

目 次

1 范围	1
1.1 主题内容	1
1.2 适用范围	1
1.3 应用指南	1
2 引用文件	1
3 定义	1
4 一般要求	2
4.1 装备环境工程的主要任务	2
4.2 环境工程管理	2
4.3 环境分析	3
4.4 环境适应性设计	3
4.5 环境试验	3
4.6 环境工程专家组	3
5 详细要求	3
5.1 环境工程管理	3
5.1.1 制定环境工程工作计划(工作项目 101)	3
5.1.2 环境工程工作评审(工作项目 102)	4
5.1.3 环境信息管理(工作项目 103)	4
5.1.4 对转承制方和供应方的监督和控制(工作项目 104)	4
5.2 环境分析	5
5.2.1 确定寿命期环境剖面(工作项目 201)	5
5.2.2 编写使用环境文件(工作项目 202)	5
5.2.3 确定环境类型及其量值(工作项目 203)	6
5.2.4 确定实际产品试验的替代方案(工作项目 204)	7
5.3 环境适应性设计	7
5.3.1 制定环境适应性设计准则(工作项目 301)	7
5.3.2 环境适应性设计(工作项目 302)	7
5.3.3 环境适应性预计(工作项目 303)	8
5.4 环境试验与评价	8
5.4.1 制定环境试验与评价总计划(工作项目 401)	8
5.4.2 实验室环境试验	9
5.4.2.1 环境适应性研制试验(工作项目 402)	9
5.4.2.2 环境响应特性调查试验(工作项目 403)	9
5.4.2.3 飞行器安全性环境试验(工作项目 404)	10
5.4.2.4 环境鉴定试验(工作项目 405)	10
5.4.2.5 批生产装备(产品)环境(验收和例行)试验(工作项目 406)	11
5.4.3 自然环境试验(工作项目 407)	11
5.4.4 使用环境试验(工作项目 408)	12

5.4.5 环境适应性评价(工作项目 409)..... 12

附录 A 环境工程工作项目实施表(参考件)..... 14

装备环境工程通用要求

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了环境工程管理、环境分析、环境适应性设计和环境试验与评价等方面的工作项目和通用要求。

1.2 适用范围

本标准适用于装备的论证、研制、生产和使用等阶段。

1.3 应用指南

1.3.1 本标准规定的工作项目及其要点可根据装备的类型、所处阶段和可获得的资源进行适当剪裁。

1.3.2 本标准规定的各工作项目的实施阶段、主要输入信息及主要输出结果等简要说明见附录 A(参考件)。

2 引用文件

GJB 150 军用设备环境试验方法

GJB 841 故障报告、分析和纠正措施系统

GJB 1032 电子产品环境应力筛选方法

GJB 1172 军用设备气候极值

GJB 3404 电子元器件选用管理要求

3 定义

3.1 装备环境工程 **materiel environmental engineering**

将各种科学技术和工程实践用于减缓各种环境对装备效能影响或提高装备耐环境能力的一门工程学科,包括环境工程管理、环境分析、环境适应性设计和环境试验与评价等。

3.2 环境适应性 **environmental worthiness**

装备(产品)在其寿命期预计可能遇到的各种环境的作用下能够实现其所有预定功能和性能和(或)不被破坏的能力。是装备(产品)的重要质量特性之一。

3.3 环境条件 **environmental conditions**

在装备(产品)的运输、贮存和使用过程中可能会对其能力产生影响的环境应力。

3.4 自然环境 **natural environment**

在自然界中由非人为因素构成的那部分环境。

3.5 诱发环境 **Induced environment**

任何人为活动、平台、其他设备或设备自身产生的局部环境。

3.6 平台 **platform**

载运产品的任何运载器、表面或介质。例如,飞机是所安装的电子产品或所运输的产品或外部安装的吊舱的携带平台,陆地是地面固定式装备的平台,人是便携式装备的平台。

3.7 平台环境 **platform environment**

装备(产品)连接或装载于某一平台后经受的环境。平台环境受平台和平台环境控制系统诱发或改变的环境条件的影响。

3.8 寿命期剖面 life cycle profile

装备自出厂到寿命终结的过程中有关事件和条件的时间历程。

3.9 寿命期环境剖面 life cycle environmental profile

与装备寿命期剖面对应的环境种类及其时序的描述。

3.10 环境工程管理 environmental engineering management

规划、组织、协调、监督、评价和控制装备环境工程工作所进行的一系列活动的总称。

3.11 环境分析 environmental analysis

确定装备(产品)寿命期环境条件,研究和分析各种环境对装备(产品)效能影响的一系列技术活动。

3.12 环境适应性设计 design of environmental worthiness

为满足装备(产品)环境适应性要求而采取的一系列措施,包括改善环境或减缓环境影响的措施和提高装备(产品)对环境耐受能力的措施。

3.13 环境试验 environmental test

将装备(产品)暴露于特定的环境中,确定环境对其影响的过程,包括自然环境试验,使用环境试验和实验室环境试验。

3.14 自然环境试验 natural environmental test

将装备(产品)长期暴露于自然环境中,确定自然环境对其影响的试验。

3.15 使用环境试验 operational environmental test

在规定的实际使用环境条件下考核评定装备(产品)环境适应性水平的试验。

3.16 实验室环境试验 laboratory environmental test

在实验室内按规定的环境条件和负载条件进行的试验。按其目的可分为环境适应性研制试验、环境鉴定试验、环境验收试验和环境例行试验。

3.17 环境适应性研制试验 environmental worthiness development test

为寻找设计和工艺缺陷,采取纠正措施,增强装备(产品)环境适应性,在工程研制阶段早期进行的试验。是装备工程研制试验的组成部分。

3.18 环境鉴定试验 environmental qualification test

为考核装备(产品)的环境适应性是否满足要求,在规定的条件下,对规定的环境项目按一定顺序进行的一系列试验。是装备(产品)定型(鉴定)试验的组成部分,试验结果作为产品定型的依据之一。

3.19 环境验收试验 environmental acceptance test

按规定条件对交付装备(产品)进行的环境试验。是装备(产品)出厂检验验收的组成部分。

3.20 环境例行试验 environmental routine test

为考核生产过程稳定性,按规定的环境项目和顺序及环境条件,对批生产中按进行定期或定数抽样抽出的装备(产品)进行的环境试验。它是批生产例行(型式)试验的组成部分。

4 一般要求

应在装备论证、研制、生产和使用过程中开展装备环境工程工作,确定合理的环境适应性要求,并以合理的费用确保装备满足规定的环境适应性要求。

4.1 装备环境工程工作的主要任务

装备环境工程工作应完成以下主要任务:

- a) 实施环境工程管理;
- b) 实施环境分析;
- c) 进行环境适应性设计;
- d) 进行环境试验与评价。

4.2 环境工程管理

在装备的论证、研制、生产和使用过程中,应对装备环境工程的各项工作实施全面的管理。

4.3 环境分析

应在装备论证、方案阶段实施环境分析。

订购方应通过环境分析确定装备的寿命期环境剖面和环境适应性要求,并在装备研制总要求或有关合同文件中予以明确。

承制方应通过环境分析确定环境技术条件及代替实际产品试验的方案,

4.4 环境适应性设计

在装备研制过程中,承制方应根据规定的环境适应性要求开展环境适应性设计。环境适应性设计应从两方面着手,一是采取改善环境或减缓环境影响的措施,二是选用耐环境能力强的结构、材料、元器件和工艺等。

4.5 环境试验

在装备研制、生产和使用过程中,应开展各种类型的环境试验。

在方案和工程研制阶段,应进行环境适应性研制试验、必要的使用环境试验和自然环境试验,将设计缺陷诱发为故障,为改进设计提供信息并验证改进措施的有效性,从而提高装备(产品)的环境适应性;还应进行环境响应特性调查试验,查明装备(产品)的环境响应特性、耐环境能力极限及薄弱环节等,为实施后续试验与评价以及制定装备综合保障计划提供有用的信息。

在定型阶段,应进行环境鉴定试验和必要的使用环境试验,验证所设计装备(产品)的环境适应性是否满足规定的要求,为定型(鉴定)提供决策依据。

在生产阶段,应进行环境验收试验、环境例行试验,验证装备(产品)生产过程稳定性,为批生产产品验收提供决策依据。

在使用阶段,应开展必要的使用环境试验和自然环境试验,为评价装备(产品)的环境适应性提供信息。

4.6 环境工程专家组

根据需要,可成立由订购方和承制方专家组成的型号环境工程专家组,协助订购方和承制方开展环境工程工作。环境工程专家组应及早参与装备论证、研制过程,协助确定装备寿命期环境剖面、环境适应性要求、环境工程工作计划、环境试验与评价总计划,参与完成其他环境工程工作。

5 详细要求

5.1 环境工程管理

5.1.1 制定环境工程工作计划(工作项目 101)

本工作项目要求承制方全面安排装备环境工程工作并纳入型号研制计划。

5.1.1.1 工作项目要点

5.1.1.1.1 承制方应制定环境工程工作计划,主要内容包括:

- a) 合同或相应文件中规定的环境适应性要求;
- b) 装备环境工程工作所需的组织机构及其职责;
- c) 装备环境工程工作项目及其内容要求、实施范围、进度要求、完成形式(或格式)和完成结果的检查评价方式;
- d) 装备环境工程工作与工程设计、可靠性工程等的接口协调关系;
- e) 装备环境工程工作评审要求;
- f) 装备环境工程工作所需的资源等。

5.1.1.1.2 应随着设计工作的进展和装备环境工程工作的开展对工作计划进行修改和调整。

5.1.1.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

- a) 装备环境工程工作项目(必须确定的事项);
- b) 各工作项目的评审时机(必须确定的事项);
- c) 需提交的资料项目及其要求。

5.1.2 装备环境工程工作评审(工作项目 102)

本工作项目要求按计划开展装备环境工程工作评审,评价装备环境工程工作的进展情况,并为转阶段提供决策依据。

5.1.2.1 工作项目要点

5.1.2.1.1 承制方应在环境工程工作计划中明确评审时机、评审类型、评审方式及评审要求等。

5.1.2.1.2 应按计划安排装备环境工程工作评审;重要的评审应在合同或有关文件中明确,并由订购方主持。

5.1.2.1.3 装备环境工程工作评审应尽早通知参与评审的有关单位和人员,一般应提前将评审材料送达参与评审的单位和人员。

5.1.2.1.4 环境工程工作评审应尽可能与装备研制过程中的阶段评审结合进行,必要时也可单独进行。

5.1.2.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

- a) 订购方对环境工程工作的评审要求;
- b) 需提交的资料项目及其要求。

5.1.3 环境信息管理(工作项目 103)

本工作项目要求承制方对环境信息进行科学合理的管理,为环境适应性设计、试验与评价等提供充分的信息支持。

5.1.3.1 工作项目要点

5.1.3.1.1 承制方应建立并运行环境信息管理系统;

5.1.3.1.2 承制方应收集环境信息,主要包括装备寿命期环境剖面、产品所要承受的自然环境和平台环境、产品所经历的环境试验(包括具体试验条件)、产品所出现的故障、故障原因分析及采取的纠正措施;

5.1.3.1.3 环境信息管理系统应尽可能与根据 GJB 841 建立的型号 FRACAS 等相关信息系统结合运行。

5.1.3.2 应该确定的事项

5.1.3.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 信息种类及管理要求;
- b) 承制方信息系统与订购方信息系统之间的接口和信息交换方式;
- c) 应向订购方提供的信息。

5.1.3.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 承制方信息系统与转承制方信息系统之间的接口和信息交换方式。

5.1.4 对转承制方和供应方的监督和控制(工作项目 104)

本工作项目要求承制方对转承制方的装备环境工程工作进行监督和控制,并按规定的要求选择供应方,以保证其提供的产品的环境适应性满足规定的要求。

5.1.4.1 工作项目要点

5.1.4.1.1 承制方应在合同或协议中明确对转承制方产品的环境适应性要求和环境工程工作要求;

5.1.4.1.2 承制方应根据合同或有关文件的规定对转承制方的环境工程工作进行审查、评价,必要时可以对转承制方的有关工作进行现场监督;

5.1.4.1.3 承制方在确定产品的供应方时,应明确其对供应产品的环境适应性要求,并对供应方供应的产品进行必要的试验和评价。

5.1.4.2 应该确定的事项

5.1.4.2.1 订购方应明确以下事项：

- a) 订购方对转承制方产品的监督控制要求；
- b) 应向订购方提供的资料项目及其要求。

5.1.4.2.2 承制方应明确以下事项：

- a) 应向承制方提供的资料项目及其要求。

5.2 环境分析

5.2.1 确定寿命期环境剖面(工作项目 201)

本工作项目要求确定装备寿命期环境剖面。

5.2.1.1 工作项目要点

5.2.1.1.1 确定装备寿命期剖面,一般包括运输、贮存/后勤供应、执行任务/作战使用三种状态事件。

5.2.1.1.2 根据寿命期剖面三种状态事件预计的发生地点和状态本身特点,结合环境应力产生的机理,确定各种事件可能遇到或产生的自然环境和诱发环境的类型,并按时序列出。

5.2.1.1.3 编制一份能说明与寿命期每一事件有关的自然环境和诱发环境或这些环境综合的清单,并结合 5.2.1.1.1 和 5.2.1.1.2 条编制出一个寿命期环境剖面。

5.2.1.1.4 尽可能用文字、图表和统计特性说明寿命期环境剖面中各种环境的应力大小。这些应力值应尽可能从装备的测量结果中得出,也可以从 GJB 1172、相关数据库和其他信息源得到,必要时也可以通过分析计算得出。

5.2.1.1.5 确定寿命期环境剖面应特别考虑并纳入以下内容：

- a) 装备在装卸、运输期间预计的状态；
- b) 可能遇到的环境及其有关的地理位置和气候特性；
- c) 包装/容器的设计/技术状态；
- d) 装备所处的安装、贮存和运输平台；
- e) 与邻近装备的接口及邻近装备的工作情况；
- f) 寿命期剖面每个阶段暴露于某环境下的相对和绝对持续时间；
- g) 寿命期剖面每个阶段预期出现的频度或可能性；
- h) 由于装备的设计或自然规律,环境对装备的限制或临界值(如雾或其他沉降物会限制红外测头的效能)。

5.2.1.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项：

- a) 装备使用方案和保障方案；
- b) 有关相同或相似装备或平台环境特性及环境测量数据；
- c) 寿命期环境剖面的提交进度和程序(必须确定的事项)；
- d) 特殊条件或局限性说明。

5.2.2 编制使用环境文件(工作项目 202)

本工作项目要求获取装备的使用环境数据,编写使用环境文件,为确定环境适应性要求提供数据。

5.2.2.1 工作项目要点

5.2.2.1.1 制定并实施使用环境现有数据收集计划,从现有数据库、模型和仿真中获取有关数据,收集这类数据应注意以下方面：

- a) 装备相似性 应尽可能收集与在研装备基本相同的在役装备的使用环境数据,基本相同是指在役装备在使用地域、作战任务、作战性能、所处平台等方面都与在研装备相似;如果没有这样的在役装备,则应收集具有一定可比性的相似装备的使用环境数据,利用这些数据进行分析,得出可用于在研装备所需的数据,相似装备是指在役装备在某些方面与在研装备不完全相似,但在环境应力条件方面具有一定的可比性,但不能精确等效;

- b) 数据质量 对所收集的数据必须进行分析、判断,确定其可用性和有效性,并进行规范化处理,数据质量主要取决于装备或运载平台的相似性、数据测量装置的精度和状态、测量时的周围环境和工作状态、数据记录和分析的设备及仪器仪表的精度和状态;
- c) 数据量 应有足够的数量以保证数据处理结果的可信度,由于条件限制所收集的数据量较少时,应采用工程判断办法来评估数据的适用性。

5.2.2.1.2 当无法从数据库或其他数据源收集到足够的可用数据时,则应制定并实施使用环境数据实测计划,确定需要通过实测得到的数据要求,包括数据类型、数据量等,并进行使用环境数据实测。实测计划应包括以下内容:

- a) 测量的数据类型及其精度要求;
- b) 测量位置;
- c) 测量所用的仪表;
- d) 测量所用的任务剖面 and 次数;
- e) 测量所需的器材和人员,包括信息收集和处理设备等;
- f) 实测进度安排;
- g) 实测的地理位置;
- h) 采购方与承制方之间的联系单位和渠道;
- i) 数据处理和归纳方法。

5.2.2.1.3 应将 5.2.2.1.1 和 5.2.2.1.2 条得到的数据进行处理,形成使用环境文件。

5.2.2.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

- a) 进行实测的必要性(必须确定的事项);
- b) 实测所需装备、人员以及经费来源(必须确定的事项);
- c) 实测的地理位置和场所;
- d) 实测场所能提供的测量仪器和分析设备。

5.2.3 确定环境类型及其量值(工作项目 203)

本工作项目要求系统地分析各种环境对装备性能、安全性及可靠性等的影响,确定关键因素,同时要求确定设计和试验需要考虑的环境种类及其量值或确定这些量值采用的准则,从而得到环境要求。

5.2.3.1 工作项目要点

5.2.3.1.1 对寿命期环境剖面和使用环境文件中的数据进行分析,以确定影响装备的各种主要环境因素及其综合,以此作为装备研制中全面考虑各种环境影响的基本依据。

5.2.3.1.2 确定需要考虑的各类环境和(或)综合环境的应力,明确用于确定相应环境量值的准则。

5.2.3.1.3 根据 5.2.3.1.1 和 5.2.3.1.2 条的结果确定环境适应性要求。

5.2.3.1.4 编制环境技术文件,纳入 5.2.3.1.1 和 5.2.3.1.2 两条的结果及其考虑的问题,并至少说明或明确以下内容:

- a) 环境适应性设计和环境试验用的具体的环境类型、应力量值和(或)这些量值的确定原则以及相关的关键问题;
- b) 具体量值选择的基本原理和假设,包括该量值对装备性能和耐久性影响的重要性的各等效因子;
- c) 环境适应性设计和环境试验用的环境量值之间的差异,还包括试验压缩方法,疲劳加速模型和试验设施(设备)的局限性;
- d) 实验室试验结果与预计的使用结果之间的相关程度。

5.2.3.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

a) 环境适应性设计采用的风险率(必须确定的事项)。

5.2.4 确定实际产品试验的替代方案(工作项目 204)

本工作项目要求确定有环境适应性要求但可不用实际产品进行试验的产品及其试验替代方案,以降低试验件生产和开展试验所带来的高费用。

5.2.4.1 工作项目要点

5.2.4.1.1 确定能用建模与仿真来代替实际产品环境试验的产品。只有在下述条件下才可以利用环境影响数据/知识库、战斗仿真技术和虚拟验证技术来替代实际产品试验,预计产品的环境适应性:数据库有这类数据;仿真技术预计的有效性已得到证实。

5.2.4.1.2 确定能用试样来代替实际产品试验的产品。

5.2.4.1.3 确定能用相似法来代替实际产品试验的产品。需要试验的设备,若在安装平台环境和结构、功能等方面都与已经通过试验设备几乎相同,且经分析认为这些方面的差别不会产生不同的环境响应,则可以考虑免去试验。

5.2.4.1.4 无论是采取上述哪一种方法取代实际产品试验,均应提供费用/效益/风险分析报告,组织评审并按规定程序批准。

5.2.4.2 应该确定的事项

5.2.4.2.1 订购方应明确以下事项:

a) 需提交的资料项目及其要求。

5.2.4.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 拟不进行试验的产品及其环境应力类型(必须确定的事项);
- b) 采用试样或仿真试验代替整个产品进行试验的项目(必须确定的事项);
- c) 采用的仿真技术验证环境适应性的有效性(必须确定的事项);
- d) 采用的各种模型的有效性(必须确定的事项);
- e) 环境影响数据库的数据完整性。

5.3 环境适应性设计

5.3.1 制定环境适应性设计准则(工作项目 301)

本工作项目要求制定环境适应性设计准则,指导设计人员开展装备(产品)设计工作。

5.3.1.1 工作项目要点

5.3.1.1.1 应根据有关标准、手册和工程经验制定专用的环境适应性设计准则,供设计人员使用;由于不同的环境因素对装备(产品)的影响机理不同,因此应针对不同环境因素制定其具体的环境适应性设计准则。

5.3.1.1.2 环境适应性设计准则应作为设计评审的依据。

5.3.1.2 应该确定的事项

5.3.1.2.1 订购方应明确以下事项:

a) 装备的环境适应性设计要求,包括环境类型和应力强度(量值和作用时间)(必须确定的事项)。

5.3.1.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 产品的环境适应性设计要求,包括环境类型和应力强度(量值和作用时间)(必须确定的事项);
- b) 环境适应性设计的限制性条件(必须确定的事项)。

5.3.2 环境适应性设计(工作项目 302)

本工作项目要求进行环境适应性设计,使所设计的装备(产品)能满足规定的环境适应性要求。

5.3.2.1 工作项目要点

5.3.2.1.1 在装备(产品)设计过程中应根据环境适应性要求,参考相应的环境适应性设计手册,采用适当的技术和方法以使装备(产品)达到规定的环境适应性水平,环境适应性设计主要应考虑:

a) 成熟的环境适应性设计技术;

- b) 适当的设计余量(耐环境余量);
- c) 防止瞬态过应力作用的措施;
- d) 选用耐环境能力强的零部件、元器件和材料(可参照 GJB 3404 等进行);
- e) 采用改善环境或减缓环境影响的措施,如冷却措施、减振措施;
- f) 环境防护设计,如保护涂(镀)层,进行密封设计等。

5.3.2.1.2 在装备(产品)设计过程中应按专用的环境适应性设计准则进行环境适应性设计。

5.3.2.1.3 环境适应性设计应与环境适应性研制试验、使用环境试验、自然环境试验和其他工程研制试验紧密结合,充分利用这些试验的信息,对所发现的环境适应性薄弱环节采取设计措施加以纠正。

5.3.2.2 应该确定的事项

5.3.2.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 装备的环境适应性要求。

5.3.2.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 环境适应性设计准则;
- b) 产品的环境适应性要求。

5.3.3 环境适应性预计(工作项目 303)

本工作项目要求预计装备(产品)的环境适应性,并对提出的设计方案或已研制出的装备(产品)的环境适应性设计能否满足规定的环境适应性要求作出评价。

5.3.3.1 工作项目要点

5.3.3.1.1 应对装备(产品)的环境适应性进行预计,预计时应充分考虑装备(产品)的每一种工作模式。

5.3.3.1.2 应根据平台、装备(产品)自身工作特性和相邻装备(产品)工作情况确定产品所处的最恶劣环境(环境类型及量值),同时利用材料、元器件及零部件的有关手册提供的有关数据确定装备(产品)的定量耐环境极限能力,进行分析比较,确定装备(产品)能否承受最恶劣环境的作用以及装备(产品)耐受最恶劣环境作用的余量。

5.3.3.2 应该确定的事项

5.3.3.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 装备寿命期环境剖面及环境适应性要求(必须确定的事项);
- b) 订购方提供的产品的环境适应性数据;
- c) 需提交的资料项目及其要求。

5.3.3.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 产品寿命期环境剖面及环境适应性要求(必须确定的事项);
- b) 数据来源;
- c) 分析评价方法及依据;
- d) 需提交给承制方的资料项目及其要求。

5.4 环境试验与评价

5.4.1 制定环境试验与评价总计划(工作项目 401)

本工作项目要求制定一个包括自然环境试验、使用环境试验和实验室环境试验的总计划,以便统一安排有关试验与评价工作。

5.4.1.1 工作项目要点

5.4.1.1.1 制定环境试验与评价总计划,主要内容包括:

- a) 实验室环境试验计划,包括工程研制阶段的环境适应性研制试验、定型阶段的环境鉴定试验和批生产中的环境验收试验和环境例行试验等;
- b) 自然环境试验计划,包括需进行自然暴露试验的材料、构件、试样或产品,试验采用的程序和方法等;

c) 使用环境试验计划,包括研制阶段和使用阶段的试验计划。

5.4.1.1.2 应根据设计和装备环境工程工作的进展情况,对环境试验与评价总计划进行修订和完善。

5.4.1.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

- a) 实验室环境试验的范围;
- b) 自然环境试验的范围;
- c) 使用环境试验的范围;
- d) 实施上述试验所必须具备的条件和费用;
- e) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.2 实验室环境试验

5.4.2.1 环境适应性研制试验(工作项目 402)

本工作项目要求通过对装备(产品)施加一定的环境应力和/或工作载荷,寻找设计缺陷和工艺缺陷,采取纠正措施,增强装备(产品)的环境适应性。

5.4.2.1.1 工作项目要点

5.4.2.1.1.1 承制方应根据环境试验与评价总计划制定一个具体的环境适应性研制试验计划,主要内容包括需要考虑的环境应力种类、量值和施加方法、装备(产品)的检测要求等。

5.4.2.1.1.2 承制方应根据环境适应性研制试验计划开展环境适应性研制试验,并通过试验—分析—改进(TAAF)的反复过程逐步增强产品的环境适应性。

5.4.2.1.1.3 环境适应性研制试验可用加大应力量值的单应力和(或)综合应力进行。

5.4.2.1.2 应该确定的事项

承制方应明确以下事项:

- a) 环境适应性研制试验达到的目标;
- b) 环境适应性研制试验各种应力及其施加顺序;
- c) 可使用的最大加速应力的限制性量值或界限。

5.4.2.2 环境响应特性调查试验(工作项目 403)

本工作项目要求确定装备(产品)对某些主要环境(如温度和振动)的物理响应特性(量值)和影响装备(产品)的关键性能的环境应力临界值,为后续试验的控制和实施及订购方使用装备提供基本信息。

5.4.2.2.1 工作项目要点

5.4.2.2.1.1 确定在研装备(产品)对温度的响应特性,包括装备(产品)温度分布、热点温度;装备(产品)在规定的环境温度下达到温度稳定的时间及装备(产品)热容量最大的部位,装备(产品)对冷、热敏感的部位和薄弱环节等;温度响应特性调查应尽可能地在材料和结构等方面基本确定不变的样机上进行,以确保所得数据的准确性。

5.4.2.2.1.2 确定在研装备(产品)对振动的响应特性,包括在研装备(产品)的共振频率和优势频率、振动响应最大的部位、对振动应力敏感的部位和薄弱环节等;振动响应特性调查尽可能在材料和结构等方面基本确定不变的样机上进行,以确保所得数据的准确性。

5.4.2.2.1.3 确定在研装备(产品)在某些其他环境作用下的薄弱环节。

5.4.2.2.1.4 确定在研装备(产品)可耐受的最大环境应力值,例如在研装备(产品)保持正常工作或不损坏的实际的最高温度、最低温度、最高温度变化速率和最大振动量值等。

5.4.2.2.1.5 应根据要求编制相应的试验报告。

5.4.2.2.2 应该确定的事项

承制方应明确以下事项:

- a) 试验时机;
- b) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.2.3 飞行器安全性环境试验(工作项目 404)

本工作项目要求进行飞行器首飞前的安全性环境试验,以确保飞行器首飞的安全。

5.4.2.3.1 工作项目要点

5.4.2.3.1.1 在飞行器首飞前,承制方应根据环境试验与评价总计划,制定一个具体的安全性环境试验计划,对涉及飞行安全的产品选择关键(敏感)的环境因素安排相应的环境试验,保证首飞安全。

5.4.2.3.1.2 对飞行器安全性环境试验,原则上应应用那些会使产品很快产生破坏或会很快影响产品正常功能从而影响飞行器安全的环境试验项目来进行,通常不选择通过长时间作用才产生影响的环境试验项目(如振动耐久试验、霉菌试验和盐雾试验等),也不选择一些相对说来对飞行安全影响不大的其他环境试验项目。

5.4.2.3.1.3 承制方应根据要求编制相应的试验报告。

5.4.2.3.2 应该确定的事项

5.4.2.3.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 试验件的技术状态;
- b) 试验项目及试验条件确定原则;
- c) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.2.3.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 试验项目及试验条件;
- b) 故障判别准则。

5.4.2.4 环境鉴定试验(工作项目 405)

本工作项目要求在定型阶段进行环境鉴定试验,以验证装备(产品)环境适应性设计是否达到了规定的要求。

5.4.2.4.1 工作项目要点

5.4.2.4.1.1 重要产品的环境鉴定试验应优先在独立于订购方和承制方的第三方试(实)验室进行,也可在订购方代表监督下在指定的其他试(实)验室进行;承担环境鉴定试验的单位均应通过资格认证和计量认证。

5.4.2.4.1.2 应制定具体产品的环境试验大纲并经订购方批准或认可,大纲至少应包括下列内容:

- a) 试验件的技术状态及数量;
- b) 试验项目分组;
- c) 各试验项目顺序安排;
- d) 各试验项目的试验方法;
- e) 试验设施要求,设备、仪器、仪表及其精度要求;
- f) 试验数据记录要求;
- g) 试验件故障判别准则;
- h) 试验过程的的组织管理和监督制度;
- i) 试验报告要求。

5.4.2.4.1.3 承试单位应根据具体产品的试验大纲和相应试验项目的试验大纲制定环境试验程序。

5.4.2.4.1.4 承试方应根据试验程序实施试验。

5.4.2.4.1.5 试验件进入环境鉴定试验之前,应按 GJB 1032 或相关标准的规定进行环境应力筛选。

5.4.2.4.1.6 承试方应根据有关要求编制试验报告。

5.4.2.4.2 应该确定的事项

5.4.2.4.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 试验样本量和技术状态;
- b) 试验大纲的批准部门或认可部门;

- c) 试验实施场所;
- d) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.2.4.2.2 承制方应确定以下事项:

- a) 试验项目和试验分组;
- b) 各组试验顺序;
- c) 试验环境条件和负载条件;
- d) 故障判别准则。

5.4.2.5 批生产装备(产品)环境(验收和例行)试验(工作项目 406)

本工作项目要求在生产阶段进行环境验收试验和环境例行试验,以检查批生产过程工艺操作和质量控制过程的稳定性,验证批生产装备(产品)环境适应性是否仍然满足规定的要求。

5.4.2.5.1 工作项目要点

5.4.2.5.1.1 批生产装备(产品)应在订购方代表的主持下按有关文件的规定进行环境验收试验。

5.4.2.5.1.2 批生产达到一定时间周期或达到一定数量时,订购方应在承制方的协助下进行例行(型式)试验。

5.4.2.5.2 应该确定的事项

订购方应明确以下事项:

- a) 环境验收试验的试验项目和试验条件;
- b) 环境例行试验的试验项目和试验条件;
- c) 例行试验的时间间隔或抽样基数;
- d) 故障判别准则;
- e) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.3 自然环境试验(工作项目 407)

本工作项目要求进行自然环境试验,以确定自然环境各种因素综合作用对产品的影响。

5.4.3.1 工作项目要点

5.4.3.1.1 应根据材料、构件、工艺和部件或设备本身的耐环境能力数据及其在装备上的部位、暴露情况和寿命期可能遇到的环境,确定要进行自然暴露的材料、构件、部件和设备的清单。

5.4.3.1.2 应根据装备寿命期环境剖面,确定贮存运输和作战使用中可能遇到的各种自然环境,并根据这些环境确定自然环境试验的种类,选定自然暴露试验的场地和时间。

5.4.3.1.3 应编写自然环境试验大纲,至少包括:

- a) 试验目的和内容;
- b) 试验件(试样)的类型、标记方法;
- c) 试验件(试样)的包装、贮存和运输方式;
- d) 试验环境及试验场地;
- e) 试验设施要求,设备、仪器、仪表及其精度要求;
- f) 试验件(试样)和环境监测数据的记录要求和处理方法;
- g) 试验时间、检测周期及进度安排;
- h) 试验过程的组织管理和监督制度;
- i) 结果分析方案;
- j) 试验、检测、评价方法及有关标准。

5.4.3.2 应该确定的事项

5.4.3.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 需提交的资料项目及其要求。

5.4.3.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 试验件(试样)的类型和数量;
- b) 试验场地类型;
- c) 试验件(试样)的暴露周期或时间;
- d) 环境因素监测要求和试验件(试样)检测要求;
- e) 试验方法标准、监测检测标准和评价标准。

5.4.4 使用环境试验(工作项目 408)

本工作项目要求进行使用环境试验,以确定装备(产品)使用过程中自然环境和诱发环境对其的影响,为改进环境适应性设计和评价装备(产品)环境适应性提供信息。使用环境试验使装备(产品)经受自然和诱发环境和人的因素的综合作用,是实验室环境试验和自然环境试验无法替代的实际使用环境对装备(产品)的考核。

5.4.4.1 工作项目要点

5.4.4.1.1 应制定并实施使用环境试验大纲,对装备(产品)进行使用环境试验,以考核装备(产品)对其工作环境的适应能力,大纲应包括以下内容:

- a) 试验平台;
- b) 试验件;
- c) 平台的任务剖面;
- e) 环境测量方案(如温度和振动);
- f) 故障判据和故障记录要求。

5.4.4.1.2 试验过程中应尽可能准确地记录故障现象及其发生的时间以及故障发生时的平台环境条件,以便提供实测环境数据,分析故障原因,并为实验室复现故障和故障分析定位提供数据支持。

5.4.4.1.3 进行使用环境试验的环境应能充分代表装备(产品)在其寿命期中可能遇到的典型环境,以保证其试验结果的准确性。

5.4.4.1.4 在工程研制阶段应尽可能将使用环境试验与实验室环境试验结合进行,以便利用实验室试验来复现使用环境试验中发生的故障,进行故障定位,采取纠正措施,并验证纠正措施的有效性。

5.4.4.2 应该确定的事项

5.4.4.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 试验平台;
- b) 试验件;
- c) 承试方;
- d) 任务剖面(如飞机的飞行剖面);
- e) 环境测量要求;
- f) 故障状况记录要求。

5.4.4.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 故障判别准则。

5.4.5 环境适应性评价(工作项目 409)

本工作项目要求利用自然环境试验和使用环境试验的结果来评价装备的环境适应性。

5.4.5.1 工作项目要点

5.4.5.1.1 应收集按自然环境试验计划安排的自然环境试验(见工作项目 407)的结果和有关信息及相应的自然环境记录数据。

5.4.5.1.2 应收集装备在一般的运输和贮存过程中的有关故障和问题的信息。

5.4.5.1.3 应收集按使用环境试验计划安排的各种使用环境试验(见工作项目 408)中得到故障信息及相应的平台环境记录数据。

5.4.5.1.4 应分析自然环境试验中遇到的自然环境条件和使用环境试验的平台环境条件的代表性和可

信性。

5.4.5.1.5 应分析自然环境试验得到的环境影响数据及规律,运输、贮存、使用过程中和使用环境试验中得到的故障信息以及故障对装备作战效能的影响。

5.4.5.1.6 应综合考虑自然环境和使用环境试验及装备贮存运输、使用中得到的故障信息和环境影响数据,对整个装备或其某些系统的环境适应性作出全面评价。

5.4.5.2 应该确定的事项

5.4.5.2.1 订购方应明确以下事项:

- a) 评价用的数据所对应的环境条件的代表性和可信性;
- b) 评价报告的具体内容及输出结果。

5.4.5.2.2 承制方应明确以下事项:

- a) 自然环境试验的结果;
- b) 使用环境试验的结果。

附录 A

(参考件)

装备环境工程工作项目实施表

工作项目类别	工作项目名称及代号	适用阶段	责任单位	主要输入信息	主要输出结果
环境工程管理	制定环境工程工作计划 (工作项目 101)	论证阶段提出环境工程工作计划初稿;方案阶段完成正式稿;后续阶段按需要进行修改和完善	承制方,需经订购方认可	a. 与订购方的合同文件或相应文件 b. GJB 4239《装备环境工程通用要求》 c. 研制计划网络图	环境工程工作计划
	环境工程工作评审 (工作项目 102)	研制和生产	在合同中明确	环境工程工作计划	评审报告
	环境信息管理 (工作项目 103)	寿命周期各阶段	承制方、订购方	a. 使用环境文件 b. GJB 1172 c. 型号 FRACAS 系统 d. 寿命期涉及的气候区的气候特征资料	各种经过处理的信息
	对转承制方和供应方的监督和控制 (工作项目 104)	工程研制阶段、定型阶段和生产阶段	承制方	a. 环境适应性要求 b. 环境工程工作要求	a. 合同文件中的有关条款 b. 各种监督和控制报告
环境分析	确定寿命期环境剖面 (工作项目 201)	论证阶段提出寿命期剖面和初步的寿命期环境剖面;方案阶段提出最终的寿命期环境剖面	订购方,承制方提供必要的协助	a. 使用方案和保障方案 b. 相同或类似装备或平台特性及环境测量数据 c. GJB 1172 d. 有关标准或文件	a. 寿命期剖面 b. 寿命期环境剖面
	编制使用环境文件 (工作项目 202)	论证阶段、方案阶段,后续阶段进行完善	订购方,承制方提供必要的协助	a. 有关平台环境数据库和相似设备环境数据 b. 数据不足情况分析 c. 寿命期环境剖面	使用环境文件
	确定环境类型及其量值 (工作项目 203)	论证阶段、方案阶段	订购方提出环境适应性要求,承制方提出环境技术文件	a. 寿命期环境剖面 b. 使用环境文件	a. 环境适应性要求 b. 环境技术文件
	实际产品试验的替代方案 (工作项目 204)	方案阶段	承制方提出,需经订购方同意	a. 完整的环境条件数据资料 b. 仿真技术有效性评价报告 c. 完整的环境影响数据库/知识库 d. 试样试验的有效性评估资料 e. 相似设备相似性论证资料	a. 不进行试验的产品目录 b. 实际产品试验的替代备选方案和风险评估报告

表(续)

工作项目类别	工作项目名称及代号	适用阶段	责任单位	主要输入信息	主要输出结果
环境适应性设计	制定环境适应性设计准则 (工作项目 301)	方案阶段、工程研制阶段早期	承制方	a. 环境适应性要求 b. 环境适应性设计通用手册	在研装备专用的环境适应性设计准则
	环境适应性设计 (工作项目 302)	工程研制阶段	承制方和转承制方	a. 环境适应性要求 b. 环境适应性设计准则 c. 其他有关设计手册	满足环境适应性要求的产品设计
	环境适应性预计 (工作项目 303)	工程研制阶段早、中期	承制方和转承制方	a. 环境适应性要求 b. 材料、元器件等有关手册 c. 环境分析计算方法	环境适应性预计报告
环境适应性试验与评价	制定环境试验与评价总计划 (工作项目 401)	方案阶段提出初稿,工程研制阶段完成最终稿	承制方,需经订购方认可	环境适应性要求	环境试验与评价总计划
	环境适应性研制试验 (工作项目 402)	工程研制阶段早期	承制方和转承制方	寿命期环境剖面	环境适应性研制试验报告
	环境响应特性调查试验 (工作项目 403)	工程研制阶段后期	承制方和转承制方	寿命期环境剖面	产品特性调查试验报告
	飞行器安全性环境试验 (工作项目 404)	工程研制阶段后期,首飞之前	承制方和转承制方	a. 环境适应性要求 b. GJB 150	飞行器安全性环境试验报告
	环境鉴定试验 (工作项目 405)	定型阶段	承试方或承制方会同订购方	a. 环境适应性要求 b. 受试产品技术文件 c. GJB 150	环境鉴定试验报告
	批生产装备(产品)环境试验 (工作项目 406)	批生产阶段	订购方在承制方协助下进行	a. 环境适应性要求 b. 受试产品技术规范或文件 c. GJB 150	a. 环境验收试验报告 b. 环境例行试验报告
	自然环境试验 (工作项目 407)	方案阶段后期,工程研制阶段早、中期,使用阶段	承制方	a. 寿命期环境剖面 b. 环境适应性设计准则 c. 自然环境试验方法标准	自然环境试验报告
	使用环境试验 (工作项目 408)	工程研制阶段后期、定型阶段和使用阶段	承试方(研制阶段)或订购方(使用阶段)	a. 装备的任务剖面 b. 装备的重要设备清单	使用环境试验报告
	环境适应性评价 (工作项目 409)	定型阶段和使用阶段	评价部门或机构	a. 自然环境试验报告 b. 使用环境试验报告 c. FRACAS系统中有关阶段故障信息	装备环境适应性综合评价报告

附加说明：

本标准由总装备部电子信息基础部提出。

本标准由总装备部技术基础管理中心归口。

本标准由总装备部电子信息基础部、航空第三〇一研究所、二炮四所、航天科技集团一院一部、海军论证中心舰船所、船舶综合研究院、航空第六〇一研究所、总参六十一所、空军北京军代表局起草。

本标准主要起草人：王黎明、祝耀昌、章引平、董欣、徐明、傅维维。

计划项目代号：9DX01。