

第2章 施工准备和施工测量

2-1 施工总要求

道路施工总的原则要求

表 2-1

主要项目	原则要求
施工准备与技术管理	城市道路或公路施工必须做好施工前的准备工作和施工中的技术管理工作,严格执行国家颁布的技术规范和有关技术操作规程的规定,保证工程质量
推广使用新技术,促进施工现代化	道路施工应积极推广使用经过鉴定的新技术、新工艺、新结构、新材料、新设备,以提高工作效率,降低工程费用,加速实现道路施工现代化
节约用地,合理布置,防止污染	道路施工应节约用地,合理安排施工场地,特别对市区道路施工,更须注意协调,尽量减少对附近居民和过往车辆及行人的干扰。郊区公路施工应少占农田,不影响农作物灌溉,并按国家有关规定注意防止环境污染
加强安全生产,保证安全施工	认真贯彻安全生产的方针,加强安全教育,落实各级安全生产责任制,制订安全技术措施,严格遵守安全操作规程,确保安全生产
紧密协作共同配合	道路施工前必须加强协调,有关部门的相互配合,特别对地下管线、地上杆线等等的迁移、更新、设置,均需协作统一部署,并分别负责执行,以确保工程顺利实施和缩短工期
隐蔽工程	凡属隐蔽工程,必须填写隐蔽工程检查证(表)
工完场清	道路工程竣工后,应对临时工程、临时辅助设施、临时用地和料场、弃土等及时进行处理,做到工完场清

2-2 施工准备工作

2-2-1 施工准备工作的主要内容

施工准备工作的主要内容

表 2-2

项目	施工准备主要内容
熟悉设计意图,查对图纸文件资料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工前应组织施工人员对设计文件、图纸、资料认真进行熟悉,查对是否齐全、有无遗漏、差错或相互之间有矛盾之处,发现差错应向设计单位提出,或补齐或更正,并作出记录。 2. 在研究设计图纸、资料过程中,需与现场实际情况核对,并于必要时进行补充调查,以利作好准备。

项 目	施 工 准 备 主 要 内 容
现场踏勘, 调查研究的主要事项	<p>3. 现场踏勘和调查的主要内容有:</p> <p>(1) 对施工有影响,需拆迁的各种建筑物、构筑物、公用事业杆线、管道和附属设施以及树木、农作物、坟墓等;</p> <p>(2) 因施工影响沿线建筑物、构筑物、公用事业的杆线、管道安全,需加固保护的结构、数量和确切位置;</p> <p>(3) 沿线需重点保护的历史文物、古迹、测量标准及军事设施等;</p> <p>(4) 了解沿线缺土、余土的地段和数量以及可供借土或弃土的地点;</p> <p>(5) 摸清沿线可利用的排水沟浜和下水道,以及以往暴雨后的积水情况,以便考虑施工期间的排水措施;</p> <p>(6) 了解现场附近供水、供电、通讯设施、运输路线、场地及其它设施的情况;</p> <p>(7) 对外露的检查井、消防栓、人防通气孔等应在图上标明,以备核对,避免埋设或堵塞;</p> <p>(8) 了解沿线各单位因施工受到的影响情况,以及车辆交通影响,以便提出安排方案</p>
编制施工大纲	4. 小型道路工程开工前可根据调查情况,编制施工大纲,按工程特点和具体条件,确定施工程序、施工方法,采取的技术措施以及工、料计划与施工进度等
编制施工组织设计	5. 大、中型规模的工程应编制施工组织设计,它是根据施工现场情况和调查研究,经过综合分析而编制的,其主要内容包括:工程概况及其特点(着重施工特点)、施工方法、施工程序、针对关键部位所采取的组织措施和技术措施(包括安全技术措施)与施工进度、工程量、工作量、机料设备、劳力计划、施工总平面布置等
编制施工预算	6. 按施工图纸的工程量、施工组织设计、拟定的施工方法、公路或城市道路相应的工程预算定额(或其它经上级指定的专用工程预算定额)和有关费用,由施工单位编制好施工图预算
测量控制	7. 对建设单位所交付的道路中线位置桩、水准基点桩等及其测量资料进行检查核对,若发现桩志不足,不稳固、被移动或测量精度不符合要求时,应按施工测量要求进行补测、加固、移设或重新测校,并通知建设单位
协作配合	8. 开工前在做好各项施工准备阶段应充分调查有无地下原有管线或其它地下建筑物等障碍,以及施工中可能涉及与其他部门有关的问题。对此应事先联系,加强协作,签订协议
专业施工	9. 施工范围内若有混凝土构筑物需采取爆破方法拆除时,除应制订相应的安全措施外,必须由持有执照的专业单位实施,并报请有关单位审批

2-2-2 施工组织设计的基本要求

施工组织设计的基本要求

表 2-3

项 目	基 本 要 求
概况和 特 点	1. 简要叙述工程性质、特点、范围、沿线地质条件、施工季节气候等因素对工程的施工影响,以及工期和主要工程实物量等

项 目	基 本 要 求
施工部署	2. 可按统筹法将主要工程项目的施工程序(路段划分与先后主次等)和施工进度编制成施工指示图表,对控制全路关键性项目,应采取重点突破,结合现场施工情况合理部署力量,充分利用机械化施工。开工后如因故变动,应及时调整
主要施工方法与措施	3. 根据工程特点和施工单位的具体情况,简要叙述主要工程部分的施工方法和保证工程质量、施工安全、节约以及推广采用新工艺、新技术、新结构、新材料的技术措施
施工总平面布置图	4. 绘制施工总平面图,其中包括用地范围,临时性生产、生活用房,预制场地点与规模(人行道及平、侧缘石等现场预制时),材料及构件堆放场地,水、电供应及设备,临时道路,大、中型施工机械设备及其它临时设施的布置等。 施工平面图的紧凑合理的布置,直接关系到现场施工管理,对有计划有步骤地文明施工至关重要(具体要求见表 2-4)
施工图的补充	5. 施工图纸的补充内容包括:设计文件和图纸中没有包括的施工结构详图,辅助设施图,临时设施图等
编制施工预算	6. 根据设计概(预)算,结合施工方案及施工单位、现场的实际情况,由施工单位编制施工预算,它比设计概(预)算更详细、更切合实际,但投资额和主要材料一般不能突破设计指标,施工预算编完后,应按规定办理审批手续,批准后的施工预算是建设银行拨款和施工单位核算建筑成本的依据
编制材料、机具等供应计划	7. 编制主要材料、人工、机具设备、运输车辆的数量及供应计划;结合工程计划进度,适时组织供应,以保证工程顺利进展,编制过程中应注意反复平衡,可能情况下避免高峰突出
交通安排	8. 在交通繁忙路段,应尽可能采取半边施工,半边通车或夜间施工的施工方案。若必须封锁交通,应事先协商安排车辆绕行行驶的路线并落实交通管理措施
公用事业配合	9. 对工程范围内需要迁移和埋设的公用事业管线及附属设施,应协商提出施工配合要求;对在施工期间由于使用机械、运输等原因影响管线安全的,应制订保护管线的技术措施
构筑物拆迁	10. 在工程范围内需拆迁的构筑物应尽早拆迁,使不影响施工进度和安全。因施工影响房屋、构筑物安全的,应提出加固、保护措施
协调安排、创造有利条件	11. 当公路新、改建过程中,应注意路、桥在施工时间和计划进度安排上的密切配合。有的路段先行沟通,可为建桥提供运输条件;有的路段桥梁先行(如通过水路供料与船运构件),可为筑路创造有利条件(车辆运料不受河流阻碍),故在施工组织设计中应加以充分考虑选择合适的进度安排,防止被动
执行上报审批制度	12. 施工组织设计(或施工大纲)必须执行审批制度。上报前应组织有关人员,特别是直接施工人员进行研究讨论。最后报批

2-2-3 场地布置的基本原则

场地布置的基本原则

表 2-4

项 目	场 地 布 置 基 本 原 则
节约用地, 考虑交通安排	1. 节约用地, 尽可能利用现场原有建筑物, 减少临时搭建; 必须注意少占农田面积或影响城市人民生活, 不占人行道路; 在可能条件下应尽量维持原有交通, 或半封锁交通, 只有在工程本身确有必要的情情况下才封锁交通, 并安排好绕行线路, 同时要与交通管理部门协作配合
清理场地防止水患	2. 开工前, 应做好场地清理工作, 清除原地上的残余树根杂物或障碍物, 以利工程进展; 施工场地应充分考虑防水、积水排除; 在沿江河地区, 更须注意潮汐影响, 以及汛期施工可能产生的水淹侵害, 为此, 场地布置必须加强施工期内的防水、排水措施, 防止水患
缩短运距减少和避免场内运输	3. 整个施工路段应合理划分, 针对现场条件, 做到方便、节约运输和装卸时间与费用, 力求分批来料、辅筑和成品堆放使用形成流水作业, 缩短运距, 尽量避免场内重复运输。大型或笨重的施工机械、材料、构件, 应尽可能放在使用地点, 就近运转利用
生活设施	4. 注意卫生福利条件, 满足职工的生活、文化娱乐的要求和必要的医疗急救设施
危险品的存放	5. 施工场地布置时, 对易燃、易爆等危险品的存放地点应符合安全和消防的有关规定和要求
场内交通	6. 根据现场施工、运输要求, 合理布置临时道路(便道), 并充分考虑到路段内隔河(道路先行施工时)运输问题, 区别不同情况采用便桥、索道或渡船来解决的必要性和合理性

2-3 施工测量

2-3-1 施工测量的内容和要求

施工测量的内容和要求

表 2-5

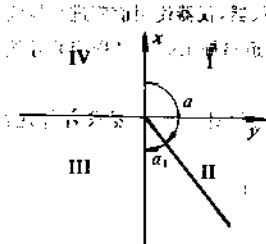
项 目	工 作 内 容 和 要 求
施工测量	1. 路基开工前应做好施工测量工作, 其内容包括: 导线、中线、水准点复测, 横断面检查与补测, 增设水准点等。施工测量的精度应符合国家有关规程规定的要求
导线复测	<p>2. 当原测的中线主要控制桩由导线控制时, 施工单位必须根据设计资料认真做好导线复测工作。</p> <p>3. 导线复测应采用红外线测距仪或其它能满足测量精度的仪器, 仪器使用前应进行检验、校正。</p> <p>4. 对原有导线点不能满足施工要求时, 应进行加密, 保证在道路施工的全过程相邻导线点间能互相通视。</p> <p>5. 导线起讫点应与设计单位测定结果比较, 测量精度除设计有特殊要求者外应满足以下要求(JTJ033-95):</p> $\text{角度闭合差}(\prime) \pm 16 \sqrt{n}, n \text{ 为测点数; 坐标相对闭合差} \pm \frac{1}{10\,000}$ <p>6. 复测导线时, 必须与相邻施工段的导线闭合</p>

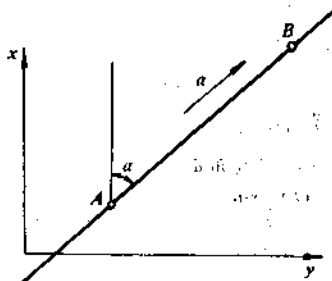
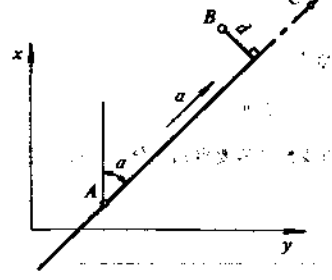
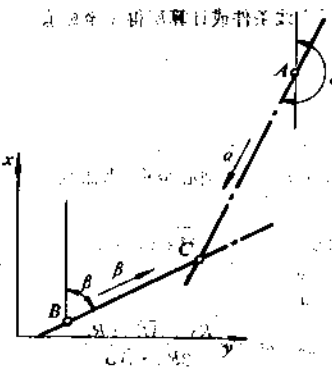
项 目	工 作 内 容 和 要 求
中线复测	<p>7. 路基开工前应全面检查恢复道路中心桩,并固定路线主要控制桩,如交点、转点、圆曲线和缓和曲线的起、迄点等。对于高速公路、一级公路应采用坐标法恢复主要控制桩。</p> <p>8. 恢复中线时应注意与结构物(桥涵等)中心、相邻施工段的中线闭合,发现问题应及时查明原因,并报现场监理工程师或建设单位。</p> <p>9. 如发现设计中线长度丈量错误或需局部改线时,应作断链处理,相应调整纵坡,并在设计图表的相应部位注明断链距离和桩号。</p>
查对复测及增设水准点	<p>10. 查对复核建设单位所交付的水准点,并尽可能地与国家水准点闭合,超出容许误差范围时应查明原因并及时报有关部门。公路大桥附近的水准点闭合差应按《公路桥涵施工技术规范(JTJ 041—89)》的规定办理,高速公路和一级公路闭合差为 $20\sqrt{L}\text{ mm}$;二级以下路为 $\pm 30\sqrt{L}\text{ mm}$, L 为水准路线长度,以 km 计。</p> <p>在城市道路中,临时设点的水准点应与设计水准点复测闭合,其容差闭合差:快速路,主干路为 $\pm 12\sqrt{L}\text{ mm}$;支路为 $\pm 20\sqrt{L}\text{ mm}$ (L 为水准线长度以 km 计)。</p> <p>11. 一般情况下水准点间距,不宜大于 1km,临时水准点的距离应以测高不加转点为原则,平原不大于 200m,山区或丘陵宜为 100m。</p> <p>临时设置的水准点必须坚固稳定,对跨年度工程或怀疑被移动的水准点应复测校核后方可使用。</p>
路基放样定位	<p>12. 路基施工前,应详细检查、核对纵、横断面图,发现问题应进行复测,若设计单位未提供横断面,应全部补测。</p> <p>13. 路基施工前,应根据设计图表和有关规定进行放样,包括路基用地桩和路堤坡脚、路堑堑顶、边沟、取土坑、护坡道、弃土堆等的具体位置桩。在距路中心一定安全距离处设立控制桩,其间隔不宜大于 50m,桩上标明桩号与路中心填(+)或挖(-)高度。</p> <p>14. 在边桩放样后,应进行边坡放样,对高填深挖地段,每挖填 5m 应复测中线桩,测定其标高及宽度,以控制边坡的大小。在填一定高度后,也可采用放样定位样板,边坡架等方法(见表 1-4)进行。</p> <p>15. 机械施工中,应在边桩处设立明显填、挖标志,并在不大于 200m 间距段落内,距中心桩一定距离设立控制桩。</p>

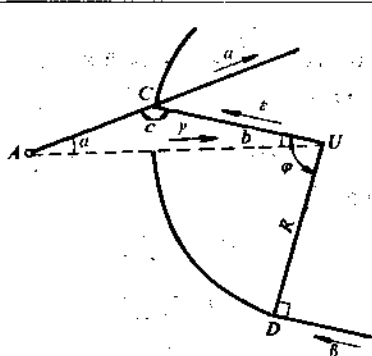
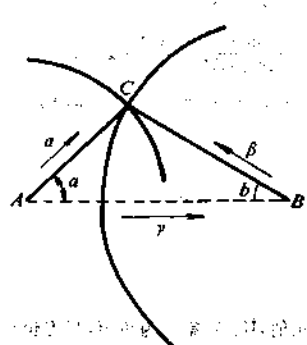
2.3.2 道路中线坐标点的计算

道路中线坐标点的计算

表 2-6

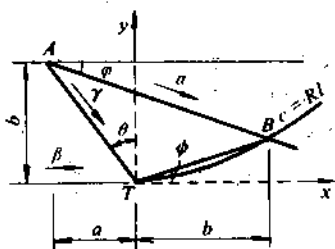
为准确按规划进行城市建设,便于分期发展,配合各项市政设施项目的逐步实现,城市道路中线的主要控制点需要以地形图测量所定大地经纬度的坐标作为控制依据。《公路路基施工技术规范(JTJ 033—95)》亦规定对于高速公路、一级公路应采用坐标法恢复主要控制桩。本表所列为根据规划道路中线控制点坐标,计算设计道路中线控制点的坐标及点线关系,在设计中常用的几种情况。至于需要由测量测定坐标值的方法,则不在此列。							
下列各项中横坐标(东西向)为 y ,纵坐标(南北向)为 x							
项 目	图 示 及 计 算 公 式						
方位角与方向角的关系		象限	方位角(α)	方向角(α_1)方向	公式	Δx	Δy
		I	$0^\circ \sim 90^\circ$	北东	$\alpha = \alpha_1$	+	+
		II	$90^\circ \sim 180^\circ$	南东	$\alpha_1 = 180^\circ - \alpha$	-	+
		III	$180^\circ \sim 270^\circ$	南西	$\alpha_1 = \alpha - 180^\circ$	-	-
		IV	$270^\circ \sim 360^\circ$	北西	$\alpha_1 = 360^\circ - \alpha$	+	-
注:方向角自北按顺时针方向旋转,方向角自南或北向东或西方向旋转,计算角度。							

项 目	图 示 及 计 算 公 式	图 示 及 计 算 公 式
两点间方位角及距离计算		<p>已知:点 $A(x_a, y_a)$, 点 $B(x_b, y_b)$ 二点及其坐标 求: \overline{AB} 线的方向角 α_1</p> <p>由 $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$ 可得 α_1</p> <p>二点间的距离为:</p> $AB = \frac{y_b - y_a}{\sin \alpha_1}$ $\text{或 } AB = \frac{x_b - x_a}{\cos \alpha_1}$ $AB = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$ $= \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2}$
已知点至已知线的垂距计算		<p>已知: AC 线方位角 α, A 点坐标 (x_a, y_a) 及线外一点 B 的坐标 (x_b, y_b), 则 B 点至 AC 线的垂距 d 为:</p> $d = (x_b - x_a) \sin \alpha - (y_b - y_a) \cos \alpha$
两直线相交点的坐标计算		<p>已知: 二直线 AC, BC 相交于 C, A, B 二点的坐标, AC 方位角 α, BC 方位角 β, 可按下式计算:</p> <p>(1) C 点坐标</p> $x_c = \frac{x_a \operatorname{tg} \alpha - x_b \operatorname{tg} \beta - y_a + y_b}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \text{ 或 }$ $x_c = \frac{(x_a - x_b) \operatorname{tg} \alpha - (y_a - y_b)}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} + x_b$ $y_c = (x_c - x_a) \operatorname{tg} \alpha + y_a \text{ 或 } y_c = (x_c - x_b) \operatorname{tg} \beta + y_b$ <p>可按二式计算校核</p> <p>(2) AC, BC 长度可根据上列二式计算</p> <p>应注意, 计算出 $\operatorname{tg} \alpha$ 及 $\operatorname{tg} \beta$ 值代入公式时, 在 I、III 象限为正值, II、IV 象限为负值, 当方位角度甚小时, 为使 y_c 值精度达到 0.000 1m, 即保证闭合, 计算 x_c 值的有效数应达到 0.000 000 1</p>

项 目	图 示 及 计 算 公 式									
直线与圆 曲线交点 坐标计算	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>已知直线 AC, 方位角 α, A 点坐标 (x_a, y_a), 圆曲线半径 R, 圆心点坐标 (x_0, y_0), 直线与圆曲线交于 C 点, 则 C 点坐标可按式计算</p> <p>(1) OA 连线长度为</p> $OA = \sqrt{(x_a - x_0)^2 + (y_a - y_0)^2}$ <p>OA 方位角 $\tilde{\gamma} = \arctan \frac{y_a - y_0}{x_a - x_0}$</p> <p>$\angle a = \text{方位角 } \tilde{\gamma} - \text{方位角 } \alpha$</p> <p>$\angle c = \arcsin \frac{OA \cdot \sin a}{R}$</p> <p>$\angle b = 180^\circ - \angle a - \angle c$</p> <p>OA 方位角 $\epsilon = \tilde{\gamma} + 180^\circ + \angle b$ $\overline{AC} = \frac{R \cdot \sin b}{\sin a}$</p> <p>则 C 点坐标为</p> $\begin{cases} x_c = x_a + \overline{AC} \cdot \cos \alpha \\ y_c = y_a + \overline{AC} \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} x_c = x_0 + R \cdot \cos \epsilon \\ y_c = y_0 + R \cdot \sin \epsilon \end{cases}$ <p>可按二组式计算校核</p> <p>如需要计算 C 点至曲线切点 D 的弧长时, 若切线的方位角为 β, 则</p> $DC = R \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \varphi, \text{ 其中 } \varphi = \epsilon - (\beta \pm 90^\circ)$ <p>当曲线设有缓和曲线时, 则 C 点至缓和曲线起点的曲线长度需要再加二分之一缓和曲线长。</p> <p>计算方向角时应注意方向及正负号。</p> <p>(2) 另法, 可按下列联立方程式求得 C 点坐标:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. 直线为正 东西方向时</td><td>$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ x_c = c \end{cases}$</td><td>c 为常数, 即由定线条件或计算所得 x 坐标值</td></tr> <tr> <td>2. 直线为正 南北方向时</td><td>$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c = c \end{cases}$</td><td>c 为常数, 即由定线条件或计算所得 y 坐标值</td></tr> <tr> <td>3. 直线为任 意方向时</td><td>$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c - y_0 = \tan \alpha (x_c - x_0) \end{cases}$</td><td></td></tr> </table> </div> </div>	1. 直线为正 东西方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ x_c = c \end{cases}$	c 为常数, 即由定线条件或计算所得 x 坐标值	2. 直线为正 南北方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c = c \end{cases}$	c 为常数, 即由定线条件或计算所得 y 坐标值	3. 直线为任 意方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c - y_0 = \tan \alpha (x_c - x_0) \end{cases}$	
1. 直线为正 东西方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ x_c = c \end{cases}$	c 为常数, 即由定线条件或计算所得 x 坐标值								
2. 直线为正 南北方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c = c \end{cases}$	c 为常数, 即由定线条件或计算所得 y 坐标值								
3. 直线为任 意方向时	$\begin{cases} (x_c - x_0)^2 + (y_c - y_0)^2 = R^2 \\ y_c - y_0 = \tan \alpha (x_c - x_0) \end{cases}$									
两圆曲线 交点坐标 计 算	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>已知两圆曲线半径 R_A, R_B 及其圆心坐标, 则曲线交点 C 的坐标计算为:</p> $AB = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$ <p>方向角 $\gamma = \arctan \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$</p> $\angle a = \arccos \frac{R_A^2 + AB^2 - R_B^2}{2R_A \cdot AB}$ <p>AC 方位角 $\alpha = \gamma - \angle a$</p> $\angle b = \arccos \frac{R_B^2 + AB^2 - R_A^2}{2R_B \cdot AB}$ <p>BC 方位角 $\beta = \gamma \pm (180^\circ + \angle b)$</p> <p>C 点坐标为: $\begin{cases} x_c = x_a + R_A \cdot \cos \alpha \\ y_c = y_a + R_A \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad \text{或} \quad \begin{cases} x_c = x_b + R_B \cdot \cos \beta \\ y_c = y_b + R_B \cdot \sin \beta \end{cases}$</p> <p>如需要计算交点至任一曲线切点的曲线长度时, 计算方法同前</p> </div> </div>									

项 目

图 示 及 计 算 公 式



已知直线上 A 点坐标及直线方位角 α , 缓和曲线起点 T 的坐标及缓和曲线切线方位角 β , 直线与缓和曲线交于 B 点, 坐标计算如下:
以 T 点为原点, 切线为 x 轴, 垂线为 y 轴, 作计算坐标。

$\phi = \alpha - \beta$, 计算 a, b 值

$$AT \text{ 方位角 } \gamma = \arctan \frac{y_A - y_T}{x_A - x_T}, \quad AT = \frac{x_A - x_T}{\cos \gamma} \text{ 或 } \frac{y_A - y_T}{\sin \gamma}$$

计算出 θ 值, 则

$$a = AT \cdot \sin \theta, \quad b = AT \cdot \cos \theta$$

$\because \phi$ 角很小, 则 $S \approx x$ (S 为起点至任一点的缓和曲线长度)

由缓和曲线方程得知

$$y = \frac{x^3}{6c} + \frac{x^7}{336c^3}, \quad (C = Rl)$$

由直线方程得知:

$$y = b - (x + a) \tan \phi$$

$\frac{x^7}{336c^3}$ 很小可略去不计

$$\frac{x^3}{6c} + x \tan \phi + a \tan \phi - b = 0$$

解上式可得 x 及 y 值, 即缓和曲线支距坐标

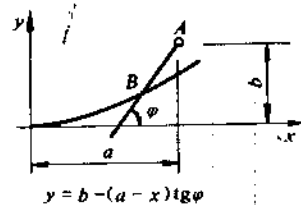
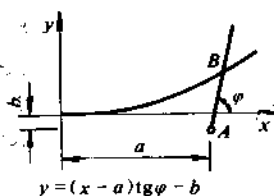
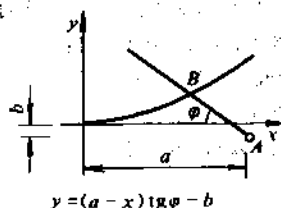
$$\overline{AB} = (a + x) \frac{1}{\cos \phi}$$

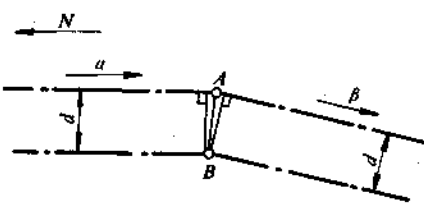
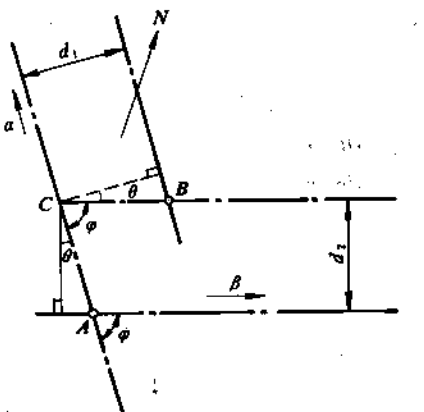
B 点坐标为

$$\begin{cases} x_B = x_A + \overline{AB} \cos \alpha \\ y_B = y_A + \overline{AB} \sin \alpha \end{cases}$$

$$\overline{TB} = x + \frac{l^3}{40c^2}$$

α 值的代号和直线方程的变化如下图所示:



项 目	图 示 及 计 算 公 式	
平行 距离相等时 两条平行于规划中线的施工中线交点坐标计算		<p>已知规划中线二直线的方位角 α, β, 交点 A 的坐标, 施工中线与规划中线平行, 距离均为 d, 则施工中线交点 B 的坐标计算如下:</p> $\angle \theta = \frac{\alpha - \beta}{2}, \quad AB = \frac{d}{\cos \theta}$ <p>\overline{AB} 的方位角 $\gamma = \alpha + 90^\circ \pm \theta$</p> <p>增量 $\Delta y = \overline{AB} \sin \gamma$ $\Delta x = \overline{AB} \cos \gamma$</p> <p>$B$ 点坐标为 $\begin{cases} x_b = x_a \pm \Delta x \\ y_b = y_a \pm \Delta y \end{cases}$</p> <p>正、负号应视 A, B 二点相对位置决定</p>
平行 距离不相等时		<p>已知规划中线二直线的方位角 α, β, 交点 A 的坐标。施工中线与规划中线平行距离分别为 d_1, d_2, 则施工中线交点 B 的坐标计算如下:</p> <p>延长一条施工中线与规划中线交于 C 点。</p> $\angle \varphi = \alpha - \beta \pm 180^\circ$ $\angle \theta = 90^\circ - \varphi$ $\overline{AC} = \frac{d_2}{\cos \theta} \text{ (或 } \overline{AC} = \frac{d_2}{\sin \varphi} \text{)}$ <p>AC 的方位角为 α, 则按上述可求得 C 点对于 A 点的坐标增量 $\Delta x, \Delta y$。</p> $\Delta x = \overline{AC} \cdot \cos \alpha, \quad \Delta y = \overline{AC} \cdot \sin \alpha$ <p>可求得 C 点的坐标: $\begin{cases} x_c = x_a \pm \Delta x \\ y_c = y_a \pm \Delta y \end{cases}$</p> $\overline{BC} = \frac{d_1}{\cos \theta}$ <p>BC 的方位角为 β, 则同法可计算 B 点对 C 点的坐标增量, 据以求得施工中线交点 B 的坐标。</p> <p>当施工中线与一条规划中线平行, 与另一规划中线相交, 求计算交点坐标时, 可按上述求 C 点坐标步骤计算, 求 BC 长度时可直接用 φ 角以简化</p>

2-3-3 距离测量改正计算公式

距离测量改正计算公式

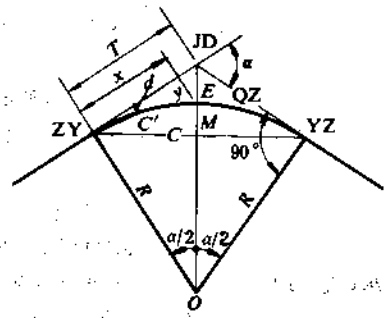
表 2-7

项 目	改正数	计 算 公 式	说 明
尺长改正	Δl	$\Delta l = \frac{L' - L}{L} \cdot l$	L ——钢尺总长(刻度数); $L' = L - \Delta L$; L_0 ——检定时标准长度; l ——实测尺段长度
温度改正	ΔT	$\Delta T = K(T_0 - T)$	l ——实测长度; T_0 ——钢尺标准长度时的温度; T ——测量时的实际平均温度; K ——经检定的钢尺线膨胀系数,如不确知时,可用 0.000 117/ 1°C
拉力改正	ΔP	$\Delta P = \frac{l(P - P_0)}{AE}$	l ——实测长度; P ——测量时的实际拉力; P_0 ——检定时的标准拉力; A ——钢尺的断面积; E ——钢尺材料的弹性模量
垂度改正	Δf	$\Delta f = \frac{d}{24} \left(\frac{wd}{P} \right)^2$	d ——量距时钢尺两端支点间距离; w ——钢尺每单位长度的重量; P ——测量时的实际拉力
倾斜度改正	Δh	$\Delta h = \left(\frac{h^2}{2L} + \frac{h^4}{8L^3} \right)$ $= 2L \sin^2 \frac{1}{2} \alpha$	α ——倾斜角; L ——倾斜距离; h ——两端高差
当以抄平求得高差时可用前一式求改正值,不必计算倾斜角,当 $h < 1\text{m}$ 时可只取前式的第一项计算			
每一尺段的实际长	d_n	$d_n = l - \Delta l + \Delta t + \Delta P + \Delta f - \Delta h$	式中代号同上
距离全长	d	$d = \sum d_n = \sum (l - \Delta l + \Delta t + \Delta P - \Delta f - \Delta h)$	式中代号同上

2-3-4 圆曲线计算公式

圆曲线计算公式

表 2-8

项 目		圆 曲 线 代 号 及 计 算 公 式					
新 旧 代 号 对 照	圆曲线名称简图						
	技术名称	现用代号	曾用英文代号	技术名称	现用代号	曾用英文代号	
	曲线半径	R	R	转角(交角)	α	I	
	曲线起点	ZY	BC	切线长	T	T	
	曲线终点	YZ	EC	外距	E	E	
	曲线中点	QZ	SP	中央纵距	M	M	
	交点	JD	IP	长弦	C	C	
	切线横距	x	x	曲线长	L	L	
	切线纵距	y	y				
	表列基本要素中 α 、 R 、 T 、 E 、 M 、 C 等值,其中有二值为已知,即可由下列计算公式求其它各值						
圆 曲 线 计 算 公 式	序 号	已 知	求	计 算 公 式			
	1	T, α	R	$R = T \cdot \operatorname{ctg} \frac{1}{\alpha} = \frac{T}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$			
	2	L, α	R	$R = \frac{57.29578}{\alpha} \cdot L$			
	3	E, α	R	$R = \frac{E}{\sec \frac{\alpha}{2} - 1}$			
	4	C, α	R	$R = \frac{C}{2 \sec \frac{\alpha}{2}}$			
	5	M, α	R	$R = \frac{M}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}$			

项 目	序 号	已 知	求	计 算 公 式
圆 曲 线 计 算 公 式	6	M, C	R	$R = \frac{M + \frac{C}{2}}{2M}$
	7	E, T	R	$R = \frac{T^2 - E^2}{2E} = \frac{(T+E)(T-E)}{2E}$
	8	R, α	L	$L = \frac{\pi}{57.29578} R$
	9	R, α	L	$L = R \left(\alpha \frac{3.1416}{180} \right) = 0.0174533 R \alpha$
	10	R, α	E	$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$
	11	α, C	E	$E = \frac{C}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} \sec \frac{\alpha}{2}$
	12	α, M	E	$E = M \sec \frac{\alpha}{2}$
	13	α, T	E	$E = T \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}$
	14	R, α	T	$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$
	15	α, E	T	$T = E \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{4}$
	16	α, C	T	$T = \frac{C}{2} \sec \frac{\alpha}{2}$
	17	α, M	T	$T = M \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}$
	18	E, R	T	$T = \sqrt{E(2R+E)}$
	19	R, α	M	$M = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$
	20	α, T	M	$M = T \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$
	21	α, E	M	$M = E \cos \frac{\alpha}{2}$
	22	α, C	M	$M = \frac{C}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}$
	23	T, E, C	M	$M = \sqrt{E^2 - \left(T - \frac{C}{2} \right)^2}$ $= \sqrt{T^2 - \left(\frac{C}{2} \right)^2} - E$
	24	R, α	C	$C = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$
	25	α, T	C	$C = 2T \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$

项 目	序 号	已 知	求	计 算 公 式
圆 曲 线 计 算 公 式	26	α, E	C	$C = 2E \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{4} \cos \frac{\alpha}{2}$
	27	α, M	C	$C = 2M \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{4}$
	28	R, T	α	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{T}{R}$
	29	R, C	α	$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2R}$
	30	R, M	α	$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{R-M}{R}$
	31	R, E	α	$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{R+E}$
	32	T, C	α	$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{C}{2T}$
	33	T, E	α	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} = \frac{E}{T}$
	34	C, M	α	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} = \frac{2M}{C}$
	35	M, E	α	$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{M}{E}$
	36	R, C	d	$d = \frac{1718.87}{R} C$

2-3-5 缓和曲线计算公式

缓和曲线基本要素的计算公式

表 2-9

项 目	图 示 及 计 算 公 式
有缓和曲线的平曲线	

项 目	技 术 名 称	代 号	计 算 公 式	说 明
缓 和 曲 线 计 算 公 式	缓和曲线长度	l	$l \geq 0.035 \frac{V^3}{R}$	V ——计算行车速度(km/h); R ——圆曲线半径(m); rad——(弧度)
	缓和曲线插入圆曲线部分所对应的中心角	β	$\beta = \frac{l}{2R} (\text{rad})$ 或 $\beta = 28.6479 \frac{l}{R} (^\circ)$	
	圆曲线内移值	p	$p = \frac{l^2}{24R} - \frac{l^3}{2688R^3}$	“缓和曲线增值”系指由于圆曲线内移引起曲线起、终点的移动值
	缓和曲线增值	q	$q = \frac{l}{2} - \frac{l^3}{240R^2}$	q
	切线总长	T_h	$T_h = T + q = (R + p) \tan \frac{\alpha}{2} + q$	
	外天距	E	$E = (R + p) \sec \frac{\alpha}{2} - R$	
	主曲线长	L	$L = \frac{\pi}{180} R (\alpha - 2\beta)$	
	曲线总长	L_h	$L_h = L + 2l$ $= \frac{\pi}{180} R (\alpha - 2\beta) + 2l$	在求得缓和曲线常数 β 、 p 、 q 值后,可按缓和曲线表列(双横线以下)公式计算缓和曲线基本要素 T_h 、 E 、 L 、 L_h 、 D 等值
	差距	D	$D = 2T_h - L_h$	
注:在具体测设时,为简化计算可直接查用《公路曲线测设用表》第二册(第二版),北京,人民交通出版社,1985年				

2-4 曲线的测设

2-4-1 圆曲线测设法

圆曲线的测设

表 2-10

项 目	说 明、图 示 及 测 设 实 例
说明	圆曲线要素的计算公式已详表 2-8,在实际测设时,通常是利用曲线函数表,直接从表内查得曲线半径 $R = 100\text{m}$ 时的各有关数据,然后乘以 $\frac{R}{100}$,并将所求数值精确到二位。如采用 $R = 300\text{m}$,则用 3.00 乘以表列相应值, $R = 60\text{m}$ 时,则以 0.60 相乘即得所求之值,方便快捷

项目	说明、图示及测设实例			
圆曲线的组成和各部名称简图	<p> L——曲线长; T——切线长; E——外距; R——曲线半径; x——切线横距; y——切线纵距; α——转角(或称 JD, 即交点交角); ZY——曲线起点; YZ——曲线终点 </p>			
查用曲线函数表的方法实例	按规定的曲线半径计算	已知 $\alpha=25^{\circ}10'$ $R=300\text{m}$	求 L T E x y	查表 2-11, 在 $25^{\circ}10'$ 横行内各数以 3.00 相乘, 得: $L=43.924 \times 3.00=131.772\text{m}$ $T=22.322 \times 3.00=66.966\text{m}$ $E=2.461 \times 3.00=7.383\text{m}$ $x=21.786 \times 3.00=65.358\text{m}$ $y=2.402 \times 3.00=7.206\text{m}$
	按控制外距要求计算	$\alpha=26^{\circ}30'$ E 按实地选定取用 4m 最合适	R L T E x y	查表 2-11, 在 $26^{\circ}30'$ 横行内 $E=2.735$ $R=\frac{4}{2.735}=1.46\text{m}$ (即 $1.46 \times 100=146\text{m}$) 可采用 $R=150\text{m}$ $L=46.251 \times 1.50=69.38\text{m}$ $T=23.547 \times 1.50=35.32\text{m}$ $E=2.735 \times 1.50=4.10\text{m}$ $x=22.920 \times 1.50=34.38\text{m}$ $y=2.662 \times 1.50=3.99\text{m}$
	按选定切线长计算	$\alpha=73^{\circ}40'$ T 的长度以 60m 为宜	R L T E x y	查表 2-11, 在 $73^{\circ}40'$ 横行内 $T=74.900$ $R=\frac{60}{74.900}=0.80$ (即 $0.80 \times 100=80\text{m}$), 决定用 $R=80\text{m}$ $L=128.573 \times 0.80=102.86\text{m}$ $T=74.900 \times 0.80=59.92\text{m}$ $E=24.940 \times 0.80=19.95\text{m}$ $x=59.949 \times 0.80=47.96\text{m}$ $y=19.962 \times 0.80=15.97\text{m}$
测设步骤	施工测量时, 按设计图纸找出中线交点(JD), 置经纬仪测出转角(α), 根据切线长(T)量出曲线起点(ZY)、终点(YZ), 并以 ZY 点桩号为准, 加上曲线长(L)作为 YZ 点桩号。曲线上各桩点可用切线支距、偏角法、中央纵距法等任一方法测定。			

2-4-2 圆曲线函数表

圆曲线函数表

表 2-11

α	L	T	E	x	y	α	α	L	T	E	x	y	α
0°00'	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	180°00'	8°00'	13.953	6.993	0.244	6.976	0.244	172°00'
10	0.291	0.145	0.000	0.145	0.000	50	10	14.254	7.139	0.255	7.121	0.254	50
20	0.582	0.291	0.000	0.291	0.000	40	20	14.544	7.285	0.265	7.266	0.264	40
30	0.873	0.436	0.001	0.436	0.001	30	30	14.835	7.431	0.276	7.411	0.275	30
40	1.164	0.582	0.002	0.582	0.002	20	40	15.126	7.577	0.287	7.556	0.286	20
50	1.454	0.727	0.003	0.727	0.003	10	50	15.417	7.724	0.298	7.701	0.297	10
1°00'	1.745	0.873	0.004	0.873	0.004	179°00'	9°00'	15.708	7.870	0.309	7.846	0.308	171°00'
10	2.036	1.018	0.005	1.018	0.005	50	10	15.999	8.016	0.321	7.991	0.320	50
20	2.327	1.164	0.007	1.164	0.007	40	20	16.290	8.163	0.333	8.136	0.331	40
30	2.618	1.309	0.009	1.309	0.009	30	30	16.581	8.309	0.345	8.281	0.343	30
40	2.909	1.454	0.011	1.454	0.011	20	40	16.872	8.456	0.357	8.426	0.356	20
50	3.200	1.600	0.013	1.600	0.013	10	50	17.162	8.602	0.369	8.571	0.368	10
2°00'	3.491	1.745	0.015	1.745	0.015	178°00'	10°00'	17.453	8.749	0.382	8.716	0.381	170°00'
10	3.782	1.891	0.018	1.891	0.018	50	10	17.744	8.895	0.395	8.861	0.393	50
20	4.072	2.036	0.021	2.036	0.021	40	20	18.035	9.042	0.408	9.005	0.406	40
30	4.363	2.182	0.024	2.182	0.024	30	30	18.326	9.189	0.421	9.150	0.420	30
40	4.654	2.327	0.027	2.327	0.027	20	40	18.617	9.335	0.435	9.295	0.433	20
50	4.945	2.472	0.031	2.472	0.031	10	50	18.908	9.482	0.449	9.440	0.447	10
3°00'	5.236	2.619	0.034	2.619	0.034	177°00'	11°00'	19.199	9.629	0.463	9.585	0.460	169°00'
10	5.527	2.764	0.038	2.764	0.038	50	10	19.490	9.776	0.477	9.729	0.474	50
20	5.818	2.910	0.043	2.910	0.043	40	20	19.780	9.922	0.491	9.874	0.489	40
30	6.109	3.055	0.047	3.054	0.047	30	30	20.071	10.069	0.506	10.019	0.503	30
40	6.400	3.201	0.051	3.199	0.051	20	40	20.362	10.216	0.521	10.164	0.518	20
50	6.690	3.346	0.056	3.345	0.056	10	50	20.653	10.363	0.536	10.308	0.533	10
4°00'	6.981	3.492	0.061	3.490	0.061	176°00'	12°00'	20.944	10.510	0.551	10.453	0.548	168°00'
10	7.272	3.638	0.066	3.635	0.066	50	10	21.235	10.657	0.566	10.598	0.563	50
20	7.563	3.783	0.072	3.781	0.072	40	20	21.526	10.805	0.582	10.742	0.579	40
30	7.854	3.929	0.077	3.926	0.077	30	30	21.817	10.952	0.598	10.887	0.594	30
40	8.145	4.075	0.083	4.071	0.083	20	40	22.108	11.099	0.614	11.031	0.610	20
50	8.435	4.220	0.089	4.217	0.089	10	50	22.398	11.246	0.630	11.176	0.627	10
5°00'	8.727	4.366	0.095	4.362	0.095	175°00'	13°00'	22.689	11.394	0.647	11.320	0.643	167°00'
10	9.018	4.512	0.102	4.507	0.102	50	10	22.980	11.541	0.664	11.465	0.659	50
20	9.308	4.658	0.108	4.653	0.108	40	20	23.271	11.688	0.681	11.609	0.676	40
30	9.599	4.803	0.115	4.798	0.115	30	30	23.562	11.836	0.698	11.754	0.693	30
40	9.890	4.949	0.122	4.943	0.122	20	40	23.853	11.983	0.715	11.893	0.710	20
50	10.181	5.095	0.130	5.088	0.130	10	50	24.144	12.131	0.733	12.043	0.728	10
6°00'	10.472	5.241	0.137	5.234	0.137	174°00'	14°00'	24.435	12.278	0.751	12.187	0.745	166°00'
10	10.763	5.387	0.145	5.379	0.145	50	10	24.725	12.426	0.769	12.331	0.763	50
20	11.054	5.532	0.153	5.524	0.153	40	20	25.016	12.574	0.787	12.476	0.781	40
30	11.345	5.678	0.161	5.669	0.161	30	30	25.307	12.722	0.806	12.620	0.800	30
40	11.636	5.824	0.170	5.814	0.170	20	40	25.598	12.869	0.825	12.764	0.818	20
50	11.926	5.970	0.178	5.960	0.178	10	50	25.889	13.017	0.844	12.908	0.837	10
7°00'	12.217	6.116	0.187	6.105	0.187	173°00'	15°00'	26.180	13.165	0.863	13.053	0.856	165°00'
10	12.508	6.262	0.196	6.250	0.196	50	10	26.471	13.313	0.882	13.197	0.875	50
20	12.799	6.403	0.205	6.395	0.205	40	20	26.762	13.461	0.902	13.341	0.894	40
30	13.090	6.554	0.215	6.540	0.215	30	30	27.053	13.609	0.923	13.485	0.913	30
40	13.381	6.700	0.224	6.685	0.224	20	40	27.343	13.758	0.942	13.629	0.933	20
50	13.672	6.847	0.234	6.831	0.234	10	50	27.634	13.906	0.962	13.773	0.953	10
8°00'	13.963	6.993	0.244	6.976	0.244	172°00'	16°00'	27.925	14.054	0.983	13.917	0.973	164°00'

α	L	T	E	x	y	α	ϵ	L	T	E	x	y	α
16°00'	27.925	14.054	0.983	13.917	0.973	164°00'	24°00'	41.888	21.256	2.234	20.791	2.185	156°00'
10	28.216	14.202	1.004	14.061	0.994	50	10	42.179	21.408	2.266	20.933	2.216	50
20	28.507	14.351	1.025	14.205	1.014	40	20	42.470	21.560	2.298	21.076	2.246	40
30	28.798	14.499	1.046	14.349	1.035	30	30	42.761	21.712	2.330	21.218	2.277	30
40	29.089	14.648	1.067	14.493	1.056	20	40	43.051	21.864	2.362	21.360	2.308	20
50	29.380	14.796	1.089	14.637	1.077	10	50	43.342	22.017	2.395	21.502	2.339	10
17°00'	29.671	14.945	1.111	14.781	1.098	163°00'	25°00'	43.633	22.169	2.428	21.644	2.370	155°00'
10	29.961	15.094	1.133	14.925	1.120	50	10	43.924	22.322	2.461	21.786	2.402	50
20	30.252	15.243	1.155	15.069	1.142	40	20	44.215	22.475	2.495	21.928	2.434	40
30	30.542	15.391	1.178	15.212	1.164	30	30	44.506	22.628	2.528	22.070	2.466	30
40	30.834	15.540	1.200	15.356	1.186	20	40	44.797	22.781	2.562	22.212	2.498	20
50	31.125	15.689	1.223	15.500	1.209	10	50	45.088	22.934	2.596	22.353	2.530	10
18°00'	31.416	15.838	1.247	15.643	1.231	162°00'	26°00'	45.397	23.087	2.630	22.495	2.563	154°00'
10	31.707	15.988	1.270	15.787	1.254	50	10	45.696	23.240	2.665	22.637	2.596	50
20	31.998	16.137	1.294	15.931	1.277	40	20	45.960	23.390	2.700	22.778	2.629	40
30	32.289	16.286	1.317	16.074	1.300	30	30	46.251	23.547	2.735	22.920	2.662	30
40	32.580	16.435	1.342	16.218	1.324	20	40	46.542	23.700	2.770	23.062	2.696	20
50	32.870	16.585	1.366	16.361	1.347	10	50	46.833	23.854	2.806	23.203	2.729	10
19°00'	33.161	16.734	1.391	16.505	1.371	161°00'	27°00'	47.124	24.008	2.842	23.345	2.763	153°00'
10	33.452	16.884	1.415	16.648	1.396	50	10	47.415	24.162	2.878	23.486	2.797	50
20	33.743	17.033	1.440	16.792	1.420	40	20	47.706	24.316	2.914	23.627	2.831	40
30	34.034	17.183	1.466	16.935	1.444	30	30	47.997	24.470	2.950	23.769	2.866	30
40	34.325	17.333	1.491	17.078	1.469	20	40	48.287	24.624	2.987	23.910	2.901	20
50	34.616	17.483	1.517	17.222	1.494	10	50	48.578	24.778	3.024	24.051	2.935	10
20°00'	34.907	17.633	1.543	17.365	1.519	160°00'	28°00'	48.869	24.933	3.061	24.192	2.970	152°00'
10	35.197	17.783	1.569	17.508	1.545	50	10	49.160	25.087	3.099	24.333	3.006	50
20	35.488	17.933	1.595	17.651	1.570	40	20	49.451	25.242	3.137	24.474	3.041	40
30	35.779	18.083	1.622	17.794	1.596	30	30	49.742	25.397	3.175	24.615	3.077	30
40	36.070	18.233	1.649	17.937	1.622	20	40	50.033	25.552	3.213	24.756	3.113	20
50	36.361	18.384	1.676	18.081	1.648	10	50	50.324	25.707	3.251	24.897	3.149	10
21°00'	36.652	18.534	1.703	18.224	1.675	159°00'	29°00'	50.615	25.862	3.290	25.038	3.185	151°00'
10	36.943	18.684	1.731	18.367	1.701	50	10	50.905	26.017	3.329	25.179	3.222	50
20	37.234	18.835	1.758	18.509	1.728	40	20	51.196	26.172	3.368	25.319	3.258	40
30	37.525	18.986	1.786	18.652	1.755	30	30	51.487	26.328	3.408	25.460	3.295	30
40	37.815	19.136	1.815	18.795	1.782	20	40	51.778	26.483	3.447	25.601	3.332	20
50	38.106	19.287	1.843	18.938	1.810	10	50	52.069	26.639	3.487	25.741	3.370	10
22°00'	38.397	19.438	1.872	19.081	1.837	158°00'	30°00'	52.360	26.795	3.528	25.882	3.407	150°00'
10	38.688	19.589	1.901	19.224	1.865	50	10	52.651	26.951	3.568	26.022	3.445	50
20	38.979	19.740	1.930	19.366	1.893	40	20	52.942	27.107	3.609	26.163	3.483	40
30	39.270	19.891	1.959	19.509	1.921	30	30	53.233	27.263	3.650	26.303	3.521	30
40	39.561	20.042	1.989	19.652	1.950	20	40	53.523	27.419	3.691	26.443	3.560	20
50	39.852	20.194	2.019	19.794	1.979	10	50	53.814	27.576	3.733	26.584	3.598	10
23°00'	40.143	20.345	2.049	19.937	2.008	157°00'	31°00'	54.105	27.732	3.774	26.724	3.637	149°00'
10	40.433	20.497	2.079	20.079	2.037	50	10	54.396	27.889	3.816	26.864	3.676	50
20	40.724	20.648	2.110	20.222	2.066	40	20	54.687	28.046	3.858	27.004	3.715	40
30	41.015	20.800	2.140	20.364	2.095	30	30	54.978	28.203	3.901	27.144	3.754	30
40	41.306	20.952	2.171	20.506	2.125	20	40	55.269	28.360	3.944	27.284	3.794	20
50	41.597	21.104	2.203	20.649	2.155	10	50	55.560	28.517	3.987	27.424	3.834	10
24°00'	41.888	21.256	2.234	20.791	2.185	156°00'	32°00'	55.851	28.675	4.030	27.564	3.874	148°00'

線上表

α	L	T	E	x	y	α	L	T	E	x	y	α
32°00'	55.851	28.675	4.030	27.564	3.874	148°00'	69.813	36.397	6.418	34.202	6.031	140°00'
10	56.141	28.832	4.074	27.704	3.914	50	70.104	36.562	6.531	34.339	6.081	50
20	56.432	28.990	4.117	27.843	3.954	40	70.395	36.727	6.571	34.475	6.131	40
30	56.723	29.147	4.161	27.983	3.995	30	70.686	36.892	6.588	34.612	6.181	30
40	57.014	29.305	4.206	28.123	4.036	20	70.977	37.057	6.645	34.748	6.231	20
50	57.305	29.463	4.250	28.262	4.077	10	71.268	37.223	6.703	34.885	6.282	10
33°00'	57.596	29.621	4.295	28.402	4.118	147°00'	71.558	37.388	6.761	35.012	6.333	139°00'
10	57.887	29.780	4.340	28.541	4.159	50	71.849	37.554	6.819	35.157	6.384	50
20	58.178	29.938	4.385	28.680	4.201	40	72.140	37.720	6.878	35.293	6.435	40
30	58.469	30.097	4.431	28.820	4.243	30	72.431	37.887	6.936	35.429	6.486	30
40	58.759	30.255	4.477	28.959	4.285	20	72.722	38.053	6.996	35.565	6.538	20
50	59.050	30.414	4.523	29.098	4.327	10	73.013	38.220	7.055	35.701	6.590	10
34°00'	59.341	30.573	4.569	29.237	4.370	146°00'	73.304	38.386	7.115	35.837	6.642	138°00'
10	59.632	30.732	4.616	29.376	4.412	50	73.595	38.553	7.174	35.973	6.694	50
20	59.923	30.891	4.663	29.515	4.455	40	73.886	38.721	7.235	36.108	6.747	40
30	60.214	31.051	4.710	29.654	4.498	30	74.176	38.888	7.295	36.244	6.799	30
40	60.505	31.210	4.757	29.793	4.541	20	74.466	39.055	7.356	36.379	6.852	20
50	60.796	31.370	4.805	29.932	4.585	10	74.758	39.223	7.417	36.515	6.905	10
35°00'	61.087	31.530	4.853	30.071	4.628	145°00'	75.049	39.391	7.479	36.650	6.958	137°00'
10	61.377	31.690	4.901	30.209	4.672	50	75.340	39.559	7.540	36.785	7.012	50
20	61.668	31.850	4.950	30.348	4.716	40	75.631	39.728	7.602	36.921	7.065	40
30	61.959	32.010	4.998	30.486	4.760	30	75.922	39.896	7.665	37.056	7.119	30
40	62.250	32.171	5.047	30.625	4.805	20	76.213	40.065	7.727	37.191	7.173	20
50	62.541	32.331	5.097	30.763	4.849	10	76.504	40.234	7.790	37.326	7.227	10
36°00'	62.832	32.492	5.146	30.902	4.894	144°00'	76.794	40.403	7.853	37.461	7.282	136°00'
10	63.123	32.653	5.196	31.040	4.939	50	77.085	40.572	7.917	37.596	7.336	50
20	63.414	32.814	5.246	31.178	4.985	40	77.376	40.741	7.981	37.730	7.391	40
30	63.705	32.975	5.297	31.316	5.030	30	77.667	40.911	8.045	37.865	7.446	30
40	63.995	33.136	5.347	31.454	5.076	20	77.958	41.081	8.109	37.999	7.501	20
50	64.286	33.298	5.398	31.592	5.122	10	78.249	41.251	8.174	38.134	7.557	10
37°00'	64.577	33.460	5.449	31.730	5.168	143°00'	78.540	41.421	8.239	38.268	7.612	135°00'
10	64.868	33.621	5.501	31.868	5.214	50	78.831	41.592	8.305	38.403	7.668	50
20	65.159	33.783	5.552	32.006	5.260	40	79.122	41.763	8.370	38.537	7.724	40
30	65.450	33.945	5.604	32.144	5.307	30	79.412	41.933	8.436	38.671	7.780	30
40	65.741	34.108	5.657	32.282	5.354	20	79.703	42.105	8.503	38.805	7.836	20
50	66.032	34.270	5.709	32.421	5.401	10	79.994	42.276	8.569	38.939	7.893	10
38°00'	66.323	34.433	5.762	32.557	5.448	142°00'	80.285	42.447	8.636	39.073	7.950	134°00'
10	66.613	34.596	5.815	32.694	5.496	50	80.576	42.619	8.703	39.207	8.006	50
20	66.904	34.759	5.869	32.832	5.543	40	80.867	42.791	8.771	39.341	8.064	40
30	67.195	34.922	5.922	32.969	5.591	30	81.158	42.963	8.839	39.474	8.121	30
40	67.486	35.085	5.976	33.106	5.639	20	81.449	43.136	8.907	39.608	8.178	20
50	67.777	35.248	6.030	33.244	5.687	10	81.739	43.308	8.975	39.741	8.236	10
39°00'	68.068	35.415	6.085	33.381	5.736	141°00'	82.030	43.481	9.044	39.875	8.294	133°00'
10	68.359	35.576	6.140	33.518	5.785	50	82.321	43.654	9.113	40.008	8.352	50
20	68.650	35.740	6.195	33.655	5.833	40	82.612	43.823	9.183	40.142	8.410	40
30	68.941	35.904	6.250	33.792	5.882	30	82.903	44.001	9.252	40.275	8.469	30
40	69.231	36.068	6.306	33.929	5.932	20	83.194	44.175	9.323	40.408	8.528	20
50	69.522	36.232	6.362	34.065	5.981	10	83.485	44.349	9.393	40.541	8.586	10
40°00'	69.813	36.397	6.418	34.202	6.031	140°00'	83.776	44.523	9.464	40.674	8.645	132°00'

α	L	T	E	x	y	α	α	L	T	E	x	y	α
48°00'	83.776	44.523	9.464	40.674	8.645	132°00'	56°00'	97.738	53.171	13.257	46.947	11.705	124°00'
10	84.067	44.697	9.535	40.807	8.705	50	10	98.029	53.358	13.345	47.076	11.774	50
20	84.358	44.872	9.606	40.939	8.764	40	20	98.320	53.545	13.433	47.204	11.842	40
30	84.648	45.047	9.678	41.072	8.824	30	30	98.611	53.732	13.521	47.332	11.911	30
40	84.939	45.222	9.750	41.204	8.884	20	40	98.902	53.920	13.610	47.460	11.980	20
50	85.230	45.397	9.822	41.337	8.944	10	50	99.193	54.107	13.700	47.588	12.049	10
49°00'	85.521	45.573	9.895	41.469	9.004	131°00'	57°00'	99.484	54.296	13.789	47.716	12.118	123°00'
10	85.812	45.748	9.968	41.602	9.064	50	10	99.775	54.484	13.879	47.844	12.188	50
20	86.103	45.924	10.041	41.734	9.125	40	20	100.066	54.673	13.970	47.971	12.257	40
30	86.394	46.101	10.115	41.866	9.186	30	30	100.356	54.862	14.061	48.099	12.327	30
40	86.685	46.277	10.189	41.998	9.247	20	40	100.647	55.051	14.152	48.226	12.397	20
50	86.978	46.454	10.263	42.130	9.308	10	50	100.938	55.241	14.243	48.354	12.468	10
50°00'	87.266	46.631	10.338	42.262	9.369	130°00'	58°00'	101.229	55.431	14.335	48.481	12.538	122°00'
10	87.557	46.808	10.413	42.394	9.431	50	10	101.520	55.621	14.428	48.608	12.609	50
20	87.848	46.985	10.488	42.526	9.493	40	20	101.811	55.812	14.521	48.735	12.679	40
30	88.139	47.163	10.564	42.657	9.555	30	30	102.102	56.003	14.614	48.862	12.750	30
40	88.430	47.341	10.640	42.788	9.617	20	40	102.393	56.194	14.707	48.989	12.822	20
50	88.721	47.519	10.716	42.920	9.679	10	50	102.684	56.385	14.801	49.116	12.893	10
51°00'	89.012	47.698	10.793	43.051	9.741	129°00'	59°00'	102.974	56.577	14.896	49.242	12.964	121°00'
10	89.303	47.876	10.870	43.182	9.804	50	10	103.265	56.769	14.990	49.369	13.036	50
20	89.594	48.055	10.947	43.314	9.867	40	20	103.556	56.962	15.085	49.495	13.108	40
30	89.884	48.234	11.025	43.445	9.930	30	30	103.847	57.155	15.181	49.622	13.180	30
40	90.175	48.414	11.103	43.576	9.994	20	40	104.138	57.348	15.277	49.748	13.252	20
50	90.466	48.593	11.181	43.706	10.057	10	50	104.429	57.541	15.373	49.874	13.325	10
52°00'	90.757	48.773	11.260	43.837	10.121	128°00'	60°00'	104.720	57.735	15.470	50.000	13.397	120°00'
10	91.048	48.953	11.339	43.968	10.185	50	10	105.011	57.929	15.567	50.126	13.470	50
20	91.339	49.134	11.419	44.098	10.249	40	20	105.302	58.124	15.665	50.252	13.540	40
30	91.630	49.315	11.499	44.229	10.313	30	30	105.592	58.318	15.763	50.377	13.616	30
40	91.921	49.496	11.579	44.359	10.377	20	40	105.883	58.513	15.861	50.503	13.690	20
50	92.212	49.677	11.659	44.490	10.442	10	50	106.174	58.709	15.960	50.628	13.763	10
53°00'	92.502	49.858	11.740	44.620	10.507	127°00'	61°00'	106.465	58.904	16.059	50.754	13.837	119°00'
10	92.793	50.040	11.821	44.750	10.572	50	10	106.756	59.101	16.159	50.879	13.911	50
20	93.084	50.222	11.903	44.880	10.637	40	20	107.047	59.297	16.259	51.004	13.985	40
30	93.375	50.404	11.985	45.010	10.702	30	30	107.338	59.494	16.359	51.129	14.059	30
40	93.666	50.587	12.067	45.140	10.768	20	40	107.629	59.691	16.460	51.254	14.134	20
50	93.957	50.770	12.150	45.269	10.833	10	50	107.920	59.888	16.562	51.379	14.208	10
54°00'	94.248	50.953	12.233	45.399	10.899	126°00'	62°00'	108.210	60.086	16.663	51.504	14.283	118°00'
10	94.539	51.136	12.316	45.529	10.965	50	10	108.501	60.284	16.766	51.628	14.358	50
20	94.830	51.320	12.400	45.658	11.032	40	20	108.792	60.483	16.868	51.753	14.434	40
30	95.120	51.503	12.484	45.787	11.098	30	30	109.083	60.682	16.971	51.877	14.509	30
40	95.411	51.688	12.568	45.917	11.165	20	40	109.374	60.881	17.075	52.002	14.584	20
50	95.702	51.872	12.653	46.046	11.232	10	50	109.665	61.080	17.178	52.126	14.660	10
55°00'	95.993	52.057	12.738	46.175	11.299	125°00'	63°00'	109.956	61.280	17.283	52.250	14.736	117°00'
10	96.284	52.242	12.824	46.304	11.366	50	10	110.247	61.480	17.388	52.374	14.812	50
20	96.575	52.427	12.910	46.433	11.434	40	20	110.538	61.681	17.493	52.498	14.888	40
30	96.866	52.613	12.996	46.561	11.501	30	30	110.828	61.882	17.598	52.621	14.965	30
40	97.157	52.798	13.083	46.690	11.569	20	40	111.119	62.083	17.704	52.745	15.041	20
50	97.448	52.985	13.170	46.819	11.637	10	50	111.410	62.285	17.811	52.868	15.118	10
56°00'	97.738	53.171	13.257	46.947	11.705	124°00'	64°00'	111.710	62.487	17.918	52.992	15.195	116°00'

α	L	T	E	x	y	α	α	L	T	E	x	y	α
64°00'	111.701	62.487	17.918	52.992	15.195	116°00'	72°00'	125.664	72.654	23.607	58.779	19.098	108°00'
10	111.992	62.689	18.026	53.115	15.272	50	10	125.955	72.877	23.738	58.896	19.184	50
20	112.283	62.892	18.133	53.288	15.350	40	20	126.245	73.100	23.869	59.014	19.270	40
30	112.574	63.095	18.241	53.368	15.427	30	30	126.536	73.323	24.001	59.131	19.356	30
40	112.865	63.299	18.350	53.484	15.505	20	40	126.827	73.547	24.134	59.248	19.442	20
50	113.156	63.503	18.459	53.607	15.583	10	50	127.118	73.771	24.267	59.365	19.528	10
65°00'	113.446	63.707	18.569	53.730	15.661	115°00'	73°00'	127.409	73.996	24.400	59.482	19.614	107°00'
10	113.737	63.912	18.679	53.853	15.739	50	10	127.700	74.221	24.534	59.599	19.701	50
20	114.028	64.117	18.790	53.975	15.818	40	20	127.991	74.447	24.669	59.716	19.788	40
30	114.319	64.322	18.901	54.097	15.896	30	30	128.282	74.674	24.804	59.832	19.875	30
40	114.610	64.528	19.012	54.220	15.975	20	40	128.573	74.900	24.940	59.949	19.962	20
50	114.901	64.734	19.124	54.342	16.054	10	50	128.863	75.128	25.077	60.065	20.049	10
66°00'	115.192	64.941	19.236	54.464	16.133	114°00'	74°00'	129.154	75.355	25.214	60.181	20.136	106°00'
10	115.483	65.148	19.349	54.586	16.212	50	10	129.445	75.584	25.351	60.298	20.224	50
20	115.774	65.355	19.463	54.708	16.292	40	20	129.736	75.813	25.489	60.414	20.312	40
30	116.064	65.563	19.576	54.829	16.371	30	30	130.027	76.042	25.628	60.529	20.400	30
40	116.355	65.771	19.691	54.951	16.451	20	40	130.318	76.272	25.767	60.645	20.488	20
50	116.646	65.980	19.805	55.072	16.531	10	50	130.609	76.502	25.907	60.761	20.576	10
67°00'	116.937	66.189	19.920	55.194	16.611	113°00'	75°00'	130.900	76.733	26.047	60.876	20.665	105°00'
10	117.228	66.398	20.036	55.315	16.692	50	10	131.191	76.964	26.188	60.991	20.753	50
20	117.519	66.608	20.152	55.436	16.772	40	20	131.481	77.196	26.330	61.107	20.842	40
30	117.810	66.818	20.269	55.557	16.853	30	30	131.772	77.428	26.472	61.222	20.931	30
40	118.101	67.028	20.386	55.678	16.934	20	40	132.063	77.661	26.615	61.337	21.020	20
50	118.392	67.239	20.504	55.799	17.015	10	50	132.354	77.895	26.758	61.451	21.110	10
68°00'	118.682	67.451	20.622	55.919	17.096	112°00'	76°00'	132.645	78.129	26.902	61.566	21.199	104°00'
10	118.973	67.663	20.740	56.040	17.178	50	10	132.936	78.362	27.046	61.681	21.289	50
20	119.264	67.875	20.859	56.160	17.259	40	20	133.227	78.598	27.191	61.795	21.378	40
30	119.555	68.088	20.979	56.280	17.341	30	30	133.518	78.834	27.337	61.909	21.468	30
40	119.846	68.301	21.099	56.401	17.423	20	40	133.809	79.070	27.483	62.023	21.558	20
50	120.137	68.514	21.220	56.521	17.505	10	50	134.099	79.306	27.630	62.138	21.649	10
69°00'	120.428	68.728	21.341	56.641	17.587	111°00'	77°00'	134.390	79.544	27.778	62.251	21.739	103°00'
10	120.719	68.942	21.462	56.760	17.670	50	10	134.681	79.781	27.926	62.365	21.830	50
20	121.009	69.157	21.584	56.880	17.752	40	20	134.972	80.020	28.075	62.479	21.921	40
30	121.300	69.372	21.707	57.000	17.835	30	30	135.263	80.258	28.224	62.592	22.012	30
40	121.591	69.588	21.830	57.119	17.918	20	40	135.554	80.498	28.374	62.706	22.103	20
50	121.882	69.804	21.953	57.238	18.002	10	50	135.845	80.738	28.525	62.819	22.194	10
70°00'	122.173	70.021	22.077	57.358	18.085	110°00'	78°00'	136.136	80.978	28.676	62.932	22.285	102°00'
10	122.464	70.238	22.202	57.477	18.168	50	10	136.427	81.220	28.828	63.045	22.377	50
20	122.755	70.455	22.327	57.596	18.252	40	20	136.713	81.461	28.980	63.158	22.469	40
30	123.046	70.673	22.453	57.715	18.336	30	30	137.008	81.703	29.133	63.271	22.561	30
40	123.337	70.891	22.579	57.833	18.420	20	40	137.299	81.946	29.287	63.383	22.653	20
50	123.627	71.110	22.706	57.952	18.504	10	50	137.590	82.190	29.442	63.496	22.745	10
71°00'	123.918	71.329	22.833	58.070	18.588	109°00'	79°00'	137.881	82.434	29.597	63.608	22.838	101°00'
10	124.209	71.549	22.960	58.189	18.673	50	10	138.172	82.678	29.752	63.720	22.930	50
20	124.500	71.769	23.089	58.307	18.758	40	20	138.463	82.923	29.909	63.832	23.023	40
30	124.791	71.990	23.217	58.425	18.843	30	30	138.754	83.169	30.066	63.944	23.116	30
40	125.082	72.211	23.347	58.543	18.928	20	40	139.045	83.416	30.223	64.056	23.209	20
50	125.373	72.432	23.476	58.661	19.013	10	50	139.335	83.662	30.382	64.167	23.302	10
72°00'	125.664	72.654	23.607	58.779	19.098	108°00'	80°00'	139.626	83.910	30.541	64.279	23.396	100°00'

α	L	T	E	x	y	α	L	T	E	x	y	α
80°00'	139.626	83.910	30.541	64.279	23.396	88°00'	153.589	96.589	39.016	69.466	28.066	92°00'
10	139.917	84.158	30.700	64.390	23.489	10	153.880	96.880	39.212	69.570	28.167	50
20	140.208	84.407	30.861	64.501	23.583	20	154.171	97.133	39.409	69.675	28.268	40
30	140.499	84.656	31.022	64.612	23.677	30	154.462	97.416	39.606	69.779	28.370	30
40	140.790	84.906	31.183	64.723	23.771	40	154.753	97.700	39.804	69.883	28.471	20
50	141.081	85.157	31.346	64.834	23.865	50	155.043	97.984	40.003	69.987	28.573	10
81°00'	141.372	85.408	31.509	64.945	23.959	89°00'	155.334	98.270	40.203	70.091	28.675	91°00'
10	141.663	85.660	31.672	65.055	24.054	10	155.625	98.556	40.404	70.195	28.777	50
20	141.953	85.912	31.837	65.166	24.149	20	155.916	98.843	40.606	70.296	28.879	40
30	142.244	86.166	32.002	65.276	24.244	30	156.207	99.131	40.808	70.401	28.981	30
40	142.535	86.419	32.168	65.386	24.339	40	156.498	99.420	41.012	70.505	29.084	20
50	142.826	86.674	32.334	65.496	24.434	50	156.789	99.710	41.216	70.608	29.187	10
82°00'	143.117	86.929	32.501	65.606	24.529	90°00'	157.080	100.000	41.421	70.711	29.289	90°00'
10	143.408	87.184	32.669	65.716	24.625	10	157.371	100.291	41.628	70.813	29.392	50
20	143.699	87.441	32.838	65.825	24.720	20	157.661	100.584	41.835	70.916	29.495	40
30	143.990	87.698	33.007	65.935	24.816	30	157.952	100.876	42.042	71.019	29.599	30
40	144.281	87.955	33.177	66.044	24.912	40	158.243	101.170	42.251	71.121	29.702	20
50	144.571	88.214	33.348	66.153	25.008	50	158.534	101.465	42.461	71.223	29.805	10
83°00'	144.862	88.473	33.519	66.262	25.104	91°00'	158.825	101.761	42.672	71.325	29.909	89°00'
10	145.153	88.732	33.691	66.371	25.201	10	159.116	102.057	42.883	71.427	30.013	50
20	145.444	88.992	33.864	66.480	25.297	20	159.407	102.355	43.096	71.529	30.117	40
30	145.735	89.253	34.038	66.588	25.394	30	159.698	102.653	43.309	71.630	30.221	30
40	146.026	89.515	34.212	66.697	25.491	40	159.989	102.952	43.524	71.732	30.325	20
50	146.317	89.777	34.386	66.806	25.588	50	160.279	103.252	43.739	71.833	30.430	10
84°00'	146.608	90.040	34.563	66.913	25.686	92°00'	160.570	103.553	43.956	71.934	30.534	88°00'
10	146.899	90.304	34.740	67.021	25.783	10	160.861	103.855	44.173	72.035	30.639	50
20	147.189	90.569	34.917	67.129	25.881	20	161.152	104.158	44.391	72.136	30.744	40
30	147.480	90.834	35.095	67.237	25.978	30	161.443	104.461	44.610	72.236	30.849	30
40	147.771	91.099	35.274	67.344	26.076	40	161.734	104.766	44.831	72.337	30.954	20
50	148.062	91.366	35.454	67.452	26.174	50	162.025	105.071	45.052	72.437	31.059	10
85°00'	148.353	91.633	35.634	67.559	26.272	93°00'	162.316	105.378	45.274	72.537	31.165	87°00'
10	148.644	91.901	35.815	67.666	26.371	10	162.607	105.685	45.497	72.637	31.270	50
20	148.935	92.170	35.997	67.773	26.469	20	162.897	105.994	45.721	72.737	31.376	40
30	149.226	92.439	36.180	67.880	26.568	30	163.188	106.303	45.946	72.837	31.482	30
40	149.517	92.709	36.363	67.987	26.667	40	163.479	106.613	46.173	72.937	31.588	20
50	149.807	92.980	36.548	68.093	26.766	50	163.770	106.925	46.400	73.036	31.694	10
86°00'	150.098	93.251	36.733	68.200	26.865	94°00'	164.061	107.237	46.628	73.135	31.800	86°00'
10	150.389	93.524	36.919	68.306	26.964	10	164.352	107.550	46.857	73.234	31.907	50
20	150.680	93.797	37.105	68.412	27.063	20	164.643	107.864	47.087	73.333	32.013	40
30	150.971	94.071	37.293	68.518	27.163	30	164.934	108.179	47.319	73.432	32.120	30
40	151.262	94.345	37.481	68.624	27.263	40	165.225	108.495	47.551	73.531	32.227	20
50	151.558	94.620	37.670	68.730	27.363	50	165.515	108.813	47.784	73.629	32.334	10
87°00'	151.844	94.896	37.860	68.835	27.463	95°00'	165.806	109.131	48.019	73.728	32.441	85°00'
10	152.135	95.173	38.051	68.941	27.563	10	166.097	109.450	48.250	73.827	32.548	50
20	152.425	95.451	38.242	69.046	27.663	20	166.388	109.770	48.481	73.926	32.656	40
30	152.716	95.729	38.434	69.151	27.764	30	166.679	110.091	48.712	74.025	32.763	30
40	153.007	96.008	38.628	69.256	27.864	40	166.970	110.414	48.943	74.124	32.871	20
50	153.296	96.288	38.822	69.361	27.965	50	167.261	110.737	49.174	74.223	32.979	10
88°00'	153.589	96.569	39.016	69.466	28.066	96°00'	167.552	111.061	49.405	74.324	33.087	84°00'

续上表

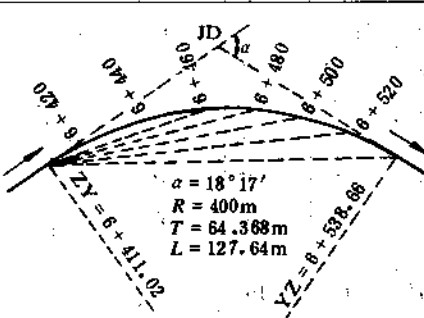
α	L	T	E	x	y	α	L	T	E	x	y	α
96°00'	167.552	111.061	49.448	74.314	33.087	84°00'	181.514	127.994	62.427	78.801	38.434	76°00'
10	167.842	111.387	49.690	74.412	33.195	50	181.805	128.379	62.730	78.890	38.548	50
20	168.133	111.713	49.933	74.509	33.303	40	182.096	128.764	63.035	78.980	38.663	40
30	168.424	112.040	50.177	74.606	33.412	30	182.387	129.152	63.341	79.069	38.778	30
40	168.715	112.369	50.422	74.702	33.520	20	182.678	129.541	63.648	79.158	38.893	20
50	169.006	112.699	50.668	74.799	33.629	10	182.969	129.931	63.957	79.247	39.008	10
97°00'	169.297	113.029	50.916	74.896	33.738	83°00'	183.260	130.322	64.268	79.335	39.124	75°00'
10	169.588	113.361	51.165	74.992	33.847	50	183.550	130.716	64.580	79.424	39.239	50
20	169.879	113.694	51.414	75.088	33.956	40	183.841	131.110	64.894	79.512	39.353	40
30	170.170	114.028	51.665	75.184	34.065	30	184.132	131.507	65.209	79.600	39.471	30
40	170.460	114.363	51.918	75.280	34.175	20	184.423	131.904	65.526	79.688	39.586	20
50	170.751	114.699	52.171	75.375	34.284	10	184.714	132.304	65.844	79.776	39.702	10
98°00'	171.042	115.037	52.425	75.471	34.394	82°00'	185.005	132.704	66.164	79.864	39.818	74°00'
10	171.333	115.375	52.681	75.566	34.504	50	185.296	133.107	66.485	79.951	39.935	50
20	171.624	115.715	52.938	75.661	34.614	40	185.587	133.511	66.809	80.038	40.051	40
30	171.915	116.056	53.196	75.756	34.724	30	185.878	133.916	67.133	80.125	40.167	30
40	172.206	116.398	53.455	75.851	34.834	20	186.168	134.323	67.460	80.212	40.284	20
50	172.497	116.741	53.715	75.946	34.945	10	186.459	134.732	67.788	80.299	40.401	10
99°00'	172.788	117.085	53.977	76.041	35.055	81°00'	186.750	135.142	68.117	80.386	40.518	73°00'
10	173.078	117.430	54.240	76.135	35.166	50	187.041	135.554	68.449	80.472	40.635	50
20	173.369	117.777	54.504	76.229	35.277	40	187.332	135.968	68.781	80.558	40.752	40
30	173.660	118.125	54.769	76.323	35.388	30	187.623	136.383	69.116	80.644	40.869	30
40	173.951	118.474	55.036	76.417	35.499	20	187.914	136.800	69.452	80.730	40.986	20
50	174.242	118.824	55.303	76.511	35.610	10	188.205	137.218	69.790	80.816	41.104	10
100°00'	174.533	119.175	55.572	76.604	35.721	80°00'	188.496	137.638	70.130	80.902	41.221	72°00'
10	174.824	119.528	55.843	76.698	35.833	50	188.786	138.060	70.472	80.987	41.339	50
20	175.115	119.882	56.114	76.791	35.944	40	189.077	138.483	70.815	81.072	41.457	40
30	175.406	120.237	56.387	76.884	36.056	30	189.368	138.909	71.160	81.157	41.575	30
40	175.696	120.593	56.661	76.977	36.168	20	189.659	139.336	71.506	81.242	41.693	20
50	175.987	120.951	56.937	77.070	36.280	10	189.950	139.764	71.855	81.327	41.811	10
101°00'	176.278	121.310	57.213	77.162	36.392	79°00'	190.241	140.192	72.205	81.412	41.930	71°00'
10	176.569	121.670	57.491	77.255	36.504	50	190.532	140.627	72.557	81.496	42.048	50
20	176.860	122.031	57.771	77.347	36.617	40	190.823	141.061	72.911	81.580	42.167	40
30	177.151	122.394	58.051	77.439	36.729	30	191.114	141.497	73.267	81.664	42.285	30
40	177.442	122.758	58.333	77.531	36.842	20	191.404	141.934	73.624	81.748	42.404	20
50	177.733	123.123	58.617	77.623	36.955	10	191.695	142.374	73.983	81.832	42.523	10
102°00'	178.024	123.490	58.902	77.715	37.068	78°00'	191.986	142.815	74.345	81.915	42.642	70°00'
10	178.314	123.858	59.188	77.806	37.181	50	192.277	143.258	74.708	81.999	42.762	50
20	178.605	124.227	59.475	77.897	37.294	40	192.568	143.703	75.073	82.082	42.881	40
30	178.896	124.597	59.764	77.988	37.408	30	192.859	144.149	75.440	82.165	43.000	30
40	179.187	124.969	60.054	78.079	37.521	20	193.150	144.598	75.808	82.247	43.120	20
50	179.478	125.343	60.346	78.170	37.635	10	193.441	145.048	76.179	82.330	43.240	10
103°00'	179.769	125.717	60.639	78.261	37.748	77°00'	193.732	145.501	76.552	82.413	43.359	69°00'
10	180.060	126.093	60.933	78.351	37.862	50	194.022	145.955	76.926	82.495	43.479	50
20	180.351	126.471	61.229	78.442	37.976	40	194.313	146.411	77.303	82.577	43.599	40
30	180.642	126.849	61.526	78.532	38.091	30	194.604	146.870	77.681	82.659	43.719	30
40	180.932	127.230	61.825	78.622	38.205	20	194.895	147.330	78.062	82.741	43.840	20
50	181.223	127.611	62.125	78.711	38.319	10	195.186	147.792	78.445	82.822	43.960	10
104°00'	181.514	127.994	62.427	78.801	38.434	76°00'	195.477	148.256	78.829	82.904	44.081	68°00'

α	L	T	E	x	y	α	L	T	E	x	y	α
112°00'	195.477	148.256	78.829	82.904	44.081	68°00'	209.440	173.205	100.000	86.602	50.000	60°00'
10	195.768	148.722	79.216	82.985	44.201	50	209.730	173.788	100.505	86.675	50.126	50
20	196.059	149.190	79.603	83.066	44.322	40	210.021	174.374	101.014	86.748	50.252	40
30	196.350	149.661	79.995	83.147	44.443	30	210.303	174.964	101.525	86.820	50.378	30
40	196.640	150.133	80.388	83.228	44.564	20	210.603	175.556	102.039	86.892	50.505	20
50	196.931	150.607	80.783	83.309	44.685	10	210.894	176.151	102.557	86.964	50.631	10
113°00'	197.222	151.083	81.180	83.389	44.806	67°00'	211.185	176.749	103.077	87.036	50.758	59°00'
10	197.513	151.562	81.579	83.469	44.928	50	211.476	177.351	103.601	87.107	50.884	50
20	197.804	152.043	81.981	83.549	45.049	40	211.767	177.955	104.128	87.178	51.011	40
30	198.095	152.525	82.384	83.629	45.171	30	212.058	178.563	104.657	87.250	51.138	30
40	198.386	153.010	82.790	83.708	45.292	20	212.348	179.174	105.191	87.321	51.265	20
50	198.677	153.497	83.198	83.788	45.414	10	212.639	179.788	105.727	87.391	51.392	10
114°00'	198.968	153.986	83.608	83.867	45.536	66°00'	212.930	180.405	106.266	87.462	51.519	58°00'
10	199.258	154.478	84.020	83.946	45.658	50	213.221	181.025	106.809	87.532	51.646	50
20	199.549	154.971	84.435	84.025	45.780	40	213.512	181.649	107.356	87.603	51.774	40
30	199.840	155.467	84.852	84.104	45.903	30	213.803	182.276	107.905	87.673	51.901	30
40	200.131	155.965	85.271	84.182	46.025	20	214.094	182.906	108.458	87.742	52.029	20
50	200.422	156.466	85.692	84.261	46.147	10	214.385	183.541	109.014	87.812	52.156	10
115°00'	200.713	156.969	86.116	84.339	46.270	65°00'	214.675	184.177	109.574	87.882	52.284	57°00'
10	201.004	157.474	86.542	84.417	46.393	50	214.966	184.818	110.137	87.951	52.412	50
20	201.295	157.981	86.970	84.495	46.516	40	215.257	185.462	110.704	88.020	52.540	40
30	201.586	158.490	87.401	84.573	46.639	30	215.548	186.109	111.274	88.089	52.668	30
40	201.876	159.002	87.834	84.650	46.762	20	215.839	186.760	111.847	88.158	52.796	20
50	202.167	159.517	88.270	84.728	46.885	10	216.130	187.415	112.425	88.226	52.924	10
116°00'	202.458	160.033	88.708	84.805	47.008	64°00'	216.421	188.073	113.005	88.295	53.053	56°00'
10	202.749	160.553	89.148	84.882	47.131	50	216.712	188.734	113.590	88.363	53.181	50
20	203.040	161.074	89.591	84.959	47.255	40	217.003	189.400	114.178	88.431	53.310	40
30	203.331	161.598	90.037	85.035	47.379	30	217.293	190.069	114.770	88.499	53.439	30
40	203.622	162.125	90.485	85.112	47.502	20	217.584	190.741	115.365	88.566	53.569	20
50	203.913	162.654	90.935	85.188	47.626	10	217.875	191.418	115.965	88.634	53.696	10
117°00'	204.204	163.185	91.388	85.264	47.750	63°00'	218.166	192.098	116.568	88.701	53.825	55°00'
10	204.494	163.719	91.844	85.340	47.874	50	218.457	192.782	117.175	88.768	53.954	50
20	204.785	164.256	92.302	85.416	47.998	40	218.748	193.470	117.786	88.835	54.083	40
30	205.076	164.795	92.762	85.491	48.123	30	219.039	194.162	118.401	88.902	54.213	30
40	205.367	165.337	93.226	85.567	48.247	20	219.330	194.858	119.019	88.968	54.342	20
50	205.658	165.881	93.692	85.642	48.372	10	219.621	195.557	119.642	89.034	54.471	10
118°00'	205.949	166.428	94.160	85.717	48.496	62°00'	219.911	196.261	120.269	89.101	54.601	54°00'
10	206.240	166.978	94.632	85.791	48.621	50	220.202	196.969	120.900	89.167	54.731	50
20	206.531	167.530	95.106	85.866	48.746	40	220.493	197.680	121.535	89.232	54.860	40
30	206.822	168.088	95.583	85.941	48.871	30	220.784	198.396	122.174	89.298	54.990	30
40	207.112	168.643	96.062	86.015	48.996	20	221.075	199.116	122.817	89.363	55.120	20
50	207.403	169.203	96.544	86.089	49.121	10	221.366	199.841	123.464	89.428	55.250	10
119°00'	207.694	169.766	97.029	86.163	49.246	61°00'	221.657	200.569	124.116	89.493	55.380	53°00'
10	207.985	170.332	97.517	86.237	49.372	50	221.948	201.302	124.772	89.558	55.510	50
20	208.276	170.901	98.008	86.310	49.497	40	222.239	202.039	125.432	89.623	55.641	40
30	208.567	171.473	98.502	86.383	49.623	30	222.520	202.780	126.097	89.687	55.771	30
40	208.858	172.047	98.998	86.457	49.748	20	222.811	203.526	126.766	89.751	55.902	20
50	209.149	172.625	99.493	86.530	49.874	10	223.102	204.276	127.439	89.815	56.032	10
120°00'	209.440	173.205	100.000	86.602	50.000	60°00'	223.402	205.030	128.117	89.879	56.163	52°00'

2-4-3 圆曲线偏角测设法及其用表

圆曲线偏角测设法

表 2-12

项 目	偏 角 测 设 方 法 实 例				
图 示 及 实 例	 <p>(例) 设 $\alpha = 18^\circ 17'$, $R = 400\text{m}$, 曲线起点 ZY 桩号为 K6+411.02, 规定每弧长 20m 间隔设一桩, 并计算其偏角</p>				
实 例 的 查 表 简 易 计 算	<p>解: 曲线上第 1 桩点应为 6+420 (合成整数), 故 $420 - 411.02 = 8.98\text{m}$, 即第 1 桩对 ZY 的距离。</p> <p>查表 2-13 在 $R=400\text{m}$ 栏内相应横行内查得第 1 桩点的偏角:</p>				
	距离 (第 1 桩对 ZY 点)	8m	0.9m	0.08m	8.98m
	偏 角	34'23"	3'52"	21"	38'36"
	<p>算出第 1 桩偏角后, 可从表 2-14 中 $R=400\text{m}$ 栏内直接查得每 20m 桩点的偏角累计数 (表列系以弧长 20m 累计值), 则本例曲线上整数桩点累计偏角如下:</p>				
	距离 (自曲线上第 1 桩点起)	20m (6+440)	40m (6+460)	60m (6+480)	80m (6+500)
	累计偏角	1°25'57"	2°51'53"	4°17'50"	5°43'46"
	<p>曲线终点 YZ 桩号为 6+538.66m, 须求 18.66m 的偏角, 仍查表 2-13, 在 $R=400\text{m}$ 栏内得:</p>				
	距离	10m	8m	0.6m	0.06m
	偏角	42'58"	34'23"	2'35"	15"
	<p>则 ZY 的累计偏角 = $7^\circ 09' 43'' + 1^\circ 20' 11'' = 8^\circ 29' 54''$, 曲线起点 ZY 桩至第 1 桩偏角累计后的总偏角为:</p> <p>总偏角 = $8^\circ 29' 54'' + 38' 36'' = 9^\circ 08' 30''$</p>				
测 设 方 法 步 骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安放经纬仪于 ZY 点。整平仪器, 上下度盘对准 0°, 瞄准交点 JD, 扭紧下度盘止动螺旋; 2. 放松上盘螺旋, 旋转望远镜与分度游尺切在 $38' 36''$ 上 (第 1 桩偏角); 3. 自 ZY 点用卷尺量 8.98m 立测杆, 并使测杆与镜内十字丝竖轴相合, 钉立第 1 桩点; 4. 第 1 桩点测定后, 仪器原地不动, 使度盘回至 0° 上, 对准第 1 桩点, 旋紧下度盘止动螺旋; 5. 放松上度盘, 使望远镜对在 $1^\circ 25' 57''$ 上, 用卷尺自第 1 桩点量 20m, 同时测杆也和仪器镜内十字丝竖轴吻合, 钉 6+440 桩, 其余以此类推 				

弧长 0.01~10m 偏角累计表

表 2-13

$R(m)$ $l(m)$	200	250	300	400	500	600	700	800	1 000	1 200	1 500	2 000
0.01	0' 5"	0' 4"	0' 3"	0' 2"	0' 2"	0' 2"	0' 1.5"	0' 1"	0' 1"	0' 1"	0' 1"	0' 0.5"
0.02	10"	8"	7"	5"	4"	3"	3"	3"	2"	2"		1"
0.03	15"	12"	10"	8"	6"	5"	4"	4"	3"	3"		2"
0.04	21"	17"	14"	10"	8"	7"	6"	5"	4"	3"		2"
0.05	26"	21"	17"	13"	10"	9"	7"	6"	5"	4"		3"
0.06	31"	25"	21"	15"	12"	10"	9"	8"	6"	5"		3"
0.07	36"	29"	24"	18"	14"	12"	10"	9"	7"	6"		4"
0.08	41"	33"	28"	21"	17"	14"	12"	10"	8"	7"		4"
0.09	46"	37"	31"	23"	19"	15"	13"	12"	9"	8"		5"
0.1	52"	41"	34"	26"	21"	17"	15"	13"	10"	9"		5"
0.2	1' 43"	1' 23"	1' 09"	52"	41"	34"	29"	26"	21"	17"		10"
0.3	2' 35"	2' 04"	1' 43"	1' 17"	1' 02"	52"	44"	29"	31"	25"		15"
0.4	3' 26"	2' 45"	2' 18"	1' 43"	1' 23"	1' 09"	59"	52"	41"	34"		21"
0.5	4' 18"	3' 26"	2' 52"	2' 09"	1' 43"	1' 26"	1' 14"	1' 05"	52"	43"		26"
0.6	5' 09"	4' 08"	3' 26"	2' 35"	2' 04"	1' 43"	1' 28"	1' 17"	1' 02"	52"		31"
0.7	6' 01"	4' 49"	4' 01"	3' 00"	2' 24"	2' 00"	1' 43"	1' 30"	1' 12"	1' 00"		36"
0.8	6' 35"	5' 30"	4' 35"	3' 26"	2' 45"	2' 18"	1' 58"	1' 43"	1' 22"	1' 09"		41"
0.9	7' 44"	6' 11"	5' 09"	3' 52"	3' 06"	2' 35"	2' 13"	1' 56"	1' 33"	1' 17"		46"
1	8' 36"	6' 53"	5' 44"	4' 18"	3' 26"	2' 52"	2' 27"	2' 09"	1' 43"	1' 26"		52"
2	17' 11"	13' 45"	11' 28"	8' 36"	6' 52"	5' 44"	4' 55"	4' 18"	2' 25"	2' 52"		1' 43"
3	25' 47"	20' 38"	17' 11"	12' 53"	10' 10"	8' 26"	7' 22"	6' 27"	5' 09"	4' 18"		2' 35"
4	34' 23"	27' 30"	22' 55"	17' 11"	13' 45"	11' 27"	9' 49"	8' 36"	6' 82"	5' 44"		3' 26"
5	42' 58"	34' 23"	28' 39"	21' 29"	17' 11"	14' 19"	12' 17"	10' 45"	8' 36"	7' 10"		4' 18"
6	51' 34"	41' 15"	34' 23"	25' 47"	20' 38"	17' 11"	14' 44"	12' 54"	10' 19"	6' 36"		5' 09"
7	1' 00' 10"	48' 08"	40' 06"	30' 05"	24' 04"	20' 03"	17' 11"	15' 02"	12' 02"	10' 02"		6' 01"
8	1' 08' 45"	55' 00"	45' 50"	34' 23"	27' 30"	22' 53"	19' 39"	17' 11"	13' 45"	11' 28"		6' 53"
9	1' 17' 21"	1' 01' 53"	51' 34"	38' 40"	30' 66"	25' 47"	22' 06"	19' 20"	15' 28"	12' 53"		7' 44"
10	1' 25' 57"	1' 08' 45"	57' 18"	42' 58"	34' 23"	28' 39"	24' 33"	21' 29"	17' 11"	14' 19"		8' 36"

弧长每 20m 偏角累计表

表 2-14

$R(m)$	200			250			300			400			500			600			700			800			1 000	1 200	1 500	2 000								
μ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1	2	51	53	2	17	31	1	54	35	1	25	57	1	08	45	0	75	18	0	49	07	0	42	58	0	34	23	0	28	39	0	22	55	0	17	11
2	3	43	46	4	35	01	3	49	11	2	51	53	2	17	31	1	54	35	1	38	13	1	25	57	1	08	45	0	57	18	0	45	50	0	34	23
3	8	35	40	6	52	32	5	43	46	4	17	50	3	26	16	2	51	53	2	27	19	2	03	55	1	43	08	1	25	57	1	08	45	0	51	34
4	11	27	33	9	10	02	7	38	22	5	43	46	4	35	01	3	49	11	3	16	27	2	51	54	2	17	31	1	54	35	1	31	40	1	08	45
5	14	19	26	11	27	33	9	32	57	7	09	43	5	43	46	4	46	29	4	05	33	3	34	52	2	51	53	2	23	14	1	54	35	1	25	57
6	17	11	19	13	45	03	11	27	33	8	35	40	6	52	32	5	43	46	4	54	40	4	17	50	3	26	16	2	51	53	2	17	31	1	43	30
7	20	03	13	16	02	34	13	22	08	10	01	36	8	01	17	6	41	04	5	43	46	5	00	49	4	00	39	3	20	32	2	40	25	2	00	19
8	22	55	06	18	20	05	15	16	44	11	27	33	9	10	02	7	38	22	6	32	53	5	43	47	4	35	01	3	49	11	3	03	20	2	17	31
9	25	46	59	20	37	36	17	11	19	12	53	29	10	18	48	8	35	40	7	22	00	6	26	46	5	09	24	4	17	50	3	26	16	2	34	42
10	28	38	52	22	55	06	19	05	55	14	19	26	11	27	33	9	32	57	8	11	06	7	09	44	5	43	46	4	46	29	3	49	11	2	51	53
11	31	30	45	25	12	36	21	00	30	15	45	23	12	36	18	10	30	11	9	00	13	7	52	42	6	18	09	5	15	08	4	12	05	3	09	04
12	34	22	39	27	30	07	22	55	06	17	11	19	13	45	03	11	27	33	9	49	20	8	35	41	6	52	32	5	43	46	4	35	00	3	26	16
13	31	14	32	20	47	37	24	49	41	18	37	16	14	53	49	12	24	51	10	38	26	9	18	39	7	26	54	6	12	25	4	57	55	3	43	27
14	40	06	25	32	05	08	26	44	17	20	03	13	16	02	34	13	22	08	11	27	33	10	01	37	8	01	17	6	41	04	5	20	50	4	00	38
15	42	58	18	34	22	39	28	38	52	21	29	09	17	11	19	14	19	26	12	16	40	10	44	36	8	35	40	7	09	24	4	17	50	3	26	16
16	45	50	12	36	40	09	30	33	28	22	55	06	18	20	04	15	16	44	13	05	46	11	27	34	9	10	02	7	38	22	5	43	46	4	35	01
17	48	42	05	38	57	40	32	23	03	24	21	02	19	23	50	16	14	02	13	54	53	12	10	33	9	44	25	8	07	01	6	29	35	4	52	12
18	51	33	58	41	15	10	34	22	39	25	46	59	20	37	35	17	11	19	14	43	59	12	53	31	10	18	48	8	35	40	6	52	30	5	09	24
19	54	25	51	43	32	41	36	17	14	27	12	56	21	46	20	18	08	37	15	33	06	13	36	29	10	53	10	9	04	18	7	15	25	5	26	35
20	57	17	44	45	50	12	38	11	50	28	38	52	22	55	06	19	05	55	16	22	13	14	19	26	11	27	33	9	32	57	7	33	20	5	43	46
21	60	09	37	48	07	43	40	06	25	30	04	49	24	03	51	20	03	12	17	11	19	15	02	24	12	01	56	10	01	37	8	01	15	6	00	58
22	63	01	30	50	25	13	42	01	01	31	30	45	25	12	36	21	00	30	18	00	26	15	45	23	12	36	18	10	03	01	58	24	11	6	18	09
23	65	53	24	52	42	44	43	55	36	32	56	42	26	21	22	21	57	48	18	49	33	16	23	21	13	10	41	10	53	54	8	47	06	6	35	20
24	68	45	17	55	00	14	45	50	12	34	22	39	27	30	07	22	55	06	19	38	39	17	11	19	13	45	03	11	27	33	9	10	02	6	52	32
25	71	37	10	57	17	45	47	44	47	35	48	35	28	38	52	23	52	23	20	27	46	17	54	19	14	10	26	11	56	12	9	32	57	7	09	43

* 系指弧长每 20m 时的偏角累计桩号数,例如 1 号桩弧长 20m,2 号桩累计弧长则为 40m,均指整数桩而言。

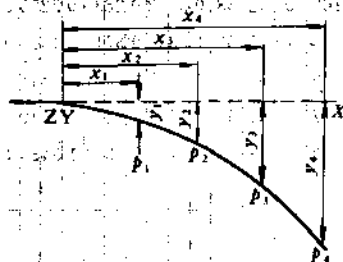
2-4-4 圆曲线切线支距测设法及其用表

圆曲线切线支距测设法

表 2-15

〔例〕已知 $R=50\text{m}$, 用切线支距法测定 p_1, p_2, p_3, \dots 各点 (假定切线上 x 轴每 5m 测得一纵距 y 时)。

解: 查表 2-16 在 $R=50\text{m}$ 栏内, 得 x, y 各值如下:



曲线上桩点	切线距 x	纵距 y
p_1	5m	0.25m
p_2	10m	1.01m
p_3	15m	2.30m
p_4	20m	4.17m

测设时应注意:

1. 采用切线支距法测设时, 必须在切线和支距范围能够通视而无阻碍的情况下方可进行;
2. 一般由两盘卷尺丈量, 一根尺沿切线方向, 以 ZY 起点为 0 向前量切线距 x_1 , 由此点在必须垂直于切线方向上 (另一根卷尺) 量 y_1 即得 p_1 点 (见上图), 并以此类推。

圆曲线切线支距表 (单位: m)

表 2-16

$R=$	15	20	25	30	35	40	$R=$	50	60	70	80	90	100
x	y						x	y					
2	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	5	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
4	0.54	0.40	0.32	0.27	0.23	0.20	10	1.01	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50
6	1.25	0.92	0.73	0.61	0.52	0.45	15	2.30	1.91	1.63	1.42	1.26	1.13
8	2.31	1.67	1.32	1.09	0.93	0.81	20	4.17	3.43	2.92	2.54	2.25	2.02
10	3.82	2.68	2.09	1.72	1.46	1.27	25	6.70	5.46	4.62	4.01	3.54	3.18
12	6.00	4.00	3.07	2.51	2.12	1.84	30	10.00	8.04	6.75	5.84	5.15	4.61
14	9.61	5.72	4.29	3.47	2.92	2.53	35	14.29	11.27	9.38	8.06	7.03	6.33
16		8.00	5.79	4.62	3.97	3.34	40	20.00	15.28	12.55	10.72	9.38	8.35
18		11.28	7.65	6.00	4.98	4.28	45	28.21	20.31	16.38	13.86	12.06	10.70
20		20.00	10.00	7.64	6.28	5.36	50	50.00	26.83	21.01	17.55	15.17	13.40
22			13.13	9.60	7.78	6.59	55		36.02	26.70	21.91	18.76	16.48
24			18.00	12.00	9.52	8.00	60		60.00	33.94	27.09	22.92	20.00
26				15.03	11.57	9.60	65			44.02	33.39	27.75	24.01
28				19.23	14.00	11.43	70			70.00	41.27	33.43	28.59
30				30.00	16.97	13.54	75				52.16	40.25	33.86
32					20.82	16.00	80				80.00	48.77	40.00
34					26.69	18.93	85					60.42	47.32
36						19.90	90					90.00	56.41
38						27.51	95						68.78

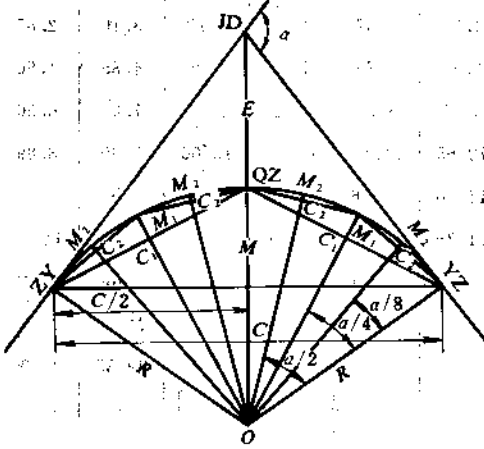
续上表

R=	120	140	150	160	180	200	220	240	250	260	280	300
x	y											
10	1.63	0.36	0.33	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
20	3.81	1.44	1.34	1.25	1.12	1.00	0.91	0.84	0.80	0.77	0.72	0.67
30	6.86	3.25	3.03	2.84	2.52	2.26	2.06	1.88	1.81	1.74	1.61	1.50
40	10.91	5.84	5.43	5.08	4.50	4.04	3.67	3.36	3.22	3.10	2.87	2.68
50	16.08	9.23	8.58	8.01	7.08	6.35	5.76	5.27	5.05	4.85	4.50	4.20
60	22.53	13.51	12.52	11.68	10.29	9.21	8.34	7.62	7.31	7.02	6.50	6.06
70		18.76	17.34	16.13	14.17	12.65	11.43	10.44	10.00	9.60	8.89	8.28
80			23.11	21.44	18.76	16.70	15.06	13.73	13.15	12.61	11.67	10.86
90			30.00	27.71	24.12	21.39	19.25	17.51	16.76	16.07	14.86	13.82
100			38.20	35.10	30.33	26.80	24.04	21.83	20.87	20.00	18.47	17.16
110						32.97	29.47	26.69	25.50	24.42	22.51	20.89
120									30.68	29.35	27.02	25.05
130												29.63
140												34.67
R=	350	400	450	500	600	800	1000	R=	1 200	1 500	1 800	2 000
x	y							x	y			
10	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08	0.06	0.05	20	0.17	0.13	0.11	0.10
20	0.57	0.50	0.46	0.40	0.33	0.25	0.20	40	0.67	0.53	0.44	0.40
30	1.29	1.13	1.00	0.90	0.75	0.56	0.45	60	1.50	1.20	1.00	0.90
40	2.29	2.01	1.78	1.60	1.34	1.00	0.80	80	2.67	2.14	1.78	1.60
50	3.59	3.04	2.79	2.51	2.09	1.56	1.25	100	4.17	3.34	2.78	2.50
60	5.18	4.53	4.02	3.61	3.01	2.25	1.80	120	6.02	4.81	4.00	3.60
70	7.07	6.17	5.48	4.92	4.10	3.07	2.45	140	8.20	6.55	5.45	4.91
80	9.27	8.08	7.17	6.44	5.36	4.01	3.21	160	10.72	8.56	7.13	6.41
90	11.77	10.26	9.09	8.17	6.79	5.08	4.06	180	13.58	10.84	9.02	8.12
100	14.59	12.70	11.25	10.10	8.39	6.27	5.01	200	16.78	13.39	11.15	10.03
110	17.74	15.42	13.65	12.25	10.17	7.60	6.07	220	20.34	16.22	13.50	12.14
120	21.21	18.42	16.30	14.61	12.12	9.05	7.23	240	24.25	19.32	16.07	14.45
130	25.04	21.71	19.19	17.20	14.25	10.63	8.49	260	28.51	22.71	18.88	16.97
140	29.22	25.30	22.33	20.00	16.56	12.35	9.85	280	33.12	26.37	21.91	19.70
150			25.74	23.03	19.05	14.19	11.31	300			25.18	22.63
160			29.41	26.29	21.73	16.16	12.88	320			28.67	25.77
170			33.35	29.79	24.59	18.27	14.56	340				29.11
180			37.57	33.52	27.64	20.51	16.33	360				32.67
190						22.89	18.28					
200						25.40	20.20					
210						28.05	22.30					
220						30.84	24.50					

2-4-5 圆曲线中央纵距测设法及其用表

圆曲线中央纵距测设法

表 2-17

项 目	简 图、 方 法 和 实 例	
中央纵距测设方法说明		<p>曲线起点 ZY 与终点 YZ 的弦线 C 为长弦, 由其中 央纵距 M 可测设曲线二等分点(即曲线中点 QZ), 由 ZY 与 YZ 分别与 QZ 连线的弦线为 C_1, 由其中央纵 距 M_1 可测设曲线的四等分点; 曲线上相邻四等分点 的弦线 C_2 的中央纵距 M_2 可测设曲线的八等分点。 施测时可用卷尺测量, 方法简便</p>
中央纵距法简图中的几何关系式	$M = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \text{ 或 } M = R - \sqrt{\left(R + \frac{C}{2} \right) \left(R - \frac{C}{2} \right)}$ $M_1 = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{4} \right) \text{ 或 } M_1 = R - \sqrt{\left(R + \frac{C_1}{2} \right) \left(R - \frac{C_1}{2} \right)}$ $M_2 = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{8} \right) \text{ 或 } M_2 = R - \sqrt{\left(R + \frac{C_2}{2} \right) \left(R - \frac{C_2}{2} \right)}$ $\frac{C}{2} = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \text{ 或 } \left(\frac{C}{2} \right)^2 = R^2 - (R - M)^2$ $\frac{C_1}{2} = R \cdot \sin \frac{\alpha}{4} \text{ 或 } \left(\frac{C_1}{2} \right)^2 = R^2 - (R - M_1)^2$ $\frac{C_2}{2} = R \cdot \sin \frac{\alpha}{8} \text{ 或 } \left(\frac{C_2}{2} \right)^2 = R^2 - (R - M_2)^2$ <p>实际作业中, 由于 M 与 R 相比, 相差较大, 故一般可取近似值:</p> $M = \frac{C^2}{8R}$	
测设用表计算实例	<p>测设用中央纵距表(表 2-18)各值 均以 $R=100$ 计, 对其它任意半径, 以其半径的百分数相乘。</p> <p>【例】设交角 $\alpha=26^{\circ}00'$, $R=80\text{m}$, 查表 2-18 的相应行内得:</p> $M=2.563 \times 0.8=2.05\text{m}, \frac{C}{2}=22.495 \times 0.8=18.00\text{m}$ <p>其次求 ZY 与 QZ 的中央纵距, 则查 $\alpha/2=26^{\circ}00'/2=13^{\circ}00'$ 的横行</p> $M_1=0.643 \times 0.8=0.514\text{m}, \frac{C_1}{2}=11.320 \times 0.8=9.056\text{m}$ <p>(表 2-18 所列交角 α 仅列至度数, 如查几度几分时, 可用插入法化算)</p>	

圆曲线中央纵距表

表 2-18

$\alpha(^{\circ})$	$M(m)$	$\frac{C}{2}(m)$	$\alpha(^{\circ})$	$M(m)$	$\frac{C}{2}(m)$	$\alpha(^{\circ})$	$M(m)$	$\frac{C}{2}(m)$
2	0.015	1.745	38	5.448	32.557	74	20.138	60.182
3	0.034	2.618	39	5.736	33.381	75	20.665	60.876
4	0.061	3.490	40	6.031	34.202	76	21.199	61.566
5	0.095	4.362	41	6.333	35.021	77	21.739	62.251
6	0.137	5.234	42	6.642	35.837	78	22.285	62.932
7	0.187	6.105	43	6.958	36.650	79	22.838	63.608
8	0.244	6.976	44	7.282	37.461	80	23.396	64.279
9	0.308	7.846	45	7.642	38.268	81	23.959	64.945
10	0.381	8.716	46	7.950	39.073	82	24.529	65.606
11	0.460	9.585	47	8.294	39.875	83	25.104	66.262
12	0.548	10.453	48	8.645	40.674	84	25.686	66.913
13	0.643	11.320	49	9.004	41.469	85	26.272	67.559
14	0.745	12.187	50	9.369	42.262	86	26.865	68.200
15	0.856	13.053	51	9.741	43.051	87	27.463	68.835
16	0.973	13.917	52	10.121	43.837	88	28.066	69.466
17	1.008	14.781	53	10.507	44.620	89	28.675	70.091
18	1.231	15.643	54	10.899	45.399	90	29.289	70.711
19	1.371	16.505	55	11.299	46.175	91	29.909	71.325
20	1.519	17.365	56	11.705	46.947	92	30.534	71.934
21	1.675	18.224	57	12.118	47.716	93	31.165	72.537
22	1.837	19.081	58	12.538	48.481	94	31.800	73.135
23	2.003	19.937	59	12.964	49.242	95	32.441	73.728
24	2.185	20.791	60	13.397	50.000	96	33.087	74.314
25	2.370	21.644	61	13.837	50.754	97	33.738	74.896
26	2.563	22.495	62	14.283	51.504	98	34.394	75.471
27	2.763	23.345	63	14.736	52.250	99	35.055	76.041
28	2.970	24.192	64	15.195	52.992	100	35.721	76.604
29	3.185	25.038	65	15.661	53.730	101	36.392	77.162
30	3.407	25.882	66	16.133	54.464	102	37.068	77.715
31	3.637	26.724	67	16.611	55.194	103	37.749	78.261
32	3.874	27.564	68	17.096	55.919	104	38.434	78.801
33	4.118	28.402	69	17.587	56.641	105	39.124	79.335
34	4.379	29.237	70	18.085	57.358	106	39.819	79.864
35	4.628	30.071	71	18.598	58.070	107	40.518	80.386
36	4.894	30.902	72	19.098	58.779	108	41.221	80.902
37	5.163	31.730	73	19.614	59.482			

2-4-6 复曲线的测设

复曲线测设计算实例

表 2-19

复曲线是由同向的单曲线相互衔接(有公切点 GQ)而组成的。复曲线的基本形式有半径相等和不等两类:

项 目	半径相同的复曲线	半径不同的复曲线
复曲线简图		

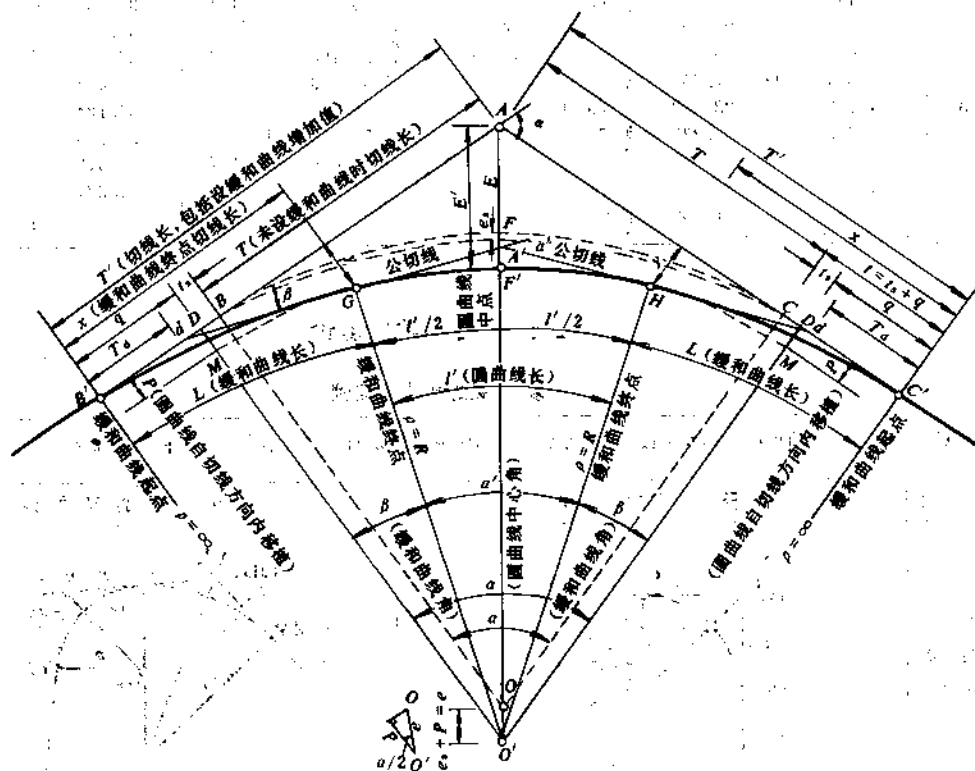
项 目	半径相同的复曲线	半径不同的复曲线
计算方法	<p>一般根据已确定的两交点的长度和转角来确定半径 R。由上图内几何关系给出:</p> $AB = T_A + T_B = \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha_A}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha_B}{2} \right) R$ $R = \frac{AB}{\operatorname{tg} \frac{\alpha_A}{2} + \operatorname{tg} \frac{\alpha_B}{2}}$	<p>已知交点距离和转角选择半径的方法是:首先确定受限制较严的一个半径,然后再计算另一曲线半径,若确定了 R_B 后, R_A 按下式计算:</p> $R_A = \frac{AB - R_B \operatorname{tg} \frac{\alpha_B}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha_A}{2}}$ $= \frac{AB - T_B}{\operatorname{tg} \frac{\alpha_A}{2}}$
计算实例	<p>设双交点同半径的复曲线两交点距离 $AB=70\text{m}$, 转角 $\alpha_A=72^\circ 06'$, $\alpha_B=80^\circ 18'$, 试确定有公切点(GQ)的曲线半径 R</p> <p>按上式计算:</p> $R = \frac{70}{\operatorname{tg} \frac{72^\circ 06'}{2} + \operatorname{tg} \frac{80^\circ 18'}{2}} = 44.545\text{m}$ <p>查表 2-15, 并乘半径比值, 得:</p> $T_A = 72.788 \times 0.44545 = 32.42\text{m}$ $T_B = 84.357 \times 0.44545 = 37.58\text{m}$	<p>已知交点间距 $AB=100\text{m}$, 转角 $\alpha_A=60^\circ 30'$, $\alpha_B=54^\circ 04'$, 若首先给定 $R_B=50\text{m}$, 求 R_A 按下式计算:</p> $R_A = \frac{100 - 50 \times \operatorname{tg} \frac{54^\circ 04'}{2}}{\operatorname{tg} \frac{60^\circ 30'}{2}} = 127.72\text{m}$ <p>应尽量避免两相邻同向曲线间出现不利行车的短直线, 并使复曲线两不同半径之比大于 $1/3$</p>

2-4-7 缓和曲线基本形式和常数

圆曲线插入缓和曲线的基本形式

表 2-20

缓和曲线图示及各部代号



缓和曲线常数表

表 2-21

设计行车 速度 V (km/h)	圆曲线 半径 R (m)	缓和 曲线长 L (m)	缓和曲线 中心角 β (° ' ")	缓和圆、圆缓 点切线支距 y_c (m)	缓和圆、圆缓 点切线支距 x_c (m)	圆曲线 自切线内移 P (m)	q (m)	T_d (m)
120	2000	45	0 38 40	0.169	44.999	0.042	22.499	29.974
	1900	45	0 40 43	0.178	44.999	0.044	22.499	29.971
	1800	45	0 42 58	0.188	44.999	0.047	22.499	29.958
	1700	50	0 50 33	0.245	49.999	0.061	24.985	33.349
	1600	50	0 53 43	0.260	49.999	0.065	24.999	33.361
	1500	50	0 57 18	0.278	49.999	0.069	25.006	33.317
	1400	60	1 13 40	0.429	59.997	0.108	30.000	39.995
	1300	60	1 19 20	0.462	59.997	0.116	29.999	39.995
	1200	60	1 25 56	0.500	59.996	0.125	30.000	39.998
	1100	60	1 33 45	0.545	59.996	0.136	30.000	40.016
	1000	60	1 43 08	0.600	59.995	0.150	29.999	40.001
	900	70	2 13 41	0.907	69.989	0.223	34.999	46.677
	800	80	2 51 53	1.333	79.980	0.333	39.997	53.342
	700	95	3 53 17	2.149	94.956	0.538	47.491	63.336
100	600	110	5 15 08	3.361	109.908	0.840	54.985	73.346
	500	130	7 26 54	5.633	129.780	1.408	64.963	86.693
	1500	30	0 34 23	0.100	29.999	0.025	14.999	19.999
	1400	30	0 36 50	0.107	29.999	0.027	14.999	20.013
	1300	30	0 39 40	0.115	29.999	0.029	14.999	20.033
	1200	40	0 57 18	0.222	39.999	0.056	19.999	26.680
	1100	40	1 02 30	0.242	39.999	0.061	19.999	26.690
	1000	40	1 08 45	0.267	39.998	0.067	19.999	26.650
	900	45	1 25 57	0.375	44.997	0.094	22.499	30.000
	800	50	1 47 26	0.521	49.995	0.130	24.999	33.328
	700	60	2 27 20	0.857	59.989	0.214	29.998	40.005
	600	70	3 20 32	1.361	69.976	0.340	34.996	46.671
	500	80	4 35 01	2.133	79.949	0.533	39.991	53.343
	400	90	6 26 45	3.375	89.886	0.844	44.981	60.013
80	1000	25	0 42 58	0.104	24.999	0.026	12.493	16.678
	900	30	0 57 18	0.167	29.999	0.042	15.003	19.978
	800	30	1 04 31	0.188	29.999	0.047	15.219	19.852
	700	30	1 13 40	0.214	29.999	0.054	15.000	20.014
	600	30	1 25 57	0.250	29.998	0.062	14.999	20.001
	500	40	2 17 31	0.533	39.994	0.133	19.998	26.677
	450	40	2 32 47	0.592	39.992	0.146	19.999	26.156
	400	50	3 34 52	1.042	49.980	0.261	24.995	33.330
	350	55	4 30 06	1.440	54.966	0.360	27.494	36.676
	300	60	5 43 46	2.000	59.940	0.501	29.990	40.006
	250	75	8 35 40	3.750	74.831	0.943	37.471	50.019
60	700	20	0 49 07	0.095	19.999	0.024	9.999	13.349
	600	25	1 11 37	0.174	24.999	0.043	12.499	16.648
	500	25	1 25 57	0.208	24.998	0.052	12.499	16.680

设计车速 V(km/h)	圆曲线 半径 R (m)	缓和 曲线长 L (m)	缓和曲线 中心角 β (° ' ")	缓和、圆缓 点切线支距 y_c (m)	缓和、圆缓 点切线支距 x_c (m)	圆曲线 自切线内移 P (m)	q (m)	T _d (m)
60	450	25	1 35 30	0.231	24.998	0.058	12.499	16.684
	400	30	2 08 55	0.375	29.996	0.094	14.999	20.001
	350	30	2 27 20	0.429	29.994	0.107	14.999	19.990
	300	30	2 51 53	0.500	29.993	0.125	14.999	20.001
	250	35	4 0 39	0.817	34.983	0.204	17.497	23.349
	200	40	5 43 46	1.333	39.960	0.333	19.993	26.674
	150	55	10 30 15	3.361	54.815	0.840	27.469	36.688
	125	65	14 53 49	5.633	64.561	1.408	32.427	42.617
	100	80	22 55 06	10.667	78.720	2.667	39.787	53.490
40	250	15	1 43 08	0.150	14.996	0.038	7.499	9.998
	200	20	2 52 03	0.333	19.995	0.083	9.990	13.347
	150	20	3 49 20	0.444	19.992	0.110	9.993	13.346
	125	20	4 35 01	0.533	19.987	0.133	9.998	13.335
	100	25	7 09 43	1.042	24.961	0.262	12.494	16.668
	90	25	7 57 28	1.157	24.952	0.290	12.492	16.675
	80	30	10 44 35	1.875	29.895	0.473	14.983	20.013
	70	35	14 19 26	2.917	34.781	0.741	17.463	23.357
	60	40	19 05 55	4.444	39.556	1.142	19.924	26.722
	50	45	25 46 59	6.750	44.089	1.772	22.341	30.115

注：表中L值系按计算的最小长度调整后的数值，其中R值大者增值量一般为5~10m，R值小者增值量小或不增加，只调整为5的倍数。

2-4-8 回头曲线的测设

回头曲线类型与测设方法

表 2-22

项 目	简 图	说 明
圆心已定的回头曲线		<p>定线时已定A、B、O三点及半径R，由左图$\triangle BNO$、$\triangle AMO$可得：</p> $\sin \delta_1 = \frac{R}{AO}, \delta_1 = \arcsin \frac{R}{AO}$ $\sin \delta_2 = \frac{R}{BO}, \delta_2 = \arcsin \frac{R}{BO}$ <p>由$AM = R \cdot \cot \delta_1$，定ZY 由$BM = R \cdot \cot \delta_2$，定YZ</p>
起(终)点已定的回头曲线		<p>A、M是定线时插定的，O、N和B是插定的“参考点”，测设曲线时再行调整。回头曲线中心角$\alpha = 180 + 2\phi$，据以计算曲线长度和起、终点里程。</p> <p>当仪器在起、终点M、N时，随即用偏角法测设曲线比较方便。</p>

项 目	简 图	说 明
无缓和曲线的回头曲线测设方法		<p>可通用于圆心和起、终点已定的回头曲线。</p> <p>以 O 点为中心, R 为半径, 分别从 ZY 和 YZ 起依次以弦长 C_1, C_1', \dots 绕圆心转, 得出桩点 p_1, p_1', \dots 至中部闭合</p>
		<p>用于测设圆心已定的回头曲线。置镜于 O, 后视 N, 测 $\widehat{NP_1}$, $\widehat{NP_2}, \dots$ 所对的中心角 $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ 量中心角 $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ 及 R 长, 定出 p_1, p_2, \dots 直至曲线中部。再以同样方法, 由 M 分别测定 α_1, α_2 量 R 长定 p_1, p_2, \dots 至中部闭合</p>
		<p>配合起、终点已定的回头曲线的测设法。置镜于 M, N 时, 分别以偏角法测设曲线一半, 至曲线中部闭合。或按表 2-26 所示偏角法测设(附有缓和曲线偏角表)</p>
		<p>可通用于圆心和起、终点已定的回头曲线。如图示 \widehat{MD} 和 \widehat{ND} 两大段曲线用弦支距法测设, 中间小段可用加桩法定出。 D, D' 二点要准确位置, 以利衔接</p>

注: l ——弧长; C ——弦长; α ——顺时针中心角; α' ——逆时针中心角; δ ——顺时针偏角; δ' ——逆时针偏角

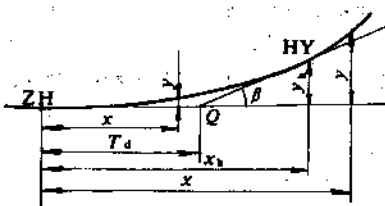
有缓和曲线的回头曲线测设方法		<ol style="list-style-type: none"> 1. 如左图, 同无缓和曲线的回头曲线的测设方法测定圆心及以 $R+p$ 为半径的“ZY”、“YZ”(仅作控制用, 不钉桩); 2. 从“ZY”、“YZ”起在直线上量取 q 长, 分别得 ZH 和 HZ; 3. 曲线桩的钉设: AM, FU 部分缓和曲线可用切线支距法测设; MC, UD 部分可由圆弧支距(切线支距值较大, 不易测准)测设, 即先测出 NV 上各桩(包括缓和曲线上加桩在圆曲线上的相应位置), 然后将 \widehat{NC}、\widehat{DV} 上的桩引出支距, 即得 MC, DU 上的桩位
----------------	--	---

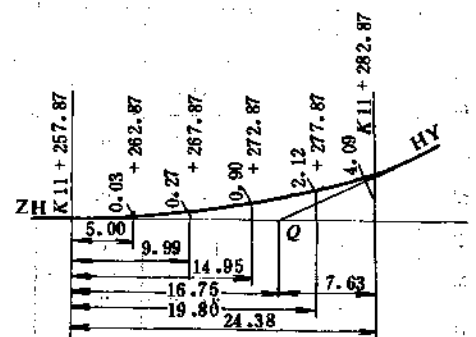
项 目	图 示、公 式 及 数 据								
缓和曲线要素	R	l_h	β (° ' ")	q	p	x_h	y_h	C_h	T_d
	30	30	28 38 52.4	14.867	1.238	29.250	4.911	29.661	20.261
	25	25	28 38 52.4	12.389	1.032	24.375	4.092	24.718	16.884
	20	25	35 48 35.5	12.321	1.282	24.023	5.063	24.554	17.006
	15	20	38 11 49.9	9.836	1.092	19.111	4.303	19.593	13.642
示 例	<p>〔例〕设半径 $R=25\text{m}$，从表内查得相应的缓和曲线要素如下：</p> <p>$l_h=25\text{m}$, $\beta=28^\circ 38' 52.4''$, $p=1.032\text{m}$, $q=12.389\text{m}$,</p> <p>$x_h=24.375\text{m}$, $y_h=4.092\text{m}$, $C_h=24.718\text{m}$, $T_d=16.884\text{m}$</p>								

注：关于各级公路缓和曲线的测设用表已详《公路曲线测设用表》第二册（第二版），北京，人民交通出版社 1985 年，本手册从略。

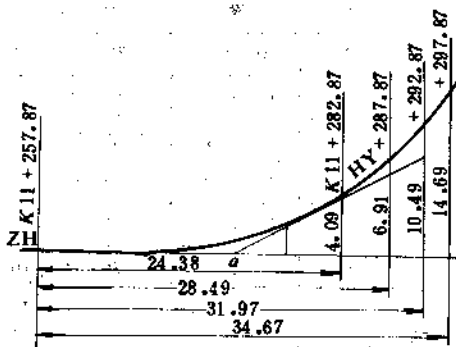
回头曲线用缓和曲线支距法

表 2-25

项 目	图 示 公 式 及 数 据								
缓和曲线支距图式	<div></div> <div><p>缓和曲线部分：</p>$x=l-\frac{l^3}{40R^2l_h^2}, y=\frac{l^3}{6Rl_h}-\frac{l^5}{336R^3l_h^3}$<p>主曲线部分：</p>$x=R\sin(\alpha'+\beta)+q \quad y=R[1-\cos(\alpha'+\beta)]+p$</div>								
代号说明	<p>x——缓和曲线(或主曲线)上任意一点的横距；</p> <p>y——缓和曲线(或主曲线)上任意一点的纵距；</p> <p>l——缓和曲线起点至缓和曲线上任意一点的曲线长；</p> <p>α'——缓和曲线终点至主曲线上任意一点曲线长相对应的中心角；</p> <p>l_h, β, p, q, R 同前</p>								
缓和曲线支距表	半径 $R(\text{m})$	30	25	20	15				
	坐标	x	y	x	y	x	y	x	y
	5	5.00	0.02	5.00	0.03	5.00	0.04	4.999	0.07
	10	10.00	0.19	9.99	0.27	9.99	0.33	9.972	0.55
	15	14.98	0.63	14.95	0.90	14.92	1.12	14.79	1.86
	20	19.90	1.48	19.80	2.12	19.68	2.64	19.11	4.303
	25	24.70	2.87	24.38	4.09	24.02	5.06	22.46	7.987
	30	29.25	4.91	28.49	6.91	27.67	8.45	24.42	12.563
	35	33.42	7.66	31.97	10.49	30.37	12.66	24.77	17.527

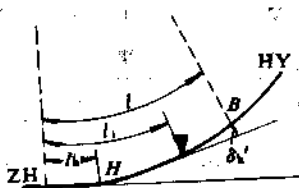
项目	图 示 公 式 及 数 据								
缓和曲线支距表	半径 $R(m)$	30		25		20		15	
	坐标	x	y	x	y	x	y	x	y
	40	37.07	11.06	34.67	14.69	31.94	17.39	—	—
	45	40.11	15.03	36.48	19.34	32.29	22.37	—	—
	50	42.45	19.44	37.33	24.26	—	—	—	—
	55	44.03	24.18	—	—	—	—	—	—
	60	44.79	29.12	—	—	—	—	—	—
备 注	$l_h=30$ $p=1.238$ $q=14.867$		$l_h=25$ $p=1.032$ $q=12.389$		$l_h=20$ $p=1.282$ $q=12.321$		$l_h=15$ $p=1.092$ $q=9.84$		
用表说明	<p>表内所列数字单位均为 m; 坐标 x, y 按 $5m$ 倍数的曲线长计算, 列有缓和曲线(粗线以上)和主曲线(粗线以下)两种支距, 测设时可在同一切线上取横距 x, 测定全曲线。</p> <p>当 $\alpha>180^\circ$, 纵距过长时, 不宜用本法, 须将缓和曲线和主曲线分别测定(主曲线与圆曲线切线支距法同, 见表 2-15, 表 2-16)</p>								
用缓和曲线支距测设方法实例	<p>先算出各桩点至缓和曲线起点的曲线长, 然后在表中查出相应的 x, y 值, 再行测设各桩点。</p> <p>【例】$R=25m$, ZH 桩号为 $K11+257.87$, 用缓和曲线支距法测定曲线。</p> <p>查出缓和曲线要素(表 2-24)得:</p> $l_h=25m; T_d=16.884m; x_h=24.38m; y_h=4.092m$ <p>查本表缓和曲线支距得:</p>								
桩 号	l	x	y						
ZH K11+257.87	0	0.00	0.00						
ZH K11+262.87	5	5.00	0.03						
ZH K11+267.87	10	9.99	0.27						
ZH K11+272.87	15	14.95	0.90						
ZH K11+277.87	20	19.80	2.12						
HY K11+282.87	25	24.38	4.09						

项 目	图 示 公 式 及 数 据			
用缓和曲线同一切线作支距测主曲线	同上例,如主曲线各桩点用缓和曲线同一切线作支距,则须从缓和曲线支距表(粗线以下)查得主曲线各桩点坐标 x, y 值进行测设			
	桩号	l	x	y
	HY K11+282.87	25	24.38	4.09
	HY K11+287.87	30	28.49	6.91
	HY K11+292.87	35	31.97	10.49
	HY K11+297.87	40	34.67	14.69
	⋮	⋮	⋮	⋮



回头曲线用缓和曲线偏角法

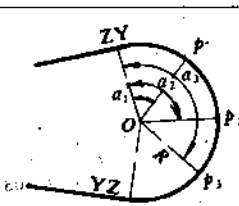
表 2-26

项 目	图 示 公 式 及 数 据																			
缓和曲线偏角图式	 <p> δ'_b——缓和曲线上任意一点至一点偏角; \blacktriangledown——缓和曲线上放置仪器点; B——前视点; H——后视点; l_1——自缓和曲线起点 ZH 至置放仪器点距离; l——自缓和曲线起点 ZH 至前视点 B 或后视点 H 的距离; R, l_b——同前 </p>	$\delta'_b = \frac{30}{\pi R l_b} (l - l_b)(l + 2l_1)$																		
用表说明	<p>表列偏角按 5m 倍数的曲线长计算,测设时可忽略弦弧差的影响,查表时,计算出缓和曲线起点至各桩点的距离,即可从表中查得相应的偏角,然后测设各桩点位置</p>																			
缓和曲线偏角法测设实例	<p>〔例〕设半径 $R=30m$,缓和曲线长 $l_b=30m$,放置仪器点设在距缓和曲线起点 ZH 10m 处,用缓和曲线偏角法测设缓和曲线各桩点。</p> <p>由缓和曲线偏角表查得偏角如下:</p> <table border="1" data-bbox="196 1442 577 1724"> <thead> <tr> <th>距缓和曲线起点距(m)</th><th>偏角(° ' ")</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>前视</td><td></td></tr> <tr> <td>15</td><td>1 51 10</td></tr> <tr> <td>20</td><td>4 14 39</td></tr> <tr> <td>25</td><td>7 09 43</td></tr> <tr> <td>30</td><td>10 36 37</td></tr> <tr> <td>后视</td><td></td></tr> <tr> <td>5</td><td>1 19 35</td></tr> <tr> <td>0</td><td>2 07 19</td></tr> </tbody> </table> <p>测设时先将经纬仪置放于 ZH 处,拨出偏角 $1^{\circ}03'40''$,并量出弦长 10m(不计弦弧差)得出放置仪器点位置。再将经纬仪置于该点,后视 ZH,拨角度 $2^{\circ}07'19''$,即得放置仪器点的切线方向,然后同圆曲线偏角测设法一样,运用本表测设缓和曲线各桩点。</p> <p>主曲线部分可用圆曲线偏角法或其它方法测设</p>		距缓和曲线起点距(m)	偏角(° ' ")	前视		15	1 51 10	20	4 14 39	25	7 09 43	30	10 36 37	后视		5	1 19 35	0	2 07 19
距缓和曲线起点距(m)	偏角(° ' ")																			
前视																				
15	1 51 10																			
20	4 14 39																			
25	7 09 43																			
30	10 36 37																			
后视																				
5	1 19 35																			
0	2 07 19																			

项 目	图 示 公 式 及 数 据							
回 头 曲 线 用 缓 和 曲 线 偏 角 表	$R=30m$				$l_h=30m$			
	转 镜 点 前 后 视 点	0	5	10	15	20	25	30
	0	▼	0° 31' 50"	2° 07' 19"	4° 46' 29"	8° 29' 18"	13° 15' 47"	19° 05' 55"
	5	0° 5' 55"	▼	1 19 35	3 42 49	7 09 43	11 40 17	17 14 30
	10	1 03 40	1 03 40	▼	2 07 19	5 18 19	9 32 57	14 51 16
	15	2 23 14	2 39 09	1 51 10	▼	2 55 04	6 53 48	11 56 12
	20	4 14 39	4 46 29	4 14 39	2 39 09	▼	3 42 49	8 29 18
	25	6 37 53	7 25 38	7 09 43	5 50 08	3 26 54	▼	4 30 34
	30	9 32 57	10 36 37	10 36 37	9 32 57	7 25 38	4 14 39	▼
	$R=25m$				$l_h=25m$			
	转 镜 点 前 后 视 点	0	5	10	15	20	25	
	0	▼	0° 45' 50"	3° 03' 21"	6° 52' 32"	12° 13' 23"	19° 05' 55"	
	5	0° 22' 55"	▼	1 54 35	5 20 51	10 18 48	16 48 24	
	10	1 31 40	1 31 40	▼	3 03 21	7 38 22	13 45 04	
	15	3 26 16	3 49 11	2 40 26	▼	4 12 06	9 55 53	
	20	6 06 42	6 52 32	6 06 42	3 49 11	▼	5 20 51	
	25	9 32 57	10 41 43	10 18 48	3 24 12	4 57 56	▼	
	$R=20m$				$l_h=25m$			
	转 镜 点 前 后 视 点	0	5	10	15	20	25	
	0	▼	0° 57' 18"	3° 49' 11"	8° 35' 40"	15° 16' 44"	23° 52' 24"	
	5	0° 28' 39"	▼	2 23 14	6 41 04	12 53 30	21 00 30	
	10	1 54 35	1 54 35	▼	3 49 11	9 32 57	17 11 19	
	15	4 17 50	4 46 29	3 20 32	▼	5 15 08	12 24 51	
	20	7 38 22	8 35 40	7 38 22	4 46 29	▼	6 21 04	
	25	11 56 12	13 22 08	12 53 30	10 30 15	5 12 25	▼	
	$R=15m$				$l_h=20m$			
	转 镜 点 前 后 视 点	0	5	10	15	20		
	0	▼	1° 35' 30"	5° 21' 58"	14° 19' 26"	25° 27' 53"		
	5	0° 47' 45"	▼	3 58 44	11 08 27	21 29 09		
	10	3 10 59	3 10 59	▼	6 21 58	15 54 56		
	15	7 09 43	7 57 28	5 34 14	▼	3 45 13		
	20	12 43 57	14 19 26	12 43 57	7 57 28	▼		

回头曲线用辐射法测角表

表 2-27

项 目	测 设 示 例 及 测 设 表								
条 件	辐射法亦称放射法,系在圆心到曲线上各桩点通视良好的情况下采用测定放射中心角,以定立各桩位(在曲线上各桩点)								
示 例	[例]设 $R=15\text{m}$ 的回头曲线,桩点间距为 10m 。 查本表 $R=15\text{m}$,对曲线长每 10m 的中心角为:								
	桩点	ZY 起的曲线长(m)	中心角	图注					
	p_1	10	$38^{\circ}11'50''$	a_1					
	p_2	20	$76^{\circ}23'40''$	a_2					
	p_3	30	$114^{\circ}35'30''$	a_3					
施 测 法	置经纬仪于圆心 O 处,以度盘对准 O 瞄准 ZY,然后分开拨测中心角 a_1, a_2, a_3 ,并分别在测角方向同时从 O 点各量 $R=15\text{m}$ 的 p_1, p_2, p_3 各桩点								
回 头 曲 线 辐 射 测 设 法 中 心 角 表	曲线长 l (m)	$R=15\text{m}$		$R=20\text{m}$		$R=25\text{m}$		$R=30\text{m}$	
		中心角 ($^{\circ}$ ' ")	弦弧差 (m)	中心角 ($^{\circ}$ ' ")	弦弧差 (m)	中心角 ($^{\circ}$ ' ")	弦弧差 (m)	中心角 ($^{\circ}$ ' ")	弦弧差 (m)
	0.01	02 18	—	01 43	—	01 23	—	01 09	—
	0.02	04 35	—	03 26	—	02 45	—	02 18	—
	0.03	06 53	—	05 09	—	04 08	—	03 26	—
	0.04	09 10	—	06 53	—	05 30	—	04 35	—
	0.05	11 28	—	08 36	—	06 53	—	05 44	—
	0.06	13 45	—	10 19	—	08 15	—	06 53	—
	0.07	16 03	—	12 02	—	09 38	—	08 01	—
	0.08	18 20	—	13 45	—	11 00	—	09 10	—
	0.09	20 38	—	15 28	—	12 23	—	10 19	—
	0.10	22 55	—	17 11	—	13 45	—	11 28	—
	0.2	45 50	—	34 23	—	27 30	—	22 55	—

测 设 示 例 及 测 设 表

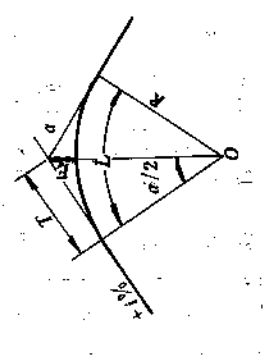
项目	曲线长 l (m)	$R=15m$		$R=20m$		$R=25m$		$R=30m$	
		中心角 (° ' ")	弦弧差 (m)	中心角 (° ' ")	弦弧差 (m)	中心角 (° ' ")	弦弧差 (m)	中心角 (° ' ")	弦弧差 (m)
回 头 曲 线 测 设 法 中 心 角 表	0.3	1 08 45	—	51 34	—	41 15	—	34 23	—
	0.4	1 31 40	—	1 08 45	—	55 00	—	45 50	—
	0.5	1 54 36	—	1 25 57	—	1 08 45	—	57 18	—
	0.6	2 17 31	—	1 43 08	—	1 22 30	—	1 08 45	—
	0.7	2 40 26	—	2 00 19	—	1 36 15	—	1 20 13	—
	0.8	3 03 21	—	2 17 31	—	1 50 00	—	1 31 40	—
	0.9	3 26 16	—	2 34 42	—	2 03 46	—	1 43 08	—
	1.0	3 49 11	0.000	2 51 53	—	2 17 31	—	1 54 36	—
	2.0	7 38 22	0.001	5 43 46	0.001	4 35 01	—	3 49 11	—
	3.0	11 27 33	0.005	8 35 40	0.003	6 52 32	0.002	5 43 47	0.001
	4.0	15 16 14	0.012	11 27 33	0.007	9 10 02	0.004	7 38 27	0.003
	5.0	19 05 55	0.023	14 19 26	0.013	11 27 33	0.008	9 32 58	0.006
	6.0	22 55 59	0.036	17 11 19	0.022	13 45 04	0.014	11 27 33	0.010
	7.0	26 44 17	0.063	20 03 13	0.036	16 02 34	0.023	13 22 08	0.016
	8.0	30 33 28	0.094	22 55 06	0.053	18 20 05	0.034	15 16 44	0.024
	9.0	34 22 39	0.134	25 46 59	0.076	20 37 35	0.048	17 11 19	0.034
	10	38 11 50	0.184	28 38 52	0.104	22 05 06	0.067	19 05 55	0.046
	15	57 17 45	0.617	42 58 19	0.349	34 22 39	0.224	28 38 52	0.156
	20	76 23 40	1.449	57 17 45	0.823	45 50 12	0.529	38 11 50	0.368
	25	95 29 35	2.795	71 37 11	1.596	57 17 45	1.029	47 44 47	0.717
	30	114 35 30	4.756	85 56 37	2.734	68 45 18	1.768	57 17 45	1.235
	35	133 41 25	7.417	100 16 03	4.298	80 12 51	2.789	66 50 42	1.951
	40	152 47 20	10.842	114 35 30	6.341	91 40 24	4.132	76 23 40	2.898
	45	171 53 14	15.075	128 54 56	8.909	103 07 57	5.834	85 56 37	4.102
	50	190 59 09	20.138	143 14 22	12.041	114 35 30	7.926	95 29 35	5.589
	55	210 05 04	26.028	157 33 48	15.764	126 03 03	10.440	105 02 32	7.385
	60	229 10 59	32.721	171 53 14	20.100	137 30 36	13.398	114 35 30	9.512

2-5 竖曲线的测设

2-5-1 圆形竖曲线计算

圆形竖曲线计算表

表 2-28

项 目	图 示	计 算 公 式	说 明
图 形 及 公 式		$\alpha = \arctan(tg(i_1 - i_2))$ $T = R \cdot tg \frac{\alpha}{2}$ $L = R \cdot \frac{\pi \alpha}{180^\circ}$ $C = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$	α ——中心角; R ——竖曲线半径(m); T ——切线长(m); E ——外距(m); L ——曲线长度(m)
注 意	1. 表列坡度代数差 $i_1 - i_2$ 系以 % 表示, 如设计时按 % 计, 须注意小数点位移。 2. 当所查竖曲线半径在表内未列者, 可参照下列例题计算求得		
计 算 示 例	<p>〔例〕设坡度差 $i_1 - i_2 = 2\%$, 采用半径 $R = 6\,000\text{m}$, 查表计算 T, L, E</p> <p>解: 表内未列 $R = 6\,000\text{m}$, 则用 $R = 10\,000\text{m}$ 栏中各相应值乘以系数 0.6 求得:</p> $T = 99.99 \times 0.6 = 59.99 (\approx 60\text{m});$ $L = 199.98 \times 0.6 = 119.99\text{m};$ $E = 0.5 \times 0.6 = 0.3\text{m}$		

坡度代数差 ($i_1 - i_2$) (%)	中心角 α			R=600			R=800			坡度代数差			中心角 α			R=1 000			R=1 500		
	"	'	"	T	L	E	T	L	E	($i_1 - i_2$) (%)	"	'	"	T	L	E	T	L	E	"	'
0.70	0	24	03.8	2.10	4.20	0.004	2.80	5.60	0.005	0.70	0	24	03.8	3.50	7.0	0.006	5.25	10.50	0.009		
0.71	0	24	24.5	2.13	4.26	0.004	2.84	5.68	0.005	0.71	0	24	24.5	3.55	7.1	0.006	5.33	10.65	0.009		
0.72	0	24	45.2	2.16	4.32	0.004	2.88	5.76	0.005	0.72	0	24	45.2	3.60	7.2	0.006	5.40	10.80	0.009		
0.73	0	25	05.8	2.19	4.38	0.004	2.92	5.84	0.006	0.73	0	25	05.8	3.65	7.3	0.007	5.48	10.95	0.011		
0.74	0	25	26.4	2.22	4.44	0.004	2.96	5.92	0.006	0.74	0	25	26.4	3.70	7.4	0.007	5.55	11.10	0.011		
0.75	0	25	47.1	2.25	4.50	0.004	3.00	6.00	0.006	0.75	0	25	47.1	3.75	7.5	0.007	5.63	11.25	0.011		
0.76	0	26	07.7	2.28	4.56	0.004	3.04	6.08	0.006	0.76	0	26	07.7	3.80	7.6	0.007	5.70	11.40	0.011		
0.77	0	26	28.3	2.31	4.62	0.004	3.08	6.16	0.006	0.77	0	26	28.3	3.85	7.7	0.007	5.78	11.55	0.011		
0.78	0	26	49.0	2.34	4.68	0.005	3.12	6.24	0.006	0.78	0	26	49.0	3.90	7.8	0.008	5.80	11.70	0.012		
0.79	0	27	09.5	2.37	4.74	0.005	3.16	6.32	0.006	0.79	0	27	09.5	3.95	7.9	0.008	5.93	11.85	0.012		
0.80	0	27	30.2	2.40	4.80	0.005	3.20	6.40	0.006	0.80	0	27	30.2	4.00	8.0	0.008	6.00	12.00	0.012		
0.81	0	27	50.9	2.43	4.86	0.005	3.24	6.48	0.006	0.81	0	27	50.9	4.05	8.1	0.008	6.08	12.15	0.012		
0.82	0	28	11.4	2.46	4.92	0.005	3.28	6.56	0.006	0.82	0	28	11.4	4.10	8.2	0.008	6.15	12.30	0.012		
0.83	0	28	32.1	2.49	4.98	0.005	3.32	6.64	0.007	0.83	0	28	32.1	4.15	8.3	0.009	6.23	12.45	0.014		
0.84	0	28	52.7	2.52	5.04	0.005	3.36	6.72	0.007	0.84	0	28	52.7	4.20	8.4	0.009	6.30	12.60	0.014		
0.85	0	29	13.4	2.55	5.10	0.005	3.40	6.80	0.007	0.85	0	29	13.4	4.25	8.5	0.009	6.38	12.75	0.014		
0.86	0	29	34.0	2.58	5.16	0.005	3.44	6.88	0.007	0.86	0	29	34.0	4.30	8.6	0.009	6.45	12.90	0.014		
0.87	0	29	54.5	2.61	5.22	0.006	3.48	6.96	0.008	0.87	0	29	54.5	4.35	8.7	0.010	6.53	13.05	0.015		
0.88	0	30	15.2	2.64	5.28	0.006	3.52	7.04	0.008	0.88	0	30	15.2	4.40	8.8	0.010	6.60	13.20	0.015		
0.89	0	30	35.8	2.67	5.34	0.006	3.56	7.12	0.008	0.89	0	30	35.8	4.45	8.9	0.010	6.68	13.35	0.015		
0.90	0	30	56.3	2.70	5.40	0.006	3.60	7.20	0.008	0.90	0	30	56.3	4.50	9.0	0.010	6.75	13.50	0.015		
0.91	0	31	17.1	2.73	5.46	0.006	3.64	7.28	0.008	0.91	0	31	17.1	4.55	9.1	0.010	6.83	13.65	0.015		
0.92	0	31	37.7	2.76	5.52	0.007	3.68	7.36	0.008	0.92	0	31	37.7	4.60	9.2	0.011	6.90	13.80	0.017		
0.93	0	31	58.2	2.79	5.58	0.007	3.72	7.44	0.009	0.93	0	31	58.2	4.65	9.3	0.011	6.98	13.95	0.017		
0.94	0	32	18.9	2.82	5.64	0.007	3.76	7.52	0.009	0.94	0	32	18.9	4.70	9.4	0.011	7.05	14.10	0.017		
0.95	0	32	39.6	2.85	5.70	0.007	3.80	7.60	0.009	0.95	0	32	39.6	4.75	9.5	0.011	7.13	14.25	0.017		
0.96	0	33	00.1	2.88	5.76	0.007	3.84	7.68	0.010	0.96	0	33	00.1	4.80	9.6	0.012	7.20	14.40	0.018		
0.97	0	33	20.8	2.91	5.82	0.007	3.88	7.76	0.010	0.97	0	33	20.8	4.85	9.7	0.012	7.28	14.55	0.018		
0.98	0	33	41.5	2.94	5.88	0.007	3.92	7.84	0.010	0.98	0	33	41.5	4.90	9.8	0.012	7.35	14.70	0.018		
0.99	0	34	02.0	2.96	5.94	0.007	3.96	7.92	0.010	0.99	0	34	02.0	4.95	9.9	0.012	7.43	14.85	0.018		
1.00	0	34	22.6	3.00	6.00	0.008	4.00	8.00	0.010	1.00	0	34	22.6	5.00	10.0	0.013	7.50	15.00	0.020		

坡度代数差 (i_1-i_2)(%)	中心角 α			R=2 000			R=3 000			坡度代数差 (i_1-i_2)(%)	中心角 α			R=4 000			R=5 000		
	°	'	"	T	L	E	T	L	E		°	'	"	T	L	E	T	L	E
0.70	0	24	03.8	7.00	14.0	0.012	10.50	21.0	0.018	0.70	0	24	03.8	14.00	28.0	0.024	17.50	35.0	0.030
0.71	0	24	24.5	7.10	14.2	0.012	10.65	21.3	0.018	0.71	0	24	24.5	14.20	28.4	0.024	17.75	35.5	0.030
0.72	0	24	45.2	7.20	14.4	0.012	10.80	21.6	0.018	0.72	0	24	45.2	14.40	28.8	0.024	18.00	36.0	0.030
0.73	0	25	05.8	7.30	14.6	0.014	10.95	21.9	0.021	0.73	0	25	05.8	14.60	29.2	0.028	18.25	36.5	0.035
0.74	0	25	26.4	7.40	14.8	0.014	11.10	22.2	0.021	0.74	0	25	26.4	14.80	29.6	0.028	18.50	37.0	0.035
0.75	0	25	47.1	7.50	15.0	0.014	11.25	22.5	0.021	0.75	0	25	47.1	15.00	30.0	0.028	18.75	37.5	0.035
0.76	0	26	07.7	7.60	15.2	0.014	11.40	22.8	0.021	0.76	0	26	07.7	15.20	30.4	0.028	19.00	38.0	0.035
0.77	0	26	28.3	7.70	15.4	0.014	11.55	23.1	0.021	0.77	0	26	28.3	15.40	30.8	0.028	19.25	38.5	0.035
0.78	0	26	49.0	7.80	15.6	0.016	11.70	23.4	0.024	0.78	0	26	49.0	15.60	31.2	0.032	19.50	39.0	0.040
0.79	0	27	09.5	7.90	15.8	0.016	11.85	23.7	0.024	0.79	0	27	09.5	15.80	31.6	0.032	19.75	39.5	0.040
0.80	0	27	30.2	8.00	16.0	0.016	12.00	24.0	0.024	0.80	0	27	30.2	16.00	32.0	0.032	20.00	40.0	0.040
0.81	0	27	50.9	8.10	16.2	0.016	12.15	24.3	0.024	0.81	0	27	50.9	16.20	32.4	0.032	20.25	40.5	0.040
0.82	0	28	11.4	8.20	16.4	0.016	12.30	24.6	0.024	0.82	0	28	11.4	16.40	32.8	0.032	20.50	41.0	0.040
0.83	0	28	32.1	8.30	16.6	0.018	12.45	24.9	0.027	0.83	0	28	32.1	16.60	33.2	0.036	20.75	41.5	0.045
0.84	0	28	52.7	8.40	16.8	0.018	12.60	25.2	0.027	0.84	0	28	52.7	16.80	33.6	0.036	21.00	42.0	0.045
0.85	0	29	13.4	8.50	17.0	0.018	12.75	25.5	0.027	0.85	0	29	13.4	17.00	34.0	0.036	21.25	42.5	0.045
0.86	0	29	34.0	8.60	17.2	0.018	12.90	25.8	0.027	0.86	0	29	34.0	17.20	34.4	0.036	21.50	43.0	0.045
0.87	0	29	54.5	8.70	17.4	0.020	13.05	26.1	0.030	0.87	0	29	54.5	17.40	34.8	0.040	21.75	43.5	0.050
0.88	0	30	15.2	8.80	17.6	0.020	13.20	26.4	0.030	0.88	0	30	15.2	17.60	35.2	0.040	22.00	44.0	0.050
0.89	0	30	35.8	8.90	17.8	0.020	13.35	26.7	0.030	0.89	0	30	35.8	17.80	35.6	0.040	22.25	44.5	0.050
0.90	0	30	56.3	9.00	18.0	0.020	13.50	27.0	0.030	0.90	0	30	56.3	18.00	36.0	0.040	22.50	45.0	0.050
0.91	0	31	17.1	9.10	18.2	0.020	13.65	27.3	0.030	0.91	0	31	17.1	18.20	36.4	0.040	22.75	45.5	0.050
0.92	0	31	37.7	9.20	18.4	0.022	13.80	27.6	0.033	0.92	0	31	37.7	18.40	36.8	0.044	23.00	46.0	0.055
0.93	0	31	58.2	9.30	18.6	0.022	13.95	27.9	0.033	0.93	0	31	58.2	18.60	37.2	0.044	23.25	46.5	0.055
0.94	0	32	18.9	9.40	18.8	0.022	14.10	28.2	0.033	0.94	0	32	18.9	18.80	37.6	0.044	23.50	47.0	0.055
0.95	0	32	39.6	9.50	19.0	0.022	14.25	28.5	0.033	0.95	0	32	39.6	19.00	38.0	0.044	23.75	47.5	0.055
0.96	0	33	00.1	9.60	19.2	0.024	14.40	28.8	0.036	0.96	0	33	00.1	19.20	38.4	0.048	24.00	48.0	0.060
0.97	0	33	20.8	9.70	19.4	0.024	14.55	29.1	0.036	0.97	0	33	20.8	19.40	38.8	0.048	24.25	48.5	0.060
0.98	0	33	41.5	9.80	19.6	0.024	14.70	29.4	0.036	0.98	0	33	41.5	19.60	39.2	0.048	24.50	49.0	0.060
0.99	0	34	02.0	9.90	19.8	0.024	14.85	29.7	0.036	0.99	0	34	02.0	19.80	39.6	0.048	24.75	49.5	0.060
1.00	0	34	22.6	10.00	20.0	0.026	15.00	30.0	0.039	1.00	0	34	22.6	20.00	40.0	0.052	25.00	50.0	0.065

R=10 000			R=10 000			R=10 000			R=10 000			R=10 000		
坡度差 %	中心角 α		坡度差 %	中心角 α		坡度差 %	中心角 α		坡度差 %	中心角 α		坡度差 %	中心角 α	
	°	'		°	'		°	'		°	'		°	'
0.70	0	24	0.70	0	24	0.70	0	24	0.70	0	24	0.70	0	24
0.71	0	24.5	0.71	0	24.5	0.71	0	24.5	0.71	0	24.5	0.71	0	24.5
0.72	0	25	0.72	0	25	0.72	0	25	0.72	0	25	0.72	0	25
0.73	0	25.5	0.73	0	25.5	0.73	0	25.5	0.73	0	25.5	0.73	0	25.5
0.74	0	26	0.74	0	26	0.74	0	26	0.74	0	26	0.74	0	26
0.75	0	26.5	0.75	0	26.5	0.75	0	26.5	0.75	0	26.5	0.75	0	26.5
0.76	0	27	0.76	0	27	0.76	0	27	0.76	0	27	0.76	0	27
0.77	0	27.5	0.77	0	27.5	0.77	0	27.5	0.77	0	27.5	0.77	0	27.5
0.78	0	28	0.78	0	28	0.78	0	28	0.78	0	28	0.78	0	28
0.79	0	28.5	0.79	0	28.5	0.79	0	28.5	0.79	0	28.5	0.79	0	28.5
0.80	0	29	0.80	0	29	0.80	0	29	0.80	0	29	0.80	0	29
0.81	0	29.5	0.81	0	29.5	0.81	0	29.5	0.81	0	29.5	0.81	0	29.5
0.82	0	30	0.82	0	30	0.82	0	30	0.82	0	30	0.82	0	30
0.83	0	30.5	0.83	0	30.5	0.83	0	30.5	0.83	0	30.5	0.83	0	30.5
0.84	0	31	0.84	0	31	0.84	0	31	0.84	0	31	0.84	0	31
0.85	0	31.5	0.85	0	31.5	0.85	0	31.5	0.85	0	31.5	0.85	0	31.5
0.86	0	32	0.86	0	32	0.86	0	32	0.86	0	32	0.86	0	32
0.87	0	32.5	0.87	0	32.5	0.87	0	32.5	0.87	0	32.5	0.87	0	32.5
0.88	0	33	0.88	0	33	0.88	0	33	0.88	0	33	0.88	0	33
0.89	0	33.5	0.89	0	33.5	0.89	0	33.5	0.89	0	33.5	0.89	0	33.5
0.90	0	34	0.90	0	34	0.90	0	34	0.90	0	34	0.90	0	34
0.91	0	34.5	0.91	0	34.5	0.91	0	34.5	0.91	0	34.5	0.91	0	34.5
0.92	0	35	0.92	0	35	0.92	0	35	0.92	0	35	0.92	0	35
0.93	0	35.5	0.93	0	35.5	0.93	0	35.5	0.93	0	35.5	0.93	0	35.5
0.94	0	36	0.94	0	36	0.94	0	36	0.94	0	36	0.94	0	36
0.95	0	36.5	0.95	0	36.5	0.95	0	36.5	0.95	0	36.5	0.95	0	36.5
0.96	0	37	0.96	0	37	0.96	0	37	0.96	0	37	0.96	0	37
0.97	0	37.5	0.97	0	37.5	0.97	0	37.5	0.97	0	37.5	0.97	0	37.5
0.98	0	38	0.98	0	38	0.98	0	38	0.98	0	38	0.98	0	38
0.99	0	38.5	0.99	0	38.5	0.99	0	38.5	0.99	0	38.5	0.99	0	38.5
1.00	0	39	1.00	0	39	1.00	0	39	1.00	0	39	1.00	0	39

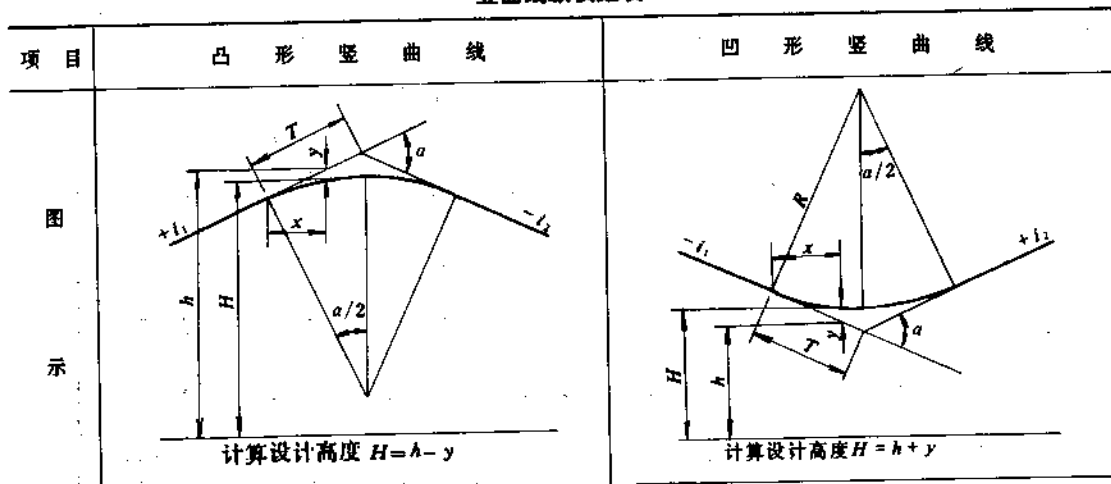
续上表

坡度差		中心角 α				R=10 000			坡度差			中心角 α				R=10 000			坡度差			中心角 α				R=10 000		
%	°	′	″	T	L	E	°	′	″	%	°	′	″	T	L	E	%	°	′	″	%	°	′	″	T	L	E	
1.91	1	05	39.2	95.49	190.98	0.46	1	12	31.6	2.11	1	12	31.6	105.49	210.97	0.56	2.31	1	19	23.9	2.31	1	19	23.9	115.49	230.96	0.67	
1.92	1	05	59.8	95.99	191.98	0.46	1	12	52.2	2.12	1	12	52.2	105.99	211.97	0.56	2.32	1	19	44.5	2.32	1	19	44.5	115.99	231.96	0.67	
1.93	1	06	20.5	96.49	192.98	0.47	1	13	12.8	2.13	1	13	12.8	106.49	212.97	0.57	2.33	1	20	05.1	2.33	1	20	05.1	116.49	232.96	0.68	
1.94	1	06	41.1	96.99	193.98	0.47	1	13	33.4	2.14	1	13	33.4	106.99	213.97	0.57	2.34	1	20	25.8	2.34	1	20	25.8	116.99	233.96	0.68	
1.95	1	07	01.7	97.49	194.98	0.48	1	13	54.0	2.15	1	13	54.0	107.49	214.97	0.58	2.35	1	20	46.4	2.35	1	20	46.4	117.49	234.96	0.69	
1.96	1	07	22.3	97.99	195.98	0.48	1	14	14.7	2.16	1	14	14.7	107.99	215.97	0.58	2.36	1	21	07.0	2.36	1	21	07.0	117.98	235.96	0.70	
1.97	1	07	42.9	98.49	196.98	0.49	1	14	35.3	2.17	1	14	35.3	108.49	216.97	0.59	2.37	1	21	27.6	2.37	1	21	27.6	118.48	236.96	0.70	
1.98	1	08	03.5	98.99	197.98	0.49	1	14	55.9	2.18	1	14	55.9	108.99	217.97	0.59	2.38	1	21	48.2	2.38	1	21	48.2	118.98	237.96	0.71	
1.99	1	08	24.2	99.49	198.98	0.49	1	15	16.5	2.19	1	15	16.5	109.49	218.97	0.60	2.39	1	22	08.8	2.39	1	22	08.8	119.48	238.96	0.71	
2.00	1	08	44.8	99.99	199.98	0.50	1	15	37.0	2.20	1	15	37.0	109.99	219.97	0.61	2.40	1	22	29.4	2.40	1	22	29.4	119.98	239.96	0.72	
2.01	1	09	05.4	100.49	200.97	0.50	1	15	57.7	2.21	1	15	57.7	110.49	220.96	0.61	2.41	1	22	50.1	2.41	1	22	50.1	120.48	240.96	0.73	
2.02	1	09	26.0	100.99	201.97	0.51	1	16	18.4	2.22	1	16	18.4	110.99	221.96	0.62	2.42	1	23	10.6	2.42	1	23	10.6	120.98	241.96	0.73	
2.03	1	09	46.7	101.49	202.97	0.52	1	16	39.0	2.23	1	16	39.0	111.49	222.96	0.62	2.43	1	23	31.3	2.43	1	23	31.3	121.48	242.95	0.74	
2.04	1	10	07.3	101.99	203.97	0.52	1	16	59.6	2.24	1	16	59.6	111.99	223.96	0.63	2.44	1	23	51.9	2.44	1	23	51.9	121.98	243.95	0.74	
2.05	1	10	27.8	102.49	204.97	0.52	1	17	20.2	2.25	1	17	20.2	112.49	224.96	0.63	2.45	1	24	12.5	2.45	1	24	12.5	122.48	244.95	0.75	
2.06	1	10	48.5	102.99	205.97	0.53	1	17	40.8	2.26	1	17	40.8	112.99	225.96	0.64	2.46	1	24	33.1	2.46	1	24	33.1	122.98	245.95	0.76	
2.07	1	11	09.1	103.49	206.97	0.54	1	18	01.4	2.27	1	18	01.4	113.49	226.96	0.64	2.47	1	24	53.7	2.47	1	24	53.7	123.48	246.95	0.76	
2.08	1	11	29.7	103.99	207.97	0.54	1	18	22.1	2.28	1	18	22.1	113.99	227.96	0.65	2.48	1	25	14.4	2.48	1	25	14.4	123.98	247.95	0.77	
2.09	1	11	50.4	104.49	208.97	0.55	1	18	42.7	2.29	1	18	42.7	114.49	228.96	0.66	2.49	1	25	35.0	2.49	1	25	35.0	124.48	248.95	0.77	
2.10	1	12	11.0	104.99	209.97	0.55	1	19	03.3	2.30	1	19	03.3	114.99	229.96	0.66	2.50	1	25	55.6	2.50	1	25	55.6	124.98	249.95	0.78	

2-5-2 竖曲线纵横距

竖曲线纵横距表

表 2-29



公式及说明

式中 R ——竖曲线半径(m);
 x ——横距(与曲线起点或终点的距离)(m);
 y ——纵距(改正数)(m);
 图中 H ——竖曲线上的设计高度(m);
 h ——设计坡度线的高度(m)

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

R=600		R=800		R=1000		R=1500		R=2000		R=3000		R=3000	
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	21	0.11	1	0.00
2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00	22	0.12	2	0.00
3	0.01	3	0.01	3	0.01	3	0.00	3	0.00	23	0.13	3	0.00
4	0.01	4	0.01	4	0.01	4	0.01	4	0.00	24	0.14	4	0.00
5	0.02	5	0.02	5	0.01	5	0.01	5	0.01	25	0.16	5	0.00
6	0.03	6	0.02	6	0.02	6	0.01	6	0.01			6	0.01
7	0.04	7	0.03	7	0.03	7	0.02	7	0.01			7	0.01
8	0.05	8	0.04	8	0.03	8	0.02	8	0.02			8	0.01
9	0.07	9	0.05	9	0.04	9	0.03	9	0.02			9	0.01
10	0.08	10	0.06	10	0.05	10	0.03	10	0.03			10	0.02
				11	0.06	11	0.04	11	0.03			11	0.02
				12	0.07	12	0.05	12	0.04			12	0.02
				13	0.08	13	0.06	13	0.04			13	0.03
				14	0.10	14	0.07	14	0.05			14	0.03
				15	0.11	15	0.08	15	0.06			15	0.04
						16	0.09	16	0.06			16	0.04
						17	0.10	17	0.07			17	0.05
						18	0.11	18	0.08			18	0.05
						19	0.12	19	0.08			19	0.06
						20	0.13	20	0.10			20	0.07
												21	0.07
												22	0.08
												23	0.09
												24	0.10
												25	0.10
												26	0.11
												27	0.12
												28	0.13
												29	0.14
												30	0.15
												31	0.16
												32	0.17
												33	0.18
												34	0.19
												35	0.20
												36	0.22
												37	0.23
												38	0.24
												39	0.25
												40	0.27

R=4000				R=5000				R=10 000							
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
1	0.00	36	0.17	1	0.00	36	0.13	1	0.00	36	0.06	71	0.25	106	0.56
2	0.00	37	0.18	2	0.00	37	0.14	2	0.00	37	0.07	72	0.26	107	0.57
3	0.00	38	0.19	3	0.00	38	0.14	3	0.00	38	0.07	73	0.27	108	0.58
4	0.00	39	0.20	4	0.00	39	0.15	4	0.00	39	0.08	74	0.27	109	0.59
5	0.00	40	0.21	5	0.00	40	0.16	5	0.00	40	0.08	75	0.28	110	0.61
6	0.00	41	0.22	6	0.00	41	0.17	6	0.00	41	0.08	76	0.29	111	0.62
7	0.01	42	0.23	7	0.01	42	0.18	7	0.00	42	0.09	77	0.30	112	0.63
8	0.01	43	0.24	8	0.01	43	0.19	8	0.00	43	0.09	78	0.30	113	0.64
9	0.01	44	0.25	9	0.01	44	0.19	9	0.00	44	0.10	79	0.31	114	0.65
10	0.01	45	0.26	10	0.01	45	0.20	10	0.00	45	0.10	80	0.32	115	0.66
11	0.02	46	0.28	11	0.01	46	0.21	11	0.01	46	0.11	81	0.33	116	0.67
12	0.02	47	0.29	12	0.01	47	0.22	12	0.01	47	0.11	82	0.34	117	0.68
13	0.02	48	0.30	13	0.02	48	0.23	13	0.01	48	0.12	83	0.34	118	0.70
14	0.03	49	0.31	14	0.02	49	0.24	14	0.01	49	0.12	84	0.35	119	0.71
15	0.03	50	0.33	15	0.02	50	0.25	15	0.01	50	0.13	85	0.36	120	0.72
16	0.03			16	0.03	51	0.26	16	0.01	51	0.13	86	0.37	121	0.73
17	0.04			17	0.03	52	0.27	17	0.01	52	0.14	87	0.38	122	0.74
18	0.04			18	0.03	53	0.28	18	0.02	53	0.14	88	0.39	123	0.75
19	0.05			19	0.04	54	0.29	19	0.02	54	0.15	89	0.40	124	0.77
20	0.05			20	0.04	55	0.30	20	0.02	55	0.15	90	0.41	125	0.78
21	0.06			21	0.04	56	0.31	21	0.02	56	0.16	91	0.41		
22	0.06			22	0.05	57	0.33	22	0.02	57	0.16	92	0.42		
23	0.07			23	0.05	58	0.34	23	0.03	58	0.17	93	0.43		
24	0.07			24	0.06	59	0.35	24	0.03	59	0.17	94	0.44		
25	0.08			25	0.06	60	0.36	25	0.03	60	0.18	95	0.45		
26	0.09			26	0.07	61	0.37	26	0.03	61	0.18	96	0.46		
27	0.09			27	0.07	62	0.38	27	0.04	62	0.19	97	0.47		
28	0.10			28	0.08	63	0.40	28	0.04	63	0.20	98	0.48		
29	0.11			29	0.08	64	0.41	29	0.04	64	0.21	99	0.49		
30	0.12			30	0.09	65	0.42	30	0.05	65	0.21	100	0.50		
31	0.12			31	0.10			31	0.05	66	0.22	101	0.51		
32	0.13			32	0.10			32	0.05	67	0.23	102	0.52		
33	0.14			33	0.11			33	0.05	68	0.23	103	0.53		
34	0.15			34	0.12			34	0.06	69	0.24	104	0.54		
35	0.16			35	0.12			35	0.06	70	0.24	105	0.55		

注：对于公路竖曲线设置的有关规定，见表 1-30；对于城市道路竖曲线有关规定，见表 1-43。