

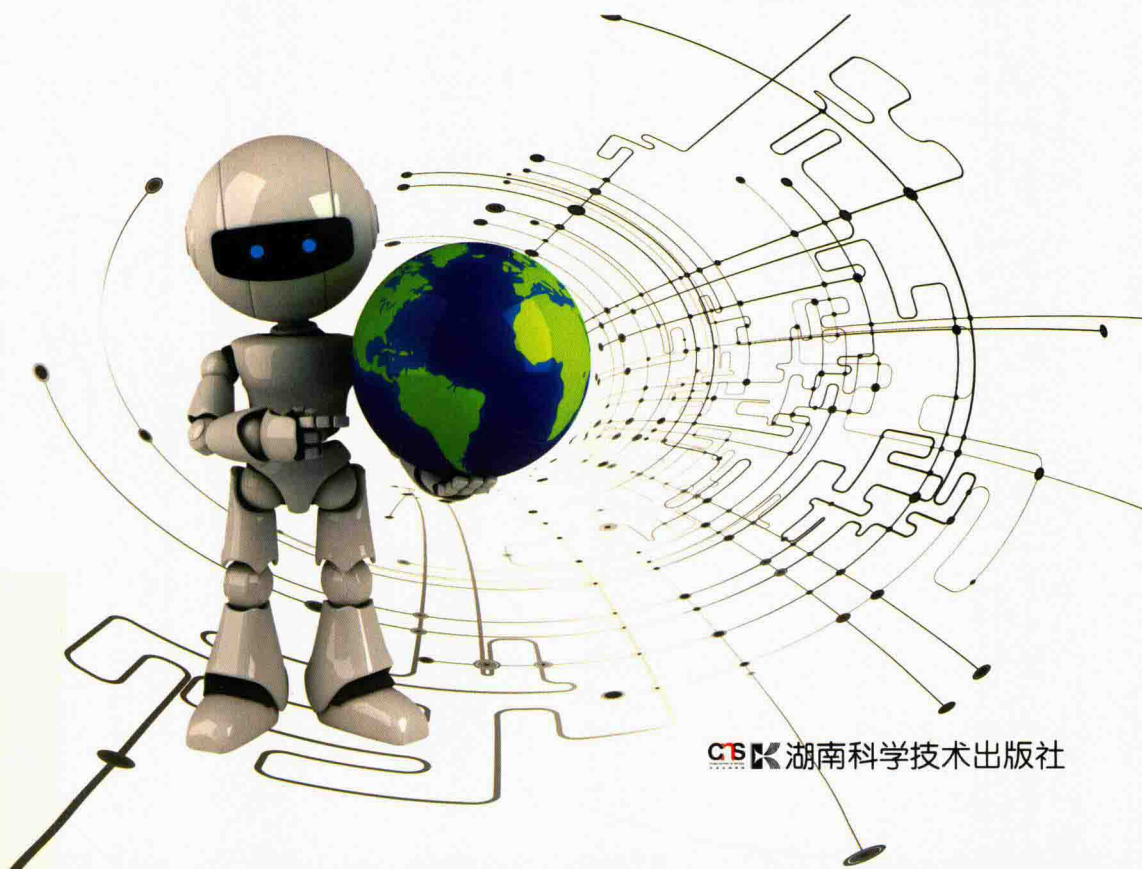
青少年科技创新丛书

中小学机器人 技能与技巧

戴胜军 主编

ZHONGXIAOXUE JIQIREN
JINENG YU JIQIAO

CBS 湖南科学技术出版社

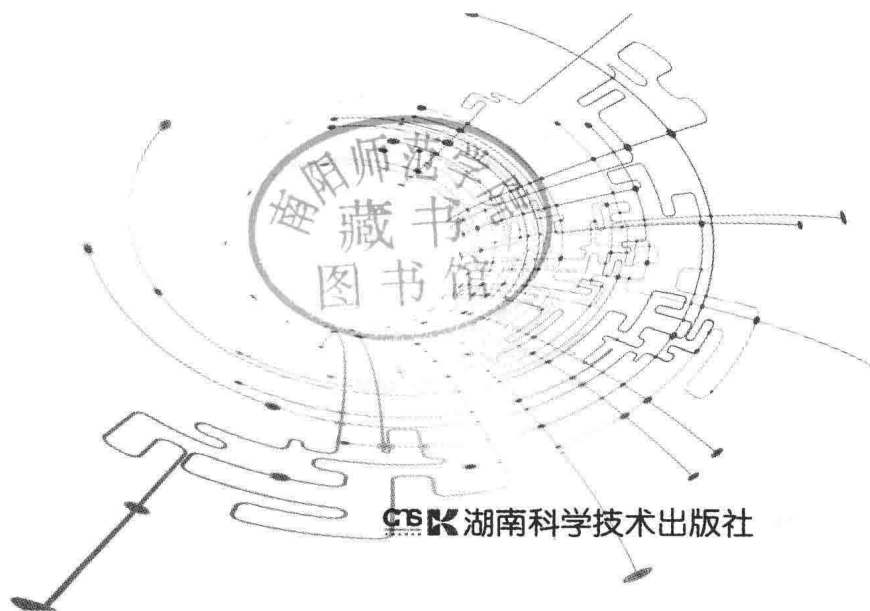


青少年科技创新丛书

中小学机器人 技能与技巧

主 编：戴胜军

参编人员：曹国斌 曹景波 戴 渊 邓李飞
高 雨 何 鑫 刘清明 刘智忠
李 晴 毛亮红 肖慧卉 阳其辉
周 源 张国平 张特日格乐



CSK 湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

中小学机器人·技能与技巧 / 戴胜军主编. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2017. 6

(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-5357-9261-7

I. ①中… II. ①戴… III. ①机器人技术—中小学—教学参考资料 IV. ①G634.933

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 090892 号

青少年科技创新丛书

ZHONGXIAOXUE JIQIREN JINENG YU JIQIAO

中小学机器人·技能与技巧

主 编: 戴胜军

责任编辑: 袁 军

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 湖南省汇昌印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南省长沙市开福区东风路福乐巷 45 号

邮 编: 410003

版 次: 2017 年 6 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1000mm 1/16

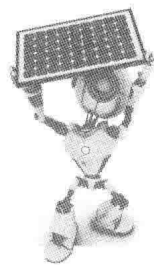
印 张: 13.5

字 数: 235000

书 号: ISBN 978-7-5357-9261-7

定 价: 36.00 元

(版权所有·翻印必究)



前言

比尔·盖茨称机器人为 20 世纪最伟大的发明，当今机器人在众多领域的广泛应用和它所带来的前所未有的影响力，已充分证明了这一点。近些年兴起的机器人教育，正以较快的速度向中小学教育和高等教育渗透，成为广大青少年走近前沿科技、综合运用知识、参与社会实践的平台。

在这个“素质教育轰轰烈烈，应试教育踏踏实实”的年代，中小学生学习机器人知识，更新理念，提高自己动手动脑能力，是一种非常有意义的活动。

中小学生应当充分发挥自己的聪明才智，弘扬个性，学习机械、电子、计算机等应用科学，提高实际操作能力，培养创新能力。

机器人的学习与文化学习有所不同。首先，机器人的学习内容多以实践操作为主，不是纸上谈兵；其次是学习进度因人而异，通常是无法统一的。因此，学习者完全可以根据自己的喜好，选择不同的学习顺序和不同的学习速度。最后就是要充分发挥自己的主观能动作用，大胆创新。不要只在非此即彼中选择，减小书本与知识点的约束。

学以致用是中小学生机器人课程的显著特征，但知其然而不知其所以然，也是当前中小学生学习机器人的通病。模仿是当前中小学生学习机器人的主要方法，而创新又为目前大多数机器人学习者所欠缺。如何解决上述两对矛盾，是我们努力的方向。

《中小学机器人·基础与应用》是以亮宁机器人套装的各种功能、传感器为线索，逐个知识点进行介绍的，其综合应用、技能技巧在《中小学机器人·技能与技巧》这本书中进行综合与深化。本书对数学定理、物理



原理在机器人中的应用、常用非标配传感器与亮宁机器人的硬软件连接以及亮宁机器人主板的高级功能、部分元器件的工作原理进行了阐述。本书重点介绍硬件搭建和程序编辑的一般技能技巧。为了进一步配合程序综合训练，作为机器人程序训练的必要补充，本书第五章介绍了亮宁机器人“复杂程序训练器”及其常见程序的训练实例。

青少年科技创新丛书包括《中小学机器人·基础与应用》《中小学机器人·技能与技巧》《中小学机器人·创新与发明》3本，本书是其中的《中小学机器人·技能与技巧》。本书适合已有一定机器人知识基础的中小學生继续学习机器人基础与技能，也适合中小学、职业技术学院老师作为机器人教学的参考书。通过对本书的学习，可以拓宽读者进行创意设计和科技创新制作的思路，提高制作的技能技巧。

感谢全国各地中小学机器人教练员对本书编写工作的帮助与指导。

编者

2017.6



目录

第一章 机器人硬件技能技巧

第一节 数学定律与结构搭建 / 2

- 本节要点：1. 两点确定一条直线的理解与应用；
2. 三点确定一个平面的理解与应用；
3. 三角形的稳定性、勾股定理的应用与实际操作。

第二节 物理原理与结构搭建 / 10

- 本节要点：1. 重心的概念与应用；
2. 摩擦的利用与防止；
3. 杠杆轮轴的应用。

第三节 功率放大与驱动 / 17

- 本节要点：1. 单片机引出脚的电流限制；
2. 电流与功率放大；
3. 电机驱动与转向；
4. 继电器的应用。

第四节 硬件故障的检修方法 / 27

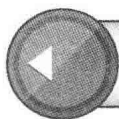
- 本节要点：1. 目测法；
2. 万用表测试法；
3. 程序测试法；
4. 硬件替换法；
5. 分析对比法。

第五节 硬件故障的处理方法 / 33

- 本节要点：1. 代换零件时的注意事项；
2. 不走直线问题的处理；
3. 不通电问题的处理；



4. 容易忽视的细节。



第二章 C 语言程序技能技巧

第一节 C 语言及变量命名技巧

/ 40

- 本节要点：1. 程序的书写格式；
2. 命名与技巧；
3. 函数及其命名；
4. LED、火焰传感器的几个常用函数。

第二节 程序的效率

/ 48

- 本节要点：1. 传感器对程序效率的影响；
2. 分支结构的效率；
3. 循环结构的效率。

第三节 数理原理在程序中的应用

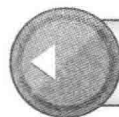
/ 57

- 本节要点：1. 表达式的灵活应用；
2. 速度的表达式；
3. 加速度的表达式；
4. 伺服电机提升高度的计算；
5. 可视化平台生成表达式。

第四节 程序出错的处理方法

/ 65

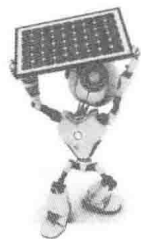
- 本节要点：1. 语法错误的处理方法；
2. 逻辑错误的处理方法；
3. 程序没错的错误。



第三章 传感器使用技能技巧

第一节 亮宁机器人标配地面循线传感器 / 77

- 本节要点：1. 地面循线传感器顺口溜；
2. 两眼循线；



3. 三眼循线;
4. 多眼循线。

第二节 循线技巧与程序分析 / 87

- 本节要点:
1. 棋盘格的循线技巧;
 2. 复杂路径处理;
 3. 路口条件表达式的应用。

第三节 数字模拟循线器混合使用 / 105

- 本节要点:
1. 七眼循线;
 2. 两眼定位;
 3. 倒退循线。

第四节 几种常用的传感器 / 112

- 本节要点:
1. 干簧管;
 2. 电子罗盘;
 3. 避障传感器;
 4. 烟雾传感器;
 5. 温度湿度传感器。

第五节 机器人无线通信 / 122

- 本节要点:
1. 无线遥控技术;
 2. 蓝牙技术;
 3. GPS 定位技术。

第四章 现场竞技比赛技能技巧

第一节 基本控制题 / 132

- 本节要点:
1. LED、LCD 应用;
 2. 数字开关板与模拟输入板的应用;
 3. 声控与音乐的产生。

第二节 推物搬运技巧题 / 141

- 本节要点:
1. 推物;



2. 抓举与搬运;
3. 过巷道;
4. 机器人过桥。

第三节 时间效率题 / 148

- 本节要点:
1. 系统计时;
 2. 时间控制;
 3. 限时完成任务。

第四节 抉择题 / 157

- 本节要点:
1. 场地分析与得分规则;
 2. 抉择路径的方法;
 3. 细节处理方法;
 4. 黑底白线的处理。

第五节 习惯形成性测试与分步计分 / 168

- 本节要点:
1. 中小學生要養成的好習慣;
 2. 习惯形成性试题如何计分;
 3. 现场竞技分步计分原则。



第五章 程序技能训练

第一节 数组与LED灯 / 175

- 本节要点:
1. 三色LED的连接;
 2. 数组及其应用;
 3. LED灯的控制。

第二节 单色走马灯效果 / 181

- 本节要点:
1. 单色单灯旋转;
 2. 多灯旋转效果的产生;
 3. 单色双灯对转。

第三节 多色灯同时使用 / 187

- 本节要点:
1. 三色灯轮流点亮;



2. 三色灯同时点亮;
3. 双色多灯对转;
4. 三色带旋转。

第四节 三色按钮与音乐 / 193

- 本节要点:
1. 单灯三色混合;
 2. 按钮在程序中的应用;
 3. 乐音的产生。

第五节 时钟程序 / 200

- 本节要点:
1. 走时程序与指示;
 2. 时间调整;
 3. 整点报时。



第一章 机器人硬件技能技巧

机器人由硬件和软件两个部分组成。而机器人的硬件又由结构件、动力机构、主控制系统、传感器等部分组成。中小学机器人除了主控制部分由生产厂商生产且不可拆卸组装外，其余部分应该都能根据任务需求可拆卸或组装。机器人结构的搭建、传动机构的组合、传感器的选用是一项创造性的劳动。对于实现同一任务，不同的人可能有不同的搭建方式、不同的硬件处理技巧，从而形成形式各异、功能各异的机器人结构。

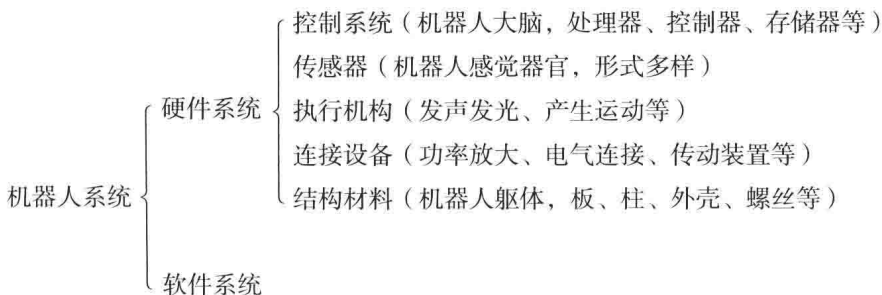


图 1-1 机器人的硬件组成

搭建机器人，我们不仅要考虑到机器人应有的功能实现，还要考虑程序能否实现，书写程序是否方便。理想的机器人结构、合适的传感器，会大大地降低机器人程序的编写难度。相反，如果结构不合理，选用的传感器不合适，动力源不理想，不仅会增大程序编写难度，而且造成程序无法实现。

不同的需求，不仅对机器人搭建的功能实现有不同的要求，而且对机器人的体积大小、轻重、稳定性、平衡能力都会有相应的要求。

例如，在双方对抗性比赛中，需要机器人外表光滑，重量较大，力量较大。



而在轨迹比赛中，则希望机器人体积小，重量轻，相对比较灵活等。所以，搭建机器人前，要进行先期的规划，才能动手搭建。

机器人的搭建过程，往往不能一蹴而成。我们很可能在搭建将要完成时才发现存在一个不可克服的困难，此时不得不拆散重来。不过制作者千万不要气馁，这恰恰是一个正常的认知过程。只有在这种反复中，我们才能夯实基础，熟练运用，达到循序渐进的目的。

我们将在本章展示一些机器人搭建过程，讲解机器人结构搭建的一些原则和技巧，传感器的选用依据，以及一些相关概念的运用等，这些是本书后续各章节的基础。

第一节 数学定律与结构搭建

- 本节要点：
1. 两点确定一条直线的理解与应用；
 2. 三点确定一个平面的理解与应用；
 3. 三角形的稳定性、勾股定理的应用与实际操作。

机器人这门学科，之所以能作为培养学生综合能力的一种较优的选择，其重要原因是它能将数学、物理、电子、机械和计算机技术等学科运用于实践中。本节就具体几项数学定律在机器人硬件搭建中的应用进行讨论分析，得出在机器人操作过程中的一些原则性的东西，以便指导机器人学习者的实践操作。

一、两点决定一条直线

几何上的描述是，经过平面上的一个点，可以画无数条直线，两点决定一条直线。我们理解为，如果一根硬棒或直条或板材只固定一个点，那它的方向就可以在平面上被转向任意方向。无论你将螺丝固定多么紧，终究他会松动。被固定了两个点的硬棒或直条，则方向被确定下来，不能改变。

这样，我们来看下面的图，思考几个问题。

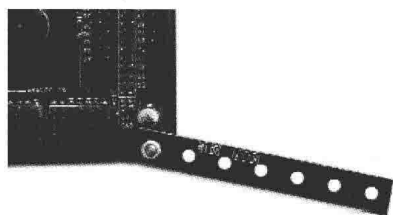


图 1-2 只固定一点的 1×8 板材

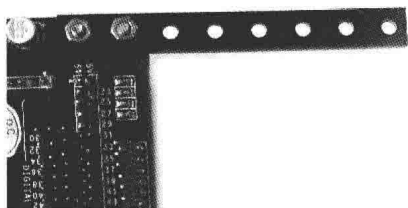


图 1-3 固定两点的 1×8 板材

在图 1-4 中，我们希望 1×8 的板材能随伺服电机轴指向各个方向，为



图 1-4 伺服电机与板材的连接

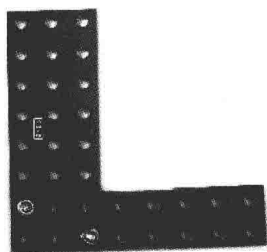


图 1-5 两点固定一片 2×8 的板材

什么还要在 1×8 的板材与伺服电机的十字曲柄上固定两个点呢？而在图 1-5 中，这两个点哪里是固定一根直线，看起来是固定的一个平面呀？

先来回答第一个问题。实际上我们是希望 1×8 的板材的指向始终和曲柄的一个指尖保持相同的方向，这固定的两个点在曲柄平面上确定了一根直线。把曲柄和 1×8 直线板材变成一个整体，它就只有一个点固定在伺服电机的轴上，从而能够灵活地指向任意方向。

再来回答第二个问题。事实上，现实生活中并没有能用眼睛看得到的“直线”，因为直线是只有长度而没有宽度的。我们的现实生活中常常只能将有方向指向的直而长的物体看作直线。更广泛地讲，只要是确定指向性的东西，我们都可以认为它是一条直线。图 1-5 中 2×8 的板材，固定两点后，它在方向上的指向就被确定下来了。

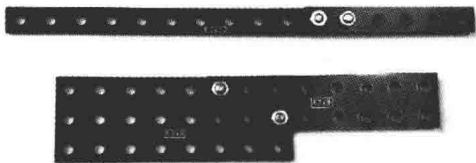


图 1-6 板与板之间的连接

综上所述，我们对两点确定一条直线的理解，即在机器人制作中，要将一个物体固定而不让其转动，或将两个物体连接在一起，而不改变连接方向，就必须固定两个点。靠一个固定点上螺丝螺母的拧紧拧死是无济于事的。如果要使板材、棒材能绕某点转动，除了转盘之外，不能再有第二个固定点。

二、三点确定一个平面

常识告诉我们，要让机器人底盘能水平放稳，至少要用三个轮子。板车有两个轮子，所以推板车时，只要抬起一个把手就能让板车平稳，而推独轮车时，车夫必须同时推着车的两个把手，才能平稳地推动。从这个层面上，我们应该不难理解三个点能确定一个面。

我们再来分析一个现象。一个只有三个轮子的底盘，我们从来都不会担心有一个轮子悬空，但如果是四轮小车，搭建不好的话，就会出现三轮着地，而有一个轮子悬空的问题。这是什么原因呢？

在平面上画两个点，我们总能轻易地画一根经过这两点的直线，但如果是三个点呢？反过来说，就是随手将三个点画在一条直线上的难度是很大的。同样的道理，我们要让空间内的三个点放在同一平面上十分简单，而要让第四个点也落在其他三个点所确定的平面上，就不那么容易了。

基于此，我们在机器人搭建中会存在下面这些问题。

(1) 装四驱车、四轮车时，必须将四轮接地点尽可能地处于同一平面。不然的话，机器人就会有一轮悬空，如果是非驱动轮悬空，则四轮小车走起来，可能出现不平稳，呈颠簸状。如果是动力轮悬空，机器人会不自觉地转弯、脱线或轮子打滑造成走不动等。

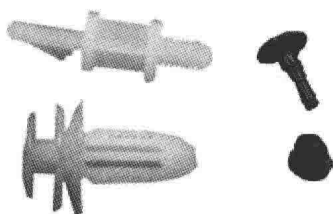
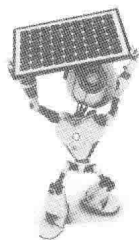


图 1-7 固定第四个点的各种塑料卡扣

(2) 要将电路板固定在机器人底座上, 如果没其他方面的问题, 用不在同一直线的三点固定就可以了。一定要用三个以上固定点时, 要尽可能确保这些点都处在同一平面上, 或者三个基本点用硬性的

铜柱或螺杆螺丝固定, 而第四个点用软连图 1-7 固定第四个点的各种塑料卡扣接来固定。图 1-7 为常用来固定电路板第四点的塑料卡扣。使电路板与机箱等硬度较大的固定物之间没有太大的力的作用。

如何才能让机器人四轮在同一平面上呢? 以下方法供大家参考。

(1) 妥善保管好套装中的板材。亮宁机器人或其他品牌机器人套件提供的机器人主板通常都会是很平整的材料, 只要没有变形, 安装时就会让四驱在一平面内。

(2) 固定板材的多个螺丝, 要同步、逐步拧紧。不要一次性就将一个螺丝拧紧到位。防止在固定时造成板材变形。

(3) 如果四个都是驱动轮, 先将任意三个安装好。如果是两驱车, 先将两动力轮和一个非动力轮安装好。然后判断第四个轮能否安装上去。如果前轮不着地, 用硬纸片、金属垫片等垫高固定位置。如果太低, 则垫高与其同一轴向的另一个轮子。

三、三角形及其应用

三角形的三条边所共用的三个端点, 恰好使三条边各有两个固定点而具有十分稳定的结构。这在工程建筑、机械设计中应用十分广泛, 在机器人搭建过程中也是一项重要的技巧。

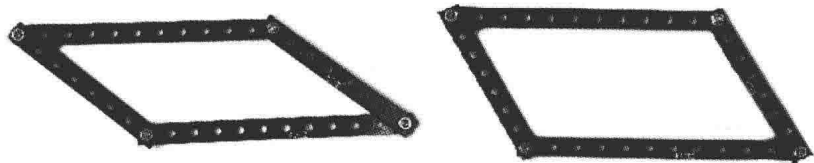


图 1-8 四边形不具稳定性

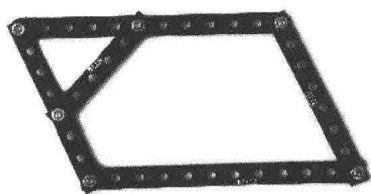


图 1-9 带三角形的四边形是稳定结构

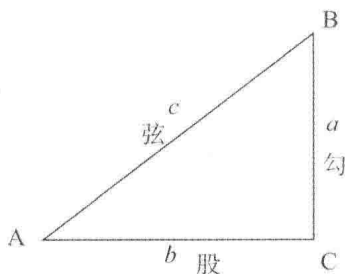


图 1-10 直角三角形的勾股弦

直角三角形是三角形中应用最为广泛的一种形式，其三条边的长度之间的关系为： $a^2+b^2=c^2$ ，如图 1-10 所示，这就是数学中著名的勾股定律。

例如 $3^2+4^2=5^2$ ，那么，一片 4 孔板、5 孔板和 6 孔板就能构成一个直角三角形，因为亮宁机器人板材各孔之间的距离均为 1cm，则各条边的长度以厘米为单位时只能是整数。

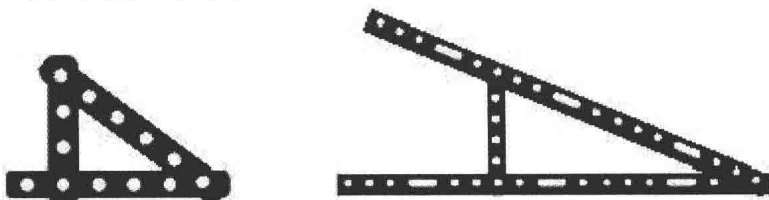


图 1-11 三片板材构成的直角三角形

因此，能够构成直角三角形的条件很苛刻，很少有符合条件的数据，我们编写下面的程序来求 20 以内整数中符合条件的勾股数。

【程序 1-1】

```
#include <LNDZ.h>
int i,j,k,n=0;
void init()
{
    winIO;
    for (i=1;i<20;i++)           // i 代表斜边
        for (j=1;j<i;j++)       // 直角边小于斜边
            for (k=1;k<=j;k++)   // 两直角边可能相等
```



```
{
    if (i × i == j × j + k × k)           // 符合勾股定律的条件判断
    {
        n++;
        winprint(n);winprint(":");
        winprint(i);winprint(',');winprint(j);
        winprint(',');
        winprintln(k);
    }
}

void repeat( )
{ }
```

上述程序运行结果如下：

```
1:5,4,3
2:10,8,6
3:13,12,5
4:15,12,9
5:17,15,8
```

上述运行结果说明，如果用亮宁机器人提供的线材，那么线材最长为 20 个孔、19cm 长。只有上述五种情况能构成直角三角形，如果延长至 30cm，也只有 10 种组合。然而在实际应用中，要运用的情况相当复杂，板与板之间的连接并非十分精准。如果我们想让其构成非常接近直角三角形的三角形，这是完全可以满足使用要求的，我们可以将程序改成下面的形式，允许板与板之间的连接有 1mm 以内的长度误差。

【程序 1-2】

```
#include <LNDZ.h>

int i,j,k,n=0;
```