

DB 33

浙 江 省 地 方 标 准

DB 33 / T 999 — 2016

公路工程混凝土配合比设计规程

Specification for mix proportion design of highway concretes

2016-01-27 发布

2016-02-27 实施

浙江省质量技术监督局 发 布

浙江省地方标准

公路工程混凝土配合比设计规程

Specification for mix proportion design of highway concrete

DB 33/T 999—2016

主编单位:浙江省交通工程建设集团有限公司

浙江交通职业技术学院

浙江省交通规划设计研究院

批准部门:浙江省质量技术监督局

实施日期:2016年02月27日

人民交通出版社股份有限公司

图书在版编目(CIP)数据

公路工程混凝土配合比设计规程 / 浙江省交通工程建设集团有限公司, 浙江交通职业技术学院, 浙江省交通规划设计研究院主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016. 3

ISBN 978-7-114-12857-8

I. ①公… II. ①浙… ②浙… ③浙… III. ①水泥混凝土路面—配合比设计—技术操作规程 IV. ①U416.216-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 045493 号

书 名: 公路工程混凝土配合比设计规程

著 作 者: 浙江省交通工程建设集团有限公司

浙江交通职业技术学院

浙江省交通规划设计研究院

责任编辑: 黎小东

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.cepress.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: 880 × 1230 1/16

印 张: 1.75

字 数: 40 千

版 次: 2016 年 3 月 第 1 版

印 次: 2016 年 3 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12857-8

定 价: 25.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由浙江省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：浙江省交通工程建设集团有限公司、浙江交通职业技术学院、浙江省交通规划设计研究院。

本标准主要起草人：单光炎、葛黎明、金众赞、钱树波、金凯、王端贵、徐建勇、宋德洲、张瑜、沈松波、斯纪平、朱益平、张早英、邵宏、丁科军、楼晓强、张明、沈云祥、郑竞友、张征文、朱利明、王晓明、李海臣、徐向前、裘秋波、郭渭军、袁媛。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 混凝土目标性能确定	2
5.1 一般规定	2
5.2 混凝土性能主要控制指标	2
6 原材料	2
6.1 一般规定	2
6.2 水泥	3
6.3 细集料	3
6.4 粗集料	3
6.5 水	3
6.6 外加剂	3
6.7 矿物掺合料	4
7 设计与计算	4
7.1 一般规定	4
7.2 配制强度	4
7.3 水胶比	5
7.4 用水量	6
7.5 胶凝材料用量	7
7.6 外加剂用量	7
7.7 砂率	7
7.8 集料用量	8
8 试配、调整和配合比验证确定	9
8.1 一般规定	9
8.2 试验室试配和调整	9
8.3 配合比现场验证	10
8.4 工艺性试验验证	11
8.5 编制配合比设计报告	11
附录 A(资料性附录) 配合比设计流程	12
附录 B(资料性附录) 不同部位和类型混凝土的主要控制指标和技术措施	13
附录 C(规范性附录) 大体积混凝土温度匹配养护试验方法	15
附录 D(资料性附录) 试验室设备基本配置要求	16
附录 E(规范性附录) 混凝土拌和物水胶比分析试验(快速烘干法)	17
附录 F(资料性附录) 配合比设计成果汇总表	19

公路工程混凝土配合比设计规程

1 范围

本标准规定了公路工程混凝土配合比设计(以下简称“配合比设计”)的基本规定,混凝土目标性能确定,原材料,设计与计算,试配、调整和配合比验证确定等的技术要求。

本标准适用于公路桥涵、隧道和路基工程水泥混凝土配合比设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 208	水泥密度测定方法
GB/T 9142	混凝土搅拌机
GB/T 17671	水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)
GB/T 50082	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
GB 50086	岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
GB 50119	混凝土外加剂应用技术规范
GB/T 50476	混凝土结构耐久性设计规范
GB 50496	大体积混凝土施工规范
JGJ 63	混凝土用水标准
JGJ/T 221	纤维混凝土应用技术规程
JGJ/T 283	自密实混凝土应用技术规程
JT/T 819	公路工程 水泥混凝土用机制砂
JTG/T B07-01	公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范
JTG E30	公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG E42	公路工程集料试验规程
JTG/T F50	公路桥涵施工技术规范
CECS 38	纤维混凝土结构技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

混凝土配合比设计 mix proportion design of concrete

根据设计要求及采用的施工工艺,优选原材料进行配合比计算、试配、调整、验证和确定,使混凝土性能满足设计技术要求和施工现场条件的工作过程。

3.2

试验室试配和调整 trial mix and adjustment of proportion

根据计算配合比结果,在试验室进行混凝土试拌,通过调整配合比使混凝土性能满足目标性能要

求,并确定试验室配合比。

3.3

配合比现场验证 on-site verification of proportion

根据试验室试配和调整结果,在正式生产前采用到场原材料进行现场试验室试验,验证配合比能否满足设计技术要求和施工现场条件并根据需要进行调整,确定目标配合比。

3.4

工艺性试验验证 on-site trail experiment

根据配合比现场验证结果,验证混凝土目标配合比是否满足设计技术要求和施工现场条件,并根据需要进行调整的试浇筑过程。

4 基本规定

4.1 配合比设计总体目标应基于力学性能、工作性、耐久性和经济性等的要求,做到因地制宜、科学合理、技术先进,保证质量,获得满足设计技术要求和施工现场条件的混凝土。

4.2 配合比设计应综合考虑结构、原材料、混凝土拌和、运输、施工工艺和施工水平以及应用环境条件等因素,经计算、试配、调整和验证后确定。

4.3 混凝土配合比设计应包括混凝土目标性能确定,原材料,设计与计算以及试配、调整和配合比验证确定等。其中,试配、调整和配合比验证确定应包括试验室试配和调整、配合比现场验证和工艺性试验验证三个阶段。混凝土配合比设计完成后,应按规定提供配合比设计报告。配合比设计流程见本标准附录 A。

5 混凝土目标性能确定

5.1 一般规定

5.1.1 配合比设计前,应根据委托书以及施工组织设计等文件,掌握施工季节的温度、湿度、风速等气象资料。

5.1.2 应根据混凝土结构情况、工程所处环境、施工工艺特点和相关技术措施等,参照本标准附录 B 设定混凝土的目标性能。

5.1.3 有特殊要求的混凝土还应符合国家现行有关标准的规定。

5.2 混凝土性能主要控制指标

5.2.1 混凝土拌和物性能主要控制指标包括:坍落度和扩展度、坍落度经时损失、浇筑温度、含气量、表观密度、凝结时间、泌水率、回弹率等。

5.2.2 硬化混凝土性能主要控制指标包括:抗压强度、弹性模量、内外温差、收缩变形、抗渗性、抗氯离子渗透性、抗冻性等。

5.2.3 混凝土性能主要控制指标还应符合国家现行有关标准的规定。

6 原材料

6.1 一般规定

6.1.1 应根据混凝土目标性能,选择符合要求的各类原材料。原材料性能应符合 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》等国家现行标准的规定。

6.1.2 应考虑水泥等原材料的实际温度对混凝土拌和物性能和硬化混凝土性能的影响。

6.1.3 应选用质地坚硬、级配合理、粒形良好、吸水率较低的符合 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》和 JT/T 819《公路工程 水泥混凝土用机制砂》等国家现行有关标准要求的洁净集料,并选用优质性能减水剂,以尽量降低每立方米混凝土用水量。

6.1.4 配制耐久性混凝土应使用优质粉煤灰、磨细矿渣粉或硅灰等矿物掺合料。

6.1.5 混凝土中加入的钢纤维、合成纤维、混杂纤维,其性能应符合 CECS 38《纤维混凝土结构技术规程》中的相关规定。

6.2 水泥

6.2.1 应采用回转窑水泥,宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

6.2.2 应有水泥生产厂出具的水泥品种、规格、检验报告等证明文件。

6.2.3 应选用品质稳定、水化热低、氯离子含量不高于 0.03% 和碱含量低的水泥,不宜使用早强水泥和铝酸三钙(C_3A)含量偏高的水泥。

6.2.4 除热养护预制构件等情况外,水泥使用温度不宜超过 55℃,同时应考虑其对坍落度经时损失和水化热的影响。

6.3 细集料

6.3.1 细集料宜选用符合第 6.1.3 条要求的中粗河砂或机制砂。

6.3.2 经亚甲蓝试验判定后,机制砂及混合砂的石粉含量应符合 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》等国家现行标准的规定。

6.4 粗集料

6.4.1 粗集料宜选用符合第 6.1.3 条要求的碎石或卵石,C40 及以上混凝土宜采用符合相关规范要求的连续级配碎石。

6.4.2 应对粗集料进行碱活性检验。宜避免采用有碱活性反应的粗集料,必须采用时应采取低碱水泥或掺加适量矿物掺合料等必要的抑制措施。

6.4.3 粗集料的最大粒径不宜超过结构截面最小边尺寸的 1/4,且不得超过钢筋最小净距的 3/4;在两层或多层密布钢筋结构中,最大粒径不宜超过钢筋最小净距的 1/2,同时不得超过 75.0mm;泵送混凝土时的粗集料最大粒径,除应符合上述规定外,对碎石不宜超过输送管径的 1/3,对卵石不宜超过输送管径的 1/2.5。

6.5 水

6.5.1 符合国家标准的饮用水可直接作为混凝土的拌制和养护用水;当采用其他水源或对水质有疑问时,应对水质进行检验。水的品质指标应符合 JGJ 63《混凝土用水标准》等国家现行规范的要求。

6.5.2 不应将未经处理的海水用于结构混凝土的拌制。

6.6 外加剂

6.6.1 应按 GB 50119《混凝土外加剂应用技术规范》要求进行外加剂相容性检测。

6.6.2 减水剂的选用应综合考虑减水率、经时变化量、含气量、凝结时间差和收缩率比等性能。对 C40 及以上等级的混凝土或有自密实要求的混凝土,宜优先选用聚羧酸系高性能减水剂。大体积混凝土宜选用缓凝高性能减水剂。

6.6.3 当混合使用两种及以上外加剂时,应测定各外加剂之间的相容性,并应验证复合外加剂的可靠性。

6.7 矿物掺合料

6.7.1 矿物掺合料应保证其产品品质稳定,来料均匀;矿物掺合料应由生产单位专门加工,并具有产品合格证书。

6.7.2 选用矿物掺合料时,其种类和掺量应根据混凝土各龄期强度、混凝土工作性能、体积稳定性和耐久性能等设计技术要求和施工现场条件,经试验确定。

6.7.3 矿物掺合料的技术要求应符合 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》等国家现行标准的规定。

7 设计与计算

7.1 一般规定

7.1.1 配合比设计应以质量比表示。试配时应使用实际工程拟采用的材料,可参照本标准附录 B 的要求进行设计计算。

7.1.2 具备相应的混凝土配合比设计资料和经验时,可根据混凝土目标性能和原材料特性,拟定混凝土胶凝材料用量、水胶比等参数的大致范围,试算出混凝土配合比;当无资料可参考或经验不足时,宜根据第 7.2 ~ 7.8 条的要求计算混凝土配合比。

7.1.3 对不同强度等级混凝土的胶凝材料总量应进行控制。高性能混凝土配合比设计时,C40 以下不宜大于 $400\text{kg}/\text{m}^3$,C40 ~ C50 不宜大于 $450\text{kg}/\text{m}^3$,C60 及以上的非泵送混凝土不宜大于 $500\text{kg}/\text{m}^3$,泵送混凝土不宜大于 $530\text{kg}/\text{m}^3$ 。配有钢筋的混凝土结构,在不同环境条件下最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土中胶凝材料的最小用量应符合 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》等现行标准的规定。

7.1.4 矿物掺合料掺量宜根据混凝土的性能要求通过试验确定。当选用粉煤灰做矿物掺合料时,应符合以下规定:

- a) 对暴露在空气中的一般构件混凝土,粉煤灰掺量不宜大于 20%,且单方混凝土胶凝材料中的硅酸盐水泥用量不宜小于 240kg ;
- b) 对预应力混凝土及处于冻融环境的混凝土,粉煤灰的掺量不宜大于 30%;
- c) 当混凝土中粉煤灰掺量大于 30%时,混凝土的水胶比不得大于 0.45。

7.1.5 大体积混凝土根据胶凝材料的组成按 60d 或更长龄期进行配合比设计和质量评定,应进行温控设计与温控监测设计并应进行温控计算,采用温度匹配养护的混凝土试件性能来表征实体结构混凝土性能,试验方法见本标准附录 C。

7.1.6 桥面铺装混凝土配合比设计时,应根据施工现场环境条件确定早期抗裂性能要求,并采取覆盖和保湿等技术措施以减少混凝土收缩开裂风险。

7.1.7 海洋环境下混凝土在配合比设计时,应根据环境作用等级确定抗渗等级、氯离子扩散系数等防腐指标。

7.2 配制强度

7.2.1 混凝土配制强度 $f_{\text{cu},0}$ 可根据混凝土强度标准差 σ 的历史平均水平按下式计算确定:

$$f_{\text{cu},0} \geq f_{\text{cu},k} + 1.645\sigma \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$f_{\text{cu},0}$ ——混凝土配制强度(MPa);

$f_{\text{cu},k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值(MPa);

σ ——混凝土强度标准差(MPa)。

7.2.2 混凝土强度标准差 σ 宜按下列规定确定:

- a) 宜根据同类混凝土统计资料计算确定,计算时强度试件组应不少于 25 组。当混凝土强度等级为 C20 和 C25,混凝土强度标准差 σ 计算值小于 2.5MPa 时,应取 2.5MPa;当混凝土强度等级大于或等于 C30,混凝土强度标准差 σ 计算值小于 3.0MPa 时,应取 3.0MPa。
- b) 当无同类混凝土统计资料时,混凝土强度标准差可按表 1 取用。

表 1 混凝土强度标准差 σ 值

混凝土强度等级	< C20	C20 ~ C35	> C35
混凝土强度标准差 σ (MPa)	4.0	5.0	6.0

7.3 水胶比

7.3.1 当混凝土强度等级小于 C60 时,混凝土水胶比宜按下式计算;当混凝土强度等级大于等于 C60 时,混凝土水胶比宜通过试验确定。

$$W/B = \frac{\alpha_a f_b}{f_{cu,0} + \alpha_a \alpha_b f_b} \dots\dots\dots (2)$$

式中:
W/B ——混凝土水胶比;
 α_a 、 α_b ——回归系数;
 f_b ——胶凝材料 28d 胶砂抗压强度值(MPa);
 $f_{cu,0}$ ——混凝土配制强度(MPa)。

7.3.2 回归系数(α_a 、 α_b)宜按下列规定确定:

- a) 宜根据同类混凝土试验统计资料计算确定;
- b) 当不具备上述试验统计资料时,可按表 2 选用。

表 2 回归系数(α_a 、 α_b)取值表

回 归 系 数	碎 石	卵 石
α_a	0.53	0.49
α_b	0.20	0.13

7.3.3 胶凝材料 28d 胶砂抗压强度值 f_b 可实测,试验方法应按 GB/T 17671《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》执行。无实测值时,可按下式计算:

$$f_b = \gamma_f \gamma_s f_{ce} \dots\dots\dots (3)$$

式中:
 f_b ——胶凝材料 28d 胶砂抗压强度值(MPa);
 γ_f ——粉煤灰影响系数;
 γ_s ——磨细矿渣粉影响系数;
 f_{ce} ——水泥 28d 胶砂抗压强度值(MPa)。

7.3.4 粉煤灰影响系数 γ_f 和磨细矿渣粉影响系数 γ_s 可按表 3 选用。水泥 28d 胶砂抗压强度值 f_{ce} 可实测,无实测值时,可按下式计算:

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce,g} \dots\dots\dots (4)$$

式中:
 f_{ce} ——水泥 28d 胶砂抗压强度值(MPa);
 γ_c ——水泥强度等级值的富余系数;

$f_{ce,g}$ ——水泥强度等级值。

表 3 粉煤灰影响系数 γ_f 和磨细矿渣粉影响系数 γ_s 的取值

掺量 (%) ^a	粉煤灰影响系数 γ_f ^b	磨细矿渣粉影响系数 γ_s ^c
0	1.00	1.00
10	0.85 ~ 0.95	1.00
20	0.75 ~ 0.85	0.95 ~ 1.00
30	0.65 ~ 0.75	0.90 ~ 1.00
40	0.55 ~ 0.65	0.80 ~ 0.90
50	—	0.70 ~ 0.85
^a 当超出表中掺量时,粉煤灰和磨细矿渣粉影响系数应经试验确定。 ^b 采用 I 级、II 级粉煤灰宜取上限。 ^c 采用 S75 级磨细矿渣粉宜取下限值,采用 S95 级磨细矿渣粉宜取上限值,采用 S105 级磨细矿渣粉可取上限值加 0.05。		

7.3.5 水泥强度等级值的富余系数 γ_c 可按实际统计资料确定;当缺乏实际统计资料时,可按表 4 选用。

表 4 水泥强度等级值的富余系数(γ_c)

水泥强度等级值	32.5	42.5	52.5
富余系数	1.12	1.16	1.10

7.3.6 混凝土有耐久性设计要求时,其水胶比尚应符合 GB/T 50476《混凝土结构耐久性设计规范》的规定。

7.4 用水量

7.4.1 未掺外加剂时,计算配合比每立方米混凝土的用水量 m_{w0} 应符合下列规定:

- a) 混凝土水胶比在 0.40 ~ 0.60 范围时,可按表 5 选取;
- b) 混凝土水胶比小于 0.40 时,应根据原材料品质、设计强度等级以及施工工艺的要求,通过试验确定,并应根据耐久性选择较低的用水量。

表 5 混凝土(水胶比为 0.4 ~ 0.6)每立方米的用水量(kg/m^3)

坍落度要求 (mm)	卵石最大公称粒径(mm)				碎石最大公称粒径(mm)			
	10.0	20.0	31.5	40.0	16.0	20.0	31.5	40.0
10 ~ 30	190	170	160	150	200	185	175	165
35 ~ 50	200	180	170	160	210	195	185	175
55 ~ 70	210	190	180	170	220	205	195	185
75 ~ 90	215	195	185	175	230	215	205	195
注 1:本表用水量系采用中砂时的取值。采用细砂时,每立方米混凝土用水量可增加 5kg ~ 10kg;采用粗砂时,可减少 5kg ~ 10kg。 注 2:掺用外加剂时,用水量应按第 7.4.2 条相应调整。								

7.4.2 掺外加剂时,计算配合比每立方米混凝土的用水量 m_{w0} 可按下式计算:

$$m_{w0} = m'_{w0}(1 - \beta) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

m_{w0} ——计算配合比每立方米混凝土的用水量(kg/m^3);

m'_{w0} ——未掺外加剂时推定的满足坍落度要求的计算配合比每立方米混凝土用水量(kg/m^3),以本标准表 5 中 90mm 坍落度时的用水量为基础,按每增大 20mm 坍落度每立方米混凝土用水量相应增加 5kg 来计算;

β ——外加剂的减水率(%),应经混凝土试验确定。

7.5 胶凝材料用量

7.5.1 胶凝材料的适用品种和掺量应综合环境类别和作用等级,由试验确定。

7.5.2 计算配合比每立方米混凝土的胶凝材料用量(m_{b0})应按下列下式计算:

$$m_{b0} = \frac{m_{w0}}{W/B} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

m_{b0} ——计算配合比每立方米混凝土的胶凝材料用量(kg/m^3);

m_{w0} ——计算配合比每立方米混凝土的用水量(kg/m^3);

W/B ——混凝土水胶比。

7.5.3 计算配合比每立方米混凝土的矿物掺合料用量(m_{f0})应按下列下式计算:

$$m_{f0} = m_{b0}\beta_f \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

m_{f0} ——计算配合比每立方米混凝土的矿物掺合料用量(kg/m^3);

m_{b0} ——计算配合比每立方米混凝土的胶凝材料用量(kg/m^3);

β_f ——矿物掺合料掺量(%),宜根据第 6.7.2 条和第 7.1.4 条的规定通过试验确定。

7.5.4 计算配合比每立方米混凝土的水泥用量(m_{c0})应按下列下式计算:

$$m_{c0} = m_{b0} - m_{f0} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

m_{c0} ——计算配合比每立方米混凝土的水泥用量(kg/m^3);

m_{b0} ——计算配合比每立方米混凝土的胶凝材料用量(kg/m^3);

m_{f0} ——计算配合比每立方米混凝土的矿物掺合料用量(kg/m^3)。

7.6 外加剂用量

计算配合比每立方米混凝土的外加剂用量应按下列下式计算:

$$m_{a0} = m_{b0}\beta_a \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

m_{a0} ——计算配合比每立方米混凝土的外加剂用量(kg/m^3);

m_{b0} ——计算配合比每立方米混凝土的胶凝材料用量(kg/m^3);

β_a ——外加剂掺量(%),应经混凝土试验确定。

7.7 砂率

7.7.1 混凝土的砂率 β_s 应根据集料的技术指标、混凝土拌和物性能和施工要求,参考既有历史资料确定。

7.7.2 当缺乏历史资料时,混凝土砂率的确定应符合下列规定:

- a) 坍落度小于 10mm 的混凝土,其砂率应经试验确定;
- b) 坍落度为 10mm~60mm 的混凝土,其砂率可根据粗集料品种、最大公称粒径及水胶比按表 6 选取;
- c) 坍落度大于 60mm 的混凝土,其砂率可经试验确定,也可在表 6 的基础上,按坍落度每增大 20mm、砂率增大 1% 的幅度予以调整。

表 6 混凝土(水胶比为 0.4~0.6)的砂率(%)

水胶比 W/B	卵石最大公称粒径(mm)			碎石最大公称粒径(mm)		
	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
0.40	26~32	25~31	24~30	30~35	29~34	27~32
0.50	30~35	29~34	28~33	33~38	32~37	30~35
0.60	33~38	32~37	31~36	36~41	35~40	33~38
注 1:本表数值系中砂的选用砂率,对细砂或粗砂,可相应地减少或增大砂率;采用机制砂配制混凝土时,砂率可适当增大;只用一个单粒级粗集料配制混凝土时,砂率应适当增大。						
注 2:对薄壁构件,砂率宜取偏大值。						

7.8 集料用量

7.8.1 当采用质量法计算混凝土配合比时,按确定的胶凝材料用量、用水量、砂率,根据下式计算粗集料、细集料用量:

$$m_{f0} + m_{c0} + m_{g0} + m_{s0} + m_{w0} = m_{cp} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\beta_s = \frac{m_{s0}}{m_{g0} + m_{s0}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

- m_{f0} ——计算配合比每立方米混凝土的矿物掺合料用量(kg/m^3);
- m_{c0} ——计算配合比每立方米混凝土的水泥用量(kg/m^3);
- m_{g0} ——计算配合比每立方米混凝土的粗集料用量(kg/m^3);
- m_{s0} ——计算配合比每立方米混凝土的细集料用量(kg/m^3);
- m_{w0} ——计算配合比每立方米混凝土的用水量(kg/m^3);
- m_{cp} ——计算配合比每立方米混凝土拌和物的假定质量(kg/m^3),可取 $2\,350\text{kg}/\text{m}^3 \sim 2\,450\text{kg}/\text{m}^3$;
- β_s ——砂率(%)。

7.8.2 采用体积法计算粗集料、细集料用量时,应按下式计算:

$$\frac{m_{c0}}{\rho_c} + \frac{m_{f0}}{\rho_f} + \frac{m_{g0}}{\rho_g} + \frac{m_{s0}}{\rho_s} + \frac{m_{w0}}{\rho_w} + 0.01\alpha = 1 \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$\beta_s = \frac{m_{s0}}{m_{g0} + m_{s0}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- m_{c0} ——计算配合比每立方米混凝土的水泥用量(kg/m^3);
- ρ_c ——水泥密度(kg/m^3),应按照 GB/T 208《水泥密度测定方法》测定,也可取 $2\,900\text{kg}/\text{m}^3 \sim 3\,100\text{kg}/\text{m}^3$;
- m_{f0} ——计算配合比每立方米混凝土的矿物掺合料用量(kg/m^3);
- ρ_f ——矿物掺合料密度(kg/m^3),可参照 GB/T 208《水泥密度测定方法》测定;

- m_{g0} ——计算配合比每立方米混凝土的粗集料用量(kg/m^3)；
 ρ_g ——粗集料的表观密度(kg/m^3)，应按照 JTG E42《公路工程集料试验规程》测定；
 m_{s0} ——计算配合比每立方米混凝土的细集料用量(kg/m^3)；
 ρ_s ——细集料的表观密度(kg/m^3)，应按照 JTG E42《公路工程集料试验规程》测定；
 m_{w0} ——计算配合比每立方米混凝土的用水量(kg/m^3)；
 ρ_w ——水的密度(kg/m^3)，可取 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；
 α ——混凝土的含气量百分数，在不使用引气剂或引气型外加剂时， α 可取为 1；
 β_s ——砂率(%)。

8 试配、调整和配合比验证确定

8.1 一般规定

- 8.1.1 试验室配备的设备应满足混凝土试配的要求。设备基本配置可参照本标准附录 D 的要求。
 8.1.2 混凝土试配应根据混凝土目标性能确定拌和物性能指标。
 8.1.3 混凝土试配时，不应使用风干或烘干的集料，应使用饱和面干以上含水率的粗集料、细集料，含水量计入总用水量。
 8.1.4 细集料中大于 4.75mm 的颗粒，应将其作为粗集料，按级配要求掺配后等量替代相等粒径的粗集料。
 8.1.5 混凝土试配应采用强制式搅拌机，搅拌机应符合 GB/T 9142《混凝土搅拌机》的规定。
 8.1.6 混凝土试配时，拌和物均匀性满足要求后方可出料。从全部材料投放完成后，要求混凝土搅拌时间不得少于 2min ，有纤维掺入时，应先干拌 1min ，再加水拌和均匀。搅拌 C50 及以上强度等级的混凝土，采用引气剂、膨胀剂、防水剂等外加剂时，应相应延长搅拌时间。

8.2 试验室试配和调整

8.2.1 拌和物性能检验

- 8.2.1.1 混凝土拌和物搅拌完成后，应立即检验第 5.2.1 条所规定的拌和物性能主要控制指标，观察有无分层、离析、泌水，评定其均质性。拌和物性能检验可参照 JTG E30《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》进行。
 8.2.1.2 计算水胶比宜保持不变，并通过调整配合比其他参数使混凝土拌和物性能符合设计、运输以及浇筑施工工艺的要求，然后修正计算配合比，提出试拌配合比。
 8.2.1.3 试配应至少采用三个不同的配合比，其中一个应为本标准第 8.2.1.2 条提出的试拌配合比，另外两个配合比的水胶比宜较试拌配合比分别增加和减少 0.05，用水量应与试拌配合比相同，砂率可分别增加和减少 $1\% \sim 2\%$ 。
 8.2.1.4 当使用矿物掺合料或有耐久性需要时，也可以保持试拌配合比的水胶比不变，变动矿物掺合料的掺量或组成，并相应增减用水量，保持三个配合比的浆体体积相等的方法，进行配合比的设计。
 8.2.1.5 应建立混凝土拌和物 $0 \sim 180\text{min}$ 内工作性能相关指标在施工环境温度条件下随时间变化的规律，根据试配出机坍落度和坍落度经时损失预测混凝土运输到浇筑工作面的入模坍落度，并应在现场进行复核。

8.2.2 硬化混凝土性能检验

- 8.2.2.1 混凝土强度检验应按照 JTG E30《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》进行，并应符合下列规定：

- a) 试件制作应根据不同结构部位混凝土的浇筑成型工艺,采取相似或适宜的振捣方式,其试件成型时间应与现场混凝土入模时间相近。每个配合比应至少制作三组试件,并应标准养护到 28d 或设计规定龄期时施压;
- b) 大体积混凝土试配时宜根据需要进行温度匹配养护条件下强度发展规律的试验,试验方法见本标准附录 C。

8.2.2.2 对耐久性有设计要求的混凝土应进行相关耐久性试验验证,混凝土耐久性试验检验应按照 GB/T 50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》进行。

8.2.3 配合比调整

8.2.3.1 配合比调整应符合下列规定:

- a) 根据本标准第 8.2.2.1 条混凝土强度试验结果,绘制混凝土强度和水胶比的关系图或采用插值法确定满足配制强度对应的水胶比;
- b) 在试拌配合比的基础上,用水量和外加剂用量应根据确定的水胶比做调整;
- c) 胶凝材料用量应以用水量除以确定的水胶比计算确定;
- d) 粗集料和细集料用量应根据用水量和胶凝材料用量等进行调整。

8.2.3.2 混凝土拌和物的表观密度和配合比校正系数的计算应符合下列规定:

- a) 混凝土拌和物的表观密度计算值按下式计算:

$$\rho_{c,c} = m_c + m_f + m_g + m_s + m_w \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$\rho_{c,c}$ ——混凝土拌和物的表观密度计算值(kg/m^3);

m_c ——每立方米混凝土的水泥用量(kg/m^3);

m_f ——每立方米混凝土的矿物掺合料用量(kg/m^3);

m_g ——每立方米混凝土的粗集料用量(kg/m^3);

m_s ——每立方米混凝土的细集料用量(kg/m^3);

m_w ——每立方米混凝土的用水量(kg/m^3)。

- b) 配合比校正系数 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{\rho_{c,t}}{\rho_{c,c}} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

δ ——配合比校正系数;

$\rho_{c,t}$ ——混凝土拌和物的表观密度实测值(kg/m^3),应按 JTG E30《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》测定;

$\rho_{c,c}$ ——混凝土拌和物的表观密度计算值(kg/m^3)。

8.2.3.3 当混凝土拌和物表观密度实测值与混凝土拌和物表观密度计算值之差的绝对值不超过计算值的 2% 时,按本标准第 8.2.3.1 条调整确定的配合比可维持不变;当两者之差超过 2% 时,应将配合比中每项材料用量均乘以配合比校正系数 δ 。

8.2.3.4 确定试验室配合比。

8.3 配合比现场验证

8.3.1 应综合考虑施工现场原材料和试验室条件、施工季节等因素,对第 8.2 条确定的试验室配合比进行验证和调整。

8.3.2 按照第 8.2 条确定的试验室配合比,在现场试验室进行试拌,检验其拌和物性能;如不符合,应调整相关参数,直至满足设计技术要求和施工现场条件。

8.3.3 确定目标配合比。

8.4 工艺性试验验证

8.4.1 拌和前应对搅拌机计量系统的准确性进行核查。

8.4.2 依据验证后的目标配合比进行试拌,应根据需要检验第 5.2.1 条规定的混凝土拌和物性能主要控制指标是否满足目标设计性能,并按本标准附录 E 对混凝土拌和物的水胶比进行试验。

8.4.3 拌和完成并运输到现场的混凝土,应检验入模坍落度、坍落扩展度等技术指标是否满足浇筑工艺要求。

8.4.4 应结合第一次构件浇筑进行工艺性评价,并记录下列信息:

- a) 浇筑时间和浇筑时的入模坍落度、浇筑时气温与混凝土浇筑温度;
- b) 施工缝的划分、混凝土浇筑高度的控制;
- c) 必要时,混凝土的养护方式和养护过程,包括养护开始时间、混凝土养护中的内外温差及降温速率;
- d) 拆模时间与拆模时环境温度等;
- e) 如果出现裂缝,要记录裂缝出现的时间、部位、长度、宽度、深度和发展趋势等情况。

8.4.5 第一件构件浇筑完成后,对混凝土的质量与外观进行检验,明确下列检验内容的结论:

- a) 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否合适;
- b) 检验浇筑、振捣等成型工艺是否合适;
- c) 检验混凝土养护措施是否得当;
- d) 检验混凝土外观是否满足要求;
- e) 检验芯样混凝土强度是否满足要求。

8.4.6 以第一件构件浇筑的工艺性评价、质量与外观检验为依据,经调整和优化后确定施工配合比。

8.5 编制配合比设计报告

8.5.1 配合比设计报告应包括试验室试配和调整、配合比现场验证和工艺性试验验证三个阶段的设计成果,形成《配合比设计成果汇总表》,其格式见本标准附录 F。

8.5.2 配合比设计三个阶段形成的工作性能、力学性能和耐久性能试验结果可附在《配合比设计成果汇总表》后供查阅。

附录 A
(资料性附录)
配合比设计流程

配合比设计流程如图 A.1 所示。



图 A.1 配合比设计流程图