

全国注册测绘师资格考试专用辅导丛书

测绘综合能力

——考点剖析与试题解析

第二版

高频考点 七年真题 专家详解

何宗宜 欧阳烨 汤璞 崔伟 杨静 常文亮 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

全国注册测绘师资格考试专用辅导丛书

测绘综合能力

——考点剖析与试题解析

第二版

何宗宜 欧阳烨 汤璞 崔伟 杨静 常文亮 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测绘综合能力:考点剖析与试题解析/何宗宜等编著. —2版. —武汉:
武汉大学出版社, 2018. 4

全国注册测绘师资格考试专用辅导丛书

ISBN 978-7-307-20095-1

I. 测… II. 何… III. 测绘—资格考试—自学参考资料 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 057875 号

责任编辑:鲍玲

责任校对:汪欣怡

版式设计:韩闻锦

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:湖北民政印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:35.75 字数:783千字 插页:1

版次:2017年6月第1版 2018年4月第2版

2018年4月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-20095-1 定价:84.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

从 2011 年开始注册测绘师资格考试以来，已举行了七次资格考试。为了提高从事测绘地理信息人员的资格考试应试水平，特编写了《测绘综合能力——考点剖析与试题解析》这本辅导教材。

本教材编著者有丰富的资格考试试题命题和考试辅导经验，对综合能力的考试知识点分析得透彻、全面。考生遇到类似的考题时，运用知识点结合题目的具体要求和条件，就能作出准确的选择。

本教材对每个测绘地理信息工程领域配备了一定数量的模拟试题，这些试题数量是按照考试真题知识点分布比例配备的，方便考生学习完该工程领域知识点后，进行知识巩固练习。第二部分“试题解析”对历年的考试真题进行准确解答，其中，有些试题解析写得比较详细，这主要是帮助考生更加全面地掌握测绘地理信息专业知识。

本教材应试的针对性强，所列知识点都是可能要考试的内容，可以帮助广大考生节约大量的复习时间。

书中引用的许多参考资料在参考文献中未一一列出，在此一并致谢。

由于作者水平所限，书中疏漏之处敬请读者批评指正。

编著者

2018 年 3 月于珞珈山

目 录

第一部分 考点剖析

第一章 大地测量	3
第一节 概述	3
第二节 传统大地控制网	9
第三节 GNSS 连续运行基准站网	17
第四节 卫星大地控制网	19
第五节 高程控制网	26
第六节 重力控制网	32
第七节 似大地水准面精化	38
第八节 大地测量数据库	42
考点试题汇编及参考答案	44
第二章 海洋测绘	52
第一节 概述	52
第二节 海洋测量	55
第三节 海图制图	68
第四节 质量控制和成果归档	75
考点试题汇编及参考答案	79
第三章 工程测量	87
第一节 概述	87
第二节 工程控制网建立	88
第三节 工程地形图测绘	93
第四节 城乡规划与建筑物工程测量	97
第五节 线路与桥梁、水利、市政工程测量	103
第六节 矿山与隧道工程测量	107
第七节 地下管线测量	113
第八节 工程竣工测量	115

第九节 变形监测	118
第十节 精密工程测量	124
考点试题汇编及参考答案	128
第四章 房产测绘	143
第一节 概述	143
第二节 房产平面控制测量	145
第三节 房产要素测量	146
第四节 房产信息数据采集	151
第五节 房产数据处理	153
第六节 房产图绘制	157
第七节 房产变更测量	160
第八节 房产测绘成果管理	162
考点试题汇编及参考答案	165
第五章 地籍测绘	176
第一节 概述	176
第二节 地籍控制测量	178
第三节 土地权属调查	180
第四节 地籍要素测量	185
第五节 地籍图与宗地图绘制	187
第六节 面积量算、地籍簿册建立	190
第七节 地籍变更测量	193
第八节 地籍测绘成果整理、归档与检验	196
考点试题汇编及参考答案	198
第六章 行政区域界线测绘	207
第一节 概述	207
第二节 界线测绘的准备工作	208
第三节 边界点测绘及边界线标绘	210
第四节 边界协议书附图及边界位置说明	212
第五节 行政区域界线测绘成果整理与验收	214
考点试题汇编及参考答案	215
第七章 测绘航空摄影	221
第一节 概述	221
第二节 测绘航空摄影技术设计	226

第三节 测绘航空摄影的作业过程	230
第四节 测绘航空摄影中的新技术	232
第五节 航摄成果的检查验收	234
考点试题汇编及参考答案	235
第八章 摄影测量与遥感	241
第一节 概述	241
第二节 摄影测量与遥感基础知识	242
第三节 影像资料收集与预处理	247
第四节 区域网划分与像片控制测量	252
第五节 影像判读与野外像片调绘	257
第六节 空中三角测量	261
第七节 数字线划图制作	265
第八节 数字高程模型制作	267
第九节 数字正射影像图制作	270
第十节 三维建筑模型建立	274
第十一节 遥感调查工作底图制作	276
考点试题汇编及参考答案	279
第九章 地图制图	289
第一节 地图的基础知识	289
第二节 地图的数学基础	292
第三节 地图设计	298
第四节 地图编绘	314
第五节 电子地图产品制作	322
第六节 地图制印	324
第七节 地图质量控制和成果归档	327
考点试题汇编及参考答案	329
第十章 地理信息工程	342
第一节 概述	342
第二节 地理数据结构	344
第三节 地理信息工程技术设计	351
第四节 地理信息数据	361
第五节 地理信息数据库	367
第六节 地理信息查询与分析	369
第七节 地理信息系统开发与集成	372

第八节 GIS 运维及评价	377
第九节 GIS 质量控制与成果检验	378
考点试题汇编及参考答案	382
第十一章 导航电子地图制作	396
第一节 导航与导航电子地图	396
第二节 导航电子地图产品设计	402
第三节 产品开发	406
第四节 保密处理	410
第五节 导航电子地图编译测试	412
第六节 出版发行	413
考点试题汇编及参考答案	414
第十二章 网络地理信息服务	421
第一节 概述	421
第二节 在线地理信息数据	425
第三节 在线地理信息服务系统	429
第四节 网络地理信息服务运行支持系统	430
第五节 网络地理信息服务的运行维护	431
考点试题汇编及参考答案	432
 第二部分 试题解析	
(一)2011 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	445
(二)2012 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	463
(三)2013 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	481
(四)2014 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	498
(五)2015 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	515
(六)2016 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	532
(七)2017 年注册测绘师资格考试测绘综合能力试卷与参考答案及解析	550
参考文献	565

第一部分 考点剖析

第一章 大地测量

第一节 概 述

一、大地测量的任务和特征

大地测量是为研究地球的形状及表面特性进行的实际测量工作，目的是获取和研究地球几何空间的和地球重力场的静态和动态信息。其主要任务是建立国家或大范围的精密控制测量网，内容包括：三角测量、导线测量、水准测量、天文测量、重力测量、惯性测量、卫星大地测量以及各种大地测量数据处理等。

1. 主要用途

- ①为规模地形图测制及各种工程测量提供高精度的平面控制和高程控制。
- ②为空间科学技术和军事用途等提供精确的点位坐标、距离、方位及地球重力场等资料。
- ③为研究地球形状和大小、地壳形变及地震预报等科学问题提供资料。

2. 现代大地测量的主要特征

- ①研究范围大，距离长(全球：如地球两极、海洋)。
- ②高精度；观测精度越来越高，相对精度可以达到 $10^{-8} \sim 10^{-9}$ ，绝对精度可以达到毫米级。
- ③实时、快速，从静态到动态，从地球内部结构到动力过程。
- ④“四维”，可以提供合理复测周期内有时间序列、高于 10^{-7} 相对精度的大地测量数据，但测量与数据处理周期短，数据处理越来越复杂。
- ⑤地心，现代大地测量的主体，都是以维系卫星运动的地球质心为坐标原点的三维的测量数据。
- ⑥学科融合，从单一学科发展到多学科的融合。

二、大地测量坐标系统与参考框架

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。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。所谓坐标框架，是指在大地坐标系或空间直角坐标系中精密测定了点位坐标的地面点的集合。

1. 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(即地球椭球)的几何参数和物理参数。分为基本常数和导出常数，按属性分为几何常数和物理常数，其中大地测量基本常数有四个，分别是：地球赤道半径 a ，地心引力常数 GM ，地球自转角速度 w ，地球动力学形状因子 J_2 ；五个子午椭圆几何常数包括：长半轴、短半轴、扁率、第一偏心率、第二偏心率，是确定旋转椭球的形状和大小的基本元素，用两个几何元素即可确定椭球的形状和大小，但至少有一个是长度元素；三个物理常数包括：地心引力常数、自转角速度、地球动力形状因子。

2. 大地测量坐标系统

根据其原点位置不同，分为参心坐标系统和地心坐标系统。以参考椭球为基准的坐标系，叫做参心坐标系；以总地球椭球为基准的坐标系，叫做地心坐标系。无论是参心坐标系还是地心坐标系均可分为空间直角坐标系和大地坐标系。

①建立地球参心坐标系，需要进行以下几个方面的工作：a. 选择或求定椭球的几何参数(长半径和扁率)；b. 确定椭球中心的位置(椭球定位)；c. 确定椭球短轴的指向(椭球定向)；d. 建立大地原点。

②建立地心坐标系的方法可分为直接法和间接法两类。所谓直接法，就是通过一定的观测资料(如天文、重力资料、卫星观测资料等)，直接求得点的地心坐标的方法，如天文重力法和卫星大地测量动力法等。所谓间接法，就是通过一定的资料(其中包括地心系统和参心系统的资料)，求得地心坐标系和参心坐标系之间的转换参数，而后按其转换参数和参心坐标，间接求得点的地心坐标的方法，如应用全球天文大地水准面差距法以及利用卫星网与地面网重合点的两套坐标建立地心坐标转换参数等方法。建立地心坐标系应满足以下 4 个条件：a. 点位于整个地球(包括海洋和大气)的质心；b. 尺度是广义相对论意义下某一局部地球框架内的尺度；c. 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)；d. 定向随时间的演变满足地壳无整体运动的约束条件。

3. 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,是参心坐标系统的具体实现。常见的参心坐标系统有 1954 年北京坐标系、1980 西安坐标系、新 1954 年北京坐标系,等等。

(2) 地心坐标框架

地心坐标框架:坐标原点位于地球质心,由空间大地测量技术手段实现与维持,是全球性的、三维动态的坐标框架。例如,我国的 2000 国家大地坐标系、WGS-84 坐标系统、国际地面参考框架(ITRF),等等。其中,国际地面参考框架(ITRF)是国际地面参考系统(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 和卫星多普勒定轨定位(DORIS)等空间大地测量技术构成全球观测网点,经数据处理,得到 ITRF 点(地面观测点)站坐标和速度场等。2000 国家大地控制网是定义在 ITS 2000 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(ITRF),已成为国际公认的应用最广泛、精度最高的地心坐标框架。

三、高程系统与高程框架

1. 高程基准

高程基准定义了陆地上高程测量的起算点,一般可通过验潮的方式,确定海水面的平均位置作为高程基准。

我国使用了两个高程基准:

①1956 黄海高程系:水准原点高程为 72.289 m;

②1985 国家高程基准:水准原点高程为 72.260 4 m。

1985 国家高程基准是我国现采用的高程基准,位于我国山东省青岛市境内,其水准原点网由“水准原点”、参考点、附点共六个点组成。

2. 高程系统

高程系统是指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。采用不同的基准面表示地面点的高低所产生的几种不同的高程表示法,或者对水准测量数据采取不同的处理方法所产生的几种高程表示法,有正高、正常高、力高和大地高程等系统。高程基准面基本上有两种:一是大地水准面,它是正高的基准面;二是椭球面,它是大地高的基准面。此外,为了克

服正高不能精确计算的困难,还采用正常高,以似大地水准面为基准面,它非常接近大地水准面。

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,它是地面点沿铅垂线到似大地水准面的距离。而大地高是从地面点沿法线到参考椭球面的距离,正高是地面点沿铅垂线到大地水准面的距离。三者之间的关系为:大地高($H_{\text{大地}}$)=正高($H_{\text{正}}$)+大地水准面差距(N);大地高($H_{\text{大地}}$)=正常高($H_{\text{正常}}$)+高程异常(ζ)。

3. 高程框架

高程框架是高程系统的实现。我国的高程框架由国家二期一等水准网以及复测结果来实现。国家高程框架分为四个等级,分别定义为一、二、三、四等水准控制网。另外一种高程框架形式是通过似大地水准面精化来实现。

四、深度基准

深度基准面的选择与海区潮汐情况相关,常采用当地的潮汐调和常数来计算。深度基准可采用理论深度基准、平均低潮面、最低低潮面或大潮平均低潮面等。1956年前我国采用了最低低潮面、大潮平均低潮面和实测最低潮面等为深度基准;1957年后采用理论深度基准面作为深度基准。

潮汐调和常数将实测潮位资料分解出许多分潮,所求出每个分潮的平均振幅和迟角值。

海图及各种航道图中水深的起算面,亦称“海图深度基准面”和“水深零点”。它是取8个主要分潮的调和常数,计算求得的理论上的潮高值,它在当地平均海平面以下。

五、重力系统和重力测量框架

重力系统则是指采用的椭球常数及其相应的正常重力场。重力测量框架则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。1999—2002年,我国完成了2000国家重力基本网建设,简称“2000网”。它由259个点组成,其中基准点21个、基本点126个和基本点引点112个;长基线网一个,重力仪格值标定场8处,联测了1985国家重力基本网及中国地壳运动观测网络重力网点66个。该网使用了FG5对重力仪施测,并增加了绝对重力点的数量,覆盖面大,是我国新的重力测量基准。重力系统采用GRS80椭球常数及其相应正常重力场。20世纪80年代初,我国建立了“国家1985重力基本网”,简称为“85网”。它由6个基准点、46个基本点和5个基本点引点组成而重力参考系统则采用IAG75椭球常数及其相应的正常重力场。

六、时间系统和时间系统框架

1. 大地测量中常用的时间系统

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世界时的时刻结合起来的一种时间。

⑤GPS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 19s 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如下几个方面的内容:

①采用的时间频率基准。时间系统决定了时间系统框架采用的时间频率基准。不同的时间频率基准,其建立和维护的方法不同。历书时是通过观测月球来维护;力学时是通过观测行星来维护;原子时是由分布不同地点的一组原子频标来建立,通过时间频率测量和比对的方法来维护。

②守时系统。守时系统用于建立和维持时间频率基准,确定时刻。为保证守时的连续性,不论是哪种类型的时间系统,都需要稳定的频标。

③授时系统。授时系统主要是向用户授时和时间服务。授时和时间服务可通过电话、网络、无线电、电视、专用(长波和短波)电台、卫星等设施 and 系统进行,它们具有不同的传递精度,可满足不同用户的需要。

④覆盖范围。覆盖范围是指区域或全球。20世纪90年代自美国GPS广泛使用以来,通过与GPS信号的比对来校验本地时间频率标准或测量仪器的情况越来越普遍,原有的计量传递系统的作用相对减少。

七、常用坐标系及其转换

坐标系固连在参照系上,且与参照系同步运动。要完全定义一个坐标系必须明确

指出:坐标原点的位置、坐标轴的指向、基本平面。常用的坐标系有大地坐标系、空间直角坐标系、高斯平面直角坐标系等,按坐标系原点的位置不同可以分为参心坐标系、地心坐标系、站心坐标系等几种形式。

1. 常用坐标系

①大地坐标系:地球椭圆的中心与地球质心重合,椭球短轴与地球自转轴重合,大地纬度 B 为过地面点的椭球法线与椭球赤道面的夹角,大地经度 L 为过地面点的椭球子午面与格林尼治大地子午面之间的夹角,大地高 H 为地面点沿椭球法线至椭球面的距离。

②空间直角坐标系:坐标原点位于参考椭球的中心, Z 轴指向参考椭球的北极, X 轴指向起始子午面与赤道的交点, Y 轴位于赤道面上切按右手系于 X 轴呈 90° 夹角,某点中的坐标可用该点在此坐标系的各个坐标轴上的投影来表示。

③高斯平面直角坐标系:在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线,并且以中央子午线和赤道的交点 O 作为坐标原点,以中央子午线的投影为纵坐标轴,以赤道的投影为横坐标轴构成。

④站心坐标系,以测站为原点的坐标系为站心坐标系。根据坐标表示方法,可以将站心坐标系分为直角坐标系和站心极坐标系,其中点的站心极坐标系下用极距、方位角、高度角表示。

2. 坐标系转换

坐标转换,通常包括坐标系变换和基准变换。

(1) 坐标系变换

坐标系变换就是在同一地球椭球下,空间点的不同坐标表示形式间进行转换。包括大地坐标系与空间直角坐标系的相互转换、空间直角坐标系与站心坐标系的转换以及大地坐标系与高斯平面坐标系的转换(即高斯投影正反算)。

(2) 基准变换

基准变换就是指空间点在不同地球椭球之间的坐标变换。

不同坐标系的三维转换模型很多,常用的有布尔沙模型(b 模型)和莫洛坚斯基模型(m 模型)(七参数法)。理论上,布尔沙模型与莫洛坚斯基模型的转换结果是等价的。但在应用中有所差别,布尔沙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。采用二维转换模式至少需要选取两个以上的重合点,采用三维转换模式至少需要三个重合点,重合点的分布要覆盖整个转换区域且尽量均匀分布。二维转换模式通常分为:平面四参数转换模型,二维七参数转换模型;三维转换模式通常有 Bursa 七参数转换模型,三维七参数转换模型。

所谓的四参数即是二个平移参数(原点不重合产生)、一个旋转参数(坐标轴不平行产生)、一个尺度参数(两个坐标系间的尺度不一致产生);七参数即是三个平移参数(原点不重合产生)、三个旋转参数(坐标轴不平行产生)、一个尺度参数(两个坐标

系间的尺度不一致产生)。

其中,二维七参数转换模型是一种改正法,它的理论基础是大地坐标微分公式,采用广义大地坐标微分公式直接求出大地坐标改正数。其基本思想就是基准转换和坐标转换融合到一个模型中,从而建立起不同基准下大地坐标间更为直接的关系。与布尔沙模型不同的是,在转换时除了要考虑类似于空间直角坐标系的平移、旋转和缩放外,还必须估计椭球参数的变化,只有这样才能让定位、定向、形状和大小不完全相同的两个椭球重合,由于二维七参数坐标转换模型考虑了不同坐标系椭球参数的变化,适用于不同大地坐标系之间的转换。

第二节 传统大地控制网

一、传统大地控制网的建设

传统大地测量技术建立的平面大地控制网就是通过测角、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。

其中,三角测量法的优点是: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,距起始边愈远精度愈低。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。

导线测量法的优点是:单线推进快,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。

二、三角网布设原则

1. 分级布网、逐级控制

即先以精度高而稀疏的一等三角锁尽可能沿经纬线方向纵横交叉地迅速布满全国,形成统一的骨干大地控制网,然后在一等锁环内逐级(或同时)布设二、三、四等控制网。国家三角网分为一、二、三、四等, GPS 网分为 A、B、C、D、E 五级。

2. 具有足够的精度

控制网的精度应根据需要和可能来确定。作为国家大地控制网骨干的一等控制网,应力求精度更高些才有利于为科学研究提供可靠的资料。