

# 广东省地方检定规程

## 《直流标准功率源》

### 编制说明

规程起草组

2021年 10月

# 目 录

1. 编制说明.....	3
2. 任务来源.....	3
3. 规程起草背景与必要性.....	3
4. 规程制定原则.....	4

起草：广州广电计量检测股份有限公司

审查：广东省质量技术监督局

# 编制说明

## 一、 任务来源

根据粤市监量〔2020〕304号《广东广东省市场监督管理局关于下达2020-2021年广东省地方计量检定规程任务计划的通知》，《直流标准功率源检定规程》由广州广电计量检测股份有限公司负责起草，主要起草人为朱镇杰、吕东瑞、张辉，参与起草人：钟毅、康宇、江贤志、刘胜、陈文志。

## 二、 规程起草背景与必要性

随着光伏电站及电动汽车充电桩等的快速发展，直流数字功率表和直流电能表的应用越来越广泛，广大企事业单位对直流数字功率表的计量需求量持续增大，而作为计量直流数字功率表的主要测量标准——直流标准功率源，其本身的计量检定应首先完善。但目前直流标准功率源还没有国家、地方检定规程或校准规范，计量人员只能依据各自的经验和制造商提供的参差不齐的技术指标开展直流标准功率源的计量工作，广大企事业单位有对直流标准功率源的计量检定校准有迫切需求，因此急需制定一个统一的、有指导性的、规范的检定规程，明确直流标准功率源的计量性能要求、通用技术要求、检定条件、检定项目和检定方法，以及检定周期等内容，为直流标准功率源的量值溯源提供完善而有效的计量技术依据，实现标准功率源的计量检定。该法规项目的建立将为直流标准功率源的计量检定提供法律依据，使直流标准功率源的量值溯源有章可循，有法可依。

## 三、 规程制定原则

根据现有的国家标准、行业标准、企业标准和专家意见、建议，以现有的生产技术为前提，本着促进生产技术，鼓励进步、淘汰落后，与国际惯例靠近、接轨，为直流标准功率源的计量性能提供技术依据，规程格式依据检定规程编写规范进行编写。

参考与依据的相关标准和文件：

JJF 1284—2011 交直流电表校验仪校准规范

JJF 1597—2016 直流稳定电源校准规范

JJF 1638—2017 多功能标准源校准规范

JJG（军工）6—2011 交流标准功率源检定规程

JJG（军工）77—2015 直流稳定电源检定规程

JJG（军工）69—2017 直流标准电流源检定规程

JJG（军工）193—2019 直流标准电压源检定规程

#### 四、 主要制定部分编制说明

##### 1. 被检定对象的技术特性及生产情况

目前已有多家国内外生产厂家生产标准功率源，国外有知名标准源生产厂商 FLUKE 等，国内的生产厂家有长沙天恒测技术有限公司、深圳市科陆电子科技股份有限公司、深圳市星龙科技股份有限公司、深圳市新胜利电子科技有限公司等，这些生产厂家每年生产大量的不同型号、不同等级的直流标准功率源，提供给光伏产品、充电桩等生产企业，以及科研院校和计量单位等。

标准直流功率源可用于检定或校准直流标准功率源、功率表、电能表、电压表和电流表等测量仪器，也可用作直流标准功率源、电压信号源、电流信号源等，其应用非常广泛。就我省计量机构而言，所有的计量单位均配置有直流标准功率源或带有标准直流功率源功能的多功能校准源，每个单位都至少有 3~5 台，总计上千台数量。

##### 2. 检定条件

由于直流标准功率源主要用于高精密设备的检定或校准，在环境的温湿度上要求范围较严格，也参考了 JJG（军工）6-2011 交流标准功率源检定规程的要求将校准环境条件如下规定：

2.1 环境温度： $(20\pm 2)$ ℃；相对湿度：30%~75%；

2.2 供电电源：电压  $220V\pm 22V$ ，频率  $50Hz\pm 0.5Hz$ ；波形失真不大于 5%。

2.3 周围无影响正常检定工作的机械振动和电磁干扰。

2.4 在检定之前，被检功率源应在检定条件下放置不少于 5h。按使用说明书要求对被检功率源和检定用设备进行预热。

##### 3. 检定用设备

开展直流标准功率源的检定，所用测量标准主要有直流标准数字功率表、直流标准数字电压表、直流标准数字电流表、直流标准分流器、宽频电压差分探头、宽频电流探头、宽频交流电流分流器、真有效电压表、示波器、直流电子负载等。所用测量标准均有准确度等级高、性能稳定的型号可供选择，并有较多厂商生产，因此标准仪器和配套设备的选择有保障。

规程中的检定用设备的主要技术特性及检定用途如表1所示：

表1 标准器技术指标

序号	仪器名称	用途
1	直流数字功率表	用于功率、电压、电流、稳定性、调节细度、负载效应、源电压效应的检定
2	直流数字电压表	用于功率、电压、稳定性、调节细度、纹波系数、负载效应、源电压效应的检定
3	直流数字电流表	用于功率、电流、稳定性、调节细度、负载效应、源电压效应的检定
4	直流标准分流器	用于功率、电流、稳定性、调节细度的检定
5	电流探头	用于电流纹波系数的检定
6	电压差分探头	用于电压纹波系数的检定
7	数字示波器	用于纹波系数的检定
8	宽频分流器	用于电流纹波系数的检定
9	真有效值电压表	用于纹波系数的检定
10	电子负载或电阻负载	用于负载效应、源电压效应的检定
11	可调电源	用于负载效应、源电压效应的检定

#### 4. 检定项目

外观及通电检查、功率、电压、电流、稳定性、调节细度、纹波系数、负载效应、源电压效应。

#### 5. 检定项目的检定方法描述

##### 5.1 外观及通电检查

被检功率源外观应完好，无影响正常工作的机械损伤，其附件应齐全。面板或铭牌上应标有产品名称、型号规格、制造厂名（或商标）、出厂编号等。各按键、开关应有保证正确使用的标志。

通电后被检功率源应能正常工作，各开关、旋钮、按键、显示屏应能正常工作。

##### 5.2 功率

###### 5.2.1 检定点

功率检定点见表2。基本量程为最高准确度级别中的最小量程，其他量程为非基本量程。

表2 功率检定点

电压通道		电流通道	
量程	检定点	量程	检定点
基本量程	量程上限点	基本量程	量程内均匀选取3~5个点（包括量程值10%、50%和100%点）
基本量程	量程内均匀选取3~5个点（包括量程值10%、50%和100%点）	基本量程	量程上限点
基本量程	量程上限点	非基本量程	量程上限点
非基本量程	量程上限点	基本量程	量程上限点

### 5.2.2 检定方法一

5.2.2.1 如图1所示，将直流数字功率表的电压测量端、电流测量端分别与被检功率源的电压输出端、电流输出端连接。根据选取的功率检定点，设置被检功率源的输出电压和电流值，待稳定后读取被检功率源的示值和直流数字功率表的示值。

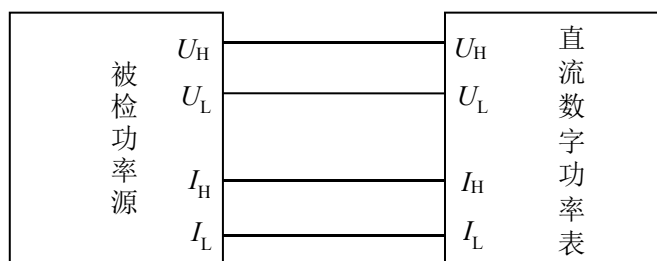


图1 功率（检定方法一）、电压、电流（检定方法一）测量框图

### 5.2.3 检定方法二

5.2.3.1 如图2所示，将直流数字电压表的测量端、直流数字电流表的测量端分别与被检功率源的电压输出端、电流输出端连接。根据选取的功率检定点，设置被检功率源的输出电压和电流值，待稳定后读取被检功率源的示值、直流数字电压表的示值 $U_t$ 和直流数字电流表的示值 $I_t$ 。

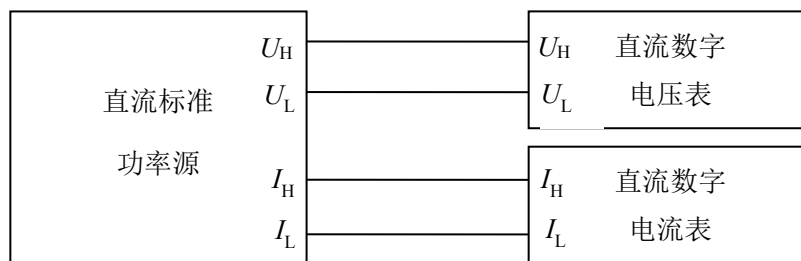


图2 功率（检定方法二）、电压、电流（检定方法一）测量框图

### 5.2.4 检定方法三

5.2.4.1 如图3所示，将直流数字电压表的测量端、直流标准分流器的测量端分别与被检功率源的电压输出端、电流输出端连接，同时将另外一个直流数字电压表接在直流标准分流器的电位端钮。根据选取的功率检定点，设置被检功率源输出电压和电流值。

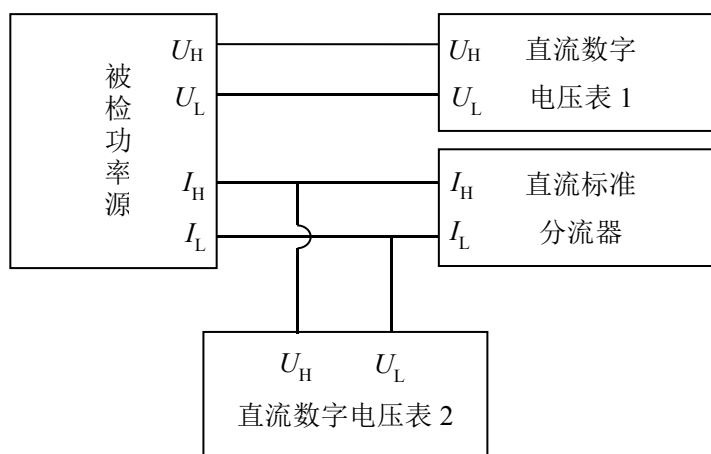


图3 功率（检定方法三）、电流（检定方法二）测量框图

## 5.3 电压

5.3.1 如图2（或图3）所示，将直流数字功率表（或直流数字电压表）的电压测量端与被检功率源的电压输出端连接。直流数字功率表（或直流数字电压表）依据检定点选择合适的量程，并短路清零或调零。

5.3.2 依据检定点设置被检功率源输出电压值，待稳定后读取直流数字功率表（或直流数字电压表）的示值。

## 5.4 电流

### 5.3.1 检定方法一

5.3.1.1 如图2（或图3）所示，将直流数字功率表（或直流数字电流表）的电流测量

端与被检功率源的电流输出端连接。将直流数字功率表（或直流数字电流表）测量端开路清零或调零。

5.3.1.2 依据检定点设置被检功率源输出电流值，待稳定后读取直流数字功率表（或直流数字电流表）的示值。

### 5.3.2 检定方法二

5.3.2.1 如图2（或图3）所示，将直流数字功率表（或直流数字电流表）的电流测量端与被检功率源的电流输出端连接。将直流数字功率表（或直流数字电流表）测量端开路清零或调零。

5.3.2.2 依据检定点设置被检功率源输出电流值，待稳定后读取直流数字功率表（或直流数字电流表）的示值。

## 5.4 稳定性

5.4.1 选取电压基本量程的满量程点（或接近满量程点）、电流基本量程的满量程点（或接近满量程点）作为电压、电流以及功率稳定性检定点。

5.4.2 设置被检功率源输出功率（电压、电流）检定点 $X'$ ，在稳定性测量时间内均匀间隔测量10次，记录检定装置示值的最大值和最小值，计算功率稳定性。

5.4.3 电压、电流稳定性检定方法同上。

## 5.5 调节细度

5.5.1 选取被检功率源电压、电流最小量程的接近满量程点作为检定点。

5.5.2 设置电压、电流调节细度的检定可与电压、电流的检定同时进行。

5.5.3 设置被检功率源输出检定点 $X_{t1}$ ，读取检定装置的测得值 $X_{r1}$ 。

5.5.4 调节被检功率源使输出示值末位变化一个字至 $X_{t2}$ ，读取测得值 $X_{r2}$ 。

## 5.6 纹波系数

### 5.6.1 电压纹波系数

5.6.1.1 接线方法如图4所示，依据电压基本量程的100%值选择合适的负载。



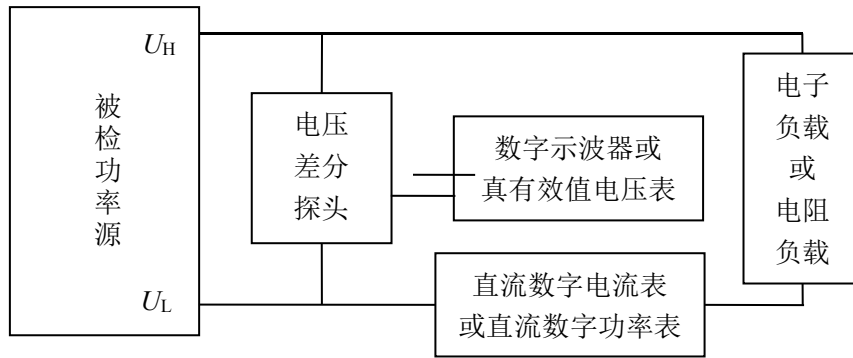
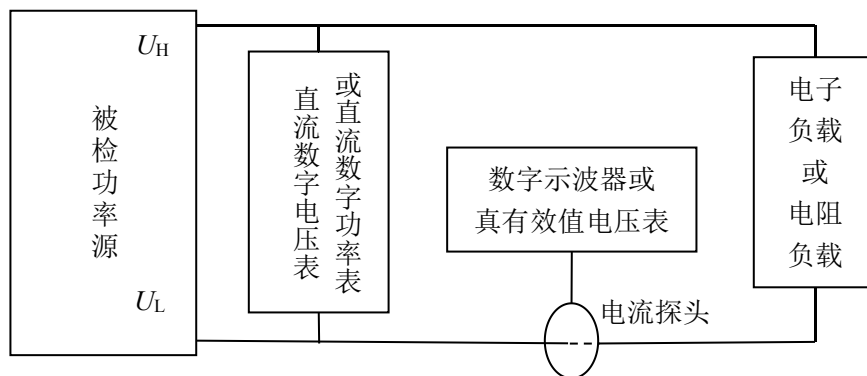


图4 电压纹波系数检定示意图

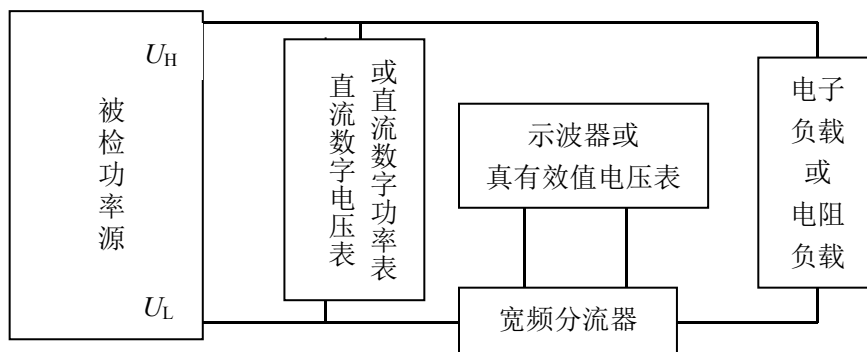
5.6.1.2 调节负载电阻，使直流数字电流表（或直流数字功率表）示值为被检功率源的最大负载电流，待输出稳定后，从数字示波器或真有效值电压表测量纹波电压的有效值  $U_{\text{rms}}$ ，计算出电压纹波系数。

### 5.6.2 电流纹波系数

5.6.2.1 电流探头法接线如图6 a) 所示，宽频分流器法接线如图6 b) 所示。



a) 电流探头法



b) 宽频分流器法

图5 电流纹波系数测量框图

5.6.2.2 依据电流基本量程的100%值选择合适的负载。

5.6.2.3 调节负载电阻，使直流数字电压表（或直流数字功率表）的示值为被检功率源输出电压的最大值。设置数字示波器带宽为低通 20MHz，输入阻抗  $1M\Omega$ ，交流耦合，从数字示波器或真有效值电压表测量纹波电压的有效值  $U_{\text{rms}}$ 。计算出电流纹波系数  $\gamma$ 。

## 5.7 负载效应

### 5.7.1 电压负载效应

5.7.1.1 接线方法接线如图 6 所示，依据电压基本量程值的 100%输出电压选择合适的负载电阻。

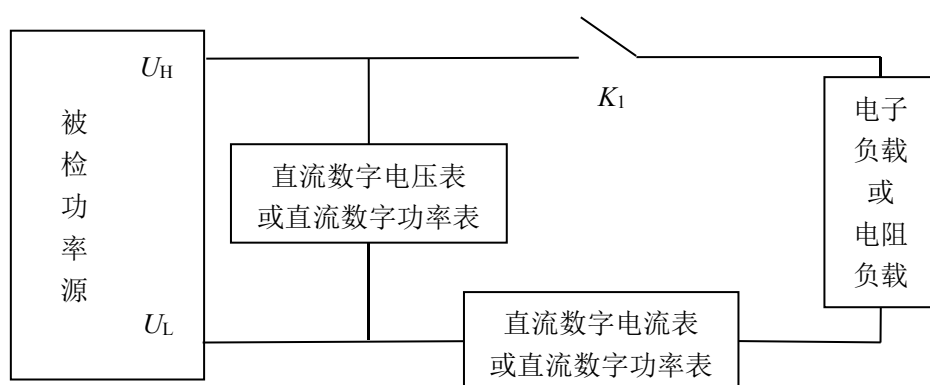


图 6 电压负载效应测量框图

5.7.1.2 断开开关  $K_1$ ，被检功率源处于空载状态，依据检定点设置被检功率源输出电压值并输出，待输出稳定后读取直流数字电压表（或直流数字功率表）的示值  $U_1$ 。

5.7.1.3 闭合开关  $K_1$ ，缓慢调节负载电阻使直流数字电流表（或直流数字功率表）的示值为被检功率源输出的最大负载电流，此时被检功率源处于满载状态，待输出稳定后读取直流数字电压表（或直流数字功率表）的示值  $U_2$ 。计算电压负载调整率  $\gamma_{VL}$ 。

### 5.7.2 电流负载效应

5.7.2.1 接线方法如图7所示，依据电流基本量程值的100%输出电流选择合适的负载电阻。。

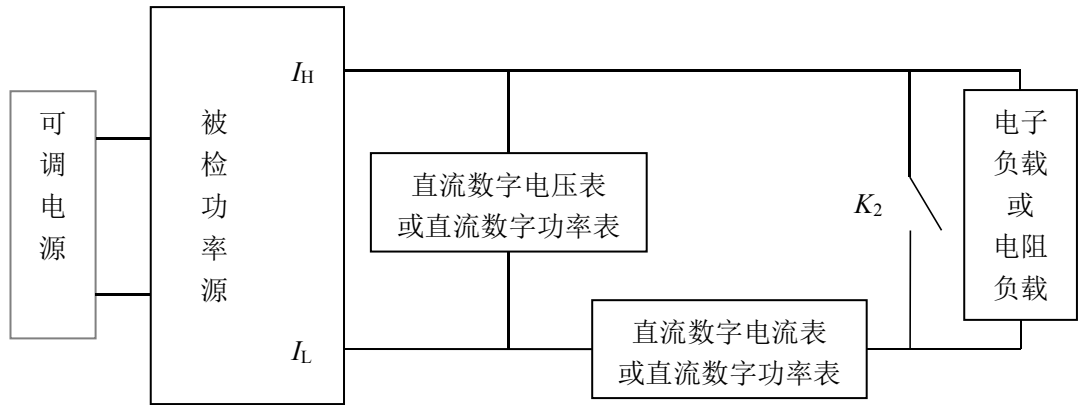


图7 电流负载效应测量框图

5.7.2.2 闭合开关 $K_2$ ，使被检功率源处于空载状态，依据检定点设置被检功率源输出电流值并输出，待输出稳定后读取直流数字电流表（或直流数字功率表）的示值 $I_1$ 。

5.7.2.3 断开开关 $K_2$ ，缓慢调节负载电阻使直流数字电压表（或直流数字功率表）的示值为被检功率源输出的最大电压值，此时被检功率源处于满载状态，待输出稳定后直流数字电流表（或直流数字功率表）的示值 $I_2$ 。计算电流负载调整率。

## 5.8 源电压负载效应

### 5.8.1 电压源电压负载效应

5.8.1.1 接线方法如图8所示。

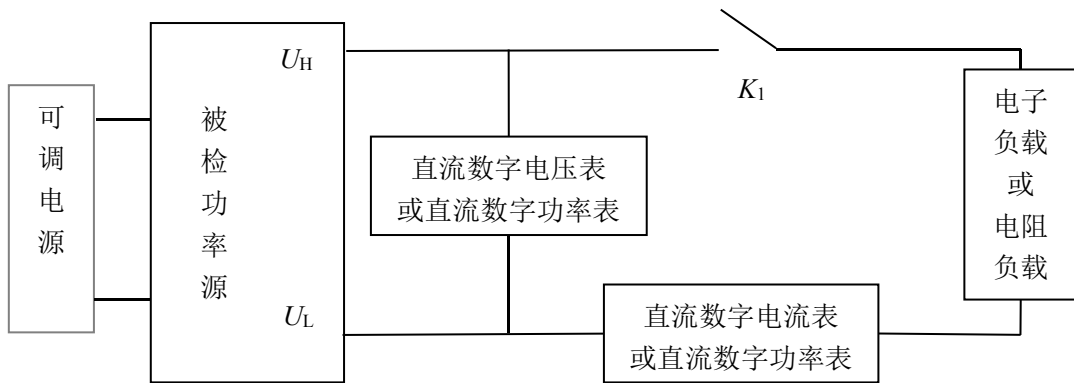


图8 电压源电压效应测量框图

5.8.1.2 调节调压器输出电压220V，设置被检直流标准功率源输出电压至输出测量点 $U_m$ ，读取220V电源电压时直流标准电压表的显示值为 $U_0$ 。

5.8.1.3 调节调压器输出电压为242V，负载电流不变，读取此时的直流数字电压表的读数 $U_1$ 。

5.8.1.4 调节调压器输出电压为198V，负载电流不变，读取此时直流数字电压表 $U_2$ 。计算电源电压调整率。

## 5.8.2 电流源电压负载效应

5.8.2.1 接线方法如图9所示。

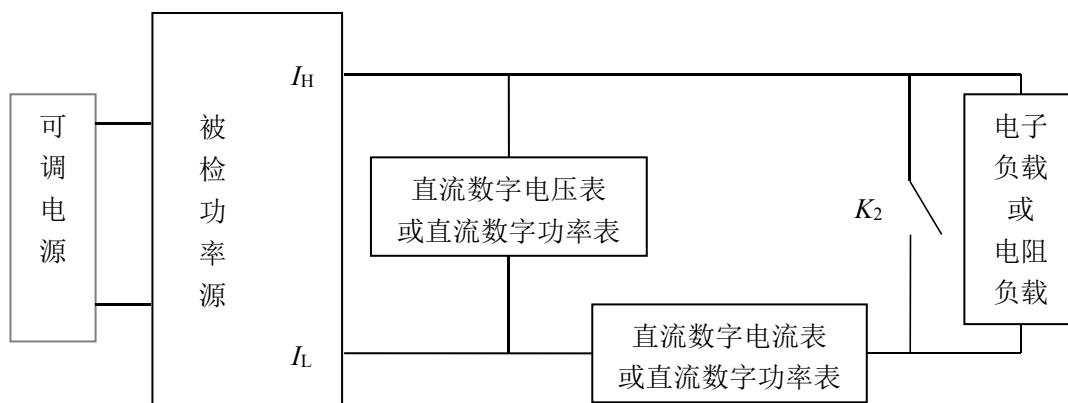


图9 电流源电压效应测量框图

5.8.2.2 调节调压器输出电压 220V。设置被检直流标准功率源输出电流至输出测量点 $I_m$ ，读取 220V 电源电压时直流标准电流表的显示值为 $I_0$ 。

5.8.2.3 调节调压器输出电压为242V，负载不变，读取此时的直流数字电流表的示值 $I_1$ 。

5.8.2.4 调节调压器输出电压为198V，负载不变，读取此时的直流数字电流表的示值 $I_2$ 。计算电流电源调整率。

## 6. 检定点的选取

6.1 功率的选点如下表3：

表3 功率检定点

电压通道		电流通道	
量程	检定点	量程	检定点
基本量程	量程上限点	基本量程	量程内均匀选取3~5个点（包括量程值10%、50%和100%点）
基本量程	量程内均匀选取3~5个点（包括量程值10%、50%和100%点）	基本量程	量程上限点
基本量程	量程上限点	非基本量程	量程上限点
非基本量程	量程上限点	基本量程	量程上限点

6.2 电压/电流的选点，选取电压/电流基本量程均匀选取5个检定点，非基本量程均匀选取3个检定点，包括量程值的10%、50%、100%点。

6.3 功率/电压/电流稳定性的选点，选取电压基本量程的满量程点（或接近满量程点）、电流基本量程的满量程点（或接近满量程点）作为电压、电流以及功率稳定性检定点。

6.4 电压、电流调节细度的选点，选取被检功率源电压、电流最小量程的接近满量程点作为检定点。

6.5 电压、电流纹波系数的选点，选取电压/电流基本量程的100%点作为检定点。

6.6 电负载效应、源电压效应的选点，选取电压/电流基本量程值的100%点作为检定点。

## 7. 测量不确定度评定

直流标准功率源检定参数为功率、电压、电流、稳定性、调节细度、纹波系数、负载效应、源电压效应不确定度评定方法类似，因此以功率、电压、电流的测量不确定度评定为例，说明直流标准功率源检定项目的测量不确定度评定的程序。

## 8. 关于附录