

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6019—XXXX

代替 MH/T 6019-2014

飞机地面电源机组

Aircraft ground power unit

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 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	1
4 技术要求	3
4.1 总则	3
4.2 环境条件	3
4.3 电气特性	3
4.4 保护与监测系统	12
4.5 控制电路与联锁供电	15
4.6 安全要求	15
5 试验方法	18
5.1 测试环境、仪器、仪表	18
5.2 检查外观	18
5.3 测量质量	18
5.4 测量外形尺寸	19
5.5 检查连接器	19
5.6 检查灭火器	19
5.7 检查应急按钮	19
5.8 检查交流电源带负载能力	19
5.9 检查直流电源带负载能力	19
5.10 测量交流稳态输出特性	19
5.11 测量交流瞬态特性	21
5.12 测量直流稳态输出特性	21
5.13 测量直流瞬态输出特性	21
5.14 检查保护和监测装置	22
5.15 测量燃油消耗率和机油消耗率	23
5.16 检查飞机联锁供电功能	24
5.17 检查各指示装置	24
5.18 检查电磁兼容性	24
5.19 测量温升	24
5.20 检查常温启动性能	24
5.21 检查低温启动性能	24
5.22 测量噪声	24
5.23 测量振动值	25
5.24 测量绝缘电阻	25
5.25 耐电压试验	25
5.26 检查底盘安全	25
5.27 检查环保要求	25
5.28 检查安全装置要求	25
5.29 低温试验	25

5.30	高温试验	25
5.31	湿热试验	26
5.32	长霉试验（零部件）	26
5.33	盐雾试验	26
5.34	淋雨试验	26
5.35	可靠性和维修性试验	26
6	检验规则	26
6.1	检验分类	26
6.2	检验项目	26
6.3	判定规则和复检规则	28
7	标识、随附文件、包装、运输、贮存	28
7.1	标识	28
7.2	随附文件	29
7.3	包装	29
7.4	运输	29
7.5	贮存	29
附录 A（规范性）	电源机组的底盘要求	30
A.1	通用要求	30
A.2	内燃式底盘专项要求	32
A.3	电动式底盘专项要求	32
A.4	拖曳式底盘专项要求	33
附录 B（规范性）	电源机组的底盘检测方法	35
B.1	通用要求检测	35
B.2	内燃式底盘专项检测	37
B.3	电动式底盘专项检测	37
B.4	拖曳式底盘专项检测	38

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。

本文件代替MH/T 6019-2014《飞机地面电源机组》。与MH/T 6019-2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了输出额定功率的条件（见4.2.1，2014版的4.2.1）；
- 增加了电源机组的常用额定容量（见4.3.1.2）；
- 修改了直流电源负载能力（见4.3.2.2，2014版的4.3.2.2）；
- 修改了连接器的要求（见4.3.3，2014版的4.3.3）；
- 修改了电磁兼容性的要求（见4.3.4，2014版的4.3.4）；
- 修改交流稳态输出特性（见4.3.5.1，2014年版的4.3.5.1）；
- 修改了交流瞬态负载特性（见4.3.6.1，2014版的4.3.6.1）；
- 修改了直流稳态输出特性（见4.3.7，2014年版的4.3.7）；
- 修改了接地故障的要求（见4.4.1.2.7，2014年版的4.4.1.2.7）；
- 修改了监测与通讯功能的要求（见4.4.3，2014版的4.4.3）；
- 修改了交流电源机组的飞机供电联锁的要求（见4.5.2，2014版的4.5.2）；
- 修改了工作模式的要求（见4.5.3，2014版的4.5.3）；
- 修改了排气的要求（见4.6.1.4，2014版的4.6.1.4）；
- 修改了操作面板的要求（见4.6.1.6，2014版的4.6.1.6）；
- 修改了人性化设计的要求（见4.6.1.7，2014版的4.6.1.7）；
- 修改了灭火器的要求（见4.6.1.8，2014版的4.6.1.8）；
- 修改了人员安全的通则（见4.6.3.1，2014版的4.6.3.1）；
- 增加了底盘安全的要求（见4.6.4）；
- 修改了可靠性和可维护性的要求（见4.6.5.4，2014年版的4.6.5.4）；
- 修改了油耗的要求（见4.6.6，2014年版的4.6.6）；
- 增加了环保要求（见4.6.7）；
- 增加了安全装置要求（见4.6.8）；
- 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5.5、5.10.2、5.11.2、5.14.9、5.14.19、5.18，2014年版的5.5、5.10.2、5.11.2、5.14.9、5.14.19、5.18）；
- 增加了外来物吸入的试验方法（见5.14.20）；
- 增加了操作面板的试验方法（见5.14.21）；
- 增加了防触电的试验方法（见5.14.22）；
- 增加了防电弧的试验方法（见5.14.23）；
- 增加了检查底盘安全的试验方法（见5.26）；
- 增加了检查环保要求的试验方法（见5.27）；
- 增加了检查安全装置要求的试验方法（见5.28）；
- 删除了检验条件（见2014版的6.4）；
- 修改了标识的要求（见7.1，2014版的7.1）；
- 修改了随附文件的要求（见7.2，2014版的7.2）；
- 修改了运输的要求（见7.4，2014版的7.4）；
- 增加了附录A（规范性）电源机组的底盘要求；
- 增加了附录B（规范性）电源机组的底盘检测方法。

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。

本文件由中国民用航空局机场司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：国家建筑城建机械质量监督检验中心等。

本文件主要起草人：吴瑞祥、马敏、陈辉等。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1999年首次发布MH/T 6019-1999，2014年第一次修订；

——本次为第二次修订。

飞机地面电源机组

1 范围

本文件规定了飞机地面电源机组的技术要求、试验方法、检验规则及标识、随附文件、运输、贮存等要求。

本文件适用于由内燃机驱动发电机，向飞机提供400 Hz、115 V/200 V交流和（或）28 V直流的飞机地面电源机组（以下简称“电源机组”）的设计、制造、检验等。

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 755-2019 旋转电机 定额和性能
GB/T 1589 道路车辆外廓尺寸、轴荷及质量限值
GB 1495 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法
GB/T 2423.16 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
GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
GB 3847 柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）
GB/T 4970-2009 汽车平顺性试验方法
GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件
GB/T 13536 飞机地面供电连接器
GB/T 14436 工业产品保证文件总则
GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估和风险减小
GB 16754 机械安全 急停 设计原则
GB/T 17045 电击防护 装置和设备的通用部分
GB 17691 重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）
GB/T 17799.2-2023 电磁兼容 通用标准 第2部分：工业环境中的抗扰度标准
GB 17799.4-2022 电磁兼容 通用标准 第4部分：工业环境中的发射
GB/T 19678 说明书的编制 构成、内容和表示方法
GB/T 20136 内燃机电站通用试验方法
GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国三、四阶段）
GB/T 21404 内燃机 发动机功率的确定和测量方法 一般要求
GB/T 21426-2008 特殊环境条件 高原对内燃机电站的要求
QC/T 480 汽车操纵稳定性指标限值与评价方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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，一个周波的峰值与均方根值之比的绝对值。

注1：波峰系数是一个比值，标准正弦波的波峰系数为 $\sqrt{2}$ 。

注2：“均方根值”为在全国科技名词审定委员会公布的数学名词，同“方均根值”。

3.3

负载不平衡 phase voltage unbalance

最高相负载与最低相负载的功率差值。

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：

$$V_{UNB} = \max.\{V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\} - \min.\{V_{AN}, V_{BN}, V_{CN}\} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

V_{UNB} ——相电压不平衡，单位为伏[特]（V）；

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1 s的时间间隔内，交流峰值电压的最大值和最小值之差。

3.7

电压调制频谱 voltage modulation spectrum

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 frequency modulation spectrum

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均方根值。

在直流系统中，直流波形中交流分量的均方根值。

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：

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

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

脉动幅值 ripple amplitude

瞬态电压和稳态电压的最大差值的绝对值。

4 技术要求

4.1 总则

本文件规定的电气特性均是指在飞机地面供电连接器处的电气特性。除另有规定外，电源机组到飞机地面供电连接器的电缆长度应不小于10 m。

交流电压特性指三相交流供电系统中任一相的相电压特性。除另有规定外，所有交流电压指电压均方根值（ V_{rms} ），直流电压指电压平均值。

4.2 环境条件

4.2.1 输出额定功率的条件

在下列条件下，电源机组应能输出额定功率：

- a) 环境温度：-15 °C ~ +45 °C；
- b) 相对湿度：不大于 80%；
- c) 海拔高度：不超过 1000 m。

4.2.2 输出规定功率（允许修正功率）的条件

在下列条件下，电源机组应能输出规定功率并可靠工作：

- a) 环境温度：-30 °C ~ +55 °C；
- b) 相对湿度：10% ~ 100%（不凝露）；
- c) 海拔高度：不超过 4000 m。

4.2.3 功率和环境温度的修正

当电源机组实际运行条件与4.2.1规定不同时，其功率应按GB/T 21404的规定换算出实际运行条件下的发动机功率后再折算成的电功率，但此功率最大应不超过发电机的额定功率。

当电源机组运行的海拔高度超过1000 m（但不超过4000 m）时，环境温度的上限值按海拔高度每增加100 m，降低0.5 °C进行修正。

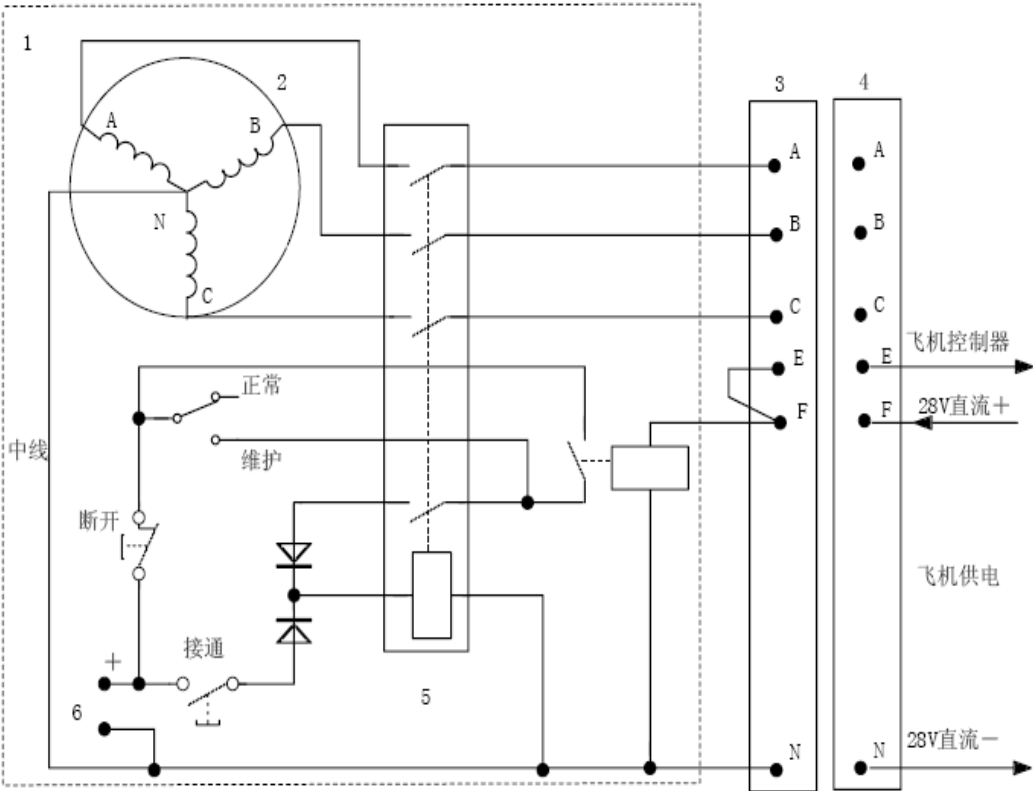
4.3 电气特性

4.3.1 交流电源

4.3.1.1 通则

交流电源应为三相四线，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，输出连接方式见图1。

空载时，输出电压应该可以调节以检查欠、过压保护装置正常动作。



- 标引符号说明：
- 1—典型交流地面电源；
 - 2—交流发电机；
 - 3—飞机地面供电连接器；
 - 4—飞机外部电源插座；
 - 5—交流电源输出接触器；
 - 6—28V直流控制电源。

图1 交流电源典型接线图

4.3.1.2 交流电源负载能力

交流电源负载能力为持续容量（kVA），应满足表1要求。
常用的交流地面电源机组额定容量为90 kVA、180 kVA等。

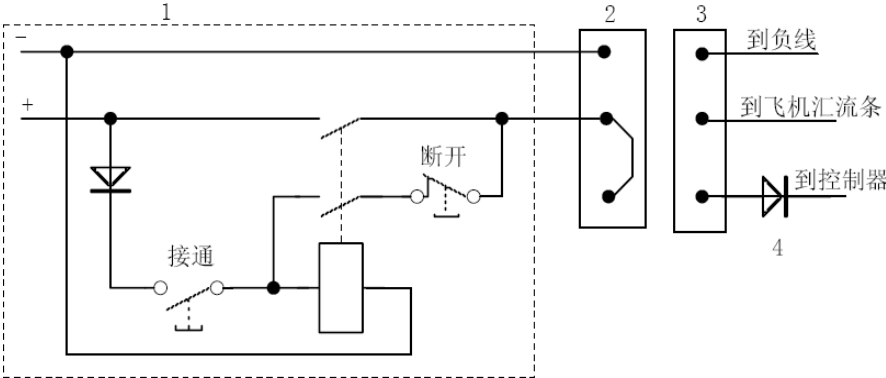
表1 交流电源负载能力

功率因数范围	持续，相对于额定容量（额定值百分比）	过载，相对于额定容量（额定值百分比） 持续工作时间		
		5 min	10 s	2 s
0.8（滞后）~1	80%	100%	—	—
0.7（滞后）~0.8（滞后）	100%	—	120%	150%
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 直流电源

4.3.2.1 通则

直流电源应为两线系统，正常额定输出电压为28 V，输出连接方式见图2。
空载时，输出电压应该可以调节以检查欠、过压保护装置正常动作。



标引符号说明：

- 1—典型直流地面电源；
- 2—地面电源插头；
- 3—飞机外部电源插座；
- 4—反极性保护。

图2 直流电源典型接线图

4.3.2.2 直流电源负载能力

直流电源机组通常为300 A、350 A、400 A、600 A、800 A五种规格。直流电源机组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。
直流电源机组的持续工作电流和飞机发动机启动电流额定值应明确标记，以供操作员检查。直流电源机组在启动飞机发动机工况下，飞机发动机启动电流额定值持续时间至少30 s，以适应短期、峰值电流涌入和发动机运行期间的过载。

表2 直流电源负载能力

直流电源机组规格 (A)	持续工作 电流 (A)	5 min过载 能力 (A)	启动飞机发动机工况	
			飞机发动机启动电流额 定值 (A)	最大电流持续时间 (s)
300	300	375	600~1200	2
350	350	440	700~1400	2
400	400	500	800~1600	2
600	600	750	1200~2000	2
800	800	1000	1200~2500	2

4.3.3 连接器

飞机地面供电连接器应符合GB/T 13536中要求。

4.3.4 电磁兼容

应使电源机组不受传导干扰或辐射干扰的不利影响，并符合GB/T 17799.2-2023的要求。电源机组产生的射频骚扰不应超出GB 17799.4-2022的要求。

4.3.5 交流稳态输出特性

4.3.5.1 稳态输出特性

在正常工作期间，飞机地面供电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	40 kVA以及40 kVA以下的电源
	0	1/6	40 kVA以上的电源
单相整流负载	0	1/9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)	—
注1：在所有的条件下，附加的负载可以是阻性的； 注2：在电源的容量限制条件下，以上的情况可能同时出现。			

4.3.5.2 稳态电压特性

4.3.5.2.1 通则

在表3规定的所有负载特性条件下，交流电源机组稳态电压特性应满足表4的规定。如果交流电源有多组输出时，则所有连接器处的特性均应满足表4的规定。

表4 115V/200V 交流电源稳态电压特性

项目		飞机地面供电连接器处特性	
		零到额定负载	额定负载到过载
稳态条件		见 4.3.5.1	
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	—
	交流畸变系数	5%，符合图 4	—
	畸变频谱	符合图 4	—
频率	稳态频率	395 Hz~405 Hz	390 Hz~410 Hz
	频率调制频谱	符合图 5	—

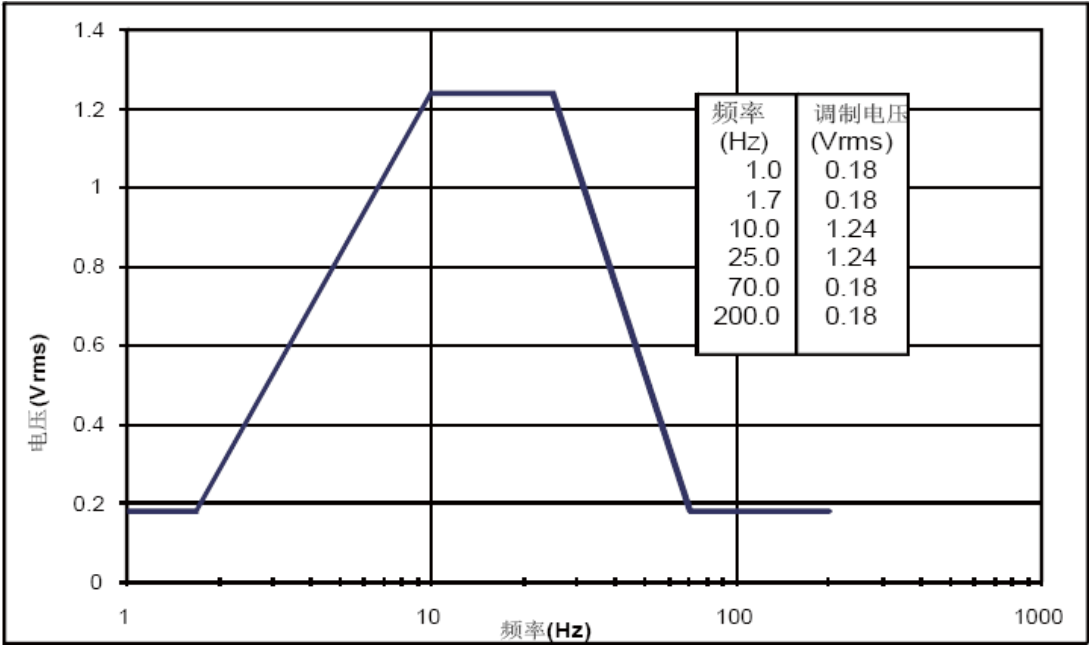


图3 电压调制频谱极限

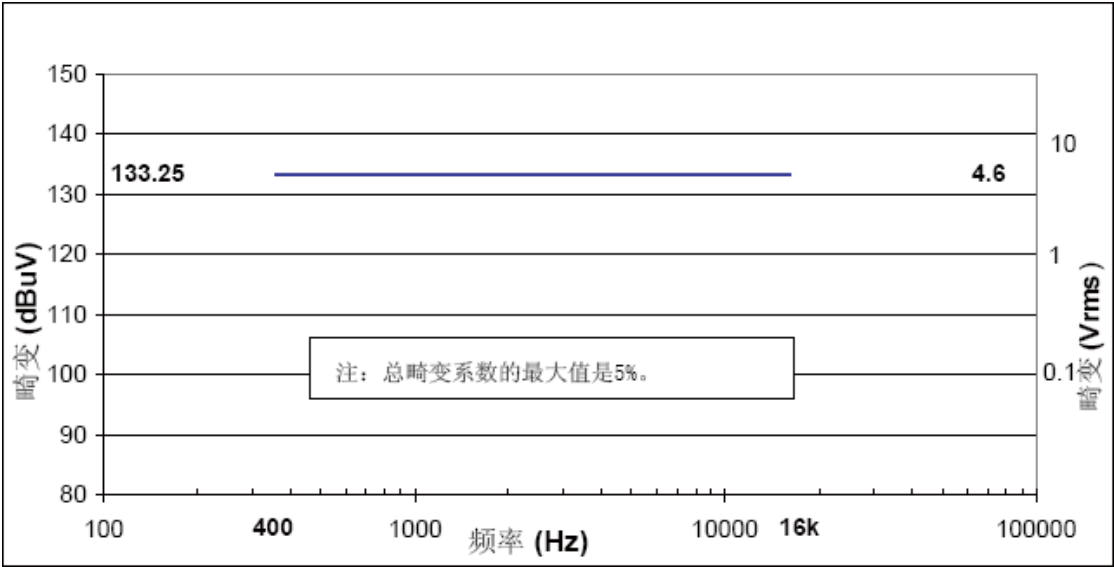


图4 电压畸变频谱极限

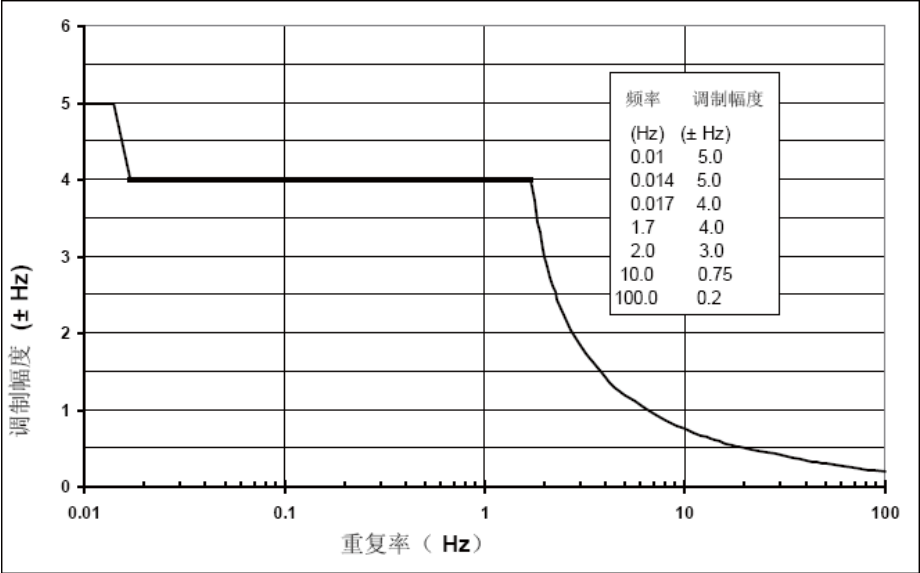


图5 频率调制频谱分量极限

4.3.5.2.2 相序

三相之间的相位关系应符合图6要求。

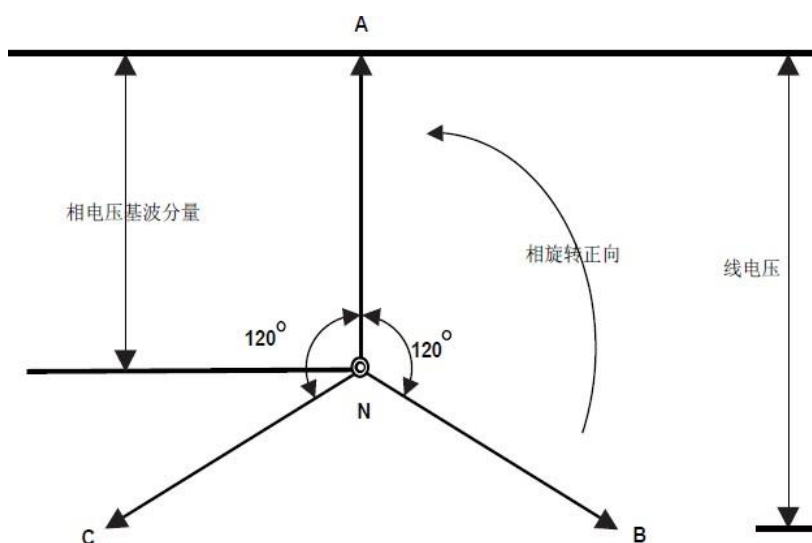


图6 相序关系矢量图

4.3.5.2.3 最高相电压限制

在负载不平衡时，应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。

4.3.5.2.4 电缆压降补偿特性

为保持连接器处电压稳定，根据负载的电流和功率因数，增加电源机组的输出电压，以补偿输出线路上的电压降。电源应具有电缆压降补偿特性。

4.3.6 交流瞬态输出特性

4.3.6.1 交流瞬态负载特性

在正常（无故障）工作期间，飞机地面供电连接器处的交流瞬态负载特性如下：

- 表1 容量限制范围内的三相平衡负载突变；
- 电机负载启动：低负载加上低功率因数（典型值为0.4滞后~0.6滞后）电机负载启动，总负载功率不超过电源机组的输出能力；
- 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；
- 当首次供电时，负载持续（1~3）个周期的浪涌电流（约300%）并在150 ms内衰减到稳态水平。

4.3.6.2 交流瞬态电压特性

在4.3.6.1交流瞬态负载条件下，电源的交流瞬态电压特性应保持在图7的极限内。

4.3.6.3 交流瞬态频率特性

在4.3.6.1交流瞬态负载条件下，电源的瞬态频率特性应保持在图8的极限曲线内。

4.3.6.4 不中断电力传输（NBPT）限制

在不中断电源转换过程中，电源机组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：在最大时间100 ms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。当超出中断转换的条件规定时，电源机组的保护装置应能动作并退出不中断电源转换过程。

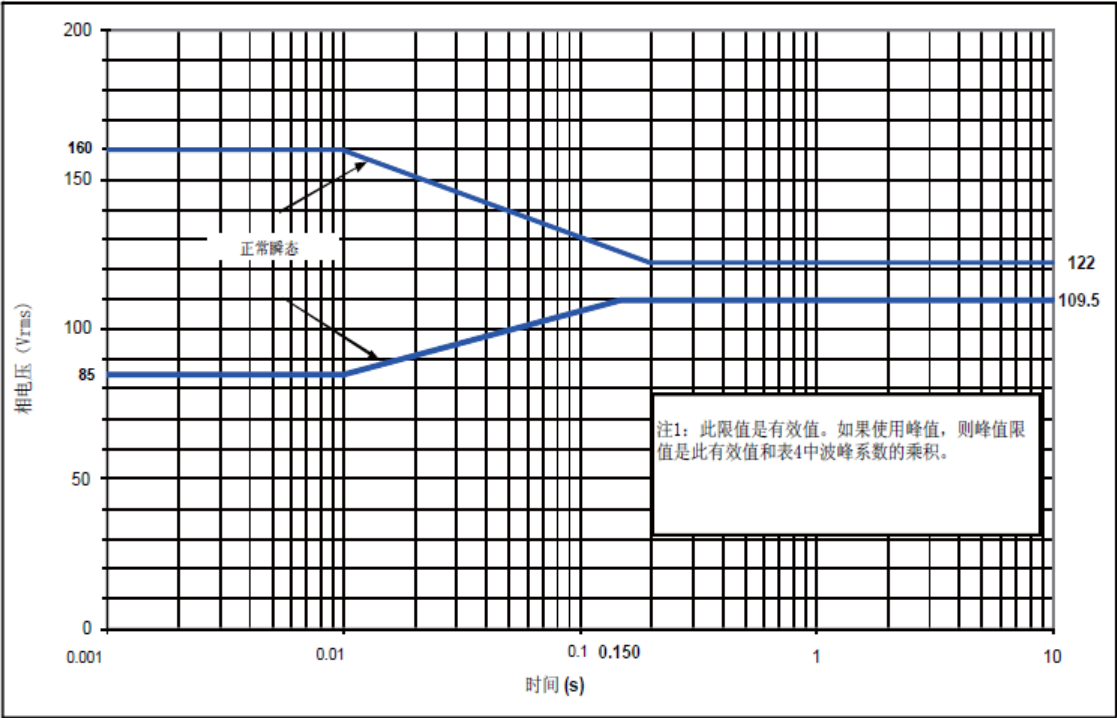


图7 交流瞬态电压极限

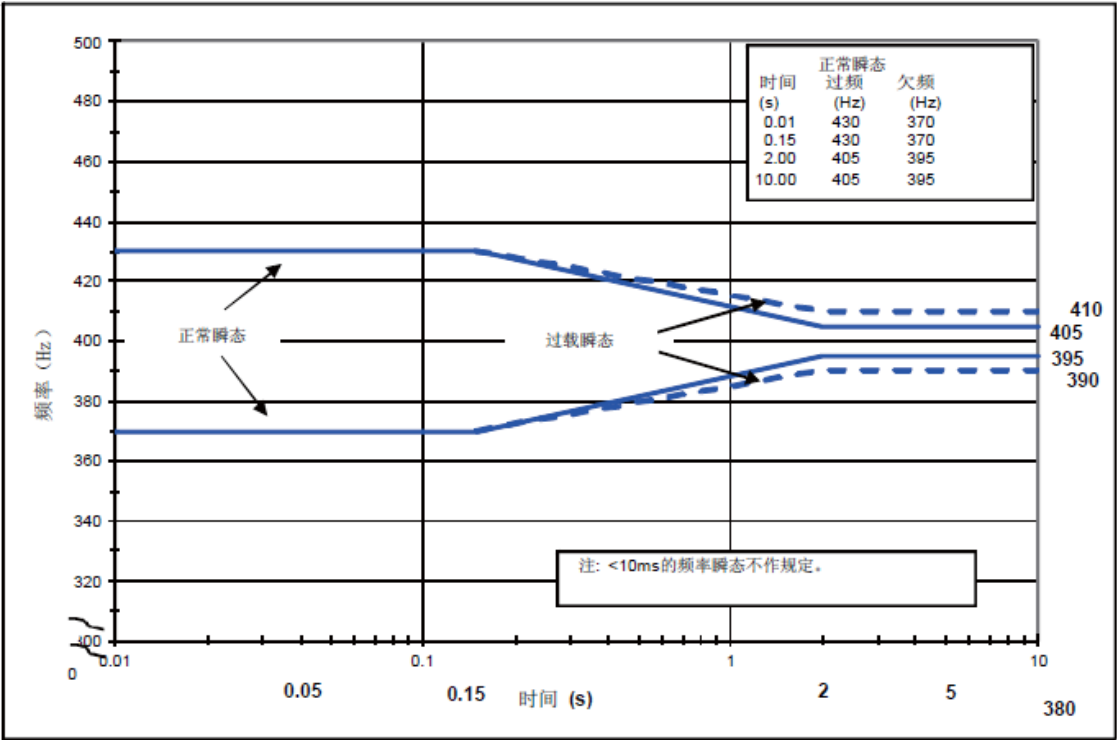


图8 交流瞬态频率极限

4.3.7 直流稳态输出特性

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

表5 28V 直流稳态输出特性

项目	飞机地面供电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	
直流电压值	24 V~29.5 V
电压波形	
脉动幅值	2 V
畸变系数	3.5%
畸变频谱	符合图9

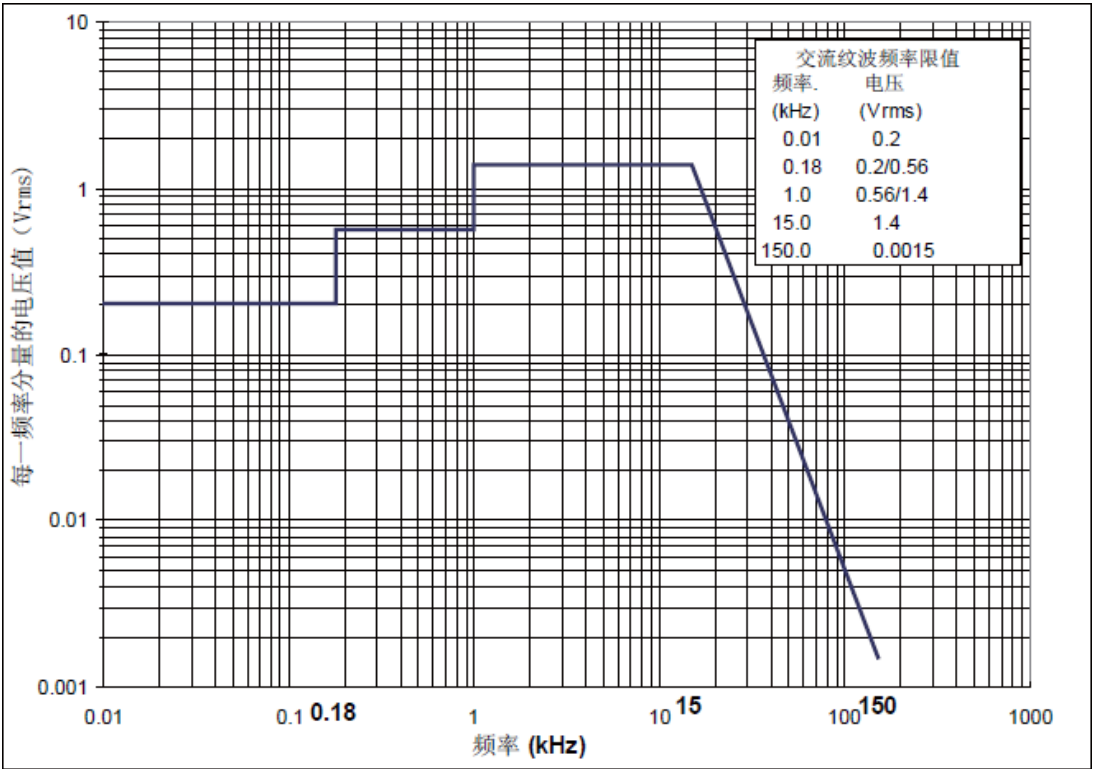


图9 28V 直流系统畸变频谱

4.3.8 直流瞬态输出特性

4.3.8.1 直流瞬态负载特性（非发动机启动）

在正常工作期间，飞机地面供电连接器处的直流瞬态负载包含突加和突减不超过额定持续工作电流的负载。

4.3.8.2 直流瞬态电压特性

电源机组的直流瞬态电压应保持在图10所示的极限内。

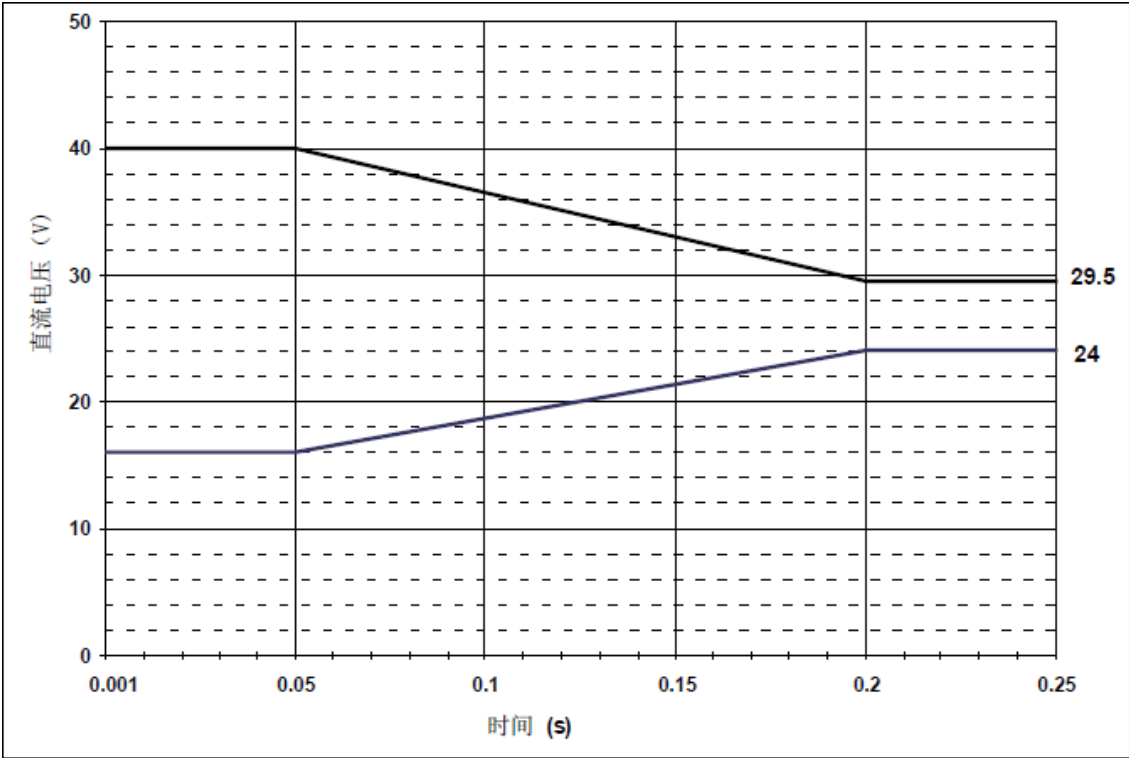


图10 直流瞬态电压极限

4.3.8.3 飞机发动机启动特性

飞机发动机启动期间，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，应符合电源机组产品技术文件的规定。

4.4 保护与监测系统

4.4.1 电气保护

4.4.1.1 通则

交流电源输出的保护项目应符合4.4.1.2的规定，直流电源输出的保护项目应符合4.4.1.3的规定，这些保护功能既应保护人身安全、电源机组，也应确保和飞机的保护功能协调。当某一项保护电路动作后，电源机组与飞机的连接应保持断开，直到手动复位。应根据需要设置声光信号。

4.4.1.2 交流系统保护

4.4.1.2.1 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，保护系统应切断电源机组向飞机供电。

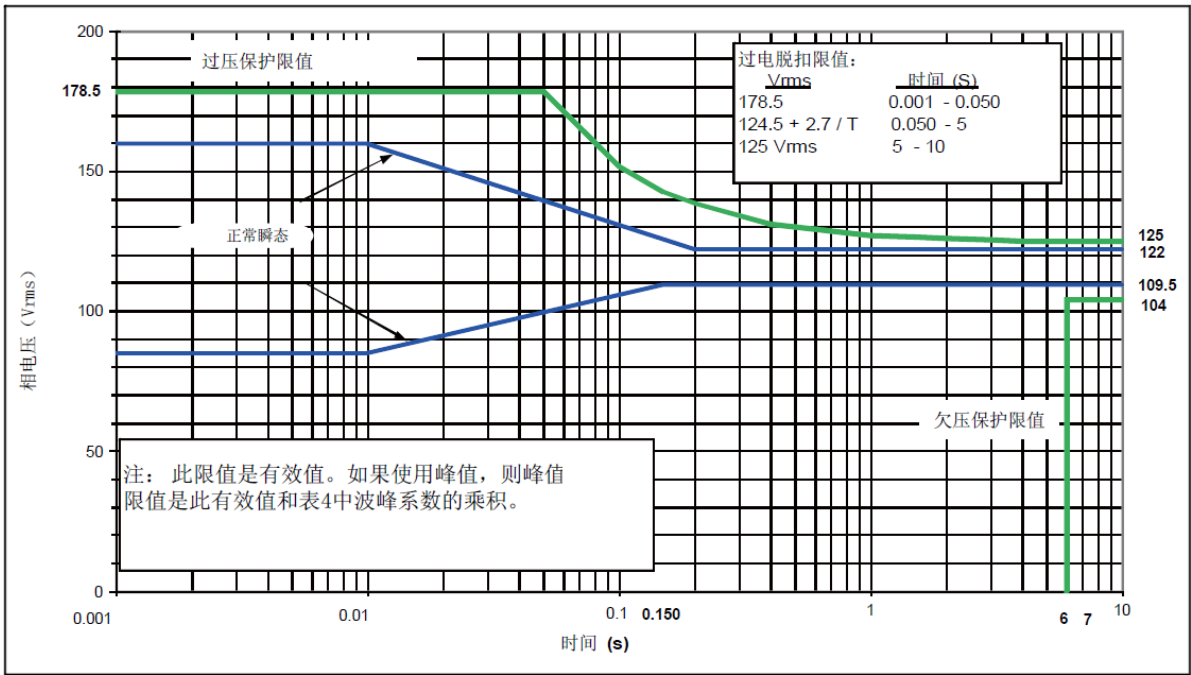


图11 交流电压保护极限

4.4.1.2.2 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，保护系统应切断电源机组向飞机供电。

4.4.1.2.3 过频率与欠频率

当电源机组的输出频率超出380 Hz~420 Hz范围时，保护系统应延时2 s~3 s动作，切断电源机组向飞机供电。当频率低于350 Hz时，延时应小于0.2 s。

4.4.1.2.4 过电流与短路

当负载时间特性超过表1中要求时，过电流保护系统应动作，切断电源机组向飞机供电。过电流保护特性应符合设计文件。如果电源机组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，以保护电源机组。

多路输出电源机组的所有输出支路，应具有单独的过电流保护功能。电源机组只能将出现过电流现象的支路断开。

4.4.1.2.5 相序

在电压相序不符合图6的要求时，保护系统应切断电源机组向飞机供电。

4.4.1.2.6 中线开路

电源机组应具备中线开路保护功能，当检测到中线开路时，保护系统应切断电源机组向飞机供电。

4.4.1.2.7 接地故障

电源机组输出中线不接地时，应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（持续时间不超过1 s），保护装置应动作，将电源机组和飞机电气系统断开。

4.4.1.3 直流系统保护

4.4.1.3.1 过电压

当电压超出图12所示最大电压保护限值之前，保护系统应动作，切断电源机组向飞机供电。

4.4.1.3.2 欠电压

当电压低于图12所示最小电压保护限值之前，保护系统应动作，切断电源机组向飞机供电。如果电源机组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。

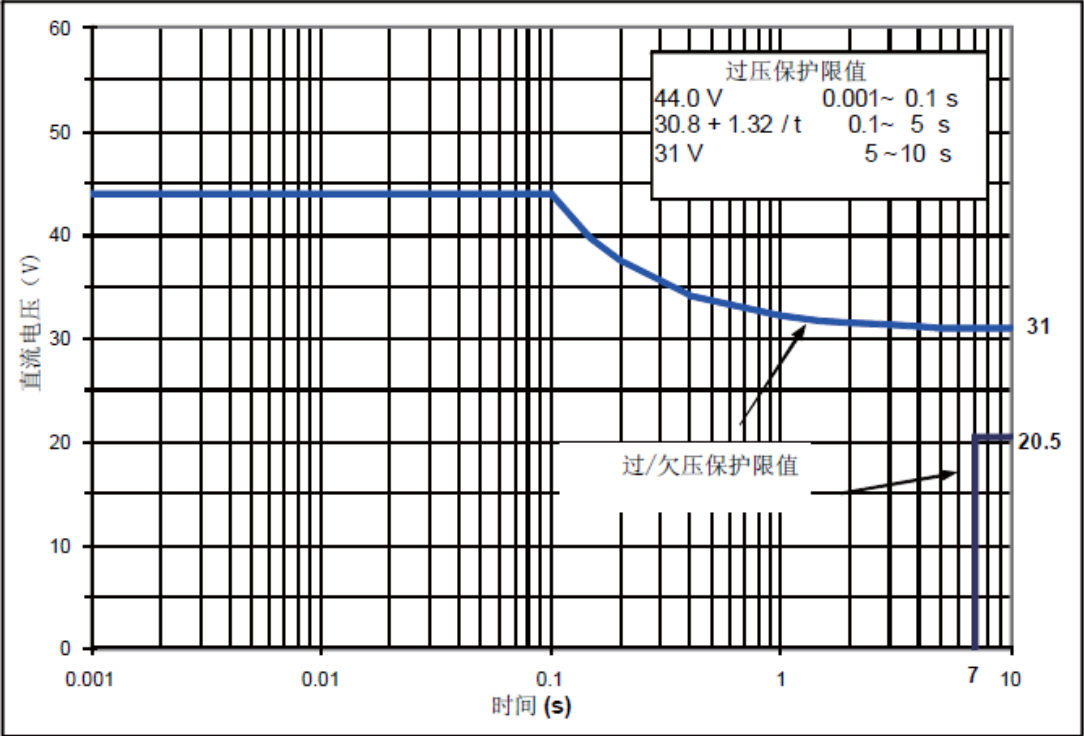


图12 直流电压保护极限

4.4.1.3.3 反极性

当输出电压极性不正确时，反极性保护应切断电源机组向飞机供电。

4.4.1.3.4 反流

当反向电流大于电源机组额定输出电流的5%时，反流保护应切断电源机组向飞机供电。不应使用飞机供电系统启动电源机组的内燃机。

4.4.1.3.5 过电流和短路

直流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电源机组产品技术文件的规定来确定；短路保护应能在短路故障发生时立即切断电源机组与飞机电气系统连接。

对具备发动机启动的电源，输出电流限值的最大允差为±10%。

4.4.2 机械保护

电源机组一般应有下列机械保护装置，各项保护值按配套的内燃机产品技术条件规定：

- a) 机油压力低保护；
- b) 冷却介质温度高保护；
- c) 内燃机过速保护。

4.4.3 监测与通讯

电源机组应具有对运行状态数据及故障自检功能，并对运行状态数据进行实时记录、存储和传输功能。在电源关闭或供电中断后，电源机组的信息存储单元应保留已采集的信息，且能存储不少于30天的信息。

电源机组应配置运行状态在线监控系统或预留远程管理接口，以使用户采集数据使用。电源机组的通信协议应是开放性的。

4.5 控制电路与联锁供电

4.5.1 控制电路

除另有规定外，电源机组应通过飞机地面供电连接器与飞机配电系统相连接。交流电源的控制电路应符合图1的要求；直流电源的控制电路应符合图2的要求。

4.5.2 交流电源机组的飞机供电联锁

电源机组应能向飞机至少2.5 s持续供电，以等待飞机的联锁信号反馈。当飞机联锁信号有效时，电源机组才能给飞机供电。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，电源机组不应通过此连接线给飞机供电。当飞机联锁信号无效时，电源机组应在0.25 s内和飞机电气系统断开。电源机组应能允许至少持续50 ms飞机联锁信号瞬时中断。

4.5.3 工作模式

电源机组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。

电源机组工作模式转换或控制器件应具备防止误操作措施。当联锁信号存在时，机组应自动恢复到正常模式。

4.6 安全要求

4.6.1 机械安全

4.6.1.1 过热保护

电源机组应具有过热保护措施，以确保安全可靠的运转。

4.6.1.2 管路设备

管路设备应无漏水、漏油、漏气现象，燃油箱、燃油管路应远离发热部位。

4.6.1.3 燃油箱

电源机组的燃油箱容量应能保证额定工况下连续运行至少4 h。燃油箱加油口设置应方便加油操作。加油口的设置应避免燃油溅到电气或内燃机组件上。

4.6.1.4 排气

内燃机的排气管应避开燃油系统和电气系统部件。排气管应设置隔离罩，防止直接和泄漏物相接触，排气方向应避免伤害飞机。

4.6.1.5 防外来物吸入

应在电源机组的进风口设置防止外来物进入设备的防护装置。

4.6.1.6 操作面板

操作面板上应装有操作电源机组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，布置合理，便于操作和读数。操作面板应能防止雨水的侵袭。

4.6.1.7 人性化设计

电源机组应操作方便。即使在恶劣天气条件下也可以轻松操作。对于手指操作的操纵装置，两相邻操纵装置中心线之间的最小距离为25 mm(有间隔物时为18 mm)。

4.6.1.8 灭火器

电源机组应配备至少1个质量为8 kg的干粉灭火器。灭火器应安放在醒目、安全、取用方便的位置。

4.6.1.9 温升

电源机组各部件温升应符合各自产品规范的规定。电源机组的中频发电机组各绕组的实际温升应不超过GB/T 755-2019中表9的规定值。

4.6.2 电气安全

4.6.2.1 过载

为防止电气过载，电源机组应符合本文件所述的电气性能和保护的要求。

4.6.2.2 故障状态

在故障状态下，电源机组的主开关应能将电源机组与飞机电气系统断开。此主开关的设计应首先考虑电气安全。

4.6.2.3 应急按钮

电源机组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，应能立即将电源机组与飞机电气系统断开并立即停机；不应采用软件检测、控制的方式使电源机组与飞机电气系统断开。应急按钮应符合GB 16754中类型0或类型1的要求。

4.6.2.4 启动要求

4.6.2.4.1 常温启动

电源机组在常温（柴油机组不低于5℃，增压柴油机组不低于10℃）下，最多应不超过3次启动，实现电源机组运行。

4.6.2.4.2 低温启动

电源机组在环境温度为-30℃时，应能采用低温启动措施，在30 min内顺利启动电源机组，并且启动后3 min内应能带负载运行。

4.6.3 人员安全

4.6.3.1 通则

电源机组应对操作者及附近的人员提供安全保障，机械电气安全应符合GB 5226.1、GB/T 15706、GB/T 17045以及本文件的要求。

带电体、旋转部件和发热表面应有防护措施，并应设置明显的警示标识。

4.6.3.2 防触电

飞机地面电源机组应设置门锁，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。如果电压在停机后缓慢衰减，则应具有适当的警告标识或防护盖。

4.6.3.3 防电弧

在正常工作模式下，电源机组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。

4.6.3.4 噪声

应采取抑制噪声的措施，使距电源机组7 m、距地面高1 m处的噪声声压级不大于85 dB（A）或产品专用技术条件的规定。

4.6.3.5 振动

电源机组应有减震装置，机组各测点处的位移、速度和加速度的有效值限值按GB/T 21426—2008表1的规定。

4.6.3.6 绝缘电阻

电源机组的热态绝缘电阻值应不低于表6的规定。

表6 绝缘电阻值

单位：兆欧

项目	部位	条件		交流电源机组	直流电源机组
冷态绝缘电阻	电源机组各独立电气回路对地及回路间	环境温度	15℃～35℃	2	1
		相对湿度	45%～75%		
		环境温度	25℃	0.33	0.33
		相对湿度	100%		
热态绝缘电阻		—		0.5	0.33

4.6.3.7 耐电压

电源机组的各独立电气回路对地及回路间应能承受试验电压数值为表7规定、频率为50 Hz、波形为实际正弦波、保持1 min的绝缘介电强度试验而无击穿或闪络现象。

表7 耐电压值

单位：伏特

部位	试验电压	
	交流电源	直流电源
一次回路对地	1200	750
一次回路对二次回路	1200	750
二次回路对地	750	750

4.6.4 底盘安全

电源机组底盘安全应符合附录A的要求。

4.6.5 设计要求

4.6.5.1 湿热和抗霉菌

电源机组应能在湿热和霉菌环境下正常工作。

4.6.5.2 金属部件的抗锈蚀性

电源机组的金属部件应具有防锈蚀措施。

4.6.5.3 工艺

电源机组外观应无瑕疵、毛刺、毛边；尺寸、圆角半径、部件标志应精确；焊接、烤漆、绕线和铆接应完整；螺钉、螺栓等零件应紧固。

电源机组应具有防雨淋措施。

4.6.5.4 可靠性和维修性

电源机组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。

电源机组应易于维修，其任何部件用通用工具就可维修。各部件应易于拆卸、搬运。

4.6.5.5 互换性

电源机组的零、部、整件应具有互换性。

4.6.5.6 指示仪表

电源机组的指示仪表应显示输出电压、电流及频率等内容。

4.6.5.7 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。

4.6.5.8 结构

4.6.5.8.1 电源机组的质量应符合设计要求。

4.6.5.8.2 电源机组的电气安装应符合电气原理图，各接线端应有不易脱落的明显标志。

4.6.6 油耗

电源机组的燃油消耗率和机油消耗率应符合制造商设计要求。

4.6.7 环保要求

电源机组上装内燃机排气污染物排放限值应符合GB 20891的要求。

4.6.8 安全装置要求

对于带有底盘的电源机组，应在明显位置安装符合标准的C型低光强航空障碍灯，厢体后面及侧面应设有红白相间的反光标识。

5 试验方法

5.1 测试环境、仪器、仪表

在4.2规定的环境条件下，进行各项性能的测试（应记录各项试验时的环境温度、相对湿度及大气压力）。

检验时使用的仪器、仪表应在有效的校准日期内。所有测量仪表的最低精确度等级为0.5级，其他测量仪器、设备应有相应的精确度等级。

5.2 检查外观

目视检查电源机组的外观是否符合4.6.5的规定。

5.3 测量质量

在装备齐全、油和水加足的条件下，测量电源机组的质量应符合产品技术文件的要求。

5.4 测量外形尺寸

测量电源机组的外形尺寸应符合产品技术文件的要求。

5.5 检查连接器

检查飞机地面供电连接器出厂合格证或检测报告等证明文件，尺寸和性能应符合GB/T 13536的规定。

5.6 检查灭火器

检查灭火器的配备应符合4.6.1.8的规定。

5.7 检查应急按钮

检查应急按钮应符合4.6.2.3的规定。

5.8 检查交流电源带负载能力

电源机组按表8规定的负载和时间运行，记录电源机组交流电压、电流、频率、功率、功率因数及内燃机参数。电源机组交流电源带负载能力应符合4.3.1.2的规定。

表8 交流电源机组负载能力测试条件

时间	负载 (相当于额定容量的百分比)	功率因数
2 h	80%	1.0
5 min	100%	1.0
10 s	120%	0.7 (滞后)
2 s	150%	0.7 (滞后)

5.9 检查直流电源带负载能力

电源机组按表9规定的负载和时间运行，记录电源机组直流电压、电流及内燃机参数。电源机组直流电源带负载能力应符合4.3.2.2的规定。

表9 直流电源负载能力测试条件

时间	负载 (相当于额定容量的百分比)
10 min	25%
10 min	50%
10 min	75%
120 min	100%

5.10 测量交流稳态输出特性

5.10.1 测量的项目

在冷态和热态时，整定电源机组的电压、频率至额定值，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、稳态频率以及频率调制频谱。在以下负载条件下，交流稳态输出特性都应符合4.3.5.2.1中表4的要求。

出厂检验时可只在冷态下测量。

5.10.2 负载条件

5.10.2.1 平衡线性负载

平衡线性负载测试点相关要求见表10。

表10 平衡线性负载测试点

负载 (相当于额定容量的百分比)	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)

5.10.2.2 不平衡线性负载

负载的相电流值及功率因数见表11。出厂检验时，可只测量表11中序号4项。

表11 不平衡线性负载测试点

序号	A相负载		B相负载		C相负载	
	电流 (相对额定电流的比例)	功率因数	电流 (相对额定电流的比例)	功率因数	电流 (相对额定电流的比例)	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)	0.8	1	0.8	1	0.8

注：表中“U”为允许的不平衡度，不大于于40kVA的电源：U=1/3；大于40kVA的电源：U=1/6。

5.10.2.3 非线性负载

电源机组可加不同的线性和非线性负载，负载的功率及功率因数见表12。出厂检验时，可不测量此项。

表12 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	12脉波 具有恒定功率 特性三相负载	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 (相对额定容量 的比例)	功率因数	功率 (相对额定容量 的比例)	功率 (相对额定容量 的比例)	功率 (相对额定容量 的比例)	功率 (相对额定容量 的比例)	功率 (相对额定容量 的比例)	功率 (相对额定容量 的比例)
1/2	0.8	1/6	0	0	0	0	0
1/3	0.8	0	1/3	0	0	1/9	1/9
1/3	1	1/6	1/3	0	0	0	0
1/2	1	0	1/3	0	0	0	0
1/3	1	1/6	0	0	1/9	0	0
1/3	0.8	0	0	0	0	1/9	1/9

5.10.3 检查相序

用相序表在飞机地面供电连接器的输出端检查相序是否符合4.3.5.2.2的规定。

5.11 测量交流瞬态特性

5.11.1 测试的项目

在冷态和热态时，整定电源机组的电压、频率至额定值，在不同负载条件下记录交流瞬态电压和瞬态频率。瞬态电压应符合4.3.6.2的规定，瞬态频率应符合4.3.6.3的规定。

5.11.2 负载条件

5.11.2.1 突变负载测试

分别在冷态和热态，突加、突减表13负载。出厂检验时，可只测试负载从0突加至100%、从100%突减至2%，负载功率因数为0.8（滞后）。

表13 突变负载测试点

功率 (相对额定容量的百分比)	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%~2%	0.8（滞后）

5.11.2.2 电动机启动负载测试

在预加负载的基础上再突加低功率因数的电动机启动负载，预加负载和电动机启动负载见表14。出厂检验时，可不测量此项。

表14 电动机启动负载测试点

预负载		发电机启动负载		
功率 (相对额定容量的百分比)	功率因数	功率 (相对额定容量的百分比)	功率因数	时间s
65%	1	100%	0.50	10
80%	0.80	66%	0.55	2

5.11.3 检查不中断电力（NBPT）传输限制

将额定容量不小于试验电源机组，额定电压、频率与试验电源机组相同的另一台电源机组在相位差不超过 $\pm 30^\circ$ 、频率差不超过 ± 2 Hz、电压差不超过 ± 10 V的条件下与试验电源机组并联运行，电源机组应能正常工作，最大持续时间应不超过100 ms。在此过程中，检测输出电压、频率特性，应符合4.3.6的规定。

如果相位差、频率差、电压差中任一条件满足不了上述要求，电源机组应立即保护。

5.12 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4.3.7的规定。

5.13 测量直流瞬态输出特性

5.13.1 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，应符合4.3.8的规定：

- 负载功率从 0 突加至 50%的额定负载；
- 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。

5.13.2 发动机启动特性

在持续电流的基础上,再突加总电流达到4.3.2.2规定的最大发动机启动电流,测量负载突变时的最小电压值,最小电压值应满足电源机组的规定值。

5.14 检查保护和监测装置

5.14.1 交流过电压保护

在空载条件下调节电源机组相电压,在图11过电压保护极限范围内,检查过电压保护装置是否符合4.4.1.2.1的规定。

出厂检验时可只测输出电压突变至125 V的工况。

5.14.2 交流欠电压保护

在空载条件下调节电源机组相电压,在图11欠电压保护极限范围内,检查欠电压保护装置是否符合4.4.1.2.2的规定。

5.14.3 过频率保护

在空载条件下调节电源机组频率,使其升至420 Hz,检查过频率保护装置是否符合4.4.1.2.3的规定。

5.14.4 欠频率保护

在空载条件下调节电源机组频率,使其降低至380 Hz、350 Hz,检查欠频率保护装置是否符合4.4.1.2.3的规定。

5.14.5 交流过电流保护

在空载条件下调节电源机组电压至额定值,增加负载电流到电源机组规定的过电流值,检查过电流保护装置是否符合4.4.1.2.4的规定。

多路输出的电源机组,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脱开,其它支路应正常供电。

5.14.6 交流短路保护

交流电源机组正常工作期间,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。

多路输出的电源机组,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。

5.14.7 相序保护

将交流电源机组输出端口的任意两相互换,启动电源机组,电源机组的保护电路应立即动作。

5.14.8 中路开线保护

在空载条件下调节电源机组电压至额定值,断开输出的中线,检查中线保护装置是否符合4.4.1.2.6的规定。

5.14.9 接地故障保护

在空载输出条件下启动电源机组,正常工作后,在中线和机壳间施加峰值不超过50 V(持续时间不超过1 s)的交流或直流电压,接地故障保护电路应立即动作,将电源机组与飞机电气系统断开。

5.14.10 直流过电压保护

在空载条件下调节电源机组电压，在图12过电压保护极限范围内，检查直流电源过电压保护装置是否符合4.4.1.3.1的规定。

5.14.11 直流欠电压保护

在空载条件下调节电源机组电压，在图12欠电压保护极限范围内，检查直流电源欠电压保护装置是否符合4.4.1.3.2的规定。

5.14.12 反极性保护

将输出正极、负极互换，启动电源机组，检查极性保护装置是否符合4.4.1.3.3的规定。

5.14.13 反流保护

对电源机组施加5%的反流电流，检查反流保护装置是否符合4.4.1.3.4的规定。

5.14.14 直流过电流保护

在空载条件下调节直流电源电压至额定值，增加负载电流到电源机组规定的过电流值，检查过电流保护装置是否符合4.4.1.3.5的规定。

5.14.15 直流短路保护

在空载条件下调节直流电压至额定值，短接输出的正极、负极，检查过电流保护装置是否立即动作。

5.14.16 机油油压低保护

在空载条件下，采用模拟试验方法，检查机油压力低保护装置是否符合4.4.2的规定。

5.14.17 冷却介质温度高保护

在空载条件下，采用模拟试验方法，检查冷却介质温度高保护装置是否符合4.4.2的规定。

5.14.18 过速度保护

在空载条件下调节电源机组电压、转速至额定值，渐增内燃机的转速达到产品规范中规定的过速度值，检查过速度保护装置是否符合4.4.2的规定。

5.14.19 检查监测与通讯功能

检查电源机组的监测和通讯功能是否符合4.4.3的要求。

5.14.20 检查防外来物吸入功能

检查电源机组的进风口是否设置防止外来物进入设备的保护装置。

5.14.21 检查操作面板

检查操作面板等是否符合4.6.1.6的要求。

5.14.22 检查防触电

检查防触电措施是否符合4.6.3.2的要求。

5.14.23 检查防电弧

检查防电弧措施是否符合4.6.3.3的要求。

5.15 测量燃油消耗率和机油消耗率

5.15.1 燃油消耗率

在交流负载额定工况下，测量燃油消耗量，并记录相应的耗油时间、输出功率、环境参数。按公式（3）计算燃油消耗率：

$$g_e = \frac{3600G_e}{t_e P} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

g_e ——燃油消耗率的试验值，单位为克每千瓦时(g/kW·h)；

G_e ——燃油消耗量，单位为克(g)；

t_e ——燃油消耗时间，单位为秒(s)；

P ——电源机组输出功率，单位为千瓦(kW)。

5.15.2 机油消耗率

在额定工况下，用测量仪测量机油消耗量，并记录相应的耗油时间、输出功率、环境参数。按公式(4)计算机油消耗率：

$$g_j = \frac{3600G_j}{t_j P} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

g_j ——机油消耗率的试验值，单位为克每千瓦时(g/kW·h)；

G_j ——机油消耗量，单位为克(g)；

t_j ——机油消耗时间，单位为秒(s)；

P ——电源机组输出功率，单位为千瓦(kW)。

5.16 检查飞机联锁供电功能

将电源的“正常/维护”开关置于“正常”位，交流电源按照图1检查电源机组与飞机联锁供电功能，直流电源按照图2检查电源机组与飞机联锁供电功能。

5.17 检查各指示装置

在空载和额定负载两种状态下，检查电源机组各指示装置是否准确。

5.18 检查电磁兼容性

电磁兼容性试验按GB/T 17799.2-2023第9章和GB 17799.4-2022第9章的规定进行。

5.19 测量温升

电源机组允许在连续运行试验插入进行，如果停机测量，其停机时间应小于5 min。测量方法按GB/T 755-2019的规定进行。

5.20 检查常温启动性能

在常温冷态下，分别启动电源机组3次，每次间隔2 min，电源机组应能启动成功。

5.21 检查低温启动性能

电源机组置于规定的温度环境中（允许在常温下），低温启动装置的电路、管路、油路等均应畅通。

5.22 测量噪声

将电源机组置于典型的反射噪音的混凝土或无孔沥青地面上，从电源机组到与之相邻的实验室墙壁的距离应为电源机组到测头距离的两倍。电源机组在功率因数为0.8（滞后）、75%额定电流的工况下稳定运行。

在上述条件下，按GB/T 20136的规定进行噪声测试。

5.23 测量振动值

用测振仪测量电源机组在功率因数0.8（滞后）、75％额定负载、半载、空载的工况下各测点横、纵及垂直方向的振幅，测量时电源机组应置于水泥地面上，周围无其它振动源。
测量方法和测量部位按GB/T 20136的规定进行。

5.24 测量绝缘电阻

5.24.1 电源机组处于冷态、热态时测量各独立电气回路对地及回路间的冷态绝缘电阻；出厂试验时允许只测量在当时试验环境条件下的冷态绝缘电阻。
用兆欧表测量（见表 15），待兆欧表指示稳定后读数。

表15 兆欧表规格选择

单位：伏特

被测回路额定电压	兆欧表规格
<100	250
100～500	500

测量时，各开关处于接通位置，半导体器件、电容器等均应拆除或短接。

5.25 耐电压试验

合格性检验时，在热态绝缘电阻测定合格的热态下进行；出厂检验时，可在冷态绝缘电阻测定合格后的冷态下进行。试验电源的频率为50 Hz，电压波形为实际正弦波，电压数值按表7规定；试验变压器的容量对每千伏试验电压应不小于1 kVA。进行各独立电气回路对地绝缘介电强度试验时，试验电压加于被试回路与接地螺钉之间；进行回路相互间的绝缘介电强度试验时，试验电压加于回路之间。
正确接线后，接通试验电源并均匀升压，一般可考虑从试验电压全值的1/2升到全值的时间在10 s～15 s为宜，当电压升到全值试验电压时，开始计算耐压时间，满1 min后均匀降压，待电压降到全值电压的1/3后切断电源。将被试验回路对地放电。
试验过程中，如果发现电压表指针摆动很大，毫安表指示急剧增加，绝缘冒烟或有放电声响等现象，应立即降低电压，切断电源，对地放电后进行检查。
测量时，将内燃机的电气部分、半导体器件、电容器等均应从回路中拆除或短接。

5.26 检查底盘安全

按照附录B的要求进行底盘安全检测。

5.27 检查环保要求

检查发动机型式核准证书或者3C证书，应符合4.6.7的要求。

5.28 检查安全装置要求

检查带有底盘的电源机组，应符合4.6.8的要求。

5.29 低温试验

将电源机组加满低温用燃油、机油、防冻冷却液（内燃机为水冷）并配备好容量充裕的蓄电池（内燃机为电启动）后，静置于-30℃的自然条件下或低温试验室内12 h。12 h后按5.24规定测量各独立电气回路对地及回路间的冷态绝缘电阻，确认其满足要求。
启动电源机组的预热装置，按产品使用说明书的规定，当机油、防冻冷却液温度值达到允许启动发动机的情况下启动电源机组。
电源机组启动成功后，使电源机组在空载、额定电压和频率下运行，直到机油、防冻冷却液温度值达到允许带额定负载为止，按5.10规定测量稳态电压范围、稳态频率范围。检查塑料件、橡胶件、金属件，均应无断裂现象。

5.30 高温试验

在55℃的自然条件下或高温试验室内进行；电源机组与试验室墙壁的距离不小于1 m。

电源机组在高温环境中静置6 h后，在额定工况下连续运行至热态，按5.10规定测量电源机组在热态下的稳态电压范围、稳态频率范围。在连续运行至热态的过程中，每隔30 min记录一次电气、内燃机各参数。

在电源机组连续运行规定的时间后，紧接着按产品规范规定的过电流和时间进行过电流运行，每隔30 min记录一次电气、内燃机各参数。

5.31 湿热试验

将完整性符合出厂合格品规定的不包装、不工作的电源机组置于满足GB/T 20136规定的湿热室内，经受40℃、12周期的交变湿热作用。

5.32 长霉试验（零部件）

将符合出厂合格品规定的线路板和金属部件取样，置于GB/T 2423.16规定的试验条件内经受28 d暴露作用。28 d暴露作用期满后，将线路板和金属部件自试验条件内移出，检查并记录霉菌生长情况，确认其满足产品规范要求。

5.33 盐雾试验

将符合出厂合格品规定的线路板和金属部件取样，置于GB/T 2423.17规定的试验条件内24 h，移出后检查并记录部件上锈蚀情况，确认其满足产品规范要求。

5.34 淋雨试验

电源机组在满足GB/T 20136规定的雨淋条件下承受连续2 h雨淋后，保持该雨淋条件，启动并整定电源机组在额定工况下1 h，记录相关数据。

关闭雨淋装置，检查电源机组是否有渗透的痕迹或破坏，检查电源机组是否运行正常。

5.35 可靠性和维修性试验

将符合出厂合格品要求的电源机组置于一般性能实验室内或其他场所，整定电源机组在额定工况下连续规定工况运行，记录电气、内燃机各参数。按GB/T 20136的规定进行电源机组的平均故障间隔时间和平均修复时间的测试，其结果应符合4.6.5.4的规定。

6 检验规则

6.1 检验分类

电源机组的检验分为合格性检验和出厂检验。

6.2 检验项目

合格性检验和出厂检验项目见表16。

表16 检验项目

序号	项目名称	出厂检验	合格性检验	本文件章条号	
				要求	试验方法
1	检查外观	△	△	4.6.5	5.2
2	测量质量	—	△	4.6.5.8.1	5.3
3	测量外形尺寸	—	△	4.6.5.3	5.4
4	检查飞机地面供电连接器	△	△	4.3.3	5.5
5	检查灭火器	△	△	4.6.1.8	5.6
6	检查应急按钮	△	△	4.6.2.3	5.7
7	检查交流电源带负载能力	△	△	4.3.1.2	5.8
8	检查直流电源带负载能力	△	△	4.3.2.2	5.9
9	测量交流稳态单相电压和三相平均电压	△	△	4.3.5.2.1	5.10.1
10	测量电压调制频谱	△	△	4.3.5.2.1	5.10.1
11	测量相移	△	△	4.3.5.2.1	5.10.1
12	测量电压调制幅度	△	△	4.3.5.2.1	5.10.1
13	测量电压调制频谱	—	△	4.3.5.2.1	5.10.1
14	测量电压波峰系数	—	△	4.3.5.2.1	5.10.1
15	测量交流电压畸变系数	—	△	4.3.5.2.1	5.10.1
16	测量交流电压畸变频谱	—	△	4.3.5.2.1	5.10.1
17	测量稳态频率	△	△	4.3.5.2.1	5.10.1
18	测量频率调制频谱	—	△	4.3.5.2.1	5.10.1
19	检查相序	△	△	4.3.5.2.2	5.10.3
20	测量交流瞬态电压特性	△	△	4.3.6.2	5.11.1
21	测量瞬态频率特性	△	△	4.3.6.3	5.11.1
22	检查不中断电力传输(NBPT)限制功能	—	△	4.3.6.4	5.11.3
23	测量直流稳态电压	△	△	4.3.7	5.12
24	测量直流电压脉动幅值	△	△	4.3.7	5.12
25	测量直流电压畸变系数	—	△	4.3.7	5.12
26	测量直流电压畸变频谱	—	△	4.3.7	5.12
27	测量直流瞬态电压输出特性	△	△	4.3.8.2	5.13.1
28	测量直流发动机启动输出特性	—	△	4.3.8.3	5.13.2
29	检查交流过电压保护功能	△	△	4.4.1.2.1	5.14.1
30	检查交流欠电压保护功能	△	△	4.4.1.2.2	5.14.2
31	检查过频率保护功能	△	△	4.4.1.2.3	5.14.3
32	检查欠频率保护功能	△	△	4.4.1.2.3	5.14.4
33	检查交流过电流保护功能	△	△	4.4.1.2.4	5.14.5
34	检查交流短路保护功能	△	△	4.4.1.2.4	5.14.6
35	检查相序保护功能	△	△	4.4.1.2.5	5.14.7
36	检查中线开路保护功能	△	△	4.4.1.2.6	5.14.8
37	检查接地故障保护功能	△	△	4.4.1.2.7	5.14.9
38	检查直流过电压保护功能	△	△	4.4.1.3.1	5.14.10
39	检查直流欠电压保护功能	△	△	4.4.1.3.2	5.14.11
40	检查反极性保护功能	—	△	4.4.1.3.3	5.14.12
41	检查反流保护功能	—	△	4.4.1.3.4	5.14.13
42	检查直流过电流保护功能	△	△	4.4.1.3.5	5.14.14
43	检查直流短路保护功能	—	△	4.4.1.3.5	5.14.15
44	检查机油油压低保护功能	△	△	4.4.2	5.14.16
45	检查冷却介质温度高保护功能	△	△	4.4.2	5.14.17
46	检查过速度保护功能	△	△	4.4.2	5.14.18
47	检查监测与通讯功能	△	△	4.4.3	5.14.19
48	检查防外来物吸入功能	△	△	4.6.1.5	5.14.20

表16 检验项目（续）

序号	项目名称	出厂检验	合格性检验	本文件章条号	
				要求	试验方法
49	检查操作面板	△	△	4.6.1.6	5.14.21
50	检查防触电	△	△	4.6.3.2	5.14.22
51	检查防电弧	△	△	4.6.3.3	5.14.23
52	测量燃油消耗率和机油消耗率	—	△	4.6.6	5.15
53	检查飞机联锁供电功能	△	△	4.5	5.16
54	检查各指示装置	△	△	4.6.1.6	5.17
55	检查电磁兼容性	—	△	4.3.4	5.18
56	测量温升	—	△	4.6.1.9	5.19
57	检查常温启动性能	△	△	4.6.2.4.1	5.20
58	检查低温启动性能	△	△	4.6.2.4.2	5.21
59	测量噪声	—	△	4.6.3.4	5.22
60	测量振动值	—	△	4.6.3.5	5.23
61	测量绝缘电阻	△	△	4.6.3.6	5.24
62	耐电压试验	△	△	4.6.3.7	5.25
63	检查底盘安全	—	△	4.6.4	5.26
64	检查环保要求	—	△	4.6.7	5.27
65	检查安全装置要求	△	△	4.6.8	5.28
66	低温试验	—	△	4.2.2	5.29
67	高温试验	—	△	4.2.2	5.30
68	湿热试验	—	△	4.6.5.1	5.31
69	长霉试验	—	△	4.6.5.1	5.32
70	盐雾试验	—	△	4.6.5.2	5.33
71	淋雨试验	—	△	4.6.5.3	5.34
72	可靠性和维修性试验	—	△	4.6.5.4	5.35
注：“△”表示应检项目；“—”表示无须检验项目。					

每台电源机组交付时应进行出厂检验。

在下列情况下，应进行合格性检验：

- 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。

合格性检验的产品应从经出厂检验合格的样品中抽样一台。

6.3 判定规则和复检规则

6.3.1 合格性检验中，如果有一项检验结果不符合本文件的规定，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。如果仍不合格，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。

6.3.2 出厂检验中，只要有一项检验结果不符合本文件的规定，则应在找出原因并排除故障后复验。如果经第三次复验后仍不合格，则判为不合格品。

如果仍不合格，则该产品应停产，直到找出故障，确认合格后方可生产。

7 标识、随附文件、包装、运输、贮存

7.1 标识

7.1.1 铭牌的要求

电源机组应配有永久性的铭牌，并应固定在明显位置。

7.1.2 铭牌的内容

电源机组的铭牌应包括以下内容：

- 产品名称；
- 产品型号；
- 生产厂家（商标）；
- 额定输出参数（至少包括额定电压、额定电流、额定容量、额定频率）；
- 额定转速；
- 相数；
- 质量；
- 外形尺寸；
- 产品编号；
- 出厂日期；
- 执行标准。

7.2 随附文件

每台电源机组应随带下列文件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用、维护说明书，其编写应符合 GB/T 19678.1 的规定；
- c) 备品清单包括：随机备件、附件清单；专用工具和通用工具清单。

7.3 包装

电源机组及其备件、附件在包装前，凡未经涂漆或电镀保护的裸露金属，应采取临时性防锈措施。

7.4 运输

电源机组应适应汽车、火车、轮船和飞机的运输。电源机组在运输过程中，不应有剧烈振动、冲击，不应倾倒放置。

7.5 贮存

电源机组应在环境温度范围在-40℃～60℃，相对湿度在10%～100%（无凝露）的环境内贮存。

附 录 A
(规范性)
电源机组的底盘要求

A.1 通用要求

A.1.1 外观

外观应整洁，各零部件应完好，联接牢固，无缺损。

A.1.2 铆接工艺

采用铆接工艺装配时，铆钉应排列整齐，无歪斜、压伤、松动和头部残缺等现象。所有部位应无锐边或锐角。

A.1.3 连接件、紧固件

各连接件、紧固件应连接可靠，并有防松措施。

A.1.4 油路、气路系统管路及电器安装

油路、气路和电路系统的管路、线路及电器安装应排列整齐、夹持牢固，不应与运动部件发生摩擦或干涉。

A.1.5 三漏现象

各管路应无漏油、漏液、漏气现象。

A.1.6 导线端子

电气设备各接线端子应设有不易脱落的明显标识。

A.1.7 操作保养部位

操作、保养部位应有足够的操作空间。

A.1.8 电气系统

电气线路距燃油箱外表面及燃油管应不少于 200 mm，电气线路必须与燃油管交叉或平行布置时，应有安全措施，保证局部电气短路打火时不会引发油管失火。

A.1.9 应急牵引装置

样车前、后端应设置牵引装置。

A.1.10 外部照明及光信号装置

除拖曳式底盘外，样车的外部照明及光信号装置应满足：远光灯，2 只或 4 只，白色；近光灯，2 只，白色；转向信号灯，前后各 2 只，琥珀色；制动灯，2 只，红色；倒车灯，2 只，白色；前、后雾灯，前雾灯选装，后雾灯 1 只或 2 只，前雾灯白色或黄色后雾灯红色；前、后位置灯，各 2 只，前位置灯白色，后位置灯红色；前、后示廓灯，宽度大于 2.1 m 的车辆必须配备，各 2 只，前示廓灯白色，后示廓灯红色。

A.1.11 尺寸参数

样车行驶状态时，高度应不超过 4 m，接近角和离去角应不小于 5°，最小离地间隙应不小于 127 mm，通道圆外圆直径应不大于 25 m，其他尺寸应满足设计要求。

A. 1. 12 质量参数

样车轴荷不应超过车轴最大设计轴荷，轮胎的承载能力应与样车的轴荷相匹配，转向轴轴荷与样车整备质量的比值应不小于 20%。

A. 1. 13 行驶性能

A. 1. 13. 1 最高行驶速度

内燃式和电动式样车最高行驶速度应满足设计要求。

A. 1. 13. 2 行车制动性能

电动式或内燃式样车最高车速不小于 30 km/h 时，紧急制动距离应不大于 10 m。制动过程中样车的任何部位（不计入车宽的部位除外）不应超出 3 m 的检测通道的边缘线，样车脚制动力应不大于 700 N。

电动式或内燃式样车最高车速小于 30 km/h 时，紧急制动平均减速度应不小于 2.5 m/s²，制动过程中样车的任何部位（不计入车宽的部位除外）不应超出 3 m 的检测通道的边缘线，样车脚制动力应不大于 700 N。

A. 1. 14 驻车制动性能

内燃式和电动式样车的驻车制动性能应符合 GB 7258-2017 的规定。

在空载状态下, 驻车制动装置应能保证样车在坡度为 15%、轮胎与路面间的附着系数大于等于 0.7 的坡道上正、反两个方向保持固定不动，时间应大于 5 min。

手操纵驻车制动装置时，操纵力应不大于 600 N；脚操纵驻车制动装置时，操纵力应不大于 700 N。拖曳式样车应能在 8. 7%的坡道上驻车。

A. 1. 15 加速性能

电动式或内燃式样车的加速性能应满足设计要求。

A. 1. 16 环境要求（仅适用于内燃式和电动式自制底盘样车）

A. 1. 16. 1 高温高湿

内燃式样车应能在环境温度 60 ℃和相对湿度 80%的条件下正常工作。电动式样车应能在环境温度 45 ℃和相对湿度 80%的条件下正常工作。用户有特殊要求的除外。

A. 1. 16. 2 低温

内燃式样车应能在环境温度-40 ℃的条件下正常工作。电动式样车应能在环境温度-15℃的条件下正常工作。用户有特殊要求的除外。

A. 1. 17 淋雨

样车各部位在表 A. 1 规定的降雨强度下应能正常运行。淋雨检测结束后，驾驶员立即操作车辆应能正常运行，所有系统及部件功能应正常。驾驶室、厢体防雨密封性评分均应不低于 88 分。

表A. 1 不同部位降雨强度要求

序号	淋雨部位	平均淋雨强度
1	车身前部	(12±1) mm/min
2	车身侧面、后部、顶部	(8±1) mm/min

A. 1. 18 操纵及转向性能

A. 1. 18. 1 原地转向力、方向盘最大自由转角、方向盘最大转角

样车转向时，方向盘向左（或右）最大自由转角不大于 15°，方向盘向左（或右）最大转角不大于 1080°。当样车以最大运行速度直线行驶时，不应有明显的蛇行现象。样车以 10 km/h 的速度在 5 s 之

内沿螺旋线从直线行驶过渡到外圆直径为 25 m 的车辆通道圆行驶，施加于方向盘外缘的最大切向力应不大于 245 N。

A. 1. 18. 2 转向轻便性

对转向轻便性的评分应不低于 60 分。

A. 1. 19 平顺性（仅适用于内燃式和电动式自制底盘样车）

测试部位座椅振动应满足 GB/T 4970—2009 的规定。

A. 1. 20 行驶可靠性

在良好公路上，内燃式和电动式底盘样车应行驶 3000 km，拖曳式底盘样车由牵引车拖曳行驶 1500 km，行驶期间应不出现致命故障。

A. 2 内燃式底盘专项要求

A. 2. 1 低速行驶

样车应能低速（ ≤ 5 km/h）稳定行驶，低速行驶时应平稳、无冲击。

A. 2. 2 滑行（仅适用于手动挡样车）

样车的滑行性能应满足设计要求。

A. 2. 3 噪声

A. 2. 3. 1 加速行驶车外噪声

样车的加速行驶车外噪声应符合 GB 1495 的要求。

A. 2. 3. 2 司机耳旁定置噪声

样车司机耳旁定置噪声应不大于 90 dB（A）。

A. 2. 4 发动机排放

二类底盘改装的样车，其排气污染物排放限值应符合 GB 17691 的规定；自制底盘的样车，其排气污染物排放限值应符合 GB 20891 的规定。

A. 2. 5 烟度排放

样车烟度排放应满足 GB 3847 的要求。经自由加速法所测得的排气光吸收系数不应大于该汽车型式核准批准的自由加速排气烟度排放限值再加 0.5 m^{-1} 。

A. 3 电动式底盘专项要求

A. 3. 1 电路的安全防护

A. 3. 1. 1 电动式样车应在动力蓄电池附近设置机械式总电源主开关。

A. 3. 1. 2 电动式样车应设有独立于控制系统的电源切断开关；在驾驶员离开车辆时，应能自动断开行驶主回路。

A. 3. 1. 3 电动式样车断电后驱动系统应只能通过正常的电源接通程序重新启动。

A. 3. 1. 4 插电式充电样车充电时，应不能行驶，充电电路应与样车底盘隔离。

A. 3. 1. 5 电动式样车的操作台上应设置明显的工作状态信号显示装置。

A. 3. 1. 6 电动式样车应在驾驶员手可触及的位置设置一个红色蘑菇型主电源紧急断开开关。

A. 3. 1. 7 电动式样车的行驶电机和转向电机回路应设有过电流保护装置。

A. 3. 1. 8 采用电压不小于 60 V 动力蓄电池组的样车应在所有可能引起人员触电的部位采取防护措施，并设有高压警示标识。

A. 3. 1. 9 采用电压不小于 60 V 动力蓄电池组的样车，其动力系统应与底盘隔离。

A.3.1.10 电动式样车的动力系统供电应采用双线回路设计。

A.3.2 绝缘性

A.3.2.1 电机绝缘等级应不低于 H 级。

A.3.2.2 电机的任何部件都不应使用硅树脂材料。

A.3.2.3 在绝缘等级限定温度下工作，漆包线的电气和机械性能不应降低，即使在规定工作制下连续工作，漆包线也不应丧失绝缘性。

A.3.2.4 动力蓄电池组的绝缘电阻应不小于 $50\ \Omega$ 乘以动力蓄电池组额定电压值，其余电气设备的绝缘电阻应不小于 $1\ \text{k}\Omega$ 乘以动力蓄电池组额定电压值。

A.3.3 蓄电池箱

A.3.3.1 动力蓄电池应置于有盖板的蓄电池箱内，金属盖板与蓄电池的带电零部件的间距应不小于 30 mm。如能确保盖板或蓄电池的带电零部件不会掉落或移动，则将此间距可降至不小于 10 mm。

A.3.3.2 在盖板上 $300\ \text{mm} \times 300\ \text{mm}$ 面积上施加 980 N 的力时，盖板与接线端面不应发生接触。盖板在正常使用时应盖紧，不会出现移动。

A.3.3.3 蓄电池箱、盖板应设置适当的通风孔，以防因气体积聚形成危险。

A.3.3.4 蓄电池箱的内表面应能抗电解质的化学腐蚀。蓄电池箱应采取措施，防止电解质流到地面上。

A.3.3.5 可拆装的蓄电池箱应便于拆装。

A.3.4 电机

A.3.4.1 行驶电机应采用 S2 60 min 或 S1 工作制；电机防护等级应不低于 IP55。

A.3.4.2 如果选用转向电机，则应采用 S2 30 min、S2 60 min 或 S1 工作制，其防护等级应不低于 IP55。转向电机应能保证所受综合应力和温升不应引起任何部件失效和过度变形。

A.3.4.3 样车需要通过改变电机旋转方向行驶时，应设置电机换向保护装置，确保只有在样车停车时才能够实现电机换向。

A.3.5 续驶里程

电动式样车的续驶里程应满足设计要求。

A.3.6 其他

A.3.6.1 样车的所有电气部件（包括线束）应可靠固定，并采取适当保护措施。

A.3.6.2 电缆连接器应与动力电缆相匹配并压接牢固，其防护等级应不低于 IP55。电压不小于 60 V（DC）的电缆连接器应有锁止装置。

A.3.6.3 动力蓄电池的剩余电量达到下限时，应有警示显示（例如：发出声、光信号），且应保证：

- a) 样车驶至充电区域（不低于 1 km）；
- b) 照明供电。

A.4 拖曳式底盘专项要求

A.4.1 外观及安全项目

A.4.1.1 牵引杆应有足够的刚度和强度，在规定的工作条件下不发生永久变形，保证牵引安全可靠。

A.4.1.2 牵引杆应有足够的长度，在以最小半径转向时，防止设备与牵引车相互碰撞。

A.4.1.3 牵引杆处于垂直位置时，应有机锁止。

A.4.1.4 牵引杆放下时与地面的距离应不小于 120 mm。

A.4.1.5 应转向轻便。

A. 4. 2 牵引速度

牵引速度应不低于 25 km/h。

A. 4. 3 自行制动性能

样车与牵引车脱离时，应能自行制动，其制动减速度应不低于 1.32 m/s^2 。

A. 4. 4 牵引力

样车在平坦、干燥、经过铺设的无坡度的路面(如清洁的水泥路面)上牵引起动时，每 1000 kg 质量的最大牵引起动力不应超过 350 N。

A. 4. 5 跟踪能力

牵引车牵引样车以牵引最高车速行驶时，样车轮迹相对于牵引车轮迹的偏离量应不大于 76 mm。

附 录 B
(规范性)
电源机组的底盘检测方法

B.1 通用要求检测

B.1.1 外观

目视检查外观是否整洁，各零部件是否完好，联接是否牢固、无缺损。

B.1.2 铆接工艺

目视检查铆接处是否符合 A.1.2 的规定。

B.1.3 连接件、紧固件

目视检查连接件、紧固件是否符合 A.1.3 的规定。

B.1.4 油路、气路系统管路及电器安装

目视检查油路、气路系统管路及电器安装是否符合 A.1.4 的规定。

B.1.5 三漏现象

检查样车在发动机运行及停车时各管路是否符合 A.1.5 的规定。

B.1.6 导线端子

检查电气原理图，目视检查电气器件及各接线端子是否符合 A.1.6 的规定。

B.1.7 操作保养部位

目视检查样车操作、保养部位，判断是否有足够的操作空间。

B.1.8 电气系统

检查电气系统是否符合 A.1.2 的规定。

B.1.9 应急牵引装置

目视检查样车前、后端是否均设有牵引装置。

B.1.10 外部照明及光信号装置检查

对样车安装灯具的数量及光色进行逐项检查，判断其是否符合要求。

B.1.11 尺寸参数测量

用长度类仪器测量样车尺寸参数是否符合 A.1.11 的规定。

B.1.12 质量参数测量

检测样车质量参数是否符合 A.1.2 的规定。

B.1.13 行驶性能检测

B.1.13.1 最高行驶速度检测

在符合检测条件的道路上，选取合适长度的路段，用机动车行驶测试仪等测量最高行驶速度。

B.1.13.2 行车制动性能检测

在符合检测条件的道路上，选取合适长度的路段，用机动车行驶测试仪等测量制动性能是否符合 A.1.13.2 的规定。

B. 1. 13. 3 驻车制动性能检测

驻车制动性能检测按 GB 7258-2017 的规定进行。

B. 1. 13. 4 加速性能检测

在符合检测条件的道路上，选取合适长度的路段，用机动车行驶测试仪等测量样车加速性能。

B. 1. 14 环境要求检测（仅适用于内燃式和电动式自制底盘样车）

B. 1. 14. 1 高温高湿检测

高温高湿检测按以下步骤进行：

- a) 启动样车，检查发动机或电机是否能正常工作；检查样车能否进行正常行驶，如前进、倒车、转向、制动；检查各信号灯是否能正常工作；检查控制面板是否能正常操作，显示亦正常；
- b) 样车置于环境实验室后，打开车门、车窗、电池舱门、电控箱盖，设置温度计，并测量驾驶室、电池舱、电控箱的温度。上述区域的温度、湿度达到设定参数并稳定后，继续保持此温度、湿度至少 4h。环境实验室温度变化速率应不超过 3℃/min，以免温度冲击；
- c) 对样车进行检测，项目同 a)，记录结果，检查样车是否正常。

B. 1. 14. 2 低温检测

低温检测步骤同B. 1. 14. 1。

B. 1. 15 淋雨检测

内燃式和电动式样车应置于淋雨试验室，车身前部平均淋雨强度为（12±1） mm/min，车身侧面、后部、顶部、厢体平均淋雨强度为（8±1） mm/min，喷嘴垂直朝向对应车身，喷嘴与车身外表面距离（0.7±0.2） m。喷嘴出水应均匀且呈 60° 圆锥体形状，喷嘴直径为 2.5 mm~3 mm。淋雨时间 15 min。防雨密封性检查扣分规则见表 B. 1。

表B. 1 防雨密封性检查扣分规则

序号	渗漏处类别	渗漏处扣分值
1	渗	每处扣1分
2	慢滴	每处扣2分
3	滴	每处扣4分
4	快滴	每处扣6分
5	流	每处扣10分
注1：渗是指水从缝隙中缓慢出现，并沿着车身内表面向周围蔓延； 注2：慢滴是指水从缝隙中出现，以小于或等于每分钟30滴的速度离开或沿着车身内表面断续落下； 注3：滴是指水从缝隙中出现，以大于等于每分钟30滴且小于等于每分钟60滴的速度离开或沿着车身内表面断续落下； 注4：快滴是指水从缝隙中出现，以大于每分钟60滴的速度离开或沿着车身内表面断续落下； 注5：流是指水从缝隙中出现，离开或沿着车身内表面连续不断地向下流淌。		

B. 1. 16 操纵及转向性能检测

样车置于平整的水泥道路上，转向轮处于中间位置。用转向参数测试仪测量方向盘向左（或右）最大自由转角及方向盘向左（或右）最大转角；样车以 10 km/h 的速度在 5 s 之内沿螺旋线从直线行驶过渡到外圆直径为 25 m 的车辆通道圆行驶，用转向参数测试仪测量施加于方向盘外缘的最大切向力。

B. 1. 17 转向轻便性检测

按 QC/T 480 的规定进行检测。

B. 1. 18 平顺性检测（仅适用于内燃式和电动式自制底盘车辆）

按 GB/T 4970-2009 附录 A 的规定进行检测。

B. 1. 19 行驶可靠性

应在保证安全的前提下，尽量高速行驶，每行驶 100 km 至少制动两次，夜间行驶不少于检测里程的 10%。每行驶 100 km 左右停车检查一次。检测过程中记录发生故障的类别、内容和发生故障时的行驶里程数。

B.2 内燃式底盘专项检测

B.2.1 低速行驶检测

在符合检测条件的道路上，将样车的变速器、分动器等置于所要求的挡位，从发动机怠速转速开始，使样车保持一个较低的稳定车速行驶并通过检测路段。用机动车行驶测试仪等测量样车低速行驶速度。

B.2.2 滑行检测（仅适用于手动挡样车）

在长约 1000m 的检测路段两端立上标杆作为滑行区段，样车车速稍大于 50 km/h 时，将变速器置于空挡，样车开始滑行，进入滑行区段时，车速为 (50 ± 0.3) km/h，用机动车行驶测试仪记录滑行初速度和滑行距离，直至样车完全停住为止。在滑行过程中，不得转动方向盘。检测至少往返各滑行一次，往返区段尽量重合。

滑行距离应修正后取平均值。

B.2.3 噪声检测

B.2.3.1 加速行驶车外噪声检测

按 GB 1495 的规定进行检测。

B.2.3.2 司机耳旁定置噪声检测

按 GB 7258-2017 4.13.1 的规定进行检测。

B.2.3.3 发动机排放检测

对于二类底盘改装的样车，目视检查发动机型式核准证书或者 3C 证书；对于自制底盘样车，目视检查发动机排气污染物检测报告或者型式核准证书。

B.2.4 烟度排放检测

检查烟度排放报告的排放限值是否满足要求。如果不满足要求或无法提供烟度排放报告，则按 GB 3847 的规定进行测量。

B.3 电动式底盘专项检测

B.3.1 电路的安全防护检测

B.3.1.1 目视检查电动式样车是否在动力蓄电池附近设置机械式总电源主开关，并检查其有效性，判断是否符合要求。

B.3.1.2 检查电路图，样车是否设有独立于控制系统的电源切断开关，并检测在驾驶员离开车辆时是否能自动断开行驶主回路，如果安装座位切断开关，则检测在驾驶员离开车辆 3 s~5 s 时是否能自动断开行驶主回路，同时检查恢复时是否只能通过正常的电源接通程序重新启动。

B.3.1.3 将电动式样车断电，检测驱动系统是否只能通过正常的电源接通程序才能重新启动。

B.3.1.4 目视检查插电式充电样车充电时，是否不能行驶，充电电路是否与电动式样车底盘隔离。

B.3.1.5 目视检查电动式样车的操作台上是否设置明显的工作状态信号显示装置，并检查其有效性。

B.3.1.6 目视检查电动式样车是否在驾驶员手可触及的设置一个红色蘑菇型主电源紧急断开开关，并检查其是否有效。

B.3.1.7 目视检查电动式样车的行驶电机和转向电机回路是否设有过电流保护装置，并检查其有效性。

B.3.1.8 目视检查采用电压不小于 60 V 动力蓄电池组的电动式样车是否在所有可能引起人员触电的部位采取防护措施，并设有高压警示标识。

B.3.1.9 目视检查采用电压不小于 60 V 动力蓄电池组的电动式样车，其动力系统是否与底盘隔离。

B.3.1.10 目视检查电路图，检查电动式样车的动力系统供电是否采用双线回路设计。

B.3.2 绝缘性检测

B.3.2.1 目视检查电机合格证。

B.3.2.2 目视检查电机材质，并检查电机说明书，判断其是否满足要求。

B.3.2.3 此项目在可靠性期间检测。在绝缘等级限定温度下工作，漆包线的电气和机械性能是否降低，在规定工作制下连续工作，漆包线是否丧失绝缘性。

B.3.2.4 将电动式样车整车断电，用电压表测试动力蓄电池组与车体及其他电气设备与车体之间是否短路，在没有任何短路情况下，用兆欧表测试动力蓄电池组与车体之间的绝缘电阻及其余电气设备的绝缘电阻。

B.3.3 蓄电池箱

B.3.3.1 目视检查动力蓄电池是否置于有盖板的蓄电池箱内，用长度测量仪器测量金属盖板与动力蓄电池的带电零部件的间距。如能确保盖板或动力蓄电池的带电零部件不会掉落或移动，则测量此间距，判断其是否符合要求。

B.3.3.2 在盖板上 300 mm×300 mm 面积上施加 980 N 的力时，目视检查盖板与接线端面是否发生接触。盖板在正常使用时是否盖紧，不会出现移动。

B.3.3.3 目视检查蓄电池箱、盖板是否设置适当的通风孔，且检查通风孔是否保持通风良好。

B.3.3.4 检查蓄电池箱的内表面的材料证明。目视检查蓄电池箱是否采取措施，防止电解质流到地面上。

B.3.3.5 目视检查蓄电池箱是否便于拆装，并进行验证。

B.3.4 电机

B.3.4.1 目视检查行驶电机合格证及电机说明书。

B.3.4.2 目视检查转向电机合格证和电机说明书。此项目在可靠性期间进行验证转向电机是否能保证所受综合应力和温升而不引起任何部件失效和过度变形。

B.3.4.3 开启电动式样车电源，将挡位置于前进挡，使样车处于向前行驶状态，此时切换倒车挡，观察是否能实现电机换向。

B.3.5 其他

B.3.5.1 目视检查电动式样车的所有电气部件（包括线束）是否可靠固定，并采取适当保护措施。

B.3.5.2 目视检查电缆连接器说明书。

B.3.5.3 检查动力蓄电池的剩余电量达到下限值时，是否有警示显示，同时打开照明系统，行驶电动式样车，测量其行驶距离是否不低于 1 km，行驶 1 km 后检查动力蓄电池电压是否不低于动力蓄电池制造商规定的下限电压。

B.3.6 续驶里程检测

动力蓄电池充满电量时，以最大运行速度行驶，直到样车显示的电量达到规定值或动力蓄电池报警，记录行驶过的里程。检测过程中允许停车两次，每次停车时间不允许超过 2 min。

B.4 拖曳式底盘专项检测

B.4.1 外观及安全项目检测

B.4.1.1 在行驶可靠性中检测，行驶可靠性期间目视检查拖曳式底盘的牵引杆情况。

B.4.1.2 将牵引杆置于极限位置，使样车以最小半径转向，检查样车与牵引杆是否相互碰撞。

B.4.1.3 将样车的牵引杆处于垂直位置，目视检查是够有机锁止，并检查其是否有效。

B.4.1.4 用长度测量仪器测量牵引杆放下时与地面的距离。

B.4.1.5 操作样车转向，检查是否轻便。

B.4.2 牵引速度检测

牵引车牵引样车行驶，速度维持在 (25 ± 1) km/h，行驶 10 km，检查样车行驶过程中转向是否灵活、轻便、有效，是否未出现异常现象。

B.4.3 自行制动性能检测

牵引车牵引样车行驶，速度维持在 (15 ± 1) km/h，启动自动制动系统，测试制动平均减速度，往返各测试一次。最高车速低于 15 km/h 时，按照最高车速进行检测。

B.4.4 牵引力检测

用测力计水平直线测量样车在启动时所需的最大牵引力。

B.4.5 跟踪能力检测

牵引车牵引样车以 $(30 \sim 40)$ km/h 的速度通过检测路段，检查样车与牵引车轮迹的偏离量。

注：最高车速低于 30 km/h 时，按照最高车速进行检测。
