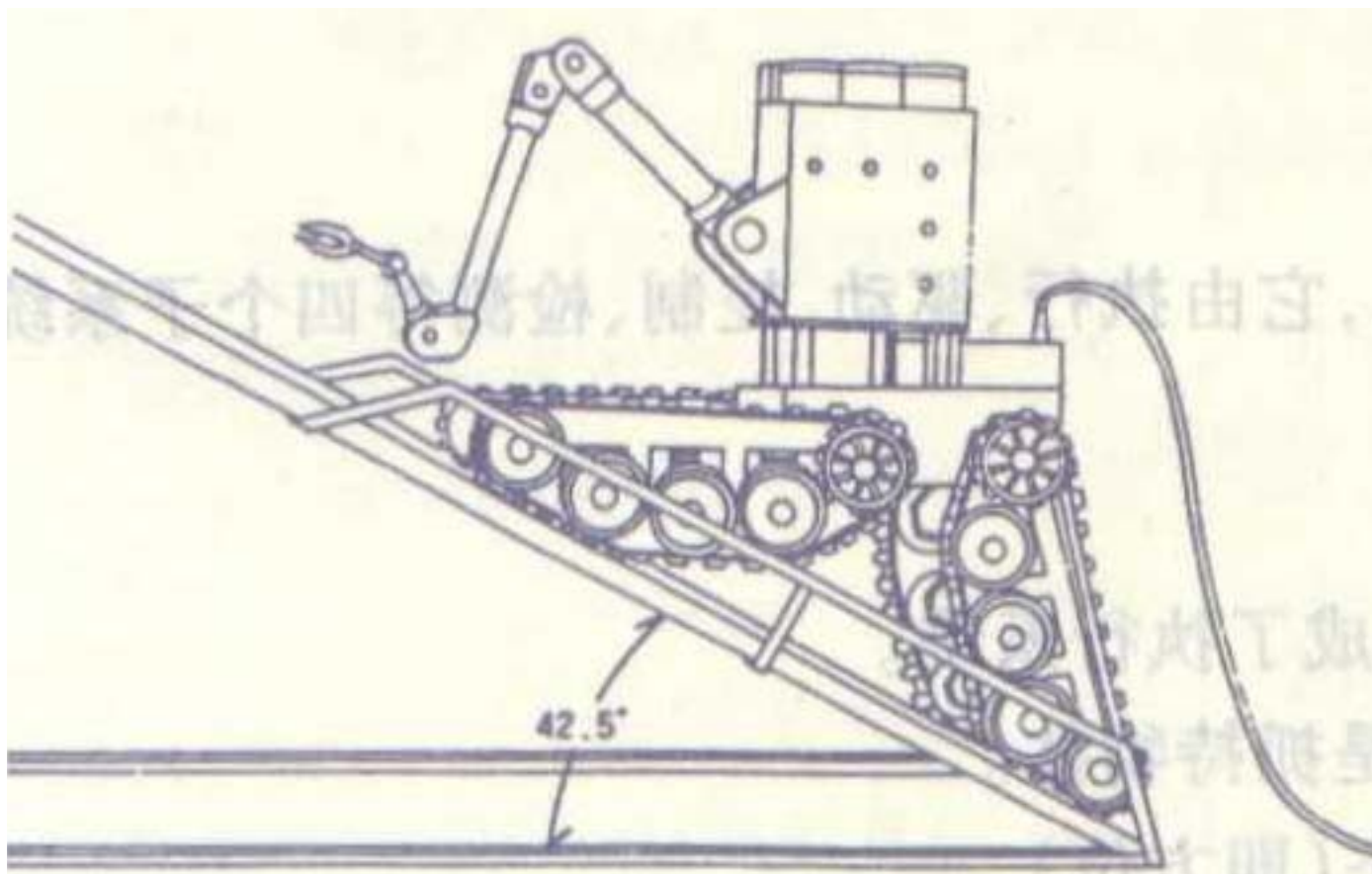


第3章 机器人的下肢 和驱动装置



第3章 机器人的下肢和驱动装置

行走式机器人，有广阔的工作空间



第3章 机器人的下肢和驱动装置

- 人的下肢结构
- 机器人的下肢结构
- 机器人的驱动装置

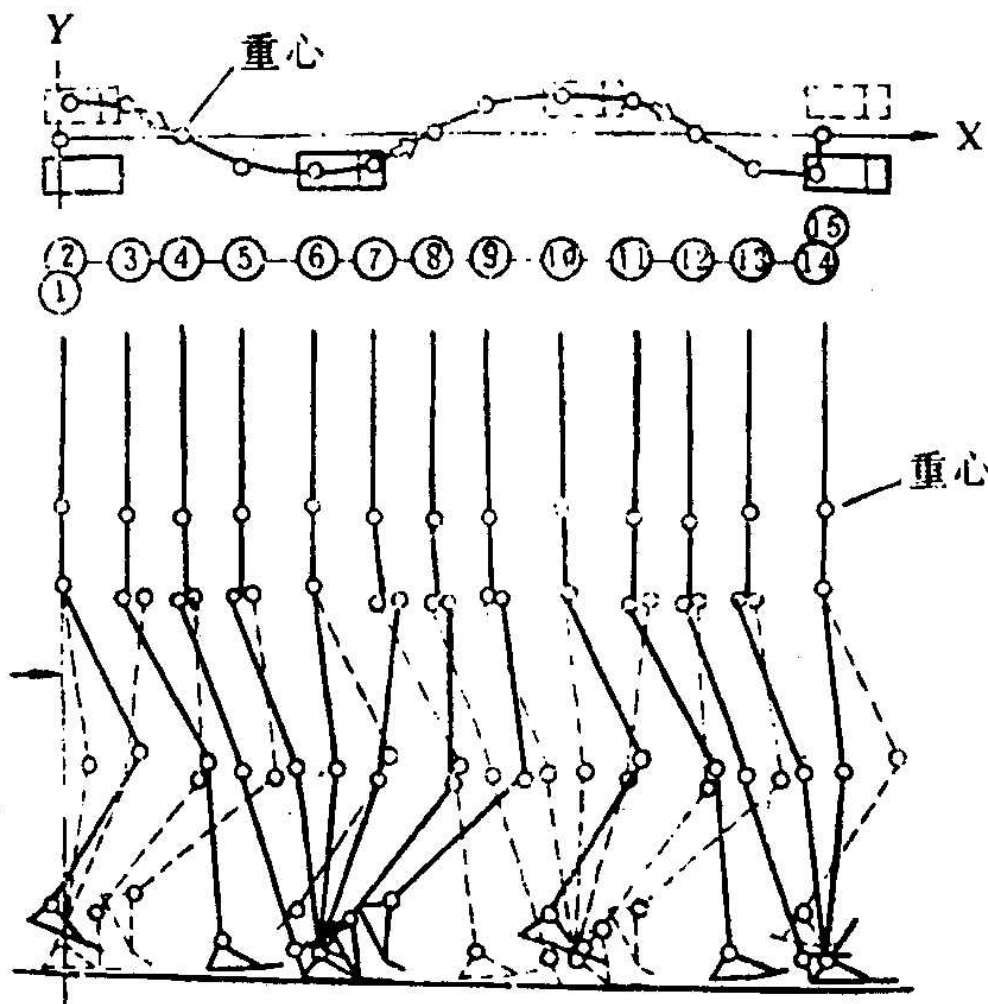
人的下肢的主要功能是什么？

● 承受体重和走路

3.1 人的下肢结构

□走路时，人的重心是在变动的，随人腿迈步的大小、速度而变化，若不及时调整姿势，人就会因失去平衡而跌倒

□人在运动时，**内耳的平衡器官**能感受到变化，通知人的大脑及时调动人体其他部分的肌肉运动，巧妙地保持人体的平衡



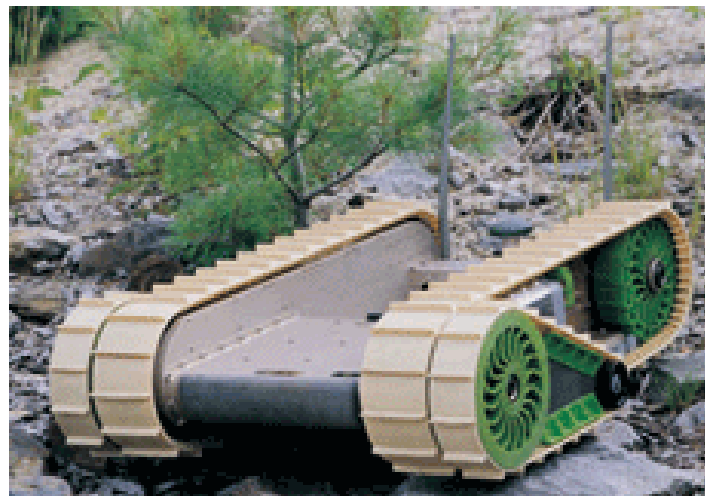
机器人两足交替行走的主要问题是什么？



平衡体重

3.2 机器人的下肢结构

□ 同 upper limb, 下肢没有必要按照人的样式全盘模仿, 可以采取多种形式: **足**, 还可以像汽车、坦克那样用 **车轮** 或 **履带** (以滚动的方式) 来移动



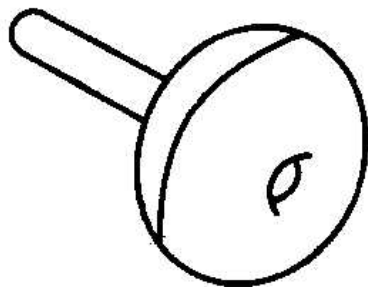
3.2 机器人的下肢结构

在相对平坦的地面上移动采用何种机构？



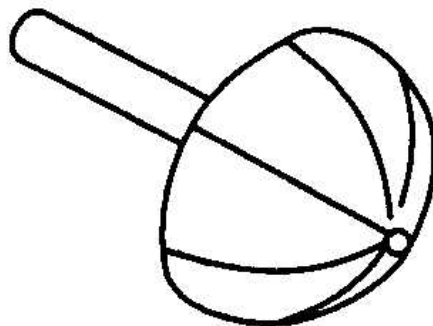
- 在轨道上运行多采用实心钢轮
- 室外路面行驶采用充气轮胎
- 室内平坦地面上可采用实心轮胎

沙丘地形

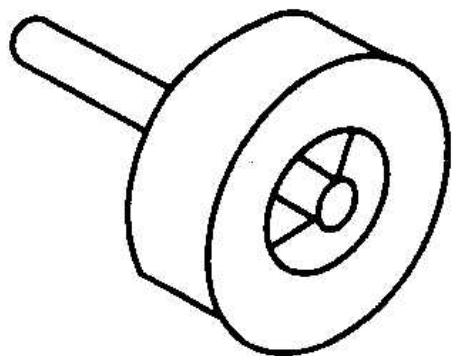


a)

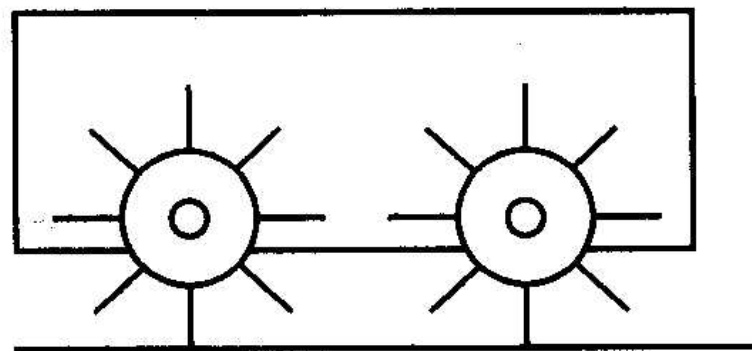
火星表面



b)



c)



d)

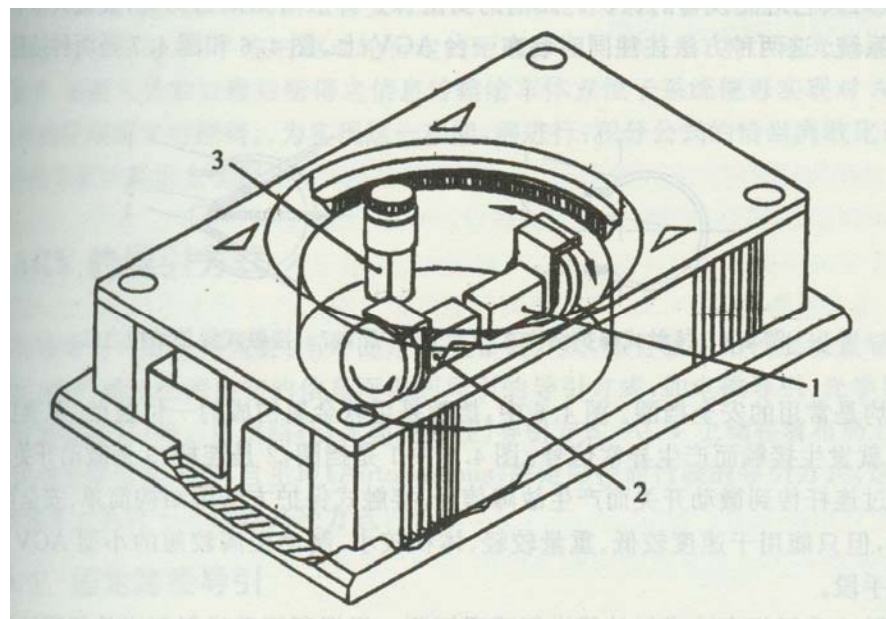
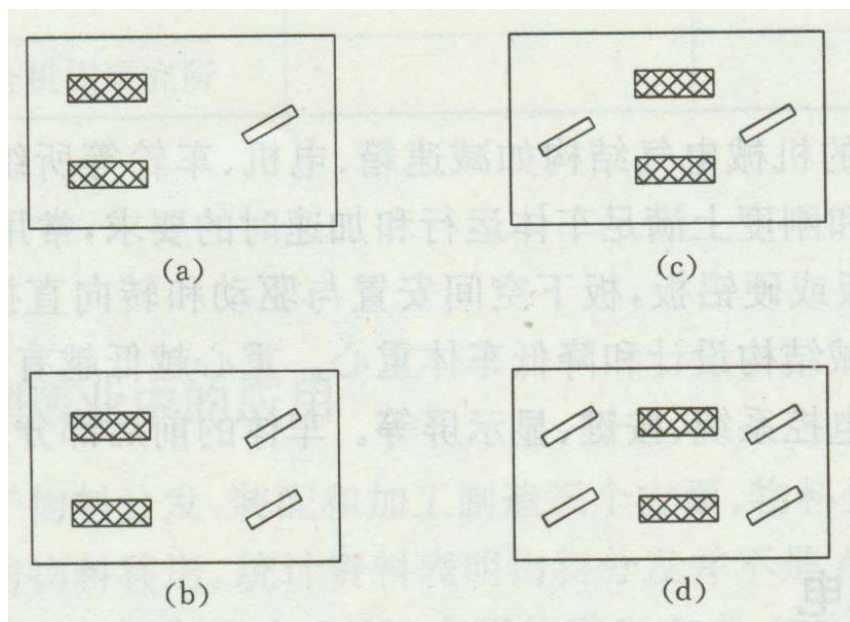
a)充气球轮

b)半球形轮

c)传统车轮

d)无缘轮

3.2 机器人的下肢结构



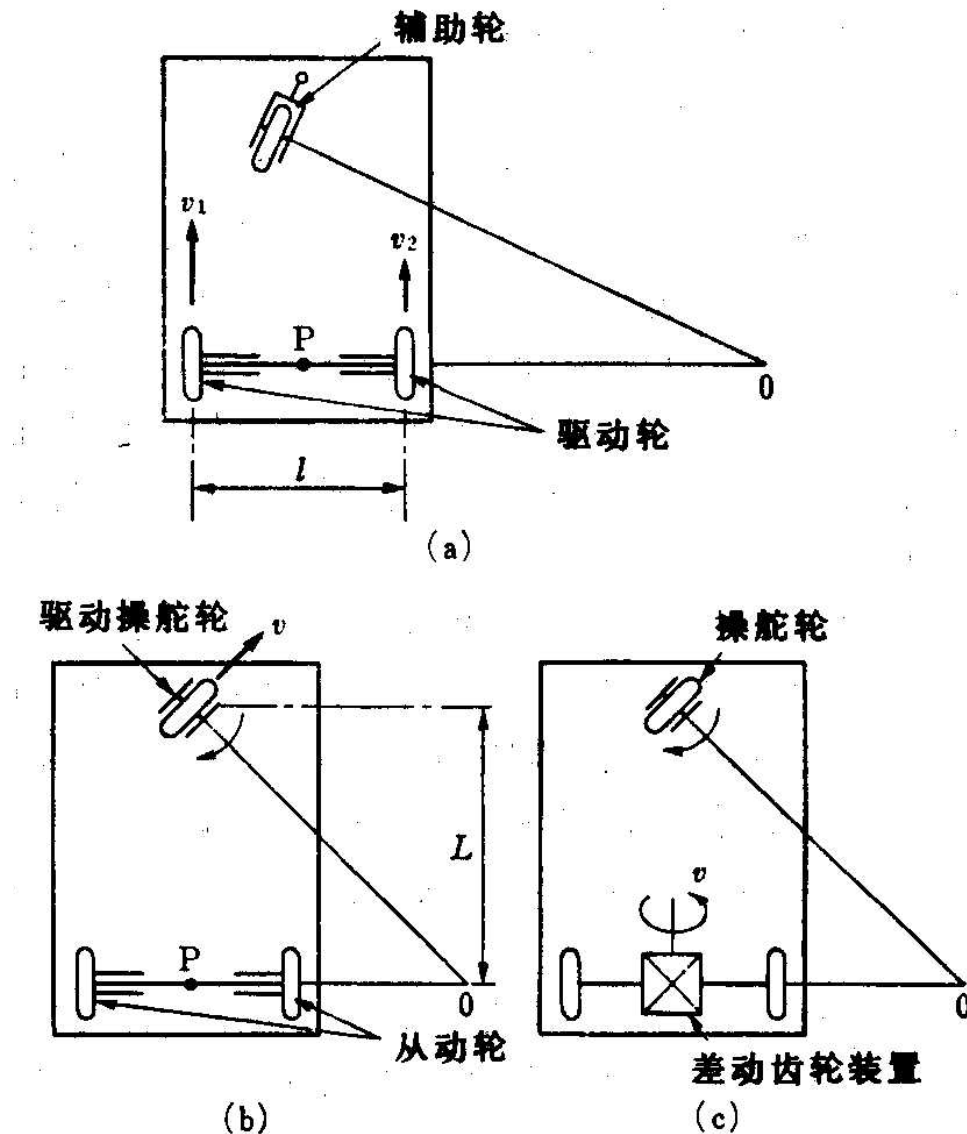
方案比较 轮多，稳定性好，承载能力大

铰轴转向式 通过铰轴控制方向轮的取向

差速转向式 通过控制左右轮的速度比实现转向

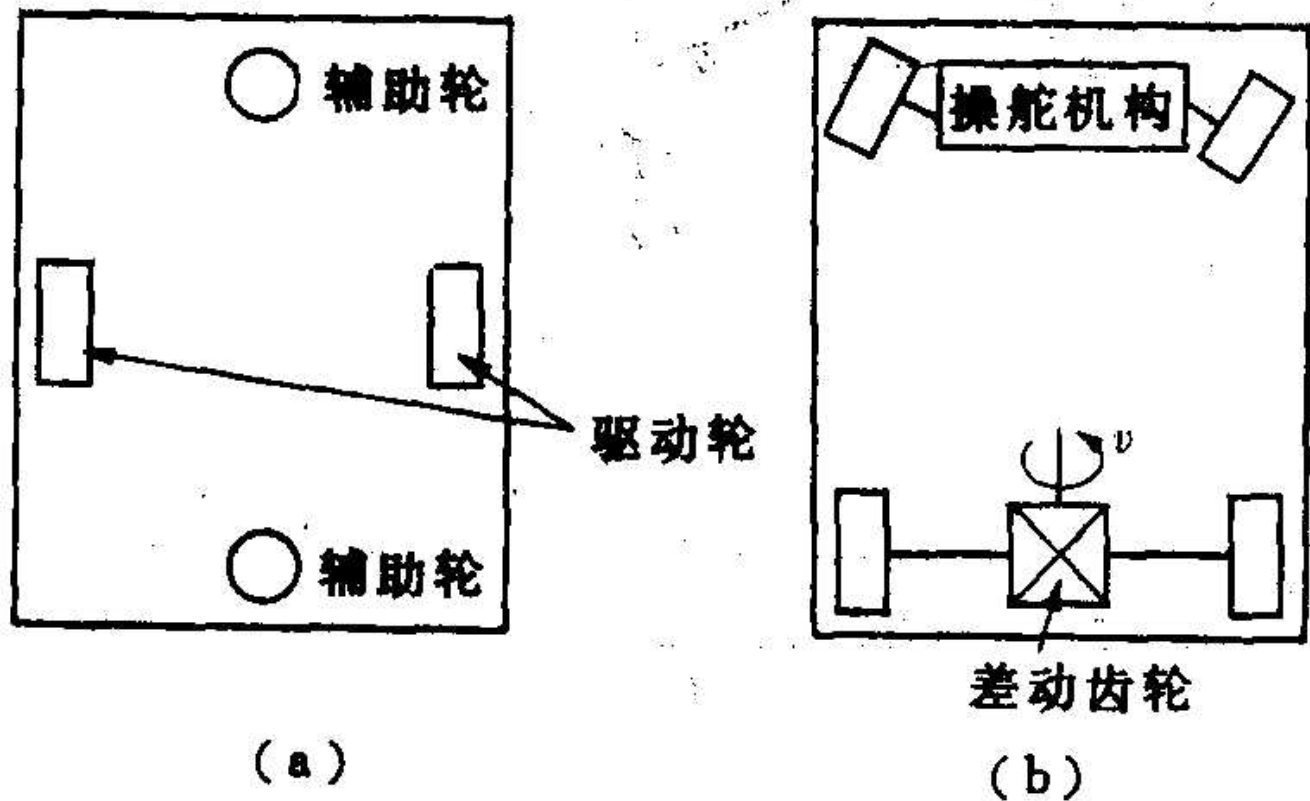
3.2 机器人的下肢结构

典型机构



3.2 机器人的下肢结构

典型机构

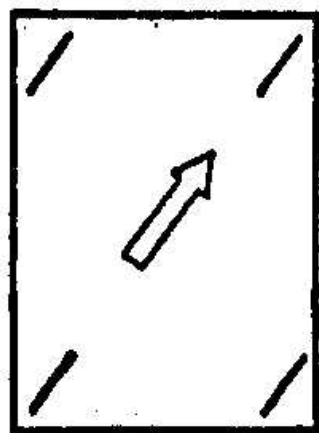
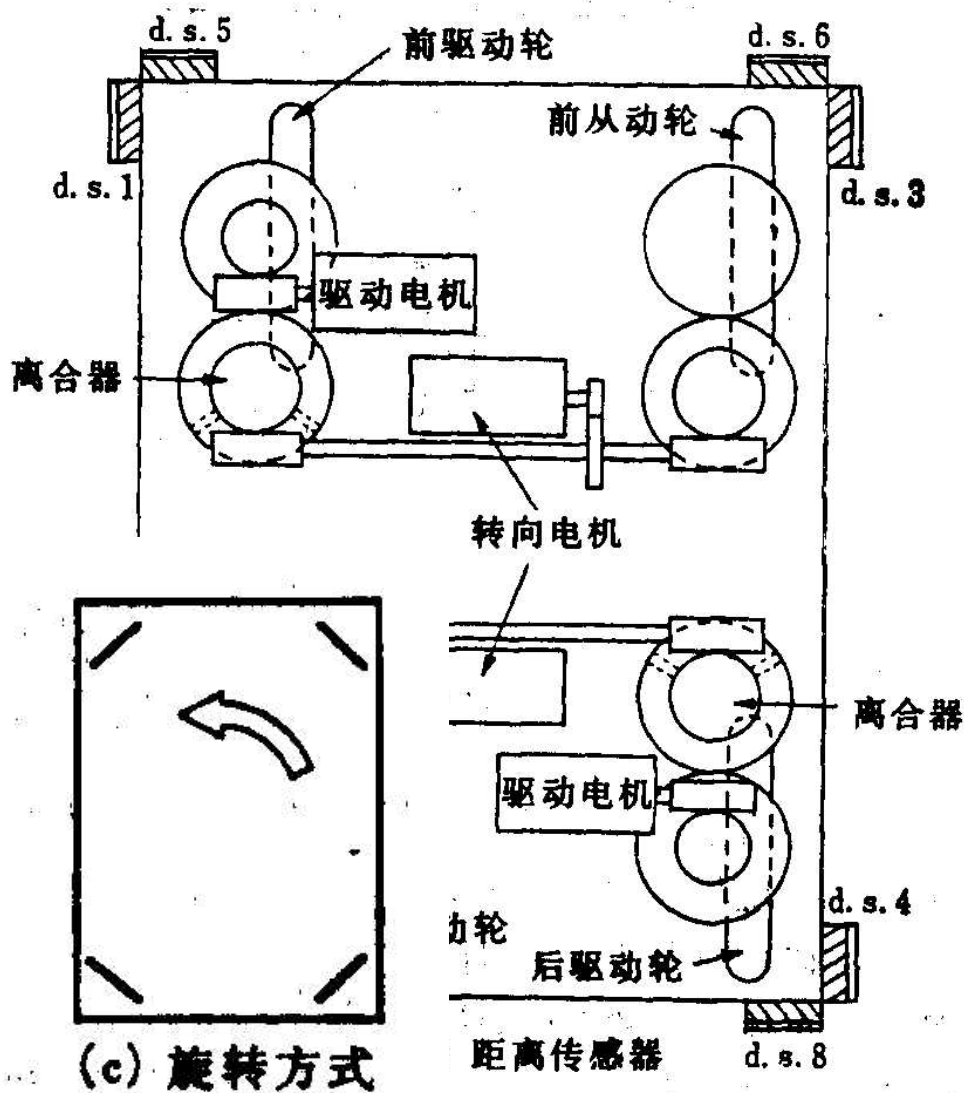


3.2 机器人的下肢结构

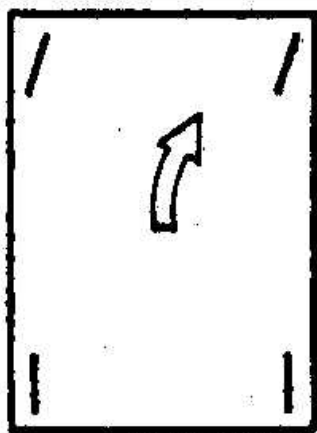
全方位

任意的定位和定向

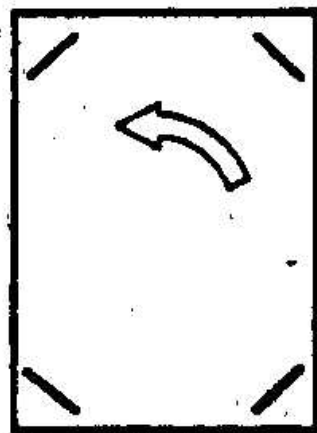
3个自由度



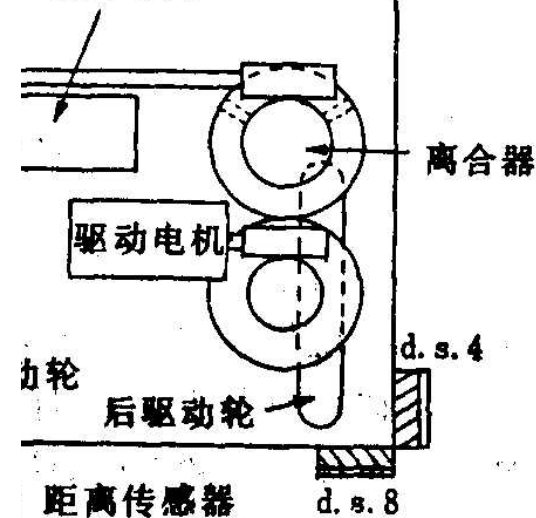
(a) 全方位方式



(b) 转弯方式



(c) 旋转方式

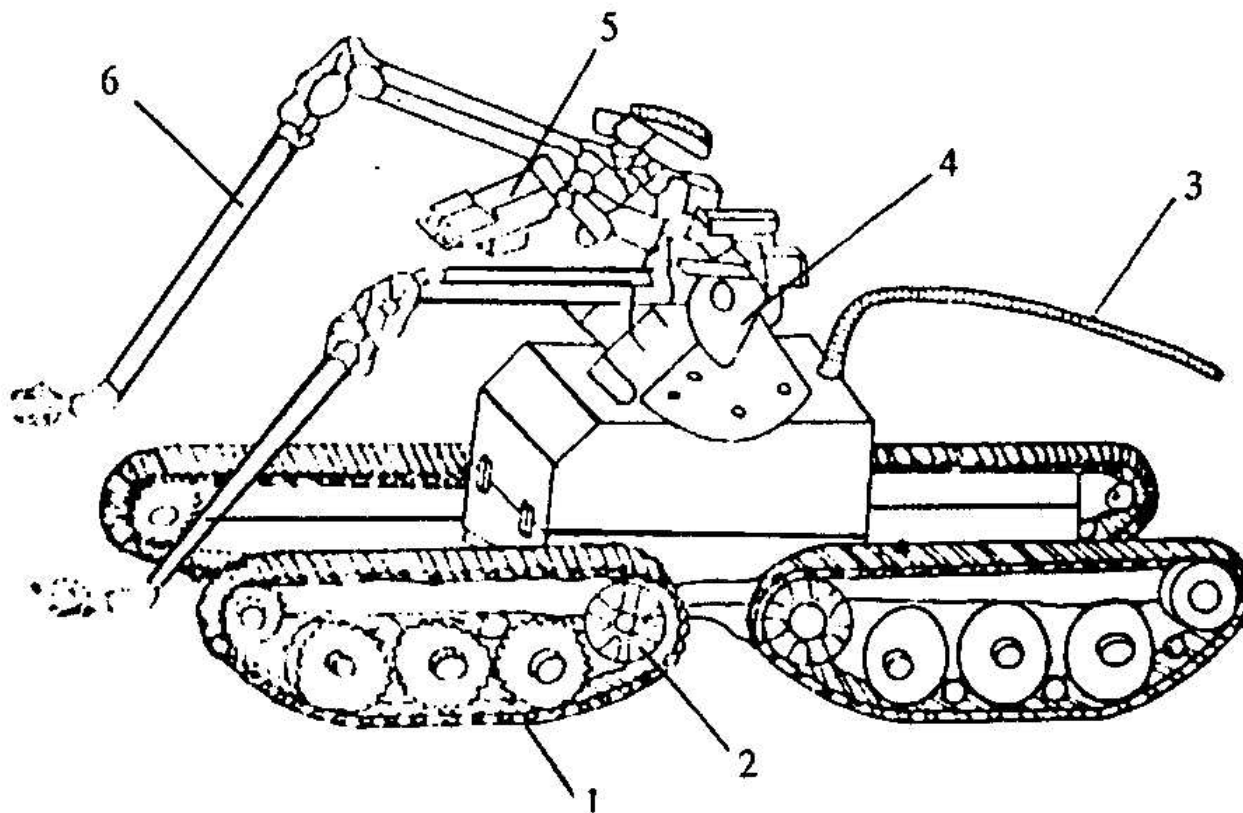


(b)

3.2 机器人的下肢结构

履带方式 将圆环状的循环轨道履带卷绕在若干车轮外，使车轮不直接与路面接触

可以缓冲路面状态，在各种路面条件下行走



3.2 机器人的下肢结构

履带方式的优点

- 着地面积比车轮方式要大，所以着地压强小
- 与路面粘着力也较强，能吸收较小的凹凸不平，所以它能在凹凸不平及松软路面上稳定移动，很适合于在不平地面行走
- 路面踏破能力强，利用履带外圈的突起部分，可以防止在路面上打滑，推进力很大
- 可把前后两个车轮的位置放得比导向轮高，这样在履带和路面之间形成冲角和退角，便于上下台阶

3.2 机器人的下肢结构

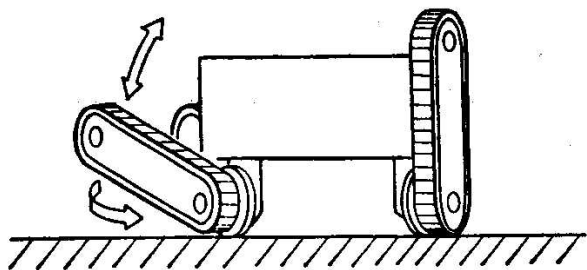


图 4.23 有转向机构的四履带方式

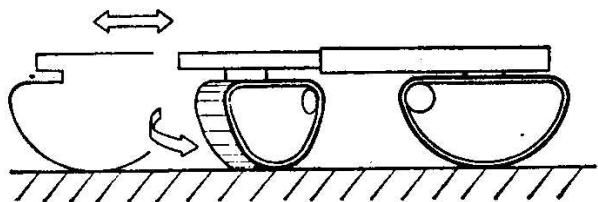
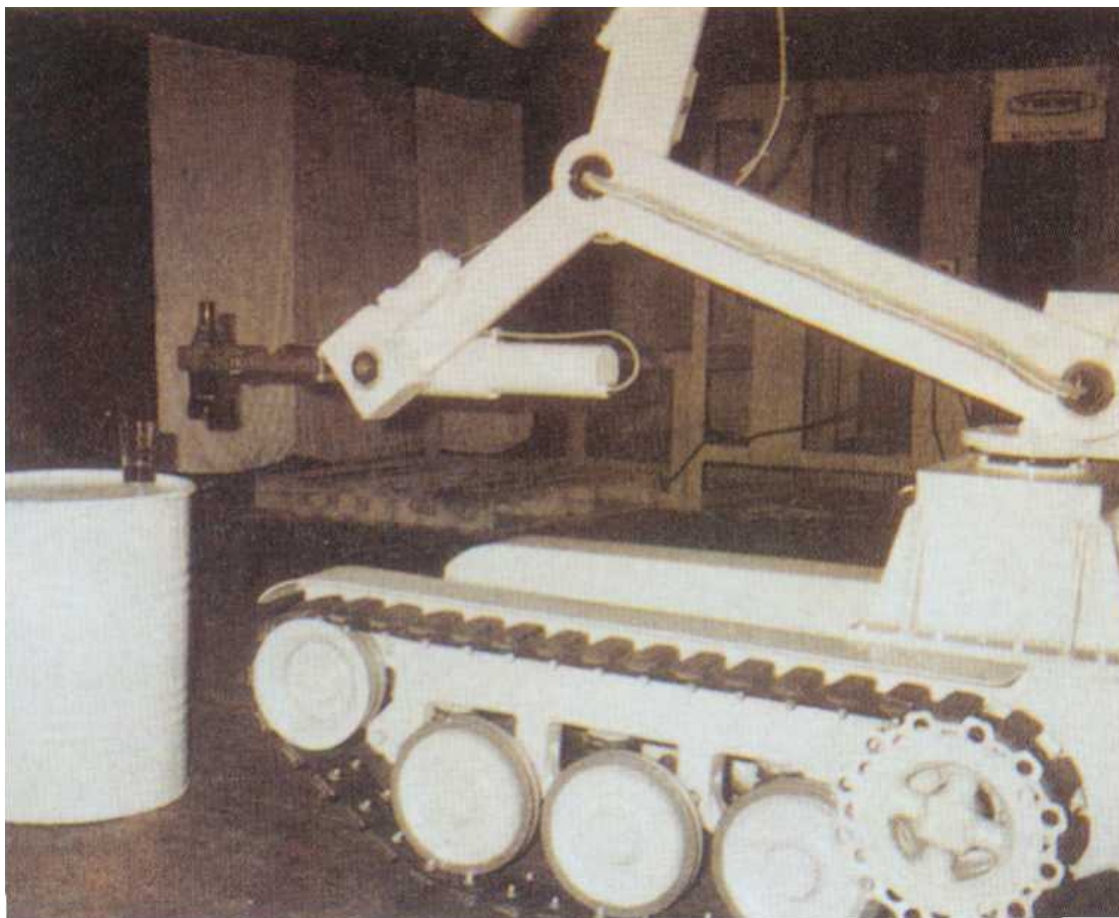
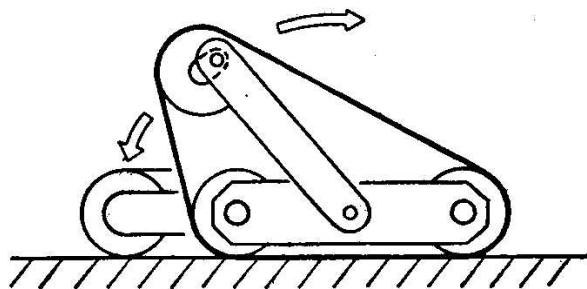
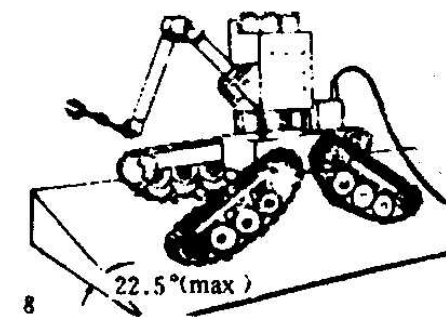
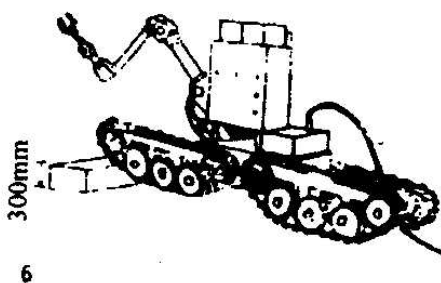
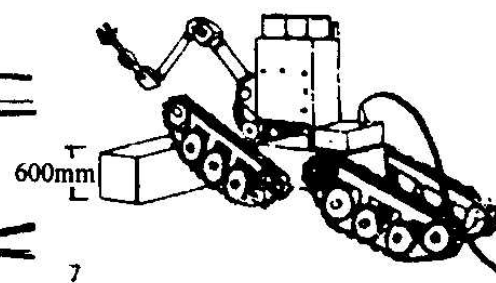
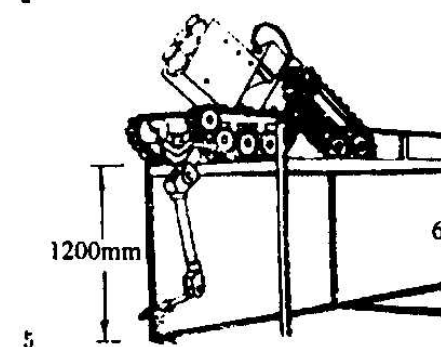
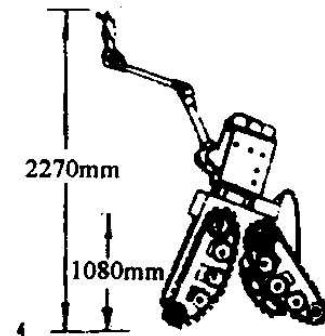
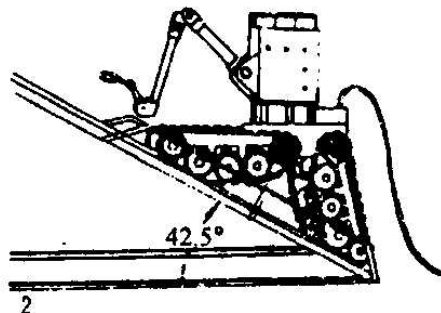
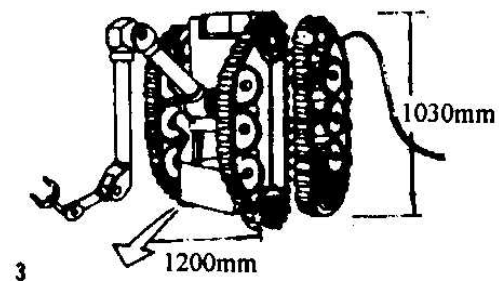
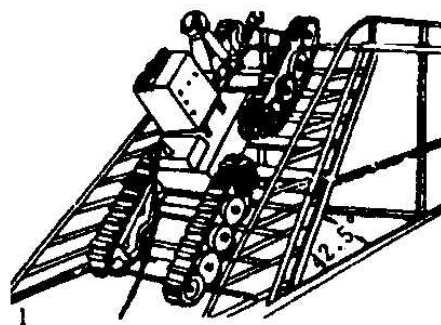


图 4.24 半月形履带方式



3.

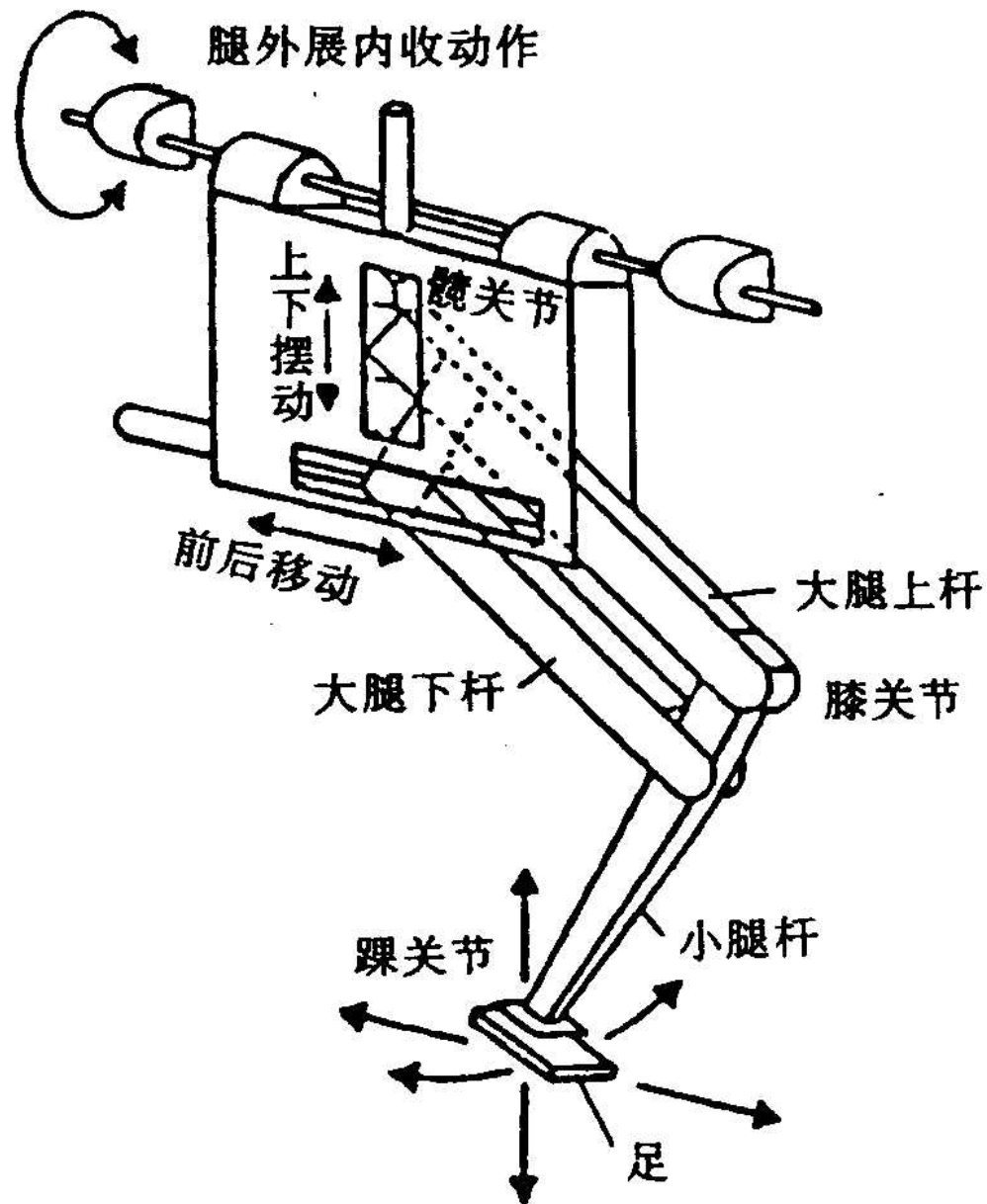


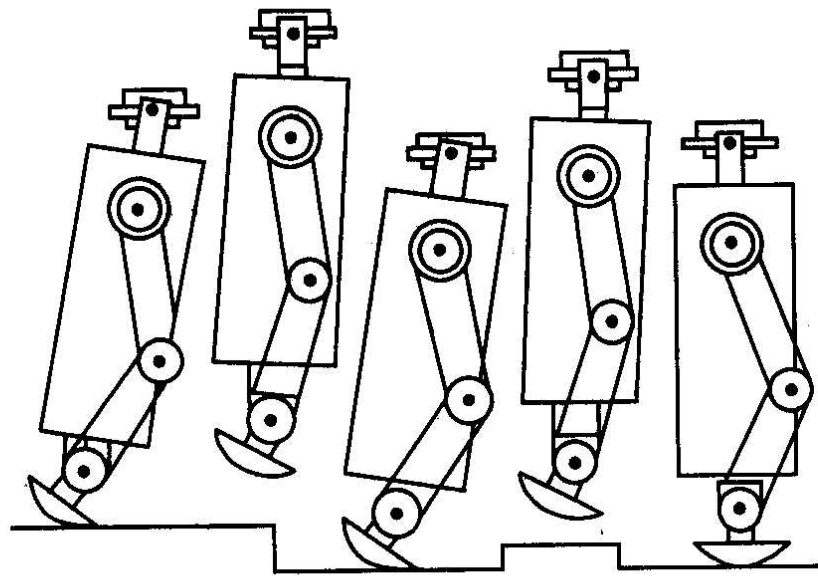
3.2 机器人的下肢结构

无人工道路，轮子困难

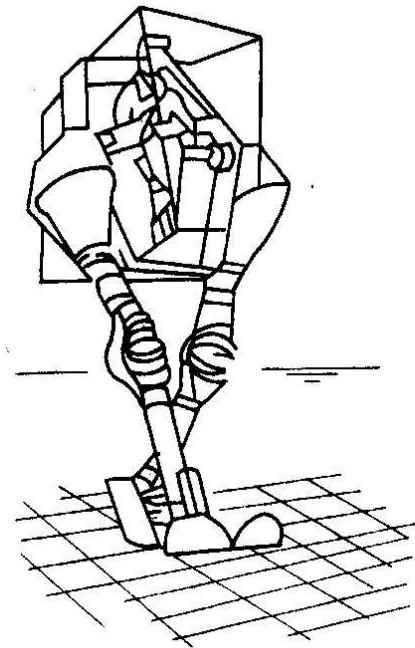
仿生物的多足步行机构

连杆机构的机器人腿

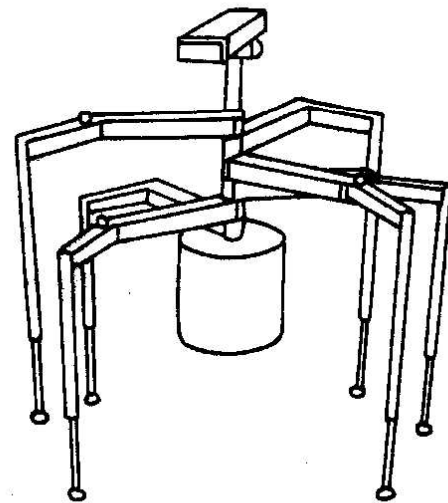
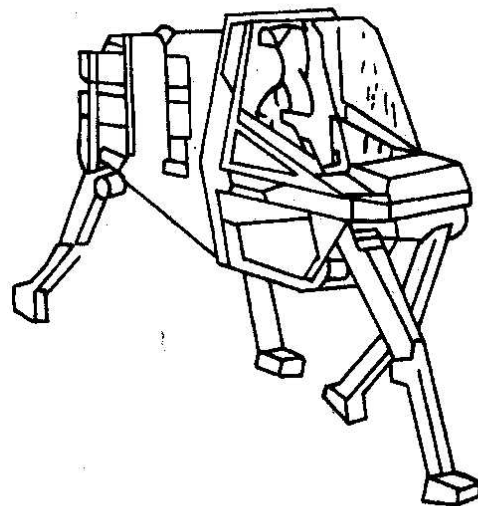
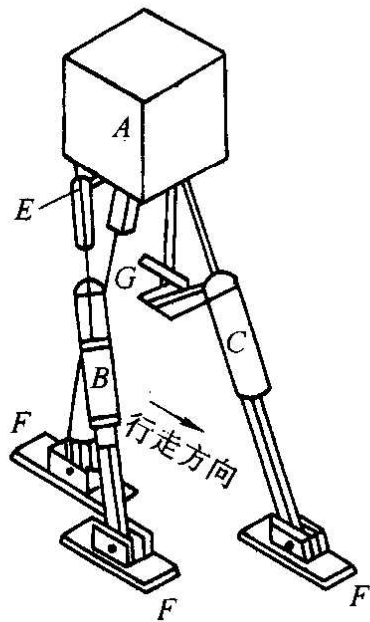




a)



b)



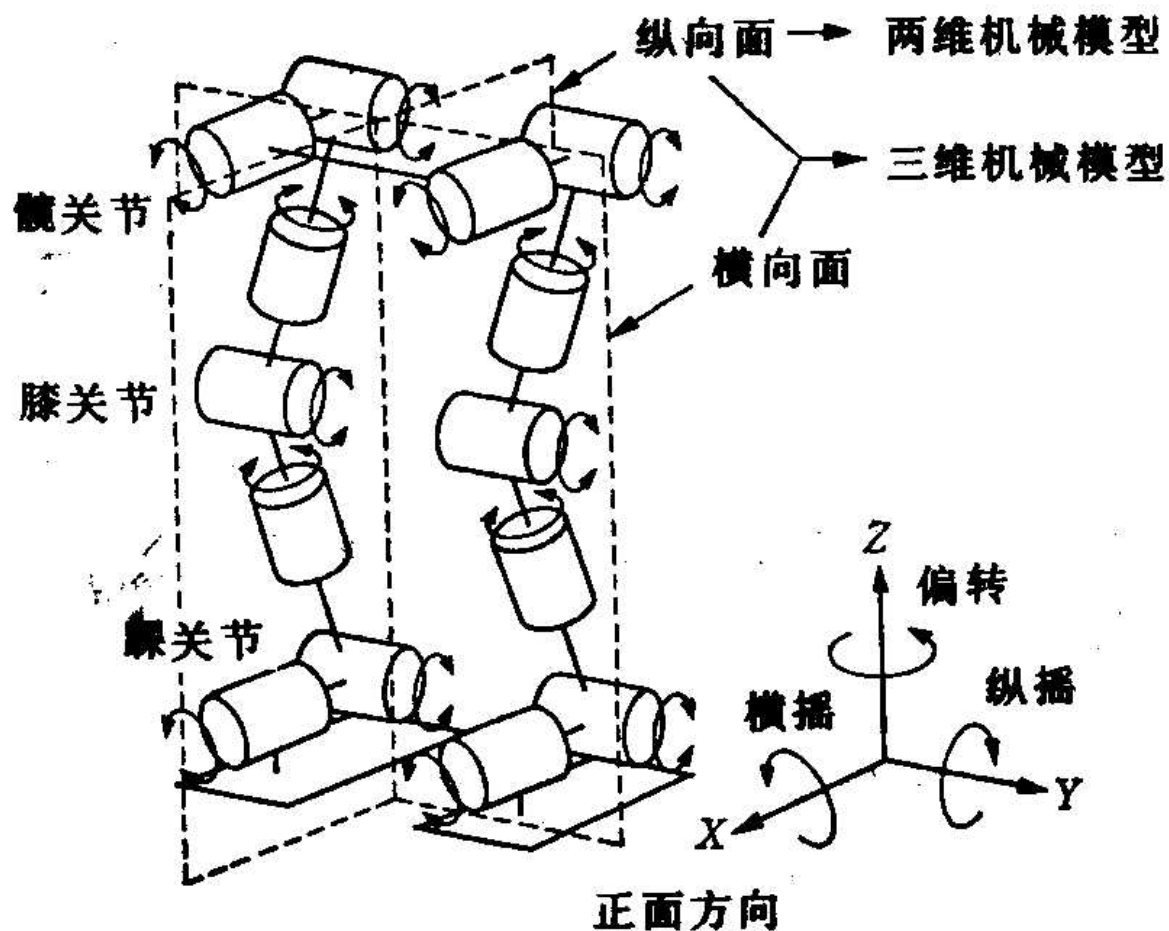
3.2 机器人的下肢结构

表 2-4 不同足数对行走能力的评价

评价指标 \ 足数	1	2	3	4	5	6	7	8
保持稳定姿态的能力	无	无	好	最好	最好	最好	最好	最好
静态稳定行走的能力	无	无	无	好	最好	最好	最好	最好
高速静稳定行走能力	无	无	无	有	好	最好	最好	最好
动态稳定行走的能力	有	有	最好	最好	最好	好	好	好
用自由度数衡量的机械结构之简单性	最好	最好	好	好	好	有	有	有

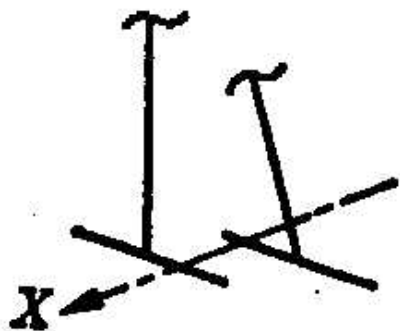
3.2 机器人的下肢结构

人体下肢机构模型

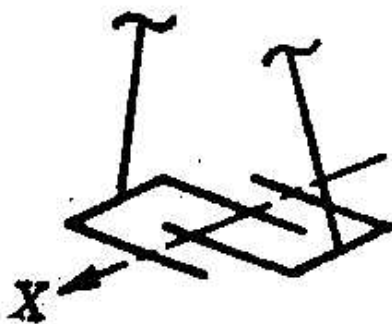


3.2 机器人的下肢结构

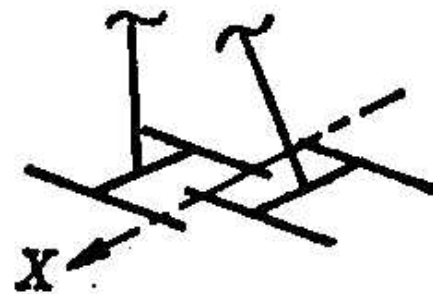
二维机械模型的足底形状



I 形



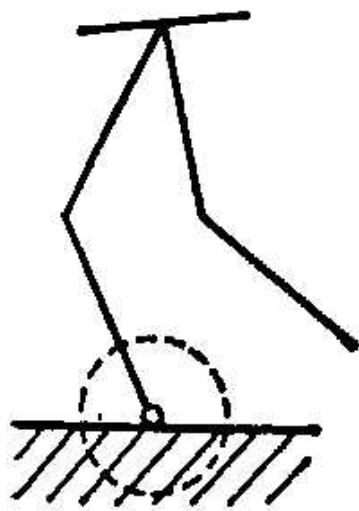
U 形



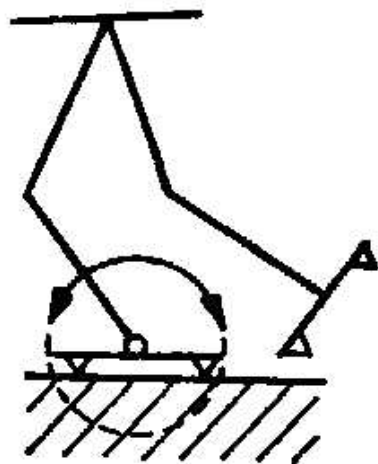
H 形

3.2 机器人的下肢结构

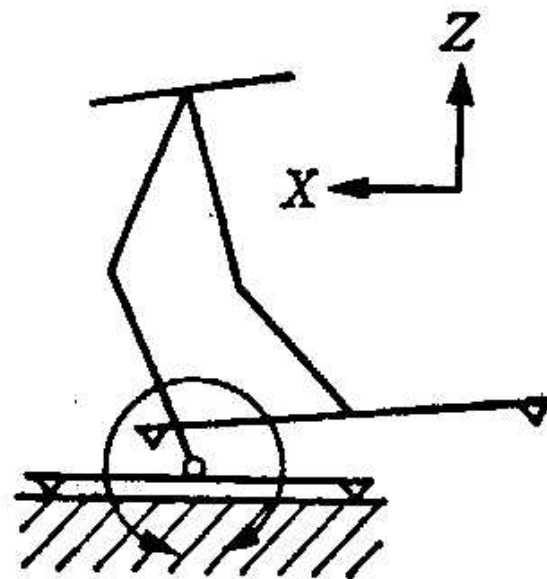
腿部机构



高跷形



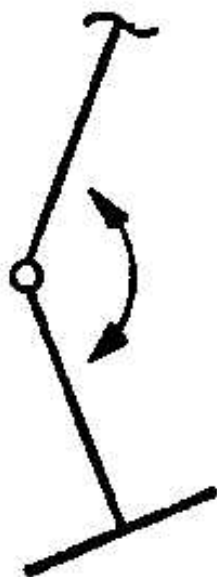
仿人形



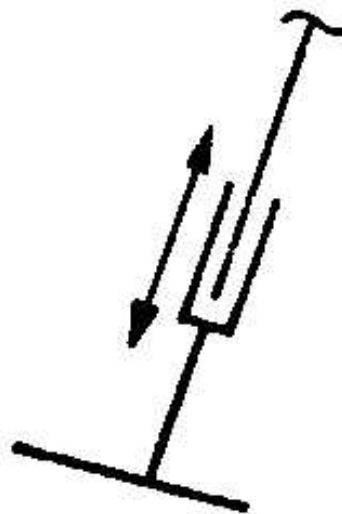
滑雪形

3.2 机器人的下肢结构

膝关节机构



弯曲形



伸缩形



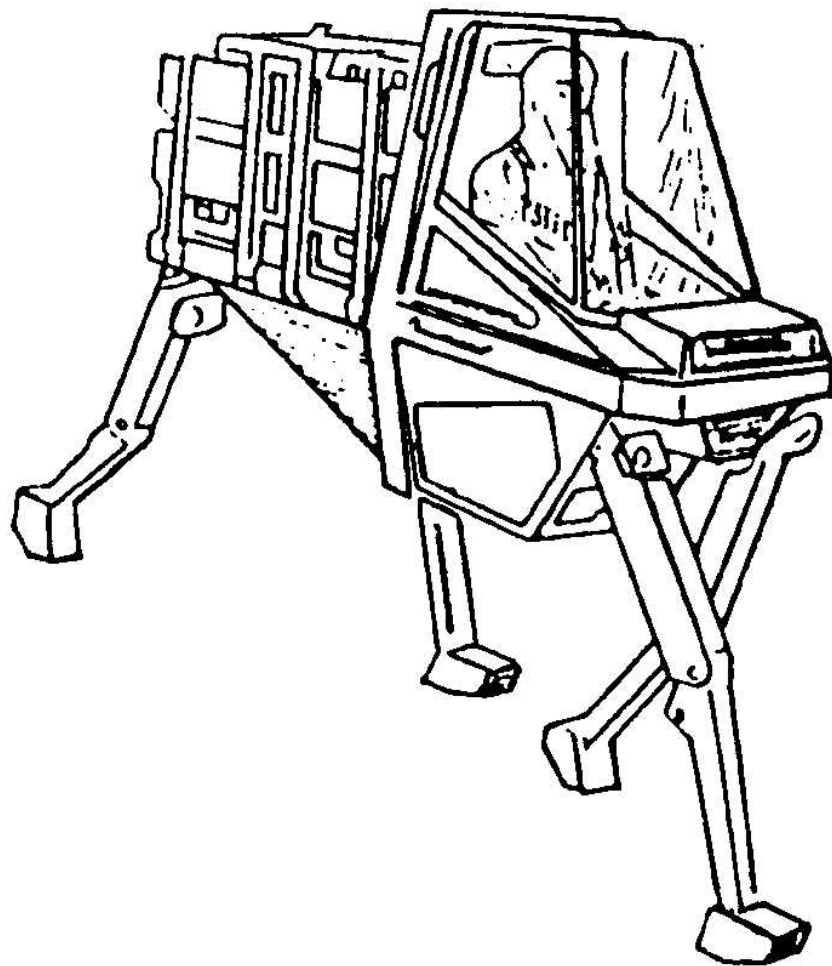
无关节形

3.2 机器人的下肢结构

1967, 加利福尼亚马

每足3自由度, 电机驱动

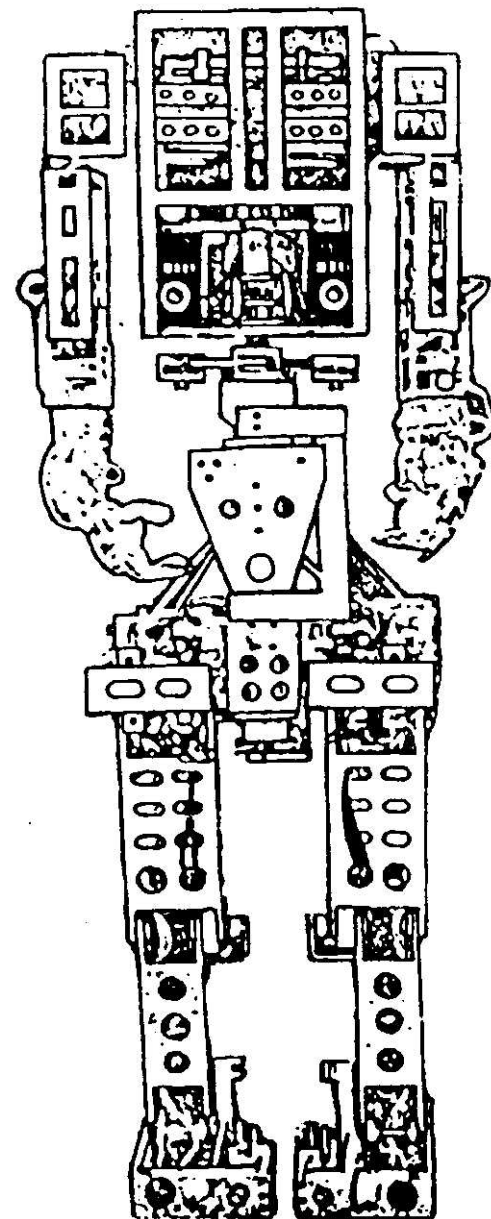
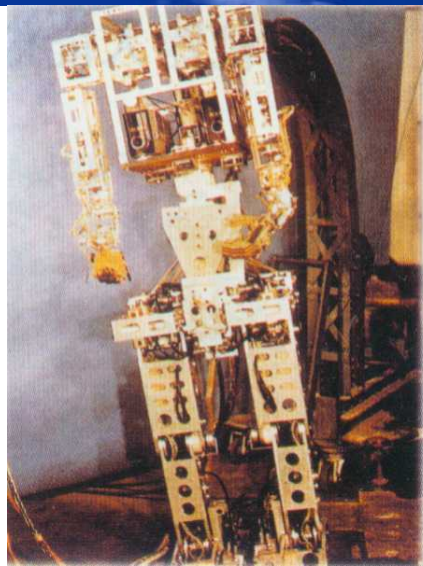
腿数多易平衡, 但攀登
台阶、不平地面上移动
及躲避障碍物困难



3.2 机器人的下肢结构

1974, 加藤一郎

Wabot



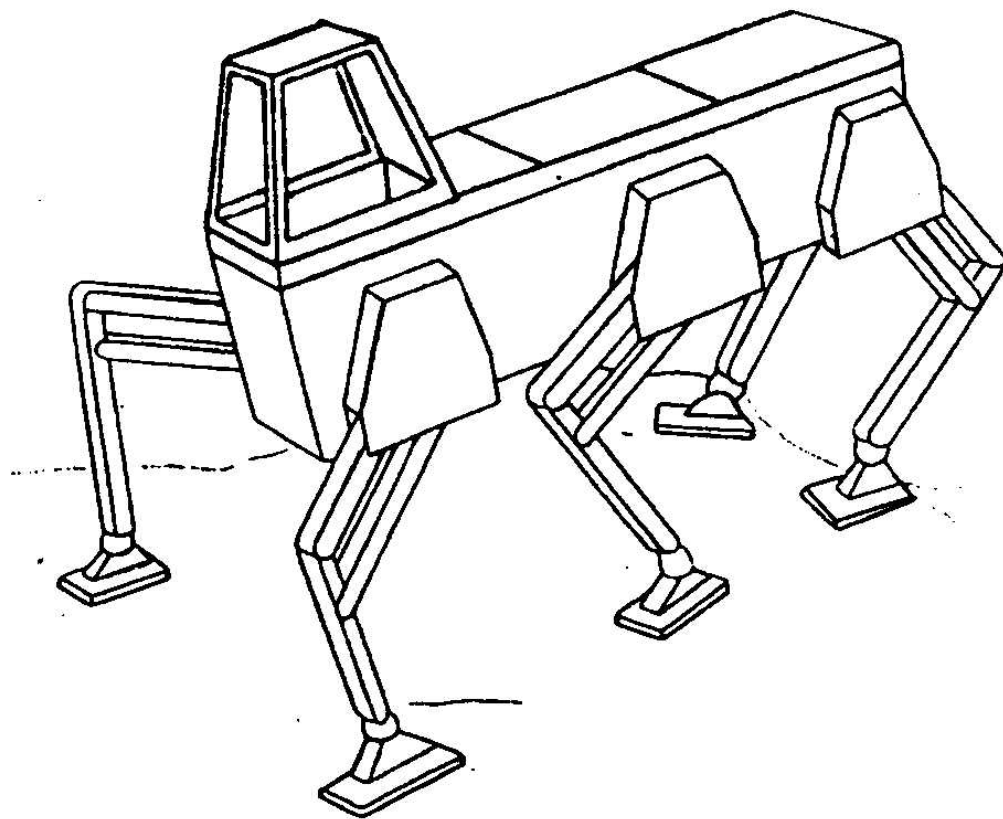
2009年3月10日星期二

3.2 机器人的下肢结构

1987，俄亥俄州大学
“ASV”六足步行机器
人

自适应悬挂步行机

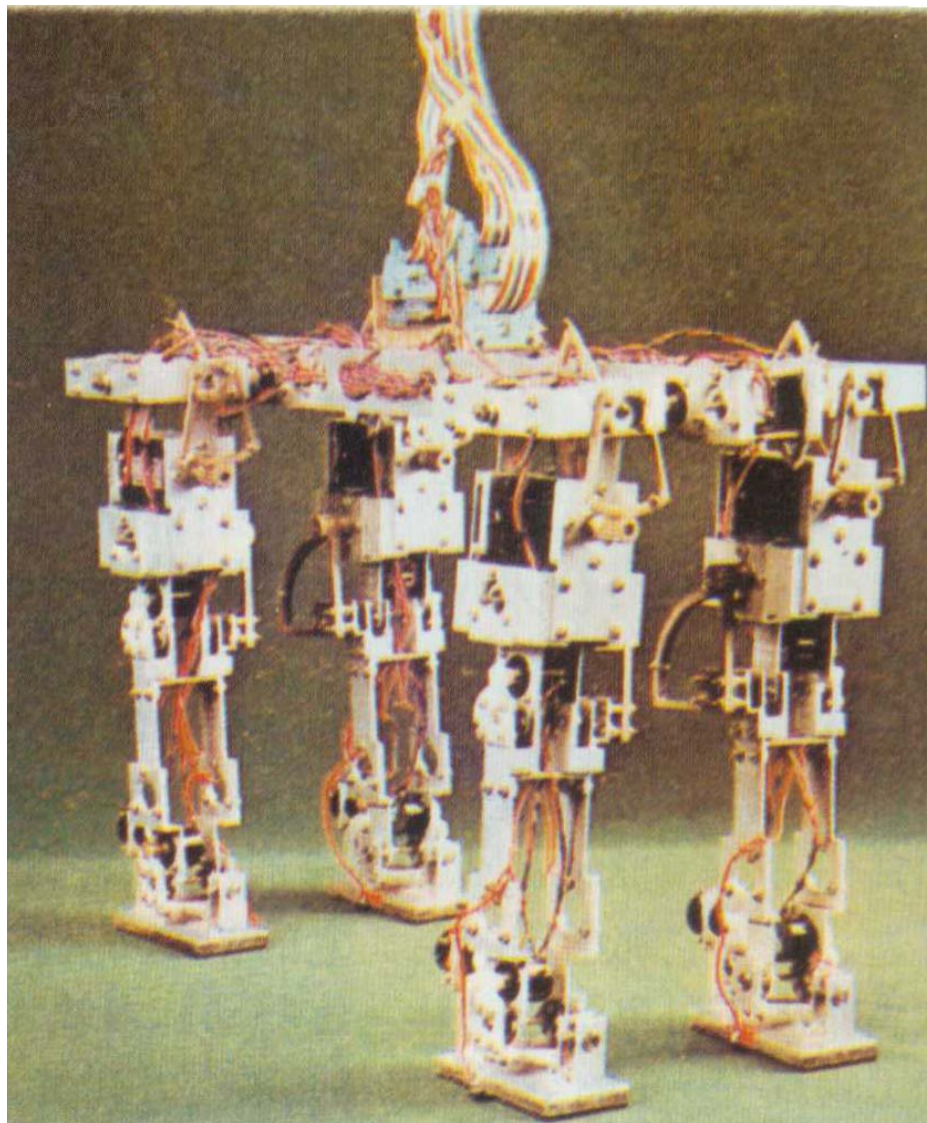
负载225kg，13km/h



3.2 机器人的下肢结构

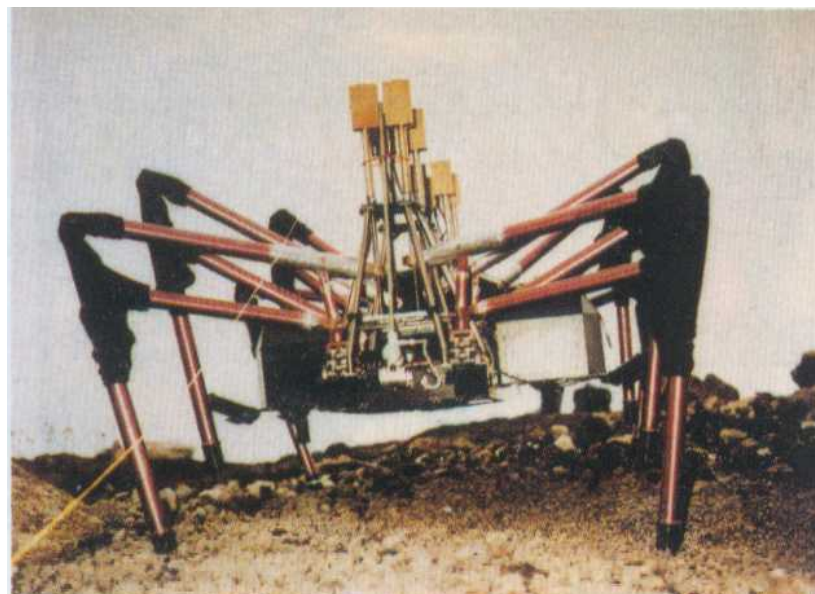
90年代初

通用电气



3.2 机器人的下肢结构

蟑螂



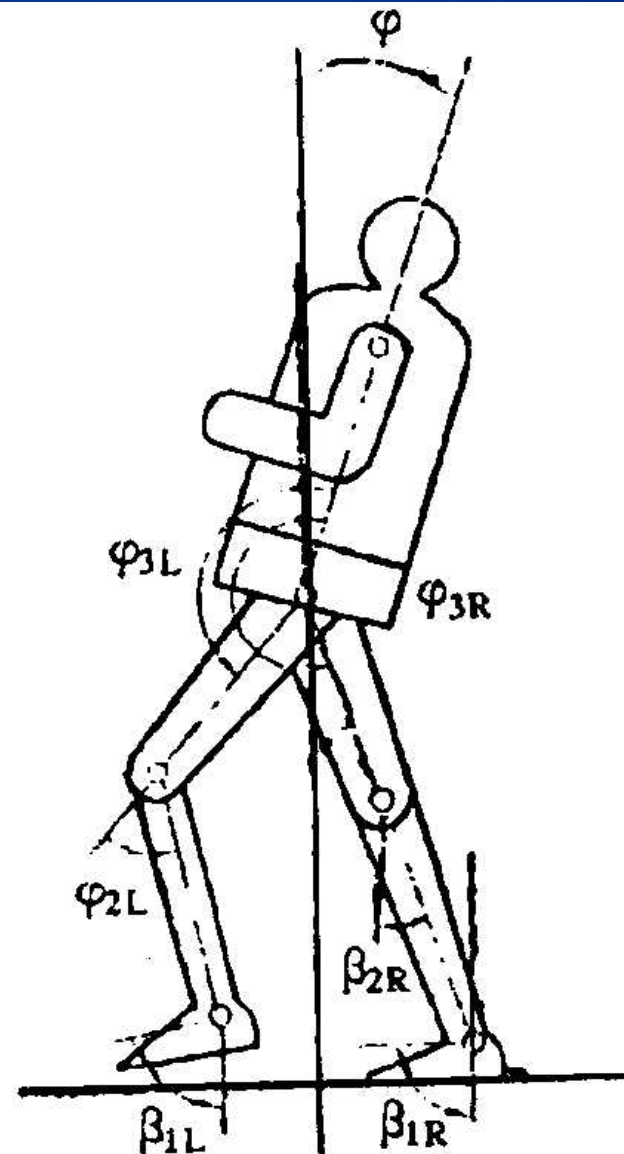
蜘蛛

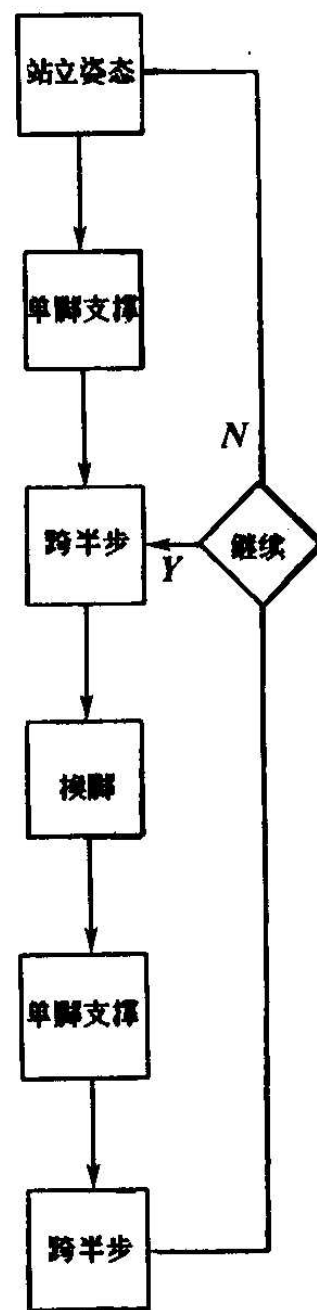
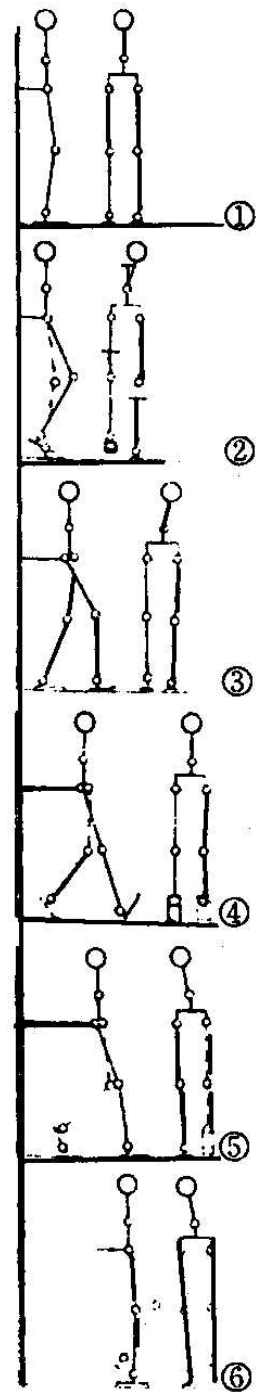
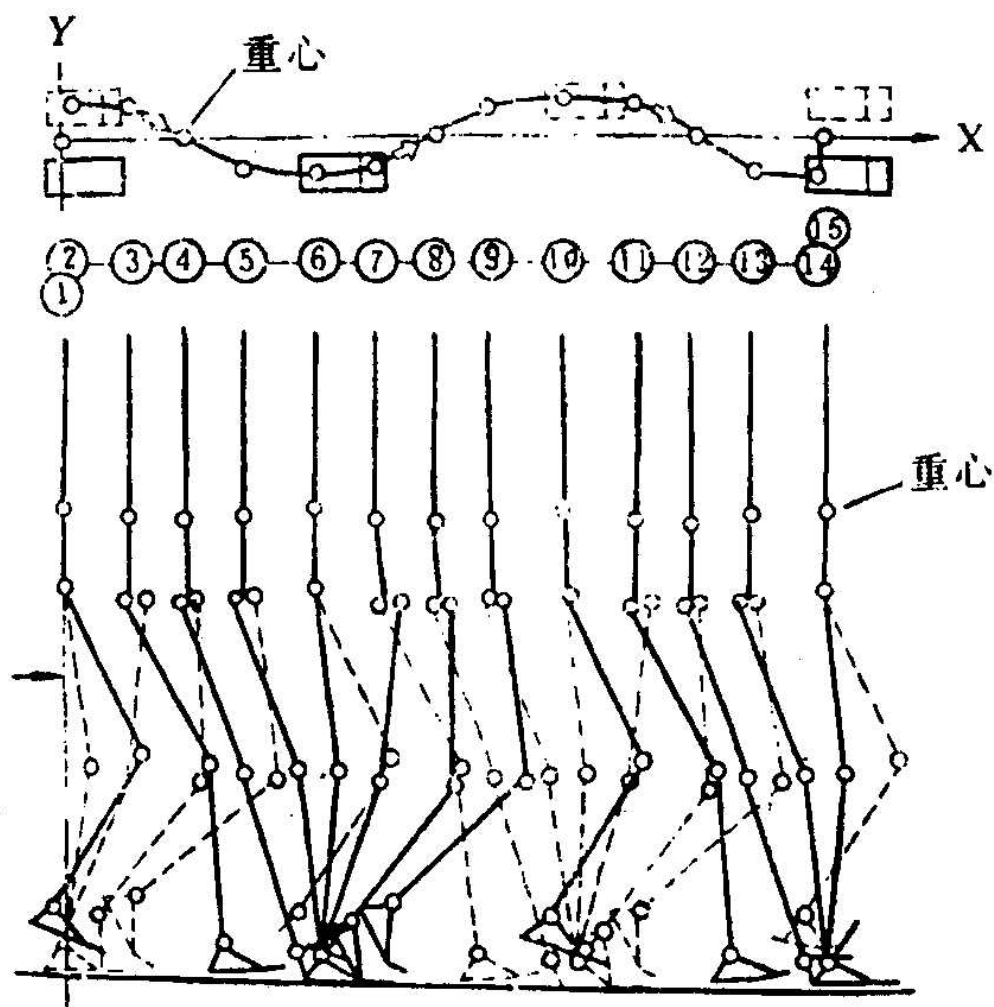
3.2 机器人的下肢结构

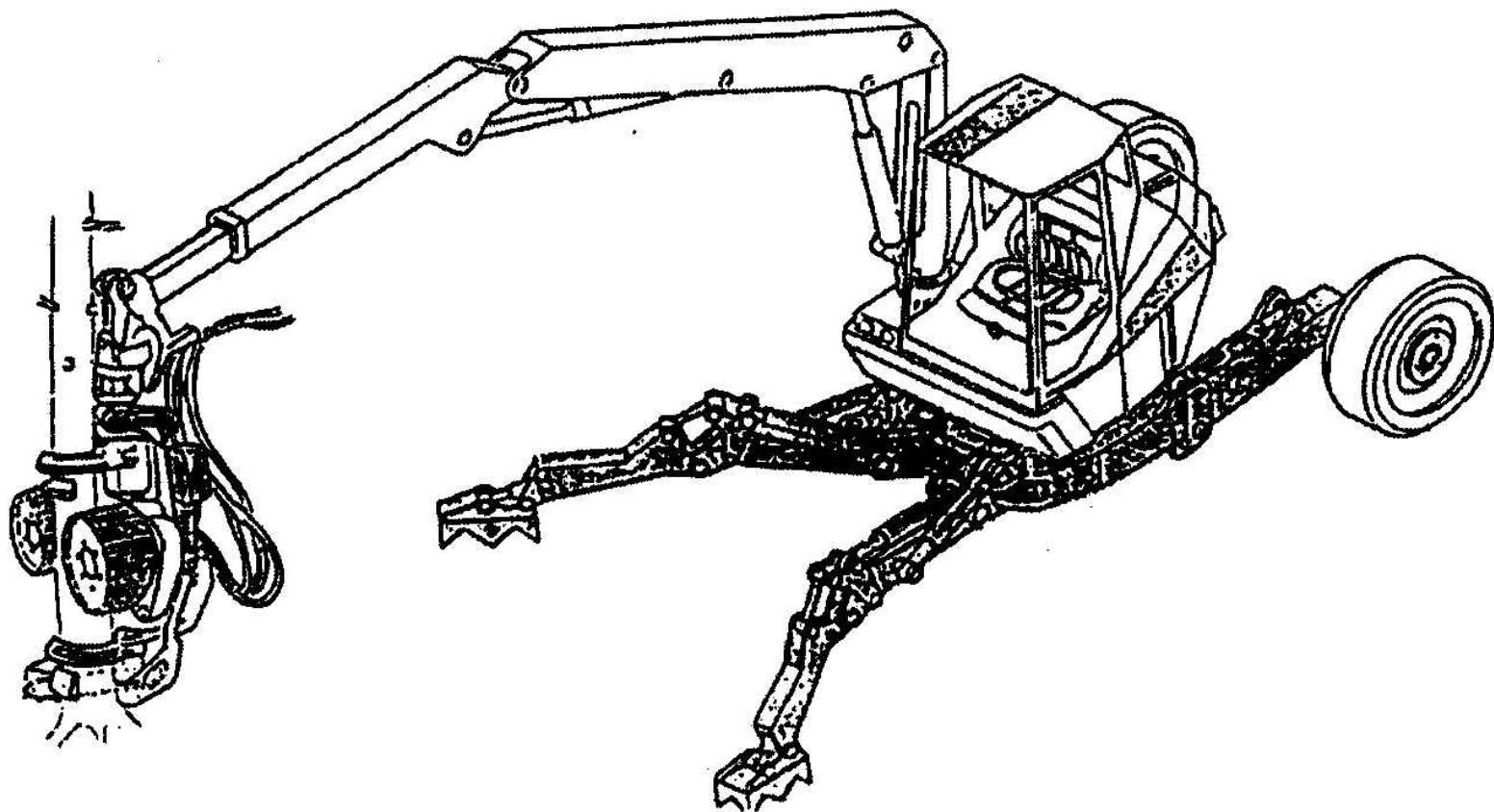
8自由度两足步行机器人

腿3个关节

2个自由度在机器人的身体内部，前后、左右







3.3 机器人的驱动装置

电力驱动 最方便的驱动方式，执行元件是各种电动机，容易与控制装置或计算机连接 减速装置，有时结构会很复杂

液压驱动 靠高压油液在油缸内的体积变化产生驱动力来推动机器人肢体运动 油缸 单位重量**输出动力大**，反应快、传动平稳、精度较高，但系统结构复杂，高压油路容易泄漏，污染严重

气压驱动 压缩空气替代了高压油液 **出力较小**，但不会污染，能防爆

3.3 机器人的驱动装置

液压驱动 靠高压油液在油缸内的体积变化产生驱动力来推动机器人肢体运动

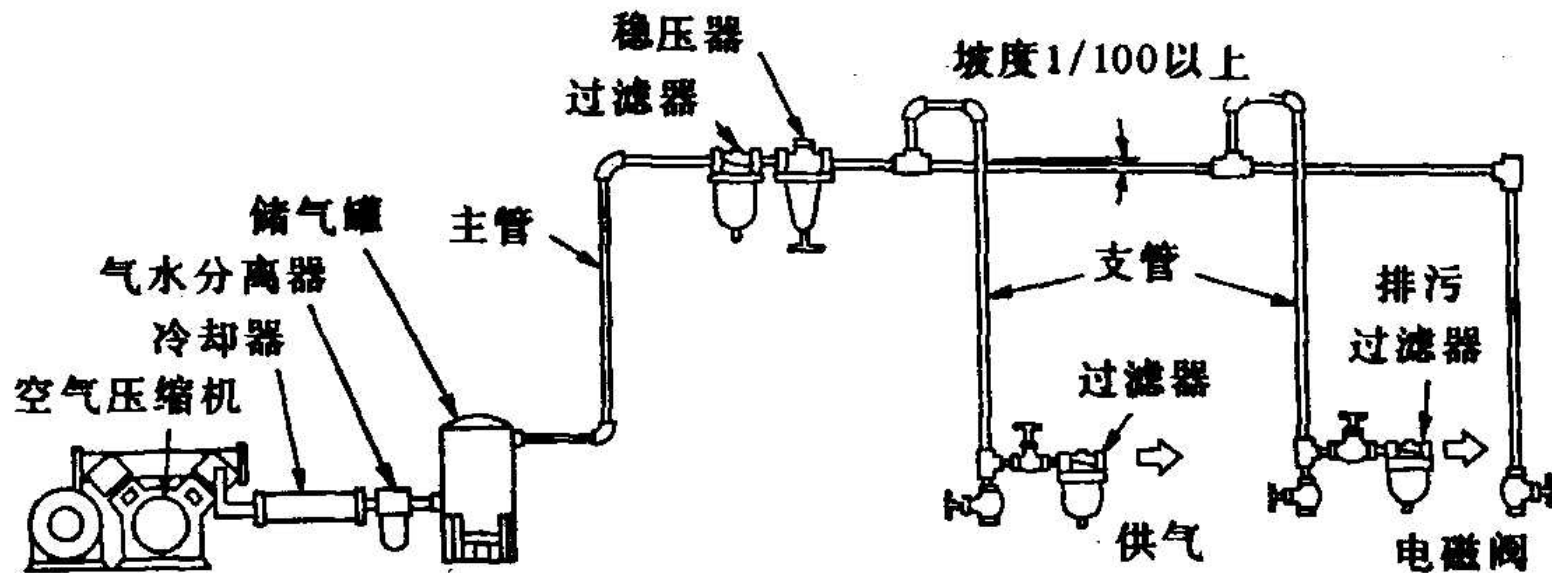
□ 驱动力的大小取决油液的单位压力和作用在油缸活塞（或叶片）上的有效面积

□ 执行元件是油缸，一般不需要减速装置或机械运动转换机构，直接带动机器人各关节动作

□ 活塞式直线油缸，叶片摆动油缸

3.3 机器人的驱动装置

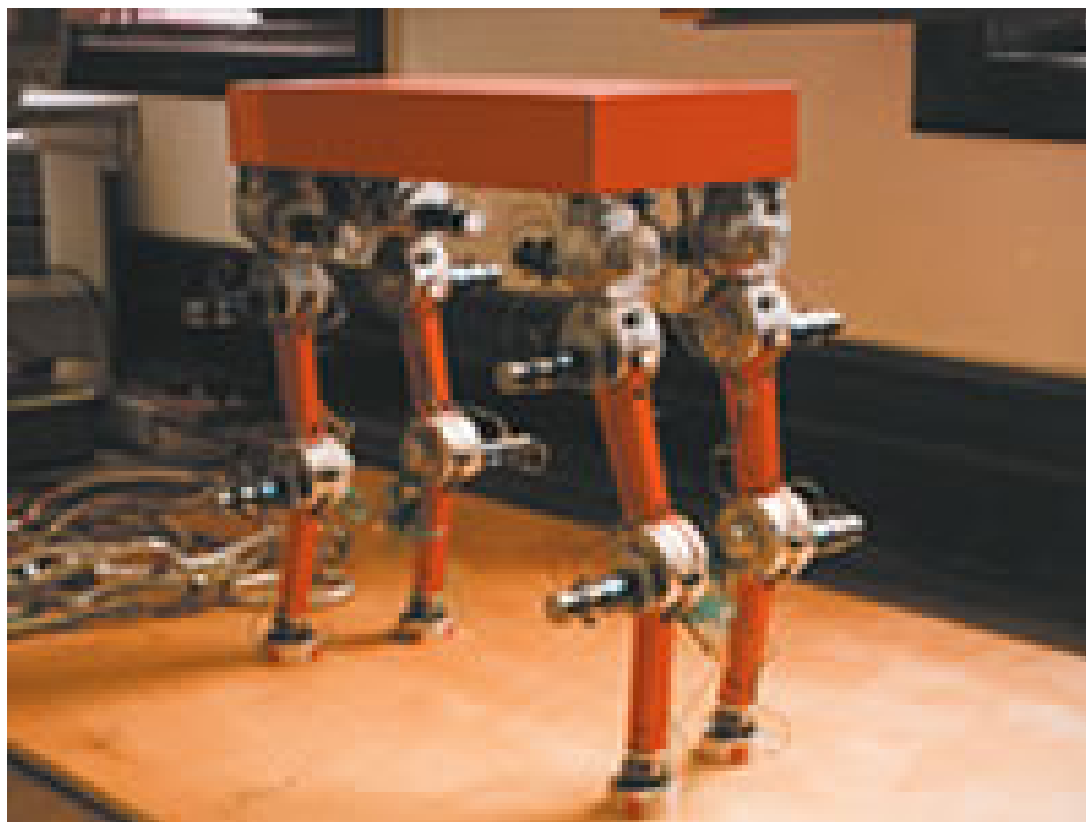
气压驱动 压缩空气替代了高压油液



机器人的下肢

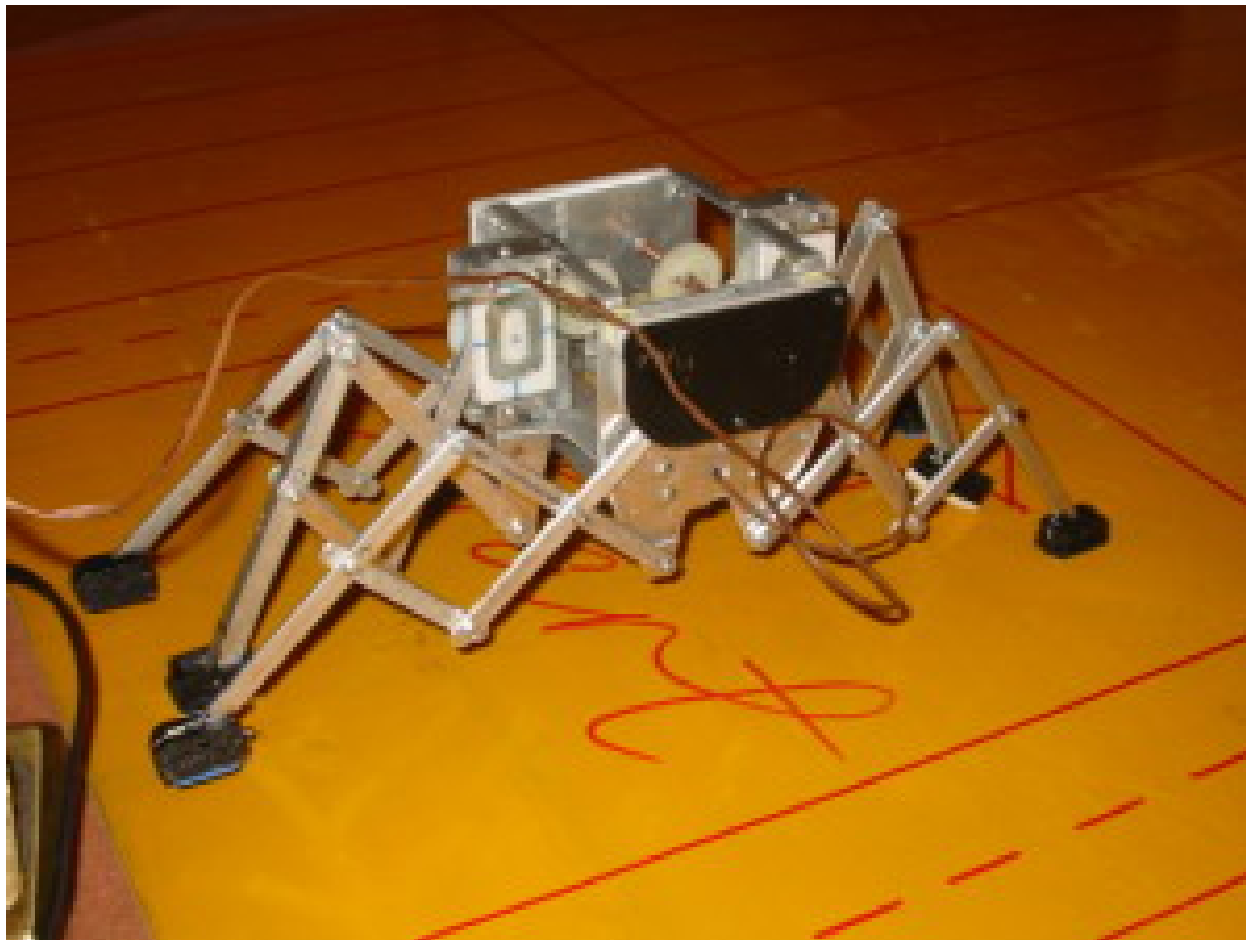
SJTU 支持全方位四足步行机器人

重量为86kg，尺寸为 $0.7 \times 0.45 \times 0.49\text{m}^3$ ，单步速度0.25km/h



机器人的下肢

SJTU 第四届工程问题挑战赛



2009年3月10日星期二

机器人的下肢

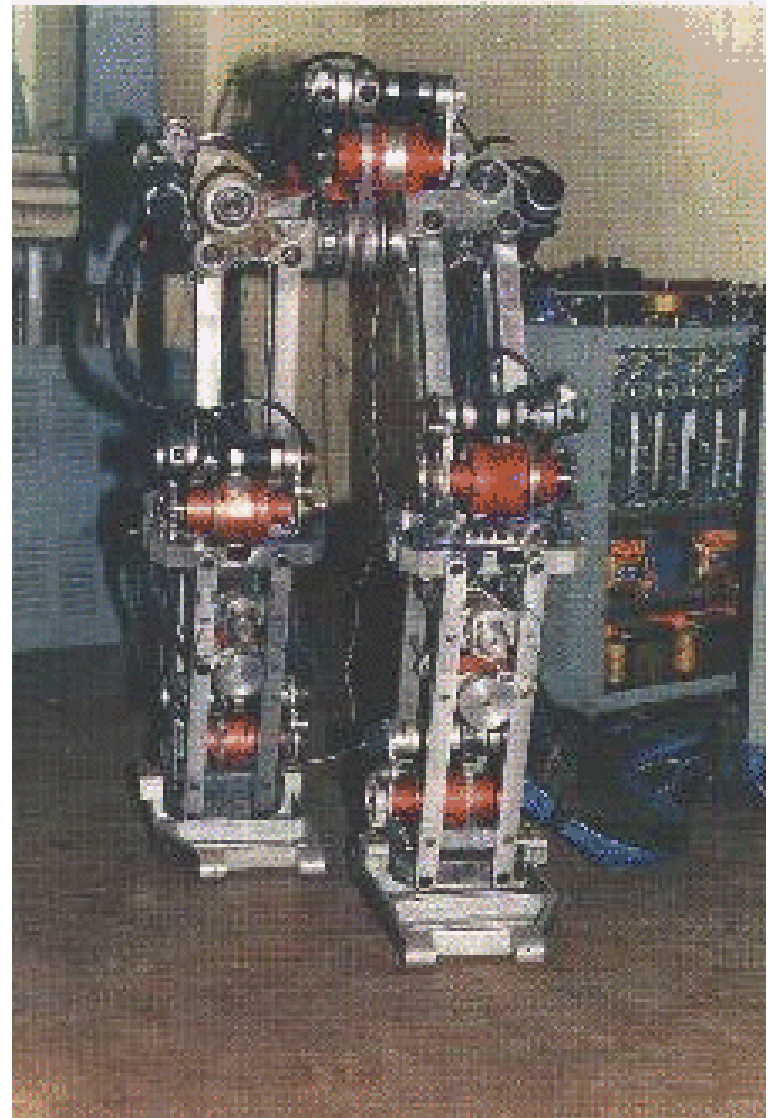
HIT 智能型双足步行机器人

本体结构：重**70**公斤，高**1.1**米，**10**个关节(自由度)

功 能：前进、后退、侧步、上下阶梯

行走速度：每步**10**秒，步幅**45**厘米

控制方式：静态步行



机器人的下肢

消防机器人



机器人的下肢

导盲机器人

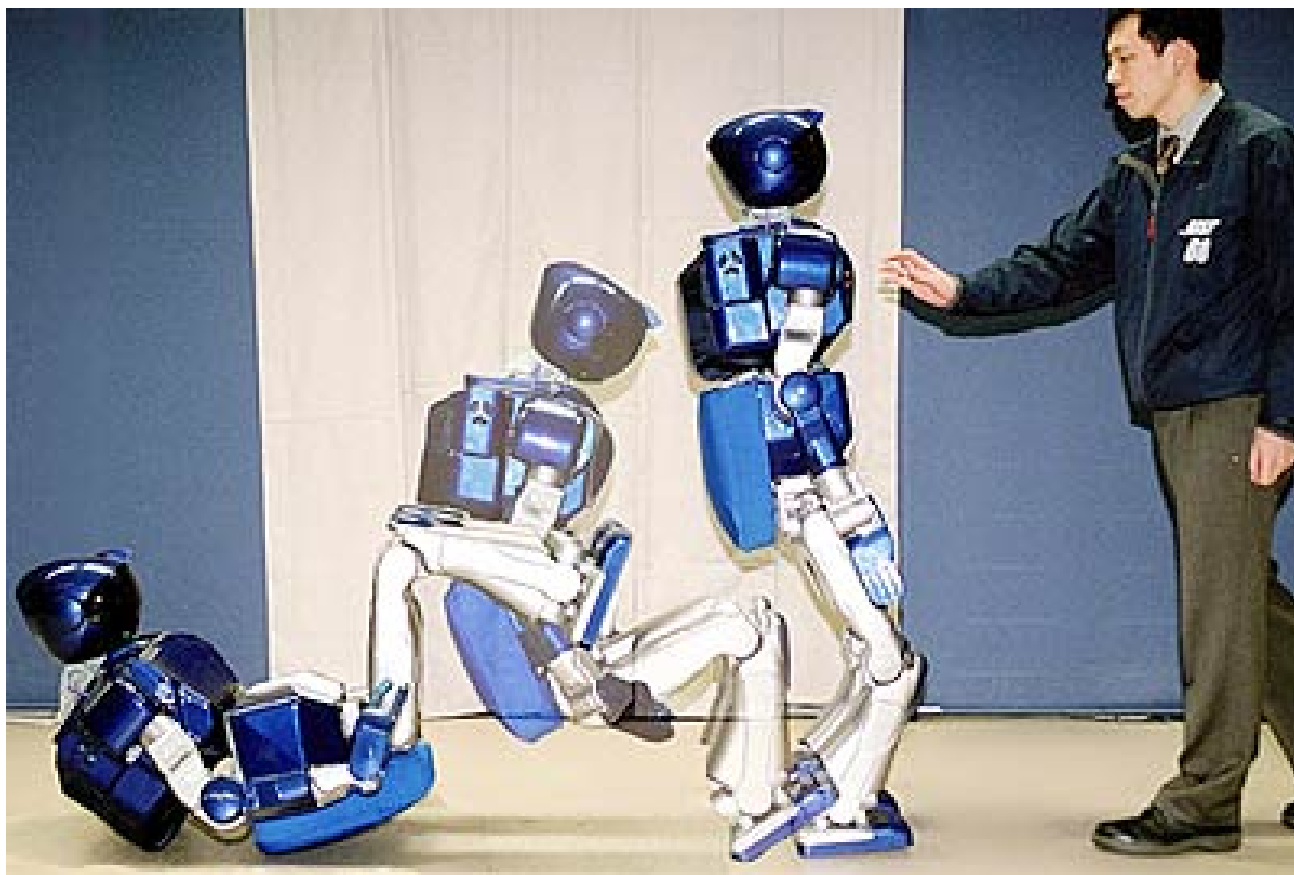


仿人形（富士、东京、本田、索尼、日本计划、德国）



机器人的下肢

“鲤鱼打挺”机器人 自己跌倒自己爬起来 两秒



练习与思考

1. 机器人两足交替行走的主要问题是什么？机器人下肢可采取哪些形式？
2. 轮式移动机器人有哪些不同型式？请举例说明。
3. 履带式移动机器人有哪些优点？
4. 足式移动机器人有哪些型式？各有何优缺点？
5. 机器人各驱动装置的优缺点是什么？