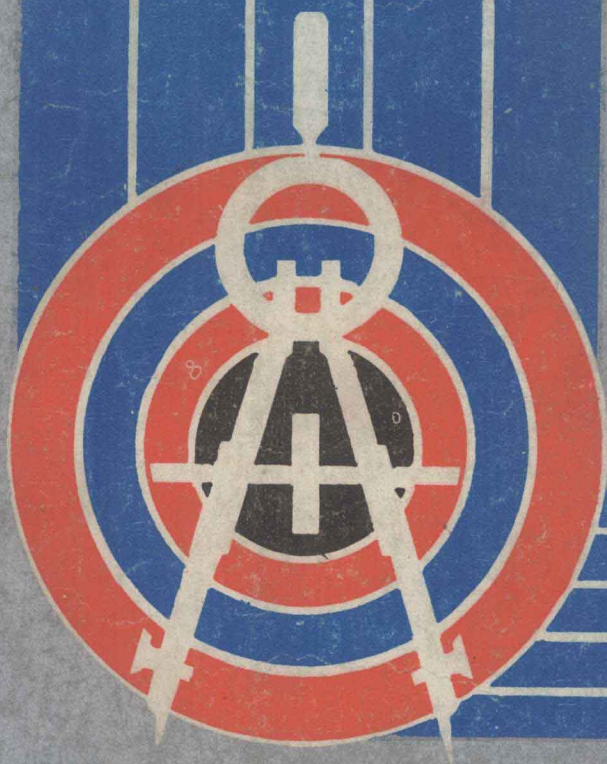


道路曲线测设

王治明 编著

张廷楷 校订



251336

云南科技出版社

道路曲线测设

王治明 编著
张廷楷 校订

云南科技出版社

责任编辑: 林德琼

封面设计: 朱昆锦

道路曲线测设

王治明 编著

张廷楷 校订

云南科技出版社出版发行 (昆明市书林街100号)

昆明市西站彩印厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.5 字数: 200000

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数: 1—10200

ISBN7-5416-0125-X/U·1 定价: 3.20元

(照排胶印)

《道路曲线测设》一书
出版和《曲线测设盘》
的推广使用，说明真
理终于看成胜果，端
邪说。

王信田

一九七九年五月十日

《曲线测设盘》是治明同志在多年实践中研究的成果，用于道路测量比用普通经纬仪，轻便迅速，值得推广采用。

交通部公路规划设计院高级工程师

李昌源 一九八七年五月十七日

“曲线函数盘”及“曲线测设盘”这本书的
出版，给公路今后建设上增添重要工具。

原云南省交通厅厅长兼党组书记 冯仪
1987年5月13日

王治明工程師所編的這本“道路曲線測設”，內容豐富，切合實用，對選線和曲線測設方面，尤能使工作簡便，效果顯著。其最可貴的，是在大控制點間，可使小控制點數量儘可能減少，從而以線免於過份曲折。至於對高級公路和高速公路，在選定大半徑盤旋曲線而使用這種“測設盤”，尤為有用。這些問題，用經緯儀工作，很不方便而且是不準確的。

所列附表，對測設使用方便，可節省很多計算工作量。

王工程師所編這本著作，是很值得推薦的。

上海同濟大學教授

陳承端

87年5月6日

前 言

道路运输是促进四化建设的重要企业。它适合短途客、货运输和高档产品、鲜活易腐货物的中距离运输，具有机动灵活和适应性强的优点，特别对山区客、货运输作用更大。

道路测设工作是道路建设事业的“先行官”和关键性的第一步。搞好测设工作，对道路运输起着多、快、好、省的效益。测设技术人员应系统地掌握测设业务知识，同时掌握一种操作轻便、简单易行的工具，这对提高测设的进度和质量有重要作用。为普及测设技术知识、促进测设工作迅速发展，昆明技术市场，从去年5月开始在昆明先后办了三期《曲线测设盘》培训班，由作者主讲，得到来自二十一个省市的工程师、大专院校的老师 and 测量队长等的好评。根据他们的建议和要求，决定由作者编著此书，并请上海同济大学道路勘测设计教研室主任张廷楷副教授审阅。在编写过程中还得到了原交通部公路规划设计院李昌源总工程师和云南省交通厅50年代第一测量队长杨正义工程师的支持和帮助。

本书限于篇幅，只摘要介绍山区道路测设工作中的有关要点、方法及使用工具——“曲线函数盘”及“曲线测设盘”的构造原理、使用方法及维修知识。使用这两种工具，在测量一般道路时，可以避免偏角法或支距法敷设曲线的繁琐和难于掌握的缺点。同时，在横断面测量中，精确地将中线两侧射线对准中线桩，是比较困难的（即通过圆心的射线方向），而使用“曲线测设盘”测量横断面，则较容易做到得出准确的中线桩两旁的射线方向，既不受前后桩距的限制，也无累计误差。

本书主要供道路勘测、施工和养护部门的人员使用，也可供林业、厂矿道路、铁路和水利等测设人员使用。

编著者

目 录

前 言

第一章 道路选线	(1)
第一节 道路选线的原则与要求	(1)
第二节 山区公路的测设	(2)
第三节 道路测设队的组织形式	(6)
第二章 曲线函数盘及曲线测设盘(包括初级、高级曲线测设盘)的原理、使用与维修	(7)
第一节 曲线函数盘	(7)
第二节 曲线测设盘的构造和读数方法	(8)
第三节 初级曲线测设盘	(10)
第四节 高级曲线测设盘	(12)
第五节 测定曲线各桩横断方向	(14)
第六节 曲线上有障碍的测定	(15)
第七节 曲线测设盘的维修	(16)
第三章 道路设计行车速度与道路分级	(17)
第一节 道路设计行车速度	(17)
第二节 道路的分级	(17)
第四章 道路平面线形要素的规定及其计算	(19)
第一节 直线	(19)
第二节 平曲线	(20)
第三节 缓和曲线	(21)
第四节 路线平面、纵断面、横断面的测设和绘制	(24)
第五章 道路路线平面线形的测定	(32)
第一节 圆曲线要素的计算	(32)
第二节 偏角法测设圆曲线	(33)
第三节 切线支距法测设圆曲线	(36)
第四节 中央纵距法测设圆曲线	(37)
第五节 虚交与复曲线	(38)
第六节 缓和曲线详细测设	(40)
第七节 回头曲线	(48)
第六章 道路路线设计计算图表	(49)
附 录	(60)
1.重要常数对数表	(60)

2.道路勘测与设计用符号	(61)
3.道路名词解释	(64)
4.道路路线设计计算图表	(69)
5.斜距改算水平距表	(84)
6.视距表	(93)
7.曲线长 0.01~100 米偏角表	(98)
8.曲线上等距离之切线支距表	(118)
9.回头弯曲线用放射法测角表	(132)
10.弧弦差补充表	(135)
11.基本几何图形的面积和体积	(136)
12.计量单位简表	(141)

第一章 道路选线

第一节 道路选线的原则与要求

道路路线的选定,是根据其性质、任务和技术等级及起迄点和控制点(即必须通过或应避开的城镇、工矿、企业、特殊大桥桥位等),选出一条在政治上、技术上、经济上合理的路线方案。路线方案的选定,是路线测设的首要问题。方案是否合理,不但关系到道路建设的投资和运输效益,还与国家的政治、经济和国防有很大的关系。因此,道路选线者的首要任务,是要全力以赴解决好路线方案。选线者应按路线区域内工农业发展情况及其远景规划,并根据地形、地质、地貌、水文和气候等条件,必要时还要结合军事需要,慎重研究,反复比较,来确定路线的走向和布局,选出一条技术经济适用合理的路线方案。因此,道路选线,是道路勘测设计最关键的第一步工作。

决定路线基本走向的控制点,称为大控制点,在两大控制点间、控制路线局部走向的控制点,称为中间控制点。如在两大控制点间需翻越一座山岭,那么从哪个丫口通过,路线才经济合理?通过后,又要从哪一侧山坡下山?如需回头展线时,回头弯道要设在哪里,其位置才适宜(工程小,进出回头弯的上、下台线能尽量拉开,不致干扰),路线纵坡度才符合技术要求。沿河布线,路线是完全布置在一岸,还是在两岸选择工程较小又地质、水文条件良好地段来回跨河布线,以及跨河桥位选在哪里等等……,这些均属在路线中间控制点间进行局部方案的选择。

选择路线方案时,应综合考虑以下诸因素:

- 1.路线在政治、经济、国防上以及地方或建设单位对路线的要求。
- 2.路线在铁路、公路、航道等交通网系中的作用,与沿线工矿、农业、城镇规划的联系。
- 3.沿线地形、地质等自然条件;任务要求的路线技术等级与实际可能达到的等级;路线展长系数;沿线主要建筑材料等情况。
- 4.其它如与沿线革命史迹、历史文物、风景名胜区的联系。

影响路线方案的因素是多方面的,各种因素又是相互影响和联系的;因此,要根据路线的使用任务,通过政治、经济、技术等方面的综合分析研究,分清主次,反复比较,才能选定出合理的路线方案。

选线工作,具有高度的政治性、技术性与艺术性。它是由粗到细,由面到片,由片到线的选择过程。选线工作者,要有高度的责任感,要不怕麻烦,要多问(包括当地政府、人民群众)、多看、多跑、多调查、多比较,以取得充分的论证根据,使不遗漏一条合理路线,减少以后各阶段的工作量与工作时间,免除以后工作的返工与窝工。

我国地域辽阔，道路勘测中有山岭、平原、河网、沙漠等不同的情况，勘测时应根据情况各别处理。本书限于篇幅，只涉及山区道路部份。

第二节 山区公路的测设

山区公路测设步骤可概述为：

(一) 视察

是在路线起迄点及主要控制点间，根据路线任务要求，对该地区的地形、地貌、水文、地质等作广泛的全面了解，经过筛选，将面缩成片，再由片到线，选出路线最佳基本方案。在这过程中，应随即确定中间控制点。在出发视察前，如有较详细地形图，先在图上进行一番研究，则可缩短野外工作时间。视察完毕，应写出书面报告、路线比较方案及图表资料，报请上级或建设单位审定。报告书内容包括路线地区及基本方案以及比较方案沿线的地形、地貌、地质情况，基本方案及比较方案的政治、经济、技术的论证资料。同时，应附有简明平面示意缩图、工程数量估计表以及推荐的路线方案。

(二) 勘测

根据审定的路线方案及图表资料，进行现场复查及试测。确定两中间控制点间的路线合理布设，求得路线在平面上舒顺，纵面上均匀，横面上经济稳固的部位。

山区路线若需越岭时，如上所述，需选择合理的丫口穿越及考虑越岭后的路线布设以及如何展线问题。越岭线在上岭一侧，应自上而下放坡试线，这样可自由掌握纵坡度，不致浪费纵坡度，又不浪费路线长度，并能选择合理的路线位置。越岭线比较简便的勘测，是用带角度的手水平在实地试测（俗称“放坡”），二级以下路线，一般可以5%的平均纵坡度试测。若试测时使用坡度过大，则将给详细定测时的路线缺乏回旋的余地，在平、纵、横方面难于协调处理。在山形迂回曲折处，亦应减小试测坡度。沿河（溪）路线首先要考虑洪水冲刷问题，确定线位的高低和安全以及减少石方工程量；还要考虑必要的跨河建桥问题；有时还要设置防护工程以防洪水冲刷和边坡坍塌。总之，沿河（溪）线的选定，主要是处理好路线的位置和安全、以及工程量多少的问题。

在勘测过程中，若发现有视察时遗漏的方案时，应即予以补充勘测。若有比较方案，应搜集有同等深度的图表资料。

勘测完毕后，也应写出书面报告，报请上级或建设单位审定。报告书内容同“视察”阶段同，不过描述情况可只限于勘测的路线方案，同时应附试测简图。另外，应指出详细定线测量时应注意事项，特别是需要重点处理的地段或问题。

(三) 详细定线测量

根据上级或建设单位核定的勘测方案和测量要求，进行详细定线测量，确定路线在实地上的具体位置。详测队组织业务工作方面包括（1）选线（俗称“大旗”）组：一般由队长或工程师负责。根据地形及《公路路线设计规范》（以下简称规范），选定中线直线及两直线的交点（JD）的位置，并予编号。（2）量角组：测得大旗组设置的交点处的外角（即偏角，以 (α) 表示），根据地形及《规范》选用（E）值（交点至平曲线中

点的长度), 选定平曲线半径 (R), 并将该点 (JD) 的 R 及 E 值通知中桩组。(3) 中桩组: 根据量角组所定 R 及 E 值, 计算得平曲线各数值, (若所给 R 及 E 值不恰当, 可作修改) 钉设路线各桩志。(4) 水准点组: 沿路线测设水准点, 供中平组使用。起点水准点高程可用气压表读数, 若能与国家水准点联系, 则采用国家水准点高程。(5) 中平组: 根据沿线水准点高程, 测出中线各桩志高程。(6) 横断面组: 测得中线桩两侧垂射线方向上的地形变化处的高程。(7) 地形组: 测出中线两旁各 20 米或更宽地带的地形、地貌。(8) 调查组: 调查沿线地质、水文、地貌及筑路材料的品种、规格、蕴藏量、运距及运输方法。(9) 桥涵组: 调查中线通过处需要设置的桥涵位置及孔径, 河流水文情况, 桥涵型式及其附属工程。一般中小桥, 应测绘桥址处地形; 大桥可另行单独测设。(10) 内业组: 将各组野外资料, 整理绘制成图表。

在详细定测阶段, 插旗选定 JD 点, 是关键性的一步, 这一步工作的好坏, 关系到路线质量的好坏, 选好 JD 点, 可免除以后各组出现返工的情况。选定 JD 点位置, 常有“觉今是而昨非”之事, 每有以现选点而觉先之选 JD 点不恰当, 而需要移动者, 有时会发生需要连续移动几个已定 JD 点情况。故插旗者必须不厌其烦地来回奔走, 反复研究, 才能把线定好。

山区路线定线, 主要是处理好路线平、纵、横面的关系。在有小半径曲线地段, 要考虑纵坡度折减及《规范》规定的“合成坡度”。定线插旗组, 可由一人持带角手水平, 根据所拟路线中线经过地段的地形情况, 将手水平拨到本路线等级可用的纵坡度 (1° 约等于 1.75%), 另一人根据持手水平者指示的方向前进, 选定为两直线的交点 JD; 同时在沿线需要填、挖平衡处及关键处用若干小旗标出, 然后负责者根据路线平、纵、横三方面及路线标准, 抓住主要矛盾, “舍少取多”、“裁弯取直”移动小旗, 调整为一条直线。如此, 循序前进, 将选定的 JD 钉下桩, 插上旗, 编上 JD 顺序号。在选定 JD 位置时, 应考虑到平曲线半径 R 及外距 E 值, R 值首先要能不小于路线等级的极限最小半径值并尽量选用大于一般最小半径的较大值。同时, 要考虑平曲线两端缓和曲线长度及相邻两平曲线间直线长度。

大旗组选定 JD 点后, 量角组则在 JD 点处测得该点的偏角 (α), 根据 α 值参照地形及《规范》选定平曲线半径 R 及 E 值, 需要时设置转点桩供中线组穿线用。R 值可按式求得 (或采用《曲线函数盘》)。
$$R = \frac{E}{\left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1\right)}$$
。在山区路段挖方处, 为避

免砌墙工程, 应确定路线的适宜位置, 如图 1-1 当已知山坡倾斜度及路基宽度 (W) 时, 可根据 $X = \frac{\text{路基半宽}}{\cos \alpha}$ 及 $y = \text{路基半宽} \times \tan \alpha$, 求得路堑经济切深值。

量角组选定 JD 点处平曲线 R 及 E 值后, 中线组则据以计算平曲线各数值。同时丈量中线距离, 钉设路线起迄点、公里、百米及平曲线起止终点、中点及平曲线中各桩, 县、区、乡分界桩。转点桩则在其旁加钉其里程桩。另外还需要钉设加桩, 以便横断面组测量及纵坡设计者参考。下列位置, 应加钉中桩:

1. 沿中线在纵向及横向地形有显著变化处。

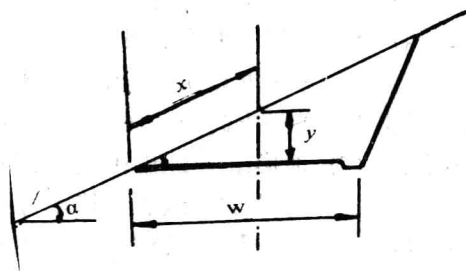


图 1-1 踏整经济挖深的决定

2. 与水渠、管道、电力、电讯等交叉点或干扰地段的起、终点。
3. 与既有铁路、公路、便道交叉处。
4. 需拆迁的建筑物处。
5. 地质病害地段的起、终点。
6. 小桥涵的中心及大桥、隧道的两端。

每隔一定转角数观测磁方位角一次与计算方向角核对。并逐桩观测视距，与中桩拉链距核对。

中线相邻两桩的间距应不大于下表的规定。

表 1-1 中线桩志、桩距规定表

直线	平原、微丘区	20m > 50m
	山岭、重丘区	20m
平曲线	$R > 60m$	20m
	$30m < R < 60m$ 及缓和曲线长度为 30~50m	> 10m
	$R < 30m$ 及缓和曲线小于 30m 或回头曲线	> 5m

为了方便，直线一般采用 20 米的桩距，桩号采用 20（或 50 米）的倍数。JD 点、转点、平曲线主点桩及特殊加桩号均书写至厘米。一般加桩尽量加在整桩处。

中线测量的精度要求如下：

(一) 量角

1. 以全测回法测量右侧角，观测一测回。两半测回间应变动度盘位置，角值相差应在 $60''$ 以内，取平均值并据以计算偏角。

2. 水平角检测时相差为 $60''$ ，闭合导线闭合限差：水平角为 $\pm 60'' \sqrt{n}$ (n 为置镜点总数)，距离为 $\frac{1}{1000}$ 。

3. 磁方位角校核。施测过程中每天应至少观测一次，并与计算方位角校核，其角值相差不大于 2° 。

(二) 丈量及钉桩

1. 中线量距, 宜优先采用光电测距仪测量。一般可用钢卷尺和基线法等方法测量, 边长相对限差为 $\frac{1}{1000}$, 取位至厘米。

2. 量距可用钢卷尺丈量一次, 用视距核对。量距与视距之差不应大于长度的 $\pm \frac{1}{200}$ 。

3. 路线起、终点桩, 公里桩, 百米桩, 平曲线控制桩 (直缓或直圆、缓圆、曲中、圆缓或缓直、公切点), 桥隧轴线控制桩, 转点桩和断链桩为必要的桩位外, 应按上述要求钉设加桩。

4. 拉链检查。对两交点或交点与转点间距离, 以及交点或转点至桩位的距离, 应符合下列规定, 即: 中桩桩位允许误差: 纵向 ($\frac{S}{1000} + 0.1$) (米), 式中 S 为交点或转点至桩位的距离 (米), 横向为 10 厘米。

5. 平曲线应自行闭合, 允许曲线闭合差纵向不应超过 $\pm \frac{1}{1000}$, 横向误差不应超过 ± 10 厘米。

以上所述仅为选线、量角及中线钉桩工作, 其它各组工作另作介绍。

对山区地形复杂地段的定线, 往往实地不易很快定出合理路线, 此时, 可先在 1:500~1:2000 地形图上定出路线具体位置, 然后再到实地结合具体情况标出路线, 这样可大大减少实地定线的工作量; 同时, 由于在一张地形图上定线后, 可以一览无余的看到几公里长的路线在平、纵、横三方面的配合、协调情况, 这可以提高路线质量。它的做法是先以一定的平均坡度, 结合前后地形布线, 将所得的“导线”, 联成一条折线, 再根据地形, 试设平曲线, 确定其半径。平曲线半径, 使用曲线板试订至合适为止。同时作出纵断面图, 反复研究修正, 最后予以标定。

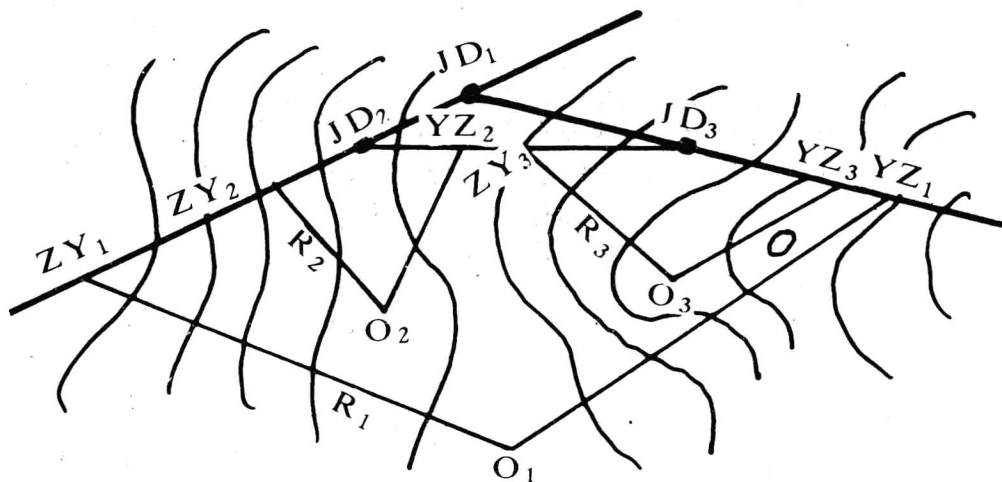


图 1-2 纸上定线示意图

图中 JD_1 为一个交点角方案, JD_2 、 JD_3 为两个交点角方案。

在地形图上作出平曲线方案后, 需同时作出纵面图。其方法是: 首先在图上标出中线里程桩, 100 米及 20 米桩, 平曲线起止点桩及中线与所交等高线处桩号, 根据等高线高程, 查得各桩位高程, 用以绘出中线纵面图, 看是否平缓舒顺, 经济合理, 否则重新试订中线, 再作出其纵面图, 经此反复试订, 以求得一合理中线位置。

对于城市道路选线工作, 一般依城市规划先作道路红线设计, 其中包括道路走向和位置、控制点标高、红线宽度、主要交叉口和广场平面位置。一般城市均已有的比例尺 1: 500 或 1: 1000 的平面图。因此, 城市道路定线时, 先在纸上作业, 决定道路的具体走向及直线、曲线的设置, 然后到实地放线。

第三节 道路测设队的组织形式

一般的测设队的组织如下参考表:

表 1—2

详测队人员配备参考表

组 别	行政干部	技术人员	基本工人 (测工)	临时工人	合 计
行 政 组	5—6		2	1	8~9
选 线 组		2	1	2~3	5~6
量 角 组		1	1	2	4
中 线 组		1	4	3~4	8~9
中 平 组		1	2		3
水 准 组		1	2		3
横 断 组		1	2	2~4	5~7
地 形 组		1	2	1~3	4~6
地质材料组		2~3		1~3	3~6
桥 涵 组		2~3		1	3~4
内 业 组		2~3			2~3
	5~6	14~17	16	13~21	48~60

上表是按一般情况下进行详细测量考虑的, 若公路等级较低, 距离较短时, 可适当合并调整组别。例如, 量角组可与中线组合并为一组, 中平组可与水准点组合并为一组, 横断与地形合并为一组, 其它各组保持不变; 合并后人员可适当调整。

第二章 曲线函数盘及曲线测设盘(包括 初级、高级曲线测设盘)的原 理、使用与维修。

第一节 曲线函数盘(图 2—1)

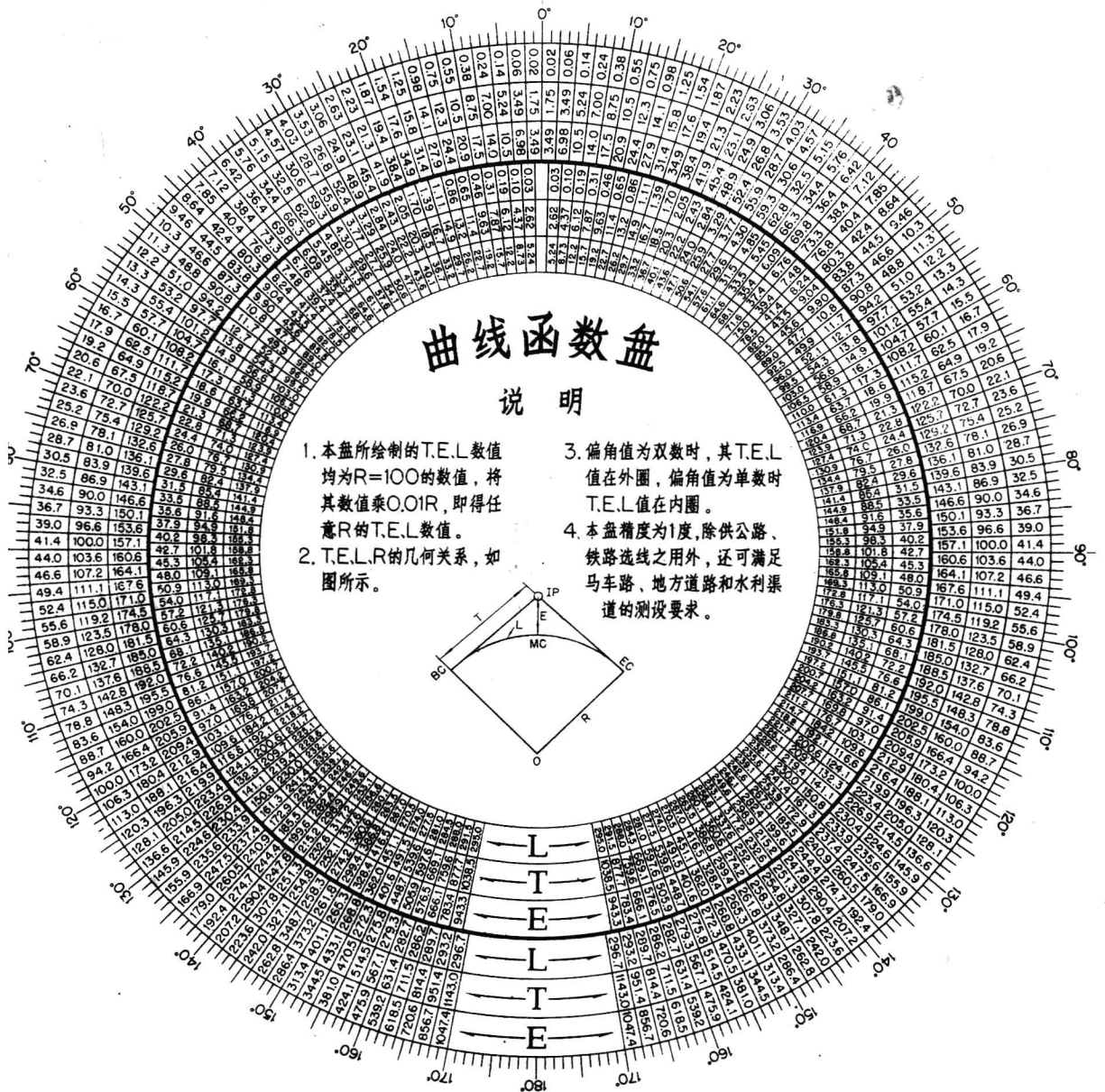


图 2—1