



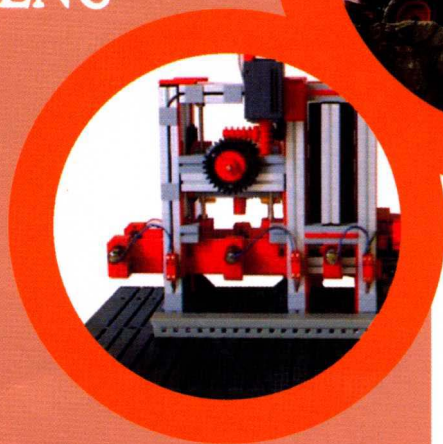
- 国家级实验教学示范中心
- “机械基础实验教学中心”系列实验教材
- 西南交通大学“323实验室工程”系列教材

慧鱼创意模型实验教程

主编 毛茂林 王培俊 罗大兵

主审 西南交通大学实验室及设备管理处

HUIYUCHUANGYIMOXING
SHIYAN JIAOCHENG



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

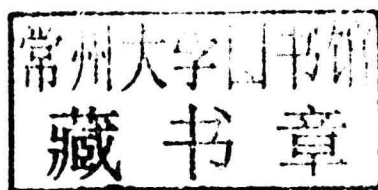
国家级实验教学示范中心

“机械基础实验教学中心”系列实验教材
西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

慧鱼创意模型实验教程

主编 毛茂林 王培俊 罗大兵

主审 西南交通大学实验室及设备管理处



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

慧鱼创意模型实验教程 / 毛茂林, 王培俊, 罗大兵
主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2010.4

(西南交通大学“323 实验室工程”系列教材. “机械
基础实验教学中心”系列实验教材)

ISBN 978-7-5643-0629-8

I. ①慧… II. ①毛… ②王… ③罗… III. ①机电设
备—设计—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 061345 号

国家级实验教学示范中心
“机械基础实验教学中心”系列实验教材
西南交通大学“323 实验室工程”系列教材

慧鱼创意模型实验教程

主编 毛茂林 王培俊 罗大兵

*

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 李 娟

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 4.125

字数: 105 千字

2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0629-8

定价: 10.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

慧鱼模型教具，是创新教育的一个全新教育平台，旨在培养学生的科研兴趣，推动学生在本科阶段得到科学研究与发明创造的训练，调动学生的主动性、积极性和创造性，激发学生的创新思维和创新意识，营造创新教育文化氛围，全面提升学生的科技创新能力。通过慧鱼模型的使用，不仅可以让将学生将多学科多领域的综合知识融会贯通于实践过程中，更重要的是培养了他们的创新意识和创新能力。

慧鱼模型教具介绍：1964 年，慧鱼创意组合模型（fischertechnik）诞生于德国，是技术含量很高的工程技术类智趣拼装模型，是展示科学原理和技术过程的理想教具，也是体现世界最先进教育理念的学具，为创新教育和创新实验提供了最佳的载体。

慧鱼创意组合模型的主要部件采用优质尼龙塑胶制造，尺寸精确，不易磨损，可以保证反复拆装的同时不影响模型结合的精确度；构件的工业燕尾槽专利设计使六面都可拼接，独特的设计可实现随心所欲的组合和扩充。

慧鱼创意组合模型主要有组合包、培训模型、工业模型三大系列，涵盖了机械、电子、控制、气动、汽车技术、能源技术和机器人技术等领域和高新学科，利用工业标准的基本构件（机械元件/电气元件/气动元件），辅以传感器、控制器、执行器和软件的配合，运用设计构思和实验分析，可以实现任何技术过程的还原，更可以实现工业生产和大型机械设备操作的模拟，从而为实验教学、科研创新和生产流水线可行性论证提供了可能，世界知名的德国西门子、德国宝马、美国 IBM 等一大批著名公司都采用慧鱼模型来论证生产流水线。

课程内容与实验目的：

本项目课程以德国慧鱼公司生产的机电产品模型为对象，学生通过自己动手装配慧鱼模型，并对模型进行较为细致的观察和分析，完成模型规定动作的编程，从而完成综合性的设计训练过程，以达到以下目的：

- (1) 了解常用机械传动机构的形式和使用条件。
- (2) 了解典型机电系统的布置形式及工作原理。
- (3) 了解机械系统的基本运动控制方法。
- (4) 培养综合设计、优化设计机械系统的能力。
- (5) 培养动手能力、创新能力和编程能力。

实验分为三个层次：

初级：根据慧鱼模型的装配图完成模型的组装，并运用初级 ROBO Pro 语言编程控制模型进行简单的动作。

中级：对现有的慧鱼模型进行改装，运用中级 ROBO Pro 语言控制模型进行较复杂的动作。

高级：根据所学知识设计一机械模型，运用慧鱼各构件完成该模型的组装，并用高级 ROBO Pro 语言控制模型完成预定动作。

实验步骤：

(1) 观察慧鱼工业培训模型，了解常用的机械传动机构、传感器布置方式、模型的控制方式、典型的机电系统。(初级)

(2) 2~3 人一组，按照慧鱼的模型组装说明书完成模型的组装工作，了解慧鱼创意模型的基本使用方法。(初级)

(3) 学习 ROBO Pro 语言，并编程控制模型的动作。(初级)

(4) 对模型进行改装，编程控制模型进行较复杂的动作。(中级)

(5) 根据所学知识设计一机械模型（包括结构设计、传动设计、传感器设计等），运用慧鱼各构件完成该模型的组装，并用高级 ROBO Pro 语言控制模型完成预定动作。(高级)

说明：本实验教材在西南交通大学出版社出版，得到德国慧鱼公司在中国的全权总代理（包含慧鱼产品销售、组织慧鱼大赛、出版相关教材等）北京中教仪科技有限公司的授权。

编 者

2010 年 3 月

目 录

第一章 慧鱼模型的硬件	1
第一节 基本构件	1
第二节 电气构件	3
第三节 气动构件	5
第四节 慧鱼 ROBO 接口板	6
第五节 红外线控制设备	9
第六节 ROBO I/O 扩展板	10
第二章 慧鱼 ROBO Pro 控制软件介绍	12
第一节 软件介绍	12
一、软件界面介绍	13
二、常用功能介绍	14
三、菜单栏介绍	16
四、程序单元的连接	19
第二节 程序单元介绍	20
一、基本程序单元（级别：1）	20
二、子程序（级别：2~3）	23
三、“Variable, List...”单元组（级别：3）	28
四、“Commands”命令单元组（级别：3）	28
五、“Compare, wait for”单元组（级别：3）	30
六、接口板“Inputs/outputs”单元组	32
七、“Operators”（运算符）单元组	35
八、Panels 仪表板单元	37
九、画图功能	40
第三章 LLWin 3.0 软件	42
第一节 软件界面	42
一、软件菜单栏	42
二、软件工具栏	44
第二节 程序单元	45

第四章 实验步骤 53

 一、观察模型 53

 二、组装模型 54

 三、编程控制 54

 四、改进模型（中级） 56

 五、设计模型（高级） 56

附录 机电产品模型设计及控制实验报告 57

参考文献 60

第一章 慧鱼模型的硬件

慧鱼模型的硬件包括基本构件、电气构件、气动构件、慧鱼 ROBO 接口板、红外线控制设备、ROBO I/O 扩展板等。下面就这些硬件作简要介绍。

第一节 基本构件

1. 六面拼接体

如图 1.1 所示，六面拼接体的 6 个面上各有一个 U 形槽或凸起的接头，两者相互配合，实现六面体的连接。它有多种长度，可根据模型的不同加以选用。在实现有角度连接时，可选用三角形连接体，这些连接体有多种角度 7.5° 、 15° 、 30° 、 60° （见图 1.2）等，具体角度在其侧面有标注。

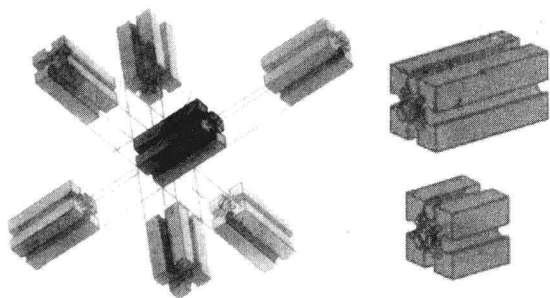


图 1.1 六面体及拼接

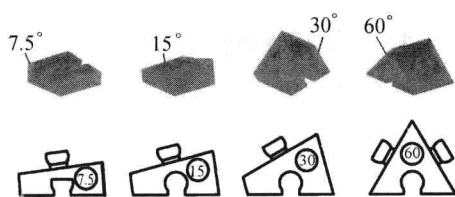


图 1.2 有角度的连接体

2. 齿形构件

慧鱼模型的齿形构件种类较多，如图 1.3 所示，有斜齿、直齿；齿轴、齿条；单齿轮、组合齿轮等。

3. 蜗轮、蜗杆

慧鱼模型的蜗杆类型较多，除图 1.4 所示的蜗轮外，所有的外啮合齿轮都可用作蜗轮。

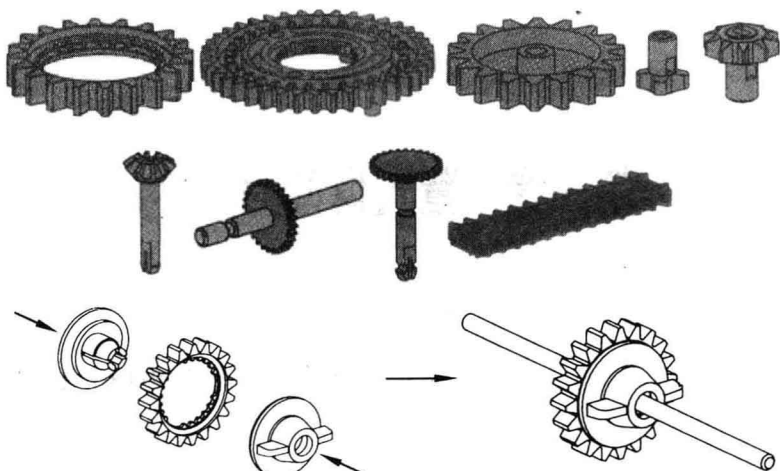


图 1.3 齿形构件

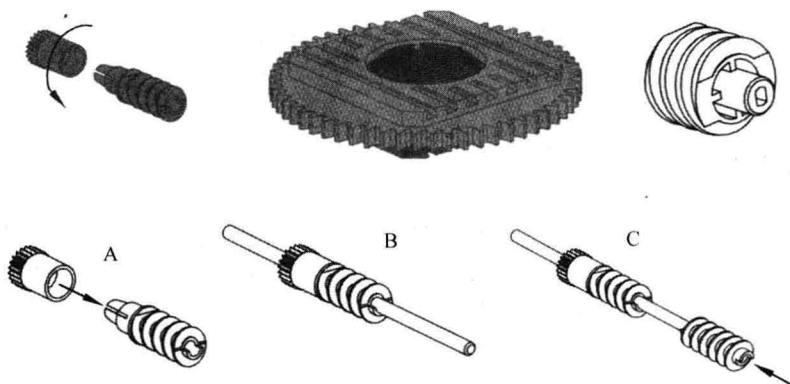


图 1.4 蜗轮、蜗杆

4. 导轨和连杆

慧鱼模型提供了多种长度的金属、塑料杆件，如图 1.5 所示，可用作导轨、连杆和传动轴等。

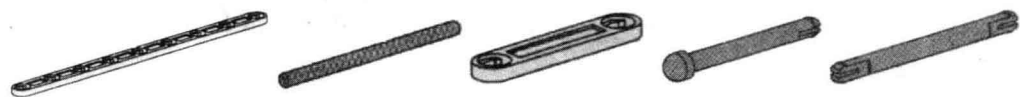


图 1.5 导轨和连杆

5. 齿轮箱

如图 1.6 所示，齿轮箱与电机配合，起到降低转速、增加扭矩的作用。

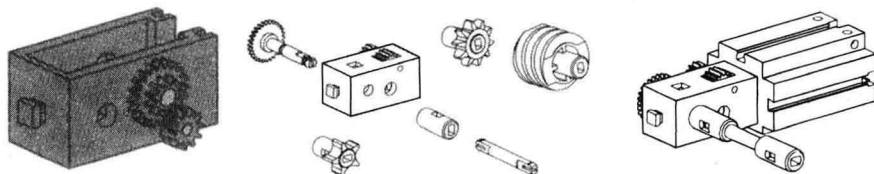


图 1.6 齿轮箱

6. 链条和履带

链条由链节连接而成，其上安装履带板后，就成为履带，如图 1.7 所示，可用作传送带、坦克的履带等。

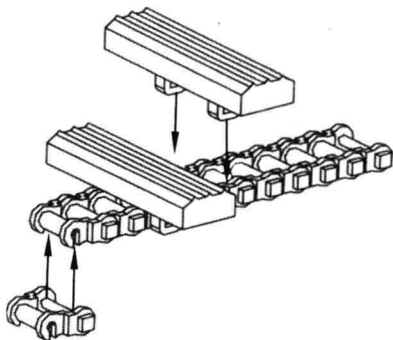


图 1.7 链条和履带

7. 轮形构件

轮形构件如图 1.8 所示，主要用于滚动，承担了滑轮、轮毂、轮胎等作用。

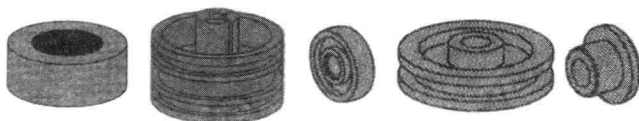


图 1.8 轮形构件

第二节 电气构件

1. 电动机与电灯泡

慧鱼模型提供了两种电动机：普通电动机和大功率电动机，如图 1.9 所示。提供的灯泡也有两种：普通灯泡和聚光灯泡，如图 1.10 所示。

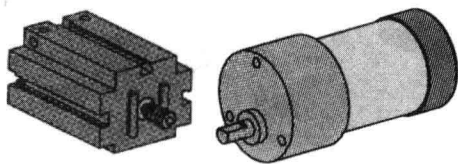


图 1.9 普通电动机和大功率电动机

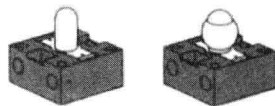


图 1.10 普通灯泡和聚光灯泡

2. 开 关

开关如图 1.11 所示。慧鱼模型的开关有三个针脚：1 针脚和 2 针脚形成常闭开关；1 针脚和 3 针脚形成常开开关。当按键被按下，开关通断状态改变，即 1 和 2 针脚断开，1 和 3

针脚接通。如果开关接入慧鱼接口板的两个针脚接通，那么计算机认为该开关处于“1”状态；否则开关处于“0”状态（在编程中要用到此规则）。根据开关的状态改变，其在慧鱼模型中常起到机构的限位、定位作用。

开关也常与脉冲齿轮（见图 1.12）配合，对运动件的运行位置进行精确定位。将脉冲齿轮与电机连接，电机每转动一圈，脉冲齿轮压下开关 4 次，使开关在“0”、“1”状态间变化 8 次，即 $0 \rightarrow 1$ ， $1 \rightarrow 0$ 各变化 4 次。通过检测开关状态变化的次数，可精确控制电机的转动圈数，从而精确控制机构的位置，如图 1.13 所示。

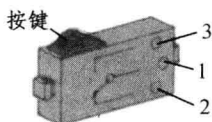


图 1.11 开关



图 1.12 脉冲齿轮

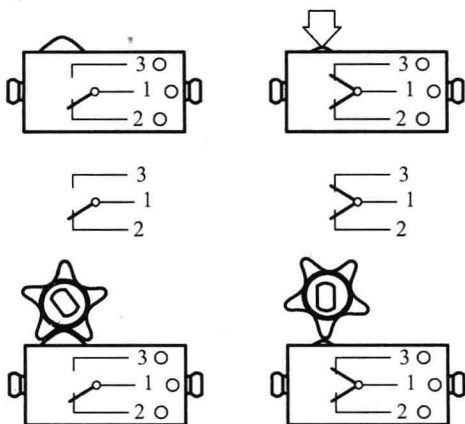
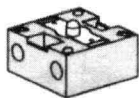


图 1.13 脉冲齿轮按压开关的过程

3. 光敏传感器

光敏传感器如图 1.14 (a) 所示，用于检测光源强度，当光线足够强时，传感器内部的电路闭合，与接口板相连的 1、2 针脚处于接通状态，接口板检测到该光敏传感器处于“1”状态；否则为“0”状态。它可与灯泡一起使用，作为定位和限位开关；也可利用深色物体吸收光线，浅色物体反射光线的原理来鉴别物体颜色的深浅。



(a)



(b)



(c)

图 1.14 光敏传感器、磁敏传感器、热敏传感器

4. 磁敏传感器

磁敏传感器如图 1.14 (b) 所示，用于检测环境中磁场的强度，当磁场强度达到一定值后，传感器内部电路闭合，其通断状态发生改变，原理与光敏传感器相同。

5. 热敏传感器

热敏传感器如图 1.14 (c) 所示, 是一个模拟信号传感器, 接口板检测到的是其电阻的阻值, 其电阻的阻值随温度的上升而减小。

第三节 气动构件

慧鱼模型的气动构件包括空气压缩机、储气筒、气缸、气阀、气管、弯头等。

1. 压缩空气供给装置

压缩空气供给装置 (见图 1.15), 包括电机、空压机和储气筒。由电机带动空压机将空气压入储气筒形成压缩空气。

2. 气 缸

如图 1.16 所示, 压缩空气进入气缸的一侧, 推动气缸杆的伸缩。

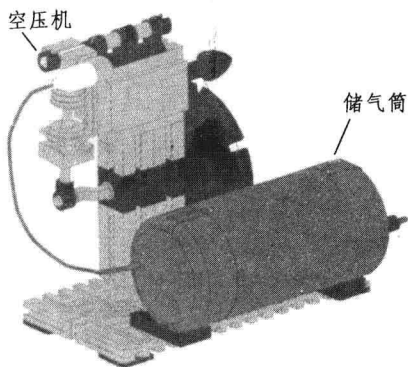


图 1.15 压缩空气供给装置

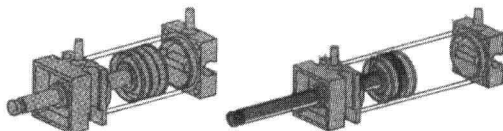


图 1.16 气 缸

3. 电磁气阀

如图 1.17 所示, 电磁气阀的开启可控制压缩空气的流向。

4. 气管和连接件

气管和连接件 (见图 1.18), 形成压缩空气的气路。

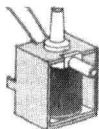


图 1.17 电磁气阀

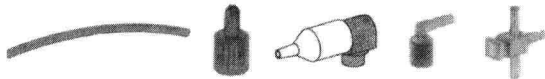


图 1.18 气管和连接件

第四节 慧鱼 ROBO 接口板

ROBO 接口板用于计算机与慧鱼模型之间的通讯。它能将来自软件的命令转化成电机运转,也能来自扫描器、感光晶体管、簧片触点和热敏电阻等传感器的信号转换成能被计算机处理的信号。

技术数据如图 1.19 所示。慧鱼 ROBO 接口板长 150 mm,宽 90 mm,高 34 mm;质量约 170 g。使用 9 V 直流电源;16 个字节,16 MHz 处理器;128 K 的随机存储器;128 K 的闪存。

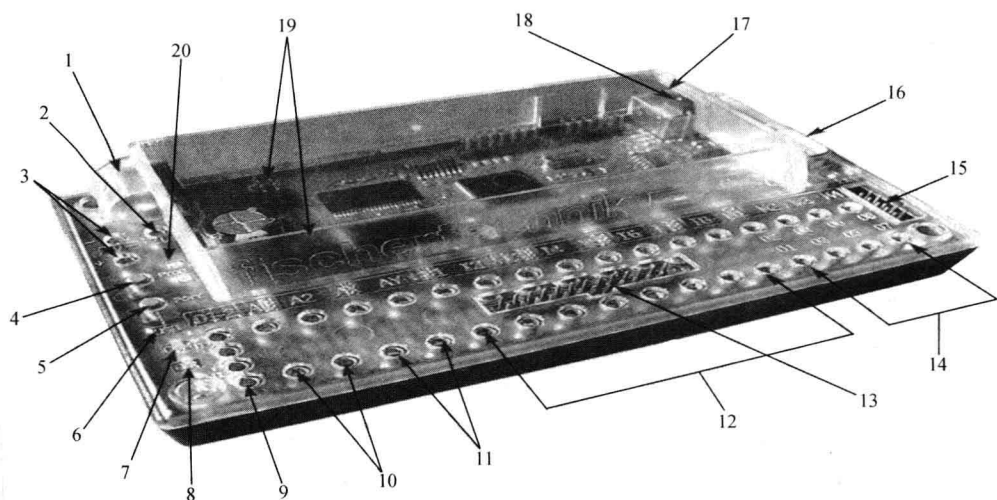


图 1.19 ROBO 接口板

- 1—9 V 直流电源接口; 2—接地端; 3—9 V 电源接口; 4—程序选择按键; 5—端口选择按键; 6—选择 USB 端口与电脑连接; 7—选择串口与电脑连接; 8—选择红外线输入; 9—距离传感器接口; 10—电压传感器接口; 11—模拟阻抗接口; 12—数字信号输入接口; 13—针脚插座; 14—输出接口; 15—扩展板接口; 16—串口接口; 17—USB 端口; 18—红外线二极管

1. 电 源

慧鱼 ROBO 接口板使用 9 V, 1 000 mA 直流电源, 有两处电源接口, 如图 1.19 中“1”、“3”所示, 插孔 1 用于连接 9 V 直流电源, 插孔 3 用于电池电源, 并且由插孔 1 优先提供电源。接口板接入电源后, 所有发光二极管首先被测试, 然后“6”、“7”(见图 1.19) 绿色发光二极管交替闪烁, 标志着接口板准备就绪。

2. 数字信号输入接口 I1 ~ I8

插孔 12 作为数字传感器如按钮、感光晶体管和簧片触点开关的接口。当传感器闭合、感光器感光时, 接口板检测到数字信号“1”并反馈给计算机, 否则数字信号为“0”。

3. 模拟阻抗输入接口 AX、AY

插孔 11 是连接电位计、感光电阻和热敏电阻的接口。检测范围 0~5.5 k Ω 。

4. 模拟电压输入接口 A1、A2

插孔 10 是输出电压为 0~10 V 传感器的接口。

5. 距离传感器输入接口 D1、D2

插孔 9 用于连接距离传感器。

6. 输出接口 M1~M4 或 O1~O8

插孔 14 可为 4 个电机（8 个转速的正转、反转、停止）提供 9 V，250 mA 直流电源；也可接 8 个灯泡或电磁铁。插孔 2 作为接地端。

7. 红外线输入

红外线接收二极管（见图 1.19 中“18”）使用，那么红外线控制设备的手动发射器按键能被作为数字信号输入。

8. 数据线接口

接口板可通过串口“16”或 USB 端口“17”与计算机连接。

端口的选择是通过程序软件实现的，计算机自动连接接口板，从中接收数据。随后发光二极管闪烁，“6”亮表示使用 USB 端口，“7”亮表示使用串口。如果计算机没有从任何端口接收到数据，那么两个发光二极管交替闪烁（“自动搜索模式”）。通过按压“Port”按钮（见图 1.19 中“5”），能选择接入计算机的端口，然后所选端口的灯亮。只要数据通过端口，发光二极管就闪烁。也可通过按压按钮“5”几次，串口和 USB 的发光二极管交替闪烁后，就回到自动搜索模式。如果按压按钮“5”几次，直到发光二极管“8”点亮，那么接口板不用连接计算机，就能通过红外线手动发射器控制输出。红外线接收功能开启后，USB 和串口的端口就会关闭。

9. 红外线遥控器键的设置

接口板上的输出 M1~M3（见图 1.19 中“14”）可以用发射器上的相应的键控制电机是否运转以及其转速。输出 M4 能用键 1))) 和 2))) 激活，这两个键也能正常转换接收器 1 和接收器 2。M4 的电机转速不能由发射器改变。

10. 26 个针脚插座

如图 1.19 中“13”所示，通过这些针脚可以再次为模型提供所有的输入和输出端，这样就可以将模型通过带状传输线和 26 个单针插座连接到接口板上。各针脚功能如表 1.1 所示。

11. ROBO I/O 扩展板插口

如图 1.19 中“15”所示，使用 ROBO I/O 扩展板可增加输入、输出的接口数量。一个扩展板可额外增加 4 个调速的电机输出、8 个数字输入和 1 个 0~5.5 kΩ 的模拟阻抗输入。

表 1.1 26 个针脚插座的功能表

针脚序号	针脚	针脚功能	针脚	针脚功能
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26	1	提供 9 V 电源	14	I4
	2	模拟连接、距离传感器、固定仪表输入的地线，但不能用于 O1 ~ O8 电源输出的负极	15	I5
	3	AX	16	I6
	4	AY	17	I7
	5	A1	18	I8
	6	A2	19	O1
	7	距离传感器 D1	20	O2
	8	距离传感器 D2	21	O3
	9	固定仪表输入	22	O4
	10	O1 ~ O8 电源输出的负极	23	O5
	11	I1	24	O6
	12	I2	25	O7
	13	I3	26	O8

12. 接口板程序

标准的 ROBO 接口板程序软件是图形化的程序语言，ROBO 程序语言。接口板按下列操作方式运作。

(1) 在线模式。

接口板通过 USB 接口、排线、无线电数据线一直与计算机相连。程序在计算机上运行，显示器作为用户的接口板。

(2) 智能接口板模式。

通过持续按压图 1.19 中“5”指示的按钮 3 s 以上，接口板就转换到“智能接口板模式”。此时图中“7”所指示的发光二极管闪烁。这样接口板能用 LLWin3.0 软件在线控制，程序不能下载。再次按压图 1.19 中“5”指示的按钮，就回到自动模式。

(3) 下载模式。

在这种操作模式下程序被加载到接口板，并能独立于计算机运作。接口板的 Flash 存储器能存储两个程序，即使失去电源，程序也会被保留。程序也能下载到其 RAM 存储器中，但只要失去电源或 Flash 存储器的程序运行后，RAM 存储器中的程序就会被删除。

13. 如何选择和使用接口板中的程序

用图 1.19 中“4”指示的按钮可以选择程序、执行程序 and 停止程序。按下按钮“4”不放，可选择程序。如果程序存储在 Prog1 中，那么大约 1 s 后接口板上的“Prog1”对应的发光二极管点亮；按压时间再长一些，如果 Prog2 中有程序，那么“Prog2”对应的发光二极管点

亮；如果“Prog1”和“Prog2”同时点亮则存储于 RAM 中的程序被选定；如果“Prog1”和“Prog2”同时熄灭则没有选择程序。

当程序被选定后，再次按压按钮“4”，则程序执行，与程序对应的发光二极管闪烁；程序执行过程中按压按钮“4”则会终止程序的执行，此时与程序对应的发光二极管点亮。

第五节 红外线控制设备

红外线远距离控制设备使得慧鱼模型的许多功能更加容易控制。这套设备包括一个功能强大的遥控器（见图 1.20）和一个微处理器控制的接收装置（见图 1.21）。将接收装置直接安装在模型上，可控制 3 个电机或灯泡。遥控器产生不可见的红外线。一个微控制器被安装在接收设备上，它接收光信号，控制指定的电机。在封闭的空间内，它的有效范围为 10 m。也能在一个模型中使用两个接收器，并用一个遥控器控制两个接收器。

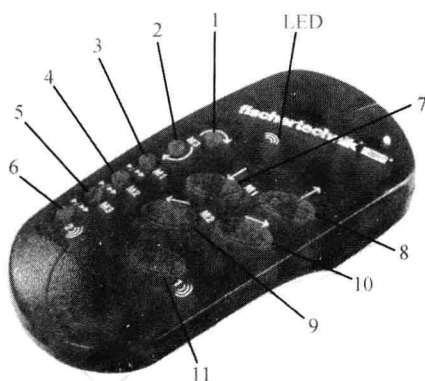


图 1.20 红外线遥控器——发射器

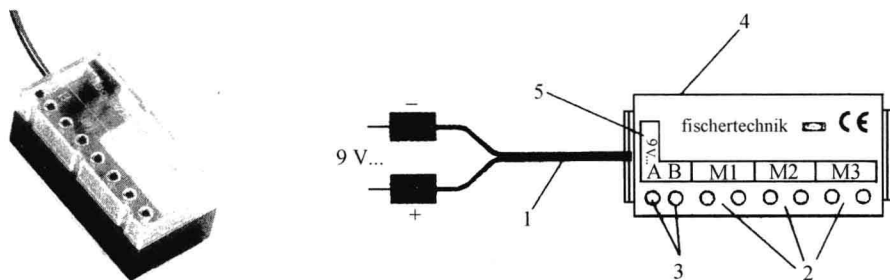


图 1.21 红外线接收器

1. 遥控器（见图 1.20）

电源：两节 1.5 V，AAA 型号的电池，遥控距离为 10 m。

图中“7”、“8”号键用于控制接收器上 M1 电机的正转和反转。按一次电机旋转，再按一次则电机停转。

“9”、“10”号键控制 M2 电机正反转，“1”、“2”号键控制 M3 电机正反转，与“7”、“8”号键不同：按下按键电机旋转，放开按键电机停转。

“3”、“4”、“5”号键分别控制 M1、M2、M3 的转速：按一次电机的转速降低；再按一次则电机回到原先转速。

当你用一个遥控器控制两个接收器时，按压“6”号键遥控器就可转到控制接收器 2，接收器 1 不再接收信号。如需控制原先的接收器 1，则按压“11”号键即可。

按下遥控器的各键时 LED 指示灯点亮。

2. 接收器（见图 1.21）

使用 9 V 直流电源，通过图 1.21 中的电源线“1”与电源连接。实验室提供了可充电电源。M1~M3 连接电机，如图 1.21 中“2”所示。

接收器的红外线探测二极管安装在图 1.21 中“4”所示位置，接收器安装在模型上时需确保该二极管不被遮挡。

接收器接通电源后，绿色发光二极管（见图 1.21 中“5”）点亮，一旦接收器接收到信号，发光二极管闪烁。

第六节 ROBO I/O 扩展板

ROBO I/O 扩展板（见图 1.22）能增加 ROBO 接口板的输入和输出。扩展板与接口板之间用 10 个针脚的排线相连。扩展板也能通过 USB 接口与计算机直接相连，由在线模式激活。

1. 电源接入端（见图 1.22 中“1”、“2”）

使用 9 V，1 000 mA 直流电源，有两处电源接口，插孔 1 用于连接 9 V 直流电源，插孔 2 用于电池电源，并且由插孔 1 优先提供电源。

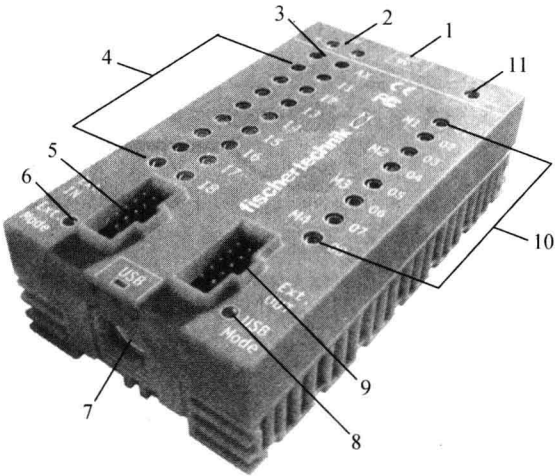


图 1.22 ROBO I/O 扩展板