

# 陆上机器人（仿人）专项教育教材

Onshore robots (Humanoid) special education materials

赵国冬 陈东良 郭 峰 编著





中国素质体育运动教材系列丛书

# 陆上机器人(仿人) 专项教育教材

赵国冬 陈东良 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。该书内容为陆地竞技机器人历史、我国及世界陆地竞技机器人发展状况、素质体育陆地竞技机器人类别、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

陆上机器人(仿人)专项教育教材/赵国冬,陈东良,  
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 978-7-5661-0459-5

I. ①陆… II. ①赵… ②陈… ③郭… III. ①陆地-智能机  
器人-教材 IV. ①TP242.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第242178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 8  
字 数 137千字  
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

---

利国利民 造福子孙

功在当代 利在千秋



## 中国素质体育机器人运动

理念：“运动炫科技，智慧赢未来”。

本质：素质教育。

表现形式：竞技。

杠杆：赛事。

宗旨：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：能够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：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。

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

# 序

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，涉水则足痠。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。

何宸光

2013 年 3 月于北京

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第 1 章 素质体育机器人竞赛陆上项目概述 .....    | 1  |
| 1.1 素质体育机器人竞赛陆上项目的概念 .....     | 1  |
| 1.2 素质体育机器人竞赛陆上项目分类 .....      | 2  |
| 1.3 素质体育机器人竞赛陆上竞赛项目介绍 .....    | 3  |
| 1.4 现阶段的素质体育机器人竞赛陆上项目 .....    | 5  |
| 第 2 章 仿人机器人概述 .....            | 7  |
| 2.1 仿人机器人的概念 .....             | 7  |
| 2.2 仿人机器人发展历史 .....            | 7  |
| 2.3 仿人机器人发展现状 .....            | 19 |
| 2.4 仿人机器人应用领域 .....            | 28 |
| 第 3 章 仿人机器人研究意义 .....          | 41 |
| 3.1 仿人机器人对培养学生的重要意义 .....      | 41 |
| 3.2 素质体育机器人竞赛陆上项目开展的意义 .....   | 42 |
| 第 4 章 仿人机器人相关竞赛 .....          | 43 |
| 4.1 国际机器人奥林匹克竞赛(WRO) .....     | 43 |
| 4.2 世界杯机器人足球赛(FIRA) .....      | 44 |
| 4.3 国际仿人机器人奥林匹克大赛(IHOG) .....  | 45 |
| 4.4 国际机器人舞蹈大赛 .....            | 46 |
| 4.5 机器人足球世界杯锦标赛(RoboCup) ..... | 47 |
| 第 5 章 仿人机器人系统 .....            | 49 |
| 5.1 基本原理 .....                 | 49 |
| 5.2 仿人机器人控制方案设计 .....          | 54 |
| 5.3 软件系统设计 .....               | 55 |
| 5.4 机器人控制软件介绍 .....            | 60 |
| 第 6 章 仿人机器人制作 .....            | 63 |
| 6.1 机器人制作材料 .....              | 63 |

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| 6.2         | 身体结构组装 .....                  | 64         |
| 6.3         | 控制板安装 .....                   | 67         |
| 6.4         | 校准与调试 .....                   | 70         |
| <b>第7章</b>  | <b>素质体育陆上项目竞赛规则 .....</b>     | <b>72</b>  |
| 7.1         | 总则 .....                      | 72         |
| 7.2         | 拳击比赛 .....                    | 74         |
| 7.3         | 摔跤比赛 .....                    | 81         |
| 7.4         | 跆拳道比赛 .....                   | 87         |
| 7.5         | 击剑比赛 .....                    | 94         |
| <b>第8章</b>  | <b>素质体育陆上项目赛事细则 .....</b>     | <b>102</b> |
| 8.1         | 比赛器材 .....                    | 102        |
| 8.2         | 比赛场地 .....                    | 102        |
| 8.3         | 比赛流程 .....                    | 105        |
| 8.4         | 禁止的行为 .....                   | 105        |
| <b>第9章</b>  | <b>素质体育陆上项目裁判工作实施细则 .....</b> | <b>107</b> |
| 9.1         | 裁判组组成及职责 .....                | 107        |
| 9.2         | 机器人的检查 .....                  | 107        |
| 9.3         | 赛前准备 .....                    | 108        |
| 9.4         | 比赛过程 .....                    | 108        |
| 9.5         | 暂停与弃赛 .....                   | 108        |
| 9.6         | 比赛得分判断 .....                  | 108        |
| 9.7         | 犯规的裁决 .....                   | 109        |
| 9.8         | 取消比赛资格的裁决 .....               | 109        |
| <b>第10章</b> | <b>场地裁判指南 .....</b>           | <b>110</b> |
| 10.1        | 场地裁判的主要职责 .....               | 110        |
| 10.2        | 场地裁判的组成 .....                 | 110        |
| 10.3        | 裁判员工作明细 .....                 | 110        |
| 10.4        | 裁判员的指令哨音和手势 .....             | 111        |
| 10.5        | 裁判员在比赛中的站位 .....              | 112        |
| 10.6        | 裁判员的和谐合作 .....                | 112        |
|             | <b>后记 .....</b>               | <b>113</b> |

# 第1章 素质体育机器人竞赛

## 陆上项目概述

### 1.1 素质体育机器人竞赛陆上项目的概念

机器人（Robot，原为 robo，意为奴隶，即人类的仆人，作家罗伯特创造的词汇），是自动执行工作的机器装置。它既可以接受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，也可以根据人工智能技术制定的原则纲领行动，它的任务是协助或取代人类工作。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。”

素质体育机器人运动是体育与科技的完美融合，是素质体育和竞技体育的有机结合，是素质体育和素质教育的有效配合。素质体育机器人运动以体育竞技为载体，本质是素质教育，是体育运动和素质教育的结合典范，有利于促进体育运动的高新科技化发展。

素质体育机器人竞赛项目，为开展素质体育教育提供了一个很好的途径，为学生提供了实践锻炼的平台。素质体育机器人大赛是素质体育运动的主要表现形式，是一项集组装、逻辑、音乐、美学、力学、电子编程、文字表述、团队合作与沟通等综合能力及应用于一体的动脑动手完成特定任务的比赛。机器人大赛以科技含量高、学科跨度宽、参与面广和展示性强等特点在国际上有着很强的影响力。

素质体育机器人竞赛陆上项目，顾名思义，一般是指在陆地上利用地貌资源及建筑物如山地、高原、盆地、丘陵、平原、河谷、堑壕、沙漠、湿地、森林等为比赛场地，应用各类机器人竞赛器材开展的一系列机器人竞赛项目。素质体育机器人竞赛陆上项目的竞赛种类较多、数量较为庞大、参与程度十分广泛。为了更加科学严谨地描述素质体育机器人竞赛陆上项目，我们可以试着给出如下定义：素质体育机器人竞赛陆上项目是指在地平面及其附属物上开展的



一系列机器人竞赛项目，参加竞赛的机器人运动员一般在地平面及其附属物上运动，其运动的反作用力由地平面及其附属物通过直接接触（或间接接触）的方式提供。

陆上机器人竞赛的举办将推动我国机器人产业的全面发展。适应陆上地貌资源特点的各类陆上机器人，能够轻松完成人类不可能完成的各种任务，具有不可替代的优异性能和功能优势，对开发我国陆地资源的无限潜能，发展社会经济，提高人民生活水平，具有重要的推动作用，其意义十分重大。

## 1.2 素质体育机器人竞赛陆上项目分类

素质体育机器人竞赛陆上项目种类繁多、数量庞大，其分类方法也多种多样。

### 1.2.1 按照机器人运动员分类

- (1) 轮式竞赛项目
- (2) 履带式竞赛项目
- (3) 双足/多足竞赛项目
- (4) 仿人竞赛项目
- (5) 仿生机器人竞赛项目
- (6) 其他

### 1.2.2 按照比赛任务分类

- (1) 服务类竞赛项目
- (2) 救援类竞赛项目
- (3) 竞速类竞赛项目
- (4) 对抗类竞赛项目
- (5) 舞蹈类竞赛项目
- (6) 球类竞赛项目
- (7) 娱乐类竞赛项目
- (8) 创意类竞赛项目
- (9) 作业类竞赛项目

(10) 竞技类竞赛项目

(11) 其他

### 1.3 素质体育机器人竞赛陆上竞赛项目介绍

目前世界范围内开展的机器人陆上竞赛项目非常多。由于近年来仿人型机器人项目蓬勃发展，越来越多的竞赛都将仿人项目列入其中。仿人型机器人区别于其他机器人的最大特点就是它有像人类一样的躯干、四肢和头部，是能够代替人类从事各种工作的最佳机器人，因此仿人项目的发展异常迅速，越来越多的研究者将注意力转移到了人形机器人的开发当中。鉴于此，以下按照“仿人型”和“非仿人型”的分类方式来介绍一些技术含量高、参与范围广的陆上项目。

#### 1.3.1 非仿人型机器人项目

##### 1. RoboCup 项目

(1) RoboCup 小型组

(2) RoboCup 中型组

(3) RoboCup 中型组技术挑战规定项目比赛

(4) RoboCup 中型组技术挑战自选项目比赛

(5) RoboCup 标准平台组技术挑战赛

(6) RoboCup 救援机器人组

(7) RoboCup 家庭机器人组

##### 2. Fira 项目

(1) 半自主型机器人竞赛类（4 种）：

MiroSot（5vs5）：半自主型 5vs5 足球；

MiroSot（11vs11）：半自主型 11vs11 足球；

Formation（3）：半自主型三人队形比赛；

Pursuit（4vs1）：半自主型追捕目标比赛。

(2) 全自主型机器人竞赛类（2 种）：

RoboSot（3vs3）：全自主型 3vs3 足球；



Navigation: 全自主型自主导航。

### 3. 双足类项目

- (1) 舞蹈机器人大学组
- (2) 舞蹈机器人中学组
- (3) 双足竞步机器人中学组（交叉足印）
- (4) 双足竞步机器人中学组（狭窄足印）
- (5) 双足竞步机器人大学组（交叉足印）
- (6) 双足竞步机器人大学组（狭窄足印）
- (7) 双足竞步机器人自由体操中学组
- (8) 双足竞步机器人自由体操大学组

### 4. 打斗类（轮式）

- (1) 机器人武术擂台赛无差别组
- (2) 机器人武术擂台赛无差别组标准平台
- (3) 机器人武术擂台赛仿人组（底部轮式）
- (4) 机器人武术擂台赛仿人组标准平台（底部轮式）
- (5) 机器人武术擂台技术挑战赛

### 5. 任务类

- (1) 轮式机器人短假游中国
- (2) 轮式机器人长假游中国
- (3) 人型机器人短假游中国
- (4) 人型机器人长假游中国
- (5) 机器人智能搬运比赛中学组
- (6) 机器人智能搬运比赛大学组

### 6. 服务类

- (1) 助老机器人
- (2) 家庭服务机器人搜寻取物
- (3) 家庭服务机器人快速跟随
- (4) 家庭服务机器人特定人识别
- (5) 家庭服务机器人自定位与导航
- (6) 家庭服务机器人非限定项目



- (7) 医疗与服务机器人规定动作
- (8) 医疗与服务机器人创新设计与制作

### 1.3.2 仿人型机器人项目

- (1) 田径类：短跑、长跑、障碍跑、阶梯跑、举重；
- (2) 球类：点球、投篮、高尔夫球、3vs3 足球、RoboCup 类人组（Kid-Size）、RoboCup 类人组技术挑战赛（Kid-Size）、RoboCup 类人组（Teen-Size）；
- (3) 对抗类：拳击、击剑、摔跤、跆拳道；
- (4) 体操类：单杠、平衡木、地面翻滚、广播体操；
- (5) 舞蹈类：单人舞、双人舞、八人舞、芭蕾舞、秧歌舞、街舞、民族舞、创意舞；
- (6) 工作类：捡垃圾、端盘子、拉车；
- (7) 创意类：秋千、小品、打鼓、弹琴、铅球、铁饼等。

## 1.4 现阶段的素质体育机器人竞赛陆上项目

现阶段，仿人机器人的研究和应用尤其受到普遍关注，并成为智能机器人领域中最活跃的研究热点。研究仿人机器人的目的是为了创造能够与人类和谐共处的高级智能机器人，这种机器人作为一种新型工具，具备人类的某些特定特征（如行走、感官、思维以及判断等能力），在某种程度上可替代人类从事特定的工作以服务于人类。

机器人打斗类项目对抗激烈、形式新颖、技术含量高、竞赛关注度高、比赛气氛热烈，具有很好的观赏性和极佳的现场效果；并且适合小学、初中、高中和大学等各学历层次学生的参与。因此素质体育竞赛陆上项目先期选择开展拳击、摔跤、跆拳道和击剑四个项目，机器人运动员均为双足仿人型机器人。

目前开展仿人机器人打斗类项目的世界性机器人竞赛不是很多，很多竞赛的相关项目都处于起步阶段，而我国在此方面的发展并不落后。由中国人工智能学会主办的国际仿人机器人奥林匹克大赛（IHOG）和全国机器人大赛暨 FIRA 中国区选拔赛已经连续几年开展了多项仿人打斗类竞赛项目，在相关领