

一种断路器试验平台的研究与运用

安振

华能澜沧江新能源有限公司, 云南昆明, 652209;

摘要: 10kV 断路器普遍使用小车式真空断路器, 在进行试验时要用小车将断路器本体拉开, 在断口两侧的触头上进行试验。但当断路器本体从高压柜中拉出后, 断路器也就失去了储能电源, 试验过程中需要依靠人力为断路器储能。同时, 由于合闸闭锁电磁铁电源也失去, 在进行试验时需要强制解除合闸闭锁电磁铁的闭锁, 给工作带来了不便。本次研究设计一个专用于 10kV 断路器的试验平台, 在试验时可提供便于插拔和标识清晰的端子, 使试验设备能与断路器更好的相连接, 同时提供断路器储能和合闸闭锁电磁铁电源, 以提高断路器试验的效率。

关键词: 10kV 真空断路器; 小车式; 试验平台

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 08. 040

前言

10kV 断路器普遍使用真空断路器, 且绝大部分为小车式断路器, 停电试验时需使用转运小车将断路器本体从高压柜中拉出, 才能在断口两侧触头处夹接试验专用线以进行耐压、绝缘电阻、回路电阻、动作时间测量等试验。但当断路器本体从高压柜中拉出, 断路器本体与高压柜二次回路连接的航空插头分离, 因此断路器在试验过程中无储能电源, 而试验过程中需反复分合断路器, 每次需储能就需人员手动储能。这种操作需要耗费较大人力及工作时间, 造成工作人员疲劳, 工作效率低下。同时, 由于合闸闭锁电磁铁电源失去, 需要强制解除合闸闭锁电磁铁的闭锁, 也给工作带了不便。

在对 10kV 断路器进行机械特性试验时, 需要将机械特性测试仪器与断路器航空插头进行连接。测试仪器通过连接线向断路器航空插头内的指定插针发送电压脉冲, 航空插头内的指定插针与断路器分合闸线圈相连接, 电压脉冲驱动断路器分合闸线圈动作来测试分合闸线圈动作电压值以及使用分合闸线圈相对应的全电压脉冲以使断路器动作从而测量断路器的分、合闸时间、弹跳、速度等参数。但是目前机械特性测试仪器与断路器的航空插头之间并不能稳定、完好的连接, 这也给试验工作带来了一定程度的困难, 对工作的安全进行有一定程度的影响。

1 试验平台研究过程

1.1 研究目标

在开展 10KV 断路器检修试验时, 作业人员均需要临时查找图纸, 份别找出分闸线圈、合闸线圈、储能回

路、合闸闭锁回路对应的端子后再进行试验。但是由于断路器航空插头内插针数量多、密度大, 作业人员在更换插针时很容易接线错误, 从而导致试验时输入电压接通了错误的回路从而导致断路器元器件故障或损坏, 并且还有一定的安全隐患。

本课题的目的是为了克服现有技术的不足, 提供一种断路器试验专用的平台。它不仅能够为断路器航空插头与试验仪器之间提供一个更加便捷稳定的连接平台, 也可以为断路器临时提供一个储能电源和合闸闭锁电磁铁电源, 使试验工作更加安全、高效的进行。

1.2 设计思路

设计一种断路器试验专用的平台, 其包括断路器侧母插、延长线线缆、专用端子箱和直流稳压电源。断路器侧母插由母插外壳、母接插口和延长线连接口组成, 母插外壳为四方形壳体结构, 母接插口设置在母插外壳的底部, 用以和断路器航空插头公插相连接; 延长线连接口设置在母插外壳的侧面, 延长线线缆与断路器试验专用端子箱连接, 开关柜侧公插布置在试验开关柜正面。母接插口安装接口上设有对接锁扣结构, 该对接锁扣结构包裹连接段和卡扣段, 连接段的端部开设有连接螺孔, 卡扣段与连接段形成钩型结构, 四个对接锁扣结构通过连接螺孔可转动的设置在母接插口安装接口侧壁上, 位于母接插口安装接口的四角。延长线线缆的线径为 1.5mm², 长度为 2 米, 耐压等级为 450/750V, 外侧套接有尼龙保护管。在断路器插座相应端子上 (储能节点 35 (+):25 (-); 合闸线圈 14 (+):4 (-); 分闸线圈 31 (+):30 (-); 合闸闭锁端子 49 (+):20 (-)) 安

装插针，并通过延长线将这些端子引出，引接至专用端子箱上，并在专用接线端子上清晰标示出各个端子的用途，这样就很容易与试验仪器的相应端子相连接。直流稳压电源由低电压动作测试仪提供

途，这样就很容易与试验仪器的相应端子相连接。直流稳压电源由低电压动作测试仪提供

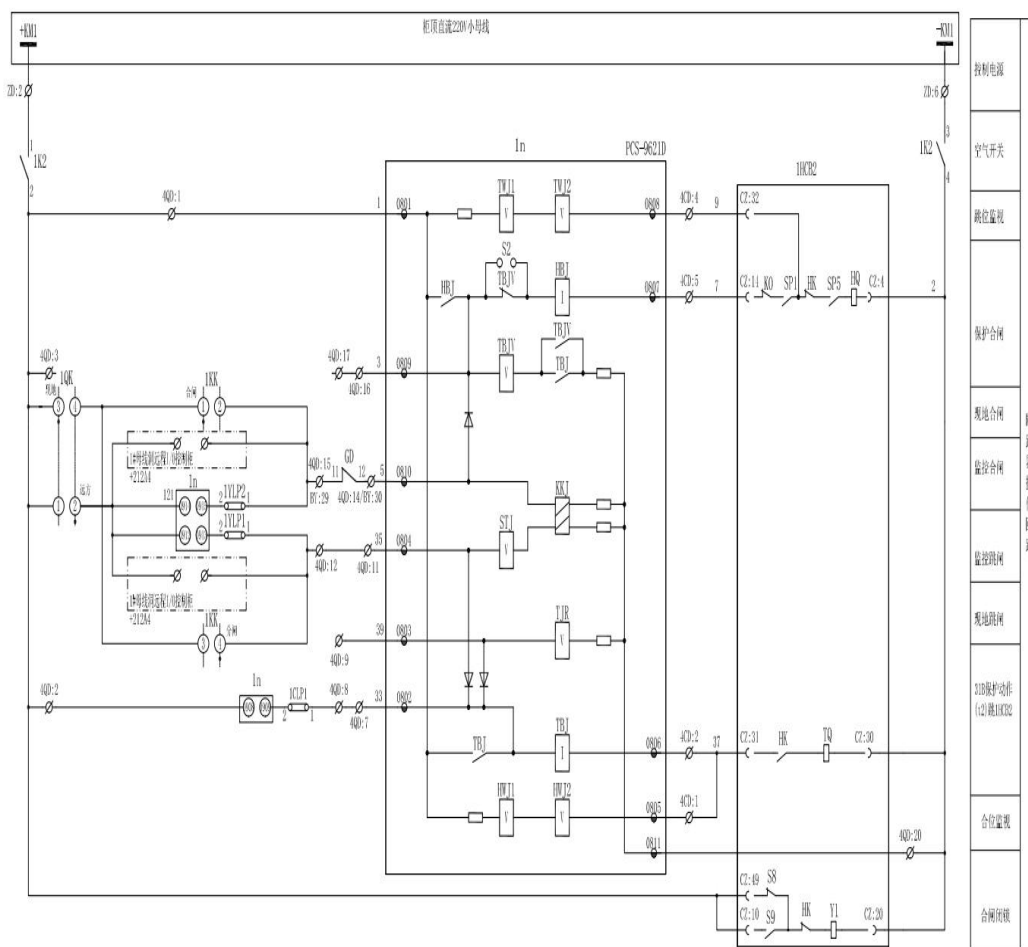


图 1：断路器控制回路图

当断路器进行电气试验时，需要把断路器移出至断路器柜外的转运小车上进行。这时，断路器二次插拔按下，将母插与断路器侧公插对接，在专用端子箱 4（储能+）、3（储能-）、2（合闸闭锁解除+）、1（合闸闭锁解除-）与低电压动作测试仪的相应端子相连接，当需要储能或者合闸时，将低电压动作测试仪输出低电压调整至 220V，当不需要储能或者合闸时，可以将低电压动作测试仪输出电压调整至零。这样，在进行绝缘电阻、回路电阻、交流耐压试验时就不需要多次手动储能了，同时，由于合闸闭锁电磁铁得电，当需要断路器合闸时，也不需要强制解除合闸闭锁电磁铁的闭锁。

在进行断路器机械特性及动作电压试验时，可将断路器动特性测试仪的分合闸端子接至端子箱 6（合闸+）、5（合闸-）、7（分闸+）、8（分闸-）上就可以直接进行试验，不需要反复查找、对照图纸，也更加的安全可靠。

综上所述，设计一个插座与断路器本体上的插头对接，用插针和导线将断路器的分闸线圈、合闸线圈、储能回路、合闸闭锁回路引出至外部断路器试验专用接线端子箱上，并在专用接线端子上清晰标示出各个端子的用途，这样就很容易与试验仪器的相应端子相连接，大大节省时间和减少出错的机会；同时，引入一路 220V 直流电源作为试验用电源，为断路器储能回路、合闸闭锁回路提供电源，免去多次手动储能和强制解除闭锁的繁琐工序，这种连接方式高效便捷，减少了因为 10kV 断路器电气试验用时长对整个断路器检修施工用时上的侵占，提高了断路器检修的速度，提升供电可靠性。

2 试验平台方案实施

2.1 试验平台的制作

根据理论研究和设计思路，专业人员做出能实现功能的试验平台的设计图纸和原料清单，如下图所示：

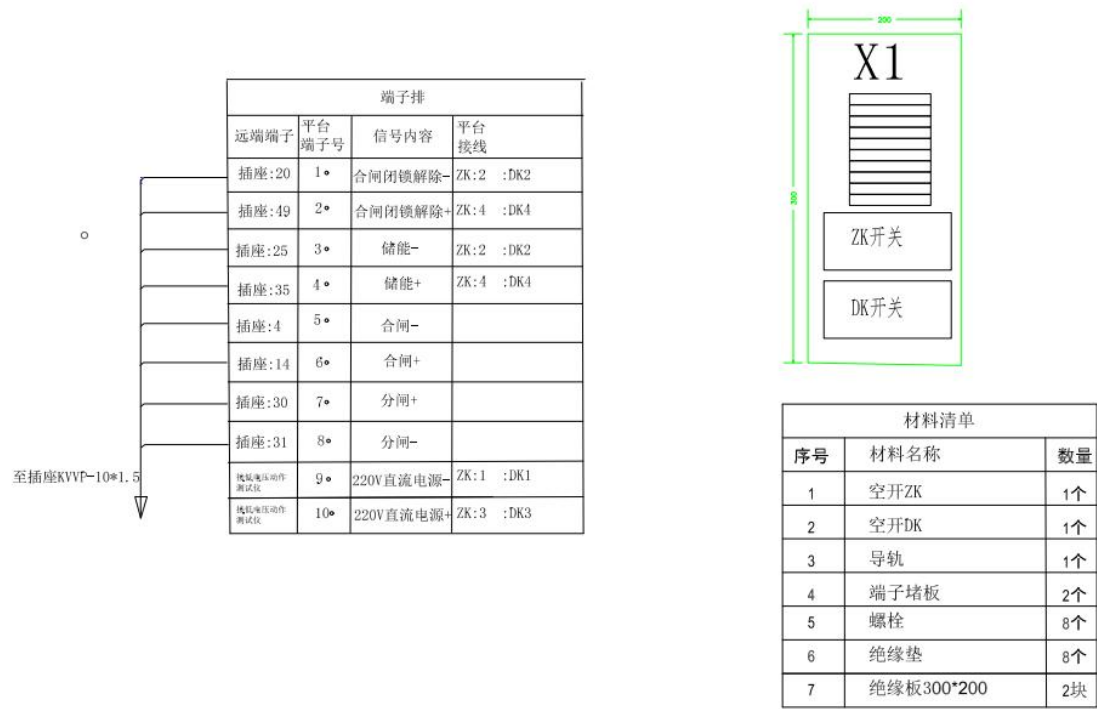


图 2：端子排、设备布置及主要材料图

为使试验平台能灵活的运用到实际现场，充分解决现场问题，专业人员根据试验过程中的具体操作要求，提出了试验平台不应过大和过重，应便于搬运；平台的设备应安装在一个底板上，端子信号控制应方便，最好用空开控制；平台布线应美观。经过研究与讨论最终从底板的选择、端子排的选择几个方面进行了细化并确定了制作方向。

表 1：平台研制细化方案

序号	对策	目标	措施
1	PLC 环氧树脂底板制作	底板大小适宜，在安装下所有设备的前提下尽量小。	先根据所需接取的信号画出控制信号接线图（并标明所需的材料、数量）、再根据设备的大小、布置位置和数量，画出各设备的布置图，根据图纸加工底板，加工应平整无毛刺。
2	设备组装	设备组装牢固，信号端子接线正确	根据设备布置图及信号线进行组装

做好的试验平台如下图所示：



图 3：制作完成的试验平台

2.2 试验平台功能试验

试验平台制作完成后，开展断路器电气试验，将断

路器移出至断路器柜体外转运小车上，将试验平台的母插与断路器侧公插对接，将试验平台端子排 9（220V 直流电源端子-）、10（220V 直流电源端子+）与低电压动作测试仪的输出端子相连接，

(1)操作机构分合闸电磁铁的动作电压试验。将断路器动特性测试仪的分合闸端子接至试验平台端子排 1（合闸+）、2（合闸-）、3（分闸+）、4（分闸-），开机，选择好测试项目，仪器升压后，点击“合闸”或者“分闸”命令，断路器合闸（分闸）正常，试验正常。试验完成后，关闭试验仪器电源开关。试验接线暂不拆除。

(2)断路器机械特性试验。测试断路器的合闸时间、

分闸时间、同期性试验，开关测试仪按照说明书要求连接好其它测试线，开机，选择好测试项目，待电压升至 220V 稳定后，点击“合闸”或者“分闸”命令，断路器合闸（分闸）正常，试验正常。试验完成后，关闭试验仪器电源开关，拆除本试验相关接线。

(3)回路电阻试验、绝缘电阻试验、交流耐压试验。在这 3 项试验过程中，需要对开关进行多次分合闸，需要对开关进行多次储能，开关每次合闸前需要解除闭锁。当开关需要储能时，将低电压动作测试仪输出低电压调整至 220V，合上试验平台上储能电源开关，检查储能电机运行正常，开关储能正常。储能完成后，断开试验平

台上储能电源开关。当开关需要合闸前，将低电压动作测试仪输出低电压调整至 220V，合上试验平台上合闸闭锁解除电源开关，开关即可合闸。开关合闸完成后，断开试验平台上合闸闭锁解除电源开关。经过多次储能及合闸闭锁解除试验，试验均正常。

2.3 试验平台使用效果检查

断路器电气试验平台研制完成后我们进行了效果检查，对平台的重量进行了检查，重约 2kg，很容易搬运，利用 2023 年开关预防性试验机会，对断路器电气试验效果进行了统计，见表 2。

表 2：使用试验平台进行试验情况对比

试验项目	无试验平台	有试验平台	对比
手动储能	需要连续上下扳动储能手柄 26 次	合上储能开关即可自动储能	省时省力，手动储能需要大约 1 分钟，自动储能仅需 6 秒左右
合闸闭锁解除	需要打开开关前面板，用胶布粘住合闸闭锁继电器的磁铁	合上合闸闭锁解除开关即可解除闭锁	手动解除闭锁，需要打开开关前面，需要使用内六角工具，有时候试验人员忘记带工具，还要重新跑回工具房去取。
绝缘电阻试验	需要手动储能和强制解除闭锁	合上开关，即可自动储能和自动解除闭锁	开关进行断口绝缘和整体绝缘测试时，需要分合断路器，这就需要储能和解除闭锁
开关动作特性试验	需要查找图纸，找到分合闸线圈对应的端子	经平台的母插与断路器侧公插对接，动作测试仪输出电压脉冲直接接至平台明确端子上	需要查找图纸，部分电气试验人员对二次图纸不太熟悉，容易出错，而且插头上端子很密集，容易插错端子，且端子插接不牢固，容易与相邻端子搭接在一起。随机测试一位电气试验人员的开关动作特性试验用时，没有试验平台用时 15 分钟，利用试验平台，用时 1 分钟。
耐压试验	需要手动储能和强制解除闭锁	合上开关，即可自动储能和自动解除闭锁	开关进行断口绝缘和整体绝缘测试时，需要分合断路器，这就需要储能和解除闭锁
回路电阻	需要手动储能和强制解除闭锁	合上开关，即可自动储能和自动解除闭锁	开关进行断口绝缘和整体绝缘测试时，需要分合断路器，这就需要储能和解除闭锁

3 结论

电气专业人员运用创新思维和方法成功地研制了断路器电气试验平台，解决了断路器电气试验过程中频繁地解线、手动储能过程中的耗时长等问题，大大节省时间和减少出错的机会；提高了断路器检修的速度，提升供电可靠性；同时使试验更加直观、明了，也为无人值班模式人员紧张，试验人员少的情况下节约人员和时间提供了借鉴。

参考文献

[1]刘沁怡. 10kV 高压断路器电气试验机器人接线装置研究[J]. 自动化博览, 2024 年第 3 期。
[2]马爱东、张彬、王卫民、李晨旭. 高压断路器特性试验引线连接头的改造[J]. 科学技术创新, 2024 年第 32 期。
[3]《电力设备预防性试验规程》DL/T 596-2021。

作者简介：安振（1985.10—），性别：男，汉族，籍贯：山东省新泰市，华能澜沧江新能源有限公司，学历：本科，工程师，主要从事电气一次检修试验工作。