

JB 型 缝 纫 机

运 动 学 研 究 报 告

上海同济大学机械原理和机械零件研究组  
上海缝纫机研究所JB型缝纫机理论研究组

# J B型缝纫机运动学研究报告

## 前 言

J B型缝纫机理论研究的1979年全国轻工业科学技术大会提出的重大科研项目，1980年轻工业(80)轻科便(025)文件下达任务，项目较重，分期完成。

对缝纫机理论研究，早在1963年上海缝纫机研究室与上海同济大学、华东师范大学、上海工业大学等高等院校协作，对J A型缝纫机进行研究，开创我国缝纫机的理论分析工作。十年动乱，这项工作中断，资料散失，对J B型缝纫机的理论分析工作，一直未作系统研究。现在全国各地大量生产J B型缝纫机，而各生产厂在引进和改型中，参数变动较多，性能差别较大。

这些都不利于缝纫机的系列化、通用化和标准化，阻碍发展，不利生产。因此，对J B型缝纫机各机构的运动性能作系统分析研究是一项重要的课题。

本课题的目的是通过缝纫原理及机构运动学的研究，从而研究它所具有的缝纫性能和机械性能，并通过各机构主要参数的讨论，探讨缝纫机机构综合的方法，确定合理的机构尺寸和精度要求，解决当前J B型缝纫机的质量问题，为J B型缝纫机设计提供理论基础。

本文为该课题的第二个分课题的研究报告，它的主要内容是：

第一部分：J B型缝纫机运动性能分析

本文用解析法对J B型缝纫机的工作机构进行运动分析，按照机构运动的几何等同条件和方向余弦矩阵法导出运动方程式，

并用 ALGOL-60 语言编制程序，在 719 型计算机上计算，打印结果，绘制运动线图。然后，对上述各个机构的工作情况以及其运动的相互配合进行具体的研究。通过数学推导和变换参数上机计算的方法，找出各机构运动的变化规律。讨论各主要结构参数对缝纫性能和送料性能的影响，为进一步的研究和改进设计提供理论依据。

## 第二部分：J B 型缝纫机挑线机构和送料机构的改进

本文所研究的课题是在“J B 型缝纫机运动性能分析”基础上对 J B 型缝纫机缝纫工作机构，送料工作机构作进一步的定性定量的分析研究。文章运用计算机这个有效的计算工具，反复大量地计算结构参数变化后的送布牙运动轨迹曲线，并将计算结果图表化，以期为今后探索更新更合理的结构提供理论依据。

本文还针对不同厚度的缝料提出了可调式连杆挑线机构，并对 J B 1-3 型，J B 8-2 型缝纫机送料工作机构的结构参数提出了合理可行的改进方案。还绘制了 J B 1-3，J B 8-2 缝纫机的针距曲线，从而为针距刻线的精确制作提供了理论依据

## 第三部分：J B 型缝纫机抬牙机构和挑线机构优化设计

本文就缝纫机研究工作中，采用优化设计方法作了尝试。通过内点罚函数结合坐标轮换法，共轭方向法对 J B 型缝纫机的抬牙机构，挑线机构进行了具体的优化设计。所提出的优化结果可供改进设计时选用，所编程序可供缝纫机的其它优化设计问题参考和使用。

了探讨

文中，还对合理使用加权因子进行，为了使各分目标函数的运算终值趋于均衡和有效地控制各分目标函数运算终值的比例关系，建立了简便，有效的权因子计算公式。运算结果表明，采用

这些方法易于求得较为理想的运算结果，大大节省上机时间。这种方法也是对解决多目标的工程优化问题的一个探索。

通过对J B型缝纫机运动学的研究，虽然取得一些成果，但从全面来看，我们的工作还只是处于起步阶段，还有待今后深入研究，对于改进意见和优化设计仅属探索，有待于进一步深化研究和生产实践验证。

# J B 型缝纫机运动学研究报告

## 目 录

前 言	
第一部分 J B 型缝纫机运动性能分析	1
第一章 机构运动概述	1
第二章 运动分析、线量计算的理论基础	3
§ 2-1 机构运动的几何等同条件	4
§ 2-2 方向余弦矩阵法基础	9
§ 2-3 条件极值——拉格朗日乘法则	10
第三章 J B 型缝纫机缝纫工作机构的运动分析 及其工作情况的研究	11
§ 3-1 刺布机构	11
§ 3-2 钩线机构	13
§ 3-3 挑线机构	16
§ 3-4 各机构间相对位置的确定	18
§ 3-5 计算实例	19
§ 3-6 针、梭、线工作情况的研究	20
第四章 J B 型缝纫机送料工作机构的运动分析 和送布牙运动轨迹的研究	42
§ 4-1 针距机构	42
§ 4-2 抬牙机构	53
§ 4-3 送布机构	59
§ 4-4 各机构间相对位置的确定	66



§ 4—5	计算实例	69
§ 4—6	送料工作机构各结构参数对送布牙 运动轨迹的影响	69
结 论		90
第二部分	J B型缝纫机：挑线机构和送料机构 的改进	92
第一章	J B型缝纫机挑线机构的改进	92
§ 1—1	J B型缝纫机挑线机构概述	92
§ 1—2	可调式连杆挑线机构	92
第二章	J B型缝纫机送料工作机构概述	95
§ 2—1	J B型缝纫机送料工作机构运动概述	95
§ 2—2	J B型缝纫机送料工作机构各机构简介	97
第三章	对J B型缝纫机送布牙运动轨迹的研究	100
§ 3—1	缝纫工作时对送布牙运动提出的要求	100
§ 3—2	送料工作机构各结构参数对送布牙运 动轨迹的影响	101
第四章	J B型缝纫机送料工作机构性能评介	107
§ 4—1	J B型缝纫机送料工作机构实现缝纫工作 时各项要求的可能性	107
§ 4—2	J B型缝纫机倒顺针轨迹形态的分析	109
§ 4—3	J B 1—3型、J B 8—2型缝纫机送 料工作机构送料性能比较	126
第五章	J B 1—3型、J B 8—2型缝纫机送料工作机构 改进	128

§ 5-1	J B 1-3型、J B 8-2型缝纫机送料工作机 构结构参数的改进	128
§ 5-2	针距标牌的改进	138
结 论		138
第三部分	J B型缝纫机：抬牙机构和挑线机构的 优化设计	140
第一章	优化设计基础	140
§ 1-1	引 言	140
§ 1-2	设计变量	140
§ 1-3	设计约束	141
§ 1-4	目标函数	142
§ 1-5	一维搜索	142
第二章	抬牙机构的优化设计	143
§ 2-1	抬牙机构的运动分析	143
§ 2-2	数学模型的建立	149
§ 2-3	坐标轮换法及程序设计	151
§ 2-4	优化结果	152
第三章	挑线机构的优化设计	157
§ 3-1	挑线机构的线量计算	157
§ 3-2	数学模型的建立	159
§ 3-3	共轭方向法及程序设计	166
§ 3-4	结果分析	172
第四章	加权因子的探讨	174
§ 4-1	概述	174

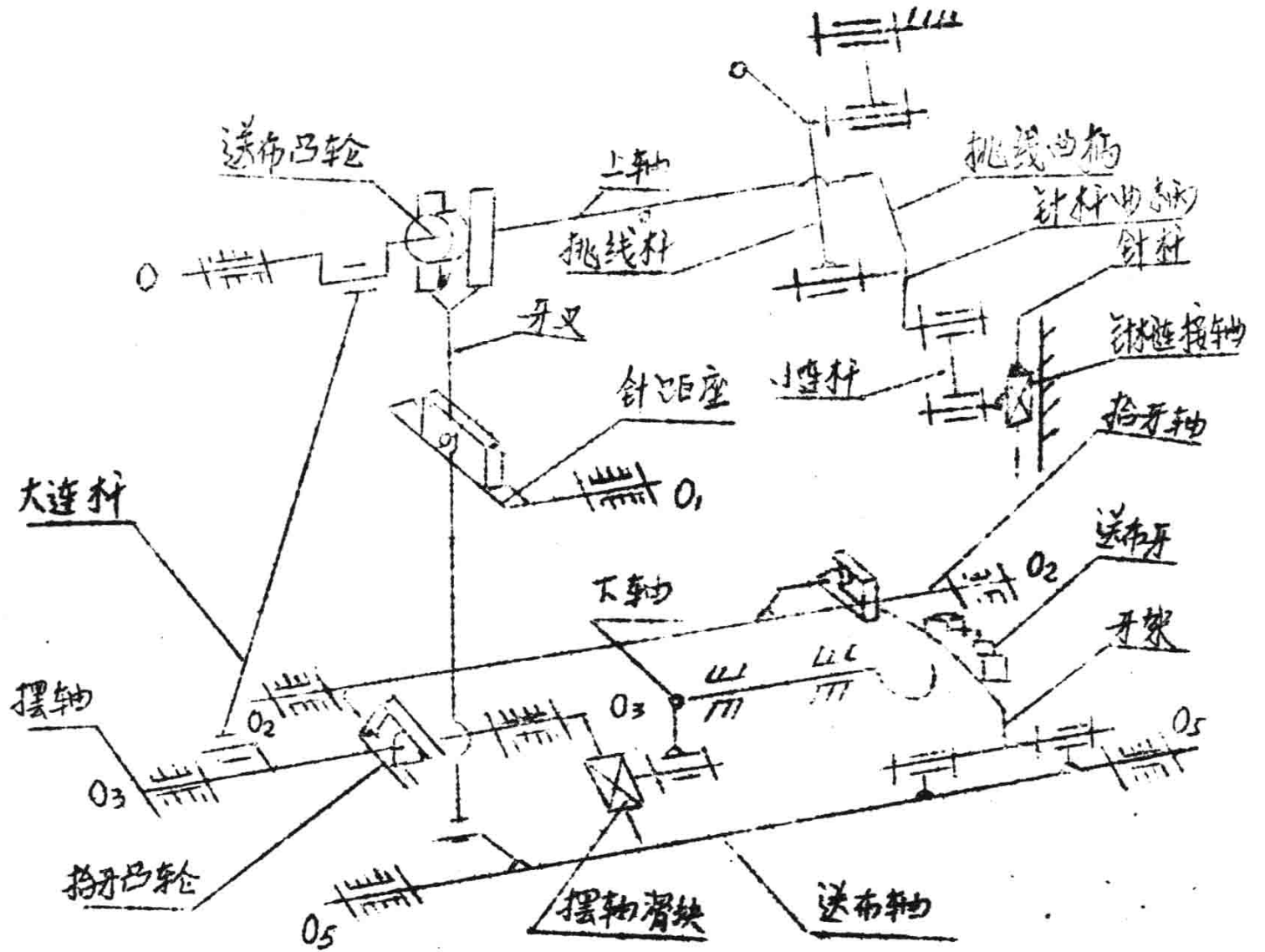
§ 4-2	加权求和法	175
§ 4-3	加权一致收敛法	181
结 论		183

### 参 考 文 献



# 第一部分 JB型缝纫机运动性能分析

## 第一章 机构运动概述



▲ 为刚性结构

△ 为定位可调结构

图 1-1

图 1-1 为 JB 型缝纫机缝纫工作机构和送料工作机构运动示意图。它的工作原理是这样的。白皮带驱动上轴转动，带动针杆曲柄（与挑线曲柄同时固接在上轴上）作圆周运动，通过小连

杆使针杆连接轴作上、下往复直线运动，针杆也随之上下移动。从而起到刺布、引线穿过缝料的功能。同时在针回升时形成线环，以供摆梭钩线的需要。上轴后部的曲轴部分通过大连杆使摆轴作上下摆动，由于摆轴的滑槽与摆轴滑块相互滑动产生了下轴的摆动，再使摆梭托、摆梭摆动。从而起到钩住机针引下的面线（已成线环），使它套过藏有底线的梭心套，而使面线和底线绞合，并收紧底线。同时上轴转动时挑线曲柄作圆周运动，带动挑线杆作平面运动，使穿线孔的轨迹为一“大刀”形，起到输送给机针及摆梭在工作时所需要的线量和提线收紧线迹的作用。

与此同时，送布牙推送缝料的运动情况是这样的。即在刺布及钩线动作完成之后，一俟机针退出缝料，送布牙就抬起咬住缝料向前运动，把缝料推送到预定距离以后，就下降和缝料脱离，往后返回到原来位置。送布、降牙、倒回、抬牙四个动作各占上轴转动角度 $90^{\circ}$ 左右（如图

1-2所示）。送布牙的工作原理可叙述如下：

送布牙的前后运动：它是由与上轴固联的送布凸轮带动牙叉，牙叉上的滑块在针距座的滑槽中运动又使牙叉沿滑槽的方向作平面复合运动，从而带动送布轴摆动，使牙架作前后方向的运动，达到送布的目的。送布牙前后送布的距离可以通过改变针距座滑槽的角度来调节。

图1-3所示是倒顺送布时的调节情况，如将针距座滑槽调节在“0”位时，牙叉在送布凸轮的推动下只作绕E点的往复摆

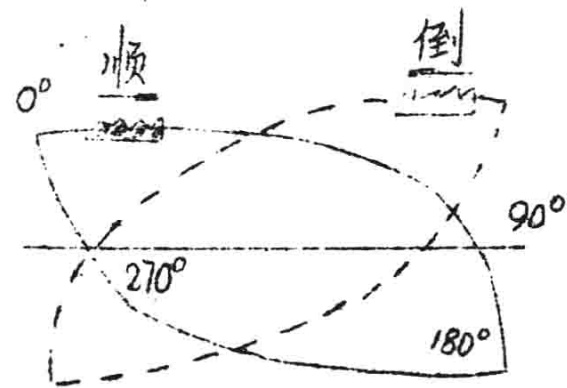


图 1-2

动，这时E点成为定点，送布牙也不作前后运动，针距几乎为零。当将扳手往下扳过“0”位时，就是顺向送料。反之，将扳手向上扳过“0”位时，送布牙朝相反的方向运动，则为倒向送料。

送布牙的上下运动：它是上轴通过大连杆使摆轴作摆动，进而依靠摆轴上的拾牙凸轮带动与拾牙轴固结的拾牙曲柄摆动，使拾牙曲柄上的滚柱拾动牙架作上下摆动达到拾牙、降牙的目的。

所以送布牙的运动是水平运动和垂直运动的合成运动，其水平运动主要来自送布轴的摆动，其垂直运动主要来自拾牙轴的摆动。以上所有运动都是由上轴转动而引起的。



图 1-3

## 第二章 运动分析、线量计算的理论基础

机构运动分析的方法很多，大体上可分为图解法和解析法两种。图解法形象直观，在一般平面机构中使用也比较简便，并且具有一定的准确度，在工程上得到广泛应用。解析法可将实际的机构问题抽象为数学关系式，随着电子计算机的日益发展，不仅

提高了运算精度和速度，也便于对不同参数进行深入分析比较以探求其变化规律。

用解析法作机构运动分析的内容包括位移、速度和加速度分析三个方面。但关键问题是建立位移方程式，至于速度和加速度分析，由于都是利用位移方程式对时间求导一次，两次而解方程的问题，没有什么困难，因此本文只作简略的讨论。

机构的运动分析现在已经有了许多不同的具有各种特色的行之有效的解析法。本文主要采用机构运动的几何等同条件和方向余弦矩阵对J B型缝纫机的缝纫工作机构和送料工作机构进行运动分析。

### § 2-1 机构运动的几何等同条件

由于机构是由若干构件通过各种运动付按一定方式互相连接起来的运动链，所以各个构件的运动尽管各不相同，但是都受到某些几何约束而具有运动的几何等同性，亦即不论机构如何运动，机构的部分或全部运动变量应保持几何等同条件。

在平面多杆机构中，几何等同条件一般多表现为下面两种形式。

一、假想在任选两个转动副（一般多为相邻转动副）A、B，把机构拆成连架链和浮动链，则无论由连架链或浮动链计算A、B两点的距离应该等同，即

$$\text{连架链的 } [(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2] \equiv \text{浮动链的 } [(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2] \quad (2-1)$$

在这一等同关系式中恒可避开与所拆运动副有关的转角变量。

二、机构的向量封闭形沿任意轴线的投影恒为零，即

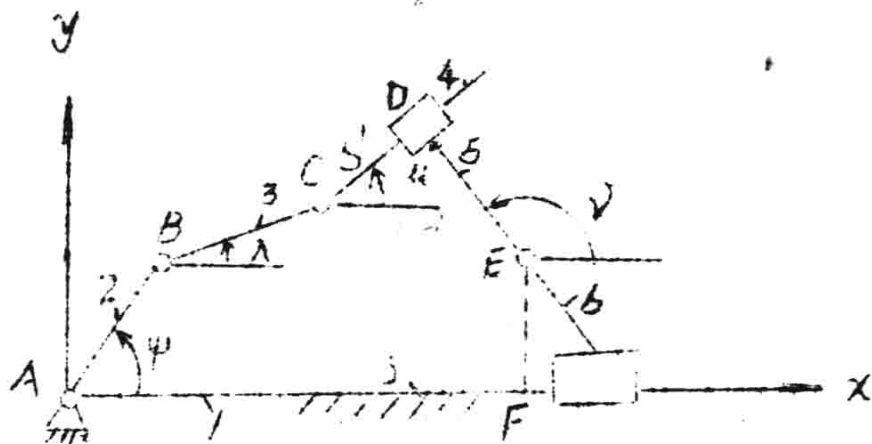
$$\text{机构向量封闭形沿任意轴线的投影} \equiv 0 \quad (2-2)$$

在含有移动副的向量封闭形中，向垂直于移动副轴线投影，可避开该移动变量。

现举例如下：

如图 2-1 所示的平面六杆机构中，考虑到构件的平面平行运动特点，平面机构中每一运动构件的方位均按习惯采用一个绝对转角变量（相对机架）来描述。图中组成移动付的两个构件 5、4 由于没有相对转动，所以按图恒有  $\nu - \mu = 90^\circ$  的关系，因此图中 5 个运动构件

的位置系由  $\varphi$ 、 $\lambda$ 、 $\mu$ （或  $\nu$ ）、 $S$ 、 $S'$  共五个运动变量来确定，这里  $S$  及  $S'$  系有关移动付中两构件的相对移动变量。对图



图示连架可变封闭形 ABCDEFA 进行研究

图 2-1

时，按照几何等同条件可建立下列两种关系式：

1. 两点距离关系式

在图 2-1 中，假想在两个转动付 B、C 两点将连架封闭形拆分为两部分，则无论从这一部分或另一部分来表达两付中心间的距离应该等同。由此就可以写出下列两个方程式

$$(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2 = L_{BC}^2 \quad (2-3)$$

$$\text{或 } [(S + L_{ED} \cos \gamma - S' \cos \mu) - L_{AB} \cos \varphi]^2 + [(L_{EF} + L_{ED} \sin \gamma) - S' \sin \mu - L_{AB} \sin \varphi]^2 = L_{BC}^2 \quad (2-4)$$



显然在式(2-4)中避开了构件了的转动变量 $\lambda$ 。

## 2. 投影关系式

在含有移动付的可变封闭形中,用投影关系式比较简单,常可用于避开一个移动变量。例如在图2-1中,为避开移动变量 $S'$ ,可将向量封闭形 $\overline{ABCDEF A}$ 向垂直于移动付轴线的 $\overline{ED}$ 方向取投影。

$$\begin{aligned} & L_{AB}\cos(\nu-\varnothing)+L_{BC}\cos(\nu-\lambda) \\ & = S\cos\nu+L_{EF}\cos\left(\nu-\frac{\pi}{2}\right)+L_{ED} \end{aligned} \quad (2-5)$$

显然在式(2-5)中避开了移动变量 $S'$ 。

所以应用机构运动的几何等同条件有二个优点:

1. 在建立运动参数和结构参数之间所需的关系式时,可尽量避开不必要的运动参数,从而可减少和简化以后的数学消元工作。

2. 可利用比较普通的数学工具如三角、代数,解析几何和普通方向余弦等,从而有利于为一般工程技术人员所掌握。

一般地说,平面多杆机构的位置分析要点有

I. 从机构的原动件或已知运动变量开始,将所有简单的连架可变封闭形划出,每个封闭形中应至少包含一个不在其他封闭形中出现的运动变量或结构参数。

II. 分析待求运动变量的求解顺序,确定应进行联解的两个或多个可变封闭形,选取应同时求解的最少数目的中间运动变量。

III 按照两点距离或投影关系,逐个封闭形列出便于求解上述运动变量的非线性位移关系式。



IV. 应用迭代法或牛顿线性修正法等联解有关的一组非线性方程式。如包括一个原动件的连架可变封闭形为五杆或六杆封闭形，则在联解非线性方程组时，需相应虚拟一个或两个中间运动变量。

本文在联解非线性方程组时，是采用0.618法（黄金分割法）来求解的。

0.618法是通过不断缩短单峰区间的长度来搜索极小点的一种有效方法，它可以根据给定的精度 $\varepsilon$ ，预先估计所需试点数 $n$ ，即

$$n \geq \frac{\lg \left( \frac{\varepsilon}{b-a} \right)}{\lg 0.618} + 1 \quad (2-6)$$

式中 $[a, b]$ 为确定的单峰区间。若达到所需试点数 $n$ ，迭代就终止。这种方法对于求导困难，且又具有单峰区间的函数来讲是一种简捷的方法。0.618的运算框图可见图(2-2)。

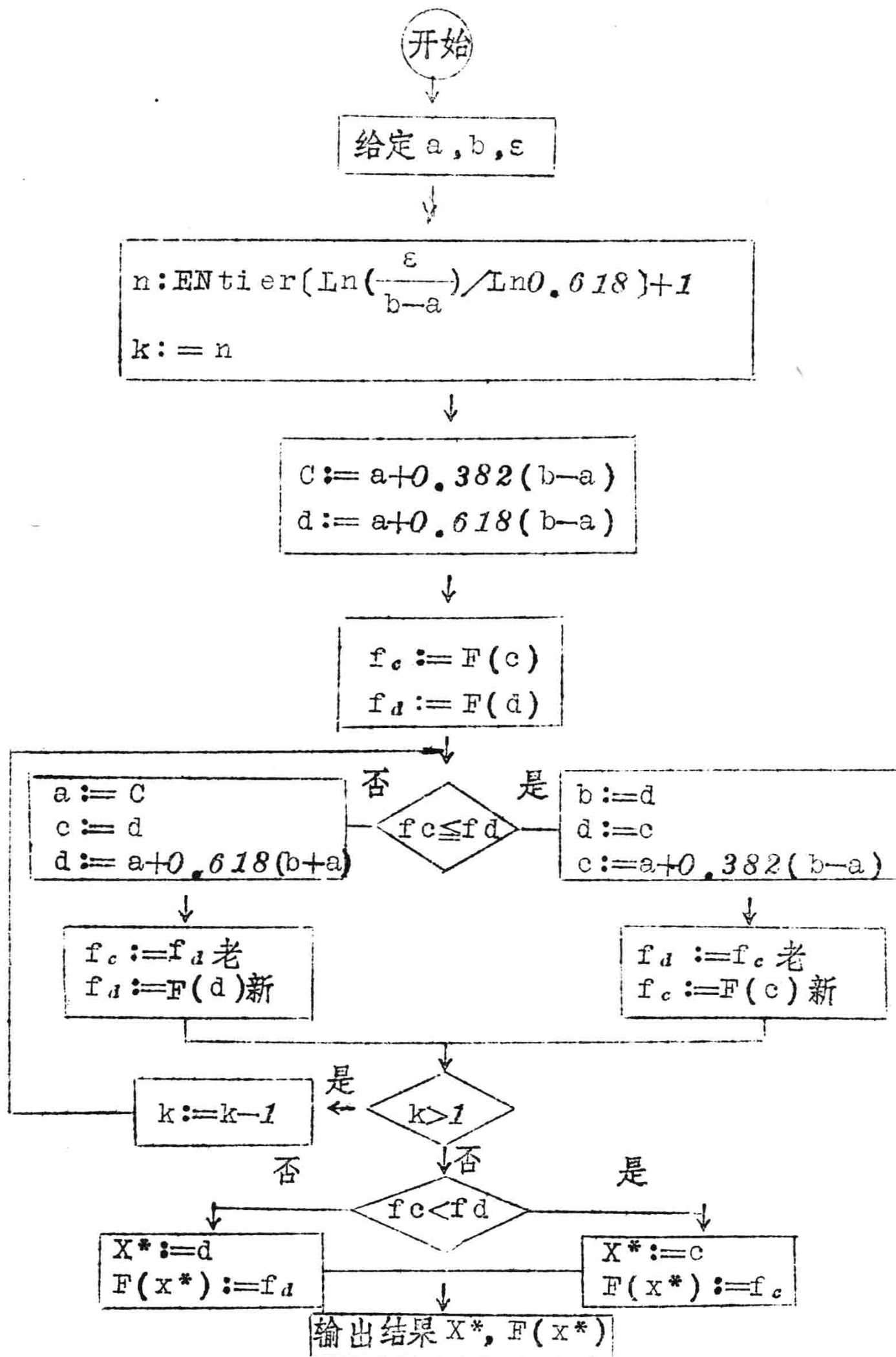


图 2-2

## § 2-2 方向余弦矩阵法基础

设有两个共原点的坐标系

$O - x_n y_n z_n$ ,  $O -$

$x_m y_m z_m$  (如图 2-3 所示)。

坐标系  $O - x_n y_n z_n$  对  $O -$

$x_m y_m z_m$  的方位可认为是绕

$z$  轴转过角度  $\theta$ , 则  $\rho$  点在两

坐标系中的坐标变换有

$$r_m = C_{mn} \cdot r_n \quad (2-7)$$

式中  $r_m$  及  $r_n$  为同一点  $\rho$  分别在旧坐标系  $O - x_m y_m z_m$  及新

坐标系  $O - x_n y_n z_n$  中的坐标列阵, 即  $r_m = [x_m, y_m,$

$z_m]^T$ ,  $r_n = [x_n, y_n, z_n]^T$ ,  $C_{mn}$  为方向余弦矩阵。

$$C_{mn} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2-8)$$

在一般情况下, 坐标系  $O_n$

$-x_n y_n z_n$  对坐标系  $O_m -$

$x_m y_m z_m$  来说, 除有转动外,

还有平移因而不共原点 (如图

2-4 所示) 新坐标原点  $O_n$

对旧坐标系的平移可用向量

$R_m(O_n)$  来表示。因此坐标变

换的矩阵关系式中应较前增加

一项而成为

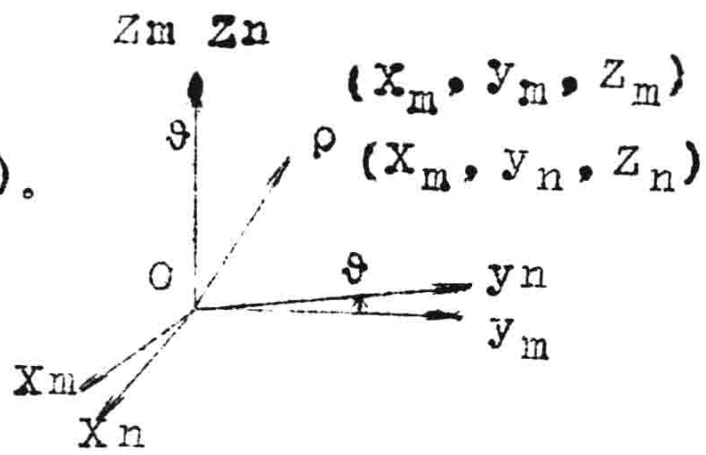


图 2-3

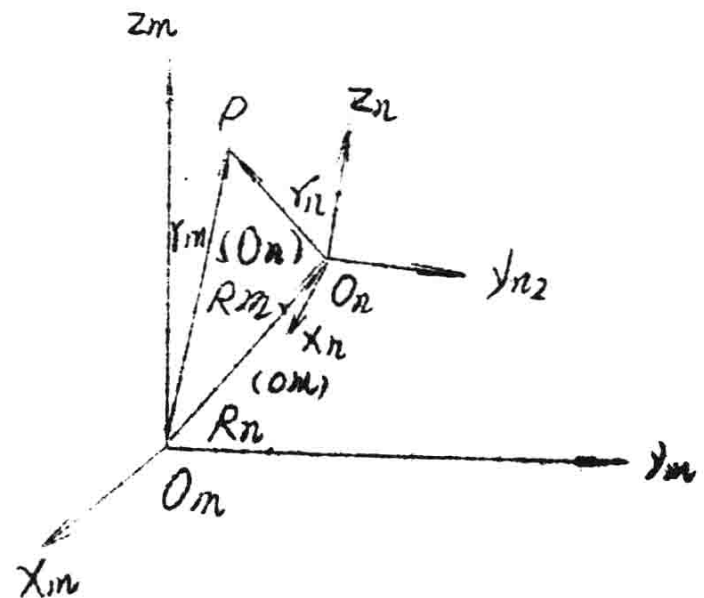


图 2-4