

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.6—2021

高压试验装置通用技术条件 第 6 部分：110 kV 及以上电力变压器现场 空、负载试验装置

General specification for high voltage test devices —
Part 6: On-site load and no-load test devices for 110 kV and above
power transformer

2021-12-22 发布

2022-06-22 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	2
5 技术要求	3
5.1 工作条件	3
5.2 外观	3
5.3 安全性能	4
5.4 功能要求	4
5.5 性能要求	5
5.6 环境适应性	6
5.7 电磁兼容	7
6 试验方法	7
6.1 试验条件	7
6.2 外观检查	8
6.3 电气安全试验	8
6.4 功能检查	8
6.5 性能试验	9
6.6 环境适应性试验	10
6.7 电磁兼容试验	11
7 检验规则	11
7.1 检验分类	11
7.2 检验项目	12
8 标志和随行文件	12
8.1 标志	12
8.2 随行文件	12
9 包装、运输和贮存	13
9.1 包装	13
9.2 运输	13
9.3 贮存	13
附录 A (资料性) 110 kV 及以上电力变压器现场空、负载试验装置技术参数示例	14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 DL/T 848《高压试验装置通用技术条件》的第6部分。DL/T 848 已经发布了以下部分：

- 第1部分：直流高压发生器；
- 第2部分：工频高压试验装置；
- 第3部分：无局放试验变压器；
- 第4部分：三倍频试验变压器装置；
- 第5部分：冲击电压发生器；
- 第6部分：110 kV 及以上电力变压器现场空、负载试验装置。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会高电压试验技术分技术委员会（SAC/TC 163/SC 1）归口。

本文件起草单位：国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、中国长江电力股份有限公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、上海佳特高电压电气设备有限公司、苏州华电电气股份有限公司、保定卓正电气科技有限公司。

本文件主要起草人：丁国成、秦金飞、王一帆、杨海涛、高树国、俞华、杨烽、冯运、杨家辉、赵东生、于冠学、姜杏辉、杨东明。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

引 言

DL/T 848《高压试验装置通用技术条件》旨在对高压试验装置的生产和检验进行规范，拟由6个部分构成：

- 第1部分：直流高压发生器。目的在于规范直流高压发生器的生产和检验。
- 第2部分：工频高压试验装置。目的在于规范工频高压试验装置的生产和检验。
- 第3部分：无局放试验变压器。目的在于规范无局放试验变压器的生产和检验。
- 第4部分：三倍频试验变压器装置。目的在于规范三倍频试验变压器装置的生产和检验。
- 第5部分：冲击电压发生器。目的在于规范冲击电压发生器的生产和检验。
- 第6部分：110 kV及以上电力变压器现场空、负载试验装置。目的在于规范110 kV及以上电力变压器现场空、负载试验装置的生产和检验。

高压试验装置通用技术条件

第6部分：110 kV及以上电力变压器现场空、负载试验装置

1 范围

本文件规定了电力变压器现场空、负载试验装置（简称装置）的技术要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件，以及包装、运输和贮存等的要求。

本文件适用于 110 kV 及以上电力变压器现场空、负载试验装置的生产和检验，不适用于换流变压器现场空、负载试验装置的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1094.1 电力变压器 第1部分：总则

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.10—2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 18268.21 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第21部分：特殊要求 无线电兼容防护场合用敏感性试验和测量设备的试验配置、工作条件和性能判据

GB/T 18268.22 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第22部分：特殊要求 低压配电系统用便携式试验、测量和监控设备的试验配置、工作条件和性能判据

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

JJF 1587 数字多用表校准规范

JJG 313 测量用电流互感器检定规程

JJG 314 测量用电压互感器检定规程

JJG 780 交流数字功率表检定规程

3 术语和定义

GB/T 1094.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

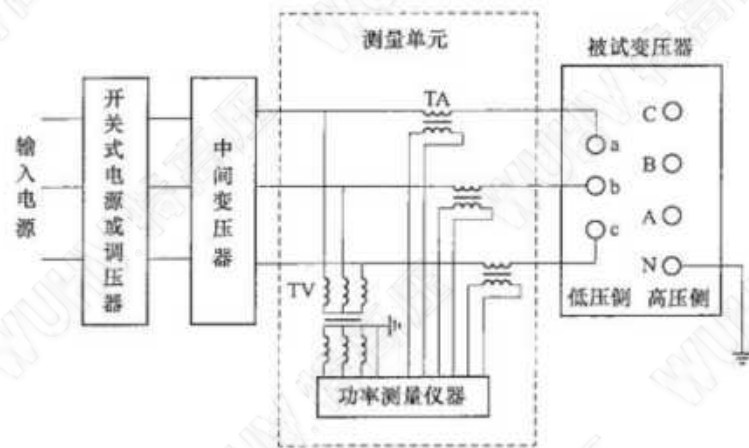
3.1

电压波形校正因数 **voltage waveform correction factor**

电压的平均值（等效的方均根值标示）与有效值的差与其平均值之比。

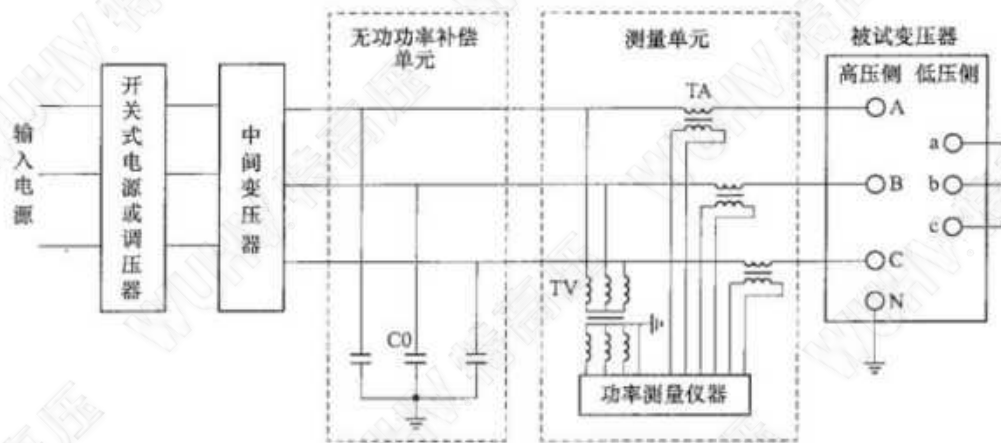
4 概述

装置是用于 110 kV 及以上电力变压器在额定电压下测量其空载损耗及在不小于 50% 额定电流下测量其负载损耗的现场试验设备，主要由开关式电源或调压器、中间变压器、无功功率补偿单元（一般采用电容器组，空载试验时无）和测量单元等组成，装置示意图见图 1～图 4。



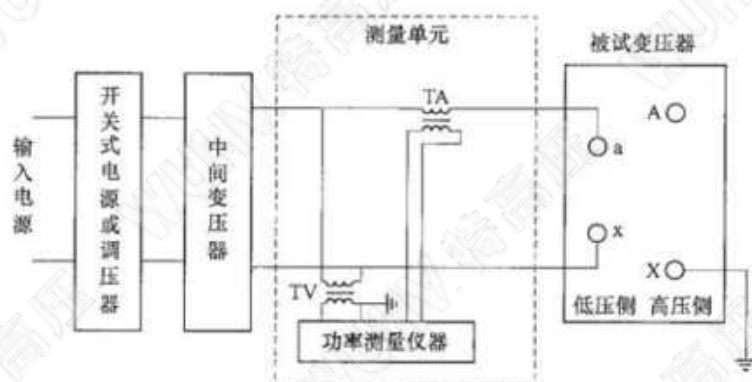
说明：
TV——测量用电压互感器；
TA——测量用电流互感器。

图 1 用于三相电力变压器的现场空、负载试验装置示意图（空载试验）



说明：
C0——电容器组；
TV——测量用电压互感器；
TA——测量用电流互感器。

图 2 用于三相电力变压器的现场空、负载试验装置示意图（负载试验）

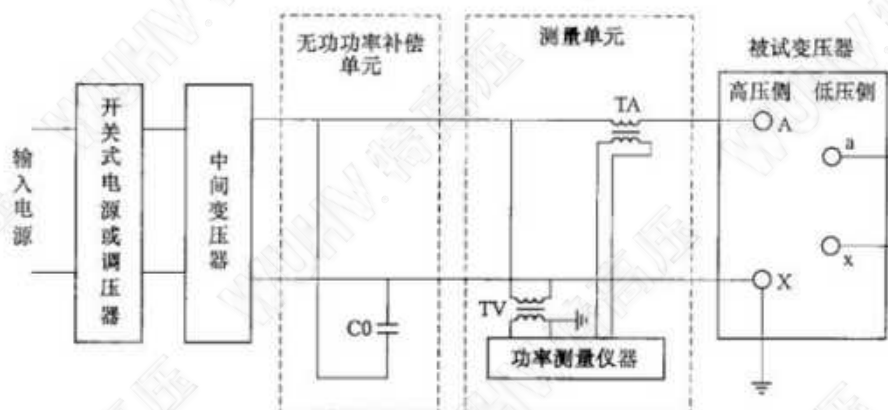


说明:

TV —— 测量用电压互感器;

TA —— 测量用电流互感器。

图3 用于单相电力变压器的现场空、负载试验装置示意图(空载试验)



说明:

C0 —— 电容器组;

TV —— 测量用电压互感器;

TA —— 测量用电流互感器。

图4 用于单相电力变压器的现场空、负载试验装置示意图(负载试验)

5 技术要求

5.1 工作条件

装置的工作条件要求如下:

- 环境温度: $(-10 \sim +50) ^\circ\text{C}$;
- 环境相对湿度: $\leq 90\%$;
- 海拔: $\leq 1000 \text{ m}$;
- 电源频率: $(50 \pm 5) \text{ Hz}$;
- 电源电压允许偏差: 不超过 $\pm 10\%$ 。

特殊工作条件, 应由供需双方商定。

5.2 外观

装置的外观要求如下:

- 外观应完好，无明显的变形和损伤；
- 金属件外露表面应具有良好的防腐蚀层；
- 充油设备应无渗漏油，充气设备应无泄漏气；
- 所有电气设备的金属外壳应有接地端子，其有效截面积不宜小于 25 mm^2 ，应有易见、清晰、不易脱落的接地标志；
- 产品端子标志应正确、齐全，并符合图样要求；
- 高压部分的连接应牢固，连接线应满足载流量和绝缘要求，起吊部件的吊环和高压部分配置的均压环应完好。

5.3 安全性能

5.3.1 绝缘电阻

5.3.1.1 输入端

开关式电源、调压器和中间变压器的输入端绝缘电阻应符合表 1 的要求。

表 1 装置绝缘电阻要求

序号	回路电压 V	使用仪表	绝缘电阻 MΩ
1	≤ 650	500 V 绝缘电阻测试仪	> 20
2	> 650	2500 V 绝缘电阻测试仪	> 50

5.3.1.2 输出端

调压器、中间变压器和无功功率补偿单元的输出端绝缘电阻应符合表 1 的要求。

5.3.2 介电强度

调压器、中间变压器和无功功率补偿单元应能分别承受各自 1.2 倍的高压侧额定电压、历时 1 min 的工频耐压试验，无闪络或击穿。

5.4 功能要求

5.4.1 基本功能

5.4.1.1 急停功能

装置应具有急停按钮，在紧急状态下可快速切断装置输入电源。

5.4.1.2 非零位闭锁功能

装置若采用调压器，在调压器非零位时应闭锁启动电压输出。

5.4.1.3 断电自动回零功能

装置若采用调压器，应具有断电自动回零功能。

5.4.2 保护功能

5.4.2.1 过流保护

装置应有过流保护功能，动作应正确、可靠。

5.4.2.2 过压保护

装置应有过压保护功能，动作应正确、可靠。

5.5 性能要求

5.5.1 整体要求

装置应能测量并显示频率、平均值电压、方均根值电压、空载电流、空载损耗、负载电流、负载损耗等参数，配置参数示例见附录 A。若装置输出电压为三相，则其相间最高电压与最低电压之差不应大于三相输出电压平均值的 0.5%。

5.5.2 开关式电源

5.5.2.1 一般要求

开关式电源的输出电压和额定容量应满足装置输出电压和最大输出功率的要求。

5.5.2.2 波形

开关式电源输出电压波形校正因数不应大于 3%。

5.5.2.3 输出频率

开关式电源输出频率应为 50 Hz，允许偏差不应大于 0.1 Hz。

5.5.2.4 电压不稳定性

在 5 min 时间内，开关式电源输出电压不稳定性不应大于 1.0%。

5.5.2.5 连续工作时间

开关式电源在额定工作条件下连续运行 30 min，温升不应大于 60 K。

5.5.3 调压器

5.5.3.1 一般要求

调压器的输出电压和额定容量应满足装置输出电压和最大输出功率的要求。

5.5.3.2 波形

调压器输出电压波形校正因数不应大于 3%。

5.5.3.3 连续工作时间

调压器在额定工作条件下连续运行 30 min，其绕组、顶层油的温升应分别不大于 65 K、55 K。

5.5.4 中间变压器

5.5.4.1 一般要求

中间变压器输入电压应与开关式电源或调压器输出电压匹配，其输出电压和额定容量应满足装置输出电压和最大输出功率的要求，宜有多个电压挡位。

5.5.4.2 连续工作时间

中间变压器在额定工作条件下连续运行 30 min，其绕组、顶层油的温升应分别不大于 65 K、55 K。

5.5.5 无功功率补偿单元

5.5.5.1 一般要求

无功功率补偿单元应采用电容器组，其额定电压及额定容量应满足装置对试验电压及无功功率的要求，最小调节无功功率不宜大于其配套的开关式电源或调压器额定容量的 1/2。

5.5.5.2 电容量的偏差

无功功率补偿单元的电容偏差不应超过其额定值的 $\pm 5\%$ ，三相电容器组任意两端子之间测得的电容最大值与最小值之比不应大于 1.02。

5.5.6 测量单元

测量单元中功率测量仪、电流互感器和电压互感器的准确度等级应满足以下要求：

- a) 用于测量 110 kV 电力变压器损耗的功率测量仪器准确度等级不低于 0.5 级，且在功率因数为 0.02 时的功率测量最大允许误差不大于 1%；用于测量 220 kV 及以上电力变压器损耗的功率测量仪器准确度等级不低于 0.2 级，且在功率因数为 0.01 时的功率测量最大允许误差不大于 1%。
- b) 用于测量 110 kV 电力变压器损耗的电流互感器、电压互感器准确度等级均不低于 0.02 级，用于测量 220 kV 及以上电力变压器损耗的电流互感器、电压互感器准确度等级均不低于 0.01 级。

5.6 环境适应性

5.6.1 装置的环境适应性应满足以下要求：

- 低温试验满足 GB/T 2423.1 严酷等级 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求；
- 高温试验满足 GB/T 2423.2 严酷等级 $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求；
- 振动试验满足 GB/T 2423.10—2019 严酷等级表 C.1 中的要求；
- 运输贮存基本环境条件和额定值满足表 2 的要求。

表 2 运输贮存基本环境条件和额定值

序号	基本环境条件		额定值	
	项目	单位	运输	贮存
1	高温	$^{\circ}\text{C}$	55	
2	低温	$^{\circ}\text{C}$	-25	+5
3	相对湿度（25 $^{\circ}\text{C}$ 时）	%	95	85

5.6.2 试验后装置的外观、安全性能、功能、性能应满足 5.2~5.5 的要求。

5.7 电磁兼容

装置的开关式电源和测量单元电磁兼容性除应满足 GB/T 18268.1、GB/T 18268.21 及 GB/T 18268.22 的相关要求外，还应满足以下要求：

- 静电放电抗扰度满足 GB/T 17626.2 严酷等级 2 的要求；
- 射频电磁场辐射抗扰度满足 GB/T 17626.3 严酷等级 2 的要求；
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度满足 GB/T 17626.4 严酷等级 2 的要求；
- 浪涌（冲击）抗扰度满足 GB/T 17626.5 严酷等级 2 的要求；
- 射频场感应的传导骚扰抗扰度满足 GB/T 17626.6 严酷等级 2 的要求；
- 工频磁场抗扰度满足 GB/T 17626.8 严酷等级 4 的要求；
- 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度满足 GB/T 17626.11 的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验环境

装置的试验环境条件应满足以下要求：

- 环境温度：(20±5)℃；
- 环境相对湿度：≤80%；
- 海拔：≤1000 m；
- 电源频率：(50±5) Hz；
- 电源电压允许偏差：不超过±5%；
- 电压总谐波畸变率：≤5%。

6.1.2 测量设备和辅助设备

主要测量设备性能指标见表 3，主要辅助设备性能指标见表 4。

表 3 主要测量设备性能指标

序号	设备名称	性能指标
1	标准电压互感器	准确度等级不应低于 0.005 级，测量范围应包含被检电压互感器的测量范围
2	标准电流互感器	准确度等级不应低于 0.005 级，测量范围应包含被检电流互感器的测量范围
3	标准功率表	准确度等级不应低于 0.05 级，测量范围应包含被检功率测量仪器的测量范围

表 4 主要辅助设备性能指标

序号	设备名称	性能指标
1	绝缘电阻测试仪	准确度等级不应低于 10 级，挡位应包括 500 V、2500 V
2	电容电感测试仪	准确度等级不应低于 1 级，测量范围应包含 (0.2~2000) μF
3	交流耐压装置	最大输出电压不应小于被检装置的 1.2 倍额定电压
4	电容分压器	准确度等级不应低于 1 级，测量范围不应低于被检装置的 1.2 倍额定电压
5	变压器温升测量装置	允许误差极值不应超过 ±1℃，测量范围应包含 (1~120)℃

表 4 (续)

序号	设备名称	性能指标
6	红外热像仪	允许误差极值不应超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，测量范围应包含 $(1\sim 120)^{\circ}\text{C}$
7	频率计	最大允许误差不应超过 0.01 Hz ，测量范围应包含 $(20\sim 300)\text{ Hz}$

6.2 外观检查

目测检查装置外观，结果应满足 5.2 的要求。

6.3 电气安全试验

6.3.1 绝缘电阻试验

6.3.1.1 输入端

按表 1 选择对应的绝缘电阻测试仪，分别测量开关式电源、调压器和中间变压器的输入端绝缘电阻，结果应满足 5.3.1.1 的要求。

6.3.1.2 输出端

按表 1 选择对应的绝缘电阻测试仪，分别测量调压器、中间变压器和无功功率补偿单元的输出端绝缘电阻，结果应满足 5.3.1.2 的要求。

6.3.2 介电强度试验

分别在调压器、中间变压器、无功功率补偿单元的输出端与外壳及地之间施加各自 1.2 倍的额定电压，持续时间 1 min，结果应满足 5.3.2 的要求。

6.4 功能检查

6.4.1 基本功能检查

6.4.1.1 急停功能

装置缓慢升压后，在输出电压不低于 10% 的额定输出电压下，按下急停按钮后，检查装置输出电压情况，结果应满足 5.4.1.1 的要求。

6.4.1.2 非零位闭锁功能

调压器调至非零位，进行合闸操作，检查装置输出电压情况，结果应满足 5.4.1.2 的要求。

6.4.1.3 断电自动回零功能

装置缓慢升压后，在输出电压不低于 10% 的额定输出电压下，按下急停按钮后，检查调压器是否在零位，结果应满足 5.4.1.3 的要求。

6.4.2 保护功能检查

6.4.2.1 过流保护功能

装置输出端短接，设定过流保护动作值后，缓慢升高电压，直至过流保护动作，结果应满足

5.4.2.1 的要求。

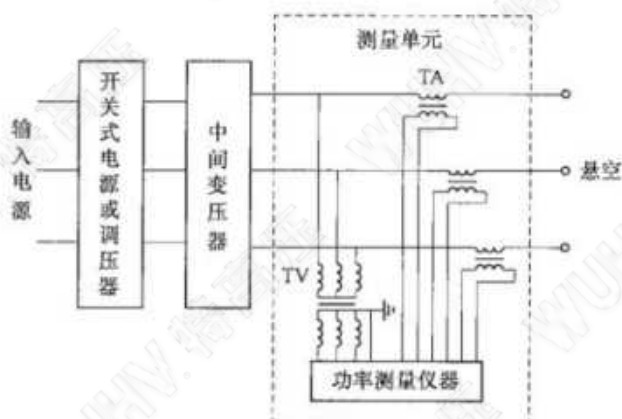
6.4.2.2 过压保护功能

装置输出端开路，设定过压保护动作值后，缓慢升高电压，直至过压保护工作，结果应满足 5.4.2.2 的要求。

6.5 性能试验

6.5.1 整体性能试验

试验接线见图 5。



说明：

TV ——测量用电压互感器；

TA ——测量用电流互感器。

图 5 整体性能试验接线示意图

使装置工作在额定电压下，检查装置显示的测量参数，并记录装置的三相输出电压，计算相间电压最大偏差，结果应满足 5.5.1 的要求。

6.5.2 开关式电源试验

6.5.2.1 波形

使开关式电源工作在额定电压、额定电流下，测量其输出电压的平均值和有效值，计算电压波形校正因数，结果应满足 5.5.2.2 的要求。

6.5.2.2 输出频率

使开关式电源空载升压，分别在 20%、50%、80%、100% 额定电压下测量其输出电压频率，结果应满足 5.5.2.3 的要求。

6.5.2.3 电压不稳定性

使开关式电源工作在额定电压、额定电流下，在 5 min 内，测量并记录电压的最大值和最小值，计算输出电压的最大变化量与其额定电压之比，结果应满足 5.5.2.4 的要求。

6.5.2.4 连续工作时间

使开关式电源在额定电压、额定电流下持续运行 30 min，使用红外热像仪测量其内部各元件的温

DL/T 848.6—2021

升, 结果应满足 5.5.2.5 的要求。

6.5.3 调压器试验

6.5.3.1 波形

使调压器工作在额定电压、额定电流下, 测量其输出电压的平均值和有效值, 计算电压波形校正因数, 结果应满足 5.5.3.2 的要求。

6.5.3.2 连续工作时间

使调压器在额定电压、额定电流下持续运行 30 min, 测量其绕组及顶层油的温升, 结果应满足 5.5.3.3 的要求。

6.5.4 中间变压器试验

使中间变压器在额定电压、额定电流下持续运行 30 min, 测量其绕组及顶层油的温升, 结果应满足 5.5.4.2 的要求。

6.5.5 无功功率补偿单元试验

测量无功功率补偿单元各端子间的电容量, 并计算与额定值偏差和端子间测得的电容最大值与最小值之比, 结果应满足 5.5.5.2 的要求。

6.5.6 测量单元试验

6.5.6.1 功率测量仪器

测量单元的功率测量仪器准确度等级测量按 JJG 780、JJF 1587 中的规定和方法进行, 并测量在功率因数分别为 0.02、0.01 时的功率测量误差, 结果应满足 5.5.6 a) 的要求。

6.5.6.2 电流互感器

测量单元的电流互感器准确度等级测量按 JJG 313 的规定和方法进行, 结果应满足 5.5.6 b) 的要求。

6.5.6.3 电压互感器

测量单元的电压互感器准确度等级测量按 JJG 314 的规定和方法进行, 结果应满足 5.5.6 b) 的要求。

6.6 环境适应性试验

6.6.1 低温试验

按 GB/T 2423.1 的规定和试验 Ae 方法进行, 结果应满足 5.6 的要求。

6.6.2 高温试验

按 GB/T 2423.2 的规定和试验 Be 方法进行, 结果应满足 5.6 的要求。

6.6.3 振动试验

按 GB/T 2423.10—2019 的规定和方法进行, 结果应满足 5.6 的要求。

6.6.4 运输贮存试验

按 GB/T 25480 的规定和方法进行，结果应满足 5.6 的要求。

6.7 电磁兼容试验

6.7.1 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；试验对象：开关式电源和测量单元人体可触及的部位。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按 GB/T 17626.3 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；试验对象：开关式电源和测量单元。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 17626.4 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；试验对象：开关式电源和测量单元的电源端口及数据端口。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

按 GB/T 17626.5 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；试验对象：开关式电源的输入端。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按 GB/T 17626.6 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；试验对象：开关式电源和测量单元。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.6 工频磁场抗扰度试验

按 GB/T 17626.8 的规定和方法进行；严酷等级：4 级；试验对象：开关式电源和测量单元。试验结果应满足 5.7 的要求。

6.7.7 电压暂降和短时中断抗扰度试验短时中断

按 GB/T 17626.11 的规定和方法进行；严酷等级：2 级；持续时间：250 个周波；试验对象：开关式电源输入端。试验结果应满足 5.7 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 一般要求

检验分为型式检验和出厂检验。

7.1.2 型式检验

存在下列情况之一的，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定投产前;
- b) 在生产中当设计、材料、工艺或结构等改变, 且其改变可能影响产品的性能时, 亦应进行型式试验, 此时的型式试验可以只进行与各项改变有关的试验项目;
- c) 停产 1 年以上恢复生产时;
- d) 国家质量监督机构要求进行质量一致性检验时。

7.1.3 出厂检验

制造厂对生产的每一台产品出厂进行的检验。

7.2 检验项目

检验项目见表 5。

表 5 检 验 项 目

序号	检验项目	要求		型式检验	出厂检验
		技术要求 (条号)	试验方法 (条号)		
1	外观	5.2	6.2	●	●
2	电气安全	5.3	6.3	●	●
3	功能要求	5.4	6.4	●	●
4	性能要求	5.5	6.5	●	●
5	环境适应性	5.6	6.6	●	○
6	电磁兼容	5.7	6.7	●	○

注: “●”为必做试验项目, “○”为不做试验项目。

8 标志和随行文件

8.1 标志

装置铭牌应有以下标志信息:

- 产品名称;
- 产品型号;
- 出厂编号;
- 出厂年月;
- 制造厂名;
- 测量范围;
- 准确度等级 (或最大允许误差);
- 产品生产标准号;
- 重量。

8.2 随行文件

装置应提供随行文件, 主要包括:

- 产品检验合格证;
- 产品说明书;

- 装箱单;
- 随机备附件清单;
- 试验报告;
- 搬运说明;
- 其他有关资料。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

装置包装应满足 GB/T 191 的有关标志的规定, 并标明“小心轻放”“向上”“防雨”等标志。

9.2 运输

装置运输过程中应做好遮篷、密封的要求, 应适于陆运、空运、水运(海运), 运输装卸按包装箱上的标志进行操作。

9.3 贮存

包装完好的装置应满足 GB/T 25480 中规定的贮存要求, 在相对湿度不大于 80% 的库房内贮存, 室内无酸、碱、盐, 无腐蚀性、爆炸性气体和灰尘, 不受雨、雪的伤害。

附录 A

(资料性)

110 kV 及以上电力变压器现场空、负载试验装置技术参数示例

A.1 110 kV 及以上电力变压器典型技术参数见表 A.1。

表 A.1 110 kV 及以上电力变压器典型技术参数

额定容量 MVA	额定电压 kV			联结组 标号	空载 损耗 kW	空载 电流 %	负载 损耗 kW	短路阻抗 %			容量比 (高/中/低)
	高压	中压	低压					高对 中	高对 低	中对 低	
63	110	38.5	10.5	YNyn0d11	54.1	0.53	256	10.5	19	6.5	100/100/100
240	220	121	38.5	YNa0d11	154	0.35	741	14	24	9	100/100/50
360	330	121	38.5	YNyn0d11	139	0.32	792	11	28	17	100/100/30
334	525/√3	230/√3	38.5	Ia0i0	110	0.10	530	12	46	30	334/334/100
500	750/√3	345/√3	66	Ia0i0	180	0.20	920	16	50	33	500/500/150
1000	1050/√3	525/√3	110	Ia0i0	185	0.10	1580	18	62	40	1000/1000/334

A.2 以高对低的负载损耗试验为例, 50%额定电流下的负载损耗试验计算见公式 (A.1) ~ 公式 (A.5):

$$I_k = [S_L / (kU_H)] / 2 \quad (\text{A.1})$$

$$U_k = U_H \times Z_{k(H-L)} / 2 \times (S_L / S_H) \quad (\text{A.2})$$

$$P_k = P_{Nk} / 4 \quad (\text{A.3})$$

$$S_k = S_H \times Z_{k(H-L)} / 4 \times (S_L / S_H)^2 \quad (\text{A.4})$$

$$Q_k = \sqrt{S_k^2 - P_k^2} \quad (\text{A.5})$$

式中:

 I_k —— 试验电流, A; S_L —— 低压侧额定容量, kVA; k —— 换算系数, 三相变压器为 $\sqrt{3}$, 单相变压器是为 1; U_H —— 高压侧额定电压, kV; U_k —— 试验电压, kV; $Z_{k(H-L)}$ —— 高对低短路阻抗, %; S_H —— 高压侧额定容量, kVA; P_k —— 试验时的有功功率, kW; P_{Nk} —— 高对低的负载损耗, kW; S_k —— 试验时的视在功率, kVA; Q_k —— 试验时的无功功率, kvar。

A.3 高对中、中对低的负载损耗试验计算见公式 (A.1) ~ 公式 (A.5), 故将表 A.1 中的参数代入公式 (A.1) ~ 公式 (A.5), 可得 50% 额定电流下的负载损耗试验计算值, 见表 A.2。

表 A.2 50%额定电流下的负载损耗试验计算值

电压等级 kV	试验类别	50%额定电流下的负载试验计算值			
		试验电压 kV	试验电流 A	负载损耗 kW	无功功率 kvar
110	高对低	10.5	165.3	64.0	2991.8
	高对中	5.8	165.3		1652.5
	中对低	1.3	472.4		1021.7
220	高对低	13.2	157.5	185.3	3595.2
	高对中	15.4	314.9		8398.0
	中对低	2.7	286.3		1337.2
330	高对低	13.9	94.5	198.0	2259.3
	高对中	18.2	314.9		9898.0
	中对低	3.1	257.7		1362.7
500	高对低	20.9	165.0	132.5	3440.6
	高对中	18.2	550.9		10 019.1
	中对低	6.0	376.5		2241.6
750	高对低	32.5	173.2	230.0	5620.3
	高对中	34.6	577.3		19 998.7
	中对低	9.9	376.5		3705.4
1000	高对低	62.8	275.5	395.0	17 286.7
	高对中	54.6	824.8		44 998.3
	中对低	20.2	550.9		11 148.6

A.4 根据表 A.1、表 A.2, 110 kV 及以上电力变压器现场空负载试验装置各单元技术参数见表 A.3~表 A.6。

表 A.3 开关式电源或调压器推荐技术参数值

电压等级 kV	参数值			
	相数	输入电压 V	输出电压 V	输出功率 kW
110	三相	380	0~650	350
220	三相	380	0~650	950
330	三相	380	0~650	950
500	单相	380	0~650	700
750	单相	10 000	0~10 000	1100
1000	单相	10 000	0~10 000	1200

表 A.4 中间变压器推荐技术参数值

电压等级 kV	参数值			
	相数	输入电压 V	输出电压 V	输出功率 kVA
110	三相	650	3.5/6.1/7/11.6/40	350
220	三相	650	5/8.7/10/17.3/40	950
330	三相	650	5.8/10/11.6/20.1/40	950
500	单相	650	11.5/23/40	700
750	单相	10 000	±20/40	1100
1000	单相	10 000	±32.5/65	1200

表 A.5 无功功率补偿单元推荐技术参数值

电压等级 kV	参数值					
	相数	级数	组别	额定电压 kV	额定容量 kvar	最小可调节功率 kvar
110	3	2	三角形/星形	3.5/6.1/7/11.6	9000	150
220	3	2	三角形/星形	5/8.7/10/17.3	13 000	300
330	3	2	三角形/星形	5.8/10/11.6/20.1	15 000	300
500	单	2	—	11.5/23	20 000	300
750	单	2	—	20/40	32 000	450
1000	单	2	—	32.5/65	65 000	600

表 A.6 测量单元推荐技术参数值

电压等级 kV	参数值						
	电压互感器		电流互感器			功率测量仪器	
	一次电压 kV	二次电压 V	一次电流 A	二次电流 A	额定电压 kV	电压范围 V	电流范围 A
110	40	100	0~500	0~5	40	0~100	0~5
220	40		0~400				
330	40		0~400				
500	40		0~600				
750	40		0~600				
1000	66		0~1000		66		