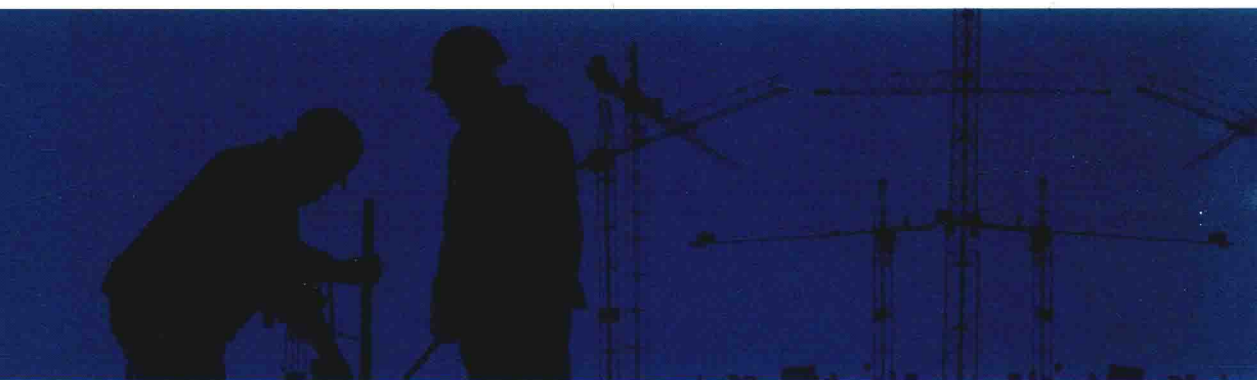


建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

测量员

岗位知识与专业技能



本书编委会 编

中国建筑工业出版社

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

测量员岗位知识与专业技能

本书编委会 编

张胜良 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

测量员岗位知识与专业技能/《测量员岗位知识与专业技能》编委会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017.4
建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材
ISBN 978-7-112-20207-2

I. ①测… II. ①测… III. ①建筑测量-职业培训-教学参考资料 IV. ①TU198-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 004415 号

本教材是建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材之一。全书分为上下两篇。上篇岗位知识包括: 建筑工程施工测量概述, 施工测量相关法规、安全知识和基本要求, 水准测量, 角度测量, 距离测量, 测量误差理论基本知识。下篇专业技能包括: 施工测量准备工作, 一般建筑施工测量, 超高层建筑施工测量, 工业建筑施工测量, 钢结构施工测量, 特殊工程施工测量, 建筑物变形测量, 建筑物竣工测量, 建筑施工测量成果资料整理。

本教材既可作为测量员职业资格考核培训学习用书, 也可供相关职业院校师生参考使用。

责任编辑: 朱首明 李 明 李 阳 牟琳琳

责任校对: 李欣慰 李美娜

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

测量员岗位知识与专业技能

本书编委会 编

张胜良 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12½ 字数: 307 千字

2017 年 5 月第一版 2017 年 5 月第一次印刷

定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-20207-2
(29667)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

主 编：张胜良

副主编：陆静文

编 委：（按姓氏笔画排序）

卢德志 代保民 李志远 张志进 岳国辉

黄曙亮 焦俊娟

前 言

建筑施工测量在工程建设中有着广泛的应用，它服务于工程建设的每一个阶段，贯穿工程建设的始终。建筑企业中相关测量人员的数量、专业素质和专业技能，是企业实力的重要标志。本教材通过讲解建筑施工测量过程中测量员需要掌握的岗位知识和专业技能，为测量员开展日常工作奠定基础，对于各级培训、自学和教学有重要的参考价值，对加快培养具有扎实理论和熟练操作技能的技术工人队伍，提高企业的技术进步和产品质量有着积极的作用。

本教材的编写主要根据现行的国家、行业标准，并融入工程经验、方法和技术，内容满足施工现场对测量人员的要求。本教材内容分为岗位理论知识和专业技能，第1~6章为岗位知识，第7~15章为专业技能。岗位知识包括水准测量、角度测量、距离测量的测量原理、操作方法和使用，误差的基本知识和应用，这些知识是测量的基础。专业技能部分根据施工流程，主要包括一般建筑施工测量、超高层建筑施工测量、工业建筑施工测量、特殊工程施工测量、钢结构工程施工测量、建筑物的变形观测、竣工测量等内容，另外还包括水准仪、经纬仪等仪器在施工测量中应用。本教材力求理论联系实际，实用性和可操作性强。

本教材由张胜良担任主编，编者在编写过程中参阅了大量文献，在此谨向有关作者表示衷心的感谢！由于编者水平有限，书中难免存在疏漏及不妥之处，恳请读者及同行批评指正。

目 录

上篇 岗位知识

一、建筑工程施工测量概述	1
(一) 测量学的定义	1
(二) 地面点位的确定	2
(三) 建筑工程测量在施工技术中的发展	5
二、施工测量相关法规、安全知识和基本要求	6
(一) 施工测量相关法规	6
(二) 施工现场安全知识	10
(三) 施工现场测量作业的基本要求	12
三、水准测量	15
(一) 水准测量原理	15
(二) 水准仪的基本构造和操作	17
(三) 水准测量和记录	29
(四) 水准测量的成果校核	31
(五) 水准路线布设及水准测量的方法	35
(六) 水准仪在施工中的应用	37
四、角度测量	43
(一) 角度测量原理及方法	43
(二) 经纬仪的构造及使用	44
(三) 全站仪的构造及使用	50
(四) 水平角观测及记录	69
(五) 垂直角观测及记录	72
(六) 角度测量在施工中的应用	73
五、距离测量	82
(一) 钢尺量距	82
(二) 电磁波测距	91
六、测量误差理论基本知识	94
(一) 概述	94

(二) 观测值精度评定	95
(三) 误差处理方法	98
(四) 施工过程中减弱误差的方法	99

下篇 专业技能

七、施工测量准备工作	105
(一) 施工测量前准备工作的主要内容	105
(二) 施工图校核和现场桩位校核	106
(三) 坐标转换	110
(四) 测设工作的基本方法	114
八、一般建筑施工测量	122
(一) 施工控制测量	122
(二) 基础施工测量	130
(三) 轴线和高程传递	132
九、超高层建筑施工测量	135
(一) 施工控制测量	135
(二) 轴线和高程竖向传递测量	136
十、工业建筑施工测量	138
(一) 准备工作	138
(二) 厂房控制网测设	139
(三) 厂房基础施工测量	141
(四) 厂房预制构件安装测量	143
(五) 屋架安装测量	146
十一、钢结构施工测量	148
(一) 钢结构校正流程	148
(二) 钢柱基础施工测量	148
(三) 钢柱安装测量	150
(四) 标高控制测量	152
(五) 钢结构校正保护措施	152
十二、特殊工程施工测量	154
(一) 高耸塔形建筑物施工测量	154
(二) 圆弧及曲线结构施工测量	155
(三) 大型钢网架结构施工测量	157
十三、建筑物变形测量	160
(一) 变形测量精度	160

(二) 基准点的布设	162
(三) 垂直位移观测	164
(四) 水平位移观测	170
(五) 基坑监测	174
十四、建筑物竣工测量	180
(一) 概述	180
(二) 竣工总平面图的编绘方法	181
(三) 竣工总平面图的附件	181
十五、建筑施工测量成果资料整理	183
参考文献	190

上篇 岗位知识

一、建筑工程施工测量概述

(一) 测量学的定义

1. 测量学概念

测量学是研究整个地球的形状和大小以及确定地面点位关系的一门学科。根据它的任务与作用，主要分两个方面：

测定：由地面到图形。指使用测量仪器，通过测量和计算得出一系列测量数据，或把地球表面的地形缩绘成地形图。

测设：由图形到地面。指把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来，作为施工的依据。

2. 测量学科的分类

测量学科按照研究范围和对象的不同，产生了许多分支科学。一般分为：大地测量、测绘航空摄影、摄影测量与遥感、地理信息系统工程、工程测量、不动产测绘、海洋测绘、地图编制、导航电子地图制作、互联网地图服务。随着测绘新技术的不断发展，新的测量分支学科将不断涌现。

3. 建筑工程测量的内容

建筑工程测量包括工程设计、施工和管理各阶段所进行的各种测量工作，它直接为建设工程的设计、施工、安装、竣工以及运营管理提供保障和服务。建筑工程测量主要包括设计测量、施工测量、变形测量、竣工测量等内容。

(1) 设计测量

在工程勘察设计阶段，将拟建地区的地面现状（包括地物、地貌）测出，其成果用数字符号表示或按一定比例缩小后绘制成地形图，作为工程规划设计的依据。

(2) 施工测量

在工程施工阶段，将设计图上规划、设计的建筑物、构筑物，按设计与施工的要求，测设到地面上预定的位置，作为工程施工的依据。

(3) 变形测量

在工程施工和竣工后运营初期，为保障工程安全，需对在建建筑物以及工程周边道路、毗邻建筑的变形进行周期性监测，掌握变形量和变形趋势，为工程稳定性、安全性分

析提供基础数据。

(4) 竣工测量

工程竣工验收时,对建筑物、构筑物的主体工程及其附属设施等的实地平面位置与高程进行的测量工作。

4. 建筑工程测量工作的基本原则

在测量工作中无论采用何种方法、使用何种仪器进行测量或放样,都会给其成果带来误差。为了防止测量误差的逐渐传递和累积,要求测量工作必须遵循以下原则:

(1) 在布局上遵循“从整体到局部”的原则,测量工作必须先进行总体布置,然后再分期、分区、分项实施局部测量工作,而任何局部的测量工作都必须服从全局的工作需要。

(2) 在工作程序上遵循“先控制后碎部”的原则,就是先进行控制测量,测定测区内若干个控制点的平面位置和高程,作为后面测量工作的依据。

(3) 在精度上遵循“从高级到低级”的原则。即先布设高精度的控制点,再逐级发展布设低一级控制点以及进行碎部测量。

(4) 测量工作必须进行严格的检核,前一步工作未作检核不得进行下一步测量工作。

(5) “边工作边校核”,测量学中通常将现场测量、收集数据的作业过程称为测量外业,因为这部分工作大多是在室外完成的,而将整理数据和计算成果的工作称为测量内业。测量工作中只有外业和内业相结合,才能很好地完成测量任务。

测量工作是严谨的科学工作,必须认真对待。每一个观测数据,都要在现场认真检查,仔细核对,如观测数据有误或超过限差要求,必须立即重测,直到符合精度要求为止。观测完成后,应重新设站观测或采用其他方法,进行比对校核。

(二) 地面点位的确定

1. 基准面与基准线

从整个地球来看,地球大致像一个椭球体,其表面极不规则,不便于用数学公式来表达。地球高低起伏,最高海拔 8844.43m (珠穆朗玛峰),最低海拔 11022m (太平洋西部的马里亚纳海沟),地球的半径大约是 6371km。海洋面积约占 71%,陆地面积约占 29%。

由于地球的自转运动,地球上任一点都受到地球引力与离心力的双重作用,这两个力的合力,称为重力。重力的方向线称为铅垂线,铅垂线是测量工作的基准线。静止的水面所形成的曲面称为水准面。过水准面上的任意一点所作的铅垂线,在该点均与水准面正交。与水准面相切的平面称为水平面。由于海水面有高有低,因此水准面有无穷多个,其中与平均海面重合并向陆地延伸所形成的封闭曲面,称为大地水准面。大地水准面是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的地球形体,称为大地体,它代表了地球的自然形状和大小,如图 1-1 所示。

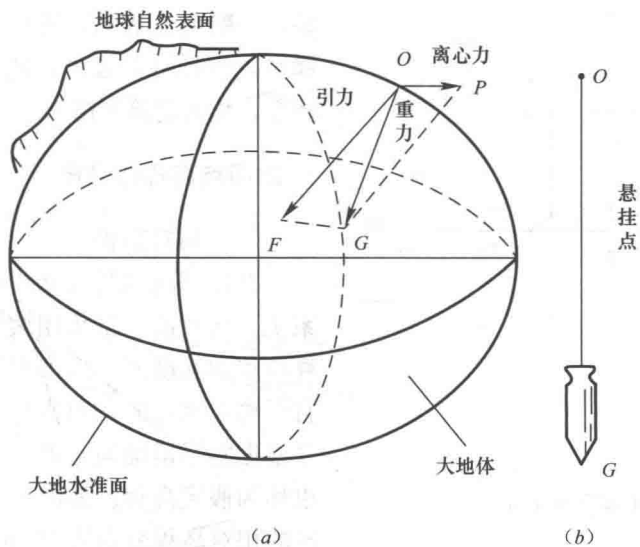


图 1-1 基准面与基准线

2. 地面点平面位置的确定

(1) 大地坐标

地面点在参考椭球面上投影位置的坐标，可以用大地坐标系统的经度和纬度表示。如图 1-2 所示，O 为地球参考椭球面的中心，N、S 为北极和南极，NS 为旋转轴，通过旋转轴的平面称为子午面，它与参考椭球面的交线称为子午线，其中通过原英国格林尼治天文台的子午线称为首子午线。通过 O 点并且垂直于 NS 轴的平面称为赤道面，它与参考椭球面的交线称为赤道。地面点 P 的经度，是指过该点的子午面与首子午线之间的夹角，用 L 表示，经度从首子午线起算，往东自 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为东经。往西自 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为西经。地面点 P 的纬度，是指过该点的法线与赤道面间的夹角，用 B 表示，纬度从赤道面起算，往北自 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为北纬，往南自 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为南纬。

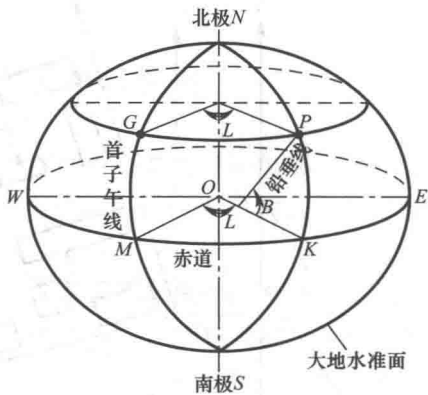


图 1-2 大地坐标

(2) 平面直角坐标

当测量区域较小时，可直接用与测区中心点相切的平面来代替曲面，然后在此平面上建立一个平面直角坐标系。因为它与大地坐标系没有联系，故称为独立平面直角坐标系，也叫假定平面直角坐标系。

如图 1-3 所示，平面直角坐标系规定南北方向为纵轴 x ，东西方向为横轴 y ， x 轴向北为正，向南为负， y 轴向东为正，向西为负。地面上某点 A 的位置可用 x_A 和 y_A 来表示。平面直角坐标系的原点 O 一般选在测区的西南角以外，使测区内所有点的坐标均为正值。

(3) 建筑施工坐标系

在建筑工程中，有时为了便于对建（构）筑物平面位置进行施工放样，将原点设在建（构）筑物两条主轴线（或某平行线）的交点上，以其中一条主轴线（或某平行线）作为纵

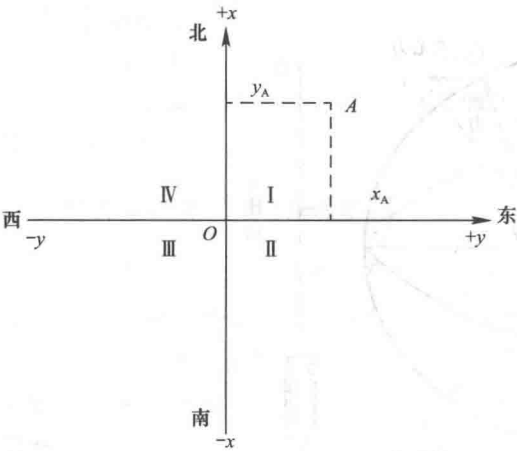


图 1-3 平面直角坐标

轴，一般用 A 表示，顺时针旋转 90° 方向作为横轴，一般用 B 表示，建立一个平面直角坐标系，称为建筑坐标系，如图 1-4 所示。

3. 地面点高程的确定

(1) 相对高程

在局部地区特殊条件下可采用相对高程系统。相对高程是采用假定的水准面作为起算高程的基准面。地面点到假定水准面的垂直距离叫该点的相对高程。由于高程基准面是根据实际情况假定的，所以相对高程有时也称为假定高程。如图 1-5 所示，地面点 A 、 B 的相对高程分别为 H'_A 和 H'_B 。

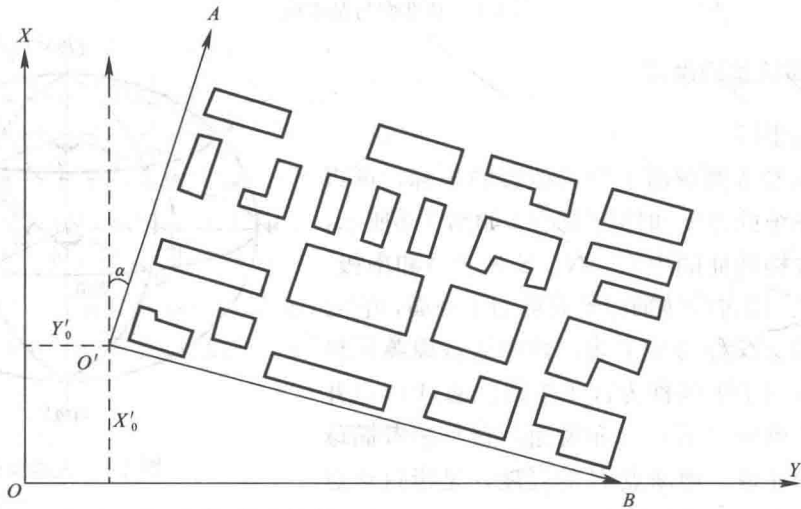


图 1-4 建筑坐标系

(2) 绝对高程

地面点到大地水准面的铅垂距离，称为该点的绝对高程，简称高程，用 H 表示。如图 1-5 所示，地面点 A 、 B 的高程分别为 H_A 和 H_B 。数值越大表示地面点越高，当地面点在大地水准面的上方时，高程为正；反之，当地面点在大地水准面的下方时，高程为负。

(3) 高差

两点的高程之差称为高差，用 h 来表示。地面两点的高差与高程基准无关，与两点的位置有关。如图 1-5 所示， A 点至 B 点

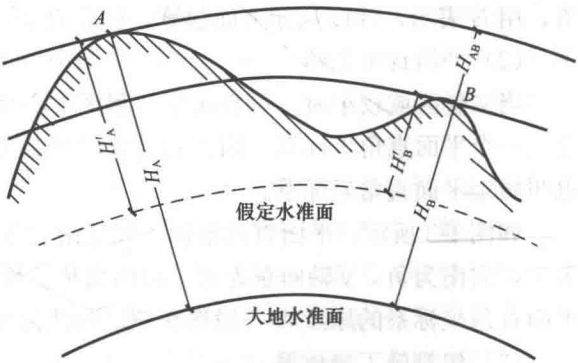


图 1-5 高程和高差

的高差为 H_{AB} 。

$$H_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-1)$$

当 H_{AB} 为正时, B 点高于 A 点; 当 H_{AB} 为负时, B 点低于 A 点。

4. 测量放样的三项基本工作

测量工作的根本任务是确定地面点的空间位置, 地面点位通常用直角坐标和高程来表示。在实际测量工作中, 这些量都是间接测定的。

如图 1-6 所示, 设 A 、 B 两点的坐标已知, P 为待定点。只需测量出水平角 β 和水平距离 D_{BP} , 即可计算出 P 点的坐标。这说明, 确定地面点坐标的主要工作是测量水平距离和测量水平角。

而对地面点高程的确定, 则是根据已知点的高程和该点与待定高程点的高差实现的。

地面点间的水平距离、水平角和高差是确定地面点位的三个基本要素。对应测量的三项基本工作为: 水平距离测量、水平角测量和高差测量。

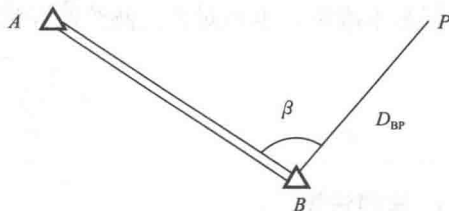


图 1-6 地面点的确定

(三) 建筑工程测量在施工技术中的发展

建筑工程测量是一门历史悠久的技术, 是从人类生产实践中逐渐发展起来的。

建在公元前 27 世纪的埃及金字塔, 其形状与方位都很准确, 这说明当时就已有测量放样的工具和方法。

我国早在夏商时代, 就有了准绳和规矩等测量工具。准是可测平面的水准器, 绳是丈量距离的工具, 规是画圆的器具, 矩则是一种可定平, 可测长度、深度和画圆、画矩形的通用测量仪器。中华民族伟大象征的万里长城修建于秦汉时期, 这一规模巨大的防御工程, 从整体布局到修筑, 都要进行详细的设计测量和施工测量工作。

现在的人类活动日趋活跃, 随着社会的发展, 国际化、全球化进展的加快, 我国正在进行许多在世界建筑史的发展中具有开创性意义的建筑工程, 并成为新的世界性地标。

随着中国经济的蓬勃发展, 超高层建筑引领城市发展趋势, 许多高大建筑物应运而生, 各地 500m、600m 甚至 800m 的超高摩天建筑如雨后春笋般拔地而起。随着超高层建筑高度越来越高, 施工控制技术难度越来越大。因此, 现代精密与大型工程测量项目都有其自身的特点: 有的需要毫米级或更高精度; 有的由于其在空间变化的不规则性、多样性、复杂性、超规模而无先例, 增加了施工测量难度和困难; 有的超出传统工程测量范畴, 介入应力、应变监测。这些对工程测量的方法、精度和实施都提出了挑战。结合工程特点不仅设计和制造一些专用的仪器和工具, 并引进现代工程测量高新技术, 将卫星定位、激光扫描和激光跟踪、摄影测量、电子测量技术及自动化技术等众多学科技术在施工测量中渗透与融合, 并在施工测量中得到应用。许多工程实现了数据采集和数据处理自动化、实时化, 数据管理趋向集成化、标准化、可视化, 数据传输与应用网络化、多样化, 这些技术势必会对将来的施工测量技术发展产生深远的影响。

二、施工测量相关法规、安全知识和基本要求

目前我国已初步建立了由法律、行政法规、地方性法规、部门规章、政府规章、重要规范性文件等共同组成的测绘法律法规体系，为测绘管理提供了依据，为从事测绘作业提供了基本准则，本章对相关测绘法律法规进行了简要概述。

（一）施工测量相关法规

1. 法律法规

《中华人民共和国测绘法》于1993年7月1日起实施，2002年8月29日通过修订，2002年12月1日起实施。《中华人民共和国测绘法》是我国从事测绘活动和进行测绘管理的基本准则和依据。

《中华人民共和国计量法》于1985年9月6日第六届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，1985年9月6日中华人民共和国主席令第二十八号公布，1986年7月1日起施行。现行生效版本为2015年4月24日修正版。

国家测绘地理信息局2014年7月1日下发《关于印发测绘资质管理规定和测绘资质分级标准的通知》（国测管发〔2014〕31号），从事测绘活动的单位，应当依法取得测绘资质证书，并在测绘资质等级许可的范围内从事测绘活动。

行政法规是由国务院根据宪法和法律，并且按照行政法规制定程序制定。它的地位和效力仅次于法律，服从于宪法和法律。目前，施工测量经常用到的主要有：

- 1) 《中华人民共和国地图编制出版管理条例》，1995年10月1日起施行。
- 2) 《中华人民共和国测量标志保护条例》，1997年1月1日起施行。
- 3) 《中华人民共和国测绘成果管理条例》，2006年9月1日起施行。
- 4) 《基础测绘条例》，2009年8月1日起施行。

部门规章由国务院各部、各委员会、审计署和具有行政管理职能的直属机构，根据法律和国务院的行政法规、决定、命令，在本部门的权限范围内制定。部门规章经部分会议或者委员会会议决定，由部门首长签署予以公布。规范性文件是各级党政机关、团体、组织颁发的各类文件中最重要的一类，因其内容具有约束和规范人们行为的性质，故称为规范性文件。我们经常涉及的部门规章和规范性文件主要有：《测绘作业证管理规定》、《测绘计量管理暂行办法》、《测绘质量监督管理办法》、《测绘生产质量管理规定》。另外，省、自治区、直辖市的人民代表大会及其常务委员会根据本行政区域的具体情况和实际要求，在不与宪法、法律、行政法规相抵触的前提下，可以制定地方性法规。

2. 工程测量规范

《工程测量规范》GB 50026—2007的制定主要是为了统一工程测量的技术要求，做到

技术先进、经济合理,使工程测量产品满足质量可靠、安全适用的原则。规范适用于工程建设领域的通用性测量工作,以中误差作为衡量测量精度的标准,以 2 倍中误差作为极限误差。规范共有 10 章 7 个附录,本节只作简单概述。

(1) 平面控制测量

平面控制网的建立,可采用卫星定位测量、导线测量、三角形网测量等方法。平面控制网的精度按等级划分为:卫星定位测量控制网依次为二、三、四等和一、二级,导线及导线网依次为三、四等和一、二、三级,三角形网依次为二、三、四等和一、二级。其中卫星定位测量和导线测量的主要技术要求见表 2-1 和表 2-2。

卫星定位测量控制网的主要技术要求

表 2-1

等级	平均边长 (km)	固定误差 A (mm)	比例误差系数 B (mm/km)	约束点间的边长 相对中误差	约束平差后最弱边 相对中误差
二等	9	≤ 10	≤ 2	$\leq 1/250000$	$\leq 1/120000$
三等	4.5	≤ 10	≤ 5	$\leq 1/150000$	$\leq 1/70000$
四等	2	≤ 10	≤ 10	$\leq 1/100000$	$\leq 1/40000$
一级	1	≤ 10	≤ 20	$\leq 1/40000$	$\leq 1/20000$
二级	0.5	≤ 10	≤ 40	$\leq 1/20000$	$\leq 1/10000$

导线测量的主要技术要求

表 2-2

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测角中误差 ($''$)	测距中误差 (mm)	测距相对 中误差	测回数			方位角 闭合差 ($''$)	导线全 长相对 闭合差
						1 $''$ 级仪器	2 $''$ 级仪器	6 $''$ 级仪器		
三等	14	3	1.8	20	1/150000	6	10	—	$3.6\sqrt{n}$	$\leq 1/55000$
四等	9	1.5	2.5	18	1/80000	4	6	—	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
一级	4	0.5	5	15	1/30000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	1/14000	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	1/7000	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注: 1. 表中 n 为测站数。

2. 当测区测图的最大比例尺为 1:1000 时,一、二、三级导线的导线长度、平均边长可适当放长,但最大长度不应大于表中规定长度的 2 倍。

3. 测角的 1 $''$ 、2 $''$ 、6 $''$ 级仪器分别包括全站仪、电子经纬仪和光学经纬仪。

(2) 高程控制测量

高程控制测量精度等级依次为二、三、四、五等,各等级高程控制宜采用水准测量,四等及以下等级可采用电磁波测距三角高程测量。高程系统宜采用 1985 国家高程基准。在已有高程控制网地区测量时,可沿用原有高程系统。高程控制点间的距离,一般地区应为 1~3km,工业厂区、城镇建筑区宜小于 1km,但一个测区及周围至少应有 3 个高程控制点。水准测量和电磁波测距三角高程的主要技术要求见表 2-3 和表 2-4。

水准测量的主要技术要求 表 2-3

等级	每千米高差全中误差 (mm)	路线长度 (km)	水准仪型号	水准尺	观测次数		往返较差、附和或环线闭合差	
					与已知点联测	附和或环线	平地 (mm)	山地 (mm)
二等	2	—	DS ₁	因瓦	往返各一次	往返各一次	$4\sqrt{L}$	—
三等	6	≤50	DS ₁	因瓦	往返各一次	往一次	$12\sqrt{L}$	$4\sqrt{n}$
			DS ₃	双面		往返各一次		
四等	10	≤16	DS ₃	双面	往返各一次	往一次	$20\sqrt{L}$	$6\sqrt{n}$
五等	15	—	DS ₃	单面	往返各一次	往一次	$30\sqrt{L}$	—

注：1. 结点之间或结点与高级点之间，其路线的长度，不应大于表中规定的 0.7 倍。
2. L 为往返测段、附和或环线的水准路线长度 (km)； n 为测站数。
3. 数字水准仪测量的技术要求和同等级的光学水准仪相同。

电磁波测距三角高程观测的主要技术要求 表 2-4

等级	每千米高差全中误差 (mm)	边长 (km)	观测次数	对向观测高差较差 (mm)	附和或环形闭合差 (mm)
四等	10	≤1	对向观测	$40\sqrt{D}$	$20\sqrt{\sum D}$
五等	15	≤1	对向观测	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\sum D}$

注：1. D 为电磁波测距边长度 (km)；
2. 起讫点的精度等级，四等应起讫于不低于三等水准的高程点上，五等应起讫于不低于四等的高程点上；
3. 线路长度不应超过相应等级水准路线的总长度。

(3) 地形测量

地形图测图比例尺，要根据工程设计、规模大小和运营管理的需要，灵活选用。地形测量的区域类型，可划分为一般地区、城镇建筑区、工矿区和水域。地形测量的基本精度要求，应符合下列规定：

1) 地形图上地物点相对于邻近图根点的点位中误差，一般地区不超过 0.8mm，城镇建筑区、工矿区不超过 0.6mm，水域不超过 1.5mm。

2) 地形图上高程点的注记，当基本等高距为 0.5m 时，应精确至 0.01m；当基本等高距大于 0.5m 时，应精确至 0.1m。

(4) 线路测量

线路的平面控制宜采用导线或 GNSS 测量方法；线路的高程控制宜采用水准测量或电磁波测距三角高程测量方法，并靠近线路布设。平面和高程控制点宜选在土质坚实、便于观测、易于保存且在施工干扰区之外的地方。当线路与已有的道路或管线等交叉时，应根据需要测量交叉角、交叉点的平面位置和高程及净空高或负高。线路施工前应对定测线路进行复测，满足要求后方可放样。

(5) 地下管线测量

地下管线测量包括给水、排水、燃气、热力管道，各类工业管道，电力、通信电缆。地下管线测量的坐标系统和高程基准应与原有基础资料相一致。地下管线测量成图比例尺一般选用 1：500 或 1：1000。地下管线的测量精度应满足实际线位与邻近地上建（构）筑物、道路中心线或相邻管线的间距中误差不超过图上 0.6mm。

(6) 施工测量

施工测量前，应收集有关测量资料，熟悉施工图，明确施工要求，制订施工测量方案。

根据需要建立场区首级控制网或直接建立施工控制网。建筑物施工控制网,应根据场区控制网进行定位、定向和起算;控制网的坐标轴,应与工程设计所采用的主副轴线一致;建筑物的 $\pm 0.000\text{m}$ 高程面,应根据场区水准点测设。控制网点,应根据设计总平面图和施工总布置图布设,并满足建筑物施工测设的需要。建筑物施工放样的允许误差见表 2-5。

建筑施工放样的允许误差

表 2-5

项目	内容		允许误差 (mm)
基础桩位放样	单排桩或群桩中的边桩		± 10
	群桩		± 20
各施工层上放线	外廓主轴线长度 L (m)	$L \leq 30$	± 5
		$30 < L \leq 60$	± 10
		$60 < L \leq 90$	± 15
		$90 < L \leq 120$	± 20
	细部轴线		± 2
	承重墙、梁、柱边线		± 3
	非承重墙边线		± 3
	门窗洞口线		± 3
轴线竖向投测	每层		3
	总高 H (m)	$H \leq 30$	5
		$30 < H \leq 60$	10
		$60 < H \leq 90$	15
		$90 < H \leq 120$	20
		$120 < H \leq 150$	25
		$150 < H$	30
标高竖向传递	每层		± 3
	总高 H (m)	$H \leq 30$	± 5
		$30 < H \leq 60$	± 10
		$60 < H \leq 90$	± 15
		$90 < H \leq 120$	± 20
		$120 < H \leq 150$	± 25
		$150 < H$	± 30

(7) 竣工总图的编绘与实测

建筑工程项目施工完成后,应根据工程需要编绘或实测竣工总图,宜采用数字竣工图。竣工总图的比例尺宜选用 1:500,坐标系统、高程基准、图幅大小、图上注记、线条规格,应与原设计图一致,图例符号应采用现行国家标准《总图制图标准》GB/T 50103—2010。竣工总图应根据设计和施工资料进行编绘,当资料不全无法编绘时,应进行实测。

(8) 变形监测

重要的工程建(构)筑物,在工程设计时,应对变形监测的内容和范围作出统筹安排,并由监测单位制订详细的监测方案。变形监测网的网点,宜分为基准点、工作基点和变形观测点。其布设应符合下列要求: