



中华人民共和国国家标准

GB/T 36668.4—2020

游乐设施状态监测与故障诊断 第4部分：振动监测方法

Condition monitoring and fault diagnostics of amusement device—
Part 4: Vibration monitoring method

2020-03-06 发布

2020-03-06 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法概述	1
5 安全要求	2
6 人员要求	2
7 监测仪器的要求、维护和校准	2
8 监测工艺规程	3
9 监测方法	3
10 监测结果评价与分级	5
11 故障诊断	5
12 维修策略	6
13 记录和报告	6
附录 A (规范性附录) 振动监测仪器(系统)性能要求	7
附录 B (规范性附录) 被监测设备状态评价等级	8

前 言

GB/T 36668《游乐设施状态监测与故障诊断》分为以下 6 个部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：声发射监测方法；
- 第 3 部分：红外热成像监测方法；
- 第 4 部分：振动监测方法；
- 第 5 部分：应力检测监测方法；
- 第 6 部分：运行参数监测方法。

本部分为 GB/T 36668 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本部分由全国索道与游乐设施标准化技术委员会(SAC/TC 250)提出并归口。

本部分起草单位：郑州大学、中国特种设备检测研究院、河南省特种设备安全检测研究院、华强方特文化科技集团股份有限公司。

本部分主要起草人：董辛旻、沈功田、郝旺身、刘辉、王国防、李娟娟、胡斌、刘然、陈宏、张君娇、陈磊、王晓亮。



游乐设施状态监测与故障诊断

第4部分：振动监测方法

1 范围

GB/T 36668 的本部分规定了应用振动监测技术对游乐设施转动部件进行运行状态监测与诊断的方法及结果评价与分级。

本部分适用于新制造和在用游乐设施转动部件的状态监测与故障诊断。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 2298 机械振动、冲击与状态监测 词汇

GB/T 13824 旋转与往复式机器的机械振动 对振动烈度测量仪的要求

GB/T 14412 机械振动与冲击 加速度计的机械安装

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

GB/T 20921 机器状态监测与诊断 词汇

GB/T 23718.2 机器状态监测与诊断 人员培训与认证的要求 第2部分:振动状态监测与诊断

GB/T 34370(所有部分) 游乐设施无损检测

GB/T 36668.1 游乐设施状态监测与故障诊断 第1部分:总则

3 术语和定义

GB/T 2298、GB/T 20737、GB/T 20921、GB/T 36668.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

振动监测 **vibration monitoring**

对游乐设施转动部件运行状态的振动数据和信息进行监测和采集。

3.2

振动烈度 **vibration severity**

振动强烈程度。

注:国际标准化组织推荐振动烈度用机械设备上指定点处的振动速度的均方根值表示。

4 方法概述

4.1 基本原理

游乐设施的转动部件在无故障正常运转时,其振动烈度一般较低。当出现机械结构损伤或磨损、裂纹、安装不当等情况时,其振动烈度一般会增大,并且设备的不同状况(状态级别)的振动烈度范围是不同的。通过监测振动烈度的变化,对游乐设施的转动部件进行状态评级。

4.2 用振动进行设备状态监测

振动监测应选择合适的参数分析振动系统获取的数据。其评价结果不仅依赖于所测振动参数的绝对值,而且还依赖于在特定的运行状态下振动参数的变化趋势。应注意振动特性将会因设备、运行状态和设备负荷的不同而变化。

4.3 振动监测的优点和局限性

振动监测的优点包括:

- a) 非介入式的;
- b) 由于灵敏度较高,可以提前发现故障信息;
- c) 能实时监测物体运行状态;
- d) 振动测量的频率范围较宽,能同时作静态和动态测量,适用性强。

振动监测的局限性包括:

- a) 易受高的运行背景噪声的影响;
- b) 不能将监测到的振动缺陷特征与准确的故障机理相联系。

5 安全要求

本章并未列出实施时所有的安全要求,使用本部分的用户应在实施前建立安全准则。

实施过程中的安全要求至少如下:

- a) 监测人员应遵守游乐设施现场运行的安全要求,根据监测地点的要求穿戴防护工作服和佩戴有关防护设备;
- b) 应注意被监测设备外露的旋转部件(如齿轮、轴等),以免衣袖、裤腿、电缆等被绞入;
- c) 应注意被监测设备的温度状态,以免烫伤;
- d) 监测时,应注意游乐设施启动及运转时轿厢的移动,防止人员碰撞及连接电缆的阻碍;
- e) 在高空进行操作时,应考虑人员、监测设备器材坠落等因素,并采取必要的保护措施。

6 人员要求

采用本部分进行监测的人员应按 GB/T 23718.2 的要求或有关主管部门的规定取得相应人员资格鉴定机构颁发或认可的等级资格证书,方可从事相应资格等级规定的监测工作。

7 监测仪器的要求、维护和校准

7.1 要求

监测仪器应包括传感器、主机(含采集、存储、显示等)等单元。监测仪器的性能应符合 GB/T 13824 和附录 A 的要求。

7.2 维护和校准

监测仪器使用单位应制定校准作业指导书,对设备进行周期性维护、检查和校准,以保证仪器功能,校准结果应有相应记录和报告。

8 监测工艺规程

8.1 通用监测工艺规程

从事振动监测的单位应按本部分的要求制定通用振动监测工艺规程,其内容应至少包括如下要素:

- a) 适用范围;
- b) 引用标准、法规;
- c) 实施人员资格;
- d) 监测仪器设备:传感器、信号线、仪器主机、监测数据采集和分析软件等;
- e) 被监测设备与部件的信息:名称、类型、编号、结构形式、尺寸、安装地点、设计与运行参数;
- f) 传感器安装位置及传感器安装方式;
- g) 运行工况和监测时机;
- h) 监测过程和数据分析解释;
- i) 监测结果的评价;
- j) 监测记录、报告和资料存档;
- k) 编制、审核和批准人员;
- l) 编制日期。

8.2 监测作业指导书或工艺卡

对于每个被监测部件或每套被监测设备,应按照 8.1 的要求制定振动监测作业指导书或工艺卡。

9 监测方法

9.1 监测前的准备

9.1.1 资料审查

资料审查应包括下列内容:

- a) 被监测件制造文件资料:产品合格证、质量证明文件、竣工图等,充分了解被监测设备的结构、运动和工作模式等;
- b) 被监测件运行记录资料:日常维护保养记录、开停车情况、运行参数、载荷变化情况以及运行中出现的异常情况;
- c) 检验资料:历次检验与监测报告、失效故障的历史、以往的振动数据;
- d) 其他资料:修理和改造的文件资料等。

9.1.2 现场勘查

应找出所有可能出现的噪声源,如电磁干扰、空气噪声、运行背景噪声和机械背景噪声等,并设法尽可能排除这些噪声源。

9.1.3 实施条件确定

9.1.3.1 人员联系方式的确定

根据现场情况确定实施条件,建立振动监测人员和设备运行控制人员的联络方式。

9.1.3.2 确定游乐设施运行程序

根据设备的类型和实际运转工况确定设备的运行程序。

9.1.4 监测作业指导书或工艺卡的编制

对于每个监测部件或每套被监测设备,应根据使用的仪器和现场实际情况,按照通用监测工艺规程编制振动监测作业指导书或工艺卡,确定振动传感器安装的部位和表面条件,同时对被监测设备进行测绘,对监测部位进行编号,画出被监测设备结构示意图。在不影响监测的情况下,传感器应安装在尽可能靠近转动部件的部位。

9.2 传感器的安装

传感器的安装应满足如下要求:

- a) 按照示意图确定的传感器安装部位安装传感器;
- b) 对传感器的安装部位进行表面处理,使其表面平整并无油污;
- c) 将传感器固定(胶粘、强磁吸附或螺纹连接等方式)在确定的安装部位,使传感器与安装部位接触面具有良好的接触刚度;
- d) 安装方法按照 GB/T 14412 的相关规定。

9.3 监测仪器的启动与设置

将已安装的传感器连接到系统主机采集通道接口,并开机启动,设置初步工作参数。

9.4 监测实施

9.4.1 被监测设备的加载

被监测设备的负荷条件及运行时间阶段和持续时间长度应满足以下要求:

- a) 在额定载荷条件下,被监测设备按其运行方式正常运转,运行时间应保证获取足够的监测数据;
- b) 应分别采集设备启动、运行、停机等 3 个阶段的数据。每阶段应连续采集至少 10 个运转周期。

9.4.2 监测环境

监测应在尽量接近设备实际的工作环境条件下进行。

9.4.3 采集参数设置

采集参数设置的准则至少包括以下内容:

- a) 采样频率的设置应至少为最高分析频率的 2 倍;
- b) 采样长度的设置应使频谱分辨率不小于 1 Hz;
- c) 采样组数应不小于 10 组。

9.4.4 数据保存与过程观察

在设备运行中采集振动信息时,振动数据保存与过程观察应注意下列因素的影响:

- a) 采集数据保存时应至少保存各通道的波形信号;
- b) 监测过程观察时,应观察振动烈度随时间的变化趋势。

9.4.5 监测数据分析

监测数据进行分析时,应包括以下内容:

- a) 画出设备振动的有效值和烈度的趋势,分析设备的状态变化情况;
- b) 利用 FFT、功率谱等方法分析设备的振动特征,对照相关资料中故障特征确定故障类型。

9.5 监测记录

监测记录的主要内容至少包括第 13 章列出的内容,监测记录和数据应在设备全生命周期内予以保存。

10 监测结果评价与分级

10.1 结果分级

设备分类按照附录 B 的表 B.1 进行,监测的设备状态的结果分级按照表 B.2 进行。

10.2 结果验证

监测结果评价等级为 I 级的,不需要进行验证。若连续几次监测结果均为 I 级,可适当延长监测周期。

监测结果评价等级为 II 级的,不需要进行验证,可根据被检部件的使用情况缩短监测周期。

监测结果评价等级为 III 级的,应大幅缩短监测周期并根据实际情况确定是否需要验证。

监测结果评价等级为 IV 级的,应立即停止设备的运行,拆卸转动部件,采用其他检测方法进行验证。

监测结果评价的验证应按 GB/T 34370 所规定的检测方法进行表面和(或)内部缺陷检测。

11 故障诊断

11.1 测量间隔

应根据设备的新旧程度、运行状况和上一次监测结果确定下一次监测时间间隔,首次监测后一般不超过 12 个月应再次监测。测量间隔的调整用于掌握故障发生征兆以及预期故障的劣化速度和行为,目的在于准确预报故障。

11.2 振动信号判读

数据分析的主要目的是将振动测量结果和运行状态联系起来,以帮助识别设备的状态。

由振动评价设备运行状态所采用的准则至少包括:

- a) 振动信号强度随时间的延续持续增大;
- b) 表现出异常状态的频谱特征。

11.3 故障诊断程序

典型的故障诊断可遵循如下步骤:

- a) 分析振动有效值和烈度的趋势与频谱特征,结合转动部件的运转参数,诊断故障发生部位;
- b) 分析振动频谱特征,结合转动部件的运转参数,诊断故障类型;
- c) 发布报告。

12 维修策略

维修策略应依据验证后的振动评估结果进行设置。

转动部件的维修应考虑拆卸和不拆卸两种情况。对于不易拆卸的大型转动部件,应提高一个维修等级;对于可拆卸转动部件,按照 GB/T 36668.1 执行等级划分。

13 记录和报告

13.1 记录

应按监测工艺规程的要求记录监测数据或信息,至少应包括 13.2 中所列的内容,并按相关法规、标准和(或)合同要求保存所有记录。

13.2 报告

振动监测报告至少应包括以下内容:

- a) 被监测设备使用单位名称、地址及联系方式;
- b) 被监测设备名称、类型、安装地点、日期;
- c) 被监测转动部件的类型、型号、转速;
- d) 监测周期和缺陷情况;
- e) 执行标准和(或)参考标准编号;
- f) 监测方式、仪器型号、传感器型号及固定方式;
- g) 传感器安装位置示意图;
- h) 监测软件名及数据文件名;
- i) 典型振动信号的波形图、频谱图;
- j) 监测结果分析、等级划分;
- k) 故障诊断结论;
- l) 监测人员、报告编写人和审核人签字及资格证书编号;
- m) 监测和出具报告的日期。

附 录 A
(规范性附录)
振动监测仪器(系统)性能要求

A.1 传感器

传感器的响应频率推荐在 10 Hz~3 000 Hz 范围内,其灵敏度不小于 60 dB,传感器在响应频率和工作温度范围内灵敏度变化应不大于 3 dB。

A.2 信号电缆

传感器到系统主机之间的信号电缆应能屏蔽电磁噪声干扰。信号电缆衰减损失应小于 1 dB/30 m。信号电缆长度不宜超过 5 m。

A.3 系统主机

- A.3.1 振动系统主机应有至少 4 个通道。
- A.3.2 各个通道的独立采样频率应不低于传感器响应频率中心点频率的 10 倍。
- A.3.3 门槛精度应控制在 ± 1 dB 的范围内。
- A.3.4 振动信号计数测量值的精度应在 $\pm 5\%$ 范围内。
- A.3.5 各通道可同步采集。
- A.3.6 峰值幅度测量值的精度应在 ± 2 dB 范围内,同时满足信号不失真的动态范围不低于 65 dB。
- A.3.7 振动分析软件至少应具有振动有效值和烈度趋势曲线、幅值谱、功率谱等分析功能。



附录 B
(规范性附录)
被监测设备状态评价等级

B.1 游乐设施分类的规定

游乐设施分类按表 B.1 的规定。

表 B.1 游乐设施分类表

分类	功率范围	典型设备
A	≤ 15 kW	小型转马类、陀螺类等游乐设施的电机与减速机,及驱动端旋转部件
B	> 15 kW, 且 ≤ 75 kW	中型转马类、陀螺类、飞行塔类、自控飞机类、观览车类、滑行车类、架空游览车类等游乐设施的电机与减速机,及驱动端旋转部件
C	> 75 kW, 且 ≤ 150 kW	大型飞行塔类、观览车类等游乐设施的电机与减速机,及驱动端旋转部件
D	> 150 kW	大型观览车类等游乐设施的电机与减速机,及驱动端旋转部件

B.2 评价等级

机械振动烈度分为 I、II、III、IV 四级:

- a) I 级——优;
- b) II 级——良;
- c) III 级——合格;
- d) IV 级——不合格。

B.3 设备状态评价等级

游乐设施振动分级按表 B.2 的规定。

表 B.2 游乐设施状态评价等级表

振动烈度/(mm/s)	振动分级范围/dB	设施级别					
		A类	B类	C类	D类		
>0.18~0.28	>85~89	I	I	I	I		
>0.28~0.45	>89~93						
>0.45~0.71	>93~97						
>0.71~1.12	>97~101	II	II	II	II		
>1.12~1.8	>101~105						
>1.8~2.8	>105~109	III	III	II	II		
>2.8~4.5	>109~113						
>4.5~7.1	>113~117	IV	IV	III	III		
>7.1~11.2	>117~121						
>11.2~18	>121~125			IV	IV	IV	IV
>18~28	>125~129						
>28~45	>129~133						
>45~71	>133~139						