

ICS 29.020

K 01

备案号: 35227-2012

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 278 — 2012

直流电子式电流互感器技术监督导则

Technical supervision rules for DC electronic current instrument transformer

2012-01-04 发布

2012-03-01 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 技术监督	2
附录 A (资料性附录) 直流电子式电流互感器基本原理	6
附录 B (资料性附录) 直流电子式电流互感器主要技术要求	7
附录 C (资料性附录) 光纤通道光衰减测量方法	8
附录 D (资料性附录) 直流电子式电流互感器常见故障及处理方法	10
附录 E (规范性附录) 直流电子式电流互感器在线监测数据记录	11
附录 F (规范性附录) 直流电子式电流互感器检修交待记录	12

前 言

为加强高压直流输电系统用光电流互感器的现场运行管理，提高其安全可靠运行水平，制定本技术监督导则。

为沿袭 GB/T 20840.8—2007《电子式电流互感器》对非传统电流互感器的定义，并考虑到将来直流电流测量技术的进步，将“光电流互感器”更名为“直流电子式电流互感器”。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压直流输电技术标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国网电力科学研究院、国家电网公司运行分公司。

本标准的主要起草人：章述汉、李前、李健建、李鹤、余克武、李登云、胡浩亮、徐子立。

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）。

直流电子式电流互感器技术监督导则

1 范围

本标准规定了高压直流输电系统中直流电子式电流互感器的现场运行监督试验项目、试验方法和试验周期。

本标准适用于运行中的采用光纤作为传输介质的直流电子式电流互感器的技术监督。本标准不适用于零磁通式直流电流互感器。

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，仅所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 1208 电流互感器

GB/T 20840.8—2007 电子式电流互感器

DL/T 664—2008 带电设备红外诊断应用规范

DL/T 1051—2007 电力技术监督导则

3 术语和定义

GB 1208 定义的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

设备状态 Equipment status

在允许运行条件下设备的安全运行状况。

3.2

设备状态信息（简称状态信息） Status message

直接或间接表征设备状态的各类信息，如数据、声音、图像等。

3.3

家族缺陷 Family disfigurement

由设计或（和）材质或（和）工艺瑕疵等导致的设备状态不良称为家族缺陷。一旦出现这类缺陷，与缺陷设备属于同一设计或（和）材质或（和）工艺的其他设备，不论其当前是否出现同类缺陷，都称为有家族缺陷设备，直至这种隐患被消除。

3.4

不良工况 Bad condition

设备在运行中经受的、可能对设备状态造成不良影响的各种工况，如近区短路、过负荷、过励磁、侵入波、开断短路电流等。

3.5

设备状态不良 Equipment bad status

设备的非正常运行状况。这种非正常运行状况可能是由设备的家族缺陷、不良工况等因素造成。

3.6

巡检 Inspect

为掌握设备状态，对设备进行的巡视、检查。

3.7

带电检测 Online test

在运行状态下，对设备状态信息进行的现场检测。

3.8

在线监测 Online supervision

在运行状态下，对设备状态信息进行的自动实时或定时监测、记录。

3.9

例行维修 Routine maintenance

定期在现场对设备进行的各种简单保养和维修，如清扫、螺栓紧固、防腐处理、自备表计校验、易损件更换、功能确认等。

3.10

例行试验 Routine test

为获取设备状态信息，掌握设备状态，定期进行的各种带电检测和停电试验。

3.11

诊断性试验 Diagnosis test

巡检、在线监测、例行试验等发现设备状态不良，或经受了不良工况，或受家族缺陷警示，或连续运行了较长时间，为进一步评估设备状态进行的试验。

4 技术监督

巡检、带电检测、在线监测、例行维修和例行试验通常按周期定期进行。诊断性试验只在诊断设备状态时有选择地进行。

如果在巡检、带电检测、在线监测、例行维修和例行试验中发现存在可能影响设备安全运行的家族缺陷，同一家族的其余设备应打破周期惯例，进行诊断性试验并尽早消除隐患。新设备（或进行过大修的设备）投运满一年，应对全部设备进行一次例行维修和例行试验。必要时，进行部分或全部诊断性试验。

4.1 监督档案及维修试验人员主要要求

4.1.1 监督档案

所有设备都应以书面或电子文档方式保留下列信息：

- a) 设备技术资料，出厂试验报告，产品合格证；
- b) 交接试验报告；
- c) 运行中的巡检记录；
- d) 定期的在线监测数据记录（格式见附录 E）；
- e) 历次例行维修和例行试验的记录；
- f) 检修交待记录（格式见附录 F）。

4.1.2 维修和试验人员

维修和试验人员应熟悉其所承担维修和试验工作的实施要点、人身、设备及系统安全事项。维修试验负责人还应熟知各项维修和试验的目的、意义、实施细则和数据分析的基本知识。维修和试验人员必须通过《国家电网公司电力安全工作规程》考试。

维修试验实施前，维修试验负责人应该确认维修试验中需使用的试验设备、计量监控仪表状态良好，其特性和准确度等级符合维修和试验的要求，并在有效期内。

4.2 巡检

在直流电子式电流互感器运行期间，应按照规定巡检内容和巡检周期进行巡检，巡检情况应有书面或电子文档记录。

巡检内容和巡检周期参见表 1。

表 1 直流电子式电流互感器巡检内容及周期

巡 检 内 容	周 期
检查外绝缘表面清洁、无裂纹及破损，无影响设备运行的障碍物、附着物等	1~7天
整个设备无异常声响或放电声	
高压引线、接地线、测量电缆、光纤等连接正常，外观无机械损伤	
设备外涂漆层清洁、无锈蚀，漆膜完好	
各部位密封良好，无渗漏现象	
底座、支架牢固，无倾斜变形	
铭牌、标志牌完备	

4.3 在线监测

直流电子式电流互感器运行期间，应按照规定的要求和周期对设备状态信息进行监视，监视情况应有书面记录并做月度分析。发现异常应及时查找故障点并及时排除。

直流电子式电流互感器在线监测按表 2 所列项目进行。

表 2 直流电子式电流互感器在线监测项目

监 测 项 目	周 期	技 术 要 求
误码率	1 周 ^a	符合设备技术条件要求
激光器输出光功率和驱动电流	2 周 ^a	符合设备技术条件要求
一次转换器温度	2 周 ^a	符合设备技术条件要求
激光器温度	2 周 ^a	符合设备技术条件要求

^a 特殊时段周期可缩短，特殊时段指满负荷、过负荷运行状态，迎峰度夏时段等。

4.4 例行试验

直流电子式电流互感器例行试验按表 3 所列项目进行。

表 3 直流电子式电流互感器例行试验项目

试验项目	周 期		技 术 要 求	试 验 方 法
红外热像检测	正常情况	1 月	传感器及绝缘子部分无异常温升	红外热像检测一次通路回路电气连接处、外壳、绝缘子等部件无异常温升。具体操作可按 DL/T 664《带电设备红外诊断应用规范》执行
	特殊时段	1 周		

注：特殊时段指满负荷、过负荷运行状态，迎峰度夏时段等。

4.5 诊断性试验

直流电子式电流互感器诊断性试验按表 4 所列项目进行。

表 4 直流电子式电流互感器诊断性试验项目

试验项目	试验周期	技 术 要 求	试验方法
激光功率测量	交接试验和必要时	参见 4.5.1	4.5.1
误差校准试验 ^a	必要时	符合设备技术条件要求	4.5.2

表 4 (续)

试验项目	试验周期	技术要求	试验方法
光纤通道光衰减测量	交接试验和必要时	符合设备技术条件要求	4.5.3
一次回路的直流电阻测量	交接试验和必要时	符合设备技术条件要求 (仅适用于有分流器者)	4.5.4
一次回路注流试验	交接试验和必要时	符合设备技术条件要求	4.5.5

* 计量用直流电子式电流互感器的检定周期应符合相应检定规程。

4.5.1 激光功率测量

在线监测系统显示光功率不正常时, 进行本项目。

用光功率计测量到达受端的激光功率, 并与要求值和上次对应位置的测量值进行比较, 偏差不大于 $\pm 5\%$ 即符合设备技术文件要求。必要时, 可测量光纤通道的光衰减值, 测量结果应符合设备技术条件要求。

4.5.2 误差校准试验

采用直接比较法校准直流电子式电流互感器电流比误差, 其原理接线图如图 1 所示。在一次侧注入额定电流的 10%、20%、50%、80%、100%, 同时读取直流电流标准装置和被校准直流电子式电流互感器的输出, 得到电流比误差。现场条件或测试设备无法满足试验要求时, 可以适当减小测量电流及减少测量点。

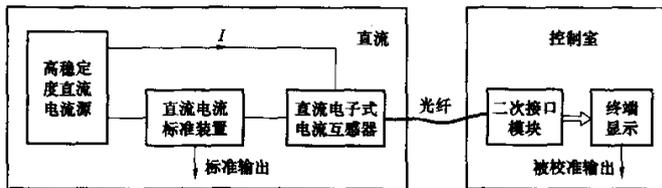


图 1 采用直接比较法校准直流电子式电流互感器电流比误差原理接线图

误差校准试验设备要求:

- 高稳定度直流电流源输出电流的稳定度应高于 0.05%;
- 高稳定度直流电流源输出电流的纹波系数应小于 7%;
- 直流电流标准装置的准确度等级应高于 0.05 级。

4.5.3 光纤通道光衰减测量

在线监测系统显示误码率偏大或激光器输出光功率、激光驱动电流偏大时, 进行本项目。

直流电子式电流互感器的光纤通道光衰减测量方法参见附录 C。

4.5.4 一次回路的直流电阻测量

在例行试验红外热像检测中发现直流互感器本体温度超过规定限值时, 宜进行本项试验。

用回路直流电阻测试仪测量直流电子式电流互感器本体中的直流电阻。测量原理为四端法, 测量电路如图 2 所示。测量值与要求值以及上次对应位置的测量值进行比较, 偏差不大于 $\pm 10\%$ 即符合要求。

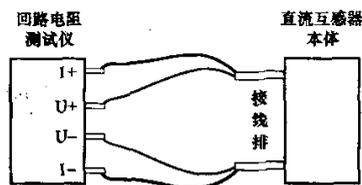


图 2 回路直流电阻测试仪测量直流电子式电流互感器直流电阻原理图

回路电阻测试仪的量程应根据直流电子式电流互感器的标称分流器电阻的大小合理选择。尽量选择较大的测试电流，但不应大于被测直流电子式电流互感器的额定电流。

4.5.5 一次回路注流试验

在一次侧注入适当、稳定的直流电流，检查控制、保护及测量装置，测量结果应符合设备技术文件要求。

附录 A (资料性附录)

直流电子式电流互感器基本原理

高压直流输电系统换流站采用直流电子式电流互感器测量直流场、阀厅极线及直流场极线滤波电容器组中的直流电流和谐波电流。

直流电子式电流互感器一般采用分流器和/或 Rogowski 线圈作为一次电流传感器。位于高压侧的一次转换器对传感器的输出信号进行信号调理及光电转换，一次电流被转换成数字光信号通过光纤传输至控制室，位于控制室的二次转换器将该数字光信号还原为电信号，提供给直流输电控制和保护系统。二次转换器内的激光器通过光纤将激光传输至一次转换器，并通过光电转换为一次转换器提供电源。

直流电子式电流互感器的基本原理如图 A.1 所示。

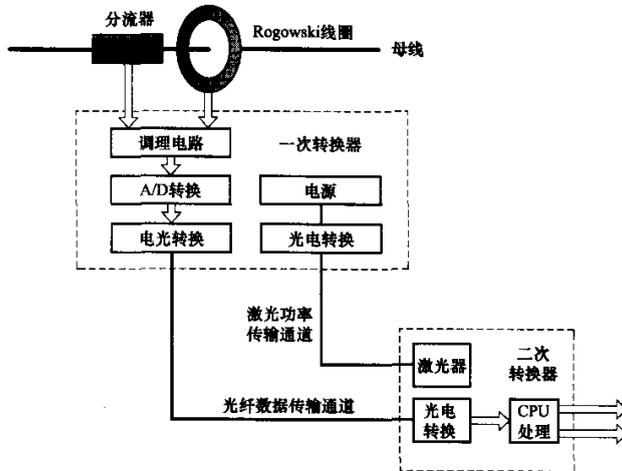


图 A.1 直流电子式电流互感器的基本原理框图

直流电子式电流互感器具有以下优点：

- a) 传感器和一次转换器与一次电流回路等电位，绝缘问题容易解决，无需充油或充气；
- b) 采用光纤传输信号，抗电磁干扰能力很强；
- c) 一次传感器不含铁心，故没有磁饱和及磁滞现象等。

附录 B
(资料性附录)

直流电子式电流互感器主要技术要求

直流电子式电流互感器除应满足 GB/T 20840.8—2007《电子式电流互感器》中有关互感器温升、无线电干扰电压、电磁兼容、信噪比、机械强度等要求之外，还应满足以下要求：

- a) 直流电子式电流互感器必须设计成多通道输出冗余结构，具有足够高的采样速率，其输出数据可供故障录波装置监测；
- b) 为保证数据可靠的传输，直流电子式电流互感器的二次转换器应能判别数据传输是否出错，如在传输数据中设置奇偶校验位或校验和来实现；
- c) 当直流电子式电流互感器的二次转换器检测到测量值传输出错时（如奇偶校验出错），应能给出数据无效标识，防止保护误动；
- d) 二次转换器应提供激光电流与激光功率信息，激光电流过大时告警；
- e) 二次转换器还应提供误码率信息，误码率过大时告警；
- f) 备用光纤数量要达到使用中光纤的 50%。

附录 C (资料性附录)

光纤通道光衰减测量方法

对直流电子式电流互感器的在用光纤和备用光纤通道，必要时应进行光衰减测量。测量方法如下：
第一步，设置参考光纤（参考光纤的参数应与测试光纤参数接近），见图 C.1，步骤如下：

- a) 使用光纤专用工具清洁光纤接头，将参考光纤一端接入光源，将光源光波长设置为 850nm，在测量过程中，不得将光源端断开；
- b) 将参考光纤另一端接入光功率计；
- c) 读取光功率计中的参考值，必要时，可以将该段光纤光衰减值设置为“0”；
- d) 断开光功率计。

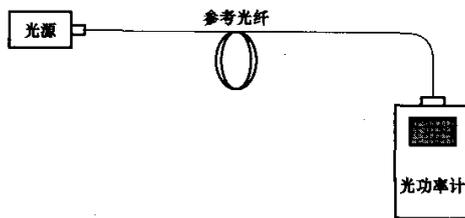


图 C.1 设置参考光纤

第二步，测试光纤通道光衰减，见图 C.2，步骤如下：

- a) 使用 ST 光纤耦合器将位于直流电子式电流互感器一次转换器内的两根光纤（测试光纤 1 和测试光纤 2）连接在一起；
- b) 确认参考光纤接头端面清洁，将测试光纤 1 接入含有参考光纤的光源；
- c) 将测试光纤 2 接到光功率计；
- d) 读取测量的衰减值；
- e) 再次断开测试光纤 1 和参考光纤的连接，进行清洁后，再次接入；
- f) 断开光功率计上的测试光纤 2，同样清洁后，再次接入；
- g) 重新测量，读取衰减值，比较两次测量值，变动在 0.25dB 范围内则有效。

在一端测量完毕后，在另一端再次进行测量。综合得出测试光纤 1 和测试光纤 2 的光衰减值。

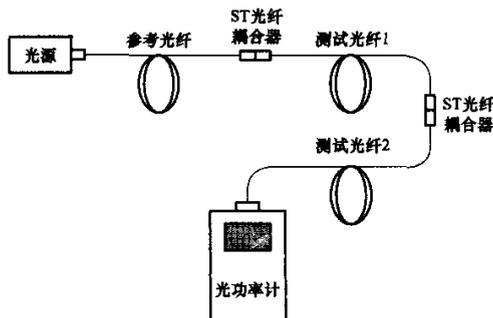


图 C.2 光纤通道光衰减测量

在 850nm 光波下，ST 光纤耦合器最大光衰减不超过 0.5dB，熔接接头的最大光衰减不超过 0.2dB，光纤的衰减不超过 3.5dB/km。

在工程应用中，一段光纤回路会有熔接、普通端接以及绝缘子端接方式，根据具体情况，测量的光纤光衰减值可参考光纤光衰减典型值，见表 C.1，参考值±25%均属于正常范围。

表 C.1 光纤光衰减典型值

高压绝缘子段数		0				1				2			
光纤长度 m	熔接数 ↑ 接头数 ↑	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	0~200	1	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	2.0	2.1	2.2
2		1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.4	2.5	2.6
3		1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.6	2.7	2.8	2.9
4		1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.9	3.0	3.1	3.2
200~400	1	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8
	2	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.1
	3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4
	4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7
400~600	1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.4
	2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7
	3	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0
	4	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3
600~800	1	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0
	2	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3
	3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6
	4	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9

附录 D
(资料性附录)

直流电子式电流互感器常见故障及处理方法

本附录简要介绍直流电子式电流互感器的常见运行故障现象、常见故障点和故障处理方法。

D.1 常见运行故障现象

- a) 误码率(奇偶检验值)异常。
- b) 光功率参数异常。
- c) 测量故障。
- d) 光通道关断。

D.2 常见故障点

- a) 一次转换器。
- b) 二次转换器。
- c) 光纤传输通道。

D.3 一次转换器故障及处理方法

直流电子式电流互感器的一次转换器包括信号调理电路、A/D 转换、微控制器以及电光转换电路、电源及相应的光电转换电路等,任一部分故障都将导致系统工作的不正常。

该种情况下,若检查为一次转换器失效引起,则更换一次转换器,并经试验后可投入运行。

主要故障表现形式:

- a) 直流电子式电流互感器一次转换器故障或运行不稳定,导致测量电流不正确,从而引起保护误动;
- b) 直流电子式电流互感器一次转换器故障或运行不稳定,导致设备状态信息不正常,从而发出告警或引起控制保护主机退出运行。

D.4 光纤传输通道故障及处理方法

光纤传输通道问题将导致直流电子式电流互感器运行过程中出现误码率高、光功率高,导致控制系统主机退出运行的情况。

D.4.1 引起光纤传输通道故障的主要原因

光纤与耦合器的耦合不好、光纤连接器不清洁、光纤受外力损伤等都将导致光纤光衰减过大。

D.4.2 处理方法

- a) 使用光功率计等光仪表测量光纤通道的光衰减,若光衰减值大于 2dB 而小于 4dB,则进行本条 b),若光衰减值大于 4dB,则进行本条 c);
- b) 使用光纤显微镜检查所有光纤连接器端面是否清洁,使用专用的清洁制剂或擦镜纸将端面进行处理;
- c) 当到达光接收器件的光功率低于光接收器件的阈值时,则建议弃用此光纤通道,启用备用的光纤通道。

D.5 二次转换器故障及处理方法

若确认为某个电路板失效引起的故障,则更换电路板,按照相关操作手册完成安装。

附录 E
(规范性附录)

直流电子式电流互感器在线监测数据记录

_____换流站
直流电子式电流互感器在线监测数据记录

记录人 _____ 时 间 _____
天 气 _____ 环境温度 _____

极 1 功率 P1_PWR				极 2 功率 P2_PWR		
接口单元编号 Interface Units no.						
型号 Model no.	板卡温度 Board temp			序列号 Serial no.		
通道编号 Channel no.	光功率 Power	光电流 Current	数据脉冲 Data Level	一次转换 器温度 Remote temp	奇偶校验 计数值 PE Count	激光器温度 Laser temp

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
直 流 电 子 式 电 流 互 感 器 技 术 监 督 导 则
DL/T 278—2012

*

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

*

2012年3月第一版 2012年3月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 26千字
印数 0001—3000册

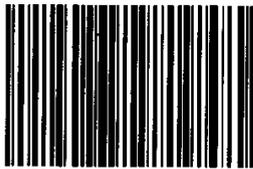
*

统一书号 155123·818 定价 9.00元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签，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



155123.818

上架建议：规程规范/
电力工程/供用电