

大地测量、海洋测绘、工程测量、房产测绘、
地籍测绘、行政区域界线测绘

学 习 要 点

彭先进 编写

目 录

大地测量.....3

1. 大地测量基准.....3

2. 国家和区域卫星定位连续运行基准站网5

3. 卫星定位控制网.....9

4. 高程控制网.....23

5. 重力控制网.....30

6. 区域似大地水准面精化.....34

7. 大地测量数据库.....40

8. 坐标系统转换.....43

海洋测绘.....55

1.海洋控制测量.....55

2.定位测量和水深测量.....58

3.海图制作.....61

4.成果质量控制和检查验收.....64

工程测量.....69

1.工程控制网设计与建立.....69

2.地形图测绘.....75

3.城乡规划建设测量.....80

4.工程勘察设计 & 施工测量.....87

5.矿山和隧道测量.....91

6.地下管线测量.....94

7.变形或形变监测.....98

8.精密工程测量.....104

房产测绘.....122

1.基本要求.....122

2.房产平面控制测量.....123

3.房产调查与测量.....	124
4.房产面积测算.....	125
5.房产变更调查.....	127
6.成果资料的检查与验收.....	128
地籍测绘.....	130
1.基本要求.....	130
2.地籍平面控制测量.....	131
3.地籍要素调查.....	132
4.界址点测量.....	133
5.地籍图、宗地图制作及地籍数据库.....	133
6.地籍变更调查与测绘.....	136
行政区域界线测绘.....	140
1.基本要求.....	140
2.边界测绘准备.....	143
3.边界点测定.....	143
4.边界协议书附图及边界位置说明.....	144
5.成果检查与验收.....	145

大地测量

1. 大地测量基准

大地基准

用于大地坐标计算的起算数据，包括参考椭球的大小、形状及其定位、定向参数。

参考椭球

最符合一定区域的大地水准面，具有一定大小和定位参数的旋转地球椭球。

大地水准面

设想一个与静止的平均海水面重合并延伸到大陆内部的包围整个地球的封闭的重力位水准面。

似大地水准面

从地面一点沿正常重力线按正常高相反方向量取高至正常高所得端点所构成的曲面。（是为避免大地水准面无法精确确定而引进的辅助面，与大地水准面十分接近、在海洋上两者重合、而在大陆上有微小差异的曲面。它与大地水准面的差值为正常高与正高之差。）

国家采用地心坐标系统作为全国统一的大地坐标系统，即 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）。

地心坐标系

以地球质心或几何中心为原点的坐标系。

过渡期内，可采用参心坐标系统，即 1954 年北京坐标系和 1980 西安坐标系。

参心坐标系

以参考椭球中心为原点，起始子午面和赤道为基准面的地球坐标系。

高程基准

国家高程系统

采用正常高系统。以 1985 国家高程基准定义的黄海平均海水面作为全国统一的高程起算面。

1985 国家高程基准

采用青岛水准原点和根据青岛验潮站 1952 年—1979 年的验潮数据确定的黄海平均海水面所定义的高程基准，其水准原点的起算高程为 72.260m。

国家高程基准的体现

由高程控制网和似大地水准面体现。

正常高的起算面是似大地水准面

正常高不是地面点到大地水准面的距离，由地面点沿铅垂线向下量取正常高得到的曲面不是等位面，因而不是水准面，这个面与大地水准面极为接近，称之为似大地水准面。

重力基准

国家重力基准先后经历了 1957、1985、2000 年三个重要的建立阶段。目前我国采用 2000 国家重力基准。它由 2000 国家重力基本网体现。

2000 国家重力基本网：2000 年中国建立的由 21 个重力基准点和 126 个基本重力点组成的重力基准网。

各种加密重力测量均应与国家重力基准中的重力点进行重力联测以获得测点的重力值。

作用：似大地水准面精化，地震预报研究、资源勘探等。

深度基准

深度基准：规定一个固定的海水面作为深度的参考面，把不同时间测得的深度都化算到这一参考水面上，它是海图所载水深的起算面。

深度基准在沿岸海域采用理论最低潮位（理论深度基准面），在内陆水域采用设计水位。

深度基准与国家高程基准之间通过验潮站的水准联测建立联系。

大地高、正常高、正高

大地高 H ——地面点沿法线到参考椭球面的距离。

是一个纯几何量，不具有物理意义。

基准面：参考椭球面。

基准线：椭球的法线。

高差测量方法：三角高程测量、GPS 测量。

正高 $h_{\text{正高}}$ ——地面点沿该点的重力线到大地水准面的距离。

属于物理高程，受大地水准面和铅垂线的不规则性影响。

基准面：大地水准面。

基准线：铅垂线。

计算：不能精确求得，只能算出近似值。

正常高 $h_{\text{正常高}}$ ——地面点沿正常重力线到似大地水准面的距离。

基准面：似大地水准面

基准线：铅垂线

测量方法：水准测量、三角高程测量

高程异常 ζ ——似大地水准面至参考椭球面的垂直距离。

大地水准面差距 N ——参考椭球面与大地水准面之差垂直距离。

关系式

$$H = h_{\text{正常高}} + \zeta = h_{\text{正高}} + N$$

大地高 = 正常高 + 高程异常

$$= \text{正高} + \text{大地水准面差距}$$

2. 国家和区域卫星定位连续运行基准站网

基准站网组成

基准站：实时进行卫星定位数据跟踪、采集、记录、设备完好性监测等。

GNSS 设备

计算机

气象、通信、电源等设备

观测场地

数据中心：对各基准站进行远程监控，并对定位数据进行分析、处理、计算、存储；系统建模、差分数据生成、传输、记录；数据管理、维护和分发等。

计算机

网络

软件系统

数据通信网络

公用或专用通信网络

分类与布设原则

国家基准站网

布设顾及社会发展、经济建设和自然条件因素。

在全国范围内建设 360 个连续运行基准站（新建 150 个、改造 60 个、直接利用已有站 150 个）。

区域基准站网

指在省、市地区建立的连续运行基准站网，主要构成高精度、连续运行的区域坐标基准框架。

按实时定位精度选择基准站间的距离，当采用网络 RTK 技术满足厘米级实时定位，区域基准站布设间距不超过 80km。

专业应用站网

由专业部门或者机构根据专业需求建立的基准网站，用于开展专业信息服务。

布设间距主要根据专业需求，当满足实时定位分米级要求，则基准站布设间距在 100km—150km 之间。

基准站技术设计

前期工作

根据基准站网布设原则，收集基准站所在地区的地形图、交通图、地质构造图以及其他相关资料。

在图上拟选基准站站址、确定基准站位置、名称及编号。

标注站址地形、基准站及其周围地区的主要地质构造、地震活动，与设计有关的地震台、人卫站，以及可以利用的 GPS、大地测量网站点、交通等信息。

技术设计

进行建筑、结构、电气、室外工程等施工设计。

基准站设备集成、供电系统、数据传输等设计。

提交技术设计方案：提交基准站技术设计方案以及基准站点位设计图、站点位置信息表、基准站施工设计图等设计资料。

选址、基建、设备组成

实地踏勘选址

选址小组应由熟悉 GPS、水准测量的工程师和地质工程师共同组成。

应该选择地质结构稳定、安全僻静、交通便利，并利用测量标志长期保存和观测的地方。同时基站周围需要有稳定、安全可靠的电源，用于接入公用和专业通讯网络。

站点应距离易产生多路径效应的地物不小于 200M，应有 10 度以上地平高度角的卫星通视条件，距离电磁干扰区的距离不小于 200M，同时要避开易产生振动的地带。

站址选定后，应设立一个标注有站名、站号、标石类型的点位标记，拍摄点位的远景、近景照片各一张，并填绘基准站点之记。

基础设施建设

观测墩（基岩观测墩/土层观测墩；屋顶观测墩）

观测室（防水、排水、防风、防雷）

电力线、通讯线等管线敷设

设备配置与安装

基站设备主要由全球卫星导航系统接收机、天线、气象设备、不间断电源、通信设

备、雷电防护设备、计算机和集成柜等组成。

部分 GPS 基准站配置原子钟、卫星通信设备及空调等设备。

各种设备的要求应符合有关规范和 CORS 系统设计的要求。

数据中心

数据中心以计算机及网络技术为基础，用于数据存储、处理分析和产品服务。

建设时应考虑：安全性、可靠性、保密性和可恢复性。

数据中心主要由基准站网管理系统，数据处理分析系统和产品服务系统组成。

其产品可以分为位置服务、时间服务、气象服务、源数据服务等类型。

数据通讯网络

在专用网络上构建数据通信网络。

采用 TCP/IP 作为数据通信协议。

连接基准站的通信链路可以采用数据专线、无线扩频等通信方式，连接数据中心的通信链路可采用数据专线、卫星通信等通信方式。

国家基准站网的基准数据应每日定时传输。

区域基准站网和专业应用站网需要提供实时服务时，应该具备数据实时传输能力。

基准站维护

24 小时连续正常运行，必要时宜安装报警系统；

定期进行设备检测及更新；

定期与 IGS 联测，维持坐标更新

坐标联测包括 CORS 网与 IGS 全球站或周边及区域内的国家连续运行参考站、国家控制点、城市地方控制点等进行联测；

确定 CORS 网的地心坐标时，应至少联测三个 IGS 全球站或国家连续运行参考站点；使用的各连续运行基准站观测数据应不少于 120 小时，采样间隔 30s，截止高度角 10° ；

确定 CORS 网的参心坐标时，应至少联测四个已有的高等级控制点；按照二等 GPS 观测要求；每点与连续运行基准站同时连续观测 3 个时段，每时段 8 小时，采样间隔 30s。

定期进行水准联测；

定期进行重力联测。

3. 卫星定位控制网

基本技术规定

GPS 测量采用国家 2000 国家大地坐标系统。

采用 GPS 时间系统。

手簿记录宜采用世界协调时(UTC)。

接收机应经检定合格，在有效期内使用。

采用中误差为精度指标，以 2 倍为极限误差。

当需要提供 80 或 54 或其他坐标成果时，应按坐标转换方法求得。

按照测量精度和用途分为 A、B、C、D、E 级。

A 级 GPS 网由卫星定位连续运行基站构成，用于建立国家一等大地控制网，进行全球性的地球动力学研究、地壳变形测量和精密定轨测量。

B 级 GPS 测量主要用于建立国家二等大地控制网，建立地方或城市坐标基准框架、区域性的地球动力学研究、地壳变形测量、局部形变监测和各种精密工程测量等。

C 级 GPS 测量用于建立三等大地控制网，以及区域、城市及工程测量的基本控制网等。

D 级 GPS 测量用于建立四等大地控制网。

E 级 GPS 测量用于小城市、城镇以及测图、地籍、土地信息、房产、物探、勘测、建筑施工等控制测量。

A 级 GPS 网由卫星定位连续运行基准站构成，其精度不低于下表的要求。

级别	坐标年变化率中误差		相对精度	地心坐标各分量年平均中误差(mm)
	水平分量 (mm/a)	垂直分量 (mm/a)		
A	2	3	1×10^{-8}	0.5

B、C、D 和 E 级的精度不低于下表的要求。

级别	相邻点基线分量中误差		相邻点间平均距离 km
	水平分量 mm	垂直分量 mm	
B	5	10	50
C	10	20	20
D	20	40	5
E	20	40	3

卫星定位控制网总体方案与技术设计

布设原则

一般逐级布设，在保证精度、密度等技术要求时可跨级布设。

各级 GPS 网最简异步观测环或附和路线的边数应不大于下表规定。

级别	B	C	D	E
闭合环或附和路线的边数/条	6	6	8	10

点位应均匀分布，相邻点间距离最大不宜超过该网平均点间距的 2 倍。

新布设的 GPS 网应与附近已有的国家高等级 GPS 点进行联测，联测点数不应少于 3 点。

为求定 GPS 点在某一坐标系中的坐标，应与该坐标系中的原有控制点联测，点数不少于 3 点。

需要用常规测量方法加密的地区，D、E 级网点应有 1~2 方向通视。

高程联测

A、B 级网点的高程联测精度应不低于二等水准测量精度。

C 级网点的高程联测精度应不低于三等水准测量精度。

D、E 级网点按四等水准测量或与其精度相当的方法进行高程联测。

加密测量

局部补充、加密低等级 GPS 网点时，采用高等级 GPS 网点点数应不少于 4 个。

技术设计书内容

任务概述：任务来源、目的、任务量、测区范围和行政隶属等

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件（标准、规范或其他技术文件）

主要技术指标

设计方案

仪器类型、数量、精度指标以及校准或检定要求，软件和其他配置

作业的主要过程、各工序作业方法和精度质量要求

精度等级和其他技术指标
观测各过程的方法和技术要求
观测成果记录的内容和要求
外业数据处理的内容和要求
补测与重测的条件和要求
其他特殊要求（交通、物资供应、通信联络等）

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

外业进度估算

影响 GPS 外业进度的主要因素包括 GPS 网的规模和等级，拟采用的 GPS 接收机的数量，拟采用的车辆的数量，迁站所耗费的时间以及日工作时间等。

最少工作天数计算

$$d_{\min} = \text{ceil}\left(\frac{S_{\min}}{S_p}\right)$$

项目成本预算

项目设计成本；

踏勘、选点、埋石成本；

差旅费；

成果资料收集整理成本；

外业作业期间每日的支出，包括人员工资、食宿、交通、仪器设备费用等费用。然后，可以根据每天的支出乘以预期完成项目外业观测所需天数得出；

内业（含成果计算、报告等）成本。

点址选择与标志建造

选点准备

收集资料

现有测量控制（平面控制点、水准点、GPS 点）资料，包括：点之记、网图、成果表、现有相关成果的技术总结等；

地形图、交通图；

测区总体建设规划、近期发展规划；

了解与测区内相关的情况，比如交通、通信、供电、气象及大地点等。

图上设计

作用:确定点位的分布、数量；确定联测的高等级控制点。

设计目标：满足应用要求；易于保存；交通方便。

点位基本要求

- 应便于安置接收设备和操作，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15° 。
- 远离大功率无线电发射源(如电视台、电台、微波站等)，其距离不小于 200m；远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m。
- 附近不应有强烈反射卫星信号的物体(如大型建筑物等)。
- 交通方便、并有利于其他测量手段扩展和联测。
- 地面基础稳定，易于标石的长期保存。
- 充分利用符合要求的已有控制点。
- 选站时应尽可能使测站附近的局部环境(地形、地貌、植被等)与周围的大环境保持一致，以减少气象元素的代表性误差。

A 级 GPS 点点位应符合 CH/T 2008 的有关规定。

选点作业

实地探勘选点、标记；

利用旧点时，应对其稳定性、可靠性和完好性进行检查；

点名通常应取居民地名，C、D、E 级点也可取山名、地名、单位名，少数民族地区的点名采用音译汉语名，可附原文；

新旧点重合时，通常用原名，否则应注上原名。与水准点重合时，应注明水准点等级和编号；

所有点应在现场绘制点之记；A 级和 B 级点还应填写地质概要、构造背景及地形地质略图；

点位周围存在高于 10° 的障碍物时，应绘制点的环视图；

选点工作完成后，应绘制 GPS 网选点图。

上交资料

GPS 网点点之记、环视图；

GPS 网选点图；

选点工作总结。

标石

各级 GPS 点均应埋设固定的标石或标志；A 级点标石与相关设施的技术要求按 CH/T2008 的有关规定执行。

B 级点应埋设天线墩，C、D、E 级点在满足标石稳定、易于长期保存的前提下，可根据具体情况选用。

中心标志

各种类型的标石均应设有中心标志。

基岩和基本标石的中心标志采用铜或不锈钢制作。

普通标石中心标志可采用铁或坚硬的复合材料制作。

中心用十字丝或直径小于 0.5mm 的中心点表示。

用于区域似大地水准面精化的 GPS 点，其标志还应满足水准测量的要求。

上交资料

填写埋石情况的点之记；

土地占用批准文件和测量标志委托保管书；

标石建造拍摄的照片；

埋石工作总结。

外业观测及数据检核

观测方案设计

规范及技术设计有关规定和要求

参加作业的接收机数量

测区的交通状况

通信条件

天气状况

人员配置情况等

基本技术要求

项目	级别			
	B	C	D	E
卫星截止高度角/ (°)	10	15	15	15
同时观测有效卫星数	≥4	≥4	≥4	≥4
有效观测卫星总数	≥20	≥6	≥4	≥4
观测时段数	≥3	≥2	≥1.6	≥1.6
时段长度	≥23h	≥4h	≥60min	≥40min
采样间隔/s	30	10~30	5~15	5~15

A 级 GPS 接收机选用

具有同时跟踪不少于 12 颗全球导航定位卫星的能力。

至少具有 1s 采样数据的能力。

观测数据至少应包括：双频测距码、双频载波相位值、卫星广播星历。

具有在 -20℃~+55℃、湿度 95% 的环境下正常工作的能力。

具备外接频标输入口。可配 5MHz 或 10MHz 的外接频标。

具备 3 个以上的数据通讯接口，接口可包括 RS232、USB、LAN 等。

具有输出原始观测数据、导航定位数据、差分修正数据、1PPS 脉冲的能力。

在 30s 采样率的条件下，接收机内存可连续保存 7 天的数据。

B、C、D、E 级 GPS 接收机选用

级别	B	C	D、E
单频/双频	双频/全波长	双频/全波长	双频或单频
观测量至少有	L1L2 载波相位	L1L2 载波相位	L1 载波相位
同步观测接收机数	≥4	≥3	≥2

观测作业准备

GPS 接收机在正式观测前应进行预热和静置，具体要求按所采用接收机的操作手册进行；

按观测设计要求进行对中、整平、量测仪器高以及天线定向；

用三脚架时，对中误差不应大于 1mm；

B 级 GPS 测量，天线定向误差不大于 5°。

观测记录

接收机开始记录，观测员可用专用的功能键和菜单查看相关信息，如果发现数据有异常，应及时记录在手簿的备注栏内，并向上级报告；

每个时段始末各记录一次观测卫星号、天气状况、PDOP 等信息；

气象观测；

每时段观测前后各量取天线高一次。两次高差不应大于 3mm，并取中数作为最后的天线高。较差超限时应尽早查清原因，提出处理意见并记录手簿的记事栏内。

在一个时段的观测过程中不允许

关机后重新启动接收机；

进行仪器自检；

改变截止高度角或采样间隔；

改变天线位置；

按键关闭文件或删除文件。

补测和重测

✓ 未按施测方案进行观测，外业缺测、漏测，或观测值不满足基本技术要求时，应及时补测；

✓ 复测基线的边长较差超限，同步环闭合差超限，独立环闭合差或附和路线的闭合差超限时，可剔除该基线而不必进行重测，但剔除该基线向量后，新组成的独立环所含的基线数不得超过 GB/T18314-2009 对最简独立环和符合路线边数的相关规定，否则应重测与该基线有关的同步图形；

✓ 当测站的观测条件很差而造成多次重测后，仍不能满足要求时，经主管部门批准后，可舍弃该点或变动测站位置后再进行测量；

✓ 对于需补测或重测的时段或基线向量，要具体分析原因，在满足基本技术规定的前提下，应尽量安排在一起进行同步观测。补测或重测的原因及处理方式等应写入数据处理报告。

GPS 外业观测数据质量检核

同一时段内观测值的数据剔除率不应该超过 10%。

B 级 GPS 网基线外业预处理和 C、D、E 级 GPS 网基线处理，复测基线的长度较差应满足：

$$d_s \leq 2\sqrt{2}\sigma$$

B、C、D、E 级网同步环闭合差应满足：

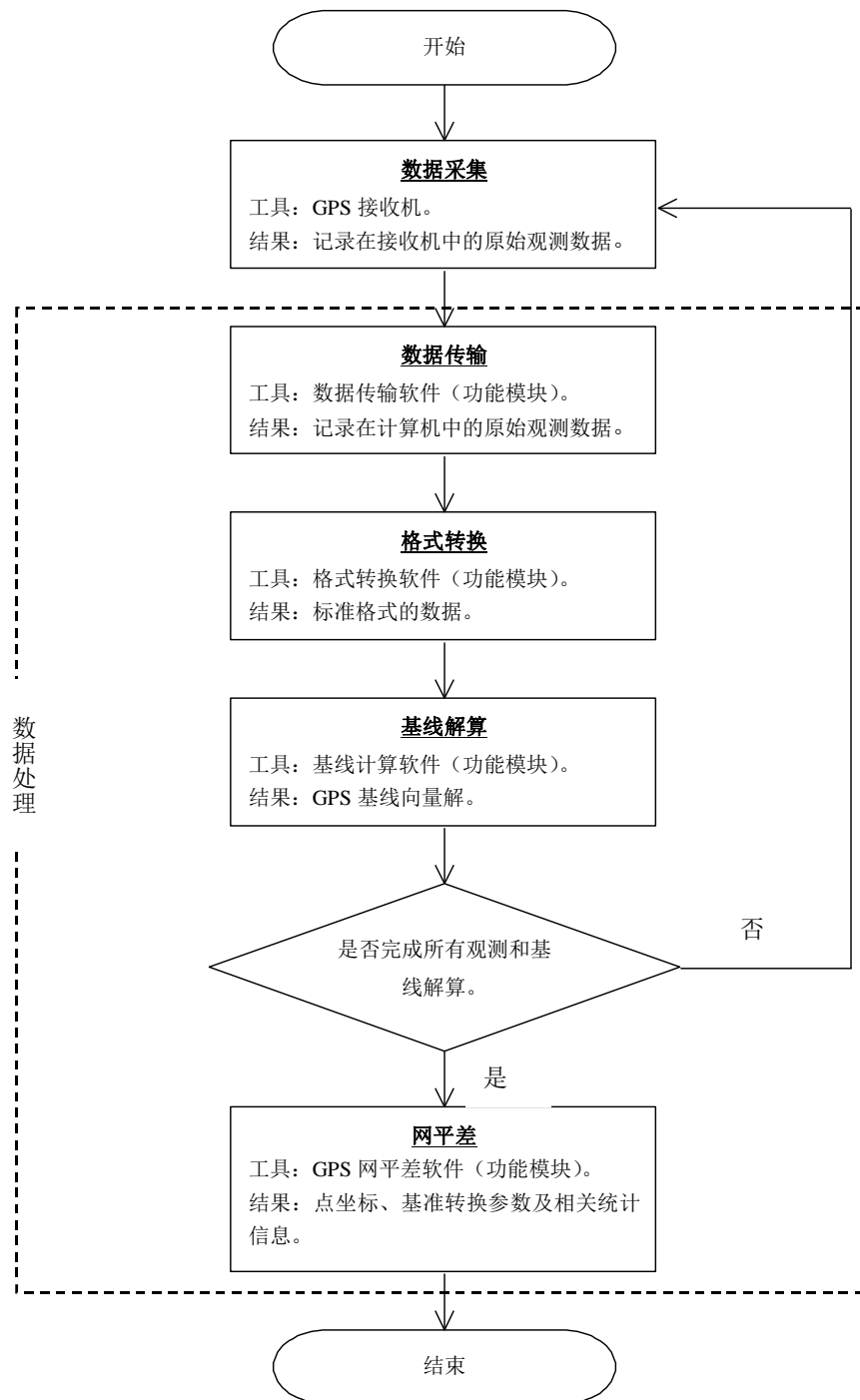
$$\begin{aligned} W_x &\leq \frac{\sqrt{3}}{5}\sigma \\ W_y &\leq \frac{\sqrt{3}}{5}\sigma \\ W_z &\leq \frac{\sqrt{3}}{5}\sigma \end{aligned}$$

B、C、D、E 级网外业基线处理结果，其独立闭合差或附和路线坐标闭合差和各坐标分量闭合差应满足：

$$\begin{aligned} W_x &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_y &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_z &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_s &\leq 3\sqrt{3n}\sigma \\ W_s &= \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \end{aligned}$$

数据处理

GPS 网的数据处理流程



GPS 网：采用 GPS 技术布设的测量控制网，由点、基线向量构成，或许还会含有其它类型的观测测量。

网平差

平差目的：确定点的坐标，消除几何上的不一致性。

基线解算

根据同步观测数据确定接收机之间的基线向量及其方差-协方差阵;

一般工程应用中,该工作是在外业观测期间完成的;在高精度长距离的应用中,外业的基线计算是为了对观测数据质量进行初步评估;正式的计算是在整个外业观测完成后进行;

基线向量结果除了被用于后续的网平差外,还被用于检验和评估外业观测质量;

基线向量提供了点与点之间的相对位置观测,可确定 GPS 网的几何形状和定向;缺少绝对位置基准。

网平差的类型

无约束平差

在平差时不引入会造成 GPS 网产生由非观测量所引起的变形的的外部起算数据。常见的 GPS 网的无约束平差,一般是在平差时没有起算数据或没有多余的起算数据。

作用:评定 GPS 网的内部符合精度,发现和剔除 GPS 观测值中可能存在的粗差,得到 GPS 网中各个点在 WGS-84 系下经过了平差处理的三维空间直角坐标,为将来可能进行的高程拟合,提供经过了平差处理的大地高数据。

约束平差

平差时所采用的观测值完全是 GPS 观测值(即 GPS 基线向量),而且在平差时引入了使得 GPS 网产生由非观测量所引起的变形的的外部起算数据。

联合平差

平差时所采用的观测值除了 GPS 观测值以外,还采用了地面常规观测值,这些地面常规观测值包括边长、方向、角度等。

GPS 定位成果的坐标转换

GPS 坐标定位成果(包括单点定位的坐标以及相对定位中解算的基线向量)属于 WGS-84 大地坐标系坐标(因为卫星星历是以 WGS-84 坐标系为根据而建立的),而实用的测量成果往往是属于某一国家坐标系或地方坐标系(或叫局部的,参考坐标系)。参考坐标系与 WGS-84 坐标系之间一般存在着平移和旋转的关系。

应用七参数转换公式进行坐标转换时, GPS 网与地面网应有三个以上的重合点。

为了保证坐标转换的精度,在布测 GPS 网时,应尽量多联测地面网点。

项目过程质量控制

影响 GPS 网质量的因素

观测值的精度：由观测方法和基线处理方法决定。

起算数据的质量、数量、分布及与网的关系：由网的设计和野外观测调度决定。

网的结构（基线向量的数量及配置）：由网的设计和野外观测调度决定。

数学模型的完备性：由数据处理软件决定。

野外观测工作，如对中、量高、天线定向等：由野外作业人员决定。

不影响 GPS 网质量的因素

GPS 网中点的质量与点位分布无关；

网的形状对 GPS 网的质量没有直接影响。

影响单一基线质量的因素

测量定位的几何条件

卫星的数量、几何分布及位置变化幅度

观测值的类型和质量

观测值的质量：精度、周跳

观测值的种类：单频还是双频、L2 的质量、是否有 P 码伪距、是否有气象元素

数据处理方法

软件、处理参数设置

影响整体测量成果质量的因素

单一基线的质量

网的结构

网平差处理的方法

质量 = 精度 + 可靠性（+ 应用目标符合度）

精度

基线向量改正数的大小

基线向量的重复性

闭合差的大小

附和差的大小

相邻点距离中误差的大小

点位中误差大小

精度控制指标（必须满足，需要用户来判断）

同步环闭合差

异步环闭合差

复测基线较差

无约束平差基线向量的改正数

精度参考指标（用于参考，不作要求，软件能自动判断）

参考方差（ σ_0 ）

均方根误差（RMS）

确定模糊度时的 RMS 比值（RATIO 值）

可靠性

可探测出的观测值中粗差的大小

观测值中残余粗差对结果影响的大小

可靠性要求

观测时段数

同步图形间的连接关系

与控制点之间的关系

相邻点距离

最简独立环的边数

起算数据的质量要求

起算数据的自洽性

约束平差与无约束平差对应基线向量改正数的差异

保证 GPS 网质量的基本原则

观测值的精度和数量要保证：通过外业观测和内业数据处理来保证；

起算数据的质量要保证，数量要适当，分布要均匀，与网的关系要紧密：通过网的设计来保证；

网的结构要坚强：通过网的设计来保证；

数学模型要完备：由数据处理软件和数据处理方法来保证。

提供用于质量检核条件（冗余度）

闭合条件

复测基线（相当于“往返测量”）

闭合环—同步环、异步环（独立环）

附和条件

附和路线

提供提高质量的方法

粗差探测及处理

平差处理

提高观测精度的措施

仪器

采用双频接收机、抗多路径天线、相同型号的天线。

测站

强制对中。

观测环境

避开多路径、电磁干扰的环境。

观测要求

进行天线定向；若非强制对中，则不同时段天线重新安置。

早晚观测、多时段观测、延长观测时段、提高采样率、降低截止高度角等。

作业调度

基线的布置（复测边、闭合环的配置）。

卫星定位控制网项目外业技术总结

1. 测区范围与位置，自然地理条件，气候特点，交通及电讯、供电等情况；
2. 任务来源，测区已有测绘成果，项目名称，施测目的和基本精度要求；
3. 施测单位，施测起讫时间，作业人员数量，技术状况；
4. 作业技术依据；
5. 作业仪器类型、精度及检验和使用情况；
6. 点位观测条件的评价，埋石与重合点情况；
7. 联测方法、完成各级点数与补测、重测情况，以及作业中存在问题的说明；
8. 外业观测数据质量分析与数据检核情况。

卫星定位控制网项目内业技术总结

- 一. 数据处理方案、所采用的软件、星历、起算数据、坐标系统、历元，以及无约束平差、约束平差情况；
- 二. 误差检验及相关参数和平差结果的精度估算等；
- 三. 上交成果中尚存问题和需要说明的其他问题、建议或改进意见；
- 四. 各种附表与附图。

成果整理

基线解算、无约束平差和约束平差（或整体平差）的结果，均应拷贝到磁（光）盘和打印各一份文件。磁（光）盘要装盒，打印成果要装订成册，并贴上标签，注明资料内容。

卫星定位控制网项目验收重点

实施方案是否符合规范和技术设计要求；

补测、重测和数据剔除是否合理；

数据处理的软件是否符合要求，处理的项目是否齐全，起算数据是否正确；

各项技术指标是否达到要求；

验收完成后，应写出成果验收报告；在验收报告中，应根据 CH1003 的有关规定对成果质量进行评定。

卫星定位控制网项目上交资料

测量任务书（或合同书）、技术设计书

点之记、环视图、测量标志委托保管书、选点资料和埋石资料

接收设备、气象及其他仪器的检验资料

外业观测记录、测量手簿及其他记录

数据处理中生成的文件、资料和成果表

GPS 网展点图

技术总结和成果验收报告

4. 高程控制网

总体方案与技术设计

高程控制网级别及精度划分

一等为骨干需构成网，环线周长应在 1600-2000km 之间。

二等为基础，环线周长应小于 750km。

三、四等一般是在一、二等的基础上加密，可布设成附和线路、环线或节点网。

三等附和水准路线的长度不超过 150km，四等长度应不超过 80km。

精度指标

每千米水准测量的偶然中误差 M_{Δ}

每千米水准测量的全中误差 M_w

等级	一等 (mm)	二等 (mm)	三等 (mm)	四等 (mm)
M_{Δ} 的限值	± 0.45	± 1.0	± 3.0	± 5.0
M_w 的限值	± 1.0	± 2.0	± 6.0	± 10.0

高程控制网技术设计书内容

任务概述：任务来源、目的、任务量、测区范围和行政隶属等

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件（标准、规范或其他技术文件）

主要技术指标

设计方案

仪器类型、数量、精度指标以及校准或检定要求，软件和其他配置

作业的主要过程、各工序作业方法和精度质量要求

测站设置基本要求

观测、联测、检测及跨越障碍的测量方法、观测的时间、气象条件及其他要求等

观测记录的方法和成果整饰要求

需要联测的气象站、水文站、验潮站和其他水准点

外业成果计算、检核的质量要求

成果重测和取舍要求

必要时，规定成果的平差方法、采用软件和高差改正等技术要求

其他特殊要求（交通、物资供应、通信联络等）

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

点址选择与标志建造

水准点类型

类型	间距	布设要求
基岩水准点	500km 左右	只设于一等水准路线上，在大城市和断裂带附近应增设
基本水准点	40km 左右；经济发达地区 20~30km；荒漠地区 60km 左右	设于一、二等水准路线上及交叉处，大、中城市两侧及县城附近。尽量设置在坚固岩层上。
普通水准点	4~8km 左右；经济发达地区 2~4km；荒漠地区 10km 左右	设于各级水准路线上、山区水准路线高程变换点附近，长度超过 300km 的隧道，跨河水准测量的两岸标尺附近。

外业观测及数据检核

仪器选用与观测要求

用于水准测量的仪器和标尺应送法定计量单位进行检定和校准，并在检定和校准的有效期内使用。

自动安平光学水准仪应每天检校一次 i 角，气泡式水准仪每天上、下午各检校一次 i 角。作业开始后的 7 个工作日内，若 i 角较为稳定，以后每隔 15 天检校一次。

数字水准仪，整个作业期间应每天开测前进行 i 角测定。若开测为未结束测段，则

在新测段开始前进行测定。

(1) 观测前 30 分钟，应将仪器置于露天阴影处，使仪器与外界气温趋于一致；观测时应用测伞遮蔽阳光；迁站时应罩以仪器罩。

(2) 仪器距前、后视水准标尺的距离应尽量相等，其差应小于规定的限值：二等水准测量中规定，一测站前、后视距差应小于 1.0m，前、后视距累积差应小于 3m。这样，可以消除或削弱与距离有关的各种误差对观测高差的影响，如 i 角误差和垂直折光等影响。

(3) 对气泡式水准仪，观测前应测出倾斜螺旋的置平零点，并作标记，随着气温变化，应随时调整置平零点的位置。对于自动安平水准仪的圆水准器，须严格置平。

(4) 同一测站上观测时，不得两次调焦；转动仪器的倾斜螺旋和测微螺旋，其最后旋转方向均应为旋进，以避免倾斜螺旋和测微器隙动差对观测成果的影响。

(5) 在两相邻测站上，应按奇、偶数测站的观测程序进行观测，对于往测奇数测站按“后前前后”、偶数测站按“前后后前”的观测程序在相邻测站上交替进行。返测时，奇数测站与偶数测站的观测程序与往测时相反，即奇数测站由前视开始，偶数测站由后视开始。这样的观测程序可以消除或减弱与时间成比例均匀变化的误差对观测高差的影响，如 i 角的变化和仪器的垂直位移等影响。

(6) 在连续各测站上安置水准仪时，应使其中两脚螺旋与水准路线方向平行，而第三脚螺旋轮换置于路线方向的左侧与右侧。

(7) 每一测段的往测与返测，其测站数均应为偶数，由往测转向返测时，两水准标尺应互换位置，并应重新整置仪器。在水准路线上每一测段仪器测站安排成偶数，可以削减两水准标尺零点不等差等误差对观测高差的影响。

(8) 每一测段的水准测量路线应进行往测和返测，这样，可以消除或减弱性质相同、正负号也相同的误差影响，如水准标尺垂直位移的误差影响。

(9) 一个测段的水准测量路线的往测和返测应在不同的气象条件下进行，如分别在上午和下午观测。

(10) 使用补偿式自动安平水准仪观测的操作程序与水准器水准仪相同。观测前对圆水准器应严格检验与校正，观测时应严格使圆水准器气泡居中。

(11) 水准测量的观测工作间歇时，最好能结束在固定的水准点上，否则，应选择两个坚稳可靠、光滑突出、便于放置水准标尺的固定点，作为间歇点加以标记，间歇后，应对两个间歇点的高差进行检测，检测结果如符合限差要求（对于二等水准测量，规定

检测间歇点高差之差应 $\leq 1.0\text{mm}$), 就可以从间歇点起测。若仅能选定一个固定点作为间歇点, 则在间歇后应仔细检视, 确认没有发生任何位移, 方可由间歇点起测。

数字水准仪测站观测程序

往返奇数站照准标尺顺序: 后—前—前—后

往返偶数站照准标尺顺序: 前—后—后—前

光学水准仪测站观测程序

往测时, 奇数测站照准水准标尺分划的顺序为

后视标尺的基本分划;

前视标尺的基本分划;

前视标尺的辅助分划;

后视标尺的辅助分划;

往测时, 偶数测站照准水准标尺分划的顺序为

前视标尺的基本分划;

后视标尺的基本分划;

后视标尺的辅助分划;

前视标尺的辅助分划。

返测时, 奇、偶数测站照准标尺的顺序分别与往测偶、奇数测站相同。

测站观测限差规定

等级	上下丝读数平均值与中丝读数的差		基辅分划读数的差	基辅分划所测高差的差	检测间歇点高差的差
	0.5cm 刻划标尺	1cm 刻划标尺			
一等	1.5	3.0	0.3	0.4	0.7
二等	1.5	3.0	0.4	0.6	1.0

等级	观测方法	基辅分划(黑红面)读数的差	基辅分划(黑红面)所测高差的差	单程双转点法观测时, 左右路线转点差	检测间歇点高差的差
三等	中丝读数法	2.0	3.0	—	3.0
	光学测微法	1.0	1.5	1.5	
四等	中丝读数法	3.0	5.0	4.0	5.0

成果重测和取舍

测段往返测高差不符值超限，应先就可靠程度较小的往测或返测进行整测段重测，并按下列原则取舍。

a.若重测的高差与同方向原测高差的不符值超过往返测高差不符值的限差，但与另一单程高差的不符值不超出限差，则取用重测结果；

b.若同方向两高差不符值未超出限差，且其中数与另一单程高差的不符值亦不超出限差，则取同方向中数作为该单程的高差；

c.若 a 款中的重测高差（或 b 款中两同方向高差中数）与另一单程的高差不符值超出限差，须重测另一单程；

d.若超限测段经过两次或多次重测后，出现同向观测结果靠近而异向观测结果间不符值超限的分群现象时，如果同方向高差不符值小于限差之半，则取原测的往返高差中数作为往测结果，取重测的往返高差中数作为返测结果。

跨河水准测量

视线长度超过 100m 时采用跨河水准测量方法

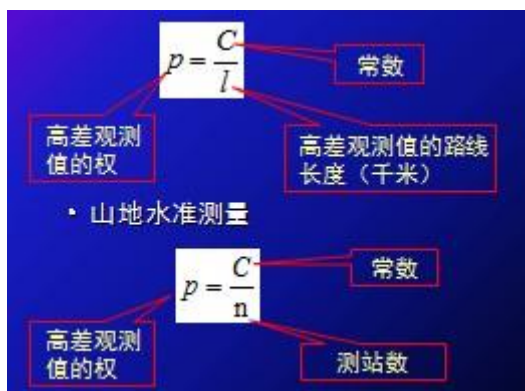
序号	观测方法	方法概要	最长跨距
1	光学测微法	使用一台水准仪，用水平视线找准觇板标志，并读记测微鼓分划值，求出两岸高差	500
2	倾斜螺旋法	使用两台水准仪对向观测，用倾斜螺旋或气泡移动来测定水平视线上、下标志的倾角，计算水平视线位置，求出两岸高差	1500
3	经纬仪倾角法	对向观测，用垂直度盘测定水平视线上、下两标志的倾角，计算水平视线位置，求出两岸高差	3500
4	测距三角高程法	使用两台经纬仪对向观测，测定偏离水平视线的标志倾角；用测距仪量测距离，求出两岸高差	3500
5	GPS 测量法	分别测定两岸点位的大地高差和同岸点位的水准高差，求出两岸的高程异常和两岸高差	3500

数据处理

水准网平差

观测值权的确定

通常以距离的倒数为权



间接平差法、条件平差法

项目过程质量控制

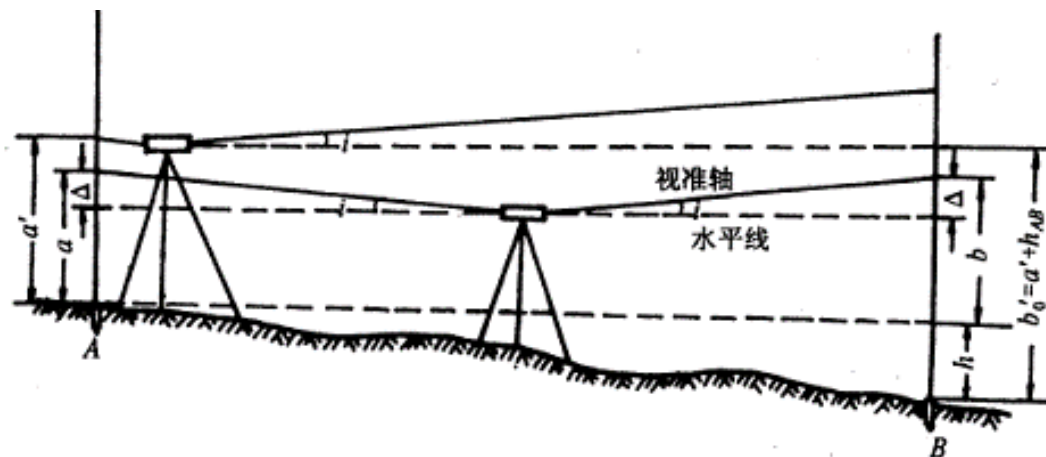
仪器误差

i 角误差、视准轴误差、零点差、基辅分划常数、隙动差等

消除措施

观测时注意前、后视距离相等；

水准尺必须经过检验才能使用。标尺的零点差可在一段水准段中使测站为偶数的方法予以消除。



外界因素引起的误差

温度变化对 i 角的影响，大气垂直折光影响，仪器脚架和尺台（庄）升降的影响等。

消除措施

采用“后、前、前、后”的观测程序

往返观测

放测站时要争取“前后视相等”

观测时应注意撑伞遮阳

观测误差

作业员整平误差、照准误差和读数误差。使用数字水准仪进行水准测量，其观测误差主要是作业员对准标尺的偶然误差。

成果整理

外业技术总结

水准路线的名称、等级、长度及测区的自然地理特点，沿道路的质量、土质植被情况，平均每公里的测站数；

施测单位名称，工作开始与结束的年、月，参加作业人员的技术状况，作业所依据的技术规范；

作业的平均气温、阴晴天数、一般风向与风级、最大风级等；

水准仪、水准标尺的类型、号码、检验项目，尺承类型、重量及使用的个数，作业仪器出现的异常处理情况；

每个组工天完成的公里数及测站数；

每公里偶然中误差，各区段上下午测站不对称数与总测站数的比例，产品质量评定结果，脱离规范的事项及其原因，重测的总公里数及其主要原因；

结点及连接点的检测段数及总里程，新旧高差不符值状况，连接点变动的原因及处理情况；

利用旧点情况，新旧点名与高差对照表，支线测量的里程和等级；

路线中跨河水准测量的位置、宽度、跨河方法和测量精度；

作业中的经验，为减弱系统误差采取的措施，对今后复测该路线时的建议及其他须说明的情况。

成果检查验收归档

高程控制网提交的成果

技术设计书

水准点之记的纸质文本及其数字化后的电子文本
 水准路线图、结点接测图及数字化后的电子文本
 测量标志委托保管书（2份）
 水准仪、水准标尺检验资料及标尺长度改正数综合表
 水准观测手簿、磁带、磁盘、光盘等能长期保存的其他介质，水准点上重力测量资料
 水准外业高差及概略高程表两份
 外业高差各项改正数计算资料
 外业技术总结
 验收报告

5. 重力控制网

总体方案与技术设计

国家重力控制测量等级

国家重力基本网

由基准点和基本点组成

一等网

由一等点组成

二等点

国家重力控制测量的精度

基准点绝对重力值的测定中误差不应超过 $5 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

各等级重力控制点相对重力测量的段差联测中误差的要求见下表(单位: 10^{-8}ms^{-2})。

等级	基本点 (含引点)	一等点 (含引点)	二等点
中误差	± 10	± 25	± 250

国家重力基本网平差后重力点重力值的平均中误差不应超过 $10 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

短基线联测段差的平均值中误差不应超过 $5 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

国家重力控制网的布设原则和技术要求

国家重力基准由一定数量分布合理的重力基准点组成，构成控制全国的重力测量的基准框架。点位密度有效地覆盖国土范围。基本重力控制点应在全国构成多边形网，其点距应在 500Km 左右。

按照逐级控制原则布设，基本网和一等网布设成闭合环状。一、二等重力点的布设应满足各部门进行区域重力测量的需要，在全国范围内分布，点间距应在 300Km 左右。

长基线应基本控制全国范围内重力差，大致沿南北方向布设，两端点重力值之差应大于 $2000 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ，每个基线点应为基准点；短基线按区域布设，两端站重力值之差应大于 $150 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ 。段差相对误差应小于 5×10^{-5} ，短基线至少一个端点与国家重力控制点联测。

国家重力基本网应 10 年更新一次，每次更新执行时间不超过 2 年。

技术设计书

任务概述：任务来源、目的、任务量、测区范围和行政隶属等

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件（标准、规范或其他技术文件）

主要技术指标

设计方案

仪器类型、数量、精度指标以及校准或检定要求，对重力仪维护注意事项，软件和其他配置

作业的主要过程、各工序作业方法和精度质量要求

重力控制点和加密点的布设和联测方案

重力点平面坐标和高程的施测方案，已知重力点的利用和联测情况

测量成果检查、取舍、补测和重测的要求和其他相关的技术要求

其他特殊要求（交通、物资供应、通信联络等）

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

点址选择与标志建造

基准点的点位要求

位于稳固的非风化基岩上。

远离工厂、矿场、建筑工地、铁路以及繁忙的公路等各种震源；避开高压线和变电设备等强电磁场。

附近地区不会产生较大的质量迁移；不宜在大河、大湖和水库附近，地面沉降漏斗、冰川及地下水位变化激烈的地区建点。

基本点、一等点、引点的点位要求

基本点、一等点的点位一般选在机场附近（在机场安全隔离区以外）；

地基坚实稳定、安全僻静和便于长期保存；

远离飞机跑道及繁忙的交通要道，避开人工震源、高压线路及强磁设备；

便于重力联测及点位坐标、高程的测定。

基准点观测室

标石规格及埋设要求

点之记填写及资料收集

上交选埋资料内容

点之记

点位照片

收集的资料

委托保管书

技术总结

外业观测及数据检核

绝对重力测量

绝对重力仪标称精度优于 $\pm 2 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$

基准点测量

每点不得少于 48 组合格数据。

无效组数超过 8 组或仪器停止工作 4h 以上，以前观测无效，重新开始观测。

每点的总均值中误差应不超过 $5 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 。

相对重力测量

采用标称精度为 $\pm 20 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 的相对重力仪，多台仪器一致性的中误差应小于 2 倍联测中误差。

仪器的检验与调整

仪器性能试验

静态试验

动态试验

多台仪器一致性的试验

重力仪比例因子的标定

相对重力联测

国家重力控制点进行相对重力联测时使用的仪器数和成果数要求

等级	基本点	一等点	二等点
仪器数	4	3	1
成果数	4	3	2

短基线联测时仪器不少于 6 台，每台仪器合格成果数不少于 4 个，总成果数不少于 24 个。

基本点的联测应组成闭合环，闭合环的测段数不宜超过 5 段。

一等点联测路线可组成闭合环或附合在两基本点间，其测段数一般不超过 5 段，特殊情况下可以辐射状布设一个一等点。

基本点引点或一等点可按辐射状联测，联测精度和技术要求与相应等级重力点的规定相同。

联测时应采用对称观测，即 $A \rightarrow B \rightarrow C \dots C \rightarrow B \rightarrow A$ ，观测过程中仪器停放超过 2 小时，则在停放点应重复观测，以消除静态零漂。

每条测线一般在 24 小时内闭合，特殊情况可放宽到 48 小时。

每条测线计算一个联测结果。

数据处理

数据处理步骤

外业资料汇总与整理

数据预处理

平差计算

统计检验与精度评定

上交平差成果

数据处理方案

相对重力测量数据预处理结果

平差数据

重力点位数据汇总表

基准点绝对重力测量成果汇总

相对重力仪格值表

国家重力控制点网成果表

重力仪格值标定场成果表

项目设计书

数据处理技术报告

工作报告

6. 区域似大地水准面精化

绪论

似大地水准面与大地水准面在海洋上完全重合，而在大陆上也几乎重合，在山区有 2-4m 的差异。似大地水准面尽管不是水准面，但它可以严密解决关于研究与地球自然地理形状有关的问题。

我国的高程基准采用的是正常高系统。正常高系统是以似大地水准面为基准的高程系统。测定正常高，经典的、最精密的方法是几何水准测量，传统的水准测量的参考基准只是区域性似大地水准面上一个特定的点，由精密水准测量建立的国家或地区性高程控制网是水准测量测定高程的参考框架。

GPS 技术结合高精度、高分辨率(似)大地水准面模型，可以测定正高或正常高，从而取代传统繁琐的水准测量方法，真正实现 GPS 技术在几何和物理意义上的三维定位功能，使得平面控制网和高程控制网分离的传统大地测量模式成为历史。

精化区域性大地水准面和建立新一代传统的国家或区域性高程控制网同等重要，也是一个国家或地区建立现代高程基准的主要任务。

影响局部大地水准面精化结果精度的因素

推估时作为起始数据的 GPS 水准网的精度和分辨率；

内插点所在地区重力异常的精度和分辨率；

内插点所在地区数字地形模型的精度和分辨率。

确定大地水准面的方法

几何方法：根据几何关系测定一点的大地水准面高或者两点间大地水准面高程差，例如天文水准、卫星测高和 GPS/水准等。

重力学方法：以一种或多种重力数据为边值，建立关于扰动位的相应重力边值问题，通过求解边值问题确定扰动位函数，再转换为大地水准面高。

组合法：同时利用几何水准数据和重力数据来确定大地水准面。

计算方法

移去恢复法、FFT/FHT 法、最小二乘配置法、最小二乘谱组合法以及输入输出法等。

目前采用最多的方法是 GPS/水准法。

GPS/水准法原理

GPS 测量可以得到观测点相对于参考椭球的高度，即大地高；

几何水准和重力数据可以得出正高或正常高；

由大地高减去正高或正常高便得到观测点的大地水准面高或高程异常。

GPS/水准法步骤

观测大地水准面高：在区域内布设一定数量和密度的 GPS 点，同时在这些点上进行水准测量，计算点的大地水准面高；

拟合得到该区域的大地水准面：拟合方法通常采用函数模型和统计模型相结合的方法。

组合法

以 GPS/水准等确定的高精度但分辨率较低的几何大地水准面作为控制，将移去恢复方法确定的高分辨率但精度较低的大地水准面与之拟合，以达到精化局部大地水准面的目的。

基本规定

区域似大地水准面参考基准

大地坐标系：2000 国家大地坐标系。

高程基准：1985 国家高程基准。

重力基准：2000 国家重力基本网。

似大地水准面精度和分辨率

似大地水准面的精度由格网平均高程异常相对于本区域内各高程异常控制点的高程异常平均中误差表示。

似大地水准面的分辨率由似大地水准面模型采用的等角格网间距表示。

各级似大地水准面精度和分辨率

等级	似大地水准面精度		似大地水准面分辨率
	平地/丘陵地	山地/高山地	
国家	$\pm 0.3\text{m}$	$\pm 0.6\text{m}$	$15'\times 15'$
省级	$\pm 0.1\text{m}$	$\pm 0.3\text{m}$	$5'\times 5'$
城市	$\pm 0.05\text{m}$		$2.5'\times 2.5'$

格网平均重力异常及分辨率

各级似大地水准面格网平均重力异常分辨率

级别	似大地水准面精度	
	平地/丘陵地	山地/高山地
国家	$5'\times 5'$	$15'\times 15'$
省级	$2.5'\times 2.5'$	$5'\times 5'$
城市	$2.5'\times 2.5'$	

格网平均重力异常的精度以格网平均重力异常的代表误差（单位：毫伽）表示，计

算公式为

$$\delta_g = 2.7c\sqrt{\lambda}$$

数字高程模型（DEM）分辨率和精度

分辨率

国家级 30"×30"

省 级 3"×3"

城 市 3"×3"

基础数据格网高程中误差

平原 ±4m 丘陵 ±7m

山地 ±11m 高山地 ±19m

高程异常控制点测量精度

用于精化国家似大地水准面的高程异常控制点，其坐标和高程精度应不低于 B 级 GPS 网点和国家二等水准网点的精度。

省级.....C 级.....三等

城市.....C 级.....三等

高程异常控制点布设

点位布设

均匀分布于似大地水准面精化区域。

具有代表性，顾及不同类别地形。

相邻高程异常控制点最大间距 d (km) 不宜大于：

选点埋石

外业观测

GPS 观测

按国家级、省级、城市分别不低于 B 级、C 级、C 级 GPS 网点。

水准测量

以国家一等或二等水准点作为起算点；

精度要求按国家级、省级、城市分别不低于二等、三等、三等水准网点。

重力测量

采用加密重力测量方法实测重力点。

采用航空重力测量方法获取地面平均重力异常值。

数据处理

高程异常控制点数据处理

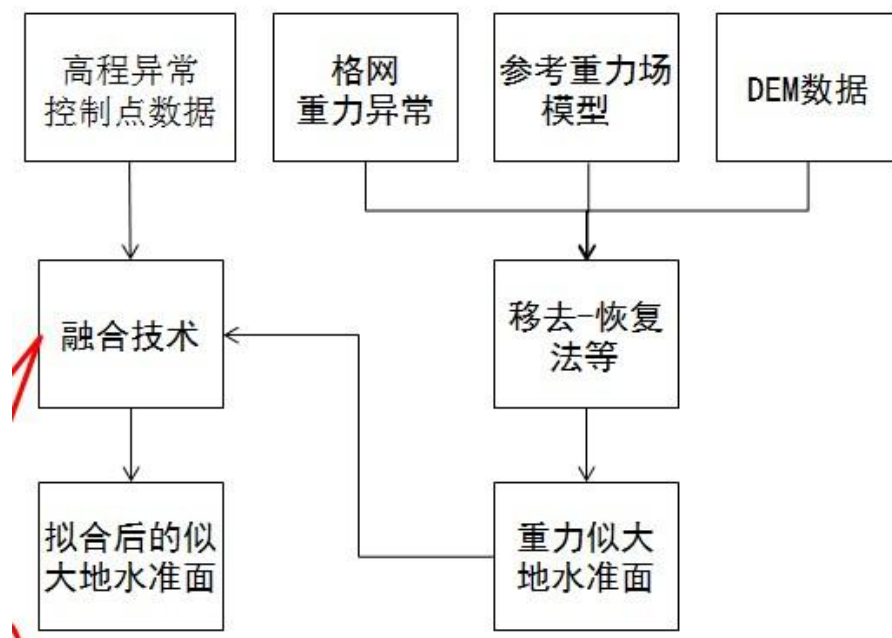
高程异常控制点 GPS 测量数据处理

高程异常控制点水准测量数据处理

计算高程异常控制点的高程异常

$$\zeta_{GPS} = H - h$$

似大地水准面计算流程



似大地水准面精度检验

检验点布设原则

分布均匀，不同地形类别以及有效区域边缘地区均应布点；应采用未参加似大地水准面计算的实测高程异常点作为检验点。

国家级间距不宜超过 300km，检验点总数不应少于 200 个；省级...100km...50 个；城市...30km...20 个。

检验点与用于区域似大地水准面精化的高程异常控制点间的距离不应小于似大地水准面格网间距。

检验点应满足 GPS 观测与水准联测条件。

利用旧点时应检查其稳定可靠性及是否满足 GPS 与水准观测。

检验点观测

测量精度不低于区域似大地水准面精化时高程异常控制点的测量精度。

外业观测与区域似大地水准面精化时高程异常控制点的测量要求一致。

检验点数据处理

似大地水准面精度评定

由似大地水准面模型计算的各检验点高程异常与其实测高程异常不符值计算的中误差，作为似大地水准面精度。

成果检查验收归档

成果检查验收

采用二级检查一级验收制。

GPS 测量、水准测量、重力测量等成果检查验收按相应规范。

成果上交

技术设计书

数据处理方案

GPS 观测数据及成果

水准观测数据及成果
高程异常控制点成果表
区域似大地水准面模型成果
技术总结
精度检验报告
检查验收报告

7. 大地测量数据库

组成、分级与结构

大地测量数据库是大地测量数据及实现其输入、编辑、浏览、查询、统计、分析、表达、输出、更新等管理、维护与分发功能的软件和支持环境的总称

组成

大地测量数据
管理系统
支撑环境

分级

国家级
省区级
市（县）级

大地测量数据

大地测量数据内容

参考基准数据
大地基准
高程基准
重力基准
深度基准

空间定位数据

观测数据

成果数据

文档数据

高程测量数据

重力测量数据

深度基准

元数据

数据组织原则

观测数据：一般按照控制网、数据内容进行分类组织，以数据文件作为基本存储单元；

成果数据：按成果类型分类，以控制网进行组织，以点为基本存储单元；

文档资料：按照控制网和文档技术类型分类，以文件作为基本存储单元。

数据库设计

数据分析与建模

概念模型设计

逻辑模型设计

物理模型设计

大地测量数据分类

观测数据类

成果数据类

概要数据类

辅助数据类

数据检查入库

数据正确性检查

数据完整性检查

逻辑关系正确性检查

管理系统

数据输入

对入库数据检查、录入、添加、确认

数据输出

产品制作、导出、分发

查询统计

查询、检索

数据维护

更新、维护

安全管理

用户管理、权限管理、日记管理

数据库备份与恢复

支撑环境

服务器设备

支持海量信息存储，预留扩展空间

稳定、安全、可靠

存储备份设备

安全高效存储备份能力

外围设备

扫描仪、绘图仪、打印机、刻录机.....

网络环境

漏洞扫描、入侵检测、数据包过滤、防病毒、身份认证、数据加密、主机监控.....

8. 坐标系统转换

我国坐标系统简介

北京 54 坐标系

□ 基本点

- 参心大地坐标系
- 以克拉索夫斯基椭球为基础，经局部平差后产生的坐标系
- 大地原点在原苏联的普尔科沃
- 采用多点定位法进行椭球定位

□ 椭球基本参数

- 长半轴 $a=6378245\text{m}$
- 扁率 $f=1/298.3$

1980 年国家大地坐标系（西安 80 坐标系）

□ 定义

- 大地原点陕西省泾阳县永乐镇
- Z 轴平行于地球质心指向地极原点方向
- X 轴在大地起始子午面内与 Z 轴垂直指向经度 0 方向
- Y 轴与 Z、X 轴成右手坐标系

□ 椭球基本参数

- 长半轴 $a=6378140\text{m}$
- 扁率 $f=1/298.257$

WGS-84 坐标系（世界大地坐标系）

□ 几何定义

- 坐标系的原点位于地球质心

➤ Z 轴指向（国际时间局）BIH1984.0 定义的协议地球极（CTP）
方向

➤ X 轴指向 BIH1984.0 的零度子午面和 CTP 赤道的交点

➤ Y 轴通过右手规则确定

■ WGS-84 椭球基本参数

➤ 长半轴 $a=6378137\text{m}$

➤ 扁率 $f=1/298.257223563$

CGCS2000 系统（2000 国家大地坐标系）

■ 定义

➤ 原点为包括海洋和大气的整个地球的质心

➤ Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向

➤ X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面(历元 2000.0)的交点

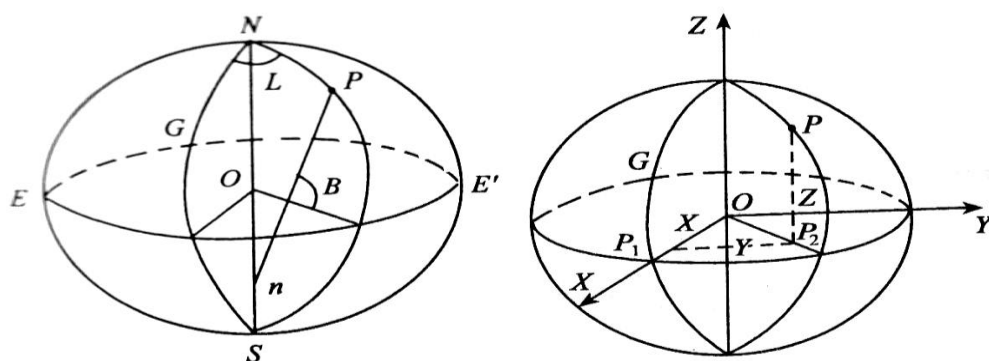
➤ Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系

■ 椭球基本参数

➤ 长半轴 $a=6378137\text{m}$

➤ 扁率 $f=1/298.257222101$

大地坐标 - 三维直角坐标



空间大地直角坐标 (X,Y,Z) 与空间大地坐标 (B,L,H) 是属于同一个坐标系下的两种不同的坐标表示方式，它们之间存在着唯一的数学“换算”关系。

由 (B,L,H) 求 (X,Y,Z)

$$\left. \begin{aligned} X &= (N+H)\cos B\cos L \\ Y &= (N+H)\cos B\sin L \\ Z &= [N(1-e^2)+H]\sin B \end{aligned} \right\}$$

由 (X,Y,Z) 求 (B,L,H)

大地纬度 B 需要迭代计算

$$\begin{aligned} L &= \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) \\ B &= \arctan\left[\frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}}\left(1-\frac{e^2N}{(N+H)}\right)^{-1}\right] \\ H &= \frac{\sqrt{X^2+Y^2}}{\cos B} - N \end{aligned}$$

不用迭代的计算公式

$$\left. \begin{aligned} L &= \arctan(Y/X) \\ B &= \arctan\left[\frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}}\left(1-e^2N/(N+H)\right)^{-1}\right] \\ H &= \sqrt{X^2+Y^2+(Z+Ne^2\sin B_0)^2} - N \end{aligned} \right\}$$

大地坐标

不同的参数椭球的定位和定向不同，相应的大地坐标系是不同的。实际应用中，需要进行不同大地坐标系之间的转换。

不同大地坐标系之间的转换分为不同空间直角坐标的转换和不同大地坐标的转换。

不同空间直角坐标系的转换

不同空间直角坐标系的转换，包括三个坐标轴的平移和坐标轴的旋转，以及两个坐标系的尺度比参数，坐标轴之间的三个旋转角叫欧勒角。

三参数法

三参数坐标转换公式是在假设两坐标系间各坐标轴相互平行，轴系间不存在欧勒角的条件下得出的。实际应用中，因为欧勒角不大，可以用三参数公式近似地进行空间直角坐标系的转换。公共点只有一个时,采用三参数公式进行转换。

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix}$$

七参数法

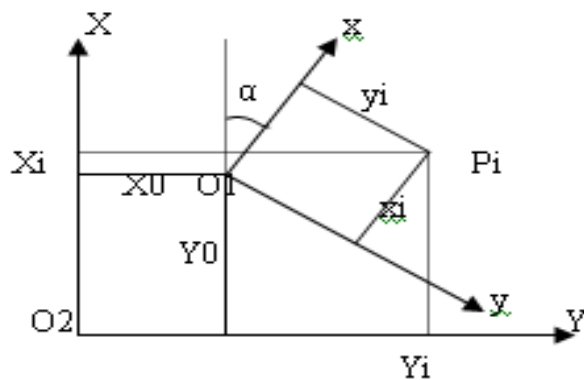
布尔莎七参数公式

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = (1+m)R(\varepsilon) \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_0 \\ \Delta Y_0 \\ \Delta Z_0 \end{bmatrix}$$

平面坐标 - 平面坐标

平面坐标系相似变换

$$\begin{aligned} X_i &= X_0 + x_i m \cos \alpha - y_i m \sin \alpha \\ Y_i &= Y_0 + x_i m \sin \alpha + y_i m \cos \alpha \end{aligned}$$



坐标转换计算流程

- (1) 收集整理转换区域内重合点成果;
- (2) 分析选取用于计算坐标转换参数的重合点;
- (3) 确定坐标转换参数计算方法与坐标转换模型;
- (4) 根据确定的转换方法与转换模型计算坐标转换参数;
- (5) 分析重合点坐标转换残差, 根据转换残差剔除粗差点;
- (6) 坐标转换残差满足精度要求时, 计算最终的坐标转换参数, 并估计坐标转换参数精度;
- (7) 根据计算的转换参数计算待转换点的目标坐标系坐标。

重合点选取

选取所有重合点，计算转换参数；
根据所确定的转换参数，计算重合点坐标残差，剔除残差大于 3 倍中误差的重合点；
重新计算坐标转换参数，直到满足精度要求为止；
用于计算转换参数的重合点数量与转换区域的大小有关，但一般不得少于 5 个。

基准转换方法选择

用于转换参数的重合点不存在系统误差或系统误差较小时，二维转换通常采用平面四参数转换或二维七参数转换模型实现，三维转换通常采用布尔莎七参数转换或三维七参数转换模型实现。

当存在系统误差且系统误差较复杂时，还可以用综合法坐标转换。

平面四参数转换模型属于二维转换模型。其原理简单，数值稳定可靠；对较小区域转换时精度较高，但当范围较大时，由于受投影变形误差的影响，其转换精度就较差，因而它只适合于较小区域的坐标转换。较大区域（比如省级区域）一般采用二维七参数转换模型。

坐标系变换和基准转换比较

类别	转换实现	实质	特点
坐标系变换	依据固定参数，按固定公式	坐标形式变换	一般过程可精确可逆，如已知某点某坐标系下的空间直角坐标，即相当于亦已知该坐标系下大地坐标
基准转换	依据相关模型	坐标值变化，参考椭球改变	一般不可逆，求参数常采用最小二乘拟合的方法实现，存在转换残差

投影带号与中央子午线互换

投影分带	高斯投影 6° 带	高斯投影 3° 带
由带号求经度	$L_0 = 6n - 3$ ， $n=19$ ，则 $L_0 = 111^\circ$	$L_0 = 3n$ ， $n=38$ ，则 $L_0 = 114^\circ$
由经度求带号	$(L_0 + 3) / 6$ ， $L_0 = 112^\circ$ ，则 $n = (112 + 3) / 6 \approx 19$ （四舍五入）	$L_0 / 3$ ， $L_0 = 112^\circ$ ，则 $112 / 3 \approx 37$ （四舍五入）

2011 年考试题

使用 N 台(N>3)GPS 接收机进行同步观测所获得的 GPS 边中，独立的 GPS 边的数量是()。

- A. N B. N-1
C. $N(N+1)/2$ D. $N(N-1)/2$

2011 年考试题

我国现行的大地原点、水准原点分别位于（ ）。

- A. 北京、浙江坎门
B. 北京、山东青岛
C. 山西泾阳、浙江坎门
D. 陕西泾阳、山东青岛

2011 年考试题

大地水准面精化工作中，A、B 级 GPS 观测应采用（ ）定位模式。

- A. 静态相对 B. 快速静态相对
C. 准动态相对 D. 绝对

2011 年考试题

为求定 GPS 点在某一参考坐标系中的坐标，应与该参考坐标系中的原有控制点联测，联测的点数不得少于（ ）个点。

- A. 1 B. 2
C. 3 D. 4

2011 年考试题

地面上任意一点的正常高为该点沿（ ）的距离。

- A. 垂线至似大地水准面
B. 法线至似大地水准面
C. 垂线至大地水准面
D. 法线至大地水准面

2011 年考试题

GPS 的大地高 H 、正常高 h 和高程异常 ζ 三者之间正确的关系是（ ）。

- A. $\zeta = H-h$ B. $\zeta < H-h$
C. $\zeta = h-H$ D. $\zeta < h-H$

2011 年考试题

按现行《全球定位系统（GPS）测量规范》，随 GPS 接收机配备的商用软件只能用于（ ）。

- A. C 级及以下各级 GPS 网基线解算
B. A 级 GPS 网基线预处理
C. B 级 GPS 网基线静处理
D. A 级 GPS 网基线处理

2011 年考试题

水准测量时，应使前后视距尽可能相等，其目的是减弱（ ）的误差影响。

- A. 圆水准器轴不平行于仪器竖轴
- B. 十字丝横丝不垂直于仪器竖轴
- C. 标尺分划误差
- D. 仪器视准轴不平行于水准管轴

2011 年考试题

国家一、二等水准测量单一水准路线高差闭合差的分配原则是（ ）。

- A. 按距离成比例反号分配
- B. 按距离成比例同号分配
- C. 按测段平均反号分配
- D. 按测段平均同号分配

2011 年考试题

一、二等水准路线跨越江、河，当视线长度大于（ ）M 时，应根据视线长度和仪器设备等情况，选用规范的相应方法进行跨河水准测量。

- A. 50 B. 100
- C. 150 D. 200

2011 年考试题

加密重力测量测线中，当仪器静放 3 小时以上时，必须在（ ）读数，按静态零漂计算。

- A. 静放前 B. 静放后
- C. 静放中 D. 静放前后

2011 年考试题

相对重力测量是测定两点的（ ）。

- A. 重力差值 B. 重力平均值
- C. 重力绝对值 D. 重力加速度

2011 年考试题

GPS 控制网技术设计的一般内容包括（ ）。

- A. 控制网应用范围
- B. 分级布网方案
- C. 测量精度标准
- D. 坐标系统与起算数据
- E. 测站间的通视

2011 年考试题

目前“2000 国家 GPS 控制网”是由（ ）组成的。

- A. 国家测绘局布设的 GPSA、B 级网
- B. 总参测绘局布设的 GPS 一、二级网

- C. 中国地壳运动观测网
- D. 中国大陆环境构造监测网
- E. 国家天文大地网

2011 年考试题

下列测量方法中，可用于建立国家一二等高程控制网的方法包括（ ）。

- A. 三角高程测量
- B. 水准测量
- C. GPS 水准测量
- D. 地形控制网测量
- E. 重力测量

大地测量自测题

正常高的参考基准面是（ ）。

- A. 参考椭球面
- B. 海水面
- C. 大地水准面
- D. 似大地水准面

大地测量自测题

某点的高程异常是指该点的大地高与（ ）之差。

- A. 正高
- B. 力高
- C. 地区力高
- D. 正常高

大地测量自测题

大地水准面和似大地水准面，在（ ）是一致的。

- A. 海水面
- B. 平原地区
- C. 山区
- D. 任意地区

大地测量自测题

跨河水准测量中，倾斜螺旋法的最大跨距为（ ）。

- A. 100 B. 150
- C. 1500 D. 3500

大地测量自测题

GPS 定位是根据卫星的瞬时位置作为已知的起算数据，采用（ ）的方法，确定待定点的

空间位置。

- A. 空间距离前方交会
- B. 空间距离侧方交会
- C. 空间距离后方交会
- D. 空间角度交会

大地测量自测题

我国常用的 1985 年国家高程基准是使用青岛验潮站（ ）的验潮数据推算得到。

- A. 1950 年—1985 年
- B. 1952 年—1979 年
- C. 1952 年—1985 年
- D. 1956 年—1979 年

大地测量自测题

地面某点的经度为 $E112^{\circ} 32'$ ，该点应该在三度带的第（ ）带。

- A. 36 B. 37
- C. 38 D. 39

大地测量自测题

绝对重力测量是测定地面点的（ ）。

- A. 重力差值 B. 重力平均值
- C. 重力绝对值 D. 重力加速度

大地测量自测题

下列属于 GPS 外业观测数据质量检核主要内容的是（ ）。

- A. 同步观测环闭合差
- B. 各时间段的较差
- C. 复测基线长度差
- D. 精处理后基线分量及边长的重复性
- E. 独立环闭合差及附和路线坐标闭合差

大地测量自测题

GPS 网点位应均匀布设，所选点位应满足（ ）条件。

- A. GPS 观测
- B. 天文大地观测
- C. 三角网联测
- D. 水准联测
- E. 导线网联测

大地测量自测题

GPS 网平差流程内容包括（ ）。

- A. 基线向量提取
- B. 复测基线长度差计算
- C. 三维无约束平差
- D. 约束平差和联合平差
- E. 质量分析与控制

大地测量自测题

以下可以减弱三角高程测量中大气垂直折光的影响的措施有（ ）。

- A. 对向观测
- B. 提高观测视线高度
- C. 利用短边传算高程
- D. 延长观测时间
- E. 选择有利的观测时间

大地测量自测题

水准测量中，使前后视距大致相等，可以消除或削弱（ ）。

- A. 水准管轴与视准轴不平行的误差
- B. 地球曲率产生的误差
- C. 大气折光误差
- D. 阳光照射产生的误差
- E. 水准尺分划误差

大地测量自测题

高差闭合差调整的原则是按（ ）成比例分配。

- A. 高差大小
- B. 测站数
- C. 水准路线长度
- D. 水准点间方向角
- E. 站点高程

大地测量自测题

水准测量的精度可以用每公里高差中数的（ ）来评定。

- A. 单位权中误差
- B. 偶然中误差
- C. 理论闭合差
- D. 全中误差
- E. 往返闭合差

大地测量自测题

下列属于地心坐标系统的有（ ）。

- A. 1954 北京坐标系统
- B. 1980 西安坐标系统
- C. 2000 国家大地坐标系
- D. 新 1954 北京坐标系统
- E. WGS-84

大地测量案例分析

某市的基础控制网，因受城市建设，自然环境、人为活动等因素的影响，测量标志不断破坏，减少。为了保证基础控制网的功能，该市决定对基础控制网进行维护，主要工作内容包括控制点的普查、补测、观测、计算及成果的坐标转换等。

1. 已有资料情况

该市基础控制网的观测数据及成果：联测国家高等级三角点 5 个，基本均匀覆盖整个城市区域，各三角点均有 1980 西安坐标系成果；城市及周边地区的 GPS 连续运行参考站观测数据及精确坐标；城市及周边地区近期布设的国家 GPS 点及成果。

2. 控制网测量精度指标要求

控制网采用三等 GPS 网，主要技术指标见下表：

3. 外业资料的检验

使用随接收机配备的商用软件对观测数据进行解算，对同步环闭合数、独立闭合环闭合差、重复基线较差进行检核，各项指标应满足精度要求：

A. 同步环各坐标分量闭合差

σ 为基线测量误差

B. 独立闭合坐标闭合差 和各坐标分量闭合差

n 表示闭合环边数。

C. 重复基线的长度较差 应满足规范要求

项目实施中，测得某一基线长度约 10 公里，重复基线的长度较差 95.5 毫米，某一由 6 条边（平均边长约 5 公里）组成的独立闭合环，其 X、Y、Z 坐标分量的闭合差分别为 60.4 毫米、160.3 毫米、90.5 毫米。

4. GPS 控制网平差解算

A. 三维无约束平差

B. 三维约束平差

5. 坐标转换

该市基于 2000 国家大地坐标系建立了城市独立坐标系，该独立坐标系使用中央子午线为东经 $\times \times^\circ \times \times' \times \times''$ ，任意带高斯平面直角坐标。通过平差与严密换算获得城市基础控制网 2000 国

家大地坐标系与独立坐标系成果后，利用联测的 5 个高等级三角点成果，采用平面二维四参数转换模型，获得了该基础控制网 1954 年北京坐标系与 1980 西安坐标系成果。

问题：

1. 计算该重复基线长度较差的最大允许值，并判定其是否超限。
2. 计算该独立闭合环坐标与坐标分量闭合差的限差值，并判定闭合差是否超限。
3. 简述该项目 GPS 数据处理的基本流程。
4. 简述该项目 1980 西安坐标系与独立坐标系转换关系建立方法及步骤。

（上述计算：计算过程保留小数点后二位，结果保留小数点后一位）

问题 1 计算该重复基线长度较差的最大允许值，并判定其是否超限。

计算该重复基线长度较差的最大允许值

最弱边相对中误差 $1/80000$ ，边长 10000m 。

该边的极限误差 $=10000 \times 1/80000 = 0.125\text{m}$ 。

边长中误差 $m_s = 0.125/2 = 0.0625\text{m} = 62.5\text{mm}$ 。

计算往返较差最大允许值（运用误差传播定律）为 250mm 。

已知重复基线的长度较差 95.5mm ；

判断： $95.5 < 250$ ，故该项指标不超限。

问题 2 计算该独立闭合环坐标与坐标分量闭合差的限差值，并判定闭合差是否超限。

计算基线测量误差 σ

计算独立环坐标闭合差 W

计算坐标分量闭合差 $W_x W_y W_z$

实测 X、Y、Z 坐标分量的闭合差分别为 60.4mm 、 160.3mm 、 90.5mm

判断是否超限

问题 3 简述该项目 GPS 数据处理的基本流程。

（1）数据准备。包括输入必要数据（如测站名称、仪器高）、将全部数据文件转换成数据处理软件认可的格式等；

（2）将全部数据文件导入处理软件；

（3）已知数据导入（5 个高等级三角点的 1980 西安坐标系坐标）；

（4）基线解算。包括对基线精度、同步环、独立环和重复基线闭合差、较差情况的考察、分析和处理，必要时对某些测站进行重测；

（5）WGS84 坐标系下三维平差（无约束平差）及其精度分析并决定处理方法；

（6）1980 西安坐标系下二维平差（利用 5 个高等级三角点 1980 西安坐标系坐标作为约束条件的约束平差）及其精度分析并决定处理方法；

（7）输出平差结果。

问题 4 简述该项目 1980 西安坐标系与独立坐标系转换关系建立方法及步骤。

(1) 采用 GPS 静态测量方式将 5 个（少一点也可，但最少不得少于 2 个）高等级三角点与城市独立控制网联测，得到 5 个高等级三角点的城市独立坐标系坐标（AB）；

(2) 将 5 个高等级三角点的 1980 西安坐标系坐标通过换带计算转换为中央子午线与城市独立坐标系中央子午线（下称 L1）相同的任意带坐标（XY）；

(3) 将 5 个高等级三角点转换后的 1980 西安坐标系坐标（XY）、城市独立坐标系坐标（AB）利用坐标系转换公式：

$$A=p+k*\cos a*X-k*\sin a*Y$$

$$B=q+k*\sin a*X+k*\cos a*Y$$

根据最小二乘原理，即可求出 p、q、k、a 等转换参数（有专用小程序可用）。

至此，1980 西安坐标系与城市独立坐标系之间转换关系建立完成。

(4) 注意上述公式中 XY 是中央子午线 L1 下的坐标，千万不能忘记坐标换带。

海洋测绘

1.海洋控制测量

技术设计

平面基准：CGCS2000

高程基准：1985 国家高程基准

远离大陆的岛、礁，其高程基准可采用当地平均海面

深度基准：理论最低潮面

应与国家高程基准进行联测

灯塔、灯桩的灯光中心高度从平均大潮高潮面起算

海岸线以平均大潮高潮时所形成的实际痕迹进行测绘

确定深度基准面的原则

充分考虑航行安全

保证水深资源的利用效率

相邻区域深度基准面尽可能一致

重力基准：2000 国家重力基准

海洋测绘技术设计主要内容

确定测量的目的和测区范围

划分图幅和确定测量比例尺

确定测量技术方法和主要仪器设备

明确测量工作的重要技术保证措施

编写技术设计书和绘制有关附图

技术设计工作步骤

资料收集与分析

初步设计（图上设计）

实地踏勘

技术设计书编写

平面控制网

平面控制网基本要求和投影分带规定

测图比例尺(S)	最低控制基础	直接用于测量	投影
$S > 1 : 5 \text{ 千}$	国家四等点	H_1	高斯（1.5°带）
$1 : 5 \text{ 千} \geq S > 1 : 1 \text{ 万}$	H_1	H_2	高斯（3°带）
$S \leq 1 : 1 \text{ 万}$	H_2	H_C	高斯（6°带）
$S \leq 1 : 5 \text{ 万}$	—	—	墨卡托投影

海洋测绘控制点精度指标

限差项目		H_1	H_2	H_C
测角中误差（"）		± 5	± 10	± 10
相对相邻起算点的点位中误差（m）		± 0.2	± 0.5	—
测距相对中误差		1/ 50000	1/ 25000	1/ 25000
交会点最大互差 （米）	1 : 10000 比例尺测图	—	—	1
	小于 1 : 10000 比例尺测图	—	—	2

平面控制测量

国家各时期布设的三角点、导线点和 GPS 点，只要符合《国家三角测量和精密导线测量规范》精度要求的均可作为海洋测量的高等级控制点和发展海控点的起算点使用。

方法：GPS 测量、导线测量和三角测量。

等级：海控一级点、海控二级点和测图点。

高程控制测量

方法

几何水准测量

测距高程导线

三角高程测量

GPS 高程测量

要求

必须起测于国家等级水准点，根据精度需要和测线长度决定施测等级。

GPS 高程测量时已知水准点不少于 4 个，间隔不超过 15km。

联测传递

深度基准面联测传递

将验潮站的水位归算到深度基准面（即理论最低潮面）上。

长期验潮站深度基准面传递

由陆地高程控制点进行水准联测。

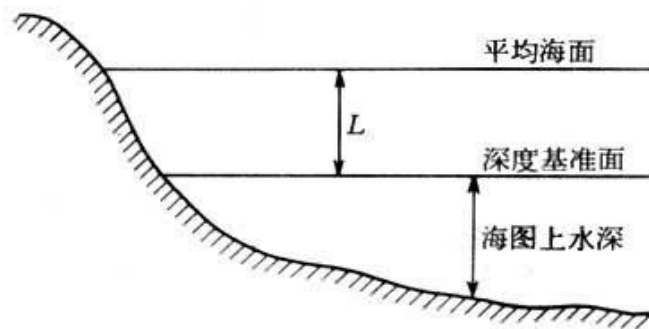
短期验潮站深度基准面传递

水准测量法；

潮差比法；

最小二乘曲线拟合法；

四个主分潮与 L 比值法。



深度基准面示意图

长期验潮站：用于计算平均海面，需有 2 年以上连续的水位资料。

短期验潮站：弥补长期站的不足，应有 30 天以上连续的水位资料。

临时验潮站：用于进行水位改正，应有 3 天以上连续的同步水位资料。

海上定点验潮站：用于推算平均海面、深度基准、瞬时水位，并提供水位改正。

水位零点：又称验潮站零点，一般假定在工作水准点以下整米处，但必须低于最低潮位。验潮站零点一经确定不得改变。利用旧验潮站进行水位观测时，也可以采用深度基准面作为验潮站零点。

水尺零点：验潮水尺或自动验潮仪的零分划线。

2.定位测量和水深测量

定位测量

定位方法

1 天文和光学定位

前方交会

后方交会

侧方交会

极坐标法定位

2 无线电定位

两距离法

双曲线法

3 卫星定位

差分卫星定位。沿岸 300km 内，可获得优于 5m 精度。

4 水声定位

水深测量

测深方法

测深杆（点测量，水深小于 5m）

测深锤（点测量，水深 8—10m）

单频单波束测深（点测量）

双频单波束测深（点测量）

多波束测深（面测量）

机载激光测深（面测量）

深度测量极限误差（m）

测深范围 Z	极限误差 2σ
$0 < Z \leq 20$	± 0.3
$20 < Z \leq 30$	± 0.4
$30 < Z \leq 50$	± 0.5
$50 < Z \leq 100$	± 1.0
$Z > 100$	$\pm Z \times 2\%$

测线布设

测线分为计划测线和实际测线；

测深线分为主测深线和检查线；

测深线的间隔根据水深、底质、地貌、比例尺和仪器覆盖范围而定；

单波速测线间隔一般为图上 10mm；

多波速测线一般要求至少有 20% 的重叠；

检查线：检查定位、测深和水深改正等内容。

测深等级

一级测量：适用海道测量部门明确规定的重要海区；要求测线间距要小、100%的海底覆盖率。

二级测量：适用于其港口、入口航道、一般的沿岸和内陆航道，限于水深小于 100 米的海区使用。

三级测量：适用于水深浅于 200 米且不被一、二级测量覆盖的海区。

四级测量：四级海道测量适用于水深超过 200 米且不被一、二、三级海道测量所覆盖的其它所有海区。

影响测深精度的因素

与声信号传播路径(包括声速剖面)有关的声速误差；

测深与定位仪器自身的系统误差；

潮汐测量和模型误差；

船只航向与船摇误差；

由于换能器安装不正确引起的定位误差；

船只运动传感器的精度引起的误差，如纵横摇的精度、动态吃水误差；

数据处理误差等等。

水深改正

1 吃水改正

静态吃水改正

动态吃水改正

2 姿态改正

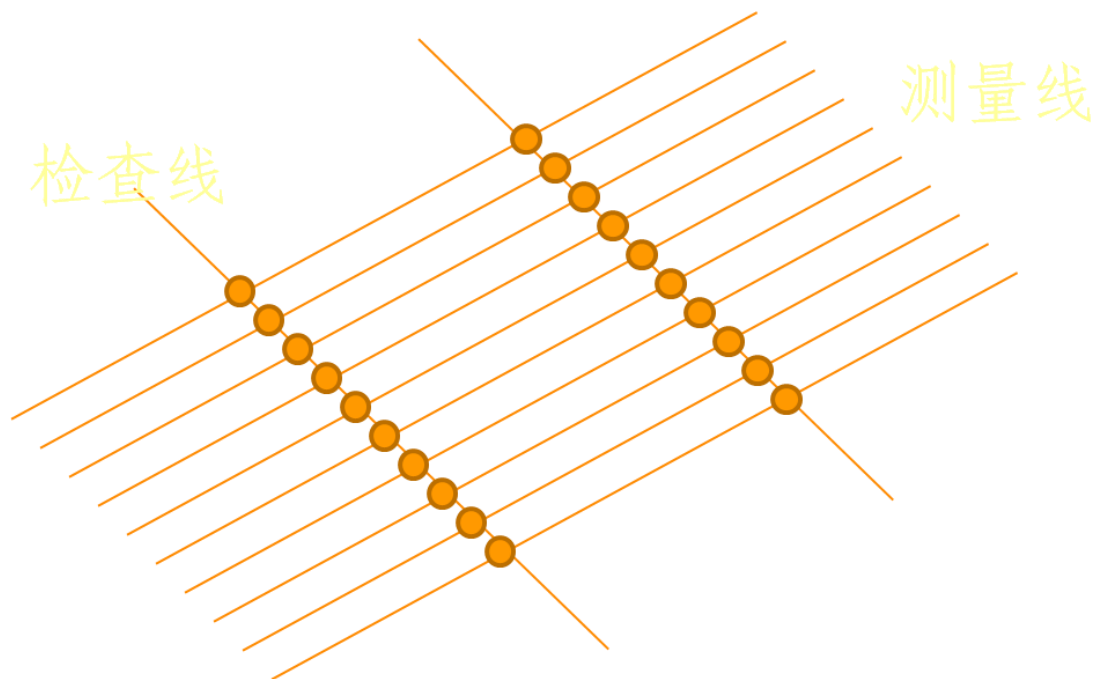
姿态测量：船体纵摇角、横摇角，船首向方位角

3 声速改正

单波束：利用已知水深比对对实际声速进行改正

多波束：进行声速后处理

精度评估：根据交叉点两次测量的不符值统计结果来评价系统水下地形测量的精度。



水位改正

水位改正就是将测得的瞬时深度（测深数据）转化为以当地深度基准面为基准的水深数据。

水位观测过程中采用以“点”带“面”的水位改正方法，水位改正方法主要有单站水位改正法、线性内插法、水位分带法、时差法和参数法等。

3.海图制作

海图设计

海图要素

数学要素：投影、坐标网、基准面、比例尺……

地理要素：海域要素；陆地要素

辅助要素：接图表、图例、图名、出版单位、出版时间…

海图按内容分类

普通海图

专题海图——自然现象海图、社会经济现象海图

航海图——海区总图、航行图、港湾图

按存储形式分类

纸质海图

电子海图

海图数学基础

投影

比例尺

坐标系统

高程系统（基准面）

制图网及分幅编号等

海图数学基础中最重要，也是最复杂的问题是海图投影的问题。地图投影的理论完全适用于海图投影，但对于某些海图，由于其特殊用途和使用要求，需采用特定的投影。

墨卡托投影的特点

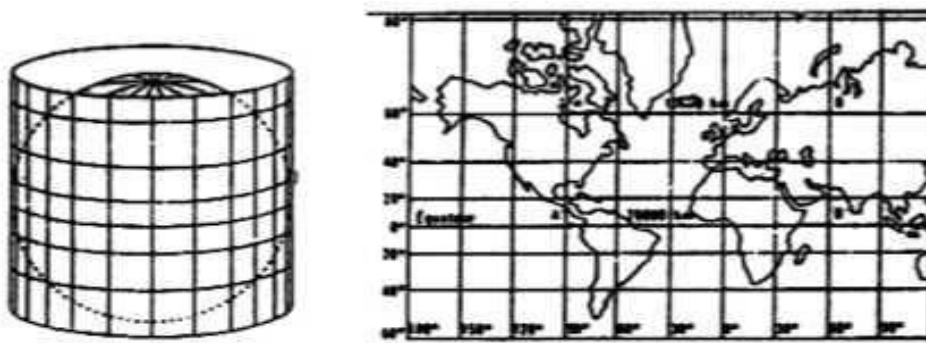
墨卡托投影为等角割圆柱投影，等角航线在投影平面上为直线。因此该投影便于在航海中应用。

经线为一组垂直的等距离平行线，两线间隔与相应的经差值成正比；

纬线为一组水平的等距离平行线，与经线正交，两相邻纬线间距不等，由赤道到两极逐渐伸长，极地处无穷大；

圆柱面与地球面相切（相割）处的纬线称为“基准纬线”，其变形为零，无角度变形，投影点处的长度比在任何点处相等。

不同纬度上的点产生的长度比不同，长度和面积变形与纬度有关，与经度无关。



海图总体设计

确定图的性质、特点和制图范围；

确定数学基础及精度要求；

确定海图分幅、图面配置；

广泛搜集、分析、评价资料，确定资料使用程度和方法；

确定表示内容，制订表示方法，确定选取指标和概括原则；

制订图例符号，确定制图工艺和程序；

制订作业计划和组织实施；

编写指导海图编绘和印刷前准备工作的技术设计书。

海图制图

海图编绘

展绘数学基础；

资料加工处理；

各要素按综合原则、方法和指标进行内容取舍和图形概括，并按规定的图例符号和色彩进行编绘；

处理各种图面问题，包括资料拼接，与邻图接边、接幅，图面配置等。

海图资料收集

控制测量资料

海测资料

成图资料

遥感图像资料

其他资料

制图综合

海图内容选取：资格法，定额法，平方根定律法

形状化简：删除、合并和夸大

数量特征概括：分级合并、取消低等级别和概括数字代替精确数字

质量特征概括：分类合并和相邻替代

制图物体移位：分开表示和组合表示

海图要素综合原则

海岸线——扩大陆地，缩小海域

等深线——扩浅缩深、取浅舍深

水深——舍深取浅

干出滩——孤立的不得舍去；化简扩大

海底底质——取硬舍软，软硬兼顾；取异舍同

航行障碍物——孤立必选，成片依其危险程度

辅助标志——由高级向低级，由重要向次要

海图符号及分类

按分布范围分为点、线、面状符号

按照符号尺寸分为比例、半比例、非比例符号

按符号形状与事物的关系分为正形符号和象征符号

纸海图制作流程

编辑准备阶段

数据输入阶段

数据处理阶段

图形输出阶段

4.成果质量控制和检查验收

外业资料日常整理

总体要求

计划周密

系统规范

责任分明

记录纸检查与整理

记录纸的检查

测深仪记录纸整理

工作图板的整理

测深手簿整理

数据处理与成图

测深点取舍

不准舍去的测深点：

能确切显示礁石、特殊深度、浅滩、岸边石陂等航行障碍物位置、形状、深度（高度）的点；

能准确显示港口、航道、岛屿周围的地貌和狭窄航道中的深水航道的点；

特殊深度和反映其变化程度的特征点；

能正确地勾绘零米线、等深线及显示干出滩坡度的特征点。

等深线勾绘

等深线与水深注记交叉预处理

文档资料整理与上交

测量成果检验

分级检查，包括自查和三级检查。

测量成果质量检验

仪器设备检校、平面控制、高程和潮位控制、定位、测深*（单波速、多波速、测扫声纳和水深改正）、障碍物探测、助航标志测量、底质探测、海底地貌测量、滩涂及海岸地形测量。

水深测量成图比对检查

主、检测深线比对（检查线总长度不少于主测深线的 5%）、图幅拼接比对（3 条要求）、成图比对质量问题处理（2 条要求）。

制图成果检验

编辑检查

自检

三级审校

作业部门质检员审校

制图单位质检员审校

上级主管部门质检员验收

印刷成图检验

海洋测量成果资料归档

测量任务书、踏勘报告及技术设计书；

仪器设备检定及检验资料；

外业观测记录手簿、数据采集原始资料；

内业数据处理、计算、校核、质量统计分析资料；

所绘制的各类图纸及成果表；

港口资料调查报告、技术报告、各级质量检查报告；

测量过程记录；

其他测量资料。

海图制图成果资料归档

采用的各种编绘资料；

制图任务书、编图计划；

各类源数据文件、成果图和数据文件；

各级质量检验的成果报告；

制图过程记录；

其他制图资料。

现行海道测量时用的高程系统是（ ）。

- A. 理论深度基准面
- B. 当地平均海面
- C. 吴淞零点
- D. 1985 国家高程基准

2011 年考试题

干出礁高度从（ ）起算。

- A. 理论深度基准面
- B. 当地平均海面
- C. 平均大潮低潮面
- D. 理论大潮高潮面

2011 年考试题

海图上的潮信资料有平均高潮间隙、平均低潮间隙、大潮升、小潮升和（ ）。

- A. 平均海面
- B. 最高潮位
- C. 最低潮位
- D. 涨潮历时

2011 年考试题

海图内容的三大要素是数学要素、地理要素和（ ）。

- A. 水部要素
- B. 陆部要素
- C. 勘航要素
- D. 辅助要素

2011 年考试题

人工观测水位时水尺设置的要求是（ ）。

- A. 水尺零点不低于平均海面
- B. 水尺零点低于最低潮面
- C. 水尺零点不高于平均海面
- D. 水尺零点高于最高潮面

2011 年考试题

目前海道测量平面控制常用的测量方法是（ ）。

- A. 三角测量
- B. 三边测量
- C. 导线测量

D. GPS 测量

2011 年考试题

测量水深可采用的仪器设备包括（ ）。

- A. 测深杆
- B. 机载激光测深系统
- C. 旁侧声纳
- D. 多波束测深系统
- E. 磁力仪

2011 年考试题

利用单波束回声测深仪进行水深测量时，对主测深线与等深线应保持的方向要求包括（ ）。

- A. 0°
- B. 30°
- C. 45°
- D. 60°
- E. 90°

海洋测绘自测题

在利用多波束测水深时，两条平行的测线外侧波束应保持至少（ ）的重叠。

- A. 10%
- B. 20%
- C. 30%
- D. 40%

海洋测绘自测题

在编制航海图时，规定 1 : 1 万图上基本等高距为（ ）。

- A. 1m
- B. 2m
- C. 5m
- D. 10m

海洋测绘自测题

各种海图一般选用（ ）投影。

- A. 墨卡托
- B. 高斯-克吕格
- C. 等积
- D. 圆锥

海洋测绘自测题

我国以（ ）作为测深基准面。

- A. 平均海水面
- B. 大地水准面
- C. 理论最低潮面
- D. 似大地水准面

工程测量

1.工程控制网设计与建立

总体方案与技术设计

工程建设不同阶段对测量工作的需求

在工程项目选址和勘测设计阶段，测量工作主要是提供各种比例尺的地形图供设计人员进行规划设计。

工程施工建设阶段的测量工作是将图纸上的建（构）筑物放到地面上去的过程。

工程运营管理阶段测量工作的主要任务是对工程建筑物进行变形观测。

控制网布设方法

卫星定位测量

导线测量

三角形测量

控制网等级

卫星定位测量：二、三、四等和一、二级。

导线测量：三、四等和一、二、三级。

三角形测量：二、三、四等和一、二级。

GPS 网

优势

不需要通视；

全天候作业；

测站选择与网形无关，可专注于应用；

作业效率高；

易达到测量精度要求；

可同时获得三维坐标。

劣势

不能容忍空中障碍物；

不能用于地下、植物下、建筑物下。

导线网

用作测区的首级控制时，应布设成环形，控制整个测区且点位分布均匀；

应联测 2 个已知方向；

加密网可采用单一附和导线或结点导线网形式；

结点间或结点与已知点间的导线段宜布设成直伸形状；

相邻边长不宜相差过大，网内不同环节上的点也不宜相距过近。

平面控制网布设原则

首级控制网因地制宜，且适当考虑发展；当与国家坐标系统联测时，应同时考虑联测方案。

首级控制网的等级，应根据工程规模、控制网的用途和精度要求合理确定。

加密控制网，可越级布设或同等级扩展。

平面控制网坐标系统选择

应在满足测区内投影长度变形不大于 **2.5cm / km** 的要求下

- 1、采用统一的高斯投影 3°带平面直角坐标系统。
- 2、采用高斯投影 3°带，投影面为测区抵偿高程面或测区平均高程面的平面直角坐标系统；或任意带，投影面为 1985 国家高程基准面的平面直角坐标系统。
- 3、小测区或有特殊精度要求的控制网，可采用独立坐标系统。
- 4、在已有平面控制网的地区，可沿用原有的坐标系统。
- 5、厂区内可采用建筑坐标系统。

工程测量技术设计书

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

平面控制测量（GPS）设计方案

仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，计算机、专业应用软件和其他配置作业的主要过程、各工序作业方法和精度质量要求

精度等级和其他技术指标

观测作业方法和技术要求

观测成果记录内容和要求

外业数据处理内容和要求

补测与重测的条件和要求

其他特殊要求：交通、通信等

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

高程控制测量设计方案

仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，计算机、专业应用软件和其他配置作业的主要过程、各工序作业方法和精度质量要求

测站设置基本要求

观测、联测、检测及跨越障碍物的测量方法，观测时间、气象条件及其他要求

观测记录的方法和成果整饰要求

需要联测的气象站、水文站、验潮站和其他水准点

外业成果计算、检核的质量要求

成果重测和取舍要求

必要时规定成果平差计算方法、采用软件和高差改正等技术要求

其他特殊要求：交通、通信等

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

高程控制网精度等级：二、三、四、五等。

高程系统：宜采用 1985 国家高程基准。也可沿用原有的高程系统；当小测区联测有困难时，也可采用假定高程系统。

高程控制网网形及布点：首级网应布设成环形网，加密网宜布设成附和路线或结点网。高程控制点间的距离，一般地区应为 1~3km，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。

高程控制网测量方法：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，五等也可采用 GPS 拟合高程测量。

项目实施与作业组织

工程控制网施测基本要求

- 1、应根据测区的实际情况、精度要求、卫星状况、接收机的类型和数量以及测区已有的测量资料进行综合设计。
- 2、首级网布设时，宜联测 2 个以上高等级国家控制点或地方坐标系的高等级控制点；对控制网内的长边，宜构成大地四边形或中点多边形。
- 3、控制网应由独立观测边构成一个或若干个闭合环或附和路线；各等级控制网中构成闭合环或附和路线的边数不宜多于 6 条。
- 4、各等级控制网中独立基线的观测总数，不宜少于必要观测基线数的 1.5 倍。
- 5、加密网应根据工程需要，在满足本规范精度要求的前提下可采用比较灵活的布网方式。
- 6、对于采用 GPS-RTK 测图的测区，在控制网的布设中应顾及参考站点的分布及位置。

GPS 控制网实地选点

土质坚实、稳固可靠，有利于加密和扩展，每个控制点至少应有一个通视方向。视野开阔，高度角在 15° 以上的范围内无障碍物，远离强烈反射卫星接收信号的物体。

充分利用符合要求的旧有控制点。

埋石

根据规范规定的等级埋设标石，包括屋顶标石和地面标石。

导线网实地选点

土质坚实、稳固可靠、便于保存，视野应相对开阔，便于加密、扩展和寻找。

相邻点之间通视良好，其视线距障碍物的距离，三、四等不宜小于 1.5m；四等以下宜保证便于观测，不受旁折光的影响。

相邻点视线应避开烟囱、散热塔、散热池等发热体及强电磁场。

相邻点视线倾角不宜过大，以免高差的测量误差对导线的水平距离产生较大的影响。

充分利用旧有控制点。

外业观测及数据检核

GPS 测量建立四等以上工程控制网时，需采用静态定位，要求每次至少观测 5 颗卫星。

一、二级可采用快速静态定位，对直接观测基线不构成闭合图形，可靠性较差。

GPS 观测主要技术指标

等级	平均边长 (km)	固定误差 (mm)	比例误差系数 (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	≤1 / 250000	≤1 / 120000
三等	4.5	≤10	≤5	≤1 / 150000	≤1 / 70000
四等	2	≤10	≤10	≤1 / 100000	≤1 / 40000
一级	1	≤10	≤20	≤1 / 40000	≤1 / 20000
二级	0.5	≤10	≤40	≤1 / 20000	≤1 / 10000

GPS 控制测量测站作业要求

1、观测前，应对接收机进行预热和静置，同时应检查电池的容量、接收机的内存和可储存空间是否充足。接收机预热和静置的目的，是为了让接收机自动搜索并锁定卫星，并对机内的卫星广播星历进行更替，同时也是为了使机内的电子元件运转稳定。

2、天线安置的对中误差，不应大于 2mm；天线高的量取应精确至 1mm。

3、观测中，应避免在接收机近旁使用无线电通信工具。

4、作业同时，应做好测站记录，包括控制点点名、接收机序列号、仪器高、关机时间等相关的测站信息。

导线网水平角观测对仪器的要求

照准部旋转轴正确性指标：管水准器气泡或电子水准器长气泡在各位置的读数较差，1" 级仪器不应超过 2 格，2" 级仪器不应超过 1 格，6" 级仪器不应超过 1.5 格。

水平轴不垂直于垂直轴之差指标：1" 级仪器不应超过 10"，2" 级仪器不应超过 15"，6" 级仪器不应超过 20"。

补偿器的补偿要求，在仪器补偿器的补偿区间，对观测成果应能进行有效补偿。

垂直微动旋转使用时，视准轴在水平方向上不产生偏移。

仪器的基座在照准部旋转时的位移指标：1" 级仪器不应超过 0.3"，2" 级仪器不应超过 1"，6" 级仪器不应超过 1.5"。

光学（或激光）对中器的视轴（或射线）与竖轴的重合度不应大于 1mm。

导线网水平角观测的测站作业规定

仪器或反光镜的对中误差不应大于 2mm。

水平角观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心不宜超过 1 格。四等及以上等级的水平角观测，当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，宜在测回间重新整置气泡位置。有垂直轴补偿器的仪器，可不受此限制。

如受外界因素（如震动）的影响，仪器的补偿器无法正常工作或超出补偿器的补偿范围时，应停止观测。

当测站或照准目标偏心时，应在水平角观测前或观测后测定归心元素。

导线网水平角观测误差超限处理

一测回内 2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，应重测超限方向，并联测零方向。

下半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回。

若一测回中重测方向数超过总方向数的 1 / 3 时，应重测该测回。当重测的测回数超过总测回数的 1 / 3 时，应重测该站。

导线网测距作业规定

测站对中误差和反光镜对中误差不应大于 2mm。

当观测数据超限时，应重测整个测回，如观测数据出现分群时，应分析原因，采取相应措施重新观测。

四等及以上等级控制网的边长测量，应分别量取两端点观测始末的气象数据取平均值。

测量气象元素的温度计宜采用通风干湿温度计，气压表宜选用高原型空盒气压表；读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外阳光不能直射的地方，且读数精确至 0.2℃；气压表应置平，指针不滞阻，读数精确至 50Pa。

当测距边用电磁波测距三角高程测量方法测定的高差进行修正时，垂直角的观测和对向观测高差较差要求，可按电磁波测距三角高程测量的有关规定放宽 1 倍执行。

数据处理

GPS 测量内业

外业数据检核

基线解算

同步环、异步环和复测基线检核

无约束平差

约束平差

精度评定

导线测量内业

归心改正计算

水平距离计算

测角、测距精度评定

测距边归化投影计算

归算至测区平均高程面上

归算到参考椭球面上

高斯投影面上

平差计算

精度评定

2.地形图测绘

总体方案与技术设计

大比例尺地形图分幅

1 : 5000 比例尺采用纵、横各 40cm，即实地 2km 的分幅；

1 : 2000、1 : 1000、1 : 500 比例采用纵、横各 50cm 分幅；

若测区为狭长带状，为了减少图板和接图，可采用任意分幅。

比例尺选择

用途	比例尺	1 : 5000	1 : 2000	1 : 1000	1 : 500
----	-----	----------	----------	----------	---------

可行性研究		√		
总体规划	√			
厂址选择	√			
初步设计	√	√	√	√
矿山总图管理		√		
城镇详细规划		√		
工厂总图管理			√	√
施工图设计			√	√
竣工验收			√	√

划分地形类别

根据地面倾角 (α) 大小, 分为

平坦地 $\alpha < 3^\circ$

丘陵地 $3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$

山地 $10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$

高山地 $\alpha \geq 25^\circ$

确定地形图的基本等高距 (m)

比例尺 用途	1 : 5000	1 : 2000	1 : 1000	1 : 500
可行性研究		√		
总体规划	√			
厂址选择	√			
初步设计	√	√	√	√
矿山总图管理		√		
城镇详细规划		√		
工厂总图管理			√	√
施工图设计			√	√
竣工验收			√	√

技术设计书

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

a. 仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求, 专业应用软件和其他配置

b.图根控制测量：各类图根点的布设、标志设置，观测仪器、测量方法和测量限差的要求等

c.作业的方法和技术要求

野外地形数据采集方法

野外数据采集的内容、要素代码、精度要求

属性调查的内容和要求

数字高程模型（DEM）应规定高程数据采集的要求

数据记录要求

数据编辑、接边、处理、检查和成图工具等要求

数字高程模型（DEM）和数字地形模型（DTM）还应规定内插 DEM 和分层设色的要求等

d.其他特殊要求：交通、通信等，特殊情况下应对措施；新技术新仪器作业方法和要求

e.质量控制环节和质量检查的主要要求

f.上交和归档成果及其资料的内容和要求

g.有关附录

项目实施与作业组织

全站仪数字测图过程

准备工作：资料准备、控制测量、测图准备等。

野外碎部点采集。

数据传输。

数据处理。包括数据转换和数据计算。

图形处理与成图输出。

全站仪测图的仪器安置及测站检核，应符合下列要求：

- 1、仪器的对中偏差不应大于 5mm，仪器高和反光镜高的量取应精确至 1mm。
- 2、应选择较远的图根点作为测站定向点，并施测另一图根点的坐标和高程，作为测站检核。检核点的平面位置较差不应大于图上 0.2mm，高程较差不应大于基本等高距

的 1 / 5。

3、作业过程中和作业结束前，应对定向方位进行检查。

衡量地形图测量的技术指标

1.图上地物点相对于邻近图根点的点位中误差（ mm，图上）

一般地区 0.8

城镇建筑区、工矿区 0.6

水域 1.5

2.等高（深）线的插求点或数字高程模型格网点相对于邻近图根点的高程中误差

一般地区	地形类别	平坦地	丘陵地	山地	高山地
	高程中误差	$h_d/3$	$1h_d/2$	$2h_d/3$	$1h_d$
水域	水底地形倾角	$\alpha < 3^\circ$	$3^\circ \leq \alpha < 10^\circ$	$10^\circ \leq \alpha < 25^\circ$	$\alpha \geq 25^\circ$
	高程中误差	$1h_d/2$	$2h_d/3$	$1h_d$	$3h_d/2$

3.工矿区细部坐标点的点位和高程中误差

地物类别	点位中误差	高程中误差
主要建（构）筑物	5cm	2cm
一般建（构）筑物	7cm	3cm

4. 地形点的最大点位间距（m）

比例尺		1/500	1/1000	1/2000	1/5000
一般地区		15	30	50	100
水域	断面间	10	20	40	100
	断面上测点间	5	10	20	50

5. 地形图上高程点的注记取位规定

等高距 0.5 m— 注记至 0.01m；

等高距 1.0m — 注记至 0.1m。

图根点精度

相对于邻近等级控制点

点位中误差不大于图上 0.1mm;

高程中误差不大于基本等高距的 1/10。

(工程测量规范)

相对于邻近图根点

点位中误差不大于图上 0.3mm;

高程中误差不大于基本等高距的

1/10 (平地)、

1/8 (丘陵地)、

1/6 (山地、高山地)。

(城市测量规范)

地形图更新

《国家基本比例尺地形图更新规范 GB/T 14268-2008 》

4.5.2 更新方法的确定

4.5.2.1 出现下列情况之一时,宜进行重测更新:

- a) 原图内的地物要素变化率超过 40%;
- b) 原图采用修测或修编更新方法更新 3 次;
- c) 原图精度达不到现行标准规定的精度要求。

《工程测量规范 GB50026-2007》

5. 10. 1 地形图修测前应进行实地踏勘, 确定修测范围, 并制订修测方案。如修测的面积超过原图总面积的 1 / 5, 应重新进行测绘。

《城市测量规范 CJJ T8-2011》

6.7. 10 当一幅图地形变动面积超过 50%时, 宜全幅重测。

10.6.10 地籍图的修测应符合下列规定:

.....

4 当一幅图需要修测的面积超过 50% 时, 宜全幅重测。

3.城乡规划建设测量

城市测量平面坐标系统

- 1 投影长度变形值不应大于 25mm/km;
- 2.采用地方平面坐标系统时，应与国家平面坐标系统建立联系。

城市测量投影

应采用高斯—克吕格投影。

城市测量高程基准

采用统一的高程基准；

当采用地方高程基准时，应与国家高程基准建立联系。

城市工程测量宜采用城市统一的平面坐标系统和高程基准，当测图面积较小或为测制勘测设计阶段的一次性专用图，采用城市统一的平面坐标系统和高程基准有困难时，可采用独立平面坐标系统和高程系统。

城市工程测量宜采用 1 : 500 至 1 : 2000 比例尺地形图作为工作底图。

定线测量：城市规划道路定线测量的简称，指确定城市规划道路的平面位置的测量工作。

条件点：对实现规划条件有制约作用的点位。

双极坐标法：利用两个不同测站及不同起始方向，采用极坐标法测量同一点位坐标的方法。

定线测量和拨地测量工作内容

资料收集

平面控制测量

条件点测量

计算及测设

资料整理

质量检查验收

精度要求

定线测量和拨地测量测定的中线点、轴线点、拨地定桩点与相邻控制点的点位中误差不应大于 50mm。

延伸：±50mm 是个经常出现的精度指标。

- 建设工程规划验线测量，通常规定两次测量坐标限差为±0.05m；
- 在地下管线测量中，规定平面位置中误差不大于±0.05m；
- 房产测绘中，房产界址点相对于邻近控制点的点位误差和相邻界址点间的间距误差，二级界址点中误差不应超过±0.05m；
- 房产测绘中，房产要素点和地物点，相对于邻近控制点的点位中误差不超过±0.05m；
- 地籍测量中，平面控制点相对于起算点的点位中误差不超过±0.05m；
- 地籍测量中，界址点相对于邻近控制点的点位误差和相邻界址点间的间距误差限制规定，一级界址点中误差不超过±0.05m；
- 行政区域界线测绘中，一级边界点相对于邻近控制点的点位误差不应超过±0.05m；
- 边界点测定中，一级边界点，边界控制点相对于邻近基础控制点的点位中误差不应超过±0.05m；
- 边界点测定中，全球定位系统（GPS）测量边界点的技术要求规定，一级边界点的点位中误差不应超过±0.05m。
-

条件点测量

条件点测量可采用双极坐标法、前方交会法、导线联测法和卫星定位动态测量方法等；

采用双极坐标法、前方交会法时，点位较差应在±50mm 之内，成果应取用平均值；采用前方交会法时，交会角度宜在 30°~150°之间，且交会距离宜小于 100m。

现状道路路中心线、路边线、围墙的测量范围不应小于定线条件中指定范围的 2/3. 测量路中心线、路边线的条件点个数不应少于 3 个，当指定范围内现状道路较长时，宜增加条件点个数；

钢尺量距宜采用单程双次丈量方法，两次量距较差应在 $\pm 20\text{mm}$ 之内；

测量结果应及时进行计算、检算、整理，并应将所测条件点展绘到地形图上校核。

定线测量计算规定

1 现状道路平均中线，所测各中线条件点距现状道路平均中线距离的代数和的平均值应在 $\pm 50\text{mm}$ 之内。

2 应依据定线条件要求，计算规划道路中线起点、终点、折点及与各相关规划路交点坐标或立交红线点坐标。当折点设曲线时，应计算曲线元素，曲线元素应包括转折角、曲线半径、切线长、曲线长、外距和圆心坐标。

3 定线测量成果应展绘到地形图上，当与定线条件相差较大时，应分析原因并与定线条件拟定人联系。

拨地测量：建设用地钉桩测量的简称，指标定建设用地范围的测量工作。

拨地测量计算及测设规定

1 采用解析实钉法时，应根据拨地条件中用地桩点与相关地物、用地桩点间的关系，测设备用地桩点，然后测量部分用地桩点坐标，作为条件坐标的起算数据或校核坐标；

2 采用解析拨钉法时，应根据拨地条件测量条件点坐标并计算各用地桩点的坐标，然后测设各用地桩点并校核；

3 拨地测量成果应展绘到地形图上，当与拨地条件相差较大时，应分析原因并与拨地条件拟定人联系；

4 采用解析实钉法时，定桩的顺序应从要求较严或精度较高的边开始；

5 用地桩点不能实钉时，可在用地边线上钉指示桩；

6 测设的用地桩点应进行坐标校核，具备条件时应进行图形校核。

日照测量测量内容

1、建筑物平面位置；

2、建筑物高度。

测量方法

1、建筑物平面位置测量：全站仪极坐标法。

2、建筑物高度测量

(1) 室内外地面高度，一般采用几何水准方法测量，也可以在测量平面位置的同时读取竖直角，用三角高程方法计算地面高度；

(2) 建筑物高度，窗台、阳台高度，采用三角高程方法测量。如果全站仪配有无反射棱镜测距仪，则更为方便。

3、建筑物尺寸丈量，包含窗台、阳台宽度等，用手持测距仪或钢尺丈量。

数据处理及绘图

根据规划部门要求，对外业数据进行处理，计算室内外地面高度、建筑物高度等，并绘制日照分析专题图。图式符号参照大比例尺地形图图式。

施工测量中的建筑限差和精度分配

建筑限差

指建筑物竣工之后实际位置相对于设计位置的极限偏差。

按精度要求的高低排列为：钢结构、钢筋混凝土结构、毛石混凝土结构、土石方工程。预制件装配式的方法较现场浇灌式的精度要求高，钢结构用高强度螺栓连接的比用电焊连接的精度要求高。

一般混凝土柱、梁、墙的施工总误差允许约为 10~30mm。

高层建筑物轴线的倾斜度要求高于 1/1000~1/2000。

钢结构允许误差在 1~8mm 之间；土石方的施工误差允许达 10cm；等等。

精度分配及放样精度要求

设设计允许的总误差为 Δ ，允许测量工作的误差为 Δ_1 ，允许施工产生的误差为 Δ_2 ；允许加工制造产生的误差为 Δ_3 （如果还有其他重要的误差因素，则再增加项数至 Δ_n ）。

若假定各工种产生的误差相互独立，则可写出：

$$\Delta^2 = \Delta_1^2 + \dots + \Delta_n^2$$

等影响原则

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \dots = \Delta_n,$$

则

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \dots = \Delta_n = \frac{\Delta}{\sqrt{n}}$$

建筑工程测量

基础放样

建筑基础放样即平面位置和孔桩的放样

在地形地貌较平坦的地段可用经纬仪和钢尺进行放样

在山坡地段，采用坐标放样法进行建筑基础放样

基础施工测量

放样基槽开挖边线（基础放线）

控制基础开挖深度

放样基层的施工高程

放样基础模版的位置

上部结构放样

主轴线：检校、测设建筑物主轴线控制桩，将各轴线放样到已完成的地下结构的顶面和侧面上。

标高线：将±0 标高放样到地下结构顶部的侧面上。

随着施工的进行、楼层结构的升高，将首层轴线逐层往上投测，作为各层施工放样的依据。

高层建筑放样

建筑物位置放样，一般采用施工方格网定位。

基础放样，以建筑轴线控制桩为依据，测设基坑开挖边线。

轴线投测常见方法：全站仪或经纬仪法、垂准仪法、垂准经纬仪法、吊线坠法、激光经纬仪法和激光垂准仪法等。

高程传递方法：皮数杆传递法、钢尺直接测量法、悬吊钢尺法、全站仪天顶测高法等。

规划监督测量：为验证建设工程平面位置、高度和建筑面积等指标是否符合规划审批要求而进行的测量工作。

建设工程规划验线测量

建设工程灰线验线测量

以建设工程规划许可证附图为依据。

内容：平面控制测量、条件点测量、验测点测量、四至距离计算及坐标成果。

建设工程±0 验线测量

建设工程规划验收测量

主体建（构）筑物外部轮廓线测量；

主体建（构）筑物外部轮廓线距四至边界的距离测量；

主体建（构）筑物高度测量；

配套和附属设施测量。

竣工测量设计方案

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置

作业的技术路线和流程

作业方法和技术要求

竣工图分幅、编号、比例尺及图例、符号等

竣工测量的内容、方法和精度要求

竣工图的内容、精度要求和作业技术要求

对竣工图各项注记及其他要求

其他有关要求和规定

质量控制环节和质量检查的主要要求

上交和归档成果及其资料的内容和要求
有关附录

工业厂房及一般建筑物测量内容

包括房角坐标，各种管线进出口的位置和高程，并附房屋编号、构层数、面积和竣工时间等资料。

铁路和公路等交通线路测量内容

包括起止点、转折点、交叉点的坐标，曲线要素、桥涵等构筑物的位置和高程，人行道、绿化带界限等。

地下管网测量内容

检修井、转折点、起始点的坐标，井盖、井底、沟槽和管顶等的高程，并附注管道及检修井的编号、名称、管径、管材、间距、坡度和流向。

架空管网测量内容

包括转折点、结点、交叉点的坐标，支架间距，基础面高程

特种构筑物测量内容

包括沉淀池、污水处理池、烟筒、水塔等的外形、位置及高程

绿化工程的位置和高程

测量控制网的平面坐标及高程

竣工总平面图测绘——室外实测+室内编绘

一般选用的比例尺为 1 : 500

编绘竣工总平面图步骤

选择图幅大小与确定比例尺

绘制底图

编绘竣工总图

竣工测量提交的成果

竣工测量成果表

竣工总平面图

专业图

断面图

细部点坐标和细部点高程明细表等

4.工程勘察设计及施工测量

施工测量技术设计

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置

作业的技术路线和流程

作业方法和技术要求

施工场区控制网及建筑控制网的布设方法和精度要求，场区高程控制点的布设、精度要求和施测规定

对施工放样使用的图纸和资料提出技术要求，规定各施工工序间放样、抄平的技术要求、检核方法和限差规定等

规定结构安装测量中放样的方法和测量允许偏差

规定灌注桩、界桩和红线点的布设和施测方法及要求

水工建筑物施工放样方法和测量允许偏差，高层建筑物与预制构件拼装的竖向测量偏差的规定等

其他有关要求和规定

质量控制环节和质量检查的主要要求

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

市政工程勘察设计阶段

带状工程

中线测设

带状地形图测绘

纵横断面图测绘

非带状工程

大比例尺地形图

方格网高程图测绘

市政工程施工阶段

中线桩位恢复和校测

建筑物轴线放样、细部放样

桥梁工程勘察设计阶段

地形图（含水下地形图）测绘

桥梁施工阶段

桥轴线长度测量

施工控制测量

桥址地形及纵断面测量

墩台中心定位

基础及细部放样

水利工程勘察设计阶段

地形图（从小到大）测绘

路线测量

断面测量

管线测量

淹没区域测量

水利施工阶段

施工控制网布设

水工建筑施工放样

管线测量

线路工程勘察设计阶段

初测

平面和高程控制测量

带状地形图测绘

定测

线路中线测量

纵横断面测绘

线路工程施工阶段

线路复测（恢复定测桩点）

路基边坡放样

路基高程放样

线路（铁路、公路、管线、架空索道、架空送电线路、光缆线路等）测量技术设计

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置

作业的技术路线和流程

作业方法和技术要求

线路控制点布设方案和要求，联测方法和技术要求，测图比例尺

中线、曲线的起迄点位置、布设要求，实测方法，技术要求以及断面的间距和断面

点密度的要求等

各种桩点（中桩、转点、交叉点、断面点、曲线点等）的平面和高程的施测方法和精度要求

线路测量各阶段对各种点位复测的要求，各次复测值之间的限差规定

架空索道的方向点偏离直线的精度要求等

其他有关要求和规定

质量控制环节和质量检查的主要要求

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

线路初测

线路平面控制测量

GPS 测量——点位离线路中线 50~300m；每 5km 布设一对 GPS 点（相距 500—1000m）

导线测量——与国家点联测或陀螺经纬仪定向等；换带计算

线路高程控制测量

基平测量——线路基本高程控制，沿线路水准测量

中平测量——连测平面控制点和中桩当高程

带状地形图

比例尺——1 : 2000（平坦地区 1 : 5000，困难地区 1 : 1000）

宽度——满足纸上定线需要，平均 400—600m

线路定测

线路中线测量

放线——穿线放线法、拨角放线法、GPS RTK 法、全站仪极坐标法。

中桩测设——中线丈量、设置里程桩和加桩，曲线测设。

纵横断面测量

纵断面图——以里程为横坐标，高程为纵坐标；纵横比例尺不同。

横断面图——纵横比例尺相同。

5. 矿山和隧道测量

洞外控制测量：在洞外建立平面和高程控制网，测定各洞口控制点的位置；

进洞测量：将洞外的坐标、方向和高程传递到隧道内，建立洞内、洞外统一坐标系；

洞内控制测量：包括隧道内的平面和高程控制；

隧道施工测量：根据隧道设计要求进行施工放样、指导开挖；

竣工测量：测定隧道竣工后的实际中线位置和断面净空及各建、构筑物的位置尺寸。

洞内分级控制

洞内控制点控制正式中线点（正式中线点是洞内衬砌和洞内建筑物施工放样的依据），正式中线点控制临时中线点；临时中线点控制掘进方向。

开挖方法影响测量方式

先导坑后扩大成型法对隧道的位置还有一定的纠正余地，隧道施工测量可先粗后精。

特殊环境对控制点布设提出特殊要求

隧道贯通前，洞内平面控制测量只能采用支导线的形式，测量误差随着开挖的延伸而积累。洞外控制网和洞内施工控制测量应保证必要的精度。

相向开挖的两条施工中线上，具有贯通面里程的中线点不重合，两点连线的空间线段称为贯通误差。贯通误差在水平面上的正射投影称为平面贯通误差；与贯通面平行的分量称为横向贯通误差，与贯通面垂直的分量，称为纵向贯通误差。在铅垂面上的正射投影称为高程贯通误差。

贯通限差规定

类别	两开挖洞口间长度（km）	贯通误差限差（mm）
横向	$L < 4$	100
	$4 \leq L < 8$	150
	$8 \leq L < 10$	200
高程	不限	70

影响贯通误差的主要因素及其分解

洞外控制测量、洞内外联系测量、洞内控制测量和洞内中线放样等项误差的共同影响。

一般将洞外平面控制测量的误差做为影响隧道横向贯通误差的一个独立的因素，将两相向开挖的洞内导线测量的误差各为一个独立的因素，按照等影响原则确定相应的横向贯通误差。

高程控制测量中，洞内、洞外高程测量的误差对高程贯通误差的影响，按相等原则分配。

直线隧道长度大于 1000m，曲线隧道长度大于 500 m，均应根据横向贯通精度要求进行隧道平面控制测量设计。

两相邻开挖洞口（含横洞口、斜井口）高程路线长度大于 5000m，应根据高程贯通精度要求进行隧道高程控制测量设计。

洞外平面控制测量

对于直线隧道，洞外平面控制测量的目的主要是获取两端洞口较为精确的点的平面位置和引测进洞的方向；

对于曲线隧道，洞外平面控制测量除具有与直线隧道相同的目的外，还在于间接求算隧道所在曲线的转向角及两端洞口控制桩与交点的相对位置，进而按设计选配的圆曲线半径和缓和曲线长重新确定隧道中线的位置。

隧道控制测量对贯通中误差影响值限值

两开挖洞口间长度 km	横向贯通误差（mm）				高程贯通误差（mm）	
	洞外控制测量	洞内控制测量		竖井联系测量	洞外	洞内
		无竖井的	有竖井的			
<4	25	45	35	25	25	25
4~8	35	65	55	35		
8~10	50	85	70	50		

隧道洞内控制测量

起始于两端洞口处的洞外控制点，随隧道开挖向前延伸；

只能敷设成支线形式，其形状完全取决于隧道的形状；

只能用重复观测的方法进行检核。

洞内导线应注意的问题

导线点应尽量布设在施工干扰小、通视良好、地层稳固的地方；

点间视线应离开洞内设施 0.2 m 以上；

导线的边长在直线地段不宜短于 200m，在曲线地段不宜短于 70 m，并尽量选择长边和接近等边；

导线点应埋于坑道底板面以下 10~20cm，上面盖铁板以保护桩面及标志中心不受损坏，为便于寻找，应在边墙上用红油漆预以标注；

采用双照准法测角，测回间要重新对中仪器和觇标，以减小对中误差和对点误差的影响；

由洞外引向洞内的测角工作，宜在夜晚或阴天进行，以减小折光差的影响；

设立新点前必须检查与之相关的既有导线点，在对既有导线点确认的基础上测量新点；

应构成多边形闭合导线或主副导线环；

当有平行导坑时，应利用横向通道，使平行导坑的单导线与正洞的导线联测，以资检核。

洞内高程控制测量

洞内应每隔 200~500m 设立一对高程控制点。高程控制点可选在导线点上，也可根据情况埋设在隧道的顶板、底板或边墙上。

三等及以上的高程控制测量应采用水准测量，四、五等可采用水准测量或光电测距三角高程测量；

当采用水准测量时，应进行往返观测；采用光电测距三角高程测量时，应进行对向观测；

高程导线宜构成闭合环。

陀螺经纬仪定向测量

联系测量。用于直接测定地下导线起始边的方位角。

地下导线加测陀螺方位角。作用是消减导线传递方位角过程中的误差积累，对导线起定向的作用。

地下（洞内）施工测量

洞口定线放样

洞内中线测量——标定掘进方向

洞内腰线测量——标定掘进坡度

开挖断面测量

衬砌放样

6.地下管线测量

技术设计书内容

- 1、探测工作的目的、任务、范围和期限；
- 2、测区地形与测量控制资料分析、交通条件及相关的地球物理特征、地下管线概况；
- 3、探查方法有效性分析，工作方法及具体技术要求；
- 4、测量控制及管线点连测与数据处理、管线图编绘的工作方法及具体要求；
- 5、作业质量保证体系与具体措施；
- 6、存在的问题和对策；
- 7、工作量估算及工作进度；
- 8、人员组织、仪器、设备、材料计划；
- 9、拟提交的成果资料。

城市地下管线探测的精度要求

平面位置限差 $\delta_{ts} = 0.10h$ ；

埋深限差 $\delta_{th} = 0.15h$ 。

h 为地下管线的中心埋深，单位为厘米，当 $h < 100\text{cm}$ 时则以 100cm 代入计算；特殊工程精度要求可由委托方与承接方商定，并以合同形式书面确定。

高程测量中误差 m_h ，不得大于 $\pm 3\text{cm}$ （相对于邻近控制点）。

地下管线图测绘精度

地下管线与邻近的建筑物、相邻管线以及规划道路中心线的间距中误差 m_c ，不得大于图上 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

探查地下管线的原则

- 1、从已知到未知；
- 2、从简单到复杂；
- 3、方法有效、快捷、轻便；
- 4、相对复杂条件下根据复杂程度宜采用相应综合方法。

管线仪应具备性能

- 1、对被探测的地下管线有明显的异常信号；
- 2、有较强的抗干扰能力，能区分管线产生的信号或干扰信号；
- 3、满足精度要求并对相邻管线有较强的分辨能力；
- 4、有足够大的发射功率（或磁矩），能满足探查深度的要求；
- 5、有多种发射频率可供选择，以满足不同探查条件的要求；
- 6、能观测多个异常参数；
- 7、性能稳定，重复性好；
- 8、结构坚固，密封良好，能在 -10℃ 至 $+45\text{℃}$ 的气温下和潮湿的环境中正常工作；
- 9、仪器轻便，有良好的显示功能，操作简便。

探查工作质量检验

地下管线探查各项质量检查与验收工作，必须独立进行，不能省略或代替。质量检查应填写探查质量检查结果。

每一个工区必须在隐蔽管线点和明显管线点中分别抽取不少于各自总点数的 5%，通过重复探查进行质量检查。

检查取样应分布均匀，随机抽取，在不同时间、由不同的操作员进行。质量检查应包括管线点的几何精度检查和属性调查结果检查。

地下管线测量工作内容

控制测量

已有地下管线测量

地下管线定线与竣工测量

测量成果的检查验收

地下管线数字测绘应提交成果

- 1、成果说明文件；
- 2、管线元数据文件；
- 3、管线探查数据文件；
- 4、管线测量数据文件；
- 5、管线属性数据文件；
- 6、管线图形文件；
- 7、管线成果表册。

综合地下管线图内容

- 1、各专业管线；
- 2、管线上的建（构）筑物；
- 3、地面建（构）筑物；
- 4、铁路、道路、河流、桥梁；
- 5、主要地形特征。

综合管线图上注记

- 1、图上应注记管线点的编号；
- 2、各种管道应注明管线规格；

- 3、电力电缆应注明电压。沟埋或管埋时，应加注管线规格；
- 4、电信电缆应注明管块规格和孔数。直埋电缆注明缆线根数。

地下管线图的质量检验

- 1、管线没有遗漏；
- 2、管线没有连接错误；
- 3、各种图例符号和文字、数字注记没有错误；
- 4、图幅接边没有遗漏和错误；
- 5、图廓整饰应符合要求。

管线信息数据库设计

- 1、数据分层设计；
- 2、数据在各层次上表达形式及格式；
- 3、管线属性信息内容设计。

地下管线信息管理系统功能

- 1、地形图库管理功能；
- 2、管线数据输入与编辑功能；
- 3、管线数据检查功能；
- 4、管线信息查询统计功能；
- 5、管线信息分析功能；
- 6、管线维护更新功能；
- 7、输出功能。

建立地下管线信息管理系统过程

- 1、立项可行性论证；
- 2、需求分析；
- 3、系统总体设计；
- 4、系统详细设计；

- 5、编码实现；
- 6、样区实验；
- 7、系统集成与试运行；
- 8、成果提交与验收；
- 9、系统维护。

7.变形或形变监测

等级与精度设计

变形观测中误差应小于变形允许值的 $1/10 \sim 1/20$ ，或者是 $1 \sim 2\text{mm}$ ；为了研究的目的，应为 $1/100 \sim 1/20$ ，或者 0.2mm 。

精度指标（mm）

	一等	二等	三等	四等
变形观测点的高程中误差	0.3	0.5	1.0	2.0
相邻变形观测点的高差中误差	0.1	0.3	0.5	1.0
变形观测点的点位中误差	1.5	3.0	6.0	12.0

变形监测的频率

施工过程中的观测频率

(1)根据施工进度，编制观测日历，按计划进行。一般有三天、七天、半月三种观测周期；对于民用建筑也可每加高 $1 \sim 5$ 层观测一次，工业建筑亦可按不同的施工阶段（如回填基坑、安装柱子和屋架、砌筑墙体、设备安装等）分别进行观测。

(2)如建筑物均匀增高，可根据荷载增加的进度进行。从观测点埋设稳定后进行第一次观测，当荷载增加到 25% 时观测一次，以后每增加 15% 观测一次。

(3)施工过程中如暂时停工，要求在停工和重新开工时各观测一次。停工期间，可每隔 $2 \sim 3$ 个月观测一次。

2. 建筑物使用期间的观测频率

应视地基土类型和沉降速度大小而定，通常频率可小一些。一般有一个月、两个月、

三个月、半年及一年等不同的周期。除有特殊要求外，一般第一年观测 3~4 次，第二年 2~3 次，以后每年观测 1 次，直到稳定为止。

变形测量技术设计书

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置

作业的技术路线和流程

作业方法和技术要求

基准点设置和变形观测点的布设方案、标石埋设规格、施测方法及其精度要求

变形测量的观测周期和观测要求

数据处理方法、计算公式和统计检验方法等

手簿、记录 and 计算的要求

其他有关要求和规定

上交和归档成果及其资料的内容和要求

有关附录

观测要求

- 1 在较短的时间内完成。
- 2 采用相同的图形(观测路线)和观测方法。
- 3 使用同一仪器和设备。
- 4 观测人员相对固定。
- 5 记录相关的环境因素，包括荷载、温度、降水、水位等。
- 6 采用统一基准处理数据。

预警要求

每期观测结束后，应及时处理观测数据。当数据处理结果出现下列情况之一时，必须即刻通知建设单位和施工单位采取相应措施：

1. 变形量达到预警值或接近允许值。
2. 变形量出现异常变化。
3. 建（构）筑物的裂缝或地表的裂缝快速扩大。

点位布设

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：

基准点，应选在变形影响区域之外稳固可靠的位置。每个工程至少应有 3 个基准点。大型的工程项目，其水平位移基准点应采用带有强制归心装置的观测墩，垂直位移基准点宜采用双金属标或钢管标

工作基点，应选在比较稳定且方便使用的位置。设立在大型工程施工区域内的水平位移监测工作基点宜采用带有强制归心装置的观测墩，垂直位移监测工作基点可采用钢管标。对通视条件较好的小型工程，可不设立工作基点，在基准点上直接测定变形观测点

变形观测点，应设立在能反映监测体变形特征的位置或监测断面上，监测断面一般分为：关键断面、重要断面和一般断面。需要时，还应埋设一定数量的应力、应变传感器

变形监测方法

常规的大地测量方法

测角、测距、水准

摄影测量方法

专用方法

准直法

-光学法（视准线法）

-光电法（激光准直）

-机械法（引张线）

铅直法

液体静力水准测量法

挠度曲线和倾斜测量

裂缝观测

振动观测

三维激光扫描测量

垂直位移监测方法

水准测量

液体静力水准测量

三角高程测量

水平位移监测方法

边角测量（三角形网、导线网、极坐标、交会等）

GPS 测量

基准线法（视准线、引张线、激光准直等）

正锤、倒锤

其他专用仪器

三维位移监测方法

摄影测量

激光扫描

GPS-RTK

挠度观测

通过以钢丝悬挂的重锤线（通常称为正锤线），在一定的高程面上设置观测点，用坐标仪观测钢丝的位置，从而算得挠曲程度。

倾斜或者转动观测

倾斜仪观测；液体静力水准测量、精密水准测量的方法测定高差后计算其转动角。

裂缝（或伸缩缝）观测

则使用测缝计或根据其它的观测结果进行计算。

应力、应变监测

应力计、应变计

视准线法

测小角法

活动觇牌法

激光准直法

激光经纬仪准直法

波带板激光准直法

引张线法

资料整理的主要内容

收集资料（工程或观测对象的资料、考证资料、观测资料及有关文件等）。

审核资料（是否齐全、数据是否有误或精度是否符合要求；对间接资料进行转换计算；计算修正；审查平时分析的结论意见是否合理等）。

填表和绘图（将审核过的数据资料分类填入成果统计表；绘制各种过程线、相关线、等值线图等；按一定顺序进行编排）。

编写整理成果说明（工程或其他观测对象情况、观测情况、观测成果说明等）。

资料分析的常用方法

作图分析

- 按时间顺序绘制成过程线

- 不同观测物理量的相关曲线

统计分析

对比分析

建模分析

统计模型：主要以逐步回归计算方法处理实测资料建立的模型；

确定性模型：主要以有限元计算和最小二乘法处理实测资料建立的模型；

混合模型。

变形分析

几何分析

确定变形量的大小、方向及其变化，即变形体形态的动态变化。

物理解释

确定引起变形的原因（例如是由某种荷载为主引起的周期性变形），和确定变形的模式（属于弹性变形还是塑性变形，是自身内部形变还是整体变形等）。

成果表达

主要包括用文字、表格和图形等形式进行表达，也可采用现代科技如多媒体技术、仿真技术、虚拟现实技术进行表达。

变形测量工程应提交成果资料

1. 技术设计书和测量方案；
2. 监测网和监测点布置平面图；
3. 标石、标志规格及埋设图；
4. 仪器的检校资料；
5. 原始观测记录（手簿和/或电子文件）；
6. 平差计算、成果质量评定资料；
7. 变形观测数据处理分析和预报成果资料；
8. 变形过程和变形分布图表；
9. 变形监测、分析和预报的技术报告。

8.精密工程测量

特点和要求

研究和解决大型工程或特种工程对测量的高精度、高可靠性、自动测控等方面要求的测量科学。

测量精度要求：毫米级或更高精度。相对精度一般要求优于 10^{-6} 。

实施方案

对工程区的环境、地质、气候条件进行分析，收集已有测量资料，分析和评定这些资料的精度和利用价值；

提出关键问题，拟定处理方案和实施方法，对精度进行预估；

能以不同方法进行验证。

方案设计的基本步骤

- ①对已有资料和工程环境等进行分析；
- ②参考基准的选定、控制网布网方案的确定及精度预计；
- ③方案比较及选定；
- ④数据处理的方法；
- ⑤对方案进行可行性论证。

精密工程测量技术

精密地直线定线、测量角度（或方向）、测量距离、测量高差以及设置稳定的精密测量标志。

精密定线

精密经纬仪

专用准直望远镜

引张线

真空管激光准直

精密测角

经纬仪，必要时加入仪器竖轴倾斜改正

精密测距

因瓦合金制成的线尺或带尺，配备特制的对中设备和读数显微镜

双频激光干涉测长仪

精密测高

精密水准

液体静力水准仪

精密标志

强制对中装置

基岩标志

倒锤标志

双金属杆标（钢、铝）

2011 年考试题

13、工矿区 1 : 500 比例尺竣工图测绘中，主要建筑物细部点坐标中误差不应超过（ ）m。

- A. ± 0.05 B. ± 0.07
C. ± 0.10 D. ± 0.14

2011 年考试题

14、陀螺经纬仪测定的方位角是（ ）。

- A. 坐标方位角
B. 磁北方位角
C. 施工控制网坐标系方位角
D. 真北方位角

【解释】因为陀螺仪本身的物理特性及地球自转的影响，促使它自动寻找真北方向即真子午线北方向，再用经纬仪测定出真子午线北方向至待定方向所夹的水平角，即真方位角。

真北方向——即真子午线北向，又称正北方向，指向地球地理北极。真北方向可通过陀螺仪来测定；

磁北方向——即磁子午线北向，指向地球磁北极，亦即磁针静止时，磁北针所指方向；

坐标北向——高斯平面直角坐标系纵轴 X 轴的正向。

2011 年考试题

15、建筑物沉降观测中，基准点数至少应有（ ）个。

- A. 1 B. 2
C. 3 D. 4

【解释】高程基准点的数目不应少于 3 个，因为少于 3 个时，如果其中有 1 个点发生了异常，就难于判定哪一点发生了变化。

2011 年考试题

16、某平坦地区 1 : 2000 比例尺地形图的基本等高距确定为 1M，全站仪测图时，除应选择一个图根点作为测站定向点外，尚应施测另一个图根点作为测站检核，检核点的高程较差不应大于（ ）M。

- A. ± 0.10 B. ± 0.15
C. ± 0.20 D. ± 0.25

【解释】根据《工程测量规范》规定，全站仪测图的仪器安置及测站检核，应符合下列要求：

2、应选择较远的图根点作为测站定向点，并施测另一图根点的坐标和高程，作为测站检核。检核点的平面位置较差不应大于图上 0.2mm，高程较差不应大于基本等高距的 1 / 5。

据此，1 / 5 基本等高距即为 $1\text{m} \div 5 = 0.20\text{m}$ 。

2011 年考试题

21、某丘陵地区 1 : 1000 地形测图基本等高距确定为 1M，那么，图根控制点的高程相对于邻近等级控制点的中误差不应超过（ ）M。

- A. ± 0.10 B. ± 0.15
C. ± 0.20 D. ± 0.25

【解释】《工程测量规范》规定，图根平面控制和高程控制测量，可同时进行，也可分别施测。图根点相对于邻近等级控制点的点位中误差不应大于图上 0.1mm，高程中误差不应大于基本等高距的 1 / 10。

注意与 16 题区别。

2011 年考试题

22、大比例尺地形测图时，图根控制点相对于邻近等级控制点的平面点位中误差，不应大于图上（ ）mm。

- A. ± 0.1 B. ± 0.2
C. ± 0.3 D. ± 0.5

【解释】《工程测量规范》规定，图根平面控制和高程控制测量，可同时进行，也可分别施测。图根点相对于邻近等级控制点的点位中误差不应大于图上 0.1mm，高程中误差不应大于基本等高距的 1 / 10。

2011 年考试题

17、在水准测量中，若后视点读数小于前视点读数，则（ ）。

- A. 后视点比前视点低
- B. 后视点比前视点高
- C. 后视点、前视点等高
- D. 后视点、前视点的高程取决于仪器高度

【解释】地面越高，离水准仪视线越近，标尺读数越小。

2011 年考试题

2011 年考试题

19、为满足测量成果的一测多用，在满足精度的前提下，工程测量应采用（ ）平面直角坐标系。

- A. 任意带高斯正形投影
- B. 独立
- C. 国家统一 3 度带高斯正形投影
- D. 抵偿投影面的 3 度带高斯正形投影

2011 年考试题

20、市政工程施工设计阶段需要地形图比例尺一般为（ ）。

- A. 1:100~1:200 B. 1:500~1:1000
- C. 1:2000~1:5000 D. 1:10000

【解释】市政工程的规划、初步设计阶段，一般采用 1:2000—1:5000 比例尺地形图；而在施工设计阶段，需要 1:500—1:1000 比例尺地形图。

2011 年考试题

23、测图控制网的平面精度应根据（ ）来确定。

- A. 控制网测量方法 B. 测图比例尺
- C. 测绘内容的详细程度 D. 控制网网形

【解释】测图平面控制网的作用在于控制测量误差的累积，保证图上内容的精度均匀和相邻图幅正确拼接。测图控制网的精度是按测图比例尺的大小确定的。控制网测量方法和控制网网形虽然都对平面精度有影响，但是不能作为确定测图控制网精度的依据；测绘内容的详细程度与平面精度没有关系。

2011 年考试题

24、地形测图时，图根水准测量起算点的精度不应低于（ ）的精度。

- A. 等外水准点 B. 一级导线点
- C. 四等水准点 D. 三等水准点

【解释】《工程测量规范》：

图根水准测量，应符合下列规定：

1 起算点的精度，不应低于四等水准高程点。

.....

2011 年考试题

25、在施工放样中，若设计允许的总误差为 Δ ，允许测量工作的误差为 Δ_1 ，允许施工产生的误差为 Δ_2 ，且 $\Delta^2 = \Delta_1^2 + \Delta_2^2$ ，按“等影响原则”，则有 $\Delta_1 =$ （ ）。

- A. $\Delta/2$ B. $\Delta/\sqrt{2}$
C. $\Delta/3$ D. $\Delta/\sqrt{3}$

2011 年考试题

26、按现行《工程测量规范》，一条长度为 6km 的隧道工程相对施工，其中线在贯通面上的高程贯通误差不应大于（ ）mm。

- A. 50 B. 60
C. 70 D. 80

【解释】《工程测量规范》对隧道工程的贯通限差规定，高程贯通误差与隧道长度无关，统一为 70mm。题中给出的“长度为 6KM”属于多余条件。但是在回答横向贯通误差限差时，必须考虑隧道长度。

2011 年考试题

27、如图，利用小角法测定观测点 P 与基准线 AB 间的水准位移 Δ ，已知 P 点距 A 点的距离 S 为 40m，测角中误差为 $\pm 5''$ ，在不考虑距离测量中误差影响的情况下， Δ 的测定精度为（ ）mm。（提示： $\Delta = \alpha \cdot S/\rho$ ，此处 ρ 取 200000）

- A. ± 0.5 B. ± 1.0
C. ± 1.5 D. ± 2.0

【解释】 $\Delta = \alpha \cdot S/\rho = 5 \times 40000 \div 200000 = 1.0$ 。

2011 年考试题

28、大坝变形测量中，视准线法可以用来测定坝体的（ ）。

- A. 垂直位移
B. 绕度
C. 主体倾斜
D. 水平位移

【解释】视准线属于水平基准线的一种，用于测量坝体的水平位移。

2011 年考试题

84.按现行《工程测量规范》，变形测量过程中必须立即报告建设单位和施工单位采取相应安全措施的情况包括（ ）。

- A. 变形量达到预警或接近允许值
B. 变形量出现异常变化

- C. 少数变形观测点遭到破坏
- D. 工程或地表的裂缝迅速扩大
- E. 数据处理结果不符合技术方案要求

2011 年考试题

85. 线路定测的主要工作内容包括（ ）。

- A. 地形图测绘
- B. 中线测量
- C. 纵断面测量
- D. 横断面测量
- E. 土方测量

【解释】定线测量不需要测绘地形图，也不需要计算土方量。

2011 年考试题

86. 精密三角高程测量的精度影响因素有（ ）等。

- A. 边长误差
- B. 垂直折光误差
- C. 水平折光误差
- D. 垂直角误差
- E. 水平角误差

【解释】水平折光、水平角误差对高程测量没有什么影响。

2011 年考试题

87. 下列测量方法中，可用于测定工程建筑物垂直位移的有（ ）。

- A. 水准测量
- B. 极坐标测量
- C. 垂线法
- D. 三角高程测量
- E. 液体静力水准测量

【解释】极坐标测量的对象是平面位置；垂线法可以监测水平方向位移；而水准测量、三角高程测量和液体静力水准测量都是可以测量高差的方法，故可以用于监测建筑物垂直位移。

工程测量案例分析

案例分析基本要求

一、工程控制网建立过程，工程控制网设计阶段的工作内容，工程控制网的施测方案，坐标转换，工程控制网项目质量控制，项目应该提交的成果资料

二、地形图比例尺、基本等高距的确定，地形图的主要精度要求，地形图测绘的作业流程，图根控制测量方法，地形图质量控制等

三、城乡规定线测量、城乡用地测量、日照测量、建筑施工测量、规划监督测量、竣工测量等的方案设计，外业和内业的工作要点

四、市政、桥梁、水利、线路工程测量。勘测设计和施工阶段的测量方案等

五、矿山和隧道工程测量。地面、地下控制测量的精度要求、控制网方案设计，施测要点

六、地下管线探测。地下管线探测的方法和设备，工作程序，主要精度要求，制作地下管线图和建立数据库的技术要点

七、变形监测。变形监测的内容、技术要求和监测方案，仪器设备和测量方法，变形监测数据处理和变形分析

八、精密工程测量。不同项目的测量方案，主要的仪器设备和精度要求

九、工程测量项目质量控制的主要要求和措施

2011 年考试题

某化工厂全部建设完成后，某测绘单位承担 1:500 数字地形图测绘项目，厂区面积 1.5 平方公里。

项目要求严格执行国家有关技术标准，主要包括《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测土技术规范》(GB/T 14912-2005)，《国家基本比例尺地图图式第 1 部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》(GB/T 20257.1-2007)。

地形图图幅按矩形分幅，规格为 50 厘米×50 厘米。

在测区首级控制完成后，按三个作业组测图进行了测区划分，作业组按野外全要素进行了外业数据采集、编辑处理、测区接边等工作，最终提交的成果资料包括：①测图控制点展点图、水准路线图、埋石点点之记；②地形图数据文件、元数据文件等各种数据文件；③输出的地形图；④产品检查报告等内容。

问题

计算该厂区面积折合满幅 1:500 地形图图幅数量。

已知：厂区面积 1.5 平方公里。矩形分幅 1:500 图的边长为 250 米即 0.25km，则一幅图的面积为 $0.25 \times 0.25 = 0.0625$ 平方公里。故厂区面积折合满幅 1:500 地形图图幅数量为

$1.5 \div 0.0625 = 24$ (幅)。

简述测区划分的原则。

测区划分原则：各组的工作量相当，确保能够同时完成任务；分界线两侧相互联系的地物最少；测区形状相对完整，不宜太零碎

补充完善提交的成果资料中所缺少的内容。

提交资料还应包括：技术设计书；技术总结报告；控制点成果表；仪器检测报告（复印件）；数据光盘等

某测绘单位承担大厦建设过程中的变形监测任务。该大厦位于城市的中部，设计楼层 80 层（含地下 4 层），楼高约 360 米，总建筑面积约 250000 平方米，为该地区地标性建筑物。

已有资料：

建筑物总平面图、施工设计图及相关说明文档。

施工首级 GPS 控制网资料（城市独立坐标系）。

周边地区一、二等水准点资料（1985 国家高程基准）；

其他相关资料；

投入的主要测量设备：

①0.5 秒级全站仪 1 台套；

②双频 GPS 接收机 5 台套；

③精度为 1/10 万的激光水准仪 1 台套；

④型水准仪 1 台套；

⑤50 米钢卷尺 1 个

测绘单位按规范要求建筑物基坑周边外埋设了两个垂直位移监测工作基点，四个水平位移监测工作基点。垂直位移监测工作基点为钢管标；水平位移监测基点为带有强制对中装置的观测墩，其中两个建于周边 10 层楼的楼顶，两个在地面上。

变形监测的内容包括基坑支护边坡顶部水平位移及垂直位移；基坑回弹基础沉降监测及主体工程倾斜测量、基坑周边 50 米范围内建筑物得沉降监测等。

变形监测要求提交符合规范要求的以图和表行表达的成果。

问题

为测定垂直位移监测工作基点的高程，应布设垂直位移监测基准点，基准点布设的位置和数量要求以及垂直位移监测的等级要求。

1. 垂直位移监测基准点位置应在距离基坑上边沿 100m 以外的稳固地面或建筑物上面。应能接收卫星信号，以便测量其平面位置。

数量：4 个。

等级：二级。

在投入的主要测量设备中，选择一种最适合用于监测水平位移监测工作的稳定性的设备，并说明观测时的注意事项。

水平位移可采用双频 GPS 接收机，可提高工作效率，降低劳动强度。

注意事项：定人、定时、定仪器，尽可能使每次观测的条件相同。

简述变形监测成果中图和表的主要内容

变形观测成果图包括：点位布置图、过程曲线（水平位移、沉降等）、变形曲线

成果表包括：变形量计算表（观测日期时间、各期观测值、变形量计算等）、变形统计表（日期时间、各期变形量等）

【例 1】背景材料

某隧道全长 10km，平均海拔 500m。为保证正确贯通，需布设 GPS C 级平面控制网和进行二等水准测量。每个洞口设控制点 3 个、水准点 2 个；进洞点和方位点间要求通视；边长不足 500m 时

应强制对中。

仪器设备：单、双频 GPS 接收机各 6 台套；S3 光学水准仪 5 台；数字水准仪 2 台（0.3mm/km）；2 秒级全站仪 3 台。

计算软件：GPS 数据处理软件、水准测量平差软件。

分析题

（一）本例隧道地面平面控制网宜优先采用（ ）

A. 导线测量 B. GPS 测量

C. 边角网测量 D. 三角网测量

（二）依据规范，二等水准测量往返测高差不符值限差为（ ）。

A. 4 B. 5 C. 6 D. 8

（三）在控制测量观测之前需要做哪些准备工作？

（四）为满足本隧道贯通测量需要，应选用哪些仪器进行平面控制和水准测量？

（五）最终提交的成果应包括哪些项目？

参考答案

（一）B.

（二）A.

（三）准备工作包括：资料收集、现场踏勘、选点埋石、方案设计。

（四）应分别采用双频 GPS 接收机和数字水准仪。

（五）应包括：技术设计书、仪器检验资料、控制网图及点之记、控制测量外业观测记录、控制测量内业计算及成果、所有测量成果及图件电子文件等。

【例 2】（一）地形图的地形要素指什么？等高线有什么特征？

地形图的地形要素包括各种地物（以比例符号、非比例符号、半比例符号表示）、地貌（以等高线表示），图内注记要素和图廓整饰要素。

等高线的特点主要包括：同一条等高线上的点高程相等；等高线必定是一条闭合曲线，不会中断；一条等高线不能分叉成两条；不同高程的等高线，不能相交或者合并成一条；等高线越密表示坡度越陡，越稀表示坡度愈缓；经过河流的等高线不能直接跨越，应在接近河岸时渐渐折向上游，直到河底等高线处才能跨过河流，然后再折向下游渐渐离开河岸；等高线通过山脊线时，与山脊线正交并凸向低处；等高线通过山谷线时，就是应与山谷线正交，并凸向高处。

（二）图根平面控制测量常用哪些方法？简述一种图根平面控制测量的作业流程。

常用图根导线测量或 GPS RTK 测量

图根导线测量作业流程

收集测区控制点资料

现场踏勘布点

导线测量观测

内业计算

成果整理

（三）地形图缩编的处理中因比例尺变化可能引起哪些图面表示方面的问题？

图式符号，必须根据比例尺作出相应的缩放

符号出现重叠情况及高程点分布过密，需要进行调整

相对较小比例尺地形图标准图式里面不作要求的地形地物符号，需要做相应的缩编处理

（四）简述不同坐标系地形图进行坐标转换的基本思路。

根据已知的不同坐标系高级控制点成果中，在测区范围内均匀选择三个以上相应已知点，利用转换前后的坐标值计算两套坐标系的坐标差、旋转角度差值、比例因子

根据这些参数来完成对测区的一、二级导线和图根点等成果数据的不同坐标系的转换

根据已转换后的控制点（高级控制点和图根控制点）来完成对数字地形图成果的转换

【例 3】（一）变形监测除布设监测点之外还要布设基准点和工作基点。布设基准点和工作基点的目的是什么？

布设基准点是为了保证变形监测的起始值稳定，有统一的测量基准。工作基点相对于监测点有较好的稳定性，方便对监测点进行测量，减少测量误差。

（二）基坑监测一般包括哪些项目？

- 1、支护结构水平位移观测
- 2、支护结构沉降观测
- 3、基坑周边建筑物、地面沉降、地下管线监测的沉降监测
- 4、支护结构的侧向变形（测斜）
- 5、土体的侧向变形（测斜）
- 6、地下水位观测
- 7、内支撑立柱沉降观测
- 8、内撑应力监测
- 9、锚索应力监测等

（三）变形监测项目完成后提供给甲方的成果应包括哪些内容？

- 1、基坑概况和监测目的
- 2、监测项目和测点布置
- 3、采用仪器的型号、规格和标定材料
- 4、沉降观测成果汇总表
- 5、水平位移观测成果汇总表
- 6、地下水位观测成果汇总表
- 7、“时间——沉降量” 曲线图
- 8、“时间——水平位移” 曲线图

- 9、“时间——地下水位”曲线图
- 10、土体和支护桩测斜曲线图
- 11、内支撑轴力变化曲线图
- 12、锚索应力变化曲线图
- 13、基准点及观测点平面位置示意图
- 14、监测结果评述等

【例 4】（一）超高层建筑物施工测量主要项目是什么？应投入哪些仪器设备，进行哪些测量工作？

超高层建筑物施工测量主要控制竖向偏差，保证轴线垂直向上传递；还要进行高程控制、倾斜测量、各层面细部放样以及变形监测等。

仪器设备包括双频 GPS 接收机用于平面控制网测量、建筑物主体日周期摆动测量；高精度全站仪用于施工放样测量；数字水准仪用于建筑物主体沉降监测；激光投点仪用于轴线控制点竖向传递。

（二）试比较在施工放样测量中使用全站仪和 GPS RTK 的异同、各自优势和使用场合。

全站仪放样要求测站与放样点之间通视，其放样精度随视距长度增加而降低。而 GPS RTK 放样时不需要彼此通视，能远距离测设点的三维坐标，精度均匀。高精度全站仪放样可以达到毫米级，高于 GPS RTK 放样。因此，在需要高精度放样、室内或地下工程放样时，只能采用全站仪放样；在野外 GPS 信号良好、点位精度要求为厘米级时采用 GPS RTK 放样更有优势。

工程测量自测题

根据现行规范，卫星定位测量控制网构成闭合环或附和路线的边数不宜多于（ ）条。

- A. 4 B. 5
C. 6 D. 7

【解释】《工程测量规范》规定卫星定位测量控制网中构成闭合环或附和路线的边数以 6 条为限值。否则无法满足网的平均可靠性指标为 $1/3$ 的要求。

工程测量自测题

《工程测量规范》规定，四等导线长度不得超过（ ）km。

- A. 7 B. 8
C. 9 D. 10

【解释】设计导线时，中间最弱点点位中误差采用 50mm；起始误差 $m_{起}$ 和测量误差 $m_{测}$ 对导线中点的影响按“等影响”处理。由此计算出四等导线长度限值。

工程测量自测题

地形图可采用正方形或矩形分幅，图幅编号宜采用图幅西南角坐标（ ）的表示。

- A. 整米数 B. 十米数
C. 百米数 D. 千米数

【解释】规范规定。

工程测量自测题

地形图修测前应进行实地踏勘，确定修测范围，制定修测方案。如修测的面积超过原图总面积的（ ），应重新进行测绘。

- A. 1/3 B. 1/4
- C. 1/5 D. 1/6

【解释】规范规定。

工程测量自测题

高速公路和一级公路的高程控制按（ ）等水准测量的有关规定执行。

- A. 二 B. 三
- C. 四 D. 五

【解释】规范规定。

工程测量自测题

铁路、二级及以下等级公路的高程控制按（ ）等水准测量的有关规定执行。

- A. 二 B. 三
- C. 四 D. 五

【解释】规范规定。

工程测量自测题

地下管线调查中，假设管线埋深为 2.5m，根据现行规范，该隐蔽管线点探查的水平位置偏差和埋深较差要求满足分别是（ ）cm。

- A. 25, 37.5
- B. 37.5, 25
- C. 25, 25
- D. 37.5, 37.5

【解释】《工程测量规范》要求隐蔽管线点探查水平位置偏差不得超过 $0.10h$ ，埋深较差不得超过 $0.15h$ 。此处 h 为管线埋深。

工程测量自测题

隧道工程的相向施工中线在贯通面上的横向贯通误差，按（ ），分别要求贯通误差限差为 100、150、200mm。

- A. 隧道的总长度
- B. 两开挖洞口间长度
- C. 隧道的横断面面积
- D. 隧道开挖掘进方式

【解释】横向贯通误差限差规定的依据是两开挖洞口间长度。

工程测量自测题

按照现行《工程测量规范》(GB50026—2007)，两开挖洞口间长度 L 为 $4\text{km} \leq L < 8\text{km}$ 隧道工程

的相向施工中线在贯通面上的横向贯通误差不应大于（ ）mm。

- A. 100 B. 150
- C. 200 D. 70

【解释】规范规定，横向贯通误差限差当两开挖洞口间长度 4km 以内、4—8km、8—10km 时分别为 100、150、200mm。

工程测量自测题

隧道工程的相向施工中线在贯通面上的高程贯通误差限差，按现行规范为（ ）mm。

- A. 50 B. 60
- C. 70 D. 80

【解释】规范规定，高程贯通误差限差无论隧道长短，都是 70mm。

工程测量自测题

一条长度为 7km 的隧道，如果由两端洞口相向开挖，按现行规范要求，洞外控制测量对横向贯通中误差的影响值不应超过（ ）mm。

- A. 25 B. 35
- C. 50 D. 70

【解释】平面控制测量总误差对横向贯通中误差的影响主要由四个方面引起，即洞外控制测量的误差、洞内相向开挖两端支导线测量的误差、竖井联系测量的误差。将该四项误差按等影响考虑。已知横向贯通误差限差当两开挖洞口间长度 4—8km 时为 150mm，故洞外控制测量对横向贯通中误差的影响值不应超过 $150 \div 4 = 35\text{mm}$ 。

工程测量自测题

在变形观测的精度要求中，要求最高的是（ ），为 0.1mm。

- A. 相邻变形观测点的高差中误差
- B. 变形观测点的高程中误差
- C. 变形观测点的点位中误差
- D. 相邻变形观测点的点位中误差

【解释】根据《工程测量规范》，一等变形监测的精度要求有 3 项，即：变形观测点的高程中误差 0.3mm，相邻变形观测点的高差中误差 0.1mm，变形观测点的点位中误差 1.5mm。无相邻变形观测点的点位中误差要求。

工程测量自测题

为了满足工程初步设计、施工图设计、工矿总图管理、竣工验收、运营管理等使用地形图的要求，测图比例尺应选用（ ）。

- A. 1：10000
- B. 1：1000 或 1：500
- C. 1：5000
- D. 1：2000

【解释】1:1000 或 1:500 是适合于工程初步设计、施工图设计、工矿总图管理、竣工验收、运营管理等地形图的比例尺。

工程测量自测题

进行定线测量和拨地测量时，要求定线中（轴）线点、拨地界址点相对于邻近高级控制点的点位中误差（ ）。

- A. 不大于 $\pm 0.05\text{m}$
- B. 不大于 $\pm 0.10\text{m}$
- C. 不大于 $\pm 0.05\text{cm}$
- D. 不小于 $\pm 0.05\text{m}$

【解释】规范规定。

工程测量自测题

立交桥工程具有线形结构复杂，施工精度高的特点。为施工方便，一般选择独立坐标系统，并将原点选在（ ）上。

- A. 工地以外的西北角
- B. 工地以外的东南角
- C. 工地以外的西南角
- D. 工地以外的东北角

【解释】独立坐标系要求坐标值不得为负数，故 A、B、D 均不符合要求。

工程测量自测题

线路的（ ）以中柱当里程为横坐标，以其高程为纵坐标绘制。

- A. 横断面图 B.带状地形图
- C. 纵断面图 D.纵横断面图

【解释】只有纵断面图需要以中柱当里程为横坐标，以其高程为纵坐标绘制。

工程测量自测题

在坑道掘进过程中，地下导线测设是（ ）。

- A. 先敷设低等级导线，再敷设高等级导线
- B. 先敷设高等级导线，再敷设低等级导线
- C. 先敷设支导线，再敷设闭合导线
- D. 先敷设无定向导线，再敷设方向附和导线

【解释】鉴于地下坑道掘进的特点，只能由低级到高级导线布设。

工程测量自测题

几何联系测量是从地面向地下传递（ ）。

- A. 坐标
- B.方位角

C. 坐标和方位角

D. 坐标、方位角和高程

【解释】由定义，在竖井中悬挂钢丝垂线由地面向井下传递平面坐标和方向的测量工作称为竖井几何定向或几何联系测量。高程传递需另外进行。

工程测量自测题

为了计算平面位置放样数据，应有（ ）个以上的控制点，且放样点坐标已知。

A. 一 B. 二

C. 三 D. 四

【解释】以极坐标放样法为例，平面位置放样数据包括已知点坐标、起始方向（零方向）、角度、距离。由此应有两个以上的控制点，且放样点坐标已知

工程测量自测题

建筑物各施工层的标高是由底层（ ）传递。

A. 高程控制点

B. 水准基点

C. ± 0 标高

D. 地面标高

【解释】施工层标高是相对于 ± 0 标高起算的。

工程测量自测题

一般认为，如果观测目的是为了使变形值不超过某一允许的数值从而确保建筑物的安全，则其观测的中误差应小于变形值的（ ）。

A. $1/10 \sim 1/20$

B. $1/2 \sim 1/3$

C. $1/20 \sim 1/30$

D. $1/5 \sim 1/10$

工程测量自测题

精密工程测量是指绝对测量精度达到（ ）量级的测量工作。

A. 百万分之一 B. 10^{-7}

C. 毫米或亚毫米 D. 微米

工程测量自测题

在工程可行性研究、总体规划阶段，需要提供比例尺（ ）的地形图。

A. 1:500

B. 1:1000 或 1:500

C. 1:2000

D. 1:10000 或 1:5000

工程测量自测题

拨地测量工作的依据是（ ）。

- A. 规划用地红线图
- B. 规划用地定线图
- C. 规划用地拨地红线图
- D. 规划用地拨地验收图

工程测量自测题

线路复测的目的是恢复定测桩点和检查定测质量。当复测和定测成果相比较的误差在允许范围之内，则（ ）。

- A. 以定测成果为准
- B. 以复测成果为准
- C. 取定测与复测成果的平均值
- D. 再次复测

工程测量自测题

隧道与地铁工程的洞外平面控制测量首选（ ）。

- A. 精密导线测量
- B. 三角测量
- C. GPS 定位测量
- D. 边角测量

工程测量自测题

陀螺经纬仪是一种将陀螺仪和经纬仪结合在一起的仪器，它可以用来测定（ ）。

- A. 大地坐标
- B. 子午线收敛角
- C. 坐标方位角
- D. 大地方位角

工程测量自测题

变形点的高程中误差和点位中误差是相对于邻近的（ ）而言。

- A. 变形点 B. 基准点
- C. 参照点 D. 观测点

工程测量自测题

基准点是变形测量的基准，应选在变形影响区域之外稳固可靠的位置，每个工程至少应有（ ）个基准点。

- A. 2 B. 3
- C. 4 D. 5

工程测量自测题

地下导线角度测量时，应该特别注意（ ）。

- A. 仪器高测量
- B. 仪器对中
- C. 目标高测量
- D. 现场照明

工程测量自测题

水下地形测量的工作包括（ ）。

- A. 平面测量
- B. 定位
- C. 高程测量
- D. 测深
- E. 方位角测量

工程测量自测题

建设工程规划监督测量的内容包括（ ）。

- A. 定线测量
- B. 放线测量
- C. 验线测量
- D. 验收测量
- E. 竣工测量

工程测量自测题

现行国家标准《工程测量规范》规定的变形监测等级和精度要求中，划分等级的精度指标包括（ ）。

- A. 变形观测点的测角中误差
- B. 变形观测点的高程中误差
- C. 相邻变形观测点的高差中误差
- D. 变形观测点的点位中误差
- E. 变形观测点的方向中误差

工程测量自测题

建筑物沉降观测可以采用的方法有（ ）。

- A. 常规大地测量方法
- B. 准直测量
- C. 水准测量
- D. 液体静力水准测量

E. 光学法

工程测量自测题

线路初测是线路初步设计的基础和依据，其外业工作包括（ ）。

- A. 线路选线测量
- B. 线路平面控制测量
- C. 线路高程测量
- D. 地形测量
- E. 横断面测量

工程测量自测题

为了提高隧道工程的横向贯通测量的精度，可以采取的措施包括（ ）。

- A. 提高导线边长测量精度
- B. 加测陀螺定向边
- C. 尽可能增大导线边长
- D. 采用三架法测量
- E. 增加起算点

工程测量自测题

变形测量方案技术设计书应该包括变形测量的内容、精度级别、基准点与变形点布设方案、（ ）、提交成果内容等。

- A. 观测周期
- B. 观测方法和仪器设备
- C. 观测成本
- D. 数据处理分析方法
- E. 观测人员组成

【解释】作为技术设计书，必须包括观测周期、观测方法 仪器设备、数据处理分析方法。

工程测量自测题

数字地形图编辑处理时，对地形测量数据可以增删修改的是（ ）。

- A. 测点编码
- B. 测点属性
- C. 测点平面坐标中个别数字
- D. 测点高程
- E. 测点信息排序

【解释】测点坐标、高程不允许在编辑中修改增删。

房产测绘

1.基本要求

房产测绘技术设计

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

- 测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置
- 作业的技术路线和流程
- 作业方法和技术要求

—控制测量：平面控制布设方案，觇标和埋石规格，观测方法，观测限差，新旧点联测方案及控制网精度估算。

—房产调查（或调绘）：调查（或调绘）的内容和方法，地块和房屋（幢号）的编号方法，房产调查表的填写要求等。

—界址点布设、编号和实测的方法和技术质量要求。

—房产图绘制和面积量算的方法和质量要求。

—其他技术质量要求。

- 质量控制环节和质量检查
- 上交和归档成果及其资料的内容和要求
- 有关附录

房产界址点的精度要求

各级界址点相对于邻近控制点的点位误差和间距超过 50m 的相邻界址点的间距误差不超过下表的规定：

界址点等级	界址点相对于邻近控制点的点位误差和相邻界址点间的间距误差（m）	
	限差	中误差
一	± 0.04	± 0.02

二	± 0.10	± 0.05
三	± 0.20	± 0.10

间距未超过 50m 的界址点间的间距误差限差不应超过：

$$\Delta D = \pm (m_j + 0.02m_j D)$$

房屋房角点执行与界址点相同的标准。

房产测绘面积的精度要求

房屋面积 精度等级	限差	中误差
一级	$0.02S^{1/2} + 0.0006S$	$0.01S^{1/2} + 0.0003S$
二级	$0.04S^{1/2} + 0.002S$	$0.02S^{1/2} + 0.001S$
三级	$0.08S^{1/2} + 0.006S$	$0.04S^{1/2} + 0.003S$

房产测量的坐标系统

应采用 1980 西安坐标系或地方坐标系。

采用地方坐标系时应和国家坐标系联测。

房产测量的平面投影

房产测量统一采用高斯投影。

房产测量一般不测高程。

2.房产平面控制测量

房产平面控制点的布设，应遵循从整体到局部、从高级到低级、分级布网的原则，也可越级布网。

房产平面控制点包括二、三、四等平面控制点和一、二、三级平面控制点。房产平面控制点均应埋设固定标志。

房产平面控制点的密度，建筑物密集区的控制点平均间距在 100m 左右，建筑物稀疏区的控制点平均间距在 200m 左右。

3.房产调查与测量

房产调查

房产调查，分房屋用地调查和房屋调查，包括对每个权属单元的位置、权界、权属、数量和利用状况待基本情况，以及地理名称和行政境界的调查。

房屋用地调查的内容

包括用地座落、产权性质、等级、税费、用地人、用地单位所有制性质、使用权来源、四至、界标、用地用途分类、用地面积和用地纠纷等基本情况，以及绘制用地范围略图。

房屋调查内容

包括房屋座落、产权人、产别、层数、所在层次、建筑结构、建成年份、用途、墙体归属、权源、产权纠纷和他项权利等基本情况，以及绘制房屋权界线示意图。

房产要素测量内容

界址测量

境界测量

房屋及其附属设施测量

陆地交通及水域测量

其他相关地物测量

测量方法

野外解析法测量、航空摄影测量、全野外数据采集、GPS(CORS)技术。

房产分幅图（地籍图）

全面反映房屋及其用地的位置和权属等状况的基本图。是分丘图和分户图的基础资料。

房产分丘图（宗地图）

分幅图的局部图，是绘制房屋产权证附图的基本图。

房产（分层）分户图（房产平面图）

在分丘图基础上绘制的细部图，是以一户产权人为单位，表示房屋权属范围的细部图，以明确异产毗连房屋的权利界线供核发房屋所有证的附图使用。

以上三种图的丘号及坐标系是一致的

房屋层数

指房屋的自然层数，一般按室内地坪±0 以上计算。

采光窗在室外地坪以上的半地下室，其室内层高在 2.20m 以上的，计算自然层数。

房屋总层数为房屋地上层数与地下层数之和。

假层、附层（夹层）、插层、阁楼（暗楼）、装饰性塔楼，以及突出屋面的楼梯间、水箱间不计层数。

房屋的结构分类

钢结构

钢、钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构（框架结构）

混合结构

砖木结构

其他结构

房屋的墙体归属（四面墙体所有权）

自有墙

共有墙

借墙

4.房产面积测算

房屋的建筑面积

指房屋外墙（柱）勒脚以上各层的外围水平面积，包括阳台、飘走廊、飘楼、阁楼、

夹层、地下室、室外楼梯等，且具备上盖，结构牢固，层高在 2.2 米(包括 2.2 米)以上的永久性且有使用价值建筑的面积。

附：房屋的产权面积是指产权主依法拥有房屋所有权的房屋建筑面积。

计算房屋建筑面积的条件

有上盖

结构牢固

层高 2.20 米以上（含 2.20 米）

有使用功能

永久性建筑

计算 100%（全部）建筑面积范围

15 种情况。

计算 50%（一半）建筑面积范围

5 种情况。

不计算建筑面积范围

10 种情况。

用地面积测算的范围

用地面积以丘（宗地）为单位进行测算，包括房屋占地面积、其他用途的土地面积测算，各项地类面积的测算。

不计入丘内用地面积范围

无明确使用权属的冷巷、巷道或间距地。

市政管辖的马路、街道、巷道等公共用地。

公共使用的河涌、水沟、排污沟。

已经征用、划拨或者属于原房地产记载的范围，经过规划部门核定需要作为市政建设的用地。

其他按规定不计入用地的面积。

分摊原则

按协议或按单元建筑面积分摊。

应分摊的共有建筑面积

大堂、梯间、电房、泵房、外半墙及为整幢服务的管理用房等。

不应分摊的建筑面积

架空层、地下层、无使用功能及为多幢服务的管理用房等。

分摊方式（功能分摊）

纯住宅（整幢楼一个系数）

商住楼（多个系数）

综合楼（多功能）

分摊面积计算

面积的分摊系数 = 需要分摊的分摊面积总和 ÷ 参加分摊的各单元建筑面积总和

各单元参加分摊所得的分摊面积 = 分摊的分摊系数 × 各单元参加分摊的建筑面积

5. 房产变更调查

变更测量目的

保持房产资料的现势性和房产档案的真实性，更好地为房产市场的发育和完善提供可靠资料。

变更测量分类

现状变更测量

权属变更测量

现状变更测量内容

房屋新建、拆建、改建、扩建及房屋建筑结构、层次变化。

房屋的损坏与灭失，包括全部拆除或部分拆除、倒塌或烧毁。

围墙、栅栏、篱笆、铁丝网等维护物，以及房屋附属设施的变化。

道路、广场、河流拓宽、改造及各类水域便捷的变化。

地名、门牌号等房屋座落的更改与变化。

房屋及其用地类型面积的增减变化。

权属变更测量内容

房屋买卖、交换、继承、分割、赠与、兼并等引起的权属的转移；

土地使用权界的调整，包括合并、分割、塌没和截弯取直；

征拨、出让、节让土地而引起的土地权属界线的变化；

他项权利范围的变化和注销。

6.成果资料的检查与验收

成果检查验收制度

房产测量成果实行二级检查一级验收制。

一级检查为过程检查，在全面自检、互查的基础上，由作业组的专职或兼职检查人员承担。

二级检查由施测单位的质量检查机构和专职检查人员在一级检查的基础上进行。

各级检查验收中发现的问题，必须做好记录并提出处理意见。

上交成果资料内容

房产测绘技术设计书。

成果资料索引及说明。

控制测量成果资料。

房屋及房屋用地调查表、界址点坐标成果表。

图形数据成果和房产原因。

技术总结。

检查验收报告。

2011 年考试题

按现行《房产测量规范》，房屋的建筑面积由（ ）组成。

- A. 套内建筑面积和套内墙体面积
- B. 使用面积、套内墙体面积、套内建筑面积和分摊得到的共有建筑面积
- C. 套内建筑面积和分摊得到的共有建筑面积
- D. 套内建筑面积、套内阳台建筑面积和套内墙体面积

2011 年考试题

房屋建筑结构可分为砖木结构、混合结构、()、钢结构、钢筋混凝土结构和其他结构。

- A. 砖混结构
- B. 土木结构
- C. 钢和钢筋混凝土结构
- D. 石结构

2011 年考试题

房地产变更测量分为()测量两类。

- A. 现状变更和权属变更
- B. 面积变更和结构变更
- C. 权界变更和权属变更
- D. 面积变更和权属变更

2011 年考试题

按现行《房产测量规范》，房屋层高()m 以下不计建筑面积。

- A. 2.2 B. 2.4
- C. 2.6 D. 2.8

2011 年考试题

现行《房产测量规范》未做出测量精度要求的房产测量对象是()。

- A. 房产界址点
- B. 房角点
- C. 房屋面积
- D. 房屋边长

2011 年考试题

房产权属所有人对其所有的房产依法享有的权利有()。

- A. 占有权
- B. 使用权
- C. 收益权
- D. 处分权
- E. 地役权

房产测绘自测题

成套房屋的套内建筑面积包括（ ）。

- A. 套内使用面积
- B. 套内墙体面积
- C. 套内分摊面积
- D. 套内阳台面积
- E. 1/2 外墙面积

地籍测绘

1.基本要求

地籍测绘技术设计

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

- 测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置
- 作业的技术路线和流程
- 作业方法和技术要求

控制测量：平面控制布设方案，觇标和埋石规格，观测方法，观测限差，新旧点联测方案及控制网精度估算。

外业调绘：调绘图件（地形图、航摄像片、影像平面图及其他图件），确定地籍要素调绘或调查的内容和方法，各种权属界线的表示和地块的编号方法等。

界址点实测和面积量算的方法和技术、质量要求。

测图作业要求：测图的作业方法、仪器，精度要求和各项限差；地籍要素和地形要素的表示方法等。

其他技术要求

- 质量控制环节和质量检查
- 上交和归档成果及其资料的内容和要求

- 有关附录

界址点的精度要求

级别	界址点相对于邻近控制点的点位中误差 • 相邻界址点间的间距误差 (cm)	
	中误差	允许误差
一	± 5.0	± 10.0
二	± 7.5	± 15.0
三	± 10.0	± 20.0

地籍图的要素

行政区域要素

行政区界线和行政区名称。

地籍要素

地籍区界线，土地权属界线，界址点，图斑界线，地籍区号，宗地号，地类代码，土地权利人名称，坐落地址等。

地形要素

界址线依附的地形要素（地物、地貌）应表示，不可省略。

数学要素

内外图廓线，内图廓点坐标，坐标格网线，控制点，比例尺，坐标系统等。

图廓要素

分幅索引，图名，图号，制作单位，时间，测图方法，图式版本，测量员，制图员，检查员等。

2.地籍平面控制测量

地籍首级平面控制点分为三、四等或 D、E 级和一、二级。

控制测量的基本精度要求

四等网或 E 级网中最弱边相对中误差不得超过 $1/45000$ 。

四等网或 E 级以下网最弱点相对于起算点的点位中误差不得超过 $\pm 5\text{cm}$ 。

首级高程控制测量

原则上只测设四等或等外水准。

首级高程控制网最弱点高程中误差相对于起算点不大于 $\pm 2\text{cm}$ 。

地籍平面控制测量方法

首级网主要采用静态全球定位系统定位方法建立；一、二级也可采用导线测量方法。

地籍图根控制可采用导线测量和 GPS（包括 GPS RTK）测量方法施测。

地籍控制测量成果内业检查

（1）平面坐标系统选择是否合理，长度变形是否超限（椭球、中央子午线、投影面的选择是否得当）；

（2）高程基准选择是否正确；

（3）控制点编号是否符合编号规则；

（4）各项观测数据是否齐全、规范（包括签名、注记），平差前各项闭合差是否符合规范要求；

（5）选择的数据处理和平差软件是否得当；

（6）平差后各项精度指标如点位中误差、边长中误差、高程中误差等是否符合精度要求；

（7）输出的控制点成果资料是否齐全、规范，包括各项注记如计算者、检查者、日期等是否齐全；

（8）仪器检证书是否齐全、有效等。

3.地籍要素调查

工作底图选择与制作

a) 比例尺：与地籍图成图比例尺一致。

b) 坐标系统：与地籍图成图坐标系统一致。

- c) 可选择已有土地利用现状图、地籍图。
- d) 可选择已有地形图、正射影像图。
- e) 无图件地区，在地籍子区范围内绘制所有宗地的位置关系图形成调查工作底图。
- f) 工作底图上应标绘地籍区和地籍子区界线。
- g) 除 e) 外，工作底图都应是数字化的，并输出一份纸质的工作底图用于调查。

4.界址点测量

测量方法

解析法

全站仪、GPS 接收机、钢尺等

极坐标法、直角坐标法、截距法、距离交会法、角度交会法等

界址点坐标取位至 0.001m。

图解法

5.地籍图、宗地图制作及地籍数据库

地籍图的基本内容

界址点、界址线；

地块及编号，地籍区、地籍子区编号，地籍区名称；

土地利用类别；

永久性的建筑物和构筑物；

行政区域界，地籍区和地籍子区界；

平面控制点；

有关地理名称和重要单位名称；

道路和水域；

根据需要，在保证图面清晰的前提下，择要表示一些其它要素。

地籍图比例尺

城镇地区可选用 1：500～1：1000；

郊区可选用 1：2000；

农村可选用 1：5000～1：10000，其中大的居民点可选用 1：1000～1：2000。

地籍图成图方法

地面数字测图方法

摄影测量方法

宗地图内容

图幅号、地籍号、坐落；

单位名称、宗地号、土地分类号、占地面积；

界址点和点号、界址线、界址边长；

宗地内建筑物、构筑物；

邻宗地宗地号及界址线；

相邻道路、河流等地物及其名称；

指北方向、比例尺、绘图和审核员、制作日期。

地籍图检查内容

（1）图内要素

地籍要素，包括：行政界线、界址点线、街坊界、地籍号、地类、面积、使用者名称、土地等级注记。

数学要素，包括：图廓线、坐标格网、坐标注记、测量控制网、测量控制点及其注记。

地物要素，包括：建筑物及构筑物、楼层、门牌号等，围墙、栅栏、道路、水系等线状要素。独立地物、地形地貌注记、高程注记、等高线要素。其它注记等。

（2）图外要素

图种名、图名、图号。

图幅接合表。

坐标系及高程系。

成图比例尺。

制图单位全称。

说明注记（含调绘时间、制图时间）。

辅助说明。

图例。

宗地图检查的内容

（1） 图内要素

图幅号、地籍号。

本宗地号地类号、门牌号、面积及宗地使用者名称。

界址点、界址点号、界址线及边长。

本宗地内建、构筑物。

邻宗地址界址线(示意)。

相邻道路、街巷及名称。

指北针

（2） 图外要素

图种名。

宗地面积。

绘图员签名、审检员等。

制图时间。

其它说明注记。

地籍数据库内容

土地权属数据——宗地权属、位置、界址、面积等。

土地利用数据——行政区（含行政村）图斑的权属、地类、面积、界线等。

基础地理数据——数学基础、境界、交通、水系、居民地等。

地籍数据库建设、更新与维护

.....

地籍信息系统建设

实用性、稳定性、易操作性、安全性、先进性与开放性。

地籍信息系统主要功能

数据采集与交换

坐标变换、投影变换

数据编辑与处理

数据检查

workflow管理

查询统计

空间分析

元数据管理

系统维护与升级

6.地籍变更调查与测绘

工作内容

地籍册的修正、地籍图的修测和地籍数据的修正；

进行地籍要素调查、外业实地测绘、调整界址点号和地块号。

修测方法

根据变更资料，确定修测范围，根据平面控制点的分布情况，选择测量方法并制定施测方案。

修测可在地籍原图的复制件上进行。

修测之后，应对有关的地籍图、表、簿、册等成果进行修正，使所有成果符合要求。

面积变更

一个地块分割成多个地块，分割后各地块面积总和与原地块面积的不符值应在规定限差之内。

地块合并的面积，取被合并地块面积之和。

地籍编号的变更与处理

地块号：地块分割以后，原地块号作废，新增地块号按地块编号区内的最大地块号续编。

界址点号、建筑物角点号：新增的界址点、建筑物角点的点号，分别按编号区内的最大点号续编。

2011 年考试题

地籍图上一类界址点相对于邻近图根点的点位中误差不得超过（ ）cm。

- A. ± 5 B. ± 7.5
- C. ± 10 D. ± 15

2011 年考试题

地籍管理的内容包括土地调查、土地登记、土地统计、土地分等定级估价、（ ）等。

- A. 地籍档案建立
- B. 地籍图测绘
- C. 界址点测定
- D. 宗地图测绘

2011 年考试题

地籍测量坐标系应优先选用（ ）坐标系。

- A. 独立 B. 任意
- C. 国家 D. 地方

2011 年考试题

当一幅地籍图内变更面积超过（ ）时，应对该图幅进行更新测量。

- A. $1/4$ B. $1/3$
- C. $1/2$ D. $2/3$

2011 年考试题

界址点坐标测定可采用的方法包括（ ）。

- A. 图解法
- B. 极坐标法
- C. 交会法
- D. 正交法
- E. GPS 定位法

地籍测绘自测题

地块权属调查内容包括地块权属性质、权属主名称、（ ）、行政区域界线和地理名称。

- A. 界址点
- B. 控制点
- C. 道路名称
- D. 地块坐落和四至

地籍测绘自测题

地籍测量修测内容包括（ ）、地籍要素调查、外业实地测绘、调整界址点号和地块号。

- A. 全面进行平面控制测量
- B. 地籍册的修正、地籍图的修测和地籍数据的修正
- C. 全面进行高程控制测量
- D. 重新进行数据库建设

地籍测绘自测题

地籍测绘中，建筑物密集区和稀疏区的平面控制网点平均间距分别为（ ）米左右。

- A. 100 和 200
- B. 50 和 100
- C. 100 和 100
- D. 200 和 100

地籍测绘自测题

宗地图是以（ ）为单位编绘的。

- A. 一个居民点
- B. 一个街区
- C. 一宗地
- D. 一栋房屋

地籍测绘自测题

宗地图的比例尺是（ ）。

- A. 1: 100
- B. 任意的，根据宗地大小选定
- C. 1: 200
- D. 1: 500

地籍测绘自测题

地籍测绘的主要内容包括（ ）。

- A. 地籍控制
- B. 地籍要素测绘
- C. 房产测绘
- D. 地籍调查

E. 动态监测与更新

地籍测绘自测题

地籍图所表示的主要内容有（ ）。

A. 地籍要素

B. 等高线

C. 必要的地形要素

D. 管线设施

E. 各种必要的注记

地籍测绘自测题

编绘宗地图时，应做到（ ）。

A. 界址线走向清楚

B. 坐标、面积和注记准确

C. 要有所有地形要素

D. 四至关系明确

E. 比例尺适当

地籍测绘自测题

完整的地籍图要求，地籍要素应包括（ ）。

A. 土地利用总体规划的相关要素

B. 各类各级界线、宗地界址点线

C. 地籍号注记、宗地坐落

D. 土地利用分类代码、土地等级

E. 土地权属主名称

地籍测绘案例分析

某市某区按照国家第二次土地调查的技术规定和要求，完成了全区域的土地调查项目，调查范围涉及区政府所在地、乡政府所在地、各类开发区、园区的调查面积约 36 平方公里。

项目的主要内容包括：权属调查、地籍控制测量、界址点测量、1:500 地籍测绘、宗地图测绘、面积计算、城镇地籍数据库及管理系统建设等。

地籍测绘案例分析

该市第二次土地调查领导小组办公室组织成立了验收组，依据《第二次土地调查成果检查验收办法》，对城镇地籍调查成果进行验收，在验收城镇地籍成果时，对数据库、元数据、地籍图、宗地图、统计表格、文字报告进行了检查；在验收地籍调查成果时，内业抽取 50%，外业抽取 5%进行了检查，其中地籍控制内业检查了①平面坐标系统选择是否合理，长度变形是否超限；②观测记录是否齐全、规范；③高程基准选择是否正确，高程施测精度是否满足相关技术设计；④资料是否齐全，内容是否完整规范等。在细部测量外业检查时，验收组实地采集了 10 个地物特征点进行检查并评定

了精度。

地籍测绘案例分析

问题：

简述在城镇地籍数据库验收中，地籍图和宗地图检查的内容。

补充完善地籍控制测量成果内业检查的内容。

细部测量外业检查的方法和内容是否合理？若不合理。说明正确的方法和内容。

地籍测绘案例分析

在城镇地籍数据库验收中，地籍图和宗地图检查的内容

图内要素

地籍要素：行政界线；界址点线；地籍号；面积等

数学要素：图廓线、坐标格网、测量控制点等

地物要素：建筑物及构筑物、楼层、门牌号；道路、水系、围墙等；注记

图外要素

图名；图幅结合表；坐标系高程系；比例尺；说明注记；图例等

地籍测绘案例分析

补充完善地籍控制测量成果内业检查的内容

数据处理和平差软件是否得当

平差后各项精度指标（点位中误差、边长中误差等）是否符合要求

仪器检验证书是否完备等

地籍测绘案例分析

细部测量外业检查的方法和内容是否合理？若不合理。说明正确的方法和内容

在细部测量外业检查时，验收组实地采集了 10 个地物特征点进行检查并评定了精度，对于面积约 36 平方公里的测区面积明显不够。

正确的方法是抽样数占总数 7.5% 随机抽取；每幅抽检图中检查 20~50 个明显特征点，其中全站仪实测占 1/2；按图幅或批次评定测量精度。

行政区域界线测绘

1. 基本要求

界线测绘的目的

获取和表述行政区域界线的位置和走向等信息，为勘界和边界管理提供基础资料和科学依据。

基准

采用国家统一的 2000 国家大地坐标系

1985 国家高程基准

比例尺视情况选用

省级 1：5 万或 1：10 万

省级以下 1：1 万

同一地区、同一边界采用相同的比例尺

界线测绘的对象

省级行政区域陆地界线测绘；省级以下行政区域陆地界线测绘参照执行。

界线测绘内容

界线测绘准备

界桩埋设和测定

边界点测定

边界线及相关地形要素调绘

边界协议书附图制作与印刷

边界点位置和边界线走向说明的编写

界线测绘的成果

界桩登记表

界桩成果表

边界点成果表

边界点位置和边界走向说明

边界协议书附图

界线测绘技术设计

任务概述

测区自然地理概况和已有资料情况

引用文件

成果规格和主要技术指标

设计方案

- 测量仪器类型、数量、精度指标及校准检定要求，专业应用软件和其他配置
- 作业的技术路线和流程
- 作业方法和技术要求

控制测量：布设方案，觇标和埋石规格，观测方法，新旧点联测方案及控制网精度估算

外业调绘：调绘的内容、方法和技术要求等

界址点实测和界桩埋设的方法和要求

其他技术要求

- 质量控制环节和质量检查
- 上交和归档成果及其资料的内容和要求
- 有关附录

界线测绘基本精度

界桩点精度

平面位置中误差不超过相应比例尺地形图图上 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

高程中误差不超过基本等高距的 $1/10$ （特殊困难地区可放宽 0.5 倍）。

资源开发利用价值较高地区可执行地籍测绘规范中界桩点精度的规定。

边界协议书附图精度

不超过相应比例尺地形图图上 $\pm 0.2\text{mm}$ 。

补调的与确定边界线有关的地物点相对于邻近固定地物点的间距中误差不超过图上 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

2.边界测绘准备

边界地形图制作

采用国家基本比例尺 1 : 10 000、1 : 50 000、或 1 : 100 000 比例尺地形图或数字地形图来制作。

按一定经差、纬差自由分幅，一般情况下同一条边界线图幅经差、纬差值应一致。

一般沿边界呈带状，图内内容范围为垂直界线两侧各 10cm 或 5cm（1: 100 000）内。

应制作为带有坐标信息的栅格地图或数字线划图。

边界调查

实地调查

核实法定边界线、习惯边界线、行政管辖线和与边界线有关的资源归属范围线等界线的实地位置，并调查边界争议的有关情况。

编制边界情况图

绘制法定边界线、习惯边界线、行政管辖线和与边界线有关的资源归属范围线等界现状和历史沿革情况。

边界情况说明的编写

以文字形式描述边界线划定情况及其沿革情况。

边界主张线图绘制

由相邻行政区域根据确定边界线的原则，将各自的边界主张线标绘在边界地形图上。用 0.3mm 实线绘出，一方用红色，另一方用蓝色，可压盖图上任何要素。

界桩与边界点

3.边界点测定

控制测量

收集测区内已有基础控制点成果并分析，包括已有的国家控制点和国家 GPS 网点，城市控制网点及相应等级的控制成果。

界桩点的平面测量

GPS 定位测量、附和导线、支导线、测边测角交会等方法。

GPS 定位测量可采用静态相对定位和 RTK 测量方法。

界桩点高程测定

水准测量、三角高程测量、GPS 高程测量等方法。

界桩点方位物测绘

每个界桩方位物不少于三个；方位物必须明显、固定、不易损毁；方位物应利于判定界桩点的位置；以大物体作为方位物时，要明确量测点在方位物的具体部位。

测定界桩点至方位物的距离，一般应在实地量测，要求量至 0.1m，界桩点相对于邻近固定地物点间距误差限差不大于 2.00m。

界桩登记表填写

边界调绘

内容：主要是与确定边界线及界桩点位置有关的地形要素、地理名称等。

精度：调绘的地物点对于野外控制点的平面误差不应大于图上 $\pm 0.5\text{mm}$ ，困难地区不应大于图上 $\pm 0.75\text{mm}$ 。

边界线标绘

技术要求：0.3mm 红色实线不间断表示；界桩符号用直径 1.5mm 红色小圆圈表示；界桩号用红色注出。

精度：界桩点、界线转折点及界线经过的独立地物点相对于邻近固定地物点的平面位置中误差一般不应大于图上 $\pm 0.4\text{mm}$ 。

4.边界协议书附图及边界位置说明

边界协议书附图的基本要求

界桩点、边界点展绘、边界线标绘、界线附近地形要素的调绘或修测，各种说明注记等，均应经过采集、符号化编辑，整理制成边界协议书附图。

内容应包括边界线、界桩点及相关的地形要素、名称、注记等，各要素应详尽表示。

5.成果检查与验收

文档整理

内容：界桩登记表、界桩成果表、控制测量计算表格、边界协议书、边界地形图、边界协议书附图

成果形式：纸质和电子

数据整理

边界地形图数据、边界专题数据

元数据文件制作

成果资料检查与验收

2011 年考试题

现行界线测绘应采用的坐标系统与高程基准是（ ）。

- A. 2000 国家大地坐标系和 1985 国家高程基准
- B. 1980 西安坐标系和 1985 国家高程基准
- C. 2000 国家大地坐标系和 1956 年黄海高程系
- D. 1980 西安坐标系和 1956 年黄海高程系

【解释】此题考的是界线测绘坐标系统，2000 坐标和 85 高程。容易混淆的是 B

2011 年考试题

界线测绘的内容包括界线测绘准备、（ ）、边界点测定、边界线及相关地形要素调绘、边界协议书附图制作与印刷、边界点位置和边界走向说明的编写。

- A. 界桩埋设和测定
- B. 边界地形图测绘
- C. 边界线情况图编制
- D. 边界主张线图标绘

【解释】此题考的是界线测绘的 6 个内容，此题可能以多项选择的形式出现

2011 年考试题

按现行《行政区域界线测绘规范》，边界协议书附图中界桩点的最大展点误差不应超过相应比例尺地形图图上（ ）mm。

- A. ± 0.1
- B. ± 0.2
- C. ± 0.3
- D. ± 0.4

2011 年考试题

边界协议书附图的内容应包括边界线、界桩点及相关的地形要素、名称、注记等，各要素应（ ）表示。

- A. 系统
- B. 简要

C. 详尽 D. 突出

【解释】此题考的是边界协议书附图的 4 要素要详尽表示，此题可能以多项选择的形式出现

2011 年考试题

《中华人民共和国省级行政区域边界协议书附图集》要求表示的内容包括（ ）。

- A. 图例
- B. 边界地形图
- C. 边界主张线图
- D. 编制说明
- E. 界桩登记表

行政区域界线测绘自测题

边界主张线图的主张线绘制采用（ ）红色实线绘出，可压盖图上任何要素。

- A. 0.1mm B. 0.2mm
- C. 0.3mm D. 0.4mm

行政区域界线测绘自测题

边界调绘内容主要是（ ）。

- A. 调查与边界线和界桩点有关的权属要素
- B. 测定界桩点的坐标
- C. 收集整理与边界线和界桩点有关的历史资料
- D. 与确定边界线和界桩点位置有关的地形要素、地理名称等