

# 锚链轮制造及相关技术研究

张 浦 郭顺福

(江苏省运河航运有限公司)

**提 要** 本文对锚链轮的制造技术进行了讨论, 并提出改善锚链轮使用性能的相关技术措施。

**主题词** 起锚机 链轮 故障分析

## 1 前言

起锚机械是保证船舶安全航行的重要设备, 锚链轮是其主要部件。按锚链轮轴线位置划分, 可分为卧式锚机(简称起锚机)和立式锚机(起锚绞盘)两种。锚链轮的制造质量, 直接影响抛、起锚的效能和船舶航行的安全。1985年我公司委托某厂建造的600吨级舱口驳, 因锚链轮与锚链啮合不良, 在长江几乎酿成重大事故, 停航返修数月, 造成一定的经济损失。近年来, 我公司和兄弟公司累计有20多艘1000吨级与1500吨级半分节驳, 因电动起锚绞盘(立式锚机)相继发生故障而进厂抢修。故障几乎都由锚链轮引起。因此, 研究锚链轮的设计、制造、安装及其相关技术, 采取措施, 防止故障发生, 保证船舶航行的安全, 是十分必要的。

## 2 锚链轮制造与检验难点分析

锚链轮看似简单, 其实相当复杂。我们迄今还在探索锚链与锚链轮的啮合规律。

锚链轮制造的难点之一是, 锚链轮与锚链的啮合部位——链环承窝, 它由承窝底面与轮齿侧面组合而成。该部位难以进行机械加工, 实际生产中虽然

用舵时受速度的影响, 能迅速而灵活地转向。

(2) 导流罩使尾流最大程度地汇聚, 增大了尾流的动量, 即增大了船的动能, 增大了螺旋桨的推进效率, 提高了船的航速。

## 5 几点说明

(1) 导流罩简单易造, 造价低, 而且安装方便, 不管大船小船, 新造船还是旧船的改装, 任何船都可

不进行机械加工, 但却要求呈铸件毛坯状的链环承窝部位, 符合《锚链轮》标准所规定的尺寸公差及形位公差, 显然有一定难度。即使符合标准所规定的要求, 也不意味产品合格, 还必须进行台架试验, 检验锚链轮的使用性能。

锚链轮现有的检验手段可信度有限。众所周知, 锚链轮的设计图纸的技术要求栏中都标注: 木模做好后用 $\varnothing \times \times$ 有档锚链(CB\*3179-83)试校修配后方可浇铸。笔者根据多年的实践经验认为, 浇铸前, 模型与链条啮合试验是必要的, 但仅仅是初步的, 切莫认为试验合格实际使用就不成问题。尤其是内河船舶上的立式锚机上的锚链轮, 模型与锚链的啮合试验作用甚小。如1997年某船厂试生产的1500吨级半分节驳的 $\varnothing 32$ 电动起锚绞盘, 链轮木模反复与锚链作啮合试验, 试验情况良好, 可成品安装上船后, 第一次抛锚试验即告失败。更有甚者, 锚链轮工厂台架试验合格, 而第一次实船抛锚试验就不合格, 这令人们迷惑不解。其实, 木模啮合试验或工厂台架试验, 因与实船使用条件不同, 结果自然不同。如上述1997年的实船试验, 用机动调节各档起、抛锚尚可, 但作自由抛锚(脱离离合器)试验时, 由于锚和锚链的重力作用, 锚链运动速度极快, 经导锚筒与锚链轮接触时不能顺利切入链轮, 试验失败。在链轮木模与锚链啮合试验时, 操作者双手挟持住链轮木模夹板使链轮轴线水平, 把锚链缠绕上链轮, 操作者边走边转动链轮木模, 观察啮合情况。该试验对卧式锚机而言, 具有一定的可靠度, 因卧式锚机实船抛、起锚

以安装; 对提高推进效率, 增强灵活性, 具有很大的实用价值。

(2) 可以通过流体力学来计算导流罩水滴形的长宽比和导流罩的所需的受力强度, 即导流罩的厚度。

(3) 由于加上罩体后船身变长, 这就需要在船体后面加上一个标志导流罩存在的装置, 以免在停靠码头或抛锚时与其他船只相撞。

与木模链条啮合试验, 两者链条运动情况相似, 均在同一铅垂面上, 容易切入或脱开锚链轮。而对于立式锚机而言, 链轮木模与锚链啮合试验其可靠度就很低。原因是实船立式锚机抛、起锚的状况与试验状况差异很大。

(1) 几何条件差异——前者锚链轮轴线铅直, 后者水平;

(2) 动力条件差异——前者受力情况复杂, 尤其在入舱一端, 锚链切入或脱开链轮时呈两个受力方向, 而后者受力情况简单;

(3) 运动速度差异——前者作自由抛锚时, 锚链运动速度极快, 而后者是无法模拟的。

对锚链轮的效能检验而言, 虽然整机的台架试验比链轮木模与锚链的啮合校验更有价值, 但还不是锚链轮使用效能的最终鉴定, 因为台架与实船依然存在环境与条件的诸多差别。尤其是立式锚机, 如抛、起锚时的运动速度; 啮合或脱开锚链轮时锚链的瞬时速度方向; 实船水深与台架高度; 影响锚链能否顺畅入舱的重要因素——锚链在舱里的自由垂长等。

由上分析可见, 标准和检验都还存在不足之处。笔者根据长期在生产一线工作的经验, 谨提出建议供读者参考。

### 3 设计、制造与检验技术的改进

标准是设计的指南, 应在实践中不断对标准进行修改和完善。

对于浅水航道内河船舶立式锚机的锚链轮而言, 适当缩小齿高, 是确保不会发生跳链、滑链和解决脱链问题的有效方法。根据多年来的实践经验, 认为适当值应为:

$$\frac{8 - \sqrt{34 + 30\cos \frac{180^\circ}{Z}}}{2\sin \frac{180^\circ}{Z}} \cdot d$$

式中  $d$  —— 锚链链环直径;

$Z$  —— 锚链轮齿数。

当  $Z = 5$  时, 该适当值为  $0.3118d$ ;

当  $Z = 6$  时, 该适当值为  $0.2553d$ 。

该适当值实际是按链条正多边形啮合图与非正多边形啮合图两种方法计算出来的节圆半径的差值。

需要提醒的是, 旧锚链新配锚链轮切不可硬搬标准, 或简单套用计算公式, 或照抄原设计图纸。旧锚链的实际节距肯定大于理论节距。因长期负载产生的拉伸变形和两环连接处的磨损, 使旧锚链长度延伸。为了正确计算出链轮节圆直径, 必须对旧锚链进行准确测量(用卡钳卡若干个链环长度, 此法不可取)。将某段(尽可能长)锚链铅直悬挂, 一次测出锚链若干节距的总长度, 并要多测量几段, 再求出平均节距值。设平均节距值为  $K$ , 此时计算链轮节圆半径的公式应作相应变化。如配新标准锚链的五齿链轮的节圆半径为:

$$R_{\text{五齿}} = \frac{8d_{\text{链}}}{2 \cdot \sin 36^\circ}$$

而配旧锚链的五齿链轮的节圆半径为:

$$R_{\text{五齿}} = \frac{K}{2 \cdot \sin 36^\circ}$$

即以实际测量的锚链节距平均值  $K$ , 取代新标准锚链的节距理论值  $8d_{\text{链}}$  ( $d_{\text{链}}$  为锚链的链环直径)。

如何正确检验锚链轮的模型。节圆直径是链轮的关键参数, 自然是检验的重点。合格的节圆直径应该在一个确定的公差范围之内。简单地从模型的节圆圆周线上量取直径是不可取的。《锚链轮》标准(CB/T3179-1996)对节圆直径的定义是: 锚链与锚链轮相啮合时, 锚链中心线所形成的正多边形的外接圆直径。一般认为正多边形啮合对锚链及链轮的制造误差要求低, 故以正多边形啮合作为计算节圆直径的依据。笔者根据长期的实践经验认为, 由于制造误差和受力情况复杂, 所谓正多边形啮合和非正多边形啮合, 都是少见的两种典型的啮合状态, 实际啮合状态大多介于这两种啮合状态之间。在啮合状态下, 锚链节距值应介于按两种方法计算出的节距值之间。具体的方法是, 反复多次测量啮合状态下的锚链节距  $t_1, t_2, t_3, \dots$ , 得出平均值  $t$ ,  $t$  值的公差范围是:

$$8d \geq t \geq \sqrt{34 + 30\cos \frac{180^\circ}{Z}} \cdot d$$

式中  $d$  —— 锚链链环直径;

$Z$  —— 链轮齿数。

事实上, 对于标准锚链而言, 锚链节距的最大值即为  $8d$ , 此时锚链呈伸展状态。因此, 缠绕在链轮上的锚链, 其节距值公差范围只规定下限即可。即

$$t \geq \sqrt{34 + 30\cos \frac{180^\circ}{Z}} \cdot d$$

[下转第 12 页]

	A 型船	B 型船
单位销售价格(万元)	500	560
单位变动成本(万元)	420	500
单位贡献利润(万元)	80	60
贡献利润率(%)	16	10

A 型船显示出比 B 型船获利能力更强,但由于船厂的资源有限,假设生产 A 型船占用船台 10 个月,而生产 B 型船只需要 6 个月。这时船厂应该考虑,哪种产品对于船厂稀缺资源来说能产生较多的贡献。比较它们单位资源贡献利润是其中一种方法,见表 3。

表 3

	A 型船	B 型船
单位贡献利润(万元)	80	60
单位产品生产月数	10	6
每月贡献利润(万元)	8	10

由此可见,虽然 A 型船所产生的贡献利润比 B 型船要高,但是 B 型船的单位资源贡献利润比 A 型船高,船厂应优先生产 B 型船。

### 3 结束语

本文立足企业,眼睛向外,面向市场,运用贡献

[上接第 23 页]

### 4 改善锚链轮使用性能的相关技术措施

近年来,我公司及兄弟公司有 20 多艘船起锚绞盘因锚链脱开链轮入舱时受阻而发生损坏机件的故障,应引起重视。标准较好地解决了跳链、滑链问题,但没有解决脱链问题。解决脱链问题虽然主要是与锚链轮有关,但其他有效的相关技术措施亦很重要,如改进锚链铲的设计。锚链铲是帮助脱链的有效零件,但设计者往往忽略。我公司数十艘大型半分节驳起锚绞盘的锚链铲几乎都进厂修过,有的修过几次,有的更换厂里自制的锚链铲。原锚链铲或强度不足,或安装位置、角度不佳,不但不能帮助脱链,反而起阻隔作用。由于实船起锚绞盘安装的高度、导链槽位置、链轮的安裝包角等不同,目前的固定式锚链铲适应性差。宜改为可调式链铲,以针对不同的实船安装

分析理论对企业经营活动进行效益分析和比较,进而提出根据企业内外部环境的变化,产品贡献的大小,作出有益于企业的灵活决策一系列方法。但在实践中运用这些方法时,应该注意两个问题。

(1) 按成本性态划分成本是进行贡献分析的基础。这种分类方法不同于传统的依成本的职能分类。这种分类决定了短期内成本与产销量的关系,其主要目的是服务于企业短期决策。只有准确地划分成本,才能保证决策正确。由于成本中含有混合成本,划分混合成本中固定成本部分和变动成本部分比较困难,所以必须运用科学的方法进行划分。

(2) 贡献分析法与完全成本法相结合。贡献分析法的应用往往只限于企业内部管理决策,而对外报告一般采用全部成本法。将贡献分析法和完全成本法结合时,可以将日常核算建立在完全成本法的基础上,并增设“固定成本”帐户和“变动成本”帐户,同时提供内部管理和对外报告所需要的成本和收益资料。在市场竞争激烈、供过于求时,只要贡献大于等于变动成本即可,而从长远看,还应该注重企业全部成本的回收,就是说,在进行短期经营决策时仍应兼顾企业的长远利益,这可以大大地降低企业决策的风险。

### 4 参考文献

- 1 黎明,主编.管理会计学.重庆:重庆大学出版社,1997.

状况,调试好锚链铲的最佳作用位置,然后再进行固定。

脱链难的另一原因是,型深受限,导致锚链入舱时的自由垂长太短,自坠力太小,阻力大于自坠力就发生脱链难。在条件许可下,应适当提高起锚绞盘的安装高度,以增加锚链入舱时的自坠力。

现在的导链槽都是一字倾斜式,锚链刚脱开链轮,就产生向外、向下两个方向的作用力,受力复杂,易发生阻滞。建议改成水平→圆滑过渡→倾斜式,使锚链脱开链轮时,依次改变运动方向,受力简单,有助于脱链。

值得注意的是,链环承窝底为平面型的锚链轮,切勿用在内河船舶起锚绞盘上。《锚链轮》标准规定,链环承窝底为圆弧面,且与轮齿侧面光滑过渡,极利于链的切入和脱开。但承窝底为平面型的锚链轮尚可用在卧式锚机上,因其工况简单。