

桥梁全寿命与耐久性关键技术丛书

公路桥梁混凝土结构 耐久性设计指南

陈艾荣 等 编著



人民交通出版社
China Communications Press

桥梁全寿命与耐久性关键技术丛书

Guideline for Durability Design of Concrete

公路桥梁混凝土结构

Structures of Highway Bridges

耐久性设计指南

陈艾荣 等 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本指南将桥梁寿命周期设计理论和基于性能的设计方法作为混凝土桥梁耐久性设计的理论基础,重点突出桥梁混凝土耐久性能的设计方法和提升耐久性能的各项对策措施,提出了桥梁混凝土耐久性设计理论、方法及设计过程。

本指南可作为公路桥梁混凝土结构耐久性设计的指导手册,也可作为管养部门对既有公路桥梁混凝土结构进行耐久性能评估提供借鉴参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路桥梁混凝土结构耐久性设计指南/陈艾荣等编著

. --北京:人民交通出版社,2012.8

ISBN 978-7-114-10020-8

I. ①公… II. ①陈… III. ①公路桥—桥梁结构—混凝土结构—结构设计—指南 IV. ①U448.142.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 195253 号

桥梁全寿命与耐久性关键技术丛书

书 名:公路桥梁混凝土结构耐久性设计指南

著 作 者:陈艾荣 等

责任编辑:张 斌 曲 乐

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:8.75

字 数:153 千

版 次:2012 年 8 月 第 1 版

印 次:2012 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10020-8

定 价:30.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

经过近几十年的快速发展,我国桥梁总数日益增大,其中混凝土桥梁占绝大多数(90%)。然而,由于在早期桥梁设计过程中耐久性的需求被普遍忽视,不少桥梁在远没有达到预期设计寿命时,就出现耐久性能严重退化的现象,极大地影响了桥梁正常服务功能的发挥,并且给养护、维修等后期运营管理工作带来难以承受的巨大经济和社会负担。桥梁的耐久性和安全性能不足,已引起社会各界的高度关注,进行桥梁结构耐久性设计是解决桥梁耐久性不足的根本途径,而耐久性的提高将是 21 世纪桥梁技术进步的重要标志之一。

20 世纪 50 年代以来,世界各国已经开展了以耐久性为基本要求的混凝土结构材料、设计方法和修复技术的研究,形成了一些设计规范和指南性的研究成果。我国也已开展了大量的混凝土结构的耐久性及耐久性设计方面的研究,但仍停留在材料层面,缺乏系统全面的针对混凝土结构耐久性设计方法的研究。在土木工程领域,房屋建筑耐久性方面的研究明显较桥梁建筑多。而大量工程实践表明,桥梁的耐久性问题比建筑结构更突出,其造成的社会影响也更大,但至今仍没有专门针对混凝土桥梁的耐久性设计规范和指南。桥梁结构从运营环境、承受荷载及结构体系特性等方面都有其独特之处,房屋建筑耐久性的研究成果并不能直接用于桥梁工程中。

鉴于此,交通运输部组织开展了《桥梁耐久性关键技术研究》项目的研究工作。该项目涵盖了十个方面的内容:公路桥梁耐久性状况调查;混凝土桥梁耐久性设计方法和设计参数研究;桥梁结构表面防护耐久性材料的研究;跨江海大型桥梁结构混凝土劣化性能与耐久性对策措施的研究;公路常用桥梁合理耐用结构构造研究;长效可监测拉吊索体系及其更换技术研究;控制桥梁结构混凝土质量的耐久性指标体系、检测方法与评价标准的研究;混凝土桥梁主要耐久性指标监测方法与长期跟踪监测技术的研究;提升混凝土耐久性的施工改进技术与质量控制方法的研究;公路常用桥梁预防性养护技术的研究。

本课题的形成,主要基于《桥梁耐久性关键技术研究》项目中的一个课题——混凝土桥梁耐久性设计方法和设计参数研究,该课题的主要参与单位包括同济大学、贵州省交通规划勘察设计研究院、杭州湾大桥工程指挥部、上海同盛大桥建设



有限公司、辽宁省交通勘测设计院以及柳州欧维姆机械股份有限公司,参与研究的主要人员包括陈艾荣、吴怀义、张宝胜、张雄、李国平、顾祥林等人。笔者带领该研究团队经过5年的研究,结合科技部“863”计划项目“基于全寿命周期的混凝土桥梁耐久性性能设计方法与过程”研究成果,建立了基于性能的桥梁混凝土耐久性设计理论、方法及设计过程。本指南为两个科研项目研究成果的重要体现。从目前国际上看,混凝土结构/构筑物的耐久性问题已经引起了广泛重视,但国际上类似的基于性能设计方法的指南尚不多见。

基于性能的设计方法是未来新一代设计规范的发展方向,其和以往规范的显著区别是:性能设计方法是使性能指标满足结构个性设计要求,通过设计过程 and 要求的控制实现设计意图。目前,设计方法有利于实现不同服役环境下混凝土桥梁结构的特殊设计要求,并有利于最新的研究成果迅速应用到设计过程中。

性能设计是针对设计荷载和作用,开展性能指标确定、性能标准决策、性能水平验证等设计研究工作,以达到合理的设计目标。性能设计过程主要是针对单体结构研究指定性能标准的方法,实现对单体结构特殊设计要求的最优化。性能设计的发展也使得设计规范由以往的确定目标、明确验算方法的基本形式,向明确设计要求、控制设计结果的过程控制模式转移。目前,性能设计方法仍处于快速发展过程中,在桥梁抗震、抗风设计等方面发展较为迅速,但很少应用于耐久性设计。

本指南基于桥梁寿命周期设计理论,将性能设计思想引入耐久性能设计过程,从而使得桥梁寿命的周期性能得到系统提升。根据寿命周期设计的基本要求,本指南将涉及的范围也空前扩大,几乎囊括结构设计、材料选用、构造细节设计、施工管理等各个环节,图1为基于寿命周期设计理论的桥梁耐久性设计基本过程。

从寿命周期设计的基本要求看,需要对桥梁整个寿命过程的所有活动在设计阶段就制订总体规划。考虑到桥梁混凝土结构形式多样、使用要求和服役环境多变,同时设计、施工和管理技术在不断进步;在复杂多变的条件下,如果沿用现有规范的编写思路,尝试给出详细的条文和指标要求将是一项异常繁杂的工作,且需要大量、长时间积累的基础研究支持。从世界范围的桥梁工程实践水平看,这一条件尚不完备。

从相关领域的研究成果看,在技术水平高速发展的条件下,为了解决由于技术发展造成的标准滞后问题,目前国外倾向于建立基于流程和要求控制的规范格式,即规范中主要明确基本的要求和需要考虑的问题,而不涉及具体的技术细节问题,让工程师根据其掌握的技术进行自主的设计创新,满足规范要求的性能和

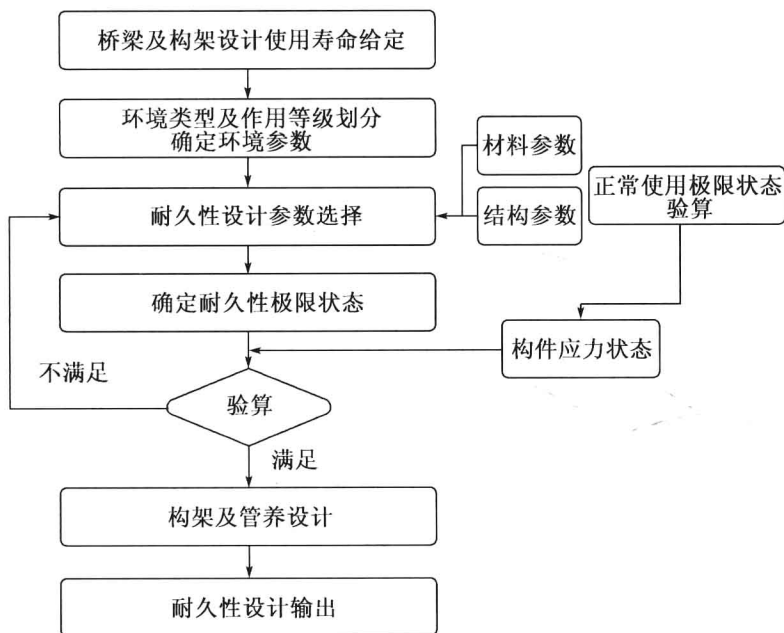


图1 基于寿命周期设计理论的桥梁耐久性设计基本过程

工作内容。这样,一方面使得新技术、新材料和新工艺能够快速应用到工程实践中来;另一方面,对设计过程的高度概括和总结的规范也有助于工程师加深对规范条文的理解,有助于设计创新。

本指南将桥梁寿命周期设计理论和基于性能的设计方法作为混凝土桥梁耐久性设计的总体理论基础。指南总体定位于总结和介绍西部交通科技项目“混凝土桥梁耐久性设计方法和设计参数研究”的成果,重点突出桥梁混凝土耐久性能的设计方法和提升耐久性能的各项对策措施。

本指南共分9章,第1章为总则;第2章为术语与符号;第3章为桥梁和构件设计使用寿命的确定;第4章是公路桥梁混凝土结构耐久性设计过程、要求及方法;第5~8章分别介绍了混凝土桥梁耐久性设计的各个主要环节的目的、内容和过程;第9章为本指南用词说明。附录A介绍了耐久性设计的数值计算方法;附录B介绍了采用混凝土桥梁结构耐久性分析系统进行结构耐久性性能演变分析的过程;附录C根据本指南的成果给出了一个算例分析。

在目前架构的耐久性设计方法中,设计寿命给定为设计基础,环境区划、概念设计、耐久性极限状态设计为基本设计过程。

在条文选择、术语使用方面,本指南主要面向具备混凝土耐久性基本概念和有一定桥梁设计经验的工程师,对常规的概念和一般方法不再进行详细解释。在条文组织方面,全面采用了基于性能设计的基本格式要求组织指南条文,即条文



编写以明确设计要求和设计过程为主,以利于新技术、新材料、新工艺、新方法与本指南的融合,保持混凝土桥梁耐久性设计的可持续发展。在编写体例方面,采用了指南正文和条文说明相结合的方法,以便工程师阅读和理解。因此,本指南可作为公路桥梁混凝土结构耐久性设计的指导手册。

与现行的耐久性设计规范、标准相比较,本指南中需要关注的新概念、新过程、新理念包括:

(1)基于图表相结合的方式提出环境作用区划及作用等级;

(2)明确提出环境因素影响下,将混凝土保护层对钢筋防护失效作为环境作用的耐久性极限状态,并给出不同环境条件下,常用桥梁和构件的耐久性能极限状态的表述及设计方法;

(3)以分项安全系数修正时变环境作用的影响,体现环境作用类别及作用等级、混凝土材料种类、结构或构件受力状态、施工工艺、管养水平等对构件服役性能的影响。

5年来,在项海帆院士和范立础院士的指导下,笔者带领研究团队从国内外混凝土桥梁耐久性研究理论、方法的发展状况、桥梁结构耐久性病害、耐久性设计参数等多方面,开展了大量的研究与实践工作。本指南在总结这些研究工作的基础上,提出了基于性能的桥梁混凝土耐久性设计理论、方法及设计过程。参加本指南编撰的还有苏卿博士,以及博士研究生尹志逸、潘子超、冯师蓉、宋丽加等,借此机会,向他们表示衷心的感谢!

基于性能和寿命周期理论的桥梁混凝土耐久性设计是全新的研究课题,具有综合性强、涉及参数多的特点,对其研究将是一个不断完善的过程。本指南仅是在这个方面的初步探索,难免有偏颇和不足之处,望各位同仁不吝赐教!

编者
2012年7月

目 录

1 总则	1
1.1 编写目的	1
1.2 适用范围	1
1.3 基本原则	2
1.4 与现有规范的关系	2
2 术语与符号	4
2.1 术语	4
2.1.1 结构耐久性 Structure durability	4
2.1.2 耐久性作用 Durability action	4
2.1.3 腐蚀 Deterioration	4
2.1.4 劣化 Degradation	4
2.1.5 碳化作用 Carbonation	4
2.1.6 氯盐侵蚀作用 Chloride penetration	4
2.1.7 冻融循环作用 Freeze-thaw cycle	5
2.1.8 硫酸盐腐蚀作用 Sulfate attack	5
2.1.9 磨蚀作用 Abrasion	5
2.1.10 设计使用寿命 Design service life	5
2.1.11 耐久性能极限状态 Durability limit state	5
2.1.12 桥梁使用年限 Bridge service life	5
2.1.13 维护 Maintenance	5
2.1.14 维修 Repair	5
2.1.15 可检查性 Examinability	6
2.1.16 可维修性 Repairability	6
2.1.17 可更换性 Replaceability	6
2.1.18 劣化模型 Degradation model	6
2.1.19 混凝土侵入性 Penetrability of concrete	6
2.1.20 扩散 Diffusion	6



2.1.21	混凝土的氯离子扩散系数 Chloride diffusion coefficient of concrete	6
2.1.22	含气量 Entrained air content	7
2.2	符号	7
3	桥梁和构件设计使用寿命的确定	9
3.1	设计使用寿命和实际使用寿命	9
3.1.1	设计使用寿命和实际使用寿命的关系	9
3.1.2	设计使用寿命确定的原则	9
3.2	桥梁整体寿命	11
3.2.1	桥梁整体设计使用寿命确定的原则和目标	11
3.2.2	桥梁整体实际使用寿命的终结	11
3.2.3	建议桥梁整体设计使用寿命	12
3.2.4	桥梁设计使用寿命的不确定性	12
3.3	桥梁构件寿命	12
3.3.1	桥梁构件设计使用寿命确定的原则和目标	12
3.3.2	桥梁构件实际使用寿命的终结	13
3.3.3	基于寿命特点的桥梁构件类型	13
3.3.4	桥梁构件设计使用寿命的确定	14
3.3.5	建议桥梁构件设计使用寿命	14
3.4	常用构件建议设计使用寿命的修正方法	15
3.4.1	构件设计使用寿命建议公式	15
3.4.2	养护影响系数	16
3.4.3	桥梁重要性系数	16
3.4.4	桥梁构件更换难易系数	16
4	公路桥梁混凝土结构耐久性性能设计过程、要求及方法	18
4.1	耐久性性能设计	18
4.2	耐久性性能设计过程	18
4.2.1	耐久性性能设计输入	19
4.2.2	桥址环境调查及参数确定	21
4.2.3	基于耐久性的概念设计	21
4.2.4	耐久性环境作用区划及分析	22
4.2.5	耐久性性能极限状态设计	22
4.2.6	耐久性性能演变分析	23

5 公路桥梁混凝土结构的耐久性概念设计	24
5.1 基于耐久性的概念设计	24
5.2 基于耐久性能的材料选用要求	25
5.3 基于耐久性能的施工过程设计要求	26
5.4 基于耐久性能的构造设计要求	28
5.5 基于耐久性能的管养设计要求	33
6 耐久性环境作用区划	37
6.1 耐久性环境作用的等级区划	37
6.2 区划方法	37
6.3 环境类别	39
6.4 耐久性作用等级	39
6.4.1 碳化作用	39
6.4.2 氯盐侵蚀作用	40
6.4.3 冻融循环作用	41
6.4.4 硫酸盐腐蚀作用	41
6.4.5 磨蚀作用	43
7 耐久性混凝土材料的选用	45
7.1 碳化环境中混凝土材料的选用	45
7.2 氯盐侵蚀环境中混凝土材料的选用	46
7.3 冻融环境中混凝土材料的选用	48
7.4 硫酸盐腐蚀环境中混凝土材料的选用	50
7.5 磨蚀环境中混凝土材料的选用	50
8 耐久性作用的极限状态设计	52
8.1 碳化作用的极限状态设计	52
8.1.1 碳化作用的设计要求	52
8.1.2 碳化作用的极限状态设计表达式	52
8.1.3 碳化验算位置说明	55
8.1.4 碳化深度的计算方法	62
8.2 氯盐侵蚀作用的极限状态设计	65
8.2.1 氯盐侵蚀作用的设计要求	65
8.2.2 氯盐侵蚀作用的极限状态设计表达式	67
8.2.3 氯离子浓度的计算方法	70



8.2.4 考虑碳化和氯盐侵蚀耦合作用的氯离子浓度的计算方法	73
8.3 冻融循环作用的极限状态设计	75
8.3.1 冻融循环作用的设计要求	75
8.3.2 冻融循环的极限状态设计表达式	76
8.3.3 抗冻等级的确定方法	78
8.4 硫酸盐腐蚀的耐久性极限状态设计	79
8.4.1 硫酸盐腐蚀的设计要求	79
8.4.2 硫酸盐腐蚀的极限状态表达式	80
8.4.3 抗压强度耐蚀系数的确定方法	81
8.5 磨蚀作用的极限状态设计	82
8.5.1 磨蚀作用的设计要求	82
8.5.2 磨蚀作用的极限状态设计表达式	82
8.5.3 磨蚀率的确定方法	84
9 本指南用词说明	85
附录 A 耐久性设计的数值计算方法	86
附录 A.1 适用条件	86
附录 A.2 耐久性失效前的数值计算方法	87
附录 A.2.1 碳化作用	87
附录 A.2.2 氯离子侵蚀作用	89
附录 A.3 耐久性失效后的数值计算方法	90
附录 A.3.1 构件承载能力退化过程	90
附录 A.3.2 构件整体开裂过程	93
附录 B 耐久性能演变分析	95
附录 B.1 混凝土桥梁结构耐久性分析系统整体流程	95
附录 B.1.1 数据输入	96
附录 B.1.2 施工过程分析	97
附录 B.1.3 退化过程分析	98
附录 B.1.4 基于概率的混凝土桥梁耐久性分析方法	99
附录 B.2 混凝土桥梁性能演变过程分析介绍	99
附录 B.2.1 数据输入	99
附录 B.2.2 截面性能退化初步分析	99
附录 B.2.3 正常使用极限状态关键参数时变分析	100

附 B.2.4 承载力极限状态关键参数时变分析	100
附录 C 算例分析	101
附 C.0.1 工程介绍	101
附 C.0.2 耐久性极限状态验算	104
附 C.0.3 设计修正	106
附 C.0.4 性能演变分析	107
附 C.0.5 结论	115
参考文献	118

1 总 则

1.1 编写目的

为使公路桥梁混凝土结构在寿命期内满足耐久性能要求,优化寿命周期成本和效益,特编写此指南。

条文说明

目前,在国内外公路桥梁混凝土结构的耐久性设计规范方面,多是在桥梁结构设计规范中采用部分条文对其耐久性能提出了大致的要求,未体现系统的理论方法。

本指南在西部交通建设科技项目“混凝土桥梁耐久性设计方法和设计参数研究”的课题研究成果基础上,通过参考国内外规范和正在修订中的有关行业标准、规范编写而成。

1.2 适用范围

本指南主要供公路桥梁混凝土结构的耐久性能设计人员参考使用,也可可为管养部门对既有公路桥梁混凝土结构进行耐久性能评估提供借鉴参考。

对于服役环境十分严酷、采用了特殊材料或特殊构造的桥梁结构,耐久性能设计应开展专题研究,在具体分析后确定,但也可参考本指南提供的设计过程和方法。

条文说明

本指南的编写主要基于公路桥梁的耐久性能研究成果,其应用亦主要面向新建公路桥梁混凝土结构,内容包括:公路混凝土桥梁和公路钢混桥梁中的混凝土构件;对既有公路桥梁混凝土结构,管养部门需定期评估桥梁在耐久性侵蚀作用影响下的服役性能,以制订最优管养对策,评估过程可参考本指南中的设计理论、方法和过程。

当公路桥梁处于耐久性环境侵蚀作用十分剧烈的地区时,如二氧化碳气体排



放量极大的工厂周围区域、风沙磨蚀极为严重的沙漠地区等,混凝土结构的耐久性设计需要针对周围环境作出专门调查研究,通过现场试验或其他有效手段获取符合实际情况的环境参数;对于采用了新材料的公路桥梁混凝土结构,如机制砂混凝土、钢纤维混凝土等,需要针对材料耐久性能开展研究,确定具体的材料参数;对于使用了新技术或特殊构造的公路桥梁混凝土结构,则需要借助数值模拟计算等辅助手段,研究耐久性侵蚀作用的作用机理和程度,确定需要进行耐久性设计的部位。在此基础上,对具备特殊性的公路桥梁混凝土结构,均可参考本指南提供的设计过程和方法进行耐久性性能设计。

1.3 基本原则

本指南的编写采用了桥梁寿命周期设计理论,体现了基于性能的设计思想,使用了耐久性极限状态进行设计。

条文说明

桥梁寿命周期设计理论是近年来快速发展的结构设计理论,其主导思想是从结构整个寿命周期着眼,全面考虑设计要求,系统优化设计参数,从而实现在整个寿命周期内的最适宜设计。

基于性能的设计方法是未来新一代设计规范的发展方向,其与以往规范的显著区别在于:性能设计方法是使性能指标满足结构个性设计要求,通过设计过程和控制实现设计意图。性能设计有利于实现不同服役环境下,混凝土桥梁的不同设计要求,并有利于先进设计理念的发挥及新技术、新工艺、新材料的应用。

耐久性极限状态是指结构或其构件由于耐久性损伤造成某项功能丧失而不能满足使用性能要求、安全性能要求或经济性能要求的临界状态。基于耐久性极限状态的设计目标明确,过程清晰,且易于实施,有利于在设计使用中进行推广。

1.4 与现有规范的关系

本指南中有关条文和规定的使用应以满足现行国家、行业和地方相关法律、法规、标准、规范和规程为前提。

条文说明

目前,我国已有部分针对结构耐久性设计的规范和指南,概要介绍如下:

1 《混凝土结构耐久性设计与施工指南》(CCES 01—2004)

该指南由中国土木工程学会颁布,为混凝土结构设计和施工人员提供了基于耐久性作用考虑下的基本原则和要求。根据不同的环境作用类型,确定了不同的环境作用等级,并给出了建议设计使用年限,提出了设计基本要求。另一方面,为保证混凝土结构的耐久性,该指南还对混凝土材料提出相应要求和规定,并给出了一定的构造措施、裂缝控制措施、防腐蚀附加措施以及施工要求。

2 《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476—2008)

该规范由中华人民共和国住房和城乡建设部与中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局联合发布,给出了混凝土结构耐久性设计的基本原则,对环境作用类别与等级进行了划分,给出了结构设计使用年限的确定方法,规定了耐久混凝土材料的基本要求,提供了结构耐久性构造的措施,并对一般环境、冻融环境、氯化物环境和化学腐蚀环境作用下的混凝土结构的耐久性设计方法做出了一般规定。

3 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)

该规范由中华人民共和国交通运输部发布,适用于公路桥涵的一般钢筋混凝土及预应力混凝土结构构件的力学设计,采用了承载能力极限状态和正常使用极限状态两类极限状态设计方法,对结构和构件的耐久性设计涉及较少,仅提出了部分构造要求。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 结构耐久性 Structure durability

结构及其部件在可能引起材料性能劣化的各种作用下能够长期维持其应有性能的能力。在结构设计中,结构耐久性又常被定义为预定作用和预期的维修与使用条件下,结构及其部件能在预定的期限内维持其所需的最低性能要求的能力。

2.1.2 耐久性作用 Durability action

能引起结构材料性能劣化或腐蚀的环境因素(agent)施加于结构上的作用,包括物理因素(如温度、湿度)和化学因素(如各种有害介质)。

2.1.3 腐蚀 Deterioration

材料与周围的环境因素发生物理、化学或电化学反应而受到的渐进性损伤与破坏。对钢材则为锈蚀(corrosion)。

2.1.4 劣化 Degradation

材料性能随时间逐渐降低。

2.1.5 碳化作用 Carbonation

混凝土碳化作用是指大气环境中的二氧化碳或含碳酸的水与混凝土中的氢氧化钙发生化学反应,生成碳酸钙的过程。碳化作用对混凝土自身性能并无损坏,但会导致混凝土碱度下降,并有利于氯离子的释放,从而加速钢筋的锈蚀。

2.1.6 氯盐侵蚀作用 Chloride penetration

氯盐侵蚀作用是指钢筋混凝土与海水或盐水接触时,氯离子通过各种途径侵入混凝土,到达钢筋表面后引起钝化膜破坏,从而导致钢筋锈蚀的过程。混凝土

中氯离子侵蚀的机理包括扩散、对流、迁移等。

2.1.7 冻融循环作用 Freeze-thaw cycle

冻融循环作用是指混凝土表面和内部孔隙中的所含水分在温度变化的影响下,出现冻结和融化交替的现象。冻融循环作用导致混凝土破坏的机理主要有三种解释,分别为膨胀压理论、静水压理论和渗透压理论。

2.1.8 硫酸盐腐蚀作用 Sulfate attack

硫酸盐腐蚀作用是指硫酸根离子与混凝土中水泥的水化产物发生反应,生成具有膨胀性的侵蚀产物,从而导致混凝土出现开裂、剥落等现象。另外,当溶液中硫酸盐浓度超过其溶解度时,会形成结晶析出,导致混凝土内部出现结晶压力,加剧混凝土的膨胀开裂。

2.1.9 磨蚀作用 Abrasion

混凝土的磨蚀作用包括两个方面,分别为风磨蚀和水磨蚀。其中风磨蚀是指风通过挟带的沙粒对混凝土造成冲击和摩擦,从而导致混凝土的空蚀、破碎甚至崩解;水磨蚀是指混凝土在含沙水流磨损和空化水流空蚀共同作用下,出现材料流失、破解的现象。

2.1.10 设计使用寿命 Design service life

设计人员用以作为结构耐久性设计依据并具有足够安全裕度或保证率的目标使用年限。设计使用寿命应由建设单位或使用单位与设计人共同确定,并满足有关法规的最低要求。

2.1.11 耐久性能极限状态 Durability limit state

结构或其构件由于耐久性损伤造成某项功能丧失而不能满足使用性能要求、安全性能要求或经济性能要求的临界状态。

2.1.12 桥梁使用年限 Bridge service life

桥梁建成后,在预定的正常使用与正常维修条件下,桥梁的安全性和适用性均能满足原定要求的实际年限。

2.1.13 维护 Maintenance

为维持结构或其构件在使用年限内所需性能而采取的各种技术和管理活动。

2.1.14 维修 Repair

通过修补、更换或加固,使损伤的结构或其构件恢复到可接受的状态。按修