

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

岸边集装箱起重机传动部件振动测量与评估

Vibration measurement and evaluation of drive components for quayside container cranes

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

大连市标准化协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测量 1

 4.1 监测系统构成 1

 4.2 测量设备 1

 4.3 测量位置与方向 2

 4.4 测量方法 3

 4.5 环境振动评价 3

5 振动评估 3

 5.1 振动评估参数 3

 5.2 评估周期 4

 5.3 评估限制 4

 5.4 评估方法 4

 5.5 运行限值 4

6 振动监测的建议 5

 6.1 振动监测总则 5

 6.2 状态监测 5

附录 A（资料性） 岸边集装箱起重机传动部件振动监测系统测点布置图与配置表 6

 A.1 起升机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表 6

 A.2 小车机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表 7

 A.3 俯仰机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表 8

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。

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。

本文件由大连市标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：大连锅炉压力容器检验检测研究院有限公司、大连理工大学、大连集装箱码头有限公司、丹东港口集团有限公司、大连标准认证研究院有限公司、鞍钢集团矿业有限公司。

本文件主要起草人：刘延川、臧小惠、李宏坤、徐忠成、许升元、管战鹰、曹峻铭、王辉、姜发武、李世秋、张传龙、潘超、张安国、刘明亮、郭朋旭、黄德厚、王文静、刘嘉润、关小明、杨晨。

岸边集装箱起重机传动部件振动测量与评估

1 范围

本文件规定了岸边集装箱起重机传动部件（齿轮箱、轴承座、电机）振动测量的测点布置、仪器要求、评价方法和限值的要求。

本文件适用于岸边集装箱起重机传动部件齿轮、轴承、电机等关键部件的振动测量与评估，不适用于出厂试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 6075.1 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第1部分：总则

GB/T 6075.3 机械振动 在非旋转部件上测量评价机器的振动 第3部分：额定功率大于15kW额定转速在120r/min至15000r/min之间的在现场测量的工业机器

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

3 术语和定义

GB/T 6075.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

振动速度评估参数 vibration velocity assessment parameters

在一定时间段内测量的给定频带中的振动速度均方根值，单位为mm/s，用于评估振动能量。

4 测量

4.1 监测系统构成

岸边集装箱起重机传动部件振动监测系统主要由振动传感器、数据采集器、监测服务器组成，见图1。



图1 监测系统构成

4.2 测量设备

4.2.1 振动传感器

4.2.1.1 振动传感器应采用压电式加速传感器，其主要性能指标应满足表1的要求。

4.2.1.2 传感器应通过螺栓或磁吸座固定，确保接触面平整无间隙，避免信号失真。安装位置应避开散热孔、接线盒等干扰源，尽量靠近被测部件的振动源（如齿轮啮合区、轴承支撑点）。

表1 压电式加速传感器主要性能指标

性能指标	技术要求
频率响应	0.5Hz~10kHz（±3dB）
灵敏度	≥100mV/g
量程	加速度量程≥±50g
线性度	满量程的±0.5%
温度范围	-40℃~70℃
防护等级	≥IP67，适应港口高湿度、盐雾环境

4.2.2 数据采集器

数据采集器功能应符合表2的要求。

表2 数据采集器的功能要求

功能	要求
信号调理	对传感器输出信号进行放大、滤波等调理，确保信号质量
数据采集	采样频率技术指标≥25.6kHz，具备多通道同步采集能力（时间误差<1μs）
数据存储	具备大容量存储功能，可存储至少1个月的振动数据，支持时序数据库管理
数据传输	支持有线或无线数据传输方式，符合工业物联网（IIoT）通信协议（如Modbus、OPC UA）

4.2.3 监测服务器

监测服务器功能应符合表3的要求。

表3 监测服务器的功能要求

功能	要求
数据管理	内存容量8GB以上，硬盘容量4×500GB以上可对振动原始数据及分析结果进行长期存储
信号接入	支持多类型振动传感器及监测设备的数据接入，具备多通道数据统一管理能力，支持通道配置、参数管理和状态监控
数据分析	支持振动信号的时域、频域等基础分析功能，可进行特征提取与状态评估，为设备运行状态监测和故障诊断提供依据
状态监测	支持设备运行状态的在线监测，具备阈值报警和异常预警功能，能够及时发现振动异常并发出告警信息

4.2.4 环境适应性要求

测量设备应具备抗环境干扰能力，确保在表4的条件下正常工作。

表4 环境适应性要求

环境条件	要求
温度变化	-40℃~70℃范围内，测量误差不超过±5%
电源波动	电压波动±10%时，系统工作稳定
电磁干扰	符合GB/T 6587电磁兼容性要求
传感器线缆长度	线缆长度不超过50m时，信号衰减不超过3%

4.3 测量位置与方向

岸边集装箱起重机传动部件振动测量位置应包括电机输出轴、齿轮箱以及卷筒轴承座，具体子机构的测量位置和方向见表5。

表5 岸边集装箱起重机传动部件振动测量位置和测量方向

机构		测量位置	测量方向
起升机构	电机	电机输出轴，应避免电机的散热孔和接线盒等部位，尽量靠近电机的转轴	径向振动
	齿轮箱	输入、输出及各中间轴上各布置一个振动传感器，具体位置应避开局部共振或放大区域，尽量靠近齿轮啮合区域	径向振动
	卷筒	在卷筒轴承座正上方布置振动传感器	径向振动
小车机构	电机	电机输出轴，应避免电机的散热孔和接线盒等部位，尽量靠近电机的转轴	径向振动
	齿轮箱	输入、输出及各中间轴上各布置一个振动传感器，具体位置应避开局部共振或放大区域，尽量靠近齿轮啮合区域	径向振动
	卷筒	在卷筒轴承座正上方布置振动传感器	径向振动
俯仰机构	电机	电机输出轴，应避免电机的散热孔和接线盒等部位，尽量靠近电机的转轴	径向振动
	齿轮箱	输入、输出及各中间轴上各布置一个振动传感器，具体位置应避开局部共振或放大区域，尽量靠近齿轮啮合区域	径向振动
	卷筒	在卷筒轴承座正上方布置振动传感器	径向振动
注：相关具体位置见附图A. 1、A. 2和A. 3			

4.4 测量方法

4.4.1 数据采集

- 4.4.1.1 测量时，岸边集装箱起重机应处于正常运行状态，负载条件稳定（额定负载 70%~100%）。记录实时运行参数（如电机转速、负载重量），用于振动与工况的关联分析。
- 4.4.1.2 测量设备应进行预热，确保测量精度。使用标准振动源对传感器进行灵敏度校准，误差控制在±5%以内。
- 4.4.1.3 数据采集应采用等时间间隔采样方式，采样频率应根据测量频率范围和信号处理器的性能确定，一般不低于最高分析频率上限的 2.56 倍（如 10kHz 分析频率对应 25.6kHz 采样频率）。数据采集时间应根据评估周期确定，采集时间推荐为 60 s。

4.4.2 数据处理

- 4.4.2.1 信号预处理包括滤波处理和基线校正，应符合下列要求：
- 采集到的振动信号使用带通滤波器剔除低频环境振动和高频噪声，滤波器的通带范围应与测量频率范围一致；
 - 采用零均值处理方法，消除信号中的直流偏移。
- 4.4.2.2 信号分析应通过加速度信号积分计算振动速度评估参数，评估振动能量和冲击性故障。
- 4.4.2.3 数据存储与标注应符合下列要求：
- 存储数据时需附带源数据标签（时间戳、测点编号、工况参数），支持后续趋势分析；
 - 推荐采用 时序数据库（如 InfluxDB）管理数据，确保长期可追溯性。

4.5 环境振动评价

如果所测振动超过推荐的限值，那么可能就有必要停机进行环境振动测量以保证其所对观察的振动不构成明显影响，当环境振动值大于推荐限值的1/3时，应采取措施减少环境振动值。

5 振动评估

5.1 振动评估参数

振动速度评估参数 v_{rms} 用于评估岸边集装箱起重机传动部件的振动能量，通过“能量等平均”法计算得到，其计算公式如下：

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
v_{rms} ——振动评估参数单位为毫米每秒（mm/s）；
v(t) ——振动速度的时间函数，单位为毫米每秒（mm/s）；
T ——评估周期，单位为秒（s）。

5.2 评估周期

- 5.2.1 评估周期应根据测量频率范围和运行工况确定，评估周期推荐为 60 s。
- 5.2.2 评估周期应覆盖至少一个完整的运行周期，以确保评估结果的准确性。

5.3 评估限制

岸边集装箱起重机传动部件的振动评估限值应根据GB/T 6075.3中的区域边界值确定。区域边界值的定义如下：

- 区域 A 为新交付的机器或部件的振动水平通常位于该区域，表示振动状态良好，可长期连续运行；
- 区域 B 为振动速度评估参数处于该区域，机器或部件可长期连续运行，但应定期监测振动状态，注意参数值的变化趋势；
- 区域 C 为振动速度评估参数处于该区域，通常视为机器或部件不适合长期连续运行，应尽快调查振动源，确认当前振动水平是否允许短期运行；
- 区域 D 为振动速度评估参数处于该区域，一般视为非常危险，可能导致机器或部件损坏，建议立即停机检查并采取措施。

具体评估限值如表 6 所示。

表6 岸边集装箱起重机传动部件振动区域边界值统计表

机构		速度评估		
		频率范围	区域边界B/C	区域边界C/D
起升机构	电机	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	齿轮箱	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	卷筒轴承	(10~1000)Hz	2.0mm/s	3.2mm/s
小车机构	电机	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	齿轮箱	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	卷筒轴承	(10~1000)Hz	2.0mm/s	3.2mm/s
俯仰机构	电机	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	齿轮箱	(10~1000)Hz	3.5mm/s	5.6mm/s
	卷筒轴承	(10~1000)Hz	2.0mm/s	3.2mm/s

5.4 评估方法

5.4.1 准则 I：振动量值

振动量值的评估应根据测量的最大振动速度值与区域边界值进行比较。如果振动值处于区域A或B，表示振动状态良好，可继续运行。如果振动值处于区域C或D，应采取以下相应的措施：

- 若频谱中出现对应齿轮、轴承故障特征频率，需立即停机；
- 调查振动源、复核设计与运行条件等。

5.4.2 准则 II：振动量值变化

振动量值变化的评估应根据测量值与基准值的变化进行判断。如果振动量值变化超过基准值的25%，或连续3次测量值呈单调递增趋势（增幅>10%/次），视为显著变化，需启动诊断流程。查明变化原因，并采取相应的措施。

5.5 运行限值

5.5.1 预警限值

- 5.5.1.1 预警限值建议设定为基准值加上区域边界值 B/C 的 25%。
- 5.5.1.2 预警限值的设定应考虑机器或部件的运行状态和历史数据，确保预警限值的合理性和有效性。

5.5.2 报警限值

- 5.5.2.1 报警限值应根据机器或部件的设计结构特征及载荷承受能力确定。
- 5.5.2.2 通常位于区域 C 或区域 D 中，且不高于区域边界值 C/D 的 1.25 倍。
- 5.5.2.3 报警限值的设定应确保在振动值达到报警限值时，机器或部件不会发生损坏。

6 振动监测的建议

6.1 振动监测总则

本标准规定的振动测量位置、测量方向及评估参数适用于岸边集装箱起重机传动部件的长期趋势监测。振动监测系统应具备实时监测和数据存储功能，以便及时发现振动异常并采取相应措施。

6.2 状态监测

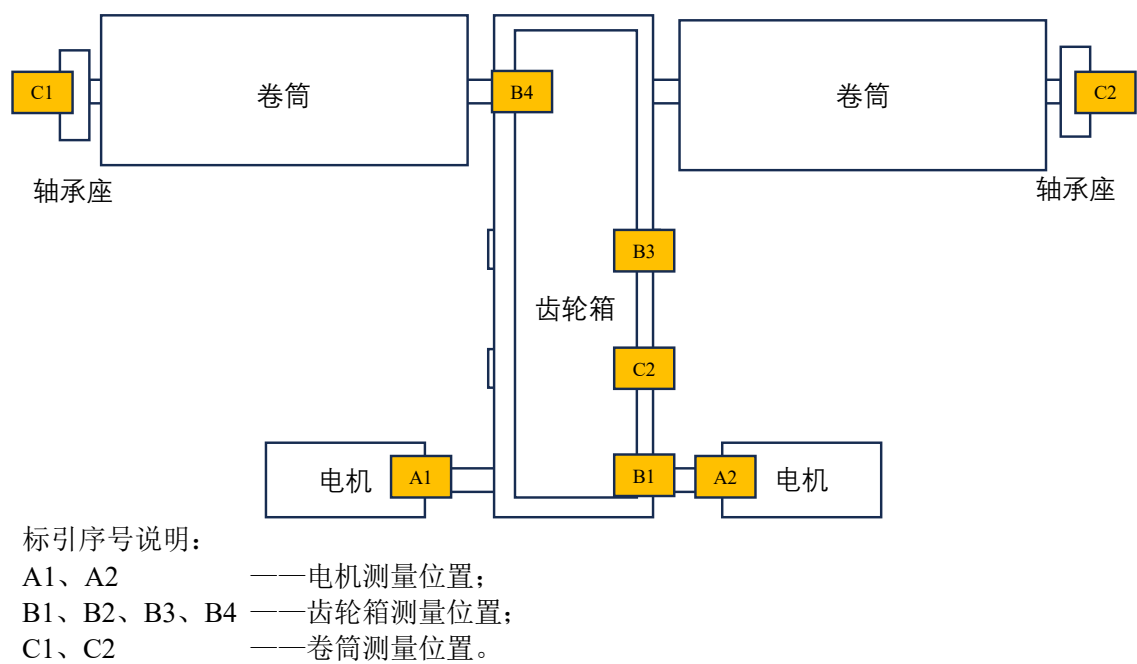
- 6.2.1 状态监测系统可用于振动的测量评估，也可用于故障诊断分析。
- 6.2.2 状态监测限值应以参考测量（基准测量）为基础，并考虑特定传动部件的运行参数。
- 6.2.3 状态监测系统应具备报警功能，当振动值超过预警限值或报警限值时，应及时发出警报。

附 录 A
(资料性)

岸边集装箱起重机传动部件振动监测系统测点布置图与配置表

A. 1 起升机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表

图A.1提供了岸边集装箱起重机起升机构振动测量位置的示意图，标明测量点的具体位置，相应测点配置见表A.1。



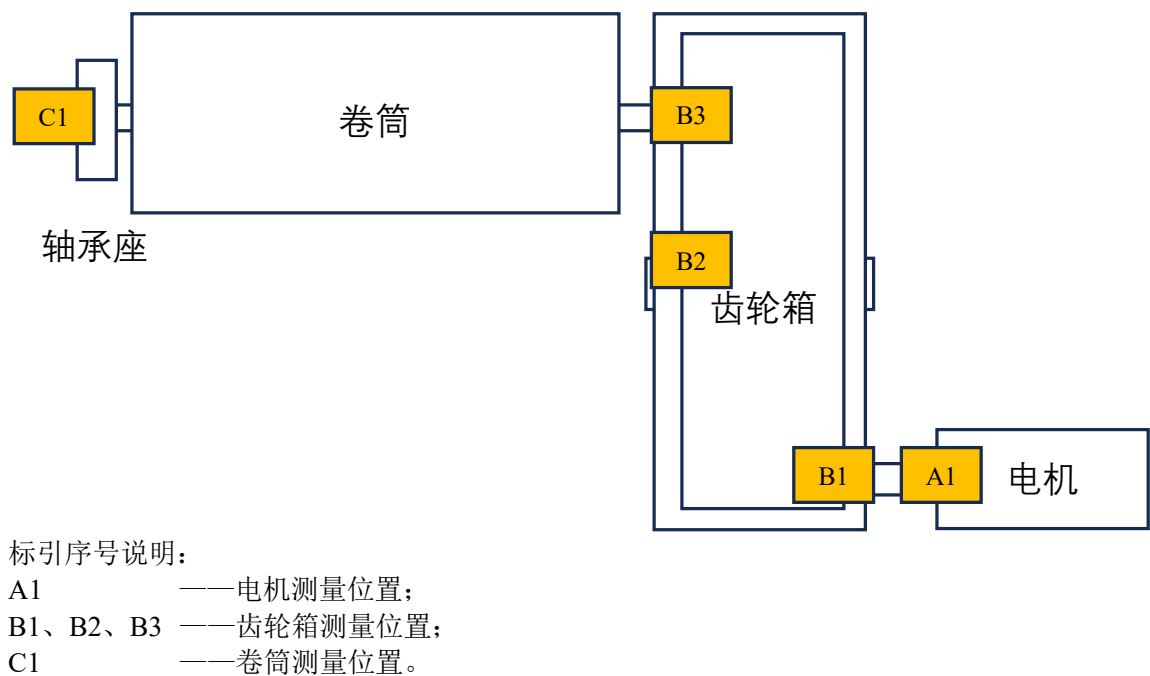
图A. 1 岸边集装箱起重机起升机构振动测量位置示意图

表A. 1 起升机构测点配置表

机构名称	主要监测位置	监测范围	监控点数量	对应的监控点序号
起升机构	电机	振动	2	A1、A2
	齿轮箱	振动	4	B1、B2、B3、B4
	卷筒	振动	2	C1、C2

A.2 小车机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表

图A.2提供了岸边集装箱起重机小车机构振动测点布置位置的示意图，标明测量点的具体位置，相应测点配置见表A.2。



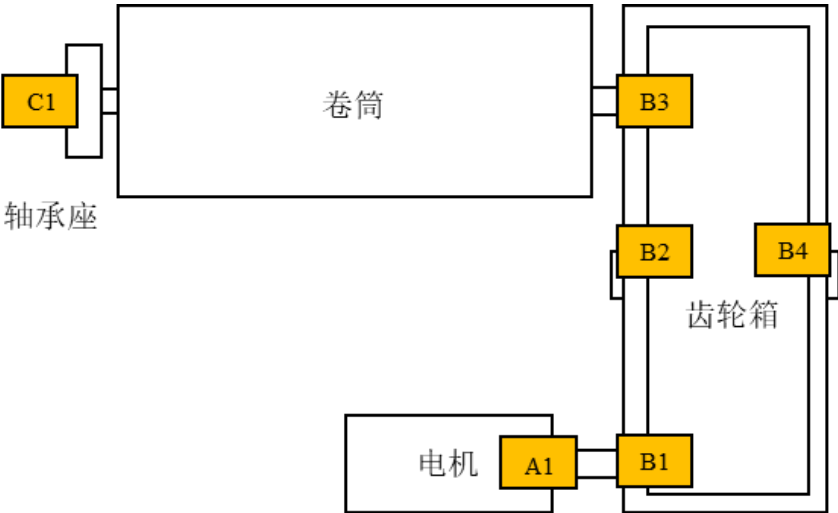
图A.2 岸边集装箱起重机小车机构振动测量位置示意图

表A.2 小车机构测点配置表

机构名称	主要监测位置	监测范围	监控点数量	对应的监控点序号
起升机构	电机	振动	1	A1
	齿轮箱	振动	3	B1、B2、B3
	卷筒	振动	1	C1

A. 3 俯仰机构的传动部件振动监测系统测点布置图与配置表

图A.3提供了岸边集装箱起重机俯仰机构振动测点布置位置的示意图，标明测量点的具体位置，相应测点配置见表A.3。



标引序号说明：
A1 ——电机测量位置；
B1、B2、B3、B4 ——齿轮箱测量位置；
C1 ——卷筒测量位置。

图A. 3 岸边集装箱起重机俯仰机构振动测量位置示意图

表A. 3 俯仰机构测点配置表

机构名称	主要监测位置	监测范围	监控点数量	对应的监控点序号
起升机构	电机	振动	1	A1
	齿轮箱	振动	1	B1、B2、B3、B4
	卷筒	振动	1	C1