



全国高职高专教育“十一五”规划教材



高职高专教育“道路与桥梁工程技术专业”系列教材

桥梁工程技术

薛安顺 主编



高等教育出版社
Higher Education Press



U44
X302



全国高职高专教育“十一五”规划教材
高职高专教育“道路与桥梁工程技术专业”系列教材

桥梁工程技术

薛安顺 主编
陈秋玲 代若愚 副主编

责任编辑：薛安顺 封面设计：陈秋玲 版式设计：陈秋玲 校对：陈秋玲 印刷：陈秋玲 装订：陈秋玲 发行：陈秋玲 经销：陈秋玲 印刷厂：陈秋玲 印刷日期：2009年9月 印刷地点：北京

责任编辑：薛安顺 封面设计：陈秋玲 版式设计：陈秋玲 校对：陈秋玲 印刷：陈秋玲 装订：陈秋玲 发行：陈秋玲 经销：陈秋玲 印刷厂：陈秋玲 印刷日期：2009年9月 印刷地点：北京

责任编辑：薛安顺 封面设计：陈秋玲 版式设计：陈秋玲 校对：陈秋玲 印刷：陈秋玲 装订：陈秋玲 发行：陈秋玲 经销：陈秋玲 印刷厂：陈秋玲 印刷日期：2009年9月 印刷地点：北京



1460310

责任编辑：薛安顺 封面设计：陈秋玲 版式设计：陈秋玲 校对：陈秋玲 印刷：陈秋玲 装订：陈秋玲 发行：陈秋玲 经销：陈秋玲 印刷厂：陈秋玲 印刷日期：2009年9月 印刷地点：北京

责任编辑：薛安顺 封面设计：陈秋玲 版式设计：陈秋玲 校对：陈秋玲 印刷：陈秋玲 装订：陈秋玲 发行：陈秋玲 经销：陈秋玲 印刷厂：陈秋玲 印刷日期：2009年9月 印刷地点：北京

高等教育出版社

1178008

内容提要

本书采用单元式、模块化、实例型教学方案对桥梁工程技术课程进行规划和设计,重点培养学生认识桥梁构造、熟悉勘测设计步骤、套用标准图进行施工图设计、掌握施工方法、编制施工方案和现场组织施工的能力。全书共有桥梁规划和总体设计、梁桥、拱桥、桥梁墩台四个教学单元。每个单元先介绍基本知识、基本构造、设计要点及施工方法,然后专设一章能力训练。训练共分八个能力模块,每个模块中给出一个工程实例,再安排一个训练项目,讲练结合,力求快速提高学生的桥梁知识水平和实践能力。

本书可作为高等职业技术学院道路与桥梁工程专业及相关专业教材,亦可供各级各类公路设计、施工、管理单位的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程技术/薛安顺主编. —北京:高等教育出版社,2009.9

ISBN 978 - 7 - 04 - 027638 - 1

I. 桥… II. 薛… III. 桥梁工程 IV. U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 132760 号

策划编辑	张骁军	责任编辑	葛 心	封面设计	张志奇	责任绘图	尹 莉
版式设计	陆瑞红	责任校对	杨凤玲	责任印制	毛斯璐		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 23
字 数 560 000

购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 9 月第 1 版
印 次 2009 年 9 月第 1 次印刷
定 价 29.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27638 - 00

前言

随着我国高等职业技术教育的迅猛发展,改革教学方法、提高教学质量越来越受到社会的关注,按照工作过程开发课程,工学结合,提高学生的实践能力已成为教育界共同追求的目标。本教材采用单元式、模块化、实例型教学方案,对桥梁工程技术这门交通土建专业的核心课程重新进行规划和设计。按照高职教育的培养目标,舍弃繁琐复杂的桥梁结构分析计算,重点培养学生认识桥梁结构构造、熟悉勘测设计步骤、套用标准图进行施工图设计、掌握施工方法、编制施工方案和现场组织施工的能力。每个单元先介绍基本知识、基本构造和设计及施工方法,然后专设一章能力训练。共有八个能力模块,每个模块中先给出一个工程实例,然后再安排一个训练项目。这些基于工作过程的训练项目将使学生学有所用,做有参考,把工学结合体现在课堂教学中,以快速提高学生的知识水平和实践能力。

本书编写的目标是:既详细地介绍公路桥梁的设计和施工方法,又有充实的资料和丰富的实例,力图使学生通过阅读此书、参考示例,能独立地承担起大、中、小桥的设计和施工任务,同时又可供各级各类公路设计、施工、管理单位的技术人员参考。全书共分四个单元。单元一桥梁规划和总体设计,包含一至三章,重点介绍桥梁的组成与分类、桥梁作用及桥梁规划与总体设计的内容、方法步骤,安排了桥梁结构尺寸计算与标注和桥梁方案设计两个能力训练模块。单元二梁桥,包含四至七章,介绍梁桥的分类与构造、标准图、上部结构设计和施工,并安排有梁桥上部结构设计和施工方案编制两个能力训练模块。单元三拱桥,包括八至十一章,介绍拱桥构造、设计和施工,设有拱桥上部结构设计、石拱桥上部结构施工方案编制两个能力训练模块。单元四桥梁墩台,包括十二至十五章,介绍桥梁墩台的构造、设计和施工,设有桥墩设计和桥梁下部结构施工方案编制两个能力训练模块。

单元一由陕西交通职业技术学院薛安顺编写;单元二由新疆交通职业技术学院陈秋玲编写;单元三中的第八章由昆明冶金高等专科学校龙晓波编写,第九、十、十一章由昆明冶金高等专科学校代若愚编写;单元四第十二章、十四章由新疆交通职业技术学院李江平编写,第十三章及第十五章的能力模块八由陕西省交通职业技术学院张省侠编写,第十五章的能力模块七由陕西省交通职业技术学院田建辉编写。全书由薛安顺主编,并统一进行了修改。本书由天津大学韩庆华教授担任主审。陕西交通职业技术学院张鹏、新疆交通职业技术学院李轮等老师参加了本书编写大纲审定会,提出了许多宝贵建议;在本书编写过程中,陕西交通职业技术学院卢颖同志做了大量工作;书后所列参考文献对本书的编写给予了巨大的技术支持。在此对其作者一并表示诚挚谢意!

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2009年6月于西安

合 建 梁 桥 四 元 单

012	工 桥 合 建 梁 桥	章 四 十 第	035	工 桥 合 建 梁 桥	章 二 十 第
016	工 桥 合 建 梁 桥	章 一 第	039	工 桥 合 建 梁 桥	章 一 第
024	工 桥 合 建 梁 桥	章 二 第	044	工 桥 合 建 梁 桥	章 二 第
032	工 桥 合 建 梁 桥	章 三 第	048	工 桥 合 建 梁 桥	章 三 第
036	工 桥 合 建 梁 桥	章 四 第	052	工 桥 合 建 梁 桥	章 四 第
040	工 桥 合 建 梁 桥	章 五 第	056	工 桥 合 建 梁 桥	章 五 第
044	工 桥 合 建 梁 桥	章 六 第	060	工 桥 合 建 梁 桥	章 六 第
048	工 桥 合 建 梁 桥	章 七 第	064	工 桥 合 建 梁 桥	章 七 第

目 录

单 元 一 桥 梁 规 划 和 总 体 设 计

第一章 桥梁基本知识	3	第一节 桥梁规划	24
第一节 桥梁组成与分类	3	第二节 桥梁总体设计	29
第二节 桥梁作用	9	第三章 能力训练	41
第三节 桥梁建筑概况	18	能力模块一:桥梁结构尺寸计算与标注	41
第二章 桥梁规划与总体设计	24	能力模块二:桥梁方案设计	45

单 元 二 梁 桥

第四章 梁桥构造	55	第二节 套用标准图设计简支梁桥上部结构	110
第一节 梁桥分类	55	第六章 梁桥上部结构施工	114
第二节 梁桥细部构造	59	第一节 梁桥就地浇筑施工	114
第三节 钢筋混凝土简支板桥构造	72	第二节 梁桥装配式施工	127
第四节 装配式预应力混凝土简支梁桥构造	75	第三节 悬臂施工	148
第五节 大跨径梁桥构造	84	第四节 桥面及其附属工程施工	170
第六节 斜桥构造	93	第七章 能力训练	180
第五章 简支梁桥上部结构设计	100	能力模块三:梁桥上部结构设计	180
第一节 梁桥标准设计图简介	100	能力模块四:梁桥上部结构施工方案编制	194

单 元 三 拱 桥

第八章 拱桥构造	209	第十章 拱桥施工	237
第一节 拱桥的组成及建筑类型	209	第一节 拱桥施工方法概述	237
第二节 主拱圈的构造	214	第二节 有支架施工	238
第三节 拱上建筑的构造	220	第三节 无支架施工	247
第九章 拱桥设计	226	第十一章 能力训练	256
第一节 拱桥的总体设计	226	能力模块五:拱桥上部结构设计	256
第二节 利用标准图进行石拱桥施工图设计	229	能力模块六:石拱桥上部结构施工方案编制	258



单元四 桥梁墩台

第十二章 桥梁墩台构造	269	第十四章 桥梁墩台施工	316
第一节 桥墩构造	269	第一节 混凝土和石砌墩台施工	316
第二节 桥台构造	274	第二节 滑动模板施工	321
第十三章 桥梁墩台设计	281	第三节 桥台附属工程施工	327
第一节 作用及作用效应组合	281	第十五章 能力训练	330
第二节 重力式桥墩计算	285	能力模块七:桥墩设计	330
第三节 桩柱式桥墩计算	293	能力模块八:桥梁下部结构施工方案编制	349
第四节 重力式桥台计算	312		

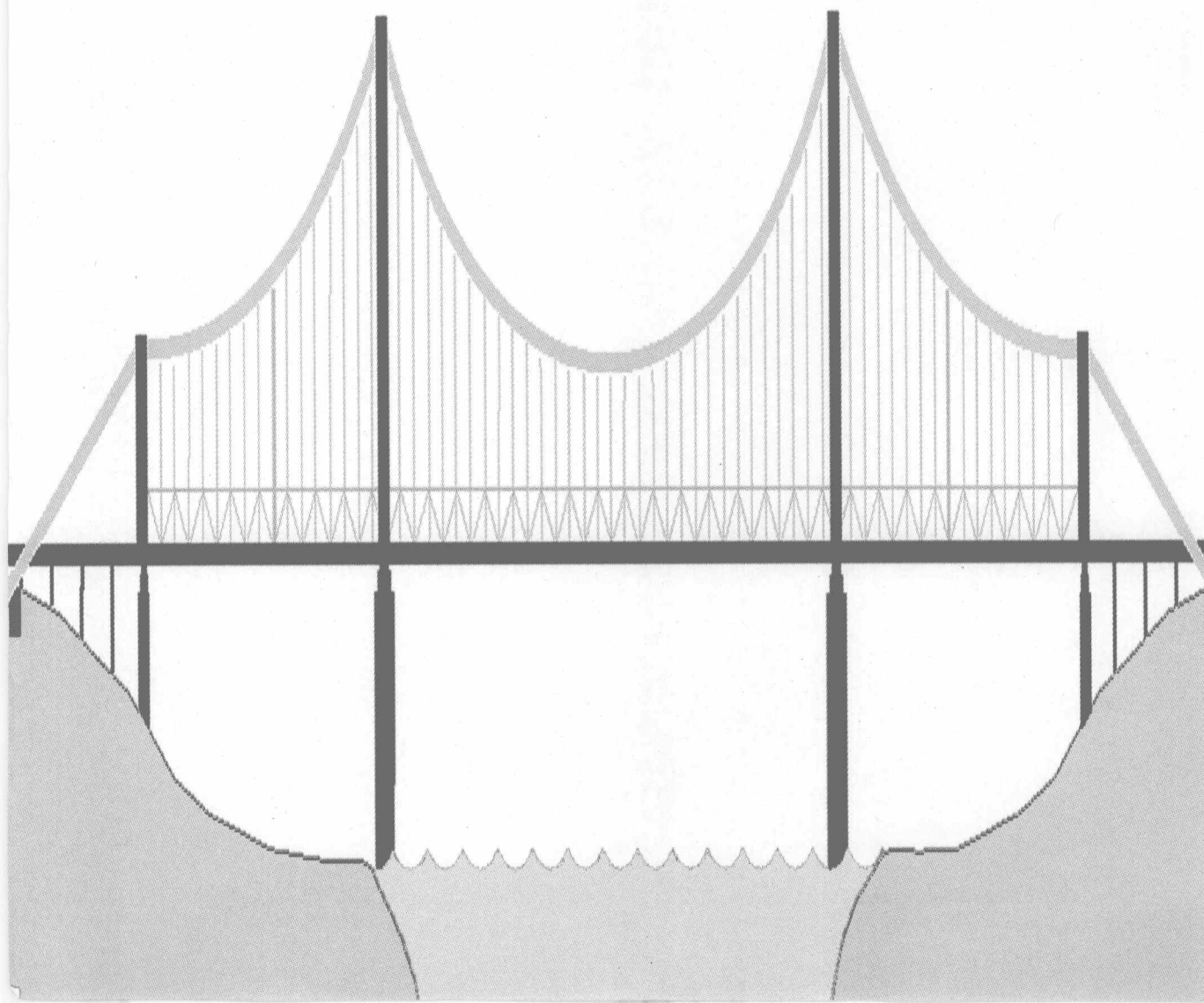
参考文献	358
------------	-----

单元二

101	102	103	104
105	106	107	108
109	110	111	112
113	114	115	116
117	118	119	120
121	122	123	124
125	126	127	128
129	130	131	132
133	134	135	136
137	138	139	140
141	142	143	144
145	146	147	148
149	150	151	152
153	154	155	156
157	158	159	160
161	162	163	164
165	166	167	168
169	170	171	172
173	174	175	176
177	178	179	180
181	182	183	184
185	186	187	188
189	190	191	192
193	194	195	196
197	198	199	200
201	202	203	204
205	206	207	208
209	210	211	212
213	214	215	216
217	218	219	220
221	222	223	224
225	226	227	228
229	230	231	232
233	234	235	236
237	238	239	240
241	242	243	244
245	246	247	248
249	250	251	252
253	254	255	256
257	258	259	260
261	262	263	264
265	266	267	268
269	270	271	272
273	274	275	276
277	278	279	280
281	282	283	284
285	286	287	288
289	290	291	292
293	294	295	296
297	298	299	300
301	302	303	304
305	306	307	308
309	310	311	312
313	314	315	316
317	318	319	320
321	322	323	324
325	326	327	328
329	330	331	332
333	334	335	336
337	338	339	340
341	342	343	344
345	346	347	348
349	350	351	352
353	354	355	356
357	358	359	360
361	362	363	364
365	366	367	368
369	370	371	372
373	374	375	376
377	378	379	380
381	382	383	384
385	386	387	388
389	390	391	392
393	394	395	396
397	398	399	400
401	402	403	404
405	406	407	408
409	410	411	412
413	414	415	416
417	418	419	420
421	422	423	424
425	426	427	428
429	430	431	432
433	434	435	436
437	438	439	440
441	442	443	444
445	446	447	448
449	450	451	452
453	454	455	456
457	458	459	460
461	462	463	464
465	466	467	468
469	470	471	472
473	474	475	476
477	478	479	480
481	482	483	484
485	486	487	488
489	490	491	492
493	494	495	496
497	498	499	500
501	502	503	504
505	506	507	508
509	510	511	512
513	514	515	516
517	518	519	520
521	522	523	524
525	526	527	528
529	530	531	532
533	534	535	536
537	538	539	540
541	542	543	544
545	546	547	548
549	550	551	552
553	554	555	556
557	558	559	560
561	562	563	564
565	566	567	568
569	570	571	572
573	574	575	576
577	578	579	580
581	582	583	584
585	586	587	588
589	590	591	592
593	594	595	596
597	598	599	600
601	602	603	604
605	606	607	608
609	610	611	612
613	614	615	616
617	618	619	620
621	622	623	624
625	626	627	628
629	630	631	632
633	634	635	636
637	638	639	640
641	642	643	644
645	646	647	648
649	650	651	652
653	654	655	656
657	658	659	660
661	662	663	664
665	666	667	668
669	670	671	672
673	674	675	676
677	678	679	680
681	682	683	684
685	686	687	688
689	690	691	692
693	694	695	696
697	698	699	700
701	702	703	704
705	706	707	708
709	710	711	712
713	714	715	716
717	718	719	720
721	722	723	724
725	726	727	728
729	730	731	732
733	734	735	736
737	738	739	740
741	742	743	744
745	746	747	748
749	750	751	752
753	754	755	756
757	758	759	760
761	762	763	764
765	766	767	768
769	770	771	772
773	774	775	776
777	778	779	780
781	782	783	784
785	786	787	788
789	790	791	792
793	794	795	796
797	798	799	800
801	802	803	804
805	806	807	808
809	810	811	812
813	814	815	816
817	818	819	820
821	822	823	824
825	826	827	828
829	830	831	832
833	834	835	836
837	838	839	840
841	842	843	844
845	846	847	848
849	850	851	852
853	854	855	856
857	858	859	860
861	862	863	864
865	866	867	868
869	870	871	872
873	874	875	876
877	878	879	880
881	882	883	884
885	886	887	888
889	890	891	892
893	894	895	896
897	898	899	900
901	902	903	904
905	906	907	908
909	910	911	912
913	914	915	916
917	918	919	920
921	922	923	924
925	926	927	928
929	930	931	932
933	934	935	936
937	938	939	940
941	942	943	944
945	946	947	948
949	950	951	952
953	954	955	956
957	958	959	960
961	962	963	964
965	966	967	968
969	970	971	972
973	974	975	976
977	978	979	980
981	982	983	984
985	986	987	988
989	990	991	992
993	994	995	996
997	998	999	1000
1001	1002	1003	1004
1005	1006	1007	1008
1009	1010	1011	1012
1013	1014	1015	1016
1017	1018	1019	1020
1021	1022	1023	1024
1025	1026	1027	1028
1029	1030	1031	1032
1033	1034	1035	1036
1037	1038	1039	1040
1041	1042	1043	1044
1045	1046	1047	1048
1049	1050	1051	1052
1053	1054	1055	1056
1057	1058	1059	1060
1061	1062	1063	1064
1065	1066	1067	1068
1069	1070	1071	1072
1073	1074	1075	1076
1077	1078	1079	1080
1081	1082	1083	1084
1085	1086	1087	1088
1089	1090	1091	1092
1093	1094	1095	1096
1097	1098	1099	1100
1101	1102	1103	1104
1105	1106	1107	1108
1109	1110	1111	1112
1113	1114	1115	1116
1117	1118	1119	1120
1121	1122	1123	1

单元一 桥梁规划 和总体设计

摘要:本单元主要介绍公路桥梁的组成与分类、我国现行规范中规定的桥梁作用,重点学习桥梁规划及总体设计的原则和方法步骤,通过能力训练培养学生识读桥梁方案图和综合运用专业知识进行桥梁总体方案设计的能力。



第一章

桥梁基本知识

桥梁是道路空中跨越江河湖海、沟谷溪流、公路、铁路、灌渠、城镇、村庄等其他设施的结构物。通常,把跨越江河的桥梁称为跨河大桥;把跨越海峡湖泊的桥梁称为跨海大桥;把跨过原有公路、铁路的桥梁称为跨线桥,也称立交桥;把跨越城镇、村庄等地面设施的桥梁称为高架桥。桥梁结构多种多样,形式多姿多彩。桥梁与人类的生产活动密切相关,不仅是道路工程中必不可少的重要建筑,也是一个国家生产力和科技水平的写照、文化的象征。

第一节 桥梁组成与分类

一、桥梁的组成

桥梁一般由上部结构、下部结构、支座和附属设施等几个部分组成。梁桥和拱桥是桥梁最常用的结构形式,如图 1-1 和图 1-2 所示。

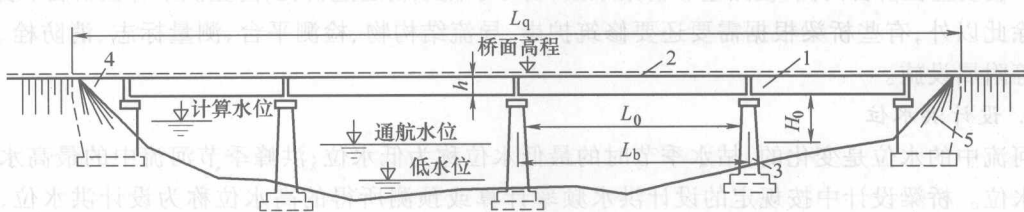


图 1-1 梁桥的基本组成部分

1—主梁; 2—桥面; 3—桥墩; 4—桥台; 5—锥形护坡

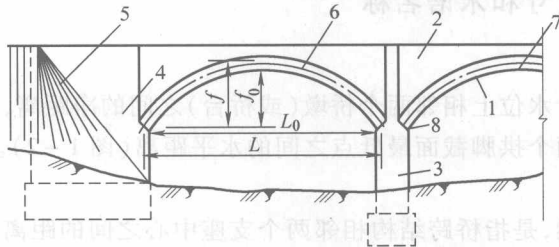


图 1-2 拱桥的基本组成部分

1—拱圈; 2—拱上建筑; 3—桥墩; 4—桥台; 5—锥形护坡; 6—拱轴线; 7—拱顶; 8—拱脚



1. 上部结构

上部结构,又称桥跨结构,是路线跨越障碍的主要承重结构。其作用是承受车辆荷载作用并传递给墩台。上部结构的常用形式有梁、板、拱、拉索、悬索吊杆组合体系等。

2. 下部结构

桥墩、桥台和基础总称为下部结构,是支撑桥跨结构并将荷载传至地基的建筑物。桥台设置在桥梁两端,是路基和桥梁的连接部分,既承受桥梁上的荷载,又承受路基上传来的车辆荷载及土压力,防止路堤填土的滑坡和坍落。桥墩布置在两桥台之间,由桥跨的大小、多少决定其结构形式、尺寸和数量,其作用是支撑桥跨结构,承担相邻桥跨的上部结构重力和车辆荷载作用。单孔桥梁只设桥台,没有桥墩。

桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分称为基础,常用的结构形式为扩大基础和桩基础。它是确保桥梁安全使用的关键,其形式和构造尺寸由桥梁荷载、地质构造、地基承载力、水流、冲刷等多种因素所决定。

3. 支座

支座是梁式桥在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置,它不仅要传递很大的荷载,而且要保证桥跨结构按设计要求能产生一定的变位。目前使用最多的是板式、盆式和球形橡胶支座。

4. 附属设施

桥梁的基本附属设施包括桥面系、伸缩缝、桥头搭板和锥形护坡。桥面系包括桥面铺装、排水设施、护栏、中央分隔带、人行道、栏杆、灯柱、标志标线等;伸缩缝是保证桥跨结构在温度变化时能自由伸缩并使车辆平稳通过的桥梁断开装置,一般设置在两岸桥台和某几个墩顶的桥面部位,横向贯通;桥头搭板设置于路基与桥台连接处,其作用是防止路与桥产生不均匀沉降而导致桥头跳车;锥形护坡设置在桥台两侧,使路基和桥梁顺接,诱导水流顺畅通过桥孔,防止洪水冲刷桥台和路基。

除此以外,有些桥梁根据需要在修筑护岸、导流结构物、检测平台、测量标志、消防栓、景观灯饰等附属设施。

5. 设计洪水位

河流中的水位是变化的,枯水季节时的最低水位称为低水位;洪峰季节河流中的最高水位称为高水位。桥梁设计中按规定的设计洪水频率计算或预测所得的高水位称为设计洪水位,设计洪水位加壅水和浪高称为计算水位。

二、桥梁的主要尺寸和术语名称

(1) 净跨径

对于梁式桥是指设计水位上相邻两个桥墩(或桥台)之间的净距离,用 L_0 表示(图 1-1);对于拱式桥是指每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离(图 1-2)。

(2) 计算跨径

对于具有支座的桥梁,是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离,用 L 表示;对于图 1-2 所示的拱式桥,是指相邻拱脚截面形心点之间的水平距离。因为拱圈(或拱肋)各截面形心点之间的连线称为拱轴线,所以拱桥的计算跨径也就是拱轴线两端点之间的水平距离。桥跨结构的力学计算以计算跨径为基准。

(3) 标准跨径

用 L_b 表示。对于梁式桥,是指相邻两桥墩中心线之间的距离,或桥墩中线与台背前缘之间的距离;对于拱桥则为净跨径($L_b = L_0$)。

根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)(以下简称《桥规》)规定,当标准设计或新建桥涵的跨径在 50 m 及以下时,宜采用标准跨径。桥涵标准化跨径规定如下:

0.75 m、1.0 m、1.25 m、1.5 m、2.0 m、2.5 m、3.0 m、4.0 m、5.0 m、6.0 m、8.0 m、10 m、13 m、16 m、20 m、25 m、30 m、35 m、40 m、45 m、50 m。

(4) 总跨径

是多孔桥梁各孔净跨径的总和,也称桥梁孔径($\sum L_0$)。它反映了桥下宣泄洪水的能力。

(5) 桥梁全长

简称桥长,用 L_q 表示。是指桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。在一条线路中,桥梁和涵洞总长的比重反映它们在整段线路建设中的重要程度。

(6) 桥梁高度

简称桥高,用 H_q 表示。指桥面与低水位之间的高差,或为桥面与桥下路线路面之间的距离。桥高在某种程度上反映桥梁施工的难易性。

(7) 桥下净空高度

是计算洪水位或设计通航水位至桥跨结构最下缘之间的垂直距离,以 H_0 表示,它应保证能安全排泄洪水,并不得小于对该河流通航所规定的净空高度。按《桥规》规定,当桥梁跨越高速公路和一级、二级公路时其桥下净空高度不得小于 5.0 m,当桥梁跨越三、四级公路时其桥下净空高度不应小于 4.5 m。

(8) 建筑高度

用 h 表示。是指桥上行车道路面至桥跨结构最下缘之间的距离。容许建筑高度指公路定线中所确定的桥面高程与通航净空顶部高程之差。桥梁建筑高度必须小于其容许建筑高度。

(9) 矢高和矢跨比

拱桥拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点之连线的垂直距离,称为净矢高(f_0);从拱顶截面形心至拱脚截面形心之连线的垂直距离,称为计算矢高(f)。计算矢高与计算跨径之比(f/L)称为拱圈的矢跨比(或称拱矢度),是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

三、桥梁的分类及适用情况

(一) 桥梁按受力结构的体系分为梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥与组合体系桥

1. 梁式桥(图 1-3)

简称梁桥,按受力图式又可分为简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥。其主要承重构件是梁(板),在竖向荷载作用下无水平反力,桥跨结构主要承受弯矩作用,墩台和基础承受竖向力。

(1) 简支梁桥

如图 1-3a 所示,一般采用一个固定支座和一个活动支座将梁支撑在墩台上,梁身承受正弯矩。每一片梁与桥墩或桥台组成一个桥跨,相邻桥跨之间没有受力关系。简支梁桥属静定结构,相邻桥孔各自单独受力,是公路上最常用的桥梁结构形式。为了减少桥梁伸缩缝数量,保证行车舒

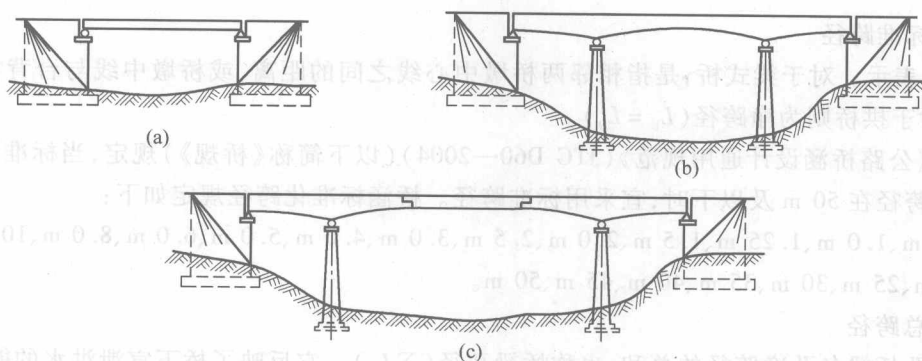


图 1-3 梁式桥

适,也可把部分桥跨用桥面钢筋混凝土铺装连接起来,其受力仍处于简支状态,称为简支桥面连续。

简支梁桥的上部结构一般为空心板、箱梁或 T 形梁,钢筋混凝土空心板和 T 形梁最大跨径为 20 m,常用跨径为 8 m、10 m、13 m 和 16 m;预应力空心板的适宜跨径为 8~25 m;预应力箱梁的适宜跨径为 25 m、30 m、35 m、40 m;预应力混凝土 T 形梁的适宜跨径为 20~50 m。

简支梁(板)桥结构较为简单,施工方便,运营安全性好,是目前各等级公路优先考虑的建设方案,最适宜于在河道宽浅、路线设计标高较低的情况下使用。一般 20 m 以下跨径选用空心板方案,25 m、30 m 跨径多选用组合式预应力箱梁,35 m、40 m、50 m 跨径选用预应力 T 形或 I 形组合梁。

(2) 连续梁桥

如图 1-3b 所示,由几跨梁连接成一个整体,即形成一联,每联由一个固定支座和几个活动支座将梁支撑在墩台上。梁身中部受正弯矩,每个支座处受负弯矩。荷载作用下支点截面产生的负弯矩显著减小了跨中截面的正弯矩,不仅可减小跨中的建筑高度,而且能节省钢筋混凝土数量。但连续梁桥属于超静定结构,对地基要求较高。

连续梁桥分整体式和组合式。整体式连续梁宜选用单箱结构,通常采用支架现浇或悬臂浇筑施工方法,多用于较大跨径的跨线桥、城市桥梁和大跨径的高速公路桥。等截面连续梁的适宜跨径为 40~50 m,变截面连续梁的跨径应用范围是 60~150 m。组合式连续梁的上部结构一般由多片简支箱梁组成。先按简支梁预制安装,然后在墩顶处用钢筋混凝土或预应力混凝土连接,进行体系转换变为连续梁,称为先简支后连续。这种连续梁桥的适用跨径与简支梁桥相同。

(3) 悬臂梁桥

如图 1-3c 所示,其主体是长度超出跨径的悬臂结构。仅一端悬出者称为单悬臂梁,两端均悬出者称为双悬臂梁。对于较长的桥,还可以借助简支的挂梁与悬臂梁一起组合成多孔桥。由于悬臂根部产生的负弯矩减小了跨中正弯矩,所以可节省材料用量。悬臂梁桥属于静定结构,墩台的不均匀沉降不会在梁内引起附加内力。

悬臂梁桥施工较为复杂,桥跨结构整体性不及连续梁桥,目前已较少采用。

2. 拱式桥(图 1-4)

拱式桥简称拱桥,其主要承重结构是拱圈。在竖向荷载作用下,拱圈对桥墩和桥台产生水平推力,这种水平推力显著抵消荷载在拱圈内产生的弯矩作用,因此拱圈内力以压力为主、弯矩为辅,可采用抗压能力强的石料、混凝土等圬工材料来修建。墩台除受竖向压力和弯矩外,还要承受水平推力。拱桥跨越能力大,外形美观,造价相对较低,但建筑高度大,对地基和基础的要求

高,施工较为困难。用石料修建的拱桥称为石拱桥,按主拱圈之上有无腹拱,又分为实腹式和空腹式两种。按桥面与主拱圈的相对位置,拱桥又分为上承式、中承式和下承式。

拱桥适宜于在路线距河床高度大,地质情况好,基岩埋藏深度小、强度高的情况下修建。在石料丰富、地基承载力高的山区,修建石拱桥可以就地取材,降低工程造价。因此,石拱桥是山区三、四级公路和农村道路的首选桥型,其跨径一般为8~30 m,最大可达70 m。在路线跨越水库、峡谷、大型河流时也可修建大跨径拱桥(80~550 m),但必须采用箱型拱、肋拱、刚架拱、钢管拱、钢箱拱等其他高强度材料,并进行专门的设计和施工分析验算。

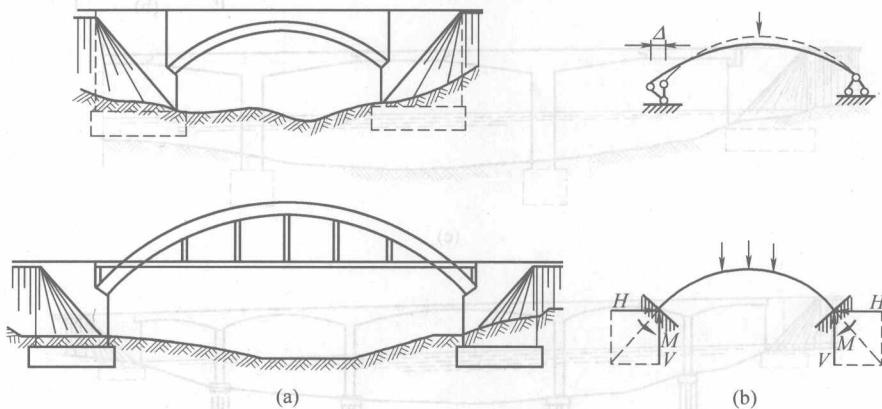


图 1-4 拱式桥

3. 刚架桥(图 1-5)

也称刚构桥,是上部结构与桥墩固结在一起,具有很大刚性的桥梁形式,在立面上呈“T”形。在竖向荷载作用下,跨中产生正弯矩,上部结构与桥墩固结处为负弯矩,桥墩不仅受轴向力作用,还要承受弯矩和剪力。其受力状态介于梁桥与拱桥之间。刚架分直腿刚架与斜腿刚架。多孔连续的预应力刚架桥称为连续刚构,由于其跨越能力强,在通航江河及深沟峡谷地段广泛应用,其跨径范围在80~270 m之间。斜腿刚架由于必须采用有支架现浇施工,一般多用于路堑上的跨线桥。

4. 悬索桥

简称吊桥,主要由桥塔、锚碇、主缆、吊索、加劲梁及鞍座等部分组成,如图1-6所示。加劲梁在吊索的悬吊下,相当于多个弹性支承上的连续梁,弯矩显著减小。吊索将主梁和车辆的重力传递给主缆,桥塔将主缆支起,主缆承受拉力,并被桥两端的锚碇锚固。桥塔承受主缆的传力,主要受轴向压力,并传递给基础。悬索桥结构受力性能好,其轻盈悦目的曲线线形和强大的跨越能力深受人们欢迎。是跨江跨海大桥、通航河道和对景观要求较高的标志性桥梁建筑的首选方案。其最大跨径已达1900 m,但造价高,施工工艺复杂,不宜在低等级公路和中小型河流上使用。

5. 组合体系桥梁

(1) 斜拉桥

斜拉桥由塔柱、斜索和主梁组成,用高强度钢材制成的斜索将主梁多点吊起,并将主梁的荷载传至塔柱,再通过塔柱传至基础及地基。斜拉桥的常用结构形式为三跨双塔式和独塔式,如图1-7所示。

被张紧的斜索将主梁吊住,使主梁像多点弹性支承的连续梁一样工作,这样既发挥了高强材料的作用,又显著减小了主梁截面,使结构减轻而具有很大的跨越能力。斜拉桥最大跨径可达

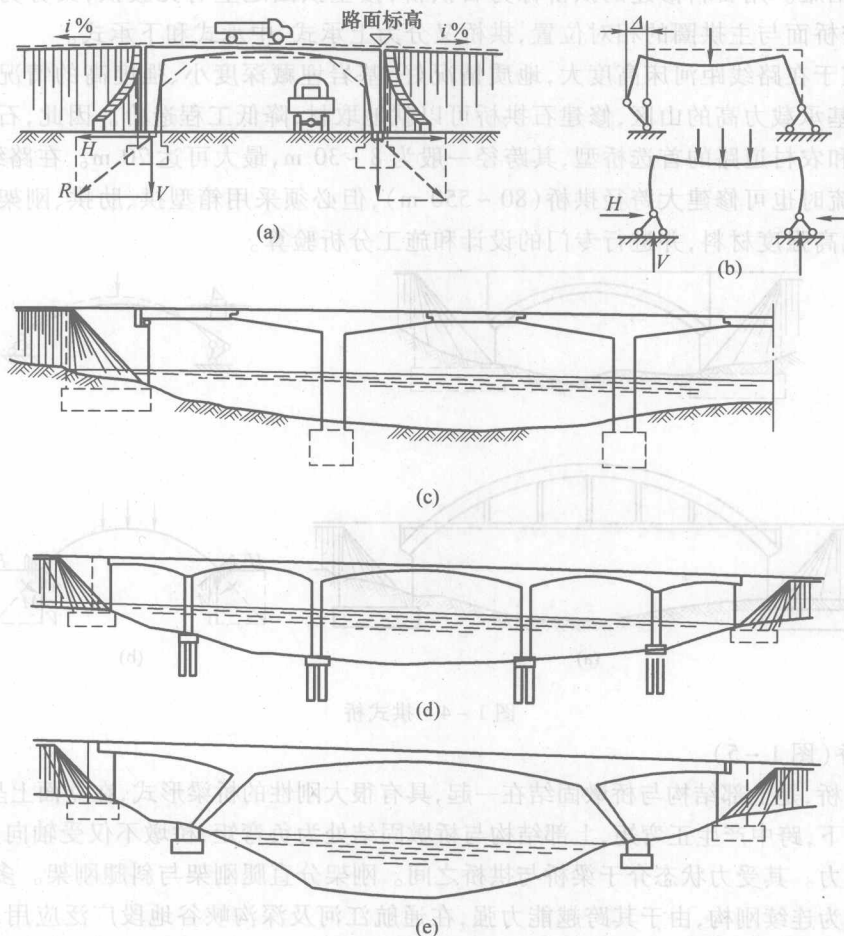


图 1-5 刚架桥示意图

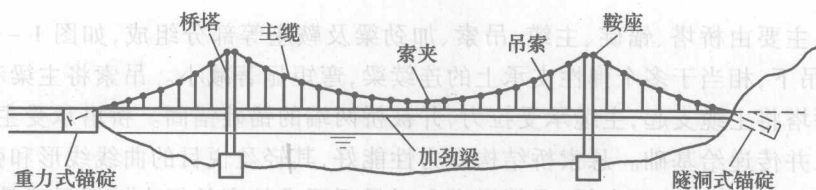


图 1-6 悬索桥简图

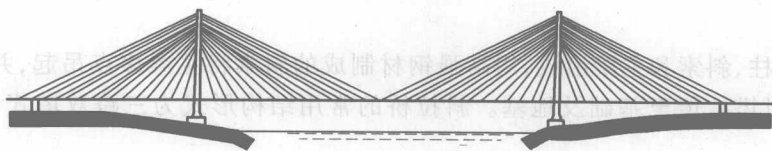


图 1-7 斜拉桥简图

890 m,是跨江跨海以及通航河道大跨径桥梁的常用方案,由于其轻巧优美、挺拔舒展的形象,也经常用于城市桥梁和城镇景观桥梁。但其施工复杂,造价较高。

(2) 梁、拱组合体系

这类体系有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等,它们是利用梁的受弯与拱的承压特点组成的联合结构。其中梁和拱都是主要承重构件,两者相互配合共同受力,如图 1-8 所示。这类组合体系桥,由于受力复杂,施工困难,使用较少。

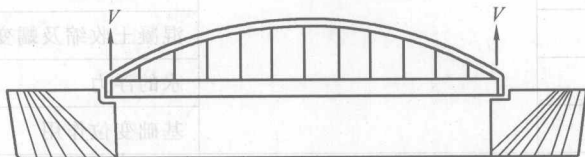


图 1-8 系杆拱桥简图

(二) 其他分类方法

① 桥梁按用途分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农桥、人行桥、运水桥(渡槽)及其他专用桥梁(如通过各种管线等)。

② 按桥梁全长和跨径不同分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。《桥规》规定的划分标准如表 1-1 所示。

表 1-1 桥梁涵洞分类

桥梁分类	多孔桥总长 L/m	单孔跨径 L_k/m
特大桥	$L > 1\,000$	$L_k \geq 100$
大桥	$100 \leq L \leq 1\,000$	$L_k \geq 40$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_k < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_k < 20$
涵洞		$L_k < 5$

③ 按上部结构所用的材料可分为木桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)和钢桥。

④ 按跨越障碍的性质可分为跨河桥、跨海桥、跨线桥(立体交叉)、高架桥和栈桥。

第二节 桥梁作用

作用是指施加在结构上的一组集中力或分布力,或引起结构外加变形或约束变形的原因。前者称为直接作用,亦称荷载,后者称为间接作用。我国现行的《桥规》中,将公路桥梁上的各种作用分为永久作用、可变作用和偶然作用三类。

永久作用是指结构在设计使用期内其值不随时间变化,或其变化与平均值相比可忽略不计的作用。可变作用是指结构在设计使用期内其值随时间变化,且变化与平均值相比不可忽略的作用。可变作用按其对桥涵结构的影响程度,又分为基本可变作用和其他可变作用。偶然作用是指结构在设计使用期内不一定出现,但一旦出现,其值很大,且持续时间很短的作用。

各类作用见表 1-2。



表 1-2 作用分类

编 号	作用分类	作用名称
1	永久作用	结构重力(包括结构附加重力)
2		预加力
3		土的重力
4		土的侧压力
5		混凝土收缩及蠕变作用
6		水的浮力
7		基础变位作用
8	可变作用	汽车荷载
9		汽车冲击力
10		汽车离心力
11		汽车引起的土侧压力
12		汽车制动力
13		人群荷载
14		风荷载
15	偶然作用	流水压力
16		冰压力
17		温度(均匀温度和梯度温度)作用
18		支座摩阻力
19		地震作用
20		船舶或漂流物撞击作用
21		汽车撞击作用

作用效应是指结构对所受作用的反应,如由作用产生的结构或构件的轴向力、弯矩、扭矩、位移、应力、裂缝等。

一、永久作用

永久作用包括结构重力、预加力、土的重力、土的侧压力、混凝土收缩及蠕变作用、水的浮力和基础变位作用七种。

永久作用应采用标准值作为代表值。永久作用的标准值,对结构重力(包括结构附加重力),可按结构构件的实际尺寸与材料的重度计算确定。

结构物自身重力及桥面铺装、附属设施等外加重力均属于结构重力。它们可按照结构物的实际体积或设计拟定的体积乘以材料的重度(表 1-3)计算。桥梁结构重力往往占全部设计作用的大部分,因此采用轻质高强材料对减轻桥梁重力、增大桥梁跨越能力具有重要意义。

表 1-3 常用材料重度

材料种类	重度/(kN/m ³)	材料种类	重度/(kN/m ³)
钢、铸钢	78.5	干砌块石或片石	21.0
铸铁	72.5	沥青混凝土	23.0~24.0
钢筋混凝土或预应力混凝土	25.0~26.0	沥青碎石	22.0
混凝土或石片混凝土	24.0	碎石(砾石)	21.0
浆砌块石或料石	24.0~25.0	填土	17.0~18.0
浆砌片石	23.0	填石	19.0~20.0

其他永久作用均按现行《桥规》规定计算。

二、可变作用

可变作用是指在结构使用期间,其量值随时间变化,且其变化值与平均值相比不可忽略的作用。可变作用包括汽车荷载、汽车冲击力、汽车离心力、人群荷载、汽车制动力、风荷载、流水压力、冰压力等。按其对环境的影响程度,又分为基本可变荷载(活载)和其他可变荷载。本节主要介绍基本可变荷载,其他可变荷载的计算办法请查阅《桥规》。

(一) 汽车荷载

汽车荷载是公路桥涵上最主要的一种可变荷载。设计中采用的汽车荷载为公路—I级和公路—II级两个等级,各级公路桥涵设计的汽车荷载等级按表 1-4 取用。

表 1-4 各级公路桥涵的汽车荷载等级

公路等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
汽车荷载等级	公路—I级	公路—I级	公路—II级	公路—II级	公路—II级

注:1. 二级公路为干线公路且重型车辆多时,其桥涵的设计可采用公路—I级汽车荷载;

2. 四级公路上重型车辆少时,其桥涵设计所采用的公路—II级车道荷载的效应可乘以 0.8 的折减系数,车辆荷载的效应可乘以 0.7 的折减系数。

1. 汽车荷载标准值

汽车荷载由车道荷载和车辆荷载组成。

桥梁结构的整体计算采用车道荷载,桥梁结构的局部加载、涵洞、桥台和挡土墙土压力等的计算采用车辆荷载。车道荷载与车辆荷载的作用不得叠加。

(1) 车道荷载的计算图示(图 1-9)

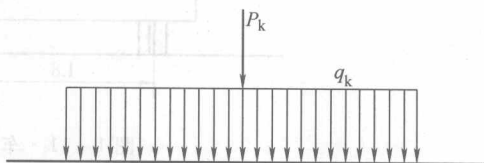
① 公路—I级车道荷载的均布荷载标准值为 $q_k = 10.5 \text{ kN/m}$;集中荷载标准值按以下规定选取:

a. 桥涵计算跨径小于或等于 5 m 时, $P_k = 180 \text{ kN}$ 。

b. 桥涵计算跨径等于或大于 50 m 时, $P_k = 360 \text{ kN}$ 。

c. 桥涵计算跨径大于 5 m 小于 50 m 时, P_k 值采用直线内插求得。

要计算得到剪力效应值时,上述 P_k 乘以 1.2 的系



注:计算跨径:设支座的为相邻两支座中心间的水平距离;不设支座的为上、下部结构相交面中心间的水平距离。

图 1-9 车道荷载