

ICS:

CCS:

团体标准

T/AOPA XXXX—XXXX

整机降落伞系统技术规范

Technical specifications for Aircraft Emergency Parachutes

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国航空器拥有者及驾驶员协会 发布

目次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和缩略语 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 2

4 整机降落伞系统组成 2

5 技术要求 2

 5.1 材料及外观要求 2

 5.2 各分系统设计的要求 3

 5.3 整机降落伞系统总体性能要求 4

 5.4 整机降落伞系统的设计要求 4

 5.5 环境适应性要求 5

 5.6 整机降落伞一般制造要求 6

 5.7 安装设计要求 6

 5.8 检查及维护 6

 5.9 使用限制 7

 5.10 产品标记 7

6 试验标准及方法 9

 6.1 试验条件 9

 6.2 外观和尺寸检查 9

 6.3 环境适应性试验 9

 6.4 降落伞系统试验数据采集 10

 6.5 降落伞系统试验 10

 6.6 地面静态射伞试验 11

 6.7 地面动态射伞试验 11

 6.8 航空器空中开伞试验 12

7 检验规则 12

 7.1 组批 12

 7.2 检验分类 12

 7.3 出厂检验 12

 7.4 型式检验 13

8 标志、包装、运输和贮存 14

 8.1 标志 14

 8.2 包装、运输和贮存 14

附录 A（规范性） 航空器推荐性试验标准及方法汇总表 16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国航空器拥有者及驾驶员协会（中国AOPA）提出并归口。

本文件起草牵头单位：

本文件主要起草人：

引言

整机降落伞系统，用于在所有其他应急程序无法保证安全的紧急情况下拯救乘员及航空器的一种安全装置，当航空器在飞行中遇到紧急状况时，整机降落伞系统可以成为降低航空器受损程度和减少乘员伤亡的一种可接受的方式。

如果按照是否有人驾驶进行分类，可以将整机降落伞分为有人驾驶航空器整机降落伞和无人驾驶航空器整机降落伞。本文件针对的是正常类飞机、正常类旋翼航空器、特殊类别航空器、初级类航空器、限用类航空器和轻型运动航空器等有人驾驶航空器，以及最大起飞重量超过 150 千克的无人驾驶航空器（即大型无人驾驶航空器），通过对其所用的整机降落伞系统进行技术分析，提出了相应的技术要求和试验方法等。

本文件并不旨在解决与整机降落伞系统使用有关的所有安全问题。本文件的使用者有责任建立适当的安全、健康和环境实践，并在使用前确定相关法规要求的适航性。

整机降落伞系统技术规范

1 范围

本文件规定了整机降落伞系统的系统组成、技术要求，描述了相应的试验方法和检验规则，并给出了关于标志、包装、运输和贮存等方面的说明。

本文件适用于正常类飞机、正常类旋翼航空器、特殊类别航空器、初级类航空器、限用类航空器和轻型运动航空器等有人驾驶航空器，以及最大起飞重量超过 150 千克的无人驾驶航空器（即大型无人驾驶航空器）所用整机降落伞系统（以下简称“整机降落伞系统”）的研制、生产、交付和安装。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，凡注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

HB 6449—1990 降落伞制造通用技术条件

RTCA/DO—160G 机载设备环境条件和试验程序

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

大型无人驾驶航空器 large unmanned aircraft

指最大起飞重量超过 150 千克的没有机载驾驶员、自备动力系统的航空器。

3.1.2

整机降落伞系统 parachute recovery systems, PRS

又称伞降紧急回收系统，指在紧急状态下降低航空器下降速度的降落伞系统。

3.1.3

射伞装置 parachute-ejecting device

利用弹射系统动力源的能量迅速拉出或推出降落伞的开伞装置。

3.1.4

开伞损失高度 altitude loss during deployment

从启动开伞至降落伞第一次完全展开，航空器下降的高度。

3.1.5

最低开伞高度 minimum deploying altitude

保证航空器以预定速度着陆所需要的开伞的最低安全高度。

3.1.6

最大开伞速度 maximum deployment speed

根据强度、过载及寿命等要求并结合航空器制造商其他规定所确定的可打开降落伞的最大飞行速度。

3.1.7

最大开伞载荷 opening shock load

开伞过程中任何情况下，作用在主伞上的最大的负载力。

3.1.8

稳降速度 steady-state descent rate

降落伞系统在稳定状态下的运动速度，又称稳定下降速率。

3.1.9

降落伞手册 parachute manual

降落伞制造商向航空器的制造商或拥有者提供的必要说明材料，内容包括检查、维护的说明和程序，以及与操作或环境限制有关的内容等。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PRS: 整机降落伞 (parachute recovery systems)

PM: 降落伞手册 (parachute manual)

AFM: 航空器飞行手册 (Aircraft flight manual)

ECU: 电子控制单元 (electronic Control Unit)

4 整机降落伞系统组成

整机降落伞系统主要由降落伞组件、吊带系统、弹射系统和激活系统等组成。

——降落伞组件主要由伞衣、伞绳、收口装置、组提带和伞衣套（伞包）等组成，是在空气中下落时产生气动阻力的主要部件。

——吊带系统主要由若干吊挂带、连接件等组成，用于连接降落伞和航空器，吊带系统可设计有落地分离组件，便于航空器开伞落地后降落伞和航空器分离。

——弹射系统主要由射伞装置和伞舱等组成，用于迅速拉出或推出降落伞。

——激活系统主要由激活手柄组件、电子控制单元（ECU）和飞控系统等其中一种或多种来组成，用于激活整机降落伞系统。

5 技术要求

5.1 材料及外观要求

5.1.1 金属件

制造整机降落伞所用的金属件，其采用的材料应符合有关标准及图样的要求。

金属件应无毛刺、锐边和污点，表面结构要求、圆角半径、零部件标志、焊接、涂漆、铆接、布线以及零件装配等应符合有关标准及图样的规定。

5.1.2 纺织材料、纺织缝纫件

制造整机降落伞所用的纺织材料，应符合有关标准及图样的要求，同时有效期或使用期应明确。

纺织缝纫件的缝纫外观质量应与标准样件相一致，并且符合 HB 6449-1990 或图样、专用规范的规定，其标志应完整、清晰。

5.1.3 塑胶件及其他复合材料件

塑胶件或采用其他复合材料的部件，应满足其设计要求或专用规范所规定的外观质量。

5.2 各分系统设计要求

5.2.1 降落伞组件

5.2.1.1 主伞的伞衣、伞绳应以极限载荷为强度设计依据，降落伞组件应能承受极限载荷，不会出现妨碍降落伞系统正常工作的变形或损坏。

5.2.1.2 降落伞应能在规定的重量和高度下保持下降速率不高于其设计下降速率。

5.2.1.3 降落伞组件的设计应保证有序开伞，减少相互缠绕或类似故障。

5.2.2 吊带系统

5.2.2.1 吊带系统的安全布设不应妨碍航空器正常飞行操作，吊带系统的提取力应不超过航空器本身的重力。

5.2.2.2 吊带系统的设计应尽可能减少与发动机或螺旋桨发生碰撞的可能性。如果通过安装设计或操作说明（例如关闭发动机）仍无法避免与发动机或螺旋桨发生碰撞，吊带系统应采用由合理可承受碰撞的材料制造。

5.2.2.3 机身连接点和吊带系统应能承受降落伞极限开伞载荷，不会发生妨碍降落伞系统正常工作的变形或损坏。

5.2.2.4 吊带系统和连接点的配置应能使航空器处于预定的下降和着陆姿态时，最大限度提高机身结构吸收预期着陆载荷的能力并将乘员受到严重伤害的可能性降至最低，还应保持一个生存空间。

5.2.2.5 存在着陆后降落伞系统拖拽航空器的风险时，可在吊带系统中增设分离装置，以保证航空器与降落伞系统实现分离。

5.2.3 弹射系统

5.2.3.1 在任何情况下，降落伞弹射系统与航空器的连接强度应能承受弹射时带来的后坐力。

5.2.3.2 弹射系统应无障碍地将降落伞组件弹射至伞绳完全伸展。

5.2.3.3 弹射系统的安装设计和位置应考虑激活降落伞系统有关的起火危险，并在不影响系统功能的情况下降低这种起火危险的可能性。

5.2.3.4 弹射系统动力源可以是烟火式气体发生器、固体发动机、压缩气体、动力弹簧等，应根据航空器的构型 and 设计要求选择最适合的方案。

5.2.3.5 在降落伞寿命周期内，弹射系统应具有工作可靠性。

5.2.3.6 伞舱用于盛放降落伞组件，应使包装在伞舱内的降落伞在开伞时易于被移出。伞舱内壁和舱口边缘应光滑，不应有毛刺和锐边，降落伞经过的通道不应有突起物和障碍物，以免钩挂、刮伤织物，影响开伞。

5.2.3.7 伞舱应适当密封，保持降落伞干燥，应有防水等措施。

5.2.3.8 伞舱各部分的温度在电机/发动机热影响和飞行条件下都不得超过降落伞所用纺织材料限制的温度。

5.2.3.9 伞舱盖用于保护降落伞系统，弹射时可顺利移除，在正常使用过程中不应脱落。

5.2.4 激活系统

5.2.4.1 手动激活组件

手动激活组件的设计应确保在第10百分位女性到第90百分位男性之间的飞行员/副驾驶方便地

激活，其在机身中的安装应符合下列条件：

- a) 激活系统的路径不得产生阻力点或其他可能阻止乘员激活系统的阻碍；
- b) 激活系统应沿着其固定路径被保护，以便其在整机降落伞系统的正常使用寿命内不会发生变化；
- c) 当航空器不在使用中时，应有保证激活系统不被误触的安全方法。

5.2.4.2 ECU 自动激活组件

5.2.4.2.1 除非另有使用场景需求，否则 ECU（电子控制单元）应具有至少一套独立于航空器供电系统的冗余备份电源，如电池或电容器，以确保在航空器故障条件下为降落伞弹射系统供电。所述的独立电源可以从航空器获取电量。

5.2.4.2.2 在航空器正常飞行期间，ECU 不得干扰航空器操作与运行，当航空器无法维持正常稳定的安全飞行时，航空器在所有其他应急程序无法保证安全降落时，ECU 应起到触发弹射降落伞组件的作用。

5.2.4.2.3 若开伞，应当提供记录开伞有关信息（如开伞时间）的功能。

5.2.4.2.4 ECU 应具有以下基本功能。

- 自检功能：设备可运行自检程序，对系统状态进行检测。
- 锁定模式：在该模式下，ECU 处于锁定状态，不会触发开伞。
- 解锁模式：在该模式下，ECU 处于解锁状态，ECU 可以触发开伞程序。

5.2.4.3 飞控系统激活组件

ECU 应具有与航空器飞控系统通讯的能力，进行控制与信息交互。如果飞控系统具有足够的安全冗余，ECU 可作为飞控系统的一部分，可由飞控系统控制激活系统进行开伞。

5.3 整机降落伞系统总体性能要求

5.3.1 整机降落伞系统在航空器正常运行期间不得对航空器性能产生不利影响。

5.3.2 降落伞组件、降落伞连接吊带、降落伞机身连接结构和所有相关部件应在降落伞的整个开伞和航空器下降过程中能承受设计极限载荷的冲击。

5.3.3 虽然在紧急情况下航空器的构型和姿态是不可预测的，但整机降落伞系统的设计应允许降落伞在开伞时移除机身上的任何潜在障碍物，开伞载荷应不得造成会妨碍开伞的机身损坏。

5.3.4 对于载人航空器，乘员在正常的约束条件下，不应由于降落伞开伞引起的飞机动态响应而受到严重伤害。

5.3.5 设计的下降速率应保障乘员在航空器着陆和着陆后免受严重伤害。

5.3.6 整机降落伞系统的所有部件都应有保护，以防止由于正常运行、风化、腐蚀、磨损、温度、振动和老化而导致在使用寿命内的性能或强度的下降。

5.3.7 整机降落伞系统应至少在-40℃至60℃的温度区间下正常运行，有特殊应用场景要求的，按其专用规范执行。

5.3.8 用于安装整机降落伞系统的紧固件不得因飞机正常运行而松动或脱落。

5.3.9 应表明，整机降落伞系统被意外激活是极不可能的，只有在极端紧急的情况下才能激活此系统。

5.4 整机降落伞系统的设计要求

5.4.1 强度要求

5.4.1.1 整机降落伞系统的强度设计应根据限制荷载（在使用中预期的最大开伞荷载）和极限荷载（限制荷载乘以规定的安全荷载系数）来规定。

a) 除非另有规定，否则规定的结构设计荷载为极限荷载。

b) 除非另有规定，极限荷载系数应符合1.5的安全系数。

5.4.1.2 应通过降落伞极限荷载试验或专用规范的试验方法来验证降落伞的强度。

5.4.1.3 用于降落伞极限荷载试验的仪器设备应经过标准检定机构校准且在有效期内。

5.4.2 系统设计通用要求

5.4.2.1 稳降速率及下降速率要求

处于海拔 1500 m 密度高度和标准温度的条件下，以及风速不大于 5.4 m/s (3 级风等级) 时，整机降落伞的稳降速率应不高于 7.9 m/s。适用于特定场景的航空器，稳降速率应满足专用规范的要求。

应记录所有试验的下降速率数据，下降速率数据应根据使用平台重量变化进行修正，以确定航空器总重量对应的下降速率，下降速率应修正为海拔 1500 m 密度高度和标准温度条件下的垂直下降速率。

修正公式为：

$$V_b = V_c \times \sqrt{\frac{\rho_c}{\rho_b} \times \frac{m_b}{m_c}}$$

式中：

V_b — 标准垂直稳降速度，m/s；

V_c — 实测垂直稳降速度，m/s；

ρ_c — 实测空气密度，kg/m³；

ρ_b — 海拔 1500 m 对应大气密度，kg/m³；

m_b — 标准重量；

m_c — 实测重量。

5.4.2.2 最低开伞高度

降落伞系统的最低开伞高度规定为开伞损失高度加上至少 2 秒的稳定下降的高度，其中开伞损失高度应为 6.5 规定的降落伞系统试验中至少 3 次成功的投放试验所记录的该项最大值。

若航空器制造商已设定最低开伞高度且设定的该高度大于等于上述记录中的最大值，则可接受航空器制造商设定值作为降落伞系统的最低开伞高度。

5.4.2.3 稳定性要求

降落伞张满后应工作稳定，达到稳定状态后，物伞整体的摆动角度不能过大，其摆动角度不应超过 ±20°。

5.4.3 系统验证要求

应通过空中试验或基于试验的分析表明，系统在规定的操作包线内能够令人满意地执行其预定功能，且不超过降落伞弹射和开伞的设计载荷。

5.5 环境适应性要求

5.5.1 降落伞系统可靠工作的环境条件应满足 5.3.7 所述的温度区间（-40℃~60℃），如有特殊的工作环境要求，按专用规范的规定执行。

5.5.2 应根据航空器类型和安装位置，ECU 按 RTCA/DO-160G 或专用规范规定的类别和等级进行环境适应性鉴定试验，试验后，ECU 和降落伞系统应能正常工作。

5.6 整机降落伞一般制造要求

整机降落伞一般制造要求如下：

- a) 整机降落伞系统的生产制造和组装应符合产品图样及标准的规定；
- b) 整机降落伞宜采用包装成型（即预包装）设计，装机方便，省时省力，包装成型的结构尺寸应符合设计要求；
- c) 各零部件的尺寸、公差及装配等应符合图样及相关技术规范的规定；
- d) 降落伞制造过程中，应尽量少用扎眼、剪口或其他此类技术，此类技术的使用范围仅限于缝纫或组合作标记，并且不得因此对降落伞的使用、强度和外观品质造成不利影响；
- e) 降落伞制造应符合本文件规范及有关标准所规定的质量要求，出现的瑕疵不得超过本文件规范所规定的验收标准。

5.7 安装设计要求

5.7.1 降落伞安装手册

应编制针对特定应用场景的具有详细信息的整机降落伞安装手册（PM），以确保整机降落伞系统可以被正确地安装到特定的航空器上。

5.7.2 协调

安装设计的协调工作应注意以下方面：

- 航空器机身设计方和整机降落伞制造商必须充分协调，并共同批准PM的正确性；
- 对于影响降落伞安装、性能或可操作性的设计或配置更改，需要根据本标准规范的要求进行重新评估；
- 航空器的机身设计方和整机降落伞制造商应在实施前协调好这些预期的变化，并应将这些变更编写到修订版的PM中。

5.7.3 重量和平衡

应将整机降落伞系统的安装因素考虑在机身重量和平衡极限的设计数据中。

5.7.4 系统安装

用于安装整机降落伞系统的零部件不应因正常磨损而松动或脱落。

降落伞与机身连接的结构要求见 5.2.2。

整机降落伞系统必须设计为顺利激活。

有关乘员保护的要求见 5.3.4、5.3.5。

5.8 检查及维护

5.8.1 整机降落伞系统应提供持续适航文件，明确有寿件，并说明系统相关组件的维护周期，包括但不限于：

- 降落伞检查、重新包装和更换间隔；
- 弹射装置检查或更换；

- 外场维护检查；
- 任何其他维护说明。

5.8.2 如果整机降落伞系统不符合持续适航文件，维护说明应要求将整机降落伞系统标记为“不可用”或“失效”。

注：不可用的整机降落伞系统可能导致航空器不适合飞行。这取决于单个航空器的（需求）最低设备的定义，应在整机层级予以考虑，并在适用的整机级文件或手册（或两者兼有）中突出显示，与整机降落伞系统的文件无关。

5.8.3 应提供足够的措施，以允许按照持续适航文件检查整机降落伞系统。

5.9 使用限制

应规定激活程序和使用限制，以确保整机降落伞系统能正常操作。这些信息应置于系统激活位置，并要求航空器制造商应在航空器飞行手册（AFM）中列出。

5.10 产品标记

5.10.1 产品标记内容

对于整机降落伞系统的关键部件，应在降落伞容器外部标记以下信息：

- 制造商信息（例如制造人的名称、商标或代号等）；
- 零部件名称、件号、型号或型别代号；
- 序列号或生产日期；
- 保养间隔日期；
- 标牌或标记。

5.10.2 标牌或标记

航空器制造商应提供清晰可见的标牌或标记，任何人在航空器出口点（外部）附近都能看到。标牌的形式应向事故或事件现场的救援或其他人员提供视觉警告。

a) 标牌或标记的安装和尺寸

航空器制造商应以文本规定的方式永久安装警告标牌或标记，并将该方式写入航空器飞行手册（AFM）。

b) 标牌或标记尺寸和颜色

所有标牌或标记应遵循下述着色方法。三种尺寸的标牌或标记将针对不同安装位置。

- 1) 危险标牌：危险标牌或标记应为红框白字或黄字（或相反）带有描述性图形元素，如表1所示和图1所示。

表 1 危险标牌

标牌或标记项	说明
用于内置降落伞装置的危险标牌	一个标有“危险”字样的三角形标牌或标记（参见图 1 所示图例中的标牌示例）应位于内置降落伞的出口附近，由于该处为封闭机身段，可能从外部看不到降落伞系统
危险标牌文字说明	应在危险标牌或标记旁边印有一个说明框，例如采用圆形说明框（见图 1a）或矩形说明框（见图 1b）
危险说明框	危险说明框应提供危险警示语等，可添加紧急情况信息查询用的网址和联系电话等信息



图 1 危险标牌示意图

- 2) 识别标牌: 应将标牌贴在弹射装置的主体上 (例如发射筒外壳), 以便在该装置与航空器分离 (已发射或仍可爆炸) 时, 急救人员和安全调查员能够识别该装置。该识别标牌的参考示例见图2。



图 2 识别标牌示例图

- 3) 警告标牌: 在靠近舱门或机上人员入口或救援人员容易看到的地方贴上一个最小高度 2.54 cm 的三角形标牌或标记 (参见图3的标牌示例)。警告标牌或标记应喷涂为黑色边框黄色中心, 并带有描述性的图形元素。警告标牌或标记旁边应印有一个说明框, 用于列出警告文字说明内容。



图 3 警告标牌示意图

c) 外部标牌或标记应采用反光材料喷涂，以增强在微光或昏暗条件下的可见度。

5.10.3 技术支持

航空器制造商应根据整机降落伞系统的技术要求提供技术出版物，解释或说明如何使伞降系统对救援人员不构成危险，以确保到达事故现场的救援人员的安全。

6 试验标准及方法

6.1 试验条件

若无特殊规定，本文件要求的试验应在以下大气条件下进行：

- 环境温度：0 °C~+35 °C；
- 相对湿度：不大于 85%；
- 大气压力：84 kPa~107 kPa；

当在不同上述环境条件下进行试验时，应记录实际试验条件并证明其合理性。

6.2 外观和尺寸检查

目视产品外观质量、缝纫件、塑胶件及其他复合材料件品质，应符合 5.1 的要求。
使用规定的测量工具测量产品结构及外形尺寸，应符合 5.1 和 5.6 的要求。

6.3 环境适应性试验

6.3.1 降落伞系统环境适应性试验

本试验旨在验证满足降落伞的 5.5.1 的相应设计要求。

除测试前应对降落伞组件进行以下预处理外，还应在飞行包线（重量、速度）范围内进行至少 3 次空投测试（这些测试可直接空投试验相结合）：

试验 1：在不低于 +60 °C 的条件下预处理 16 小时，将降落伞组件稳定到环境温度并进行空投测试。

试验 2: 在不低于-40 °C 的条件下预处理 16 小时, 将降落伞组件稳定到环境温度并进行空投测试。

试验 3: 依据 RTCA/DO-160G 标准进行相应类别航空器的标准振动试验程序, 然后进行空投测试。应确定适合使用降落伞的环境因素。

6.3.2 ECU 环境适应性试验

应按照 5.5.2 的要求, 根据 RTCA/DO-160G 或专用规范的规定对 ECU 进行其他相应的环境性验证, 在正常的装卸、运输、贮存、维护、使用过程中, ECU 和降落伞系统应能正常工作。

6.4 降落伞系统试验数据采集

在进行每一次降落伞系统的空投试验时, 应采集如下试验数据或按照专用规范的要求采集数据。

——重量数据

应记录为航空器重量与降落伞系统总量之和, 测量公差应满足专用规范的要求。

——高度数据

应记录为降落伞系统从开伞到落地期间的高度变化。

——下降速率数据

应记录为降落伞系统从开伞到落地期间的下降速率随时间的变化。

——最大开伞载荷

应记录为在降落伞展开充气过程所有开伞载荷的最大值。

——开伞高度损失

应记录为从启动开伞至降落伞第一次完全展开时航空器或模拟试验平台下降的高度。

——稳定性

应记录试验过程与稳定性相关的参数及试验现象, 可通过非接触测量手段(如地面高速摄像系统等)进行试验件姿态测量。

6.5 降落伞系统试验

6.5.1 试验目的

通过降落伞系统试验, 对降落伞系统性能(开伞损失高度、稳定下降速率、最大开伞载荷、稳定性等)、降落伞系统的强度等进行测试或验证。本试验旨在满足 5.4.1、5.4.2 要求。

6.5.2 降落伞极限载荷试验方法

6.5.2.1 降落伞组件应在极限载荷条件下进行至少 3 次成功的投放试验, 以证明降落伞的强度。每次试验应包括下列操作:

——每次试验可使用新的降落伞组件。

——试验重量应包含降落伞组件重量。

——每次试验采集数据应按 6.4 执行。

6.5.2.2 一次成功的投放试验的判据如下:

——降落伞系统应能够支撑投放试验期间所演示的极限载荷, 应满足 5.2.1.1 的要求(不会出现妨碍系统正常工作的变形或损坏)。

——应满足 5.2.1.2 的要求(降落伞应能在给定的重量和高度下保持下降速率不高于其设计下降速率)。

——不应出现因材料、缝线或功能失效而影响适航性的情况。

6.5.2.3 进行降落伞极限载荷试验可获得的基于动能函数的最小极限载荷安全系数 1.5:

最小试验重量=1.15×航空器最大起飞重量

最小试验速度=1.15×航空器最大预定降落伞开伞速度 (V_{pd})

安全系数=(重量安全系数*)×(速度安全系数*)²=(1.15)×(1.15)²=1.52(满足最小1.5的安全系数)

*注: 如果证明最小动能安全系数为1.5, 则可以选择其他重量和速度的安全系数组合。

6.5.2.4 最大开伞载荷、开伞损失高度、稳定下降速率、稳定性等试验参数应用于降落伞极限载荷试验, 其投放试验平台不必是实际的机身。试验期间, 记录至少3次试验过程中的开伞载荷, 以至少3次试验中开伞载荷的最大值作为降落伞系统的最大开伞载荷(也称极限降落伞开伞载荷)。

6.6 地面静态射伞试验

本试验旨在验证降落伞系统满足 5.2.1.3、5.2.3.1 和 5.2.3.2 的要求。

注: 为了保证空中试验的开伞成功率, 减少空中试验的次数, 以及降低降落伞系统整体研发的试验成本, 推荐进行本试验。

试验方法如下。

- a) 将航空器携带降落伞系统固定在水平地面, 或者将降落伞系统安装在固定的等效试验平台上。
- b) 在航空器(或等效试验平台)与降落伞系统之间加装压力传感器。
- c) 开启降落伞系统, 进行以下测量及验证:
 - 1) 验证降落伞系统应无障碍地将降落伞组件弹射至伞绳完全伸展。
 - 2) 测量及验证降落伞开伞后坐力, 并将此后坐力作为航空器安装结构载荷的输入。
- d) 试验应至少进行 3 次。

6.7 地面动态射伞试验

本试验旨在验证弹射系统与激活系统功能、开伞程序及安装程序等, 应满足 5.2.1.3、5.2.3.1、5.2.3.2、5.7.1 的要求。

注: 为了保证空中试验的开伞成功率, 减少空中试验的次数, 以及降低降落伞系统整体研发的试验成本, 推荐进行本试验。本试验包含了开伞程序试验。

本试验方法如下:

- a) 按照降落伞手册进行整机降落伞系统的装机试验, 检查产品是否配套、完整, 伞包封锁装置是否安全可靠。装机试验既可以在真实机身上进行, 也可以在地面等效平台或其他模拟设备平台上进行。
- b) 将降落伞系统固定在设备指定位置上, 该设备可以是真实机身, 或者是能够模拟航空器运行状态的等效试验平台, 如下:
 - 地面可高速移动设备

启动设备, 将设备的前进速度保持在预设模拟值以内, 打开降落伞系统, 降落伞系统应无障碍地将降落伞组件弹射至伞绳完全伸展, 至少进行3次试验。
 - 塔吊设备

启动设备, 将携带模拟负载的降落伞系统爬升至预设高度, 投下模拟负载, 当模拟负载的下落速度达到预设模拟值内, 打开降落伞系统, 降落伞系统应无障碍地将降落伞组件弹射至伞绳完全伸展, 至少进行3次试验。
 - 真实机身

启动航空器, 将前进速度保持在预设模拟值以内, 打开降落伞系统, 降落伞系统应无障碍地将降落伞组件弹射至伞绳完全伸展, 至少进行3次试验。

若有其他等效平台能满足预设速度要求, 可使用其他等效平台进行至少 3 次试验。

6.8 航空器空中开伞试验

6.8.1 本试验旨在验证整机降落伞系统满足5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.4、5.3.8的要求，通过试验或分析证明航空器在不同故障的工况下，降落伞系统开伞功能都成功激活。集成者将确定并选择是否进行该试验或选做哪一部分试验。

6.8.2 如果降落伞系统在特定故障场景期间的任何时刻发生故障，应针对该特定故障场景进行重复测试，直到完成该组测试且没有任何故障为止，应评估并记录失败原因。

6.8.3 应对降落伞系统在最大起飞重量及最大飞行速度下测试至少3次，不得出现故障。

6.8.4 不同类型航空器的控制开伞试验方法：

——所有旋翼机（单旋翼/多旋翼/混合动力）

- 完全断电：航空器在最大前飞速度和最大起飞重量时应经历完全断电，降落伞系统应具有独立供电能力并无纠缠地部署。
- 临界数量电机故障：在测试期间，此航空器应按集成者要求立即切断相对应的电机推力，以模拟最坏情况的故障情况。在所有情况下，降落伞系统都应在不发生纠缠的情况下打开以保护航空器。该测试应在最大前飞速度和最大起飞重量下进行。

——固定翼/混合动力

失速/旋转故障：应在机翼水平前向失速中进行测试，降落伞系统应在不发生纠缠的情况下打开以保护航空器，该测试应在最大前飞速度和最大起飞重量下进行。如果航空器内置了飞行包线保护装置以防止发生失速，则可以省略此测试。

——固定翼

前倾速度/滚转故障：应在水平飞行和最大滚转时以最大飞行速度（指示空速）进行测试，降落伞系统应在不发生纠缠的情况下打开以保护航空器，该测试应在最大前飞速度和最大起飞重量下进行。如果航空器内置有飞行包线保护装置以防止发生滚转，则可以省略最大滚转测试。

——单旋翼

尾旋翼/方向控制故障：应在尾旋翼故障状态下进行测试，此时单旋翼航空器失去方向控制并开始绕主旋翼轴线偏航。本试验应在最大前飞速度（指示空速）状态下进行，降落伞系统应在不发生纠缠的情况下打开以保护航空器。

7 检验规则

7.1 组批

整机降落伞产品以批为单位进行检验。同一批原料、同一工艺连续生产的同一规格产品为同一批产品。

7.2 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式试验。

7.3 出厂检验

7.3.1 产品应经生产质量检验部门按本标准检验合格后方能出厂，并附有检验合格证。

7.3.2 出厂检验项目包括外观和尺寸、伞包检查、包装（要求见第8章），见表2。对于配有ECU电子控制器的降落伞系统，出厂检验项目还应包括ECU的基本功能检查，具体依据专用规范的规定。

表 2 出厂检验项目表

序号	出厂检验		
	检验项目	要求	检验方法
1	外观检验	5.1	6.2
2	尺寸检验	5.1、5.6	6.2
3	包装检验	8.1、8.2.1	目视或按专用规范进行

7.3.3 出厂检验应进行全数检验，因批量大，进行全数检验有困难时可实行抽样检验，抽样检验方法按 GB/T 2828.1 计数抽样检验程序一次性抽样方案的规定进行，检验水平为 II，合格质量水平(AQL)取 2.5，根据表 3 抽取样本。

表 3 抽样数量及判定组

批量范围	样本数	合格判定数 (Ac)	不合格判定数 (Re)
26~50	8	0	1
51~90	13	1	2
91~150	20	1	2
151~280	32	2	3
281~500	50	3	4
501~1200	80	5	6
1201~3200	125	7	8
≥3201	200	10	11
26 件以下应全数检验			

样本中发现不合格数小于表 3 规定的合格判定数 (Ac)，则判定该批产品合格；若样本中发现的不合格数大于等于表 3 规定的不合格判定数 (Re)，可用备用样品或在原批次中加一倍抽样来进行复检，复检结果合格的，该批次判为合格，复检结果仍不合格的，该批次判为不合格。

7.4 型式检验

7.4.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制鉴定；
- 正式投产后，如产品结构、材料、生产工艺等有重大改变，可能影响到产品的性能；
- 产品停产 36 个月以上重新恢复生产时；
- 产品发生重大质量事故整改后；
- 国家质量监督机构依法提出型式检验要求或民航适航部门提出适航要求时。

7.4.2 型式检验项目包括本文件要求的全部项目，见表 4（参考）。

表 4 型式检验项目参考表

序号	型式检验			
	检验项目	要求	试验方法	备注
1	外观检验	5.1	6.2	
2	尺寸检验	5.1、5.6	6.2	

表 4 型式检验项目参考表(续)

序号	型式检验			
	检验项目	要求	试验方法	备注
3	包装检验	8.1、8.2.1	目视或按专用规范进行	
4	降落伞环境适应性试验	5.5.1	6.3.1	
5	ECU 环境适应性试验	5.5.2	6.3.2	
6	最大开伞载荷	5.4.1、5.4.2	6.5.2	
7	地面静态射伞	5.2.1.3、5.2.3.1、5.2.3.2	6.6	
8	地面动态射伞	5.2.1.3、5.2.3.1、5.2.3.2、5.7.1	6.7	
9	相关航空器试验方法	5.3.1、5.3.2、5.3.3、5.3.4、5.3.8	6.8	选做，具体见附录 A 表 A.1
检验项目的试验条件应满足 6.1 要求				

7.4.4 型式检验应从出厂检验合格的产品中任意抽取，抽取数量应满足检测要求。如果没有特殊要求，试验样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取 2 件，1 件用于检验，1 件用于封存备用。

7.4.5 型式检验后如全部检验项目符合标准规定，则判本次型式检验合格。若有任何一项为不合格，允许加倍抽样复检，复检后，若全部符合本标准要求，则判定该次型式检验合格；否则，则判该次型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品销售包装上应至少标有以下内容：

- 商标、产品名称及型号；
- 规格参数；
- 产品执行标准号；
- 商品责任企业名称和地址；
- 产品合格标识。

8.1.2 外包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191 的规定选择使用。

8.1.3 标志应清楚明显且牢固，不应因运输条件和自然条件而褪色、变色或脱落。

8.2 包装、运输和贮存

8.2.1 包装

包装技术要求由产品标准规定，随同产品包装应附的基础文件包括产品手册(产品使用说明书)。如客户有特殊要求，按合同有关规定执行。

8.2.2 运输

对于配置了特殊弹射系统的整机降落伞，应使用符合火工品运输车辆等专用特殊作业的车辆运输或按专用规范执行。运输过程中应注意防潮、防震、防暴晒、防重压，应小心轻放，避免激烈碰撞和雨雪淋袭，不应与有毒及有腐蚀性物品混运。包装储运图示标志应符合 GB/T 191—2008 的规定。

8.2.3 贮存

包装好的整机降落伞应贮存在阴凉、通风、清洁、干燥的仓库内，不应与有毒及有腐蚀性物品混存。

附录 A
(规范性)

航空器推荐性试验标准及方法汇总表

表 A.1 规定了常见的各种航空器的推荐性试验标准及方法。

表 A.1 常见的各种航空器的推荐性试验标准及方法

测试类型	多旋翼	单旋翼	复合翼	固定翼
动力失效	6.8.4 a)	6.8.4 a)	6.8.4 a)	不在应用范围
方向控制故障	不在应用范围	6.8.4 d)	不在应用范围	不在应用范围
旋转故障	不在应用范围	不在应用范围	6.8.4 b)	6.8.4 b)
滚转故障	不在应用范围	不在应用范围	不在应用范围	6.8.4 c)