

用于二维非线性静磁场计算的 微型计算机程序 TRIM/PC

李增海 茅乃丰

(中国原子能科学研究院, 北京)

关键词 二维非线性磁场计算软件, IBM-PC/XT 微机磁场计算软件。

一、引言

TRIM 是一个相当成熟的解二维非线性静磁问题的计算程序, 它在束流光学系统设计中起着越来越重要的作用。最原始的 TRIM 程序是 A. M. Winslow^[1] (Lawrence Radiation Laboratory, Livermore, California) 编写的, 后来又经多次修改扩充, 并能运行在 CDC-6600, IBM-360 等中型计算机上。近年来, 微型计算机的应用有了很大的发展, IBM-PC/XT 或其兼容机在国内已相当普及。在微型机上运行应用软件会更有利于软件的推广应用, 从我们移植的束流计算软件 TRANSPORT-EM/PC^[2] 的推广应用已看到了这一点。为此, 我们把 TRIM 程序移植到了 IBM-PC/XT 及其兼容机上, 并对其部分内容进行了修改, 与此同时, 还编写了网格及力线的绘图程序, 形成了一套运行在微型机上的二维非线性静磁场计算程序 TRIM/PC。

二、移植中的问题和解决办法

程序从中型机移植到微型机受到许多语言限制, 除了文献[2]中已经提到的一些问题外, 还有:

1. TRIM 用 NAMELIST 功能从输入数据中读入变量表给数组中某一元素赋值, 但微机没有这一功能。为此, 我们修改了数据的输入格式, 用自由格式分别输入数组的下标和数组元素值, 并用两个标记“PROB”和“END”分别表示给数组元素赋值的开始与结束。如原先的名字表:

“&PROB PRBCON(1)=10, 30, PRBCON(18)=1. END&”改为下列格式输入数据:

```
PROB
1. 10.
2. 30.
18. 1.
END
```

此外, 还把原程序的格式输入改为自由格式输入。

2. 无名公共区过大, 无法分配内存。因此我们把大的无名公共区改为几个有名公共区, 以使每个公共区都小于机器允许的最大公共区长度。

3. TRIM 程序运行时, 每运行一步(如一次迭代)都打印出程序运行的时间。因此,

程序需多次调用时钟。IBM-PC/XT FORTRAN 的时钟调用不同, 它由SETTIM 和GETTIM 两个函数子程序完成时钟调用, SETTIM 为时钟初始时间设置子程序, GETTIM 为时钟时间调用子程序。利用这两个函数子程序重新编写了时间打印子程序。

三、TRIM/PC 的特点及应用范围

TRIM/PC 采用任意三角形网格剖分计算区域, 利用变分和积分方法进行差分离散, 完成磁场的矢量位方程求解。

不规则三角形网格由程序自动生成, 它能够适应各种不同形状的边界, 因此, 程序能够计算的磁铁和线圈的边界为任意形状的二维问题。

在磁场的计算中, 磁铁的磁导率有限并且可变, 因此程序可以求解磁铁工作在不同磁感应强度(如饱和区)时的场分布。此外, 磁铁还可以由几种不同的磁铁材料组成。

程序除可以一般地计算没有任何对称性的磁铁外, 还考虑了对称性问题, 能够特殊地计算上下对称、左右对称以及轴对称的磁铁。对于具有对称性的磁铁, 只需求解磁铁的部分区域, 从而缩小计算区域、减少内存和计算时间。如求解上下对称的C型磁铁时, 只需计算上半个域或下半个域。

直观的图形输出可用于检查网格剖分, 分析场计算结果。

TRIM/PC 在磁场设计中主要用于:

1. 确定磁极极头的近似 Rogowski 曲线形状。
2. 计算线圈、磁轭、均匀化气隙、磁屏蔽套、蛇形磁调整条等各个部件对边缘场分布以及有效边界位置的影响。
3. 确定磁铁有效边界的绝对位置。
4. 设计非均匀场两极磁铁、四极磁铁以及其它多极磁铁的磁极形状。
5. 研究不同磁铁材料以及磁极、磁轭形状和磁铁饱和特性的关系。
6. 计算边缘场系数, 供高级光学设计计算轨迹时用。

四、TRIM/PC 的图形输出

TRIM/PC 产生的网格及磁场计算结果可以图形方式输出。绘图程序由独立的两个程序 TRIPLLOT 和 TRIPLT 组成。TRIPLLOT 用于从 TRIM/PC 的计算结果中产生网格及场力线绘图数据, 分别存放于 PMESH 和 PFIELD 文件中。TRIPLT 则利用 PMESH 和 PFIELD 数据绘出网格及力线图。

绘图程序有以下功能:

1. 绘制整幅网格图或力线图;
2. 将图形的某一区域加以放大;
3. 利用 24 针打印机进行图形硬拷贝。

图形输出时, 屏幕有提示信息, 用人机对话方式实现不同的绘图功能。在进行图形放大时, 可用移光标的方法选择放大区域。图 1 和 2 分别为 -C 型磁铁磁场计算的网格及力线图, 因为 C 型磁铁有上下对称性, 因此这儿只算了磁铁的上半个区域。

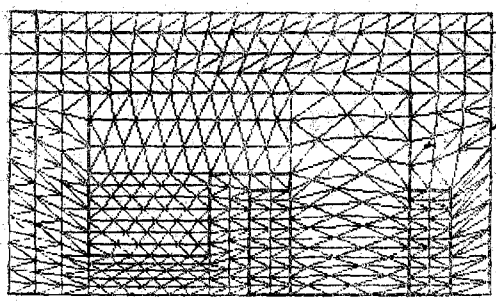


图 1 C型磁铁磁场计算的网格图
Fig. 1 Triangle mesh for calculating field of a C type magnet

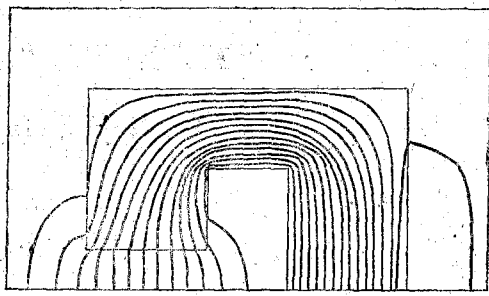


图 2 C型磁铁磁场力线分布
Fig. 2 Magnetic force lines in a C type magnet

五、结 束 语

TRIM/PC 具有中型机上运行的 TRIM 程序的所有功能，但却可运行在 IBM-PC/XT 微机及其兼容机上。微机的操作系统为 DOS 2.0 版本。TRIM/PC 运行时占内存 143K 字节。完成一个有 7 个区域 1520 个节点的磁场计算，网格剖分时间约 20 min，矢量位方程求解及场计算时间约 136 min，网格剖分和场计算的精度都为 1×10^{-6} 。

参 考 文 献

[1] Winslow, A. M., *J. Comput. Phys.*, 1, 149(1966).
[2] 李增海等, 核技术, 10(10), 33(1987)。

(编辑部收到日期: 1987 年 1 月 8 日)

TRIM/PC-A MICROCOMPUTER PROGRAM FOR CALCULATING TWO DIMENSIONAL NON-LINEAR MAGNETIC FIELD

LI ZENGHAI MAO NAIFENG

(Institute of Atomic Energy, P. O. Box 275, Beijing)

ABSTRACT

TRIM/PC is a microcomputer program for calculating two dimensional non-linear magnetic field. In this paper, the following problems are discussed: 1) the function of the program; 2) the problems encountered in the implantation of the program to microcomputer; 3) the drawing of mesh and field force lines.

Key words- Program for calculating two dimensional non-linear magnetic field, IBM-PC/XT microcomputer software for calculating magnetic field.