

住房和城乡建设领域
职业培训教材

工程测量

建设部干部学院 主编



《华中科技大学出版社

住房和城乡建设领域职业培训教材

工 程 测 量

建设部干部学院 主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

工程测量/建设部干部学院 主编.
—武汉:华中科技大学出版社,2009.9
住房和城乡建设领域职业培训教材
ISBN 978-7-5609-5525-4

I. 工… II. 建… III. 工程测量—技术培训—教材 IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 111119 号

工程测量

建设部干部学院 主编

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
地 址:武汉市武昌珞喻路 1037 号(邮编:430074)
出 版 人:阮海洪

策划编辑:孙学良
责任编辑:陈 骏

封面设计:曾新蕾
责任监印:张正林

印 刷:天津泰宇印务有限公司
开 本:710mm×1000mm 1/16
印 张:13.5
字 数:272 千字
版 次:2009 年 9 月第 1 版
印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5609-5525-4/TU·659
定 价:24.80 元

投稿热线:(010)64155588—8000 邮箱:hjztg@163.com

销售电话:(022)60266190,60266192,60266193,(022)60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com;www.hustp.com

(凡购本书,如有缺页、脱页,请向本社发行部调换)

前 言

住房和城乡建设领域岗位技术管理人员(施工员、质量员、造价员、材料员、测量员、资料员、试验员、安全员)是建筑施工企业项目一线的技术骨干,对推动建筑业技术与管理的进步,促进建设工程领域的健康发展,起到了极其重要的作用。他们的专业知识水平和实际工作能力,不仅直接影响到建设工程项目的施工质量及企业经济效益,也在很大程度上影响着建筑业的发展进程与方向。建筑工程技术管理人员的教育与培训工作,一直是国家和地方建设行政主管部门及建筑施工企业的工作重点之一。

考虑到工程建设技术人员分散性、流动性以及施工任务繁忙、学习时间少等实际情况,为适应新形势下工程建设领域的技术发展和教育培训的工作特点,建设部干部学院组织了一批长期从事建筑专业教育培训的老师和有着丰富的一线施工经验的专业技术人员、专家,进行了多次的座谈并深入施工现场做了细致、系统的调研工作。在聆听了工程建设技术人员对自身工作和学习成长需求的基础上,根据建筑施工企业最新的技术发展,结合国家及各地方对于建筑施工企业技术管理人员考核的要求,编制了这套可读性强,技术内容最新,知识系统、全面,适合不同层次、不同岗位技术人员学习,并与其工作需要相结合的培训教材。

同时,这套教材也充分考虑、尊重并吸收了众多培训老师的意见和建议,对于建筑教育培训工作中教材的科学性、可读性、生动性等做了必要的调整和补充。

本套教材根据国家、行业及地方最新的标准、规范要求,结合了建筑工程技术管理人员实际工作和建筑工程施工技术体系特点,紧扣建筑施工新技术、新材料、新工艺、新产品的发展步伐,对涉及建筑施工的专业知识,进行了科学、合理的划分,由浅入深,重点突出。本套教材力求做到技术全面、系统、先进、实用;做到内容编排形式生动、易理解、可读性强;做到读者能在学习过程中提高工作能力,在实际工作中熟练运用专业技术知识。

《住房和城乡建设领域职业培训教材》丛书包括 19 个分册:《房屋建筑构造》、《建筑材料及试验》、《建筑力学》、《建筑结构》、《地基与基础》、《工程测量》、《建筑识图》、《建筑工程施工质量控制与验收》、《建筑工程质量事故分析与处理》、《建筑施工技术》、《建筑工程造价及相关知识》、《建筑工程施工组织设计与管理》、《建筑施工安全技术与管理》、《建筑工程资料管理与实务》、《建筑设备安装》、《建筑施工企业经营管理》、《建筑材料供应与管理》、《建筑电气》、《建筑施工机械》,包括建筑工程施工理论基础、建筑施工企业经营管理、建筑施工技术应用与施工管理、安全、职业健康及环境保护等知识,系统、全面、科学地对建筑工程

领域相关知识进行了阐述。

本丛书的特点是以相关考核大纲为依据,专业基础理论知识紧密结合现场施工实际,学习与工作并重,简明扼要,可读性强。

本丛书可以作为各地建筑施工企业、建筑业相关培训机构的职业培训教材,也可作为建筑工程技术人员日常工作、学习的参考用书。

本套丛书由建设部干部学院组织,众多专业技术人员及培训老师共同参与编写,由于我们组织经验不足以及时间仓促,书中难免存在一些疏漏、错误之处。敬请各省市有关培训单位和技术人员将问题以及意见反馈给我们,以便再版时修订。

《建筑工程关键岗位技术管理人员培训教材》编委会

2009年6月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 概述	1
一、测量的简介	1
二、施工测量的基本工作	2
三、施工测量的内容	2
四、施工测量的重要意义	3
五、施工测量的发展	3
第二节 测量坐标系	4
一、大地坐标系	4
二、平面直角坐标系	5
三、高斯平面坐标系	5
四、空间直角坐标系	7
第三节 地面点的确定	7
一、地面点的高程	7
二、绝对高程(H)、相对高程(H')与高差(h)、坡度(i)	8
第四节 测量误差的基本知识	10
一、测量误差的概述	10
二、衡量误差的标准	12
三、误差传播定律及应用	14
四、等精度直接观测值的最可靠值	16
第五节 测量常用计量单位与换算	19
第二章 施工测量与管理	21
第一节 (ISO 9001:2008)对施工测量的要求	21
一、质量管理体系(标准第4章)	21
二、管理职责(标准第5章)	21
三、资源管理(标准第6章)	21
四、产品实现(标准第7章)	22
五、测量、分析和改进(标准第8章)	22
第二节 有关规范规程要求	22
一、测量放线工作的基本准则	22
二、测量记录的基本要求	23

第三节 测量的管理工作	23
一、施工测量工作应建立的管理制度	23
二、施工测量管理人员的工作职责	24
第四节 施工测量方案的编制	24
一、施工测量方案的编制内容	24
二、施工测量方案的编制要点与要求	25
第三章 距离测量和直线定向	26
第一节 钢尺测距	26
一、测量工具	26
二、直线定线	27
三、钢尺测距的一般方法	31
四、钢尺的检定和尺长改正、温差改正、拉力及挠度改正	33
五、钢尺量距的误差分析	36
第二节 视距测量法	37
一、视距测量的方法	38
二、视距测量公式的推证	38
第三节 直线定向	39
一、标准方向的种类	40
二、表示直线方向的方法	40
三、几种方位角之间的关系	40
四、正、反坐标方位角	41
五、坐标方位角的推算	42
第四节 用罗盘仪测定磁方位角	43
一、罗盘仪的构造	43
二、用罗盘仪测定直线磁方位角的方法	44
第四章 水准测量	45
第一节 水准测量的原理	45
第二节 水准测量的仪器和工具	46
一、水准尺和尺垫	46
二、微倾式水准仪	48
三、自动安平水准仪	55
四、精密水准仪	57
第三节 水准测量方法及校核方法	60
一、水准测量方法	60
二、水准测量校核方法	65

第四节 水准测量误差及消减方法	67
第五节 施测中操作要领及注意事项	69
一、施测过程中的注意事项	69
二、指挥信号	70
第五章 角度测量	71
第一节 水平角测量原理	71
第二节 光学经纬仪	72
一、光学经纬仪的构造及读数方法	72
二、经纬仪的安置与水平角观测	75
三、经纬仪的检验与校正	78
第三节 水平角测量方法	82
一、测回法	82
二、方向观测法	83
三、方向观测法的限差	85
四、水平角观测的注意事项	85
第四节 竖直角测量法	86
一、竖直角의用途	86
二、竖盘构造	87
三、竖直角의计算	87
四、竖盘指标差	88
五、竖直角观测	89
六、竖盘指标自动归零补偿器	90
第五节 施测中操作要领及注意事项	91
一、误差产生原因及注意事项	91
二、指挥信号	92
第六章 新型测量仪器的构造及使用	93
第一节 激光水准仪	93
一、激光水准仪的构造	93
二、激光水准仪的操作方法	93
三、激光水准仪의用途	93
第二节 激光经纬仪	94
一、激光经纬仪的构造	94
二、激光经纬仪的操作方法	94
三、激光经纬仪的特点和应用	95

第三节 光电测距仪	96
一、光电测距仪的构造	96
二、光电测距仪的用途	96
三、光电测距仪的检验与校正	97
第四节 全站仪	98
一、全站仪的发展简况与基本构造	98
二、国产第二代全站仪的构造特点	100
三、全站仪的精度等级与检定项目	102
四、全站仪的基本操作方法、使用与保养要点	103
第七章 建筑工程施工测量	105
第一节 概述	105
一、施工测量的目的和内容	105
二、施工测量的特点	105
三、施工测量的原则	105
第二节 测设的基本工作	106
一、水平角测设的方法	106
二、水平距离测设的方法	107
三、高程测设的方法	107
四、坡度测设的方法	109
第三节 测设点位的基本方法	109
一、直角坐标法	110
二、极坐标法	110
三、角度交会法	111
四、距离交会法	111
第四节 建筑场地上的施工控制测量	112
一、建筑方格网	112
二、建筑基线	115
三、测设工作的高程控制	116
第五节 土石方工程施工测量	116
一、场地平整测量	116
二、土石方量的测算方法	121
第六节 建筑物的定位放线测量	122
一、测设前的准备工作	122
二、建筑物的定位	122
三、建筑物的放线	123

第七节 建筑物配件施工及安装的检测测量	125
一、砌体工程中皮数杆的设置及检验工作	125
二、建筑的轴线及标高检验测量	126
第八节 工业厂房施工测量	129
一、厂房控制网的测设	129
二、柱列轴线的测设与柱列基础放线	130
三、柱子安装测量	131
四、吊车梁、轨安装测量	133
五、屋架安装测量	135
第八章 建筑物的变形观测和竣工总平面图的绘制	136
第一节 建筑物的变形观测	136
一、沉降观测	136
二、变形观测	140
第二节 竣工总平面图的编绘	144
一、编绘竣工总平面图的意义及依据	144
二、竣工总平面图的内容	144
三、竣工总平面图的编绘方法	145
第九章 道路工程及管道工程测量	147
第一节 道路工程的施工测量	147
一、恢复中线测量	147
二、恢复中线测量的方法	147
三、纵断面测量	147
四、横断面测量	149
五、贯穿道路工程施工始终的三项测量放线基本工作	152
六、边桩放线	152
七、路堤边坡的放线	152
八、边桩上纵坡设计线的测设	153
九、竖曲线、竖曲线形式与测设要素	155
十、竖曲线的测设	155
十一、路面施工阶段测量工作的主要内容	156
十二、路拱曲线的测设	156
第二节 管道工程的施工测量	157
一、施工前的测量工作	158
二、施工过程中的测量工作	158

第十章 地形图测绘	162
第一节 地形图的基本知识	162
一、比例尺	162
二、比例尺的精度	162
三、地物符号	163
四、地貌符号	163
第二节 小平板仪的构造及使用方法	167
一、小平板仪的构造	167
二、平板仪测图原理	168
三、平板仪的安置	169
第三节 测绘的基本方法	170
一、碎部点平面位置的测绘方法	170
二、经纬仪测绘法	171
三、小平板仪测图	173
四、地形图的绘制	174
第四节 地形图的应用	175
一、地形图应用的基本内容	175
二、按设计线路绘制纵断面图	178
三、按限制坡度绘制同坡度线和选定最短线路	179
四、确定汇水面积	179
五、平整场地中的土石方量计算	180
第十一章 房地产图测量	181
第一节 房地产开发测量任务	181
一、房地产调查	181
二、测绘房地产图	181
第二节 房地产测绘的特点	182
第三节 界址点的测量	182
一、界址点的确定	182
二、界址点的测量方法和精度要求	183
第四节 房产分幅图和分丘图的测绘	184
一、施测前的准备工作	184
二、分幅图包括的基本内容	184
三、丘、房屋在图上的表示方法	184
四、分丘图的绘制	185
第五节 分层分户图的绘制	186

第六节 房产图面积的测算	187
附录一 施工测量记录填写示例	189
一、封面、卷内目录	189
二、工程定位测量记录	191
三、基槽验线记录	193
四、楼层平面放线记录	194
五、楼层标高抄测记录	196
六、建筑物垂直度、标高观测记录	197
七、沉降观测记录	200
附录二 住房和城乡建设领域职业培训教材《工程测量》教学大纲	201

第一章 基础知识

第一节 概述

一、测量的简介

测量学是研究地球的形状与大小,确定地球表面各种物体的形状、大小和空间位置的科学。测量学将地表物体分为地物和地貌。

地物:地面上天然或人工形成的物体,它包括湖泊、河流、海洋、房屋、道路、桥梁等。

地貌:地表高低起伏的形态,它包括山地、丘陵和平原等。

地物和地貌总称为地形,测量学的主要任务是测定和测设。

测定:使用测量仪器和工具,通过测量与计算将地物和地貌的位置按一定比例尺、规定的符号缩小绘制成地形图,供科学研究和工程建设规划设计使用。

测设:将在地形图上设计出的建筑物和构筑物的位置在实地标定出来,作为施工的依据。

在城市规划、给水排水、燃气管道、工业厂房和民用建筑建设中的测量工作是:在设计阶段,测绘各种比例尺的地形图,供建、构筑物的平面及竖向设计使用;在施工阶段,将设计建、构筑物的平面位置和高程在实地标定出来,作为施工的依据;工程完工后,测绘竣工图,供日后扩建、改建、维修和城市管理应用,对某些重要的建(构)筑物,在建设中和建成以后还应进行变形观测,以保证建筑物的安全。

在铁路、公路建设中的测量工作是:为了确定一条经济合理的路线,应预先测绘路线附近的地形图,在地形图上进行路线设计,然后将设计路线的位置标定在地面上以指导施工;当路线跨越河流时,应建造桥梁,建桥前,应测绘河流两岸的地形图,测定河流的水位、流速、流量、河床地形图与桥梁轴线长度等,为桥梁设计提供必要的资料,最后将设计桥台、桥墩的位置标定到实地;当路线穿过山岭需要开挖隧道时,开挖前,应在地形图上确定隧道的位置,根据测量数据计算隧道的长度和方向;隧道施工通常是从隧道两端相向开挖,这就需要根据测量成果指示开挖方向,保证其正确贯通。

对土建类专业的学生,通过本课程的学习,应掌握下列有关测定和测设的基本内容。

(1)地形图测绘。运用各种测量仪器、软件和工具,通过实地测量与计算,把小范围内地面上的地物、地貌按一定的比例尺测绘成图。

(2)地形图应用。在工程设计中,从地形图上获取设计所需要的资料,例如点的坐标和高程、两点间的水平距离、地块的面积、土方量、地面的坡度、地形的断面和进行地形分析等。

(3)施工放样。将图上设计的建(构)筑物标定在实地上,作为施工的依据。

(4)变形观测。监测建(构)筑物的水平位移和垂直沉降,以便采取措施,保证建筑物的安全。

(5)竣工测量。测绘竣工图。

二、施工测量的基本工作

施工测量是研究利用各种测量仪器和工具对建筑场地地面及建筑物的位置进行度量和测定的科学,它的基本任务如下。

(1)对建筑施工场地的表面形状和尺寸按一定比例测绘成地形图。

(2)将图纸上已设计好的工程建筑物按设计要求测设到地面上,并用各种标志表示在现场。

(3)按设计的楼层和屋面等标高,逐层引测。

施工测量,必须遵循“由整体到局部”的组织实施原则,以避免放样误差的积累。对于大中型建筑工程,通常先要布设施工控制网,以施工控制点为基础,测设建筑物的主轴线;然后,根据它再进行建筑物的细部放样。

施工测量现场主要工作有已知长度的测设、已知角度的测设、建筑物细部点平面位置的测设、建筑物细部点高程位置的测设及倾斜线的测设等。由此可见,测角、测距和测高差是测量的基本工作。

三、施工测量的内容

1. 施工前施工控制网的建立

(1)施工的控制,可利用原区域内的平面与高程控制网,作为建筑物构筑物定位的依据。当原区域内的控制网不能满足施工测量的技术要求时,应另测设施工的控制网。

(2)施工平面控制网的坐标系统,应与工程设计所采用的坐标系统相同。当原控制网精度不能满足需要时,可选用原控制网中个别点作为施工平面控制网坐标和方位的起算数据。

(3)控制网点应根据总平面图和现场条件等测设,满足现场施工测量要求。

2. 建筑物定位、基础放线及细部测设

工业与民用建筑在施工的建筑物或构筑物外围,应建立线板或控制桩。线

板应注记中心线编号,并测设标高。线板和控制桩应注意保存。

3. 竣工图的绘制

竣工总图的实测,应在已有的施工控制点下进行。当控制点被破坏时,应进行恢复。恢复后的控制点点位,应保证所施测细部点的精度。

4. 施工和运营期间,建筑物的变形观测

(1)大型或重要工程建筑物、构筑物,在工程设计时,应对变形测量统筹安排。施工开始时,即应进行变形测量。

(2)变形测量点,宜分为基准点、工作基点和变形观测点。变形测量的观测周期,应根据建筑物、构筑物的特征、变形速率、观测精度要求和工程地质条件等因素综合考虑。观测过程中,根据变形量的变化情况,观测周期应适当调整。

(3)施工期间,建筑物沉降观测的周期,高层建筑每增加 1~2 层应观测 1 次;其他建筑的观测总次数,不应少于 5 次。竣工后的观测周期可根据建筑物的稳定情况确定。

(4)建筑物、构筑物的基础沉降观测点,应埋设于基础底板上。在浇灌底板前和基础浇灌完毕后,应至少各观测 1 次。

四、施工测量的重要意义

精心设计的建筑物,必须通过精心施工才能实现。而要做到精心施工,必须依靠施工测量提供的各种施工标志。施工测量作为一种控制手段,无论是在房屋建筑的场地平整,基槽开挖、基础和主体的砌筑,构件安装和屋面处理中,还是在烟囱,水塔施工及管道敷设等工程的施工中,都有着十分重要的实际意义。施工测量贯穿于整个施工的全过程。可以这样说,不进行测量,施工就无从做起。

施工单位在接到工程任务后,测量人员往往是先进场。为检测施工的质量,当工程竣工后,又常常是最后撤离施工现场。担负施工测量的广大测量人员,是工程建设的“开路先锋”,是确保工程质量的“千里眼”。为此,施工测量人员必须明确自己工作的重要意义,牢记自己的职业道德——实事求是、认真负责、为配合施工作出应有的贡献。

五、施工测量的发展

当前,随着电子技术和计算技术的不断发展,施工测量工作得到了很快的发展,达到了一个崭新的阶段。现在,很多工程在施工测量中用上了全站仪、电子经纬仪等光电测量仪器,但还有部分施工单位的测量仪器仍比较陈旧,广大施工测量工作者仍采用常规测量仪器进行施工测量。但有理由相信随着社会经济的不断发展和测量仪器价格的不断降低,更多的测量施工单位将能够使用新型的电子测量仪器,广大测量工作人员的工作强度将会大大降低,工作效率将会不断提高。

第二节 测量坐标系

一、大地坐标系

在图 1-1 中, NS 为椭球的旋转轴, N 表示北极, S 表示南极。通过椭球旋转轴的平面称为子午面, 而其中通过原格林尼治天文台的子午面称为起始子午面。子午面与椭球面的交线称为子午圈, 也称子午线。通过椭球中心且与椭球旋转轴正交的平面称为赤道面, 它与椭球面相截所得的曲线称为赤道。其他平面与椭球旋转轴正交, 但不通过球心, 这些平面与椭球面相截所得的曲线称为平行圈或纬圈。起始子午面和赤道面, 是在椭球面上某一确定点投影位置的两个基本平面。在测量工作中, 点在椭球面上的位置用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。

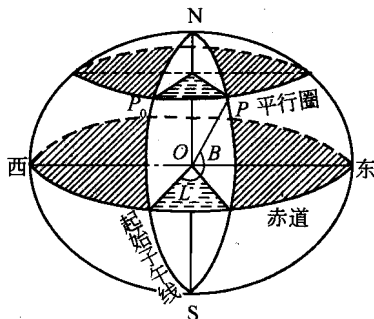


图 1-1 大地坐标系

所谓某点的大地经度, 就是该点的子午面与起始子午面所夹的二面角; 大地纬度就是通过该点的法线 (与椭球面相垂直的线) 与赤道面的交角。大地经度 L 和大地纬度 B 统称为大地坐标。大地经度与大地纬度是以法线为依据的, 也就是说, 大地坐标以参考椭球面作为基准面。

由于 P 点的位置通常是在该点上安置仪器并用天文测量的方法来测定的。这时, 仪器的竖轴必然与铅垂线相重合, 即仪器的竖轴与该处的大地水准面相垂直。因此, 用天文观测所得的数据以铅垂线为准, 也就是说以大地水准面为依据。这种由天文测量求得的某点位置, 可用天文经度 λ 和天文纬度 ϕ 表示。

不论是大地经度 L 还是天文经度 λ , 都要从起始子午面算起。在格林尼治以东的点从起始子午面向东计, 由 0° 到 180° 称为东经; 同样, 在格林尼治以西的点则从起始子午面向西计, 由 0° 到 180° 称为西经, 实地上东经 180° 与西经 180° 是同一个子午面。我国各地的经度都是东经。不论大地纬度 B 还是天文纬度 ϕ , 都从赤道面起算, 在赤道以北的点的纬度由赤道面向北计, 由 0° 到 90° , 称为北纬, 在赤道以南的点, 其纬度由赤道面向南计, 也是由 0° 到 90° , 称为南纬。我国疆域全部在赤道以北, 各地的纬度都是北纬。

在测量工作中, 某点的投影位置一般用大地坐标 L 及 B 来表示。但实际进行观测时, 如量距或测角都是以铅垂线为准的, 因而所测得的数据若要求精确地换算成大地坐标则必须经过改化。在普通测量工作中, 由于要求的精确程度不

是很高,所以可以不考虑这种变化。

二、平面直角坐标系

在小区域内进行测量工作若采用大地坐标来表示地面点位置是不方便的,通常是采用平面直角坐标。某点用大地坐标表示的位置,是该点在球面上的投影位置。研究大范围地面形状和大小时必须把投影面作为球面,由于在球面上求解点与点间的相对位置关系是比较复杂的问题,测量上,计算和绘图最好是在平面上进行。所以在研究小范围地面形状和大小时常把球面的投影面当作平面看待。也就是说测量区域较小时,可以用水平面代替球面作为投影面。这样就可以采用平面直角坐标来表示地面点在投影面上的位置。测量工作中所用的平面直角坐标系与数学中的直角坐标系基本相同,只是坐标轴互换,象限顺序相反。测量工作以 x 轴为纵轴,一般用它表示南北方向,以 y 轴为横轴,表示东西方向,如图 1-2 所示,这是由于在测量工作中坐标系中的角通常是指以北方为准按顺时针方向到某条边的夹角,而三角学中三角函数的角则是从横轴按逆时针计的缘故。把 x 轴与 y 轴纵横互换后,全部三角公式都同样能在测量计算中应用。测量上用的平面直角坐标的原点有时是假设的。一般可以把坐标原点 O 假设在测区西南以外,使测区内各点坐标均为正值,以便于计算应用。

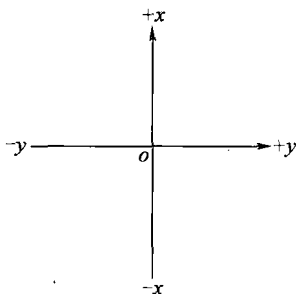


图 1-2 平面直角坐标系

三、高斯平面坐标系

当测区范围较小,把地球表面的一部分当作平面看待,所测得地面点的位置或一系列点所构成的图形,可直接用相似而缩小的方法描绘到平面上去。但如果测区范围较大,由于存在较大的差异,就不能用水平面代替球面。而作为大地坐标投影面的旋转椭球面又是一个“不可展”的曲面,不能简单地展成平面。这样就不能把地球很大一块地表面当作平面看待,必须将旋转椭球面上的点位换算到平面上,测量上称为地图投影。投影方法有多种,投影中可能存在角度、距离、面积三种变形,因此必须采用适当的投影方法来解决这个问题。测量工作中通常采用的是保证角度不变形的高斯投影方法。

为简单起见,把地球作为一个圆球看待,设想把一个平面卷成一个横圆柱,把它套在圆球外面,使横圆柱的轴心通过圆球的中心,把圆球面上一根子午线与横圆柱相切,即这条子午线与横圆柱重合,通常称它为“中央子午线”或称“轴子午线”。因为这种投影方法把地球分成若干范围不大的带进行投影,带的宽度一