

团 体 标 准
光纤复合低压电缆的光电一体化
检测装置技术规范

T / CSEE 0166 — 2020

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2020年1月第一版 2020年1月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 27千字

*

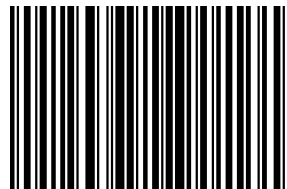
统一书号 155198·1912 定价 19.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.1912

团 体 标 准

T / CSEE 0166 — 2020

光纤复合低压电缆的光电一体化 检测装置技术规范

Technical specification of photoelectric integrated detection device for
optical fiber composite low voltage cable



2020-01-15 发布

2020-03-15 实施

中国电机工程学会 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 缩略语	2
5 规格与型号	2
6 装置构成和工作条件	2
7 功能技术要求	3
8 试验	7
9 检验规则	8
10 标志、包装、运输及贮存	9

前 言

本标准按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》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这些专利的责任。

本标准由中国电机工程学会提出。

本标准由中国电机工程学会电力信息化标准专业委员会技术归口并解释。

本标准起草单位：北京国电通网络技术有限公司、国网辽宁省电力有限公司、东北电力大学、北京中电飞华通信股份有限公司、上海电缆研究所有限公司、江苏亨通电力电缆有限公司、南瑞集团有限公司。

本标准主要起草人：邓伟、郭昆亚、李国庆、范军丽、王鹤、李斌、韩月、边竞、郭毅、于晶、范维、杨滢漩、宋继高、孔祥余、廉果。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

光纤复合低压电缆的光电一体化检测装置技术规范

1 范围

本标准规定了光纤复合低压电缆的光电一体化检测装置的规格与型号、装置构成和工作条件、功能技术要求、试验、检验规则，以及标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于光纤复合低压电缆在出厂和工程敷设前，对光纤复合低压电缆的光功率、光纤插入损耗、光纤回波损耗、直流电阻以及耐压试验性能进行检测的光电一体化检测装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2423.1—2008 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—2008 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 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12 h+12 h 循环）
- GB 3100 国际单位制及其应用
- GB/T 3101 有关量、单位和符号的一般原则
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 4824—2013 工业、科学和医疗（ISM）射频设备 骚扰特性 限值和测量方法
- GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 9361 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/T 14537—1993 量度继电器和保护装置的冲击与碰撞试验
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2016 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—2018 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—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6—2017 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—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11—2008 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—2010 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
- DL/T 1146—2009 DL/T 860 实施技术规范

3 术语和定义

3.1 光电一体化检测装置 photoelectric integrated detection device; PIDD

一种对光纤复合低压电缆的光功率、光纤插入损耗、光纤回波损耗、直流电阻和耐压试验参数实

现检测的一体化装置。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

OPLC 光纤复合低压电缆 (optical low-voltage cable)

PIDD 光电一体化检测装置 (photoelectric integration detection device)

LCD 液晶显示屏 (liquid crystal display screen)

A/D 模拟/数字 (analog signal/digital signal)

SNR 信噪比 (single to noise ratio)

5 规格与型号

PIDD 的型式与规格由分类代号与出品代数两部分组成，各部分均用代号表示，如图 1 所示。

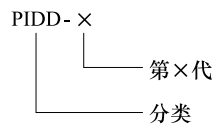


图 1 PIDD 的型式与规格

示例：PIDD-1 表示第 1 代光电一体化检测装置。

6 装置构成和工作条件

6.1 装置构成

PIDD 装置构成如图 2 所示，至少应包含电源模块、检测模块、测试软件和人机交互模块四部分。

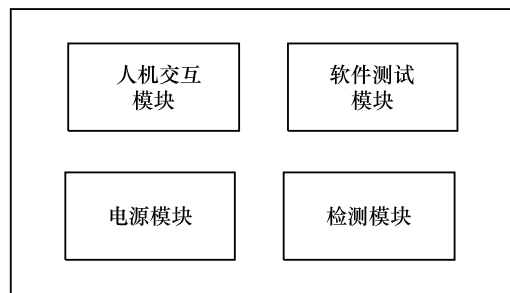


图 2 PIDD 装置构成

6.2 工作条件

检测装置的工作条件如下：

- a) 环境温度：0℃～60℃；
- b) 环境相对湿度：5%～85%（装置内部不应凝露、结冰）；
- c) 大气压力：70 kPa～120 kPa；
- d) 工作场地安全要求：应符合 GB/T 9361 的规定；
- e) 检测装置安全要求：应符合 GB 4943.1—2011 的规定。

7 功能技术要求

7.1 基本技术要求

7.1.1 数据记录与存储要求

检测装置应存储下列数据：

- a) 应至少保存最近 45 天内的直流电阻、耐压、光功率以及插损值的日统计数据；
- b) 至少应保存最近 45 天内的直流电阻数据、耐压数据、光功率数据以及插损值数据的异常记录；
- c) 检测装置数据存储量不小于 10 G。

7.1.2 人机交互界面要求

- a) 人机交互界面应包含所有检测模块的显示与操作，应能显示检测装置的运行时间和通信方式。
- b) 操作界面应具备输入部分、输出部分以及 LCD 液晶显示器。输入相关的测试参数，可通过测试流程完成数据处理，并且应当包含显示测试图形功能。
- c) 显示单元结构中应将处理后的结果以曲线或数据的形式表现出来。

7.1.3 通信要求

7.1.3.1 通用要求

检测装置通信单元应采用标准、可靠的现场工业控制总线、以太网总线或无线网络，装置宜采用符合 DL/T 1146 中关于 DL/T 860 的通信协议，便于系统的兼容。

7.1.3.2 以太网口通信

以太网口通信可提供以太网接口，支持跨网关的以太网通信，接口模块宜安装在表壳上或与表壳一体化设计，支持热插拔。

7.1.3.3 无线通信

- a) 检测装置的无线通信部分应采用运行稳定可靠的工业级无线通信芯片，模块化设计，具备独立 SIM 卡仓位。
- b) 无线通信模块宜安装在表壳内或与表壳一体化设计，支持热插拔，天线接口可根据现场需求配置不同类型天线。如果无线通信模块外置，应通过 RS-485 串口或以太网接口连接。
- c) 应具备自动附着网络功能，在通信链路出现异常时能自动重新连接网络，恢复链路，每次建立链接时间应不大于 60 s。在连续 3 次连接网络失败后，能够自动对无线通信模块单独断电复位。
- d) 应支持时刻在线，设备加电自动上线并保持。

7.1.4 安全防护要求

7.1.4.1 电磁兼容

装置应符合 GB/T 18268.1—2010 的规定。装置的抗扰度要求应符合 GB/T 17626.2—2018、GB/T 17626.3—2016、GB/T 17626.4—2018、GB/T 17626.5—2008、GB/T 17626.6—2017、GB/T 17626.8—2006、GB/T 17626.11—2008 的规定，发射要求应符合 GB 4824—2013 的规定。

7.1.4.2 电气安全

检测装置的接入不应改变和影响电力电缆线路的连接方式、绝缘性能、密封性能及接地性能，不应影响线路的安全运行。当被检测部位电流或电压异常时，检测装置应立即停止工作。当检测装置在检测过程中出现异常或损坏时，不对被检测部位及周围设备造成损坏。

7.1.5 环境适应性要求

7.1.5.1 环境适应性能试验环境温度、类别与严酷等级

环境适应性能试验环境温度、类别与严酷等级见表 1。

表 1 环境适应性能试验环境温度、类别与严酷等级

单位：℃

环境温度	严酷等级	
	低温温度	高温温度
-25~+60	-25	+70
-40~+60	-40	+70

7.1.5.2 低温

装置应能承受 GB/T 2423.1—2008 规定的低温试验，试验温度为表 1 规定的低温温度，试验时间为 16 h。

7.1.5.3 高温

装置应能承受 GB/T 2423.2—2008 规定的高温试验，试验温度为表 1 规定的高温温度，试验时间为 16 h。

7.1.5.4 恒定湿热

装置应能承受 GB/T 2423.3—2016 规定的恒定湿热试验，试验温度为 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(85 \pm 3)\%$ ，试验时间为 48 h。

7.1.5.5 交变湿热

装置应能承受 GB/T 2423.4—2008 规定的交变湿热试验，高温温度 55°C ，循环次数 2 次。

7.1.6 机械性能要求

7.1.6.1 振动

装置应能承受 GB/T 11287—2000 中规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验。

7.1.6.2 冲击

装置应能承受 GB/T 14537—1993 中规定的严酷等级为 1 级的冲击耐久试验。

7.1.6.3 碰撞

装置应能承受 GB/T 14537—1993 中规定的严酷等级为 1 级的碰撞试验。

7.1.7 外壳防护要求

7.1.7.1 防尘

应符合 GB/T 4208—2017 中规定的外壳防护等级 IP68 的要求。

7.1.7.2 防水

应符合 GB/T 4208—2017 中规定的外壳防护等级 IP68 的要求。

7.2 专用技术要求

7.2.1 基本要求

至少包含光功率、光插入损耗、光回波损耗、直流电阻、耐压测试检测的功能。

7.2.2 光功率检测功能及技术要求

7.2.2.1 功能要求

应具备干扰抑制功能，可抑制设备内部及外界的干扰信号，检测信噪比（SNR）应不小于 70 dB。

7.2.2.2 技术指标要求

- a) 工作波长为 1310 nm 和 1550 nm；
- b) 测试范围为 +3 dBm ~ -80 dBm；
- c) 光功率检测准确度应在 ± 0.02 dB 范围内；
- d) 显示分辨率：对数为 0.01 dB，线性为 0.001 mW/ μ W/nW。

7.2.3 光纤插入损耗、光纤回波损耗检测功能及技术要求

7.2.3.1 功能要求

- a) 应具备测量插入损耗、回波损耗的功能；
- b) 应具备光纤插入损耗、光纤回波损耗贮存能力，当检测到光纤插入损耗、光纤回波损耗异常时应具备自动停止功能。

7.2.3.2 技术指标要求

光纤插入损耗、光纤回波损耗检测功能技术指标要求见表 2。

表 2 光纤插入损耗、光纤回波损耗检测功能技术指标要求

输出光源波长	单模为 1310 nm/1550 nm
校准波长	1310 nm/1550 nm
测试范围	+3 dBm ~ -80 dBm
测试精度	± 0.03 dB
显示分辨率	对数为 0.01 dB，线性为 0.001 nW/ μ W/mW
测试模式	线性和非线性

表 2 (续)

接口类型	活动接口为 FC/SC/ST/通用 ϕ 2.5 mm/通用 ϕ 1.25 mm 等适配器
工作波长	1310 nm/1550 nm
测试范围	0 dB~75 dB
校准波长	1310 nm/1550 nm
测试精度	± 0.4 dB
输出稳定性	0.02 dB/h (25 $^{\circ}$ C)
接口类型	FC/APC
光插入损耗测试	—
光回波损耗测试	—

7.2.4 直流电阻检测功能及技术要求

7.2.4.1 功能要求

导体电阻检测应能反映 OPLC 的电传输性能。直流电阻检测应通过对离线状态下测量的参数进行修正,进而准确计算出 OPLC 处于运行状态时的参数。

7.2.4.2 技术指标要求

- a) 输出电流: 5 A、1 A、100 mA、5 mA;
- b) 量程: 0 Ω ~20 Ω ;
- c) 准确度: 4 $\mu\Omega$ (1+0.2%)。

7.2.5 耐压试验检测功能及技术要求

7.2.5.1 功能要求

- a) 耐压试验检测应能检测出 OPLC 运行的可靠程度。在直流电压作用下,耐压试验检测可以使缺陷更容易暴露,从而便于检测其绝缘性。
- b) 在确保电缆传输性能良好的基础上,满足检测精度和速度的要求。

7.2.5.2 技术指标要求

- a) 输出高压: 0 kV~3.5 kV;
- b) 电压精度: $\pm 0.5\%$;
- c) 电流精度: $\pm 0.5\%$ 。

7.2.6 测试软件功能

- a) 检测装置应当具备光功率检测、光损耗检测、直流电阻检测以及耐压试验测试等各个功能模块的设置功能;
- b) 检测装置应当具备显示出测试的直流电阻数据、耐压数据、光功率数据以及插损值数据的功能;
- c) 检测装置应当具备测试数据的导出和存储功能。

8 试验

8.1 试验条件

除非另有规定，正常试验条件不应超出下列范围：

- a) 检测装置的绝缘电阻试验前应断开被试回路与外部的电气连接；
- b) 介质强度试验和冲击电压试验过程及试验后，装置不应发生击穿、闪络及元件损坏现象；
- c) 相对湿度为 5%~85%；
- d) 大气压力为 70 kPa~120 kPa。

对大型设备或基于某种原因，设备不能在上述条件下进行试验时，应把实际气候条件记录在检验报告中。

8.2 外观检查

外观检查主要用于快速识别检测装置的外观情况：

- a) 检测装置的外观结构应无变形、锈蚀等明显缺陷，外表涂敷应牢固、光洁，不应有起层剥落现象；
- b) 检测装置面板应明确注明设备名称、型号、生产厂家等信息，各种量值与单位的文字符号应符合 GB 3100 及 GB/T 3101 的相关要求，印刷或刻字要清晰；
- c) 检测装置的外部元件不应松动、损坏等，装置的传感器、信号采集单元、检测主机应当齐全，开关、旋钮等应能正常转动；
- d) 检测装置的供电电源电压、频率标志要正确无误。

8.3 基本功能检查

- a) 装置通电后应无漏电现象，激光管应无漏光现象，显示屏应能够正常显示，按键触按应灵敏。
- b) 将标准元件接入检测装置，依次检测 OPLC 的直流电阻、低压耐压、光功率、光纤插入损耗、光纤回波损耗，根据测量显示结果判断检测装置的基本功能是否符合要求。

8.4 绝缘性能试验

- a) 检测装置进行绝缘电阻试验前应断开被试回路与外部的电气连接；
- b) 介质强度试验和冲击电压试验过程及试验后，装置不应发生击穿、闪络及元件损坏现象。

8.5 环境适应性性能试验

- a) 按 GB/T 2423.1—2008 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受表 1 中规定的严酷等级对应的低温温度、持续时间 16 h 的低温试验。试验期间及试验后，装置应能满足 7.1.5.2 的要求。
- b) 按 GB/T 2423.2—2008 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受表 1 中规定的严酷等级对应的高温温度、持续时间 16 h 的高温试验。试验期间及试验后，装置应能满足 7.1.5.3 的要求。
- c) 按 GB/T 2423.3—2016 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受温度为 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(85 \pm 3)\%$ 、持续时间为 48 h 的恒定湿热试验。试验期间及试验后，装置应能满足 7.1.5.4 的要求。
- d) 按 GB/T 2423.3—2016 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受严酷等级为高温 55°C 、循

环次数为 2 次的交变湿热试验。试验期间及试验后，装置应能满足 7.1.5.5 的要求。

8.6 机械性能试验

- a) 按 GB/T 11287—2000 中规定的试验要求和试验方法进行，对检测装置进行严酷等级为 1 级的振动耐久试验。试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。
- b) 按 GB/T 14537—1993 中规定的试验要求和试验方法进行，对检测装置进行严酷等级为 1 级的冲击耐久试验。试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。
- c) 按 GB/T 14537—1993 中规定的试验要求和试验方法进行，对检测装置进行严酷等级为 1 级的碰撞试验。试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

8.7 外壳防护性能试验

外壳防护性能试验中的防尘、防水试验按照 GB/T 4208—2017 中规定的试验要求和试验方法进行，应符合 GB/T 4208—2017 中外壳防护等级 IP68 的要求。

8.8 现场试验

现场试验由设备使用单位或具有资质的检测单位对设备性能进行测试。检测装置现场试验一般分为两种情况：

- a) 正式使用前，应对检测装置的信号采集单元、传感器、检测主机等技术指标进行全面试验；
- b) 每一年对检测装置进行例行检查。

9 检验规则

9.1 检验分类

检测装置的检验分出厂试验和现场试验两种，所包含的试验项目、技术要求见表 3。凡提交给用户的产品应附有产品检测合格证明，并提供每个产品的测试记录和某些机械性能的检测结果。

表 3 检验分类

检验项目	技术要求	出厂检验	现场检验
外观检查	8.2	—	√
通电检查	8.3	—	√
光功率	7.2.1.2	√	√
光插入损耗	7.2.2.2	√	√
光回波损耗	7.2.2.2	√	√
直流电阻	7.2.3.2	√	√
耐压	7.2.4.2	√	√

注：√表示进行此项检验，—表示不进行此项检验。

9.2 出厂检验

出厂检验应由设备生产单位或具有资质的检测单位对设备性能进行测试，具体检验项目见表 3。检验中出现任何一个检验项目不合格时，判断该装置为不合格。每套检测装置需经检验合格后方可

出厂。

9.3 现场检验

现场检验由设备使用单位或具有资质的检测单位对设备性能进行测试，具体检验项目见表 3。检验中出现任何一个检验项目不合格时，判断该装置为不合格，应对其进行返厂调换或修理。每套检测装置经检验合格后方可投入运行。

10 标志、包装、运输及贮存

10.1 标志

10.1.1 产品标志

检测装置的显著位置应有下列标志：

- a) 规格型号；
- b) 设备名称；
- c) 制造厂名称或商标；
- d) 额定参数；
- e) 出厂年月及编号；
- f) 安全注意事项及装置使用要点。

10.1.2 接线标志

制造厂名称或装置的外壳应有外电路的连接示意图，内容包括：

- a) 直流电阻接线端口应标注电压/电流输出端口及端口极性；
- b) 耐压试验应注明高压输出端口及接地端；
- c) 光纤接口应有输入输出标志且标明接口类型。

10.2 包装

在检测装置包装箱的适当位置，应标有显著、牢固的包装标志，内容包括：

- a) 生产企业名称；
- b) 装置名称、型号；
- c) 装置数量；
- d) 包装箱外形尺寸及毛重；
- e) 包装箱外部应书写“防潮”“小心轻放”“不可倒置”等字样或图示；
- f) 到站及收货单位；
- g) 发站及发货单位；
- h) 项目名称。

10.3 运输

检测装置适用于汽车、火车、轮船、飞机等运输方式。运输装卸按照包装箱上的标准进行操作，运输允许的环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%。

在运输过程中应注意：

- a) 按照装置包装上的方位进行存放运输；
- b) 不应遭受冲撞、挤压和任何机械损伤；

- c) 应避免露天存放，防止受潮和长时间暴晒。

10.4 贮存

包装好的装置宜贮存在环境温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 、湿度不大于 85%的库房内，长期贮存的产品，其贮存场所应选择在通风、干燥的室内，附近应无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘的侵蚀。
