



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 41305.7—2023/IEC TR 62131-7:2020

---

## 环境条件 电子设备振动和冲击 第7部分：利用旋翼飞机运输

Environmental conditions—Vibration and shock of electrotechnical equipment—  
Part 7: Transportation by rotary wing aircraft

(IEC TR 62131-7:2020, IDT)

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

---

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 .....	III
引言 .....	IV
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 波音 CH-47 直升机的振动 .....	1
4.2 波音 CH-47 直升机放下悬吊货物 .....	3
4.3 补充数据 .....	3
5 数据源内部比较 .....	5
5.1 一般要求 .....	5
5.2 波音 CH-47 直升机的振动 .....	5
5.3 波音 CH-47 直升机放下悬吊货物 .....	6
5.4 补充数据 .....	6
6 数据源之间的比较 .....	6
7 环境描述 .....	6
7.1 产生机械振动的物理源 .....	6
7.2 环境特征和严酷度 .....	8
7.3 导出的试验严酷度 .....	9
8 与 IEC 60721(所有部分)比较 <sup>[5]</sup> .....	10
9 建议 .....	11
参考文献 .....	41
图 1 波音 CH-47 直升机在速度为 160 kn 时平直飞行期间的典型振动谱 <sup>[14]</sup> .....	12
图 2 波音 CH-47 直升机悬停期间的典型振动谱 <sup>[14]</sup> .....	13
图 3 波音 CH-47 直升机转换到悬停期间的典型振动谱 <sup>[14]</sup> .....	13
图 4 波音 CH-47 直升机自转期间的典型振动谱 <sup>[14]</sup> .....	14
图 5 波音 CH-47 直升机不同飞行状态下振动的总 RMS 对比 <sup>[14]</sup> .....	15
图 6 波音 CH-47 直升机不同飞行状态旋翼转轴频率( $r$ )下的振动 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup> .....	16
图 7 波音 CH-47 直升机不同飞行状态旋翼桨叶通过频率( $nr$ )下的振动 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup> .....	17
图 8 波音 CH-47 直升机不同飞行状态桨叶通过频率的二阶谐波( $2nr$ )的振动 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup> .....	18
图 9 波音 CH-47 直升机不同飞行状态桨叶通过频率的三阶谐波( $3nr$ )的振动 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup> .....	19
图 10 波音 CH-47 直升机不同飞行状态桨叶通过频率的四阶谐波( $4nr$ )的振动 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup> .....	20

图 11	波音 CH-47 直升机悬停期间货舱地板振动的 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup>	21
图 12	波音 CH-47 直升机转换到悬停期间货舱地板上振动的 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup>	21
图 13	波音 CH-47 直升机在转换到自转过程中货舱地板上振动的 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup>	22
图 14	波音 CH-47 直升机平直飞行期间货舱地板上振动的 RMS 严酷度对比 <sup>[14]</sup>	22
图 15	波音 CH-47 直升机放下 ISO 集装箱时的冲击严酷度 <sup>[15]</sup>	23
图 16	山猫直升机的相对振幅随空速变化 <sup>[16]</sup>	23
图 17	海王直升机的相对振幅随空速变化 <sup>[16]</sup>	24
图 18	支奴干直升机的相对振幅随空速变化 <sup>[16]</sup>	24
图 19	山猫直升机的机身与机身之间的相对振幅变化 <sup>[16]</sup>	25
图 20	机群振动统计比较 <sup>[18]</sup>	26
图 21	超黄蜂直升机 X 轴方向的振动测量值 <sup>[19]</sup>	27
图 22	超黄蜂直升机 Y 轴方向的振动测量值 <sup>[19]</sup>	27
图 23	超黄蜂直升机 Z 轴方向的振动测量值 <sup>[19]</sup>	28
图 24	基于 Mil Std 810G <sup>[22]</sup> 推导出的波音 CH-47 直升机的振动试验严酷度	28
图 25	基于 STANAG 4370 AECTP 400 方法 401 附件 D <sup>[23]</sup> 推导出的波音 CH-47 直升机的 运输设备的振动试验严酷度	29
图 26	基于 STANAG 4370 AECTP 400 方法 401 附件 D <sup>[23]</sup> 推导出的作为悬吊载荷运输的设 备的振动试验严酷度	29
图 27	DEF STAN 00-35 <sup>[18]</sup> 中支奴干直升机的特定振动试验严酷度	30
图 28	DEF STAN 00-35 <sup>[18]</sup> 中梅林直升机的特定振动试验严酷度	30
图 29	DEF STAN 00-35 <sup>[18]</sup> 中山猫/野猫直升机的特定振动试验严酷度	31
图 30	DEF STAN 00-35 <sup>[18]</sup> 中悬吊载荷的振动试验严酷度	31
图 31	RTCA/DO-160 <sup>[24]</sup> 和 EUROCAE/ED-14 <sup>[25]</sup> 中波音 CH-47 直升机的特定振动试验严酷度	32
图 32	IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 稳态随机振动严酷度	32
图 33	IEC TR 60721-4-2:2001 <sup>[7]</sup> 稳态随机振动严酷度	33
图 34	IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 稳态正弦振动严酷度	33
图 35	IEC TR 60721-4-2:2001 <sup>[7]</sup> 稳态正弦振动严酷度	34
图 36	IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 冲击严酷度	34
图 37	IEC TR 60721-4-2:2001 <sup>[7]</sup> 冲击严酷度用于 IEC 60068-2-27:2008 <sup>[2]</sup> 试验程序	35
图 38	IEC TR 60721-4-2:2001 <sup>[7]</sup> 冲击严酷度用于 IEC 60068-2-27 <sup>[2]</sup> 试验程序	35
图 39	波音 CH-47 直升机振动 <sup>[14]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	36
图 40	超黄蜂直升机 X 轴振动 <sup>[19]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	36
图 41	超黄蜂直升机 Y 轴振动 <sup>[19]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	37
图 42	超黄蜂直升机 Z 轴振动 <sup>[19]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	37
图 43	Mil Std 810G 振动试验严酷度 <sup>[22]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	38
图 44	AECTP 400 振动试验严酷度 <sup>[23]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	38
图 45	DEF STAN 00-35 振动试验严酷度 <sup>[18]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	39
图 46	DO160 振动试验严酷度 <sup>[24]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	39
图 47	悬吊负载振动试验严酷度 <sup>[18],[23]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	40
图 48	波音 CH-47 直升机放下负载时的冲击严酷度 <sup>[15]</sup> 与 IEC 60721-3-2:2018 <sup>[6]</sup> 对比	40
表 1	典型结构动力学激励频率及其激励源	7

## 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。

本文件是 GB/Z 41305《环境条件 电子设备振动和冲击》的第 7 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 7 部分：利用旋翼飞机运输。

本文件等同采用 IEC TR 62131-7:2020《环境条件 电子设备振动和冲击 第 7 部分：利用旋翼飞机运输》，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、芜湖赛宝机器人产业技术研究院有限公司、广州五所环境仪器有限公司、芜湖赛宝信息产业技术研究院有限公司、北京航空航天大学、北京强度环境研究所、中国航空综合技术研究所、中国科学院自动化研究所、南京模拟技术研究所。

本文件主要起草人：杨剑锋、蔡茗茜、吴和龙、汪凯蔚、解禾、孙立军、王远航、刘文威、方植彬、吴飒、韦冰峰、孙建勇、陈勃琛、纪春阳、郭广廓、郑昆、杨化彬、唐军军。

## 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、轨道车辆、公路车辆、搬运等条件下的动力学数据审阅,并形成环境条件,并与 IEC 60721(所有部分)中的数据进行比较。本系列标准拟由 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。目的在于审阅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。目的在于审阅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。目的在于审阅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。目的在于审阅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。目的在于审阅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。目的在于审阅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。目的在于审阅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 7 部分:利用旋翼飞机运输

### 1 范围

本文件评估了由旋翼飞机(直升机)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<sup>[5]1)</sup>。

对于每个识别的数据源,数据质量都已经进行了评估,并且检查了其自洽性。数据质量检查和各种数据源分类按照 IEC TR 62131-1 中规定执行<sup>[9]</sup>。

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程度的可信性。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,这些采集的数据数量和质量随着所覆盖的条件范围变化大。

并非所有验证的数据都以电子化形式提供,为了进行比较,在本文件中对许多原始(非电子)数据进行手动数字化。

### 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 波音 CH-47 直升机的振动

波音 CH-47<sup>2)</sup> 直升机的大量振动数据测量工作已经完成,参考文献[14]和参考文献[15]给出了典型的测量结果。许多测量工作的关注点集中在机载货物、乘客和机组人员的振动响应上。然而,参考文献[14]和参考文献[15]的测量是专门为表征旋翼飞机货舱地板有效负载区域内的振动响应而展开的。

波音 CH-47 直升机于 1961 年首次投入使用,是一种双旋翼、双引擎的重载直升机。虽然它是作为军用飞机而设计的,但存在许多商用型号。这些型号广泛用于大型或重载设备的运输,及用于将货物运输到其他交通方式难以送达的地方。波音 CH-47 直升机有许多不同的型号,包括支奴干、波音 234 型、波音 414 型等。当然,不同名称的出现表示在原有基础上进行了改型。测量工作中使用的特定旋翼飞机大多数是波音 CH-47 直升机的改进型号,这些飞机的两个旋翼均由三片桨叶组成,旋翼的转速为

1) 方括号内的数字为参考文献。

2) 波音 CH-47 直升机是波音公司产品的商品名称。提供此信息是为了方便本文档的用户,并不代表 IEC 对该产品的认可。