

南京天沃软件有限公司
智能制造服务能力认证报告
(Vendor Review)

e-works 数字化企业网

2021 年 12 月

2021 年 10 月 13 日，e-works CEO 黄培、网博会运营总监涂彬、研究员张飘舞组成认证团队，到访位于江苏省南京市江宁开发区九龙湖国际企业总部园的南京天洑软件有限公司（以下简称“天洑软件”）总部，对其智能制造服务能力进行了现场认证。

天洑软件董事长张明、副总经理刘国威、产品总监路明标出席了本次认证过程。天洑软件向 e-works 介绍了公司概况及相关服务能力，提供了相关证书与资质证明，并对核心技术与典型案例进行现场演示和讲解，回答了 e-works 认证团队的提问，同时还对行业前沿问题进行了深入探讨。

基于上述认证过程，以及 e-works 认证团队对天洑软件提供的书面材料进行系统性研究，e-works 数字化企业网出具以下认证报告：

一、厂商概况

1、厂商基本情况

天洑软件成立于 2011 年 5 月 20 日，总部位于南京，在北京、宁波、大连和日本横滨建立了运营基地。天洑专注于中国自主知识产权的工业软件的研发，自主研发了多款行业通用的智能设计、仿真、优化、数据建模软件，并面向重点行业定制开发了一系列智能研发及智能运维解决方案。

天洑软件创始人团队具有较强的专业背景，研发和技术团队由多名经验丰富的清华大学博士构成，拥有软件研发、智能制造、智能设计、智能运维、工程仿真技术和各行业工程应用的背景。同时，该公司还与清华大学、华中科技大学、上海交通大学等高校及科研院所建立了紧密的产学研合作关系，充分利用先进技术和各项资源，为客户提供优质的自主工业软件产品和服务。

2、主要资质

天洑软件已获得的主要资质有：国家高新技术企业、江苏省民营科技型企业、江苏省科技型中小企业、通过 ISO9001 质量体系认证、资信等级 AAA。

3、知识产权情况

截止 2021 年 10 月，天洩软件获得国家知识产权局发明专利授权 5 项，实用新型专利授权 5 项，软件著作权数量达到 34 件。

时间	软件著作权名称
2021-03	试验数据管理平台 V1.0 ...
2019-04	建筑仿真系统求解器软件 ENVCLLOUD Solver V2.0 人工智能风机设计软件 AIFan V2.0 ...
2018-12	人工智能优化设计平台软件 AIP0DV2.0 ...
2018-03	人工智能泵逆向软件 AIPump ModelingV1.0 ...
2018-02	人工智能风机设计软件 (AIFan)V1.0.0.0 天洩人工智能优化设计软件 (AIP0D) V1.0.0.0 ...
2017-09	人工智能汽轮机设计软件 (AISTurbine) V1.0 人工智能后处理软件 (AIP0ster) V1.0 ...
...	...

二、解决方案与行业定位

1、战略与市场布局

天洩软件专注自主工业软件的研发，着力为用户解决产品研发与运维服务环节中的难点问题。通过不断打磨自身工业软件产品，天洩软件逐步形成了以流体仿真、结构仿真、传热仿真、声学仿真、优化分析、智能建模等技术为核心的通用化产品体系，并面向能源动力、船舶海事、车辆运载、航空航天等行业定制化开发了智能研发及智能运维解决方案，确立了国内市场地位，解决了制造业在部分工业软件应用专业领域中实现国产替代的难题。在此基础上，天洩软件也开始逐步向国际化市场进军。

2、服务资质及解决方案拓展

天洄软件成立至今已积累 10 年行业经验，聚合了工程建模仿真优化技术背景 and 实际工程应用背景的资深专家，专注于智能热流体仿真、智能结构仿真、智能优化设计、智能数据建模、智能流动传热拓扑优化设计等各个业务领域。在工程仿真方面，天洄软件通过自研求解器以及采用人工智能技术加快运算速度，在满足精度要求前提下实现了仿真效率的提升，其工业软件产品在操作界面和易用性方面都有较好的表现。

目前，天洄软件主要提供叶轮机械、汽车、航空航天、船舶海事等方面的产品设计、各类性能优化、基于客户体系的二次开发、设计平台定制开发及设计分析平台体系的搭建等服务。

3、生态合作伙伴

天洄软件与国内外多家业内知名企业建立了良好的合作关系，例如德国大众、德国奔驰、德国宝马、日本丰田、意大利 R&D 公司、德国 FRIENDSHIP SYSTEMS 公司、英国 Rolls-Royce 航空、德国西门子、DNVGL、瑞典 FLOWTECH 公司、美国 Hydrocomp 公司、中船重工 702 所上海分部等。

4、典型客户

天洄软件已服务超百家行业龙头客户，覆盖多个行业与领域，以下是部分典型客户。

能源装备行业：国家核电、中广核、国家电投、中国华能、哈电集团、上海电气、东方电气等。

船舶与海洋工程行业：中船重工、江南造船、沪东中华造船（集团）有限公司、上海外高桥造船有限公司、大连船舶重工集团有限公司等。

航空航天行业：航空工业、中国航发、中国航天、上海航征等。

工程机械行业：沈鼓集团、柳工、潍柴、玉柴等。

军工行业：中国兵器工业集团、中国兵器装备集团等。

汽车整车与零部件行业：中国一汽、一汽丰田、长安汽车等。

科研院所：中国科学院、中国空气动力研究与发展中心、中国水利水电科学研究院、中国船舶及海洋工程设计研究院等。

高等学府：清华、北大、上海交大、西安交大、哈工大、厦大等。

三、解决方案覆盖范围与服务能力

1、服务领域及主要能力

天沃软件的核心服务领域聚集设计创新、仿真优化、智能运维领域，能够提供一体化的解决方案，涉及的行业包括航空航天、船舶海洋、汽车、电力能源、流程行业等。

天沃软件以自主软件代码开发为主，基于部分开源技术，打造了一系列产品创新数字化领域的自主工业软件产品，其产品具备了可扩展性、稳定性、实用性等特点，能够不断地持续优化。

从整体产品解决方案来看，天沃软件解决方案聚焦企业的研发创新阶段和产品运维阶段，其中包括全参数化设计、结构仿真、流体仿真、拓扑优化等，以及基于数据建模软件提供设备的预测性智能运维服务。

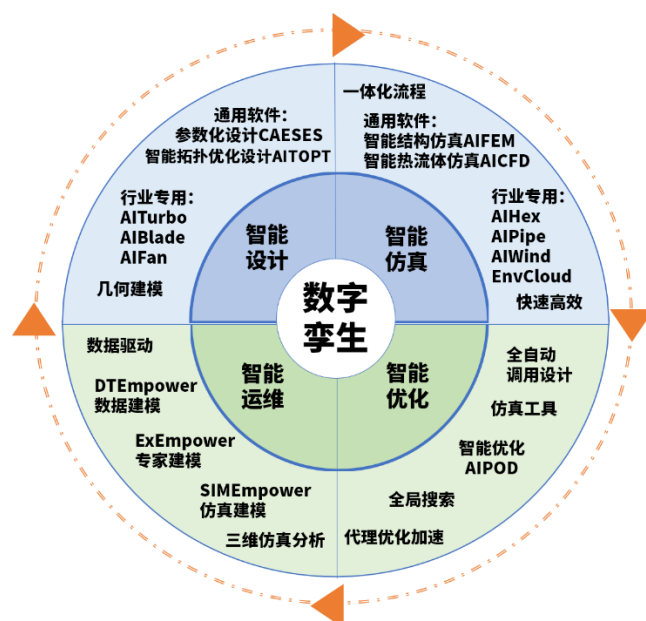


图 天沃软件一体化解决方案全景图

天沃自主研发的行业通用软件包括：智能热流体仿真软件 AICFD、智能结构仿真软件 AIFEM、智能优化软件 AIPOD、智能拓扑优化设计软件 AITOPT、全参数化建模及优化软件 CAESSES、智能数据建模软件 DTEmpower。

天沃软件提供针对 CAE 前后处理开发、专用求解器开发、工业设计平台搭建、人工智能平台开发、辅助工具开发等软件定制开发服务。

行业专用软件包括：智能化泵设计软件 AIPump、智能化风机设计软件 AIFan、智能化叶片设计软件 AIBlade、智能化风场布机软件 AIWind、环境仿真云计算软件 EnvCloud 等。

天沃软件产品既能够满足通用应用场景，也基于通用软件产品打造了面向特定行业领域的定制化产品，形成了设计、仿真优化、运维一体化闭环的行业解决方案，帮助企业解决在细分领域产品研发过程中所遇到的难点问题。

2、解决方案特色及优势

e-works 认为，天沃软件以流体仿真为基础，在参数化设计优化、结构仿真与拓扑优化方面着力打造的一系列产品具备了实际应用成效，整体解决方案也符合设计仿真一体化的应用趋势。同时，天沃软件在通用产品研发基础上，通过定制开发行业专用产品，在解决细分行业领域特定问题上形成了独特的差异化能力，拥有行业领域的实战应用经验。

天沃软件旗下的几款自主研发产品在集成性方面也有一定的优势，可以形成一站式解决方案来协同解决客户的应用难题。例如，针对电子行业企业，天沃软件可以提供跌落、散热和优化仿真的集成解决方案来帮助客户解决所有难题，而无需在多种软件环境下进行切换使用。

在工程仿真方面，天沃软件通过自研求解器以及采用 AI 智能优化算法加快运算速度，在满足精度要求前提下，使软件的应用效率得到了一定的提升。

天沃软件相关产品解决方案功能特定如下：

● 智能热流体仿真软件

AICFD 是专门针对热流体的智能仿真分析软件，可以对流动及传热的快速智能仿真。该软件全面涵盖了常用的流体仿真功能，其流动类型包括单相不可压缩

流动、单相可压缩流动（支持亚音速、跨音速和超音速流动）、传热、多相流等，并支持多区域的流动和传热模拟。产品拥有完整的从几何模型到仿真结果的完整仿真分析流程，软件图形界面友好，内嵌的智能加速算法能够有效提升产品的使用效率。

AICFD 通过对流程结构树上的必要参数进行基本设置即可自动完成网格生成、计算、后处理等复杂的一体化仿真流程和图形化显示，整体操作过程简单易用，能够满足用户高效进行热流体仿真分析。

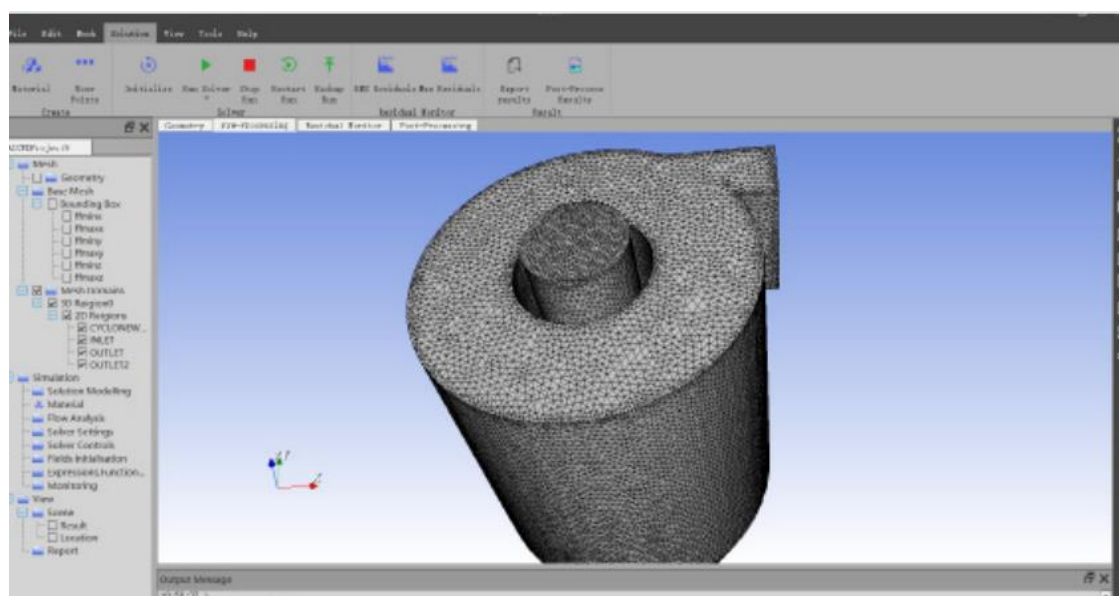
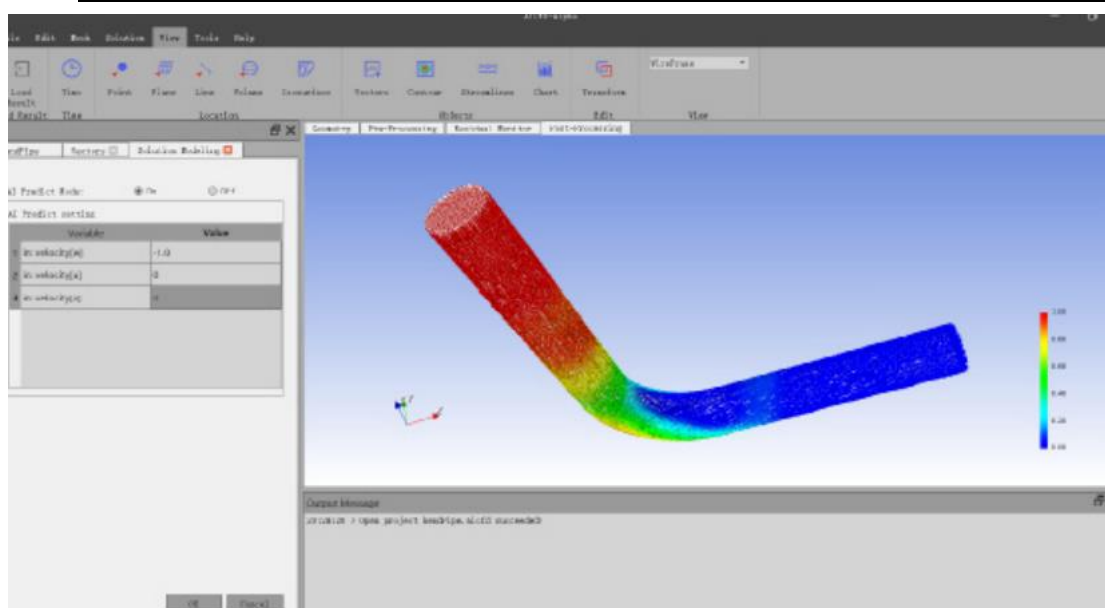


图 一键式仿真计算流程

针对复杂工业流动 AICFD 也能够进行精确的仿真分析，例如：叶轮机械和换热器内的流动和传热仿真。AICFD 还提供了多种稳健的数值格式和边界条件以及常用的物理模型，可以为能源动力、船舶海洋、航空航天和汽车等行业提供通用化的热流体仿真分析工具。



AICFD 的核心计算模块的通用性使得它也拥有较宽的应用领域，对于一些专用领域，通过不断深入的仿真实践应用，在天洄软件研发能力支撑下，其仿真模块功能还可以进一步得到优化，从而提高仿真的精度和操作的便捷性。

● 智能结构仿真软件

AIFEM 是天洄软件推出的一款智能结构仿真软件，其功能完善，提供了工业设计和工程仿真中常用的有限元分析功能，可以进行固体力学、结构力学、传热和电磁计算分析；针对多物理场耦合分析领域，还提供颤振、阵风响应和静气弹等计算功能。

在软件使用方面，AIFEM 整体操作还是遵循设计仿真用户操作习惯，在同一界面下即可完成仿真工作流程，即几何导入、网格划分、求解设定到后处理可视化的功能，用户只需对必要参数进行基本设置即可自动完成整个仿真过程。

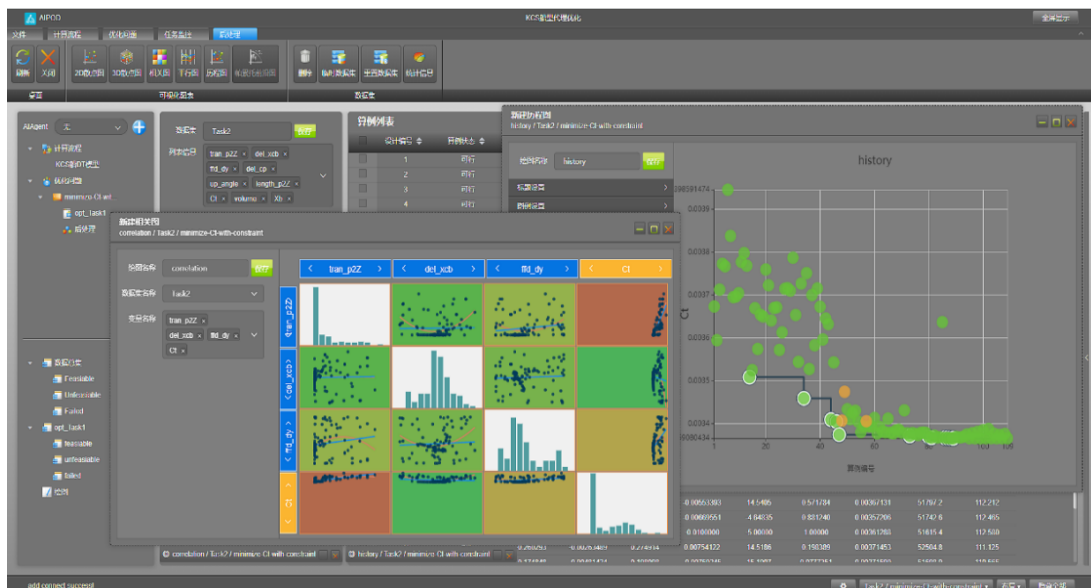
该软件的整体操作过程对设计人员也很友好，也便于企业设计人员学习使用，有助于工业企业建立设计、仿真和优化相结合的一体化流程，提高产品的研发效率。

另外，AIFEM 可以实现基于数值仿真计算、参数敏感性分析和数值试验数据库的产品数字化模型，拥有数字孪生和数据驱动的实践应用能力。

● 智能优化软件

AIPOD 是由天洄软件自主研发的智能优化软件。通过集成智能优化算法

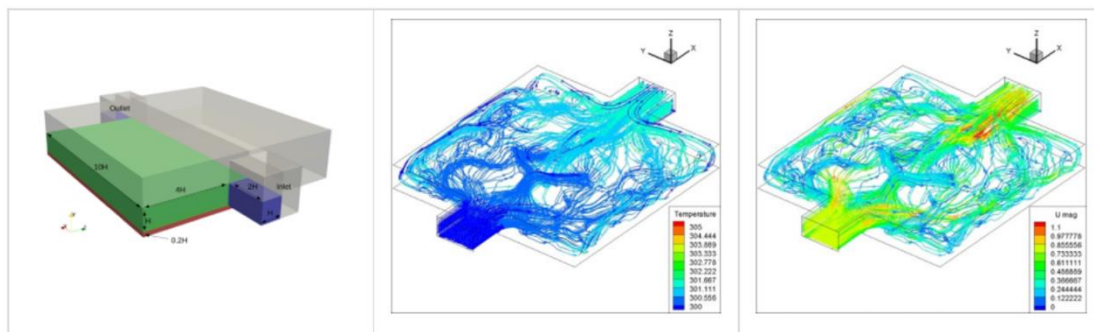
SilverBullet，专门针对工业设计领域数值模拟计算成本高等痛点而设计。



准确的数据模型基础是仿真优化精度的必要保障，AIPOD 建模工具箱可以一键导入天沃智能数据建模软件 DTEmpower 建立的模型，用于计算流程的建模。利用该功能，用户可以充分发挥数据的价值，实现仿真驱动和数据驱动相结合的优化设计。

● 智能拓扑优化设计软件

AITOPT 是天沃软件自主研发的智能拓扑优化设计软件，它通过结合伴随方法、CFD 求解器以及拓扑优化理论来实现对工业产品的多目标优化设计。在产品设计的初期阶段，用户能够快速地进行拓扑优化设计，可以实现降低管道流动压力损失、优化出口流动均匀性、提升散热器和换热器性能等多种优化目标；在产品的详细设计阶段，用户能够快速进行形状优化设计，可以实现降低运输装备的阻力系数、提升旋转机械产品性能等优化目标。



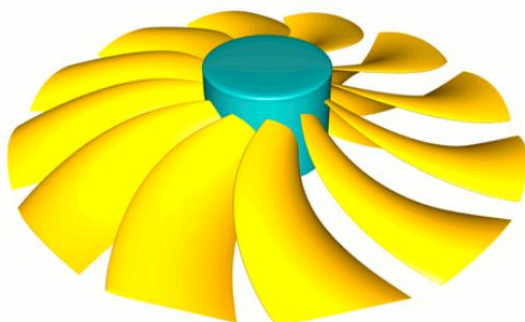
AITOPT应用案例：水冷板式散热器优化目标【固体域平均温度最低+压力损失最小】

AITOPT 软件可以广泛应用于航空航天、汽车、能源电力、流体机械等工业领域。用来实现工业产品的多目标优化设计,也拥有较多独特的客户应用实践案例。针对结构、流体、热力学、声学或多物理场耦合问题,都可以帮助设计师开拓出全新的优化设计思路,在产品创新过程中颠覆以往的设计方案。

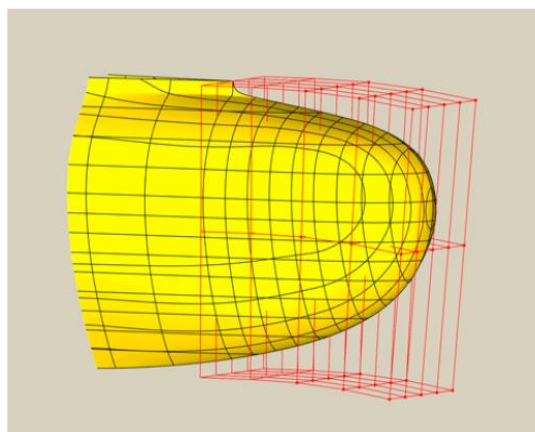
● 全参数化建模及优化软件

全参数化建模软件 CAESES 是由天洑软件与德国 FRIENDSHIP SYSTEMS 公司合作研发。CAESES 在几何建模方面,所有的坐标、尺寸都是参数化的,易于进行模型修改。CAESES 通过简化构造复杂几何模型的参数,使用户可以对模型进行简单灵活的设计修改。

另外,CAESES 自带全参数化建模工具和优化工具,可以实现从建模、仿真到优化自动化流程的无缝衔接,具有完备的网格工具/仿真求解器连接接口,非常容易实现从建模、仿真到优化的自动化流程。



全参数化模型



半参数化变形控制

针对特定行业,天洑软件能够以 CAESES 作为前端设计修改工具,并结合 AICFD/AIFEM、AIPOD 仿真优化和 DTEmpower 数据建模软件,打造设计、仿真与运维一体化平台,实现产品设计的闭环迭代优化,实现仿真驱动设计,最终帮助用户形成最佳设计方案。目前已经取得实践应用成效的一体化平台产品有 AIShip、AITurbo 等。

CAESES 打通了从设计建模到仿真求解器(网格划分)的联结,可以实现模型变形过程中仿真接口的稳定性,例如模型的关键信息(面、节点)在变形过程中不会被破坏,可以被仿真求解器精准识别,从而保证了优化设计的可靠性。

● 智能数据建模

DTEmpower 是由天洑软件研发的智能数据建模软件，包括数据建模、模型和知识管理平台、模型驱动平台、基于模型的优化平台等多套软件，可同时服务于工业设计和工业运维的多种场景，包括快速评估、优化设计、智能预警、运行优化等。

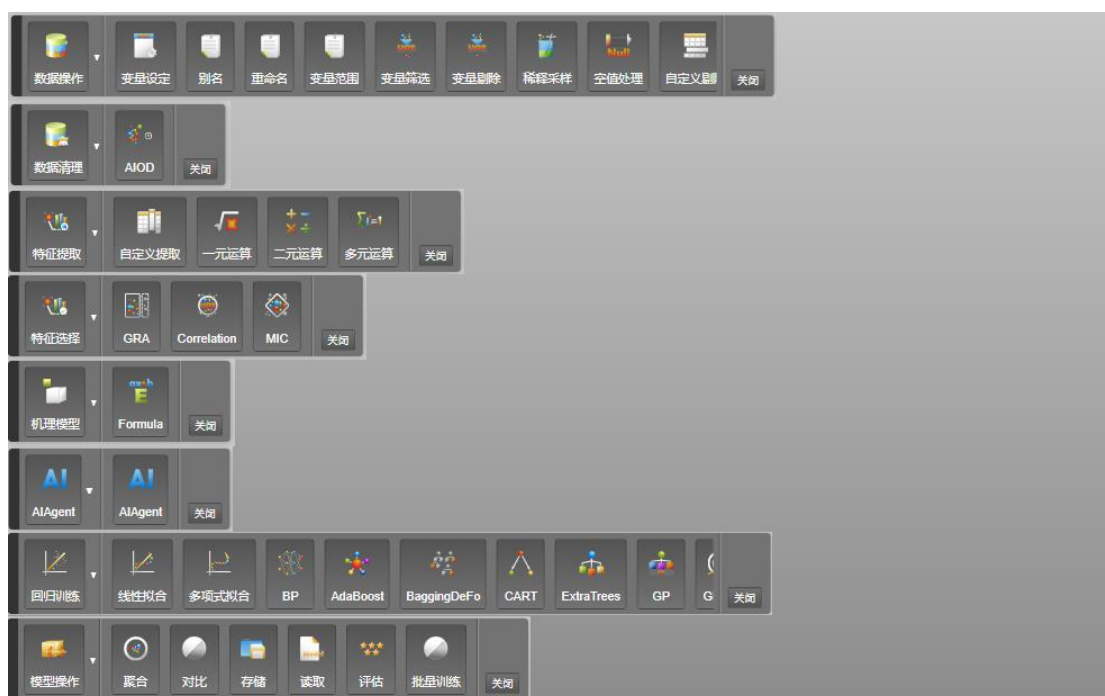


图 DTEmpower 丰富的算法

DTEmpower 提供了图形化的数据建模流程搭建功能，所有的数据及模型操作，均以工具箱中模块的形式提供，只需通过简单的节点拖拽与节点连接即可完成复杂的数据建模流程的构建。同时，工具箱中还提供有大量算法，其中模型训练算法包括，AI Agent、MLP、AdaBoost 等数十种算法，所有这些训练算法都应用了天洑自主研发的超参学习引擎 TFAutoML，实现超参自动寻优。

● 智能运维

在运维端，天洑软件通过数据、专家和仿真融合，打造了智能监盘系统、设备智能预警与故障诊断系统、运行管理指挥舱、设备全生命周期管理平台、碳综合管理平台等运维产品等智能运维解决方案。



通过大数据、人工智能、物联网、云计算等先进技术手段挖掘数据价值，并将数据建模、专家建模、仿真建模相融合，打造多信息融合的数字孪生模型，能够帮助企业对核心装备建立智能化预测性运维服务体系。

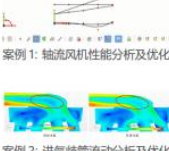
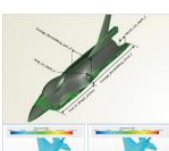
天沃工业 AI 运维主要面向火电、水电、核电、风电、煤矿、水泥、化工、钢铁等重资产流程行业，可以提供数据建模、机理建模、仿真建模、专家诊断、动平衡试验、技术培训等多项技术支持和技术服务。

AI 运维产品	核心技术	功能及作用价值	应用行业
智能监盘系统	大数据+人工智能+专家推理	智能监盘系统将大数据技术应用到DCS控制系统，提供智能预警、故障诊断、性能分析、运行优化、智能控制、事故追忆等功能，实现电厂专业知识软件化，让传统发电变得更加智能，最终实现“无人值守”或“少人值守”。	火电、水电、风电、核电、光伏
设备智能预警与故障诊断平台	大数据+人工智能+振动分析+专家推理	数据模型和机理模型相融合，对设备运行状态全方位感知，及时识别设备早期故障征兆和劣化趋势，有效减少设备非计划化停机，降低维修和检修费用，保障人身财产安全，为全工业安全可靠生产保驾护航。	电力、建材、矿山、冶金、化工、水利等重资产流程行业
双碳管理系统	云平台+大数据+人工智能+物联网	利用“云、大、物、移、智”技术，对接碳价预测、交易预警、节能减排、低碳能力建设、碳排放智能分析，并预测未来；包括集团层面的层级管理、机构管理、用户管理、碳资产管理（配额及CCER等）以及碳减排项目流程管理等，为企业碳减排以及开展碳交易提供碳管理决策建议。	钢铁、石化、化工、有色、电力、玻璃等重点碳排放行业

四、实施与服务

1、咨询服务能力

天沃软件具备叶轮机械、船舶海事、汽车、航空航天等行业的分析及优化产品的开发、咨询和实施服务能力，能够帮助制造企业提升产品研发创新能力。

叶轮机械行业	● 各类叶片泵（离心、轴流、混流）的设计、分析及优化 ● 各类容积泵的分析及优化 ● 各类轴流风机、离心风机的设计、分析及优化 ● 各类压缩机的分析及优化 ● 各类水轮机、螺旋桨、涡轮增压器、液力变矩器、汽轮机、燃机压气机/涡轮的分析及优化	
汽车行业	● 发动机动力总成分析及优化，包括对进气道、燃烧室喷嘴、活塞碗、冷却套、进/排气歧管、EGR 系统以及流动管路的设计分析及优化 ● 外气动分析及优化，可对微型车、小型车、中大型车、SUV、MPV、跑车等进行外气动分析及优化 ● 结构部件分析，可对包括白车身架构、悬架系统、曲轴、传动系统等结构部件进行分析结构强度分析、疲劳寿命分析、振动噪声分析等	 案例 1: 轴流风机性能分析及优化
航空航天行业	● 飞行器外气动分析及优化，包括对各类歼击机、加油机、大中型商用客机、直升机、导弹等的外气动分析及优化 ● 航空发动机关键部件的性能分析及优化，包括对压气机、涡轮、燃烧室、喷嘴等关键部件进行分析及优化 ● 航天发动机关键部件的性能分析及优化，包括对涡轮、泵、喷嘴等关键部件进行分析及优化	 案例 2: 进气歧管流动分析及优化
船舶海事行业	● 传统船型如散货船、邮船、集装箱船的线型分析及优化 ● 复杂船型如双尾鳍船型、双体船、三体船的参数化建模及线型优化 ● 船用螺旋桨的设计、分析及优化 ● 船舶兴波阻力、粘性阻力和总阻力计算，尾部伴流场分析，考虑螺旋桨影响的 CFD 分析，模拟自航分析，也可提供船舶在波浪中运行分析及附加阻力计算 ● 船舶节能装置的分析及优化 ● 海洋平台优化，提供各类供应船及浮式装置的线型优化工作	 案例 3: 飞机参数化建模及外气动分析优化
建筑、水利、环境行业	● 室外风环境分析、室内空气流动及空气龄计算 ● 大气扩散分析、污染物扩散应急分析、日照分析 ● 港口、湖泊（水库）、海湾、海洋水动力学模拟 ● 温排水、泄洪道、污水排放、海岸洪水等数值模拟 ● 水利工程仿真，如泄洪系统仿真、河流工程数值仿真	 案例 4: 开敞式泄洪数值分析

2、实施服务能力

天沃软件研发部可根据叶轮机械、船舶海事、汽车、航空航天等行业的客户需求，提供软件系统定制开发服务，包括 CAE 前后处理开发、专用求解器开发、工业设计平台搭建、人工智能平台开发等，为客户量身打造合适的工作平台。

3、项目执行与管控

天沃在项目执行中会秉承为客户负责的理念，贯彻快速、果断、准确、周到、彻底的宗旨。从项目立项到软件的后培训使用，直至最后验收，每一环严格按照既定标准执行，并且沟通机制透明。

4、实施方法论

天沃软件在项目实施时能确保及时、高效、统一、成功。基于每个用户的需求都是独特与重要的理念，天沃软件都会与客户在一起磋商如何实施，具体问题

具体分析，所采用的方法都是灵活可调的。明确了每个时间节点的任务重心与下一步的方向。根据客户需求定制开发便捷、实用、快速的工具软件，针对各类产品在设计、分析、优化过程中遇到的一系列繁琐、耗时的问题及手工操作复杂的工作，提供一整套工具包。为客户在实际工作中大大减轻了繁琐的工作量，使得客户能将主要精力集中到富有创造性的工作中。

五、客户证言

上海船舶运输科学研究所成立于 1962 年，总部位于上海浦东新区陆家嘴功能区块，占地总面积近 230 亩，是我国最大的交通运输及航运综合技术研究开发基地。自成立以来，坚持“国内一流、国际先进”的理念，长期从事国内交通运输和造船行业的共性技术、前瞻性技术的开发研究，为促进行业科技进步做出了积极贡献。经过 50 多年的不断发展，形成了具有专业特色的主营业务和研究开发领域；拥有包括船舶运输控制系统国家工程中心和航运技术与安全国家重点实验室在内的一流研发实验基地及先进的科研实验手段；在船舶系统工程、船舶水动力及海事技术试验研究、环境工程、智能交通系统、交通与航运信息化等领域，研发及技术服务水平均处于国内领先地位。



天沃软件为客户打造的“基于数据驱动的船型智能设计优化平台”，通过集成船型设计专家经验和机器学习等人工智能技术构建船型性能预报及优化引擎，按船型的数字化表达、船型样本数据集构建、数字孪生模型构建、船型几何特征自动识别及性能评估、智能优化平台五大步骤进行项目实施。研发和实施期间主要使用天沃 AICFD、DTEmpower、CAESES 作为核心工具，为项目设计与优化赋能。

“本次打造的平台通过数字化的方式固化了我所既有专家设计流程与经验，为我们实现知识资产化提供了良好的数字化平台基础；为我所科研人员及用户构建的数据模型递进式改善提供了富有针对性的采样手段，降低了高精度代理模型构建的成本；加速改善既有设计流程，也为我们提供了清晰的、可持续改善的技术路径指导；天沃软件的使用大大提升我所在产品研发设计阶段产品方案迭代的效率。实现减弱对国外工业优化软件(HEEDS、Isight)等依赖程度。”

——上海船研所项目负责人

六、认证结论

经过对天沃软件的产品、技术与服务能力的调研，e-works 认为，该公司拥有拓扑优化设计、全参数化设计、结构仿真、流体仿真、多学科优化、数据建模等领域技术产品与服务能力，能够解决企业在设计、仿真、优化与智能运维领域中所遇到的复杂问题。天沃软件具备较强的自主开发能力，能够面向能源动力、船舶海事、车辆运载、航空航天等用户量身打造设计仿真一体化平台，为用户解决特定的工程实践问题。同时，可以面向能源动力、石化、矿产和钢铁等重资产流程行业企业提供数字孪生建模工具和平台，提升装备运营的综合管理能力。

特此认证！