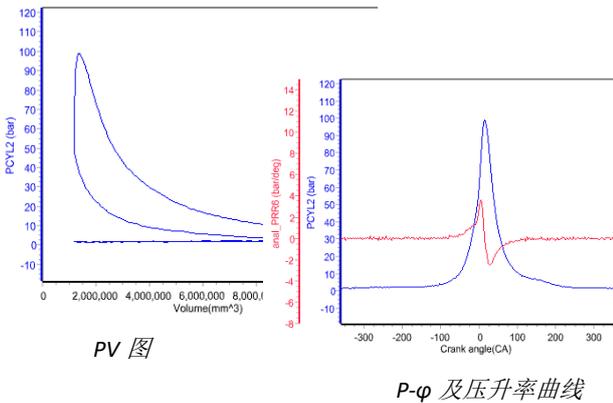
软件包含多种专业分析功能，具体如下:

#### • 缸压分析

计算如P-φ图、压升率、PV图及RPMAX、ARPMX、IMEPH、IMEPL、NMEP、PMAX、APMAX、PMIN、APMIN等等。

- 支持可变压缩比、曲轴偏置、活塞销偏置
- IMEP 按冲程细分,并可计算进排气冲程中低于 1bar 的部分
- 支持二阶压升率计算

- 多条件进行爆震判定: 爆震峰值压力、峰值压力比例、爆震积分比例
- 支持爆震等级判定
- 支持爆震云图



### • 热力学分析

计算如AI05/AI10/AI50/AI90, 滞燃期、燃烧持续期、比热比、燃烧速率、放热率、累计放热率、缸内气体温度、缸内传热等计算结果。

- 热力学计算支持使用实时多变指数或计算得到的进排气阶段多变指数
- 具备完善的数学模型(放热模型及传热模型等)可选择, 提供详尽的计算结果
- 具备慢速燃烧、失火循环的判定功能

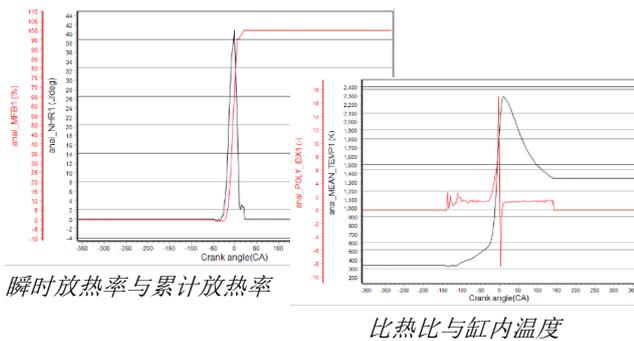
### • 噪声分析

采用特殊算法仿真发动机的传递函数, 仿真人类听觉感应,并以dB的形式输出。含人耳滤波器与结构滤波器并可设置参数。

- FFT 变换的窗函数可选
- 人耳滤波器及结构滤波器参数自定义

Center Frequency(Hz)	From(Hz)	To(Hz)	Structure Filter(db)	Ear Filter(db)
100.00	0.01	112.00	-145.00	19.10
125.00	112.00	141.00	-137.50	-16.10
160.00	141.00	178.00	-132.40	-13.40
200.00	178.00	224.00	-127.80	-10.90
250.00	224.00	262.00	-122.30	-8.60
315.00	262.00	285.00	-117.20	-6.60
400.00	285.00	355.00	-112.30	-4.80
500.00	355.00	447.00	-108.20	-3.20
630.00	447.00	708.00	-103.80	-1.90
800.00	708.00	891.00	-100.00	-0.80

滤波器参数自定义



### • 扭振分析

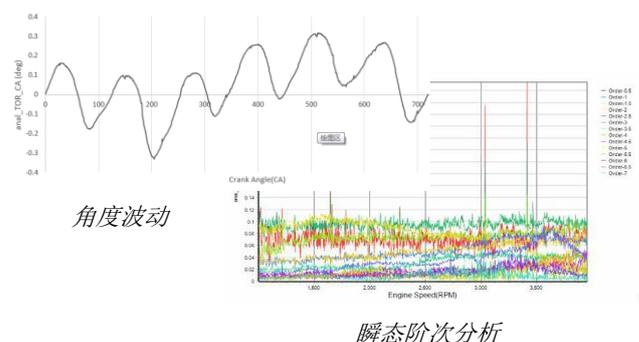
计算角速度、角加速度、(相对)角度波动及阶次分析。

- 支持多种测量模式: 1CDM Input; 2CDM Input; 1CDM and 1 Crank Input
- 测量精度为 6.7ns

### • 爆震分析

计算如爆震峰值及其角度、爆震压力曲线、爆震压力积分、爆震因子、爆震等级、爆震循环所占百分比等。

- 多种算法: 西门子算法、checkel & dale 算法等
- 多种爆震曲线滤波方式: 移动平均、动态移动平均及标准高通滤波器



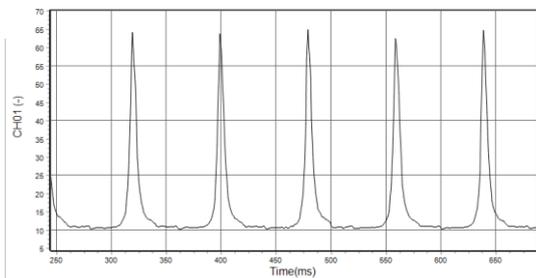
• 喷油规律分析

计算喷射角度、次数、喷油持续期等。自定义AD转换系数（比较阈值及滞回区间等）。

• 冷启动分析

连续记录发动机启动期间的所有循环数据，并可按循环查看。

- 采样期间自定义采样率
- 数据基于循环导出及分析



冷启动分析

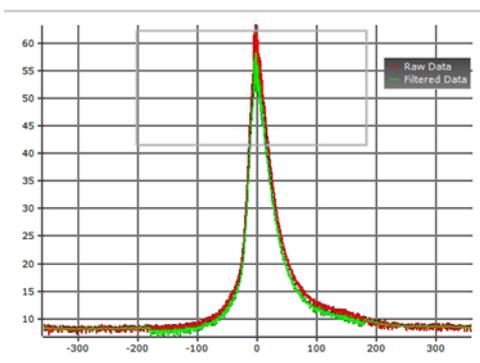
软件特点

• 多类型数据文件的支持

软件额外支持kistler的open类型文件和AVL的iFile类型文件的数据后处理。另对于通用的标准的文件类型同样支持，如csv类型文件等。

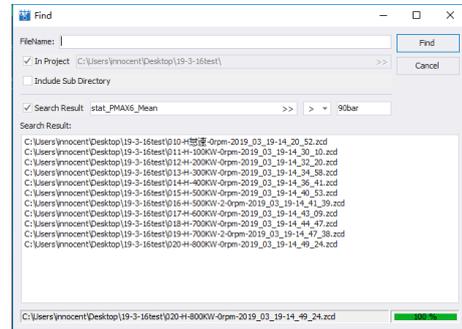
• 滤波器设计功能

软件支持自主设计波器。可设置滤波方式(低通、高通、带通及移动平均)、截止频率、滤波阶数等参数，并可预览滤波效果。滤波器可应用于在线分析和离线分析。



滤波器效果预览

• 数据检索功能

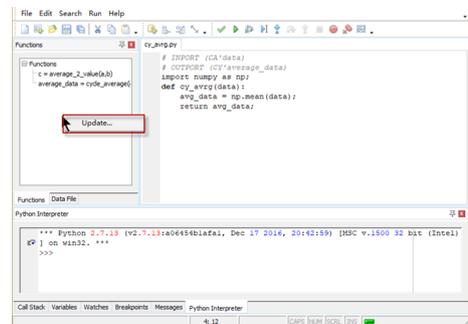


数据检索

具备数据检索功能，支持文件名的检索，也支持对所采集的信号的具体细节进行检索，如从多个发动机数据文件内检索出满足某阈值的特定计算结果的文件。

• 脚本及图形化公式编辑功能

软件内置图形化公式、功能模块编辑器，内置热力学、爆震强度、滤波等功能模块，以及傅里叶变换、积分、微分等函数模块，用户可根据需要编辑现有模块以及使用python语言创建新模块，自行编辑所需计算结果并可通过软件计算显示。



脚本编辑界面

• 数据连续记录功能

软件支持基于连续时间、曲轴转角的测试数据连续采集记录，可定义测试循环数量或测试时间长度。单次记录的循环数可达数万循环。支持手动记录，也支持设置触发条件以自动记录。



自动记录条件设置

• 计算模式和循环评估

软件可修改数据计算模式：其一为先计算再平均，另一为先平均再计算(即是对循环曲线一次进行平均处理，平均处理后进行零点修正并进行燃烧分析的相关计算和一次性导出)。

离线分析时可设置边界条件对已记录循环进行循环评估。



循环评估条件设置

• 布局保存与调用

无论是数据显示面板、数据导出模板，或是实验参数配置、设备参数配置等，均可保存为模板文件，方便查看和调用，极大提高操作效率。

• 自动 TDC 及零点修正

软件支持自动寻找上止点并去除热力损失角 TLA 的影响，用户可定义计算缓存循环数。精度 0.1°CA。

软件支持热力学方式实时进行零点修正，也可利用进气压力或固定值进行零点修正。

• 统计算法

支持计算结果的多循环统计分析，如标准差 Std、循环波动 Cov、平均值 Mean、最大值 Max、最小值 Min 等。

计算结果

前缀 anal\_ 表示当前循环的计算分析结果。

前缀 stat\_ 表示指定循环区间内的基于循环的计算结果的统计值。

前缀 avrg\_ 表示指定循环区间内的基于曲轴角度的计算结果的平均值。

名称	说明	单位
AI01	燃烧质量百分比达到1%时所对应的曲轴转角	deg
AI02	燃烧质量百分比达到2%时所对应的曲轴转角	deg
AI05	燃烧质量百分比达到5%时所对应的曲轴转角	deg
AI10	燃烧质量百分比达到10%时所对应的曲轴转角	deg
AI20	燃烧质量百分比达到20%时所对应的曲轴转角	deg
AI25	燃烧质量百分比达到25%时所对应的曲轴转角	deg
AI50	燃烧质量百分比达到50%时所对应的曲轴转角	deg
AI75	燃烧质量百分比达到75%时所对应的曲轴转角	deg
AI80	燃烧质量百分比达到80%时所对应的曲轴转角	deg
AI90	燃烧质量百分比达到90%时所对应的曲轴转角	deg
AI95	燃烧质量百分比达到95%时所对应的曲轴转角	deg
AI98	燃烧质量百分比达到98%时所对应的曲轴转角	deg
AI99	燃烧质量百分比达到99%时所对应的曲轴转角	deg
BD0002	燃烧质量百分比从0%到2%所持续的曲轴角度	deg
BD0005	燃烧质量百分比从0%到5%所持续的曲轴角度	deg
BD0010	燃烧质量百分比从0%到10%所持续的曲轴角度	deg
BD0090	燃烧质量百分比从0%到90%所持续的曲轴角度	deg
BD0290	燃烧质量百分比从2%到90%所持续的曲轴角度	deg
BD0590	燃烧质量百分比从5%到90%所持续的曲轴角度	deg
BD1090	燃烧质量百分比从10%到90%所持续的曲轴角度	deg

COG	燃烧重心	deg
SOC	燃烧起始点	deg
EEOC	燃烧预计结束点	deg
MAX_BRN	最大燃烧速率	J/deg
A_MAX_BRN	最大燃烧速率对应的曲轴转角	deg
MAX_QRT	最大放热率	J/deg
A_MAX_QRT	最大放热率对应的曲轴转角	deg
QMAX	总放热量	J
MAX_T	最大缸内气体平均温度	K
A_MAX_T	最大缸内气体平均温度对应的曲轴转角	deg
TLA	热力损失角	deg
N	发动机转速	RPM
PMAX	最大缸压	bar
APMAX	最大缸压对应的曲轴转角	deg
RPMAX	最大压力升高率	bar/deg
ARPMX	最大压力升高率对应的曲轴转角	deg
PMIN	最小缸压	bar
APMIN	最小缸压对应的曲轴转角	deg
POFF	零点漂移值	bar
IMEPH	压缩膨胀过程的IMEP	bar
IMEPL	进排气过程的IMEP	bar
IMEPN	净IMEP	bar
UP_IMEPL	进排气过程的且压力值大于1bar部分的IMEP	bar
LP_IMEPL	进排气过程的且压力值小于1bar部分的IMEP	bar
IND_TQ	指示扭矩	Nm
KP_INT	爆震压力积分	bar*deg
CD_KP	Checkel & Dale 算法计算出的爆震强度峰值	bar/deg <sup>3</sup>
ACD_KP	Checkel & Dale 算法计算出的爆震强度峰值所对应的曲轴转角	deg
KP_PK	爆震峰值压力	bar
A_KP_PK	爆震峰值压力对应的曲轴转角	deg
KP_FCT	爆震因子	-

POLYC	压缩过程的多变指数	-
POLYE	膨胀过程的多变指数	-
NOISE	噪声等级	dB
WIEBEA	韦伯函数参数A	-
WIEBEM	韦伯函数参数M	-
MISFIRE	失火循环所占百分比	%
SLOWBURN	慢速燃烧循环所占百分比	%
KNOCK	爆震循环所占百分比	%
NOI	喷射次数	-
SOI1	#1 喷射开始角度	deg
SOI2	#2 喷射开始角度	deg
SOI3	#3 喷射开始角度	deg
SOI4	#4 喷射开始角度	deg
SOI5	#5 喷射开始角度	deg
SOI6	#6 喷射开始角度	deg
EOI1	#1 喷射结束角度	deg
EOI2	#2 喷射结束角度	deg
EOI3	#3 喷射结束角度	deg
EOI4	#4 喷射结束角度	deg
EOI5	#5 喷射结束角度	deg
EOI6	#6 喷射结束角度	deg
FID1	#1 燃油喷射持续期	deg
FID2	#2 燃油喷射持续期	deg
FID3	#3 燃油喷射持续期	deg
FID4	#4 燃油喷射持续期	deg
FID5	#5 燃油喷射持续期	deg
FID6	#6 燃油喷射持续期	deg
EVC	排气门关闭角度	deg
EVO	排气门开启角度	deg
IVC	进气门关闭角度	deg
IVO	进气门开启角度	deg
NLRR	针阀升高率	mm/deg
FFT	频谱分析	-
FFTFREQ	傅里叶频率分析	kHz
TOR_AMPL	扭振幅值	deg
TOR_ORD	扭振阶次	-
VOLUME	燃烧室容积	mm <sup>3</sup>
FLT_PCYL	滤波后的缸压曲线	bar
MFB	燃烧质量百分比曲线	%
POLY_IDX	多变指数曲线	-

GAMMA	比热比 $\gamma$	-
MEAN_TEMP	缸内气体平均温度	K
H	传热系数	W/(m <sup>2</sup> .K)
GHR	总放热率	J/deg
NHR	净放热率	J/deg
WIEBE_MFB	韦伯模型计算出的燃烧质量百分比曲线	%
MOTPR	模拟出的纯压缩缸压	bar
PRAVG	移动平均处理后的缸压	bar
PRR	压力升高率	bar/deg
PRR2	二阶压力升高率	bar/deg <sup>2</sup>
ANG_TQ	Angular Indicated Torque	Nm
KP	爆震峰值压力	bar
POLYFIT	拟合缸压曲线（用于计算TLA）	bar
ANG_VEL	角速度	rad/s
ANG_ACC	角加速度	rad/s <sup>2</sup>
TOR_CA	扭转角度	deg