

船舶锚唇设计

CHUAN BO MAO CHUN SHE JI

国防工业出版社



内 容 简 介

本书简述了船舶锚唇的一般作用和设计现状。根据力作用的基本原理,较系统地揭示了船舶锚唇与锚链运动和锚翻身运动之间关系的客观规律,从而提出船舶锚唇设计新的概念和设计方法,并通过实例进行剖析。按新概念设计的船舶锚唇能提高船舶锚设备的使用经济性和可靠性。

本书可供船舶设计人员、修造船厂的工人和工程技术人员参考,也可作为从事甲板作业的船员的参考书。

船 舶 锚 唇 设 计

凌世豪 著

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张2⁵/₈ 52千字

1979年9月第一版 1979年9月第一次印刷 印数: 0,001- 2,800册

统一书号: 15034·1834 定价: 0.23元

序 言

伟大领袖和导师毛主席在《实践论》一文中指出：“马克思主义者认为人类社会的生产活动，是一步又一步地由低级向高级发展，因此，人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面。”

船舶设计中的锚链筒设计，在《船舶设计实用手册》（舾装设备）中曾提到：锚链筒口应具有大曲率半径的弧形“唇”。过去，这种弧形“唇”常作为锚链筒的附件，在施工图中称它为“凸缘”，也有称它为“眼环”等。其实，这种弧形“唇”的制造工艺和锚链筒体的制造工艺完全不同，而且，它与锚机、锚箱、掣链器等一样，在整个锚系统中，具有独特的作用。随着焊接技术的发展，这种弧形“唇”早已成为船舶锚系统中独立的零件。因此，本书称它为“船舶锚唇”，简称它为“锚唇”。

锚唇在整个锚设备设计中，历来是无足轻重的，常被人们所忽视。由于它简单，似乎作用不大，一般常常根据锚链筒中心线，在上下筒口对称地焊接锻制或铸造的带有一定曲率半径的锚唇，以使锚链能平稳地通过，这已成为普遍的锚唇设计的习惯方法。

长期的生产实践，逐步地使我们认识到：上述的设计概念是单纯的、片面的，按这种概念去指导锚唇设计，往往会

影响锚设备的使用性能。在锚设备设计日趋标准化的今天,锚唇设计的成败,已成为整个锚设备使用性能好坏的重要标志。

通过多次的实践,使我们对锚唇有一个比较完整的认识:锚唇是属于船舶设计中最简单的零件之列,而锚唇设计也是一个很小的技术问题,但对它的设计正确与否,将直接影响整个锚设备的使用方便性。设计正确的锚唇,既能消除目前船舶在起锚过程中普遍存在的三大不正常现象,即锚链的扭转现象、锚链向外缘滑出现象和锚爪朝下时的卡死现象,又能延长锚链的使用寿命,提高锚翻身收藏的性能。它不仅给船员的海上作业带来很大的方便,并为改革霍尔锚锚箱底板设计指出了简单化的方向,同时,在锚设备设计中,也就不一定再需要增设目前广泛采用的标准件导链滚轮。鉴于这些原因,以表示对促进祖国的造船事业高速度发展的热切心愿,我们把实践中获得的初步认识,加以整理写成这本小册子,作为实践的总结,供造船工作者参考。

由于我们政治水平、业务知识和实践经验均有限,书中难免会有不少错误和缺点,请广大造船工作者批评指正。

目 录

第一章 概况	1
§ 1 锚唇的一般作用	1
§ 2 锚唇设计的现状	3
第二章 锚唇与锚链运动的关系	6
§ 1 理想的锚链运动	7
§ 2 锚链的扭转现象	14
§ 3 扭转现象在起锚过程中的变化	18
§ 4 不产生扭转现象的下锚唇	22
§ 5 上锚唇与锚链运动的关系	25
§ 6 导链滚轮的作用	30
第三章 锚唇与锚翻身运动的关系	33
§ 1 锚翻身运动	33
§ 2 上锚唇与锚翻身运动的关系	38
§ 3 下锚唇与锚翻身运动的关系	40
§ 4 霍尔锚锚箱底板设计的改革	44
第四章 锚唇设计和制造	47
§ 1 经常接触点的选择	47
§ 2 上锚唇设计	53
§ 3 下锚唇设计	55
§ 4 锚唇的基本参数	60
§ 5 锚唇材料和强度	64

第一章 概 况

§ 1 锚唇的一般作用

船舶在艏部均设有锚装置。一般左右舷均设置主副锚各 1 只，两条锚链通过两个锚链筒抛入水中。锚链筒穿过仓内，上口与甲板相交，

下口与船艏外板相接，上下口交接处均形成椭圆状的筒口。在收放锚时，锚链需通过筒口交接处的尖角部位，这显然是困难的。

为了使锚链能平稳而又顺利地通过筒口，在上下筒口处交接处一定要焊接具有一定曲率半径的锚唇。为了讨论问题的方便，将设置在甲板上的锚唇称上锚唇，将设置

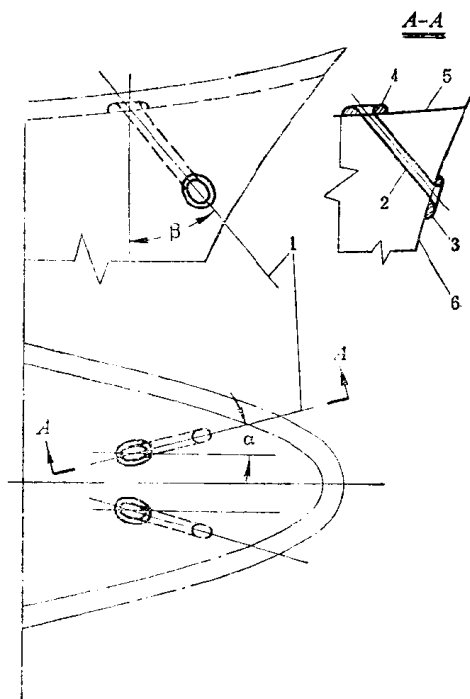


图1-1 锚链筒二视图

- 1—锚链筒中心线；2—锚链筒；3—下锚唇；
4—上锚唇；5—甲板；6—外板。

在外板上的锚唇称下锚唇（见图 1-1）。

锚链要平稳地通过筒口，就要求锚唇有一定的曲率半径。当然，曲率半径越大越好。曲率半径越大，锚链通过时越平稳，而锚唇的材料消耗却越大；如果曲率半径过小，也会影响使用性能。这是一个矛盾。为了解决这个矛盾，就要求锚唇的曲率半径尽可能小，而又能使锚链平稳地通过。这样，既节约材料，又能达到使用目的。这个尽可能小的曲率半径称它为“最小允许半径”，用符号 r 表示。

“最小允许半径”与被选用锚链的普通链环的类型和链径有关。在我国，锚链已编入国家标准（电焊锚链详见 GB 549-65，铸造锚链详见 GB 550-65）。普通链环类型分有档普通链环和无档普通链环二类。

无档普通链环和有档普通链环的主要技术要素与链径成简单的一次函数关系。根据对国标锚链系列的分析，结合实际使用的经验，“最小允许半径”可以按下述原则决定：

1. “最小允许半径”不应小于链环端部的曲率半径。

2. 当锚链作直线运动时，相间隔的二个链环端部不能同时与锚唇接触。图 1-2 中 r_1 显然过小。此时，相间隔的二个链环端部同时与

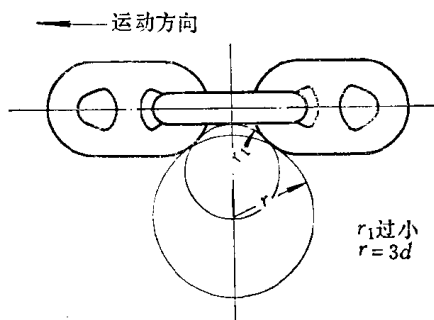


图 1-2

锚唇接触，锚链在运动时，阻力大、弹跳厉害、磨损严重，不仅会缩短锚链的使用寿命，而且对锚机的运行也很不利。

“最小允许半径” r 的具体数值，可以根据普通链环的类型按表 1-1 选取。表中数值纯属经验数据，仅供参考。

表 1-1 最小允许半径 r

普通链环类型	链 径	r
有档普通链环	d	$3d$
无档普通链环	d	$1.75d$ 或 $d + \frac{3}{4}d$

提出“最小允许半径”概念的实际意义是：防止设计者选取过小的曲率半径，以免影响锚设备的使用性。在实际设计工作中，也可以结合具体情况，选取大于表中的数值。又如考虑到锚链链端转环、卸扣等零件的外形尺寸比链环大，这些零件又经常通过下锚唇，而不通过上锚唇，因此，在一般实际设计工作中，下锚唇的曲率半径又比上锚唇的曲率半径选取得大一些。

§ 2 锚唇设计的现状

现阶段的锚唇设计，在《船舶设计实用手册》（舾装设备）中已有论述。锚唇设计一般均结合具体情况，使锚唇剖面具有一定的曲率半径，根据锚链筒中心线，对称地进行设计。图 1-3 表示右舷锚唇典型设计的示意图。

长期的生产实践告诉我们，按上述原则设计的锚唇，在实际使用中，存在着一种不正常现象：在起锚过程中，锚链经常发生扭转（见图 1-4）。扭转现象严重时，锚链经常从掣链器中跳出来，使起锚作业不得不停止进行。当扭转现象特别严重时，如操作不熟练，还将损坏其他属具，造成人身

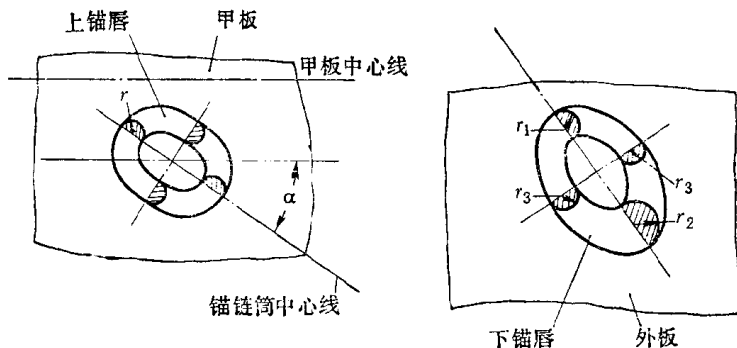


图 1-3

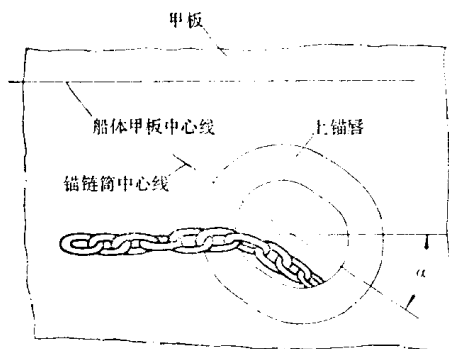


图 1-4

事故。即使锚链发生轻微扭转现象时，船员也必须使用专用工具，如锚链钩或铁棒等，慢慢地矫正扭转的锚链，使锚链在锚机链轮带动下，以最慢的速度，沿着掣链器通过，最后进入锚链舱。这样的海上作业给船员带来不少麻烦。

各种类型的大小船舶，发生锚链扭转现象的轻重程度都不一样，它与船舶锚系统设计的各种参数、船舶艏部的线型、抛锚的水深、海区等因素有关。

在长期的生产斗争中，广大造船工作者，为了消灭上述

的锚链扭转现象，已经作了大量的工作：如导链滚轮，我国已编入国家标准（详见 CB 290-76），并已正式颁布普遍使用；又如南海 800 吨货轮采用有滑槽的导链槽。这些装置对减少锚链的扭转现象起了一定的作用。从国外进口的远洋客轮“耀华轮”，经研究分析，也是为了减少扭转现象，不设置上锚唇，而是在甲板上把大型的闸刀式掣链器直接安装在锚链筒的筒口上，强迫锚链从闸刀式掣链器凹形链槽中通过，使锚链不致发生扭转现象。上述设计，对防止锚链发生扭转现象具有一定的作用，但都是强制性的措施。导链滚轮、导链槽、或闸刀式掣链器，都是强制锚链从这些装置的凹形链槽内通过，使锚链在进入掣链器或锚机链轮之前，不产生扭转现象；但是，当锚链通过这些装置时，受力大、磨损严重；锚链在反复使用过程中，常会引起较大的变形和磨损，因而也大大地缩短了锚链的使用寿命，所以，这些装置的设置，不是最理想的办法，而且，当扭转现象十分严重时，还是不能绝对地保证不产生扭转现象。

那末，是否有办法，既对锚链不加强制力，又能让锚链自由自在地通过锚链筒口，而且，一点也不发生锚链扭转现象呢？要解决这个问题，这就先要了解锚唇与锚链运动的关系，认识事物客观存在的规律，找出产生锚链扭转现象的真正原因，从而才能找到解决问题的根本办法。

第二章 锚唇与锚链运动的关系

锚链运动是指船舶在起锚和抛锚过程中，锚链运动的客观规律。在这一过程中，锚链经常出现各种不正常的现象，其原因也是多种多样的。例如有些船舶在抛、起锚时，均需要用人工在锚链舱里进行排链，这是一项十分艰苦的劳动。出现这种现象的主要原因，是设计时，对锚链舱布置等技术问题考虑不周，将锚链舱水平方向的面积设计得过大，造成锚链堆放时，没有一定的规律。又如有些船舶在抛、起锚时，当锚链通过锚机的链轮时，锚链经常产生跳动或打滑的现象。产生这种现象的主要原因，是在制造锚机链轮木模时，没有与锚链进行实配，也没有考虑铸件的收缩余量，造成铸造后的锚机链轮不能与实际锚链很好地“啮合”。在整个锚设备中，每一项零部件的设计、制造和安装，均会影响锚链的正常运动。但是，船舶锚唇设计的好坏，对锚链运动的影响将起主导作用。本章将主要讨论锚唇与锚链运动的关系。

船舶在抛锚时，不管是自落抛锚或机械抛锚，都是借助于锚和锚链的自重，顺利地通过锚唇，自然地抛入水中。此时，锚链虽然也受拉力，但与起锚时相比，拉力极小，而且当锚链通过锚唇时，不产生任何异常现象。因此，这里不讨论抛锚时情况，本章只讨论起锚时锚唇与锚链运动的关系。

由于锚链运动的独特规律，锚链通过锚唇处的受力情况是很复杂的，而且力系是交变的。为了讨论问题的方便，在

本章力系分析中, 根据锚链受力变化的总趋向, 将锚链当作一条绳索来看待, 对力系仅作定性的分析, 以便说明所讨论问题的实质。

船舶起锚时, 锚链要平稳地通过锚唇, 就要求锚唇有一定的曲率半径, 这在前一章已提到。这一章将讨论锚唇与锚链运动的关系, 以便探讨用较理想的办法, 使锚链顺利地通过锚唇, 且不产生锚链扭转现象。

在生产实践中, 也确有不少船舶只考虑锚唇要具有一定的曲率半径, 根据锚链筒中心线进行对称设计。在实际使用这些船舶时, 效果较好, 锚链不但能平稳地通过锚唇, 而且十分顺利, 一点也没有扭转现象。讨论这类船舶锚系统的设计, 对解决目前一般船舶普遍存在的锚链扭转现象, 却是十分必要的。

§ 1 理想的锚链运动

起重船等工程船舶, 线型简单, 基本上是一个“方盒子”, 一般在上甲板四个角上, 都设有工作锚系统。这类船舶在起锚时, 锚链运动却十分理想。下面讨论其中一个工作锚系统, 在起锚时, 锚链运动的情况。

图 2-1 为起重船其中一个工作锚系统布置示意图。该船在锚链筒上下口, 以锚链筒中心线为准对称地焊以带有一定曲率半径的上锚唇和下锚唇。从锚机链轮到下锚唇区间内, 锚链运动轨迹线在平面上的投影平行于船体舢纵剖面。这类船舶在平潮或顶水起锚时, 由于锚链受力大, 从下锚唇至水中的锚链在平面上的投影往往也平行于船体舢纵剖面, 偶尔遇到水流、风力等因素的影响, 出现一定的夹角, 但角度一

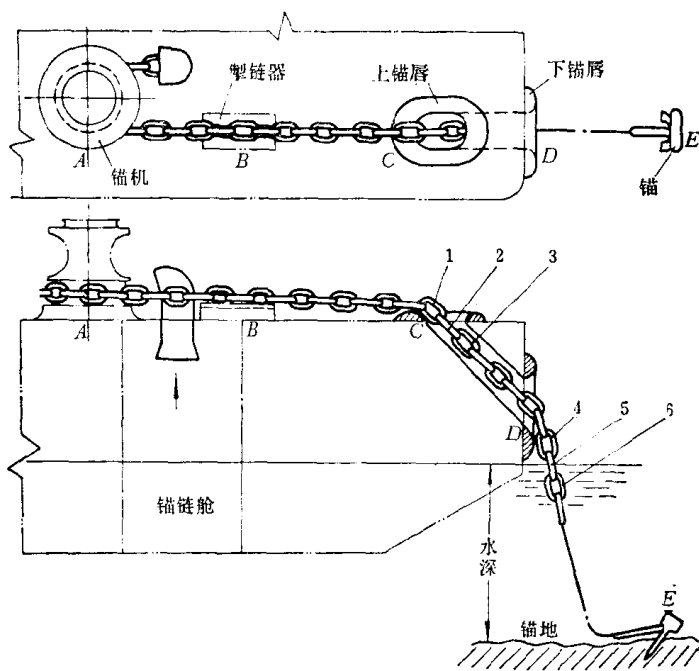


图 2-1

般也很小，因此，这种锚系统在起锚时，锚链基本上在同一平面内运动，锚链在平面上的投影 A 、 B 、 C 、 D 、 E 在同一直线上。锚链运动的规律具体说明如下：

1. AB 区间：锚链由掣链器的导链和锚机链轮定向的带动，每个链环自身不作左右转动，按图 2-1 排列作直线运动，最后由链轮带入锚链舱。

2. BC 区间：作如下二种分析。

(1) 图 2-2 为锚链力系分析图，在上锚唇 C 点，锚链内在承受的张力 T_1 ，其合力 R_1 作用于上锚唇， N_1 是上锚唇对锚链的反作用力。这里将 C 点锚链内在承受的张力 T_1 ，

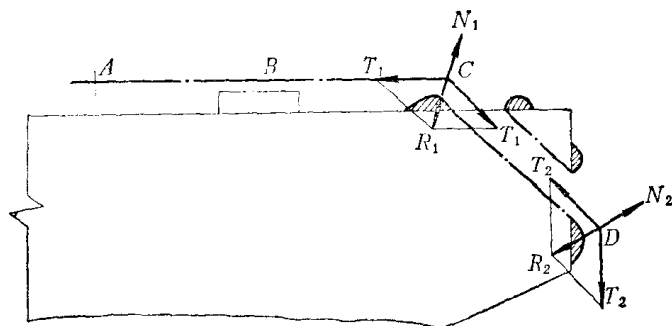


图 2-2

的作用方向所组成的平面称锚链张力作用平面。此时，张力作用平面垂直于锚链与锚唇的接触面，故整个力系均作用在张力作用平面内，因此，锚链运动稳定，这是总的趋向。

(2) 上述仅是理想状态的分析。由于锚链运动具有独特规律，实际上，当链环通过上锚唇时，链环一定要产生左右转动，具体情况可以从图 2-1 中链环 1、2、3 的运动规律加以分析：当链环 1 端部接触上锚唇时，链环 1 如图中状态垂直于锚唇，并趋于不稳定状态。在起锚过程中，瞬间，链环 1 失去平衡，此时，链环转动的方向决定于锚链内力矩的方向。先假定此时内力矩等于零，链环 1 向左转动 $\sim 90^\circ$ ，与此同时，立即影响 BC 区间链环排列，促使 BC 区间锚链向左扭转，且产生锚链内在的扭力矩。另一方面，由于链环 1 向左转动，带动链环 2 也向左转动 $\sim 90^\circ$ ，并促使 CD 区间锚链向左扭转。在起锚过程中，瞬间，链环 2 到达图 2-1 中链环 1 的位置，此时，链环 2 重复链环 1 的运动，当它通过 C 点时，同样趋于不稳定状态；但是，由于链环 1 向左转动产生的扭力矩，企图使 BC 区间锚链向左扭转，而链轮和掣

链器链槽迫使 BC 区间锚链不能扭转, 并产生一个反扭力矩; 当此力矩传到 C 点时, 促使链环 2 向右转动 $\sim 90^\circ$, 此时, 链环 2 与链环 1 转动方向相反, 并使 BC 区间的锚链恢复到原来的排列。以后, 链环 2 带着链环 3 到达图 2-1 链环 1 的位置, 此时, 如果外力因素不变, 链环 3 向左转动, 又重复链环 1 的运动。在起锚过程中, 当链环通过 C 点时, 就是这样 1 左 1 右, 摇摆不定, 并发出有节奏的“的得、的得……”“轧、轧、轧……”的响声, 使 BC 区间的链环保持有规律的排列, 并顺利地通过掣链器。

3. CD 区间: 在图 2-2 中, 下锚唇 D 点锚链内在张力为 T_2 , 其合力 R_2 作用于下锚唇, N_2 是下锚唇对锚链的反作用力, 整个力系作用在同一个张力作用平面内。锚链通过 D 点的运动情况, 可以从链环 4、5、6 通过 D 点的情况进行分析, 显然, 其规律与链环 1、2、3 通过 C 点的情况相似, 使 CD 区间的锚链保持有规律的排列, 并顺利地通过上锚唇。当链环通过 D 点时, 链环总是要失去平衡, 向左右转动, 转动的方向受 C 点的影响, 同时, 也发出有节奏的响声。

4. DE 区间: 当这段锚链发生扭转时, 锚链产生内在的扭力矩会促使链端转环发生转动, 使 DE 区间锚链消除内在扭力矩, 避免了扭转现象的产生, 并达到相对的平衡, 使锚链顺利地进入 D 点。因此, 由于转环的作用, DE 区间的锚链总是不会有明显的扭转。

5. 上下锚唇处的筒口都呈椭圆形。这样, 当锚链通过锚唇时, 链环与锚唇筒口弧线或弧面接触, 扩大了链环与锚唇的接触面, 避免过大的点压力的产生, 保护了链环。另一方面, 链环与弧线接触, 能很好地保持接触点的力系在同一

平面内 (见图 2-3)。

从上述分析可以知道：这样的锚装置，在起锚过程中，锚链运动既平稳又顺利，一点也不产生扭转现象，是十分理想的。

上面讨论了锚链在平面投影上是一直线的运动情况。船舶在实际作业时，会遇到各种复杂的情况，使图 2-1 中的锚链 $ABCDE$ 在平面上的投影经常不在一直线上，主要是 DE 区间的锚链变化万千。但是，对这类船舶，不管锚抛在何处，当起锚时，锚链运动还是如上面分析一样，显得十分理想。这是什么原因呢？据分析和观察的结果表明，这是因为锚链筒口的形状具有独特的效应所致。

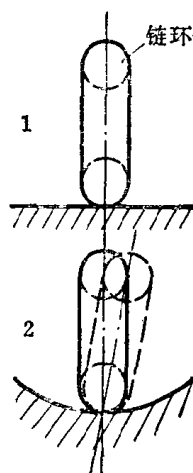


图 2-3

1—点接触或线接触；
2—线接触或面接触。

当锚链通过上锚唇时，由于锚链在下锚唇筒口移动范围有限，因此不管 DE 区间锚链趋于什么情况， $ABCD$ 区间锚链在平面上的投影还是趋于一直线。在 C 点，锚链张力作用平面保持和锚链与上锚唇接触面垂直，使整个力系作用在同一平面内，此时，锚链运动正常。下面讨论一下锚链通过下锚唇时的情况。

1. 锚链在平面上的投影，原来在一直线上，锚链与下锚唇下口接触点为 D 。为了讨论问题的方便，空间直角坐标按图 2-4 绘制，图中 $z-z$ 轴垂直于 $x-D-y$ 平面，没有示出。当 DE 区间锚链产生一个小偏角 φ 时 (见图 2-5)，由于锚链与椭圆形筒口的弧线 (面) 接触，锚链张力作用平面垂直

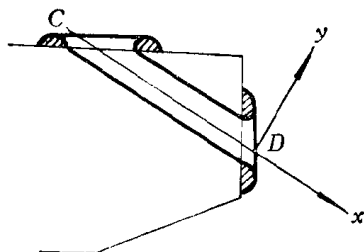


图 2-4

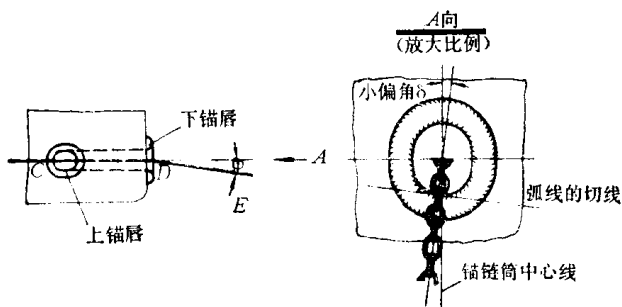


图 2-5

于弧线的切线，使整个力系还能在 D 点保持在同一平面内。此时，锚链通过下锚唇时的运动情况和锚链与锚唇的接触点均不变；但是，当链环通过下锚唇时，产生一个小偏角 δ （见图2-3和图2-5）。这时 D 点的空间力系如图2-6。

2. 当 DE 区间锚链产生很大偏角 φ 时（见图2-7）， D 点的空间力系如图2-8，此时，张力的

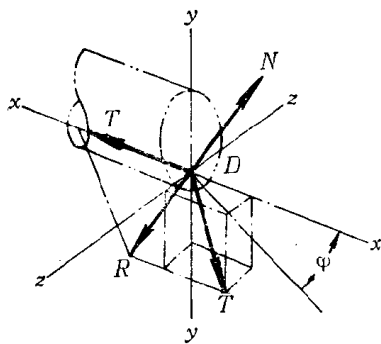


图 2-6