



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 41305.6—2026/IEC TR 62131-6:2017

环境条件 电子设备振动和冲击 第 6 部分：利用螺旋桨式飞机运输

Environmental conditions—Vibration and shock of electrotechnical equipment—
Part 6: Transportation by propeller aircraft

(IEC TR 62131-6:2017, IDT)

2026-01-04 发布

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

| | |
|--|----|
| 前言 | V |
| 引言 | VI |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 数据源和质量 | 1 |
| 4.1 4 种不同螺旋桨式飞机的振动调查 | 1 |
| 4.2 布里顿-诺曼公司海岛人飞机的飞行测量 | 2 |
| 4.3 洛克希德 C130 飞机的飞行振动测量 | 3 |
| 4.4 洛克希德 C130 飞机的着陆冲击测量 | 4 |
| 4.5 补充数据 | 4 |
| 5 数据源内部比较 | 5 |
| 5.1 一般要求 | 5 |
| 5.2 4 种不同螺旋桨式飞机的振动调查 | 6 |
| 5.3 布里顿-诺曼公司海岛人飞机的飞行测量 | 7 |
| 5.4 洛克希德 C130 飞机的飞行振动测量 | 7 |
| 5.5 洛克希德 C130 飞机的着陆冲击测量 | 7 |
| 6 数据源之间的比较 | 8 |
| 7 环境描述 | 8 |
| 7.1 产生机械振动的物理源 | 8 |
| 7.2 环境特征和严酷度 | 9 |
| 7.3 推导出的试验严酷度 | 10 |
| 8 与 IEC 60721(所有部分)比较 | 10 |
| 9 建议 | 12 |
| 参考文献 | 50 |
| 图 1 布里顿-诺曼公司海岛人飞机的测量仪器位置 ^[13] | 17 |
| 图 2 英国宇航公司捷流 100 飞机的测量仪器位置 ^[13] | 18 |
| 图 3 英国宇航公司 HS748 飞机的测量仪器位置 ^[13] | 19 |
| 图 4 洛克希德 C130 飞机的测量仪器位置 ^[13] | 19 |
| 图 5 不同飞机的相对振动严酷度(总均方根值)对比 ^[13] | 20 |
| 图 6 不同飞行状态下的相对振动严酷度(总均方根值)对比 ^[13] | 21 |
| 图 7 不同位置的相对振动严酷度(总均方根值)对比 ^[13] | 22 |

| | |
|--|----|
| 图 8 布里顿-诺曼公司海岛人飞机巡航飞行时的典型振动谱 ^[13] | 23 |
| 图 9 英国宇航公司捷流 100 飞机巡航飞行时的典型振动谱 ^[13] | 23 |
| 图 10 英国宇航公司 HS748 飞机巡航飞行时的典型振动谱 ^[13] | 24 |
| 图 11 洛克希德 C130 飞机巡航飞行时的典型振动谱 ^[13] | 24 |
| 图 12 布里顿-诺曼公司海岛人飞机巡航时在机身前部的振动测量值 ^[14] | 25 |
| 图 13 布里顿-诺曼公司海岛人飞机起飞时在螺旋桨旋转平面上的振动测量值 ^[14] | 25 |
| 图 14 布里顿-诺曼公司海岛人飞机起飞时在机身中部的振动测量值 ^[14] | 26 |
| 图 15 布里顿-诺曼公司海岛人飞机巡航时在机身中部的振动测量值 ^[14] | 26 |
| 图 16 布里顿-诺曼公司海岛人飞机巡航时在机身尾部的振动测量值 ^[14] | 27 |
| 图 17 洛克希德 C130 飞机的振动严酷度对比——起飞 ^[15] | 27 |
| 图 18 洛克希德 C130 飞机的振动严酷度对比——爬升 ^[15] | 28 |
| 图 19 洛克希德 C130 飞机的振动严酷度对比——巡航 ^[15] | 28 |
| 图 20 洛克希德 C130 飞机的振动严酷度对比——着陆(开启反推装置) ^[15] | 29 |
| 图 21 洛克希德 C130 飞机在桨叶通过频率处的振动严酷度对比 ^[15] | 30 |
| 图 22 洛克希德 C130 飞机宽带背景随机振动下总 RMS 形式的振动严酷度对比 ^[15] | 31 |
| 图 23 洛克希德 C130 飞机起飞时机身前部的振动——第 3 架次 ^[15] | 32 |
| 图 24 洛克希德 C130 飞机巡航时机身前部(第 597 框)的振动——第 3 架次 ^[15] | 32 |
| 图 25 洛克希德 C130 飞机巡航时机身前部(第 317 框)的振动——第 3 架次 ^[15] | 33 |
| 图 26 洛克希德 C130 飞机巡航时机身后部(第 257 框)的振动——第 3 架次 ^[15] | 33 |
| 图 27 洛克希德 C130 飞机着陆时机身前部(第 317 框)的振动——第 3 架次 ^[15] | 34 |
| 图 28 洛克希德 C130 飞机起飞前满功率运行时机身前部(第 317 框)的振动——第 4 架次 ^[15] | 34 |
| 图 29 洛克希德 C130 飞机起飞前满功率运行时在螺旋桨旋转平面处的振动——第 4 架次 ^[15] | 35 |
| 图 30 洛克希德 C130 飞机爬升时在螺旋桨旋转平面处的振动——第 4 架次 ^[15] | 35 |
| 图 31 洛克希德 C130 飞机巡航时在螺旋桨旋转平面处的振动——第 4 架次 ^[15] | 36 |
| 图 32 洛克希德 C130 飞机着陆时在螺旋桨旋转平面处的振动——第 4 架次 ^[15] | 36 |
| 图 33 洛克希德 C130 飞机的着陆冲击——垂向 ^[16] | 37 |
| 图 34 洛克希德 C130 飞机的着陆冲击——横向 ^[16] | 37 |
| 图 35 洛克希德 C130 飞机的着陆冲击——纵向 ^[16] | 38 |
| 图 36 运输联盟 C160 飞机起飞时机身地板处的振动 | 38 |
| 图 37 运输联盟 C160 飞机巡航时机身地板处的振动 ^[19] | 39 |
| 图 38 运输联盟 C160 飞机着陆时机身地板处的振动 ^[19] | 39 |
| 图 39 洛克希德 C130J 飞机巡航时螺旋桨旋转平面处的振动 | 40 |
| 图 40 空客 A400M 飞机巡航时机身地板处的振动 | 40 |
| 图 41 IEC 60721-3-2 ^[3] 稳态随机振动严酷度 | 41 |
| 图 42 IEC 60721-4-2 ^[4] 稳态随机振动严酷度 | 41 |
| 图 43 IEC 60721-3-2 ^[4] 稳态正弦振动严酷度 | 42 |
| 图 44 IEC TR 60721-4-2 ^[4] 稳态正弦振动严酷度 | 42 |

| | |
|---|----|
| 图 45 IEC 60721-3-2 ^[4] 冲击严酷度 | 43 |
| 图 46 IEC TR 60721-4-2 ^[4] 冲击严酷度用于 IEC 60068-2-29 ^[7] 试验程序 | 43 |
| 图 47 IEC TR 60721-4-2 ^[4] 冲击严酷度用于 IEC 60068-2-27 ^[7] 试验程序 | 44 |
| 图 48 4 种螺旋桨式飞机振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 44 |
| 图 49 布里顿-诺曼公司海岛人飞机振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 45 |
| 图 50 洛克希德 C130 飞机振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 45 |
| 图 51 运输联盟 C160 飞机振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 46 |
| 图 52 布里顿-诺曼公司海岛人飞机巡航时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 46 |
| 图 53 布里顿-诺曼公司海岛人飞机起飞/着陆时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 47 |
| 图 54 洛克希德 C130 飞机巡航时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 47 |
| 图 55 洛克希德 C130 飞机起飞/着陆时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 48 |
| 图 56 洛克希德 C130 飞机巡航时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 48 |
| 图 57 空客 A400M 飞机巡航时的振动 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 49 |
| 图 58 洛克希德 C130 飞机着陆时的冲击 ^[13] 与 IEC 60721-3-2 ^[3] 对比 | 49 |
| 表 1 布里顿-诺曼公司海岛人飞机飞行过程中振动数据的持续测量时间和误差估计 | 13 |
| 表 2 洛克希德 C130 飞机飞行过程中振动数据的持续测量时间和误差估计 | 14 |
| 表 3 布里顿-诺曼公司海岛人飞机总均方根形式的振动严酷度 ^[14] | 14 |
| 表 4 洛克希德 C130 飞机总均方根形式的振动严酷度——第 3 架次 ^[15] | 15 |
| 表 5 洛克希德 C130 飞机总均方根形式的振动严酷度——第 4 架次 ^[15] | 16 |
| 表 6 运输联盟 C160 飞机总均方根形式的振动严酷度 ^[19] | 17 |

前　　言

本文件为规范类指导性技术文件。

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。

本文件是 GB/Z 41305《环境条件 电子设备振动和冲击》的第 6 部分。GB/Z 41305 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：动力学数据的验证过程；
- 第 2 部分：设备的贮存和搬运；
- 第 3 部分：利用轨道车辆运输；
- 第 6 部分：利用螺旋桨式飞机运输；
- 第 7 部分：利用旋翼飞机运输。

本文件等同采用 IEC TR 62131-6:2017《环境条件 电子设备振动和冲击 第 6 部分：利用螺旋桨式飞机运输》，文件类型由 IEC 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、广州五所环境仪器有限公司、北京航空航天大学、重庆赛宝工业技术研究院有限公司、天津航天瑞莱科技有限公司、广州赛宝腾睿信息科技有限公司。

本文件主要起草人：刘放飞、王志鹏、彭辉、吴飒、蒙莉、张璇、王妙、周阳红生。

引　　言

GB/Z 41305《环境条件 电子设备振动和冲击》首先建立了动力学数据验证过程的三个阶段和准则,然后应用到固定翼喷气式飞机、铁路车辆、公路车辆、搬运等条件下的动力学数据审查,形成环境条件,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。GB/Z 41305 拟由 8 个部分组成。

- 第 1 部分:动力学数据的验证过程。目的在于建立动力学数据验证过程的三个阶段及其准则。
- 第 2 部分:设备的贮存和搬运。目的在于审查电子设备搬运过程中可获得的动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 3 部分:利用轨道车辆运输。目的在于审查轨道车辆运输条件下可获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 4 部分:利用公路车辆运输。目的在于审查公路车辆运输条件下可获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 5 部分:利用固定翼喷气式飞机运输。目的在于审查固定翼喷气式飞机运输条件下可获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 6 部分:利用螺旋桨式飞机运输。目的在于审查螺旋桨式飞机运输条件下可获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 7 部分:利用旋翼飞机运输。目的在于审查旋翼飞机运输条件下可获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。
- 第 8 部分:利用船舶运输。目的在于审查船舶运输条件下获得的电子设备动力学数据,形成环境描述,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。

环境条件 电子设备振动和冲击

第 6 部分：利用螺旋桨式飞机运输

1 范围

本文件给出了由螺旋桨式飞机运输电子设备时获得的动力学数据。其目的是从所有可用数据中生成环境描述，并与 IEC 60721(所有部分)进行比较^{[1] 1)}。

对于每个识别的数据源，本文件均评估了数据质量，并且检查了其自洽性。数据质量检查和数据源分类按照 IEC TR 62131-1^[8] 中规定执行。

本文件主要列出了从多个不同来源提取的数据，这些数据的质量和有效性具有一定的可信度。本文件还给出了一些实际无法验证质量和有效性的数据，给出这些数据是为了验证其他来源的数据，后面章节中使用此类数据时均进行了明确的标注。

本文件涉及一系列数据采集工作中的数据，采集获得的数据量与质量差异较大，与覆盖的条件范围较宽有关。

并非所有验证的数据都以电子化形式提供，为了便于比较，对一些原始数据(非电子化)进行了人工电子化处理。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 数据源和质量

4.1 4 种不同螺旋桨式飞机的振动调查

Charles 于 1989 年比较了 4 种不同的螺旋桨式飞机的振源(见参考文献[13])，旨在为螺旋桨式飞机振动的指南章节建立基础数据。

振动调查报告包括的 4 种飞机分别是：布里顿-诺曼公司海岛人、英国宇航公司捷流 100、英国宇航公司 HS748 和洛克希德(大力神)C130²⁾。需要说明的是，前 3 种飞机的振动数据于 1988 年专门为本项研究工作而采集，而洛克希德 C130 飞机的振动数据于 1985 年执行其他飞行任务时采集。洛克希德 C130 飞机的振动数据与本文件中的其他数据存在关联性。各机型的基本信息如下：

——布里顿-诺曼公司海岛人是一款轻型双引擎飞机，配备驱动双叶变桨距螺旋桨的活塞式发动机

1) 方括号内引用的文献见参考文献。

2) Britten-Norman Islander、BAe Jet Stream 100、BAe HS 748 和洛克希德(大力神)C130 分别是布里顿-诺曼公司、英国宇航公司和洛克希德马丁公司所研制的飞机的商用名称。提供此信息是为了方便本文件的用户，并不代表 IEC 对该商品的认可。