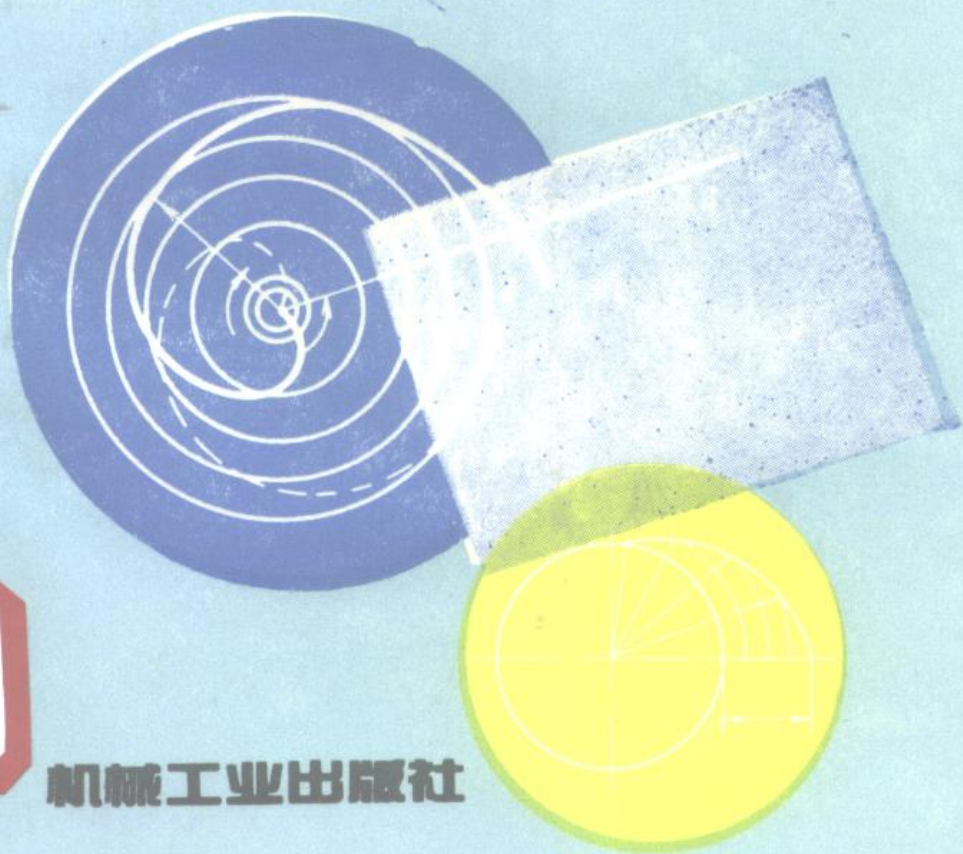


于云满 张敏 编著

蜗形凸轮机构



机械工业出版社

蜗 形 凸 轮 机 构

于云满 编著
张敏



机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

本书由浅入深地介绍了蜗形凸轮机构的特点和分类,系统地论述了传动原理、结构和转位盘的运动规律,并详细地阐明了这种机构的设计和计算方法,其中包括端面蜗形凸轮机构的作图法、解析法、表格法和径向蜗形凸轮机构的解析法,以及在各种情况下的修正值计算,还列举了例题,以利读者进一步掌握这种机构的设计方法。

本书最后还介绍了蜗形凸轮的加工和装配,以及国外这种机构的标准化问题。

本书可供从事蜗形凸轮机构研制的技术人员和技术工人阅读,也可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

蜗形凸轮机构 / 于云稿, 张教编著. — 北京: 机械工业出版社,

1994

ISBN 7-111-03933-5

I. 蜗…

II. ①于…②张…

III. 凸轮机构

IV. TH132.47

出版人 马九荣 (北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑: 晏章华 版式设计: 胡金瑛 责任校对: 高淑秀

封面设计: 郭景云 责任印制: 卢子祥

中国铁道出版社印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1994年4月第1版 · 1994年4月第1次印刷

787mm × 1092mm 1/32 · 5.625印张 · 121千字

001-1750册

定价: 6.00元

前 言

蜗形凸轮机构主要用于自动机、半自动机以及自动线、半自动线中，将连续运动转化为周期性间歇运动。该机构适用于高速运动，具有等分准确、平稳、无冲击、结构简单、运转可靠、寿命长等优点。

由于这种机构具有其它间歇机构所没有的特点，因此在国内外已广泛应用于各种高速传动之中。随着我国国民经济的飞速发展，蜗形凸轮机构也必将日益广泛地应用于包装、轻工、机械、纺织等各个工业部门的设备中。为了进一步使广大读者系统地了解这种机构的原理，设计计算方法、结构特性、加工方法和装配调整等，现将国内外有关资料加以搜集整理，结合国外考查和工作中的实践编写了本书。书中系统地介绍了国内外有关蜗形凸轮机构的论述；介绍了蜗形凸轮机构的设计方法；在理论上分析了从动件的各种运动规律和凸轮的修正，修正值的计算以及结构的标准化等问题，供从事这方面工作的广大读者参考。

在编写过程中承蒙大连轻工学院杨基厚教授热忱指导和审阅，在此表示感谢。

目 录

1 概述	1
1.1 简介	1
1.2 传动原理及分类	2
1.2.1 传动原理	2
1.2.2 分类	3
1.3 蜗形凸轮机构的特点	5
2 蜗形凸轮机构的结构及其运动规律	10
2.1 蜗形凸轮机构的整体组成系统	10
2.1.1 整体组成系统	10
2.1.2 蜗形凸轮机构在机器中的作用	11
2.1.3 特殊的工艺需要——间歇传动蜗形凸轮机构	13
2.2 典型的蜗形凸轮箱	18
2.3 滚子、转位盘的结构形式	19
2.3.1 滚子的结构形式	19
2.3.2 转位盘	22
2.4 蜗形凸轮的结构形式	24
2.5 蜗形凸轮曲线运动规律的分析	25
2.5.1 高速传动对蜗形凸轮机构的要求	25
2.5.2 等速运动规律及修正等速运动规律	28
2.5.3 等加速和等减速运动规律	35
2.5.4 余弦(简谐)运动规律	40
2.5.5 正弦运动规律	43
2.5.6 复合正弦运动规律	45

2.5.7	变形梯形运动规律	52
3	端面蜗形凸轮机构的设计	72
3.1	作图法	72
3.2	计算法	73
3.2.1	自动循环周期的确定	74
3.2.2	转位时间大小的选择	75
3.2.3	蜗形凸轮升程的计算	75
3.2.4	蜗形凸轮直径的计算	75
3.2.5	最大压力角的校核	76
3.2.6	常用运动规律及其选择	76
3.2.7	蜗形凸轮曲线的修正	80
3.2.8	材料及其它尺寸的确定	87
3.2.9	技术要求	90
3.2.10	设计举例	90
3.3	表格法	92
3.3.1	专用计算表格的拟制和使用	92
3.3.2	凸轮轮廓曲线(瞬时升程)的计算	103
3.3.3	设计举例	106
4	径向蜗形凸轮机构的原理和计算	112
4.1	概述	112
4.2	径向蜗形凸轮机构的原理和计算	114
4.2.1	啮合曲面的形成	114
4.2.2	啮合曲面的法曲率	118
4.2.3	径向蜗形凸轮传动压力角的近似解	126
4.2.4	径向蜗形凸轮传动压力角的精确解	128
5	蜗形凸轮的加工和装配	145
5.1	端面蜗形凸轮的加工	145
5.2	径向蜗形凸轮的加工	146
5.2.1	靠模仿形法加工	147

5.2.2 从动件运动规律没有特定要求的加工方法	148
5.2.3 从动件运动规律有特定要求的加工方法	152
5.2.4 加工注意事项	156
5.3 蜗形凸轮机构的装配	156
6 蜗形凸轮机构的标准化	158
6.1 优先数系在蜗形凸轮机构标准化中的运用	158
6.2 端面蜗形凸轮机构的标准化	159
6.3 径向蜗形凸轮机构的标准化	167
6.3.1 尺寸系列的确定	167
6.3.2 系列标准代号的意义	170
参考文献	171

1 概 述

1.1 简 介

间歇传动是自动机、半自动机以及自动线、半自动线中最常用的机械传动之一。间歇传动机构的作用是使设备中某些构件生产周期性的运动和停歇，如送进运动，进料运动，成品输送运动，转位运动等。这种间歇运动机构使用广泛，传动精度有时要求很高。例如在制灯工业的高速自动线中，常用的心柱机、绷丝机、封排联合机、烘装机等要求其主机高速间歇停顿，以实现周期转位和自动送进产品从一个工位到另一个工位，来满足制灯的工艺要求。又如高温烧结，抽真空排气，自动上下灯管时既要求间歇传动机构的结构简单，传动平稳，又要求它分度准确，工作可靠等。

应用普通的间歇传动机构如棘轮机构、马耳它机构、星轮机构、非完整齿轮机构作为高速自动线中的间歇传动元件，由于它们的运动特点，往往会产生冲击与振动，既不适合带动质量很大的转盘，传动精度又低。本书所介绍的蜗形凸轮机构，是可以满足高速自动线要求的间歇传动机构。

蜗形凸轮机构不但传动平稳、无冲击，而且从动件的速度、加速度变化规律可以按预定的运动要求选择，进而实现精确的传送。由于该机构的这种独特的优点，使得它在国内外的机械产品上获得了广泛的应用。国外对这种机构的应用已有几十年历史，并有这种机构的专门制造厂家及相应的研

究机构。前苏联、匈牙利、英国、美国、日本等国家蜗形凸轮机构已经系列化、标准化，并广泛应用于各类型的高速自动线中。匈牙利通司拉姆（TUSLOM）公司研制的具有世界先进水平的 3500 支/h 普通灯泡自动线的各个主机都采用了蜗形凸轮机构，英国贝德莱克斯（BADALEX）公司的各种类型的制灯自动线也采用了这种机构。该机构不仅应用于制灯工业，在高速包装机、火柴自动连续生产机、冲床、印刷机中也已逐步使用，如意大利的阿克马（ACMA）公司生产每分钟包装 140 块香皂的自动包装机，瑞典阿丘科（AENK）公司生产每分钟能装 7000 盒火柴的自动连续生产机等。

在国内，初期试制单位发现该机构使用时磨损较快，并有振动现象。近年来，通过理论研究和实际生产中的摸索，蜗形凸轮机构已逐渐开始在自动机、自动线中采用，如砂轮自动成型机，及我国自行设计研制的年产 500 万只普通灯泡和年产 500 万只荧光灯自动线中都采用了该机构。

为了适应高速间歇运动的需要，对于蜗形凸轮机构，不但在设计时要求按从动件的运动规律合理选择凸轮轮廓曲线，而且必须能够加工出高精度凸轮。首先必须使毛坯形状和尺寸更为准确，如精密铸锻，其次是零件的表面质量和尺寸精度必须更加严格，所以蜗形凸轮的加工方法也在不断改进。目前已设计了许多专用设备，有的采用平面靠模或立体靠模仿型铣床，有的采用电子数字控制（CNC）加工设备。由于新材料、新工艺、新技术大量采用，使蜗形凸轮机构的性能得到了改进，提高了寿命，降低了成本。

1.2 传动原理及分类

1.2.1 传动原理

蜗形凸轮机构是一种高速间歇传动机构，它的作用是将主动件（蜗形凸轮）的连续或周期性的旋转运动变为从动件（转位盘）的间歇转动。其传动原理如图 1-1 所示。

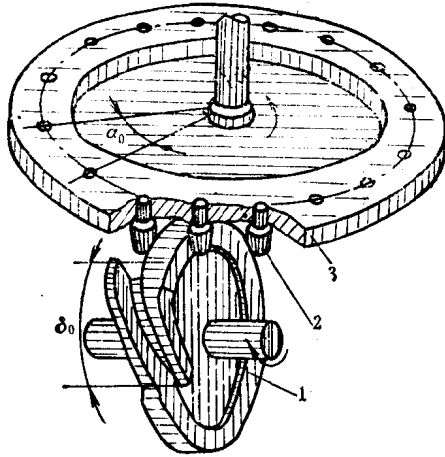


图1-1 连续转动蜗形凸轮机构
1—蜗形凸轮 2—滚子 3—转位盘

蜗形凸轮 1 与固定在转位盘 3 上起着摆杆作用的滚子 2 相啮合，滚子均匀分布在转位盘的分度圆上。当蜗形凸轮轴旋转时，通过凸轮槽使滚子实现围绕转位盘中心的转动，从而使转位盘实现周期性的步进。

1.2.2 分类

蜗形凸轮机构按其运动方式分有两种基本形式，其一为连续转动蜗形凸轮机构，见图 1-1；其二为间歇转动蜗形凸轮机构，见图 1-2。

间歇转动蜗形凸轮机构，只有在自动机间歇时间很长的地方采用。这种机构的特点是当转位盘需要转位时，通常用

离合器控制凸轮运动，或用单独电动机经过减速器形成单独传动链带动凸轮作周期性转动。此机构传动链较长，结构复杂，离合器易磨损，维修困难，所以只有在要求停歇时间很长，或调整范围很大的场合采用。前一种形式的结构简单、传动方便、工作可靠，因此，应尽量采用连续转动蜗形凸轮机构。

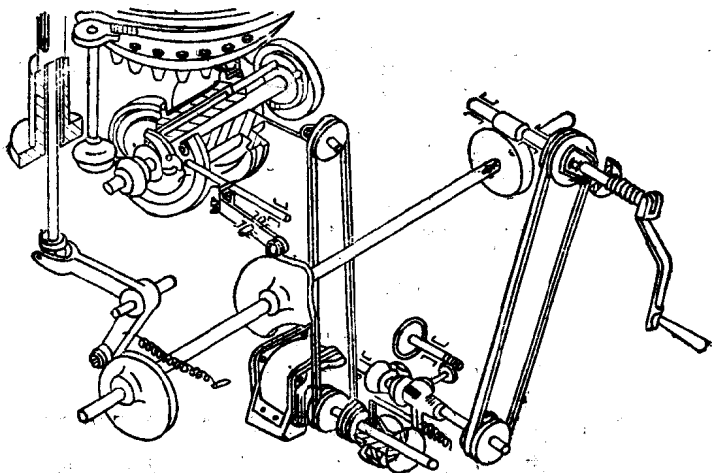


图1-2 间歇转动蜗形凸轮机构

另外，就蜗形凸轮而言，又可分为端面蜗形凸轮机构（图1-3）和径向蜗形凸轮机构（图1-4）。

当转位盘工位很多，载荷较大、速度较低时，应采用端面蜗形凸轮；在高速轻载、定位精度要求准确时，采用径向蜗形凸轮较为适宜。

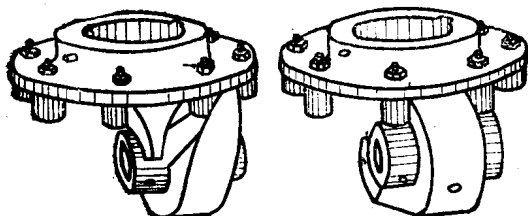


图1-3 端面蜗形凸轮机构

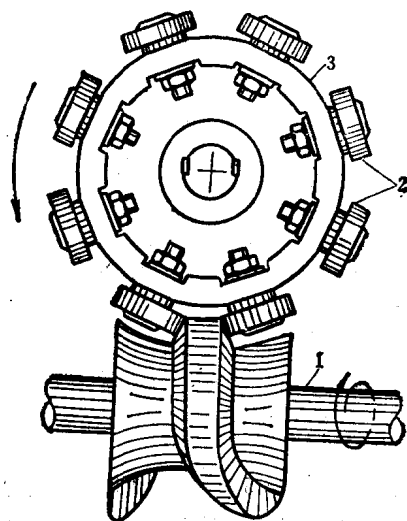


图1-4 径向蜗形凸轮机构

1—主动轴 2—滚子 3—转位盘

1.3 蜗形凸轮机构的特点

间歇机构的特点是将连续运动转化为周期性的间歇运

动，常用的棘轮机构、擒纵机构、马耳它机构（如图 1-5 所示）、星轮机构（如图 1-6 所示）都可以实现从动件周期性步进运动。

但是，棘轮机构和擒纵机构属于单向作用机构，虽然其结构简单，工作可靠，但因棘爪来回摆动，棘轮时停时转而有冲击和噪声，不宜用于高速自动机中，也不宜用于质量很大的转位盘做间歇运动的场合。

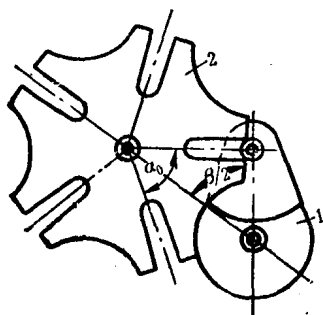


图1-5 马耳它机构示意图
1—主动拨盘 2—从动槽轮

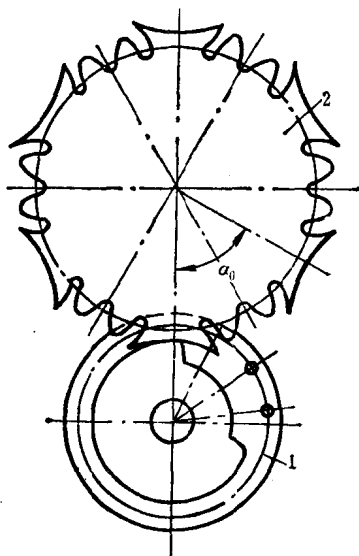


图1-6 星轮机构示意图
1—主动轮 2—从动轮

马耳它机构（见图 1-5）由主动拨盘 1、从动槽轮 2 及机架组成。主动件 1 以等速连续回转，从动件 2 则时而转动，时而静止。圆柱销未进入槽轮的径向槽时，由于槽轮的内凹锁止弧被拨盘的外凸圆弧卡住，因此槽轮静止不动且被定位，直至圆柱销再一次进入槽轮的另一个径向槽时，两者才又重复上述的运动循环。这种间歇机构在中、低速自动机中应用广泛，但不适于高速间歇传动。主要原因在于，虽然

马耳它机构在槽轮开始转动和终止转动的瞬时角速度为零（图1-7所示），即没有角速度为无穷大的刚性冲击，但从图1-8所示的加速度变化曲线可知在运动开始和终止的瞬时，加速度曲线不连续，存在着有限角加速度的柔性冲击，也会产生振动等不良现象。另外，由于机构零件制造和安装误差，在各零件之间会出现间隙，这样也会导致机构出现冲击，或者激发出更严重的振动，而不适于高速间歇传动。

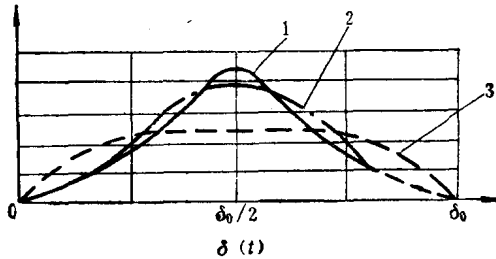


图1-7 角速度变化曲线

1—马耳它机构曲线 2—梯形凸轮机构曲线 3—星轮机构曲线

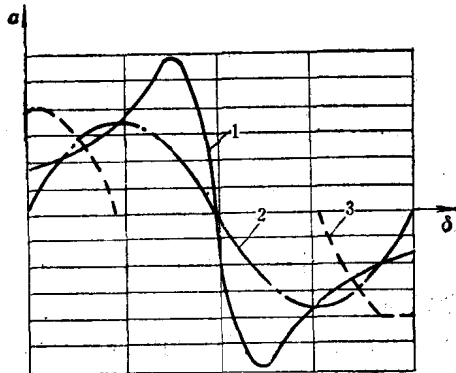


图1-8 加速度变化曲线

1—马耳它机构曲线 2—梯形凸轮机构曲线 3—星轮机构曲线

星轮机构和非完整齿轮机构的传动原理与普通齿轮机构相同，但在结构上却有所不同。这两种间歇机构的主动轮只在局部轮缘上有滚销（或有齿），从动轮可以用渐开线或摆线作齿形的完整齿轮或不完全齿轮。图 1-6 为星轮机构示意图，当主动轮 1 的滚销与从动轮 2 啮合时，主动轮 1 带动从动轮 2 转动，当主动轮的无齿部分与从动轮接触时，从动轮静止不动。因此当主动轮作等速连续转动时，从动轮作周期性间歇运动。为了防止进入和退出啮合时因冲击导致从动轮误动作，可以在从动轮有齿的轮缘部分设计成有 N 段齿和 N 段锁止弧。这样，当主动轮转一周，从动轮只转 $\frac{1}{N}$ 周，以实现可靠的周期步进。

由星轮机构和非完整齿轮机构的角速度和加速度变化曲线（图 1-7、图 1-8），可见这两种间歇机构同马耳它机构类同，虽然在理论上没有角速度为无穷大的刚性冲击，但由于制造安装误差及加速度曲线中断，也同样会产生柔性冲击，或激发出严重的振动。

由此可见，上述几种常用的间歇机构都不适于高速运动，而在多工位的各种光源灯的制造、无线电元器件的生产以及高速包装机、火柴连续生产机、高速套色印刷机中，都要求间歇机构在高速运动中平稳无冲击，速度和加速度按一定规律变化，并限制其最大值在一定范围内，而且能精确地把工件停止在所要求的工位上，以保证自动上料和下料的准确性，保证产品加工质量。实践证明，蜗形凸轮机构是可以满足以上要求的。

蜗形凸轮机构与前述几种常用的间歇机构比较，具有如下特点：

1) 可获得转位与停歇的任何时间比例。蜗形凸轮回转

一周，转位盘转位、停歇一个周期，这称为自动循环周期。自动机转位盘的转、停时间可以根据工艺需要，在蜗形凸轮轮廓上按不同的转位角设计，制造出不同的转停曲线。因此，自动机就可以获得间歇运动的任何时间比例。

2) 可以使从动件获得任何给定的运动规律。正确地选择运动规律，就可以保证凸轮在开始转动和终止转动的瞬时角速度为零，保证加速度曲线连续变化无中断，限制 A_m 值，降低 V_m 值在允许范围内，可以实现平稳运转，无刚性冲击，保证加工质量。

3) 在一般情况下，蜗形凸轮的棱边已具有足够的定位精度，不必附加定位装置。

4) 机构具有足够的刚度，在设计蜗形凸轮机构时，为了增强和延长寿命，在其它条件允许的情况下，一般选用较小压力角，较大的蜗形凸轮直径，因此，支承轴、轴承尺寸也可以相应加大。另外，与凸轮径向尺寸相比，一般蜗形凸轮的轴向尺寸较小，因此，两端轴承间距较小，故蜗形凸轮机构都具有足够高的刚度。

5) 蜗形凸轮的连续运动直接由电动机经带轮、蜗轮副输入，再经由滚子带动转位盘使自动机获得间歇的转停运动。因此，这种机构的传动链较短、精度高、运转可靠。

6) 蜗形凸轮箱可为半敞开式，由于使用圆锥滚子轴承可以调整间隙，所以这种机构装配方便。

7) 蜗形凸轮机构的缺点是加工比较困难。这主要是由于凸轮的转位曲线要求的精度较高，形状复杂，因此必须在专用机床上制造。转位盘的滚子孔等分精度也要求很高，必须使用坐标镗床，加工中心制造。

2 蜗形凸轮机构的结构 及其运动规律

2.1 蜗形凸轮机构的整体组成系统

2.1.1 整体组成系统

蜗形凸轮机构种类多，其结构变化也较多，但任一种蜗形凸轮机构都离不开蜗形凸轮、滚子、转位盘，这三个基本的传动元件。最常见的蜗形凸轮机构的典型结构如图2-1所示。

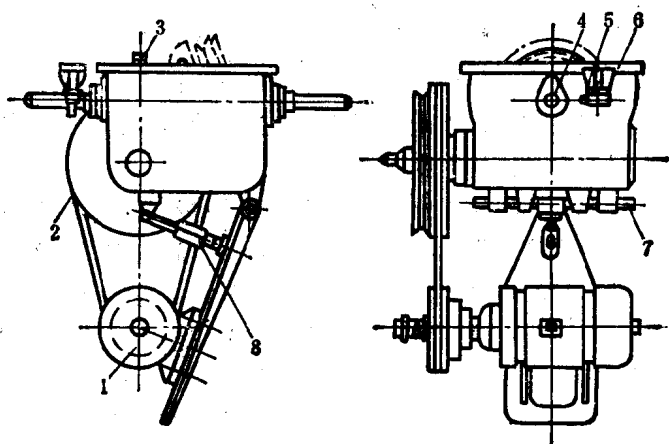


图2-1 典型蜗形凸轮机构

- 1—电动机 2—带轮 3—蜗轮蜗杆副 4—凸轮
5—开关 6—支架 7—轴 8—螺栓