

ICS 29.120
K 43
备案号: 50056-2015

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1411 — 2015

智能高压设备技术导则

Technical guide for smart high voltage equipment

2015-04-02 发布

2015-09-01 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 总则	3
4.1 组成与结构	3
4.2 基本功能	3
4.3 主要特征	3
4.4 基本技术要求	4
5 智能电力变压器	4
5.1 智能组件配置原则	4
5.2 智能组件的 IED 的配置	4
5.3 非电量保护装置	5
5.4 冷却装置控制 IED	5
5.5 有载分接开关控制 IED	6
5.6 监测 IED	8
5.7 主 IED	9
6 智能高压开关设备	9
6.1 智能组件的设置原则	9
6.2 智能组件的 IED 的配置	10
6.3 开关设备控制器	10
6.4 监测 IED	11
6.5 主 IED	13
7 其他高压设备的智能化	13
8 试验、调试和验收	13
8.1 高压设备本体试验	13
8.2 智能组件试验	13
8.3 智能高压设备整体调试	14
8.4 智能高压设备的验收	14
附录 A (资料性附录) 智能高压设备示意图	15

前 言

随着智能电网建设的推进，智能高压设备将在新建变电站得到普遍应用。为了规范智能高压设备技术、推动智能高压设备的研制和应用，特制定本导则。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力设备状态维修与在线监测标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院。

本标准参与起草单位：西安西电开关电气有限公司、河南平高电气股份有限公司、国网电力科学研究院、保定天威保变电气股份有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、清华大学、许继电气股份有限公司、南京南瑞继保电气有限公司。

本标准主要起草人：刘有为、肖燕、王园园、尹军华、苏瑞、何平、任雁铭、高文胜、邓彦国、廖泽友、须雷等。

本标准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）。

智能高压设备技术导则

1 范围

本标准规定了智能高压设备的相关术语和定义，明确了智能高压设备的组成，规范了各相关智能电子装置（IED）的功能要求和信息流。

本标准适用于 110（66）kV～750kV 电压等级智能高压设备的设计、制造、试验、调试、运行和维修。

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 电工电子产品环境试验 第 1 部分：试验方法 试验 A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 4 部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 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 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 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 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/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11 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/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
- GB/T 30155 智能变电站技术导则
- DL/T 860 变电站通信网络和系统

3 术语和定义

下列定义和术语适用于本文件。

3.1

传感器 sensor

一种将特定状态信息转化为可采集电信息的器件或装置。

3.2

智能电子装置 intelligent electronic device (IED)

一个或者多个处理器协调工作的设备，它具有从一个外部源接收和发送数据（或信号）的能力。

3.3

智能组件 intelligent component

智能高压设备的组成部分，由多个智能电子装置集合而成，用于高压设备的状态信号采集、运行控制、故障监测、非电量保护等全部或部分功能。

3.4

智能高压设备 smart high voltage equipment

由高压设备、传感器和智能组件组成，实现高压设备或其组（部）件的智能控制、运行与控制状态的智能评估等智能化功能。

3.5

运行可靠性 operation reliability

在正常运行条件下，持续运行时间（ t ）达到或超过某一给定时长 T ($T > 0$) 的概率，表示为 $P\{t \geq T\}$ 。未指定时可按 $T=1$ 周计。

3.6

控制可靠性 control reliability

在允许的工作条件下，响应控制指令并实现全部操作目标的概率，即 P_c 。

3.7

负载能力 loading capability

在给定持续运行时长下，设备可承受的最大负载，或在给定负载下，设备可持续运行的最大时长。一般由设备热点温度限值确定。

3.8

监测 IED monitoring IED

智能组件的组成部分之一。通过采集高压设备状态信息，实现对其运行状态和/或控制状态和/或负载能力状态的智能评估。

3.9

控制 IED controlling IED

智能组件的组成部分之一。用于高压设备或其组（部）件的网络化和/或智能化控制，通常兼有对受控组（部）件的监测功能。

3.10

主 IED main IED

智能组件的组成部分之一。用于集合智能组件内各 IED 信息，对高压设备的运行可靠性、控制可靠性及负载能力等做出评估，以支持电网运行控制和/或状态检修。

3.11

非电量保护 IED non-electric protection IED

智能组件的组成部分之一。用于电力变压器的非电量保护。

3.12

监测数据 monitoring data

由监测 IED 或兼有监测功能的其他 IED 采集、反映高压设备状态的数据或数据集合。

3.13

格式化信息 formatted data

监测数据经处理后形成的数据集合。格式化数据应有自明性，并符合生产管理信息系统的数据存储和管理要求。

3.14

结果信息 concluded information

对监测数据的一种深度处理，形成运行可靠性、控制可靠性、负载能力的简明信息，满足调度（调控）中心的应用要求。

3.15

热点温度 hotspot temperature

有温度上限要求的设备部件的局部温度。

3.16

标准干扰源 standard interfering resource

一种用于评测局部放电监测 IED 抗干扰性能的装置，可以产生稳定的电晕放电，用以模拟变电站现场的放电干扰。

3.17

电流指纹 current fingerprint

电流信号的特征信息，如幅值、时间、波形等。通常通过与相同或相近工作条件的初始电流信号进行比对，发现设备缺陷。

4 总则

4.1 组成与结构

智能高压设备由高压设备本体、传感器及智能组件组成。智能组件通过电缆或光纤等与传感器或/和执行器相连接。智能电力变压器和智能高压开关设备的基本结构示意图参见附录 A 中图 A.1 和图 A.2。

4.2 基本功能

按照 GB/T 30155 的规定，基本功能如下（参见附录 A 图 A.3）：

- a) 通过传感器及智能组件，实现对高压设备的状态监测。
- b) 通过对监测数据的评估，形成结果信息，基于站内通信网络报送至监控主机及调度（调控）中心，服务于电网的安全运行。
- c) 通过对监测信息的处理，形成格式化信息，基于站内通信网络报送到综合应用服务器及生产管理信息系统，服务于状态检修等。
- d) 实现受控组（部）件的智能控制。

4.3 主要特征

4.3.1 测量数字化

高压设备的基本状态信息，如开关位置及各种预警/告警信息等，实现就地数字化测量。

4.3.2 控制网络化

高压设备或其组（部）件实现基于站内通信网络的控制，包括接收控制指令、响应控制指令和反馈控制状态等。

4.3.3 状态可视化

向调度（调控）中心及检修部门展示设备状态以供决策的一种功能，由结果信息表示。

4.3.4 功能一体化

包括以下三个方面：

- a) 传感器安装应纳入高压设备本体或其组（部）件的设计。
- b) 电子式互感器的传感单元（与一次直接耦合的部分）宜集成于高压设备本体。
- c) 智能组件及其各 IED 信息流应统一设计。

一体化设计应满足传感器安装要求，同时确保高压设备的安全运行要求。

4.3.5 信息互动化

智能组件内各 IED 之间、智能组件与其他设备之间应能按需进行信息交互，以支持实现 4.2 规定的智能化功能。

按照 GB/T 30155 的规定，结果信息和格式化信息由主 IED 向站控层设备报送（参见附录 A 图 A.3）。

若有支持实时控制的信息，宜接入安全 I 区，否则接入安全 II 区。

未设主 IED 的监测 IED，其格式化信息经综合测控装置报送到综合应用服务器。

4.4 基本技术要求

4.4.1 高压设备本体

高压设备本体应满足下列要求：

- a) 满足高压设备已有技术规范。
- b) 满足第 4.3.4 条的要求，同时高压设备本体的绝缘水平、密封性能、机械强度应不受影响，运行可靠性、控制可靠性和经济寿命不应降低。

4.4.2 传感器及安装

应符合 4.3.4 a) 的要求，并满足：

- a) 应与高压设备相容，不对高压设备产生不利影响。
- b) 应能够耐受安装位置处的电磁和温、湿度环境。
- c) 宜安装在地电位部位。
- d) 失效后应对高压设备无不利影响。
- e) 高压设备本体接地引线不宜串接传感器，有接地电流取样需求时，宜采用穿心式电流传感器，同时应确保接地引线具有连续、一致的通流能力。
- f) 避雷器的接地引线不宜因接入传感器而明显延长。
- g) 从控制回路、驱动回路取样时，应采用穿心式电流传感器。

4.4.3 智能组件

智能组件应遵循以下原则：

- a) 各 IED 应功能清晰，以保证互换性和互操作性的要求。
- b) 监测 IED 可按监测项目独立配置，也可集成配置。
- c) 各 IED 通信应遵循 DL/T 860 标准。
- d) 各 IED 应支持实现 4.3.1、4.3.2、4.3.3 和 4.3.5 所述技术特征，实现 4.2b)、c)、d) 所述功能（参见附录 A 图 A.3）。
- e) 各 IED 可安装于专用的智能组件柜，也可根据工程设计，与站内其他二次设备统一布置。如有智能组件柜，其电源及内部环境等应符合各 IED 的运行要求。

5 智能电力变压器

5.1 智能组件配置原则

三相变压器宜配置一套智能组件。单相变压器可配置一套或 A、B、C 三相各配置一套。智能组件宜置入智能组件柜内，或与其他二次设备共享柜（仓、室）空间。

5.2 智能组件的 IED 的配置

油浸式电力变压器用智能组件的 IED 配置见表 1，其中控制 IED 可配置独立装置，也可由主 IED 实现其基本功能。

表 1 油浸式电力变压器智能化项目及 IED 配置

主要功能	IED 名称	应用建议	技术要求
基本状态信息采集	非电量保护装置	应采用	5.3
非电量保护			
控制	冷却装置控制 IED	应采用（自然冷却除外）	5.4
	有载分接开关控制 IED	应采用	5.5

表 1 (续)

主要功能	IED 名称	应用建议	技术要求
监测	油中溶解气体监测 IED	选择采用；绕组温度监测 IED 仅适合新制造的变压器	5.6.2
	局部放电监测 IED		5.6.3
	绕组温度监测 IED		5.6.4
	高压套管监测 IED		5.6.5
汇集监测信息并分析	主 IED	应采用	5.7

5.3 非电量保护装置

非电量保护装置应符合下列规定：

- 本体气体继电器油流速保护触点信号、本体压力释放阀保护触点信号、本体突发压力继电器保护触点信号（如配置）、有载分接开关油流速保护触点信号等用于非电量保护跳闸，其他触点信号用于预警或报警（见表 2）。
- 单相变压器的 A、B、C 三相非电量保护信号分相输入，用于保护跳闸的非电量保护三相共用一个功能连接片。
- 接入站内通信网络，向测控装置报送非电量预警或报警信息，向测控装置、动态记录装置报送保护动作信息。

表 2 非电量保护 IED 配置及要求

信息类别	信息名称	备注
基本状态量	主油箱高油位触点信号	开关量采集并发送报文
	主油箱低油位触点信号	开关量采集并发送报文
	有载分接开关油箱高油位触点信号	开关量采集并发送报文，条件 ^a
	有载分接开关油箱低油位触点信号	开关量采集并发送报文，条件 ^a
	主油箱油面温度异常触点信号	开关量采集并发送报文
	气体继电器气体聚集量告警触点信号	开关量采集并发送报文
非电量保护信息	本体气体继电器油流速保护触点信号	开关量采集
	本体压力释放阀保护触点信号	开关量采集
	本体突发压力继电器保护触点信号	开关量采集
	有载分接开关油流速保护触点信号	开关量采集
	信号复归	
保护跳闸输出	保护跳闸指令	开出量，至各侧开关设备控制器
	动作信息	报文，至测控装置

^a 未配置独立的有载分接开关控制 IED 时为宜选

5.4 冷却装置控制 IED

5.4.1 冷却装置控制 IED 应能接收或采集与控制有关的信息（见表 3），基于优先满足主绝缘及铁心温度控制要求并兼顾节能运行的原则，形成控制策略，控制冷却装置的运行，接收冷却装置的控制反馈信息，通过站内通信网络报送冷却装置全停等告警信息。

5.4.2 冷却装置控制 IED 可兼有监测冷却装置运行状态的功能，常用监测参量见表 3。根据监测数据，应形成冷却装置“运行可靠性”的结果信息。

5.4.3 冷却装置控制 IED 一般为自主控制。

表 3 冷却装置控制 IED 配置及要求

信息类别	信息名称	配置原则	技术要求 (测量范围；不确定度)	备 注
控制依据	主油箱油面温度	应选	-5℃~150℃；2℃	模拟量采集
	主油箱底层油温	如有	-5℃~150℃；2℃	模拟量采集
	绕组热点温度	如有	-5℃~150℃；2℃	绕组温度监测 IED 报文
	负载电流	应选	—	合并单元采样值
	环境温度	宜选	—	模拟量采集
告警信息	风机过流跳闸	应选	—	采集开关量并发送报文
	油泵过流跳闸	应选	—	采集开关量并发送报文
	油流继电器动作信号	应选	—	采集开关量并发送报文
	电源（正常、异常）	宜选	—	采集开关量并发送报文
	冷却装置全停	应选	—	采集开关量并发送报文
监测信息	冷却装置进口油温	可选	-5℃~150℃；2℃	模拟量采集
	冷却装置出口油温	可选	-5℃~150℃；2℃	模拟量采集
	分组运行状态	可选	—	开关量采集
	油泵电流	可选	测量范围 ^a ；2.5%	模拟量采集
	风机电流	可选	测量范围 ^a ；2.5%	模拟量采集
	电源电压	可选	测量范围 ^a ；2.5%	模拟量采集
	格式化信息	条件 ^b	—	发送报文
	结果信息	条件 ^b	—	发送报文
控制指令	分组控制	必选	—	开关量输出
^a 应涵盖运行时的动态范围。 ^b 有监测信息时为应选				

5.5 有载分接开关控制 IED

5.5.1 有载分接开关控制 IED（OLTC IED）应具有通过站内通信网络接收、响应表 4 所列控制指令的能力，并对控制状态进行反馈。其中，“恒定电压”为一种控制方式，由 OLTC IED 自主控制，使电压恒定在一定范围。有主、从控制需求时 OLTC IED 应支持主、从控制。

5.5.2 为保证有载分接开关安全运行，OLTC IED 应具有支持表 4 所列智能闭锁功能，并将闭锁信息报送至测控装置。其中，高油黏稠度闭锁依据 OLTC 油箱油温等确定。

5.5.3 OLTC IED 可兼有监测有载分接开关状态的功能，常见监测参量见表 4，可根据工程实际需要选用。触头磨损度是基于有载分接开关档位切换次数及切换时电流值的大小做出的评估，0%表示全新状态，100%表示需要立即检修状态。

5.5.4 OLTC IED 应具有告警功能，常见告警项目如表 4。告警信息通过站内通信网络报送至测控装置。应用主、从控制时，应包括并列运行异常告警，包括多主机、无主机、从机多重控制、档位信息不一致、

主机与从机通信中断等。

5.5.5 OLTC IED 宜具有自主分析功能，基于采集、接收的各类信息，对有载分接开关的运行可靠性和控制可靠性做出评估，形成“油温、油位、驱动电机电流指纹、总操作次数、触头磨损度”的格式化信息和“运行可靠性、控制可靠性”的结果信息，其中对无值量赋予空值。

表 4 有载分接开关控制 IED 功能及配置要求

信息类别	信息名称	选用原则	技术要求 (测量范围; 不确定度)	备 注
控制指令	升一档	应选	—	接收报文及开关量输出
	降一档	应选	—	接收报文及开关量输出
	调到指定挡位	应选	—	接收报文及开关量输出
	紧急停止	应选	—	接收报文及开关量输出
	恒定电压	可选	—	接收报文及开关量输出
智能闭锁	过压闭锁	可选	—	依据电压采样值确定
	欠压闭锁	可选	—	依据电压采样值确定
	过流闭锁	宜选	—	依据电流采样值确定
	高油黏稠度闭锁	可选	—	依据油温自主确定
控制反馈	当前挡位	应选	—	档位变更时发送报文
	已到最高挡位	应选	—	开关量采集并发送报文
	已到最低挡位	应选	—	开关量采集并发送报文
监测信息	OLTC 油箱油面温度	条件 ^a	-5℃~150℃; 2℃	模拟量采集
	OLTC 油箱油位	可选	0%~100%; 5%	模拟量采集
	所在绕组电压及电流	条件 ^b	—	接收合并单元采样值
	驱动电机电源电压	可选	V ^d ; 2.5%	模拟量采集
	驱动电机电流	可选	A ^d ; 2.5%	模拟量采集
	驱动电机电流指纹	可选	正常、轻微改变、显著改变	计算值
	总的操作次数	可选	0 次~100 000 次; 0 次	动作累积值
	触头磨损度	可选	0%~100%	自主计算值
	格式化信息	条件 ^c		发送报文
结果信息	条件 ^c		发送报文	
告警信息	开关周期不完整	应选	—	开关量采集并发送报文
	操作闭锁告警	应选	—	操作闭锁时发送报文
	OLTC 油箱油面温度异常 接点信号	宜选	—	开关量采集并发送报文
	OLTC 油箱油位异常触点 信号	宜选	—	开关量采集并发送报文
	OLTC 油箱低油位触点 信号	宜选		
	在线滤油机跳闸信号	条件 ^d	—	开关量采集并发送报文

表 4 (续)

信息类别	信息名称	选用原则	技术要求 (测量范围; 不确定度)	备 注
告警信息	驱动机电源异常触点信号	可选	—	开关量采集并发送报文
	驱动电机过流闭锁	宜选	—	开关量采集并发送报文
	并列运行异常	条件 ^e	—	并列异常时发送报文
<p>a 可选, 配置油黏稠度闭锁功能时为应选。</p> <p>b 配置过压、欠压、过流闭锁功能时为应选。</p> <p>c 有监测信息时为应选。</p> <p>d 配置了滤油机时为应选。</p> <p>e 有主从控制方式时为宜选</p>				

5.6 监测 IED

5.6.1 一般要求

监测 IED 应根据工程实际需求选用。监测 IED 的格式化信息和结果信息应通过站内通信网络报送到主 IED。报送周期可为 2h。若自上一次报送以来监测量的变化超过 5%则追加报送 1 次。各监测 IED 应配置足够的存储空间, 选择适宜的数据存储策略, 以满足趋势分析和深度分析的需要。

5.6.2 油中溶解气体监测 IED

油中溶解气体监测 IED 用于监测油浸式电力变压器油中溶解气体。可监测全部关注气体, 包括 H₂、CH₄、C₂H₄、C₂H₂、C₂H₆、CO, 也可只监测 H₂、C₂H₂ 等关键气体, 可扩展监测 CO₂、H₂O。油中溶解气体监测 IED 应符合表 5 的技术要求。此外, 宜通过站内通信网络接收相关合并单元采样值, 作为分析参考。

基于监测数据, 应形成“H₂、CH₄、C₂H₄、C₂H₂、C₂H₆、CO、CO₂、H₂O”的格式化信息和“运行可靠性”的结果信息, 其中对无值量赋予空值。

表 5 油中溶解气体监测 IED 技术要求

监测参量	最小可检量 ^a	测量范围	不确定度 ^b
H ₂ (氢气)	5μL/L	(0~2000) μL/L	5μL/L 或 30% (取较大者)
C ₂ H ₂ (乙炔)	0.5μL/L	(0~100) μL/L	0.5μL/L 或 30% (取较大者)
CH ₄ (甲烷)	1μL/L	(0~1000) μL/L	1μL/L 或 30% (取较大者)
C ₂ H ₄ (乙烷)	0.5μL/L	(0~1000) μL/L	0.5μL/L 或 30% (取较大者)
C ₂ H ₆ (乙烯)	0.5μL/L	(0~1000) μL/L	0.5μL/L 或 30% (取较大者)
CO (一氧化碳)	25μL/L	(0~5000) μL/L	25μL/L 或 30% (取较大者)
CO ₂ (二氧化碳)	50μL/L	(0~15000) μL/L	50μL/L 或 30% (取较大者)
H ₂ O (水分)	2% RH	0%~100% RH	5% RH
<p>^a 最小可检量可权衡其他利弊做出适当调整。</p> <p>^b 运行中可适当放宽不确定度要求</p>			

5.6.3 局部放电监测 IED

局部放电监测 IED 用于监测变压器内部放电信号。可监测达到一定强度的局部放电信号, 并跟踪其

发展态势。在并入标准干扰源的情况下，最小可监测视在放电量不大于 300pC 的局部放电信号，监测上限应不小于 10 000pC。监测值应与放电强度的实际变化相一致。监测值可用 pC 或 dB (dBm) 表示。此外，宜通过站内通信网络接收相关合并单元采样值，作为分析参考。

应以连续 50 个工频周期的监测数据为依据，形成“放电强度、放电频率（超过注意值强度的次数）”格式化信息和“运行可靠性”结果信息。

5.6.4 绕组温度监测 IED

绕组温度监测 IED 用于监测绕组主绝缘和铁心热点温度。通常采用光纤测温传感器直接测量。测温点数由用户或/和制造企业协商确定，通常为 4 个~20 个。测点位置应根据内部温度场计算或实测结果决定。传感器的温度测量范围应能覆盖-40℃~200℃，不确定度不大于 2℃。此外，应通过站内通信网络接收相关合并单元的采样值，作为分析参考。

根据监测数据，应形成“测点 1 温度、测点 2 温度...测点 n 温度、环境温度、负载率（当前负载/额定负载）”的格式化信息和“最热点温度、可持续时间”结果信息，其中对无值量赋予空值。

5.6.5 高压套管监测 IED

高压套管监测 IED 用于监测高压套管电容量。一般仅监测 220kV 及以上油纸绝缘套管，不确定度应不大于 1%。也可同时监测介质损耗因数，不确定度应不大于 0.002。

根据监测数据，应形成“电容量变化率%、介质损耗因数、环境温度”的格式化信息和“运行可靠性”的结果信息。

5.7 主 IED

主 IED 用于采集铁心接地电流、油位、油压等基本状态量的连续监测信息（见表 6），同时通过站内通信网络接收全部监测 IED 以及兼有监测功能的控制 IED 的结果信息和格式化信息，经过综合分析，形成“运行可靠性（整体）、控制可靠性（有载分接开关）、当前负载水平可持续时间”的结果信息，并将该结果信息及格式化信息按 4.2 b)、c) 要求发送至相关设备。

主 IED 可兼有冷却装置控制 IED 的基本功能（表 3 中的应选项）和/或有载分接开关控制 IED 的基本功能（表 4 中的应选项）。

表 6 主 IED 配置及要求

信息类别	信息名称	配置原则	技术要求 (测量范围; 不确定度)	备注
监测信息	铁心接地电流	可选	10mA~10A; 5%	模拟量采集
	主油箱油位	可选	0~100%; 5% (绝对值)	模拟量采集
	主油箱油压	可选	MPa ^a ; 5%	模拟量采集
监测 IED 报送信息	结果信息	条件	—	接收各监测 IED 报文
	格式化信息	条件	—	接收各监测 IED 报文并发送
综合信息	结果信息	条件	—	发送报文
^a 应涵盖运行时的动态范围。				

6 智能高压开关设备

6.1 智能组件的设置原则

一个断路器间隔应配置一套智能组件。对于三相机构独立或物理距离较远的情形，可设三套智能组件，合并单元等可集成于 B 相的智能组件。智能组件宜置入智能组件柜内，或与其他二次设备共享柜（仓、室）空间。

隔离开关、接地开关、快速接地开关的控制可有以下两种形式：

- a) 配置有就地控制器，通过网络连接至智能组件的开关设备控制器，接收并执行分、合指令，反馈分、合状态，发送相关测量、监测信息（如有）。
- b) 仅有执行器，由智能组件中的开关设备控制器直接控制分、合操作，相关测量、监测信息（如有）以模拟信号方式传送至开关设备控制器。

GIS 其他间隔可共用临近断路器间隔的智能组件。

6.2 智能组件的 IED 的配置

智能高压开关设备用智能组件的 IED 配置见表 7。

表 7 高压开关设备智能化项目及 IED 配置

功能	IED 名称	应用建议	技术要求
基本状态信息采集	开关设备控制器 (智能终端)	应采用	6.3
开关设备控制			
选相位操作		条件 ^a	
监测	主 IED	选择采用	6.5
	气体状态监测 IED		6.4.2
	机械状态监测 IED		6.4.3
	局部放电监测 IED		6.4.4
测量	合并单元		—
^a 有选相位操作要求时选用。			

6.3 开关设备控制器

开关设备控制器（又称智能终端，简称开关控制器），应具有通过站内通信网络接收、响应表 8 所列控制指令、实现控制目标的能力，并能对控制状态进行反馈。

选相位控制功能可集成于开关控制器，也可由一个独立的 IED 实现。配置此项功能时，实际分、合闸时间与目标点的时间偏差可为 1ms、1.5ms 或 2ms，具体根据实际工程要求确定。保护跳闸时应屏蔽此项功能。

表 8 高压开关设备控制器功能及配置要求

信息类别	信息名称	选用原则	备注
控制指令	CB 分指令（网络）	应选	接收报文及开关量输出
	CB 合指令（网络）	应选	接收报文及开关量输出
	CB 保护跳闸指令	应选	接收报文及开关量输出
	DS 分指令	应选	接收报文及开关量输出
	DS 合指令	应选	接收报文及开关量输出
	ES 合指令	应选	接收报文及开关量输出
	ES 分指令	应选	接收报文及开关量输出
	FES 合指令	应选	接收报文及开关量输出
	FES 分指令	应选	接收报文及开关量输出
	自动重合闸指令	应选	接收报文及开关量输出

表 8 (续)

信息类别	信息名称	选用原则	备注
控制反馈	CB 分合位置	应选	开关量采集并发送报文
	DS 分合位置 ^a	应选	开关量采集并发送报文
	ES 分合位置 ^a	应选	开关量采集并发送报文
	FES 分合位置 ^a	应选	开关量采集并发送报文
告警信息	低气压告警	应选	开关量采集并发送报文
	未储能告警	应选	开关量采集并发送报文
	分闸线圈断线告警	应选	开关量采集并发送报文
	储能电机过流告警	宜选	开关量采集并发送报文
	非全相操作告警	应选	开关量采集并发送报文
	低气压闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	低油压闭锁告警(液压机构)	应选	开关量采集并发送报文
	CB 合闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	DS 合闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	DS 分闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	ES 合闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	ES 分闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	FES 合闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
	FES 分闭锁告警	应选	开关量采集并发送报文
装置失电告警	应选	开关量采集并发送报文	
辅助信息	CB、DS、ES、FES 操作次数	可选	累计值
选相位控制信息	系统电压、电流	条件 ^b	合并单元报文
	机构箱温度	条件 ^c	机械状态监测 IED 报文
	分合控制电压	条件 ^c	机械状态监测 IED 报文
	储能介质压力(液压机构)	条件 ^c	机械状态监测 IED 报文
	断路器气室压力	条件 ^c	气体状态监测 IED 报文
	持续无操作时间	条件 ^c	内部计算的时间差
^a 可配置更准确的分合位置传感器，以支持顺序控制。 ^b 配置选相位操作功能时应选。 ^c 配置选相位操作功能时可选。			

6.4 监测 IED

6.4.1 一般要求

同第 5.6.1 条。

6.4.2 气体状态监测 IED

气体状态监测 IED 用于监测气体绝缘设备气体状态，可连续监测气室的气体压力、温度和水分，具体要求见表 9，其中水分是可选项目。宜采用绝对压力传感器，也可用相对压力传感器。

气体状态监测 IED 应具有自主分析功能，通过对监测数据的跟踪分析，对气体的状态做出判断，形成“气体密度、压力、温度、水分”的格式化信息和“运行可靠性”的结果信息。气体状态监测 IED 可与主 IED 合并。

表 9 气体监测项目及要 求

被测参量	选用原则	测量范围	不确定度
气室气体压力	应选	0~1.0MPa	2.5%
气室气体温度	应选	-40℃~100℃	2℃
气室气体水分	可选	100μL/L~1000μL/L	100μL/L

6.4.3 机械状态监测 IED

机械状态监测 IED 用于监测断路器机械特性。监测内容可包括断路器触头位移特性、分合闸线圈电流及指纹、储能介质压力（如有）、储能电机运行状态（包括启动频率、运行时间等）、机构箱内温度、操作次数、持续运行时间等，可间接监测触头寿命累积损失值，见表 10。

机械状态监测 IED 应具有数据处理功能，形成格式化信息和结果信息。根据监测对象，格式化信息细分为：

- 累积操作次数、持续运行时间、累积寿命损失率、最近一次开断电流、最近一次寿命损失率。
- 线圈电流指纹、分闸时间、分闸速度、合闸时间、合闸速度。
- 储能状态（100%为完全储能）、储能介质压力、储能介质温度。
- 储能电机最近一次工作时间、储能电机电流指纹。
- 机构箱温度、加热器报警。

表 10 机械状态监测 IED 监测项目及要 求

监测对象	监测参量	选用原则	技术要求 (测量范围；不确定度)	备注
操动机构	机构箱温度	应选	-40℃~100℃；2℃	模拟量采集
	分闸线圈电流	宜选	A ^a ；2.5%	模拟量采集
	分闸线圈电流指纹	宜选	正常、轻微改变、显著改变	计算值
	合闸线圈电流	宜选	A ^a ；2.5%	模拟量采集
	合闸线圈电流指纹	宜选	正常、轻微改变、显著改变	计算值
	分合控制电压	条件 ^b	V ^a ；2.5%	模拟量采集
	分闸时间	应选	ms ^a ；1.5ms	计算值
	分闸速度	应选	m/s ^a ；5%	计算值
	合闸时间	应选	Ms ^a ；2.5ms	计算值
	合闸速度	应选	m/s ^a ；5%	计算值
储能系统	CB 操作次数	应选	0~10000 次；0 次	内部累计值
	储能介质压力	条件 ^b	MPa ^a ；5%	模拟量采集
	储能电机启动时间	可选	时间 ^c ；2s	模拟量采集
	储能电机停止时间	可选	时间 ^c ；2s	模拟量采集
断路器触头	开断电流	条件 ^d	2%+互感器不确定度	计算值

表 10 (续)

监测对象	监测参量	选用原则	技术要求 (测量范围; 不确定度)	备注
辅助量	合并单元采样值	条件 ^d		接收报文
<p>^a 符合采集量动态范围要求。</p> <p>^b 配置选相位操作功能且对此有要求时应选用, 其他情形为可选用。</p> <p>^c 年/月/日 时:分:秒。</p> <p>^d 有分析触头电寿命损失率需求时应选</p>				

6.4.4 局部放电监测 IED

局部放电监测 IED 用于监测高压开关设备局部放电信号, 应能探测超过设定阈值的局部放电信号并监测其发展态势。在并入标准干扰源的情况下, 应具有监测视在电量不大于 30pC 局部放电信号的能力, 监测上限应不小于 500pC。监测值应与放电强度的实际变化相一致。监测值可用 pC 或 dB (dBm) 表示。此外, 宜通过站内通信网络接收相关合并单元的采样值, 作为分析参考。

应以连续 50 个工频周期的监测数据为依据, 形成“放电强度、放电频率(超过注意值强度的次数)”格式化信息和“运行可靠性”结果信息。

6.5 主 IED

主 IED 用于汇集监测数据并做出综合结果信息。

主 IED 应能通过站内通信网络接收全部监测 IED 的结果信息和格式化信息, 经自主综合分析之后, 形成“运行可靠性、控制可靠性”的结果信息, 并将该结果信息及格式化信息按 4.2 b)、c) 要求发送至相关设备。

7 其他高压设备的智能化

如高压设备有受控的组(部)件, 或反映其运行可靠性的关键特征量可监测, 就可进行智能化设计或改造。在实际应用中, 应遵从可靠、有效、经济的技术理念, 根据第 4、5 章的要求, 统筹确定。

8 试验、调试和验收

8.1 高压设备本体试验

高压设备本体的型式试验和出厂试验应在传感器安装后进行。所有传感器应处于与实际工作一致的状态。

若智能化基于已有型号的高压设备, 且植入传感器可能影响密封、绝缘、机械强度等, 应在传感器安装完成后补充相关试验。

8.2 智能组件试验

智能组件应进行下列试验, 其中, a)、b)、c) 为型式试验; d)、e)、f) 为出厂试验。

- a) 各 IED 应按 DL/T 860 进行一致性、互操作性检测。
- b) 智能组件应进行环境和抗扰度等试验。条件允许时, 宜将智能组件连同柜体作为一个整体进行试验, 否则, 各 IED 应独立进行试验。单独试验时, 可考虑柜内环境对试验等级作适度调整。环境相关试验应按 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2 和 GB/T 2423.4 要求进行; 抗扰度试验应按 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17626.8、GB/T 17626.9、GB/T 17626.10、GB/T 17626.11、GB/T 17626.12 要求进行。应逐项检测所有 IED 的功能和性能, 结果应符合标准要求。
- c) 主 IED 如提供结果信息, 结果信息的有效性可采用与专家评审结果比对的方式予以确认。

- d) 检查各 IED 允许的运行环境，应与智能组件柜（或实际放置智能组件的仓、室）内部的环境控制目标相一致。
- e) 室温环境下的功能和性能检测。
- f) 连续通电试验。

8.3 智能高压设备整体调试

智能高压设备整体调试包括以下两个部分：

- a) 组件内各 IED 的功能调试、性能测试及信息交互测试；
- b) 智能高压设备的整体调试，检测配置的各项智能化功能，结果应符合要求。

8.4 智能高压设备的验收

设备制造厂应提交型式试验报告、出厂试验报告、现场调试报告等，且均应符合合同要求。

附录 A
(资料性附录)
智能高压设备示意图

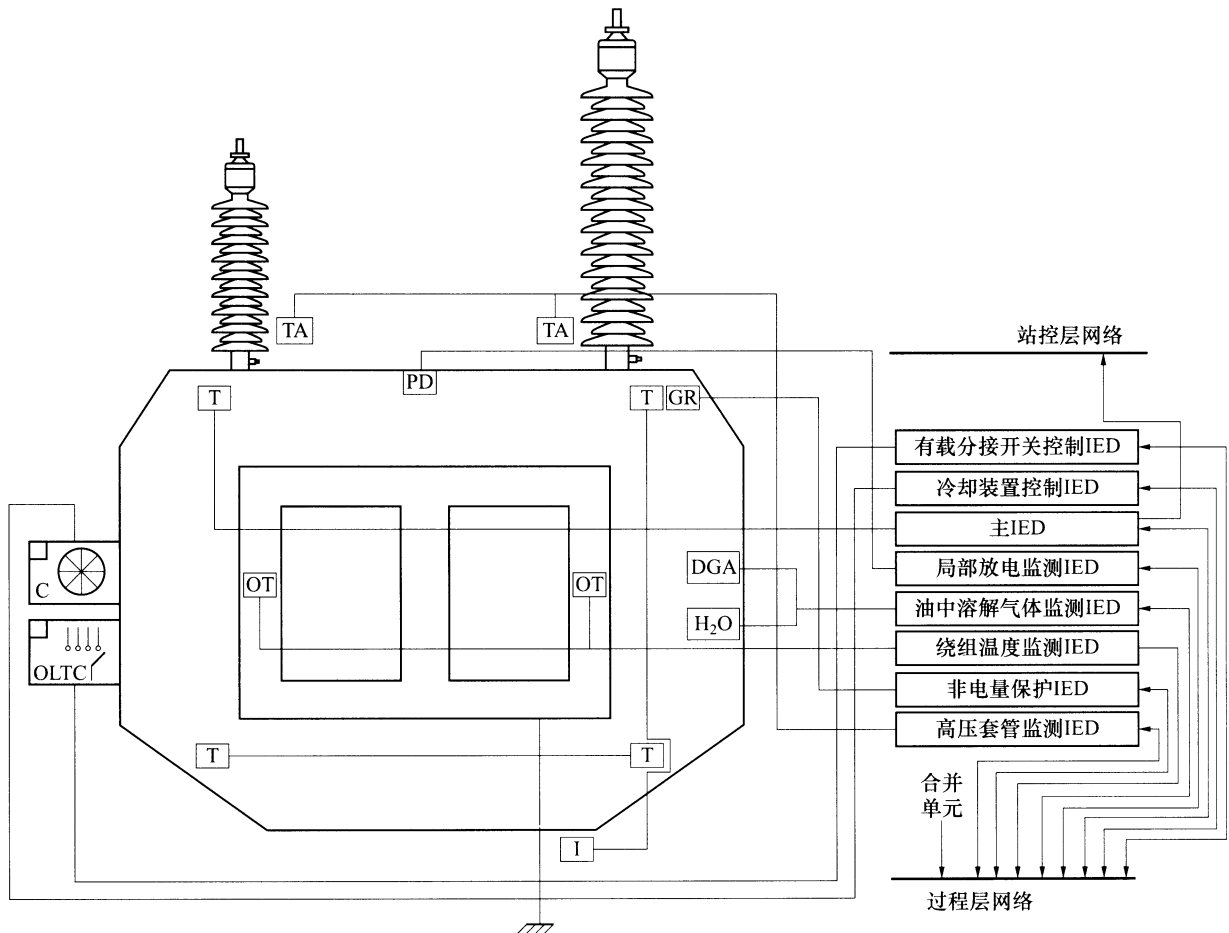


图 A.1 智能电力变压器组成架构示意图

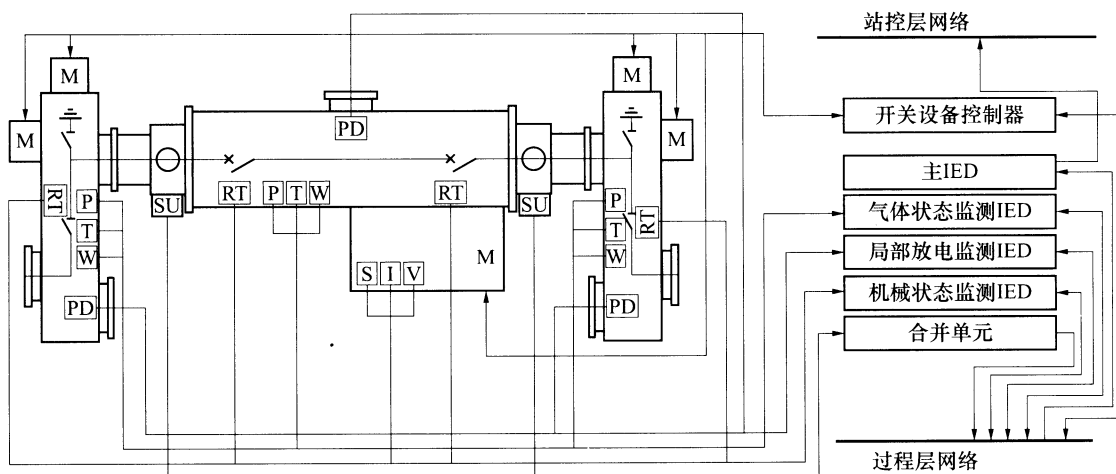
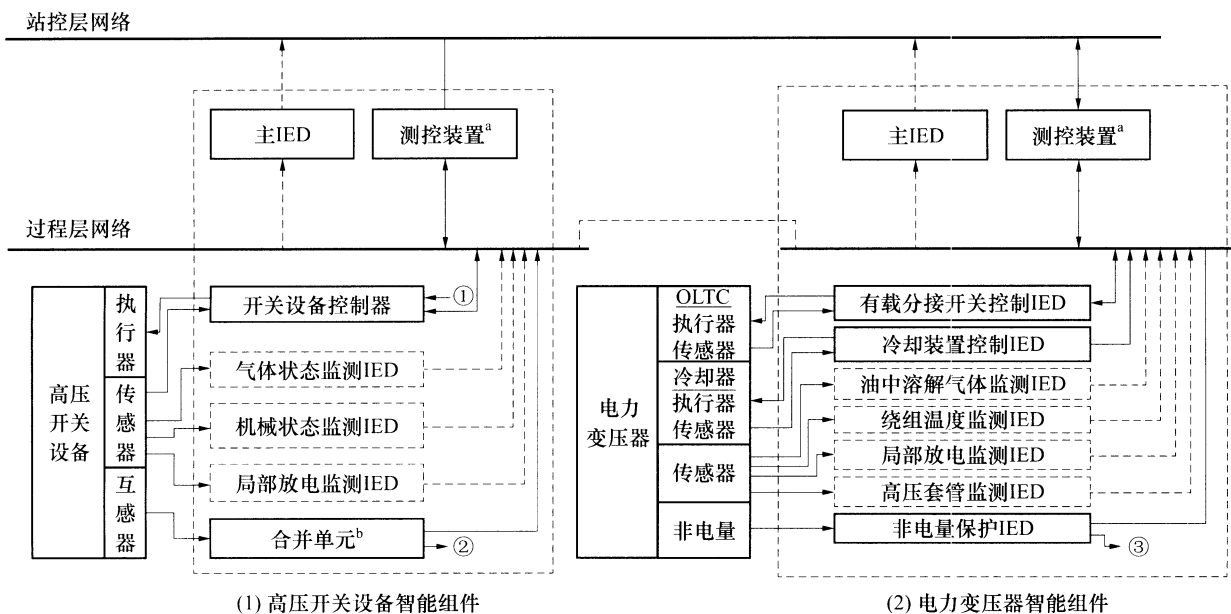


图 A.2 智能高压开关设备组成架构示意图



说明：

1. 主 IED 集合智能组件内各 IED 监测信息，实现第 4.2 b)、c) 所述功能；根据调度（调控）系统需要，主 IED 可以接入 I 区或 II 区。

2. 控制 IED：实现对高压设备或部件的网络化控制或/和智能控制。开关设备控制器、有载分接开关控制 IED、冷却装置控制 IED 可兼有对受控组（部）件的监测功能。

3. 监测 IED：监测高压设备状态。

4. ① 继电保护装置跳闸指令；② 至相关继电保护装置；③ 至各侧开关设备控制器跳闸指令。

a 可集成于智能组件。

b 可集成于智能组件；如高压设备集成了电子式互感器的传感器，则合并单元宜集成于智能组件。

图 A.3 电力变压器、高压开关设备智能组件示意图

中华人民共和国
电力行业标准
智能高压设备技术导则
DL/T 1411—2015

*

中国电力出版社出版、发行

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

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2016年3月第一版 2016年3月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.25印张 33千字
印数 0001—2000册

*

统一书号 155123·2784 定价 11.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



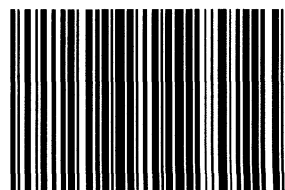
中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



刮开涂层
查询真伪



155123.2784