



专用条件

编号：SC-25-004

日期：2014-11-26

局长授权颁发：[Signature]

系统对结构的影响

本专用条件根据中国民用航空规章《民用航空产品和零部件合格审定规定》（CCAR-21）颁发。

1. 生效日期

自颁发之日起生效。

2. 背景

主动飞行控制系统可以自动对除了驾驶员之外的其他外部输入给出响应。主动飞行控制系统扩展了驾驶员的功能、效率和可靠性，所以系统失效时无人工备份的电传飞行控制正逐渐成为大型运输类飞机的标准设备。CCAR-25-R3 安全标准中未包含足够的要求来确定安装了这些先进设备飞机具有可接受安全水平。

虽然自动驾驶仪也被看作主动飞行控制系统，但是通常他们的控制权限是被限制的，所以其失效所造成的结果可以很容易的被驾驶员纠正。目前，自动驾驶仪也集成到主动飞行控制系统中，并被给予足够权限可以使飞机机动到结构设计限制。此项先进技术的使用和控制权限提高要求有一种新的方法来考虑控制系统与结构的相互影响。

CCAR-25-R3 中用于定义载荷包线的方法并没有充分考虑系统及其可靠性的影响。这些自动系统可能会不起作用或是在操纵权限减

少的降级模式下工作。因此，有必要确定结构的安全系数和飞机的使用裕度，使由于系统故障产生的载荷所导致结构失效的组合概率不超过安装了早期控制系统的飞机的相应水平。为了达到这个目标，有必要确定系统的故障状态及相应的故障出现概率以获得结构安全系数和使用裕度，来保证飞机具有可接受的安全水平。

早期的飞行控制系统只有两种状态，全部正常或全部失效。这两种状态均能立即被机组所察觉。新的主动飞行控制系统具有失效模态，允许系统在降级模态、不具有全部权限的情况下工作。降级的模态不能立即被机组发现，所以要求为这些系统安装监控系统，以提供关于降级系统的工作状态的报告

3. 适用范围

适用于 ARJ21-700 型飞机型号合格审定。

4. 专用条件

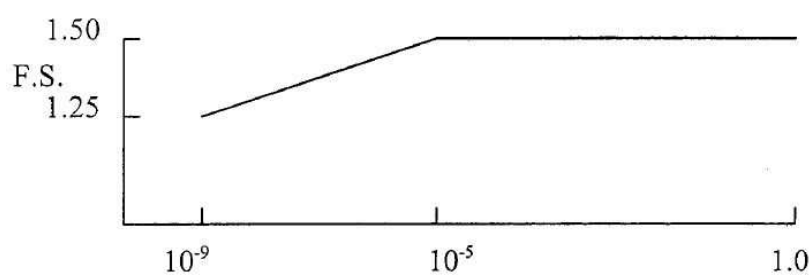
对于装有飞行控制系统、自动飞行系统、增稳系统、载荷减缓系统、颤振控制系统和燃油管理系统的飞机要按下列要求考虑：

(a) 如果系统故障被证明是极不可能（故障概率 $<10^{-9}$ ）发生的，则不需要考虑。

(b) 当系统故障概率 $\geq 10^{-9}$ 时，按下述状态来考虑：

(1) 系统出现故障的时刻：

(i) 从 1g 水平飞行状态开始，应建立包括驾驶员纠正动作的一个真实情况，用来确定故障发生时刻及失效后立即出现的载荷。飞机应能承受乘以合适安全系数（F.S.）后的载荷，安全系数的选取见图 1。



P_j - 出现故障模态 j 时的概率（每小时）

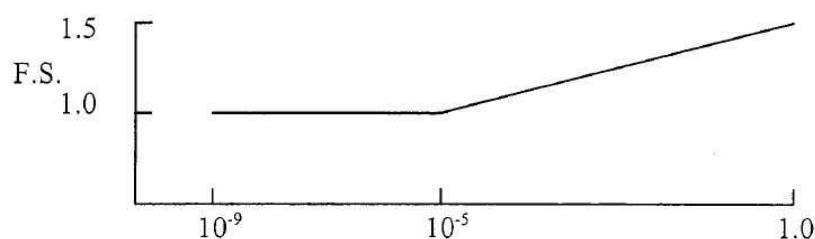
图 1 故障发生时刻的安全系数

(ii) 如果故障状态是可能的，用此载荷（作为极限载荷）对 25.571(b) 进行损伤容限评定。

(iii) 依据 25.629(b)(2) 进行颤振和发散的验证。

(2) 故障状态下持续飞行：

(i) 确定带故障状态飞行的载荷，并乘以一个取决于故障状态下失效概率的安全系数（F.S.）（见图 2），进行静强度验证。



Q_j - 故障模态 j 下的失效概率

其中：

T_j - 故障模态下 j 下的平均飞行时间（小时）

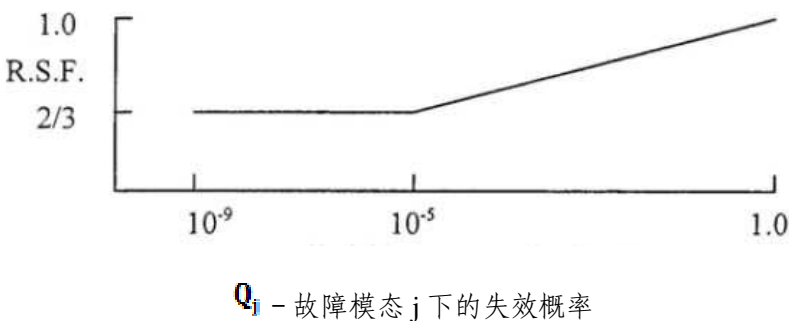
P_j - 出现故障模态 j 时的概率（每小时）

注：当 $P_j T_j \geq 10^{-5}$ 时，对于所有限制载荷均乘以 1.5 的安全系数。

图 2 故障状态持续飞行时的安全系数

(ii) 对于剩余强度验证，对上述载荷需乘以一个系数。然而，剩余强度至少是 1g 的飞行载荷加上故障状态载荷的 2/3 倍。剩余强度

的系数选取见图 3。



其中：

T_j - 故障模式下 j 下的平均飞行时间（小时）

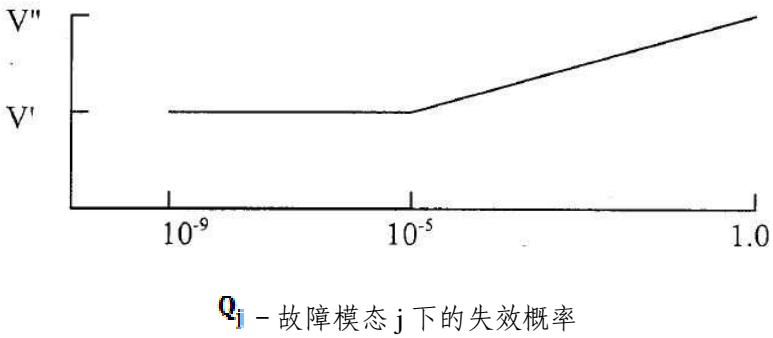
P_j - 出现故障模式 j 时的概率（每小时）

注：当 $Q_j \geq 1.0$ 时，剩余强度系统必须取 1.0。

图 3 剩余强度系数

(iii) 如果故障状态下的载荷对疲劳或损伤容限有明显的影响就必须考虑。

(iv) 颤振和发散根据图 4 限制的速度来验证，其中的颤振速度包线 V' 和 V'' 依据 25.629(b)来确定。



由§25.629 (b) (2)确定的速度包线

_____() _____

其中：

T_j - 故障模式下 j 下的平均飞行时间（小时）

P_j - 出现故障模式 j 时的概率（每小时）

注：当 时，颤振速度包线不能低于 V'' 。

图 4 颤振速度包线

(v) 对于可能发生的系统故障与 25.571(b) 的损伤组合，颤振与发散的速度必须大于图 4 中 V' 。