

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 1610

QJ 20690—2018

航天器用大功率电源控制器试验方法

Test method for high-power Power Conditioning Unit of spacecraft

2018—01—18 发布

2018—05—01 实施

国家国防科技工业局 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
4.1 试验条件.....	2
4.2 试验设备.....	2
4.3 试验人员.....	3
5 功能性能测试.....	3
5.1 总则.....	3
5.2 外观.....	4
5.3 机械接口.....	5
5.4 电接口.....	5
5.5 健康性.....	6
5.6 分流调节功能.....	8
5.7 充电功能.....	10
5.8 放电功能.....	11
5.9 输出母线瞬态特性.....	14
5.10 母线输出阻抗.....	15
5.11 单机功耗.....	16
5.12 软件功能.....	16
5.13 其他功能测试.....	17
6 环境试验.....	17
6.1 通用要求.....	17
6.2 环境应力筛选.....	20
6.3 冲击.....	23
6.4 振动.....	23
6.5 加速度.....	24
6.6 热循环.....	24
6.7 热真空（含真空放电）.....	25
6.8 热平衡.....	26
6.9 老炼.....	28

QJ 20690—2018

6.10 气候.....	29
6.11 电磁兼容.....	29
6.12 磁.....	30

前 言

本标准由中国航天科技集团有限公司提出。

本标准由中国航天标准化研究所归口。

本标准起草单位：中国航天科技集团有限公司第八研究院第八一一研究所。

本标准主要起草人：孙震威、许祺峰、王 田、郑 磊、施嘉昊、高 璐、葛茂艳、杨少霞。

航天器用大功率电源控制器试验方法

1 范围

本标准规定了航天器用大功率电源控制器试验的一般要求、功能性测试要求、环境试验要求、试验项目、程序和方法。

本标准适用于航天器用大功率电源控制器（以下简称“电源控制器”）的测试和试验，其他相关电子电源产品（功率和非大功率电源控制器），如：分流器、充电控制器、放电调节器、母线滤波器等可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GJB 150.1 军用装备实验室环境试验方法 第1部分：通用要求

GJB 150.13 军用装备实验室环境试验方法 第13部分：爆炸性大气试验

GJB 151 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求与测量

GJB 1027 运载器、上面级和航天器试验要求

GJB 1032 电子产品环境应力筛选方法

GJB 1033A—2005 航天器热平衡试验方法

GJB 3590 航天系统电磁兼容性要求

QJ 908 电子产品老炼试验方法

QJ 2630.1 航天器组件空间环境试验方法 第1部分：热真空试验

QJ 2630.2 卫星组件空间环境试验方法 热平衡试验

QJ 2630.3 航天器组件空间环境试验方法 第3部分：真空放电试验

QJ 20422.4—2016 航天器组件环境试验方法 第4部分：磁试验

3 术语和定义

GJB 1027 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

大功率电源控制器 high-power Power Conditioning Unit

充放电电流在 50A 以上或总功率在 6000W 以上或单机自耗在 50W 以上的电源控制器。

3.2

热启动 warm boot

在热试验中，高温端满足规定的温度保持时间后，电源控制器断电，断电时间不少于 0.5h 后（此时产品的温度作为产品的热启动温度），进行重新启动。

3.3

冷启动 cold boot

在热试验中，低温端满足规定的温度保持时间后，电源控制器断电，断电时间不少于 0.5h 后（此时产品的温度作为产品的冷启动温度），进行重新启动。

4 一般要求

4.1 试验条件

4.1.1 环境条件

4.1.1.1 除非另有规定，正常环境规定如下：

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：20%~80%；
- c) 大气压力：测试场所的气压。

4.1.1.2 不应在 4.1.1.1 规定的环境条件下进行测量和试验时，应把实际条件记录在试验报告中。

4.1.1.3 若相对湿度不影响试验结果，可不控制相对湿度。

4.1.1.4 若被测产品有防静电要求，应在防静电技术要求的温湿度环境下进行测试、试验。

4.1.1.5 仲裁试验的标准大气条件如下：

- a) 温度：23℃±2℃；
- b) 相对湿度：50%±5%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

4.1.2 试验场地条件

试验场地要求如下：

- a) 试验场地应符合电源控制器的试验环境要求，场地内的电磁环境应不影响电源控制器性能测试；对有洁净度要求的产品，应控制洁净度，使其满足试验要求；
- b) 电源控制器中一般较多使用静电敏感器件，其试验场地宜提供防静电技术条件，例如采用工具和设备接地、等电位连接等；试验场地宜设置为防静电工作区域，进行温湿度控制、人员控制和绝缘物体控制，并进行监视、测量和管理；
- c) 试验场地应配备相关的通风散热设备，保证各试验设备良好的散热性；
- d) 试验场地应配置符合试验要求的接地桩，可在试验中按要求连接被试产品，一般要求接地桩的接地电阻应小于 2Ω。

4.1.3 供电条件

在试验前应确认试验设备所需交流用电类型，工业用电 380V 或市电 220V，检测交流电相关指标，频率和幅值变化，确保试验过程中供电稳定。对供电连续性有特殊要求的，应提前做好应急用电准备。

4.1.4 产品状态

试验前必须对电源控制器的功能、性能进行全面检查，检查结果符合产品技术文件要求，并应明确电源控制器的状态、批次、数量、软件版本等。电源控制器必须经质量验收合格后才能进行试验。

4.2 试验设备

4.2.1 通用要求

用于控制或监测试验参数的仪器仪表和测试装置的精度在试验前应检验,符合国家规定的有关标准或计量部门的检定标准,并在有效期内。其精度应不低于试验允许误差的三分之一。

4.2.2 测试用仪器、设备及技术要求

测试用仪器、设备要求如下:

- a) 太阳电池阵模拟器、直流稳压电源、电子负载、蓄电池组模拟器为 I 类安全仪器,应连接有保护地端子,该端子应通过配备接地插座的电源接地;
- b) 设备应安装在四周具有足够空间的位置,便于空气充分循环;在工作台上使用时,应至少在设备两侧留出 50mm 空隙,在设备后留出 100mm 的空隙;
- c) 在太阳电池阵模拟器、直流稳压电源等供电设备输出前,应提前设置电压、电流保护值和工作模式,注意加电和断电顺序;
- d) 在设备供电使用过程中,要从小电流逐步向大电流调整,特别是在设置大负载之前,应先把输出电流调至较小值,在设置电流时,应确认输入电流值的准确性。

常规测试用仪器、设备及技术要求见表 1。

表 1 测试用仪器、设备及技术要求

序号	名称	技术要求
1	太阳电池阵模拟器	能模拟恒流源(太阳电池输出特性),具有过压、过流保护功能;其电压量程可根据母线电压选择 35V~150V 范围,电流量程可选择 4A~10A 范围,其精度、纹波、动态特性和容量应符合测试要求
2	直流稳压电源	具有过压、过流保护功能;其量程可根据母线电压选择 35V~150V 范围,电流量程可选择 2A~200A 范围,其精度、纹波、动态特性和容量应符合测试要求
3	示波器	测量带宽不小于 100MHz,幅值测量精度优于 5%,具有存盘(波形记录)功能
4	数字万用表	可测量绝缘、电阻、电压。其精度应优于 5%
5	电子负载	能设置恒流、恒压、恒阻模式,具有过压、过流保护功能;其量程可根据母线电压选择 35V~150V 范围,电流量程可选择 2A~200A 范围,其精度、纹波、动态特性和额定功率应符合测试要求
6	单机专检设备	与电源控制器配套设备,可实现遥测、遥控的采集和指令发送、总线通信、数据自动记录和存储等功能
7	蓄电池组模拟器	能模拟蓄电池充电、放电时的状态(特性);条件允许情况下可使用真实蓄电池替代
8	输出阻抗测试仪	可测试动态阻抗,频率范围至少满足 100Hz~10kHz 要求

4.2.3 环境试验设备

环境试验设备应符合 GJB 150.1 的要求,并在计量有效期内使用。

4.3 试验人员

试验前应组织试验队伍,落实人员岗位职责,明确分工与协作关系。试验操作、检验、技术人员需掌握产品测试和试验要求,以及有关试验操作规程,必要时经考核上岗。

5 功能性能测试

5.1 总则

5.1.1 安全性

与电源控制器的安全严重相关的设备应在测试前进行加电确认。必要时,在测试前可使用替代产品

(如工艺产品) 先行加电连接确认。

5.1.2 连接电缆检查

根据产品技术文件中规定的测试电缆规格表检查电缆的配套数量和齐全性, 电缆合格证是否在有效期内, 电连接器内插针或插孔是否完好。若为首次使用的电缆, 必须按照电缆接点表进行导通和绝缘检查, 确认正确后方可投入使用。

5.1.3 设备电连接检查

检查电源控制器是否按照技术文件要求正确连接电缆, 确认电连接正确, 且电缆固定牢固, 不会在力学试验时脱落。

5.1.4 功能性能测试项目

电源控制器功能性能测试项目一般包括外观、机械接口、电接口和电性能等。其中, 电性能测试分为健康性、分流调节功能、充电功能、放电功能、效率、母线瞬态特性、母线输出阻抗、频域特性和软件功能等, 具体见表 2。所有测试项目结果均需满足产品技术文件指标要求。

表 2 电源控制器测试项目

序号	类别	项目	测试条件
1	外观	外观	a
2	机械接口	重量	a
3		外形尺寸、安装尺寸	a
4	电接口	电连接器	a
5		搭接电阻	a
6		绝缘	a
7		接口特征阻抗	a
8	健康性	有线参数	a、b、c、e
9		模拟量遥测参数	a、b、c、e
10		总线遥测参数	a、b、c、e
11		直接指令	a、c
12		总线遥控指令	a、c
13	分流调节功能	单级分流调节电路	a
14		分流顺序	a、c、e
15	充电功能	单路充电电路	a
16		充电主备功能	a、c、e
17		充电控制精度	a、c
18	放电功能	单路放电电路	a
19		功率放电	a、b、c、e
20		启动特性	a
21		放电不均衡特性	a
22	输出母线瞬态特性	输出母线瞬态特性	a
23	母线输出阻抗	母线输出阻抗	a
24	单机功耗	单机功耗	a
25	软件功能	软件功能	a、c
26	其他功能	MEA 冗余功能、BEA 冗余功能、充电阈值、保护功能、相位裕度、增益裕度等	a

注: a—表示常温和常压; b—表示力学试验; c—表示热试验; e—表示电磁兼容试验。

5.2 外观

5.2.1 测试目的

检查电源控制器的外观。

5.2.2 测试设备

目视检测，必要时，使用3倍~5倍放大镜。

5.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 检查产品外观状态，应无机械损伤，无严重变形，无毛刺，无锈蚀，无污染；
- b) 检查紧固件，应配套正确、无松动；
- c) 检查产品外部密封面和螺纹，应完好、无损伤；
- d) 检查外接电连接器，针、孔等应完好；
- e) 产品试验前进行多余物的最终检查。

5.3 机械接口

5.3.1 重量

5.3.1.1 测试目的

测量电源控制器的重量。

5.3.1.2 测试设备

电子秤（测量范围大于20kg，精度优于0.1kg）。

5.3.1.3 测试步骤

用电子秤称量电源控制器的重量。

5.3.2 外形尺寸和安装尺寸

5.3.2.1 测试目的

测量电源控制器的尺寸。

5.3.2.2 测试设备

游标卡尺（测量范围大于300mm，精度优于0.1mm）。

5.3.2.3 测试步骤

使用游标卡尺测量电源控制器的外形尺寸和安装尺寸。

5.4 电接口

5.4.1 电连接器

5.4.1.1 测试目的

检查电源控制器的电连接器状态和符合性。

5.4.1.2 测试设备

目视检查，必要时，使用3倍~5倍放大镜。

5.4.1.3 测试步骤

检查所有电连接器外观、编号及型号。

5.4.2 搭接电阻

5.4.2.1 测试目的

检查电源控制器机箱上任意两点间，电连接器、单机接地桩和金属机箱之间的直流电阻。

5.4.2.2 测试设备

毫欧表（测量精度优于 $1\text{m}\Omega$ ）。

5.4.2.3 测试步骤

在不通电状态下，用毫欧表测量电源控制器结构各面上任意两点间、各个电连接器之间以及各电连接器、单机接地桩和结构各面间的直流电阻，一般要求搭接电阻不大于 $10\text{m}\Omega$ 。

5.4.3 绝缘

5.4.3.1 测试目的

测量电源控制器电连接器中各接点与外壳之间绝缘电阻值。

5.4.3.2 测试设备

数字万用表。

5.4.3.3 测试步骤

在不通电状态下，使用数字万用表测量电源控制器各个电连接器中各点（接外壳点除外）与外壳之间绝缘电阻值，一般要求绝缘电阻不小于 $10\text{M}\Omega$ 。

5.4.4 接口特征阻抗

5.4.4.1 测试目的

检查电源控制器电连接器内各接点之间特征阻抗，根据产品技术文件中规定的接口特征阻抗表判断产品内部功能是否正常。

5.4.4.2 测试设备

数字万用表。

5.4.4.3 测试步骤

在不通电状态下，用数字万用表测量电源控制器各个电连接器接点之间的特征阻抗，主要包括太阳能电池阵输入接口、蓄电池组输入接口、母线输出接口、遥测接口、遥控接口、通信接口等接口阻抗。接口阻抗值试验前后应在产品技术文件规定的范围内，历次试验前后测试数据应保持一致。

5.5 健康性

5.5.1 有线参数

5.5.1.1 测试目的

检查电源控制器加电后有线参数的正确性。

5.5.1.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、电子负载、单机专检设备、蓄电池组模拟器。

5.5.1.3 测试步骤

有线参数一般包括母线电压、负载电流、蓄电池组电压和蓄电池放电开关状态等。测试步骤如下：

- a) 按照电源控制器技术文件中测试连接要求连接测试设备，如图 1 所示。电源控制器与蓄电池组模拟器、太阳能电池阵模拟器、电子负载及单机专检设备连接时，检查连线的正确性，接口的匹配性。

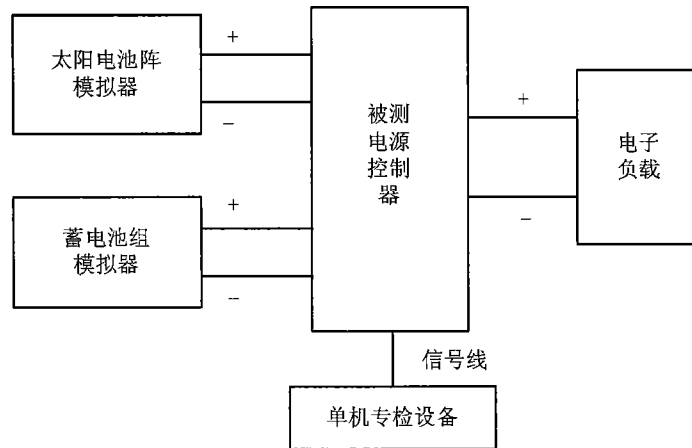


图 1 电源控制器常规测试连接原理图

- b) 设置太阳能电池阵模拟器、蓄电池组模拟器电压和电流，随后太阳能电池阵模拟器输出功率，使产品建立输出母线。
- c) 母线建立后，设置电子负载输入功率或电流，使电源控制器工作在产品技术文件规定的额定负载工况。
- d) 按技术文件要求检查单机专检设备上有线参数的正确性，并记录参数状态。

5.5.2 模拟量遥测参数

5.5.2.1 测试目的

检查电源控制器通电后，模拟量遥测参数的正确性和采集精度。

5.5.2.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、电子负载、单机专检设备、蓄电池组模拟器。

5.5.2.3 测试步骤

模拟量遥测参数一般包括母线电压、负载电流、太阳能电池阵电流、蓄电池组电压、蓄电池组充电电流、蓄电池组放电电流等。测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.5.1.3 a)、b)、c)；
- b) 按产品技术文件要求检查单机专检设备上模拟量遥测参数的正确性，并记录参数；
- c) 如技术要求需要进行遥测参数采集精度检查时，应进行满量程测试；参数采集精度按照公式(1)计算，一般要求优于 1%。

$$\beta = |(U_o - U_i) / U_i| \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- β ——遥测参数采集精度；
- U_o ——遥测参数修正为实际物理量后的遥测数据；
- U_i ——遥测参数的实测数据。

5.5.3 总线遥测参数

5.5.3.1 测试目的

检查电源控制器所有总线遥测的正确性和采集精度。

5.5.3.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、电子负载、单机专检设备、蓄电池组模拟器。

5.5.3.3 测试步骤

总线遥测一般包括电源控制器所有的功能性能状态参数。测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.5.1.3 a)、b)、c)；
- b) 开启总线通讯功能；
- c) 按产品技术文件要求检查单机专检设备上总线遥测参数的正确性，并记录参数；
- d) 如技术要求需要进行总线遥测采集精度检查时，应进行满量程测试；参数采集精度按照公式(1)计算，一般要求优于 1.5%。

5.5.4 直接指令

5.5.4.1 测试目的

检查电源控制器直接指令的正确性。

5.5.4.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、电子负载、单机专检设备、蓄电池组模拟器。

5.5.4.3 测试步骤

直接指令一般包括放电开关的接通和断开、主备份的切换等较为重要的遥控指令。测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.5.1.3 a)、b)、c)；
- b) 按技术文件要求在单机专检设备上逐条发送所有直接指令，逐条确认对应指令的执行情况，并保证无漏发或错发情况发生；
- c) 记录所有直接指令执行情况以及指令对应的遥测参数变换情况。

5.5.5 总线遥控指令

5.5.5.1 测试目的

检查电源控制器总线遥控指令的正确性。

5.5.5.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、电子负载、单机专检设备、蓄电池组模拟器。

5.5.5.3 测试步骤

总线遥控指令一般包括各功能模块级的切换指令以及软件的注数功能遥控指令。测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.5.1.3 a)、b)、c)；
- b) 开启总线通讯功能；
- c) 总线遥控指令发送前需确认指令代码的正确性；
- d) 按技术文件要求在单机专检设备上逐条发送所有总线遥控指令，逐条确认对应指令的执行情况，并保证无漏发或错发情况发生；
- e) 记录所有总线遥控执行情况以及指令对应的遥测参数变换情况。

5.6 分流调节功能

5.6.1 单级分流调节电路

5.6.1.1 测试目的

电源控制器分流调节功能一般由多级分流调节电路组成，需对每级分流调节电路分别进行测试，验证每级分流调节电路功能的正确性。

5.6.1.2 测试设备

太阳电池阵模拟器、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.6.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按照电源控制器技术文件中测试连接要求连接设备，如图 2 所示。电源控制器与太阳电池阵模拟器、电子负载及单机专检设备连接时，检查连线的正确性，接口的匹配性。当电源系统采用砷化镓太阳电池片作为主能源时，测试分流电路需在太阳电池阵模拟器端并入相应电容，以模拟砷化镓太阳电池片结电容影响，此时测得的最大分流电流需满足电流限制要求。
- 设置太阳电池阵模拟器电压和电流，随后输出一路太阳电池阵模拟器功率，使电源控制器一路分流电路工作，建立输出母线。
- 分流电路工作后，设置电子负载输入功率或电流，记录当前分流电路的输出电压和纹波、输出电流、太阳电池阵模拟器输入电流、最大分流电流以及开关频率等参数，并判断参数的正确性。分流电路为限频电路时，需检查其最大开关频率是否满足设计要求。
- 更换另一路太阳电池阵模拟器输出，开启下一级分流电路，重复步骤 c)，直至所有分流电路测试完毕。

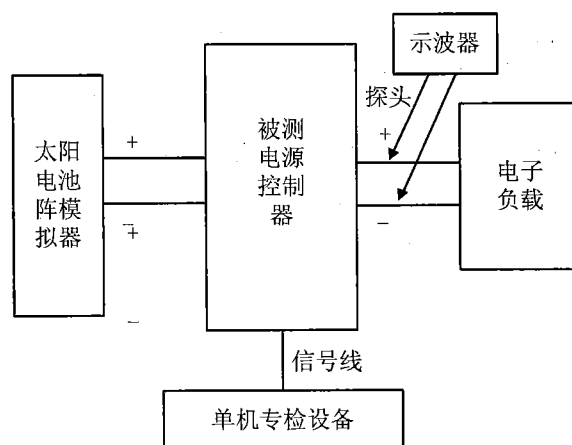


图 2 电源控制器分流功能测试连接原理图

5.6.2 分流顺序

5.6.2.1 测试目的

电源控制器多级分流调节电路一般呈逐级分流拓扑，需验证所有分流电路的分流和供载顺序是否正确，同时，测试整机分流功能和分流能力。

5.6.2.2 测试设备

太阳电池阵模拟器、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.6.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按照电源控制器技术文件中规定的测试连接要求连接设备，如图 2 所示；产品与太阳电池阵模拟器、电子负载及单机专检设备连接时，检查连线的正确性，接口的匹配性；
- 设置太阳电池阵模拟器电压和电流为技术要求规定的分流电路额定值，随后太阳电池阵模拟器输出功率，开启所有分流电路，使电源控制器所有分流电路工作，建立输出母线；
- 建立输出母线后，设置电子负载空载，记录当前第一级分流电路的输出电压和纹波、输出电流、

太阳能电池阵模拟器输入电流、分流电流等参数；

- d) 增加电子负载电流,增加电流量等于一级分流电流的额定电流值,使下一级分流电路分流工作,记录当前分流的输出电压和纹波、输出电流、太阳能电池阵模拟器输入电流、分流电流、MEA值等参数；
- e) 重复步骤 d), 直至所有分流电路测试完毕；
- f) 确认分流顺序是否正确,分流能力应符合技术要求。

5.7 充电功能

5.7.1 单路充电电路

5.7.1.1 测试目的

电源控制器充电功能一般由多路充电电路组成,需对每路充电电路分别进行测试,验证每路充电电路功能的正确性。

5.7.1.2 测试设备

太阳能电池阵模拟器、蓄电池组模拟器、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.7.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按照电源控制器技术文件中规定的测试连接要求连接设备,如图 3 所示。产品与太阳能电池阵模拟器、蓄电池组模拟器、电子负载、示波器及单机专检设备连接时,检查连线的正确性,接口的匹配性。当电源系统采用砷化镓太阳能电池片作为主能源时,测试充电电路需在太阳能电池阵模拟器端并入相应电容,以模拟砷化镓太阳能电池片结电容影响。
- b) 设置太阳能电池阵模拟器、蓄电池组模拟器的电压和电流为技术文件要求规定的额定值,随后太阳能电池阵模拟器输出功率,使电源控制器建立输出母线。
- c) 设置电子负载为技术文件要求规定的额定负载。
- d) 开启一路充电电路后,记录当前充电电路的充电电压、充电电流、充电效率以及开关频率等参数,并判断参数的正确性。
- e) 更换开启下一路充电电路,重复步骤 d), 直至所有充电电路测试完毕。

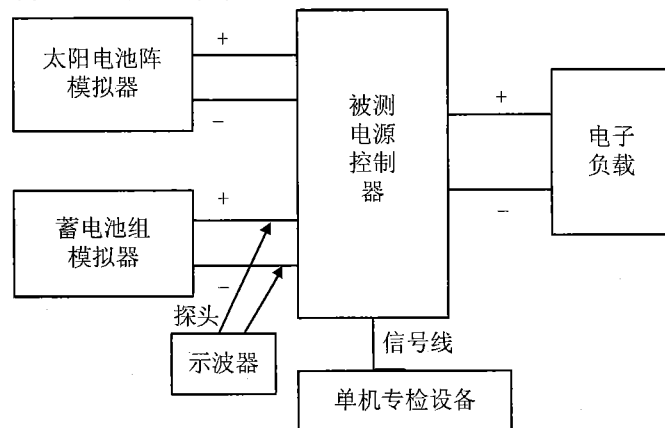


图 3 电源控制器充电功能测试连接原理图

5.7.2 充电主备功能

5.7.2.1 测试目的

电源控制器含有多路电路时，需对所有主备份充电电路进行检查，验证主备份充电电路功能的正确性。

5.7.2.2 测试设备

太阳电池阵模拟器、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.7.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.7.1.3a)、b)；
- b) 开启所有主份充电电路后，记录主份充电电路的充电电压、充电电流、充电效率以及开关频率等参数，并判断参数的正确性；
- c) 使用单机专检设备发送备份充电电路切换指令；
- d) 开启备份充电电路后，记录备份充电电路的充电电压、充电电流、充电效率以及开关频率等参数，并判断参数的正确性。

5.7.3 充电控制精度

5.7.3.1 测试目的

电源控制器一般设置多个充电控制曲线，需对所有充电控制曲线精度进行测试，验证充电控制曲线的正确性。

5.7.3.2 测试设备

太阳电池阵模拟器、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.7.3.3 测试步骤

电源控制器充电控制功能可按蓄电池类别细分，一般可划分对镉镍蓄电池的充电控制、对氢镍蓄电池的充电控制、对锂离子蓄电池的充电控制。

镉镍蓄电池的充电控制：一般为蓄电池电压和温度曲线控制方法，设置有多条蓄电池电压和温度控制曲线；氢镍蓄电池的充电控制：一般为蓄电池压力和温度曲线或蓄电池电压和温度控制曲线控制方法，设置有多条控制曲线；锂离子蓄电池的充电控制：一般为蓄电池限流-恒压控制方法，设置有多条限流控制曲线和恒压控制曲线。

测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.7.1.3 a)、b)；
- b) 测试当前充电控制曲线，记录充电相关参数变化情况，完成充电后对比技术要求，控制精度应在技术文件要求规定的范围内；
- c) 使用单机专检设备发送充电曲线切换指令；
- d) 重复步骤 b)、c)，直至所有充电控制曲线测试完毕。

5.8 放电功能

5.8.1 单路放电电路

5.8.1.1 测试目的

电源控制器放电功能一般由多路放电电路组成，需对每路放电电路分别进行测试，验证每级放电电路功能的正确性。

5.8.1.2 测试设备

直流稳压电源、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.8.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按照电源控制器技术文件中规定的测试连接要求连接设备，如图 4 所示。电源控制器与直流稳压电源、电子负载、示波器及单机专检设备连接时，检查连线的正确性，接口的匹配性。
- b) 设置直流稳压电源过流、过压保护点后，设置电压和电流，随后直流稳压电源输出功率，使电源控制器放电电路工作，建立输出母线。当放电电路自带输入过流、输入欠压、输出过压等保护功能时，按照技术文件要求规定的保护要求值设置电路参数，检查电路保护功能是否有效。为了电源控制器安全，保护功能一般不要求在环境试验中测试。
- c) 使用单机专检设备发送放电电路断开指令，只保留一路放电电路工作。
- d) 设置直流稳压电源输出电压为产品技术文件要求规定的最小值。
- e) 设置电子负载为空载，使用示波器测试输出电压的稳定性，并记录输入电压、输入电流、输出电压、输出电流等放电相关参数，一般要求输出电压纹波不大于输出电压额定值的 1%。
- f) 逐步增大电子负载的电流到放电电路的满载，使用示波器测试输出电压的稳定性，并记录放电相关参数，一般要求输出电压纹波不大于输出电压额定值的 1%。
- g) 放电电路满载后，再次增大电子负载电流，检查放电电路是否进入限流状态，使用示波器测试输出电压的稳定性，并记录放电相关参数。
- h) 设置直流稳压电源输出电压为技术要求规定的额定值。
- i) 重复步骤 e)、f)、g) 项测试。
- j) 设置直流稳压电源输出电压为技术要求规定的最大值。
- k) 重复步骤 e)、f)、g) 项测试。
- l) 根据上述步骤测试得到的路输入电压、输入电流、输出电压、输出电流数据，按照公式 (2) 计算放电效率。

$$\eta = (U_o \times I_o + P_u) / (U_i \times I_i) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η ——放电效率；
- U_o ——放电电路的输出电压的数值，单位为伏特 (V)；
- I_o ——放电电路的输出电流的数值，单位为安培 (A)；
- P_u ——单机功耗的数值，单位为瓦特 (W)；
- U_i ——放电电路的输入电压的数值，单位为伏特 (V)；
- I_i ——放电电路的输入电流的数值，单位为安培 (A)。
- m) 使用单机专检设备切换下一路放电电路。
- n) 重复步骤 d) 至 m) 测试，直至所有放电电路完成测试。

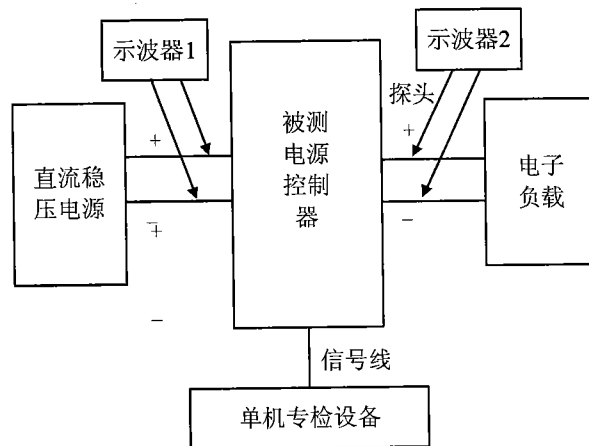


图4 电源控制器放电功能测试连接原理图

5.8.2 功率放电

5.8.2.1 测试目的

测试电源控制器放电功能额定功率负载工作情况。

5.8.2.2 测试设备

直流稳压电源、示波器、电子负载、单机专检设备。

5.8.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 同测试步骤 5.8.1.3a)、b)；
- b) 使用单机专检设备发送放电电路接通指令，接通所有放电电路；
- c) 设置直流稳压电源输出电压为技术文件要求规定的额定值；
- d) 设置电子负载为放电电路额定功率，使用示波器测试输出电压的稳定性及放电效率，并记录放电和输出母线相关参数；
- e) 减小电子负载；
- f) 设置直流稳压电源输出电压为技术要求规定的最小值；
- g) 设置电子负载为放电电路额定功率，使用示波器测试输出电压的稳定性及放电效率，并记录放电和输出母线相关参数；
- h) 减小电子负载；
- i) 设置直流稳压电源输出电压为技术要求规定的最大值；
- j) 设置电子负载为放电电路最大输出功率，使用示波器测试输出电压的稳定性及放电效率，并记录放电和输出母线相关参数。

注1：由于额定功率测试会产生大量热，需做好产品的散热措施。

注2：测试步骤 e) ~j) 在力学试验时无需进行。

5.8.3 放电电路启动特性

5.8.3.1 测试目的

测试电源控制器放电电路启动特性。

5.8.3.2 测试设备

直流稳压电源、示波器、电子负载、单机专检设备。

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/846012224112010212>