

JTG

公路工程标准规范解读系列丛书

JTG 3362—2018

《公路钢筋混凝土及预应力 混凝土桥涵设计规范》 应用指南

中交公路规划设计院有限公司 主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

《公路钢筋混凝土及预应力 混凝土桥涵设计规范》 应用指南

中交公路规划设计院有限公司 主编



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

图书在版编目(CIP)数据

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》应用指南 / 中交公路规划设计院有限公司主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018.9

ISBN 978-7-114-14991-7

I. ①公… II. ①中… III. ①公路桥—钢筋混凝土桥—设计规范—中国 IV. ①U448.142.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 201748 号

书 名:《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》应用指南

著 者:中交公路规划设计院有限公司

责任编辑:吴有铭 李 沛

责任校对:刘 芹

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:19.25

字 数:260千

版 次:2018年8月 第1版

印 次:2019年3月 第3次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14991-7

定 价:70.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

关于加强《公路钢筋混凝土及预应力混凝土 桥涵设计规范》宣贯工作的函

(交公便字〔2018〕223号)

中交公路规划设计院有限公司：

为提升公路混凝土桥梁建造技术，推动公路建设高质量发展，今年部颁布了公路工程行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)。这是一本重要且普遍通用的强制性技术规范，在混凝土桥梁的空间效应分析、极限状态验算、应力扰动区配筋、箱梁抗倾覆等结构理论和设计方法方面提出了很多新的要求，充分体现了技术进步，对提高混凝土桥梁的质量和技术水平具有重要意义。

你单位作为主编单位，在规范编制过程中做了大量卓有成效的工作。为大力宣传和推广桥梁新技术，请你单位认真做好规范发布后的宣贯工作，通过组织技术研讨、培训等多种方式，加快新规范在全行业的普及和应用，进一步提升混凝土桥梁的设计技术水平，确保桥梁质量和安全。宣贯组织应严格执行国家有关规定。

交通运输部公路局

2018年8月22日

序 XUYAN

混凝土结构是现代土木工程最伟大的发明之一,在其诞生的150余年间,极大地推动了人类社会的发展。时至今日,混凝土结构仍然是各类土木工程应用最为广泛的结构。据不完全统计,我国目前已建成的80余万座公路桥梁中,混凝土桥梁占比达90%以上。

工程建设标准是工程建设和项目投资的重要制度和依据,对确保工程质量安全、促进工程科学发展、落实国家和行业技术经济政策等具有不可替代的作用,是行业治理体系的重要拼图。设计是工程的灵魂,设计的合理性将直接影响工程全寿命周期的性能表现。因此,《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)是确保行业主体桥涵质量和安全的重要抓手,是行业内一部极为重要的强制性技术规范。

从1961年起,本规范的编制和历次修订,均由中交公路规划设计院有限公司负责。期间,随着设计理念的提升、设计理论的改进、技术内容的完善、技术要求的提高,已逐步发展成为一部体系完善、内容翔实的通用性结构设计规范,在行业内具有广泛影响力。近年来,在建设需求的推动下,公路混凝土桥涵在结构方案、分析计算、性能要求、构造措施等方面的要求逐步提升、成果日趋丰富,2004版《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的部分技术要求已不能完全适应和满足公路混凝土桥涵的建设需求,迫切需要总结实践经验、吸纳新技术成果、贯彻新的理念,以规范和引导公路混凝土桥涵的发展。为此,交通运输部在2011年启动了2004版《公

路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的修订工作。在为期7年的修订过程中,编写组开展了大量的基础工作,并依托行业标准管理体系和中交公路规划设计院有限公司的科技管理体系开展了多阶段、多层次的全方位技术论证工作。编写组共组织开展了7个省区的实地调研,座谈人员超过300人;全面分析了欧、美、日相关标准规范,开展了13项专题研究;前后召开各类工作会议30余次,对不同阶段的技术成果进行了充分论证。全面系统的过程管理和严格科学的技术管理确保了规范的修订质量。

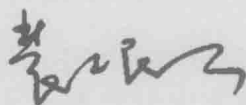
本规范重点针对实际工程中存在的突出问题,从结构方案、效应分析、性能验算、构造措施等四个方面进行了系统修订,补充了空间效应分析模型、应力扰动区设计方法、体外预应力梁设计方法、箱梁抗倾覆设计方法等技术要求,完善了材料选用、结构方案、耐久性设计、计算参数等技术要求,对推动桥梁建设技术进步、提高混凝土桥梁的质量具有重要意义。

标准规范是成熟经验的总结,重在科学理解和应用,强化新规范的宣贯工作也是行业标准化工作的重要内容。为便于设计人员更好地理解新规范,中交公路规划设计院有限公司作为主编单位,组织主要起草人员编写了本书,重点阐述了主要修订内容的技术背景、基本原理,并通过应用示例对相关条文的规定进行了更为直观的解读,以方便相关技术人员正确领会修改意图,科学认识修改内容,合理运用修改条款,把标准规范的新理念、新技术、新方法真正落实到实际工程中,以进一步提升混凝土桥梁的设计技术水平。

党的“十九大”提出了建设“交通强国”的宏伟目标,为新时代的交通运输发展指明了方向。“桥梁强国”是“交通强国”的重要内容,而桥梁建养的高质量发展则是建设“桥梁强国”的必由之路。相

信以《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)的颁布实施为契机,通过设计理念和设计水平的提升,将进一步推进公路混凝土桥梁的品质提升,为建设“交通强国”奠定坚实的技术基础。

衷心希望交通运输部和各相关单位继续支持中交公路规划设计院有限公司的标准规范工作,我们将一如既往地秉承“工于创新、规以致远”的发展理念,及时总结规范使用中的问题和建议,积极跟踪国外先进成果,并适时将自身优势技术融入到行业标准中,以此来推动我国公路桥梁标准规范的技术提升和革新,践行好服务行业的使命。



2018年9月3日

前 言 QIANYAN

交通运输部 2018 年 7 月第 59 号公告发布由中交公路规划设计院有限公司主编的《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)(简称“新《规范》”),作为公路工程行业强制性标准,自 2018 年 11 月 1 日起施行。

新《规范》立足于国内公路混凝土桥涵建设的工程经验、事故教训、科研成果,开展了大量的调研和专题研究工作,并适当吸取了国外经验及成果,从结构方案、分析计算、性能要求、构造措施等方面对《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)进行了全面修订。

新《规范》作为指导量大面广混凝土桥涵设计的重要技术标准,系统总结提升了混凝土桥涵设计的原则方法和技术要求,易于理解操作、便于推广应用、利于高质高效,对保障公路桥梁的质量安全、引导公路桥梁的技术发展、助力公路行业的高质量发展具有重要意义。

本书针对新《规范》的主要修订条文,阐述了其技术背景、基本原理,并编制了相关算例,避免拘泥于条文字面、斤斤计较于枝节、忽略影响安全的重大原则等突出问题,通过明晰机理,使广大工程技术人员加深对新《规范》的理解和认识。

本书的章节编排与新《规范》基本对应,编写人员分工如下:

第 1 章:袁 洪、赵君黎、李会驰

第 2 章:袁 洪、赵君黎、徐国平、冯 莒

第3章:袁 洪、李会驰、李文杰

第4章:吕建鸣、徐 栋、赵 瑜、冯 莨、李会驰、李文杰

第5章:徐 栋、刘 超、李会驰、贡金鑫、赵艳华

第6章:徐 栋、赵 瑜、贡金鑫、赵艳华

第7章:李会驰、李文杰

第8章:刘 钊、贺志启

第9章:袁 洪、赵君黎、冯 莨、李会驰、李文杰

本书成稿较为仓促,存在一定纰漏,如有发现欢迎指正(邮箱:
sssohpdi@163.com)。

编 者

2018年7月

目 录 MULU

第1章 概述	1
1.1 《规范》的发展历程	1
1.2 《规范》的修订概况	6
本章参考文献	8
第2章 混凝土桥涵结构设计的基本内容	10
2.1 结构设计的基本内容	10
2.2 公路桥梁结构方案	11
2.3 极限状态验算	13
本章参考文献	15
第3章 材料	17
3.1 主要修订条文	17
3.2 设计参数	17
3.3 选用原则	24
3.4 淘汰 HPB235 和 HRB335 钢筋的影响分析	28
本章参考文献	34
第4章 结构设计基本规定	36
4.1 主要修订条文	36
4.2 预应力桥梁的分析方法	37
4.3 桥梁结构的实用精细化分析方法	58
4.4 箱梁桥的抗倾覆设计方法	96
4.5 耐久性设计	111
本章参考文献	116
第5章 持久状况承载能力极限状态计算	119
5.1 主要修订条文	119
5.2 体内体外混合预应力受弯构件的承载力计算	119
5.3 圆形截面构件的承载力计算	137
5.4 受压构件的承载力计算	152
本章参考文献	169

第6章 持久状况正常使用极限状态计算	171
6.1 主要修订条文	171
6.2 箱梁的应力验算指标体系	171
6.3 裂缝宽度的计算方法	185
本章参考文献	196
第7章 持久状况与短暂状况构件的应力验算	198
第8章 构件计算的规定	199
8.1 主要修订条文	199
8.2 混凝土桥梁的应力扰动区设计方法	200
8.3 后张预应力构件的锚固区	203
8.4 支座处横隔梁	241
8.5 墩台盖梁	246
8.6 桩基承台	255
本章参考文献	260
第9章 构造规定	263
9.1 主要修订条文	263
9.2 基本构造规定	264
9.3 装配式桥梁的技术现状	268
9.4 大跨径预应力混凝土梁桥的开裂下挠防治技术	279
本章参考文献	286
后记	289

第1章 概述

1.1 《规范》的发展历程

标准规范是工程结构设计的依据,反映了国家在有关技术领域的科学技术发展水平,是相关行业对社会公开的技术承诺。标准规范既应该包含国家的宏观政策要求,也应该体现相关行业用于约束自身健康发展的技术法规作用,同时反映行业发展的成熟经验。截至2017年底,我国已建成桥梁约83万余座,其中约90%为混凝土结构。《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(简称《规范》)面向量大面广的公路混凝土桥梁,是指导其设计的基础性标准规范,在我国公路桥梁建设中发挥了重要的作用。

伴随我国公路桥梁60多年的建设历程,《规范》多次修编,其技术内容不断更新。在中华人民共和国成立初期,交通部通过工程实践积累经验后,分别于1956年和1961年颁布《公路工程设计细则》和《公路桥梁设计规范》(试行),这两版规范是综合性规范,内容涵盖“总体设计要求、荷载、圬工结构、混凝土结构、钢结构、木结构和地基基础”,在“混凝土结构”一章规定了钢筋混凝土结构的技术要求。在总结经验、吸纳相关科研成果的基础上,《公路桥涵设计规范》于1975年颁布实施,仍采用综合性规范的形式,是我国第一部指导公路桥涵设计的正式技术性文件。1978年,《公路预应力混凝土桥梁设计规范》颁布实施,是我国第一部预应力桥梁设计规范。1985年,《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ 023—85)颁布实施,合并了1975版《公路桥涵设计规范》中“混凝土结构”一章和1978版《公路预应力混凝土桥梁设计规范》,并对设计原理和计算公式进行了较大修改。《公路砖石及混凝土桥涵设计规范》(JTJ 022—1985)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTJ 024—1985)和

《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》(JTJ 025—1986)、《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021—1989)相继颁布实施,形成指导公路桥涵设计标准规范体系,摆脱了靠一本综合性规范“包打天下”的局面。2004年,《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)颁布实施,其总结了我国改革开放20多年公路混凝土桥涵建设的实践经验,吸收了可靠度等研究的相关成果,借鉴了国际上先进的标准规范,完善了混凝土桥涵的设计方法和设计要求。

在《规范》的发展历程中,其技术进步主要体现在以下几个方面:

1) 设计理论不断完善

1956版《公路工程设计细则》、1961版《公路桥梁设计规范》(试行)和1975版《公路桥涵设计规范》采用容许应力法进行结构设计。容许应力法将材料视为理想弹性体,用线弹性理论方法,得到结构在荷载作用下的应力,并要求构件任何截面上任意点的应力不得超过材料的容许应力(材料的容许应力由材料的极限强度除以单一的经验安全系数得到)。

1978版《公路预应力混凝土桥梁设计规范》采用荷载系数法验算结构在使用阶段的极限承载力;采用容许应力法进行应力计算,按弹性阶段计算构件在施工阶段和使用阶段的应力,以验算结构物的强度和抗裂性。

《规范》(JTJ 023—85)将钢筋混凝土桥梁的设计方法由容许应力法改为极限状态法,规定了用于承载能力极限状态和正常使用极限状态验算的计算公式和计算参数,同时改进了预应力混凝土桥梁的两个极限状态计算方法。《规范》(JTJ 023—85)采用以经验为主的极限状态设计方法,其中荷载分项系数和工作条件系数依据经验确定,仅材料分项系数根据试验数据经概率统计确定。

20世纪90年代,我国开展了“公路桥梁可靠度”研究,将影响结构可靠性的各主要因素均视为不确定的随机性变量,从荷载和结构抗力(包括材料性能、几何参数和计算模式不定性)两个方面进行了全国性的调查实测试验及统计分析,运用统计数学的方法寻求各随机变量的统计特性(统

计参数和概率分布类型),进而探讨《规范》(JTJ 023—85)隐含的可靠度,确定适合于当前我国公路桥涵设计总体水平的失效概率;再从这个总体失效概率出发,通过优化分析或直接从各基本变量的概率分布中求得设计所需要的各相关参数。《规范》(JTG D62—2004)以“公路桥梁可靠度”研究为基础,以调查统计分析和对结构可靠性分析为依据,由经验极限状态设计法转变为概率极限状态设计法,使设计思想和设计方法前进一步,使结构设计源于客观实际,更具有科学性和合理性。

2) 材料性能趋于提高

随着建材工业的技术进步和工程结构的建设需求,混凝土桥涵结构用混凝土、普通钢筋和预应力钢筋的性能逐步提高,如强度等级。历次设计规范修订,混凝土、普通钢筋和预应力钢筋强度等级的下限值、上限值和常用等级范围逐步提升,如图 1.1-1 所示。材料性能的提高,有利于提高工程结构的安全性、耐久性和适用性,提高材料性能价格比和利用效率,如图 1.1-2 所示,提高工程建设的经济效益和社会效益。

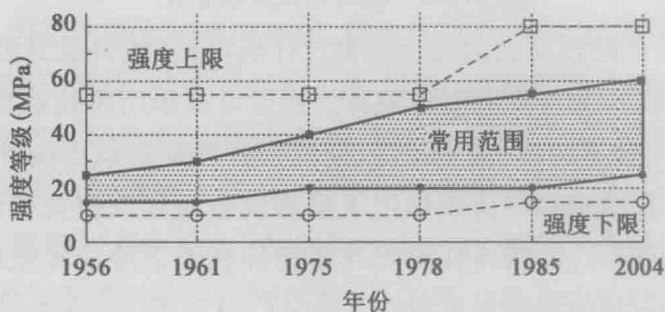


图 1.1-1 历次修订混凝土强度等级的提高(至 2014 年)

3) 技术内容趋于翔实

1956 版《公路工程设计细则》、1961 版《公路桥梁设计规范》(试行)和 1975 版《公路桥涵设计规范》是综合性规范,仅在“混凝土结构”一章规定了钢筋混凝土结构的技术要求,包括材料、容许应力、各类构件(轴压构件、偏压构件、偏拉构件和受扭构件)的验算要求、各类构件(板、梁、柱、墩台、涵洞等)的计算要求和构造要求。

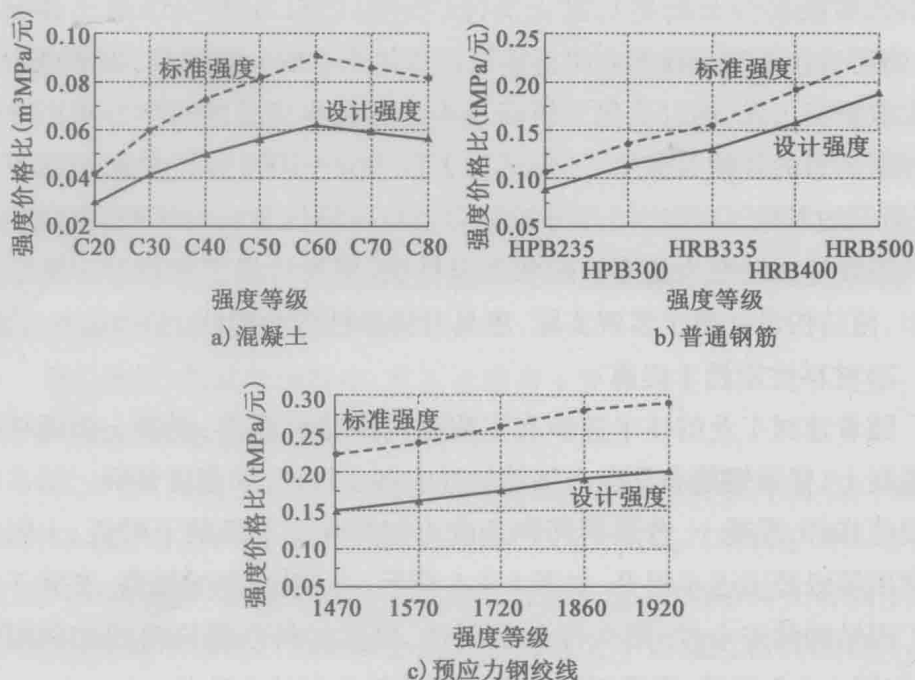


图 1.1-2 材料的强度价格比

1978 版《公路预应力混凝土桥梁设计规范》在构件验算要求方面,细分为强度计算、应力计算和变形验算。强度计算采用荷载系数法,进行构件(受弯构件、轴压构件、偏压构件、偏拉构件和局部承压构件)的承载力计算,用于验算结构物在荷载作用下是否发生破坏或丧失稳定性。应力计算采用容许应力法,按弹性阶段计算构件在施工阶段和使用阶段的应力,以验算结构物的强度和抗裂性。

《规范》(JTJ 023—85)按“总则、材料、桥梁计算的一般规定、钢筋混凝土构件计算(两个极限状态和施工阶段验算)、预应力混凝土构件计算(两个极限状态和施工阶段验算要求)和构造要求”6章编制,构建了混凝土桥梁设计规范的验算体系。

《规范》(JTG D62—2004)按《公路工程结构可靠度设计统一标准》(GB/T 50283—1999)的规定,要求桥涵设计应考虑三个设计状况及相应的极限状态:

①持久状况:桥涵建成后承受自重、车辆荷载等持续时间很长的状况。该状况桥涵应作承载能力极限状态和正常使用极限状态设计。

②短暂状况:桥涵施工过程中承受临时性作用(或荷载)的状况。该状况桥涵应作承载能力极限状态设计,必要时才作正常使用极限状态设计。

③偶然状况:在桥涵使用过程中偶然出现的如罕遇地震的状况。该状况桥涵仅作承载能力极限状态设计。

《规范》(JTG D62—2004)按三个设计状况,包括“总则、术语和符号,材料、桥梁计算的一般规定、持久状况承载能力极限状态计算、持久状况正常使用极限状态计算、持久状况和短暂状况构件的应力计算、构件计算的规定、构造规定”9章内容。

4) 设计方法不断完善

《规范》(JTG D62—2004)增加了耐久性设计的技术要求,提出了公路桥涵结构应根据所处的环境条件进行耐久性设计的概念。具体的耐久性设计要求,包括混凝土的强度等级、最大水灰比、最小水泥用量、最大碱含量、最大氯离子含量、抗冻等级和抗渗等级,钢筋混凝土构件和B类预应力混凝土构件的裂缝宽度限值,钢筋的混凝土保护层厚度等。

5) 技术要求针对性强

在编制《规范》(JTG D62—2004)时,编制组调研了大量大跨径预应力箱形截面连续梁和连续刚构的使用状况,了解到大量该类桥梁出现了腹板斜裂缝,病害原因为:大跨径预应力混凝土梁桥普遍设置竖向预应力钢筋,对克服主拉应力起到很大作用;当这些竖向预应力钢筋不能充分发挥作用时,箱梁腹板的主拉应力就将超过限值、出现斜裂缝。调查表明,竖向预应力钢筋一般施工质量较难控制,甚至发现几乎失效的情况,由此引起的混凝土竖向压应力很可能达不到计算值。考虑到这些现实情况,同时也考虑竖向预应力较困难的施工条件,《规范》(JTG D62—2004)规定在计算由竖向预应力钢筋的预加力产生的混凝土竖向压应力 σ_{cy} 时,应乘

以0.6的折减系数。

1.2 《规范》的修订概况

1.2.1 修订依据

2011年,交通运输部以厅公路字[2011]115号文《关于下达2011年度公路工程标准制修订项目计划的通知》下发,要求中交公路规划设计院有限公司主持,会同有关单位,对《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)进行修订。目前,我国正处于经济社会高速发展时期,桥梁工程建设规模大、速度快,其中混凝土桥涵所占比重极大,本次《规范》修订既考虑国家的宏观技术经济政策,也考虑到现代桥梁建设的技术进步,拟定的修订原则如下:

- 1)一致性:与现行相关法律法规、方针政策、标准规范,保持协调一致。
- 2)系统性:以规范设计、安全高效为目标,规定混凝土结构的系统性设计要求。
- 3)成熟性:总结成功成熟的实践经验和成果,剖析典型风险及防治措施。
- 4)科学性:客观体现桥梁建设的新理念、新方法、新成就和新要求。
- 5)编制具有适用性、可操作性和适当引领性的技术法规文件。

1.2.2 修订内容

根据上述情况,编写组提出了如下的修订内容:

- 1)为提高资源利用率,推广使用高强高性能材料,调整了混凝土桥梁用混凝土和钢筋的强度等级。
- 2)为有效保证桥梁结构的安全耐久,增加了桥梁结构设计的基本要求,强调结构设计应考虑结构和构件两个层次,包括结构方案、内力分析、截面设计、连接构造、耐久性及工程的特殊性能设计。
- 3)吸收相关科研成果,强化了混凝土桥梁的耐久性设计要求,细化环