



教育部提升专业服务能力项目
机电一体化技术专业核心课程建设规划教材

机械工程基础

主 编 ● 朱开波 王 丽
主 审 ● 赵 平

JIXIE GONGCHENG

JICHI



西南交通大学出版社



教育部提升专业服务能力项目
机电一体化技术专业核心课程建设规划教材

机械工程基础

主 编◎朱开波
副主编◎朱顺兰
主 审◎赵 平

王 丽
潘 玲



西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械工程基础 / 朱开波, 王丽主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2015.10

教育部提升专业服务能力项目 机电一体化技术专业
核心课程建设规划教材

ISBN 978-7-5643-3793-3

I. ①机… II. ①朱… ②王… III. ①机械工程—高等职业教育—教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040030 号

教育部提升专业服务能力项目
机电一体化技术专业核心课程建设规划教材

机 械 工 程 基 础

主 编 朱 开 波 王 丽

责 任 编 辑	张华敏
特 邀 编 辑	鲁世钊 杨开春
封 面 设 计	何东琳设计工作室
出 版 发 行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	成都勤德印务有限公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	9.5
字 数	248 千
版 次	2015 年 10 月第 1 版
印 次	2015 年 10 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3793-3
定 价	29.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

2011 年，教育部、财政部实施“支持高等职业学校提升专业服务能力”项目。重庆工业职业技术学院机电一体化技术专业作为支持专业，践行 CDIO 工程教育理念，进行为期 2 年的专业建设，本教材作为专业核心课程建设的成果并出版。

本教材包括四个项目，涵盖了机械工程材料、常用机构及机械零件、机械原理及机械设计方面的理论知识。项目一以机械手为载体，认识常见机械工程材料，学会绘制机构运动简图，并进行自由度的计算。项目二依托机构搭建试验台，认识常见平面铰链四杆、凸轮、齿轮和蜗轮、蜗杆的运动规律。项目三以减速器为载体，进行齿轮轴的设计与计算，并学会正确组装齿轮轴箱。项目四以多级齿轮减速器为载体，进行了齿轮常见参数的计算和设计，并进行轮系传动比的计算。

本书内容淡化了理论知识，以工程应用为主，旨在提高读者的系统思维、项目分析与实现的能力。本书的编排方式，首先让读者了解项目要求，分析项目实现过程中需要的知识与技术，然后通过子任务的方式掌握这些知识与技术，最终实现整个项目的设计与实现，锻炼知识与技术的综合运用能力。

本书由朱开波、王丽主编，项目一由王丽编写，项目二、三、四由朱开波编写。全书由朱开波统稿，由重庆工业职业技术学院机械工程学院的赵平老师主审。朱顺兰、王雪萍负责图片的收集和编辑，潘玲进行公式的编辑。

本书适合高等职业学校的机电、电子、电气等专业学生阅读，也可供其他工程技术人员参考。

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不妥之处，希望广大读者批评指正。

编 者

2015 年 9 月

目 录

项目 1 机械手的组装与分析	1
项目说明	1
项目学习目标	1
任务 1 组装机械手并认识材料	2
任务 2 机械手机构简图的绘制	12
任务 3 机械手自由度的计算	16
知识拓展	21
项目 2 车门启闭机构的搭建与分析	47
项目说明	47
项目学习目标	47
任务 1 双曲柄车门启闭机构的搭建	47
任务 2 曲柄滑块车门启闭机构的搭建	58
知识拓展	66
项目 3 单级齿轮减速器的轴系设计与组装	76
项目说明	76
项目学习目标	76
任务 1 齿轮轴的初步设计及选择	77
任务 2 轴系零件的组装	94
知识拓展	100
项目 4 多级减速器的拆装与分析	114
项目说明	114
项目学习目标	114
任务 1 减速器的拆解与模数计算	115
任务 2 轮系传动比计算	131
知识拓展	140
参考文献	146

项目 1 机械手的组装与分析

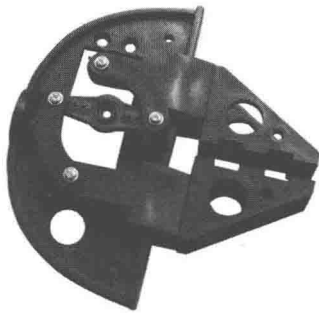
★ 项目说明

机械手作为机器人的执行部件，起着至关重要的作用。根据使用场所和功能的不同，机械手的结构和材料也不尽相同。几种常用机械手的结构如图 1-1 所示。

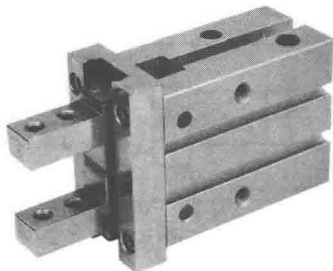
本项目主要是对图 1-1 (a) 所示类型的机械手进行组装，判断机械手各部分使用的材料，测量机械手的尺寸，画出机械手的机构运动简图，并进行自由度的计算。



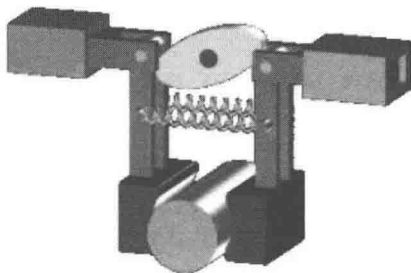
(a) 齿轮与四杆机构结合的机械手



(b) 曲柄滑块式机械手



(c) 气动机械手



(d) 凸轮式机械手

图 1-1 常见机械手的结构

★ 项目学习目标

完成本项目的学习后，学生应该具备以下能力：

1. 会分析常见机械手组装的顺序及相关工具的使用。
2. 能根据材料的外观，粗略判断机构所用材料的类型。
3. 会正确选择常用标准连接件。

4. 能识别常见机构的运动简图，会绘制机械手的运动简图。
5. 会计算机械手的自由度。
6. 会利用图解法进行简单铰链四杆机构的设计。

任务 1 组装机械手并认识材料

【任务目标】

- ① 掌握机械手组装的步骤，会进行舵机与机械手的连接。
- ② 能看懂机械制图国家标准对螺纹连接的定义。
- ③ 能区分标准件与非标件，会根据要求选择标准件。
- ④ 能根据外观区分不同类型的材料。

【任务描述】

本任务是利用博创机器人套件，进行机械手爪的组装，在组装过程中，掌握机械手爪的基本结构，并认识机械手爪运动的过程。

主要工作包括：手爪的组装、齿轮的组装和舵机的组装。组装后的机械手如图 1-2 所示。



图 1-2 机械手总装图

【相关知识】

1.1 螺纹紧固件

1.1.1 标准件

运用螺纹的连接作用来连接和紧固一些零部件的零件称为螺纹紧固件。常用的螺纹紧固件有螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母和垫圈等，如图 1-3 所示。



开槽盘头螺钉



内六角圆柱头螺钉



十字槽沉头螺钉



开槽锥端紧定螺钉



六角头螺栓



图 1-3 螺纹紧固件

为了便于制造和使用，将它们的结构、尺寸画法等方面全部标准化，称为标准件。有些零件，像传动用的齿轮，其部分主要参数已经标准化、系列化，称为常用件。

表 1-1 列举了一些常用螺纹紧固件的图例及规定标记。

表 1-1 常用螺纹紧固件的图例和标记示例

名称及标准编号	简 图	标记及说明
六角头螺栓 GB/T 5782— 2000		螺栓 GB/T 5782 M12×50 (A 级六角螺栓，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度为 $l = 50\text{ mm}$)
双头螺柱 GB/T 897~900 —1988		螺柱 GB/T 897 M12×50 (双头螺柱，两端均为粗牙普通螺纹，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度 $l = 50\text{ mm}$ ，B 型， $bm = 1d$) 螺柱 GB/T 898—1988-AM12×1×50 (双头螺柱，旋入机体一端为粗牙普通螺纹，旋入螺母一端为螺距 $P = 1$ 的细牙普通螺纹，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度 $l = 50\text{ mm}$ ，A 型， $bm = 1.25d$)
开槽圆柱头螺钉 GB/T 65—2000		螺钉 GB/T 65 M12×50 (开槽圆柱头螺钉，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度 $l = 50\text{ mm}$)
开槽沉头螺钉 GB/T 68—2000		螺钉 GB/T 68 M12×50 (开槽沉头螺钉，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度 $l = 50\text{ mm}$)
十字槽沉头螺钉 GB/T 819.1— 2000		螺钉 GB/T 819.1 M12×50 (十字槽沉头螺钉，螺纹规格 $d = M12$ ，公称长度 $l = 50\text{ mm}$)
开槽锥端紧定螺钉 GB/T 71—1985		螺钉 GB/T 71 M6×35 (开槽锥端紧定螺钉，螺纹规格 $d = M6$ ，公称长度 $l = 35\text{ mm}$)

续表 1-1

名称及标准编号	简 图	标记及说明
1 型六角螺母 A 级和 B 级 GB/T 6170— 2000		螺母 GB/T 6170 M12 (A 级的 1 型六角螺母, 螺纹规格 $d = M12$)
平垫圈-A 级 GB/T 97.1—1985 平垫圈倒角型-A 级 GB/T 97.2—1985		垫圈 GB/T 97.1 12-140HV [A 级平垫圈, 公称尺寸 (指螺纹大径) $d = 12$, 机械性能等级为 140HV (指材料 V 氏硬度为 140), 从标准中可查得, 当垫圈公称尺寸 $d = 12$ 时, 该垫圈的孔径为 13]
标准型弹簧垫圈 GB/T 93—1987		垫圈 GB/T 93 16 [标准型弹簧垫圈, 公称尺寸 (指螺纹大径 $d = 16$)]

1.1.2 螺钉连接

在该项目中, 主要用到的是螺钉连接。螺钉连接常用于受力不大的连接和定位, 如图 1-4 所示。连接螺钉由头部和螺钉杆组成。螺钉头部有沉头、盘头、内六角圆柱头等多种形状, 如图 1-5 所示。

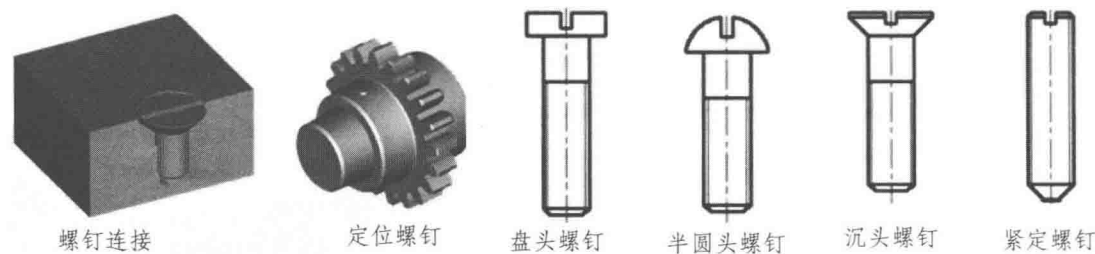


图 1-4 螺钉连接

图 1-5 连接螺钉类型

紧定螺钉前端的形状有锥端、平端和长圆柱端等。各种螺钉的连接画法如图 1-6 所示。紧定螺钉的连接画法如图 1-7 所示。

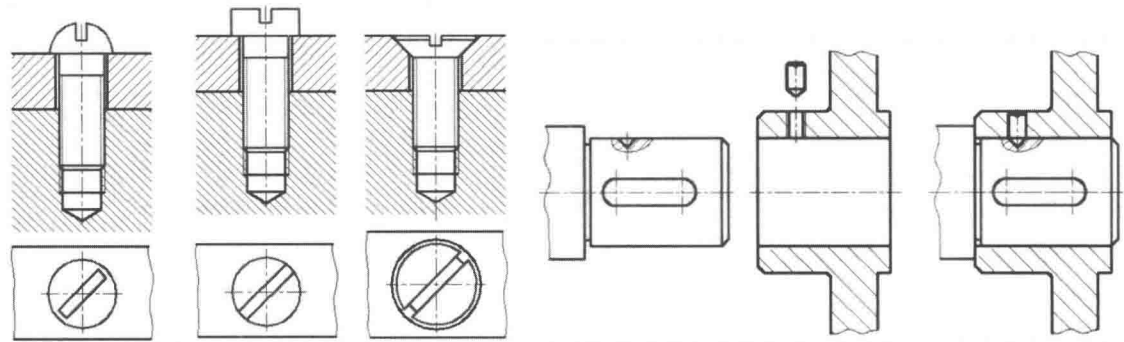


图 1-6 各种螺钉的连接

图 1-7 紧定螺钉连接

1.1.3 紧固件

本项目中除了使用螺钉外，还用到了螺母、垫片。除此之外，常用的紧固件有弹簧垫片和螺栓等，国家标准中规定的画法如图 1-8 所示。图中的 d 代表螺纹大径。

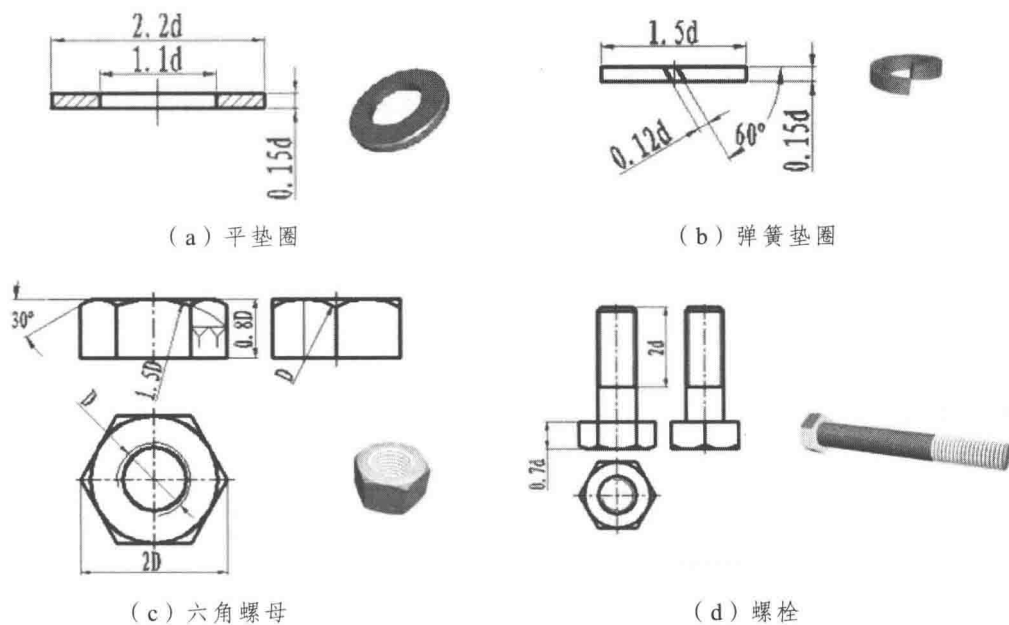


图 1-8 标准件的结构和用途

1.2 常用钢材的牌号及用途

金属材料的分类如图 1-9 所示。

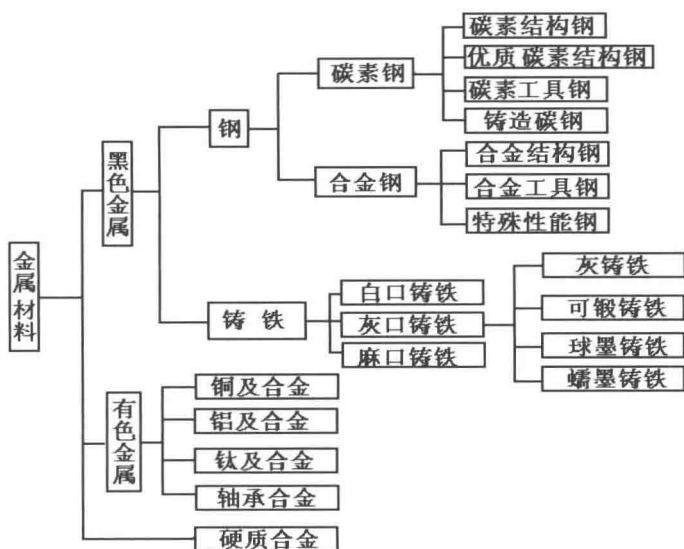


图 1-9 金属材料的分类

(1) 碳素结构钢 (GB/T 700—2006)

① 由 Q + 数字 + 质量等级符号 + 脱氧方法符号组成。它的钢号冠以“Q”，代表钢材的屈服点，后面的数字表示屈服点数值，单位是 MPa。例如，Q235 表示屈服点(σ_s)为 235 MPa 的碳素结构钢。

② 必要时钢号后面可标出表示质量等级和脱氧方法的符号。质量等级符号分别为 A、B、C、D。脱氧方法符号：F 表示沸腾钢；b 表示半镇静钢；Z 表示镇静钢；TZ 表示特殊镇静钢。镇静钢可不标符号，即 Z 和 TZ 都可标。例如，Q235-AF 表示 A 级沸腾钢。

③ 专门用途的碳素钢，例如桥梁钢、船用钢等，基本上采用碳素结构钢的表示方法，但在钢号最后附加表示用途的字母。

(2) 优质碳素结构钢 (GB/T 699—1999)

① 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量的万分之几表示，例如，平均碳含量为 0.45% 的钢，钢号为“45”，它不是顺序号，所以不能读成 45 号钢。

② 锰含量较高的优质碳素结构钢，应将锰元素标出，例如 50Mn。

③ 沸腾钢、半镇静钢及专门用途的优质碳素结构钢应在钢号最后特别标出，例如，平均碳含量为 0.1% 的半镇静钢，其钢号为 10b。

(3) 碳素工具钢 (GB/T 1298—2008)

① 钢号冠以“T”，以免与其他钢类相混。

② 钢号中的数字表示碳含量，以平均碳含量的千分之几表示。例如，“T8”表示平均碳含量为 0.8%。

③ 锰含量较高者，在钢号最后标出“Mn”，例如“T8Mn”。

④ 高级优质碳素工具钢的磷、硫含量比一般优质碳素工具钢低，在钢号最后加注字母“A”，以示区别，例如“T8MnA”。

(4) 合金结构钢 (GB/T 3077—1999)

① 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量的万分之几表示，如 40Cr。

② 钢中主要合金元素，除个别微合金元素外，一般以百分之几表示。当平均合金含量 $< 1.5\%$ 时，钢号中一般只标出元素符号，而不标明含量，但在特殊情况下易致混淆者，在元素符号后亦可标以数字“1”，例如钢号“12CrMoV”和“12Cr1MoV”，前者铬含量为 $0.4\% \sim 0.6\%$ ，后者为 $0.9\% \sim 1.2\%$ ，其余成分全部相同。当合金元素平均含量 $\geq 1.5\%$ 、 $\geq 2.5\%$ 、 $\geq 3.5\%$ 、… 时，在元素符号后面应标明含量，可相应表示为 2、3、4、… 等。例如 18Cr2Ni4WA。

③ 钢中的钒 V、钛 Ti、铝 AL、硼 B、稀土 RE 等合金元素，均属微合金元素，虽然含量很低，仍应在钢号中标出。例如，在 20MnVB 钢中，钒为 $0.07\% \sim 0.12\%$ ，硼为 $0.001\% \sim 0.005\%$ 。

④ 高级优质钢应在钢号最后加“A”，以区别于一般优质钢。

⑤ 专门用途的合金结构钢，钢号（或后缀）冠以代表该钢种用途的符号。例如，铆螺专用的 30CrMnSi 钢，钢号表示为 ML30CrMnSi。

(5) 滚动轴承钢

① 钢号冠以字母“G”，表示滚动轴承钢类。

② 高碳铬轴承钢钢号的碳含量不标出，铬含量以千分之几表示，例如 GCr15。渗碳轴承

钢的钢号表示方法基本上和合金结构钢相同。

(6) 合金工具钢和高速工具钢 (GB/T 1299—2000 和 GB/T 9941—1988)

① 合金工具钢钢号的平均碳含量 $\geq 1.0\%$ 时, 不标出碳含量; 当平均碳含量 $< 1.0\%$ 时, 以千分之几表示, 例如 Cr12、CrWMn、9SiCr、3Cr2W8V。

② 钢中合金元素含量的表示方法基本上与合金结构钢相同。但对铬含量较低的合金工具钢钢号, 其铬含量以千分之几表示, 并在表示含量的数字前加“0”, 以便把它和一般元素含量按百分之几表示的方法区别开来, 例如 Cr06。

③ 高速工具钢的钢号一般不标出碳含量, 只标出各种合金元素平均含量的百分之几。例如, 钨系高速钢的钢号表示为“W18Cr4V”。钢号冠以字母“C”者, 表示其碳含量高于未冠“C”的通用钢号。

(7) 不锈钢和耐热钢 (GB/T 1220—1992 和 GB/T 1221—1992)

① 钢号中碳含量以千分之几表示, 例如, “2Cr13”钢的平均碳含量为 0.2%。若钢中含碳量 $\leq 0.03\%$ 或 $\leq 0.08\%$ 者, 钢号前分别冠以“00”及“0”表示之, 例如 00Cr17Ni14Mo2、0Cr18 Ni9 等。

② 对钢中主要合金元素以百分之几表示, 而钛、铌、锆、氮等则按上述合金结构钢对微合金元素的表示方法标出。

(8) 电工用硅钢

① 钢号由字母和数字组成。钢号头部字母 DR 表示电工用热轧硅钢, DW 表示电工用冷轧无取向硅钢, DQ 表示电工用冷轧取向硅钢。

② 字母之后的数字表示铁损值 (W/kg) 的 100 倍。

③ 钢号尾部加字母“G”者, 表示在高频率下检验的; 未加“G”者, 表示在频率为 50 Hz 周波下检验的。例如, 钢号 DW470 表示电工用冷轧无取向硅钢产品在 50 Hz 频率时的最大单位重量铁损值为 4.7 W/kg。

制造标准件主要有碳钢、不锈钢、铜三种材料。碳钢包括低碳钢、中碳钢、高碳钢和合金钢等。

低碳钢主要用于 4.8 级螺栓及 4 级螺母、小螺丝等无硬度要求的产品, 常用的钢号是 A3 (Q235)。

中碳钢主要用于 8 级螺母、8.8 级螺栓、8.8 级内六角产品, 常用的钢号是 35 钢和 45 钢。

对于 12.9 级螺丝, 主要使用铬钼合金钢, 如 SCM435, 主要成分包括 C、Si、Mn、P、S、Cr、Mo。在对零件强度和配合没有特别要求的情况下, 我们经常见到铝合金、工程塑料等材质的连接件, 这些连接件主要用于玩具、小型设备等。

1.3 铜合金

纯铜外观呈紫红色, 又称紫铜。导电及导热性能好 (导电性仅次于银), 并具有较高的抗蚀性、抗磁性和塑性。纯铜价格昂贵, 主要用于制造电气工业中的各种导电材料和配制铜合金的原料。

在纯铜中加入 Zn、Al、Sn、Mn、Ni 等合金元素制成的合金统称为铜合金。按照化学成分的不同, 铜合金可分为黄铜、青铜和白铜三类。

(1) 黄铜

黄铜是以锌 (Zn) 为主要合金元素的铜合金, 牌号用 H 表示, 后面的数字为平均含铜量。例如 H62, 表示平均含铜量为 62% 的普通黄铜。在 Cu-Zn 合金基础上加入其他合金元素的黄铜, 称为特殊黄铜, 其牌号中标出所加合金元素的符号及含量。例如 HPb59-1, 表示平均成分为 59%Cu, 1%Pb, 其余为锌 (40%Zn) 的特殊黄铜 (又称为铅黄铜。另外还有锰黄铜、锡黄铜、硅黄铜、铝黄铜等)。

(2) 青铜

青铜是指主要合金元素是锡 (Sn)、铝 (Al)、硅 (Si)、铅 (Pb) 等, 而不是锌和镍的铜合金。按化学成分的不同, 青铜可分为锡青铜和特殊青铜两类。

① 锡青铜 (普通青铜)。以锡为主要合金元素的铜合金称为锡青铜。当含锡量小于 6%~7% 时, 锡青铜具有优良的冷加工性; 当含锡量大于 6%~7% 时, 锡青铜具有良好的铸造性。锡青铜在大气、海水、淡水及蒸汽中的抗蚀性比纯铜和黄铜好。

青铜的牌号以“青”字的汉语拼音首字母 Q + 锡元素符号 + 数字表示。例如, QSn6.5-0.4 表示锡含量 Sn = 6.5%、磷含量 P = 0.4%、余量为 Cu 的锡青铜。铸造青铜的牌号是在青铜的牌号前面加字母 ZCu, 例如, ZCuSn10P1 表示平均锡含量 Sn = 10%、磷含量 P = 1%、铜含量约为 Cu = 89% 的铸造锡青铜。铸造锡青铜在工业上应用较多, 主要用于制造耐磨零件和抗蚀零件。

② 特殊青铜 (无锡青铜)。主要加入元素不是锡 (Sn) 而是其他元素 (Al、Pb、Mn) 的青铜称为无锡青铜, 如铝青铜、铅青铜、锰青铜等。特殊青铜的力学性能、耐腐蚀性、耐磨性以及热强性等都比锡青铜更好, 但铸造性能较差。特殊青铜牌号的表示方法与锡青铜相同。

(3) 白铜

白铜是以镍 (Ni) 为主要合金元素的铜合金, 其牌号用 B 表示, 后面的数字为镍的平均含量。例如 B19, 表示含镍 19% 的普通白铜。特种白铜有铁白铜、锌白铜、铝白铜、锰白铜等。例如 BFe5-1, 表示含镍 5%、含铁 1%、其余为铜的铁白铜。

白铜根据用途不同又可以分为耐蚀结构用白铜和电工白铜两类。常用的耐蚀结构白铜有 B5、B19 和 B30 等牌号。这类白铜的最大特点是在各种腐蚀介质, 如海水、有机酸和各种盐溶液中具有较高的化学稳定性, 适宜用作船舶用耐蚀零件及在高温高压下工作的管道。

电工白铜具有极高的电阻, 电阻温度系数极小, 它是被广泛用来制造电阻器、热电偶、补偿导线和精密测量仪器的电工材料。常用的电工白铜有 B0.6、B16、BMn3-12 (锰铜)、BMn40-1.5 (康铜) 及 BMn43-0.5 (考铜) 等。

1.4 工程塑料

工程塑料一般是指可以作为结构材料承受机械应力, 能在较宽的温度范围和较为苛刻的化学及物理环境中使用的塑料材料。国内通用的是聚碳酸酯、聚甲醛、聚酰胺、热塑性聚酯、改性聚苯醚等五大工程塑料。

(1) 聚酰胺 (PA, 俗名“尼龙”)

由于它独特的低比重、高抗拉强度、耐磨、自润滑性好、冲击韧性优异、具有刚柔兼备的性能而赢得人们的重视, 加之其加工简便、效率高、比重轻 (只有金属的 1/7), 可以加工成各

种制品来代替金属,被广泛用于汽车及交通运输业,典型的制品有泵叶轮、风扇叶片、阀座、衬套、轴承、各种仪表板、汽车电器仪表、冷热空气调节阀等零部件。聚酰胺在汽车工业的使用量最大,大约每辆汽车消耗尼龙制品达 3.6~4 kg;其次在电子电气领域的使用量也较大。

(2) 聚碳酸酯(PC)

聚碳酸酯既具有类似有色金属的强度,同时又兼备延展性及强韧性,它的冲击强度极高,用铁锤敲击不能被破坏,能经受住电视机荧光屏的爆炸。聚碳酸酯的透明度又极好,并可施以任何着色。由于聚碳酸酯的上述优良性能,已被广泛用于各种安全灯罩、信号灯,体育馆、体育场的透明防护板,采光玻璃,高层建筑玻璃,汽车反射镜、挡风玻璃板,飞机座舱玻璃,摩托车驾驶安全帽。用量最大的市场是计算机、办公设备、汽车,替代玻璃和片材,CD 和 DVD 光盘是最有潜力的市场之一。

(3) 聚甲醛(POM)

聚甲醛是一种性能优良的工程塑料,在国外有“夺钢”、“超钢”之称。POM 具有类似金属的硬度、强度和钢性,在很宽的温度和湿度范围内都具有很好的自润滑性、良好的耐疲劳性,并富于弹性,此外它还有较好的耐化学品性。POM 以低于其他许多工程塑料的成本,正在替代一些传统上被金属所占领的市场,如替代锌、黄铜、铝和钢制作许多部件,自问世以来,POM 已经广泛应用于电子电气、机械、仪表、日用轻工、汽车、建材、农业等领域。在很多新领域的应用,如医疗技术、运动器械等方面,POM 也表现出较好的增长态势。

(4) 聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)

聚对苯二甲酸丁二醇酯是一种热塑性聚酯,非增强型的 PBT 与其他热塑性工程塑料相比,加工性能和电性能较好。PBT 玻璃化温度低,模具温度在 50℃ 时即可迅速结晶,加工周期短。聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)被广泛应用于电子、电气和汽车工业中。由于 PBT 的高绝缘性及耐温性,可用作电视机的回扫变压器、汽车分电盘和点火线圈、办公设备壳体和底座、各种汽车外装部件、空调机风扇、电子炉灶底座等。

(5) 聚苯醚(PPO)

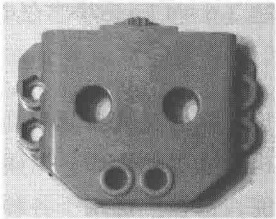
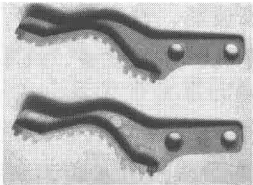
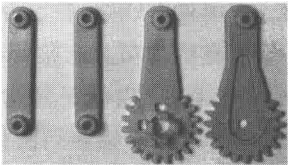
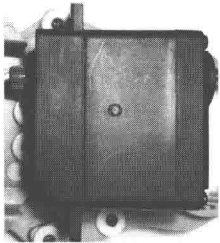
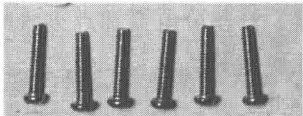
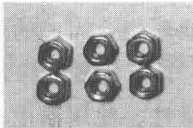
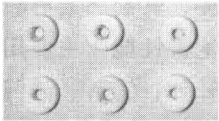
聚苯醚是由 2,6-二取代基苯酚经氧化偶联聚合而成的热塑性树脂,一般呈土黄色粉末状。常用的是由 2,6-二甲基苯酚合成的聚苯醚,具有优良的综合性能。其最大的特点是在长期负荷下,具有优良的尺寸稳定性和突出的电绝缘性,使用温度范围广,可在 -127℃~121℃ 范围内长期使用;具有优良的耐水、耐蒸汽性能,其制品具有较高的拉伸强度和抗冲强度,抗蠕变性也好;此外,它还有较好的耐磨性和电绝缘性能,主要用于代替不锈钢制造外科医疗器械。在机电工业中,用它可制作齿轮、鼓风机叶片、管道、阀门、螺钉及其他紧固件和连接件等,还用于制作电子、电气工业中的零部件,如线圈骨架及印刷电路板等。

【任务实施】

1. 工具及材料准备

组装机械手所需工具及材料如表 1-2 所示。

表 1-2 组装机械手所需的工具及材料

序号	名 称	图 例	数 量	备 注
1	机械手固定板		1 块	博创机器人套件 (非标件)
2	手爪组件		2 个	非标件
3	手爪连接件		1 套	非标件
4	舵机		1 个	非标件
5	十字槽螺钉 M2×10		6 个	标准件
6	1 型螺母 M2		6 个	与 M2 螺钉配套 标准件
7	平垫圈		6 个	与 M2 螺钉配套 非标件
8	十字槽螺钉 M3×10		1 个	用于固定舵机与机械手 标准件
9	十字螺丝刀		1 把	
10	镊子		1 把	
11	机械制图国家标准		1 本	用于选择标准件

2. 机械手的组装

(1) 组装手爪部分

材料：手爪件 2 只，连接杆 2 根，齿轮构件 2 个，舵机连接件 1 个，垫圈 4 个，M2 螺母 4 颗，M2 螺钉 4 颗。组装好的机械手爪如图 1-10 所示。

(2) 底座与手爪的组装

材料：组装好的 1 对机械手爪，固定底座 1 个，垫圈 2 颗，螺母 2 颗，螺钉 2 颗。底座的组装如图 1-11 所示。

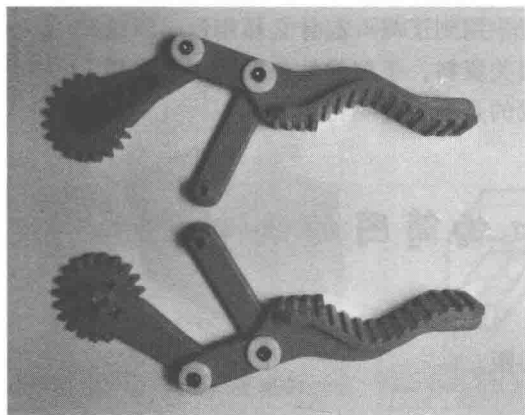


图 1-10 手爪组装图

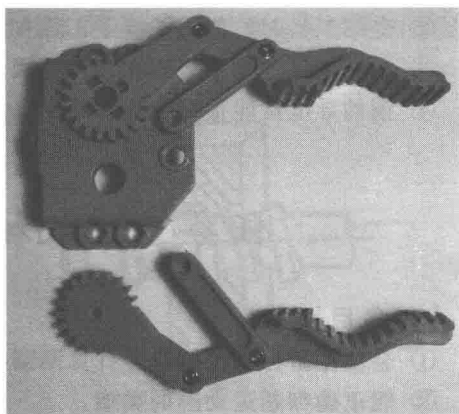


图 1-11 底座的组装

(3) 舵机与机械手的连接

材料：固定好底座的机械手 1 只，舵机 1 个，M3 的十字槽圆头螺钉 1 颗。将舵机的转轴插入底座固定位，用 M3 的螺丝将两者固定，如图 1-12 所示。

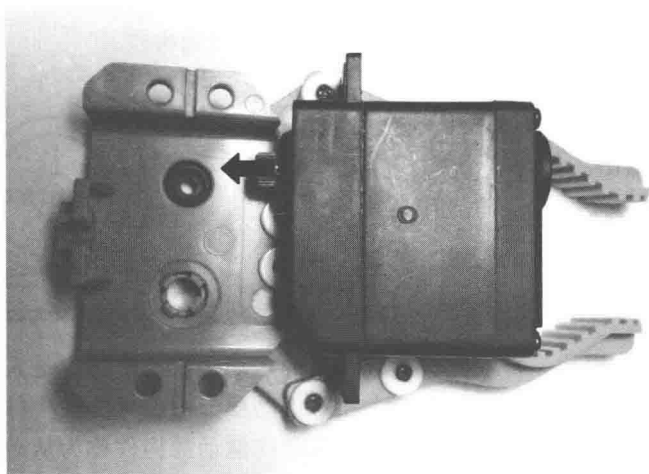


图 1-12 舵机与机械手固定

3. 识别机械手各零件的材料

经过相关知识的学习，结合平时的经验和常识，最后列出零件的材料，如表 1-3 所示。

表 1-3 零件材料表

序 号	名 称	材 料	备 注
1	机器人套件	工程塑料	PA 材料满足要求
2	螺钉与螺母	碳素结构钢	A3（Q235）满足要求
3	舵机转轴	铜合金	锡青铜可以满足要求

【综合练习】

- ① 在进行机械手组装的过程中，使用的十字螺丝刀是什么型号，可以任意选择吗？
- ② 介绍工具时，使用了镊子，你在组装过程中用到了吗？起什么作用？
- ③ 垫圈主要分为平垫圈和弹性垫圈，查阅相关资料，了解弹性垫圈的主要作用。
- ④ 铜的导电性能很好，你知道用来制作导线的是哪一种吗？

任务 2 机械手机构简图的绘制

【任务目标】

- ① 会使用游标卡尺测量并计算两圆孔的中心距。
- ② 能正确判断运动副的类型。
- ③ 能识别常用机构的运动简图。
- ④ 会绘制机械手的机构运动简图。

【任务描述】

本任务主要是绘制机械手的机构运动简图。在机构分析中，要正确理解机构的运动过程，首先要进行机构运动简图的绘制，这样才能对机构的运动进行分析。其主要工作包括：

- ① 从机器人套件中找出绘制机械手机构运动简图所需的构件。
- ② 用游标卡尺测量各个构件的尺寸。
- ③ 组装机械手，判断运动副类型。
- ④ 绘制机构运动简图。

【相关知识】

2.1 运动副

机器通常由几个机构组成，每个机构实现一定的运动变换。机构也是人为组合的，其各部分之间的相对运动也是确定的。组成机构各个相对运动部分的部件称为构件。构件是运动的单元体，机构中驱动力所作用的构件称为主动件，其余被推动的构件称为从动件，支持各运动构件的部件称为机架。

机构的重要特征是：各个构件间具有确定的相对运动。为此必须对各个构件的运动加以限制。在机构中，每个构件都以一定的方式来与其他构件相互接触，二者之间形成一种可动的连接，从而使两个互相接触的构件之间的相对运动受到限制。两构件之间的这种可动连接称为运动副。