



瑞盈智能  
Wit Forever

# 电子产品可靠性评估云平台

CRAFE

北京航空航天大学 可靠性仿真兼评估

国内首款 打破国外“工业软件魔咒”

主讲人：王羽佳





## 1、云平台数据流



## 2、云平台架构



## 3、不同对象解决方案

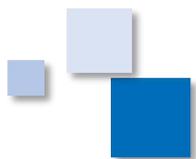


## 4、结果分析



## 5、加速试验软件设计规划

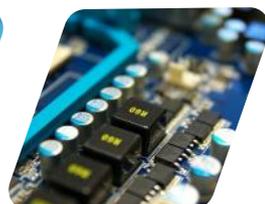




瑞盈智能  
Wit Forever

01  
Part

# 平台数据流





# 平台数据流

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

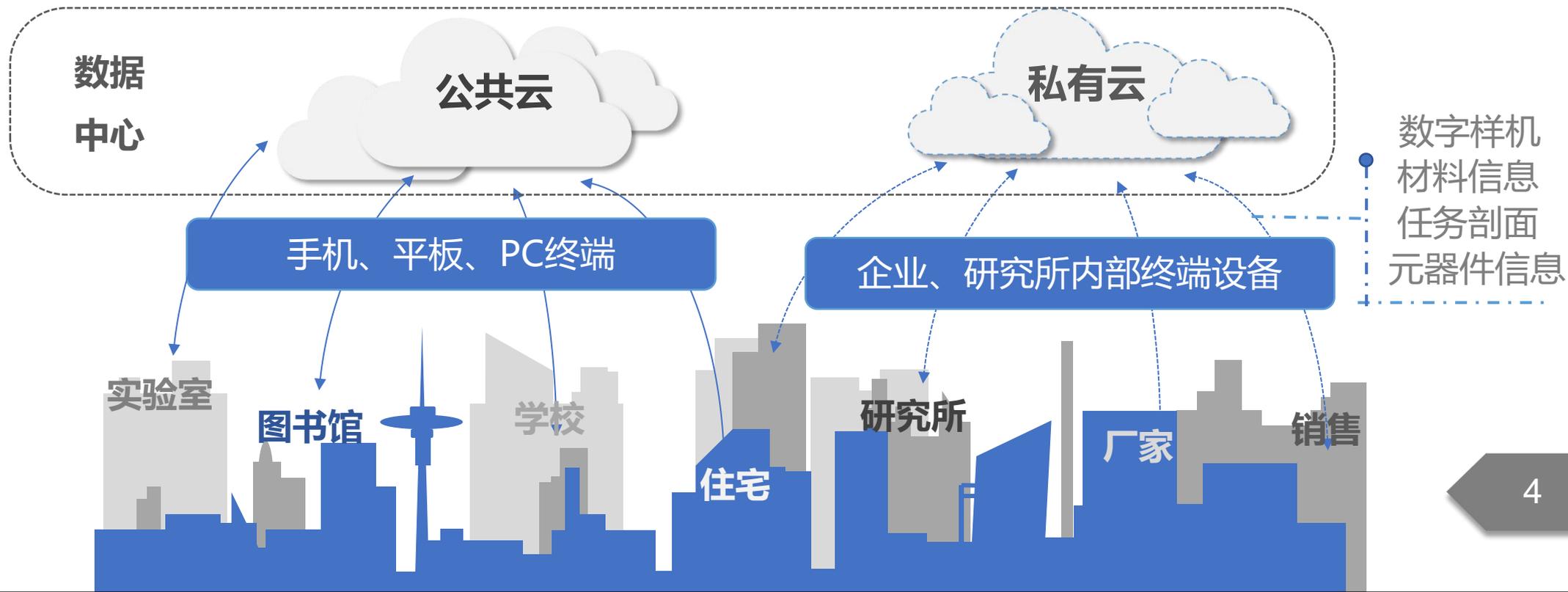
结果分析

软件设计规划

数字样机

三维模型：系统级模型、非关键部位可简化

二维模型：板级模型、平面模型





# 平台数据流

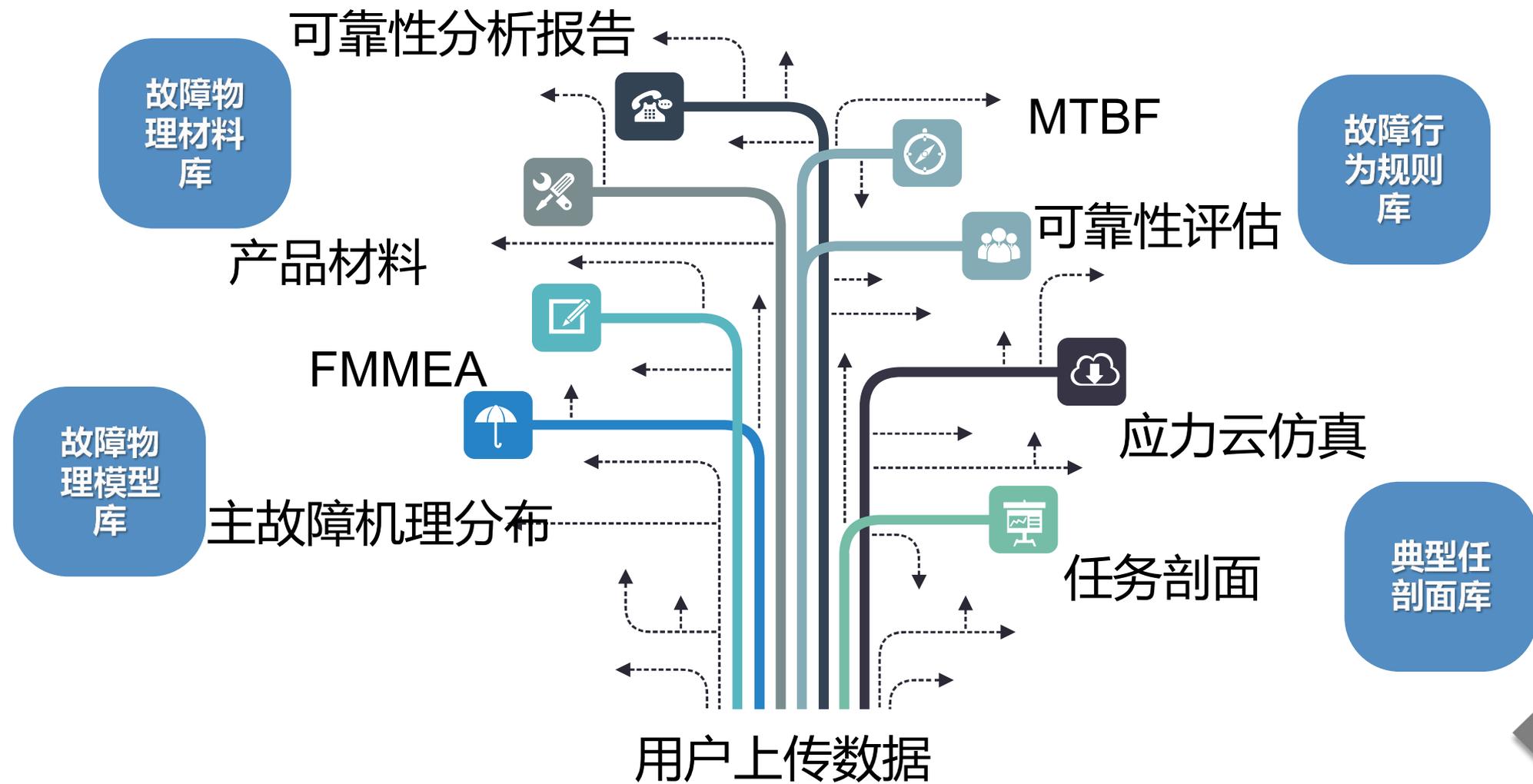
云平台数据流

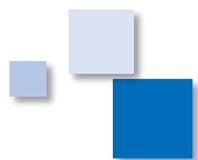
云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

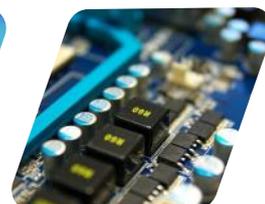




瑞盈智能  
Wit Forever

02  
Part

# 平台架构





# 平台总体架构

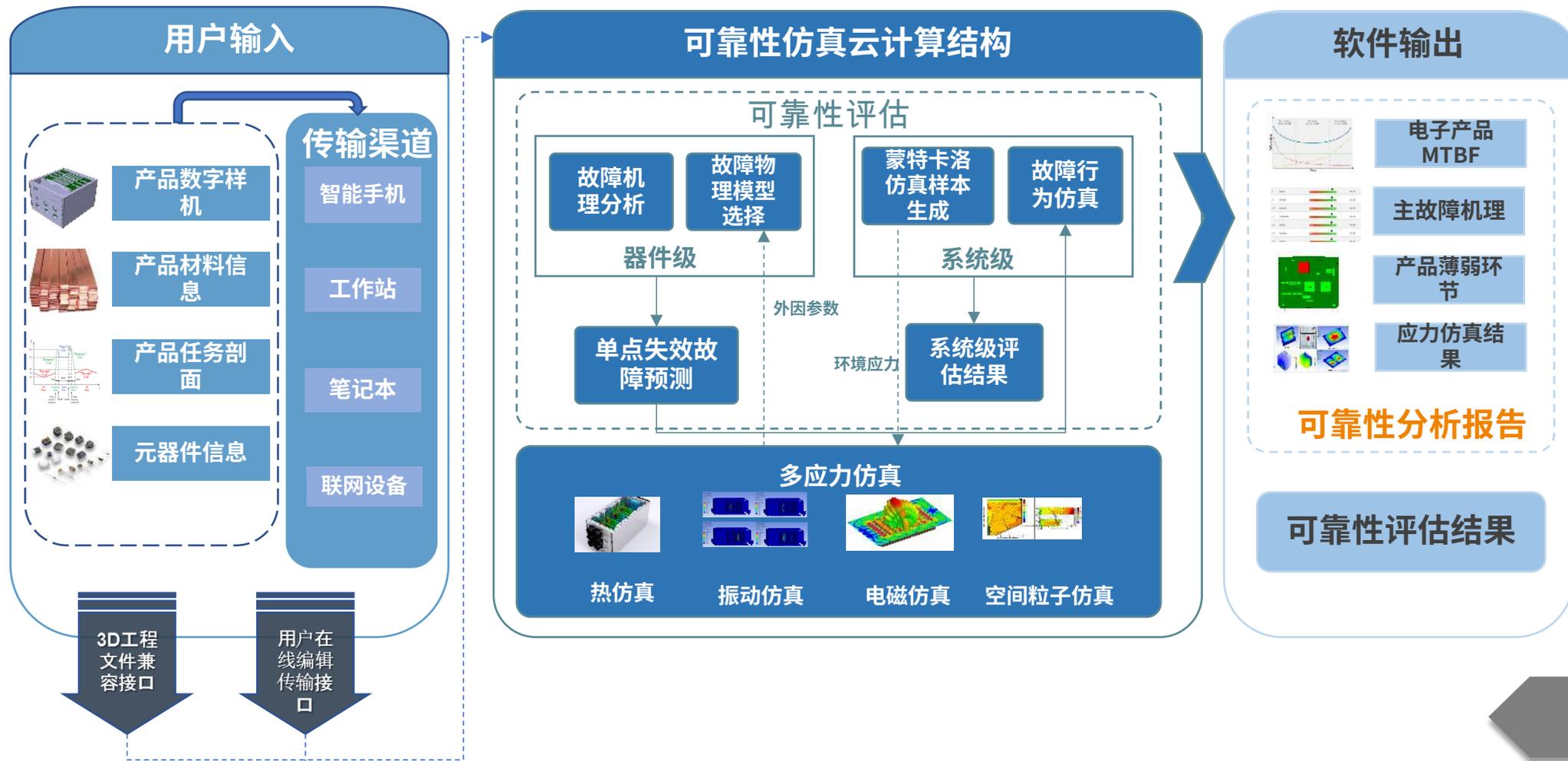
云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划





# 平台软件环境

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

多种应力分析

施加约束

软件接口

APDL

python  
Programming

JavaScript

“多种语言体系满足不同需求”

- 编程语言  
python语言、JavaScript、APDL



- 软件环境  
Ubuntu3.13、jdk1.7、Mysql5.1



# 平台部署特性

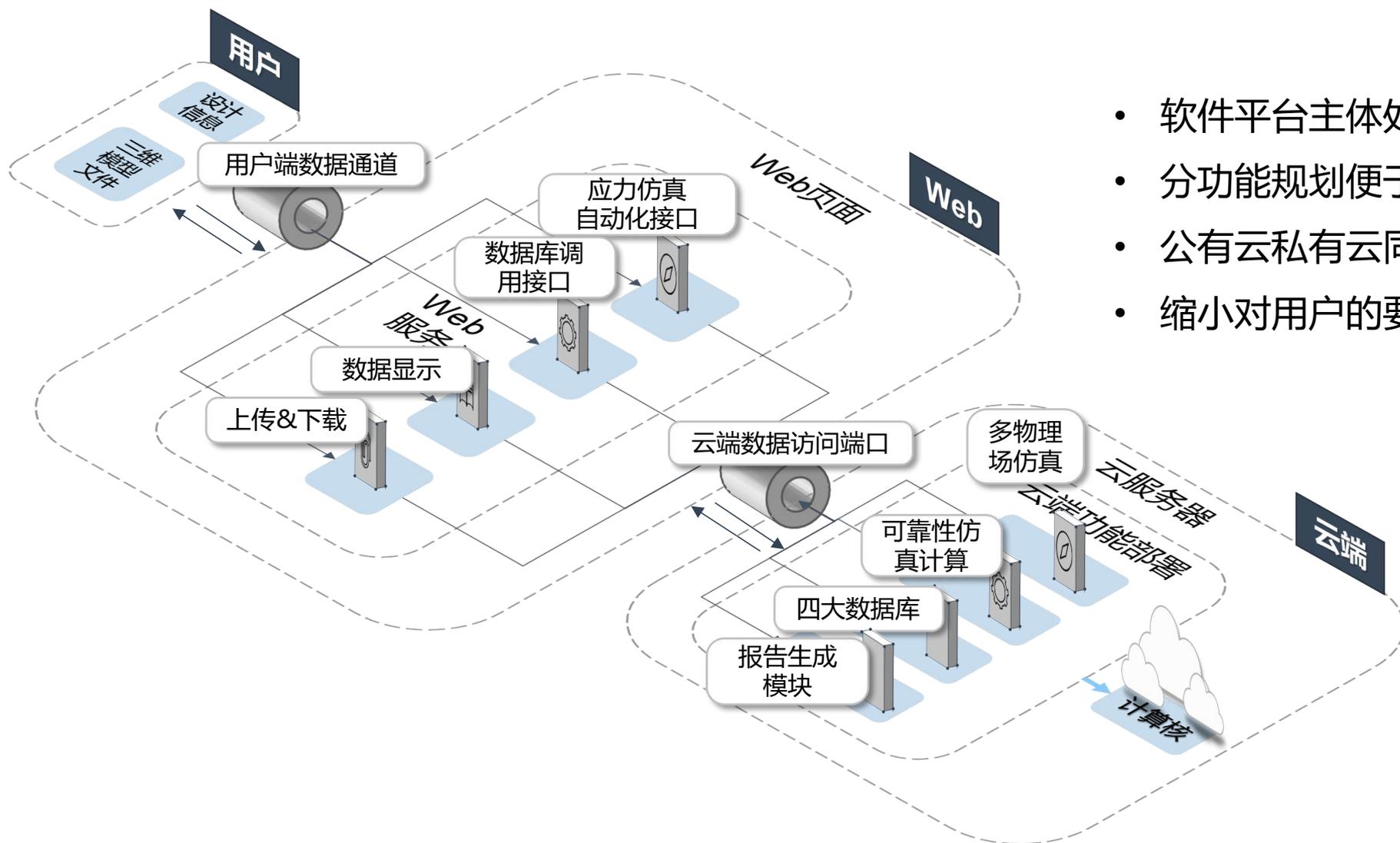
云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



- 软件平台主体处于云端
- 分功能规划便于移植
- 公有云私有云同时兼容
- 缩小对用户的要求



# 云计算方法

## 仿真自动化方案

目的：为了实现在云端同时进行多阶段应力水平仿真，仿真自动化方案就十分必要。解决仿真软件自动化接口问题，就可以实现用户一次设置实现自动进行多阶段应力水平仿真。

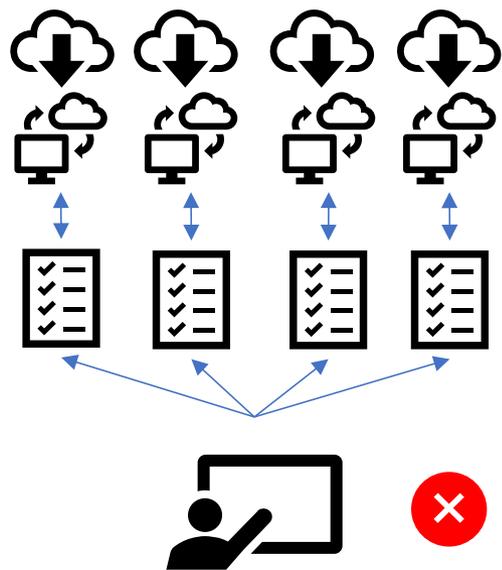
云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

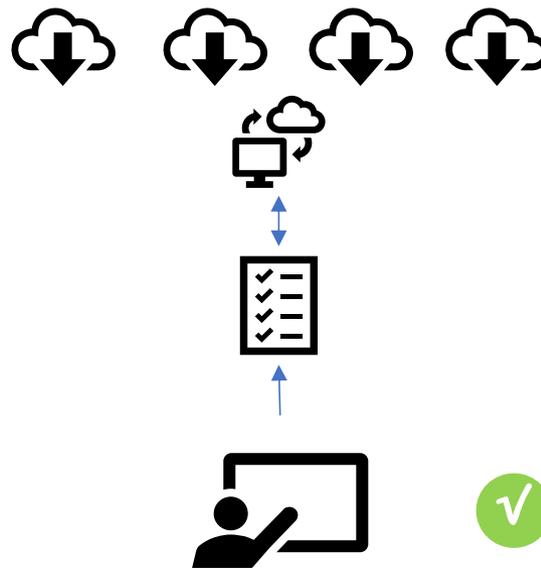
软件设计规划



云端计算核

数据上传云端

设置仿真任务





# 云计算方法

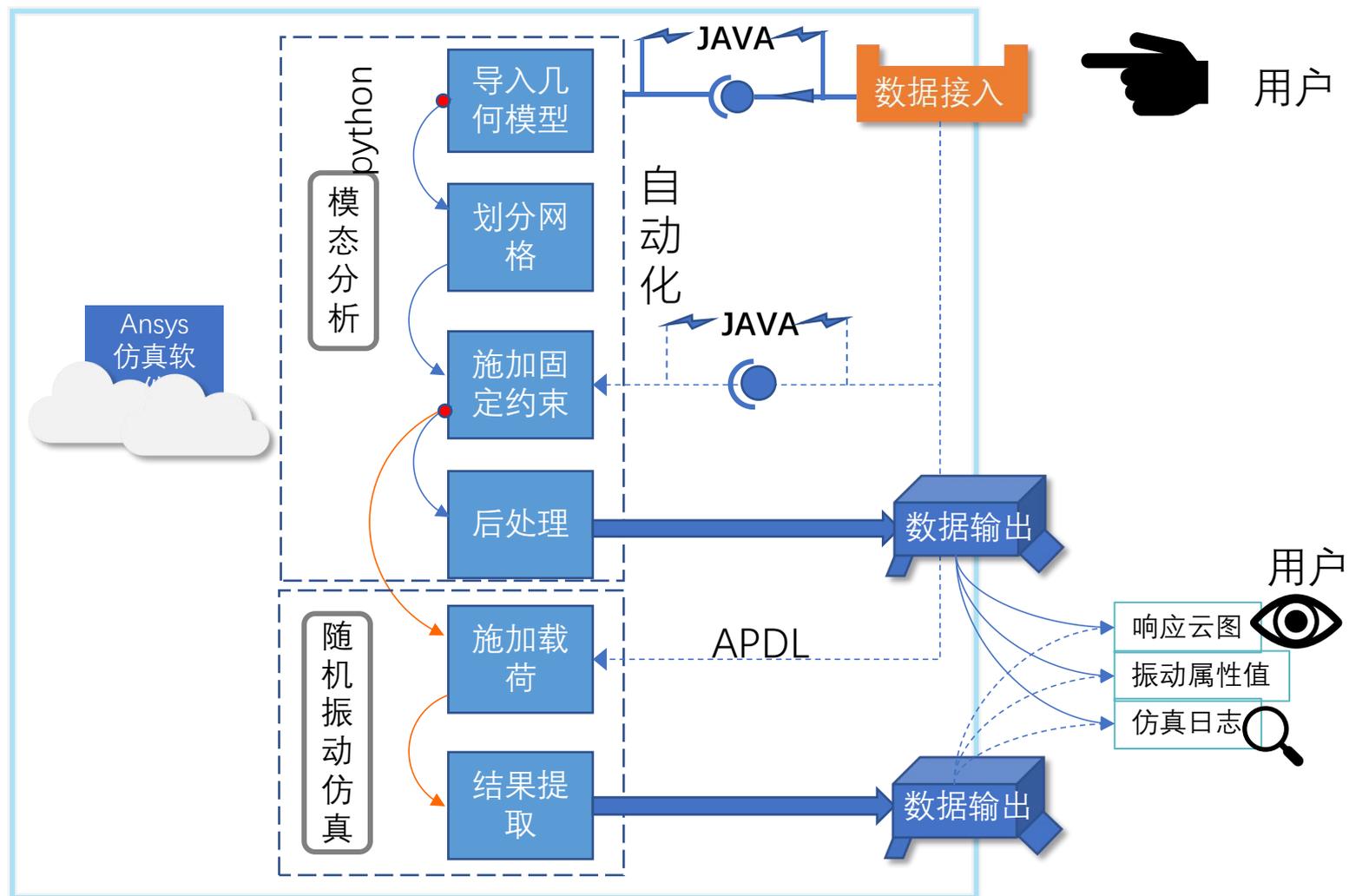
云平台数据流

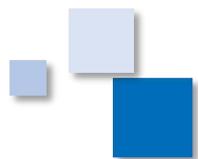
云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

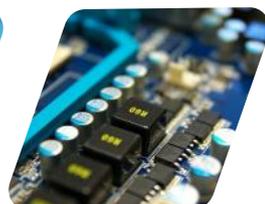




瑞盈智能  
Wit Forever

03  
Part

## 不同对象解决方案





# 电子控制器解决方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 操作演示



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 建立工程项目

我的项目

分享项目

+ 添加项目

演示1

项目简介: 演示用途

2019-03-01

【20180927】控制器测试案例

项目简介: 2018.9.27日建立

2018-09-27

控制器

项目简介: 项目研究案例

2018-05-03

1 共1页3条



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

根据产品寿命周期建立任务剖面

查看详情

选择应力类型 随机振动载荷 添加

随机振动载荷 删除表

频率(Hz)	加速度功率谱密度(g <sup>2</sup> /Hz)	操作
10	1.33e-4	<span>编辑</span> <span>删除</span>
180	1.33e-4	<span>编辑</span> <span>删除</span>
300	1.33e-3	<span>编辑</span> <span>删除</span>
1000	1.33e-3	<span>编辑</span> <span>删除</span>

Z + 添加输入点 生成剖面图

随机振动应力

加速度功率谱密度(g<sup>2</sup>/Hz)

频率(Hz)

The graph shows a random vibration stress profile. The y-axis is labeled '加速度功率谱密度(g<sup>2</sup>/Hz)' and ranges from 0 to 0.0015. The x-axis is labeled '频率(Hz)' and ranges from 0 to 2k. The profile starts at 0 Hz with a value of 0, rises to a constant value of approximately 0.0013 between 10 Hz and 1000 Hz, and then decreases to 0 at 2000 Hz.



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 3 建立故障预计模型，填写材料参数和几何信息

The screenshot displays a PCB layout editor interface. At the top, there are several action buttons: 添加元器件 (Add Component), 导入元器件 (Import Component), 查看元器件 (View Component), 导出元器件 (Export Component), 下载导入模板 (Download Import Template), and 删除所有元器件 (Delete All Components). The main workspace shows a green PCB board with various components represented by grey rectangles, labeled V1 through V38. Component V24 is highlighted in blue. A red arrow points from the text '手动填写或导入' (Manual entry or import) to the 'x(中心点)' field in the parameter form.

Component V24 parameters:

- \*名称(位号): V24
- 型号: CA91C142D-33IE
- 功耗: 3.15
- 重量: 5.0
- 形状:  矩形  圆形
- \*x(中心点): 77.9
- \*y(中心点): 100.9
- \*长(x方向): 35.0
- \*宽(y方向): 35.0
- \*高(z方向): 3.28
- 最高许用温度: 125.0
- 类别: 集成电路
- 小类: TTL电路
- 封装形式: BGA
- 封装材料: 塑料

保存操作

Dimensions: X:8.28 mm, Y:163.15 mm



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



选择推荐的故障物理模型，并输入相关参数

选择物理模型

- SOP引脚器件焊点热疲劳寿命模型
- 通孔插装互连热疲劳寿命模型
- 镀通孔热疲劳寿命模型Engelmaier模型
- 微孔热疲劳寿命模型Kontay模型
- 引线拉伸疲劳寿命模型Coffin-Manson模型
- 引线剪切疲劳寿命模型Coffin-Manson模型
- 焊盘剪切疲劳寿命模型Coffin-Manson模型
- 芯片连接界面疲劳断裂寿命模型Surhir模型
- 连接断裂寿命模型Westergaard Bolger
- 芯片与基板连接断裂寿命模型Westergaard model power
- 芯片断裂模型Suhirs Vert Crack/ Suhirs Horz Crack
- 芯片断裂模型Suhirs Horz Crack power
- 焊点振动疲劳寿命模型（一阶随机振动）

SOP引脚器件焊点热疲劳寿命模型



## 简介:

针对SOP引脚的器件由于热疲劳引起的焊点失效可以使用此模型进行计算。所谓热疲劳是指：所谓焊点热疲劳是指：金属焊点在高温条件下工作时，其环境温度并不恒定，而有时是急剧反复变化的。由此造成的膨胀和收缩若受到约束时，在零件内部就会产生热应力（又称温差应力）。温度反复变化，热应力也随着反复变化，从而使材料受到疲劳损伤。环境的温度梯度及变化频率越大、热膨胀系数不同的材料组合时、材料的塑性越差、晶粒粗大且不均匀越易产生热疲劳。

确认

取消



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



导入应力仿真模型，设置应力仿真

4

25.0



当前阶段：运行成功

开始时间：2019-04-08 22:28:47

结束时间：2019-04-08 23:07:52

使用时间：1分2秒

1



70.0



当前阶段：运行成功

开始时间：2019-04-08 22:28:47

结束时间：2019-04-08 23:08:18

使用时间：1分1秒

2



高温元器件



仿真结果



仿真结果云图



仿真日志



单例重算



# 单板计算机仿真方案

云平台数据流

## 故障预计结果分析

2 查看详情

元器件	电路板	故障机理	预计寿命
V5	单板计算机	热疲劳	37584
V5	单板计算机	热疲劳	37584
V5	单板计算机	热疲劳	37584

2	热疲劳	V4	单板计算机	查看详情
3	热疲劳	V18	单板计算机	查看详情

查看详情

元器件	电路板	故障机理	预计寿命
V42	单板计算机	电容介质击穿	591288
V42	单板计算机	电容介质击穿	591288
V42	单板计算机	电容介质击穿	591288
V42	单板计算机	电容介质击穿	591288

9	振动疲劳	V24	单板计算机	查看详情
10	HCI	V22	单板计算机	查看详情

1 2 3 4 5 6 7 8 9 下一页 尾页 共37页365条

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 建立工程项目

我的项目

分享项目

+ 添加项目

演示1

项目简介: 演示用途

2019-03-01

【20180927】控制器测试案例

项目简介: 2018.9.27日建立

2018-09-27

控制器

项目简介: 项目研究案例

2018-05-03

1 共1页3条



# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

根据产品寿命周期建立任务剖面

2 温度应力 振动应力

3 温度应力 振动应力

新阶段添加

阶段名称	持续时间(min)	操作
使用	240	<a href="#">查看详情</a>

进入应力设置界面





# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 3 建立故障预计模型，填写材料参数和几何信息

添加元器件 导入元器件 查看元器件 导出元器件 下载导入模板 删除所有元器件

名称 SIP

高度 1.4 mm

电路板材料 Silpad 选择

形状  矩形  多边形

长(x方向) 40.0 mm

宽(y方向) 30.0 mm

保存操作

自由拖动

手动填写 或导入

X:51.08 mm  
Y:28.06 mm



# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



选择推荐的故障物理模型，并输入相关参数



选择材料库

封装材料

添加材料

编辑

删除

材料编号	材料名称	热膨胀系数 (ppm/K)	X方向线性热膨胀系数 (ppm/K)	Y方向线性热膨胀系数 (ppm/K)
塑料封装	塑料封装	15	15	15
金属封装	金属封装	12	12	12
陶瓷封装	陶瓷封装	5	5	5

确认

取消

确认

取消



# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



导入应力仿真模型，设置应力仿真

SIP模块 我的项目 / 热分析

**3** 分析运行

- 热分析
- 振动分析
- 电分析
- 电磁分析

CPU核数: 1 重新运行

1. 网格划分 2. 仿真求解

**网格划分成功**

开始时间: 2019-03-13 17:26:48  
结束时间: 2019-03-13 17:27:43  
使用时间: 55秒

选择3D中已选的体 追加3D中已选的体

solid1\_faces solid16\_face4 solid15\_face4



# SIP封装产品仿真方案

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 6 故障预计结果分析

1 2 3D模型

我的项目 / 可靠性评估

查看详情

元器件	电路板	故障机理	预计寿命
C6	SIP	热疲劳	62428
C6	SIP	热疲劳	62428
C6	SIP	热疲劳	62428

3 金属间化合物 V6 查看详情

4 金属间化合物 V4 查看详情

5 金属间化合物 V7 查看详情

查看详情

元器件	电路板	故障机理	预计寿命
C4	SIP	金属间化合物	76276
C4	SIP	金属间化合物	76276
C4	SIP	金属间化合物	76276
10	热疲劳	V4	76276

1 2 3 4 5 6 7 8 下一页 共8页80条



# 软件优势

云平台数据流

云平台架构

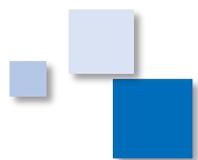
不同解决方案

结果分析

软件设计规划

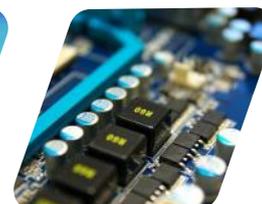
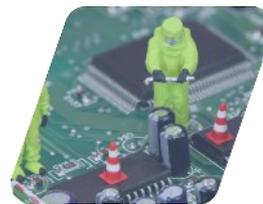
## 国内外电子产品可靠性仿真分析软件平台解决方案对比

		CRAFE	CALCE PWA	SHELOCK	RASO
		北航	马里兰大学CALCE中心	DfR Solutions公司	航空工业综合所
解决对象		SIP、板级、模块级及设备级	板级	SIP及板级	板级
结果	可靠性指标	MTBF评估	单点单机理寿命评估	寿命评估	寿命估计
	设计改进	主机理分布、潜在故障点及各层级薄弱环节	薄弱元器件	薄弱元器件、镀通孔位置	薄弱环节
	分析报告	可靠性评估报告, FMMEA分析报告	-	-	热分析报告、预计报告
功能	故障预计建模	手动建模、EXCEL导入自动建模	手动建模	手动建模、ODB++数据文件	导入idf等文件、手动建模
	应力仿真建模	主流CAD/CAE/EDA软件接口	沿用故障预计模型	沿用故障预计模型	-
	应力仿真	应用云计算技术实现云仿真, 运算核为ANSYS等主流仿真软件, 热振电磁仿真	单机运算, 板级有限元仿真, 热振仿真	单机运算, 板级有限元算法, 读取ANSYS结果, 热振仿真	"黑盒"仿真, 仿真能力未知, 仿真时间未知
数据库		材料库、典型剖面库、故障物理模型库(89个)、故障行为库	材料库、故障物理模型库(56个)	元器件库, 材料库	材料库



04  
Part

# 结果分析





# 仿真结果应用

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

- 产品的MTBF评估意义
- 可靠性分析结果如何指导设计改进
- 仿真结果的工程意义
- 如何通过仿真暴露产品设计缺陷





# 仿真结果应用

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## MTBF

MTBF结果可以表示一批次产品的可靠性时间指标，不同于寿命/故障首发时间，可以与产品维修结合起来，更具有工程意义。

## 主故障机理分布

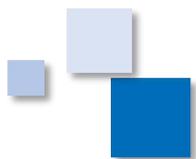
- a.指导设计师关注重要度高的故障机理；
- b.为设计产品的加速试验方案提供输入信息

## 仿真结果

仿真结果可以验证设计水平，作为样机生产前试验，也可以验证产品改型的可靠性水平提高效果

## 薄弱环节

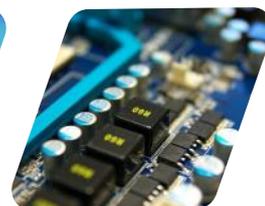
仿真结果中得到的板级、系统级易损坏部位，作为产品的薄弱环节需要设计改进



瑞盈智能  
Wit Forever

05  
Part

# 加速试验软件设计规划





# 加速试验方案设计软件

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

用户需求

电子产品加速试验设计方法  
加速试验设计理论  
在合理的范围内节约时间和成本

软件设计

加速试验大纲输出帮助用户设计电子产品的加速寿命试验方案, 并给出试验大纲

应力类型及水平建议结合主故障机理给出应力类型和水平建议值

试验时间建议使用加速试验鉴定产品可靠性, 给出试验时间建议值以节约成本



# 加速试验方案设计软件

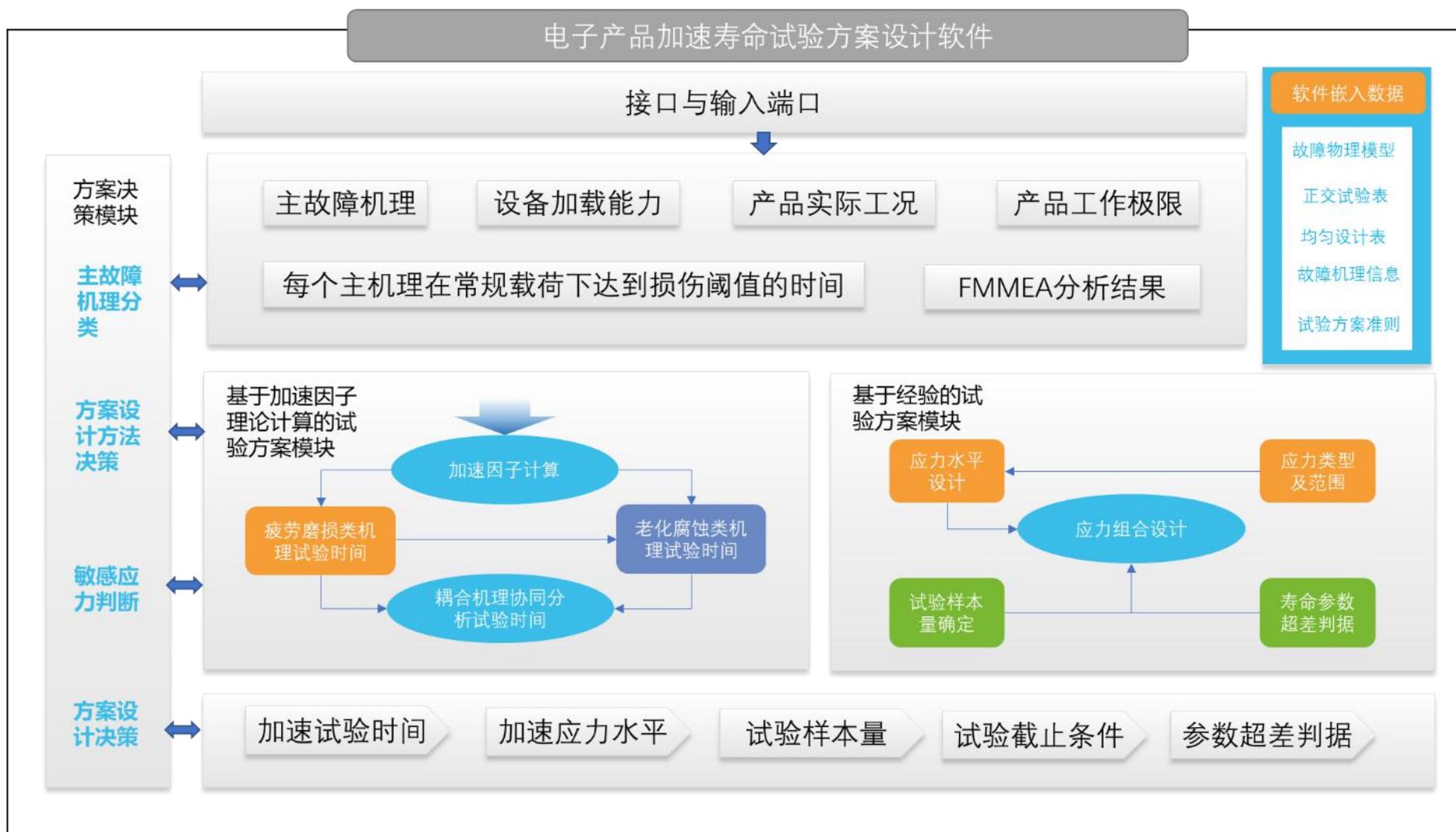
云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划





# 软件主要功能模块

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 方案决策模块

疲劳类主故障机理与与时间有关的退化和腐蚀类主故障机理，以便在基于加速因子理论计算的方案设计时采取相应的计算方法

主故障机理分类功能

主要完成根据不同设计方法给出的加速时间、应力水平等方案设计信息综合决策出最终的试验设计方案

### 方案决策模块

设计方法决策功能

方案设计决策功能

主要完成加速试验设计方法的选择，根据故障机理和用户的已知信息给出最合适的试验设计方法

敏感应力判断功能

根据主故障机理判断出加速试验使用的应力并为方案设计决策提供判断证据



# 软件主要功能模块

云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划

## 基于加速因子理论的试验方案设计模块

主要基于加速因子理论和故障物理理论给出试验方案

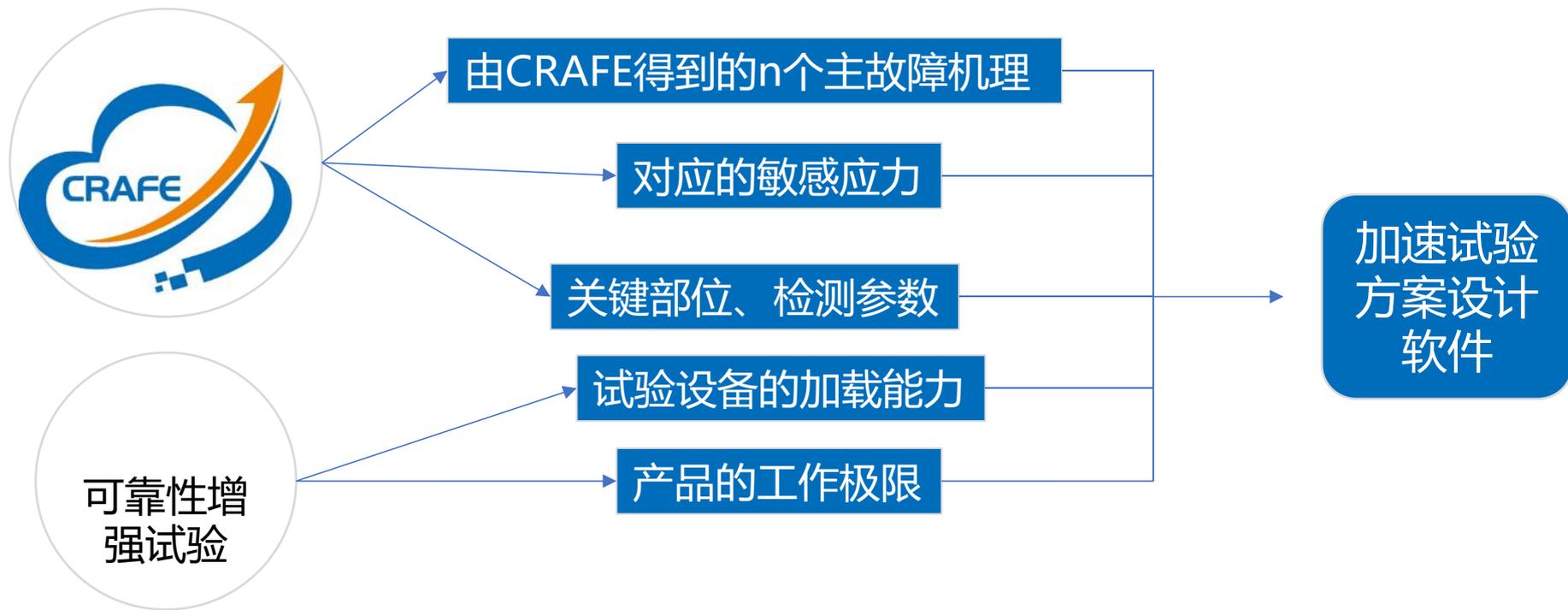




# 软件主要功能模块

## 基于经验的试验方案设计模块

主要基于均匀设计准则和正交表给出试验方案



云平台数据流

云平台架构

不同解决方案

结果分析

软件设计规划



瑞盈智能  
Wit Forever

感谢您的聆听  
谢谢！