



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5972—2023/ISO 4309:2017

代替 GB/T 5972—2016

## 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废

Cranes—Wire ropes—Care and maintenance, inspection and discard

(ISO 4309:2017, IDT)

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 保养与维护 ..... 3

5 检验 ..... 8

6 报废基准..... 11

附录 A（规范性） 需要特别严格检查的关键部位 ..... 19

附录 B（资料性） 典型的劣化模式 ..... 20

附录 C（资料性） MRT 的报废基准 ..... 29

附录 D（资料性） 对钢丝绳进行内部检验 ..... 30

附录 E（资料性） 检验记录的典型示例 ..... 32

附录 F（资料性） 关于钢丝绳劣化和报废基准的实用资料 ..... 35

附录 G（资料性） 钢丝绳状态和劣化程度的综合影响评价——方法之一 ..... 38

附录 H（资料性） 钢丝绳类别编号(RCN)及对应截面示例 ..... 41

附录 I（资料性） 外部腐蚀 ..... 47

参考文献 ..... 49

## 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。

本文件代替 GB/T 5972—2016《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》，与 GB/T 5972—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第1章,2016年版的第1章)；
- 更改了“术语和定义”，包括修改了“主管人员”“股沟断丝”的定义，增加了“钢丝绳电磁检测”“检测头”“基础迹线”“局部缺陷”“金属横截面积损失”等术语和定义(见第3章,2016年版的第3章)；
- 更改了钢丝绳的更换(见4.2,2016年版的4.2)；
- 更改了安装钢丝绳前的准备(见4.4,2016年版的4.4)；
- 更改了定期检查(见5.3,2016年版的5.3)；
- 将无损检测更改为电磁检测(见5.6和6.3,2016年版的5.6)；
- 增加了表3中工作级别符合 ISO 4301-1:1986 的规定(见表3)。

本文件等同采用 ISO 4309:2017《起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 增加了图2的标引符号说明；
- 5.6中增加了资料性引用标准 GB/T 21837—2008；
- 增加了资料性附录 C“钢丝绳电磁检测(MRT)的报废基准”。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本文件起草单位：巨力索具股份有限公司、北京起重运输机械设计研究院有限公司、太原重工股份有限公司、浙江中建路桥设备有限公司、安吉长虹制链有限公司、北京起重运输机械设计研究院有限公司河南分院、北京科正平工程技术检测研究院有限公司、杭州国电大力机电工程有限公司、中国长江三峡集团有限公司、中国三峡建工(集团)有限公司、浙江省海港投资运营集团有限公司、南京市特种设备安全监督检验研究院、河南省矿山起重机有限公司、河南卫华重型机械股份有限公司、法兰泰克重工股份有限公司、浙江双鸟机械有限公司、江西起重机械总厂有限公司、河南巨人起重机集团有限公司、微特技术有限公司、长垣市市场监督管理局、东南大学、南京开关厂有限公司、新乡学院、河南正大起重设备有限公司。

本文件主要起草人：杨超、张培、坑剑、林夫奎、马强、童国柱、杨卫波、游海武、张世保、谭志国、冯华龙、庆光蔚、姬宏赞、韩红安、袁秀峰、张吉均、朱瑛、黄晓琳、韩钊蓬、李彬、王洪波、靳慧、王光明、吴以国、郝亚克、夏新颜、杨舜玺、胡剑宏、张洪波。

本文件于1986年首次发布，2006年第一次修订，2009年第二次修订，2016年第三次修订，本次为第四次修订。

## 引 言

起重机用钢丝绳视为易损件,当检验结果表明,从安全角度看其自身状态已经降低到不能继续使用的程度时,就要更换。

遵守既定原则(如本文件的规定),按照起重机(或起重葫芦)和钢丝绳制造商提供的使用说明书的指导使用,就不会超越控制点。

如果正确实施本文件给出的报废基准,就能达到保留足够的安全程度的目的。反之,如果忽视它们,就可能产生极大的伤害、危险和破坏。

为了对负责“保养与维护”的人员和负责“检验和报废”的人员提供更有针对性的帮助,将两部分内容作了适当的分离。



# 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废

## 1 范围

本文件规定了起重机和起重葫芦用钢丝绳的保养与维护、检验和报废的一般要求。

本文件除了为有关存储、搬运、安装和维护提供指南外,还为多层缠绕钢丝绳提供了报废要求,现场经验和测试均表明,钢丝绳在卷筒上交叉重叠区域的劣化程度明显高于钢丝绳系统的其他部分。

本文件还提供了更实用的报废要求,涵盖了钢丝绳直径的减小和腐蚀,并提供了评估钢丝绳在任何位置的劣化综合影响的方法。

本文件适用于在下列类型的起重机上使用的钢丝绳:

- a) 缆索起重机及门式缆索起重机;
- b) 悬臂起重机(柱式、壁式及自行车式);
- c) 甲板起重机;
- d) 缆绳式桅杆起重机;
- e) 刚性斜撑式桅杆起重机;
- f) 浮式起重机;
- g) 流动式起重机;
- h) 桥式起重机;
- i) 门式起重机及半门式起重机;
- j) 门座起重机及半门座起重机;
- k) 铁路起重机;
- l) 塔式起重机;
- m) 海上起重机,即安装在由海床支承的固定结构或由浮力支承的浮动装置上的起重机。

注:上述 a)~l)起重机的定义参见 GB/T 6974.1。

本文件适用于人力、电力或液力驱动的起重机、卷扬机和起重葫芦上用于吊钩、抓斗、电磁吸盘、钢包、挖掘或堆垛作业的钢丝绳。

本文件也适用于起重滑车用钢丝绳。

注:对于单层缠绕卷筒用的钢丝绳,单一使用合成材料滑轮或带合成材料绳槽衬垫的金属滑轮时,在钢丝绳表面出现可见断丝和实质性磨损之前,内部会出现大量断丝。基于这一事实,本文件没有给出这种应用组合时的报废基准。

## 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。

ISO 4301-1:1986 起重机械 分级 第1部分:总则(Cranes and lifting appliances—Classification—Part 1:General)

ISO 17893 钢丝绳 术语、标记和分类(Steel wire ropes—Vocabulary, designation and classification)

注：GB/T 8706—2017 钢丝绳 术语、标记和分类(ISO 17893:2004,MOD)

3 术语和定义

ISO 17893 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公称直径 **nominal diameter**

$d$

钢丝绳直径规格的约定值。

3.2

实测直径 **measured diameter**

实际直径 **actual diameter**

$d_m$

在两个互相垂直的方向上测量的钢丝绳同一横截面外接圆直径的平均值。

3.3

参考直径 **reference diameter**

$d_{ref}$

新钢丝绳开始使用后立即在没有经受弯曲的钢丝绳区段上测量的实测直径(3.2)。

注：该直径作为钢丝绳直径均匀变化的基准值。

3.4

交叉重叠区域 **cross-over zone**

钢丝绳在卷筒上多层缠绕时，在卷筒法兰处由一层上升到另一层后，上下两层钢丝绳相互交叉重叠的部分。

3.5

圈 **wrap**

钢丝绳绕卷筒一周。

3.6

卷盘 **reel**

缠绕钢丝绳的带凸缘的卷轴，用于钢丝绳的运输和贮存。

3.7

钢丝绳的定期检查 **wire rope periodic inspection**

对钢丝绳进行的加强的目测检查及测量，以及对钢丝绳内部状态的评估(如果条件许可)。

注：如必要，可对钢丝绳进行 MRT(3.11)，并由主管人员根据基础迹线进行解释和评估。

3.8

主管人员 **competent person**

具备足够的起重机和起重葫芦用钢丝绳的专业知识和实践经验，能够评估钢丝绳的状态、判断钢丝绳是否可以继续使用、规定钢丝绳实施检验的最大时间间隔的人员。

注：如果需要 MRT(3.11)，则只准许由主管人员来执行。

3.9

股沟断丝 **valley wire break**

发生在内层股接触点或两个外层股之间沟状区域的断丝。

注：发生在相邻两个股沟之间钢丝绳内部的外层断丝，以及绳芯股断裂，也可视为股沟断丝。图 1 中红线表示接触点和股沟断丝的位置。

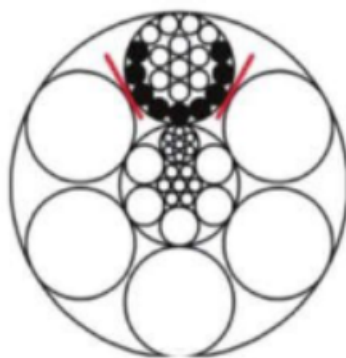


图 1 股沟断丝

## 3.10

**严重程度级别 severity rating**

劣化程度的量值,用趋于报废的百分比表示。

注:此比率可与单一的劣化模式[如断丝、直径减小或由 MRT(3.11)检测到金属横截面积损失]有关,或与多个劣化模式(如断丝、直径减小)的综合影响有关。

## 3.11

**钢丝绳电磁检测 magnetic rope test; MRT**

基于铁磁性钢丝绳的磁通量泄漏进行测量的无损检测(NDT)。

## 3.12

**检测头 test head**

MRT(3.11)仪器在测试过程中位于钢丝绳周围、能产生磁场并包含检测或感应元件的设备。

## 3.13

**基础迹线 base trace**

第一次测试时,当钢丝绳穿过检测头时,MRT(3.11)记录的显示信号。

注:基础迹线是与将来使用中的劣化影响进行比较的基准。基础迹线反映了钢丝绳的构造以及钢丝绳沿其长度(例如,长度)的磁特性的变化、磁导率差异。

## 3.14

**局部缺陷 local fault; LF**

**局部损伤 local flaw**

钢丝绳局部受损状态。

注:例如断丝、断股、腐蚀坑或股间伤痕等。

## 3.15

**金属横截面积损失 loss of metallic area; LMA**

以新钢丝绳的公称金属横截面积的百分比表示的金属横截面积的变化。

注:金属横截面积的损失通常与损坏有关,例如,均匀腐蚀、磨损、机械损伤或断丝。

## 4 保养与维护

## 4.1 通则

当缺少起重机制造商、钢丝绳制造商和/或供货商提供的有关钢丝绳的使用说明时,钢丝绳的保养和维护应符合 4.2~4.7 的规定。

4.2 钢丝绳的更换

起重机上应安装由起重机制造商规定的正确长度、直径、结构、类型、捻向和强度(如最小破断拉力)的钢丝绳,除非替代钢丝绳已得到起重机制造商、钢丝绳制造商或主管人员的批准。更换钢丝绳的记录应存档。

对于大直径的阻旋转钢丝绳,特别是在准备试样时,可单独采取措施来固定钢丝绳端部,如使用钢制扎带。

如果从较长的钢丝绳上(如批量生产的钢丝绳卷盘)截取所需长度时,应对切割点两侧进行保护,防止切割后松捻(松散)。

图 2 给出了单层股钢丝绳切割前宜实施的保护措施示例。对于阻旋转钢丝绳和平行捻密实钢丝绳,可成倍增加保护长度。图 3 给出了另外一种用于大直径阻旋转钢丝绳更换和切割的方法。如果保护措施不合适或不充分,轻度预成型的钢丝绳切割后更容易松捻(松散)。

注:“保护”有时也被称为“捆扎”。

钢丝绳与卷筒、吊钩滑轮组或机械结构固定点的连接,应采用起重机制造商在使用说明书中规定的钢丝绳端固定装置,除非替代钢丝绳端固定装置已得到起重机制造商、钢丝绳制造商或主管人员的批准。

通过在安装前或安装后,尽快对钢丝绳进行 MRT 检测,有益于钢丝绳进行基础迹线记录。

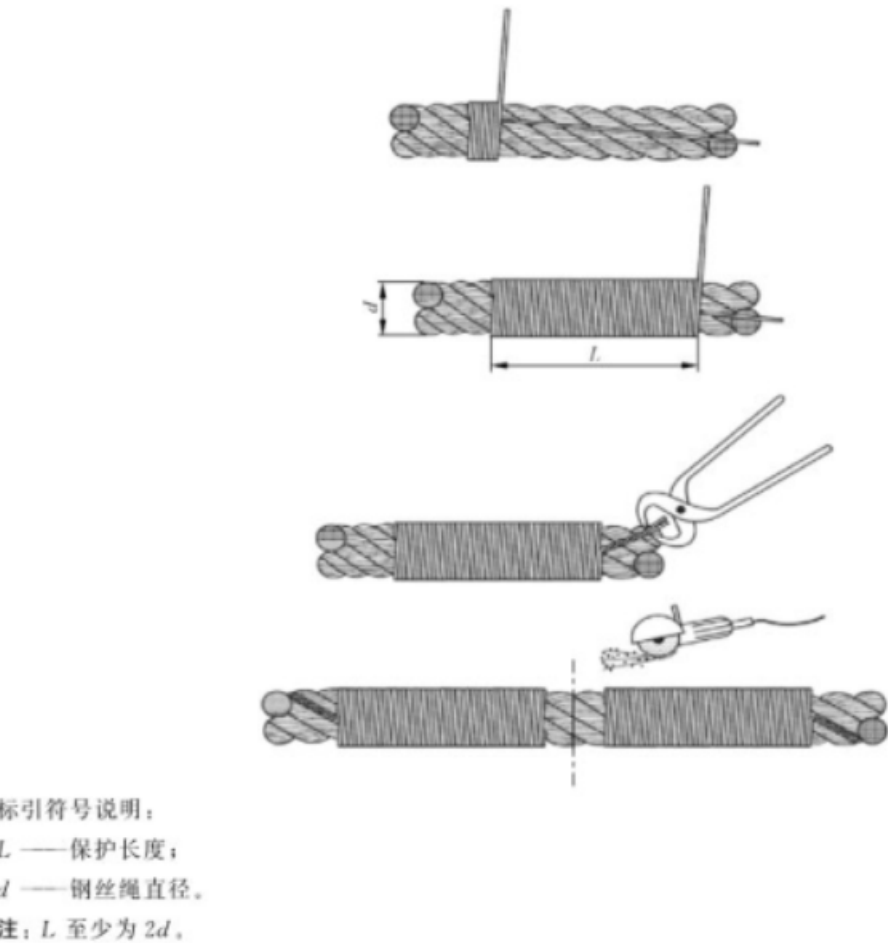


图 2 单层股钢丝绳切割前实施的保护措施示例



图3 大直径阻旋转钢丝绳更换和切割方法

#### 4.3 钢丝绳的装卸和贮存

为了避免发生事故或损伤钢丝绳,宜谨慎小心地装卸钢丝绳。

卷盘或绳卷不应坠落,不应用金属吊钩或叉车的货叉插入,或施加任何能够造成钢丝绳损伤或畸形的外力。

钢丝绳宜存放在凉爽、干燥的室内,且不宜与地面接触。钢丝绳不宜存放在有可能受到化工产品、化学烟雾、蒸汽或其他腐蚀剂侵袭的场所。

如果户外存放不可避免,则宜采取保护措施,防止潮湿造成钢丝绳锈蚀。

对存放中的钢丝绳应定期进行诸如表面锈蚀等劣化迹象的检查,如果主管人员认为必要,则在表面涂敷与钢丝绳制造时的润滑材料兼容的防护材料或润滑材料。

在温暖环境下,钢丝绳卷盘宜定期翻转 $180^\circ$ ,防止润滑油(脂)从钢丝绳内流出。

#### 4.4 安装钢丝绳前的准备

在安装钢丝绳前,最好是在接收钢丝绳时,宜核对钢丝绳及其合格证书,确保钢丝绳符合订货要求。所安装钢丝绳的最小破断拉力不应低于起重机制造商规定的最小破断拉力。

新钢丝绳的直径应在直线部位、无张力的条件下测量,并记录其值( $d_{\text{rel}}$ )。

如果钢丝绳在储存一段时间后可能已经发生腐蚀,则可对钢丝绳进行目测检查和MRT检测。

核对所有滑轮和卷筒绳槽的情况,以确保其能够满足新钢丝绳的规格要求,没有诸如波纹等缺陷,并且有足够的壁厚来安全支承钢丝绳。

滑轮绳槽直径宜比钢丝绳公称直径大 $5\%\sim 10\%$ ,且至少宜比新钢丝绳的实测直径大 $1\%$ 。

#### 4.5 钢丝绳的安装

展开或安装钢丝绳时,应采取各种措施避免钢丝绳旋转。否则可能使钢丝绳产生结环、扭结或折弯,导致无法使用。

为了避免出现上述不良趋势,宜将钢丝绳在允许的最小松弛状态下呈直线放出(见图4)。

以绳卷状态供货的钢丝绳,宜放在可旋转的装置上以直线状态放出,但是绳卷长度较短时,可让外圈钢丝绳端呈自由状态,将其余部分沿着地面向前滚动[见图4a)]。

不应采取从平放于地面的绳卷或卷盘上将钢丝绳拉出或沿地面滚动卷盘的方法放绳(见图5)。

以卷盘状态供货的钢丝绳,将卷盘和其支架放在离起重机或起重葫芦尽可能远的地方,以便将钢丝绳偏角的影响降到最低限度,从而避免不利的旋转。

为了避免沙土或其他污物进入钢丝绳,作业时,将钢丝绳放在合适的垫子(如旧传送带等)上,而不是直接放在地面上。

旋转中的钢丝绳卷盘可能具有很大的惯性,需要加以控制,使钢丝绳缓慢地释放出来。对于较小的卷盘,通常使用一个制动器就能控制(见图 6)。大卷盘具有很大的惯性,一旦转动起来,可能需要很大的制动力矩才能控制。

在安装过程中,只要条件允许,就要确保钢丝绳始终向一个方向弯曲,即:从供绳卷盘上部放出的钢丝绳进入到起重机或起重葫芦卷筒的上部(称为“上到上”),从供绳卷盘下部放出的钢丝绳进入到起重机或起重葫芦卷筒的下部(称为“下到下”,见图 6)。

对多层缠绕的钢丝绳,在安装过程中向钢丝绳施加一个大小约为钢丝绳最小破断拉力 2.5%~5% 的张紧力。这样有助于保证底层钢丝绳缠绕牢固,为后续的钢丝绳提供稳固的基础。

按照起重机制造商的使用说明书在卷筒和外部固定点上固定钢丝绳端部。

安装期间,应避免钢丝绳与起重机或起重葫芦的任何部位产生摩擦。

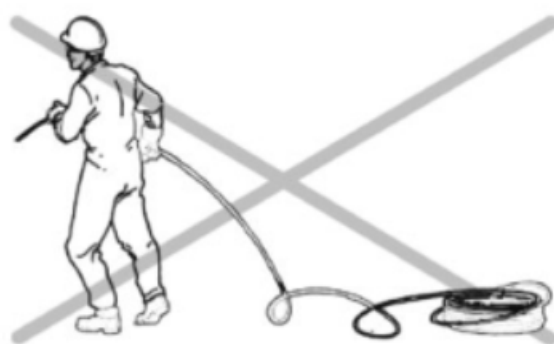


a) 从绳卷上放绳



b) 从卷盘上放绳

图 4 放出钢丝绳的正确方法



a) 从绳卷上放绳



b) 从卷盘上放绳



c) 从卷盘上放绳

图5 放出钢丝绳的错误方法

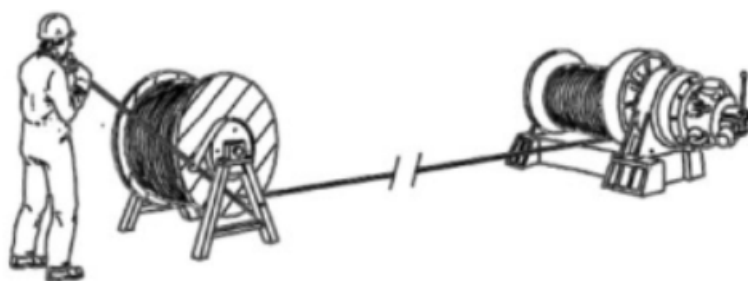


图6 控制绳张力、从卷盘底部向卷筒底部传送钢丝绳

4.6 新钢丝绳的试运行

在钢丝绳投入起重机的使用之前,用户确保与起重机运行有关的限制和指示装置工作正常。  
为使钢丝绳组件能较大程度地调整到正常工作状态,用户宜操作起重机在低速轻载[极限工作载荷(WLL)的10%,或额定起重量的10%]状态下运行若干个工作循环。

4.7 钢丝绳的维护

应根据起重机的类型、使用频率、环境条件和钢丝绳的类型对钢丝绳进行维护。  
在钢丝绳寿命期内,在出现干燥或腐蚀迹象前,应按照主管人员的要求,定期为钢丝绳润滑,尤其是经过滑轮和进出卷筒的区段以及平衡滑轮同步运动的区段。有时为了提高润滑效果,可在润滑前将钢丝绳清理干净。  
钢丝绳的润滑材料应与钢丝绳制造商提供的初期润滑材料兼容,还应具有渗透性。如果从起重机使用手册中不能确定润滑材料的型号,用户应征询钢丝绳供货商或钢丝绳制造商的意见。  
钢丝绳缺乏维护会导致使用寿命缩短,尤其是起重机或起重葫芦用于腐蚀环境,或者不能对钢丝绳进行润滑时。在这些情况下,钢丝绳的检验周期应适当缩短。  
如果钢丝绳某一部位的断丝过于突出,当此处经过滑轮时,断丝就会压在其他部位之上,造成局部劣化。为了避免这种局部劣化,可将突出的断丝除掉,其方法为:夹紧断丝伸出端反复弯折(如图7所示),直至折断(这种情况总是出现在绳股之间的股沟位置)。在维护过程中去除断丝时,宜记录其位置,并提供给钢丝绳检验人员。去除的断丝应作为一根断丝来计算,并在根据断丝作为报废基准评估钢丝绳的状态时予以考虑。  
如果断丝明显靠近或者位于钢丝绳固定端,并且沿钢丝绳长度方向的其他部分又不受影响,可以将钢丝绳截短,然后重新装配绳端固定装置。在此之前,应校核钢丝绳的剩余长度,确保起重机在其极限工作位置时,钢丝绳能够在卷筒上保留所需的最少缠绕圈数。

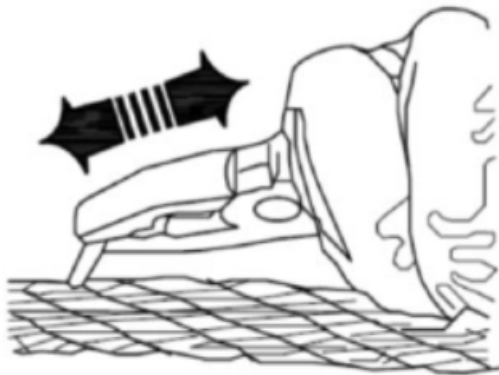


图7 去除突出的钢丝

4.8 与钢丝绳相关的起重机零部件的维护

除了按照起重机使用手册的相关说明维护以外,卷筒和滑轮还应定期检查,确保在轴承的支承下转动自如。  
注:滑轮转动不灵活或滚动体磨损严重且不均匀,都会使钢丝绳严重磨损。起不到平衡作用的平衡滑轮会导致钢丝绳缠绕系统的载荷不均衡。

5 检验

5.1 通则

当缺少起重机制造商、钢丝绳制造商和/或供货商提供的有关钢丝绳的使用说明时,钢丝绳的检验



应符合 5.2～5.6 的规定。

5.2 日常检查

至少应在特定的日期对预期的钢丝绳工作区段进行目测检查,目的是发现一般的劣化现象或机械损伤。此项检查还应包括钢丝绳与起重机的连接部位(见图 A.2)。

对钢丝绳在卷筒和滑轮上的正确位置也应检查确认,确保钢丝绳没有脱离正常的工作位置。

所有观察到的状态变化都应报告,并且由主管人员根据 5.3 的规定对钢丝绳进行进一步检查。

无论何时,只要钢丝绳安装发生变动,如当起重机转移作业现场及重新安装钢丝绳后,都应按本条的规定对钢丝绳进行外观检查。

可指定起重机司机/操作员在其培训合格和能力所及的范围内承担日常检查工作。

5.3 定期检查

5.3.1 通则

定期检查应由主管人员实施。

从定期检查中获得的信息用来帮助对起重机钢丝绳做出如下判定:

- a) 是否能够继续安全使用到最近的下一次定期检查;
- b) 是否需要立即更换或者在规定的时段内更换。

应采用适当的评价方法,如目测检查、测量或 MRT 等,对劣化的严重程度做出评估,并且用各自特定报废基准的百分比表示(如 20%、40%、60%、80%、100%),或者用文字表述(如轻度、中度、重度、严重、报废)。

在钢丝绳试运行和投入使用前,对其可出现的任何损伤都应由主管人员做出评估,并记录观察结果。

比较常见的劣化模式以及评价方法见表 1,有些模式的各项内容能轻易量化(即计算或测量),也有  
的需要由主管人员做出主观评价(即目测检查)。

表 1 劣化模式和评价方法

劣化模式	评价方法
可见断丝数量(包括随机分布、局部聚集、股沟断丝、绳端固定装置及其附近)	计算
断丝造成的金属横截面积损失	目测检查和 MRT
钢丝绳直径减小(源自外部磨损/擦伤、内部磨损和绳芯劣化)	测量
除断丝以外的其他原因引起的金属横截面积损失,如腐蚀、磨损等	目测检查和 MRT
绳股断裂	目测检查
腐蚀(外部、内部及摩擦)	目测检查和 MRT
变形	目测检查和测量(仅限于波浪形)
机械损伤	目测检查
热损伤(包括电弧)	目测检查

典型劣化模式的示例见附录 B。

5.3.2 检查周期

定期检查的周期应由主管人员决定,且应考虑但不限于如下内容:

- a) 使用国关于钢丝绳应用的法规要求;

- b) 起重机的类型及工作现场的环境状况；
- c) 机构的工作级别；
- d) 前期的检查结果；
- e) 在检查同类起重机钢丝绳过程中获取的经验；
- f) 钢丝绳已使用的时间；
- g) 使用频率；
- h) 起重机制造商的建议。

**注 1：**主管人员可能发现接受或推荐比法规要求更频繁的定期检查是明智的。该决策可能会受到工作类型和频率的影响，也取决于钢丝绳当时的状态以及外部环境是否有变化，例如，事故或运行工况的变化，主管人员可能认为有必要决定或建议缩短定期检查的时间间隔。

**注 2：**一般来说，在钢丝绳使用寿命后期产生断丝的速度比早期要快。

### 5.3.3 检查范围

对每根钢丝绳，都应沿整个长度进行检查。

对超长的钢丝绳，经主管人员同意，可以对工作长度加上卷筒上至少 5 圈的钢丝绳进行检查。在这种情况下，如果在上一次检查之后和下一次检查之前预计到工作长度会增加，增加的长度在使用前也宜进行检查。

应按附录 A 的要求特别注意下列关键区域和部位：

- a) 卷筒上的钢丝绳固定点；
- b) 钢丝绳绳端固定装置上及附近的区段；
- c) 经过一个或多个滑轮的区段；
- d) 经过安全载荷指示器滑轮的区段；
- e) 经过吊钩滑轮组的区段；
- f) 进行重复作业的起重机，吊载时位于滑轮上的区段；
- g) 位于平衡滑轮上的区段；
- h) 经过缠绕装置的区段；
- i) 缠绕在卷筒上的区段，特别是多层缠绕时的交叉重叠区域；
- j) 因外部原因（如舱口围板）导致磨损的区段；
- k) 暴露在热源下的部位。

**注：**需要特别严格检查的关键部位见附录 A。

如果主管人员认为有必要展开钢丝绳以确认是否存在有害的内部劣化，展开钢丝绳时宜极度小心，避免损伤钢丝绳（见附录 D）。在这方面，MRT 能提供有用的信息来源（见 5.6）。

### 5.3.4 绳端固定装置及附近区域的检查

应检查靠近绳端固定装置的钢丝绳，特别是进入绳端固定装置的部位，由于这个位置受到振动和其他冲击的影响，以及腐蚀等环境状态的作用，容易出现断丝。可以采用探针进行探查，以确定钢丝是否出现松散，进而确定绳端固定装置内部是否存在断丝。还宜检查绳端固定装置是否存在过度的变形和磨损。

此外，固定绳套、绳环用的套管也应进行目测检查，看其材料是否有裂纹、钢丝绳和套管之间是否存在可能滑移的迹象。

可拆分的绳端固定装置，如楔套，应检查钢丝绳进入绳端固定装置的入口附近有无断丝迹象、确认绳端固定装置处于正确的装配状态。

应检查编织式绳套，确定其仅在编织的锥形段绑扎，这样就能够对其余部分进行断丝的目测检查。

### 5.3.5 检查记录

每次定期检查之后,主管人员应提交钢丝绳检查记录(典型示例见附录 E),并注明至下一次检查不能超过的最大时间间隔。

宜保存钢丝绳的定期检查记录(见 E.2)。

### 5.4 事故后的检查

如果发生了可导致钢丝绳及其绳端固定装置损伤的事故,应在重新开始工作前按照定期检查(见 5.3)的规定,或按照主管人员的要求,检查钢丝绳及其绳端固定装置。

注:在采用双绳提升系统的机构中,即使只有一根钢丝绳报废,也要将两根一起更换,因为新钢丝绳比剩下的钢丝绳粗一些,又有不同的伸长率,这两个因素影响到卷筒上两根钢丝绳的放出量。

### 5.5 起重机停用一段时间后的检查

如果起重机停用三个月以上,在重新使用前,应按 5.3 的规定对钢丝绳进行定期检查。

### 5.6 电磁检测

MRT 可用作定期检查的辅助手段来确定可能会损坏的钢丝绳的位置。

如果将 MRT 作为定期检查的一项内容,则宜在钢丝绳的使用寿命内尽快对其进行初始检查(基础迹线),以作为“基准”参考点(有时称为“钢丝绳记号”)以供将来比较。

如果存在不可通过肉眼检查单独识别的缺陷,宜使用 MRT,并结合肉眼检查同时进行。

如果国际、国家标准没有对 MRT 设备质量进行规定,则宜从涵盖仪器仪表和仪器验证的标准中获取指导,例如,GB/T 21837—2008、EN 12927 或 ASTM E1571。

注: MRT 的一些限制:

- 仅能用于碳素钢制造的钢丝绳;
- 断丝两端之间的间隙小于仪器的灵敏度;
- 钢丝绳限制了测量仪器的进入,例如,靠近终端或滑轮等。

## 6 报废基准

### 6.1 通则

当缺少起重机制造商、钢丝绳制造商或供货商提供的有关钢丝绳的使用说明时,钢丝绳的报废基准应符合 6.2~6.7 的规定(有关信息见附录 F)。

由于劣化通常是钢丝绳同一位置不同劣化模式综合作用的结果,主管人员应进行“综合影响”评估,附录 G 提供了一种方法。

只要发现钢丝绳的劣化速度有明显的变化,就应对其原因展开调查,并尽可能地采取纠正措施。情况严重时,主管人员可以决定报废钢丝绳,或缩短下次定期检查的时间间隔,或修改报废基准,例如,减少允许可见断丝数量。

较长钢丝绳中相对较短的区段出现劣化的情况下,如果受影响的区段能够按要求移除,并且余下的长度能满足工作要求,主管人员可决定不报废整根钢丝绳。

### 6.2 可见断丝

#### 6.2.1 可见断丝报废基准

不同种类可见断丝的报废基准应符合表 2 的规定。

表 2 可见断丝报废基准

序号	可见断丝的种类	报废基准
1	断丝随机地分布在单层缠绕的钢丝绳经过一个或多个钢制滑轮的区段和进、出卷筒的区段,或者多层缠绕的钢丝绳位于交叉重叠区域的区段 <sup>a</sup>	单层股和平行捻密实钢丝绳见表 3,阻旋转钢丝绳见表 4
2	在不进、出卷筒的钢丝绳区段出现的呈局部聚集状态的断丝	如果局部聚集集中在一个或两个相邻的绳股,即使 $6d$ 长度范围内的断丝数低于表 3 和表 4 的规定值,可能也要报废钢丝绳
3	股沟断丝 <sup>b</sup>	在一个钢丝绳捻距(大约为 $6d$ 的长度)内出现两根或更多断丝
4	绳端固定装置处的断丝	两根或更多断丝
<div><sup>a</sup> 典型示例见图 B.2。</div> <div><sup>b</sup> 典型示例见图 8 和图 B.3。</div>		

6.2.2 表 3 和表 4 的使用以及钢丝绳的类别编号

对附录 H 中的单层股钢丝绳或平行捻密实钢丝绳,根据其相应的钢丝绳类别编号(RCN)在表 3 中读取  $6d$  和  $30d$  长度范围内的断丝数报废值。如果附录 H 中没有对应的钢丝绳结构,按钢丝绳内承载钢丝的总数(不包括填充丝在内的外层绳股的钢丝总数)在表 3 中读取相应的  $6d$  和  $30d$  长度范围内的断丝数报废值。

对附录 H 中的阻旋转钢丝绳,根据其相应的钢丝绳类别编号(RCN)在表 4 中读取  $6d$  和  $30d$  长度范围内的断丝数报废值。如果附录 H 中没有对应的钢丝绳结构,按钢丝绳外层股数和外层股内承载钢丝的总数(不包括填充丝在内的外层绳股的钢丝总数)在表 4 中读取相应的  $6d$  和  $30d$  长度范围内的断丝数报废值。

6.2.3 非工作原因导致的断丝

运输、贮存、装卸、安装、制造等原因可能导致个别钢丝断裂。这种独立的断丝现象不是由工作过程中的劣化(如作为表 3 和表 4 中的数值主要基于弯曲疲劳)引起的,在检查钢丝绳断丝时通常不将这种断丝计算在内。发现这种断丝能进行记录,能为将来的检验提供帮助。主管人员定期检查时,应考虑这一因素,见图 8。

如果这种断丝的端部从钢丝绳内伸出,可能会导致某些潜在的局部劣化,应将其去除(去除方法见 4.7)。



图 8 弯曲钢丝绳常常会暴露出隐藏在绳股之间股沟内的断丝

6.2.4 单层股和平行捻密实钢丝绳

表 3 单层股钢丝绳和平行捻密实钢丝绳中达到报废程度的最少可见断丝数

钢丝绳 类别编号 RCN (见附录 H)	外层股中承载 钢丝的总数 <sup>a</sup> <i>n</i>	可见外部断丝的数量 <sup>b</sup>					
		在钢制滑轮上工作和/或单层缠绕在卷筒上的钢丝绳 区段(钢丝断裂随机分布)				多层缠绕在卷筒上的 钢丝绳区段 <sup>c</sup>	
		工作级别 M1~M4(ISO 4301-1:1986)或未知级别 <sup>d</sup>				所有工作级别	
		交互捻		同向捻		交互捻和同向捻	
		6 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内	30 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内	6 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内	30 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内	6 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内	30 <i>d</i> <sup>e</sup> 长度 范围内
01	$n \leq 50$	2	4	1	2	4	8
02	$51 \leq n \leq 75$	3	6	2	3	6	12
03	$76 \leq n \leq 100$	4	8	2	4	8	16
04	$101 \leq n \leq 120$	5	10	2	5	10	20
05	$121 \leq n \leq 140$	6	11	3	6	12	22
06	$141 \leq n \leq 160$	6	13	3	6	12	26
07	$161 \leq n \leq 180$	7	14	4	7	14	28
08	$181 \leq n \leq 200$	8	16	4	8	16	32
09	$201 \leq n \leq 220$	9	18	4	9	18	36
10	$221 \leq n \leq 240$	10	19	5	10	20	38
11	$241 \leq n \leq 260$	10	21	5	10	20	42
12	$261 \leq n \leq 280$	11	22	6	11	22	44
13	$281 \leq n \leq 300$	12	24	6	12	24	48
	$n > 300$	0,04 <i>n</i>	0,08 <i>n</i>	0,02 <i>n</i>	0,04 <i>n</i>	0,08 <i>n</i>	0,16 <i>n</i>
注：对于外层股为西鲁式结构且每股的钢丝数≤19 的钢丝绳(例如,6×19S),在表中的取值位置为其“外层股中承载钢丝总数”所在行之上的第二行。							
<sup>a</sup> 在本文件中,填充钢丝不作为承载钢丝,因而不包括在 <i>n</i> 值之中。							
<sup>b</sup> 一根断丝有两个断头。							
<sup>c</sup> 这些数值适用于交叉重叠区域和由于钢丝绳偏角影响的缠绕绳圈之间干涉引起的劣化(不适用于只在滑轮上工作而不在卷筒上缠绕的区段)。							
<sup>d</sup> 机构的工作级别为 M5~M8 时(ISO 4301-1:1986),断丝数可取表中数值的两倍。							
<sup>e</sup> <i>d</i> ——钢丝绳公称直径。							

6.2.5 阻旋转钢丝绳

表 4 阻旋转钢丝绳中达到报废程度的最少可见断丝数

钢丝绳 类别编号 RCN (参见附录 H)	钢丝绳外层股数和 外层股中承载钢丝总数 <sup>a</sup> <i>n</i>		可见断丝数量 <sup>b</sup>			
			在钢制滑轮上工作和/或单层缠绕在 卷筒上的钢丝绳区段 (钢丝断裂随机分布)		多层缠绕在卷筒上的钢丝绳区段 <sup>c</sup>	
			6 <i>d</i> <sup>d</sup> 长度范围内	30 <i>d</i> <sup>d</sup> 长度范围内	6 <i>d</i> <sup>d</sup> 长度范围内	30 <i>d</i> <sup>d</sup> 长度范围内
21	4 股 <i>n</i> ≤ 100		2	4	2	4
22	3 股或 4 股 <i>n</i> ≥ 100		2	4	4	8
23-1	至少 11 个 外层 股	71 ≤ <i>n</i> ≤ 100	2	4	4	8
23-2		101 ≤ <i>n</i> ≤ 120	3	5	5	10
23-3		121 ≤ <i>n</i> ≤ 140	3	5	6	11
24		141 ≤ <i>n</i> ≤ 160	3	6	6	13
25		161 ≤ <i>n</i> ≤ 180	4	7	7	14
26		181 ≤ <i>n</i> ≤ 200	4	8	8	16
27		201 ≤ <i>n</i> ≤ 220	4	9	9	18
28		221 ≤ <i>n</i> ≤ 240	5	10	10	19
29		241 ≤ <i>n</i> ≤ 260	5	10	10	21
30		261 ≤ <i>n</i> ≤ 280	6	11	11	22
31		281 ≤ <i>n</i> ≤ 300	6	12	12	24
		<i>n</i> > 300	6	12	12	24
注：对于外层股为西鲁式结构且每股的钢丝数 ≤ 19 的钢丝绳（例如，18 × 19S-WSC），在表中的取值位置为其“外层股中承载钢丝总数”所在行之上的第二行。						
<sup>a</sup> 在本文件中，填充钢丝不作为承载钢丝，因而不包括在 <i>n</i> 值之中。						
<sup>b</sup> 一根断丝有两个断头（按一根断丝计数）。						
<sup>c</sup> 这些数值适用于交叉重叠区域和由于钢丝绳偏角影响的缠绕绳圈之间干涉引起的劣化（不适用于只在滑轮上工作而不在卷筒上缠绕的区段）。						
<sup>d</sup> <i>d</i> ——钢丝绳公称直径。						

6.3 钢丝绳电磁检测(MRT)

执行钢丝绳电磁检测时，主管人员应至少了解以下一项以确定局部损伤(LF)：

- 钢丝绳中所有钢丝的直径和数量；
- 钢丝绳检测所适用的最大钢丝直径和钢丝绳的金属横截面。

此外，为确定金属横截面损失(LMA)，主管人员至少应获得钢丝绳的金属横截面。

此信息宜由钢丝绳的制造商或供应商提供。

钢丝绳检测的报废基准在附录 C 中给出。如果钢丝绳电磁检测(MRT)发现的断丝，能够确认为在目测检查中发现的外部断丝，则主管人员可使用表 3 或表 4 代替表 C.1。

6.4 钢丝绳直径的减小

6.4.1 沿钢丝绳长度均匀减小

在卷筒上单层缠绕或经过钢制滑轮的钢丝绳区段，直径均匀减小的报废基准值见表 5 中的粗体字。

这些数值不适用于交叉重叠区域或其他由于多层缠绕导致类似变形的区段。

直径减小量的计算方法及其与公称直径百分比的表示按 6.4.2 的规定。

表 5 给出了直径均匀减小的等效值,用钢丝绳公称直径的百分比表示,将严重程度分级以 20% 为单位增量来表示(即 20%、40%、60%、80%、100%)。也可以选择其他的严重程度分级方法,如用 25% 作为单位增量(即 25%、50%、75%、100%)。

表 5 直径均匀减小的报废基准——单层缠绕卷筒和钢制滑轮上的钢丝绳

钢丝绳类型	直径的均匀减小量 $Q$ (用公称直径的百分比表示)	严重程度分级	
		程度	%
纤维芯单层股钢丝绳	$Q < 6\%$	—	0
	$6\% \leq Q < 7\%$	轻度	20
	$7\% \leq Q < 8\%$	中度	40
	$8\% \leq Q < 9\%$	重度	60
	$9\% \leq Q < 10\%$	严重	80
	$Q \geq 10\%$	报废	100
钢芯单层股钢丝绳或平行捻密实钢丝绳	$Q < 3.5\%$	—	0
	$3.5\% \leq Q < 4.5\%$	轻度	20
	$4.5\% \leq Q < 5.5\%$	中度	40
	$5.5\% \leq Q < 6.5\%$	重度	60
	$6.5\% \leq Q < 7.5\%$	严重	80
	$Q \geq 7.5\%$	报废	100
阻旋转钢丝绳	$Q < 1\%$	—	0
	$1\% \leq Q < 2\%$	轻度	20
	$2\% \leq Q < 3\%$	中度	40
	$3\% \leq Q < 4\%$	重度	60
	$4\% \leq Q < 5\%$	严重	80
	$Q \geq 5\%$	报废	100

6.4.2 确定直径均匀减小量及其表示为公称直径百分比的计算

用公称直径百分比表示的直径均匀减小,按公式(1)计算:

$$Q = [(d_{ref} - d_m) / d] \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$d_{ref}$ ——参考直径;

$d_m$ ——实测直径;

$d$ ——公称直径。

示例 1: 直径为 40 mm 的 6×36-IWRC 钢丝绳,参考直径为 41.2 mm,检测时的实测直径为 39.5 mm,直径减小百分比为:

$$[(41.2 - 39.5) / 40] \times 100\% = 4.25\%$$

注 1: 从表 5 中查得,与其对应的,因直径均匀减小而趋于报废的严重程度分级为 20%(轻度)。

注 2: 当钢丝绳从参考直径减小公称直径的 7.5% 即 3 mm 时,就达到报废基准。此时的报废直径为 38.2 mm。

示例 2: 同样的钢丝绳,检测时的实测直径为 38.5 mm,直径减小百分比为:

$$[(41.2 - 38.5) / 40] \times 100\% = 6.75\%$$

注 3: 从表 5 中查得,严重程度分级为 80%(严重)。

6.4.3 局部减小

如果发现直径有明显的局部减小,如由绳芯或钢丝绳中心区损伤导致的直径局部减小,应报废该钢

丝绳(如与绳股凹陷有关的直径减小,见图 B.5)。

6.5 断股

如果钢丝绳发生整股断裂,则应立即报废。

6.6 腐蚀

报废基准和腐蚀严重程度分级见表 6。

评估腐蚀范围时,重要的是区分钢丝腐蚀和由于外来颗粒氧化而产生的钢丝绳表面腐蚀之间的差异。

在评估前,应将钢丝绳的拟检测区段擦净或刷净,但不宜使用溶剂清洗。

表 6 腐蚀报废基准和严重程度分级

腐蚀类型	状态	严重程度分级
外部腐蚀 <sup>a</sup>	表面存在氧化迹象,但能够擦净 钢丝表面手感粗糙 钢丝表面重度凹痕以及钢丝松弛 <sup>b</sup>	浅表——0% 重度——60% <sup>c</sup> 报废——100%
内部腐蚀 <sup>d</sup>	明显可见的内部锈蚀迹象——腐蚀碎屑从外层绳股之间的股沟溢出 <sup>e</sup>	报废——100% 或 如果主管人员认为可行,则按 6.3 或附录 C 所给的步骤进行内部检验
摩擦腐蚀	摩擦腐蚀过程为:干燥钢丝和绳股之间的持续摩擦产生钢质微粒的移动,然后是氧化,并产生形态为干粉(类似红铁粉)状的内部腐蚀碎屑	对此类迹象特征宜作进一步探查,若仍对其严重性存在怀疑,宜将钢丝绳报废(100%)

<sup>a</sup> 示例见图 B.6 和图 B.7。钢丝绳外部腐蚀进程的示例,见附录 I。

<sup>b</sup> 对其他中间状态,宜对其严重程度分级做出评估(即在综合影响中所起的作用)。

<sup>c</sup> 镀锌钢丝的氧化也会导致钢丝表面手感粗糙,但是总体状况可能不如非镀锌钢丝严重。在这种情况下,检验人员可以考虑将表中所给严重程度分级降低一级作为其在综合影响中所起的作用。

<sup>d</sup> 示例见图 B.8。

<sup>e</sup> 没有通过 MRT 检测而对内部腐蚀的评估是主观的,但如果对内部腐蚀的严重程度有怀疑,就宜将钢丝绳报废。

注:内部腐蚀或摩擦腐蚀能导致直径的增加。

6.7 畸形和损伤

6.7.1 通则

钢丝绳失去正常形状而产生的可见形状畸变都属于畸形。畸形通常发生在局部,会导致畸形区域的钢丝绳内部应力分布不均匀。

畸形和损伤会以多种方式表现出来,在 6.7.2~6.7.10 中给出了较常见的几种类型的报废基准。

只要钢丝绳的自身状态被认为是危险的,就应立即报废。

6.7.2 波浪形

在任何条件下,只要出现以下情况之一,钢丝绳应报废(见图 9):

- a) 在从未经过、绕进滑轮或缠绕在卷筒上的钢丝绳直线区段上,直尺和螺旋面下侧之间的间隙  $g \geq 1/3 \times d$ ;
- b) 在经过滑轮或缠绕在卷筒上的钢丝绳区段上,直尺和螺旋面下侧之间的间隙  $g \geq 1/10 \times d$ 。



波浪形钢丝绳的示例见图 B.9。



标引符号说明：

$d$  —— 钢丝绳公称直径；

$g$  —— 间隙。

图 9 波浪形钢丝绳

### 6.7.3 笼状畸形

出现篮形或笼状畸形(见图 B.10)的钢丝绳应立即报废,或者将受影响的区段去掉,但应保证余下的钢丝绳能满足使用要求。

### 6.7.4 绳芯或绳股突出或扭曲

发生绳芯或绳股突出(见图 B.11、图 B.12 和图 B.13)的钢丝绳应立即报废,或者将受影响的区段去掉,但应保证余下的钢丝绳能满足使用要求。

注:这是篮形或笼状畸形的一种特殊类型,其特征是钢丝绳受力不平衡,表现为绳芯或钢丝绳外层股之间中心部分的突出,或者外层股或股芯的突出。

### 6.7.5 钢丝的环状突出

钢丝突出通常成组出现在钢丝绳与滑轮槽接触面的背面,发生钢丝突出的钢丝绳应立即报废(见图 B.14)。

注:钢丝绳外层股中突出的单根钢丝,如果能除掉或在工作时不会影响钢丝绳的其他部分,可不必将其作为报废钢丝绳的理由。

### 6.7.6 绳径局部增大

钢芯钢丝绳直径增大 5% 及以上,纤维芯钢丝绳直径增大 10% 及以上,应查明其原因并考虑报废钢丝绳(见图 B.15)。

注:钢丝绳直径增大可能会影响到相当长的一段钢丝绳,例如,纤维绳芯吸收了过多的潮气膨胀引起的直径增大,会使外层绳股受力不均衡而不能保持正确的位置。

### 6.7.7 局部扁平

钢丝绳的扁平区段经过滑轮时,可能会加速劣化并出现断丝。在这种情况下,根据压扁的程度,来考虑是否可报废钢丝绳。

在钢丝绳扁平区段可能会比正常绳段遭受更大程度的腐蚀,尤其是当外层绳股散开使湿气进入时。如果继续使用,就应对其进行更频繁的检查,否则宜考虑报废钢丝绳。

由于多层缠绕而导致钢丝绳的局部扁平,如果伴随扁平出现的断丝数不超过表 3 和表 4 规定的数值,可不报废。

图 B.16 和图 B.17 是两种不同的扁平类型。

### 6.7.8 扭结

发生扭结的钢丝绳应立即报废(见图 B.18、图 B.19 和图 B.20)。

**注：**扭结是一段环状钢丝绳在不能绕其自身轴线旋转的状态下被拉紧而产生的一种畸形。扭结使钢丝绳捻距不均导致过度磨损，严重的扭曲会使钢丝绳强度大幅降低。

6.7.9 折弯

折弯严重的钢丝绳区段经过滑轮时可能会很快劣化并出现断丝，应立即报废钢丝绳。

如果折弯程度并不严重，钢丝绳需要继续使用时，应对其进行更频繁的检查，否则宜考虑报废钢丝绳。

**注：**折弯是钢丝绳由外部原因导致的一种角度畸形。

通过主观判断确定钢丝绳的折弯程度是否严重。如果在折弯部位的底面伴随有折痕，无论其是否经过滑轮，均宜看作是严重折弯。

6.7.10 热和电弧引起的损伤

钢丝绳受到异常高温的影响，外观能够看出钢丝被加热过后颜色的变化或钢丝绳上润滑脂的异常消失，应立即报废。

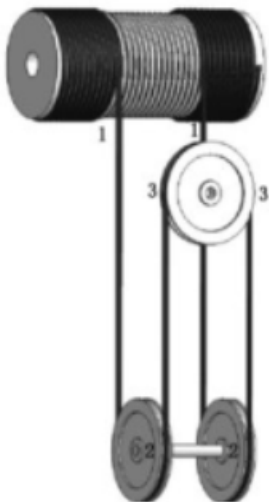
如果钢丝绳的两根或更多的钢丝局部受到电弧影响，例如，焊接引线不正确的接地所导致的电弧，应报废。这种情况可能出现在钢丝绳上的电流进出点上。

附 录 A

(规范性)

需要特别严格检查的关键部位

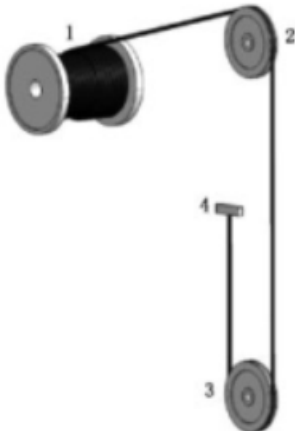
需要特别严格检查的关键部位见图 A.1 和图 A.2。



标引序号说明：

- 1——载荷吊起时缠绕在卷筒上的区段和其他发生最严重干涉的区段(通常与钢丝绳最大偏角同时出现)；
- 2——载荷吊起时钢丝绳进入滑轮组的区段；
- 3——直接与平衡滑轮接触的区段,特别是在进入点处。

图 A.1 单层缠绕



标引序号说明：

- 1——交叉重叠区和发生最严重干涉的区段(通常与钢丝绳最大偏角同时出现)；
- 2——载荷吊起时钢丝绳进入顶部滑轮的区段；
- 3——载荷吊起时钢丝绳进入下部滑轮组的区段；
- 4——起重机连接点。

图 A.2 多层缠绕

附 录 B  
(资料性)  
典型的劣化模式

表 B.1 列出了钢丝绳可能出现的缺陷及其相应的报废基准。图 B.1～图 B.20 给出了各种缺陷的典型示例。

表 B.1 钢丝绳缺陷

图号	缺陷	对应章条号
B.1	外部磨损	5.3.1
B.2	股顶断丝	6.2
B.3	股沟断丝	6.2
B.4	内部断丝	6.2
B.5	钢丝绳直径局部减小(绳股凹陷)	6.4
B.6	外部腐蚀	6.6
B.7	图 B.6 的局部放大	6.6
B.8	内部腐蚀	6.6
B.9	波浪形	6.7.2
B.10	笼状畸形	6.7.3
B.11	绳芯突出——单层钢丝绳	6.7.4
B.12	阻旋转钢丝绳的内层绳芯突出	6.7.4
B.13	绳股突出或扭曲	6.7.4
B.14	钢丝突出	6.7.5
B.15	绳芯扭曲引起的钢丝绳直径局部增大	6.7.6
B.16	局部扁平(弯曲型)	6.7.7
B.17	局部扁平(平直型)	6.7.7
B.18	扭结(正向)	6.7.8
B.19	扭结(反向)	6.7.8
B.20	扭结	6.7.8

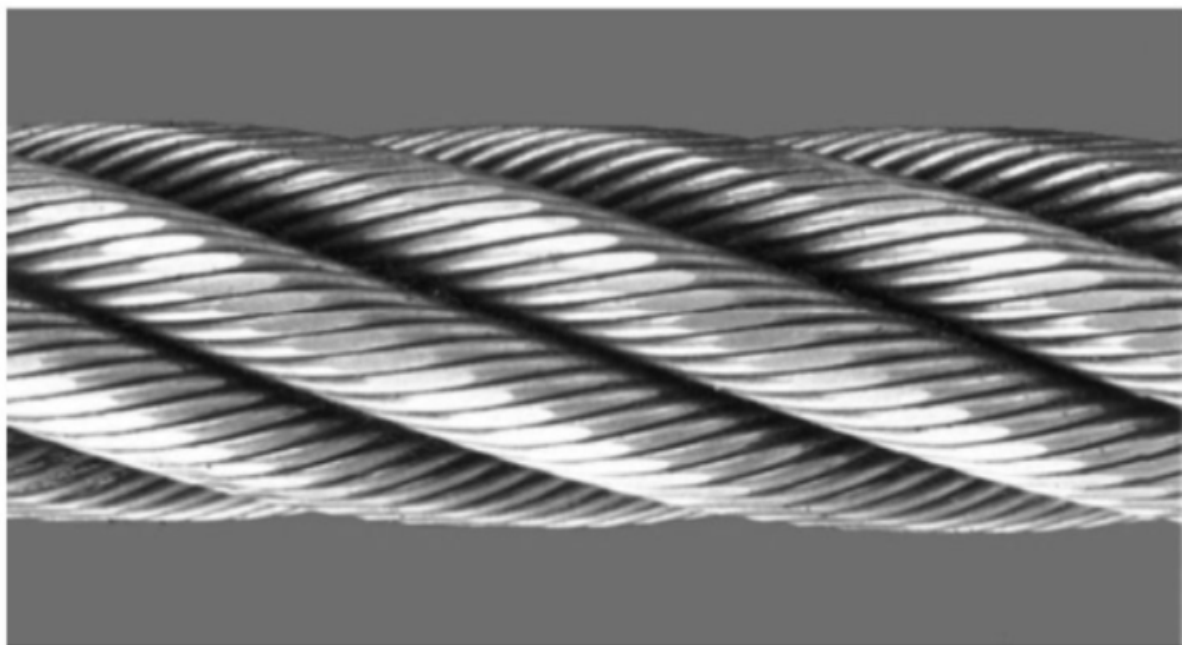


图 B.1 外部磨损

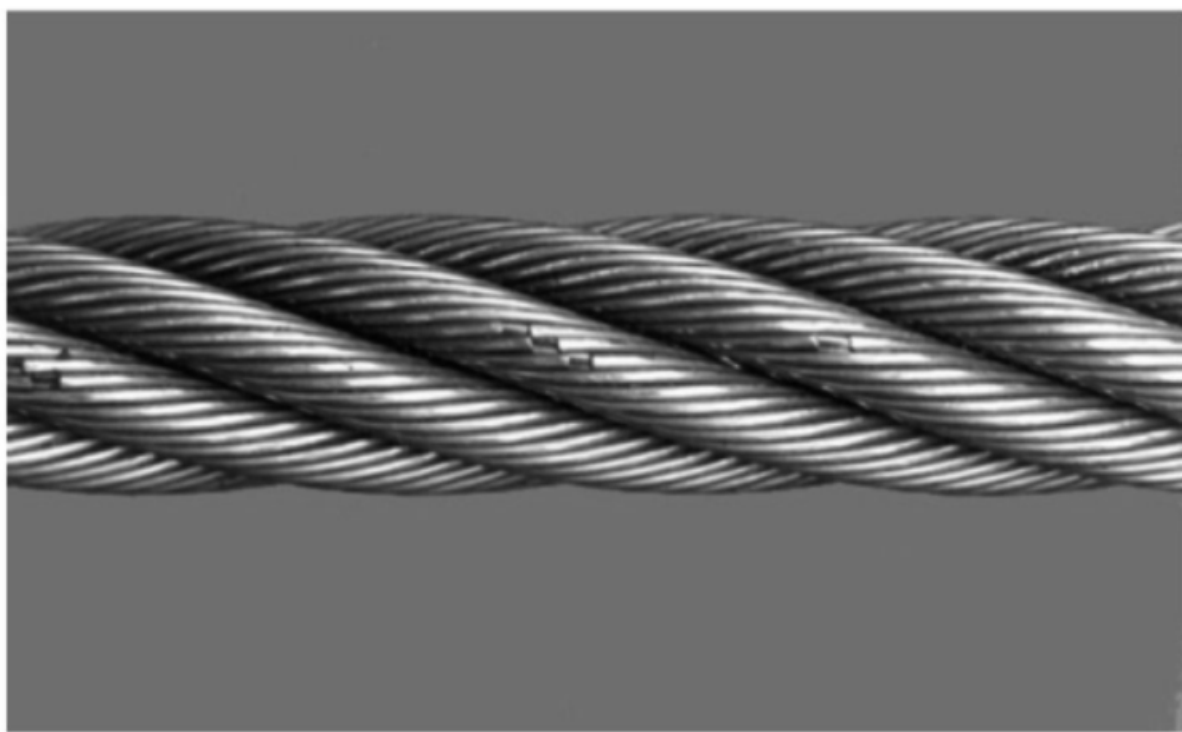


图 B.2 股顶断丝

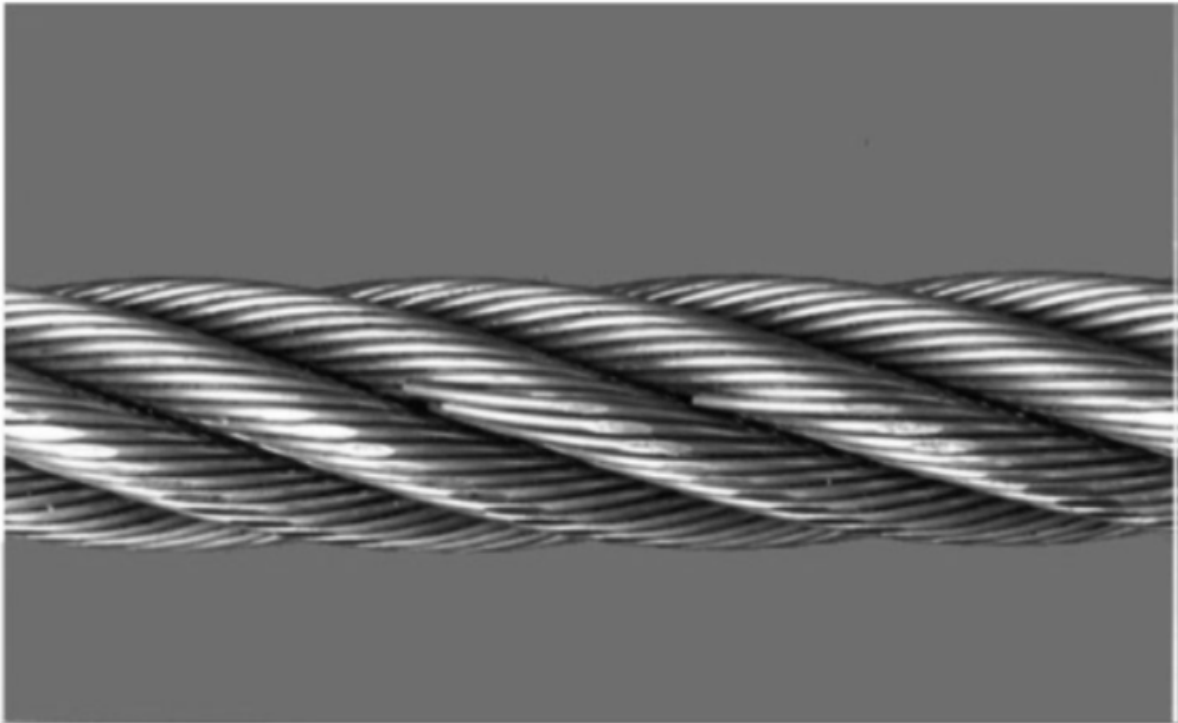
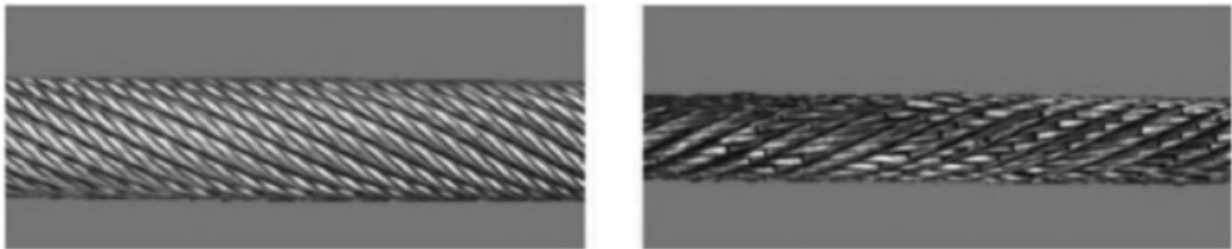


图 B.3 股沟断丝



a) 外层股完整的钢丝绳

b) 移除外层股的钢丝绳

注：分图 a) 为外层股完整的钢丝绳，分图 b) 为移除外层股的钢丝绳，说明没有外部断丝，但存在内部断丝。

图 B.4 内部断丝

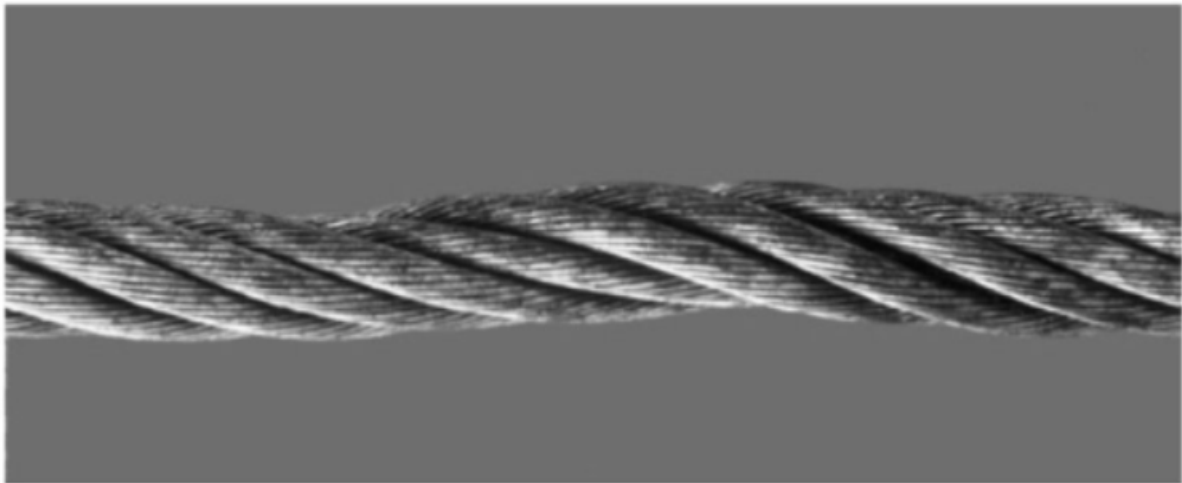


图 B.5 钢丝绳直径局部减小(绳股凹陷)

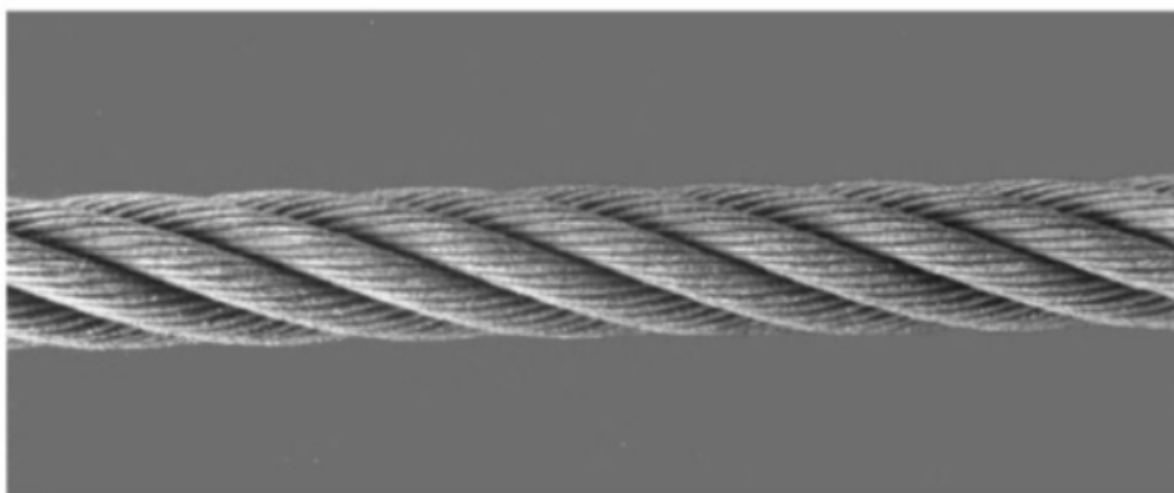


图 B.6 外部腐蚀

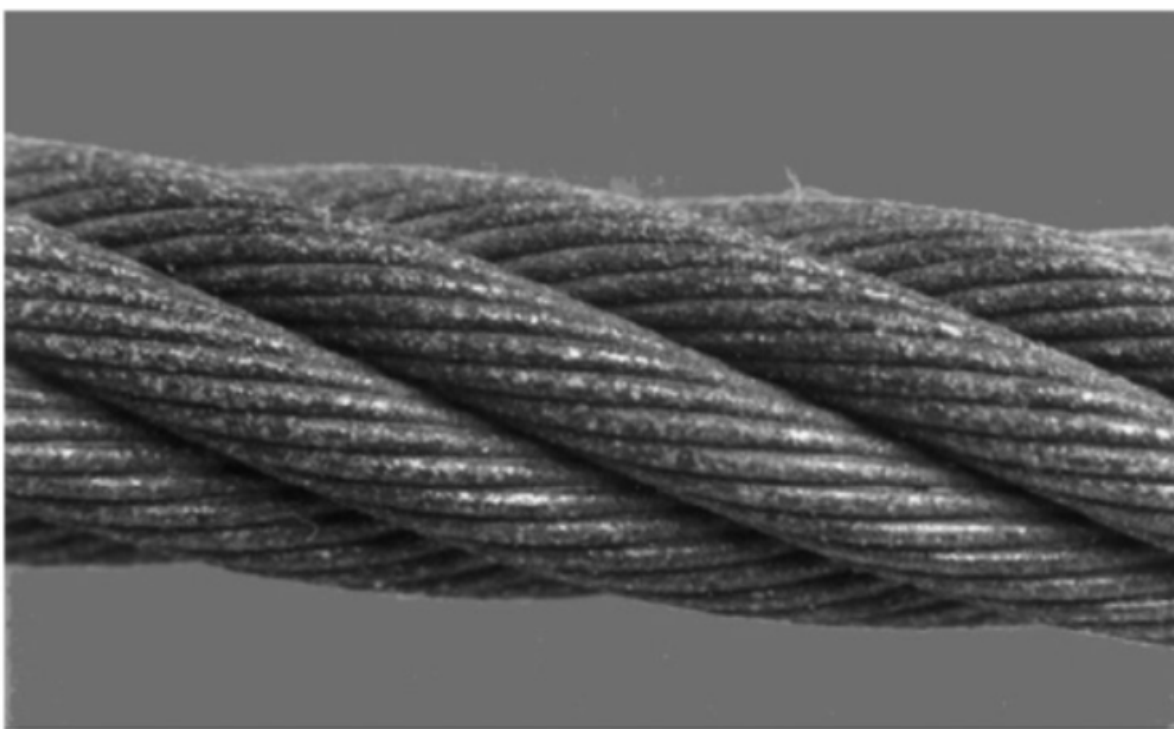


图 B.7 图 B.6 的局部放大

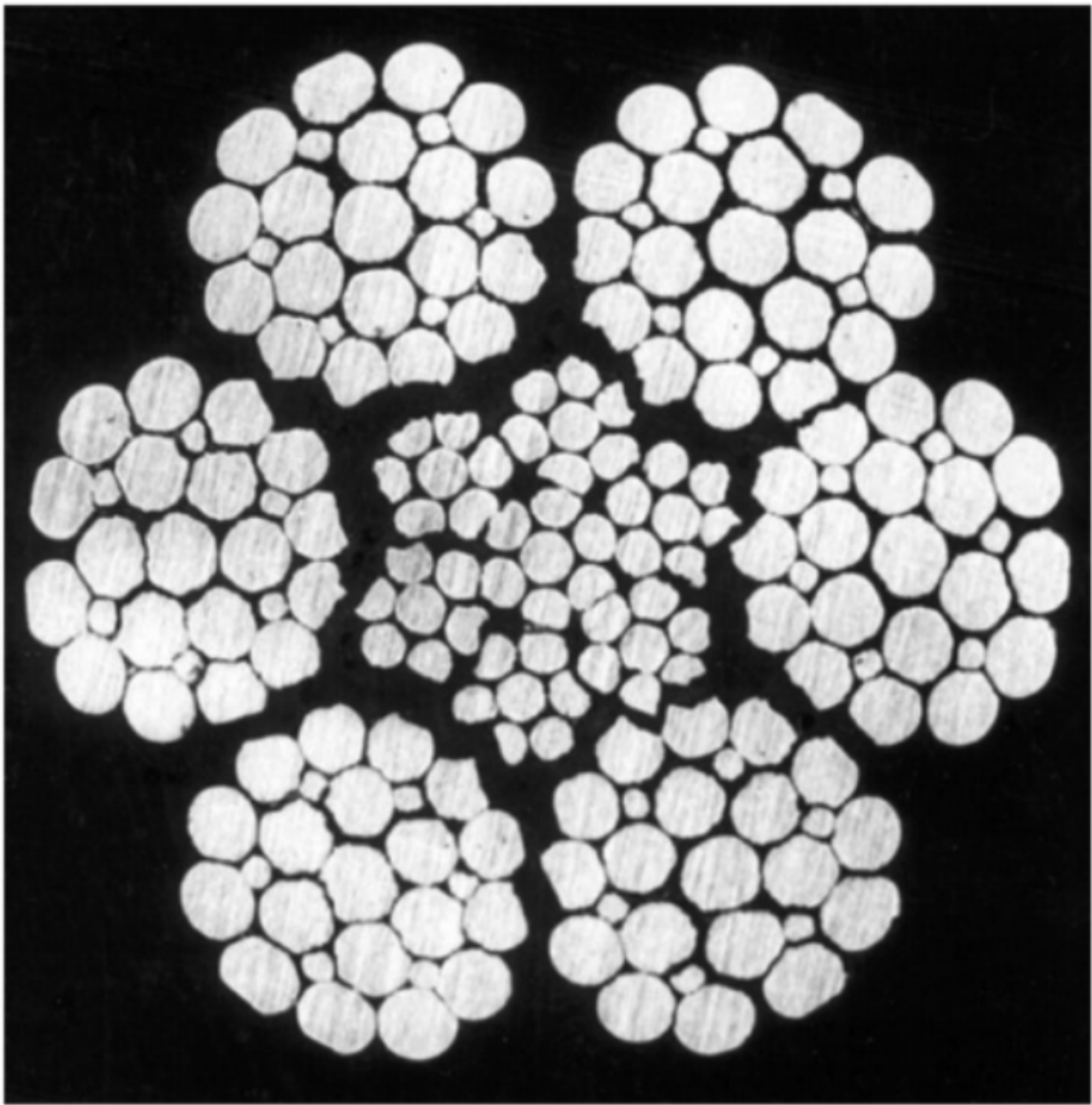


图 B.8 内部腐蚀

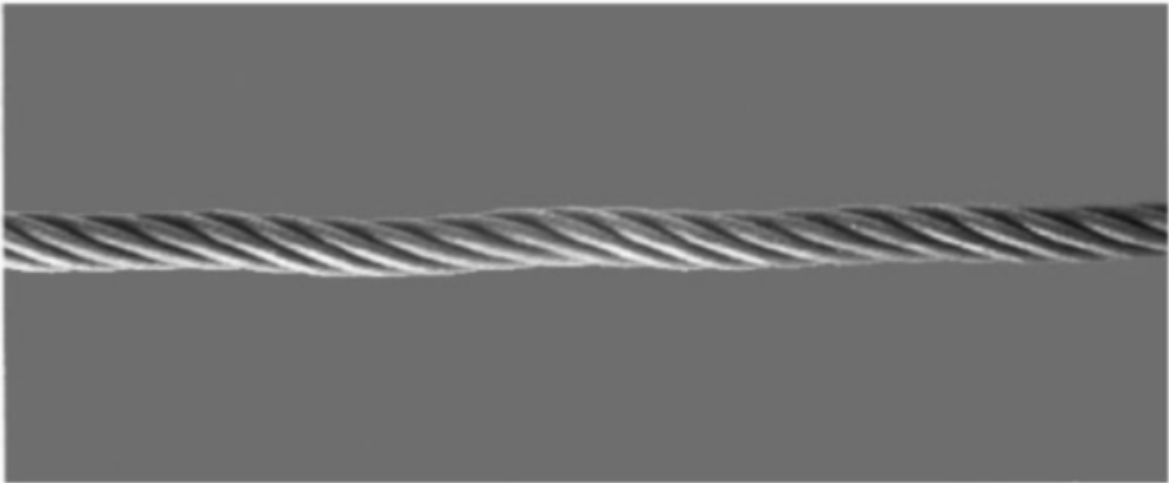


图 B.9 波浪形



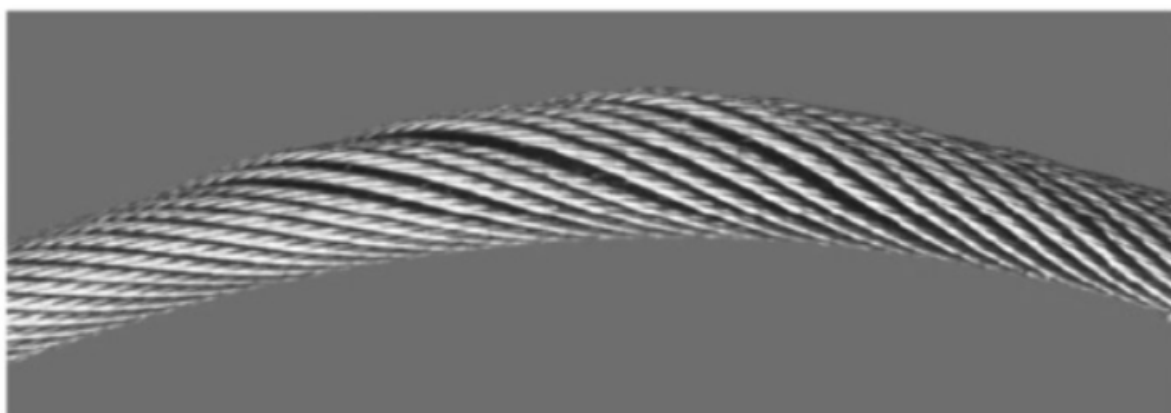


图 B.10 笼状畸形



图 B.11 绳芯突出——单层钢丝绳

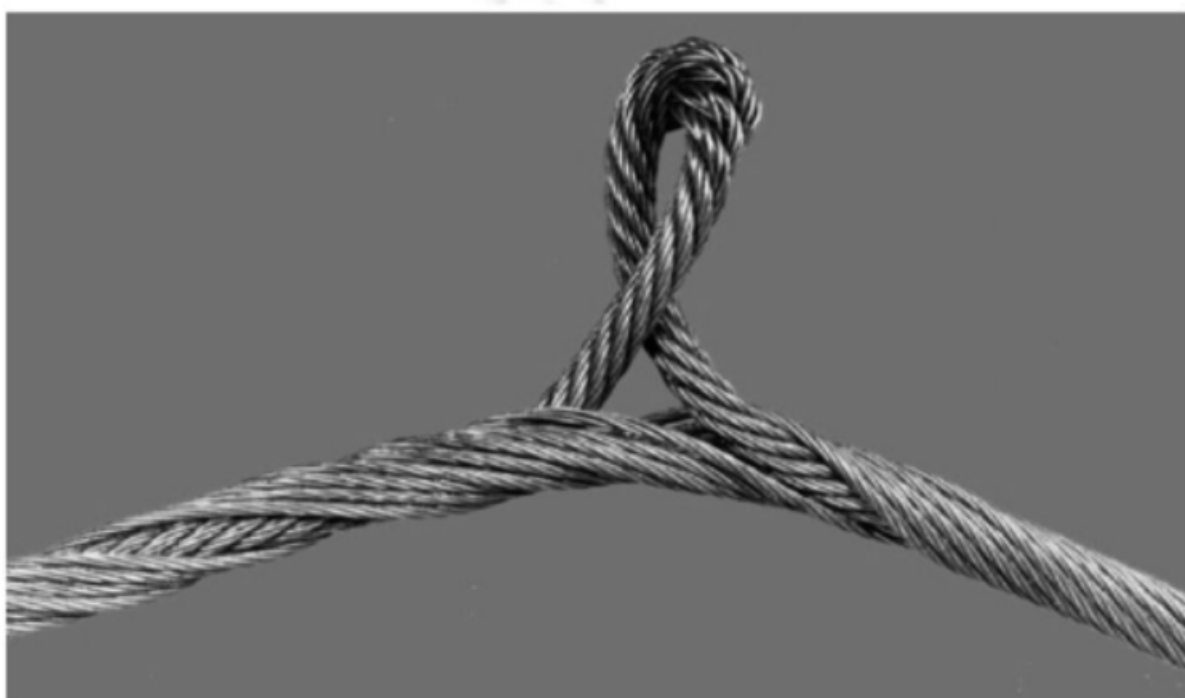


图 B.12 阻旋转钢丝绳的内层绳芯突出



图 B.13 绳股突出或扭曲



图 B.14 钢丝突出

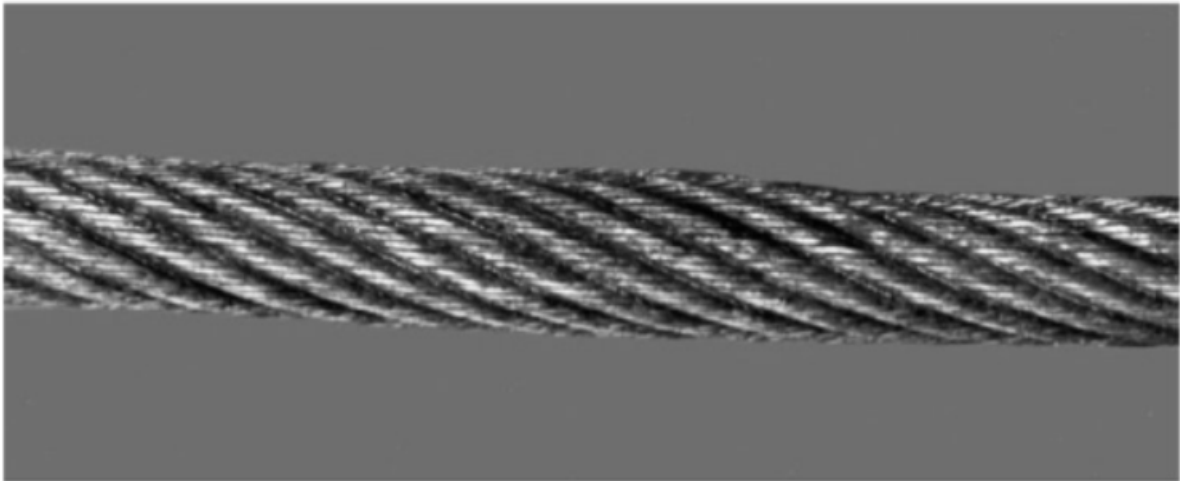


图 B.15 绳芯扭曲引起的钢丝绳直径局部增大



图 B.16 局部扁平(弯曲型)

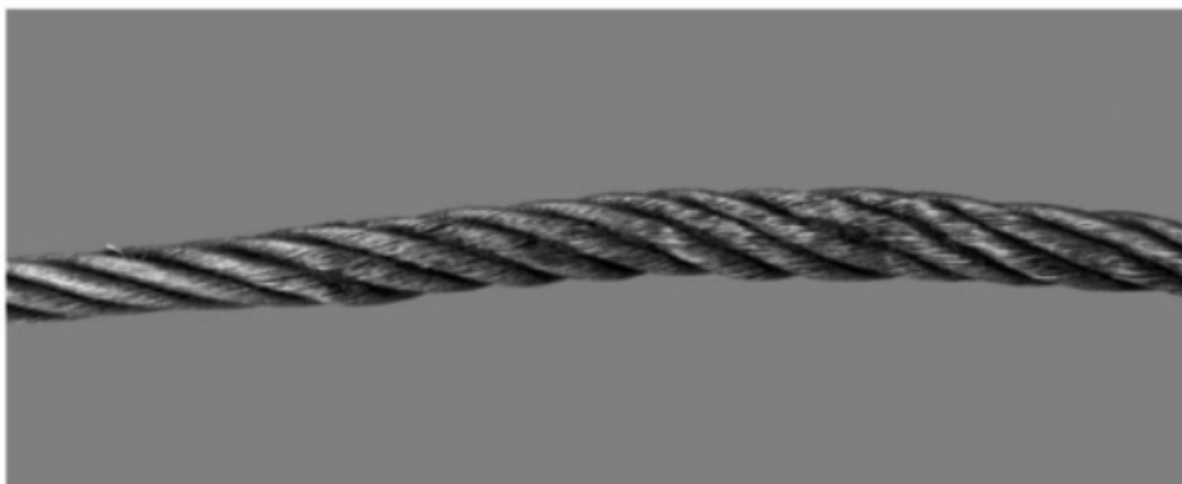


图 B.17 局部扁平(平直型)



图 B.18 扭结(正向)

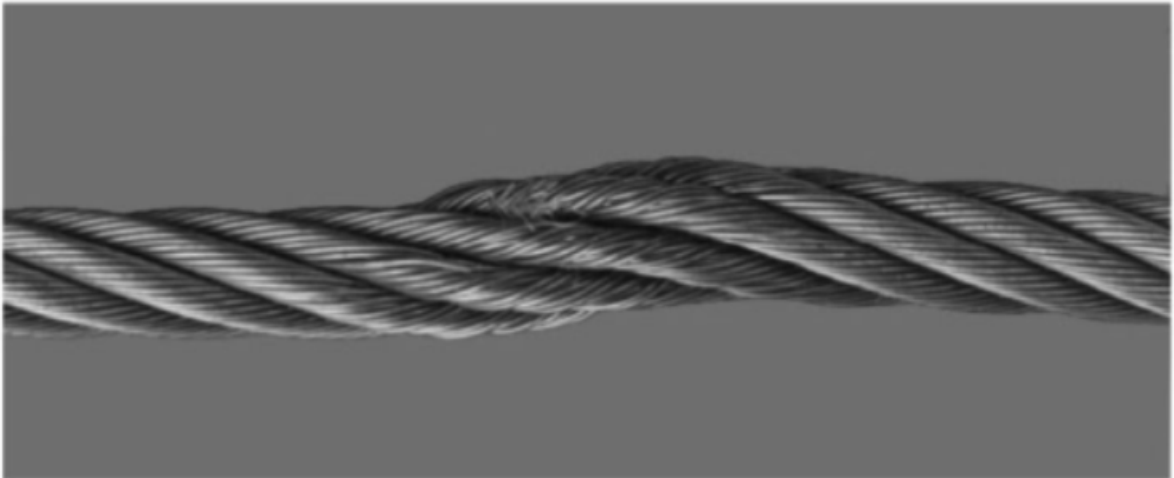


图 B.19 扭结(反向)



图 B.20 扭结

附录 C  
(资料性)  
MRT 的报废基准

C.1 局部缺陷(LF)

为了计算断丝引起的金属横截面积损失,宜确定断丝的实际直径。如果无法做到,计算时可考虑钢丝绳中钢丝的最大钢丝直径(不包括填充钢丝)。局部缺陷(LF)引起的金属横截面积损失与钢丝绳结构无关。能从表 C.1 中读取长度超过  $6d$  或  $30d$  范围内的金属横截面积损失的报废值。

表 C.1 LF-MRT 报废基准——所有钢丝绳结构的最大允许金属横截面积损失

类型	金属横截面积损失/%
$6d$ 长度范围内	6
$30d$ 长度范围内	10
$d$ 为钢丝绳的公称直径。	

根据 6% 的金属横截面积损失确定最大断丝数( $N$ )的计算如下:

$$N = \phi \cdot A \cdot 4 / (\pi \cdot \delta_{\max}^2)$$

式中:

$\phi$  ——金属横截面积的最大允许总损耗(当超过  $6d$  长度范围内时为 6%);

$A$  ——钢丝绳的金属横截面积(来自试验合格证);

$\delta_{\max}$ ——最大直径钢丝的直径。

例如,金属横截面积为  $240\text{ mm}^2$ 、最大钢丝直径为  $1.45\text{ mm}$  的阻旋转钢丝绳 RCN 23-2,则  $6d$  时允许的最大断丝数( $N$ )为 9 根。

注:如果钢丝绳的实际金属横截面积值未知,则能使用 ISO 2408 中列出的金属横截面积系数进行计算。

C.2 金属横截面积损失(LMA)

为了确定由于金属横截面积损失(LMA)造成的报废,首先确定钢丝绳的原始金属横截面积。从 MRT 测量系统读取的金属横截面积损失与钢丝绳结构无关。表 C.2 给出了  $30d$  长度范围内金属横截面积损失的最大报废值。

表 C.2 LMA-MRT——所有钢丝绳结构的最大允许金属横截面积损失

类型	金属横截面积损失/%
长度超过 $30d$	10
$d$ 为钢丝绳的公称直径。	

**附 录 D**  
**(资料性)**  
**对钢丝绳进行内部检验**

**D.1 总则**

当主管人员决定对使用中的钢丝绳进行内部检验,而现场不能执行 MRT 时,检验工作宜极其小心地进行,防止对钢丝绳造成永久性的损伤和/或畸形。实际上,与在空中向上展开相比,将钢丝绳在地面展开更容易进行检验。

并不是所有的类型和尺寸的钢丝绳都能充分地打开作内部状态的检验。

由于内部检验通常是通过检验位置的外观迹象来判断钢丝绳内部状况的,所以往往受到检验位置的限制。内部检验宜在钢丝绳完全不受拉力的状态下实施。

**注:**通过对被更换的报废钢丝绳作详细检查,可以获得钢丝绳劣化的相关经验,包括散开绳股暴露其内部元件,而这些元件在钢丝绳使用过程的检验是看不到的。偶然还会发现比在日常例行检查过程中设想的情况更严重,有时钢丝绳甚至会达到濒临断裂的程度。

**D.2 检验步骤**

**D.2.1 钢丝绳的一般检验**

用两个夹具将钢丝绳夹紧,并注意夹具之间的间距[见图 D.1a)]。夹具的钳口宜满足下列要求:

- a) 钳口尺寸能够夹紧钢丝绳且不会使其畸形;
- b) 钳口材料保证在不打滑、不损伤钢丝绳的前提下,将钢丝绳打开。

钳口宜采用皮革之类的材料制造,并采用整体嵌入式结构。

沿着与钢丝绳捻向相反的方向转动夹具,外层股就会散开并与绳芯分离或脱离钢丝绳中心,但要确保绳股不会过度移位。

在钢丝绳稍微打开的时候,用 T 形针(用螺丝刀改制)之类的小探针,将可能妨碍观察钢丝绳内部的润滑脂和杂物清除。

宜观察以下各项:

- 腐蚀程度;
- 钢丝上的凹痕(源于挤压或磨损);
- 外层股和绳芯及绳中心区域出现的断丝(可能不太容易看到);
- 内部润滑状态。

合上钢丝绳前,宜为打开的绳段涂抹润滑剂。

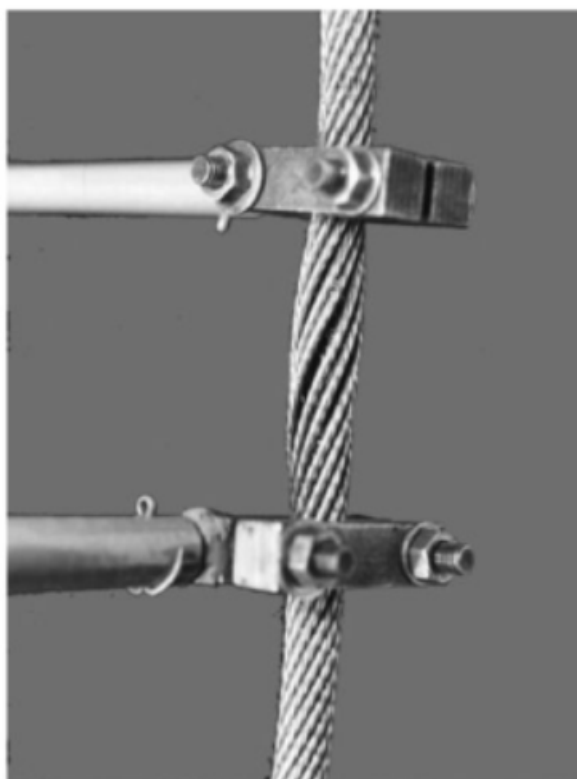
宜用力平缓地转动夹具,将钢丝绳合上,确保外层股能够环绕绳芯或绳中心正确复位。通常需要使钳口恰好回到初始位置。

拆下钳口后,在允许起重机恢复正常使用前,宜对受检部位及附近区域涂敷润滑剂。

**D.2.2 绳端固定装置附近的钢丝绳区段的检验**

在钢丝绳端部、靠近绳端固定装置处的位置上,只要一个夹具就够了,绳端固定装置或者一根合适地穿过绳端固定装置端部的拴杆,一般能够保证固定[见图 D.1b)]。

其内部检验宜按 D.2.1 的要求实施。



a) 钢丝绳的连续区段(零张力)



b) 钢丝绳端部、靠近绳端固定装置处(零张力)

图 D.1 内部检验







E.3 钢丝绳电磁检验报告

检查详细信息			
起重机概况：		日期：	
起重机位置：		检验员：	
用途：		检验长度：	
仪器详细信息			
使用仪器：			
数据记录：		金属头：	
传感器：		速度：	
钢丝绳详细信息			
钢丝绳规格：			
公称直径：		制造商：	
结构：		安装：	
上次测试：		原始证书：	
开始——绳端：		结束——绳端：	
评述： LMA 迹线： LF 迹线： 主管人员姓名： 签名：			

## 附录 F

(资料性)

## 关于钢丝绳劣化和报废基准的实用资料

## F.1 断丝

断丝分为以下几种情况。

## a) 一般情况——随机分布

在单层股(例如,六股和八股钢丝绳)和平行捻密实型钢丝绳经过钢制滑轮的情况下,断丝通常沿钢丝绳随机地出现在绳股的顶部,即外层股的外表面。这种断丝常常与外部磨损区域有关。在阻旋转型钢丝绳的情况下,大部分断丝可能出现在内部,而且在目测检查时很难发现。因此,阻旋转钢丝绳的允许可见断丝数少于单层股钢丝绳和平行捻密实钢丝绳,见表 3 和表 4,根据 MRT 检测判定,在没有任何可见外部断丝的情况下,内部可能发生大量的断丝。相应地,建议使用 MRT 检测阻旋转钢丝绳结构(特别是由三层或三层以上股绳组成的钢丝绳,使用夹具等进行内部检查是无效的)。

弯曲疲劳作为主要劣化模式时,钢丝绳是在经历了一定的工作循环次数以后才开始出现断丝的。随着工作时间的推移,断丝数量逐渐增加,建议定期严格检查并记录发现的断丝数,掌握断丝增加的速率,为确定下一次定期检查的日期提供依据。

## b) 交叉重叠区域(多层缠绕)

在起重设备卷筒上多层缠绕的钢丝绳,预期的主要劣化模式为发生在交叉重叠区域的断丝和畸形。试验和经验都证明:与只经过滑轮的钢丝绳区段相比,这些区域的钢丝绳的性能会急剧降低。在钢丝绳定期检查过程中,这些区域成了主管人员关注的焦点。

## c) 区域性

当断丝呈现区域性分布或集中出现在某一绳股时,很难给出允许断丝数的准确数值。有时,区域性断丝会以捻距为间隔重复出现,起始点通常是在局部磨损的区域。在这种情况下,允许断丝数由主管人员确定,但小于表 3 和表 4 规定的数值。

## d) 股沟断丝

一根股沟断丝有可能是内部劣化的征兆,因此需要对该区段钢丝绳进行严格的检查。尤其是对于小尺寸的钢丝绳,使其脱离正常位置后在无张力的状态下弯曲,有时会看到断丝。如果一个捻距内出现两根或更多的股沟断丝,认为绳芯或钢丝绳中心已经不能充分地支持外层绳股。在这方面对钢丝绳进行 MRT 检测能提供额外有用的信息。

## F.2 直径减小

外部磨损是能导致钢丝绳直径减小的原因之一。外部磨损可能是整体或是局部的,通常是由钢丝绳与滑轮或卷筒的,或上、下钢丝绳之间的压力引起的,如钢丝绳在卷筒上缠绕时的交叉重叠区域的磨损。磨损可能沿着或围绕钢丝绳表面均匀分布,也可能沿钢丝绳的一侧发生。如果磨损不均匀,宜查明原因,如有可能,还要采取纠正措施。

更显著的磨损通常出现在载荷加速或减速时与滑轮绳槽和卷筒绳槽相接触的钢丝绳区段。

润滑不足或不正确,以及具有磨蚀作用的灰尘和沙土的存在都可能影响到磨损速度。

除了上述明显可见的劣化模式外,钢丝绳直径的减小也可能由一种或多种内部原因导致,例如:

## a) 内部磨损和钢丝凹痕;

## b) 由钢丝绳内部相邻绳股和钢丝之间的摩擦导致的内部磨损,特别是钢丝绳受弯时;

- c) 纤维芯的劣化或钢芯的断裂；
- d) 阻旋转钢丝绳内层股的断裂。

由于磨损导致了钢丝绳金属截面积减小，钢丝绳的强度也会随之降低。在这方面对钢丝绳进行 MRT 检测能提供额外有用的信息。

### F.3 腐蚀

腐蚀特别容易发生在海洋环境和工业污染的大气环境中，腐蚀不仅会减小金属截面积导致钢丝绳的强度降低，还会引起不规则表面导致应力裂纹扩展，进而加速疲劳。严重腐蚀还可能导致钢丝绳的弹性降低。

内部腐蚀比外部腐蚀更难发现，但是它们常常同时发生。内部腐蚀在钢丝绳的目测检查时常常不是很明显，如果发现疑点，由主管人员对钢丝绳进行内部检查。在这方面对钢丝绳进行 MRT 检测能提供额外有用的信息。

### F.4 畸形和损伤

畸形和损伤分为以下几种情况。

#### a) 波浪形

波浪形是钢丝绳在有载荷或无载荷作用时，其纵向轴线呈螺旋状的一种畸形。波浪形可能导致钢丝绳强度降低，产生不正常的附加应力，增加不正常的磨损和过早地出现断丝。严重时，波浪形还能影响与钢丝绳相关部件的正常工作，如滑轮轴承、滑轮绳槽、导向装置和卷筒。

#### b) 篮形或笼状畸形

篮形或者笼状畸形，也称为“鸟笼”状畸形，是由于钢丝绳绳芯和外层绳股之间的长度差异而产生的。能形成这种畸形的原因有多种，例如：

- 1) 当钢丝绳以很大的偏角经过滑轮或进出卷筒时，首先与滑轮或卷筒绳槽的边缘接触，然后滚进绳槽底部。这个过程会使绳股松散，而外层绳股的松散程度要比钢丝绳绳芯大，造成了它们之间的长度差异。
- 2) 当滑轮绳槽的槽底直径过小时，钢丝绳经过滑轮时就会受到挤压。在受到挤压的钢丝绳直径变小的同时，钢丝绳的长度就会增加。由于钢丝绳外层绳股的压缩和伸长程度都比绳芯大，所以这种作用过程也会造成它们之间的长度差异。

在以上两种情况下，滑轮和卷筒会导致外层股松散、改变原来的位置，将这种长度差异“赶”到缠绕系统内钢丝绳的某一位置，形成笼状畸形。

#### c) 绳芯或绳股突出

这是篮形或笼状畸形的一种特殊形式，是钢丝绳失衡的结果，具体表现为：阻旋转钢丝绳的绳芯或中心绳从外层股之间突出，钢丝绳外层股或绳芯股的突出。

#### d) 钢丝突出

钢丝突出是指分散或聚集的钢丝从钢丝绳中突出，通常是在钢丝绳上与滑轮槽接触面的背面，以钢丝环的形式突出。

#### e) 绳径增大

这种现象常常与绳芯的状态变化有关，如纤维芯吸潮后的膨胀或钢丝绳内腐蚀碎屑的聚集。在这方面，对钢丝绳进行 MRT 检测可以提供额外有用的信息。

#### f) 局部扁平

钢丝绳扁平的部位经过滑轮，会很快劣化，出现断丝并对滑轮构成潜在危害。

#### g) 热或电弧损伤

受到异常热影响的钢丝绳区段，有时能通过钢丝绳的颜色变化发现，例如，“发蓝”效应。在这

方面,对钢丝绳进行 MRT 检测能提供其他有用的信息。

h) 弹性降低

在某些情况下,畸形和损伤与工作环境有关,钢丝绳会经受实质性的弹性降低,致使不能继续使用。这种现象通常很难被发现,但会伴随下列情况发生:

- 1) 钢丝绳直径减小;
- 2) 钢丝绳长度增加;
- 3) 绳股之间、钢丝之间的间隙减小;
- 4) 绳股之间、钢丝之间的凹处出现褐色的细粉末(摩擦腐蚀的迹象);
- 5) 钢丝绳在使用时有明显的僵硬感,即使还没有可见断丝,直径减小量也比钢丝间的单纯磨损产生的直径减小量大。

附 录 G

(资料性)

钢丝绳状态和劣化程度的综合影响评价——方法之一

G.1 总则

虽然断丝是钢丝绳报废的常见原因,但劣化通常是多种因素综合影响的结果。例如,钢丝绳可能在反复经过滑轮遭受断丝和磨损的同时还会由于在海洋环境下工作而受到腐蚀。

因此,主管人员宜做如下工作:

- a) 考虑不同的劣化模式,特别是当它们发生在钢丝绳的同一位置时;
- b) 对不同劣化模式的综合影响作总体评价;
- c) 确定钢丝绳是否可以继续安全使用,如果能够继续使用,是否需要修改检验和报废规则的相关条款。

以下是一种确定综合影响的方法。

- 检验并记录每种独立劣化模式的类型和数量,例如,在  $6d$  长度范围内的断丝数、以毫米为单位的直径减小量以及腐蚀程度等等。
- 评价每种独立劣化模式的严重程度。严重程度可以表示为独立报废基准的百分比,例如,如果发现的允许断丝数达到独立报废基准的 40%,就表示趋于报废的等级为 40%。严重程度分级也可以用文字表示为轻度、中度、高度、严重、报废。
- 当多种独立的劣化模式出现在同一区域时,可将该区域上各种独立的劣化级别相加,将严重程度表示为综合百分比,或对综合严重程度做出评价,将程度分级用文字表示,如轻度、中度、重度、严重、报废。
- 如果 MRT 检测到的断丝数量大于目测检查检测到的断丝数量,则需考虑 MRT 检测到的断丝数量的综合影响。

注 1: 本章给出的“综合影响”评价方法中,假设劣化是渐进式的,而不是突发式的。如果综合分级是由两或三个更普通的独立劣化模式平均分担的结果(如 40%来自断丝、40%来自直径减小),则认为其严重程度不如任意给定区段上单一作用的劣化模式高(如 80%来自断丝,很少有直径减小和腐蚀)。

注 2: 直径均匀减小的分级不适用于钢丝绳在卷筒上多层缠绕的区段和挤压形式的劣化,以及与钢丝畸形和断丝相关的劣化,如交叉重叠区域的劣化。

注 3: 本章给出的“综合影响”评价方法,提供了一种确定钢丝绳的特殊区段总体状态等级的简单方法。其他同样可接受的方法,能由主管人员根据其检测类似起重机上的类似钢丝绳的经验,自己开发、应用。

G.2 示例(见表 G.1)

以下六个例子帮助理解“综合影响”法的应用:

示例 1: 直径为 22 mm 的  $6\times 36WS-IWRC$  sZ 型钢丝绳,用于起重葫芦(工作级别 M4),单层缠绕。

根据表 3,表示报废的外部钢丝断丝数,在  $6d$  长度范围内是 9 根,在  $30d$  长度范围内是 18 根。因此,如果在  $6d$  长度范围内发现 2 根断丝,但在  $30d$  长度范围内没超过 18 根,则对应的单一模式劣化的严重程度等级为 20%。

根据表 5,从参考直径算起的直径均匀减小量的报废基准为公称直径的 7.5%,等于 1.65 mm。如果参考直径是 22.6 mm,检测时的测量直径为 21.8 mm,则直径减小表示为公称直径的百分比是:  
 $[(22.6-21.8)/22]\times 100\%=3.6\%$ 。从表 5 得到严重程度等级为 20%。

如果在本例中提到的这些劣化发生在钢丝绳的同一部位,它们就能综合,综合后的严重程度等级

为 40%。

示例 2: 直径为 22 mm 的 18×7-WSC sZ 型钢丝绳, 用于起重葫芦(工作级别 M4), 单层缠绕。

根据表 4, 表示报废的外部钢丝断丝数, 在 6d 长度范围内是 2 根, 在 30d 长度范围内是 4 根。如果在 6d 长度范围内发现 1 根断丝, 但在 30d 长度范围内没超过 4 根, 则对应的单一模式劣化的严重程度等级为 50%。

根据表 5, 从参考直径算起的直径均匀减小量的报废基准为公称直径的 5%, 等于 1.10 mm。如果参考直径是 22.6 mm, 检测时的测量直径为 21.8 mm, 则直径减小表示为公称直径的百分比是:  $[(22.6-21.8)/22] \times 100\% = 3.6\%$ 。从表 5 得到严重程度等级为 60%。

如果在本例中提到的这些劣化发生在钢丝绳的同一部位, 它们就能综合, 综合后的严重程度等级为 110%(即: 报废)。

示例 3: 直径为 22 mm 的 6×25F-IWRC zZ 型钢丝绳, 用于履带起重机的臂架起升(工作级别 M4), 多层缠绕。

根据表 3, 在交叉重叠区域表示报废的外部钢丝断丝数, 在 6d 长度范围内是 10 根。如果在交叉重叠区域 6d 长度范围内发现 7 根断丝, 但在 30d 长度内没超过 20 根, 则对应的劣化严重程度等级为 70%(即: 重度)。

由于在交叉重叠区域不考虑直径减小, 严重程度等级的最终结果为 70%。

示例 4: 直径为 22 mm 的 18×19-WSC zZ 型钢丝绳, 用于流动式起重机的起升机构(工作级别 M4), 多层缠绕。

根据表 4, 在交叉重叠区域表示报废的外部钢丝断丝数, 在 6d 长度范围内是 8 根。如果在交叉重叠区域 6d 长度范围内发现 4 根断丝, 但在 30d 长度内没超过 16 根, 则对应的劣化严重程度等级为 50%(即: 中度)。

由于在交叉重叠区域不考虑直径减小, 严重程度等级的最终结果为 50%。

示例 5: 22 mm 直径 8×K26WS - IWRC sZ 钢丝绳, 在高架起重机(M4 级)上运行, 在单层卷筒上缠绕。

从表 C.1 可以看出, 6d 时金属横截面积的最大允许损耗为 6%, 30d 时为 10%。

从表 3 可以看出, 表示报废的外部钢丝断丝数, 在 6d 长度范围内是 9 根, 在 30d 长度范围内是 18 根, 在 MRT 检测中发现的断丝相当于 30d 长度范围内金属横截面积损失的 5%, 但没有外部断丝。因此, 应考虑 MRT 标准, 这相当于严重程度等级为 50%。

根据表 C.2, 30d 长度范围内金属横截面积的最大允许损失为 10%。因此, 如果发现 0% 的腐蚀, 则相当于严重程度等级为 0%。

从表 5 可以看出, 从参考直径算起的直径均匀减小量的报废基准为公称直径的  $7.5\% = 1.65$  mm。因此, 如果参考直径为 22.6 mm, 检查时测得的直径为 21.7 mm, 则直径减少量表示为公称直径的百分比是:  $[(22.6-21.7)/22] \times 100 = 4\%$ 。从表 5 中得到, 这相当于严重程度等级为 20%。

注: 如果本例中提到的劣化量同时发生在钢丝绳的同一位置, 则可以将它们合并, 得出的严重程度等级为 70%(重度)。

示例 6: 直径 70 mm 的 35×7-WSC sZ 钢丝绳, 在回转式海洋起重机(M4 级)上操作, 并在多层卷筒上缠绕。

从表 C.1 看出, 6d 时金属横截面积的最大允许损耗为 6%, 30d 时为 10%。

从表 4 看出, 表示报废的外部钢丝断丝数, 在 6d 长度范围内是 5 根, 在 30d 长度范围内是 10 根。

MRT 发现断丝相当于 30d 长度范围内金属横截面积损失的 5%, 相当于 50% 的报废标准; 目测检查发现 30d 长度范围有 3 处外部断丝, 相当于 30% 的报废标准。因此, 只准许考虑 MRT 标准, 相当于严重程度等级为 50%。

根据表 C.2, 30d 长度范围内金属横截面积的最大允许损失为 10%。因此, 如果发现 6% 的腐蚀, 则相当于严重程度等级为 60%。

注: 如果本例中提到的劣化量同时发生在钢丝绳的同一位置, 则能将它们合并, 得出的严重程度等级为 110%(报废)。

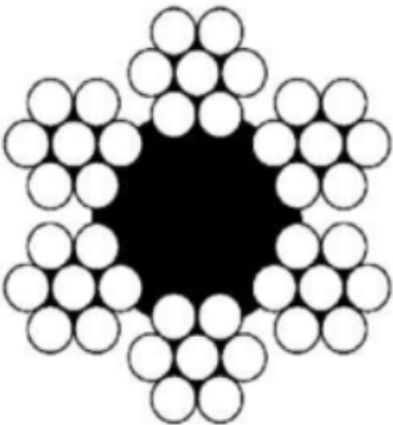
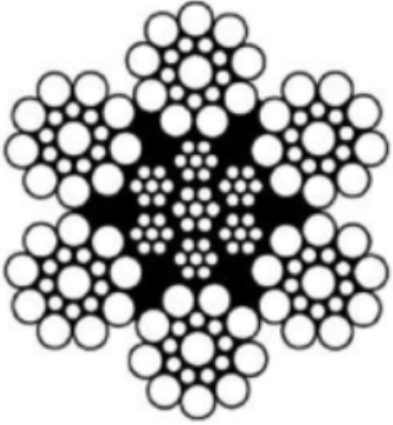
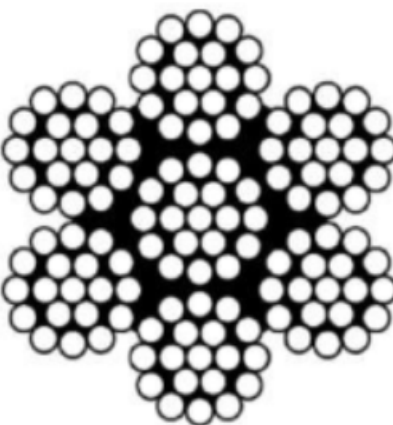
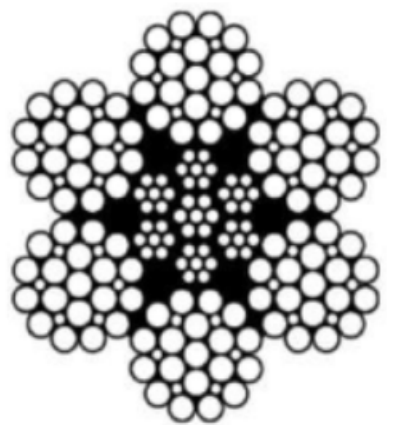
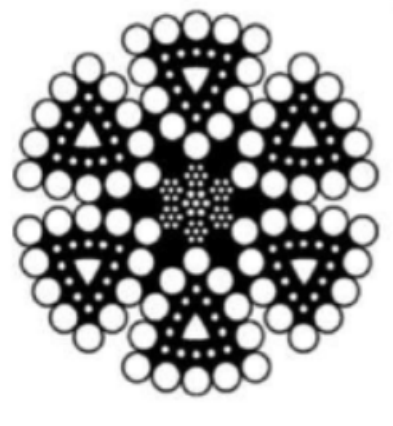
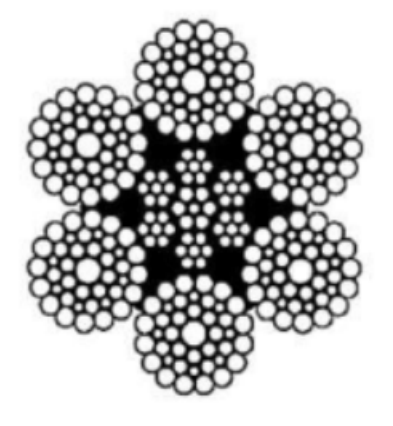
表 G.1 严重程度分级举例

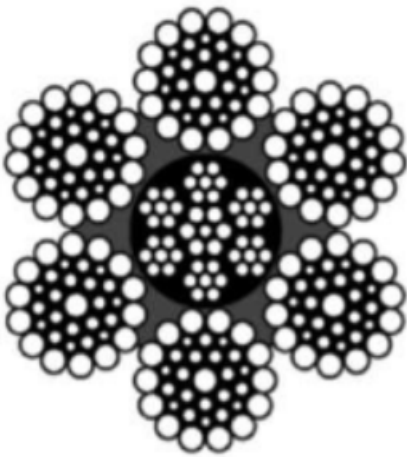
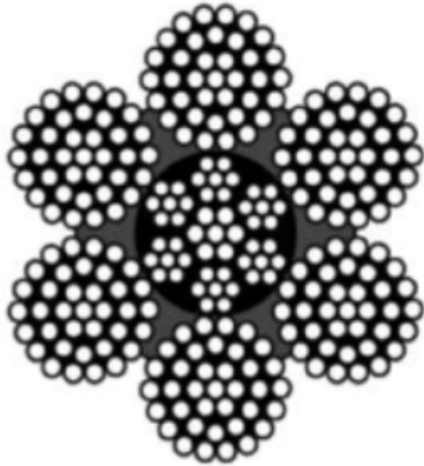
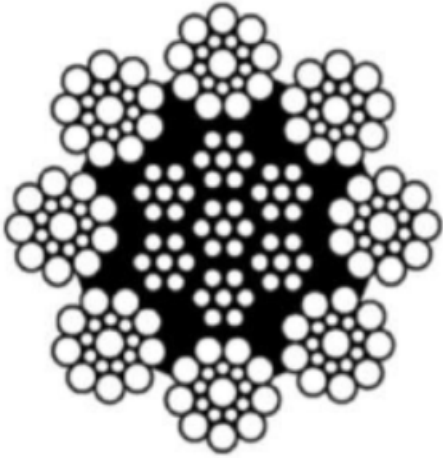
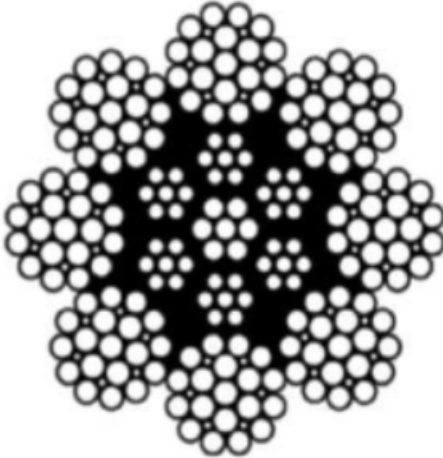
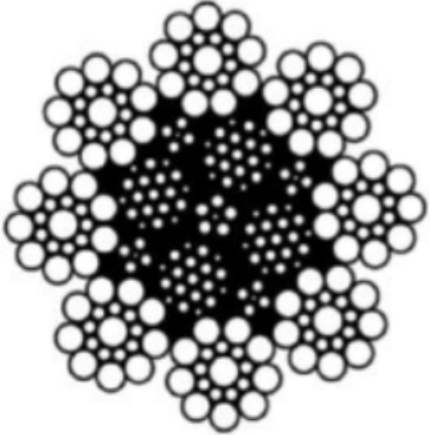
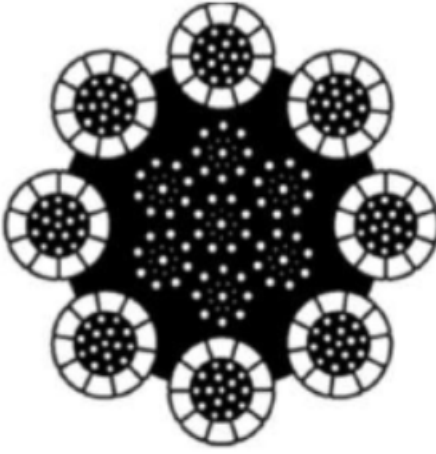
序号	单一劣化模式的严重程度级别 %					综合严重 程度级别 %	说明
	断丝		直径减小*	腐蚀			
	目测	MRT LF		外部	MRT MLA		
1	0	—	20	20	—	40	安全
2	20	—	20	0	—	40	安全
3	20	—	20	20	—	60	安全
4	40	—	20	20	—	80	增加检验频率
5	40	—	40	0	—	80	增加检验频率
6	0	—	80	0	—	80	如果直径减小的主要原因 为外部腐蚀,考虑报废
7	60	—	0	0	—	60	增加检验频率(特别是断 丝检验)
8	60	—	20	0	—	80	增加检验频率(特别是断 丝检验)并准备更换
9	20*	20	20	20*	20	60	安全
10	10	30*	20	20*	20	70	增加检验频率
11	20*	20	20	10	30*	70	增加检验频率
12	10	30*	20	10	30*	80	增加检验频率
13	0	30	20	0	30*	80	增加检验频率
带星号的数字,例如,30*,表示要选用两种检测方法中的其中一个进行判定。							
* 只有经过钢制滑轮或单层缠绕卷筒的钢丝绳才考虑。							

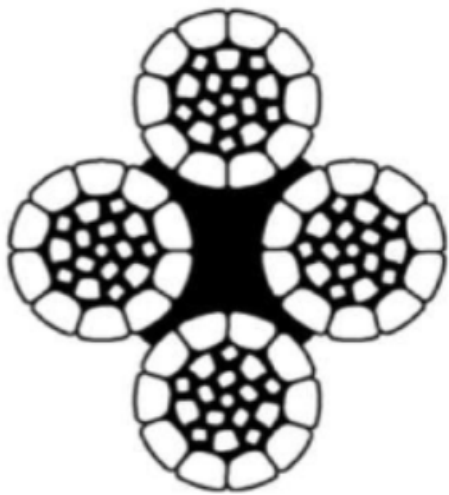
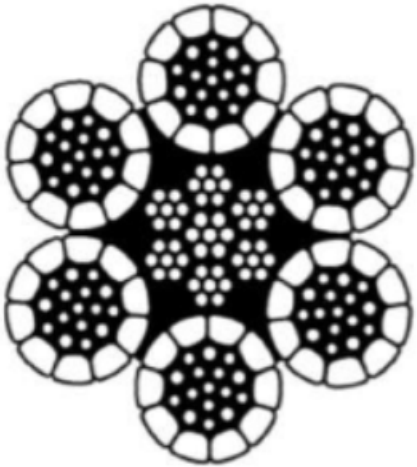
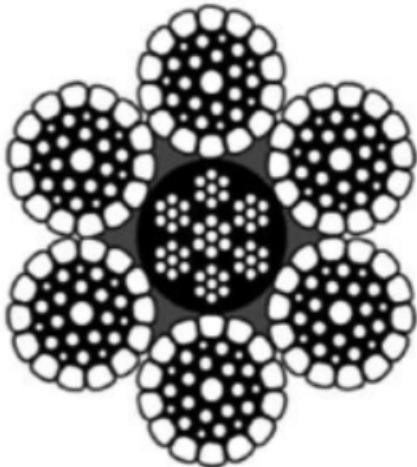
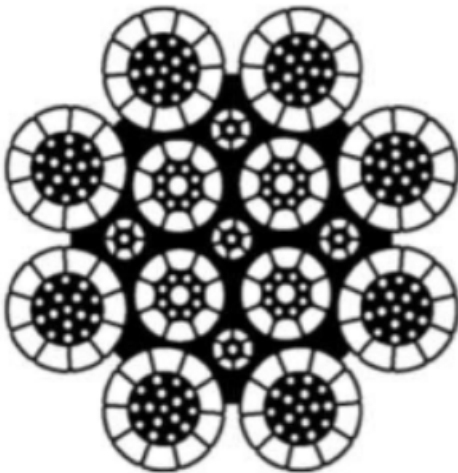
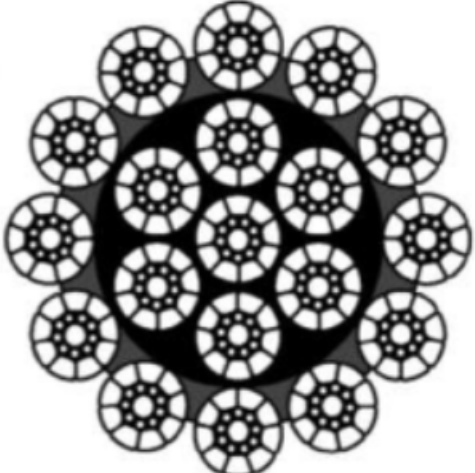


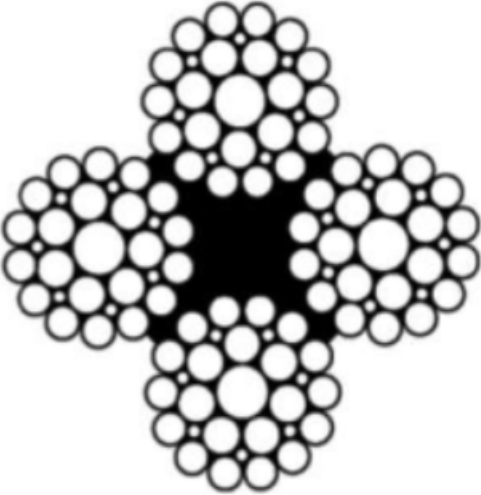
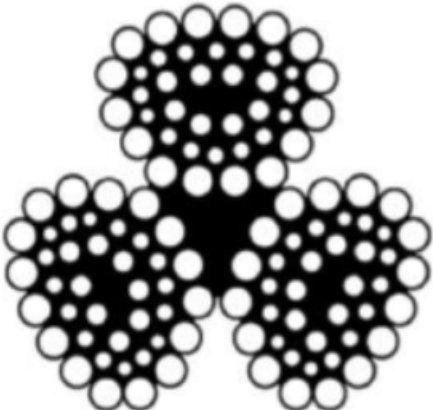
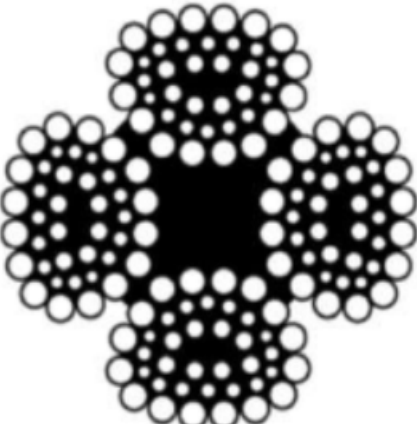
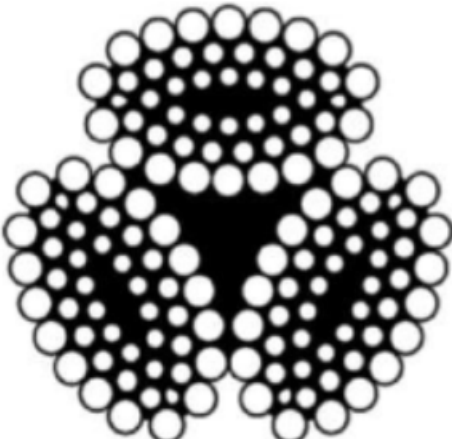
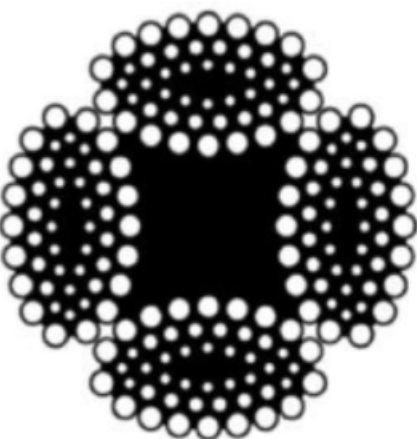
附录 H  
(资料性)

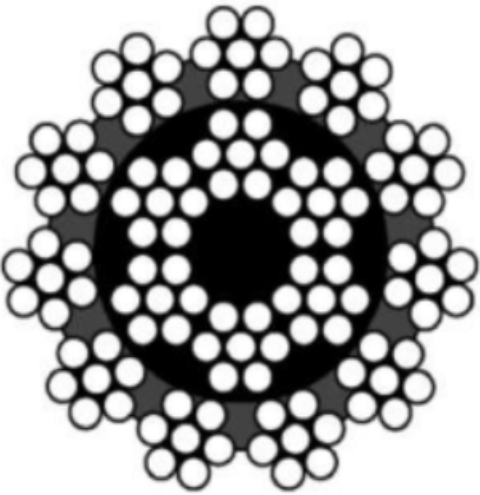
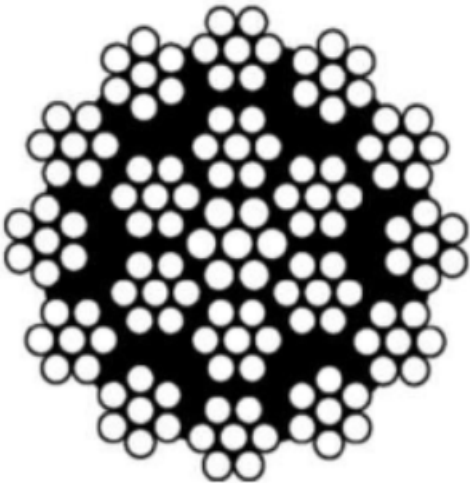
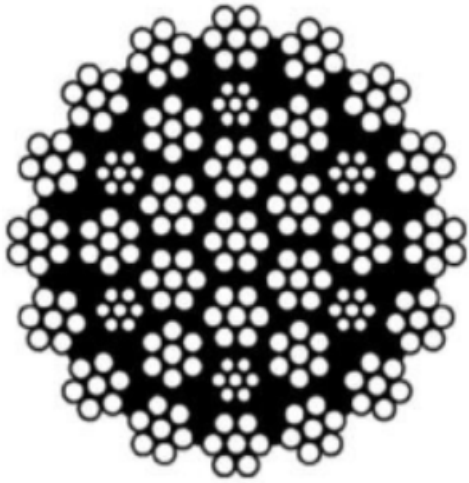
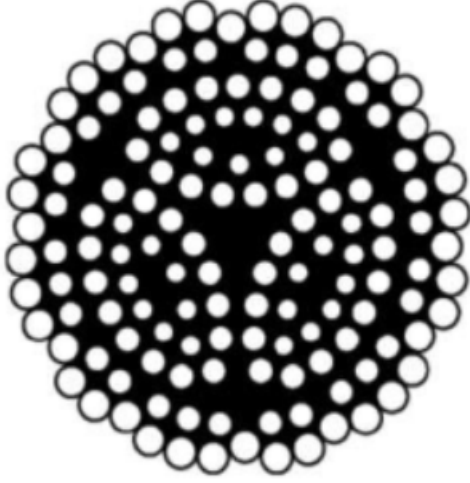
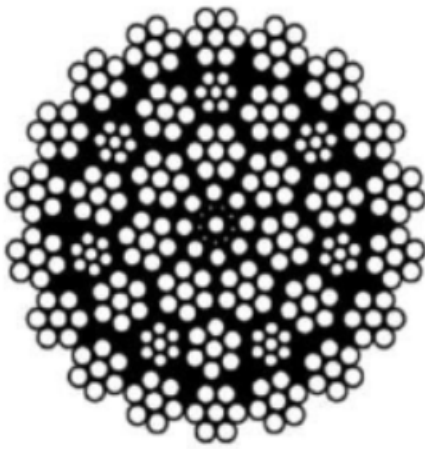
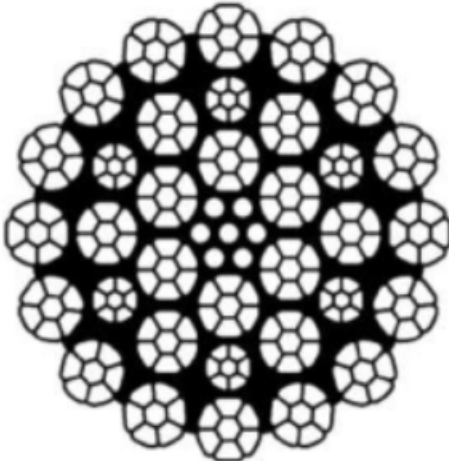
钢丝绳类别编号(RCN)及对应截面示例

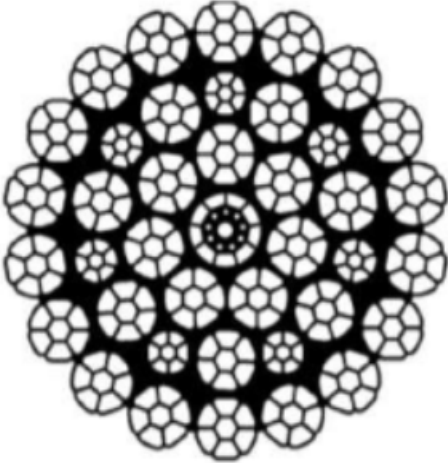
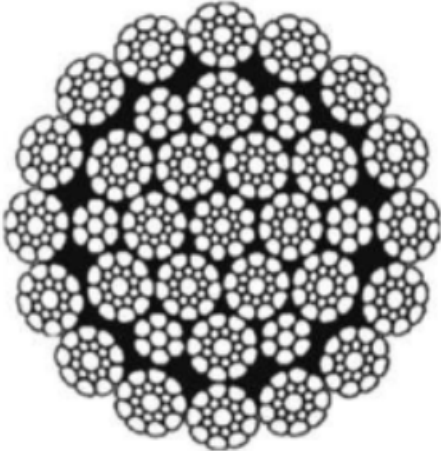
<p>结构:6×7-FC 单层股</p>  <p>RCN,01</p>	<p>结构:6×19S-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN,02</p>
<p>结构:6×19M-WSC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN,04</p>	<p>结构:6×25F-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN,04</p>
<p>结构:6×25TS-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN,04</p>	<p>结构:6×36WS-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN,09</p>

<p>结构:6×41WS-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN.11</p>	<p>结构:6×37M-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN.10</p>
<p>结构:8×19S-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN.04</p>	<p>结构:8×25F-IWRC 单层股钢丝绳</p>  <p>RCN.06</p>
<p>结构:8×19S-PWRC 平行捻密实钢丝绳</p>  <p>RCN.04</p>	<p>结构:8×K26WS-IWRC 单层压实股钢丝绳</p>  <p>RCN.09</p>

	<p>结构:4×K26WS 单层股钢丝绳/压实股阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.22</p>
<p>结构:6×K26WS-IWRC 单层压实股钢丝绳</p>  <p>RCN.06</p>	<p>结构:6×K36WS-IWRC 单层压实股钢丝绳</p>  <p>RCN.09</p>
<p>结构:8×K26WS-PWRC 压实股平行捻密实钢丝绳</p>  <p>RCN.09</p>	<p>结构:18×K19S-WSC 或 19×K19S 压实股阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.26</p>

	<div>结构:4×29F 单层股钢丝绳/4×29F 阻旋转钢丝绳</div>  <div>RCN.21</div>
<div>结构:K3×40 单层压实(锻打)钢丝绳/压实(锻打)阻旋转钢丝绳</div>  <div>RCN.22</div>	<div>结构:K4×40 单层压实(锻打)钢丝绳/压实(锻打)阻旋转钢丝绳</div>  <div>RCN.22</div>
<div>结构:K3×48 单层压实(锻打)钢丝绳/压实(锻打)阻旋转钢丝绳</div>  <div>RCN.22</div>	<div>结构:K4×48 单层压实(锻打)钢丝绳/压实(锻打)阻旋转钢丝绳</div>  <div>RCN.22</div>

<p>结构:17×7-FC 阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.23-1</p>	<p>结构:18×7-WSC 或 19×7 阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.23-1</p>
<p>结构:34(W)×7-WSC 或 35(W)×7 阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.23-2</p>	<p>结构:12×P6;3×Q24 阻旋转钢丝绳(典型)</p>  <p>RCN.23-1</p>
<p>结构:39(W)×7-WSC 阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.23-3</p>	<p>结构:34(W)×K7-WSC 压实股阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN.23-2</p>

<p>结构:39(W)×K7-KWSC 压实股阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN,23-3</p>	<p>结构:34(W)×K19-WSC 压实股阻旋转钢丝绳</p>  <p>RCN,30</p>
---	--

## 附录 I

(资料性)

### 外部腐蚀

图 I.1~图 I.4 能作为外部腐蚀评价和划分级别的指南。

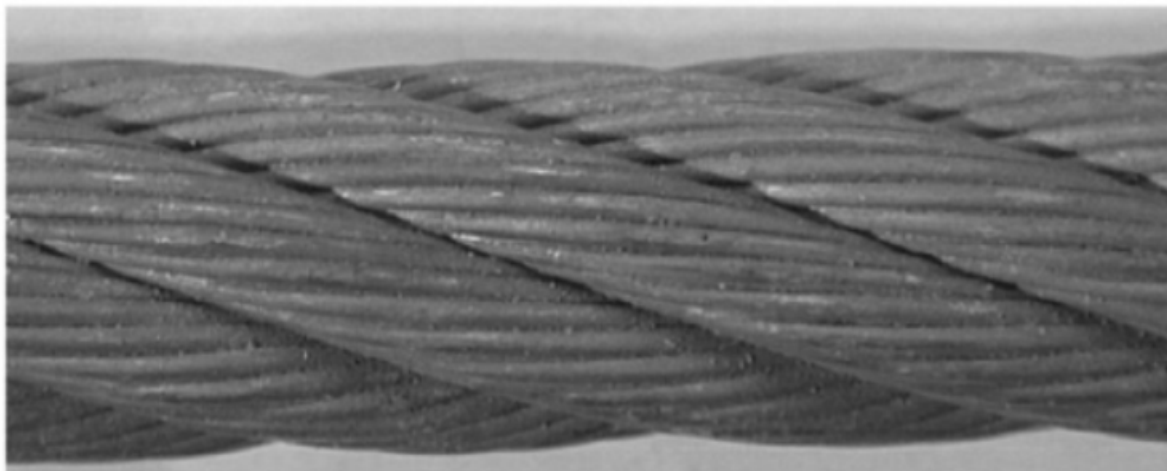


图 I.1 表面氧化的开始,呈浅表性,能擦干净——趋于报废的严重程度级别 0%



图 I.2 钢丝表面手感粗糙,普通的表面氧化——趋于报废的严重程度级别 20%

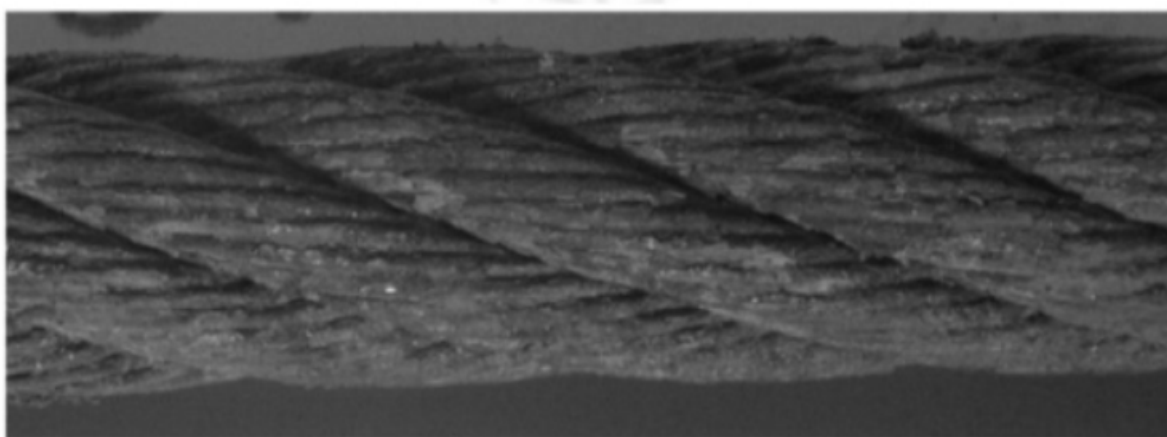


图 I.3 氧化严重影响了钢丝表面——趋于报废的严重程度级别 60%

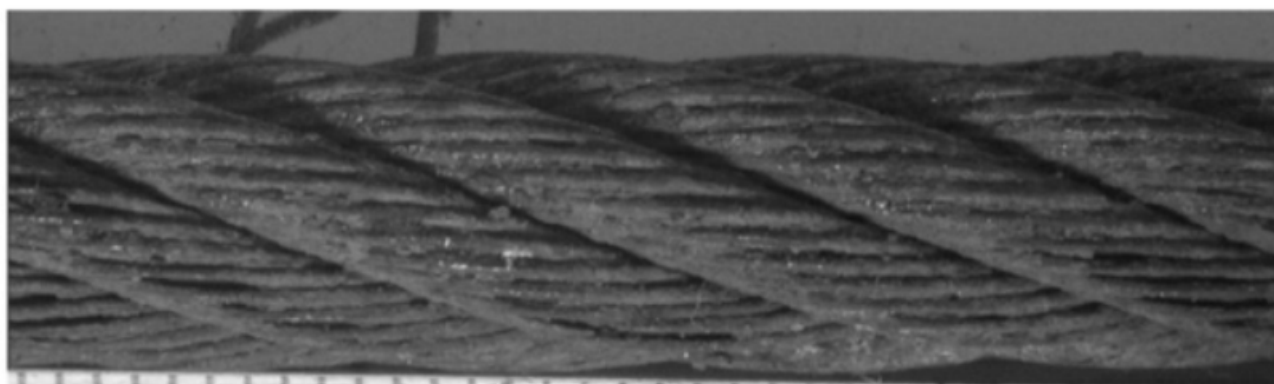


图 1.4 表面有严重凹坑, 钢丝非常松弛, 钢丝之间出现间隙——立即报废



### 参 考 文 献

- [1] GB/T 6974.1 起重机 术语 第1部分:通用术语
  - [2] GB/T 21837—2008 铁磁性钢丝绳电磁检测方法
  - [3] ISO 2408 Steel wire ropes—Requirements
  - [4] ISO 16625 Cranes and hoists—Selection of wire ropes, drums and sheaves
  - [5] ASTM E1571 Standard Practice for Electromagnetic Examination of Ferromagnetic Steel Wire Rope
  - [6] IMCA SEL 023:2009 Guidance on Non-Destructive Examination (NDE) by Means of Magnetic Rope Testing
  - [7] EN 12927 Safety requirements for cableway installations designed to carry persons—Rope
-