

INDUSTRIAL DESIGN DATA BOOK

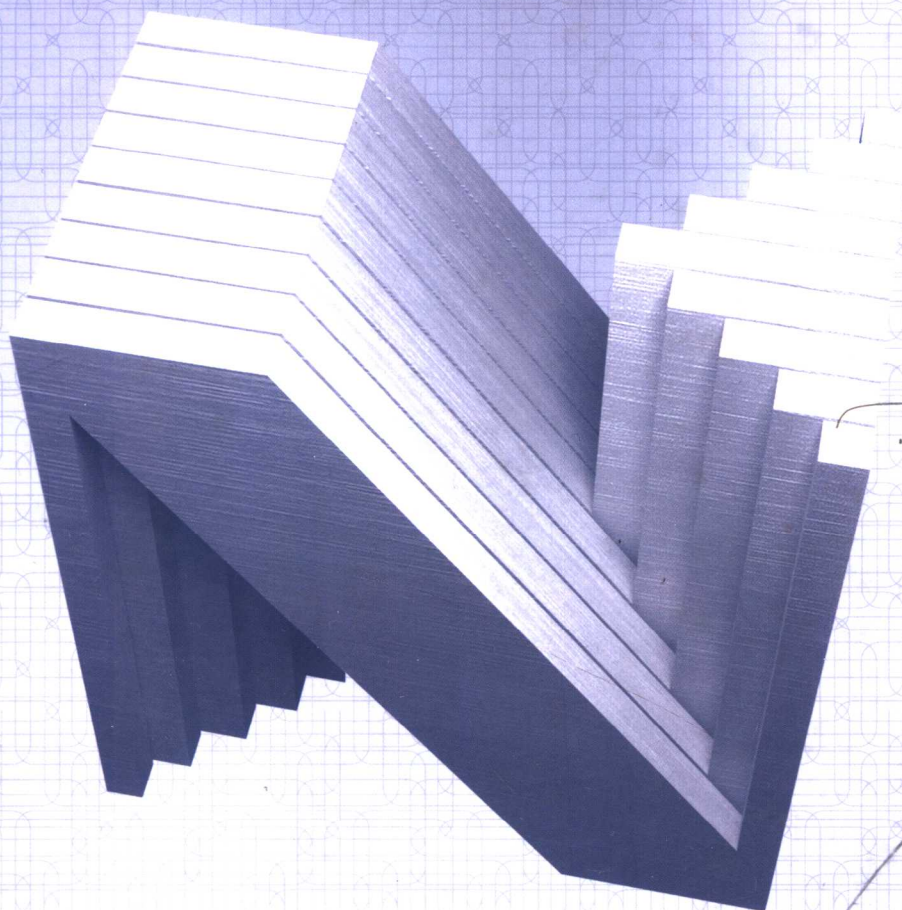
工业设计资料集

机电能基础知识·材料及加工工艺

分册主编 江建民

2

总主编 刘观庆



中国建筑工业出版社

TB47/92

:2

2007

INDUSTRIAL DESIGN DATA BOOK

工业设计资料集

2

机电能基础知识·材料及加工工艺

分册主编 江建民
总 主 编 刘观庆

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计资料集 2 机电能基础知识·材料及加工工艺/
江建民分册主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006
ISBN 978-7-112-08429-6

I. 工... II. 江... III. 工业设计-资料-汇编-
世界 IV. TB47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 069895 号

责任编辑: 李晓陶 李东禧

责任设计: 孙 梅

责任校对: 张树梅 王雪竹

工业设计资料集 2

机电能基础知识·材料及加工工艺

分册主编 江建民

总 主 编 刘观庆

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京盛通印刷股份有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 15 字数: 600 千字

2007 年 10 月第一版 2007 年 10 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-08429-6

(15093)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《工业设计资料集》总编辑委员会

顾问 朱 焘 王珮云 (以下按姓氏笔画顺序)
王明旨 尹定邦 许喜华 何人可 吴静芳 林衍堂 柳冠中

主任 刘观庆 江南大学设计学院教授
苏州大学应用技术学院教授、艺术系主任

张惠珍 中国建筑工业出版社编审、副总编

副主任 (按姓氏笔画顺序)

于 帆 江南大学设计学院副教授、工业设计系副主任

叶 苹 江南大学设计学院副教授、副院长

江建民 江南大学设计学院教授

李东禧 中国建筑工业出版社第四图书中心主任

何晓佑 南京艺术学院设计学院教授、院长

吴 翔 东华大学服装·艺术设计学院副教授、工业设计系主任

汤重熹 广州大学艺术设计学院教授、院长

张 同 上海交通大学媒体与艺术学院教授

复旦大学上海视觉艺术学院教授、空间与工业设计学院院长

张 锡 南京理工大学机械工程学院教授、设计艺术系副主任

杨向东 广东工业大学艺术设计学院教授、院长

周晓江 中国计量学院工业设计系主任

彭 韧 浙江大学计算机学院副教授、数字媒体系副主任

雷 达 中国美术学院教授、工业设计系副主任

委员 (按姓氏笔画顺序)

于 帆 王文明 王自强 卢艺舟 叶 苹 朱 曦 刘观庆 刘 星

江建民 严增新 李东禧 李亮之 李 娟 肖金花 何晓佑 沈 杰

吴 翔 吴作光 汤重熹 张 同 张 锡 张立群 张 煜 杨向东

陈丹青 陈杭悦 陈海燕 陈 嫵 周晓江 周美玉 周 波 俞 英

夏颖翀 高 筠 曹瑞忻 彭 韧 蒋 雯 雷 达 潘 荣 戴时超

总主编 刘观庆

《工业设计资料集》 2

机电能基础知识·材料及加工工艺

编辑委员会

主 编 江建民

副 主 编 李世国 沈 杰

编 委 (按姓氏笔画顺序)

曹 鸣	陈 嫵	邓 嵘	巩森森	顾振宇	胡起云
蒋 晓	刘 钢	王 昊	徐建海	许洪滨	殷润元
于 帆	张凌浩	张 焘	张 宪	张宇红	

总 序

造物,是人类得以形成与发展的一项最基本的活动。自从 200 万年前早期猿人敲打出第一块砍砸器作为工具开始,创造性的造物活动就没有停止过。从旧石器到新石器,从陶瓷器到漆器,从青铜器到铁器,……材料不断更新,技艺不断长进,形形色色的工具、器具、用具、家具、舟楫、车辆以及服装、房屋等等产生出来了。在将自然物改变成人造物的过程中,也促使人类自身逐渐脱离了动物界。而且,东西方不同的民族以各自的智慧在不同的地域创造了丰富多彩的人造物形态,形成特有的衣食住行的生活方式。而后通过丝绸之路相互交流、逐渐交融,使世界的物质文化和精神文化显得如此绚丽多姿、光辉灿烂。

进入工业社会以后,人类的造物活动进入了全新的阶段。科学技术迅猛发展,钢铁、玻璃、塑料和种种人工材料相继登场,机器生产取代了手工业,批量大,质量好,品种多,更新快,新产品以几何级数递增,人造物包围了我们的世界。一门新的学科诞生了,这就是工业设计。产品设计自古有之,手工艺时代,设计者与制造者大体上并不分离;机器生产时代,产品批量化生产,设计者游离出来,专门提供产品的原型,工业设计就是这样一种提供工业产品原型设计的创造性活动。这种活动涉及到产品的功能、人机界面及其提供的服务问题,产品的性能、结构、机构、材料和加工工艺等技术问题,产品的造型、色彩、表面装饰等形式和包装问题,产品的成本、价格、流通、销售等市场问题,以及诸如生活方式、流行、生态环境、社会伦理等宏观背景问题。进入信息时代、体验经济时代以来,技术发生了根本性的变革,人们的观念改变、感性需求上升,不同文化交流、碰撞和交融,旧产品不断变异或淘汰,新产品不断产生和更新,信息化、系统化、虚拟化、交互化……随着人造物世界的扩展,其形态也呈现出前所未有的变化。

人造物世界是人类赖以生存的物质基础,是人类精神借以寄托的载体,是人类文化世界的重要组成部分。虽然说不上人造物都是完美的,虽然人造物也有许多是是非非,但她毕竟是人类的杰出成果。将这些人类的造物汇集起来,展现出来,无疑是一件十分有意义的事情。

中国建筑工业出版社从 20 世纪 60 年代开始就组织出版了《建筑设计资料集》,并多次修订再版,继而有《室内设计资料集》、《城市规划资料集》、《园林设计资料集》……相继问世。三年前又力主组织出版《工业设计资料集》。这些资料集包含的其实都是各种不同类型的人造物,其中《工业设计资料集》包含的是人造物的重要组成部分,即工业化生产的产品。这些资料集的出版原意虽然是提供设计工具书,但作为各种各样人造物及其相关知识的汇总与展现,是对人类文化成果的阶段性总结,其意义更为深远。

《工业设计资料集》的编辑出版是工业设计事业和设计教育发展的需要。我国的工业设计经过长期酝酿,终于在 20 世纪七八十年代开始走进学校、走上社会,在世纪之交得到政府和企业的普遍关注。工业设计已经有了初步成果,可以略作盘点;工业设计正在迅速发展,需要资料借鉴。工业设计的基本理念是创新,创新要以前人的成果为基础。中国建筑工业出版社关于编辑出版《工业设计资料集》的设想得到很多高校教师的赞同。于是由具有 40 多年工业设计专业办学历史的江南大学牵头,上海交通大学、东华大学、浙江大学、中国美术学院、浙江工业大学、中国计量学院、南京理工大学、南京艺术学院、广东工业大学、广州大学、复旦大学上海视觉艺术学院、苏州大学应用技术学院等十余所高校的教师共同参加,组成总编辑委员会,启动了这一艰巨的大型设计资料集的编写工作。

中国建筑业出版社委托笔者担任《工业设计资料集》总主编，提出总体构想和编写的内容体例，经总编委会讨论修改通过。《工业设计资料集》的定位是一部系统的关于工业化生产的各类产品及其设计知识的大型资料集。工业设计的对象几乎涉及人们生活、工作、学习、娱乐中使用的全部产品，还包括部分生产工具和机器设备。对这些产品进行分类是非常困难的事情，考虑到编写的方便和有利于供产品设计时作参考，尝试以产品用途为主兼顾行业性质进行粗分，设定分集，再由各分集对产品具体细分。由于工业产品和过去历史上的产品有一定的延续性，也收集了部分中外古代代表性的产品实例供参照。

资料集由 10 个分册构成，前两分册为通用性综述部分，后八分册为各类型的产品部分。每分册 300 页左右。第 1 分册是总论；第 2 分册是机电能基础知识·材料及加工工艺；第 3 分册是厨房用品·日常用品；第 4 分册是家用电器；第 5 分册是交通工具；第 6 分册是信息·通信产品；第 7 分册是文教·办公·娱乐用品；第 8 分册是家具·灯具·卫浴产品；第 9 分册是医疗·健身·环境设施；第 10 分册是工具·机器设备。

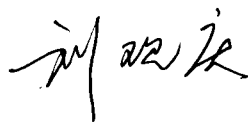
资料集各分册的每类产品范围大小不尽相同，但编写内容都包括该类产品设计的相关知识和产品实例两个方面。知识性内容包含产品的基本功能、基本结构、品种规格等，产品实例的选择在全面性的基础上注意代表性和特色性。

资料集编写体例以图、表为主，配以少量的文字说明。产品图主要是用计算机绘制或手绘的黑白单线图，少量是经过处理的照片或有灰色过渡面的图片。每页页首有书眉，其中大黑体字为项目名称，括号内的数字为项目编号，小黑体字为该页内容。图、表的顺序一般按页分别编排，必要时跨页编排。图内的长度单位，除特殊注明者外均采用毫米（mm）。

《工业设计资料集》经过三年多时间、十余所高校、数百位编写者的日夜苦干终于面世了。这一成果填补了国内和国际上工业设计学科领域系统资料集的出版空白，体现了规模性和系统性结合、科学性和艺术性结合、理论性和形象性结合，基本上能够满足目前我国工业设计学科和制造业迅速发展对产品资料的迫切需求，有利于业界参考，有利于国际交流。当然，由于编写时间和条件的限制，资料集并不完善，有些产品收集的资料不够全面、不够典型，内容也难免有疏漏或不当之处。祈望专家、读者不吝指正，以便再版时修正、补充。

值此资料集出版之际，谨向支持本资料集编写工作的所有院校、付出辛勤劳动的各位专家、学者和学生们表示最崇高的敬意！谨向自始至终关心、帮助、督促编写工作的中国建筑业出版社领导尤其是第四图书中心的编辑们致以诚挚的谢意！

愿这部资料集能为推动我国工业设计事业的发展，为帮助设计师创造出更新更美的产品，为建设创新型社会作出贡献！



2007 年 5 月

前言

按照世界上最负盛名的设计公司之一飞利浦设计公司的观点，一个新产品的成功取决于对于商业趋势、社会文化趋势及技术趋势的完美把握。当然，按我的理解，他们认为设计师对于把握产品造型的基本能力应该是不成问题的，所以也理所当然地不列入了。商业趋势与社会文化趋势已经在一定程度上得到国内工业设计界的重视，尽管各人有自己不同的表述方法和切入点，例如终端消费者研究，生活方式研究，消费者需求研究，消费者的价值观，消费者的价值体现，情感设计，体验设计，流行和时尚等等，举不胜举。

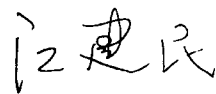
但是就技术趋势而言，情况要复杂得多。首先，技术本身的内容就非常复杂，门类繁多。作为工业设计师确实对此很难有既全面又深入的了解，以至于更“愿意”把问题留待科学家或工程师们去解决。但是工业设计师如果和技术一无所知，又很难想像怎么能够把产品设计好。因此，需要对技术的许多知识点有起码的了解。其次，光了解一些知识点是不够的，一个好的工业设计师要实现创新就不仅要知道技术的过去和现在，还要把握其未来的发展趋势，这就更难了。但是技术确实是在不断发展的，把握不了技术发展的趋势，又怎么能够引领产品的时尚和潮流呢？毕竟，在用造型手法来体现商业趋势和社会文化趋势时，在实现你设计的产品的创新时，你所拥有的只是技术手段。所以，技术是工业设计师不能不关心的，否则你的一切“好”设计可能完全无法实现。目前工业设计界对于技术发展趋势的关注与日俱增；相比之下，国内工业设计界的重视程度相差很远了。

因此，苹果电脑公司的设计总监乔纳森·艾夫（Jonathan Ive）说，“材料，工艺，产品机构和结构是设计的巨大驱动力”。这里他提到的材料、工艺、机构、结构等等，都是“技术”。技术的进步使我们现在可能“满足非常特殊的功能目标和要求”，“做出以前被告知是不可能做到的事”，“给了我们许多以前不会存在的功能和形态机会”（引号内均为艾夫的话）。所以他把技术称为设计的巨大驱动力是非常贴切的。

但是，作为工业设计资料集的第二集而言，要将技术发展的趋势深刻地表现出来是很困难的。就是技术所包含的知识点，因其范围非常广泛也难于在一册资料集中包罗万象。所以，本集只能列出最基本和最实用的那些内容，在设计过程中所会遇到频度最高的内容。我们只是希望，工业设计师们今后在工作中遇到了与技术有关的问题时，能够在本集中找到解决问题的初步答案或途径；然后循着这条路找下去，找到最好的技术解决方案。当然，在这个过程中免不了要与技术人员进行探讨、切磋和请教，甚至还要求教于某些专门技术部门的专家和权威。

正因为如此，本集一定会存在许多偏颇之处，差错和毛病更是难免，希望专家和读者们不吝指正。尤其希望在一线工作的设计师们对于本集的使用效果，尤其是本集遗漏而实践中又非常需要的知识点毫无保留地给我们提出来，以便在今后再版时予以修改增补。

资料集的这一册在编写过程中得到江南大学设计学院领导的鼓励与支持以及工业设计系全体老师的鼎力相助，在此一并表示谢意。



2007年3月于无锡

目 录

001-045	049-082	084-140
001 1 机械概论	049 联轴器和离合器	090 9 能源基础
001 机器、机构及其构成	055 弹簧	090 热力学基础
002 机械设计		092 热力循环
	057 6 电工原理	092 传热学基础
003 2 机构	057 直流电路概述	094 能量转换设备
003 机构概论	058 电阻和材料的电阻率	098 新能源
004 连杆机构	058 电池	103 节能技术
009 凸轮机构	060 正弦交流电路	
012 间歇运动机构	062 磁路	104 10 材料的分类、性能和选择
	065 电机	104 材料的分类和性质
013 3 静连接	068 电气量的测量和显示	111 材料力学基础
013 连接概述	069 电气控制	117 设计材料的选用
013 螺纹连接	071 安全用电	
018 焊接、铆接和粘结		119 11 金属材料
	072 7 日用电器	119 铁碳合金概述
026 4 机械传动	072 日用电器概述	121 碳钢
026 带传动	074 电冰箱和空调器	133 铸铁
027 链传动	076 日用电热器	134 铜与铜合金
028 齿轮传动	077 日用电动电器	135 铝与铝合金
031 蜗杆传动	079 照明灯具	137 其他有色金属与合金
032 轮系、减速器和变速器	080 工业电气设备	
		139 12 金属的加工成型工艺
041 5 重要通用机械零部件	082 8 电子电路和电子电器	139 金属加工成型概述
041 轴和轴毂连接	082 电子电路概述	140 铸造
045 滑动轴承和滚动轴承	084 电子电器	148 压力加工——锻造和冲压

148-175

- 153 焊接
- 154 热处理
- 156 切削与磨削加工
- 158 快速成型技术
- 161 **13 塑料**
- 161 塑料概述
- 169 通用塑料
- 172 通用工程塑料
- 174 特殊工程塑料
- 175 **14 塑料的加工成型工艺**
- 175 塑料加工成型概述

175-215

- 177 挤出和压延成型
- 181 注塑成型工艺和设备
- 204 模压成型工艺
- 206 吹塑成型
- 207 热成型
- 209 发泡成型
- 209 其他塑料成型及前期准备工艺
- 213 **15 其他非金属材料**
- 213 橡胶
- 215 玻璃
- 217 陶瓷

217-229

- 218 木材
- 222 **16 复合材料**
- 222 复合材料
- 224 **17 表面处理与涂装**
- 224 金属的表面处理与涂装
- 226 塑料的表面处理与涂装
- 226 木制品的表面装饰
- 227 涂料及涂装工艺
- 229 参考文献

机器、机构及其构成

机械、机器和机构

序号	名称	特 征
1	机械	机械是机器和机构的总称
2	机器	1) 机器是由若干人为的运动单元体(称为构件)组合而成的; 2) 组成机器的各个构件之间具有确定的相对运动,其运动规律是周期性重复变换的(这就是机器的运动循环); 3) 机器都是用来代替人的脑力或体力,使某个过程实现机械化,亦即机器能够完成有效的机械功或能量转换
3	机构	只有上述机器的前两个特征; 但在基本组成,运动特征,受力状况等方面,机构与机器没有区别

机器按用途的分类及举例

序号	分类	举例与说明
1	交通工具	飞机,轮船,汽车,摩托车,自行车,火车,机车等
2	动力机械	各种机床,电动机,内燃机,汽轮机,发电机,锅炉,水轮机等
3	通用机械	空压机,凿岩机,水泵等
4	农业机械	拖拉机,联合收割机,机耕犁,播种机等
5	印刷机械	胶印机,轮印机等各种类型的印刷机
6	起重机械	履带式、轮胎式等各种类型的起重机,天车和行车等
7	搬运机械	叉车,铲车,皮带运输机等
8	制冷机械	空气式、冷水式等各种类型制冷机,窗式、分体式各类空调机
9	其他	机器的种类还很多。通常,还应包括大部分家用电器和商用电器;但不包括电子类的家用、商用、医用的电器、仪器、仪表和设备

机器按能量形式转换的分类

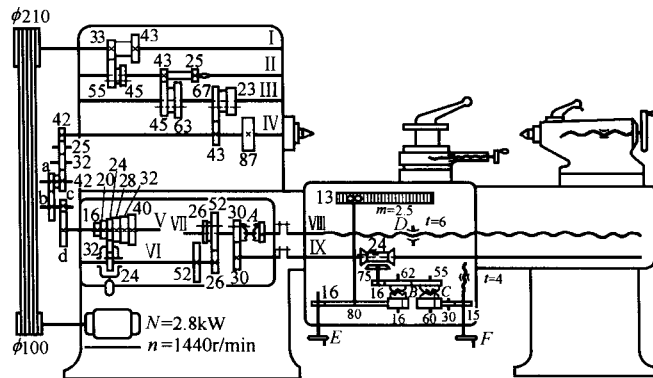
序号	分 类	特征与举例
1	力能机器	将热能、内能、电能等转换成机械能,如内燃机,燃气轮机,电动机;或者将某种介质(水、空气等)的机械能转换成可实际运用的机械能的机器,如风车,水轮机等
	转换机器	将机械能转换成其他形式能量的机器,如发电机,空压机等
2	工艺机器	在生产过程中完成有用功,以实现工作物外形、空间位置及性质的改变的机器,如各类机床
3	运输机器及其他机器	用于物品的运输或其他目的,其复杂程度彼此相差很大

完整机器的四个组成部分

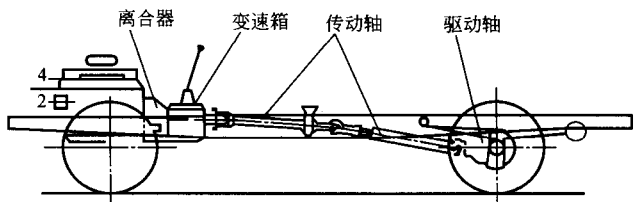
序号	组成部分名称	功能与说明
1	原动机部分	驱动机器的动力源,多数情况下是电动机或各种热机
2	执行(工作)部分	承担机器的完成有效功和能量转换工作的主要功能部分,如起重机的吊钩,车床的刀架,磨床的砂轮,轧钢机的轧辊
3	传动部分	在上述两个部分之间完成运动形式、运动及动力参数的变换,担任变速、增(减)速、变换运动方向、分配运动和动力等任务
4	其他部分	诸如控制,照明,润滑等系统

一、机器的复杂程度差别很大。例如,风扇是只有原动机和执行部分的机器。而车床则要复杂得多,主要原因是车床的传动部分的组成元素很多。汽车的原动机是内燃机,内燃机构造复杂;车轮是汽车的工作机构,相对也比较简单;而从某个意义上说,其传动部分的构造则更为复杂。

二、在机器中,传动部分(传动装置)占有重要地位,它能改变运动的形态(如在旋转与平移之间的运动转换),变速,增(减)速,变换运动方向,分配运动和动力。



车床的传动部分



汽车的传动部分

零件

一、零件是机器中再不可能拆卸分解的基本单元件。通常的活塞，连杆、曲轴等可以是单一件，也可以是组合构件。只有单一件才能称为零件。

二、在机器中，我们把完成同一使命、彼此协同工作的一组零件所组成的、独立制造、独立装配的合体称为部件。如：滚动轴承，联轴器，加速器，电机转子等。

机器的基础组成部分

序号	名称	举例与说明		
1	零件	机器中再不可拆卸的基本单元	通用零件	在各种机器里都要用到，如螺栓、轴、齿轮、弹簧等
			专用零件	只有在某些或某类机器中才用到，如转子、叶片、曲轴、活塞等
2	组合构件	由几个零件组合而成		
3	部件	完成同一使命、彼此协同工作的一组零件所组成的、独立制作、独立装配的合体，如滚动轴承、联轴器、电机转子等		

机械设计

机械设计，可以是利用新原理、新思想、新方法来自开发创造新的机械，也可以是在原有机器的基础上重新设计或局部改进、从而改变原有机器的性能。重要的是：机械产品的质量基本上取决于设计的质量，因为制造过程本质上只是要求实现设计所规定的质量。

一、对机器的要求需要辩证综合考虑。如有相抵触之处，应照顾主要方面。

二、还应注意，随着社会的发展，科技的进步，市场的变化，人们的认识和需求都是变化的。因此，对主次的理解也是会变化的。例如，汽车的首要问题以前主要是性能问题。但在 20 世纪 70 年代石油危机以后，节能上升为主要问题。20 世纪 80 年代以后，环境保护的要求使汽车尾气污染的问题变得突出起来。近来，“以人为本”的思想又使保证乘坐人员的安全成为汽车设计的最重要的要求之一。

对机器的要求

序号	对机器的要求
1	满足功能和性能方面的需要
2	经济
3	美观

机械设计的基本要求

序号	机械设计的基本要求
1	在实现预期的运动和动力功能的前提下，尽可能做到性能好、效率高、成本低，并具有一定的可靠性
2	操作方便，维护简单，造型美观，便于运输
3	尽量采用标准零部件，以减少重复设计

机器产品的设计过程是一个由整体到细节、再由细节到整体的反复过程，直到总体上满意为止。整个机器的设计过程一般是以总布置设计为核心进行的；在此过程中，要求工业造型设计师与机械设计师密切配合，共同协作，以追求好的性能、合适的价格及美观的外形。

机器产品设计的一般过程

序号	机械设计的基本要求
1	明确要求(预定功能,有关指标和限制条件)
2	总体方案、绘制运动简图(确定工作原理);通常要拟定几种总体布置方案,进行粗略计算,分析比较,选取最佳方案
3	运动和动力分析,确定主要零部件的运动和动力参数
4	传动零件设计计算,确定主要参数
5	零部件结构草图设计,绘制零件工作图
6	绘制部件装配图和总装图
7	编制技术文件(设计计算说明书,标准件和外购件明细表等)

机构概论

一、平面机构和空间机构。机器中的实际机构一般都是空间机构。但一定条件下它们大多数可以简化成平面机构。平面机构的所有构件都在一个平面内运动，因此分析和研究比较简便。

二、运动副：两个构件可以通过点、线或面的接触而组成具有一定相对运动关系的可动连接。两个构件分开后，这种连接关系（亦即运动副）也随之消失。

三、自由度：位置和运动的确定之维度，等于确定地描述其位置或运动所需的坐标数目。

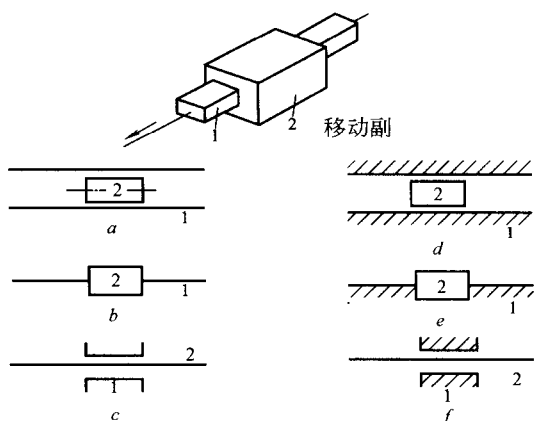
注：1) 一个点在空间有三个自由度，在空间直角坐标系中要用三个坐标 (x 、 y 和 z) 才能确定地表示其位置或运动。在平面中，一个点只有两个自由度；为了确定其在平面上的位置，在平面直角坐标系中，可用两个坐标值 x 和 y ，在平面极坐标系中，可用两个坐标值 ρ 和 ϕ 。

2) 一个构件可以用一段线段来代表。因此，一个作平面运动的自由构件具有三个自由度。

3) 构件组成运动副后，其独立运动就会受到约束，自由度随之减少。

运动副的分类及描述

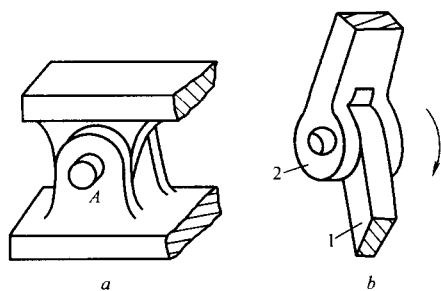
序号	一级和二级分类名称及其特征			
1	低副	两个构件间为面接触的运动副	移动副	只允许两个构件沿某一直线作相对运动
			转动副	也称铰链，只允许两个构件绕同一轴作相对转动
2	高副	两个构件间是点接触或线接触的移动副	凸轮副	由凸轮及从动件构成，凸轮轮廓曲线确定了从动件的运动
			齿轮副	由一对齿轮构成，主动齿轮的运动规律确定了从动齿轮的运动



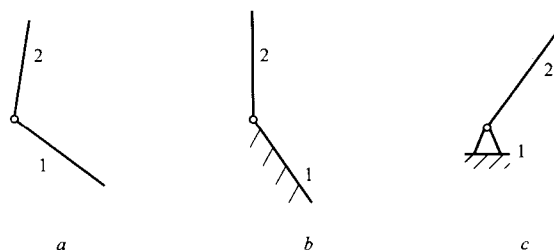
移动副的各种表示符号

转动副（铰链）的分类

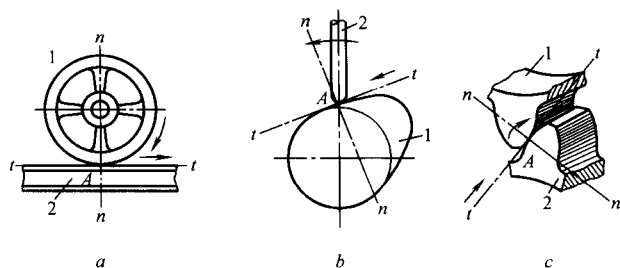
序号	名称及说明	
1	固定铰链	被铰链连接的两构件中有一个是固定件(机架)
2	活动铰链	被铰链连接的两构件都是运动件



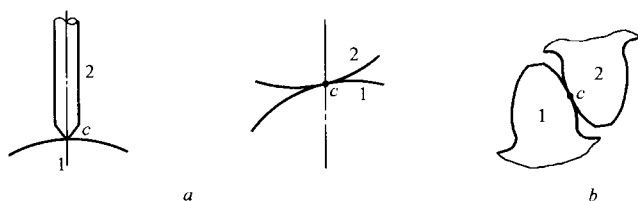
转动副：固定铰链与活动铰链



铰链的表示法



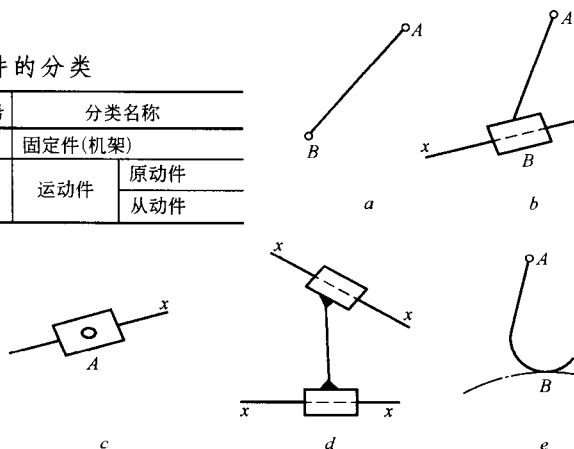
平面高副：滚轮 a、凸轮副 b 与齿轮副 c



高副的各种表示符号

构件的分类

序号	分类名称	
1	固定件(机架)	
2	运动件	原动件
		从动件



构件的各种表示法

平面机构运动简图

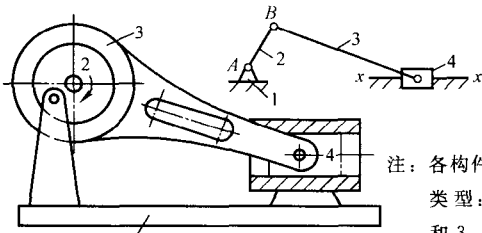
一、一个构件可以具有一个移动副，也可以具有两个移动副。

二、不管构件的形状多复杂，都可以用直线来表示。

三、运动简图能用简单的运动副和构件的代表符号把机构的运动特征表示出来。虽然简单，但与原机构具有完全相同的运动特征。

四、可以根据机构运动简图对机构进行运动和动力分析。

五、运动简图虽经过简化，但几何尺寸要按比例（长度比例尺 μ ）画出。



偏心轮机构及其运动简图实例

1—机架；2—原动件；3、4—从动件

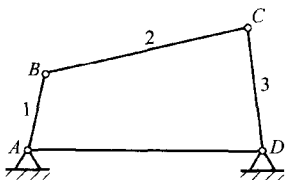
注：各构件间的运动副类型：1 和 2、2 和 3、3 和 4 组成转动副，4 和 1 组成移动副。

平面机构的自由度及计算

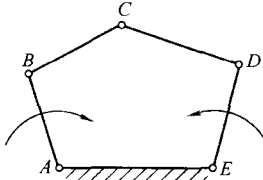
一、机构能够产生独立运动的数目称为机构的自由度。

二、如果平面机构中除机架外的构件数目为 n ，低副数目为 P_L ，高副数目为 P_H ，则机构的自由度数 F 为： $F=3n-2P_L-P_H$ 。

三、机构具有确定运动的条件为机构的原动件数等于机构的自由度。



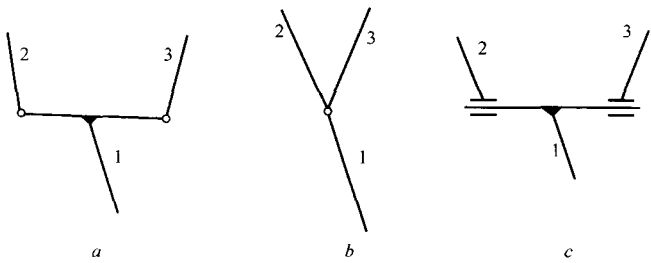
杆 1 为原动件时此四杆机构有确定运动



具有 2 个原动件的一个五杆机构

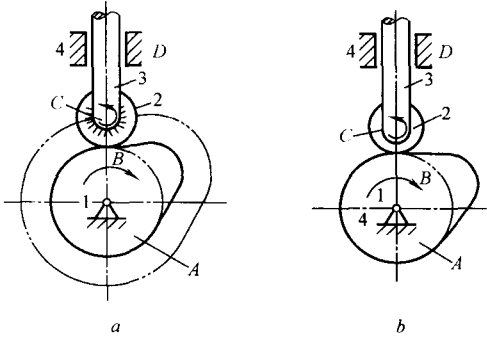
计算机构自由度时的注意点

序号	名称	说明
1	复合铰链	两个(或以上)构件在同一处用转动副连接。复合铰链实质上是两个铰链,不可少算低副数目(参阅附图)
2	局部自由度	某些构件所能产生的局部运动但并不影响其他构件的运动的自由度。其存在往往为了改善机构的其他性能(参阅附图)
3	虚约束	机构中与其他约束作用重复的约束。虚约束常出现多个导路平行的移动副或多个轴线重合的转动副,此时只有一个在起作用;其他不起独立作用的对称部分,在计算自由度时都要扣除(参阅附图)



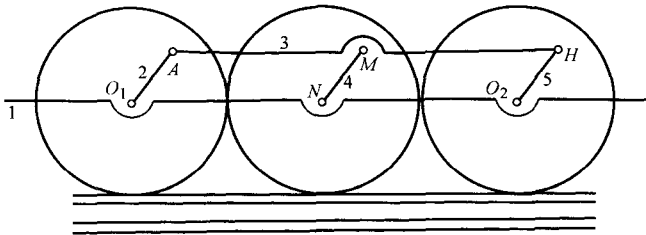
复合铰链例

注：b 实际上是 a 或 c，有 2 个铰链存在。



局部自由度例

注：滚子 2 改善了摩擦状况 b；若将滚子焊死 a，机构运动无变化。



虚约束例：蒸汽机车上的车轮联动机构

注：按常规计算自由度为零，显然错误。若去掉构件 5，机构运动不变，但机构自由度为 1；这表明，构件 5 及其两端的转动副在计算自由度时不应考虑。

连杆机构

一、连杆机构是由若干杆状构件通过低副连接而成的机构。

二、平面连杆机构是在同一平面内运动的连杆机构。

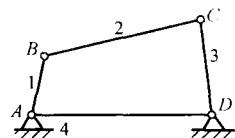
三、平面连杆机构是应用最广泛的传动机构。在各类机械、仪器仪表中都有广泛的应用。

平面连杆机构的特点

序号	特点及说明
1	制造容易
2	运动副压强小,磨损轻,且便于润滑
3	机构设计复杂
4	因低副中的间隙及构件尺寸误差的积累,运动精度不高

铰链四杆机构的组成 (构件编号参阅附图)

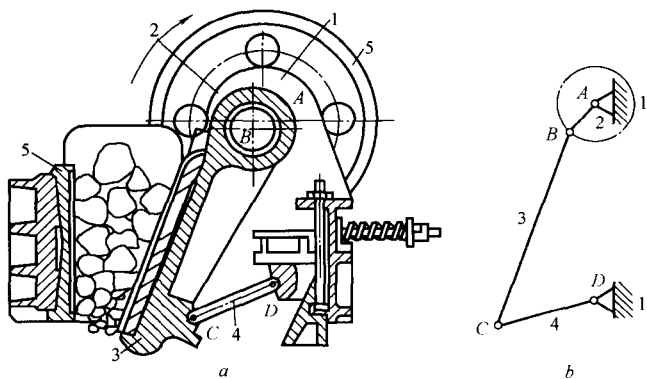
序号	名称及说明		
1	4个转动副 A、B、C 和 D		
2	机架 4		
3	连架杆(与机架相连的杆)1 和 3		
4	连杆 2	曲柄	能整周(360°)回转的,称为曲柄
		摆杆	不能整周回转的,称为摇杆



铰链四杆机构组成的附图

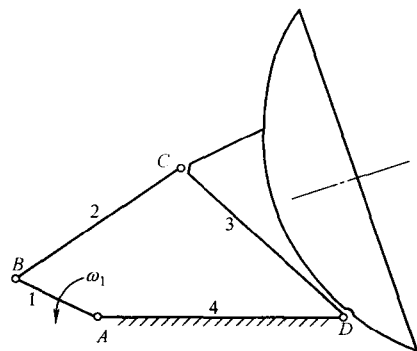
铰链四杆机构的分类

序号	名称	说 明	实例(参见附图)
1	曲柄摇杆机构	一连杆可整周回转,另 一连杆不能整周回转	颚式破碎机
2	双曲柄机构	两连杆均可整周回转	惯性筛机构的前半部分
3	双摇杆机构	两连杆均不能整周回转	



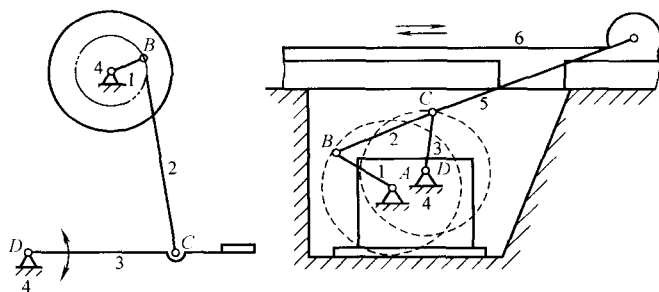
颚式破碎机的示意图 a 及其机构运动简图 b

注: 用于粉碎物料的颚式破碎机在曲柄 2 回转时, 构件 4 不能整周回转, 故是摇杆。连杆 3 (即动颚板) 与固定的定颚板 5 上大小不同的间距周期变化, 使物料粉碎。



雷达天线仰角的调节机构

注: 这也是个曲柄摇杆机构: 曲柄 1 是原动件; 摇杆 3 与碟形天线刚性连接成一体。曲柄的旋转将使天线的仰角发生变化。



脚踏砂轮机构

注: 与通常情况不同, 在此脚踏摇杆 3 作为原动件; 从动件 1 (砂轮) 作回转运动。

惯性筛

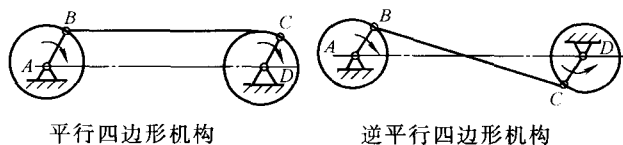
注: 在惯性筛的机构简图里, 其前半部分是个双曲柄机构。原动件 1 回转, 通过连杆 2 带动曲柄 3 转动。惯性筛的设计特点是使水平安置的筛子运动到左右两端改变运动方向时尽可能突然, 以便达到良好的过筛效果。

平行四边形机构及其防逆

一、平行四边形机构 (或称平行四连杆机构、平行双曲柄机构, 参见附图) 是双曲柄机构的一种特例, 应用很多。此时两个摇杆 (原动摇杆 AB 和从动摇杆 CD) 的回转速度总保持相同。

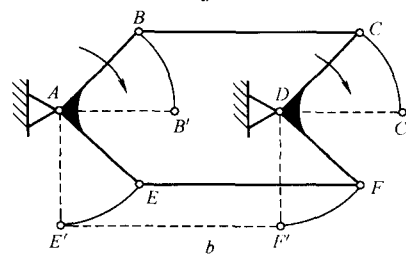
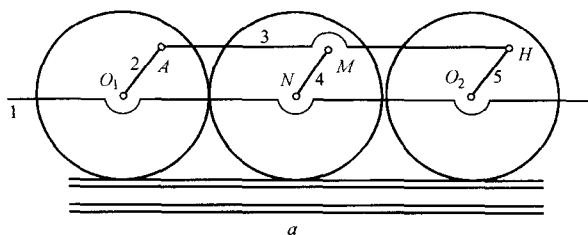
二、但在三构件共线时, 其运动可能转化成所谓逆平行四边形机构而处于不稳定状态。

三、为了防止其发生逆向, 可以通过增加构件的办法予以避免。



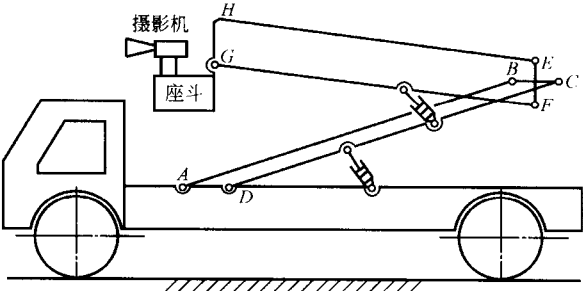
平行四边形机构

逆平行四边形机构



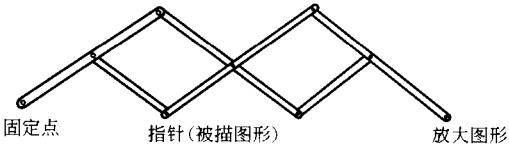
通过增加构件来避免平行四边形机构的逆转

注: 蒸汽机车驱动轮联动机构用增加第三个平行曲柄 a; 也可与原曲柄错开一定角度安装第二组平行四边形机构 b。



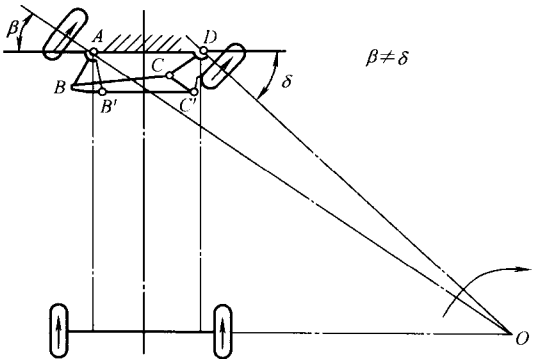
移动摄影平台

注：两个平行四边形机构的杆件BC和EF通过刚性连接，使摄影机座斗、BC和AD始终保持水平。



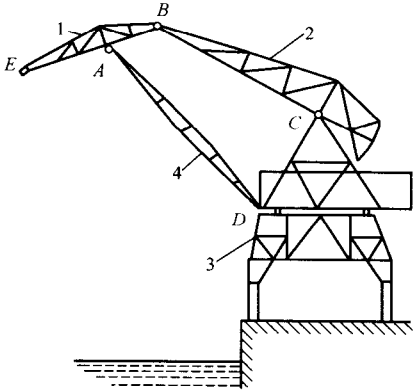
比例缩放尺

注：这是个多级平行四边形机构。



汽车前轮的转向梯形机构

注：这个等腰梯形机构是个双摇杆机构，其作用是保证在转向时内侧车轮的转角比外侧车轮的大，使前后车轮具有同一瞬时转向中心。

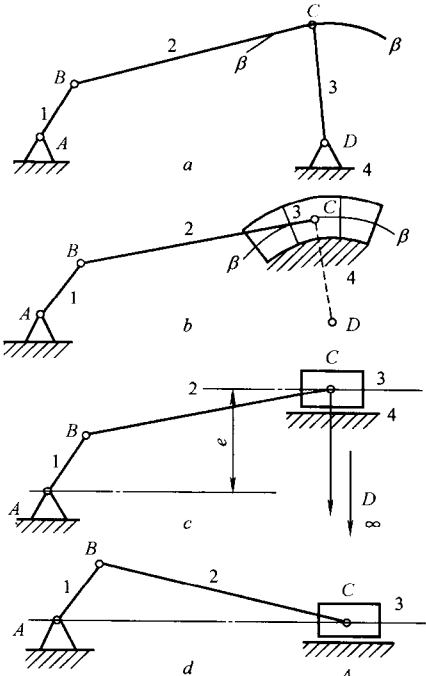


港口用鹤式起重机

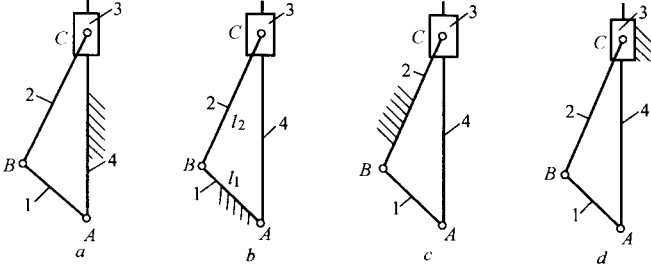
注：用于港口装卸货物的鹤式起重机也是双摇杆机构。各杆件的长度设计得恰到好处，使杆件2和4起降时悬挂点E（亦即悬吊的货物）的水平高度基本不变。

由铰链四杆机构演化出的其他机构

序号	演化后名称及说明		应用举例
1	曲柄滑块机构	由曲柄摇杆机构演化来：摇杆做成弧形，再把其长度加长到无穷大(参阅附图)	偏心曲柄滑块机构：滑块的轴线不通过曲柄中心，偏心距为 e
			对心曲柄滑块机构：偏心距 e 等于零
2	导杆机构	改变曲柄滑块机构中的固定件(机架)而来(参阅相关例图)	曲柄转动导杆机构
			曲柄摆动导杆机构
			移动导杆机构
			摆动导杆滑块机构(或称曲柄摇块机构，简称摇块机构)

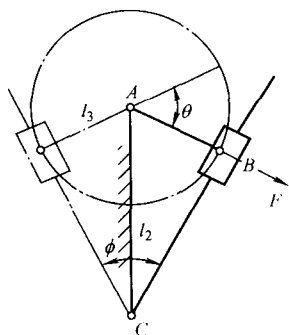


曲柄摇杆机构向曲柄滑块机构的演变过程

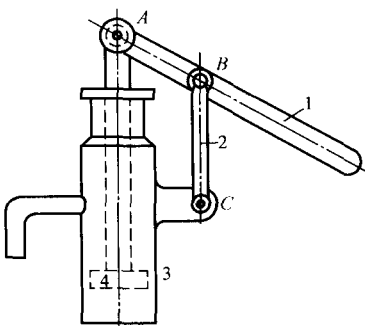


曲柄滑块机构向导杆机构的演化

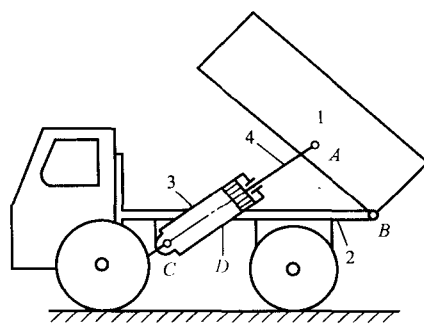
注：a为曲柄滑块机构（杆件4为机架）；b为曲柄导杆机构（杆件1为机架），滑块3相对于导杆4滑动并随导杆一起绕A点转动。一般取杆件2为原动件（当 $L_1 \leq L_2$ 时，杆件2和4均可作整周转动，为曲柄转动导杆机构。当 $L_1 > L_2$ 时，杆件4只能作往复摆动，为曲柄摆动导杆机构）；c为摇块机构（此时连杆2为固定件，滑块为原动件）；d为移动导杆机构（滑块3为固定件，导杆4在滑块3中往复滑动）。



电器开关中用的曲柄摆动滑块机构



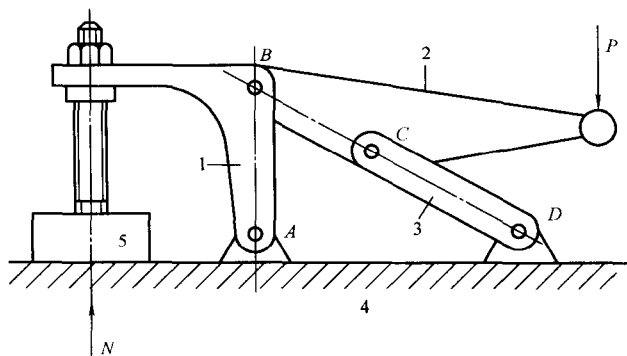
手动唧筒为移动导杆机构一例



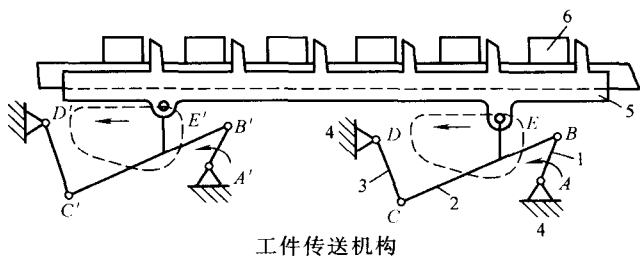
自卸卡车为摆动导杆滑块机构一例

连杆机构设计与分析时的注意点

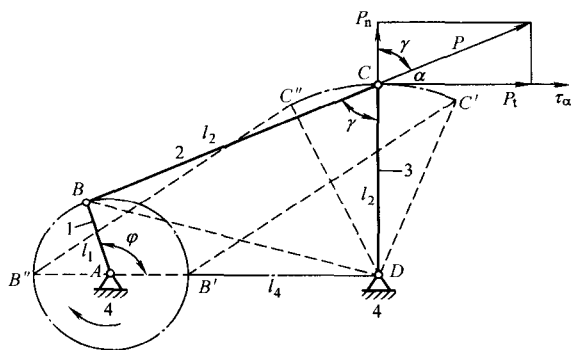
序号	注意点	注意点详述	应对措施
1	死点问题	从动件与连杆可能共线时,从动件可能卡死或存在运动不确定现象。但此问题也可利用(如工件夹紧机构)	1)安装飞轮增加惯性使机构顺利通过死点; 2)如平行四边形机构增加防逆结构
2	压力角与传动角	推力与从动杆间夹角为传动角;其余角为压力角。压力角越小(传动角越接近 90°),传动效率越高;传动角太小(<40°)对传动不利	机构设计时应予注意;不适当时可 通过机构几何尺寸的修改进行压力角 (或传动角)调整



利用死点的工件夹紧机构

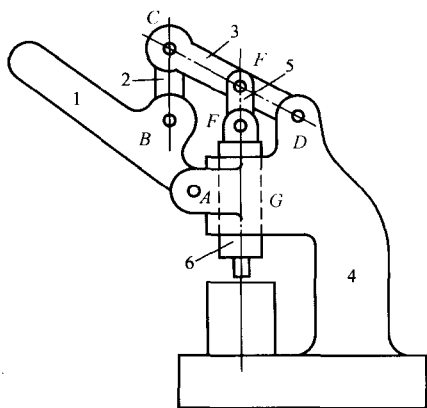


工件传送机构

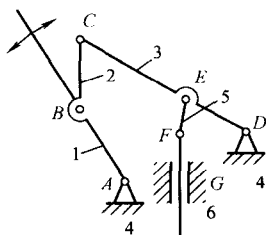


压力角和传动角

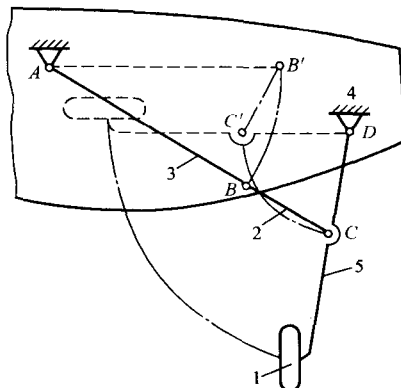
注: 推力 P 与杆 CD 的夹角 γ 称为传动角; 力 P 与杆 CD 垂线的夹角 α 称为压力角。



手动冲床的机构



b



飞机轮胎收放机构