

ICS 29.240.99

K 42

备案号: 53982-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1562 — 2016

容性设备监测装置校准规范

Calibration specification of capacitive equipment monitoring device

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 电力试验工程服务

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 术语和定义	1
3 概述	1
4 通用技术要求	1
5 计量特性	2
6 校准条件	2
7 校准项目和校准方法	3
8 校准结果处理	5
9 复校时间间隔	5
附录 A (资料性附录) 阻性电流增量叠加比较法	6
附录 B (规范性附录) 原始记录格式	7
附录 C (规范性附录) 校准证书内页格式	11
附录 D (资料性附录) 测量结果不确定度评定示例	12

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标准化分技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国家高电压计量站、国网陕西省电力公司、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网河北省电力公司电力科学研究院、国网安徽省电力公司电力科学研究院、国网浙江省电力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、国网天津市电力公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网湖南省电力公司电力科学研究院、武汉大学、上海思创电器设备有限公司。

本标准主要起草人：张军、王斯琪、雷民、高彦辉、朱跃、尹立群、王海燕、侯兴哲、潘瑾、王贻平、詹洪炎、周志成、卢欣、朱振华、叶会生、王先培、卢冰、马勇、朱斌。

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）。

容性设备监测装置校准规范

1 范围

本标准规定了容性设备监测装置的技术条件、性能要求、校准条件、校准方法以及校准结果的处理和复校时间间隔等要求。

本标准适用于实验室以及现场环境下的容性设备监测装置（以下简称监测装置）校准工作。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

容性设备 capacitive equipment

采用电容屏绝缘结构的一次设备，如电容式电流互感器、电容式套管、电容式电压互感器等。

3 概述

监测装置通过测量容性设备的全电流（ I ）、介质损耗因数（ D ）及电容量（ C ）等参数来反映电力容性设备的绝缘状态。监测装置由参考电压测量部分、电流测量部分及相位测量部分组成。其接线方式如图1所示。

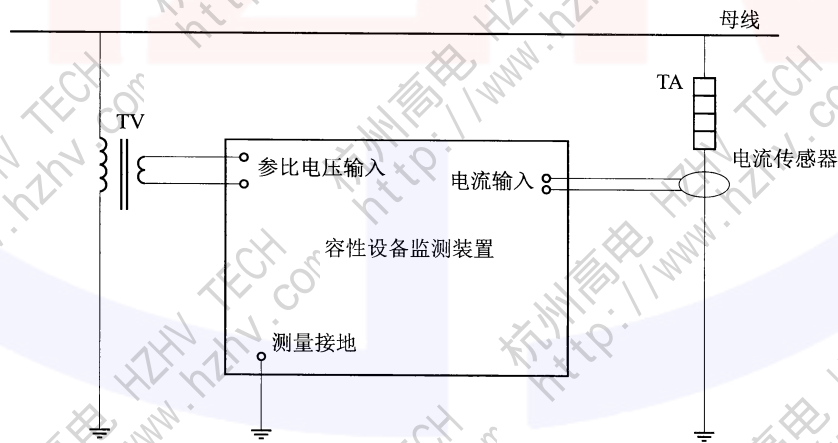


图1 监测装置接线图

4 通用技术要求

4.1 供电电源

对由交流工频电源供电的监测装置，供电电源应满足以下要求：

- 电源电压：220V（ $1 \pm 10\%$ ）；
- 电源频率：50Hz（ $1 \pm 2\%$ ）；
- 总谐波畸变率： $\leq 5\%$ 。

4.2 安全性能

4.2.1 绝缘电阻

监测装置电源输入端与接地端子之间的绝缘电阻应不小于 20MΩ。

4.2.2 介电强度

监测装置电源输入端与接地端子之间应能承受工频 2kV、历时 1min 的耐压，无击穿和闪络现象。

5 计量特性

5.1 示值最大允许误差表示形式

监测装置示值最大允许误差可用两项误差之和所表示的绝对误差形式表示，形式见式 (1)。

$$\Delta = \pm \left(\frac{a}{100} U_x + \frac{b}{100} U_m \right) \quad (1)$$

式中：

a —— 与被校监测装置读数有关的误差系数；

U_x —— 被校监测装置的显示值；

b —— 与被校监测装置满量程有关的误差系数；

U_m —— 被校监测装置的量程。

注： a 、 b 数值由生产厂家给出，若生产厂家未给出 b 值，则认为 b 值为零。

5.2 示值误差

5.2.1 全电流

监测装置全电流测量范围为 0.1mA~1A，其最大允许误差应不超过 ± (1%×读数+0.1mA)。

5.2.2 介质损耗因数

监测装置介质损耗因数范围为 0%~10%，其最大允许误差应不超过 ± (1%×读数+0.001)。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准时环境条件应满足以下要求：

—— 环境温度：10℃~30℃；

—— 相对湿度：≤80%；

—— 电源电压：220V (1±10%)；

—— 电源频率：50Hz (1±2%)；

—— 总谐波畸变率：≤5%。

6.2 校准用标准装置

应使用具有全电流、介质损耗因数、电容量等功能的专用标准装置实施校准工作。

标准装置的各校准参量引入的扩展不确定度 ($k=2$) 不应超过被校准监测装置对应参量允许误差限

值的 1/5。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目表

试验项目	实验室环境校准	现场环境
外观检查	+	-
绝缘电阻	+	-
介电强度	+	-
全电流	+	+
介质损耗因数	+	+

注：“+”为必须进行的试验项目，“-”为不要求进行的试验项目。

7.2 校准方法

7.2.1 安全性

使用 500V 绝缘电阻表测量监测装置电源输入端与接地端子之间的绝缘电阻，试验结果应满足 4.2.1 的要求。

7.2.2 介电强度

使用耐电压测试仪在监测装置电源输入端与接地端子之间施加 2kV 工频电压 1min，试验结果应满足 4.2.2 的要求。

7.2.3 校准方法

校准方法按实施环境特点可分为实验室校准及现场校准。

7.2.3.1 实验室校准

7.2.3.1.1 全电流校准

校准接线图如图 2 所示。

校准点至少应包括被试监测装置的全电流的 1%、2%、5%、10%、20%、50%、80%、100%，对 10mA 以下还应增加 1mA、2mA、5mA 作为校准点。其他校准点可根据实际需要进行增补。

标准装置输出的全电流值为设定各个校准点对应的输出电流值，施加标准信号后，启动被校监测装置进行测量并记录全电流示值，按式 (2) 计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。

结果应满足 5.2.1 的要求。

$$\Delta I = I_x - I_s \quad (2)$$

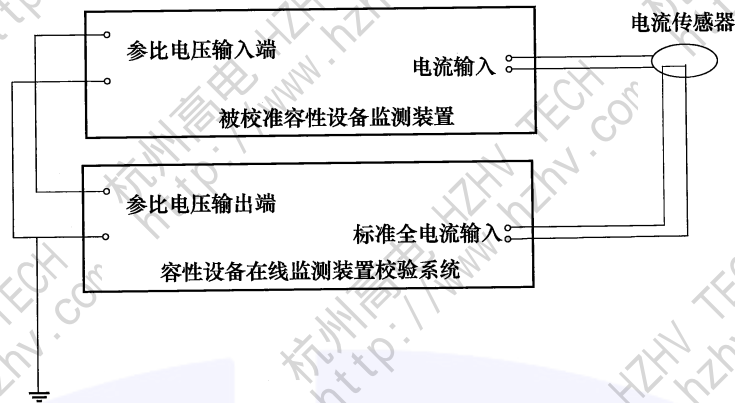


图2 校准接线图

式中：

ΔI ——被校监测装置全电流示值误差；

I_x ——被校监测装置全电流示值；

I_s ——标准装置的示值。

7.2.3.1.2 介质损耗因数

校准接线图如图2所示。

校准点至少应包括被校监测装置的全电流的1%、5%、10%、20%、50%、100%下对应的介质损耗因数数值，介质损耗因数至少应包括0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、5%、10%等校准点。其他校准点可根据实际需要进行增补。

将标准装置的电压输出设置为参考电压（通常为57.7V），标准装置的相位角按不同工作电流的介质损耗值进行设置，依次为0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、5%、10%。施加标准信号后记录被校监测装置介质损耗示值，按式（3）计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。

结果应满足5.2.2的要求。

$$\Delta D = D_x - D_s \quad (3)$$

式中：

ΔD ——被校监测装置介质损耗示值误差；

D_x ——被校监测装置介质损耗示值；

D_s ——标准装置的示值。

7.2.3.2 现场校准

在现场进行校准工作时，可采用电流清零法和阻性电流增量叠加比较法进行校准工作。其中，电流清零法可分为短路电流清零法和注入电流清零法。阻性电流增量叠加比较法参见附录A。

a) 短路电流清零法。按图3进行连接操作。

断开被校监测装置与参考电压互感器二次端的连接，并短接被校监测装置的电流传感器，当被校监测装置示值接近零时或小于0.1mA时，按图2接入标准装置，并按7.2.3.1实施校准。

b) 注入电流清零法。按图4进行连接操作。

在试品穿心线接入电流清零用电流传感器，并接入电流清零回路。调节标准装置电流输出，当试品全电流示值接近零时或小于0.1mA时，按图2接入标准装置，并按7.2.3.1实施校准。

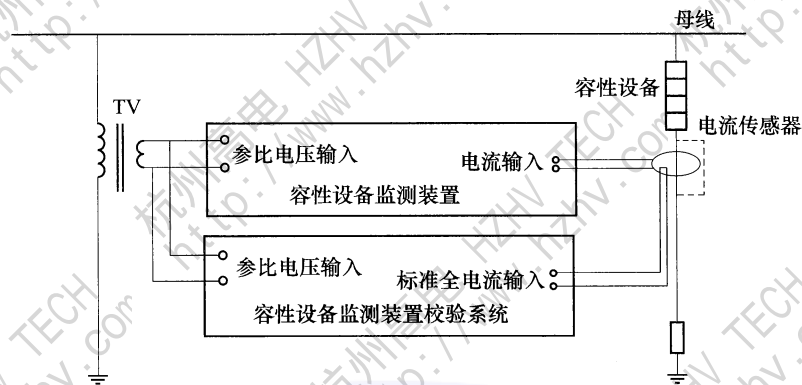


图3 短路电流清零法校准工作线路

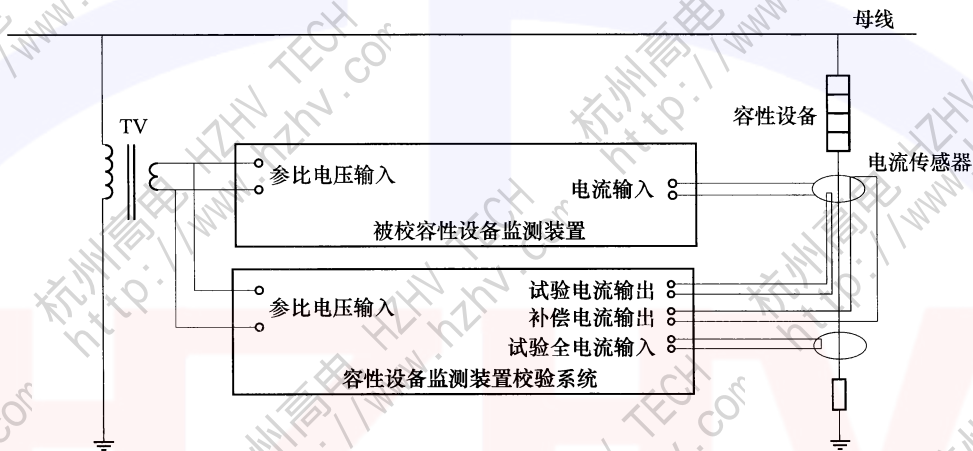


图4 注入电流清零法校准工作线路

8 校准结果处理

校准结果应记录在校准证书或校准报告上。校准证书或报告至少包括以下信息：

- 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- 承担校准任务的实验室名称和地址；
- 校准地点；
- 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- 申请校准单位名称及地址；
- 被校装置的主要技术参数及编号；
- 校准日期；
- 校准依据的技术规范；
- 校准用标准仪器设备的准确度、证书号、检定（或校准）单位和有效期限；
- 校准环境的描述；
- 给出校准结果及测量结果不确定度；
- 校准证书或校准报告签发人的签名及日期；
- 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 未经承担校准任务的实验室批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录内页格式见附录 B，校准证书内页格式见附录 C，测量结果不确定度示例参见附录 D。

9 复校时间间隔

监测装置复校时间间隔宜为 2 年，或根据用户实际使用需求自行规定复校时间。

附 录 A
(资料性附录)
阻性电流增量叠加比较法

若标准装置不具有注入电流清零法相关功能，可采用阻性电流增量叠加法进行校准。方法如下：

- a) 按图 A.1 接线；
- b) 在试品电流回路接入用于产生增量模拟损耗电流的连接线，分别记录标准装置的示值 I_s 、 D_s 和被校准监测装置的示值 I_{x0} 、 D_{x0} ；
- c) 标准装置向试品电流回路施加模拟损耗电流增量，分别记录参比测量装置的示值 I'_s 、 D'_s 和被校准监测装置示值 I'_x 、 D'_x ；
- d) 按式 (A.1)、式 (A.2) 计算被校监测装置校准结果 I''_x 和 D''_{x0} ：

$$I''_x = I'_x - I'_{x0} \quad (\text{A.1})$$

$$D''_{x0} = D'_x - D_{x0} \quad (\text{A.2})$$

- e) 示值误差按式 (A.3) 和式 (A.4) 计算：

$$\Delta I = I''_x - (I'_s - I_s) \quad (\text{A.3})$$

$$\Delta D = D''_{x0} - (D'_s - D_s) \quad (\text{A.4})$$

- f) 结果应满足误差要求。

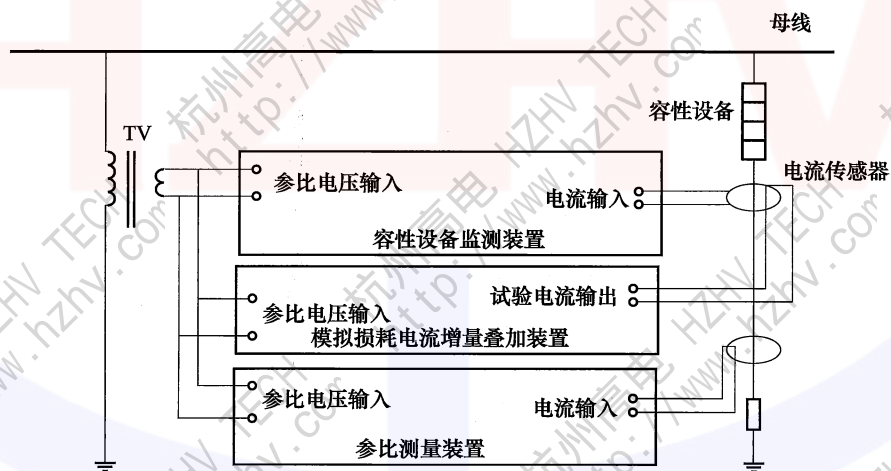


图 A.1 工作线路

附 录 B
(规范性附录)
原始记录格式

原始记录格式第 1 页

试品参数	全电流测量范围:				
	最大允许误差:				
	介质损耗因数测量范围:				
	最大允许误差:				
	电容量测量范围:				
最大允许误差:					
校准时使用的标准器					
名称	型号	出厂编号	准确度/不确定度/ 最大允许误差	证书编号	证书 有效期
容性设备监测装置 校验系统					
主要校准依据					
项目及名称		外观检查 <input type="checkbox"/> 基本误差测量 <input type="checkbox"/>			
校准地点				校准时间	
温度		℃	相对湿度		%
校准项目: 外观检查					
标识是否齐全	齐全 <input type="checkbox"/> 不齐全 <input type="checkbox"/>				
试品状态	正常 <input type="checkbox"/> 不正常 <input type="checkbox"/>				
校准项目: 基本误差测量					
校准结果	见试验数据表				
测试 结论及说明	试品校准结果扩展不确定度为 全电流: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$; 介质损耗因数: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$; 建议下次校准时间在 年 月 日之前。				

第 1 页共 4 页

原始记录格式第 2 页

试 验 数 据 表

全电流标准值 mA	全电流试品示值 mA	示值误差 mA	示值最大允许误差 mA
3			
5			
10			

表 (续)

全电流标准值 mA	全电流试品示值 mA	示值误差 mA	示值最大允许误差 mA
20			
50			
80			
100			
150			
200			
250			
300			
350			
400			
500			
650			

第 2 页共 4 页

原始记录格式第 3 页

试验数据表

标准器设置	介质损耗因数标准值 D	试品介质损耗因数示值	示值误差	示值最大允许误差
$U=57.7V$ $I=3mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
	10.00%			
$U=57.7V$ $I=10mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
	10.00%			
$U=57.7V$ $I=100mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			

表 (续)

标准器设置	介质损耗因数标准值 D	试品介质损耗因数示值	示值误差	示值最大允许误差
$U=57.7V$ $I=100mA$	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
	10.00%			

第 3 页共 4 页

原始记录格式第 4 页

试验数据表

$U=57.7V$ $I=100mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
$U=57.7V$ $I=200mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
$U=57.7V$ $I=400mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			
	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
$U=57.7V$ $I=600mA$	0.10%			
	0.20%			
	0.50%			
	1.00%			

表 (续)

U=57.7V I=600mA	2.00%			
	5.00%			
	8.00%			
	10.00%			

附 录 C
(规范性附录)
校准证书内页格式

证书编号××××-××××

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点:				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	其他		
校准所依据的技术文件(代号、名称):				
校准所使用的主要测量标准:				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级	检定/校准证书编号	证书有效期至
<p>注 1: 仅对加盖“校准专用章”的完整证书负责。</p> <p>注 2: 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。</p> <p>注 3: 未经实验室书面批准, 不得部分复印证书。</p>				

附录 D (资料性附录)

测量结果不确定度评定示例

按本标准进行的各项校准操作，所得结果的测量不确定度与使用的仪器及设备的计量特性有关。在仪器设备固定使用时，测量不确定度为确定值，不再重复分析。

D.1 测量结果不确定度的来源

以校准容性设备监测装置为例，试品的测量结果不确定度分量主要来源：

- a) 试品测量结果分散性引入的不确定度分量 u_1 ；
- b) 由标准装置示值误差限值引入的不确定度分量 u_2 ；
- c) 由标准装置分辨力引入的不确定度分量 u_3 ；
- d) 由标准装置示值漂移引入的不确定度分量 u_4 。

D.2 A类方法不确定度评定

不确定度分量 u_1 ，参比电压 U_{ref} 设定值为 50V，全电流设定值为 10mA， D 设定为 1% 时重复 10 次测量数据见表 D.1。

表 D.1 观测结果的算术平均值

序号	I_x/mA	$D_x/\%$
1	10.01	1.005
2	10.02	1.006
3	10.01	1.005
4	10.01	1.006
5	10.02	1.005
6	10.03	1.005
7	10.02	1.006
8	10.02	1.005
9	10.02	1.006
10	10.02	1.005
平均值 \bar{x}	10.018	1.0054
标准偏差 $S(x)$	6.3×10^{-4}	5.1×10^{-4}

由于在 A 类方法评估中已经包含了标准装置的稳定性、环境温度变化、标准器的示值分辨力的因素，因此在 B 类方法评估中不再单独列举由上述因素引入的分量。

D.3 B类方法不确定度的评定

D.3.1 全电流

不确定度分量为 u_{21} 。

由校准证书上给出标准装置的示值误差限值为 $\pm 0.2\%$ ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得

$k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置误差限值引入的不确定度分量 $u_{21}=1\times 10^{-3}/\sqrt{3}=1.2\times 10^{-3}$ 。

D.3.2 介质损耗因数

不确定度分量为 u_{2D} 。

由校准证书上给出标准装置的介质损耗因数示值误差限值为 $\pm(0.2\%D+0.005\%)$ ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置介质损耗因数示值误差限值引入的不确定度分量 $u_{2D}=\sqrt{(0.2\%\times 1\%+0.005\%)^2}/\sqrt{3}=1.6\times 10^{-3}$ 。

D.3.3 全电流

全电流不确定度分量见表 D.2。

表 D.2 观测结果的算术平均值

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值评估值
u_{11}	A	检定重复性	正态	6.3×10^{-4}
u_{21}	B	标准器	均匀	1.2×10^{-3}
u_{31}	B	标准器	/	忽略
u_{41}	B	标准器	/	忽略

D.3.4 介质损耗因数

介质损耗因数不确定度分量见表 D.3。

表 D.3 观测结果的算术平均值

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值评估值
u_{1D}	A	检定重复性	正态	5.1×10^{-4}
u_{2D}	B	标准器	均匀	1.2×10^{-3}
u_{3D}	B	标准器	/	忽略
u_{4D}	B	标准器	/	忽略

D.4 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度按式 (D.1) 计算。

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (D.1)$$

合成标准不确定度计算结果如下：

- a) 全电流： $u_c=1.2\times 10^{-3}$ ；
- b) 介质损耗因数： $u_c=1.6\times 10^{-3}$ 。

D.5 扩展不确定度 U_{rel}

扩展不确定度按式 (D.2) 计算。

$$U_{rel}=ku_c \quad (D.2)$$

式中:

U_{rel} ——扩展不确定度, 相对值;

k ——为扩展因子, 通常取 2。

D.6 测量结果的表述

以相对值表示的测量结果扩展不确定度为: 全电流 $U_{rel}=2.4\times 10^{-3}$, 介质损耗因数 $U_{rel}=3.2\times 10^{-3}$, 扩展因子 $k=2$ 。

中华人民共和国
电力行业标准
容性设备监测装置校准规范

DL/T 1562—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 155123·2801 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

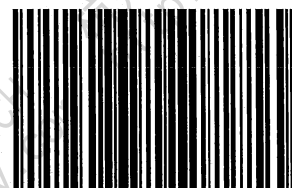
版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2801