

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

2019 版

高频考点 八年真题 专家详解

何宗宜 王树根 欧阳烨 汪小峰 李玉霞 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

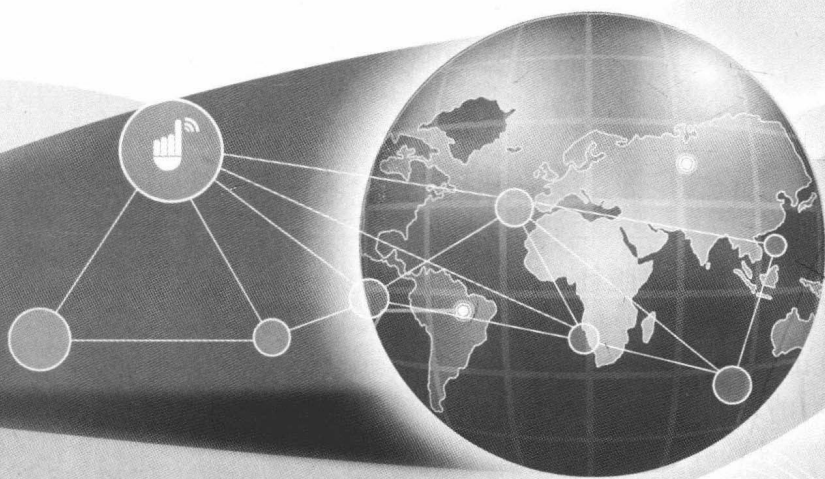
全国注册测绘师资格考试专用辅导丛书

测绘综合能力

——考点剖析与试题解析

2019 版

何宗宜 王树根 欧阳烨 汪小峰 李玉霞 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:2019 版/何宗宜等编著. —武汉:
武汉大学出版社,2019.4
全国注册测绘师资格考试专用辅导丛书
ISBN 978-7-307-20813-1

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(2019)第 049915 号

责任编辑:鲍 玲 责任校对:李孟潇 版式设计:韩闻锦

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)
(电子邮箱: 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:33.5 字数:731 千字 插页:1

版次:2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-20813-1 定价:79.00 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，已举行了八次资格考试。为了提高测绘地理信息从业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。

本书的每一章都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了准确解答，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。

本书应试的针对性强，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

2019 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	10
第三节 GNSS 连续运行基准站网	19
第四节 卫星大地控制网	21
第五节 高程控制网	28
第六节 重力控制网	35
第七节 似大地水准面精化	40
第八节 大地测量数据库	44
考点试题汇编及参考答案	47
第二章 海洋测绘	53
第一节 概述	53
第二节 海洋测量	56
第三节 海图制图	69
第四节 质量控制和成果归档	76
考点试题汇编及参考答案	80
第三章 工程测量	85
第一节 概述	85
第二节 工程控制网建立	86
第三节 工程地形图测绘	91
第四节 城乡规划与建筑物工程测量	95
第五节 线路与桥梁、水利、市政工程测量	101
第六节 矿山与隧道工程测量	105
第七节 地下管线测量	111
第八节 工程竣工测量	113

第九节 变形监测·····	116
第十节 精密工程测量·····	122
考点试题汇编及参考答案·····	126
第四章 房产测绘·····	132
第一节 概述·····	132
第二节 房产平面控制测量·····	134
第三节 房产要素测量·····	135
第四节 房产信息数据采集·····	140
第五节 房产数据处理·····	142
第六节 房产图绘制·····	146
第七节 房产变更测量·····	149
第八节 房产测绘成果管理·····	151
考点试题汇编及参考答案·····	154
第五章 地籍测绘·····	158
第一节 概述·····	158
第二节 地籍控制测量·····	160
第三节 土地权属调查·····	162
第四节 地籍要素测量·····	167
第五节 地籍图与宗地图绘制·····	169
第六节 面积量算、地籍簿册建立·····	172
第七节 地籍变更测量·····	175
第八节 地籍测绘成果整理、归档与检验·····	177
考点试题汇编及参考答案·····	179
第六章 行政区域界线测绘·····	184
第一节 概述·····	184
第二节 界线测绘的准备工作·····	185
第三节 边界点测绘及边界线标绘·····	187
第四节 边界协议书附图及边界位置说明·····	188
第五节 行政区域界线测绘成果整理与验收·····	190
考点试题汇编及参考答案·····	191
第七章 测绘航空摄影·····	195
第一节 概述·····	195
第二节 测绘航空摄影技术设计·····	200

第三节 测绘航空摄影的作业过程	204
第四节 测绘航空摄影中的新技术	206
第五节 航摄成果的检查验收	209
考点试题汇编及参考答案	210
第八章 摄影测量与遥感	214
第一节 概述	214
第二节 摄影测量与遥感基础知识	215
第三节 影像资料收集与预处理	220
第四节 区域网划分与像片控制测量	225
第五节 影像判读与野外像片调绘	230
第六节 空中三角测量	234
第七节 数字线划图制作	238
第八节 数字高程模型制作	240
第九节 数字正射影像图制作	243
第十节 三维建筑模型建立	247
第十一节 遥感图像处理与解译	250
第十二节 遥感调查工作底图制作	252
考点试题汇编及参考答案	254
第九章 地图制图	260
第一节 地图的基础知识	260
第二节 地图的数学基础	263
第三节 地图设计	269
第四节 地图编绘	285
第五节 电子地图产品制作	293
第六节 地图制印	295
第七节 地图质量控制和成果归档	298
考点试题汇编及参考答案	300
第十章 地理信息工程	306
第一节 概述	306
第二节 地理数据结构	308
第三节 地理信息工程技术设计	315
第四节 地理信息数据	325
第五节 地理信息数据库	331
第六节 地理信息查询与分析	333

第七节 地理信息系统开发与集成	336
第八节 GIS 运维及评价	341
第九节 GIS 质量控制与成果检验	342
考点试题汇编及参考答案	346
第十一章 导航电子地图制作	350
第一节 导航与导航电子地图	350
第二节 导航电子地图产品设计	356
第三节 产品开发	360
第四节 保密处理	364
第五节 导航电子地图编译测试	366
第六节 出版发行	367
考点试题汇编及参考答案	368
第十二章 网络地理信息服务	372
第一节 概述	372
第二节 在线地理信息数据	376
第三节 在线地理信息服务系统	380
第四节 网络地理信息服务运行支持系统	381
第五节 网络地理信息服务的运行维护	382
考点试题汇编及参考答案	383
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	389
(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	407
(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	425
(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	442
(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	459
(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	476
(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	494
(八)2018 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	509
参考文献	526

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,叫做参心坐标系统;以总地球椭球为基准的坐标系,叫做地心坐标系统。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。

建立地球参心坐标系统,需要进行以下几个方面的工作:①选择或求得椭球的几何参数(长半径和扁率);②确定椭球中心的位置(椭球定位);③确定椭球短轴的指向(椭球定向);④建立大地原点。

建立地心坐标系统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(其中包括地心坐标系统和参心坐标系统的资料),求得地心坐标系统和参心坐标系统之间的转换参数,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:①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。

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、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,以此作为高程基准。

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)。

下面介绍正常高的计算公式,

$$H_{\text{常}}^R = \int_{oab} dh + \frac{1}{\gamma_m} \int (\gamma_0 - \gamma_0^B) dh + \frac{1}{\gamma_{m\ oab}^B} \int (g - \gamma) dh$$

上式右端第一项是水准测量测得的高差,第二项是正常位水准面不平行改正数,第一项和第二项之和称为概略高程。第三项是正常位水准面与重力等位面不一致引起的改正项,称之为重力异常改正项。

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的。

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,所求出的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 绝对重力仪施测,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。

所谓的四参数即是两个平移参数(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。

八、大地测量的基本概念

1. 三差改正

(1) 三差改正定义

将水平方向观测值归算到椭球面上,包括垂线偏差改正、标高差改正和截面差改正,习惯上称此三项改正为三差改正。

①垂线偏差改正:把以垂线为依据的地面观测的水平方向值归算到以法线为依据的方向值而应加的改正数称为垂线偏差改正。

②标高差改正:当进行水平方向观测时,如果照准点高出椭球面某一高度,则照准面就不能通过照准点的法线同椭球面的交点,由此引起的方向偏差的改正称为标高差改正。

③截面差改正:将法截弧方向化为大地线方向应加的改正叫截面差改正。

(2) 三差改正性质

①垂线偏差改正的数值主要与测站点的垂线偏差和观测方向的天顶距(或垂直角)有关。

②标高差改正主要与照准点的高程有关。

③截面差改正主要与测站点至照准点间的距离有关。

2. 大地测量主题解算

椭球面上的点的大地经度 L , 大地纬度 B , 两点间的大地线长度 S 以及正反大地