

实用铁路测量

2

隧道及桥涵测量



人 民 铁 道 出 版 社

实用铁路测量

第二册

隧道及桥涵测量

铁道部第四工程局编

人民铁道出版社

1977年·北京

内 容 简 介

本书内容包括隧道测量和桥涵测量两大部分。在第一部分中介绍隧道测量的基本知识及精密测量的方法和一般原则，地表导线、三角网、高程控制测量的方法及平差计算，洞内导线、中线、水准测量及贯通误差的调整，以及洞内断面、净空测量和放样。在第二部分中介绍桥涵水文测量，桥涵中线、水准、地形及断面测量，桥渡平面及高程控制测量，墩台和涵洞中线的定位以及有关建筑物的放样。书内并附有桥隧测量常用参考图表。

本书可供铁路工程部门技术人员及测工学习和工作参考用。

实 用 铁 路 测 量

第二册

隧道及桥涵测量

铁道部第四工程局编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 850×1168 $\frac{1}{16}$ 印张: 21.125 插页: 1 字数: 520千

1977年5月 第1版

1977年5月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—12,000册 定价(科三): 2.00元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

阶级斗争是纲，其余都是目。

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

备战、备荒、为人民。

前 言

本书为《实用铁路测量》的第二册《隧道及桥涵测量》。在原1964年出版的《实用铁路测量》一书中，桥隧测量仅列为一章，本次根据需要，重写为单独的一册，其中第一部分为隧道测量，第二部分为桥涵测量（包括水文测量及既有桥涵的丈量、挖探），两部分均包括控制测量和施工放样，虽仍以实用为主，但补充了必要的理论知识，以便于读者更好地掌握应用。

书中有关测量精度及常用符号，如实际工作中与部颁规则及标准不符时，应按部颁规则及标准执行。由于编者水平有限，经验不多，加之调查研究不够，书中如有错误和不妥之处，请读者批评指正。

编 者

1976年11月于武汉

目 录

第一部分 隧道测量

第一篇 隧道测量的基本知识及一般要求	1
第一章 概论.....	1
§ 1—1 隧道测量工作概述.....	1
§ 1—2 隧道测量的程序.....	2
一、地表控制测量的程序.....	2
二、洞内测量程序.....	3
§ 1—3 三角测量的基本概念.....	4
一、三角测量的特点.....	4
二、基线网、三角网或三角锁.....	4
三、传距角、传距边、间隔角、间隔边.....	5
四、主网、附加网.....	5
五、扩大边、最弱边.....	5
六、条件观测平差的概念.....	6
七、权函数式.....	7
§ 1—4 地表导线测量与三角测量的比较.....	7
§ 1—5 建立控制网及设置洞口投点的一般要求.....	8
§ 1—6 平面控制点的埋设及觇标类型.....	9
§ 1—7 观测、记录及计算取位.....	10
§ 1—8 一般函数的中误差及权的意义.....	11
一、一般函数（非线性函数）的中误差.....	11
二、权的意义.....	12
第二章 贯通误差.....	14
§ 2—1 贯通误差的概念.....	14

§ 2—2	贯通误差的限值	15
一、	纵向贯通误差及高程贯通误差的限值	15
二、	横向贯通误差的限值	15
§ 2—3	地表导线测量误差所引起的横向贯通误差的估算	16
一、	直线隧道	17
二、	曲线隧道	23
三、	几个问题的说明	25
§ 2—4	地表三角测量误差所引起的横向贯通误差的估算	26
一、	直线隧道	26
二、	曲线隧道	36
三、	关于起始边长误差的影响问题	36
四、	关于三角锁中有折迭图形时推算路线的选择问题	39
五、	关于是否考虑基线条件的问题	39
第三章	测量等级的划分及测量设计	41
§ 3—1	概说	41
§ 3—2	控制测量等级的划分及测量精度	41
一、	地表控制导线	41
二、	地表三角测量	43
三、	洞内控制导线	44
§ 3—3	平面控制测量设计	50
一、	地表控制导线的测量设计	50
二、	地表三角测量的设计	51
§ 3—4	地表及洞内高程控制测量等级的划分及精度要求	55
第四章	精密测角的方法及一般原则	58
§ 4—1	精密测角仪器及读数方法	58
§ 4—2	观测方法及步骤	59

§ 4—3	记录及整理	60
§ 4—4	精密测角的一般要求及规定	62
一、	外业操作要求	62
二、	测回数选择及各种限差的规定	65
三、	关于重测的规定	65
§ 4—5	观测成果的精度评定及处理	66
一、	三角测量中水平角的精度评定	66
二、	导线水平角的精度评定及处理	68
第五章	精密量距工具及方法	70
§ 5—1	概说	70
§ 5—2	24米钢线尺（或带尺）及其丈量方法	71
一、	丈量工具	71
二、	使用钢线基线尺的注意事项	73
三、	基线丈量及计算	74
四、	基线精度评定	90
§ 5—3	普通钢带尺悬空丈量法	93
一、	丈量方法	93
二、	长度计算	94
§ 5—4	2米横基尺辅助基线（视差基线）法	95
一、	视差环节的布设形式	95
二、	观测方法及要求	96
三、	计算方法及精度估算	97
第六章	精密水准测量的仪具及方法	103
§ 6—1	精密水准仪及水准尺	103
一、	精密水准仪	103
二、	钢线水准尺	103
三、	尺垫、尺桩及尺钉	104
§ 6—2	精密水准仪的读数方法	105
一、	平行玻璃板及测微鼓	105
二、	切尺和读数方法	105

§ 6—3 高程计算及精度评定	107
一、高程计算	107
二、精度评定	108
第二篇 地表控制测量	110
第七章 中线法	110
§ 7—1 中线法的具体作法及要求	110
§ 7—2 坐标法	110
第八章 地表控制导线	114
§ 8—1 概说	114
§ 8—2 控制导线的布设形式	114
§ 8—3 控制导线布设的要求及步骤	115
一、导线的布设	115
二、控制导线布设的方法及步骤	117
§ 8—4 导线的角度平差	117
一、单一闭合导线与附和导线的角度平差	117
二、多边形导线网内角的平差	117
§ 8—5 单一闭合导线的坐标简易平差法	120
§ 8—6 多边形导线网的坐标平差	121
第九章 地表小三角测量及小三角与导线的联合控制 测量	125
§ 9—1 概说	125
§ 9—2 小三角测量	125
§ 9—3 小三角与导线联合控制测量	130
第十章 三角锁的选点布网	135
§ 10—1 选点布网的一般原则	135
一、三角锁的图形	135
二、选点布网的基本要求	138
§ 10—2 选点布网的步骤和方法	139
第十一章 扩大边和最弱边的精度估算	140
§ 11—1 图形权倒数	140

§ 11—2	基线网扩大边的精度估算	142
§ 11—3	三角锁最弱边的精度估算	145
第十二章	三角锁的平差原理	152
§ 12—1	条件观测平差的基本原理	152
一、	条件方程式的一般形式	152
二、	法方程式的一般形式	154
§ 12—2	条件方程式的列法	157
§ 12—3	条件方程式的数目	167
§ 12—4	法方程式的组成	169
§ 12—5	法方程式的解算	171
§ 12—6	单位权中误差及最弱边的精度评定	180
第十三章	三角锁平差计算的具体方法及实例	182
§ 13—1	平差计算的步骤及方法	182
§ 13—2	基线网平差的另一方法	190
§ 13—3	关于主网及附加网的平差	196
第十四章	三角网分组平差法	202
§ 14—1	克吕格两组平差法的基本原理	202
§ 14—2	用分组平差法作典型图形平差	205
§ 14—3	关于主网采用分组平差的问题	211
第十五章	地表高程控制测量	220
§ 15—1	水准路线和水准点的选择	220
一、	水准路线的选择	220
二、	水准点的布设	220
§ 15—2	一般操作要求及手簿的检查整理	221
一、	一般操作原则及要求	221
二、	手簿的检查及整理	223
三、	跨越障碍之水准测量	223
§ 15—3	平差计算	223
一、	单独的水准闭合环的平差	223
二、	经由不同的路线测量至同一点的高差不符值	

的平差·····	224
三、结点的平差·····	225
四、多边形闭合水准网的平差·····	228
第十六章 坐标计算及中线的修正·····	230
§ 16—1 方位角及坐标的推算·····	230
§ 16—2 曲线函数的计算·····	233
§ 16—3 特定情况下的曲线计算·····	235
§ 16—4 精测桩号计算·····	237
第十七章 引进数据的计算·····	240
§ 17—1 概说·····	240
§ 17—2 坐标换轴的计算·····	240
§ 17—3 直线上各种投点引进数据的计算·····	242
一、正洞投点·····	242
二、平行导坑投点·····	244
三、横洞与直线相交·····	245
§ 17—4 圆曲线上各种投点引进数据的计算·····	245
一、正洞投点·····	245
二、平行导坑与圆曲线相交·····	249
三、横洞与圆曲线相交·····	253
§ 17—5 缓和曲线上各种投点引进数据的计算·····	253
一、正洞投点·····	253
二、平行导坑或横洞与缓和曲线相交·····	255
第十八章 地表测量成果书的编制·····	261
§ 18—1 布网图的绘制及贯通误差预计·····	261
一、布网底图的绘制·····	261
二、贯通误差预计·····	261
§ 18—2 成果书的内容和顺序·····	266
第三篇 洞内测量及竖井联系测量·····	268
第十九章 洞内导线、中线及水准测量·····	268
§ 19—1 洞内导线测量·····	268

一、概述	268
二、导线的布设	269
三、导线测量	271
§ 19—2 洞内中线测量	272
一、概述	272
二、中线点的间距	275
三、导坑开挖中线的延伸测量	275
四、临时中线点的测设	277
§ 19—3 上下导坑联测及辅助坑道测量	286
一、上下导坑的联测	286
二、辅助导坑测量	288
§ 19—4 洞内水准测量	290
第二十章 贯通误差的调整	291
§ 20—1 实际贯通误差的测定	291
§ 20—2 贯通误差的调整	291
一、直线隧道	291
二、曲线隧道	292
第二十一章 洞内断面、净空测量及建筑物放样	296
§ 21—1 概述	296
§ 21—2 断面及净空测量	300
一、坐标法	300
二、断面仪法	303
三、交会法	304
四、框架法	304
五、丁字架丈量法	305
§ 21—3 建筑物放样	306
一、拱部衬砌放样	306
二、边墙衬砌放样	307
三、避车洞衬砌放样	308
四、仰拱及铺底的施工放样	308

五、洞门砌筑放样	309
六、翼墙砌筑放样	311
§ 21—4 竣工测量	311
第二十二章 竖井联系测量	312
§ 22—1 概述	312
§ 22—2 平面坐标及方位角的传递	313
一、三角形联系测量	313
二、单荷重投影法	314
§ 22—3 联系测量的误差及其平差方法	318
§ 22—4 竖井联系三角形定向测量实例	321
一、概述	321
二、人员、工具及施测步骤	322
三、联系三角测量的内业计算	335
§ 22—5 高程传递	364
一、钢尺导入法	364
二、钢丝导入法	365

第二部分 桥涵测量

第一篇 勘测阶段的测量工作	369
第二十三章 大中桥渡水文测量	369
§ 23—1 水深测量	369
一、测深仪器与方法	369
二、测深点位置的确定	376
三、测深资料的整理与校正	380
§ 23—2 水位测量	385
一、水尺的种类	386
二、水位观测	391
三、水位资料整理与校正	393
§ 23—3 水面比降测量	395
一、水面比降的测绘长度	395

二、测量比降的方法·····	395
三、水面比降资料的整理·····	399
§ 23—4 流速流向测量·····	400
一、测流速的仪器和工具·····	401
二、测流速的方法·····	409
三、测流向的仪器和测绘方法·····	423
四、流速流向测量资料的整理·····	427
§ 23—5 泥沙测验·····	429
一、悬移质测验·····	429
二、推移质测验·····	434
三、河床质测验·····	438
第二十四章 小桥涵水文测量·····	440
§ 24—1 影响流量计算的主要因素测量·····	440
一、流域面积测量·····	440
二、土壤类别鉴定·····	442
三、主河槽平均坡度 J 的测定·····	449
四、流域山坡平均坡度 I_0 的测定·····	449
五、岸边系数测定·····	450
六、其它因素测量·····	450
§ 24—2 小流域面积图的绘制·····	451
第二十五章 新线桥涵中线、水准、地形及断面测量·····	453
§ 25—1 桥址中线测定及水准测量·····	453
一、标定桥址·····	453
●二、桥址中线测定·····	453
三、水准测量·····	453
§ 25—2 桥涵地形测绘·····	454
一、概述·····	454
二、大中桥地形测绘·····	454
三、小桥涵址地形测绘·····	456
§ 25—3 桥涵断面测量·····	457

第二十六章 既有桥涵水文测量及地形、断面测量	459
§ 26—1 水文勘测	459
一、既有桥涵及导流建筑物工作效能的调查	459
二、水文断面及水面坡度测量	459
§ 26—2 既有桥渡冲刷观测	461
一、一般冲刷的观测	461
二、桥墩局部冲刷观测	463
§ 26—3 地形及断面测量	466
一、地形测量	466
二、断面测量	466
第二十七章 既有桥涵的丈量与挖探	467
§ 27—1 概述	467
§ 27—2 既有桥涵的丈量	468
一、既有桥涵丈量的原则	468
二、丈量的内容	469
三、丈量的方法及精度要求	475
四、丈量资料整理	476
§ 27—3 既有桥涵的挖探	478
一、既有桥涵挖探的原则	478
二、挖探的要求与方法	479
第二篇 桥梁施工阶段的测量工作	491
第二十八章 概论	491
§ 28—1 桥梁施工阶段的测量工作概述	491
§ 28—2 平面控制网的图形及精度	493
一、平面控制网的图形	493
二、桥轴线长度的精度估算	494
三、平面控制测量的等级及精度	496
§ 28—3 桥墩交会误差的估算原理	500
一、交会点落在误差椭圆内部的或然率	500
二、极限误差椭圆	501

三、对称交会的误差椭圆·····	502
四、旁侧交会的误差椭圆·····	505
五、两种交会图形的总结论·····	510
六、放样桥墩中心位置对交会基线的精度要求·····	511
第二十九章 平面控制测量·····	514
§ 29—1 平面控制测量的方法·····	514
一、精密导线法·····	514
二、三角法·····	515
§ 29—2 折形基线及归心改正·····	520
一、折形基线·····	520
二、归心元素的测定及归心改正·····	523
§ 29—3 桥墩交会数据的计算及误差估算·····	529
§ 29—4 引桥部分的控制测量·····	533
一、精密导线法·····	534
二、三角锁·····	535
§ 29—5 控制测量成果的整理和比尺墩的建立·····	536
一、控制测量成果的整理·····	536
二、比尺墩的建立·····	536
第三十章 水准测量·····	538
§ 30—1 测量等级的选择及水准点的布设·····	538
一、水准测量等级的选择·····	538
二、水准点的布设·····	538
§ 30—2 跨河水准测量的要求·····	539
一、跨河位置的选择及场地布置·····	539
二、跨河水准测量的测回数 and 组数·····	540
三、其它要求·····	541
§ 30—3 跨河水准测量的方法·····	541
一、倾斜螺旋法·····	541
二、经纬仪倾角法·····	543
三、光学测微法·····	544

第一部分 隧道测量

第一篇 隧道测量的基本知识

识及一般要求

第一章 概 论

§ 1—1 隧道测量工作概述

隧道是铁道建筑中的重点工程，长隧道的施工往往控制着全线通车的期限，为了多快好省地打通隧道，首先必须政治挂帅，以阶级斗争为纲，发动群众，科学地组织施工和采用先进快速的施工方法，而不断改进测量工作也是一项重要的因素。解放以来，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席革命路线的指引下，随着隧道施工的发展，测量工作也有很大的发展，测量工作的速度大大地加快了，而且通过大量的实践，积累了丰富的经验，保证了隧道的正确施工和顺利地贯通，基本上形成了我国自己的一套测量方法和相应的技术要求。

本书所述的隧道测量工作，是指施工阶段的控制测量及施工放样测量，不包括勘测阶段的测量工作，它是直接为隧道施工服务的。

隧道测量工作可分为两大部分：即地表控制测量和洞内控制及施工测量。地表控制测量的目的，是为了给出隧道两端洞口控制桩（即洞口投点）的坐标及方位角，和洞口水准基点的高程，以便引测进洞，作为洞内控制和施工放样的平面及高程的依据，并使隧道能顺利地贯通，为此地表需作精密导线或三角测量，及精密水准测量；在隧道开挖时要进行洞内施工中线、导线及辅助