



国土勘测中现行坐标系的区别*

苏长武, 李其乐, 曹斌华

(武警黄金第七支队, 山东烟台 264004)

在国土资源勘查及测量工作中,经常会遇到这样的问题,不同的城市,不同的地区,不同的部门在使用不同的坐标系,你可能会被它们间的关系弄得心烦,搞不清如何换算。我国目前使用的大地坐标系除各地区自己建立的独立坐标系外,还包括1954年北京大地坐标系、1980西安坐标系和新1954年北京大地坐标系,部分领域也在使用世界大地坐标(WGS84,也就是GPS常用的坐标)。根据《中华人民共和国测绘法》,我国自2008年7月1日起启用2000国家大地坐标系。2000国家大地坐标系与现行国家大地坐标系转换、衔接的过渡期为8至10年。由此可见,除地方独立坐标系外,我国大地坐标系统的现状是5大系统并存。但过渡期满后,将呈现2000国家大地坐标系独霸天下的局面。

1 我国大地坐标系统的现状

我国目前使用的五种大地坐标系统包括3个参心坐标系(即1954年北京大地坐标系、1980国家大地坐标系和新1954年北京大地坐标系)和2个地心坐标系(即WGS84,CGCS2000)。所谓参心坐标系即以参考椭球中心为坐标原点的坐标系;地心坐标系是以地球质量中心为坐标原点的坐标系。它们的表现形式都有2种:大地坐标系和直角坐标系。下面对各坐标系分别进行解释,并阐明其相互间的联系。

1.1 不同坐标系的定义

1954年北京大地坐标系:新中国成立以后,我国采用了前苏联的克拉索夫斯基椭球参数,并与前苏联1942年坐标系进行联测,通过计算建立了我国大地坐标系,定名为1954年北京大地坐标系。因此,该坐标系可以认为是前苏联1942年坐标系的延

伸。它的原点不在北京而是在前苏联的普尔科沃。

1980国家大地坐标系:又称1980西安坐标系,1980国家大地坐标系采用地球椭球基本参数为1975年国际大地测量与地球物理联合会第十六届大会推荐的数据。该坐标系的大地原点设在我国中部的陕西省泾阳县永乐镇,位于西安市西北方向约60 km,简称西安大地原点,故称1980年西安坐标系(图1)。

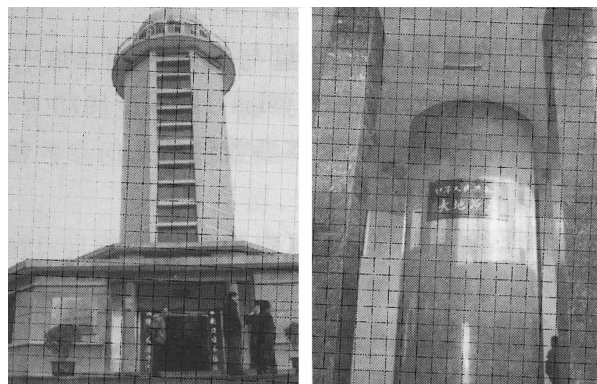


图1 中华人民共和国大地原点(西安)

新1954年北京大地坐标系:将全国大地网整体平差的结果整体换算到克拉索夫斯基椭球体上,形成一个新的坐标系,称为新1954年北京大地坐标系。该坐标系与1980年国家大地坐标系的轴定向基准相同,网的点位精度相同(图2)。

WGS84(世界大地坐标系统):WGS84是国际通用的地心坐标,其原点位于地球的质心;Z轴指向BIH1984.0定义的协议地极(CTP);X轴指向BIH1984.0定义的零子午面与CTP相应的赤道的交点;Y轴垂直Z轴、X轴及原点组成的平面,构成右手系(图3)。

* 收稿日期:2010-01-12;修订日期:2010-01-26

作者简介:苏长武(1971—),男,安徽蚌埠人,工程师,主要从事地质勘测工程测量工作;E-mail:su1234wu@sina.com。



图2 国家水准原点(青岛)

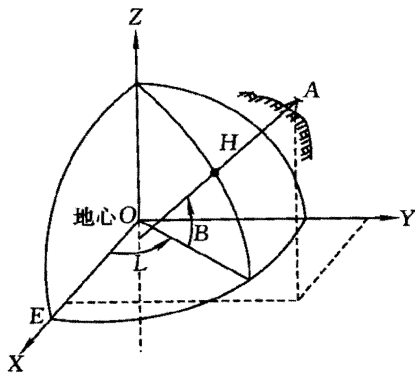


图3 地心空间直角坐标系和地心大地坐标系

2000 国家大地坐标系:2000 国家大地坐标系 (China Geodetic Coordinate System 2000,英文缩写为 CGCS2000)。是全球地心坐标系在我国的具体

体现,其原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心,其空间直角坐标系 Z 轴指向地球北极,X 轴指向格林尼治子午面与地球赤道的交点,Y 轴垂直 Z 轴、X 轴及原点组成的平面,构成右手系。

1.2 不同坐标系的关系及区别

参心坐标系和地心坐标系的区别之一是坐标系的维数不同,参心坐标系是平面两维坐标 (B, L 或者 X, Y);地心坐标系是三维空间坐标 (B, L, H 或者 X, Y, Z)。它们之间的关系及部分常数,可以参照表 1,表 2。

2 我国将全面采用 CGCS2000 原因及实施过程

目前世界已有美、日、韩等十多个国家采用地心坐标。我国采用 2000 国家大地坐标系的原因:①现有坐标系精度低,只能提供二维的点位坐标,相互转换时会造成测量精度损失;②以地球质量为中心的地心坐标系 (CGCS2000) 精度可比现行参心坐标系 (北京和西安坐标系) 下的精度提高 10 倍左右,并且可以快速获取精确的三维地心坐标;③空间技术的发展成熟和广泛应用。

2000 国家大地坐标系的实施过程:①总体技术准备阶段(2008 年底前);②具体实施与成果验证阶段(2009 年 1 月至 2010 年 12 月);③成果推广应用与技术服务阶段(2011 年 1 月至过渡期结束)。

表 1 我国采用的大地坐标系对照

项目	坐标系对应椭球	坐标系原点	启用及废止时间	坐标系维数	使用的高程系统
1954 年北京大地坐标系	克拉索夫斯基椭球	前苏联普尔科沃	启:20 世纪 50 年代止:2016—2018 间	二	1956 年黄海高程系
1980 国家大地坐标系	IAG1975 椭球	陕西泾阳县永乐镇	启:20 世纪 80 年代止:2016—2018 间	二	56 黄海高程系和 85 国家高程基准(1987 年启用)
新 1954 年北京大地坐标系	克拉索夫斯基椭球	陕西泾阳县永乐镇	启:20 世纪 80 年代止:2016—2018 间	二	1985 国家高程基准
2000 国家大地坐标系	CGCS2000 椭球	地球质量中心	启:2008.07.01	三	85 高程基准和 CQG2000(似)大地水准
WGS84 坐标系	WGS84 椭球	地球质量中心	启:20 世纪 80 年代	三	大地水准面

表 2 不同坐标系对应椭球的有关常数

项目	WGS84 坐标系	1954 年北京大地坐标系	1980 国家大地坐标系	2000 国家大地坐标系
A	6378137m	6378245m	6378140m	6378137m
e^2	0.00669437999013	0.006693421622966	0.00669438499959	0.00669438002290
F	1/298.257223563	1/298.3	1/298.257	1/298.257222101

注:A 为大地坐标系对应椭球之长半轴; e^2 为大地坐标系对应椭球第一偏心率;F 为对应椭球之扁率。

3 高程基准

我国目前正在使用的高程系统有:1956年黄海高程系和1985国家高程系(1987年启用)。56黄海高程系原点设在青岛市观象山,其高程为72.289 m。1985国家高程基准比“黄海平均海水面(56黄海高程基准)”上升29 mm(图2)。

未来在继续使用85国家高程基准的同时,将施测国家三期一等水准网,结合GPS水准和卫星测高技术,精化我国CQG2000(似)大地水准面。

4 不同坐标系使用中常见问题

(1)利用公共点求54坐标、80坐标、WGS84坐标换算参数时,为何各地参数不同?

54坐标系、80坐标系是通过地面三角网经过逐级平差及整体平差获得的,地面网点坐标的累积误差较大,无论采用何种坐标转换模型,均不可避免地带来误差,小则分米级,大则数十米级。所以公共点坐标转换法仅适合局部地区,不能用于全国。

(2)为何由80坐标下的地形图转换成CGCS2000下的地形图比54坐标下的地形图转换更方便?

由80坐标下的地形图转换到CGCS2000下时,我国境内各种比例尺地形图任意两点的长度(包括图廓线的长度)和方位变动在制图精度以内,因此可以忽略不计。而54坐标系下的地形图转换成CGCS2000坐标系下的地形图时,任意两点间的长

度和方位变动都要考虑。这也是目前国土测绘管理部门要求新的矿产登记区使用80坐标系的原因之一。

(3)使用坐标转换软件求54坐标和80坐标间的转换参数时应注意些什么?

现在网上坐标转换软件很多,但使用时要经过验证防止出错。即使使用正版软件也要注意,由3个以上公共点求参数时,第一步是将公共点的两套直角坐标使用高斯换算分别求出它们的经纬度,第二步才利用两套坐标系的经纬度求它们对应椭球的换算参数。但要明确一点,就是在求出它们的椭球换算参数后才能求直角坐标。但是对于小区域内的情况例外,转换时可以使用三参数直角换算法。

(4)地面同一点在54坐标、80坐标和WGS84坐标中的经纬度是否是同一值?

答案是否定的。原因是不同坐标系对应的椭球参数不同,如长半轴、第一偏心率、扁率等。在北纬 37° ,山东境内经线约有 $1\sim 3''$ 不等的误差。由此可以解释手持GPS(WGS84坐标)测得某地点的经纬度,经高斯换算后的直角坐标与地形图比较会有几十米的误差。

(5)全面启用CGCS2000后现有的国家等级三角点、军控点、GPS点是否还能发挥作用?

这些控制点的特点是短距离精度高,密度大。在2000国家大地坐标系下仍可发挥作用,一是利用公共点法求出它们的CGCS2000坐标值;二可以纳入CGCS2000控制网进行联合平差。