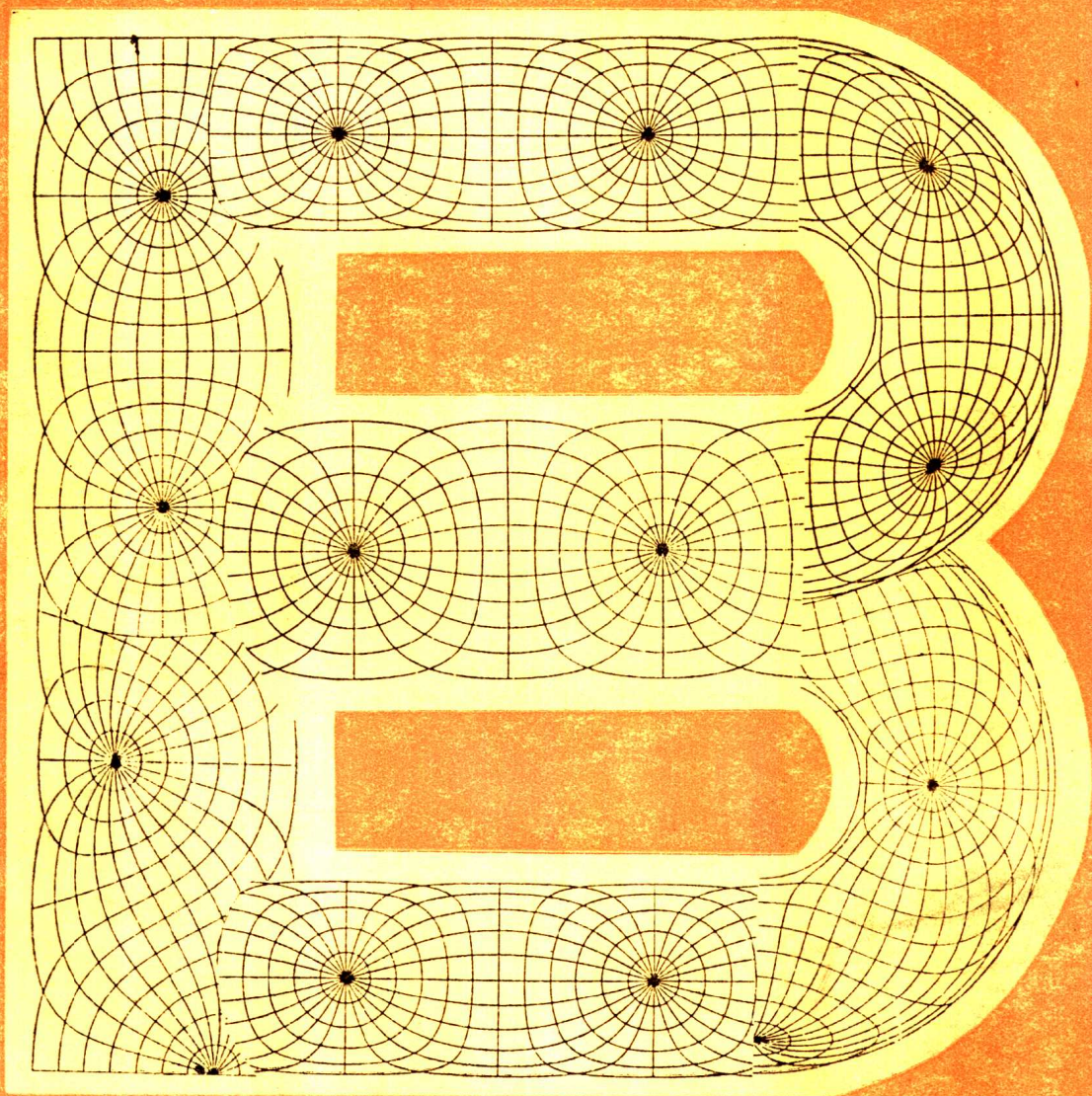


地图投影变换 原理与方法

杨启和 著



解放军出版社

地图投影变换原理与方法

杨启和 著

解 放 军 出 版 社

1 9 8 9 年

内 容 简 介

地图投影变换是近 20 年来发展起来的数学制图学的一个新的研究领域,它在测量和计算机地图制图、信息系统中地形基础数据处理、空间数据变换方面均有广泛的应用,在航天遥感技术和某些空间科学方面也得到应用。

本书共分十七章。第一章至第三章属地图投影变换的基础和预备知识。第四章至第十一章讨论地图投影变换理论和各种变换方法。第十二章至第十七章介绍现代数学制图学发展的内容和地图投影变换应用方面的内容。

本书可供航海、航空、航天、石油、地质、水利、气象、测绘、地理、地震、遥感、国土、资源与环境、地球物理勘探等部门从事计算机地图制图和信息系统的空间数据处理的科学工作者和工程技术人员应用与参考,亦可作为高等院校地理、遥感、测量、地图制图和计算机应用等专业高年级学生及研究生的教材和参考书。

地图投影变换原理与方法

杨启和 著

解放军出版社出版发行

(北京平安里三号)

(邮政编码100035)

1201工厂印刷

787×1092毫米 16开本 35.125印张 877千字

1990年2月第1版 1990年2月(北京)第1次印刷

印数1—250

ISBN 7-5065-1158-4/E·617

定 价: 13.00元

社编号 03-0023

序

地图投影的变换，实质上是两平面场之间的坐标变换，亦即在这两平面场之间建立一一对应关系。有了这种对应关系式，即可应用某种算法语言编制相应的程序，从而实现同一地图投影或两个不同地图投影之间的自动变换。

这是地图投影学70年代才出现的一个新的研究领域，是电子计算机自动制图必然产生的问题，不这样地图的经纬线网或坐标网就无法自动绘制。我在70年代末期曾写过一篇题为《如何从一种地图投影坐标变换为另一种地图投影点的坐标问题》一文，发表在地理学报1979年第1期上，即针对这个问题而写的，引起人们的注意，从此这类文章相继出现，并已用之于生产。

近八九年来，杨启和教授对此研究更加深入，更加系统，更加理论化，从解析变换到数值变换，从正解变换到反解变换，以及其它变换，为各种形式变换开辟了广阔前景，使这个研究领域大大前进一步，已成为地图投影学的一个分支。

随着空间科学技术的发展，地图投影的变换又要向空间投影变换方向发展，即由卫星摄影底片上的投影转换为空间地图投影。当前研究最多的是卫星底片上各种不同的投影向空间斜墨卡托投影变换。本书对此亦有论述。这种变换是比较复杂的，它涉及到天体力学和卫星在天空中的各种运动。目前这种研究在我国还刚刚开始，有待作进一步的努力。

本书内容丰富，理论正确，方法全面，应用广泛，是一本好的作品。我愿为之推荐并为之作序。

吴忠性

1988年2月于郑州

前 言

数学制图学亦称地图投影学,它是地图制图这门综合性学科的基础理论之一。

随着科学技术的发展,地图投影学已突破了传统的研究内容和研究方法。其中尤以计算机科学、空间科学更为深刻地影响着地图投影学的研究内容和体系的建立,并促使向其深度和广度方向发展。

现代数学制图学最显著的特征是:地图投影理论和方法的研究正在向进一步深化和多种专业知识的结合方向发展;新的研究和应用领域不断地开拓并陆续地提出某些新的概念。

《地图投影变换原理与方法》这本著作试图反映现代数学制图学发展的若干侧面,并重点研究地图投影变换理论和方法。

地图投影变换是近二十年来发展起来的数学制图学的一个新的研究领域,它在测量和计算机地图制图,信息系统中地形基础数据处理、空间数据变换方面均有广泛的应用,在航天遥感技术和某些空间科学方面也得到应用。

地图投影变换的研究不仅开拓了数学制图学新的研究领域,而且随着计算机辅助建立地图数学基础及地图投影变换软件系统的建立与开发应用,进一步开拓了数学制图学的应用领域。

地图投影变换理论和应用的研究,在我国是从70年代开始的,现在无论是在理论或实践方面都达到了较高的水平。近年来发表了一系列论文,还有专著。地图投影变换已列为培养地图制图学科硕士研究生的课程之一。

《地图投影变换原理与方法》较系统地总结了近些年地图投影变换理论和应用方面的研究成果,其中大多是作者研究成果的总结。本书可供航海、航空、航天、石油、地质、水利、气象、测绘、地理、地震、遥感、国土、资源与环境、地球物理勘探等部门从事计算机地图制图和信息系统的空间数据处理的科学工作者和工程技术人员应用与参考,亦可作为高等院校地理、遥感、测量、地图制图和计算机应用等专业高年级学生及研究生的教材和参考书。

本书共有十七章。第一章简要地介绍了地图投影的一般理论和一些常用的地图投影方程式。第二章、地图投影变换的一般理论,较系统地讨论了地图投影变换理论和方法中一些带共性的问题。第三章、地图投影变换的数学方法,简要地介绍了地图投影变换中常用的一些数学方法。这三章可看作是本书的基础和预备知识。第四、五章分别讨论了三类常用投影、三类伪投影、多圆锥投影和双重投影的解析变换。第六、七章系统地讨论了等角投影的解析变换和等角斜圆柱、等角斜圆锥投影的解析变换。第八章较详细地讨论了地图投影数值变换的理论和方法。第九章系统地讨论了等角投影数值变换的理论和方法。第十章介绍了地图投影第三类坐标变换问题。第十一章详细地讨论了高斯-克吕格投影邻带坐标变换的理论

和方法。以上各章解决了地图投影变换理论和方法问题。下面各章分别属于现代数学制图学发展和地图投影变换应用方面的内容。第十二章详细地讨论了地形图数学基础变换的理论和方法，这已经不单纯是一个地图投影变换的问题。第十三章、在投影面上解算位置线和目标点的坐标变换，它属于位置线理论和投影变换理论相结合的一个范例。第十四章、变比例尺地图投影的坐标变换，则是介绍现代数学制图学发展的内容之一。第十五章、单张航天像片投影和空间动态投影的坐标变换，则是介绍标志现代数学制图学发展的一些重要研究结果。第十六、十七两章，系统地讨论了计算机辅助地图投影变换和计算机辅助建立地图数学基础的原理和方法，并给出了实例和样图。它们属于地图投影变换应用方面的内容。

本书在内容安排上注意到了不仅要阐述建立地图投影变换数学模型的原理，而且相应地给出了计算结果，对于有代表性的变换方法，例如各种数值变换方法都给出了它们的BASIC程序和算例。

本书用较多的章节系统地讨论了等角投影变换的理论和方法，这是因为等角投影是应用最为广泛的一类投影，而且在地图投影变换理论和方法研究中，等角投影变换的研究尤为深刻。在等角投影变换研究中，其突出的特点是改变了传统的变系数计算方法，采用了适合于电算的常系数公式或常系数表进行等角投影的坐标变换。

本书注意对标志现代数学制图学发展内容的位置线理论和变比例尺地图投影、空间动态投影坐标变换的理论和方法进行了讨论。

本书还讨论了数据库建设中数字化地图数据处理、空间信息定位系统和地图投影变换系统，并给出了应用举例。

本书注意理论联系实际，较系统地介绍了计算机辅助建立地图数学基础及地图投影变换软件系统的内容，并给出了自动绘制的样图和应用软件举例。

“地图投影变换”从1980年以来一直作为研究生的教材，在此基础上作者根据近十年所从事这一领域的研究成果，并吸取了国内外同行在这一领域的研究成果，重新编写成此书——《地图投影变换原理与方法》。

这里需要特别提到在地图投影变换理论和方法研究中，吴忠性教授一直都很关注这一领域的研究，并抱病为本书写了序言，在此表示诚挚的谢意。还要提到的是作者指导的几届毕业设计和研究生，不少同学参加过程序设计和自动绘图工作，书中有些精致的样图就是这些同志的劳动成果，作者在此表示谢意。本书除计算机自动绘制的样图外，全部插图是由杨松同志绘制的。

由于现代数学制图学发展日新月异，而本人知识面有限，所以书中局限性和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

杨启和

1988年2月于郑州

目 录

第一章 地图投影方程	(1)
§1-1 地图投影的研究对象和任务.....	(1)
§1-2 地图投影的一般理论.....	(2)
§1-3 方位投影.....	(4)
§1-4 圆柱投影.....	(6)
§1-5 圆锥投影.....	(7)
§1-6 高斯-克吕格投影及其衍生投影	(8)
一、高斯-克吕格投影	(8)
二、双标准经线等角横圆柱投影.....	(11)
三、高斯-克吕格投影族	(12)
§1-7 三类伪投影.....	(13)
一、伪方位投影.....	(13)
二、伪圆柱投影.....	(14)
三、伪圆锥投影.....	(16)
§1-8 多圆锥投影.....	(16)
一、普通多圆锥投影.....	(16)
二、正交多圆锥投影.....	(16)
三、一种多圆锥投影族.....	(17)
四、正切差分纬线多圆锥投影.....	(18)
§1-9 其他地图投影.....	(18)
一、改良多圆锥投影.....	(18)
二、拉格朗日投影.....	(19)
三、纬线为椭圆的等角投影.....	(19)
四、纬线为双曲线的等角投影.....	(20)
五、哈默-爱托夫投影	(20)
六、三种改良投影.....	(20)
七、鲁西里球面投影.....	(21)
§1-10 椭球面在球面上的投影.....	(22)
一、椭球面在球面上的等角投影.....	(22)
二、椭球面在球面上的等面积投影.....	(23)
三、椭球面在球面上的等距离投影.....	(23)
第二章 地图投影变换的一般理论	(24)
§2-1 地图投影变换的研究对象和基本方法.....	(24)

§2-2	地图投影反解变换的微分方程	(26)
§2-3	地图投影变换方程	(27)
§2-4	地图投影的基本变换矩阵和带约束条件的多项式	(29)
一、	基本变换矩阵	(29)
二、	带约束条件的多项式	(30)
§2-5	平面图形变换的理论和方法	(31)
一、	平面图形变换的一般理论	(32)
二、	平面图形变换的一般方法	(34)
三、	平面图形变换的应用举例	(35)
§2-6	地图投影同素变换的理论和方法	(39)
一、	同素变换的一般理论	(39)
二、	地图投影同素变换的方法	(42)
§2-7	椭球面坐标系变换	(45)
一、	空间直角坐标系	(45)
二、	椭球面球面极坐标系	(50)
§2-8	球面坐标系变换	(52)
一、	地理坐标和球面极坐标间的变换	(52)
二、	地理坐标和球面直角坐标间的变换	(55)
§2-9	经线弧长和底点纬度	(56)
一、	经线弧长	(56)
二、	底点纬度	(57)
§2-10	等量纬度及其反解变换	(61)
一、	等量纬度	(61)
二、	等量纬度的反解变换	(63)
§2-11	等面积纬度及其反解变换	(64)
一、	等面积纬度	(64)
二、	等面积纬度的反解变换	(66)
§2-12	等距离纬度、等量纬度和等面积纬度反解变换的数值方法	(66)
一、	三角级数公式逼近的方法	(66)
二、	幂级数公式逼近的方法	(72)
§2-13	等距离纬度、等量纬度和等面积纬度反解变换的变系数泰勒幂级数方法	(76)
一、	等距离纬度反解变换的变系数方法	(76)
二、	等量纬度反解变换的变系数方法	(78)
三、	等面积纬度反解变换的变系数方法	(81)
§2-14	地图投影变换常用的幂级数公式	(83)
第三章	地图投影变换的数学方法	(86)
§3-1	代数级数的反解变换	(86)
一、	单变量的代数幂级数的反解变换	(86)
二、	双变量的代数幂级数的反解变换	(88)

§3-2	三角级数的变换	(88)
§3-3	三角级数的反解变换	(90)
§3-4	牛顿迭代法	(92)
§3-5	曲线和曲面的数值逼近法	(94)
§3-6	最小二乘法	(103)
§3-7	高斯主元素消去法	(107)
§3-8	高斯-塞德尔迭代法	(108)
第四章	方位投影、圆柱投影和圆锥投影的解析变换	(111)
§4-1	方位投影的解析变换	(111)
一、	方位投影的正解变换	(111)
二、	方位投影的反解变换	(115)
三、	不同投影中心点方位投影的正解变换	(117)
四、	方位投影变换的应用举例	(118)
§4-2	圆柱投影的解析变换	(120)
一、	圆柱投影的正解变换	(120)
二、	圆柱投影的反解变换	(121)
三、	圆柱投影变换的应用举例	(122)
§4-3	圆锥投影的解析变换	(122)
一、	由割圆锥投影到切圆锥投影的变换	(122)
二、	圆锥投影不同带间的坐标变换	(123)
三、	不同性质圆锥投影间的变换	(125)
四、	圆锥投影变换的应用举例	(134)
§4-4	方位、圆柱和圆锥投影间的变换	(135)
一、	正解变换	(135)
二、	反解变换	(139)
三、	应用举例	(139)
§4-5	利用圆柱投影作中间过渡的不同带圆锥投影间的变换	(140)
一、	不同带等角圆锥投影的变换	(140)
二、	应用举例	(141)
第五章	其他地图投影的解析变换	(143)
§5-1	伪方位、伪圆柱和伪圆锥投影的解析变换	(143)
一、	伪方位投影的反解变换	(143)
二、	伪圆柱投影的反解变换	(144)
三、	伪圆锥投影的反解变换	(146)
§5-2	多圆锥投影的解析变换	(147)
一、	普通多圆锥投影的反解变换	(147)
二、	正交多圆锥投影的反解变换	(148)
三、	多圆锥投影族的反解变换	(149)
四、	正切差分纬线多圆锥投影的反解变换	(149)

§5-3	改良多圆锥投影的解析变换	(155)
§5-4	哈默-爱托夫投影的解析变换	(158)
§5-5	双重投影的解析变换	(162)
	一、椭球面在球面上等角投影的反解变换	(162)
	二、椭球面在球面上等面积投影的反解变换	(162)
	三、椭球面在球面上等距离投影的反解变换	(163)
	四、原面为球面的地图投影的反解变换	(163)
第六章	等角投影的解析变换	(165)
§6-1	等角投影变换的微分方程	(165)
§6-2	等角投影坐标变换的一般公式	(167)
§6-3	高斯-克吕格投影和墨卡托投影间的正解变换	(171)
	一、由高斯-克吕格投影到墨卡托投影的正解变换	(171)
	二、由墨卡托投影到高斯-克吕格投影的正解变换	(173)
	三、应用举例	(174)
§6-4	等角圆锥投影和墨卡托投影间的正解变换	(176)
	一、由墨卡托投影到等角圆锥投影的正解变换	(176)
	二、由等角圆锥投影到墨卡托投影的正解变换	(177)
	三、应用举例	(178)
§6-5	高斯-克吕格投影和等角圆锥投影间的正解变换	(179)
	一、由高斯-克吕格投影到等角圆锥投影的正解变换	(179)
	二、由等角圆锥投影到高斯-克吕格投影的正解变换	(180)
	三、应用举例	(181)
§6-6	鲁西里球面投影和高斯-克吕格投影间的正解变换	(182)
	一、由高斯-克吕格投影到鲁西里球面投影的正解变换	(182)
	二、由鲁西里球面投影到高斯-克吕格投影的正解变换	(182)
	三、应用举例	(183)
§6-7	拉格朗日投影和墨卡托投影间的正解变换	(183)
	一、由墨卡托投影到拉格朗日投影的正解变换	(183)
	二、由拉格朗日投影到墨卡托投影的正解变换	(185)
	三、应用举例	(186)
§6-8	等角投影正解变换的一般方法	(189)
	一、由墨卡托投影到高斯-克吕格投影的变换	(190)
	二、由高斯-克吕格投影到墨卡托投影的变换	(194)
§6-9	等角投影的反解变换	(198)
	一、高斯-克吕格投影的反解变换	(198)
	二、墨卡托投影的反解变换	(200)
	三、等角圆锥投影的反解变换	(201)
	四、鲁西里球面投影的反解变换	(201)
	五、拉格朗日投影的反解变换	(203)

§6-10	等角投影的变系数变换方法	(204)
第七章	等角斜圆柱投影、等角斜圆锥投影的解析变换	(207)
§7-1	等角斜圆柱投影的解析变换	(207)
§7-2	等角斜圆锥投影的解析变换	(209)
§7-3	双重等角斜圆柱投影的解析变换	(210)
§7-4	双重等角斜圆锥投影的解析变换	(213)
第八章	地图投影的数值变换	(215)
§8-1	地图投影数值变换的一般方法	(215)
§8-2	直接求解逼近多项式的正反解数值变换方法	(219)
一、	二元三次多项式的正反解变换方法	(219)
二、	双二次多项式的正反解变换方法	(226)
§8-3	按最小二乘法确定逼近多项式的正反解数值变换方法	(230)
一、	二元三次多项式逼近的正反解变换方法	(230)
二、	双二次多项式逼近的正反解变换方法	(236)
§8-4	利用三次样条函数加密经纬线网交点坐标的数值变换方法	(241)
一、	利用函数值和一阶导数值表示的三次样条表达式	(241)
二、	追赶方法	(244)
三、	应用举例	(245)
四、	利用三次样条插值加密进行数值变换的一般方法	(249)
§8-5	利用拉格朗日插值加密经纬线网交点坐标的数值变换方法	(249)
一、	拉格朗日插值	(249)
二、	一元四点拉格朗日插值	(252)
三、	利用拉格朗日插值加密进行数值变换的一般方法	(254)
四、	二元四点拉格朗日插值	(255)
§8-6	利用正交多项式进行曲线拟合和曲面拟合的变换方法	(258)
一、	正交多项式	(258)
二、	利用正交多项式进行曲线拟合	(260)
三、	利用正交多项式进行曲面拟合	(262)
§8-7	影响多项式逼近精度的若干因素分析	(269)
一、	关于逼近多项式的误差估计	(269)
二、	变换区域的大小与多项式逼近精度	(271)
三、	共同点的分布与多项式逼近精度	(272)
四、	计算方法与多项式逼近精度	(276)
五、	地图投影的性质与基函数的选择	(277)
第九章	等角投影的数值变换	(278)
§9-1	等角投影数值变换的一般方法	(278)
§9-2	直接求解正形多项式的正反解数值变换方法	(280)
一、	直接求解正形多项式的正解变换	(280)
二、	直接求解正形多项式的反解变换	(284)

三、等角投影正解坐标的数值变换·····	(287)
§9-3 按最小二乘法求解正形多项式的正反解数值变换方法·····	(288)
一、按最小二乘法求解正形多项式的正解变换·····	(288)
二、按最小二乘法求解正形多项式的反解变换·····	(292)
§9-4 等角投影数值变换的插值方法·····	(295)
一、等角投影数值变换的差商法·····	(295)
二、等角投影数值变换的插值法·····	(297)
三、应用举例·····	(297)
§9-5 等角投影数值变换的差分方法·····	(303)
一、差分方程的建立·····	(303)
二、应用举例·····	(305)
§9-6 等角投影数值变换的有限元法·····	(310)
一、有限元法原理·····	(311)
二、有限元法程序设计·····	(319)
三、有限元法应用举例·····	(322)
§9-7 影响坐标变换精度的若干因素分析·····	(326)
一、正形多项式逼近的优点及其误差估计·····	(326)
二、关于变换区域的大小和形状问题·····	(327)
三、关于正形多项式的幂次问题·····	(328)
四、关于变换区域共同点的配置问题·····	(328)
第十章 地图投影的第三类坐标变换 ·····	(329)
§10-1 地图投影第三类坐标变换的一般提法·····	(329)
§10-2 圆锥投影的第三类坐标变换·····	(330)
一、等角圆锥投影的第三类坐标变换·····	(330)
二、等面积圆锥投影的第三类坐标变换·····	(331)
三、等距离圆锥投影的第三类坐标变换·····	(332)
四、应用举例·····	(333)
§10-3 高斯-克吕格投影的第三类坐标变换·····	(335)
一、已知 B, y , 求 l, x ·····	(336)
二、已知 l, x , 求 B, y ·····	(336)
三、已知 B, x , 求 l, y ·····	(336)
四、已知 l, y , 求 B, x ·····	(337)
§10-4 等角投影第三类坐标变换的数值方法·····	(337)
一、已知 B, y , 求 l, x ·····	(338)
二、已知 l, x , 求 B, y ·····	(338)
三、已知 B, x , 求 l, y ·····	(339)
四、已知 l, y , 求 B, x ·····	(339)
五、应用举例·····	(340)
§10-5 地图投影第三类坐标变换的直线插值方法·····	(343)

§10-6 球面坐标系的第三类坐标变换	(344)
一、已知 Z, λ , 求 a, φ	(344)
二、已知 a, φ , 求 Z, λ	(344)
三、已知 Z, φ , 求 a, λ	(345)
四、已知 a, λ , 求 Z, φ	(345)
五、应用举例	(346)
第十一章 高斯-克吕格投影的邻带坐标变换	(349)
§11-1 高斯-克吕格投影邻带坐标变换的一般方法	(349)
§11-2 高斯-克吕格投影换带的解析法	(350)
一、解析法的数学原理	(350)
二、解析换带的若干计算公式	(352)
§11-3 高斯-克吕格投影换带的数值法	(354)
一、数值法的数学原理	(354)
二、数值法的应用分析	(355)
三、数值法换带的程序设计	(357)
四、数值法换带的应用举例	(361)
§11-4 高斯-克吕格投影换带系数表	(365)
一、数值法换带系数表的方案分析	(365)
二、换带系数表	(366)
§11-5 高斯-克吕格投影邻带方里线坐标变换	(375)
一、高斯-克吕格投影邻带方里线坐标变换的数值解析方法	(375)
二、应用举例	(377)
§11-6 双重投影法在高斯-克吕格投影换带中的应用	(381)
一、横墨卡托投影	(381)
二、双重横墨卡托投影与高斯-克吕格投影	(382)
三、高斯-克吕格投影换带的直接解算法	(383)
四、应用举例	(384)
§11-7 高斯-克吕格投影邻带坐标变换的BASIC程序	(388)
一、高斯-克吕格投影三度、六度带常系数坐标变换的BASIC程序	(388)
二、高斯-克吕格投影三度、六度带邻带坐标数值变换的BASIC程序	(390)
第十二章 地形图数学基础的变换	(392)
§12-1 地形图数学基础变换的计算公式	(392)
一、大地坐标系变换的微分公式	(392)
二、制图作业中实施坐标系变换的计算公式	(394)
§12-2 地形图数学基础变换的方法	(400)
一、局部地区不同坐标系统资料改化的方法	(401)
二、广大地区不同坐标系统资料改化的方法	(404)
§12-3 地形图数学基础变换的应用举例	(406)
一、图形相似性的分析	(406)

二、由旧系彭纳投影地图改化为新系高斯-克吕格投影地图的方法	(408)
三、越南(法制)1:10万图的数学基础	(411)
§12-4 地球椭球常用元素的微分公式	(413)
一、地球椭球常用元素的微分公式	(413)
二、微分公式的应用	(415)
§12-5 我国地形图数学基础变换的方法	(419)
第十三章 在投影面上解算位置线和目标点的坐标变换	(424)
§13-1 在投影面上的小圆圈线和大圆圈线	(424)
一、小圆圈线及其投影	(424)
二、大圆圈线及其投影	(425)
三、一种便于投影的大圆圈线和小圆圈线的数学模型	(425)
四、应用举例	(426)
§13-2 球心投影用于解算目标点的坐标变换	(427)
一、根据观测方位图解交会目标点位置	(427)
二、根据观测方位解析计算目标点位置	(428)
三、应用举例	(431)
§13-3 球面投影用于解算目标点的坐标变换	(432)
一、球面投影的特性	(432)
二、根据等距离线在球面投影图上图解绘制椭圆、双曲线格网	(433)
三、根据测量距离解析计算目标点位置	(434)
§13-4 球面上椭圆、双曲线方程式及其投影	(435)
一、球面上椭圆、双曲线方程式	(435)
二、球面椭圆、双曲线在球心投影中的映像	(440)
三、球面双曲线在墨卡托投影中的映像	(442)
第十四章 变比例尺地图投影的坐标变换	(444)
§14-1 变比例尺地图投影的坐标变换	(444)
§14-2 平面图形的坐标变换	(446)
一、直角坐标格网的坐标变换	(447)
二、极坐标格网的坐标变换	(447)
三、平面图形变换的应用举例	(447)
§14-3 变视点透视方位投影的坐标变换	(448)
§14-4 组合方位投影的坐标变换	(448)
§14-5 二面投影的坐标变换	(450)
§14-6 多焦点投影的坐标变换	(452)
§14-7 拓扑地图坐标变换的概念	(455)
第十五章 单张航天像片投影和空间动态投影的坐标变换	(457)
§15-1 单张航天像片投影的坐标变换	(457)
一、在水平面上的外心透视方位投影	(458)
二、在像平面上的外心透视方位投影	(460)

三、外心透视方位投影的反解变换	(461)
§15-2 卫星地面轨迹投影的坐标变换	(463)
一、球面上的卫星地面轨迹方程式	(463)
二、卫星地面轨迹在投影中的映像	(466)
三、卫星地面轨迹投影为直线的圆锥投影和圆柱投影	(468)
§15-3 空间斜墨卡托投影的坐标变换	(470)
一、空间斜墨卡托投影的一般概念	(470)
二、球面SOM投影的正解坐标公式	(471)
三、球面SOM投影的反解坐标公式	(475)
四、算例	(477)
五、椭球面SOM投影的正解坐标公式	(478)
六、椭球面SOM投影的反解坐标公式	(481)
第十六章 计算机辅助地图投影变换	(483)
§16-1 地图点位信息的采集和检查	(483)
一、地图数字化的数据结构	(483)
二、地图数字化的数据采集	(488)
三、地图数字化的数据检查	(488)
§16-2 数字化地图数据的处理	(489)
§16-3 数字地图空间信息定位系统	(491)
一、地图投影系统	(491)
二、格网系统	(492)
三、地图投影变换系统	(492)
§16-4 计算机辅助地图投影变换应用举例	(493)
一、测雨雷达背景图的自动绘制	(493)
二、小比例尺区域图变换举例	(499)
第十七章 计算机辅助建立地图数学基础	(504)
§17-1 常用地图投影经纬线网的自动绘制	(504)
一、原理和数学方法	(504)
二、常用地图投影经纬线网的自动绘制	(505)
§17-2 横斜圆柱投影、圆锥投影经纬线网的自动绘制	(514)
一、横圆柱投影经纬线网的自动绘制	(514)
二、斜圆柱投影经纬线网的自动绘制	(518)
三、横斜圆锥投影经纬线网的自动绘制	(520)
§17-3 开窗经纬线网的自动绘制	(525)
一、圆形开窗经纬线网的自动绘制	(525)
二、矩形开窗经纬线网的自动绘制	(528)
§17-4 专题数学要素的自动绘制	(532)
一、导航双曲线格网的自动绘制	(533)
二、量距量角格网的自动绘制	(534)

§17-5 计算机辅助建立地图数学基础软件系统绘制的样图举例	(535)
一、自动建立地图数学基础的软件系统.....	(535)
二、自动绘制的样图举例.....	(536)
参考文献.....	(543)

第一章 地图投影方程

§1-1 地图投影的研究对象和任务

地图投影学也叫做数学制图学，主要是研究建立地图数学基础的理论和方法。

这一研究对象是由不可展的地球面和地图平面这一特有的矛盾所决定的。

大家知道，地球自然表面是一个极不规则的曲面，为了进行测量和计算，是用一个在总体形状上和地球面相似的地球椭球面或地球球面来代替它，因为椭球面和球面可以用简单的数学公式来表达。但这种椭球面或球面在几何学中称为不可展的曲面，而地图是根据一定的用途和要求，必须将地球椭球面或球面的一部分或整个缩小表示到平面上。要把不可展面变成为平面，这就构成了地图投影这门科学所特有的矛盾。

通过地图投影方法可以解决这一矛盾。所谓地图投影方法，是指将椭球面(或球面)上的经纬线网，按一定的投影条件，采用一定的数学方法投影于平面上，然后以经纬线网作控制，便可将地球面上的要素一一地转绘到平面上。所以研究如何将地球椭球面(或球面)上的经纬线网投影于平面上的理论和方法也就是地图投影学的主要研究对象之一。

此外地图投影学还研究一般星图投影和特种星图投影。

地图投影在航海中的应用有着悠久的历史，特别是随着应用无线电导航和无线电定位技术的发展，向地图投影提出了一系列新的研究课题。

地图投影作为建立空间和平面联系的一种手段，其图解方法更是广泛应用于解决球面几何、天文学、晶体学、地质学等学科中的有关几何问题。

随着陆地卫星用于制图以来，开拓了地图投影的全新概念，因为时间成了测图的参数，它不同于传统的静态测图，即地球形状，透视中心和投影面都是彼此固定的，而是动态测图。所以研究适合于卫星测图目的的投影是摆在地图投影学面前的一个崭新的研究课题。

近年来，电子计算机，特别是微型机已广泛用于地图投影这门学科各个方面，它从根本上改变了地图投影学的面貌。例如计算机在地图投影计算中的应用；计算机在自动建立地图数学基础中的应用；计算机在自动绘制专题数学要素图中的应用。计算机辅助地图投影变换，更是地图制图发展中的一次飞跃。为了适应计算机地图制图发展的需要，研究地图投影变换的理论和方法，研究信息系统中地形基础数据处理、空间数据定位和变换，已成为一个急待解决的任务。

综上所述，我们提出地图投影学的主要任务有：

1. 解决各种不同用途地图建立经纬线网的理论和方法，它们的计算和展绘，以及与地图配置和分幅有关的一些实际问题。
2. 研究椭球面(或球面)上某些曲线在平面上的投影及其描绘方法，以及对地图上要素进行量测作业等问题。
3. 研究适合于制图自动化需要的地图投影变换的理论和方法，以及各种投影间的变换