

第1章 大地测量

§ 1.5 坐标转换

知识点：

一、坐标系及分类

二、坐标转换

大纲基本要求：（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，建议不同等级，不同年代控制网间的相互转换关系。

知识点一、坐标系及分类

1. 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，选择与局部区域的大地水准面最为密合的椭球作为参考椭球建立的坐标系。“参心”是指参考椭球的中心。

通常用两种表现形式：参心大地坐标系和参心空间直角坐标系。

（1）1954北京坐标系。

（2）1980西安坐标系。

2. 地心坐标系

地心坐标系是以地球质心（包括海洋和大气的整个地球的质量中心）为原点的坐标系，其椭球中心与地球质心重合，且椭球定位与全球大地水准面最为密合。“地心”是指地球质心

通常用两种表现形式：地心空间直角坐标系与地心大地坐标系。

1984世界大地坐标系（wgs-84）

2000国家大地坐标系（cgcs2000）

知识点二、坐标转换

1. 同一坐标系下不同坐标形式的转换

2. 不同坐标系的转换

3. 坐标转换实施步骤

4. 采用平面四参数转换模型的步骤

5. 采用布尔莎七参数转换模型的步骤

2000国家大地坐标系应用宝典

1. 同一坐标系下不同坐标形式的转换

同一坐标系（参心坐标系、地心坐标系）下，由于点的坐标表示形式（空间直角坐标、大地坐标、高斯平面直角坐标）不同，常常需要进行相互转换。

同一坐标系下不同坐标形式的转换包括空间直角坐标（ x, y, z ）与大地坐标（大地纬度 b ，大地经度 l ，大地高 h ）的相互转换、高斯平面直角坐标（ x, y ）与大地坐标（大地纬度 b ，大地经度 l ）的相互转换两种类型。

2. 不同坐标系的转换

不同坐标系的转换包括不同空间直角坐标系的转换和不同大地坐标系的转换。

不同空间直角坐标系的转换既包括不同参心空间直角坐标系的转换，也包括参心空间直角坐标系和地心空间直角坐标系的转换。

不同大地坐标系的转换既包括不同参心大地坐标系的转换，也包括参心大地坐标系和地心大地坐标系的转换。

（1）坐标系转换原理及方法

不同坐标系之间坐标转换主要是根据同时拥有两种坐标系坐标的大地点；

选择适当（具有一定密度且分布均匀）的重合点，利用所选重合点的两种坐标系的坐标，采用适当的坐标转换模型计算两坐标系之间的坐标转换参数；

再通过坐标回代求得所求坐标系的坐标成果。

坐标转换通常有整体转换法、分区转换法两种方法。

整体转换法是整个转换区域计算一套转换参数。

分区转换法是将整个转换区域划分成若干个分区，分别对各分区计算转换参数。

在计算各分区转换参数时，为了保持各分区在接边处转换参数的连续性，需要各分区之间相互重叠一部分重合点并重复使用求取转换参数。

（2）重合点资料的获取、整理与分析。

（3）重合点选取原则：依据外业技术总结、点之记与坐标差比较等方法选取足够的高等级、高精度、分布均匀的点作为坐标转换的重合点；

采用二维转换模式至少选取2个以上的重合点，

采用三维转换模式至少选取3个以上的重合点，重合点的分布要覆盖整个转换区域且尽量分布均匀。

（4）坐标转换模型。

不同坐标系之间的坐标转换通常有两类转换模式：一类是二维转换模式；一类是三维转换模式。

二维坐标转换模式只适合于小区域转换，且只需要两坐标系的二维坐标成果（高斯平面直角坐标 x 、 y 或大地经纬度 l 、 b ）；

三维坐标转换模型适合任何区域坐标转换，且需要两坐标系的三维坐标成果（空间直角坐标 x 、 y 、 z 或大地大地纬度 b 、大地经度 l 、大地高 h ）。

对于不同坐标系之间的坐标转换，目前使用最广的是布尔莎（bursa）七参数转换模型与平面四参数转换模型两种。

平面四参数转换模型原理简单，数值稳定可靠，适合于较小区域的坐标转换。

布尔莎七参数转换模型为三维模型，在空间直角坐标系中，两坐标系之间存在严密的转换模型，不存在模型误差和投影变形误差，适合于任何区域的坐标转换。

（5）坐标转换精度估计。依据计算坐标转换参数的重合点的残差中误差评估坐标转换精度。

一般的，若残差大于2倍残差中误差，则认为是粗差予以剔除，然后重新计算坐标转换参数，直到满足一定的精度要求为止。

3. 坐标转换实施步骤

（1）收集、整理转换区域内重合点成果（三维坐标）。

（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）两坐标系下重合点坐标形式的转换。

采用平面四参数转换模型，则要将重合点的两坐标系坐标换算同一投影带的高斯平面坐标；

采用布尔莎七参数转换模型，则要将重合点的两坐标系坐标换算成各坐标系下的空间直角坐标。

（5）根据确定的转换方法与转换模型利用最小二乘法初步计算坐标转换参数。

（6）分析重合点坐标转换残差，根据转换残差剔除粗差点。

（7）坐标转换残差满足精度要求（合格）时，计算最终的坐标转换参数并估计坐标转换参数精度。

（8）根据计算的转换参数，按下列步骤转换待转换点的目标坐标系坐标。

4. 采用平面四参数转换模型的步骤

(1) 将转换点的原坐标系坐标换算为计算转换参数时所在投影带（中央子午线）的高斯平面坐标  。

(2) 根据4个转换参数：2个平移参数  （单位为m）和1个旋转参数 α （单位为rad）及1个尺度参数m（无单位），计算目标坐标系下转换参数所在投影带的高斯平面坐标  即



(3) 将目标坐标系下转换参数所在投影带的高斯平面坐标 换算为所需投影带的坐标形式。

5. 采用布尔莎七参数转换模型的步骤

(1) 将转换点的原坐标系坐标换算为空间直角坐标  。

(2) 根据7个转换参数：3个平移参数  （单位为m）和3个旋转参数  （单位为rad）及1个尺度参数m（无单位），计算目标坐标系下的空间直角坐标  即



(3) 将目标坐标系下的空间直角坐标  换算为所需的坐标形式。