
电力系统分析 课程设计

学 院 电气工程学院

班 级

学 号

姓 名

指导教师

时 间

前言

电力系统潮流计算是研究电力系统稳态运行情况的一种计算，它根据给定的运行条件及系统接线情况确定整个电力系统各局部的运行状态：各母线的电压，各元件中流过的功率，系统的功率损耗等等。在电力系统规划的设计和现有电力系统运行方式的研究中，都需要利用潮流计算来定量地分析比拟供电方案或运行方式的合理性。可靠性和经济性。此外，电力系统潮流计算也是计算系统动态稳定和静态稳定的根底。所以潮流计算是研究电力系统的一种很重要和很根底的计算。

随着科学技术的开展，电力系统变得越来越复杂，电气工程师掌握一种好的能对电力系统进展仿真的软件是学习和研究的需要。与众多专门的电力系统仿真软件相比，MATLAB 软件具有易学、功能强大和开放性好，是电力系统仿真研究的有力工具。

目录

- 1 设计题目 3
 - 1.1 系统图确实定 3
 - 1.2 各节点的初值及阻抗参数 4

2 潮流计算	5
2.1 潮流计算概述与开展	5
2.2 复杂电力系统潮流计算	5
2.3 MATLAB 概述	6
2.4 牛顿-拉夫逊法原理	7
2.5 牛顿-拉夫逊法解决潮流计算问题	8
2.6 计算机潮流计算的步骤	9
2.7 计算机潮流计算流程图	11
3 手算潮流计算	12
3.1 确定节点类型	12
3.2 求节点导纳矩阵 Y_{b12}	
3.3 计算各节点功率的修正方程的初始值〔不平衡量〕	13
4 计算机算法潮流计算	15
4.1 计算机法潮流计算过程	15
4.2 计算机法潮流计算结果	23
4.3 系统功率分布图	25
个人心得	29
附录：源程序	30
参考文献	40

1 设计题目

1.1 系统图确实定

选择六节点、环网、两电源和多引出的电力系统，简化电力系统图如图 1-1 所示，等值导纳图如图 1-2 所示。运用以直角坐标表示的牛顿-拉夫逊计算如图 1-1 所示系统中的潮流分布。计算精度要求各节点电压的误差或修正量不大于 $\varepsilon = 10^{-5}$ 。

图 1-1 电力系统图

图 1-2 电力系统等值导纳图

1.2 各节点的初值及阻抗参数

该系统中，节点①为平衡节点，保持 $U_1 = 1.05 + j0$ 为定值，节点⑥为 PV 节点，其他四个节点都是 PQ 节点。给定的注入电压标幺值如表 1-1、线路阻抗标幺值

如表 1-2、输出功率标么值如表 1-3。

表 1-1 各节点电压标么值参数

U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6
1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05

表 1-2 线路、变压器阻抗标么值

线路	L2	L3	L4	L5	T1	T2	Y/2
阻抗	$0.06+j0.25$	$0.04+j0.25$	$0.08+j0.30$	$0.1+j0.35$	$j0.03$	$j0.015$	$j0.25$

表 1-3 节点输出功率

节点	②	③	④	⑤	⑥
功率	$2+j1$	$1.8+j0.4$	$1.6+j0.8$	$3.7+j1.3$	5

注：各 PQ 节点的电压取 1 是为了方便计算和最后验证程序的正确性。

2 潮流计算

2.1 潮流计算概述与开展

电力系统潮流计算也分为离线计算和在线计算两种，前者主要用于系统规划和安排系统的运行方式，后者则用于正在运行系统的经常监视及实时控制。

利用电子数字计算机进展电力系统潮流计算从 50 年代中期就已经开场。在这 20 年，潮流计算曾采用了各种不同的方法，这些方法的开展主要围绕着对潮流计算的一些根本要求进展的。

牛顿-拉夫逊法作为一种实用的，有竞争力的电力系统潮流计算方法，是在应用了稀疏矩阵技巧和高斯消去法求修正方程后。牛顿-拉夫逊法是求解非线性代数方程有效的迭代计算。

2.2 复杂电力系统潮流计算

电力系统潮流计算是对复杂电力系统正常和故障条件下稳态运行状态的计算。潮流计算的目标是求取电力系统在给定运行方式下的节点电压和功率分布，用以检查系统各元件是否过负荷、各点电压是否满足要求、功率的分布和分配是否合理

以及功率损耗等。对现有电力系统的运行和扩建，对新的电力系统进展规划设计都是以潮流计算为根底。

潮流计算结果的用途，例如用于电力系统稳定研究、平安估计或最优潮流等也对潮流计算的模型和方法有直接影响。

节点类型：

〔1〕 PV 节点：柱入有功功率 P 为给定值，电压也保持在给定数值。

〔2〕 PQ 节点：诸如有功功率和无功功率是给定的。

〔3〕 平衡节点：用来平衡全电网的功率。选一容量足够大的发电机担任平衡全电网功率的职责。平衡节点的电压大小与相位是给定的，通常以它的相角为参考量，即取其电压相角为 0 。一个独立的电力网中只设一个平衡点。

根本步骤：

〔1〕 形成节点导纳矩阵；

〔2〕 将各节点电压设初值 U ；

〔3〕 将节点初值代入相关求式，求出修正方程式的常数项向量；

〔4〕 将节点电压初值代入求式，求出雅可比矩阵元素；

〔5〕 求解修正方程，求修正向量；

〔6〕 求取节点电压的新值；

〔7〕 检查是否收敛，如不收敛，则以各节点电压的新值作为初值自第 3 步重新开场进展狭义次迭代，否则转入下一步；

〔8〕 计算支路功率分布，PV 节点无功功率和平衡节点柱入功率。

2.3 MATLAB 概述

目前电子计算机已广泛应用于电力系统的分析计算，潮流计算是其根本应用之一。

现有很多潮流计算方法。对潮流计算方法有五方面的要求：

〔1〕 计算速度快；

〔2〕 存需要少；

〔3〕 计算结果有良好的可靠性和可信性；

〔4〕 适应性好，亦即能处理变压器变比调整、系统元件的不同描述和与其它程序配合的能力强；

〔5〕简单。

MATLAB 是一种交互式、面向对象的程序设计语言，广泛应用于工业界与学术界，主要用于矩阵运算，同时在数值分析、自动控制模拟、数字信号处理、动态分析、绘图等方面也具有强大的功能。

MATLAB 程序设计语言构造完整，且具有优良的移植性，它的根本数据元素是不需要定义的数组。它可以高效率地解决工业计算问题，特别是关于矩阵和矢量的计算。MATLAB 与 C 语言和 FORTRAN 语言相比更容易被掌握。通过 M 语言，可以用类似数学公式的方式来编写算法，大大降低了程序所需的难度并节省了时间，从而可把主要的精力集中在算法的构思而不是编程上。

2.4 牛顿-拉夫逊法原理

假设有 n 个联立的非线性代数方程：

假设以给出各变量的初值 $x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}$ ，令其分别为个变量的修正量，使满足以上方程，所以：

将上式中的 n 个多元函数在初始值附近分别展开成泰勒级数，并略去含有 $\Delta x_1^{(0)}, \Delta x_2^{(0)}, \dots, \Delta x_n^{(0)}$ 的二次及以上阶次的各项，便得：

方程可写成：

以上方程是对于修正量 $\Delta x_1^{(0)}, \Delta x_2^{(0)}, \dots, \Delta x_n^{(0)}$ 的线性方程组，称为牛顿法的修正方程，可解出 $\Delta x_1^{(0)}, \Delta x_2^{(0)}, \dots, \Delta x_n^{(0)}$ 。对初始近似解进展修正：

$$x_i^{(1)} = x_i^{(0)} + \Delta x_i^{(0)} \quad [i=1, 2, \dots, n]$$

反复迭代，在进展 $k+1$ 次迭代时，从求解修正方程式：

得到修正量 $\Delta x_1^{(k)}, \Delta x_2^{(k)}, \dots, \Delta x_n^{(k)}$ ，对各量进展修正 $x_i^{(k+1)} = x_i^{(k)} + \Delta x_i^{(k)}$ $[i=1, 2, \dots, n]$ 迭代过程一直进展到满足收敛判据 $\max\{|f_i(x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})|\} < \epsilon_1$

2.5 牛顿-拉夫逊法解决潮流计算问题

节点总数为 n ；PQ 节点有 m ；PV 节点有 $n-m-1$ ，平衡节点有 1 个，节点编

号按照先 PQ 节点，再 PV 节点，最后平衡节点的顺序进展编号，即：1, 2, …, m 为 PQ 节点；m+1, m+2, …, n-1 为 PV 节点；n 为平衡节点。可形成结点导纳矩阵。导纳矩阵元素可表示为 $Y_{ij} = g_{ij} + jB_{ij}$ ，本文中节点电压以直角坐标形式表示，即 $\dot{V}_i = e_i + jf_i$ 。由此以下公式可求出 P_i, Q_i

假设系统中的第 1, 2, …, m 号节点为 PQ 节点，第 i 个节点的给定功率为 P_{is} 和 Q_{is} ，对该节点可列方程：

假设系统中的第 m+1, m+2, …, n-1 号节点为 PV 节点，则对其中每一个节点可列方程：

$$\left. \begin{aligned} \Delta P_i &= P_{is} - P_i = P_{is} - e_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} e_j - B_{ij} f_j) - f_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} f_j + B_{ij} e_j) \\ \Delta V_i^2 &= V_{is}^2 - V_i^2 = V_{is}^2 - (e_i^2 + f_i^2) \end{aligned} \right\} (i = m+1, m+2, \dots, n-1)$$

第 n 号节点为平衡节点，其电压为是给定的 $\dot{V}_n = e_n + jf_n$ ，故不参加迭代。

修正方程 $\Delta W = -J\Delta V$ 可写成分块矩阵的形式：

通过反复求解修正方程，解出各节点的未知量，再通过收敛判据判定是否已为真值。从而求得 PQ 节点的电压 V 及相角 δ 的真值，PV 节点的 Q、 δ 真值，平衡节点的 P、Q 真值，以上即为牛顿-拉夫逊迭代法的潮流计算过程，其优点为计算准确，运行速度快。其中的各个环节都可通过 MATLAB 程序来实现。

2.6 计算机潮流计算的步骤

- 〔1〕对电力网络的所有参数设初值,包括电压、相角、有功、无功等。
- 〔2〕处理非标准变比支路,使其变成标准变比为 1 的变压器支路。
- 〔3〕形成节点导纳矩阵 Y。
- 〔4〕计算有功功率的不平衡量 ΔP_i ,从而求出 $\Delta P_i / U_i (i = 1, 2, 3, \dots, n, i \neq s)$ 。
- 〔5〕根据节点的类型形成 J。
- 〔6〕解修正方程式,求各节点的电压的变化量 $\Delta e_i (i = 1, 2, 3, \dots, n, i \neq s)$
- 〔7〕求各节点相角的新值 $e_i = e_i + \Delta e_i (i = 1, 2, 3, \dots, n, i \neq s)$
- 〔8〕计算无功功率的不平衡量 ΔQ_i ,从而求出 $\Delta Q_i / U_i (i = 1, 2, 3, \dots, n, i \neq s)$

〔9〕解修正方程式,求各节点的电压大小的变化量 ΔU_i ($i=1,2,3,\dots,n,i \neq s$)。

〔10〕求各节点的电压大小的新值 $U_i = U_i + \Delta U_i$ ($i=1,2,3,\dots,n,i \neq s$)。

〔11〕运用个节点的电压的新值自第四步开场下一次迭代。

计算平衡节点的功率和线路功率。其中平衡节点的功率的计算公式为

线路上的功率为:

从而线路上的损耗的功率为:

2.7 计算机潮流计算流程图

选用牛顿-拉夫逊法进展计算机潮流计算。牛顿-拉夫逊法潮流计算流程图如图 2-1。

图 2-1 牛顿-拉夫逊法潮流计算流程图

3 手算潮流计算

3.1 确定节点类型

节点①为平衡节点节点⑥为 PV 节点,其他四个节点都是 PQ 节点。

3.2 求节点导纳矩阵 Yb

由图 1 可知,该系统以串联支路的导纳标么值和对地并联导纳标么值得等值电路如图 2 所示。可得图 2 的等值节点导纳矩阵。

对角线上的元素为:

非对角线上的元素为:

所以节点导纳矩阵为:

$Y=$

3.3 计算各节点功率的修正方程的初始值〔不平衡量〕

设各节点电压初始值为:

根据上述 N-R 法的求解过程,将各节点电压的初始值代入〔1〕式和〔2〕式,

进展潮流计算，得节点功率和节点电压：

雅可比矩阵：

$$J = \begin{bmatrix} -1.53 & -41.02 & 0.91 & 3.78 & 0 & 0 & 0.62 & 3.90 & 0 & 0 \\ -33.81 & 1.53 & 3.78 & -0.91 & 0 & 0 & 3.90 & -0.64 & 0 & 0 \\ 0.91 & 3.78 & -1.74 & -6.89 & 0.83 & 3.11 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3.78 & -0.91 & -5.89 & 1.74 & 3.11 & -0.83 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.83 & 3.11 & -1.58 & -5.75 & 0.75 & 2.64 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3.11 & -0.83 & -4.75 & 1.58 & 2.64 & -0.75 & 0 & 0 \\ 0.62 & 3.90 & 0 & 0 & 0.75 & 2.64 & 1.38 & -73.21 & 0 & 63.49 \\ 3.90 & -0.62 & 0 & 0 & 2.64 & -0.75 & -59.81 & 1.38 & 63.49 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 66.67 & 0 & -63.49 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2.1 & 0 \end{bmatrix}$$

修正各节点电压：

4 计算机算法潮流计算

4.1 计算机法潮流计算过程

导纳矩阵 Y=

$$\begin{bmatrix} 0 & -30.2343i & 0 & +31.7460i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & +31.7460i & 14.8252 & -42.6506i & -14.2021 + 5.9172i & 0 & -0.6240 \\ + 3.9002i & 0 & 0 & 0 & -14.2021+5.9172i & 15.0311-8.5292i \\ -0.8299+3.1120i & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0.8299 + 3.1120i & 1.5846 - 5.5035i & -0.7547 + 2.6415i & 0 \\ 0 & -0.6240 + 3.9002i & 0 & -0.7547 + 2.6415i & 1.3787 -72.9583i \\ 0 & +63.4921i & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & +63.4921i \\ -60.4686i & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

功率方程第(1)次差值：

Columns 1 through 12

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 4.2619 & -2.1000 & 0.1000 & -1.8000 \\ -0.5500 & -1.6000 & 8.4738 & -3.7000 & 05.0000 & 0 \end{bmatrix}$$

形成的第(1)次 Jacobi 矩阵：

Columns 1 through 11

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
	0		0	-37.3887	14.8252	5.9172	-14.2021
0	0	3.9002	-0.6240	0			
	0		0	-14.8252	-47.9126	14.2021	5.9172
0	0	0.6240	3.9002	0			
	0		0	5.9172	-14.2021	-8.0292	15.0311
3.1120	-0.8299		0	0	0		
	0		0	14.2021	5.9172	-15.0311	-9.0292
0.8299	3.1120		0	0	0		
	0	0	0	0	0	3.1120	-0.8299
-5.2535	1.5846	2.6415	-0.7547	0			
	0	0	0	0	0	0.8299	3.1120
-1.5846	-5.7535	0.7547	2.6415	0			
	0	0	3.9002	-0.6240		0	0
2.6415	-0.7547	-63.1845	1.3787	63.4921			
	0	0	0.6240	3.9002		0	0
0.7547	2.6415	-1.3787	-82.7321	0			
	0	0	0	0		0	0
0	0	0	0	-2.4000			
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	76.1905	0			

Columns 12 through 13

0	0
0	0
0	4.2619
0	-2.1000
0	0.1000
0	-1.8000
0	-0.5500
0	-1.6000
0	8.4738
63.4921	-3.7000
0	0
-63.4921	5.0000

Jacobi 矩阵第(1)次回代运算

Columns 1 through 12

0	0	-0.1490	0.1103	-0.0024	0.1657
0.1015	0.3342	-0.1435	0.0297	0	-0.0431

各个节点电压模

0	1.1543	1.0160	0.9586	1.1439	1.2021
---	--------	--------	--------	--------	--------

功率方程第(2)次差值：

Columns 1 through 12

0	0	-0.9196	-0.3298	-0.2847	-0.0127
---	---	---------	---------	---------	---------

-0.5652 0.0384 -1.5185 0.1960 -0.0019 -0.3928

形成的第(2)次 Jacobi 矩阵：

Columns 1 through 11

	0		0		0		0		0		0
0	0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0
0	0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0
0	0	4.4126	-1.1470		0		0		0		0
	0		0	-20.2170	-47.5883		16.9700		5.2333		0
0	0	1.1470	4.4126		0		0		0		0
	0		0	3.5786	-15.2150		-5.6605		18.1967		0
2.9819	-1.3474		0		0		0		0		0
	0		0	15.2150	3.5786		-14.7623		-6.4582		0
1.3474	2.9819		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		2.5188		-1.7857
-3.5899	4.7795	2.1211	-1.5609		0		0		0		0
	0		0		0		0		1.7857		2.5188
-1.7466	-5.2407	1.5609	2.1211		0		0		0		0
	0		0	4.4413	-0.8294		0		0		0
2.9982	-0.9415	-83.4895	7.1529	72.6032			0		0		0
	0		0	0.8294	4.4413		0		0		0
0.9415	2.9982	-0.3333	-83.2844	1.8854			0		0		0
	0		0		0		0		0		0
0	0		0	0	-2.4000		0		0		0
	0		0	0			0		0		0
0	0	-2.7375	76.1905	-1.8854			0		0		0

Columns 12 through 13

0	0
0	0
0	-0.9196
0	-0.3298
0	-0.2847
0	-0.0127
0	-0.5652
0	0.0384
-1.8854	-1.5185
72.6032	0.1960
-0.0862	-0.0019
-72.6032	-0.3928

Jacobi 矩阵第(2)次回代运算

Columns 1 through 12

	0		0	0.0441	0.0155	0.0700	-0.0210
0.1790	-0.0275	0.0288	0.0422	-0.001	0.0487		

各个节点电压模

0 1.1120 0.9435 0.7821 1.1170 1.2021

功率方程第(3)次差值：

Columns 1 through 12

0 0 -0.0417 0.0017 -0.0185 -0.0126
-0.1340 -0.0217 -0.0367 0.0646 -0.0024 -0.0916

形成的第(3)次 Jacobi 矩阵：

Columns 1 through 11

	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	4.2309	-1.1798	0	0	0	0
	0	0	0	-19.9621	-46.3315	16.4350	4.7526
0	0	1.1798	4.2309	0	0	0	0
	0	0	0	3.4621	-14.0963	-5.0872	17.0579
2.7814	-1.2240	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	14.0963	3.4621	-13.4379	-6.4674
1.2240	2.7814	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1.9845	-1.5515
-1.8991	4.3504	1.6691	-1.3531	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1.5515	1.9845
-1.3054	-5.0484	1.3531	1.6691	0	0	0	0
	0	0	0	4.3026	-0.9762	0	0
2.8902	-1.0313	-79.8824	10.0760	70.7751	0	0	0
	0	0	0	0.9762	4.3026	0	0
1.0313	2.8902	-3.4952	-82.5737	4.5677	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-2.4019	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.3535	76.2524	-4.5677	0	0	0

Columns 12 through 13

0	0
0	0
0	-0.0417
0	0.0017
0	-0.0185
0	-0.0126
0	-0.1340
0	-0.0217
-4.5677	-0.0367
70.7751	0.0646
0.0111	-0.0024

-70.7751 -0.0916

Jacobi 矩阵第(3)次回代运算

Columns 1 through 12

0	0	0.0078	0.0043	0.0191	-0.0063
---	---	--------	--------	--------	---------

0.0768 -0.0055 0.0056 0.0156 0.0011 0.0181

各个节点电压模

0	1.1048	0.9237	0.7098	1.1126	1.2001
---	--------	--------	--------	--------	--------

功率方程第(4)次差值：

Columns 1 through 12

0	0	-0.0004	0.0002	-0.0002	-0.0012
---	---	---------	--------	---------	---------

-0.0276 -0.0058 0.0006 0.0016 -0.0003 -0.0053

形成的第(4)次 Jacobi 矩阵：

Columns 1 through 11

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

0 0 0 0 0 0

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

0 0 0 0 0 0

0	0	0	-43.7449	23.5927	4.6455
---	---	---	----------	---------	--------

-16.3504

0	0	4.1980	-1.1918	0	
---	---	--------	---------	---	--

0	0	0	-20.0302	-45.9892	16.3504
---	---	---	----------	----------	---------

4.6455

0	0	1.1918	4.1980	0	
---	---	--------	--------	---	--

0	0	0	3.4389	-13.7881	-4.9899
---	---	---	--------	----------	---------

16.7680

2.7273	-1.1885	0	0	0	
--------	---------	---	---	---	--

0	0	0	13.7881	3.4389	-13.0467
---	---	---	---------	--------	----------

-6.4292

1.1885	2.7273	0	0	0	
--------	--------	---	---	---	--

0	0	0	0	0	1.7502
---	---	---	---	---	--------

-1.4706

-1.1217	4.2480	1.4705	-1.2806	0	
---------	--------	--------	---------	---	--

0	0	0	0	0	1.4706
---	---	---	---	---	--------

1.7502

-1.1039	-4.9984	1.2806	1.4705	0	
---------	---------	--------	--------	---	--

0	0	0	4.2712	-1.0337	0
---	---	---	--------	---------	---

0

2.8637	-1.0684	-79.3737	11.1438	70.4222	
--------	---------	----------	---------	---------	--

0	0	0	1.0337	4.2712	0
---	---	---	--------	--------	---

0

1.0684	2.8637	-4.6945	-82.2282	5.5608	
--------	--------	---------	----------	--------	--

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

0

0	0	0	0	-2.3998	
---	---	---	---	---------	--

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

0

0	0	1.5031	76.1844	-5.5608	
---	---	--------	---------	---------	--

Columns 12 through 13

0	0
---	---

0	0
---	---

0	-0.0004
---	---------

0	0.0002
---	--------

0	-0.0002
---	---------

0	-0.0012
---	---------

```

0 -0.0276
0 -0.0058
-5.5608 0.0006
70.4222 0.0016
0.0473 -0.0003
-70.4222 -0.0053
Jacobi 矩阵第(4)次回代运算
Columns 1 through 12
0 0 0.0021 0.0014 0.0056 -0.0020
0.0259 -0.0018 0.0016 0.0048 0.0002 0.0053
各个节点电压模
0 1.1029 0.9178 0.6857 1.1114 1.2000
功率方程第(5)次差值：
Columns 1 through 12
0 0 -0.0000 0.0000 0.0000 -0.0001
-0.0032 -0.0007 -0.0000 0.0001 -0.0000 -0.0005
形成的第(5)次 Jacobi 矩阵：
Columns 1 through 11
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0
0 0 4.1889 -1.1958 0 0
0 0 0 -20.0561 -45.8841 16.3286 4.6137
0 0 1.1958 4.1889 0 0
0 0 0 3.4337 -13.6963 -4.9688 16.6803
2.7114 -1.1776 0 0 0 0
0 0 0 13.6963 3.4337 -12.9312 -6.4137
1.1776 2.7114 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1.6711 -1.4437
-0.8564 4.2162 1.4034 -1.2564 0 0
0 0 0 0 0 1.4437 1.6711
-1.0344 -4.9843 1.2564 1.4034 0 0
0 0 4.2621 -1.0517 0 0
2.8559 -1.0801 -79.2374 11.4911 70.3226 0 0
0 0 0 1.0517 4.2621 0 0
1.0801 2.8559 -5.0505 -82.1223 5.8687 0 0
0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 -2.3993 0 0
0 0 0 0 0 0 0
0 0 1.8419 76.1690 -5.8687 0 0
Columns 12 through 13
0 0

```

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/427032016112006110>