

土木工程施工工艺

路基路面工程

(第2版)

中铁二局股份有限公司 卿三惠 等 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

土木工程施工工艺

路基路面工程

(第2版)

中铁二局股份有限公司 卿三惠 等 编著

中国铁道出版社

2013·北京

内 容 提 要

《土木工程施工工艺》是中铁二局股份有限公司依据国家及行业最新技术标准、规范、规程等,在广泛收集国内外资料的基础上,结合工程实践总结提炼而编制的,内容涵盖铁路、公路、市政、城市轨道交通、房屋建筑等土木工程领域共计有 374 项施工工艺,每项工艺均包括工艺特点、适用范围、工艺原理、工艺流程、操作要点、主要机具设备、劳动力组织、质量控制要点、安全及环保措施九个方面,大部分项附有工程应用案例,基本反映了当前国内外土木工程施工的新技术、新材料、新工艺、新方法,重点突出了施工工艺的先进性、适应性和可操作性。内容丰富,适用范围广泛,是一套土木工程施工的实用工具书,可满足企业制定投标方案、编制施工组织设计、现场技术交底、检查验收、施工技术培训等工作的需要。

本工艺共分为五册:包括《路基路面工程》、《桥梁工程》、《隧道及地铁工程》、《铺架与“四电”工程》、《房屋建筑工程》。本册为《路基路面工程》,收有 79 项施工工艺,可供路基路面工程施工技术人员及管理人员学习和参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程/卿三惠等编著. —2 版. —北京:
中国铁道出版社,2013. 10
(土木工程施工工艺)
ISBN 978-7-113-17506-1

I. ①路… II. ①卿… III. ①路基工程②路面-道路
工程 IV. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 246784 号

书 名:土木工程施工工艺 路基路面工程(第 2 版)
作 者:中铁二局股份有限公司 卿三惠 等 编著

责任编辑:徐 艳 电话:(010)51873193

封面设计:马 利

责任校对:龚长江

责任印制:郭向伟

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)

印 刷:中煤涿州制图印刷厂北京分厂

版 次:2009 年 3 月第 1 版 2013 年 10 月第 2 版 2013 年 10 月第 1 次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:35.75 字数:902 千

书 号:ISBN 978-7-113-17506-1

定 价:140.00 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联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

编辑委员会

主 任：唐志成

副 主 任：卿三惠 王广钟

委 员：钱纪民 任中田 刘世杰 刘仁智 韩兴旭

付 洵 张胜全 兰文峰 黄世红 于 力

何开伟 郜小群 唐光建 潘永光 李 林

陈 杰 代伯寿 苏雄念

编 辑：韦 慎

路基路面工程编审人员名单

主 编:卿三惠

副 主 编:任中田 唐光建

编写人员:

公司本部:任中田 卿三惠

机筑公司:唐光建 徐天良 李拥军 蓝 田 陈 东
王家洪 李文华 万伟明 杜建政 陈旭东
李 剑 殷郑海 檀业霖 文强顺 卢 涛
程学强 马千里 彭文辉 李政华 周宏伟
程多波 伍邦勇 罗启元 邓海涛 黄素君
周理宏 胡启青 李文涛 何先觉 梁耀文
贺志荣 余雨夏 龙凤春 王 忠 陈 敏
陈琼宇 余玉明 任小平 王善丽 叶鸿斌
阳德丰 方邵军 周文勇 王海平

三 公 司:韩向红 李 健 杨 波 于 力 张孝其
邓 勇 言旺军 刘 强

新运公司:陈 杰 陈顺利

审查人员:卿三惠 任中田 胡 建 张胜全 赵勤俭
向吉君 杨育红 鲍国光 徐代宏 刘学力
伍智清 李文涛 沈小平 唐光建 彭经枢
李文华 易图斌

前 言

改革开放以来,我国土木工程建设迅猛发展,给施工企业带来了良好的发展机遇。为规范土木工程施工工艺,预防工程项目实施过程中的安全质量隐患,中铁二局股份有限公司组织编制了《土木工程施工工艺》,对成熟的施工技术及工艺进行系统集成,构建一个具有指导性和可操作性的土木工程施工工艺体系。

为做好编制工作,公司成立了《土木工程施工工艺》编辑委员会,并下发了中铁二局股份有限公司《关于公布土木工程施工工艺编制规划的通知》,结合公司涉及的经营业务范围,确立了“统一规划、同步实施、整体推进”的总体部署,按照专业划分为路基路面工程、桥梁工程、隧道及地铁工程、铺轨架梁与“四电”(通信、信号、电力、电气化)工程、房屋建筑工程五个部分进行编制。编制过程中,在编委会确定编写大纲的指导下,各参编单位精心组织 262 名专业技术人员和 53 名资深专家参加编制与审查工作。经过一年多的努力,终于完成了涵盖铁路、公路、市政、城市轨道交通、房屋建筑等土木工程领域的数百项施工工艺,每项工艺均包括工艺特点、适用范围、工艺原理、工艺流程、操作要点、主要机具设备、劳动力组织、质量控制要点、安全及环保措施九个方面,大部分项附有工程应用案例。

本工艺主要依据国家及行业最新技术标准、规范、规程等,在广泛收集国内外资料的基础上,结合工程实践总结提炼而编制了共 374 项施工工艺。本次分五册出版:包括《路基路面工程》79 项,《桥梁工程》70 项,《隧道及地铁工程》87 项,《铺架与“四电”工程》82 项,《房屋建筑工程》56 项。全书贯彻了“以我为主、博采众长”的指导思想,力求反映当前国内外土木工程施工采用的新技术、新材料、新工艺、新方法,重点突出了施工工艺的先进性、适应性和可操作性。内容十分丰富,适用范围广泛,是一套土木工程施工的实用工具书,可满足企业制定的投标方案、编制施工组织设计、现场技术交底、检查验收、施工技术培训等工作的需要。

《土木工程施工工艺》编制是一项庞大的综合性系统工程,工作量巨大,全书篇幅达 678 万字,并附有表格 1 640 个、工程案例 305 个、图片 1 994 张。参加编写的作者大多为施工生产一线工作的技术人员,对各类土木工程施工具有较丰富的实践经验和体会。但由于时间仓促,加之土木工程施工工艺的不断发展和技术标准的更新,本书难免存在疏漏和不足之处,希望读者提出宝贵意见,以便进一步修订完善。

《土木工程施工工艺》编委会

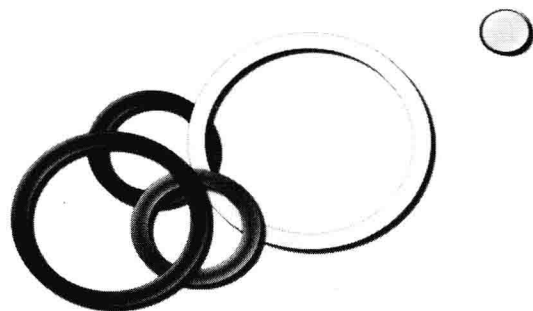
目 录

道路施工测量.....	1
道路工程施工测量工艺.....	3
地基处理施工	11
软土路基表层排水施工工艺	13
砂(碎石)垫层施工工艺	18
软土路基稳固剂表层处理施工工艺	23
开挖换填施工工艺	28
抛石挤淤施工工艺	34
爆破排淤施工工艺	38
袋装砂井施工工艺	44
塑料排水板施工工艺	50
堆载预压施工工艺	57
真空预压加固软土地基施工工艺	62
砂(碎石)桩施工工艺	66
灰土挤密桩施工工艺	72
重锤夯实(强夯法)施工工艺	80
粉体喷射搅拌桩施工工艺	88
浆体喷射搅拌桩施工工艺	97
高压旋喷桩施工工艺.....	103
CFG 桩施工工艺	113
打(沉)入预应力管桩施工工艺.....	121
桩帽板施工工艺.....	127
洞穴、陷穴处理施工工艺	132
岩溶地基处理施工工艺.....	138
路堤填筑施工.....	145
铁路路基填土、填石路堤施工工艺	147
粉煤灰路基填筑施工工艺.....	156
软土地基路堤填筑施工工艺.....	162
多年冻土路基施工工艺.....	172
季节性冻融区路基施工工艺.....	178
滑坡地段路基施工工艺.....	183

黄土路基路堤填筑施工工艺	190
盐渍土路基路堤填筑施工工艺	196
改良土路基路堤填筑施工工艺	205
石灰改良膨胀土路堤填筑施工工艺	214
加筋土路堤填筑施工工艺	224
毛细水隔断层施工工艺	230
复合土工膜隔断层施工工艺	238
铁路基床底层施工工艺	244
铁路路基基床表层级配碎石(砂砾石)施工工艺	249
路堤与桥台过渡段施工工艺	256
路堤、路堑与横向结构物过渡段施工工艺	262
路堤与路堑过渡段施工工艺	269
客运专线铁路路基填筑压实质量检测工艺	275
路堑开挖施工	291
路堑施工工艺	293
深孔台阶爆破施工工艺	298
岩石边坡光面爆破施工工艺	307
膨胀岩(土)路堑施工工艺	314
黄土路堑施工工艺	319
季节性冻土路堑施工工艺	325
既有线石方控制爆破施工工艺	329
路堑基床施工工艺	337
边坡支挡与防护施工	347
重力式挡土墙施工工艺	349
扶壁式挡土墙施工工艺	357
锚杆挡土墙施工工艺	361
面板式加筋土挡土墙施工工艺	367
抗滑桩施工工艺	372
预应力锚索施工工艺	380
土钉固定钢筋混凝土骨架边坡防护施工工艺	386
坡面防护工程施工工艺	391
土工织物防护施工工艺	397
一般路堤边坡施工工艺	400
路基排水施工	403
路基地下排水施工工艺	405
路基地面排水施工工艺	408
路基防腐(酸类)施工工艺	414

路面施工	419
水泥粉煤灰稳定碎石基层施工工艺	421
水泥稳定碎石基层施工工艺	430
石灰、粉煤灰稳定土(底)基层施工工艺	443
沥青稳定碎石基层施工工艺	453
热拌沥青混合料生产工艺	458
普通沥青混凝土路面摊铺施工工艺	471
改性沥青混凝土路面摊铺施工工艺	484
水泥混凝土路面三轴整平机施工工艺	491
水泥混凝土路面自动滑模摊铺施工工艺	498
水泥混凝土路面大修碎石化施工工艺	513
其 他	519
交通安全设施施工工艺	521
消(隔)声屏障施工工艺	528
路基无损检测技术	533
公路桥梁伸缩装置安装施工工艺	543
路堑石质边坡喷播植草绿化施工工艺	548
路堑石质边坡厚层有机基材绿化施工工艺	554

道路施工测量



道路工程施工测量工艺

道路工程施工测量是工程测量学中一个重要组成部分,主要是研究和解决道路工程施工前后的所有测量和放样工作。

1 工艺特点

道路工程施工测量是道路工程建设中一项重要的技术工作。在道路工程施工中,依据国家颁布的有关道路施工技术规范 and 经过批准的道路施工设计文件、图纸,利用现代测量技术和仪器设备,保证线路顺利施工并控制路线线性与高低。

2 适用范围

本工艺适用于新建和改建的各种等级公路施工测量。

3 工艺原理

道路工程施工测量工艺原理:利用线路平面施工控制点,采用全站仪坐标放样法控制线路线性外观;利用线路高程施工控制点,采用水准测量方法控制线路纵向坡度和横向路拱坡度。

4 工艺流程

道路工程施工测量工艺流程见图 1。

5 工艺要点

5.1 施工准备

5.1.1 资料收集

道路工程施工测量应收集的资料主要有:道路平面总体设计图(即线路平面图)、线路纵断面图、路基横断面图、路面横断面结构图(即路面结构图)、路基设计表、直线、曲线及转角表、埋石点成果表(包括导线点成果表、水准点成果表)、逐桩坐标表及相关测量规范等。

5.1.2 熟悉资料

对各种设计图表文件的分析,重点掌握如下要点:

- (1)路面宽度、路基施工宽度、底基层施工宽度、基层施工宽度。
- (2)线路纵坡度、横坡度、填方与挖方边坡坡度。
- (3)竖曲线要素、平面曲线要素。
- (4)路面结构层各层的厚度。

5.1.3 现场勘察

测量人员进驻施工现场后应全部熟悉设计图表文件,同时进行施工现场勘察核对,主要内容包

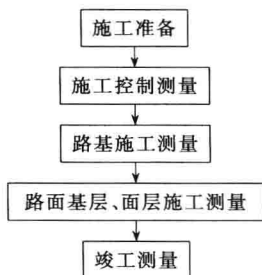


图 1 工艺流程图

(1)考察施工线路起、终点里程桩的实地位置。

(2)对照线路设计纵横断面图查看沿线地形。

(3)考察道路沿线施工控制点(导线点、水准点)的实地位置、完好程度、通视情况,并拟订控制网加密测量方案。

(4)查看道路定测时的中线桩点情况,为恢复中桩作准备。

5.2 施工控制测量

施工所用的控制网点(导线点、水准点)成果由业主提供,它是在设计勘察阶段布设的。由于从道路勘察设计到道路施工的间隔时间较长,为保证施工精度,必须对业主提供的控制点进行复测;为满足施工需要,必须对控制网点进行加密测量。

5.2.1 控制网复测

(1)施工单位进场后,在监理工程师的主持下由施工单位和业主三方进行控制点桩位交接,各方人员持交桩表逐桩核对、交接确认。现场控制点移交时应注意点位标识是否清晰、点位是否牢固,并应与移交资料相符,现场点位不清晰、不牢固或与资料不符时应在移交纪要上注明;遗失的桩位应进行补桩,无桩名视为废桩,资料与现场不符的应予以更正。现场点位移交完毕后参加点位移交的各方代表现场签署交接桩文件纪要,控制点的交接桩记录需保存两份原件,以用作竣工文件使用。

(2)施工单位使用经过有关部门检测合格的全站仪和精密水准仪,对交接的施工控制点进行复核联测。复测前根据业主提供的控制点资料计算点间转折角、边长、高差,在现场与实测结果相比较,当误差较大时应查明原因。控制点复测的外业工作结束后进行施工控制点坐标和高程的复核计算。一般来说,以业主提供控制点资料的前两个施工控制点和最后两个施工控制点作为已知点进行平差(平面和高程)。同时,应整理复测资料报监理工程师确认。

5.2.2 控制网加密测量

(1)加密点的选点要求:通视良好,桩位埋设稳固,便于保护;加密点密度应能满足施工现场放样要求,点位清晰。

(2)加密测量原则:从整体到局部,由高级到低级;测量精度必须满足施工放样精度。

(3)平面控制网加密测量方案可采用复合导线测量、闭合导线测量等形式;高程控制网加密测量方案可采用复合水准路线、闭合水准路线等形式。

(4)施工控制网加密测量成果资料应报监理工程师确认。

5.2.3 控制网测量技术要求

各等级控制测量精度及技术指标要求见表1和表2。

5.3 路基施工测量

直线地段中桩的间距不应大于50 m,平曲线地段宜为20 m;当地势平坦且曲线半径大于800 m时,其中桩间距可为40 m。当公路曲线半径为30~60 m、缓和曲线长度为30~50 m时,其中桩间距不应大于10 m;当公路曲线半径和缓和曲线长度小于30 m或采用回头曲线时,中桩间距不应大于5 m。中桩桩位测量的误差,应满足表3的规定。

5.3.1 挖方路堑施工测量

(1)根据《挖方路基横断面图》(见图2)、《线路平面图》、《线路纵断面图》计算出线路左右

表 1 导线测量的主要技术要求

等级	导线长度 (km)	平均边长 (km)	测距中 误差(mm)	测角中 误差(″)	测距相对 中误差	测回数			方位角闭 合差(″)	相对闭合差
						DJ1	DJ2	DJ6		
三等	≤18	3	≤±14	≤±1.8	≤1/150 000	6	10	—	$3.6\sqrt{n}$	≤1/55 000
四等	≤12	1.5	≤±10	≤±2.5	≤1/80 000	4	6	—	$5\sqrt{n}$	≤1/35 000
一级	≤6	0.5	≤±14	≤±5	≤1/30 000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	≤1/15 000
二级	≤3.6	0.25	≤±11	≤±8	≤1/14 000	—	1	3	$16\sqrt{n}$	≤1/10 000
三级	1.2	0.1	≤±15	≤±12	≤1/7 000	—	1	2	$24\sqrt{n}$	≤1/5 000

- 注：1 表中 n 为测站数。
- 2 测区测图的最大比例尺为 1：1 000 时，一、二、三级导线的平均边长及总长可适当放长，但最大长度不应大于表中规定的 2 倍。
- 3 导线平均边长较短时，应控制导线边数，但不得超过表 1 相应等级导线长度和平均边长算得的边数；当导线长度小于表 1 规定长度的 1/3 时，导线全长的绝对闭合差不应大于 13 cm。
- 4 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。当复合导线长度超过规定时，应布设成节点网形。节点与节点、节点与高级点之间的导线长度，不应大于表 1 中规定长度的 0.7 倍。当导线网用作首级控制时，应布设成环形网，网内不同环节上的点不宜相距过近。

表 2 水准测量的主要技术要求

等 级		二等	三等		四等	五等
路线长度(km)		—	≤50		≤16	—
M_w (mm)		2	6		10	16
仪器型号		DS1	DS1	DS3	DS3	DS3
视线长度(m)		50	100	75	100	100
前后视较差(m)		1	3		5	大致相等
前后视累积差(m)		3	6		10	—
视线离地面高度(m)		0.5	0.3		0.2	—
基辅分划或黑红面读数较差(mm)		0.5	1.0	2.0	3.0	—
基辅分划或黑红面所测高差较差(mm)		0.7	1.5	3.0	5.0	—
水准尺		因瓦	因瓦、双面		双面	单面
观测次数	与已知点联测	往返	往返		往返	往返
	环线或复合	往返	往返		往	往
往返较差、环线或复合线		平丘地	$\pm 4\sqrt{L}$		$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 30\sqrt{L}$
路闭合差(mm)		山地	—		$\pm 6\sqrt{n}$	—

注： n 为水准路线单程测站数，每千米多于 16 站，按山地计算闭合差限差； M_w 为每千米高程测量高差中数的全中误差。

二等水准视线长度小于 20 m 时，其视线高度不应低于 0.3 m。

表 3 中桩桩位测量的限差要求

路线等级	纵向误差(cm)	横向误差(cm)
高等级公路	$S/2\ 000+0.1$	10
一般公路	$S/1\ 000+0.1$	10

注： S 为控制点到中桩的距离(m)。

两侧用地界桩坐标值，用全站仪坐标法放样其实地位置，并示以明显标志，以指导线路场地清理工作。场地清理后，根据路基设计资料计算出路基中桩与左右边桩坐标，并用全站仪坐标法放样、实地标定；在边桩与中桩延长线上标定出路堑坡脚桩、堑顶桩(用皮尺量距标定)，亦可根

图 2 挖方路基横断面图

(3)当路堑下挖接近路面设计高程时,应再次恢复中桩、边桩、坡脚桩,并实测高程,与路基设计高程比较后,计算下挖高度指导挖掘人员施工。

5.3.2 填方路堤施工测量

图 3 填方路基横断面图

5.3.3 路基竣工测量

路基施工完毕后,应会同监理工程师在路基竣工测量前重新进行线路中桩、边桩测量,检测线路中线偏位、路基宽度;同时实测桩位实地高程,与路基设计高程比较,检测线路纵断面高程、横断面高程、路基面平整度。

5.4 路面基层、面层施工测量

由图 4 知,路面结构自下而上为路基、底基层、基层和路面层。经检测验收合格的路基奠定了道路工程的外观形状、纵向坡度、横向坡度和路宽,路基以上各结构层的铺筑施工都是在路基基础上用不同填料加高而已。

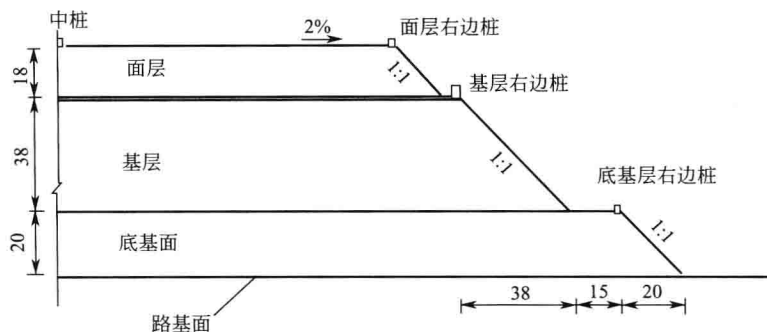


图 4 路面横断面结构图

(1)底基层、基层和路面层的测量任务主要是:控制线路外形尺寸,满足设计单位对路基以上各结构层的平面位置要求;控制线路纵断面高程、横向坡度、路层厚度、路面平整度,满足设计单位对路基以上各结构层的高程位置要求。由于路面基层和面层的施工测量内容基本一致,故在此统一叙述。

(2)根据“路面横断面结构图”、“路线平面图”、“路线纵断面图”计算基层、面层中桩与左右边桩的坐标与高程。直线地段每 15~20 m 设置桩位,曲线地段每 10~15 m 设置桩位。

(3)实际施工中,底基层所放桩位可采用木桩标志,基层、面层由于其表面坚硬,在放样作业中可先用钢钉标出桩位,然后在施工铺筑前用钢钎标志。

(4)基层、面层铺筑前实测桩位高程,将设计高程标志于点位桩侧,指导摊铺;铺筑过程中,跟踪测量铺筑面实地高程,监控结构层的厚度和高程以及路拱横坡。

(5)路基以上各结构层是分层施工的,当每层施工完后,经压实度、弯沉检测合格方可进入上一层施工。

5.5 竣工测量

(1)根据道路设计要求,确定路面设计宽度的边界位置;确定设计高程的纵断面位置;在与中线垂直的横断面上确定成型路面的实际中线位置;确定曲线与直线交界位置及路面与路肩交界位置,作为横坡检验的基准。测设上述点位的同时,在测量位置上用粉笔做记号。

(2)用钢尺沿中心线垂直方向水平量取路面各部分宽度,检测路面宽度。对于高速公路及一级公路,准确至 0.005 m,对其他等级公路,准确至 0.01 m。

将水准仪架设在路面平顺处,将水准标尺竖立在中线的测定位置上,以路线附近的施工控制水准点作为基准,测记测定点高程,并连续测定全部测点闭合于另一施工控制水准点。

(3)将水准仪架设在路面平顺处,将水准标尺分别竖立在路拱曲线与直线交界位置及路面与路肩交界位置,测量两位置高程;用钢尺测量两位置水平距离后,即可检测路面横坡。

(4)测量实际路面中心线与设计路面中心线距离作为线路中线偏位值。对于高速公路及

一级公路,准确至 0.5 cm,对其他等级公路,准确至 1.0 cm。

5.6 道路工程施工测量常用计算

5.6.1 竖曲线上高程计算

从图 5 知:第一坡度 i_1 (上坡为“+”,下坡为“-”),第二坡度 i_2 (上坡为“+”,下坡为“-”),变坡点桩号 S_z ,变坡点高程 H_z ,竖曲线的切线长度 T ,待求点桩号 S 。

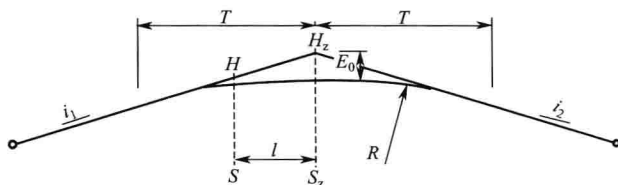


图 5 竖曲线示意图

求解:待求点高程 H ,竖曲线外矢距 E_0

计算过程:

$$I = S - S_z \text{ (带有符号)}$$

$$R = \frac{2T}{i_2 - i_1}$$

$$H = H_z + \frac{\left[1 + \frac{1}{2}R(i_1 + i_2)\right]^2}{2R} - \frac{1}{2}Ri_1i_2$$

$$E_0 = \frac{T^2}{2R} = \frac{1}{4}T(i_2 - i_1)$$

5.6.2 超高缓和过渡段的横坡计算

缓行过渡段见图 6。

从图 6 知:第一横坡 i_1 ,第二横坡 i_2 ,过渡段长度 L ,待求点离第二横坡点(过渡段终点)的距离 x 。

求:待求处的横坡 i 。

计算过程:

$$d = x/L;$$

$$i = (i_2 - i_1)(1 - 3d^2 + 2d^3) + i_1$$

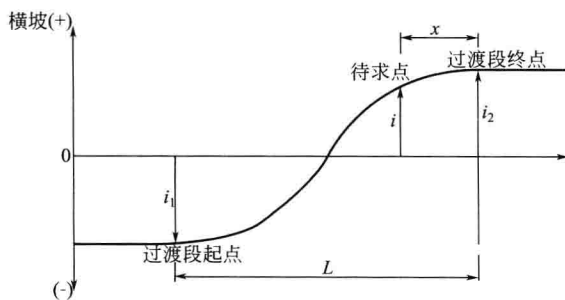


图 6 缓和过渡段示意图

6 主要机具及仪器

6.1 测量仪器

全站仪、光学经纬仪配合测距仪(可选配)、棱镜组、棱镜杆、水准仪、塔尺、水准标尺、遮阳(雨)伞、50 m 钢尺、5 m 卷尺。

6.2 机具设备

可编程计算器、对讲机、铁锤、木桩、铁钉、可调式托盘、铝合金导梁、 $\phi 3$ 钢丝绳、1 t 倒链、 $\phi 20$ 钢钎、测绳、花杆、测量记录本。