



中国民用航空总局

咨 询 通 告

编 号：AC-21-1317

颁发日期：2006 年 8 月 7 日

航空器高强辐射场（HIRF）保护要求

中国民用航空总局航空器适航审定司

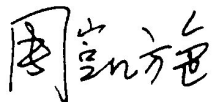
中国民用航空总局航空器适航审定司

咨 询 通 告

编 号: AC-21-1317

部门代号: AAD

生效日期: 2006年8月7日

批准人: 

航空器高强辐射场（HIRF）保护要求

1. 目的

现代航空器机载设备中电子电气元件参数（例如输入的电压、电流、功率）的降低，使得航空器电子电气系统经受电磁干扰的能力下降。在受到不断增多增大的来自地面、舰船、海上平台或航空器上的雷达、无线电、电视、卫星上行数据等高功率发射机的辐射时，由这类电子电气设备构成的机载系统的功能会受到严重影响，严重时将导致功能的丧失或混乱。与模拟式电子电气系统相比，先进的数字式电子电气系统更容易受高强电磁辐射的影响。

过去许多由手动、机电或液压部件执行的功能现在改由先进的数字式电子系统实现。在提高航空器性能和燃油效率的前提下，这些先进系统因其运行价格低廉、机组负担小和维修工作简单等原因而被迅速接受。

受获得更高效率的需求驱使，工业界已经在航空器结构中更多地采用

复合材料，以减少或替代铝合金的使用。复合材料的低电导率特性使其提供的屏蔽性能很差，进而使得电气和电子系统更多地曝露于外部电磁环境。

在现行的 CCAR23/25/27/29 各部规章中，根据§2×.1301 或§2×.1309 等综合性条款的要求，适航当局可以借鉴诸如美国 DO-160D 或欧洲 ED-14C 等环境标准对电子电气设备提出承受高强辐射场（HIRF）的要求。然而，中国民用航空规章（CCAR）中没有对航空器系统提出明确的 HIRF 要求，以至这些规章不能足够或适当地提出保护航空器关键性系统免受 HIRF 不利影响的适航要求。因此，根据《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21R1）第十一条的要求制定专用条件，使其具有与 CCAR23/25/27/29 各部规章等效的安全水平。为使各型号合格审定过程中制定的 HIRF 专用条件能遵守统一的原则，特制定本咨询通告。

本咨询通告要求航空器必须具有足够的 HIRF 保护能力，以防止执行关键功能的航空电子系统和电气系统因直接或间接的 HIRF 作用造成器件损坏和功能中断进而导致灾难性事故。

2. 适用性

本咨询通告既适用于新申请型号合格证为民用航空器，也适用于为加装执行关键功能的新系统而更改的现有民用航空器。

3. 参考文件

FAA 关于 HIRF 的建议专用条件；

FAA 和 JAA 的 AC/AMJ20-1317《运行在 HIRF 条件下的航空器合格审定》；

FAA 的 N8110.71《运行在 HIRF 条件下的航空器合格审定指南》

RTCA DO-160D 《机载设备环境条件及试验程序》（美国）；

ED-14C 《机载设备环境条件及试验程序》（欧洲）；

SAE-ARP5583 《飞机在 HIRF 环境中的合格审定指南》。

4. 相关的适航规章条款

CCAR 21.11、CCAR23.1309、CCAR25.1309、CCAR27.1309、
CCAR29.1309、CCAR23.1529、CCAR25.1529、CCAR27.1529、CCAR29.1529。

5. 建议的专用条件

建议在合格审定过程中采用下列专用条件（如必要）：

执行关键功能的每个电子和电气系统必须被设计和安装成：当航空器暴露于航空器外部 HIRF 环境下，确保执行关键功能的这些系统的运行和运行能力不会受到不利的影响。

注：这里所说的关键功能是指其故障将引发妨碍航空器继续安全飞行和着陆的故障条件的那些功能。

6. 背景

目前，CAAC 和其它适航当局还不能准确地定义或控制航空器使用过程中将会暴露于 HIRF 的能量水平。然而，为了统一航空器合格审定政策以满足不断增长的合格审定需求，通过航空立法顾问委员会（Aviation Rulemaking Advisory Committee）的 FAA/JAA 电磁影响协调工作组（Electromagnetic Effects Harmonization Working Group）的持续研究，FAA 于 1998 年 4 月 2 日出版了文件 N8110.71，给出了在 HIRF 环境中运行的航空器的合格审定指南。由于各方面的原因，目前我国尚未开展自己领空范围内的 HIRF 环境调查，因此尚无条件完全独立地制定符合中国国情的可用

于航空器合格审定的航空器外部 HIRF 环境要求。然而，我国民用航空器的设计、改装、审定和运行现状又迫使我们必须制定自己的相关政策，以作为 CAAC 在航空器合格审定过程中关于 HIRF 的标准且一致的要求。

FAA 和 EASA 在各自关于合格审定政策文件中对 HIRF 要求的表述略有不同。EASA 认为 HIRF 验证要求既适用于关键系统也适用于重要系统，并且要求对关键系统做航空器级的验证试验；FAA 认为 HIRF 验证要求仅适用于关键系统，并且对关键系统，除用航空器级的试验进行验证外，也可用系统级的试验室试验进行验证。两者表面上的差异并非实质性不同。因为根据 FAA 和 JAA 于 1997 年 7 月联合出版的 AC/AMJ20-1317《对运行在 HIRF 环境下航空器电气和电子系统的合格审定》，航空器重要系统应按 B 级进行 HIRF 验证，即仅要求做设备级的 HIRF 试验室试验，这与 FAA 将重要系统归类到设备范畴考虑的政策没有本质差别；另外，FAA 对关键系统并非不要求做航空器级试验要求，而是增加了允许对其进行系统级试验室试验进行验证的一种选择。考虑我国国情，编制咨询通告时主要参考了 FAA 关于 HIRF 的“建议的专用条件”中的内容。

7. 合格审定程序

对于按 CCAR23、25、27、29 申请型号合格证、型号合格证更改和补充型号合格证的项目，适航部门将颁发专用条件来要求申请人符合下面 7.1.1 或 7.1.2 的规定。

7.1.1 申请人可以证明当航空器暴露于表 1 或表 2 中的 HIRF 环境时，执行关键功能的电子和电气系统的运行和运行能力不会受到不利影响。

表 1 按 VFR 飞行的旋翼航空器

频 率	场强 (伏/米)	
	峰 值	平均值
10KHz-100KHz	150	150
100KHz-500KHz	200	200
500KHz-2MHz	200	200
2MHz-30MHz	200	200
30MHz-70MHz	200	200
70MHz-100MHz	200	200
100MHz-200MHz	200	200
200MHz-400MHz	200	200
400MHz-700MHz	730	200
700MHz-1GHz	1400	240
1GHz-2GHz	5000	250
2GHz-4GHz	6000	490
4GHz-6GHz	7200	400
6GHz-8GHz	1100	170
8GHz-12GHz	5000	330
12GHz-18GHz	2000	330
18GHz-40GHz	1000	420

场强以峰值的均方根值 (RMS) 给出

表 2 所有其它航空器

频率	场强 (伏/米)	
	峰值	平均值
10KHz-100KHz	50	50
100KHz-500KHz	50	50
500KHz-2MHz	50	50
2MHz-30MHz	100	100
30MHz-70MHz	50	50
70MHz-100MHz	50	50
100MHz-200MHz	100	100
200MHz-400MHz	100	100
400MHz-700MHz	700	50
700MHz-1GHz	700	100
1GHz-2GHz	2000	200
2GHz-4GHz	3000	200
4GHz-6GHz	3000	200
6GHz-8GHz	1000	200
8GHz-12GHz	3000	300
12GHz-18GHz	2000	200
18GHz-40GHz	600	200

场强以峰值的均方根值 (RMS) 给出

7.1.2 申请人可以由一个系统试验室试验进行验证

(a) 执行关键功能的电子和电气系统经受 10KHz-18GHz 频率范围内 100 伏（均方根值）/米的电磁场强度。这包括按 IFR 运行的旋翼航空器的执行关键功能的电子电气系统。

(b) 按 VFR 运行的旋翼航空器的执行关键功能的电子电气系统经受 10KHz-18GHz 频率范围内 200 伏（均方根值）/米的电磁场强度。用试验室试验表明 HIRF 要求的符合性时，不要相信安装导致的信号衰减。

7.1.3 用以上任一验证表明表 1 或表 2（按适用）中规定的各频段内的符合性。

7.1.4 对于按 VFR 运行的旋翼航空器的合格审定，在综合考虑 HIRF 环境和试验室试验电平的情况下，旋翼航空器关键系统的合格审定不施加额外要求。综合到本咨询通告的 VFR 旋翼航空器环境和试验室试验水平足以解决旋翼航空器在低高度运行的独特性问题。

7.1.5 就像许多试验室仪表指示幅值那样，HIRF 环境和试验室试验水平所使用的场强值均以调制周期内的峰值的均方根值表示。它们普遍被称之为“峰值的均方根”值。真正的场强峰值将会高出 2 的平方根的系数。

7.2 符合性方法

本段描述可接受的符合性方法，表明申请型号合格证、型号合格证更改或补充型号合格证的航空器符合 HIRF 要求。

7.2.1 符合性计划：申请人应提交一份计划给适航当局，说明如何满足 HIRF 要求。该计划还应为关键系统在 HIRF 环境下的运行建议一个“合格”/“不合格”判据。

7.2.2 系统关键性确认：申请人必须确认执行关键功能的电子和电气系统，并征得适航当局的认同。这项工作可以用功能危害性评估和初步系统安全性评估（如果需要）的方式完成。

7.2.3 适用于 HIRF 要求的候选系统：按危害性分析确定出的关键系统是适用于 HIRF 要求的候选系统。电子飞行控制、主电子飞行显示和发动机全权数字控制（FADEC）系统是执行关键功能的例子。为了批准这些系统，应使用 7.1 节中规定的合格审定判据。一个系统可能执行关键和非关键两种功能，HIRF 要求仅适用于系统中执行关键功能的部分。

7.2.4 符合性验证：HIRF 要求的符合性可由试验、分析、模拟、与现有系统的相似性或这些方法的组合等适航当局可接受的方法进行验证。仅用使用经验是不可接受的，因为正常飞行工作时的这种经验可能并未包括曝露于 HIRF 环境的情况。

7.2.5 合格/不合格判据：只要验证表明所考虑的系统能够继续执行其预定功能，就获得了可接受的系统性能结论。当航空器曝露于要求的电磁场时，电子和电气系统执行的关键功能（正确功能的失效将引起灾难性故障条件，并因此要求提供功能保护）必须不会受到不利影响。在航空器曝露于要求的电磁场时或其后，必须持续提供这些功能。如果功能是由多重系统提供的，当航空器曝露于要求的电磁场期间一个或多个系统的丧失不应导致该功能的丧失。航空器曝露于要求的电磁场过后，每个受影响的执行这些功能的系统应该自动恢复正常工作，除非与系统的其它工作或功能要求有冲突。与系统规范的偏离是可接受的，但需要适航当局进行专门评估。

7.2.6 试验方法和程序：RTCA DO-160D 第 20 节和 SAE-ARP5583 给出了

可接受的程序信息。从上述 7.1.1 或 7.1.2 节选择符合性方法的申请人可以使用下列方法之一：

7.2.6.1 低电平扫频耦合试验，用来确定以电磁场强度和感应电缆电流表示的航空器内部环境。申请人必须表明，该航空器内部环境等于或低于这个系统试验室合格鉴定试验水平，包括互连电缆电流和内部场强。

7.2.6.2 安装有关键系统并曝露于 HIRF 环境的全尺寸航空器试验。

7.2.6.3 由文件表明相似性，即所建议的系统及其安装以前曾经在其它机型上满足 HIRF 要求。可以找到以相似性为基础的设备及其安装曾满足 HIRF 要求的批准实例。可以基于设备类型、功能、设计及安装等相似性来说明相似性。如果发现相似性说明并非令人完全满意，则适航当局可能要求对航空器上安装的系统进行一个从 10KHz 到 400MHz 频率范围内的大电流注入试验，以验证相似性。

7.2.6.4 前面 7.1.2 中的试验室试验水平是根据 RTCA/DO-160D 第 20 节的 W 类（100 伏/米和 150 毫安）和 Y 类（200 伏/米和 300 毫安）定义的。根据 RTCA/DO-160D 第 20 节的规定，按峰值的均方根值包线定义试验电平。作为最低要求，应该使用 RTCA/DO-160D 第 20 节的 W 类（100 伏/米和 150 毫安）和 Y 类（200 伏/米和 300 毫安）要求的调制。其它调制则应根据进行设计特性试验时最可能破坏设备工作的信号来选择。例如，飞行控制系统可能对 3Hz 矩形波调制敏感，而 CTR 显示器的视频信号可能对 400Hz 的正弦调制敏感。如果不知道或不能确定最坏的调制情况，则可以使用 RTCA/DO-160D 第 20 节的默认调制（default modulations）。如果系统制造商已经进行了经适航当局批准的 RTCA/DO-160D 第 20 节试验室试验，

则该制造商必须详细说明被批准系统的安装标准和航空器系统敷设的导线束，以使该系统能按系统制造商的安装标准制作。

7.2.6.5 如果试验期间不能连续得到系统关键功能，则航空器上必须保持一个可用的提供关键功能的替代手段。必须用试验、分析或相似性表明提供关键功能的替代系统不间断地满足 HIRF 要求。由试验引起的任何间断期间，必须保证系统不会提供易于误解的信息，并且其故障必须是立即可辨的。试验曝露过后，系统必须能自动地或由飞行机组人工地恢复关键功能的正常工作。在表明影响可以忽略并且既不会引起也不会触发对航空器的运行能力有不利影响的条件时，对合格/不合格判据的偏离可能是可接受的。偏离发生时，申请人应该提供评估资料和支持该偏离可接受性的原则解释。适航当局将对这个支持性文件作最终批准。

7.3 提交资料：申请人应该向适航当局提交一份说明如何满足 HIRF 要求的完整报告，包括试验结果、分析以及在符合性计划中所述的其它有关资料。

7.4 维修要求：申请人必须提供维修要求，以确保所装系统的持续适航性。合格审定期间所考虑的维修要求包括对所要求的结构屏蔽、导线屏蔽、接插件和设备保护部件的定期检查或试验。申请人必须为这些维修要求提供工程验证及其证明。