



# 走近工业机器人

# 走近工业机器人



- 1、工业机器人介绍
- 2、什么是工业机器人
- 3、为何发展工业机器人
- 4、工业机器人发展概况
- 5、工业机器人的分类及应用

# 1. 工业机器人介绍

国际机器人联合会（IFR）统计，2008~2012年，中国多用途工业机器人装机量增长了136%，截至2012年底，装机数量已达101765台。

2013年中国市场共销售工业机器人近3.7万台，约占全球销量的五分之一，总销量超过日本，成为全球第一大工业机器人市场。到2020年，这个体系产业销售收入将达到3万亿元。



# 1. 工业机器人介绍

自工业革命以来，人力劳动已逐渐被机械所取代，而这种变革为人类社会创造出了巨大的财富，极大地推动了人类社会的进步。在人力成本、原料成本不断上涨的今天，自动化已成为一种趋势。

工业机器人作为第三次工业革命的一大推手，彻底改变了工业生产的模式，让工业发展上升了一个档次。



# 1. 工业机器人介绍

第一次工业革命以蒸汽机改良为标志。

第二次工业革命以电力的广泛应用为标志。

第三次工业革命以互联网、新材料和新能源为基础，“数字化智能制造”为核心。

英国经济学家保罗·麦基里认为，以互联网、新材料和新能源为基础，“数字化智能制造”为核心的第三次工业革命即将到来，而“数字化智能制造”的重要载体就是工业机器人。



# 1. 工业机器人介绍

导入案例：

富士康“百万机器人”上岗折射中国制造业升级

提起富士康大家会想到什么？苹果公司代工、人力组装、大量招工……，而现在，这个被认为现今最大的泰勒主义企业，这个把工人生产动作拆解、研究到尽头的“代工帝国”，这个盘根于制造业最繁盛土地的制造业巨无霸，要推进一场以机器代替人的巨大变革，用机器人取代人工完成那些简单、机械式劳动。



# 1. 工业机器人介绍

2011年，富士康CEO郭台铭表示，希望到2012年底装配30万台机器人，到2014年装配100万台，要在5~10年内首批完全自动化的工厂运行，并在数年内通过自动化消除简单重复性的工序。

郭台铭的“百万机器人”计划是否已如期实现，目前没有准确数据，但这家著名的劳动密集型企业大量使用机器人已成为事实。

在深圳富士康iPhone6生产线上，“FOXBOT”运作在成行结队的数控机床之间。在昆山富士康的一个成型车间，搬运、剪料、钻铣等工序全部被“FOXBOT”替代。在郑州，曾经被质疑工作环境恶劣的富士康金属加工厂，“FOXBOT”正被加紧推进到生产线上。在越南北江，富士康工厂也在内部宣布，即将引入“FOXBOT”。



# 1. 工业机器人介绍

如今，机器人替代人工已成为了一种潮流。中国科学院沈阳自动化研究所研究员、机器人技术国家工程研究中心副主任曲道奎预测，中国工业机器人几年内或将迎来井喷式发展，而非简单的线性增长。这种井喷式增长，与我国人口和经济现状密切相关。过去我们曾依靠低廉而充沛的人力资源，将中国发展为世界最大的制造业大国。但随着用工成本的增长，“人才红利”取代“人口红利”，成为“中国制造”向“中国智造”转变的关键。在这样一个转折点上，工业机器人的井喷式增长，既反映出这样的趋势，也将成为“中国制造”提“智”奠定坚实的基础。





# 1. 工业机器人介绍

机器人的投产使用，可将目前的人力资源转移到具备更高附加值的岗位上，这也符合将我国“人口红利”转为“人才红利”的大目标。机器人将取代许多简单繁重甚至危险的低端劳动岗位，同时又将创造许多更需要创新精神的高端技术的职位。年轻人将从生产线上大量解放出来，学习操控机器人软件、应用和维修，变为机器人的应用工程师和软件工程师。

这一工业机器人的井喷潮涌，何时会蔓延到“中国制造”的每一个工厂、每一条生产线、每一个工位上，将成为“中国制造”的转型提“智”做出何等贡献？我们对此充满期待。



## 2. 什么是工业机器人

对于机器人，大家可能都很熟悉，在科幻电影中，它们往往有着超人的智能和体魄，即使在现实中，我们也能见到在汽车、摩托车等生产流水线上“孜孜不倦”工作的机器人。在科技界，科学家会给每一个科技术语一个明确的定义，但机器人问世已有几十年，机器人的定义仍然仁者见仁，智者见智，没有一个统一的意见。

原因之一是机器人还在发展，新的机型、新的功能不断涌现。

根本原因主要是因为机器人涉及人的概念，成为一个难以回答的哲学问题。就像机器人一词最早诞生于科幻小说中一样，人们对机器人充满了幻想。也许正是由于机器人定义的模糊，才给人们充分的想象和创造空间。



## 2. 什么是工业机器人

各国科学家从不同角度出发给出的一些具有代表性的工业机器人的定义：

美国机器人协会（RIA）将工业机器人定义为：“一种用于移动各种材料、零件、工具或专用装置的，通过程序动作来执行各种任务的，并具有编程能力的多功能操作机”。

日本机器人协会（JIRA）提出：“工业机器人是一种带有存储器件和末端操作器的通用机械，它能够通过自动化的动作替代人类劳动”。

我国将工业机器人定义为：“一种自动化的机器，所不同的是这种机器具备一些与人或者生物相似的智能能力，如感知能力、规划能力、动作能力和协同能力，是一种具有高度灵活性的自动化机器”。



## 2. 什么是工业机器人

国际标准化组织（ISO）定义为：“工业机器人是一种能自动控制，可重复编程，多功能，多自由度的操作机，能搬运材料、工件或操持工具来完成各种作业”。

由以上定义不难发现，工业机器人具有四个显著特点：①具有特定的机械机构，其动作具有类似于人或生物体的某些器官（肢体、感受等）的功能；②具有通用性，可从事多种工作，可灵活改变动作程序；③具有不同程度的智能，如记忆、感知、推理、决策、学习等；④具有独立性，完整的机器人系统中可以不依赖于人的干预。



### 3. 为何发展工业机器人

大家常常会问：“为什么发展机器人”

机器人的出现与高速发展是社会、经济发展的必然，是为提高社会的生产水平和人类的生活质量，让机器人替人们干那些人们不愿干、干不了、干不好的工作。

在现实生活中有些工作对人体造成伤害，比如涂装、重物搬运等；有些工作要求质量很高，人类难以长时间胜任，比如汽车焊接、精密装配等；有些工作人类无法身临其境，比如火山探险，深海探密，空间探索等；有些工作不适合人类去干，比如一些恶劣的环境、一些枯燥单调的重复性劳作等，这些都是机器人大显身手的地方。



### 3. 为何发展工业机器人

发展工业机器人的主要目的是在不违背“机器人三原则”的前提下，用机器人协助或替代人类从事一些不适合人类甚至超越人类的工作，把人类从大量的、烦琐的、重复的、危险的岗位中解放出来，实现生产自动化、柔性化、避免工伤事故、提高生产效率。

1942年 美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”：

1. 机器人不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观。
2. 机器人应服从人的一切命令，但不得违反第一律。
3. 机器人应保护自身的安全，但不得违反第一、第二定律。



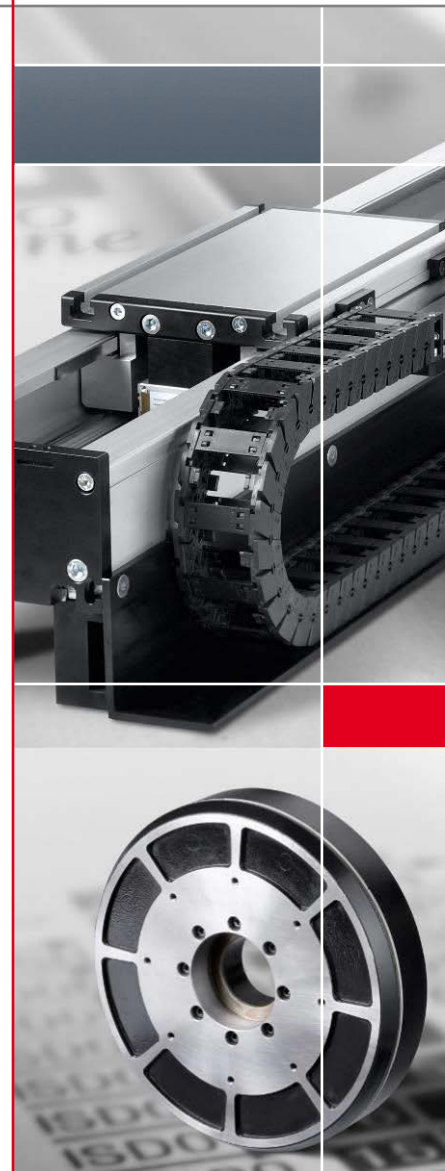
下面举几个安全生产的案例  
来引出发展机器人的迫切性

### 3. 为何发展工业机器人

2011年5月20日，富士康集团鸿富锦成都公司抛光车间发生爆炸事故，2人当场死亡，10余人被炸伤；

2014年8月2日，江苏昆山市开发区中荣金属制品有限公司汽车轮毂抛光车间在生产过程中发生爆炸。截至8月4日，爆炸已造成75人死亡、185人受伤。事故调查分析确认是汽车铝合金轮毂抛光产生的铝镁粉尘引发了爆炸。

2012年2月20日23时30分，辽宁鞍钢重型机械有限责任公司铸钢厂铸造车间发生重大喷爆事故，13人死亡，17人受伤。





### 3. 为何发展工业机器人

接连不断的安全事故以及不断上升的人力成本和“用工荒”，使得制造企业把目光投向机器人。



### 3. 为何发展工业机器人

对于制造企业而言，他们最关心的问题莫过于：“投资机器人有哪些好处？多长时间可以收回投资成本？”

对此，**ABB**（工业机器人行业四大巨头之一）给出了十大投资机器人的理由。这十大理由包括：

- 第一，降低运营成本；
- 第二，提升产品质量与一致性；
- 第三，改善员工的工作环境；
- 第四，扩大产能；
- 第五，增强生产柔性；
- 第六，减少原料浪费，提高成品率；
- 第七，满足安全法规，改善生产安全条件；
- 第八，减少人员流动，缓解招聘技术工人的压力；
- 第九，降低投资成本，提高生产效率；
- 第十，节约宝贵的生产空间。



### 3. 为何发展工业机器人

在普遍增购工业机器人的背后，各国有着不尽相同的原因。

最为典型的的就是缺少劳动力的日本。而我国也有很多理由欢迎工业机器人：

机器人可以提高能效，执行连训练有素的工人都不可能胜任的复杂操作和高危任务；

机器人固有的精确性和可重复性，可确保生产的每件产品均具备较高的品质和一致性，平均故障间隔期达60000h以上。

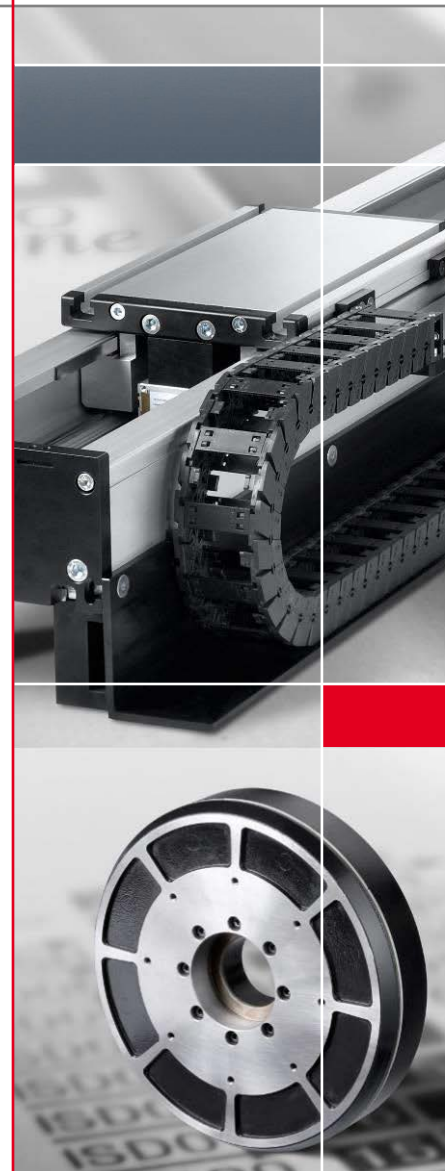


### 3. 为何发展工业机器人

而最重要的原因在于人口和经济基本条件的转变：

中国劳动适龄人口正在减少，造成劳动力成本螺旋式上升。

据总部位于法拉克福的国际机器人联合会(IFR)数据：2014年，中国成为世界上使用工业机器人最多的国家。可以预计，不久的将来，现在“以人为主导”的生产模式，将变成“以机器人为主导”的制造模式。



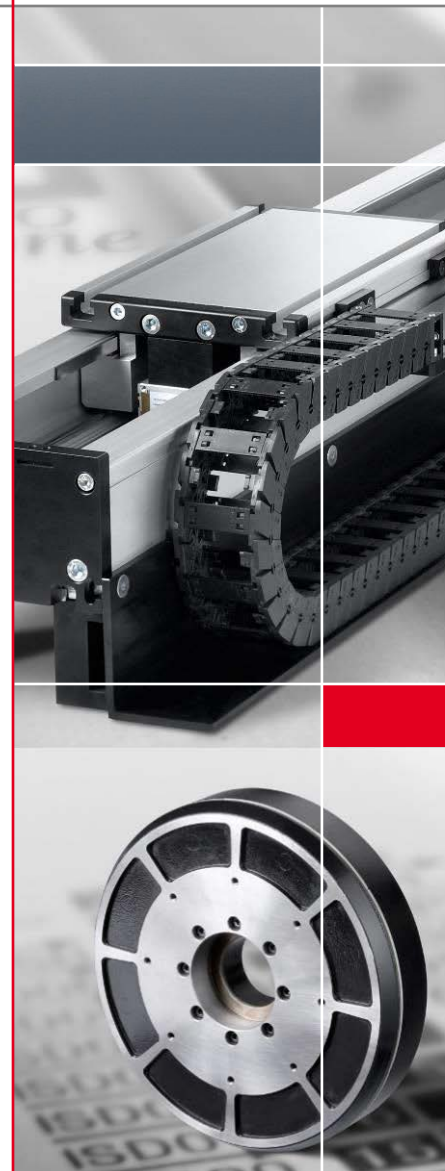
## 4. 工业机器人发展概况

### 4.1 工业机器人的诞生

“机器人”(Robot)这一术语是1920年捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在其发表的科幻剧本《万能机器人》中首创的，它成了“机器人”的起源，此后一直沿用至今。

不过，人类对于机器人的梦想已延续数千年之久。如古希腊古罗马神话中冶炼之神用黄金打造的机械仆人、希腊神话《阿鲁哥探险船》中的青铜巨人泰洛斯、犹太传说中的泥土巨人、我国西周时代能歌善舞的木偶“倡者”和三国时期诸葛亮的“木牛流马”传说等。

而到了现代，人类对于机器人的向往，从机器人频繁出现在科幻小说和电影中已不难看出。

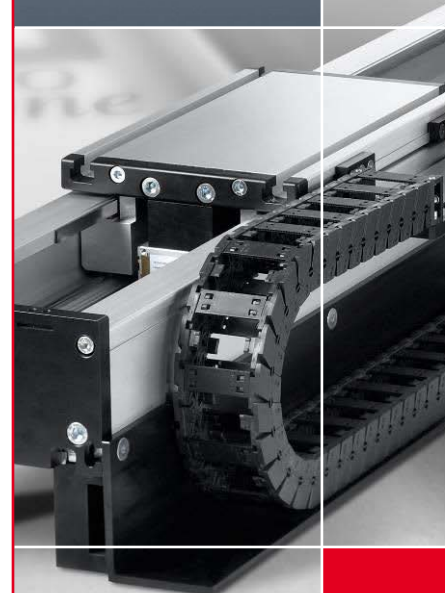


## 4. 工业机器人发展概况

### 4.1 工业机器人的诞生

科技的进步让机器人不进停留在科幻故事里，它正在一步步“潜入”人类生活的方方面面。

1959年，美国发明家英格伯格与德沃尔制造出世界上第一台工业机器人Unimate，这个外形类似坦克炮塔的机器人可实现回转、伸缩、俯仰等动作，它被称为现代机器人的开端。之后，不同功能的工业机器人也相继出现并且活跃在不同领域。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

机器人技术作为20世纪人类最伟大的发明之一，自20世纪60年代初问世以来，从简单机器人到智能机器人，机器人技术的发展已取得长足进步。从近几年推出的产品来看，工业机器人技术正向智能化、模块化和系统化方向发展，其发展趋势主要为：结构的模块化和可重构化；控制技术的开放化、PC化和网络化；伺服驱动技术的数字化和分散化；多传感器融合技术的实用化；工作环境设计的优化和作业的柔性化等。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

2005年，日本YASKAWA（安川）推出能够从事此前由人类完成组装及搬运作业的产业机器人MOTOMAN-DA20，这是一款在仿造人类上半身的构造物上配备2个6轴驱动臂型“双臂”机器人。上半身构造物本身也具有绕垂直轴旋转的关节，尺寸与“成年男性大体相同”，可直接配置在此前人类进行作业的场所。因为可实现接近人类两臂的动作及构造，因此可以稳定地搬运工件，还可从事紧固螺母以及部件的组装和插入等作业。另外，与协调控制2个臂型机器人相比，设置面积更小。单臂负重能力为20kg，双臂可最大搬运40kg的工件。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

MOTOMAN-IA20是一款通过7轴驱动再现人类肘部动作的臂型机器人。在工业机器人中，也是全球首次实现7轴驱动，因此更加接近人类动作。一般来说，人类手臂具有7~8轴的关节。此前的6轴机器人，可再现手臂具有的3个关节，以及手腕具有的3个关节。而这款机器人则进一步增加了肘部具有的1个关节。这样一来，就可实现通过肘部折叠或伸出手臂的动作。6轴机器人由于动作上的制约，胸部成为“死区”，而7轴机器人可将胸部作为动作区域来使用，另外还可实施绕开靠近机身障碍物的动作。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

2010年意大利柯马(COMAU)宣布SMART5 PAL研制成功, 该机器人专为码垛作业合计, 采用新的控制单元C5G和无线示教, 有效载荷范围为180~260kg, 作业半径3.1m, 同时共享机器人家族的中空腕技术和机械配置选项; 该机器人符合人体工程学, 采用一流的碳纤维杆, 整体轻量化设计, 线速度高, 能有效减少和优化时间节拍。该机器人能满足一般工业部门客户的高质量要求, 主要应用在装载/卸载、多个产品拾取、堆垛和高速操作等场合。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

2010年德国KUKA公司的机器人产品——气体保护焊接专家KR 5 arc (Hollow Wrist)，赢得了全球著名的红点奖，并且获得了“Red Dot 优中优”杰出设计奖。其机械臂和机械手上有一个50mm宽的通孔，可以保护机械臂上的整套气体软管的敷设。由此不仅可以避免气体软管组件受到机械性损伤，而且可以防止其在机器人改变方向时随意甩动。即可敷设抗扭转软管组件，也可用于可无限转动的气体软管组件。对用户来说，这不仅意味着提高了构件的可接近性，保证了对整套软管的最佳保护，而且使离线编程也得到了简化。



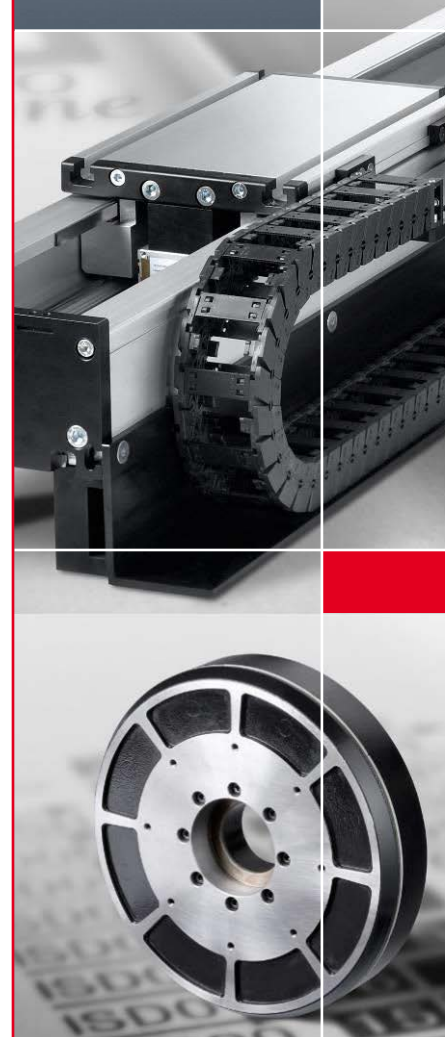




## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

日本FANUC公司也推出过Robot M-3iA 可采用四周或六轴模式，具有独特的平行连接结构，并且还具备轻巧便携的特点，承重极限为6kg，此外在同等级机器人（1350mm\*500mm）中的工作行程最大。六轴模式下具备一个三轴手腕用于处理复杂的生产线任务，三轴手腕灵活度极高，能够自如地从各个角度拾取和插入部件，还能按要求旋拧零件，几乎与手工媲美。四轴模式下具备一个单轴手腕，可用于简单快速的拾取操作，工作速度可达4000°/s。另外，手腕的中空设计使电缆可在内部缠绕，大大降低了电缆的损耗。





## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

国际工业机器人技术日趋成熟，基本沿着两个路径发展：

一是模仿人的手臂，实现多维运动，在应用上比较典型的是点焊、弧焊机器人；

二是模仿人的下肢运动，实现物料输送、传递等搬运功能，比如搬运机器人。



## 4. 工业机器人发展概况

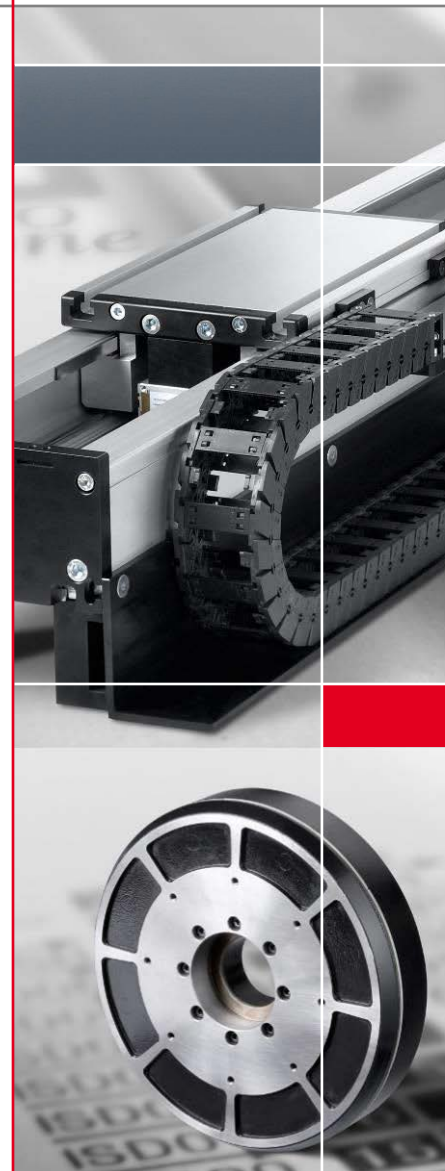
### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

机器人研发水平最高的是日本、美国与欧洲国家。日本在工业机器人领域研发实力非常强，全球曾一度有60%的工业机器人都来自日本；美国则在特种机器人研发方面全球领先。他们发展工业机器人方面各有千秋：

**日本模式：**各司其职，分层面完成交钥匙工程。即机器人制造厂商以开发新型机器人和批量生产优质产品为主要目标，并由其子公司或社会上的工程公司来设计制造各行业所需要的机器人成套系统。

**欧洲模式：**一揽子交钥匙工程。即机器人的生产和用户所需要的系统设计制造，全部由机器人制造商自己完成。

**美国模式：**采购与成套设计相结合。本国国内基本上不生产普通的工业机器人，企业需要机器人通常由工程公司进口，再进行设计、制造配套的外围设备。



## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

机器人行业的发展与30年前的电脑行业极为相似。机器人制造公司没有统一的操作系统软件，流行的应用程序很难在五花八门的装置上运行。机器人硬件的标准化工作也尚未开始，在一台机器人上使用的编程代码，几乎不可能在另一台机器上发挥作用。如果想开发新的机器人，通常得从零开始。



## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

我国在机器人领域的发展尚处于起步阶段，与国外进口机器人相比，国产工业机器人在精度、速度等方面不如进口同类产品，特别是在关键核心技术上还没有取得应用突破。



## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

#### 我国机器人现状：

1) 低端技术水平有待改善。机器人制造包括整机制造、控制系统、伺服电动机与驱动器、减速器等方面，其中控制系统和减速器的核心技术仍由国外企业掌握，国内企业只能发挥“组装”优势，即将一接近成品的各部分模块组合到一起。然后，许多零部件的缺失使得国内企业在拓展产业链条方面颇受制肘，而高昂的进口费用也极易威胁企业的生存状况。



## 4. 工业机器人发展概况

### 4.2 工业机器人的发展现状和趋势

#### 我国机器人现状：

2) 产业链条亟待充实与规范。与其他高端装备制造领域的情况不同，机器人制造主要集中在民营企业，产能规模自然不能比拟航空航天等产业，研发成果也无法在有利平台得到展现。可想而知，国资不足是国产制造的最大劣势，而缺乏国企的规模管理导致产业链条过于松散，从而无法实现集群式发展。而主流的工业机器人领域，配套产业及设备的集群效应才是机器人制造的关键。只有具备完善的产业链条，盈利空间才能得到提升。





# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.1 工业机器人的分类

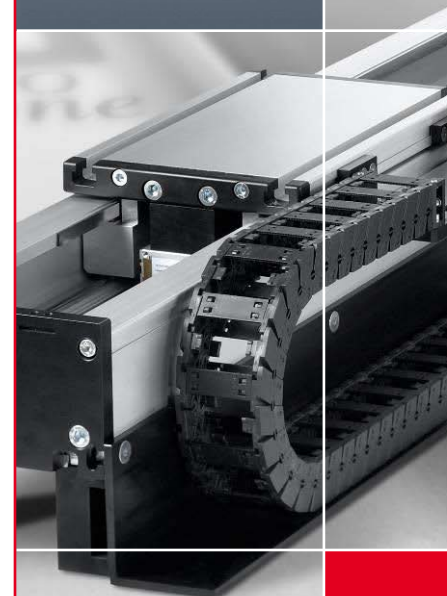
关于工业机器人的分类，国际上没有制定统一的标准，有的按负载重量分，有的按控制方式分，有的按自由度分，有的按结构分，有的按应用领域分。例如机器人首先在制造业大规模应用，所以机器人曾被简单的分为两类，即用于汽车、IT、机床等制造业的机器人称为工业机器人，其他的机器人称为特种机器人。随着机器人应用的日益广泛，这种分类显得过于粗糙。现在除工业领域外，机器人技术已经广泛地应用于农业、建筑、医疗、服务、娱乐，以及空间和水下探索等多种领域。依据具体应用领域的不同，工业机器人又可分成物流、码垛、服务等搬运型机器人和焊接、车铣、修磨、注塑等加工型机器人等。



## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 工业机器人的分类

可见，机器人的分类方法和标准很多。下面介绍两种工业机器人分类法。

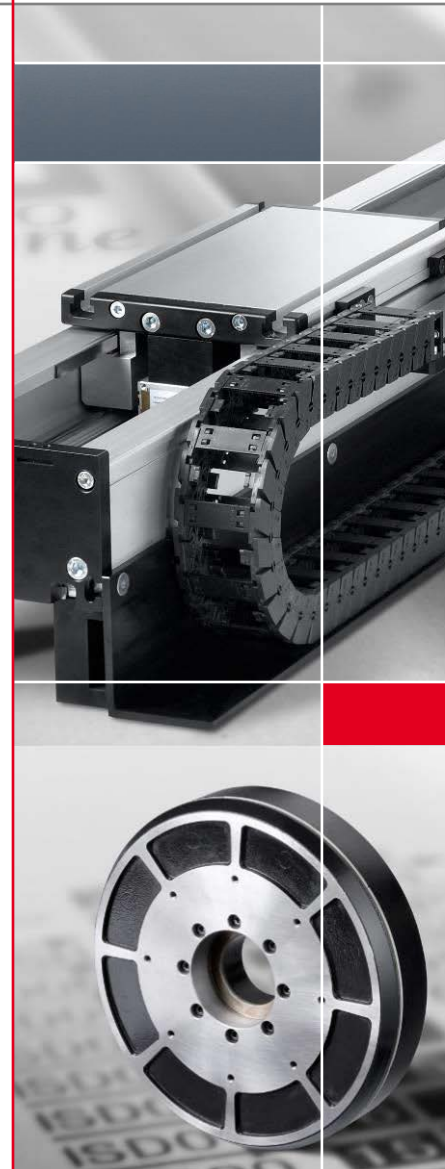


# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.1 .1按机器人的技术等级划分

按照机器人的技术发展水平可以将工业机器人分为三代。

**(1) 示教再现机器人** 第一代工业机器人是示教再现型。这类机器人能够按照人类预先示教的轨迹、行为、顺序和速度重复作业。示教可以由操作员手把手地进行，比如操作人员握住机器人上的喷枪，沿喷漆路线示范一遍，机器人动作中记住这一连串运动，工作时，自动重复这些运动，从而完成给定位置的涂装工作。这种方式即所谓的“直接示教”。但是，比较普通的方式是通过示教器示教。操作人员利用示教器上的开关或按键来控制机器人一步一步地运动，机器人自动记录，然后重复。目前在工业现场应用的机器人大多属于这一代。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.1 .1按机器人的技术等级划分

按照机器人的技术发展水平可以将工业机器人分为三代。

**(2) 感知机器人** 第二代工业机器人具有环境感知装置，能在一定程度上适应环境的变化，目前已进入实用阶段。以焊接机器人为例，机器人焊接的过程一般是通过示教方式给出机器人的运动曲线，机器人携带焊枪沿着该曲线进行焊接。这就要求工件的一致性要好，即工件被焊接位置必须十分准确。否则，机器人携带焊枪沿所走的曲线和工件的实际焊缝位置会有偏差。为解决这个问题，第二代工业机器人（应用于焊接作业时）采用焊缝跟踪技术，通过传感器感知焊缝的位置，再通过反馈控制，机器人就能够自动跟踪焊缝，从而对示教的位置进行修正，即使实际焊缝相对于原始设定的位置有变化，机器人仍然可以很好地完成焊接工作。类似的技术正越来越多的应用于工业机器人。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.1 .1按机器人的技术等级划分

按照机器人的技术发展水平可以将工业机器人分为三代。

**(3) 智能机器人** 第三代工业机器人称为智能机器人，具有发现问题，并且能自主地解决问题的能力，尚处于试验研究阶段。作为发展目标，这类机器人具有多种传感器，不仅可以感知自身的状态，比如所处的位置、自身的故障情况等，而且能够感知外部环境的状态，比如自动发现路况、测出协作机器人的相对位置、相互作用的力等。更为重要的是，能够根据获得的信息，进行逻辑推理、判断决策，在变化的内部状态与变化的外部环境中，自主决定自身的行为。这类机器人具有高度的适应性和自制能力。尽管经过多年来的不懈研究，人们研制了很多各具特点的试验装置，提出大量新思维、新方法，但现有工业机器人的自适应技术还是十分有限的。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.1 .2按机器人的机构特征划分

工业机器人的机械配置形式多种多样，典型机器人的机构运动特征是用其坐标特性来描述的。按基本动作机构，工业机器人可分为直角坐标机器人、柱面坐标机器人、球面坐标机器人和关节型机器人等类型。

**(1) 直角坐标机器人** 直角坐标机器人具有空间上相互垂直的多个直线移动轴，通过直角坐标方向的3个独立自由度确定其手部的空间位置，其动作空间为一长方体。直角坐标机器人结构简单，定位精度高，空间轨迹易于求解；但其动作范围相对较小，设备的空间因数较低，实现相同的动作空间要求时，机体本身的体积较大。



## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 .2按机器人的机构特征划分

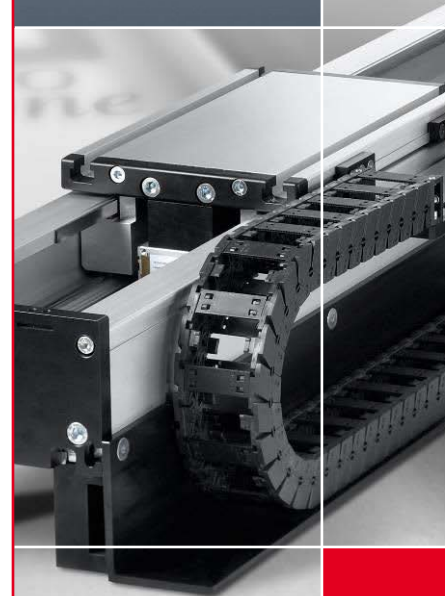
**(2) 柱面坐标机器人** 柱面坐标机器人的空间位置机构主要由旋转基座、垂直移动和水平移动轴构成，具有一个回转和两个平移自由度，其动作空间呈圆柱体。这种机器人结构简单、刚性好，但缺点是在机器人的动作范围内，必须有沿轴线前后方向的移动空间，空间利用率低。著名的Versatran机器人就是典型的柱面坐标机器人。



## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 .2按机器人的机构特征划分

**(3) 球面坐标机器人** 球面坐标机器人其空间位置分别由旋转、摆动和平移3个自由度确定，动做空间形成球面的一部分。其机械手能够作前后伸缩移动、在垂直平面上摆动以及绕底座在水平面上转动。著名的Unimate机器人就是这种类型的机器人。其特点是结构紧凑，所占空间体积小于直角坐标和柱面坐标机器人，但仍大于多关节型机器人。

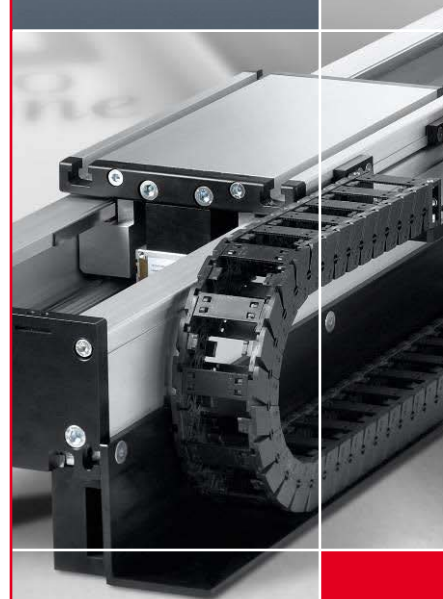




## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 .2按机器人的机构特征划分

**(4) 多关节型机器人** 多关节型机器人由多个旋转和摆动机构组合而成。这类机器人结构紧凑、工作空间大、动作最接近人的动作，对涂装、装配、焊接等多种作业都有良好的适应性，应用范围越来越广。不少著名的机器人都采用了这种型式，其摆动方向主要有铅垂方向和水平方向两种，因此这类机器人又可分为垂直多关节机器人和水平多关节机器人。如美国Unimation公司20世纪70年代末推出的机器人PUMA就是一种垂直多关节机器人，而日本山梨大学研制的机器人SCARA则是一种典型的水平多关节机器人。目前工业界装机最多的工业机器人是SCARA型四轴机器人和串联关节型垂直6轴机器人。



## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 .2按机器人的机构特征划分

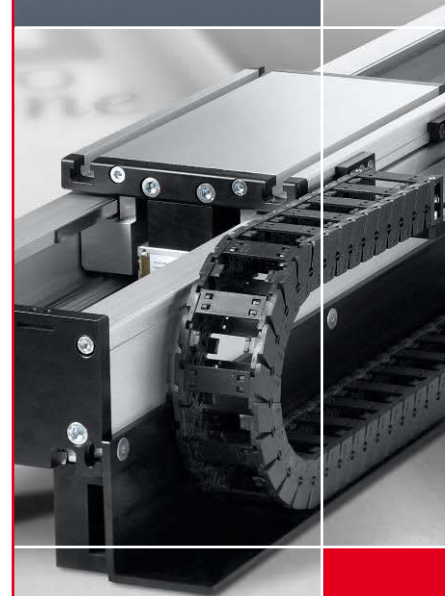
**1) 垂直多关节型机器人** 模拟了人类的手臂功能，由垂直于地面的腰部旋转轴（相当于大臂旋转的肩部旋转轴）、带动小臂旋转的肘部旋转轴以及小臂前端的手腕等构成。手腕通常由2~3个自由度构成。其动作空间近似一个球体，所以也称为多关节球面机器人。其优点是可以自由地实现三维空间的各种姿势，可以生成各种复杂形状的轨迹。相对机器人的安装面积，其动作范围更宽。缺点是结构刚度较低，动作的绝对位置精度较低。



## 5. 工业机器人的分类及应用

### 5.1 .2按机器人的机构特征划分

**2) 水平多关节型机器人** 在结构上具有串联配置的两个能够在水平面内旋转的手臂，其自由度可以根据用途选择2~4个，动作空间为一圆柱体。水平多关节机器人的优点是在垂直方向上的刚度好，能方便地实现二维平面上的动作，在装配作业中得到普遍的应用。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

根据国际机器人联合会（IFR）的数据，中国拥有的工业机器人数量仅为日本的24%、美国的39%、德国的47%；在工业机器人应用最多的汽车产业，每万名工人当中中国机器人数量只有141台，而日本有1584台，德国有1176台，美国有1104台。从这个角度看，工业机器人在中国的缺口很大。自1969年，美国通用汽车公司用21台工业机器人组成了焊接轿车车身的自动生产线后，各工业发达国家都非常重视研制和应用工业机器人。进而，也相继形成一批在国际上较有影响力的、著名的工业机器人公司。这些公司目前在中国的工业机器人市场也处于领先地位，主要分为日系和欧系两种。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

具体来说，又可分成“四大”和“四小”两个阵营：

“四大”即为瑞典ABB、日本FANUC及YASKAWA、德国KUKA；

“四小”为日本OTC、PANASONIC、NACHI、KAWASAKI。

其中，日本FANUC与YASKAWA、瑞典ABB三家企业在全全球机器人销量均突破了20万台，KUKA机器人的销量也突破了15万台。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

国内也涌现了一批工业机器人厂商，这些厂商中既有像沈阳新松这样的国内机器人技术的引领者，也有像南京埃斯顿、广州数控这些伺服、数控系统厂商。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

当今世界近50%的工业机器人集中使用在汽车领域，主要进行搬运、码垛、焊接、涂装和装配等复杂作业。下面着重介绍这几类工业机器人的应用情况。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

**(1) 机器人搬运** 搬运作业是指用一种设备握持工件，从一个加工位置移到另一个加工位置。搬运机器人可安装不同的末端执行器（如机械手抓、真空吸盘、电磁吸盘等）以完成各种不同形状的工件搬运，大大减轻了人类繁重的体力劳动。通过编程控制，可以让多台机器人配合各个工序不同设备的工作时间，实现流水线作业的最优化。

搬运机器人具有定位准确，工作节拍可调，工作空间大，性能优良，运行平稳可靠，维修方便等特点。目前世界上使用的搬运机器人已超过10万台，广泛应用于机床上下料、自动装配流水线、码垛搬运、集装箱等的自动搬运。





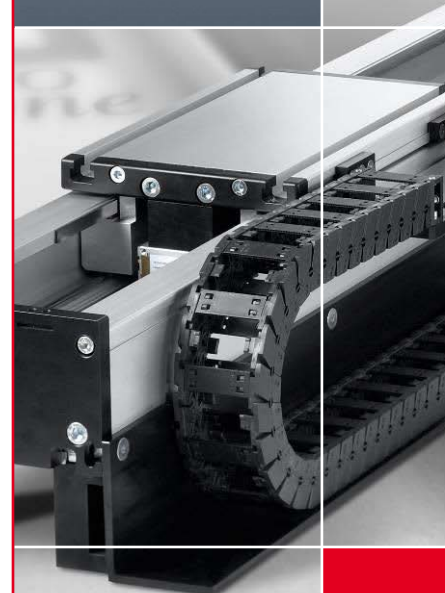
# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

**(2) 机器人码垛** 机器人码垛可满足中低产量的生产需要，也可按照要求的编组方式和层数，完成对料袋、胶块、箱体等各种产品的码垛。

机器人替代人工搬运、码垛，生产上能迅速提高企业的生产效率和产量，同时能减少人工搬运造成的错误；机器人码垛可全天候作业，由此每年能节约大量的人力资源成本，达到减员增效。

码垛机器人广泛应用于化工、饮料、食品、啤酒、塑料等生产企业，对纸箱、袋装、灌装、啤酒箱、瓶装等各种形状的包装成品都适用。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

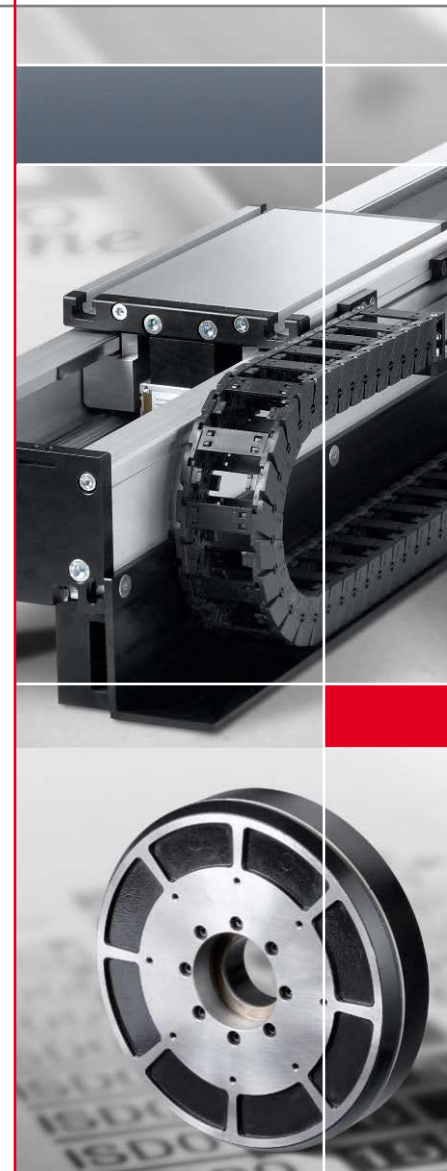
**(3) 机器人焊接** 机器人焊接是目前最大的工业机器人应用领域（如工程机械、汽车制造、电力建设、钢结构等），它能在恶劣的环境下连续工作并能技工稳定的焊接质量，提高了工作效率，减轻了工人的劳动强度。采用机器人焊接是焊接自动化的革命性进步，它突破了焊接刚性自动化（焊接专机）的传统方式，开拓了一种柔性自动化生产方式，实现了在一条焊接机器人生产线上同时自动生产若干种焊件。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

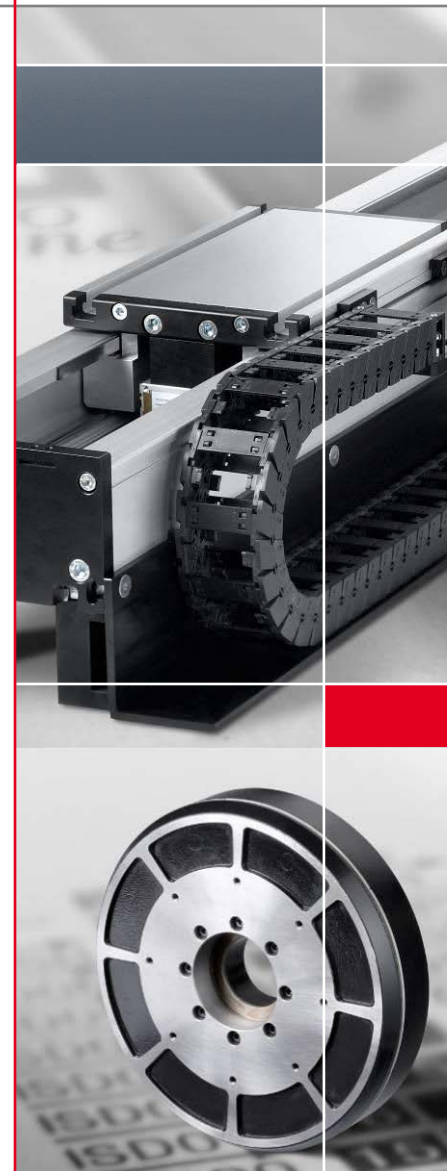
**(4) 机器人涂装** 机器人涂装工作站或生产线充分利用了机器人灵活、稳定、高效的特点，适用于生产量大、产品型号多、表面形状不规则的工件外表面涂装，广泛应用于汽车、汽车零配件（如发动机、保险杠、变速箱、弹簧、板簧、塑料件、驾驶室等）、铁路（如客车、机车、油罐车等）、家电（如电视机、电冰箱、洗衣机、电脑、手机等外壳）、建材（如卫生陶瓷）、机械（如电动机减速器）等行业。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

**(5) 机器人装配** 装配机器人是柔性自动化系统的核心设备，末端执行器为适应不同的装配对象而设计成各种“手抓”；传感系统用于获取装配机器人与环境和装配对象之间相互作用的信息。与一般工业机器人相比，装配机器人具有精度高、柔顺性好、工作范围小、能与其他系统配套使用等特点，主要应用于各种电器的制造行业及流水线产品组装作业，具有高效、精确、可不间断工作的特点。



# 5. 工业机器人的分类及应用

## 5.2 工业机器人的应用

综上所述，在工业生产中应用机器人，可以方便迅速地改变作业内容或方式，以满足生产要求的变化。比如，改变焊缝轨迹，改变涂装位置，变更装配部件或位置等。随着对工业生产线柔性的要求越来越高，对各种机器人的要求也会越来越强烈。

