

ICS 29.180
CCS K41

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2552—2022

油浸式电力变压器用光纤测温装置 技术规范

Technical specification for optical fiber temperature measuring
device used in oil-immersed transformer

2022-11-04发布

2023-05-04实施

国家能源局 发布

目 次

前言.....	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用条件	2
5 技术要求	3
6 接入安全性	4
7 试验项目	4
8 标志、标签和随行文件	5
9 包装、运输和贮存	6
附录A（资料性）光纤测温基本原理	7
附录B（资料性） 光纤测温装置测温点安装位置和数量	9
附录C（资料性） 光纤测温装置安装示例	13
参考文献	17

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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业电力变压器标准化技术委员会 (DL/TC 02) 归口。

本文件起草单位：国网辽宁省电力有限公司电力科学研究院、国网辽宁省电力有限公司、中国电力科学研究院有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、国网内蒙古东部电力有限公司、国网山东省电力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、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网宁夏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、云南电网有限责任公司电力科学研究院、广州供电局有限公司电力试验研究院、深圳供电局有限公司、深圳太辰光通信股份有限公司、济南西门子变压器有限公司、特变电工股份有限公司、特变电工股份有限公司新疆变压器厂、无锡统力电工股份有限公司、重庆ABB 变压器有限公司。

本文件主要起草人：李学斌、张彬、史可鉴、于在明、侯丹、韩洪刚、李辉、王伟、林楠、邵菴峰、朱庆东、徐征宇、王伟、孙翔、周剑、崔厚洋、杨家辉、马波、蒋全清、陈潇、陈浩菊、钱国超、刘宇、刘龙明。

本文件为首次发布。

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)。

油浸式电力变压器用光纤测温装置技术规范

1 范围

本文件规定了油浸式电力变压器(电抗器)用光纤测温装置(以下简称“光纤测温装置”)的使用条件、技术要求、接入安全性、试验项目等要求。

本文件适用于油浸式电力变压器、电抗器的光纤测温装置。

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/T2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温
- GB/T2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温
- GB/T2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验
- GB/T2423.22 环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化
- GB 4943.1 信息技术设备 安全第1部分:通用要求
- GB/T9361 计算机场地安全要求
- GB/T11287 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/T14537 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- 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 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T17626.11 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/T18901.1 光纤传感器 第1部分:总规范
- DL/T 264 油浸式电力变压器(电抗器)现场密封性试验导则
- DL/T 860(所有部分) 电力自动化通信网络和系统
- DL/T2551 油浸式电力变压器用光纤测温装置试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光纤测温 **optical fiber temperature measure**

利用光纤传感技术进行变压器温度测量,可分为光栅测温(3.2)、荧光测温(3.3)和半导体测温(3.4)。

3.2

光栅测温 **grating temperature measure**

利用光纤光栅反射波长特性对温度进行测量。

3.3

荧光测温 fiber florescence temperature measure

利用光纤末端荧光物质的衰减特性对温度进行测量。

3.4

半导体测温 semiconductor temperature measure

利用半导体晶体材料(砷化镓)能量带隙反射光频谱的跃变特性对温度进行测量。

3.5

光纤测温装置 optical fiber temperature measuring device

利用光纤传感技术对油浸式变压器、电抗器温度进行在线监测的装置。

3.6

单点光纤温度传感器 single-point optical fiber temperature sensor

用于单点温度测量的光纤温度传感器。

3.7

串式光纤温度传感器 series optical fiber temperature sensor

在单根光纤上沿光纤长度方向,按一定间隔布置多个测温点的光纤温度传感器。

3.8

监测主机 monitoring host

由光电信号处理单元和控制单元组成的处理光纤传感信号的装置。

[来源: DL/T 1573—2016, 3.3, 有修改]

3.9

光纤接口装置 optical fiber interface device

将光纤从油浸式电力变压器内部引出到外部的接口装置。

3.10

传输光缆 transmission optical cable

用于连接光纤温度传感器和监测主机(3.8)的传输介质。

3.11

无源光器件 passive optical devices

在光纤通信中内部不发生光电能量转换的器件。

4 使用条件

光纤测温装置应能在下列条件下正常使用:

___环境温度: - 25℃~+45℃(户内); - 40℃~+45℃ (户外)

___环境相对湿度: 5%~95%。

___大气压力: 80 kPa~110 kPa。

___最大风速: 35m/s (离地面10m 高, 10min 平均风速)(户外)。

___最大日温差: 25℃(户外)。

___日照强度: 0.1W/cm² (风速0.5m/s) (户外)。

___覆冰厚度: 10 mm (户外)。

___场地安全要求: 符合 GB/T9361 中B 类安全规定。

___测温装置安全要求: 符合 GB4943.1 中安全规定。

___长纤温度传感器工作温度范围: -40℃~+250℃。

___工作电源: 额定电压为AC220V±22V; 频率为50Hz±0.5Hz; 谐波含量小于5%

当超出规定的工作条件时,由用户与供应商协商确定。

5 技术要求

5.1 系统组成

测温系统的基本原理和安装方式如下：

- a) 光纤测温技术主要包括光纤光栅、光纤荧光和光纤半导体，基本原理见附录A；
- b) 光纤测温装置主要由监测主机、光纤温度传感器(分为单点式光纤温度传感器和串式光纤温度传感器)、光纤接口装置、传输光缆构成；
- c) 安装方式见附录B；
- d) 安装示例见附录C。

5.2 光纤测温装置

光纤测温装置应满足以下要求：

- a) 测量温度范围： $0^{\circ}\text{C}\sim+250^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 温度测量精度：
 - 1) 在 $20^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ 测温区间内，最大测量误差不大于 1°C ；
 - 2) 在其他测温区间内，最大测量误差不大于 2°C 。
- c) 内置传感器应具备免标定能力，即出厂后不需再次标定即可满足现场使用要求。
- d) 具有实时、连续监测变压器、电抗器温度功能。
- e) 具有温度在线显示、数据存储和数据查询功能。
- f) 具有不同测点温度对比。
- g) 通信规约符合DL/T860（所有部分）或Modbus协议的要求。
- h) 具有长期稳定工作，断电不丢失数据、自诊断、自复位功能。
- i) 具有超温、故障报警功能。

5.3 监测主机

监测主机应满足以下要求：

- a) 数据采样时间不大于10s；
- b) 数据存储数量不小于100000组数据；
- c) 外壳防护等级：符合外壳防护等级IP65的要求；
- d) 满足GB/T17626.3中电磁兼容特性的要求；
- e) 根据实际需求，宜具备高温报警功能。

5.4 光纤温度传感器

光纤温度传感器应满足以下要求：

- a) 采用非金属材料对光纤温度传感器进行封装，且为无源光器件，符合GB/T18901.1的要求；
- b) 光纤弯曲最小曲率半径不大于50mm；
- c) 抗拉强度不小于10N；
- d) 耐油压能力不小于150kPa；
- e) 光纤护套具备长期耐热性能，其相对介电常数与变压器(电抗器)油相对介电常数相近，偏差不大于 $\pm 20\%$ ，且不能降低变压器(电抗器)绝缘性能；
- f) 传感探头封装材料的相对介电常数与变压器(电抗器)线饼间绝缘纸板的相对介电常数相近，偏差不大于 $\pm 20\%$ ；

- g) 安装时应做到止动和防脱落；
- h) 颜色易识别，不易脱色。

5.5 光纤接口装置

光纤接口装置应满足以下要求：

- a) 长期允许工作温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim+200^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 光纤接头信号插入损耗： $\leq 0.5\text{ dB}$ 。
- c) 耐受压能力：正压不小于 150kPa ，真空负压不大于 15Pa 。

5.6 传输光缆

传输光缆应满足以下要求：

- a) 外部传输光缆应铠装，防鼠咬；
- b) 光纤测温装置在安装、调试和使用过程中，不允许熔接操作。

6 接入安全性

6.1 对于在高场强区测温的光纤温度传感器，在电力变压器(电抗器)设计时应充分考虑光纤温度传感器安装对电场、散热油道及绝缘强度的影响，不应降低变压器(电抗器)绝缘性能。

6.2 应采用光纤接口装置引出光纤，光纤接口装置的密封性能应满足 DL/T 264 的要求，确保在变压器(电抗器)相关操作及运行时不发生渗漏和损伤。

6.3 光纤温度传感器的引出部分应沿低电位、低电压和低场强路径进行绑扎，不应影响温度测量，防止光纤发生位移造成沿光纤爬电或损坏。

6.4 监测主机机箱的外露导电部分应保持电气连接，可靠接地，且机箱模件应插拔灵活、接触可靠，具备互换性。

7 试验项目

光纤测温装置试验包括型式试验和例行试验，新产品应进行型式试验，出厂检测应进行例行试验，具体试验项目见表1。

表 1 油浸式电力变压器(电抗器)用光纤测温装置试验项目

序号	检验项目	型式试验	例行试验	执行标准
1	低温试验	•	0	GB/T 2423.1
2	高温试验	•	0	GB/T 2423.2
3	恒定湿热试验	•	0	GB/T 2423.3
4	温度变化试验	•	0	GB/T 2423.22
5	传感器高低温循环试验	•	0	
6	绝缘电阻试验	•	0	GB 4943.1
7	介质强度试验	•	0	
8	冲击电压试验	•	0	
9	静电放电抗扰度试验	•	0	GB/T 17626.2
10	浪涌(冲击)抗扰度试验	•	0	GB/T 17626.5
11	工频磁场抗扰度试验	•	0	GB/T 17626.8

表1(续)

序号	检验项目	型式试验	例行试验	执行标准
12	脉冲磁场抗扰度试验	●	0	GB/T 17626.9
13	电压暂降和短时中断抗扰度试验	●	○	GB/T 17626.11
14	振动试验	●	0	GB/T 11287
15	冲击试验	●	0	GB/T 14537
16	碰撞试验	●	○	
17	外观检查	●	●	DL/T 2551
18	测量准确度试验	●	●	
19	测量重复性试验	●	●	
20	内部传输光缆的机械强度试验	●	○	
21	光纤接口装置密封性试验	●	●	
22	内部传输光缆冲击耐压试验	●	○	
23	光纤油中局部放电试验	●	●	
24	光纤温度传感器与变压器(电抗器)油的相容性试验		○	
注：●表示规定应做的项目；0表示可不做的项目。				

8 标志、标签和随行文件

8.1 标志

每台装置应有明晰的铭牌，铭牌内容如下：

- 装置型号；
- 产品名称；
- 制造厂全称及商标；
- 额定参数；
- 出厂年月；
- 出厂编号；
- 执行标准。

8.2 标签

每台装置的标签包括：

- 合格证；
- 警示标识。

8.3 随行文件

每台装置的随行文件主要如下：

- 安装使用说明书；
- 装箱单；
- 随机附件清单；
- 搬运说明；

DL/T 2552—2022

——其他有关资料

——试验报告。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

产品应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防潮、防震等措施，且包装箱上应有制造厂名、产品名称、型号、包装箱外形、毛重等信息。

9.2 运输

包装成箱适用于陆运、空运、水(海)运，并按照运输装卸包装箱上的要求进行操作。

9.3 贮存

包装好的产品应贮存在温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%的环境中。长期贮存时，应选择通风良好的库房，室内应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘雨雪的侵蚀。

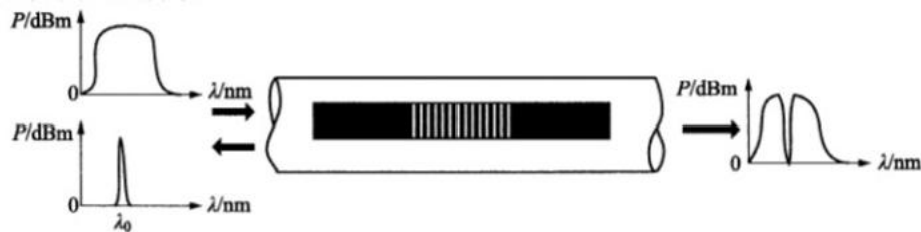
附录 A
(资料性)
光纤测温基本原理

A.1 概述

根据测量原理分为光栅测温、荧光测温和半导体测温。

A.2 光栅测温原理

光栅测温是通过相位掩模板制造技术，由光纤经过激光照射形成光波长反射器件。一定带宽的光通过光纤光栅时，会反射回特定中心波长 λ_0 的窄带光，沿原光纤返回；其余宽带光沿光纤继续传输。反射的中心波长 λ 随作用于光纤光栅的温度变化而变化，通过测量 λ ，即可得到光纤光栅测点的温度值，光纤光栅测温原理如图A.1所示。



说明:

λ ——光波长;

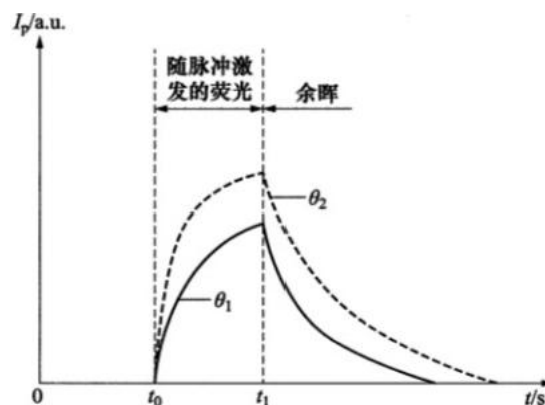
P ——光谱功率;

λ_0 ——光纤光栅反射谱中心波长。

图A.1 光纤光栅测温原理图

A.3 荧光测温原理

荧光测温是在光纤末端镀上荧光物质，经过一定波长的光激励后，荧光物质受激发辐射出荧光能量。由于受激发辐射能量按指数方式衰减，衰减时间常数根据温度不同而发生变化。荧光从峰值衰减至0时的时间为荧光寿命，通过对荧光寿命的监测得到测量点温度值，光纤荧光测温原理如图A.2所示。



说明:

t ——荧光衰减时间;

t_0 ——荧光激发开始时刻;

t_1 ——荧光激发结束时刻;

I_0 ——荧光强度, (I_0 为温度 θ 的函数);

θ_1 、 θ_2 ——不同环境温度, 且 $\theta_2 > \theta_1$ 。

图A.2 光纤荧光测温原理图

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/056230125101010121>