



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

项目课：航空叶片制造系统的大数据与云计算 应用及实践 ——大数据技术部分

杨立娟、李卓林、汤文举（企业）

机械工程学院实验中心

2025年11月3日

目 录

No. 2

- 一 实验背景
- 二 智能制造实践教学平台
- 三 智能制造数据采集系统
- 四 实验一

一、实验背景

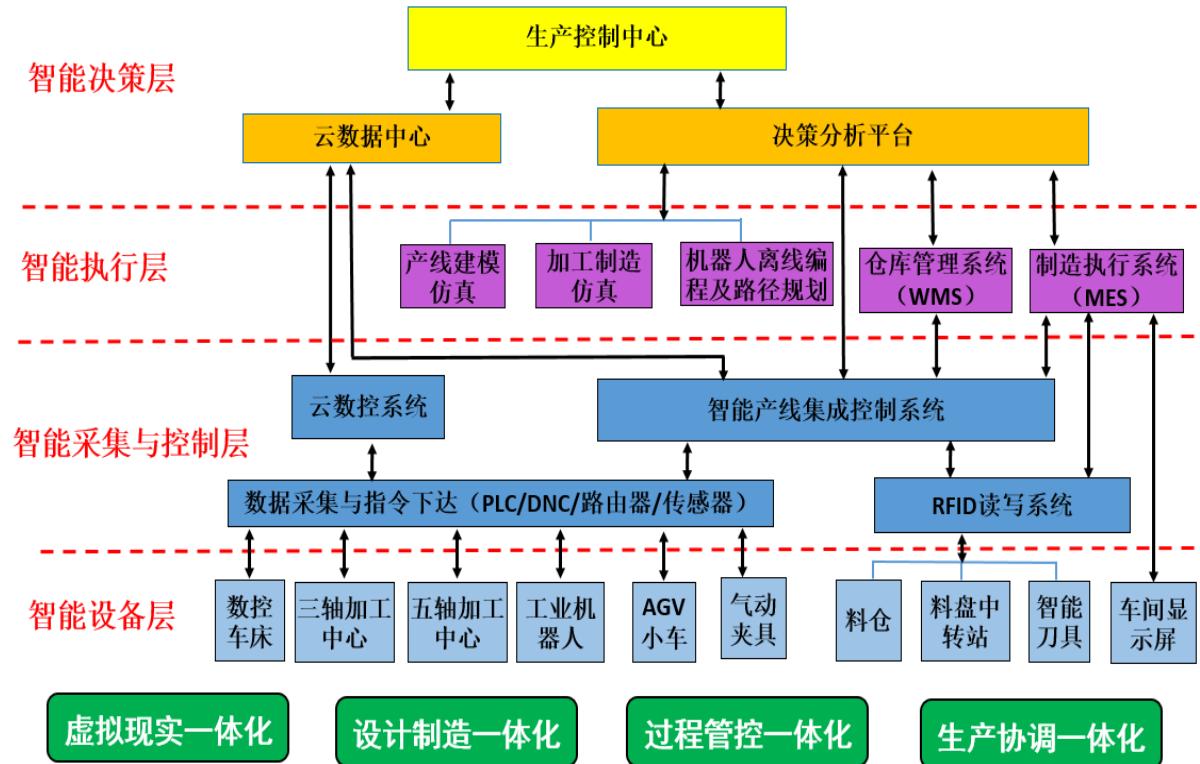
发展智能制造，核心是云计算、物联网、大数据等新一代信息技术与制造业的融合与落地应用。



智能工厂是工业4.0的核心组成部分，基本框架包括智能制造车间、智能决策与管理系统、虚拟制造平台等关键部件，是一个高度自动化、高度信息化、高度网络化的系统。

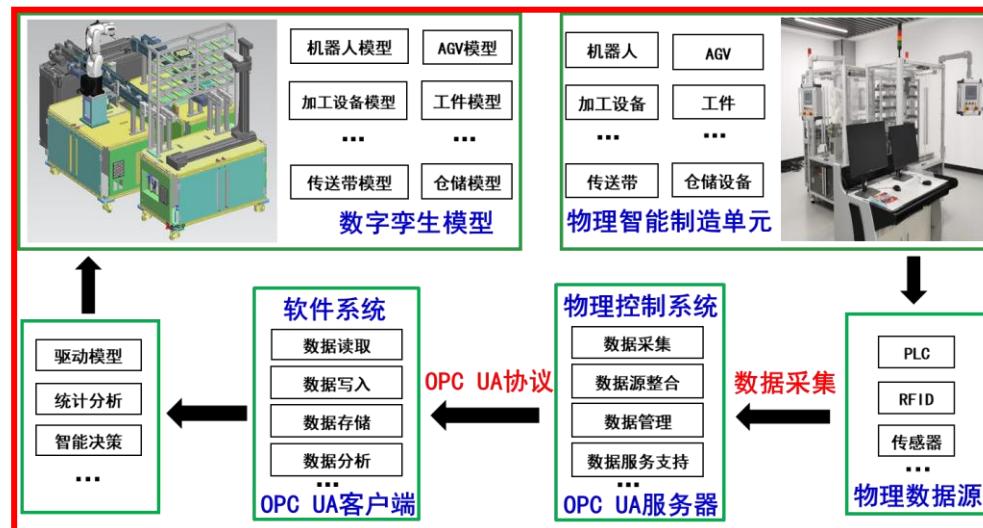
二、智能制造实践教学平台（一期）

No. 4



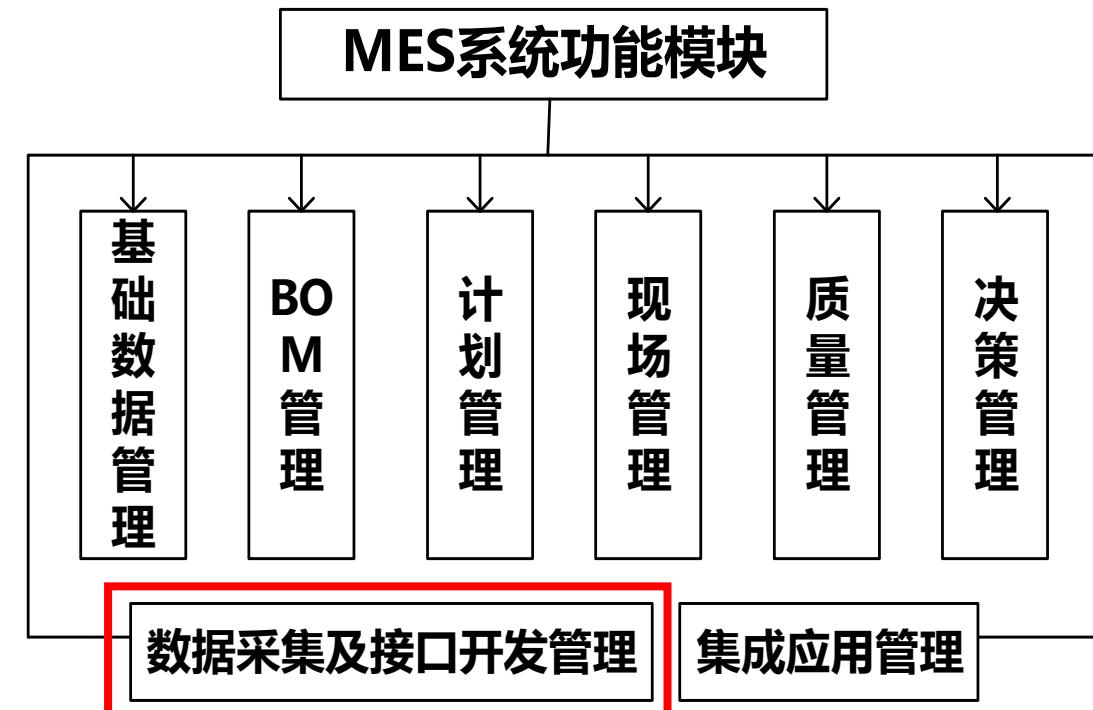
二、智能制造实践教学平台

数字孪生系统



二、智能制造实践教学平台（一期）

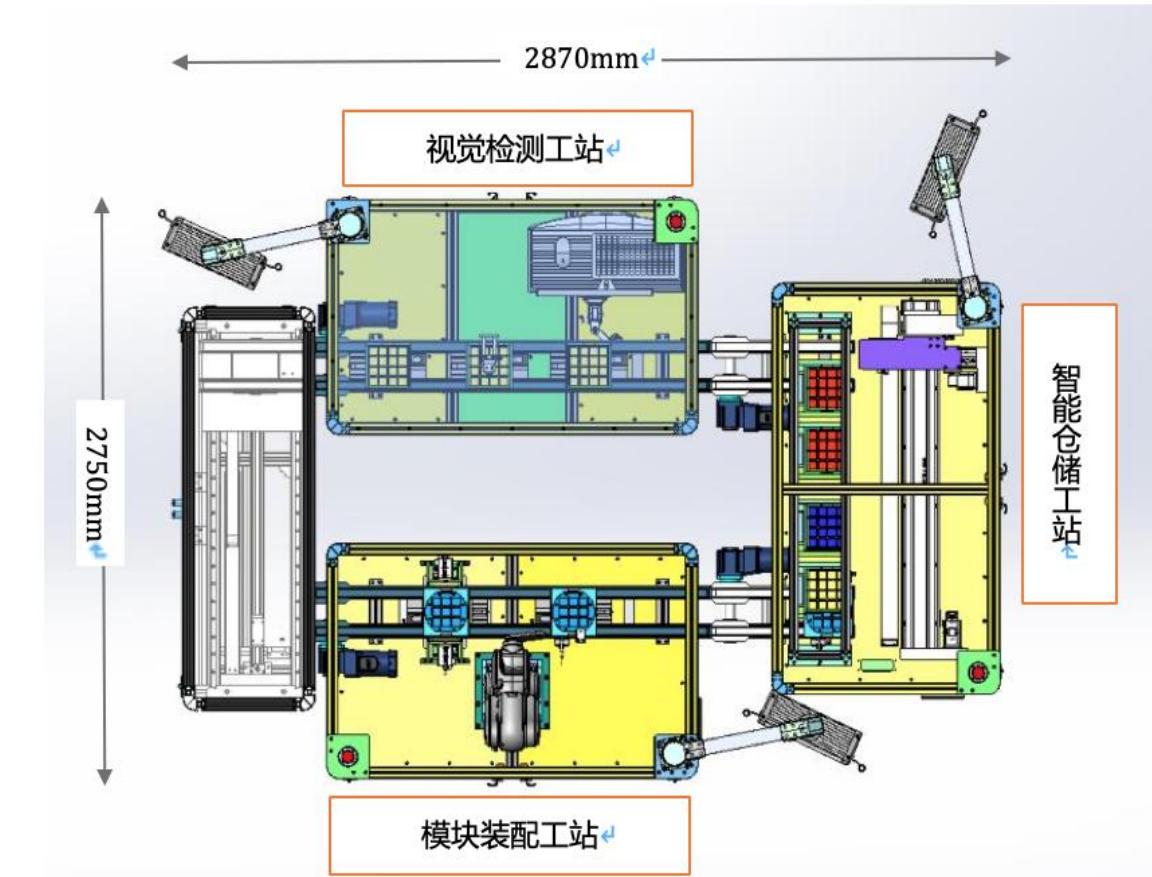
面向制造企业车间执行层的生产信息化管理系统。通过与智能化装备的集成，准确及时的收集生产、物料、质量等状态，保证生产高效完成。



MES制造执行系统

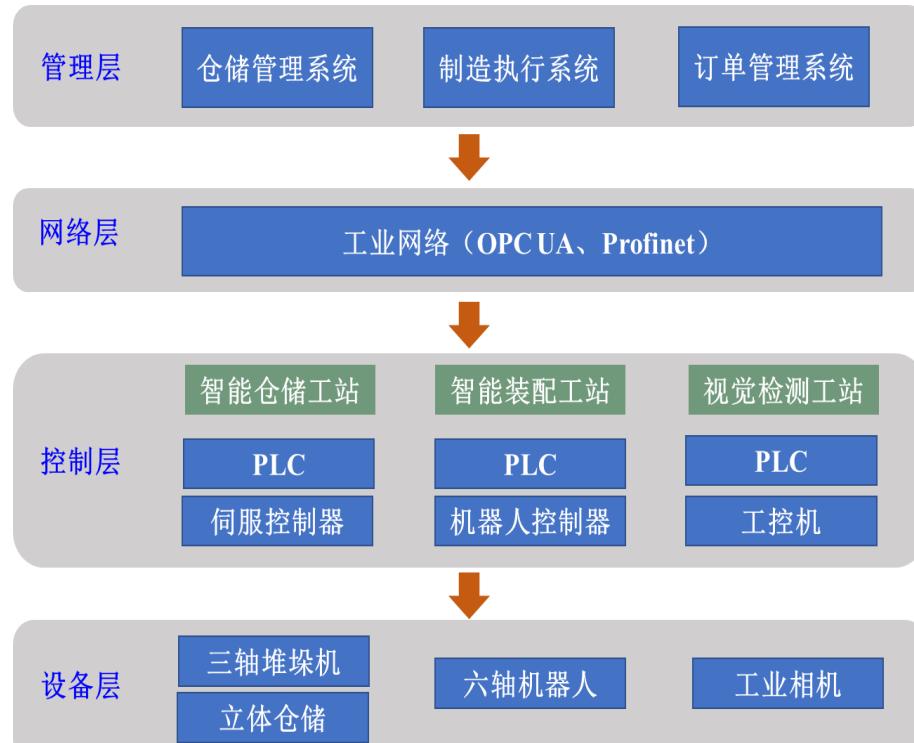
二、智能制造实践教学平台（创新港）

No. 7

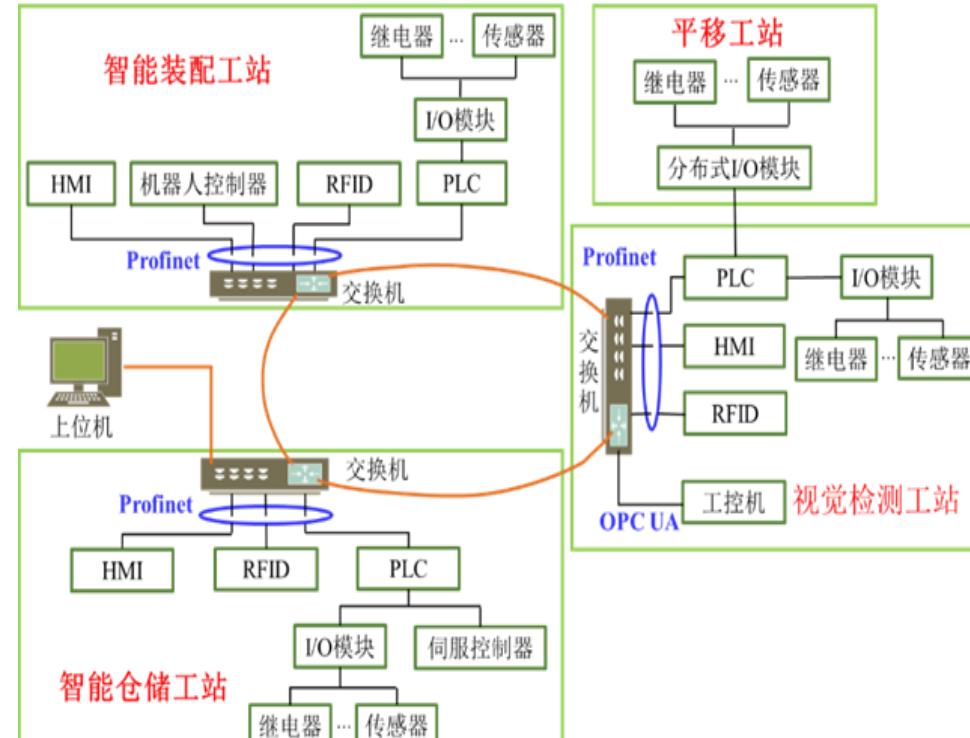


二、智能制造实践教学平台（创新港）

No. 8



系统架构

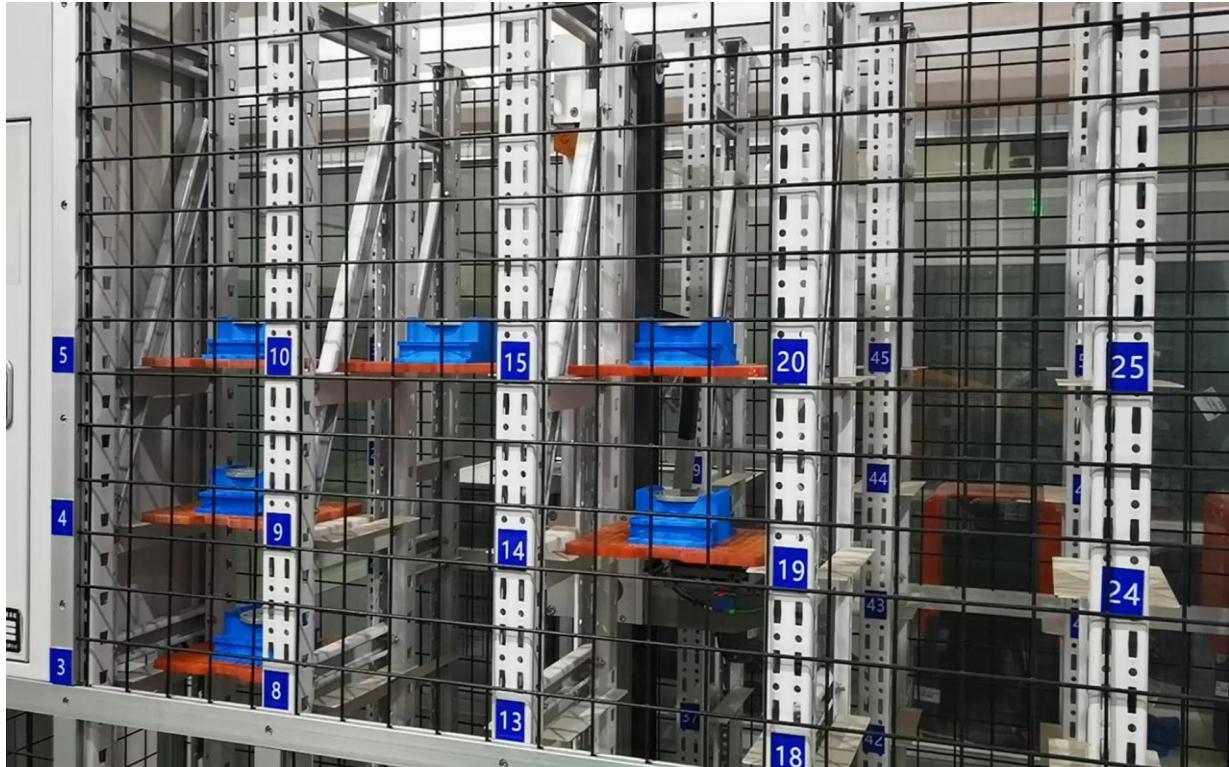


网络架构

- 体现了完整的智能制造体系架构，各工作站可独立运行，也可组合成产线运行，并可按需要扩展。
- 支撑人社部智能制造工程技术人员培训、智能制造大赛。

二、智能制造实践教学平台（二期）

No. 9

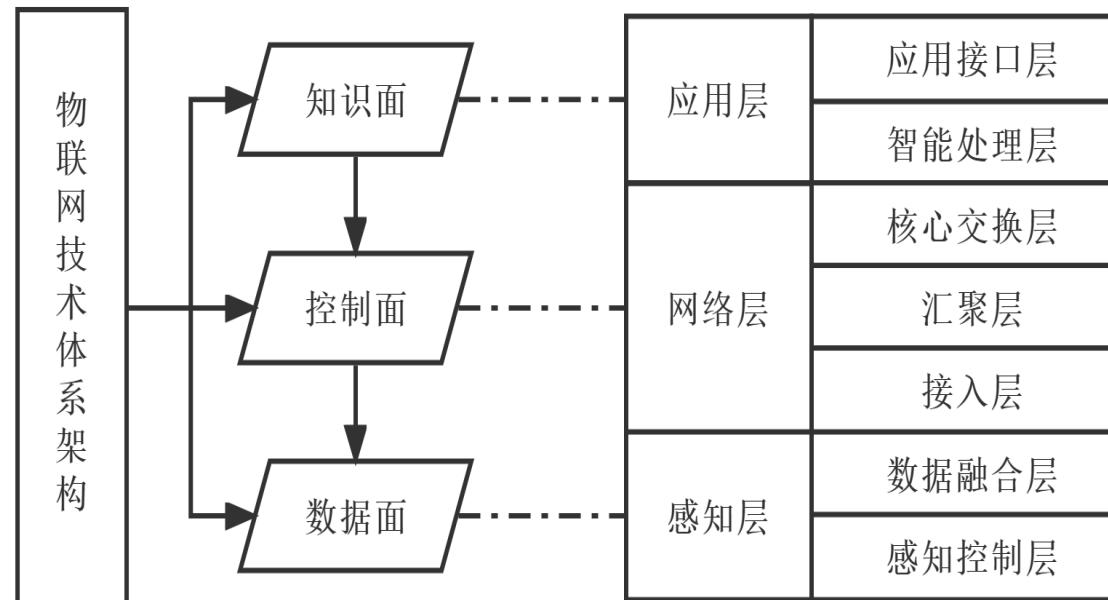


建设车间级融合数字孪生、大数据技术、人工智能等技术的智能制造实践教学平台，推进专业信息化、数字化改造升级，为智能制造人才培养提供条件和支撑，促进机械类专业转型升级。

三、智能制造数据采集系统

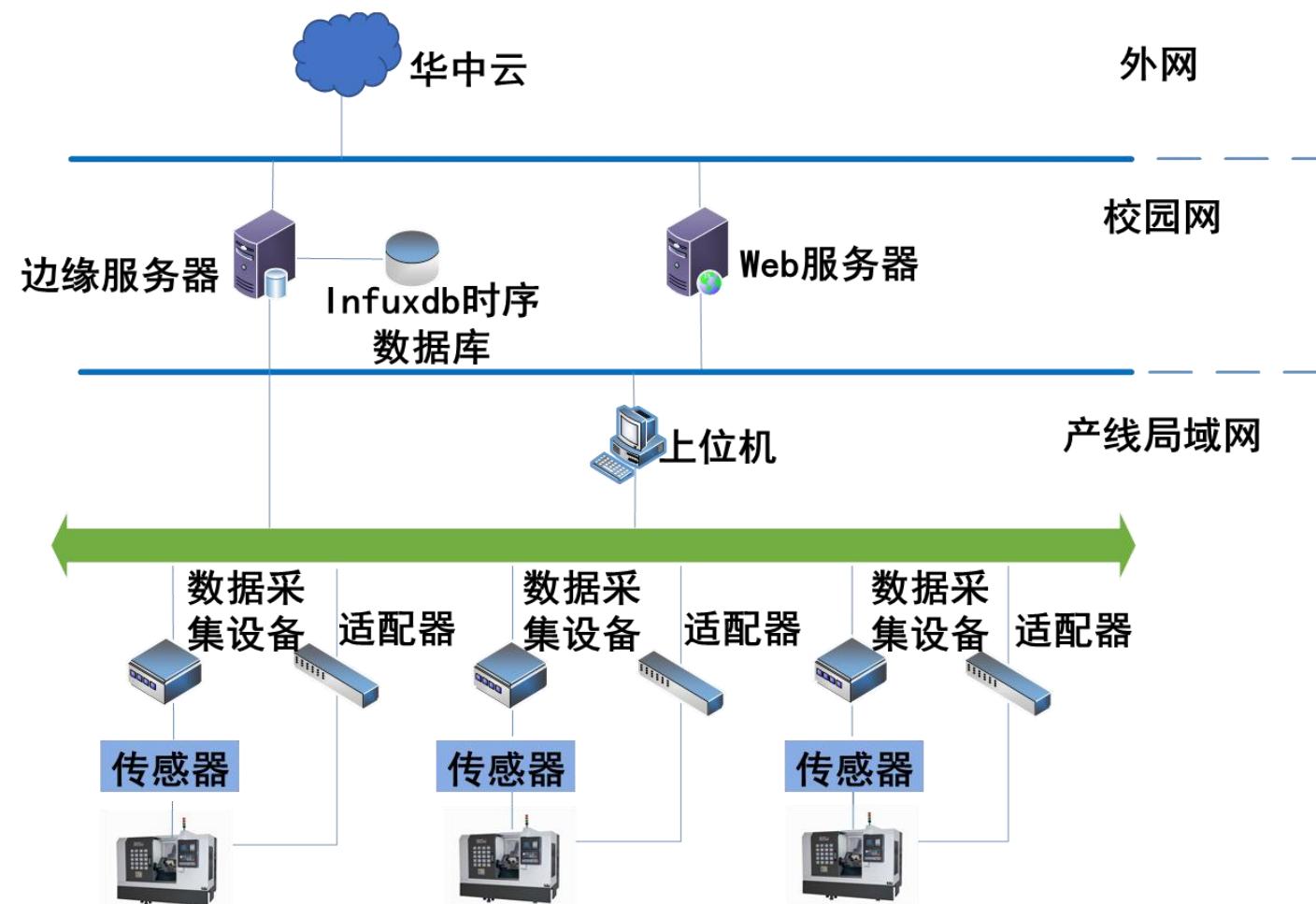
基于物联网的数据采集系统

- ◆ **感知层**以射频识别技术、无线通信、传感器技术等为主要技术，是物联网识别物体、采集信息的来源。感知层通常通过 PCI、API 以及 OPC UA、NC-Link 等协议进行**数据采集**并对所采集到的数据进行**封装、处理与传输**。
- ◆ **网络层**是融合通信网络和互联网的网络，通过互联网、通信网络等实现信息的获取、交互、传输与存储。网络层通常使用 HTTP、MQTT、等传输协议进行**数据或信息传输**。
- ◆ **应用层**是物联网和用户的交互接口，可以对感知层所采集到的数据进行**处理、计算和分析**，实现对物理世界的实时控制、精确管理和准确决策。应用层主要包括云计算、大数据等技术，可通过APP 应用程序或 PC 网页端等终端实现智能化应用解决方案。



三、智能制造数据采集系统

No. 11

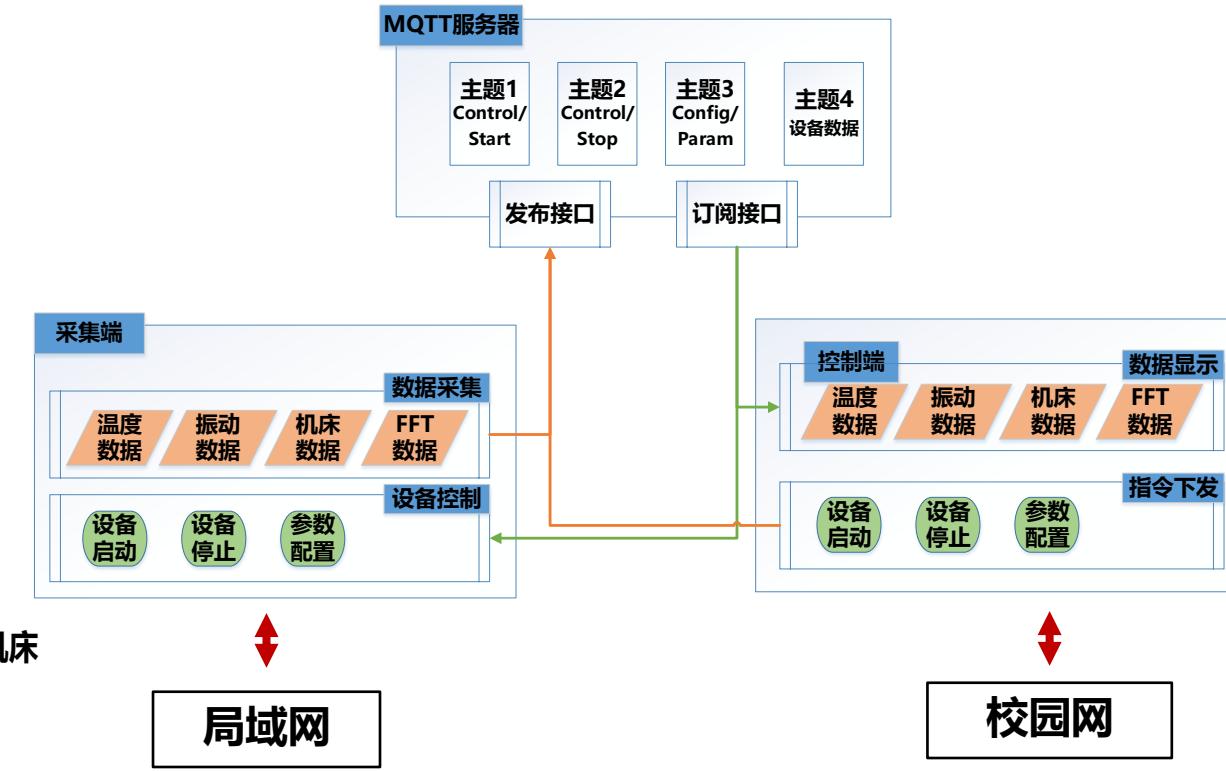
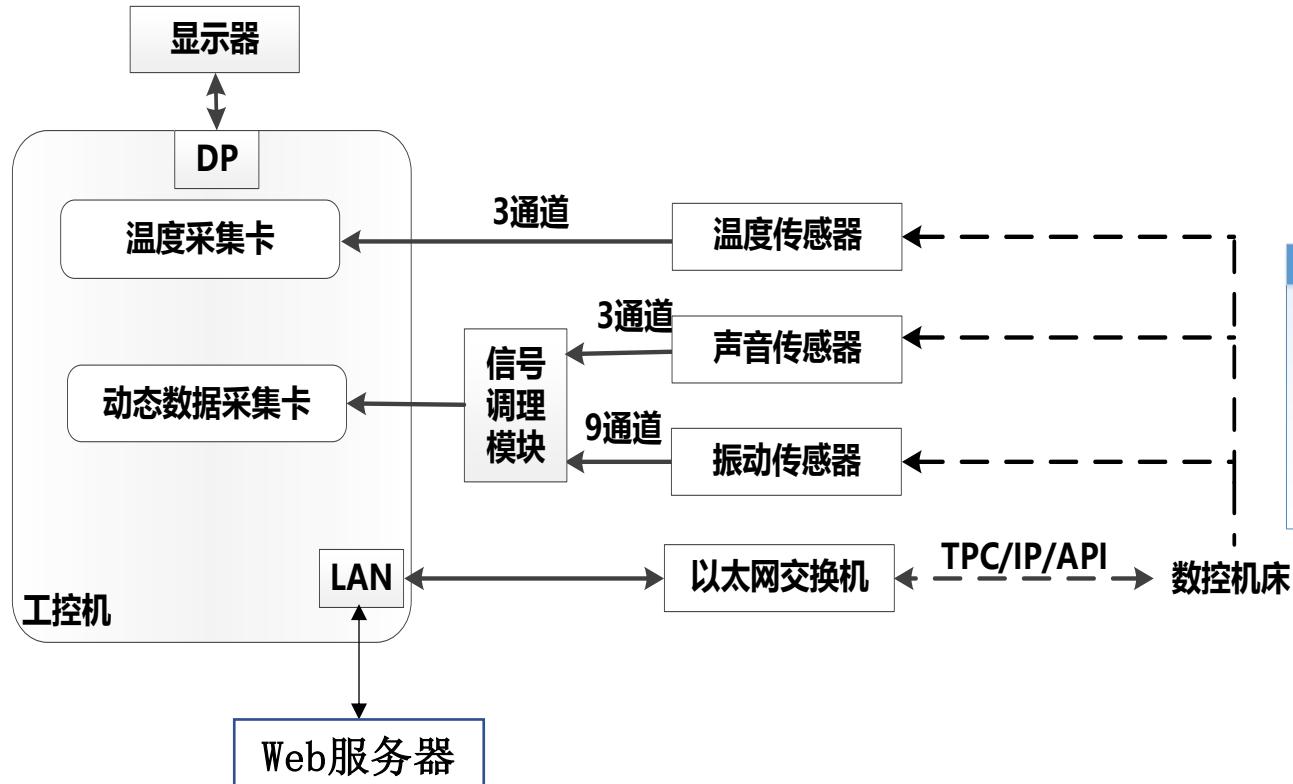


智能制造一期实践平台数据采集网络架构

三、智能制造数据采集系统

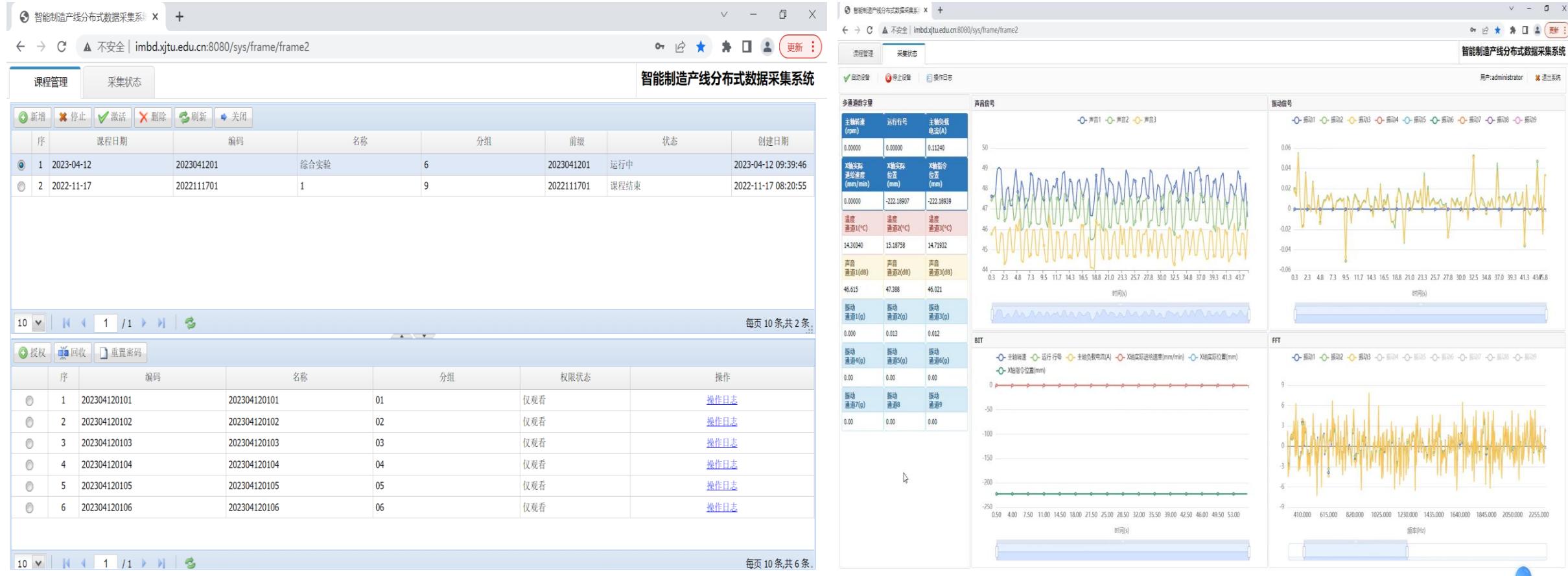
No. 12

1. 智能制造产线多源数据采集存储



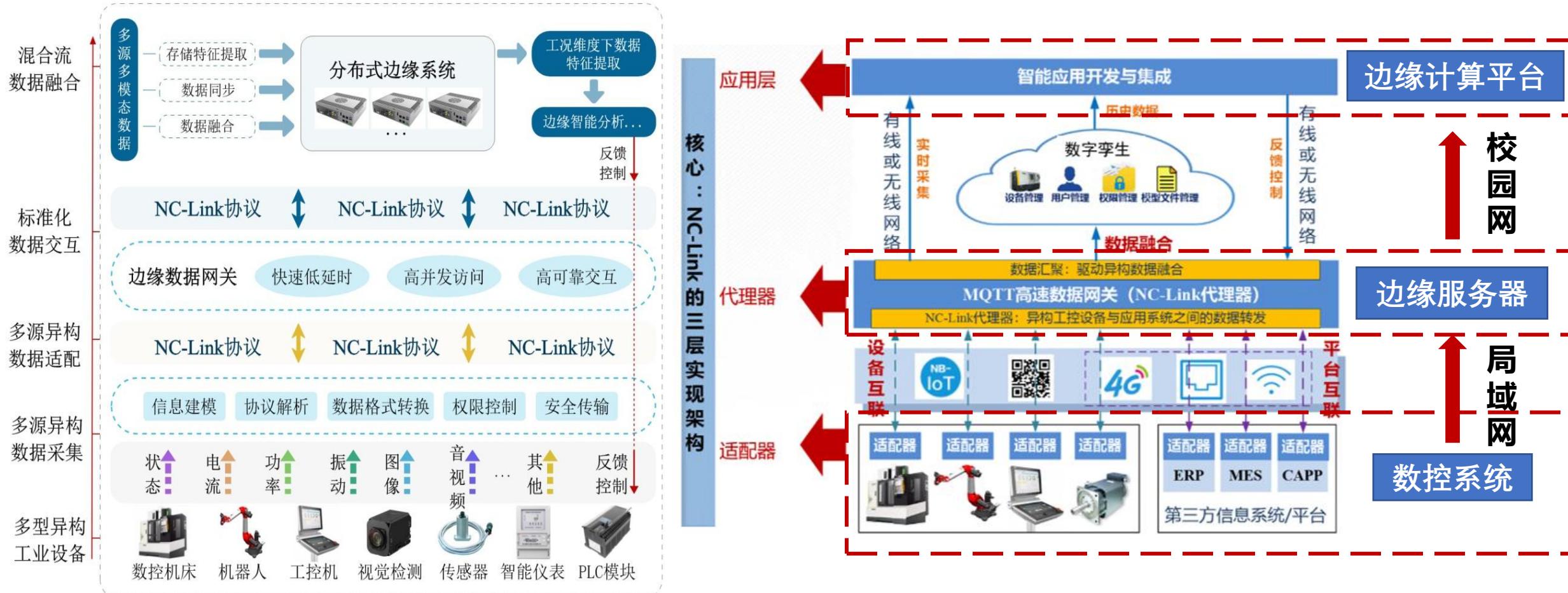
三、智能制造数据采集系统

1. 智能制造产线多源数据采集存储



三、智能制造数据采集系统

2. 数控系统数据采集与边缘存储

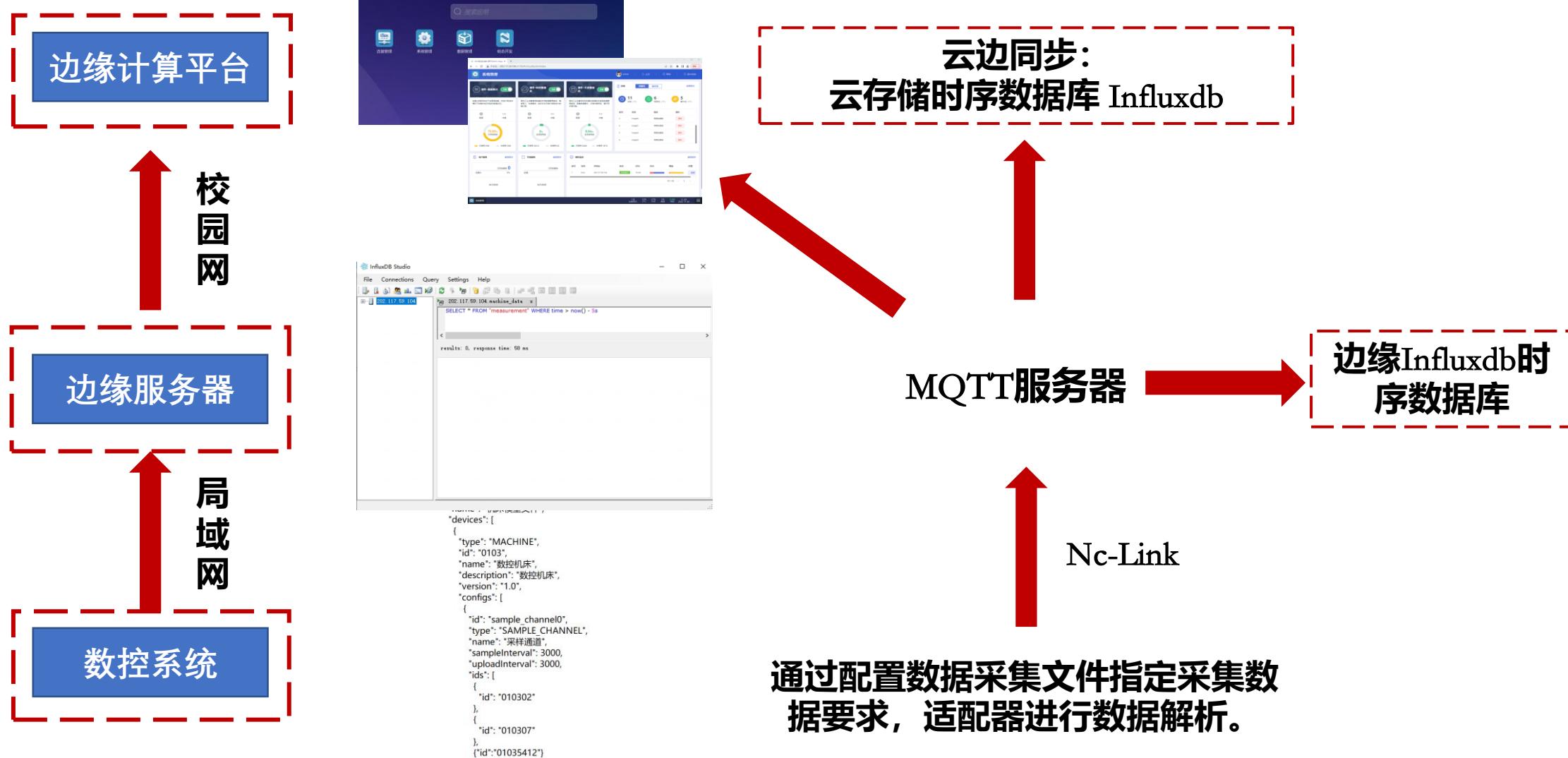


华中数控边缘数据采集系统架构

三、智能制造数据采集系统

No. 15

2. 数控系统数据采集与边缘存储

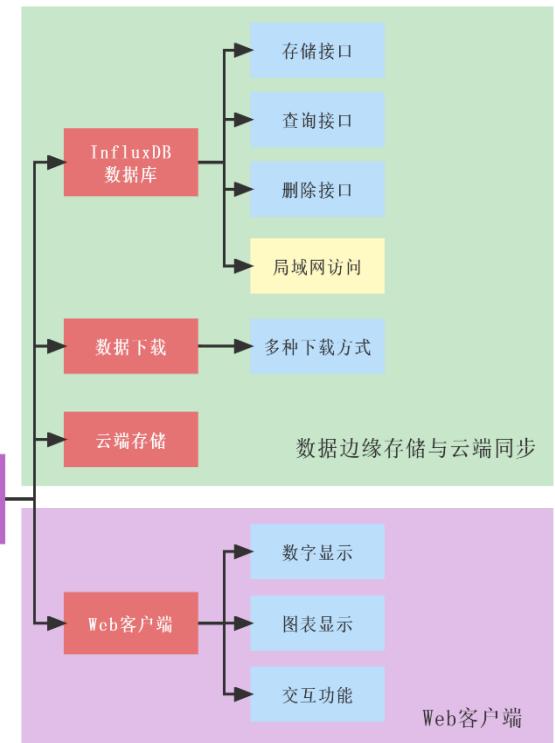
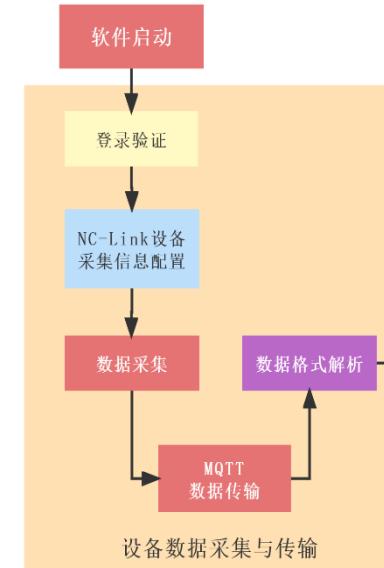


三、智能制造数据采集系统

No. 16

自主开发：基于物联网的智能制造产线数据采集系统

融合智能装备、物联网、数据库、网页开发等技术，实现产线中机床基于NC-Link——MQTT的数据获取、数据边缘和云存储（influxdb数据库）、数据可视化等功能。

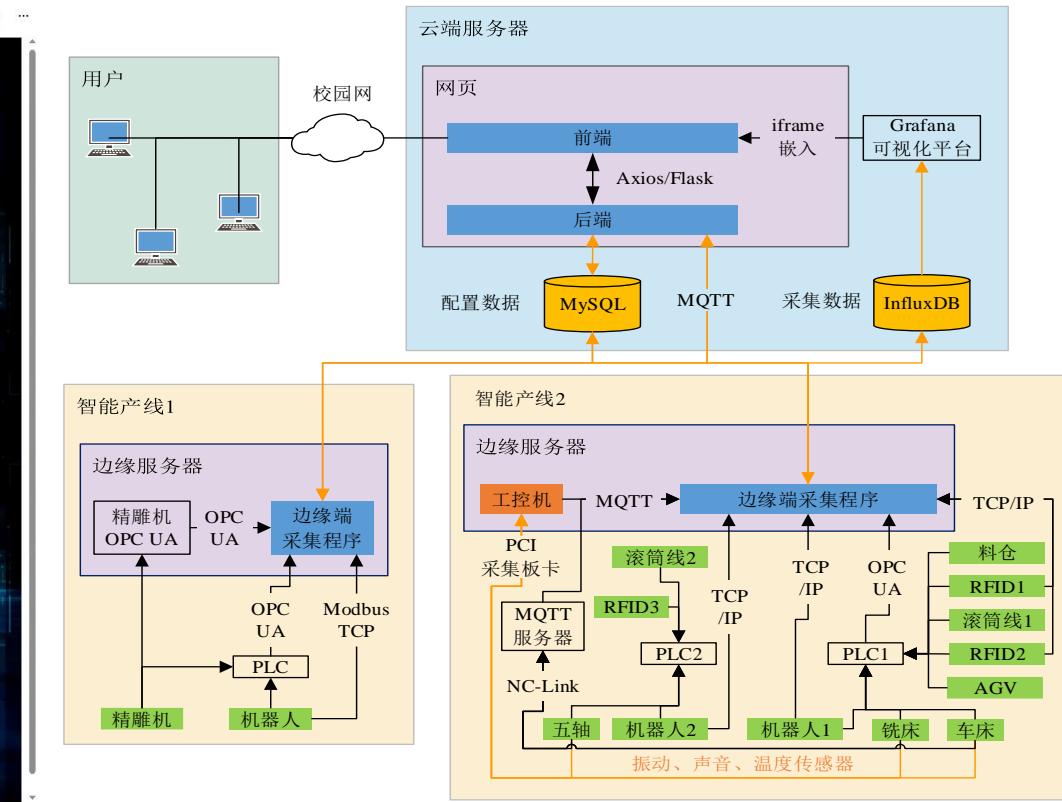
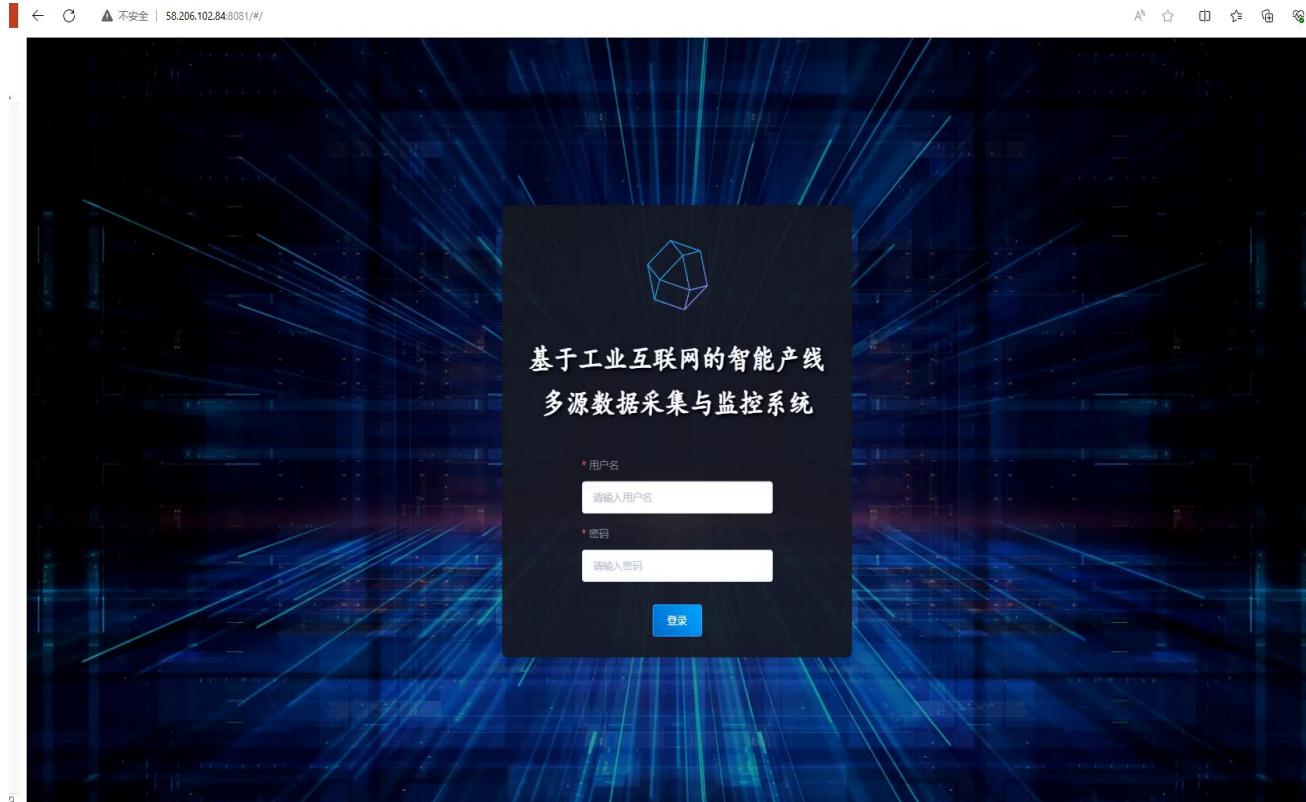


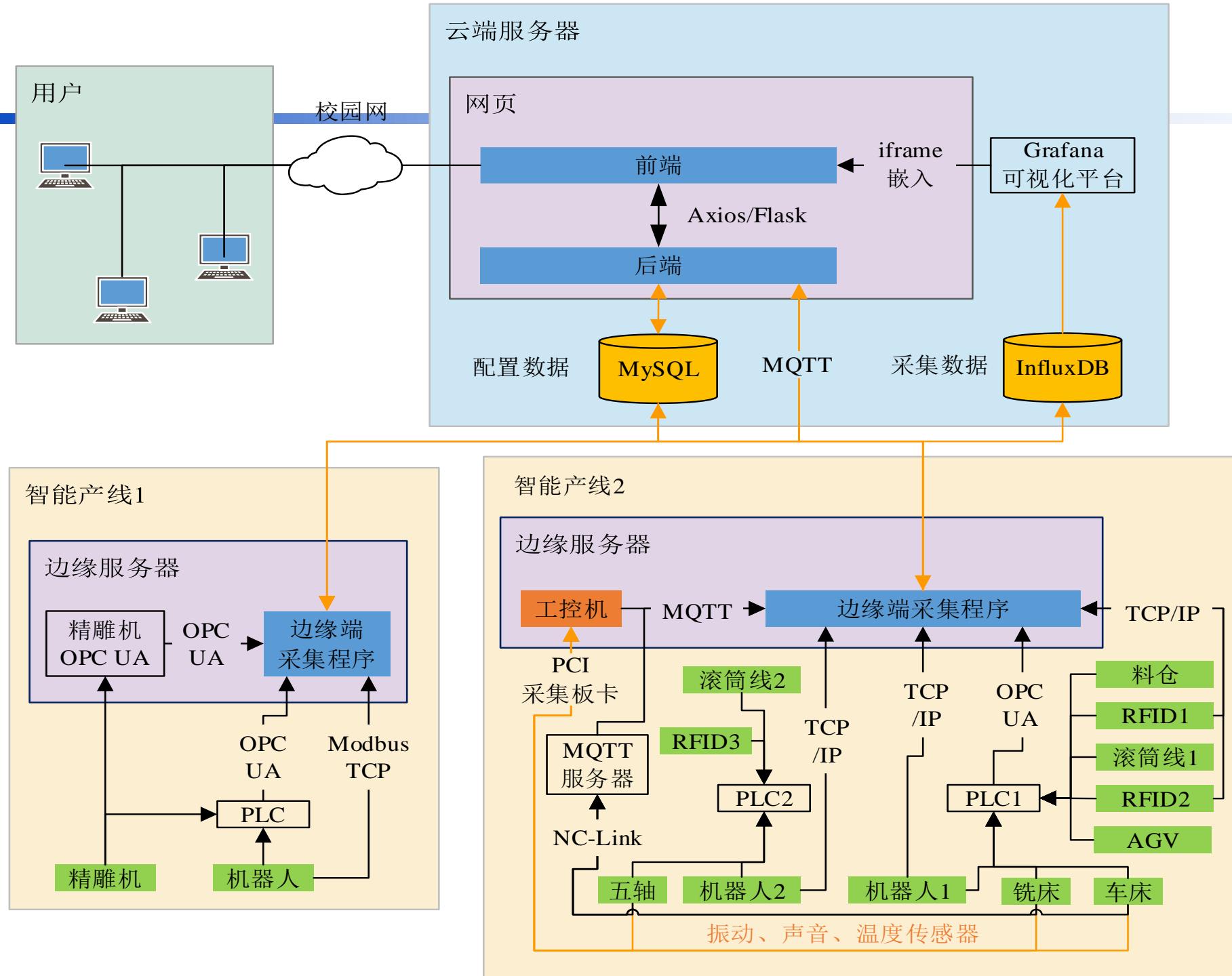
三、智能制造数据采集系统

No. 17

自主开发：基于工业互联网的多智能产线数据采集与监控系统

融合智能装备、工业互联网、数据库、网页开发等技术，实现多产线多协议设备的数据获取、数据存储、云端设备与数据管理、数据可视化等功能。





四、项目内容

智能制造产线大数据采集与分析系统框架设计与开发

基于Vue设计并搭建大数据采集与分析系统框架。

基于工业网络的数据获取

建立与边缘设备通信，获取实时数据。

Web网页的设计与数据可视化

设计云端网页界面，实现数据的采集、处理与可视化。

基于数据库的数据存储与管理

基于influxdb/MySQL数据库等实现数据存储。

大数据分布式存储

基于工业大数据平台实现实时获取数据的分布式存储。

大数据分析

利用机器学习或深度学习算法分析加工工程中的数据，预测设备状态。

分析结果的集成与可视化

数据分析结果可视化，集成到大数据采集与分析系统中。

四、项目内容

◆ 系统架构搭建

- 基于VUE建立项目，设计欢迎界面（HelloWorld）、数据采集界面(CoreSource)、数据显示界面、数据分析界面，实现页面之间的切换。
- 设计数据采集界面具体内容，包含MQTT服务器连接配置、订阅与发布信息配置等功能元素。

◆ 开发数据采集后端程序，实现与前端通信，采集数据。

- 编写Python后端程序，与数据采集显示界面通信，读取MQTT服务器信息、MQTT主题信息等，并连接MQTT服务器、订阅数据。

◆ 设计数据显示界面，开发数据显示后端程序，将采集到的数据实时显示到网页上。

- 设计数据显示图表元素，解析获取到的数据，并与数据显示界面通信，将数据发送至前端，实现数据可视化。

◆ 数据存储后端程序开发，将数据存储至influxdb、MySQL数据库中。

- 建立MySQL数据库连接，将解析后的数据写入数据库中。
- 设置influxdb数据库，将数据存储至数据库。

四、项目内容

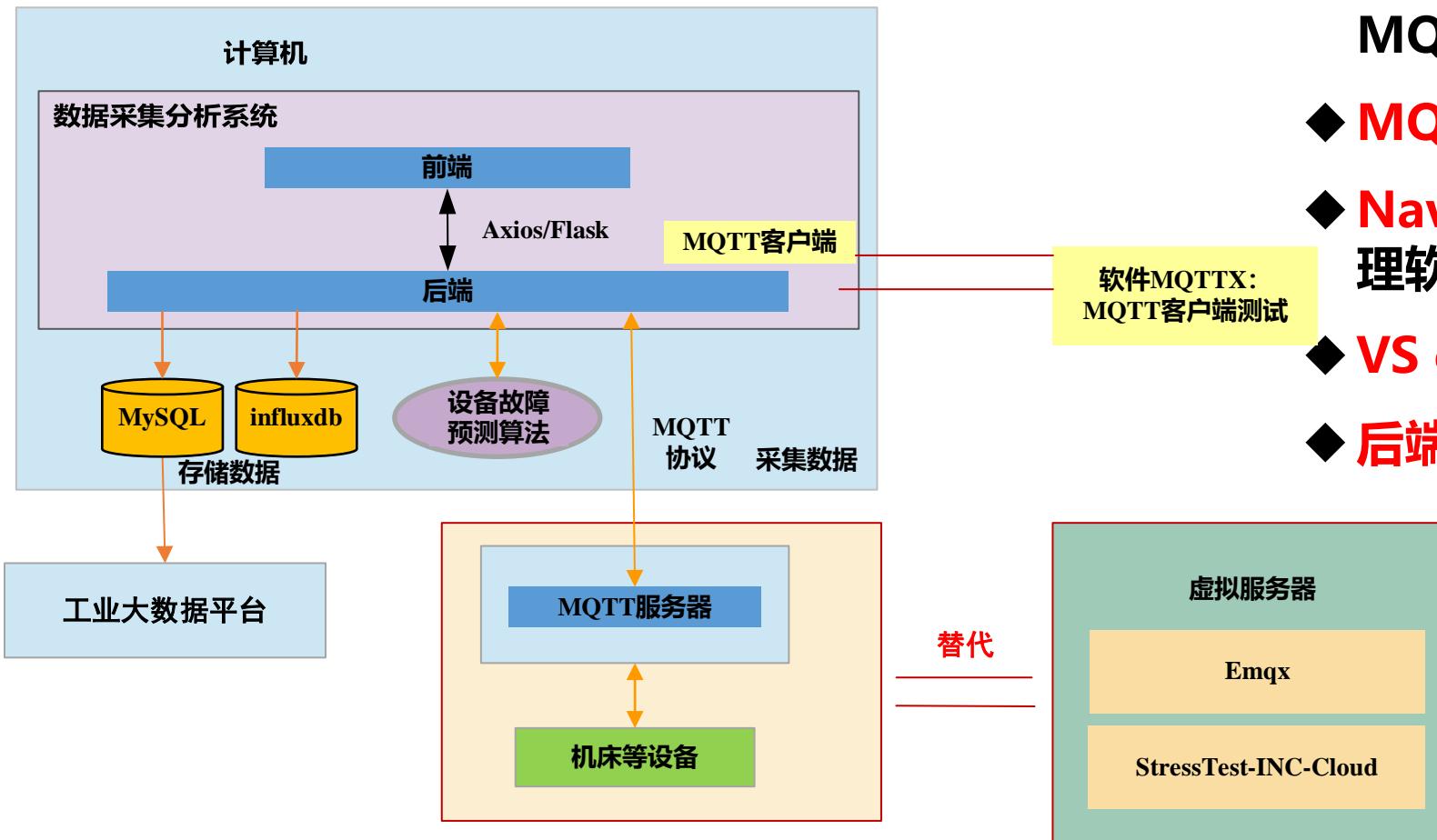
◆ 数据分布式存储

- 建立MySQL数据库与大数据平台的连接，将数据写入大数据平台，实现分布式存储；
- 在大数据平台中进行数据查询、显示等。

◆ 数据分析

- 根据提供的数据集，选择合适的深度学习/机器学习算法，训练模型，实现设备状态预测。
- ◆ **设计数据分析界面，开发数据显示后端程序，将分析结果显示到网页上。**
- 设计数据分析界面元素，能够读入数据，显示数据分析结果；
- 将算法模型集成至后端程序中，实现数据分析结果显示至网页界面中。

四、项目内容

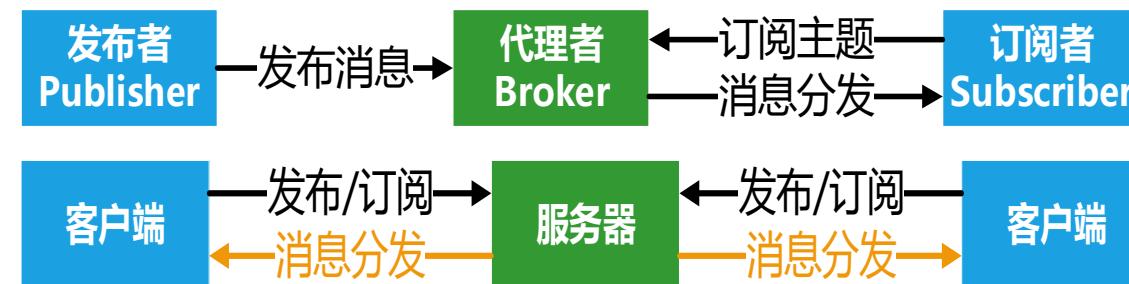


- ◆ **VUE: 前端开发框架**
- ◆ **Emqx与StressTest-INC-Cloud: 虚拟MQTT服务器**
- ◆ **MQTTX: MQTT客户端通信测试软件**
- ◆ **Navicat Premium: MySQL数据库管理软件**
- ◆ **VS code: 代码编辑器**
- ◆ **后端编程语言: python**

MQTT协议

MQTT是一个基于客户端-服务器的消息发布/订阅传输协议。

- ◆ MQTT中的三种身份：**发布者 (Publish)** 、 **代理 (Broker)** 、 **订阅者 (Subscribe)** 。
- ◆ 消息代理是**服务器**，消息发布者可以同时是订阅者，消息的发布者和订阅者都是**客户端**。
- ◆ MQTT传输的消息分为：**主题 (Topic)** 和**负载 (payload)**：
 - Topic：消息的类型，订阅者订阅 (Subscribe) 后，会收到该主题的消息内容 (payload)；
 - Payload：消息的内容，是指订阅者具体要使用的内容。

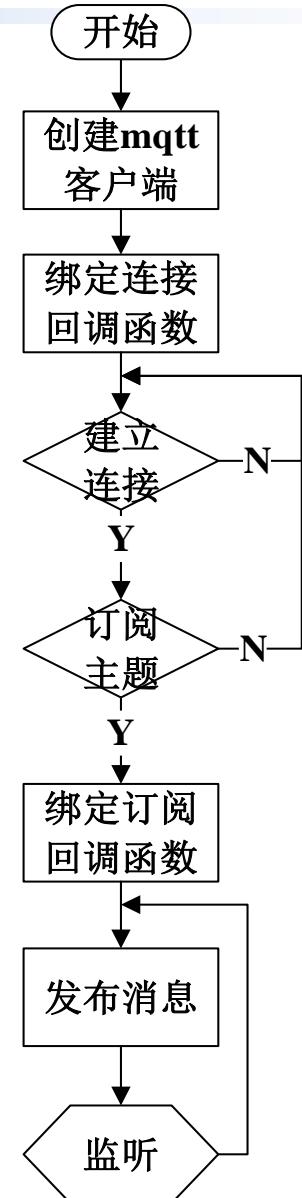


四、项目内容

MQTT协议原理——订阅、主题、会话

MQTT协议中的函数/方法：

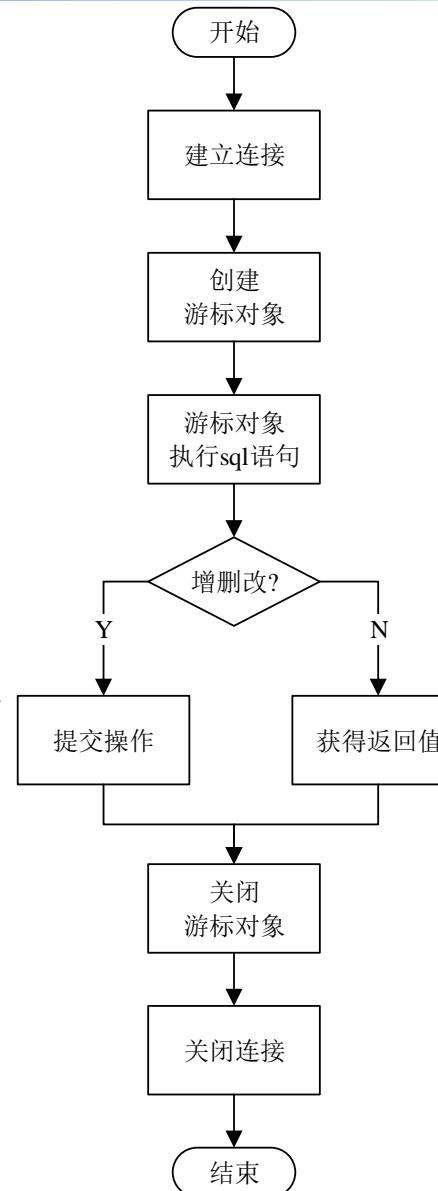
- **Connect**: 等待与服务器建立连接。
- **Disconnect**: 等待MQTT客户端完成工作，并与服务器断开TCP/IP会话。
- **Subscribe**: 客户端订阅消息。
- **UnSubscribe**: 等待服务器取消客户端的一个或多个topics订阅。
- **Publish**: MQTT客户端发送消息请求，发送完成后返回应用程序线程。



四、项目内容

MySQL数据库的设计和应用

- MySQL是一个关系型数据库管理系统，建立在关系模型的基础上，使用相互联系的二维表存储数据，表内每行存储一条信息。
- MySQL在储存数据前须首先进行数据库配置，创建数据库和表格并指明表格每列（字段）的数据类型。
- MySQL 使用 SQL (Structured Query Language, 结构化查询语言) 操作数据库。
- 利用 Python 的 pymysql 库可以实现对 MySQL数据库的访问和操作。



```

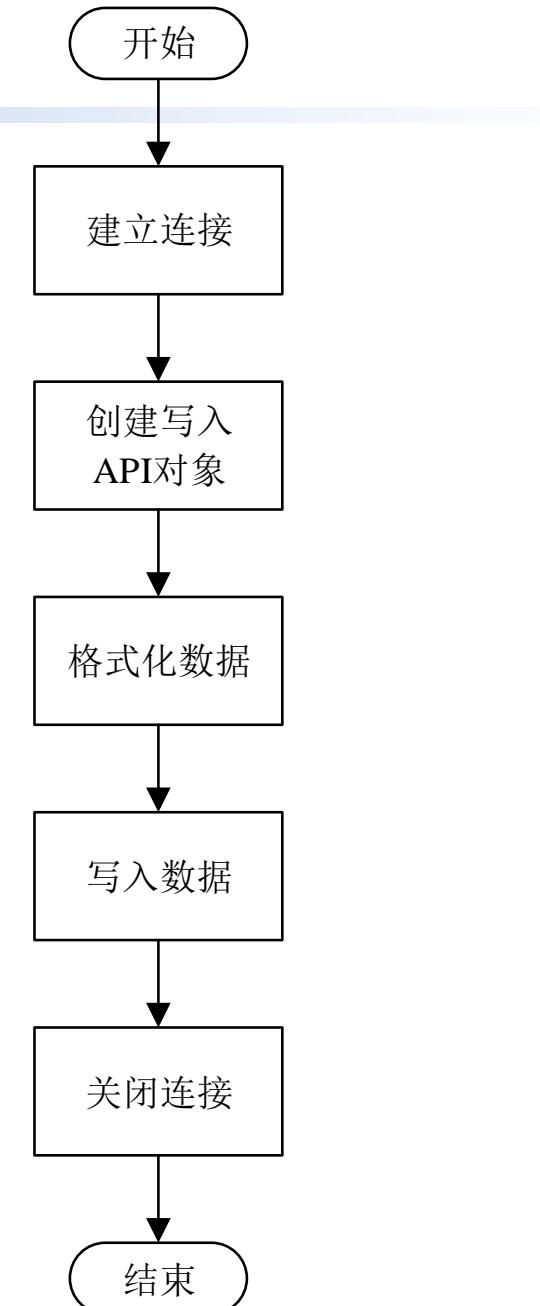
import pymysql
import datetime
try:
    # 建立连接
    conn = pymysql.connect(
        host = 'localhost', #默认localhost
        user = 'root', #默认root
        password = 'xjtu2024', #无默认
        database = 'mac_data',
        port = 3306, #默认3306
        charset = 'utf8'
    )
    # 创建游标对象
    cur = conn.cursor()
    # 定义写入数据库的变量, time为当前系统时间
    time= datetime.datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
    dat = 0
    print(time)

    # sql语句, 数据库读写
    sql = "insert into zhuansu (data, create_time) values('%d','%s')" %(dat,time)
    cur.execute(sql)
    # 提交操作(对数据库有修改时需要)
    conn.commit()
except Exception as e:
    print(e)
finally:
    # 关闭游标对象和连接
    cur.close()
    conn.close()
  
```

四、项目内容

influxDB数据库的设计和应用

- InfluxDB时序数据库以组织(org)为最高级存储单位，每个组织下可以有多个数据桶(bucket)，每个数据桶内可存储任意类型的数据。
- InfluxDB需建立数据桶，而无需对每个数据桶进行设计。
- InfluxDB可以直接使用API token来确定访问用户的权限，而无需用户名和密码。



四、项目内容

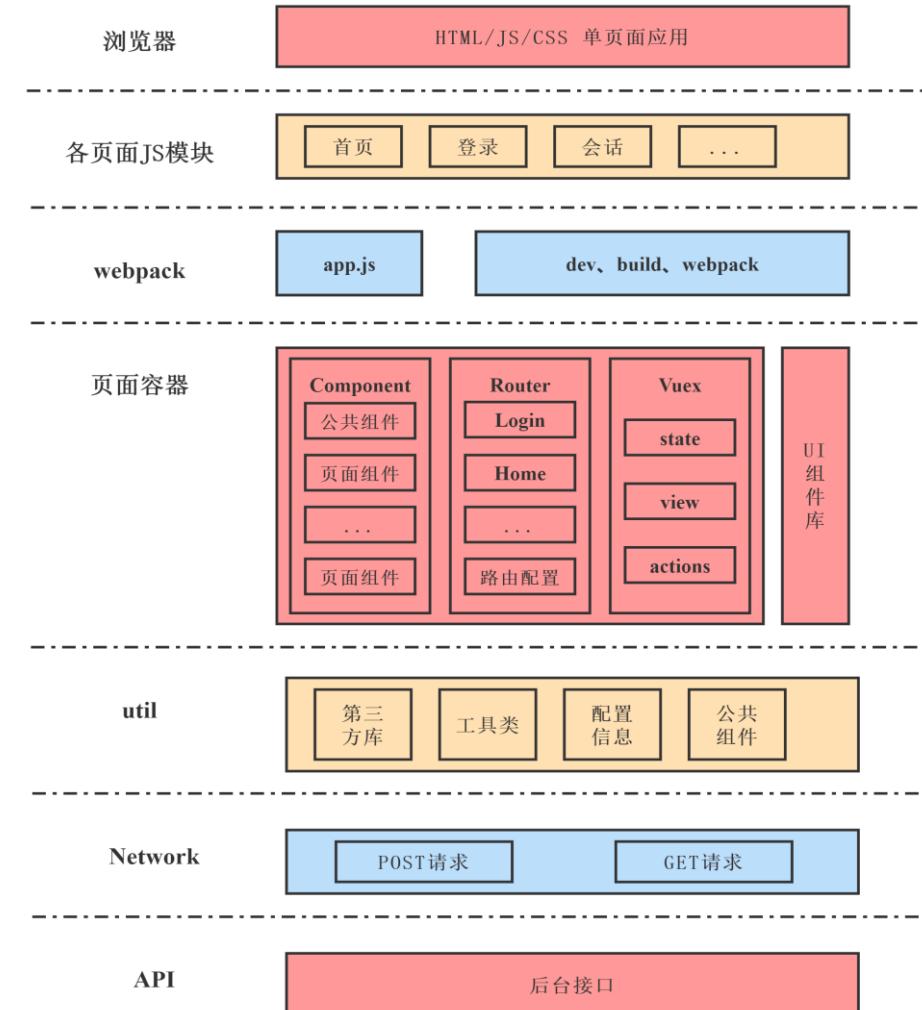
VUE架构

Vue 是用于构建用户界面的 **JavaScript 框架**。

- 可通过简洁的模板语法，声明式地描述 HTML 输出；
- 可通过数据绑定和依赖追踪，自动检测数据变化，快速更新视图；
- 可通过组件系统，将复杂的用户界面拆分成可复用的组件，提高开发效率；
- 可与第三方库或现有项目结合使用，也可以用来开发完整的单页应用。

Vue 应用框架被设计为自底向上逐层应用，依次同 API 接口、网络服务、第三方库、页面容器等建立连接，并通过各页面 JS 模块进行底层编译，最终通过浏览器 HTML 网页框架搭建，CSS 界面渲染及 JavaScript 脚本语言生成客户端网页界面。

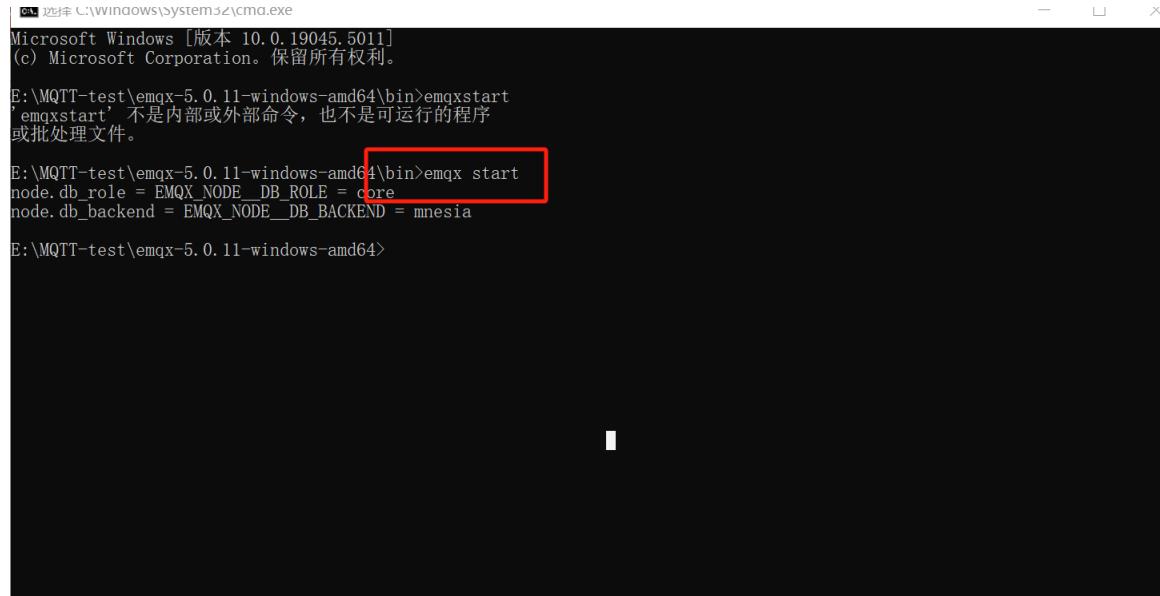
Element ui 官网：<https://element.eleme.cn/#/zh-CN>
<https://element.eleme.cn/#/zh-CN/component/quickstart>



四、项目内容

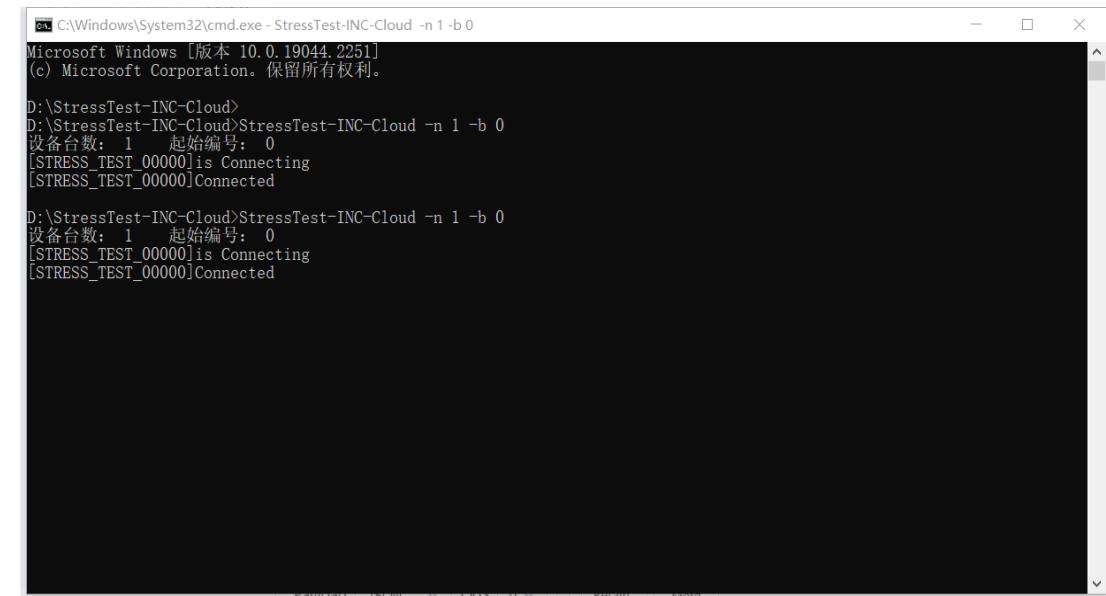
No. 28

运行EMQX: emqx start



```
C:\>选择 C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.5011]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。
E:\MQTT-test\emqx-5.0.11-windows-amd64\bin>emqx start
' emqxstart ' 不是内部或外部命令，也不是可运行的程序
或批处理文件。
E:\MQTT-test\emqx-5.0.11-windows-amd64\bin>emqx start
node.db_role = EMQX_NODE_DB ROLE = core
node.db_backend = EMQX_NODE_DB_BACKEND = mnnesia
E:\MQTT-test\emqx-5.0.11-windows-amd64>
```

运行数控仿真服务: StressTest-INC-Cloud -n 1 -b 0



```
C:\>选择 C:\Windows\System32\cmd.exe - StressTest-INC-Cloud -n 1 -b 0
Microsoft Windows [版本 10.0.19044.2251]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。
D:\StressTest-INC-Cloud>
D:\StressTest-INC-Cloud>StressTest-INC-Cloud -n 1 -b 0
设备台数: 1 起始编号: 0
[STRESS_TEST_00000]is Connecting
[STRESS_TEST_00000]Connected
D:\StressTest-INC-Cloud>StressTest-INC-Cloud -n 1 -b 0
设备台数: 1 起始编号: 0
[STRESS_TEST_00000]is Connecting
[STRESS_TEST_00000]Connected
```

四、项目内容

请求指令： Probe/Query/Request/STRESS_TEST_00000 指令字： “”

响应： Probe/Query/Response/STRESS_TEST_00000
消息体：

```
{"code": "ok", "probe": {"id": "01", "type": "NC_LINK_ROOT", "name": "机床模型文件", "devices": [{"id": "0103", "type": "MACHINE", "name": "数控机床", "description": "数控机床", "version": "1.1", "configs": [{"id": "sample_channel0", "type": "SAMPLE_CHANNEL", "name": "采样通道"}]}, {"id": "0103005", "type": "FEED_OVERRIDE", "name": "进给倍率"}, {"id": "0103006", "type": "SPDL_OVERRIDE", "name": "主轴倍率"}, {"id": "0103007", "type": "PART_COUNT", "name": "加工件数"}, {"id": "010305001", "type": "NAME", "number": "0", "name": "X轴", "configs": [{"id": "01035001", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "X"}, {"id": "01035002", "type": "NUMBER", "name": "轴号", "value": "0"}, {"id": "01035003", "type": "TYPE", "name": "轴类型", "value": "linear"}, {"id": "0103502003", "type": "SPEED", "name": "指令速度"}, {"id": "01035021", "type": "MOTOR", "name": "电机", "dataItems": [{"id": "0103502101", "type": "CURRENT", "name": "负载电流"}]}, {"id": "0103502202", "type": "SPEED", "name": "实际速度"}, {"id": "01035101", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "Y"}, {"id": "01035102", "type": "NUMBER", "name": "轴号", "value": "1"}, {"id": "01035103", "type": "TYPE", "name": "轴类型", "value": "linear"}, {"id": "01035120", "type": "SERVO_DRIVER", "name": "驱动器", "dataItems": [{"id": "0103512001", "type": "POSITION", "name": "指令位置"}, {"id": "0103512003", "type": "SPEED", "name": "指令速度"}, {"id": "01035121", "type": "MOTOR", "name": "电机", "dataItems": [{"id": "0103512101", "type": "CURRENT", "name": "负载电流"}]}, {"id": "01035122", "type": "SCREW", "name": "丝杠"}, {"id": "0103512201", "type": "POSITION", "name": "实际位置"}, {"id": "0103512202", "type": "SPEED", "name": "实际速度"}, {"id": "01035201", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "Z轴", "configs": [{"id": "01035201", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "Z"}, {"id": "01035203", "type": "TYPE", "name": "轴类型", "value": "linear"}, {"id": "01035220", "type": "SERVO_DRIVER", "name": "驱动器", "dataItems": [{"id": "0103522001", "type": "POSITION", "name": "指令位置"}, {"id": "0103522003", "type": "SPEED", "name": "指令速度"}]}, {"id": "01035221", "type": "MOTOR", "name": "电机", "dataItems": [{"id": "0103522101", "type": "CURRENT", "name": "负载电流"}]}, {"id": "01035222", "type": "SCREW", "name": "丝杠"}, {"id": "0103522201", "type": "POSITION", "name": "实际位置"}, {"id": "0103522202", "type": "SPEED", "name": "实际速度"}, {"id": "01035301", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "C轴", "configs": [{"id": "01035301", "type": "NAME", "name": "轴名", "value": "C"}, {"id": "01035302", "type": "NUMBER", "name": "轴号", "value": "5"}, {"id": "01035303", "type": "TYPE", "name": "轴类型", "value": "rotary"}, {"id": "01035320", "type": "SERVO_DRIVER", "name": "C轴驱动器", "dataItems": [{"id": "0103532001", "type": "POSITION", "name": "指令位置"}, {"id": "0103532002", "type": "SPEED", "name": "指令速度"}]}, {"id": "01035321", "type": "MOTOR", "name": "C轴电机", "dataItems": [{"id": "0103532101", "type": "POSITION", "name": "实际位置"}]}, {"id": "010354", "type": "CONTROLLER", "name": "数控系统", "configs": [{"id": "01035404", "type": "TOOL_PARAM", "name": "刀具参数", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035406", "type": "CONSOLE", "name": "指令", "dataType": "PARAMETER", "settable": true}, {"id": "01035407", "type": "PROGRAM", "name": "参数", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035408", "type": "FILE", "name": "G代码文件", "dataType": "HASH", "settable": true}, {"id": "01035409", "type": "SUBPROGRAM", "name": "子程序名"}, {"id": "01035410", "type": "PROGRAM_NUMBER", "name": "指令行号"}, {"id": "01035412", "type": "WARNING", "name": "报警"}, {"id": "01035413", "type": "TOOL_NUMBER", "name": "刀具号"}, {"id": "01035414", "type": "PROGRAM_NUMBER", "name": "程序号"}, {"id": "01035415", "type": "VARIABLE", "name": "程序ID映射表"}, {"id": "01035420", "type": "VARIABLE", "name": "事件", "number": "REG X", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035430", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器X", "number": "REG Y", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035432", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器Y", "number": "REG F", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035434", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器F", "number": "REG R", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035435", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器G", "number": "REG G", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035436", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器R", "number": "REG W", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035437", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器W", "number": "REG D", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035438", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器D", "number": "REG P", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035439", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器B", "number": "REG Q", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035440", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器P", "number": "REG K", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035441", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器L", "number": "REG T", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035442", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器Q", "number": "REG C", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035443", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器R", "number": "REG O", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035444", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器S", "number": "CHAN 0", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035445", "type": "VARIABLE", "name": "寄存器T", "number": "CHAN 0", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035455", "type": "VARIABLE", "name": "轴0数据", "number": "REG A", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035456", "type": "VARIABLE", "name": "轴1数据", "number": "REG B", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035457", "type": "VARIABLE", "name": "轴2数据", "number": "REG C", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035460", "type": "VARIABLE", "name": "轴5数据", "number": "REG D", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035471", "type": "VARIABLE", "name": "宏变量", "number": "MACRO", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035472", "type": "VARIABLE", "name": "通道变量", "number": "VAR_CHAN 0", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035478", "type": "VARIABLE", "name": "系统变量", "number": "VAR_AXIS", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035482", "type": "VARIABLE", "name": "浮点系统变量", "number": "VAR_SYS", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035483", "type": "VARIABLE", "name": "程序内容", "number": "PROGRAM_DATA", "dataType": "LIST", "settable": true}, {"id": "01035484", "type": "PROGRAM_DATA", "name": "程序内容", "dataType": "LIST", "settable": true}]}]
```

四、项目内容

请求:

指令: Query/Request/STRESS_TEST_00000 指令参数: {"ids": [{"id": "010302"}]}

响应: Query/Response/STRESS_TEST_00000

消息体:

```
{"values": [{"id": "010302", "code": "OK", "values": ["free"]}]}
```

<https://www.bejson.com/jsonviewernew/>

实际生产线上边缘服务器IP地址: 58.206.102.83, 五轴加工中心数据集:
227F1B9E8FF3783