

复杂工程系统接口设计管理 APP (ICDSys)

一、企业简介

北京索为系统技术股份有限公司是国内工业技术软件化理念的领导者，知识自动化技术的践行者，致力于工业互联网平台建设、运营、服务，为制造业行业领先者提供以知识自动化为驱动的工业互联网、工业安卓平台及工业互联网APP开发运营服务，是国内领先的工业互联网APP赋能的工业互联网平台提供商。公司成立于2006年6月，注册资本6156.7164万元，总部位于北京，在雄安、上海、西安、杭州、武汉、成都等地设有分支机构。

自成立以来，索为系统始终坚持自主创新，其研发的中国自主的工业操作平台SYSWARE，通过“知识自动化”手段，推动中国工业互联网平台的发展，持续帮助制造业企业，将基础共性、行业通用及企业特有的工业技术、知识、经验封装成易操作、易推广的工业互联网APP，赋予知识工作者广阔的创新与开拓的空间，提高企业研发与设计效能，助力企业智能化转型。

在过去十余年，索为公司以知识自动化的理念，推进了工业技术软件化在航空、航天、船舶、兵器、电子、核工业等国防军工行业，和汽车、重型机械、动力装备等高端装备制造业的复杂产品研制设计、试验制造及过程管理领域的落地，并在多个重大型号中进行了应用，取得显著成效，为大规模推广打下了良好基础。

二、工业 APP 简介

(一)、问题定位

随着技术的进步，工程系统的复杂度呈指数级增加，系统一般都包含多个子系统，涉及多个学科专业。传统的系统架构和接口的设计和管理方法普遍采用手工编制的文档和页面进行管理，这种方法存在诸多弊端：

1. 数据无法实时共享，不利于数据存储、复用和数据协同，同时无法实现多用户协同设计。

2. ICD 涉及数据众多且格式繁杂，大量的设计文档需要维护，手动设计效率低下、容易出错，且工作量会成倍增长。

3. 手动设计过程中的设计数据无法自动进行正确性和有效性的校验。

4. Visio 等图形化设计工具无法描述标准系统物理架构图，而当前系统物理架构往往采用标准的总线和端口等元素进行设计。

5. 电子 ICD 与逻辑 ICD 设计相互独立，无法保证关联性。

6. 无法建立 ICD 数据与逻辑设计之间的关联，使得详细设计过程中的数据无法保证一致性。

7. 无法统一系统物理架构与接口设计过程。

8. 无法生成可执行文件实现为后续的系统设计和开发工作提供便利。

9. 数据无法实现版本和权限管理功能，不利于 ICD 设计文件的管理和保密。

ICDSys是我公司基于先进的MBSE理论并结合国内外成熟的接口设计经验自主研发的面向复杂工程系统研发用户的企业级的接口数据设计、分析和管理工具。ICDSys支持“树+图+表”+“模型库”的设计方法管理系统架构及接口数据，从而提升了ICD设计效率。

ICDSys具有开放的数据接口，可基于模型生成文档和各类数据文件。采用R-N关联模型技术，可实现ICD数据信号从产生到最终应用的全历程追溯，显著提高影响性分析和排故效率。基于模型库的向导式设计，降低了设计师的专业门槛，并提高了ICD的设计质量。

(二)、创新点

ICDSys提供图形化的数据创建、树形区的数据视图管理、表格的接口数据属性设计，为用户提供了良好的交互界面及接口数据管理模式。

ICDSys提供了模型库的设计应用方式，可在总线，消息，信号等基础模型的概念上，构建和使用特定的模型，例如1553B，ARINC429等不同类型的数字总线可理解为是基于数字总线基础模型的特定模型。可用图形化拖拽特定模型的方式完成设计工作，大大提升设计效率。同时可协助企业把之前积累的设计数据变为可利用的设计模型，积累核心设计资产。

ICDSys提供ICD接口数据快速自动生成文档功能，使得文档无须

手动编辑。

ICDSys提供接口数据导出xml、Excel等多种类型的文件，实现接口数据在后期仿真测试阶段的应用，减少重复性劳动。

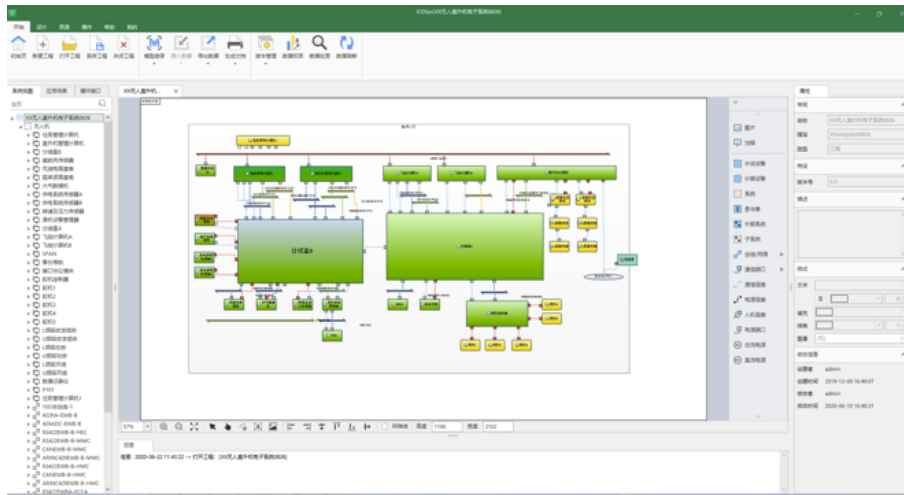
ICDSys提供C/S架构，所有用户针对统一数据源协同在线编辑，实现了数据的实时共享，便于多人协同设计。

(三)、功能介绍

1. 系统物理架构设计

在系统架构设计初期，需定义其物理架构图。ICDSys工具提供了工具接口，继承外部工具（例Rhapsody、Modelook等）的架构数据，自动生成系统的物理架构。ICDSys工具提供了物理架构图的搭建，包含系统、子系统、设备、外部系统等相关信息，同时通过规范总线网络或非总线通信连接，建立各个子系统/设备/参与者等模块之间的关联关系，完成对系统物理架构的描述。

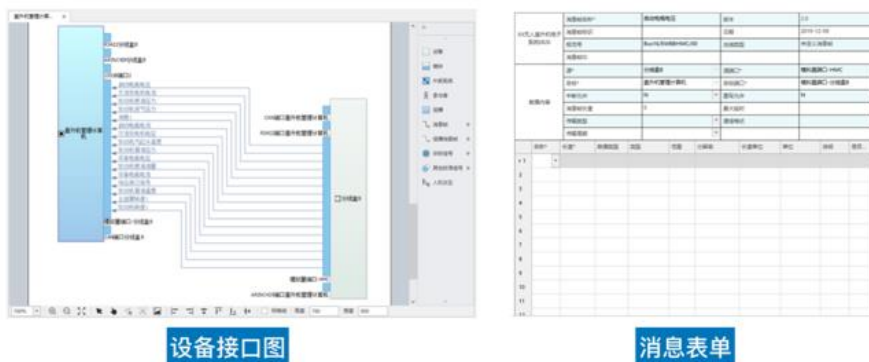
在创建或者导入物理架构后，可以基于该架构分别进行信号接口设计、逻辑交互设计、接线接口设计。ICDSys工具提供了系统视图、应用场景视图和接线接口视图分别管理信号接口数据、逻辑接口数据和设备接线接口数据。



物理架构图

2. 信号接口设计

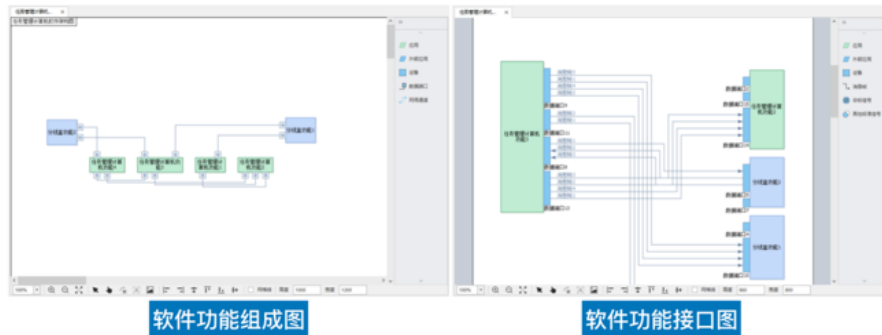
信号接口设计是基于物理架构对设备接口模型进行设计。系统提供设备接口图创建设备接口模型，主要描述某设备和其它设备消息/报文/信息单元/数据块（以下统称为消息）的收发关系。ICDSys支持用户基于标准化消息表单设计消息数据，同时针对不同类型的消息提供相应的属性设置，保证各类型消息设计的专业性和规范性。



设备接口设计界面

信号接口设计还提供软件功能接口设计。包括软件功能组成图、软件功能接口图、软件功能间消息帧图。软件功能组成图的定义包括软件功能、功能间虚拟通道、软件功能与物理设备的配置。

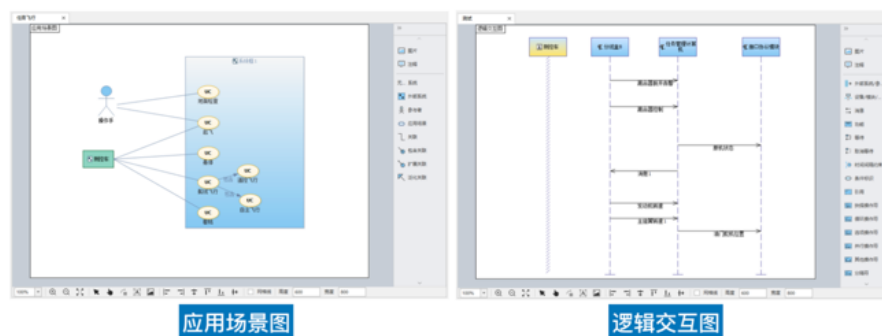
软件功能接口图即创建软件功能接口模型，主要描述各软件功能和
其它软件功能间的消息的收发关系。软件功能间消息帧图定义消息
数据类型、消息传递数据信息。



计算设备的软件功能接口设计界面

3. 逻辑交互设计

逻辑交互设计是通过图形化方式定义系统应用场景及应用场景
内部实现过程。应用场景可直观的呈现系统的功能需求，应用场景
内部的实现过程描述了外部参与者、参与对象、参与对象间的信息
传递关系以及信息间的时序和逻辑关系。

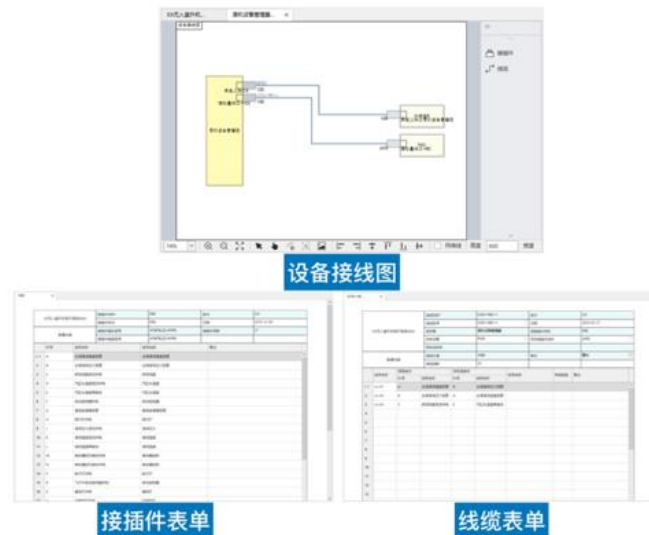


逻辑交互设计界面

4. 接线接口设计

接线接口设计是通过设备接线图定义设备接插件和设备间的连
接线缆，同时通过接插件表单定义接插件的针号、针号关联的信号

名称以及信号说明等信息，通过线缆表单定义线数、线号名称、线号对应关联的接插件针号、导线等信息。



设备接线设计界面

5. 数据校验

在接口数据设计过程中，系统会自动对保存数据进行冗余性、完整性和非法性检验，以保证设计数据的正确性。

6. 数据检索

ICDSys支持用户对数据库所有数据进行分类检索，并支持用户保存检索结果实现数据汇总整理功能，检索功能包括以下特色功能：

- 关键字检索：支持用户输入关键字进行功能检索
- 多条件搜索：支持用户选择大于20条以上的多项输入条件进行检索
- 检索结果保存：用户基于需求保存搜索结果，提升搜索效率

- 搜索结果视图：支持团队视图和个人视图两种分类展示，实现搜索结果共享机制
- 树形区检索：提供树形区快速检索功能，在树形区上方输入框输入关键字，按回车键，会自动定位到包含该关键字的节点。



树形区检索

7. 模型库

ICDSys支持总线库、端口库、消息帧库、信号库的管理功能。



模型库管理

ICDSys在总线库中提供了1553B、AFDX、ARINC429、ARINC717、

CAN、FC、Flexray、I2C、RS422、RS485、TTE和以太网总线。4G、WiFi、数据链通信网络。及DDS虚拟总线，同时支持在物理架构设计过程引用总线库的总线数据进行总线设计。

ICDSys在端口库中提供了对应总线库的不同协议的总线端口、离散量/模拟量的非标端口、人机交互端口及其它端口等，同时支持在物理架构设计过程引用端口库的端口数据进行端口设计。

ICDSys在消息库中提供了不同协议消息的创建、编辑、查看和删除功能。同时支持在设备接口图中使用消息库中消息进行快速设计。

ICDSys在信号库中提供信号及信号参数的创建、编辑、查看和删除功能。同时支持在消息表单中使用信号库中消息进行快速设计。

8. 文档生成

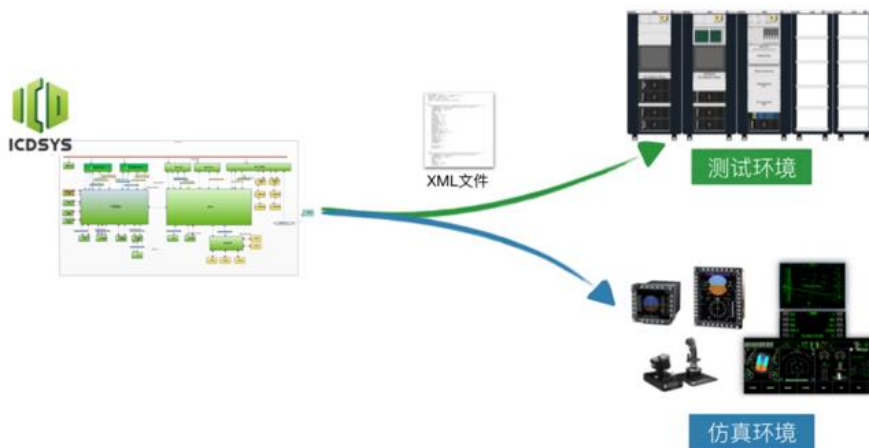
接口数据设计完成后，ICDSys软件支持将接口数据生成特定模板格式的文档。同时软件支持文档模板的编辑，通过在模板指定位置添加业务标签，并建立业务标签与模型数据的关联关系，实现模板的设计和完善的完善功能，进而实现对模板管理的相关操作。



ICDSys接口数据文档生成

9. 数据导出及导入

接口数据设计完成后，ICDSys可导出XML格式标准文件和ICD工程文件。同时支持导出的XML文件导入，实现型号复用。ICDSys支持导出特定格式的XML文件，实现接口数据在后期仿真测试阶段的应用，减少重复性劳动。



ICDSys数据的导出与导入

10. 版本管理

ICDSys支持版本管理，通过提供版本设置、版本历史查看、版本比较和版本恢复等功能实现版本的管理。

11. 协同设计

ICDSys支持多人在线同时进行编辑，且提供以下协同机制：

- 1) 当多人打开同一型号的另一节点时，最先打开的获取编辑权，关闭释放编辑权。
- 2) 在锁定编辑权期间，其他客户端只能以只读权打开。
- 3) 权限类别只在打开时判定，且持续到关闭重新打开前不做更改。
- 4) 编辑权即对数据可进行增删改查等操作，只读权只可查看和浏览数据。

(四)、功能和技术指标优势

指标1：支持接口数据的设计和管理，相关描述：

基于“树+图+表”+“模型库”的设计方式管理系统架构及接口数据，其中接口数据包括了信号接口数据、逻辑交互数据及接线接口数据。

指标2：支持数据的导入导出，相关描述：

支持接口数据导出xml、Excel等多种类型的文件、支持接口数据导出文档功能、支持导出的接口数据导入，形成新的工程数据。

指标3：支持第三方工具的数据接口，相关描述：

集成常用的DOORS、Rhapsody、Modelook、Matlab、IDE、WORD等工具。

三、技术方案说明

(一)、工业 APP 架构

ICDSys功能架构如下图所示。包括工具接口、系统接口数据设计、数据查看和校验、数据关系及分析、用户和数据管理、数据导出等六大部分。其中ICDSys的核心功能是系统接口数据设计和管
理，包括物理架构设计、信号接口设计、逻辑交互设计、接线接口设计、数据校验、文档生成、适配仿真测试环境等。

ICDSys工具支持多种通信协议类型，包括 1553B、AFDX、ARINC429、ARINC717、CAN、FC、Flexray、I2C、RS422、RS485、TTE和以太网总线。4G、WiFi 和数据链通信网络。同时支持以数据为中心的DDS网络设计方式。同时支持非总线协议类型，包括模拟信号、离散信号、音频信号、视频信号等。

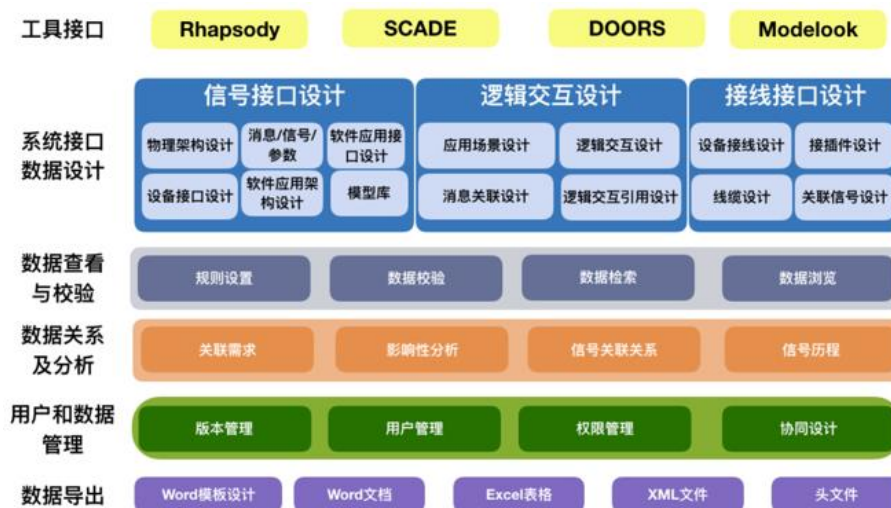


图 1 ICDSys功能架构。

(二)、工业 APP 关键技术

1. “树+图+表”设计技术

支持图形化设计，为用户提供简洁快速的设计操作方式，提高设计效率。支持树形区管理数据，为用户提供直观的数据展示。支持表格设计和管理数据，为用户提供不同类型数据的不同表格展示。

2. 模型库设计技术

通过模型库进行接口数据的设计，实现接口数据的快速设计，同时协助企业将积累的设计数据模型化，从而积累核心设计资产。

3. 文档生成技术

通过提供文档模板编辑功能，根据定义的文档模板和选择的模型数据结合生成 Word 文档。

四、应用情况描述

(一)、应用场景描述

对于复杂产品电子系统来说，ICDSys 用来定义系统的物理架构，并通过表单详细定义物理架构中设备间的接口数据。其使用场景例系统部门定义系统的物理架构，软件部定义总线通信接口数据、电气设计人员完成电气接口设计、机械设计人员完成机械接口设计、接线部完成接线接口设计。不同部门设计完成后，均可通过文档生成功能生成文档。同时导出下游工具适用的接口文件。

其应用领域也很广泛，ICDSys 可被应用于航空、车辆、卫星、船

舶等多个领域的复杂工程电子系统中。目前 ICDSys 的用户主要涵盖航空、车辆、船舶等各领域电子系统的总体部、软件部等电子接口数据设计部门。

(二) 商业化情况

在某航空研究所的接口数据设计管理项目，ICDSys 主要承担接口设计和管理功能。本项目通过解析上游架构数据及接口数据，导入 ICDSys 工具，实现上游架构数据和接口数据的继承。继承数据后，通过定义设备内部模块及软件应用架构数据，同时使用模型库消息数据定义软件应用接口数据，实现 ICD 接口数据的设计和管理。而当消息数据发生变更时，修改模型库消息，可变更使用模型库创建的所有消息数据，保证了数据的统一性和正确性。



某中航工业所 ICDSys 工具的应用