

ICS 29.240.20

CCS K13

# 团 体 标 准

T/SDL 3.2-2021

---

## 10kV 智能电缆系统技术规范 第 2 部分 智能电缆测控系统终端

Technical specification of 10kV intelligent cable system

Part 2 Intelligent cable measurement and control system

termination

2021-07-01 发布

2021-07-01 实施

---

深圳市电力行业协会 发布



# 目 次

前 言 .....	I
引 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 型号及命名 .....	2
5 技术要求 .....	3
6 试验 .....	4
7 标识、包装、运输和贮存 .....	5
附 录 A 智能电缆测控系统终端典型结构 .....	5
附 录 B 智能电缆测控系统终端测温试验方法 .....	7



## 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。

10 kV智能电缆系统技术规范，包括以下部分：

- 第1部分：10 kV 智能电缆系统技术规范 导则
- 第2部分：10 kV 智能电缆系统技术规范 智能电缆测控系统终端
- 第3部分：10 kV 智能电缆系统技术规范 10 kV 交联聚乙烯绝缘智能电力电缆
- 第4部分：10 kV 智能电缆系统技术规范 10 kV 交联聚乙烯绝缘智能电力电缆附件
- 第5部分：10 kV 智能电缆系统技术规范 安装与验收规范

本文件为第2部分。

本文件由深圳供电局有限公司提出。

起草单位：深圳供电局有限公司、深圳市壹电电力技术有限公司、中国电力科学研究院有限公司、南方电网科学研究院有限公司、哈尔滨理工大学、深圳供电规划设计院有限公司

主要起草人：胡冉、邓世聪、叶文忠、徐旭辉、徐明忠、张伟超、冯宾、龚武良、戚治平

本文件由深圳市电力行业协会归口。

本文件为首次发布，自发布之日起实施。

设置格式[郑志宇]: 字体: (默认) Times New Roman, (中文) 宋体, 五号, 字体颜色: 自动设置

删除[郑志宇]: 胡冉、叶文忠、徐明忠、冯宾、张伟超、龚武良、戚治平

主要审核人员: 徐旭辉、邓世聪、郑志宇

设置格式[郑志宇]: 字体颜色: 自动设置

设置格式[郑志宇]: 字体颜色: 自动设置

## 引 言

智能电缆测控系统终端由主机、数据服务器和测控系统软件等组成，通过与智能电缆组合，实时采集运行电缆的导体温度、环境温度、运行电流和运行电压可实现潜伏性故障预测、诊断、定位，最大安全载流量实时动态计算、载流量裕度分析、运行电缆健康状态指数计算和绝缘老化指标等功能。

为规范智能电缆测控系统终端的技术要求、试验项目及方法，特制定本文件。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到3.1、3.2、3.6、3.7、3.8、5.2.1、5.2.2和5.2.3与2项中国发明专利【《一种智能电缆状态在线测控管理方法》（ZL201910434079.1）、《基于测温高压电缆的运行状态监测方法及系统》（ZL201710598927.3）】的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

专利持有人已向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人：深圳供电局有限公司、深圳市壹电电力技术有限公司。

地址：深圳市福田区中心一路39号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

# 10 kV 智能电缆系统技术规范

## 第 2 部分 智能电缆测控系统终端

### 1 范围

本文件规定了智能电缆测控系统终端的术语、产品型号及表示方法、技术要求、试验、标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于10 kV智能电缆系统，其他电压等级的电缆系统可参照本文件执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。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，其最新版本适用于本文件。

GB/T 2900 电工术语

GB/T 7665-2005 传感器通用术语

GB/T 9361 计算机场地安全要求

GB/T 12357 通信用多模光纤系列

GB 14287.3-2014 电气火灾监控系统 第3部分:测温式电气火灾监控探测器

GB 16280-2014 线型感温火灾探测器

DL/T 1573-2016 电力电缆分布式光纤测温系统技术规范

IEEE 1718-2012 电缆系统的温度监控用IEEE指南

DIN 51866-2-2001 温度测量.第2部分:瑞利和拉曼散射

LST EN 61757-2-2-2017 光纤传感器.第2-2部分:温度测量.分布式传感

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**电缆导体温度 (Conductor temperature)**

不同载流量和环境温度下的电缆轴向实时温度数据集合,包括电缆接头和电缆终端内导体的温度数据。

#### 3.2

**环境温度 (environment temperature)**

电缆敷设环境典型位置的实时温度值,如电缆沟、土壤等。

#### 3.3

**最大安全载流量 (Maximum safe carrying capacity)**

## T/SDL 3.2-2021

电缆运行时确保电缆系统绝缘安全的最大运行电流，该值为动态值，是利用智能测控系统终端分析获得的不同工况环境下运行电缆的真实最大载流量。

### 3.4

#### 载流量裕度 (Carrying capacity margin)

最大安全载流量与实时运行电流的差值。

### 3.5

#### 电缆健康状态指数 (Cable health status index)

通过实测电缆系统运行参数计算生成，并实时更新。

### 3.6

#### 智能电缆绝缘老化指标 (Intelligent cable insulation aging index)

根据绝缘材料温度变化率和老化关系，由智能测控系统终端计算生成的电缆绝缘老化系数。

## 4 型号及命名

### 4.1 代号

智能电缆测控系统终端	MCIC
光纤类型：	
M	多模光纤
S	单模光纤
传感功能：	
T	温度测量
V	振动测量
温度通道数代号：	
I	4通道
II	8通道
III	12通道
振动通道数代号：	
I	2通道
II	4通道
III	6通道
IV	8通道

### 4.2 命名格式

MCIC-光纤类型-传感功能-温度通道数代号-振动通道数代号。

### 4.3 表示方法

示例，智能电缆测控系统终端，4通道温度多模光纤接口，适用于3相和1备的电缆线路，表示为：MCIC-MTI。（振动通道数为0时可不填写）

## 5 技术要求

### 5.1 一般规定

智能电缆测控系统终端的接入应不改变电缆线路的连接方式、密封性能、绝缘性能及电气完整性，不应影响现场其他设备的安全运行。智能电缆测控系统终端的典型系统结构详见附录A。

### 5.2 智能电缆测控系统终端

#### 5.2.1 主要技术指标

智能电缆测控系统终端的主要技术要求如下：

- a) 测试通道：4通道（3相+1备用）/8通道（3相+3相+2备用）
- b) 每通道测温距离：最大20 km
- c) 温度测量范围：-40℃~150℃
- d) 温度分辨率：≤0.1℃
- e) 温度准确度 ≤±1℃
- f) 空间分辨率：≤3 m
- g) 定位精度：≤0.4 m
- h) 通信接口：100 M以上
- i) 供电电源输入：220V/50±5 Hz

#### 5.2.2 使用条件

- a) 智能电缆测控系统终端工作环境温度-15℃-45℃，湿度小于95%。
- b) 智能电缆测控系统终端电源需要隔离处理，并可靠接地，无其他设备串扰。信号采集单元应对内部信号与电路实施有效的隔离和绝缘，其电源也应采用合适的隔离措施。
- c) 智能电缆测控系统终端的电磁屏蔽性能应保证能正常工作且不影响场所其他设备的正常工作，且应良好散热。
- d) 当智能电缆和智能电缆附件流经异常电流时（如允许的最大短路电流、雷电流等），应不造成智能电缆测控系统终端的损坏。

#### 5.2.3 电压、电流采集模块

智能电缆测控系统终端提供电压和电流采集模块，可直接从接入信号端进行采集。

#### 5.2.4 光纤传感器接口

智能电缆测控系统终端提供通用文件接口。

#### 5.2.5 数据通信

将实时的原始温度数据、电缆运行参数数据等上传到智能电缆测控系统终端服务器中心。

### 5.3 智能测控系统软件

## T/SDL 3.2-2021

基于Web框架的系统平台软件系统,具有内嵌智能分析模块和基础功能模块:故障预测、诊断、定位,最大载流量实时动态计算,运行电缆健康状态指数计算,绝缘老化指标计算等。

### 5.3.1 最大实时动态载流量调节

利用测控系统主机采集的历史性数据,通过系统软件计算获得电缆实时最大安全载流量,并且该载流量通过迭代式自学习方法不断更新。

### 5.3.2 健康状态指数评估

智能测控系统软件依据测控系统终端采集的历史温度数据、对应运行电流值等,实时给出电缆系统的健康指数值,该值随电缆投运时间而更新累加。

### 5.3.3 绝缘老化指标评估

智能测控系统终端软件系统在健康状态指标基础上,结合电缆导体温度的时间变化关系评估绝缘老化状态的指标。

### 5.3.4 故障预测、诊断、定位

依据电缆导体温度、运行电流和环境温度进行电缆绝缘故障评判,并根据光时域反射进行温度异常所反映的故障点进行准确定位。

## 5.4 智能电缆测控系统终端数据服务器

存储智能电缆测控系统终端数据信息,包括所采集的不同时间和电缆位置点的初始数据(导体温度、环境温度、运行电流和运行电压等)。

存储用于系统分析的关键参数数据。

测控主机数据保存时限:终端用户数据保存不少于1年,异常数据长期保存。

数据中心可长期保存。

## 6 试验

### 6.1 通则

试验类型和项目应按表1规定进行,试验方法按附录B进行。

表1 智能电缆测控系统终端试验

序号	检测项目	型式试验	例行试验	现场验收
1	温度准确度	√	√	√
2	温度分辨率	√		
3	定位准确度	√	√	√
4	温度测量范围	√		

5	温度超限报警	√		
6	WEB平台软件系统与 系统主机、服务器数据 通讯试验	√	√	√
备注：√表示规定必须做的项目				

## 6.2 例行试验

智能电缆测控系统终端出厂前，应由制造厂商进行例行试验，试验项目按表1规定进行。

## 6.3 型式试验

型式试验应由具有资质的检测单位，依据本文件规定进行检验，试验项目按表1规定进行，并出具型式检验报告。有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型、投运前；
- b) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时。

## 6.4 现场验收

系统正式投运前应进行现场试验，试验项目按表1规定进行。

## 7 标识、包装、运输和贮存

### 7.1 系统的标识

智能电缆测控系统终端应标识以下内容：

- a) 产品名称、制造厂名称、地址；
- b) 型号、规格、设备编号（参考IT设备背面标识）；

### 7.2 智能电缆测控系统终端设备的包装

智能电缆测控系统终端设备包装有防碰撞保护层，包装外应注明产品型号、规格，数量，生产日期，公司名称等。

### 7.3 智能电缆测控系统终端设备的运输

智能电缆测控系统终端设备运输过程中不得碰撞。

### 7.4 智能电缆测控系统终端设备的存放

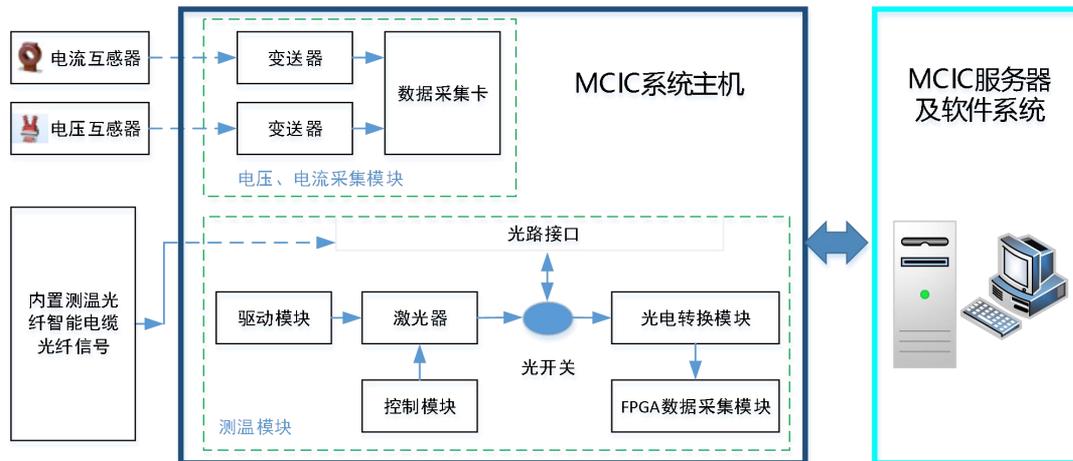
智能电缆测控系统终端设备应储存在清洁干燥和阴凉处。不得在户外和阳光下存放。

## 附录 A

### 智能电缆测控系统终端典型结构

## T/SDL 3.2-2021

智能电缆测控系统终端的典型系统结构如图A.1所示：



图A.1 智能电缆测控系统终端典型结构方案

智能电缆测控系统终端通过光纤测温模块、电流互感器和电压互感器实时测量的电缆运行导体温度、环境温度、电流、电压等参数。系统配备服务器系统和软件系统具有故障定位及导航、运行状态评估、动态扩容、区域负荷平衡调整、风险预警等分析功能。

## 附录 B

## 智能电缆测控系统终端测温试验方法

## B.1 温度测量范围、准确度试验

在智能电缆测控系统终端的光纤接口上插入测试光纤,选取测温光纤上不少于10m长的测温光纤放入预先加热到一定温度的恒温装置中,静置待温度稳定后,读取光纤测温系统所测得的放入恒温装置中的光纤温度,同时读取放入恒温装置中的标准温度传感器的温度值。恒温装置的温度宜从-20℃+150℃每间隔10℃测量一次,测试不少于10组数据;0℃宜采用冰水混合物形式实现。智能电缆测控系统终端的温度测量值与标准温度计的温度测量值对应的差值最大值应满足5.2.1设备技术指标中的要求,最大测量范围应与标称值相符。

## B.2 温度分辨率试验

在智能电缆测控系统终端的光纤接口上插入测试光纤,取测温光纤上不少于10m长的光纤放入温度精度不大于0.5℃的恒温装置中,读取智能电缆测控系统终端对放入恒温装置中的光纤的测量温度,调整恒温装置的温度,温度变化不大于0.5℃,静置待温度稳定后再次读取智能测控系统对放入恒温装置中的光纤的测量温度,并计算两次读取的温度的偏差值。宜在不同的起始温度点进行不少于5次试验。

## B.3 空间分辨率试验

在智能电缆测控系统终端主的光纤接口上连接标称长度的测温光纤,选择远端位置不少于30m长的测温光纤放入A℃恒温装置,紧邻A℃恒温装置的光纤末端再取30m光纤放入B℃的恒温装置中,该段光纤测得的温度曲线上升沿中温度值在10%-90%段所对应的长度值作为空间分辨率值。测试过程选取不同起始温度完成不少于3组实验,取最大长度值为测控系统的空间分辨率。

## B.4 定位准确度试验

在智能电缆测控系统终端的光纤接口上插入测试光纤,选择光纤远端位置任取一定长度的测温光纤,对某位置进行加热。用智能测控系统测量该点的位置,读取系统测量值1,用这个值做参考标准。在此测量点的基础上用标准尺沿光纤向后测量10m位置进行再次加热,读取测控系统测量值2.应不少于3组数据,取差值最大者为定位误差值。定位误差值=系统测量值2-(系统测量值1+10m)。

## B.5 温度超限报警

在智能电缆测控系统终端远端位置处取不少于3m长的测温光纤放置在恒温装置中,根据系统设定的个超温报警值(黄、橙、红),当恒温装置的温度超过限值时,系统应发出相应的故障报警。

## B.6 WEB平台软件系统与系统主机、服务器数据通讯试验

智能电缆测控系统终端、服务器和软件系统联合调试,验证数据实时通讯,存储等功能。