

(移动式) 配电变压器能效等级测量成套装置

1、概述

变压器是输变电设备中的能耗大户，其总损耗约占系统总发电量的 3%~4%，所以降低变压器运行损耗、提高运行能效对推动社会节能工作、落实国家“双碳”目标和绿色发展战略，实现“十四五”规划中建设节约型社会起到积极作用。为配合《中华人民共和国节约能源法》的实施，提高电力变压器的能源利用效率、降低其损耗，在国家发改委的统一安排下，《电力变压器能效限定值及能效等级》（第四版）由国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会于 2020 年 5 月 29 日发布，于 2021 年 6 月 1 日正式实施。

为响应新能效标准 GB 20052-2020《电力变压器能效限定值及能效等级》的实施，国家电网公司物资部下发了《关于做好高效节能配电变压器的检测工作要求》：2022 年开始，对配电变压器在完成抽检定额基础上，对能效项目逐台全检，开展空载损耗和负载损耗测量项目，其中为提高变压器制造工艺质量（过励磁能力试验影响变压器的空载损耗），要求空载损耗按型式试验做，包括在 90% 和 110% 额定电压下的空载损耗和空载电流测量，以确保变压器设备入网质量。

我公司根据这一要求，精心研制出移动式“**配电变压器能效等级测量成套装置**”，成套装置配置了变压器三相工频试验电源，在对配变进行能效项目检测时只需提供单相交流电源即可，可以选择采用单相交流（220V）、单相发电机（6kW）、（动力型）磷酸铁锂电池三种供电方式为测量装置提供试验供电电源。减少了能效项目检测过程中变压器的运输及转场成本支出，降低检测成本，无需将每台变压器都送达到检测中心的变压器试验工位上进行试验，大幅提高了检测效率，实现大规模配变关键质量参数在物资仓库和工程现场的快速检测。

2、测量装置

2.1 模块化结构设计

本装置依托于电力电子技术的快速发展，在吸收各种先进技术的基础上，采用 IGBT 逆变 SPWM 脉宽调制调频调压电源取代了传统的调压器及发电机组两种电源设备，大幅度的简化了系统结构，减少了设备数量。

2.2 自动化程度及检测效率高

装置采用了计算机与 PLC 相结合的控制方式，操作简单、方便，自动化程度高。空载损耗可自动测量出 90%、100%、110% 电压下的数据并计算波形校正结果；负载损耗达到 50% 额定电流时自动采样数据并分别计算出额定电流及温度下的负载损耗、电阻损耗、附加损耗、短路阻抗百分值及欧姆值。

采用快速连接插头，方便检测现场供电电源和试验电源及测量仪器的联结，可大幅度减少试验人员工作强度，提高试验效率。

2.3 设备集成度高

简化了以往需要几种设备才可完成的试验由测量装置完全替代，并且具有体积小、重量轻、消耗电能少。可以实现移动检测，测试精度高，性能优良。同时

其还具有输出频率准确稳定、谐波含量小、输出电压波形好、电压调整快速准确等突出优点，便于车载携带移动检测。

2.4 符合标准要求

装置主机仪器中内置《GB 20052-2020 版电力变压器能效限定值及能效等级》中 10kV 配电变压器限定值及能效等级判定标准；空载损耗、负载损耗测量采用试验的程序及方法符合《JB/T 501-2006 电力变压器试验导则》规定；空载损耗及负载损耗测量后校正计算符合国标《GB 1094.1-2013 电力变压器 第1部分 总则》规定。

2.5 检测地点灵活

装置配置了试验电源及供电模块，不受现场无法提供三相电源的条件制约，可方便的利用车辆将设备携带到检测现场进行能效等级的检测，特别是物资仓库和居民小区变压器及专变用户安装现场。

2.6 方便计量检测

装置测量仪器主机具有独立的电压、电流输入端子，方便计量校准；有效值电压和平均值电压独立测量，具有电压、电流 1~31 谐波分析功能，便于确认试验电源的频率、谐波含量、波形失真度对测量结果的准确性的影响。

2.7 功能扩展性强

可选择配置 APP 软件平台，通过与测量装置采用蓝牙通讯和借助于物联网模块，即可实现检测报告的生成、检测数据结果的上传及联机打印功能。在测量装置能效等级项目的基础上，无需增加电源就可以将检测项目扩展到 C 级。只需添加以下对应设备就可实现：①中间变—倍频感应耐压试验；②电子式兆欧表—绝缘电阻测量；③变比测试仪—电压比测量和联结组标号；④试验变压器—外施耐压试验；⑤绝缘液试验器—绝缘液试验。

2.8 主机辅助功能

装置主机测量仪器自带三相正弦波工频逆变电源，在没有外部交流电源条件下还可进行油浸式配电变压器（硅钢）S13、（非晶）SBH15、干式配电变压器（硅钢）SCB12、（非晶）SCBH15 以下型号及损耗水平的标准系列及非标系列变压器容量判定，并可以在非额定分接档位进行变压器容量的测定。

3、成套测量装置技术指标

3.1 装置供电类型

供电选择	方式一	方式二	方式三	方式四
供电类型	市电	发电机	充电锂电池组+逆变器	
适用范围	满足 1250kVA 及以下			满足 630kVA 及以下
参数	220V/25A	6kW 单相	48V /100AH	12V /200AH

3.2 调压调频电源

额定容量	30kVA	
输入电压	单相 AC 220V±10%	频率：50Hz±5Hz

输出电压	三相三线 0~450V (线电压) 程控可调
输出频率	50~60Hz 连续可调, 150Hz/200Hz 两段连续可调
输出电流	输出电压 450V 以下时: 15A (感性负载) 可长时运行 输出电压 300V 以下时: 40A (感性负载) 可短时运行
输出波形	纯正弦波, 输出波形失真度 $\leq 1.5\%$ ($\geq 150V$)
输出对称性	三相线电压不平衡度 $\leq 1.0\%$ ($\geq 150V$)

3.3. 功率损耗测量分析

测量项目	量程范围	准确度
交流电压(自动量程)	50~800 V	$\leq \pm(0.2\% \text{读数} + 2 \text{个字})$
交流电流(自动量程)	0.05~60 A	$\leq \pm(0.2\% \text{读数} + 2 \text{个字})$
测量频率(频率跟踪)	45~200 Hz	$\leq \pm(0.1\% \text{读数} + 2 \text{个字})$
功率测量	$\cos\Phi=0.1 \sim 1.0$	$\leq \pm(0.2\% \text{读数} + 2 \text{个字})$
电压/电流谐波分析	1~31 次	

3.4 直流电阻测量

电流档位	10A	5A	1A	200mA	40mA	<5mA
测量范围	0.2m Ω -1 Ω	1m Ω -2 Ω	5m Ω -10 Ω	100m Ω -50 Ω	1 Ω -250 Ω	100 Ω -200k Ω
最大分辨率	0.1 $\mu\Omega$					
准确度	$\pm 0.2\% \text{满量程} + 2 \text{个字}$					

4、功能扩展项技术指标

4.1 倍频感应耐压试验

输入-三相四线(150Hz/200Hz)		输出-三相三线(150Hz/200Hz)	
电压	400V $\pm 20\%$	电压	800V
电流	40A	电流	20A

4.2 绝缘电阻测量

输出电压档位/准确度	测量范围	准确度
1000V/档位电压 $\times (\pm 3\%)$	(0.001~20)G Ω	10% (RDG + 5d)
2500V/档位电压 $\times (\pm 3\%)$	(0.001~50)G Ω	10% (RDG + 5d)
5000V/档位电压 $\times (\pm 3\%)$	(0.001~100)G Ω	10% (RDG + 5d)
吸收比和极化指数	0.01 ~ 99.99	$\pm 1\%$ (RDG + 1d)

输出短路电流	$\geq 5\text{mA}$
--------	-------------------

4.3 电压比测量和联结组（选项）

变比测试范围	组别测试范围	准确度
0.8~1000	1~12	0.2%

4.4 外施耐压试验（选项-5kVA）

	输入绕组	测量绕组	输出绕组
电压	200V	100V	50kV
电流	25A	/	100mA

4.5 绝缘液试验（选项-60kV）

输出电压	电压畸变率	升压速度	升压次数	测量精度
0~80kV	<3%	0.5~2kV/S（可调）	1~6次（可选）	$\pm 3\%$



