

国家测绘局测绘科学研究所

论文选集

● 1987—1988

● 国家测绘局测绘科学研究所编

中国科学技术出版社

国家测绘局测绘科学研究所

论文选集

1987——1988

国家测绘局测绘科学研究所 编

中国科学技术出版社

内 容 提 要

本论文选集汇集了国家测绘局测绘科学研究所 1987—1988 年的优秀论文, 集中反映了该所在这一时期的主要研究成果。全书共收入论文 14 篇, 主要包括: 大地测量理论的新发展、航测与遥感技术的新成就、专题地图集的研究与编制、计算机技术在测绘上应用的突破性进展、光电测距仪检测理论的研究等。

本书可供测绘及其有关专业的科研、生产及教育等领域内的的高、中级人员参考。

国家测绘局测绘科学研究所

论 文 选 集

1987—1988

国家测绘局测绘科学研究所 编

责任编辑 王正藩

封面设计 文 丰

*

中国科学技术出版社出版(北京海淀区魏公村大街 28 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市 142 信箱 31 分箱印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 5.1/2 字数: 140 千字

1989 年 12 月第一版 1989 年 12 月第一次印刷

印数: 1—1,000 册 定价: 9.50 元

ISBN 7-5046-0130-6/P·3

前 言

国家测绘局测绘科学研究所，是国家测绘科学技术的主要研究基地。作为一个具有三十年建所历史的基础科学和应用技术相结合的科研机构，每年都要承担国家下达的众多科研项目，为测绘行业提供所需要的各种科技成果。

测绘科学是地学领域的重要组成学科之一。随着科学技术的进步和各类学科的相互渗透，现代的测绘科学已集电子计算机、现代光学、应用数学、数据库技术、空间定位技术、现代应用地理学、航天航空遥感技术、数据处理技术、人工智能、微电子和精密仪器仪表等科学技术于一体，组成了新的测绘科学研究体系，即以空间大地测量、航天航空遥感和智能型地理信息系统为主要研究对象的研究体系。

近年来，我所广大科技人员，为形成新的测绘科研体系作出了巨大努力，并在许多方面取得了可喜的成绩。本《论文选集》重点反映了1987—1988年间，我所在新的测绘科学研究体系中所获得的主要研究成果。选进的十四篇论文，既有理论造诣较深的基础研究论文，又有实用价值很高的应用研究成果，是这段时间内我所科研成果的代表。

本《论文选集》的主要内容包括：现代大地测量平差理论、高精度水准测量中气象要素的数学模拟方法、重力测量仪器的零漂研究、航测区域网平差程序及控制点粗差检验、航空摄影像片质量控制、遥感图象处理和分类方法、计算机应用、专题地图集编制理论、光电测距仪检验方法等。

本《论文选集》是我所的高级学术性刊物。为了满足测绘行业和有关方面的需要，今后将陆续编辑出版。希望广大读者对它的内容、形式、出版周期及其它方面提出宝贵意见。

国家测绘局测绘科学研究所科技期刊编辑委员会

1989年3月

国家测绘局测绘科学研究所
科技期刊编辑委员会

主任委员： 楚良才

副主任委员： 潘新若

主 编： 楚良才

副 主 编： 唐 棣 文湘北 胡建国

编 委： (以姓氏笔划为序)

毛可标 刘先林 卢国伟 丘其宪

邱志成 杜宗甫 杜祥明 金应春

张清浦 张家庆 周祚义 姚绪荣

苗履丰 顾旦生 徐承天 蒋景瞳

目 录

微机区域网平差程序 DMPG 中大地控制点的粗差检验方法及其试验	毛可标(1)
利用空间和光谱特性进行分类的一种新方法	邱志成 黄 岚(16)
一种气象要素的数学模拟方法	梁振英(25)
《中国药材资源地图集》的构思与设计	李洁英 高 瑞(37)
时间系统与大地测量对时频精度的要求	杜宗甫(46)
PIPS 系统的软接口和显示模块	朱德愉(55)
雷达地面标志——角反射器的设计与分析	文沃根 王秀琴 刘玉贤(68)
拉科斯特重力仪零漂研究	江志恒 左传惠(77)
航空摄影影像质量控制技术的研究	杨 可 贾玉成 叶泽田(92)
起始数据误差与基准变换对控制网精度的影响	时 京(101)
整体大地测量的研究	程鹏飞(122)
光束法区域网平差程序 PBBA 的编制及其试验	龚循平(134)
雷达影像的微分纠正原理及其正射影像图制作	刘玉贤 文沃根 王秀琴(144)
六段解析法几个问题的研究	杨俊志(155)

SELECTED TECHNICAL PAPERS OF RESEARCH INSTITUTE OF SURVEYING AND MAPPING (RISM) (1987–1988)

CONTENTS

A Method of Gross Error Detection for Control Points in a Block Adjustment Program with Independent Models and Its Experiments	Mao Keibiao(1)
A New Classification Scheme Using Spatial and Spectral Features.....	Qiu Zhicheng, Huang Lan(16)
A Model Method for the Meteorological Elements.....	Liang Zhenying(25)
Composition and Design of “the Atlas of Medical Herbs Resources in China”	Li Jieying, Gao Rui(37)
Timing Systems and the Accuracy on Time and Frequency Measurement Required in Geodesy	Du Zongfu(46)
The Software Interface and Display Module of PIPS System ...	Zhu Deyu(55)
The Design and Analysis of the Reflector for the Signal of Ground Control Point of SLAR Image.....	Wen Wogen, Wang Xiuqin and Liu Yuxian(68)
On the Drift of LACOSTE & ROMBERG Gravimeter	Jiang Zhiheng, Zuo Chuanhui(77)
Research on the Quality Control of Image in Aerophotography	Yang Ke, Jia Yucheng and Ye Zetian(92)
The Influence of Initial Data Errors and Reference Transformations on — iv —	

the Accuracy of Horizontal Control Network	Shi Jing(101)
The Research on Integrated Geodesy	Cheng Pengfei(122)
Compilation and Test of Program of Bundle-Block Adjustment	
.....	Gong Xunping (134)
The Differential Principle of SLAR Image and the Ortho-Image Map Production	Liu Yuxian, Wen Wogen and Wang Xiuqin(144)
The Research of Several Key Problems in Analytic Method of All possible Combinations of Six-Section	Yang Junzhi(155)

微机区域网平差程序 DMPG 中大地控制点的粗差检验方法及其试验

毛 可 标

摘 要

本文提出了一个在微型计算机 IBMPC/XT 上, 实现独立模型法区域网平差程序 DM-PG 的控制点快速粗差检验方法。该方法采用了一个突降权函数。本文还介绍了用一个试验场区域网进行的一系列粗差检验试验。试验表明, 在稀疏布设平面控制点的情况下, 粗差定位率达到 65% 以上。该方法还能同时检验出 2~3 个粗差点。

一、序 言

在现代的解析空中三角测量中, 粗差检验已成为一个不可缺少的重要组成部分, 这是由于用于区域网平差的几乎每个数据, 在获取过程中都隐含了产生粗差的可能性。因此, 一个合格的加密成果, 往往都要经过反复计算后才能获得, 这些反复计算几乎都与粗差有关。但即便如此, 在人工判断粗差的情况下, 不少粗差 (即 $\sigma_0 < \Delta < 20\sigma_0$) 仍可能未被发现, 它们将影响加密成果的精度。在粗差中, 最使人们头痛的要算野外控制点的小粗差了, 这是由于现代区域网平差技术对平面控制点的要求越来越少, 很难人工发现小粗差, 而用带有未被发现的小粗差控制点所获得的加密成果用于制作地形图, 必然严重地危害地形图的质量。因此, 能否在区域网平差过程中实现自动控制点粗差定位, 成了一个重要的研究内容。

目前国际上一些知名的区域网平差程序中, 有采用巴尔达的数据探测法的, 但这种方法要求的计算量很大, 所以大都使用在解算参数很少的航带网构网计算中, 而多数程序在区域网整体平差阶段采用各种权函数法。这种方法进行粗差定位的计算较简单, 但要求较多的平差迭代次数, 如 PAT-M43 中采用的权函数法达到收敛, 一般要求 6~20 次迭代。

作者在独立模型法区域网平差程序 GMPG 中, 试验了一种适用于微型计算机 (如 IBMPC/XT) 的控制点粗差快速定位法。该法在整体平差阶段, 仅需 4 次迭代就能把控制点小粗差正确定位, 但在控制点小粗差定位之前, 必须已排除控制点大粗差和其它点的粗差。因此, 在 DMPG 中控制点的粗差是分二步进行检验的。第一步是在区域网数据预处理阶段中, 对较大的控制点粗差进行定位。由于该预处理阶段中, 各航带在控制点和航

带拼接点的参予下进行拼接和置平, 航带网本身的构网误差也作为偶然误差进入最小二乘法平差, 所以这一阶段也只能对中和大的控制点粗差进行定位。区域网数据预处理阶段还为整体平差提供了好的区域网数据近似值, 因此为整体平差和控制点小粗差定位的快速计算, 提供了有利的基础。

本文仅就区域网整体平差中控制点小粗差快速定位权函数法和粗差定位试验结果加以论述。

二、控制点小粗差定位权函数法

1. 方法原理

独立模型法整体平差是用惯常的最小二乘法进行平差的, 因此, 根据以最小二乘法为基础的观测值改正数公式来分析控制点粗差定位方法, 是有必要的。

由巴尔达的数据探测理论知

$$V = -(Q_{VV}P_{LL})\varepsilon_L \quad (1)$$

其中 V ——观测值改正数矢量;

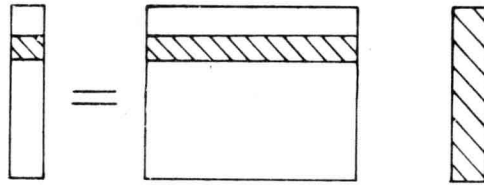
Q_{VV} ——改正数的协因素矩阵;

P_{LL} ——观测值权矩阵;

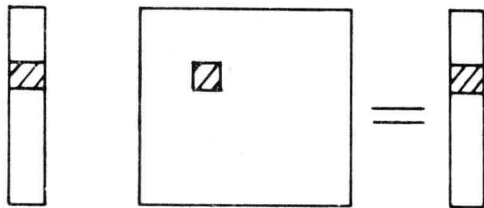
ε_L ——观测误差矢量。

式 (1) 是观测误差与改正数之间的关系式, 可见观测误差是通过 $(Q_{VV}P_{LL})$ 矩阵对改正数起作用的。该矩阵为幂等矩阵, 它的迹等于平差的多余观测数, 亦即 $(Q_{VV}P_{LL})$ 矩阵各对角线元素之和等于平差的多余观测数 r 。

分析式 (1) 知, 某观测值的改正数 v_i 受全部观测误差的影响, 即



某一观测误差 ε_{Li} 对改正数 v_i 自身的影响 v_i , 取决于 $(Q_{VV}P_{LL})$ 矩阵之相应对角线元素 r_i , 即



用公式表示为

$$v_i = -r_i \cdot \varepsilon_{Li} \quad (2)$$

式(2)中的 r_i 为观测值 l_i 的平差多余观测分量, 亦即 r_i 表示了观测误差 ε_{Li} 反映在改正

数 v_i 中的百分比, 其值为 $0 \leq r_i \leq 1$ 。

作为粗差检验, r_i 值越大越好。但在区域网平差中, 控制点的 r_i 值远小于 1, 例如, 在周边 6 点平面控制布点时, 角控制点的 $r_i < 0.1$, 边控制点的 $r_i < 0.2$ 。因此, 一般不易从控制点平差后的残差中发现粗差。

在巴尔达的数据探测法中, 用如下公式计算观测值的标准化残差作为判断粗差的统计量

$$W_i = \frac{|v_i|}{\sqrt{r_i} \cdot \sigma_{Li}} = \frac{|v_i|}{\sigma_0 \sqrt{q_i}} \quad (3)$$

其中 q_i —— Q_{VV} 矩阵的第 i 个对角线元素;

σ_0 ——观测值单位权中误差。

当 W_i 大于临界值 K_α 时, 就认为该观测值在显著水平 α 下存在粗差。但该法要求算出 $(Q_{VV}P_{LL})$ 矩阵, 对于区域网平差这样的大规模矩阵是很困难的, 因此较少采用。

分析该矩阵可知:

$$Q_{VV}P_{LL} = (Q_{LL} - AQ_{XX}A^T)P_{LL} = E - AQ_{XX}A^TP_{LL}$$

其中 E ——单位矩阵;

Q_{XX} ——平差参数 X 的协因素矩阵;

A^T ——误差方程式系数矩阵。

由于 $AQ_{XX}A^T$ 矩阵仅与观测值的几何特性有关, 所以当缩小权 P_{Li} 时, $(Q_{VV}P_{LL})$ 矩阵中相应的对角线元素 r_i 增大; 当 $P_{Li} \rightarrow 0$ 时, $r_i \rightarrow 1$ 。因此, 若对含有粗差的观测值采用小权, 可明显地增大粗差反映在该改正数中的份额。这就是权函数法成为区域网平差中粗差定位的有效手段的原因。

2. 控制点粗差快速定位法的数学模型

根据上述原理, 在 $DMPG$ 中采用了如下的权函数式

$$P_i = F(W_i, P_0) \quad (4)$$

该权函数的实际算式为:

$$P_i = \begin{cases} P_0(I) & \text{若 } W_i \leq C(I) \text{ 或 } I = 1 \\ \frac{P_0(I)}{W_i^{\alpha_i}} & \text{其它} \end{cases} \quad (5)$$

上式中

$P_0(I)$ ——基权函数, 其变量 I 为迭代序数;

W_i ——观测值的标准化残差;

$C(I)$ ——粗差控制阈值, 以 I 为变量;

α_i ——为 i 点的相应指数。

这些参数分别由下面各式算出:

$$(1) \quad P_0(I) = P' / T^I \quad (6)$$

式中 P' 和 T 为常数, 其中 $T=0.1$; 对于 X, Y 坐标, $P'=0.001$; 对于 Z 坐标, $P'=0.01$ 。相应于 4 次迭代的各次 I 的值见表 1。

表1 相应于各次迭代的 P^0 值

坐标类型 \ 迭代序 I	1	2	3	4
平面	0.01	0.1	1.0	10.0
高程	0.1	1.0	10.0	20.0

(2) 标准化残差为:

$$W_i = \frac{|v_i|}{\hat{\sigma}_{\text{控}} \sqrt{q_i}} \approx \frac{|v_i|}{\hat{\sigma}_{\text{控}} K_i} \quad (2)$$

其中 $\hat{\sigma}_{\text{控}}$ 为控制点坐标中误差估值。当 $\hat{\sigma}_{\text{控}}$ 小于先验值 $\hat{\sigma}_{\text{控}0}$ 时, 以 $\hat{\sigma}_{\text{控}0}$ 替代 $\hat{\sigma}_{\text{控}}$ 。 K_i 为控制点 i 的几何特性值, 取值为:

$$K_i = \begin{cases} 1.0 & \text{对边控制点} \\ 0.86 & \text{对角控制点, 且当 } I=2 \text{ 时} \end{cases}$$

(3) 粗差控制阈值为:

$$C(I) = C_0 + (I-2)C_1 \quad (8)$$

其中常数 $C_0=3.0$ $C_1=2.0$ 对平面坐标

$C_0=2.5$ $C_1=1.5$ 对高程

相应于 2~4 次迭代序的 $C(I)$ 值列于表 3。

(4) 指数 α_i 的计算式

$$\alpha_i = \theta_i^2 + 7 \quad (9)$$

其中 $\theta_i = \frac{W_i^{(I)}}{W_i^{(I-1)}}$ 为 i 点的标准残差在两相邻迭代间的变化率。对于第 I 次迭代时的 $W_i^{(I)}$ 值取常数 3.0。

由以上权函数的参数值可知, 该权函数系由与 W_i 值无关的基权函数和与 W_i 有关的权函数组成, 该权函数在过 $C(I)$ 处有突降特性 (见图 (I))。对于第一次迭代, 前者为水平直线, 后者为陡曲线。

实验得出, 当第一次迭代时, 平控点坐标选用小权 $P_i = P_0(I) = 0.01$, 而公共点采用固定的权 $P_{\text{公}} = 1$ 。得到三种点位的边控制点和角控制点的多余观测分量 r_i

如表 2 所示。

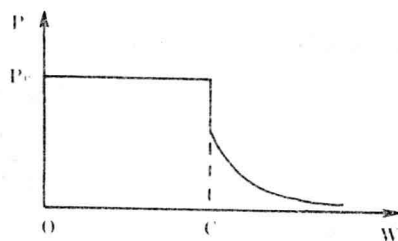


图 I

由表 2 可见, 三种边控制点的 r_i 值很接近, 而角控制点的 r_i 值则小得较多。因此, 边控制点的几何特性值 K_i 可视为相同, 且取为 1.0, 则角控制点的几何特性值 $K_i \approx 0.86$

表 2 还显示了这些控制点上的 r_i 值均超过了 0.6, 亦即在这些控制点上的粗差可在其改正数中反映出 60% 以上, 这就为粗差定位提供了有利的条件。在选择适当的粗差控制阈值 C 的条件下, 使正常的控制点的 W 值落在权函数曲线的水平线部分上, 而含粗差的控制点的 W 落在突降曲线上。这样就能使控制点粗差迅速定位。但是, 个别不含粗差的控制点也有可能落到突降曲线上, 从而产生弃真, 这种在迭代计算过程中产生的弃真点,

在这里称它为暂时弃真点，好在这种暂时弃真点的 W 在以后迭代中的增大远比粗差点为小（见图 3、4）。因此，采用随迭代序数增长而增大的粗差控制阈值 $C(I)$ ，以使暂时弃真点回到正常点中。根据公式 (8)，粗差控制阈值的数据见表 3。

表 2 周边控制点的 r_i 值

平控点点位	1/4 边	1/2 边	3/4 边	角
r_i	0.86	0.91	0.88	0.66

表 3 各次迭代的粗差控制阈值 C

迭代序 I 类 型	2	3	4
平 面	3.0	5.0	7.0
高 程	2.5	4.0	5.5

为了进一步扩大暂时弃真点和粗差点的权的差别，以便抑制暂时弃真现象和加速粗差点的定位，在权函数中的指数部分加入了标准化残差变化率的平方项 θ_i^2 。

三、控制点粗差定位试验

利用广东恩平试验场作控制点粗差定位试验，该区由 8 条航带组成，每条航带的象对数为 16~17。航摄机为 RC-10。摄影比例尺约为 1 : 38000。航向和旁向重叠分别为 65%和 30%。该区有 100 多个带地标的控制点，因此具有较好的控制点质量。试验使用了其中 6 条航线组成一个区域网。平面控制点采用周边布设，试验了两种不同密度的平控点方案：6 点和 10 点（区域网的上下边各布 3 点和 5 点）。高程控制点为 37 个，其点位见图 2。控制点粗差人为地加在控制点坐标上。为了统计平控点粗差定位率，在每个平控点的

P287 *	P288 *	P289 *	P291 *	P293 *
P300 *		G301 .	G302 .	P303 *
P314 *	G315 .	G316 .G317 .	G318 . G319	P631 *
P326 *		G327 .	G328 .	P329 *
P344 *	P345 *	P346 * G347	P348 * G349	P350 *
P358 *		G359 .		P360
P375 *	P376 *	P377 *	P671 *	P379 *

图 2

* 为 6 点方案平控点；* 为 10 点方案平控点；· 为高程控制点

X 和 Y 上依次加了 ± 7 米的粗差，在 37 个控制点的高程上随机地加了 ± 6 米的粗差。因此，在单个粗差定位试验中，平面共作了 64 次，高程作了 41 次。此外，还作了 4 组多个粗差的定位试验。多个粗差定位试验所选的点和粗差值，均与单个粗差定位试验中定位成功的点相同，以便考验在单个粗差定位中能定位的点，是否在多个粗差试验中也能成功。最后作了两次粗差值大于 $20\sigma_0$ 的多个粗差定位试验。这些试验中，各粗差点在各次迭代

中标准化残差的变化以及最终结果分别列于表 4、5、6 和 7 中，表中还同时列出了暂时弃真点的 W 变化及结果。

为了更清楚地表示出粗差定位方法的效果，用各次迭代中的粗差和暂时弃真点的 W 均值绘制了 W 变化图 3、4。

表 4 6 个平控点单个粗差定位结果

粗差 点号	暂时弃真 点号	点位	加粗差值 (米)	标准化残差 W				最终残 差(米)
				1	2	3	4	
20289	20293	1 / 2 上边	$\Delta X = 7$	4.71	6.43	8.97	8.74	7.68
			$\Delta X = -7$	1.00	3.83	5.06	4.89	0
		右上角	$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.24	7.50	6.56	0
			$\Delta Y = 7$	4.09	2.95	< 1.0	< 1.0	0
	20293		$\Delta Y = -7$	1.76	8.49	10.18	10.19	-9.09
			$\Delta Y = 0$	1.0	4.36	4.32	3.66	0
20377	20293	1 / 2 下边	$\Delta X = 7$	2.36	4.90	4.97	6.93	0
			$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.95	5.44	4.35	0
			$\Delta X = -7$	< 1.0	5.83	8.79	8.75	-7.64
			$\Delta Y = 7$	2.09	5.72	6.58	8.08	7.08
	20289	1 / 2 上边	$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.46	3.50	< 1.0	0
			$\Delta Y = -7$	1.20	6.04	7.37	7.19	-6.31
20287	20293		$\Delta Y = 0$	1.17	3.24	5.41	4.84	0
		左上角	$\Delta X = 7$	< 1.0	2.89	< 1.0	< 1.0	0
			$\Delta X = -7$	1.79	6.22	10.29	9.06	-6.58
			$\Delta Y = 0$	< 1.0	5.10	5.79	4.38	0
			$\Delta Y = 7$	1.49	4.20	13.04	13.04	9.57
20375	20293		$\Delta Y = -7$	< 1.0	2.40	< 1.0	< 1.0	0
		左下角	$\Delta X = 7$	2.36	4.56	8.04	8.28	5.99
			$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.27	5.47	4.49	0
			$\Delta X = -7$	< 1.0	3.05	8.47	9.09	-5.95
			$\Delta Y = 7$	< 1.0	3.65	7.12	9.07	6.66
	20293		$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.94	4.90	3.94	0
			$\Delta Y = -7$	1.09	5.05	6.83	8.62	-7.24
	20287	左上角	$\Delta Y = 0$	< 1.0	3.12	4.18	3.79	0

续表 4

粗差 点号	暂时弃真 点号	点位	加粗差值 (米)	标准化残差 W				最终残 差(米)
				1	2	3	4	
20293	20293	右上角	$\Delta X = 7$	<1.0	3.92	6.33	5.71	0
			$\Delta Y = 0$	<1.0	5.35	7.39	4.45	0
			$\Delta X = -7$	2.16	5.35	7.95	12.54	-9.44
	20289	右上角	$\Delta Y = 0$	<1.0	3.56	3.82	<1.0	0
			$\Delta Y = 7$	<1.0	7.95	11.30	13.29	9.75
			$\Delta Y = 0$	1.22	3.81	2.86	<1.0	0
	20289	1/2 边	$\Delta Y = -7$	1.68	1.39	<1.0	<1.0	0
20379	20293	右下角	$\Delta X = 7$	2.79	7.02	8.75	9.33	8.64
			$\Delta Y = 0$	<1.0	4.65	6.32	4.43	0
			$\Delta X = -7$	<1.0	3.98	5.27	6.24	0
			$\Delta Y = 7$	<1.0	3.16	5.86	9.32	7.06
	20293	角	$\Delta X = 0$	1.33	3.42	3.37	<1.0	0
			$\Delta Y = -7$	1.27	5.21	8.16	8.42	-6.50
	20293		$\Delta Y = 0$	<1.0	3.42	5.24	4.32	0

表 5 10 个平控点单个粗差定位结果

粗差 点号	暂时弃真 点号	点位	加粗差值 (米)	标准化残差 W				最终残 差(米)
				1	2	3	4	
20287	20288	左上角	$\Delta X = 7$	1.44	6.03	5.07	8.16	10.11
			$\Delta X = 0$	<1.0	4.31	5.03	2.26	0
			$\Delta X = -7$	1.99	4.58	7.07	5.27	0
			$\Delta Y = 7$	2.21	4.61	9.82	10.61	7.79
	20288		$\Delta Y = 0$	<1.0	3.06	2.74	<1.0	0
			$\Delta Y = 07$	<1.0	3.73	3.40	<1.0	0
	20293		$\Delta Y = 0$	1.22	3.70	<1.0	<1.0	0

续表 5

粗差 点号	暂时弃真 点号	点位	加粗差值 (米)	标准化残差 W				最终残 差(米)
				1	2	3	4	
20288	20293	1/4 边	$\Delta X = 7$	2.38	3.17	2.93	<1.0	0
			$\Delta X = -7$	2.02	7.39	11.09	10.47	-8.96
			$\Delta Y = 0$	<1.0	3.44	3.47	<1.0	0
			$\Delta Y = 7$	1.70	4.00	4.69	1.20	0
			$\Delta Y = 0$	<1.0	3.42	2.83	<1.0	0
			$\Delta Y = -7$	1.81	8.81	9.99	10.40	-9.04
20289	20293	1/2 上边 1/2 上边	$\Delta X = 7$	5.31	5.40	7.19	8.34	7.12
			$\Delta X = -7$	<1.0	4.24	6.08	7.80	-6.80
			$\Delta Y = 0$	<1.0	3.14	3.93	<1.0	0
			$\Delta Y = 7$	1.52	4.78	5.09	6.96	0
			$\Delta Y = 0$	<1.0	3.64	3.34	1.08	0
			$\Delta Y = -7$	2.16	8.91	8.89	9.13	-7.95
20291	20288	3/4 上边	$\Delta X = 7$	<1.0	4.67	9.32	9.99	8.76
			$\Delta X = -7$	3.65	6.09	6.51	6.07	0
			$\Delta X = 0$	<1.0	3.47	3.26	<1.0	0
			$\Delta Y = 7$	1.03	8.04	8.11	8.91	7.69
			$\Delta X = 0$	<1.0	3.44	3.96	<1.0	0
			$\Delta Y = -7$	2.36	4.18	5.02	5.91	0
20293	20288	右上角	$\Delta Y = 0$	<1.0	4.98	5.68	4.74	0
			$\Delta X = 7$	<1.0	5.21	8.02	9.53	7.29
			$\Delta X = 0$	<1.0	3.21	3.01	1.02	0
			$\Delta X = -7$	3.20	4.31	9.76	9.07	-6.50
20293	20288		$\Delta Y = 7$	3.61	8.89	10.79	12.35	9.10
			$\Delta X = 0$	<1.0	3.41	3.62	<1.0	0
			$\Delta Y = -7$	2.23	2.66	<1.0	<1.0	0
20293	20291		$\Delta Y = 0$	<1.0	3.04	4.04	1.13	0

续表 5

粗差 点号	暂时弃真 点号	点位	加粗差值 (米)	标准化残差 W				最终残 值(米)
				1	2	3	4	
20375	20293	左下角	$\Delta X=7$	4.32	6.42	9.24	10.39	7.79
			$\Delta Y=0$	<1.0	3.64	3.22	<1.0	0
			$\Delta X=-7$	1.01	3.90	7.68	8.11	-7.32
			$\Delta Y=7$	1.24	5.67	6.13	8.17	5.99
	20288		$\Delta Y=0$	<1.0	3.25	3.19	<1.0	0
			$\Delta Y=-7$	1.58	5.25	9.50	10.30	-7.76
	20293		$\Delta Y=0$	<1.0	3.02	3.49	<1.0	0
20376	20288	1/4下边	$\Delta X=7$	<1.0	7.04	8.27	9.02	7.92
			$\Delta X=0$	<1.0	3.02	3.50	<1.0	0
			$\Delta X=-7$	4.18	4.17	7.22	7.00	-6.01
20376	20288	1/4下边	$\Delta Y=7$	2.38	4.58	7.92	8.29	7.26
			$\Delta Y=-7$	<1.0	6.40	7.80	7.80	-6.72
			$\Delta X=0$	<1.0	3.16	3.12	<1.0	0
20377	20293	1/2下边	$\Delta X=7$	1.24	7.25	7.82	8.65	7.60
			$\Delta Y=0$	<1.0	3.66	3.13	<1.0	0
			$\Delta X=-7$	<1.0	4.40	7.42	7.45	-6.70
	20293		$\Delta Y=0$		3.15	3.93	<1.0	0
			$\Delta Y=7$	3.97	6.32	6.70	8.09	7.09
	20293		$\Delta Y=0$	1.09	3.33	3.02	<1.0	0
			$\Delta Y=-7$	<1.0	5.96	6.84	7.88	-6.88
20293	$\Delta Y=0$	<1.0	4.25	5.84	2.87	0		
20671	20293	3/4下边	$\Delta X=7$	<1.0	6.76	7.33	7.85	6.67
			$\Delta Y=0$	<1.0	4.37	3.53	<1.0	0
			$\Delta X=-7$	4.65	4.23	6.85	8.19	-7.29
			$\Delta Y=7$	2.04	7.66	8.30	9.05	7.94
	20288		$\Delta Y=0$	<1.0	3.09	3.47	<1.0	0
			$\Delta Y=-7$	1.48	5.87	6.35	6.99	0
			20293	$\Delta Y=0$	<1.0	3.95	3.09	<1.0