

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6018—2014

代替 MH/T 6018-1999

飞机地面静变电源

Aircraft ground solid-state power

2014-08-25 发布

2014-12-01 实施

中国民用航空局 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	2
4 技术要求	4
4.1 通则	4
4.2 使用条件	4
4.3 电气特性	4
4.4 监控与保护装置	13
4.5 安全要求	17
5 试验方法	19
5.1 测试环境、仪器、仪表	19
5.2 检查外观	19
5.3 测量质量	19
5.4 测量外形尺寸	19
5.5 检查连接器	20
5.6 检查应急按钮	20
5.7 输入供电试验	20
5.8 检查交流静变电源负载能力	20
5.9 检查直流静变电源负载能力	20
5.10 检查启动冲击电流	20
5.11 测量效率	20
5.12 测量功率因数	21
5.13 交流稳态输出特性	21
5.14 测量交流瞬态输出特性	23
5.15 测量直流稳态输出特性	24
5.16 测量直流瞬态输出特性	24
5.17 检查保护和监测装置	24
5.18 电磁兼容性试验	26
5.19 防护等级	26
5.20 耐压试验	26
5.21 测量绝缘电阻	26
5.22 测量噪声级	26
5.23 低温试验	26
5.24 高温试验	27
5.25 湿热试验	27

5.26 长霉试验（零部件） 27

5.27 盐雾试验（零部件） 27

5.28 淋雨试验..... 27

6 检验规则..... 27

6.1 检验分类..... 27

6.2 检验项目..... 27

6.3 判定规则和复检规则..... 30

7 标志、说明书、包装、运输、贮存..... 30

7.1 标志..... 30

7.2 随机文件..... 30

7.3 包装..... 30

7.4 运输..... 31

7.5 贮存..... 31

附录 A（规范性附录） 海拔 1 000 m 以上降额系数..... 32

附录 B（资料性附录） 电源综合测试系统 33



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。

本标准从实施之日起，代替 MH/T 6018-1999《地面静态电源》。与 MH/T 6018-1999 相比有较大的修改，除编辑性修改外，主要变化如下：

- 修改了标准的中文和英文名称（见封面，MH/T 6018-1999 封面）；
- 删除了第1章中“115 V(单相)、26 V(单相)和36 V(三相)”（见1999版第1章）；
- 修改了“直流28.5 V”为“直流28 V”（见4.3.2.1，1999版的第1章）；
- 修改了规范性引用文件；（见第2章，1999版的第2章）；
- 增加了技术要求下“通则”（见4.1）；
- 修改了“环境温度：-20℃~50℃；-20℃以下使用时可根据用户需要采取适当的加温措施”为“室外型工作温度：-30℃~55℃和室内型工作温度：0℃~40℃”（见4.2.1，1999版4.2.1 a））；
- 增加了“贮存温度：-40℃~60℃”（见4.2.1）；
- 修改了相对湿度“10%~95%”为“10%~100%（不凝露）”，“海拔高度小于或等于2 000 m”为“海拔高度不超过1 000 m，”（见4.2.1，1999版4.2.1）；
- 修改了“输入供电要求”为“输入供电质量满足 IEC 61000-2-4:2002 中等级3。”（见4.2.2，1999版4.1.1）；
- 删除了“输出电源”和“静态电源应能按额定工况正常地连续运行12 h”（见1999版4.1.2、4.2.2）；
- 增加了交流静变电源带载能力要求（见4.3.1.2）；
- 修改了“空载电压整定范围”，并将其移入4.3.1.1（见4.3.1.1，1999版4.4.1.2）；
- 增加了直流静变电源负载能力（见4.3.2.2）；
- 增加了连接器要求（见4.3.3）；
- 修改了“电磁兼容性应符合 GJB 151-86 中的 A1 类规定”为“输入侧符合 IEC 61000-6-2: 2005 和 GB 17799.4-2012 及连接器处符合 ISO 7137:1995”（见4.3.4.1，1999版4.8.1）；
- 增加了“启动冲击电流”（见4.3.5）；
- 删除了“软启动”功能要求（见1999版4.6.1）；
- 修改了“效率85%”为“复合效率不小于90%”（见4.3.6，1999版4.3）；
- 增加了额定工作条件下的输入功率因数要求（见4.3.7）；
- 修改了交流稳态输出特性（见4.3.8，1999版4.4.1）；
- 增加了交流静变电源额定负载到过载中“三相平均电压、稳态频率”的要求（见表4）；
- 修改了“稳态电压范围中各相的稳态电压范围112 V~118 V”为“单相电压范围112 V~120.5 V”（见表4，1999年版4.4.1.1）；
- 修改了“三相电压不平衡”为“相电压不平衡”，“3 V”为“4.0 V”（见表4，1999版4.4.1.3）；
- 修改了相移“118°~122°”为“117.5°~122.5°”（见表4，1999版4.4.1.4）；
- 修改了“总谐波含量”为“畸变系数”（见表4，1999版4.4.1.6）；
- 修改了“单次谐波含量”为“畸变频谱”（见表4，1999版4.4.1.6）；
- 修改了稳态频率范围“400 Hz±0.4 Hz”为“395 Hz~405 Hz”（见表4，1999版4.4.1.7）；

- 增加了频率调制频谱要求并附图（见表4）；
- 修改了“交流瞬态负载”为“突加或突减 0~150%额定容量的三相平衡负载”和电机负载启动两种加载情况（见 4.3.9.1, 1999 版 4.4.2）；
- 增加了负载特性中不中断电力传输工作状态（见 4.3.9.1）；
- 修改了交流瞬态电压特性要求及附图（见 4.3.9.2, 1999 版图 1）；
- 修改了交流瞬态频率特性要求及附图（见 4.3.9.3, 1999 版图 1）
- 增加了不中断电力传输限制要求（见 4.3.9.4）；
- 增加了直流稳态输出中的负载特性（见 4.3.10）；
- 修改了直流电压“26 V~30 V”为“24 V~29.5 V”（见表 4, 1999 版 4.4.3.1）；
- 删除了脉动幅值附图（见 1999 版图 2）；
- 增加了直流稳态输出特性中“畸变系数”、“畸变频谱”要求（见表 4）；
- 修改了直流瞬态输出特性中负载要求“当负载由额定负载的 5%突加至 85%，再突减至 5%时”为“在正常工作期间，飞机连接器处的直流瞬态负载特性包含突加和突减不超过额定持续工作电流的负载”（见 4.3.11.1, 1999 版 4.4.4）；
- 修改了直流瞬态电压限值要求及附图（见 4.3.11.2 和图 10, 1999 版图 3）；
- 修改了发动机启动特性要求及附图（见 4.3.11.3, 1999 年版 4.4.4 b））；
- 增加了电气保护中引用标准 GB/T 15706-2012、GB 5226.1-2008 及 IEC 61140: 2009 和与飞机保护功能协调的要求（见 4.4.1）；
- 删除了电气保护中“缺相”要求（见 1999 版 4.5.1.2）；
- 修改了交流系统保护中“过电压”、“欠电压”、“过频和欠频”、“过电流和短路”、“相序”的要求及图（见 4.4.2.1~4.4.2.5, 1999 版 4.5.2）；
- 修改了“过载”为“过电流”，并修改了要求（见 4.4.2.4, 1999 版 4.5.2.3）；
- 增加了电气保护中“直流分量”保护要求及附图（见 4.4.2.6）；
- 增加了中线开路和接地故障保护的要求（见 4.4.2.7 和 4.4.2.8）；
- 修改了“直流系统保护”中“过电压”、“欠电压”“过电流和短路”的要求及附图（见 4.4.3.1~4.4.3.3, 1999 版 4.5.3）；
- 增加了“控制电路”和“静变电源应具有两种工作模式”要求（见 4.5.1 和 4.5.3）
- 修改了飞机联锁供电中“静态电源用于为飞机供电时，应具有与飞机联锁供电功能。”为“实现联锁功能时，飞机提供的电压在 16 V~30 V 范围内，从飞机所取得的电流不能超过 0.5 A。静变电源不应通过此连接线给飞机供电”（见 4.4.4.3, 1999 版 4.7.1）；
- 增加了“监测”功能要求（见 4.4.4.1）
- 增加了“电气安全”要求（见 4.5.2）；
- 修改了人身安全“静态电源在使用时应保证操作人员的安全”为“人员防护方面的安全要求”（见 4.5.3, 1999 版 4.7.2）；
- 增加了静变电源设计要求（见 4.5.4）；
- 修改了试验方法、检验规则，按新修订的要求部分进行了重新编制（见 5 和 6, 1999 版 5 和 6）；
- 修改了标志要求（见 7.1, 1999 版 7.1 和 7.2）；
- 增加了包装箱标识要求（见 7.3）；

本标准强调技术性能要求和验证的方法，充分考虑民航的使用需求，其要求包括静变电源设计、制造、销售、使用各阶段的技术内容，删除了管理和合同的内容。

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这些专利的责任。

本标准由中国民用航空局机场司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：西安爱科赛博电气股份有限公司。

本标准主要起草人：白小青。

本标准代替了MH/T 6018-1999。

本标准历次发布情况为：MH/T 6018-1999。

飞机地面静变电源

1 范围

本标准规定了飞机地面静变电源（以下简称静变电源）的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于向飞机提供电能的交流400 Hz、115 V/200 V和直流28 V静变电源。

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/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验A：低温（IEC 60068-2-1:2007, IDT）
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验B：高温（IEC 60068-2-2:2007, IDT）
- GB/T 2423.3-2006 电工电子产品环境试验 第2部分 试验方法 试验Cab：恒定湿热方法
- GB/T 2423.16-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验J及导则：长霉（IEC 60068-2-10:2005, IDT）
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾（IEC 60068-2-11:1981, IDT）
- GB/T 2423.38-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则（IEC 60068-2-18:2000, IDT）
- GB/T 3768-1999 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法（ISO 3746:1995, EQV）
- GB/T 3859.1-2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范（IEC 60146-1-1:2009, MOD）
- GB 4208-2008 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529:2001, IDT）
- GB 5226.1-2008 机械电气安全机械电气设备 第1部分：通用技术条件（IEC 60204-1:2005, IDT）
- GB/T 13384-2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 15706-2012 机械安全 设计通则 风险评估和风险减小（ISO 12100:2010, IDT）
- GB 16754-2008 机械安全 急停 设计原则（ISO 13850:2006, IDT）
- GB 17799.4-2012 电磁兼容 通用标准 工业环境中的发射（IEC 61000-6-4:2011, IDT）
- GB/T 19678-2005 说明书的编制 构成、内容和表示方法（IEC 62079:2001, IDT）
- ISO 461-1:2003 飞机 地面电源连接器 第1部分：设计、性能和试验要求（Aircraft — Connectors for ground electrical supplies — Part 1: Design, performance and test requirements）
- ISO 461-2:1985 航空器 地面电源的连接器 第2部分：尺寸（Aircraft — Connectors for ground electrical supplies — Part 2: Dimensions）

ISO 7137: 1995 机载设备的环境状况与测试方法 (Aircraft — Environmental conditions and test procedures for airborne equipment)

IEC 61000-2-4:2002 电磁兼容性 第2-4部分: 环境工厂中低频传导骚扰兼容性水平 (Environment-Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances)

IEC 61000-6-2: 2005 电磁兼容性 (EMC) 第6-2部分: 通用标准— 工业环境的抗扰度 (Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments)

IEC 61140: 2009 电击防护 装置和设备的通用概念 (Protection against electric shock — Common aspects for installation and equipment)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

脉动 ripple

稳态工作期间, 围绕直流电流或直流电压的平均值周期性或随机性的变化。

3.2

波峰系数 crest factor

稳态工作期间, 一个周波的峰值与方均根值之比的绝对值。

注: 波峰系数是一个比值, 标准正弦波的波峰系数为 $\sqrt{2}$ 。

3.3

负载不平衡 load unbalance

最高相负载与最低相负载的差值。

3.4

相电压不平衡 phase voltage unbalance

稳态条件下, 相电压间的最大差值, 表示如下:

$$V_{UNB} = \max.\{V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\} - \min.\{V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\}$$

式中:

V_{AN} , V_{BN} , V_{CN} ——相电压幅值, 单位为伏 [特] (V)。

3.5

电压调制 voltage modulation

在稳态条件下, 交流峰值电压围绕其平均值周期性或随机性的变化。

3.6

电压调制幅度 voltage modulation amplitude

在稳态条件下, 在1s的时间间隔内, 峰值电压的最大值与最小值之差。

3.7

电压调制频谱 spectral components of voltage modulation

电压调制通过每一频率分量幅值的量化表示。

3.8

瞬时频率 instantaneous frequency

单周期的频率。

3.9

频率调制 frequency modulation

稳态条件下，瞬时频率围绕其平均值周期性或随机性的变化。

3.10

频率调制幅度 frequency modulation amplitude

稳态条件下，在1 min的时间间隔内，瞬时频率最大值与最小值之差。

3.11

频率调制频谱 spectral components of frequency modulation

频率调制中每一频率分量幅值的量化表示。

3.12

畸变（电流或电压） distortion (current or voltage)

在交流系统中，交流波形中除基波分量之外的方均根值。

在直流系统中，直流波形中交流分量的方均根值。

3.13

畸变系数（电流或电压） distortion factor (current or voltage)

畸变与基波的方均根值之比。畸变系数通常用百分数表示如下：

$$df = \frac{\sqrt{(X_{rms}^2 - X_1^2)}}{X_1} \times 100$$

式中：

df ——畸变系数；

X_{rms} ——波形全部成分的方均根值；

X_1 ——基波频率分量的方均根值。

注：对直流系统，基波分量就是直流平均值。

3.14

畸变频谱 distortion spectrum

交流或直流畸变通过每一频率分量幅值的量化表示。

注1：畸变频谱包括基波频率的谐波分量和非谐波分量，通常是由幅度调制或频率调制产生的。

注2：为与EMC的相关要求相区别，对于400 Hz定频电源，畸变频谱只考虑16 kHz以下的频率成份。

3.15

交流电压的直流分量 **DC component of the AC voltage**

交流电压瞬时值的时间平均值。

4 技术要求

4.1 通则

本标准规定的电气特性是指在飞机外部电源连接器处的电气特性，静变电源到飞机外部电源连接器的电缆长度应不小于10 m（除非另有说明）。

交流电压特性指的是相线对中线的电压特性，所有交流电压是指方均根值，所有的直流值是指平均值（除非另有规定）。

4.2 使用条件

4.2.1 环境条件

静变电源应符合以下环境条件：

- a) 室外型工作温度：-30 °C～55 °C；
- b) 室内型工作温度：0 °C～40 °C；
- c) 贮存温度：-40 °C～60 °C；
- d) 相对湿度：相对湿度10%～100%（不凝露）；
- e) 海拔高度不超过1 000 m（海拔超过1 000 m时，降额要求应符合附录A中的要求）；
- f) 淋雨（室外型）。

4.2.2 输入供电要求

输入供电质量在满足IEC 61000-2-4:2002中第3类要求的条件下，静变电源应能正常工作。

4.3 电气特性

4.3.1 交流静变电源

4.3.1.1 通则

交流静变电源输出应为三相四线，Y型连接，额定电压为115 V/200 V，额定频率为400 Hz，相序为A-B-C，如果中性点与机壳地线连接，连接线应能够承受最短5 s的最大地线故障电流。输出连接方式见图1。

空载时，输出电压应可以调节以检查过欠压保护装置正常动作。

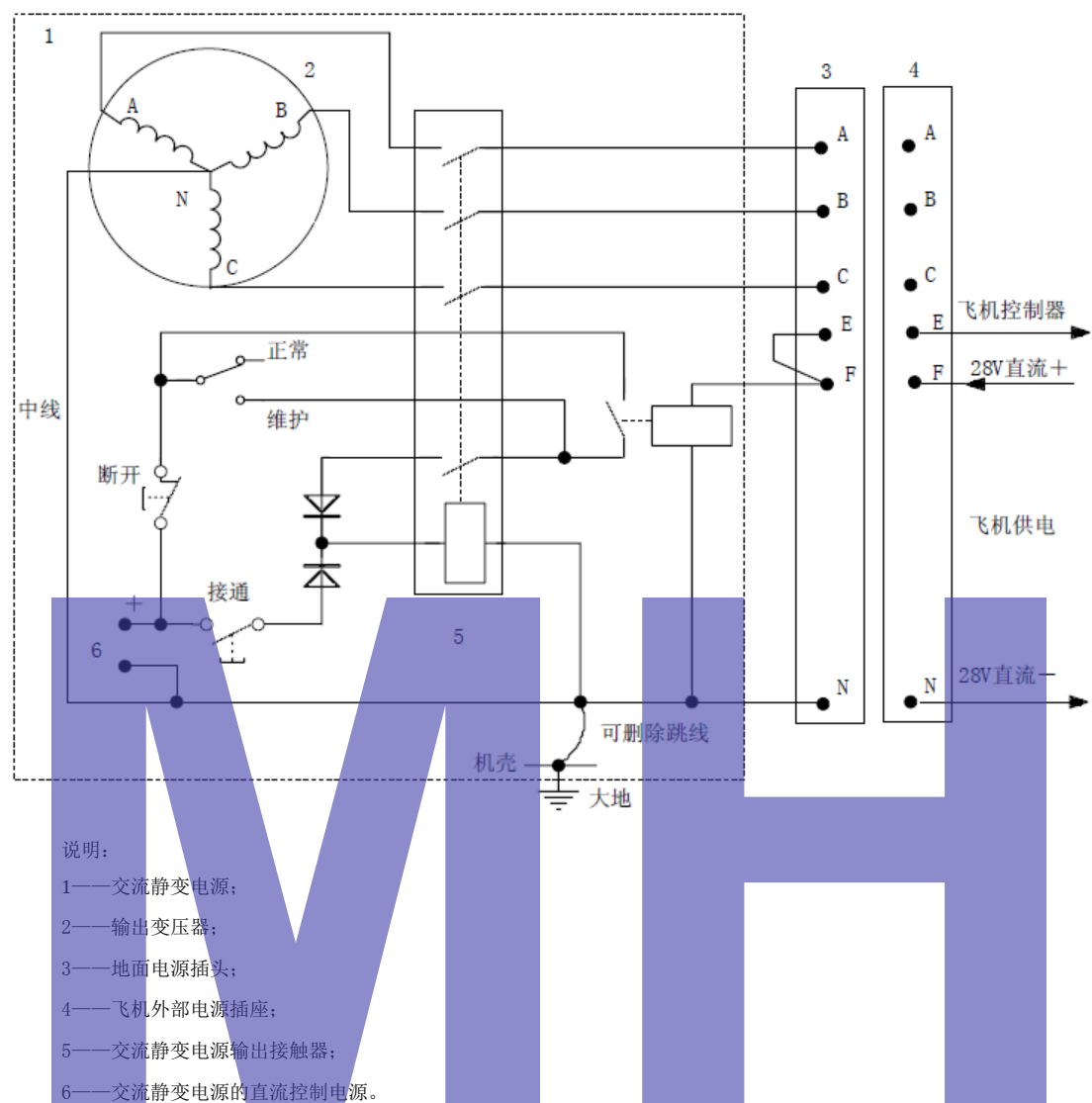


图1 交流静变电源典型接线图

4.3.1.2 静变电源负载能力

静变电源负载能力为持续容量（kVA），应满足表1要求。

表1 负载能力

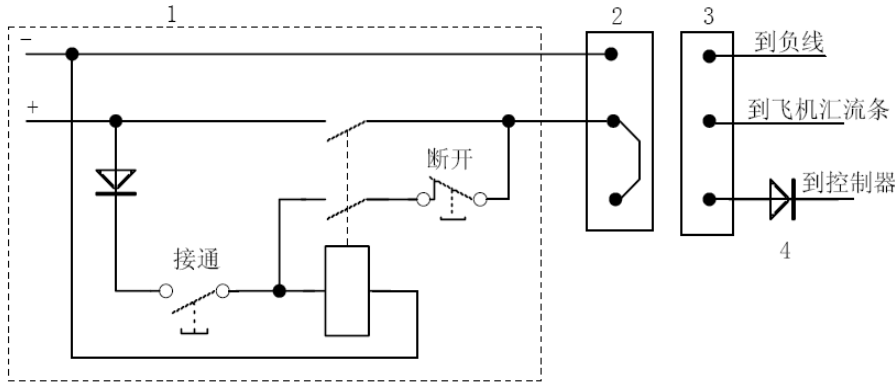
功率因数 （滞后）范围	持续，相对于额定 功率（额定值百分 比）	过载，相对于额定功率（额定值百分比）			
		10 min	5 min	10 s	2 s
0.8~1	100%	110%	125%	150%	200%
0.7~0.8	—	—	—	150%	200%

注：功率因数是三相功率因数的平均值，每相功率因数可以不同。

4.3.2 直流静变电源

4.3.2.1 通则

直流静变电源应为两线系统，正常额定输出电压为28 V，直流电源输出典型电路连接见图2。



说明：

- 1——直流静变电源；
- 2——静变电源插头；
- 3——飞机外部电源插座；
- 4——反极性保护。

图2 直流静变电源典型接线图

4.3.2.2 直流静变电源负载能力

直流静变电源分为400 A、600 A、800 A三个规格。直流静变电源具有持续工作和启动飞机发动机两种工况。各工况持续工作电流和飞机发动机启动电流应满足表2要求。

表2 负载能力

直流静变电源 规格 A	持续工作 电流 A	5 min过载 能力 A	启动飞机发动机工况	
			电流 A	最大电流持续时间 s
400	400	500	800~1 600	2
600	600	750	1 200~2 000	2
800	800	1 000	1 600~2 200	2

4.3.3 连接器

连接器应符合ISO 461中要求。

4.3.4 电磁兼容

4.3.4.1 输入侧

静变电源的电磁兼容性应符合IEC 61000-6-2：2005和GB 17799.4-2012中要求。

4.3.4.2 连接器处

静变电源的电磁兼容性应符合ISO 7137:1995中要求。

4.3.5 启动冲击电流

输入侧应采用软启动方式，启动冲击电流峰值不应超输入侧过额定电流的峰值。

4.3.6 效率

静变电源的效率采用复合效率，计算方法是：分别在额定功率的25%、50%、80%、100%四个工况下测试效率值，再分别以20%、50%、20%、10%进行加权平均。复合效率应不低于90%。

4.3.7 功率因数

在输入为额定电压，输出为额定阻性负载条件下，输入功率因数应不低于0.95。

4.3.8 交流稳态输出特性

4.3.8.1 稳态负载特性

在正常工作期间，飞机连接器处的稳态负载特性应满足表3要求。

表3 稳态负载特性			
参 数	最小值	最大值	备 注
电 流	0	100%额定电流 (A)	持续工作
功率因数	0.7(滞后)	1	每一相的功率因数可能不相同
负载不平衡	0	1/3	60 kVA 以及 60 kVA 以下的静变电源
	0	1/6	大于 60 kVA 以上的静变电源
单相整流负载	0	1/4 单相额定容量 (kVA)	整流负载可能是相线对中线或相线间
三相整流负载（6 脉波）	0	1/6 额定输出容量 (kVA)	—
三相整流负载（12 脉波）	0	1/3 额定输出容量 (kVA)	60 kVA 以及 60 kVA 以下的静变电源
	0	1/4 额定输出容量 (kVA)	60 kVA 以上的静变电源
注1：在所有的条件下，附加的负载可以是阻性的。			
注2：在静变电源的容量限制条件下， 以上的情况可能同时出现。			

4.3.8.2 稳态电压特性

4.3.8.2.1 通则

在表3规定的所有负载特性条件下，交流静变电源稳态电压特性应满足表4的规定。若交流静变电源有多组输出时则所有连接器处的特性均应满足表4的规定。

表4 115 V/200 V 交流静变电源稳态电压特性

项 目	飞机连接器处电压特性	
	空载到额定负载	额定负载到过载
稳态条件	见 4.3.8.1	

表 4 115 V/200 V 交流静变电源稳态电压特性 (续)

项 目	飞机连接器处电压特性	
	空载到额定负载	额定负载到过载
相电压		
三相平均电压	112.0 V~120.5 V	110.0 V~120.5 V
单相电压	109.5 V~122.0 V	106.0 V~122.0 V
相电压不平衡	4.0 V	—
相移	117.5 °~122.5 °	—
电压调制		
电压调制幅度	3.5 V	—
电压调制频谱	符合图 3	—
电压波形		
波峰系数	1.31~1.51	—
畸变系数	符合图 4, 5%	—
畸变频谱	符合图 4	—
直流分量	-0.1 V~+0.1 V	—
频率		
稳态频率	395 Hz~405 Hz	390 Hz~410 Hz
频率调制频谱	符合图 5	—

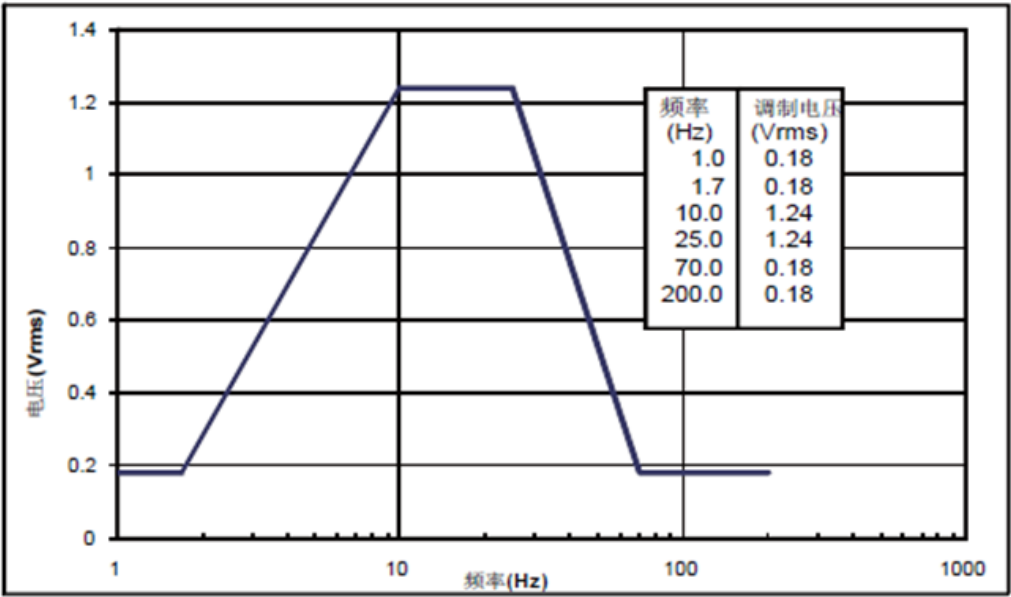


图3 电压调制频谱极限

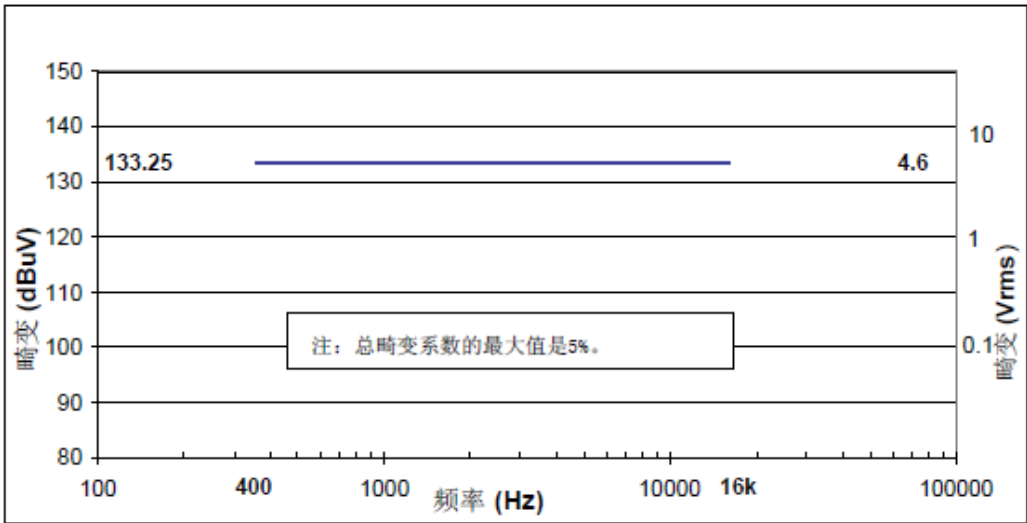


图4 电压畸变频谱极限

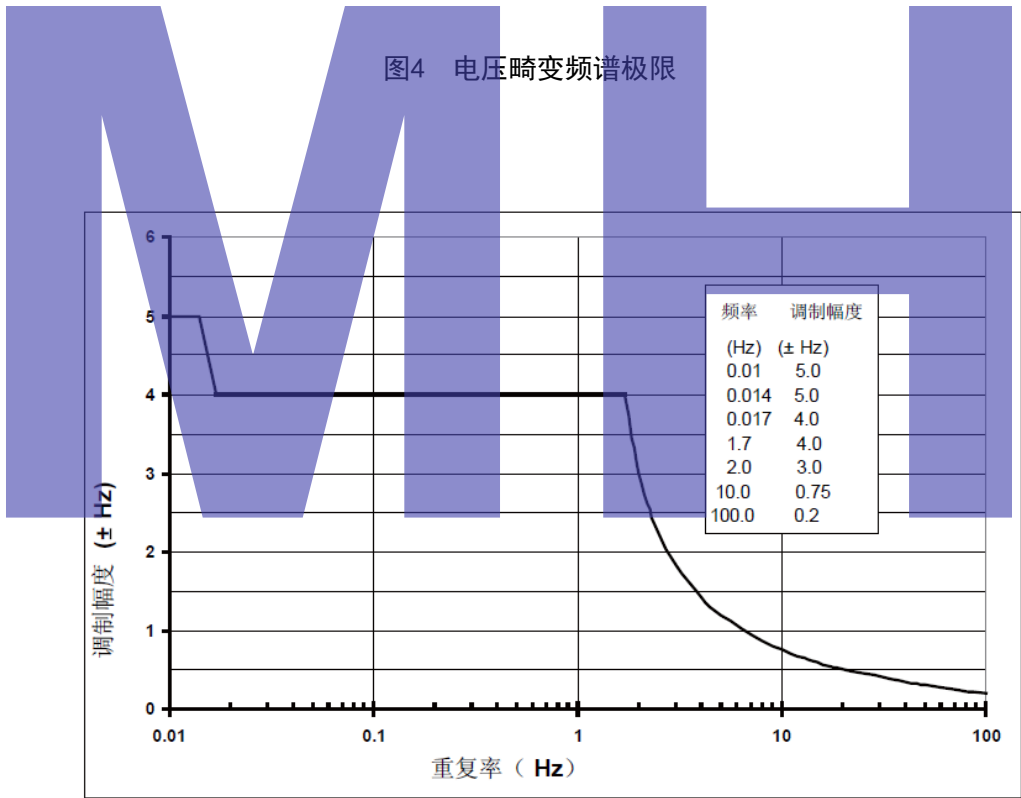


图5 频率调制频谱极限

4.3.8.2.2 相序

三相之间的相位关系应符合图6要求。

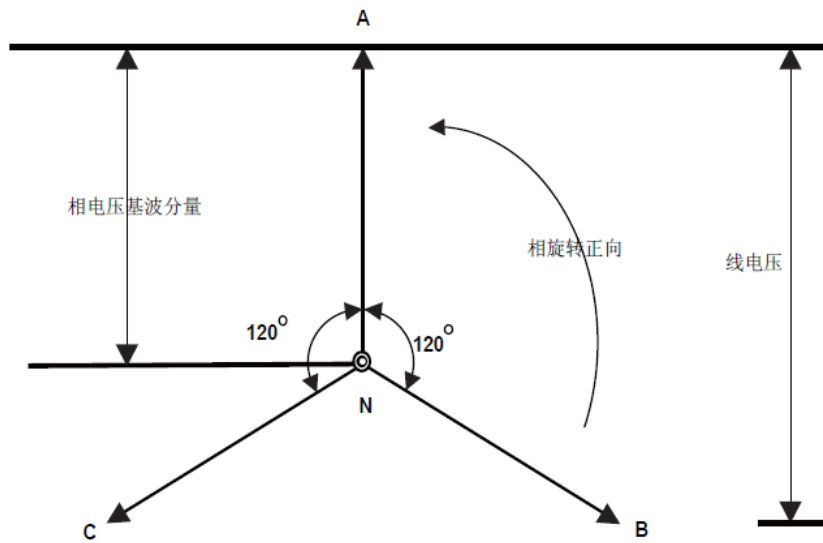


图6 相序关系矢量图

4.3.8.2.3 最高相电压限制

在负载不平衡时，应当采取措施限制每一个连接器处的最高相电压均不应超过124 V。

4.3.8.2.4 电缆压降补偿特性

静变电源应具有电缆压降补偿功能，根据负载的电流和功率因数，增加静变电源的输出电压，用于补偿输出电缆上的压降，以保持连接器处输出电压满足表4的规定。

4.3.9 交流瞬态输出特性

4.3.9.1 交流瞬态负载特性

在正常（无故障）工作期间，飞机连接器处的交流瞬态负载特性如下：

- a) 突加或突减0~150%额定容量的三相平衡负载。
- b) 电机负载启动:低负载加上低功率因数（典型值为0.4~0.6滞后）电机负载启动，总负载功率不超过静变电源的输出能力。
- c) 在不中断电力传输（NBPT）工作状态，可短时与机载电源并联运行。

4.3.9.2 交流瞬态电压特性

在4.3.9.1交流瞬态负载条件下，静变电源的交流瞬态电压特性应保持在图7的极限内。

4.3.9.3 交流瞬态频率特性

在4.3.9.1交流瞬态负载条件下，静变电源的交流瞬态频率特性应保持在图8的极限内。

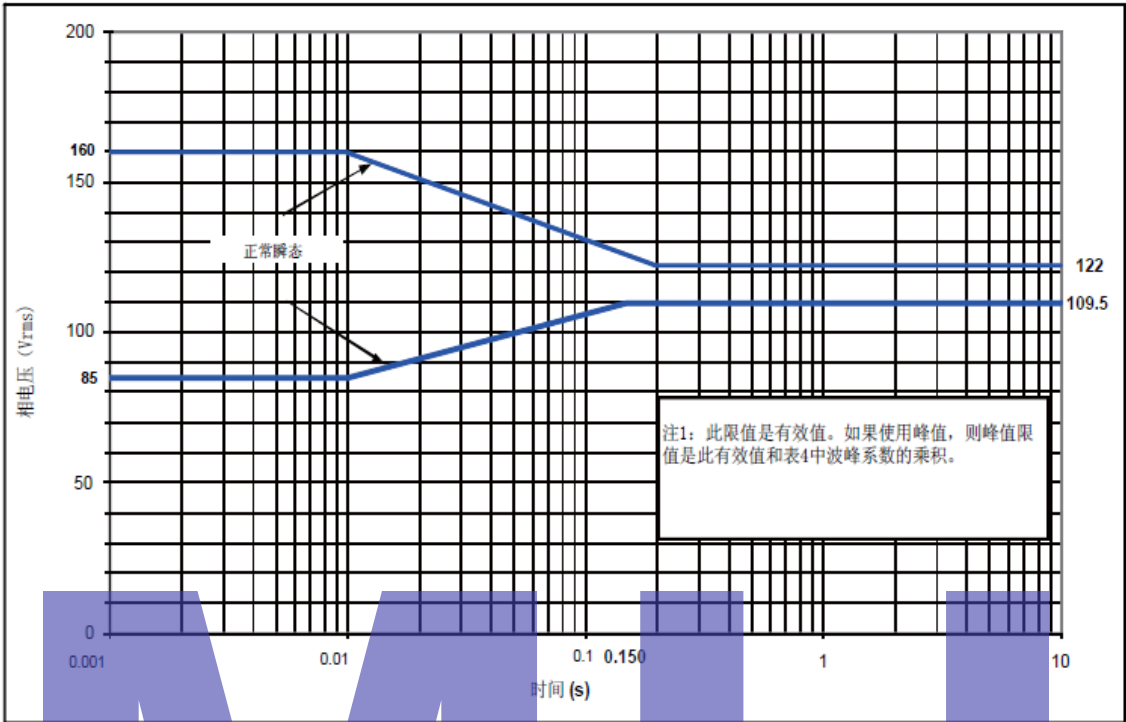


图7 交流瞬态电压极限

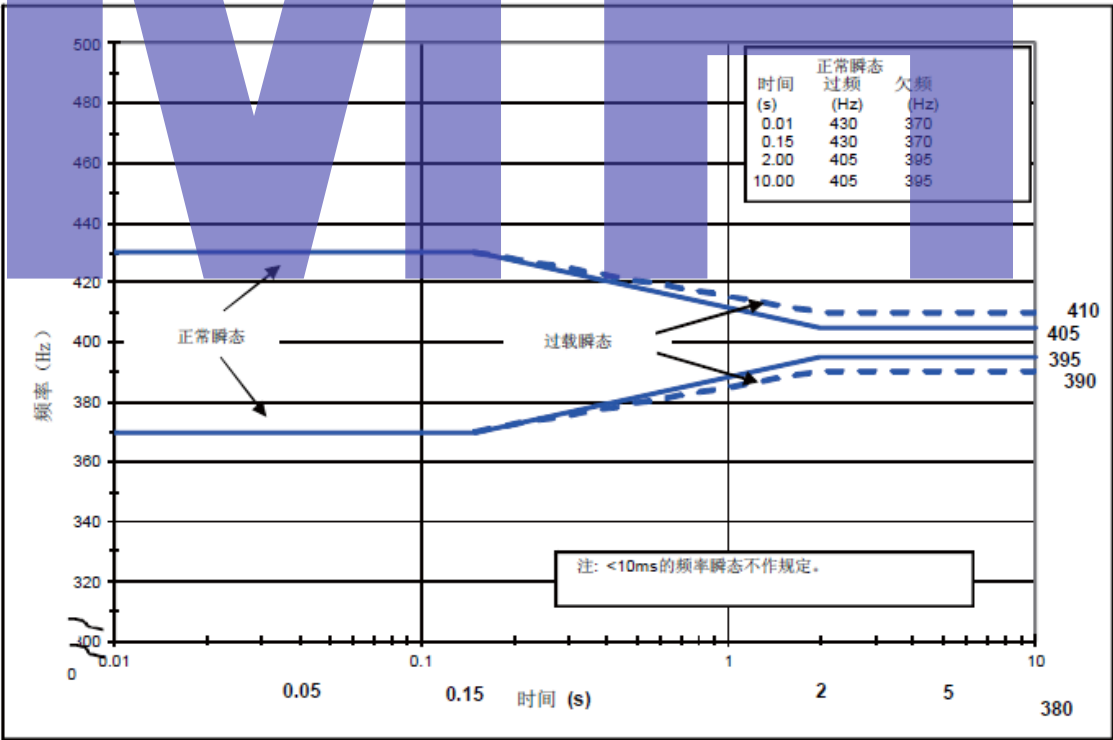


图8 交流瞬态频率极限

4.3.9.4 不中断电力传输（NBPT）限制

在不中断电源转换过程中，静变电源应能够以不中断的方式运行，并且在与机载电源不同步时，电压、频率应保持在规定的极限值内：在最大100 ms时间内，地面电源与机载电源之间的相位差不超过 $\pm 30^\circ$ 、频率差不超过 ± 2 Hz、方均根电压差不超过 ± 10 V。若超出不中断转换的条件规定时，静变电源的保护装置应能动作。

4.3.10 直流稳态输出特性

输出电流在从空载到额定持续工作电流的范围内运行时，飞机连接器处的稳态直流输出特性应符合表5中要求。

表5 28V 直流静变电源稳态输出特性

	飞机连接器处的输出特性	
	空载到额定负载	
稳态条件	负载电流范围从空载到额定持续工作电流	
直流电压		
直流电压	24 V～29.5 V	
电压波形		
脉动幅值	4 V	
畸变系数	3.5%	
畸变频谱	符合图 9	

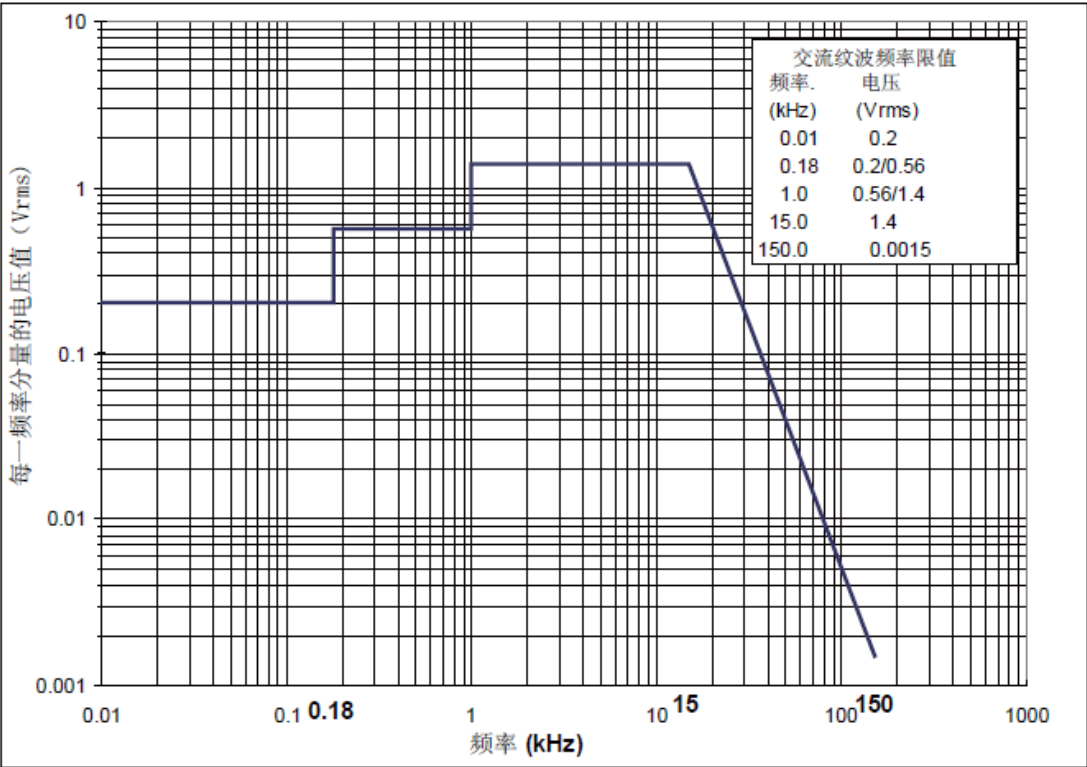


图9 28 V 直流静变电源畸变频谱

4.3.11 直流瞬态输出特性

4.3.11.1 直流瞬态负载特性（非发动机启动）

在正常工作期间，飞机连接器处的直流瞬态负载特性包含突加和突减应不超过额定持续工作电流的负载。

4.3.11.2 直流瞬态电压特性

静变电源的直流瞬态电压应保持在图10所示的极限内。

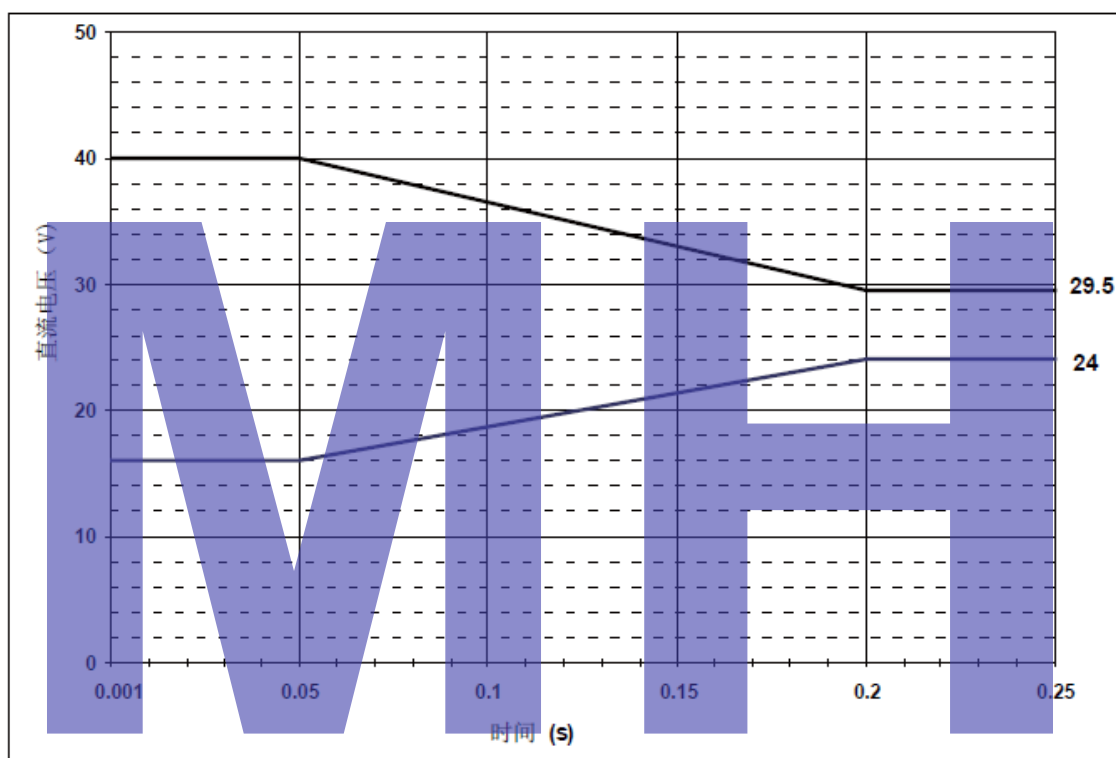


图10 直流瞬态电压极限

4.3.11.3 发动机启动特性

发动机启动期间，直流瞬态电压与发动机阻抗和实际电流有关，直流瞬态电压可能超出图10的限值。发动机在最大电流时所对应的直流瞬态电压最小值，需符合静变电源技术文件的规定。

4.4 监控与保护装置

4.4.1 通则

静变电源的保护项目应符合GB/T 15706-2012、GB 5226.1-2008以及IEC 61140: 2009等相关要求，交流静变电源的保护项目应符合4.4.2的要求，直流静变电源的保护项目应符合4.4.3的要求。这些保护功能既应保护人身安全和静变电源，也应确保和飞机的保护功能协调。如某一项保护电路动作后，静变电源与飞机的连接应保持断开，直到手动复位。

4.4.2 交流保护装置

4.4.2.1 过电压

在任一相电压值超过图11所示最大电压时间限制之前，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

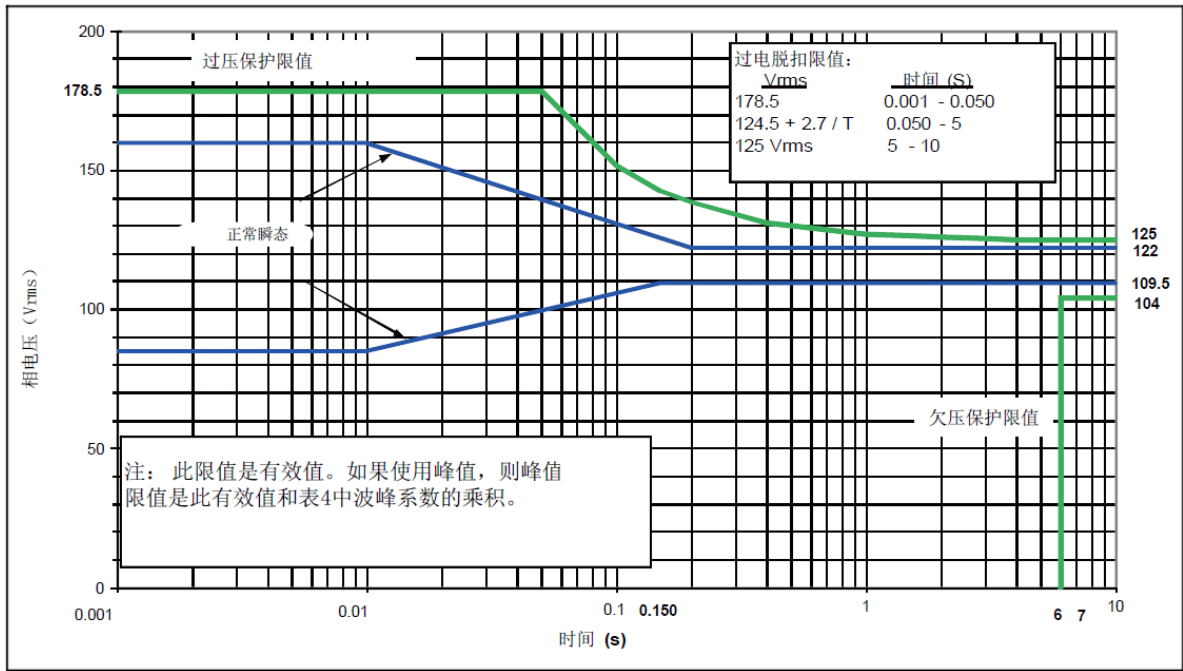


图11 交流电压保护极限

4.4.2.2 欠电压

在任一相电压平均值低于图11所示最小电压时间限制之前，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

4.4.2.3 过频和欠频

当静变电源的输出频率超出380 Hz~420 Hz范围时，保护装置应延时2 s~3 s动作，将静变电源与飞机电气系统断开。当频率低于350 Hz时，延时应小于0.2 s。

4.4.2.4 过电流和短路

当负载时间特性超过表1中要求时，过电流保护装置应动作，将静变电源与飞机电气系统断开。过电流保护时间根据静变电源技术文件的规定来确定。如果静变电源内部及其配电系统发生短路，过电流保护应按照反时限特性动作，以保护静变电源。多路输出静变电源的所有输出支路，应具有单独的过流保护功能。静变电源只能将出现过电流现象的支路断开。不应采用检测电压的电流限制模式，且输出峰值电流的限值不应超过1 600 A。

4.4.2.5 相序

在电压相序不符合图6的要求时，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

4.4.2.6 直流分量

静变电源的直流分量超出图12所示的电压限值之前，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

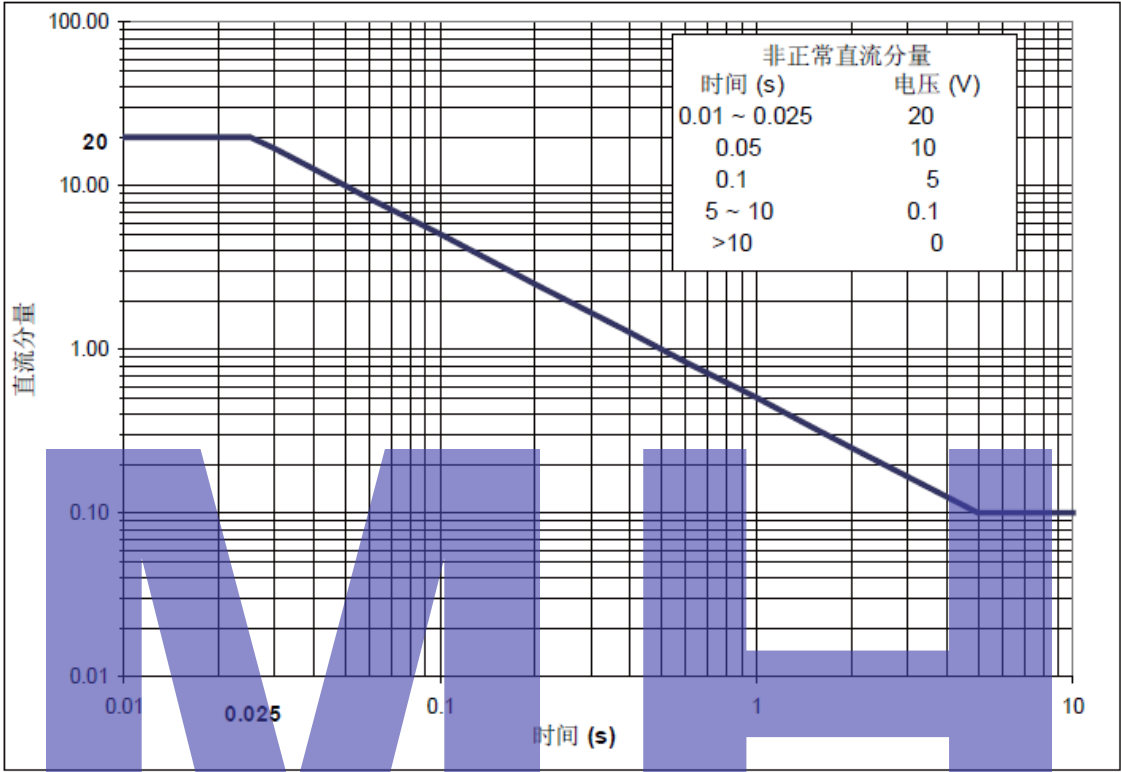


图12 交流电源直流分量极限

4.4.2.7 中线开路

静变电源应具备中线开路保护功能，当检测到中线开路时，保护系统应将静变电源与飞机电气系统断开。

4.4.2.8 接地故障

静变电源输出中线不接大地时，应当持续监测中线与机壳、大地间的电压差，在电压差的峰值超过 50 V前，保护装置应动作，将静变电源和飞机电气系统断开。

4.4.3 直流保护装置

4.4.3.1 过电压

当电压超出图13所示最大电压时间限制时，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

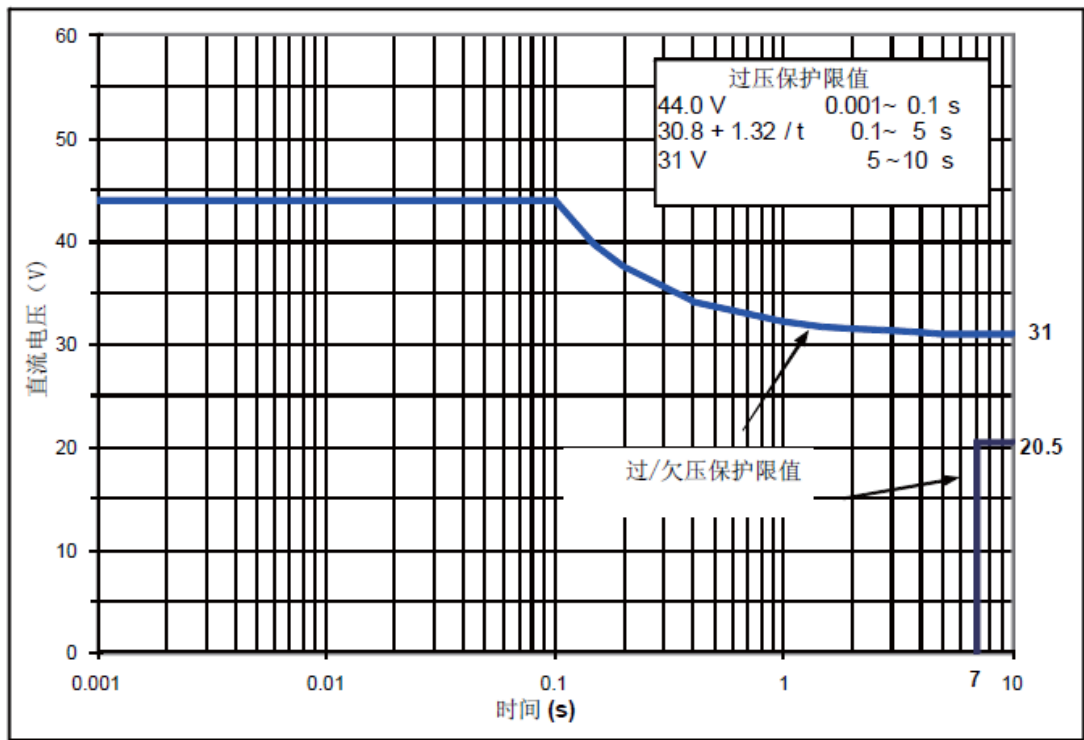


图13 直流电压保护极限

4.4.3.2 欠电压

当电压低于图13所示最小电压时间限制时，保护装置应延时2 s~4 s动作，将静变电源与飞机电气系统断开。如果静变电源具备启动发动机的能力，最小的电压时间限值应与发动机启动期间最恶劣的特性一致。

4.4.3.3 过电流和短路

静变电源应设有过电流和短路保护装置，过电流保护值和延时时间根据静变电源技术文件的规定来确定；短路保护应立即将静变电源与飞机电气系统断开。

对具备发动机启动能力的电源，输出电流限值的误差应不大于±10%。

4.4.3.4 反极性

当电压的极性不正确时，保护装置应将静变电源与飞机电气系统断开。

4.4.3.5 反流

反流保护应在反向电流大于静变电源额定输出电流的5%时动作。

4.4.4 控制电路与联锁供电

4.4.4.1 监测

静变电源宜对运行状态数据及故障具有自检功能，并对运行状态数据的进行实时记录、存储和传输功能。

4.4.4.2 控制电路

除非另有规定，静变电源应通过连接器与飞机配电系统相连接。交流静变电源的控制连线应符合图1要求，直流静变电源应符合图2要求。

4.4.4.3 交流静变电源的飞机联锁供电

当飞机联锁信号有效时，静变电源才能给飞机供电。实现联锁功能时，从飞机联锁信号上所取得的电流不应超过0.5 A，联锁信号的直流电压在16 V~30 V范围内，静变电源不应通过此连接线给飞机供电。当联锁信号无效时，静变电源应在0.25 s内和飞机电气系统断开。

4.4.5 工作模式

静变电源应具有以下两种工作模式：

- a) 正常：用于向飞机供电；
- b) 维护：用于维修和测试电源。

静变电源工作模式转换的开关或控制器件应具备防止误操作措施。

4.5 安全要求

4.5.1 机械安全

4.5.1.1 温升

静变电源应具有过热保护措施，以确保安全使用。

4.5.1.2 防护等级

防护等级符合GB 4208-2008规定，静变电源的室外型防护等级应不低于IP54；室内型防护等级应不低于IP20。

4.5.1.3 外来物吸入

应在静变电源的进风口设置防止外来物进入设备的保护装置。

4.5.1.4 操作面板

操作面板上应装有操作静变电源必须的控制机构及仪表。操作面板应有足够的照度以便夜间操作。操作面板的布局应根据功能分类布置。控制机构和仪表应标示清楚，布局合理，便于操作和读数。

在操作面板附近应设置必要的操作说明。

4.5.1.5 人性化设计

静变电源应操作方便，操作者无需具有特别技能或经过特殊培训，即使在恶劣天气条件下穿着不便时也可以轻松操作。

4.5.2 电气安全

4.5.2.1 过载

为防止电气过载，静变电源应符合本标准所述的电气性能和保护要求。

4.5.2.2 故障状态

在故障状态下,静变电源的主开关应能将静变电源与飞机电气系统断开。此主开关的设计首先应考虑电气安全。

4.5.2.3 应急按钮

静变电源应在明显且易于操作的位置安装应急按钮,在任何紧急情况下,按动应急按钮,应能立即将静变电源与飞机电气系统断开,并立即停机;不应采用软件检测、控制的方式使静变电源与飞机电气系统断开。应急按钮应符合GB 16754-2008中类型0或类型1的要求。

4.5.2.4 接地

通过交流中线或直流负线接大地的方式可选择,静变电源可以通过机壳或底座接大地,交流中线和直流负线应通过可移除的方式和机壳或底座相连。应提供措施将交流中线和直流负线与静变电源的机壳或底座隔离。

4.5.2.5 供电

静变电源中风扇、转换电路以及所有相关操作、监控装置的供电,应与用于连接飞机的电路隔离。应采取所有可能的防范措施防止输入和输出电路的相互作用,包括物理隔离以及采用静止变换方式的交流电源加隔离变压器等方式。

静变电源的输入中性线不应在静变电源侧接大地,静变电源的接地端应和机壳或底座连接在一起。

4.5.3 人员安全

4.5.3.1 通则

静变电源应对操作者及附近的人员提供安全保障,并应符合GB/T 15706-2012、GB 5226.1-2008、IEC 61140:2009以及本标准的要求。

静变电源所有带电端、旋转部件和发热表面,应适当防护,并提供明显的警示标识,以防意外接触。

4.5.3.2 防触电

操作面板应设置门锁,以防未经授权的人员打开。所有的控制装置、仪表需要安装在前面板。操作面板上任何电压超过50 V的部件,均应有专门隔离或适当的联锁,以防意外接触。

4.5.3.3 防电弧

静变电源的输出接触器应与飞机电气系统互锁,以保证在输出电缆不插入飞机插座时输出接触器不能接通,除非是在维护模式下。

4.5.3.4 噪声

在距外轮廓3 m、离地面1 m处地噪声声压级不应大于70 dB(A)。

4.5.3.5 振动

静变电源在设计并制成后,连接点应牢固可靠。并能承受在运输、存贮、安装和服务过程中产生的压力、撞击和振动。

4.5.3.6 绝缘

静变电源的各独立电气回路及回路间应能承受GB/T 3859.1-2013中表17规定的耐电压要求。

静变电源绝缘电阻值应不小于1 M Ω 。

4.5.4 设计要求

4.5.4.1.1 湿热和抗霉菌

静变电源应能在湿热和霉菌环境下正常工作。

4.5.4.1.2 金属部件的抗锈蚀性

静变电源的金属部件应具有防锈蚀措施。

4.5.4.1.3 工艺

静变电源应制作精良。要特别注意无瑕疵、无毛刺、无毛边；尺寸、圆角半径、部件标志的精确；焊接、烤漆和铆接的完整；螺钉、螺栓等零件的紧固等。

4.5.4.1.4 可靠性和维修性

静变电源的平均故障间隔时间应不小于500 h，平均修复时间应不大于3 h。

静变电源应易于维修，其任何部件用通用工具就可维修。各部件应易于拆卸、搬运。

4.5.4.1.5 互换性

静变电源的零、部、整件应具有互换性。

4.5.4.2 指示仪表

静变电源的指示仪表应至少显示输出电压、电流及频率等内容。

4.5.4.3 标识

熔断器、断路器及其他主要元器件、部件及功能单元组件上或附近应有数字、字母或文字标识。标识应与电路图中的项目代号一致，且易于识别。交流输出端的“A”、“B”、“C”、“N”和直流输出端的“+”、“-”字样应清晰。

5 试验方法

5.1 测试环境、仪器、仪表

在 4.2.1 规定的环境条件下，进行下述项目测试，要求检验时使用的仪器、仪表应在有效的校准日期内。所有仪器、仪表测量的相对误差应在 $\pm 0.5\%$ 范围内。

5.2 检查外观

目视检查静变电源的外观应符合 4.5.4.1.3 的有关规定。

5.3 测量质量

静变电源装备齐全，置于秤台上进行，应满足技术文件的要求。

5.4 测量外形尺寸

用尺测量静变电源的外形尺寸，应满足技术文件的要求。

5.5 检查连接器

检查连接器的尺寸、测试连接器的性能，应符合ISO 461的规定。

5.6 检查应急按钮

按4.5.2.3的规定进行检查。

5.7 输入供电试验

给静变电源施加符合4.2.2中要求的输入电压值，在输出空载的条件下，启动静变电源，应能正常工作。

5.8 检查交流静变电源负载能力

在额定输入条件下，交流静变电源在表6规定的负载和时间条件下，应符合4.3.1.2要求。

表6 交流静变电源带载能力测试条件

时间	额定容量	功率因数
2 h	100%	1.0
10 min	110%	0.8 滞后
10 min	110%	1.0
5 min	125%	1.0
10 s	150%	0.7 滞后
2 s	200 %	0.7 滞后

5.9 检查直流静变电源负载能力

在额定输入条件下，直流静变电源在表7规定的负载和时间条件下，应符合4.3.2.2要求。

表7 直流静变电源负载能力测试条件

负载 (额定电流的百分比)	时间 min
25	10
50	10
75	10
100	120

5.10 检查启动冲击电流

在额定输入条件下，记录静变电源从输入加电开始至空载正常运行过程中的每一相输入电流峰值，应符合4.3.5要求。

5.11 测量效率

在额定输入条件下，分别测试25%、50%、80%、100%额定容量下（负载功率因数为1）四个工况下的效率值，静变电源按公式（1）计算复合效率 η ，应符合4.3.6要求。

$$\eta = \eta_1 \times 0.2 + \eta_2 \times 0.5 + \eta_3 \times 0.2 + \eta_4 \times 0.1 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——复合效率；

η_1 ——25%额定容量下的效率值；

η_2 ——50%额定容量下的效率值；

η_3 ——80%额定容量下的效率值；

η_4 ——100%额定容量下的效率值。

5.12 测量功率因数

在额定输入电压、额定输出功率、负载功率因数为1的条件下，测量静变电源输入的功率因数，应符合4.3.7的要求。

5.13 交流稳态输出特性

5.13.1 测量的项目

静变电源在不同负载条件下记录稳定后的三相平均电压、单相电压、相电压不平衡、相移、电压调制幅度、电压调制频谱、波峰系数、畸变系数、畸变频谱、直流分量、稳态频率以及频率调制频谱。在以下负载条件下，稳态输出特性都应符合4.3.8.2.1中表4的要求。

5.13.2 负载条件

5.13.2.1 平衡线性负载

平衡线性负载测试点相关要求见表8。出厂检验时，可只测试100%额定输出功率、负载功率因数为1.0一种工况。

表8 平衡线性负载测试点

负载 (额定功率的百分比)	负载功率因数
0%	
25%	0.8滞后
25%	1
50%	0.8滞后
50%	1
80%	0.8滞后
80%	1
100%	0.8滞后
100%	1

5.13.2.2 不平衡线性负载

负载的相电流值及功率因数见表9，出厂检验时，可只选取表9中序号2的测试点。

表9 不平衡线性负载测试点

序号	A 相负载		B 相负载		C 相负载	
	功率 (相对额定 功率的比例)	功率因数	功率 (相对额定 功率的比例)	功率因数	功率 (相对额定功 率的比例)	功率因数
1	0	—	0	—	U	0.8
2	0	—	0	—	U	1
3	0	—	U	0.8	U	0.8
4	0	—	U	1	U	1
5	(1 - U)	0.8	(1 - U)	0.8	1	0.8
6	(1 - U)	1	(1 - U)	1	1	1
7	(1 - U)	0.8	1	0.8	1	0.8
8	(1 - U)	1	1	1	1	1
注：表中“U”为允许的不平衡度；不大于60 kVA的电源：U=1/3；大于60 kVA的电源：U=1/4。						

5.13.2.3 非线性负载

给静变电源加不同的线性负载和非线性负载，负载的功率等级以及负载功率因数见表10。

出厂检验时，可不测试此项目。

表10 非线性负载测试点

三相线性负载		6 脉波 三相负载	12 脉波 三相负载	A 相单相 2 脉波负载	B 相单相 2 脉波负载	C 相单相 2 脉波负载
功率 (相对额定 功率的比例)	功率因数	功率 (相对额定功 率的比例)	功率 (相对额定功 率的比例)	功率 (相对额定功率 的比例)	功率 (相对额定功 率的比例)	功率 (相 对 额 定 功率的比例)
1/3	0.8	1/ 6	0	0	0	0
1/3	0.8	0	U	0	0	0
1/3	1	1/ 6	U	0	0	0
1/3	1	0	U	0	0	0
1/3	1	1/ 6	0	1/4	0	0
1/3	0.8	0	0	0	1/4	1/4
1/3	1	0	U	1/4	1/4	1/4
注：表中“U”为允许的12脉波负载（标么值）；不大于60 kVA的电源：U=1/3；大于60 kVA的电源：U=1/4。						

5.13.3 检查相序

用相序表在静变电源的连接器输出端检查，应符合4.3.8.2.2的要求。

5.14 测量交流瞬态输出特性

5.14.1 测试的项目

静变电源在不同负载条件下记录交流瞬态电压和交流瞬态频率。在以下负载条件下交流瞬态电压应符合4.3.9.2要求，交流瞬态频率应符合4.3.9.3要求。

5.14.2 负载条件

5.14.2.1 突变负载测试

突加、突减负载参数见表11。出厂检验时，可只测试负载从0突加至100%、从100%突减至0两个工况，负载功率因数为1。

表11 突变负载测试点

负载功率	负载功率因数
0~25%	0.8滞后
0~25%	1
0~50%	0.8滞后
0~50%	1
0~100%	0.8滞后
0~100%	1
50%~0	0.8滞后
50%~0	1
100%~0	0.8滞后
100%~0	1

5.14.2.2 发动机启动负载测试

发动机启动测试中，预负载和发动机负载的参数见表12。出厂检验时，可不测试此项目。

表12 发动机启动负载测试点

预负载		发动机启动负载		
功率 (相对额定功率 的比值)	功率因数	功率 (相对额定功率 的比值)	功率因数	时间 s
75%	0.85	80%	0.5	10
90%	1	140%	0.5	2

5.14.3 检查不中断电力(NBPT)传输限制

额定功率不小于被测电源,额定电压和频率与被测电源相同的另一台电源在相位差不超过 $\pm 30^\circ$ 、频率差不超大于 ± 2 Hz、电压差不超于 ± 10 V时并联运行,与被测电源并联运行,时间不超过100 ms,在此过程中,检测输出电压、频率特性,应符合4.3.9.4要求。

如果相位差、频率差、电压差中任一条件满足不了上述要求,静变电源应立即保护,与测试电源断开。

5.15 测量直流稳态输出特性

分别在额定负载的0、25%、50%、80%和100%的负载条件下,记录负载渐变后稳定的直流电压、脉动幅值、畸变系数和畸变频谱。

直流稳态输出特性应符合4.3.10要求。

5.16 测量直流瞬态输出特性

5.16.1 直流瞬态电压特性

在下面的测试条件下,测量负载突变时的直流瞬态电压特性:

- a) 负载功率从0突加至50%的额定负载;
- b) 负载功率从50%的额定负载突加至100%的额定负载;
- c) 负载功率从100%的额定负载突减至50%的额定负载;
- d) 负载功率从50%的额定负载突减至0。

5.16.2 发动机启动特性

在直流持续电流的基础上,再突加总电流达到4.3.11.3规定的最大发动机启动电流,用测试仪测量负载突变时的最小电压值,最小电压值应满足静变电源的规定值。

5.17 检查保护和监测装置

5.17.1 测试方法说明

在测试交流过欠压、过欠频、直流分量以及直流过欠压等保护功能时,电源应调节至5.17.2~5.17.18中要求的测试点进行测试,也可采用电源综合测试系统进行测试(电源综合测试系统参见附录B)。动作时间为从故障现象出现开始计时,到与飞机电气系统断开结束计时。

5.17.2 交流过电压保护功能

在空载条件下,调节电压保护取样点电压从115 V分别突变至图12所示过压保护限制值内,测试过电压保护动作时间,应符合4.4.2.1的要求。

出厂检验时可只测输出电压突变至125 V。

5.17.3 交流欠电压保护功能

在空载条件下,调节电压保护取样点电压从115 V突变至104 V,测试欠电压保护动作时间,应符合4.4.2.2的要求。

5.17.4 过频率保护功能

在空载条件下, 调节频率保护取样点频率从400 Hz突变至420 Hz, 测试过频率保护动作时间, 应符合4.4.2.3的要求。

5.17.5 欠频率保护功能

在空载条件下, 调节频率保护取样点频率从400 Hz分别突变至380 Hz、350 Hz, 测试欠频率保护动作时间, 应符合4.4.2.3的要求。

5.17.6 交流过电流保护功能

在空载条件下, 调节输出电压为额定值, 然后分别加载至额定容量的 110%、125%、150%、200%, 测试过电流保护动作时间, 应符合 4.4.2.4 的要求。

多路输出的静变电源, 应针对每路输出分别测试过电流保护功能, 出现过电流的支路应及时与负载断开, 其它支路应正常供电。

5.17.7 交流短路保护功能

交流静变电源正常工作期间, 任意两相间短接或任意相线对中线短接, 保护装置应立即动作。短路故障排除后应能正常供电。

多路输出的静变电源, 应针对每路输出分别测试短路保护功能, 发生短路的支路应立即与负载断开, 其他支路应正常供电。

5.17.8 相序保护

将交流静变电源输出端口的任意两相互换, 启动后, 静变电源的保护装置应立即动作。

5.17.9 直流分量保护

空载条件下, 在交流静变电源的输出端分别施加0.1 V、1V、5 V、10 V、20 V的直流电压分量, 测试直流分量保护动作的时间, 应符合4.4.2.6的要求。

5.17.10 中线开路保护

在额定输入条件下, 正常工作时, 断开输出中线。保护装置应立即动作, 将静变电源和负载断开。

5.17.11 接地故障保护

将交流静变电源输出中线和机壳(大地)断开, 在额定输入、空载输出条件下启动静变电源。正常工作时, 在中线和机壳间施加峰值为 50 V 的交流或直流电压, 接地故障保护电路应立即动作, 将静变电源与飞机电气系统断开。

5.17.12 直流过电压保护

在空载条件下, 调节电压保护取样点电压从 28 V 突变至图 13 限制值内, 测试过电压保护动作时间, 应符合 4.4.3.1 的要求。

5.17.13 直流欠电压保护

在空载条件下, 调节电压保护取样点电压从 28 V 突变至图 13 限制值内, 测试欠电压保护动作时间, 应符合 4.4.3.2 的要求。

5.17.14 直流过电流保护

在空载条件下，调节直流静变电源输出电压至额定值，然后按4.3.2.2要求加载，测试过电流保护动作时间，应符合4.4.3.3的规定。

5.17.15 直流短路保护

在空载条件下，调节直流静变电源输出电压至额定值，短接输出的正极、负极，检查短路保护装置是否立即动作，并应符合4.4.3.3的规定。

5.17.16 反极性保护

在空载条件下，调节直流静变电源输出电压至额定值，将输出极性接错，检查极性保护装置是否符合4.4.3.5的规定。

5.17.17 反流保护

对反流保护装置施加5%反流电流，静变电源应与飞机电气系统断开。

5.17.18 飞机联锁供电功能

交流静变电源按照图1检查飞机联锁供电功能，直流静变电源按照图2检查飞机联锁供电功能，应符合4.4.4.3的要求。

5.17.19 监测功能

静变电源是否能够通过数据接口记录、存储和传输运行状态数据。

5.18 电磁兼容性试验

5.18.1 输入侧

电磁兼容性试验按IEC 61000-6-2: 2005和GB 17799.4-2012规定进行。

5.18.2 连接器处

电磁兼容性试验按ISO 7137:1995规定进行。

5.19 防护等级

外壳防护等级按GB/T 4208-2008进行检验，应符合4.5.1.2的要求。

5.20 耐压试验

耐压试验按GB/T 3859.1中7.2进行试验，应符合4.5.3.6的要求。

5.21 测量绝缘电阻

绝缘电阻按GB/T 3859.1 中 7.2.3.1进行试验，应符合4.5.3.6的要求。

5.22 测量噪声级

噪声测量按 GB/T 3768-1996 进行，应符合 4.5.3.4 的要求。

5.23 低温试验

低温试验方法按GB/T 2423.1-2008 要求, 试验温度 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的自然条件下或低温试验室内进行。

将静变电源静置于低温环境中 6 h 以上, 测试以下项目:

- a) 启动静变电源, 应能正常工作;
- b) 在空载条件下, 测量静变电源交流稳态输出参数, 应符合表 4 的要求, 或测量静变电源直流稳态输出参数, 应符合表 5 的要求;
- c) 检查塑料件、橡胶件、金属件, 均应无断裂现象。

5.24 高温试验

高温试验按 GB/T 2423.2-2008 要求进行, 试验温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的自然条件下或高温试验室内进行。

将静变电源静置于高温环境中 6 h, 测试以下项目:

- a) 启动静变电源, 应能正常工作;
- b) 在额定输入条件下, 加 100% 额定输出功率、功率因数为 1 的负载, 应能持续正常运行 2 h ;
- c) 在空载条件下, 测量静变电源交流稳态输出参数, 应符合表 4 的要求, 或测量静变电源直流稳态输出参数, 应符合表 5 的要求。

5.25 湿热试验

湿热试验按GB/T 2423.3-2006 要求进行, 试验环境温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度在100% (不凝露)。

将静变电源静置于恒定湿热环境中24 h, 启动静变电源, 应能正常工作, 并在空载条件下持续运行 30 min。

5.26 长霉试验 (零部件)

长霉试验按GB/T 2423.16-2008 要求进行, 将静变电源的控制、检测等主要部件置于试验环境下 28d, 取出部件装配到静变电源上。启动静变电源, 应能正常工作, 并在空载条件下持续运行 30 min。

5.27 盐雾试验 (零部件)

盐雾试验方法按GB/T 2423.17-2008 要求进行, 将静变电源的金属部件取样, 置于试验环境下24 h, 取出后进行检验应符合4.5.4.1.2的要求。

5.28 淋雨试验

淋雨试验方法按照 GB/T 2423.38-2008 要求进行, 将静变电源静置于试验环境下降雨强度为 $(100 \pm 20)\text{ mm/h}$ 、持续时间 30 min、倾斜角 30° , 保持该淋雨条件, 启动静变电源, 应能正常工作, 并应在空载条件下持续运行 30 min。停机后检查静变电源不应有渗漏的痕迹或破坏。

6 检验规则

6.1 检验分类

地面静态电源的检验分为型式检验和出厂检验。

6.2 检验项目

型式检验和出厂检验项目见表13。

表13 检验项目

序号	项目名称	型式 检验	出厂 检验	本标准章、条编号	
				要求	试验方法
1	检查外观	△	△	4.5.4.1.3	5.2
2	测量质量	△	—	—	5.3
3	测量外形尺寸	△	—	—	5.4
4	检查应急按钮	△	△	4.5.2.3	5.6
5	输入供电试验	△	△	4.2.2	5.7
6	检查交流静变电源负载能力	△	△	4.3.1.2	5.8
7	检查直流静变电源负载能力	△	△	4.3.2.2	5.9
8	启动冲击电流	△	—	4.3.5	5.10
9	测量效率	△	—	4.3.6	5.11
10	测量功率因数	△	—	4.3.7	5.12
11	测量单相和三相平均电压	△	△	4.3.8.2	5.13
12	测量相电压不平衡	△	△	4.3.8.2	5.13
13	测量相移	△	△	4.3.8.2	5.13
14	测量电压调制幅度	△	—	4.3.8.2	5.13
15	测量电压调制频谱	△	—	4.3.8.2	5.13
16	测量波峰系数	△	—	4.3.8.2	5.13
17	测量畸变系数	△	△	4.3.8.2	5.13
18	测量畸变频谱	△	—	4.3.8.2	5.13
19	测量直流分量	△	—	4.3.8.2	5.13
20	测量稳态频率	△	△	4.3.8.2	5.13
21	测量频率调制频谱	△	—	4.3.8.2	5.13
22	检查相序	△	△	4.3.8.2.2	5.13.3
23	测量交流瞬态电压特性	△	△	4.3.9.2	5.14
24	测量交流瞬态频率特性	△	—	4.3.9.3	5.14
25	检查不中断电力传输限制	△	—	4.3.9.4	5.14.3
26	测量直流电压	△	△	4.3.10	5.15
27	测量脉动幅值	△	△	4.3.10	5.15
28	测量畸变系数	△	—	4.3.10	5.15
29	测量畸变频谱	△	—	4.3.10	5.15
30	测量直流瞬态电压特性	△	△	4.3.11.2	5.16.1
31	测量发动机启动特性	△	—	4.3.11.3	5.16.2
32	检查交流过电压保护功能	△	△	4.4.2.1	5.17.2

表 13 检验项目 (续)

序号	项目名称	型式 检验	出厂 检验	本标准章、节编号	
				要求	试验方法
33	检查交流欠电压保护功能	△	△	4.4.2.2	5.17.3
34	检查过频保护功能	△	△	4.4.2.3	5.17.4
35	检查欠频保护功能	△	△	4.4.2.3	5.17.5
36	检查交流过电流保护功能	△	△	4.4.2.4	5.17.6
37	检查交流短路保护功能	△	△	4.4.2.4	5.17.7
38	检查相序保护功能	△	△	4.4.2.5	5.17.8
39	检查直流分量保护功能	△	—	4.4.2.6	5.17.9
40	检查中线开路保护功能	△	△	4.4.2.7	5.17.10
41	检查接地故障保护功能	△	△	4.4.2.8	5.17.11
42	检查直流过电压保护功能	△	△	4.4.3.1	5.17.12
43	检查直流欠电压保护功能	△	△	4.4.3.2	5.17.13
44	检查直流过电流保护功能	△	△	4.4.3.3	5.17.14
45	检查直流短路保护功能	△	—	4.4.3.3	5.17.15
46	检查反极性保护功能	△	—	4.4.3.5	5.17.16
47	检查反流保护功能	△	—	4.4.3.6	5.17.17
48	检查飞机联锁供电功能	△	△	4.4.4.2	5.17.18
49	检查监测功能	△	△	4.4.4.1	5.17.19
50	检查输入侧电磁兼容性	△	—	4.3.4.1	5.18.1
51	检查连接器处电磁兼容性	△	—	4.3.4.2	5.18.2
52	检查防护等级	△	—	4.5.1.2	5.19
53	耐电压试验	△	△	4.5.3.6	5.20
54	测量绝缘电阻	△	△	4.5.3.6	5.21
55	测量噪声级	△	—	4.5.3.4	5.22
56	低温试验	△	—	4.2.1	5.23
57	高温试验	△	—	4.2.1	5.24
58	湿热试验	△	—	4.5.4.1.1	5.25
59	长霉试验	△	—	4.5.4.1.1	5.26
60	盐雾试验	△	—	4.5.4.1.2	5.27
61	淋雨试验	△	—	4.2.1	5.28
注：“△”表示应检项目；“—”表示不需检验项目。					

每台静态电源交付时应进行出厂检验。

在下列情况下，应进行型式检验：

- a) 新产品试制完成及老产品转厂生产时；
- b) 产品的结构、材料和工艺上的变更足以影响产品性能时，应对首批投入生产的合格品进行型式检验。

型式检验的产品应从每批经出厂检验合格的产品中抽样一台。

6.3 判定规则和复检规则

6.3.1 出厂检验中，若有一项检验结果不符合本标准的规定，则应在找出原因并排除故障后复检，若经第三次复检后仍不合格，则判为不合格品。

6.3.2 型式检验中，只要有一项检验结果不符合本标准的规定，则应在同一批产品中另外抽取加倍数量的产品，对该项目进行复验。若仍不合格，产品生产暂停，对该批产品的该项目逐台检验，直到找到故障并排除故障后，经复检确认其合格后方能恢复生产。

7 标志、说明书、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 铭牌的要求

静变电源应配有永久性的铭牌，并装于柜体的明显位置。

7.1.2 铭牌的内容

铭牌应包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 生产厂家（商标）；
- d) 额定输入参数；
- e) 额定输出参数；
- f) 质量；
- g) 外形尺寸；
- h) 产品编号；
- i) 生产日期；
- j) 执行标准。

7.2 随机文件

随机文件应包括以下内容：

- a) 合格证；
- b) 使用维护说明书，其编写应符合 GB/T 19678-2005 的规定；
- c) 备件清单；
- d) 装箱单。

7.3 包装

7.3.1 包装要求

包装的技术要求应按 GB/T 13384-2008 相关规定执行。

7.3.2 包装箱标识

包装箱应标识以下内容：

- a) 产品名称、型号；
- b) 箱体外形尺寸；
- c) 毛重；
- d) 装箱日期：年、月；
- e) 包装箱外印刷或贴有“小心轻放”、“防雨”、“防震”、“防倒置”等运输标识。

7.4 运输

静变电源应适应汽车、火车、轮船和飞机的运输。静变电源在运输过程中，不应有剧烈振动、冲击，不应倾倒放置。

7.5 贮存

静变电源应贮存在温度 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $10\%\sim 100\%$ （无凝露）的环境中。



附 录 A
(规范性附录)
海拔 1 000 m 以上降额系数

静变电源在海拔超过1 000 m时，应按表A.1给出产品降额使用的要求。

表 A.1 在海拔 1 000 m 以上使用的降额系数

海拔	降额系数 ^a
1 000	1.0
1 500	0.95
2 000	0.91
2 500	0.86
3 000	0.82
3 500	0.78
4 000	0.74
4 500	0.7
5 000	0.67
注：基于干燥空气密度（于海平面+15℃）=1.225 kg/m ³ 。	
^a 对强迫风冷设备来说，由于风扇效率随海拔高度而下降，其降额系数还要小一些。	

附录 B

（资料性附录）

电源综合测试系统

B.1 通则

本附录介绍的测试系统，是按照本标准规定用于飞机地面静变电源电气特性测试的虚拟仪器，适用于对飞机地面电源、配电系统及用电设备电源输入端电气特性参数的测试。

B.2 性能

B.2.1 测试内容

可测试交流、直流系统的各项供电特性参数。

B.2.2 采样频率

单通道最高采样频率1.25 MHz。

B.2.3 模数转换器

模数转换器为12位A/D。

B.2.4 测试平台

专用PXI数据采集平台，主机为高性能工控机，满足大量数据采集、分析的需要。

B.2.5 准确度

各主要特性参数的测试准确度为：

- 交、直稳态流电压测量在电压为额定值时相对误差在 $\pm 0.5\%$ 范围内；
- 交、直瞬态流电压测量在电压为最大极限时相对误差在 $\pm 0.5\%$ 范围内；
- 交、直流电流测量在电流为额定值时相对误差在 $\pm 1.0\%$ 范围内；
- 稳态、瞬态频率测量当频率在正常瞬变范围内时相对误差在 $\pm 0.1\%$ 范围内；
- 电压相位差测量（ $110^\circ \sim 130^\circ$ 范围内）测量的绝对误差在 $\pm 0.2\%$ 范围内；
- 畸变频谱幅值（以方均根值1.0 V为基准的分贝数）的误差在：
 - 频率不大于50 kHz时： ± 2 dB范围内；
 - 频率大于50 kHz时： ± 5 dB范围内。

B.2.6 测量极限

电压、电流的测量极限为：

- 交流电压极限：峰值300 V（用于恒频交流系统）；峰值500 V（用于变频交流系统）；
- 直流电压极限：80 V（用于低压直流系统）；400 V（用于高压直流系统）；
- 交、直流电流极限：由相应的电流变换器量程确定。

B.3 采样方式

B.3.1 多路同时采样方式

可同时采集交流三相电压、三相电流，以保证对有关参数测量的同时性。电压每路采样频率为80 kHz；电流每路采样频率20 kHz。这种采样方式测稳态交流电压、电流、电压相位差、三相电压不平衡、电压调制、交流电压的直流分量、频率和稳态直流电压等绝大部分参数。

B.3.2 单路快速采样方式

第一种采样频率为300 kHz，用于测量瞬态电压参数和直流电压脉动。

第二种采样频率为1.25 MHz。用于测量交、直流畸变。

B.4 测试系统组成和工作原理

该测试系统采用虚拟仪器技术和高级信号处理技术，通过通用的数据采集硬件平台，结合灵活的软件技术，可以对本标准所规定的需采用特殊数据采集和分析方法的参数进行测试，此外，还具有按照试验要求自动控制符合的加、卸功能。静变电源参数数字式测试系统主要由计算机、PXI数据采集系统、信号接口箱及相应的传感器等组成，系统的结构如所示。

测试系统各部分功能和工作原理如下所述：

信号接口箱完成电压信号的衰减、电流—电压信号的转换、畸变信号的调理及功率继电器信号输出等功能。调理后的模拟信号送入PXI数据采集系统进行采样，同时接口箱输出继电器功率信号控制接触器接通、断开负载，完成瞬态特性参数及转换特性测试。

数据采集系统采用开放式、模块化专用测试平台PXI总线数据采集系统，通过MXI—3总线完成与主计算机间的控制命令和测试数据的交换。MXI—3直接映射内存空间，其持续数据吞吐率可达80 Mbytes/s，峰值吞吐率可达133 Mbytes/s，完全能够满足测试系统的需要。PXI高精度数据采集卡有64个单端或32个差分通道。PXI数据采集系统根据主计算机的指令完成各参数的测试，并把测量数据传输到主计算机，同时还输出数字两信号驱动信号接口箱中的负载控制继电器完成对负载的控制。

采用虚拟仪器技术，由硬件解决信号的输入和输出，软件完成各种数值分析和信号处理任务。本系统采用WINDOWS操作系统作为主计算机的软件平台，编程语言采用LabVIEW和C++语言，LabVIEW是数据流图形化虚拟仪器软件开发平台，具有信号处理和数值分析函数，使测试软件的性能和可靠性有保障。

整个软件设计采用模块化结构，主要包括实验室控制软件和测量分析软件，实验室控制软件根据试验设定的负载参数要求，完成试验参数的设置，由计算机自动进行负载管理。测试软件主要实现完成数据采集、记录和信号处理，同时软件还实现数据编辑、回放、过程显示，可以按照标准规定的限制曲线自动生成报表，便于试验结果的比较分析。所有测试结果都可以自动生成报表，各测试模块可输出相应的标准曲线，打印实测的有关波形。此外，还具有存盘功能，可以分析历史数据。