

机械原理与机械设计课外实践选题汇编

第二届

全国大学生机械创新  
设计大赛 **决赛** 作品集

王晶 主编



高等教育出版社

机械原理与机械设计课外实践选题汇编

# 第二届全国大学生机械创新 设计大赛决赛作品集

王 晶 主编

高等教育出版社

## 内容简介

本书是以“健康与爱心”为主题的第二届全国大学生机械创新设计大赛决赛作品集,共收录 122 个作品,按助残机械、康复机械、健身机械、运动训练机械等类型分为七大部分,其中,助残机械类 54 篇、康复机械类 33 篇、健身机械类 20 篇、运动训练机械类 15 篇。这些作品大部分构思精巧,实用性强,充分反映了我国机械专业学生创新设计与综合设计能力的提高。本书对于展示全国大学生机械创新设计大赛的成果,促进创新设计经验的交流将起到积极的作用。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计课外实践选题汇编:第二届全国大学生机械创新设计大赛决赛作品集/王晶主编. —北京:高等教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-04-020758-3

I. 机… II. 王… III. 机械设计-作品集-中国 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 073960 号

策划编辑 卢 广 责任编辑 卢 广 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静  
版式设计 张 岚 责任校对 殷 然 责任印制 陈伟光

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×1092 1/16

印 张 49

字 数 1 210 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 7 月第 1 版

印 次 2007 年 7 月第 1 次印刷

定 价 63.00 元 (含光盘)

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 20758-00

# 前 言

2003年,为了配合素质教育和提高大学生创新能力的培养,由教育部机械基础课程教学指导分委员会和全国机械原理、机械设计教学研究会发起了“全国大学生机械创新设计大赛”。大赛的定位是面向大学生的群众性科技活动,目的在于引导高等学校在教学中注重培养大学生的创新设计能力、综合设计能力与团队协作精神,加强学生动手能力的培养和工程实践的训练,提高学生针对实际需求进行机械创新思维、设计和制作等实际工作能力,吸引、鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动,为优秀人才脱颖而出创造条件。教育部高教司批复“试办大赛”。

“第一届全国大学生机械创新设计大赛”的题目自选,由全国6个大区的机械原理和机械设计教学研究会负责组织各大区预赛工作。全国共有350余项作品参加了各地区的预赛,各地区共推举出61项作品,参加了在南昌大学举办的全国决赛。决赛共评审出一等奖作品15项,二等奖作品22项,三等奖作品24项。为了推动第二届大赛,给参赛同学提供一本实用的参考书,第一届大赛后经教育部机械基础课程教学指导分委员会提议,由全国6个大区的大赛工作负责人组成编委会,翁海珊任主编,委托高等教育出版社出版了《第一届全国大学生机械创新设计大赛决赛作品集》,并计划每届大赛后均出版一本大赛作品集。

由于举办第一届大赛的效果很好,影响很大,得到了教育部的肯定,2005年11月教育部高教司发文成立“全国大学生机械创新设计大赛(2005—2008)组委会”。至此,全国大学生机械创新设计大赛成为由教育部高教司发文举办的全国理工科四大竞赛之一。

考虑到大赛要尽量反映学生的创新设计能力,且容易评审,“第二届全国大学生机械创新设计大赛”给定了大赛的主题:“健康与爱心”,内容为:“助残机械、康复机械、健身机械、运动训练机械等四类机械产品的创新设计与制作”,方式为自选题方式。

“全国大学生机械创新设计大赛”由全国大学生机械创新设计大赛组委会和高等学校机械基础课程教学指导分委员会主办,全国机械原理教学研究会、全国机械设计教学研究会承办。第二届大赛决赛的承办学校是湖南大学。

第二届大赛的预赛,以省(直辖市、自治区)为赛区,由各省(直辖市、自治区)教育厅主办,各省(直辖市、自治区)的机械原理教学研究会、机械设计教学研究会协助预赛的组织工作。全国共有24个省(自治区、直辖市)、总计1080余项作品参加了预赛,最后各赛区一共推荐了123项作品参加全国决赛,其中助残机械54项、康复机械33项、健身机械20项、运动训练机械16项。

2006年10月19—22日,在湖南大学体育馆举办了“长庆杯”第二届全国大学生机械创新设计大赛决赛。决赛评审委员会由中国科学院院士杨叔子教授任主任,中国工程院院士艾兴教授、教育部机械基础课程教学指导分委员会主任邓宗全教授、大赛组委会副主任张策教授等9人任副主任。123项作品分成7个评审组进行评审。

按照决赛评审委员会的工作安排,2006年10月21日上午进行分组观摩,下午进行分组答辩。随后各组确定部分一等奖、部分二等奖和全部三等奖的作品名单,提出了推荐参加角逐一等

奖(进入第二轮)作品的名单,报评委会全体会议评审。

2006年10月22日上午评审组的评委对推荐参加角逐一等奖的作品仔细观摩。10点左右对角逐一等奖的作品进行投票,经过三轮投票,确定了一等奖的作品名单,未进入一等奖的作品自动获得二等奖。最后经全体会议通过,共评出一等奖24名、二等奖36名、三等奖63名,大赛组委会评出优秀组织奖15项、贡献奖2项、赞助奖2项、纪念奖1项、会标设计特别奖1项。在决赛中,同学们赛出了水平、赛出了风格、赛出了21世纪中国大学生的精神风貌。

大赛评委会副主任张策教授在大赛闭幕式上说,许多参赛项目构思新颖巧妙,经济实用。不少项目还申请了专利,已经达到了准产品水平。本届大赛在物质成果的整体水平上已经超过了首届大赛。同时大赛也展现了这一代年轻人非常大的潜力,他们的前途是非常美好的,只要正确引导,相信这一代年轻人会比上几代人做出更大的贡献。

最后,让我们一起重温1925年青年时的毛泽东写的诗词“沁园春·长沙”:

独立寒秋,湘江北去,橘子洲头。  
看万山红遍,层林尽染;漫江碧透,百舸争流。  
鹰击长空,鱼翔浅底,万类霜天竞自由。  
怅寥廓,问苍茫大地,谁主沉浮?

携来百侣曾游,忆往昔,峥嵘岁月稠。  
恰同学少年,风华正茂;书生意气,挥斥方遒。  
指点江山,激扬文字,粪土当年万户侯。  
曾记否,到中流击水,浪遏飞舟。

我们用这首充满豪情的诗词来激励当代的大学生。我们相信,在汇集长沙参加“第二届全国大学生机械创新设计大赛”决赛的600余名同学和全国没有来参加决赛的其他5000余名同学,以及今后参加各届全国大学生机械创新设计大赛的同学中,一定会涌现出众多国家栋梁之才。

“第三届全国大学生机械创新设计大赛”决赛将于2008年9月在武汉海军工程大学举行。希望这本《第二届全国大学生机械创新设计大赛决赛作品集》能对参加下一届大赛的学生和教师有所启发,能对参加其他各类科技活动的学生和教师有所帮助。

编者

2006年11月

# 目 录

## 第一部分 助残机械(轮椅类)

省力变速双向驱动残疾人车用驱动机构 .....	3
单手驱动残疾人用车 .....	7
多功能人性化轮椅 .....	12
多功能自助轮椅 .....	18
减摆助残车 .....	25
多功能电动轮椅 .....	29
自由轮椅 .....	37
电动爬楼梯轮椅 .....	48
可升降伸展式新型电动轮椅 .....	54
防倾翻轮椅 .....	60
星轮行星轮转换式可爬楼轮椅车 .....	67
多功能助残电动轮椅 .....	75
可上下台阶式轮椅 .....	78
三杆开链式轮椅 .....	84
半自动爬楼梯轮椅 .....	89
阶梯平地两用电动轮椅 .....	94
可升降省力便携式轮椅 .....	97
实用上楼梯轮椅 .....	104
多功能健身轮椅 .....	110

## 第二部分 助残机械(助手、臂、腿类)

助立椅 .....	119
自动搀扶助步车 .....	124
语音控制的多自由度欠驱动助残机械手 .....	129
多功能助食装置 .....	141
半自动电自锁膝离断假肢 .....	147
全自动翻书机 .....	150

助残多功能手 .....	160
多功能自助护理机 .....	166
助残机械手 .....	172
卧式期刊阅读器 .....	175
双杆大腿假肢 .....	181
可控式用餐机 .....	185
全新组合拐杖 .....	197
超欠驱动弹性铰 15 自由度自适应仿生手 .....	202
多功能折叠拐杖 .....	206
脚踏键盘 .....	210
转动式腕离断假肢 .....	214
多功能助行器 .....	220

### 第三部分 助残机械(护理等其他类)

自动翻身病床 .....	227
救护担架车 .....	231
体贴换裤机 .....	238
输液自动换瓶机 .....	243
智能接便床 .....	248
无障碍站台系统 .....	256
偏瘫自动翻身床 .....	264
瘫痪病人多功能自动翻身床 .....	267
地震应急床 .....	272
翻身床 .....	275
残疾人多功能床 .....	284
残障人士汽车辅助驾驶系统 .....	288
导盲杖 .....	298
多功能自平衡助残康复平台 .....	303
公交车用便利式助残升降梯道 .....	312
自动气动翻身床垫 .....	316
翻书助读机器人 .....	319

### 第四部分 康复机械 I

手肌脑疾康复仪 .....	327
偏瘫病人全关节运动促动康复训练器 .....	334

智能手部关节康复治疗仪 .....	342
多功能康复病床 .....	347
康复型轮椅 .....	353
被动式步态康复训练器 .....	359
腿部康复机 .....	363
手脚互动式康复仪 .....	369
智能型机械按摩组合床垫 .....	374
自动康复保健床 .....	382
斜视测量仪 .....	393
智能化多功能电动康复床 .....	399
双椭圆健身康复机 .....	408
基于音圈电动机控制技术的直动式骨锯 .....	416
智能型医疗康复床 .....	423
气动人工肌肉并联驱动手腕康复训练器 .....	430
玫瑰摆平衡能力训练仪 .....	438

## 第五部分 康复机械 II

减重踏步式下肢康复训练机 .....	445
爱心两用牵引椅 .....	456
基于 CPM 康复理论的手肘运动康复训练器械 .....	461
多功能健身康复轮椅 .....	468
下肢三关节康复器 .....	477
基于虚拟现实的手臂外骨骼康复系统 .....	482
主被动式肢体协调运动康健轮椅 .....	486
瘫痪康复治疗仪 .....	498
智能关节康复器 .....	504
人体穴位刮痧按摩保健器 .....	511
FES 下肢康复锻炼车 .....	518
并联机构中医推拿机器人 .....	526
助残站立及康复行走轮椅 .....	531
康复健身机 .....	538
人体脊椎矫正仪 .....	546
手指关节功能康复仪 .....	553

## 第六部分 健身机械

新型家庭组合健身器 .....	559
-----------------	-----



软毯式跑步机 .....	562
新型多功能 AC 电动跑步机 .....	567
多功能健身车 .....	572
翘翘虫健身车 .....	575
旋转倒立健身器 .....	581
多功能绿色健身器 .....	587
踏步滑板车 .....	599
“摇摇乐”运动休闲车 .....	604
多功能原地步行机 .....	609
多功能胸臂肌健身器 .....	616
自主式节能按摩健身椅 .....	623
三位一体健身器 .....	629
电动保健轮椅 .....	633
多方位头颈锻炼器 .....	637
保健办公椅 .....	643
新型座式弹力杠铃健身器 .....	650
全自动健身休闲摇床 .....	656
家用多功能健身器 .....	663
钢丝绳驱动滑板车 .....	667

## 第七部分 运动训练机械

互动式木人桩 .....	675
帆板摇帆模拟训练装置 .....	679
双人运动脚踏车 .....	684
自动可调脚踝放松脚底按摩器 .....	693
羽毛球训练机器人 .....	701
滑雪运动训练仿生步行爬坡机 .....	708
下肢力量训练器 .....	718
单兵负荷外骨骼机器人 .....	723
网球发球机器人 .....	729
羽毛球陪练机 .....	736
多功能双腿横向张合训练器 .....	745
“神舟”航天员多姿态训练模拟器 .....	753
单兵负重分压器 .....	760
杠铃健身保护器 .....	767
乒乓球发球机 .....	770

# 第一部分 助残机械(轮椅类)

---



# 省力变速双向驱动残疾人车用驱动机构

北京科技大学

设计者：张英善 王伟 常馨月

指导教师：韩建友

## 一、设计目的

本机构内部为行星轮式结构,装有单向离合器(单向轴承),集省力、变速、双向驱动、上坡保护等诸多功能于一体,并操作简单。可安装在残疾人手摇三轮车、自行车式健身器材、残疾人手摇上楼梯轮椅等处。适用于下肢不方便的残疾人和老年人。

本作品正是针对市场上现有产品的不足,采用了独特的传动装置,从而实现特有的功能:双向驱动均向前行车,可以缓解手臂运动疲劳;向前、后不同方向驱动时,传动比不同,即反向驱动可实现变速功能,从而提高行车效率、减轻旅途疲劳;能够自动防止后退,保证上坡时的人身安全。并且,使用单向离合器(单向轴承)代替传统的棘轮机构,减小摩擦,延长机构使用寿命;作品兼容性好,无须对残疾人车进行其他任何改装。

手摇三轮车在室外使用时比轮椅方便得多,可进入步行区和公园等禁止车辆通行处,便于下肢不便的残疾人和老年人出行。目前市场上手摇残疾人三轮车特别畅销,但市场上现有的残疾人车一般是单向驱动、单一的传动比,摇了很多圈车子才能走一小段距离,加之只能单向驱动,使得残疾人很容易疲劳,而且无保护装置,上坡时安全性差。此驱动装置能更方便残疾人的出行,并且提高了行车安全性,可最大限度地服务于残疾人,市场前景看好。

## 二、工作原理

当向前摇车时:如图1所示,单向离合器(单向轴承)此时锁定,整个轮系形成一个整体,这样就实现了手向前摇,车轮向前转,车向前走。

当手向后摇车时:如图1所示,单向轴承可逆时针旋转,这时,如图2所示,楔块将圆盘卡住,齿轮相互啮合,整个轮系成为一个定轴轮系。这样就实现了向后摇车,车轮向前转,车向前走。这时轮系的传动比为0.424,由此可知,速度约为向前摇车时的2.5倍。

当车要主动向后退时,单向轴承又锁定,太阳轮欲带动整个轮系逆时针转动,但这时楔块卡住了外面的圆盘,使轮系这时不能转动,从而使车不能向后退,保证了残疾人摇车上坡时的安全。需要倒车时,拉一下车把上的手柄,使楔块与圆盘分离就可以了。

### 三、设计方案

如图 1 所示,整个机构由一个轮系组成,分别为:内齿轮、太阳轮、3 个行星轮。其中,行星轮和带键小轴之间为单向离合器。图 2 所示为带有斜槽的圆盘,罩于图 1 所示的轮系之上,其上有一个能自动弹回的楔块。这样,此驱动装置就能实现上述功能。

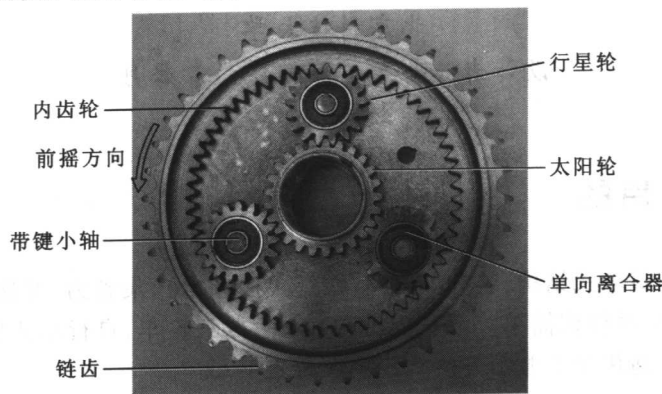


图 1 驱动机构——轮系部分

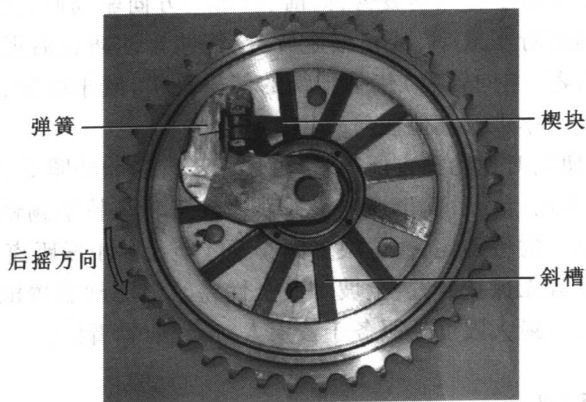


图 2 后摇控制与防止后退装置

#### 1. 轮系参数设计

首先选择 3 个齿轮的模数  $m = 2 \text{ mm}$ , 然后确定各轮齿数。根据单向轴承的外径尺寸  $D = 24 \text{ mm}$ , 可知行星齿轮分度圆直径

$$d_2 \geq D + 5 + 2 \times (h_a^* + c^*) \times m = 34 \text{ mm}$$

$h_a^*$  —— 齿轮齿顶高系数, 取 1;

$c^*$  —— 齿轮顶隙系数, 取 0.25。故  $z_2 \geq 17$ , 取  $z_2 = 17$ 。

为了实现周转轮系的运动, 必须满足两个条件:

##### (1) 同心条件

$r_1 - r_2 = r_2 + r_3$ , 因各轮模数相等, 故上式可写成

$$z_1 - z_2 = z_2 + z_3, \quad 2z_2 = z_1 - z_3$$

## (2) 装配条件

因为要放 3 个行星轮,故应满足  $z_1 + z_3$  能被 3 整除,而  $z_1 + z_3 = 2(z_2 + z_3)$ ,因此  $z_2 + z_3$  能被 3 整除即可。

取  $z_3 = 25$ ,故  $z_1 = 59$ 。

## 2. 传动比计算

往前摇的传动比  $i_{前} = 1$

往后摇的传动比  $i_{后} = \frac{z_3}{z_1} = \frac{25}{59} = 0.424$

由此可知,向后摇比向前摇速度高,是其 2.36 倍。

## 四、功能特点

此机构最有可能失效的地方是单向轴承,故校核机构强度就转化为校核单向轴承强度。所选的单向轴承其额定扭矩为  $6.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ ,机构中用到了 3 个单向轴承。

(1) 一般情况下正向驱动三轮车时的摇臂力  $F$

$T = Fl_p$ ,  $T' = eW$ ,  $Tn = T'n'$ , 其中摇臂长  $l_p = 200 \text{ mm}$ ,  $n'/n = 32/80 = 0.4$ , 又经查机械设计手册取  $e = 0.7 \text{ mm}$ , 假设车的总重  $W = 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 980 \text{ N}$

于是可得  $F = \frac{n'eW}{nl_p} = \frac{0.4 \times 0.7 \times 980}{200} \text{ N} = 1.4 \text{ N}$

(2) 校核轴承

设内齿轮与行星轮周向相互作用力为  $F_x$ , 有  $T' = 3F_x \cdot r_1$ , 故行星轮及单向轴承所受的转矩为

$$M = F_x r_2 = \frac{T' r_2}{3r_1} = \frac{0.7 \times 10^{-3} \times 980 \times 17}{3 \times 59} \text{ N} \cdot \text{m} = 0.066 \text{ N} \cdot \text{m} \ll 6.7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

其中,内齿轮分度圆半径  $r_1 = 59 \text{ mm}$ ,行星齿轮分度圆半径  $r_2 = 17 \text{ mm}$ ,所以单向轴承安全,整个机构也安全。

## 五、主要创新点

本机构集省力、变速于一体,手臂可顺时针、逆时针双向驱动车,可省力、减轻臂部疲劳、双速行驶,提高行车效率;可自动进行倒车保护,保证残疾人上坡时人身安全;使用单向轴承代替传统的棘轮机构,减小摩擦,延长机构使用寿命;兼容性好,无须另行改装自行车,避免了使用电动机操作繁琐、可靠性差的弊端。

## 六、作品外形

见图 1、图 2。

## 参考文献

- [1] 吴宗泽,刘莹. 机械设计教程[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 申永胜. 机械原理教程[M]. 北京:清华大学出版社,1998.

# 单手驱动残疾人用车

沈阳工业大学

设计者：贾聪印 丁金庆 宋广民 宋家鸣

指导教师：孙学雁

## 一、设计目的

目前,市面上的人力残疾人用车种类很多,大多数是双手驱动,独手或仅有单手活动能力(如半身不遂、偏瘫)的残疾人不能使用。而他们占残疾人数量的很大比例。针对这个现状,我们设计了单手驱动残疾人用车。

根据现实生活中调查和上网搜索,市场上并没有同类产品。本作品已经申报国家专利。这款车主要是针对单手健全的残疾人。

- (1) 采用单手摆杆来驱动。使用摆杆操作省力,还可以达到转向的目的。
- (2) 采用三轮结构。具有稳定性,上下车简单便捷,结构简单,容易操作。
- (3) 采用液压坐椅。它可以  $360^\circ$  旋转,也可以调节高度,方便残疾人上下车。

## 二、工作原理

### 1. 驱动机构与传动原理

驱动机构(如图 1 所示)是一个以摆杆为主动件的曲柄摇杆机构。如图 2 所示,驱动力  $F_1$  (手臂力)作用在摆杆上端,摆杆可以绕中轴前后摆动,通过铰链带动连杆运动,最后带动曲柄盘转动,将摆动转化为转动。

摆杆上驱动力  $F_1$  通过杠杆,放大为连杆作用力  $F_2$ 。

在尺寸设计时使之满足

$$F_1 : F_2 \approx 1 : 4$$

### 2. 转向装置

前叉上的轴端镶入车架最前端的叉套中,左右摆动摆杆,前叉可以在叉套中转动,从而实现车的转向。

### 3. 死点的克服

在摆杆上设置一个活动套,使摆杆上的连杆与摆杆的铰链的位置可以改变。活动套用偏心轮锁紧在摆杆上。

若车子启动时恰遇曲柄摇杆机构的两个死点时,可以移动活动套,改变在摆杆上的位置,摆



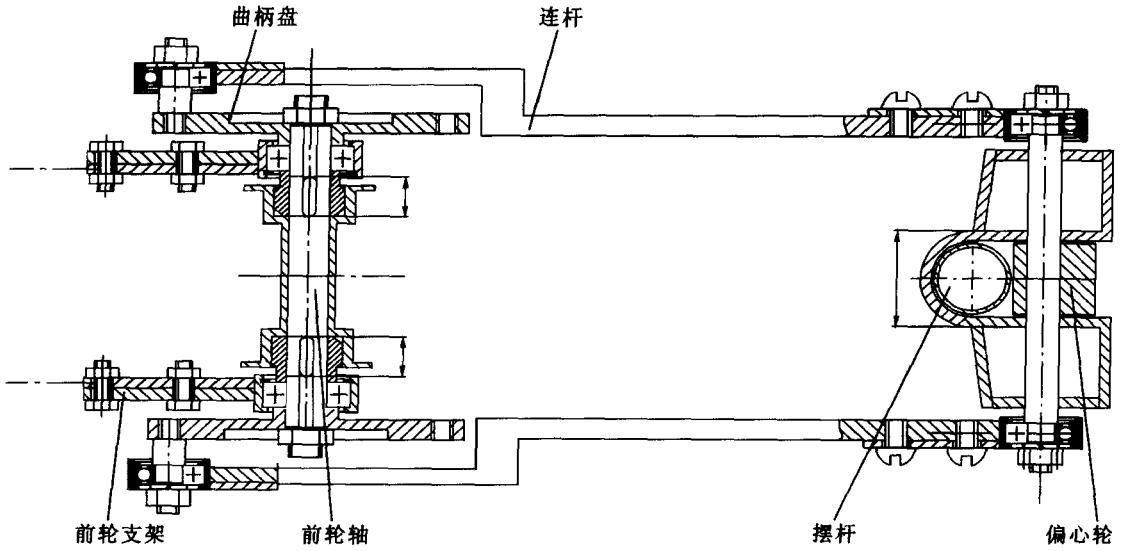


图1 驱动装置剖视图

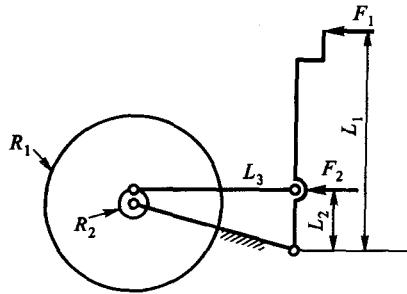


图2 机构力分析图

脱此刻的死点。

当车子运动起来以后,便可扳动偏心轮的手柄,将其锁定在一个位置上。

### 三、设计计算

#### (一) 基本参数

##### 1. 基本数据

中国人手臂的统计尺寸: 上手臂长 279 ~ 349 mm, 前手臂长 206 ~ 268 mm; 上手臂的舒适调节范围为  $15^\circ \sim 35^\circ$ 。

中国人的手臂的张力: 左手拉力约 150 N, 推力约 100 N; 右手拉力约 170 N, 推力约 160 N。

$F_1$  取平均值, 即  $F_1 = (150 + 100 + 170 + 160) \text{ N} / 4 = 145 \text{ N}$

##### 2. 最大驱动力矩估算

如图 2 所示, 机构设计尺寸  $L_1 = 850 \text{ mm}$ ,  $L_2 = 240 \text{ mm}$ ,  $L_3 = 410 \text{ mm}$ ,  $R_1 = 300 \text{ mm}$ ,  $R_2 =$