

通用桥式起重机  
可靠性考核评定试验规范  
(内部使用)

JB/T 50103-1998

# 1 范围

本标准规定了通用桥式起重机可靠性考核评定指标、故障分类与判据、试验方法和考核结果评定等内容。

本标准适用于批量生产的通用桥式起重机。其他桥式起重机亦可参照使用。

# 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 3187-94 可靠性、维修性名词术语
- GB 5080.1-86 设备可靠性试验 总要求
- GB/T 14405-93 通用桥式起重机
- JB/T 7518-94 机电产品可靠性评定导则

# 3 可靠性考核指标

## 3.1 平均首次无故障工作时间

起重机出现首次故障时的累积工作时间的平均值。

$$MTTFF = \frac{1}{r} \left[ \sum_{i=1}^r t_i + \sum_{j=1}^{n-r} t_j \right]$$

式中:  $n$ ——投入试验的起重机台数;

$r$ ——发生首次故障的起重机台数;

$t_i$ ——第  $i$  台样机发生首次故障时各机构的累积工作时间;

$t_j$ ——在可靠性试验截止时,未发生故障的第  $j$  台样机各机构的累积工作时间。

注:当试验结果  $r=0$  时,  $MTTFF = 3 \sum_{j=1}^n t_j$

## 3.2 当量平均无故障工作时间

起重机相邻两次故障之间的平均工作时间。

$$MTBF = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{di}$$

式中:  $N$ ——在试验截止时间内起重机发生各类故障的总数,需按 4.3.4 的规定加权计数;

$t_{di}$ ——第  $i$  台样机各机构的累积工作时间。

注:当试验结果  $N=0$  时,  $MTBF = 3 \sum_{i=1}^n t_{di}$

## 3.3 平均修复时间

起重机故障修复时间的平均值。

$$MTTR = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} t_{ri}$$

式中:  $N_0$ ——在试验截止时间内起重机发生各类故障的总数,不需加权计数;

$t_{ri}$ ——第  $i$  次故障所需的修复时间,包括故障诊断、修理和调试时间。

### 3.4 使用可用度 ( $A_0$ )

起重机能保持其规定功能的时间比例。

$$A_0 = \frac{\text{工作时间}}{\text{工作时间} + \text{不可工作时间}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ri}}{\sum_{i=1}^n (t_{ri} + t_{ui})}$$

式中:  $t_{ui}$ ——第  $i$  台起重机不可工作时间,包括故障修复时间、预防维修时间、保障时间和管理时间。

## 4 故障分类与判据

### 4.1 故障定义

起重机的故障是指整机、部件或零件不能完成其规定功能,性能下降至规定范围以外的一切现象。

#### 4.1.1 关联故障

起重机在规定条件下使用,由于本身固有缺陷而引起的故障为关联故障。这类故障包括:起重机性能参数因达不到技术要求的规定值而造成的故障;起重机金属结构发生影响承载能力的故障;起重机各机构运动链上零部件发生影响正常运行的故障;起重机电气设备发生引起停车的故障等。

#### 4.1.2 非关联故障

起重机由于误用、维修不当或由外界因素引起的故障为非关联故障。这类故障包括:起重机操作不当引起的故障;起重机定期保养时应排除的配套设备内在缺陷造成的故障;起重机易损件达到规定寿命后造成的故障;由于非制造厂责任所违反起重机有关运输、安装、调试、运行、维护等各种规定而造成的故障。

#### 4.1.3 从属故障

由某一故障所引起的派生故障。

### 4.2 故障分类

根据起重机发生故障造成的危害程度、损坏的严重程度和修复的难易程度,将故障分为致命故障、严重故障、一般故障和轻微故障四类。

#### 4.2.1 致命故障

危及或导致人身伤亡、设备严重损坏和造成重大经济损失或导致其他不可容忍的后果。

#### 4.2.2 严重故障

起重机主要零部件或整机严重损坏、功能丧失、修理费用较高、影响较大或在短时间内无法修复,需要更换主要部件或解体才能排除。

#### 4.2.3 一般故障

起重机的一般零部件损坏,导致部分功能不能完成、修理费用中等、影响一般,在短期内可以排除。

#### 4.2.4 轻微故障

对起重机完成规定功能只有轻度影响,暂时还能保持整机正常运转、修理费用低廉、维修简单,故障可在停机保养时间内调整或排除。

### 4.3 故障判据

4.3.1 在计算起重机故障数时,只统计关联故障的次数和类别。故障模式相同、多次发生的故障,若属于关联故障,每次都应计入。若由关联故障引起的从属故障,其故障次数不计,只对引起从属故障的原故障计数,但故障分类应按其所造成的最严重后果的故障判定。

4.3.2 非关联故障不计入故障数,按产品说明书规定,需定期更换的易损件,因到期后未更换而发生障碍,也不作故障处理,但都应作记录,并在试验报告中予以说明。

4.3.3 故障分类可按附录 A (标准的附录)判定。由于起重机型式多样,故障模式繁多,如发现附录中未列入的故障模式,可根据故障分类原则,参照附录 A 中的实例来判定其类别。

4.3.4 将致命故障、严重故障、一般故障和轻微故障分别加权计数,将一般故障作为基准,故障计数 1,致命故障计数为 20,严重故障计数为 4,轻微故障计数为 0.5。加权计数后的故障数为当量故障数。

## 5 抽样方法

### 5.1 试验样机

试验样机应是定型后批量生产的产品,并符合 GB/T 14405 要求。试验样机还应是相同生产条件批量出厂的产品,要求服役履历相似。样机在实际使用中应与工作级别相符,有较高的满载率和较频繁的使用率。样机的适用环境、运行工况和操作维护应符合产品说明书或订货合同规定的要求。

### 5.2 抽样基数

为保证可靠性试验结果的置信程度,抽样基数应尽可能大,一般应不少于当年产量的 1/3,最少 10 台以上。

### 5.3 抽样方式

采取随机抽样的方法,可按抽样基数的 1/10 抽取试验样机,但至少有 3 台样机投入试验。

### 5.4 样机文件

每台样机应附有出厂合格证、出厂检验报告、安装使用说明书、随机备件清单、使用验收检测报告、样机抽样登记表等。

## 6 试验方法

### 6.1 试前准备

6.1.1 采用使用现场数据反馈分析的方法进行可靠性试验,需在每台样机的起升机构、小车运行机构和大车运行机构的电路上安装计时器,用以记录机构运行的时数。

6.1.2 桥式起重机安装调试完毕,应按使用说明书的规定对试验样机进行空载试验、静载试验和动载试验,做好记录,正式交工后方可投入试验。

### 6.2 试验过程

6.2.1 设定专人,每天观察记录各机构计时器上显示的累计工作时数。试验样机出现故障或停机维护时及时记下故障发生日期、故障模式、故障发生原因、各计时器时数、维修方式、停车时数、修复时数等。关联故障、非关联故障、从属故障都需详细记入故障记录表,作为可靠性考核评定的原始数据。试验记录表格见附录 B (标准的附录)。

6.2.2 试验期间应严格按照使用说明书规定的技术保养周期和内容进行样机的保养检查,并详细记录保养项目、内容、所用时间、人员等情况。在评定过程中,若有规定项目外的保养、维护、调整、换件等情况,一般均作为关联故障计数处理。

6.2.3 试验期间样机发生故障应及时排除,不允许在故障状态下工作。对故障原因进行分析,必要时可附简图或照片,在损坏原因确定之前,换下的损坏件由试验负责单位保存,以备查用。

6.2.4 试验采用定时截尾方式,每台试验样机各机构累计运行总时数不低于 1500 h,并以计时器的读数为准。

6.2.5 试验结束后,应对试验样机进行全面检查,必要时可解体检查,以查明一切尚未记录的故障,这些故障的发生时间以试验截尾时间计。

6.2.6 在可靠性考核试验中,凡出现非关联故障引起样机严重损坏无法继续试验,可启用备用样机或重新抽样进行试验。

## 7 可靠性评定

## 7.1 评定方法

7.1.1 试验结束后,按第3章的考核指标、计算方法和4.3的故障判据,计算出该批试验样机各项可靠性指标的具体数值。计算时,起重机的累积工作时间取起升机构、小车运行机构和大车运行机构累积工作时间之和。

7.1.2 在试验期间,当任何一台样机发生致命故障,都应立即停止试验,并对整批产品作出不合格判定。

7.1.3 各项可靠性指标计算值必须符合表1的可靠性指标规定值。

表1 可靠性指标规定值

指 标 名 称	指 标 值
平均首次无故障工作时间 MTTF	$\geq 250 \text{ h}$
当量平均无故障工作时间 MTBF	$\geq 320 \text{ h}$
平均修复时间 MTTR	$\leq 2 \text{ h}$
使用可用度 $A_0$	$\geq 0.98$

## 7.2 试验总结

试验结束后,除编制可靠性考核评定试验报告外,还需编制故障分析报告和可靠性保证措施报告。

7.2.1 故障分析报告由试验单位填写,内容主要针对试验期间已发生的严重故障和致命故障,包括关联故障和非关联故障,及这些故障的发现时间、故障现象、故障原因、采取的措施、维修方式、维修时间、故障判据和杜绝此类故障再次发生应采取的措施等。

7.2.2 可靠性保证措施报告由被试起重机的生产企业填写,针对试验结果提出产品改进措施。内容应包括影响产品可靠性薄弱环节分析、设计阶段的可靠性保证措施、制造阶段和关键工艺的可靠性保证和控制措施、外协外购件的可靠性保证措施、包装运输与安装的可靠性保证措施、使用信息反馈和售后服务措施等。

## 附录 A

(标准的附录)

## 通用桥式起重机故障模式与分类表

表 A 1 通用桥式起重机故障模式与分类表

序号	类别	故障模式	情况说明	故障分类
1	基本参数	起重量达不到订货合同要求	影响正常使用	严重
2		起升或运行速度不稳定,不符合订货合同要求	影响生产率	严重
3		起升高度小于订货合同要求	影响正常使用	严重
4		起重机噪声超标	—	一般
5	金属结构	主梁腹板或盖板发生裂纹	—	严重
6		主梁各主要焊缝发生脱焊或开裂	—	严重
7		主梁腹板波浪度超标	—	严重
8		主梁永久性下挠	影响正常使用	严重
9		主梁旁弯变形超标	—	严重
10		端梁变形	影响正常使用	严重
11		端梁开焊或腹板撕裂	—	严重
12		主、端梁连接处高强度螺栓断裂	—	严重
13		主、端梁连接处焊缝开裂	—	严重
14		小车轨道松动	影响正常使用	严重
15		小车架主要受力焊缝开焊	—	严重
16		两主梁高低差超标	影响正常使用	一般
17		主梁动刚度超标	—	一般
18		小车轨道直线度超标	影响正常使用	一般
19		结构产生局部变形	未造成严重后果	一般
20		小车架变形大,形成三点运行	—	一般
21		走台晃动过大	可在保养时修理	轻微
22		走台、栏杆开焊	未造成后果	轻微
23	起升机构	调速失效	—	严重
24		空吊钩不能下降	可调整	一般
25		起重量限制器失效	未造成后果	一般
26		下降制动距离超标	可调整	一般
27		高度限位器失效	未造成后果	一般

表 A 1(续)

序号	类 别	故 障 模 式	情况说明	故障分类
28	小车运行机构	起重小车脱轨	要分析原因	严 重
29		打 滑	—	一 般
30		小车歪斜运行、啃轨	—	一 般
31		行程限位失灵	未造成后果	一 般
32		运行制动距离超标	—	一 般
33		碰撞安全尺损坏	未造成后果	一 般
34	大车运行机构	起重机脱轨	要分析原因	严 重
35		防风抗滑装置能力不足	—	严 重
36		防风抗滑装置失效	后果严重	严 重
37		桥架歪斜运行、啃轨	影响使用	一 般
38		打 滑	—	一 般
39		扫轨板损坏	未造成后果	一 般
40		运行制动距离超标	—	一 般
41		行程限位失灵	未造成后果	一 般
42	吊 钩	吊钩钩柄断裂	未造成后果	严 重
43		吊钩表面有裂纹	需更换	严 重
44		吊钩开口度超标	需更换	严 重
45		吊钩横梁开裂	—	严 重
46		吊钩侧板开裂	—	严 重
47		钩头不能自由转动	—	轻 微
48	抓 斗	动作失调不能抓取物料	正常操作情况	严 重
49		钢丝绳脱槽	—	一 般
50		抓斗结构件开裂	—	一 般
51		斗部刃口板或齿板易磨损	不符寿命保证	一 般
52		铰点轴断裂	—	一 般
53		电动抓斗电缆卷筒损坏	—	一 般
54	电磁吸盘	吸力长期严重不足	物料符合要求	严 重
55		漏 电	—	严 重
56		电缆卷筒损坏	—	一 般
57		电缆拉断	—	一 般
58		剩磁过大	影响操作	一 般

表 A 1(续)

序号	类别	故障模式	情况说明	故障分类	
				起升机构	运行机构
87	制 动 器	杠杆系统被卡住	造成制动器不能有效制动,未造成严重后果	严重	一般
88		制动力矩不够		严重	一般
89		制动臂或拉杆断裂、主弹簧损坏、销轴断裂		严重	一般
90		推动器停电后推杆不及时缩回或动铁芯不释放		严重	一般
91		制动衬垫铆钉全被剪断或卡装衬垫挡板脱落		严重	一般
92		制动轮碎裂		严重	一般
93		制动轮和制动衬垫上有油污		一般	轻微
94		制动衬垫过皮磨损		一般	轻微
95		弹簧塑性变形		一般	轻微
96		制动杠杆锁紧螺母松开		一般	轻微
97		制动衬垫与闸瓦相对滑动		一般	轻微
98		退距均衡装置失效		一般	轻微
99		瓦块销轴螺母松动		一般	轻微
100		拉杆螺杆螺纹脱扣		一般	轻微
101		制动衬垫退距过大		一般	轻微
102		杠杆系统铰点被卡住	造成制动器不能有效打开,未造成后果	严重	一般
103		控制、供电线路故障		一般	一般
104		推动器失灵不能推出		一般	一般
105		推动器推力不够或行程不足		一般	一般
106		电磁铁线圈烧毁		一般	一般
107		弹簧张力太大		一般	一般
108		长行程制动器重锤过分拉紧		一般	一般
109		推动器严重漏油	需停机修复	一般	一般
110		制动轮产生裂纹或极易磨损	—	一般	一般
111		销轴孔过度磨损	—	轻微	轻微
112		制动轮与铆钉摩擦	—	轻微	轻微

表 A 1(续)

序号	类 别	故 障 模 式	情况说明	故障分类
59	滑 轮 组	滑轮碎裂	需更换	严 重
60		焊接滑轮焊缝开裂	—	严 重
61		心轴断裂	—	严 重
62		滑轮转不动	—	一 般
63		滑轮倾斜、松动	可调整	一 般
64		滑轮轴向窜动	—	一 般
65		钢丝绳跳槽	未造成严重后果	一 般
66		滑轮绳槽磨损不均	—	轻 微
67	钢 丝 绳	断 绳	因质量问题	严 重
68		断 股		严 重
69		断丝超标		一 般
70		扭结、弯折、严重变形		一 般
71		绳股或钢丝挤出		一 般
72		绳径局部增大或减小		一 般
73		过量磨损		一 般
74		过量腐蚀		一 般
75	卷绕系统	钢丝绳平衡臂开裂	—	严 重
76		钢丝绳楔形接头损坏	—	严 重
77		钢丝绳夹松脱	—	严 重
78		钢丝绳产生干涉	—	严 重
79		钢丝绳平衡装置失灵	—	一 般
80	联 轴 器	联轴器半体产生裂纹	—	严 重
81		齿形联轴器齿轮过度磨损或折断	—	严 重
82		联接螺栓切断	—	严 重
83		联接螺栓及销轴孔磨损	—	一 般
84		键槽压溃与变形	未造成后果	一 般
85		销轴、柱销、橡皮圈等磨损	—	一 般
86		安装同心度超标	影响正常使用	一 般



表 A 1(续)

序号	类 别	故 障 模 式	情况说明	故障分类
113	减 速 器	齿轮断齿	—	严 重
114		齿面胶合	—	严 重
115		减速器断轴	—	严 重
116		减速器轴承损坏	—	严 重
117		减速器高速出轴键槽损坏	—	严 重
118		齿面点蚀	超 标	一 般
119		周期性齿轮颤振	—	一 般
120		齿面塑性变形	—	一 般
121		剧烈金属摩擦声,机壳振动	—	一 般
122		齿轮啮合有不均匀敲击声	—	一 般
123		减速器整体发热,尤其轴承安装处发热	—	一 般
124		减速器在底座上振动	—	一 般
125		漏 油	可在保养时修理	轻 微
126	车 轮	踏面和轮辐等处有裂纹	—	严 重
127		断 轴	—	严 重
128		轴承损坏	—	一 般
129		车轮轮缘变形、破断	—	一 般
130		车轮踏面剥落	—	一 般
131		车轮过皮磨损	可在保养时更换	轻 微
132		主动车轮踏面磨损不均匀	—	轻 微
133	卷 筒	卷筒出现裂纹	—	严 重
134		卷筒破损	—	严 重
135		钢丝绳固定螺栓松脱	—	严 重
136		卷筒轴、键损坏	—	严 重
137		卷筒联轴器损坏	—	严 重
138		卷筒绳槽磨损和绳跳槽	未造成后果	一 般
139		钢丝绳排列不齐	可调整	一 般
140		卷筒沿轴向窜动	—	一 般
141		轴承损坏	—	一 般
142	缓 冲 器	缓冲容量不足	未造成后果	一 般
143		弹簧、橡胶、聚胺脂出现裂纹	影响使用	一 般
144		液压缓冲器漏油	—	一 般
145		连接装置松脱	—	一 般
146		缓冲体出现永久变形	超 标	一 般
147		撞头损坏	—	一 般

表 A 1(续)

序号	类 别	故 障 模 式	情况说明	故障分类
148	司 机 室	与桥架连接处出现裂纹	—	严 重
149		设计不周,严重影响操作视野	设计原因	严 重
150		漏 电	—	严 重
151		窗玻璃固定不牢	未造成后果	一 般
152		振动过大	可调整	一 般
153		顶部漏水,密封不严	未造成后果	一 般
154		空调或取暖器损坏	—	轻 微
155		照明损坏	可在保养时更换	轻 微
156	电 动 机	电动机烧坏	—	严 重
157		断 轴	—	严 重
158		在额定负荷时达不到额定速度	影响使用	严 重
159		工作时发出不正常声响	—	一 般
160		电刷冒火花或滑环被烧焦	—	一 般
161		滑环开路	—	一 般
162		接线处松脱	—	一 般
163		绕组过热	—	轻 微
164		工作时振动、噪声大	可调整	轻 微
165	接 触 器	线圈烧毁	—	一 般
166		吸合、释放动作迟缓	—	一 般
167		触点过热或烧坏	—	一 般
168		正反接触器相间产生放电现象	—	一 般
169		触片脱落	—	一 般
170		触头接触不良、触头熔焊	未造成后果	一 般
171		机械故障、动作失灵	—	一 般
172		电磁铁噪声严重	可调整	轻 微
173	继 电 器	线圈过热	—	轻 微
174		触头电磨损严重	可在保养时更换	轻 微
175		动作不正常	未造成后果	一 般
176		调整量不准确,不好调	—	一 般
177		控制灵敏度差	—	一 般
178		零件断裂、失效	—	一 般
179		触头卡死或不接触	—	一 般
180		接触失效	—	一 般

表 A 1(完)

序号	类别	故障模式	情况说明	故障等级
181	限位开关	动作后不起保护作用	未造成后果	一般
182		触头接触不良	—	一般
183		误动作	未造成后果	一般
184		烧坏或撞坏	—	一般
185	电阻器	损坏	—	一般
186		接线松动、接触不良	—	一般
187		过热	—	轻微
188	供电装置	滑环与滑线脱离	—	一般
189		接触不良、断相或相间绝缘击穿	—	一般
190		滑线对地短路	未造成后果	一般
191		小车电缆被刮断	—	一般
192		供电失效	—	一般
193		电缆外皮严重龟裂	因质量原因	轻微
194		电缆小车运行不灵活	—	轻微
195	控制装置	控制器卡住,无法操作	—	一般
196		控制器操作失灵	未造成后果	一般
197		被控电动机不工作	—	一般
198		熔断器烧毁	要分析原因	一般
199		被控电动机仅能单向转动	—	一般
200		发电机不激磁	—	一般
201		电源切断后,保护箱接触器不掉闸	未造成后果	一般
202		控制线断路	—	一般

附 录 B  
(标准的附录)  
试验记录表格

表 B1 样机情况记录表

样机号				制 造 厂		
额定起重量	主钩			工作级别		
	副钩			跨 度		
起升高度	主钩			起升速度	主钩	
	副钩				副钩	
小车运行速度				大车运行速度		
设计完成日期				采用设计标准		
出 厂 日 期				出 厂 编 号		
安 装 日 期				安 装 单 位		
启 用 日 期				使 用 单 位		
试 验 地 点				使 用 工 况		
试验记录员姓名		工 种		工 作 部 门		
备注						

表 B2 起重机各机构日累计工作时数记录表

h

样机号			试验地点			使用单位			记录员		
日 期	主起升机构 计时器累计工作时数		副起升机构 计时器累计工作时数		小车运行机构 计时器累计工作时数		大车运行机构 计时器累计工作时数				

表 B3 故障及维修保养记录表

样机号				记录员			
样机规格							
试验地点							
序号							
故障发生日期							
故障部位或类别							
故障模式							
故障原因							
计时器读数 h	主起升机构						
	副起升机构						
	小车运行机构						
	大车运行机构						
维修保养方式	调整						
	修理						
	更换						
	其它						
停车时间 h	故障修复时间						
	预防维修时间						
	保障时间						
	管理时间						
故障分类							
备注							