

颁发专用条件征求意见稿

颁发专用条件 CJ-1000A 型发动机过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰条件 征求意见稿

编号：PSC-33-008

反馈意见截止期：自通知颁发的15个工作日

1. 概述

本征求意见稿用于征求公众对于在 CJ-1000A 型发动机型号合格审定过程中增加过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰专用条件的意见。

2. 背景

CJ-1000A 型发动机在正常运行中可能会遭遇过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰条件，为保证发动机安全运行，需要针对上述结冰条件开展相关验证工作。现行有效规章《航空发动机适航规定》（CCAR-33 R2）未包含针对过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰条件的验证要求，需要制定专用条件。

3. 适用范围

CJ-1000A 型发动机。

4. 专用条件草案

CJ-1000A 型发动机过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰条件：

(a) 针对本文件附录 A 中定义的过冷大水滴结冰条件，以及附录 B 中定义的混合相与冰晶结冰条件，申请人应结合 CJ-1000A 工作包线，开展结冰关键点分析 (Critical Point Analysis)，以识别出附录 A 与附录 B 结冰包线内最严苛的结冰条件，并通过分析、试验或两者结合的方式表明 CJ-1000A 型号发动机在此条件下安全运行，不会出现失速、喘振、熄火、发动机失去控制，以及不可接受的推力损失、排气温度升高、机械损伤等不良影响。此外，申请人在开展相关分析与试验时，应充分考虑飞行过程中的冲压影响。并重点关注以飞行慢车功率下降的情形。

(b) 针对本文件附录 C 中定义的地面扬雪降雪结冰条件，申请人应进行至少 30 分钟的地面慢车扬雪降雪结冰试验，然后加速到起飞推力或工况，发动机应没有任何不利影响。在慢车运行中，发动机可以以局方可接受的方式周期性的加速到中等推力值。申请人应将结冰条件下经验证的强制性加速操作和最低环境温度，作为相应使用限制。写入在发动机安装和使用说明手册。

5. 结论

颁发专用条件《CJ-1000A 型发动机过冷大水滴、混合相、冰晶及扬雪降雪结冰的专用条件》。

附录 A: 过冷大水滴结冰条件

附录 B: 混合相和冰晶结冰条件

附录 C: 地面扬雪降雪结冰条件

附: 《颁发专用条件/批准豁免反馈意见表》 (CAAC表AAC-267)

附录A: 过冷大水滴结冰条件

(a) 冻毛毛雨 Freezing Drizzle (最大液滴直径为 100 至 500 微米)

压力高度范围: 0 到 22000 英尺

最大垂直高度范围: 12000 英尺

水平范围: 标准长度为 17.4 海里

总液态水含量: 图 1 (其中 LWC (g/m^3) 基于标准水平长度 17.4 海里)

水滴直径分布: 图 2

海拔高度与温度包线: 图 3

(b) 冻雨 Freezing Rain (最大液滴直径大于 500 微米)

压力高度范围: 0 到 12000 英尺

最大垂直高度范围: 7000 英尺

水平范围: 标准长度为 17.4 海里

总液态水含量: 图 4 (其中 LWC (g/m^3) 基于标准水平长度 17.4 海里)

水滴直径分布: 图 5

海拔高度与温度包线: 图 6

图示中 MVD 为中位体积直径 (Median Volume Diameter)。

(c) 水平范围

如水平范围不是 17.4 海里, 则从图 1 和图 4 中得到的 LWC

应再乘以一个尺度系数(可由图 7 得到),该尺度系数定义为:

$$S=1.266-0.213 \times \log_{10}(H)$$

其中: S 是 LWC 的尺度系数(无量纲)、H 是水平范围长度(海里)。

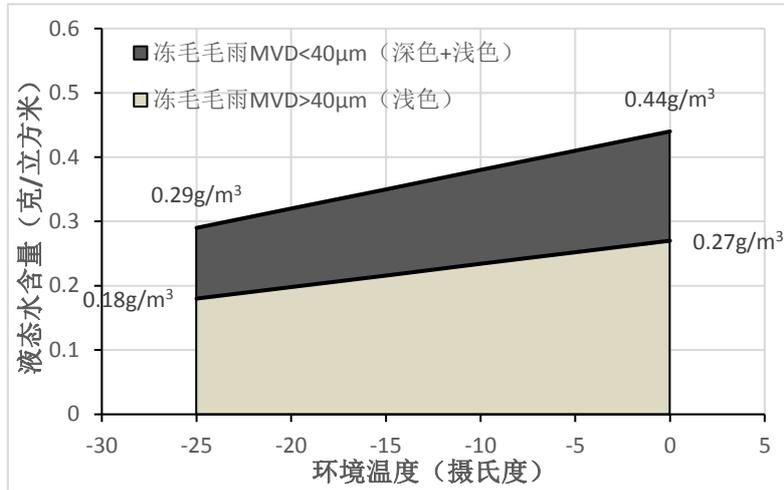


图1 冻毛毛雨液态水含量

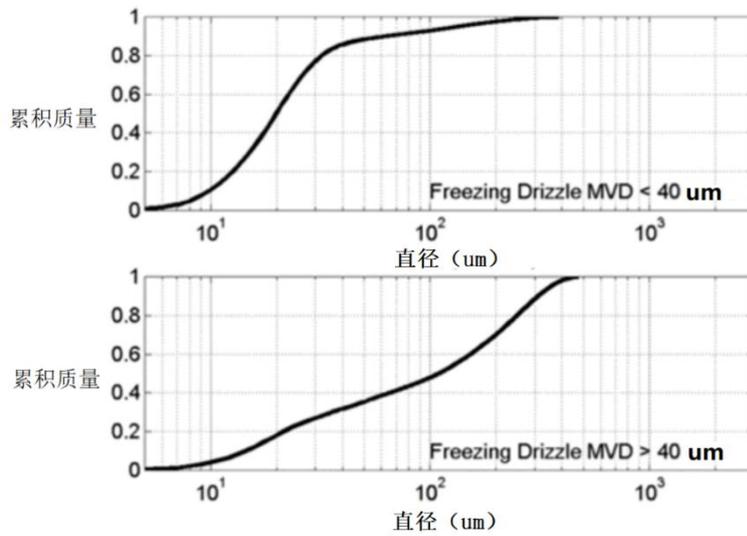


图2 冻毛毛雨水滴直径分布

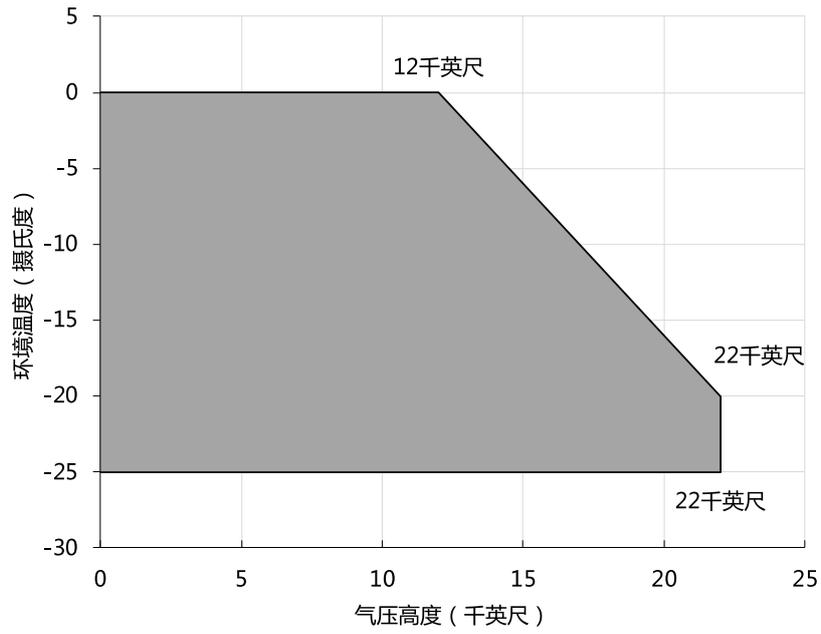


图3 冻毛毛雨结冰条件海拔高度与温度包线

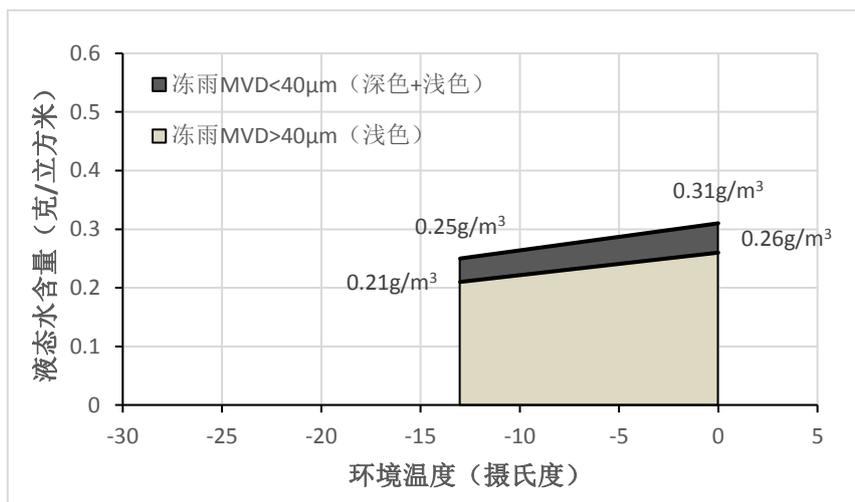


图4 冻雨液态水含量

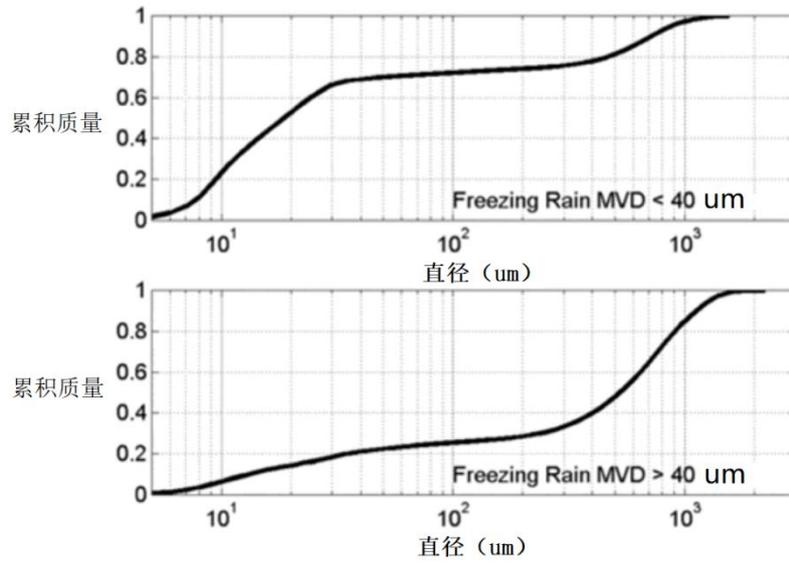


图5 冻雨水滴直径分布

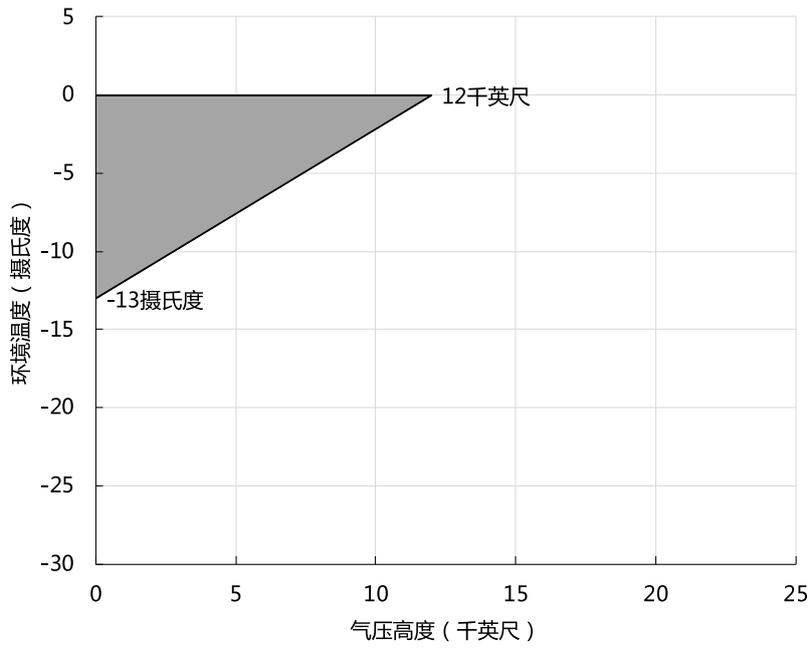


图6 冻雨结冰条件海拔高度与温度包线

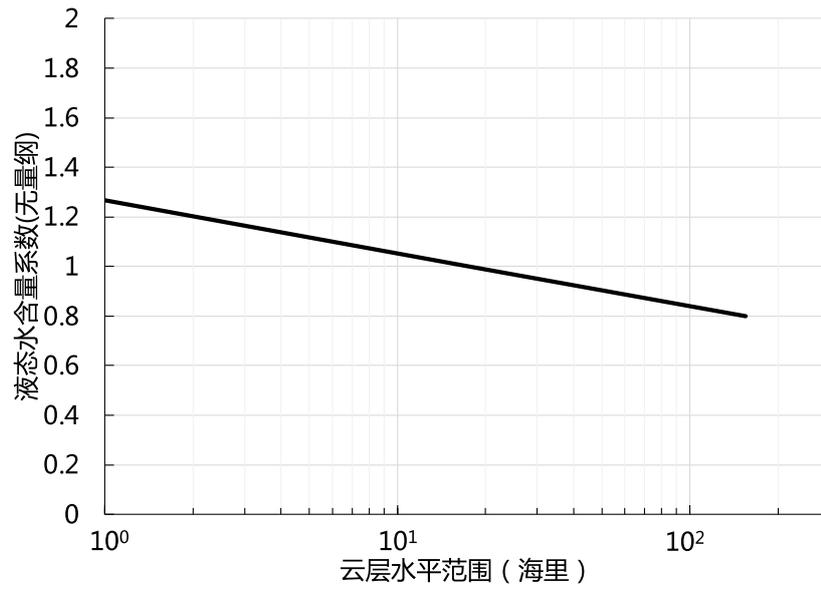


图7 云层水平范围

附录B: 混合相和冰晶结冰条件

冰晶结冰包线见图 8。

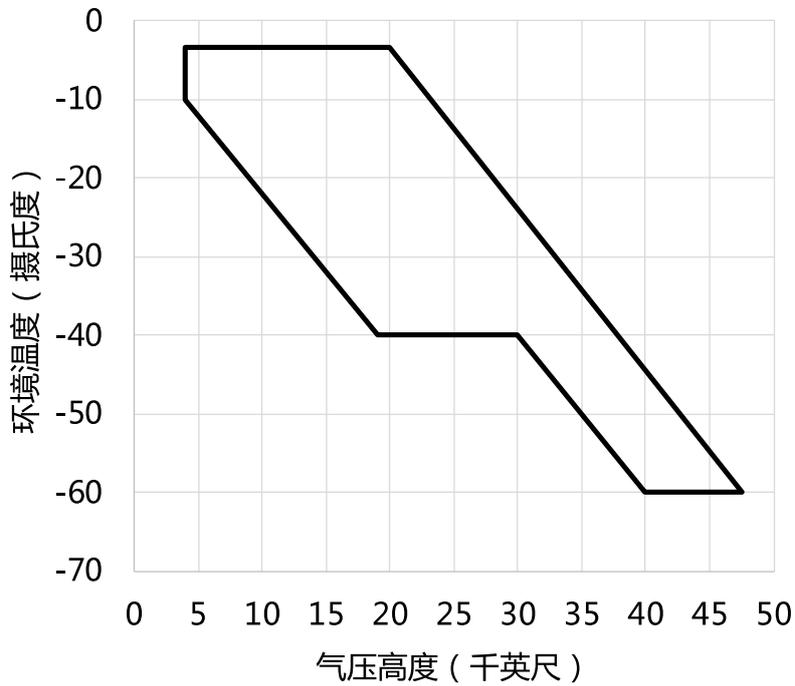


图8 冰晶结冰包线

在包线中，总水含量 (TWC, g/m^3) 是基于 90% 相对湿度的空气从海平面由于对流上升到高海拔处的绝热温度递减率决定的，并且相对于标准云系长度 17.4 海里取换算系数为 0.65。图 9 所示的是在图 8 冰晶包线范围内不同温度下对应海拔高度的总水含量 (TWC)。

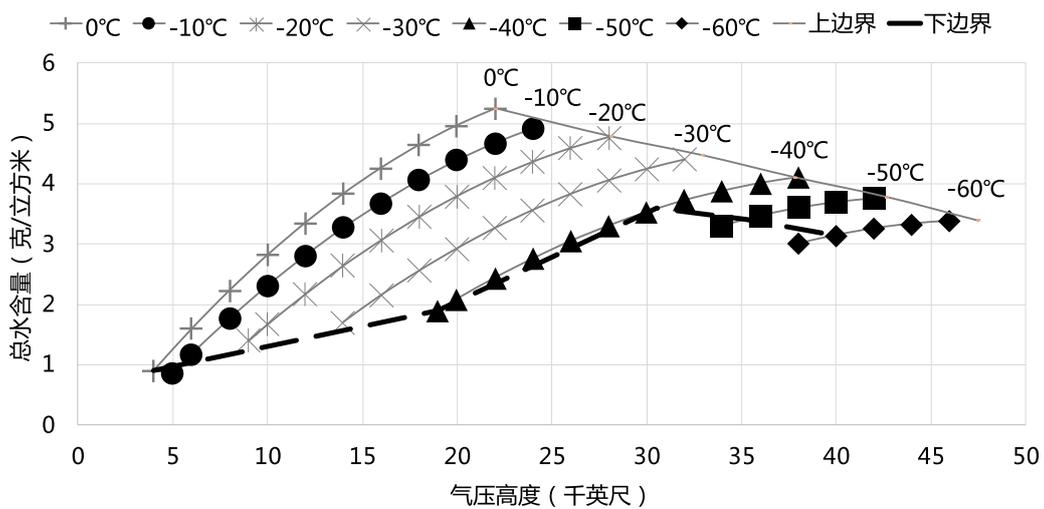


图9 混合相和冰晶总水含量

冰晶的平均质量尺寸 MMD (Median Mass Dimension) 范围是 50

至 200 μm (等效球体尺寸), 是基于对流风暴中心附近测量得到的。

除了表 1 的情况, 总水含量 (TWC) 全部以冰 (冰晶) 的形式存在:

表1 总水含量中过冷液态水含量

温度范围	水平云层范围 海里 (nm)	液态水含量 LWC 克 / 立方米 (g/m^3)
-20°C 到 0°C	≤ 50	≤ 1.0
-20°C 到 0°C	> 50	≤ 0.5
$< -20^\circ\text{C}$	/	0

图 10 中所示的是总水含量随水平云系长度变化的换算系数。(图 9 是 17.4 海里标准暴露长度的 TWC, 在应用中应根据实际长度取换算系数。)

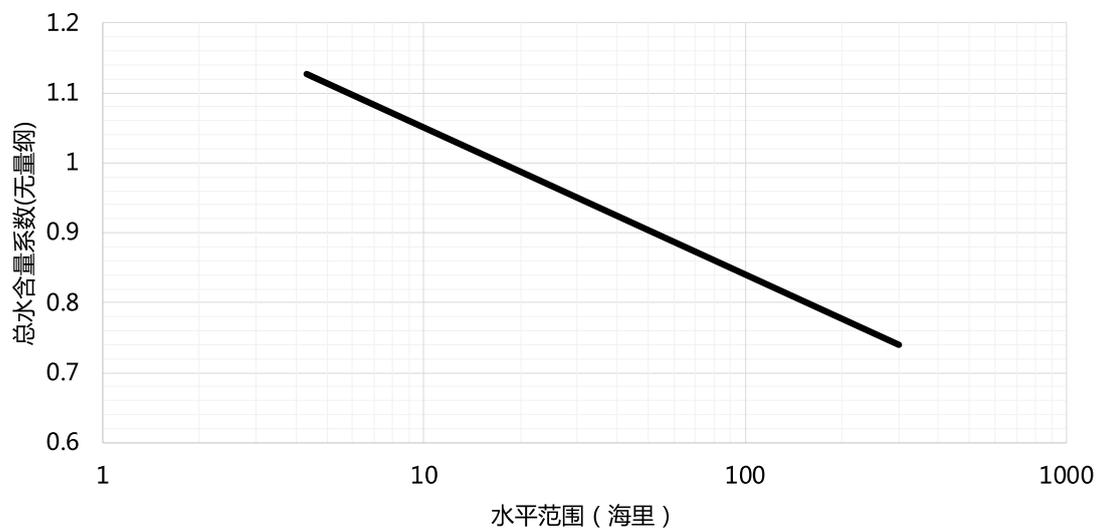


图10 总水含量随水平云系长度变化的换算系数

附录C：地面扬雪降雪结冰条件

表 2 所示为地面扬雪降雪结冰条件：

表2 地面扬雪降雪结冰条件

条件	总温	过冷水含量 克/立方米 (g/m ³)	平均有效直径 微米 (μm)
雪冰结冰条件	-3℃到 0℃	冰—0.9	100 (最小)
大水滴明冰 结冰条件	-9℃到-1℃	液态水—0.3	100 (最小)

颁发专用条件/批准豁免反馈意见表

类别	<input checked="" type="checkbox"/> 颁发专用条件 <input type="checkbox"/> 批准豁免
征求意见稿编号	PSC-33-008
航空产品型号	CJ-1000A 型发动机
相关的适航规章和/或环保要求	
CCAR-21 第 21.16 条、CCAR-33-R2	
意见或建议	
姓名： _____（印刷体） _____（签名） 电话： _____ 传真： _____ 电子邮件 _____ 通信地址： _____ 日期： _____	

CAAC 表 AAC-267 (11/2012)