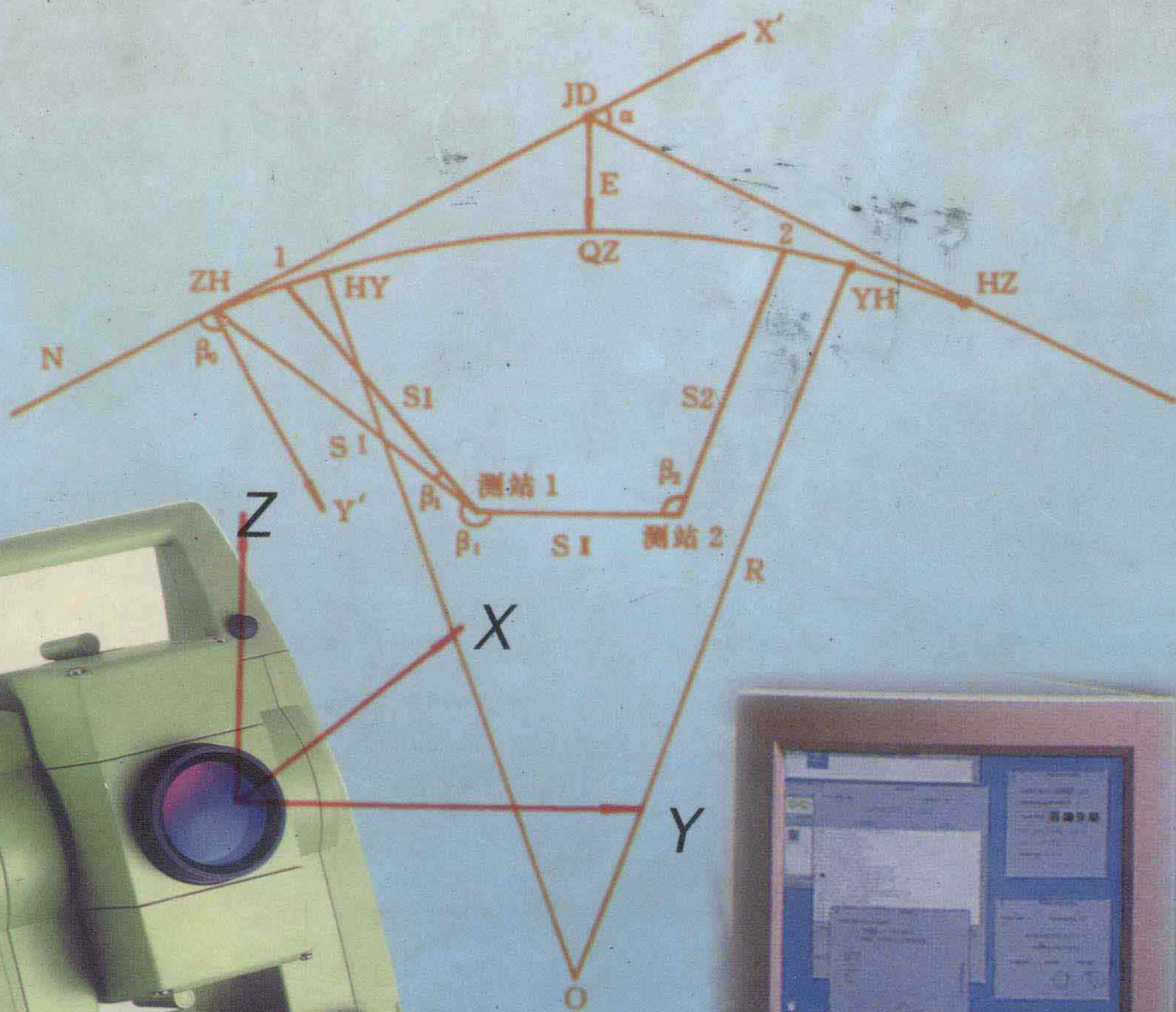


现代 路线工程测量

XIANDAILUXIANGONGCHENGCELIANG

李正中 任 秀 周涌波 武文波 编著



教育科学出版社

现代路线工程测量

李正中 任秀 周涌波 武文波 编著

教育科学出版社

责任编辑:徐长发

装帧设计:安广军

责任校对:李正中 武文波

图书在版编目(CIP)数据

现代测绘科技丛书/武文波 主编

现代路线工程测量/李正中 任秀 周涌波 武文波 编著

北京.教育科学出版社,2000.02

ISBN 7-5014-1648-6

I.①现…②武…

II.①现…②李…③任…④周…⑤武…

III.路线测绘工程

IV.P.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(20)第 01469 号

现代路线工程测量

编著 李正中 任秀 周涌波 武文波

教育科学出版社出版

(北京海淀区北三环中路 46 号)

通州印刷厂印刷

2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月北京第 1 次印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:16

字数:390 千字 印数:2000 册

ISBN 7-5014-1648-6/P.208-11(课)

定价:25.50 元

《现代测绘科技丛书》编著说明

辽宁工程技术大学测量工程系具有近五十年的办学历史,具有雄厚的师资力量、较先进的教学设备及丰富的办学经验。“大地测量学与测量工程”学科为辽宁省重点学科,“测量工程实验室”为国家煤炭工业重点实验室。现有“大地测量学与测量工程”、“地图制图学与地理信息工程”、“摄影测量与遥感”三个硕士授权点。近年来在科研和教学上均取得了可观的成果和经验,在东北地区、煤炭工业系统乃至全国都有一定的影响。

随着计算机技术、微电子技术、空间技术、通讯技术和信息技术的不断进步,测绘仪器设备不断更新换代,测绘技术领域也发生了深刻的变化。从数据的采集、处理和管理,到数据的存储、输出,不断向自动化、数字化、集成化、科学化的方向迈进。GPS技术、RS技术、GIS技术、数字化测绘技术开始广泛地应用于国民经济建设的各个领域。为了适应测绘科学技术的迅猛发展,满足科教兴国战略方针的需要,从1995年开始,我们进行了面向二十一世纪的课程体系和教学内容的改革,已取得显著成果,并按新的教学体系和教学内容组织编著了这套《现代测绘科技丛书》。该科技丛书是按新科学体系经过优化组合后编著而成,其特点是面向未来、面向现代化,删除陈旧内容,纳入新理论和新技术。每部书既注意基本原理、基础知识的阐述,又大量的融入高新技术,并具有大量的实际操作内容。这些都是全体科技人员的科研成果、生产实践和教学经验的科学总结。该科技丛书密切结合教学实践妥善处理了传统技术与新技术之间的关系,各书之间既相互衔接,又自成体系。

在本科技丛书的编著中,徐州师范大学、东北大学、河北理工学院、黑龙江工程学院、鞍山钢铁学院、长春建筑高等专科学校、本溪冶金高等专科学校等院校的有关专家参加了编著工作,并提出了宝贵意见,对本科技丛书的完成给予了有益的帮助。

本科技丛书是经过多年教学试用后重新组织编著的。编著者都是具有丰富教学、科研和生产实践经验的教授和副教授,同时组织了专家审阅和修改,现决定正式出版。该科技丛书适用对象为测绘生产及科研工作者的参考和自学用书,亦可作为“测绘工程”、“地理信息系统”、“城市规划”、“土地管理”及相关专业本、专科生教学用书。

《现代测绘科技丛书》编著委员会成员:

主 任:武文波

副主任:宋伟东、金继读、刘谊、马洪滨、王仲锋、包永德、王晏民

编 委(以姓氏笔画为序):马洪滨、马明栋、马振利、马俊海、王家贵、王仲锋、王国军、王晏民、石金锋、包永德、宋伟东、刘立忱、刘谊、乔仰文、朱伟刚、邢贵和、任秀、杜维甲、杜明义、李勇、李正中、金继读、武文波、张永彬、徐爱功、施群德、赵长胜、赵波、景海涛、谢宏全

秘 书:马振利、朱伟刚

《现代测绘科技丛书》(第一部分)名称、编著者:

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1、数据库原理及在测量中应用 | 武文波、马洪滨、景海涛、王崇倡 |
| 2、面向对象的测量程序设计 | 马明栋、赵长胜、施群德、杜维甲 |
| 3、计算机绘图原理及应用 | 杜明义、包永德、朱伟刚、李巍 |
| 4、数字化测图原理及应用 | 宋伟东、张永彬、金继读、赵波 |
| 5、GPS 定位与应用 | 乔仰文、赵长胜、谢宏全、徐爱功 |
| 6、测量平差 | 赵长胜、石金锋、王仲锋、李勇 |
| 7、测绘学基础 | 王家贵、金继读、刘立忱、马俊海 |
| 8、地理信息系统原理 | 马明栋、武文波、申立群、宋伟东 |
| 9、遥感技术基础 | 徐爱功、杜明义、刘谊、武文波 |
| 10、现代路线工程测量 | 李正中、任秀、周涌波、武文波 |
| 11、测量学(非测绘专业用) | 刘谊、邢贵和、马振利、王国军 |

《现代测绘科技丛书》编著委员会

辽宁工程技术大学测量工程系

2000 年 1 月 20 日

前 言

常规(传统)的路线工程测量使用经纬仪测角,钢尺量边,纵横断面图及带状地形图采用手工测绘,而且内、外业是分开进行的。这种测量方法外业劳动强度大,测绘成果精度低,不适应我国铁路、公路建设事业飞速发展的需要。

进入 90 年代,特别是近几年,电子计算机、全站仪(和测距仪)等现代化测绘仪器设备在我国多数测绘单位得到了普及和应用。这就有条件、有必要研究新的理论(如测设的数学模型)、新的路线工程测量方法,使得路线工程测量方便、快捷、高精度,我们称之为《现代路线工程测量》(也称为《路线工程测量综合一体化》)。

《现代路线工程测量》是在编著者多年的教学实践和科学研究(理论研究和现场测试)并参照、借鉴大量同类书籍及成果的基础上编写的。其主要内容包括:建立路线工程测量独立坐标系,研究并推导出测设路线中线点和横断点的数学模型;根据这一数学模型编制出适用便携式微机(PC—E500)的外业测设程序;研究并试验出全站仪(或测距仪)配以便携式微机进行路线工程测量方法;路线工程点和地形特征点的外业编码及数据采集;数据信息通讯(通过 PC 卡)及其预处理;编制电子计算进行数据和图形处理软件,绘制出路线工程带状地形图及纵横断面图等。该方法形成了:外业特征点→全站仪 PC 卡→电子计算机的数据流,从而实现了外业观测自动记录、自动采集观测数据,数据通讯,计算机进行数据及图形处理的内外业综合一体化。

本书还探讨和介绍了全球定位系统(GPS)布设路线工程测量控制网的基本要求和办法;比较详细地介绍了全站仪与全站测量,重点是 TPS1000 系列全站仪的使用方法;同时还介绍了夏普 PC—E500 型袖珍计算机的硬、软件系统。

考虑路线工程测量的系统性、完整性及实用性,本书也包括了路线工程测量常规方法综述等内容,以适用于暂时不具备计算机和全站仪等硬件的单位,同时使学生对路线工程测量有个全面了解。

参加编著者有李正中,任秀,周涌波、武文波。李正中同志为本书主编,负责总体设计及统稿全书。

辽宁工程技术大学朱家钰教授审阅了全书,并提出了宝贵的意见和建议。

辽宁工程技术大学宋伟东副教授参加了部分编写和计算机绘图的指导工作;侯东亚、张勇辉、刘士宁等同学参加了计算机绘图及部分文字的抄写工作。

阜新市交通局、山西省地方铁路局提供了测试现场,给予了密切配合和支持。

在本书编著过程中参阅了大量的著作、论文和有关资料,吸取了其中的精华。

在此,我们向所有给予我们配合、帮助和支持的单位和个人表示衷心地感谢!

本书的编著是作者在教学和工作之暇进行的,由于时间仓促,加之编著者的理论水平、实践技能及知识面的局限,书中难免存在遗漏、缺点和错误,诚望读者和专家们给予批评、指正。

编 著 者

一九九九年十二月

目 录

0	第一章 路线工程测量常规方法综述.....	1
	第一节 路线工程及其曲线类型.....	1
	第二节 路线工程测量的基本过程和特点.....	5
	第三节 路线直线段中线测量.....	8
	第四节 园曲线及其测设	14
	第五节 缓和曲线及其测设	17
	第六节 复曲线及其测设	25
	第七节 曲线测设的特殊问题	29
	第八节 路线断面测量	35
	第一章 思考与练习题	47
	第二章 路线工程 GPS 控制网的建立	48
	第一节 GPS 技术概要	48
	第二节 路线控制测量的基本要求	54
	第三节 GPS 控制网布设	59
	第四节 GPS 控制网的观测工作	60
	第五节 某铁路 GPS 控制网实例	62
	第二章 思考与练习题	66
	第三章 现代路线工程测量数学模型	67
	第一节 概 述	67
	第二节 测设路线中线点的数学模型	68
	第三节 测设路线横断面点的数学模型	79
	第四节 路线工程测量坐标变换	90
	第五节 路线工程竖曲线测设	95
	第六节 路线工程土石方量的计算与调配	98
	第三章 思考与练习题.....	102
	第四章 全站仪与全站测量.....	105
	第一节 光电测角原理与全站仪.....	105
	第二节 TPS1000 系列全站仪概述	110
	第三节 TPS1000 系列全站仪操作面板	111
	第四节 测站点的测量基础工作.....	123
	第五节 TPS1000 系列全站仪操作方法	128
	第六节 TPS1000 系列全站仪程序应用	161
	第四章 思考与练习题.....	182
	第五章 夏普 PC-E500 型袖珍计算机	183
	第一节 概 述.....	183
	第二节 PC-E500 计算机简介	185

第三节	电池的安装与计算机复位·····	189
第四节	PC—E500 计算机系统软件·····	190
第五节	PC—E500 计算机的程序设计及运行·····	204
第六节	CE—126P 热敏打印机的使用·····	210
第五章	思考与练习题·····	211
第六章	导线极坐标法测设路线工程方法·····	212
第一节	便携式微机(PC—E500)测设路线工程程序·····	212
第二节	导线极坐标法测设路线工程方法·····	217
第三节	导线坐标法测设路线工程精度分析·····	223
第四节	路线带状地形图测绘·····	227
第五节	RTK 技术在路线中线点测设中的应用·····	228
第六章	思考与练习题·····	230
第七章	现代路线工程测量的图形处理·····	232
第一节	路线测量中带状地形图的机助制图方法·····	232
第二节	路线测量图形处理软件 LMS2.0 介绍·····	235
第七章	思考与练习题·····	246
附 录		
附录 I	YLY 国道某段带状地形图·····	247
附录 II	LYL 国道某段纵断面图·····	248
附录 III	YLY 国道某段横断面图·····	249
主要参考文献	·····	251

第一章 路线工程测量常规方法综述

第一节 路线工程及其曲线类型

我们伟大的祖国,幅员辽阔,物产丰富,人口众多。为了加速祖国的四化建设,促进国民经济发展,提高人民的物质文化生活水平,确保国防安全,就必须有一个四通八达、设施完善的交通运输网,将祖国各地连为一个整体。

现代交通运输网,主要包括铁路、公路、管道、水运和航空等,它们的共同特点是其几何形状为线性,一般称为线性工程,线性工程的中心线称路线。

这些路线工程可能延伸几十公里、几百公里乃至数千公里。它们要穿过巍巍山岭,跨越状丽江河、驰延广阔平原……。因此,路线工程还包括若干个隧道和桥梁。路线工程在空间由直线和曲线组成,在平面内的曲线称之为平曲线,在竖直面内的曲线称为竖曲线。平曲线包括单圆曲线,带有缓和曲线的圆曲线、复曲线及回头曲线等。路线工程测量的主要内容就这些曲线测设。关于这些曲线的形状及其要素计算和测设方法将在以后的有关章节中详细介绍。

本节重点介绍和测量有关的公路的分级与技术标准及行车安全对公路形体的主要要求等内容。

一、公路分级与技术要求

公路按其交通量、使用任务、性质分为两类五个等级。

(一)汽车专用公路

高速公路,一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成小客车的年平均昼夜交通量为25000辆以上,具有特别重要的政治、经济意义,专供汽车分道高速行驶并全部控制出入的公路。

一级公路,一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成小客车的年平均昼夜交通量为10000辆~25000辆,为连接重要的政治、经济中心,通往重点工矿区、港口、机场,专供汽车分道行驶并部分控制出入的公路。

二级公路,一般能适应按各种汽车(包括摩托车)折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2000辆~7000辆,为连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的专供汽车行驶的公路。

(二)一般公路

二级公路,一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2000~5000辆,为连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的公路。

三级公路,一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为2000辆以下,为沟通县以上城市的公路。

四级公路,一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的年平均昼夜交通量为 200 辆以下,为沟通县、乡(镇)、村等地的公路。

公路技术标准是法定的技术要求,它反应了我国目前公路建设的技术方针。各级公路的具体标准是由各项技术指标来体现的。我国公路的等级及主要技术指标见表 1-1。

表 1-1 各级公路的主要技术指标汇总表

公路等级		汽车专用公路								一般公路					
		高速公路				一		二		二		三		四	
地形		平原 微丘	重丘	山 岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
计算行车速度 (km/h)		120	100	80	60	100	60	80	40	80	40	60	30	40	20
行车道宽度 (m)		2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	8.0	7.5	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5	3.5
路基 宽度 (m)	一般值	26.0	24.5	23.0	21.5	24.5	21.5	11.0	9.0	12.0	8.5	8.5	7.5	6.5	6.5
	变化值	24.5	23.0	21.5	20.0	23.0	20.0	12.0	—	—	—	—	—	7.0	4.5
最大纵坡(%)		3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9
平曲线 最小平 径(m)	极限值	650	400	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15
	一般值	700	400	200	700	200	400	100	400	100	200	65	100	30	
行车视距(m)		210	160	110	75	160	75	110	40	110	40	75	30	40	20
桥涵设计 车辆荷载		汽车—超 20 级 挂车—120				汽车—超 20 级 挂车—120 汽车—20 级 挂车—120		汽车—20 级 挂车—120		汽车—20 级 挂车—100		汽车—20 级 挂车—100		汽车—20 级 挂车—100	
桥面车道数		4				4		2		2		2		2 或 1	

二、安全行车对公路形体的要求

(一)公路因曲线段最大超高值

在车速较高的情况下为了平衡离心力要用较大的超高,但道路上行驶车辆的速度并不一致,特别是在混合交通的道路上,不仅要照顾快车,也要考虑到慢车的安全。对于慢车,乃至因故暂停在弯道上的车辆,其离心力接近于 0 或等于 0。如超高率过大,超出轮胎与路面间的横向摩阻系数,车辆有沿着路面最大合成坡度下滑的危险,最大超高坡度必满足(1-1)式的要求:

$$i_{h(max)} \leq f_w \quad (1-1)$$

式中: f_w ——一年中气候恶劣季节路面的横向摩阻系数。

制定公路曲线段最大超高坡度 $i_{h(max)}$ 除根据道路所在地区的气候条件外,还必须给予驾驶员和乘客以心理上的安全感。对重山区,城市附近,交叉口以及有相当数量非机动车行驶

的道路,最大超高还要比一般道路小些。

各级公路园曲线段最大超高值见表 1-2。

表 1-2 各级公路园曲线段最大超高值

公路等级	汽车专用公路			一般公路		
	高速公路	一	二	二	三	四
一般地区(%)	10		8			
积雪冰冻地区 (%)	6					

(二)各级公路园曲线的最小半径

园曲线的最小半径,一方面要考虑汽车在这种半径的曲线上以设计速度或以接近设计速度行驶时,旅客有充分的舒适感,另一方面也要注意在地形比较复杂的情况下不会过多地增加工程量。我国各级公路园曲线最小半径的规定见表 1-3。

表 1-3 各级公路园曲线最小半径

公路等级	汽车专用公路								一般公路					
	高速公路				一		二		二		三		四	
地形	平原 微丘	重丘	山 岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
一般最小半径(m)	1000	700	400	200	700	200	400	100	400	100	200	65	100	30
极限最小半径(m)	650	500	250	125	400	125	250	60	250	60	125	30	60	15

(三)各级公路最大纵坡

最大纵坡是指在纵坡设计时各级公路允许采用的最大坡度值。它是公路纵断面设计的重要控制指标。在地形起伏较大地区,直接影响路线的长短、使用质量、运输成本及造价。

各级公路允许的最大纵坡是根据汽车的动力特性、公路等级、自然条件以及工程、运营经济等因素,通过综合分析,全面考虑,合理确定的。

各级公路最大纵坡的规定见表 1-4。

表 1-4 各级公路最大纵坡

公路等级	汽车专用公路								一般公路					
	高速公路				一		二		二		三		四	
地形	平原 微丘	重丘	山 岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
最大纵坡(%)	3	4	5	5	4	6	5	7	5	7	6	8	6	9

(四)各级公路最短坡长限制

最短坡长的限制主要是从汽车行驶的平顺性决定的。如果坡长过短,使变坡点增多,汽

车行驶在连续起伏地段产生的增重和减重的变化频繁,导致乘客感觉不舒适,车速越快越感觉突出。另外,从路容美观,两相邻竖曲线的设置和纵面视距等方面也要求坡长应有一定的限制。各级公路的最短坡长应按表 1-5 选用。

表 1-5 各级公路最短坡长

公路等级	汽车专用公路								一般公路					
	高速公路				一		二		二		三		四	
地形	平原 微丘	重丘	山 岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
最短坡长(m)	300	250	200	150	250	150	200	120	200	120	150	100	100	60

另一方面,对各级公路的最大坡长也有限制,主要考虑纵坡越陡,坡长越长,对行车影响也就越大。主要表现在:上坡行车速度显著下降,甚至要换较低挡克服坡度阻力;易使水箱“开锅”,导致汽车爬坡无力,甚至熄火;下坡行驶制动次数频繁,易使制动器发热而失效,甚至造成事故。

(五)各级公路最大允许合成坡度

合成坡度是指由路线纵坡与弯道超高横坡或路拱横坡组合而成的坡度,其方向即流水线方向。合成坡度可用下式计算:

$$I = \sqrt{i_h^2 + i^2} \tag{1-2}$$

- 式中 I ——合成坡度(%);
 i_h ——超高横坡度或路拱横坡度;
 i ——路线设计纵坡坡度。

在有平曲线的坡道上,最大坡度既不是纵坡方向,也不是横坡方向,而是两者组成的流水线方向。将合成坡度控制在一定的范围内,目的是尽可能地避免急弯和陡坡的不利组合。防止因合成坡度过大而引起的横向滑移和行车危险,保证车辆在弯道上安全而顺畅地运行。我国各级公路最大允许合成坡度的规定值见表 1-6。

表 1-6 各级公路最大允许合成坡度

公路等级	汽车专用公路								一般公路					
	高速公路				一		二		二		三		四	
地形	平原 微丘	重丘	山 岭		平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘	平原 微丘	山岭 重丘
合成坡度(%)	10.0	10.0	10.5	10.5	10.0	10.5	9.0	10.0	9.0	10.0	9.5	10.0	9.5	10.0

(六)竖曲线半径的选用

条件允许时,竖曲线应选用较大半径为宜。当条件受到限制时可采用一般最小值,特别困难地区方可采用极限最小值。因为竖曲线半径过小,且呈凸形竖曲线,影响驾驶员视线。坡差小时应尽量采用大的竖曲线半径,有条件时,宜按表 1-7 规定的竖曲线半径。

表 1-7

视觉要求的最小竖曲线半径值

行 车 速 度 (km/h)	竖曲线半径(m)	
	凸 形	凹 形
120	20000	12000
100	16000	10000
80	12000	8000
60	9000	6000
40	3000	2000

路线工程测量的主要任务之一就是将设计好的路线测设于实地(表现在中线桩上),主动地做好这项工作,并能指导施工,测量人员必须对公路的等级、曲线的类型及安全行车对路线在形体上的要求等问题所了解,这就是本节内容的目的和作用所在。

第二节 路线工程测量的基本过程 and 特点

一、概 述

线性工程在踏勘、设计、测设等阶段的测量工作称为路线工程测量。

由于路线工程的地点和范围及地形条件的不同,路线工程测量可分为草测、初测、定测和施工测量等各个阶段。路线工程测量的基本工作如下:

1. 根据规划设计要求,在选用中小比例尺地形图上确定规划路线的走向及相应控制点位。
2. 根据图上的设计在实地标出线性工程的基本走向,沿着基本走向进行必要的控制测量(平面控制和高程控制)。
3. 结合线性工程的需要,沿着线性工程的基本走向进行带状图或平面图的测绘。比例尺依不同线性工程实际按表 1-8 的要求选定。

表 1-8

线性工程测图比例尺

路线工程类型	带状地形图	工点地形图	纵断面图		横断面图	
			水 平	垂 直	水 平	垂 直
铁 路	1 : 1000	1 : 200	1 : 1000	1 : 100	1 : 100	1 : 100
	1 : 2000	1 : 200	1 : 2000	1 : 200	1 : 200	1 : 200
	1 : 5000	1 : 500	1 : 10000	1 : 1000		
公 路	1 : 2000	1 : 200	1 : 2000	1 : 200	1 : 100	1 : 100
		1 : 500				1 : 200
	1 : 5000	1 : 1000	1 : 5000	1 : 500	1 : 200	

4. 根据规划设计把路线点位测设到实地中(中线测设)。

5. 测量线性工程的基本走向的地面点位高程,绘制线路基本走向的纵断面图。根据线性

工程的需要测绘横断面图。比例尺按表 1-8 的要求选定。

6. 按线性工程的详细设计进行施工测量。

公路和铁路是社会经济发展的重要交通路线。公路和铁路的工程测量贯穿于交通路线工程从规划、勘测设计、施工到营运管理各阶段。为了区别于一般的线路测量技术及《公路勘测规范》的要求,本书把公路和铁路的工程测量技术称为路线测量。本书以交通路线工程为基础,重点叙述路线测量的技术原理和方法。

二、路线工程测量的基本过程

(一)规划选线(草测)

这是交通路线建设的初始设计工作,一般的工作内容:

1. 图上选线。根据有关主管部门提出的某一交通路线(或某一交通网络)建设基本思想,利用中比例尺(1:5000—1:50000)的地形图,在图上选取路线方案。

一张现势性比较好的地形图作为规划选线的重要图件,为交通路线初始设计反映出公路走向的地形状态,提供有比较多的地质、水文、植被、居民点、原有交通网络以及经济建设等现状。图上选线,可以在这些现有资料基础上初步确定多种交通路线的走向,估计路线的距离、桥梁涵洞的座数、隧道长度、车站位置等项目,测算各种图上选线方案的建设投资费用等。

2. 实地考察。根据图上选线的多种方案,进行野外实地视察、踏勘、调查,收集路线沿途的实际情况,进一步掌握公路沿线的实际资料。其中注意搜集:(1)有关的控制点;(2)了解沿途的工程地质情况;(3)查清规划路线所经过的新建筑物及交叉位置;(4)了解有关土石建筑材料情况。

地形图的现势性往往跟不上经济建设的速度,实际地形与地形图有可能存在差异。因此,实地考察获得的实际资料是初始图上选线设计的重要补充资料。

3. 方案论证比较。即根据图上选线和实地考察的全部资料,结合主管部门的意见进行方案论证,确定规划路线的基本方案。

(二)勘测设计

勘测设计是在规划路线上进行路线勘测与设计的整个过程。这个过程可分为二阶段和一阶段二种形式。

二阶段勘测设计的形式有初测与定测。

1. 初测,即在所定的规划路线上进行的勘测工作。主要技术工作内容有:控制测量和带状地形图的测量,目的为交通路线工程提供完整的控制基准及详细的地形资料。

(1)控制测量:即平面控制测量和高程控制测量。在中比例尺地形图上已经有了交通规划路线,在实地也有了规划路线的基本走向。平面控制测量和高程控制测量在实地相应的规划路线上进行。路线控制测量的等级、适用条件及施测方法见第二章第二节。

(2)带状地形测量:在已经建立的平面控制和高程控制基础上沿规划中线进行地形测量,按一般地形图测绘的技术要求测绘带状地形图,带状宽度 100m~300m。此外,应注意测绘各种管线和原有的路桥与规划路线的关系,加测穿越规划路线的管线净空高或负高。规划公路沿线的桥梁隧道应测绘大比例尺工点地形图。

初测得到规划路线的大比例尺带状地形图是纸上定线设计最重要的基础图件。纸上定

线设计主要技术内容是：在带状地形图上确定路线中线直线段及交点位置，标明路线中线直线段连接曲线的有关参数。

2. 定测，主要的技术工作内容：

(1)将纸上定线设计的公路中线(直线段及曲线)测设于实地；

(2)路线的纵、横断面测量。为路线竖向设计、路基路面设计提供详细高程资料。

纸上定线设计和竖向设计、路基路面设计是伴随着初测和定测的二阶段设计实现的，故称为二阶段设计。一般的公路、铁路及大桥、隧道采用二阶段设计；修建任务紧急，方案明确，工程简易的低等级公路可采用一阶段设计的技术过程。一阶段设计，一般是一次性提供公路施工的整套设计方案，作为与之相配合的勘测工作是一次性的定测，亦即上述的初测、定测的连续性测量过程。

(三)路线工程的施工测设

根据设计的图纸及有关数据测设公路的边桩、边坡、路面及其它的有关点位，保证路线工程建设的顺利进行。

三、路线工程测量的基本特点

全线性。路线测量工作贯穿于整个路线工程的性质，称为全线性。以公路工程测量为例，从规划到施工的过程可见，公路工程测量开始于整个公路的全局，深入于公路路面施工的具体点位，公路工程建设过程时时处处离不开测量技术工作。

阶段性。这种阶段性既有测量技术本身的特点，也是路线设计过程的需要。图 1-1 表示公路设计与公路测量的先后关系，体现了公路测量的阶段性，反映了实地考察、平面设计、路面设计与初测、定测、测设的各阶段呼应关系。这种阶段性包含有测绘与测设的反复程序，反映了公路建设与测量技术的密切关系。

渐近性。不论是一阶段设计还是二阶段设计，交通路线从规划设计到兴建完工经历一个从粗到精的过程。从图 1-1 中可见，公路的完美设计是在“从实践中来到实践中去”的过程中逐步实现的。公路的完美设计需要公路勘测与设计的完美结合，设计技术人员懂测量会测量；公路测量技术人员懂设计明了公路的设计思路。完美结合的结果便是公路测量使公路工程建设在越测越象的过程中实现。

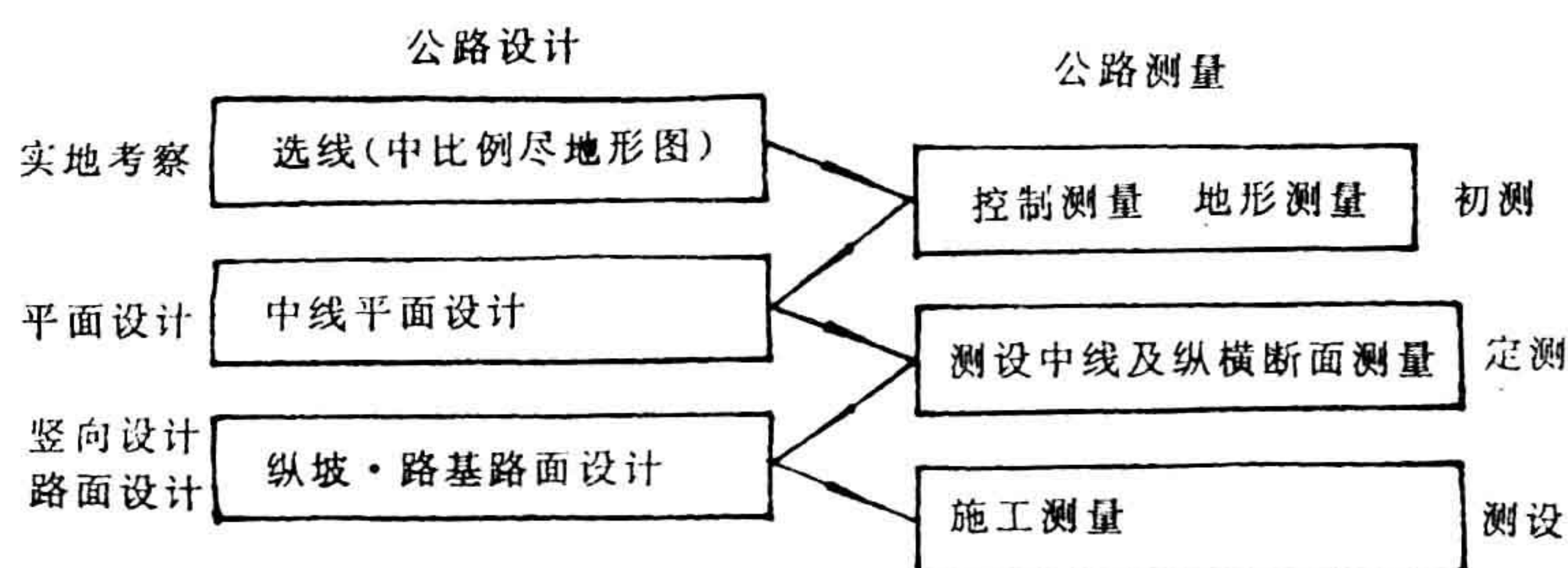


图 1-1

第三节 路线直线段中线测量

图 1-2 中是一张公路图上设计图,图中的 A 、 B 、 K_1 、 K_2 、 $\dots$ 、 K_8 、 C 、 D 各导线点连结成的折虚线是一条附和导线;两旁点虚线表示已测的带状地形图的范围;中间的 M 、 JD_1 、 JD_2 、 JD_3 、 N 各点连成的折线是在带状图上定线设计的公路中线,其中 M 、 N 是公路起、终点, JD_1 、 JD_2 、 $\dots$ 等是公路中线直线段的交点。公路中线直线测量的基本任务,把图上定线设计的公路中线直线方向、交点以及按一定间距的直线段测设到实地中。

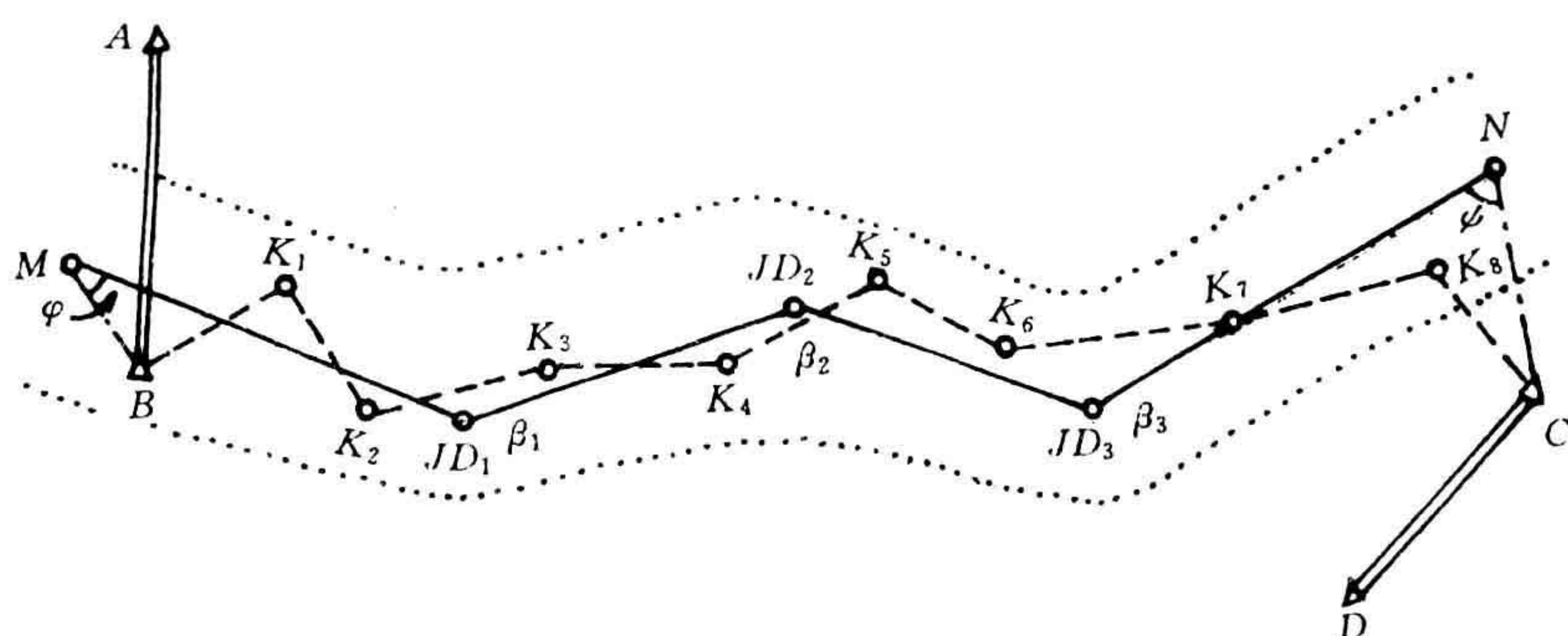


图 1-2

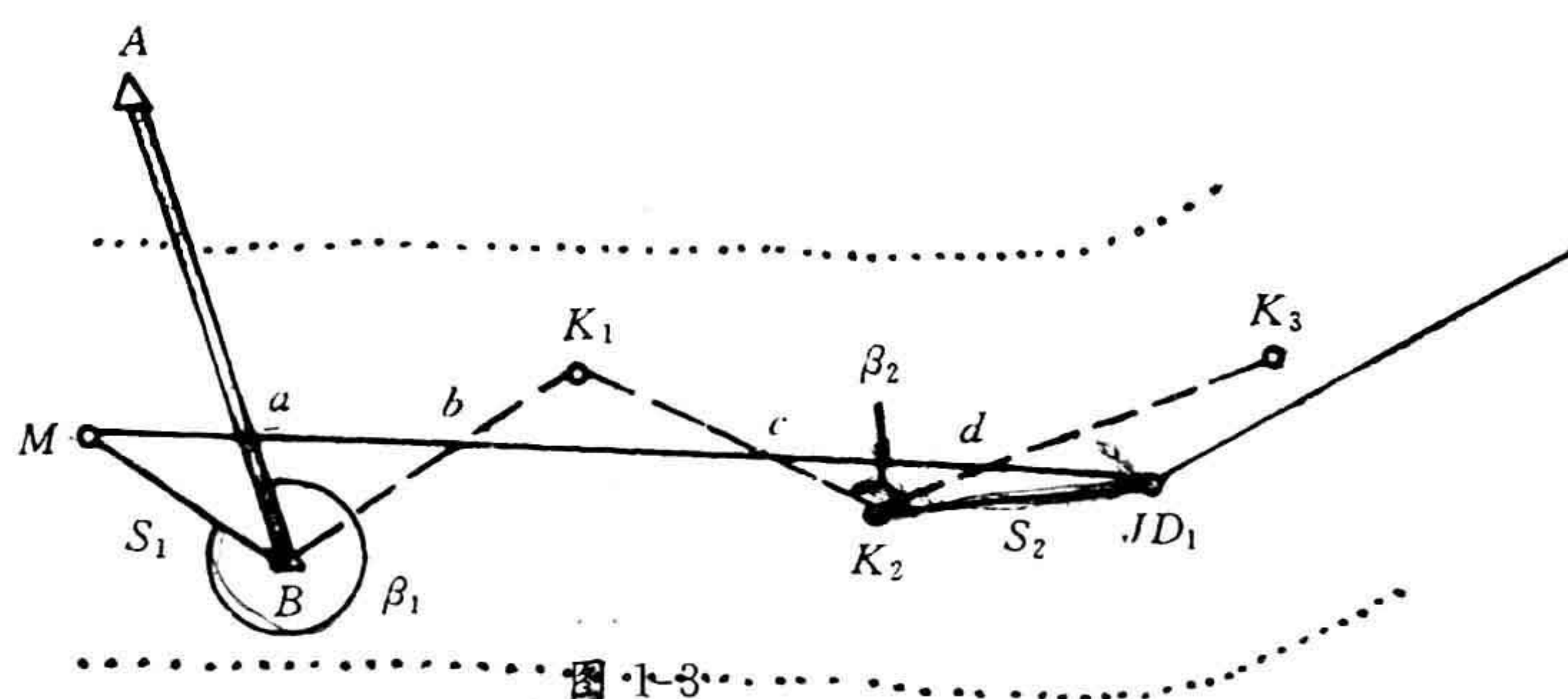


图 1-3

一、直线段中线的测设

(一)测设方法:有极坐标法、图解法等。

1. 极坐标法。如图 1-3(图 1-2)的局部,二图中的有关符号相同) M 、 JD_1 是图中平坦地段的直线段二点,只要把 M 、 JD_1 测设到实地中去,便可得到 M 到 JD_1 的直线段。方法:

(1)根据设计的点位 M 、 JD_1 的坐标求得距离、角度参数,即 S_1 、 β_1 及 S_2 、 β_2 。

(2)分别在 B 、 K_2 点安置仪器,按极坐标法测设 M 、 JD_1 点。

(3)根据测设的点位在实地设立 M 、 JD_1 的标桩。

极坐标法可利用控制点视野开阔的有利地形条件进行中线点位的测设。例如图 1-4, A 、 B 是导线点, M 至 JD_1 是公路的中线, i 是待测设的中线点位,极坐标法测设的方法:

(1) 计算第 i 点的坐标, 即

$$\begin{aligned} x_i &= x_M + l_0 \times i \times \cos \alpha_0 \\ y_i &= y_M + l_0 \times i \times \sin \alpha_0 \end{aligned} \quad (1-3)$$

式中 x_M, y_M 是公路的起点 M 的坐标, l_0 是中线点之间的间距, α_0 是中线的方位角, $i=1, 2, \dots, n$ 。

(2) 设定测站 A 点的起始方向 AM , 利用 A, M, i 点坐标进行坐标反算的办法求 A 点至第 i 点的距离 s_i 及 β_i 。

(3) 按极坐标法测设第 i 个中线点位。

上述测设中, 若 S_i 与导线边 AB 的夹角为 $\beta_i = 90^\circ$ 时, 习惯上称为导线支距法测设, 即在与 AB 垂直的方向上丈量距离 s_i 测设中线点。

如果规划路线中有的直线段中线点 (包括起点、终点、交点等) 已在野外踏勘中确定, 则应在控制测量时准确测量这些中线点的坐标和高程, 并在带状地形图中表示出来。中线上其他点位的测设可利用这些点位以距离测设法测定在中线上。

2. 图解法: 上述极坐标法的测设参数都是计算得到, 故又有解析法之称。图解法, 即是从带状图上量取测设参数的测设方法, 具体方法:

(1) 在带状地形图上量取公路设计的中线点测设参数。

(2) 按极坐标法测设并实地确定中线点位。如图 1-4 中第 i 点的 s_i 及 β_i 测设参数从图中量取, 然后按极坐标法测设第 i 点。

(二) 穿线检查调整。

由于图解误差和测设误差的影响, 放样的中线点位不在同一直线上, 如图 1-5。解决办法:

(1) 穿线, 即在适中点位 A 安置经纬仪, 瞄准另一中线点位目标 B , 各中线点位 1、2、... 与经纬仪视准轴的位置关系如图 1-5 情形。

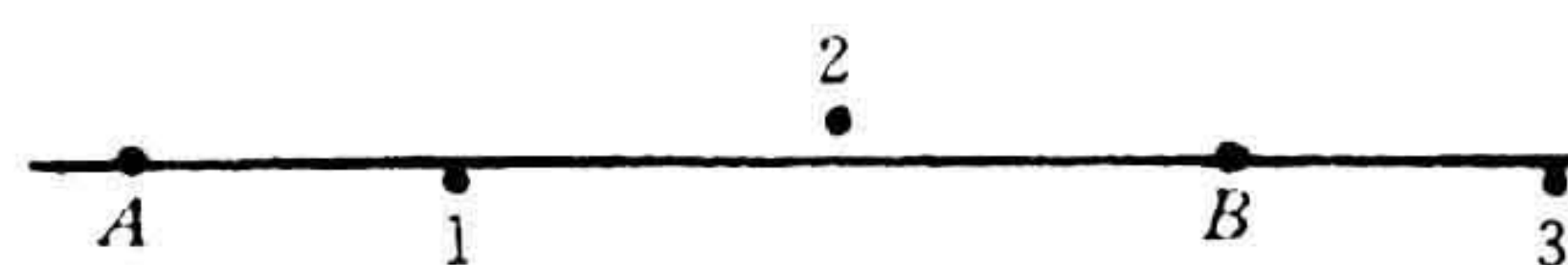


图 1-5

(2) 检查, 即检查各中线点位离开视准轴线的距离。

(3) 调整, 首先调整经纬仪视准轴线, 使各中线点位离开视准轴线的距离大致相当; 其次调整实地的中线点位, 使之落在经纬仪视准轴线上。

(三) 交点定位。

根据上述方法, 可在实地得到公路中线的直线段, 在交点未定时, 以延长直线段得到实地的交点位置。如图 1-6 中交点 JD_1 的定位具体方法:

(1) 设图 1-6 中的 A, B 是直线段调整后的二中线点, 延长 AB 在另一直线段的方向附近设骑马桩 B_1, B_2 ;

(2) 设图 1-6 中的 C, D 是另一直线段调整后的二中线点, 延长 CD 在 AB 直线段的方向附近设骑马桩 C_1, C_2 ;

(3) 利用 B_1B_2 与 C_1C_2 连线交会定交点 JD_1 ;

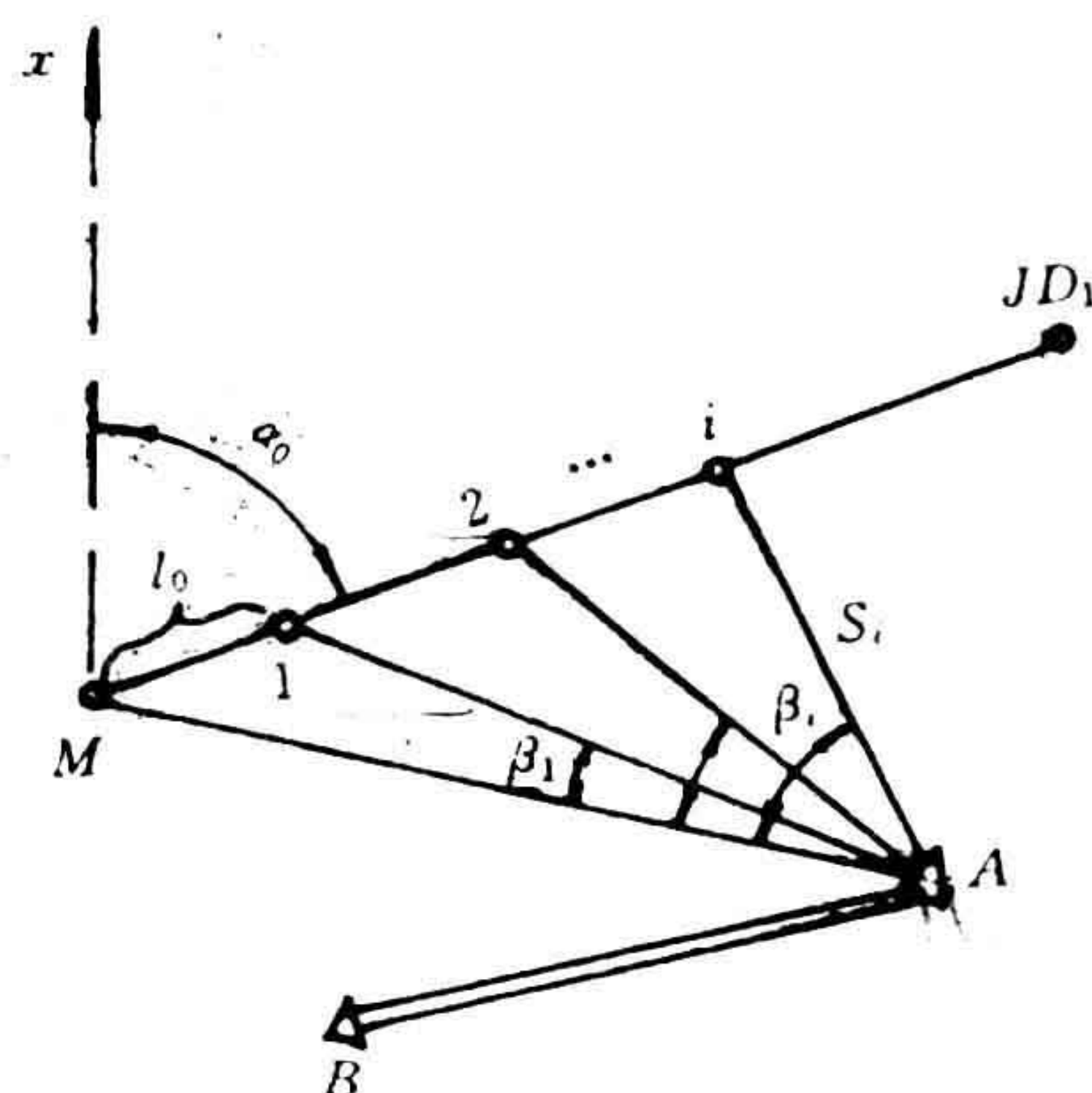


图 1-4