

ICS 29.240.20

CCS F 24

**DL**

# 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2530.1—2022

---

## 电力电缆测试设备通用技术条件 第 1 部分：电缆故障定位电桥

General specification for power cable test equipment —  
Part 1: Power cable fault location bridge

2022-11-04 发布

2023-05-04 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	2
5 技术要求	3
5.1 工作条件	3
5.2 外观和要求	3
5.3 安全性能	4
5.4 功能要求	4
5.5 性能要求	4
5.6 环境适应性	5
5.7 电磁兼容	5
5.8 外壳防护等级	6
6 试验方法	6
6.1 试验条件	6
6.2 外观和结构检查	7
6.3 电气安全试验	7
6.4 功能检查	7
6.5 环境适应性试验	12
6.6 电磁兼容试验	13
6.7 外壳防护等级试验	13
7 检验规则	13
7.1 检验分类	13
7.2 检验项目	14
8 标志、标签和随行文件	15
8.1 标志	15
8.2 随行文件	15
9 包装、运输和贮存	15
9.1 包装	15
9.2 运输	15
9.3 贮存	15
附录 A (资料性) 直阻比较法定位电桥的测试原理	16
参考文献	21

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 DL/T 2530《电力电缆测试设备通用技术条件》的第1部分。DL/T 2530 已经发布了以下部分：

——第1部分：电缆故障定位电桥。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国高电压试验技术和绝缘配合标准化技术委员会高电压试验技术分技术委员会（SAC/TC 163/SC 1）归口。

本文件起草单位：国网江苏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、国家电网有限公司、国网北京市电力公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、湖南大学、上海慧东电气设备有限公司、山东科汇电力自动化股份有限公司。

本文件主要起草人：陈杰、付济良、张民、曹京荣、任志刚、贺家慧、龚金龙、赵学风、余欣、黄友聪、孙秋芹、郑柒拾、朱启林。

本文件为首次发布。

本文件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）。

## 引 言

DL/T 2530《电力电缆测试设备通用技术条件》拟由6个部分构成。

- 第1部分：电缆故障定位电桥。目的在于规范电缆故障定位电桥的技术要求和试验方法。
- 第2部分：电缆识别仪。目的在于规范电缆识别仪的技术要求和试验方法。
- 第3部分：电缆故障闪测仪。目的在于规范电缆故障闪测仪的技术要求和试验方法。
- 第4部分：电缆故障定点仪。目的在于规范电缆故障定点仪的技术要求和试验方法。
- 第5部分：电缆路径仪。目的在于规范电缆路径仪的技术要求和试验方法。
- 第6部分：高压脉冲源电缆故障检测装置。目的在于规范高压脉冲源电缆故障检测装置的技术要求和试验方法。

# 电力电缆测试设备通用技术条件

## 第 1 部分：电缆故障定位电桥

### 1 范围

本文件规定了电力电缆故障定位电桥（以下简称“定位电桥”）的技术要求、试验方法、检验规则等要求。

本文件适用于定位电桥的生产、使用和检验。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 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—2018 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—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 1 部分：通用要求

GB/T 18268.21—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 21 部分：特殊要求  
无电磁兼容防护场合用敏感性试验和测量设备的试验配置、工作条件和性能判据

GB/T 18268.22—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 22 部分：特殊要求  
低压配电系统用便携式试验、测量和监控设备的试验配置、工作条件和性能判据

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**定位电桥** **cable fault locate bridge**

采用 Murray（默里）电桥法（3.4）、直阻比较法（3.5）定位电缆故障位置的仪器。

#### 3.2

**低阻短接线** **low resistance connecting line**

安装于电缆测试末端，用于短接电缆故障相、非故障相，为定位电桥（3.1）提供电流通路的低阻值的短接引线，一般为含夹具、铜质的金属引线，截面面积不低于 70 mm<sup>2</sup>。

#### 3.3

**故障距离** **fault distance**

测试端到故障点的电缆长度。

3.4

**Murray 电桥法 murray bridge method**

将故障相电缆末端与非故障相电缆短接，使故障相始端至故障点、故障点至非故障相始端作为电桥的两个测量桥臂，并同定位电桥（3.1）内部测量回路构成完整 Murray 电桥实现故障点定位的测试方法。

3.5

**直阻比较法 DC resistance ratio method**

在被测电缆中加入直流电流，测试两组与故障距离（3.3）电缆、全长电缆相关的电阻，通过直流电阻比较的方法，获取电缆故障距离与电缆全长百分比的方法，也称“压降比法”。

3.6

**纹波因数 ripple coefficient**

纹波幅值与直流电压算术平均值之比，其中纹波是指相对于直流电压算术平均值的周期性偏差，纹波幅值是指纹波的最大值和最小值之差的一半。

[来源：DL/T 848.1—2019，3.2]

3.7

**定位比例 located ratio**

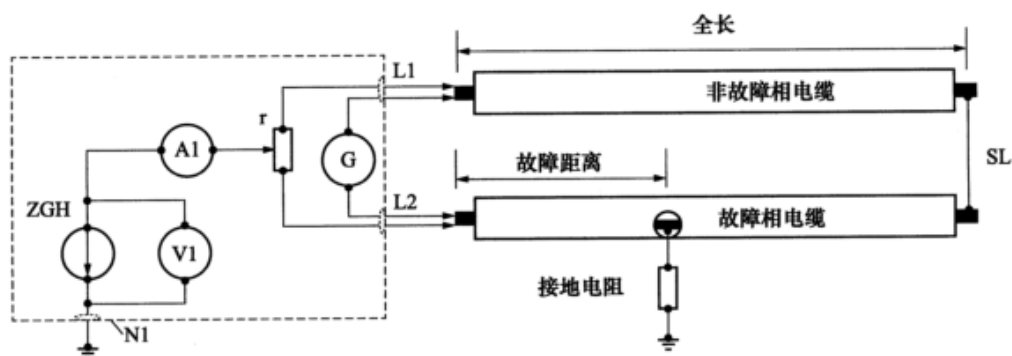
被测电缆故障距离（3.3）等效电阻与全长或 2 倍全长等效电阻的比例，通常采用百分数或千分数形式表示。

4 概述

定位电桥用于电力电缆接地故障距离的测试，按工作原理分为 Murray 定位电桥和直阻比较法定位电桥。

Murray 定位电桥采用电桥平衡的技术原理确定电缆故障位置。直阻比较法定位电桥采用是非传统的电桥平衡技术，因行业内命名习惯不同，有时也称“压降比法电桥”，其原理为分别测试故障距离和全长电缆相关的两组电阻，通过比较的方法确定电缆故障位置。

Murray 定位电桥一般体积小、质量轻、成本低，适用于新投运或共沟单芯电缆停运等磁感应干扰低的场合。Murray 定位电桥主要由高压直流电源、比例臂电阻、检流计、输出电压表、输出电流表及低阻短接线等组成，测试原理如图 1 所示。测试时，将 Murray 定位电桥的非故障相测试引线、故障相测试引线分别连接非故障相电缆、故障相电缆，并在电缆测试末端采用低阻短接线短接；调节高压直流电源输出电压，待电流稳定后打开电桥，调节电桥平衡，通过读取表盘上显示的电阻比例获取被测电缆的故障距离与全长或 2 倍全长的比例。

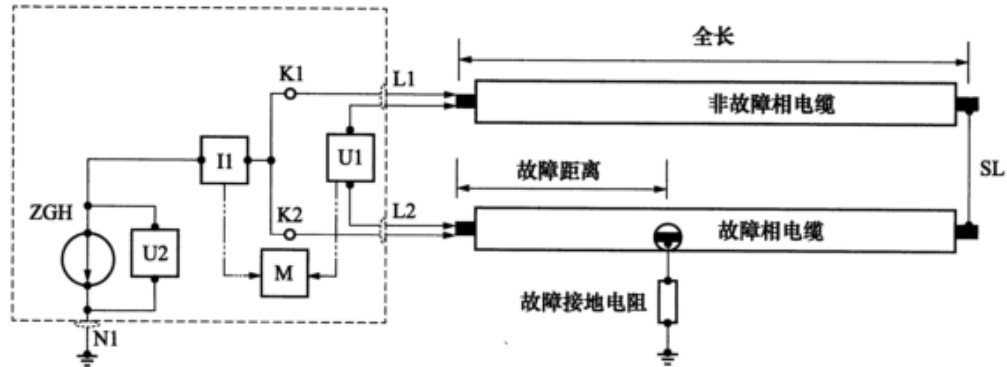


说明：

- |                |                 |                |              |
|----------------|-----------------|----------------|--------------|
| ZGH —— 高压直流电源； | r —— 比例臂电阻；     | G —— 检流计；      | V1 —— 输出电压表； |
| A1 —— 输出电流表；   | L1 —— 非故障相测试引线； | L2 —— 故障相测试引线； | N1 —— 接地引线；  |
| SL —— 低阻短接线。   |                 |                |              |

图 1 Murray 定位电桥测试原理示意图

直阻比较法定位电桥一般智能化水平高、质量大、成本高，适用于新投运、在运电缆线路的故障定位。直阻比较法定位电桥主要由高压直流电源、处理单元、电压采集单元、电流采集单元、输出电压测试单元、开关及低阻短接线等组成，测试原理如图 2 所示。测试时，将直阻比较法定位电桥的非故障相测试引线、故障相测试引线分别连接非故障相电缆、故障相电缆，并在电缆测试末端采用低阻短接线短接，输入已知的电缆全长，通过手动或自动调节控制，分两步测量电缆测试端到故障点、故障点经电缆测试末端回到完好电缆的测试端两种工况下的直流电压、直流电流，计算得到两组直流电阻，通过处理单元自动计算、显示被测电缆的故障距离与全长的比例（或直接显示故障距离）。测试方法见附录 A。



说明：

ZGH —— 高压直流电源；K1、K2 —— 开关；M —— 处理单元；I1 —— 电流采集单元；U1 —— 电压采集单元；  
U2 —— 输出电压测试单元；L1 —— 非故障相测试引线；L2 —— 故障相测试引线；N1 —— 接地引线；  
SL —— 低阻短接线。

图 2 典型直阻比较法定位电桥测试原理示意图

## 5 技术要求

### 5.1 工作条件

定位电桥工作条件要求如下：

- 环境温度：(−25~+50) ℃；
- 环境相对湿度：≤90%；
- 电源频率：50 Hz (1±1%)；
- 电源电压：220 V (1±10%)。

注：在其他特殊环境条件下使用时，由设备使用单位与设备制造商双方协商。

### 5.2 外观和要求

#### 5.2.1 一般要求

定位电桥外观一般要求如下：

- 外观应完好，无明显的变形和损伤；
- 所有电气设备的金属外壳应有接地端子，其有效截面面积不宜小于 6 mm<sup>2</sup>，应有易见、清晰、不易脱落的接地标志；
- 产品端子标志应正确、齐全，并符合图样要求；
- 所有开关及按钮灵活可靠。

#### 5.2.2 铭牌

定位电桥铭牌应安装牢固、字迹清晰，铭牌上应体现以下信息：

## DL/T 2530.1—2022

- 产品名称；
- 产品型号；
- 出厂编号；
- 出厂年月；
- 制造厂名；
- 故障定位比例测量范围。

### 5.3 安全性能

#### 5.3.1 绝缘电阻

故障定位电桥外置或内置高压直流电源的输入端及输出端对外壳及地之间的绝缘电阻不应小于 20 M $\Omega$ 。

#### 5.3.2 介电强度

故障定位电桥外置或内置高压直流电源的输入端对外壳及地之间应能承受 2 kV、1 min 的工频电压，无击穿或闪络现象；定位电桥的高压输出端应能承受最大输出电压，历时 10 min 无击穿或闪络现象。

### 5.4 功能要求

#### 5.4.1 基本功能

定位电桥基本功能应符合以下要求：

- 高压直流电源能从零开始升压，且电压输出具备零位闭锁功能；
- 具备急停功能，在紧急状态下可快速切断定位电桥的输入电源；
- 具备显示定位比例的功能。

#### 5.4.2 可选功能

定位电桥的扩展功能宜符合以下要求：

- 具备烧穿功能；
- 具备显示电压、电流测量结果的功能，且电压和电流的显示位数与电桥定位比例的最大允许误差相匹配；
- 具备自动调节电阻或测量回路电压、电流的功能，可自动计算故障距离或故障距离与电缆全长的百分比；
- 具备测量数据存储、查询、导出、传输功能；
- 内置可充电电池组，可为高压直流电源供电，供电时长宜不小于 2 h。

### 5.5 性能要求

#### 5.5.1 Murray 定位电桥

##### 5.5.1.1 定位比例

Murray 定位电桥的定位比例测量性能要求如下：

- 测量范围：0%~100%；
- 最大允许误差：不应超过 $\pm 0.5\%$ （绝对误差形式）；
- 测量重复性：不应超过最大允许误差的 1/3。



### 5.5.1.2 高压直流电源

高压直流电源的要求如下：

- 最大输出电压：宜在（3~15）kV 范围内；
- 输出电压的最大允许误差：不应超过±3%；
- 输出电压为 3 kV 的纹波因数：不应超过 5%；
- 输出电流的最大允许误差：不应超过±10%。

注：对最大输出电压有特殊或更高要求的，由定位电桥的使用单位与制造单位协商。

### 5.5.1.3 短路性能

定位电桥应能承受输出端最大输出电压下瞬态短路冲击，冲击后仪器可以正常工作。

## 5.5.2 直阻比较法定位电桥

### 5.5.2.1 定位比例

直阻比较法定位电桥的定位比例测量性能要求如下：

- 测量范围：0%~100%；
- 最大允许误差：不应超过±0.5%（绝对误差形式）；
- 测量重复性：不应超过最大允许误差的 1/3。

### 5.5.2.2 高压直流电源

高压直流电源的要求如下：

- 最大输出电压、输出电压的最大允许误差及输出电压为 3 kV 的纹波因数要求与 5.5.1.2 相同；
- 输出电流的最大允许误差：不应超过±5%。

### 5.5.2.3 短路性能

应符合 5.5.1.3 的要求。

## 5.6 环境适应性

定位电桥的环境影响量包含电源适应性、温度、湿度、振动、冲击和包装运输 6 个方面，应符合 GB/T 6587—2012 中环境组别为 II 组的相关规定要求。此外，还应符合 GB/T 6587—2012 中流通条件等级 2 级的规定要求。

## 5.7 电磁兼容

定位电桥的电磁兼容性除应符合 GB/T 18268.1—2010、GB/T 18268.21—2010 及 GB/T 18268.22—2010 的相关要求外，还应符合以下要求：

- 静电放电抗扰度符合 GB/T 17626.2—2018 中接触放电严酷等级 2 的要求；
- 射频电磁场辐射抗扰度符合 GB/T 17626.3—2016 中严酷等级 2 的要求；
- 电快速瞬变脉冲群抗扰度符合 GB/T 17626.4—2018 中严酷等级 2 的要求；
- 浪涌（冲击）抗扰度符合 GB/T 17626.5—2019 中严酷等级 2 的要求；
- 射频场感应的传导骚扰抗扰度符合 GB/T 17626.6—2017 中严酷等级 2 的要求；
- 工频磁场抗扰度符合 GB/T 17626.8—2006 中稳定磁场试验严酷等级 4 的要求；
- 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度符合 GB/T 17626.11—2008 中严酷等级 2 的要求。

## 5.8 外壳防护等级

定位电桥外壳的防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中的防固体异物、防尘、防水要求，仪表外盒应符合 IP31 要求。

## 6 试验方法

### 6.1 试验条件

#### 6.1.1 试验环境

除环境试验外，定位电桥的试验条件应符合以下要求：

- 环境温度：(23±5)℃；
- 环境相对湿度：≤80%；
- 电源频率：50 Hz (1±1%)；
- 电源电压：220 V (1±10%)；
- 电源电压总谐波畸变率：≤5%。

#### 6.1.2 测量设备和辅助设备

测量设备要求见表 1，辅助设备要求见表 2。

表 1 测量设备要求

设备名称	性能指标
直流标准分压器	测量范围：(0~20) kV； 电压最大允许误差：±0.5%
标准电阻比例装置	电阻比例最大允许误差：±0.05%
直流标准电压表	显示位数：不低于 6 位半； 直流电压测量范围：(0~10) V； 直流电压测量准确度：±0.02%×读数
直流标准电流表	显示位数：不低于 6 位半； 直流电流测量范围：(0~1) A； 直流电流测量准确度：±0.02%×读数
数字示波器	采样频率：≥500 MSa/s； 最大测试电压：≥50 V

表 2 辅助设备要求

设备名称	性能指标
采样电阻	阻值大小：宜在 (3~10) kΩ 之间选取； 额定电压：≥20 kV； 功率：与其额定电压和阻值相匹配
隔离电容器	电容范围：宜在 (300~1000) pF 为宜； 额定电压：≥20 kV
负载电阻	阻值范围：宜在 10 Ω~100 Ω 之间选取； 功率：与电桥最大输出电流和阻值相匹配
绝缘电阻表	具有 500 V 电压测量挡，准确度等级不低于 5 级
耐电压测试仪	准确度等级不低于 3 级，交流输出电压不低于 2 kV
直流高压发生器	输出电压：不低于定位电桥最大输出电压的 1.5 倍； 电压最大允许误差：±1%

## 6.2 外观和结构检查

采用目测方法检查，结果应符合 5.2 的要求。

## 6.3 电气安全试验

### 6.3.1 绝缘电阻

将绝缘电阻表分别接入被检定位电桥的电源输入端与机壳和地之间，施加 500 V 直流电压，测量其绝缘电阻值，结果应符合 5.3.1 的要求。

### 6.3.2 介电强度

将耐电压测试仪接入被检定位电桥的电源输入端与机壳及地之间，施加 2 kV 工频电压，历时 1 min，结果应符合 5.3.2 的要求。

将直流高压发生器接入被检定位电桥的高压输出端，施加 1.1 倍被检定位电桥的最大输出电压，历时 10 min，试验结果应符合 5.3.2 的要求。

## 6.4 功能检查

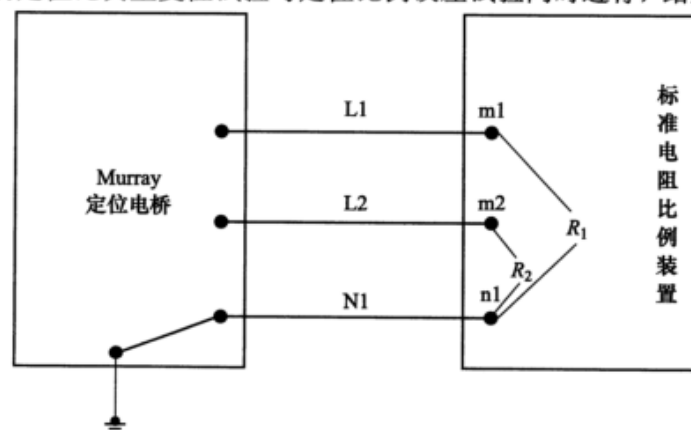
定位电桥处于开机工作条件下，依次对定位电桥的基本功能和扩展功能进行检查，结果应符合 5.4.1 和 5.4.2 的要求。

### 6.4.1 Murray 定位电桥

#### 6.4.1.1 定位比例

Murray 定位电桥定位比例误差试验按图 3 接线，将 Murray 定位电桥非故障相引线连接 L1 连接标准电阻比例装置非故障相接线柱 m1，故障相引线连接 L2 连接标准电阻比例装置非故障相接线柱 m2，接地引线连接标准电阻比例装置的接地接线柱 n1，在被检的定位电桥量程范围内选取 3 个~5 个测试点，调节标准电阻比例装置，输出测试点对应的电阻比例值；操作 Murray 定位电桥，待平衡或稳定后记录测试数据，按公式（1）和公式（2）计算故障定位比例误差，结果应符合 5.5.1.1 的要求。

Murray 定位电桥的定位比例重复性试验与定位比例误差试验同时进行，结果应符合 5.5.1.1 的要求。



说明：

L1 ——非故障相测试引线； L2 ——故障相测试引线； N1 ——接地引线；  $R_1$ 、 $R_2$  ——标准电阻；

m1 ——标准电阻比例装置非故障相接线柱； m2 ——标准电阻比例装置非故障相接线柱；

n1 ——标准电阻比例装置接地接线柱。

图 3 Murray 定位电桥定位比例误差试验接线示意图

$$\Delta K = K_x - K_0 \dots\dots\dots (1)$$

$$K_0 = \frac{2R_2}{R_1 + R_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $\Delta K$  ——定位比例示值误差, %;
- $K_x$  ——被检定位电桥的定位比例的示值, %;
- $K_0$  ——标准电阻比例值, %。

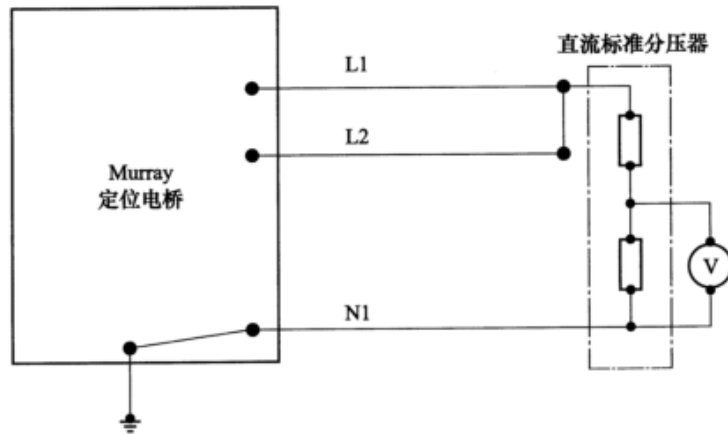
6.4.1.2 高压直流电源

Murray 定位电桥直流输出电压测量误差试验按图 4 接线。调节输出, 分别在最大输出电压的 10%、50%、100% 下进行试验。试验时应分别在电压上升和下降过程中各测量一次直流输出电压, 将上升、下降过程中直流电压的实测平均值作为标准值, 按公式 (3) 计算示值误差, 结果应符合 5.5.1.2 的要求。

$$\gamma_u = \frac{U_x - U_s}{U_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\gamma_u$  ——电压示值误差;
- $U_x$  ——电压示值, kV 或 V;
- $U_s$  ——电压标准值, kV 或 V。



说明:

L1 ——非故障相测试引线; L2 ——故障相测试引线; N1 ——接地引线; V ——直流标准电压表。

图 4 Murray 定位电桥直流输出电压测量误差试验接线示意图

高压直流电源的纹波因数试验按图 5 接线。将高压直流电源输出的直流电压调节至 3 kV, 等待 30 s, 由示波器读出电压的峰-峰值, 按公式 (4) 计算高压单元的纹波因数, 结果应符合 5.5.1.2 的要求。

$$S = \frac{U_{P-P}}{2U_n} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $S$  ——纹波因数;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/298004127114006037>