



中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1555 — 2016

六氟化硫气体泄漏在线监测报警装置 运 行 维 护 导 则

Guide for operation and maintenance of sulfur hexafluoride on-line leakage
monitoring and alarming equipments

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 装置组成与分类 2

5 装置选型 3

6 新设备检验 5

7 安装和验收 5

8 运行监督维护 9

9 技术管理和安全要求 10

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。

本标准由全国电气化学标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国网山东省电力公司电力科学研究院、深圳市深安旭传感技术有限公司、广西电网公司电力科学研究院、河南省日立信股份有限公司。

本标准主要起草人：于乃海、赵莉、朱立平、李勇、陈素红、齐国栋、赫树开、许乃媛、张杏梅。

本标准为首次制定。

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中心（北京市白广路二条一号，100761）。

六氟化硫气体泄漏在线监测报警装置

运行维护导则

1 范围

本标准规定了六氟化硫气体泄漏在线监测报警装置（以下简称装置）的选型、检验、安装和验收、运行监督维护等内容。

本标准适用于室内六氟化硫电气设备工作场所六氟化硫气体泄漏在线监测报警装置的选用和运行维护，其他六氟化硫气体工作场所所用装置可参考使用。

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 12358 作业场所环境气体检测报警仪通用技术要求

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2006 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—2008 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—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

DL/T 639 六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员安全防护细则

JB/T 10893 高压组合电器配电室六氟化硫环境监测系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

检测误差 detection error

在试验条件下，装置浓度示值与标准值之间允许出现的最大相对偏差或最大绝对偏差。

3.2

报警误差 alarm error

在试验条件下，装置报警设定值与标准值之间允许出现的最大相对偏差或最大绝对偏差。

3.3

报警设定值 alarm setting value

装置预先设定的报警浓度值。

3.4

重复性 repeatability

在相同条件下，装置在一定时间内对同一被测气体进行重复检测，装置示值间的重复程度。重复性以相对标准偏差表示。

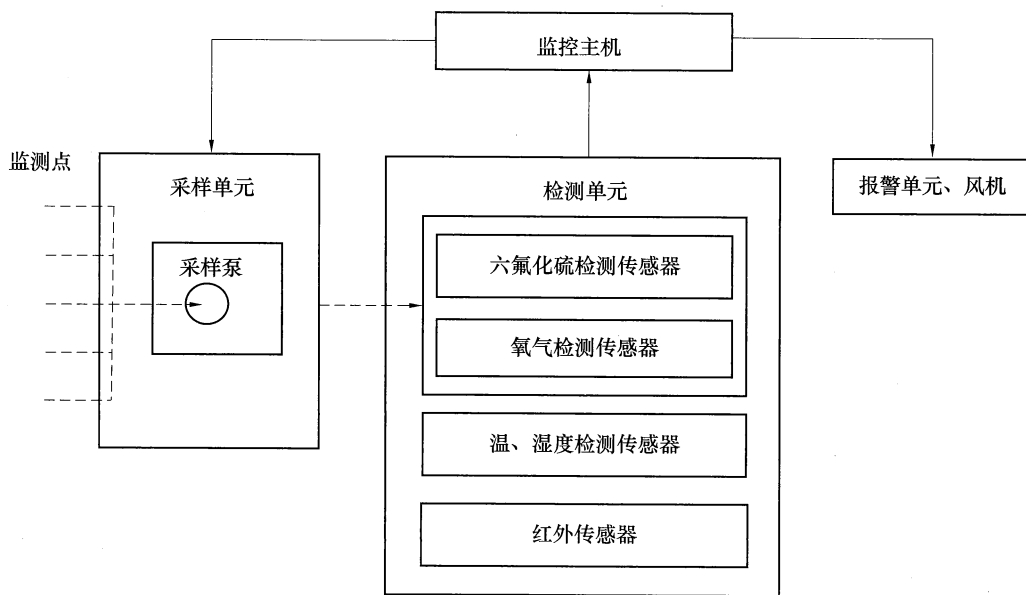


图2 泵吸入式装置通用结构图

4.2 分类

4.2.1 定性报警装置

应分别对环境空气中六氟化硫气体和氧气进行定性检测，并依据报警设定值进行预警。宜采用高电晕放电法、半导体法、声波法等原理的传感器对六氟化硫气体进行检测，采用电化学原理的传感器对氧气进行检测，气体采样方式可为扩散式。

4.2.2 定量报警装置

应分别对环境空气中六氟化硫气体和氧气含量进行定量检测。宜采用非分光式红外吸收原理的传感器对六氟化硫气体含量进行检测，宜采用电化学原理或荧光猝灭原理的传感器对氧气含量进行检测，气体采样方式可采用泵吸入式或扩散式。

5 装置选型

5.1 选型原则

5.1.1 应根据变电站设计和实际需要，选择六氟化硫气体和氧气检测的定量报警装置，六氟化硫气体含量检测宜采用非分光式红外吸收原理，氧气含量检测宜采用固态电解质电化学原理或荧光猝灭原理。

5.1.2 可采用扩散式或泵吸入式的采样方式。

5.2 基本功能要求

5.2.1 应具备实时定量监测功能，主机屏幕应可显示六氟化气体含量、氧气含量、环境温度、湿度。

5.2.2 应具备自动语音报警、自动启停风机、定时、手动控制或强制启停风机、声光报警等功能。

5.2.3 应具备红外监视功能，能支持人体感应，感应范围应不小于 3m。当有人员接近室内工作场所时，系统自动提示工作环境的安全状况。

5.2.4 应具备在线校验模式和接口，具备自动零点校准功能，自动克服漂移和误报警。

5.2.5 应具备历史数据记录和查询，报警事件自动记录、自动存储、自动更新功能。

5.2.6 应具备数据上传功能,接口宜采用 RS485,支持报警开关量输出。

5.2.7 装置采样设备异常不工作时,应具有故障报警信号提示功能。

5.3 技术指标要求

5.3.1 六氟化硫气体含量检测

5.3.1.1 检测范围: $0\mu\text{L/L} \sim 1500\mu\text{L/L}$ 。

5.3.1.2 最小示值: $1\mu\text{L/L}$ 。

5.3.1.3 泄漏报警阈值: $1000\mu\text{L/L}$ 且可调。

5.3.1.4 报警误差: $\pm 5\%$ (报警设定值)。

5.3.1.5 检测误差: $\pm 5\%$ (显示值)。

5.3.1.6 最小检测限: $50\mu\text{L/L}$ 。

5.3.2 氧气含量检测

5.3.2.1 检测范围: $0 \sim 25\%$ (体积比)。

5.3.2.2 最小示值: 0.1% (体积比)。

5.3.2.3 缺氧报警阈值: 18% (体积比) 且可调。

5.3.2.4 报警误差: $\pm 0.5\%$ (体积比)。

5.3.2.5 检测误差: $\pm 0.5\%$ (体积比)。

5.3.2.6 最小检测限: 1% (体积比)。

5.3.3 温度

5.3.3.1 检测范围: $-30^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.3.2 检测精度: $\pm 1\%$ (满量程)。

5.3.4 相对湿度

5.3.4.1 检测范围: $0 \sim 99\%$ 。

5.3.4.2 检测精度: $\pm 5\%$ 。

5.3.5 检测点

装置可包含两个或两个以上的气体采样检测点,应满足现场扩展要求。

5.3.6 绝缘电阻

正常环境条件下,外壳与电源端子之间的绝缘电阻应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

5.3.7 绝缘强度

正常环境条件下,外壳与电源端子之间应能承受有效值为 1500V 、 50Hz 正弦交流电压,历时 1min ,应无击穿和飞弧现象。

5.3.8 电磁兼容性

5.3.8.1 静电放电抗扰度: 应能承受 GB/T 17626.2—2006 第 5 章所规定的试验等级为 3 的试验。

5.3.8.2 射频电磁场辐射抗扰度: 应能承受 GB/T 17626.3—2006 第 5 章所规定的试验等级为 3 的试验。

5.3.8.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度: 应能承受 GB/T 17626.4—2008 第 5 章所规定的试验等级为 3 的试验。

5.3.8.4 浪涌（冲击）抗扰度：应能承受 GB/T 17626.5—2008 第 5 章所规定的试验等级为 3 的试验。

5.3.9 工作环境条件

5.3.9.1 环境温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.9.2 相对湿度：应不大于 90%。

5.3.10 电源

AC (220 ± 22) V, 50Hz。

6 新设备检验

新装置应符合 GB 12358 和 JB/T 10893 有关规定，其主要技术指标还应满足表 1 要求。

表 1 新设备质量控制指标

项目	报警浓度	报警误差	检测误差	重复性	响应时间
六氟化硫气体	$\geq 1000\mu\text{L/L}$	$\pm 5\%$ （报警设定值）	$\pm 5\%$ （显示值）	$\leq 3\%$	$\leq 60\text{s}$ （扩散式） $\leq 30\text{s}$ （泵吸入式）
氧气	$\leq 18\%$ （体积比）	$\pm 0.5\%$ （体积比）	$\pm 0.5\%$ （体积比）	$\leq 1\%$	$\leq 60\text{s}$ （扩散式） $\leq 30\text{s}$ （泵吸入式）

7 安装和验收

7.1 安装要求

7.1.1 报警装置现场安装方式、位置应不影响主设备的安全运行和维护。

7.1.2 监控主机显示模块、声光报警器安装宜采用壁挂式，安装在六氟化硫电气设备工作场所入口处，配套有风机启停功能设置。检测单元模块在室内工作场所可采用壁挂或柜式安装方式。

7.1.3 采用泵吸入式采样装置，采样管道材料应长久耐用，从监测点到气体采样器的距离越短越好，导气管的长度不应超过 30m，装置应连续采样，若配置多个采样点，则每个采样点采样时间不应超过 5min，总的采样周期不应超过 1h，且每点采样时间可灵活设定。

7.1.4 对于采用扩散式采样的装置，采用的六氟化硫气体和氧气检测传感器应安装在设备下方，高度宜离地面 10cm，并实时采样分析。

7.1.5 室内工作场所检测点设置，宜每组开关或者每个组合电器间隔安装一个检测点，也可依据监测室内面积决定，并均匀合理布置。室内面积（ m^2 ）与检测点数量（个）的比值不宜大于 30。

7.2 交接验收项目

报警装置安装后，检测验收项目和控制标准应按照表 2 执行。

表 2 六氟化硫报警装置交接验收指标

序号	项 目	控 制 指 标	
1	六氟化硫气体	检测误差	$\pm 5\%$ （显示值）
		报警误差	$\pm 5\%$ （报警设定值）
2	氧气	检测误差	$\pm 0.5\%$ （体积比）
		报警误差	$\pm 0.5\%$ （体积比）

表 2（续）

序号	项 目	控 制 指 标
3	风机启停控制	正常
4	远红外监视	不小于 3m
5	数据查询	正常
6	数据上传	正常
7	时间设置	正常

7.3 测试方法

7.3.1 测试环境条件

- 7.3.1.1 环境温度：0℃～40℃；
- 7.3.1.2 相对湿度：不大于 85%；
- 7.3.1.3 大气压：86kPa～106kPa。

7.3.2 测试用标准器具及配套设备

7.3.2.1 气体标准物质

空气中六氟化硫气体标准物质，扩展不确定度不应大于 2%；氮气中氧气标准物质，扩展不确定度不应大于 1%。

7.3.2.2 稀释气体：六氟化硫标准气稀释气体为合成（或压缩）空气，氧气标准气稀释气体为高纯氮气，其中高纯氮气，纯度不应低于 99.99%。

7.3.2.3 标准气体稀释装置：稀释误差为±1%。

7.3.2.4 秒表：分度值不大于 0.1s。

7.3.2.5 流量控制器：由 2 个流量计组成，流量范围为 0L/min～1L/min，准确度级别不低于 4 级。采用标准气体稀释装置气路流量控制如图 3 所示，采用单一气瓶标准气流量控制如图 4 所示。

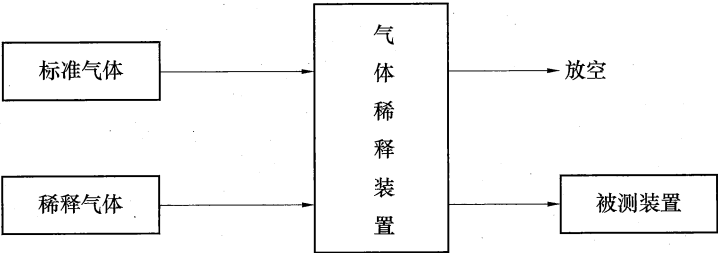


图 3 稀释装置流量控制示意图

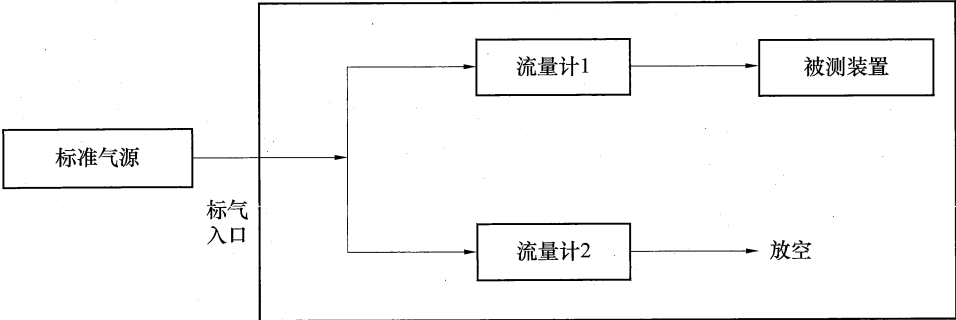


图 4 单一标准气流量控制示意图

7.3.2.6 气体流量的要求：测试时，应根据装置采样方式不同，控制不同的气体流量。对于泵吸入式装置，应保证流量控制器中的旁通流量计有流量放空。对于扩散式装置，气体流量应根据说明书的要求，或宜控制在 300mL/min，流量波动应在 $\pm 20\text{mL/min}$ 范围内。

7.3.2.7 减压阀：应与测试用气体钢瓶配套。

7.3.2.8 气体管路：应采用不影响被测气体浓度的气体管路，如聚四氟乙烯或不锈钢管材。

7.3.3 检测误差测试

7.3.3.1 六氟化硫气体检测误差

分别将不同浓度的单一标准气体或通过气体稀释装置配制的目标浓度的六氟化硫标准气体，通入检测单元，应根据需要控制气体流量与采样器流速相匹配，观察主机显示的数据。待示值稳定后，记录仪器示值，各浓度重复测量 3 次，取算术平均值作为装置测量值，按公式 (1) 计算检测误差 Δc 。

$$\Delta c = \frac{\bar{c} - c_s}{c_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

\bar{c} ——各浓度 3 次示值的算术平均值；

c_s ——标准气体的浓度值。

7.3.3.2 氧气检测误差

分别将不同浓度的单一标准气体或通过气体稀释装置配制的目标浓度的氧气标准气体，通入检测单元，应根据需要控制气体流量与采样器流速相匹配，观察主机显示的数据。待示值稳定后，记录仪器示值，各浓度重复测量 3 次，取算术平均值作为装置测量值，按公式 (2) 计算检测误差 Δc_0 。

$$\Delta c_0 = \bar{c} - c_s \quad (2)$$

式中：

\bar{c} ——各浓度 3 次示值的算术平均值；

c_s ——标准气体的浓度值。

7.3.4 报警误差测试

7.3.4.1 六氟化硫气体报警误差

使用标准气体稀释装置，采用空气为稀释气，将低于报警点浓度的六氟化硫标准气体通入检测单元，应控制气体流量与采样器流速相匹配，逐步增加气体浓度值，当装置显示六氟化硫气体浓度超过设定报警值（可设为 1000 $\mu\text{L/L}$ ）时，主机启动报警，记录报警时的标准气体浓度值，重复测量 3 次，取算术平均值作为装置报警值，按公式 (3) 计算报警误差 Δb 。

$$\Delta b = \frac{c_1 - c_2}{c_2} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

c_1 ——3 次报警时标准气体浓度值的算术平均值；

c_2 ——报警设定值。

7.3.4.2 氧气报警误差

使用标准气体稀释装置，采用氮气为稀释气，将高于报警点浓度的氧气标准气体通入检测单元，应控制气体流量与采样器流速相匹配，逐步降低气体浓度值，当装置显示氧气浓度低于设定报警值（可设

为 18%) 时, 主机启动报警, 记录报警时的标准气体浓度值, 重复测量 3 次, 取算术平均值作为装置报警值, 按公式 (4) 计算报警误差 Δb_0 。

$$\Delta b_0 = c_1 - c_2 \quad (4)$$

式中:

c_1 —— 3 次报警时标准气体浓度值的算数平均值;

c_2 —— 报警设定值。

7.3.5 响应时间测试

7.3.5.1 六氟化硫气体响应时间

在规定流量下, 通入浓度约为 1000 μ L/L 的六氟化硫标准气体, 待示值稳定后, 读取稳定示值。撤去标准气体, 通入纯净空气, 待仪器回零后, 再通入浓度为 1000 μ L/L 的标准气体, 从装置通入标准气体开始计时, 记录装置显示值到达稳定值的 90% 时所用时间。重复测量 3 次, 取算术平均值作为装置响应时间。

7.3.5.2 氧气响应时间

在规定流量下, 通入浓度约为 18% 的氧气标准气体, 待示值稳定后, 读取稳定示值。撤去标准气体, 通入高纯氮气, 待仪器回零后, 再通入浓度为 18% 的标准气体, 从装置通入标准气体开始计时, 记录装置显示值到达稳定值的 90% 时所用时间。重复测量 3 次, 取算术平均值作为装置响应时间。

7.3.6 重复性测试

通入浓度约为满量程 60% 的标准气体, 待装置示值稳定后, 记录示值, 撤去标准气体, 通入高纯氮气, 待仪器回零后, 再通入上述浓度的标准气体, 重复测量 6 次, 重复性以单次测量的相对标准偏差(RSD)表示。按公式 (5) 计算装置的重复性。

$$RSD = \frac{1}{\bar{c}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

c_i —— 装置第 i 次测量的数值;

\bar{c} —— 装置示值的算术平均值;

n —— 测量次数 ($n=6$)。

7.3.7 风机启停控制测试

应通过主机控制菜单, 操作相关功能键, 风机启停正常, 且自动排风, 强制排风时间可灵活设定。

7.3.8 远红外监视测试

主机应装有红外传感器, 有人进入红外传感器探头感应范围内时, 主机应能自动提示室内工作环境安全状况。

7.3.9 报警历史数据查询测试

应通过主机控制菜单, 操作相关功能键, 能显示报警历史数据。

7.3.10 数据上传测试

装置正常工作后, 主机显示屏可按设定的采样周期, 接收到所有采样点的数据。

7.3.11 主机时间设置测试

通过主机控制菜单，操作相关功能键，可进行时间设定。

8 运行监督维护

8.1 运行监督

8.1.1 运行人员应定期监视装置的运行状况并作好记录，及时发现其存在的缺陷并通知有关检修部门或生产厂家及时维护，并消除缺陷。应保证装置始终处于正常运行检测状态。

8.1.2 运行人员应结合变电站周期巡检同步对装置进行巡视，应对下列项目进行巡视：

- a) 装置主机面板显示、语音功能、数据通信、定时通风情况；
- b) 查询报警历史记录；
- c) 采样泵的运转工况；
- d) 检查检测模块和分析模块。

8.2 报警监督

8.2.1 装置设定的报警值应按 GB 26860 规定执行，不应随意修改。

8.2.2 装置发生报警时，应查找报警原因并及时处理。

8.3 定期检验

8.3.1 装置投运后应按时进行在线检验，检验周期不宜超过 1 年。

8.3.2 在检验周期内，六氟化硫气体检测误差或报警误差宜为 $\pm 10\%$ ，氧气检测误差或报警误差宜为 $\pm 1\%$ ，视为设备正常。

8.3.3 装置的定期在线检验可采用六氟化硫气体和氧气标准气体法，按本标准 7.3.3 和 7.3.4 方法进行检测误差和报警误差测试。

8.3.4 对于定期检验结果不合格的装置，应查明原因并及时维修调整，消除缺陷。

8.4 装置异常原因及处理措施

装置在运行中常见异常原因及处理措施见表 3。

表 3 装置常见运行异常原因及处理措施

异常现象	异常原因	处理措施
主机显示屏不显示	主机无电	检查电源，重启主机
	显示屏黑屏、花屏	更换显示屏并查明原因
	硬件故障（显示屏/触控屏工作电源未供给）	更换电路板并查明原因
	软件故障（程序未响应）	软件更新
	连接器老化，接触不良	重插连接器
屏幕数据显示不稳定	传感器线性漂移	标定
	AD 转换回路故障	更换电路板并查明原因
屏幕数据显示不变化	程序数据包卡死	恢复出厂设置或重启
	传感器失效	更换传感器

表 3 (续)

异常现象	异常原因	处理措施
屏幕零点不为零	零点漂移	重新校准
通信故障	通信电缆或回路损坏	检修线路
	软件故障 (程序未响应)	软件更新
	地址不对	设置正确的地址
无数据上传信号	无报警信号开关量	检查主机端开关量输出并恢复
	无 RS485 信号	检查通信电缆并恢复
	采集器异常中断, 接头松动	接头重新拔插, 检查连接
风机无法启动或联动	风机控制器未供电	打开电源开关或检查供电回路
	风机电源被切断	检查原风机供电回路, 检查线路有无短路
	内部交流接触器损坏	更换交流接触器并查明原因
	软件故障 (程序未响应)	软件更新
	风控继电器接点粘连	更换继电器或用工具轻敲继电器
气体或温湿度传感器检测数据异常	传感器失效	更换传感器并查明原因
	传感器特性漂移	校准
	进出气气路不通畅	检查气路
红外传感器未起作用	红外传感器供电回路异常	检查供电回路
	红外传感器失效	更换红外传感器并查明原因
语音无提示	语音模块供电回路异常	检查供电回路, 更换电路板
	语音模块损坏	更换语音模块并查明原因
	探测器没有对准工作人员入口	调整红外探测器
	主机配置未开启	开启
取样泵无法工作	取样泵供电回路异常	检查供电回路
	取样泵损坏	更换取样泵并查明原因
	软件故障 (程序未响应)	软件更新
采样通道气路流量异常	管道堵塞或明显折弯	更换管道或清洗管道
	取样模块对应通道电磁阀未开启	更换电磁阀
	软件故障 (程序未响应)	软件更新
装置运行误报警	程序报错	查明原因并修复
	传感器失效	更换传感器
声光报警灯无法工作	声光报警灯供电回路异常	检查供电回路
	声光报警灯失效	更换声光报警灯并查明原因

9 技术管理和安全要求

9.1 技术管理档案

9.1.1 设备卡

设备卡应包括装置安装场所、数量、制造厂家、型号规格、制造日期、编号、投运日期等。

9.1.2 质量台账

装置的质量台账应包括新设备验收、安装调试、交接验收、定期检验报告以及设备厂家提供的各种技术文件等。

9.1.3 维护记录

装置的维修、缺陷处理、更新、报废记录等。

9.2 安全要求

试验及运行维护人员的安全防护按照 DL/T 639 规定执行。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
六 氟 化 硫 气 体 泄 漏 在 线 监 测 报 警 装 置
运 行 维 护 导 则
DL/T 1555 — 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>)
北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 24千字
印数 0001—1000册

*

统一书号 155123·2802 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

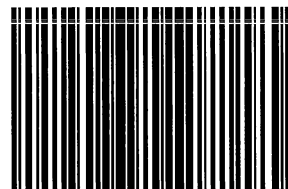
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2802