

城市测量与制图

李道义 郑家声 译

余 植 宋肇疆 校

测 绘 出 版 社

城市测量与制图

李道义 郑家声 译

余 植 宋肇疆 校

测 绘 出 版 社

内 容 简 介

本书系统地叙述了西方国家城市测绘的组织和技术。内容新颖。全书共分十章，包括：城市测绘体制、地图投影系统、平面和高程控制、地面和摄影测量、公用事业测量、地籍测量、城市地图及建立城市测绘数据库的原则等。

本书可供从事城市测量和工程测量的技术人员以及有关院校测绘专业的师生学习和参考。

Urban Surveying and Mapping

Springer-Verlag New York 1979

城市测量与制图

(加)T.J.伯拉舒特等 著

李道义 郑家声 译

余 植 宋肇疆 校

测绘出版社出版

林场印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 850×1168 1/32·印张 13¹/₄·插页 2·字数 344

1984年11月第一版·1984年11月第一次印刷

印数 1—11,500册·定价3.25元

统一书号：15039·新336

出版说明

本书除第八章由郑家声同志翻译外，其余各章均为李道义同志翻译。第一、二、八章由余植同志审校，其余各章由宋肇疆同志审校。

序 言

鉴于西半球的一些城市迫切需要有计划而完整地进行测绘工作，泛美地理与历史研究所倡议编写一部有关城市测量与制图的书籍。显然，除了欧洲一些国家以外，世界上大多数城市中都有着同样情况。作者应邀承担了这一任务。

这一任务并非简单。这方面唯一可资借鉴的较全面的文本，是波兰最近出版的《城市测量学》(Geodezja Miejska)。作者得到该书时，本书已大部分完稿。该书为极其特殊的需要而写，尽管有其特点，但是与我们的叙述方法颇不相同。其他参考书均属零散的或陈旧的。

近二十年来，测绘技术发生的变革，对于实际作业方法具有深远影响。此外，传统的城市测量与制图的概念，正在经历着迅速的演变。应当承认，城市的管理和规划都要求不断地提供各种各样的更新资料，这些通过测绘手段得到的资料必须与社会的实际结构相关联。因此，现代城市测绘工作的任务是建立广泛的动态信息系统。这种信息系统是合理规划城市所不可缺少的。

显然，本书首先应该是一本综合性的工作指南，以便在这一般被忽视的领域内建立起统一的标准。采用这样的编写方式是根据以下的事实决定的，即在大多数国家里，城市测量这一复杂任务是由一些缺乏正规测量学教育的人承担的。

本手册并非一般的测量学教科书。因此，不拟阐述测量学的基本原理，对测量仪器的结构和操作方法的介绍，只限于那些特别适用于城市测量的工作方法和仪器特点，也包括各种操作方法和地图成果的示例。

另一重要决定涉及到技术方法的选择和推荐。这类手册不应该只是公式汇编。由于希望本书对世界上不太熟悉城市工作的测

目 录

第一章 城市测绘的体制	1
§ 1. 概述	1
§ 2. 城市测绘现行体制简介	2
§ 3. 对城市测绘工作结构和功能特征的进一步评价	5
§ 4. 城市测绘局与地籍测量工作之间的关系	7
§ 5. 关于城市测绘局体制的建议	8
参考文献	10
第二章 城市地区的地图投影系统	11
§ 1. 大地测量的地图投影	11
§ 2. 计算参考椭球的公式	15
§ 3. 横轴墨卡托投影格网坐标	23
§ 4. 坐标纵线偏角和长度比	28
§ 5. 横轴墨卡托投影改正	34
§ 6. 局部平面坐标的建立	42
参考文献	45
补充读物	46
第三章 平面控制测量	47
§ 1. 绪论	47
§ 2. 平面控制网的密度和精度要求	53
§ 3. 控制网的设计	56
§ 4. 控制点标志	79
§ 5. 电磁波测距	88
§ 6. 水平角测量	107
§ 7. 观测值的归算	129

§ 8. 控制网平差和坐标计算	141
§ 9. 控制网的维护和成果管理	156
§ 10. 控制测量新发展	157
参考文献	158
补充读物	159
第四章 高程控制	161
§ 1. 城市高程控制网的一般特征	161
§ 2. 精度要求	162
§ 3. 高程控制网设计	165
§ 4. 水准点埋石	166
§ 5. 仪器和观测方法	169
§ 6. 高程平差和计算	174
§ 7. 三角高程测量	182
§ 8. 记录保管和维护	184
参考文献	185
第五章 地面测量	186
§ 1. 绪论	186
§ 2. 测量方法概述	187
§ 3. 距离测量	202
§ 4. 角度测量	213
§ 5. 测量操作方法	220
参考文献	252
补充读物	253
第六章 公用事业测量	254
§ 1. 绪论	254
§ 2. 公用事业的测量	255
§ 3. 公用事业的地籍测量	260
参考文献	268
补充读物	268

第七章 地籍测量概论	270
§ 1. 绪论	270
§ 2. 城市地籍测量的基本功能和特征	270
§ 3. 野外作业	273
§ 4. 图解地籍测量、数字地籍测量和计算地籍测量	274
§ 5. 精度分析	276
§ 6. 地籍图	279
参考文献	281
补充读物	281
第八章 摄影测量在城市地区的应用	282
§ 1. 绪论	282
§ 2. 航空摄影的概念	283
§ 3. 摄影飞行任务的计划	295
§ 4. 用摄影测量方法确定辅助控制点(空中三角测量)	303
§ 5. 地形要素的图象、图解和数值的表示	324
§ 6. 城市地区的摄影测量地籍图	349
§ 7. 摄影测量方法在城市地区的特殊应用	358
参考文献	372
补充读物	374
第九章 城市地图	375
§ 1. 绪论	375
§ 2. 基本地图	376
§ 3. 派生的城市地图	389
§ 4. 1:25000, 1:50000, 1:100000和更小比例尺的地形图	397
§ 5. 城市地图的维护	397
§ 6. 专题地图	398

§ 7. 计算机辅助制图系统	401
参考文献	406
第十章 建立城市测绘数据库的原则 (R·A·史密斯).....	407

第一章 城市测绘的体制

§ 1. 概 述

迫切需要制订一项计划，有组织有系统地对全部陆地和水体进行测绘，特别是对城市进行测绘，因为城市的复杂性日益增长，人口密集以及由之而产生的各种问题层出不穷。国家的大部分人口居住在城市（有些国家，城市人口占总人口80%以上），城市决定着国家的社会、经济、文化和政治的发展。大多数儿童在城镇度过他们的童年和青少年的成长时期。世界人口在迅速增长，显然在未来三十年内世界人口将增加一倍。许多城市的情况将比现在更糟。最坏的情况是，那些尚未建成的城市，特别是一些新兴国家的这类城市，如果象现在这样继续忽视不管，将发展成为陈街陋巷的畸形城市。

为了扭转这种局面，迫切需要制订得到法律保障的全面规划，才能满足城市健康发展的基本要求。然而，无论制订规划或执行规划，以及监视实地上产生的变化，均须利用测绘工作所提供的地图和其他成果资料。没有测绘部门提供的有关城市的自然结构、地形和环境条件的可靠资料，就不可能制订出规划。况且，如果工程设计方案没有可靠的测量数据作保障，那么由于施工拖延和错误等因素造成的损失，将很快占工程项目总投资的很大比重。从另一方面来看，测绘投资通常只占工程项目总投资很少一部分。因此，市政当局应当掌握完整的测绘资料，这是行使城市管理职责的第一步。然而，实际上有些大城市还没有足够的适宜比例尺的地图；在这些地图上应表示出一般的地形、地物、建筑物和其他结构，以及非常重要的地下、地表和架空的公共设施。

普通市民常常要为看来似乎与己无关的测绘工作支付相当的费用，尽管大部分是间接支付的。每一个工程项目都包括测量工作，但是如果测量工作只是为该项工程进行，而没有适当的大地控制测量，也不遵守作业规范，那么这种测量成果便不能重复使用，也不能纳入统一的多用途系统；对于法律性质的测量、地籍测量和地产税收估价等，上述要求也是适用的。由于城市中缺乏综合测量体系，使能源和资源造成无谓浪费的例子很多。例如最近对加拿大多伦多市（人口二百万）进行的调查表明，进行综合测量每年可为城市公用事业节约一百万美元左右^[1]。

财政上的损失只是没有很好组织测绘工作所造成的一种后果而已。更为严重的是，没有可靠的测绘资料要想管理城市，必然会造成混乱。在北美一些大城市中产生的煤气管道爆炸，就是这种混乱的例证；市政当局对于没有进行适当的应急措施负有责任，因为他们没有掌握煤气管道敷设的位置、状况和其他有关特征。

尽管在城市地区有组织地系统地进行测量工作，在技术上和经济上显然是合理的，但是只有很少国家做到了这一点。之所以产生这样的情况，是由于对测绘工作的社会经济意义普遍认识不足所致。许多部门，特别是选举的参预决策的公众代表，宁愿支持较为宏伟的工程项目，可以得到公众的承认和喝采；而不支持发展有价值的测量系统，因为其效益不能立即被看到和理解。许多国家缺少有能力、懂专业的测绘干部，无助于改善上述情况。

§ 2. 城市测绘现行体制简介

这里不拟全部列出各国和各城市的现行体制，仅列出五种体制，指出最一般的解决问题方法之间的主要区别。

第一种体制。市政府没有设测绘局，但是设有公共事业局管理城市基本技术服务工作（例如上下水道），并且可以承担一些基本的规划设计任务。它们没有1:2000和更大比例尺的统一城市地

图，只有零星的较小比例尺地图，这是一些普通地图，而且大部分已经陈旧。地产只用示意图来表示地块的相关位置。如果是重要工程项目，例如建设重要的交通运输干线、高级行政机关（例如地区的或中央的政府机构），那么这个项目以及相应的测绘工作通常都会受到重视。

第二种体制。市政府在城市规划和发展中起着较积极的作用。仍然没有测绘局，但是公共事业局或城市规划局可能已经有了统一的城市地图（通常是比例尺为1:1000或1:2000的航测图），或者根据情况需要准备测制城市局部地区的地图。如同第一种体制那样，地籍测量与城市管理部门完全分开，但是市政府可能掌握有地产的详细资料，包括建筑物产权。

第一和第二两种体制最常见于几十万人口的城市。

第三种体制。美国和加拿大的一些较大城市采用这种体制。有城市测绘局，尽管它不承担城市所需地图的生产和修测任务，但是它负责保管所需要的地图。测绘局根据市政府其他技术部门提出的要求提供测绘服务。测绘局也可以维护和扩展城市地区的平面和高程控制网，用于各种测绘项目。

有了这样的测绘局，并不排除由其他部门，通常是更高一级的行政管理部门——地区的、省的或联邦的政府机构，进行更大范围的技术上要求更高的测量工作。规划和建设穿越城市或市区的公路时，常常由省或州的公路局自己在市区进行测绘工作。要想协调城市地区的各种测量活动，在很大程度上取决于负责城市测量部门的职权和所能管辖的其他单位测量部门的权利。

地籍测量工作不属于城市测绘局，但是为了行政管理的目的，测绘局可以利用具有法律性质的测量资料，编制统一的大比例尺地图，表示出地界。最近几年，有些城市为此目的编制了正射影象地图。正射影象地图生产成本较低，包含着丰富的地物平面位置信息，尽管这些信息有的解译不出来。利用地面的高程数据以自动化方法也能很快生产出这种地图。

第四种体制。由城市测绘局负责完成所有城市管理部门所需要的除地籍测量而外的各种测绘工作。因此，城市测绘局可以主动地进行必要的测绘工作。除此以外，还可以利用自己掌握的资料和从其他信息文件得到的数据编制很多专题地图。另一方面，也可以只生产具有基本几何要素的底图，供编制其他部门所需要的专题地图，例如规划设计部门和统计局所需要的专题地图。

按照这一体制，市政府掌握自己的专业测绘机构和测绘技术人员。他们配备有外业测量仪器，甚至还装备有摄影测量仪器。在欧洲一些国家，例如西德，三十万人口以上的城市常常具有自己的地图制印设备〔2〕。

测绘局的规模和编制人数，主要取决于所承担的测绘工作范围，以及所能利用的个体测量员和私营测图公司的限度。

在测量标准较高的国家里，城市测绘局和地籍测量局通常保持密切的工作关系。两个部门的测量作业依据共同的控制网，测量成果互相交换。按照这种体制，城市测绘局通常要在工作上与各城市的各职能局如规划局、公共事业局、城建局、税务局、警察局、消防局等保持联系。例如，如果需要批准一项建筑工程，城建局要求该项建筑必须严格按照批准的计划进行；这时，测绘局必须在建筑各重要阶段检查是否符合专门的要求；然后，城建部门再采取相应措施。

采用这种体制的市政府通常具有很全面的测绘计划，掌握有完整的地图系列，比例尺为1:1000，1:5000和1:10000。

第五种体制。这种体制的特点是：城市测绘局同时具有地籍测量局的职能。瑞士采用了这种非常有法律效力的解决办法，但是在其他地方很少见。该城市测绘局按照第四种体制的要求进行许多测绘工作，但是此外还承担着地籍测量工作，因此它负责城市地区地籍资料的测绘和管理工作。城市测绘局并不承担全部野外工作，但是要行使国家法律所规定的全部管理工作，包括地籍测量的形式和质量要求，并且只对上一级国家地籍管理部门负

责。承担这种地籍测量工作的城市测绘局的领导者和工程师除需要经过专门的技术训练外，还需要取得从事此项工作的许可证。

将地籍测量工作置于城市测绘局的领导下，使得城市地区的测绘工作达到了完全集中配套，从而可避免由两个独立的测绘部门进行重复的作业。

§ 3. 对城市测绘工作结构和功能特征的进一步评价

在研究城市测绘工作的结构和功能特征时，我们特别注意研究了北美、南美和欧洲一些国家的情况。进行了一些调查，得出了一些结论，对城市测绘工作应该说是有益处的。

一个颇令人不安的印象是，绝大多数国家的城市测绘机构，既没有自己的测绘仪器，也无法取得可资利用的仪器设备，而且明显地缺乏可供参考的出版物。

有些国家，特别是东欧一些国家，有全国范围的测绘计划，以足够数量的训练有素的技术干部作为后盾，但是不能经常得到先进的技术，由于存在严重的官僚主义，总的来说不一定能获得突出的效果。尽管这些国家制订有很好的非常详细的技术规范细则，包括测绘生产的各个工序，与其他部门的关系，但是，这些规范细则给人留下的印象是，过于繁琐，很不实用。这些国家测绘方面的情况是保密的，很难对其测绘效果作出适当评价。然而，他们这方面的技术能力很高是不容置疑的。

在中欧一些国家存在着不同的情况，它们有着全面进行城市测量的悠久传统。由于大城市在行政管理上是独立的，或者由于大城市隶属不同省或州，所以有组织形式各不相同的测绘机构，各城市进行测绘工作的功能和范围也不尽相同。尽管如此，实际上技术方面仍然可以发现有许多相似和一致的趋向，虽然缺乏严格的集中管理，还出现了这样相似的情况，是非常值得注意的。

这种趋势从表1-1可以明显地看出。该表取自Schriever 的研究报告〔2〕中有关西德城市测绘的类似表格。表中按城市人口数排列，基本上包括了城市测绘的技术特征，以及城市测绘局的技术设备。根据 Schriever 进行的调查，值得十分注意的是，在西德人口达到三十万的城市，为了充分满足需要，通常要求有全套地图制印设备。西德人口密度大约为每平方公里230人，工业发达，生活水平高，他们对城市测绘方面的要求，不能直接用于其他国家的城市。然而，西德和其他中欧国家的城市测绘工作作为一个范例，是值得发展中国家认真研究的。

具有一定仪器设备的城市测绘局还需要及时进行测绘技术的研究和改造。为了获得最佳效果，应该注意这样的事实，摄影测量和电子测绘技术的应用范围正在扩大，还有数字化作业以及自动绘图或数据显示等技术都应进行适当地综合利用，使它们成为作业系统的组成部分〔3〕。

世界上大多数城市还没有很好地组织起测绘局，这一事实并不能证明没有测绘局同样可以管理好城市。恰恰相反，因没有测绘局而造成管理重要事务缺乏逻辑性的例子是屡见不鲜的，造成这一事实的原因部分地由于各政府部门不够重视，部分地由于受具体条件的限制。大多数市政管理部门存在着严重的财政问题。缺乏上下水道设施、铺面道路、医院和学校，给市民带来很多不便。因此，在这些方面需要给予财政支持，这是可以理解的。然而，如果不能及时提供基本测绘资料，那么在城市管理和规划设计中就会造成混乱，铸成大错。

§ 4. 城市测绘局与地籍测量工作之间的关系

一个国家，无论采取哪种特点的地籍测量体制，其基本目的在于提供有关地产的可靠资料。在大多数地籍测量体系中，不动产（土地和建筑物）的使用情况和价值以及管理所掌握的数据（包括税收目的），均需记录下来。确定地界有两种可靠的方法：（1）直接根据沿地界设置的界石或标志；（2）根据埋石的地面点（控制点）测定地产界线，所用控制点通常不是地界点。

从土地所有者的观点出发，除个别的情况下，如果没有额外的要求和义务，例如为了交纳税款，采用第一种方法完全可以满足需要。土地所有者通常不需要了解地产的准确尺寸和地理位置。然而，从城市管理的观点出发，用第一种方法来确定地块是不能满足要求的。要求测定地产的准确地理位置，主要是为了各种工程项目的规划和施工。这就要求采用第二种方法，即根据控制网测定。这对于城市地区是非常重要的，因为城市地区地界复杂，有专门的技术要求，而且地皮价值也很高。如果这样考虑“地籍测量”，就需要进行精确的测量，最后成果应是地图。

与地籍测量相比较，专门的城市测量工作除必须满足同样的要求外，还涉及更广的范围。城市测量除测定地籍测量所要求的地界和建筑物以外，还要测绘地面上的地形起伏和其他碎部的位置和尺寸，例如道路边缘，探井，下水道口，植物，地面、地下和架空的设备等。由于地籍图要经常保持现势性，所以它能为专门的城市地图提供最好的基础。很明显，为了节省开支和提高效率，把这两种测量活动结合在一起进行是很必要的。

实际上，在城市地区很少把地籍测量和城市测量有效地结合在一起。主要困难是习惯势力和思想方法问题，而不是技术上的问题。由于地籍测量工作开展较早，为了按地产尺寸和价值合理收税，地籍测量工作通常不是属于财政部门就是属于法律部门，或者同时属于两者；而普通测绘工作则归军事部门或技术部门领

导。常常因此妨碍着将国家的地籍测量工作与普通测量工作合并管理，特别是在一些大城市中，地籍测量局在继续从事其范围较窄的测量工作。

然而，正如瑞士等国所证明的，地籍测量工作（至少是测量工作部分），可以有效地与城市测绘局的工作合并。显然，涉及地籍测量问题时，城市测绘局必须采用国家地籍测量系统所采用的方法和技术规定。这样做并不会有什么困难，因为所采用的测量方法是相同的，尽管这些方法的运用有所不同。反之，由同一些技术人员负责进行城市测量和地籍测量，可以达到两种作业的协调一致。

需要将城市测绘局与地籍测量局合并的另一重要理由是：不动产的任何变化（例如地产的出售、分块、修建建筑物）必须立即查明和登记，这是地籍测量的基本要求，因为只有经过地籍部门呈报，这种地产的变化才能批准和具有法律效力。这种资料是城市管理部门的最基本资料。因此，在城市中不应把地籍测量和城市测量分开。

§ 5. 关于城市测绘局体制的建议

要想提出一种普遍适用的城市测绘局的体制，是不可能的。人员编制、仪器设备、作业范围和其他特征，不仅取决于城市的大小和特点，而且还取决于国家制度和测绘工作现状。在有些国家里，城市测绘局可以将大量测绘工作承包出去；而在另一些国家，每项测绘工作均要由城市测绘局本身完成。

地籍测量是在全国范围内进行的，机构遍布全国领土上，但主要是在城市。因此，在小城市未建立起完备的城市测绘局并制订出比较完整的测绘计划之前，最好由地籍测量局综合进行地籍测量和城市测量工作。较小城市测绘机构的体制如图1-1所示。

在这种体制中，市政工程局（整体规划、建筑监督、上下水道等）依靠当地地籍测量部门提供测绘服务。由于分别属于两个