

文章编号: 1001—1749(2011)03—0346—04

2000 国家大地坐标系在区域重力调查中应用探讨

杨亚斌, 韩革命, 梁 萌

(中国地质科学院 物化探研究所, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 简要介绍了 2000 国家大地坐标系及其框架, 分析了 1954 年北京坐标系在区域重力调查工作中存在的问题, 并根据国家测绘局对于推广使用 CGCS2000 的政策要求, 就区域重力调查工作中推广使用可能面临的问题进行了详细的论述, 并探讨性地提出了在过渡期逐步实施 CGCS2000 坐标系的解决方案及建议。应积极采取有效方法, 就有关 CGCS2000 坐标系在区域重力调查工作中的技术问题进行详细探讨和研究, 进而开发管理系统, 推进区域重力调查技术进步。

关键词: CGCS2000; 1954 北京坐标系; 大地坐标系; 坐标转换; 区域重力调查

中图分类号: P 22 **文献标识码:** A

0 前言

国家测绘局 2008 年 6 月 18 日发布公告: 我国自 2008 年 7 月 1 日起, 启用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000)。2000 国家大地坐标系与现行国家大地坐标系转换、衔接的过渡期为八年至十年。现有各类测绘成果, 在过渡期内可沿用现行国家大地坐标系, 但在 2008 年 7 月 1 日后新生产的各类测绘成果, 应采用 2000 国家大地坐标系。

从公告看出, CGCS2000 系统必将取代 1980 西安坐标系 (XA-80) 和 1954 年北京坐标系 (BJ-54)。而目前在区域重力调查工作中, 仍然采用 1954 年北京坐标系, 这就影响了区域重力调查成果的准确性及精度, 从而影响这项基础地质工作为经济建设服务的效果。如何把握时机, 在区域重力调查工作中逐步推广使用 CGCS2000 坐标系, 并分析、处理在使用新坐标系中可能出现的问题, 是我们亟待解决的任务。

1 1954 年北京坐标系

建国初期, 为了迅速开展经济建设, 根据当时

具体情况, 建立了以原苏联 1942 年坐标系为起算坐标的全国坐标系。但随着科技的发展、国家的经济及国防建设需求, BJ-54 坐标系的缺陷越来越明显, 具体表现在以下几个方面:

(1) 采用的克拉索夫斯基椭球参数误差较大, 与现代精确值相比, 长半轴差了约 100 m, 扁率的倒数相差了约 5×10^{-2} 。

(2) 参考椭球参数少, 只有长半轴和扁率, 不包含表示地球物理特性的参数, 不能满足现代测量工作需要。

(3) 椭球定位所确定的参考椭球面, 与我国似大地水准面拟合较差, 呈西高东低的系统性倾斜, 东部高程异常最大达 67 m。

(4) 椭球定向不十分明确, 椭球的短半轴既不指向国际通用的 CIO(协议国际圆点) 极, 也不指向目前我国使用的 JYD(极圆点) 极。

(5) 精度差。观测设备差, 未经过全国整体平差, 有明显的坐标积累误差。

基于以上的缺陷, 1978 年我国重新对全国天文大地网施行整体平差, 并且建立了新的国家大地坐标系统, 即 1980 西安大地坐标系统。但由于种种原因, 1980 西安大地坐标系并没有在区域重力调查中得到有效应用。

基金项目: 国家“863”课题(2008AA06Z104); 国家地质矿产调查评价项目(1212010050235)

收稿日期: 2010-11-08

改回日期: 2011-03-18

2 2000 国家大地坐标系(CGCS2000) 及其框架

1954 年北京坐标系和 1980 西安坐标系 ,都是根据局部大地水准面最为密合的参考椭球定位的参心大地坐标系。该坐标系因受当时科学技术的制约 ,其精度低 ,无法满足当前及今后空间测量技术发展的要求。

鉴于中国经济、社会和科学技术的发展需求 ,我国政府决定采用地心三维大地坐标系统 ,建立起具有现代意义的 CGCS2000 坐标系作为国家法定的坐标系。CGCS2000 坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心; CGCS2000 坐标系的 Z 轴由原点指向历元 2000. 0 的地球参考极的方向 ,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。

(1) CGCS2000 采用的地球椭球参数。

长半轴:

$$a=6\,378\,137\,\text{m}$$

扁率:

$$f=1/298.257222101$$

地心引力常数:

$$GM=3.986\,004\,418\times10^{-14}\,\text{m}^3\,\text{s}^{-2}$$

自转角速度:

$$\omega=7.292\,115\times10^{-5}\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

(2) CGCS2000 的坐标框架。

CGCS2000 的坐标框架由两部份组成: ①全球导航卫星系统(GNSS) 国家级连续运行站网(以下简称国家 CORS 系统) ; ②2000 国家高精度大地控制网。

在我国 ,目前行业性的、局域性的 GNSSCORS 系统很多 ,但至今还没有建立起面向全国的 ,为全国各行各业服务的国家级的 CORS 系统及其资源的共享平台。

国家高精度大地控制网 CGCS2000 的坐标框架已初步建成。它包括两部份:

(1) 我国高精度 2000 国家 GPS 大地网 ,GPS 网点为 2 542 个。平差后该网点的地心坐标在 ITRF97 坐标框架内 ,历元为 2000. 0 时的点位中误差约 $\pm 3\,\text{cm}$ 。通过它和具有近五万大地点的全国天文大地网进行两网联合平差 ,将后者纳入三维地心坐标系 ,并提高它的全国天文大地网的精度和现势性。

(2) 2000 国家重力基本网 ,该网由 259 点组成 ,其中重力基准点 21 个 ,重力基本点 126 个和重力引点 112 个。

由此可见 ,CGCS2000 的科学性、先进性、和实用性是显而易见的。它符合 IERS 标准 ,符合大地基准的发展趋势 ,属于现代意义上的大地测量基准。与 1954 年北京坐标系相比 ,CGCS2000 采用地心坐标系作为参照系 ,其定位和定向更加精确。大地控制网坐标框架采用先进的空间技术建立 ,经过了全国天文大地网的联合平差 ,精度极高 ,并且具有时间属性 ,是动态的大地测量基准。

CGCS2000 适宜于卫星定位和导航 ,能够满足当前及未来我国经济建设和国防建设等社会发展对大地坐标系的需求。BJ—54、XA—80、CGCS2000、WGS—84 坐标系对照表见表 1。

3 区域重力调查中坐标系存在的问题

在区域重力调查中 ,一直采用1954年北京坐

表 1 坐标系参数对照表
Tab. 1 Comparative table of coordinate system parameters

| 项 目 | BJ—54 | XA—80 | CGCS2000 | WGS—84 |
|-------------|----------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| 坐标系类型 | 参心 | 参心 | 地心 | 地心 |
| 定向 | 苏联的普尔科夫 | 1968.0JYD. 地极原点方向 | 历元 2000. 的地球参考极的方向 | BIH1984. 0 定义的协议地球极方向 |
| 椭球 | 克拉索夫斯基 | IAG—75 | CGCS2000 | WGS—84 |
| 椭球长半轴参数(m) | 6378245 | 6378140 | 6378137 | 6378137 |
| 椭球扁率 | 1/298. 3 | 1/298. 257 | 1/298. 257222101 | 1/298. 257223563 |
| 时间因子 | 无 | 无 | 参考历元 2000. 0 | 参考历元 1984. 0 |
| 基础观测方式 | 传统三角测量 | 传统三角测量 | GPS 静态测量 | GPS 静态测量 |

标系作为实施勘探及提供成果的坐标基准。随着国家对 CGCS2000 坐标系的推行,届时,国家测绘局将不再提供 1954 年北京坐标系测绘成果,这将使得区域重力调查面临无法获取起算数据,无法组织生产的困境。其实,在目前的区域重力调查中,1954 年北京坐标系存在的问题,已经严重地影响到了生产组织及测量精度,具体表现在:

(1) 基本公式不够科学、先进。在以往的区域重力调查中,应用的计算公式是基于克拉索夫斯基椭球的参心坐标系,由于克拉索夫斯基椭球参数误差较大,故其计算公式也存在较大误差。与 CGCS2000 坐标系下的公式相比,其科学性、先进性有较大差距。

(2) 相对高程精度降低。区域重力调查最终成果,采用了 1954 年北京平面坐标系和 1985 国家高程基准。通常在野外工作中采用 GPS 测量,得到的是 WGS84 坐标系下的测量数据,其高程为大地高。各物理点的高程精度依赖于 GPS 测量的定位精度,一般都能达到几厘米,各点之间的相对高程精度较高。当 WGS84 坐标系转换为 1954 年北京平面坐标系时,由于 1954 年北京平面坐标系精度较低,会降低各点之间的相对高程精度,从而影响区域重力调查总精度。

(3) 地形改正精度低。1954 年北京平面坐标系成果,由于未经过全国整体平差,所以有明显的坐标累积误差。而现用重力数据库中的高程数据为 1954 年北京坐标系下的,用其进行地形改正的精度也低。另外,青藏高原部份 1:50 000 图幅之间高程数据拼接还出现台阶,使得该区域的重力调查工作的地形改正误差放大。

(4) 三角点标志受破坏严重。因为 1954 年坐标系下的国家基础三角网建立于上个世纪五六十年代,随着国家建设的飞速发展,很多三角点标志被挪动或者毁坏。并且三角点的可靠性及兼容性差,难以保证区域重力调查工区内有足够且可靠的控制点,用于野外工作测量的起算数据。

4 启用 CGCS2000 坐标系的方案

现行的《区域重力调查规范》要求使用 1954 年北京坐标系的原因,主要是为了保证重力资料的规范统一。重力勘探与坐标系是密切相关的,敏感性高。从野外施工到资料处理,再到解释推断,都离不开坐标系。区域重力调查坐标系的改变就必须是科学的、系统的。该如何解决 1954 年北京坐

标系与 CGCS2000 坐标系的转换问题呢?经过多方调研、研究及探讨,总结出以下方案:

(1) 研究 CGCS2000 坐标系下的重力改正公式。重力勘探与坐标系是密切相关且敏感的,坐标系的变化对重力勘探成果影响较大。基本的正常重力公式、布格改正公式等,都必须在新的 CGCS2000 坐标系下重新推导,使得重力勘探的基本公式更科学、更先进,更能反映真实的重力场。从而提高工作质量及效率,适应经济社会发展的需要。

(2) 开发新的基于 CGCS2000 坐标系下的重力管理系统。坐标系统是重力勘探的基础,坐标系的改变也必然要求改变现有的重力管理系统,以适应新条件下的区域重力调查工作。新的重力管理系统的建立,可分三个部份:①野外施工数据采集、整理软件系统;②数据处理、解释软件系统;③区域重力调查成果的管理与服务系统软件。

(3) 高程数据库。重力管理系统包括重力数据库和高程数据库。高程数据库可利用现已商业化的卫星 DEM 数据,替换现使用的地形图读图高程数据,以提高高程数据整体精度,从而提高中区及远区地形改正精度。先进行小范围试验,全方位评估卫星 DEM 数据的可靠性、准确性,再根据结果决定是否全面替换。

(4) 已有资料向 CGCS2000 转换。对于已有的重力资料,可以进行整体坐标转换,使其与 CGCS2000 坐标系下的新重力资料实现无缝衔接。①点位坐标成果转换:1954 年北京坐标系向 2000 国家大地坐标系转换改正量计算采用两步法:首先计算 1954 年北京坐标系转换向 1980 西安坐标系转换改正量,其次计算 1980 西安坐标系向 2000 国家大地坐标系转换改正量,最后将两改正量叠加形成 1954 年北京坐标系向 2000 国家大地坐标系转换坐标转换改正量;②图件成果资料转换。图件应该按比例尺、分类进行整理,首先进行椭球体变换,再利用对应的比例尺图幅区域的 X 坐标、Y 坐标平移量进行坐标平移。

(5) CGCS2000 坐标系下的重力管理系统全面实施。从项目申请立项开始,到设计编写及野外工作,再到最终的勘探成果资料,全部在 CGCS2000 坐标系下的重力管理系统下完成,实现区域重力调查成果的系统化、标准化。使区域重力调查成果上一个新台阶,为社会提供更高标准的服务。

当然,要在区域重力调查中推广使用 CGCS2000,并不仅仅是技术上的问题,可能更多的需要有关单位的通力协作,详细部署,分阶段实施。

5 结束语

根据国家的政策要求,CGCS2000 坐标系必然会在全国各行各业得到推广和应用。而航空、测绘、建筑、桥梁、公路等行业,已经逐步开始使用 CGCS2000 坐标系。区域重力调查也应该紧跟科技发展的时代潮流,积极采取有效方法,实现 BJ—54 坐标系向 CGCS2000 坐标系的过渡,以提高勘探成果水平,拓展应用领域。

作者在这里探讨此问题,目的是希望能引起有关主管方面的高度关注,并获得强有力的支持和协助,就有关技术问题进行详细探讨和研究,进而开发管理系统,解决区域重力调查应用 CGCS2000 坐标系问题,全面推进区域重力调查进步,以适应社会发展和全球测绘成果一体化的需要。

参考文献:

[1] 国家测绘局. 国家测绘局公告 2008 年第 2 号[R]. 中

国测绘报 2008 年 6 月 27 日.

- [2] 陈俊勇. 中国现代大地基准——中国大地坐标系统 2000(CGCS2000)及其框架[J]. 测绘学报, 2008, 37(3): 269.
- [3] 王艳梅, 李秀山, 孙旭民. CGCS2000 国家大地坐标系在石油勘探领域的推广应用研究[J]. 物探装备, 2010, 20(2): 83.
- [4] 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.
- [5] 宁津生. 现代大地测量参考系统[J]. 测绘学报, 2002, 31(增刊): 10.
- [6] 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.
- [7] 魏子卿. 关于 2000 中国大地坐标系的建议[J]. 大地测量与地球动力学, 2006, 26(2): 1.
- [8] 程鹏飞, 文汉江, 成英燕, 等. 2000 国家大地坐标系椭圆参数与 GRS 80 和 WGS 84 的比较[J]. 测绘学报, 2009, 38(3): 189.

作者简介: 杨亚斌(1965—), 男, 高级工程师, 现主要从事重力勘查工作。

征 订 启 事

《物探化探计算技术》期刊是四川省教育厅主管、成都理工大学与中国地质科学院物化探研究所联合主办的科学技术刊物。本刊主要刊登的内容有: 地球物理、地球化学、遥感地质、数学地质、矿床地质、能源地质、水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质等探测与信息处理的新理论、新方法、新技术和计算机技术及其应用。

《物探化探计算技术》期刊融学术性与技术性于一体, 理论与实践并重、兼顾普及与提高, 旨在促进地球探测、信息处理的新理论、方法、技术的应用, 发展和推动地质勘查、信息处理的理论、方法, 全方位地为国民经济建设各部门服务。

《物探化探计算技术》期刊不仅是地学领域内从事教学、科研、生产的科技工作者和管理人员的益友, 同时也为其它学科领域的广大科技人员提供参考与借鉴。

《物探化探计算技术》期刊为双月刊, 国内、国外公开发行, 每单月末在成都出版, 每年十月在全国各地邮局征订, 亦可直接向本刊编辑部订阅或向天津市陈塘庄(邮编: 300220) 半导体杂志社联订服务部直接汇款订阅, 不必索取订单。《物探化探计算技术》期刊同仁愿竭诚为广大读者服务, 并切望广大新、老读者届时前往当地邮局或来信函《物探化探计算技术》期刊编辑部和半导体杂志社联订服务部办理 2012 年的订阅手续, 请勿错过订期。如已漏订者, 请随时与《物探化探计算技术》期刊编辑部联系, 破年或当年订均可, 款到即可寄刊。《物探化探计算技术》期刊每期订价: 10.00 元; 年订价: 60.00 元; 邮发代号: 62—35; 全国统一刊号: CN51—1242/P; 国际标准刊号: ISSN 1001—1749。

在《物探化探计算技术》编辑部订阅, 汇款办法为邮局汇款。

邮局汇款:

地址: 四川省、成都市、成都理工大学内《物探化探计算技术》编辑部

邮政编码: 610059; 联系电话: (028) 84078995

《物探化探计算技术》编辑部

and exploitation, Chengdu Sichuan 610059, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 331

Complex fault oil field is an important kind of oil field in development of Chinese oil field, the structure of this kind of reservoir is complicated with strong elusiveness and is difficult to describe. Liuxi oilfield belongs to complex fault block reservoir because of its characteristics such as highly developing faults, complicated structures and obvious heterogeneity. The software Petrel is used to build its three-dimensional structure model based on 3D seismic data interpretation and the combination with drilling, logging and stratigraphic correlation data, to analysis the crosscutting relationship of the faults on scope, which make the structure feature of the study area more accurately. By use of facies-controlled-kriging reservoir parameters modeling software and facies-controlled-kriging modeling technology, the reservoir parameters model is constructed under the constraints of sedimentary facies and fluid facies. Through using of facies-controlled-kriging modeling technology, adding virtual wells and retrieving the error when predicting the interwell reservoir parameters caused by less of actual well, the structure of the oilfield, heterogeneity property and oil-water distribution are displayed, which have provided basis for the coming reservoir study such as precise reservoir numerical stimulation.

Key words: geology modeling; structure model; reservoir parameters model; facies-controlled-kriging

EVALUATION ON TOTAL AND AVAILABLE CONTENT OF MICRO-ELEMENTS IN PURPLE SOIL OF SANCHI TOWN IN JIANYANG CITY OF SICHUAN PROVINCE

XU Wei¹, LIU Ying-ping^{1,2}, PENG Pei-hao¹, et al. (1. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Sichuan Institute of Geological Survey, Chengdu Sichuan 610081, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 335

Taking total and available content of B, Mn, Zn, Cu, Mo elements, content of organic matter and pH value in purple soil of the land consolidation area, Shacha Town, Jianyang city as data base, this paper analyzed the content features of micro-elements in soil, and carried out classification evaluation on available content of these elements. Combining with the correlation between elements' available content and their total content, and organic matter's content, and pH value, the nutrient management suggestions for the study area made. The study indicated that the total content of micro-elements and available content of Mn in the purple soil of this area are relatively normal, while the available content of B, Zn, Cu, Mo elements is badly lacking. Therefore, fertilizer contain-

ing these four elements should be increased in the growth of crops to enhance the agricultural productivity.

Key words: purple soil; micronutrient elements; total content; available content; sancha town; Jianyang city

STUDY OF HIGH-RESOLUTION SBP EXPLORATION FOR SEA SAND RESOURCES IN THE ZHOUSHAN OFFSHORE

ZHAO Tie-hu¹, LI Jun¹, ZHANG Yi-biao² (1. Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China; 2. No. 1 Marine Geological Investigation Party, Shanghai Offshore Petroleum Bureau, SINOPEC, Shanghai 201208, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 340

Based on the geological interpretation of sub-bottom profiling which was acquired in study area, The paper divided the shallow strata (or sub-strata) into 4 units with contrasting to drilled data, and have further understanding of the frame of shallow strata in surveying area. Some geological structures which developed in the seafloor such as sand ridges, deposits of tidal channel, sand waves or mat, and those buried under the seafloor are studied in depth, and the discussion to origin of sand resource and supplying of sediments revealed that the sand bodies has characteristics of near-sources deposition and rapid accumulation.

Key words: high-resolution SBP; shallow strata; sea sand resources; Zhoushan offshore

THE DISCUSSION ON CGCS2000 APPLYING TO THE REGION GRAVITY SURVEY

YANG Ya-bin, HAN Ge-ming, LIANG Meng (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration CAGS Langfang, Hebei 065000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(3): 346

This paper briefly introduces China geodetic coordinate system 2000 and frame, and also analyzes the influence of Beijing 54 coordinate system on regional gravity survey. On the basis of policy that State Bureau of Surveying and Mapping requires to promote CGCS2000, this paper discusses the new problems on regional gravity survey, and puts forward the solution and suggestion on implementation of CGCS2000. It is proposed that some active and effective approaches should be taken to apply the relevant CGCS2000 coordinates to the work of the regional gravity survey in detailed the technical aspects of exploration and research, and the management system should be developed to promote the regional gravity survey of technological progress.

Key words: CGCS2000; Beijing1954 coordinate system; geodetic coordinate system; coordinate transformation; region gravity survey