

文章编号:1001-1595(2009)03-0189-06

2000 国家大地坐标系椭球参数与 GRS 80 和 WGS 84 的比较

程鹏飞, 文汉江, 成英燕, 王 华

中国测绘科学研究院, 北京 100039

Parameters of the CGCS 2000 Ellipsoid and Comparisons with GRS 80 and WGS 84

CHENG Pengfei, WEN Hanjiang, CHENG Yingyan, WANG Hua

Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China

Abstract : According to the definition of China Geodetic Coordinate System 2000 (CGCS 2000) and defined constants of the ellipsoid adopted by CGCS 2000, the other geometrical and physical parameters of this ellipsoid are derived and compared with that from GRS 80 and WGS 84, respectively. Meanwhile the coordinates and normal gravity on the CGCS 2000 ellipsoid are compared with that on WGS 84 and GRS 80. The difference between the normal gravity on CGCS 2000 ellipsoid and that on GRS 80 is about $-143.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$, while it is $0.02 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ compared to WGS 84. The longitudes of a point on these three ellipsoids are the same, but the maximum difference of latitude between CGCS 2000 and GRS 80 is 8.26×10^{-11} arc seconds, which is about $2.5 \times 10^{-6} \text{ mm}$, and the maximum difference of latitude between CGCS 2000 and WGS 84 is 3.6×10^{-6} arc seconds, which is about 0.11 mm.

Key words : geodetic coordinate system; geocentric coordinate system; CGCS 2000; WGS 84; GRS 80

摘 要: 根据 2000 国家大地坐标系(CGCS 2000)的定义及其所定义的 4 个基本椭球常数,推导 CGCS 2000 椭球的主要几何和物理参数,比较这些参数与 GRS 80 和 WGS 84 椭球相应参数之间的差异,给出 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 及 WGS 84 椭球定义的正常重力值的差异,并分析在 CGCS 2000 及 WGS 84 系下同一点坐标的差异。研究表明:CGCS 2000 椭球上的正常重力值与 GRS 80、WGS 84 椭球上的正常重力值的差值分别约为 $-143.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 和 $0.02 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 。同一点在 CGCS 2000 与 GRS 80 和 WGS 84 下经度相同,纬度的最大差值分别为 $8.26 \times 10^{-11}''$ (相当于 $2.5 \times 10^{-6} \text{ mm}$)和 $3.6 \times 10^{-6}''$ (相当于 0.11 mm)。

关键词: 大地坐标系;地心坐标系;2000 国家大地坐标系;WGS 84;GRS 80

中图分类号: P22 **文献标识码:** A

基金项目: 国家自然科学基金(40874012)

1 引 言

大地坐标系是地球空间框架的重要基础,是表征地球空间实体位置的 3 维参考基准,科学地定义和采用国家大地坐标系将会对航空航天、对地观测、导航定位、地震监测、地球物理勘探、地学研究等许多领域产生重大影响。

20 世纪 80 年代中后期,日臻成熟的卫星大地测量技术尤其是全球卫星导航定位技术几乎取代了传统的测量手段,成为便捷和高效地获取地面点高精度地心坐标的重要手段,为国家采用地心坐标系提供了现实的技术和方法。同时,全球卫星导航定位技术的广泛推广和应用,使各行业和部门对采用地心坐标系提出了迫切的需求。为了适应国民经济和科学技术发展的需要,世界上许多发达和中等发达国家和地区多年前就开始采用地心坐标系,如美国、加拿大、欧洲、墨西哥、澳

大利亚、新西兰、日本、韩国等。我国也于 2008 年 7 月开始启用新的国家大地坐标系——2000 国家大地坐标系。

陈俊勇、魏子卿及宁津生等对采用地心坐标系作为我国的国家大地坐标系进行了深入探讨^[1-5],并分析了采用地心坐标系对现有地形图的影响。陈俊勇介绍了 2000 国家大地坐标系的定义及其采用的大地测量基本常数,并评述了 2000 国家大地坐标系的坐标框架^[1]。

本文扼要介绍了 2000 国家大地坐标系的定义,根据其所采用的 4 个椭球常数,推导了其他主要的几何和物理参数,比较了与 GRS 80 及 WGS 84 椭球的对应参数之间的差异,分析了同一点位在 3 个不同的椭球面上的经纬度之间的差异,估算了 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 及 WGS 84 椭球面上正常重力值的差异。

2 2000 国家大地坐标系的定义

大地坐标系的定义包括坐标系的原点、3 个坐标轴的指向、尺度以及地球椭球的 4 个基本常数的定义。2000 国家大地坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心；2000 国家大地坐标系的 Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向，该历元的指向由国际时间局给定的历元为 1984.0 的初始指向推算，定向的时间演化保证相对于地壳不产生残余的全球旋转，X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面（历元 2000.0）的交点，Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系。采用广义相对论意义下的尺度。2000 国家大地坐标系采用的地球椭球基本常数的定义见表 1。

表 1 CGCS 2000 椭球定义的基本常数
Tab. 1 Defined constants of CGCS 2000 ellipsoid

常数	数值
长半轴 a/m	6 378 137
扁率 f	1/298.257 222 101
地心引力常数 $GM/(m^3/s^2)$	$3.986\ 004\ 418 \times 10^{14}$
自转角速度 $\omega/(rad/s)$	$7.292\ 115 \times 10^{-5}$

3 不同椭球几何参数的比较

表 2 比较了 CGCS 2000、GRS 80 及 WGS 84

表 2 CGCS 2000 椭球、GRS 80 及 WGS 84 椭球基本常数比较
Tab. 2 Comparisons of defined constants among CGCS 2000, GRS 80 and WGS 84

	CGCS 2000	GRS 80	WGS 84
长半轴 a/m	6 378 137	6 378 137	6 378 137
地心引力常数 $GM/(m^3/s^2)$	$3.986\ 004\ 418 \times 10^{14}$	$3.986\ 005 \times 10^{14}$	$3.986\ 004\ 418 \times 10^{14}$
动力形状因子 J_2	—	$1.082\ 63 \times 10^{-3}$	—
自转角速度 $\omega/(rad/s)$	$7.292\ 115 \times 10^{-5}$	$7.292\ 115 \times 10^{-5}$	$7.292\ 115 \times 10^{-5}$
扁率 f	1/298.257 222 101	—	1/298.257 223 563

在实际计算中，根据 e 的初值，经过几次迭代后即可得到最终的 e 值。式(5)中的 q_0 可以采用式(6)的封闭公式或递推公式计算。

$$q_0 = \left(1 + \frac{3}{e'^2}\right) \arctan e' - \frac{3}{e'} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4(-1)^{n+1}n}{(2n+1)(2n+3)} e'^{2n+1} \quad (6)$$

椭球的短半轴 b 由式(7)计算：

$$b = a \sqrt{1 - e^2} \quad (7)$$

椭球的扁率 f 由式(8)计算：

所采用的椭球常数。CGCS 2000 的地心引力常数 GM 采用 IERS 推荐的数值。以下分别比较 GRS 80, WGS 84 及 CGCS 2000 椭球之间的几何参数。

对于 GRS 80 椭球，采用 J_2 作为基本常数之一，因此，需要由 J_2 推导其他几何参数。 J_2 与椭球偏心率之间的关系由式(1)给出，详见 Moritz^[6-7]。

$$J_2 = \frac{e^2}{3} \left(1 - \frac{2me'}{15q_0}\right) \quad (1)$$

公式(1)可改写为

$$e^2 = 3J_2 + \frac{2me'e^2}{15q_0} \quad (2)$$

其中， $m = \frac{\omega^2 a^2 b}{GM}$ ， a, b 分别为椭球的长半轴和短半轴， e 为第一偏心率，由式(3)定义：

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (3)$$

e' 为第二偏心率，由式(4)定义：

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \quad (4)$$

第一偏心率 e 和第二偏心率 e' 之间的联系为 $e' = \frac{e}{\sqrt{1-e^2}}$ 。由于 $be' = ae$ ，可得到求解第一偏心率的递推公式(5)：

$$e^2 = 3J_2 + \frac{4\omega^2 a^3 e^3}{15GM2q_0} \quad (5)$$

$$f = \frac{a-b}{a} \quad (8)$$

以上所列的公式适用于由 J_2 推算其他几何参数。对于 CGCS 2000 和 WGS 84 椭球，扁率作为 4 个基本常数之一，因此，椭球的短半轴可直接由长半轴和扁率推算，然后利用式(1)计算 J_2 。

线性偏心率 E 由式(9)计算：

$$E = \sqrt{a^2 - b^2} \quad (9)$$

两极曲率半径 c 为

$$c = \frac{a^2}{b} \quad (10)$$

由赤道到北极子午弧长为

$$Q = c \int_0^{\pi/2} \frac{d\Phi}{(1 + e'^2 \cos^2 \Phi)^{3/2}} \quad (11)$$

其中, Φ 为纬度,式(11)的积分可利用式(12)的级数展开求解:

$$Q = c \left(\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{3}{4}e'^2 + \frac{45}{64}e'^4 - \frac{175}{256}e'^6 + \frac{11\,025}{16\,384}e'^8 \right) \right) \quad (12)$$

椭球的平均半径有算术平均、与椭球表面积相等的球半径以及与椭球具相同体积的球半径,它们反映了椭球的一些几何特征。

算术平均球半径 R_1 由式(13)计算:

$$R_1 = \frac{a+a+b}{3} = a \left(1 - \frac{f}{3} \right) \quad (13)$$

与椭球表面积相等的球半径 R_2 由式(14)计算:

$$R_2 = c \left(\int_0^{\pi/2} \frac{d\Phi}{(1 + e'^2 \cos^2 \Phi)^2} \right)^{1/2} = c \left(1 - \frac{2}{3}e'^2 + \frac{26}{45}e'^4 - \frac{100}{189}e'^6 + \frac{7\,034}{14\,175}e'^8 \right) \quad (14)$$

表 3 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 和 WGS 84 椭球推导的几何参数比较

Tab. 3 Comparisons of derived geometrical parameters among CGCS 2000, GRS 80 and WGS 84

参数	CGCS 2000	GRS 80	WGS 84
b/m	6 356 752. 314 140 355 8	6 356 752. 314 140 347 4	6 356 752. 314 245 179 5
c/m	6 399 593. 625 864 023 2	6 399 593. 625 864 031 6	6 399 593. 625 758 493 1
e	0. 081 819 191 042 815 8	0. 081 819 191 042 831 8	0. 081 819 190 842 621 5
e^2	0. 006 694 380 022 900 8	0. 006 694 380 022 903 4	0. 006 694 379 990 141 3
e'	0. 082 094 438 151 917 2	0. 082 094 438 151 933 4	0. 082 094 437 949 695 7
e'^2	0. 006 739 496 775 479 0	0. 006 739 496 775 481 6	0. 006 739 496 742 276 4
f	0. 003 352 810 681 182 3	0. 003 352 810 681 18	0. 003 352 810 664 75
$1/f$	298. 257 222 101	298. 257 222 100 882 7	298. 257 223 563
Q	10 001 965. 729 323	10 001 965. 729 323	10 001 965. 729 405
R_1/m	6 371 008. 771 380	6 371 008. 771 380	6 371 008. 771 415
R_2/m	6 371 007. 180 925	6 371 007. 180 925	6 371 007. 180 960
R_3/m	6 371 000. 789 974	6 371 000. 789 974	6 371 000. 790 009

4 不同椭球物理参数的比较

地球椭球的正常位由式(16)给出:

$$U_0 = \frac{GM}{E} \arctan e' + \frac{1}{3} \omega^2 a^2 =$$

$$\frac{GM}{b} \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{e'^{2n}}{2n+1} + \frac{1}{3} m \right) \quad (16)$$

正常引力位 V (重力位减去离心力位) 可以表示为带球谐函数的级数形式:

$$V = \frac{GM}{r} \left(1 - \sum_{n=1}^{\infty} J_{2n} \left(\frac{a}{r} \right)^{2n} P_{2n}(\cos \theta) \right) \quad (17)$$

与椭球具有相同体积的球半径 R_3 由式(15)计算:

$$R_3 = \sqrt[3]{a^2 b} \quad (15)$$

表 3 给出了 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 椭球和 WGS 84 椭球的主要几何参数。可以看出,由于 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 椭球的扁率相差极小,CGCS 2000 椭球的 J_2 比 GRS 80 的 J_2 小 1.677×10^{-10} ,对主要的几何参数的影响极其微小,CGCS 2000 椭球的短半轴比 GRS 80 的短半轴长 $3 \times 10^{-9} m$,CGCS 2000 椭球的第一和第二偏心率比 GRS 80 椭球的小 6×10^{-15} 。

CGCS 2000 椭球的 J_2 比 WGS 84 椭球的 J_2 大 1.095×10^{-11} ,CGCS 2000 椭球的扁率比 WGS 84 椭球的扁率大 1.47×10^{-11} ,CGCS 2000 椭球的短半轴比 WGS 84 椭球的短半轴短 $0.106 mm$,CGCS 2000 椭球的第一和第二偏心率比 WGS 84 椭球大 2×10^{-13} 。

其中, J_2 由定义给出或由基本常数推导,其他的系数 J_{2n} 可以由式(18)计算。

$$J_{2n} = (-1)^n \frac{3e^{2n}}{(2n+1)(2n+3)} \left(1 - n + 5n \frac{J_2}{e^2} \right) \quad (18)$$

在赤道处的正常重力值 γ_e 以及两极处的正常重力值 γ_p 可分别表示为

$$\gamma_e = \frac{GM}{ab} \left(1 - m - \frac{m e' q'_0}{6 q_0} \right) \quad (19)$$

$$\gamma_p = \frac{GM}{a^2} \left(1 + \frac{m e' q'_0}{3 q_0} \right) \quad (20)$$

其中,

$$q'_0 = 3 \left(1 + \frac{1}{e'^2} \right) \left(1 - \frac{1}{e'} \arctan e' \right) - 1 \quad (21)$$

重力扁率为

$$f^* = \frac{\gamma_p - \gamma_e}{\gamma_e} \quad (22)$$

正常重力公式可由 Somilina 公式计算, 见式(23)。

$$\gamma = \frac{a\gamma_e \cos^2 \Phi + b\gamma_p \sin^2 \Phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \Phi + b^2 \sin^2 \Phi}} \quad (23)$$

为便于计算, 可将式(23)改写为

$$\gamma = \gamma_e \frac{1 + k \sin^2 \Phi}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \Phi}} \quad (24)$$

其中,

$$k = \frac{b\gamma_p}{a\gamma_e} - 1 \quad (25)$$

正常重力值可利用式(26)计算。

$$\gamma = \gamma_e \left(1 + f^* \sin^2 \Phi - \frac{1}{4} f_4 \sin^2 2\Phi \right) \quad (26)$$

其中, $f_4 = \frac{1}{2} f^2 + \frac{5}{2} f m$ 。

利用级数展开得到:

$$\gamma = \gamma_e \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} a_{2n} \sin^{2n} 2\Phi \right) \quad (27)$$

其中,

$$\left. \begin{aligned} a_2 &= \frac{1}{2} e^2 + k \\ a_4 &= \frac{3}{8} e^4 + \frac{1}{2} k^2 \\ a_6 &= \frac{5}{16} e^6 + \frac{3}{8} e^4 k \\ a_8 &= \frac{35}{128} e^8 + \frac{5}{16} e^6 k \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

表 4 给出了 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 椭球和 WGS 84 椭球的主要物理参数之间的差异(表中正常重力的单位为 $10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}^2$)。CGCS 2000 采用的地心引力常数 GM 与 WGS 84 椭球采用的数值相同, 但比 GRS 80 采用的值小 $0.582 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$ 。CGCS 2000 椭球上的正常位比 GRS 80 椭球上的正常位小 $9.135 \text{ m}^2/\text{s}^2$, 比 WGS 84 椭球上的正常位大 $3 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{s}^2$; CGCS 2000 椭球赤道上的正常重力值比 GRS 80 的小 $1.44 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}^2$, 比 WGS 84 椭球的大 $2 \times 10^{-13} \text{ m}/\text{s}^2$; CGCS 2000 椭球两极处的正常重力值比 GRS 80 的小 $1.43 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}^2$, 与 WGS 84 的差异小于 $1 \times 10^{-11} \text{ m}/\text{s}^2$; CGCS 2000 的正常重力值平均值比 GRS 80 椭球的小 $1.434 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}^2$, 与 WGS 84 椭球的差异小于 $1 \times 10^{-11} \text{ m}/\text{s}^2$ 。

表 4 CGCS 2000 椭球与 GRS 80 椭球和 WGS 84 椭球的物理参数比较

Tab. 4 Comparisons of derived physical parameters among CGCS 2000, GRS 80 and WGS 84

参数	CGCS 2000	GRS 80	WGS 84
椭球上的正常位/($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$)	62 636 851. 714 9	62 636 860. 850 0	62 636 851. 714 6
J_2	0. 001 082 629 832 257	0. 001 082 63	0. 001 082 629 821 31
J_4	-0. 000 002 370 911 26	-0. 000 002 370 912 22	-0. 000 002 370 911 20
J_6	0. 000 000 006 083 47	0. 000 000 006 083 47	0. 000 000 006 083 46
J_8	-0. 000 000 000 014 27	-0. 000 000 000 014 27	-0. 000 000 000 014 27
m	0. 003 449 786 506 78	0. 003 449 786 003 08	0. 003 449 786 506 84
赤道正常重力值	9. 780 325 336 1	9. 780 326 771 5	9. 780 325 335 9
两极正常重力值	9. 832 184 937 9	9. 832 186 368 5	9. 832 184 937 9
正常重力平均值	9. 797 643 222	9. 797 644 656	9. 797 643 222
纬度 45° 处的正常重力值	9. 806 197 769	9. 806 199 203	9. 806 197 769
f^*	0. 005 302 441 383	0. 005 302 440 112	0. 005 302 441 399
k	0. 001 931 852 619	0. 001 931 851 353	0. 001 931 852 652

5 不同椭球下正常重力及经、纬度比较

图 1 和图 2 分别显示了 CGCS 2000 与 GRS 80 和 WGS 84 正常重力值差异随纬度的变化, 其中正常重力值由式(23)计算, 单位为 $10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$ 。

由图 1 可看出, CGCS 2000 椭球面上正常重力值比 GRS 80 椭球面上的正常重力值小, 在赤道上的差异较大, 为 $-143.54 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$, 在两

极处的差异较小, 为 $-143.059 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$, 两者差异的变化量级约 $0.5 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$ 。

由图 2 可看出, CGCS 2000 椭球面上的正常重力值比 WGS 84 椭球面上的正常重力值稍大, 在赤道上的差异为 $0.02 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$, 在两极处的差异为 $0.004 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$, 两者差异的变化量级约 $0.016 \times 10^{-8} \text{ m}/\text{s}^2$ 。

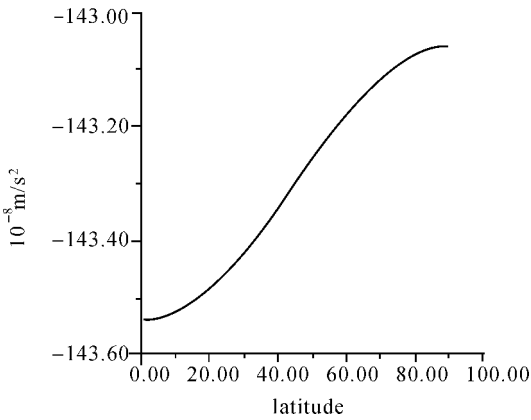


图 1 CGCS 2000 与 GRS 80 椭球面上正常重力值差值
Fig.1 The difference of normal gravity on CGCS 2000 and GRS 80 ellipsoid

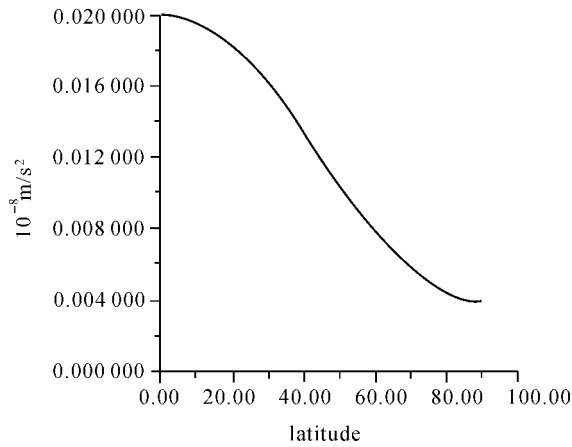


图 2 CGCS 2000 与 WGS 84 椭球面上正常重力值差值
Fig.2 The difference of normal gravity on CGCS 2000 and WGS 84 ellipsoid

不同坐标系下经纬度的变化可以采用对经纬度的微分公式(29)进行估计。

$$\begin{bmatrix} dL \\ dB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\sin L}{N \cos B \rho''} & \frac{\cos L}{N \cos B \rho''} & 0 \\ -\frac{\sin B \cos L}{M \rho''} & -\frac{\sin B \sin L}{M \rho''} & \frac{\cos B}{M \rho''} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tan B \cos L & \tan B \sin L & -1 \\ -\sin L & \cos L & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{N}{M} e^2 \sin B \cos B \rho'' \end{bmatrix} m + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{N}{M a} e^2 \sin B \cos B \rho'' & \frac{(2-e^2 \sin^2 B)}{1-f} \sin B \cos B \rho'' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} da \\ df \end{bmatrix} \quad (29)$$

式中, dX_0, dY_0, dZ_0 分别为坐标系原点在 3 个坐标方向的平移量, $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ 分别为 3 个坐标轴的旋转量, m 为坐标系之间的尺度因子。由于椭球中心与地球质心重合, 坐标轴的指向相同, 因此平移和旋转量均为 0。可以看出, 在不同椭球下, 经度没有变化, 纬度的变化可由式(30)计算。

$$dB = \frac{(2-e^2 \sin^2 B)}{1-f} \sin B \cos B \rho'' \times df \quad (30)$$

其中, B 为纬度, dB 为同一点在不同椭球面上纬度的差异, df 为两个椭球的扁率之差, $\rho = 180 \times 3600 / \pi$ 为弧度秒。同一点在 CGCS 2000 与 GRS 80 下纬度的差异成正弦曲线, 振幅约为 $8.26 \times 10^{-11}''$, 相当于 $2.5 \times 10^{-6} \text{ mm}$, 如图 3 所示。同一点在 CGCS 2000 下与 WGS 84 下纬度的差异成反号的正弦曲线, 振幅约为 $3.6 \times 10^{-6}''$, 相当于 0.11 mm , 如图 4 所示。

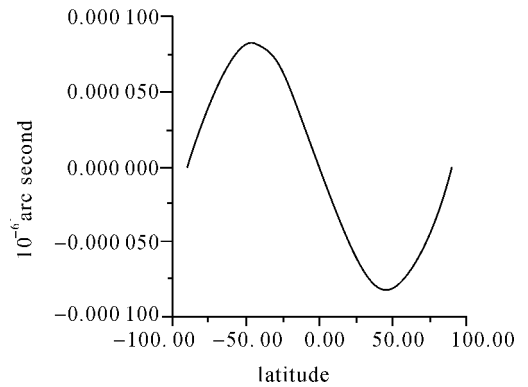


图 3 CGCS 2000 与 GRS 80 下纬度的差异
Fig.3 The difference of latitude on CGCS 2000 and GRS 80 ellipsoid

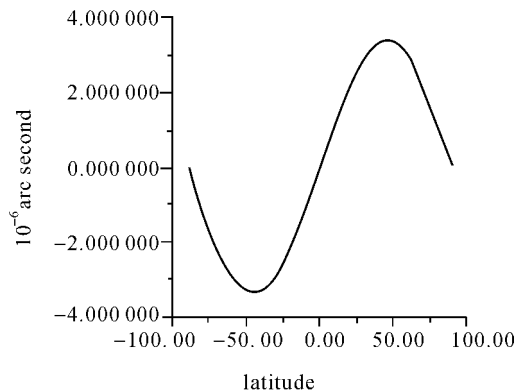


图 4 CGCS 2000 与 WGS 84 下纬度的差异
Fig.4 The difference of latitude on CGCS 2000 and WGS 84 ellipsoid

6 结 论

CGCS 2000 椭球上的正常重力值与 GRS 80 椭球上的正常重力值的差异约为 $-143.54 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 。CGCS 2000 椭球上的正常重力值与 WGS 84 椭球上的正常重力值的差异约为 $0.02 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ 。

同一点在 CGCS 2000 椭球下与 GRS 80 椭球下的经度相同,纬度的最大差值为 $8.26 \times 10^{-11}''$,相当于 $2.5 \times 10^{-6} \text{ mm}$,同一点在 CGCS 2000 椭球和 WGS 84 椭球下经度相同,纬度的最大差值约为 $3.6 \times 10^{-6}''$,相当于 0.11 mm 。这里主要是指椭球参数的不同而引起的同一点经纬度的差异,给定点位在某一框架和某一历元下的空间直角坐标,投影到 CGCS 2000 椭球和 WGS 84 椭球上所得的纬度的最大差异相当于 0.11 mm 。

参考文献:

- [1] CHEN Junyong. Chinese Modern Geodetic Datum—Chinese Geodetic Coordinate System 2000 (CGCS 2000) and Its Frame. [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2008, 37(3): 269-271. (陈俊勇. 中国现代大地基准——中国大地坐标系统 2000 (CGCS 2000) 及其框架[J]. 测绘学报, 2008, 37(3): 269-271.)
- [2] CHEN Junyong. Necessity and Feasibility for a Geocentric 3D Coordinate System Employed in China. [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2003, 32(4): 283-288. (陈俊勇. 关于中国采用地心 3 维坐标系统的探讨[J]. 测绘学

报, 2003, 32(4): 283-288.)

- [3] WEI Ziqing. National Geodetic Coordinate System ; to Next Generation[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2003, 28(2): 138-143. (魏子卿. 我国大地坐标系的换代问题[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2003, 28(2): 138-143.)
- [4] CHEN Junyong. On the Establishment of Chinese Modern Geodetic Coordinate System[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2002, 27 (5): 441-444. (陈俊勇. 我国建立现代大地基准的思考[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2002, 27 (5): 441-444.)
- [5] NING Jinsheng. Modern Geodetic Reference System[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2002, 31: 7-11. (宁津生. 现代大地测量参考系统[J]. 测绘学报, 2002, 31 (增刊): 7-11.)
- [6] MORITZ H. The Geodetic Reference System 1980 [J]. Journal of Geodesy, 2000, 74: 128-133.
- [7] HEISKANEN W A, MORITZ H. Physical Geodesy [M]. San Francisco: W. H. Freeman, 1967.

(责任编辑: 张燕燕)

收稿日期: 2008-11-03

修回日期: 2009-02-02

第一作者简介: 程鹏飞(1964-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事卫星大地测量和大地坐标系方面的研究工作。
E-mail: chengpf@casm. ac. cn

First author: CHENG Pengfei(1964-), male, professor, PhD adviser, main research interests are satellite geodesy and geodetic coordinate system.

E-mail: chengpf@casm. ac. cn

欢迎订阅《测绘学报》

《测绘学报》创刊于 1957 年, 是由中国科协主管, 中国测绘学会主办的反映我国测绘科学技术发展水平的国家级综合性学术刊物, 影响因子和被引频次居中文核心期刊测绘类前列, 是美国《工程索引》(EI) 核心期刊, 并入选中国百种杰出学术期刊、2008 年度中国精品科技期刊和中国科协精品科技期刊工程项目, 是我国最具影响力的测绘期刊之一。

《测绘学报》发表中、英两种文字的论文; 着重报道我国测绘科技最新的重要研究成果及其应用, 内容涉及大地测量、工程测量、遥感、航空摄影测量、地图学、地理信息系统、矿山测量、海洋测绘、地籍测绘、地图印刷、测绘仪器, 信息传输等测绘学科及其相关相邻学科。多次荣获中国科协的优秀学术期刊奖, 被多个国际检索系统所收录。

《测绘学报》设有测绘快报、学术论文、博士论文摘要、博士后工作动态等栏目。

《测绘学报》(双月刊), 定价: 15.00 元, 邮发代号: 2-224。

编辑部地址: 北京复外三里河路 50 号, 邮编: 100045, 电话: 010-68531192(金英), 010-68531317(兼传真)

本刊现已开通《测绘学报》网站: <http://xb.sinomaps.com>, 欢迎查询。