



# 特种机器人技术

韩瑜 教授  
智能工程学院

# 智能机器人

2023年春季学期

# 上个世纪末电影中的机器人形象



你们可能看过电影中机器人的形象





你们可能看过电影中机器人的形象



你们可能看过电影中机器人的形象

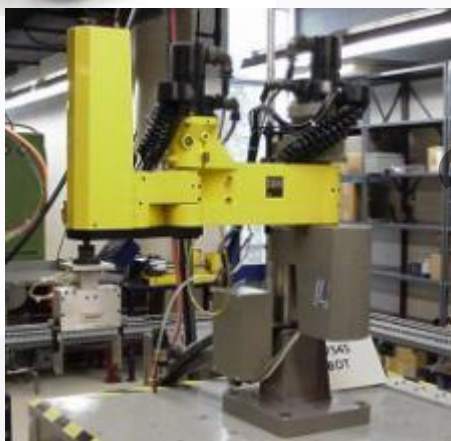


机器人是不是很COOL?

可惜，这不是真的！



# 目前，我们能够见到的机器人





# 如何定义机器人

机器人是靠自身动力和**控制能力**来实现各种功能的一种机器。联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义：“一种**可编程**和**多功能**的操作机；或是为了执行不同的任务而具有可用**电脑改变**和**可编程动作**的专门系统。”

# 机器人发展史

## 1、概念提出

1910年 捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说中，根据Robota（捷克文，原意为“劳役、苦工”）和Robotnik（波兰文，原意为“工人”），创造出“机器人”这个词。

1911年 美国纽约世博会上展出了西屋电气公司制造的家用机器人Elektro。它由电缆控制，可以行走，会说77个字，甚至可以抽烟，不过离真正干家务活还差得远。但它让人们家用机器人的憧憬变得更加具体。

1912年 美国科幻巨匠阿西莫夫提出“**机器人三定律**”。虽然这只是科幻小说里的创造，但后来成为学术界默认的研发原则。

1913年 诺伯特·维纳出版《控制论——关于在动物和机中控制和通讯的科学》，阐述了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律，率先提出以计算机为核心的自动化工厂。

1914年 美国人乔治·德沃尔制造出世界上第一台可编程的机器人（即世界上第一台真正的机器人），并注册了专利。这种机械手能按照不同的程序从事不同的工作，因此具有通用性和灵活性。

1915年 在达特茅斯会议上，马文·明斯基提出了他对智能机器的看法：智能机器“能够创建周围环境的抽象模型，如果遇到问题，能够从抽象模型中寻找解决方法”。这个定义影响到以后30年智能机器人的研究方向。

提问：机器人三定律是什么？

# 机器人发展史

## 2、技术研发

- 1959年 德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台**工业机器人**。随后，成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation公司。由于英格伯格对工业机器人的研发和宣传，他也被称为“工业机器人之父”。1978年 美国Unimation公司推出通用工业机器人PUMA，这标志着工业机器人技术已经完全成熟。PUMA至今仍然工作在工厂第一线。
- 2002年 美国iRobot公司推出了**吸尘器机器人**Roomba，它能避开障碍，自动设计行进路线，还能在电量不足时，自动驶向充电座。Roomba是目前世界上销量最大、最商业化的家用机器人。
- 1965年 约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出Beast机器人。Beast已经能通过声呐系统、光电管等装置，根据环境校正自己的位置。20世纪60年代中期开始，美国麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等陆续成立了机器人实验室。美国兴起研究第二代带传感器、**“有感觉”的机器人**，并向人工智能进发。1984年 英格伯格再推机器人Helpmate，这种机器人能在医院里为病人送饭、送药、送邮件。同年，他还预言：“我要让机器人擦地板，做饭，出去帮我洗车，检查安全”。
- 1969年 日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。加藤一郎长期致力于研究**仿人机器人**，被誉为“仿人机器人之父”。日本一向以研发仿人机器人和娱乐机器人的技术见长，后来更进一步，催生出本田公司的ASIMO和索尼公司的QR10。1999年 日本索尼公司推出犬型机器人爱宝（AIBO），当即销售一空，从此娱乐机器人成为机器人迈进普通家庭的途径之一。

# 机器人分类

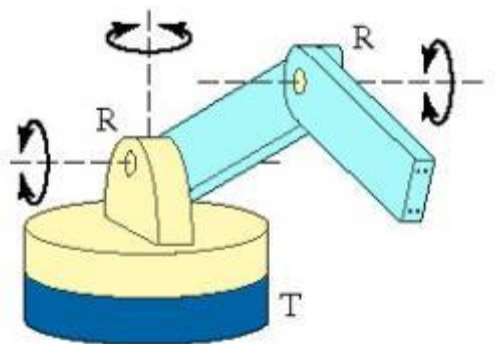
中国的机器人专家从应用环境出发，将机器人分为两大类，即工业机器人和特种机器人。（国际上的机器人学者，从应用环境出发将机器人也分为两类：制造环境下的工业机器人和非制造环境下的服务与仿人型机器人，这和中国分类是一致的。）

◆工业机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人

◆特种机器人则是除工业机器人之外的、用于非制造业并服务于人类的  
各种先进机器人，包括：服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用  
机器人、农业机器人、机器人化机器等



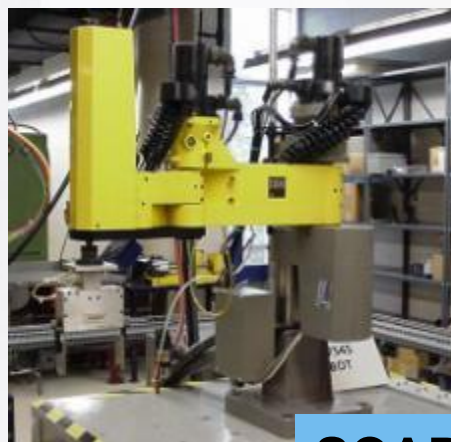
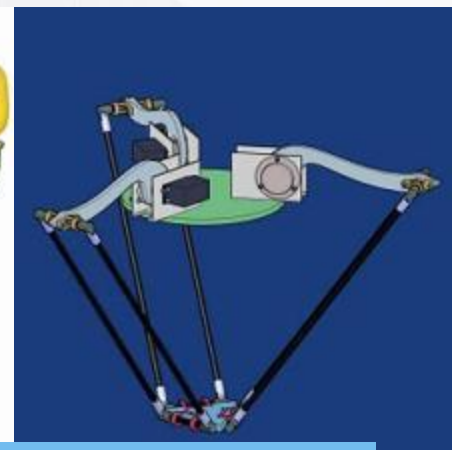
# 工业机器人的分类



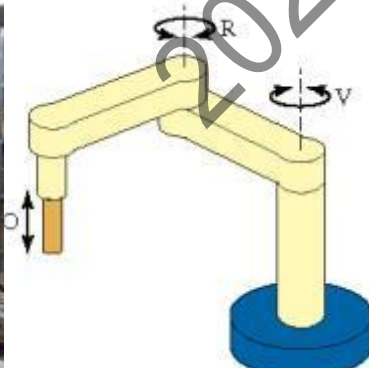
关节串联工业机器人



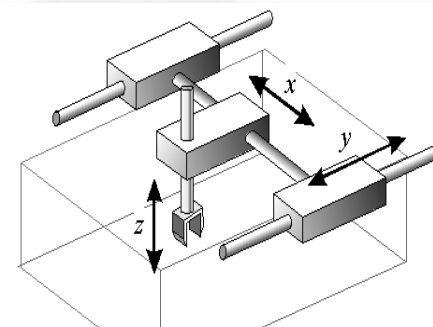
关节并联工业机器人



SCARA工业机器人



直角坐标工业机器人



# 工业机器人的用途

重复性密集型劳动  
搬运、  
包装、  
铸造、  
分拣……

训练及娱乐设施  
飞行员训练  
极限运动  
游乐场……



特殊环境工作  
恶劣环境、  
清洁环境、  
太空、  
水下……

高人力成本工作  
焊接、  
抛光、  
喷涂、  
锻造……

# 特种机器人的分类

## 服务机器人



2023年最新科技



# 特种机器人的分类

## 水下机器人





# 特种机器人的分类

## 军用机器人



# 特种机器人的分类

## 农业机器人





# 特种机器人的核心分类

如果不考虑使用目的，仅考虑工作环境，特种机器人可以分为：



空中机器人



水面机器人



陆地机器人



水下/海洋机器人

环境对机器人的物理形态、设计形式、主要零部件有较大影响！是特种机器人要解决的核心问题！

# 如何评价机器人能力

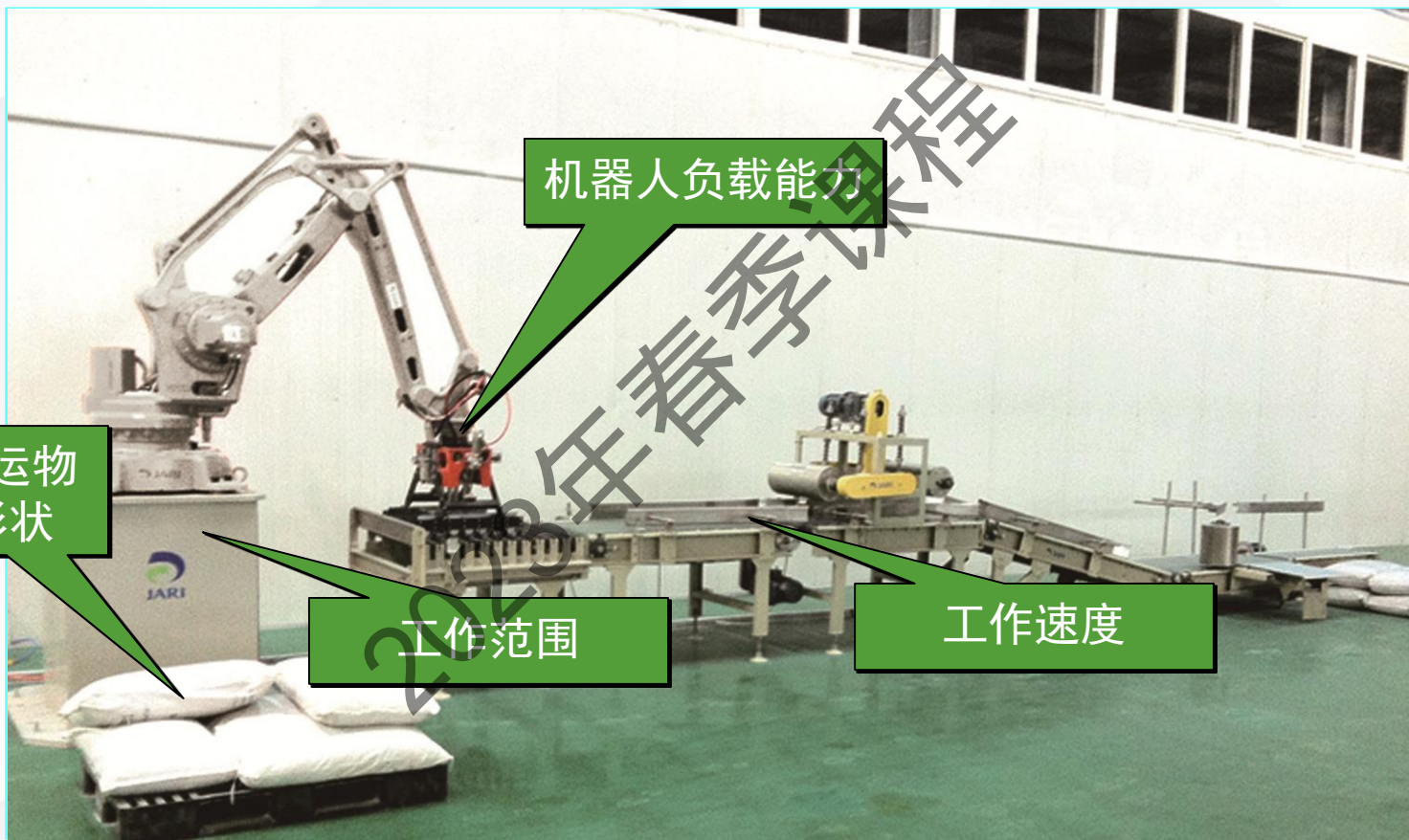
机器人具有生物功能的实际空间运行工具，可以代替人类完成一些危险或难以进行的劳作、任务等。

机器人能力的评价标准包括：

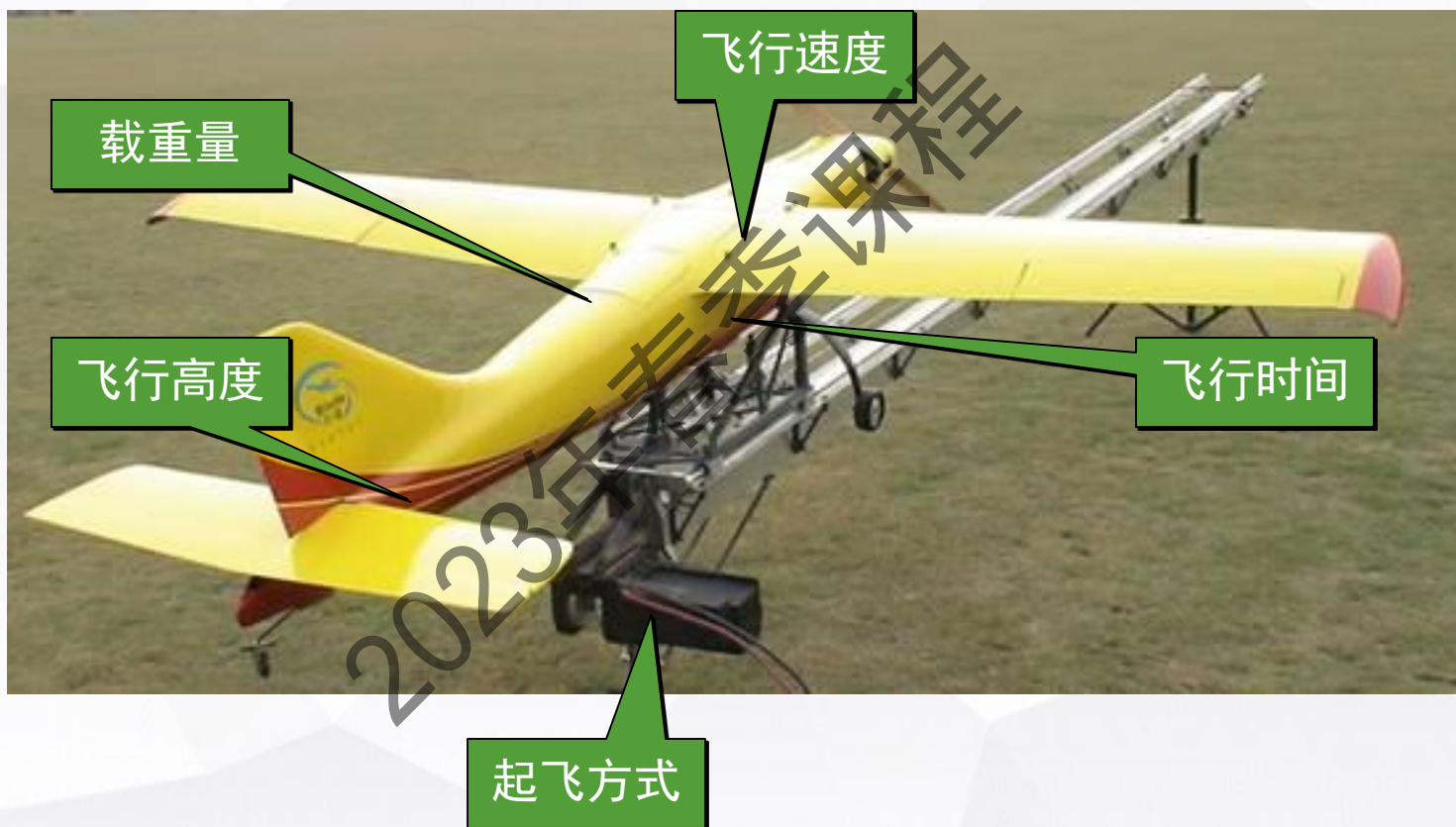
- ◆智能，指感觉和感知，包括记忆、运算、比较、鉴别、判断、决策、学习和逻辑推理等；
- ◆机能，指变通性、通用性或空间占有性等；
- ◆物理能，指力、速度、可靠性、联用性和寿命等。



# 一个例子



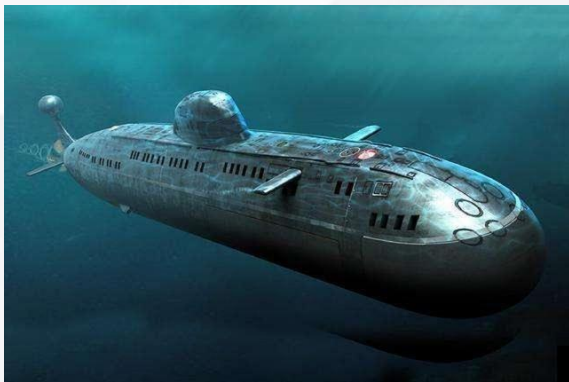
## 又一个例子



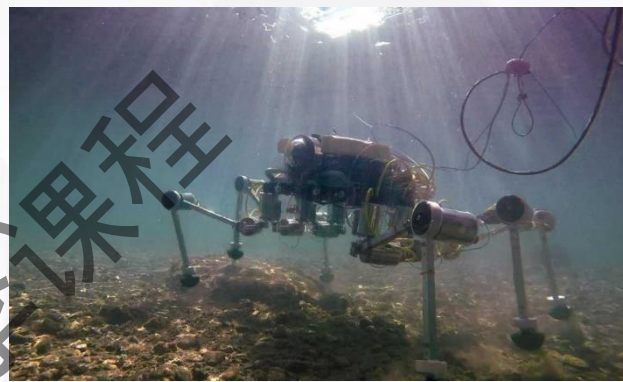
# 水下特种机器人

2023年春季学期

# 水下机器人的主要用途



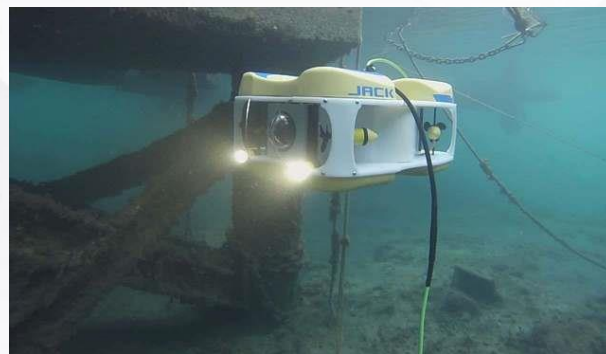
海洋作战



海洋资源开发



海洋科考/考古



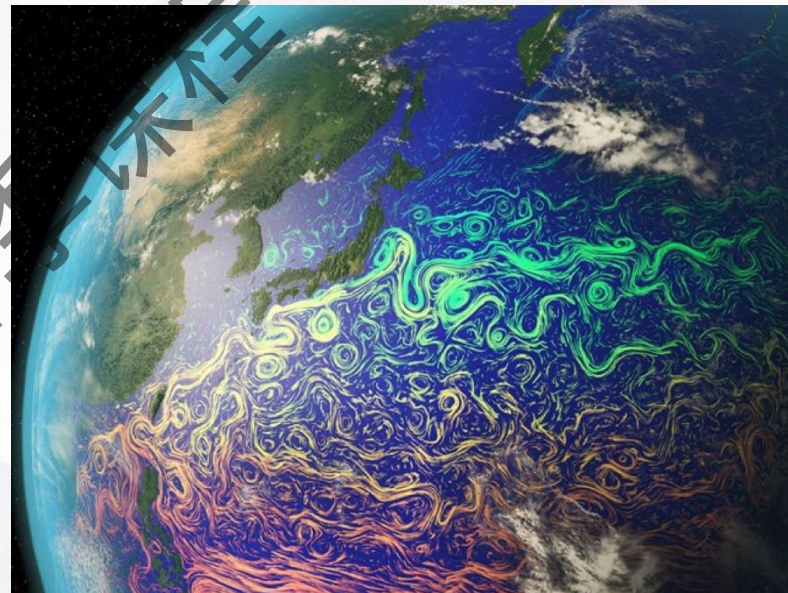
水下应急救援



# 水下环境的复杂性



腐蚀

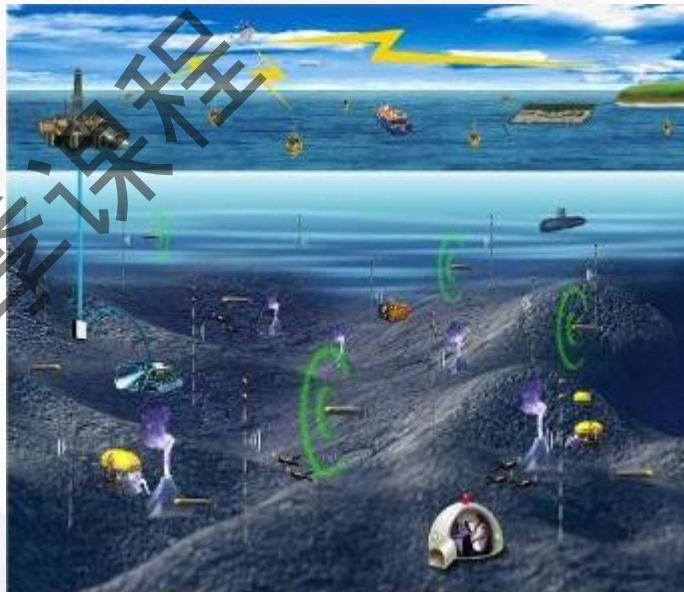


洋流

# 水下环境的复杂性



压力



感知

难度随着水深的增加而增大！

# 水下机器人的分类



**载人水下机器人  
(HOV)**

- 人机协作，实时通信
- 操作危险系数大
- 体积庞大，活动范围小
- 需保障人员安全，造价高昂



**有缆水下机器人  
(ROV)**

- 电缆通信，传输及时
- 远程操作，安全及时
- 体积轻巧，移动灵活
- 电缆脆弱，活动范围有限



**自治水下机器人  
(AUV)**

- 通信、能源等技术不成熟
- 依靠智能系统处理数据
- 移动灵活，活动范围大
- 技术尚不成熟，造价高昂

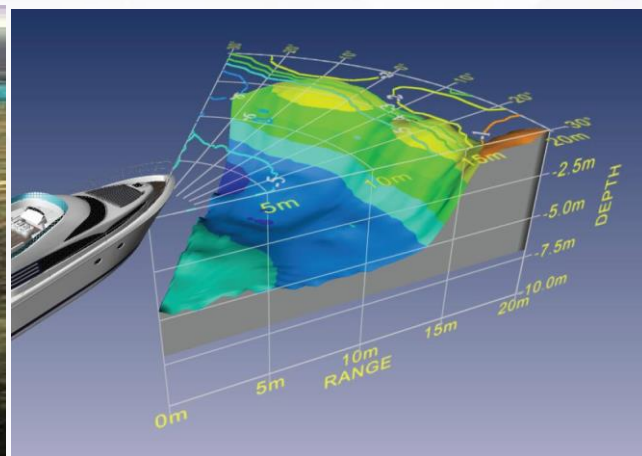
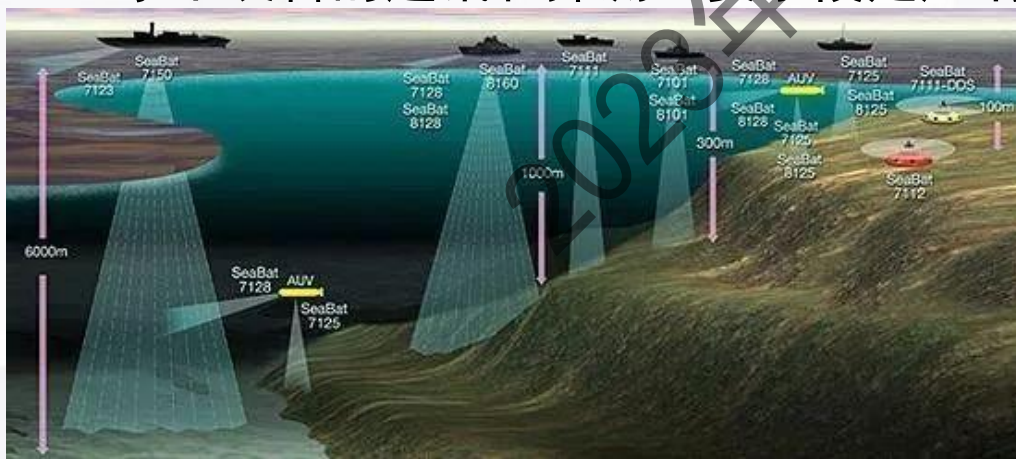
思考：为什么水下机器人有缆的比无缆有更多关注



# 水下机器人的主要感官

声波是已知的唯一能够在水中远距离传播的波动，在这方面远比电磁波（如无线电波、光波等）好，水声学随着海洋的开发和利用发展起来，并得到了广泛的应用。水声学是声学的一个分支学科，它主要研究声波在水下的产生、传播和接收过程，用以解决与水下目标探测和信息传输过程有关的声学问题。

水下装备的通讯和探测主要手段是声呐！



思考：声探测和通讯有什么缺点？



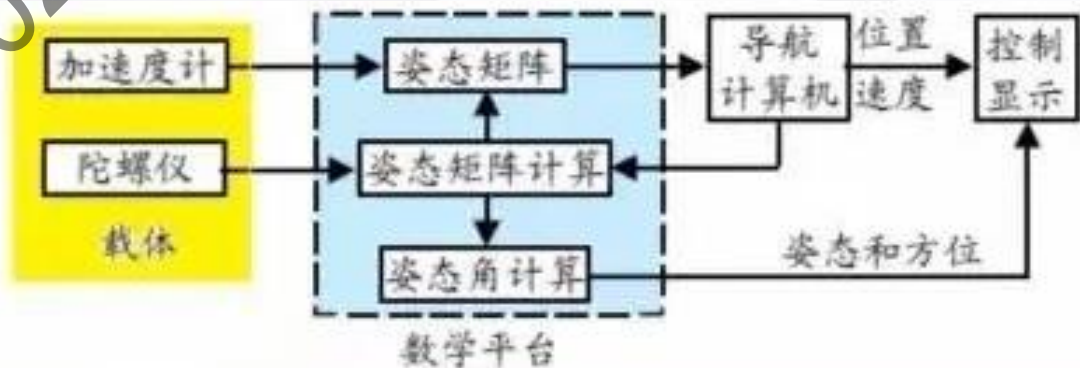
# 水下机器人的导航

水下机器人的导航主要依托惯性导航和参照物导航。

惯性导航系统（INS，以下简称惯导）是一种不依赖于外部信息、也不向外部辐射能量的自主式导航系统。其工作环境不仅包括空中、地面，还可以在水下。惯导的基本工作原理是以牛顿力学定律为基础，通过测量载体在惯性参考系的加速度，将它对时间进行积分，且把它变换到导航坐标系中，就能够得到在导航坐标系中的速度、偏航角和位置等信息。



陀螺仪



# 世界惯性导航技术先驱



陆元九

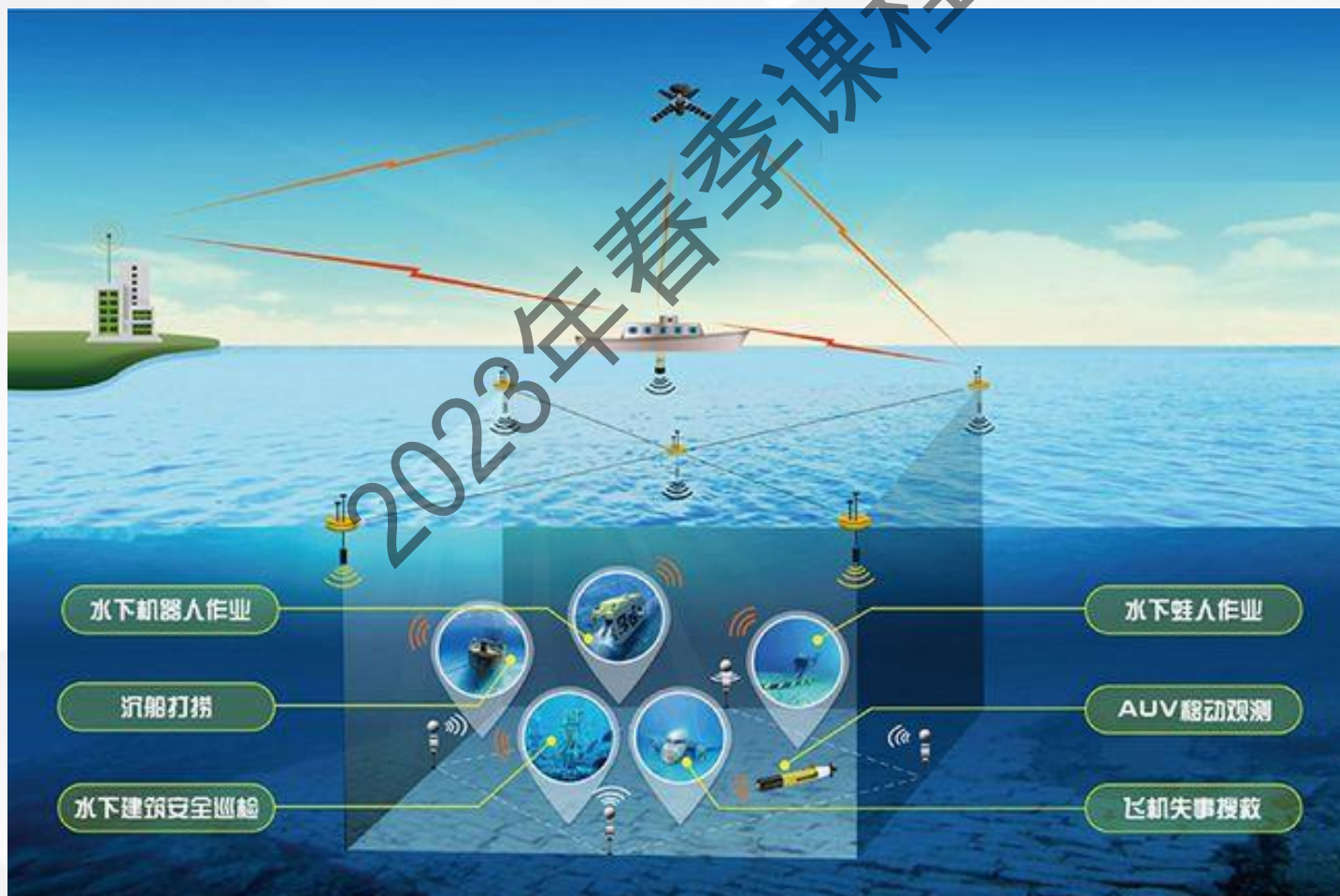
陆元九，男，汉族，1920年1月9日出生于安徽滁州，自动控制、陀螺及惯性导航技术专家，中国科学院学部委员（院士），中国工程院院士，国际宇航科学院院士，中国航天科技集团科技委顾问。陆元九主要从事惯性器件及惯性导航研究和航天工程控制问题的研究。1941年，陆元九从国立中央大学航空工程系毕业后留校任助教；1945年，成为赴美第一批公费留学生，进入美国深造；1949年，获得美国麻省理工学院仪器学专业博士学位，毕业后先后被聘任为麻省理工学院副研究员和研究工程师；1954年，进入美国福特汽车公司科学实验室工作；1956年，担任中国科学院自动化研究所副所长；1980年，当选为中国科学院学部委员（院士）；1982年，担任全国惯导与惯性技术专业组副组长、技术咨询分组组长；1985年，当选为国际宇航科学院院士；1994年，当选为中国工程院院士。2021年6月29日，中共中央授予陆元九“七一勋章”。



# 水下机器人的导航

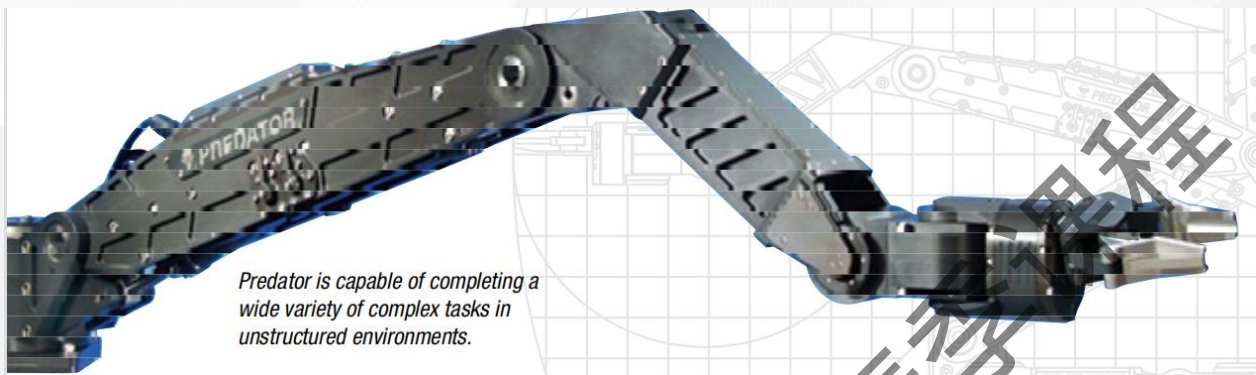
## 参照物导航

利用浮标等明确位置的参照物作为参考，通过自身传感器对参照物进行测量，通过多点数据拟合完成定位！





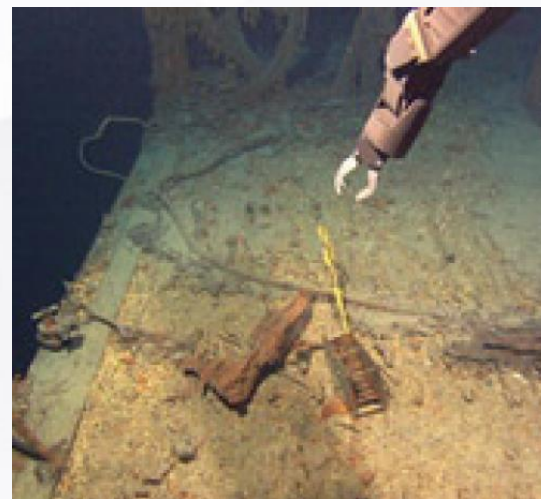
# 水下作业机械手



- 适应水深0-3000米
- 遥控性质

思考：

- 1、水下机械手依靠什么动力？
- 2、水下机械手难在哪里？



# 水下机器人的核心指标

几个关键指标：

下潜深度

负载能力

感知能力

导航能力

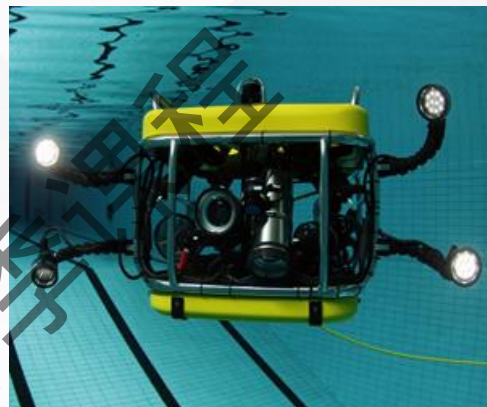
动力定位能力

作业定位能力

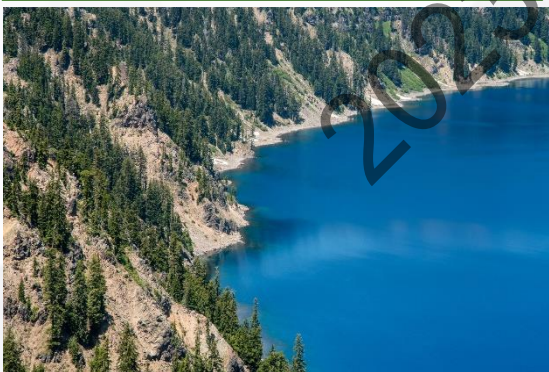
# 水下机器人的实验方法



耐压部件耐压实验



水池实验



湖泊实验



海洋实验



# 海洋科学

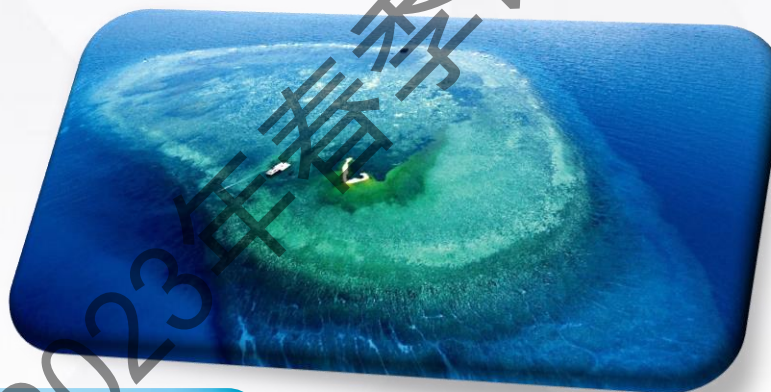
## • 海洋测绘

- 测量海洋底部的地球物理场的性质及其变化特征，绘制成不同比例尺的海图和专题海图
- 主要包括海洋地震测量、海洋重力测量、海洋磁力测量、海底热流测量、海洋电法测量和海洋放射性测量等
- 一般均采用卫星导航系统、电磁波测距仪器、水声定位系统、卫星组合导航系统、惯性导航组合系统等进行控制点的测定和测点的定位；采用水声仪器、激光仪器，以及水下摄影测量方法等进行水深测量和海底地形测量；采用卫星技术、航空测量以及海洋重力测量和磁力测量等进行海洋地球物理测量

## • 海洋观测

- 通过技术手段获取海洋或海底特定地区的时间序列数据。
- 海洋观测形式有固定式和移动式两种，可称为定点式海洋观测技术和移动式海洋观测技术。传感器挂在浮标上的观测、基于海底原位观测站的观测是定点观测，而利用水下滑翔机携带传感器遨游海上的，则属于移动观测
- 海面气温、风向、风速的观测，对涌、浪、潮、流、温度、浊度、盐度等量的观测

# 海洋工程



谢谢!

2023年春季课程