



注册测绘师资格考试
辅导教材

测绘综合能力

国家测绘地理信息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

2015版



测绘出版社

注册测绘师资格考试辅导教材

测绘综合能力

国家测绘地理信息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

测绘出版社

· 北京 ·

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。

ISBN 978-7-5030-3735-1

I. ①测… II. ①国… III. ①测绘—工程师—资格考

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 096618 号

责任编辑	田 力	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531363(编辑部)		
电子邮箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	25.5			字 数	630 千字		
版 次	2009 年 12 月第 1 版		2012 年 4 月第 2 版	印 次	2015 年 5 月第 6 次印刷		
	2015 年 5 月第 3 版						
印 数	35001—41000			定 价	89.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3735-1/P·796

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

前 言

为贯彻注册测绘师执业管理办法,提高从业人员资格考试应试水平,在认真分析全国考生考试情况的基础上,国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家学者,在2012版考试教材的基础上,编写了2015版注册测绘师资格考试系列辅导教材和辅导资料。

本套辅导教材由行业内资深专家编写,覆盖考试大纲所列举的全部考点,充分汲取了2009版、2012版考试教材编写的成功经验和反馈建议,对历年真题进行权威解析,强化了训练,便于考生抓住复习重点。

本套辅导教材共三册,包括《测绘管理与法律法规》《测绘综合能力》《测绘案例分析》。

另外,国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心还组织专家编写了配套的《注册测绘师资格考试法律法规文件汇编》《注册测绘师资格考试技术规范标准汇编》《注册测绘师资格考试真题及模拟题汇编》三册辅导资料,收录考试大纲涉及的最新政策法规、技术规范和有关习题,供考生实战演练。

本套辅导教材主要供参加注册测绘师资格考试的考生复习备考,也可作为大专院校测绘地理信息相关专业师生的教学参考,可用于指导测绘地理信息有关单位的日常生产和技术管理工作。

由于时间仓促,本套辅导教材可能存在疏漏和不足之处,敬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
2015年5月

目 录

第一篇 大地测量与海洋测绘

第 1 章 大地测量	3
[大纲要求]	3
[知识要点]	3
§ 1.1 大地测量概论	3
§ 1.2 传统大地控制网	7
§ 1.3 GNSS 连续运行基准站网	13
§ 1.4 卫星大地控制网	17
§ 1.5 高程控制网	22
§ 1.6 重力控制网	26
§ 1.7 似大地水准面精化	30
§ 1.8 大地测量数据库	33
[真题解析]	36
[强化训练]	46
[复习重点]	48
第 2 章 海洋测绘	50
[大纲要求]	50
[知识要点]	50
§ 2.1 海洋测绘基础	50
§ 2.2 海洋测量	52
§ 2.3 海图制图	63
§ 2.4 质量控制和成果归档	69
[真题解析]	72
[强化训练]	77
[复习重点]	80

第二篇 工程测量与权属测绘

第3章 工程测量	83
[大纲要求]	83
[知识要点]	83
§ 3.1 工程测量概要	83
§ 3.2 工程控制网建立	84
§ 3.3 工程地形图测绘	90
§ 3.4 城乡规划与建筑工程测量	94
§ 3.5 线路与桥梁、水利、市政工程测量	100
§ 3.6 矿山与隧道工程测量	107
§ 3.7 地下管线测量	114
§ 3.8 工程竣工测量	117
§ 3.9 变形与形变监测	120
§ 3.10 精密工程测量	127
[真题解析]	130
[强化训练]	141
[复习重点]	144
第4章 房产测绘	145
[大纲要求]	145
[知识要点]	145
§ 4.1 房产测绘概述	145
§ 4.2 房产平面控制测量	146
§ 4.3 房产调查	148
§ 4.4 房产要素测量	150
§ 4.5 房产图绘制	151
§ 4.6 房产面积测算	154
§ 4.7 房产变更测量	159
§ 4.8 房产测绘成果管理	160
[真题解析]	162
[强化训练]	167
[复习重点]	170

第5章 地籍测绘	171
[大纲要求]	171
[知识要点]	171
§ 5.1 地籍测绘概述	171
§ 5.2 土地权属调查	173
§ 5.3 地籍控制测量	177
§ 5.4 界址点测量	178
§ 5.5 地籍图测绘	179
§ 5.6 面积量算、地籍簿册建立	184
§ 5.7 地籍总调查成果的检查验收	186
§ 5.8 日常地籍调查	188
§ 5.9 地籍数据库和地籍信息系统建设	190
[真题解析]	192
[强化训练]	196
[复习重点]	198
第6章 行政区域界线测绘	199
[大纲要求]	199
[知识要点]	199
§ 6.1 行政区域界线测绘概述	199
§ 6.2 界线测绘的准备工作	200
§ 6.3 边界点测绘及边界线标绘	202
§ 6.4 边界协议书附图及边界位置说明	204
§ 6.5 行政区域界线测绘成果整理与验收	206
[真题解析]	207
[强化训练]	209
[复习重点]	210
第三篇 摄影测量与遥感	
第7章 测绘航空摄影	213
[大纲要求]	213
[知识要点]	213
§ 7.1 测绘航空摄影概要	213
§ 7.2 测绘航空摄影技术设计	215

§ 7.3 测绘航空摄影工作的实施	218
§ 7.4 航空摄影中的新技术应用	219
§ 7.5 航摄成果的检查验收	220
[真题解析]	220
[强化训练]	224
[复习重点]	227
第 8 章 摄影测量与遥感	228
[大纲要求]	228
[知识要点]	228
§ 8.1 摄影测量与遥感概要	228
§ 8.2 摄影测量与遥感基础	229
§ 8.3 技术设计	231
§ 8.4 影像资料收集与预处理	232
§ 8.5 区域网划分与像片控制测量	234
§ 8.6 影像判读与野外像片调绘	236
§ 8.7 空中三角测量	238
§ 8.8 数字线划图、数字高程模型和数字正射影像图制作	240
§ 8.9 三维建筑模型建立	242
§ 8.10 遥感调查工作底图和专题遥感数据成果制作	243
[真题解析]	244
[强化训练]	254
[复习重点]	262

第四篇 地图制图与地理信息工程

第 9 章 地图制图	265
[大纲要求]	265
[知识要点]	265
§ 9.1 地图概述	265
§ 9.2 地图设计	271
§ 9.3 地图编绘	283
§ 9.4 地图制印	293
§ 9.5 地图质量控制和成果归档	294
[真题解析]	296

[强化训练].....	303
[复习重点].....	307
第 10 章 地理信息工程	309
[大纲要求].....	309
[知识要点].....	309
§ 10.1 地理信息工程概要.....	309
§ 10.2 地理信息工程技术设计.....	312
§ 10.3 地理信息数据.....	323
§ 10.4 地理信息数据库.....	327
§ 10.5 地理信息系统开发与集成.....	329
§ 10.6 GIS 运行管理及维护更新.....	333
§ 10.7 GIS 质量控制与成果检验.....	335
[真题解析].....	337
[强化训练].....	347
[复习重点].....	351
第 11 章 导航电子地图制作	352
[大纲要求].....	352
[知识要点].....	352
§ 11.1 导航与导航电子地图.....	352
§ 11.2 产品设计.....	357
§ 11.3 产品开发.....	362
§ 11.4 保密处理.....	366
§ 11.5 编译测试.....	368
§ 11.6 出版发行.....	370
[真题解析].....	371
[强化训练].....	373
[复习重点].....	375
第 12 章 互联网地理信息服务	377
[大纲要求].....	377
[知识要点].....	377
§ 12.1 概述.....	377
§ 12.2 在线地理信息数据.....	381

§ 12.3 在线地理信息服务系统.....	385
§ 12.4 网络地理信息服务运行支持系统.....	387
§ 12.5 网络地理信息服务的运行维护.....	388
[真题解析].....	389
[强化训练].....	391
[复习重点].....	393
附 录 强化训练参考答案.....	394

第一篇

大地测量与海洋测绘

第 1 章 大地测量

第 2 章 海洋测绘

第1章 大地测量

[大纲要求]

(1)根据测绘基准建设的要求,确定国家和区域卫星定位连续运行基准站网、卫星定位控制网、高程控制网、重力控制网以及区域似大地水准面精化方案,进行技术设计。

(2)根据技术设计,优化作业组织,控制作业进度,确定安全生产、成果保密和质量控制措施。

(3)根据作业区域的地质、环境、交通、地形和气象等条件,选择满足技术设计要求的点(站)址,建造合适的测量标志,并提交相应的资料。

(4)根据技术设计,选择经检验合格的测量仪器设备进行外业观测,对观测数据进行检核;选择适当的数据处理方法和软件,对外业观测数据进行处理。

(5)根据项目要求,建立并运行大地测量数据库和高精度导航定位服务系统。

(6)根据作业区域的坐标系统现状,分析确定不同坐标系统之间的转换方法,建立不同等级、不同年代控制网间的相互转换关系。

(7)根据大地测量项目的特点和要求,对项目过程质量进行控制,并对项目成果进行整理、检查、验收和归档。

[知识要点]

§ 1.1 大地测量概论

1.1.1 大地测量的任务和特点

大地测量是为建立和维持测绘基准与测绘系统而进行的确定位置、地球形状、重力场及其随时间和空间变化的测绘活动。其任务是建立与维持大地基准、高程基准、深度基准和重力基准;确定与精化似大地水准面和地球重力场模型。

现代大地测量具有以下特点:①高精度;②长距离、大范围;③实时、快速;④“四维”:能提供在合理复测周期内有时间序列的、高于 10^{-7} 相对精度的大地测量数据;⑤地心;⑥学科融合。

1.1.2 大地测量系统与参考框架

大地测量系统规定了大地测量的起算基准、尺度标准及其实现方式(包括理论、模型和方法)。大地测量参考框架是通过大地测量手段,由固定在地面上的点所构成的大地网(点)或其他实体(静止或运动的物体)按相应于大地测量系统的规定模式构建的,是对大地测量系统的具体实现。大地测量系统是总体概念,大地测量参考框架是大地测量系统的具体应用形式。

大地测量系统包括坐标系统、高程系统、深度基准和重力参考系统。与大地测量系统相对应,大地参考框架有坐标(参考)框架、高程(参考)框架和重力测量(参考)框架三种。

1.1.2.1 大地测量坐标系统和大地测量常数

大地测量常数是指与地球一起旋转且和地球表面最佳吻合的旋转椭球(地球椭球)几何参数和物理参数。它分为基本常数和导出常数。基本常数唯一定义了大地测量系统。导出常数由基本常数导出,便于大地测量应用。大地测量常数按属性分为几何常数(长半轴、短半轴、扁率、第一偏心率、第二偏心率等)和物理常数(地心引力常数、自转角速度、地球动力形状因子等)。

1.1.2.2 大地测量坐标框架

1. 参心坐标框架

传统的大地测量坐标框架是由天文大地网实现和维持的,一般定义在参心坐标系统中,是一种区域性、二维静态的地球坐标框架,是参心坐标系统的实现。我国在 20 世纪 50~80 年代完成的全国天文大地网,分别定义在 1954 北京坐标系和 1980 西安坐标系中。

2. 地心坐标框架

国际地球参考框架(ITRF)是国际地球参考系统(ITS)的具体实现。它以甚长基线干涉测量(VLBI)、卫星激光测距(SLR)、激光测月(LLR)、GPS 和多里斯系统(DORIS)等空间大地测量技术构成全球或局域的大地测量框架。目前,ITRF 为国际公认的应用最广泛、精度最高的地心坐标框架。

2000 国家大地控制网是定义在 ITRS2000 地心坐标系统中的区域性地心坐标框架。区域性地心坐标框架一般由三级构成。第一级为连续运行站构成的动态地心坐标框架,它是区域性地心坐标框架的主控制;第二级是与连续运行站定期联测的大地控制点构成的准动态地心坐标框架;第三级是加密大地控制点。

1.1.2.3 高程系统和高程框架

1. 高程基准

高程基准由特定的验潮站平均海面确定的测量高程的起算面以及依据该面所决定的水准原点高程。高程基准定义了陆地上高程测量的起算点。1985 国家高程基准是我国现采用的高程基准,青岛水准原点高程为 72.260 4 m。

2. 高程系统

高程系统是相对于不同性质的起算面(如大地水准面、似大地水准面、椭球面等)所定义的高程体系。我国高程系统采用正常高系统,正常高的起算面是似大地水准面。地面一点沿该点的正常重力线到似大地水准面的距离就是该点的正常高。

3. 高程框架

高程框架是高程系统的实现。我国水准高程框架由国家二期一等水准网,以及国家二期一等水准复测的高精度水准控制网实现,以青岛水准原点为起算基准,以正常高系统为水准高差传递方式。

高程框架分为四个等级,分别称为国家一、二、三、四等水准控制网。框架点的正常高采用逐级控制,其现势性通过一、二等水准控制网的定期复测来维持。高程框架的另一种形式是通过似大地水准面精化来实现的。

1.1.2.4 深度基准

深度基准是计算水体深度的起算面,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。我国从 1957 年起采用理论深度基准面为深度基准。

1.1.2.5 重力系统和重力测量框架

重力测量测定的是空间一点的重力加速度。重力基准是标定一个国家或地区的绝对重力值的标准。重力系统是指采用的椭球常数及其相应的正常重力场。重力测量框架是由分布在各地的若干绝对重力点和相对重力点构成的重力控制网,以及用作相对重力尺度标准的若干条长短基线。

国家重力基准由 2000 国家重力基本网体现。2000 国家重力基本网是由 21 个重力基准点和 126 个基本重力点组成的重力基准网,该网使用了 FG5 绝对重力仪施测。重力系统采用 GRS80 椭球常数及其相应正常重力场。

1.1.2.6 时间系统与时间系统框架

时间系统规定了时间测量的参考标准,包括时刻的参考标准和时间间隔的尺度标准。时间系统也称为时间基准或时间标准。频率基准规定了“秒长”的尺度,任何一种时间基准都必须建立在某个频率基准的基础上。因此,时间基准也称为时间频率基准。时间系统框架是在某一区域或全球范围内,通过守时、授时和时间频率测量技术,实现和维持统一的时间系统。

1. 常用的时间系统

大地测量中常用的时间系统有:

(1)世界时(UT):以地球自转周期为基准,在 1960 年以前一直作为国际时间基准。

(2)原子时(AT):以位于海平面(大地水准面,等位面)的铯(^{133}Cs)原子内部两个超精细结构能级跃迁辐射的电磁波周期为基准,从 1958 年 1 月 1 日世界的零时开始启用。

(3)力学时(DT):在天文学中,天体的星历是根据天体动力学理论的运动方程而编算的,其中所采用的独立变量是时间参数 T ,这个数学变量 T ,便被定义为力学时。

(4)世界协调时(UTC):它并不是一种独立的时间,而是时间服务工作钟把原子时的秒长和 UT 的时刻结合起来的一种时间。

(5)GPS 时(GPST):由 GPS 星载原子钟和地面监控站原子钟组成的一种原子时基准,与国际原子时保持有 19 s 的常数差,并在 GPS 标准历元 1980 年 1 月 6 日零时与 UTC 保持一致。

2. 时间系统框架

时间系统框架是对时间系统的实现,描述一个时间系统框架通常需要涉及四个方面的内容:①采用的时间频率基准;②守时系统;③授时系统;④覆盖范围。

1.1.3 常用坐标系及其转换

1.1.3.1 常用坐标系

坐标系是定义坐标如何实现的一套理论方法。包括定义原点、基本平面和坐标轴的指向,同时还包括基本的数学和物理模型。常用的坐标系有大地坐标系、空间直角坐标系、高斯直角坐标系等,按坐标系的原点不同可进一步分为参心坐标系、地心坐标系、站心坐标系等几种形式。

1. 大地坐标系

大地坐标系用大地经度 L 、大地纬度 B 和大地高 H 表示地面点位置。

以参考椭球几何中心为原点的坐标系称为参心坐标系。参心坐标系是各个国家为了研究局部地球表面的形状,在使地面测量数据归算至椭球的各项改正数最小的原则下,选择和局部区域大地水准面最为密合的椭球作为参考椭球建立的坐标系。

以地球质心或几何中心为原点的坐标系称为地心坐标系。地心坐标系应满足四个条件:

①原点位于整个地球(包括海洋和大气)的质心;②尺度是广义相对论意义下某一局部地球框架内的尺度;③定向为国际时间局测定的某一历元的协议地极和零子午线,称为地球定向参数(EOP);④定向随时间的演变满足地壳无整体运动的约束条件。

2. 空间直角坐标系

以地心或参考椭球中心为直角坐标系的原点,椭球旋转轴为 Z 轴, X 轴位于起始子午面与赤道的交线上,赤道面上与 X 轴正交的方向为 Y 轴,指向符合右手规则,便构成了空间直角坐标系。

3. 高斯直角坐标系

采用横切圆柱投影(高斯-克吕格投影)方法建立的平面直角坐标系统,称为高斯-克吕格直角坐标系,简称为高斯直角坐标系。高斯直角坐标系以中央子午线为纵轴,以赤道投影为横轴构成。

高斯投影平面上的中央子午线投影为直线且长度不变,其余的子午线均为凹向中央子午线的曲线,其长度大于投影前的长度,离中央子午线越远长度变形越长,为了将长度变化限制在精度允许的范围内,通常采用分带的方法。

4. 站心坐标系

以测站为原点的坐标系称为站心坐标系。根据坐标表示方法,可以将站心坐标系分为站心直角坐标系和站心极坐标系。

1.1.3.2 坐标系转换

1. 空间直角坐标与大地坐标间的转换

将同一坐标参照系下的大地坐标 (B, L, H) 转换为空间直角坐标 (X, Y, Z) 的公式为

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N + H) \cos B \cos L \\ (N + H) \cos B \sin L \\ [N(1 - e^2) + H] \sin B \end{bmatrix} \quad (1.1.1)$$

式中, N 为卯酉圈的半径; e 为参考椭球的第一偏心率。

空间直角坐标 (X, Y, Z) 转换为大地坐标 (B, L, H) 的公式为

$$\left. \begin{aligned} L &= \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) \\ B &= \arctan\left[\frac{Z + e'^2 b \sin^3 \theta}{\sqrt{X^2 + Y^2} - e^2 a \cos^3 \theta}\right] \\ H &= \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos B} - N \end{aligned} \right\} \quad (1.1.2)$$

式中, e' 为参考椭球的第二偏心率; $\theta = \arctan\left[\frac{Z \cdot a}{\sqrt{X^2 + Y^2} \cdot b}\right]$, a 为参考椭球的长半轴, b 为参

考椭球的短半轴。

2. 大地坐标与高斯平面直角坐标的转换

大地坐标 (B, L) 向高斯平面直角坐标 (x, y) 的转换, 称为高斯正算。由高斯平面直角坐标 (x, y) 向大地坐标 (B, L) 的转换, 称为高斯反算。

3. 不同大地坐标系的三维转换

不论是将参心坐标系转换为地心坐标系, 还是地心坐标系转换为参心坐标系, 以及其他参考椭球体之间坐标系的转换, 一般都是将椭球坐标换算为相应空间直角坐标, 通过空间直角坐标之间关系计算出转换参数。如果已知两个空间直角坐标系之间的转换参数, 则可以使用三维转换模型将其转换为所需要的空间直角坐标系的坐标, 然后利用空间直角坐标系 (X, Y, Z) 与大地坐标系 (B, L, H) 之间的转换关系, 将其转换为椭球坐标。

不同坐标系的三维转换模型很多, 常用的有布尔莎模型(B模型)和莫洛坚斯基模型(M模型)等。理论上, 布尔莎模型与莫洛坚斯基模型的转换结果是等价的。但在应用中有差别, 布尔莎模型在全球或较大范围的基准转换时较为常用, 在局部网的转换中采用莫洛坚斯基模型比较有利。其中布尔莎模型(B模型)如下。

设任意点在 O_1 和 O_2 为原点的两坐标系中坐标分别为 (X_{1i}, Y_{1i}, Z_{1i}) 和 (X_{2i}, Y_{2i}, Z_{2i}) , 则布尔莎模型为

$$\begin{bmatrix} X_{2i} \\ Y_{2i} \\ Z_{2i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X^B \\ \Delta Y^B \\ \Delta Z^B \end{bmatrix} + (1 + m^B) \begin{bmatrix} X_{1i} \\ Y_{1i} \\ Z_{1i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & \epsilon_Z^B & -\epsilon_Y^B \\ -\epsilon_Z^B & 0 & \epsilon_X^B \\ \epsilon_Y^B & \epsilon_X^B & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1i} \\ Y_{1i} \\ Z_{1i} \end{bmatrix} \quad (1.1.3)$$

式中, ΔX^B 、 ΔY^B 、 ΔZ^B 为平移参数; ϵ_X^B 、 ϵ_Y^B 、 ϵ_Z^B 为旋转参数; m^B 为尺度变化参数。由式(1.1.3)可知, 实现三维坐标转换需要计算七个转换参数, 至少需要三个公共点。

§ 1.2 传统大地控制网

1.2.1 传统大地控制网的布设

1.2.1.1 传统大地控制网的建设

采用传统大地测量技术建立平面大地控制网是通过测角、测边推算大地控制网点的坐标。其方法有: 三角测量法、导线测量法、三边测量法和边角同测法。

三角测量法优点是: 检核条件多, 图形结构强度高; 采取网状布设, 控制面积较大, 精度较高; 主要工作是测角, 受地形限制小, 扩展迅速。缺点是: 在交通或隐蔽地区布网困难, 网中推算的边长精度不均匀, 距起始边越远精度越低。但在网中适当位置加测起算边和起算方位角, 就可以控制误差的传播, 弥补这个缺点。三角测量法是我国建立天文大地网的主要方法。

导线测量法优点是: 单线推进速度快, 布设灵活, 容易克服地形障碍和穿过隐蔽地区; 边长直接测定, 精度均匀。主要缺点是: 几何条件少, 图形结构强度低, 控制面积小。我国在西藏地区天文大地网布设中主要采用导线测量法。

1.2.1.2 三角网布设的原则

国家三角网布设的原则如下。