ICS 29.240
CCS F23

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2103—2020

电子式电流互感器状态检修导则

Guide for condition based maintenance strategy of electronic current transformers

2020－10－23 发布　　2021－02－01 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
5　检修时间 3
6　检修内容 3
7　检修类别 4
附录 A（规范性附录）　电子式电流互感器状态量的检修内容明细表 6

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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（SAC/TC 321）归口。

本标准主要起草单位：国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网安徽省电力有限公司马鞍山供电公司。

本标准主要起草人：丁国成、陈庆涛、毕建刚、吴立远、杨海涛、阎春雨、高树国、吴兴旺、肖燕、尹睿涵、张晨晨、邢超、赵军、孙帆、张克谦、徐乃军。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电子式电流互感器状态检修导则

1 范围

本标准规定了运行中电子式电流互感器状态检修的总体要求、检修类别、检修时间和检修内容。

本标准适用于系统电压等级为110（66）kV～750kV的交流独立电子式电流互感器。

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 20840.8—2007 互感器 第8部分：电子式电流互感器

DL/T 393 输变电设备状态检修试验规程

DL/T 1542—2016 电子式电流互感器选用导则

DL/T XXXX-201X 电子式电流互感器状态评价导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电子式互感器 electronic instrument transformer

一种装置，由连接到传输系统和二次转换器的一个或多个电流或电压传感器组成，用于传输正比于被测量的量，以供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置。

〔GB/T 20840.8—2007，定义3.1.1〕

3.2

电子式电流互感器(ECT) electronic current transformer；ECT

一种电子式互感器，在正常使用条件下，其二次转换器的输出实质上正比于一次电流，且相位差在联结方向正确时接近于已知相位角。

〔GB/T 20840.8—2007，定义3.1.2〕

3.3

独立电子式电流互感器 individual electronic current transformer

一种具有独立结构、独立安装的电子式电流互感器。

〔DL/T 1542—2016，定义3.6〕

3.4

检修时间 maintenance time

设备下次检修试验的时机。

3.5

检修类别 maintenance class

按设备检修性质涉及范围对检修工作的分类。分为A、B、C、D四类检修。其中A、B、C类是停电检修，D类是不停电检修。

3.5.1

A 类检修 maintenance of class A

设备本体整体性检查、维修、更换及相关试验。

3.5.2

B 类检修 maintenance of class B

设备局部性的检修，部件的解体检查、维修、更换及相关试验。

3.5.3

C 类检修 maintenance of class C

设备常规性检查、试验及维修。

3.5.4

D 类检修 maintenance of class D

设备在不停电状态下进行的带电测试、外观检查和维修。

3.6

设备状态 condition of component

对设备持续安全运行能力的一种表述，由设备各部件及其状态量评价确定。分为正常、注意、异常和严重四种。

〔DL/T XXXX-201X　电子式电流互感器状态评价导则，定义 3.6〕

3.6.1

正常状态 normal condition

各状态量处于稳定且在规程规定的警示值、注意值（以下简称标准限值）以内，设备可以正常运行。

〔DL/T XXXX-201X　电子式电流互感器状态评价导则，定义 3.6.1〕

3.6.2

注意状态 attentive condition

单项（或多项）状态量变化趋势朝接近标准限值方向发展，但未超过标准限值，仍可以继续运行，应加强运行中的监视。

〔DL/T XXXX-201X　电子式电流互感器状态评价导则，定义 3.6.2〕

3.6.3

异常状态 abnormal condition

单项重要状态量变化较大，已接近或略微超过标准限值，应监视运行，并适时安排停电检修。

〔DL/T XXXX-201X 电子式电流互感器状态评价导则，定义 3.6.3〕

3.6.4

严重状态 serious condition

单项重要状态量严重超过标准限值，需要尽快安排停电检修。

〔DL/T XXXX-201X 电子式电流互感器状态评价导则，定义 3.6.4〕

4 总体要求

4.1 实施原则

应遵循“应修必修，修必修好”的原则，依据设备状态评价的结果，考虑电网冗余情况及事故风险，，动态制定设备的检修策略，合理安排检修计划。

4.2 新投运设备检修

新投运设备投运初期，110（66）kV及以上的新设备投运后1～2年应安排停电例行试验，同时还应对设备及其辅件进行全面检查。

4.3 老旧设备检修

对于运行时间超过30年的设备，宜根据厂家建议，结合设备运行状况及评价结果，调整检修计划。

4.4 停电例行试验周期计算

应按DL/T 393 规定的试验周期要求进行停电例行试验。期间因检修停电开展了全部例行试验，试验周期可重新开始计算。

4.5 停运设备

停运6个月以上拟重新投运前的设备，投运前应进行例行试验。

5 检修类别

检修类别应根据本次执行的检修内容确定，分为A、B、C、D四类，各类检修对应的检修内容见表1。

A类检修主要包括本体部件的检查、维修、返厂检修、整体更换和相关试验等。

B类检修主要包括套管、传感器、一次端子连接端、储油柜、气体压力表（SF_6互感器）、采集器（包括电源模块、主控模块、数据采集模块、数据转发模块）、二次接线盒、合并单元等主要部件更换、现场干燥处理等。

C类检修主要包括停电例行试验以及防腐、防污闪、引线接头处理等需要停电进行的清扫、检查和维修等。

D类检修主要包括专业巡检、带电检测、带电水冲洗、防腐等带电维护保养以及二次接线盒密封件、紧固螺丝等可带电进行的更换。

表 1　电子式电流互感器的检修分类和检修内容对应表

检修类别	检修条件	检修内容
A类检修	停电	A.1　返厂检修 A.2　整体更换 A.3　相关试验
B类检修	停电	B.1　主要部件更换 B.1.1　套管 B.1.2　罗戈夫斯基(Rogowski)线圈、低功率(LPCT)线圈等传感器 B.1.3　一次端子连接端改造 B.1.4　储油柜、气体压力表（SF_6互感器） B.1.5　采集器 B.1.6　二次接线盒 B.1.7　合并单元 B.1.8　其它 B.2　现场干燥处理、滤油、脱气等 B.3　其它部件局部缺陷检查处理和更换工作 B.4　相关试验
C类检修	停电	C.1　按DL/T 393规定进行的停电例行试验 C.2　清扫、检查和维护 C.2.1　防腐处理 C.2.2　防污闪处理 C.2.3　引线接头打磨、紧固 C.2.4　其它
D类检修	不停电	D.1　专业巡检 D.2　带电检测 D.3　维护保养 D.3.1　带电水冲洗 D.3.2　防腐处理 D.3.3　封堵 D.3.4　其它 D.4　可带电进行的部件更换处理工作

6　检修时间

不停电检修，即D类检修，执行DL/T 393等相关标准要求。

停电检修，即A类、B类、C类检修，根据《DL/T XXXX-201X 电子式电流互感器状态评价导则》中由状态信息进行设备状态的评价结果，确定下次停电检修时间，并遵循以下原则：

a)评价为“正常状态”：根据设备实际情况，宜按照正常周期或延长一年执行停电检修。

b)评价为“注意状态”：如果单项状态量扣分导致评价结果为“注意状态”时，应根据实际情况提前安排停电检修。如果由多项状态量合计扣分导致评价结果为“注意状态”时，应适当加强带电检测。

c)评价为“异常状态”：，根据评价结果确定检修类别和内容，并适时安排停电检修。实施停电检修前应加强带电检测。

d)评价为“严重状态”：根据评价结果确定检修类别和内容，尽快安排停电检修。实施停电检修前应加强带电检测。

表 2 电子式电流互感器停电检修时间决策表

设备状态	正常状态	注意状态	异常状态	严重状态
推荐检修时间	正常周期或延长一年	不大于正常周期	适时安排	尽快安排

检修计划宜根据具体设备检修时间，协调同站和同间隔相关设备停电检修时间统一安排，避免重复停电。

7 检修内容

检修内容应根据各部件状态量的劣化情况，综合备品备件、负荷转移、厂家要求等综合制定，各部件状态量劣化时推荐的检修内容见附录A。所有停电检修内容宜集中完成。

附 录 A
（规范性附录）
电子式电流互感器状态量的检修内容明细表

序号	状态量		劣化程度	劣化情况	检修内容和类别
	分类	状态量名称			
1	运行	密封性	Ⅱ	SF_6气体压力低于额定补气气体压力	B 类检修：对泄漏点进行补漏处理、补气至额定工作气体压力或更换密度继电器
			Ⅲ	SF_6气体压力低报警	B 类检修：对泄漏点进行补漏处理、补气至额定工作气体压力或更换密度继电器
2		本体温升	Ⅲ	相间温差超过 2K	C 类检修：增加诊断性试验
3		异常声响	Ⅳ	互感器有放电等异常声响	D 类检修：局部放电检测 C 类检修：停电进行绝缘等试验、SF_6气体分解产物分析
4		冒胶、冒烟、着火	Ⅳ	互感器喷油、冒胶、冒烟、着火	A 类检修：更换互感器
5		本体外绝缘表面情况	Ⅱ	未涂覆防污闪涂料的瓷套管表面明显积污	D 类检修：带电清扫或带电水冲洗 C 类检修：停电对外绝缘进行清扫
			Ⅱ	涂覆防污闪涂料的瓷套，涂层明显老化、起皮、破损，憎水性显著下降	C 类检修：复涂防污闪涂料
			Ⅲ	外绝缘结构不合理或爬距不满足最新污区要求且未采取措施	**情况一：**瓷套管爬距不满足要求 C 类检修：检查伞裙、涂覆防污闪涂料或加装增爬裙 **情况二：**复合绝缘套管伞形系数不满足要求，或瓷套管不满足防雨闪要求 A 类检修：整体更换
			Ⅲ	套管破损，复合绝缘套管明显开裂	A 类检修：更换互感器

序号	状态量		劣化程度	劣化情况	检修内容和类别
	分类	状态量名称			
			Ⅲ	在雨雾天气下，本体外绝缘表面有明显放电	D 类检修：带电清扫或带电水冲洗 C 类检修：停电对外绝缘进行清扫 C 类检修：复涂防污闪涂料
			Ⅳ	在雨雾天气下，本体外绝缘表面有严重爬电	
6		底座、二次接线盒、采集器、合并单元等表面情况	Ⅱ	有轻微锈蚀现象	D 类检修：进行防腐处理
			Ⅲ	有明显锈蚀现象	
7		合并单元运行情况	Ⅱ	光缆外层破损严重	B 类检修：更换光缆
			Ⅲ	远端模块电源光功率异常	**情况一：** 合并单元问题，B 类检修：更换合并单元供能板卡 **情况二：** 远端模块问题，B 类检修：更换远端模块
			Ⅲ	与远端模块通信异常	**情况一：** 合并单元问题，B 类检修：更换合并单元与远端模块的通信板卡 **情况二：** 远端模块问题，B 类检修：更换远端模块
			Ⅲ	采样值（SV）输出数据品质无效	**情况一：** 合并单元问题，B 类检修：更换合并单元板卡或升级软件 **情况二：** 远端模块问题，B 类检修：更换远端模块
8		气体密度继电器	Ⅲ	表计指示异常	D 类检修：装有截止阀时，确保安全情况下可带电更换气体密度继电器 B 类检修：停电更换气体密度继电器
			Ⅳ	表计损坏	

序号	状态量		劣化程度	劣化情况	检修内容和类别
	分类	状态量名称			
9		导电接头和引线情况	Ⅱ~Ⅲ	引线断股或松股，截面损失低于 7%	C 类检修：修补引线
			Ⅲ~Ⅳ	引线断股或松股，截面损失达 7%以上，但小于 25%	B 类检修：更换引线
			Ⅳ	线夹与设备连接平面出现缝隙，螺丝明显脱出，引线随时可能脱出；线夹破损断裂严重，有脱落的可能，对引线无法形成紧固作用；引线断股或松股，截面损失达 25%以上	**情况一：** 线夹松动，C 类检修：紧固线夹 **情况二：** 线夹破损断裂，B 类检修：更换线夹 **情况三：** 引线断股或松动，B 类检修：更换引线
10		连接端子及引流线温升	Ⅰ~Ⅱ	相对温差δ≥35%，但热点温度≤80℃	C 类检修：对一次端子连接端与引流线进行紧固、打磨并涂抹导电膏处理
			Ⅱ~Ⅲ	热点温度 80℃～110℃；相对温差δ≥80%且热点温度≤110℃	
			Ⅲ	热点温度>110℃；相对温差δ≥95%且热点温度>80℃	
11	检修试验	绝缘电阻	Ⅲ	1. 一次端子对地的绝缘电阻小于 1500MΩ； 2. 一次端子对地的绝缘电阻不小于 1500MΩ但初值差的绝对值大于 50%； 3. 电子式电流互感器及合并单元的供电端口两极对外壳之间的绝缘电阻小于 500MΩ。	C 类检修：增加诊断性试验
12		交流耐压试验	Ⅳ	交流耐压试验未通过	A 类检修：更换互感器或返厂检修
13		局部放电	Ⅲ	高频局放检测有典型放电图谱	C 类检修：增加诊断性试验
			Ⅳ	1.2Um/**错误!未找到引用源。**电压下局放量：大于 50pC(固体绝缘)或大于 20pC（气体）	A 类检修：更换互感器或返厂检修

序号	状态量		劣化程度	劣化情况	检修内容和类别
	分类	状态量名称			
14		SF_6气体微水含量	Ⅲ	A 类检修后大于 150μL/L(20℃)；运行中大于 300μL/L(20℃)	B 类检修：查明原因，现场换气处理 A 类检修：返厂检修
15		SF_6气体分解产物	Ⅲ	SO_2大于 1μL/L，或 H_2S 大于 1μL/L，或 CF_4增量大于 0.1%	A 类检修：更换互感器或返厂检修
16		SF_6气体纯度	Ⅲ	纯度小于 97%（质量占比）	B 类检修：查明原因，现场换气处理 A 类检修：返厂检修
17		气体密度继电器校验	Ⅱ	校验结果不合格	D 类检修：装有截止阀时，确保安全情况下可带电更换气体密度继电器 B 类检修：停电更换气体密度继电器
18		SF_6气体泄漏检测	Ⅲ	发现明显漏点	D 类检修：情况允许下，可带电对漏点进行封堵 B 类检修：停电对漏点进行封堵 A 类检修：更换互感器
19		准确度试验	Ⅱ	不满足准确度要求	A 类检修：更换互感器
20	其他	已发布的家族缺陷或者同厂、同型、同期设备的故障信息	Ⅱ	一般缺陷未整改	根据具体家族缺陷确定检修内容和类型
			Ⅳ	重大缺陷未整改	
21		动热稳定性能	Ⅳ	动热稳定性能不满足安装地点系统短路容量的要求	A 类检修：更换为满足安装地点系统短路容量要求的电流互感器
22		一次端子连接端	Ⅲ	一次端子连接端接触面积不足	B 类检修：对一次端子连接端进行改造