

中国公路建设行业协会标准

T/CHCA xxxx-xxxx

寒区公路桥涵混凝土施工与运维
技术规范

Technical Specification for Concrete Construction and Operation and Maintenance of
Highway Bridges and Culverts in Cold Regions

xxxx-xx-xx发布

xxxx-xx-xx实施

中国公路建设行业协会

发布

中国公路建设行业协会标准

寒区公路桥涵混凝土施工与运维技术规范

Technical Specification for Concrete Construction and Operation and Maintenance of
Highway Bridges and Culverts in Cold Regions

T/CHCA xxxx-xxxx

主编单位：龙建路桥股份有限公司

批准部门：中国公路建设行业协会

实施日期：xxxx 年 xx 月 xx 日

人民交通出版社股份有限公司

中国公路建设行业协会 公 告

2025年第xx号

关于发布《寒区公路桥涵混凝土施工与运维技术规范》 的公告

现发布《寒区公路桥涵混凝土施工与运维技术规范》（T/CHCA XXXX），自2025年X月X日起施行。

《寒区公路桥涵混凝土施工与运维技术规范》（T/CHCA XXXX）的管理权和解释权归中国公路建设行业协会，日常解释和管理工作由主编单位龙建路桥股份有限公司负责。各有关单位如在执行实践中发现问题或有修改意见，请函告龙建路桥股份有限公司（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区嵩山路109号，邮编：150009），以便修订时参考。

中国公路建设行业协会
年 月 日

前言

根据中国公路建设行业协会《关于下达〈波形腹板钢箱梁安装标准化指南〉等22项协会标准的编制通知》（中路建协技发〔2024〕88号）的要求，由龙建路桥股份有限公司作为主编单位，承担对《寒区公路桥涵混凝土施工与运维技术规范》的编制工作。

本规程在编制过程中，编制组广泛调研了国内外寒区公路桥涵混凝土工程施工的现状和发展趋势，在总结寒区公路桥涵混凝土工程施工实践经验并借鉴国内外技术标准的基础上，吸纳技术成熟、工艺先进、经济合理、安全环保、节能减排的“四新”技术，并在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本规范的主要技术内容包括：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 原材料；5 混凝土配合比设计；6 模板和脱模剂；7 混凝土搅拌机；8 混凝土施工；9 混凝土运营期检查；10 桥梁混凝土养护与维修；11 涵洞混凝土检查、养护与维修。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规程日常管理组，联系人：姜紫毅（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区嵩山路109号，龙建路桥股份有限公司，邮编：150090；电话：0451-82281862，电子邮箱：279478035@qq.com），以便下次修订时参考。

主编单位：龙建路桥股份有限公司

参编单位：黑龙江省龙建路桥第五工程有限公司

哈尔滨建筑科技职业大学

黑龙江省泰斯特森工程检测有限公司

黑龙江省交通投资集团有限公司

主编：朴志海

主要参编人员：	李绪森	王艳	苏龙海	王腾	初文磊	于广涛	陈兴盛
	张伟健	沈义	信思源	王策	李满	丛赫	王得成
	计伟帅	刘永生	姜紫毅	张世明	吴迪	王普夷	王永前
	张静波	庄坤	李驰	高彦宝	张广伟	姚瑞珊	王文会
	杨宝权	孙辉宇	孙佳煜	刘铭东	王子源	叶阳	张玉娟
	颜廷尧						

主审：

参与审查人员：

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
4 原材料	5
4.1 一般规定	5
4.2 粗集料	5
4.3 细集料	6
4.4 水泥	7
4.5 矿物掺合料	8
4.6 外加剂	8
4.7 拌合用水	9
5 混凝土配合比设计	9
5.1 一般规定	9
5.2 配合比设计原则	10
6 模板和脱模剂	11
6.1 一般规定	11
6.2 模板材料	11
6.3 脱模剂	11
7 混凝土搅拌机	11
7.1 一般规定	11
7.2 搅拌机安全管理	12
8 混凝土施工	12
8.1 一般规定	12
8.2 混凝土搅拌	12
8.3 混凝土运输	13
8.4 混凝土浇筑	13
8.5 混凝土养生	14
8.6 混凝土拆模	14
8.7 混凝土冬期施工	15
8.8 混凝土质量检测	20
9 混凝土运营期检查	20
9.1 一般规定	20
9.2 初始检查	20
9.3 日常巡查	21
9.4 经常检查	21

9.5 定期检查	21
9.6 特殊检查	23
10 桥梁混凝土养护与维修	24
10.1 一般规定	24
10.2 桥面系混凝土结构养护与维修	24
10.3 梁桥上部混凝土结构养护与维修	25
10.4 拱桥上部混凝土结构养护与维修	25
10.5 斜拉桥上部混凝土结构养护与维修	26
10.6 悬索桥上部混凝土结构养护与维修	27
10.7 桥梁下部混凝土结构养护与维修	27
10.8 基础、锚碇混凝土结构养护与维修	27
11 涵洞混凝土检查、养护与维修	28
11.1 一般规定	28
11.2 涵洞混凝土检查	28
11.3 涵洞混凝土日常养护	29
11.4 涵洞混凝土维修	29
附录A 桥梁初始检查记录表	31
附录B 桥梁混凝土经常检查记录表	33
附录C 桥梁定期检查记录表	34
附录D 桥梁混凝土特殊检查记录表	40
附录E 涵洞经常检查记录表	41
附录F 涵洞定期检查记录表	42
本规范用词用语说明	43
引用标准名录	44

1 总则

1.0.1 为规范寒区公路桥涵混凝土施工秩序,强化关联方对寒区公路桥涵混凝土施工与运维理念的认识,结合混凝土施工实际,编制本规范。

1.0.2 本规范适用于各级改建、扩建、新建公路桥涵混凝土施工与运维技术管理。

1.0.3 对于特大型、特殊结构公路桥梁混凝土施工与运维技术管理,除应符合本规范的规定外,尚应就本规范未涉及的内容制定专项技术方案,必要时组织专家论证。

条文说明:

“特大型”是指规模远超出一般桥涵工程,条文中所指的特大型、特殊结构的桥涵混凝土冬期施工,其施工的某些特殊要求可能不被本规程的条文所包含,因此遇此情况时,需要在本规程的基础上制定更详细、更接近实际的专用标准或专用技术条款指导施工。

1.0.4 公路桥涵混凝土施工与运维技术应符合设计文件的规定,在保证质量、耐久、安全等基本要求前提下,应体现环保、节能减排、绿色施工等理念,最大限度地节约资源与减少对环境负面影响。

条文说明:

“安全”在此有两方面含义:一是在施工期间需要保证混凝土结构的安全和作业的安全;二是桥涵工程交付运营后,正常使用状态下混凝土结构本身能在规定的寿命期内安全使用。

“耐久”是指桥涵混凝土工程结构需要满足设计规定的使用年限。

“环保”是指桥涵混凝土工程结构施工时,需要符合环境保护法等法律法规的要求。

“节能减排”是指混凝土冬期施工时节约能源和减少环境有害物排放。

“绿色施工”是指在混凝土冬期施工中,在保证质量、安全等基本要求的前提下,通过科学管理和技术进步,最大限度地节约资源与减少对环境负面影响的施工活动,实现四节一环保(节能、节地、节水、节材和环境保护)。

1.0.5 公路桥梁混凝土施工与运维技术宜推行标准化、工厂化和智慧化施工,并应积极推广使用可靠的新技术、新工艺、新材料和新装备。

1.0.6 公路桥梁混凝土施工与运维技术除应符合本规范的规定外,尚应符合国家、行业和地方有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 寒区 cold zone

通常指最冷月月平均气温介于 $-3^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ 的地区。

2.0.2 严寒期 frost

根据当地多年气象资料统计,当室外日最低气温稳定低于 $-20^{\circ}\text{C}\sim-29.9^{\circ}\text{C}$ 的时间段即为严寒期。

2.0.3 冬期 winter

根据当地多年气象资料统计,当室外日平均气温连续5d稳定低于 5°C 的季节或施工期。

2.0.4 极端天气 extreme weather

指一定地区在一定时间内出现的历史上罕见的气象事件,其发生概率通常小于5%或10%。

2.0.5 养护 maintaince

为保持混凝土的正常使用而进行的保养及维修作业;预防和修复混凝土的灾害性损失及为提高其使用质量和服务水平而进行的改造。

2.0.6 里表温差 temperature difference of core and surface

混凝土浇筑体内最高温度与表层温度之差。

2.0.7 矿物掺合料 mineral admixture

在配制混凝土时加入的能改善新拌混凝土和硬化混凝土性能的无机矿物细粉。

2.0.8 水泥与外加剂相容性 compatibility between cement and admixtures

用同一种减水剂或水泥时,由于两者质量变化而引起水泥净浆流动性和经时损失变化,以及为使水泥净浆获得相同流动性和经时损失,而导致减水剂掺加剂量变化的性质。

2.0.9 受冻临界强度 frozen critical strength

新拌混凝土受冻后再恢复正温养护,强度可继续增长,并达到设计强度等级95%以上所需的初始强度。

2.0.10 蓄热养生法 heat-stored curing

混凝土浇筑后,利用原材料加热产生的热量和水泥水化反应放出的热量,通过适当保温延迟混凝土冷却时间,使混凝土冷却到 0°C 以前达到预期强度的施工方法。

2.0.11 蒸汽养生法 steam curing

蒸汽养护又称湿热养护,是以水蒸汽为热介质,使混凝土加速硬化的养护方法。

2.0.12 暖棚养生法 greenhouse method

将被养护的混凝土构件或结构置于搭设的棚中,内部设置散热器、排管、电热器或火炉等加热棚内空气,使混凝土处于正温环境下养护的方法。

3 基本规定

3.0.1 寒区公路桥梁混凝土施工与运维技术除参考本规范外，尚应满足业主与监理的要求。

3.0.2 本规范涵盖的条文尚未明确者，应参考设计文件、招标文件规定。

3.0.3 寒区公路桥梁混凝土施工与运维技术应遵守国家建设工程质量方面的法律法规，建立健全质量保证体系，明确质量责任。

3.0.4 寒区公路桥梁混凝土施工与运维技术应根据实际情况采取切实可行的技术措施，确保混凝土工程满足技术要求。

3.0.5 寒区公路桥梁混凝土施工与运维技术应遵守国家建设工程安全方面的法律法规，建立健全安全生产管理体系及应急预案，明确安全责任，严格执行安全操作规程，保障作业人员的职业健康和作业安全。

4 原材料

4.1 一般规定

4.1.1 混凝土的原材料，其技术性能均应符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）中的相关要求。

4.1.2 为适应寒区公路桥涵混凝土工作性、力学性、长期性及耐久性需要，同时兼顾经济性及绿色施工需要，不同强度等级混凝土应选用不同品质的原材料。

4.1.3 用于生产粗集料的母岩岩相组织均匀、力学性能一致、无明显风化等缺陷，品质不低于Ⅱ类粗集料标准。

4.1.4 细集料品质应不低于Ⅱ类砂标准。

4.1.5 水泥及矿物掺合料中碱和氯离子含量应符合耐久性要求，水泥与外加剂相容性良好。

条文说明：

公路桥涵施工地点极其分散，桥涵混凝土所需原材料大多为地产材料，这些材料品质差异较大；而公路桥涵混凝土强度等级又较多，春夏秋冬之交，季节温差及昼夜温差都很大，在该环境下施工的混凝土如果不按照本规范控制各工序，很容易产生各种病害。为达到既保证混凝土的工作性能、力学性能及耐久性能，同时兼顾外观及经济性等目的，既满足寒区桥涵混凝土施工与运维需要，又契合绿色低碳环保的“双碳”目标，有必要根据混凝土强度等级不同选用不同品质的原材料。

4.2 粗集料

4.2.1 粗集料母岩宜优选玄武岩、安山岩、石灰岩等岩石，在满足经济性前提下宜优先选用连续级配锤破或反击破碎碎石，并满足下列规定：

1 对于 C20~C35 混凝土，粗集料母岩单轴抗压强度应大于 70MPa；

2 对于 C40~C55 混凝土，粗集料母岩单轴抗压强度应大于 85MPa；

3 对于 C60~C75 混凝土，粗集料母岩单轴抗压强度应大于 120MPa。

4.2.2 粗集料公称最大粒径应与混凝土强度等级相匹配，并满足下列规定：

1 对于 C20~C35 混凝土，公称最大粒径不宜超过 31.5mm；

2 对于 C40~C55 混凝土，公称最大粒径不宜超过 26.5mm；

3 对于 C60~C75 混凝土，公称最大粒径不宜超过 19.5mm。

4.2.3 用于寒区公路桥涵混凝土的粗集料，技术要求应满足表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 粗集料技术指标

项目	技术要求		
混凝土强度等级	C20~C35	C40~C55	C60~C75
压碎值/% ≤	12.0	8.0	5.0
针片状颗粒总含量/% ≤	8.0	5.0	3.0
表观密度/g/cm ³ ≥	2.65	2.70	2.75
含泥量/% ≤	1.0	1.0	0.5
泥块含量/% ≤	0.25	0.20	0.15
坚固性/% ≤	8.0	5.0	
硫化物及硫酸盐含量(按 SO ₃ 质量计,%) ≤	1.0	0.5	

吸水率/% ≤	1.0	
氯离子含量/% <	0.02	0.01
碱集料反应	经碱集料反应后，试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%。	
有机物含量（比色法）	合格	

4.2.4 一般检测项目

粗集料的一般检测项目主要包括：颗粒级配、堆积密度、表观密度、空隙率、针片状含量、含泥量、泥块含量、压碎值和坚固性；用于高强混凝土的粗骨料还包括岩石抗压强度。

4.2.5 其他检测项目

用于寒区桥涵混凝土的粗集料，除一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：有机物、硫化物及硫酸盐含量、母岩抗压强度、碱集料反应、冻融试验等。

4.3 细集料

4.3.1 用于寒区桥涵混凝土的细集料，应优先选用 II 区天然河砂，当缺乏河砂时，可选用符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）技术要求的机制砂。

4.3.2 用于寒区桥涵混凝土的天然河砂，细度模数应符合中砂要求，并满足下列规定：

- 1 用于 C20~C35 混凝土的中砂，细度模数宜为 2.3~3.0；
- 2 用于 C40~C55 混凝土的中砂，细度模数宜为 2.4~2.9；
- 3 用于 C60~C75 混凝土的中砂，细度模数宜为 2.4~2.8。

4.3.3 用于寒区公路桥涵混凝土的天然河砂，技术要求应满足表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 细集料技术指标

项目	技术要求		
混凝土强度等级	C20~C35	C40~C55	C60~C75
松散堆积密度/g/cm ³ ≥	1500	1550	1580
表观密度/g/cm ³ ≥	2.60	2.65	2.68
空隙率/% ≤	44.0		
含泥量/% ≤	1.5	1.0	
泥块含量/% ≤	0.5		
云母含量/% ≤	0.5		
轻物质含量/% ≤	0.5		
氯离子含量/% ≤	0.02	0.01	
有机物质含量	合格		
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计，%） ≤	≤0.5		
坚固性/% ≤	8.0	5.0	
碱集料反应	经碱集料反应后，试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象， 在规定试验龄期的膨胀率应小于0.10%。		

4.3.4 一般检测项目

细集料的一般检测项目主要包括：颗粒级配、堆积密度、表观密度、空隙率、含泥量、泥块含量和坚固性；此外，机制砂还需检测压碎值和亚甲蓝值。

4.3.5 其他检测项目

用于寒区施工与运维桥涵混凝土细集料，除一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：云母含量、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐含量、氯离子含量、碱集料反应等。

4.4 水泥

4.4.1 应根据工程特点和使用环境条件选择水泥品种，一般工程和常规环境条件应优先选用普通硅酸盐水泥；对早期强度要求高或者大掺量矿物掺合料的混凝土，可选用硅酸盐水泥；对于特殊混凝土工程和特殊环境条件宜选用矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥或其他适宜品种水泥。

4.4.2 对于小于 C60 混凝土，水泥强度等级优先选用 P.042.5 级，对于大于等于 C60 混凝土，水泥强度等级优先选用 P.052.5 级，也可以选用 P.042.5 级水泥。

4.4.3 用于寒区公路桥涵混凝土的水泥，技术指标除应满足《通用硅酸盐水泥》（GB 175）相关要求外；还宜满足表 4.4.3 的建议值。

表 4.4.3 水泥技术指标建议值

项目	技术建议	
比表面积/（ m^2/kg ） $\leq$	≤ 360	
游离氧化钙含量/% $\leq$	≤ 1.0	
碱含量/% $\leq$	≤ 0.60	
氯离子含量/% $\leq$	≤ 0.06	
标准稠度用水量/% $\leq$	27	
硅酸盐水泥3d抗压强度 a/MPa $\geq$	42.5级：17.0	
	52.5级：22.0	
普通硅酸盐水泥3d抗压强度 a/MPa $\leq$	42.5级：25.0	
	52.5级：31.0	
28d/3d抗压强度比 ^a $\geq$	1.70	
熟料 C_3A 含量（按质量计）/% $\leq$	重度硫酸盐环境下	5
	中度硫酸盐环境下	8
	海水等氯化物环境下	10
3d水化热（ kJ/kg ） ^a $\leq$	一般水泥	280
	中热水泥	251
	低热水泥	230
7d水化热（ kJ/kg ） ^a $\leq$	一般水泥	320
	中热水泥	293
	低热水泥	260

注：^a 选择性指标。当硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥用于有抗裂要求的混凝土中时采用。

4.4.4 一般检测项目

水泥的一般检测项目主要包括：细度（比表面积）、标准稠度用水量、凝结时间、安定性、胶砂强度。

4.4.5 其他检测项目

用于寒区桥涵混凝土的水泥，除了一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：28d/3d 抗压强度比、氧化镁、氯离子、碱含量等。

4.5 矿物掺合料

4.5.1 寒区公路桥涵混凝土应掺加粉煤灰、磨细粒化高炉矿渣粉和硅灰等矿物掺合料。

4.5.2 掺加矿物掺合料应符合以下规定：

1 强度等级小于 C60 的混凝土优先选用品质等于或优于 II 级的粉煤灰，重要工程宜选用 I 级粉煤灰，品质等于或优于 S95 级磨细粒化高炉矿渣粉；

2 强度等级大于 C60 的混凝土优先选用 SiO_2 含量高、需水量小的硅灰。

4.5.3 寒区公路桥涵混凝土掺加矿物掺合料前，应做配合比验证试验，证明对冻融循环及其他耐久性指标无不利影响时，方可用于混凝土中。

4.5.4 用于寒区公路桥涵混凝土的矿物掺合料，其技术指标应满足《矿物掺合料应用技术规范》(GB/T 51003)、《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18406) 及《矿物掺合料应用技术规范》(GB/T 51003) 的相关要求。

4.5.5 一般检测项目

粉煤灰、磨细粒化高炉矿渣粉和硅灰等矿物掺合料的一般检测项目主要包括：细度(比表面积)、烧失量、含水量、氯离子含量和活性指数等。

4.5.6 其他检测项目

用于寒区公路桥涵混凝土的矿物掺合料，除一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：

1 对于粉煤灰，还应检测以下项目：需水量比、 $f - \text{CaO}_2$ 、 SO_3 、密度、安定性、

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的总质量分数等；

2 对于磨细粒化高炉矿渣粉，还应检测以下项目：密度、 SO_3 、玻璃体含量、流动度比等；

3 对于硅灰，还应检测以下项目：需水量比、 SiO_2 含量、碱骨料反应等。

4.6 外加剂

4.6.1 外加剂与水泥、矿物掺合料等胶凝材料和集料之间应具有良好的相容性。

4.6.2 高性能混凝土使用的外加剂质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》(GB 8076) 的规定。

4.6.3 外加剂应经过具备相关资质的检测机构检测并附有检测合格证明，进场后应进行复验，复验结果满足要求后方可用于工程中。

4.6.4 外加剂的品种和掺量应根据混凝土使用环境要求、施工条件、原材料的变化等通过试验确定。

条文说明：

不同品种的外加剂有其各自的特性，故需要根据使用要求、混凝土原材料和施工工艺条件等因素，通过试验确定其品种及适宜的掺量。

4.6.5 应选择使用减水率高、坍落度损失小、适量引气、可明显改善或提高混凝土耐久性能的高性能减水剂或高效减水剂。

4.6.6 用于提高混凝土抗冻性的引气剂和复合外加剂中均不得含有木质磺酸盐组分，并不得采用含有氯盐的防冻剂。

4.6.7 应优先使用质量稳定的聚羧酸系减水剂，外加剂生产商宜提供外加剂对硬化混凝土收缩等性能的影响系数，外加剂中的氯离子总含量宜不大于混凝土中胶凝材料总质量的 0.02%，硫酸盐含量不宜大于外加剂干重的 15%。

4.6.8 采用非加热法养生混凝土时，所选用的外加剂应含有引气组分或掺入引气剂，混凝土含气量宜控制在4.5%~6.0%，最大不得超过8.0%。

4.6.9 寒区公路桥涵混凝土在冬期施工时应符合以下规定：

1 混凝土中必须适量掺入引气剂，其含气量应按不同环境类别和作用等级确定。引气剂或引气型外加剂应有良好的气泡间距和稳定性；

2 在满足混凝土坍落度经时损失条件下，宜选用凝结时间短、早期强度较高的高效引气型外加剂，其掺量应满足设计及规范要求；

3 采用蒸汽养生的混凝土不应掺加早强剂，严禁使用含缓凝成分的外加剂。

4.7 拌合用水

4.7.1 寒区公路桥涵混凝土拌合及养生用水应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的相关规定。

4.7.2 混凝土拌合用水还应符合以下规定：

1 水中无明显的油脂和泡沫等漂浮物，且无明显的颜色和异味；

2 饮用水可直接用于混凝土的拌和及养生；

3 严禁采用海水用于结构混凝土的拌和及养生。

5 混凝土配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 寒区公路桥涵混凝土配合比设计应以现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》（JGJ 55）为基础，结合本规范5.2实施。

5.1.2 混凝土配合比应通过控制原材料品质、选择较低的水胶比，以满足施工性能、力学性能及耐久性能要求。

5.1.3 当混凝土原材料品质发生变化时，应对原配合比进行验证确认后使用。

5.1.4 因天气或施工条件原因引起原材料含水率变化时，需要对施工配合比进行实时调整使用。

5.1.5 应严格限制粗细集料的含泥量，其控制标准应不低于《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的相关规定。

5.1.6 应优先选用活性较高的普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥；在满足和易性、强度和耐久性前提下，应选择较低的水泥用量及胶凝材料总量。

5.1.7 如需掺加矿物掺合料，掺加品种及剂量应经配合比试验验证确定，不得对混凝土的耐久性产生负面影响。

5.1.8 寒区水位变动区桥涵混凝土必须掺加优质引气剂，其他部位混凝土应适量掺加，掺加剂量通过试验合理确定，以满足混凝土抗冻性要求。

5.2 配合比设计原则

5.2.1 在确定水胶比时，在原材料品质确定的前提下，根据历史数据和经验，结合计算结果，初步拟定预期水胶比的大小，试拌时不得超过事先拟定的水胶比。

5.2.2 在确定各种材料单方用量时，可根据水泥实际强度计算水泥用量，结合试验及施工经验综合确定胶凝材料用量和砂率，最后根据重量法计算粗、细集料用量。

5.2.3 C20～C35 混凝土试拌配合比各参数可参考表 5.2.3 选用。经试拌调整确定基准配合比。

表 5.2.3 C20～C35 混凝土试验室配合比各参数参考值

项目	配合比参数参考值			
混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35
水胶比	0.50～0.55	0.45～0.49	0.41～0.45	0.37～0.39
胶凝材料总量/kg	260～290	300～320	340～360	360～390
粉煤灰掺量/%	20～50			
磨细粒化高炉矿渣粉掺量/%	20～40			
硅灰掺量/%	—			
矿物掺合料总掺量/%	25～50			
砂率/%	36～45			

5.2.4 C40～C55 混凝土试拌配合比各参数可参考表 5.2.4 选用。经试拌调整确定基准配合比。

表 5.2.4 C40～C55 混凝土试验室配合比各参数参考值

项目	配合比参数参考值			
混凝土强度等级	C40	C45	C50	C55
水胶比	0.36～0.38	0.34～0.36	0.32～0.34	0.30～0.32
胶凝材料总量/kg	390～410	410～440	450～470	470～500
粉煤灰掺量/%	15～45			
磨细粒化高炉矿渣粉掺量/%	15～35			
硅灰掺量/%	—			
矿物掺合料总掺量/%	25～45			
砂率/%	36～45			

5.2.5 C60～C75 混凝土试拌配合比各参数可参考表 5.2.5 选用。经试拌调整确定基准配合比。

表 5.2.5 C60～C75 混凝土试验室配合比各参数参考值

项目	配合比参数参考值			
混凝土强度等级	C60	C65	C70	C75
水胶比	0.28～0.30	0.26～0.28	0.25～0.27	0.23～0.25
胶凝材料总量/kg	490～510	510～530	530～550	550～570
粉煤灰掺量/%	15～35			
磨细粒化高炉矿渣粉掺量/%	15～30			
硅灰掺量/%	5～8			
矿物掺合料总掺量/%	25～40			
砂率/%	38～43			

5.2.6 C20～C75 混凝土基准配合比确定后，成型抗压强度试件，标准养生 28d 后，经抗压强度试验，最终确定试验室配合比。

5.2.7 混凝土冬期施工配合比设计的相应规定：

- 1 对同一个强度等级混凝土，用于冬期施工原材料的品质应高于常温施工原材料的品质；
- 2 应考虑耐久性问题，在与养生方式不发生冲突前提下，宜考虑掺加适量优质引气剂；
- 3 宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥的强度等级宜不低于42.5，水泥单位用量不宜少于300kg（大体积混凝土不受此限制）；采用蒸汽养生时，宜选用矿渣硅酸盐水泥；采用加热法养生掺加外加剂的混凝土时，严禁使用高铝水泥；使用其他品种的水泥时，应考虑其掺合材料对混凝土强度、抗冻、抗渗等性能的影响；
- 4 混凝土冬期施工宜选择较低水胶比和较小坍落度，水胶比不宜大于0.5；
- 5 在确定混凝土配合比时，应根据混凝土绝热温升值和温控方案的要求，提出制备混凝土时对粗细骨料、拌合用水及混凝土入模温度控制的技术措施；
- 6 在养生条件较差条件下，宜减少矿物掺合料的掺量。

5.2.8 当混凝土有抗冻性要求时，配合比设计的相应规定：

- 1 宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不宜使用火山灰质硅酸盐水泥；粗集料宜选用连续级配，并应进行坚固性试验；
- 2 抗冻混凝土的配合比设计除应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的规定外，同时应进行抗冻性试验，试验方法应符合现行《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》（JTG 3420）的规定；
- 3 位于水位变动区有抗冻要求的混凝土，其抗冻等级指标应不低于表5.2.8-1的规定；

表5.2.8-1 水位变动区混凝土抗冻等级选定标准

结构物所在地区	海水环境	淡水环境
严重受冻地区（最冷月的月平均气温低于-8℃）	F350	F250
受冻地区（最冷月的月平均气温在-4~-8℃之间）	F300	F200
微冻地区（最冷月的月平均气温0~-4℃之间）	F250	F150

注：试验过程中试件所接触的介质应与结构物实际接触的介质相近。

- 4 有抗冻要求的混凝土应掺加高性能引气减水剂，其拌合物的适宜含气量应符合表5.2.8-2的规定。

表5.2.8-2 有抗冻要求的混凝土拌合物含气量控制范围

集料最大粒径（/mm）	含气量范围（/%）	集料最大粒径（/mm）	含气量范围（/%）
10.0	5.0~8.0		3.5~6.5
20.0	4.0~7.0		3.0~6.0
25.0	3.5~7.0		

注：1. 泵送混凝土含气量应控制在4.50%~6.0%。

2. 当要求的含气量为某一定值时，其检测结果与要求值的允许偏差范围应为±1.0%；当含气量要求为某一范围时，检测结果应满足规定范围的要求。

条文说明：

本条主要参照《水运工程混凝土质量控制标准》（JTS 202-2）的规定拟定。

6 模板和脱模剂

6.1 一般规定

6.1.1 模板工程应编制专项施工方案。滑模、爬模等工具式模板工程及高大模板支架工程的专项施工方案，应进行技术论证。

6.1.2 模板及支架应根据施工过程中的各种工况进行设计，应具有足够的承载力和刚度，并应保证其整体稳固性。

6.1.3 模板和支架应保证工程结构和构造物各部分形状、尺寸和位置准确，且应便于钢筋安装就位和混凝土浇筑、养护等工序的展开。

6.1.4 寒区施工的桥涵混凝土工程，在冬期施工期间，在支立模板和混凝土浇筑养护阶段，应做好防寒保温养护工作，确保浇筑后养护期间混凝土里表温差小于 20℃，大体积混凝土小于 25℃。

6.1.5 模板防寒保温工作的相应规定：

1 白天气温高于 0℃、夜晚最低气温高于-5℃时，模板支立完成浇筑混凝土之前，可采取棉毡覆盖措施对模板进行保温；混凝土浇筑完成后，可采取蓄热养生法对模板和新浇筑混凝土进行保温养生；

2 白天气温低于或等于 0℃、夜晚最低气温低于或等于-5℃时，可采取搭设保温暖棚的方法对混凝土浇筑部位保温，绑扎钢筋和支立模板均在保温暖棚内进行。

6.2 模板材料

6.2.1 模板及支架材料的技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

6.2.2 模板及支架宜选用轻质、高强、耐用的材料，连接件宜选用标准定型产品。

6.2.3 直接接触混凝土的模板面材应平整、光洁，不得出现影响混凝土外观的锈渍或其他污物，并应具有良好的耐磨性和硬度。清水混凝土模板的面材应能保证脱模后所需的饰面效果。

6.3 脱模剂

6.3.1 脱模剂应具有保护混凝土外观、保护模板延长模板使用寿命的功能。

6.3.2 脱模剂应能有效减小混凝土与模板间的吸附力，并应有一定的成膜强度，保证脱模后对混凝土不产生任何粘连作用，并不得玷污混凝土表面、影响混凝土外观。

6.3.3 脱模剂应涂刷或喷涂均匀，成膜厚度适宜，混凝土浇筑时应确保涂膜完全干燥。

6.3.4 应根据施工工艺和现场技术条件选择脱模剂。纯油类脱模剂对混凝土外观气泡影响较大、树脂类脱模剂和乳液类水性脱模剂对此影响较小，寒区公路桥涵混凝土冬期施工时不宜使用水性脱模剂。

7 混凝土搅拌机

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土搅拌机应符合现行国家标准《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》（GB/T 9142）的相关规定；

7.1.2 混凝土搅拌机是搅拌混凝土的专用设备，各种规格型号的搅拌机在工作时应满足适用、高效、安全的规定。

7.1.3 寒区桥涵混凝土宜选择使用强制式、双卧轴、大功率搅拌机。

7.1.4 搅拌混凝土前，应对搅拌机配料系统进行全面检定或校准。

7.1.5 在混凝土生产周期内，根据新拌混凝土均匀性，定期或不定期对搅拌机内壁衬板、搅拌叶片，搅拌轴、电机等易损部件进行检查、维护和保养。

7.1.6 在混凝土生产周期内，根据混凝土质量波动情况，定期或不定期对搅拌机配料系统进行期间核查或自校准。

7.2 搅拌机安全管理

7.2.1 新搅拌机在使用前应按照使用说明书的要求，对各系统和部件逐项进行检验及必要的空车运转，试运转，检查搅拌筒或搅拌叶的转动方向，各工作装置操作、制动灵敏可靠性，确认正常无误后，方可作业。

7.2.2 混凝土搅拌机启动后，应使搅拌筒达到正常转速后进行上料，上料后要及时加水；添加新料必须先将搅拌机内原有的混凝土全部卸出后才能进行。不得中途停机或满载荷时起动搅拌机，反转出料者除外。

7.2.3 在混凝土搅拌机使用中，切勿使砂石落入机器运转部位，以免使运转部件卡壳损坏。上料斗提升后，斗下不能有人通过或停留，以免制动器失灵发生意外事故。如必须在斗下检修或进行清理工作时，应强行停机并将上料斗用保险链条拉牢。

7.2.4 搅拌机作业中，如发现故障不能继续运转时，应立即切断电源，将搅拌筒内的混凝土清除干净，然后进行检修。

7.2.5 作业后，应对搅拌机进行全面清洗，操作人员如需要进入内部清洗时，必须切断电源，设专人在机外监护，或卸去熔断器并锁好电闸箱，然后方可进入。

7.2.6 作业后，应将搅拌机料斗降落到料斗坑，如需升起则应用链条扣牢。

8 混凝土施工

8.1 一般规定

8.1.1 混凝土的施工应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》（GB 50164）和《混凝土结构工程施工规程》（GB 50666）的相关规定。

8.1.2 进行浇筑的混凝土必须具有良好的工作性。

8.1.3 浇筑后的混凝土必须进行有效的养护，确保混凝土实体强度不低于设计要求。

8.1.4 拆模后的混凝土应具有良好的外观和质感。常见的蜂窝、麻面及裂缝等外观缺陷应不超过《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）相关规定。

8.2 混凝土搅拌

- 8.2.1 寒区施工的混凝土工程，在冬期施工期间，应采取必要措施保证搅拌站内环境温度不低于5℃。
- 8.2.2 混凝土搅拌站应严格按照工地试验室签发的配合比通知单搅拌混凝土，并严格控制配料系统的计量误差，不得擅自改变施工配合比。
- 8.2.3 搅拌混凝土时，投料顺序宜为骨料、水，稍加搅拌，再加入水泥、矿物掺合料和外加剂。
- 8.2.4 混凝土的搅拌时间不宜过短，也不宜过长，搅拌时间的控制标准以骨料颜色一致、混凝土表面不出现明显的气泡为准。
- 8.2.5 搅拌站与试验室应严格控制混凝土的和易性和均匀性，产生泌水离析迹象的混凝土不得交付使用。
- 8.2.6 搅拌完成的混凝土，坍落度允许偏差应符合表8.2.6的规定。

表8.2.6 坍落度允许偏差（/mm）

坍落度	允许偏差
≤40	±10
50~90	±20
≥100	±30

8.3 混凝土运输

- 8.3.1 混凝土从搅拌、运输直至到浇筑现场，不得出现泌水、离析和分层现象。
- 8.3.2 采用运输车运输到浇筑现场的混凝土，当坍落度损失较大无法满足施工需要时，应向运输车内加入适量的与原配合比相同的外加剂，并快速旋转运输车体搅拌均匀，直至混凝土达到要求的工作性能后浇筑入模。外加剂加入量应经计算确定，并应做好记录。
- 8.3.3 当环境气温低于5℃时，应对混凝土运输车、其他输送介质和器具采取切实可行的保温措施，确保浇筑入模的混凝土温度高于5℃。

8.4 混凝土浇筑

- 8.4.1 大风天气浇筑混凝土时，应事先对混凝土结构物设置良好的遮挡，否则五级以上大风天气严禁浇筑混凝土。
- 8.4.2 混凝土的浇筑必须连续进行，确保混凝土外观质感和内部品质的均匀性。在无特殊情况下，不得随意停止混凝土的浇筑。如遇不可预知特殊情况，需短暂停止混凝土的浇筑工作时，应满足以下规定：
- 1 当混凝土水胶比大于0.4时，停止时间最多不得超过0.5h；
 - 2 当混凝土水胶比小于等于0.4时，停止时间最多不得超过0.25h。
- 8.4.3 混凝土浇筑时的自由倾落高度应符合表8.4.3的规定，当不能满足该规定时，应采用串筒、溜管、溜槽等装置辅助输送混凝土，确保混凝土具有良好的黏聚性和保水性。具有泌水、离析迹象的混凝土不得用于工程中。

表8.4.3混凝土倾落高度限值（/m）

粗集料最大粒径	混凝土倾落高度限值
>25	≤3
≤25	≤6

8.4.4 浇筑混凝土前，应清除地基、模板和钢筋上的冰雪和污垢，并应进行覆盖保温。

8.4.5 混凝土一次浇筑量较少时，宜选择在白天气温较高时段进行浇筑，并适当增加振捣时间。

8.4.6 混凝土分层浇筑时，分层厚度不应小于400mm，在被上一层混凝土覆盖前，已浇筑层的温度应满足热工计算要求，且不得低于2℃。

8.4.7 采用加热法养护现浇混凝土时，应根据加热产生的温度应力对结构的影响采取措施，并应合理安排混凝土浇筑顺序与施工缝留置位置。

8.4.8 当环境气温低于5℃时，应对混凝土浇筑部位采用围挡、搭设保温暖棚等切实可行的保温措施，确保混凝土浇筑时的温度高于5℃。

8.5 混凝土养生

8.5.1 养生工作是混凝土施工一个重要环节和阶段，应充分重视该环节特点，确保混凝土中水泥及矿物掺合料水化硬化顺利进行，提高材料利用效率，提高混凝土耐久性。

8.5.2 混凝土振捣密实后，在初凝以前应采用机械或人工方法将混凝土表面抹压密实，并及时洒水覆盖养生。

8.5.3 当环境温度低于5℃时，应对模板周围采用保温材料进行围护，防止混凝土表面快速失温，确保混凝土水化所需温度。

8.5.4 应选择合理的方法对寒区桥涵混凝土进行保温保湿养生，充分蓄积混凝土中水泥水化产生的热能，在短期内保证混凝土达到设计强度。

8.5.5 应大力研发推广新技术、新材料、新工艺和新设备，以满足寒区桥涵混凝土低碳节能环保养生需求。在总结传统养生方法中针对基础、基坑采用蓄热法养生经验基础上，逐步将该技术推广应用到桥涵各种结构部位中。

8.5.6 混凝土冬期施工养生应针对不同环境和条件，采用不同的养生方法。施工单位应结合施工期环境、施工条件等因素，具体情况具体分析，采用节能环保、经济合理、确保质量的养生方法。

8.5.7 非特殊需要，应逐步减少采用各种加热措施提高寒区桥涵混凝土强度的养生方法。

8.6 混凝土拆模

8.6.1 浇筑混凝土的同时应预留足够的试块，进行同条件养生，用于确定混凝土拆模强度和临界强度，以此决定拆模时间和结束养生时间。

8.6.2 拆模后的混凝土应及时覆盖保温材料，使其缓慢冷却，防止混凝土表面温度骤降，导致混凝土表面温度与外界环境温差大于20℃，产生温差裂缝。

条文说明：

理论和实践均表明，混凝土构造物内外温差大于20℃时，极易产生温差裂缝。混凝土冬期施工时，应特别重视对混凝土表面进行保温养生，避免内外温差大于20℃。

8.6.3 对于用蓄热法或其他加热法养生混凝土的模板和保温层，应在混凝土表面冷却到5℃并达到临界强度后方可拆除。

条文说明：

未冷却的混凝土有较高的脆性，所以结构在冷却前不得遭受冲击或动荷载的作用。

8.6.4 对于强度等级较高混凝土和大体积混凝土，拆模前除应符合本规范第8.5节规定的养生方法外，应充分重视拆模后的养生方法和工艺，并应符合以下规定：

1 应在每天温度较高时段拆模，拆模后应立即对混凝土裸露表面进行保湿保温围护养生。围护材料应保湿保温效果良好，对混凝土变截面和边角处应特别注意围护严密，不得出现任何任何裸露混凝土的缺陷；

2 拆模时风力大于3级时，应减少混凝土裸露表面面积，同时边拆模边对混凝土裸露面进行覆盖保湿养生；不得将一个构造物的模板全部拆完后，一次性覆盖保湿养生。

3 当环境最低气温高于10℃时，宜采用下列保温保湿养生方法：混凝土拆模后，将其表面严密包裹一层10mm厚吸湿保湿能力强的土工布或其他材料，随后将该覆盖材料用大于或等于环境温度的水淋湿饱和，然后将其外部包裹两层0.1mm厚的塑料薄膜，操作时应保证混凝土边角和变截面处的密封严密性，不得使水分挥发到空气中；

4 当环境最低气温低于10℃且大于0℃时，宜采用下列保温保湿养生方法：混凝土拆模后，将其表面喷洒一层养护剂，外部严密包裹两层0.1mm厚的塑料薄膜，最外部严密包裹一层大于10mm厚保温能力强的土工布或其他材料保温养生；

5 当环境最低气温低于0℃或日平均气温低于5℃时，应按照混凝土冬期施工常见养生方法及实施要点对混凝土进行养生。

8.7 混凝土冬期施工

8.7.1 根据当地多年气温资料，室外昼夜日平均气温连续5d稳定低于5℃时，钢筋、预应力、混凝土及桥涵砌体等工程应采取冬期施工的措施。严寒期不宜进行施工。

条文说明：

日平均气温是指一天24h的平均气温。

气象学上通常用一天中02：00、08：00、14：00、20：00四个时刻气温的平均值，作为一天的平均气温。在夏季一般是以日最高气温作为衡量天气的标准，如果日最高气温达到35℃，即为高温天气；冬季的日平均气温如果低于5℃，则为低温天气。在这两种情况下，气象部门都会发布高温或低温预警。

8.7.2 冬期施工的工程，应预先做好冬期施工组织设计及技术准备工作。对各项设施、材料及施工人员，应提前采取防雪、防冻、防火及防煤气中毒等防护措施；对钢筋的冷拉和预应力筋的张拉，应制定专门的施工工艺及安全技术方案；对处于结冰水域的结构物，应采取必要的防护措施，防止其在施工期间和完工后遭受冻胀、流冰撞击等危害。

8.7.3 冬期施工期间，除永冻地区外，地基在进行基础施工和养护时，均不得受冻。

8.7.4 混凝土的搅拌应符合以下规定：

1 搅拌设备宜设在气温不低于 5℃的暖棚内。拌制混凝土前及停止拌制后，应采用热水冲洗搅拌机的内壁。集料宜堆放在棚房内或采用保温材料进行覆盖，防止出现冻块；

2 拌制混凝土时各种材料的温度，应满足混凝土热工计算要求。当材料原有温度不能满足要求时，应首先考虑对拌和用水加热；仍不能满足要求时，再考虑对集料加热；水泥仅能保温，不得加热。各种材料需要加热的温度应根据冬期施工热工计算公式计算确定，但不得超过表 8.7.4 的规定；

3 冬期搅拌混凝土时，应严格控制混凝土的配合比和坍落度，集料不得混入冰雪和冻结团块。投料前，应先采用热水或蒸汽冲洗搅拌机。加料顺序应先为集料、水，稍加搅拌后再加入水泥，且搅拌时间应比常温时延长 50%。混凝土拌合物的出机温度宜不低于 10℃。

表 8.7.4 拌和水及集料最高温度（℃）

项目	拌和水	集料
强度等级小于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80	60
强度等级大于 42.5 的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	60	40

注：当集料不加热时，水可加热到 100℃，但水泥不应与 80℃以上的水直接接触。

条文说明：

混凝土冬期施工应选用早期强度较高的水泥，以使混凝土尽快达到受冻临界强度。采用矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土当采用蒸汽养生时，其后期强度应不降低，因此在采用蒸汽养生混凝土时，通常选用矿渣硅酸盐水泥。采用高铝水泥拌制的混凝土在硬化过程中，环境温度如超过 30℃，则由于水化作用将形成水化铝酸三钙，使强度大大降低，故禁止采用。

表 8.7.4 中规定水泥不能与 80℃以上的水直接接触，是因水泥与 80℃以上的水接触时，将使水泥发生假凝现象，影响水泥颗粒的分散与集料充分包裹，从而降低混凝土的强度；实际施工时，拌和水的加热温度都小于 80℃。

8.7.5 混凝土的运输和浇筑应符合以下规定：

1 应最大限度地缩短混凝土的运输时间，运输混凝土的车辆应有保温措施；

2 混凝土的入模温度应不低于 5℃，浇筑前应清除模板、钢筋上的冰雪和污垢；浇筑完成后开始养护时的温度，采用蓄热法养生时应不低于 10℃，采用蒸汽法养生时应不低于 5℃，细薄结构应不低于 8℃；

3 冬期施工在浇筑混凝土时，应在新混凝土浇筑前对接合面加热，其温度应保持在 5℃以上。浇筑完成后，应采取措施使混凝土接合面继续保持正温，直至新浇混凝土达到规定的受冻临界强度。浇筑预应力混凝土构件的湿接缝时，应适当降低水胶比。浇筑完成后应加热或连续保温养生，直至接缝混凝土或水泥砂浆抗压强度达到设计强度的 75%；

4 应采取有效措施，防止水进入结构或梁板的孔道内，使其产生冻胀。

条文说明：

水一旦进入结构或梁板的孔道内后，气温在 0℃及以下时会结冰，气温升高后融化的水会产生冻胀现象，而其冻胀力将导致混凝土结构的开裂，因此需要采取有效措施，防止水进入结构或梁板的孔道内。

8.7.6 混凝土的养生应符合以下规定：

1 冬期施工期间，采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制的混凝土，在其抗压强度达到设计强度的 40%以前；采用矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，在其抗压强度达到设计强度的 50%以前，均不得受冻；

2 混凝土的养生时间宜较常温下的养生时间延长 3~5d；

3 混凝土的养生方法，宜根据技术、经济比较和热工计算确定。当室外最低温度不低于-15℃时，地面以下的工程或结构表面系数不大于 5m²的结构，宜采用蓄热法养生；当蓄热法不能适应强度增长速度要求时，可根据具体情况，选用蒸汽加热、暖棚加热等方法进行养生。

条文说明：

1 根据现行《建筑工程冬期施工规程》（JGJ104）的规定，采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制的混凝土的受冻临界强度为设计混凝土强度标准值的 30%，采用矿渣水泥配制的混凝土的受冻临界强度为设计混凝土强度标准值的 40%，考虑到公路桥涵冬季施工的气温、湿度等环境条件较差，因此本规范将抗冻强度各提高 10%，故分别定为 40%和 50%；

2 蓄热法是混凝土冬期施工常用养生的方法，方便易行且环保经济，因此当满足条文所列要求时，宜尽量优先采用。

8.7.7 采用蓄热法养生混凝土时，应符合以下规定

1 应根据环境条件，在经计算能保证结构物不受冻害的情况下方可采用蓄热法养生混凝土；

2 混凝土应采用较小的水胶比，养生过程中应采取加速混凝土硬化和降低混凝土冻结温度的措施；

3 对容易冷却的结构部位，应加强保温措施，且不应往混凝土和覆盖物上洒水。

8.7.8 采用蒸汽加热法养生混凝土时，混凝土的升、降温速度不得超过表 8.7.8 的规定。采用普通硅酸盐水泥时，养生温度不得超过 80℃；采用矿渣硅酸盐水泥时，养生温度可提高到 85℃。对大体积混凝土，养护时的升、降温速度宜按温控设计的要求确定。

表 8.7.8 加热养生混凝土的升、降温速度（/℃·h⁻¹）

表面系数（/m ² ）	升温速度	降温速度
≥6	15	10
<6	10	5

8.7.9 采用暖棚加热法养生混凝土时，暖棚应坚固、不透风，内墙宜采用非易燃性材料，且暖棚内应有防火、防煤气中毒的安全防护措施。暖棚内的温度不得低于 5℃，且宜保持一定的湿度；湿度不足时，应向混凝土表面及模板洒水。

8.7.10 采用蓄热法和加热法养生的混凝土结构，其模板的拆除应符合以下规定：

1 应根据与结构同条件养生试件的试验，证明混凝土已达到要求的抗冻强度及拆模强度后方可拆除；

2 加热养生的结构模板和保温层，在混凝土表面冷却到 5℃ 以后，方可拆除；

3 拆除后当混凝土表面温度与环境温度相差大于 20℃ 时，仍应对混凝土表面加以覆盖保温，使其缓慢冷却。

条文说明：

混凝土表面温度与环境温度相差大于 20℃ 时，如对拆模后的混凝土表面不加以覆盖，则混凝土表面冷却过快，将会产生收缩裂缝。

8.7.11 冬期施工时，混凝土工程的质量检测除应符合本规范 8.8 的规定外，尚应符合以下规定：

1 应对混凝土用水和集料的加热温度、混凝土的加热养生方法和时间等进行检查；

2 集料和拌和水输入搅拌机时的温度、新拌混凝土出机时的温度及浇筑时的温度，每一工作班至少应检查 3 次；

3 对混凝土在养生期间温度的检查，当采用蓄热法养生时，每昼夜至少应定时检查 4 次，采用加热法养生时，升温及降温期间至少每 1h 应检查 1 次，恒温期间至少每 2h 应检查 1 次。对室内外的环境温度，每昼夜应定时定点检查 4 次；

4 检查混凝土温度前，应绘制测温孔布置图并编号，对测温孔的位置，当采用蓄热法养生时，应设置在易冷却部位；当采用加热法养生时，应在离热源不同位置分别设置；厚大结构应在表层及内部分别设置。测温时温度计应与外界温度隔绝，并应在测温孔内留置不少于 3min；

5 混凝土除应预留标准试件外，尚应制取相同数量与结构同条件养生的试件。对采用蒸汽加热法养生的混凝土结构，除应制取标准养生试件外，应同时制取与混凝土结构同条件蒸养后，再在标准条件下养生到 28d 的试件，用以检查经过蒸养后混凝土 28d 的强度；

6 冬期施工混凝土的质量检验评定方法与常温施工混凝土相同。

条文说明：

蒸汽加热养生的混凝土采用不适宜的水泥时，后期强度可能降低，因此需要增加与结构同条件养护后再标准养生到 28d 的试件，以检验和保证其强度。

8.8 混凝土质量检测

8.8.1 混凝土拌合物性能检测

1 一般检测项目

混凝土拌合物性能一般检测项目主要包括：坍落度、扩展度、坍落度经时损失、体积密度等。

2 其他检测项目

寒区施工与运维桥涵混凝土，除了一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：凝结时间、泌水率、压力泌水率、含气量、J 环坍落扩展度、混凝土拌合物排空时间（V 形漏斗试验）、水下抗分散性、配合比分析试验、水溶性氯离子含量快速试验、绝热温升试验等。

8.8.2 硬化混凝土性能检测

1 一般检测项目

混凝土拌合物性能一般检测项目主要包括：抗压强度等。

2 其他检测项目

寒区施工与运维桥涵混凝土，除了一般检测项目外，根据需要，还应检测以下项目：轴心抗压强度、抗压弹性模量（棱柱体、圆柱体）、弯拉强度（抗折强度）、劈裂抗拉强度（立方体、圆柱体）动弹性模量、混凝土与钢筋握裹力、早期开裂性敏感试验、收缩试验、限制膨胀率、线膨胀系数、徐变试验、抗冻性试验（慢冻法、快冻法、盐冻法）、抗渗性试验（逐级加压法、渗水高度法）、抗氯离子渗透试验（RMC法、电通量法）、碳化试验、抗硫酸盐侵蚀试验、气泡间距试验等。

9 混凝土运营期检查

9.1 一般规定

9.1.1 寒区施工与运维桥涵混凝土在运营期应注重检查工作。

9.1.2 混凝土检查应分为初始检查、日常巡查、经常检查、定期检查和特殊检查。

9.2 初始检查

9.2.1 新建或改建桥涵混凝土应进行初始检查。初始检查宜与交工验收同时进行，最迟不得超过交付使用后1年，检查记录见附录A。

9.2.2 初始检查应包括下列内容：

1 定期检查需测定的所有项目；

2 测量桥涵混凝土构件长度、桥涵宽度、净空、跨径等；测量主要承重混凝土构件尺寸，包括混凝土构件的长度与截面尺寸等；测定桥（涵）面铺装混凝土层厚度及拱上混凝土厚度等；

3 测定桥涵混凝土强度、混凝土结构的钢筋保护层厚度；

4 检测钢管混凝土拱桥钢管内混凝土密实度；

5 当交、竣工验收资料中已经包含上述检查项目或参数的实测数据时，可直接引用。

9.3 日常巡查

9.3.1 每3天巡查不应少于1次，遇地震、地质灾害或极端气象时应增加检查频率。

9.3.2 日常巡查可以目测为主，并应做巡检记录，发现明显缺损和异常情况应及时上报。

9.3.3 日常巡查应包括下列内容：

1 桥面铺装、伸缩缝是否有明显破损；伸缩缝位置的桥面系是否存在异常；

2 栏杆或护栏混凝土等有无明显缺损；

3 桥涵混凝土线形是否存在明显异常。

9.4 经常检查

9.4.1 经常检查应符合以下规定：

1 特大型、大型桥梁混凝土，经常检查每月不应少于1次；

- 2 中小型桥梁混凝土，经常检查每两个月不应少于1次；
 - 3 涵洞混凝土，经常检查每季度不应少于1次；
 - 4 在汛期、台风、冰冻等自然灾害频发期，应提高经常检查频率。
- 9.4.2 检查以目测结合辅助工具进行。应现场填写“桥涵混凝土经常检查记录表”，见附录B。
- 9.4.3 经常检查中发现桥涵混凝土缺棱掉角严重情况，应及时上报。
- 9.4.4 经常检查应包括下列内容：
- 1 混凝土外观是否整洁，构件表面是否完好，有无损坏、开裂、剥落、起皮等缺陷；
 - 2 混凝土主梁是否出现裂缝情况，箱梁内是否出现积水；
 - 3 桥梁支座混凝土是否有明显缺陷，使用功能是否正常；
 - 4 桥面混凝土铺装是否存在病害；
 - 5 人行道、缘石混凝土有无破损、剥落、裂缝、缺损和松动等缺陷；
 - 6 栏杆、护栏混凝土有无破损、缺失、锈蚀、移动或错位等缺陷；
 - 7 混凝土排水设施有无堵塞和破损等缺陷；
 - 8 墩台有无明显的倾斜、损伤、开裂及是否受到车、船或漂流物撞击而受损；基础混凝土有无冲刷、损坏、悬空；墩台与基础是否受到生物腐蚀；
 - 9 翼墙（侧墙、耳墙）、锥坡、护坡、调治构造物混凝土有无缺损、开裂、沉降和塌陷等缺陷；
 - 10 悬索桥锚碇混凝土是否存在渗水、积水。

9.5 定期检查

9.5.1 特大型、大型桥梁混凝土，定期检查周期不得超过1年；中小型桥梁混凝土，定期检查周期不得超过2年；涵洞混凝土，定期检查周期不得超过3年，检查记录见附录C。

9.5.2 定期检查应仔细检查混凝土缺损情况，并应符合以下规定：

- 1 判断病害原因及对桥涵安全运营的影响；
- 2 进行技术状况评定，提出养护建议。

9.5.3 桥面系混凝土的检查应包括下列内容：

- 1 桥面混凝土铺装层纵、横坡是否顺适，有无严重的龟裂、纵横裂缝，有无坑槽、拥包、拱起、剥落、错台、磨光、泛油、变形、脱皮、露骨、接缝料损坏、桥头跳车等缺陷；
- 2 人行道混凝土有无缺失、破损等缺陷；
- 3 栏杆、护栏混凝土有无缺失、破损等缺陷；
- 4 防排水系统混凝土是否顺畅，泄水管、引水槽有无明显缺陷，桥头排水沟功能是否完好。

9.5.4 混凝土梁桥上部结构检查应包括下列内容：

- 1 混凝土构件有无开裂及裂缝是否超限，有无渗水、蜂窝、麻面、剥落、掉角、空洞、孔洞、露筋及钢筋锈蚀等缺陷。
- 2 主梁跨中、支点及变截面处，悬臂端牛腿或中间铰部位，刚构的固结处和桁架的节点部位，混凝土是否开裂、缺损，钢筋有无锈蚀等缺陷。
- 3 预应力钢束锚固区段混凝土有无开裂，沿预应力筋的混凝土表面有无纵向裂缝等缺陷。

4 混凝土碳化深度、钢筋锈蚀检测。

5 主梁有无积水、渗水等缺陷，箱梁通风是否良好。

6 组合梁的桥面板与梁的结合部位及预制桥面板之间的接头处混凝土有无开裂、渗水等缺陷。

9.5.5 钢-混凝土组合梁桥和混合梁桥的检查应包括下列内容：

1 桥面板与梁的结合部位有无纵向滑移、开裂等缺陷。

2 预制桥面板之间的接头处混凝土有无开裂、渗水、错位等缺陷。

3 混凝土梁段与钢梁段结合处构造功能是否正常，接合面有无脱开、渗漏、错位、承压钢板变形等缺陷。

9.5.6 拱桥上部结构检查应符合以下规定：

1 行车道板、横梁、纵梁及拱上立柱（墙）、盖梁、垫梁的混凝土有无开裂、剥落、露筋和锈蚀。空腹拱的腹拱圈有无较大的变形、开裂、错位，立墙或立柱有无倾斜、开裂等缺陷；

2 劲性骨架的拱桥，混凝土是否沿骨架出现纵向或横向裂缝等缺陷；

3 钢管混凝土拱桥钢管内混凝土密实度检测，检查频率宜为3~6年1次。

9.5.7 斜拉桥上部结构及索塔的检查应包括下列内容：

1 桥塔有无异常变位，锚固区是否有开裂、水渍，有无渗水现象。混凝土结构有无缺损、裂缝、剥落、露筋、钢筋锈蚀。钢结构是否锈蚀、变形、裂缝；螺栓是否缺失、损坏、松动；钢与混凝土连接是否完好；

2 主梁应检查梁体拉索锚固区域的混凝土结构是否出现开裂、渗水现象。

9.5.8 悬索桥主要构件的检查应包括下列内容

1 桥塔有无异常变位，混凝土结构有无缺损、裂缝、剥落、露筋、钢筋锈蚀；钢结构涂装是否粉化、脱落、起泡、开裂；钢结构是否锈蚀、变形、裂缝；螺栓是否缺失、损坏、松动；钢与混凝土连接是否完好；

2 锚碇外观有无明显病害，如裂缝、空洞等缺陷；锚碇有无沉降、扭转及水平位移等缺陷；锚室顶板、侧墙表面状况是否完好；锚室内有无渗漏水，是否积水，温湿度是否符合要求；除湿设备运行是否正常。

9.5.9 桥梁墩台及基础混凝土的检查应包括下列内容：

1 墩身、台身及基础变位情况；

2 混凝土墩身、台身、盖梁、台帽及系梁有无开裂、蜂窝、麻面、剥落、露筋、空洞、孔洞、钢筋锈蚀等；

3 墩台混凝土顶面是否清洁，有无杂物堆积，伸缩缝处是否漏水；

4 桥台翼墙、侧墙、耳墙混凝土有无破损、裂缝、位移、鼓肚、砌体松动。台背填土有无沉降或挤压隆起，排水是否畅通；

5 基础混凝土是否发生冲刷或淘空现象，地基有无侵蚀；水位涨落、干湿交替变化处基础是否出现冲刷磨损、颈缩、露筋等缺陷；有无开裂，是否受到腐蚀等现象。

9.6 特殊检查

9.6.1 下列情况应作特殊检查：

- 1 定期检查中难以判明混凝土构件损伤原因及程度的桥梁；
- 2 拟通过加固手段提高荷载等级的桥梁；
- 3 需要判明水中基础技术状况的桥梁；
- 4 遭受洪水、流冰、滑坡、地震、风灾、火灾、撞击，或因超重车辆通过或其他异常情况影响造成损伤的桥梁。

9.6.2 特殊检查应根据检测目的、病害情况和性质，采用仪器设备进行现场测试和其他辅助试验，针对桥梁现状进行检算分析，形成评定结论，提出建议措施。

9.6.3 实施特殊检查前，应充分收集桥梁设计资料、竣工资料、材料试验报告、施工资料、历次检测报告及维修资料等，并现场复核。

9.6.4 特殊检查应包括下列一项或多项内容：

- 1 混凝土材料的物理、化学性能及其退化程度的测试鉴定。结构或构件开裂状态的检测及评定；
- 2 混凝土结构的强度、刚度和稳定性的检算、试验和鉴定。桥梁承载能力评定宜按现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ 21）执行；
- 3 桥梁混凝土结构抵抗洪水、流冰、风、地震及其他灾害能力的检测鉴定；
- 4 桥梁混凝土结构遭受洪水、流冰、滑坡、地震、风灾、火灾、撞击，因超重车辆通过或其他因素造成损伤的检测鉴定；
- 5 水中墩台身、基础混凝土缺损情况的检测评定；
- 6 定期检查中发现的较严重的混凝土开裂、变形等病害，应进行跟踪观测，预测其发展趋势。

9.6.5 特殊检查后应提交检查报告。检查报告应包括下列内容：

- 1 桥梁混凝土结构基本状况信息；
- 2 特殊检查的总体情况概述。包括桥梁混凝土结构的基本情况、检测的组织、时间、背景、目的和工作过程等；
- 3 现场调查、检测与试验项目及方法的说明；
- 4 详细描述检测部位的损坏程度并分析原因；
- 5 桥梁混凝土结构特殊检查评定结果；
- 6 填写“桥梁混凝土结构特殊检查记录表”见附录D；

7 提出结构部件和总体的维修、加固或改建的建议。

10 桥梁混凝土养护与维修

10.1 一般规定

10.1.1 桥梁混凝土养护工作应结合桥梁的养护检查等级开展，对桥梁检查中发现的混凝土病害应制订相应的养护维修方案并及时处治。

10.1.2 桥梁混凝土养护应符合下列要求：

- 1 混凝土外观整洁；
- 2 凝土结构无损坏，无异常变形，稳定性良好；
- 3 桥面混凝土铺装坚实平整，纵、横坡适度，桥头平顺；
- 4 桥面系各混凝土构件、支座及附属设施等状态完好、功能正常、布置合理。

10.1.3 钢筋保护层无法满足规范要求或桥梁混凝土处于腐蚀环境时，宜增设防腐措施确保其耐久性。

10.1.4 养护维修工程应用新材料、新工艺、新技术时，应对养护设计和施工方案进行论证、审查和安全评估。

10.1.5 桥梁增加其他用途，应经过专业机构评估并取得桥梁主管部门的许可。

10.1.6 桥梁养护作业中，为满足维修加固项目的工艺、材料要求，必要时应实施交通管制。

10.1.7 桥梁养护工程作业，必须按现行《公路养护安全作业规程》（JTGH 30）的要求实施。

10.1.8 本规范重点介绍寒区桥涵混凝土养护与维修，桥涵其他材料和构件的养护与维修技术、桥涵灾害防治与抢修技术参照现行行业标准《公路桥涵养护规范》（JTG 5120）执行。

10.2 桥面系混凝土结构养护与维修

10.2.1 桥面混凝土铺装养护与维修应符合以下规定：

- 1 桥面应经常清扫，排除积水，清除泥土、杂物、积雪和冰凌等，保持桥面平整、清洁；
- 2 水泥混凝土桥面出现断缝、拱胀、错台、起皮、露骨等病害时，应及时处理。根据损坏程度，将原铺装整块或整跨凿除，重铺新的铺装层，并应满足现行《公路水泥混凝土路面养护技术规范》（JTJ 073.1）的相关技术要求。局部修补时严禁使用普通配比混凝土替代防水混凝土；
- 3 桥面铺装养护维修及改造，拟改造的桥面铺装厚度大于原桥铺装层厚度时，应经过技术论证或验算。

10.2.2 排水系统应满足排水需要，保持完好和畅通，有损坏时应及时维修或更换，有堵塞时应及时疏通。

10.2.3 人行道、栏杆、护栏混凝土养护与维修应符合以下规定：

- 1 人行道、栏杆、护栏各混凝土构件等应牢固并保持完好状态，有损坏时应及时维修或更换；
- 2 伸缩装置处的栏杆或护栏应满足结构的变形需要；
- 3 钢护栏及钢筋混凝土护栏上的外露钢构件应根据环境条件定期涂装；

4 桥梁两端的栏杆柱或防撞墙端面混凝土，涂有立面标记或警示标志的，应保持标记、标志鲜明。

10.2.4 伸缩装置混凝土养护与维修应符合以下规定：

1 伸缩装置锚固区混凝土应完好，有开裂、松散时应及时修复。

2 维修或更换伸缩装置时，应实施交通管制。在锚固区混凝土强度未达到设计要求时，不得开放交通。

10.2.5 桥头搭板混凝土脱空、断裂或枕梁混凝土下沉引起桥路连接不顺适，影响行车安全时，应进行维修处理。

10.3 梁桥上部混凝土结构养护与维修

10.3.1 钢筋混凝土梁桥上部结构养护与维修应符合以下规定：

1 应保持混凝土结构完好、无缺损；

2 梁（板）混凝土开裂时，应视裂缝性质和影响程度，及时采取相应处治措施；

3 梁（板）混凝土存在表观缺陷时，应予维修；

4 箱梁或空心板混凝土内部应保持干燥、无积水；

5 箱梁混凝土内部应保持通风良好；

6 梁体混凝土受水侵蚀时，应采取必要的截水措施；

7 装配式组合梁（板）桥，纵、横向混凝土联系出现开裂、开焊、破损等病害时，应及时修复；

8 主梁混凝土持续下挠或挠度超过设计规定的允许值时，应进行特殊检查评估并及时加固处治；

9 混凝土梁发生纵、横向异常变位，支点位置发生异常角变位或过大沉降时，应及时处治；

10 混凝土梁受到车辆或船舶等撞击后，应根据检测评估结果及时处治。

10.3.2 预应力混凝土梁桥养护与维修除应满足本规范10.3.1的要求外，尚应符合以下规定：

1 体外预应力钢束存在表面防护严重破损、锈蚀、断丝，夹片破损、失效时，应及时维修或更换；锚固块、转向块与梁体混凝土结合区域出现超限的结构裂缝时，应及时加固处治；

2 预制节段拼装的预应力混凝土梁桥，拼接缝部位出现接触不紧密、拼接材料老化等病害时，应及时维修加固。

10.4 拱桥上部混凝土结构养护与维修

10.4.1 圬工拱桥养护与维修应符合以下规定：

1 圬工结构应保持表面整洁、完整，无杂草；

2 圬工结构出现空洞、孔洞或砌块断裂、压碎、松动、脱落等病害时，应及时维修或加固；

3 砌筑砂浆脱落、不饱满导致主拱圈整体性差时，应及时修复；

4 圬工结构发生异常变形或出现结构裂缝时，应进行特殊检查评估并及时处治。

10.4.2 混凝土拱桥养护与维修应符合以下规定：

1 拱圈应保持结构完好、无缺损；存在表观缺陷时，应予维修；

- 2 箱形拱拱圈应保持通气孔、排（进）水孔畅通；
- 3 主拱圈开裂，应视裂缝性质和影响程度，及时采取相应处治措施；
- 4 肋拱、双曲拱、桁架拱、刚架拱的肋间横向联系出现开裂、破损病害时，应及时修复；
- 5 双曲拱桥拱波的纵向开裂、渗水等缺陷应及时修复；
- 6 桁架拱、刚架拱、系杆拱因节点强度不足引起节点及杆件端部开裂时，应及时加固处治；
- 7 预制拼装拱桥的铰缝、横向接缝存在开裂、破损等缺陷时，应予修复；
- 8 主拱圈变形异常或拱顶下挠严重时，应进行特殊检查评估并及时加固处治；
- 9 系杆拱桥的混凝土系杆出现裂缝时，应及时维修处治；系杆的锚固区存在破损、开裂、剥落、封锚不严、锚具暴露等缺陷时，应及时维修加固。

10.4.3 拱上建筑的养护与维修应符合以下规定：

- 1 拱式腹拱的拱铰及变形缝应保持工作正常，有杂物时应予以清除；
- 2 腹拱、侧墙出现开裂、破损、错位、倾斜或外移等病害时，应及时修复；
- 3 双曲拱桥拱波、刚架拱桥微弯板等存在露筋、开裂及塌陷等病害时，应及时修复。

10.4.5 钢管混凝土拱桥、钢-混凝土组合结构拱桥养护与维修除应满足本规范10.4.2相关要求外，尚应符合以下规定：

- 1 拱肋、吊杆和锚头应保持清洁，宜定期对拱肋表面涂装进行修复；
- 2 应及时排出锚头防护罩内积水和拱座处积水，并保持清洁干燥；
- 3 吊杆应加强横向冲击防护，并注意防水、防锈，发现油脂渗漏时，应补注防锈油脂，修复渗漏部位；
- 4 钢管混凝土结构存在管内混凝土脱空时，应予处治；
- 5 拱脚外包混凝土出现开裂时，应及时维修加固。

10.5 斜拉桥上部混凝土结构养护与维修

10.5.1 索塔混凝土的养护应符合以下规定：

- 1 保持索塔混凝土表面清洁，及时清除表面杂物；
- 2 空心索塔混凝土内部应保持通风干燥；
- 3 索塔混凝土的排水系统应处于正常工作状态，应保持索塔混凝土顶面、内部、横梁等位置无积水；
- 4 塔顶混凝土变位异常时，应进行特殊检查评估并及时处治。

10.5.2 设有辅助墩的斜拉桥，应对主塔与辅助墩混凝土的不均匀沉降进行监测，主塔与辅助墩混凝土的不均匀沉降量超过设计要求时，应采取有效措施进行调整。

10.6 悬索桥上部混凝土结构养护与维修

主塔混凝土的养护与维修应符合以下规定：

- 1 应保持主塔混凝土表面清洁，及时清除表面杂物；
- 2 塔顶变位异常时，应进行特殊检查评估并及时处治。

10.7 桥梁下部混凝土结构养护与维修

10.7.1 桥梁墩台混凝土的养护与维修应符合以下规定：

- 1 应保持墩台混凝土表面清洁，及时清除墩台表面的青苔、杂草、灌木和污物；
- 2 混凝土墩台混凝土表面存在侵蚀剥落、蜂窝、麻面、露筋及钢筋锈蚀等缺陷时，应及时修复；
- 3 墩台混凝土开裂时，应根据裂缝性质和影响程度，及时采取相应处治措施；
- 4 桥梁墩台混凝土发生异常变位时，应进行特殊检查评估并及时加固处治；
- 5 盖梁、系梁混凝土的养护维修应按本规范10.3相关内容执行。

10.7.2 翼（耳）墙混凝土的养护与维修应符合以下规定：

翼（耳）墙混凝土出现下沉、开裂等损伤时，应及时维修加固。

10.8 基础、锚碇混凝土结构养护与维修

10.8.1 桥梁基础混凝土的养护与维修应符合以下规定：

1. 桩基础混凝土存在颈缩、露筋、钢筋锈蚀等缺陷时，必须及时维修加固；
2. 基础混凝土出现下列病害时，应及时维修加固：
 - （1）基础混凝土产生结构性裂缝；
 - （2）混凝土出现超过允许值的沉降；
 - （3）基础混凝土病害致使墩台滑移、倾斜；
 - （4）基础混凝土出现大的缺损，使其承载力不足。
3. 基础混凝土冲刷过深或基底局部淘空时，应及时采取必要的防护措施；
4. 高寒地区的桩基础混凝土发生浅桩冻拔、深桩环状冻裂时，应予处治。

10.8.2 锚碇混凝土的养护与维修应符合以下规定：

- 1 应保持锚碇混凝土内外清洁，及时清除锚碇表面的青苔、杂草、灌木和污物；
- 2 锚室混凝土内部的温度、湿度应符合设计要求；应保持锚室内通风、照明、除湿系统运转正常，出现异常应及时检查维修；
- 3 应保持锚碇混凝土的防排水系统正常工作，锚室内有渗水、积水时，应查明原因，及时排出积水，并对锚碇混凝土的防排水系统进行维修或改造；
- 4 锚碇混凝土出现剥落、蜂窝、麻面、裂缝、露筋等病害时，应及时维修处治；
- 5 锚碇混凝土及散索鞍、锚固区附近混凝土出现裂缝时，应及时维修加固。

11 涵洞混凝土检查、养护与维修

11.1 一般规定

11.1.1 涵洞混凝土的养护应符合以下规定：

- 1 功能正常、排水顺畅；
- 2 各构件及附属结构完好；
- 3 涵洞混凝土表面清洁、不漏水。

11.1.2 涵洞混凝土养护工作内容应包括经常检查和定期检查，日常养护、维修、加固与改建。

11.1.3 涵洞混凝土维修加固时，必须按现行《公路养护安全作业规程》（JTG H30）的要求实施作业。

11.2 涵洞混凝土检查

11.2.1 经常检查应符合以下规定：

1 经常检查每季度不少于1次，在汛期及冰雪前后应加大检查频率。

2 经常检查采用目测方法，也可配以简单工具进行测量，现场填写“涵洞经常检查记录表”（附录E），记录所检查项目的缺损类型，估计缺损范围及养护工作量，提出相应的小修保养措施，为编制辖区内涵洞养护工作计划提供依据。

3 经常检查内容包括：

- 1) 进、出水口铺砌、翼墙、护坡、挡水墙、沉沙井、跌水、急流槽等处混凝土是否完整。
- 2) 进、出水口是否堵塞，沉沙井有无淤积，洞内有无淤塞及排水不畅。
- 3) 洞口周围是否有杂物堆积，涵洞是否清洁、渗漏水。
- 4) 涵洞结构各构件是否有损坏。
- 5) 其他明显的损坏或病害。

4 经常检查中发现有排水不畅或有构件明显损坏需要进行维修时，应做好记录并及时报告。

11.2.2 定期检查应符合以下规定：

1 涵洞的定期检查周期不得超过3年，特殊结构及特别重要的涵洞每年检查不少于1次。新建、改建涵洞交付使用两年内，应进行第一次全面检查。经常检查发现存在较大损坏时，应立即安排定期检查。

2 定期检查以目测观察结合仪器观测进行，应接近各部件仔细检查其缺损情况。定期检查的主要工作有：

- 1) 现场填写“涵洞定期检查记录表”（附录F），记录各部件缺损状况。
- 2) 判断病害原因，确定维修范围及方式。
- 3) 进行涵洞技术状况评定，提出下次检查时间建议。
- 4) 对损坏严重、危及安全运营的涵洞，提出限制交通、维修加固或改建的建议。

3 定期检查应包括下列内容：

- 1) 检查涵洞的过水能力，包括涵洞的位置是否适当，孔径是否足够，涵底纵坡是否合适。
- 2) 进、出水口铺砌、翼墙、护坡、挡水墙、沉沙井、跌水、急流槽等处混凝土是否完整，洞口连接是否平整顺适，排水是否顺畅。
- 3) 涵体侧墙或台身是否渗漏水、开裂、变形或倾斜，墙身混凝土是否脱落，基础混凝土是否冲刷淘空。

4) 涵身顶部的盖板、顶板或拱顶是否开裂、漏水、变形下挠。

5) 涵底是否淤塞阻水，涵底混凝土是否开裂、沉降、隆起或缺损。

4 涵洞定期检查可按表11.2.2，并结合检查人员经验，对涵洞的技术状况综合做出好、较好、较差、差、危险五个级别的技术状况评定，提出日常养护、维修、加固、

改建等建议。

表 11.2.2 涵洞混凝土技术状况评定标准

技术状况 评定等级	涵洞混凝土技术状况描述
好	各混凝土构件及附属结构完好，使用正常
较好	主要混凝土构件有轻微缺损，对使用功能无影响
较差	主要混凝土构件有中等缺损，病害发展缓慢，尚能维持正常使用功能
差	主要混凝土构件有大的缺损，严重影响涵洞使用功能；或影响承载能力，不能保证正常使用
危险	主要混凝土构件存在严重缺损，不能正常使用，危及涵洞结构安全

11.2.3 定期检查报告应包括下列内容：

- 1 辖区内所有被检查涵洞的技术状况评定等级及日常养护情况，可按路线编号进行统计或按涵洞结构类型进行统计。
- 2 需要维修加固或改建的涵洞，说明维修的项目、拟采用的维修方案、预估费用和建议实施时间。
- 3 需进行交通管制的涵洞的建议报告。

11.3 涵洞混凝土日常养护

- 11.3.1 应保持洞口清洁无杂物，洞内排水畅通，发现淤塞或积雪、积冰应及时疏通和清除。
- 11.3.2 涵底铺砌、洞口上下游路基护坡、引水沟、汇水槽、沉沙井等处混凝土发生变形或出现破损时，应及时修理或封塞填平。
- 11.3.3 对在进水口设置沉沙井和出水口为跌水构造的涵洞，应适时检查其是否损坏、与洞口是否合成整体。有损坏或发现裂隙甚至脱离时，应及时修复，使水流畅通。
- 11.3.4 沉降缝或连续缝止水带应保持完好，有破损时应及时更换。
- 11.3.5 洞内排水明沟每周应清扫一次，排水暗沟每季度应疏通一次。

11.4 涵洞混凝土维修

- 11.4.1 涵洞混凝土表面出现局部风化、开裂、局部松动、脱落，或渗漏水时，应及时维修。
- 11.4.2 钢筋混凝土结构涵洞，其开裂、露筋、混凝土剥落等常见病害的处治措施与桥梁一致，应按相关技术标准、规范、规程要求进行维修加固。
- 11.4.3 混凝土管涵的接头或较缝处发生填缝料脱落，引起渗水时，应及时维修。
- 11.4.4 涵洞渗漏水严重时应及时处治。
- 11.4.5 涵洞进、出水口处混凝土冲刷严重时应及时处治。
- 11.4.6 涵洞经常发生泥沙淤积时，宜在进水口设沉沙井。
- 11.4.7 管涵的管节混凝土因基础沉陷而发生严重错裂时应及时处治。
- 11.4.8 局部损坏或承载能力不足的涵洞应及时维修加固，保障通行安全。

附录A 桥梁初始检查记录表

表A-1 桥梁初始检查记录表

公路管理机构名称：					
路线编号		路线名称		桥位桩号	
桥梁编号		桥梁名称		被跨越道路 (通道)名称	
被跨越道路 (通道)桩号		桥梁全长(m)		最大跨径 (m)	
上、下部结 构形式					
桥梁分联 及跨径组 合					
桥梁施工 方法					
新建桥梁 在施工过程 中的返工、维 修或加固情 况					
加固改造后 的桥梁，加固 改造情况					
档案资料 不齐全的桥 梁，维修加固 情况					
设计单位		施工单位			
管养单位		交工时间 (年 月 日)			
初始检查 (年 月 日)		初始检查时的气 候及环境温度			

表A-2 桥梁初始检查记录表

水中基础			
保护层厚度			
钢管混凝土管内混凝土密实度			
静载试验结果			
动载试验结果			
记录人		桥梁工程师	
桥梁初始检查机构			

附录B 桥梁混凝土经常检查记录表

表B 桥梁混凝土经常检查记录表

公路管理机构名称：					
路线编号		路线名称		桥位桩号	
桥梁编号		桥梁名称		养护单位	
检查项目	缺损类型		缺损范围	处治建议	
主梁					
主拱圈					
拱上建筑					
桥（索）塔					
桥面铺装					
伸缩缝					
人行道、路缘					
栏杆、护栏					
桥台及基础					
桥墩及基础（含系梁）					
盖梁					
锚碇					
翼墙（耳墙、侧墙）					
锥坡、护坡					
桥路连接处（桥头搭板）					
航标、防撞设施					
调治构造物					
其他					
负责人		记录人		检查日期	年 月 日

附录C 桥梁定期检查记录表

表C-1 桥梁定期检查记录表（梁式桥）

公路管理机构名称：										
路线编号			路线名称				桥位桩号			
桥梁编号			桥梁名称				被跨越道路名称			
桥梁全长(m)			主跨结构				最大跨径(m)			
管养单位			建成时间				上次修复养护时间			
上次检查时间			本次检查时间				本次检查时气候及环境温度			
序 号	部 位	部 件 名 称	评 分	缺 损					养 护 建 议（维 修范围、方 式、时间）	是 否 需特殊 检查
				类 型	位 置	范 围	照 片	最不利构件		
1	桥面系	桥面铺装								
2		伸缩装置								
3		排水系统								
4		人行道								
5		栏杆、护栏								
6		桥路连接处								
7	上部结构	主要承重构件								
8		一般构件								
9	下部结构	桥墩及基础								
10		桥台及基础								
11		翼墙、耳墙								
12		锥坡、护坡								
13	附属设施	防撞设施								
14		检修设施								
15		监测系统、永久观测点								
16	调治构造物									
17	其他									
桥梁技术状况评定等级				全桥清洁状况				预防及修复养护状况		
记录人				负责人				下次检查时间		

表C-2 桥梁定期检查记录表（板拱桥、肋拱桥、箱形拱桥、双曲拱桥）

公路管理机构名称：											
路线编号				路线名称				桥位桩号			
桥梁编号				桥梁名称				被跨越道路名称			
桥梁全长(m)				主跨结构				最大跨径(m)			
管养单位				建成时间				上次修复养护时间			
上次检查时间				本次检查时间				本次检查时气候 及 环境温度			
序号	部位	部件名称	评分	缺损					养护建议(维修 范围、方式、 时间)	是否需特殊 检查	
				类型	位置	范围	照 片	最不利 构件			
1	桥 面 系	桥面铺装									
2		伸缩装置									
3		排水系统									
4		人行道									
5		栏杆、护栏									
6		桥路连接处									
7	上部 结构	主拱圈									
8		拱上结构									
9		桥面板									
10	下部 结构	桥墩及基础									
11		桥台及基础									
12		翼墙、耳墙									
13		锥坡、护坡									
14	附属 设施	防撞设施									
15		检修设施									
16		监测系统、永 久观测点									
17	调治构造物										
18	其他										
桥梁技术状况评 定等级				全桥清洁状况				预防及修复养 护状况			
记录人				负责人				下次检查时间			

表C-3 桥梁定期检查记录表（刚架拱桥、桁架拱桥）

公路管理机构名称：											
路线编号				路线名称				桥位桩号			
桥梁编号				桥梁名称				被跨越道路名称			
桥梁全长(m)				主跨结构				最大跨径(m)			
管养单位				建成时间				上次修复养护时间			
上次检查时间				本次检查时间				本次检查时气候及环境温度			
序号	部位	部件名称	评分	缺损					养护建议 (维修范围、方式、时间)	是否需特殊检查	
				类型	位置	范围	照片	最不利构件			
1	桥面系	桥面铺装									
2		伸缩装置									
3		排水系统									
4		人行道									
5		栏杆、护栏									
6		桥路连接处									
7	上部结构	拱片									
8		横向联结系									
9		桥面板									
10	下部结构	桥墩及基础									
11		桥台及基础									
12		翼墙、耳墙									
13		锥坡、护坡									
14	附属设施	防撞设施									
15		检修设施									
16		监测系统、永久观测点									
17	调治构造物										
18	其他										
桥梁技术状况评定等级					全桥清洁状况					预防及修复养护状况	
记录人					负责人					下次检查时间	

表C-4 桥梁定期检查记录表（钢-混凝土组合拱桥）

公路管理机构名称：										
路线编号			路线名称			桥位桩号				
桥梁编号			桥梁名称			被跨越道路名称				
桥梁全长(m)			主跨结构			最大跨径(m)				
管养单位			建成时间			上次修复养护时间				
上次检查时间			本次检查时间			本次检查时气候及环境温度				
序号	部位	部件名称	评分	缺损					养护建议（维修范围、方式、时间）	是否需特殊检查
				类型	位置	范围	照片	最不利构件		
1	桥面系	桥面铺装								
2		伸缩装置								
3		排水系统								
4		人行道								
5		栏杆、护栏								
6		桥路连接处								
7	上部结构	拱肋								
8		横向联结系								
9		吊杆								
10		立柱								
11		系杆								
12		桥面板								
13		支座								
14	下部结构	桥墩及基础								
15		桥台及基础								
16		翼墙、耳墙								
17		锥坡、护坡								
18	附属设施	防撞设施								
19		检修设施								
20		监测系统、永久观测点								
21	调治构造物									
22	其他									
桥梁技术状况评定等级			全桥清洁状况				预防及修复养护状况			
记录人			负责人				下次检查时间			

表C-5 桥梁定期检查记录表（斜拉桥）

公路管理机构名称：											
路线编号				路线名称				桥位桩号			
桥梁编号				桥梁名称				被跨越道路名称			
桥梁全长(m)				主跨结构				最大跨径(m)			
管养单位				建成时间				上次修复养护时间			
上次检查时间				本次检查时间				本次检查时气候及环境温度			
序号	部位	部件名称	评分	缺损					养护建议（维修范围、方式、时间）	是否需特殊检查	
				类型	位置	范围	照片	最不利构件			
1	桥面系	桥面铺装									
2		伸缩装置									
3		排水系统									
4		人行道									
5		栏杆、护栏									
6		桥路连接处									
7	上部结构	主梁									
8		斜拉索系统（斜拉索、锚具、拉索护套、减振装置等）									
9		索塔									
10		支座									
11	下部结构	桥墩及基础									
12		桥台及基础									
13		翼墙、耳墙									
14		锥坡、护坡									
15	附属设施	防撞设施									
16		检修设施									
17		监测系统、永久观测点									
18	调治构造物										
19	其他										
桥梁技术状况评定等级					全桥清洁状况					预防及修复养护状况	
记录人					负责人					下次检查时间	

表C-6 桥梁定期检查记录表（悬索桥）

公路管理机构名称：										
路线编号			路线名称			桥位桩号				
桥梁编号			桥梁名称			被跨越道路名称				
桥梁全长(m)			主跨结构			最大跨径(m)				
管养单位			建成时间			上次修复养护时间				
上次检查时间			本次检查时间			本次检查时气候及环境温度				
序号	部位	部件名称	评分	缺损					养护建议（维修范围、方式、时间）	是否需特殊检查
				类型	位置	范围	照片	最不利构件		
1	桥面系	桥面铺装								
2		伸缩装置								
3		排水系统								
4		人行道								
5		栏杆、护栏								
7		桥路连接处								
8	上部结构	加劲梁								
9		索塔								
10	下部结构	锚碇								
11		墩身及基础								
12		散索鞍								
13		桥台及基础								
14		翼墙、耳墙								
15		锥坡、护坡								
16	附属设施	防撞设施								
17		检修设施								
18		监测系统、永久观测点								
19	调治构造物									
20	其他									
桥梁技术状况评定等级			全桥清洁状况					预防及修复养护状况		
记录人			负责人					下次检查时间		

附录D 桥梁混凝土特殊检查记录表

表 D 桥梁混凝土特殊检查记录表

公路管理机构名称：					
路线编号		路线名称		桥位桩号	
桥梁编号		桥梁名称		被跨越道路（通道）名称	
桥梁全长(m)		上部结构形式		最大跨径(m)	
管养单位		建成时间		上次检查时间	
上次特殊检查项目					
本次特殊检查时间 (年 月 日)		检查时的气候及 环境温度			
本次特殊检查类型	(承载力检测、水下检测、抗灾能力检测、灾后检测、耐久性检测等)				
检查项目	检查结果				
(可根据需要自行增加 行数)					
评定结论					
记录人		负责人			
特殊检查完成机构					

附录E 涵洞经常检查记录表

表 E 涵洞经常检查记录表

路线编号		路线名称		行政区划	
中心桩号		涵洞类型		养护单位	
部件编号	缺损类型	缺损范围		保养措施意见	
盖板					
涵台					
圆管涵涵身					
箱涵涵身					
八字墙					
一字墙					
截水墙					
边沟					
涵底铺砌					
其他					
负责人		记录人		检查日期	年 月 日

备注：

附录F 涵洞定期检查记录表

公路管理机构名称：														
路线编号			路线名称			涵洞桩号			涵洞编号			涵洞名称		
涵洞类型			涵洞长(m)			管养单位			建成时间（改建时间）			检查时间		
部件名称	构件名称	构件数量	构件编号	缺陷				照片	技术状况	备注				
				类型	位置	范围	示意图							
洞身	盖板		I-1-1											
			...											
	涵台		I-2-1											
			I-2-2											
	圆管涵涵身		I-3-1											
			...											
	箱涵涵身		I-4-1											
			...											
洞口	八字墙		II-1-1											
			...											
	一字墙		II-2-1											
			...											
进、出水口	截水墙		III-1-1											
	边沟		III-2-1											
过水能力														
检查人					记录人				桥梁工程师					

本规范用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。
- 2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。
- 3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。

引用标准名录

本规程引用下列文件，使用本规程时应注意使用以下文件的现行有效版本。

GB175 《通用硅酸盐水泥》

（2015年版）GB50010 《混凝土结构设计规范》

GB 6566 《建筑材料放射性核素限量》

GB 8076 《混凝土外加剂》

GB 50119 《混凝土外加剂应用技术规范》

GB 50164 《混凝土质量控制标准》

GB 50666 《混凝土结构工程施工规范》

GB 50496 《大体积混凝土施工规范》

GB/T 1596 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》

GB/T 9142 《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》

GB/T 18046 《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》

GB/T 27690 《砂浆和混凝土用硅灰》

GB/T 50080 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》

GB/T 50081 《普通混凝土力学性能试验方法标准》

GB/T 50082 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》

GB/T 50476 《混凝土结构耐久性设计规范》

GB/T 51003 《矿物掺合料应用技术规范》

GB/T 50107 《混凝土强度检测评定标准》

GB/T 50733 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》

JTG H 30 《公路养护安全作业规程》

JGJ 52 《普通混凝土用砂、石质量及检测方法标准》

JGJ 55 《普通混凝土配合比设计规程》

JGJ 63 《混凝土用水标准》

JTJ 073.1 《公路水泥混凝土路面养护技术规范》

JGJ 104 《建筑工程冬期施工规程》

JTS 202-2 《水运工程混凝土质量控制标准》

JTG 5120 《公路桥涵养护规范》

JGJ/T 10 《混凝土泵送施工技术规范》

JGJ/T 193 《混凝土耐久性检测评定标准》

JTG/T 3310 《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》

JTG/T 3650 《公路桥涵施工技术规范》

JTG/TJ 21 《公路桥梁承载能力检测评定规程》

JTG/TH 21 《公路桥梁技术状况评定标准》

