

城市测量手册

《城市测量手册》编写组

测绘出版社

(京)新登字065号

内 容 简 介

本手册根据《城市测量规范》编入了控制测量、地形测量(包括航测)、工程测量、地图制图等城市测绘内容,又增加了近景摄影测量和建筑物变形观测两章。它较全面地介绍了各部分内容的技术要求、使用的仪器、作业方法、计算公式和实例,并附有较多实用的电算程序。它是一本内容丰富、叙述详尽具体,适合我国国情的城市测绘技术工具书。

本手册适合于从事城市测绘的技术人员使用,也可供其他部门的测绘生产、科研、教学和管理工作的技术人员参考。

城市测量手册
《城市测量手册》编写组

*

测绘出版社出版发行
河北地质六队美术胶印厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

*

开本 787×1092 1/16·印张 68.75·字数 1562 千字
1993年6月第一版·1993年6月第一次印刷
印数0 001—7 000册·定价 58.00 元
ISBN 7-5030-0596-3/P·230

《城市测量手册》编写领导小组：

组 长：邹时萌

副组长：蒋达善 洪立波

组 员：严棣鄂 吴克明 刘大杰 丁寤桐
邵章清

《城市测量手册》编写组：

组 长：洪立波

副组长：金善焜

组 员：顾孝烈 金石青 黄恒寿 许廷均
杜诗白 欧阳清 丁寤桐 吴子安
马 强 王道之

前 言

《城市测量规范》CJJ8-85出版发行后，应广大城市测绘技术人员的迫切要求，为了配合学习、贯彻执行规范，更为了加速城市测绘队伍的技术业务建设，由《城市测量规范》管理组特邀某些城市测绘单位和测绘院校的专家或工程技术人员，组成编写组，在总结城市测绘40年来丰富实践经验的基础上，历时三年多，编写了这本《城市测量手册》。

本手册编写时遵循以下原则：

1. 具有实用性和先进性，对城市测绘生产实践能起指导作用，尽量采用先进仪器设备、作业方法和计算工具。

2. 编写的内容适用于大、中、小城市测绘单位，以中、小城市的测绘技术人员为主要对象，对他们具有指导意义，对大城市和其他部门的测绘技术人员也有参考价值。

3. 各章的内容和编排顺序，前八章基本上与《城市测量规范》（以下简称规范）一一对应。考虑到测绘新技术的发展和测绘业务的不断拓宽，也顾及到规范今后修订需增加新内容，因此新增了第九章城市近景摄影测量、第十章城市地面沉降观测与建筑物变形观测（城市地面沉降观测由规范第三章中分出）。手册中所涉及的各项技术指标、精度规格，均以规范为准，凡规范中尚未明确规定的，尽量采用先进的、通用的指标、规格，目前暂作参考，而以今后规范修订明确规定的为准。

4. 手册中每个单元的内容，原则上包括：概述、基本方法、数字模型、图表、实例。对一些精密的、大型的仪器或尚不能普及的先进技术等则介绍其有关信息。

5. 手册中复杂的算例均附有必要的电算程序，电子计算机选型以微机IBMPC/XT、长城0520和袖珍计算机PC-1500、PB-770为标准机型。在实编中有的提供了两种机型的电算程序，以利于生产实践的使用。

6. 将规范附录的内容尽量纳入到手册中，并作必要的补充，为今后修订规范压缩篇幅作了充分的准备。

本手册由北京市测绘院为主编单位，第一章由北京市测绘院洪立波高级工程师编写；第二、三章由同济大学顾孝烈教授、上海勘察院金石青高级工程师和北京市测绘院金善焜、欧阳清高级工程师合作编写；第四章由南京市测绘院黄恒寿高级工程师编写；第五章由沈阳市勘测院许廷均高级工程师和杜诗白工程师编写；第六章由北京市测绘院欧阳清高级工程师编写（其中陀螺仪定向测量部分由解放军测绘学院于来法教授供稿）；第七章由南京市测绘院马强高级工程师编写；第八章由北京市测绘院王道之工程师编写；第九章、第十章分别由武汉测绘科技大学丁寤轲教授和吴子安副教授编写。

本手册的编写工作，是在建设部城市规划司和规范管理组的领导下进行的，得到各参编单位领导和有关科技人员的支持、帮助，并得到测绘出版社的积极配合，在此一并表示衷心感谢。手册编写的组织管理工作由规范管理组负责，全书由欧阳清高级工程师负责统

稿。

由于水平有限，疏漏谬误之处在所难免，敬请读者批评指正。并希望广大城市测绘工作者在生产、科研中，不断积累经验、资料、数据，经常反映问题和提出建议，以增补、充实手册内容，提高水平和质量，在下次修订出版时使其更臻完善。

《城市测量手册》编写组

1991年12月

目 录

第一章 绪论.....	1
§ 1-1 城市测量在城市规划建设中的作用和地位.....	1
§ 1-2 城市测量的内容与特点.....	3
一、城市平面控制测量.....	3
二、城市高程控制测量.....	4
三、城市地形测量.....	5
四、城市航空摄影测量.....	6
五、城市工程测量.....	7
六、城市地图制图.....	8
§ 1-3 城市测量技术发展的现状与方向.....	9
一、先进的地面测量仪器在城市测量中的应用.....	9
二、摄影测量技术在城市测量中的应用.....	11
三、遥感技术在城市规划与测绘中的应用.....	12
四、城市控制网的优化设计.....	12
五、城市测量数据处理向自动化方向发展.....	13
六、建立城市测绘数据库或综合性的信息系统.....	14
七、GPS定位技术在城市测量中的应用.....	14
第二章 城市平面控制测量.....	17
§ 2-1 概述.....	17
§ 2-2 城市平面控制网的技术设计.....	20
一、城市平面控制网设计原则.....	20
二、城市平面控制网与国家大地点的联测.....	22
三、城市平面控制网坐标系统的选择.....	22
四、城市平面控制网技术设计的编制.....	27
§ 2-3 选点、造标与埋石.....	28
一、实地选点.....	28
二、觐标高度的确定.....	29
三、造标.....	31
四、埋石.....	35
§ 2-4 经纬仪的检验与校正.....	39
一、照准部旋转是否正确的检验.....	41
二、光学测微器隙动差的测定.....	41

三、光学测微器行差的测定·····	45
四、水平轴不垂直于垂直轴之差的测定·····	47
五、垂直微动螺旋使用正确性的检验·····	49
六、照准部旋转时仪器底座位移而产生的系统误差的检验·····	52
七、光学对中器的检验与校正·····	53
§ 2-5 测距仪的检验·····	54
一、光电照准系统共轴性或平行性的检验和校正·····	54
二、测距仪测尺频率的检验·····	55
三、测距仪照准误差和幅相误差的检验·····	57
四、测距仪周期误差的测定·····	58
五、测距仪加常数测定 (n 段法)·····	66
六、测距仪乘常数和加常数的同时测定 (基线比较法)·····	72
§ 2-6 天文方位角观测与计算·····	77
一、太阳高度法测定方位角·····	77
二、北极星任意时角法测定方位角·····	81
§ 2-7 水平角观测·····	84
一、水平角观测的误差来源及其影响·····	84
二、水平角观测概要·····	87
三、方向观测法·····	89
四、全组合测角法·····	96
五、各等级导线的水平角观测·····	103
六、归心元素的测定和归心改正数的计算·····	104
七、方向 (曲率) 改化与水平方向整理·····	109
§ 2-8 距离测量·····	109
一、因瓦基线尺量距·····	110
二、电磁波测距·····	115
三、钢尺量距·····	121
§ 2-9 观测值的检验及精度评定·····	123
一、方向观测值三角形角度闭合差检验及精度评定·····	123
二、方向观测值极条件闭合差检验·····	124
三、三角网中角度闭合差及极条件闭合差检验·····	126
四、按边长往返观测值评定测边精度·····	136
五、三边网中边长观测值的圆周角条件、组合角条件检验及 计算机程序·····	138
六、导线网角度闭合差检验及测角精度评定·····	148
七、导线闭合差检验及粗差探测·····	149
§ 2-10 平面控制网平差计算及平差后精度评定·····	160

一、平面控制网平差概述.....	160
二、平差计算中的法方程式解算.....	160
三、平面控制网按条件平差.....	164
四、平面控制网按间接平差.....	188
§ 2-11 平面控制网模拟法优化设计.....	237
一、平面控制网模拟法优化设计概述.....	237
二、平面控制网模拟法优化设计的计算机算例.....	237
第三章 城市高程控制测量.....	250
§ 3-1 概 述	250
§ 3-2 城市高程控制网的技术设计.....	250
一、设计原则、规格与技术要求.....	250
二、技术设计的方法与要求.....	252
§ 3-3 选点与埋石.....	253
一、实地选线与选点.....	253
二、水准路线的命名与水准点的编号.....	253
三、埋石.....	253
四、绘制水准点之记.....	257
五、观测距埋石的时间.....	259
§ 3-4 水准仪与水准标尺的检验校正.....	259
一、水准仪与水准标尺的基本要求.....	259
二、水准仪与水准标尺的检验项目.....	260
三、水准仪的检验与校正.....	262
四、水准标尺的检验.....	283
§ 3-5 水准测量.....	288
一、水准测量的误差来源及其影响.....	288
二、水准观测.....	291
三、外业计算.....	306
四、跨越障碍物的水准测量.....	308
§ 3-6 三角高程测量.....	321
一、三角高程控制网的布设.....	321
二、垂直角和指标差的计算.....	322
三、指标差的检验与校正.....	323
四、垂直角观测.....	324
五、电磁波测距三角高程测量.....	327
六、三角高程测量的计算公式.....	327
七、三角高程测量的各项限差及超限时的分析处理.....	330
§ 3-7 高程控制测量的精度评定	331

一、水准测量的精度评定	331
二、三角高程测量的精度估算	332
三、三角高程测量的精度评定	332
§ 3-8 高程控制网平差计算及平差后精度评定	333
一、高程控制网平差概述	333
二、高程控制网按条件平差	334
三、高程控制网按间接平差	338
四、高程控制网按附有未知数的条件平差 (结点法平差)	347
§ 3-9 高程控制网模拟法优化设计	358
一、高程控制网模拟法优化设计概述	358
二、用等权替代法确定网中最弱点的位置并初步估算精度	359
三、水准网的模拟法优化设计	361
四、三角高程网的模拟法优化设计	363
五、高程网模拟法优化设计程序 (BASIC 语言、PC-1500 机)	366
第四章 城市地形测量	375
§ 4-1 概 述	375
一、城市地形测量在城市规划、建设和管理中的作用	375
二、测图比例尺和基本等高距的选择	376
三、城市基本图的精度规格	377
§ 4-2 地形图的分幅与编号	378
一、正方形图幅的分幅与编号方法	379
二、矩形图幅的分幅与编号方法	380
三、国际分幅与编号方法	380
§ 4-3 图根平面控制测量	381
一、钢尺量距及检定方法	385
二、水平角观测	393
三、图根三角测量	396
四、图根导线测量	421
五、图根测角交会	463
六、电磁波测距极坐标法	472
§ 4-4 图根高程控制测量	473
一、图根水准测量	473
二、图根三角高程测量	475
三、图根高程网的平差计算	477
§ 4-5 测图前的准备工作	484
一、测区现场踏勘	484
二、聚酯薄膜的选择及处理	484

三、坐标格网的绘制及控制点的展绘..... 485

四、仪器的检验与校正..... 487

§ 4-6 测站点的测定..... 492

一、内、外分点法..... 492

二、图解交会法..... 493

三、图解支点法..... 495

四、测站点高程测定..... 495

§ 4-7 测绘地形图的作业方法..... 496

一、大平板仪测绘法..... 496

二、经纬仪（水准仪）配合小平板测绘法..... 499

三、经纬仪（或测距仪）测绘（测记）法..... 499

四、大比例尺机助成图简介..... 500

§ 4-8 地物与地貌的测绘及表示方法..... 502

一、施测碎部点的方法..... 503

二、测站上的工作和要求..... 504

三、地物的测绘与表示方法..... 504

四、地貌和土质的测绘与表示方法..... 513

五、综合取舍的基本原则..... 519

§ 4-9 地形原图的拼接、整饰与检查..... 521

一、地形原图的拼接..... 521

二、地形原图的整饰..... 521

三、地形原图的检查验收..... 522

四、图历簿的填写..... 523

§ 4-10 地形图的修测..... 528

一、地形图修测的原则..... 528

二、地形图修测工作的安排和步骤..... 529

三、地形图修测的方法..... 530

四、修测的注意事项及精度要求..... 530

第五章 城市航空摄影测量..... 532

§ 5-1 概述..... 532

一、城市航空摄影测量的任务和特点..... 532

二、城市航测成图的方法..... 532

三、城市航测成图的现状和发展..... 533

四、城市航测成图的主要精度规格..... 533

五、航摄像片的主要点、线、面..... 535

§ 5-2 航空摄影..... 536

一、航摄仪器..... 537

二、航摄比例尺的选择	537
三、航摄计划的制定	538
四、对飞行质量和摄影质量的要求	541
五、航摄成果的整理、检查与验收	544
六、航摄底片的保管	546
§ 5-3 航测综合技术设计书的编制	546
一、编写航测综合技术设计书的依据	546
二、航测综合技术设计书的内容	546
三、编制技术设计书的注意事项	547
§ 5-4 野外像控点的布设	548
一、野外像控点在像片上的位置要求	548
二、全野外布点	549
三、航线布点	549
四、区域网布点	550
五、特殊情况的布点	552
§ 5-5 野外像控点选刺与联测	552
一、野外像控点的选刺	552
二、野外像控点的联测	555
§ 5-6 像片调绘	558
一、像片判读	558
二、像片调绘（像片图和初级线划图的调绘）	560
§ 5-7 摄影处理	563
一、摄影处理的基本知识	564
二、晒印	573
§ 5-8 解析空中三角测量（电算加密）	580
一、电算加密的作业过程	581
二、内业加密点选点	581
三、点的转刺	585
四、像点坐标量测	588
五、电算加密程序	595
六、电算加密的计算及各项限差的规定	597
七、计算中问题的分析及成果整理	598
八、电算加密算例	602
§ 5-9 综合法测图	624
一、综合法像片纠正的要求	624
二、纠正仪简介	625
三、纠正镶嵌作业	626

四、各种纠正仪的检校·····	636
五、像片图测图·····	639
六、投影差改正·····	639
七、在威特E4纠正仪上作业求底点的方法·····	642
§ 5-10 立体测图仪测图·····	643
一、立体测图仪的分类·····	643
二、立体测图仪的作业方法和要求·····	644
三、常用立体测图仪的技术参数·····	662
四、几种立体测图仪简介·····	662
五、立体测图仪的使用与保养·····	676
§ 5-11 航测新技术介绍·····	678
一、解析测图仪·····	678
二、计算机辅助测图（机助测图）·····	697
三、数字地面模型·····	699
四、正射投影技术·····	700
五、航测立体测图自动化·····	701
§ 5-12 常规仪器解析法测图·····	702
一、对航摄资料的要求·····	703
二、野外像控点的布设位置要求·····	703
三、野外像控点的选刺与联测·····	703
四、内业像控点的加密·····	703
五、程序设计及算例·····	703
§ 5-13 航测桩点透刻成图·····	725
一、野外像控点的布设与联测·····	726
二、纠正制作全塑半透明像片图·····	726
三、室内判读与野外重点调绘·····	726
四、立坐的量测与解析高程的计算·····	726
五、刻绘成图·····	727
§ 5-14 航测成果成图的检查验收和技术总结·····	727
一、检查验收的步骤和方法·····	727
二、工序的检查验收项目·····	734
三、错漏的鉴别和质量评定·····	735
四、编写技术总结·····	737
第六章 城市工程测量·····	741
§ 6-1 概述·····	741
一、城市工程测量的基本任务·····	741
二、城市工程测量的特点和要求·····	742

三、解析法与图解法·····	743
四、我国城市工程测量的发展概况·····	744
§ 6-2 城市规划道路定线测量和拨地测量·····	746
一、测设平面位置的一般方法·····	746
二、定线、拨地测量各种计算公式与算例·····	755
三、规划道路定线测量·····	763
四、拨地测量·····	773
五、定线、拨地中的校核测量·····	779
六、建筑物定位及验线测量·····	780
§ 6-3 城市工程测图·····	781
一、一般工程测图·····	781
二、水下地形测量·····	784
三、市政工程测图·····	796
§ 6-4 市政工程测量·····	801
一、工程控制测量·····	802
二、中线测量·····	804
三、曲线测设·····	814
四、纵断面测量·····	845
五、横断面测量·····	848
六、调查测量·····	857
§ 6-5 地下管线竣工测量·····	861
一、解析法管线测量·····	863
二、图解法管线测量·····	878
三、城市地下管线竣工资料的管理工作·····	881
四、地下管线机助成图简介·····	883
五、地下管线探测仪简介·····	884
§ 6-6 地下人防工程竣工测量·····	887
一、准备工作和地面控制测量·····	889
二、竖井联系测量·····	889
三、地下导线测量·····	893
四、地下水准测量·····	894
五、需地面放样的地下人防工程竣工测量·····	895
六、测绘成图与资料整理·····	896
七、陀螺经纬仪定向测量简介·····	899
第七章 城市地图绘图与编绘·····	910
§ 7-1 概述·····	910
§ 7-2 制图字体·····	910

一、等线体.....	911
二、宋体.....	911
三、仿宋体.....	911
四、隶体.....	911
五、阿拉伯数字.....	911
六、拉丁字母.....	911
§ 7-3 绘图、展点仪具与植字设备.....	911
一、绘图工具的检查修磨与使用.....	911
二、直角坐标展点仪和日内瓦尺.....	919
三、照相排字机简介.....	921
四、刻图工具及其使用.....	922
§ 7-4 城市地图绘制.....	928
一、城市地图绘制的作业方法.....	928
二、地形图绘制的一般程序和原则.....	929
三、清绘前的准备工作.....	933
四、出版原图的清绘.....	934
五、聚脂薄膜绘图.....	944
六、刻图法.....	945
§ 7-5 城市地图编绘.....	950
一、地图数学基础的展绘.....	950
二、地图内容的转绘.....	951
三、制图综合的原理及主要要素的综合取舍.....	954
四、编绘前的准备工作.....	965
五、编绘作业的方法与一般程序.....	969
六、专题地图和地图集的编制.....	971
第八章 城市地图制印.....	979
§ 8-1 概述.....	979
一、城市地图的制印种类.....	979
二、城市地图的制印特点.....	979
三、制印对原图的要求.....	980
§ 8-2 快速复制法.....	981
一、重氮晒图.....	981
二、静电复印.....	982
三、水洗蓝图.....	984
§ 8-3 平版印刷地图的工艺流程及设计方案.....	984
一、地图表现形式.....	985
二、设计方案需考虑的因素.....	986

三、制印工艺方案举例..... 986

§ 8-4 地图复照仪及主要附件、材料..... 990

一、复照仪..... 991

二、复照仪主要附件..... 992

§ 8-5 翻版、晒版机械及主要附件..... 995

一、翻版、晒版机械..... 995

二、翻版、晒版使用的光源..... 997

三、网线胶片（菲林）..... 998

四、P·S预制版（重氮制版）..... 999

§ 8-6 多色地图版的分涂..... 1000

一、淡蓝阳版..... 1000

二、撕膜版..... 1000

三、描阳桥版..... 1000

四、描薄膜蒙版..... 1001

§ 8-7 打样、印刷机械及主要附件、材料..... 1001

一、打样机、胶印机、晾纸机和切纸机..... 1001

二、橡皮布..... 1005

三、水辊绒套..... 1005

四、纸张..... 1005

五、常用的胶印油墨..... 1007

第九章 城市近景摄影测量..... 1008

§ 9-1 概述..... 1008

一、建筑摄影测量..... 1008

二、工业与工程摄影测量..... 1009

三、生物医学摄影测量..... 1009

§ 9-2 摄影与摄影测量仪器..... 1010

一、摄影机系统..... 1010

二、摄影测量仪器..... 1016

§ 9-3 近景摄影像片的解析处理..... 1017

一、数学基础..... 1018

二、解算方法..... 1021

§ 9-4 近景摄影测量的外业工作..... 1023

一、摄影方案的制定与摄影方式的确定..... 1023

二、摄影站、控制点及待定点选点..... 1024

三、关于摄影标志..... 1024

四、控制系统的建立..... 1025

§ 9-5 误差分析与精度估算..... 1026

一、正直摄影像对的精度分析.....	1026
二、交向摄影像对的精度分析.....	1029
§ 9-6 实际应用举例.....	1031
一、近景摄影测量在高大建筑物变形监测中的应用.....	1031
二、近景摄影测量在工业中的应用.....	1034
第十章 城市地面沉降与建筑物变形观测.....	1037
§ 10-21 概述.....	1037
§ 10-2 沉降观测的周期、精度、布置与技术规定.....	1039
一、沉降观测的周期.....	1039
二、沉降观测的精度要求.....	1040
三、沉降观测的布置与技术规定.....	1043
§ 10-3 沉降观测基点及观测点标志的结构与埋设.....	1044
一、沉降观测水准基点的设置.....	1044
二、沉降观测点的标志结构与埋设.....	1046
§ 10-4 沉降观测.....	1047
一、沉降观测消除系统误差的措施.....	1047
二、短视线精密水准测量方法.....	1047
三、液体静力水准测量方法.....	1048
四、三角高程测量方法.....	1049
§ 10-5 沉降水准网的平差计算.....	1049
§ 10-6 沉降观测成果的整理.....	1053
一、内业计算工作.....	1053
二、技术总结的图表资料.....	1056
§ 10-7 资料分析的统计方法简介.....	1057
一、线性回归分析.....	1057
二、逐步回归计算.....	1059
§ 10-8 沉降观测资料的统计分析.....	1064
一、变形过程的模拟.....	1064
二、变形值与影响变形因子之间的统计关系.....	1068
§ 10-9 建筑物倾斜观测.....	1069
一、直接测定建筑物倾斜的方法.....	1069
二、用气泡式倾斜仪、电子水准器测定倾斜.....	1070
§ 10-10 建筑物的挠度与裂缝观测.....	1071
一、挠度观测.....	1071
二、裂缝观测.....	1073
§ 10-11 高层建筑物的振动观测.....	1073
§ 10-12 动态观测数据处理简介.....	1074