

文章编号: 1001—1749(2011) 01—0051—05

大地坐标系与投影坐标系

高德章

(中国石油化工股份有限公司 上海海洋油气分公司研究院, 上海 200120)

摘 要: 在物探化探工作中, 所有的测点在陆地、海洋、空中均有它唯一的空间位置。在工作的不同阶段, 测点位置按工作设计要求采用不同的方式予以标示。在实地观测时, 测点定位采用全球定位系统 GPS(DGPS), 由大地坐标系的大地坐标标示测点位置。在展示工作成果时, 则采用投影坐标系的平面直角坐标标示测点位置。这里介绍了大地坐标系、常用投影坐标系的建立与特征, 投影坐标系的选择与应用, 不涉及具体的计算公式。

关键词: 大地坐标; 投影坐标; 平面直角坐标; 等角投影
中图分类号: P 226⁺. 3 **文献标识码:** A

0 前言

在物探化探工作中, 陆地采用点测方式进行测点观测或采样, 而海洋物探与航空物探, 则采用连续作业的方式进行观测记录, 然后按工作设计要求在室内进行测点观测成果采集。所有的测点在陆地、海洋、空中, 均有它唯一的空间位置。在工作的不同阶段, 按工作设计要求采用不同的方式予以标示。

当今, 实地观测时测点空间位置的确定, 基本上均会采用全球定位系统 GPS(Global Positioning System)或 DGPS(差分 GPS) 进行定位, 获取每一个测点的空间位置, 采用大地坐标系的大地坐标予以标示^[1]。在工作最终阶段, 成果则以平面形式进行展示, 此时的测点位置则采用投影坐标系的平面直角坐标予以标示。

1 大地坐标系^[1, 2]

在大地测量中, 通常选择一个旋转椭球来代表地球, 称其为地球椭球。图 1 为地球椭球示意图, 其中实线椭圆表示地球椭球, 虚线椭圆表示大地水

准面, 实折线表示地球表面, 横直线代表地球椭球的长轴 (一半即为长半径), 竖直线代表地球椭球的短轴 (一半即为短半径)。依据地球椭球的二个参数: 长半径 a 和扁率 α , 即可确定地球椭球的形状。

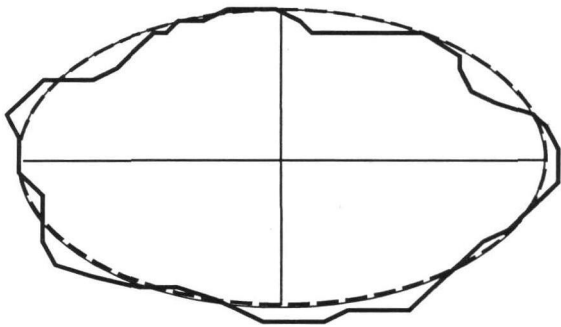


图 1 地球椭球示意图
Fig 1 Earth ellipsoid

大地坐标系是指空间一点的位置以大地坐标, 即大地经度 L (过该点的子午面与起始子午面间的夹角)、大地纬度 B (过该点的地球椭球法线与赤道面的夹角)、大地高 H (该点沿地球椭球法线到地球椭球面的距离) 来表示。

基于地球椭球参数和原点位置的不同, 定义不同的大地坐标系。

1.1 世界大地坐标系

基于整个地球的大地水准面,选定地球椭球参数建立的大地坐标系称其为世界大地坐标系。1984年建立的世界大地坐标系(WGS-84),原点位于地球质心,为全球地心坐标系,采用的地球椭球参数为:

长半径 $a=6378137\text{ m}$
扁率 $\alpha=1/298.257223563$
采用 WGS-84 大地坐标系标示测点位置时,相应的正常重力值计算式为:

$$\Delta g = 978032.67714 \times \frac{1 + 0.00193185138639 \sin^2 B}{(1 - 0.00669437999013 \sin^2 B)^{1/2}} \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$$

式中 B 为测点大地纬度。

1.2 国家坐标系

各个国家和地区,从局部地区的大地水准面考虑选定地球椭球参数,并进行定位、定向建立自己的国家坐标系,为适用于局部地区的一种大地坐标系,此时的地球椭球也称为参考椭球。

我国的国家坐标系有三种:

(1) 1954 年北京坐标系,简称北京 54。由前苏联 1942 年大地坐标系(原点:普尔科夫、参考椭球:克拉索夫斯基椭球),经联测平差引伸进我国,坐标原点:北京。参考椭球体面与大地水准面,在我国符合较差。

参考椭球是克拉索夫斯基椭球,其参数为:

长半径 $a=6378245\text{ m}$
扁率 $\alpha=1/298.3$

(2) 1980 年西安大地坐标系,简称西安 80。坐标原点为陕西西安泾阳县永乐镇某点。参考椭球体面与大地水准面,在我国符合较好。

参考椭球是 1975 国际椭球,其参数为:

长半径 $a=6378140\text{ m}$
扁率 $\alpha=1/298.257$

(3) 2000 国家大地坐标系,简称 2000 坐标系。坐标原点为地球质心,为全球地心坐标系在我国的实现,采用的参考椭球参数为:

长半径 $a=6378137\text{ m}$
扁率 $\alpha=1/298.257222101$
该坐标系自 2008 年 7 月 1 日起启用。

1.3 大地坐标的标示方式

大地坐标的标示方式:

(1) 大地经度 L : 从通过格林威治天文台子午面起算,向东:东经 0° 至 180° ;向西:西经 0° 至 180° 。我国各地经度均为东经。

(2) 大地纬度 B : 从赤道面起算,向北极:北纬 0° 至 90° ;向南极:南纬 0° 至 90° 。我国各地纬度均为北纬。

(3) 高程 H : 从高程起算面起算,向上为正值,向下为负值。我国高程起算面的水准原点,位于青岛市观象山山洞。我国采用过二个国家高程系:1956 年黄海高程系和 1985 年国家高程系。1956 年黄海高程系高程 $-0.029\text{ m}=1985$ 年国家高程系高程。

采用 GPS 或 DGPS 定位获得的测点空间位置均为大地坐标,选用那一个大地坐标系,依据工作设计可在 GPS 或 DGPS 定位设备上进行选择。上述各类大地坐标之间可以相互换算。

2 投影坐标系^[3]

在实际工作中,物探化探成果均需按一定的比例尺,以平面图的形式予以展示。大地坐标系中的测点大地坐标,是在地球表面上进行标示,此时必须将测点的大地坐标,按一定的要求进行投影,从而能够展示为一个平面,工作成果能以平面图的形式展现出来。将测点的大地坐标转换成某一个投影坐标系的投影坐标,称其为投影变换。

依据选择的投影面类别,投影时不变的参量,定义不同的投影坐标系。它们均为平面直角坐标系, X 轴正向指向北, Y 轴正向指向东,测点位置以平面直角坐标 X 、 Y 值予以标示。

定义投影坐标系的因素选择有:

- (1) 投影面: 椭圆柱面、圆柱面、圆锥面。
 - (2) 投影面方位: 正轴、横轴。
 - (3) 地球椭球面与投影面相关关系: 相切、相割。
 - (4) 投影前后不变的参量: 角度、长度、面积。
- 物探化探工作中常用的投影坐标系见表 1。

表 1 常用投影坐标系一览表

Tah 1 Common projective coordinate

投影坐标系名称	英文简称	专业名称	地球
高斯 ~ 克吕格投影	Gauss	等角横轴切圆柱投影	参考椭球
通用横轴墨卡托投影	UTM	等角横轴割圆柱投影	参考椭球
墨卡托投影	Mercator	等角正轴圆柱投影	参考椭球
兰勃脱投影	Lambert	等角正轴割圆锥投影	参考椭球

2 1 高斯~克吕格投影

高斯~克吕格投影, 简称高斯投影, 为等角横轴切圆柱投影。该投影采用投影面为横置的椭圆柱面, 将其套在地球椭球的外面, 并保持椭圆柱面与地球椭球面相切, 投影前、后经线与纬线的夹角不变形。图 2 为高斯投影示意图。在图 2 中: 粗虚线表示投影面 (椭圆柱面), 虚线表示子午线、赤道, 实线表示参考椭球。

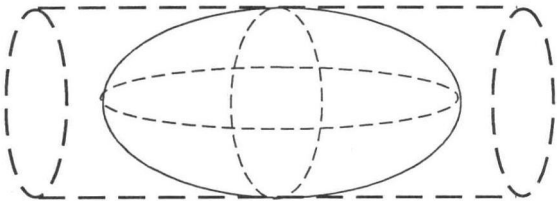


图 2 高斯投影示意图
Fig 2 Gauss projective

图 3 为 6°带高斯投影平面直角坐标系示意图。在图 3 中: 竖直实线为中央子午线, 坐标系的纵轴 (X 轴), 正向指向北; 横直实线为赤道, 坐标系的横轴 (Y 轴), 正向指向东; 纵横轴交点为坐标原点; 粗虚线为经线; 细虚线为纬线。

- 该投影特点:
- (1) 中央子午线和赤道为相互垂直的直线, 它们为该投影的对称轴。
 - (2) 中央子午线投影后无长度变形。
 - (3) 遵循等角原则, 投影后无角度变形。

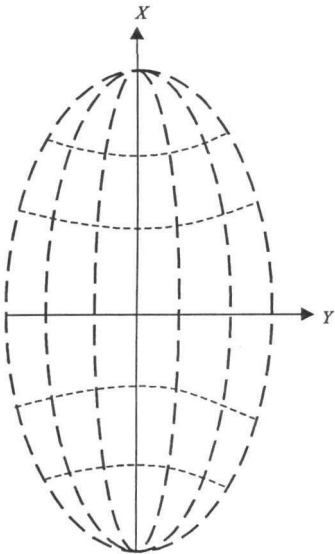


图 3 高斯投影平面直角坐标系示意图
Fig 3 Gauss projective

2 2 UTM 投影

UTM 投影, 全称为通用横轴墨卡托投影, 是等角横轴割圆柱投影。该投影采用的投影面为横置的椭圆柱面, 将其套在地球椭球的外面, 椭圆柱面与地球椭球面相割, 投影前后经线与纬线的夹角不变形。图 4 为 UTM 投影示意图。在图 4 中: 粗虚线表示投影面 (椭圆柱面), 虚线表示子午线、赤道, 实线表示参考椭球。中央子午线二侧 1°40' 经度处, 椭圆柱面与地球椭球面相割。此投影适用于南纬 80°至北纬 84°之间区域。其特征与高斯投影相同 (参见图 3), 只是中央子午线投影长度比等于 0.9996 不等于 1。高斯投影坐标值 $\times 0.9996 =$ UTM 投影坐标值。

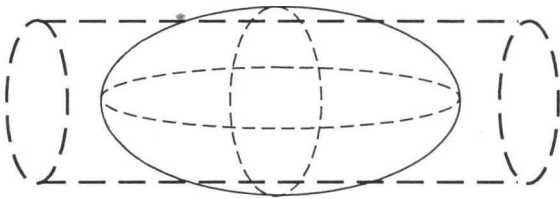


图 4 UTM 投影示意图
Fig 4 UTM projective

2 3 墨卡托投影

墨卡托投影, 为等角正轴圆柱投影。该投影采用的投影面为直立圆柱面, 将其套在地球椭球的外面, 圆柱面与地球椭球面相割或相切, 投影前后经线与纬线的夹角不变形。图 5 为圆柱面与地球椭球面相割状态的墨卡托投影示意图。在图 5 中: 粗虚线表示投影面 (圆柱面), 虚线表示子午线、赤道, 实线表示参考椭球。

图 6 (见下页) 为墨卡托投影平面直角坐标系示

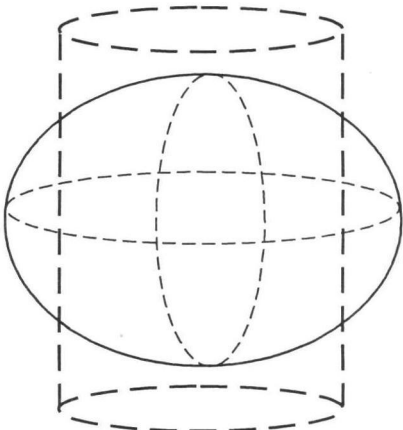


图 5 墨卡托投影示意图
Fig 5 Mercator projective

意图。在图 6 中: 竖直实线为中央子午线, 坐标系的纵轴 (X 轴), 正向指向北; 横直实线为赤道, 坐标系的横轴 (Y 轴), 正向指向东; 纵横轴交点为坐标原点; 竖直虚线为经线; 横直虚线为纬线。

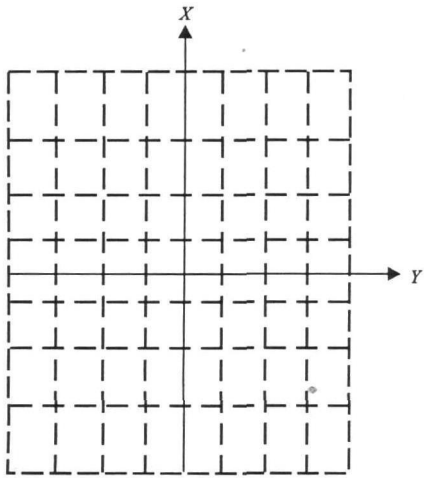


图 6 墨卡托投影平面直角坐标系示意图

Fig 6 Mercator projective plane rectangular coordinate system

该投影特点:

- (1) 中央子午线和赤道为相互垂直的直线, 它们为该投影的对称轴。
- (2) 经线为平行直线, 等间隔排列; 纬线也为平行直线, 横轴二侧不等间隔对称排列。
- (3) 经线与纬线相互垂直。
- (4) 遵循等角原则, 投影后无角度变形。
- (5) 地球椭球面与圆柱面相割或相切处的纬线, 称为标准纬线, 投影后无长度变形。

2 4 兰勃脱投影

兰勃脱投影, 为等角正轴割圆锥投影。该投影采用的投影面为直立圆锥面, 将其套在地球椭球的外面, 圆锥面与地球椭球面相割, 投影前后经线与纬线的夹角不变形。图 7 为兰勃脱投影示意图。在图 7 中: 粗实线表示投影面 (圆锥面), 虚线表示

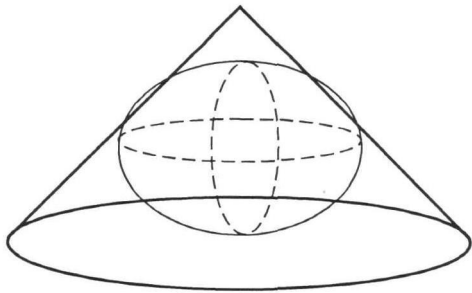


图 7 兰勃脱投影示意图

Fig 7 Lambert projective

子午线、赤道, 实线表示参考椭球。

图 8 为兰勃脱投影平面直角坐标系示意图。在图 8 中: 竖直实线为中央子午线, 坐标系的纵轴 (X 轴), 正向指向北; 横直实线为作图区域最低纬线, 坐标系的横轴 (Y 轴), 正向指向东; 纵横轴交点为坐标原点; 放射状虚线束为经线; 同心圆弧虚线为纬线。

该投影特点:

- (1) 经线呈放射状直线束; 纬线呈同心圆弧。
- (2) 地球椭球面与圆锥面相割处纬线, 称为标准纬线, 投影后无长度变形。
- (3) 遵循等角原则, 投影后无角度变形。

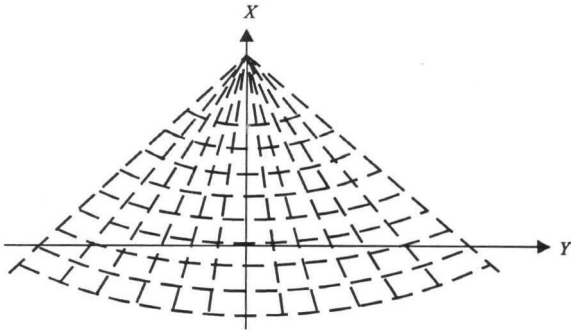


图 8 兰勃脱投影平面直角坐标系示意图

Fig 8 Lambert projective plane rectangular coordinate system

3 投影坐标系的选择与应用

3 1 投影坐标系的选择

(1) 等角投影: 方位准确, 小区域图形与实地相似。用于航空、航海、天气、洋流、军事等。在物探化探工作中, 一般均采用等角投影, 其中最为常用的是高斯投影和 UTM 投影。

(2) 等积投影: 面积准确。可用于行政区划、自然或经济区划、人口密度、土地利用、农业、经济、某种自然现象分布等。

(3) 等距投影: 距离准确。用于城市防空、地震台、雷达站等。

3 2 投影参数的选择

大地坐标转换为投影坐标, 需要确定中央子午线的位置, 有的投影坐标还需确定标准纬线的位置。选择的原则: 作图区域内, 投影前后变形最小, 并考虑与已有图件的对比拼接。这些参数的选择, 一般在进行工作设计时就需进行考虑, 作出规定。常规的选择如下:

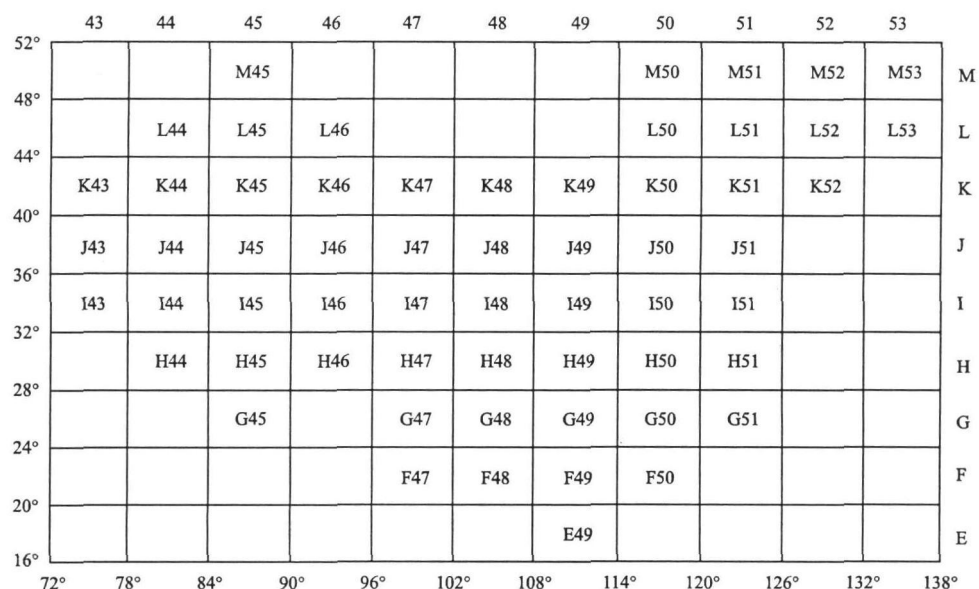


图 9 全国 1:1 000 000比例尺地形图分幅示意图

Fig 9 Partition of 1:1 000 000 landform map in the China

(1)中央子午线: 位于图区左右中央的位置或与已有图件相同。

(2)单标准纬线: 位于图区上下中央的位置, 或与已有图件相同。

(3)双标准纬线: 图区等分为上、下二区, 分别位于上、下二区的中央位置, 或与已有图件相同。

3.3 投影坐标转换

在物探化探工作中, 经常会有成果拼接的工作。用于拼接的成果, 原所用的投影坐标系与拼接工作的要求不同时, 则需进行投影坐标的转换, 步骤如下:

(1)测点的投影坐标进行反变换, 获得投影变换前的大地坐标。

(2)获得的大地坐标, 与拼接工作要求的大地坐标不同时, 需进行大地坐标转换, 以获得拼接工作要求的大地坐标。

(3)大地坐标进行投影变换, 得到拼接工作要求的投影坐标。

3.4 高斯投影在国家地形图中的应用

高斯投影是最为常用的投影, 国家基本比例尺地形图就采用高斯投影进行制作。图 9 为全国 1:1 000 000比例尺地形图分幅示意图, 按 6°分带, 纬度分幅间隔为 4°。在图 9 中: 下部标注的是地理经度, 左侧标注的是地理纬度, 顶部则标注经度分带编号, 右侧则标注纬度分幅的代码, 每一个矩

形框内标注的则为该区域地形图的代码。例如代码为 J49 的地形图, 它涉及的范围: 北纬: 36°~40°, 东经: 108°~114°。

地形图比例尺分类:

(1)大比例尺: 1:5 000 1:10 000 1:25 000 1:50 000; 1:100 000

(2)中比例尺: 1:250 000 1:500 000

(3)小比例尺: 1:1 000 000

地形图投影分带选择:

(1)1:25 000~1:1 000 000比例尺采用 6°分带。

(2)1:10 000~更大比例尺采用 3°分带。

参考文献:

- [1] 刘大杰, 施一民, 过静珺. 全球定位系统 (GPS) 的原理与数据处理 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1996
- [2] 刘大杰, 白征东, 施一民, 等. 大地坐标转换与 GPS 控制网平差计算及软件系统 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1997
- [3] 李汝昌, 王祖英. 地图投影 [M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1992

作者简介: 高德章 (1944-), 男, 教授级高级工程师, 本科, 主要从事重磁资料处理与地球物理综合解释, 方法技术开发与软件研制等。

In this paper, we take the combination of the true amplitude one-way wave equation with split-step Fourier operator (SSF) operator, which includes the advantages of the amplitude preservation method and sub-step Fourier method. Therefore it has the advantages of calculation, accounting for less memory, the significant amplitude deviation after the Fourier finite difference migration method. It has the advantage of high precision imaging with dynamic characteristics of seismic waves compared with the widely used split-step finite difference pre-stack depth migration we successfully carried out the true amplitude split-step Fourier pre-stack depth migration based on the Mannousi model and achieve a good imaging result.

Key words one-way wave equation; true amplitude; split-step Fourier operator; pre-stack depth migration

APPLICATION OF TIME-WINDOW AND MULTIWAVELET METHOD IN PRODUCING THE HIGH PRECISION SYNTHETIC SEISMOGRAM

LI Jin-lei; QU Da-peng; CHEN Zu-qing (Research Institute of Exploration Southern Division Company SINOPEC, Chengdu Sichuan 610041, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 40

Synthetic seismogram plays an important role in the seismic interpretation and reservoir prediction. Through analyzing the characteristics of the seismic wavelet which is time-varying and spatially variable, the paper explains the need for dividing the time window, then by combining the synthetic seismogram Principles with the methods, it is proposed that a general method using the divided time window to produce a high-precision synthetic seismogram, which utilizes the ricker wavelet and the extracted wavelet from the closest well seismic. Finally, this method is used on the actual well, the synthetic seismogram which is coincided not only with the seismic but also the higher resolution.

Key words seismic wavelet; time window; synthetic seismogram; high precision; resolution

A STUDY OF APPLICATION OF GRAVITY AND MAGNETIC INFORMATION FOR THE WEST FOOT OF MOON MOUNTAIN TO ORE EXPLORATION PROSPECT FORECAST IN NINGXIA PROVINCE

CHENG Jian-hua; YIN Bin-xi (Ningxia Hui Autonomous Region Geological Survey, Yinchuan 750021, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 45

The gravity and magnetic information of the west foot of Moon mountain had been processed and interpreted. The magnetic anomaly, gravity anomaly and geochemical composite abnormal characteristics have been researched comprehensively. By analyzing mineralization geological background it could be indicated that the magnetic anomaly in researching area might probably result from the insidious medium-basic cryptovolcanic rock or the polymetal Iron-Copper ore associated to the rocks. Then the south of Chelwan, Zhaojialao, Quanewan and the north of Wamm in magnetic anomaly areas were forecasted to be the important exploration target areas of deposit.

Key words gravity and magnetic information; ore exploration prospect forecast; west foot of Moon mountain

GEODETIC COORDINATE SYSTEM AND PROJECTIVE COORDINATE SYSTEM

GAO De-zhang (Institute of Shanghai Offshore Petroleum Branch, SINOPEC, Shanghai 200120, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 51

Geophysical and geochemical exploration work, all measuring points has its only location on land, in sea and air space. According to the design requirements of work, the measuring points were marked by different ways in different stages. In the field observations, the measured points positioning by GPS (global positioning system) or DGPS (difference global positioning system) were marked by geodetic coordinate in geodetic coordinate system. In showing work, the measuring points were marked by plane rectangular coordinate in projective coordinate system. In this article, establishment and characteristics of geodetic coordinate system and common projective coordinate system, selection and application of projective coordinate system were described, but specific formulas were not involved.

Key words geodetic coordinate; projective coordinate; plane rectangular coordinate; isometric projection

THE ANALYSIS OF AEROMAGNETIC ANOMALIES ABOUT MULTIMETAL ORE-FORMING IN THE MIDDLE-SOUTH SECTION OF DAXING'ANLING MOUNTAIN

CUI Zhì-qiang; MENG Qín-mín; XU Zhì-lì et al (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(1): 56

As the northern orogenic belt based on Paleo-A-