

计算机自动绘图资料

五、计算机基础原理

北京航空学院制图教研室

一九八〇年六月

电子计算机基础原理

——计算机绘图概论(硬件)

北京航空学院

制图教研室

一九八〇年七月

前 言

随着电子计算机的发展,国际上从六十年代初出现所谓“计算机图形学”(Computer Graphics),国内从七十年代重视研究。目前,计算机绘图已在航空、造船、电子等工业部门和科研部门应用,为适应社会主义四个现代化建设的需要,研究和推广计算机绘图技术对加速现代化将是很有意义的,计算机绘图技术的出现和应用预示着传统的制图教学将发生重大变革,计算机绘图是制图教学的一个重要发展方向。

计算机绘图是一门新的综合性的学科,涉及计算机技术、数控技术等领域,由于我们水平有限,初次尝试一定存在不少问题和不足之处,请批评指正。

目 录

绪论

- § 1 电子数字计算机的组成及其工作特点
- § 2 计算机绘图的过程—绘图机
- § 3 绘图机控制机
- § 4 计算机绘图的展望
- § 5 本课程的目的要求、内容、几点说明

第一章 基础知识

- § 1 信息在计算机中的表示方法
- § 2 电子计算机的基本逻辑电路和逻辑代数基础
- § 3 逻辑函数和门电路的应用——组合逻辑电路
- § 4 触发器和时序电路

第二章 电子计算机的组成及工作原理

- § 1 运算方法和运算器
- § 2 电子计算机中的控制器
- § 3 电子计算机中的存贮器
- § 4 电子计算机外部设备
- § 5 电子计算机整机工作原理概述

第三章 绘图机的构造与工作原理

- § 1 计算机绘图概述
- § 2 绘图机的工作原理
- § 3 绘图机的构造
- § 4 计算机绘图系统概述

附录：介绍几种计算机绘图机性能指标

绪 论

通过本讲使大家对计算机绘图有较全面的概念,明确学习目的,了解基本内容。本讲涉及名词、概念较多,对此只作一般介绍,重点是计算机组成、工作特点、及发展概况和绘图机组成、计算机绘图简单过程。

§ 1 电子计算机的组成及其工作特点

计算机是一种能自动、高速进行大量计算工作的电子设备。

一、 分类

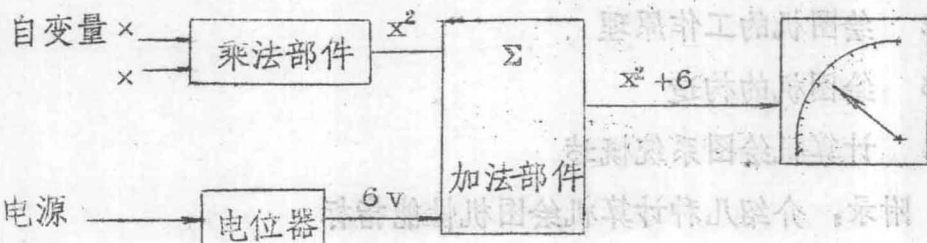
电子计算机可按工作原理、规模、性能、采用器件等分类。

电子计算机按工作原理分电子数字计算机,电子模拟计算机和数字—模拟混合计算机。由于当前广泛应用的是电子数字计算机,“电子计算机”已是电子数字计算机的简称,我们这门课谈到的都是电子数字计算机,后面要详细地讲,先简单介绍一下模拟计算机特点。

电子数字计算机是用数字表示数值大小的计算装置,如我国最早使用的算盘就是这一类。

电子模拟计算机是用连续物理量(如长度、电流、电压等)表示数值大小的一种计算装置,例如我们用的计算尺就是一种模拟式(连续式)的计算工具。我们看两个例子:

1 求解 $y = x^2 + 6$



2. 求解 $y' + y = x$

$$y' = x - y$$

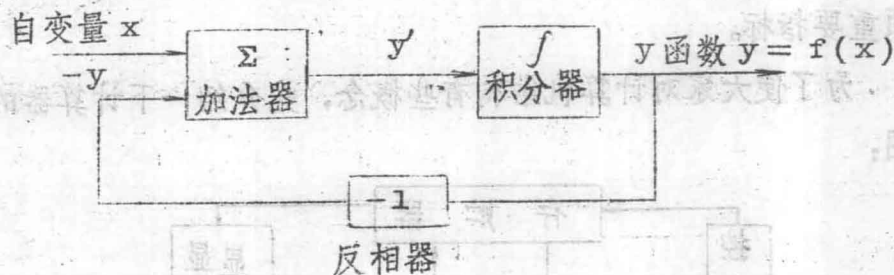


图 0.2 模拟计算机框图之二

由上述两个例子可以看出电子模拟计算机是利用基本运算部件（运算放大器、加法器等）按照求解方程（二次方程、一阶微分方程）的关系连结起来的计算装置，输入一般是给定的自变量，输出是函数值，模拟计算机的优点是：

解题直观，解题过程是题目的物理再现。

速度快，并行工作（数字机串行工作）。

模拟计算机的严重缺点是精度差，只能精确到三位有效数字，基本运算部件的精度为千分之一至万分之五。

大家知道电子数字计算机有精度高等特点，但速度低（较模拟机而言），应用于飞行模拟响应不过来，因此出现了数字—模拟混合计算机，想法是集中两类计算机优点。

电子计算机按规模性能分：

巨型机：如美国宇航局“依利阿克”-4，一亿五千万次/秒；

大型机：如我国 DJS-200 系列计算机，DJS-11，TQ-6；

中型机：如我国 DJS-6（108-乙机），TQ-16（709 机）；

小型机：如我国 DJS-100 系列，180 系列，TQ-15（DJS-131）；

微型机：如我国 DJS-050、-060 系列。

台式和袖珍计算器。

电子计算机的字长、运算速度、存贮容量是反映计算机性能的三项重要指标。

为了使大家对计算机结构有些概念，先介绍一下计算器的组成框图：

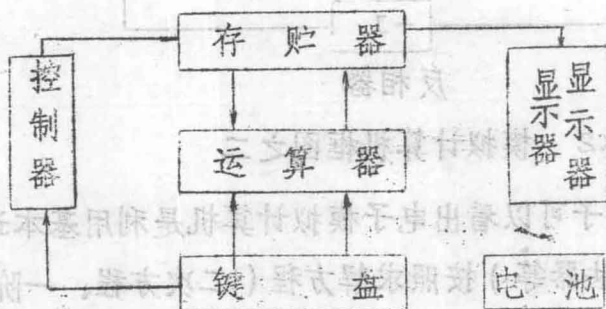


图 0.3 计算器框图

电子计算器是最简单的计算机，它也具备计算机的五大部分：输入（键盘）输出（数字显示器）装置，运算器，控制器和存贮器。大家知道电子计算器仅可完成算术运算（ $+$ ， $-$ ， $\times$ ， $\div$ ）和少量逻辑操作，通常不能修改程序，只有少量指令，存贮器容量很有限。

计算器的操作运算过程有取数、按功能键（相当于计算机操作码）、存数等。

了解了计算器组成和工作特点以后我们可以来看看电子计算机的组成。

二、电子计算机的组成

为了使电子计算机能够自动地完成对各种复杂数学问题的运算，必须有适用的数学模型，计算方法和各种程序（软设备）及机器本身（硬件）。

数学模型和计算方法，与我们有关的如图形处理的数学方法，数

值计算方法等。

软件—如绘图程序系统、程序语言等

硬件—五大部分，是本课程研究对象。

我们介绍一下软件、硬件一般概念

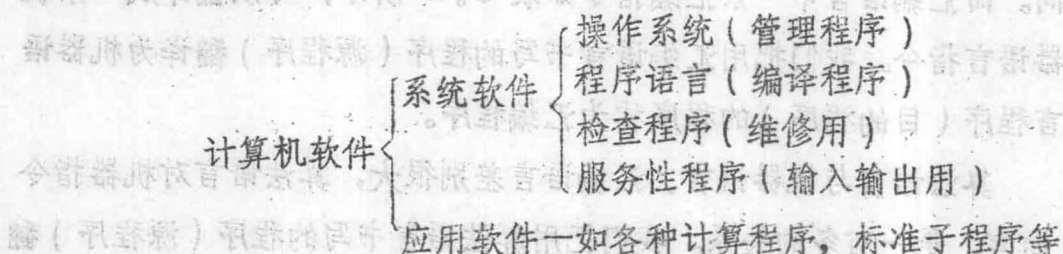
(一) 软件

软件是为了用户方便和充分发挥计算机的效能而编制的各种程序的总称，软件通俗地说就是程序，往往用来改进、替代或扩大硬件的功能，解决某具体问题的程序很少有人称为软件。

软件人员着重研究如何管理和使用计算机等问题，目的是简化程序设计。

软件设计至今还是一种手工劳动，称为工艺品，研制软件所占用的时间和人力太多，如操作系统国外一般要化费几十~上百个人年，一套计算机系统的软件成本要比硬件本身高很多倍。

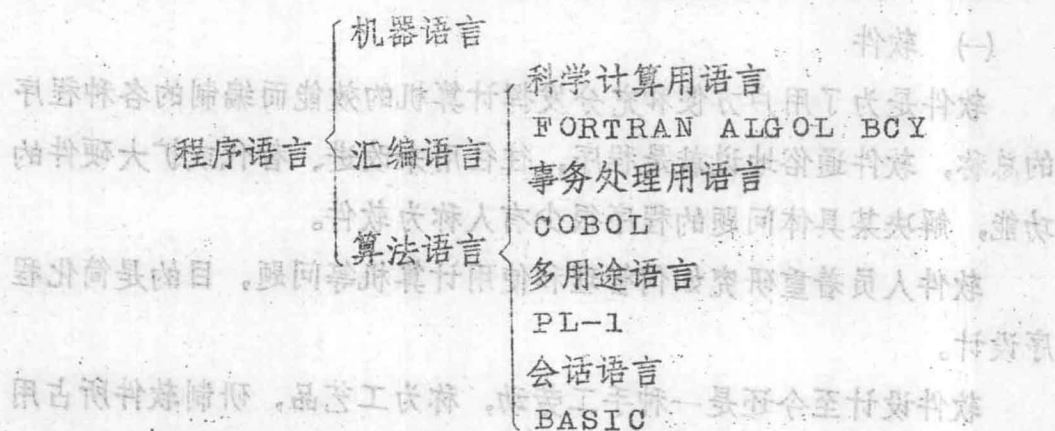
1. 软件分类：



2. 程序语言的发展

程序语言是人与机器交换信息的工具，第一台计算机没有程序语言，用插接板编程序。在计算机产生的初期，直接用计算机的指令系统来编写程序，计算机的指令就是机器的语言，用机器语言来编写的程序称为目的程序或手编程序，由于机器语言是用0和1来表示的，书写和辨认非常困难，编程序工作量大。为了克服以上缺点，早期使用汇编语言，将指令代码和内存的地址都用直观符号代替，有助记忆。

省去了人工分配内存单元之类的繁琐劳动。但汇编语言与机器语言一样未摆脱对具体机器的依赖性，随着程序自动化的进一步发展，产生了许多更接近于数学表达式和用英语编的算法语言，目前已被人们广泛地使用，统称高级程序语言。目前国际上已经有上百种程序语言。



机器语言是电子计算机能够直接翻译其意义，并执行相应动作的语言，不同种类与形式的计算机，指令系统不一样，机器语言也不相同。而汇编语言中一条汇编指令如表 0.1 所示，可以翻译成一条机器语言指令。我们把用汇编语言书写的程序（源程序）翻译为机器语言程序（目的程序）的程序称为汇编程序。

算法语言与机器语言、汇编语言差别很大，算法语言对机器指令而言，是一对多的关系。我们把用算法语言书写的程序（源程序）翻译成为机器语言程序的程序叫编译程序。算法语言适用于不同种类与形式的计算机。

为了使大家对机器语言、汇编语言、算法语言有具体的认识，现举例比较如表 0.2。

指令格式：

0	D
---	---

0—操作码，表示执行何种运算或操作；

D—地址部，表示参加运算的数在内存的地址，或者直接给参加运

运算的数。

表0.1 汇编语言与机器语言比较

	112 机 机器语言 指令 θ	DJS-130 汇编语言 θ	执 行 操 作 功 能
取数指令 送 数	021	LDA	$(D) \Rightarrow AC$ 把内存 D 单元内容取出送累 加器 AC
送 数	022	STA	$(AC) \Rightarrow D$ 累加器内容送内存 D 单元
加 法	010	ADD	$(ACS) + (ACD) \Rightarrow ACD$ 源累加器 ACS, 结果累加器 ACD 的内容相加送 ACD
减 法	011	SUB	$(ACD) - (ACS) \Rightarrow ACD$ 机器实际操作 $(ACS) + 1 + ACD \Rightarrow ACD$
乘 法	012		
除 法	013		
停 机	007	HALT	机器操作立即停止
打 印	034	PIT	打印输出

现在用机器语言、汇编语言及算法语言编写同一题目

$$X = A + B - C$$

的程序, 如表 0.2 所示。(见下页)

3. 程序语言和其它编程工具

直接使用机器的指令系统来编程序(即手编程序)不需要其它编程工具就可以直接上机。由于上面已说到的机器语言的缺点, 现在很少采用这种方法。在小型机上通常提供两类编程工具, 即纸带系统和高级程序语言(即算法语言)。

表0.2 机器语言、汇编语言和算法语言比较

机 器 语 言	汇 编 语 言	算 法 语 言
分配内存单元 060 A 061 B 062 C 063 X	COUNT: A B C RESULT: 0	READ(105,1)ABC 1 FORMAT (...)
内存 指令 地址 D 单元	BEGIN:	
100 021 060	LDA COUNT	
101 010 061	ADD.COUNT+1	X = A+B-C
102 011 062	SUB.COUNT+2	
103 022 063	STA.RESULT	
104 334 063	PIT.RESULT	WRITE(108,2)X
105 007 000	HALT	2 FORMAT(...)
		STOP
		END
机器语言上机很方便、机器认识，人很不习惯	是一种面向机器的用符号表示的低级程序设计语言与机器语言很接近汇编语言指令和翻译成的机器语言指令有着大致一对一的关系。	高级语言和人们日常使用的语言习惯（英语）和数学问题接近，人方便，机器执行困难，要配编译程序

纸带系统的核心是汇编程序，占1K内存，功能是把一一对应的符号指令翻译成二进制机器指令。纸带系统最适合4~8k内存无盘的小型机，外部设备只限于控制台打字机、纸带读入、纸带穿孔三个设备（我国称之为“老三样”、与算机一起出售）。

高级程序语言：对内存大（如32k以上）、又有外存的计算机应采用高级程序语言加操作系统作为编程序的工具，高级语言是相对于汇编语言这类低级语言而言，编程序方法和占内存容量举例如下：

FORTAN	公式翻译、解决科学工程计算需	} 编译法
	8k以上内存	
ALGOL	算法语言、小型机上应用不广需	
	12k以上内存	
BASIC	专为小型机设计语言、简单、易懂——解释法	
	需8k以上内存	

4. 绘图语言

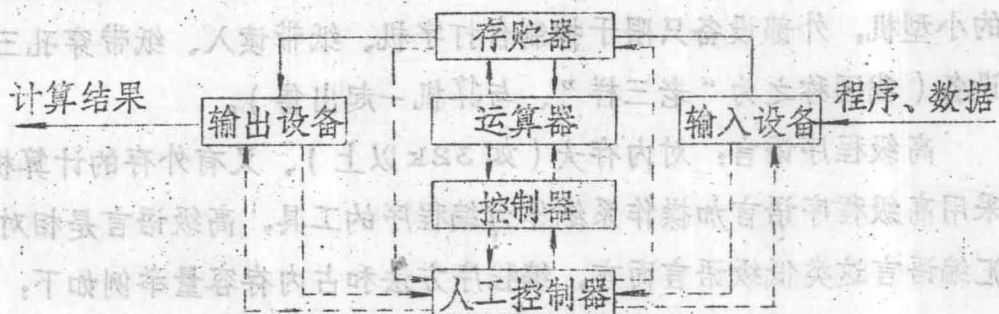
目前还没有通用的专门用于绘图的语言，为了便于用户使用绘图机，在计算机的程序库中放置了常用的作图基本程序，这些程序均使用该机算法语言编写成过程形式，用户在使用时可从库中调出这些基本作图程序。

国内多数绘图机由于没有引用较好的数学处理方法和相应的软件，因此仅仅起了直线、圆弧的插补功能，而不能直接绘制各种复杂平面曲线，研究用高级语言编制各种基本曲线子程序是计算机绘图领域很多人关心的问题。

(二) 硬件

组成计算机的任何机械的、磁性的、电气电子的装置统称硬件。硬件人员着重研究整机的逻辑设计和各种电子设备的制造与维护。

计算机分五大部分：运算器、控制器、存储器、输入输出设备，此外还有电源装置和控制台图 0.4 表示电子计算机简单框图



细实线表示代码传送线路

虚线表示控制信息线路

图 0.4 电子计算机简单框图

1. 运算器

对数据或指令进行运算（算术运算或逻辑运算）和处理的部件，运算器由加法器、移位寄存器、累加寄存器、计数器等部件组成。字长和运算速度是运算器的主要技术指标。

2. 存储器

存储器分内存（磁芯）和外存（磁鼓、磁盘、磁带），存储器存储大量的数据，程序和资料。表示存储器性能的主要技术指标是存储容量和存取周期。

3. 输入输出部件

输入程序、原始数据或信息，输出运算或处理结果，输入设备：纸带机、卡读机；输出设备：行式打印机、穿孔机、穿孔机和 X—Y 绘图仪等，控制台打字机、键盘及光笔图形显示器既可作为输入也可作为输出设备。

4. 控制器

控制器的功能是翻译指令代码，安排操作次序，并发出适当的命令到计算机各部分线路以便执行机器的指令，控制器是统一控制全机动作的指挥部。其设计方案有两种，一种是常规组合逻辑设计，另一种是微程序设计。控制器的控制方式有同步和异步两种。

运算器和控制器合在一起习惯地称为中央处理机 (CPU)，有时也称运控部件。

中央处理机和内存贮器 (主存贮器) 统称主机，外存贮器，输入、输出设备等统称为外部设备。

三、计算机系统结构概述

计算机的系统结构可分为单机结构、多机结构及计算机网络等，我们简单介绍一下单机结构。

单机结构，就是指整个计算机系统是由一台中央处理机及主存贮器和若干外部设备所组成，单机结构分两类，一类是以中央处理机为中心进行组织的，一类是以主存贮器为中心进行组织，见图 0.5，图 0.6。

在较早的计算机中，都是以中央处理机 (CPU) 为中心建立连系 (如 DJS-6, TQ-16, DJS-130) 所有信息的传递与输出都要经过中央处理机，各部件之间无法并行工作，则外部设备如要工作必须占用中央机工作周期，使中央机停止运算为外部设备服务，这是一个很大的浪费，为解决中央机高速度 (电子速度) 和输入输出设备低速度 (机械速度) 的矛盾，提高机器效率，近年来，计算机系统结构发生了变革，以存贮器为中心建立存储器总线、多种外部设备由输入输出通道统一集中管理 (如 DJS-11, DJS-200 系列, FELIX C-256)。这样，中央处理机和通道 (若干个通道) 共享存贮器，

通道有数据暂存功能及对每台外部设备的控制能力，这样中央机可与外设同时工作。通道的初级形式叫交换器，通道的高级形式即输入输出处理机。

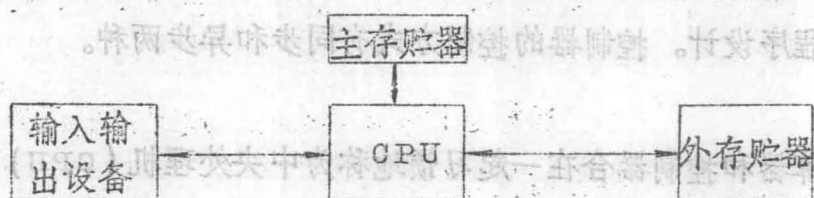


图 0.5 早期—以 CPU 为中心计算机

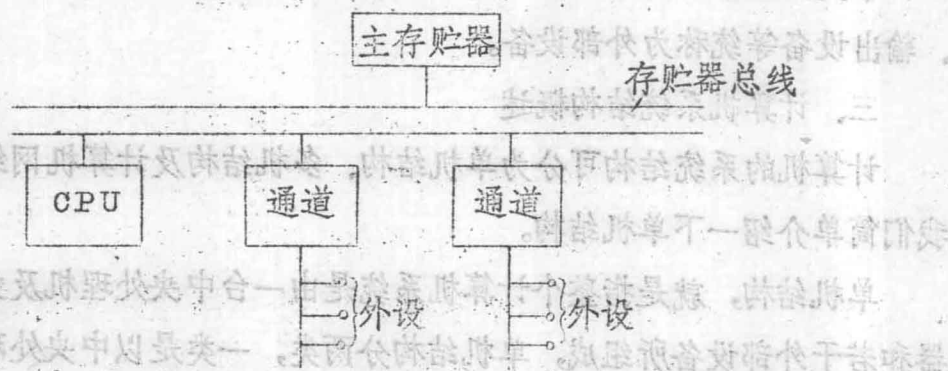


图 0.6 现代—以主存贮器为中心计算机

四、计算机的工作特点

电子计算机之所以有广泛的用途，是和它的工作特点分不开的。现在我们把电子计算机的主要特点归纳如下：

1. 计算速度快、精度高、存贮量大

计算速度快是电子计算机最显著的特点。如美国的依利阿克-4 (ILLIAC-4)，计算速度一亿五千万次/秒，目前国外每秒运算五千万次的大型计算机已成批生产，我国 500 万次计算机去年已投入运转。

精确度高，计算机通过近似计算，公式运算位数可加多（如双字长），

计算机的精度可以由千分之几到百万分之几，甚至可以更高。

存贮量大，如可能把整个图书馆的图书资料装在计算机里。

2. 自动化程度高，通用性强

电子计算机能够在程序控制下自动地进行工作，不需要人直接参加计算过程。现代计算机软件配了编释程序和磁盘操作系统等软设备，只要通过输入设备向机器输入一定的语言、符号、文字、图形，计算机就能自动地进行工作，并可以按照人们的要求打印出数据、绘出图形、表格等。

通用性强是说计算机除了用于各种数值计算，解决各种工程设计中的数学问题外，还可以用于信息处理、语言翻译、实行控制等各方面。

3. 具有“记忆”能力和逻辑判断能力

计算机有一个“记忆”部件——存贮器，可以存贮程序、原始数据、中间结果和最后结果等。

计算机还可以进行各种判断，如两数比较，根据运算结果和其它特征判断应执行什么命令等。所以计算机又能做控制机用。

具有“记忆”能力和逻辑判断能力这两种功能是构成计算机自动工作的重要原因。

4. 计算机无思维创造能力

电子计算机不仅由人设计制成，而且也是由人使用、维护的，在人与电子计算机的关系中，人是起决定性作用的，不要相信“电子计算机能完全代替人的作用”的错误观点，计算机不是万能的，对一些在人看来很简单的事情计算机就很难判断，如一辆汽车的外形美工美，一张机械图上画一断裂线，在人看来很简单，一看就能作出判断或徒手一画即成，而计算机很难做到。近代的计算辅助设计（CAD）就是

基于综合人与计算机的优点而进行设计工作。

五、计算机应用

由于计算机具有上述特点，所以它在国民经济，科学技术和国防等各方面都被广泛应用，其应用可归纳为三个方面（或者说三代）

第一代 科技计算（数值计算）

第二代 企业管理（数据处理、信息加工）

第三代 实时自动控制

我国计算机大都用来作科技计算。软件和电子计算机应用与国际水平差距很大，国外软件人员和硬件人员比例是25:1，国内1:10，软件专业近几年刚招生。我国过去重硬件、轻软件，重主机、轻外设，造成软件与外设与世界先进水平差距较大。这就给计算机绘图技术的推广应用带来困难，下面我们讲计算机绘图方面的问题。

§ 2. 计算机绘图过程—绘图机

绘图机是一种自动化绘图设备，是电子计算机的一种重要的外部设备，它能按电子计算机输出之信息，自动绘制各种复杂图形，一台开环方式控制的绘图机主要有纪录绘图信息的介质、控制机、伺服机构和绘图机本身等部分组成如图0.7所示

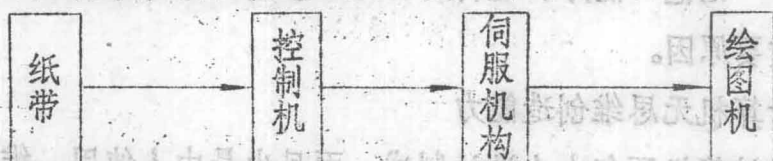


图0.7 绘图机组成

在绘图机上绘图时，按下述步骤进行

1. 根据零件图纸规定的尺寸、形状用程序语言编写程序单；
2. 穿孔员根据程序单制作穿孔纸带；