

# 移动机器人实验教程

YIDONG JIQIREN SHIYAN JIAOCHENG


赵一帆 胡 矿 丁洪伟 王 峥 郑 哲 编著



云南大学出版社

# 移动机器人实验教程

赵一帆 胡 矿 丁洪伟 王 峥 郑 哲 编著

 云南大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

移动机器人实验教程 / 赵一帆等编著. -- 昆明:  
云南大学出版社, 2014  
ISBN 978 - 7 - 5482 - 1949 - 1

I. ①移… II. ①赵… III. ①移动式机器人—实验—  
教材 IV. ①TP242 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 046207 号

## 移动机器人实验教程

赵一帆 胡 矿 丁洪伟 王 峥 郑 哲 编著

---

策划编辑: 徐 曼  
责任编辑: 徐 曼  
封面设计: 刘 雨  
出版发行: 云南大学出版社  
印 装: 昆明研汇印刷有限责任公司  
开 本: 787mm × 1092mm 1/16  
字 数: 243 千  
印 张: 9.75  
版 次: 2014 年 5 月第 1 版  
印 次: 2014 年 5 月第 1 次印刷  
书 号: ISBN 978 - 7 - 5482 - 1949 - 1  
定 价: 25.00 元

---

社 址: 昆明市翠湖北路 2 号云南大学英华园内 (邮编: 650091)  
发行电话: 0871 - 65033244 65031071  
网 址: <http://www.ynup.com>  
E - mail: [market@ynup.com](mailto:market@ynup.com)

# 前 言

移动机器人顾名思义就是可以移动的机器人。这里的“移动”是相对于不能移动来说的，事实上目前使用得最多的机器人都是不能够移动的，它们被安装在工厂的流水线上，我们每天早上出门乘坐的公共汽车、从口袋里掏出来打电话的手机、在办公室使用的电脑都是出自机器人之手。

而能够移动的机器人，顾名思义就是可以移动位置，自行运动到任务地点执行工作的机器人。在 1997 年 NASA 发射的火星探路者降落火星，那次任务携带了一部火星车，这是移动机器人第一次到另一颗行星执行任务，而火星车也成为首个具有全球知名度的移动机器人。而事实上，移动机器人早在 20 世纪 60 年代就已经在月球执行任务。自 1997 年以来，16 年过去了，移动机器人已经从太空项目走进了我们的生活，今天在淘宝网上能够搜索到数十种扫地机器人。

经过数十年的发展，制造一个机器人已经变得很容易，有兴趣的同学在淘宝网上购买零件就能够自己组装出一个移动机器人。但是如何对移动机器人进行更好地控制仍然是今天乃至将来很长时间里的一个难题。

本书分为两个部分：第一部分通过 Robocode 介绍了一个完整的虚拟移动机器人系统，让读者对移动机器人应该具备一些什么功能、应该如何控制有一个整体的认识；第二部分介绍了一个真正的移动机器人系统 P3-DX，以及如何在这个真实的机器人系统上开发控制程序以使其完成一些基本的功能。

最后还要提到，参加本书编著的人员还有杨志军博士、保利勇博士、柳虔林博士，以及刘鑫宇、欧阳进、张帆、赵一帆、李远壮、郑哲、陶庆伟、卢凯凯、王峥。

# 目 录

第一部分 Robocode 机器人 .....	1
第一章 基本运动控制 .....	2
1.1 实验原理 .....	2
1.1.1 Robocode 安装与配置 .....	2
1.1.2 阻塞与非阻塞 .....	11
1.1.3 前后运动 .....	13
1.1.4 旋转运动 .....	14
1.2 实验内容 .....	16
1.2.1 用阻塞式机器人实现正方形路径行走 .....	16
1.2.2 用非阻塞式机器人实现圆形路径行走 .....	17
第二章 炮塔控制 .....	19
2.1 实验原理 .....	19
2.1.1 世界坐标系 .....	19
2.1.2 局部坐标系 .....	21
2.1.3 炮塔转动 .....	22
2.1.4 发射炮弹 .....	23
2.1.5 炮弹能量与速度的关系 .....	23
2.2 实验内容 .....	25
2.2.1 将炮塔指向坐标平面上的特定点 .....	25
2.2.2 发射不同速度的炮弹 .....	28
第三章 雷达控制 .....	31
3.1 实验原理 .....	31
3.1.1 转动雷达 .....	31

3.1.2	雷达发现目标事件 .....	32
3.1.3	雷达读数 .....	33
3.2	实验内容 .....	36
3.2.1	转动雷达指向坐标系上特定点 .....	36
3.2.2	转动雷达扫描指定的扇区 .....	38
3.2.3	根据雷达读数计算目标的坐标位置 .....	40
第四章	雷达锁定 .....	43
4.1	实验原理 .....	43
4.1.1	雷达锁定原理 .....	43
4.1.2	单个目标锁定 .....	45
4.1.3	多个目标跟踪 .....	49
4.2	实验内容 .....	52
4.2.1	用雷达锁定单个静止目标 .....	52
4.2.2	用雷达锁定单个运动目标 .....	57
4.2.3	用雷达跟踪多个目标 .....	61
第二部分	P3 - DX 机器人 .....	69
第五章	行为框架 .....	70
5.1	实验原理 .....	70
5.2	自主移动机器人的行为解说 .....	71
5.2.1	行为 .....	71
5.2.2	仲裁 .....	71
5.3	实验内容 .....	74
第六章	声纳环控制 .....	75
6.1	实验原理 .....	75
6.1.1	MobileSim 简介 .....	75
6.1.2	仿真地图绘制 .....	75
6.1.3	开发环境配置 .....	76
6.1.4	声纳 .....	77

6.1.5 声纳的读取 .....	78
6.2 实验内容 .....	78
第七章 前进行为 .....	79
7.1 实验原理 .....	79
7.1.1 Velocities 简介 .....	79
7.1.2 Behavior 接口简介 .....	79
7.1.3 前进行为的实现 .....	79
7.2 实验内容 .....	82
第八章 避障行为 .....	83
8.1 实验原理 .....	83
8.1.1 简单的避障行为 .....	83
8.1.2 峡谷效应 .....	85
8.1.3 完整的避障解决 .....	86
8.2 实验内容 .....	89
第九章 沿墙行走行为 .....	90
9.1 实验原理 .....	90
9.1.1 迷宫与右手定则 .....	90
9.1.2 简单的沿墙行走行为的实现 .....	91
9.1.3 改进的沿墙行走方法 .....	92
9.1.4 涵洞通行问题 .....	97
9.2 实验内容 .....	101
第十章 目标行为 .....	102
10.1 实验原理 .....	102
10.1.1 Robocode 与 RJI 的差别 .....	102
10.1.2 RJI 中的平面直角坐标系 .....	102
10.1.3 定点行走算法 .....	103
10.1.4 改进的定点行走算法 .....	107
10.1.5 该算法的缺陷 .....	115
10.2 实验内容 .....	116

第十一章	归航行为 .....	117
11.1	实验原理 .....	117
11.1.1	归航行为 .....	117
11.1.2	归航行为的实现 .....	117
11.2	实验内容 .....	126
第十二章	轮式机器人声纳探测导航系统 .....	127
12.1	该设计的总体构架 .....	127
12.2	实体坐标模式 .....	128
12.3	地图模块与控制模块接口的设计 .....	129
12.4	地图模块与绘图模块接口的设计 .....	130
12.5	在 P3 - DX 的 RJI 接口上实现机器人的简单漫游策略 .....	133
12.6	基于光电寻线模式的机器人路径导航系统 .....	135
12.6.1	基于仿生的专家系统与模糊控制系统综合构架概述 .....	135
12.6.2	模糊控制系统控制决策方案 .....	136
12.6.3	系统与传感器和控制电机的接口 .....	136
12.6.4	该系统的特点 .....	136
12.7	在 Robocode 实验环境中实现多机器人协同的漫游策略 .....	137
第十三章	基于 Android 系统手机的 3G 网络远程轮式机器人控制系统 .....	138
13.1	手机端控制程序设计的主要功能 .....	138
13.2	程序设计中的主要方法 .....	139
第十四章	基于专用模块控制的 GSM 网络远程轮式机器人控制系统 .....	143
14.1	专用模块设计与实现 .....	143
14.2	两种控制模式 .....	147



# 第一部分 Robocode 机器人

---

Robocode 是 2001 年 7 月在美国 IBM 的 Web alphaWorks 上发布的坦克机器人战斗仿真引擎。与通常玩的游戏不同的是：参赛者必须对机器人进行编程，通过给机器人设计智能来自动指挥它，而不是由键盘、鼠标简单地直接控制。Robocode 是一种有趣的竞赛性编程，使用几行简单的代码，就能够让你创建一个活生生的机器人，一个真正的在屏幕上与其他机器人互相对抗的机器人。你可以看到它在屏幕上四处疾驰，碾碎一切挡道的东西。机器人配有雷达与火炮，选手在躲避对手进攻的同时攻击对手，以此来较量得分的多少。

# 第一章 基本运动控制

## 1.1 实验原理

### 1.1.1 Robocode 安装与配置

要安装 robocode 首先要安装 jdk，然后安装 robocode，同时，为了以后开发的方便，还需要安装 eclipse 并做相应的配置。

#### 1.1.1.1 安装 jdk

从 sun 的官网下载最新的 jdk，执行安装，安装时要注意安装路径中最好没有空格。如图 1-1 所示。

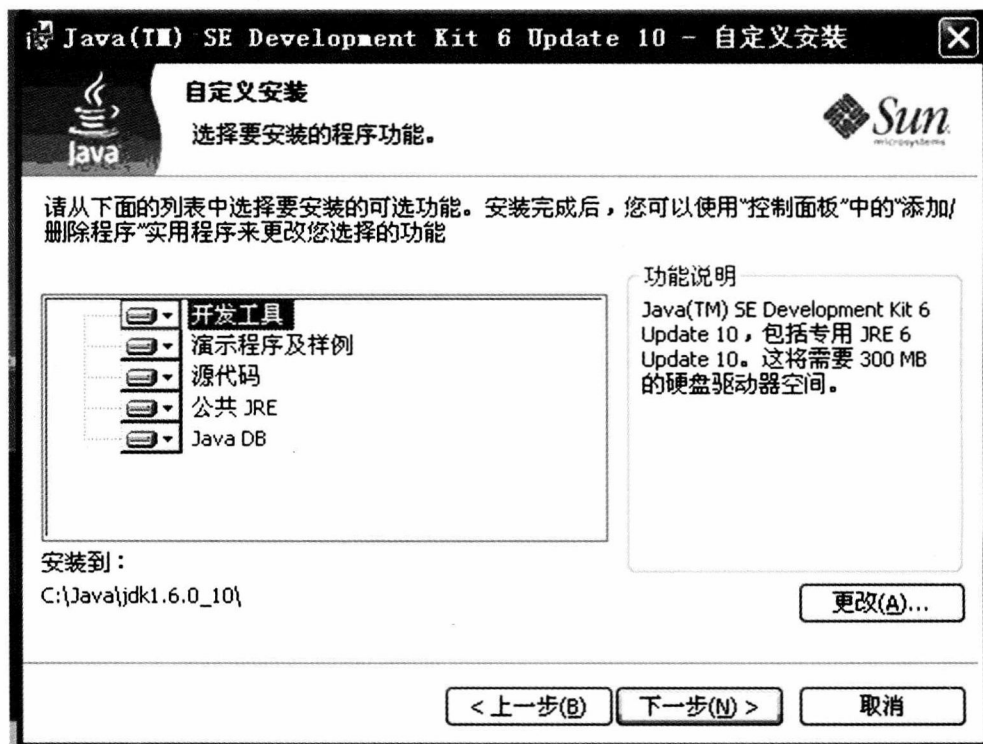


图 1-1

### 1.1.1.2 安装 eclipse

在 eclipse 的官网下载最新 eclipse 压缩包，解压缩到硬盘的任意位置，执行 eclipse.exe 即可。如图 1-2 所示。

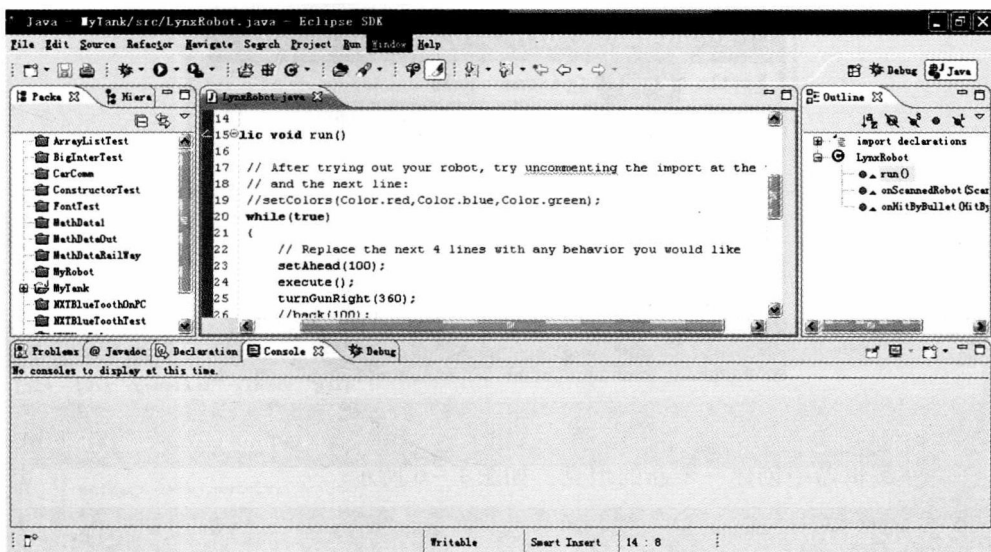


图 1-2

### 1.1.1.3 安装 robocode

可以选择在 robocode 的官方网站下载最新的 robocode，你会得到一个以“robocode -”开头的 jar 文件，在 jdk 安装好的情况下，双击即可开始安装。如图 1-3 所示。



图 1-3

选择“否”，然后选择对应的安装路径后点击“是”即可完成 robocode 的安装。

#### 小贴士：

直接执行桌面的图标即可快速地打开 robocode，如图 1-4 所示。



图 1-4

可以通过以下方式快速地创建属于自己的坦克：

Robocode 集成了一个简单的代码编辑器，可以帮助你创建坦克类，并且编译和部署。通过 Robot->Editor 打开编辑器，如图 1-5 所示。

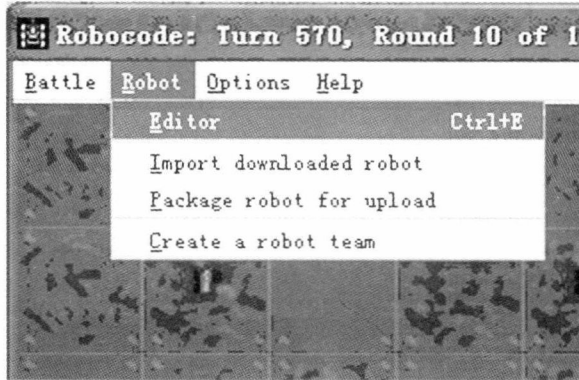


图 1-5

然后在编辑器中创建一个新的坦克，如图 1-6 所示。

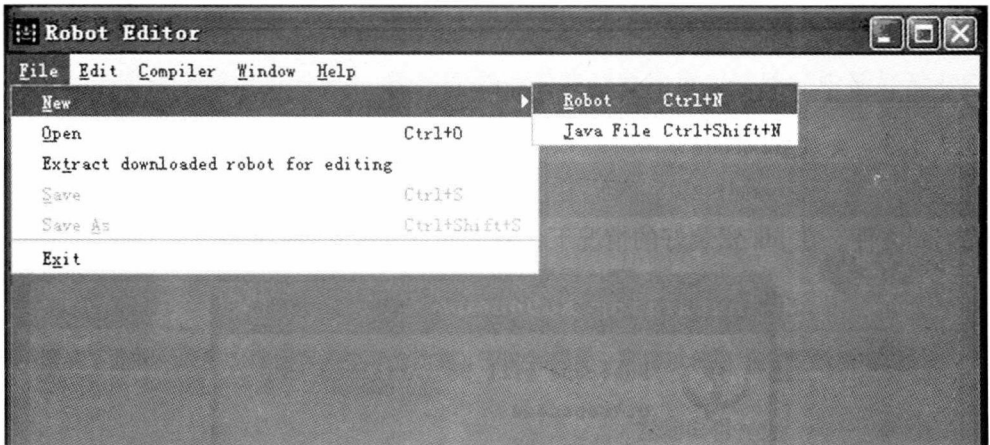


图 1-6

设置你的坦克名称(类名)，如图 1-7 所示。

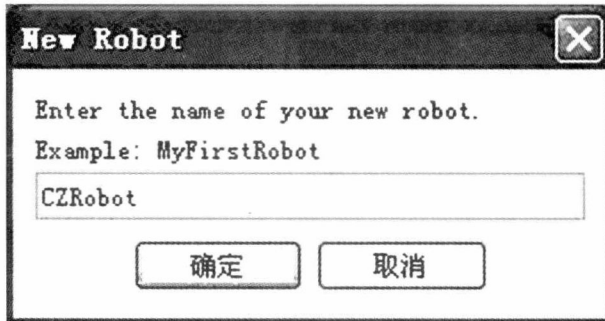


图 1-7

设置你的坦克所在的包(因为我们正在创建一个 Java 类,所以最好指定包名),如图 1-8 所示。

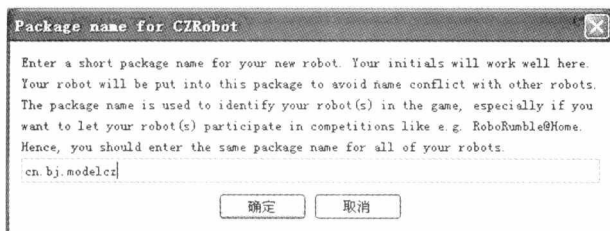


图 1-8

图 1-9 所示是自动生成的坦克代码。

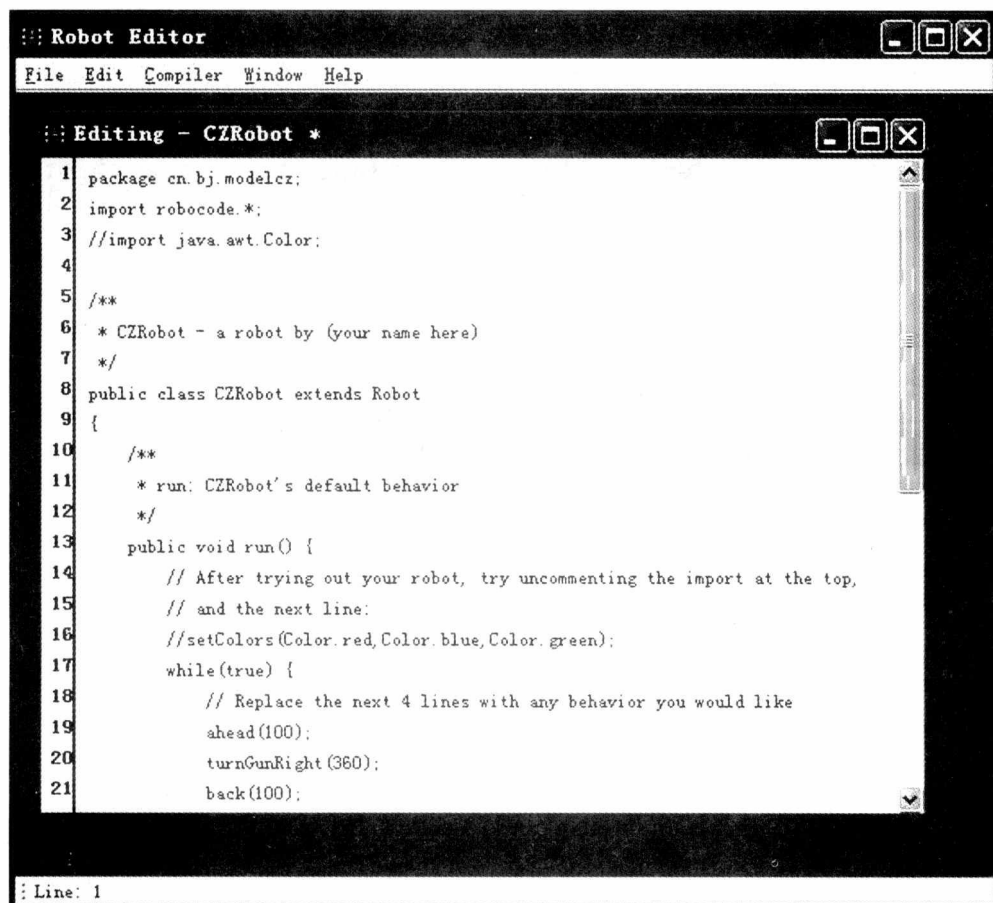


图 1-9

如图 1-9 所示,编辑器为我们创建了一个继承自 Robot 类的类,并覆盖了其中的一些方法:

run()方法:因为每个坦克实例对象都对应一个线程,所以,我们在 run()方法中定制坦克的主要行为。

在 run()方法中，我们当然可以调用父类提供的一些方法，以便让我们的坦克动起来！如：

```
ahead——向前移动  
turnGunRight——炮塔向右旋转指定角度  
.....
```

onXxx()方法：当某些事件发生时，该方法会得到执行。

编辑器为我们创建的坦克类覆盖了 onScannedRobot 方法和 onHitByBullet 方法，这样，我们就可以编写当坦克发现敌情和被别人打中时所采取的动作。

对于如何更好地实现自己的坦克，我们将在后面的章节中进行介绍。

编译、部署、运行！

保存文件。

通过 Compiler->Compile 编译 Java 类。

关闭编辑器，再次创建新战役，你就可以看到你创建的第一个坦克了，如图 1-10。

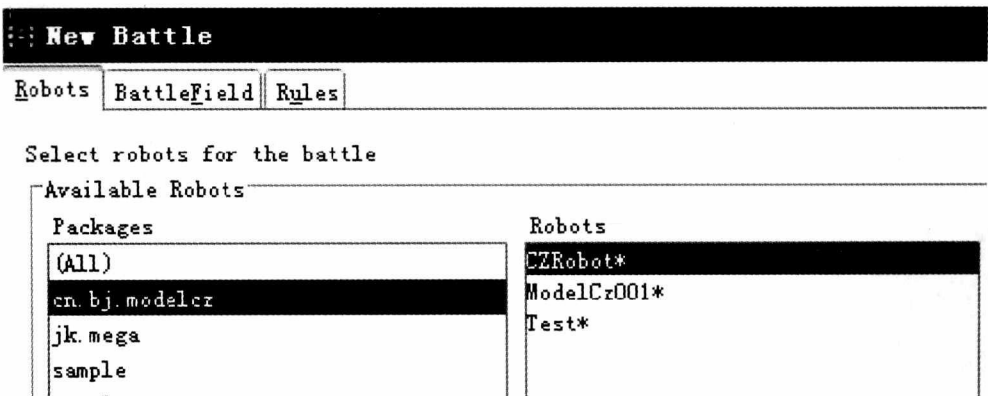


图 1-10

#### 1.1.1.4 配置 eclipse

主要步骤如下：

- (1)在 Eclipse 中，创建一个 Java 项目。
- (2)把 Robocode 库添加到 buildPath：

在刚建的项目上右击选择 Build path->Add External JARs，在打开的选择文件对话框中，定位到 robocode 的安装目录下的 lib 目录，然后选择 robocode.jar，如图 1-11 所示：

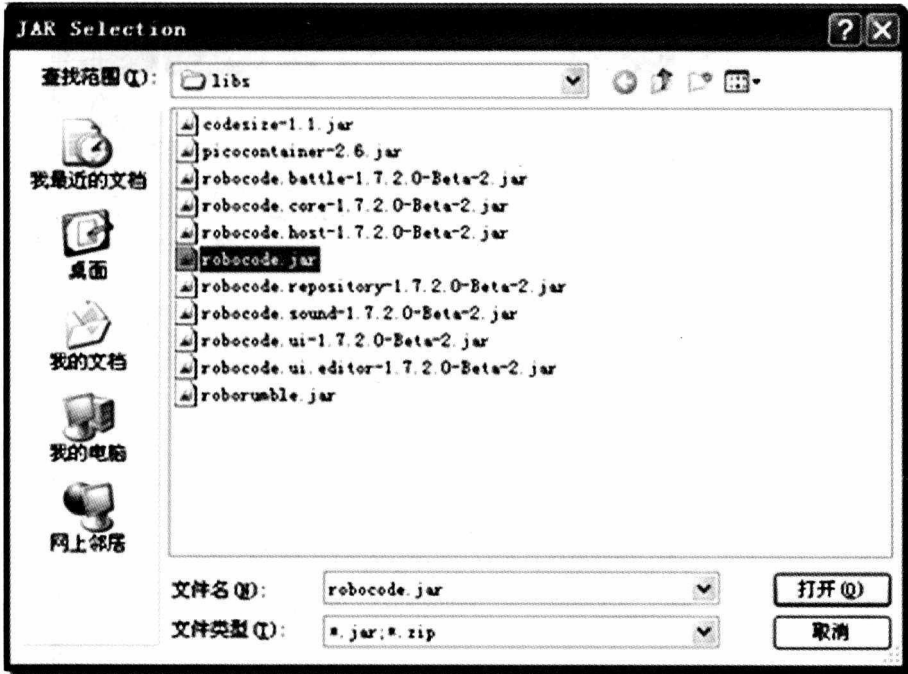


图 1-11

(3) 创建一个 Robot 类的子类。

这个动作十分简单，这里就不赘述了。

(4) 配置执行参数：

为了方便地使用 Eclipse 启动 Robocode，你需要按照下述步骤进行配置：

在你的项目上右击，并点击 Run As→Run Configurations..，如图 1-12 所示。

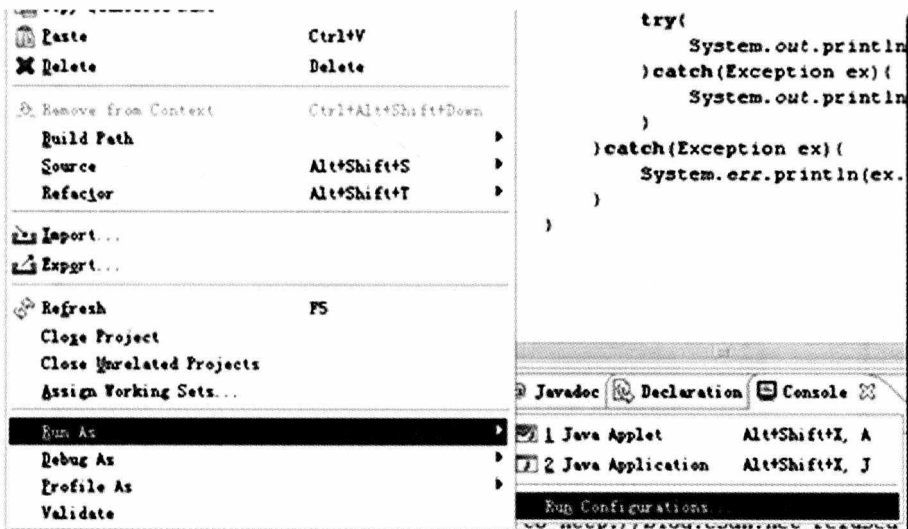


图 1-12

在打开的窗口中创建一个新的 Java Application 运行配置，如图 1 - 13 所示。

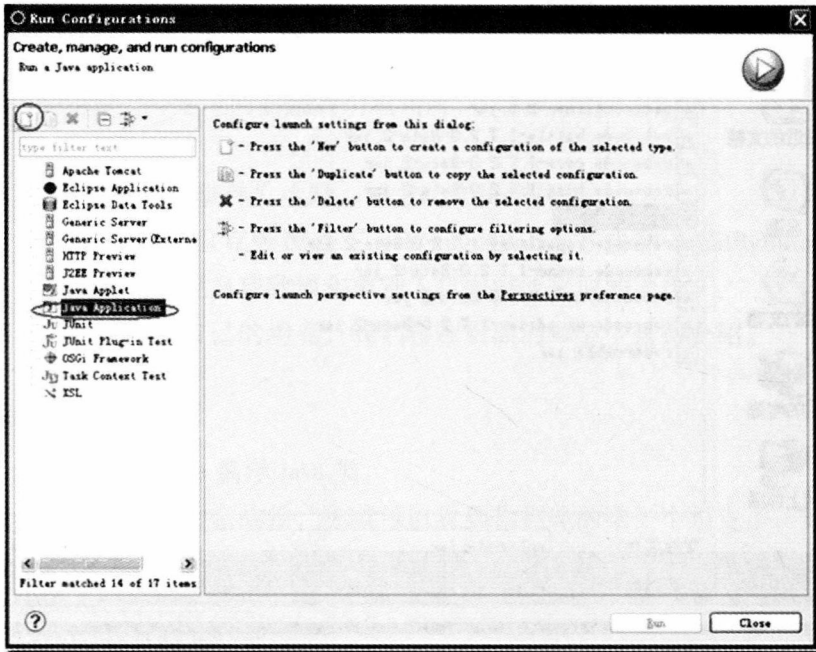


图 1 - 13

然后就可以配置具体的运行参数了，这主要包括：①配置名称；②要运行的主类。如图 1 - 14 所示。

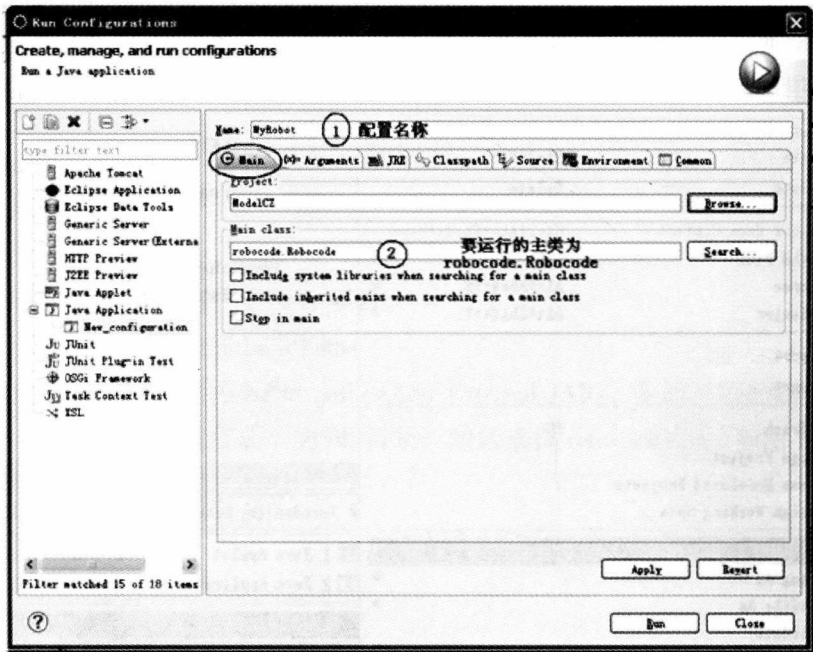


图 1 - 14



为了能分配足够的内存给 Robocode，以及方便调试，我们还要添加如下虚拟机参数：

-Xmx512M -Dsun.io.useCanonCaches=false -Ddebug=true

而且，我们还需要指定工作目录为 robocode 安装目录，如图 1-15。

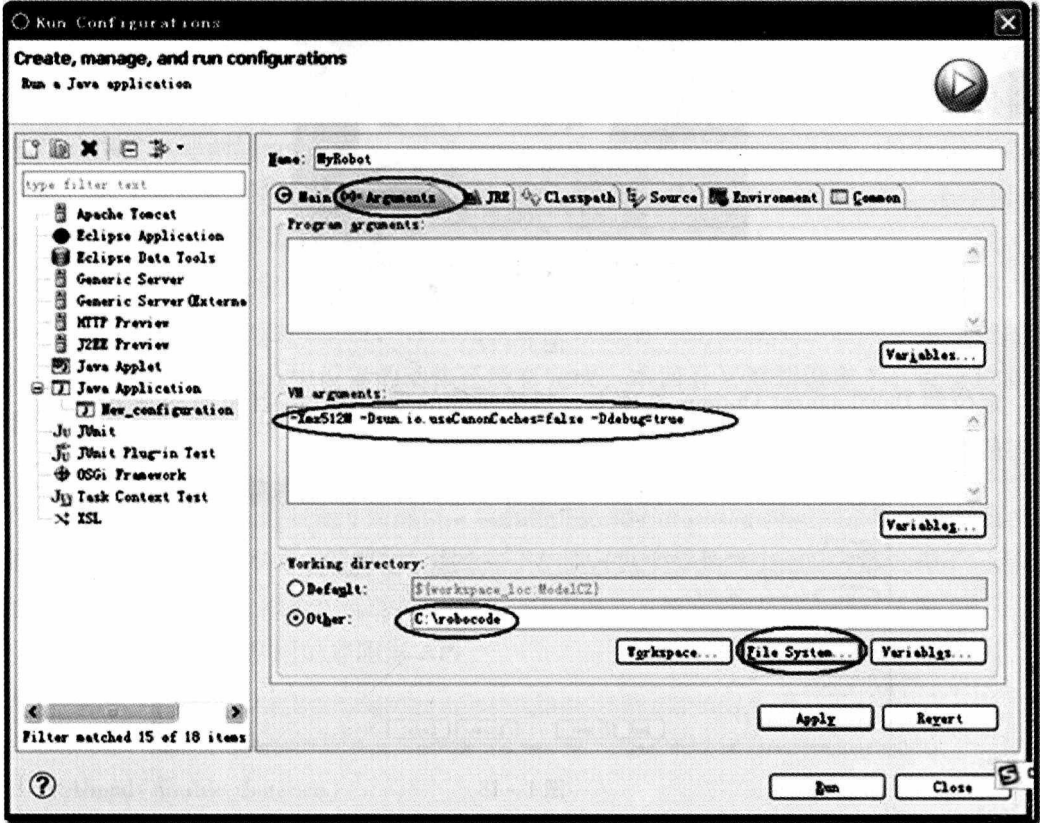


图 1-15

经过上述配置后，你可以点 Apply 保存配置，然后点 Run 按钮运行一次。之后，在 Run 菜单，你可以直接通过刚才的配置启动 Robocode，如图 1-16 所示。



图 1-16