

爱上乐高

LEGO:
creation on your time

WINNING DESIGN!

Apress®

LEGO® MINDSTORMS EV3 DESIGN
PATTERNS FOR FUN AND COMPETITION

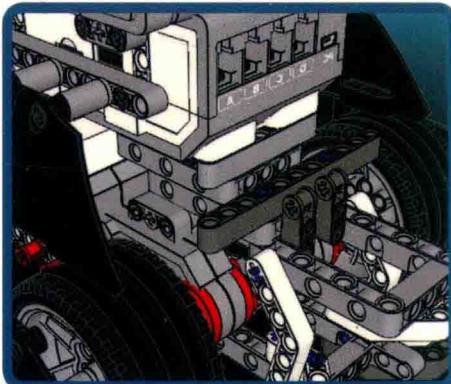
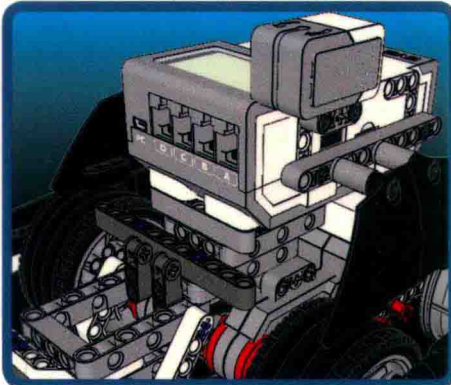
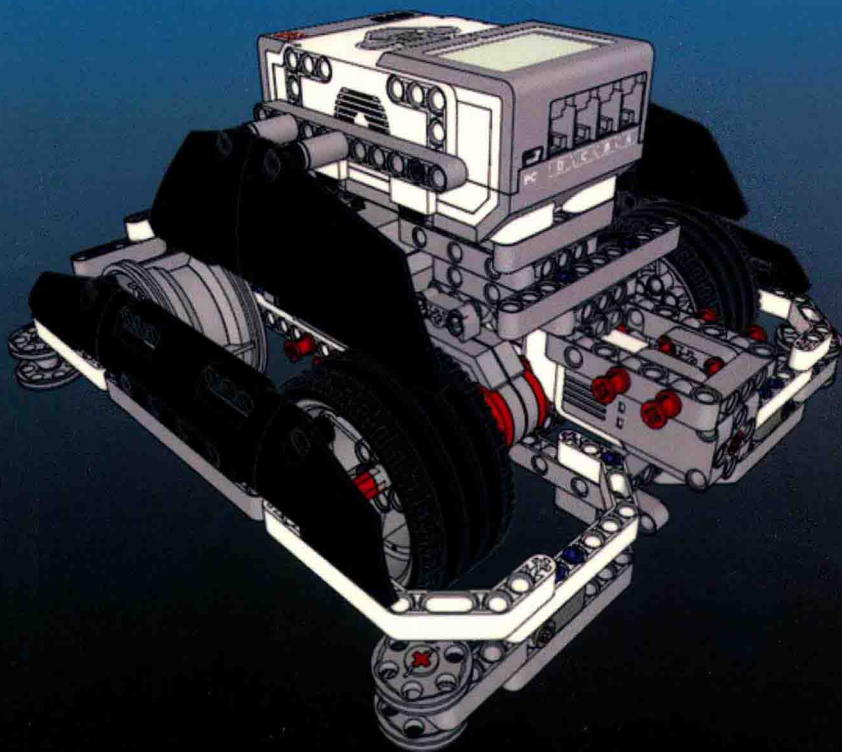
乐高机器人 EV3 设计与竞赛指南

[美] James Jeffrey Trobaugh 著
孟辉 韦皓文 译

(第2版)

全新乐高机器人赛事指导手册

- FLL 赛事的专业教练、辅导员、技术答辩裁判倾力分享
- 中文乐高论坛核心团队解读，内容更适合国内参赛队伍
- 全面解析 FLL 赛事，超实用赛事经验分享，帮助你取得优异的成绩
- 对 WRO、RoboRave、RCJ、CARC、NOC、RLC、RoboCom 等各项使用乐高机器人的赛事均有参考价值
- 指导设计理想的参赛作品，包括硬件设计和软件设计



中国工信出版集团

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱上乐高

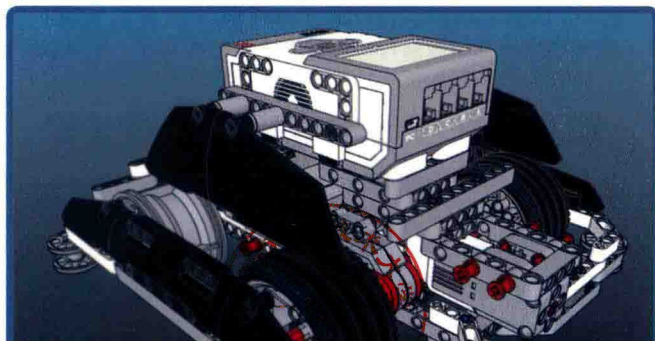
LEGO:
creation on your time

WINNING DESIGN!

LEGO® MINDSTORMS EV3 DESIGN
PATTERNS FOR FUN AND COMPETITION

乐高机器人

EV3 设计与竞赛指南 (第2版)



[美] James Jeffrey Trobaugh 著
孟辉 韦皓文 译

Apress®

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

乐高机器人 EV3 设计与竞赛指南 : 第2版 / (美)
詹姆斯·杰弗里·特罗巴著 ; 孟辉, 韦皓文译. -- 北京:
人民邮电出版社, 2018. 6
(爱上乐高)
ISBN 978-7-115-47982-2

I. ①乐… II. ①詹… ②孟… ③韦… III. ①智力游
戏 IV. ①G898.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第047082号

版权声明

Winning Design ! LEGO MINDSTORMS EV3 Design Patterns for Fun and Competition^{2nd}

By James Jeffrey Trobaugh, ISBN: 978-1-4842-2104-4

Original English language edition published by Apress Media.

Copyright © 2017 by Apress Media.Simplified Chinese-language edition. copyright © 2018 by Post & Telecom Press .All rights reserved.

本书简体中文版由 Apress Media 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制本书的内容。

版权所有, 侵权必究

内 容 提 要

本书是一本乐高机器人竞赛的指导手册, 针对乐高机器人赛事的各个方面, 包括四个主要板块: 设计、导航、操作和组织。通过对这些板块的详细阐述, 本书能够指导读者设计出高水准的乐高机器人作品, 同时也能提高读者的科技素养, 并使读者体会到乐高机器人带来的乐趣。

◆ 著 [美] James Jeffrey Trobaugh

译 孟 辉 韦皓文

责任编辑 魏勇俊

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 889×1194 1/20

印张: 9.2

2018 年 6 月第 1 版

字数: 306 千字

2018 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2017-7474 号

定价: 80.00 元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

译者序

FLL一直是非常受欢迎的乐高机器人赛事之一，从第一届比赛仅十几支队伍到现在每年有十几万支队伍参与比赛，越来越多的教练和队员感受到了FLL的魅力和神奇。

第一次参与比赛的教练和队员往往会遇到很多问题：怎么组建队伍？一个团队中的众多队员要如何分配工作？需要掌握哪些编程和结构基础知识？基础车做成什么样？手臂要安装在哪儿？场地上这么多任务，我们应该先完成哪一个……真是千头万绪，不知从何入手。

一阵忙乱之后，总算是有些眉目了，基础车做好了，也能开始完成一些任务了。问题又来了：转弯不准确、机器人不走直线、程序每次运行的结果都不一样，等等。好不容易坚持到了比赛之前，突然又听说还有技术答辩和课题答辩，谁能告诉我应该怎么准备？

很多教练都反映FLL难，每年从比赛任务公布开始，到第二年赛季结束之前，总会有很多人在中文乐高论坛提出各种各样的问题，上面提到的只是被比较集中问到的问题。从某种角度说，做好FLL比赛的准备确实包含了很多内容，涉及编程技术、结构技术、团队组建等多个方面，一支队伍往往需要几年时间才能逐步成熟起来，一名教练也需要多年的积累才能成为个中高手。

而今天，这一切变得简单起来，原因就在于詹姆斯·杰弗里·特罗博的这本《乐高机器人EV3设计与竞赛指南》。本书的作者是一位资深FLL教练，有着丰富的经验，他将在FLL竞赛中经常会遇到的问题和解决方法都浓缩在本书中，每一章节的内容都直指FLL竞赛的核心，从软件和结构基础入手给大家讲解了如何完成FLL竞赛准备，各种常见的问题在本书都可以找到答案。新手教练和队员可以从本书中学习入门知识，资深教练也可以从中找到很多可以借鉴的小技巧。

本书的第1版（NXT版）就曾深受国内教练员和队员的喜爱，很多人询问是否有中文版本，很高兴人民邮电出版社将本书的第2版（EV3版）引入国内，让国内首次有了完整论述FLL比赛技术和经验的参考书。

最后，我衷心祝愿各位FLL教练和队员从本书开始，一起走上FLL的冠军之旅，在比赛中得到锻炼和成长！

韦皓文

2018年4月 柳州

关于作者

詹姆斯·杰弗里·特罗博（James Jeffrey Trobaugh）拥有计算机科学学位，做了26年的软件设计师。他和他的两个孩子伊恩和艾米住在佐治亚州亚特兰大市。

自2004年起，他就参与了FLL赛事，是Super Awesome队的教练，也是FLL世锦赛的技术答辩裁判，他还是佐治亚州福赛斯县的FLL联盟主任。

詹姆斯是一位乐高爱好者，1998年他创建了北佐治亚乐高火车俱乐部。作为乐高爱好者和软件架构师，他很快就发现乐高机器人很适合自己，而且能与孩子们分享他的科技成果，不仅是他自己的孩子，而是所有孩子。



关于技术审稿人

桑贾伊·塞申（Sanjay Seshan）和阿温德·塞申（Arvind Seshan）是EV3Lessons网站的创建者，这是一个非常受欢迎的网站，网站上有大量的编程课程和FLL竞赛资源。此外，他们是FLL世界冠军级团队的成员，在过去的六年时间里，赢得了很多国家级和国际级奖项。他们的头脑风暴机器人出现在各种国际知名网站和杂志上，如The Verge网站、《福布斯》和《大众机械》。



介 绍

1998年乐高公司推出了头脑风暴机器人套装，从此人们就一直在探索它到底有多大的能耐。于是，许多不同的乐高机器人竞赛出现了，其中最受欢迎的是FLL赛事。乐高头脑风暴套装在过去几年发生了很大的变化，经过改进的传感器、电机和编程能力让现在的头脑风暴系统拥有了一系列的新功能。对于那些已经有多年机器人系统使用经验的人来说，这些变化很受欢迎。但对于刚刚进入乐高机器人世界的人们来说，很快就觉得无法应对了。

本书的目的是帮助教练和团队成员更好地理解如何为竞争激烈的乐高机器人比赛设计可以获胜的机器人。使用本书之前，最好先学习一些乐高头脑风暴的系统知识。本书中的设计原则并不是严格的指导方针，但这些设计基础能帮助团队提升竞争力。

经过多年的观察，我发现一支团队通常需要几年的比赛磨练才能掌握获胜的技巧和技能。有了本书的帮助，你可以更早地学习到其中的部分内容，并以此作为基础，实现自己赢得比赛的想法和设计。

在FLL赛事和其他乐高机器人赛事中，获胜并非最终目的，学习如何解决问题、共同克服挑战往往是团队在比赛中的收获。因此，即便本书的目的是帮你设计出能获奖的机器人作品，但请千万不要忘记比赛中最重要的东西——学习和快乐。

获奖机器人的四个原则

本书讨论了获奖机器人的四个主要原则——设计、导航、操作和组织，这些内容在本书的各个章节中分别做出了阐述。

设计是每一个团队在搭建机器人之前必需的思维过程。要想在比赛中获胜，团队不仅要了解规则，而且要理解他们必须应对的挑战任务。“介绍”和第1~2章涵盖了设计阶段的内容。

导航是机器人在比赛场地上成功移动的艺术，这部分内容在第3~7章。你已经知道了让机器人动起来并不困难，但是在比赛中始终如一地移动是机器人获得成功的原因。

操作可以把一个简单的机器人扩展成一个强大的机器人，使其能控制和改变环境。学习如何为机器人设计合适的手臂以完成特定的任务，让机器人获得更高的分数，这部分内容在第8~10章。

任何获胜团队都必须有组织。一个以有效的方式组织资源的团队会发现，消除比赛中的混乱才能使团队专注于获胜。成功的组织策略在第11~13章。

从本书中可以学到更多

我希望你和你的团队能在本书中找到对自己有用的内容和技术，乐高机器人比赛的一部分乐趣在于发现，但同时，没有什么比把自己困在一个无法前进的角落里更让人沮丧的了。

我希望本书包含的内容能帮助你度过这样的困难时刻，让你回到快乐的轨道上，本书中的一些内容对你的机器人设计很有帮助。你在本书中读到的一些内容可能并不适用于你的情况，但我相信我在本书中写下的内容都是乐高机器人设计师的必备知识。

享受过程，富有创造力，尝试新事物。不要害怕失败。最重要的是，我们很快乐！

目 录

第 1 章 设计机器人需要考虑的问题 ... 1

阅读规则.....	1
清楚 FLL 机器人的零件使用规则	1
研究任务说明.....	2
将任务按区域分组.....	2
分析任务.....	3
画出场地图.....	3
考虑约束和障碍.....	4
场地的约束	4
环境条件	5
EV3 软件.....	5
了解乐高头脑风暴硬件.....	6
EV3 程序块	6
触动传感器	7
陀螺仪传感器	7
颜色传感器	7
超声波传感器	8
大型伺服电机	8
中型伺服电机	8
开始机器人设计.....	8
让整个团队一起头脑风暴	9
展示你的设计	9
绘制设计草图	9
分配资源.....	10

总结.....	10
---------	----

第 2 章 底盘设计 11

基本设计因素.....	11
尺寸	11
功率	11
速度	11
电池	12
寻找重心.....	12
齿轮传动.....	14
直齿轮	14
皇冠齿轮	14
锥齿轮	14
双锥面齿轮	15
蜗杆	15
离合齿轮	15
滑轮	16
旋钮轮	16
传动比	16
选择车轮.....	17
周长	18
安装	18
履带	19
最常见的底盘.....	19
两轮机器人	19

三轮机器人	20
四轮机器人	20
履带机器人	20
发现和解决问题	21
总结	21

第3章 直线行驶 23

机器人结构的影响	23
轴距	23
重量	24
车轮的周长	24
车轴的支撑	24
程序设计	25
移动转向模块	26
移动槽模块	26
我的模块 MyMove	27
电池	31
AA 电池	31
可充电电池板	32
辅助装置	32
贴墙行走	32
基地中的出发标尺	34
交流与学习	35
电机匹配	35
消除齿轮间隙的影响	36
发现和解决问题	36
总结	37

第4章 准确转弯 39

转向设计	39
差速转向系统	39

转向驱动系统	40
与转弯有关的计算	41
单轮转动方式	41
双轮转动方式	42
程序设计	43
移动转向模块	43
移动槽模块	43
创建我的模块 MyPivot	44
创建我的模块 MyTurn	45
陀螺仪传感器	46
校准陀螺仪传感器	46
用陀螺仪传感器转弯	47
陀螺仪传感器的安装	47
总结	48

第5章 巡线和检测线条 49

EV3 颜色传感器	49
环境光模式	49
反射光模式	50
颜色模式	50
安装颜色传感器	50
校准颜色传感器	51
进行校准	51
使用 EV3 校准模块	51
使用本地文件	52
查看校准值	54
删除校准数据	54
遮蔽颜色传感器	55
巡线	55
两状态巡线示例	56
界定两个以上的状态	56

实现比例算法	58	简单式	82
使用两个颜色传感器	59	鱼钩式	83
检测线条	60	勾环式	84
找到线条	60	叉子式	85
检测线条中的颜色	62	倾倒型手臂	85
总结	62	收集型手臂	86
第 6 章 调整机器人姿态	63	单向盒	87
调整姿态	63	旋转式	87
用侧墙调整姿态	63	弹力型手臂	88
被动式靠墙对正	63	无动力手臂的连接方式	89
交互式靠墙对正	65	固定销连接	89
与线条和区域边缘对齐	67	无销连接	89
总结	69	磁铁连接	90
第 7 章 检测障碍物	71	总结	90
触动传感器	71	第 9 章 有动力手臂	91
检测按下状态	71	手臂电机的安装位置	91
检测释放状态	74	安装在前部	91
检测碰撞状态	75	安装在中部	92
颜色传感器	76	安装在后部	92
超声波传感器	77	确定手臂的类型	92
总结	78	抓物型手臂	92
第 8 章 无动力手臂	79	爪子式	93
无动力手臂类型	79	台钳式	93
推送型手臂	80	笼式	94
保险杠式	80	提升型手臂	94
犁式	80	杠杆式	95
运送盒	81	叉车式	95
钩子型手臂	82	推送型手臂	96
		乐高执行机构	96
		自制执行机构	96

动力连接	97
直接连接	97
齿轮连接	98
传动轴连接	98
总结	99

第10章 气动力 101

气动系统示例	101
气动零件	102
气泵	102
气罐	102
气动开关	103
气动执行器	103
T形接头和软管	104
气压表	104
气动系统与EV3机器人集成	104
启动	105
触发	105
搭建气动手臂	105
总结	106

第11章 主程序 107

我的模块	107
定义开始和结束事件	107
示例代码	108
简单的顺序式主程序	108
假设案例说明	108
创建我的模块	109
创建序列	109
代码示例	109
复杂的主程序	111

程序导航	111
滚动序列	112
创建高级主程序	115
程序显示	115
保存状态	117
总结	118

第12章 程序管理 119

EV3更新	119
管理源代码	120
使用单台计算机	120
多台计算机网络共享	121
U盘	121
文件命名	121
总结	122

第13章 技术档案和技术答辩 123

程序文档	123
程序注释	123
打印的程序副本	124
机器人设计文档	125
记录底盘设计	125
手臂设计及说明	126
技术答辩	126
描述你的解决过程	126
介绍你的技术档案	127
与裁判交谈	127
总结	127

附录A 搭建DemoBot 129

第1章



设计机器人需要考虑的问题

你会从哪里开始搭建乐高机器人呢？我知道大家想到的第一件事是准备好乐高零件，然后把零件组装在一起。用乐高零件进行搭建是一件很有意思的事，你完全可以自由发挥，坐在一堆零件前，然后把它们连接在一起。

虽然我们都像这样搭建过乐高，但搭建乐高机器人的过程却是各不相同的，或者至少说，要搭建一个能够在比赛中获胜的机器人时，这个过程是不同的，在开始搭建之前，需要有一个完整的设计过程，对于教练和他的团队来说，这是最难的部分。

阅读规则

设计机器人时最重要的一点就是考虑竞赛规则的影响。这可能看起来很明显，但令人惊奇的是，我参与过很多赛事，其中有些团队并没有完全了解该赛事的规则。并为此花时间仔细阅读所有的规则，而且让团队中的每个成员阅读规则是非常重要的，因为不同的人可能对规则有不同的解释，而且可以相互补充其他人可能错过的规则内容。

在诸如FLL之类的赛事中，规则的内容漫长而无聊，但阅读和理解它们是非常重要的。FLL的基本规则告诉你在进行机器人设计时，什么可以做、什么不能做，此外还有对挑战任务的说明。这些内容非常重要，需要充分阅读和理解，了解这些规则将在机器人设计过程中起到至关重要的作用。如果你不能理解机器人需要做什么，那么你的

机器人就不可能赢得比赛，除非你是超级幸运的。

在整个赛季中，请随时留意规则的更新，比赛规则会不断被澄清或微调，所以最好定期查看官方网站的规则更新内容。这些规则上的改进可能会对你的比赛策略产生影响。

另外，不要害怕提出有关规则的问题。如果你已经阅读了规则，但无法理解其中的某些内容，你可以把自己的疑问提交到官方网站要求澄清。请务必首先检查规则的更新，看看其他人是否已经提出过同样的问题。与竞赛相关的论坛也是澄清比赛规则的好地方，但请记住，只有官方网站的信息才是最准确的答案，不要相信你在论坛上看到的一切，大多数在论坛上给出答案的人都很热心，但这些答案并不总是准确的。

清楚FLL机器人的零件使用规则

由于本书中的示例是用于FLL比赛的，所以我想简要回顾一下与FLL相关的机器人设计规则。请记住，这并不是规则的完整内容，而且每个赛季规则都可能发生变化。再次强调，在你开始设计机器人之前，请务必阅读FIRST官方网站的FLL规则。以下是部分官方规则。

1. 你用于比赛的所有东西必须是由原始出厂状态的乐高零件制成，但是乐高绳索和气管可以被切割成适当的长度，唯一的例外是你可以带一份写在纸上的程序提示。
2. 非电气乐高零件的数量或来源没有限制，但不

允许使用“发条电机”或“回力电机”，允许使用气动元件。

3. 电气元件必须是乐高头脑风暴系列的，可以使用以前或现在的任何乐高头脑风暴套装中的电气元件。

阅读这些规则后，你可以看到除了必须使用头脑风暴套装中的电气元件和一些例外情况之外，你可以在机器人上使用任何乐高零件，这是需要注意的最重要的一点。许多团队只使用头脑风暴套装中的零件，后来才意识到他们也可以使用其他零件，星球大战系列的乐高套装中可能有对机器人设计有帮助的零件。看到各种乐高零件超越了其原本的用途真的是一种很好的体验。例如，哈利·波特人仔身上的披风不仅看起来很酷，而且对于乐高颜色传感器来说，它也可以是一个很好的遮光罩。我们应该学会不要将乐高零件限制在一个用途或目的上。

乐高公司和其他供应商生产了大量可以用于乐高头脑风暴系列的传感器，但只有FLL规则中列出的传感器才能在FLL比赛中使用。另外请注意，乐高头脑风暴EV3家庭版套装中不包含乐高头脑风暴超声波传感器，而是包括红外传感器，但红外传感器目前还不被允许在FLL比赛中使用。

注意：油漆、胶带、胶水、油等都不允许使用，也不允许使用贴纸。

研究任务说明

每个机器人比赛都有一个或一系列需要机器人来完成的任务。在FLL赛事中，通常每年比赛的任务都不相同，每个任务都有一定的分数，有些任务比其他任务更难。

每一个任务都有不同的完成方式，有的是触发某个东西，有的是要传递一个物品或者将一个物品带回基地。无论任务是什么，你都需要理解并密切关注规则，以确保你的团队能获得最高的分数。如果你的团队练习了一个赛

季，比赛时却发现没弄清任务规则，你们的机器人不能正确完成任务，这将是多么糟糕的事啊。

FLL和许多其他机器人比赛在给出书面规则的同时，还会对每个任务给出视频说明，这有助于对任务做出解释。观看视频时，请不要认为在视频中看到的动作就是完成任务的指定方式。另外，这些视频只是为了帮助你了解书面规则，所以不要仅仅通过视频来研究任务说明，你知道有时视频中也会有错误。通常情况下，一支队伍看到任务说明视频时，会认为这是完成任务的唯一方法。请记住，始终要阅读规则并以开放的心态观看视频。

例如，在2009年FLL“气候影响”比赛中，其中一个任务是在北极冰层上运送一些物品。大多数团队都在努力寻找方法，想用抬升的方式让物品越过障碍物，而一些团队意识到北极冰面上有一个缺口，他们可以通过这个缺口把物品送到障碍物的后面，这样就不需要把物品抬升起来了。

所以虽然有些任务很简单，但大多数任务都不止有一个解决方案。有创意，但不要疯狂，简单的设计和能解决问题是赢得比赛的关键。

将任务按区域分组

了解比赛任务和规则之后，我发现最好把任务按照区域分成几组，这个区域是指比赛场地上的不同位置，看看哪些任务在同一个相邻区域内。但这并不意味着你要同时完成这些紧密相邻的任务，分区更有助于帮你区分比赛场地，并且不会让你的团队感到比赛太难。

你不必在此时考虑如何完成任务，现在只需要将比赛场地分成2~4个区域，并且好好想一下，每个区域中有哪些东西与你的机器人有关。通过划分这些区域并了解规则，你开始了解机器人需要完成什么样的任务，实际的机器人应该如何设计。在图1-1中，你可以看到2010年FLL

“智能交通”的比赛场地被分成了3个区域。

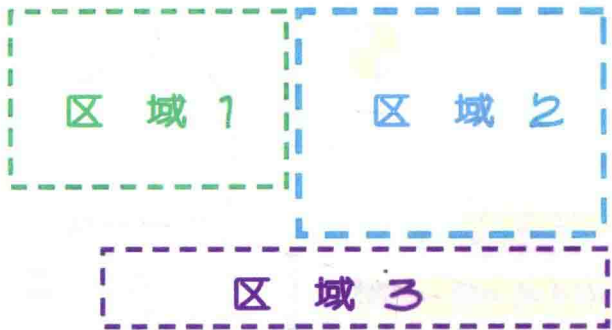


图1-1：FLL“智能交通”的比赛场地被分成了3个区域

分析任务

你已经研究了机器人的零件使用规则和比赛规则，并将比赛场地分成了几个区域，但你还没有准备好搭建机器人。现在你必须列出完成每个任务时机器人的动作，在清楚了解如何完成这些任务之前，你依然无法进行机器人设计。

分析任务时，不用担心每个动作是否完全正确，当然，在进行尝试时你还可以更改机器人的动作，我们现在的目标是了解机器人需要做些什么动作来完成任务。这是让整个团队参与的好时机，要么让不同的团队成员分别承担不同的任务，要么召开一个大型的头脑风暴会议。

你应该写出每个任务的详细步骤，如向前移动10cm、右转90°并停止。使用任务工作表是一个好主意，任务工作表中还应包括对任务的描述、完成任务需要遵守的任何规则、任务的分值以及可能的优先级和难度级别。图1-2显示了一个任务工作表的示例，这个任务的内容是收集一些绿色的环。

任务名称	描述	动作列表
从东北角收集环 (20分)	必须从东北角收集全部3个绿色的环，并带回基地	- 向前移动15.24cm - 向北转90° - 向前走到红色的墙 - 在红色的墙处右转 - 向前移动20.32cm - 用爪子抓住环 - 关闭爪子 - 后退12.7cm - 向南转45° - 向前移动回基地

图1-2：场地任务的动作列表示例

花一点时间仔细检查每个任务和完成任务所需的动作。列出所有任务后，团队全体成员要一起坐下来讨论一下如何给任务排序。任务的排序方式完全取决于你和你的团队，可以按照任务得分从最高到最低排列，也可以按照从最难到最简单的顺序排列。

如果你不想自己制作工作表，还可以从各种团体的网站上找到很多可用的版本。FLL官方网站公布任务之后，你很快就会发现这些网站已经准备好了非常有用的工作表，可以立即下载使用。

当你开始为场地任务搭建机器人和编程时，我建议你先解决一些比较简单的任务，通过完成这些任务，你和你的团队将会建立起信心，并能快速找到机器人的设计缺陷。

画出场地图

现在你已经把场地分成了几个区域，还列出了全部任务，就可以开始制作场地图了，在这个所谓的场地图上，你要画出机器人在比赛场地上完成每个任务的行走路径。

和任务工作表一样，你会发现很多团队都会创建出页面大小合适的FLL比赛场地图。我建议你充分利用这些资源，无需自己去做重复性的工作。将场地图和你的工作表一起保存起来，以后修改或更改任务时要对它们进行更新。

完成场地图后，你会发现两件事：首先，你会看到某些任务有类似的路径；其次，你会发现初步考虑机器人路径时没有注意到的某些障碍。图1-3显示了2009年FLL“气候影响”的场地图示例。

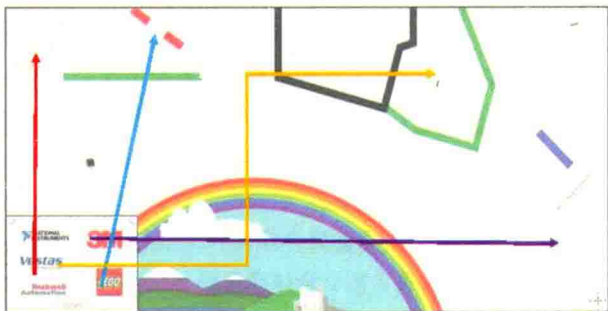


图1-3：FLL“气候影响”的场地图示例

在设计过程中，找到相似路径很有帮助，你可以把任务和各任务的动作组合起来。在刚开始时，你并不需要把任务组合起来，但是当你开始调整时，会发现组合任务和共享任务动作可以帮你节省完成任务的时间。我们将在本书后面的部分讨论这个问题，也就是在你开始更好地组织程序和任务的时候。

在你开始思考机器人完成任务的实际路径之前，障碍是另一个你可能不会意识到的问题。此外，在其他任务完成之前，有些障碍可能还没有显现出来。例如，某些物体可能会被移动或推入到机器人的移动路径中。这种发现也可以帮助你决定完成任务的顺序，在实际进行机器人设计时，要记住这些障碍。

考虑约束和障碍

现在你可能会有一种很不错的感觉，觉得自己的机器人能够完成大部分任务。但实际上你还没有做好搭建机器人的准备，还有其他的事情需要考虑，例如机器人在场地

上完成任务的方式。

场地的约束

2009年FLL“气候影响”的比赛场地十分开阔，只有很少的物体挡住了机器人到达任务物品的路径，场地上有很大的空间，可以让大型机器人四处走动，不必害怕撞到任何东西。接下来的一年，“智能交通”的比赛场地上充满了各种障碍，各个团队迅速意识到，庞大而笨重的机器人不是这个挑战的良好选择。在图1-4中，你可以看到2010年FLL“智能交通”比赛场地的拥挤程度。



图1-4：2010年FLL“智能交通”的比赛场地

考虑比赛场地上的障碍时，请仔细阅读规则。在某些时候，将障碍物移出机器人前进路径的方式可能是一个有效的策略，而某些障碍物可能被要求固定在原位，并且不允许机器人故意移动它。当然，你的机器人可能会失控撞到比赛场地上的物品，裁判员会对机器人是否故意撞到固定障碍物做出判断，因此最好避免让机器人撞到这些物体。

在FLL比赛中，机器人的最大尺寸就是比赛场地中基地的大小。要求机器人的高度每年都发生变化，一旦机器人离开基地，就可以扩展到任何尺寸。这些尺寸限制只适

用于机器人在基地中开始移动之前，一旦机器人以自己的动力开始移动，就可以开始伸展，但机器人每次从基地出发前都要符合这个尺寸限制。在每个赛季的规则中都会有对机器人尺寸的限制，所以一定要检查自己的机器人设计是否符合本赛季的规则要求。

环境条件

除了比赛场地上的障碍之外，还会有各种环境条件的影响。这些影响并不一定是故意的，但它们总是会在那里，而且其中许多环境影响很难处理。

FLL的场地垫是塑料材质的，大部分时间内都被卷成一卷或被折叠着，因此有时会有折痕或波浪，场地垫可能不会那么平整。你的练习场地垫在平铺几天后会变得很平整，但在实际比赛中可能不会有充足的时间提前铺好场地垫。请注意图1-5所示的场地垫的中间有一些凸起，这些障碍会让许多团队感到头痛，在比赛的当天让你看到意想不到的“惊喜”。我将在第3~7章讨论如何处理这个问题。



图1-5：不平整的场地垫

在不同的比赛中，赛台也可能有很大差异。大多数赛事都会发布一组如何搭建赛台的说明，尽量让各个赛台在比赛中保持一致，但结果并非如此。最好的诀窍是确保你的机器人不会过分依赖于赛台的表面和侧墙。在后面的章节中，我将讨论如何利用赛台的侧墙，同时避免不平整的赛台表面引起的不良影响。

对于一个新的团队，照明是最容易产生影响的。在教室或地下室进行练习时，你可以让机器人在房间照明条件下完美无缺地运行，但你可能会发现比赛场地的照明条件完全不一样，比赛场地上有各种阴影和过于明亮的地方，会让机器人失控。此外，如果比赛场地有窗户，自然光会照射进来，在一天之中照明条件会发生变化。在进行机器人设计时，考虑遮蔽光线传感器并进行正确校准可以帮助你降低光线对机器人的影响。第5章将讨论校准光线传感器的各种方法。

EV3软件

在FLL赛事中，有几种编程软件可以用于较早的NXT系统，但使用EV3系统时，只可使用EV3-g软件。在本书的例子中，只使用EV3-g教育版软件。

EV3软件和固件的更新升级很频繁，因为其中一些更新实际上是修复当前版本的错误，因此对机器人程序块的固件和计算机中的软件保持更新是非常重要的。本书第12章将介绍如何执行这些更新。

当前版本的EV3-g软件可从乐高教育网站下载。软件包含的功能对新组建的团队非常简单易用，这一优点同样适用于高手和初学者。即便使用简单，它也同样有能力处理所有机器人需要完成的任务。图1-6显示了EV3-g软件的编程界面。