

城镇道路工程 施工工艺手册

(测量 路基 基层)

王明远 主编

► 新规范 新标准

► 权威作者 工程经验丰富



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

城镇道路工程施工 工艺手册

(测量 路基 基层)

主 编 王明远



机械工业出版社

依据《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1—2008)和相关现行标准,作者在总结多年工程实践经验的基础上,编写了这本《城镇道路工程施工工艺手册》。本书主要涉及城镇道路工程施工测量、路基和基层的施工工艺方法,每项施工工艺均对材料性能、施工工具与机具、作业条件、工艺流程、施工要点、质量标准提出了明确的要求。本书可用于编制城镇道路工程施工方案、进行技术交底的施工工艺标准,也可用于施工准备,指导操作。

本书可供市政工程施工、监理企业的人员使用,也可供相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城镇道路工程施工工艺手册:测量 路基 基层/王明远主编. —北京:机械工业出版社, 2009.8

ISBN 978-7-111-27869-6

I. 城... II. 王... III. 城镇—道路工程—工程施工—手册 IV. U415-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 128821 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 闫云霞

责任编辑: 闫云霞

责任印制: 乔 宇

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·8.75 印张·240 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-27869-6

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379724

投稿热线:(010) 88379775

封面无防伪标均为盗版

前 言

城镇道路与人们的生活息息相关,随着我国经济建设的发展,人们对城镇道路工程也提出了更高的要求。为配合《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1—2008)的贯彻实施,提高城镇道路工程施工技术水平,保证城镇道路工程施工质量,郑州市市政工程总公司、河南省第一建筑工程集团有限责任公司在结合多年工程实践的基础上,依据《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ 1—2008)和相关现行标准,编写了《城镇道路工程施工工艺手册》。本书收集了近年来在建筑施工中应用广泛的新技术、新工艺、新材料、新设备的发展情况,并编写了相关的施工工艺。每项施工工艺均对材料性能、施工工具与机具、作业条件、工艺流程、施工要点、质量标准提出了明确要求。本书可用于编制施工方案、进行技术交底的企业施工工艺标准,也可用于施工准备,指导操作。

由于城镇道路工程施工是一门实践性强、涉及面广、发展快的应用科学,加之编者的水平所限,书中可能存在不妥之处,恳盼读者批评指正,以便今后修订时,加以改进、充实、完善。

本书在编写过程中参考、引用了大量相关资料,并得到多方支持、帮助,在此表示衷心感谢!

编 者

编写人员分工

土方路基施工工艺、石方路基爆破开挖施工工艺、填石路基施工工艺、湿土路基填筑施工工艺、黄土路基填筑施工工艺、粉土路基填筑施工工艺、盐渍土路基填筑施工工艺、砂石垫层处理软土路基施工工艺、袋装砂井施工工艺、碎石桩处理软土路基施工工艺 10 篇由王明远编写。

城镇道路工程施工测量工艺由吴纪东编写。

膨胀土路基施工工艺、冻土土方路基施工工艺、煤矸石填方路基施工工艺、粉煤灰填方路基施工工艺 4 篇由黄建新编写。

强夯处理路基施工工艺、土工格栅处理软土路基施工工艺、石灰稳定土基层施工工艺、石灰、粉煤灰稳定砂砾基层施工工艺 4 篇由张胜军编写。

石灰、粉煤灰、钢渣稳定土类基层施工工艺、级配砂砾（砾石）基层施工工艺、级配碎石（碎砾石）基层施工工艺、轻型井点降水施工工艺 4 篇由马丙欣编写。

沥青混合料基层施工工艺、沥青贯入式基层施工工艺、塑料排水板施工工艺、粉喷桩处理软土路基施工工艺 4 篇由郝卫增编写。

水泥混凝土基层施工工艺、水泥土防渗帷幕施工工艺、水泥稳定土类基层施工工艺、管井降水施工工艺 4 篇由常佩顺编写。

目 录

前言

编写人员分工

城镇道路工程施工测量工艺	1
土方路基施工工艺	17
石方路基爆破开挖施工工艺	29
填石路基施工工艺	36
湿土路基填筑施工工艺	43
黄土路基填筑施工工艺	51
粉土路基填筑施工工艺	61
盐渍土路基填筑施工工艺	69
膨胀土路基施工工艺	78
冻土土方路基施工工艺	89
煤矸石填方路基施工工艺	97
粉煤灰填方路基施工工艺	107
砂石垫层处理软土路基施工工艺	116
袋装砂井施工工艺	122
碎石桩处理软土路基施工工艺	130
粉喷桩处理软土路基施工工艺	136
强夯处理路基施工工艺	144
土工格栅处理软土路基施工工艺	154
塑料排水板施工工艺	161
石灰稳定土基层施工工艺	169
石灰、粉煤灰稳定砂砾基层施工工艺	179
石灰、粉煤灰、钢渣稳定土类基层施工工艺	190
水泥稳定土类基层施工工艺	202
级配砂砾(砾石)基层施工工艺	214

级配碎石（碎砾石）基层施工工艺.....	222
沥青混合料基层施工工艺.....	230
沥青贯入式基层施工工艺.....	240
水泥混凝土基层施工工艺.....	247
水泥土防渗帷幕施工工艺.....	258
管井降水施工工艺.....	263
轻型井点降水施工工艺.....	267
参考文献.....	272

城镇道路工程施工测量工艺

1 适用范围

本标准适用于城镇道路工程施工测量，其他等级道路工程施工测量可参照执行。

2 仪器设备

2.1 测量仪器设备

(1) 精度不低于 $\pm 6''$ 、 $\pm (5\text{mm} + 5\text{ppm} \cdot D)$ 全站仪或测距仪；精度不低于 J6 经纬仪；精度不低于 S3 水准仪；50m 钢尺、直尺、盒尺、测绳及其相应的配套设备。

(2) 所有仪器设备都具有相应的出厂合格证书，并经有资质的计量检测部门检定合格。所有仪器设备在使用前，必须经过复验合格。

2.2 数据处理设备

计算机、打印机、计算器以及道路施工测量计算软件、AUTOCAD 工程绘图软件等软件。

2.3 通信设备

对讲机、充电器、信号旗。

2.4 其他工具

毛笔、记号笔、红蓝铅笔、铁锤、木桩、木锯、油漆、太阳伞、钢钉、文件柜等。

2.5 交通设备

皮卡车或其他工具车等。

3 作业条件

3.1 建设单位已提供施工图设计文件。

3.2 设计、勘测单位已完成控制点的测设，并布置施工图控制网。

- 3.3 建立施工测量的技术质量保证体系,建立健全测量复核制度。
- 3.4 施工单位熟悉设计文件及相应的技术标准,根据工程需要编制施工测量方案。
- 3.5 外业观测应选在能见度高、无风的清晨或傍晚进行,以减小大气折射光及气压、温度的变化对观测的影响。
- 3.6 对测量施工过程的安全和环境因素进行识别和评价,并制订相应的预防措施和紧急预案。
- 3.7 从事施工测量的作业人员应经专业培训,考核合格后持证上岗。

4 测量工作流程

测量桩位交接→桩位复测→布设施工控制网→现况调查及原地貌测量→路基施工测量→基层施工测量→面层施工测量→路缘石、护坡、排水沟测量→竣工测量。

5 操作方法

5.1 图样审核

开工前对施工图规定的基准点、基准线和高程测量控制资料进行内业及外业复核。复核过程中,当发现不符或与相邻施工路段或其他构筑物的衔接有问题时,应向建设单位提出,进行查询,并取得准确结果。

5.2 设计交桩

(1) 测量桩位交接工作一般由建设单位组织,设计或勘测单位向施工单位测量工程师交桩,给出施工图控制网、点精度等级、起算数据,并形成文件。交桩要有桩位平面布置图及测量成果表。桩位交接后办理交接手续并以书面形式签认。

(2) 交接桩数量应因地制宜、确保精度,满足施工的实际需要,且方便应用。一般首级控制点应为2个以上,间距不宜大于700m。控制点宜为控制道路施工图的相关道路交点、中线上点、折点及附近点、控制施工点等。如果与另外施工段连接,应在连接处向界外多交至少一个坐标点和水准点。

(3) 接桩时应察看点位是否松动或被移动。若已松动或被移

动，应及时向设计或勘测单位提出补桩的申请。

(4) 施工单位应逐一记录现场点位，并做好桩位标记；若桩标不突出，则应用钢尺拴桩，做好标记，以便于寻找复测。

5.3 桩位复测

(1) 接桩后依据设计图样和交桩资料进行内业校核，检查成果表中的各项计算是否正确。

(2) 复测工作开始之前，向监理提交复测开工报告，其内容包括测量人员和仪器设备配置、测量方案与计划安排。复测开工报告批准后，在监理工程师旁站下进行复测，根据复测结果对控制桩进行平差调整，复测范围应延伸到相邻标段内两个点。

(3) 复测内容包括平面、高程控制点，线路中线、转角点，合同分段桩，重要结构的中心桩。

(4) 桩位的坐标复测宜采用附和导线测法进行，高程复测宜采用附和水准测法。

(5) 对施工图提供成果的复核及对平面控制的复核可采用以下方法：

1) 重测检查的方法，重测施工图提供成果点，计算测角中误差、方位角闭合差（或三角形最大闭合差）、导线相对闭合差等，是否满足对应等级的技术指标要求，如果满足，则再复核施工图提供的坐标。

2) 先根据成果点的坐标反算各转角和各边长；实地观测出各转角的平均值（可一个测回）及导线各边长平均值（可连续观测 3~4 次），两者进行对比。

(6) 复测中若发现问题应及时与交桩单位联系解决。

(7) 复测合格后，应及时向监理工程师或建设单位提交复测报告（含桩位平差记录），经监理工程师签认批准后，方可作为施工控制桩放线测量，建立施工控制网、线、点的依据。

5.4 布设施工控制网

(1) 在桩位交接及复测工作结束后，按照要求的精度等级进行施工控制网的布设。平面控制网的布设宜采用三角测量、导线测量、边角测量及距离测量的方法；高程控制宜采用附和水准线

路或三角高程测量。

(2) 控制网应作好与相邻道路、桥梁控制网的联系。控制网一般半年复核一次，并应经常巡视检查，如有丢失、移动，应及时补测、补设。

(3) 三角测量的施工平面控制网布设应符合下列要求：

1) 各等级的首级控制网，宜布设成近似等边三角形的网(锁)，且其三角形的最大内角不应大于 100° ，最小内角不宜小于 30° ，个别角受条件限制时可为 25° 。

2) 加密的控制网，可采用插网、线形锁或插点等形式。各等级的插点宜采用坚强图形布设。插点的内交会方向数不应少于4个或外交会方向数不应少于3个。

3) 三角网的布设，可采用线形锁。线形锁的布设，宜近于直伸形状。狭窄地区布设线形锁控制时，按传距角计算的图形强度的总和值，应以对数6位取值，并不应小于60。

(4) 导线测量的施工平面控制网布设应符合下列要求：

1) 当导线平均边长较短时，应控制导线的边数，但不应超过表5.4中相应等级导线平均长度和平均边长算得的边数。

表 5.4 导线测量的主要技术指标

控制等级	导线长度 /km	平均边长 /km	测角中误差/ ($''$)	测距中误差 /mm	测距相对中误差	测回数		方位角 闭合差/ ($''$)	相对闭合差
						DJ ₂	DJ ₆		
一级	4.0	0.5	± 5	± 15	$\leq 1/30000$	2	4	$\pm 10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	± 8	± 15	$\leq 1/40000$	1	3	$\pm 16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	± 12	± 15	$\leq 1/7000$	1	2	$\pm 24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$

注：n为测站数。

2) 导线宜布设成直伸形状，相邻边长不宜相差过大。当符合导线长度超过规定时，应布设成结点网形。结点与结点、结点与高级点之间的导线长度，不应大于规定长度的70%。

(5) 边角测量的施工平面控制网布设应符合下列要求：

1) 各等级边角组合网的设计应与三角网的规格取得一致,也应重视图形结构,各边边长宜近似相等,各三角形内角宜为 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$;个别角受条件限制时不应小于 25° 。

2) 对于由测边组成的中点多边形、大地四边形或扇形,应根据经各项改正后的边长观测值进行圆周角条件及组合条件的检核。

(6) 高程控制测量的网(锁)布设应符合下列要求:

1) 高程控制测量采用直接水准测量。城镇道路工程按二、三等级水准测量方法建立首级工程控制。高程控制测量应起闭于设计施工图给定的城镇水准点。

2) 水准测量可采用一组往返或两组单程进行,往返测或两组单程测的高差不符值在限差以内时采用平均值。

3) 水准点电磁波三角高程测量可与平面控制测量同时进行。当采用电磁波三角高程测量时,应满足相应测量等级的技术要求,观测时采取相应的技术措施。

(7) 内业计算

1) 必须使用监理工程师认可的表式。

2) 对控制网应进行平差计算,高程控制点的高程应以平差后的结果为准。

3) 计算步骤应清晰、有条理,成果合格后必须报监理工程师确认。

5.5 现况调查及原地貌测量

(1) 在施工前,应先放出路基征地线(红线),并调查与记录征地线范围内需拆迁或改移的建(构)筑物、树木、文物古迹、各类地下管线等。若征地线范围不能满足施工需要,应及时以书面形式报告监理及建设单位。

(2) 测标出路基施工中可能暴露、触及、损坏的地下管线等构筑物的位置,并调查其平面位置与高程是否与现况相符。若不相符,应及时向监理及建设单位提出,经其确认后再由设计单位进行变更设计。

(3) 在现况调查结束后,计算每一桩号中心坐标与对应的路

基宽度，放出路基中线与边线。为保证填方段路基边坡的压实度，在每侧路基设计边线外加宽 500mm 作为填筑边线。如遇到路基范围内有不适宜材料，需挖除、换填时，必须在开挖与换填之前测量其范围及深度，并经监理工程师确认。

(4) 路基清表前，均应按纵向 50m 测设一断面，横断方向 6~10 点测量原地面高程。若地形复杂，可以按纵向 10~20m 测设一断面，所有点位及高程数据应记录在册。在清表后，恢复所有点位并测量此时地面高程作为清表后的地面高程。

5.6 施工放线测量

(1) 城镇道路控制测量

1) 采用 DJ₂ 级仪器时，角度应至少测一测回；采用 DJ₆ 级仪器时，角度应至少测两测回。如使用 J6 经纬仪和钢尺量距的施工放样，仪器精度所限，应注意施工控制导线点设置位置，限制放样（前视）距离。建议放样距离符合表 5.6-1 的规定。

表 5.6-1 施工放样距离

质检偏位指标/cm	≤1	≤1.5	≤2	≤3
放样距离/m	<25	<35	<45	<70

2) 距离应采用普通钢尺往返测一测回，用电磁波测距仪可单程测定。

3) 放样测量直线丈量测距的允许偏差应符合本规范表 5.6-2 的规定。

表 5.6-2 直线丈量测距的允许偏差

固定测桩间距/m	允许偏差Δ
<200	≤1/5000
200~500	≤1/10000
>500	≤1/20000

4) 施工放样点允许误差 M ，相对于相邻控制点，按极坐标法

放样,应符合表 5.6-3 的规定。

表 5.6-3 施工放样点的点位允许偏差 M (单位: cm)

横向偏位要求	≤ 1	≤ 1.5	≤ 2	≤ 3	其他
点位放样允许误差	0.7	1	1.3	2	5
举例	人行地道中线	砌筑片石、块石挡土墙	路面、基层中线	路床中线	一般桩位

注: 1. 点位允许偏差指标 M , 对于有中(轴)线偏位要求, 并需要考虑预留标记误差和施工误差的道路施工, 其放样点的点位误差控制, 经有关文献推导, 偏位控制指标与放样允许误差之比一般为 3:2。

2. 凡表中未表示的直线偏位指标的施工放样允许误差可自行补充。

5) 测量桩在施工中可能被损坏时, 应设辅助平面测量基线与高程控制桩。

(2) 道路中心桩间距宜为 10~20m。平曲线和竖曲线桩应在道路中线桩、边桩的测设中完成, 并标出设计高程。当曲线长度不大于 40m 时, 桩间距宜不大于 5m; 当曲线长度大于 40m 时, 桩间距宜不大于 10m。

(3) 水平角观测应采用方向观测法。当方向数不多于 3 个时, 可不归零。技术指标见表 6.5。

(4) 距离测量宜优先采用 I 级或 II 级电磁波测距仪(含全站仪), 并应符合下列规定:

1) 测距边宜选在地面覆盖物相同、无强电磁场与强热源地段。仪器架设高度应距地面 1.3m 以上, 应便于观测并避开强电磁干扰。

2) 测距边的水平距离应按规定进行计算、修正。

(5) 当采用普通钢尺测距时, 应符合国家现行标准《城市测量规范》(CJJ 8—1999) 的有关规定。

(6) 城镇道路高程控制应符合下列规定:

1) 高程测量视线长宜控制在 50~80m。

2) 水准测量闭合差为 $\pm 12\sqrt{L}$ mm (L 为相邻控制点间距, 单位为 km)。

3) 若采用两已知水准点间的附和测量, 应进行两次。已知水准点应经过验收, 一个测点应经过两次不同仪器高的测量。

4) 水准观测的技术指标应符合表 5.6-4 的规定。

表 5.6-4 水准观测的主要技术指标

等级	水准仪 型号	视线 长度	前后视距 较差/m	前后视距累 计差/mm	视线距地 面最低高 度/m	基本分划、辅 助分划或黑 面、红面的读 数较差/mm	基本分划、辅 助分划或黑 面、红面的所 测高度较差/mm
二等	DS1	≤50	≤1	≤3	0.5	≤0.5	≤0.7
三等	DS1	≤100	≤3	≤6	0.3	≤1.0	≤1.5
	DS3	≤75				≤2.0	≤3.0

注：1. 二等水准视线长度小于 20m 时，其视线高度不应低于 0.3m。

2. 三等水准采用变动仪器高度观测单面水准尺时，所测两次高差较差，应与黑面、红面所测高差之差的要求相同。

(7) 临时用桩和施工用桩布设。利用控制网点设置施工用桩，主要有：

- 1) 路基中心桩、边桩。
- 2) 各种管线、涵洞中心桩、出入口桩及十字线护桩。
- 3) 在放完边桩后，应进行边坡放样，对深挖高填地段，每挖填 5m 应复测中线桩，测定其高程及宽度，以控制边坡的大小。
- 4) 各工点的水准基点桩，大工点不得少于三个，小工点不得少于两个。

5) 临时设置的水准点距离应采用闭合水准方法，其间距不大于 200m。临时水准点的位置应选在施工范围以外，必要时应加密。临时水准点必须稳固稳定，应定期校核，在雨后及季节变化时应及时进行校核。

6) 交叉路口路面高程作业测量应按设计规定的高程方格网、等分圆网等，分层测定高程。

7) 与路面有关的附属构筑物的外观控制测量应在控制方向按平面、高程控制需要设控制桩。

8) 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挖高，用“+”表示填方，用“-”表示挖方。

9) 分段施工时, 相邻施工段间的水准点, 宜布设在施工分界点附近, 并在工程开工前, 由工程监理组织双方共同校核加以确认; 施工高程测量应进入相邻施工段 100~200m; 当对高程有疑问时, 应检查原因, 并向监理工程师查询, 避免在施工中造成大的系统误差, 直接影响工程质量。

(8) 根据城镇道路施工的不同部位, 施工中应及时完成中线桩的恢复与校测。恢复方法如下:

1) 道路中线的恢复宜采用解析法, 当采用正倒镜分中法延长直线时, 正倒镜点位的横向偏差, 每 100m 不应大于 5mm。曲线部分, 除解析法外, 还可采用极坐标法、偏角法、中心角放射法或支距法等。

2) 道路工程施工中线控制测量应给出: 中线的起(终)点、折点、交点、平曲线的直圆、圆直点、缓和曲线的直缓、缓直点和曲中点, 竖曲线的中点等特征点, 整百米桩、施工分界点等。

3) 道路工程分段施工时, 中线测量应进入相邻施工合同段 50~100m; 对分界点的相邻施工单位共同进行校核确认。

4) 为便于恢复施工中线, 宜采用拴桩法、边线桩法进行控制。拴桩点应选取不妨碍施工及拆迁的地点, 可选用交会法、顺切线延长量距法拴桩, 该控制点应作为施工点的一部分, 报经建设单位确认和验收。

5) 自路基以上, 每完成一分项工程后, 均应对中线、边线桩进行测设。保持中心桩点、折线点及其控制的各点的准确传递。测设时应以附近控制点为准, 并用相邻控制点或其他准确参照物进行校核。

(9) 路基施工期间每半年至少应复测一次水准点; 季节冻融地区, 在冻融以后也应进行复测。

(10) 取土坑放样时, 应在坑的边缘设立明显标志, 注明土方供应里程桩号及挖掘深度; 作为排水用的取土坑, 当挖至距坑底 0.2~0.3m 时, 应按设计修整坑底纵坡。

(11) 机械施工中, 应在边桩处设立明显的填挖标志。

(12) 分段施工时, 相邻施工段间的水准点宜布设在施工分界点附近, 并在工程开工前, 由工程监理组织双方共同校核加以确认; 施工高程测量应进入相邻施工段 100~200m。

(13) 采用全站仪进行平面、距离测量, 应使用不同方法进行坐标计算, 精度应满足相应精度的经纬仪和电磁波测距仪的操作要求和技术指标。测量操作应先精确测定视准误差, 进行竖盘指标差的消除, 当倾角超出 3" 时应重新进行整平。

(14) 路基施工测量

1) 直线上中桩测设的间距宜为 10~20m。

2) 路基挖方段应按设计高程及边坡坡度计算并放出上口开槽线; 每挖深一步恢复一次中线、边线并进行高程测设; 高程点应布设在两侧护壁处或其他稳定可靠的部位。挖至路床顶 1m 左右时, 高程点应与附近的高级水准点联测。

3) 填方段路基每填一层恢复一次中线、边线并进行高程测设。在距路床顶 1.5m 内, 应按设计纵、横断面数据控制; 达到路床设计高程后应准确放样路基中心线及两侧边线, 并将路基顶设计高程准确测设到中心及两侧桩位上, 按设计中线、宽度、坡度、高程控制并自检, 自检合格并报监理工程师确认后, 方可进行下道工序施工。

4) 根据工程需要, 可测设线路起终点桩、百米桩、平曲线控制桩和断链桩, 并应根据竖曲线的变化情况加桩。

(15) 路面基层施工测量

1) 路面基层施工前, 应实测路基高程, 并与设计高程对比。若相差较大, 应向监理及建设、设计单位提出, 以确定高程调整量。

2) 路面基层施工测量重点在控制各层厚度与宽度。平面测设时, 应定出该层的中心与边线桩位。边线桩位放样时应比该层设计宽度大 100mm, 以保证压实后该层的设计宽度。

3) 高程测设时, 应将设计高程按一定下反数测设到中线与边线高程控制桩上; 在使用摊铺机作业时, 此时高程控制桩应采用可调式托盘; 且桩位间距不应大于 10m, 在匝道处可加密至 5m。高程控制桩上平置铝合金导梁或 $\phi 3$ 钢丝绳; 当采用钢丝绳时, 每