

建立公路控制测量坐标系方法的探讨

胡世龙, 许巨平

(安徽省地质测绘技术院, 安徽 合肥 230022)

摘要 近年来, 公路控制测量中普遍采用 GPS 测量, 多数测绘单位都是按照国家控制测量的方法和要求进行布设、测量, 没有考虑公路测量的特殊性。这样就存在一个问题: 施工单位现场用全站仪实测某两点之间的距离与用坐标反算的距离相差很大, 无法满足作为工程施工的要求。针对这一问题, 本文就如何建立公路控制测量坐标系的方法进行探讨。

关键词 控制测量 控制网 椭球面 坐标系 中央子午线

中图分类号: P226

文献标识码:

文章编号: 1672- 4097(2011)03- 0041- 03

1 国家控制测量与公路控制测量的区别

在公路工程测量中, 施工放样时要求控制网由坐标反算的长度与实测的长度尽可能相符。有些公路建设工程, 国家坐标系的成果很难满足施工的要求, 因为国家坐标系每个投影带(高斯投影)都是按一定的间隔(6° 或 3°) 划分, 各地区的地面位置与参考椭球面都有一定的距离, 这两项将产生高斯投影变形改正和高程归化改正, 经过这两项改正后的长度不可能与实测的长度相等。建立独立坐标系的主要目的就是为了减小高程归化与投影变形产生的影响, 将它们控制在一个微小的范围, 使计算出来的长度在实际利用时(如工程放样)不需要做任何改算。

一般来说, 国家控制测量着重解决从地球表面经参考椭球面至高斯平面的计算基准问题, 对投影变形大小仅作宏观控制, 不顾及投影带边缘区域变形很大的问题。而公路控制测量不仅要解决从球面到平面的计算基准问题, 同时还要考虑工程施工时如何将理论数据从平面经参考椭球面再回放到地球表面的问题。一方面有投影就不可避免地产生变形, 另一方面工程施工要求不变化, 解决矛盾的方法只有一个, 就是选择合适的投影形式, 使得工程项目的全部区域范围内的最大投影变形量都要足小到误差允许范围内。

国家控制测量统一采用高斯投影形式, 我国通常采用 1954 北京坐标系坐标或 1980 西安坐标系, 按标准 3° 或 6° 投影带划分; 而公路控制测量却只要满足其坐标系统的投影变形足够小即可, 并不拘束于按标准 3° 或 6° 投影带划分; 投影变形小于控制测量要求精度的 $1/5 \sim 1/2$ 时, 可以忽略之, 《公路勘测规范 JT1061-99》明确规定: 平面控制网的坐标系的

确定, 宜满足测区内投影长度变形值不大于 2.5 cm/km , 相对变形不超过 $1/40000$ 。

2 公路控制测量坐标系统的选择

在《公路全球定位系统(GPS)测量规范》(JT/J T066-98) 中规定: “3.2.2. GPS 的 WGS-84 大地坐标系统转换到所选平面坐标系统时, 应使测区内投影长度变形值不大于 2.5 cm/km 。” 为满足这项要求, 我们从以下方面进行分析。

2.1 投影范围的确定

在高斯投影中, 首先要把地面上的长度换算到参考椭球面上, 然后再换算到参考椭球面上的。从规范得知, 将地面上的长度换算到参考椭球面上的改正数为:

$$\Delta S_1 = \frac{H_m + h_m}{R} - \left(\frac{H_m + h_m}{R} \right)^2 S$$

当 $H_m + h_m = 2000 \text{ m}$ 时, 二次项的影响小于 10^{-6} , h_m 的影响也很小, 可以忽略。因此:

$$\Delta S_1 = - \frac{H_m + h_m}{R} S \quad (1)$$

将参考椭球面上的长度换算到高斯平面上的改正数为:

$$\Delta S_2 = \frac{y_m^2}{2R^2} S + \frac{\Delta y^2}{24R^2} S + \frac{y_m^4}{24R^4} S$$

当 $S < 70 \text{ km}$ 和 $y_m < 350 \text{ km}$ 时(6° 带边缘), 公式误差小于 10^{-6} m ; 对于边长较短的三、四等计算, 可以只取第一项:

$$\Delta S_2 = \frac{y_m^2}{2R^2} S \quad (2)$$

由上面两式可以看出, 两项改正符号互为相反。理论上, 当两项改正大小相等时, 长度变形为

零。即 $\frac{H_m S}{R} = \frac{y_m^2}{2R^2} S$

$$y_m = \sqrt{2RH_m} \quad (3)$$

按式(1)选择测区中心点,理论上可以满足地面距离与高斯平面上的距离保持一致。实际上,测区范围不是一个理想的水平面,总是高低不平, y 值变动有正有负,虽然采用新投影,但残余变形依然存在。如果测区范围内值变动大于 $2m_y$,则要进行分带处理。

2.2 抵偿高程面的确定

将实地测量的真实长度归化到国家统一的椭球面上时,应加如下改正数:

$$\Delta S = -\frac{H_m S}{R_A} \quad (4)$$

然后再将椭球面上的长度投影至高斯平面,则加入如下改正数:

$$\Delta S = +\frac{y_m^2}{2R^2} S \quad (5)$$

这样地面上的一段距离,经过上面两次改正计算,被该改变了真实长度。这种高斯投影平面上的长度与地面长度之差,我们称之为长度综合变形,其计算公式为:

$$\delta = +\frac{y_m^2}{2R^2} S - \frac{H_m S}{R_A}$$

为了计算方便,又不致损害必要精度,可以将椭球视为圆球,其半径 $R \approx R_A \approx 3671$ km,又取不同投影面上的同一距离近似相等,即 $S \approx s$,将上式写成相对变形的形式,则为:

$$\frac{\delta}{s} = (0.00123y^2 - 15.7H) \times 10^{-5} \quad (6)$$

公式(1)表明,将距离由较高的高程面化算至较低的椭球面时,长度总是减小的;公式(2)则表明,将椭球面上的距离化算至高斯平面时,长度总是增加的。所以两个投影过程对长度变形具有抵偿的性质。如果适当选择椭球的半径,是距离化算到这个椭球面上所减小的数值,恰好等于由这个椭球面化算至高斯平面所增加的数值,那么高斯平面上的距离同实地距离就一致了。这个适当半径的椭球面,就称为“抵偿高程面”。欲使长度综合变形得以抵偿,必须 $\frac{H_m S}{R_A} = \frac{y_m^2}{2R^2} S$;

将推证式(3)时所用的关系和数据代入,则:

$$H = \frac{y^2}{2 \times 6371000} m;$$

式中,若 y 以百公里作单位, H 以米作单

位,则:

$$H = 785y^2 \quad (7)$$

利用式(7)可以确定抵偿高程面的位置。

3 建立公路独立坐标系的方法

建立公路独立坐标系的方法较多,我们通常选择建立独立坐标系的方法有如下几种:

1. 把中央子午线移到公路工程建设地区中央,归化高程面提高到该地区的平均高程面。这样既可以使该测区的高程归化改正和中央地区的投影变形几乎为零,又可保证在离中央子午线 45 km 以内的地区其投影变形的相对误差小于 1/4 万。这种独立坐标系最适合工程建设区的需要,因为工程建设的所辖面积不会太大,东西跨度 90 km 完全可以满足需要。

2. 上面第一种方法对东西向很长的公路不太适合,因为独立坐标系不但要满足测图,而且还要满足施工放样的精度和接近实地的球面长度。在高程变化不大,改正数较小的情况下,最好选择分带投影,在结合部计算出两套成果共用。

3. 选择“抵偿高程面”作为投影面,按高斯正形投影 3° 带计算平面直角坐标。

4. 保持国家统一的椭球面作投影面不变,选择“任意投影带”,按高斯投影计算平面直角坐标。

5. 选择平均高程面作投影面,通过测区中心的子午线作为中央子午线,按高斯投影计算平面直角坐标。

确定独立坐标系的原则是在尽量采用国家标准投影带的基础上,选择以上几种方法之一,使得投影变形最小,计算出的独立坐标系内线路东西两侧最大投影误差小于 0.01 m,满足《公路勘测规范》(JTJ061-99)对边长投影变形的要求即可。

4 结束语

从上述可知,公路控制测量选择坐标系统的根本要求是保证工程区域范围内的投影变形足够小,在此基础上还应尽量应用国家已有的测绘成果,并选择合适的高程抵偿面。在应用国家控制点坐标时,必须要把国家控制点的坐标值转换为公路测量坐标系统的坐标值。测绘成果资料上要详细说明控制成果的基准面、投影带或独立坐标系等,为今后的使用提供依据。(下转第 54 页)

素因根据编图的技术要求进行人工交互式制图综合、编辑。

图形输出一图形有两种输出方式:一是打印输出,直接将图形数据文件通过绘图机打印绘出;二是数据输出,数据输出具有多种通用格式。具体格式如下:

转换接口	GIS 方式 DXF 格式	图形方式 DXF 格式
	ARC/INFO 标准格式	ARC/INFO 公开格式
	SHAPE 格式	E00 格式
	MapINFO 格式	MapGIS 明码格式
	SDTF(国土资源)	
图像格式	GIF TIFF JPEG	
PostScript 输出	印刷菲林输出	

流程,实现了利用计算机制图自动化、半自动化作业和按需获取地理数据的目标过程,从而达到快速编制、出版地图的目的。采用这一工艺流程技术方案,通过编制《溧水县政区图》生产试验与常规计算机编图方案的比较,事实证明:地图精度与数据质量显著提高,很大程度上降低了人工编辑、检查工作量,减少了人为差错率,实际生产效率可提高两倍以上,具有良好的经济效益和社会效益。经课题验收专家组评议,快速编制地图的工艺流程具有较高的推广使用价值。

参考文献

- 1 郭际元,曾文. MapGIS 地理信息系统的二次开发[J]. 测绘信息与工程, 2000. 25(1): 16- 18.

5 结束语

基于基础地理数据快速编制、出版地图的工艺

Discusses the Technology of Map Compilation by Foundation Geography Data

XU Yu-ying, LIU Wen

(Foundational Geography Information Center of Jiangsu Province, Jiangsu Nanjing 210013, China)

Abstract Regarding the subject of map compilation by foundation geography data, this paper elaborated the software's choice, technical route, foundation geography data transformation, map essential factor choices, automatic symbolic technology research and development applications, map compilation application, and the process for map compilation by GIS data.

Key words foundation geography data; map compilation; Arcinfo; MapGIS; technical process

(上接第 42 页)

参考文献

- 1 孔祥元,梅是义. 控制测量学[M]. 北京:测绘出版社,1991.
- 2 栗志海. 公路控制测量[M]. 天津:天津科学技术出版社,2001.

- 3 中华人民共和国交通部. JT J061-99 公路勘测规范[S]. 北京:人民交通出版社,2007.
- 4 张凤举,等. 控制测量学[M]. 北京:煤炭工业出版社,1999.

Discussion for the Establishment Method of Road Control Coordinate System

HU Shi-long, XU Ju-ping

(Anhui Technical Institute of Geological Mapping, Hefei Anhui 230022, China)

Abstract Road control survey in many surveying and mapping industry, in recent years, are using by GPS according to national control survey's methods and requirements. Without the consideration for the survey specificity, there is a great distance between field measurements by total station measured and coordinates inverse calculation. For such the issue, the method for establishment road control measure coordinates is discussed.

Key words control survey; control network; ellipsoid surface; coordinates system; central meridian