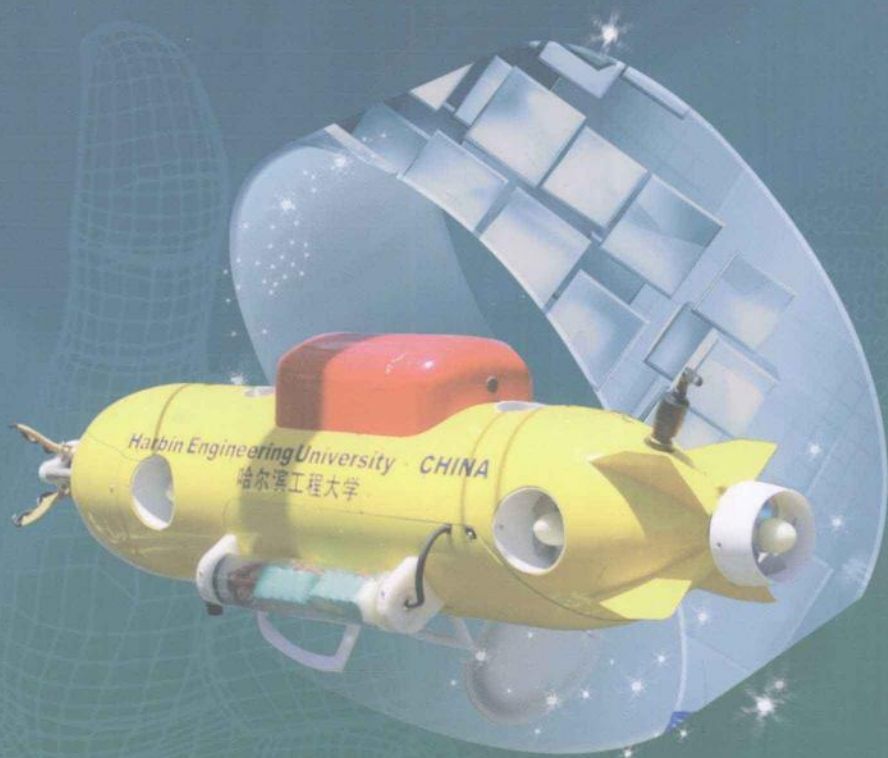


水中机器人 (采矿) 专项教育教材

Underwater robots (Mining) special education materials

刘文智 李海波 郭 峰 编著





中国素质体育运动教材系列丛书

水中机器人(采矿) 专项教育教材

刘文智 李海波 郭 峰 编著

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

素质体育机器人竞技大赛既是一项比赛,具有竞技和健身的属性,也是素质教育的一种手段。该书内容为水下机器人历史、我国及世界水下机器人发展状况、素质体育水下机器人类别、竞赛器材、竞赛规则及竞赛说明。本书可用作素质体育机器人竞赛参赛、教练、裁判使用。

图书在版编目(CIP)数据

水中机器人(采矿)专项教育教材/刘文智,李海波,郭峰编著.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2012.11
(中国素质体育运动教材系列丛书)

ISBN 978-7-5661-0460-1

I. ①水… II. ①刘… ②李… ③郭… III. ①水下作
业机器人-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 242222 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 10
字 数 158 千字
版 次 2013 年 4 月第 1 版
印 次 2013 年 4 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

中国素质体育运动教材系列丛书

编审委员会

编委会主任：何宸光

编 委 会：晓 敏 胡建国 何宸光 张 怡
邢小泉 秦吉宏 白 洁 石 兵
乔 雷 滕兆勇

自《全国政协十一届五次会议第 3427 号提案》答复以来，国家体育总局高度重视中国素质体育机器人运动事业的发展，刘鹏局长作出重要批示，为这项运动的健康开展、积极开展指明了工作方向。为贯彻《全国政协十一届五次会议第 3427 号提案》对此项运动发展的核心精神，国家体育总局于 2012 年 9 月 28 日专门召开了中国素质体育机器人运动第一次工作会议，责成总局社会体育指导中心专门负责此项工作，要求：“社会体育指导中心按照体育工作的职责，服从大局，服务大局。”同时，会议决定：编制《中国素质体育机器人运动第一个五年规划纲要》（2013—2017）。

中国素质体育运动事业水中机器人项目、空中机器人项目、陆上机器人项目教材的出版发行，标志着运动员体系、教练员体系、裁判员体系建设有了教学标准、培训标准、考试标准，实现了理论知识与实践相结合，彰显这项运动的本质是素质教育，对运动员、教练员、裁判员专业资格认证，按照《体育竞赛裁判员管理办法》《体育教练员职务等级标准》《运动员技术等级管理办法》有关规定有了认证依据。

毛泽东同志早年提出国家和民族的社会进步、科技进步、文明进步，必须在人才培养方面贯彻德育、智育、体育三方面均要重视，无孰轻孰重的伟大论断，对中华民族的传统美德、中国的体育事业、教育事业、科技事业的健康发展具有重大的现实意义。他在《论体育之研究》中指出：“三育并重，然昔之为学者，详德智而略于体。及其弊也。倭身俯首，纤纤素手，登山则气迫，涉水则足痉。故有颜子而短命，有贾生而早夭，王勃卢照邻或幼伤或坐废。此皆有甚高之德与智也，一旦身不存，德智则从之而隳矣。惟北方之强，任金革死而不厌。燕赵多悲歌慷慨之士。烈士武臣，多出凉州。清之初世，颜习斋李刚主文而兼武。习斋远跋千里之外，学击剑之术于塞北，与勇士角而胜焉。故其言曰：文武缺一岂道乎？顾炎武南人也，好居于北，不喜乘船而喜乘马。此数古人者，皆可师者也。学校既起，采各国之成法，风习稍稍改矣。然办学之

人，犹未脱陈旧一流，囿于所习，不能骤变，或少注意及之，亦惟是外面铺张，不揣其本而齐其末。故愚观现今之体育，率多有形式而无实质。非不有体操课程也，非不有体操教员也，然而受体操之益者少。非徒无益，又有害焉。教者发令，学者强应，身顺而心违，精神受无量之痛苦，精神苦而身亦苦矣。盖一体操之终，未有不貌瘁神伤者也。饮食不求洁，无机之物、微生之菌，入于体中，化为疾病；室内光线不足，则目力受害不小；桌椅长短不合，削趾适履，则躯干受亏；其余类此者尚多，不能尽也。然则为吾侪学者之计如之何？学校之设备，教师之教训，乃外的客观的也。吾人盖尚有内的主观的。夫内断于心，百体从令。祸福无不自己求之者，我欲仁斯仁至，况于体育乎。苟自之不振，虽使外的客观的尽善尽美，亦犹之乎不能受意也。故讲体育必自自动始。”

自中国素质体育机器人运动诞生以来，确定了这项运动的理念是“运动炫科技，智慧赢未来”；本质是素质教育；表现形式是竞技；赛事是杠杆；宗旨是搭建培育、展示、遴选未来杰出创新人才的平台，创新中国社会体育工作，致力全国素质体育机器人赛事的全面发展；意义是有效提高国民综合素质，全面提升我国在科学、技术、教育领域的先进水平，积极促进中国体育事业、体育产业的健康发展；发展方向是打造 CRC 职业赛事，建设 CRC 职业队，完善 CRC 职业俱乐部，展现 CRC 明显效应，彰显素质体育机器人运动意义。

晓 敏

2012 年 10 月 12 日于北京

前 言

江泽民同志指出：科学技术是第一生产力。振兴经济首先要振兴科技。只有坚定地推进科技进步，才能在激烈的竞争中取得主动。当前，我国经济正面临着加速发展、调整结构、提高效益的重大任务，尤其需要全社会提高科技意识，多方面增加科技投入，真正依靠科技进步。科技工作要面向经济建设主战场，在开发研究、高新技术及其产业、基础性研究这三个方面合理配置力量，确定各自攀登高峰的目标。在世界高科技领域中，中华民族要占有应有的位置。通过深化改革，建立和完善科技与经济有效结合的机制，加速科技成果的商品化和向现实生产力转化。不断完善保护知识产权的制度。认真抓好引进先进技术的消化、吸收和创新。努力提高科技进步在经济增长中所占的含量，促进整个经济由粗放经营向集约经营转变。（《江泽民文选》第1卷第232~233页）

众所周知，文化是一个民族的实力，教育是一个民族的生机，体育是一个民族的国力。社会变革是极其巨大的，正是这极其巨大的变革迫使人们去认识新事物，迎接新挑战，迫使人们去思考许许多多前所未有的东西。服务机器人作为新生事物，已经走进人类，人类已经走进机器人时代。机器人技术涵盖了人类所有的学科知识和自然科学知识，特别是智能机器人和服务机器人，与人们的生产生活密不可分。2012年国家科技部组织编制了《服务机器人科技发展“十二五”专项规划》，规划中明确了服务机器人技术是集机械、信息、材料、生物医学等多学科交叉的战略性高技术，对于相关技术与产业的发展起着重要的支撑和引领作用。在全国范围内实施《服务机器人科技发展“十二五”专项规划》，实现机器人技术作为战略高技术，推动国防军事、智能制造装备、资源开发，发展未来服务机器人产业，有望培育新的战略性新兴产业，而且具有很强的技术辐射性与带动性，对促进智能制造装备发展、提高应急处理突发事件能力、发展医疗康复设备、增强军事国防实力等都具有十分重要的现实意义。

2011年，国家体育总局与神州通信集团战略合作，共同调研机器人运动的国际和国内现状，在美、日、欧等发达国家，机器人教育教学已被纳入中小

学的必修课，有些大学还专门设立了机器人学科或机器人学院；机器人体育赛事方面，国际上著名赛事均由本国军事或太空部门主办，如 AUVic 赛事由国际无人系统联合会（AUVSI）和美国海军装备研究中心联合主办，水下 SAUC-U 赛事由全球海军技术研究局主办。机器人运动在我国必须规范开展，而规范的前提是规则。国家体育总局借鉴国际机器人教育教学和机器人体育赛事的先进经验，结合国内机器人赛事的现状，根据《中华人民共和国体育法》的有关规定，将机器人运动纳入国家社会体育运动项目，定义为中国素质体育机器人运动，彰显这项运动的本质是素质教育。

中国素质体育机器人运动受到了社会各界的广泛关注，全国政协十一届五次会议上以关于《高度重视，深入做好素质体育机器人赛事》提出提案（3427 号），国家体育总局对提案作出答复（体群字【2012】96 号）。答复中明确做好六项工作：一、项目的基础建设；二、组织建设；三、竞赛系统建设；四、加强对外交流；五、把握文化大发展大繁荣对素质体育机器人运动带来的新机遇、新要求；六、加强与其他部门的合作，并于 2012 年颁布施行《中国素质体育机器人运动通用竞赛规则》，为这项利国利民伟大工程的规范开展、健康开展、广泛开展打下了坚实的基础。

此次出版的空中、水下、陆上机器人专项教育教材在我国机器人教育领域尚属首次，此系列教材的出版使我国机器人基础教育、专项教育、学历教育的全面普及有了良好的开端，为我国机器人体育事业的健康发展、积极发展起到了巨大的推动作用。

何晨光

2013 年 3 月于北京

目 录

第 1 章 水下机器人介绍	1
1.1 什么是水下机器人	1
1.2 潜水器分类	2
1.3 潜水器发展历史	11
1.4 水下机器人国内外发展现状	18
1.5 水下机器人应用	20
第 2 章 国内外水下机器人比赛	23
2.1 国际无人水下机器人竞赛(AUVIC)	23
2.2 SAUC-E	24
2.3 MATE	25
2.4 RoboBoat	25
2.5 IGVC	26
第 3 章 水下机器人相关技术介绍	27
3.1 系统总体组成	27
3.2 机体设计	28
3.3 推进系统	29
3.4 推进器驱动系统	31
3.5 数据处理系统	41
3.6 水听器信号处理系统	56
3.7 硬件电路设计	61
3.8 电源管理系统	89
3.9 通信系统	96
3.10 软件开发设计	100
3.11 水下机器人控制系统的控制算法研究与设计	111

3.12 视觉系统实验	118
3.13 机器人相关制作材料及工艺	121
3.14 水下采矿机器人	126
附录 水下机器人竞赛项目介绍	129
后记	144

第1章 水下机器人介绍

为了推动中国深海运载技术发展,为中国大洋国际海底资源调查和科学研究提供重要高科技装备,同时也为中国深海勘探、海底作业研发共性技术,中国科技部于2002年将深海载人潜水器研制列为国家高技术研究发展计划(863计划)重大专项,启动“蛟龙”号载人深潜器的自行设计、自主集成研制工作。“蛟龙”号载人潜水器设计最大下潜深度为7 000 m,工作范围可覆盖全球海洋区域的99.8%。2012年6月27日,中国载人深潜器“蛟龙”号7 000 m级海试最大下潜深度达7 062 m,再创中国载人深潜记录。下潜至7 000 m,标志着我国具备了载人到达全球99%以上海洋深处进行作业的能力,标志着“蛟龙”载人潜水器集成技术的成熟,标志着我国深海潜水器成为海洋科学考察的前沿与制高点之一,标志着中国海底载人科学研究和资源勘探能力达到国际领先水平。

1.1 什么是水下机器人

水下机器人是由水面遥控或由人工智能,能在水下进行综合作业的机电装置,也称潜水器。潜水器(Underwater Vehicle)是人类设计制造的一种水下装置或水下航行器,是一种工作于水下的极限作业机器人,人类能够乘坐或远程控制这种装置或航行器潜入水中代替人完成某些操作,实现水下的考察和作业,或者令其按照人类的意愿,替代人完成水下的观察、测量、取样等水下作业。如图1.1所示。

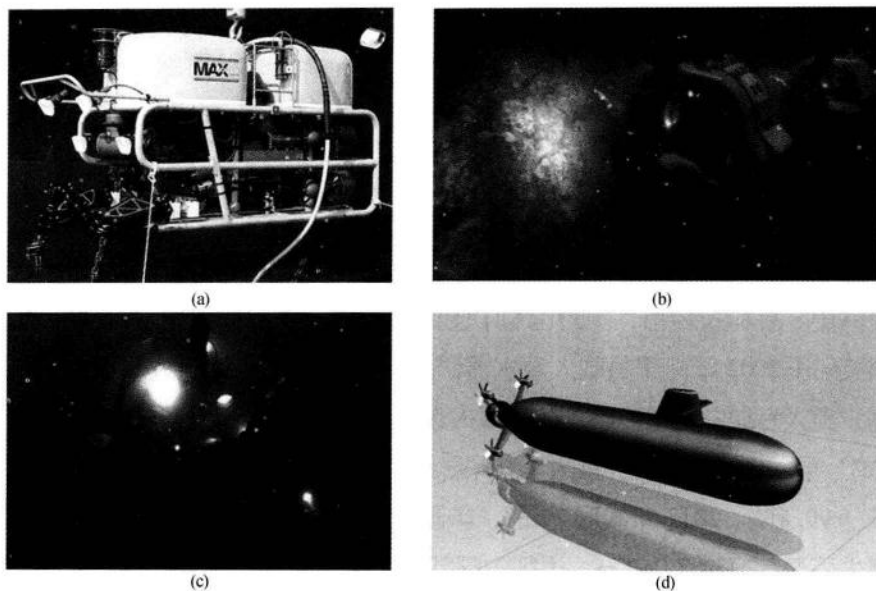


图 1.1 潜水器

1.2 潜水器分类

1.2.1 按照控制方式分类

1. 遥控式潜水器 (Remotely Operated Vehicle, ROV) (手操控制)
利用便携式操纵台控制, 如图 1.2 所示。

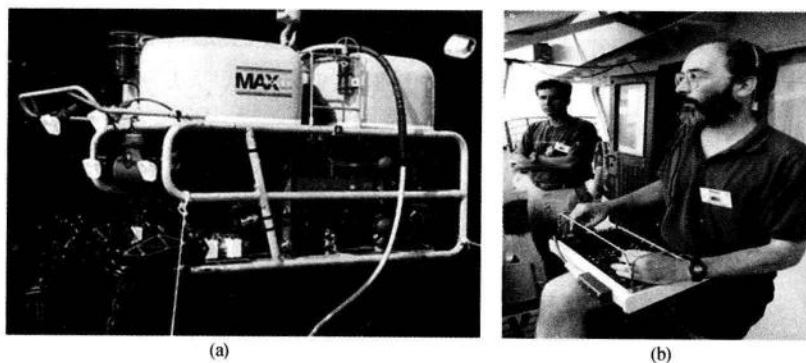


图 1.2 便携式操纵台控制

利用舱内主操纵台控制，如图 1.3 所示。

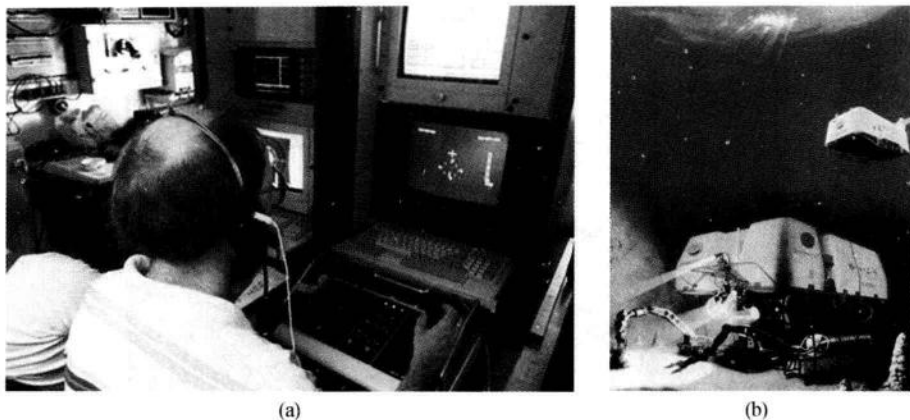


图 1.3 利用舱内主操纵台控制

2. 无人无缆潜水器（Unmanned Underwater Vehicle, UUV）（半自主式或预编程控制），如图 1.4 所示。

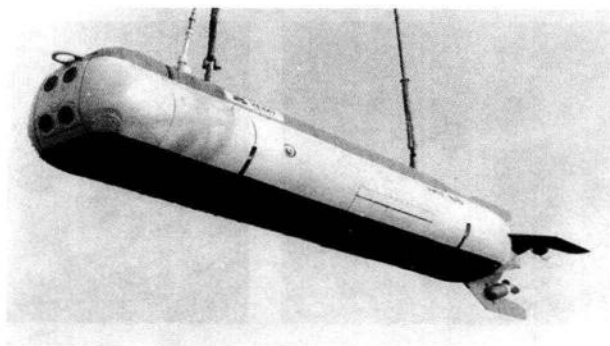


图 1.4 无人无缆潜水器

3. 自主式或智能潜水器（Autonomous Underwater Vehicle, AUV）（全自主式或智能式控制），如图 1.5 所示。

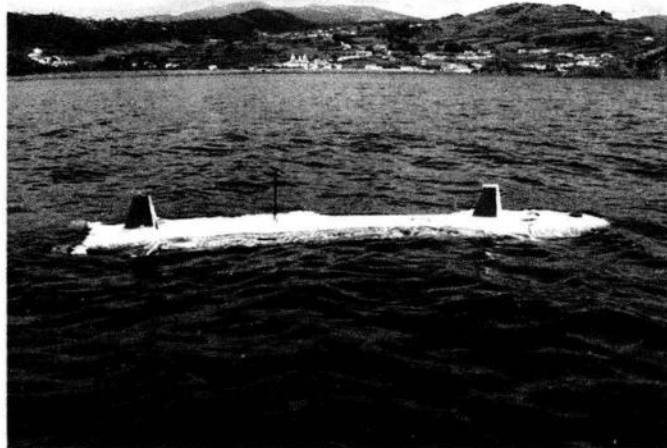


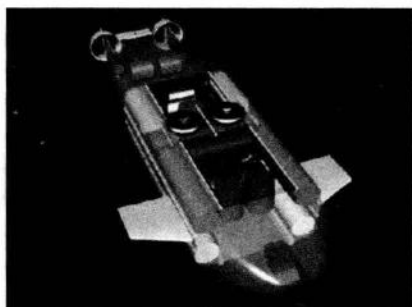
图 1.5 自主式或智能潜水器

1.2.2 按照航行方式分类

1. 自由航行式潜水器，如图 1.6 所示。



(a)



(b)

图 1.6 自由航行式潜水器

2. 拖曳式潜水器，如图 1.7 所示。

3. 海底爬行式潜水器，如图 1.8 所示。

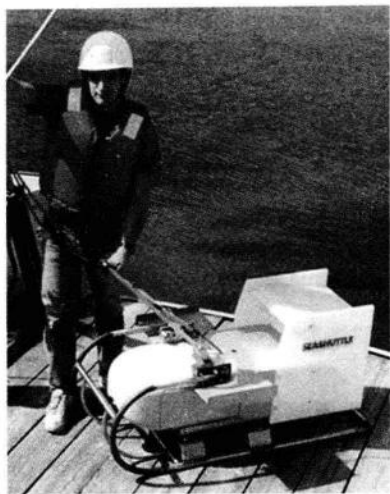


图 1.7 拖曳式潜水器



图 1.8 海底爬行式潜水器

1.2.3 按照结构形式分类

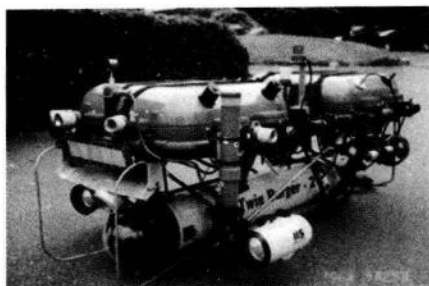
1. 流线式潜水器, 如图 1.9 所示。



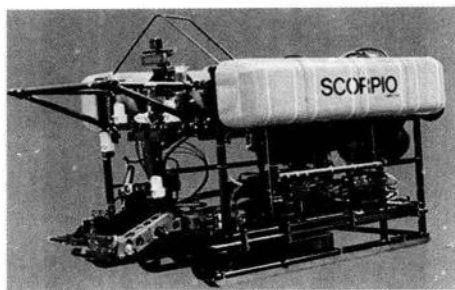
图 1.9 流线式潜水器



2. 开架式潜水器, 如图 1.10 所示。



(a)



(b)

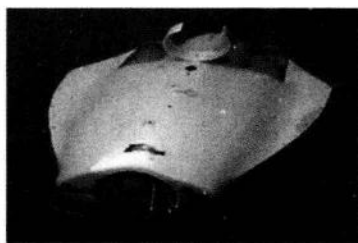
图 1.10 开架式潜水器

1.2.4 按照推进形式分类

1. 滑翔式潜水器, 如图 1.11 所示。



(a)



(b)

图 1.11 滑翔式潜水器

2. 推力器结合控制面潜水器, 如图 1.12 所示。

3. 推力器控制潜水器, 如图 1.13 所示。

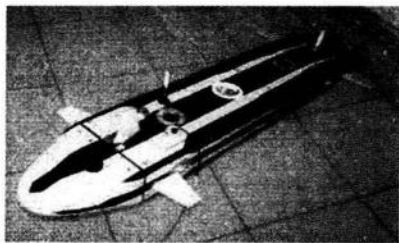


图 1.12 推力器结合控制面潜水器

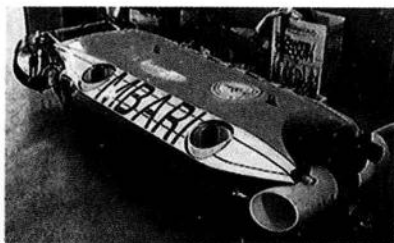
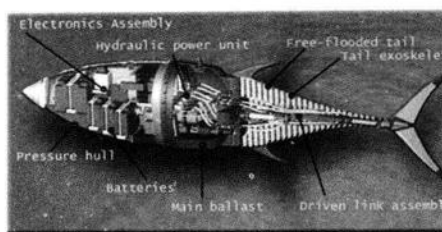


图 1.13 推力器控制潜水器

4. 仿生类鱼推进与控制潜水器, 如图 1.14, 1.15 所示。

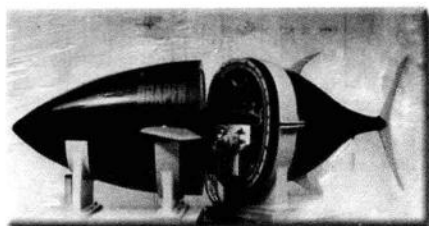


(a)

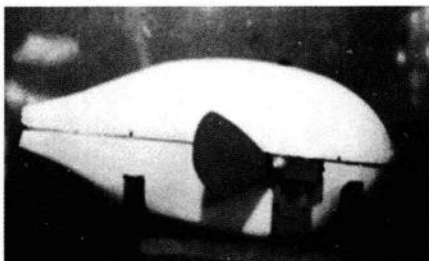


(b)

图 1.14 美国 Draper 实验室的
仿生潜水器



(a)



(b)

图 1.15 日本东海大学的
仿生潜水器

1.2.5 按照是否载人分类

1. 载人潜水器, 如图 1.16 所示。

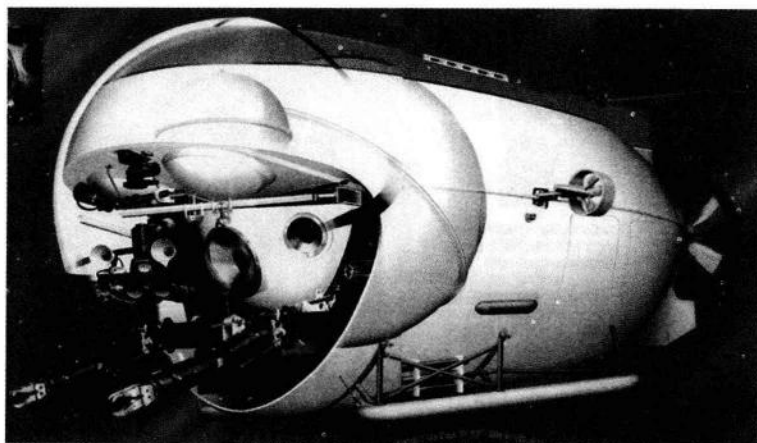


图 1.16 载人潜水器