

铁路抢险便线平面计算

陈胜友 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路抢险便线平面计算

陈胜友 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2008年·北 京

内 容 简 介

本书是作者根据多年抢险救灾工作积累的实践经验写成的。书中主要介绍了铁路便线的形式和平面计算方法,包含线路和道岔两大部分,既有理论研究方面的阐述,又有实际应用方面的计算。全书内容全面,浅显易懂,有较高的参考价值。该书可作为现场工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路抢险便线平面计算/陈胜友编著. —北京:中国铁道出版社,2008.5
ISBN 978-7-113-08721-0

I. 铁… II. 陈… III. 铁路线路-平面-设计 IV. U212.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 043467 号

书 名:铁路抢险便线平面计算
作 者:陈胜友 编著

责任编辑:洪学英 编辑部电话:路电(021)73656
封面设计:马 利
责任校对:张玉华
责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
印 刷:三河市华丰印刷厂
版 次:2008年5月第1版 2008年5月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:11.5 字数:260千
书 号:ISBN 978-7-113-08721-0/U·2203
定 价:30.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873172,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

当铁路既有线遇到设备故障,行车事故,气候、地质等自然灾害,既有线路设备损坏无法正常行车时,为抢时间、抢通车,通常采取设置便线临时通车的措施以及时恢复行车。

铁路部门对铁路行车设备实施修复时,必须要有一个确定的、完善的、行之有效的抢险救灾预案。如果在拨设便线时仅依靠临时设想,凭经验设置不规范和技术条件较差的便线,并盲目开通线路和确定放行列车速度,将会给行车安全带来极为不利的隐患。所以在制定抢险救灾预案时,要求设备管理单位应对管辖内各种线路设备的技术资料及线路设备附近的可拆迁的或不可拆迁的建筑物种类及限界,路肩宽度,线路坡度,地形地貌,库存的备用材料种类、材料数量及存放的地点,机械设备的名称、种类、数量、性能,抢险救灾可组织的人数及进场方向等做到心中有数,将其统计、纳入抢险救灾预案中,并能根据预想的现场情况合理地选择便线形式。这样,当灾害发生时,就能做到有备无患。总之,一个完善的抢险救灾预案能及时应对各种突发灾害,对减少灾害造成的损失、减少铁路行业的负面影响起着决定性的作用。

每当线路设备发生灾害时,抢险的场面可谓是“人山人海”,这对于用仪器测量线路是非常困难的,也将会影响抢险、恢复通车的进度。那么,为更好、更快、较准确的进行测量,最好的办法就是“纸上谈兵”,根据现场的既有线行车设备的技术资料,利用简单的钢卷尺、花杆、弦线、木桩等工具、材料,现场目测,并通过理论计算和现场复核,确定便线的通车方案。

本书内容包括临时线路和临时道岔两大部分。目前,临时线路的设计标准和要求在我国铁路尚无正式和明确的规定,不同的便线难以规定一个统一的标准,一般均以现场经验灵活掌握,同时可参照一些铁路局、工程局、原铁道兵部队在抢修实践中积累的经验数据和正线的相关技术标准适当地降低使用。本书所述的临时线路、临时道岔的设计采用了目前我国铁路实行的规范、规则、标准中的最低要求,同时临时道岔的设计主要满足我国目前现有的机车车辆通过的最小导曲线半径 $R_{\min}$ 和保留曲线尖轨原有构造、曲线半径。

便线形式是多样化的,本书介绍的便线形式及平面计算,只是铁路便线中的一小部分,广大铁路工程技术人员在实践中,可根据不同的现场实际情况,设置不同形式的便线,去应对各种不利的情况。在撰写本书时,笔者参考了相关的文献和各种道岔铺设图等资料,并结合了自己多年抢险救灾工作积累的实践经验。本书列举的便线形式及测设方法仅供参考,希望能给现场人员一些启发和借鉴。由于笔者水平有限,书中错误在所难免,恳请各位同行批评指正。

编 者
2008年2月

目 录

第一章 概 述	1
第二章 临时线路	3
第一节 临时线路要求	3
一、临时线路基本要求	3
二、临时线路其他要求	5
第二节 其 他	8
第三节 临时线路形式	9
一、常用缓和曲线	9
二、便线各交点示意及现场测量	10
三、直线临时线路形式	12
四、缓和曲线内拨临时线路形式	16
五、缓和曲线外拨临时线路形式	42
六、圆曲线外拨临时线路形式	60
七、圆曲线内拨形式	65
八、转线形式	69
第三章 临时道岔	75
第一节 临时道岔要求	75
一、临时道岔基本要求	75
二、临时道岔养护	76
三、确定容许速度	76
第二节 导曲线位置	77
一、直线型尖轨直线辙叉	77
二、切线及半切线型曲线尖轨直线辙叉	80
三、割线型曲线尖轨直线辙叉	81
第三节 临时道岔计算	82
一、设计概述	82
二、临时道岔算例	86
附录 便线各种形式下计算图示	106
主要参考文献	179

第一章 概 述

便线是当线路发生设备故障、行车事故、自然灾害、既有线设备无法通车时,为减少断道时间和损失以及社会影响所采用的临时应急绕行的行车设备。设置便线是尽快恢复临时通车的有效措施。《铁路实施〈中华人民共和国防汛条例〉细则》中第三十四条提出:“抢修方案既要考虑‘先通后固’,缩短断道时间,又要考虑确保行车安全和将来正式修复的工程条件。在抢修通车后应立即加固,逐步提高速度,尽快恢复正常的运输”。

便线一般有两种形式:一是临时线路,二是临时道岔。

临时线路是较正线标准低的临时应急绕行的行车设备。临时线路的设置,要求平面简单不宜太复杂、计算简单明了、符合安全行车的要求,并尽可能地减少工程量及工程难度、断道时间,达到快速开通放行列车为目的。临时线路在既有线的路肩宽度范围内拨移是很有限的,要达到快速开通线路的拨移幅度也往往只有路肩的宽度。因此,在设计临时线路时要着重考虑并结合现场及与既有线相连接线路的技术条件来确定便线的切线长度、曲线转向角、曲线半径大小、圆曲线长度、曲线间夹直线长度。由于临时线路受到现场地形地貌或建筑物等影响和约束,便线无法按高标准、高等级的要求设计、铺设,因此,临时线路一般使用时间不宜太长。

道岔是机车车辆由一条线路转入或越过另一条线路的连接及交叉设备,由转辙器部分、连接部分、辙叉部分组成。连接部分是连接转辙器部分和辙叉部分的连接线路。连接部分由直线连接和曲线连接两部分组成。临时道岔常用于双线区间处理应急行车做转线交叉设备,或站场处理设备故障、行车事故等救急时采用的临时措施。若临时道岔设备按标准定型图的交叉设备来组织铺设,可能会因为在筹备材料或在运输材料时会需要较多的时间而延误开通线路,从而造成较大影响和经济损失。因此,在这种情况下,临时道岔应该采取“因地制宜、就地取材”的方法,即在就近车站、工务工区利用既有的不同类型、不同岔号的道岔转辙器部分、辙叉部分的备用料,进行拼装成临时的线路交叉设备,达到方便、快捷、快速通车的目的。所以临时道岔就是将不同岔号的转辙器部分、辙叉部分进行配接,改变了原定型图连接部分的尺寸,主要是改变原曲线连接的尺寸。道岔是线路的薄弱环节,也是影响线路通过能力的重要环节,其结构复杂,零部件较多,受冲击力较大,易变形、易磨损,产生病害的原因错综复杂,同时,临时道岔的标准较低,设备养护困难,这也是限制行车速度的因素,所以临时道岔在站场或区间铺设使用对行车安全都极为不利,不宜使用较长的时间。

道岔的应急方案亦可拆除本站场的次要或行车相对较少的成组道岔或需要的部件,根据需要的同类型的或不同类型的转辙器部分、辙叉部分进行拼接或成组使用,用于较重要位置上的应急。

便线这一既方便、快捷、技术标准又较低的临时行车设施,在保证列车安全通过的前提和遵循“先通后固”的原则下,还必须满足一定运输量的需求。目前,便线的技术标准尚无正式和明确规定,不同的便线难以规定一个统一的标准,一般均以现场经验灵活掌握,可参考正线的相关技术标准适当地降低或按站线的相关标准设计使用,其行车速度的要求是按便线的设计技术资料 and 我国铁路现行的《铁路线路修理规则》、《铁路工务技术手册·轨道》、《铁路工务技术手册·道岔》、《铁路工程设计技术手册·线路》、中华人民共和国铁道行业标准《铁路道岔的容许通过速度》等规定的行车速度计算方法,确定较合理的行车速度,使之安全、平稳、有保障的放行列车,同时还应不断的加强线路稳定以逐步达到设计的速度。因此,在便线的设计、施工、养护上均有一定的基本要求。

第二章 临时线路

第一节 临时线路要求

为减少工作量,节约投资,尽快开通线路,临时线路应采用较简单的平面。临时线路曲线一般采用圆曲线型。圆曲线型的平面简单、计算方便、容易布置,工程量较少。设置便线时,既有线拨移的幅度往往只有路肩的宽度,如果路肩宽度不能避开灾害处所、不能满足最小曲线半径和最小夹直线要求,则要考虑增宽路基或另筑新路基来满足临时线路的要求。

临时线路平面的切线长 T 、曲线转向角 α 、曲线半径 R 、夹直线长 K ,设计者都可根据灾害情况、现场地形地貌情况、建筑物情况、抢险方案、工程量的大小及线路的基本要求而自行确定。

一、临时线路基本要求

目前,《铁路线路修理规则》、《铁路工务技术手册·轨道》、《铁路工务技术手册·防洪》、《铁路工程设计技术手册·线路》等均规定了线路的基本要求。

1. 曲线最小半径及夹直线最小长度(表 2-1)

表中各项技术标准是一些铁路局、工程局和原铁道兵部队在抢险实践中积累的经验数据,仅供抢险时根据当地的具体情况参考使用。

表 2-1 曲线最小半径及夹直线最小长度

适用条件		曲线最小半径(m)	夹直线最小长度(m)	
			反向曲线	同向曲线
一般条件		300 以上	30	50
困难条件		200	20	30
特殊困难条件	通行前进型机车	180	可不设	
	通行解放型机车	120		
	桥头引线	200		

注:本表摘自《铁路工务技术手册·防洪》表 6-1-1。

2. 直线路基最小宽度(表 2-2)

表 2-2 直线路基最小宽度(m)

条 件	一 般	困 难	特 别 困 难	
			路 堤	路 堑
单 线	5.0	4.4	3.6	4.0
双 线	8.7	8.3	先按单线标准抢通其中一线,通车后再按双线标准恢复	

注:本表摘自《铁路工务技术手册·防洪》表 6-1-2。

3. 其他项目的最小要求(表 2-3)

表 2-3 其他项目的最小要求

项目	道 床 宽 度	道床厚度及边坡	轨 枕 数 量	最短钢轨长度	最小圆曲线长度
最 小 值	直线地段宽 2.9 m; 曲线地段上股加宽 0.10 m	道床厚度 20 cm; 道床边坡不小 于 1:1	不少于 1440 根/km	4.5 m, 并且不得连续 铺设 2 根及以上	25 m; 切线 T 值选 择可近似为 12.5 m

注:目前,我国定型使用的 12 号及以下的小号码道岔的直线尖轨、直线固定辙叉的普通单开道岔的导曲线长度均未超过 25 m。

4. 坡度要求

便线长度小于 200 m 时,应保持原坡度值;便线长度大于 200 m 时,如果地形困难、时间紧迫,设计单机牵引亦可不受 12‰ 坡度的限制,而采用高达 20‰ 的坡度;双机牵引坡度,地形特殊困难地段,经综合权衡还可采用最高不超过 30‰ 的坡度。

5. 在变坡点处设置竖曲线的要求

(1) 要满足列车平稳的要求

$$R_u = \left(\frac{v}{3.6} \right)^2 \times \frac{1}{a_u} = \frac{v^2}{5.832}$$

式中 R_u ——竖曲线半径(m);

v ——列车通过速度(km/h);

a_u ——竖向向心加速度的允许值, $a_u = 0.45 \text{ m/s}^2$ 。

(2) 要满足列车不脱钩的要求

$$R_u = \frac{(L+d)d}{2f_R}$$

式中 L ——车辆两转向架中心距离(m);

d ——转向架中心至车钩中心距(m);

f_R ——车钩中心线上下错动的允许值:货车为 12 mm,客车为 16 mm。

$$T = R_u \tan \frac{\alpha}{2}$$

式中 T ——竖曲线切线长(m);

α ——竖曲线转向角。

抛物线型、圆曲线型竖曲线最好设在缓和曲线之外,但在困难条件下,竖曲线可不受缓和曲线位置的限制。

6. 复曲线每个圆曲线的长度不得短于 50 m。

7. 非标准半径圆曲线的缓和曲线长度计算

一般情况下按下列第(1)种情况计算,特殊情况下按下列第(1)种情况和第(2)种情况计算后取较大值。应将缓和曲线长度计算值进整为 10 m 的整倍数,长度不足 20 m 的应取为 20 m。

(1) 一般情况下,按超高时变率计算缓和曲线长度 L_0

$$L_0 = \frac{hv_{\max}}{3.6f}$$

式中 h ——曲线实设超高(mm);

$v_{\max}$ ——通过曲线的最高速度(km/h);

f ——旅客舒适度容许的超高时变率(mm/s):各级铁路一般地段取 32,困难地段 I、II 级铁路取 36,III 级铁路取 40。

(2) 按超高顺坡不致使车轮脱轨计算缓和曲线长度

$$L_0 \geq 0.5h$$

8. 便线曲线的起始点至便桥的桥墩最外缘的距离不小于 30 m。

9. 线间距及限界:直线地段线间距 4.0 m,曲线地段按计算确定加宽;限界按《铁路技术管理规程》的规定来确定。

二、临时线路其他要求

1. 曲线正矢及容许误差

(1) 曲线正矢计算

曲线采用圆曲线型,曲线正矢为

$$f = \frac{C^2}{8R}$$

式中 f ——曲线正矢(mm);

C ——弦线长(m);

R ——曲线半径(m)。

弦线长为 20 m 时

$$f = \frac{50000}{R}$$

弦线长为 10 m 时

$$f = \frac{12500}{R}$$

弦线长为 5 m 时

$$f = \frac{3125}{R}$$

(2) 曲线正矢误差

曲线应保持圆顺。用 20 m 弦在钢轨踏面下 16 mm 处测量正矢,其偏差不超过表 2-4 规定的曲线正矢误差。

表 2-4 曲线正矢经常保养容许偏差

曲线半径 R (m)	缓和曲线的正矢与计算正矢差 (mm)	圆曲线正矢连续差 (mm)	圆曲线正矢最大最小值差 (mm)
$R \leq 250$	8	16	24
$250 < R \leq 350$	7	14	21
$350 < R \leq 450$	6	12	18
$450 < R \leq 800$	5	10	15
$R > 800$	4	8	12

注:本表摘自《铁路线路修理规则》表 3.7.10-2 中其他站线曲线正矢容许偏差值。

(3) 曲线连接处要求

①复曲线的大小半径连接处,正矢与计算正矢的容许差,按大半径曲线的缓和曲线规定办理。

②直线与圆曲线的连接不得有反弯或“鹅头”。

2. 曲线超高

(1) 曲线超高 h 计算

$$h = 11.8 \frac{v_{\max}^2}{R}$$

新建铁路的平均速度 v 可采用计划最高速度 $v_{\max}$ 的 80%。

$$h = 7.6 \frac{v_{\max}^2}{R}$$

式中 h ——曲线超高 (mm);

R ——曲线半径 (m);

$v_{\max}$ ——最高速度 (km/h)。

未被平衡欠超高:一般应不大于 75 mm,困难情况下不应大于 90 mm。未被平衡过超高不得大于 50 mm。

(2)临时线路平面一般采用圆曲线型,这种线路设计简单、施工方便、工程量少。其超高顺坡,比照其他站线办理。《铁路线路修理规则》第 3.7.4 条规定:无缓和曲线时在直线上顺坡的超高不得大于 25 mm,可按不大于 2‰ 设置。圆曲线始终点的未被平衡欠超高一般应不大于 75 mm,曲线线路容许速度应按下式加以限制:

$$v_{\max} \leq \sqrt{\frac{(25 + 75)R}{11.8}} = 2.91 \sqrt{R}$$

3. 轨 距

(1) 曲线轨距加宽规定 (表 2-5)

表 2-5 曲线轨距加宽值

曲线半径 (m)	加宽值 (mm)	轨距 (mm)
$R \geq 350$	0	1435
$350 > R \geq 300$	5	1440
$R < 300$	15	1450

注:本表摘自《铁路线路修理规则》第 3.7.8 条。

(2) 曲线轨距加宽递减要求

①曲线轨距加宽应在整个缓和曲线内递减。如无缓和曲线,则在直线上递减,递减率一般不大于 1‰。

②复曲线应在正矢递减范围内,从较大轨距加宽向较小轨距加宽均匀递减。

③两曲线轨距加宽按 1‰递减;其终点间直线应不短于 10 m。不足 10 m 时,如直线部分的两轨距加宽相等,则直线部分保留相等的加宽,如不相等,则直线部分从较大轨距加宽向较小轨距加宽均匀递减。

④在困难条件下,轨距加宽允许按 2‰递减,但不得大于 2‰。

4. 曲线地段线间距加宽

双线地段、接近的建筑物处要考虑列车的通过安全。

(1) 曲线内侧加宽 W_1 (mm)

$$W_1 = \frac{40\,500}{R} + \frac{H}{1\,500}h$$

(2) 曲线外侧加宽 W_2 (mm)

$$W_2 = \frac{44\,000}{R}$$

(3) 曲线地段线间总加宽 W (mm)

$$W = W_1 + W_2 = \frac{84\,500}{R} + \frac{H}{1\,500}h$$

式中 H ——自轨顶至车辆内倾突出点的高度,一般 $H = 3\,600$ mm;

h ——计算点超高(mm)。

5. 便线轨道静态几何尺寸容许偏差管理值,按《铁路线路修理规则》第 6.2.1 条表 6.2.1 中的“其他站线”的“经常保养”值掌握。

6. 当线路发生设备故障、行车事故、自然灾害时,设计便线平面应考虑曲线的转向角 α ,在选定直线位置时,应力求减小转向角。转向角 α 愈大,则线路转弯愈急,曲线总长愈长,将增大现场难度及施工工作量,同时列车行经曲线所要克服的阻力也要增加。

$$\alpha = \frac{180l}{\pi R}$$

由上式可见,圆曲线长 l 与转向角 α 成正比,曲线半径 R 与转向角 α 成反比。

7. 放行列车条件

《铁路工务安全规则》第 2.1.12 条规定:

(1) 钢轨接头 2 根轨枕道钉、扣件齐全; $R \leq 800$ m 曲线地段混凝土轨枕每隔 1 根拧紧 3 根,木枕每隔 1 根钉紧 6 根; $R > 800$ m 及直线地段混凝土轨枕每隔 2 根拧紧 1 根,木枕每隔 1 根钉紧 1 根。

(2) 轨枕每隔 6 根可空 1 根。

(3) 轨枕盒内及轨枕头部道砟不少于 1/3。

(4) 枕底道砟串实。

(5) 接头螺栓:每个接头至少拧紧 4 个;(每端各 2 个)。

(6) 起道线路顺坡率不小于 200 倍。

开通后逐步完善线路顺坡,其顺坡率为:允许速度不大于 120 km/h 的线路不应大于 2.0‰;允许速度为 120(不含)~160 km/h 的线路不应大于 1.0‰;允许速度大于 160 km/h 的线路不应大于 0.8‰。

8. 轨缝不得有连续 3 个瞎缝,绝缘接头轨缝不得小于 6 mm,最大轨缝不得大于构造轨缝。

9. 钢轨必须全断面垂直锯断,严禁使用乙炔切割或烧孔,严禁使用剁子和其他工具强行截断和冲孔。

10. 重伤钢轨禁止使用。

11. 放行列车速度计算。

线路开通后的列车速度,严格按照《铁路工务安全规则》第 2.1.14 条规定:施工作业地段线路开通后,列车限速应按速度阶梯逐步提高。

放行列车容许的最高速度计算公式为

$$v_{\max} = 4.3 \sqrt{R}$$

便线由于道床、路基密实度较差、轨道的联结零件与钢轨的接合还未达到最佳状态,线路的几何尺寸容易发生变化,开通线路放行第一趟列车时,行车速度不宜超过 25 km/h。

第二节 其 他

1. 计算便线材料用量

(1) 计算拨动的既有线与便线的长度差 $L_{\text{差}}$ (m)

$$L_{\text{差}} = L_{\text{既}} - L_{\text{便}}$$

计算得数为正数时,则需要锯钢轨,既有线钢轨量有富余;

计算得数为负数时,则需要增加钢轨,既有线钢轨量不足。

(2) 线路增长时的钢轨用量 N (根)

$$N = \frac{L_{\text{既}} - L_{\text{便}}}{25.000} \times 2$$

(3) 混凝土轨枕用量 Z (根/km)

$$Z = (L_{\text{既}} - L_{\text{便}}) \times 1440$$

计算得数为正数时,既有线轨枕量有富余;

计算得数为负数时,既有线轨枕量不足。

(4) 扣件用量 U (套)

$$U = 4 \times Z$$

2. 排水设备的临时处理

当设计便线,既有线路基需要增宽,遇到涵洞或排水沟等设备时,应当保持其排水的功能。但当遇灾害抢险无法尽快地接长涵洞和规范处理排水设备时,应就近获取废弃的轨枕、涵管、片石,将轨枕架设在既有排水沟上,或将涵管铺设在既有排水沟内,或用大片石(或拆除部分不影响路基稳定的既有线的路肩墙片石)等石料不规则的抛填在排水设

备的全截面内,并就近取用树枝、树叶、杂草等覆盖在涵管接口、轨枕间、片石面上,隔离泥土渗入排水设备的截面内。

3. 临时线路养护

(1) 初始期,因路基松软、道床不实,必须昼夜有人监护,做到每趟必检、每趟必修,并有足够的养护人员留守。

(2) 保持道床饱满,及时拨正线路,紧固各部联结零件,保持线路状态良好,确保行车运输安全。

(3) 线路钢轨作用边保持油润,减少钢轨磨损。

第三节 临时线路形式

一、常用缓和曲线

1. 计算缓和曲线任意点的位置(图 2-1,本书所有图示均见附录)

(1) 当计算点 I 在缓和曲线范围内时

$$x_i = L_i - \frac{L_i^5}{40R^2L_0^2}$$

$$y_i = \frac{L_i^3}{6RL_0} - \frac{L_i^7}{336R^3L_0^3}$$

第二项由于数字较小,可忽略不计。

$$\varphi_i = \frac{L_i^2}{2RL_0}$$

式中 R ——圆曲线半径;

x_i ——缓和曲线上任何一点 I 至 ZH 点的水平距离;

y_i ——缓和曲线上任何一点 I 至 ZH 点切线的垂直距离;

L_i ——缓和曲线任何一点 I 至 ZH 点的弧长;

L_0 ——缓和曲线全长;

φ_i ——缓和曲线任何一点 I 至 ZH 点的缓和曲线倾角。

缓和曲线倾角 φ : 在 ZH 点处,倾角 $\varphi = 0$, 在 HY 点处, $\varphi = \varphi_0$, 两者之间连续变化。

(2) 计算点 I 在 HY 点时

$$x_0 = L_0 - \frac{L_0^3}{40R^2}$$

$$y_0 = \frac{L_0^2}{6R}$$

$$\varphi_0 = \frac{L_0}{2R}$$

式中 x_0 —— HY 点至 ZH 点的水平距离;

y_0 —— HY 点至 ZH 点切线的垂直距离;

φ_0 —— HY 点的缓和曲线倾角。

2. 常用缓和曲线的基本方程

常用缓和曲线的基本方程必须满足的条件:

$$L_i = 0 \text{ 时, } k = 0$$

$$L_i = L_0 \text{ 时, } k = k_0 = 1/R$$

$$0 < L_i < L_0 \text{ 时, } 0 < k < 1/R$$

满足这些条件的基本方程为:

$$k = k_0 \frac{L_i}{L_0}$$

式中 k ——缓和曲线上任何一点的曲率, 等于 $1/\rho$;

k_0 ——缓和曲线终点 HY 点的曲率, 等于 $1/R$;

ρ ——缓和曲线上任意一点的曲率半径。

将 $1/\rho$ 、 $1/R$ 代入式中得:

$$\rho = \frac{RL_0}{L_i}$$

二、便线各交点示意及现场测量

1. 便线各交点示意图(图 2-2)

如图 2-2 所示, A 点为便线的起点, B 点为便线的终点, I 点为既有线内拨时便线导线与既有线相交的点或既有线外拨时在 E 点(或某一计算点)做一直线垂直于既有线 ZH 点切线交于既有线的点。 C 、 E 、 D 点为便线的各曲线交点。

2. 现场测量及计算

(1) 曲线交点的测量(图 2-2)

在既有线上定点定位测定中心线有一定困难和较大误差, 为减少误差, 在定点定位时可先定在既有线的内股或外股钢轨上, 如在 E'_1 点定位测定 B 点时, 应先测在曲线外股的钢轨外侧上的 B_1 点, 再通过计算、现场测定找到曲线中心的 B 点。首先, 根据灾害情况, 确定 E'_1 点位置, 再由 E'_1 点找到曲线外股钢轨外侧的切线点 B_1 的位置, 同时量取 E'_1 点至 B_1 点的长度 E'_1B_1 值; $B_1B = (\text{标准轨距 } S/2 + \text{钢轨头部宽度 } b')$; 在 B 点做 B_1B' 直线平行于 CE' 线, 那么 $\lambda = 90^\circ - \alpha_2$; $B_1B' = B_1B/\cos\lambda$; $B'B = B_1B \times \tan\lambda$; 最后由 E'_1 点沿 CE'_1 线, 向 C 点方向量取 B_1B' 值, 得交点 E' , 再由交点 E' 做一直线平行于 E'_1B_1 线、由 E' 点量取 $(E'_1B_1 + B'B)$ 值得 B 点或通过 B_1 点处与切线垂直的半径线, 由外股钢轨作用面量 $(S/2 + b')$, 检验 B 点位置。

(2) 测量便线与既有线相交点

如既有线内拨时, 便线与既有线相交的 I 点, 先测在曲线内股钢轨外侧的 I_2 点, 通过 CE'_1 的延伸线找到曲线外股钢轨外侧的 I_1 点。 I_2B_2 和 I_1B_1 的曲线长, 可沿既有线钢轨中心量取, 那么, IB 的曲线长可近似取 I_2B_2 和 I_1B_1 曲线长的平均值, 在既有线内、外股钢轨的平均曲线长的位置处, 量取两钢轨中心间的平均值得到 I 点或沿 I_2I_1 延伸线量取 I_2I_1 值取平均值得 I 点。

(3) 现场测量曲线弧线长

在现场量取两点间的弧线长时,应在两切线点的垂直线上找到内、外股钢轨在垂直线上的点,并分别沿钢轨中心线量取两点间的弧线长数值后,取其平均值,得线路中心线的两点间的弧线长。

(4) 现场测量曲线弦线长

在现场量取两点间的弦线长时,应在两切线点的垂直线上找到内、外股钢轨在垂直线上的点,并分别在钢轨中心线量取两点间的直线长数值后,取其平均值,得线路中心线的两点间的弦线长。

(5) 现场测量曲线支距

曲线支距值可通过计算亦可直接由现场量取,即 ZH 点切线至曲线各点的支距可直接一次量取,若有困难不能直接一次量取时,可分段量取(即量一段水平线长,量一段支距,直至达到计算点处,形如阶梯),然后进行累计。

(注:以下文中所提到的“现场量取”皆采用上述内容所述的方法。)

3. 测算拨移幅度

当线路发生设备故障、行车事故、自然灾害时,设计便线平面,应考虑在既有路基宽度范围内完成便线的设计,目前,中国铁路的路肩宽度均在 $0.40 \sim 0.80 \text{ m}$ 范围内,那么既有路肩拨移允许的幅度 H 就是在路肩宽度这个范围。

例:在直线处(图 2-4)时,我们运用勾股弦三角计算的原理,如拨移量 $H = 0.60 \text{ m}$,计算既有线最短拨移长度 AB 。两侧斜线 CD 、 EF 应满足基本要求的最小曲线半径、最小曲线长的最小切线长 T 和最小夹直线长 K 值。

考虑到便线等级较低,根据表 2-1 和表 2-3,地段较困难时,选择最小圆曲线长度 $l = 25 \text{ m}$, 25 m 的曲线长度而则需要最小切线长 $T = 12.5 \text{ m}$,夹直线最小长度,反向曲线时, $K_1 = K_2 = 20 \text{ m}$,同向曲线时 $K_2 = 30 \text{ m}$ 。

则 $L_1 = L_3 = (2 \times 12.5 + 20) = 45 \text{ m}$; $L_2 = (2 \times 12.5 + 30) = 55 \text{ m}$

$$CD' = E'F = \sqrt{L_1^2 - H^2} = \sqrt{45^2 - 0.60^2} = 44.996 \text{ m}$$

$$D'E' = L_2 = 55 \text{ m}$$

那么,需要拨移的既有线长度是 $AB = 44.996 \times 2 + 55 + 12.5 \times 2 = 169.992 \text{ m}$,确定最大拨移点和拨移量 H 后,在该点前后的 AB 范围内的地形、建筑物情况、工程量情况基本掌握,能否还有较佳的便线方案也基本掌握。

由上式可见,当既有线长度 AB 范围内拨移略有困难时,切线长 T 和最小夹直线长 K 值确定后,在线路容许可拨移量 H 还有富余时,可加大拨移量 H ,减少 AB 值的长度。即拨移的幅度 H 愈大,两侧直线 CD' 、 $E'F$ 愈小,既有线的动道长度 AB 则愈小,但翻铺道床或填筑路基的工程量就会增大。

例:在曲线处(图 2-46)时,当确定既有线最大拨移点 N 和确定该点路肩最大宽度为 0.60 m ,并确定便线最小曲线半径 $R_1 = 200 \text{ m}$ 后,我们运用曲线正矢计算的原理 $f = C^2 / (8R)$ 进行测算,容许路肩的拨移量 $H = f = 0.60 \text{ m}$, $R_1 = 200 \text{ m}$,便线曲线 M 、 F 两点间的弦长 $C = \sqrt{8R_1 H} = 30.984 \text{ m}$ 。在既有曲线 N 点的两侧各量取 $C/2$,得便线曲线的起点 M 、终点 F ,此时便线的线路走向已基本清晰,有无建筑物影响也基本掌握。

当确定便线切线 T 、选定曲线半径 R 后,还应考虑曲线的外矢距 E 和与切线的支距 y ,掌握附近的地形地貌等建筑物对便线走向的影响及大致工程量。

这个测算主要是做到心中有数,初步掌握线路的走向,如果在这个走向范围内遇到桥梁或不可挪移、拆除的建筑物等障碍时则应另制订方案。

4. 曲线外矢距

当线路发生设备故障、行车事故、自然灾害时,线路拨移需要设置曲线时,应考虑曲线外矢距 E 。

曲线外矢距 E 的计算有三种方法,分别为

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

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

$$E = \left(\frac{T}{\sin \frac{\alpha}{2}} - R \right)$$

三、直线临时线路形式

(一) 直线改三角线方案

1. 确定条件(图 2-3)

- (1) 根据灾害情况,确定最大拨移量处;
- (2) 根据抢险方案、工程量情况确定 D 点位置,按满足基本要求选择 T_1 、 K_1 、 T_2 、 K_2 、 T_3 值并确定 C 、 E 点位置;
- (3) 测定便线曲线交点 D 与既有线的垂直距离 H_1 ;
- (4) 测定 CD 斜线的长度 L_1 、 ED 斜线长的度 L_2 ,若不能满足基本要求,调整 D 、 E 、 C 点位置或 α_1 、 α_2 、 α_3 角;
- (5) 根据基本要求选择的 T_1 、 T_3 值来确定 A 、 B 点位置;
- (6) 计算便线的转角 α_1 、 α_2 、 α_3 和曲线半径 R_1 、 R_2 、 R_3 的值。

2. 计算

(1) 计算曲线转角 α

$$L_1 = T_1 + K_1 + T_2$$

$$L_2 = T_2 + K_2 + T_3$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{H_1}{L_1}$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha_3$$

$$\alpha_3 = \arcsin \frac{H_1}{L_2}$$

(2) 便线的曲线交点 C 、 E 两点间的水平线长度 S