

# PF400-3 配电故障指示器自动测试系统

为了提升配电自动化建设实用化水平，确保设备功能完备性能可靠，随着大量故障指示器尤其暂态录波型故障指示器的批量采购及应用，就需要有能够适用于新型暂态录波型故障指示器以及批量测试的检测手段。

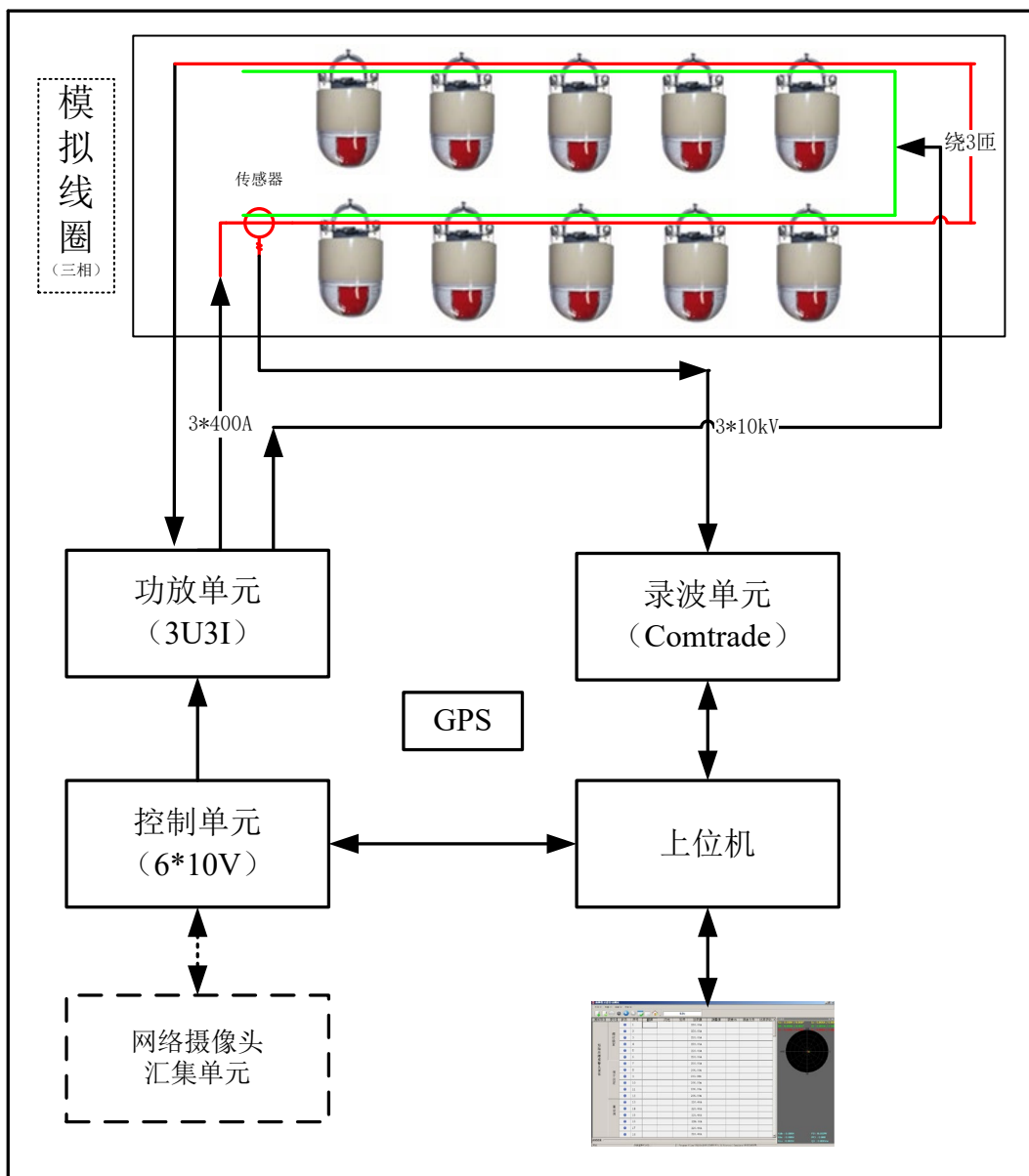
我公司研制的配电线路故障指示器测试平台满足新老标准的故障指示器的批量检测。功能及指标说明如下：

## 一、项目概述

该套配电线路故障指示器全自动检测系统能够完成各类故障指示器包括新型录波型故障指示器的全面检测。适用于电科院以及生产厂家使用。

该套系统在上位机测试软件的控制下输出幅值及相位可控的大功率三相电压和三相电流信号，能够精确模拟仿真配电线路各种稳态工况（正常运行状态、短路故障、接地故障、合闸涌流、负荷波动、线路突合负载等），并具有回采功能。该系统可以采用自动和手动方式完成故障指示器功能和电气性能的全面测试，并自动生成规定格式的测试记录和报告。

简要的系统示意图如下：



测试系统所含主要组成部分及其功能如下表所示：

序号	名称	说明	备注
1	上位机软件	自动测试软件安装在笔记本或台式机上，通过以太网接口控制测试系统进行输出测试，支持手动及自动测试。使用上位机软件可预先编制自动测试方案，并能自动生成测试报告。支持叠加谐波及直流分量，支持手动测试、状态序列及 Comtrade 波形回放	
2	控制单元	控制单元采用 DSP+FPGA 方案，配置六路高速 D/A，产生高精度模拟小信号，接到功放单元的信号输入端	
3	录波单元	录波器能够高速记录测试过程中功放单元输出的 3 相电压和电流信号波形，并能够将录波文件保存在本地或上传	
4	功放单元	采用开关放大器原理，装置直接输出 3*400A+3*120V，通过升流线圈及外置升压 PT 得到大电流高电压，暂态特性好，带载能力强。适用于电科院检测及生产厂家生产线及出厂使用。	
5	模拟线圈	共三个线圈，结构由内至外分别为：漆包线（铜棒）、高压绝缘层、铜皮。电流通道采用绕匝（3 匝）的方式达到升流的目的，线圈周长 6m	可根据需求定制
6	试验架	试验架个数为 3 个	
7	回采单元	采集故障指示器信息	

## 二、系统功能特点

该配电故障指示器自动测试平台具有以下功能特点：

- 波形暂态特性好（0-1000A 上升时间小于 1ms，带宽 50-1kHz）
- 该测试平台功能强大，可以叠加直流分量及谐波
- 支持手动测试及自动测试功能
- 支持 RTDS 仿真系统模拟小信号输出的接入（0-7V）
- 具有波形回放功能，支持读取 comtrade 格式文件，进行波形回放
- 放大器可以选择线性功放（输出精度高）或者开关功放（输出功率大）
- 自动测试平台支持单相系统或三相系统测试
- 适用于传统故障指示器、有源型故障指示器、录波型故障指示器等各种故障指示器的检测

故障指示器测试软件采用模块化设计，软件实现的主要测试功能如下

- 能够完成故障指示器各种功能试验和电气试验相关项目的测试
- 能够按照设定的测试逻辑智能地自动完成故障指示器相关指标和性能的测试工作。
- 能够手动控制故障指示器测试系统的输出，完成手动测试工作。
- 能够自由定制测试方案，能够灵活设定相关测试参数，能够保存测试方案和测试参数。
- 能够生成规定格式 Word 报告或其它格式的测试报告
- 软件预留规约解析模块接口，可以接收故障采集器的上传信息
- 软件支持读取 Comtrade 文件，并对输出文件及上传文件进行比对

## 三、设备主要技术参数

### (1) PF400-3 暂态电流输出装置（单台）

- 输入电源：380VAC@50Hz，三相五线
- 额定功率：6kW（单相）
- **输出电流**：400A
- 最大负载电压：15V
- 输出准确度：0.2 级
- 电流上升时间：200us
- 相位准确度： $< 0.2^\circ$
- 满载最大输出时间：连续
- 频率：50-1kHz
- 谐波比例范围：15%
- 频率稳定性： $\leq 0.1\%$
- 波形失真度： $\leq 2\%$

### (2) PF10kV-3 暂态电流输出装置

- **输出电压**：120V
- 最大输出功率：20VA

- 输出准确度：0.2%
- 相位准确度：< 0.2°
- 重量：100kg

#### 升压装置

- 变比：10V：10kV
- 输出准确度：0.2级
- 体积：30cm\*30cm\*20cm
- 重量：10Kg
- 带有限流功能，保证人身安全

### 四、PF400-3 配电线路故障指示器自动测试系统

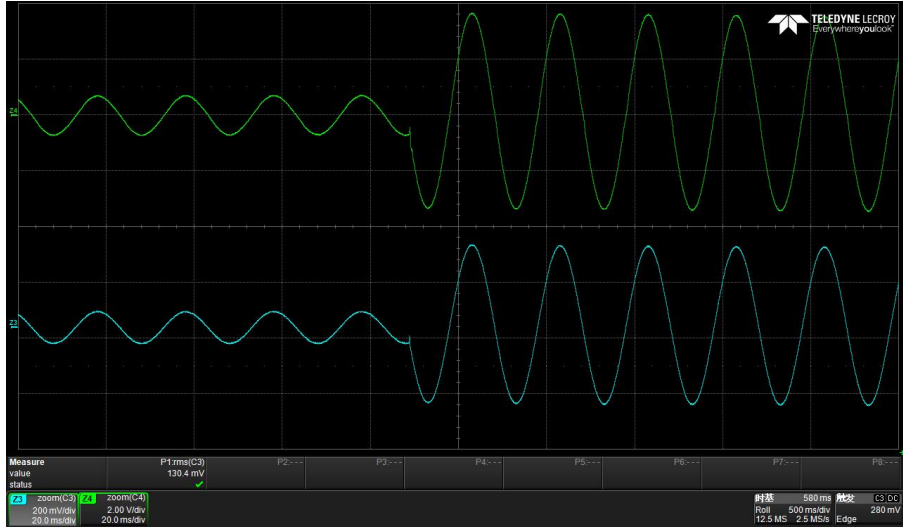
#### (1) 暂态电流发生装置

该装置单台输出 1\*1000A/3\*400A，三台装置联机输出 3\*1000A，详细技术指标见上节。



## (2) 暂态电流发生装置性能

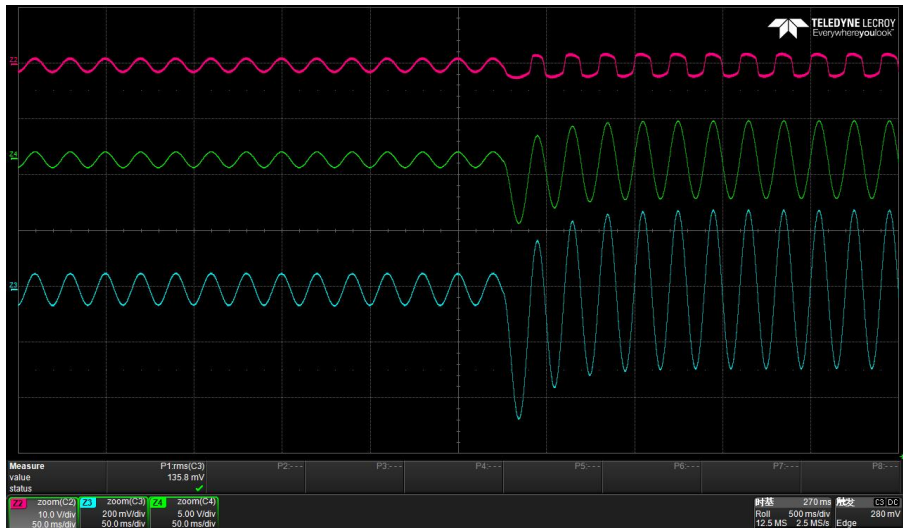
PF1000 装置输出暂态特性好，能够精确模拟配电网各种稳态工况。支持叠加谐波和直流分量。



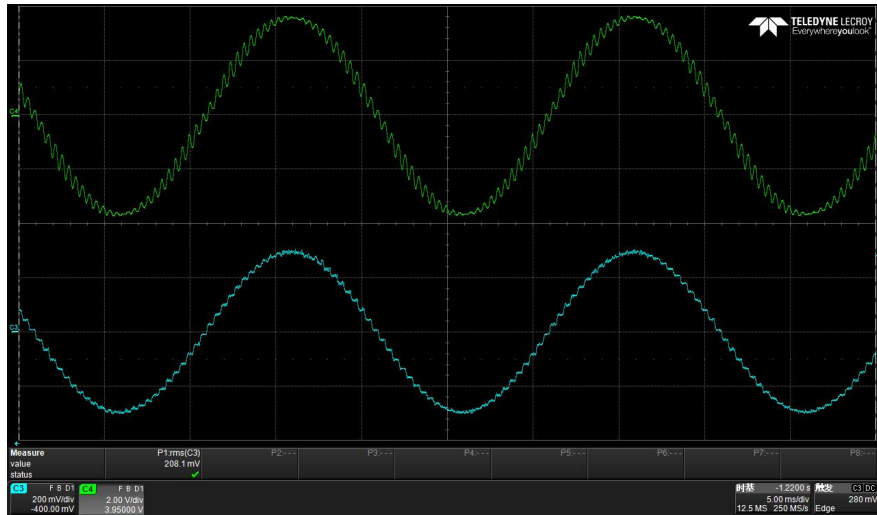
电流突变



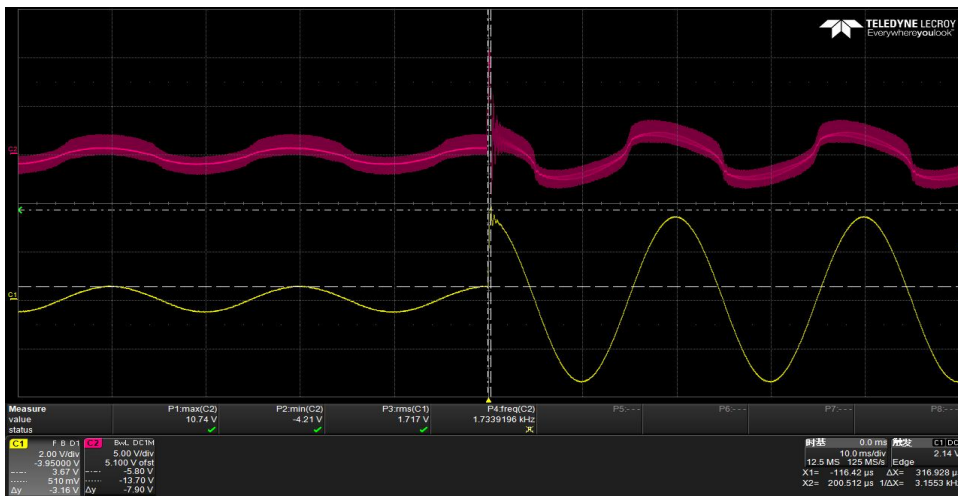
模拟故障



叠加直流衰减分量



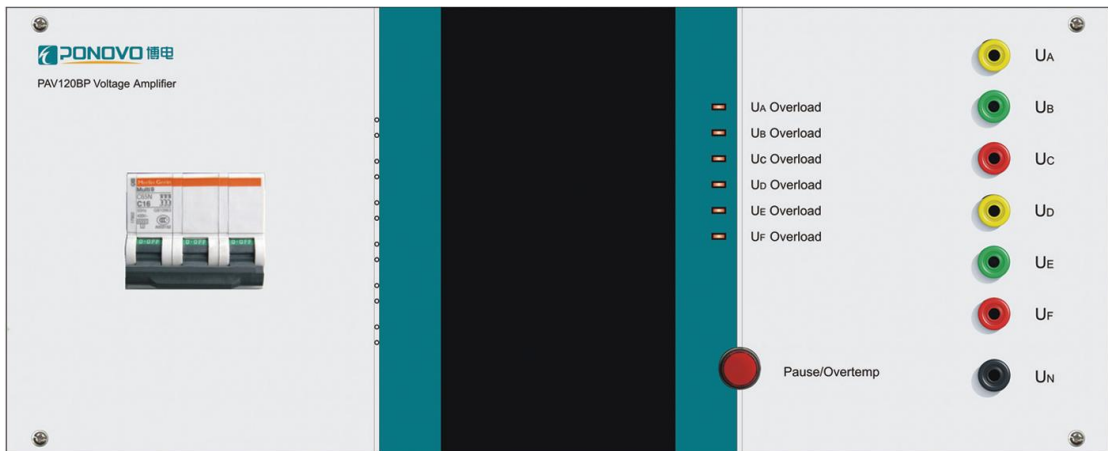
叠加多次谐波



电流阶跃/上升时间 100us

(3) 暂态电压发生装置

电压发生装置采用线性电源/线性功放设计，输出 3\*120V，利用外置升压 PT，可输出 3\*10kV，最高 12kV。



#### (4) 录波单元

上位机能够向录波器发出各种控制命令，录波器能够高速记录测试过程中功放单元输出的 3 相电压和电流信号波形，并能够将录波文件保存在本地或上传。

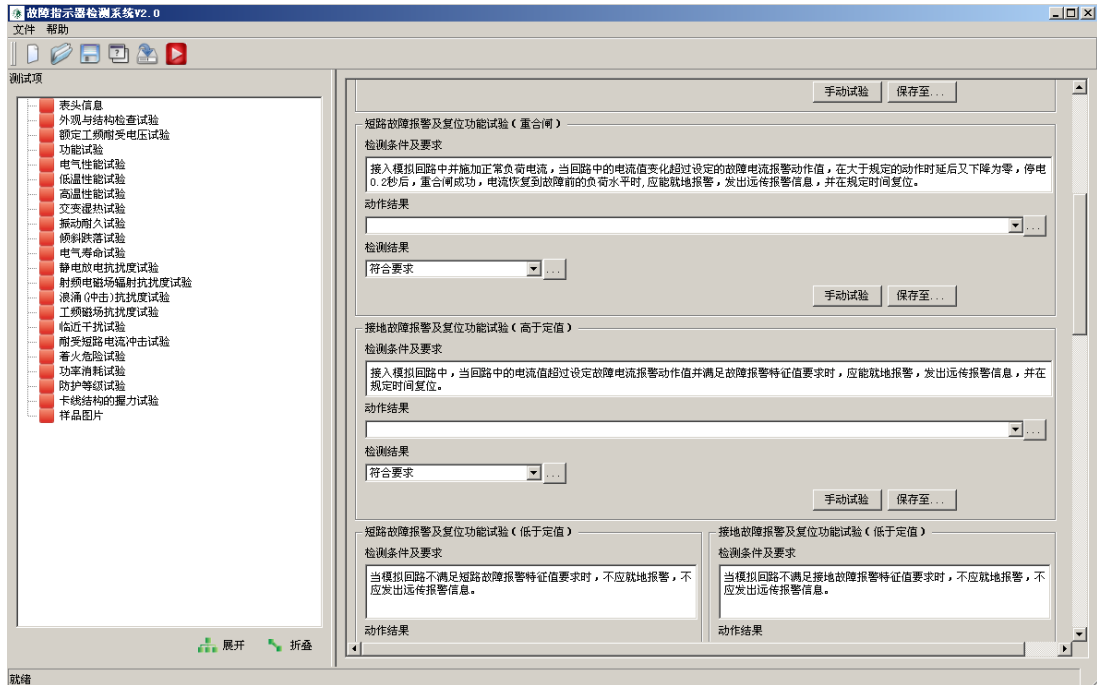
- 可以对波形进行幅度调整、选时段、选通道、用光标显示某一时刻各通道值；
- 电力系统相关电气信号长时间高采样率多通道在线监测、记录和数据分析；
- 动态试验信号波形的监测、记录和数据分析；
- 故障录波与分析采样率可设置为最高 100kS/s
- 可以带 GPS 时标记录波形数据
- 可以分析每通道的瞬时值、平均值、最大值、最小值、真有效值、基波有效值、频率、开关信号的动作时序分析，也可以分析谐波、功率、矢量图、功率序分量等等。
- 可利用光标的方式显示各通道同一时刻的测量值。用双光标测量任意两点间的时间差、保存数据时间段及数据分析数据段。
- 具有手动启动、开关量状态改变启动以及模拟量的瞬时值、有效值、频率等参数的越限等多种录波启动方式。





## (5) 测试软件

软件界面简洁，操作方便，能够按照设定的测试逻辑智能地自动完成故障指示器相关指标和性能的测试工作。具有手动测试、状态序列、Comtrade 回放等功能。能够生成规定格式 Word 报告或其它格式的测试报告，





### 接地故障报警及复位功能试验

复归节点  
 远传节点  
 翻牌节点  
 闪光节点-红  
 闪光节点-蓝

进行下一项试验  
 停止试验

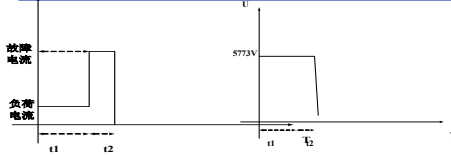
动作  
 不动作

录波  
 测试次数

故障指示器参数选择设定

负荷电流   
 负荷电流时间   
 故障电流   
 故障时间   
 故障时相位   
 谐波电流幅值   
 谐波电流频率   
 谐波电流持续时间   
 直流电流幅值   
 直流电流持续时间

确定 取消



### 负荷波动防误报警试验

复归节点  
 远传节点  
 翻牌节点  
 闪光节点-红  
 闪光节点-蓝

进行下一项试验  
 停止试验

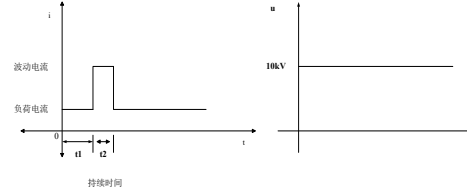
动作  
 不动作

录波  
 测试次数

故障指示器参数选择设定

负荷电流   
 负荷电流时间   
 波动电流   
 波动持续时间   
 波动起始相位   
 正常态线电压   
 测试次数

确定 取消



### 人工投切大负荷防误报警试验

复归节点  
 远传节点  
 翻牌节点  
 闪光节点-红  
 闪光节点-蓝

进行下一项试验  
 停止试验

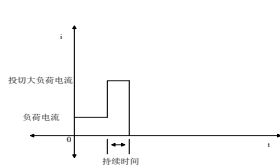
动作  
 不动作

录波  
 测试次数

故障指示器参数选择设定

负荷电流   
 负荷电流时间   
 扰动电流   
 扰动时间   
 扰动起始相位   
 正常态线电压

确定 取消



### 变压器空载合闸涌流防误报警试验

复归节点  
 远传节点  
 翻牌节点  
 闪光节点-红  
 闪光节点-蓝

进行下一项试验  
 停止试验

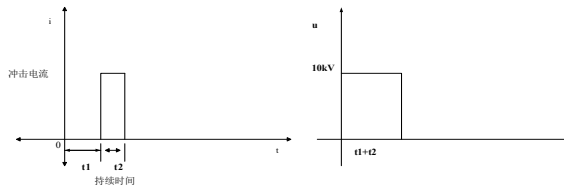
动作  
 不动作

录波  
 测试次数

故障指示器参数选择设定

负荷电流   
 负荷电流时间   
 涌流电流   
 涌流时间   
 故障起始相位   
 正常态线电压

确定 取消



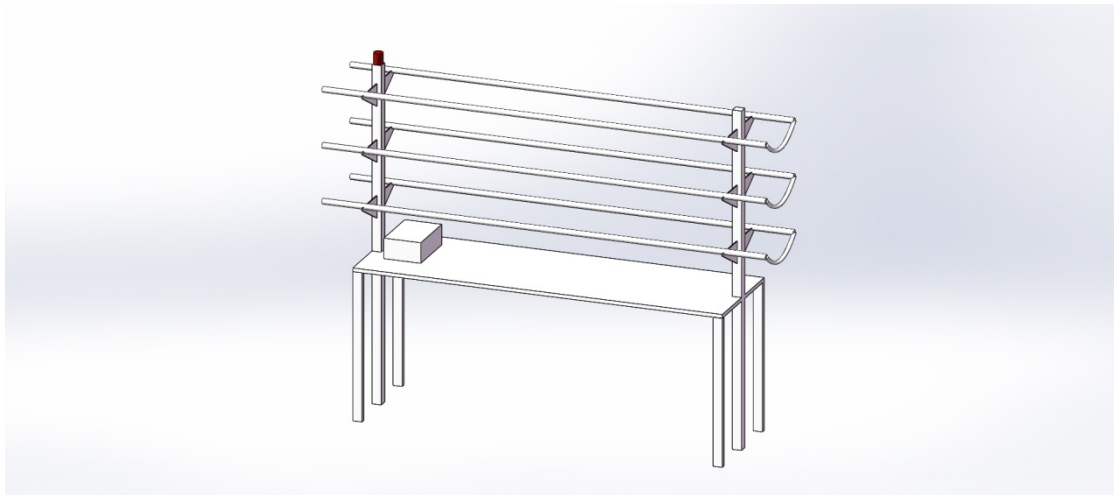
## (7) 测试工装

测试工装设计如下：

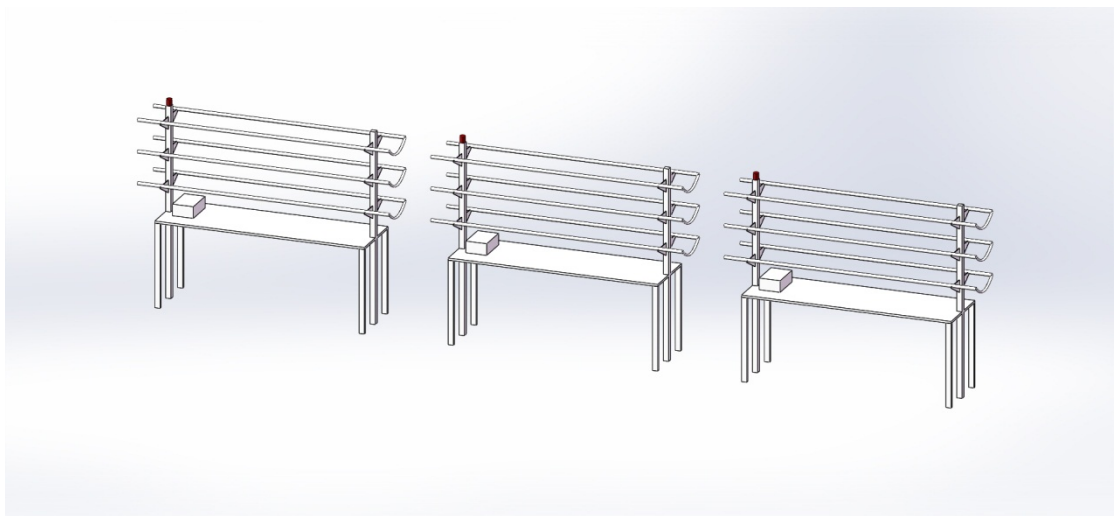
- 测试工装共三台，单台体积 1m\*0.8m\*1.8m（长\*宽\*高），分三层（间隔 30cm）；
- 模拟导线采用中心导线通大电流，外层加高压的形式；
- 每段模拟导线的两端采用非固定式连接，灵活使用；
- 测试台具有警示灯，实时指示导线电压、电流；
- 测试工装可以采用柜式设计；

使用：

- 1.单台工装，上层 A 相、中层 B 相、下层 C 相
- 2.多台工装，支持串接，使用同上，模拟导线更长，带载更多故障指示器



测试工装示意图（1）



测试工装示意图（2）



(9) 机柜

