

新建 铁路曲线测设

XINJIAN TIELU QUXIAN CESHE

王同伏 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

新建铁路曲线测设

王同伏 编

中国铁道出版社

2011年·北京

内 容 简 介

本书根据作者多年的铁路勘测实践,结合设计实例介绍了铁路线路曲线的实地测设方法,能够对加快勘测进度、提高勘测质量起到帮助作用。对于高速铁路曲线测设、既有线电气化改建、新建电气化勘测、外委项目专用线勘测等也具有借鉴价值。

本书可供广大铁路及公路线路设计技术人员、外业勘测人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

新建铁路曲线测设/王同伏编. —北京:
中国铁道出版社,2011. 12
ISBN 978-7-113-13705-2

I. ①新… II. ①王… III. ①铁路线路—曲线—线路
勘测 ②铁路线路—曲线—设计 IV. ①U212. 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 241417 号

书 名:新建铁路曲线测设
作 者:王同伏

责任编辑:张 悦
编辑助理:曹 旭
封面设计:郑春鹏
责任校对:龚长江
责任印制:郭向伟

编辑部电话:63583273

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:三河市华丰印刷厂
版 次:2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/32 印张:2.125 字数:45千
书 号:ISBN 978-7-113-13705-2
定 价:10.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电话:(010)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

本书根据作者多年在各条铁路干线、野外勘测的工作经验,总结了在山地、丘陵复杂地形、地貌的特殊情况下实地进行曲线测设的方法,并对既有线改建中复曲线的测设方法也做了些简单的介绍。本书可供铁路及公路从事线路设计技术人员参考,尤其是因缺乏野外工作经验,碰到此类问题不知如何下手的新毕业线路设计技术人员参考。本书可做为引导,能够起到启发作用,对勘测人员在操作步骤及工作方法上也可起到参考作用。有不当之处诚请批评指正。

本书介绍的测设方法具有一定的实用价值。如长春客车厂试验线,线路为 I 级干线标准,限速 100 km/h。一期工程为半环线 2.5 km,其中一个曲线长 700 多米并带缓和曲线,被两道围墙和几座楼房挡住。在测设该曲线中,做了 5 个副交点,相当一个小导线,利用坐标法将曲线各控制桩及中桩才敷设到地面上。纵向闭合精度达到 1/7 000,横向误差不超过 0.1 m。又如在京沪既有线提速工程的小半径曲线改建定测中,在新兖线菏泽地区新阜联络线、胶新线临沂地区西南联络线及西北联络线定测中,都采用了本书介绍的特殊情况下的曲线测设方法。因此,电气化既有线改建或地方支线、专用线勘测中都可能遇到此类问题,本书介绍的处理方法也具有一定参考价值。

另外,对于高速铁路线路设计而言,主要要求其技术标准高、曲线半径大、缓和曲线长、夹直线及最小圆曲线长等。对其野外测量,主要要求测量精度高,测量工具要求一流的先进

仪器,采用精密测量、控制测量。但在困难情况下,其方法与普通铁路的测设区别不大。因此,本书介绍的方法对于高速铁路曲线测设也可以作为参考。

目 录

概 述	1
第一章 正常情况下的曲线测设方法	3
第一节 单曲线的测设方法	3
第二节 带缓和曲线的曲线测设方法	15
第三节 曲线测设注意事项及精度要求	22
第二章 特殊困难情况下的曲线测设方法	24
第一节 从切线转点放设 HY 点和 YH 点的方法	24
第二节 从切线转点放圆曲线中桩的方法	26
第三节 从切线转点或副交点放假想曲线中点的 方法	27
第四节 曲线上遇有障碍物时的测设方法	30
第五节 从曲线副交点设置曲线中点 QZ 的方法	39
第六节 从中间副交点设置圆曲线中桩的测设 方法	40
第七节 隧道进出口仰坡以上曲线不打加桩时的 闭合方法	43
第三章 大偏角曲线的测设方法	45
第一节 大偏角曲线的分段测设方法	45
第二节 环道的测设方法	47
第三节 套线的测设方法	51

第四章 复曲线的测设方法 56

第一节 不带中间缓和曲线的复曲线测设方法 56

第二节 带中间缓和曲线的复曲线测设方法 58

概 述

在铁路选线平面设计中,要使线路经过某些确定点达到目的地,应尽量使线路短直。但是,由于许多条件的限制,如复杂的地形、地貌、地物,不良地质等障碍的影响,达到上述要求并不容易。为合理降低造价,必然会使线路进行绕避,这样就会使铁路线路形成曲线与直线连接的形式。其连接形式有圆曲线与直线连接的单曲线、圆曲线两端带缓和曲线与直线相连接的曲线、两个不同半径的曲线直接相连接的复曲线、两个不同半径的曲线中间夹一段缓和曲线的复曲线。这些曲线形式的测设首先要遵循的原则就是把纸上的定线准确无误地搬到地面上,把曲线的各控制桩、公里标、百米标及加标准确无误地钉在地面上。要达到以上目的,通常在平坦、无障碍的地面上,短距离内是容易做到的,但在几十公里至百公里的范围内就不那么容易了。这就必须要有经验丰富的工程师进行现场放线,根据不同的地形地貌,采用各种测设方法才能达到目的。在应用电子计算器及光电经纬仪以前,困难地段采用间接求距方法,野外计算工具就靠八位对数表计算距离与角度。20世纪70年代有了计算器及光电经纬仪后大大地改善了野外工作条件,但是在困难的地形地貌上设置曲线各大控制桩仍需要不同的技巧和方法。

在实践中,广大铁路技术人员创造出了很多针对各种

曲线的测设方法,对准确、快速地完成勘测任务起了极大的作用。下面将把曲线测设中经常遇到的各种情况做一简单介绍。

第一章 正常情况下的曲线测设方法

第一节 单曲线的测设方法

单曲线解释为整个曲线范围内全是圆曲线,即不设有缓和曲线的曲线。根据《铁路线路设计规范》(GB 50090—2006),直线与圆曲线间应采用三次抛物线型缓和曲线连接;缓和曲线长度应根据曲线半径、路段旅客列车设计行车速度和工程条件确定,同时规定可不设缓和曲线的最小圆曲线半径,见表1-1。

表 1-1 可不设缓和曲线的最小圆曲线半径

路段旅客列车设计行车速度(km/h)	160	140	120	100	80
可不设缓和曲线的最小圆曲线半径(m)	12 000	10 000	5 000	4 000	3 000

当地形条件较好、曲线的转向角较小时,可利用上表选用较大的曲线半径。当半径大于或等于表中规定的数值时,可采用单曲线设计。

1. 单曲线的曲线要素计算

单曲线的曲线要素包括: α 、 R 、 T 、 L 、 E 、 q ,如图 1-1 所示。

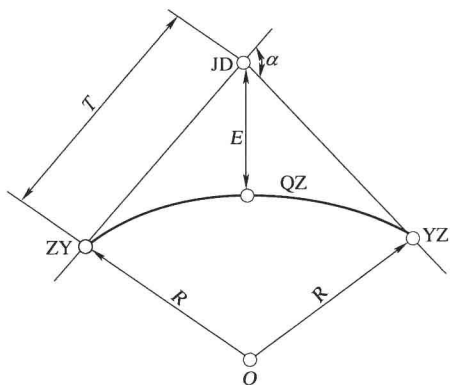


图 1-1

图中 ZY——曲线起点；
 QZ——曲线中点；
 YZ——曲线终点；
 α ——直线转向角；
 R ——单曲线半径；
 T ——切线长；
 L ——曲线全长；
 E ——外矢距；
 q ——曲切差。

转向角 α 是用经纬仪实测或设计选定的, R 为设计选定的, 按下列公式计算单曲线的基本要素:

$$T = R \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$L = R \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

$$q = 2T - L$$

利用上述公式计算起来比较麻烦, 在实际工作中查《铁路曲线测设用表》。如 $R = 5\,000\text{ m}$, $\alpha = 16^\circ 30'$, 查表 $T = 724.97\text{ m}$, $L = 1\,439.90\text{ m}$, $E = 52.28\text{ m}$, $q = 10.04\text{ m}$ 。

2. 曲线交点的测设

曲线交点 JD 是线路绕避时, 转弯曲线的两切线的交会点。交点的编号是设计时, 纸上定线过程中从线路起点开始记录的曲线个数。在野外测设中, 有经验的线路技术人员根据现场的地形地貌情况, 将纸上定线准确放到地面上, 钉设出曲线交点。野外曲线测设会遇到如下两种情况。

现场能钉出交点时, 采用打正交点的方法, 一般采用交绘

法钉出交点。

现场不能钉出正交点时,采用打副交点的方法,通常钉 2 个副交点,困难情况下打多个副交点,现将打副交点的方法介绍如下。

一般情况下,转向角不大,地形平坦无障碍物,两切线可现场直接交会出交点,通常采用骑马桩法,如图 1-2 所示。

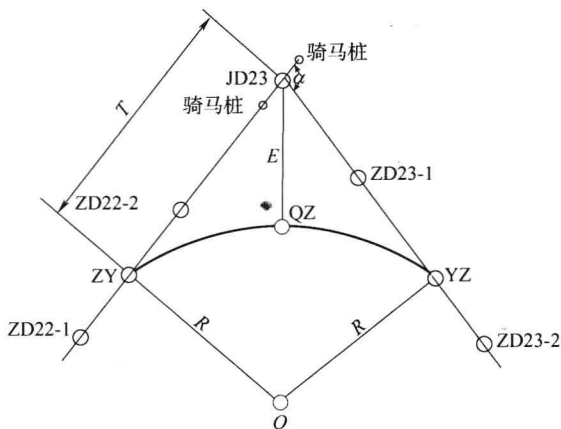


图 1-2

① 当曲线的两切线现场放出后,首先置镜于小里程一侧切线的转点上,正镜前视另一转点,往前穿直线。在两切线交会处附近,并在同一视线上,前后各 2 m 内留两桩钉点。留桩要高于地面 0.1 m,钉点采用正倒镜 2 次,在桩上横向距离不大于 0.01 m 时分中定钉,并在钉上挂弦线。

② 搬镜到另一切线转点上,同样在切线上穿直线,并于前切线所留弦线的交会点钉桩。桩顶应与地面持平。然后用测钎沿弦线方向在交会桩顶两侧各留一点,用铅笔在桩顶面将两点划直线,应保证所划直线与弦线投影重合。再吊线铊跟镜移动,线铊尖沿桩顶铅笔直线移动,当在视线上时用铅笔

定点。然后再来一次倒镜,同样用铅笔定点,两次定点相差在 0.01 m 内时分中打钉。同时在旁边钉板桩写上交点名称编号。

③ 置镜交点桩,采用正、倒镜测回法实测曲线偏角,正、倒镜误差在 $10''$ 内取平均值。其观测与记录程序是:先观测与记录后点,再观测与记录前点。计算时,后视读数减前视读数,这样计算出的角度为前进方向的右角。当右角大于 180° 时,应减掉 180° ,其结果为左偏角,左偏角写为 α_z 。当右角小于 180° 时,应用 180° 减掉右角,其结果为右偏角,右偏角写为 α_y 。当测出偏角后就可以根据设计选定的半径 R 及缓和曲线长 l 计算曲线要素了。

但在困难情况下,曲线偏角大,地形较复杂、有障碍物或交点在建筑物上、水塘里无法打桩即正交点钉不出时,可采用打副交点的方法。所谓副交点就是可以代替正交点的桩。前面已说过,交点是曲线转弯时的两切线交会点。在交点处的夹角即为转向角,也就是曲线的偏角 α 。一般情况下正交点桩钉出,就可置镜实测出偏角 α 。当困难情况下,正交点钉不出时,为了测出偏角 α 可采用间接的办法,也就是打副交点的办法,即在曲线的两切线上各打一桩,这两个桩的作用就可以代替正交点桩,也就是副交点桩。因为这两点与正交点组成的三角形中正交点的外角就是转向角 α ,由于其外角等于两内角之和,置镜在两副交点桩上可分别实测出两内角及两副交点桩的距离。这样间接的获取转向角 α 的方法就是打副交点桩的方法。通常情况下打两个副交点桩;特殊困难时打多个副交点桩。

打两个副交点比较简单,现场容易操作。以图 1-3 为例,将此方法介绍如下。

① 当曲线的两切线现场放出后,首先置镜于小里程一侧

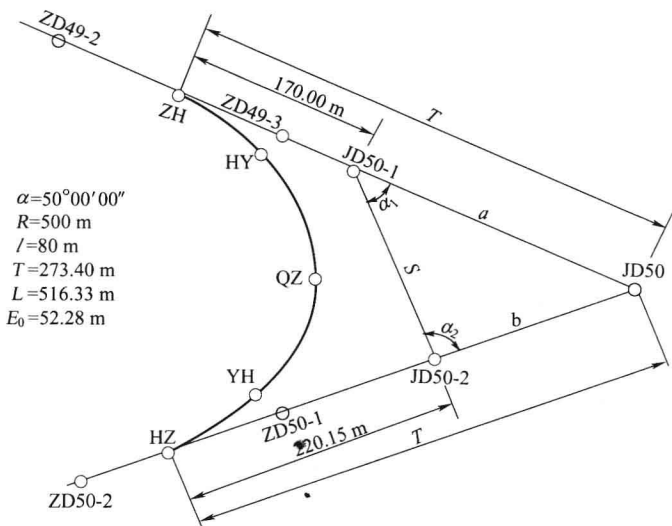


图 1-3

切线的转点 ZD49-3 上, 后视另一个转点 ZD49-2, 固定望远镜下盘。倒转望远镜或松上盘望远镜平转 180° , 在视线方向穿直线。当前面遇有障碍物, 或交点在建筑物上、水塘里无法打桩时, 即可在切线的视线上, 找较高的地面位置, 即能看到另一切线转点的地方设副交点 1 (采用正、倒镜分中法定钉), 桩号写为 JD50-1。

② 搬镜至另一切线的转点上置镜, 如能清楚地看到 JD50-1, 则可以将此点作为副交点, 桩号写为 JD50-2。若此点位置作为副交点还不太满意, 则该点仍可作为转点保留。继续采用前面的办法视线在切线方向穿直线, 并在适当的地方能与 JD50-1 通视时钉设副交点 2, 桩号写为 JD50-2。这时置镜副交点 2, 测量切线与副交点 1 之间的夹角 α_2 , 其记录与计算的程序和方法要求与上面介绍相同。同时测出两副交点

间的距离 S , 其操作应采用正、倒镜法 2 次, 精度在 $1/4\ 000$ 内时取平均值做为实测 S 值。

③ 再搬镜至 JD50-1, 测量切线与副交点 2 之间的夹角 α_1 , 其观测与记录计算程序与前面介绍相同。当实测出两个副交点的偏角 α_1 和 α_2 后, 取两偏角之和, 即为正交点的偏角 α 。这时就可根据已知的曲线半径 R 和缓和曲线长 l 计算该曲线的切线长 T 和曲线长 L 了。同时根据实测的 α_1 和 α_2 偏角及距离 S , 根据正弦定理分别计算出副交点 1 和副交点 2 至正交点的距离。即 JD50-1 与 JD50 的距离 a 和 JD50-2 与 JD50 的距离 b 。

④ 镜子在 JD50-1 不动, 后视切线上的转点 ZD, 向前或向后用钢链拉出 $a - T$ 或 $T - a$ 的距离, 采用正倒镜分中法钉设 ZH 点, 并计算出 ZH 点的里程。

⑤ 镜子搬到 JD50-2 置镜, 后视切线上的转点 ZD, 向前或向后用钢链拉出 $T - b$ 或 $b - T$ 的距离, 采用正倒镜分中法钉设 HZ 点, 并计算出 HZ 点的里程。下面就可继续测设曲线的控制桩和中桩了。

在比较困难情况下可以打 3 个副交点。当地形地貌特殊、复杂、障碍物较多、2 个副交点绕避不过时, 可采用打 3 个副交点桩的方法。以图 1-4 为例, 介绍该法的操作步骤如下。

① 当曲线的两切线现场放出后, 首先置镜小里程一侧切线的转点 ZD99-3 上, 后视另一个转点 ZD99-2, 固定望远镜下盘。倒转望远镜, 或松上盘, 望远镜平转 180° , 在视线方向穿直线。当前面遇有障碍物, 或交点在建筑物上、水塘里无法打桩时, 即可在切线的视线上, 找较高的地面位置, 设副交点 1 (采用正、倒镜分中法定钉), 桩号定为 JD100-1。

② 置镜 JD100-1, 前点在距 JD100-1 约 300 ~ 400 m 的较高处, 且能同时与 JD100-1 及另一边切线转点 ZD 通视的任意

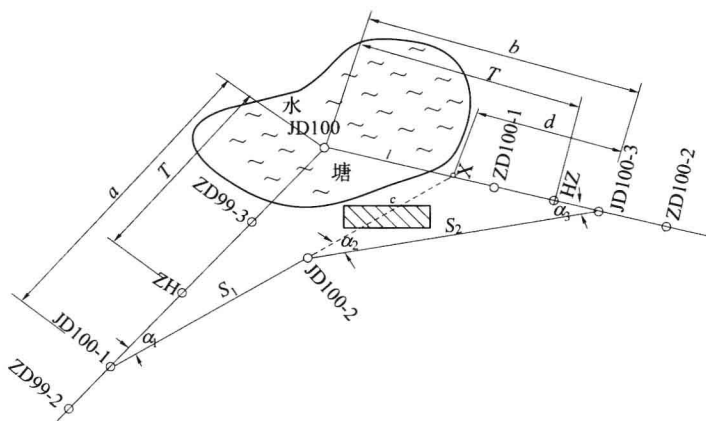


图 1.4

点打桩,此点做为副交点 2,桩号写为 JD100-2。用正倒镜法测出副交点 1、2 两点间距离 S_1 及切线与 JD100-1 的夹角 α_1 (观测及记录计算程序与前介绍相同)。

③ 搬镜置于 JD100-2,前点在另一边切线的转点 ZD 对点,如视线很清楚,此点就做为副交点 3,桩号写为 JD100-3,并实测副交点 2 距副交点 3 的距离 S_2 及副交点 1 与副交点 3 两边夹角 α_2 。如视线不清楚或不满意,应搬镜至另一边切线转点 ZD,在切线上穿直线另钉设副交点 3。

④ 搬镜置于 JD100-3,以正倒镜法实测切线与副交点 2 两边的夹角 α_3 值,两次误差在 $10''$ 内时取平均值。这时便可根据实测的 α_1 、 α_2 、 α_3 计算出正交点 JD100 的总偏角,并根据已知的曲线半径 R 和缓和曲线长 l 计算出该交点的切线长 T 和整个曲线长 L 。同时根据实测的偏角 α_1 、 α_2 、 α_3 及距离 S_1 、 S_2 ,做 JD100-1 至 JD100-2 的延长线,交于切线上任一点 X 的辅助线(图中以虚线表示),此时图中的正、副交点间组成两个三角形。再根据正弦定理,可分别计算出图中的 c 、 d 、 a 、 e 、 b

的长。根据 JD100-1、JD100-3 距正交点 JD100 的距离 a 和 b ，便可分别置镜在 JD100-1、JD100-3 依次钉出 ZH 点及 HZ 点，同时写出里程插上板桩，然后中线组便可以设置曲线的控制桩及中桩了。

当遇特殊困难情况下，打 3 个副交点不能绕避、地形地貌十分复杂、障碍物较多时，可采用打多个副交点的方法，以图 1-5 为例，介绍打多个副交点的方法。

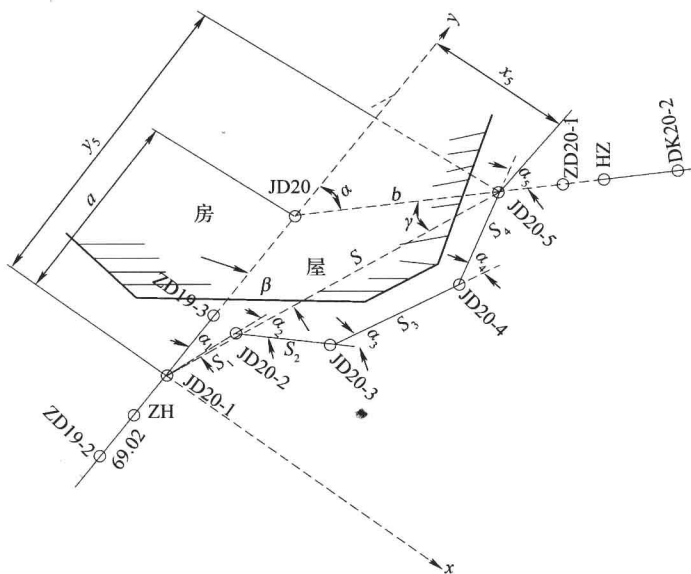


图 1-5

① 当曲线的两切线现场放出后，首先置镜小里程一侧切线的转点 ZD19-3 上，后视另一个转点 ZD19-2 固定望远镜下盘，倒转望远镜，或松上盘望远镜平转 180° ，在视线方向穿直线。当前面遇有障碍物时，可在切线的视线上，找较高的地面位置，设副交点 1（采用正、倒镜分中法定钉），桩号为 JD20-1。