

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20947—2007/ISO 3077:2001

## 起重用短环链 T级(T、DAT和DT型)高精度葫芦链

Short-link chain for lifting purposes—  
Grade T(types T, DAT and DT), fine-tolerance hoist chain

(ISO 3077:2001, IDT)

2007-06-25 发布

2007-11-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准等同采用国际标准 ISO 3077:2001《起重用短环链 T 级(T、DAT 和 DT 型)高精度葫芦链》(英文版)。

本标准等同翻译 ISO 3077:2001。

为了便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

——“本国际标准”一词改为“本标准”;

——用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;

——删除国际标准前言;

——对 ISO 3077:2001 中引用的其他国际标准,有被采用为我国标准的,用我国标准代替相应的国际标准,未被采用为我国标准的直接引用国际标准。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录,附录 C 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国起重机械标准化技术委员会(SAC/TC 227)归口。

本标准负责起草单位:杭州武林机器有限公司、杭州现代起重机械制造厂。

本标准参加起草单位:浙江双鸟机械有限公司、南阳市起重机械厂、浙江安吉长虹制链有限公司。

本标准主要起草人:吴杰、周国良、陈绍荣、楼建忠。

本标准为首次制定。

# 起重用短环链

## T级(T、DAT和DT型)高精度葫芦链

### 1 范围

本标准规定了手动葫芦或动力驱动环链葫芦用 T 级(T、DAT 和 DT 型)高精度葫芦链的要求<sup>1)</sup>。

本标准适用于名义尺寸范围为 3 mm~22 mm 的圆钢电焊短环链,其热处理和试验按 GB/T 20946 规定的验收总则。

注: DAT 或 DT 型以外的 T 型链条,不仅可用于环链葫芦,也可用于其他起重设备。手动葫芦专用的 TH 和 VH 级链条将在其他标准中规定。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 20946 起重用短环链 验收总则(GB/T 20946—2007,ISO 1834:1999,IDT)

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(GB/T 4340.1—1999,eqv ISO 6507-1:1997)

GB/T 16825.1—2002 静力单轴试验机的检验 第 1 部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准(ISO 7500-1:1999,IDT)

ISO 643 钢 铁素体或奥氏体晶粒度显微金相测定法

ISO 4301-1 起重机和起重机械 分级 第 1 部分:总则

ISO 4965 轴向负荷疲劳试验机 动态力校准 应变标距法

### 3 术语和定义

GB/T 20946 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**计量长度 gauge length**

规定环数的链条节距长度。

### 4 验收总则

链条应完全符合 GB/T 20946 及本标准的要求。

### 5 尺寸(见图 1)

#### 5.1 名义尺寸( $d_n$ )

优选的名义尺寸见表 1。采用其他名义尺寸时,按照附录 A 中提供的尺寸和公差要求进行计算。

#### 5.2 材料直径和公差

材料直径的定义和测定方法按照 GB/T 20946,而公差则按附录 A 提供的计算原理进行计算。

优选的名义尺寸的材料直径公差应按表 1 规定。所有其他名义尺寸的材料直径公差应遵照 A.1

1) DT 和 DAT 型链条的表面硬度比芯部硬度更高,可提供更高的耐磨性,且仅用在动力驱动的环链葫芦上。

进行计算。

5.3 节距和宽度

如图 1 所示单环节距和宽度的尺寸和公差,应按附录 A.2 计算。

多环节距的公差应按附录 A.2 计算,并以 11 环为一个计量长度。

优选的名义尺寸所对应的尺寸和公差列于表 1。

链环名义节距  $p_n$  以  $3d_n$  为基础,其中  $d_n$  是链条名义尺寸。它可以变动到最大值  $3.2d_n$ 。链环名义节距  $p_n$  应符合附录 A 的规定。

5.4 焊缝直径

焊缝处任何截面的最大直径不应超过  $1.08d_n$ 。

优选的名义尺寸所对应的焊缝最大直径应按表 1 的规定。焊缝处的钢材直径在任何截面均不得小于邻近焊缝处的钢材实际直径。

5.5 焊接影响长度

焊接影响长度在链环中心的任何一侧均不得超过  $0.6 d_n$ (见图 1)。

表 1 优选尺寸

单位为毫米

尺寸		节距			宽度		计量长度 $11 \times p_n$		焊缝直径
名义 $d_n$	公差	名义 $p_n$	公差 <sup>a</sup>	内宽 $W_1$ min	外宽 $W_2$ max	名义	公差 <sup>a</sup>	$d_w$ max	
3	$\pm 0.2$	9	$+0.18$ 0	3.6	10.2	99	$+0.5$ 0	3.3	
4	$\pm 0.2$	12	$+0.25$ 0	4.8	13.6	132	$+0.6$ 0	4.3	
5	$\pm 0.2$	15	$+0.3$ 0	6	17	165	$+0.8$ 0	5.4	
6.3	$\pm 0.2$	19	$+0.4$ 0	7.2	20.4	209	$+1$ 0	6.5	
7.1	$\pm 0.3$	21	$+0.4$ 0	8.4	23.8	231	$+1.1$ 0	7.6	
8	$\pm 0.3$	24	$+0.5$ 0	9.6	27.2	264	$+1.3$ 0	8.6	
9	$\pm 0.4$	27	$+0.5$ 0	10.8	30.6	297	$+1.4$ 0	9.7	
10	$\pm 0.4$	30	$+0.6$ 0	12	34	330	$+1.6$ 0	10.8	
11.2	$\pm 0.4$	34	$+0.7$ 0	13.2	37.4	374	$+1.8$ 0	11.9	
12.5	$\pm 0.5$	38	$+0.8$ 0	14.4	40.8	418	$+2.0$ 0	13	
13	$\pm 0.5$	39	$+0.8$ 0	15.6	44.2	429	$+2.1$ 0	14	
14	$\pm 0.6$	42	$+0.8$ 0	16.8	47.6	462	$+2.2$ 0	15.1	

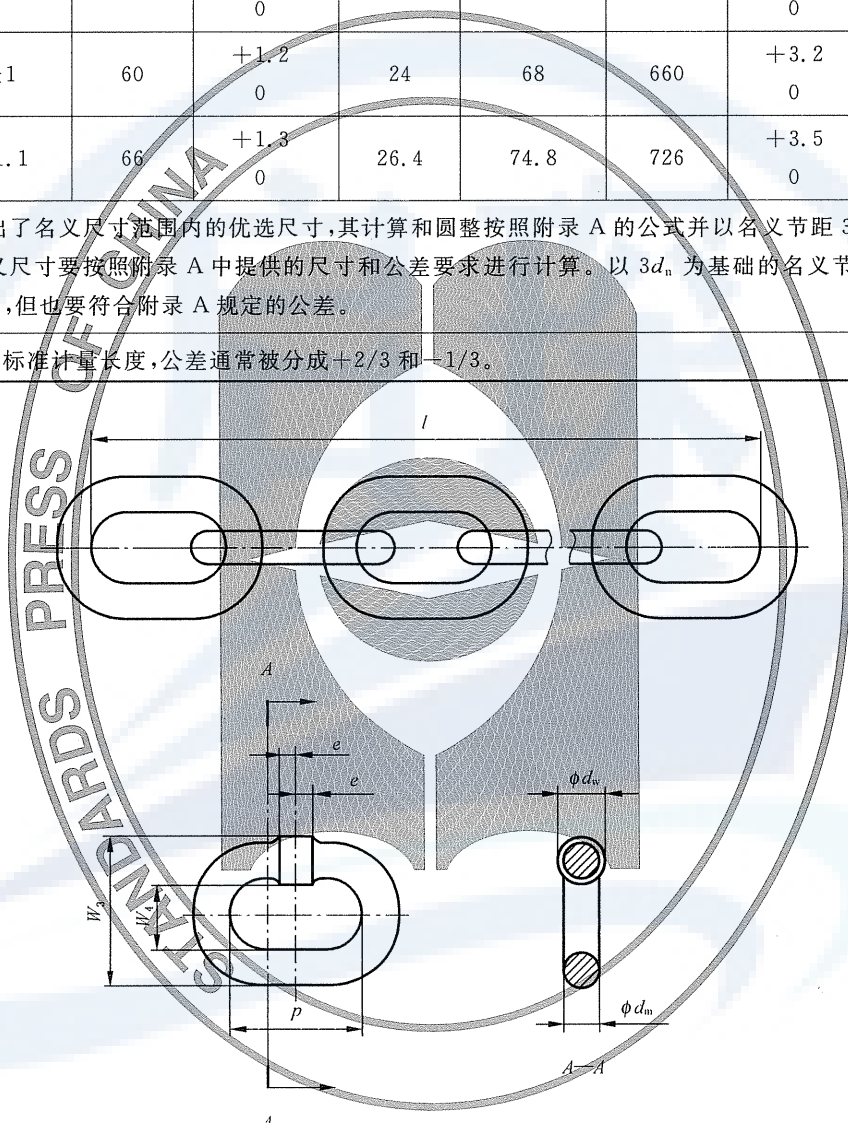
表 1 (续)

单位为毫米

尺寸		节距		宽度		计量长度 $11 \times p_n$		焊缝直径
名义 $d_n$	公差	名义 $p_n$	公差 <sup>a</sup>	内宽 $W_4$ min	外宽 $W_3$ max	名义	公差 <sup>a</sup>	$d_w$ max
16	$\pm 0.6$	48	+0.9 0	19.2	54.4	528	+2.5 0	17.3
18	$\pm 0.9$	54	+1.0 0	21.6	61.2	594	+2.9 0	19.4
20	$\pm 1$	60	+1.2 0	24	68	660	+3.2 0	21.6
22	$\pm 1.1$	66	+1.3 0	26.4	74.8	726	+3.5 0	23.8

注：表中给出了名义尺寸范围内的优选尺寸，其计算和圆整按照附录 A 的公式并以名义节距  $3d_n$  为基础。采用其他名义尺寸要按照附录 A 中提供的尺寸和公差要求进行计算。以  $3d_n$  为基础的名义节距可变动到最大值  $3.2d_n$ ，但也要符合附录 A 规定的公差。

<sup>a</sup> 对单环和标准计量长度，公差通常被分成  $+2/3$  和  $-1/3$ 。



- $l$ ——多环节距长度；
- $p$ ——节距(内长)；
- $d_m$ ——非焊缝处测得的材料直径；
- $d_w$ ——焊缝处测得的材料直径；
- $e$ ——链环中部任何一侧的焊接影响长度；
- $W_3$ ——焊缝处的外宽；
- $W_4$ ——焊缝处的内宽。

图 1 链环和链条尺寸

## 6 材质和制造

### 6.1 材质

#### 6.1.1 制造商的责任

制造商有责任按 6.1.2~6.1.5 的规定选择钢种,以便经适当的热处理后的成品链条能满足本标准规定的机械性能。

#### 6.1.2 钢种

钢材应由电炉或氧吹转炉冶炼而成。

#### 6.1.3 脱氧

钢材应为镇静钢,并应经合适脱氧工艺,以便按 ISO 643 进行试验时,达到奥氏体 5 级晶粒度或更细的品级。

#### 6.1.4 化学成分

钢材应含有足量的合金元素,以便按照 6.2 进行热处理的成品链条不仅符合本标准规定的要求,而且具有低温韧性和足够的冲击韧性。钢材应含表 2 中给出最小百分比的镍,并至少含有表 2 中给出的最小百分比的其他合金元素之一。

为使链条在使用期间稳定,防止老化脆断,钢材应至少含有 0.025% 的铝。

钢材的硫和磷含量不应超过表 3 的限定值。

表 2 化学成分——合金元素

元素	熔炼分析时的最低含量/%		
	T	DAT	DT
镍	0.40	0.7	0.9 <sup>a</sup>
铬	0.40		
钼	0.15		

<sup>a</sup> 较高的表面硬度和/或较深的渗碳层就要求较高的镍含量以避免脆性。

表 3 硫和磷含量

元 素	最大含量/%	
	熔炼分析	检验分析
硫 S	0.020	0.025
磷 P	0.020	0.025
合计 S+P	0.035	0.045

#### 6.1.5 成品状态

在棒材、线材或成品链环上进行检验分析时,提供给制造商的成品钢材应符合 6.1.2~6.1.4 的要求。

### 6.2 热处理

所有类型葫芦链在经受制造验证力检验前,都应在高于  $Ac_3$  点的温度进行淬火或渗碳淬火,以及回火处理。

### 6.3 极限工作载荷(WLL)

对所有类型链条的优选名义尺寸,其极限工作载荷以附录 A 的计算原理为基础进行计算后列于表 4 中。未包含在表 4 中的名义尺寸,其极限工作载荷应按附录 A 进行计算。

表 4 极限工作载荷(WLL)

名义尺寸 $d_n$ /mm	链条类型		
	T	DAT	DT
	极限工作载荷(WLL)/t		
3	0.28	0.22	0.14
4	0.5	0.4	0.25
5	0.8	0.63	0.4
6.3	1.2	1	0.63
7.1	1.6	1.2	0.8
8	2	1.6	1
9	2.5	2	1.25
10	3.2	2.5	1.6
11.2	4	3.2	2
12.5	5	4	2.5
13	5.3	4.2	2.6
14	6	5	3
16	8	6.3	4
18	10	8	5
20	12.5	10	6.3
22	15	12.5	7.5
平均应力/(N/mm <sup>2</sup> )	200	160	100

为特定用途而选择名义尺寸时,应考虑动力驱动环链葫芦作用于链条上的附加应力,因此应按附录 B 计算。

#### 6.4 机械性能

##### 6.4.1 制造验证力(MPF)

所有链条应经受按照附录 A 计算的制造验证力。优选的名义尺寸对应的制造验证力见表 5。

注:计算公式和圆整法见附录 A。

##### 6.4.2 破断力(BF)和总极限伸长率(A)

成品葫芦链试样的破断力应至少达到按附录 A 计算出的数值。优选的名义尺寸对应的破断力见表 5。

静拉伸试验后,其最小总极限伸长率应符合表 6 中的值。

表 5 制造验证力(MPF)和破断力(BF)

名义尺寸 $d_n$ /mm	制造验证力(MPF)/kN min	破断力(BF)/kN min
3	7.1	11.3
4	12.6	20.1
5	19.6	31.4
6.3	31.2	49.9
7.1	39.6	63.3
8	50.3	80.4

表 5 (续)

名义尺寸 $d_n$ /mm	制造验证力(MPF)/kN		破断力(BF)/kN	
	min		min	
9	63.6		102	
10	78.5		126	
11.2	98.5		158	
12.5	123		196	
13	133		212	
14	154		246	
16	201		322	
18	254		407	
20	314		503	
22	380		608	

表 6 总极限伸长率、弯曲度和表面硬度

工艺参数	链条类型		
	T	DAT	DT
总极限伸长率 $A^a$ / % min	10	10	5
挠度 $f$ min	$0.8d_n$	— <sup>b</sup>	
表面硬度 <sup>c</sup> min			
$d_n < 7$ mm, HV5	360	500	550
$7 \text{ mm} \leq d_n \leq 14$ mm, HV10	360	500	550
$d_n > 14$ mm, HV10	360	450	500

a  $\Delta L/L_0$  除了用试样的原始内长  $L_0$  代替名义内长  $L_n$  外,按照 GB/T 20946 的规定。  
 b 见 6.4.3。  
 c 测量点见 7.4。

6.4.3 弯曲度

T 型单环试样压弯至表 6 规定的最小挠度时,应无可见缺陷。

DAT 和 DT 型的单环试样,应承受 6.3 所给的链条极限工作载荷的 2.5 倍的力( $F_0$ )无断裂。表面裂纹或可见缺陷不能认为是断裂。

6.4.4 表面硬度

所有类型链条在图 3 所给三个测量点中每个点的表面硬度都应至少等于表 6 规定的值。

6.4.5 硬化层深度

当按照 7.5 规定的试验进行测量时, DAT 和 DT 型葫芦链的硬化层深度都应在表 7 给定的与名义尺寸  $d_n$  有关的限值内。

表 7 渗碳深度

基本直径 $d_n$ /mm	链条类型	
	DAT	DT
$< 8$	$0.03d_n \sim 0.05d_n$	$0.03d_n \sim 0.06d_n$
$\geq 8$	$0.02d_n \sim 0.04d_n$	$0.03d_n \sim 0.05d_n$



对  $d_n < 8$  mm 的 DAT 型葫芦链和所有尺寸的 DT 型葫芦链,硬化层深度分别在  $0.02d_n \sim 0.03d_n$  和  $0.025d_n \sim 0.03d_n$  时,按照 7.5 进行表面硬度测量,允许超过表 6 中相关硬度值至少 50。

#### 6.4.6 疲劳强度

DAT 和 DT 型葫芦链应在 7.6 规定的应力范围内经受至少  $2 \times 10^6$  次循环而无破坏。

### 7 安全要求验证

#### 7.1 链段长度和取样

试样应从 200 m 长的链段中选取。链段剩余部分应视为单独的链段。对 DAT 和 DT 型,如果每一炉链条的批量小于 200 m,都应视为一个链段。试样应按 GB/T 20946 的规定选取。

#### 7.2 制造验证力、破断力和总极限伸长率

##### 7.2.1 静拉伸试验

静拉伸试验的试验机和试验程序应符合 GB/T 20946 的规定。

7.2.2.2 和 7.3.1 规定的试验用设备应符合 GB/T 16825.1—2002 中 1 级的要求。

##### 7.2.2 验收准则

###### 7.2.2.1 制造验证力 $MPF$

所有链条都应经受 6.4.1 中规定的制造验证力。

###### 7.2.2.2 破断力 $BE$ 和总极限伸长率 $A$

在静拉伸试验后,应满足 6.4.2 中的要求。

#### 7.3 弯曲度

##### 7.3.1 弯曲试验

试验设备和程序应符合 GB/T 20946 的规定。

T 型单环试样应达到表 6 给出的挠度  $f$ ,如图 2 所示。DAT 和 DT 型的单环试样应承受相应的载荷  $F_0$ 。卸载后,试样环应经胜任者检验。

如有必要,弯曲试验后的表面涂层可以清除以确保检验。

##### 7.3.2 验收准则

弯曲试验后,应满足 6.4.3 的要求。

#### 7.4 硬度试验

表面硬度试验的试样数量应按 GB/T 20946 中对相关链条尺寸的规定,并且每个试样应有三个单环组成。

每个试样环应按 GB/T 4340.1 进行表面硬度试验,按图 3 所示的三个点测量。

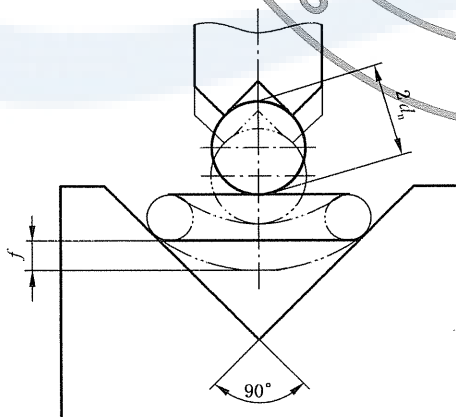


图 2 弯曲度  $f$

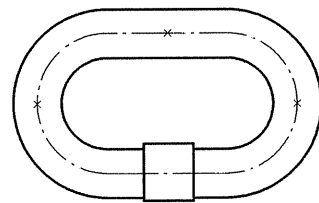


图 3 硬度试验测量点

链环应专门挑选,确保不因链环表面的不平而影响测量的正确性。每个测量结果应符合 6.4.4 的要求。

### 7.5 硬化层深度的测定

从每种类型和尺寸的链条的初始产品中选取的 3 个试样应进行芯部硬度试验和硬化层深度测定。如果它们的化学成分、渗碳状况或热处理后的变化超出制造要求,应另取 3 个试样重新试验。

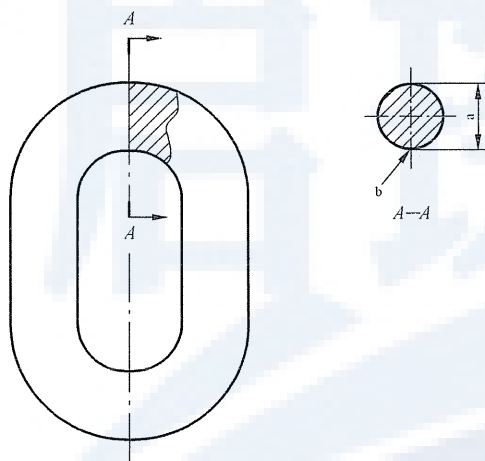
3 个单独试样环中的每个环应从链环的弧顶切开(如图 4 所示),以便在链环中心线上标识的内弧面上测试。每个试样应安装在坚固的金相塑胶上,其表面粗糙度不低于  $6\ \mu\text{m}$ 。

胜任者应按 GB/T 4340.1 的程序在内弧面上采用 5 N 的测试力进行维氏硬度测试。纵向和横向的试验压印距离要仔细选定以便获得每个精确的硬度点。芯部的测量应直至硬度无明显变化为止。

在曲线上应建立相当于超过芯部硬度估算值 20 的水平线作参考线。这个参考线和硬度曲线的交叉位置就是硬化层深度的位置。

芯部硬度的估算值可在离外表面  $3 \times 0.06 d_n$  的位置上测量。

每次硬化层深度测定应符合 6.4.5 的要求。



a 被测位置的直径。

b 内弧面。

图 4 为硬化层深度测定作硬度试验时的链环准备

### 7.6 DAT 和 DT 型的疲劳试验

对 DAT 和 DT 型葫芦链,每种规格链条应进行疲劳试验。每种链条尺寸应试验 5 个 5 环试样,且其中有 4 个试样至少符合 6.4.6 的要求。被夹钳部位损坏的试样应丢弃。

每周循环施加的应力值如下:

上限应力( $\sigma_{\max}$ ):  $200\ \text{N}/\text{mm}^2$ ;

平均应力:  $120\ \text{N}/\text{mm}^2$ ;

下限应力( $\sigma_{\min}$ ):  $40\ \text{N}/\text{mm}^2$ 。

应力频率应在  $5\ \text{Hz} \sim 10\ \text{Hz}$ ,且试验设备应符合 ISO 4965 和 GB/T 16825.1—2002 的 3 级。

## 8 标记

### 8.1 等级标记

链条的等级标记是“T”、“DAT”或“DT”。这些标记应符合 GB/T 20946,且等级标记应按 GB/T 20946 的规定使用。

### 8.2 识别标记

识别标记应符合 GB/T 20946 的规定。

### 8.3 检验标记

检验标记应符合 GB/T 20946 的规定。

## 9 制造合格证

如有要求,制造商供应的每批链条应附有一份符合 GB/T 20946 详细规定的试验和检验合格证。

## 10 葫芦上链条的装配及使用

### 10.1 葫芦上的链条装配

#### 10.1.1 葫芦链的选择标准

为特定用途而选择名义尺寸时,应考虑动力驱动环链葫芦作用于链条上的附加应力,因此应按附录 B 计算。

链条的额定值应由特定的机构工作级别和链条类型确定(见表 B.1)。

#### 10.1.2 葫芦的配合部分

为使链轮上链条在没有任何反常的撞击下平滑的运转,驱动轮和惰轮的设计均应与葫芦链相配合。链条与链轮啮合时应平稳且无扭曲。

为了避免链条尾环的变形,葫芦的链条连接部位应设计成相对于链环内宽至少有 5% 的自由度。

### 10.2 链条使用

不同类型葫芦链的使用状态如下:

- T 型:工况不考虑磨损情况的手动葫芦或低速动力驱动环链葫芦。
- DAT 型:耐磨性要求链条有更长寿命的重载高速动力驱动环链葫芦。
- DT 型:磨损情况下的动力驱动环链葫芦。

注:表面渗碳链条不适宜用于便携式手动葫芦。

葫芦链不应用于吊具上,且葫芦上的链条不能拴篮或吊索结套。

每种类型的葫芦链在表 8 所列温度下使用不会产生不利影响,因此不必降低极限工作载荷。如果链条在低于所列温度下使用,应该向制造商咨询。

T、DAT 和 DT 型葫芦链能在 200℃ 以下的温度中使用。如果超过 200℃,应停止使用,向制造商咨询。

葫芦链既不应浸入酸性溶液中使用,也不应暴露于酸性气体中使用。需注意,如果在含有酸性溶液或气体的某一加工过程需要使用,就应探询制造商的警告。

同理,在未经制造商同意的情况下,葫芦链不应进行电镀锌或任何表面处理。

表 8 葫芦链的低温极限

链条类型	低限温度/℃
T	-40
DAT	-20
DT	-10

葫芦链不得粘上泥土等污物,否则会妨碍其灵活运转。

为了获得葫芦链最长的使用寿命,必要时应涂上足够的润滑油,特别在链接部。

### 10.3 检查

检查者在规定的时间内,对高精度链条的维护程序应与葫芦制造商附有检查规范、报废标准和记录的说明书相一致。

注:关于链条检查程序的一般导则参见 GB/T 20305—2006。

附录 A  
(规范性附录)

尺寸公差和机械性能的计算原理

A.1 名义尺寸

名义尺寸小于 18 mm,公差以名义尺寸的±4%计算;  
名义尺寸不小于 18 mm,公差以名义尺寸的±5%计算。公差值应圆整到 0.1 mm。

A.2 名义节距、多环节距和宽度尺寸

表 1 的尺寸计算依据如下:

- 名义节距  $p_n$  以  $3d_n$  作为基础,最大名义值为  $3.2d_n$ ;
- 最小内宽,  $W_4 = 1.2d_n$ ,在焊缝处;
- 最大外宽,  $W_3 = 3.4d_n$ ,在焊缝处。

节距  $p_n$  或多环节距  $l$  的允许公差的百分比以下面的公差公式(A.1)计算:

$$[1.65/n + 0.33]\% \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$n$ ——链环数( $n=11$  为标准计量长度)。

对单环节距和标准计量长度,常把公差分成  $\pm 2/3$  和  $-1/3$ 。

表 1 中的尺寸为精确计算值,其值  $< 100$  mm 的圆整到 0.1 mm,其值  $\geq 100$  mm 的圆整到 1 mm。  
未列在表 1 中的名义尺寸,其对应的尺寸和公差应按本条中相关内容进行计算。

A.3 焊缝直径

焊缝直径不应超过  $1.08d_n$ 。

A.4 极限工作载荷(WLL),制造验证力(MPF)和破断力(BF)的计算公式圆整规则

A.4.1 极限工作载荷的计算公式如下,如表 4 中列出优选名义尺寸的极限工作载荷。

- 对平均应力为  $200 \text{ N/mm}^2$ ,  $WLL = 0.032\ 035\ 3d_n^2, t$ ;
- 对平均应力为  $160 \text{ N/mm}^2$ ,  $WLL = 0.025\ 628\ 2d_n^2, t$ ;
- 对平均应力为  $100 \text{ N/mm}^2$ ,  $WLL = 0.016\ 017\ 7d_n^2, t$ 。

表 4 中的值从优先数系 R40 得到,相对于 WLL 的计算值以最接近的较小 R40 值来表示。

A.4.2 制造验证力的计算公式为  $MPF = 0.785\ 398\ 2d_n^2$  (kN),如表 5 中列出优选名义尺寸的制造验证力。

按照惯例,将  $MPF \leq 100$  kN 的值圆整到 0.1 kN,  $100 \text{ kN} < MPF < 1\ 000$  kN 的值圆整到 1 kN。

A.4.3 破断力的公式为  $BF_{\min} = 1.256\ 637\ 1d_n^2$  (kN),采用 A.4.2 中同一圆整惯例。

## 附录 B

(规范性附录)

## 动力驱动环链葫芦链条选用标准

## B.1 总则

链条名义尺寸的选择是根据驱动系统的几何结构和动态特性,葫芦的额定工作载荷,链条类型,以及若干系数确定的,其中有些系数是计算得出的,其他系数是试验和针对具体葫芦类型的特殊规定确定的。

下述的要求根据葫芦链与链驱动系统之间的相互作用,以及葫芦链的载荷和类型来确定。

所选葫芦链的最小名义直径是 B.4 中给出的系数的函数。

动态极限载荷 ( $F_{lim}$ ) 包括葫芦运转时链条上所有动态附加拉力。任一起升工况下都不应超过  $F_{lim}$  值。

注:在计算中未考虑的其他系数和影响运转的不利系数出现时,这些计算不能确保所选的链条安全运转。如果葫芦制造商有葫芦设计方面的证明文件,或没有在附录 B.4 中专门列举的任何系数,表明在链条最大允许拉力  $F_{cl}$  下平均应力小于表 B.1 所给的值,葫芦制造商有责任修改葫芦或链条系统的设计。

## B.2 机械性能、承载能力和 ISO 机构分级的依据

葫芦链机械性能的计算、承载能力和 ISO 机构分级以表 B.1 的规定为依据。

## B.3 动力驱动环链葫芦运转状态

考虑符合 ISO 4301-1 的载荷谱和运转时间及葫芦制造商和用户间的共识,环链葫芦应依据主要的运转状态进行机构的分级。

## B.4 链条名义尺寸的确定

## B.4.1 影响最小直径的变量

链条的最小直径取决于以下的影响变量:

- 运转状态;
- 链条类型;
- 驱动链轮的槽数;
- 链条运行速度;
- 估计的名义尺寸  $d_n'$ ;
- 冲击系数;
- 链条类型对应循环应力幅的影响系数;
- 驱动链轮多边几何结构。

## B.4.2 动态载荷下链条直径

B.4.2.1 由载荷和运转状态确定的直径  $d_1$ 

由载荷和运转状态(见表 B.1~表 B.9)确定的直径  $d_1$  的计算如式(B.1)。

注:表 B.2~表 B.7 为圆整值,精确值可利用每张表中给出的公式进行计算。

- 计算

$$d_1 = c_1 \sqrt{\left(1 + 0.015 \times \frac{c_3 \times c_4}{c_2}\right) \times c_7 \times F} \dots\dots\dots (B.1)$$

注：  $(1 + 0.015 \times \frac{c_3 \times c_4}{c_2}) \times c_7 \geq c_6$

式中：

$d_1$ ——由运转状态确定的链条理论直径，单位为毫米(mm)；

$F$ ——工作载荷产生的链条拉力，单位为牛(N)；

$c_1$ ——链条类型和机构工作级别(见 ISO 4301-1)的影响系数；

$c_2$ ——驱动链轮槽数的影响系数；

$c_3$ ——链条运行速度的影响系数；

$c_4$ ——估计链条名义直径  $d_n'$  的影响系数；

$c_6$ ——链条类型对应循环应力幅的影响系数；

$c_7$ ——由驱动链轮多边几何结构确定的影响系数。

表 B.1 ISO 机构工作级别相关的链条机械性能

机构工作级别 (ISO 4301-1)	M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8	
	T DAT	DT	T DAT	DT	T DAT	DT	T DAT	DT	T DAT	DT	T DAT	DT	T DAT	DT
链条应力														
最小破断力( $BF_{min}$ ) 下的平均应力( $\sigma_b$ )	800		800		800		800		800		800		800	
在制造验证力( $MPF$ ) 下的平均应力	500		500		500		500		500		500		500	
动态极限载荷( $F_{lim}$ ) 下的平均应力( $\sigma_{lim}$ )	225 200		200		180		160		140		125		112	
最大允许拉力( $F_{cf}$ ) 下的平均应力( $\sigma_{cf}$ )	160	100	160	100	140	90	125	80	112	70	100	63	90	56
注：表中提供的应力是链环两分枝的总截面积除载荷得到，即为平均应力。实际上该应力分布是不均匀的，特别是链条外弧面顶部的最大组织应力是相当大的。														

表 B.2 系数  $c_1$

机构工作级别 (ISO 4301-1)	链条类型		
	T	DAT	DT
	系数 $c_1$		
M2	0.053		0.056
M3	0.056		0.056
M4	0.060		0.060
M5	0.063		0.063
M6	0.068		0.068
M7	0.072		0.072
M8	0.076		0.076
$c_1 = \sqrt{\frac{2}{\sigma_{lim} \pi}}$			

表 B.3 系数  $c_2$

槽数 $Z$	4	5	6	7	8	9	$\geq 10$
系数 $c_2$	1.5	2.5	3.5	5	6.5	8	10
$c_2 = \frac{Z^2}{10}$							

表 B.4 系数  $c_3$

链条运行速度 $v_{max}/(m/min)$	6	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63
系数 $c_3$	1	2	3	4	7	11	17	28	44	70	110
$c_3 = 100 \left(\frac{v}{60}\right)^2$											

表 B.5 系数  $c_4$

$d'_n/mm$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	22
系数 $c_4$	5.6	4.5	3.7	3.2	2.8	2.5	2.2	2	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1
$c_4 = \frac{100\pi^2}{4.5d'_n g}$															

表 B.6 系数  $c_6$

链条类型		$c_6$
T	DAT	1.25
DT		2
$c_6 = \frac{\sigma_{lim} \times S_1}{\sigma_b}$		

表 B.7 系数  $c_7$

槽数 $Z$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\geq 13$
系数 $c_7$	1.4	1.25	1.15	1.11	1.08	1.06	1.05	1.04	1.03	1
$c_7 = \frac{1}{\cos(180^\circ/Z)}$										

b) 通过试验确定  $d_1$

表中系数值  $c_2$ 、 $c_3$ 、 $c_4$  及  $c_7$  是确定葫芦动态链条拉力  $F_{dyn}$  所需的计算值,  $F_{dyn}$  是由链条在葫芦链轮上运行产生的,  $F_{dyn}$  是最大动态谐振值。实际的动态链条拉力应用合适的测力传感器和记录仪链条运行状态下测得, 其葫芦吊挂在固定支座上, 并包括:

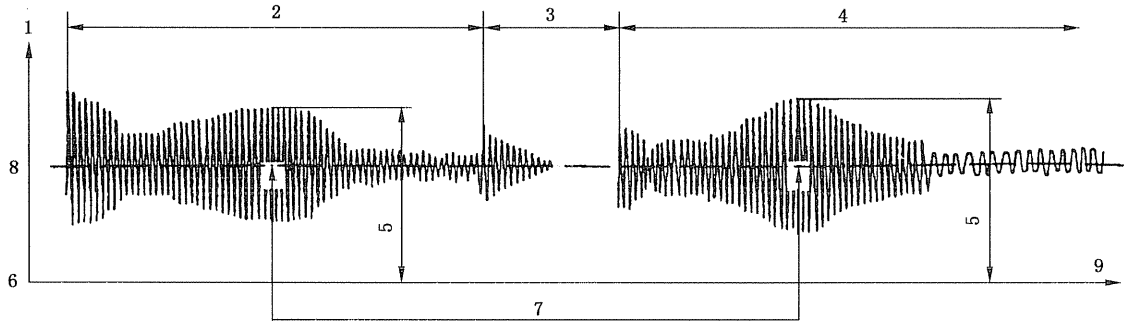
- 工作载荷;
- 最大的升/降速度;
- 缠绕;
- 足够包括初始谐振的升降负荷(见图 B.1)。

当包含从试验得到的最大动态谐振值  $F_{dyn}$  时, 直径  $d_1$  由公式(B.2)确定。

$$d_1 \geq c_1 \times \sqrt{F_{dyn} \times c_7} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中  $F_{dyn}$  是从以下两者中得到的较大值:

- 型式试验中, 在链条下降时测得的最大动态值;
- 从公式  $F_{dyn} \times c_7 \geq c_6 \times F$  得到数值。



- 1——力；
- 2——上升；
- 3——停止；
- 4——下降；
- 5——初始谐振力的值；
- 6——基本载荷；
- 7——初始谐振；
- 8——工作载荷；
- 9——时间。

图 B.1 升降时的负载周期

B.4.2.2 由冲击状态确定的链条直径  $d_2$

a) 计算

在链条运行时,出现的冲击载荷会高于 A.4.1 中所考虑的力。  
在此情况下,该直径还必须按公式(B.3)确定:

$$d_2 \geq c_1 \times \sqrt{F \times c_5} \dots\dots\dots (B.3)$$

注:  $c_5 \geq c_6$ 。

式中:

$d_2$ ——由冲击载荷确定的链条理论直径,单位为毫米(mm);

$c_5$ ——起重设备的冲击系数。

表 B.8 的数值是链条从松弛下起升载荷时的推荐值,未考虑滑动离合器。

表 B.8 系数  $c_5$

链条运行速度 $v_{max}/(m/min)$	6	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63
系数 $c_5$	1.25	1.4	1.8	2	2.25	2.8	2.5	2.8	3.15	3.55	4

b) 通过型式试验确定  $d_2$

$c_5$  的实际值应该用合适的测力传感器和测试装置上的记录仪,在工作状态下使用刚性吊挂载荷完成完整的负载周期后测取。例如:

- 链条松弛下提升;
- 空中提升;
- 提升停止;
- 空中下降;
- 下降停止。

对带滑动离合器的设备,  $c_5$  的测量应按制造商规定的运转限载力进行。

用此种方法得到试验的最大冲击值  $c_5$  要大于  $c_6$  值,并利用公式(B.3)来确定直径  $d_2$ 。

B.4.3 链条名义尺寸要求

$d_1$  或  $d_2$  的较大直径应为最小尺寸  $d_{min}$ 。

从表 1 中选择名义尺寸,名义尺寸  $d_n$  不应小于  $d_{min}$ 。



**B.5 链条安全性验证**

静态特性系数  $Z_{ps}$ :  $Z_{ps} = \frac{d_n^2 \times \pi \times \sigma_b}{2 \times F} \geq 0.97S_1$

动态特性系数  $Z_{pd}$ :  $Z_{pd} = \frac{d_n^2 \times \pi \times \sigma_b}{2 \times F^*} \geq 0.97S_2$

式中  $F^*$  是下列三个数值中的较大者:

$$F^* = (1 + 0.015 \times \frac{c_3 \times c_4}{c_2}) \times c_7 \times F$$

$$\left. \begin{aligned} F^* &= F_{dyn} \times c_7 \\ F^* &= F \times c_5 \end{aligned} \right\} \text{测量得到}$$

$d_n$  = 优选链条名义尺寸

表 B.9 给出了由链条最大许用载荷计算的  $S_1$  和由表 B.1 给出的机构工作级别的动态许用载荷计算的  $S_2$  值。

**表 B.9 静态和动态运转系数**

链条类型		机构工作级别 (ISO 4301-1)													
		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8	
		静态和动态运转系数													
		$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$	$S_1$	$S_2$
T	DAT	5.5	3.6	5	4	5.6	4.5	6.3	5	7.1	5.6	8	6.3	9	7.1
	DT	8	4	8	4	9	4.5	10	5	11.1	5.6	12.5	6.3	14	7.1
		$S_1 = \frac{\sigma_b}{\sigma_{cd}}, S_2 = \frac{\sigma_b}{\sigma_{lim}}$													

附录 C

(资料性附录)

T级葫芦链的参考质量

T级葫芦链的参考质量见表 C.1。

表 C.1 T级葫芦链的参考质量

名义尺寸 $d_n$ /mm	质量/(kg/m) ≈
4	0.35
5	0.54
6	0.8
7	1.1
8	1.4
9	1.8
10	2.2
11	2.7
12	3.1
13	3.7
14	4.3
16	5.6
18	7
20	8.7
22	10.5

参 考 文 献

- [1] GB/T 20305—2006 起重用钢制圆环校准链 正确使用和维护导则(ISO 7592:1983, IDT)  
[2] FEM9.671 系列起重设备设计规范 链条等级选择标准
- 

