



中华人民共和国国家标准

GB/T 41135.2—2021

故障路径指示用电流和电压传感器或 探测器 第2部分：系统应用

Current and voltage sensors or detectors, to be used for fault passage
indication purposes—Part 2: System aspects

(IEC 62689-2:2016, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 根据电网运行方式和故障类型进行故障探测的 FPI/DSU 选型要求	2
5 基于电网和故障类型的故障探测原理	6
附录 A (资料性) 环网中 FPI 或 DSU 的故障探测示例	30
附录 B (资料性) FPI/DSU 与中压馈线继电保护之间的故障探测配合技术的示例	35
参考文献	39
图 1 FPI 的一般结构	V
图 2 中性点不接地系统中接地故障的三相图	6
图 3 直接接地系统中接地故障的三相图	7
图 4 中性点不接地系统——故障(故障位于 FPI/DSU 的下游)上游的 FPI/DSU 接地故障电流方向探测	9
图 5 中性点不接地系统——故障(故障位于 FPI/DSU 的上游)下游的 FPI/DSU 接地故障电流方向探测	9
图 6 关于图 4 和图 5 中性点不接地系统的矢量图	10
图 7 非定向故障探测中 FPI/DSU 电流定值与接地故障电流间的关系(故障位于 FPI/DSU A4-2 的下游)	11
图 8 非定向故障探测中 FPI/DSU 电流定值与接地故障电流间的关系(故障位于 FPI/DSU A4-1 的下游和 FPI/DSU A4-2 的上游)	12
图 9 非定向故障探测中 FPI/DSU 电流定值与接地故障电流间的关系(故障在中压母线上并位于任何 FPI/DSU 的上游)	13
图 10 纯谐振接地系统——由故障点上游的 FPI/DSU 进行接地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的下游)	15
图 11 纯谐振接地系统——由故障点下游的 FPI/DSU 进行接地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的上游)	15
图 12 关于图 10 和图 11 纯谐振接地系统的矢量图	16
图 13 电感永久并联电阻的谐振接地——由故障上游的 FPI/DSU 进行相对地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的下游)	18
图 14 电感短时并联电阻的谐振接地系统——由故障下游的 FPI/DSU 进行相对地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的上游)	18
图 15 关于图 13 和图 14 电导并联电阻的谐振接地系统的矢量图	19
图 16 电阻接地系统——由故障上游的 FPI/DSU 对相对地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的下游)	22

图 17 电阻接地系统——由故障下游的 FPI/DSU 对相对地故障电流方向的探测(故障位于 FPI/DSU 的上游) 23

图 18 关于图 16 和图 17 电阻接地系统的矢量图 23

图 19 无分布式电源存在的辐射状电网中的过电流——利用非定向 FPI/DSU 进行正确的电流探测(相对于过电流探测有非常好的灵敏度) 26

图 20 分布式电源可忽略的辐射状电网的过电流——利用非定向 FPI/DSU 进行正确的故障探测(相对于过电流探测有非常好的灵敏度) 27

图 21 存在大量分布式电源的辐射状电网的过电流——利用非定向 FPI/DSU 探测故障不可靠(探测结果不正确或极低的灵敏度) 28

图 A.1 二端口 30

图 A.2 二端口级联 31

图 A.3 闭环二端口 33

图 A.4 发生故障时的等效模型 33

图 B.1 FPI/DSU 与继电保护之间正确配合故障选择 36

图 B.2 FPI/DSU 与继电保护之间错误配合故障选择(案例 1) 37

图 B.3 FPI/DSU 与继电保护之间错误配合故障选择(案例 2) 38

表 1 根据电网运行模式和故障类型对故障探测 FPI/DSU 的要求汇总 4

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。

本文件为 GB/T 41135《故障路径指示用电流和电压传感器或探测器》的第 2 部分。GB/T 41135 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：通用原理和要求；

——第 2 部分：系统应用。

本文件使用重新起草法修改采用 IEC 62689-2:2016《故障路径指示用电流和电压传感器或探测器 第 2 部分：系统应用》。

本文件与 IEC 62689-2:2016 的技术性差异及其原因如下：

——为适应我国国情，第 2 章规范性引用文件中用修改采用国际标准的 GB/T 41135.1 代替了 IEC 62689-1。

本文件还做了下列编辑性修改：

——对范围进行了改写；

——为适应我国国情，删除了 3.1.1 中的注 2 内容；

——更正了 IEC 标准中的错误，在 5.2.3.4(本文件为 5.2.5)的第 1 段中，将“见 5.2.4”修改为“见图 3”；在 5.2.4.2(本文件为 5.2.6.2)的第 1 段中，删除了“图 21”；在图 A.4 和式(A.13)中，用“ $\vec{I}_{2,rsd}$ ”替代了 IEC 标准中的“ $\vec{I}_{2,0}$ ”；在 B.1 的第 9 段中，用“A2(FPI/DSU 2)”和“A3(FPI/DSU 3)”分别替代了 IEC 标准中的“A3(FPI/DSU 3)”和“A4(FPI/DSU 4)”，在 B.1 的最后一段中，用“FPI/DSU(A2 或 A3)”替代了 IEC 标准中的“FPI/DSU(A1 或 A2)”；

——将 IEC 标准的 5.2.3.3 和 5.2.3.4 分别调整为 5.2.4 和 5.2.5，其他条款号依次顺延；

——对部分电气图形的符号及说明进行了完善；

——对附录 A 的公式进行了统一编号；

——对参考文献进行了调整。

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。

本文件由全国互感器标准化技术委员会(SAC/TC 222)归口。

本文件起草单位：国网四川省电力公司电力科学研究院、沈阳变压器研究院股份有限公司、四川巨棠科技有限公司、哈尔滨工业大学、云南电网有限责任公司电力科学研究院、大连第一互感器有限责任公司、云南电力试验研究院(集团)有限公司、江苏靖江互感器股份有限公司、浙江天际互感器有限公司、大连北方互感器集团有限公司、重庆山城电器厂有限公司、国网陕西省电力公司电力科学研究院、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：李福超、严平、章忠国、张显忠、唐勇、李金嵩、艾兵、何大可、于文斌、刘红文、沙玉洲、田庆生、熊江咏、唐福新、赵日东、徐文、陈一棕、张志华、赵世祥。

引 言

0.1 概述

GB/T 41135 是一套有关故障路径指示用电流和电压传感器或探测器的系列标准。故障路径指示可通过适当的设备或功能实现,根据其性能的不同可以分为两类:一类是故障路径指示器(FPI),另一类是配电单元(DSU)。

世界上不同地区对故障路径指示器有不同的命名,同时也取决于其对不同种类故障的探测能力。例如:

- 故障探测器;
- 智能传感器;
- 故障电路指示器(FCI);
- 短路指示器(SCI);
- 接地故障指示器(EFI);
- 试验点故障电路指示器;
- 综合型故障指示器。

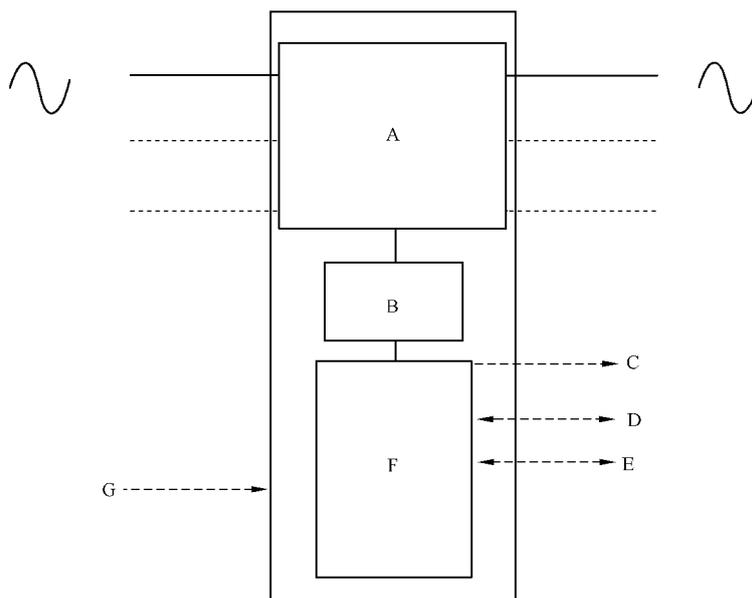
仅用就地信息/信号和/或就地通信来实现故障路径指示的简易的版本被称为 FPI,更高级的版本被称为 DSU。后者是基于 IEC 60870-5 和 IEC 61850 通信协议,专为智能电网设计的。相较于互感器而言,数字化通信技术将随未来发展需求的变化而持续变化。

由于这类设备还未在行业中广泛应用,因此关于电子设备与互感器深度集成的深入经验尚待在更广的基础上积累。

DSU 除具有 FPI 的基本功能之外,还可以选择性地集成其他辅助功能,例如:

- 中压网络自动化的电压有/无探测功能,无论是否存在分布式能源[不用于故障确认(根据所采用的故障探测方法,故障确认可以作为基本的 FPI 功能),也不用于 IEC 61243-5 所涵盖的安全相关方面];
- 在各种实际应用(例如:中压电网自动化、监测电力潮流等)中,测量电压、电流、有功功率、无功功率等;
- 借助于就地分布式电源,以合适的接口对智能电网进行管理(例如:电压控制和不期望发生的孤岛运行);
- 通过合适的接口就地输出采集到的信息;
- 采集信息的远端传输;
- 其他。

一般的 FPI 原理图如图 1 所示。DSU 通常具有更为复杂的结构。



标引序号说明：

- A —— 电流传感器(必要时还存在电压传感器),监测单相或三相;
- B —— 传感器与电子单元之间的信号传输;
- C —— 就地指示器(指示灯、LED、标记等);
- D —— 模拟、数字和/或通信的输入/输出,用于遥信/遥控(硬有线和/或无线);
- E —— 与现场装置连接;
- F —— 信号调理和指示单元;
- G —— 电源。

电流传感器可以在不与各相有任何电路连接的情况下探测故障电流路径(例如:穿心电流传感器、磁场传感器)。

FPI并非必须具备上述所有功能,这取决于它自身的复杂性和技术。但是至少要有C或D中的一项功能。

图 1 FPI 的一般结构

0.2 本文件与 IEC 61850 系列的关系

IEC 61850 是一套用于支撑电力自动化的通信和系统的系列国际标准。

GB/T 41135 系列标准同样介绍了一套专用命名空间,用于支撑 FPI/DSU 与电力自动化的集成。此外,该系列标准还定义了适当的数据模型和不同的通信接口配置文件,以支撑 FPI/DSU 的不同应用场景。

对于最复杂版本的 FPI(例如:通常应用于智能电网的 DSU),一些应用场景依赖于延伸变电站的概念,这种延伸变电站的概念用于实现分布于中压馈线上的智能电子设备(IED)与位于主变电站内的智能电子设备(IED)之间,采用 IEC 61850 进行通信。这种配置模式不会受限于 FPI/DSU 设备,但会包含主变电站延伸到其中压出线上的子变电站所需的特性。

故障路径指示用电流和电压传感器或 探测器 第2部分：系统应用

1 范围

本文件根据应用最广泛的配电系统架构和故障拓扑,描述了故障期间的电气现象和电力系统反应,以此定义了故障路径指示器(FPI)和配电单元(DSU)(包括 FPI、DSU 的电流和/或电压传感器)的功能性要求。FPI 和 DSU 是单一设备或多种设备/功能的合体,能够用于探测故障并且指示故障所在位置。

本文件用于指导用户根据所采用的方案和运行规则(该规则依照惯例,和/或取决于国家法令对供电连续性和电源质量的约束),在同时考虑所采用装置的复杂程度和相应成本的情况下,选择合适的 FPI/DSU 及恰当的运行方案。

注 1: 故障定位是指相对于电网中 FPI/DSU 安装点的位置(FPI/DSU 位置的上游或下游)或故障电流通过 FPI/DSU 的方向。考虑到装有 FPI/DSU 的电力系统特点和工作条件,故障位置可以:

- 直接来源于 FPI/DSU,或;
- 来源于使用更多 FPI 或 DSU 信息的集中系统。

注 2: 本文件主要关注故障期间的系统反应,该反应是 GB/T 41135.1 所述的 FPI/DSU 故障探测能力等级划分的“核心依据”,在 GB/T 41135.1 中所有的要求都有详细规定。

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 41135.1 故障路径指示用电流和电压传感器或探测器 第1部分:通用原理和要求 (GB/T 41135.1—2021,IEC 62689-1:2016,MOD)

3 术语和定义

GB/T 41135.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 与中性点接地方式有关的术语和定义

3.1.1

消弧线圈 arc-suppression coil

接到电力系统中性点与地之间,用以补偿单相接地故障(谐振-接地系统)时的相对地电容电流的电抗器。

注: 为了让接地故障探测和/或故障切除更简单,通常使用呈阻性-抗性的阻抗取代高品质因数 Q 的纯电抗器。

[来源:GB/T 2900.95—2015,3.4.10]

3.2 缩略语和符号

GB/T 41135.1 界定的缩略语和符号适用于本文件。