

ICS 29.240
K 40
备案号: 53938-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1517 — 2016

二次压降及二次负荷现场测试技术规范

Technical specification for field testing of secondary voltage drop and
secondary burden

2016-01-07 发布

2016-06-01 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 测试条件 2

5 测试项目 3

6 测试方法 4

7 测试结果的处理 8

附录 A（规范性附录） 数据处理 10

附录 B（资料性附录） 互感器二次压降及二次回路现场测试记录 12

附录 C（规范性附录） 检测报告内页 13

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》的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高电压试验技术标准化分技术委员会（SAC/TC163/SC1）归口。

本标准起草单位：国网四川省电力公司电力科学研究院、中国电力科学研究院、国网四川省电力公司计量中心、国网青海省电力公司电力科学研究院、云南电网有限责任公司电力科学研究院、国网江苏省电力公司电力科学研究院、国网冀北电力公司计量中心、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国家高电压计量站。

本标准主要起草人：陈纛、周峰、黄拥、王韬、贾枏、曹敏、王忠东、丁恒春、孙卫明、岳长喜、韦谦。

本规范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）。

二次压降及二次负荷现场测试技术规范

1 范围

本标准规定了二次回路压降及二次负荷的术语和定义、测试项目、测试方法及测试结果表达。
本标准适用于运行中的互感器二次回路压降及二次负荷的首次测试、后续测试。

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。

DL/T 448 电能计量装置技术管理规程

DL/T 1152 电压互感器二次回路电压降测试仪通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二次回路压降 voltage drop for secondary circuit

电能表端电压相量与电压互感器二次出口端电压相量之差，以下简称二次压降。

二次压降在三相三线电路中以 $\Delta\dot{U}_{ab}$ 、 $\Delta\dot{U}_{cb}$ 表示，在三相四线电路中以 $\Delta\dot{U}_a$ 、 $\Delta\dot{U}_b$ 、 $\Delta\dot{U}_c$ 表示。

3.2

电压互感器二次负荷 secondary burden of voltage transformer

电压互感器在实际运行中，二次所接测量仪器仪表、连接导线的阻抗和接触电阻，以及连接导线间及其与地间电容组成的总导纳。

3.3

电流互感器二次负荷 secondary burden of current transformer

电流互感器在实际运行中，二次所接测量仪器仪表、连接导线的阻抗和接触电阻的总阻抗。

3.4

二次负荷值 magnitude of secondary burden

实际测得的二次负荷折算为额定二次电压或额定二次电流的负荷值。

3.5

二次压降值 magnitude of voltage drop for secondary circuit

二次压降的模值。

二次压降值在三相三线电路中以 ΔU_{ab} 、 ΔU_{cb} 表示，单位为伏特（V）。

二次压降值在三相四线电路中以 ΔU_a 、 ΔU_b 、 ΔU_c 表示，单位为伏特（V）。

3.6

二次压降引起的比差 voltage ratio error of voltage drop for secondary circuit

电能表端电压相量模值与电压互感器二次出口端电压相量模值的差值与电压互感器二次出口端电压相量模值的比值，以下简称比值差。

比值差在三相三线电路中以 f_{ab} 、 f_{cb} 表示，单位为百分率（%）。

比值差在三相四线电路中以 f_a 、 f_b 、 f_c 表示，单位为百分率（%）。

3.7

二次压降引起的相位差 **phase displacement result of voltage drop for secondary circuit**

电能表端电压相量相对于电压互感器二次出口端电压相量的相位差，以下简称相位差。

相位差在三相三线电路中以 δ_{ab} 、 δ_{cb} 表示，单位为分（'）。

相位差在三相四线电路中以 δ_a 、 δ_b 、 δ_c 表示，单位为分（'）。

3.8

二次压降引起的电能计量误差 **electric energy metering error result of voltage drop for secondary circuit**

由于二次压降的存在，使得电能计量装置显示的电能值与实际电能值不相等，产生了电能计量误差。其值一般用相对误差表示。

4 测试条件

4.1 一般要求

测试时应满足以下要求：

- 环境气温：-10℃~+50℃；
- 相对湿度：不大于 85%；
- 测量时电网频率：50Hz±0.5Hz；
- 电流互感器二次负荷测试时，二次电流应在测试仪器有效测试范围内。

4.2 测试仪器要求

4.2.1 二次压降测试仪

二次压降测试仪的性能、测量范围、准确度、分辨率应满足 DL/T 1152 的要求。

4.2.2 二次负荷测试仪

4.2.2.1 一般要求

二次负荷测试仪一般要求如下：

- 能测量二次回路阻抗和导纳，并自动计算二次负荷折算值；
- 能进行三相测量和单相测量；
- 宜采用内置电池供电。

4.2.2.2 测量范围

二次负荷测量范围应满足以下要求：

- 导纳的测量范围应涵盖 0.1mS~50.0mS；
- 阻抗的测量范围应涵盖 0.1Ω~50.0Ω。

4.2.2.3 准确度

二次负荷电阻、电导的测量误差不应超出式（1）的限值范围，电抗、电纳的测量误差不应超出式（2）的限值范围。

$$\Delta X = \pm(X \cdot a\% + Y \cdot a\% \pm D_X \text{ 个字}) \quad (1)$$

$$\Delta Y = \pm(Y \cdot a\% + X \cdot a\% \pm D_Y \text{ 个字}) \quad (2)$$

式中：

ΔX ——测试仪同相分量的测量误差限值；

ΔY ——测试仪正交分量的测量误差限值；

X ——测试仪同相分量示值的绝对值；

Y ——测试仪正交分量示值的绝对值；

D_X ——测试仪同相分量的最小测量值；

D_Y ——测试仪正交分量的最小测量值；

a ——测试仪准确度等级指数，1级和2级。

4.2.2.4 分辨力

二次负荷分辨力应满足以下要求：

——电压显示的分辨力不低于 0.1V；

——电流显示的分辨力不低于 0.001A；

——频率显示的分辨力不低于 0.1Hz；

——阻抗及导纳的显示位数不低于 4 位。

4.2.2.5 其他电气量的测量功能

交流数字电压表、电流表的基本误差不得超出式（3）给定的范围。

$$\Delta X = \pm (a\% \times \text{读数} + \text{末位 1 个字}) \quad (3)$$

式中：

ΔX ——电流、电压表的示值误差；

a ——电流、电压表的基本误差限。

二次负荷仪内的数字电压表准确度等级与对应的测量范围应满足表 1 的要求。

表 1 数字电压表准确度等级与测量范围

准确度等级	2	1	0.2
电压表	(50~200) mV	(200~500) mV	(0.5~150) V

二次负荷仪内通过钳形电流互感器输入的数字电流表准确度等级与对应的测量范围应满足表 2 的要求。

表 2 数字电流表准确度等级与测量范围

准确度等级	2	1	0.5
钳形电流表	(10~20) mA	(20~500) mA	(0.5~6) A

4.2.2.6 绝缘电阻

应采用 500V 绝缘电阻表测试导线（含线车）绝缘电阻，其绝缘电阻应不小于 $5M\Omega$ 。试验部位为导线（含线车）的各芯之间、芯与屏蔽层之间。

5 测试项目

二次压降及二次负荷的首次测试、后续测试应包含二次回路检查、二次压降测试和二次负荷测试。

6 测试方法

6.1 二次回路检查

- 二次回路检查采用目测法，应满足以下要求：
- a) 二次回路断路器、熔断器、中间触点、试验接线盒、接线端子等接触牢靠，无锈蚀。
 - b) 二次回路断路器未跳闸，熔断器未熔断。

6.2 二次压降测试

6.2.1 测试内容

使用电压互感器二次回路压降仪测试压降引起的比值差、相位差和压降值，具体见表 3。

表 3 电压互感器二次回路压降仪测试内容

接线方式	压降引起的比值差	压降引起的相位差	压降值	压降引起的 电能计量误差
三相三线	$f_{ab}、f_{cb}$	$\delta_{ab}、\delta_{cb}$	$\Delta U_{ab}、\Delta U_{cb}$	ε_T
三相四线	$f_{an}、f_{bn}、f_{cn}$	$\delta_{an}、\delta_{bn}、\delta_{cn}$	$\Delta U_{an}、\Delta U_{bn}、\Delta U_{cn}$	
注 1： ε_T 为间接计算数据。 注 2：功率因数宜采用平均功率因数，若无法获得平均功率因数可采用瞬时功率因数。				

6.2.2 互感器校验仪法

6.2.2.1 一般要求

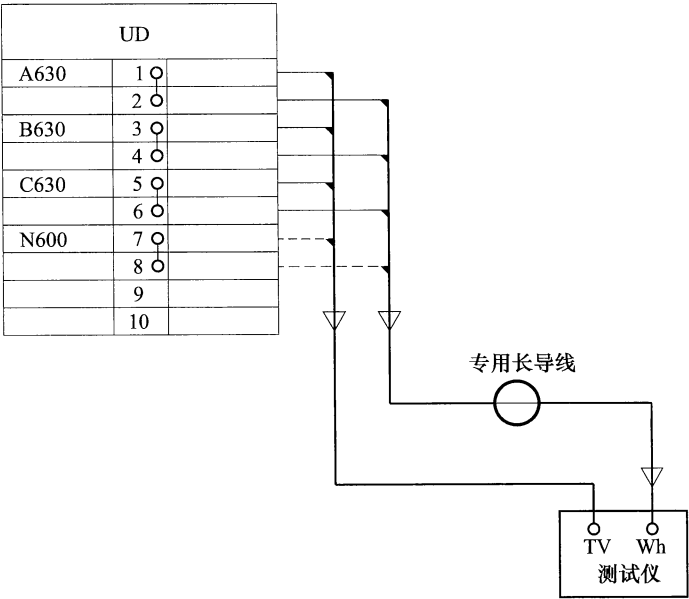
推荐用二次压降测试仪测试电压互感器二次回路电压降及二次回路电压降引起的电能计量误差。测试前根据现场实际情况选择测试方式，并根据所选测试方式进行自校。自校及测试接线应选择接线方式与实际接线一致，本标准自校及测试接线图以三相四线接线为例，三相三线接线中应无零线。

6.2.2.2 测试设备的准备

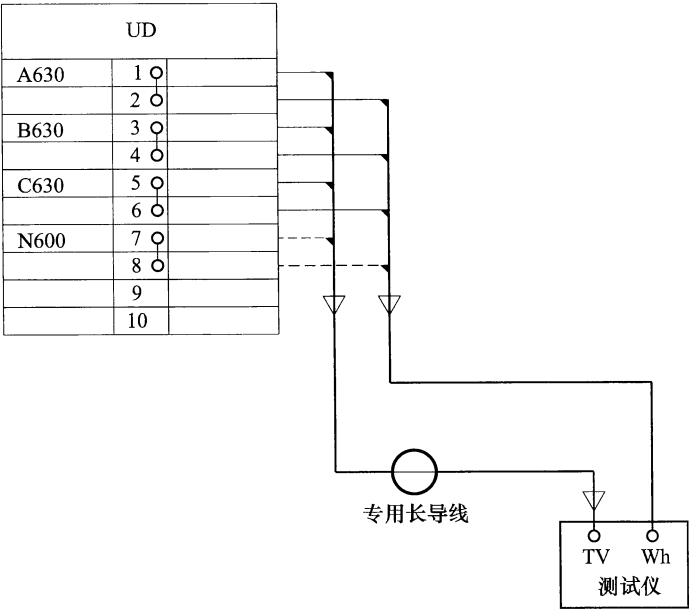
- 测试前应做好以下准备工作：
- a) 连接互感器二次端子、电能表电压端子和二次压降测试仪之间的导线应是专用的屏蔽导线，屏蔽层应可靠接地；
 - b) 使用绝缘电阻表检查测试导线（含线车）的每芯间，芯与屏蔽层之间的绝缘电阻，确认测试导线绝缘良好，防止相间或对地短路；
 - c) 检查后将测试导线进行放电。

6.2.2.3 二次压降测试仪自校

- 为消除测试接线引起的误差，测试前应进行自校，并应满足下列要求：
- a) 自校误差应保存并用于测试结果修正；
 - b) 自校时测试接线应与实际测试接线一致，如有改变，应重新自校；
 - c) 按图 1 进行测试仪的自校，自校时两端电压应取自同一位置。



a) 电压互感器侧



b) 电能表侧

图 1 自校接线图

6.2.2.4 接线

接线方法如下：

- a) 选择测试位置，压降测试仪宜放置于电压互感器端子箱侧；
- b) 从电能表屏施放测试导线至电压互感器端子箱；
- c) 按图 2 接线，先接测试仪端，再接电压互感器端子箱二次端和电能表端；
- d) 试验端子接线牢固可靠；
- e) 二次回路若有熔断器或断路器，应在近电压互感器侧取电压。

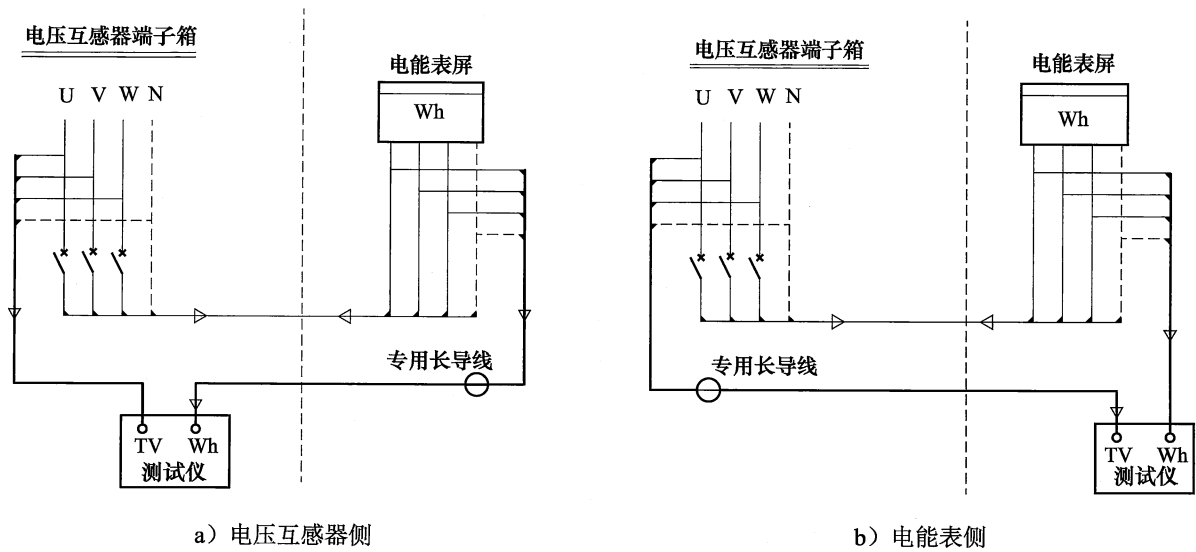


图 2 测试接线图

6.2.2.5 二次压降测试

测试时按以下顺序进行：

- a) 使用压降测试仪进行核相；
- b) 切换到压降测试功能进行压降测试；
- c) 测试完毕后，拆除电压互感器端子箱处和电能表表尾处接线；
- d) 拆除测试仪端接线。

6.2.3 无线压降测试法

6.2.3.1 一般要求

在保护室测量时，应避免无线信号对保护室设备影响。测试接线应选择接线方式与实际接线一致，本标准测试接线图以三相四线接线为例，三相三线接线中应无零线。无线压降测试可选用光纤、载波等通信方式，图 3 以无线通信为例做接线图。

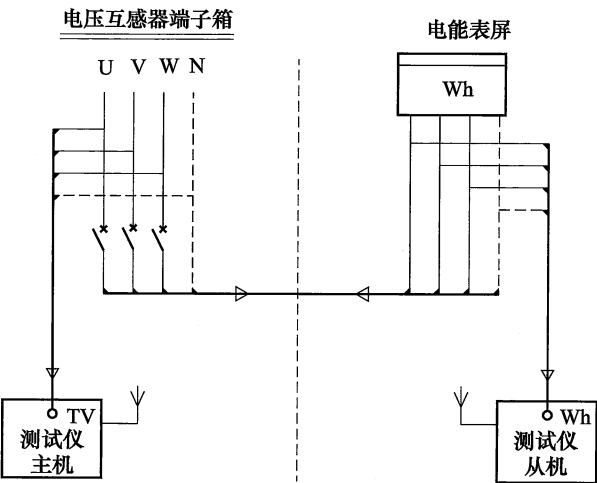


图 3 测试接线图

6.2.3.2 测试设备的准备

测试前应做好以下准备工作：

- 检查压降测试仪各相对地绝缘状态及导线接触情况；
- 连接互感器二次端子、电能表电压端子和二次压降测试仪之间的导线应是专用的屏蔽导线，屏蔽层应可靠接地；
- 使用绝缘电阻表检查测试导线（含线车）的每芯间，芯与屏蔽层之间的绝缘电阻，确认测试导线绝缘良好，防止相间或对地短路；
- 检查后将测试导线进行放电。

6.2.3.3 接线

接线应满足以下要求：

- 压降测试仪主机放置于电压互感器端子箱侧，从机放置于电能表侧；
- 按图 3 接线，先接测试仪端，再接电压互感器二次端和电能表端；
- 试验端子接线牢固可靠；
- 二次回路若有熔断器或断路器，应在近电压互感器侧取电压。

6.2.3.4 二次压降无线测试

按照下列程序进行二次压降测试：

- 使用压降测量功能进行压降测试；
- 测试完毕后，拆除电压互感器端子箱处和电能表表尾处接线；
- 拆除测试仪端接线。

6.3 互感器二次负荷测试

6.3.1 电压互感器二次负荷测试

测试接线见图 4，测试方法如下：

- 在电压互感器端子箱处测试；
- 电压取样点位于二次回路断路器、熔断器前方近电压互感器侧；
- 电流取样点位于电压取样点后，钳形电流表极性侧应与被测电压互感器出口端子相对应；
- 测试时，可分相测试，也可三相测试，电流电压回路应同相。图 4 以三相四线接线方式单相负荷测试为例，三相三线接线方式应取线电压和线电流。

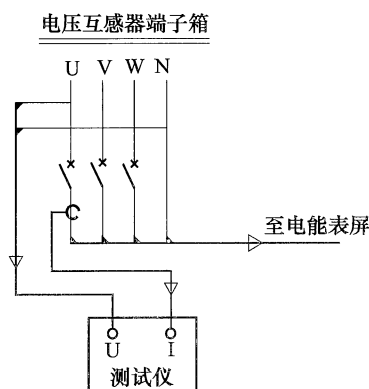


图 4 电压互感器二次负荷测试接线图

6.3.2 电流互感器二次负荷测试

测试接线见图 5，方法如下：

- a) 在电流互感器端子箱处测试；
- b) 电流取样点位于二次回路端子排近被测电流互感器侧，钳形电流表极性侧应与被测电流互感器出口端子相对应；
- c) 电压取样点位于电流取样点后，选择与测试电流互感器二次回路对应的端子测量二次电压；
- d) 测试时，可分相测试，也可三相测试，电流电压回路应同相。图 5 以三相四线接线方式单相负荷测试为例，三相三线接线方式应无 V 相电流。

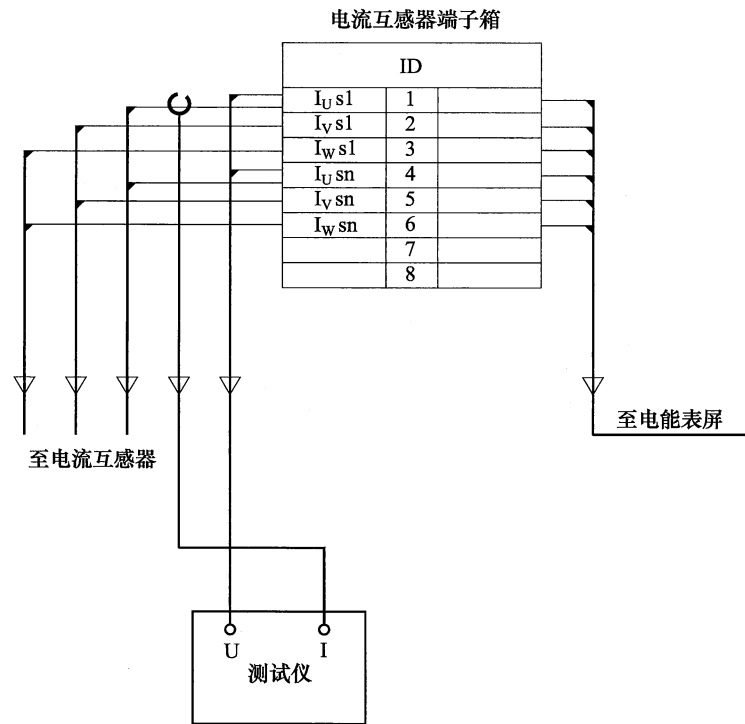


图 5 电流互感器二次负荷测试接线图

7 测试结果的处理

互感器实际二次负荷应符合 DL/T 448 中的相关要求。测试报告应至少包括以下信息：

- a) 标题；
- b) 客户名称；
- c) 测试地点；
- d) 测试日期；
- e) 报告的唯一性标识，每页及总页数的标识；
- f) 被测试对象的描述和明确标识；
- g) 对测试所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- h) 本次测试所用测量标准的有效性说明；
- i) 测试环境的描述；
- j) 测试结果的说明；
- k) 测试人、审核人、报告签发人的签名或等效标识；

- l) 测试结果仅对被测试对象有效的声明;
- m) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

二次压降及二次回路现场测试数据处理方式见附录 A, 现场测试记录格式参见附录 B, 检测报告内页格式见附录 C。

附录 A
(规范性附录)
数据处理

A.1 压降误差计算

电压互感器二次回路电压降误差按式 (A.1) 计算。

$$\Delta U = \frac{U}{100} \sqrt{f^2 + (0.0291\delta)^2} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中:

f ——比值差, 单位为百分率 (%);

δ ——相位差, 单位为分 (')。

A.2 压降化整间隔

电压互感器二次回路电压降误差是否超过表 A.1 中给出的误差限值, 应以修约后的数据为准。误差的修约按表 A.2 进行。

表 A.1 电压互感器二次回路电压降的相对限值

电能计量装置类型	相对限值 %
I、II类	0.2
其他	0.5

表 A.2 电压互感器二次回路电压降的修约间隔

电能计量装置类型	相对限值 %
I、II类	0.02
其他	0.05

A.3 二次压降引起的电能计量误差

在三相三线电路中, 压降引起的电能计量误差见式 (A.2)。

$$\varepsilon_r = \frac{f_{ab} + f_{cb}}{2} + \frac{\delta_{cb} - \delta_{ab}}{119.087} + \left(\frac{f_{cb} - f_{ab}}{3.464} - \frac{\delta_{ab} + \delta_{cb}}{68.755} \right) \tan \varphi \quad (\%) \quad (\text{A.2})$$

式中:

ε_r ——二次压降引起的电能计量误差, 单位为百分率 (%);

φ ——高压三相线路负荷阻抗角, 单位为度 (°)。

在三相四线电路中, 压降引起的电能计量误差见式 (A.3)。

$$\varepsilon_r = \frac{1}{3} [(f_a + f_b + f_c) - 0.0291(\delta_a + \delta_b + \delta_c) \tan \varphi] \quad (\%) \quad (\text{A.3})$$

式中:

ε_r ——二次压降引起的电能计量误差, 单位为百分率 (%);

φ ——高压三相线路负荷阻抗角，单位为度（°）。

A.4 二次负荷折算

二次负荷折算方式见式（A.4）、式（A.5）。

$$S_{ct} = I_n^2 Z \quad (\text{A.4})$$

$$S_{pt} = U_n^2 Y \quad (\text{A.5})$$

式中：

I_n ——电流互感器额定二次电流，单位为安培（A）；

U_n ——电压互感器额定二次电压，单位为伏特（V）；

Z ——电流互感器二次阻抗测量值，单位为欧姆（Ω）；

Y ——电压互感器二次导纳测量值，单位为毫西门子（mS）。

附 录 B

(资料性附录)

互感器二次压降及二次回路现场测试记录

厂站名			线路名称			装置类别	类	
一、电能表基本信息								
制造厂家		规格	V	A	出厂编号		准确度等级	
二、电压互感器二次压降及其二次负荷测试								
互感器型号			额定功率因数				准确度等级	
额定二次负荷 (VA)			额定变比				所带线路条数	
电缆长度 (m)			电缆截面积 (mm ²)				二次保护方式	
电压互感器二次压降测试记录				电压互感器二次负荷测试记录				
	A	B	C		A	B	C	
TV 端电压 U (V)				电压 U (V)				
表端电压 U (V)				电流 I (mA)				
比差 f (%)				$\cos\varphi$				
角差 δ (')				导纳 Y (mS)				
电压降 (%)				电导 B (mS)				
修约值 (%)				电纳 G (mS)				
$\cos\varphi$		ε_r		二次负荷折算值 (VA)				
结论				结论				
三、电流互感器二次负荷测试								
互感器型号			额定功率因数				准确度等级	
额定二次负荷 (VA)			额定变比				额定电压	
电缆长度 (m)			电缆截面积 (mm ²)				接线方式	
测试项目	二次电压 (V)	二次电流 (A)	$\cos\varphi$	二次阻抗 (Ω)	电阻	电抗	二次负荷折算值 (VA)	结论
测试条件	温度: °C		湿度: %		备注:			

测试人员:

测试日期: 年 月 日

附 录 C
(规范性附录)
检 测 报 告 内 页

实验室名称:						
本次检测的技术依据 (代号、名称):						
本次检测使用的主要测量设备: Measuring Devices Mainly Used in the Testing:						
名称 Name	型号/规格 Model/Type	编号 No.	测量范围 Measuring Range	不确定度/准确度等级/最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/Maximum Permissible Error	证书编号 Certificate No.	有效期至/检测或校准日期 Valid Date to/Testing or Calibration Date
检测环境条件: Environmental Condition of the Testing: 环境温度: 相对湿度: Ambient Temperature: Relative Humidity: 地点: Place:						
备注: 1. 本检测结果仅对受测物品的本次检测有效。 Note: It is effective that the results of this report relate only to the sample (s) tested this time. 2. 未经实验室许可, 不得部分复制本报告。 This report cannot be partly copied if not allowed. 3. 本报告封面未加盖检测专用章无效。 It is invalid if there is no special stamp on the cover of this report.						

一电压互感器二次压降							
线路名称							
电压等级 (kV)	相别	比误差 (%)	角误差 (′)	压降 误差 (%)	TV 二次 端电压 (V)	电压降引起的 计量误差 ε_p (%)	结论
						$\cos\varphi=$	
	A						
	B						
	C						
二电压互感器二次负荷							
线路名称							
相别	U (V)	G (mS)	Y (mS)	S_N (VA)	$\cos\varphi$	结论	
A							
B							
C							
三电流互感器二次负荷							
线路名称							
相别	I (A)	R (Ω)	Z (Ω)	S_N (VA)	$\cos\varphi$	结论	
A							
B							
C							

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
二次压降及二次负荷现场测试技术规范
DL/T 1517—2016

*

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>)
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 1 印张 29 千字
印数 001—200 册

*

统一书号 155123·3143 定价 9.00 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

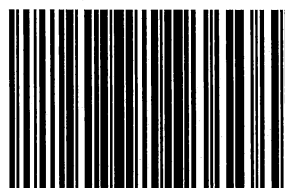
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3143