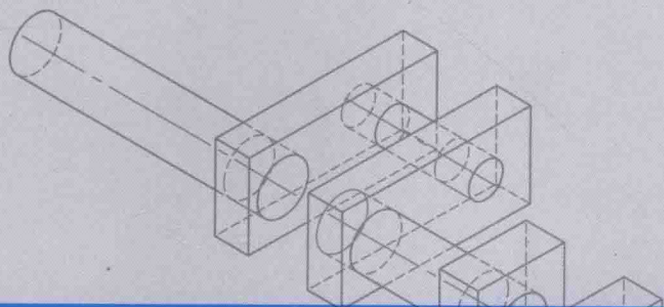


高等学校教材



机械设计学习指导

王 顺 寇尊权 主编

3

高等教育出版社

机械设计学习指导

Jixie Sheji Xuexi Zhidao

王 顺	寇尊权	主 编
王丽慧	兰 华	副主编
	卜 炎	审 阅

高等教育出版社·北京

内容提要

本书以帮助学生全面、系统学习高等学校工科机械设计课程基本内容为核心,除各章的基本要求、重点与难点,以及例题解析和习题之外,还编入了机械设计课程实验和典型零部件大作业的内容。为了方便平时考核,将谭庆昌、贾艳辉主编,高等教育出版社出版《机械设计》(第3版)的课后作业也编入本书。

本书既可作为机械类和近机类本科生学习机械设计课程的辅助教材,也可帮助教师对机械设计课程的教学组织和考核。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计学习指导/王顺,寇尊权主编.--北京:
高等教育出版社,2015.8

ISBN 978-7-04-043277-0

I. ①机… II. ①王… ②寇… III. ①机械设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 155997 号

策划编辑 杜惠萍	责任编辑 杜惠萍	封面设计 张 志	版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刁丽丽	责任印制 毛斯璐	

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 100120
印 刷 国防工业出版社印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 9.25
字 数 210 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
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>
版 次 2015 年 8 月第 1 版
印 次 2015 年 8 月第 1 次印刷
定 价 15.70 元

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 43277-00

前 言

本书是谭庆昌、贾艳辉主编,高等教育出版社出版《机械设计》(第3版)(后简称为主教材)的配套用书。

编写本书的主要目的是配合机械设计课程教学,使包括理论和实践教学环节在内的整个教学过程更加科学、规范和有序。同时,本书也是为了帮助读者全面掌握和了解主教材各章节内容,在较短时间内取得良好的学习效果。

本书以“机械设计”课程基本内容为核心,全书包括以下五部分:机械设计实验指导、机械设计课程学习指导、机械设计模拟试题及参考答案、机械设计各章作业和大作业。实验指导的内容按照机械设计课程基本要求确定,其中部分实验结合网络资源,通过网络虚拟仿真、实验和数据处理等过程,提高实验教学效果。课程学习指导包括各章基本内容和知识点的分析、典型例题解析和习题。模拟试题可以供学生在期末复习时参考。为方便平时对学生进行考核,将取自《机械设计》(第3版)的部分习题作为课程作业加入本书附录I。附录II的机械设计大作业是对典型零部件设计计算、结构设计、精度设计以及零件绘图与标注的全面训练,是完成课程设计不可缺少的部分。

本书由吉林大学王顺、寇尊权任主编,王丽慧、兰华任副主编。参加编写工作的还有牡丹江医学院宋华林。吉林大学机械原理与设计教研室谭庆昌、贾艳辉等老师在编写过程中给予了很多帮助和建议,在此表示诚挚感谢。

天津大学卜炎教授精心审阅了本书,并提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

在编写过程中参考了吉林大学机械原理与设计教研室的教学资料,以及其他相关参考资料,特向有关作者表示感谢。书中不当和错误之处,请批评指正。

编 者

2015年3月

本学习指导使用说明

本书是专为机械设计 A 和机械设计 B 课程配备的辅助教材。学生实验、作业和复习都在其上面完成。作业题号右上角标“A”字样,表示该题为机械设计 A 作业题;“B”为机械设计 B 作业题;“A,B”则为机械设计 A 和机械设计 B 共有作业题。交实验报告和作业时要以班级为单位,按学号先后顺序排列。教师批阅完成后,再由课代表取回。

本学习指导每生一册,未经允许任何单位和个人不得复印本书的任何部分,否则必将追究法律责任。

《机械设计学习指导》编写课题组

2015 年 3 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一篇 机械设计实验指导	1
实验一 机械零件认识实验	1
实验一 机械零件认识实验报告	4
实验二 带传动实验	6
实验二 带传动实验报告	9
实验三 轴系部件设计实验(机械设计 A) ...	13
实验三 轴系部件设计实验报告	17
实验四 轴系部件测绘实验(机械设计 B) ...	23
实验四 轴系部件测绘实验报告	27
实验五 滑动轴承摩擦实验	31
实验五 滑动轴承摩擦实验报告	39
实验六 机械系统传动方案设计实验	44
实验六 机械系统传动方案设计实验报告 ...	53
实验七 减速器拆装实验	56
实验七 减速器拆装实验报告	58
第二篇 机械设计课程学习指导	60
一、机械设计 A 各章的基本要求、 重点与难点	60
二、机械设计 B 各章的基本要求、 重点与难点	64
三、机械设计各章例题解析和习题	68
第三篇 机械设计模拟试题及 参考答案	89
模拟试题一(机械设计 A)	89
模拟试题二(机械设计 A)	96
模拟试题三(机械设计 B)	101
模拟试题四(机械设计 B)	107
部分习题参考答案	111
附录 机械设计作业	113
附录 I 机械设计各章作业	114
附录 II 机械设计大作业	126
大作业一 V 带传动设计	128
大作业二 斜齿圆柱齿轮传动设计	132
大作业三 轴系结构设计	135
参考文献	139

第一篇

机械设计实验指导

实验一 机械零件认识实验

一、实验目的

1. 了解“机械设计”课程所研究的各种常用零件的类型、结构、特点及应用。
2. 了解各种标准件的结构形式及应用场合。
3. 了解各种传动的类型和工作原理。
4. 初步了解零件的润滑和密封方式。

二、实验设备

实验采用机械设计陈列柜。陈列柜由各种电动模型、立体模型及平面模型组成。每个陈列柜背面都有一块驱动控制板,用以控制指示灯和模型电动机的运转,主控制操作台上控制信号通过各柜的连接排线送到各柜的驱动控制板上,以便控制所需的指示灯的明暗和电动机的转动情况。

主控制台正面嵌入一台 VCD 播放机,为播放解说词用,控制台上安装有一台 TP801 型单板机,整个陈列柜的工作都由它控制。

三、实验方法和步骤

要求学生实验前要认真预习实验指导书中的内容,结合实验指导书的内容逐个展柜认真观看并听取同步讲解。实验时回答思考题,写出实验报告。

四、实验内容

1. 螺纹连接

螺纹连接是利用螺纹零件工作的,主要用做紧固零件。

(1) 螺纹的种类:常用的螺纹主要有普通螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿形螺纹。第一种螺纹主要用于连接,后三种螺纹主要用于传动。除矩形螺纹外,都已经标准化。

(2) 螺纹连接的基本类型:常用的有螺栓连接、双头螺柱连接、螺钉连接和紧定螺钉连接。此外,还有地脚螺栓连接、吊环螺钉连接及梯形槽螺栓连接等特殊结构连接。

(3) 螺纹连接的防松:防松的根本问题在于防止螺纹副在受载时发生相对转动。防松方法按其工作原理可分为摩擦防松、机械防松及铆冲防松等。摩擦防松简单方便,但没有机械防松可靠。对于重要部件的连接应采用机械防松。

(4) 提高螺纹连接强度的措施:主要包括降低影响疲劳强度的应力幅,改善螺纹牙上载荷分布不均匀的现象,减小应力集中,避免附加弯曲应力,采用合理的制造工艺方法。

2. 标准连接零件

标准连接零件一般是指由专业企业按国家标准成批生产、供应市场的零件。这些零件的结构形式和尺寸都标准化,设计时可根据有关标准选用。展柜中陈列的螺栓、螺钉、螺母、垫圈及挡圈等都属于标准连接零件,其国家标准可参阅相关机械设计手册。

3. 键、花键及销连接

键是一种标准零件,常用来实现轴与轮毂之间的周向固定以传递转矩,有的还能实现轴上零件的轴向固定或轴向滑动的导向。其主要类型有平键连接、楔键连接和切向键连接。花键是由外花键与内花键组成,可用于静连接或动连接,适用于定心精度要求高、载荷大或经常滑移的连接。销有多种类型,如圆锥销、槽销、销轴和开口销等,这些均已标准化。

4. 机械传动

机械传动有螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动及蜗杆传动等。

(1) 螺旋传动:螺旋传动是利用螺纹零件工作的,作为传动件要求保证螺旋副的传动精度、效率和磨损寿命等。传动螺纹的种类有矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿螺纹等。按其用途可分传力螺旋、传导螺旋及调整螺旋三种;按摩擦性质可分为滑动螺旋、滚动螺旋及静压螺旋等。

(2) 带传动:带传动具有传动中心距大、结构简单、超载打滑等特点。常用带传动有平带传动、V带传动、多楔带传动及同步带传动等。其中,平带传动结构最简单,带轮容易制造,通常用在传动中心距较大的情况下。V带传动比平带传动能产生更大的摩擦力且传动比大,结构紧凑,因而应用广泛。多楔带主要用于传递功率较大而结构紧凑的场合。同步带靠带和带轮上的啮合进行传动,具有带和带轮速度一致的特点。

(3) 链传动:链传动能保持准确的平均传动比,传动效率高。按用途不同可分为传动链传动、输送链传动和起重链传动。在一般机械传动中常用传动链,输送链和起重链主要用在运输和起重机械中。

(4) 齿轮传动:齿轮传动的主要特点是传动效率高,结构紧凑,工作可靠,传动稳定,是机械传动中最重要的传动之一,应用广泛。

(5) 蜗杆传动:蜗杆传动具有传动比大,结构紧凑,传动平稳,噪声低的特点。根据形状不同,分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动和锥面蜗杆传动。

5. 轴系零、部件

(1) 轴:轴是组成机器的主要零件之一。其主要功用是支承回转零件并传递运动和动力。按承受载荷的不同,可分为转轴、心轴和传动轴三类;按轴线形状不同,可分为曲轴和直轴两大类;直轴又可分为光轴和阶梯轴。光轴主要用于心轴和传动轴,阶梯轴则常用于转轴。此外,还有一种钢丝软轴(挠性轴),它可以把回转运动灵活地传到不开阔的空间位置。

(2) 轴承:轴承是现代机器中广泛应用的部件之一,主要功能是支承转动的零件和减小相对运动零件之间的摩擦。根据工作时的摩擦性质不同,轴承分为滚动轴承和滑动轴承两大类。滚动轴承具有摩擦阻力小、起动容易、轴向尺寸小、润滑和维护方便等优点。滚动轴承是由专业化工厂大量生产的标准件,设计中主要是正确选择轴承的类型和型号,合理解决安装、固定、调整、润滑和密封等问题。滑动轴承是在轴与轴承座孔之间装有轴瓦,并加以润滑而形成的旋转轴的支撑。按滑动轴承所承受的载荷方向,滑动轴承可以分为向心滑动轴承和推力滑动轴承。

(3) 联轴器和离合器:联轴器和离合器主要是用做轴与轴之间的连接,是指一起回转并传递扭矩。联轴器连接的两轴,只有在停车后将连接拆开才能相互分离。离合器连接的两轴,在机器运转中就能随时分离或接合。联轴器可分为刚性固定式联轴器、刚性可移式联轴器、弹性联轴器等。固定式联轴器用于两轴能严格对中并在工作时不发生相对位移的场合。可移式联轴器用于工作时两轴有相对位移的场合。弹性联轴器装有弹性元件,能补偿两轴的偏移并有缓冲作用和吸振能力,适用于两轴有偏移及有冲击、振动的高速轴的连接。离合器通常分为操纵式离合器和自动离合器两大类。操纵式离合器的接合和分离是由人为来控制,自动离合器可以自动进行接合和分离。

6. 弹簧

弹簧是一种弹性元件,它可以在载荷作用下产生较大的弹性变形,主要应用于控制机构的运动、减振、缓冲、储存及输出能量、测量力的大小。

7. 润滑和密封

在摩擦面间加入润滑剂进行润滑,有助于降低摩擦、减少磨损、保护零件不遭锈蚀,而且在采用循环润滑时可起到散热降温的作用。机器设备密封性能的好坏是衡量设备质量的重要指标之一。密封的方法和类型有很多,如填料密封、机械密封和 O 形圈密封等。

实验一 机械零件认识实验报告

姓名_____ 学院_____ 班级_____ 学号_____

实验日期_____ 指导教师(签字)_____ 实验成绩_____

注:本测试题要求学生在听“同步讲解”的过程中填写,当堂提交。

1. 按螺纹牙的形状不同,螺纹有哪几种?

答:_____

2. 请列出至少两种提高螺栓连接强度的措施。

答:_____

3. 键连接有哪几种类型?

答:_____

4. 请画出常用铆钉在铆接后的两种结构形式。

5. 带传动常用张紧装置有哪几种?

答:_____

6. 链传动张紧装置有哪几种?

答:_____

7. 实验中你观察到了齿轮的哪几种失效形式?

答:_____

8. 蜗轮结构形式有哪几种?设计时根据什么来选择?

答:_____

9. 按所承受载荷方向的不同,滑动轴承可分为哪两种?

答: _____

10. 实验展示的常用滚动轴承有哪几种?

答: _____

11. 请列出三种滚动轴承的轴向固定形式。

答: _____

12. 弹性联轴器有哪几种类型?

答: _____

13. 摩擦型离合器与牙嵌式离合器相比有什么优、缺点?

答: _____

14. 设计轴的结构时,轴上零件的定位方法有哪些?(至少列出五种)

答: _____

15. 请画出两种在轴系零部件实验部分观察到的轴的结构。

16. 圆柱螺旋弹簧的类型有哪几种?

答: _____

17. 实验展示了哪几种类型减速器?

答: _____

18. 请列出三种常用接触式密封形式。

答: _____

实验二 带传动实验

一、实验目的

1. 加深对带传动工作原理的理解,掌握带传动效率和滑动率的测试方法。
2. 了解带传动实验台的结构和测试原理,了解转矩和转速的基本测量方法。
3. 加深对带传动弹性滑动和打滑现象的理解。

二、实验内容

1. 利用实验台测试效率和弹性滑动率随有效圆周力的变化。
2. 观察带传动弹性滑动和打滑的现象。

三、实验台的结构和原理

1. 交流电封闭式带传动实验台结构

该实验台结构如图 1-2-1 所示,图中电动机 1 和 2 为三相交流异步电机,其中电动机 1 主动,电动机 2 从动,两只电动机分别由一对滚动轴承支承在悬架上,以便测定电动机轴的转矩。电磁力矩作用在转子上,转子驱动带轮转动,即表现为工作转矩,同时电动机壳受到该转矩的反作用,使电动机壳反转。所以,只要测得机壳反转力矩,就得到了电动机轴的转矩。为了测得转矩,在两电动机上都装有秤杆,实验前秤杆的游码放在零点处,调节机壳下的配重,使秤杆水平。加载后,由于机壳受力矩作用,秤杆倾斜,此时在秤砣上添加砝码并移动游码,使秤杆重新水平。若主、从动电动机上砝码的总重量分别为 W_1 和 W_2 ,游码的位置分别为 a_1 和 a_2 ,砝码距离电动机中心的距离为 L ,游码的重量为 F_c ,则主、从动电动机轴(带轮)上的转矩(单位为 $\text{N} \cdot \text{mm}$)分别为

$$T_1 = W_1 L + F_c a_1 \quad (1-2-1)$$

$$T_2 = W_2 L + F_c a_2 \quad (1-2-2)$$

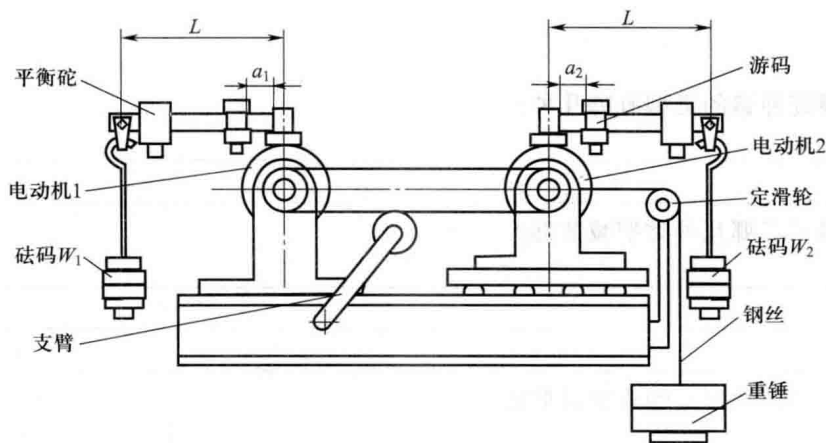


图 1-2-1 交流电封闭式带传动实验台

为了给带传动施加初拉力,电动机2的支架与基座通过滚动导轨相连,故电动机2可以左右移动。钢丝绕过定滑轮一端与支架相连,另一端与重锤相连,从而实现对带传动施加初拉力。

2. 实验台加载原理

两台相同型号的三相交流异步电机并联,与交流电源连接时使两台电动机按逆时针方向转动,设计时电动机1上的主动带轮直径 D_1 大于电动机2上的从动带轮直径 D_2 。这样电动机1的转速低于同步转速,处于电动机工作状态,电动机所产生的电磁转矩 T_1 与转向 n_1 同向,把电能转变成了机械能。通过带传动迫使电动机2在高于同步转速的条件下运转,由此产生两电动机的转差率 $s=(n_1-n_2)/n_2$,转子的导体切割旋转磁场的方向随之改变,因而在转子中产生的感应电动势及电流都改变方向,根据左手定则可以确定此时电动机2所产生的电磁转矩 T_2 的方向与旋转方向 n_2 相反,成为一制动转矩。事实上此时电动机2已经转入发电机状态运行,它将带传动输入的机械能转换成了电能而送入电网。这样不仅实现了对带传动的加载,而且节省了实验所需的电能。

四、转速测量方法及原理

本实验采用光电测速测量电动机轴的转速。光电测速仪由光电传感器和数字显示仪组成,在测速盘上做出亮、暗区。测速盘每转一转射出一定数目(60)的光信号,传感器将光信号转换成电脉冲,显示仪用数字显示一定取样时间(1 s)内信号的个数,即为轴每秒钟的转速。

五、实验步骤

(1) 将被试带取下,使秤杆上的游码与零刻线对齐,观察水平仪的气泡,调节平衡砵使秤杆水平,然后装上被试带。

(2) 通过增减施加一定的初拉力 F_0 (取 $F_0=35\text{ N}$,重锤的总重量为 70 N)。

(3) 如图1-2-2所示,将两调节器的指针调为零后,按通电按钮,接通电源,转动调节器1的手柄,起动电动机。

(4) 测试空载时两电动机轴的转速 n_{10} 和 n_{20} 。

(5) 顺时针转动调节器2的手柄,分多次累积加载(按25、25、20、20、20、15、15、20、20、25、25、25、…顺序加载)至带传动打滑,即顺时针转动调节器2的手柄,秤杆总是保持水平,电动机2轴的转速变化很小。每次加载的同时转动调节器1的手柄,使电动机的转速恒定不变(取 1420 r/min),然后增加砝码 W_1 和 W_2 ,调节游码的位置,使秤杆水平,记录从动带轮的转速 n_2 、砝码的重量 W_1 和 W_2 、游码的位置 a_1 和 a_2 。

(6) 改变初拉力,使 $F_0=45\text{ N}$ (重锤的总重量为 90 N),重复上述步骤(3)、(4)、(5)。

(7) 观察带传动的弹性滑动与打滑现象。

(8) 改变支臂的方位,观察分析包角的不同对传动能力的影响。

实验完毕后,应卸去重锤,卸砝码 W_1 和 W_2 ,切断实验台的电源。

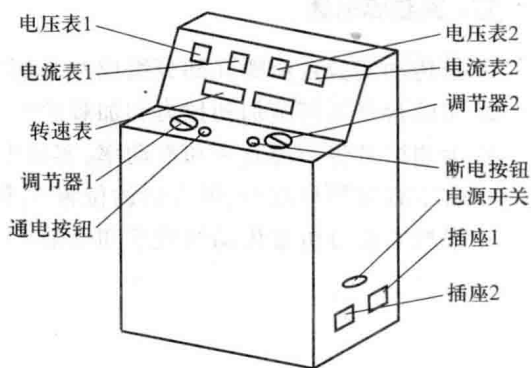


图 1-2-2 实验台控制柜

六、实验台原始数据和实验数据处理

1. 实验台原始数据

实验台原始数据见表 1-2-1

表 1-2-1 实验台的原始数据

主动带轮直径 D_1/mm	从动带轮直径 D_2/mm	重锤力臂 L/mm	游码重量 F_c/N
77	67	298	1.6

2. 实验数据处理

带传动的效率按下式计算：

$$\eta = \frac{T_2 n_2}{T_1 n_1} \times 100\% \tag{1-2-3}$$

带传动的滑动率按下式计算：

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{D_2 n_2}{D_1 n_1} \right) \times 100\% \tag{1-2-4}$$

由于带轮直径 D_1 、 D_2 难以测准，计算滑动率 ε 时，可用空载时的转速比 $\frac{n_{10}}{n_{20}}$ 代替带轮直径之比 $\frac{D_2}{D_1}$ 。

带传动的有效圆周力 F_e (单位为 N) 按下式计算：

$$F_e = \frac{2T_2}{D_2} \tag{1-2-5}$$

七、实验思考题

- 1. 带传动实验台由哪几部分组成？各部分的作用是什么？
- 2. 实验台是如何施加初拉力和加载的？
- 3. 为测试带传动的效率和滑动率，实验中记录了哪些原始数据？
- 4. 若空载时秤杆水平，但游码的位置 a_1 和 a_2 不为零，则在实验数据处理时应注意什么？
- 5. 根据实验分析带传动的效率和滑动率与哪些因素有关？

实验二 带传动实验报告

姓名_____ 学院_____ 班级_____ 学号_____

实验日期_____ 指导教师(签字)_____ 实验成绩_____

一、实验目的

1. _____
2. _____
3. _____

二、实验设备及工具

三、实验步骤

四、实验数据及处理

1. 实验数据

将实验记录的数据进行整理,剔除明显不合理的数据,把实验数据填入下表,同时计算主、从动带轮的转矩、传动效率、滑动率和有效圆周力。

表 1-2-2 带传动实验数据记录表 ($F_0=35\text{ N}$)

实验点	测量数据 [$n_1=1\,420/(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$]					计算数据				
	a_1	W_1	a_2	W_2	n_2	T_1	T_2	η	ε	F_e
空载										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										

表 1-2-3 带传动实验数据记录表 ($F_0=45\text{ N}$)

实验点	测量数据 [$n_1=1\,420/(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$]					计算数据				
	a_1	W_1	a_2	W_2	n_2	T_1	T_2	η	ε	F_e
空载										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										