

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2070—2023

桥用拉索锈蚀断丝的磁致伸缩导波检测方法 与评定

Detection and evaluation method for corrosion and broken wires of bridge
cables based on magnetostrictive guided waves

2023 - 07 - 27 发布

2023 - 10 - 01 实施

湖北省市场监督管理局 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 检测方法 1

 4.1 检测原理 1

 4.2 检测步骤 2

5 检测设备 2

 5.1 检测仪器 2

 5.2 检测传感器 2

 5.3 校准试件 2

 5.4 设备的维护、标定和检定 3

6 检测人员 3

7 检测频次 3

 7.1 定期检测 3

 7.2 特殊检测 3

8 现场检测 4

 8.1 准备工作 4

 8.2 现场勘察 4

 8.3 现场检测流程及注意事项 4

 8.4 检测验证 4

9 检测结果评定 5

10 检测报告 5

附录 A（资料性） 桥用拉索锈蚀断丝磁致伸缩导波检测报告示例 6

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这些专利的责任。

本文件由湖北楚天联发路桥养护有限公司提出。

本文件由湖北省交通运输厅归口。

本文件主要起草单位：湖北楚天联发路桥养护有限公司、湖北省交通运输厅工程质量监督局、华中科技大学、湖北交投高速公路运营集团有限公司。

本文件参与起草单位：中南建筑设计院股份有限公司、武汉机场路发展有限公司、北京九通衢检测技术股份有限公司、湖北楚检科科技有限公司、湖北交投智能检测股份有限公司、中南安全环境技术研究院股份有限公司、武汉工大杰诚工程质量检测有限公司、武汉交通职业学院、武汉市政工程设计研究院有限责任公司、武汉青山长江大桥建设有限公司、湖北鄂东长江公路大桥有限公司、荆州长江公路大桥管理局、宜昌市交通规划勘察设计研究院有限公司、湖北葛洲坝市政工程建设有限公司、巴东长江公路大桥管理局、宜昌长江大桥建设营运集团有限公司、十堰市郧阳区公路事业发展中心、青岛理工大学、湖北中资路桥加固有限公司、武汉城市学院。

本文件主要起草人：宋振辉、徐江、乔威芩、鞠鹏飞、简海云、纪晗、龚伟、朱立明、韩帅、陈杰、邵红勇、邹云华、刘剑、朱文琪、湛文涛、万正华、耿天群、朱成梅、胡欣、王先前、宋振浩、洪德红、马振忠、宋振旺、姜舰、胡小弟、张学莹、何万线、于奇、何少阳、李红松、刘焱、秦泽翔、尹莉莉、朱炎、姜磊磊、付晓鹏、陈翔、黄冰释、余俊林、魏靖、喻炜、刘峰、吕锦刚、张守城、黄荣华、潘峰、曾鸣、李晶、高润坤、刘旭、单小飞、刘昊、王广利、张超、吕伟、徐以艳、于国芳、周威、李享、肖三、石恒、熊志刚、李全林、崔海丽、韩传岱、易鑫雨、程刚、胡新贺、沈小霞、骆名建、余鹏、叶荣军、王鑫、邹生法、田艳兵、曹惠茹、曹会东、荀东亮、张晨、欧阳霖亮、付鸿亮、鲍翱宇、郭益、李胜、黄葛胤、滕坤、徐冬冬、周克辉、陈峻、杨兵、郝继荣、祝志强、柳科、张永昌、杨家岭。

本文件在执行过程中，如有疑问请咨询湖北省交通运输厅，联系电话：027-83460670，邮箱hbzjjglc@163.com。对本文件的修改意见请反馈至湖北楚天联发路桥养护有限公司，联系地址：湖北省武汉市解放大道235号联发九都府6栋20层，邮编430034，电话：027-83838889，电子邮箱：kefu@ctlf.com.cn。

桥用拉索锈蚀断丝的磁致伸缩导波检测方法 with 评定

1 范围

本文件规定了磁致伸缩导波法检测桥用拉索锈蚀断丝的检测方法、检测设备、检测人员、检测频次、现场检测、检测结果评定、检测报告。

本文件适用于平行钢丝拉索的锈蚀断丝检测。钢绞线、钢丝绳拉索的锈蚀断丝检测可参照本文件执行。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
GB/T 18365 斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件
CJJ 99 城市桥梁养护技术标准
JTG 5120 公路桥涵养护规范
JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自由段拉索 free section cable

扫查式检测方法可以抵达区域的拉索。

3.2

锚固段拉索 anchorage section cable

靠近锚固区，通常被延长筒、预埋管、将军帽等覆盖，无法直接扫查区域的拉索。

4 检测方法

4.1 检测原理

磁致伸缩导波法是一种对截面积损失较为敏感的检测方法，可同时实现自由段拉索和锚固段拉索的锈蚀断丝检测。桥用拉索锈蚀断丝磁致伸缩导波检测原理是利用传感器基于磁致伸缩效应在拉索内部钢丝中产生沿轴向传播的导波，当拉索内部钢丝存在锈蚀断丝缺陷时导波将在缺陷处发生反射，传感器基于逆磁致伸缩效应获取缺陷的回波信号，从而实现拉索锈蚀断丝检测，检测原理图如图1所示。

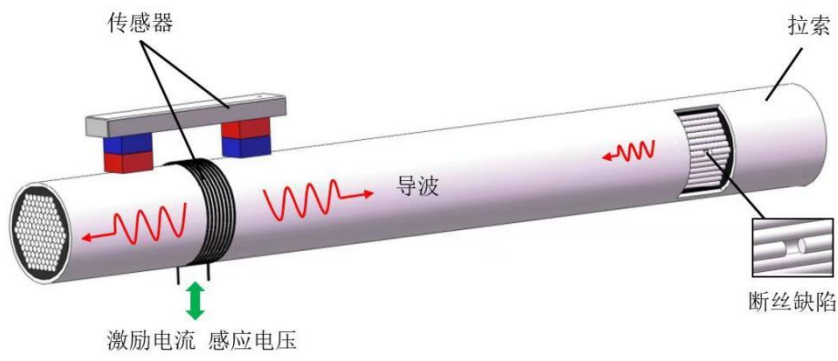


图 1 桥用拉索磁致伸缩导波检测原理图

4.2 检测步骤

进行检测时，应按照以下检测步骤：

- a) 将磁致伸缩导波传感器安装在待测拉索；
- b) 控制检测仪器产生特定频率的激励信号；
- c) 采集拉索检测信号；
- d) 分析检测信号得到检测结果。

5 检测设备

5.1 检测仪器

检测仪器可采用一激一收或自激自收检测方式，应具有激励、数据采集、波形显示、分析与存储的功能，且至少满足以下要求：

- a) 激励信号的频率、幅值、周期数、重复次数、采样时间可调；
- b) 数据采集频率不低于激励信号最高频率的 10 倍，应与激励信号具有同步功能；
- c) 检测信号应能实时存储；
- d) 具有时间和距离显示两种方式，且可实现波形局部放大；
- e) 能够分析缺陷的位置和幅值，缺陷位置的最小分辨率应达到 1 mm。

5.2 检测传感器

检测传感器包括线圈和磁化器，每个传感器应给出工作温度和被检拉索直径的适用范围。

5.3 校准试件

校准试件用于对检测设备进行灵敏度和其他功能的测试。校准试件应符合GB/T 18365的要求，宜选择图2所示试件，试件长度为12 m，有3%、6%、9%截面损失率的断丝缺陷各一个，缺陷宽度为20 mm，距左端部分别为3 m、6 m、9 m。

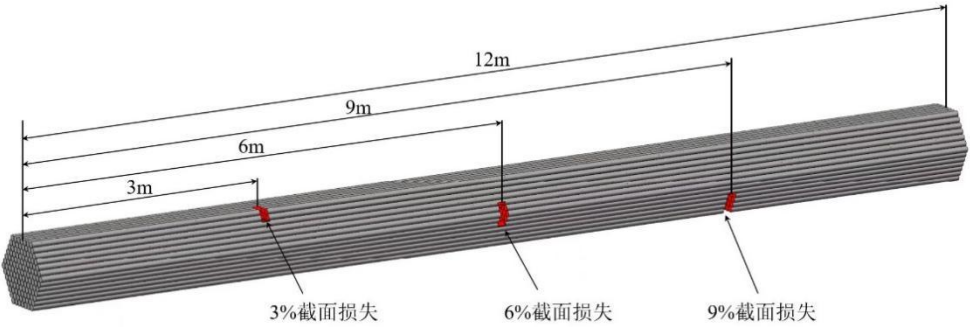


图 2 校准试件切槽位置示意图

5.4 设备的维护、标定和检定

进行设备维护、标定和检定时，应至少满足以下要求：

- a) 应制定书面规程对检测设备进行周期性维护和检查。
- b) 设备每次使用前应确保设备完整性和可用性，并使用校准试件标定。
- c) 设备应每年进行一次检定。

6 检测人员

检测人员应按GB/T 9445进行资格鉴定与认证或经过磁致伸缩导波拉索检测理论及设备操作培训获得结业证。

7 检测频次

7.1 定期检测

7.1.1 市政桥梁

拉索锈蚀断丝检测频次应参考标准CJJ 99。新建桥梁交工验收时，应进行一次拉索锈蚀断丝检测；交付后与桥梁常规定期检测同时进行，每三年一次；对于检测判定有锈蚀断丝的拉索，应增加检测频次。

7.1.2 公路桥梁

拉索锈蚀断丝检测频次参考标准JTG 5120。新建桥梁交工验收时，应进行一次拉索锈蚀断丝检测；交付后与桥梁定期检测同时进行，每三年一次；对于检测判定有锈蚀断丝的拉索，应增加检测频次。

7.1.3 城市轨道交通桥梁

新建桥梁交工验收时，应进行一次拉索锈蚀断丝检测；交付后与桥梁定期检测同时进行，每三年一次；对于检测判定有锈蚀断丝的拉索，应增加检测频次。

7.2 特殊检测

发生下列特殊情况，应进行拉索锈蚀断丝检测：

- a) 拉索遭受车辆碰撞、爆炸或者人为破坏等；
- b) 拉索遭受地震、火灾、雷击等自然灾害；

- c) 护套局部有明显鼓包。

8 现场检测

8.1 准备工作

现场检测前的准备工作，应至少满足以下要求：

- a) 收集桥梁资料：全桥设计图纸、桥梁维修、养护、加固及检测记录；
- b) 查验检测人员：检查培训记录，查验上岗证等证件；
- c) 查验检测设备：查验检定记录和标定记录；
- d) 对需要检测的拉索进行编号，根据待测拉索的规格准备对应规格的传感器，制定检测计划。

8.2 现场勘察

应对被拉索桥梁现场进行勘察，找出所有可能影响检测的因素，如不锈钢护套、景观灯等，在检测时应设法尽可能避免这些因素的干扰。

8.3 现场检测流程及注意事项

8.3.1 现场检测流程

进行检测工作时，应按照以下检测流程：

- a) 观察检测环境，对需要占用车道进行检测施工的情况，应与委托方商定，采取交通疏导措施；检测时仪器设备和人员应处于临时封闭的道路或人行横道或检修通道内；
- b) 对于无声速和衰减系数参数的拉索需进行 c) 步骤的声速和衰减系数测量，有声速和衰减系数参数的拉索可直接跳转至 d) 步骤；
- c) 按照被检拉索的规格，选用对应规格的一激一收传感器安装在拉索表面，激励和接收传感器间距不小于 1m，设定检测参数，采集数据并分析数据，得到通过信号的幅值和传播时间，利用传感器间距和传播时间得到被检拉索对应检测频率声速；再将激励和接收传感器间距增加不少于 1m，采集数据，利用两组检测数据得到被检拉索对应检测频率的衰减系数；
- d) 按照被检拉索的规格，选用对应规格的自激自收传感器安装在拉索表面，测量并记录传感器安装位置及拉索编号，设定激励信号的频率、幅值、周期数、重复次数、采样时间等工作参数，将传感器与检测仪器连接，并将仪器接地端口接地，利用检测仪器采集数据并依据拉索编号保存检测数据；
- e) 利用声速、衰减系数和通过信号幅值得到的距离幅度曲线分析处理检测信号，若被检拉索存在超门限信号，需分析引起超门限信号的原因，可排除拉索自身结构引起的超门限信号。

8.3.2 现场注意事项

进行检测工作时，应至少满足以下要求：

- a) 避免恶劣天气条件下实施检测作业；
- b) 需要在高处或危险处安装传感器时，应遵守高处作业安全操作规程，佩戴安全帽和安全带；
- c) 传感器安装位置应无液体或污垢等固体残留物以及可能影响检测的其他障碍物；
- d) 传感器的磁化器应均匀布置在拉索表面。

8.4 检测验证

对存在超门限信号的拉索，需进行二次检测，改变传感器安装位置（变动距离应大于0.5 m），再次采集数据并保存检测数据，对检测信号分析处理。确定存在超门限信号的拉索，超门限信号对应位置处于自由段拉索的可现场通过打开PE护套对检测结果进行验证；如超门限信号对应位置处于锚固段拉索的，应及时通知业主，在结合索力测量结果的基础上，确定后续的应对方案，如加强监测、换索等。

9 检测结果评定

定义被测拉索索体实测有效截面损失量相对于索体标称有效截面积的百分比为截面损失率，以此为判定标准。参考JTG/T H21的拉索评定标准，依据检测结果中超门限信号的幅值对拉索进行评定，评定标准如表1所示。

表 1 桥用拉索磁致伸缩导波检测评定标准

评定等级	定量描述	定性描述
I	检测信号中无高于 3% 门限的异常信号	钢丝完好无锈蚀，表面泛着金属光泽或钢丝表面出现白色镀锌锈蚀粉末，但钢丝基质没有锈蚀
II	检测信号中存在高于 3% 门限低于 6% 门限的异常信号	钢丝表面局部镀锌耗尽，基质锈蚀导致黄色斑点出现
III	检测信号中存在高于 6% 门限低于 9% 门限的异常信号	钢丝表面黄色锈斑颜色变深，数量增多，部分锈斑连接成片，锈斑中心出现锈蚀产物，除锈后可见凹坑
IV	检测信号中存在高于 9% 门限低于 15% 门限的异常信号	钢丝较严重锈蚀，除锈前即可发现明显截面损失
V	检测信号中存在高于 15% 门限的异常信号	钢丝发生严重锈蚀，并有部分断裂

10 检测报告

检测报告可参考附录A中表A. 1, 至少应包括如下内容：

- a) 委托单位、委托时间；
- b) 检测单位、检测日期、桥梁名称；
- c) 拉索编号、规格、长度、使用年限；
- d) 检测仪器的名称、型号、检测频率；
- e) 传感器布置图；
- f) 现场检测照片；
- g) 拉索检测波形图；
- h) 异常信号位置及幅值；
- i) 异常信号的描述和检测结论；
- j) 检测与审核人员资格、签字及日期。

附 录 A
(资料性)

桥用拉索锈蚀断丝磁致伸缩导波检测报告示例

表A.1给出了桥用拉索锈蚀断丝磁致伸缩导波检测报告的格式样。

表 A.1 桥用拉索锈蚀断丝磁致伸缩导波检测报告

委托单位		检测单位	
桥梁名称		拉索编号	
拉索规格		拉索长度	
使用年限		仪器型号	
检测频率		检测时间	
传感器布置图		现场检测照片	
检测波形			
