

四川省公路工程技术指南

SCG F51—2010

# 桥梁高性能混凝土制备 与应用技术指南

The Technical Guide of Bridge for High-Performance  
Concrete Producing and Application

四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

48.34

-06-18 发布

2010-07-01 实施

8

61280



人民交通出版社  
China Communications Press

# 桥梁高性能混凝土制备 与应用技术指南

The Technical Guide of Bridge for High-Performance  
Concrete Producing and Application

主编单位:四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

参编单位:路港集团有限公司

四川雅西高速公路有限责任公司

武汉理工大学

中国路桥工程有限责任公司

人民交通出版社

2010·北京

## 内 容 提 要

本指南为四川省公路工程地方指南。内容包括:基本规定、原材料要求、不同环境作用混凝土配合比设计要求、耐久性混凝土设计要求、混凝土试配与调整、施工验收等技术要求。

本指南适用于内陆大气环境条件的混凝土桥梁 C30 以上高性能混凝土制备及应用。

**书 名:** 桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南

**著 作 者:** 四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

**责任编辑:** 师 云

**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.ccpres.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:** 北京鑫正大印刷有限公司

**开 本:** 850 × 1168 1/32

**印 张:** 3.25

**字 数:** 64 千

**版 次:** 2010 年 6 月 第 1 版

**印 次:** 2010 年 6 月 第 1 次印刷

**统一书号:** 15114 · 1490

**定 价:** 32.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 四川省交通运输厅 公 告

川交科教便〔2010〕60号

## 关于发布《桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南》的公告

各市州交通局、质量技术监督站、厅直各有关单位：

为进一步提高我省公路桥梁桥面铺装技术水平，及时指导工程实践，我厅组织编写了《桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南》（SCG F51—2010），作为四川省公路工程技術指南，自2010年7月1日起施行。

《桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南》根据四川省公路建设实际情况，结合近几年科研项目研究成果和工程实践编制完成，是四川省公路工程行业推荐性标准，在公路行业内自愿采用。

《桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南》由四川省交通厅公路规划勘察设计研究院主编和解释，请各有关单位在实践中注意积累资料，总结经验，及时将发现的问题和修改意见函告四川省交通厅公路规划勘察设计研究

院(四川省成都市武侯祠横街1号,邮政编码:610041;联系电话:028-82766537),以便修订时参考。

特此公告。

四川省交通运输厅

二〇一〇年六月十八日

# 前 言

水泥混凝土是当今世界最大用量的人工制备材料 and 最主要的土木建筑工程材料,而处于经济高速发展的中国,其生产量约占世界总量的一半。随着工程科学技术进步,桥梁不断向复杂地形地质条件的山区发展,各种桥型不断向着更高、更大、更深、更新的方向发展,进而对水泥混凝土材料性能和品质要求越来越高,因而现有的水泥混凝土制备与施工技术受到了严峻挑战。传统混凝土桥梁混凝土的配合比是按强度进行设计的,仅能满足工程的强度和一般耐久性要求,并且目前没有针对桥梁结构构造特点制定专门的规范。因此,提高混凝土品质,是实际工程十分突出的问题。特别是我国西部地区,由于地形、气候条件复杂,地震烈度高,虽然全年干旱少雨,但日照时间长,早晚温差和季节温差大,桥梁结构作用环境异常恶劣,桥梁在受到多种环境因素的共同作用下,破坏更为严重和复杂。针对桥梁结构的特点,开展混凝土品质研究,对提高混凝土桥梁结构质量、延长桥梁结构使用寿命及提高投资效益等方面,均具有重大意义。

《桥梁高性能混凝土制备与应用技术指南》(以下简称“指南”)是在《桥梁高性能混凝土制备与应用技术研

究报告》、《高性能混凝土的研究与应用》等科研项目研究成果基础上,参考相关混凝土配合比设计、施工等规程、规范和众多学者论文等资料,编制完成的。其主要特点为:根据桥梁使用混凝土特点,定义了桥梁高性能混凝土的内涵;基于骨料最紧密堆积和最佳浆骨比理论,提出了高性能混凝土配合比实测—计算—试配的设计方法;制定了水泥、外加剂、矿物掺合料和骨料的技术要求;制定了大体积低水化热高性能混凝土、自然浇注自密实钢管混凝土、箱形结构高性能混凝土、桥面防裂防渗高性能混凝土等不同部位桥梁高性能混凝土的性能指标、技术措施。其内容包括了基本规定、原材料要求、不同环境作用混凝土配合比设计要求、混凝土耐久性设计要求、混凝土试配与调整、施工验收等技术要求。适用于内陆大气环境条件的混凝土桥梁 C30 以上高性能混凝土制备及应用。

混凝土材料历史悠久,近年来发展迅速,但在我国没有针对桥梁混凝土制备与施工技术的规范、规程,故根据现有研究成果,编制而成本指南为设计施工技术人员提供有益参考。我们热忱希望读者在使用本指南过程中,能不吝提出宝贵意见和建议。希望通过讨论,对一些问题以及一些参数的合理取值再作深入的研究,不断积累资料,为制定《山区桥梁高性能混凝土制备技术规范》而共同努力。

本指南的形成,得益于四川省交通运输厅、四川雅西高速公路有限责任公司和四川省交通厅公路规划勘察设

计研究院、路港集团有限公司、武汉理工大学、中国路桥工程有限责任公司等单位在科研工作上给予的大力支持和资助,也得益于许多单位的精诚合作。在编写过程中得到了武汉理工大学丁庆军教授、西南交通大学赵人达教授、四川省交通厅公路规划勘察设计研究院咨询部吕隆光和张佐安教授级高级工程师、四川川交公路工程咨询有限公司谢邦珠教授级高级工程师、四川省交通科研院所张联燕教授级高级工程师、四川省公路工程监理咨询公司臧棣华教授级高级工程师等一批学者和工程技术人员的大力指导和帮助;同时,对编写本书中参考、引用文献和资料的作者,在此一并表示衷心地感谢。

**主编单位:**四川省交通厅公路规划勘察设计研究院

**参加单位:**路港集团有限公司、四川雅西高速公路建设有限责任公司、武汉理工大学、中国路桥工程有限责任公司

**主要起草人:**牟廷敏、胡曙光、庄卫林、熊国斌、朱如荣、范碧琨、郑斌、罗丁、许百盛、梁健、杨洪伟

**编 者**  
**2010 年 3 月**



# 目 录

<b>1</b>	<b>总则</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>术语</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>基本规定</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>原材料</b> .....	<b>21</b>
4.1	水泥 .....	21
4.2	骨料 .....	22
4.3	矿物掺合料 .....	27
4.4	化学外加剂 .....	32
4.5	纤维用法 .....	33
4.6	水 .....	34
<b>5</b>	<b>配合比设计</b> .....	<b>35</b>
5.1	一般规定 .....	35
5.2	配合比设计 .....	36
5.3	高性能混凝土泵送要求 .....	42
5.4	桥梁不同部位混凝土配合比设计 .....	43
5.5	混凝土耐久性设计 .....	52
<b>6</b>	<b>试配、调整与确定</b> .....	<b>65</b>
6.1	试配 .....	65
6.2	配合比的调整与确定 .....	67
<b>7</b>	<b>施工工艺</b> .....	<b>70</b>
7.1	准备 .....	70
7.2	材料 .....	72
7.3	拌制 .....	73

7.4	工作性检验 .....	74
7.5	运输 .....	75
7.6	浇注 .....	76
7.7	振捣 .....	81
<b>8</b>	<b>养护 .....</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>验收 .....</b>	<b>87</b>
	<b>附录 本指南用词说明 .....</b>	<b>89</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>90</b>

# 1 总 则

**1.0.1** 鉴于国内混凝土桥梁结构构造的复杂性和混凝土施工设备不断发展,以及桥梁混凝土制备与施工技术相对落后的现状,根据近年专题研究及应用成果,特编制本指南。

**1.0.2** 为了促进高性能混凝土在桥梁工程中合理应用,做到技术先进、防裂性好、耐久性强、经济合理、安全适用、确保工程质量,特制定本指南。

**1.0.3** 本指南适用于桥梁结构采用的高性能混凝土,尤其适用于形状复杂、钢筋密集、振捣困难的 C30 以上混凝土结构;不适用于轻质混凝土、海工混凝土、聚合物混凝土、沥青混凝土、海洋气候环境条件的混凝土和有特殊要求的混凝土结构。

**1.0.4** 桥梁高性能混凝土制备及施工技术,应充分考虑结构、原材料、生产、施工和服役环境等条件的差异。根据原材料的组成与性能及桥梁结构对混凝土的性能要求进行制备,并经过大量试配、调整后确定。

**1.0.5** 桥梁高性能混凝土制备与施工应重视混凝土原材

料选择、计量、拌和、运输、浇注和养护技术。

**1.0.6** 桥梁高性能混凝土的应用,除应符合本指南外,尚应符合国家及行业现行有关标准、规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 环境作用 Environmental action

能引起结构材料性能劣化或腐蚀的环境因素(agent),如温度、湿度及各种有害物质等施加于结构上的作用。

### 2.0.2 普通混凝土 Ordinary concrete

表观干密度为  $2000 \sim 2800 \text{kg/m}^3$  的水泥混凝土。

普通混凝土的表观干密度范围是与国际上 CEB - FIP 模式规范(混凝土结构)相一致的。凡用普通砂、石制作的混凝土,其表观干密度均不会超出  $2000 \sim 2800 \text{kg/m}^3$  这一范围。根据我国砂、石情况统计分析,规定  $2000 \sim 2800 \text{kg/m}^3$  的范围在我国西部地区是适用的。

### 2.0.3 高性能混凝土 High performance concrete

采用常规材料和工艺生产,具有混凝土结构所要求的各项力学性能,且具有高耐久性、高工作性和高体积稳定性的混凝土。

高性能混凝土应保证混凝土结构所要求的各项力学性能,且具有高耐久性、高工作性和高体积稳定性。要满足高性能混凝土的这些性能要求,关键是按照耐久性的要求设计混凝土。应根据混凝土结构所处的环境条件,考虑其外部和内部劣化因

素和结构要求的使用年限,进行耐久性设计,保证结构在使用期限内的性能要求。在高性能混凝土的组成材料中,必须含有矿物掺合料和高效减水剂。

矿物掺合料宜采用硅粉、粉煤灰、磨细矿渣粉、磨细钢渣粉、天然沸石粉、偏高岭土粉及其复合掺合料等,或同时采用2种以上这类材料。其次,桥梁用高性能混凝土的粗集料宜选择级配良好的5~15mm、5~20mm、5~25mm、5~31.5mm碎石或破碎卵石,其压碎值宜小于10%,针片状颗粒含量宜小于10%,且无碱活性。

矿物掺合料与高效减水剂双掺是高性能混凝土组成材料的最大特点。双掺能够最好地发挥掺合料在高性能混凝土中的填充效应,使高性能混凝土具有更好的流动性、强度和耐久性。

#### 2.0.4 大体积混凝土 Mass concrete

混凝土结构物实体断面最小尺寸等于或大于1m,或预计会因水泥水化热引起混凝土内外温差过大而导致裂缝的混凝土。

大体积混凝土的定义增加了“实体断面最小尺寸”的“部分”概念,使某些开孔的或变截面结构能比较确切地予以判别,并增加了在最小尺寸达不到1m,但预计会因水泥水化热引起混凝土内外温差较大而导致裂缝的结构也应按大体积混凝土考虑。

#### 2.0.5 抗渗混凝土 Impermeable concrete

抗渗等级等于或大于W8级的混凝土。

抗渗混凝土的定义给出了需做抗渗试验的最小抗渗等级,

W8 以下的抗渗要求对普通混凝土来说比较容易满足,作为特殊要求的混凝土,进行配合比设计时应当从 W8 开始。

### 2.0.6 抗冻混凝土 Frost-resistant concrete

抗冻等级等于或大于 F50 级的混凝土。

抗冻混凝土的定义给出了需做抗冻试验的最小抗冻等级, F50 以下的抗冻要求,一般混凝土很容易满足,在配合比设计方面不用增加特殊的要求或步骤。

### 2.0.7 混凝土耐久性 Durability of concrete

混凝土在所处工作环境下,长期抵抗内、外部劣化因素的作用,仍能维持其应有结构性能的能力。

混凝土结构在所处工作环境下,长期抵抗外部劣化因素及内部劣化因素作用的能力。所处环境的外部劣化因素,如中性化(或碳化)、冻害、氯离子侵蚀以及硫酸盐腐蚀等。此外,还有由于胶凝材料含有一定数量的碱和集料中含有碱活性物质,所造成的碱—集料反应的内部劣化因素作用,引起的劣化损伤与失效。混凝土的耐久性是混凝土结构在工作环境下,抵抗其中一种或多种外部劣化因素的作用,在结构设计使用的期限或维修管理期限内,不致损伤破坏,以至失效。钢筋混凝土结构的耐久性,由混凝土的耐久性和钢筋的耐久性两部分组成,本指南所述的是有关混凝土耐久性方面。

### 2.0.8 劣化现象 Degradation phenomenon

由内、外部劣化因素引起的混凝土结构性能随时间逐渐降低的现象。

### **2.0.9 外部劣化因素 External worsening factors**

导致混凝土和混凝土结构性能降低的外部环境原因。

使混凝土结构性能降低的外部环境作用有:大气中的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 等因素使混凝土产生中性化,氯化物侵入混凝土使钢筋锈蚀,寒冷使混凝土受冻融作用,盐碱地区的氯离子和硫酸盐使混凝土侵蚀等。

### **2.0.10 内部劣化因素 Internal worsening factors**

导致混凝土和混凝土结构性能降低的内在原因。

混凝土配制时,由各种材料带入了有害氯离子,当达到一定数量时可导致钢筋锈蚀;掺入的碱活性集料,使混凝土中有足够的碱含量时,可导致碱—集料反应;过高的水灰比、过大的单方混凝土水泥用量、过薄的混凝土保护层厚度以及混凝土浇注的缺陷等,均是构成混凝土劣化的内在原因。

### **2.0.11 容许劣化状态 Degradation allowance**

随着混凝土结构性能降低而出现的劣化状态中,尚能满足结构正常使用要求的最低性能状况。

### **2.0.12 混凝土工作性 Workability of concrete**

混凝土适宜于施工操作、满足施工要求的性能的总称。

### **2.0.13 混凝土体积稳定性 Volume stability of concrete**

混凝土初凝后,能抵抗收缩或膨胀而保持原有体积的性能。

### **2.0.14 混凝土力学性能 Mechanical properties of concrete**



混凝土强度和受力变形性能的总称。

### **2.0.15 结构耐久性 Structure durability**

结构及其构件在可能引起材料性能劣化的各种作用下,能够长期维持其应用性能的能力。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。

### **2.0.16 矿物掺合料 Mineral admixture**

平均粒径不大于  $10\mu\text{m}$ 、具有潜在水硬性或火山灰活性的矿物质粉体材料。

矿物掺合料是平均粒径不大于  $10\mu\text{m}$  的矿物粉体,如粉煤灰、矿渣粉、硅粉、钢渣粉、偏高岭土以及天然沸石粉等。它们在高性能混凝土中起胶凝填充、改善胶凝浆体与集料的界面组成结构的作用,可增大流化效应、强度效应和耐久性效应,是高性能混凝土不可缺少的组分。

### **2.0.17 自密实混凝土 Self-compacting concrete (SCC)**

具有高流动度、不离析、均匀性和稳定性,浇注时依靠其自重流动,不需要振捣而达到密实的混凝土。

### **2.0.18 自密实性能 Self-compacting ability**

混凝土浇注时,不加振捣施工也能依靠其自重均匀地填充到模板各处的性能。

### **2.0.19 胶凝材料 Cementitious material, or binder**

用于配制混凝土的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥与粉煤