

Qiaoliang Shigong Gongchengshi Shouce

桥梁施工工程师手册

杨文渊 徐犇 编

人民交通出版社

前 言

随着我国改革开放和经济建设的发展,公路现代化建设也在加快进程。桥梁是公路的咽喉,更是跨越江河、山谷与线路(公路、铁路)等障碍的重要结构物,亦随之得到了很大的发展,无论是施工技术、施工工艺和施工材料、施工机械的应用等方面,都有了新的提高和突破。

在大量新建桥梁的同时,由于重型超重型车辆及拖挂列车的迅速增长,旧桥的承载能力明显不足,并加速了旧桥的老化、破坏,矛盾比较突出,迫切要求采用加固补强方法来恢复、提高其承载能力,确保安全行驶。

基于上述原因,本手册在列述新建桥梁施工的同时,就旧桥维修与加固作了重点论述。桥梁施工方面包括:常用资料和技术标准,施工准备和施工测量,明挖地基和基底处理,沉入桩与钻孔灌注桩,管柱与沉井,模板、支架与拱架,钢筋,混凝土和预应力混凝土,圬工砌筑和冬期施工,装配式桥梁预制构件安装,预应力混凝土连续梁桥,预应力混凝土斜拉桥,桥面系及其附属工程等,计自第1~13章,由杨文渊编写;旧桥维修与加固方面包括:桥梁检查与评价,桥梁结构日常维修养护,桥梁上部结构的加固,桥梁下部结构的维修加固等,计自第14~17章,由徐森编写,最后由杨文渊统稿。

本手册根据交通部部颁现行《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)及其他有关规程、标准,结合近期和多年实践经验,以图表方式编写,力求简明实用,便于查阅参考应用。

本手册以当前采用较多的桥型结构施工为主。编写过程中,虽经详加校核,但毕竟限于时间和水平谬误不当之处,深望读者、专家惠予指正,尤为感谢!

编者

1995.12

图书在版编目(CIP)数据

桥梁施工工程师手册/杨文渊,徐犇编. —

北京:人民交通出版社,1996

ISBN 7-114-02488-6

I. 桥… II. ①杨…②徐… III. 桥梁工程-工
程施工-技术手册 IV. U445-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 17687
号

桥梁施工工程师手册

杨文渊 徐犇 编

责任校对:张莹 责任印制:张凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经售

三河新世纪印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:30.75 字数:776 千

1997 年 7 月 第 1 版

1997 年 7 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—8000 册 定价:46.00 元

ISBN 7-114-02488-6

U·01748

内 容 提 要

本手册包括新建桥梁施工技术和旧桥养护维修与加固措施。手册计分十七章,第1~13章为新建桥梁施工,包括常用资料和技术标准,施工准备和施工测量,明挖地基和基底处理,沉入桩与钻孔灌注桩,管柱与沉井,模板、支架与拱架,钢筋,混凝土和预应力混凝土,圬工砌筑和冬期施工,装配式桥梁预制构件安装,预应力混凝土连续梁桥,预应力混凝土斜拉桥,桥面系及其附属工程;第14~17章为养护维修与加固,包括桥梁检查与评价,桥梁结构日常维修养护,桥梁上部结构加固,桥梁下部结构的维修加固等。

本手册可作为公路桥梁施工、管理及维修养护工程师和技术人员的实用手册,兼供大专院校有关师生教学参考应用。

目 录

第 1 章 常用资料和技术标准

1-1 一般计算公式	1	1-3 公路桥涵技术标准(摘要)	24
1-1-1 三角形计算公式	1	1-3-1 公路分级	24
1-1-2 平面图形计算公式	3	1-3-2 公路设计车辆外廓尺寸	24
1-1-3 立体图形计算公式	5	1-3-3 各级公路主要技术指标	25
1-1-4 型材截面积计算公式	8	1-3-4 各级公路的桥梁标准横 断面	25
1-1-5 各种截面的力学特性	9	1-3-5 桥涵跨径	28
1-2 常用数据资料	18	1-3-6 桥涵设计洪水频率	28
1-2-1 常用材料基本性质、名称、 代号	18	1-3-7 建筑限界与桥面净空	29
1-2-2 常用材料的密度	19	1-3-8 桥下净空	30
1-2-3 常用材料线胀系数	21	1-3-9 车辆计算荷载	30
1-2-4 常用材料弹性模量和泊 松比	21	1-3-10 验算荷载	32
1-2-5 材料的摩擦系数	22	1-3-11 车辆荷载的选用及布载 规定	32
1-2-6 风力、等级的划分	23	1-3-12 人群荷载	33
1-2-7 降雨等级的划分	24		

第 2 章 施工准备和施工测量

2-1 施工总要求	34	方程	38
2-2 施工准备工作	34	2-4 三角网平差计算	40
2-2-1 施工准备工作的主要内容	34	2-4-1 求算测网图形条件方程个数 公式	40
2-2-2 施工组织设计的基本要求	35	2-4-2 测网平差计算实例	40
2-2-3 场地布置的基本原则	35	2-4-3 三角网中误差验算	42
2-3 施工测量	36	2-5 桥梁墩台位置测定	43
2-3-1 施工测量的内容和要求	36	2-6 斜桥、坡桥、曲线桥测量	45
2-3-2 距离测量改正计算	36	2-6-1 斜桥(涵)的测量	45
2-3-3 量距精度的计算	37	2-6-2 曲线桥测量	45
2-3-4 桥位三角网精度	37	2-6-3 曲线桥测量常用计算公式	46
2-3-5 桥轴线的测回数	38	2-7 桥梁水准测量	50
2-3-6 常用桥梁三角网图形及条件			

2-7-1 水准测量等级和精度	50	2-8-2 纵横等分图解法	53
2-7-2 水准点布设要求和高程 限差	51	2-8-3 椭圆曲线内侧量距法	54
2-7-3 跨河水准测量	51	2-8-4 椭圆曲线外侧量距法	54
2-8 锥坡的测量放样	52	2-8-5 对角线上测设曲线坐标法	55
2-8-1 锥坡支距放样法	52	2-8-6 斜桥锥坡放样法	55

第 3 章 明挖地基和基底处理

3-1 桥(涵)地基土的工程性质	57	3-4-1 围堰实例和一般规定	73
3-1-1 粘性土(细粒土)的塑性指数 ..	57	3-4-2 围堰种类和使用条件	74
3-1-2 粘性土的状态按液性指数 划分	57	3-5 基坑明排水	76
3-1-3 砂土的分类	58	3-5-1 明排水法与基坑布置	76
3-1-4 砂土密实度分级	58	3-5-2 基坑渗水量的计算	77
3-1-5 碎石和砂土潮湿度	58	3-5-3 水泵设备的选用	79
3-1-6 碎石土的分类	58	3-5-4 常用水泵性能	80
3-1-7 岩石按强度分类	59	3-6 基坑井点降水	81
3-1-8 岩石破碎程度	59	3-6-1 井点降水方法与适用范围	81
3-1-9 土的物理力学特征	59	3-6-2 轻型井点系统布置方法	82
3-1-10 土石方按开挖难易分级	60	3-6-3 井点系统降水计算	85
3-2 土的可松性和压缩率	61	3-6-4 井点系统沉设安装	86
3-2-1 土方可松性系数	61	3-6-5 部分轻型井点设备性能	88
3-2-2 土壤压缩率	61	3-6-6 喷射井点技术参数	88
3-2-3 土量的换算系数	62	3-6-7 射流泵井点	90
3-3 基坑	63	3-6-8 管井井点、电渗井点及其它	91
3-3-1 基坑底部工作面	63	3-7 基底检验与处理	92
3-3-2 基坑坑壁坡度	64	3-7-1 一般基底检验内容	92
3-3-3 坑壁坡度与防护措施	64	3-7-2 基底地质及其处理	92
3-3-4 无水基坑开挖方法	65	3-7-3 换土垫层法地基处理	93
3-3-5 挖基注意要点与水中挖基	65	3-7-4 砂桩法地基处理	94
3-3-6 基坑开挖的支撑加固	66	3-7-5 砂井法地基处理	97
3-3-7 其他类型的支撑加固	70	3-7-6 袋装砂井法地基处理	101
3-3-8 喷射混凝土加固坑壁	72	3-7-7 塑料板排水法地基处理	101
3-4 围堰施工	73	3-7-8 地基处理方法的选择	103

第 4 章 沉入桩与钻孔灌注桩

4-1 沉入桩基础的一般规定	105	4-1-2 沉桩方法的选择和应具备的 资料	106
4-1-1 桩位确定与沉桩适用土类	105		

4-1-3	沉桩的一般要求	106	4-5 静力压桩	125	
4-1-4	桩的连接	107	4-5-1	静力压桩准备与压桩阻力 求算	125
4-2 锤击沉桩		109	4-5-2	静力压桩机及其技术性能	127
4-2-1	桩架所需高度的计算方法	109	4-5-3	静力压桩施工要点	128
4-2-2	桩锤类别及其适用情况	110	4-6 水上沉桩		128
4-2-3	锤击沉桩选锤参考	110	4-6-1	水上沉桩施工的一般要求	128
4-2-4	锤击沉桩动力公式	111	4-6-2	专用沉桩船的基本特点	129
4-2-5	锤击沉桩施工要点	114	4-6-3	打(沉)桩船技术规格	129
4-2-6	沉桩施工常遇问题及其防治 措施	115	4-6-4	使用打(沉)桩船注意要点	130
4-3 振动沉桩		116	4-7 沉桩质量与记录表式		131
4-3-1	振动沉桩选锤参考	116	4-7-1	沉桩容许偏差值	131
4-3-2	振动沉桩的承载力公式	116	4-7-2	沉桩记录表式参考	131
4-3-3	振动桩锤构造及其技术 性能	117	4-8 钻孔灌注桩		133
4-3-4	振动沉桩施工要点	120	4-8-1	各种成孔设备适用范围	133
4-4 射水沉桩		120	4-8-2	钻孔机及其技术性能	134
4-4-1	射水沉桩方法选择	120	4-8-3	钻孔准备工作要求	136
4-4-2	射水沉桩设备的布置和 安装	121	4-8-4	灌注桩泥浆性能指标要求	138
4-4-3	射水参数的选用	122	4-8-5	泥浆原料性能要求及外加剂 量计算法	138
4-4-4	射水沉桩施工要点	123	4-8-6	灌注桩施工故障处理	139
4-4-5	射水沉桩施工常遇问题及其 处理	124	4-8-7	钻孔灌注桩清孔法	140
			4-8-8	水下混凝土的灌注	141
			4-8-9	钻孔灌注桩成孔质量要求	143

第 5 章 管柱与沉井

5-1 管柱基础	145	5-4-1	管柱下沉施工及质量要求	154	
5-1-1	管柱基础简述	145	5-4-2	管柱钻岩与清孔	155
5-1-2	设置防水围堰管柱基础施工 程序	146	5-5 管柱内水下混凝土灌注	156	
5-2 管柱制造	147	5-6 沉井基础		157	
5-2-1	管柱规格、用料参考	147	5-6-1	沉井类型	157
5-2-2	管柱制作质量要求	147	5-6-2	沉井施工一般规定	158
5-3 下沉管柱的导向设备	148	5-7 沉井制作		159	
5-3-1	导向设备及其拼装	148	5-7-1	沉井制作方法	159
5-3-2	导向设备的浮运和就位	150	5-7-2	沉井制作和施工准备	159
5-3-3	锚碇缆绳计算及拖轮选择	152	5-8 浮式沉井下水方案示例	161	
5-3-4	有挡锚链参考数据	154	5-8-1	陆上制作浮式沉井下水 方案	161
5-4 管柱下沉与钻岩	154	5-8-2	水中制作浮式沉井下水		

方案	163	5-10-1 基底处理要求	167
5-9 沉井下沉与防偏纠偏	166	5-10-2 导管灌注水下混凝土封底	168
5-9-1 沉井入土下沉	166	5-11 井孔填实与顶板灌筑	169
5-9-2 沉井防偏纠偏	167	5-12 沉井质量要求及容许偏差	169
5-10 基底处理和沉井封底	167		

第 6 章 模板、支架与拱架

6-1 模板工程施工设计	170	6-4-2 拱架、支架制作、安装要点	178
6-1-1 模板工程一般规定	170	6-5 模板、拱架及支架制作、安装质量	
6-1-2 普通模板荷载计算参考	171	要求	179
6-1-3 混凝土与模板的粘结力	172	6-5-1 模板、拱架及支架制作时	
6-2 模板构造尺寸参考图表	172	容许偏差	179
6-2-1 常用钢模板规格尺寸	172	6-5-2 模板、拱架及支架安装容许	
6-2-2 桥梁、墩台模板构造实例	173	偏差	180
6-3 模板制作、安装注意要点	175	6-6 模板、拱架和支架的拆卸	180
6-4 拱架、支架构造实例及制作、安装		6-6-1 拆除模板有关要求	180
要点	176	6-6-2 拆除模板估计期限	181
6-4-1 拱架、支架构造实例	176	6-7 常用模板隔离剂	182

第 7 章 钢 筋

7-1 非预应力钢筋种类和质量要求	183	7-7-1 预应力钢材配料及长度	
7-2 钢筋的加工	184	计算	197
7-2-1 钢筋加工注意要点	184	7-7-2 预应力钢材墩粗头及冷拉和	
7-2-2 弯起钢筋长度计算	185	冷拔	199
7-2-3 钢筋加工机械	187	7-7-3 常用冷拉和冷拔机械	200
7-3 钢筋的接头	189	7-7-4 预应力钢材编束和保管	201
7-3-1 钢筋接头有关规定	189	7-8 预应力钢材孔道成形	202
7-3-2 钢筋焊接接头型式及适用		7-9 施加预应力	202
范围	190	7-9-1 一般规定	202
7-3-3 钢筋焊接机械	191	7-9-2 先张法预应力张拉	204
7-4 钢筋骨架(网)的组成和安装	192	7-9-3 后张法预应力张拉	205
7-5 钢筋施工容许偏差	194	7-9-4 电热法预应力张拉	206
7-6 预应力筋的种类和力学性能	195	7-9-5 预应力钢筋拉伸机械	207
7-7 预应力钢材的加工	197	7-10 孔道压浆	208

第 8 章 混凝土和预应力混凝土

8-1 一般规定	211	8-2 配制混凝土用材料	211
-----------------------	-----	---------------------------	-----

8-2-1 水泥	211	8-5-2 墩台和梁的浇筑	225
8-2-2 细骨料	213	8-6 预应力混凝土的浇筑	226
8-2-3 粗骨料	214	8-6-1 一般要求	226
8-2-4 拌和用水	215	8-6-2 预应力混凝土梁的浇筑	226
8-2-5 外加剂	216	8-7 装配式构件的预制	227
8-2-6 混合材料	217	8-8 混凝土的养护	228
8-3 混凝土配合比	218	8-9 梁体质量要求	229
8-4 混凝土的拌制和运输	221	8-10 混凝土施工机械	229
8-4-1 混凝土的拌制	221	8-10-1 混凝土搅拌机	229
8-4-2 混凝土的运输	222	8-10-2 混凝土搅拌运输车	230
8-5 混凝土的浇筑	223	8-10-3 混凝土泵及泵车	231
8-5-1 一般要求	223	8-10-4 混凝土振动器	233

第 9 章 圬工砌体和冬期施工

9-1 圬工材料	235	9-5-3 砌体勾缝	246
9-2 浆砌石块及预制块墩台、挡土墙 ..	237	9-6 砌体质量要求和容许偏差	247
9-3 浆砌石块及混凝土预制块拱圈	240	9-7 冬期施工	248
9-4 砖砌墩台及拱圈	243	9-7-1 一般规定	248
9-5 桥涵附属工程	244	9-7-2 钢筋、混凝土冬期施工	249
9-5-1 锥坡、护坡	244	9-7-3 砌体冬期施工	253
9-5-2 填土工程	246		

第 10 章 装配式桥梁预制构件安装

10-1 构件安装特点和一般要求	254	10-3 预制构件的移运及堆放	273
10-2 常用吊运工具设备	255	10-3-1 构件移运、堆放要求	273
10-2-1 麻绳	255	10-3-2 构件移运、堆放方法示例	274
10-2-2 钢丝绳	256	10-4 桥梁架设安装方法	276
10-2-3 吊具	261	10-4-1 起重机安装	276
10-2-4 滑车、滑车组	264	10-4-2 人字桅杆安装	277
10-2-5 链滑车	267	10-4-3 钢桁架导梁安装	279
10-2-6 千斤顶	269	10-4-4 浮运安装	282
10-2-7 绞车	270	10-4-5 梁、板支座的安装	283
10-2-8 锚碇	271	10-4-6 梁、板安装质量要求	283

第 11 章 预应力混凝土连续梁桥

11-1 一般规定	285	11-3 挂篮和吊机	287
11-2 悬臂梁起步段的施工	286	11-3-1 挂篮的构造和设计	287

11-3-2 吊机的构造和设计	288	11-7 顶推安装	292
11-3-3 挂篮、吊机的安装	288	11-7-1 施工方法及其特点	292
11-4 悬臂浇筑	289	11-7-2 梁段预制	293
11-5 悬臂拼装	290	11-7-3 梁段顶推	295
11-6 结构体系转换及合拢段施工	292	11-7-4 滑动装置与落梁就位	296
11-6-1 桥跨结构体系转换	292	11-8 施工质量要求	297
11-6-2 合拢段施工	292		

第 12 章 预应力混凝土斜拉桥

12-1 基本特点及其发展	298	12-5-3 预拉及成盘(成圈)	305
12-2 组合体系三要素	298	12-6 斜缆索的安装	305
12-3 索塔施工	301	12-7 施工质量要求	306
12-4 主梁施工	302	附表 12-1 沪产拉索及锚具规格	307
12-5 斜缆索的制备	303	附表 12-2 缆索拉力测定用——XGZ—93 斜拉桥钢索周期仪	310
12-5-1 斜缆索制作	303		
12-5-2 锚具配置	304		

第 13 章 桥面系及其附属工程

13-1 伸缩装置及其安装	312	13-4 桥面沥青混凝土铺装	314
13-2 梁间接缝施工	313	13-5 其他附属工程	315
13-3 桥面水泥混凝土铺装	314	13-6 附属工程施工质量要求	316

第 14 章 桥梁检查与评价

14-1 桥梁检查评价的目的意义	317	14-4 桥梁基本状况资料卡形式 与内容	325
14-2 桥梁检查种类和检查项目	317	14-5 桥梁检查的主要构件和部位	327
14-2-1 桥梁检查种类	317	14-5-1 桥梁检查的主要构件	327
14-2-2 桥梁经常性检查的项目和 记录表格	318	14-5-2 桥梁检查部位及内容	327
14-2-3 桥梁定期检查的项目和 记录表格	318	14-5-3 桥梁结构体系的检测部位 和内容	328
14-2-4 桥梁特殊检查的项目	320	14-5-4 混凝土桥梁结构的重点 检查部位图	328
14-3 桥梁技术状况评定标准	320	14-6 结构混凝土的现场检测法	329
14-3-1 《公路养护技术规范》(JTJ 073 —85)规定的标准	320	14-6-1 混凝土非破损检测法分类 与测定内容	330
14-3-2 桥梁各部位缺损状况的 检查参考评定标准	321	14-6-2 回弹仪法检测结构混凝土的 强度	330
14-3-3 桥梁技术现状评定表	325		

14-6-3	超声波法检测结构混凝土强度 与内部缺陷	335	14-9-1	旧桥检验系数法	349
14-6-4	取芯法检测混凝土强度	337	14-9-2	实桥调查与结构分析 综合法	349
14-7	桥梁墩台沉降及位移观察	339	14-9-3	静力、动力荷载试验 评定法	352
14-7-1	桥梁墩台沉降及位移 方法	339	14-9-4	桥梁承载能力鉴定表式	353
14-7-2	桥梁墩台沉降及位移 观察记录表式	340	14-10	拱桥承载力评定方法	354
14-8	桥梁荷载试验及其分析计算	341	14-10-1	拱桥旧桥检验系数法	354
14-8-1	试验加载方案与实施	341	14-10-2	拱上建筑联合作用对主拱圈各 截面弯矩、挠度的折减	354
14-8-2	常用测试仪器	342	14-11	公路桥梁设计荷载的演变	354
14-8-3	测点布设要求	344	14-11-1	公路桥梁设计荷载历年来 采用的主要规范	354
14-8-4	静载试验记录用表	347	14-11-2	公路桥梁汽车荷载主要 技术指标的演变	355
14-8-5	试验资料的修正计算 与整理	348	14-11-3	公路桥梁验算荷载主要 技术指标的演变	357
14-9	钢筋混凝土梁式桥上部结构 承载力评定方法	349			

第 15 章 桥梁结构的日常维修养护

15-1	桥梁结构养护工程分类与工作 内容	358	15-4-3	预应力混凝土梁、悬臂梁 和连续梁桥的常见裂缝	364
15-2	桥梁养护分级负责制度与 养护质量评定标准	358	15-4-4	拱桥、桁架拱桥与刚架桥的 常见裂缝	366
15-2-1	桥梁养护的三级负责制	358	15-4-5	桥梁结构裂缝最大限值 规定	367
15-2-2	桥梁养护三级负责制职责 分工	359	15-4-6	桥梁墩台的常见裂缝	368
15-2-3	桥涵、隧道养护质量检查 评定标准及说明	359	15-4-7	砖石砌体裂缝产生原因及 形式	370
15-3	混凝土构件表面缺陷的维修	360	15-4-8	桥梁结构裂缝修补技术	370
15-3-1	混凝土桥梁结构表层缺陷 的类型及其产生原因	360	15-5	盐害引起混凝土和钢筋的锈蚀 与维修	374
15-3-2	桥梁结构表层缺陷的 常用修补法	361	15-5-1	混凝土和钢筋锈蚀的原因 分析	374
15-3-3	桥梁结构表层缺陷修补常用 材料配比及性能	362	15-5-2	钢筋锈蚀对结构产生的 影响	374
15-4	混凝土桥梁构件裂缝修补技术	363	15-5-3	桥梁结构钢筋锈蚀的维修 方法	374
15-4-1	构件裂缝发生的主要原因	363	15-5-4	盐害引起的混凝土和钢筋 锈蚀桥梁维修实例	375
15-4-2	混凝土与钢筋混凝土简支 梁桥的常见裂缝	363			

15-5-5	混凝土与钢筋防锈常用涂料 类型	376	技术	382
15-6	钢筋混凝土桥面板及桥面 铺装层的维修	377	15-8 桥梁支座的维修养护	384
15-6-1	桥面板的损坏分类及原因 分析	377	15-8-1 常用桥梁支座类型及构造	384
15-6-2	桥面板破损的维修措施	378	15-8-2 桥梁支座常见病害及损坏 原因	386
15-6-3	桥面补强层加固方法 与构造	378	15-8-3 桥梁支座检查	387
15-6-4	桥面板损坏的应急维修 方法	379	15-8-4 桥梁支座的养护	387
15-6-5	桥面铺装层修补实例	380	15-8-5 桥梁支座的维修加固	387
15-7	桥面伸缩缝的养护维修	381	15-8-6 板式橡胶支座主要产品 规格	388
15-7-1	伸缩缝的常见病害及成因 分析	381	15-8-7 盆式橡胶支座主要产品 规格	389
15-7-2	伸缩缝的维修养护方法	381	15-9 超重车辆过桥的管理与加固 措施	391
15-7-3	橡胶伸缩缝安装(更新)		15-9-1 超重车辆的种类及技术 数据	391
			15-9-2 超重车辆过桥的管理措施	404

第 16 章 桥梁上部结构的加固

16-1	混凝土梁式桥上部结构缺陷成因 分析	405	形式	420
16-2	钢板粘贴加固法	406	16-4-3 桥梁加宽工程的作业顺序	421
16-2-1	粘贴加固形式	406	16-5 拱桥上部结构加固	422
16-2-2	钢板粘贴加固应力分析	407	16-5-1 拱桥上部结构的常用加固 方法	422
16-2-3	钢板粘贴加固设计计算	407	16-5-2 砖、石拱桥的抢修和临时 加固方法	426
16-2-4	钢板粘贴加固工艺	408	16-5-3 顶推法加固拱桥施工技术	427
16-2-5	钢板粘贴加固粘结料的 配制	409	16-5-4 双曲拱桥上部结构体外预 应力加固法	430
16-3	体外预应力加固法	413	16-5-5 拱桥施工常见事故及处理	431
16-3-1	体外预应力加固形式及 适用情况	413	16-6 拱桥拓宽加固方法	432
16-3-2	体外预应力加固体系受力 分析及计算	414	16-7 桥改涵施工方法	433
16-3-3	体外预应力加固施工	415	16-8 桥梁上部结构的抗震加固	434
16-3-4	体外预应力加固钢筋 混凝土 T 梁图例	416	16-8-1 地震震级和烈度	434
16-4	桥梁拓宽加固技术	419	16-8-2 梁式桥防止纵向落梁的抗震 加固方法	437
16-4-1	拓宽加固的常用图式	419	16-8-3 梁式桥防止横向落梁的抗震 加固方法	440
16-4-2	拓宽加固新旧主梁的联结		16-8-4 梁式桥防止支座破坏的加固	

方法	441	梁的施工方法	444
16-8-5 拱桥上部结构抗震加固		16-9-3 利用船只将桁架梁桥卸除移	
方法	442	位施工方法	444
16-9 桥梁上部结构拆除方法	443	16-9-4 简支梁桥拆除方法	445
16-9-1 利用架桥机拆除旧梁更换新		16-9-5 拱桥拱上结构拆除施工	
梁的施工方法	443	方法	445
16-9-2 利用吊机拆除悬臂梁或连续			

第 17 章 桥梁下部结构的维修加固

17-1 桥梁基础的类型与常见缺陷	447	尺寸参考表	458
17-2 桥梁基础的防护与加固	447	17-6 桥梁沉陷修复顶升工艺	462
17-2-1 桥梁基础的防护	447	17-6-1 桥梁沉陷修复顶升工艺	462
17-2-2 桥梁基础的维修加固	450	17-6-2 顶升矫正梁位施工技术	463
17-3 桥梁墩台的维修加固	451	17-6-3 用液压千斤顶顶升桥梁加高	
17-3-1 桥台的维修加固	451	墩台的劳动组织	464
17-3-2 桥墩的维修加固	452	17-6-4 用液压千斤顶顶升桥梁加高	
17-4 拱桥墩台基础的加固方法	453	墩台施工主要机具	464
17-5 汛期抢险抗洪措施	454	17-7 墩台基础的注浆加固	465
17-5-1 桥梁遭受暴洪毁坏的过程	454	17-7-1 注浆法加固类型	465
17-5-2 危险墩台局部冲刷的简便		17-7-2 常用注浆加固材料	466
观测方法	455	17-7-3 旋喷法注浆加固	468
17-5-3 汛期抢险抗洪措施	456	17-8 桥梁下部结构的抗震加固	
17-5-4 常用防浪措施简表	456	方法	471
17-5-5 调治构造物防护计算及		主要参考文献	474

第 1 章 常用资料和技术标准

1-1 一般计算公式

1-1-1 三角形计算公式

三角形计算公式表

表 1-1

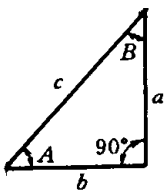
图 形	已 知	求	公 式	直 角 三 角 形 表 解			
<p>F—面积</p> 	a, c	A, B	$\sin A = \frac{a}{c}, \cos B = \frac{a}{c}$	b	a	A	C
		b, F	$b = \sqrt{c^2 - a^2}, F = \frac{a}{2} \sqrt{c^2 - a^2}$	1/12	1	85°14'	1.0035
	a, b	A, B	$\operatorname{tg} A = \frac{a}{b}, \operatorname{tg} B = \frac{b}{a}$	1/11	1	84°50'	1.0041
		c, F	$c = \sqrt{a^2 + b^2}, F = \frac{ab}{2}$	1/10	1	84°17'	1.0050
	A, a	B, b	$B = 90^\circ - A, b = a \operatorname{ctg} A$	1/9	1	83°40'	1.0061
		c, F	$c = \frac{a}{\sin A}, F = \frac{a^2 \operatorname{ctg} A}{2}$	1/8	1	82°53'	1.0080
	A, b	B, a	$B = 90^\circ - A,$ $a = b \operatorname{tg} A = c \cos B$	1/7	1	81°52'	1.0102
		c, F	$c = \frac{b}{\cos A}, F = \frac{b^2}{2} \operatorname{tg} A$	1/6	1	80°31'	1.0138
	A, c	B, a	$B = 90^\circ - A, a = c \sin A$	1/5	1	78°41'	1.0198
		b, F	$b = c \cos A,$ $F = \frac{a^2 \sin A \cos A}{2} = \frac{c^2 \sin 2A}{4}$	1/4	1	75°58'	1.0307
	c, b	A, B	$\cos A = \frac{b}{c}, B = 90^\circ - A$	1/2	1	63°26'	1.1180
		a, F	$a = \sqrt{c^2 - b^2}, F = \frac{ab}{2}$	3/4	1	53°08'	1.2500

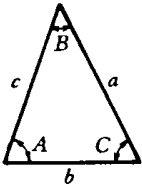
图 形	已 知	求	公 式	直 角 三 角 形 表 解			
$S = \frac{a+b+c}{2}$ 	a, b, c	A	$\sin \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$ $\cos \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}}$	1	1	45°00'	1.4142
			$\operatorname{tg} \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{s(s-a)}}$ $\sin \frac{1}{2}B = \sqrt{\frac{(s-a)(s-c)}{ac}}$	$1 \frac{1}{4}$	1	38°40'	1.6000
		B	$\cos \frac{1}{2}B = \sqrt{\frac{s(s-b)}{ac}}$ $\operatorname{tg} \frac{1}{2}B = \sqrt{\frac{(s-a)(s-c)}{s(s-b)}}$	$1 \frac{1}{2}$	1	33°42'	1.8028
		C	$\sin \frac{1}{2}C = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)}{ab}}$ $\cos \frac{1}{2}C = \sqrt{\frac{s(s-c)}{ab}}$	$1 \frac{3}{4}$	1	29°44'	2.0160
		F	$\operatorname{tg} \frac{1}{2}C = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)}{s(s-c)}}$ $F = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$	$2 \frac{1}{2}$	1	26°34'	2.2360
a, A, B	b, c	$b = \frac{a \sin B}{\sin A},$ $c = \frac{a \sin C}{\sin A} = \frac{a \sin(A+B)}{\sin A}$	$2 \frac{1}{2}$	1	21°50'	2.6850	
	F	$F = \frac{1}{2}ab \sin C$ $= \frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$	3	1	18°26'	3.1620	
a, b, A	B	$\sin B = \frac{b \sin A}{a}$	$3 \frac{1}{2}$	1	16°00'	3.6880	
	c	$c = \frac{a \sin C}{\sin A} = \frac{b \sin C}{\sin B}$ $= \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C}$	4	1	14°02'	4.1240	
	F	$F = \frac{1}{2}ab \sin C$	$4 \frac{1}{2}$	1	12°32'	4.6081	
a, b, c	A	$\operatorname{tg} A = \frac{a \sin C}{b - a \cdot \cos C}$	5	1	11°18'	5.1003	
		$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A-B)$ $= \frac{a-b}{a+b} \operatorname{ctg} \frac{1}{2}C$	$5 \frac{1}{2}$	1	10°18'	5.6000	
	c	$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}$ $= \frac{a \sin C}{\sin A}$	6	1	9°25'	6.1121	
	F	$F = \frac{1}{2}ab \sin C = \frac{1}{2}bc \sin A$	$6 \frac{1}{2}$	1	8°45'	6.5733	

图 形	公 式	直角三角形表解			
(同上页)	$A+B+C=180^\circ,$ $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$	7	1	8°08'	7.0680
	$\sin A + \sin B + \sin C$ $= 4 \cos \frac{A}{2} \cos \frac{B}{2} \cos \frac{C}{2}$	$7 \frac{1}{2}$	1	7°36'	7.5601
	$\cos A + \cos B + \cos C$ $= 1 + 4 \sin \frac{A}{2} \sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2}$	8	1	7°07'	8.0717
	$\operatorname{tg} A + \operatorname{tg} B + \operatorname{tg} C = \operatorname{tg} A \operatorname{tg} B \operatorname{tg} C$				
	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$			$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A+B)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A-B)}$	

1-1-2 平面图形计算公式

平面图形计算公式表

表 1-2

A—面积; R—半径、外接圆半径; r—内切圆半径; S—边长;
 n—边数; a—角度; l—弧长、圆周长; p—椭圆周长; l_b—摆线长

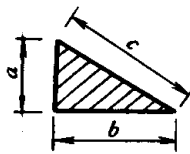
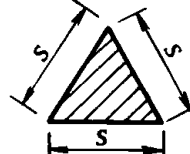
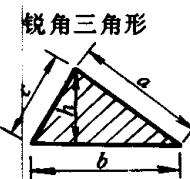
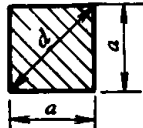
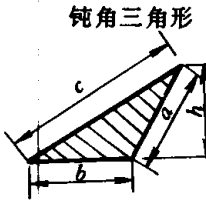
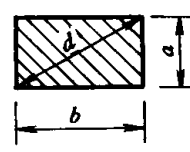
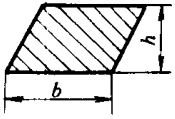
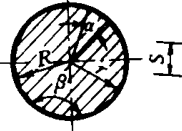
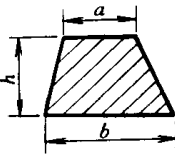

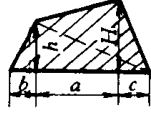
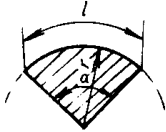
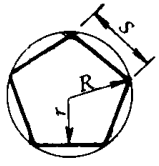
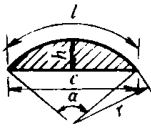
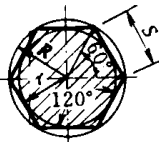



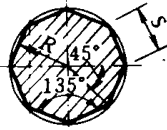
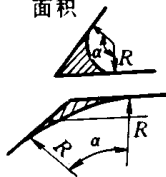
图 形	公 式	图 形	公 式
直角三角形 	$A = \frac{ab}{2}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$	等边三角形 	$A = \frac{\sqrt{3}}{4} S^2 = 0.433 S^2$
锐角三角形 	$A = \frac{bh}{2} = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2b}\right)^2}$ 设 $S = \frac{1}{2}(a+b+c)$, 则 $A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$	正方形 	$A = \frac{1}{2} d^2$ $a = 0.7071 d$ $d = 1.414 a$
钝角三角形 	$A = \frac{bh}{2} = \frac{b}{2} \sqrt{a^2 - \left(\frac{c^2 - a^2 - b^2}{2b}\right)^2}$ 设 $S = \frac{1}{2}(a+b+c)$, 则 $A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$	矩形 	$A = ab$ $A = a \sqrt{d^2 - a^2} = b \sqrt{d^2 - b^2}$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$ $a = \sqrt{d^2 - b^2} = A \div b$ $b = \sqrt{d^2 - a^2} = A \div a$

图 形	公 式	图 形	公 式
<p>平行四边形</p> 	$A = bh$	<p>正多边形</p> 	$\alpha = 360^\circ \div n, \beta = 180^\circ - \alpha$ $A = \frac{nsr}{2} = \frac{ns}{2} \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}$ $R = \sqrt{r^2 + \frac{S^2}{4}}, r = \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}}$ $S = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$
<p>梯形</p> 	$A = \frac{(a+b)h}{2}, h = \frac{2A}{a+b}$ $a = \frac{2A}{h} - b, b = \frac{2A}{h} - a$	<p>圆形</p> 	$A = \pi r^2 = 3.1416r^2 = 0.7854d^2$ $C = 2\pi r = 6.2832r = 3.1416d$ $r = C \div 6.2832 = \sqrt{A \div 3.1416}$ $= 0.564 \sqrt{A}$ $d = C \div 3.1416 = \sqrt{A \div 0.7854}$ $= 1.128 \sqrt{A}$
<p>任意四边形</p> 	$A = \frac{(H+h)a + bh + cH}{2}$ 亦可分割成二个三角形将其面积相加求得	<p>分圆</p> 	$l = \frac{r \times \alpha \times \pi}{180} = 0.01745ra$ $= \frac{2A}{r}$ $A = \frac{rl}{2} = 0.008727a^2 r^2$ $\alpha^\circ = \frac{57.296}{r}, r = \frac{2A}{l} = \frac{57.296l}{r}$
<p>正五边形</p> 	$A = 2.3777R^2 = 3.6327r^2$ $S = 1.1756R$	<p>割圆(弓形)</p> 	$A = \frac{1}{2} [rl - c(r-h)]$ $C = 2 \sqrt{h(2r-h)}$ $r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h}, l = 0.01745a$ $h = r - \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - c^2}, \alpha = \frac{57.296l}{r}$
<p>正六边形</p> 	$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} S^2 = 2.5981S^2$ $= 2.5981R^2 = 2\sqrt{3} r^2$ $= 3.4641r^2$ $R = S = 1.155r$ $r = 0.866S = 0.866R$	<p>圆环</p> 	$A = r(R^2 - r^2) = 3.1416(R^2 - r^2)$ $= 3.1416(R+r)(R-r)$ $= 0.7854(D^2 - d^2)$ $= 0.7854(D+d)(D-d)$
<p>正七边形</p> 	$A = 2.7365R^2 = 3.3714r^2$ $= 0.8678R$	<p>直角角缘面积</p> 	$A = r^2 - \frac{\pi r^2}{4} = 0.2146r^2$ $= 0.1075c^2$
<p>正八边形</p> 	$A = 4.828S^2 = 2.828R^2$ $= 3.314r^2$ $R = 1.307S = 1.082r$ $r = 1.207S = 0.924R$ $S = 0.765R = 0.828r$	<p>不定角角缘面积</p> 	$A = R^2 (\text{tg} \frac{\alpha}{2} - 0.00873\alpha)$