

电缆测试系统 技术方案

上海腾征智能科技有限公司

2019年12月

1、概述

主要用于电缆产品的导通、短路、断路、绝缘测试，以及元器件测试。

2、系统需求

2.1、系统软件功能

- 1) 全中文操作界面，菜单式操作，省去复杂编程过程；
- 2) 提供全面的用户管理功能，实现不同用户的权限管理；
- 3) 设备内部自检功能；
- 4) 具备自学习功能、具备芯线关系比对功能；
- 5) 可导入 EXCEL、WORD 等格式的标准导通文件（也可定制），并自动生成测试程序；
- 6) 系统软件可实现多项功能一键完成，也可实现单功能测试；
- 7) 具备探针功能，可进行单点、区间、接口寻址（寻线）；
- 8) 具备电缆相关组件（连接器、接口、线束、转接工装）管理功能；
- 9) 可对转接工艺电缆的电阻进行补偿管理；

2.2、系统硬件功能

- 1) 可对电缆进行导通、短路、断路等常规特性测试；
- 2) 可对电缆进行绝缘等电气性能测试；
- 3) 可选配元器件测试功能（电阻、电容、二极管等）；
- 4) 有多种标准连接器可供选择，实现不同产品测试；
- 5) 单台电缆测试仪点数： 64 点、128 点、256 点、512 点多种规格可选；
- 6) 内嵌触屏电脑，显示屏尺寸不小于 10.1 英寸，也可根据客户需求外置；
- 7) 硬件参数：

a) 导通测试：

电阻测试范围：0.01 Ω ~ 99.99K Ω ；

二线测试：0.1 Ω ~ 1K Ω ，精度 $\pm 1\% \pm 0.1 \Omega$ ；

四线测试：0.01 Ω ~ 1K Ω ，精度 $\pm 1\% \pm 0.01 \Omega$ ；

其他：1K Ω ~ 99.99K Ω ，精度 $\pm 2\% \pm 0.5 \Omega$ 。

b) 绝缘测试：

直流高压激励源：30VDC ~ 500VDC，精度 $\pm 2\% \pm 0.5V$ ；

绝缘电阻测试范围：100K Ω ~ 1G Ω ，精度 $< 500M \Omega \pm 5\%$ ， $\geq 500M \Omega \pm 10\%$ ；

测试时间：0.1S ~ 120S 可调。

c) 元器件测试:

电阻测试: 测试范围: $0.1\ \Omega \sim 2\text{M}\ \Omega$, 精度 $\pm 2\% \pm 0.5\ \Omega$

二极管测试: 正反向。

2.3、供电要求

1) AC100V~240V, $50 \pm 2\text{HZ}$ 。

2.4、环境要求

1) 工作温度: $0\text{--}40^{\circ}\text{C}$;

2) 工作湿度: 10%–70%;

3、总体方案

3.1、总体结构

3.1.1、系统结构

该电缆测试系统主要由电缆测试仪模块、控制计算机模块、显示模块及其他相关附件（通讯电缆，转接工装等）组成。

系统结构如下图所示:

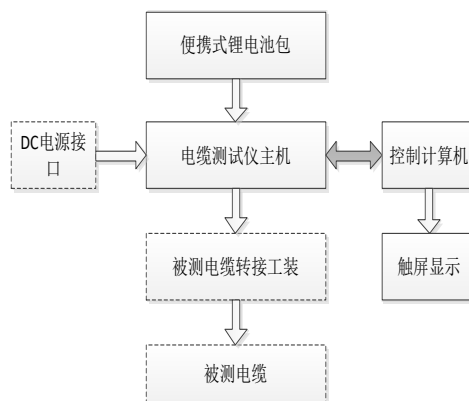


图1 系统结构图

说明: 系统结构图虚线框中的设备以及转接线缆为客户自有配件, 由客户提供并进行系统联调。

该测试系统中与控制计算机进行通讯连接的设备为电缆测试仪主机, 电缆测试仪主机与控制计算机采用通讯线缆进行连接, 实现测试系统和控制计算机之间的信号、数据传输, 实现控制计算机对测试系统的控制。

电缆测试仪主机包括了 1 块主控制板卡、1 块激励源板卡、6 块测试点板卡（每块测试点板卡 64 测试点）以及其他必要板卡（系统背板、转换板、扩展板等），共同组成了 384

点（二线 384 点，四线 192 点）电缆测试系统。

3.2、工作原理

3.1.3、工作模式

电缆测试仪主要包括导通测试、短路测试、断路测试、绝缘测试、一键测试、元器件测量等六个功能测试模式，各功能测试模式工作原理如下：

1) 导通测试模式：

该模式下系统可以选择对被试电缆进行导通性能指标的测试，电缆测试仪根据控制计算机下发的被测试电缆芯线关系进行测试后，将测试结果上传控制计算机，由控制计算机对上传数据进行判断处理，最终显示被测试电缆导通状态（合格、不合格以及实际测试值），用户可通过对线束的导通测试，判断线束的漏接、断路等错误；

同时用户可通过线束定义功能，定义线束中是否包含特殊元器件（如二极管），然后通过导通功能测试特殊元器件的特性（比如二极管的方向）。

2) 短路测试模式

该模式下系统可以选择对被试电缆的所有节点是否存在短路进行测试，电缆测试仪根据控制计算机下发的被测试电缆芯线关系（或者起始针点位置）进行测试后，将测试结果上传控制计算机，由控制计算机对上传数据进行判断处理，最终显示被测试电缆短路状态（合格、不合格以及不合适针点位置），用户可通过对线束的导通测试，判断线束的错接、误配等错误；

3) 绝缘测试模式：

该模式下系统可以选择对被试电缆进行绝缘（导体对导体）性能指标的测试，电缆测试仪根据控制计算机下发的被测试电缆芯线关系进行测试后，将测试结果上传控制计算机，由控制计算机对上传数据进行判断处理，最终显示被测试电缆绝缘状态（合格、不合格以及是否大于设置阈值）；

4) 一键测试模式：

该模式下系统可以选择对被试电缆进行所有配置功能（可在新建项目或者项目编辑中进行配置）进行全面测试（默认为包括导通、短路、绝缘、对地绝缘、耐压五种功能），电缆测试仪根据控制计算机下发的各种功能测试指令包（功能指令、芯线关系等）对被测试电缆芯线关系进行测试后，将测试结果上传控制计算机，由控制计算机对上传数据进行判断处理，最终显示被测试电缆导通状态（合格、不合格以及是否大于设置阈值）；
模式

3.1.4、工作流程

电缆测试仪接通电源开机以后，可选择进入开机自检状态，对其内部的每个通道继电器的状态做测试。完成自检以后，如有问题则通过上位机软件提示；自检通过则可以配合线束测试软件做相应的功能测试。该方案中主要对线缆测试流程进行说明（以单根电缆测试为例）：

电缆测试仪主要有导通测试、短路测试、绝缘测试、元器件测试四种功能测试模式，具体工作流程如下图所示：

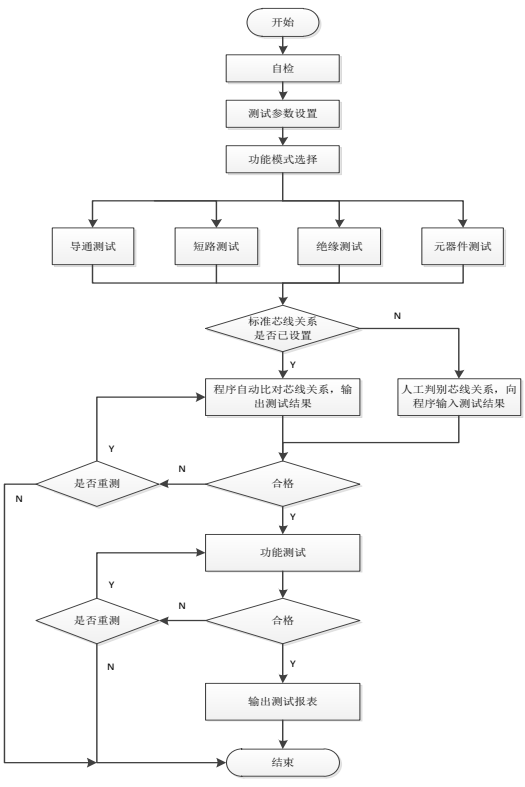


图2 电缆测试仪工作流程图

4、电缆测试仪设计

4.1、硬件设计

电缆测试仪提供导通、短路、绝缘、元器件测量四种电缆功能测试及元器件测试，可以快速准确的对被测试电缆的导通、短路、绝缘性能以及元器件测量功能进行测试，已经保存并上传测试数据，由上位机生成对应的测试报告。

电缆测试仪通过通讯接口与控制计算机通讯，由控制计算机控制电缆测试仪工作。

考虑到电缆测试仪的接口的通用性，采用 J599 型航空插座接入被测电缆。如果用户使用的接头并非对应 J599 型航空插座接口时，采用相应的转接工装进行被测测试电缆的连接。

电缆测试仪采用模块化设计，主要包括控制计算机、触屏显示、主控模块、矩阵模块、激励源模块、背板模块、系统转接板、辅助电源模块、LCR 模块(选配)、锂电池模块(选配)十部分，每个部分通过系统内部背板连接，完成各个模块之间的信号和数据传输。

电缆测试仪模块化设计系统框图如下：

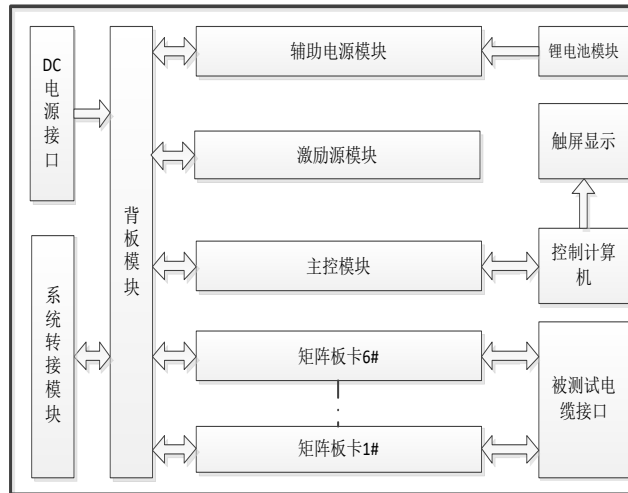


图3 电缆测试仪组成框图

电缆测试仪各模块的主要功能描述如下：

1) 主控模块：

该模块是电缆测试仪的核心，是整个测试系统信号和数据的中转和传输通道，主要完成系统各项功能测试、过程控制、测试数据采集处理及存储、以及与控制计算机之间的通信、上传测试数据等。

2) 矩阵板模块：

该板卡主要实现单台电缆测试仪中各个电缆测试通道的接入、断开功能，通过板载的可编程器件实现系统各个通道的自动接入和断开，从而实现测试流程的自动化。

3) 激励源模块：

该模块主要实现单台电缆测试仪中各项功能测试过程中激励源的提供，主要包括导通测试激励源、直流激励、交流激励源等，同时与主控模块之间以通讯的形式实现测试电压设置值和输出值数据的传输，以保证测试系统测试电压和系统测试值的准确性以及精度。

4) 背板模块：

该模块主要实现单台电缆测试仪中各个模块之间的信号、数据互联，提供模块间信号和数据的传输通道。

5) 系统转接模块：

该模块主要实现测试系统中多台电缆测试仪联机时信号、数据的互联，提供模块间信号和数据的传输通道。保证电缆测试仪实现总测试点数的扩展。

6) 辅助电源模块：

该模块主要实现测试系统中各模块低压电源的提供，满足各模块板子集成电路、继电器等元器件的工作用电。

4.1.1、接口设计

本节主要针对电缆测试仪进行描述。

电缆测试仪对外接口包含：电源接口、通讯接口、被测试电缆接口、校准接口、探针接口。

4.1.1.1、电源接口

电缆测试仪外接电源接口选用 3Pin 航插作为电源插座，方便接入外部电源给电缆测试仪供电。

4.1.1.2、通讯接口

该电缆测试仪中与控制计算机进行连接的模块为主控模块，控制计算机与主控模块之间采用 CAN 总线进行连接，实现控制计算机对电缆测试仪的控制。

电缆测试仪通讯接口（物理接口），采用 USB-B 型接口，通过专用通讯电缆连接控制计算机和电缆测试仪，实现两者之间的通讯和数据传输。

4.1.1.3、被测试电缆接口

单台电缆测试仪含有 4 个 DIN41612C 型插座（引脚数=64 点）。保证每个插座为 64 个测试点，编号从 P1 开始，P6 结束。

该电缆测试仪中使用了 6 块电缆测试点板卡，总共包含 6 个 DIN41612C 型插座，总的测试点数为 384 个，编号从 P1 到 384。

4.1.1.4、校准接口

电缆测试仪主机前面板预留标准 4 线制校准接口，用于电缆测试仪的参数校准。校准接口采用标准 M4 香蕉头座，方便进行校准线缆的选项，以及校准测试过程中的快速插接。

4.1.1.5、探针接口

电缆测试仪主机前面板预留探针功能接口，用于电缆测试仪的调试功能。探针功能接口采用标准 M4 香蕉头座，方便进行电缆测试仪单点通断测试，方便用户在调试模式下进行无系统针点的功能测试（仅导通功能）。

说明：电缆测试仪主机上 Probe 探针点与校准接口 Drive-点共用接口。

4.1.2、结构设计

4.1.2.1、结构选型

电缆测试仪结构采用铝型材机箱。分为上盖、下盖、左右侧板、前后横梁等拼装而成，表面经过喷塑处理。

具体参数如下：

外部尺寸：267*220*105mm；材 质：铝型材；

工作温度：-10~45℃



图4 铝型材机箱

4.1.2.2、整体布局

电缆测试仪整体结构外形尺寸根据客户需求以及内部板件及元件尺寸适当调整，其中各模块描述如下：

- 1) 主控模块：可与上位机连接或调试使用。此处主控模块采用插拔式模块化设计，整体尺寸 130mm*300mm，机箱内部设置绝缘塑料导轨，保证主控模块在拔插过程中的流畅，也方便主控模块出现故障等问题可方便拔出进行更换调试；
- 2) 矩阵板模块：使用 DIN41612C 标准接口对应将被测试电缆（或者转接电缆）连接至电缆测试仪面板。此处矩阵模块（含电路板）采用插拔式的模块化，整台电缆测试仪 384 点共使用 6 块矩阵模块，6 块矩阵模块相互独立，互相可以进行更换位置，单块矩阵模块整体尺寸 130mm*300mm，机箱内部设置绝缘塑料导轨，保证矩阵模块在拔插过程中的流畅，也方便矩阵模块出现故障等问题可方便拔出进行更换调试；
- 3) 激励源模块：激励源模块提供系统所需所有激励源，单独提供一个探针接口。此处激励源模块采用插拔式模块化设计，机箱内部设置绝缘塑料导轨，保证激励源模块在拔插过程中的流畅，也方便激励源模块出现故障等问题可方便拔出进行更换调试；
- 4) 被测试电缆接口：采用 DIN41612C 型插头接口（单个 64 点，共 6 个），同时配套压线端插座，采用同一系列的连接器，保证插接可靠和系统最小接触电阻；
- 5) 校准接口：提供电缆测试仪系统参数校准功能，采用标准 M4 香蕉头插座；
- 6) 系统接地：提供电缆测试仪整机系统接地功能，保证用户高压测试过程中的安全，采

用标准 M5 纯铜铜柱，方便接线，可靠连接；

- 7) 电源接口：提供电缆测试仪整机电源供电接口；
 - 8) 系统风扇：提供系统工作时必要的散热需求，采用 40mm*40mm*10mm 轴流静音风扇；
- 注：所有接口处均印有相应的标识。

电缆测试仪整体效果图如下（示意图仅供参考）：



图5 电缆测试仪整机

4.2、软件设计

该电缆测试软件主要进行被测试电缆电性特性测试工作，包括导通、短路、绝缘、元器件以及一键测试等功能。

该控制软件包含分为 3 层框架，分别为应用表示层、逻辑处理层、数据层，如图所示：

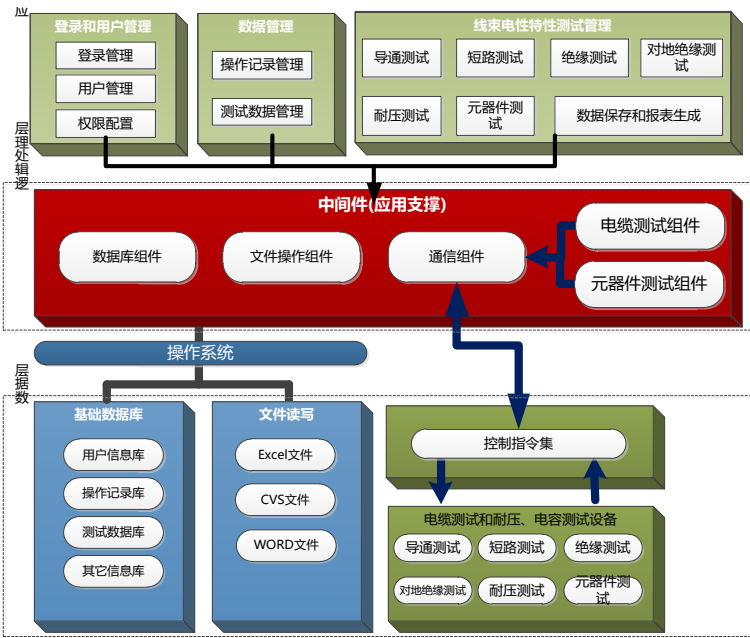


图6 控制软件框架

系统分为登录和用户管理、数据管理、电缆电性特性测试管理等功能模块，结构图如下所示：

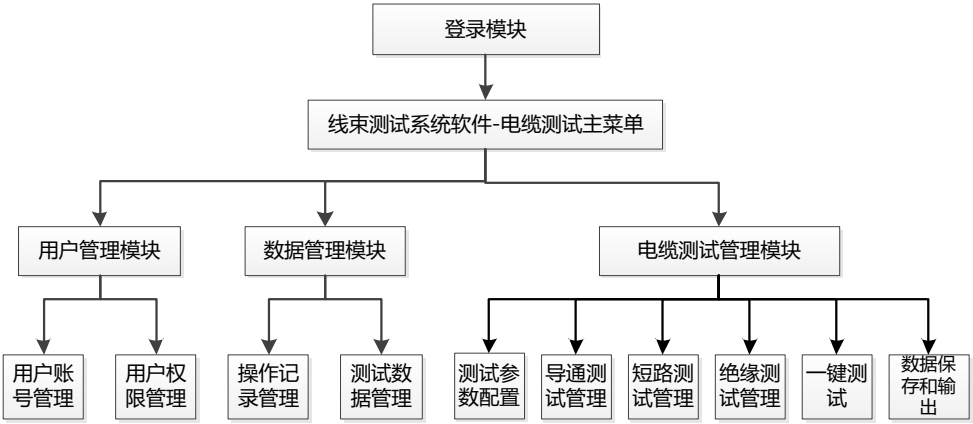


图7 控制软件结构图

控制软件实现电缆电气性特性测试功能。可进行单功能测试和一键测试。

1) 电缆测试仪手动功能测试

软件提供手动选择被测试线缆功能测试，用户可选择进行导通、短路、绝缘等功能测试。

2) 电缆电气特性一键测试功能

软件提供一键进行被测试电缆功能测试，用户可选择一键测试功能，测试软件根据项目配置的被测试电缆相关功能测试信息，自动完成被测试电缆的全功能测试。

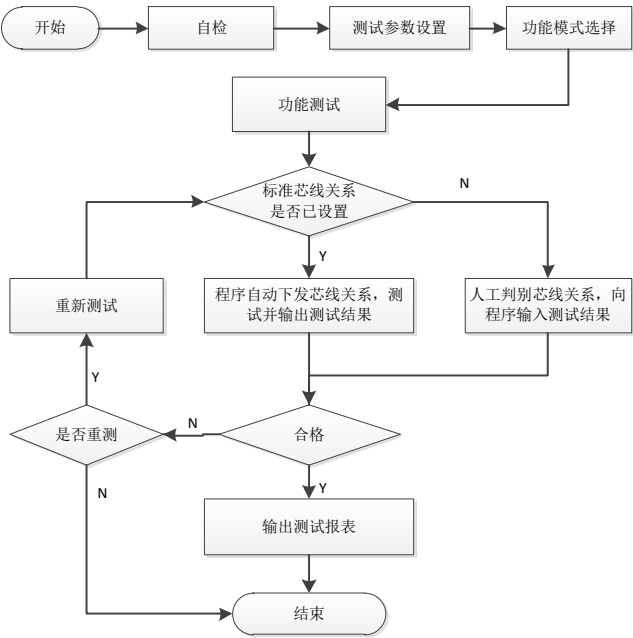


图8 功能测试流程

4.2.1、软件基本功能介绍

电缆测试软件是电缆测试系统中另外一个重要的组成部分，它是测试过程中必不可少的一部分，测试过程中需要该软件和电缆测试仪设备同时工作，才能进行正常的电缆测试。

电缆测试软件是我公司自己开发的电缆测试系统专用软件，纯中文界面，操作界面友好，适合国内电缆检测行业使用人员的操作习惯，并且功能完善。通过在电缆行业积累的测试经验和收集的操作人员的宝贵意见，系统软件具备各种实用的库管理功能，包括连接器库、接口库、线束库、转接工装库、电缆测试仪与转接工装库对应关系管理等功能。。同时该测试软件可根据用户需要进行各种测试功能的定制开发。

例如：线束关系表类型定制、报表定制、测试报告定制、附加设备远程控制功能、局域网组网功能等。

线束关系表目前支持格式：*.xlsx、*.xls、*.csv、*.docx、*.doc；

测试报表（关系表、数据表）目前输出格式：*.xlsx、*.csv；

测试报告目前输出格式：*.docx、*.pdf；

设备远程控制目前具备功能：设备运行控制、参数设置、数据读取显示、测试报告生成；

局域网组网功能：可实现测试系统的远程控制，数据传输、数据共享等。

用户可在测试软件中进行各种电缆功能测试。使用客户端进行电缆测试时，需进行如下步骤：

- 1) 登陆系统，进入线束测试；
- 2) 新建接口：在测试前，将常用接口录入到系统中，并定义与测试仪转接箱的转接接口的引脚连接关系；
- 3) 新建线束：测试时以线束为基本单位，线束可只选择接口信息，也可详细定义线束芯线关系；
- 4) 新建/打开项目：新建项目时，选择已定义的线束，设定测试流程及其测试参数，保存为项目文件，打开项目直接选择项目文件；
- 5) 连接测试仪：确保测试时客户端与电缆测试仪之间的连接关系正常；
- 6) 启动测试：点击开始测试按钮，进行一键自动测试或者单功能测试；
- 7) 保存数据：测试完成后，保存测试数据或直接打印测试报表。

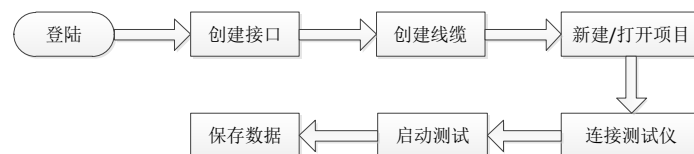


图9 软件使用流程

4.2.2、 登陆功能

运行客户端程序后，需输入正确的用户名及密码登陆系统方能使用，客户端默认管理员账号为 amdin，初始密码为 666666，以管理员账号登陆后可进行修改操作。

操作员用户名及密码可以通过管理员进行设置和修改，客户端默认建立一个操作员账号 guest1，初始密码为 123456，登陆后可进行修改，并进行相应的线束测试操作。

4.2.3、客户端主窗口功能

以操作员登陆成功后，点击线束测试按钮，进入线束测试客户端主窗口。



图10 客户端主窗口

主窗口共 4 块操作区域，分别为：菜单栏、快捷按钮栏、新建\打开项目、常用项目列表。打开常用项目后主窗口，主窗口共有 6 块操作区域，分别为：菜单栏、快捷按钮栏、项目信息栏、测试数据栏、故障信息栏、状态栏。

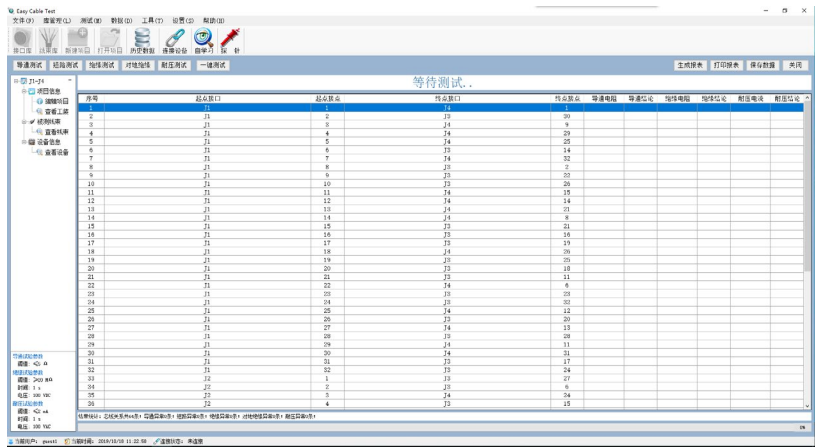


图11 电缆测试主窗口

4.2.3.1 菜单栏

菜单栏分为“文件”、“用户”、“库管理”、“数据”、“工具”、“设置”、“帮助”7个菜单项。

表 1 文件菜单子项

菜单项	功能	快捷键
新建项目	打开创建项目页面	N
打开项目	选择项目文件，进入测试页面	O
关闭项目	关闭打开的项目	C
退出	退出客户端系统	X

表 2 库管理菜单子项

菜单项	功能	快捷键
连接器库管理	打开连接器管理窗口	C
接口库管理	打开接口库管理窗口	I
线束库管理	打开线束库管理窗口	W
测试仪与转接箱针脚关	打开测试仪与转接箱针脚对应管理窗口	R
转接缆库管理	打开测试系统转接缆管理窗口	A

表 3 “数据” 菜单子项

菜单项	功能	快捷键
查看历史测试数据	查看以前的项目测试数据	V

表 4 “工具” 菜单子项

菜单项	功能	快捷键
连接设备	连接测试仪	E
断开设备	断开已连接的测试仪	O
设备调试	进行自检和校准测试	D

表 5 “设置” 菜单子项

菜单项	功能	快捷键
自动连接设备	设置软件开启自动连接测试仪功能	A
启用电阻补偿	启用转接电缆补偿电阻修正	C
电阻补偿管理	转接电缆补偿电阻管理	R
系统参数设置	设置当前测试系统参数	E

表 6 “帮助” 菜单子项

菜单项	功能	快捷键
关于	显示本软件基本信息	A
帮助	打开帮助文档	H

4.2.3.2 常用项目列表

客户端软件线束测试主窗口提供 5 个常用项目显示窗口，点击可直接打开项目进行测试。

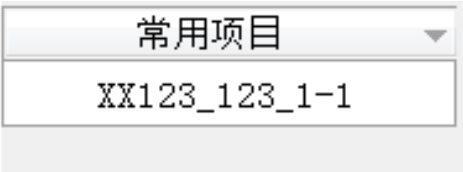


图12 常用项目列表

4.2.3.3 项目信息栏

项目信息栏主要显示的信息包括：编辑项目、刷新项目、查看线束、清空数据、生成报

表、打印报表。

- 1) 编辑项目：对当前测试项目进行编辑、修改，包括名称、芯线关系、测试项目；
- 2) 刷新项目：对当前测试项目的相关测试数据进行更新操作；
- 3) 查看线束：查看当前被测试线束及其他线束的接口信息和芯线关系信息；
- 4) 清空数据：清空当前测试项目测试窗口中的相关测试数据；
- 5) 生成报表：将当前测试项目测试窗口中的相关测试数据转换为固定格式的数据报告；
- 6) 打印报表：通过连接的打印机将数据报告进行打印（纸质报告）。

4.2.3.4 测试数据栏

测试数据栏主要显示的信息包括：

- 1) 被测试电缆芯线关系：详细列出电缆中的每根有连接关系的芯线中的两点；
- 2) 被测试电缆测试值：显示各项功能测试完成后返回的详细测试值；
- 3) 被测试电缆测试值判断结果：根据返回的详细测试值与预设阈值判断后的结果（合格/不合格）；
- 4) 被测试电缆测试状态和进度显示：显示各项功能测试的测试状态和实际测试的进度；

等待测试								
序号	起点接口	起点接点	终点接口	终点接点	导通值	导通结果	绝缘值	绝缘结果
1	1XSP	1	223AXA	3				
2	1XSP	2	223AXA	4				
3	1XSP	3	223AXA	5				
4	1XSP	4	223AXA	6				
5	1XSP	5	223AXA	7				
6	1XSP	6	223AXA	8				
7	1XSP	7	223AXA	9				
8	1XSP	8	223AXA	10				
9	1XSP	9	1XSP	49				
10	1XSP	10	1XSP	50				
11	1XSP	11	1XSP	51				
12	1XSP	12	1XSP	52				
13	1XSP	13	1XSP	53				
14	1XSP	14	1XSP	54				
15	1XSP	15	223AXA	1				
提示：连接关系总数 44 条，导通错误 0 条，短路错误 0 条，绝缘错误 0 条，对地绝缘错误 0 条。								
0%								

图13 测试数据栏 显示信息

4.2.3.5 故障信息栏

主要显示当前测试项目的测试数据汇总，包括芯线数量，各种性能测试时出现的故障数量，如图：

提示：连接关系总数 44 条，导通错误 0 条，短路错误 0 条，绝缘错误 0 条，对地绝缘错误 0 条。

图14 故障信息栏 显示信息

4.2.3.6 状态栏

状态栏中显示如下信息：

1) 当前登陆用户的昵称；

2) 系统时间；

3) 测试仪连接状态：显示测试仪连接状态，如已连接显示连接正常，否则显示未连接；

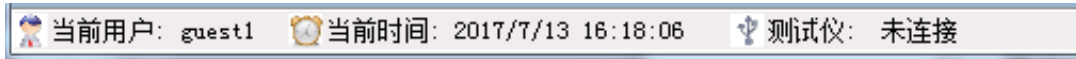


图15 状态栏 显示信息

4.2.4、连接器库管理

在定义被测试线束接口类型之前，需将被测试线束中经常使用到的各种连接器的型号及属性录入系统连接器库中，连接器库管理模块负责维护常用连接器的相关信息，用户可进行添加、编辑、删除、查看连接器相关信息的操作。



图16 连接器库管理窗口

4.2.5、接口库管理

在定义被测试线束类型之前，需将被测试线束中经常使用到的各种接口的型号及属性录入系统接口库中，接口库管理模块负责维护常用线束接口的相关信息，用户可进行添加、编辑、删除、查看线束接口相关信息的操作，接口库管理窗口如下图：

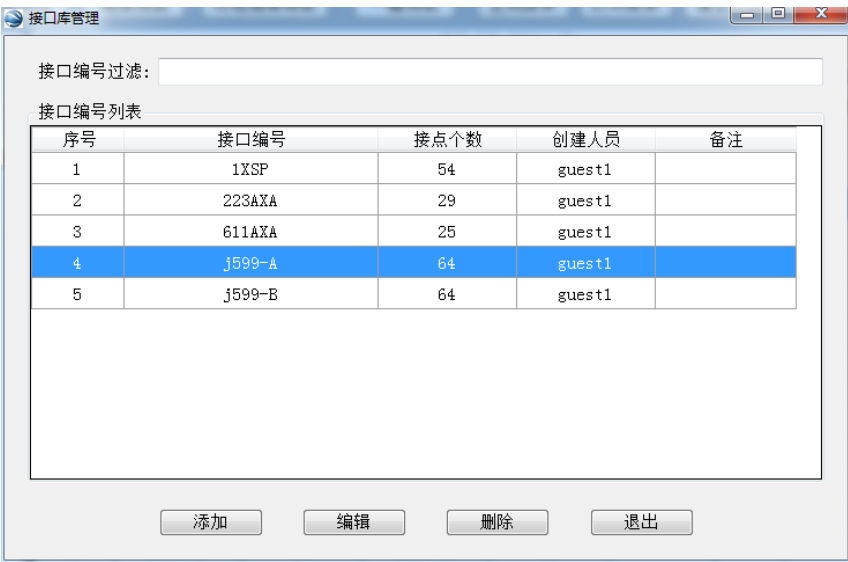


图17 接口库管理窗口

4.2.6、线束库管理

在新建项目开始测试之前，需将被测试线束使用到的各种接口录入系统线束库中，线束库管理模块负责维护常用被测试线束的相关信息，用户可进行添加、编辑、删除、查看线束相关信息的操作。线束库管理窗口如下图：



图18 线束库管理窗口

4.2.7、项目管理

4.2.7.1 新建项目

点击菜单“文件”-“新建项目”或单击主页面中的“新建项目”按钮，打开新建项目页面，如下图所示：



图19 新建项目窗口

- 1) 设置项目名称相关资料，包括项目名称、批次号、备注等，其中备注内容为可选项，其余为必填项。项目名称、批次号两个选项内容为构成项目名称。
- 2) 选择常用项目选项：将该选项勾选上，新建项目完成后会直接显示在测试软件主窗口左侧的常用项目栏，方便用户快速打开测试项目；
- 3) 设置测试参数：对新建项目相关功能测试参数进行设置；
 - 导通阈值：进行导通自学习测试时，测试仪回传小于等于该值的测试结果；
 - 绝缘阈值：系统对绝缘测试结果进行判别，大于该值判定为测试不合格；
 - 直流高压值：设置高压绝缘测试的电压值
 - 绝缘保持时间：进行绝缘测试时的电压保持时间；
 - 直流上升时间：直流高压上升到设置值的时间。
 - 耐压阈值：系统对耐压测试结果进行判别，大于该值判定为测试不合格；
 - 交流高压：测试高压绝缘测试的电压值
 - 耐压保持时间：进行耐压测试时的电压保持时间；
 - 交流上升时间：测试高压上升到设置值的时间。
- 4) 被测线束选择：从系统已创建的线束关系中选择被测线束，可输入筛选条件进行模糊查询匹配，如系统中不存在匹配项或者相关线束，则需要手动添加线束后再进行建项目的创建；

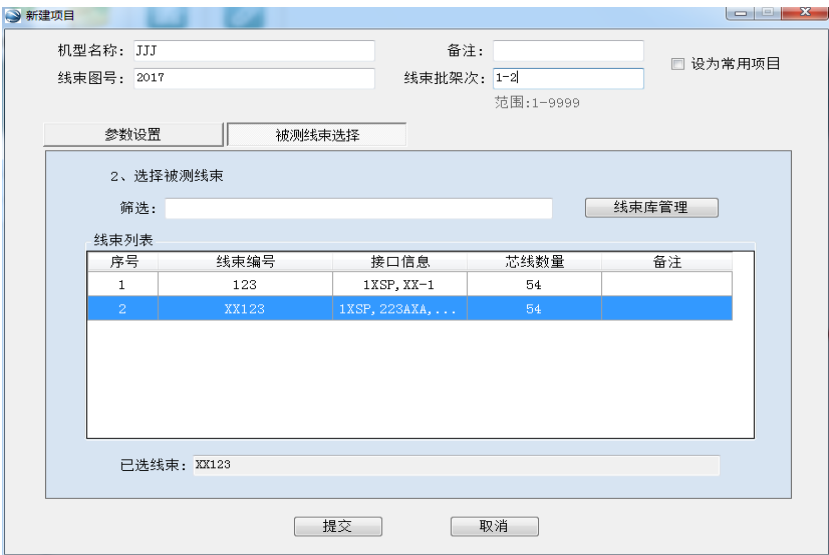


图20 新建项目中-被测线束选择

- 5) 点击“线束库管理”可进入线束库创建窗口，进行相关线束信息的创建，创建完成后在返回新建项目窗口进行新项目创建；
- 6) 点击“提交”按钮完成测试项目的创建。

4.2.7.2 打开项目

系统设置了 3 种方式打开已保存的项目，分别如下：

- 1) 点击“系统”-“打开项目”菜单；
- 2) 点击主页面“打开项目”按钮，选择项目文件；
- 3) 点击常用项目清单中相应的项目名称直接打开。



图21 项目管理窗口-打开窗口

4.2.7.3 编辑项目

在项目被打开的情况下，用户可对项目文件的参数进行重新编辑，点击左侧导航栏中“项目信息”-“编辑项目”按钮可弹出编辑项目内容的页面，方式与新建项目一致，修改完成后

点击“提交”按钮结束项目编辑，同时软件会自动更新主窗口中显示的项目信息（芯线关系、名称等）。

4.2.8、查看测试数据

测试完成后，系统将给出本次测试的结论，在主窗口上分别对应导通、绝缘的测试值，以及详细芯线的测试结论，当所有芯线结论都合格时，本次测试通过，否则不通过。

绝缘在测试项目新建过程中没有被选择或定义时，客户端则认为是不进行绝缘测试的芯线，主测试窗口的表格中对应芯线绝缘项用“-”显示。

- 1) 导通值测试值如果 $\geq 1\text{M}\Omega$ ，系统将不再显示实际测试值，测试结果显示为“ $\geq 1\text{M}\Omega$ ”；
- 2) 高压绝缘测试值大于设置阈值，以阈值设置为 $1000\text{M}\Omega$ 为例，测试完成后，系统显示为“ $>1000\text{M}\Omega$ ”；

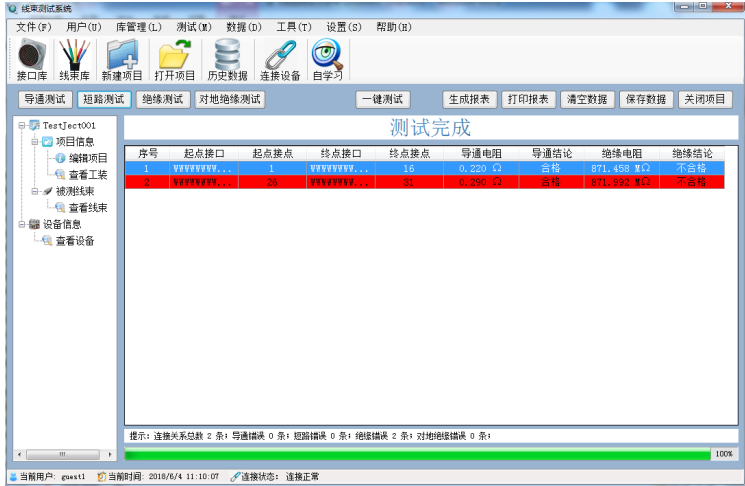


图22 测试结论界面

4.2.9、报表管理

1. 生成报表路径设置

依次点击系统菜单“设置”-“系统参数设置”-“报表保存路径设置”按钮，可对导出报表的保存路径进行设置，如下图：

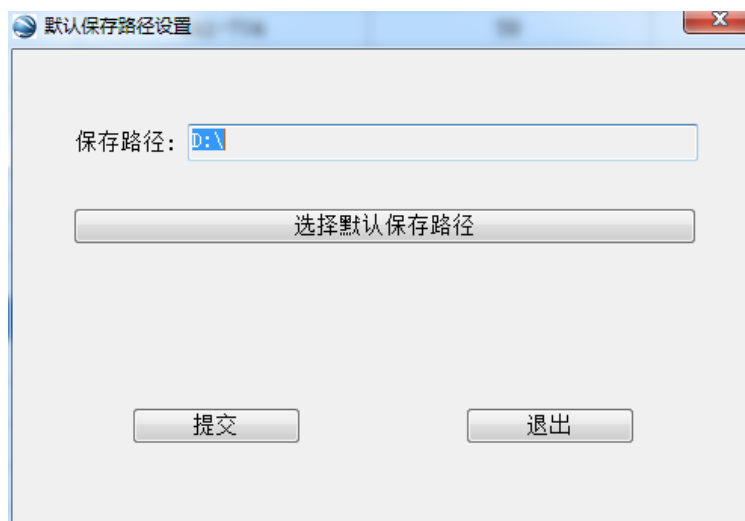


图23 报表默认路径设置窗口

设置完成后点击“提交”按钮，保存设置。

2. 报表默认格式设置

依次点击系统菜单“设置”-“系统参数设置”-“报表默认格式设置”按钮，可对导出报表的格式和内容进行设置，设置完成后点击“确定”按键，如下图：

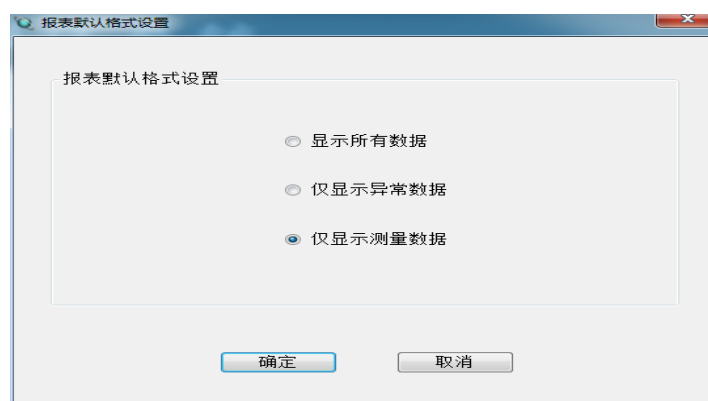


图24 报表默认设置窗口

3. 导出报表

整个测试流程完成后，可将本次测试数据导出专用格式 PDF 报表。

点击项目信息栏或者菜单栏中“生成报表”选项按钮，客户端将当前项目最近一次测试数据直接生成本地报表文件（*.Pdf、*.Word 格式）并保存至设置路径，报表导出后客户端会自动打开相应的测试报告，用户可进行查看，不需要查看关闭即可。

目前测试软件输出报告的文件格式为*.pdf、*.doc，报告内容格式如下图所示（以 PDF 格式文件为例）：

测试报告

测试结果

不合格

线束名称: C001

环境温度: 70
环境温度: 25
测试人员: 张三
测试时间: 2018/9/3 14:42:55

测试参数

导通阈值: 5.000 Ω

绝缘阈值: 1000 MΩ
绝缘电压: 200V DC
绝缘保持时间: 1 S
绝缘上升时间: 0.2 S

耐压阈值: 1.5 mA
耐压电压: 1 S
耐压保持时间: 100V AC

异常明细

序号	起点接口	起点接点	终点接口	终点接点	导通电阻	导通结论	绝缘电阻	绝缘结论	耐压电流	耐压结论
1	XXXXXXXXXXXX	1	XXXXXXXXXXXX	16	0.220 Ω	合格	844.003 MΩ	不合格	0.011 mA	合格
2	XXXXXXXXXXXX	26	XXXXXXXXXXXX	31	0.270 Ω	合格	855.854 MΩ	不合格	0.012 mA	合格

测试数据

1. 导通绝缘耐压测试数据

序号	起点接口	起点接点	终点接口	终点接点	导通电阻	导通结论	绝缘电阻	绝缘结论	耐压电流	耐压结论
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

图25 输出报表格式

其他报表文件格式及内容格式可根据用户需求进行定制。

4. 打印报表

测试完成后，可直接将测试结论以报表方式打印，当打印机可用时，点击打印报表，直接控制打印机打印报表。

5、测试工装详细设计

5.1、测试工装功能概述

该测试工装主要实现某型号装备电缆产品的各项参数（导通、绝缘）指标的测试转接工作。

电缆产品定义为以下三种：

- 1、一端航空连接器，另外一端为散线的电缆线束；
- 2、两端均为散线的电缆线束；
- 3、两端均为航空连接器的电缆线束。

整体测试原理框图如下：

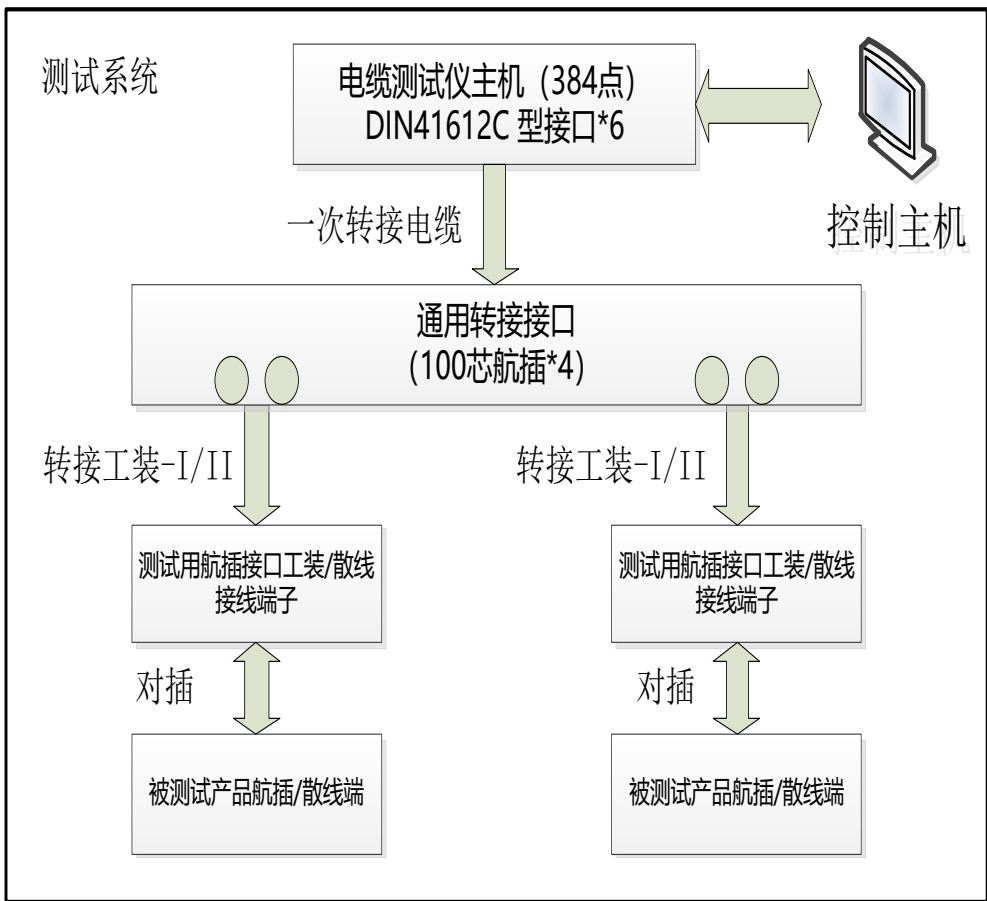


图26 系统测试原理框图

5.2、测试工装接口设计

5.2.1 电缆测试仪端对应接口

电缆测试仪端测试接口采用标准 DIN41612C 型 64 芯欧式插座接口（与电缆测试仪接口对应型号），同时安装配套的连接器的外壳和线缆固定件，连接器和外壳外形及参数如下：

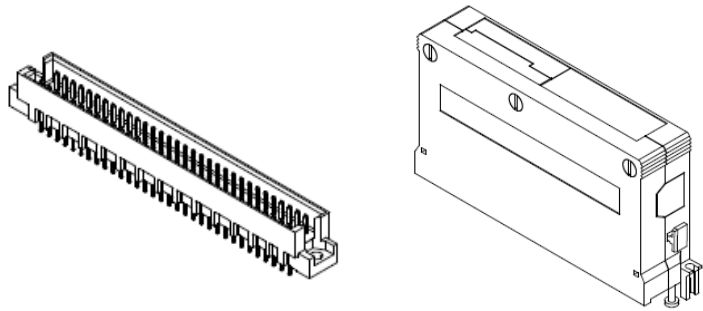


图27 DIN41612C 连接器外形图

DIN Signal female connector				
General information				
Design	IEC 60603-2 types: B, 2B, 3B, C, 2C, 3C, M female			
No. of contacts	max. 96			
Contact spacing	2.54 mm			
Test voltage	1000V			
Contact resistance	max. 20mOhm			
Insulation resistance	min. 10 ¹⁰ Ohm			
Working current	2A at 20°C (see derating diagram) 40 A for type M			
Temperature range	-55°C ... +125°C (for press-in connectors) -40°C ... +105°C (for press-in connectors)			
Termination technology	press-in, solder pins			
Clearance & creepage distance	min. 12 mm each			
Insertion and withdrawal force	16-pole max. 15N	20-pole max. 20N	30-pole max. 30N	32-pole max. 30N
	48-pole max. 45N	64-pole max. 60N	96-pole max. 90N	
Mating cycles	acc. to performance level, see table below			
UL file	E102079			
RoHS - compliant	Yes			
Leadfree	Yes			
Hot plugging	No			

图28 DIN41612C 连接器参数表

通过该接口将电缆测试仪的有效测试点通过一次转接电缆全部引出至 4 个通用的 100 芯航插上，然后通过与被测试产品对应的不同接口类型的二次转接电缆与半成品连接器对应测试接口和裸线端对应测试接口进行连接。

5.2.2 通用测试点转接接口

为保证电缆测试仪测试点的共用性（多产品共用），以及对电缆测试仪测试点端口的保护，由于该接口为塑料接口，一次安装固定到位后不建议经常拔插，以免造成矩阵板卡接口损坏，所以系统设计时考虑多加一级转接，即将通用测试点转接接口，该接口采用 J599-III 系列 100 芯航插，4 个航插可与一台电缆测试仪有效测试点（实际 384 点）形成对应关系，电缆测试仪接口与转接接口通过一次转接电缆进行连接。然后被测试产品的相应接线直接与转接接口插接。

当有多个产品需要测试时，只需要根据被测试产品类型，更换不同的测试用转接电缆即可完成测试。



图29 J599-III 100 芯转接航插

5.2.3 被测试产品接口（二次转接工装）

通过对被测试产品的区分，在被测试产品接口的设计过程中，需要设计以下几种类型的转接工装。

1. 双头航插产品测试工装

该类型的转接工装需要做两种（每种一根），根据被测试产品两端的接口类型（航插类型），一端选用与之相对应的接口类型插头（插座），另外一端选用与通用测试点转接接口对应的航插（J599-III 100 芯插头），然后根据被测试产品的长度确定连接两个航插的线缆的长度和类型。制作完成后，操作人员每次对该类型产品测试时只需要将相应的测试工装连接至相应的产品和测试仪接口（测试仪接口需要与程序设置接口对应）上即可。

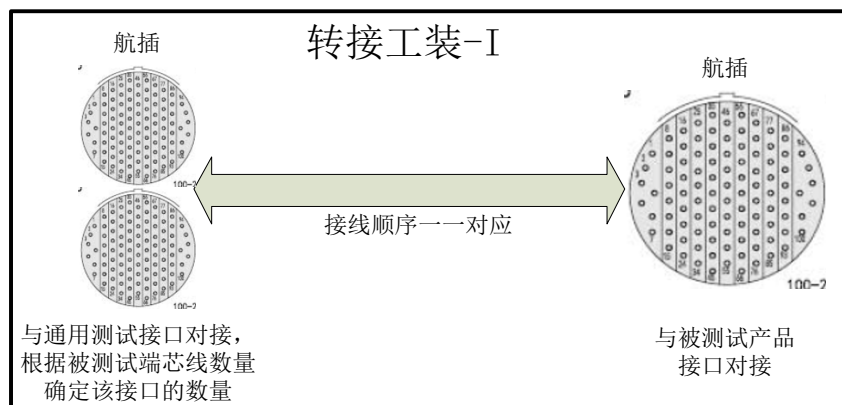


图30 转接工装-I 接线示意图

2. 单头航插+散线产品转接工装

该类型的转接工装需要做两根（根据产品不同，每种一根），第一种转接工装为带航插一端，其制作方法与双航插形式相同（参照双航插工装）。第二种转接工装为产品散线一端，制作时与被测试产品散线相连的一端采用快速插拔端子的形式（做成散线接线盒），另外一端选用与通用测试点转接接口对应的航插（J599-III 100 芯插头），然后根据被测试产品的长度确定连接两个航插的线缆的长度和类型。制作完成后，操作人员每次对该类型产品测试时只需要将相应的测试工装连接至相应的产品和测试仪接口（测试仪接口需要与程序设置接口对应）上即可。

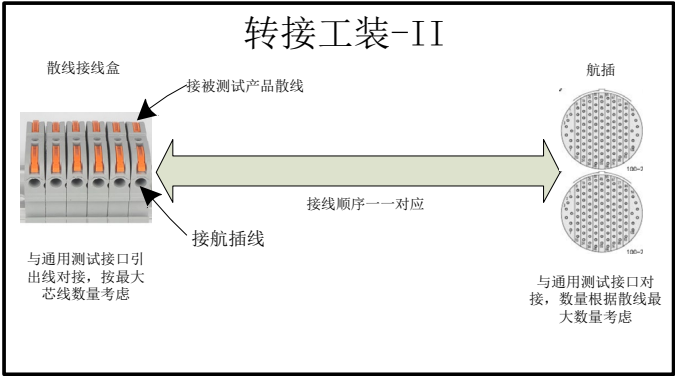


图31 转接工装-II 接线示意图

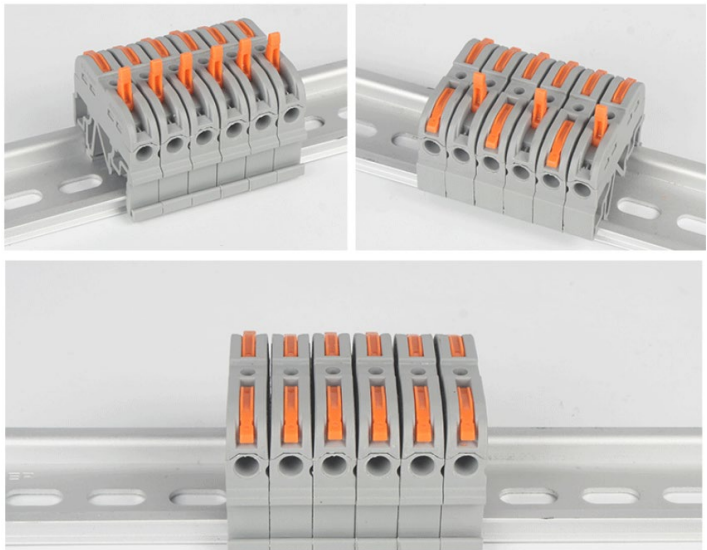


图32 转接工装-II 散线接线端子选型图

3. 双头散线产品转接工装

该类型的转接工装需要做一种两根，均为散线接线方式，其制作方法转接工装-II的形式相同。制作完成后，操作人员每次对该类型产品测试时只需要将相应的测试工装连接至相应的产品和测试仪接口（测试仪接口需要与程序设置接口对应）上即可。

5.3、测试工装整体布局

测试系统所有部件均采用模块化设计，使用时操作员只需要将与被测试产品相对应的转接工装取出，并与被测试产品对接正确，就可以开始测试。

1. 测试系统各模块整体布局：

1) 双航插产品测试：

该产品测试可在普通工作台就即可完成测试工作，按照测试需求取出电缆测试仪和相应的测试转接工装，并连接完成即可进行测试工作，连接图如下所示：

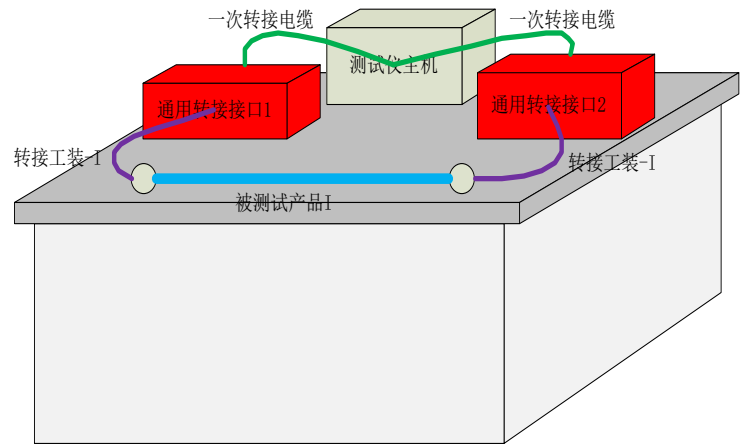


图33 双航插产品测试接线示意图

2) 单航插+散线产品测试：

该产品测试可在也普通工作台就即可完成测试工作，按照测试需求取出电缆测试仪和相应的测试转接工装，并连接完成后即可进行测试工作，连接图如下所示：

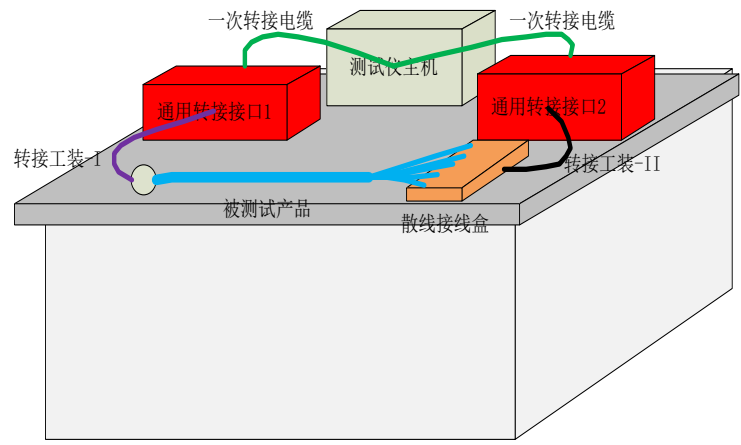


图34 航插+散线产品测试接线示意图

3) 双头散线产品测试：

该产品测试根据实际测试需要选择相应的测试环境，按照测试需求取出电缆测试仪和相应的测试转接工装，并连接完成后即可进行测试工作，连接图如下所示

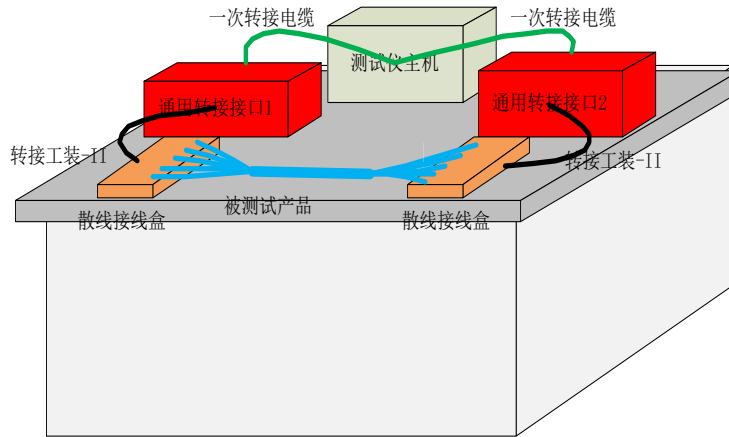


图35 散线+散线产品测试接线示意图

测试系统各部分作用及功能说明：

- a) 灰色部分为电缆测试仪主 1 台，已经包含了控制主机（计算机和显示器），实现测试仪的控制和测试数据的保存、输出、管理等工作。
- b) 红色部分为测试点通用转接接口，采用 4 个 100 芯的 J599-III 系列航插，实现测试仪所有测试点的转接外置，制作成模块化形式（均分成两组主要是方便散线的测试）；该接口可直接移动或者固定于操作放置台面，方便电缆测试仪测试点的外引和二次转接工装的插接。
- c) 橙色部分为散线接线盒，该模块主要实现通用转接接口到散线接线端子的转换，使用起来更灵活、安全（尤其是在绝缘测试过程中）。

2. 测试系统包装

整个测试系统采用模块化设计，主要包括：电缆测试仪、通用转接接口、散线接线盒、一次转接电缆、二次转接电缆五部分，设计了可以容纳所有测试模块的专业航空箱，该包装箱整体结构结实，防潮抗震，箱体带拉杆和移动脚轮方便整体移动，方便移动到任何测试地点进行测试，包装整体效果图如下：



图36 测试系统包装箱

箱体内部根据模块外形尺寸和数量进行合理分布，尽量减小箱体整体尺寸。

5.4、产品测试流程

测试流程以双散线的测试为例进行说明：

1、状态 1（ZYQ）测试时，可按以下步骤进行操作：

- 1) 取出该类型系统测试需要用的相应的模块和转接电缆进行相应的连接；
- 2) 连接完成后进行系统开机，电缆测试仪连接正常，打开与被测试产品相应的测试项目（ZYQ 测试程序），准备随时开始测试；
- 3) 将被测试产品两端的散线与散线接线盒相应的接线孔位进行连接，保证连接可靠和稳固（如果能保证散线的接线顺序最好，可保证测试程序没有的一致性）；
- 4) 接线完成后进行最后的检查，是否存在线与线之间短路的情况；
- 5) 再次检查被测试产品各芯散线之间，是否存在短路的情况；
- 6) 检查完毕，测试软件上开始“自学习”按键，开始查找正确的芯线连接关系，该步骤的作用主要是确认被连接入测试回路的芯线总数量（也可通过该数量判断接线是否正确），同时为后面的线缆功能测试提供相应的测试依据。因为散线颜色和线序不能做到唯一，所以进行这一步操作是有必要的。
- 7) 自学习完成并确认没有问题后，点击测试软件上开始“一键测试”（完成导通、短路、绝缘等功能测试），测试完成后保存数据，并输出相应的测试报表（可根据情况修改报表名称）。
- 8) 测试完成后，拆除所有被测试产品散线和散线接线盒的连接。

2、状态 2（ZYH）测试，方法类似状态 1 的测试流程，只是根据测试判断阈值的不同，进行相关测试程序的修改。

说明：以上测试过程中涉及到的测试程序都提前按照相应的产品接线关系进行编程和测试，保证测试关系的正确性。在正式的测试过程中就只需要进行按照以上测试步骤操作即可。