

团体标准

T/CSTM 01020-2023

客运索道钢丝绳电磁检测规范

Specifications for electromagnetic examination of passenger ropeway wire rope

2023-09-21 发布

2023-12-21 实施

中关村材料试验技术联盟

发布

前 言

本文件参照 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专利的责任。

本文件由中国材料与试验标准化委员会特种设备标准化领域委员会（CSTM/FC55）提出。

本文件由中国材料与试验标准化委员会特种设备标准化领域委员会（CSTM/FC55）归口。

客运索道钢丝绳电磁检测规范

1 范围

本文件规定了客运索道钢丝绳电磁检测的人员要求、检测基本要求，检测原则、检测工艺规程和流程、检测结果评价与处理、检测记录与报告以及客运索道钢丝绳健康等级划分和维护保养要求。

本文件适用于纳入《特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》监管范围内的客运索道铁磁性钢丝绳检测，包括客运架空索道、客运缆车和客运拖牵索道用钢丝绳。

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 9075—2008 索道用钢丝绳检验和报废规范

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB 12352—2018 客运架空索道安全规范

GB/T 12738 索道术语

GB/T 21837—2008 铁磁性钢丝绳电磁检测方法

GB/T 26832 无损检测仪器 钢丝绳电磁检测仪技术条件

3 术语和定义

GB/T 12738 和 GB/T 21837-2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

客运索道 passenger ropeway

是指动力驱动，利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备，包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道等。非公用客运索道和专用于单位内部通勤的客运索道除外。

3.2

钢丝绳横截面积 metallic cross-sectional area of wire

钢丝绳的金属横截面积。

3.3

局部损伤 local flaw

LF

钢丝绳中的不连续，如断丝、钢丝的蚀坑、较深的钢丝磨损、疲劳或者其他钢丝绳局部力学状态的退化等。

[来源：GB/T 21837-2008, 3.1]

3.4

金属横截面积损失 loss of metallic cross-sectional area

LMA

钢丝绳上特定区域材料（质量）缺损的相对度量，它是用仪器进行检测，并通过比较检测点与钢丝绳上象征最大金属横截面积的基准点来测定的。

[来源：GB/T 21837-2008, 3.2]

3.5

承载索 carrying rope

支撑运载工具、运行小车可以沿其运动的固定索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.1.1]

3.6

张紧索 tension rope

连接张紧重锤或张紧装置所使用的固定索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.1.2]

3.7

运载索 carrying-hauling rope

在单线架空索道中既承载又牵引运载工具的运动索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.2.1]

3.8

牵引索 haulage rope

用于牵引运载工具运行的运动索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.2.2]

3.9

平衡索 counter rope

与运载工具相连接而不经驱动轮的运载索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.2.3]

3.10

救援索 evacuation rope

用于移动救援车的运动索。

[来源：GB/T 12738-2016, 3.2.6]

4 人员要求

检测人员应按 GB/T 9445 或等效标准进行接受目视钢丝绳检测和电磁无损检测技术培训，并取得相应无损检测人员资格鉴定机构颁发或认可的等级资格证书。

——检测仪器操作人员应按照仪器使用说明进行设备使用培训；

——电磁无损检测结果的数据解读应由电磁检测中级或以上人员进行。

5 检测基本要求

5.1 检测装置

5.1.1 基本技术条件

检测设备应符合 GB/T 26832 电磁检测仪的要求。

5.1.2 交流磁化类

交流电磁类装置通过线圈给钢丝绳施加交变的电磁信号，其响应结果反应了钢丝绳的退化程度，主要用于检测金属横截面积损失。该类装置工作于较低磁场强度条件下，在开始检测前，应对钢丝绳进行退磁处理。

5.1.3 直流磁化类

该类装置通过直流或者永磁提供恒定磁场施加于钢丝绳，钢丝绳对直流磁信号响应体现了钢丝绳的退化。在开始检测前，应对钢丝绳进行饱和磁化。

5.1.4 漏磁类

在磁化过程中宜对钢丝绳的磁通进行测量。钢丝绳中总磁通的变化反映钢丝绳金属横截面积损失，钢丝绳附近局部磁场变化反映钢丝绳局部损伤。

5.1.5 剩磁类

在确保外加磁化场移去后，宜利用铁磁性钢丝绳的剩磁特性对钢丝绳的磁通进行测量。钢丝绳中总磁通的变化反映钢丝绳金属横截面积损失，钢丝绳表面局部磁场变化反映钢丝绳局部损伤。

5.1.6 磁记忆类

在不施加人工磁化磁场的条件下，宜采用磁记忆类装置对钢丝绳表面进行磁测量。钢丝绳表面磁场突变信号可以反映钢丝绳的局部损伤。该类装置不可与磁化类装置同时使用。

5.2 检测方法

5.2.1 方法选择

5.1.2、5.1.3、5.1.5 宜用于检测金属横截面积损失，5.1.4 宜用于检测断丝和内外腐蚀，5.1.6 宜用于检测钢丝绳局部损伤。

5.2.2 标定

应采用使用过程中未受损伤的钢丝绳、对比试样或可能会影响使用性能的真实损伤的钢丝绳，设为基准点，进行标定。

5.3 检测精度要求

检测装置对金属横截面积损失的测量允许误差应不大于 5‰；直流磁化类检测装置的励磁磁场强度应保证钢丝绳内部饱和磁化。

5.4 检测安全要求

检测过程中为保证人员、被检测对象及仪器安全，应满足下列条件：

- 1) 具有保障检测人员和检测仪器的安全的规定和措施；
- 2) 单次检测能检测到宜不小于 5000 米的检测长度；
- 3) 钢丝绳和环境机械振动较小，100Hz 以下频率振动功率谱密度小于+3dB/oct；

- 4) 检测过程中周边电磁干扰较小, 不超过仪器设备正常工作的允许限值;
- 5) 环境温湿度不应超过仪器设备正常工作的允许限值;
- 6) 检测人员未经矫正或矫正视力不低于 5.0, 环境光照度不低于 1000lx, 环境风速不应超过索道允许运行限值。

5.5 对比试样

对比试样应按照 GB/T 21837-2008 中第 10 章的要求进行。

6 检测原则

6.1 检测重点

钢丝绳的全长都应至少进行目视检测。电磁检测的重点部位包括:

- 1) 循环次数最多的绳区;
- 2) 端部配件附近区域;
- 3) 平衡套管附近区域;
- 4) 滚筒上的最大磨损区域;
- 5) 滑轮区域;
- 6) 在恶劣环境中工作的绳索部分。

6.2 必需检测情况

存在下列情况时, 钢丝绳应进行检测:

- 1) 钢丝绳在安装后的 18 个月内应进行首次探伤检测并作为基础数据, 钢丝绳的检测周期应按国家安全监督检验机构的相关规定执行;
- 2) 工作不定期且工作载荷不固定的钢丝绳, 若承受的工作载荷在设计载荷 80%以上时, 工作前应进行检测;
- 3) 有下列情况之一时, 应在再次使用前进行检测:
 - a) 客运索道发生自然灾害、人为破坏、重大设备事故影响安全技术性能以及停用一年以上;
 - b) 有静张力条件下, 半年以上未承受动载荷;

- c) 客运索道承载索串绳后应进行无损探伤;
- d) 受到非正常工作状态的较强冲击载荷;
- e) 明显的超额定载荷工作;
- f) 腐蚀严重;
- g) 其他有可能损失承载能力的工作后;

4) 使用中的钢丝绳在被重新调整安装后。

6.3 择机检测情况

存在下列情况时,可以对钢丝绳择机检测:

- 1) 日工作不足 4 小时且工作载荷不足设计载荷 80%的,每年检测一次;
- 2) 静态工作的钢丝绳应每年检测一次,有下列情况之一的应每半年检测一次:
 - a) 安装张紧力要求较大且承受较剧烈交变载荷;
 - b) 处于较强腐蚀环境或其他恶劣工作条件下;
 - c) 其他相对重要条件下。

6.4 与目检结合情况

- 1) 首次探伤检测并作为基础数据时,应进行对应的目检,并将电磁检测基础数据与目检基础数据进行对应保存;
- 2) 对受力比较大的部位或已出现断丝损伤的部位应在每次电磁检测后进行目检比对,并保存比对数据。

7 检测工艺规程和流程

7.1 检测前基本要求

应满足 GB/T 21837-2008 规定的检测要求,包括:

- 1) 应明确检测方法,选择适合的检测仪器;
- 2) 检测仪器应按照检测工艺规程进行调节,采用 1 个或多个钢丝绳对比试样进行校准;
- 3) 采用电磁方法检测之前,钢丝绳应退磁;

- 4) 采用磁通或漏磁类方法检测，则应反复检测钢丝绳是否均匀磁化；
- 5) 传感器探头应与钢丝绳基本处于同一轴心线上。

7.2 检测工艺规程

应依据检测委托书或者任务书的内容和要求编制常规检测工艺规程，包括但不限于下列内容：

- 1) 工艺规程版本号；
- 2) 适用范围；
- 3) 依据的标准、法规或其他技术文件；
- 4) 检测人员资格要求；
- 5) 钢丝绳的材料和规格型号、张紧力；
- 6) 表面状态；
- 7) 检测时机；
- 8) 检测仪器制造单位和型号；
- 9) 检测仪器的磁化能力；
- 10) 检测探头制造单位和型号；
- 11) 钢丝绳运行方向、运行速度和检测覆盖区域；
- 12) 提离距离；
- 13) 对比试件和校准试件的类型；
- 14) 检测的标记和原始数据记录要求；
- 15) 检测后的操作要求；
- 16) 检测结果的评价及处理方式；
- 17) 检测记录、报告和资料存档；
- 18) 编制(级别)、审核(级别)和批准人；

7.3 钢丝绳检测方案

应选用符合检测精度的装置，并依据检测装置操作规程进行编制检测方案，包括但不限于下列内容：

- 1) 指定检测装置的名称、规格、型号、性能验证方法和精度；
- 2) 详细操作步骤和检测参数；
- 3) 检测时间、工况；
- 4) 仪器校准状态；
- 5) 检测仪状态；
- 6) 传感器在钢丝绳上的评定基准点位置；
- 7) 钢丝绳标识；
- 8) 被检测钢丝绳总长度
- 9) 与常规检测比对情况。

7.4 作业指导书

对于钢丝绳检测，应根据实际情况，根据检测工艺规程制定作业指导书，包括但不限于下列内容：

- 1) 作业指导书编号；
- 2) 检测执行的标准；
- 3) 被检测设备和构件的信息:名称、型号、编号、材质、规格尺寸等；
- 4) 检测设备：名称、规格型号、编号等；
- 5) 传感器型号、励磁方式；
- 6) 检测时机；
- 7) 检测区域和表面要求；
- 8) 检测部位示意图；
- 9) 检测环境要求；

- 10) 钢丝绳运行方向、运行速度和检测覆盖区域;
- 11) 提离距离;
- 12) 对比试件和校准试件的材料;
- 13) 检测的标记和原始数据记录要求;
- 14) 检测后的操作要求;
- 15) 检测结果的评价及处理方式;
- 16) 检测过程的记录;
- 17) 编制(级别)、审核(级别)和批准人。
- 18) 为确保检测结果的可靠性, 应至少进行两次的重复操作。

8 检测结果评价与处理

8.1 判定依据

电磁检测结果中金属横截面积损失测量值依据 GB/T 9075-2008 的规定进行判定; 电磁检测结果中局部损伤测量值应表达为等效的断丝数量, 并依据 GB/T 9075-2008 的中规定进行判定。

8.2 电磁测量值等效及校准

8.2.1 基值校准规则

以钢丝绳首次安装使用前电磁检测磁通量及剩磁强度作为测量基值, 并在每次检测时与首次测量进行比对, 当新测量值与基值的差值不大于 3% 时, 基值不变; 当新测量值与基值的差值大于 3% 时须进行目测对比以更新基值。

钢丝绳剩余强度按公式 (1) 计算:

$$R = Q\lambda \left(\frac{B \times H_m}{B_0 \times H_{m0}} \right)^\alpha \quad (1)$$

式中:

Q—为抗拉强度, 单位: MPa;

λ —为钢丝绳张力状态参数, 首次测量时钢丝绳张力状态为 $\lambda = 1$;

B —为钢丝绳剩余磁场强度，单位：T；

H_m —为钢丝绳饱和磁化强度，单位：A/m；

B_0 —为钢丝绳剩余磁场强度基值，单位：T；

H_{m0} —为钢丝绳饱和磁化强度基值，单位：A/m；

α —为钢丝绳结构参数，与捻距，编结结构等有关，通常取 1。

8.2.2 断丝校准规则

当钢丝绳出现单断丝时，以钢丝绳断丝处电磁测量值为断丝标准值，并在每次对钢丝绳磁通量及剩磁新检测值与断丝标准值进行对比，差值不大于 3% 时，断丝标准值不变；当新测量值与基值的差值大于 3% 时须进行更新。

8.2.3 等效规则

每次新测量值与基值和断丝标准值做插值计算等效断丝数，相关系数应不低于 97%。

8.3 检测结果验证

当出现新测量等效断丝值时，应立即进行目检。如目检与电磁检测等效值偏差大于 3%，应采用张力应变测量等方式进行判断，以排除目检可能造成的对内部损伤及非物理损伤的漏检。

9 检测记录与报告

9.1 检测记录

检测记录的主要内容应包含但不限于 7.2 和 9.2 规定的内容。

9.2 检测报告

检测报告内容包括但不限于以下内容：

- 1) 受检单位、报告编号；
- 2) 检测单位；
- 3) 被检钢丝绳规格、制造厂家、起始使用日期、公称直径、表面状态；
- 4) 执行标准、参考标准；
- 5) 检测仪器名称、规格型号；

- 6) 校准和对比试件的类型;
- 7) 标准和对比试件的校准结果;
- 8) 钢丝绳损伤位置、损伤波形;
- 9) 检测方法、检测速度;
- 10) 被检钢丝绳长度;
- 11) 检测起始点位置;
- 12) 检测结果、检测结论及下次检测日期;
- 13) 检测日期、检测人员和审核人签字及资质。

10 客运索道钢丝绳健康等级划分和维护保养要求

10.1 钢丝绳健康等级划分以及对应采取的措施

钢丝绳健康等级划分以及对应采取的措施见表1。

表1 钢丝绳健康等级划分及对应采取的措施

等级	条件	所采取的措施
健康	金属横截面积损失不足 GB/T 9075-2008 中 5.2 规定值的 25%或无断丝	满足作业指导书对钢丝绳的检查要求
亚健康	不满足“健康”条件，有局部损伤，金属横截面积损失不大于 GB/T 9075-2008 中 5.2 规定值的 50%或断丝数不大于 GB/T 9075-2008 中 5.3 规定值的 25%	宜适当增加检测频次，下次检测日期不宜超过 3 年，满足作业指导书对钢丝绳的检查要求
微病态	不满足“亚健康”条件，有局部损伤，金属横截面积损失不大于 GB/T 9075-2008 中 5.2 规定值的 75%或断丝数不大于 GB/T 9075-2008 中 5.3 规定值的 50%	应采取增加检测频次，下次检测日期不宜超过 2 年，索道作业人员重大节假日前应应对钢丝绳，特别是缺陷部位进行一次检查并作记录
病态	未达到报废条件且不满足“健康”、“亚健康”、“微病态”的其他情况	下次检测日期不宜超过 1 年，索道作业人员每周应对钢丝绳，特别是缺陷部位进行一次检查并作记录

10.2 客运索道钢丝绳检测后的维护保养要求

10.2.1 承载索、运载索、牵引索和平衡索

10.2.1.1 钢丝绳表面状态良好，表面出现断丝、松丝、松股等损伤符合 GB 12352-2018 中 4.4.4 规定。

10.2.1.2 钢丝绳按规定按要求进行无损检测,符合 GB 12352-2018 中 4.4.1、12.3.5.2 规定。

10.2.1.3 承载索根据使用情况适时串位,串位部分按使用维护说明书进行无损检测。

10.2.1.4 工作夹块和备用夹块之间观察缝正常。

10.2.1.5 余绳应缠绕整齐。

10.2.1.6 钢丝绳接头表面状态正常。

10.2.1.7 钢丝绳接头数量和间距符合标准要求。

10.2.1.8 钢丝绳编结符合标准要求,接头牢靠、不干涉索道运行。

10.2.1.9 钢丝绳接头部位表面状态良好,符合 GB 12352-2018 中 4.4.4 规定。钢丝绳接头插入点直径增大符合量符合要求。

10.2.1.10 钢丝绳挡绳板无变形。

10.2.2 救护索

10.2.2.1 救护索表面状态良好,出现断丝、松丝、松股等损伤应满足 GB12352-2018 中 4.4.4 规定。

10.2.2.2 循环式救护索保持在承载索、运载索上方,不擦碰承载索、牵引索、运载索和支架上的其他设施。

10.2.2.3 按使用维护说明书进行无损检测。

10.2.2.4 沿线路设置的救援通道保持畅通无阻碍。

10.2.3 无客车制动器的往复式客运索道钢丝绳特殊维护保养要求

10.2.3.1 每运行 200 个工作小时或 90 个工作日内,应用目测检查钢丝绳的夹紧部位和编接部位。

10.2.3.2 应每年用探伤仪对牵引索进行全面检查。

10.2.3.3 停止运行 3 个月以上,在重新投入运行前用探伤仪检查牵引索。

10.2.3.4 牵引索被雷击或受到机械损伤后应及时用探伤仪进行检查。

10.2.3.5 对牵引索的夹持段进行探伤检查时,如发现牵引索的损伤达到规定指标的一半时,对探伤检查的间隔时间还应缩短。

10.2.3.6 不应在牵引索编接范围内固定客车。夹索器与编接部位之间的距离不应小于编接长度的两

倍。

全国标准信息公共服务平台
CSTM标准发布使用

附录 A

(资料性)

起草单位和主要起草人

本文件起草单位：河北省特种设备监督检验研究院、中国特种设备检测研究院、河北省市场监督管理局特种设备局、北京国游索道工程有限公司、密苑（张家口）旅游胜地有限公司、易县狼牙山索道管理有限公司。

本文件主要起草人：张世亮、张雪涛、周伟利、冀维金、杨红艳、翟建明、姚明、刘晓龙、白星、陈旭伟、刘文贞、赵艳晴、李明明、董江、徐彤、任澎湃、卢红星。

参 考 文 献

- [1] TSG S7001-2013 客运索道监督检验和定期检验规则
 - [2] TSG 07-2019 特种设备生产和充装单位许可规则
 - [3] TSG 08-2017 特种设备使用管理规则
 - [4] 市场监管总局办公厅关于开展客运架空索道安全隐患排查专项排查整治的通知（市监特设（2018）68号）
 - [5] 市场监管总局关于进一步加强特种设备安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作的意见（国市监特设（2020）198号）
 - [6] ASTM E1571 — 2001 Standard Practice for Electromagnetic Examination of Ferromagnetic Steel Wire Rope[S].
 - [7] EN 12927 — 8 Safety requirements for Cableway installation designed to carry persons -Ropes-Part 8:Magnetic rope testing MRT [S]
 - [8] ISO 4309 — 2017 Cranes - Wire ropes – Care and maintenance, inspection and discard [S]
 - [9] Alexander Mironenko & Vasanthpraveen Kumar, Non-Destructive Inspection of Wire Ropes is Wise Mean to Provide Safety and Cost, www.ndt.net/?ud=15077
-