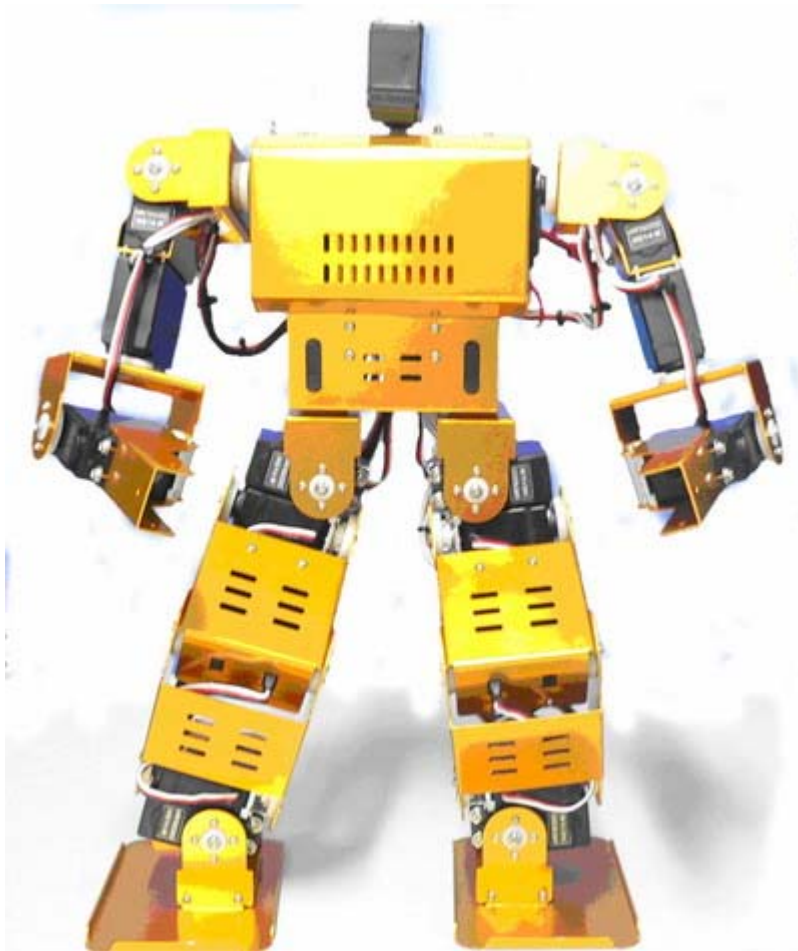


Xmen (测试版) 系统说明书

——Xmen-test 人形机器人



亿学通™

北京纳克斯科技发展有限公司

目录

1、机器人机械系统	1
1.1 外观	1
1.1.1 前视图.....	2
1.1.2 后视图.....	2
1.1.2 后视图.....	3
1.1.3 机器人尺寸.....	4
1.1.4 机器人自由度分配.....	4
1.1.5 机器人自由度编号.....	5
1.2 机器人动作介绍.....	6
2. 机器人电子系统	9
2.1 电路结构	9
2.2 电路板外形尺寸.....	10
2.3 专用串口线	11
2.4 舵机连接线	12
2.4.1 舵机线转接法.....	12
3. 机器人软件系统	13
3.1 KEIL C	13
3.2 STC_ISP_V3.5.....	14
4. 亿学通品牌机器人专用舵机介绍.....	16
4.1 伺服舵机 5 大特点.....	16
5. 电池介绍	17

1、机器人机械系统

大型双足机器人 XMEN 对机械系统的要求更高,其最大的特点是体积庞大,重心难以掌握。它主要包含 1 个头部、1 个躯干、2 个手臂、2 条腿。这些精密零件由上百个连接件紧固而成,而且绝不采用胶水粘接;另外还要为其装配全套的控制系统,如此堪称大型机器人中的技术之冠。

1.1 外观

大型双足机器人的结构设计关键在于如何排布数量繁多的伺服舵机。

本公司的 Xmen 人形机器人,在舵机连接中大量采用“U 形件”与“十字件”。该方案能够紧固所有舵机。

此外,还专门配有强劲的硬质铝合金胸、背、肩结构件和腰部复合结构件,使强度达到最高值,而且尽可能地减轻机器人质量。



1.1.1 前视图

跨部关节的活动角度很大，对表现高难度动作有利。如劈叉等。

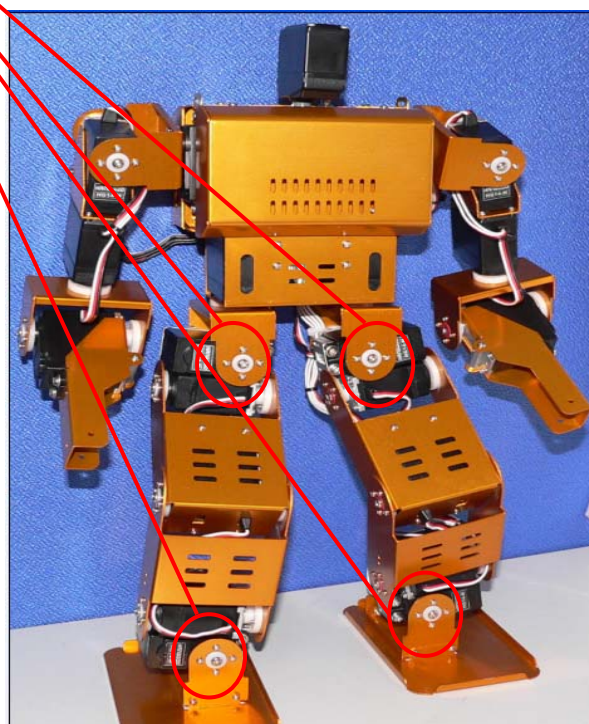
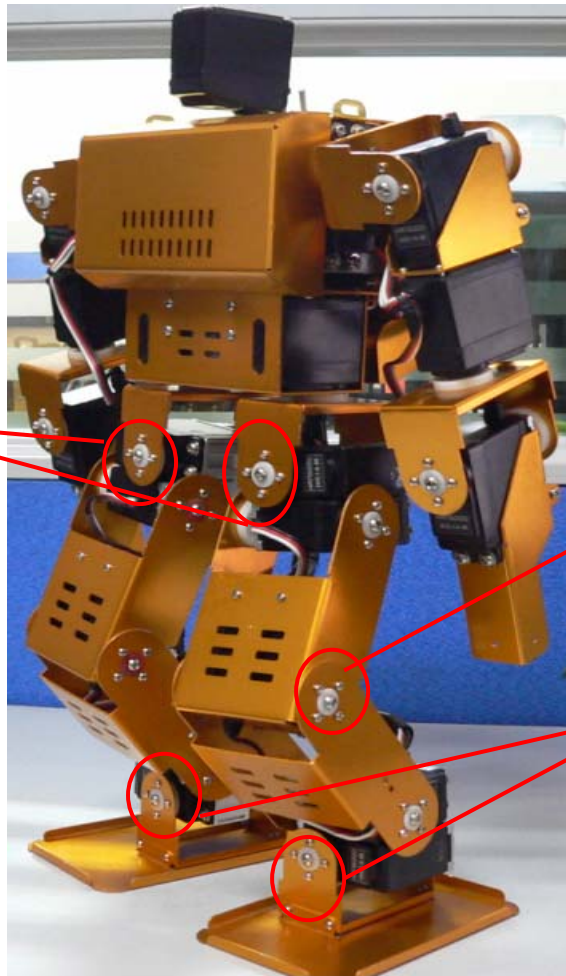
膝盖关节转动角度大，对表现高难度动作有利。如前、后滚翻等。

踝关节转动角度较小，注意调试过程中的舵机位置，尽量避免烧毁舵机的现象。

动作范例

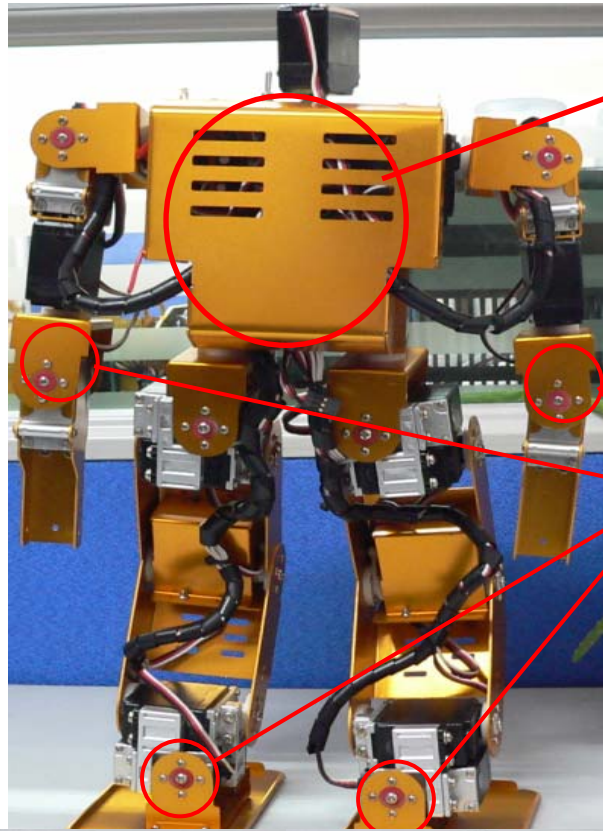
这 4 个关节可以构成 4 杆机构，完成身体侧倾。

这些为相同型号的带丝舵盘。这些舵盘都能传递动力。



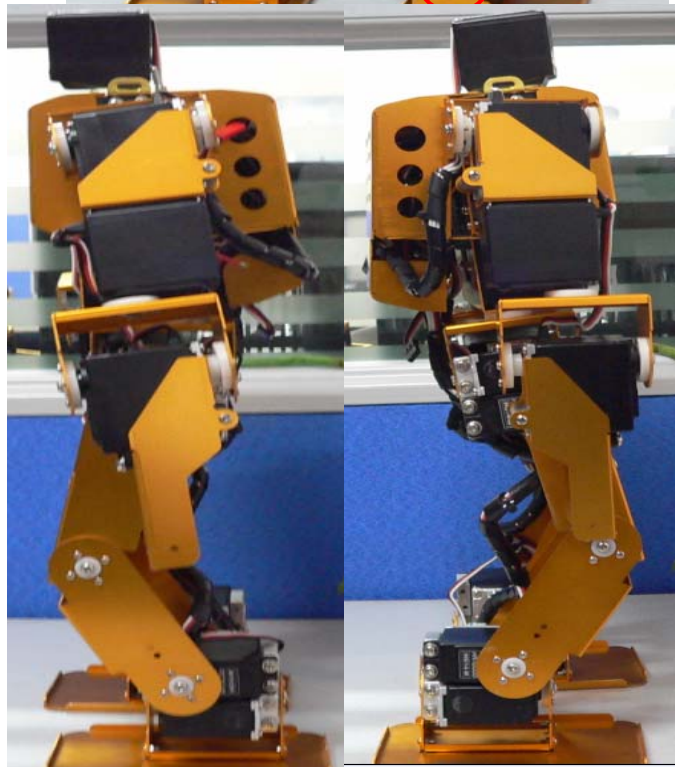
1.1.2 后视图

电子系统主要为机器人后背的计算机控制系统，其为总控器；另外，每个舵机内部包含 1 个分立的舵机控制电路板，用以采集舵机位置，驱动舵机转动和接受来自 CPU 的电信号。



背腔内包含 24 路伺服电路板，属于单片机控制系统。
CPU 型号：
Atmel89C52

这些为不同型号的双端支撑舵盘。这些舵盘都不带丝，不能传递动力。



1.1.3 机器人尺寸

机器人身高---358 毫米

机器人肩宽---194 毫米

机器人身厚---120 毫米

1.1.4 机器人自由度分配

手臂--- $2 \times 4 = 8$

腿部--- $2 \times 6 = 12$

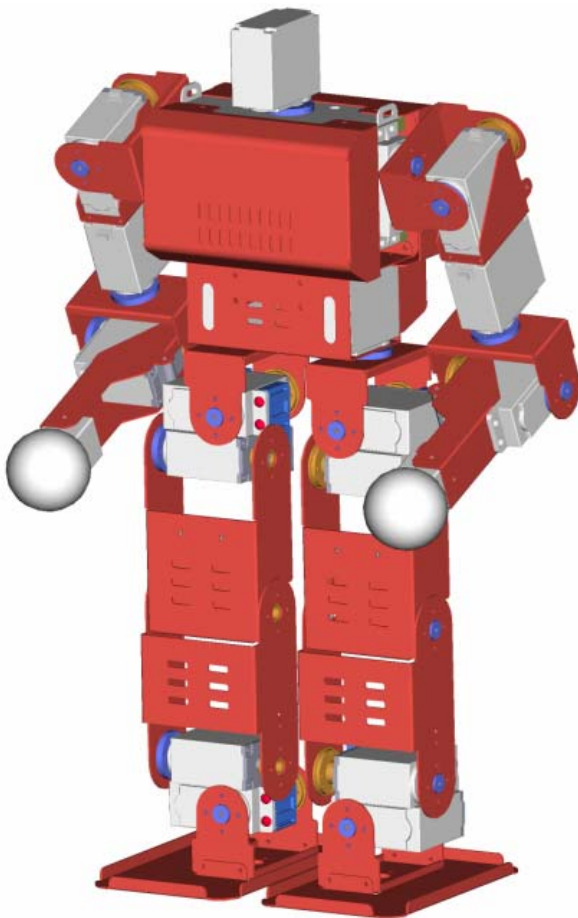
头部--- $1 \times 1 = 1$

总计自由度 = 21

图为 RB-4 人形
机器人除去胸部
件的示意图

手臂舵机---金属齿轮
腿部舵机---金属齿轮
头部舵机---塑料齿轮

图中机器人的21
个自由度，已经
用矢量法标出。

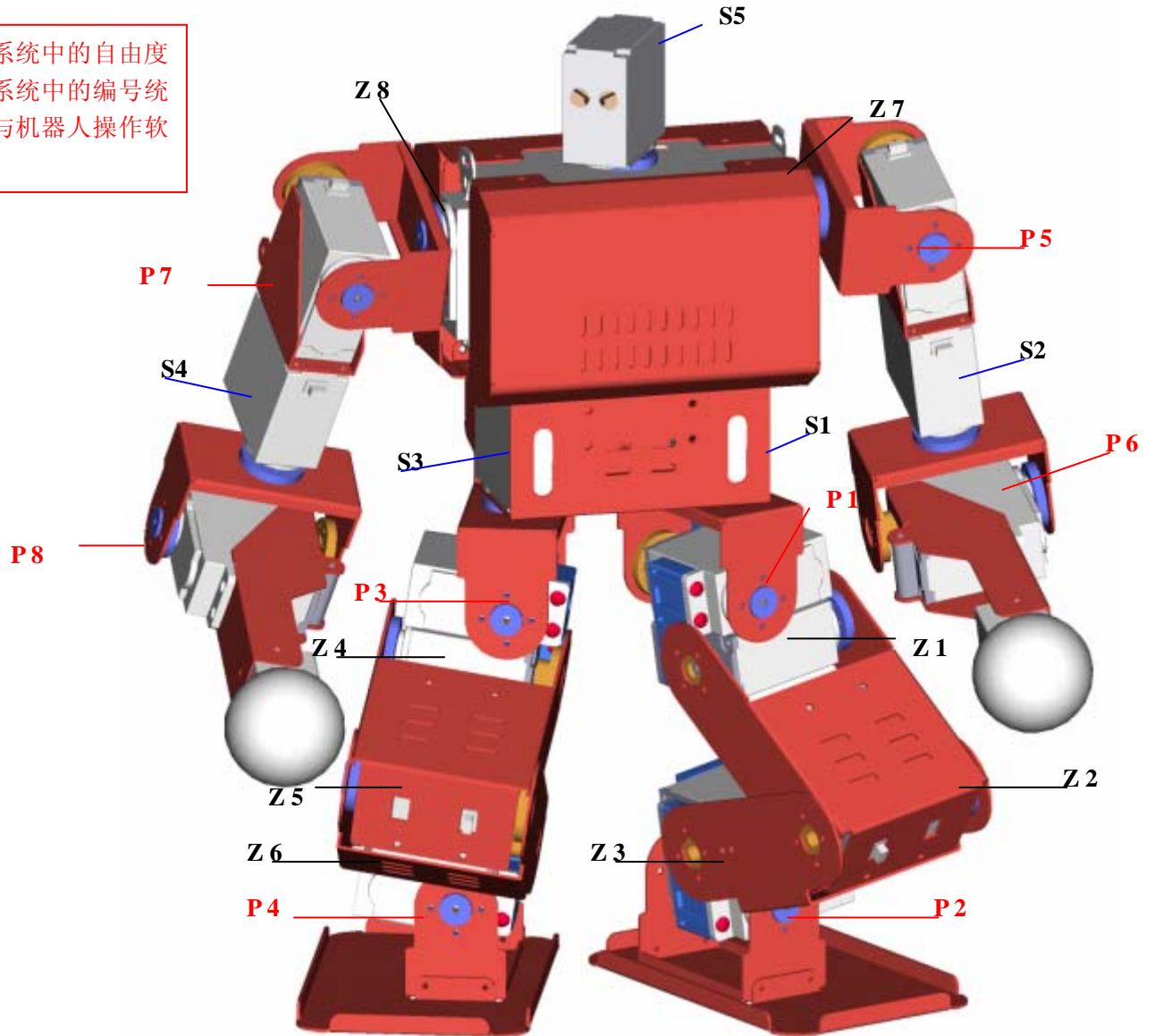


1.1.5 机器人自由度编号

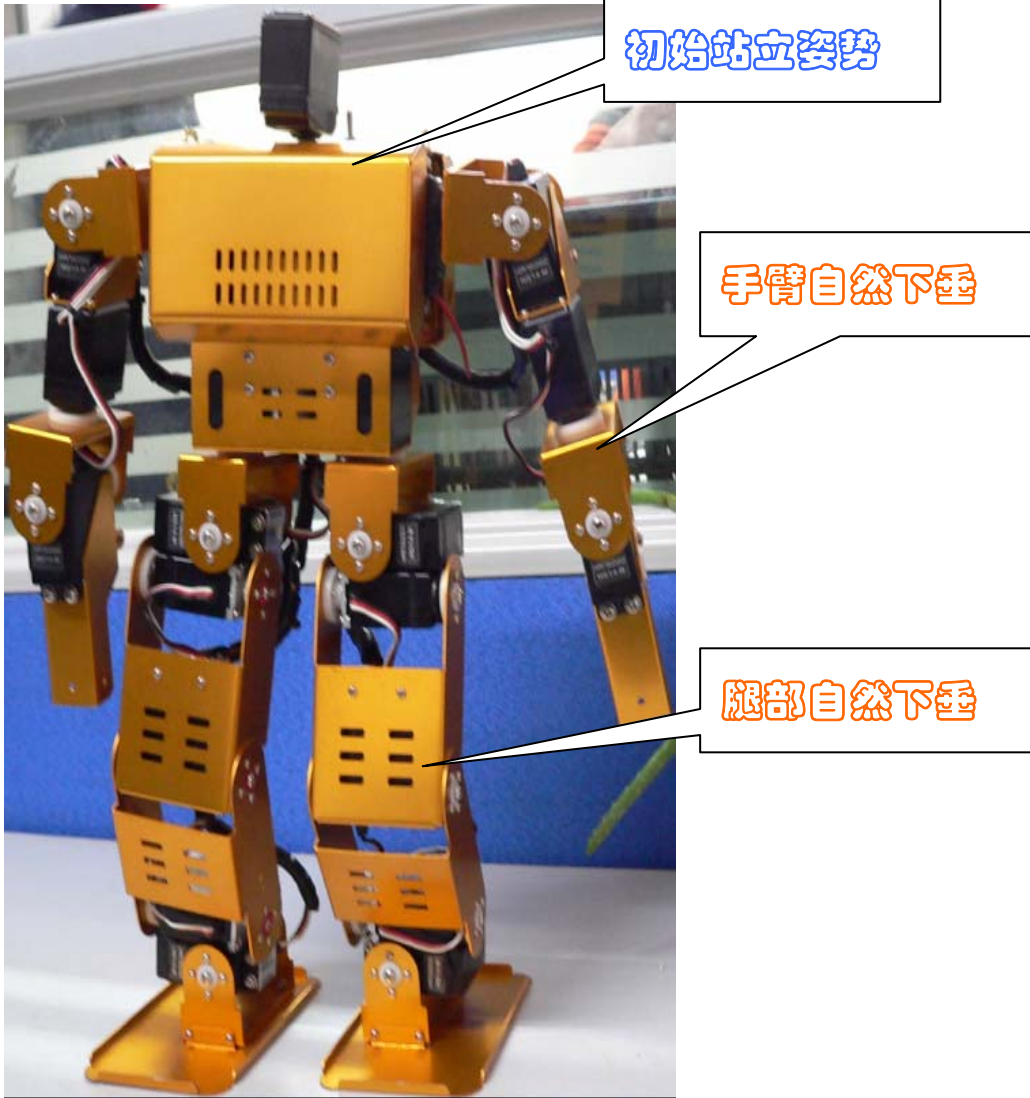
一般的，我们进行双足机器人研究时总是先从双腿入手，所以将腿部关节自由度定为 1—10。

亿学通公司机器人出厂自由度设置如下：

注意：机械系统中的自由度编号与电子系统中的编号统一，并能够与机器人操作软件相对应。

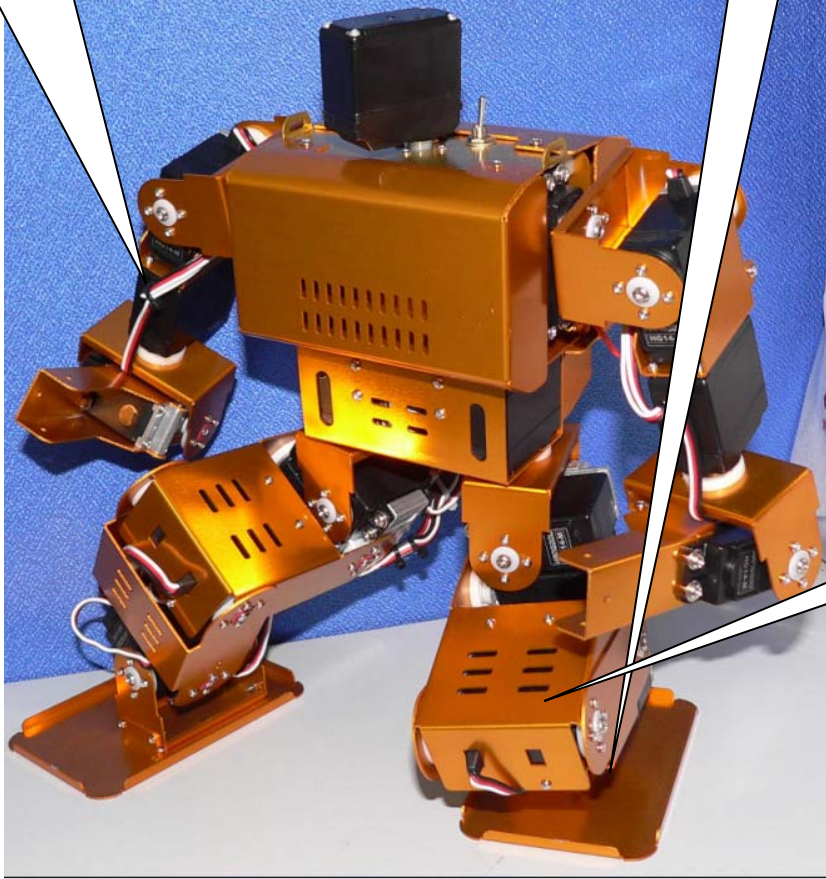


1.2 机器人动作介绍



手臂自然下垂

下蹲姿势



腿部完全弯曲

小幅劈叉姿势

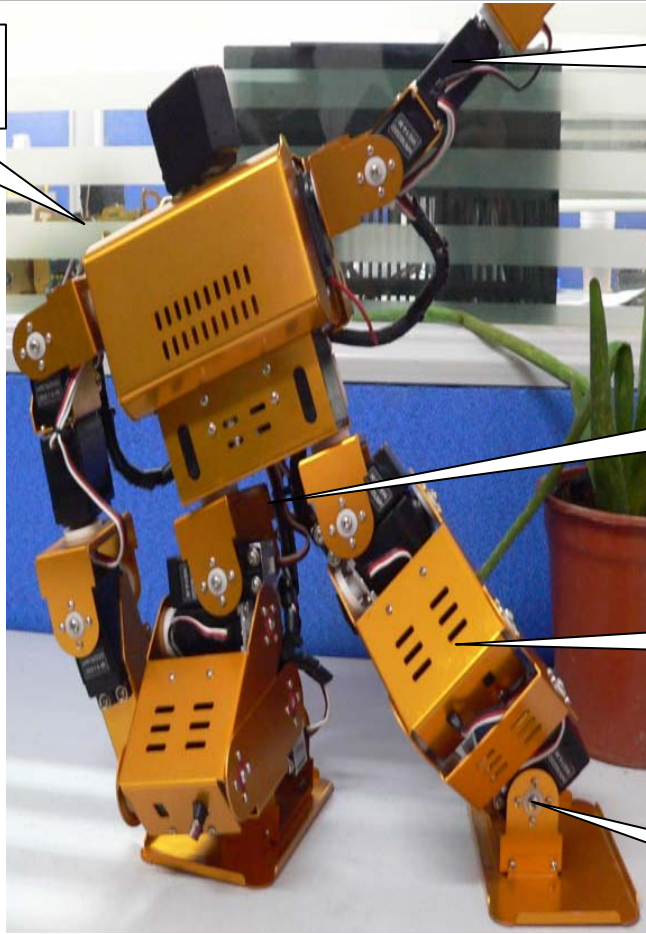


手臂伸平

胯部小幅展开

腿部完全弯曲

仰望天空姿势



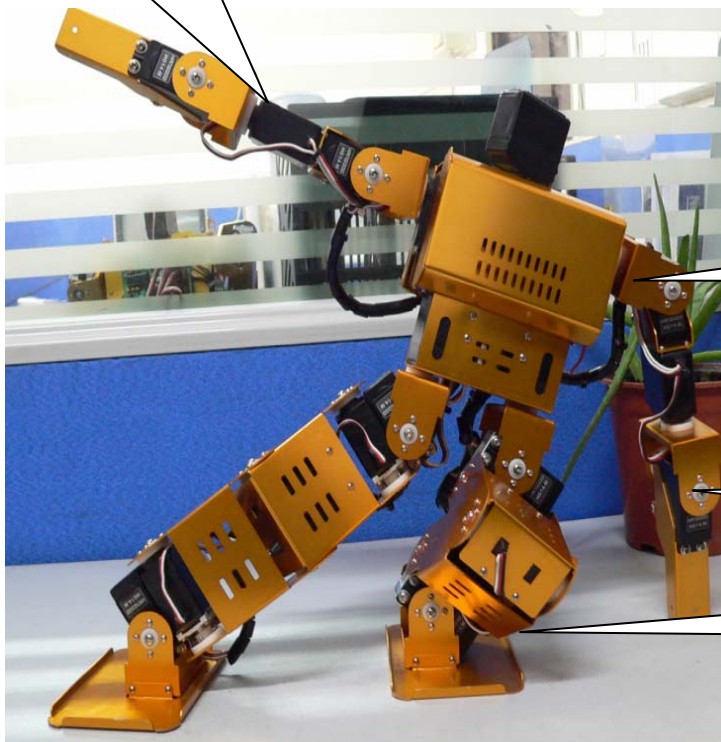
手臂上倾

双膝均小幅展开

腿部适当弯曲

踝部适当弯曲

抛掷垒球姿势



双膝均适当展开

右手下垂

右腿完全弯曲

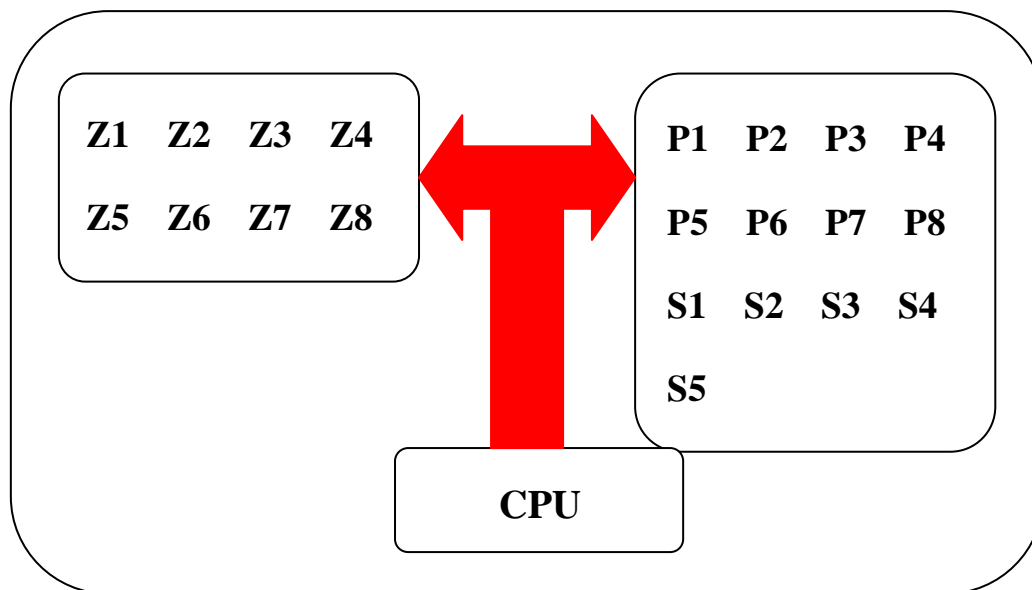
2. 机器人电子系统

2.1 电路结构

由于 XMEN 人形机器人的结构比较复杂，采用 17 个伺服电机（也称舵机）构成。所以需要控制的对象比较多。我们在此采用分布式集总控制方式，将每个伺服电机作为独立的被控对象，用 1 个主 CPU 对它们进行控制。

通信方式：由于每个舵机采用 PWM 的控制格式，详细参见“舵机详解”，所以主 CPU 也采用 PWM 的通信格式。主 CPU 通过 17 根信号线分别连接 17 个舵机，向每个舵机发送控制信息。信息采用角度格式，即 PWM 信号的宽窄表示舵机的角度，通过实时向舵机发送位置数据进行速度控制。

机器人的舵机分布：舵机在机器人中的安装位置不同，所发挥的用处也不同。根据加藤一郎的结构划分，身体的 16 个舵分布在 2 个平面内。即 Z 平面，P 平面内和 S 平面，那么我们就如下划分。



P 平面舵机：P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8

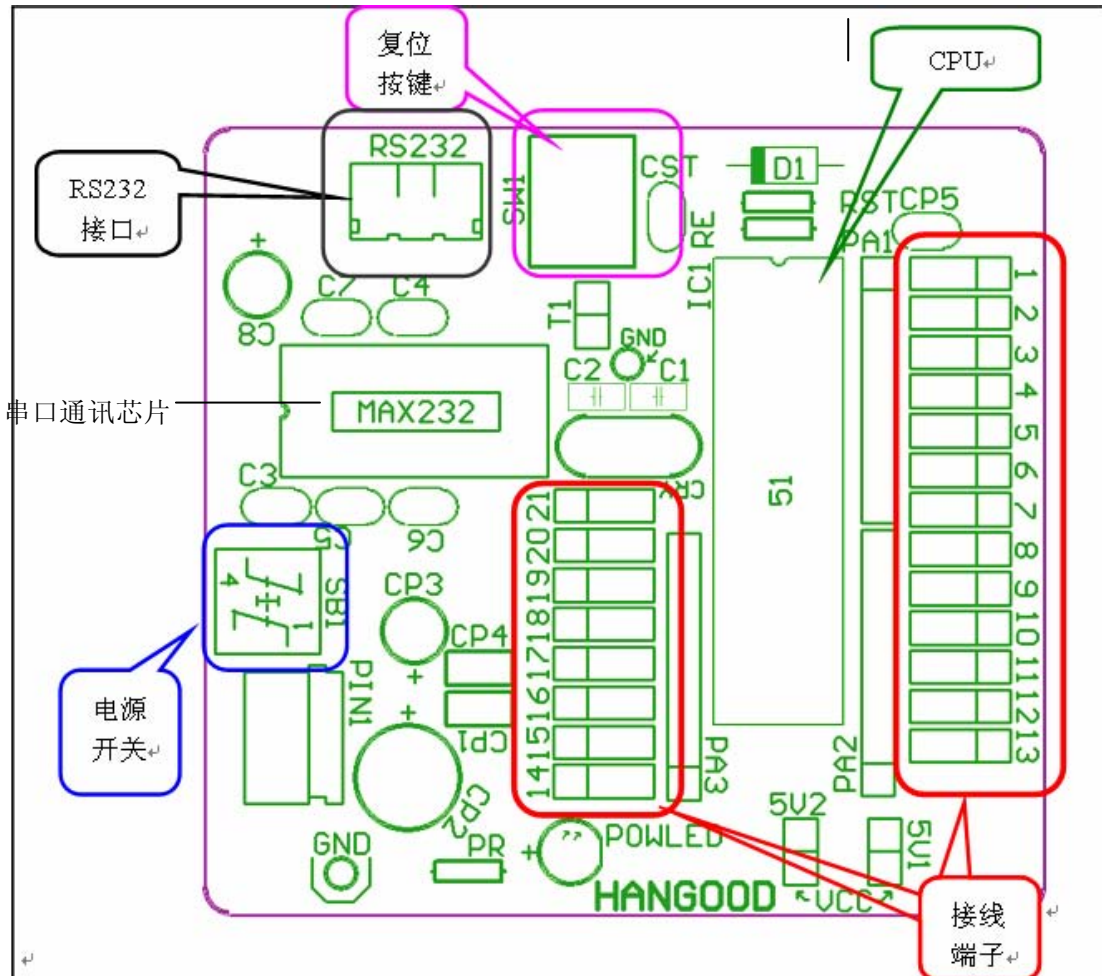
Z 平面舵机：Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6、Z7、Z8

S 平面舵机：S1、S2、S3、S4、S5

2.2 电路板外形尺寸

大型双足机器人对电子系统的要求很高，其最大的特点是需要的驱动的电流大。它包含一个 CPU、一个 FLASHROM、一个串口芯片、若干各小型插头，还要安装 24 个伺服电机的数据插头。

我们采用单片机主控系统，用以尽量减小体积。



名词解释：

CPU----中央处理器。目前采用美国“艾特美尔”公司生产的型号为 ATMEL89C52--24PC 单片机。性能参数请查阅《艾特美尔产品手册》。

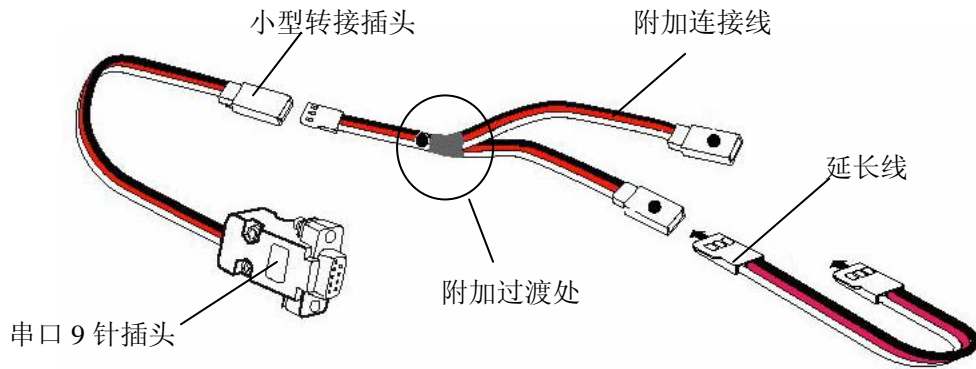
串口通讯芯片----负责将 TTL 电平信号转变成 232 电平信号。

电源开关----电路板电源输入端。连接电池或电源适配器，输入 DC 6V—7.4V。

RS232 接口----连接个人 PC。有 3 根线缆，分别为 GND、TX、RX。GND 为最上边一根，通过电路板的走线层可以清楚看出，其与地线的覆铜相连。

接线端子----2.54 级插针。用于连接舵机，最多容纳 24 个轴，距离 CPU 近的一排是信号线，另外 2 根是正极和地线，可以明显看出地线连接覆铜。

2.3 专用串口线



串口线增加“大转小”连接线，目的在于减小机器人的自重，和插拔方便。

工厂标配的机器人不带附加过渡处，用户可以自行购买加装。
工厂标配的机器人不带延长线，用户可以自行购买加装。



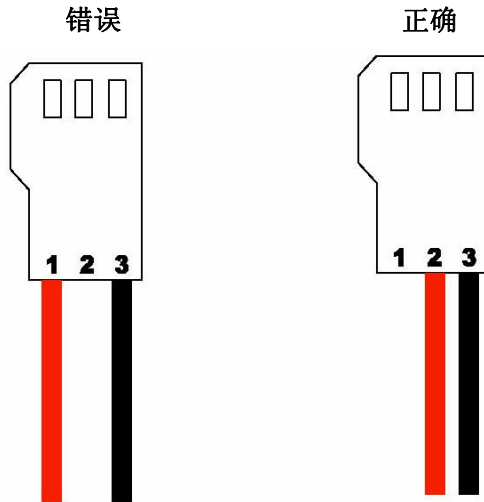
普通串口线



USB 转串口线

2 种串口线均可以方便使用，目前工厂标准配置为普通串口线。

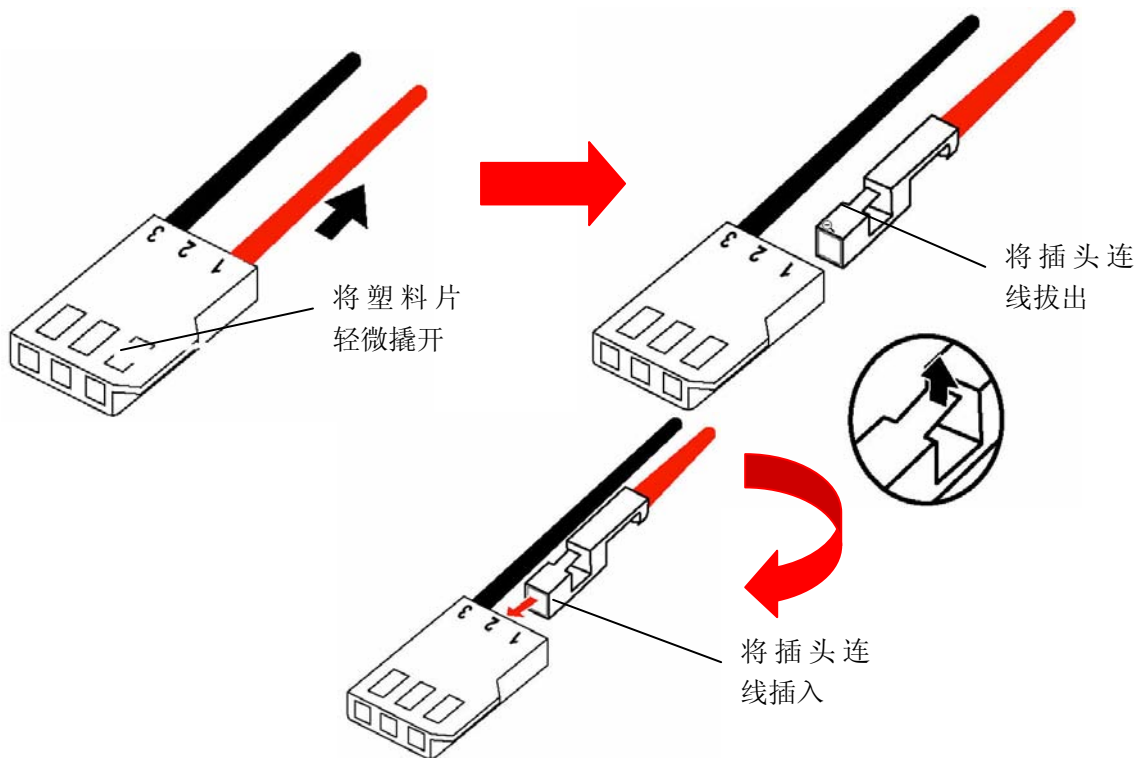
2.4 舵机连接线



红色——电源正极
黑色——电源负极
白色或其他颜色——控制信号线

国际标准中规定红色线“+”在中间，目的在于避免插头反接造成电子器件烧毁。如右图所示的接法，将红线至中，黑线至右即可。

2.4.1 舵机线转接法



3. 机器人软件系统

STC 单片机是基于 51 控制核的高速单片机。对于程序的编译和链接,我们可以使用 KEIL C 帮助完成。

在对芯片进行编程时,我们使用 STC 公司提供的烧录软件 STC_ISP_V3.5。

3.1 KEIL C

我们使用的单片机是 STC12C5410D, 是 51 的内核。指令周期都优大幅度的缩减,运行速度自然提高。由于我们使用的是 51 内核,所以我们可以使用支持 C51 的开发软件帮助编辑程序和编译链接程序。KEIL C 就是这样一款软件。

KEIL C 的软件界面如下:

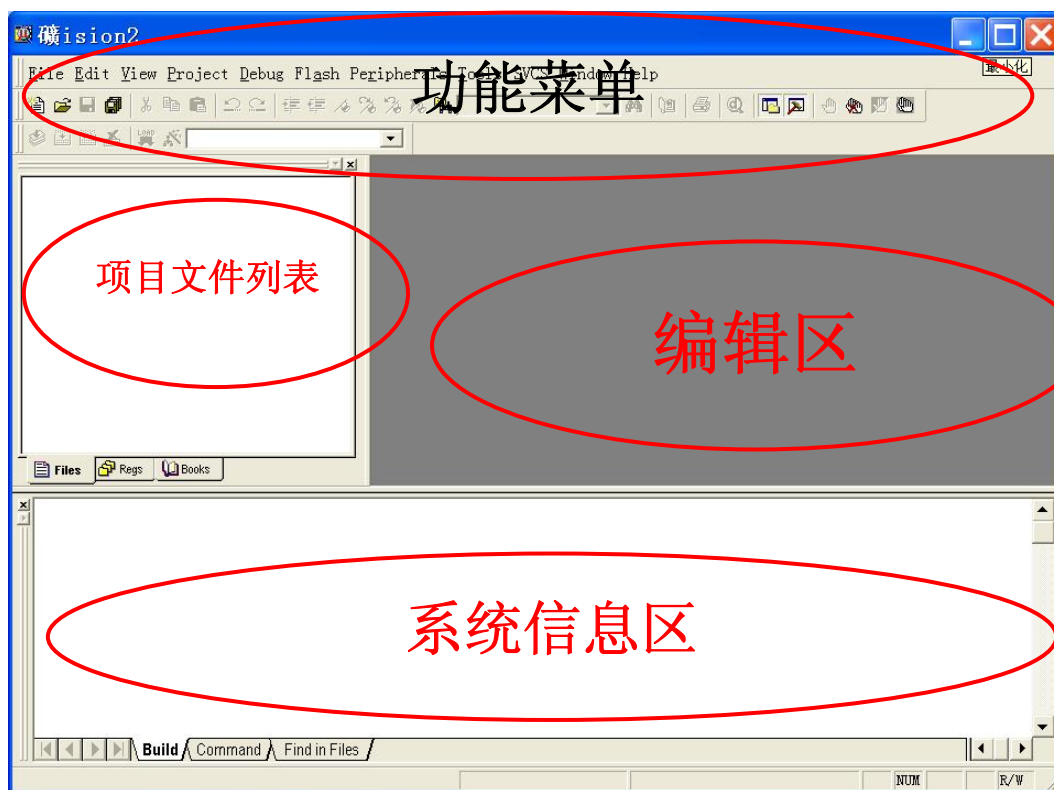


图 3-1

在项目中我们可以建立自己的工程,根据工程添加编辑程序文件。最终使用“完全编译”功能完成编译。在烧录单片机之前还应该生成对应的“.HEX”INTEL 二进制文件。有了这个文件,我们才能使用 STC 提供的软件进行烧写单片机的操作。

3.2 STC_ISP_V3.5

STC_ISP_V3.5 是由 STC 开发的程序烧写测试综合软件。它可以通过普通的串口 (COM) 烧写单片机的程序。软件运行稳定。操作相对方便。软件的操作界面如下：

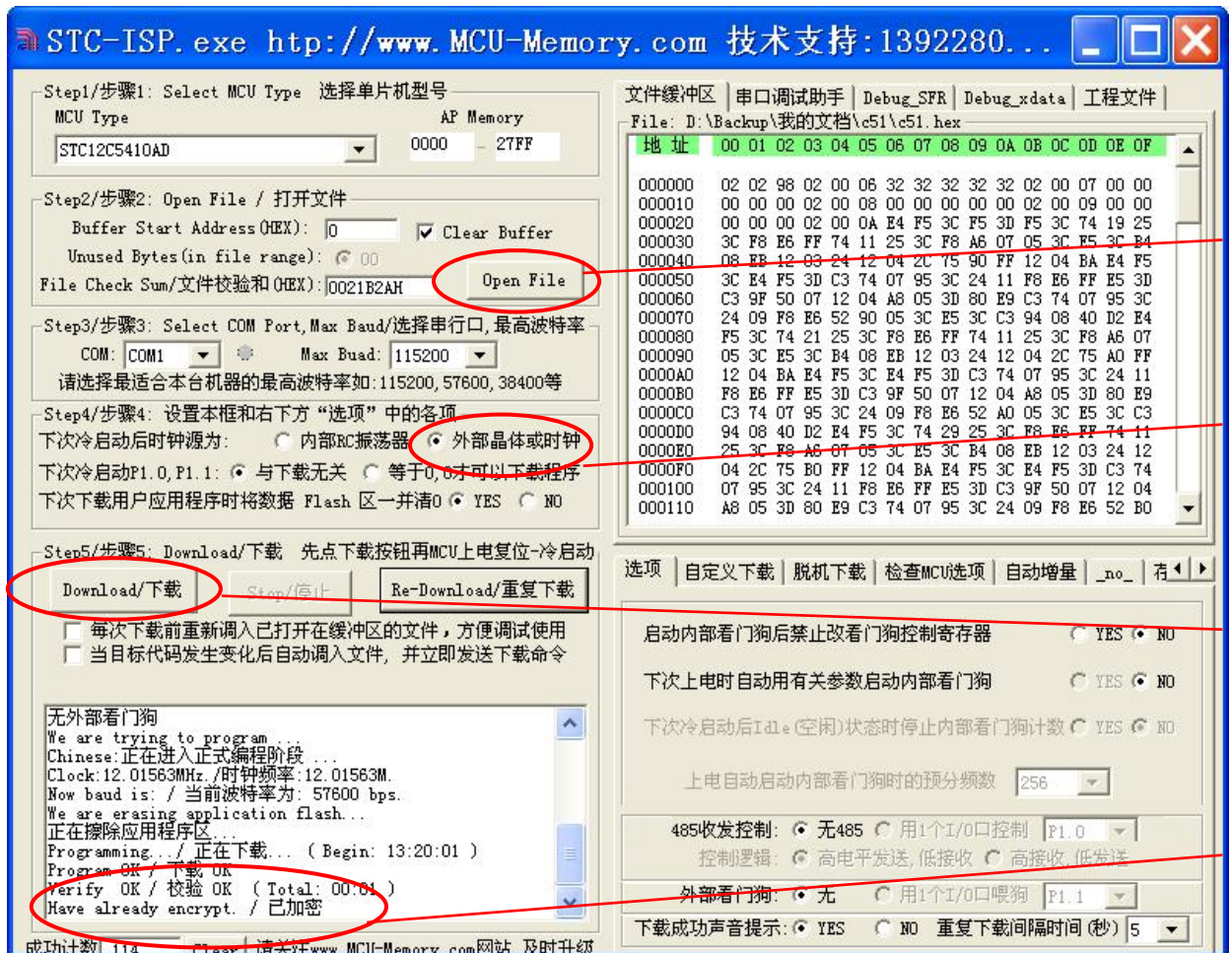


图 3-2

下面给出操作的具体步骤:

1. 选择芯片类型;
2. 选择要烧写的 HEX 文件;
3. 设置串行端口和波特率, 这里要注意端口号, 波特率的选择比较任意一般为 38400;
4. 选择外部晶振; 与下载无关; 清 FLASH 区;
5. 点击下载按钮后, 打开单片机供电电源。在上电后单片机会自动进入编程状态。通过提示可以判断是否下载完成。

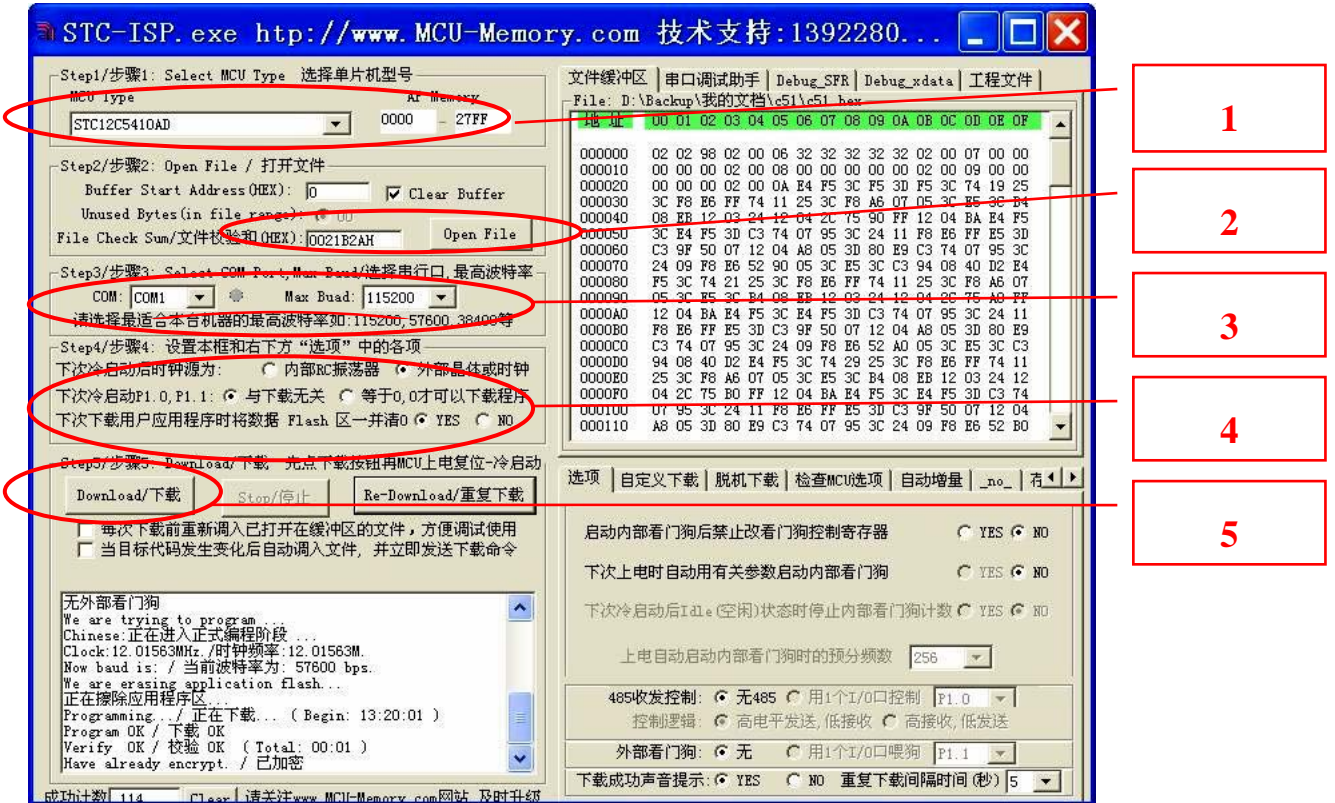


图 3-3

注意:

1. 在选择芯片时一定要看清型号, 很容易选错。
2. 应选择外部晶振, 如果选择内部晶振, 单片可以工作, 但是舵机的控制会出现问题。
3. 一定要先点编程按钮, 然后在开控制板上的电源, 要不下载不会成功。

由于中国的人形机器人还处于发展初期阶段, 所以使用者的技术积累较少, 因此北京亿学通机器人出售的该款机器人产品随即提供“片内程序源代码”。而且附有“基于微分方程的步伐函数解析”。

所以, 软件采用完全开放式, 如上面图示: 提供片内源程序, 上面的事例中采用的是基于 STC12C5410AD 型 CPU 的汇编语言和 C 语言。用户可以在其中进行指令编辑、子程序构建、操作系统程序编制等工作。右面的区域可以实时显示 CPU 的工作状态。并可以划分出许多存储器区域, 进行大量且多样化的数学运算。

4. 亿学通品牌机器人专用舵机介绍

小型双足机器人的技术关键主要包括 3 部分：其一是数控系统，也指电子部分，其二是伺服舵机，其三是机械结构件。由于机器人的结构十分复杂，所以要将机器人的零件尽量减轻。尽管如此，为了保证机器人动作灵敏、行动有力，一般的舵机不能达到要求。根据目前国际的研究经验数据，小型双足机器人腿部大多需要 10 公斤·厘米以上的伺服舵机，然而一般的航模伺服舵机只需要 3—5 公斤·厘米的伺服舵机。在 2003 年以前，这些大扭矩舵机国产不了，要依赖于日本进口，直至 2004 年底，北京亿学通机器人有限公司开始自己生产。这款型号为 HG14-M 伺服舵机，是小型双足机器人专用伺服舵机，其重量轻、扭矩大、反应速度快。它还有一个最突出的特点，是有“电子自锁”功能，这样就可以降低控制系统的实时响应需求，为后续功能腾出足够空间。



4.1 伺服舵机 5 大特点

- 1. 力矩大：**亿学通机器人专用舵机可达到 14—15kg·cm；市面上的一般舵机，力矩普遍只有 3—4kg·cm。机器人，尤其是人型机器人的腿部关节力矩均需 9kg·cm 以上，因此一般舵机性能不能满足。
- 2. 电子锁位功能：**市面上一般的舵机每时每刻需要为其发出 PWM 控制指令，否则舵机位置会乱蹦，因此会占用大量 CPU 资源。亿学通专用舵机不用为其时时发出 PWM 控制指令，舵机收到一组 PWM 控制指令后会自动执行至该位置，此时如果 CPU 停止为其发送控制指令，亿学通舵机会保持该位置，并抵抗来自外界的一切干扰信号。
- 3. 使用寿命长：**市面上一般的舵机普遍采用塑料齿轮，亿学通机器人专用舵机全部精选铜合金、高碳钢等贵金属为原料，精加工而成，齿轮加工精度高达 5 级。
- 4. 配件齐全：**市面上一般的舵机只配有 1 种圆形舵盘，而亿学通机器人专用舵机外围包括多种带丝舵盘和不带丝舵盘，另外配有多种专门为机器人设计的“双端输出结构件”，“U 形件”，“十字件”等，方便 DIY 时使用。
- 5. 互换性强：**亿学通机器人专用舵机采用国际统一尺寸标准，可以直接替换国外高端舵机，使得其应用更加广泛。

5. 电池介绍

小型双足机器人要求关节力量大，动作灵敏，所以所需的电量和瞬间放电电流均较大。可以说，没有现代的电池技术作为强大的后备动力，该类机器人将无法发展。

目前的电池主要分 5 类：

- | | |
|---|------------------|
| (1) 铅酸电池-----优点：价格低 | 缺点：体积大、质量大； |
| (2) 镍镉电池-----优点：电流大 | 缺点：有明显记忆性，寿命低； |
| (3) 镍氢电池-----优点：电量 | 缺点：瞬间电流小，寿命低； |
| (4) 锂离子电池--优点：电量、寿命长 | ；缺点：易爆炸，瞬间电流小； |
| (5) 锂聚合物电池--优点：体积小、质量轻、电量、瞬间电流大、寿命长、安全； | 缺点：价格高、对充电器要求较高； |

目前，由于机器人的电特性要求较高，所以采用最优秀的电池----锂聚合物电池。

HGR-3 型机器人采用 2 节锂聚合物电池串联而成，直流电压 7.4V。一次充满电，可以连续使用 1.5 小时，连续作动作 1 小时。

7.4V 锂聚合物电池组，容量 1000mAH，质量 49g；（比 2 节普通 5 号电池还轻。）