

B

鲍卫刚文集

AOWEIGANGWENJI

人民交通出版社

B

鲍卫刚文集

AOWEIGANGWENJI

2008.8.14

人民交通出版社

U44-53
C2

内 容 提 要

本书作者系中交公路规划设计院副总工程师兼技术发展和质量监督部主任,成绩优异的高级工程师。本书共收集了作者在不同刊物上发表的论文30篇,基本涵盖了作者近年来在公路桥梁结构、抗震性能、钢筋混凝土结构等方面的研究成果,对从事公路桥梁结构规划与设计的技术人员有很高的参考价值。

图书在版编目(C I P)数据

鲍卫刚文集 / 鲍卫刚. —北京: 人民交通出版社,
2003

ISBN 7-114-04656-1

I. 鲍… II. 鲍… III. ①鲍卫刚 文集②道路工
程 文集 IV. U41-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 026141 号

鲍卫刚文集

正文设计: 孙立宇 责任校对: 宿秀英 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 12.25 字数: 321 千

2003 年 7 月 第 1 版

2003 年 7 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—2000 册 定价: 36.00 元

ISBN7-114-04656-1

序 一

近 10 年来,我国公路交通迅速发展,跨越大江大河与海湾建造多座特大跨径桥梁。国道主干线上,新建的桥梁更多。在大规模桥梁建设期间,我国从事桥梁建筑工程人员,为了提高工程质量与安全,节约建设投资,努力奋斗,提高技术水平与科学管理能力,使工程完善,进入世界桥梁建筑先进行列。

中交公路规划设计院是交通部门重要设计单位,担任多座大桥设计和标准规范编制等任务。鲍卫刚同志在我院主管技术发展与质量监督业务,并担任大桥设计项目负责人和桥梁设计规范编制负责人。在工作中遇到急需解决的重要技术问题,结合实践经验,刻苦分析研究,得出结论,完成论文,在学刊上登载,其敬业精神,可为桥梁工程界楷模。

现收集主要论文 30 篇,编为论文集,内容包括三类:(1)桥梁设计与标准规范;(2)桥梁抗风与抗震;(3)混凝土桥梁的收缩、徐变、开裂与其他结构力学问题。标准规范是桥梁设计的依据,体现先进技术的应用。由于国家情况不同,编制的原则亦有区别。随着技术不断进步,标准规范在一定时期应加以修改。大跨径桥梁的结构柔度大,且多数建在沿海地区,易受台风侵袭,风致振动是大跨径桥梁设计最重要的问题。我国幅员辽阔,不少是地震多发地区。桥梁工程抗震,至今尚未完全解决。钢筋混凝土与预应力混凝土桥在公路桥梁中占绝大多数,运行过程中发现不少质量问

题。究其原因,设计与施工均存有不足之处,目前正大力研究,以求改善。以上三类技术问题,均有较多篇幅提出个人论述。希望桥梁技术工作者以此为启发,做更多的研究工作,使桥梁技术水平有新的进展。

本论文集内容丰富,有参考与应用价值,我诚挚地向桥梁界技术工作者推荐,并以此为序。

戴 竞

原中交公路规划设计院总工程师

2003 年 5 月

序 二

鲍卫刚同志于 1987 年在同济大学桥梁与隧道工程专业获工学硕士学位后，受聘到中交公路规划设计院工作。现为该院的副总工程师兼技术发展与质量监督部主任，也是成绩优异的高级工程师。在 10 多年的工作中，他主要从事公路工程标准规范的研究和编制工作，取得了优异的成绩。这本论文集收集了他 30 篇有关桥梁结构及标准规范编制过程中的一些关键问题的研究成果。

我国的公路桥梁设计规范还相对落后，在修订和编制新规范的过程中遇到了不少难题，交通部组织了许多单位开展了专题研究，鲍卫刚同志参与和领导了部分研究工作。这本论文集涉及到了公路桥梁的各种荷载标准如地震荷载、风荷载、船撞荷载、车辆和人群荷载以及钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构的徐变分析方法、变形和裂缝计算等内容，许多成果被纳入了即将要颁布的公路桥梁设计规范中。这本论文集的出版无疑会帮助桥梁工程师和相关人员对这些规范的正确理解和使用。

另外，鲍卫刚同志还翻译了大量的国外文献，这些文献的引入对公路桥梁新规范的编制也是非常有意义的。

通过这本论文集，看到了鲍卫刚同志在工作中的努力和成就，作为他曾经的导师，我十分高兴和欣慰，相信他在以后的工

作中定能更加努力，为我国桥梁工程事业的发展作出更大贡献。

范立础
中国工程院院士
同济大学教授
2003 年 5 月 12 日

自序

献给读者的这本文集,共包括 30 篇论文,内容涉及了参加工作 15 年来所从事的部分技术工作,大多数论文是针对工作中迫切需要解决的技术问题而提出的,力求理论严密,应用方便。

文集汇集了我的主要学术论文,另外有些论文未被选入,但在附录中列出目录。论文按撰写的时间先后编排。凡属个人写的论文,不再署名;属多人合作完成的论文,则列出所有作者的姓名。为尊重历史,论文按原文编入,请读者注意。

为使读者进一步了解我 15 年来所从事的工作,文集的附录列出了我的有关基本信息,包括我的工作简历、主要从事的工作、主要社会兼职和主要获奖项目。

感谢我国桥梁界的老前辈戴竞总工程师,我的导师范立础院士为本文集所作的序。

感谢许许多多关心我的领导、同事、读者,感谢人民交通出版社的鼎力相助,使得本文集能得以出版。

如果本文集能对桥梁工作者有所裨益,则我心满意足矣。同时欢迎同行予以批评和指正。

学海无涯,我必将与国内外的同行共勉,以共同取得更大的成绩。

鲍卫刚

2003 年 5 月

目 录

公路桥涵分类标准研究·····	1
积极开展公路桥梁抗震性能评价及抗震加固	
技术研究·····	21
公路桥梁人群荷载比较研究·····	32
船桥相互作用综述·····	42
关于大跨度桥梁抗震设计与研究的体会和认识·····	69
公路桥梁结构承载能力极限状态可靠度研究·····	75
公路工程抗震重要性分类及其设防标准研究·····	81
关于桥梁所承受的冲击力计算方法的研究·····	95
预应力混凝土连续梁式桥裂缝成因分析·····	101
《公路桥梁抗风设计指南》介绍·····	129
公路桥梁车辆荷载研究·····	142
公路桥涵高强混凝土结构设计·····	153
主孔桥上部结构设计·····	163
大件运输车辆过桥能力检算分析软件编制·····	174
曲线桥梁结构徐变次内力分析·····	182
公路桥梁车辆荷载纵横向折减系数研究·····	196
公路桥梁标准车辆荷载比较研究·····	208
桥梁承台桩基柔度的模拟·····	221
钢筋混凝土受弯构件变形比较研究·····	227

钢和混凝土组合截面徐变效应分析	242
部分预应力组合开裂构件的应力计算	253
桥梁结构徐变次内力分析	260
预应力混凝土连续刚构桥的设计	273
部分预应力混凝土梁的设计	290
公路桥涵设计规范徐变系数的解析	303
三弯矩方程在分析连续梁混凝土徐变效应 中的应用	310
混凝土收缩徐变引起的预应力损失的简化 计算方法	316
混凝土收缩徐变引起的预应力损失的计算	327
钢筋混凝土及预应力混凝土受扭构件的设计	337
混凝土结构的徐变计算	354
附录 A 未编入本论文集的论文论著目录	375
附录 B 译文译著目录	376
附录 C 鲍卫刚的基本信息	378

公路桥涵分类标准研究

1 前言

我国现行的桥涵分类标准由《公路工程技术标准》(以下简称《标准》)JTJ 001—81(以下简称(81))沿用至今。《标准》(81)反映了当时我国公路桥梁的基本建设水平。随着我国改革开放的进行,公路交通事业发生了天翻地覆的变化,高速公路、一级公路从无到有,截止到 2001 年底,里程总长度已跃居世界前列。新材料、新技术、新工艺及计算机在公路工程中的广泛应用,推动了我国公路工程中许多特大型桥梁的建设,如南京长江第二大桥、江阴长江公路大桥、广东虎门大桥、润扬长江公路大桥、苏通长江公路大桥、舟山连岛工程等等。这些特大桥和高速公路、一级公路等各等级公路上的桥梁构造物的建设使我们有必要重新审视和研究桥涵分类标准,以适应当前公路工程建设的需求。于此对桥涵分类标准进行进一步的研究分析,并提出本报告。

2 对现行标准的分析

2.1 《标准》(97)的规定

《标准》(97)是 1997 年 11 月 26 日经交通部交公路发[1997] 755 号文批准发布,自 1998 年 1 月 1 日起施行。其中的桥涵分类标准(表 1)沿用了《标准》(88)的相关规定,仅相对《标准》(72)增

加了特大桥一栏。

《标准》(97)的桥涵分类标准

表 1

桥涵分类	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径 L_0 (m)
特大桥	$L \geq 500$	$L_0 \geq 100$
大桥	$100 \leq L < 500$	$40 \leq L_0 < 100$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_0 < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_0 < 20$
涵洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

注: (1) 单孔跨径系指标准跨径而言;

(2) 多孔跨径总长仅作为划分特大、大、中、小桥及涵洞的一个指标: 梁式桥、板式桥涵为多孔标准跨径的总长; 拱式桥涵为两岸桥台内起拱线间的距离; 其他型式桥梁为桥面系车道长度;

(3) 管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少, 均称为涵洞。

《标准》中的桥涵分类标准采用了两个指标: 一个是单孔跨径 L_0 (指标准跨径, 下同), 另一个是多孔跨径总长 L 。符合其中一个指标即可归类。

根据《标准》(97)的条文说明, 单孔跨径划分的依据是根据前段时期我国公路桥梁的修筑水平, 认为单孔跨径 100m 以上的各类型桥梁的设计施工比较复杂, 涉及因素较多, 须特别慎重, 故规定 $L_0 = 100\text{m}$ 为特大桥与大桥的界限。

钢筋混凝土简支梁和预应力混凝土简支梁的经济跨径一般在 40m 以内, 跨径大于 40m 的桥梁多采用其他结构型式。钢结构也有类似的情况, 跨径在 40m 以下时一般采用板梁, 40m 以上一般采用桁架或其他结构型式。因此规定 $L_0 = 40\text{m}$ 作为划分大、中桥的界限。

板式桥的跨径一般在 20m 以下, 拱桥小于 20m 时一般为实腹式圆弧拱, 大于 20m 时一般多为空腹式悬链线拱, 故规定 $L_0 = 20\text{m}$ 为划分中、小桥的界限。

划分特大、大、中、小桥的另一个指标是多孔跨径总长,即不考虑两岸桥台侧墙长度在内的桥梁标准跨径的总长度。在一般情况下,桥梁总长大致相当于河流的宽度,以此作为划分指标,概念较明确,并有利于勘测工作中对桥梁总长的估算。多孔跨径总长大于等于 500m 的桥梁,由于其工程规模大,规定为特大桥,其余 $100\text{m} \leq L < 500\text{m}$ 为大桥, $30\text{m} < L < 100\text{m}$ 为中桥, $8\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$ 为小桥。

桥涵的划分,无论有无填土,均以跨径大小为界。《标准》(97)规定:凡单孔跨径小于 5m 或多孔跨径总长小于 8m 的,一律称为涵洞。

2.2 现状分析

从《标准》(97)的规定看,标准的规定反映了 20 世纪 70 年代及以前我国公路桥梁的基本建设水平,总体上是合理的。

20 世纪 70 年代以来,特别是改革开放 20 多年来,我国的交通事业突飞猛进,发展迅速,可以说是发生了天翻地覆的变化。到 2001 年底,我国的公路总里程已达 167.98 万 km,其中等级公路 131.59 万 km,公路桥梁 27.88 万座,计 1031.2 万延米,高速公路总里程已超过 1.9 万公里。桥梁建设方面,到 2000 年底,按《标准》(97)的划分标准,有各类桥梁 240630 座,计 8655112 延米,涵洞 3064242 道,其中特大、大、中和小桥的统计结果见表 2。这些桥梁分布在各国道、省道、县道和乡道上,其中约 84% 的特大桥、56% 的大桥分布在国道和省道上,近 10 年完成的桥梁又占其中的大部分。

特大、大、中和小桥的统计结果

表 2

桥型分类	座数	占总桥梁数的比例	延米	占总桥梁延米的比例
特大桥	1139	0.47%	1081823	12.5%
大桥	12741	5.3%	2134783	24.7%
中桥	50521	21.0%	2559353	29.6%
小桥	176229	73.2%	2879153	33.3%



表3列出了各地区各类桥梁的分类统计结果。从表中可以看出,特大桥、大桥主要集中在经济比较发达的河北、辽宁、上海、湖北、广东、江苏、浙江、山东、陕西和四川等省、市、自治区,这些地区也是我国大江大河,如长江、黄河、珠江等主要干系河流所经过的地区。

各地区桥梁分类统计表

表 3

序号	地 区	特大桥	大桥	中桥	小桥
1	北京市	11	176	554	1885
2	天津市	35	137	474	1158
3	河北省	94	726	2631	8300
4	山西省	12	395	1383	4545
5	内蒙古自治区	5	252	828	4421
6	辽宁省	50	764	2851	13025
7	吉林省	7	218	1314	3782
8	黑龙江省	17	332	1262	5968
9	上海市	43	102	1275	2293
10	江苏省	76	671	3949	6909
11	浙江省	86	715	3135	10215
12	安徽省	24	395	1266	4847
13	福建省	36	377	1563	7648
14	江西省	21	376	1574	6551
15	山东省	113	1322	4887	15107
16	河南省	28	504	1994	6358
17	湖北省	33	531	1566	6092
18	湖南省	32	508	2126	7599
19	广东省	184	1032	4019	14433
20	广西自治区	18	385	1947	5130
21	海南省	3	95	365	2128
22	重庆市	20	312	854	3263

续上表

序号	地 区	特大桥	大桥	中桥	小桥
23	四川省	73	852	3080	11000
24	贵州省	15	299	746	2767
25	云南省	35	375	1224	6951
26	西藏自治区	2	39	327	643
27	陕西省	47	411	1325	4946
28	甘肃省	5	235	889	2700
29	青海省	4	59	299	1605
30	宁夏自治区	5	36	283	942
31	新疆自治区	5	110	531	3018

从技术难度方面看,近 20 年来,我国修建了许多跨江、跨河和跨海的桥梁工程,这些桥梁的建设代表了我国桥梁建设的最高水平,也标志着我国的桥梁建设水平已进入世界先进水平。从这方面看,《标准》(97)没有充分反映我国当前的桥梁建设水平,还局限于 20 世纪 70 年代的水平上。

从工程建设规模看,20 世纪 80 年代以前,无论是特大桥、大桥,还是中桥、小桥,以往认识上的桥梁的概念基本上是跨河的,如技术标准的条文说明所说的,在一般情况下,桥梁总长大致相当于河流的宽度。随着我国高速公路、一级公路的修建,出现了许多跨线桥,这些桥梁的建设规模大大增加,桥梁的总长更长,但其技术复杂性相对较低,结构型式和类型相对较简单,《标准》(97)对此只是作了简单的分类。从应用情况看,存在一些不足之处,应加以进一步的研究。

另外,随着科学技术的进步,新材料、新工艺、新技术等的应用,许多以往认为设计施工复杂、难度大的桥跨结构在 21 世纪的



今天已成为常规的结构型式,如继续以 20 年前的标准来衡量现行的技术和进步,有许多不妥之处或不协调之处。

3 调研

结合《标准》(97)的修订,针对其中的桥涵分类标准,特别是特大桥的分类标准在有关省、市、自治区交通部门进行了调研和书面问卷调查。调研涉及的省份有山东、江苏、浙江、广西、广东、甘肃、四川和云南等,具有一定的代表性。书面问卷调查的总人数为 263 人,其结果汇总于表 4。

桥梁分类标准书面征求意见汇总

表 4

省 名	调研人数	特大桥单孔跨径指标			
		$\geq 100\text{m}$	$\geq 150\text{m}$	$\geq 200\text{m}$	其他
山东、江苏	37 人	10 人	12 人	13 人	120m(2 人)
浙江	31 人	12 人	15 人	4 人	
广西	25 人	7 人	12 人	5 人	(1 人)
广东	43 人	11 人	18 人	12 人	80m(1 人)
甘肃	22 人	7 人	12 人	3 人	
四川	59 人	28 人	20 人	9 人	(2 人)
云南	46 人	18 人	22 人	5 人	(1 人)
(合计)	263 人	93 人	111 人	51 人	8 人
省名	调研人数	特大桥多孔跨径总长			
		$\geq 500\text{m}$	$\geq 800\text{m}$	$\geq 1000\text{m}$	其他
山东、江苏	37 人	10 人	10 人	17 人	
浙江	31 人	6 人	11 人	14 人	
广西	25 人	9 人	9 人	7 人	
广东	43 人	13 人	17 人	12 人	(1 人)

续上表

省名	调研人数	特大桥多孔跨径总长			
		$\geq 500\text{m}$	$\geq 800\text{m}$	$\geq 1000\text{m}$	其他
甘肃	22 人	6 人	10 人	6 人	
四川	59 人	33 人	14 人	8 人	(4 人)
云南	46 人	22 人	19 人	5 人	
(合计)	263 人	99 人	90 人	69 人	(5 人)

从调研情况看,多数被调查人员倾向于及时修订现行桥涵分类标准,说明随着我国桥梁建设水平的提高,现行标准中的有关指标(特大桥的单孔跨径指标和多孔跨径总长指标)已不能恰当、合理地反映当前我国公路桥梁建设的整体水平。

山东省在我国的东部、云南省在我国的西部具有相当的代表性。北京至上海(京沪)高速公路全长 1262km,是我国建成的沟通华北与华东的一条现代化的公路运输大通道。从其已建成桥梁的统计数据的分析可以得到这样的基本印象:我国的西部云贵高原地区,由于沟壑较多,在新修建的高速公路上,单孔跨径大于 100m 的桥梁所占的比例较大,结构型式以梁式桥和拱式桥为主,而东部地区,主要为平原和丘陵,因此,除了跨大江大河的桥梁外,单孔跨径超过 100m 的桥梁所占的数量很少,甚至单孔跨径大于 50m 的桥梁也不多,大多数特大桥实际上是桥梁的建设规模或总长度达到了《标准》规定的特大桥的范围。

从调研结果来看,已建的大部分桥梁主要为标准跨径的空心板结构,部分为标准孔跨的预应力混凝土 T 梁或组合箱梁结构、连续梁结构,少量的为如石拱桥等结构型式的桥梁结构。从这些桥梁结构的设计技术难度和建设规模看,均为常规结构,且占全部桥梁总数的绝大部分。分析按现行标准划分的特大桥,其大部分也为 16m、20m 标准跨径的预应力混凝土空心板、组合箱梁或预应力混凝土 T 梁结构,只是在建设规模上显得相对比较大。结构所采