

中山市石岐坐标向中山市统一坐标转换参数的确定

甘宗平¹,张新长²

(1. 中山市地理信息系统中心,广东 中山 510275; 2. 中山大学 城市与资源规划系,广东 中山 510275)

Parameter Determination from Coordinate System of Shiqi to United Coordinate System of Zhongshan City

GAN Zong-ping, ZHANG Xin-chang

摘要:坐标转换是不同坐标系之间进行数据交流与共享的前提,详细介绍用回归变换模型在满足大比例尺地形图测图精度要求的前提下,从中山石岐坐标系向中山统一坐标系进行坐标转换的数学模型和相应的参数,对统一区域地理空间数据具有十分重要的意义。

关键词:坐标转换;独立坐标系;统一坐标系;回归变换模型

一、概 述

中山市地处我国珠江入海口西岸,地势较为平坦,河流纵横,交通便利。由于历史原因,中山市中心城区的控制资料分属 4 套不同的坐标系统,各坐

标系统所用的椭球参数^[1]、中央子午线、起算原点、投影面等各不相同,施测成果在各坐标系统中的变形也不一致。中山市统一坐标系统^[2]是 1998 年 3 月由中山市国土局委托国家测绘局建立的符合中山市实际情况的坐标系统。它是以中山市平面控制网的基本框架——中山市 GPS D 级网为基础而建立的。该 GPS D 级网是由中山市国土测绘队应用 GPS 技术在广东省国土厅地籍调查测量队布设的珠江 GPS-C 级网

的控制下施测而成。中山市统一坐标系将参考椭球面由 1954 年北京坐标系的参考椭球面提高到中山市平均高程面 ($H=72\text{ m}$),将中央子午线移至 $113^{\circ}22'$,这样就使市中心地区投影变形与高程归化的代数和趋近于零。中山市统一坐标系定义既科学,变形又最小,并且易于向国家 1954 年北京坐标系和 1980 年西安坐标系靠拢,是切合实际的理想坐标系统。而石岐坐标系坐标原点的选择缺乏科学性,不便于不同的坐标系统之间的数据交流和共享。作为中山市城镇规划建设和国土利用测绘基础的坐标系以及各种地理信息载体的地形图的不统一,已经妨碍了中山市城市地图的测绘规范化管理,不能适应中山市城市管理的信息化发展需要。因此解决这个问题就显得十分

迫切。本文主要探讨中山市中心城区各种规划图从石岐坐标到中山市统一坐标转换的数学模型及其参数的确定。

二、坐标转换原理

坐标转换实际上是一种拟合算法,相似模型采用线性拟合,回归参数采用二次方程拟合。显然,回归模型可以获得更高的拟合精度。当大地网的局部性系统误差(或形变)较明显时,采用相似变换模型不可避免的会带有模型误差,采用回归模型可以获得更高的转换精度。平面坐标转换的回归变换模型为:

$$\begin{aligned} X_2 - X_1 = & a_0 + (X_1 - X_k) a_1 \times 10^{-4} + (Y_1 - Y_k) \\ & a_2 \times 10^{-4} + (X_1 - X_k)^2 a_3 \times 10^{-8} + \\ & (Y_1 - Y_k)^2 a_4 \times 10^{-8} + (X_1 - X_k) (Y_1 - \\ & - Y_k) a_5 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 - Y_1 = & b_0 + (X_1 - X_k) b_1 \times 10^{-4} + (Y_1 - Y_k) \\ & b_2 \times 10^{-4} + (X_1 - X_k)^2 b_3 \times 10^{-8} + (Y_1 - \\ & - Y_k)^2 b_4 \times 10^{-8} + (X_1 - X_k) (Y_1 - \\ & - Y_k) b_5 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

式中, $a_0, a_1, \dots, a_5$ 为纵坐标 X 的 6 个回归参数; $b_0, b_1, \dots, b_5$ 为横坐标 Y 的 6 个回归参数; X_k, Y_k 是大地网的重心点。中山市的重心点是 $X_k = 10\ 000.0, Y_k = 20\ 000.0$ 。

三、参数确定

1. 参数与平差的坐标重合点

参数与平差控制点的坐标重合点计算值如表 1。

表 1 参数与平差的坐标重合点

点名	XSQ	YSQ	X98	Y98	点名	XSQ	YSQ	X98	Y98
大常山	10 830.551	33 542.859	× 037.072	× 302.915	农 校	5 782.210	20 442.607	× 196.753	× 124.334
IV-2	8 883.907	18 361.653	× 330.994	× 092.771	农药厂	13 219.488	24 590.974	× 567.323	× 389.985
白米山	12 016.269	38 125.145	× 149.921	× 903.377	泡沫厂	14 015.852	21 461.830	× 413.222	× 273.850
长 江	5 962.831	28 565.037	× 248.682	× 248.607	歧 头	11 022.346	23 370.158	× 389.837	× 134.499
虫测站	11 782.201	19 712.438	× 207.519	× 489.312	旗 山	4 663.419	20 817.315	× 072.173	× 481.273
大尖峰	13 569.422	40 189.282	× 670.221	× 991.805	人民医院	9 970.024	22 278.334	× 354.904	× 026.165
大石鼓	4 635.940	18 688.915	× 078.411	× 352.723	三仙娘	14 221.382	31 189.271	× 464.643	× 003.286
大王头	14 592.524	33 686.211	× 796.183	× 505.799	三洲山	14 899.194	35 307.457	× 077.194	× 131.615
斗米勘	3 505.103	16 649.701	× 980.025	× 295.840	沙岗学校	7 225.465	22 312.572	× 610.201	× 016.907
海景酒店	14 042.076	42 050.404	× 113.363	× 860.352	沙浪农场	14 231.908	19 191.773	× 665.180	× 007.513
濠酒水闸	15 410.707	27 421.525	× 713.527	× 254.812	神涌南	9 593.972	32 156.652	× 822.416	× 897.254
虎头山	3 158.357	17 909.697	× 613.367	× 550.178	水洲山	14 562.588	29 157.911	× 837.980	× 977.592
机电中心	12 808.483	18 598.732	× 251.303	× 392.009	塔石	9 500.977	28 115.263	× 793.541	× 854.904
加油站	12 354.379	21 142.575	× 756.995	× 928.317	糖包山	10 009.179	14 722.950	× 513.752	× 472.410
甲马桥	10 570.324	17 600.794	× 029.222	× 358.764	微电机厂	7 980.082	22 020.460	× 369.346	× 736.786
建达宿舍	15 813.702	21 606.471	× 208.576	× 446.956	五马峰	10 798.969	25 771.935	× 128.442	× 532.415
金字山	6 439.674	24 699.717	× 786.719	× 391.263	下岐山	13 335.850	36 796.154	× 490.446	× 595.410
坎溪办公楼	9 580.068	16 603.052	× 054.920	× 345.464	秀山学校	6 416.928	18 275.851	× 865.695	× 967.920
老鼠山	12 379.518	32 949.704	× 595.119	× 734.191	羊角涌	13 347.928	25 133.017	× 687.207	× 933.977
刘耀轩厂房	9 418.409	17 953.165	× 871.887	× 692.835	窃窈西	11 176.635	29 033.995	× 454.371	× 799.996
隆平小学	12 809.272	16 424.452	× 286.576	× 218.06	有机合成厂	4 832.198	16 544.357	× 308.630	× 211.565
马山	10 000.000	20 000.000	× 420.998	× 748.639	制革厂	7 243.628	19 780.419	× 668.457	× 485.396
码头山	7 414.089	18 320.306	× 862.018	× 028.182	中航宿舍	8 341.822	23 096.263	× 713.997	× 818.173
南阳山	8 869.352	31 288.662	× 111.742	× 017.887	中山三桥	5 685.698	17 472.439	× 147.318	× 153.049
牛岗山	14 679.336	44 510.118	× 711.642	× 329.824					

说明:XSQ,YSQ 指的是石岐坐标系中的控制点的坐标;X98,Y98 指的是同一控制点在中山统一坐标系中的坐标

2. 最小二乘平差结果与分析

让所有的点都参与平差,结果发现老鼠山 1 个点的坐标转换残差在比例尺为 1 500 的地图上的长度超过 0.2 mm,因此,在整个地区,如果不顾及粗差的影响,回归模型坐标转换不能满足 1 500 比例尺的地图绘图精度要求,但能满足 1 1 000 及其更小比例尺的绘图精度要求。

以稳健估计^[3]和数据探测法作为抗差手段,发现大常山、老鼠山、海景酒店、牛岗山都被指出为粗差可疑值。禁止这 4 个点参与平差,其结果是坐标转换残差在比例尺为 1 500 的地形图上小于 0.2 mm,能够满足 1 500 及其更小比例尺地图的成图要求。剔除 4 个粗差前后回归模型最小二乘平差结果对比如表 2。

表 2 回归模型最小二乘平差结果对比

回归模型最小二乘				删除 4 个粗差后回归模型最小二乘			
点名	X 残差	Y 残差	距离残差	点名	X 残差	Y 残差	距离残差
农校	- 0.2	1.4	1.4	农校	- 1	3.8	4.0
制革厂	3.1	5.2	6.1	大尖峰	- 4.2	- 2.1	4.7
码头山	4.8	7.3	8.7	制革厂	2.9	6.1	6.7
羊角涌	10.5	- 1.8	10.7	码头山	5.8	5.1	7.7
斗米勘	9.3	5.5	10.8	羊角涌	7.2	3	7.8
沙浪农场	7.2	9.6	12.1	斗米勘	12.4	0.3	12.4
马山	- 2.8	- 13.0	13.3	马山	- 3.0	- 12.0	12.4
大石鼓	4.6	- 13.2	14.0	沙浪农场	9.5	10.3	14.0
三仙娘	10.1	- 12.4	16.0	大石鼓	5.6	- 13.5	14.6
秀山学校	5.0	16.2	17.0	秀山学校	6.0	14.2	15.4
泡沫厂	- 17.3	1.5	17.4	旗山	8.5	- 13.8	16.2
沙岗学校	- 4.2	17.2	17.7	泡沫厂	- 17.1	5.6	18.0
虎头山	15.9	- 9.6	18.5	三仙娘	2.1	- 18.4	18.5
加油站	- 8.8	17.4	19.4	水洲山	4.8	- 18.3	18.9
旗山	9.4	- 17.3	19.7	有机合成厂	- 16.8	- 12.1	20.7
有机合成厂	- 19.6	- 5.8	20.4	坎溪办公楼	- 1.7	20.9	21.0

续表 2

回归模型最小二乘				删除 4 个粗差后回归模型最小二乘			
点名	X 残差	Y 残差	距离残差	点名	X 残差	Y 残差	距离残差
虫测站	8.8	18.6	20.6	虎头山	18.0	- 10.9	21.0
水洲山	10.8	- 18.1	21.1	刘耀轩厂房	9.5	19.2	21.4
刘耀轩厂房	8.0	22.6	24.0	虫测站	9.4	19.4	21.5
中山三桥	- 24.2	- 5.2	24.8	沙岗学校	- 6.6	21.3	22.3
微电机厂	- 6.1	24.1	24.9	加油站	- 9.1	20.4	22.4
歧头	0.9	24.9	25.0	中山三桥	- 22.4	- 9.1	24.1
机电中心	20.3	18.8	27.6	隆平小学	- 25.0	- 7.0	25.9
濠酒水闸	- 14.9	24.0	28.2	糖包山	0.2	26.2	26.2
中航宿舍	- 2.7	28.2	28.3	建达宿舍	- 18.0	- 21.7	28.1
坎溪办公楼	- 4.4	28.2	28.5	甲马桥	24.3	14.3	28.2
隆平小学	- 28.8	0.3	28.8	机电中心	22.3	17.6	28.4
甲马桥	22.3	18.5	29.0	微电机厂	- 8.3	27.8	29.0
塔石	- 30.0	3.1	30.1	歧头	- 1.9	29.3	29.4
五马峰	8.9	30.4	31.6	下岐山	- 32.3	- 1.4	32.3
建达宿舍	- 19.2	- 27	33.1	中航宿舍	- 5.7	32.4	32.9
南阳山	- 32.9	5.8	33.4	濠酒水闸	- 18.9	27.6	33.4
大王头	23.8	- 24.8	34.3	五马峰	4.0	34.0	34.3
下岐山	- 19.0	29.4	35.0	塔石	- 37.2	3.6	37.3
白米山	36.4	- 2.4	36.4	人民医院	33.9	16.2	37.6
金字山	- 13.6	34.2	36.8	大王头	13.9	39.7	42.0
人民医院	36	12.5	38.1	金字山	- 18.0	38.9	42.9
糖包山	- 4.2	40.2	40.4	南阳山	- 42.9	- 1.6	43.0
IV-2	- 1.3	50.2	50.2	白米山	21.3	- 41.4	46.5
大尖峰	11.9	50.0	51.4	IV-2	- 0.3	47.9	47.9
农药厂	54.4	- 14.7	56.4	农药厂	51.5	- 9.8	52.4
长江	28.7	- 53.0	60.2	三洲山	- 40.2	35.8	53.8
三洲山	- 29.0	58.0	64.9	长江	21.0	- 52.6	56.6
神涌南	73.0	- 0.7	73.0	神涌南	62.3	- 11.1	63.3
窈窕西	36.2	67.1	76.2	窈窕西	28.6	65.9	71.9
牛岗山	- 56.0	- 72.0	91.2				
海景酒店	- 7.2	- 113.6	113.8				
大常山	- 114.5	- 40.8	121.5				
老鼠山	8.8	132.9	133.2				
X 残差平均值:19.0 mm				X 残差平均值:15.9 mm			
Y 残差平均值:25.5 mm				Y 残差平均值:19.2 mm			
单位权中误差:39.5 mm				单位权中误差:35.0 mm			

四、结 论

线性约束回归检验表明:①整个测区平面内系统性的变形比较显著,控制测量的坐标转换宜采用回归模型进行坐标转换;②不顾及粗差影响,采用回归模型进行坐标转换不能满足比例尺为 1 500 的地图的绘图要求,但能满足 1 1 000 及其更小比例尺的地图的绘图要求;③删除大常山、老鼠山、海景酒店、牛岗山后的坐标转换表明,回归模型坐标转换能

满足 1 500 及其更小比例尺地图绘图的精度要求。

参考文献:

[1] 徐绍铨,吴祖仰. 大地测量学[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1996. 145-157.

[2] 国家测绘局第一大地测量队. 中山市统一坐标系的建立和对旧坐标系统改造的技术报告[R]. 西安:国家测绘局第一大地测量队,1998. 34-75.

[3] 武汉测绘科技大学测量平差教研室. 测量平差基础[M]. 北京:测绘出版社,1996. 136-154.

论文发表、论文降重、论文润色请扫码



免费论文查重，传递门 >> <http://free.paperyy.com>

阅读此文的还阅读了：

1. [一个测量上非常实用的坐标系和数据格式转换的Visual C++程序](#)
2. [增加调节参数代替联动坐标加工特种回转面刀具](#)
3. [飞播中GPS数据设计的新方法研究](#)
4. [关于曲面与空间曲线参数方程的参数个数](#)
5. [在GPS导航定位中坐标转换参数的确定](#)
6. [四参数坐标转换的应用](#)
7. [新疆兵团坐标转换参数的确定](#)
8. [邯长高速公路中的坐标系转换](#)
9. [最小二乘原理在线路定测中的应用讨论](#)
10. [PZ-90与WGS-84的坐标转换参数](#)
11. [几内亚BOKE558铝土矿勘探独立坐标系的建立及转换研究](#)
12. [FORTRAN语言窗口功能的扩充](#)
13. [内蒙古地区导航型GPS坐标转换参数的确定](#)
14. [复合形曲线中、边桩坐标计算的统一模型](#)
15. [斜配孔型各点坐标的确定](#)