



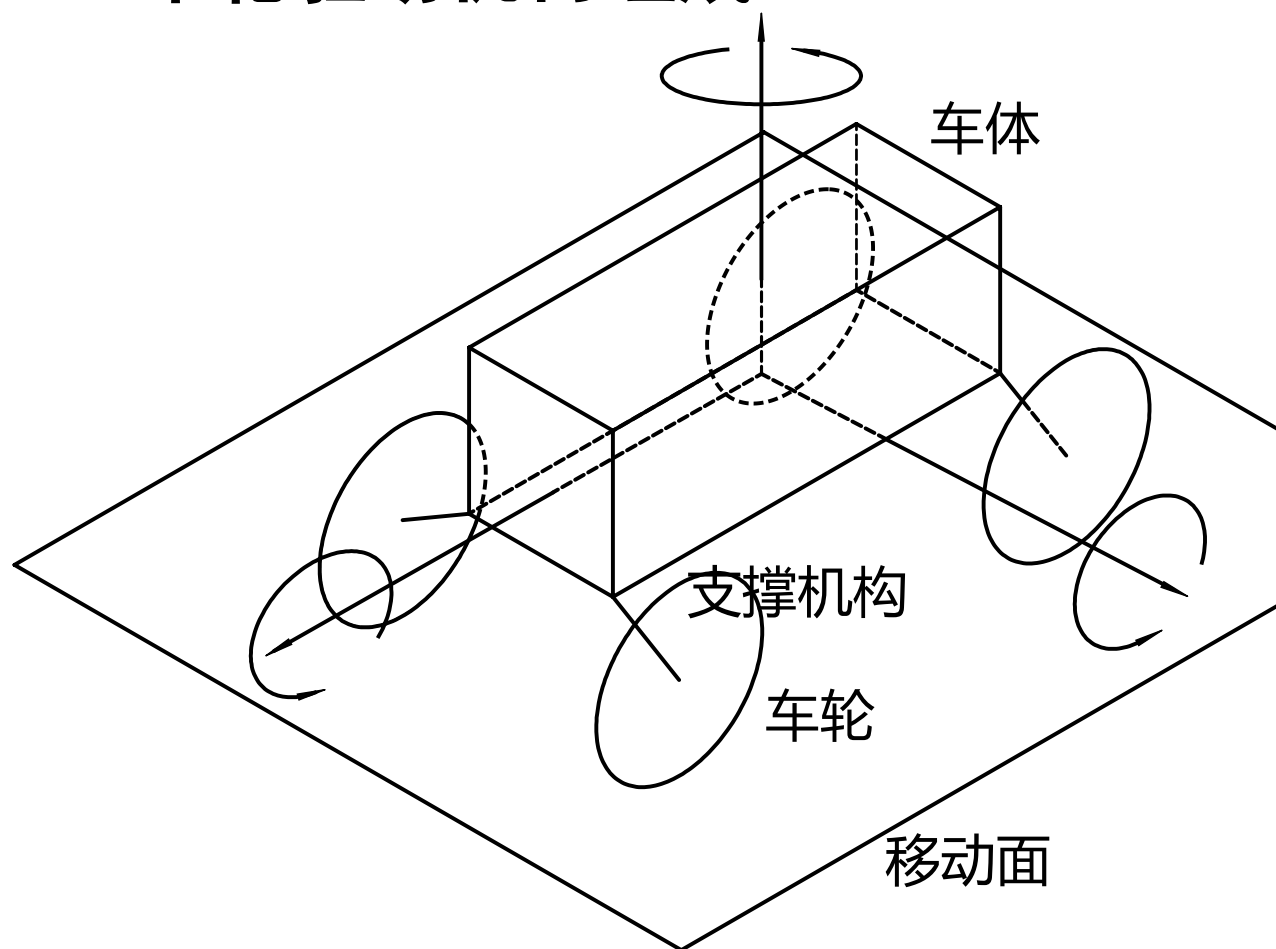
## 2.2 轮式移动运动学建模要素

# 轮式移动机器人



# 轮式移动机构

- 由车体、车轮、车体-车轮之间的支撑机构、以及车轮驱动机构组成

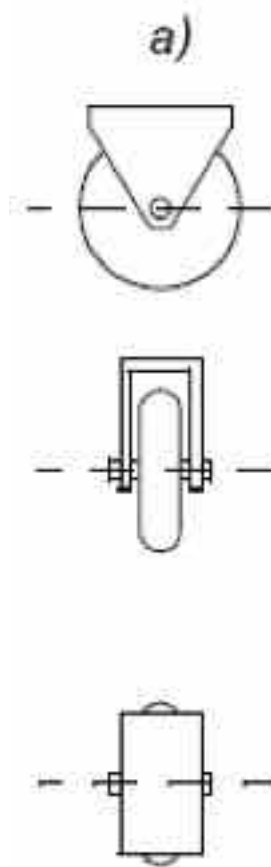


轮子的**类型、个数和排布方式**是影响轮式移动机器人运动学的主要因素

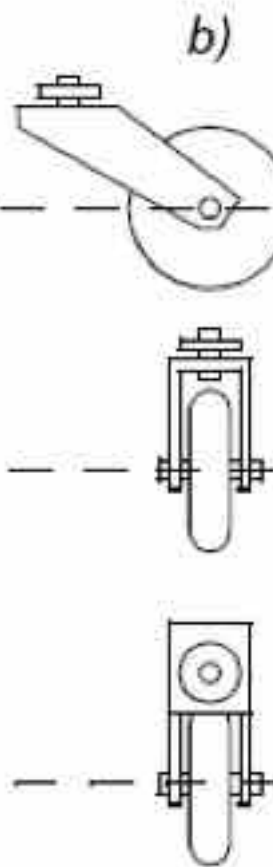


# 轮子的类型

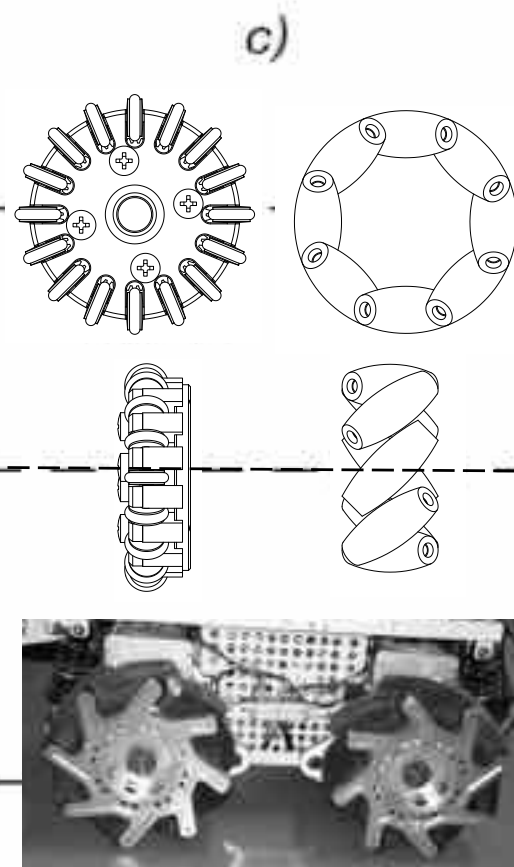
标准轮



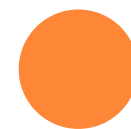
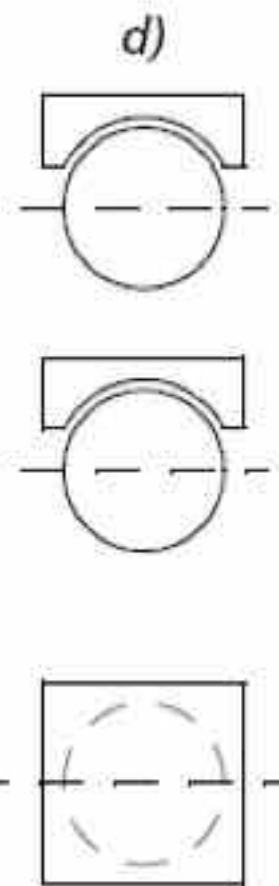
脚轮



Swedish轮

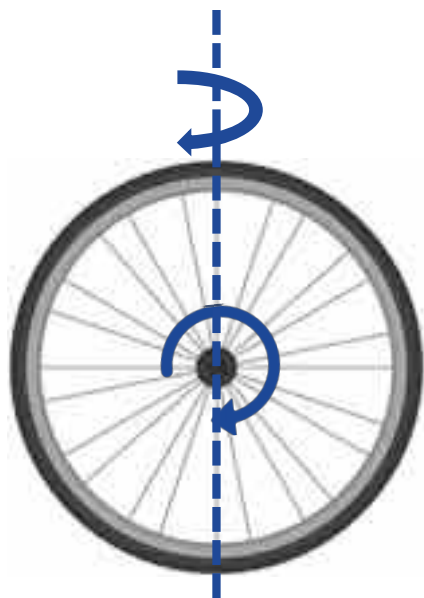


球轮



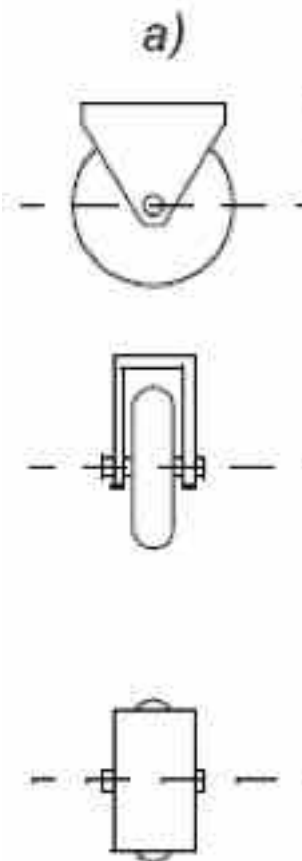
# 标准轮

- 两个自由度：主转动轴，垂直旋转轴
- 具有很高的方向性，为了移向不同方向，必须先沿着垂直轴调整轮子方向



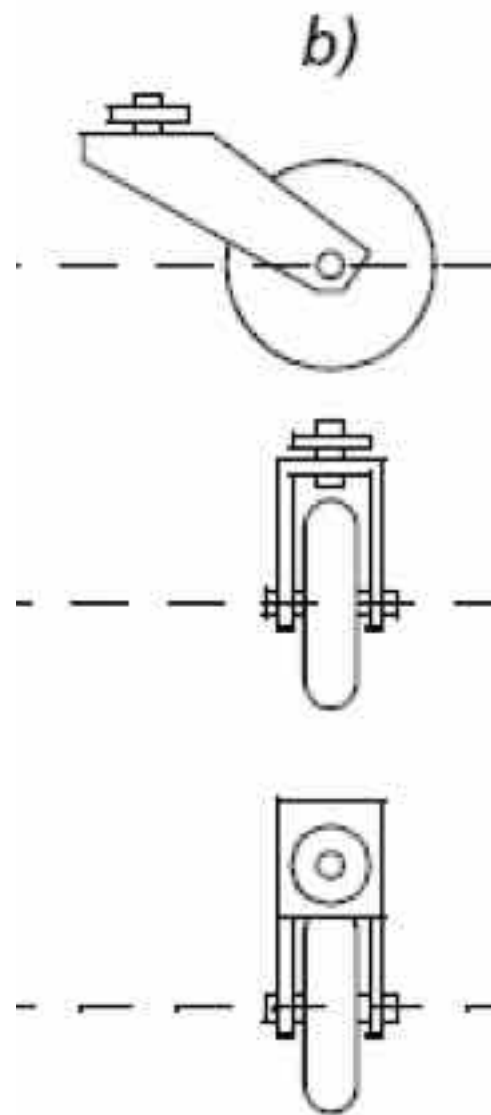
固定标准轮

转向标准轮



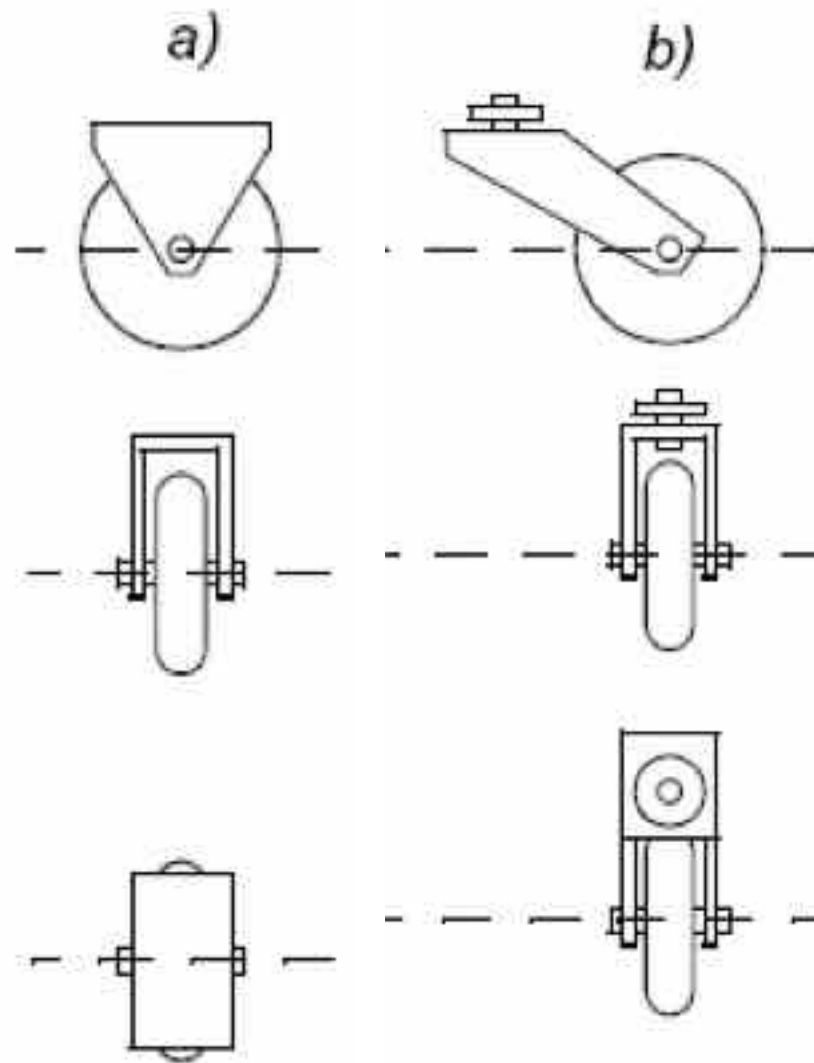
# 脚轮

- 两个自由度
- 具有很高的方向性
- 旋转垂直轴不通过地面接触点



## 脚轮与标准轮的区别

- 标准轮可以无偏地完成调向，其旋转垂直轴通过轮子与地面的接触点
- 脚轮则是沿着偏离轴转动，导致在调向时对机器人底盘施加了一个力矩



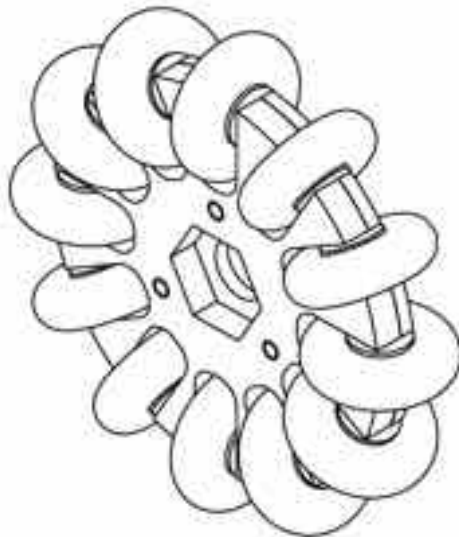


# SWEDISH轮

3个自由度：  
绕轮子主轴转动  
绕滚子轴心转动  
绕轮子和地面的接触点转动



45度Swedish轮  
(Macanum wheel)



90度Swedish轮



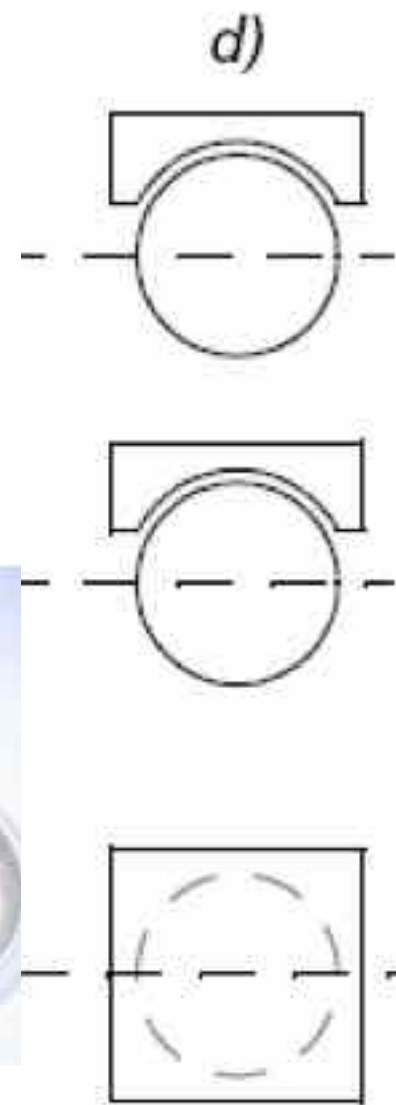
连续切换轮  
振动较小

存在不连续振动



# 球轮

- 是真正的全方向轮，被设计为可以主动驱动沿着任意轴旋转
- 设计机制来源于计算机鼠标，利用鼠标球逆驱动方式实现驱动



## 轮子的数量与排布 1：独轮车

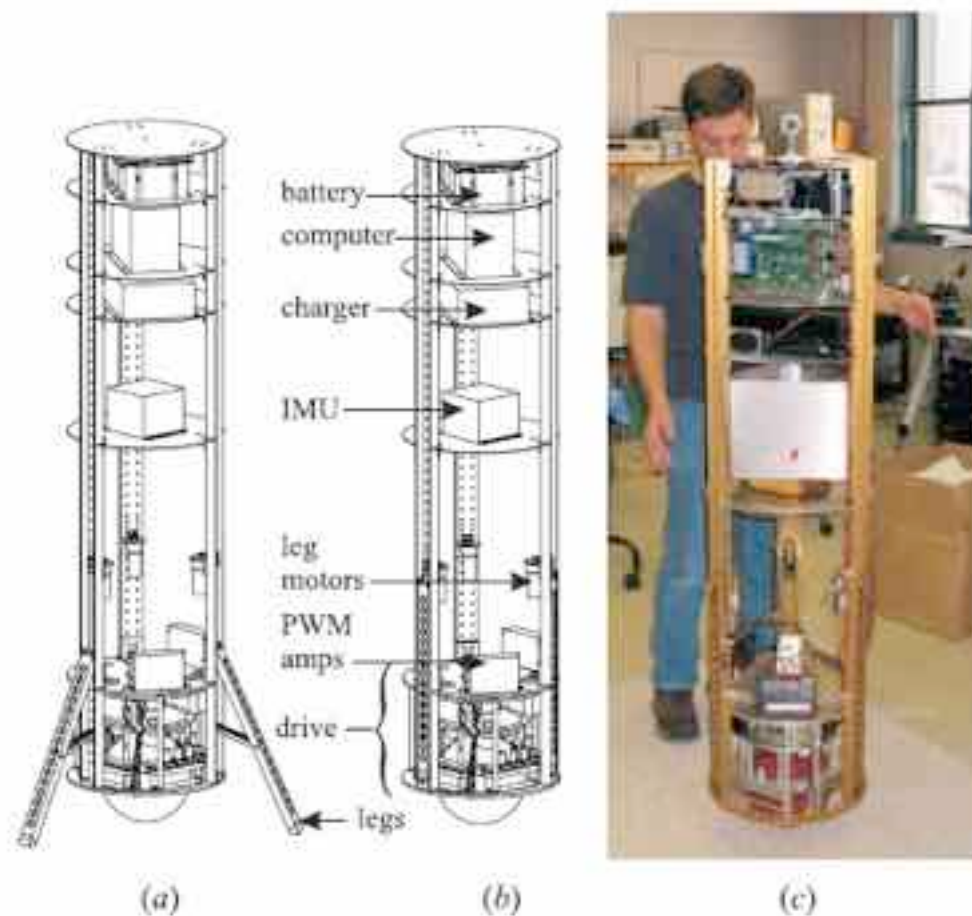


香港中文大学研发的  
独轮机器人

- 整体是一个标准轮
- 与地面是连续点接触
- 静态不稳定
- 动态稳定：陀螺进动原理
- 可在不平整地面和倾斜地面上行走，具有对外界扰动不敏感特性



## 轮子的数量与排布 1：独轮车



- 采用球轮
- 具有全向移动特性
- 静态不稳定
- 动态不稳定

卡耐基梅隆大学研发的独轮机器人

## 轮子的数量与排布 2：两轮车



清华大学研制的自动自行车



伯克利大学和德克萨斯A&M  
大学联合研制的自动摩托车  
Ghostrider





## 轮子的数量与排布 2：两轮车



采用后轮固定标准轮和前轮转向标准轮组成  
后轮进行速度控制，前轮进行方向控制  
控制复杂，难以实现静态和动态稳定



## 轮子的数量与排布 2：两轮车



两个固定标准轮左右并列同轴排布、独立驱动

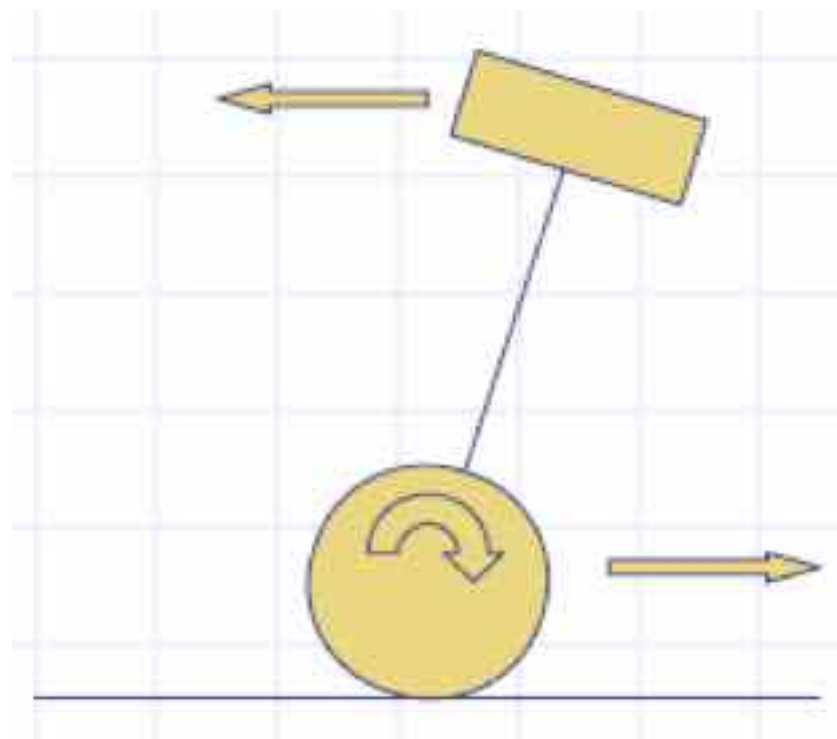
## 轮子的数量与排布 2：两轮车

难以静态稳定

可采用逆钟摆方式

实现动态平衡

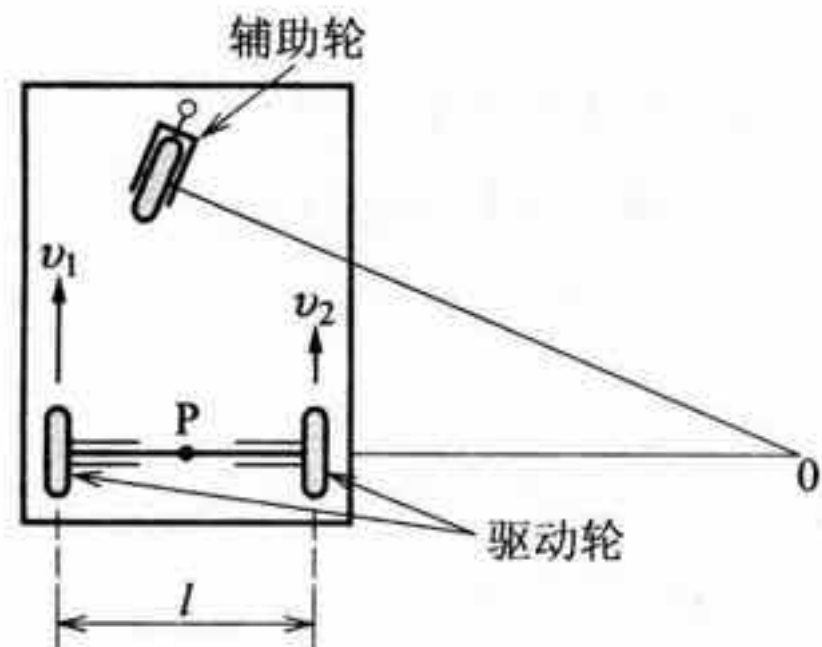
（本质原因在于标准轮具有很好的方向性并与车子运动方向一致的特性）





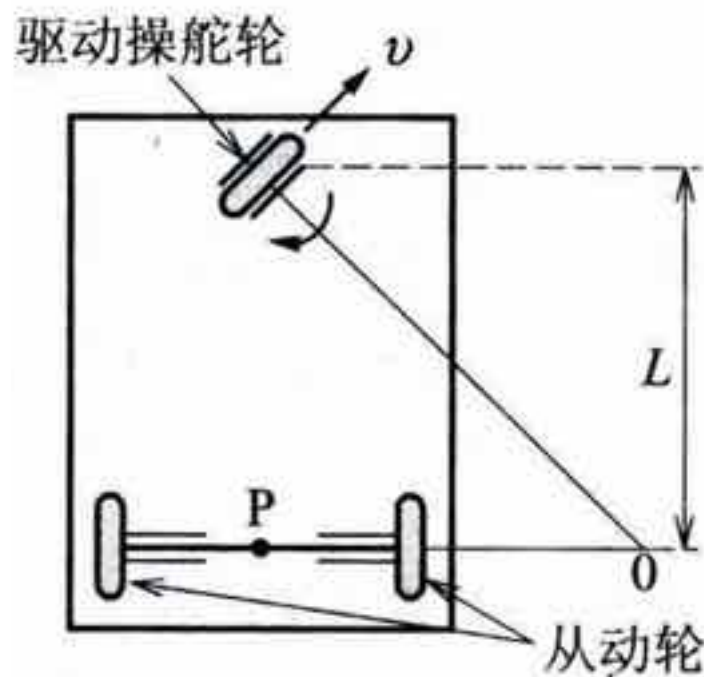
## 轮子的数量与排布 3 : 三轮车

三轮支撑域大，具有静态稳定特性

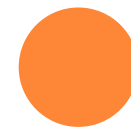


- (1) 两个独立驱动标准轮+一个随动轮（脚轮/球轮）  
结构简单，旋转半径可以0到无穷，以P点为旋转中心

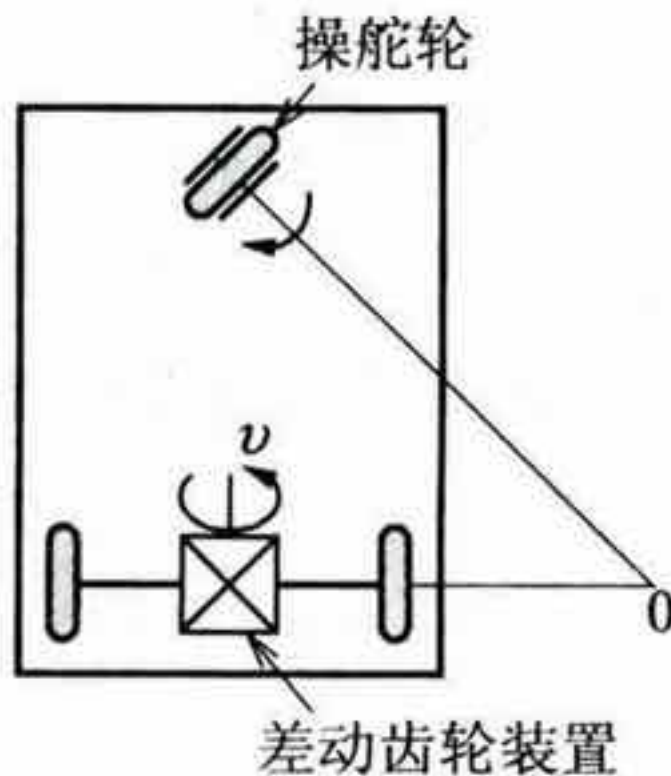
## 轮子的数量与排布 3 : 三轮车



(2) 前轮采用一个转向标准轮，分别进行方向控制和转速控制，后轮采用两个随动轮（脚轮/球轮/Swedish轮/标准轮）

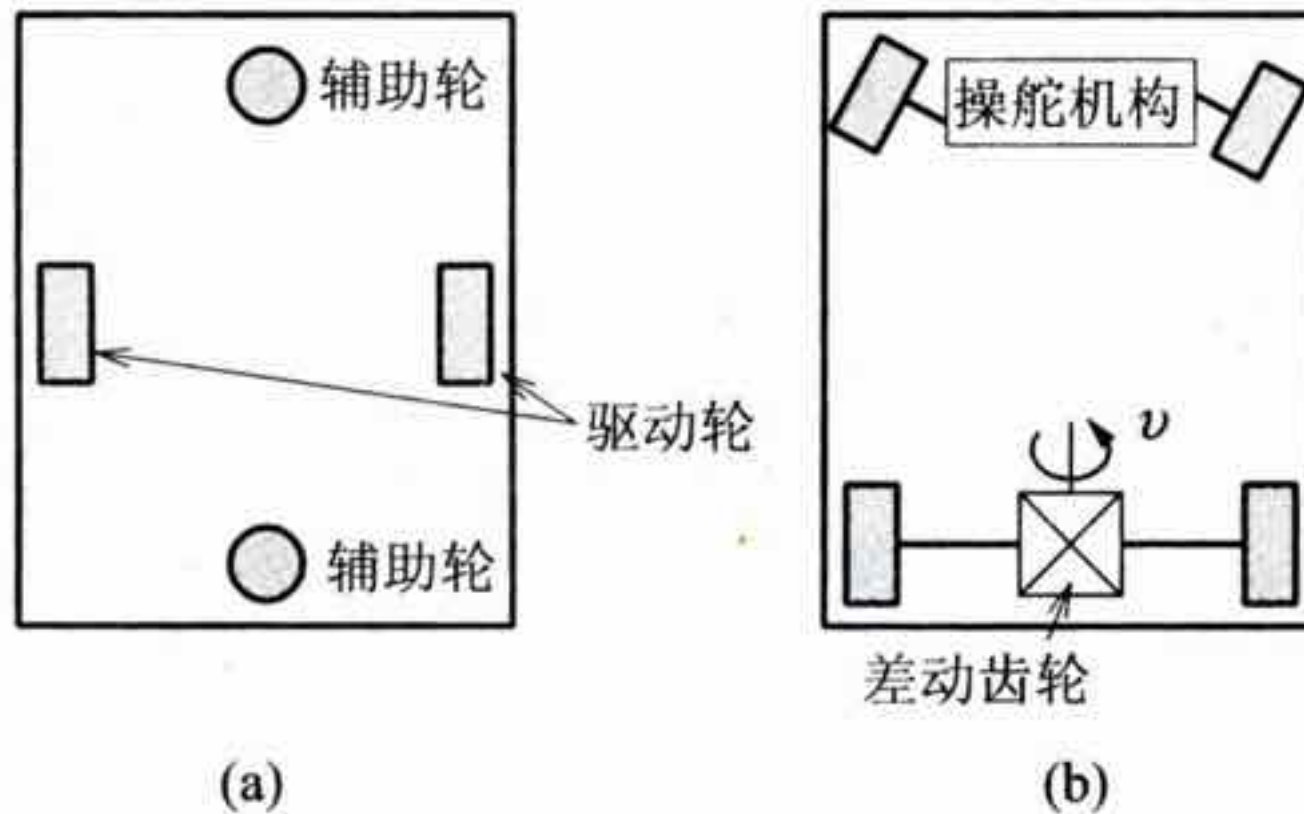


## 轮子的数量与排布 3：三轮车



(3) 前轮采用一个转向标准轮，进行方向控制，后轮采用两个通过差动齿轮进行驱动的固定标准轮

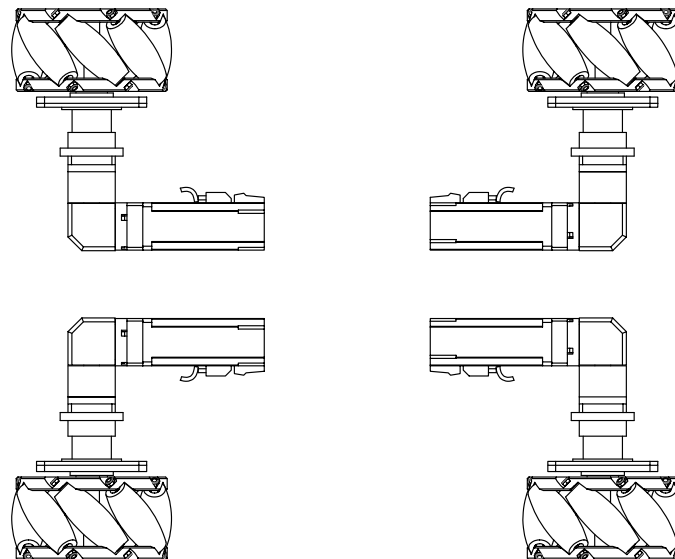
## 轮子的数量与排布 4：四轮车



## 轮子的数量与排布 (5)



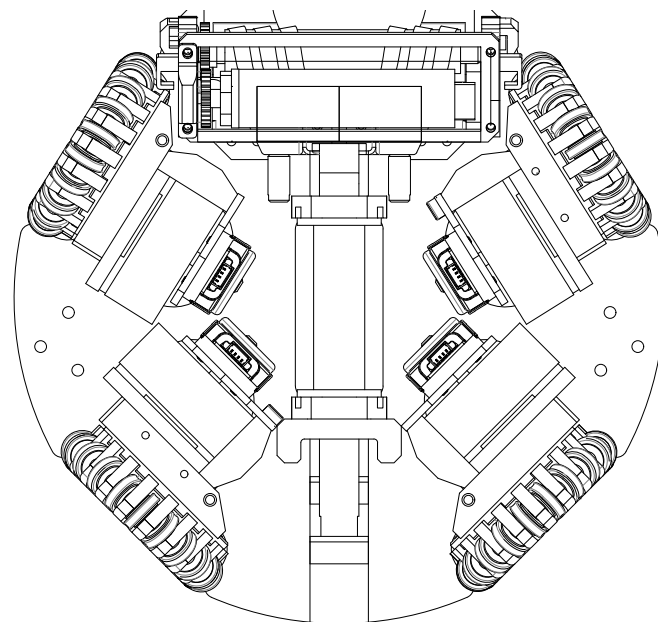
## 轮子的数量与排布 5: 全方向移动机器人



(1) 四个独立驱动麦克纳姆轮构成



## 轮子的数量与排布 5: 全方向移动机器人

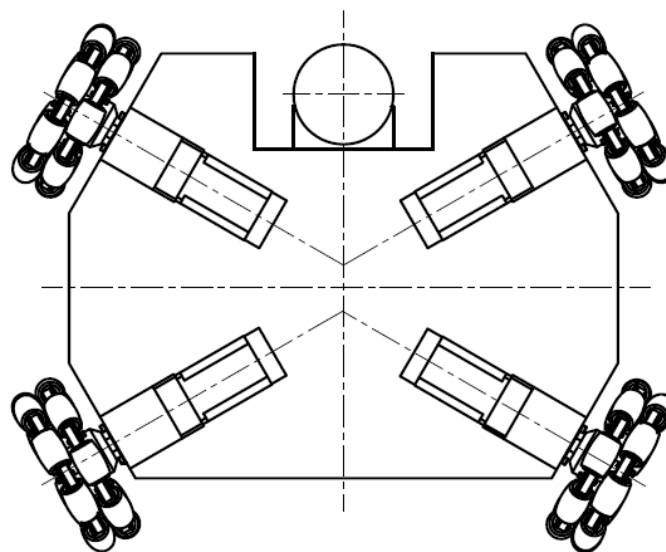


(2) 四个独立驱动的90度Swedish轮构成





## 轮子的数量与排布 5: 全方向移动机器人



(3) 四个独立驱动的90度连续切换Swedish轮构成

## 轮子的数量与排布 5: 全方向移动机器人



(4) 三个独立驱动的90度Swedish轮构成

