

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—202X

变压器冷却控制保护装置技术要求

Specification of transformer cooling control and protection equipment

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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 .....	4
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 电源变化影响 .....	7
4.9 绝缘性能 .....	7
4.10 耐湿热性能 .....	8
4.11 连续通电 .....	8
4.12 机械性能要求 .....	9
4.13 电磁兼容性能 .....	9
4.14 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 .....	11
5.6 出口继电器试验 .....	11
5.7 主要技术性能试验 .....	11
5.8 电磁兼容性能试验 .....	13
5.9 电源影响试验 .....	13
5.10 绝缘试验 .....	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
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)	变压器冷却控制保护系统 .....	18
附录 B (资料性)	外置式电流互感器 .....	21
附录 C (资料性)	应用案例 .....	22

## 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》给出的规则起草。

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。

本文件由全国度量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：

本文件主要起草人：



# 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（以下简称装置）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。

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系统控制保护装置，作为该类装置研制、设计、制造、试验、检验和应用的依据。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/T 191—2008 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—2008 电工术语 基本术语
- GB/T 2900.17—2009 电工术语 量度继电器
- GB/T 2900.49—2004 电工术语 电力系统保护
- GB/T 3797—2016 电气控制设备
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求
- GB/T 11287—2000 电气继电器 第21部分：量度继电器和装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇 振动试验(正弦)
- GB/T 14285—2006 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14537—1993 量度继电器和装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 14598.2—2011 量度继电器和装置 第1部分：通用要求
- GB/T 14598.24—2017 量度继电器和装置 第24部分：电力系统暂态数据交换（COMTRADE）通用格式
- GB/T 14598.26—2015 量度继电器和装置 第26部分：电磁兼容要求
- GB/T 14598.27—2017 量度继电器和装置 第27部分：产品安全要求
- GB/T 14598.303—2011 数字式电动机综合保护装置通用技术条件
- GB/T 17626.9—2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10—2017 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 20840.2—2014 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求
- GB/T 37761—2019 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—2010 电力变压器运行规程

DL/T 667—1999 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

DL/T 860（所有部分） 变电站通信网络和系统

### 3 术语和定义

GB/T 2900.1—2008、GB/T 2900.17—2009、GB/T 2900.49—2004、GB/T 3797—2016、GB/T 37761—2019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。

#### 3.2

##### 变压器冷却控制保护系统 transformer cooling control and protection system

按照特定的控制逻辑给变压器冷却器可靠供电，通过控制冷却器启停，实现自动控制变压器油温的设备。变压器冷却控制保护系统包含冷却器供电一次主回路部分及控制冷却器风机、水冷却器、潜油泵可靠供电的二次保护控制部分。

注：变压器冷却控制保护系统分类参见附录A。

#### 3.3

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

根据变压器顶层油温、绕组温度和负荷电流控制冷却器启停和冷却器全停跳闸，并对冷却器两路进线动力电源、风机、水冷却器、潜油泵进行保护和故障切换的微机装置。变压器冷却控制保护装置用来实现变压器冷却控制保护系统中的二次保护控制功能。

#### 3.4

##### 均衡工作 balanced work

变压器配有多组冷却器，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。

#### 3.5

##### 冷却器状态 state of cooler

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

#### 3.6

##### 冷却器全停跳闸 trip out by full stop of cooler

变压器运行状态下，所有冷却器停止运行，变压器冷却控制保护装置经过延时发出跳闸指令。

[来源：GB/T 37761—2019，3.7，有修改]

### 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℃~+60℃；
- 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 kPa~110 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) 工作温度：20℃±5℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa。

#### 4.1.3 运输中的极限环境

装置在运输中允许的环境温度为-40℃~+70℃，相对湿度不大于85%。

#### 4.1.4 贮存中的极限环境

装置在贮存中允许的环境温度为-25℃~+55℃，相对湿度不大于85%。

#### 4.1.5 周围环境

装置使用地点周围环境符合下列要求：

- a) 不允许有超过4.13规定的电磁干扰；
- b) 场地应符合GB/T 9361—2011中4.1的B级安全要求；
- c) 使用地点不出现超过GB/T 11287—2000规定的严酷等级为1级的振动，运输贮存过程不出现超过GB/T 14537—1993规定的严酷等级为1级的冲击和碰撞；
- d) 使用地点应无爆炸危险的介质，周围介质中不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面敷层的介质及导电介质，不应有严重的霉菌存在；
- e) 应有防御雨、雪、风、沙、尘埃的措施；
- f) 接地应符合GB/T 2887—2011中5.8的要求。

#### 4.1.6 特殊环境条件

当超出4.1.1~4.1.5规定的环境条件时，由用户与制造商商定。

### 4.2 额定电气参数

#### 4.2.1 交流电源

交流电源应符合如下要求：

- a) 额定电压：220 V、110 V；
- b) 允许偏差：-15%~+10%；
- c) 频率：50 Hz，允许偏差±1 Hz；
- d) 波形：正弦，畸变因数不大于5%。

#### 4.2.2 直流电源

直流电源应符合如下要求：

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

### 4.2.3 交流回路

交流回路应符合如下要求：

- 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：5 A、1 A；
  - 3) 外置式电流互感器：由企业产品标准规定，外置式电流互感器的典型规格参见附录 B；
- b) 交流电压：380 V、100 V、 $100/\sqrt{3}$  V；
- c) 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) 当额定电流为 5 A 时，每相不大于 1 VA；当额定电流为 1 A 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：当额定电压时，每相不大于 1 VA。
- c) 电源回路：
  - 1) 当正常工作时，不大于 50 W；
  - 2) 当装置动作时，不大于 80 W。

### 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 10 s；
  - 3) 40 倍额定电流，允许 1 s；
- 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 10 s。

### 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/T 478—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、保护和控制多组冷却器的能力。
- 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/T 572—2010 中 6.3.2 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的方式记录正常运行的操作信息，如开入量状态变位、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 PT、CT 断线告警的功能，并闭锁可能误动作的保护。
- 4.6.1.12 装置应具有故障记录功能，记录保护的信息采集和动作过程。
- 4.6.1.13 装置宜具备信号指示灯，包括装置运行、告警、冷却器故障、冷却器动力电源故障等。
- 4.6.1.14 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。
- 4.6.1.15 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。
- 4.6.1.16 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。
- 4.6.1.17 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。
- 4.6.1.18 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 冷却器一次供电主回路模拟量信息采集：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参见附录 C。
- 4.6.2.2 变压器本体模拟量信息采集：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 开入量信息采集：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

装置应具备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

装置应具备判断任一组冷却器分别处于运行、停止、故障、检修四种状态的功能：

- 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：该组冷却器任一风机（水冷却器）或潜油泵发生保护跳闸；
- 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，应能通过装置面板或远程命令手动操作控制每一组冷却器的启停。

#### 4.6.6 冷却器自动启停

- 4.6.6.1 装置应具备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 装置应具备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油温低温度值和油温高温度值两路变压器油温开关量输入；当变压器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，当变压器顶层油温采集使用模拟量方式时，支持设置多个顶层油温启停冷却器定值。

4.6.6.3 装置应具备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 装置应具备根据变压器负荷变化启动冷却器的功能：

- a) 当采用变压器过负荷开关量来启动冷却器时，变压器负荷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启动冷却器定值。

4.6.6.5 装置应具备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，并启动累计运行时间最短的冷却器。

4.6.6.6 装置根据变压器顶层油温、绕组温度、负荷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所需要投入的最大冷却器组数来投入，按照4.6.6.1~4.6.6.4所需要停止的最小冷却器组数来停止。

4.6.6.7 装置应具备对顶层油温、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 装置应具备对冷却器逐组延时启动的功能，延时间隔设为30秒或以上。

4.6.7 电动机保护

4.6.7.1 装置应具备对所有冷却器电动机保护的功能，具备启动过长、速断、堵转、过流、负序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/T 14598.303—2011中4.6.17和4.6.18的规定。

4.6.7.3 装置应有故障记录的功能，记录保护的動作过程，装置故障记录的要求包括：

- a) 应记录故障过程中的输入模拟量和开关量、输出开关量、动作元件、故障相别及动作时间；
- b) 在被保护电动机发生故障时，应可靠记录故障信息；
- c) 故障记录应能按照GB/T 14598.24—2017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压、欠压和相序检测功能。

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，需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、故障切换过程记录的功能，故障记录格式应满足 GB/T 14598.24—2017 要求。
- 4.6.8.6 当冷却器供电母线失压时，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 冷却器全停延时定值可在装置上设置，时间范围 0 min~60 min。

#### 4.6.11 远程通信

- 4.6.11.1 装置应具备与监控系统通信功能，通信协议应符合 DL/T 667 或 DL/T 860 标准的相关规定，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 装置与变电站（电厂）监控系统通信不应出现数据丢失情况。
- 4.6.11.4 装置应支持远程定值修改、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/T 478—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 产品应具有 GB 4943.1—2011 规定的 V2 及以上阻燃等级。
- 4.7.4 装置宜采用插件结构，插件故障应能够报警并易于更换。

### 4.8 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。

### 4.9 绝缘性能

#### 4.9.1 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 500 V 直流兆欧表测量其绝缘电阻值，不应小于 100 MΩ。

#### 4.9.2 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 1 min 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 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 <sup>a</sup> mA
1	整机引出端子和背板线——地（外壳）	63~250	2 000	5
2	直流输入电路 <sup>b</sup> ——地（外壳）	63~250	2 000	10
3	交流输入电路 <sup>b</sup> ——地（外壳）	63~250	2 000	5
4	信号输出触点 <sup>b</sup> ——地（外壳）	63~250	2 000	5
5	无电气联系的各回路 <sup>b</sup> 之间	63~250	2 000	5~10
6	整机外引带电部分 <sup>b</sup> ——地（外壳）	≤63	2 000	5
7	通信接口电路 <sup>b</sup> ——地（外壳）	≤63	500	5

<sup>a</sup> 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。

<sup>b</sup> 引至装置端子的回路和接线。

### 4.9.3 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 63 V 时，开路试验电压为 5 kV；当额定绝缘电压不大于 63 V 时，开路试验电压为 1 kV。试验后，装置应无绝缘损坏，性能应符合 4.6 的规定。

### 4.10 耐湿热性能

#### 4.10.1 恒定湿热试验

装置应能承受 GB/T 14598.2—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 1 h~2 h 后，用 500V 直流兆欧表，测量部位同 4.9.1，其绝缘电阻值不应小于 10 MΩ，介质强度应不低于 4.9.2 规定的介质强度试验电压值的 75%。

#### 4.10.2 交变湿热试验

装置应能承受 GB/T 14598.2—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 1 h~2 h 后，用 500 V 直流兆欧表，测量部位同 4.9.1，其绝缘电阻值应不小于 10 MΩ，介质强度不应低于 4.9.2 规定的介质强度试验电压值的 75%。

### 4.11 连续通电

装置完成调试后，出厂前应进行连续通电试验。试验期间，装置工作应稳定可靠，动作行为、信号指示应正确，无元器件损坏、软件运行异常或其他异常情况出现。

## 4.12 机械性能要求

装置的机械性能要求应符合表 2 的规定。

表 2 机械性能要求

序号	项目		要求
1	振动	振动响应	装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的严酷等级为 1 级的振动响应试验，试验期间及试验后，装置性能应符合 GB/T 11287—2000 中 5.1 的规定
		振动耐久	装置应能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.2 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验，试验期间及试验后，装置性能应符合 GB/T 11287—2000 中 5.2 的规定
2	冲击	冲击响应	装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击响应试验，试验期间及试验后，装置性能应符合 GB/T 14537—1993 中 5.1 的规定
		冲击耐久	装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 1 级的冲击耐久试验，试验期间及试验后，装置性能应符合 GB/T 14537—1993 中 5.2 的规定
3	碰撞		装置应能承受 GB/T 14537—1993 中 4.3 规定的严酷等级为 1 级的碰撞试验，试验期间及试验后，装置性能应符合 GB/T 14537—1993 中 5.2 的规定

## 4.13 电磁兼容性能

### 4.13.1 辐射发射限值

装置辐射发射限值测试结果应符合 GB/T 14598.26—2015 中 5.1 规定的限值。

### 4.13.2 传导发射限值

装置传导发射限值测试结果应符合 GB/T 14598.26—2015 中 5.2 规定的限值。

### 4.13.3 射频电磁场辐射抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.1 规定的严酷等级的射频电磁场辐射抗扰度试验，调制前试验场强为 10 V/m。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 A。

### 4.13.4 静电放电抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.1 规定的严酷等级的静电放电抗扰度试验，接触放电电压为 2 kV、4 kV、6 kV（逐级施加），空气放电电压为 2 kV、4 kV、8 kV（逐级施加）。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

### 4.13.5 工频磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.1 规定的严酷等级的工频磁场抗扰度试验，连续磁场强度为 30 A/m，短时磁场强度为 300 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能连续磁场时应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 A、短时磁场时应满足验收准则 B。

### 4.13.6 射频电磁场感应的传导骚扰抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2、6.3、6.4 和 6.5 规定的严酷等级的射频电磁场感应的传导骚扰抗扰度试验，调制前试验电平为 10 V。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足

GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 A。

#### 4.13.7 电快速瞬变脉冲群抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2、6.3、6.4 和 6.5 中规定的 A 类严酷等级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，脉冲电压为 4 kV（通信端口脉冲电压为 2 kV）。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

#### 4.13.8 慢速阻尼振荡波抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2、6.3 和 6.4 中规定的严酷等级的阻尼振荡波抗扰度试验，共模试验电压为 2.5 kV，差模试验电压为 1 kV（通信端口屏蔽线屏蔽层对地试验电压为 1 kV）。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

#### 4.13.9 浪涌抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2、6.3 和 6.4 中规定的 A 类严酷等级的浪涌抗扰度试验，线对线试验电压为 0.5 kV、1 kV、2 kV（逐级施加）、线对地试验电压为 0.5 kV、1 kV、2 kV、4 kV（逐级施加）[通信端口屏蔽线屏蔽层对地试验电压为 0.5 kV、1 kV、2 kV、4 kV（逐级施加）]。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

#### 4.13.10 工频抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.4 规定的严酷等级为 A 级的工频抗扰度试验，共模试验电压为 300 V、差模试验电压为 150 V。试验过程中及试验结束后，直流开关量输入状态不应出现误变位。

#### 4.13.11 脉冲磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 17626.9—2011 规定的严酷等级为 4 级的脉冲磁场抗扰度试验，试验场强为 300 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

#### 4.13.12 阻尼振荡磁场抗扰度

装置应能承受 GB/T 17626.10—2017 规定的严酷等级为 4 级的阻尼振荡磁场抗扰度试验，试验场强为 30 A/m。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 B。

#### 4.13.13 交流或直流电压暂降抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2 规定的严酷等级的电压暂降抗扰度试验，暂降至  $0\%U_t$  ( $U_t$  为标称值，下同) 持续 50 ms、暂降至  $40\%U_t$  持续 200 ms、暂降至  $70\%U_t$  持续 500 ms。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能暂降至  $0\%U_t$  应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 A、暂降至  $40\%U_t$  和  $70\%U_t$  应能满足验收准则 C。

#### 4.13.14 交流或直流电压中断抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2 规定的严酷等级的电压中断抗扰度试验，中断时间持续 5 s。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 C。

#### 4.13.15 直流电源缓降/缓升

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2 规定的严酷等级的直流电源缓降/缓升试验，缓降历时 60 s，电源关断 5 min，缓升历时 60 s。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 C。

#### 4.13.16 直流电源中的交流分量（纹波）试验

装置应能承受 GB/T 14598.26—2015 中 6.2 规定的严酷等级的直流电源中的交流分量（纹波）试验，幅值为 15%额定电源电压，频率为 100 Hz。试验过程中及试验结束后，4.6 规定的功能应能满足 GB/T 14598.26—2015 表 23 中验收准则 A。

#### 4.14 安全要求

装置安全要求应符合 GB/T 14598.27—2017 的规定。

装置，包括用于修理、重新使用、功能更新或容量提高的电缆和备件，不应含有汞。

### 5 试验方法

#### 5.1 试验条件

试验条件要求如下：

- a) 除另有规定外，各项试验均在 4.1.2 规定的正常试验大气条件下进行；
- b) 被试验装置和测试仪表应良好接地，并考虑周围环境电磁干扰对测试结果的影响；
- c) 测量仪表准确度等级要求：测量仪表的基本误差应不大于被测量准确等级的 1/4。条件允许时，测量仪表的基本误差应不大于被测量准确等级的 1/10。

#### 5.2 温度影响试验

根据 4.1.1a) 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 10 章规定进行低温试验和高温试验。在试验期间和试验后，装置应可靠工作，两路动力电源切换功能、冷却器启停功能、冷却器保护功能、冷却器全停跳闸功能应正常。

#### 5.3 温度贮存试验

根据 4.1.4 的要求，装置不包装，不施加激励量，按 GB/T 7261—2016 第 10 章规定分别进行低温贮存和高温贮存试验，在室温下恢复 2 h 后，施加激励量进行电气性能检测，装置性能应符合 4.6 的规定。

#### 5.4 功率消耗试验

根据 4.3 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 8 章的规定和方法，对装置进行功率消耗试验。

#### 5.5 过载能力试验

根据 4.4 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 15 章的规定和方法，对装置进行过载能力试验。

#### 5.6 出口继电器试验

根据 4.5 的要求，按 DL/T 478—2013 中 7.10 的规定进行试验。

#### 5.7 主要技术性能试验

## 5.7.1 基本性能试验

基本功能和性能试验项目按表 3 进行。

表 3 功能和性能试验项目

序号	试验项目	试验方法
1	冷却器进线动力电源手动切换试验	在装置上手动切换两路进线电源断路器，检查切换功能正常
2	冷却器进线动力电源故障自动切换试验	当前工作回路是冷却器动力电源 1，模拟冷却器动力电源 1 异常，工作回路自动切换到冷却器动力电源 2；模拟冷却器动力电源 1 恢复正常，工作回路仍保持在冷却器动力电源 2 当前工作回路是冷却器动力电源 2，模拟冷却器动力电源 2 异常，工作回路自动切换到冷却器动力电源 1；模拟冷却器动力电源 2 恢复正常，工作回路仍保持在冷却器动力电源 1
3	手动操作启停冷却器试验	设置冷却器运行方式为手动方式，检查冷却器启停功能正常
4	冷却器自动运行试验	模拟变压器投退、变压器顶层油温、绕组温度、负荷达到冷却器启停条件时，冷却器按一定的时间间隔顺序自动启停指定数量的冷却器
5	冷却器均衡工作试验	设置冷却器工作周期，检查冷却器自动均衡工作功能正常
6	冷却器进线动力电源周期自动切换试验	冷却器两路进线动力电源按照设置的工作周期自动交替运行
7	开出量告警触点输出试验	模拟装置故障、冷却器故障、冷却器动力电源异常、装置工作电源异常、油流指示异常，检查装置相应告警输出触点动作正确
8	电动机保护性能试验	模拟冷却器电动机各种故障，检测反应故障的启动时间过长、速断及过流、堵转、负序电流等保护的动作为、跳闸触点动作是否正确，事件记录，录波记录是否完整，性能指标是否满足 GB/T 14598.303—2011 中 4.6.18 规定的要求
9	母线失压试验	模拟冷却器供电母线失压，装置应保留一组冷却器，跳开其他组冷却器支路断路器
10	冷却器全停试验	模拟所有冷却器全停，装置及时发出冷却器全停告警信号，并经过延时输出冷却器全停跳闸指令
11	装置掉电试验	检查装置告警记录信息、动作信息、录波信息、定值信息及冷却器累计运行时间等，掉电后信息不丢失
12	远程通信试验	核对告警信息、事件信息、故障信息、测量值、定值信息、波形信息上送正常；远程修改定值、冷却器启停、电源投退功能正常

## 5.7.2 其他性能试验

其他性能试验项目如下：

- a) 装置对时、守时功能；
- b) 通信及信息显示、输出功能；
- c) 开关量输入输出回路；

d) 数据采集的精度。

## 5.8 电磁兼容性性能试验

按表 4 的规定和方法，进行电磁兼容性性能试验。

表 4 电磁兼容性性能试验方法

序号	项目	试验方法
1	电磁发射试验	根据 4.13.1 和 4.13.2 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.1.2、7.1.3 的规定和方法，对装置进行传导辐射发射限值和发射限值试验
2	辐射电磁场抗扰度试验	根据 4.13.3 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.4 的规定和方法，对装置进行辐射电磁场抗扰度试验
3	静电放电抗扰度试验	根据 4.13.4 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.3 的规定和方法，对装置进行静电放电抗扰度试验
4	工频磁场抗扰度试验	根据 4.13.5 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.10 的规定和方法，对装置进行工频磁场抗扰度试验
5	射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	根据 4.13.6 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.8 的规定和方法，对装置进行射频场感应的传导骚扰抗扰度试验
6	电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验	根据 4.13.7 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.5 的规定和方法，对装置进行电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验
7	慢速阻尼振荡波抗扰度试验	根据 4.13.8 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.6 的规定和方法，对装置进行慢速阻尼振荡波抗扰度试验
8	浪涌（冲击）抗扰度试验	根据 4.13.9 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.7 的规定和方法，对装置进行浪涌（冲击）抗扰度试验
9	工频抗扰度试验	根据 4.13.10 的要求，按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.9 的规定和方法，对装置进行工频抗扰度试验
10	脉冲磁场抗扰度试验	根据 4.13.11 的要求，按 GB/T 17626.9—2011 的规定和方法，对装置进行脉冲磁场抗扰度试验
11	阻尼振荡磁场抗扰度试验	根据 4.13.12 的要求，按 GB/T 17626.10—2017 的规定和方法，对装置进行阻尼振荡磁场抗扰度试验
12	交流或直流电压暂降抗扰度试验	根据 4.13.13 的要求，按按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.11 的规定和方法，对装置进行交流或直流电压暂降抗扰度试验
13	交流或直流电压中断抗扰度试验	根据 4.13.14 的要求，按按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.11 的规定和方法，对装置进行交流或直流电压中断抗扰度试验
14	直流电源缓降/缓升试验	根据 4.13.15 的要求，按按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.13 的规定和方法，对装置进行直流电源缓降/缓升试验
15	直流电源中的交流分量（纹波）试验	根据 4.13.16 的要求，按按 GB/T 14598.26—2015 中 7.2.12 的规定和方法，对装置进行直流电源中的交流分量（纹波）试验

## 5.9 电源影响试验

根据 4.8 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 11 章的规定和方法，对装置进行电源影响试验。

## 5.10 绝缘试验

根据 4.9 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 13 章的规定和方法，分别进行绝缘电阻测量、介质强度及冲击电压试验。

## 5.11 耐湿热试验

### 5.11.1 恒定湿热试验

根据 4.10.1 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 10 章的规定和方法，对装置进行恒定湿热试验。

### 5.11.2 交变湿热试验

根据 4.10.2 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 10 章的规定和方法，对装置进行交变湿热试验。

## 5.12 连续通电试验

连续通电试验要求如下：

- a) 根据 4.11 的要求，装置出厂前应进行连续通电试验；
- b) 被试装置只施加直流电源，必要时可施加其他激励量进行功能检测。

## 5.13 机械要求试验

### 5.13.1 机械性能试验

机械性能试验方法见表 5。

表 5 机械性能试验方法

序号	项目	要求
1	振动	按 GB/T 11287—2000 的规定和方法，对装置进行振动响应和振动耐久试验
2	冲击	按 GB/T 14537—1993 的规定和方法，对装置进行冲击响应和冲击耐久试验
3	碰撞	按 GB/T 14537—1993 的规定和方法，对装置进行碰撞试验

### 5.13.2 结构及外观检查

按 GB/T 7261—2016 第 5 章的要求逐项进行结构及外观检查。

### 5.13.3 外壳防护试验

按 DL/T 478—2013 中 7.15 的要求进行外壳防护试验检查并评定。

## 5.14 安全要求试验

根据 4.14 的要求，按 GB/T 7261—2016 第 17 章规定的方法进行检查和试验。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

装置的检验分出厂检验和型式试验两种。

## 6.2 出厂检验

每台装置出厂前应由制造商的检验部门进行出厂检验，检验项目见表6。出厂检验在4.1.2规定的正常试验大气条件下进行。

表6 检验项目

检验项目名称	出厂检验	型式试验	技术要求	试验方法
温度影响试验	—	√	4.1.1a)	5.2
温度贮存试验	—	√	4.1.4	5.3
功率消耗试验	—	√	4.3	5.4
过载能力试验	—	√	4.4	5.5
出口继电器试验	√ <sup>a</sup>	√	4.5	5.6
主要功能、技术性能	√	√	4.6	5.7
电磁兼容性能试验	—	√ <sup>d</sup>	4.13	5.8
电源影响试验	—	√	4.8	5.9
绝缘性能试验	√ <sup>b</sup>	√	4.9	5.10
耐湿热性能试验	—	√	4.10	5.11
连续通电试验	√	—	4.11	5.12
机械性能试验	—	√ <sup>c</sup>	4.12	5.13.1
结构与外观试验	√	√	4.7	5.13.2
外壳防护试验	—	√	4.7	5.13.3
安全要求试验	√ <sup>d</sup>	√	4.14	5.14
<p><sup>a</sup> 只做触点通断检查。</p> <p><sup>b</sup> 只进行绝缘电阻测量及介质强度试验，不进行冲击电压试验。</p> <p><sup>c</sup> 新产品定型前做。</p> <p><sup>d</sup> 只进行安全标志检查、介质强度、绝缘电阻、保护联结连续性检查。</p>				

## 6.3 型式试验

### 6.3.1 型式试验规定

6.3.1.1 凡遇下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品研发或定型前；
- b) 产品正式投产后如遇设计、工艺、材料、元器件有较大改变，经评估影响装置性能或安全性时；
- c) 当装置软件有较大改动时，应进行相关的功能试验或模拟试验。

6.3.1.2 对系列产品中一个产品进行型式试验时，检验项目宜充分考虑能够覆盖整个产品系列，必要时应进行风险评估，以确定对整个产品系列有效的型式试验项目，以及系列产品中其余产品还需进行的型式试验项目。

6.3.1.3 如果装置已通过型式试验且设计、元器件、工艺材料或软件无变更，不宜重复型式试验。一旦前述内容出现改变，应进行风险评估，以确定仍然有效的型式试验项目，以及需要重新进行的型式试验项目。

6.3.1.4 新产品研发和定型前，应进行规定的全部试验，其中是否符合安全要求，可通过适当的试验、测量、目测或评估。其余目的的型式试验，可视情况和目的，经评估或协商确定试验项目。

### 6.3.2 型式试验项目

型式试验项目见表6。型式试验在4.1.2规定的正常试验大气条件下进行。

### 6.3.3 合格判定

装置的合格评定原则如下：

- a) 试品应为出厂检验合格的产品；
- b) 试品未发现有主要缺陷的，则判定试品为合格；
- c) 对于安全型式试验，只要有一个缺陷即为不合格。

注1：装置的主要缺陷是指需经更换重要元器件或对软件进行重大修改后才能消除，或一般情况下不可能修复的缺陷（易损件除外），其余的缺陷作为一般缺陷。

注2：安全型式试验包括电气间隙和爬电距离、冲击电压、介质强度、绝缘电阻、IP等级、保护联结阻抗、材料和外壳的可燃性、单一故障试验。

### 6.3.4 检验报告

所出具的检验报告，应满足DL/T 478—2013中7.17要求。

## 7 标志、包装、运输、贮存

### 7.1 标志

#### 7.1.1 标志或铭牌规定

每台装置应在机箱的显著部位设置持久明晰的标志或铭牌，标志内容如下：

- a) 产品型号、名称；
- b) 制造商全称及商标；
- c) 额定值及主要参数；
- d) 对外端子及接口标识；
- e) 出厂日期及编号。

#### 7.1.2 包装箱标记规定

包装箱上应以不易洗刷或脱落的涂料作如下标记：

- a) 发货厂名、产品型号、名称；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 包装箱外形尺寸(长×宽×高)及毛重；

- d) 包装箱外面书写“防潮”、“向上”、“小心轻放”等字样；
- e) 包装箱外面应规定叠放层数。

### 7.1.3 包装箱标示规定

包装标志标识应符合 GB/T 191—2008 的规定。

### 7.1.4 产品执行标准规定

产品执行的标准应予以明示。

### 7.1.5 安全设计标志规定

安全设计标志应按 GB/T 14598.27—2017 的规定明示。

## 7.2 包装

### 7.2.1 产品包装前的检查

产品包装前应检查内容如下：

- a) 产品合格证书和装箱清单中各项内容应齐全；
- b) 产品外观无损伤；
- c) 产品表面无灰尘。

### 7.2.2 包装的一般要求

产品应有内包装和外包装，插件插箱的可动部分应锁紧扎牢，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。包装完好的装置应满足 4.1.3、4.1.4 规定的贮存运输要求。

## 7.3 运输

产品应适于陆运、空运、水运(海运)，运输装卸按包装箱的标志进行操作。

## 7.4 贮存

长期不用的装置应保留原包装，在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%的通风、干燥的室内贮存。贮存场所应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨、雪的侵害。

## 8 质量保证期限

除另有规定外，在用户完全遵守本文件、企业产品标准及设备说明书规定的运输、贮存、安装和使用要求的情况下，设备自出厂之日起两年内或安装运行之日起一年内（按先到期），如装置和配套件发生非人为损坏，制造厂负责免费修理或更换。

附录 A  
(资料性)  
变压器冷却控制保护系统

A.1 变压器冷却系统

变压器冷却系统是对变压器散热降温，确保变压器安全、经济、稳定运行的重要辅助设备，变压器冷却系统由多组冷却器组成，每组冷却器包含若干个风机（水冷却器）和潜油泵。变压器冷却系统按照冷却方式可分为自然油循环风冷、强迫油循环风冷、强迫油循环水冷等多种冷却方式：

- a) 自然油循环风冷：变压器油利用温度差自然循环，使油流经风冷冷却器进行散热的冷却方式。
- b) 强迫油循环风冷：变压器油经潜油泵强迫油循环，使油流经风冷冷却器进行散热的冷却方式。
- c) 强迫油循环水冷：变压器油经潜油泵强迫油循环，使油流经水冷冷却器进行散热的冷却方式。

A.2 变压器冷却控制保护系统

变压器冷却控制保护系统是保护和控制变压器冷却系统正常工作的设备，变压器冷却控制保护系统按照特定的控制逻辑给变压器冷却器可靠供电，通过控制冷却器的启停，达到自动控制变压器油温的目的。变压器冷却控制保护系统一般采用户外控制柜的形式就地安装在变压器本体附近，控制柜包含冷却器供电一次主回路部分及二次保护控制部分。

以强迫油循环风冷为例，冷却器供电一次主回路典型电路示意图 1 如图 A.1 所示：

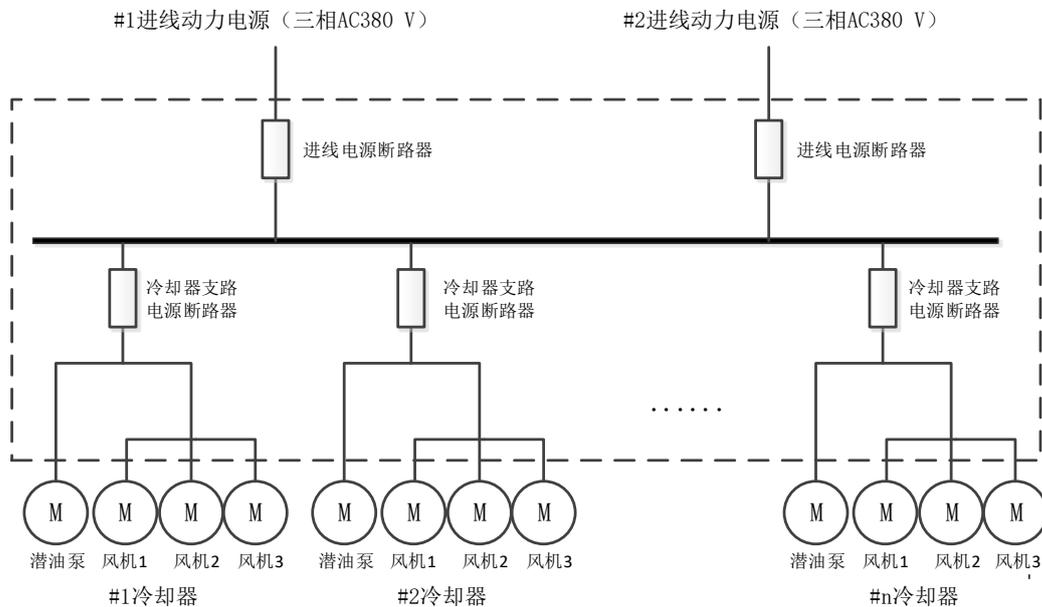


图 A.1 强迫油循环风冷变压器冷却器供电一次主回路典型电路示意图 1

图 A.1 中虚线框部分属于变压器冷却控制系统柜。冷却器供电一次主回路主要特点如下：

- a) 具有两路独立的 AC380 V 动力电源输入；
- b) 两路动力电源互为备用，通过单母线给多组冷却器同时供电。

控制柜二次保护控制部分按照功能可划分为三部分：

- 两路动力电源的监视和故障切换功能；
- 风机、潜油泵等电机的保护功能；
- 根据顶层油温、绕组温度、变压器负荷自动启停冷却器的控制功能。

冷却器供电一次主回路典型电路示意图 2 如图 A. 2 所示：

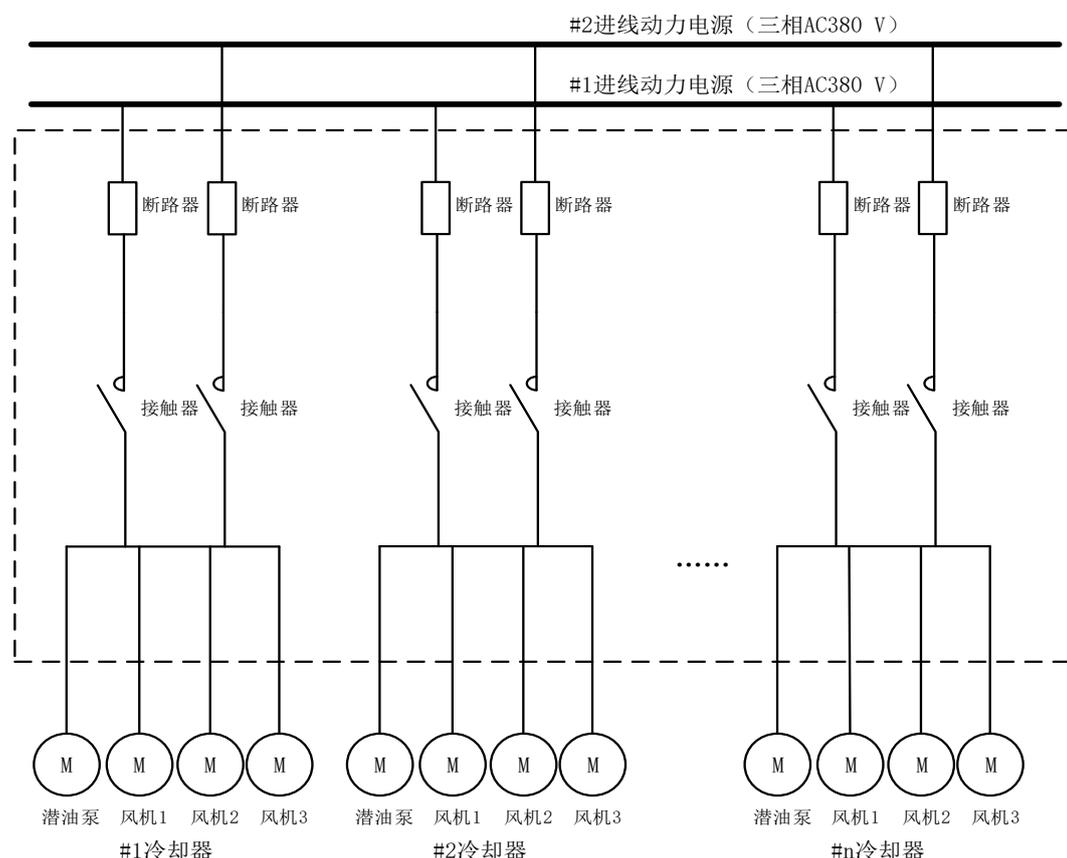


图 A. 2 强迫油循环风冷变压器冷却器供电一次主回路典型电路示意图 2

图 A. 2 中虚线框部分属于变压器冷却控制系统柜。冷却器供电一次主回路主要特点如下：

- 每个装置具有两路独立的 AC380 V 动力电源输入；
- 两路动力电源互为备用，为相应单组冷却器供电。

控制柜二次保护控制部分功能与典型电路 1 相同。

### A. 3 变压器冷却控制保护系统的分类

变压器冷却控制保护系统按照其保护控制实现的原理不同，可分为继电器搭接型控制柜、PLC 型控制柜、微机型控制柜，以强迫油循环风冷为例，继电器搭接型控制柜的主要特点如下：

- 采用 ATS 或接触器搭接的方式实现两路动力电源的监视和故障切换；
- 每一个风机和潜油泵配置一个热磁继电器，通过热磁继电器的电流热效应实现风机、潜油泵的过载保护；
- 采用继电器搭接的方式实现冷却器的自动启停控制。

PLC 型控制柜的主要特点如下：

- a) 采用 ATS 或接触器搭接的方式实现两路动力电源的监视和故障切换；
- b) 每一个风机和潜油泵配置一个热磁继电器，通过热磁继电器的电流热效应实现风机、潜油泵的过载保护；
- c) 采用 PLC 可编程逻辑控制器实现冷却器的自动启停控制。

微机型控制柜采用本文件定义的变压器冷却控制保护装置，基于微机保护原理，实现变压器冷却控制系统柜的保护控制功能，其主要特点如下：

- a) 采用电源备自投控制方式实现两路动力电源的监视和故障切换；
- b) 采用电动机微机保护原理实现风机、潜油泵的各种故障保护；
- c) 采用微机原理实现冷却器的自动启停控制。

**附录 B**  
(资料性)  
**外置式电流互感器**

变压器冷却控制保护装置需要采集的电流通道数量很大,为了使变压器冷却控制保护装置可以满足如此多的信号采集,同时又不增加装置的体积,可采用电流互感器外置的模式,即在冷却器一次主回路中增加穿心式互感器,将一次回路大电流变换为小电流信号后输入装置,穿心互感器外形图如图 B.1 所示:

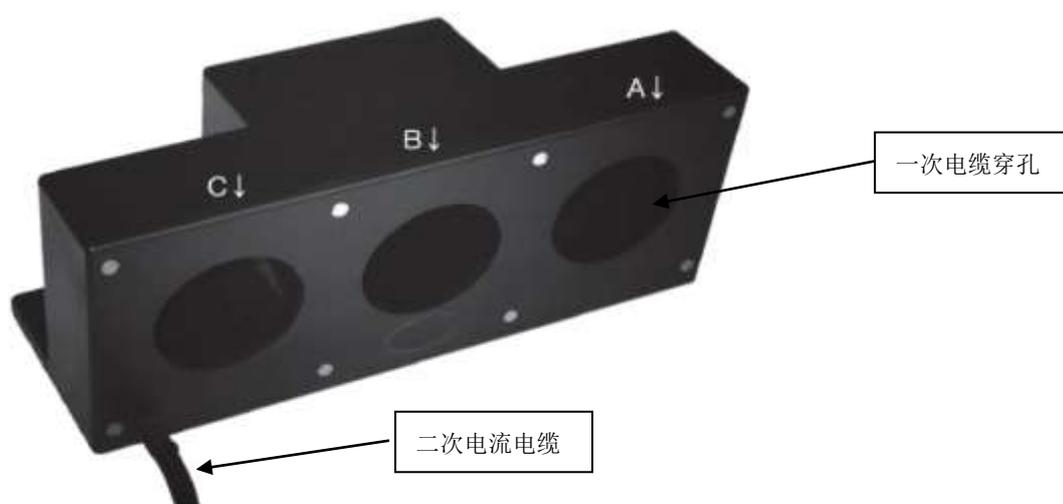


图 B.1 外置式穿心互感器

外置式电流互感器应具备以下性能:

- a) 满足 GB/T 20840.2—2014 电流互感器的补充技术要求;
- b) 保护用互感器应满足 10 倍测量范围,测量用互感器满足 1.2 倍测量范围;
- c) 保护用电流互感器准确级满足 5P 级标准,测量用电流互感器准确级满足 0.5 级标准。

外置式电流互感器选用规格如表 B.1 所示。

表 B.1 外置互感器典型规格

序号	互感器规格	互感器孔径	最大测量范围	用途	准确级
1	10 A/10.6 mA	φ 10 mm	10 倍	风机(水冷却器)、油泵电流采集 变压器负荷电流采集	保护用电流互感器 5P 级
2	20 A/10.6 mA	φ 10 mm	10 倍	风机(水冷却器)、油泵电流采集	保护用电流互感器 5P 级
3	100 A/106 mA	φ 20 mm	1.2 倍	进线动力电源电流	测量用电流互感器 0.5 级标准
4	250 A/106 mA	φ 20 mm	1.2 倍	进线动力电源电流	测量用电流互感器 0.5 级标准

附录 C  
(资料性)  
应用案例

C.1 应用案例简介

针对强迫油循环风冷变压器冷却系统,本应用案例介绍了变压器冷却控制保护装置的信息采集方式及采集内容。

在本应用案例中,设定该强迫油循环风冷变压器是单相变压器,其冷却系统共有四组冷却器,每组冷却器有3个风机和一个潜油泵,其中单个风机的额定电流是3 A,潜油泵的额定电流是10 A。

C.2 典型电路 1 的冷却器一次供电主回路信息采集

本文件定义的变压器冷却控制保护装置位于变压器冷却控制系统柜内,通过采集冷却器一次供电主回路中各种电气量信息,实现两路动力电源、风机、潜油泵的状态监视和保护,其采集回路如图 C.1 所示。

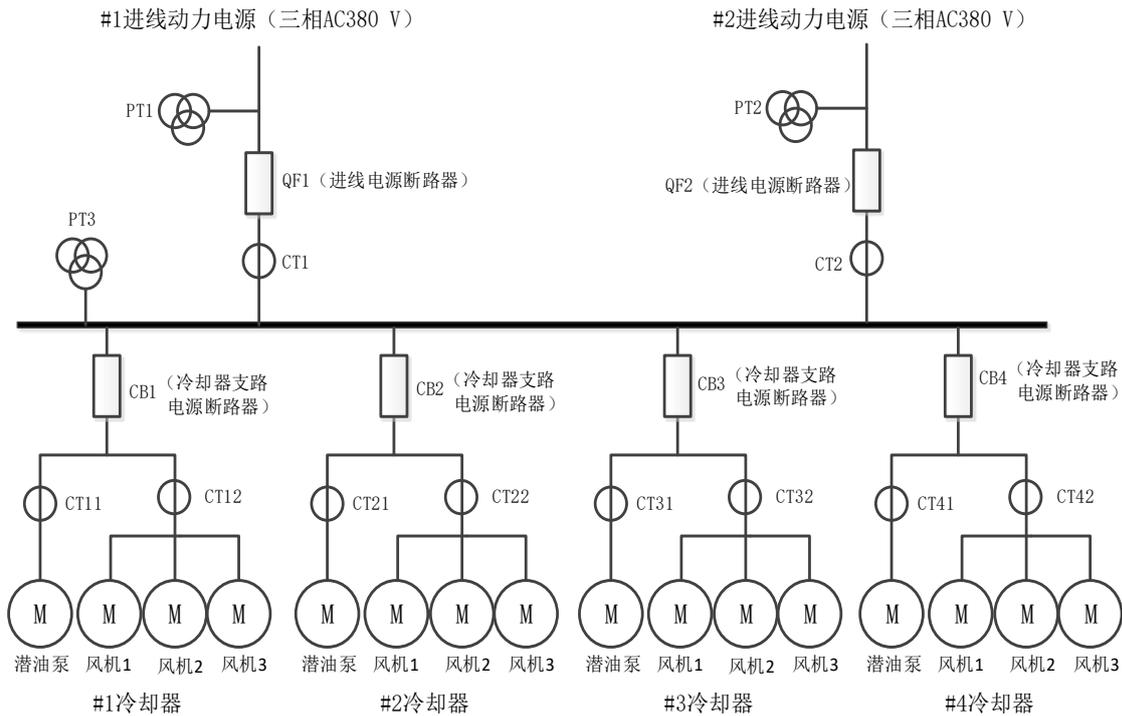


图 C.1 典型电路 1 的冷却器供电一次主回路信息采集

变压器冷却控制保护装置需采集冷却器一次供电主回路的信息采集如表 C.1 所示。

表 C.1 冷却器一次主回路需采集的信息

序号	采集量	额定值	备注
1	#1 进线动力电源三相电压	AC380 V	通过装置内置的 PT1 直接采集
2	#2 进线动力电源三相电压	AC380 V	通过装置内置的 PT2 直接采集
3	母线三相电压	AC380 V	通过装置内置的 PT3 直接采集
4	#1 进线动力电源三相电流	AC76 A (4 组冷却器全部启动)	通过外置电流互感器 CT1 变换后采集, CT1 变比为 100 A/106 mA, 测量范围为 1.2 倍额定电流
5	#2 进线动力电源三相电流	AC76 A (4 组冷却器全部启动)	通过外置电流互感器 CT2 变换后采集, CT2 变比为 100 A/106 mA, 测量范围为 1.2 倍额定电流
6	#1 冷却器潜油泵三相电流	AC10 A	通过外置电流互感器 CT11 变换后采集, CT11 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
7	#1 冷却器风机三相电流	AC9 A	通过外置电流互感器 CT12 变换后采集, CT12 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
8	#2 冷却器潜油泵三相电流	AC10 A	通过外置电流互感器 CT21 变换后采集, CT21 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
9	#2 冷却器风机三相电流	AC9 A	通过外置电流互感器 CT22 变换后采集, CT22 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
10	#3 冷却器潜油泵三相电流	AC10 A	通过外置电流互感器 CT31 变换后采集, CT31 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
11	#3 冷却器风机三相电流	AC9 A	通过外置电流互感器 CT32 变换后采集, CT32 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
12	#4 冷却器潜油泵三相电流	AC10 A	通过外置电流互感器 CT41 变换后采集, CT41 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
13	#4 冷却器风机三相电流	AC9 A	通过外置电流互感器 CT42 变换后采集, CT42 变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
14	开关量信息采集	DC110 V/DC220 V	采集 QF1、QF2、CB1、CB2、CB3、CB4 开关位置

### C.3 典型电路 2 的冷却器一次供电主回路信息采集

装置通过采集冷却器一次供电主回路中各种电气量信息, 实现两路动力电源、风机、潜油泵的状态监视和保护, 其采集回路如图 C.2 所示。

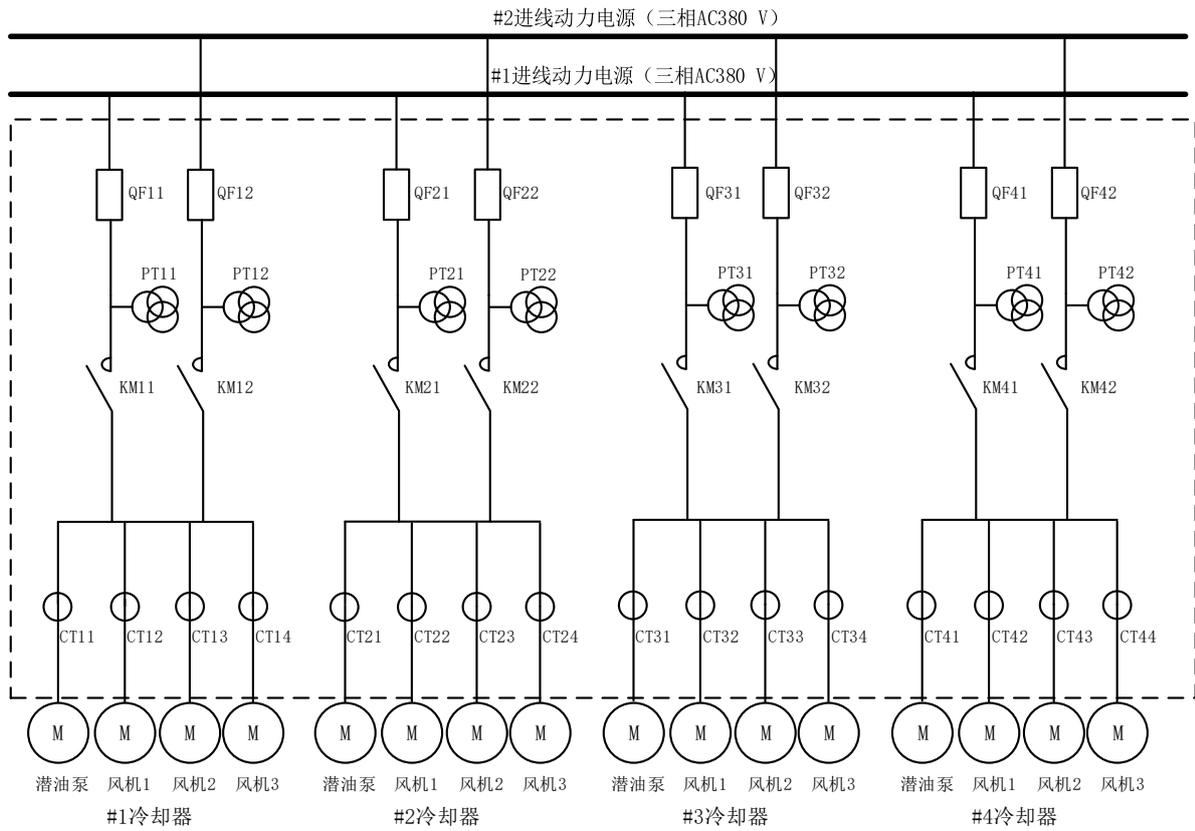


图 C.2 典型电路 2 的冷却器供电一次主回路信息采集

变压器冷却控制保护装置需采集冷却器一次供电主回路的信息采集如表 C.2 所示：

表 C.2 冷却器一次主回路需采集的信息

序号	采集量	额定值	备注
1	#1 进线动力电源三相电压	AC380 V	通过装置内置的 PT11~PT41 直接采集
2	#2 进线动力电源三相电压	AC380 V	通过装置内置的 PT12~PT42 直接采集
3	冷却器潜油泵三相电流	AC10 A	通过装置内置的 CT11~CT41 直接采集
4	冷却器潜风机 1 三相电流	AC3 A	通过装置内置的 CT12~CT42 直接采集
5	冷却器潜风机 2 三相电流	AC3 A	通过装置内置的 CT13~CT43 直接采集
6	冷却器潜风机 3 三相电流	AC3 A	通过装置内置的 CT14~CT44 直接采集
7	开关量信息	DC110 V/DC220 V	采集 QF11~QF41、QF12~QF42、KM11~KM41、KM12~KM42 位置

#### C.4 变压器本体及油流位置信息采集

变压器冷却控制保护装置通过采集变压器本体的顶层油温、绕组温度、负荷电流等信息实现冷却器的自动启停控制和状态监测功能，采集的变压器本体及油流位置信息如表C.3所示。

表 C.3 变压器本体及油流位置信息采集

序号	采集量	额定值/采集范围	备注
1	顶层油温 1	4 mA~20 mA	取自变压器本体顶部不同位置
2	顶层油温 2	4 mA~20 mA	
3	绕组温度 1	4 mA~20 mA	取自变压器不同绕组温度表
4	绕组温度 2	4 mA~20 mA	
5	变压器各侧断路器位置	DC110 V, DC220 V	变压器各侧断路器状态
6	油流继电器位置	DC110 V, DC220 V	4 个潜油泵油流信号开关量
7	变压器高压侧负荷电流	5 A, 1 A	通过外置电流互感器变换后采集, 电流互感器变比为 10 A/10.6 mA, 测量范围为 10 倍额定电流
8	变压器顶层油温开关量	DC110 V, DC220 V	变压器顶层油温变化开入量
9	变压器绕组温度开关量	DC110 V, DC220 V	变压器绕组温度变化开入量
10	变压器负荷启动冷却器开关量	DC110 V, DC220 V	变压器负荷变化启动冷却器开入量