

# 通信设备在机械冲击与振动环境中的性能变化

张 琪

河北远东通信系统工程有限公司 河北 石家庄 050000

**摘 要：**随着科技的快速发展，通信设备在各行各业中扮演着至关重要的角色。然而，通信设备在运行过程中不可避免地会受到机械冲击与振动环境的影响，这些环境因素对通信设备的性能产生显著影响。本文旨在探讨通信设备在机械冲击与振动环境中的性能变化，分析其影响机制，并提出相应的应对措施，以期为提升通信设备的可靠性和稳定性提供参考。

**关键词：**通信设备；机械冲击；振动环境；性能变化

## 引言

在现代工程领域，通信设备作为信息传递的核心设备，其稳定性和可靠性直接关系到整个系统的正常运行。然而，通信设备在运行过程中，尤其是在复杂多变的环境中，常常受到机械冲击和振动的影响，这些影响可能导致设备性能下降甚至失效。因此，研究通信设备在机械冲击与振动环境中的性能变化，对于保障通信系统的稳定运行具有重要意义。

## 1 机械冲击与振动环境的基本概念

### 1.1 机械冲击

机械冲击是指在极短时间内，系统受到的突然载荷。这种冲击可能源自外部环境，如地震、碰撞、爆炸等自然灾害或意外事件，也可能由系统内部的操作或故障产生，如机械部件的突然运动或失效。机械冲击具有瞬时性、高能量密度的特点，它能在极短的时间内对通信设备内部结构和电子元件造成巨大的压力，可能导致结构变形、元件损坏或功能失效。

### 1.2 振动环境

振动环境则是指系统在运行过程中所受到的具有特定频率、幅度和方向的振动载荷。这些振动可能是周期性的，如设备运行时的机械振动、旋转部件的不平衡引起的振动等；也可能是非周期性的，如地震波引起的地面振动、风载荷引起的结构振动等。长期暴露于振动环境中，通信设备可能会经历持续的交变应力，导致疲劳损伤、结构松动、连接件失效等问题。此外，振动还可能引起设备内部的电子元件和连接线路发生微小的位移和变形，从而影响设备的正常运行和性能稳定性。

## 2 机械冲击与振动对通信设备性能的影响

### 2.1 结构损坏与变形

机械冲击和振动环境对通信设备内部结构的影响是显著且多样的。具体而言，这些外部力学因素可能导致

通信设备内部结构的严重损坏和不可逆转的变形。在机械冲击的情况下，通信设备可能会遭受瞬间的、高强度的力量冲击。这种冲击往往超过设备结构设计的承受极限，导致金属框架出现裂纹、断裂或塑性变形。特别是设备的薄弱部位，如焊接点、螺栓连接处等，更容易发生结构失效。此外，冲击还可能使设备内部的紧固件松动或脱落，破坏原有的装配关系和定位精度。振动环境对通信设备的影响则主要体现在长期的、反复的应力作用上。长时间的振动会使设备内部结构承受持续的交变应力，导致材料疲劳和累积损伤。这种疲劳损伤可能表现为金属框架的微小裂纹、连接件的松动或变形等。随着时间的推移，这些微小损伤会逐渐累积并扩展，最终导致设备结构的整体性能下降。除了对金属结构的影响外，机械冲击和振动还可能对通信设备的非金属部件造成损害。例如，设备的塑料外壳可能在冲击下破裂或变形，影响设备的外观和防护性能<sup>[1]</sup>。同时，振动还可能导致设备内部的电路板、连接线等电子元件发生位移或接触不良，进而影响设备的电气性能和信号传输质量。

### 2.2 精度与稳定性下降

对于精密通信设备而言，机械冲击和振动环境对其精度和稳定性的影响尤为显著。这类设备通常依赖于高精度的传感器、定位系统等元件来实现其功能，而这些元件对外部环境的敏感性较高。在机械冲击的作用下，设备内部的传感器可能会受到瞬间的冲击力，导致其测量基准发生偏移。这种偏移可能表现为传感器读数的误差增大，或者响应时间变长，从而降低了设备的测量精度。对于定位系统而言，冲击可能导致定位信号的短暂丢失或偏差，影响设备的定位准确性。振动环境对精密通信设备的影响则更为复杂。长期的振动可能导致设备内部的电子元件发生微小的位移或变形，进而改变其原有的电气特性。例如，振动可能导致电路板上的焊点松

动, 或者使电子元件之间的连接线路发生微小的断裂, 这些都会增加信号的传输误差和噪声。此外, 振动还可能引起设备内部光学元件的对准偏差。在精密通信设备中, 光学元件的精确对准是实现高精度测量的关键。然而, 振动可能导致光学元件的微小移动或倾斜, 从而破坏其原有的对准关系, 降低设备的测量精度和通信稳定性。

### 2.3 故障率增加

机械冲击和振动环境对通信设备的影响不仅体现在结构和精度上, 还显著增加了设备的故障率。这种影响主要源于振动引起的额外应力, 这些应力会加速设备内部电子元件和连接线路的老化或损坏。在振动环境中, 通信设备内部的电子元件, 如芯片、电路板等, 会不断受到微小的位移和变形。这种持续的振动会导致元件之间的连接线路出现微小的断裂或接触不良, 从而引发电路故障。同时, 振动还可能使元件内部的焊点松动, 导致电路连接不稳定, 进一步增加故障风险。除了电子元件外, 通信设备内部的机械部件, 如轴承、齿轮等, 也可能因振动而加速磨损。这种磨损不仅会产生额外的噪音和振动, 还可能影响设备的正常运行, 甚至导致设备完全失效。此外, 机械冲击和振动还可能引发通信设备的软件故障<sup>[2]</sup>。例如, 冲击可能导致存储设备中的数据丢失或损坏, 使设备无法正常工作。振动则可能导致设备内部的传感器读数不准确, 从而影响设备的控制逻辑和判断能力。机械冲击和振动环境会显著增加通信设备的故障率。这些故障不仅影响设备的正常运行, 还可能对整个通信系统的连续性和稳定性造成威胁。

## 3 应对措施与改进策略

### 3.1 优化结构设计

为了提高通信设备的抗冲击和振动能力, 优化其结构设计是至关重要的。这涉及到材料的选择、结构布局的设计以及紧固方式的改进等多个方面。首先, 在材料的选择上, 应优先考虑那些具有更高强度和韧性的材料。例如, 可以采用高强度钢或合金材料来替代传统的铝合金或塑料材料, 以增强设备的整体结构强度。同时, 对于某些关键部件, 还可以考虑使用复合材料或陶瓷材料, 以进一步提高其抗冲击和振动的能力。其次, 在结构布局上, 应进行合理的设计以减少振动对设备内部结构的影响。这包括采用更加紧凑和稳固的结构布局, 以减少设备在受到冲击或振动时的变形和位移。同时, 还可以通过增加支撑结构和缓冲元件来吸收和分散冲击和振动能量, 从而保护设备内部的敏感元件。最后, 在紧固方式上, 也需要进行有效的改进。传统的紧固方式可能无法完全适应通信设备在冲击和振动环境中

的需求。因此, 可以采用更加先进和可靠的紧固技术, 如预紧力控制、防松设计等, 以确保设备在受到冲击或振动时, 各部件之间的连接依然保持紧固和稳定。通过优化通信设备的结构设计, 可以显著提高设备的抗冲击和振动能力。这将有助于减少设备在恶劣环境中的损坏和故障率, 保障通信系统的正常运行和稳定性<sup>[3]</sup>。同时, 这些优化措施还可以为通信设备的进一步发展和创新提供更加坚实的基础和支撑。在实际应用中, 需要根据具体的设备类型和使用环境来制定针对性的结构优化方案, 以实现最佳的效果和性能。

### 3.2 应用减振技术

为了减轻振动对通信设备的影响, 可以在设备中引入减振技术。这一技术主要通过安装减振器、隔振器等装置来实现, 它们能够有效地吸收和分散振动能量, 从而降低振动对设备内部结构的冲击。减振器是一种专门设计用于减少振动的装置, 它可以通过阻尼材料或弹簧等元件来吸收振动能量, 并将其转化为热能或其他形式的能量进行消散。在通信设备中, 减振器可以安装在设备的底座或关键部件上, 以有效地减少振动传递, 保护设备免受损害。隔振器则是另一种重要的减振装置, 它主要通过隔离振动源和设备之间的传递路径来减少振动的影响。隔振器通常采用具有较低刚度和较高阻尼的材料制成, 如橡胶、弹簧等。在通信设备中, 隔振器可以放置在设备与支撑结构之间, 以隔离外部振动源对设备的影响。除了安装减振器和隔振器外, 还需要对这些减振装置进行定期检查和维修。由于减振装置在长期使用过程中可能会受到磨损或老化, 因此需要定期检查其性能和状态, 确保其仍然能够有效地吸收和分散振动能量。如果发现减振装置出现损坏或性能下降, 应及时进行更换或修复, 以保证设备的抗振动能力。此外, 在选择和应用减振技术时, 还需要考虑通信设备的特定需求和工作环境。例如, 对于需要承受较大冲击和振动的户外通信设备, 可以选择更加坚固和耐用的减振装置, 以确保设备在恶劣环境下的稳定运行。而对于对精度和稳定性要求较高的精密通信设备, 则需要选择具有更高减振效果和更小影响的减振技术。

### 3.3 加强动力学分析与仿真

为了更深入地了解通信设备在冲击和振动环境中的性能表现, 并找出其结构中的薄弱环节, 可以利用计算机仿真软件进行动力学分析和仿真。这一技术能够模拟设备在不同冲击和振动条件下的响应, 从而帮助我们预测其实际性能, 并为优化设计提供有力支持。在进行动力学分析时, 首先需要建立通信设备的精确数学模型,

包括其几何形状、材料属性、连接方式等。然后,利用仿真软件对这个模型进行各种冲击和振动条件下的模拟测试。这些测试可以包括不同频率和幅度的振动、不同方向的冲击等,以全面评估设备的性能。通过仿真分析,可以清晰地看到设备在冲击和振动下的变形、应力分布以及潜在的结构弱点。例如,某些部位可能会出现过大的应力集中,或者某些连接件可能会松动或失效。这些信息对于优化设计至关重要。针对仿真分析中发现的问题,可以对设备结构进行针对性的优化设计。例如,对于应力集中的部位,可以增加材料厚度或采用更坚固的材料;对于容易松动的连接件,可以改进其紧固方式或增加防松设计。这些优化设计将显著提高设备的抗冲击和振动能力。此外,动力学分析与仿真还可以用于验证优化设计的有效性。通过对比优化前后的仿真结果,可以直观地看到设备性能的提升,并确保所做出的设计改进是有效的。加强动力学分析与仿真是提高通信设备抗冲击和振动能力的重要手段。通过仿真分析,可以找出设备结构中的薄弱环节,并对其进行优化设计。这将有助于提升设备的整体性能,确保其在实际使用中的稳定性和可靠性。

### 3.4 实时监测与维护

为了确保通信设备在冲击和振动环境中的稳定运行,采用实时监测技术对其运行状态进行持续监控是至关重要的。这一技术能够实时捕捉设备在运行过程中的振动和冲击信号,通过数据分析及时发现异常,从而迅速采取措施进行处理,避免设备进一步损坏。实时监测技术通常涉及传感器网络、数据采集系统和数据分析算法等多个组成部分。传感器被部署在通信设备的关键部位,用于实时测量和记录振动和冲击数据。这些数据随后被传输到数据采集系统,进行进一步的处理和分析。通过分析这些数据,我们可以识别出设备运行状态的正常模式和异常模式,一旦发现异常振动或冲击信号,就可以立即触发警报并采取相应措施。在处理异常振动或冲击信号时,可以采取多种措施来保护设备。例如,可

以自动调整设备的工作参数,以减少振动和冲击的影响;或者可以启动备用系统,以确保通信服务的连续性<sup>[4]</sup>。同时,还可以将异常信号和相关数据发送到维护团队,以便他们进行进一步的分析和处理。除了实时监测技术外,定期对通信设备进行维护保养也是确保其长期处于良好运行状态的关键。维护保养工作包括检查设备的紧固件是否松动、润滑部件是否良好、以及是否存在磨损或腐蚀等迹象。在维护过程中,还可以利用专业的检测工具和设备对设备的振动和冲击性能进行测试和评估,以确保其符合设计要求。通过实时监测与维护的结合,我们可以有效地保护通信设备免受冲击和振动的影响,延长其使用寿命,并确保通信服务的稳定性和可靠性。这一策略不仅有助于减少设备的故障率和维修成本,还可以提高整个通信系统的运行效率和服务质量。因此,在通信设备的运行和维护过程中,应充分重视实时监测与维护的重要性,并制定相应的策略和措施来加以实施。

### 结语

通信设备在机械冲击与振动环境中的性能变化是一个复杂而重要的问题。本文通过分析机械冲击与振动的基本概念及其对通信设备性能的影响机制,提出了相应的应对措施和改进策略。这些措施的实施将有助于提高通信设备的可靠性和稳定性,保障通信系统的正常运行。未来研究应进一步关注通信设备在极端环境下的性能表现及其优化方法,为通信设备的发展提供更有力的技术支持。

### 参考文献

- [1]覃云维,韦林成,尹汤杰.通信设备的可靠性试验方法研究与应用[J].中国新通信,2019,21(14):23-24.
- [2]韩明超,李皓琰,韩月鹏,等.通信电源设备抗地震性能监测系统的设计[J].电信技术,2019,(11):68-71.
- [3]汲书强.国外通信设备抗震性能鉴定对振动台设备的要求[J].世界地震工程,2019,28(04):105-110.
- [4]李崧,黄巍,刘平,等.某车载通信设备的抗振优化设计[J].电子测试,2021,(10):31-33+35.