



航空与船舶 供电系统 仿真软件





在飞机/船舶上，供电系统和用电设备之间始终存在矛盾：用电设备要求不中断、无瞬变、纯正弦波的交流供电和无脉动、无瞬变的直流供电；而供电系统则期望用电设备是恒定的负载，且不应该由于负载的波动导致电压波形畸变。事实上，供电和用电双方都无法满足上述理想化的要求，因而只能从整个电气系统作出适当的折衷。飞机供电特性标准正是在这样的背景下建立和不断完善，一方面定义飞机供电系统输出的容许界限，另一方面则要求机载用电设备在接受的容许供电扰动界限内达到相应的设计指标。

军用、民用航空法规标准

飞机供电特性标准规定了机载用电设备端的供电特性要求，军用和民用适用标准不同。如美国军用标准 MIL-STD-704 系列适用于军用飞机，该标准规定了加到军用飞机用电设备端的电力要求，以及用电设备在各种供电条件下应如何工作作出规定。常见的供电情况包含正常工作状态、非正常工作状态、过压与欠压、频率调制等。

而其他供电标准则适用于民用飞机，如航空无线电技术委员会的标准 RTCA DO-160《机载用电设备的环境条件和试验方法》。涵盖了各种供电扰动的情况，例如电压跌落、短时中断、谐波失真等。除此之外，头部商用飞机制造商往往也有自己的标准，例如 Airbus 的 ABD 和 AMD 标准，以及 Boeing 的 B787 标准。这些标准对大型客机电气系统设计极具参考价值，对用电设备的承受扰动能力亦提出更高的要求。

交流、直流供电系统

飞机供电系统经历了低压直流、交流、高压直流的发展过程，其中交流电源经历了恒速恒频(400Hz)、变速恒频以及变速变频(360Hz-800Hz)。以波音 787 飞机配电系统为例，采用了 230VAC、115VAC、28VDC 和 270VDC 四种供电体制向机上用电负载供电。

机载用电设备测试难点

实现机载用电设备的供电适应性测试是非常复杂且耗时的，即便有经验的工程师，也需要花费数周的时间来研究法规的测试条件，并使得这些波形在一台功能强大的可编程交/直流电源上成功输出。该过程中，工程师需要反复研究自定义波形的编辑，甚至了解二次开发的指令，以便实现自动化的测试，进而获得完善的测试报表。另一方面，选择一台高速且波形仿真功能强大的交/直流电源亦是测试成功的关键条件。

APS4000 航空与船舶法规软件选件

为加速飞机上用电设备的供电适应性验证流程，ITECH 推出了 APS4000 系列航空与船舶法规软件，搭配 IT7800/IT7900P 系列高性能可编程直流电源，可实现飞机供电标准中所规定的各种直流和交流输出波形。例如谐波失真、非正常电压瞬变等。软件界面简明友好，内置与法规一一对应的测试项目编号，用户仅需要选择对应法规标准及测试编号，即可开启测试，为工程师节省大量的测试编辑时间和配置时间。

APS4000航空与船舶法规软件概述

APS4000 系列航空与船舶法规软件可搭配 ITECH IT7800/IT7900P 系列高性能可编程交直流电源, 为机载用电设备提供 5kVA-960kVA, 以及 16Hz~2400Hz 的供电输出。软件内置主流的军用和商用飞机供电特性标准, 如 MIL-STD-704、DO160、A350、A380、GJB181B、HB20326 以及 MIL1399 等, 真实再现航空领域的多种交流和直流供电系统, 包含直流 270Vdc、28Vdc、单相交流 115V/400Hz, 三相交流 115V/400Hz, 以及宽频 360Hz-800Hz。APS4000 系列软件包含四款型号, 以满足不同的测试场合, 分别是 APS4000-ASTD、APS4000-B787&AMD, APS4000-AVALL 以及 APS4000 1399。软件为用户提供友好的操作界面, 可帮助工程师快速选择测试条件并完成测试。

交直流电源特性:

- 采用第三代SiC技术, 高功率密度设计
- 3U可达15kVA, 主从并机可达960kVA
- 电压范围:0-350V L-N, 反相模式电压最高可达700V L-N
- 高达50次谐波模拟和分析功能
- 可实现AC/DC/AC+DC/DC+AC四种输出模式
- 单相/三相模式自由切换
- 强大供电波形仿真功能:LIST/自定义波形
- 内置IEC61000-4-11/4-13/4-14/4-28法规波形
- 内置USB/CAN/LAN/数字IO通讯接口

APS4000软件特性:

- 友好简明的UI, 简单易操作
- 提供MIL-STD-704、DO160、A350、A380、GJB181B、HB20326、B787及AMD法规标准
- 提供MIL 1399船舶用电设备供电适应性测试标准
- 提供单/三相输出参数设置及量测界面
- 灵活选择运行所有测试项目或指定编号的测试项目
- 自动生成运行测试报表

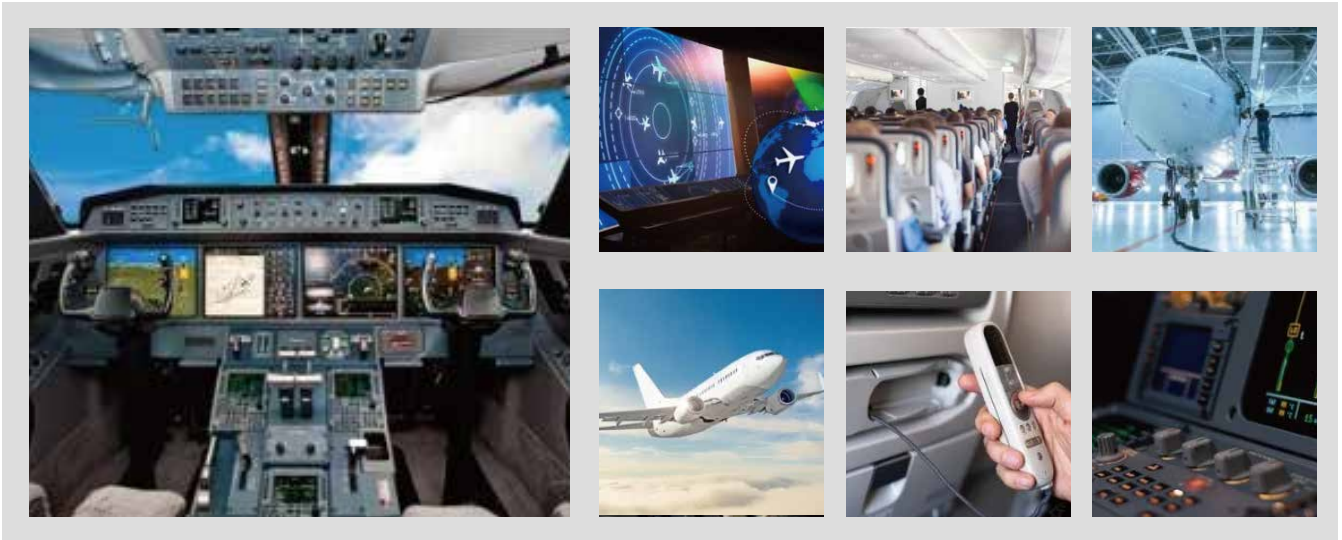


APS4000系列软件型号

型号	支援法规	版本号备注
APS4000-ASTD	MIL-STD-704、DO160、ABD0100.1.8 (A380)、ABD0100.1.8.1 (A350)、GJB181B、HB20326	MIL-STD-704: Rev A/B/C/D/E/F DO160: Rev E/F/G
APS4000-B787&AMD	B787、AMD24C (A400M)	A380: Rev D/E
APS4000-AVALL	MIL-STD-704、DO160、ABD0100.1.8 (A380)、ABD0100.1.8.1 (A350)、GJB181B、HB20326、B787、AMD24C (A400M)	A350: Rev C GJB181B: Rev B
APS4000-1399	MIL-STD-1399-300	HB20326: Rev 2016

应用范围

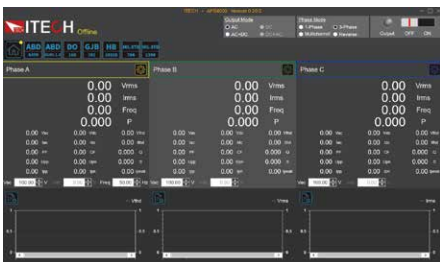
- 客舱娱乐系统
- 飞机照明系统
- 机载雷达系统
- 通信与导航系统
- 飞行记录系统
- 座舱显示系统
- 飞机控制系统
- 大气数据和惯性基准系统



APS4000航空与船舶法规软件界面

APS4000系列友好简明的软件界面设计，极大地加速了机载用电设备的测试过程。当您成功将软件安装于电脑后，仅需要简单的几步操作即可完成测试。

1. 选择对应航空或船舶标准，如MIL-STD 704
2. 选择测试标准的版本号，如MIL704 RevF或RevE等
3. 选择供电系统类型，交流或直流
4. 选择测试序列编号，例如HD101, HD102...
5. 选择测试序列运行类型: Run all steps/ Run single step/ Loop single step
6. 点击运行，开始测试



测试项目介绍

以 MIL-STD 704 军用飞机测试标准为例, APS4000-ASTD 软件提供 RevA~RevF 6 种测试版本, 用户可以任意选择其中一种, 并配置相应的供电系统电压等级。例如当您选择 RevF 版本后, 软件的飞机供电系统电压等级配置一栏, 将出现多个电压选项, 具体包含:

供电类型	描述	额定电压	额定频率	相数
SAC	单相恒频 115Vac/400Hz	115Vrms L-N	400Hz	1 ϕ
TAC	三相恒频 115Vac/400Hz	115Vrms L-N	400Hz	3 ϕ
SVF	单相变频 115Vac	115Vrms L-N	360Hz~800Hz	1 ϕ
TVF	三相变频 115Vac	115Vrms L-N	360Hz~800Hz	3 ϕ
SXF	单相恒频 115Vac/60Hz	115Vrms L-N	60Hz	1 ϕ
LDC	28V 直流用电设备 MIL-STD-704 符合性测试	28Vdc	N/A	N/A
HDC	270V 直流用电设备 MIL-STD-704 符合性测试	270Vdc	N/A	N/A

选择所要测试的供电输出类型, 如 SAC (单相恒频 115Vac), 则软件将自动切换为 SAC 供电系统下的测试项目编号, 包含 SAS101-SAC603。APS4000 系列允许您选择要执行的测试序列并点击运行按钮来降低测试的复杂性, 节省大量的配置时间。

Regulations Category RevF SAC Execution Mode Run all steps Run/Stop

Method	Subject	Test Condition	Comment
	Normal Voltage Transients (Repetitive)	90V RMS to 140V RMS	Not less than [^]
SAC110	Normal Frequency Transients (Overfrequency)	High Frequency 425Hz	TABLE SAC1
	Normal Frequency Transients (Underfrequency)	Low Frequency 375Hz	TABLE SAC1
	Normal Frequency Transients (Combined)	375Hz to 425Hz	TABLE SAC1
SAC201	Power Interrupt	0V RMS for 50msec	TABLE SAC2
SAC301	Abnormal Steady State Limits for Voltage and Frequency	100V RMS to 125V RMS, 380Hz to 420Hz	TABLE SAC3 ^v



LDC302 28V 系统电压瞬变异常(过电压)



SAC303 115Vac 系统频率瞬变异常(过频)