

ICS 29.240.01

CCS K 45

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 11057—2023

变压器冷却控制保护装置技术要求

Technical requirements of transformer cooling control and
protection equipment

2023-02-06发布

2023-08-06实施

国家能源局 发布

目 次

前言.....	III
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义	2
4 技术要求	2
4.1 环境条件	2
4.2 额定电气参数	3
4.3 功率消耗	3
4.4 过载能力	4
4.5 对连接导线、开关量输入和输出的要求	4
4.6 装置功能要求	4
4.7 硬件要求	7
4.8 固有准确度和变差	7
4.9 电源变化影响	7
4.10 绝缘性能.....	7
4.11 耐湿热性能	8
4.12 连续通电	9
4.13 机械性能要求	9
4.14 电磁兼容性能.....	9
4.15 安全要求.....	11
5 试验方法	11
5.1 试验条件	11
5.2 温度影响试验	11
5.3 温度贮存试验	11
5.4 功率消耗试验	11
5.5 过载能力试验	12
5.6 出口继电器试验	12
5.7 主要技术性能试验	12
5.8 电磁兼容性能试验	13
5.9 电源影响试验.....	13
5.10 绝缘性能试验	14
5.11 耐湿热试验	14
5.12 连续通电试验	14
5.13 机械要求试验	14
5.14 安全要求试验	14
6 检验规则	14
6.1 检验分类	14
6.2 出厂检验	15

NB/T 11057—2023

6.3 型式试验.....	15
7 标志、包装、运输、贮存.....	16
7.1 标志.....	16
7.2 包装.....	17
7.3 运输.....	17
7.4 贮存.....	17
8 质量保证期限	17
附录A (资料性) 外置式电流互感器	18
附录B (资料性) 变压器冷却控制保护系统	19
附录C (资料性) 应用案例	22

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会 (SAC/TC154) 归口。

本文件起草单位：国网宁夏电力有限公司超高压公司、上海泽鑫电力科技股份有限公司、陕西金源自动化科技有限公司、国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、保定中恒电气有限公司、河南晶锐冷却技术股份有限公司、广州高澜节能技术股份有限公司、珠海开普检测技术有限公司、许昌开普电气研究院有限公司、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司超高压公司、北京四方继保工程技术有限公司、许继电气股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司梧州局、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、国网河南省电力公司电力科学研究院、重庆新世杰电气股份有限公司、国网浙江省电力有限公司湖州供电公司、广东电网有限责任公司惠州供电局、贵州电网有限责任公司电力科学研究院、上海正泰自动化软件系统有限公司、杭州中电天恒电力科技有限公司、长沙中汇电气有限公司。

本文件主要起草人：刘志远、梁守硕、鲍明杰、梁亚波、冯西正、王强、崔鹏飞、耿要强、张兵海、拜润卿、邹东霞、邓茂军、行武、龙锋、赵欣洋、周浩、张占营、崔治国、叶庞琪、何开元、刘尧、邓泽东、张磊、谢旭琛、张历、朱超、盛继光、陈根发。

变压器冷却控制保护装置技术要求

1 范围

本文件规定了变压器冷却控制保护装置的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和质量保证期限。

本文件适用于采用强迫油循环风冷、强迫油循环水冷、自然油循环风冷的油浸式电力变压器冷却控制保护装置(以下简称“装置”),作为该类装置设计、制造、试验、检验和验收的依据。其他大容量充油设备冷却控制保护装置可参照执行。

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/T191 包装储运图示标志
- GB/T 2887—2011 计算机场地通用规范
- GB/T 2900.1 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.17 电工术语 量度继电器
- GB/T 2900.49 电工术语 电力系统保护
- GB/T3797 电气控制设备
- GB4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分:安全要求
- GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T9361—2011 计算机场地安全要求
- GB/T11287—2000 电气继电器 第21部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇:振动试验(正弦)
- GB/T14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T14598.2—2011 量度继电器和保护装置 第1部分:通用要求
- GB/T14598.24 量度继电器和保护装置 第24部分:电力系统暂态数据交换(COMTRADE) 通用格式
- GB/T14598.26—2015 量度继电器和保护装置 第26部分:电磁兼容要求
- GB/T14598.27 量度继电器和保护装置 第27部分:产品安全要求
- GB/T14598.303—2011 数字式电动机综合保护装置通用技术条件
- GB/T17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T20840.2 互感器 第2部分:电流互感器的补充技术要求
- GB/T37761 电力变压器冷却系统 PLC 控制装置技术要求
- DL/T 478—2013 继电保护和安全自动装置通用技术条件
- DL/T 572—2021 电力变压器运行规程
- DL/T667 远动设备及系统 第5部分:传输规约 第103篇:继电保护设备信息接口配套标准

3 术语和定义

GB/T2900.1、GB/T2900.17、GB/T2900.49、GB/T3797、GB/T37761 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冷却器 cooler

在变压器上，使变压器油散热，达到降低油温作用的设备。

注1：自然油循环风冷变压器冷却器包括风机。

注2：强迫油循环风冷变压器冷却器包括风机和潜油泵。

注3：强迫油循环水冷变压器冷却器包括水冷却器和潜油泵。

[来源：GB/T37761—2019, 3.5]

3.2

变压器冷却控制保护装置 transformer cooling control and protection equipment

控制变压器冷却器(3.1)启停和冷却器两路进线动力电源切换，并对冷却器电动机进行保护的装置。

3.3

均衡工作 balanced work

变压器配有多组冷却器(3.1)，通过周期轮换各组冷却器，使各组冷却器工作时间处于均衡状态。

3.4

冷却器运行状态 operation state of cooler

表征冷却器(3.1)自身的运行工况，包括“运行”“停止”“故障”“检修”四种状态。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 正常工作大气条件

正常工作大气条件如下：

- a) 运行环境温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：5%~95%(装置内部既无凝露，也不应结冰)；
- c) 大气压力： $80\text{kPa}\sim110\text{kPa}$ 。

4.1.2 正常试验大气条件

除另有规定外，对装置进行功能性试验的环境大气条件如下：

- a) 试验温度： $20^{\circ}\text{C}\pm5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力： $86\text{kPa}\sim106\text{kPa}$ 。

4.1.3 贮存、运输环境条件

装置的贮存、运输环境条件应满足以下要求：

- a) 装置在贮存过程中允许的环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%；
- b) 装置在运输过程中允许的环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%；
- c) 贮存、运输过程中不出现超过GB/T14537—1993 规定的严酷等级为1级的冲击和碰撞。

4.1.4 周围环境

装置使用地点的周围环境符合下列要求：

- a) 应遮阳、挡雨雪，防御雷击、沙尘，通风；
- b) 电磁干扰不超过GB/T14598.26—2015 规定的A类电气环境；
- c) 使用地点不出现超过GB/T11287—2000 规定的严酷等级为1级的振动；
- d) 使用地点无爆炸危险的介质，周围介质不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面镀覆及涂覆层的介质以及导电介质，无明显的水汽，无严重的霉菌存在；
- e) 使用地点符合GB/T9361—2011 中B级安全要求的规定；
- f) 安装场所应有可靠的接地点，并符合GB/T2887—2011 中5.8的规定。

4.1.5 特殊环境条件

当超出4.1.1~4.1.4规定的环境条件时，由用户与制造商协商确定。

4.2 额定电气参数

4.2.1 交流工作电源

交流工作电源应符合如下要求：

- a) 额定电压：220V；
- b) 允许偏差：-15%~+10%；
- c) 频率：50 Hz，允许偏差为±1Hz；
- d) 波形：正弦，畸变因数不大于5%。

4.2.2 直流工作电源

直流工作电源应符合如下要求：

- a) 额定电压：220V、110V；
- b) 允许偏差：-20%~+15%；
- c) 纹波系数：≤5%。

4.2.3 交流回路激励量

交流回路激励量应符合如下要求：

- a) 交流电流：
 - 1) 装置可采用内置式电流互感器或外置式电流互感器采集交流电流；
 - 2) 内置式电流互感器额定值：5A、1A；
 - 3) 外置式电流互感器额定值：由企业产品标准规定，外置式电流互感器典型规格见附录A中表A.1。
- b) 交流电压：380V、220V、100V、 $100/\sqrt{3}$ V。
- c) 额定频率：50 Hz。

4.3 功率消耗

功率消耗应符合如下要求

- a) 交流电流回路：
 - 1) 额定电流为5A时，每相不大于1VA；额定电流为1A时，每相不大于0.5 VA。

- 2) 其他电流回路由企业产品标准规定。
- b) 交流电压回路：额定电压时，每相不大于1VA。
- c) 电源回路：
 - 1) 当正常工作时，不大于50W；
 - 2) 当装置动作时，不大于80W。

4.4 过载能力

装置经受以下电流或电压过载后，应无绝缘损坏：

- a) 交流电流回路：
 - 1) 2倍额定电流，连续工作；
 - 2) 10倍额定电流，允许10s；
 - 3) 40倍额定电流，允许1s。
- b) 交流电压回路：
 - 1) 1.2倍额定电压，连续工作；
 - 2) 1.4倍额定电压，允许10s。

4.5 对连接导线、开关量输入和输出的要求

装置与外回路连接导线、开关量输入和输出应符合DL/T478—2013 中4.4、4.5的规定。

4.6 装置功能要求

4.6.1 总则

- 4.6.1.1 装置应具备同时监视、保护和控制各组冷却器的能力。冷却控制保护系统见附录B。
- 4.6.1.2 装置应具备手动操作控制变压器冷却器启停和自动控制变压器冷却器启停的功能。
- 4.6.1.3 装置应具备判别变压器处于运行状态、停运状态的功能。
- 4.6.1.4 装置应具备判别冷却器处于运行状态、停止状态、故障状态、检修状态的功能。
- 4.6.1.5 装置应具备根据变压器顶层油温变化、绕组温度变化或负荷电流变化启停冷却器的功能。
- 4.6.1.6 装置应具备变压器冷却器两路进线动力电源监视、保护和故障自动切换的功能。
- 4.6.1.7 装置应具备对风机、水冷却器、潜油泵各种故障及异常状态的保护功能。
- 4.6.1.8 装置应具备变压器冷却器全停延时跳闸功能，延时时间应符合DL/T572—2021 中7.3.2的要求。
- 4.6.1.9 装置应具有在线自动检测并记录异常故障信息功能，自动检测功能应符合 GB/T 14285—2006 中4.1.12.5的要求。
- 4.6.1.10 装置应能以时间顺序记录正常运行的操作信息，如开关量输入状态变位、冷却器投切、冷却器动力电源投退、定值修改等。
- 4.6.1.11 装置应具备电压互感器 (TV)、电流互感器 (TA) 断线告警的功能，并闭锁可能误动作的保护。
- 4.6.1.12 装置宜具备信号指示灯，包括装置运行、装置告警、冷却器故障、冷却器动力电源故障等。
- 4.6.1.13 装置应设有就地信息输入、输出功能，通过面板或辅助设备进行装置运行参数设定和输出告警信息、保护动作信息、事件信息和测量信息。
- 4.6.1.14 装置应具有通信接口，能够传输告警信息、保护动作顺序和时间、测量值、故障录波数据等信息。
- 4.6.1.15 装置宜具备告警开关量触点输出功能，包括装置工作电源异常、装置故障、冷却器故障、冷却器全停、油流指示异常、进线动力电源故障、进线电源断路器及冷却器支路断路器拒动等。
- 4.6.1.16 装置在失去工作电源时，不能丢失记录的事件信息、故障信息和定值信息等数据。
- 4.6.1.17 装置应具有网络对时或B码对时功能。

4.6.2 信息采集

4.6.2.1 装置应具有冷却器一次供电主回路模拟量信息采集功能，采集信息包括冷却器两路进线动力电源电压和电流(若有)、冷却器供电母线电压(若有)、各组冷却器风机(水冷却器)电流和潜油泵电流。冷却器一次供电主回路模拟量信息采集应用案例见附录C。

4.6.2.2 装置应具有变压器本体模拟量信息采集功能，采集信息包括变压器高压侧负荷电流、变压器顶层油温、变压器绕组温度。

4.6.2.3 装置应具有开关量输入信息采集功能，采集信息包括进线电源断路器位置、各组冷却器支路电源断路器位置(或接触器位置)、油流继电器位置、变压器负荷电流启动冷却器开关量、变压器顶层油温开关量、变压器绕组温度开关量、变压器各侧断路器位置。

4.6.3 变压器运行状态判别

装置应具有通过变压器各侧断路器位置判别变压器运行状态的功能，当任意一侧断路器处于闭合状态时，变压器处于投运状态；当各侧断路器全部断开时，变压器处于停运状态。

4.6.4 冷却器运行状态判别

装置应具备判别任一组冷却器运行状态的功能，包括：

- a) 运行。该组冷却器风机(水冷却器)和潜油泵均有正常工作电流。
- b) 停止。该组冷却器风机(水冷却器)和潜油泵均无工作电流。
- c) 故障。满足以下任一条件，判别冷却器故障：
 - 1) 该组冷却器任一风机(水冷却器)或潜油泵发生保护跳闸；
 - 2) 该组冷却器部分电动机无工作电流。
- d) 检修。该组冷却器置检修标志。

4.6.5 冷却器手动启停

装置处于手动模式时，应能通过装置面板手动或远方命令遥控操作每一组冷却器的启停。

4.6.6 冷却器自动启停

4.6.6.1 装置应具有根据变压器投运状态启停冷却器的功能：

- a) 变压器投运状态下，应自动启动指定数量的冷却器，该数量可整定；
- b) 变压器停运时，应自动停止全部冷却器。

4.6.6.2 装置应具有根据变压器顶层油温变化启停冷却器的功能：

- a) 变压器投入运行时，装置应具备根据变压器顶层油温开关量信号或者变压器顶层油温模拟量信号控制冷却器启停的功能。
- b) 当变压器顶层油温使用开关量方式时，装置应能接收变压器顶层油温低值和顶层油温高值两路变压器顶层油温开关量输入；当变压器顶层油温使用模拟量方式时，装置应能接收两路变压器顶层油温模拟量输入。
- c) 冷却器启停组数可通过定值整定，当变压器顶层油温使用模拟量方式时，支持设置多个顶层油温启停冷却器定值。

4.6.6.3 装置应具有根据变压器绕组温度变化启停冷却器的功能：

- a) 变压器投入运行时，装置应具备根据变压器绕组温度开关量信号或者变压器绕组温度模拟量信号控制冷却器启停的功能。
- b) 当变压器绕组温度使用开关量方式时，装置应能接收变压器绕组温度低值和绕组温度高值两路

变压器绕组温度开关量输入；当变压器绕组温度使用模拟量方式时，装置应能接收两路变压器绕组温度模拟量输入。

- c) 冷却器启停组数可通过定值整定，当变压器绕组温度使用模拟量方式时，支持设置多个绕组温度启停冷却器定值。

4.6.6.4 装置应具有根据变压器负荷电流变化启动冷却器的功能：

- a) 当采用变压器过负荷电流开关量来启动冷却器时，变压器负荷电流开关量由变压器保护或变压器本体端子箱内负荷电流继电器提供；
- b) 冷却器启停组数可通过定值整定，当采用高压侧负荷电流模拟量来启动冷却器时，支持设置多个高压侧过负荷电流启动冷却器定值。

4.6.6.5 装置应具有根据各组冷却器工作时间自动均衡轮换启停冷却器的功能。装置应能设置冷却器工作周期，冷却器当前工作时间达到设定周期时，停止该组冷却器，并根据均衡原则启动空闲冷却器。

4.6.6.6 装置根据变压器顶层油温、绕组温度、负荷电流等各输入条件进行冷却器启停时，应按照4.6.6.1~4.6.6.4所需要的最大冷却器组数来投入，按照4.6.6.1~4.6.6.4所需要的最小冷却器组数来停止。

4.6.6.7 装置应具有对顶层油温、绕组温度进行互校的功能，当顶层油温高于绕组温度时应及时报警。

4.6.6.8 装置应具有对冷却器逐组延时启动的功能，延时不应小于30s。

4.6.7 电动机保护

4.6.7.1 装置应具有对冷却器电动机保护的功能，包括启动时间过长、速断、堵转、过电流、负序过电流等电动机常见故障保护功能。

4.6.7.2 保护的技术性能指标应满足GB/T14598.303—2011 中4.6.17和4.6.18的规定。

4.6.7.3 装置应具有故障录波功能，应能记录和存储不少于8次最新保护动作录波数据，应能记录故障过程中输入的模拟量和开关量、输出的开关量、动作元件、故障相别及动作时间，并按照GB/T14598.24的要求转换输出或上传。

4.6.8 冷却器动力电源自动切换

4.6.8.1 装置应具备冷却器两路进线动力电源的过电压、欠电压和相序检测功能。

4.6.8.2 装置应具备冷却器两路进线动力电源的自动切换控制功能，当工作电源异常时应发出切除该电源、自动投入备用电源的命令，并发出告警信息。

4.6.8.3 装置应具备定期切换冷却器两路进线动力电源的功能，当一路动力电源工作时间达到设定值时，自动切换到另一路动力电源供电。

4.6.8.4 装置应具备冷却器两路进线动力电源的异步切换控制功能，当投入冷却器备用动力电源时，应可靠切除当前工作动力电源后再投入冷却器备用动力电源。

4.6.8.5 装置应具备电源异常、故障切换过程录波的功能，故障录波格式应满足GB/T14598.24 的要求应能记录和存储不少于8次最新故障录波数据。

4.6.8.6 当冷却器供电母线失电压时，应在投入冷却器备用动力电源之前，仅保留一组冷却器连接在母线上，避免母线重新带电时，引起多组冷却器同时启动。

4.6.9 冷却器全停判别

变压器在运行状态下，当所有冷却器及冷却器两路进线动力电源无电流时，判定冷却器全停。

4.6.10 冷却器全停跳闸

4.6.10.1 变压器在运行状态下，装置应能在冷却器全停时发出冷却器全停瞬时告警信号，并经延时输出至少两副冷却器全停跳闸触点。

4.6.10.2 冷却器全停跳闸延时定值可在装置上设置，时间范围为0min~60 min。

4.6.11 通信功能

4.6.11.1 装置应具备与监控系统通信的功能，通信协议应符合DL/T667 或 DL/T860（所有部分）的规定，采用RS485 接口或以太网口。

4.6.11.2 装置应具备维护调试接口，采用RS232、RS485 或以太网口。

4.6.11.3 装置应支持远方定值修改、冷却器启停、冷却器进线动力电源切换等控制功能。

4.7 硬件要求

4.7.1 装置的结构、外观及外壳要求应符合DL/T478—2013 中4.10的规定。

4.7.2 金属结构件有防腐蚀措施，满足发热元件的散热要求。

4.7.3 装置应具有GB4943.1 规定的V2及以上阻燃等级。

4.7.4 装置宜采用插件结构，插件故障应能报警并易于更换。

4.8 固有准确度和变差

4.8.1 固有准确度

对装置的固有准确度要求如下：

- a) 交流电压回路固有准确度：交流电压在 $0.01U_y \sim 1.5U_y$ (U_y 为装置的额定电压)范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 $0.01U_x$ 。
- b) 交流电流回路固有准确度：交流电流在 $0.05I_y \sim 20I_x$ (I_y 为装置的额定电流)范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 $0.01I_y$ ；或者交流电流在 $0.1/y \sim 40I$, 范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 0.02 。
- c) 顶层油温、绕组温度固有准确度：顶层油温、绕组温度在 $0^\circ\text{C} \sim 160^\circ\text{C}$ 范围内，相对误差不大于2.5%或绝对误差不大于 1°C 。

4.8.2 变差

对装置的变差要求如下：

- a) 变差以百分数表示；
- b) 环境温度在4.1.1规定的范围内变化引起的变差不应大于2.5%；
- c) 其他影响量引起的变差要求由产品标准或制造商的产品文件规定。

4.9 电源变化影响

在4.1.2规定的正常试验大气条件下，工作电源在4.2.1、4.2.2规定的参数下，装置应可靠工作，性能及参数符合4.6的规定。

4.10 绝缘性能

4.10.1 绝缘电阻

在4.1.2规定的正常试验大气条件下，装置各独立电路与外露的可导电部分之间，以及与各独立电路之间，用500V 直流绝缘电阻表测量其绝缘电阻值，不应小于 100 MQ 。

4.10.2 介质强度

介质强度满足以下要求：

- a) 在4.1.2规定的正常试验大气条件下，装置应能承受频率为50 Hz，历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象；
- b) 工频交流试验电压值按表1的规定进行选择，也可以采用直流试验电压，其值应为规定的工频交流试验电压值的1.4倍；
- c) 试验过程中，任一被试电路施加电压时，其余电路等电位互联接地。

表 1 各回路试验电压要求

序号	被试回路	额定绝缘电压或额定工作电压 V	试验电压 V	泄漏电流 mA
1	整机引出端子和背板线——地(外壳)	63~250	2000	5
2	直流输入电路b——地(外壳)	63~250	2000	10
3	交流输入电路b——地(外壳)	63~250	2000	5
4	信号输出触点b——地(外壳)	63~250	2000	5
5	无电气联系的各回路b之间	63~250	2000	5~10
6	整机外引带电部分b——地(外壳)	≤63	2000	5
7	通信接口电路b——地(外壳)	≤63	500	5

a泄漏电流为参考值，整机外引带电部分——地(外壳)的泄漏电流由产品标准规定，
b引至装置端子的回路和接线。

4.10.3 冲击电压

在4.1.2规定的正常试验大气条件下，装置的直流输入回路、交流输入回路、输入输出触点等各电路对地，以及电气上无联系的各独立电路之间，应能承受1.2/50 μs 的标准雷电波的短时冲击电压试验。当额定绝缘电压大于63V时，开路试验电压为5kV；当额定绝缘电压不大于63V时，开路试验电压为1kV。试验后，装置应无绝缘损坏，性能应符合4.6的规定。

4.11 耐湿热性能

4.11.1 恒定湿热

装置应能承受GB/T14598.2—2011 中6.12.3.6规定的恒定湿热试验，经恒定湿热试验且恢复1h~2h后，用500V 直流绝缘电阻表测量，测量部位同4.10.1，其绝缘电阻值不应小于10 MQ， 介质强度不应低于4.10.2规定的介质强度试验电压值的75%。

4.11.2 交变湿热

装置应能承受GB/T14598.2—2011 中6.12.3.7规定的交变湿热试验，经交变湿热试验且恢复1h~2h后，用500V 直流绝缘电阻表测量，测量部位同4.10.1，其绝缘电阻值不应小于10MQ， 介质强度不应低于4.10.2规定的介质强度试验电压值的75%。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/5750111213201144>