

国产工业软件如何赋能制造业走向智能

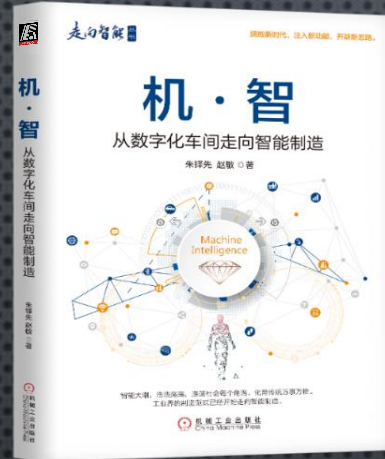
赵敏

走向智能研究院 执行院长

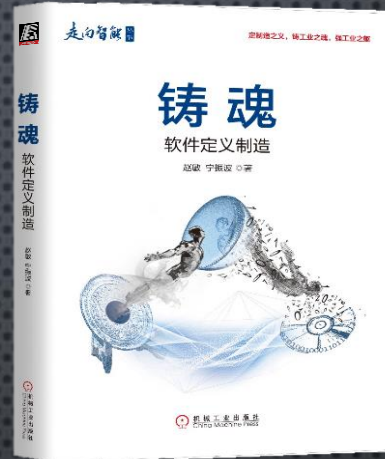
英诺维盛（北京）新技术发展有限公司 总经理

2023年5月26日 南京

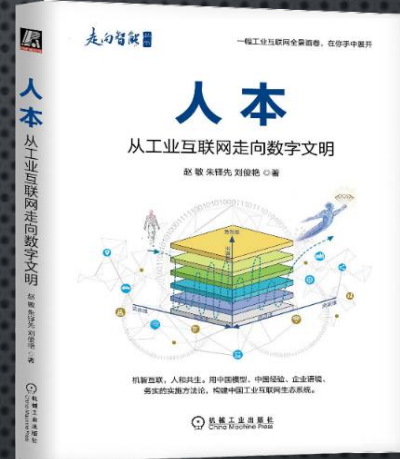
走向智能，是“走向智能研究院”的最高宗旨和最大IP



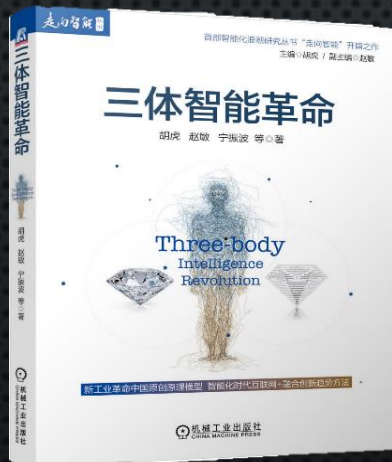
智能工厂



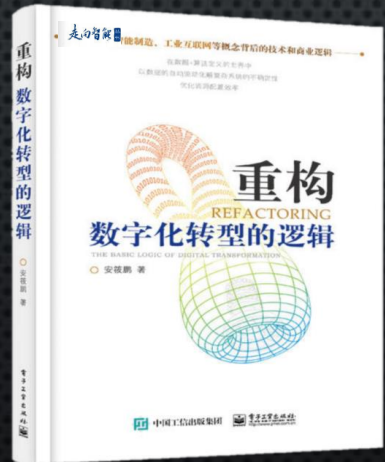
工业软件



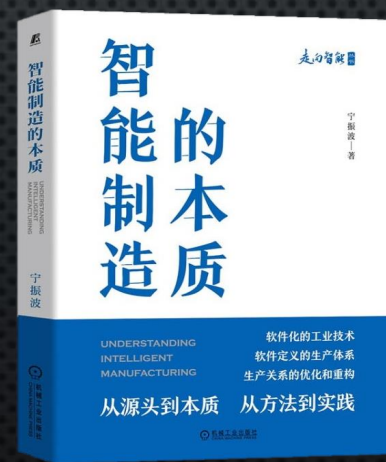
工业互联网



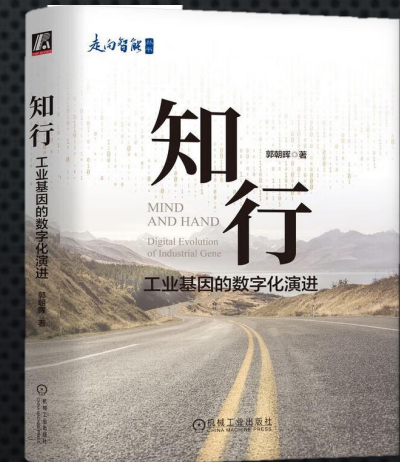
智能理论



数字化转型



智能制造



工业创新

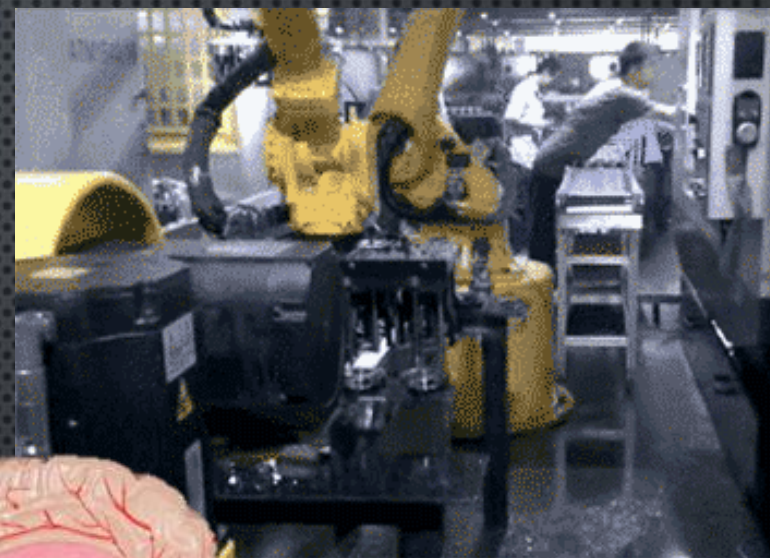
几乎所有的人造系统都是“生而愚蠢”



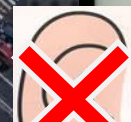
不智能的路口



不智能的机器



不智能的机器人



人造系统如何走向智能？新一代ICT融入工业实体

(P) 材料、能量、机器、设备 + 软件、芯片、网络、传感器 (C)



机器日趋聪明 (Smart) ， 变成智能系统 (Smart System)
其行为表现不再是“聋、哑、瞎、傻” ， 逐渐有了智能制造 (Smart Manufacturing)

软件的定义与软件基本功能

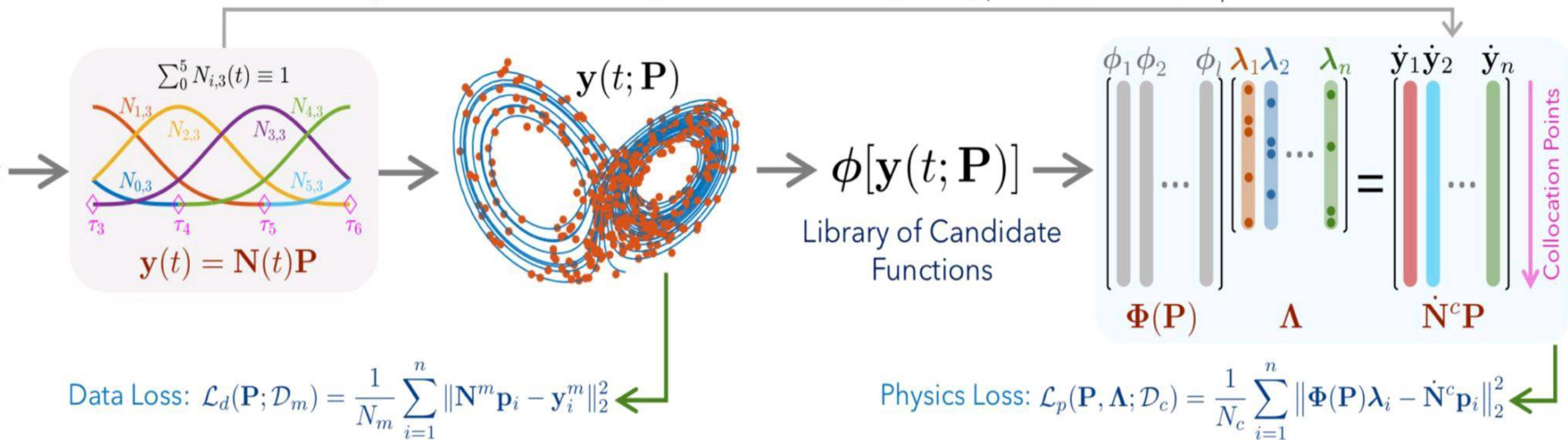
- 软件是运行在芯片中的数字化指令和数据的集合，是一系列按照预定的逻辑和格式编辑好的“0/1”代码序列（程序）
 - 以人类语言的代码格式，表达一系列逻辑规则和知识，最终以“0/1”的机器代码格式，驱动芯片（硬件）底层功能，驱动工业设备
- 工业软件封装了集人类智力成果之大成的工业知识，建立了数据自动流动、知识智能流动的规则体系！



计算依据：工业技术、知识、模型、算法、规则...

工业软件作为顶级工业技术容器，承载人类海量知识，实现“集智应用”

Analytical Differentiation: $\dot{\mathbf{y}} = \dot{\mathbf{N}}\mathbf{P}$ where $\dot{\mathbf{y}} = d\mathbf{y}/dt$ and $\dot{\mathbf{N}} = d\mathbf{N}/dt$



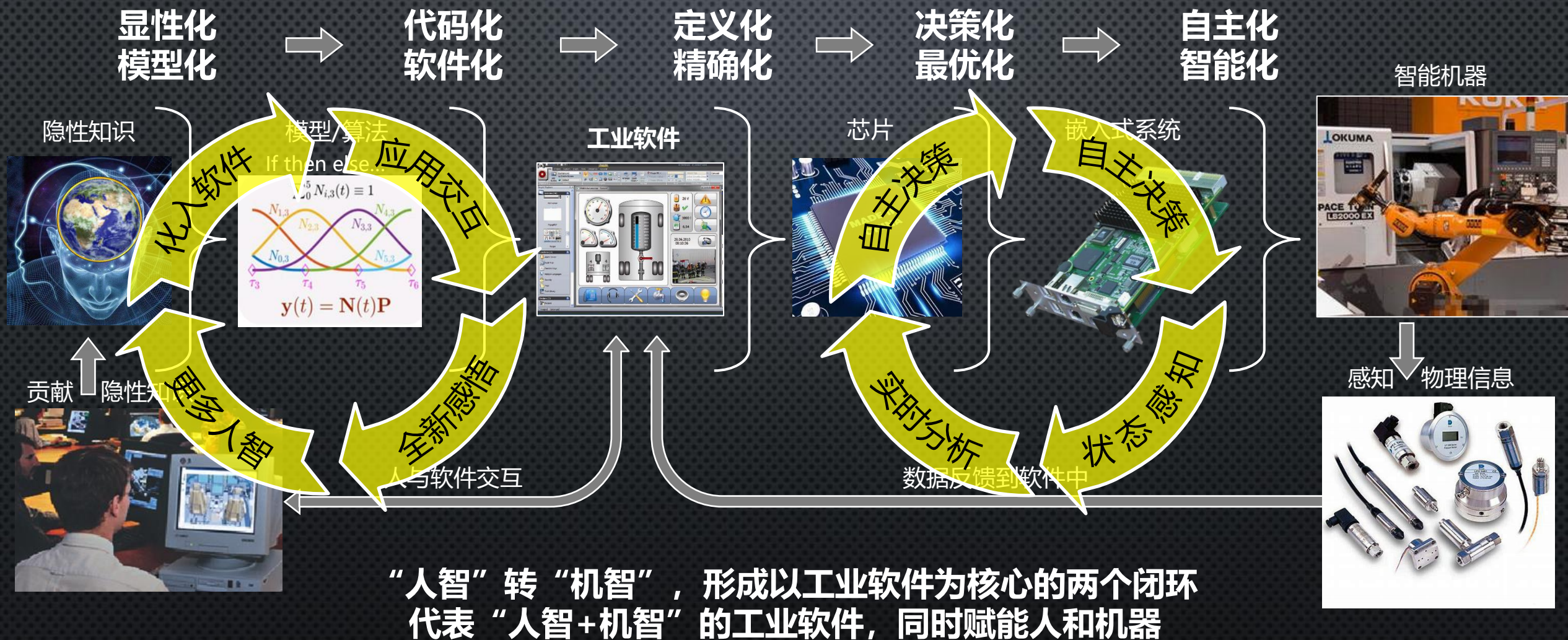
Solution: $\{\mathbf{P}^*, \Lambda^*\} = \arg \min_{\{\mathbf{P}, \Lambda\}} [\mathcal{L}_d(\mathbf{P}; \mathcal{D}_m) + \alpha \mathcal{L}_p(\mathbf{P}, \Lambda; \mathcal{D}_c)]$ s.t. $\Lambda \in \mathcal{S} \subset \mathbb{R}^{l \times n}$

by an Alternating Direction Optimization strategy

智能源头：工业软件是人造系统的“数字脑”

- 智能源头是人，人的正确思考，预测、判断、推理、第六感等智能/智慧的智力过程与结果，简称“人智”。以知识作为中介，把“人智”转成“机智”，是人造系统走向智能的最可行路径
- 工业软件实际上是人赋予人造系统的“赛博脑”或“数字脑”
- 工业软件按照人所给出的知识、模型、算法和最佳数据，以及所赋予的正确逻辑和流程，通过算力加速而高速模拟、重复甚至超越人的思考过程，从而实现
 - 与人交互，为人纾困、解惑、计算、展示，以软件内汇聚的千千万万各领域/专业的专家知识为人赋能
 - 以软件精算的数字指令控制设备精确运转，为其所嵌入的机器设备赋能

工业软件的两种赋能：机器和人都变得更智能



汇集人智：工业软件不断发展演进，形成庞大家族

CAD：内核，图形引擎
各种专用CAD

CAE：结构、场（热学、声学、电磁）、流体CFD系统仿真、多体力学；有限元、粒子法、等几何

CAM：减材制造、等材制造、增材制造（3D打印）

CAPP MES/APS

MBSE/PDM/PLM
/ERP/QMS/WMS
仓储管理/生产物流

MRO/IETM/PHM/六性软件

EDA：FPGA

企业自用工业软件

工业APP

数字孪生

工业控制软件（OT）：
DCS/PLC/SCADA等

数据库（嵌入式、非嵌入式；时序型、分析型、关系型等）

云环境

容器

嵌入式工业软件

高性能计算

工业软件
操作系统

知识工程

知识图谱

细分专业工业软件

Modelica语言

建筑（BIM）软件

《中国工业软件与服务企业选型目录》

工业软件标准体系

工业软件测试评价

中国工业软件生态概览

工业技术软件化之路

特定行业专用软件

.....

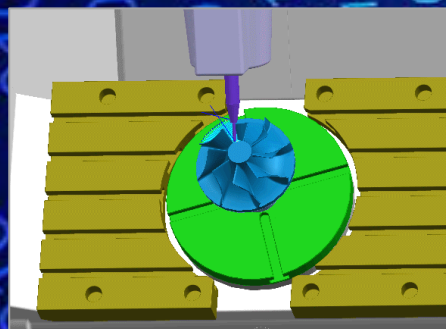
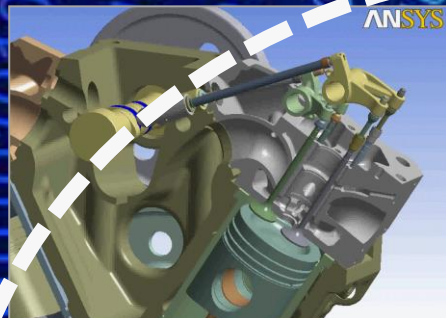
人智

软件无处不在：赛博与物理空间历史性交汇融合

赛博空间



物理空间



```
Stack trace:  
/Users/alexhall/Desktop/python/heartate/ignoreme/sandbox.py : 59 : <module>  
assert merge_sort(testcase) == testset  
/Users/alexhall/Desktop/python/heartate/ignoreme/sandbox.py : 39 : merge_sort  
merge_sort(left), merge_sort(right)  
/Users/alexhall/Desktop/python/heartate/ignoreme/sandbox.py : 39 : merge_sort  
merge_sort(left), merge_sort(right)  
/Users/alexhall/Desktop/python/heartate/ignoreme/sandbox.py : 39 : merge_sort  
return merge  
merge_sort(left), merge_sort(right)  
/Users/alexhall/Desktop/python/heartate/ignoreme/sandbox.py : 48 : merge  
merge_sort(left), merge_sort(right)  
merge_sort(left), merge_sort(right)
```



这是工业百年
未有之大变局
工业软件成为
超级工业母机



国家领导人的殷切希望，史无前例的关怀与鼓舞

- 习近平总书记在2021年5月28日召开的科协大会和两院院士大会上吹响了关键核心技术攻关的“集结号”：
- “科技攻关要坚持问题导向，奔着最紧急、最紧迫的问题去。要从国家急迫需要和长远需求出发，在**石油天然气、基础原材料、高端芯片、工业软件、农作物种子、科学试验用仪器设备、化学制剂**等方面关键核心技术上全力攻坚，加快突破一批药品、医疗器械、医用设备、疫苗等领域关键核心技术。”
- 国家领导人将工业软件定位于“**最紧急、最紧迫的问题**”，是“**国家急迫需要和长远需求**”的关键核心技术，史无前例，开国首次，鼓舞着自主工业软件领域奋斗了几十年的广大从业者

深刻认识工业发展与工业软件的相互作用关系

- 工业化成果孕育、滋润工业软件

- **基本规律：**现有工业软件强国，都是完成工业化进程的工业强国；完成工业化的国家，不一定都能开发出优秀工业软件；没有完成工业化的国家，不会出现具有全球影响力的优秀工业软件。无一例外。

- 工业软件赋能、创新工业的发展

- **两大工具要素：**工业软件既是研制复杂产品的关键工具和生产要素，也是工业装备中的“软零件”“软装备”，是工业品的关键构成要素。没有工业软件，既无法开发复杂产品，也无法让产品正常运行。
- **两大定义作用：**软件在赛博空间制造数字产品，定义其形、态，随时随地优化，彻底改变了传统的设计、工艺、生产和运维方式；“软零件”定义了物理产品在物理空间的行为，机器设备随场景而自动调整，日趋智能

新型工业化“新”在哪里？发展范式变了

- **传统工业：给定工具，给定工艺，给定的材料，在物理空间制造各种物理实体类工业品**
- **新型工业：给定数字化工具（工业软件），给定数字化工艺（造型、分析、验证方法等），给定数字化材料（虚拟任何材料），给定数字化场景，在数字空间制造和优化任意工业数字产品（如工业物理系统的数字孪生体等）**
- **今天工业发展范式已经变了！工业已经不是过去的工业。**
- **过去，工业、工艺、材料、软件、网络等技术各自独立发展，今天所有这些都都在交汇融合，形成赛博物理系统（CPS），形成新型生产要素，新技术，新模式，新业态，打造新型工业体系**

工业软件“形软实硬”，极其巨大的杠杆作用

- 工业软件体量在GDP中全部工业要素所占份额并不高，但是其以工业物理系统精准、可控、智能工作而实现的功能价值巨大无比。
几个类比
 - 1行车载软件代码10美元，如果代码出错，损失不只100万美元；
 - 如果软件代码不出错，产生的经济效益也不止100万美元
 - 全社会如果失去工业软件，那将是一场波及所有人的灾难
- 年产值约5千亿元工业软件，可以以其特有的“杠杆”作用，至少撬动10万亿元高端工业品市场，影响工业品市场半壁江山
- 工业软件是战略性“超级工业母机”和战术性的超级工具
- 工具不可或缺，功能不可替代，价值不可估量，自主不可放松

国产工软赋能制造业走向智能的巨大意义

- 工业软件人未来30年奋斗目标
- 用大约10年时间，中国完成工业化进程，基本实现工业软件市场上“中国、北美、欧洲，三分天下”
- 再过大约5年时间，实现国产工业软件与国际工业软件，各据市场半壁江山
- 再过5-10年时间，实现国产工业软件位居世界“双领先”地位，即：技术领先，市场份额领先
- 任何工业产品走向智能，无论其研发与运行，都离不开工业软件
- “赛博脑” “数字脑” 自主可控，是中国智能制造的坚实根基！



“走向智能丛书”全面论述了智能制造、工业互联网、数字化转型

