



编 号: CTSO-C153
日 期: 2016 年 8 月 4 日
局长授权
批 准: 杨书海

中国民用航空技术标准规定

本技术标准规定根据中国民用航空规章《民用航空材料、零部件和机载设备技术标准规定》(CCAR37) 颁发。中国民用航空技术标准规定是对用于民用航空器上的某些航空材料、零部件和机载设备接受适航审查时, 必须遵守的准则。

综合模块化航电 (IMA) 硬件单元

1. 目的

本 CTSO 规定了综合模块化航电硬件单元 (IMA) 为获得批准和使用适用的 CTSO 标记进行标识所必须满足的最低性能标准。

2. 适用范围

a. 本 CTSO 适用于自其生效之日起提交的申请。本 CTSO 具体针对以下硬件单元:

- (1) 硬件模块;
- (2) 装载硬件模块的机柜或机架。

b. 符合本 CTSO 要求的硬件单元可用来支持功能 CTSO 设备或按照 CCAR-21、23、25、27、29、33 或 35 部批准的系统 (例如, 作为型号合格证组成部分批准的刹车系统)。功能 CTSO 的批准和飞机级批准不属本 CTSO 的范围。

c. 附录 3 给出了硬件单元的相关术语。

d. 按本 CTSO 批准的综合模块化航电硬件单元, 其设计大改应

按 CCAR-21R3 第 21.310 条要求重新申请 CTSOA。

3. 要求

在本 CTSO 生效之日或生效之后制造并欲使用本 CTSO 标记进行标识的硬件单元，应满足硬件单元最低性能标准。本 CTSO 附录 1 给出了综合模块化航电硬件单元最低性能标准制定准则。

a. 功能：本 CTSO 适用于预期满足按本 CTSO 附录 1 准则制定的最低性能标准的设备。本 CTSO 不针对预期执行的飞机级功能，而是为支持接收、处理和输出数据等通用功能的硬件提出环境鉴定试验要求。获得本 CTSO 批准的硬件单元在加载相应软件程序时，也可能需要满足其他 CTSO 功能要求。对于软件与硬件的组合，应使用适用的 CTSO 对其进行额外的 CTSO 功能批准。设备或系统执行的未获得 CTSO 批准的功能，应在装机过程中由局方评估和批准。

b. 功能限制：

(1) 本 CTSO 不适用于为目标发射器生成无线电频率信号的设备。

(2) 本 CTSO 所覆盖的软件功能仅限于支持电子件号和/或功能软件加载的软件。

c. 失效状态类别：失效状态类别取决于在特定飞机环境中执行的功能及其用途。失效状态类别划分应由安装批准过程中的安全性评估来确定，不属本 CTSO 范围。制造人应声明每个硬件单元的硬件设计保证等级和软件等级。任何关于飞机安装、软硬件接口、或硬件设计保证等级和软件等级的假设，都应进行声明，并应包含在安装限制或

说明中。

d. 功能鉴定：制造人应为每个硬件单元定义最低性能标准。根据附录 1 第 5 节，在最低性能标准中应详细说明功能鉴定构型。每个硬件单元的预期性能都应符合制造人依据附录 1 准则制定的最低性能标准。

注：如果用于软件加载和/或电子件号的软件按照本 CTSO 进行批准，则在 IMA 系统安装批准过程中，应由局方对软件功能进行确认。

e. 环境鉴定：制造人应按附录 1 第 6 节中指定的条件对设备进行试验，参照 RTCA/DO-160D Change 3《机载设备环境条件和试验程序》（2002.12.5）。

注：通常情况下，RTCA/DO-160D（包括 Change 1 和 Change 2）或早期版本不再适用，如果使用该版本则需按照本 CTSO 第 3.j 节中的偏离要求进行证明。

f. 软件设计保证：硬件单元可以包含支持软件加载和/或电子件号的软件，本 CTSO 仅适用于这类软件。如果包含此类软件，则应根据硬件单元制造人确定的软件等级，按照 RTCA/DO-178B《机载系统和设备合格审定中的软件考虑》（1992.12.1）进行研制。

g. 硬件设计保证：如果硬件单元包含无法通过试验和/或分析来评估功能的电子设备，则应根据硬件单元制造人确定的设计保证等级，按照 RTCA/DO-254《机载电子硬件的设计保证指南》（2000.4.19）进行研制。

h. 构型管理：制造人应使每个硬件单元具有支持强健的自动构型管理功能的设计特征。该功能在实际安装前不需完全运行。制造人应能够表明，无论通过机械方式还是自动电子监控集成的组件，高层级的组件都只会按照预期设计进行组装，或者错误的组装可以在启动时被探测到。而且，对于需要与其他系统设备通过机械或电气连接器进行连接的各个硬件单元，制造人应能够表明每个单元，无论通过机械方式还是自动电子监控更高层级的组装，都可以避免错误的连接，或在派遣前探测到错误的连接。在对每个指定飞机构型中安装的 IMA 系统进行安全性评估过程中，制造人应考虑构型管理设计特征的失效。

i. 质量控制：为符合本 CTSO 中针对硬件单元的标准，制造人应能够提供质量控制方面的说明资料，并满足 CCAR-21R3 第 21.143 条和第 21.310 条（三）2 款要求。此外，每个制造的硬件单元都应符合批准的型号设计。

j. 偏离：如果采用替代或等效的符合性方法满足本 CTSO 规定的最低性能要求，申请人必须表明硬件单元保持了等效的安全水平。申请人在提交数据资料前，应按照 CCAR-21R3 第 21.310 条(二)条要求申请偏离。

4. 标记

申请人应将 CCAR-21R3 第 21.312（四）中有关 CTSOA 标记的所有信息持久且清晰地标识在按本 CTSO 制造的每个硬件单元上。此外：

- a. 为便于维护, 可将硬件单元的件号标识在硬件单元上的多个位置。
- b. 按本 CTSO 制造的每个单独的硬件单元, 也可以通过使用外部方式 (例如电子显示) 来确定所需的信息。
- c. 按本 CTSO 批准的硬件单元可以包含支持电子件号和/或功能软件加载的软件。
- d. 如果硬件单元包含软件 (即支持电子件号和/或功能软件加载的软件), 可为硬件和软件使用不同的件号。
- e. 每个件号应确定唯一的构型 (包括更改状态)。
- f. 按本 CTSO 批准的机架或机柜应标识 “CTSOA 机架” 或 “CTSOA 机柜”, 并应将该标记放置在 CTSO 铭牌或靠近铭牌处。

5. 申请资料要求

申请人应向负责该项目审查的人员提交相关技术资料, 以支持设计和生产批准。提交资料包括 CCAR-21R3 第 21.310 条 (三) 3 中规定的符合性声明及以下技术资料的副本。

- a. 运行说明和设备限制, 包括对强健的自动构型管理设计特征的描述。
- b. 安装程序和限制。该程序应确保按照其进行安装后的硬件单元可以持续满足本 CTSO 的要求。

(1) 限制应确定所有安装问题, 必须包括如下声明: “本硬件单元 CTSO 批准所依据的是最低性能标准中要求的条件和试验。如需要将该硬件单元安装在具体型号或具体类别航空器时, 安装人员负责确

定安装条件符合本 CTSO 要求。只有当申请人通过评估提出可接受的安装方法并获得局方批准时，才可对此硬件单元进行安装。”

(2) 如果硬件单元包含支持电子件号和/或功能软件加载的软件，则按本 CTSO 应用的软件等级应与安装安全性评估一致，并记录在安装程序和限制中。

c. 安装原理图。

d. 安装布线图。

e. 符合本 CTSO 的硬件单元的部件清单及件号。

f. 部件维修手册 (CMM)。包括对部件周期维护、校准和维修的说明，以保证硬件单元的持续适航，包括建议的检查间隔和使用寿命。该手册应满足 CCAR-21R3 中第 21.50 对持续适航文件的要求。

g. 材料和工艺规范清单。

h. 用于对每个硬件单元进行环境鉴定的试验条件的总结。

i. 本 CTSO 第 8 节中的制造人数据单。

j. 每个硬件单元的最低性能标准。(参见附录 1，最低性能标准制定准则)。

k. 制造人 CTSO 鉴定试验报告。

l. 铭牌图纸：应包含本 CTSO 中第 4 节所要求的信息。

m. 定义硬件单元设计的图纸和工艺清单 (包括修订版次)。

n. 按 CCAR-21R3 第 21.143 条和第 21.310 条 (三) 2 的要求提供质量控制系统 (QCS) 方面的说明资料，其中包括每个硬件单元的功能试验规范，以确保符合最低性能标准。

o. 如果硬件单元包括软件，则还应提供软件合格审定计划（PSAC）、软件构型索引和软件完结综述。

注：局方建议申请人在软件开发过程中尽早提交 PSAC。

p. 如果硬件单元包含无法通过试验和/或分析评估功能的电子设备，则还应提交硬件合格审定计划（PHAC）、硬件构型索引和硬件完结综述。

注：局方建议申请人在电子设备开发过程中尽早提交 PHAC。

q. 查看 CTSO 相关电子件号的说明（如适用）。

6. 制造人资料要求

除直接提交给局方的资料外，还应准备如下技术资料供局方评审：

a. 硬件单元规范和功能鉴定规范，用来鉴定每件设备是否符合本 CTSO 要求；

b. 设备校准程序；

c. 持续适航文件；

d. 原理图；

e. 材料和工艺规范；

f. 按本 CTSO 第 3.e 节要求的环境鉴定试验的结果；

g. 如果设备包含软件，提供 RTCA/DO-178B 中规定的所有相关文档，包括所有支持 RTCA/DO-178B 附录 A 中相关目标的资料；

h. 如果硬件单元包含无法通过试验和/或分析评估功能的电子设备，则还应根据硬件设计保证等级，按照 RTCA/DO-254 提供相关文

档。

7. 随设备提交给用户的资料要求

如欲向运营方提供一件或多件按本 CTSO 制造的硬件单元时，则应随设备提供本 CTSO 第 5.a 节到第 5.i 节的资料副本，以及所有保证硬件单元正确安装、审定、使用和持续适航所必需的其他资料。

8. 制造人数据单

按本 CTSO 制造硬件单元的制造人需向局方和运营方提交一份数据单，总结和交流硬件单元的设计细节。CTSOA 获批后局方会附上该数据单。本 CTSO 附录 2 包含一份数据单格式及所需包含信息的样例。制造人可以通过其他格式提交数据，但应包含附录 2 中列出的所有信息。如果资料表中部分内容不适用，标记“不适用”。

9. 引用文件

RTCA 文件可从以下地址订购：

Radio Technical Commission for Aeronautics, Inc.

1150 18th Street NW, Suite 910, Washington D.C. 20036

也可通过网站 www.rtca.org 订购副本。

附录 1 综合模块化航电硬件单元最低性能标准（MPS）制定准则

1. 附录结构

本附录包括如下内容：

- a. 第 2 至 3 节对硬件单元最低性能标准进行了说明和概述。
- b. 第 4 至 7 节为制定硬件单元最低性能标准和试验条件提供指南。
- c. 第 8 至 9 节介绍制定最低性能标准时安装和运营性能方面的考虑因素。

2. 概述

a. 本附录为欲申请 CTSO-C153 批准的 IMA 硬件单元提出了最低性能标准制定准则。附录涉及制造人应在最低性能标准中考虑并需要说明的硬件性能特征，并在数据单中汇总（见本 CTSO 第 8 节）。

b. 对于本 CTSO，硬件单元包含如下内容：

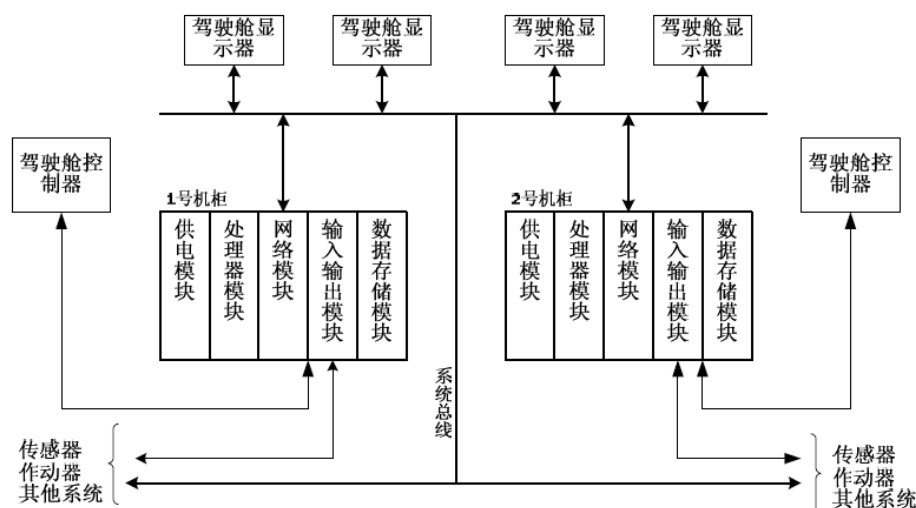
（1）模块（存在包含支持软件加载和/或电子件号的软件情况）。这些模块只有安装在指定机柜或机架之后，才会运行。模块类型可包括数据处理模块、供电模块、通信和数据总线模块等。

（2）装载 IMA 模块的机柜或机架。这些机柜或机架可能是简单的机械外壳，或者可能综合主动冷却单元、供电、通信接口、数据和电源底板，或任何这些特征的组合。

c. 传统的航电系统由专用的可更换组件（LRU）构成，这些 LRU 执行特定的功能，例如自动飞行、飞行管理和飞行驾驶舱显示器。局方为这些 LRU 及其功能制定相应的 CTSO。但随着数字技术的发展，

集成度变得越来越高。现在，已经演变成由软件确定功能，而由硬件提供输入、输出、数据存储和软件执行的平台。由于这些基础属性对于不同的应用均是相似的，因此制造人可以通过使用不同类型的通用机载硬件单元来执行功能，从而提高效率。图 1 为典型的综合航电系统框图。根据系统的应用需求不同，所需硬件单元的类型和数量，以及每个单元类型的数量都可能是不同的。如图 1 所示，机柜或机架中装满了不同类型的模块。典型的模块类型包括处理器、供电、数据库和输入/输出模块。除了机柜或机架，一个完整的系统可以由不同的控制器、显示器和传感器构成。任何模拟信号、专用通信总线或系统级双向通信总线的组合均可提供 IMA 系统通信。制造人可以将功能分配到一个或多个机柜或机架上的模块和其他设备。

图 1 包含多个硬件单元的 IMA 系统样例



d. 只有在制造人交付硬件单元，并且用户综合硬件和软件后，才能确定或运行每个硬件单元中驻留的系统应用功能。因此对飞机级功能、失效状态类别，以及失效或故障的影响的描述都不会包含在硬件单元最低性能标准中，而是在相关规章、CTSO、最低性能标准和咨

询通告中提及。制造人的最低性能标准应声明每个研制硬件单元的硬件设计保证等级和软件等级。制造人也应将所有硬件和软件接口限制包含在最低性能标准和数据单中，以保存所声明的硬件设计保证等级和软件等级。

e. 硬件单元可以包含支持软件加载和/或电子件号的软件。只有此类软件可以用本 CTSO 进行批准。如果存在这类软件，则应根据硬件单元制造人确定的软件等级，按照 RTCA/DO-178B《机载系统和设备合格审定中的软件考虑》（1992.12.1）进行研制。

3. 最低性能标准概述

为硬件单元制定的最低性能标准应包含以下内容：

a. 预期功能。制造人应根据环境中相关性能要求详细说明硬件单元的预期功能。

b. 假设

（1）每个硬件单元自身无法实现飞机上的任何功能。只有在综合多个硬件单元，并加载功能软件后，才能实现飞机功能。各硬件单元分别进行制造和运输，并仅包含支持软件加载和/或电子件号的软件。

（2）各个硬件单元应独立于飞机功能进行试验和鉴定。每个单元都需要单独的试验程序，以验证硬件单元在不同的环境条件下执行其预期功能。本 CTSO 不涉及对硬件单元正确执行功能软件的保证，但在型号合格证、补充型号合格证过程中，或获取功能 CTSOA 时，应给予说明。

c. 试验程序

(1) 硬件单元性能试验。硬件单元制造人应制定试验程序，用来表明每个适用的硬件单元都符合本附录第 5 节中介绍的最低性能标准。该试验程序可以在实验室环境下进行，表明硬件单元满足最低性能标准。

(2) 环境试验。硬件单元制造人应制定试验程序，以表明在本附录第 6 节中规定的每个适用环境下，硬件单元符合其最低性能标准。对于不同的环境试验，可能需要多项试验程序。硬件单元制造人的设备规范或试验报告应详细说明环境试验中的试验程序，也应为使用简化功能试验来覆盖运营范围内性能要求提供证据。

(3) 硬件单元安装试验。硬件单元制造人可以制定试验程序，用于地面或飞行试验期间在飞机上安装硬件单元。硬件单元中驻留的具体飞机系统功能不属于本附录范围，需参考相关 MPS，获取功能 CTSO 试验要求，并参考制造人对任何其他飞机系统功能的试验要求。

(4) 运行试验。硬件单元应包含支持运行试验的设计特征，以确定安装在飞机上时，其功能正常。

4. 通用最低性能标准要求

硬件单元最低性能标准应包含如下要求：

a. 适航。当与其他硬件单元和功能软件在指定飞机上综合时，每个硬件单元的设计和制造都应提供不会破坏或降低飞机适航能力的安装方法。

b. 预期功能。每个硬件单元安装在飞机或发动机上时，都应按照制造人的定义，执行其预期功能。

c. 航空无线电管理法规。如适用，所有设备都应符合中国民用航空无线电管理的相关法规。

d. 防火。除了不会引起火势快速扩散的小部件（例如旋钮、紧固件、密封件、扣眼，和小电子部件），其他所有使用的材料都应是自熄的。

e. 试验影响。硬件单元及其试验程序的设计都应使得该程序的应用绝不能导致任何明显危害硬件单元性能和可靠性的情况。

f. 设计保证。硬件单元应按照与驻留功能的失效状态类别相适应的设计保证等级和系统架构来进行研制。SAE ARP4754《高度综合复杂机载系统的适航审定考虑》为系统和设计活动提出了一种可接受的确定研制保证等级的方法。如果硬件单元包含无法通过试验或分析来评估功能的电子设备，则硬件单元应符合 RTCA/DO-254《机载电子硬件的设计保证指南》。如果硬件单元包含软件加载和/或电子件号的软件，则该软件应根据 RTCA/DO-178B《机载系统和设备合格审定中的软件考虑》中相应软件等级的要求进行研制。

注：CTSO 制造人所选择的设计保证等级应与初步系统安全性评估（PSSA）过程分配给硬件单元软件和硬件的等级一致。

g. 未使用的机柜或机架位置。制造人应定义相应的方法和部件，为未使用的机柜或机架提供适合的覆盖或位置填充物。如需要，这些部件应作为机柜或机架 CTSO 批准的一部分。

5. 设备性能——标准条件

a. 制造人应在最低性能标准中详细说明硬件单元性能要求。但通常只有在多个硬件单元综合、功能软件加载，并且系统综合完成后，才能实现飞机功能。飞机级的附加性能也应在飞机合格审定过程中进行说明和验证。需要在飞机级评估对 CTSO 要求的符合性。该层级的性能标准超出了本 CTSO 的范围，此处提及只是出于完整性考虑。硬件单元制造人应为每类按本 CTSO 申请的硬件单元准备最低性能标准。最低性能标准中应包含硬件单元的所有最低性能要求。这些要求应以量化的形式提出。如适用，最低性能标准中应包含容差，以便可以更好地制定试验程序。

b. 用于设备性能试验的设备构型。

(1) 针对机柜和机架性能试验的试验构型应至少包含综合了冷却和供电装置的机柜或机架，适用的供电模块（如果没有综合在机柜或机架中），适用的处理模块和适用的数据通信模块（如果没有综合在机柜或机架中）。针对模块的试验构型应至少包含为该模块设计的机柜或机架，适用的供电模块（如果模块为完成功能，需要具有该部分），和适当的数据通信和处理模块（如果模块为完成功能，要求具有该内容）。机柜或机架中所有未使用的模块位置都要安装适用的覆盖或位置填充物。

(2) 机柜或机架和模块构型应包含为其服务的适当的电气和机械连接器接口。

(3) 如果按本 CTSO 制造的硬件单元可以加载软件，执行飞机

功能，则制造人应使用指定的目标试验软件或功能软件来表明硬件单元功能的运行。制造人应验证、确认和控制软件的构型，以确保试验有效。

c. 设备性能要求。最低性能标准应至少记录表 1 中相关的硬件特征。任何硬件单元的功能组成部分都会规定相应的特征项和硬件单元最低性能标准的实际内容。

表 1 按性能分类的硬件特征

设备性能类别	特征
对于所有单元的通用信息	• 底板接口 • 电源要求 • 功耗 • 热要求 • 冷却要求 • 尺寸和重量 • 输入/输出连接器 • 连接器 • 外形和安装 • 机械接口
针对模拟输入信号的模拟输入规范	• 范围 • 精度 • 分辨率 • 零值和偏移 • 滤波 • 输入阻抗 • 模数转换速度 • 数模转换速度 • 稳态额定电压 • 瞬态额定电压 • 电路保护技术 • 复用
针对模拟输出信号的模拟输出规范	• 范围 • 精度 • 零值 • 线性度 • 最大电流 • 输出阻抗 • 模/数转换速度

设备性能类别	特征
	• 稳态额定电压 • 瞬态额定电压 • 电路保护技术 • 复用
针对离散输入信号的离散输入规范	• 触发点 • 迟滞 • 滤波 • 输入阻抗 • 逻辑意义 • 最大逻辑高电平 • 最大逻辑低电平 • 最小逻辑高电平 • 最小逻辑低电平 • 稳态额定电压 • 瞬态额定电压 • 电流保护技术 • 复用
针对离散输出信号的离散输出规范	• 电压等级 • 电流输出容限 • 电流吸入容限 • 输出阻抗 • 电流保护技术 • 复用
针对处理硬件的处理规范	• 包含的软件功能 • 软件/硬件接口机制和协议 • 综合要求 • 软件限制 • CPU 总线和时钟频率 • 存储器大小和类型 • 中断 • 复位结构 • 存储器管理，如缓存和MMU • 监控器 • 底板接口 • CPU 类型 • CPU 吞吐量 • 时序规范
供电	• （电压）调整率 • 输入电压和电流 • 最大启动（冲击）额定电流 • 输出电流容限 • 保持能力 • 重启

设备性能类别	特征
	• 瞬态抑制 • 电压输出和容差 • 电源监控和状态输出 • 短路管理 • 电源复位和恢复 • 电路保护技术
针对输入和输出的数字通信	• 数据传输速率 • 完整性检查 • 信号电平 • 电流吸入和电流输出 • 输入阻抗 • 输出阻抗 • 信号的上升和下降时间 • 滤波 • 接线长度限制 • 输入和输出容限 • 隔离 • 最大误码率 • 电路保护技术 • 复位 • 监控器 • 复用
机柜或机架	• 安装结构 • 间隙要求 • 空气流动要求 • 模块安装方式 • 单元间接口 • 单元间连接 • 接地和屏蔽措施 • 分区或隔离措施 • 模块安装和拆卸方法

6. 设备性能——环境条件

a. 硬件单元制造人应详细说明可以代表实际安装环境的 RTCA/DO-160 环境条件和试验程序中相应环境试验类别。制造人应说明针对适用的标准环境条件和试验程序中每个适用试验程序的硬件单元性能要求。如适用，制造人可以在环境极限条件下选择不同的

合格判据或容差。一旦确定了适用的环境试验条件和类别，硬件单元制造人应制定鉴定试验大纲，以指导试验。必要时，需要在试验阶段实现单元连接来代表实际运行情况。

b. 若制造人通过多个类别的环境试验来鉴定硬件单元，则应执行每一类别所对应的各项试验。

c. 硬件单元制造人和型号合格证（TC）、补充型号合格证（STC）申请人应共同负责确保飞机合格审定中的安装设计与设备审定中的环境条件一致，也应确定若飞行环境保持在包线范围内，能够确保足够的飞机性能和安全性。

d. 制造人可以在任何环境试验程序中使用 X 类，表明电子硬件最低性能标准未按照该节的环境条件进行试验。

e. 环境试验的设备构型

（1）针对机柜和机架性能试验的试验构型应至少包含综合了冷却和供电装置的机柜或机架，适用的供电模块（如果没有综合在机柜或机架中），适用的处理模块和适用的数据通信模块（如果未综合在机柜或机架中）。针对模块的试验构型应至少包括为该模块设计的机柜或机架，适用的供电模块（如需要该部分模块完成功能）和适用的数据通信和处理模块（如需要该部分模块完成功能）。机柜或机架中所有未使用的模块位置都要安装适用的覆盖或位置填充物。

（2）机柜或机架和模块构型应包含为其服务的适当的电气和机械连接器接口，包括屏蔽、后壳和应力释放等。设备构型应包含适用的标准环境条件和试验程序中安装程序所指定的接口线路和线缆。

(3) 如果按本 CTSO 制造的硬件单元可以加载软件来执行飞机功能，则制造人应使用具体的目标试验软件或功能软件来表明硬件单元功能的运行。制造人应验证、确认和控制软件的构型，以确保试验的有效性。

f. 环境鉴定试验。下表 2 汇总了环境鉴定试验的指南。

表2 环境鉴定试验的指南

环境试验	RTCA/D0-160 章节	指南
温度	4.5	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
高度	4.6	为本节填写CTSO 环境鉴定表格： - 将设备在这些试验条件下进行试验。 - 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
温度变化	5.0	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
湿度	6.0	为本节填写CTSO 环境鉴定表格： - 将设备在这些试验条件下进行试验。 - 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
冲击（运行）	7.0	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定

环境试验	RTCA/DO-160 章节	指南
		的组成部分执行。
冲击（坠 撞安全）	7.3	为该节填写CTSO环境鉴定表： • 制造人应在所有模块位置中安装实际模块或相同重量的填充物。 • 由于坠撞安全试验可能会损坏设备，因此该试验可以最后执行。
振动	8.0	• 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 • 为本节填写CTSO 环境鉴定表X类（未试验）。 • 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
爆炸性	9.0	为该节填写CTSO环境鉴定表： • 对于环境1，爆炸绝不能扩散到设备以外。 • 对于环境2，设备绝不能试验间中引爆易燃混合物。
防水	10.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格： • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
流体敏感性	11.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格： • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
沙尘	12.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格： • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
霉菌	13.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格：

环境试验	RTCA/DO-160 章节	指南
		• 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时,设备需要满足的相关最低性能标准。
盐雾	14.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格: • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时,设备需要满足的相关最低性能标准。
磁效应	15.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格: • 设备应满足指定仪表或设备类型的要求。
电源输入	16.0	• 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 • 为本节填写CTSO环境鉴定表X类(未试验)。 • 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
电压尖峰	17.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格: • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时,设备需要满足的相关最低性能标准。
音频传导 敏感性试 验—电源 输入	18.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格: • 将设备在这些试验条件下进行试验。 • 制造人应确定进行这些试验时,设备需要满足的相关最低性能标准。
感应信号 瞬态性试 验	19.0	• 该试验不作为本CTSO的组成部分执行 • 为本节填写CTSO环境鉴定表X类(未试验)。 • 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
射频敏感 性 试 验	20.0	• 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 • 为本节填写CTSO环境鉴定表X类(未试验)。

环境试验	RTCA/DO-160 章节	指南
(辐射和传导)		将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
射频能量发射试验	21.0	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
闪电感应瞬间敏感性试验	22.0	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
闪电直接效应	23.0	- 该试验不作为本CTSO的组成部分执行。 - 为本节填写CTSO环境鉴定表X类（未试验）。 - 将这些试验作为功能CTSO应用或型号合格审定的组成部分执行。
结冰	24.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格： - 将设备在这些试验条件下进行试验。 - 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。
静电放电	25.0	为本节填写CTSO环境鉴定表格： - 将设备在这些试验条件下进行试验。 - 制造人应确定进行这些试验时，设备需要满足的相关最低性能标准。

7. 设备试验程序

a. 详细的试验程序。制造人应提供详细的硬件单元功能和环境试验程序，以表明对最低性能标准的符合性。

b. 所需试验设备。制造人应确定在硬件单元功能和环境试验程序

中所需的试验设备。

c. 试验项目和条件的确定。以下为本节中试验应执行的试验项目和条件。

(1) 电源输入电压。除非具体说明，否则所有试验应在电源输入电压调整到设计电压上下浮动 2% 的范围内时执行。试验时输入电压应在待测设备输入端进行测量。

(2) 电源输入频率

(a) 如果将设备设计成由恒频（例如 400 赫兹）交流驱动，输入频率应调整到设计频率上下浮动 2% 的范围内。

(b) 如果将设备设计成由变频（例如 300 赫兹到 1000 赫兹）的交流驱动，则除非具体说明，否则试验时应将输入频率调整到所选频率 5% 的变化范围内，且该范围符合设备设计范围。

(3) 设备调整。试验时，设备线路应合理规整，否则应在指定试验实施前，根据制造人推荐的方式，调整或校准设备。

(4) 试验设备。性能试验中使用的所有设备应通过产地、型号、序列号（如适用），以及其最新校准日期来进行识别。如适用，试验设备校准标准应可追溯到国家和/或国际标准。

(5) 试验仪器预警。在试验阶段应进行预警，避免由于电压表、示波器和其他试验仪器的连接，通过所测设备输入/输出阻抗，导致错误产生。

(6) 环境条件。除非具体说明，否则所有试验应在室内温度、压强和湿度的条件下进行。但是，室内温度不能低于 10 摄氏度。

(7) 连接负载。除非具体说明，否则所有试验应在连接负载的设备具有与其设计匹配的阻抗值时执行。

8. 安装设备性能

对于符合本附录第4节至第7节内容的各个硬件单元的架构和应用，通常这些硬件单元应与其他设备进行安装和综合，以提供系统级或飞机级功能。当在硬件单元中加载软件，以提供系统级功能时，有必要表明软件和硬件综合，系统的飞机级综合，以及系统与其他关联飞机系统的综合。型号合格证申请人应表明安装在飞机上的硬件单元满足相关规章要求。

9. 设备运行性能特征

为确保在预期运行环境中安全可靠，通常各个硬件单元都应与其他设备协同安装和综合，以提供系统级或飞机级功能。已安装的系统在任何硬件单元无法执行预期功能时，应通知机组。

附录 2 IMA 硬件单元数据单格式样例

注：如果存在不适用项，填写“不适用”。

CTSO制造人名称	
CTSO制造人地址	
CTSO编号	
单元描述（例如，I/O模块，处理模块）和预期使用	
单元件号（包括更改状态和序列号有效性）	
软件等级	
环境鉴定（总结或附带RTCA/DO-160D(Change3以后版本)环境鉴定表）	
底板接口	
电源要求	
功耗	
尺寸和重量	
符合后壳要求的输入/输出连接器	
底板连接器	
模块安装和处理方案	
单元内部接口	
单元内部连接器	
接地和屏蔽措施	
分区和/或隔离措施	
安装机构（针对机柜或机架）	
间隙要求（针对机柜或机	

架)	
空气流动要求 (针对机柜或机架)	
模块拆卸方式 (针对机柜或机架)	
特殊安装信息 (见注1)	
限制 (见注2)	
持续适航信息 (见注3)	

注 1: 包括以下类型信息: (1) 软件装载说明文件编号, (2) 所需机柜或机架型号 (用于模块), (3) 接地/屏蔽要求, (4) 安装要求 (包括在飞机中的方向), (5) 间隙要求, (6) 空气流动要求, (7) 如适用, 组件安装和安装要求, (8) 分区和隔离措施, 以及 (9) 任何安装人员或集成商所需的信息。

注 2: 包括任何 CTSO 或最低性能标准所需的任何限制, 以及其他使用者应了解的限制。

注 3: 包括任何使用者应考虑持续适航信息。

附录 3 硬件单元定义

本附录总结了与本 CTSO、硬件单元研制、以及附录 1 最低性能标准制定标准应用相关的术语。根据相关硬件单元性能，将这些术语分成八类。

(1) 通用术语

空气流动要求：使机柜、LRU、或者模块内部和周围空气流动的相关要求（包括空气温度、容积率，以及压强）。

模/数转换速率：执行一次模数转换的时间。通常，表示为 A/D 转换器在一次转换中，将所有模拟信号都转换完成的时间或频率。

电路保护技术：包含在输入或输出部分，避免功能电路受外部环境影响的电气隔离或电路。例如，使用瞬态吸收器来避免电路受闪电间接效应影响。

电流输出/吸入：当信号发送至零电压位时，输出中下降的最大电流。

电流源：当信号发送至某个非零电压位时，输出中所提供的最大电流。

间隙要求：超出机柜和机架的外形尺寸在指定方向上的附加空间要求。例如，允许空气流动的区域。

设计保证：所有计划性和系统性的活动和资料，用于证明硬件正确执行预期功能，并且确定纠正研制错误，使得硬件满足相关审定基础。

研制保证：所有计划性和系统性的活动和资料，用于证明系统正

确执行预期功能，并且确定纠正研制错误，使得系统满足相关审定基础。

功能软件：根据功能 CTSO 或在型号合格审定过程中进行认证批准的软件应用。该软件通常指运行软件、应用软件或者飞行软件。

功能 CTSO：针对确定功能的 CTSO。CTSO-C153 不属于功能 CTSO，因为通常 IMA 硬件单元不具备系统级功能。

接地/屏蔽措施：提供单元接地或屏蔽连接的电气或机械设计部分。该部分通常与射频发射和系统的敏感性保护相关。

硬件单元：本 CTSO 中，硬件单元是（1）硬件模块，（2）装载硬件模块的机柜或机架。

注：本定义可能与其他文件中的定义不同。（例如 RTCA/DO-254）。

单元间连接：允许多个模块在机柜或机架中交互式安装的连接器的类型规范和连接器管脚分配规范。

单元间接口：定义电气信号、时序要求，以及支持模块/单元与机柜或系统进行通信的协议。

模块拆卸方式：使模块从机柜中移除的机械设计部分。

模块安装方式：确保每个模块固定在机柜或机架中的机械设计部分。

安装结构：确保每个模块固定在机柜或机架中的机械机制。

复用：多个输入分别转换到一个接收机（例如转换到序列接收机的多个数字通信总线）或多个输出由同一个电路分别产生（例如，由

一个 D/A 转换器通过多个采样和保持来驱动的多个模拟输出)。

分区/隔离措施：通过物理或电气方式降低单元间干扰的电气和/或机械设计部分。

稳态额定电压：可以持续向输入或输出供电，而不会引起破坏的最大电压范围。

瞬态额定电压：可以短时间内向输入或输出供电，而不会引起破坏的最大电压。应包含最大瞬态时间间隔。

(2) 模拟输入/输出术语

精度：对信号真实值的符合程度。通常表示为信号读取值或满盘值的百分比。

最大电流：电路可以吸收或产生的最大电流。

线性度：在整个范围内，随着信号值变化，信号预期值与之成比例变化而引起的错误。

零值：确定为零的信号值。其通常可表示为正或负的电压值。

偏移：电压为零时，信号（通常非零）的显示值。

范围：信号运行的最小和最大电压值；如果信号值处于两者之间，则其有效。

分辨率：信号数字化表示的最小测量单位。通常定义为用于表示信号值和/或最有效二进制位(LSB)电压值的二进制位数。

(3) 离散输入/输出术语

离散输入：只有两个状态的输入。典型的例子是“接地或开路”和“28 伏或开路”输入。

离散输出：只有两个状态的输出。典型的例子是“接地或开路”和“28 伏或开路”输出。

(4) 输入术语

迟滞：当改变状态时输入电压会有迟滞现象。例如，如果输入电路有 0.2 伏的迟滞并且触发点是 2.0 伏，那么电路将会在输入电压达到 2.0 伏时改变状态，直到输入电压降低到 1.8 伏之下才会恢复到原状态。

逻辑意义：离散输入状态的功能解释。真或正逻辑等同于“低”或二进制“0”的“接地”状态。假或负逻辑等同于“高”或二进制“1”的“接地”状态。

最大逻辑高电平：能够连接电路输入端的最大电压值被解释为“高”。

最大逻辑低电平：能够连接电路输入端的最大电压值被解释为“低”。

最小逻辑高电平：能够连接电路输入端的最小电压值被解释为“高”。

最小逻辑低电平：能够连接电路输入端的最小电压值被解释为“低”。

触发点：输入电路状态改变的输入电压值。

(5) 输出术语

电流吸入容限：当信号上拉至 0 伏（地）时（电流的流向从负载到部件输出端），输出端的最大电流消耗。

电流输出容限：当驱动信号到一个电压电平时（电流的流向从部件输出端到负载），输出端的最大电流供应。

电压等级：输出端每个状态的最小和最大电压。大地为参考点。

（6）处理器术语

底板接口：定义电气信号、总线、时序要求，以及用于在机柜或机架中部件之间通讯的协议。

中断：用于停止正在运行的处理程序或应用程序的信号。表明发生了更高的权限或异步事件。

存储器管理单元：专门的控制电路，有时综合在微处理器当中，被处理器用于指令的预读和预取。也可以被用于执行存储器指定区域的结构化的或具有优先权的控制。

监控器：监控操作系统的正常运行，并向处于非正常状态的处理器或用户提出警告的专用电路。例如电源监控器，用于当电压超过最大容限值时，复位处理器；或活动监控器，用于当处理器没有按顺序执行操作时，复位处理器。

复位结构：停止正在执行的程序或应用程序的变量信号。这些信号在一个确定状态下重新启动处理器。

中央处理单元（CPU）吞吐量：衡量 CPU 在每个单元时间内完成指令的数目。

（7）供电术语

保持能力：在输入电压降低到最小等级之下后，电源持续供应输出电流的能力。通常表示成从输入电压降低到电源向处理器供应复位

信号的时间。

输入电压或电流：输入电压是指标称的和可接受的变化值。输入电流是指最大的稳定状态电流。对于电流峰值，请见下条“冲击电流”。

最大启动（冲击）额定电流：输入电压增加到最低级，引起第一次上电后的最大输入电流。

输出电流容限：为每个输出电压提供的连续的运行最大电流。

电源监控器和状态输出：检查供电电源的输出电压等级和电流负载的独立电路。该电路会生成一个或多个与处理器相连的二进制信号以声明“超出规范”条件。这些二进制信号可能会强制关闭电源以防止电源部件的损坏。

电源复位：当输出电压的范围超出可接受的容限范围时从电源发出的一位二进制信号。

调整率：当考虑到负载、温度的变化，以及所有输入电压瞬间的变化和偏离时，输出电压变化的百分比。

重启：当输入电压恢复到最小等级或高于最小等级，或跳闸监控器指示的“超出规定”条件已经恢复到正常状态时，电源或其他电路重新恢复到正常运行模式的能力。

短路管理：用来在电源输出中监控短路或过电流状况的监控电路。短路电路的响应可能断开受影响的输出或整个供电电源。

瞬态抑制：当输入电压变化时电源连续正常运行的能力。该能力的大小一般用瞬态变化的时间和电压等级表示。

输出电压和容差：供电电源输出的电压等级和容限。

（8）数字通信术语

数据传输速率：在一个时间周期内传输数据的比特数。通常用千比特/秒或兆比特/秒表示。

完整性检查：该过程使用附加数据和消息信息来确定接收的消息数据没有错误或延迟。例如奇偶校验、校验和、数据有效性检查以及循环冗余检查。

最大误码率：接收端停止从源端接收数据之前，在消息传输中允许发生比特错误的最大值。

监控器：检查发送端连续运行或检查接收端对输入数据响应的独立电路。该电路将产生一个或多个与处理器连接的二进制信号，以声明“失效”状态。

复位：导致接收端或发送端停止运行的条件，清除所有数据并且重启启动。

信号电平：为每个输入或输出提供的最小和最大电压。通常有容限、门限以及相关的接地点。

信号上升和下降时间：信号上升时间是输出增益从 10%转换到 90%的时间。信号下降时间是输出增益从 90%转换到 10%的时间。

接线长度限制：要求从主总线到原件的布线连接器的最短和最大长度。