

实验 1 机械创新综合展示与结构分析

开课实验室: 机械学院

2019 年 4 月 23 日

实验项目名称	机械创新综合展示与 结构分析	指导教师	宋海蓝	成绩	
<p>1.1 实验目的</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过对各种机构的展示与分析, 增强对机构的认识和机构运用的能力. 2. 了解各种机构在实际机器中的具体结构与应用特点. 3. 了解各种机构及其演化, 启发机构创新设计的思维和方法. <p>1.2 实验仪器、材料</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 铰链四杆机构及其演化 2. 曲柄滑块机构及其演化 3. 双滑块机构及其演化 4. 凸轮机构 5. 齿轮机构 6. 周转轮系及其功用 7. 停歇、间歇机构 8. 组合机构 9. 平面、空间连杆机构 10. 机构创新设计 I、II、III 11. 常见的II级机构在工程实践中的应用 12. 各种机构组成的泵 13. 各种机构在机器中的应用 (如: 印刷机、插齿机、缝纫机、牛头刨、发动机、轮系等) 					

1.3 思考与讨论

1. 周转轮系的功用有哪些?

答:能够实现大传动比或较远距离的传动;能够实现变速和换向运动传动;
实现结构紧凑的大功率传动;实现运动的合成和分解传动;实现多分路传动。

2. 停歇、间歇机构有哪些类?

答:常见的类别有:棘轮机构、槽轮机构、连杆机构和不完全齿轮机构。

3. 组合机构有哪些类?

答:主要分为串联式、并联式、反馈式和复合式。

基本机构主要包括连杆机构、齿轮机构、凸轮机构等。

可以组成多种类别:齿轮-连杆机构、凸轮-连杆机构或联动机构。

4. 空间连杆机构有几类?

答:从构成来看可分成开链型和闭链型。从组成成分来看还可分成不同运动副组合的机构。(CR, P, C, S, H)

例如空间四杆机构有RSSR, RSSP和RSCS。

5. 请找出圆盘印刷机各运动机构及它们所起的作用?

答:圆盘印刷机大体有三个部分的运动机构:印头运动机构、油辊运动机构及油盘运动机构。

其构成主要为曲柄-摇杆机构、曲柄-滑块机构、凸轮机构、棘轮机构。

它们的作用为:印头机构往复摆动完成印字的动作;油辊反复滚动将油墨刷在铅字上;

油盘间歇转动使油辊均匀地上墨,同时利用间歇机构减少能量的消耗。

6. 缝切机主要由哪些机构组成?

答:可以分为四大主要机构:引线机构、勾线机构、挑线机构及送料机构。另外实则还有一个独立的缝底线机构。

形成一个线迹主要由机针、摆梭、挑线杆、送布牙四个主要零件作有规律运动来实现。

7. 打印机可以采用哪些工作原理来设计?各自有何优缺点?

答:①利用力学的杠杆原理完成机械打字功能;

②利用电磁原理完成针式打印;

③利用光电原理完成激光打印。

第一种的价格相对便宜,较低的一次性购买成本获得彩色照片级输出的效果;但是因为耗材为墨盒,成本较高,长时间不用容易堵头。第二种耗材为色带,耗材成本低;但是工作时噪音大,体积上不易缩小,且精度相对差一些。第三种耗材是墨粉,打印速度快,单张打印的成本低;但是中低档的产品彩色打印效果稍差,可使用的打印介质较少。

8. 剪、钳为什么有许多不同的形状?各有什么用处?

答:不同形状的适用于对力的大小需求不同的场合。利用杠杆平衡条件:动力臂 \times 动力=阻力臂 \times 阻力
我们可以知道力臂(动力)越长越省力。比如刀口较短的,刀柄很长的可以用来剪铁皮;刀口较长的,刀柄较短的可以用来剪头发。

9. 泵的工作原理有哪些?它们用什么机构实现?

答:根据工作原理大体可分为三大类:容积式泵;叶轮式泵;喷射式泵。

容积式:依靠工作室周期性地增大、缩小而吸排液体。(挤压增加压力)

叶轮式:叶轮带动液体高速回转从而传递机械能。

喷射式:靠工作流体产生的高速射流引射流体,然后再进行能量交换。

10. 风扇送风摇头机构有几种方案?哪种好?为什么?

答:可选择铰链四杆机构、电机带动蜗杆转动从而驱动涡轮转动或采用蜗轮蜗杆及齿轮齿条3种。

第一种机构简单,尺寸设计不当易出现极位夹角从而急回损坏风扇;第二种在大角度摆动时易产生脱齿;

第三种较好,因为不仅没有急回,运动较稳定,且能保证一定角度的摆动,属于理想方案。

实验 2 机构简图测绘

开课实验室：机械学院

2019 年 4 月 23 日

实验项目名称	机构简图测绘	指导教师	康玲	成绩	
--------	--------	------	----	----	--

2.1 实验目的

1. 根据各种机械实物或模型，绘制机构运动简图，了解运动副及构件的实际结构。
2. 分析机构自由度，进一步理解机构自由度的概念，掌握机构自由度的计算方法。
3. 加深对机构组成原理、机械结构分析的理解。

2.2 测绘和分析计算（画出机构运动简图及其拆分结果）

编 号	1	机构名称	牛头刨床	自由度	1	机构级别	二级
-----	---	------	------	-----	---	------	----

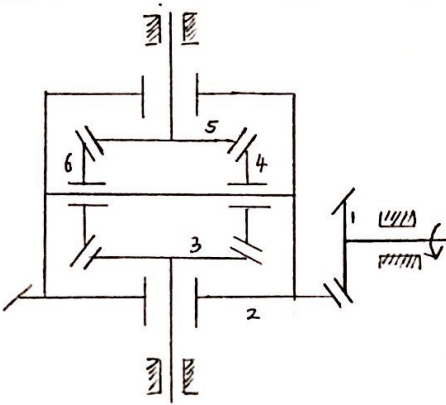
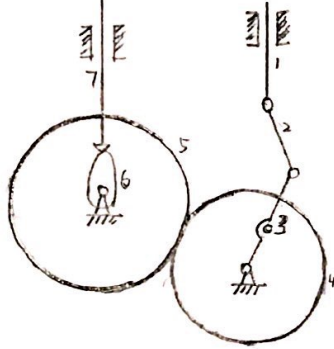
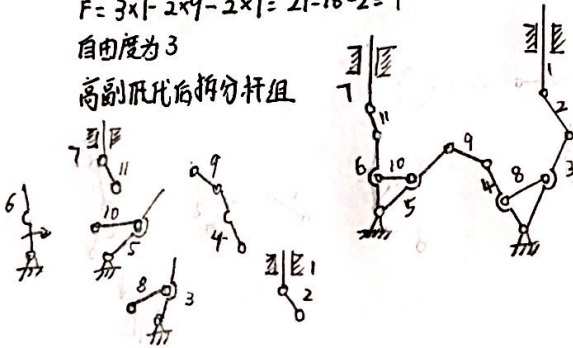
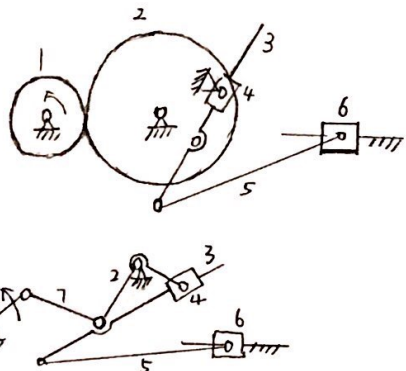
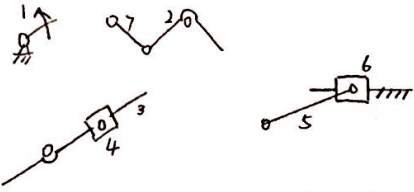
比例尺： $\mu_L = \frac{5cm}{1cm} = \frac{0.25m}{10mm} = 0.005$

$n=5, P_L=7$

$F=3 \times 5 - 2 \times 7 = 1$

拆分杆组：

该机构由2个二级杆组构成，因而为二级杆组。

编 号	2	机构名称	汽车变速器(差动轮系)	自由度	2	机构级别	
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>去掉虚约束后可知:</p> <p>$n=5, P_L=5, P_H=3$</p> <p>$F=3 \times 5 - 2 \times 5 - 3 \times 1 = 15 - 10 - 3 = 2$</p> <p>自由度为2</p> </div> </div>							
编 号	3	机构名称	内燃机汽缸	自由度	1	机构级别	二级
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>$n=7, P_L=9, P_H=2$</p> <p>$F=3 \times 7 - 2 \times 9 - 2 \times 1 = 21 - 18 - 2 = 1$</p> <p>自由度为3</p> <p>高副低代后拆分杆组</p>  <p>3个二级构成, 因而为II级机构.</p> </div> </div>							
编 号	4	机构名称	急回机构	自由度	1	机构级别	二级
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>$n=6, P_L=8, P_H=1$</p> <p>$F=3 \times 6 - 2 \times 8 - 1 = 18 - 16 - 1 = 1$</p> <p>自由度为1</p>  <p>3个二级构成, 故而最终为二级机构 (II级)</p> </div> </div>							

2.3 思考题讨论

1. 机械运动简图有什么用途? 一个正确的“机构运动简图”应能说明哪些内容?

答: 机构运动简图是表征机器和机构传动原理及运动特征的简单的图形。

机械运动简图方便我们了解机构的组成以及对其进行运动和动力分析, 同时也能够简单清楚地把机械的结构及运动传递情况表示出来。

一个正确的“机构运动简图”应能表示出原构件的构件情况、运动副情况、机构传动原理、运动特性。

2. 绘制机构运动简图时, 原动构件的位置为什么可以任意选定呢? 会不会影响正确性呢?

答: 可以任意选定且不影响正确性。但是最好能够选定一个适当的位置, 以便能简单清楚地将机械的结构以及运动传递情况正确地表示。

3. 计算机构的自由度对机构分析和设计有何意义?

答: 通过机构自由度分析可以知道机构的运动受到了多少约束, 从而确定机构是否具有确定的相对运动。这样在画简图的时候, 就可以知道机构的运动方式了。

约束不足或约束过多, 机械都不能正常地运动。如自由度小于1就不会动, 如主动构件大于自由度就干涉; 小于自由度的话则运动不易定下来。

4. 零件与构件的区别是什么?

答: 构件是运动的单元; 零件是加工制造的单元。

零件是一个产品最小的组成单元, 而构件可以是某个产品的某个组成部分;

构件可以是一个零件, 也可以是由多个零件组成。

它们之间的联系可以认为: 构件是由零件组成的。如: 连杆构件是由连杆体、连杆盖、螺栓等组成的。

5. 分析机构的级别有何意义? 你对机构的组成原理有何认识?

答: 分析机构的级别能够让我们清楚地了解机构的组成, 正确地判断机构的结构特征, 从而选用适当的分析方法。

任何机构都可以看作是有若干个基本杆组依次链接于原动件和机架上而构成的。

实验 3 机构创新设计与分析

开课实验室：机械学院

2019年 4 月 9 日

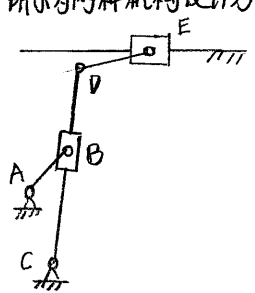
实验项目名称	机构创新设计与分析	指导教师	杨显刚	成绩	
--------	-----------	------	-----	----	--

3.1 实验目的

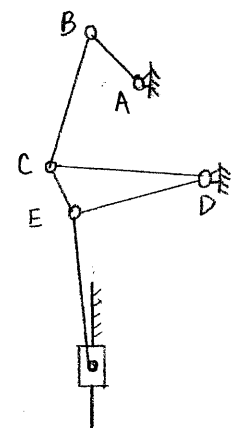
1. 培养创造性思维, 加深对机构组成原理的理解, 为机构运动方案的创新设计奠定良好基础.
2. 根据设计要求, 利用若干杆组, 拼接各种不同的平面机构, 以培养用实验方法构思、验证, 确定机械运动方案的初步能力以及机构运动创新设计意识和综合设计能力.
3. 训练工程实践动手能力.

3.2 实验方案设计与论证

在机械创新设计的第一步我们首先进行了执行机构的型式设计。根据执行构件所需要的运动特性或实现的功能, 我们进行搜索、选择和比较, 对本次实验的机构进行了选型, 如下所示为两种机构设计方案的简图。



牛头刨床机构



冲压机构

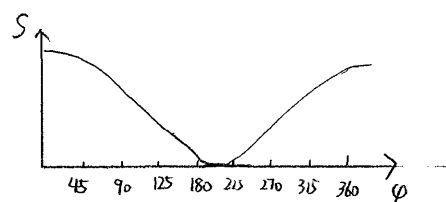
已知: 行程速比系数 K 、刨刀行程 H 、曲柄长度 L_{AB} 、连杆长度 L_{BC} 、压力角 α 。

求: 导杆长度 L_{CD} 、中心距 L_{AC} 、导路至摆动中心距离 l , α_{max} , 机构级别。

冲压机构用于冲孔、拉延等薄壁零件。工作时要求上模先以较大速度接近坯料, 然后以匀速进行拉延成型工作, 上模继续下行将成品推出腔后速度返回。

已知: 曲柄 AB 与 ED 转速相等, 转向相反, 可由一对外啮合齿轮传动实现。连杆 BC 与 CD 长度相等。曲柄转角 φ 与上模位移 S 关系如下所示。

求: 机构的尺寸, 并要求行程中最大压力角 α_{max} 尽可能小。



3.3 使用仪器

1. 凸轮和高副铰紧弹簧

2. 齿轮

3. 齿条

4. 槽轮

5. 槽轮拨盘

6. 主动轴

7. 转动副轴 (或滑块)

8. 扁头轴

9. 主动滑块插件

10. 主动滑块座

11. 连杆 (或滑块导向杆)

12. 压紧连杆用特制垫片

13. 转动副轴 (或滑块)

14. 带垫片螺栓

15. 压紧螺螺栓

16. 运动构紧层面限位套

17. 皮带轮

18. 连杆转动轴

19. 固定转轴块

20. 加长连杆

21. 曲柄双连杆部件

22. 齿条导向板

23. 转动副轴 (或滑块)

24. 电机

牌

3.4 实验步骤

1. 掌握实验原理

2. 根据上述内容熟悉零件的组成和功用。

3. 自拟机构运动方案或拼接实验内容。

4. 将拟定的机构运动方案根据机构组成原理按杆组进行正确拆分。

然后用机构运动简图表示出来。

5. 拼装机构运动方案设计。

为了达到更好的机械性能,选型完后将继续使用软件对机构的尺寸进行设计验证。

通过机构在不同尺寸中的性能表现曲线确定机构的最终尺寸及构型。

完成机构尺寸的设计后,再对机构进行结构分析。

任务

说明上述机构设计计算过程 (与下一部分融合)

通过软件分析我们可以得到如下数据:

牛头刨床机构: (输入参数) (输出参数)

行程速比系数 $K: 1.80$	极位夹角 $\theta: 51.429^\circ$
刨刀行程 $H: 300.00 \text{ mm}$	导杆长 $L_{op}: 345.715 \text{ mm}$
曲柄长度 $L_{AB}: 110 \text{ mm}$	中心距 $L_{AC}: 253.524 \text{ mm}$
连杆长度 $L_{PE}: 140 \text{ mm}$	距离 $L_{CG}: 311.478 \text{ mm}$
导路距离 $L_y: 300 \text{ mm}$	弓形高: 34.237 mm
曲柄角速度 $\omega: 7 \text{ Rad/s}$	最大切削速度: 0.742 m/s
曲柄角加速度 $\varepsilon: 0.00 \text{ rad/s}^2$	最大压力角 $\alpha_{\max}: 7.023^\circ$

(此时 $L_y = 328.596 \text{ mm}$)

$n=5, P_L=7$
 $F=3 \times 5 - 2 \times 7 = 1$ } 自由度为1

计算机构自由度, 做机构结构分析

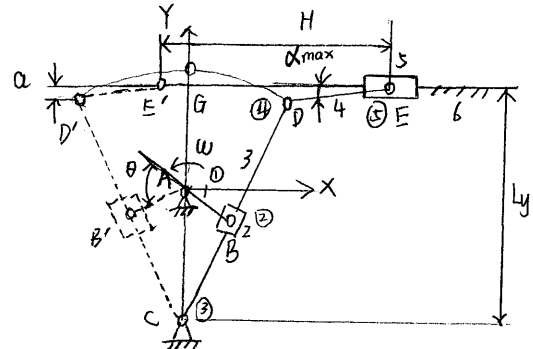
冲压床机构: (设计基本参数)

曲柄长度 $L_{AB}: 30 \text{ mm}$	D点坐标 $X_D: 20.00 \text{ mm}$
连杆长度 $L_{BC}: 100.00 \text{ mm}$	D点坐标 $Y_D: -80.00 \text{ mm}$
摇杆长度 $L_{CD}: 80 \text{ mm}$	曲柄转速 $n_1: 50.00 \text{ rpm}$
摇杆长度 $L_{ED}: 65 \text{ mm}$	摇杆夹角 $\delta: 30.00^\circ$
连杆长度 $L_{EF}: 120.00 \text{ mm}$	极位夹角 $\theta: 26.47^\circ$
导路坐标 $X_F: -25.00 \text{ mm}$	机架长度 $L_{AD}: 82.462 \text{ mm}$

比例: 位移1 速度0.4 加速度0.06

β 角: 曲柄转角 $\varphi=0$ (曲柄1与连杆2垂直共线)时,
 曲柄1与水平轴夹角. $\beta=41.364^\circ$

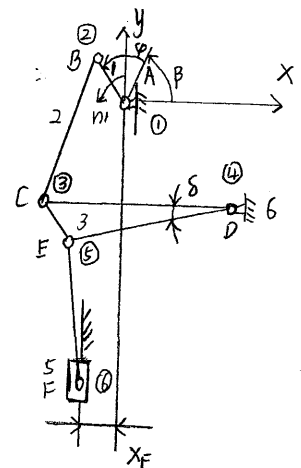
$n=5, P_L=7$
 $F=3 \times 5 - 2 \times 7 = 15 - 14 = 1$ } 冲压床机构的自由度为1



曲柄位于AB时 $\varphi=0$

$B \rightarrow B'$ 工作行程 (慢)

$B' \rightarrow B$ 空回行程 (快)

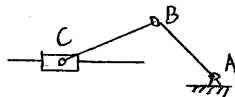


3.5 思考题讨论

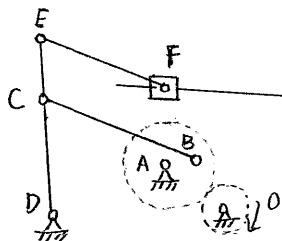
1. 列举出几种不同结构形式的牛头刨床机构设计方案。

如果含有Ⅲ级机构, 其运动分析方法与Ⅱ级有何不同?

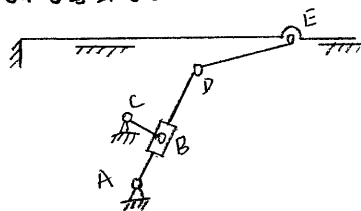
答: ① 可采用偏置式曲柄滑块机构。



② 可采用由曲柄摇杆机构与曲柄摇杆滑块机构串联而成的机构。



③ 可采用由摆动导杆机构和摇杆滑块机构串联而成的机构。



对于只含有转动副和移动副的平面连杆机构的运动分析, 目前常采用的方法有: 速度瞬心法、相对运动图解法等。为解决含有三级组的三级机构的运动分析, 可采用回路法。所谓回路法, 就是在平面连杆机构的机构简图中, 首先将机架上的各铰链点连接 (及机架上的移动构件上的一点), 形成传递运动的回路。然后, 针对每个独立的回路列出包含各节点位置的关系式。最简单的二级机构仅有 1 个回路, 而三级则有 3 个回路。

2. 摆动导杆机构, 以曲柄为主动件时有最好的传力性能。若以导杆为主动件, 其传力性能如何? 是否会出现机构的死点? 如何克服?

答: 如果以导杆为主动件, 机构的传动角会相较于以曲柄为主动件时小一些, 在这样的情况下, 该机构的传力性能也会变差。

若以导杆为主动件, 曲柄为从动件, 二者运动至同一直线时, 驱动力方向垂直于直线。此时驱动力对从动件的有效回转力矩为 0, 机构不能传动而保持静止, 即为“卡死”, 出现死点。一般死点出现在连杆传动机构中, 总体来说是很特殊的位置, 此时的主动部件无法带动从动部件运动。所以为了克服死点, 主要是避免系统刚好停在死点状态。一般的做法是采用机构部件的惯性使系统通过死点, 例如设置大质量的飞轮。