½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

注册测绘师资格考试辅导教材

测绘案例分析

国家测绘局职业技能鉴定指导中心　组织编写
注册测绘师资格考试教材编审委员会　审　定

麒麟测量工作室
收集整理制作
天下阿荣
QQ：1076699305

测绘出版社

全国商品信息数字化查验系统
正版图书 044096
测绘出版社
拨打8008699855或
登陆WWW.PINET.CN
5375 1948 6629 1920

麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ: 104669305

注册测绘师资格考试辅导教材

测绘案例分析

国家测绘局职业技能鉴定指导中心　组织编写
注册测绘师资格考试教材编审委员会　审　　定

严正声明

本资料所涉及的材料全部来自于互联网，其所有权为其所有者拥有。任何组织或个人不得用于商业用途或恣意传播。本人只作收集整理，作为个人学习之用，不承担任何的法律责任。任何组织或个人由于使用本资料而引发的任何纠纷，一切与本人无关。

测绘出版社

·北京·

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

图书在版编目(CIP)数据

测绘案例分析/国家测绘局职业技能鉴定指导中心编.
北京:测绘出版社,2009.12
注册测绘师资格考试辅导教材
ISBN 978-7-5030-1931-9

Ⅰ.测… Ⅱ.国… Ⅲ.测绘—工程技术人员—资格考核—自学参考资料 Ⅳ.P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218254 号

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

责任编辑 杨蓬莲 执行编辑 万茜婷 封面设计 杨晓明 责任校对 阎微旭

出版发行 测绘出版社
社 址 北京西城区三里河路 50 号 邮政编码 100045
电 话 010—68531160(市场营销) 010—83543974 68512386(发行部)
电子信箱 smp@sinomaps.com 网 址 www.sinomaps.com
印 刷 北京建筑工业印刷厂 经 销 新华书店
成品规格 184mm×260mm
印 张 13.25 字 数 330 千字
版 次 2009 年 12 月第 1 版 印 次 2009 年 12 月第 1 次印刷
印 数 00001—10000 定 价 38.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-1931-9/P·457
审 图 号 GS(2009)1808 号
如有印装质量问题,请与我社发行部联系

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

前　言

为提高测绘专业技术人员素质，保证测绘成果质量，维护国家和公众利益，根据《中华人民共和国测绘法》和国家职业资格证书制度的有关规定，原国家人事部、国家测绘局于2007年3月，颁布实施了《注册测绘师制度暂行规定》、《注册测绘师资格考试实施办法》等一系列注册测绘师管理制度。2008年12月，由注册测绘师资格考试专家委员会编写、人力资源和社会保障部组织审定的《注册测绘师资格考试大纲》正式颁布，为我国实施注册测绘师制度打下了基础。

按照《注册测绘师制度暂行规定》和《注册测绘师资格考试实施办法》，注册测绘师资格考试教材编审委员会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者编写并审定了全国注册测绘师资格考试辅导教材。在编写过程中，编写人员依据《注册测绘师资格考试大纲》(2009版)，遵循重在检验应试者解决实际问题能力的总体精神，使该教材具有较强的针对性、实用性和可操作性。此教材主要供参加全国注册测绘师执业资格考试复习之用，也可作为测绘项目管理类大专院校师生教学参考，指导测绘单位生产和技术管理的日常工作。

辅导教材共3册，包括《测绘管理与法律法规》、《测绘综合能力》和《测绘案例分析》。在辅导教材编写过程中，由于时间关系，疏漏之处在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

注册测绘师资格考试教材编审委员会

2009年9月

麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ: 104669305

目　录

第 1 章　大地测量 …… 1
§1.1　基本要求 …… 1
§1.2　大地控制网案例 …… 1
§1.3　高程控制网案例 …… 7
§1.4　区域大地水准面精化案例 …… 12
§1.5　坐标转换案例 …… 19
第 2 章　工程测量 …… 27
§2.1　基本要求 …… 27
§2.2　隧道控制测量案例 …… 27
§2.3　大比例尺地形图测量案例 …… 29
§2.4　变形监测案例 …… 34
§2.5　施工测量案例 …… 39
§2.6　市政工程测量案例 …… 41
第 3 章　摄影测量与遥感 …… 46
§3.1　基本要求 …… 46
§3.2　解析空中三角测量案例 …… 46
§3.3　立体测图生产案例 …… 53
§3.4　数字地面高程模型(DEM)生产案例 …… 60
§3.5　数字正射影像图(DOM)生产案例 …… 65
§3.6　基于卫星遥感影像的 DOM 生产案例 …… 70
第 4 章　地图编制 …… 75
§4.1　基本要求 …… 75
§4.2　普通地图编制案例 …… 75
§4.3　专题地图编制案例 …… 91
§4.4　电子地图设计与制作案例 …… 95
§4.5　地图集编制案例 …… 100
第 5 章　地理信息系统 …… 111
§5.1　基本要求 …… 111
§5.2　数据集成和整理案例 …… 111
§5.3　数据质量控制案例 …… 122
§5.4　数据建库案例 …… 128
§5.5　应用系统设计与开发案例 …… 134
§5.6　数据库更新与维护案例 …… 147

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°¸ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,º�ó¹û×Ô¸º!

第 6 章 地籍测绘 …… 153
§6.1 基本要求 …… 153
§6.2 土地利用现状分类调查案例 …… 153
§6.3 地籍测量案例 …… 160
第 7 章 界线测绘 …… 166
§7.1 基本要求 …… 166
§7.2 界线测绘案例 …… 166
第 8 章 房产测绘 …… 176
§8.1 基本要求 …… 176
§8.2 房产测绘案例 …… 176
第 9 章 测绘航空摄影 …… 189
§9.1 基本要求 …… 189
§9.2 航空摄影案例 …… 189
第 10 章 海洋测绘 …… 198
§10.1 基本要求 …… 198
§10.2 水下地形测量案例 …… 198
参考文献 …… 203

麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ: 104669305

第1章　大地测量

§1.1　基本要求

(1)根据国家、区域和工程测量的要求，优化设计满足要求的卫星定位连续运行参考站网、卫星定位控制网、边角控制网、高程控制网和重力控制网等空间框架基准，并应充分考虑到对似大地水准面精化工作的要求。

(2)根据不同作业区域的地质、环境、地物以及气象等情况，选择满足设计要求的点(站)址，并建造适合该区域的测量标志。

(3)根据控制网的布设情况，编写实施方案，选择满足设计要求的仪器设备，进行相应的仪器设备检验，并依据设计的作业方法进行外业观测。对外业观测数据进行检核，获得合格的观测成果。

(4)根据观测方法和工程项目的要求，选择经过验证的、可靠的数据处理软件对外业观测数据进行处理，处理结果应符合设计的要求。

(5)根据卫星定位控制网的特点，依据工程需要进行似大地水准面(或高程异常模型)的精化工作，完成卫星定位三维控制网的建设。

(6)根据作业区域的坐标系统情况，进行坐标系之间的分析，确定不同等级、不同年代控制网间的相互关系。

§1.2　大地控制网案例

1.2.1　背景材料

1.任务概况

某区域现有的大地控制网是采用传统的天文测量与三角/导线测量等方法建立的，建网至今已有近半个世纪，受地壳变动和社会建设发展等因素的影响，目前的大地控制网点难以满足经济建设日益发展的需要。

为了满足区域规划、工程建设、土地管理、气象预报、灾害监测和预报等经济建设的需要，计划在该区域范围内利用全球定位系统(GPS)技术建立一、二、三等大地控制网。

2.目标

建立和维持区域大地测量坐标基准，为经济建设、城市规划、环境监测、交通建设、水利建设、资源开发等提供基础性测绘服务，同时也为国防建设服务。

按照统一规划、整体设计、逐级控制的原则，利用全球定位系统(GPS)技术建立一、二、三等大地控制网，为“数字区域”提供统一的地理空间基础框架。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

3. 指标要求

(1)一等大地控制网的指标要求见表 1-1。

表 1-1 一等大地控制网指标要求

年变化量/(mm/a)		相对中误差	地心坐标分量中误差/mm
水平分量	垂直分量		
±2.0	±3.0	$1\times^{-8}$	±0.5

(2)二等大地控制网的指标要求见表 1-2。

表 1-2 二等大地控制网指标要求

相邻点基线分量中误差/mm		相对中误差	相邻点间距/km
水平分量	垂直分量		
±5.0	±10.0	1×10^{-7}	50

(3)三等大地控制网的指标要求见表 1-3。

表 1-3 三等大地控制网指标要求

相邻点基线分量中误差/mm		相对中误差	相邻点间距/km
水平分量	垂直分量		
±10.0	±20.0	1×10^{-6}	20

4. 基础条件

1)资料

国内有 WUHN、SHAO、LHAS、URUM、BJFS 及 KUNM 等 IGS 基准站,中国周边地区有多个 IGS 基准站,国内还有中国地壳运动观测网络工程基准站及国家现代测绘基准体系基准站等,这些基准站均有 2000 国家大地坐标系成果。

区域范围内有多个国家一、二等三角网点,具有 1980 西安坐标系和 1954 北京坐标系成果。

2)人员

单位具有测绘高级工程师、测绘工程师及测绘技术员等多名,且具有丰富的控制网布测经验。

3)设备

全球导航卫星系统连续运行站仪器多套,静态 GPS 接收机+扼径圈天线多套。

4)其他

略。

1.2.2 分析要点

1. 建立大地控制网的方法

1)常规大地测量

三角测量法:控制网构成三角形网状,观测方向需通视。三角网的观测量是网中的全部(或大部分)方向值。

导线测量法:选定相邻点相互通视的一系列控制点构成导线,直接测定导线的各边边长及

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

相邻导线边之间的角度，已知一个点的坐标和一条边的方位角就可以推算出所有其他控制点的坐标。

三边测量及边角同测法：三边测量的观测量是所有三角形的边长，边角同测法是观测部分边长、部分方向。

2）卫星定位技术

GPS（全球定位系统）测量以其观测简便、精度高、速度快、费用省、全天候等优点广泛应用于我国大地测量领域。GPS用于大地测量控制网的建立，通常采用静态观测模式，并执行《全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范》（CH/T 2008—2005）和《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314—2009）。

2. 建立大地控制网的基本原则

1）一般规定

大地控制网按照精度和用途分为一、二、三、四等大地控制网。

大地控制网在保证精度、密度等技术要求时可跨级布设。

天文大地控制网成果被正式废止前，在保证精度的前提下，可根据需要继续使用。

陆地困难地区和远离大陆岛（礁）的大地控制网布测，经省级以上测绘行政主管部门批准，其技术指标可根据实际情况适当放宽。

2）一等大地控制网

一等大地控制网由卫星定位连续运行基准站构成，它是国家大地基准的骨干和主要支撑，以实现和维持我国三维、动态地心坐标系统，保证大地控制网点位三维地心坐标的精度和现势性。

一等大地控制网的卫星定位连续运行基准站地心坐标分量年平均中误差应不大于±0.5 mm，相对精度不低于1×10^{-8}，坐标年变化率中误差水平方向应不大于±2 mm，垂直方向应不大于±3 mm。

一等大地控制网点应均匀分布，覆盖我国国土。在满足条件的情况下，宜布设在国家一等水准路线附近和国家一等水准网的结点处。

地方或部门建立的卫星定位连续运行基准站，符合国家统一建站技术标准和一等大地控制网所规定的技术指标，经认证后，可纳入一等大地控制网。

3）二等大地控制网

二等大地控制网布测目的是实现对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测；结合精密水准测量、重力测量等技术，精化我国似大地水准面；为三、四等大地控制网和地方大地控制网的建立提供起始数据。

二等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差不应大于±5 mm，垂直分量的中误差不应大于±10 mm；各控制点的相对精度应不低于1×10^{-7}，其点间平均距离不应超过50 km。

二等大地控制网点应在均匀布设的基础上，综合考虑应用服务和对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测等因素。

二等大地控制网复测周期为5年，每次复测执行时间应不超过2年。

4）三等大地控制网

三等大地控制网布测目的是建立和维持省级（或区域）大地控制网，满足国家基本比例尺测图的基本需求；结合水准测量、重力测量技术，精化省级（或区域）似大地水准面。

三等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差不应大于±10 mm，垂直分量的中误差

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

不应大于±20 mm;各控制点的相对精度应不低于1×10^{-6},其点间平均距离不应超过20 km。

三等大地控制网点的布设应与省级基础测绘服务、现有技术状况、应用水平及似大地水准面精化等目标相一致,并应尽可能布设在三、四等水准路线上。

三等大地控制网应根据需要进行复测或更新。

5)四等大地控制网

四等大地控制网是三等大地控制网的加密。

四等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差不应大于±20 mm,垂直分量的中误差不应大于±40 mm;各控制点的相对精度应不低于1×10^{-5},其点间平均距离不应超过5 km。

四等大地控制网应根据需要进行复测或更新。

3.大地控制网的布设

布设大地控制网包括技术设计、实地选点、建造觇标、标石埋设、外业观测和数据处理等工作。

1)技术设计

技术设计的目的是制订切实可行的技术方案,保证测绘产品符合相应的技术标准和要求,并获得最佳的社会效益和经济效益。一般步骤如下:

(1)收集资料:收集测区有关资料,包括测区的自然地理和人文地理,交通运输,各种比例尺地形图、交通图,气象资料,以及已有的大地测量成果资料,如点之记、成果表及技术总结等。对收集资料加以分析和研究,选取可靠和有价值的部分作为设计时的参考。

(2)实地踏勘:拟订布网方案和计划时,需要到测区进行必要的踏勘和调查,作为设计时的参考。

(3)图上设计:根据大地测量任务,按照有关规范和技术规定,在地形图上拟定出控制点的位置和网的图形结构。

(4)编写技术设计书:按照编写设计书的要求编制技术设计书。

2)实地选点

按照实地情况检查落实图上设计,修改其中不恰当或不完善的部分,选点工作结束后,应提交:选点图、点之记及选点工作技术总结。

3)建造觇标(或观测墩)

点位选定后,要把它固定在地面上,需要埋设带有中心标志的标石,以便长期保存。觇标或观测墩的建造应符合相关规范和技术规定的要求。

4)标石埋设

标石可分为不同的类型,在保证其稳固和能长期保存的原则下,视所在地区和控制点的等级不同,埋设的标石可有所差异。埋石工作结束后,要到所在地的乡(镇)人民政府办理控制点托管手续。

5)外业观测

外业观测包括仪器的选取和检验、制订观测计划、观测作业、数据检验等工作。外业观测结束后应上交专业技术设计、原始观测手簿、观测数据、观测网图、数据检核结果及观测工作技术总结。

6)数据处理

数据处理工作内容包括:外业数据质量检核、平差方案的制订、起算数据的分析和确定、平

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

差处理、精度评定、数据处理成果整理和技术总结编写。

7)质量控制

质量控制执行“两级检查、一级验收”制度。

检查验收的依据是专业技术设计书中的技术依据、技术质量指标等。

8)相关技术规定

大地控制网布设的相关技术规定见表1-4。

表1-4 大地控制网布设的相关技术规定

序号	名称	编号
1	国家大地测量基本技术规定	GB 22021—2008
2	大地测量术语	GB/T 17159—2009
3	全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范	CH/T 2008—2005
4	全球定位系统(GPS)测量规范	GB/T 18314—2009
5	区域似大地水准面精化基本技术规定	GB/T 23709—2009
6	国家三角测量规范	GB/T 17942—2000
7	中、短程光电测距规范	GB/T 16818—1997
8	大地天文测量规范	GB/T 17943—2000
9	三、四等导线测量规范	CH/T 2007—2001
10	测绘技术设计规定	CH/T 1004—2005
11	测绘技术总结编写规定	CH/T 1001—2005
12	测绘产品检查验收规定	CH 1002—95
13	测绘产品质量评定标准	CH 1003—95

1.2.3 样题

1.计算题

按中华人民共和国财政部、国家测绘局2009年2月5日颁布的《测绘生产成本费用定额》,大地测量全球定位系统测量成本费用定额规定见表1-5。

表1-5 大地测量全球定位系统测量成本费用定额

项目		计量单位	成本定额/元			说明
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
选埋	基岩标石	点	35 146.15	39 582.35	44 018.53	C级网埋设简易标志时,选埋定额按相应等级表示的10%计算
	基本标石	点	15 508.70	18 784.83	22 060.98	
	普通标石	点	7 771.92	10 063.31	11 925.66	
观测	B级点	点	13 548.66	15 570.28	18 401.24	观测指单点观测,若采用同步环方法观测,定额增加60%,观测时间每增加一个时段,定额增加15%
	C级点	点	4 140.90	5 274.53	6 654.18	
数据处理	连续运行站	年点	—	8 511.66	—	—
	B级点	点	—	1 571.26	—	—
	C级点	点	—	911.89	—	—

在上述案例中,假设设计GPS B级点点位28点,其中新埋设20点,利用旧标志8点;设计GPS C级点点位229点,其中新埋设119点,利用旧标志110点;GPS B级点埋设为基本标

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°Çëî ðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

石,GPS C 级点埋设为普通标石。

GPS B 级网观测采用基于连续运行站的同步观测模式,要求每点观测 3 个时段,每时段不少于 23.5 h,GPS C 级网采用基于连续运行站的观测模式,要求每点观测不少于 2 个时段,每时段观测 4 h。GPS B 级网观测要求联测测区及周边的 2000 国家 GPS 大地控制网点 4 个(此 4 点不包含在 GPS B 级点的设计点位中),GPS C 级网的观测至少需要联测 10 个 GPS B 级网点。生产单位现有 GPS 接收机 12 台,作业人员、车辆等其他装备能够满足 12 台接收机同时作业的要求。

数据处理时要求收集测区及周边 5 个 GPS 连续运行站点的数据一同进行数据处理。

城市困难类别按Ⅱ类计算。

请进行下列计算:

(1)所需的工程总经费(包括内外业)是多少?

(2)不考虑迁徙时间,采用 12 台仪器同时作业的点连接观测模式,先观测 GPS B 级网,再观测 GPS C 级网,则该工程的外业观测(不包括选埋)需要多少时间?

2. 简答题

(1)简述国家二等大地控制网的布设目的和技术要求。

(2)简述 B 级、C 级 GPS 网观测的基本技术规定。

1.2.4 参考答案

1. 计算题

(1)答:总经费为 395 万元,经费预算见表 1-6。

表 1-6 经费预算表

项目		计量单位	单价/元	点数	经费/元	备注
1. 选埋	基本标石	点	18 784.83	20	单价×20= 375 696.6	—
	普通标石	点	10 063.31	119	单价×119= 1 197 533.89	—
2. 观测	B 级点	点	15 570.28	28+4	单价×32×1.6= 797 198.336	同步环观测 定额增加 60%
	C 级点	点	5 274.53	229+10	单价×239= 1 260 612.67	—
3. 数据处理	连续运行站	年点	8 511.66	5	单价×5= 42 558.3	—
	B 级点	点	1 571.26	28+4+5	单价×37= 58 136.62	—
	C 级点	点	911.89	229+10+5	单价×244= 222 501.16	—
合计					3 954 237.576	—

(2)答:GPS B 级网的观测总点数为 32 点,每点观测 3 天 3 夜,用 12 台仪器同时作业,采用点连接的观测模式,每个同步环间需要重复观测 1 个点,则需要观测 3 个同步环。第一天同步环观测 12 个点;第二天同步环观测 12 个,其中 1 个点为重复观测点;第三天观测 10 个点,

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

其中 1 个为重复观测点。则 GPS B 级网观测总天数为 3×3=9 天。

计算公式:①同步环个数为$(n-1)/(m-1)$的最小整数,其中 n 为设计观测点数,m 为同步仪器总数;②观测总天数=每点观测所需天数×同步环个数。

GPS C 级网的观测总点数为 239 点,每点观测 2 个时段,每时段 4 h,且每天每台仪器可观测 1 个点。则 GPS C 级网需要观测 239÷12=19.92 天,最少需要 20 天。

因此不考虑迁徙时间,该项目需要 9+20=29 天能够完成外业观测工作。

2. 简答题

(1)简述国家二等大地控制网的布设目的和技术要求。

[参考答案]

国家二等大地控制网布测目的是实现对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测;结合精密水准测量、重力测量等技术,精化我国似大地水准面;为三、四等大地控制网和地方大地控制网的建立提供起始数据。

国家二等大地控制网相邻点间基线水平分量的中误差不应大于±5 mm,垂直分量的中误差不应大于±10 mm;各控制点的相对精度应不低于 1×10^{-7},其点间平均距离不应超过 50 km。

国家二等大地控制网点应在均匀布设的基础上,综合考虑应用服务和对国家一、二等水准网的大尺度稳定性监测等因素。

国家二等大地控制网复测周期为 5 年,每次复测执行时间应不超过 2 年。

(2)简述 B 级、C 级 GPS 网观测的基本技术规定。

[参考答案]

GPS B 级网观测要求:①卫星截止高度角为 10°;②同时观测有效卫星数≥4 颗;③有效观测卫星总数≥20 颗;④观测时段数≥3;⑤时段长度≥23 h;⑥采用间隔为 30 s。

GPS C 级网观测要求:①卫星截止高度角为 15°;②同时观测有效卫星数≥4 颗;③有效观测卫星总数≥6 颗;④观测时段数≥2;⑤时段长度≥4 h;⑥采样间隔为 10~30 s。

§1.3　高程控制网案例

1.3.1　背景材料

1. 任务概况

为满足××地区经济发展对基础测绘的需求,××单位计划于××××年××月开始对××地区进行二、三等水准测量。主要工作内容包括:二等水准观测 1 177 km,三等水准观测 717 km,全网进行统一的平差计算,高程基准采用 1985 国家高程基准。

××地区的气候宜人,四季分明,雨季为 7、8、9 三个月,冬季为 11 月至次年 3 月。

2. 目标

维持区域大地测量高程基准,为区域经济建设、城市规划、环境监测、交通建设、水利建设、资源开发等提供基础性测绘服务。

按照统一规划、整体设计、逐级控制的原则,利用水准测量技术建立区域大地高程控制网。

3. 指标要求

(1)二等水准网的指标要求如下:二等水准测量每千米偶然中误差应不大于±1.0 mm;二

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°Çë¹ØÂòÀÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

等水准测量每千米全中误差应不大于±2.0 mm。

(2)三等水准测量的指标要求如下:三等水准测量每千米偶然中误差应不大于±3.0 mm;三等水准测量每千米全中误差应不大于±6.0 mm。

4.基础条件

1)图件资料

测区现有1∶10万、1∶25万地形图及交通图、行政区划图可供设计、选点使用。

2)水准资料

测区原有一等水准路线2条,长度共计514.3 km,是国家测绘局××××年布测完成的,高程成果为1985国家高程基准,有3个基本点和1个基岩点设计为本市二、三等水准网的起算点。

3)选点和埋石资料

测区的二、三等水准选点和埋石工作是去年4月至5月间完成的,已有资料如下:

(1)二、三等选点与埋石设计书;

(2)二、三等选点路线图;

(3)二等点之记307张,其中基本水准点8座,普通水准标石299座;

(4)三等点之记361张,全部是普通水准标石;

(5)水准点委托保管书668张(一式三份);

(6)二、三等选点与埋石技术总结。

4)人员

作业单位具有测绘高级工程师、工程师、技术员等技术职称人员和高、中、初级职业资格人员××名,长年从事水准测量工作,具有丰富的水准控制网布测经验,可组织×个水准测量班组同时作业。

5)设备

作业单位有×套经过检定合格的DSZ05、DSZ1型数字水准仪,可同时满足×个水准测量班组作业的需求。

1.3.2 分析要点

1.建立高程控制网的方法

高程控制测量分为水准测量、三角高程测量。水准测量的等级依次分为一、二、三、四等。光电测距三角高程测量可代替四等水准测量。经纬仪三角高程测量主要用于山区的图根高程控制和山区以及位于高建筑物上平面控制点高程的测定。

2.建立高程控制网的基本原则

1)一般规定

水准测量按照精度分为一、二、三、四等,高程控制网主要采用水准测量方式布设,按逐级控制的原则,分为一、二、三、四等水准网。水准点的点间距离为4~8 km,在通行困难地区经批准可适当放宽。

远离大陆岛(礁)的国家高程基准传递和高程控制网布设,确因条件限制无法满足本标准规定时,其技术指标可根据实际情况适当放宽。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

2)国家一等水准网

国家一等水准网是国家高程控制网的骨干,主要目的是实现国家高程基准的高精度传递。

国家一等水准网的布设应充分顾及地质构造背景,选择最适当的路线。国家一等水准路线应闭合成环形,并构成网状;环的周长不应超过2 000 km。

国家一等水准网水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应不大于±0.45 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应不大于±1.0 mm。

国家一等水准网每15年复测一次,每次复测执行时间不超过5年。

3)国家二等水准网

国家二等水准网是国家一等水准网的加密,在国家一等水准网内布设成附合路线或环形。国家二等水准环线的周长,在平原和丘陵地区应不大于750 km,山区和困难地区经批准可适当放宽。

国家二等水准网的布设应充分顾及地质构造背景,选择最适当的路线。一等水准路线应闭合成环形,并构成网状;环的周长不应超过2 000 km。

国家二等水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应不大于±1.0 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应不大于±2.0 mm。

国家二等水准网应根据需要进行复测,复测周期最长不超过20年。

4)三、四等水准网

三、四等水准网是国家一、二等水准网的进一步加密。三等水准路线一般应构成环形,或闭合于高等级水准路线。四等水准路线应闭合于高等级水准路线间或形成支线。

三、四等水准测量用往返测量不符值计算的每千米偶然中误差应分别不大于±3.0 mm和±5.0 mm,用环闭合差计算的每千米全中误差应分别不大于±6.0 mm和±10.0 mm。

三、四水准网应根据需要进行布测、复测或更新。

3.高程控制网的布设

高程控制网的布设可分为技术设计编制、选点埋石、观测、数据处理等过程。

1)技术设计编制

技术设计是要充分利用区域内已有的测绘资料,在此基础上进行初步设计;通过实地踏勘对初步设计进行落实或修正,形成设计的布网方案;根据测量任务,按照有关规范和技术规定制定作业方法、精度等级、作业要求等技术要求;按照编写设计书的要求编制技术设计书。

2)选点埋石

地面水准点位应选设在坚实稳固与安全僻静之处,点位应便于寻找、长期保存和引测。为了控制埋石的质量以及为以后寻找高程控制点方便,要对埋石过程中各个环节拍摄照片。水准点标石可根据需求选择不同类型的标石,各等级水准标石要经过一定的稳定期后方可进行水准测量。

各等水准点埋石结束后应提交测量标志委托保管书、水准点之记和路线图、标石建造关键工序照片或数据文件及埋石工作技术总结。

水准点应定期检查和维护,确保水准点的完整性和高程有效性。

3)观测

用于水准测量的仪器必须送国家计量部门认可的仪器检定单位检定,检验合格后在有效期限内使用。在使用过程中如发现仪器有异常情况,应按照规范进行检验或重新送检。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

严格控制观测时间，选择最佳观测条件，观测、记录时间采用北京时间，电子记簿器内时间在出测时统一调整，记录的观测时间不得随意改动；测区水准观测中天为记录器根据经、纬度计算的当地中天。

二等水准观测采用单路线往返，同一区段的往返测，应使用同一类型仪器和转点尺承，沿同一道路进行。同一测段的往测（或返测）与返测（或往测）应分别在上、下午进行，在日间气温变化不大的阴天和观测条件较好时，若干里程的往返测可同在上午或下午进行，但这种里程的总站数，二等水准观测不应超过该区段总站数的30%。受旁折光影响大的路段，其同一测段的往返测应特别注意分别在上、下午进行。选择良好的观测条件，并适当缩短视距，尽量使前后视距相等。三等水准测量可采用往返测或单程双转点的方法观测。

外业工作结束后，要进行外业数据整理和检查，计算规范要求的各种测段高差改正项，并进行每千米偶然中误差和每千米全中误差的计算；编写观测工作技术总结。

4）数据处理

水准网的起算数据采用国家第二期一等水准网复测成果，正常重力采用IAG75椭球相应公式。

水准网数据处理以观测高差为元素，二等按测站数定权，三等按距离定权。

二等观测高差中按照规范要求加入水准标尺长度误差改正、正常水准面不平行改正、重力异常改正及日月引力改正。三等观测高差中加入水准标尺长度误差改正和正常水准面不平行改正。使用技术部门认可的平差软件和改正量计算软件进行数据处理。

按照编写设计总结的要求编制总结。

5）质量保证

在项目生产过程中，严格按ISO9001标准和质量管理体系文件对项目进行质量管理与控制。

质量控制执行“两级检查、一级验收”制度。采用中队、队（院）、局三级控制，即中队100%详查，队（院）级30%检查，局级验收，以保证生产环节所提供的产品质量。

6）技术依据

（1）《国家一、二等水准测量规范》（GB 12897—2006）；

（2）《国家三、四等水准测量规范》（GB 12898—2009）；

（3）《数字水准仪检校及一、二等水准测量规程》（试行）；

（4）《测绘技术设计规定》（CH/T 1004—2005）；

（5）《测绘技术总结编写规定》（CH/T 1001—2005）；

（6）《测绘产品检查验收规定》（CH 1002—95）；

（7）《测绘产品质量评定标准》（CH 1003—95）；

（8）项目设计书；

（9）本专业设计书。

7）提交成果

（1）技术设计书；

（2）埋石工作技术总结；

（3）水准观测数据及成果；

（4）数据处理资料；

（5）高程控制点成果（点之记、网图、高程成果）；

（6）技术总结；

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðÉÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

(7)图表；

(8)检查验收报告。

1.3.3　样题

1.计算题

依据图 1-1，$H_A=142.156$ m，$h_1=7.412$ m，$S_1=2.5$ km，$h_2=4.356$ m，$S_2=3.0$ km，$h_3=-11.762$ m，$S_3=2.0$ km。请计算 B、C 两点的高程最或是值。

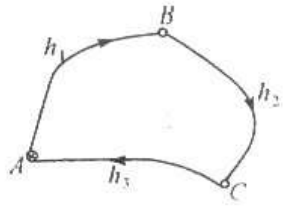


图 1-1　水准测量线路图

2.简答题

(1)影响水准测量成果的因素有哪些误差？如何减弱其影响？

(2)什么是大地高、正高、正常高？大地高和正常高有什么关系？

1.3.4　参考答案

1.计算题

答：$H_A=142.156$(m)

$W=\Sigma h_i=0.006$(m)　$\Sigma S_i=2.5+3.0+2=7.5$(m)

$V_i=-W\times S_i/\Sigma S_i=-0.006\times S_i/7.5=-0.000\,8S_i$(m)

$V_1=-0.002$(m)　$V_2=-0.002\,4$(m)　$V_3=-0.001\,6$(m)

$H_B=H_A+h_1+v_1=142.156+7.412-0.002=149.566$(m)

$H_C=H_B+h_2+v_2=149.566+4.356-0.002\,4=153.919\,6$(m)

2.简答题

(1)影响水准测量成果的因素有哪些误差？如何减弱其影响？

[参考答案]

影响水准测量精度的因素有：①仪器误差，如 i 角误差、水准标尺每米真长误差、一对水准标尺零点不等差等；②外界因素引起的误差，如温度变化对 i 角的影响、大气垂直折光的影响、仪器及尺承沉降的影响所引起的误差等；③观测误差，指人为因素引起的误差；④客观因素的误差，如日月引力产生的误差、重力产生的误差、温度变化产生的误差等。为了减弱这些误差的影响，作业中应注意：严格控制观测时间，选择最佳观测条件；作业前把仪器放在阴凉处半小时，设站时用测伞遮阳；每测段设为偶数站，奇数站和偶数站采用相反的观测程序；每站前后视距尽量相等，视线离开地面足够高度，坡度较大的地段应适当缩短视线；往返测应沿同一路线进行，并使用同一仪器和尺承；对于客观因素产生的误差只能通过改正数的办法予以减弱。

(2)什么是大地高、正高、正常高？大地高和正常高有什么关系？

[参考答案]

大地高的定义是由地面点沿通过该点的椭球面法线到椭球面的距离。

正高以大地水准面为高程基准面。地面上任意一点的正高系指该点沿垂线方向至大地水准面的距离。

正常高以似大地水准面为高程基准面。地面上任意一点的正常高系指该点沿垂线方向至似大地水准面的距离。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

大地高=正常高+高程异常。

§1.4 区域大地水准面精化案例

1.4.1 背景材料

1.任务概况

通过区域似大地水准面精化,利用GPS技术结合高精度高分辨率似大地水准面模型,已成为高程测量的一种方式。为适应GPS技术以及CORS站技术的发展及广泛应用,××市为满足地方经济发展对基础测绘的需求,利用GPS技术和水准测量技术,在已有加密重力资料、数字高程模型的基础上,通过对重力、地形数据及GPS水准数据的处理,精化该市似大地水准面,涉及测区面积约5 000 km^2。

2.目标

××市区域似大地水准面精化的目标是综合利用重力资料、地形资料、重力场模型与GPS水准成果,采用物理大地测量理论与方法,应用移去-恢复技术确定该市区域性精密似大地水准面。

本项目外业工作内容主要包括:GPS C级点选埋50点,GPS C级点观测100点(新选埋50点,利用已有点位50点),GPS C级点三等水准联测(含水准路线检测)1 000 km,外业成果整理、归档。

本项目数据处理工作内容主要包括:加密重力数据整理,重力数据分析、重力归算,DEM数据加工处理,格网平均重力异常计算,GPS点数据处理,水准数据处理,区域似大地水准面计算,数据处理成果整理、归档。

3.指标要求

GPS C级网相邻点基线水平分量中误差不超过±10 mm;相邻点基线垂直分量中误差不低于±20 mm。

三等水准测量每千米偶然中误差为±3 mm,每千米的全中误差为±6 mm。

似大地水准面分辨率2.5′×2.5′,似大地水准面精度±0.05 m。

4.基础条件

1)资料

××市及其辖区共有国家一、二级三角点100个,经过外业实地踏勘与内业分析,其中50个点保存完好,点位稳定、可靠,在布设该市似大地水准面精化所需的高程异常控制点时,可直接选择利用其中的部分点位。

××市及其辖区共有国家高等级GPS点20个,经过外业实地踏勘与内业分析,15个点位保存完好,点位稳定、可靠,在布设该市似大地水准面精化所需的高程异常控制点时,可直接选择利用其中的部分点位。

××市共有国家第二期一、二等水准复测路线200 km,基本水准点45个,经过外业实地踏勘与内业分析,其中35个点保存完好,点位稳定、可靠,在布设该市似大地水准面精化所需的高程异常控制点时,可直接选择利用其中的部分点位。同时选择部分点位保存完好、观测资料与成果齐全且地质条件稳定的国家一、二等水准点作为高程异常控制点的正常高程的起算点。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

经过资料分析，该市似大地水准面计算区域内拥有加密重力测量资料约 1 万多点，在每个 2.5′×2.5′格网内至少有一个实测重力点，重力数据的分布密度可满足该市似大地水准面精化需要。

我国目前已完成 1∶5 万精度的 DEM 数据库的建设，1∶5 万 DEM 数据分辨率为 25 m×25 m。在项目实施过程中需收集 1∶5 万 DEM(分辨率 25 m)，并以此为基础生成项目区域陆地部分的 3″×3″、30″×30″和 2.5′×2.5′分辨率数字地形模型数据。

区域似大地水准面计算时，可选用国内外先进的高阶次地球重力场模型(美国研制的 EGM2008、武汉大学研制的 WDM94 等)作为参考重力场模型，通过分析、比较，采用适宜的参考重力场模型。

2)人员

项目承担单位属甲级资质测绘单位，是国家测绘局从事大地测量的专业单位。拥有高级工程师 16 名，工程师 50 名，助理工程师 20 名，技术人员 40 名。

3)设备

项目承担单位拥有完好且在用的台式计算机 140 台、服务器 8 台、工作站 15 台、交换机 8 台，便携式计算机 30 台，完好的水准仪 10 台、全站仪 8 套、GPS 仪器 20 台，数码用品、打印机、扫描仪等 20 套。

5.提交成果

(1)技术设计书；

(2)数据处理方案；

(3)GPS 观测数据及成果；

(4)水准观测数据及成果；

(5)高程异常控制点成果表；

(6)区域似大地水准面模型成果；

(7)技术总结；

(8)精度检验报告；

(9)检查验收报告。

1.4.2　分析要点

1.似大地水准面精度与分辨率

(1)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。

(2)似大地水准面以一定分辨率的格网平均高程异常来表示，主要用于不同比例尺地形图的高程点测定，按照用途的不同，划分为国家似大地水准面、省级似大地水准面和城市似大地水准面。这种划分方法主要基于三种主要地理范围和应用范围。

(3)国家似大地水准面、省级似大地水准面和城市似大地水准面分别以满足 1∶5 万、1∶1 万和 1∶500 基本比例尺地形图测制为基本应用目标，其分辨率和精度的确定以不低于图根高程控制点的高程中误差(基本等高距的 1/10)为最低精度，在考虑了我国地面重力场数据的分辨率、高程测定精度、现有似大地水准面的理论水平和应用现状，以及目前已实施的似大地水准面精化项目的实践结果等因素的前提下，适当提高精度要求。

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°Çë¹ØÈÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

(4)我国似大地水准面按范围和精度,分为国家似大地水准面、省级似大地水准面和城市似大地水准面。各级似大地水准面的精度和分辨率应不低于表 1-7 的规定。

表 1-7 各级似大地水准面的精度和分辨率

级别	似大地水准面精度/m		似大地水准面分辨率/(′)
	平地、丘陵地	山地、高山地	
国家	±0.3	±0.6	15×15
省级	±0.1	±0.3	5×5
城市	±0.05		2.5×2.5

地理区域较小的城市或局部的似大地水准面的精度和分辨率在满足表 1-7 中城市似大地水准面要求的前提下,可根据应用需要设计。

2.似大地水准面精化基础数据要求

用于确定似大地水准面的高程异常控制点等基础数据,其成果必须具有一定的可靠性和现势性。考虑到我国国土范围大,各区域地形地貌复杂,基础数据多种多样等情况,在保证似大地水准面的精度和应用的前提下,《区域似大地水准面精化基本技术规定》(GB/T 23709—2009)提出了高程异常控制点等基础数据的最低要求。

1)格网平均重力异常的分辨率和精度

在似大地水准面计算时,应利用已有的或通过实测重力资料确定的格网平均重力异常,作为重力似大地水准面计算的基础数据。

格网平均重力异常的分辨率应与似大地水准面分辨率及该区域内重力点的密度相匹配。每个平均重力异常格网中宜有一个实测重力点,其精度应不低于加密重力点的精度。

各级似大地水准面计算采用的格网平均重力异常分辨率应不低于表 1-8 的规定。

表 1-8 各级似大地水准面格网平均重力异常分辨率

级别	平均重力异常分辨率/(′)	
	平地、丘陵地	山地、高山地
国家	5×5	15×15
省级	2.5×2.5	5×5
城市	2.5×2.5	

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表示。格网平均重力异常的代表误差计算公式为

$$\delta_g = 2.7c\sqrt{\lambda} \tag{1-1}$$

式中:δ_g 为格网平均重力异常代表误差,单位为 10^{-5} ms^{-2};λ 为平均重力异常格网分辨率,单位为角分;c 为平均重力异常代表误差系数,各种地形类别对应的平均重力异常代表误差系数按表 1-9 的规定执行。

表 1-9 各种地形类别的平均重力异常代表误差系统

地形类别	平原	丘陵	山地	高山地
平均重力异常代表误差系数	0.54	0.81	1.08	1.50

½ö¹©¸öÈËÑ§Ï°,ÇëÎðËÁÒâ´«²¥,°ó¹û×Ô¸º!

2)数字高程模型(DEM)的分辨率和精度

所采用的数字高程模型分辨率应不低于表 1-10 的规定。

表 1-10　各级数字高程模型分辨率

级别	国家	省级	城市
数字高程模型分辨率/(″)	30×30	3×3	3×3

数字高程模型使用精度应不低于国家 1∶5 万比例尺数字高程模型的数据,其格网间距不大于 25 m×25 m,格网高程中误差不大于表 1-11 的要求。

表 1-11　各种地形类别数字高程模型格网高程中误差

地形类别	平原	丘陵	山地	高山地
格网高程中误差/m	±4	±7	±11	±19

3)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。

用于精化省级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 C 级 GPS 网点和国家三等水准网点的精度。

用于精化城市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 C 级 GPS 网点和国家三等水准网点的精度。

3. 高程异常控制点的布设

1)技术设计准备

根据需要,收集测区范围已有的大地测量成果和资料;搜集测区范围内有关的地形图、交通图等资料;必要时,还应搜集有关地震、地质的资料等。

技术设计前,应对上述资料进行分析研究,并进行实地勘察,然后进行图上设计。

2)高程异常控制点位布设原则

高程异常控制点应均匀分布于似大地水准面精化区域。

高程异常控制点应具有代表性,点位分布应顾及平原、丘陵和山地等不同的地形类别区域,点位在不同地形类别中均应占有一定的比例;在可能的情况下,对丘陵和山地等地形变化剧烈地区应适当加大高程异常控制点分布密度。

各级似大地水准面的高程异常控制点宜利用不低于《区域似大地水准面精化基本技术规定》(GB/T 23709—2009)中 4.5 规定精度的大地控制网点和水准网点。

相邻高程异常控制点最大间距不宜大于式(1-2)的计算结果。

$$d=7.19m_\zeta c^{-1}\lambda^{-\frac{1}{2}} \tag{1-2}$$

式中:d 为相邻高程异常控制网点最大间距,单位为 km;m_ζ 为似大地水准面的精度,单位为 cm;c 为平均重力异常代表误差系数;λ 为平均重力异常格网分辨率,单位为角分。

新埋设的高程异常控制点,其标石可采用 GB/T 18314—2009 规定的天线墩,其上埋设满足 GPS 和水准测量的标志。

当利用已有大地控制点和水准点时,应检查该点的稳定性、可靠性和完好性,符合要求方可利用。


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟測量工作室
收集整理制作
吳下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305


麒麟测量工作室
收集整理制作
吴下阿蒙
QQ：104669305