



清华大学

Tsinghua University



基于行波的电力系统继电保护装置的 新测试平台

清华大学电机系

北京衡天北斗科技有限公司



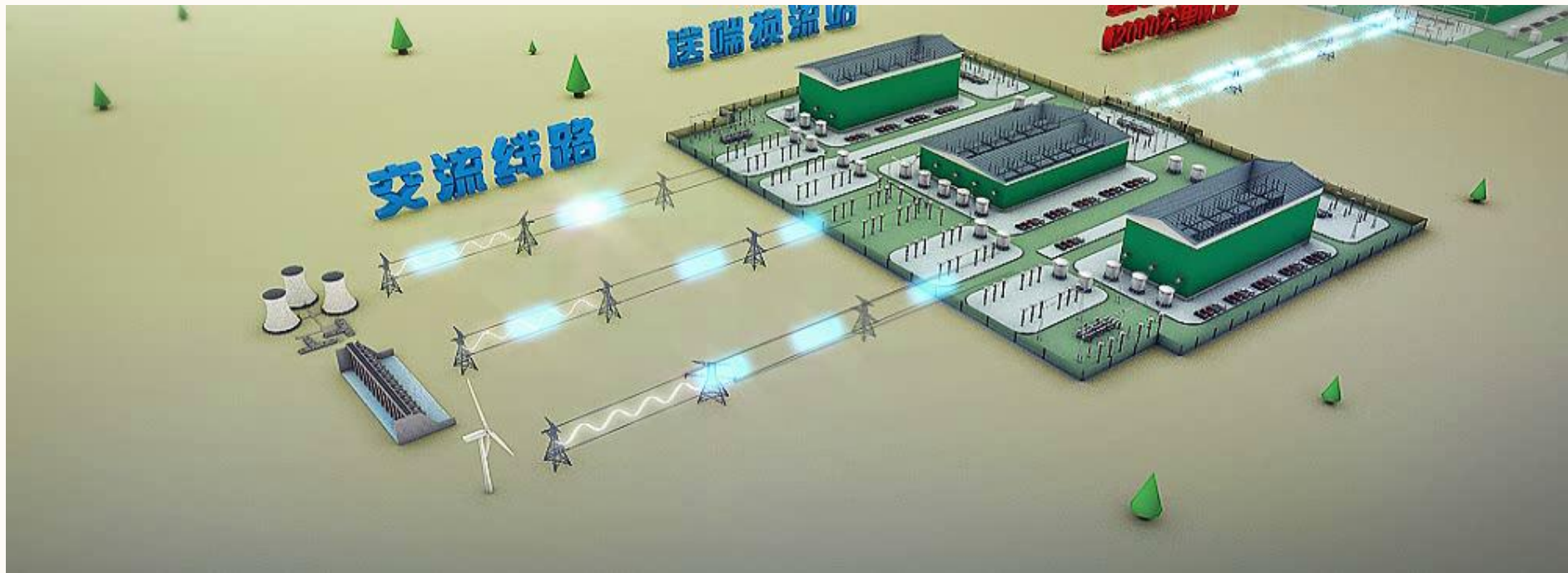
- 一、行波及基于行波技术的继电保护装置
- 二、行波测试技术及平台
- 三、电力仿真软件+任意波发生器+宽频带功放
- 四、RTDS仿真平台+宽频带功放



- 一、行波及基于行波技术的继电保护装置
- 二、行波测试技术及平台
- 三、电力仿真软件+任意波发生器+宽频带功放
- 四、RTDS仿真平台+宽频带功放



电力输送是以电磁波的形式发生的。行波是电力系统电气量的本质表征。



■ 行波是电力系统电气量的本质表征

- 以更接近实际的分布参数模型代替近似的集总参数模型
- 集总参数模型下的电气量规律是分布参数模型下行波传播规律的“宏观表现”
- 同时是时间和位置的函数
- 故障行波携带丰富的故障信息
- 比工频电气量更能准确表征故障暂态

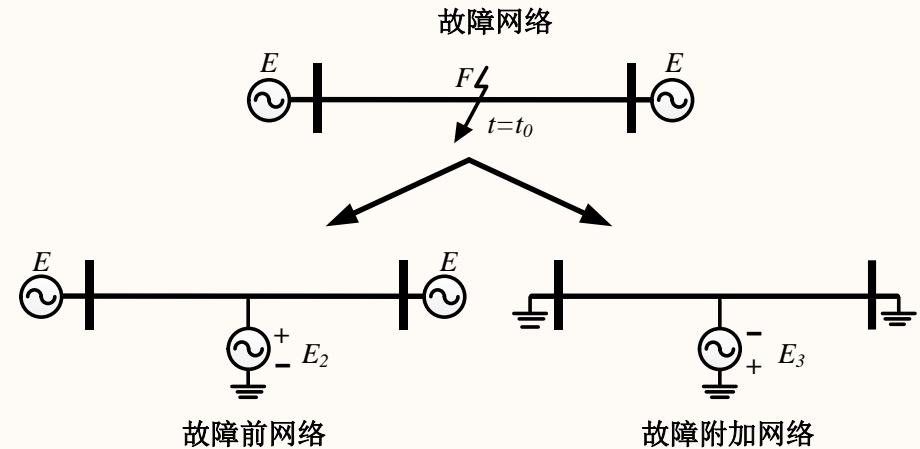


■ **故障行波是由故障引发的、沿线路高速传播的电场和磁场**

■ **故障行波包含丰富的故障信息，但现有故障检测技术把故障行波当作噪声信号加以滤除**

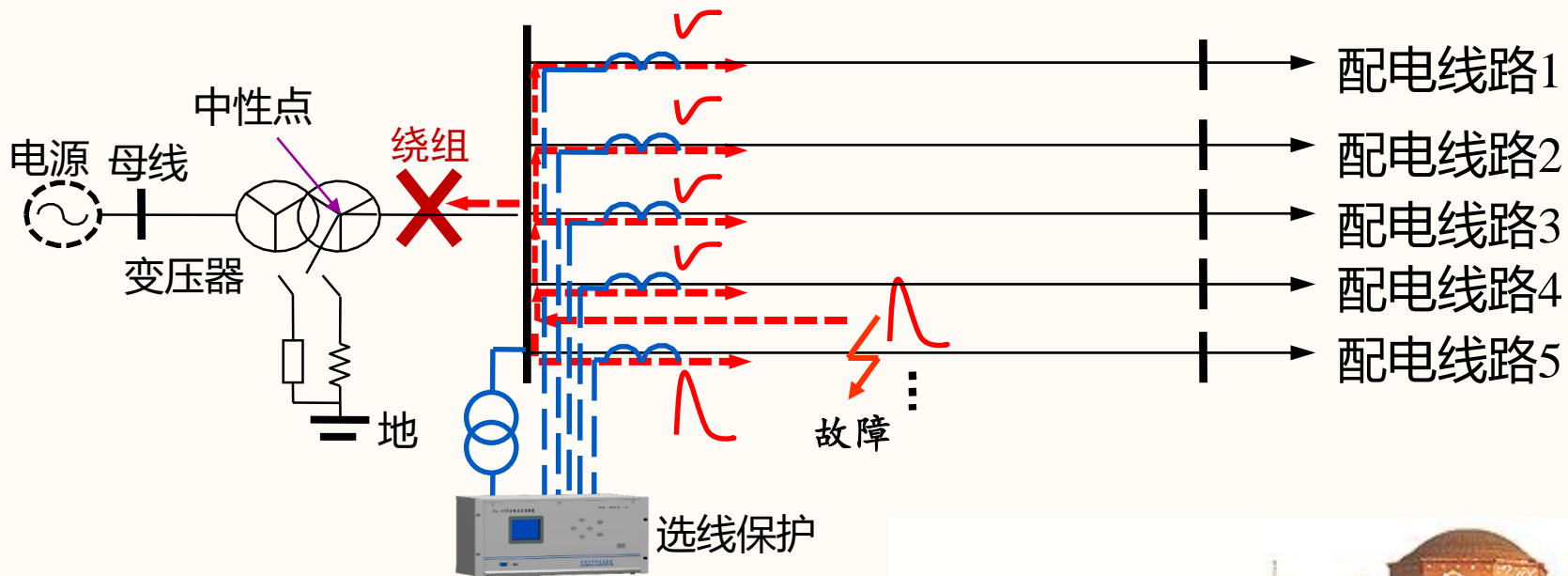
■ **故障行波主要特性：**

- **只在故障发生时出现，能准确反映故障发生**
- **包含故障发生时刻、故障位置、故障相、故障线等有用的故障信息**
- **具有高频、暂态突变的性质，难以分析**
- **不可重复，具有易逝性，造成捕捉困难**
- **同时是时间和位置的函数，因此传统的时间分析方法和频率分析方法不能有效刻画行波的故障特征**



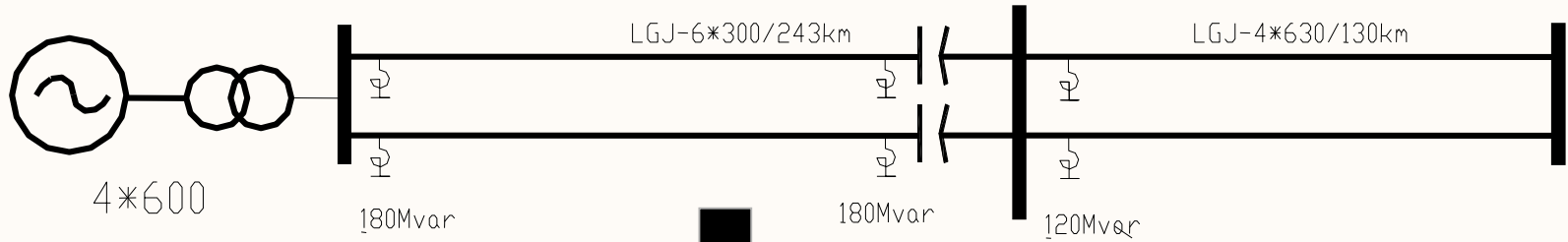
■ 基于行波的继电保护装置

- 中性点非有效接地系统单相接地行波选线装置
- 输电线路行波测距装置
- 交直流输电线路行波保护装置
- 配电馈线单相接地保护装置



- 一、行波及基于行波技术的继电保护装置
- 二、行波测试技术及平台
- 三、电力仿真软件+任意波发生器+宽频带功放
- 四、RTDS仿真平台+宽频带功放





Physical Simulation

Principle of Similarity



+



+



+

...

- 组建一个完整的等比例缩小的电力系统来取代需要研究的电力系统
- 以集总参数来建立传输线路模型



■ 工作原理

- 以仿真模型产生测试数据并经数模转换产生模拟小信号
- 通过电压电流功率放大器将模拟小信号放大到电力互感器二次侧水平

■ 不足之处

- 以集总参数来建立传输线路模型
- 功率放大器带宽受限

■ 目前可行的行波测试技术

- 电力仿真软件 + 任意波发生器
- RTDS仿真平台



宽频带、高电压功率放大器
宽频带、大电流功率放大器



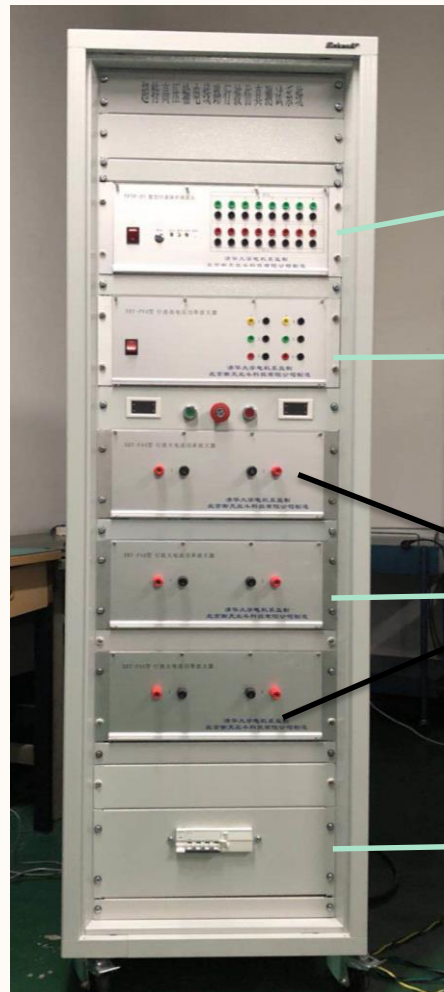
- 一、行波及基于行波技术的继电保护装置
- 二、行波测试技术及平台
- 三、电力仿真软件+任意波发生器+宽频带功放
- 四、RTDS仿真平台+宽频带功放



远端



网线



暂态信号发生器

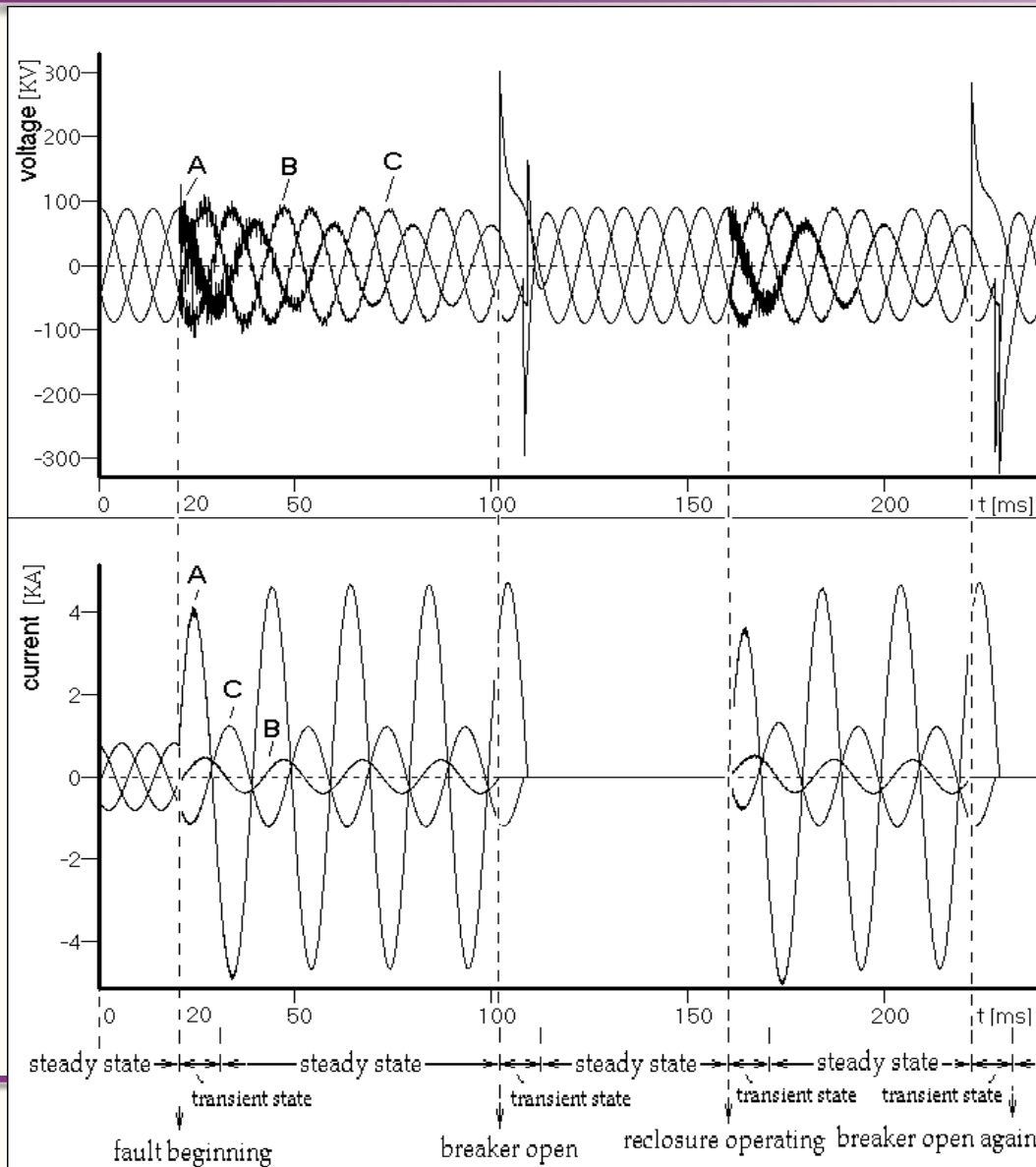
电压功率放大器

电流功率放大器

电源模块

120V
50A
100k Hz
6路电压
6路电流

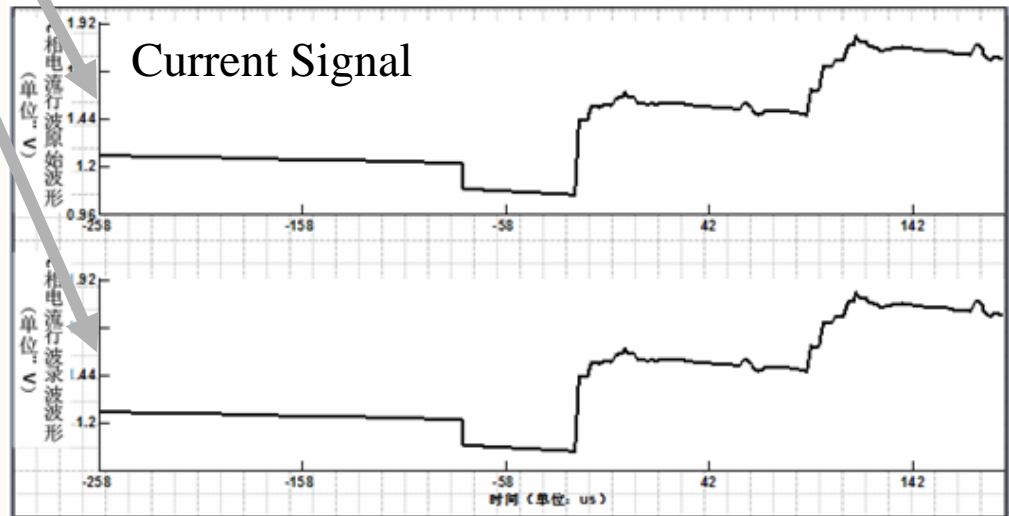
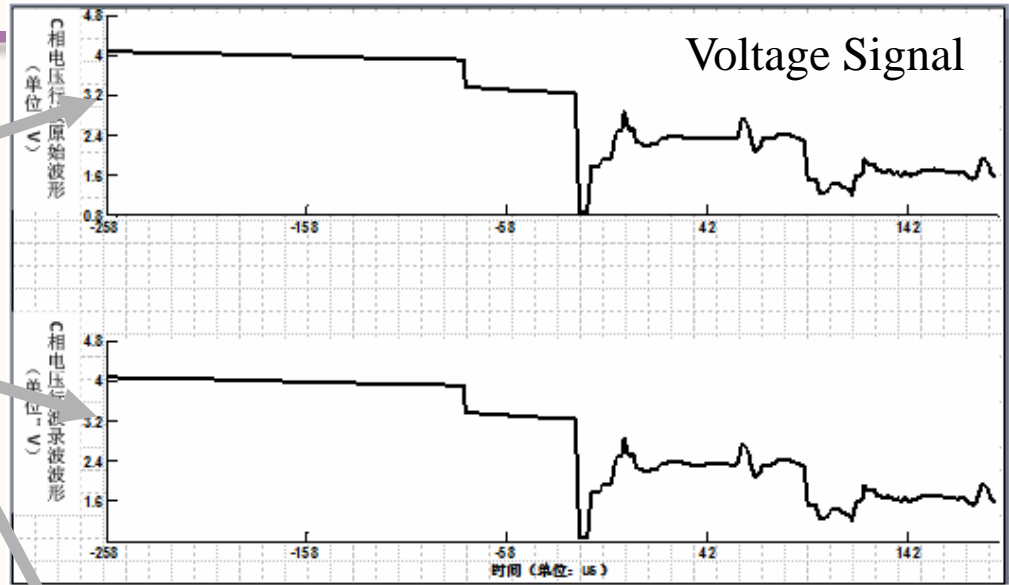




- **PSCAD/EMTDC (.out)**
- **EMTP/ATP(.pl4)**
- **comtrade**
- 支持数据自由分段
- 支持多采样率
- 支持任意设置稳态时间长度
- 支持数据回放

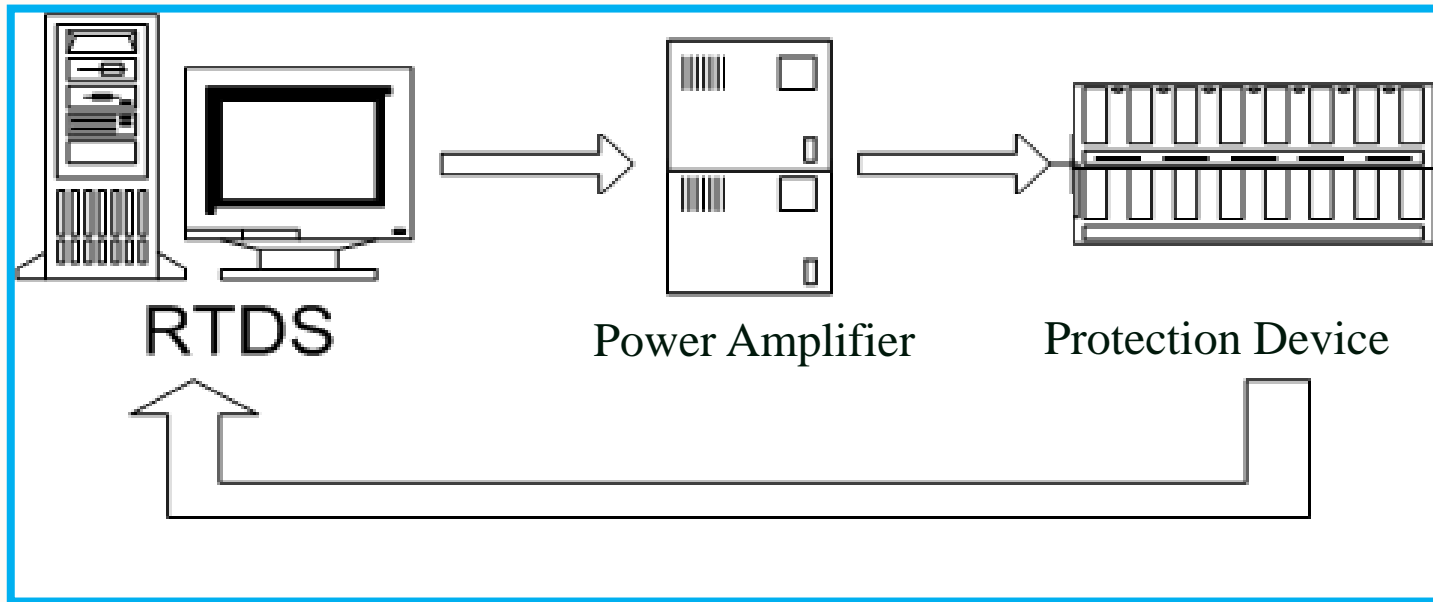


- Digital Signal from the Simulation Software
- Output Signal from the Test Platform



- 一、行波及基于行波技术的继电保护装置
- 二、行波测试技术及平台
- 三、电力仿真软件+任意波发生器+宽频带功放
- 四、RTDS仿真平台+宽频带功放





■ 平台特点

- 集仿真与测试于一体
- 被测装置可与平台进行“模型级”实时闭环交互



- 许昌开普检测研究院
- 清华大学国家重点实验室
- 南方电网公司
- 西安交大电气工程学院



■ 行波测试技术的发展方向构思

- 小型化、便携化
- 异地精确同步触发
- 预存大量典型模型或典型数据，使测试标准化、简易化
- 测试平台集成化



谢谢!

