**UDC**

中华人民共和国国家标准

**P GB 55**XXX **– 2021**

《低温环境混凝土应用通用规范》

General code for application of concrete

under cryogenic circumstance

**（征求意见稿）**

2021– XX –XX发布 202X – XX –01 实施

|  |  |
| --- | --- |
| 中华人民共和国住房和城乡建设部 | 联合发布 |
| 国家市场监督管理总局 |

中华人民共和国国家标准

《低温环境混凝土应用通用规范》

General code for application of concrete under cryogenic circumstance

**GB 55**XXX **-2021**

主编部门：中华人民共和国工业和信息化部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：202X年XX月1日

中华人民共和国住房和城乡建设部

公 告

202X年 第 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准

《低温环境混凝土应用通用规范》的公告

**前 言**

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

**关于规范种类。**强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以工程建设项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现工程建设项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

**关于五大要素指标。**强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

**关于规范实施。**强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc58226075)

[2 基本规定 2](#_Toc58226076)

[3 材料 3](#_Toc58226077)

[3.1细骨料和粗骨料 3](#_Toc58226078)

[3.2水和水泥 3](#_Toc58226079)

[3.3外加剂 4](#_Toc58226079)

[3.4掺和料 4](#_Toc58226079)

[4 设计 6](#_Toc58226080)

[4.1配合比 6](#_Toc58226081)

[4.2性能参数 6](#_Toc58226082)

[5 施工 9](#_Toc58226083)

[5.1一般规定 9](#_Toc58226078)

[5.2生产和运输 9](#_Toc58226079)

[5.3浇筑 9](#_Toc58226079)

[5.4养护 9](#_Toc58226079)

[6 检验与验收 10](#_Toc58226084)

[7 运行维护 11](#_Toc58226084)

[8 拆除 12](#_Toc58226084)

# 

# 1 总 则

1.0.1 为规范低温环境混凝土（-40℃～-197℃）的工程应用，保证工程质量，满足建设项目正常使用需要，保护生态环境，促进绿色发展，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于石油天然气、石油化工、化工等行业的低温环境混凝土工程。  
1.0.3混凝土结构工程中低温环境混凝土的设计、施工、验收、运行维护和拆除，必须执行本规范。

1.0.4工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关性能的要求。

2 基本规定

2.0.1低温环境混凝土的强度等级不应低于C40。

2.0.2 低温环境混凝土的施工应编制专项施工技术方案。

2.0.3低温环境混凝土的施工应控制其温度分布梯度和里表温差。

2.0.4在海风、海岸等不利环境作用下的重要或大型低温结构工程的低温环境混凝土外露面应采取加强防腐蚀措施或多重防护策略。

3 材 料

3.1细骨料和粗骨料

3.1.1低温环境混凝土细骨料不得使用海砂。

3.1.2 低温环境混凝土用细骨料应采用中粗砂，其质量应符合表3.1.2的规定。

**表3.1.2低温环境混凝土用细骨料质量要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| 氯离子含量（%） | ≤0.01 |
| 表观密度(kg/m3) | 2600～2900 |
| 含泥量（%） | ＜2.0 |
| 泥块含量（%） | ＜0.5 |
| 硫化物及硫酸盐含量（%，按SO3质量计） | ＜0.2 |
| 碱活性反应 | 无 |

3.1.3 低温环境混凝土用粗骨料，其质量应符合表3.1.3的规定。

**表3.1.3低温环境混凝土用粗骨料质量要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 氯离子含量（%） | ≤0.01 |
| 表观密度(kg/m3) | 2600～2900 |
| 含泥量（%） | ＜0.5 |
| 泥块含量（%） | 0 |
| 硫化物及硫酸盐含量（%，按SO3质量计） | ＜0.2 |
| 碱活性反应 | 无 |
| 氯离子含量（%） | ≤0.01 |

3.2水和水泥

3.2.1低温环境混凝土拌和用水，其水质要求应符合表3.2.1的规定。

**表3.2.1低温环境混凝土拌和用水水质要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| PH值 | 6.0～8.0 |
| 氯化物（mg/*l*） | ≤350 |
| 硫酸盐（mg/*l*） | ≤400 |
| 可溶物（mg/*l*） | ≤2000 |
| 不溶物（mg/*l*） | ≤2000 |

3.2.2 低温环境混凝土养护用水，其水质要求应符合表3.2.2的规定。

**表3.2.2低温环境混凝土养护用水水质要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| PH值 | 6.0～8.0 |
| 氯化物（mg/*l*） | ≤350 |
| 硫酸盐（mg/*l*） | ≤400 |

3.2.3 低温环境混凝土用水泥，其质量要求应符合表3.2.3的规定。

**表3.2.3低温环境混凝土用水泥质量要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| 铝酸三钙（%） | ≤8.0 |
| 氯离子含量（%） | ≤0.03 |

3.3外加剂

3.3.1低温环境混凝土所采用减水剂的减水率不应低于20%。

3.3.2 低温环境混凝土用外加剂的品种和掺量应根据工程所用胶凝材料经试验确定，功能相同的不同品牌外加剂不得在同一拌和物中使用。

3.4掺和料

3.4.1低温环境混凝土用掺和料应选用硅灰、粉煤灰或粒化高炉矿渣粉。

3.4.2 低温环境混凝土用粒化高炉矿渣粉应采用S105级或S95级。

3.4.3 低温环境混凝土用粉煤灰应采用I级或II级。

3.4.4 低温环境混凝土用掺和料的品种和掺量应根据工程所用胶凝材料经试验确定。

**4 设 计**

4.1配合比

4.1.1 低温环境混凝土的最大水胶比和胶凝材料总量应符合表4.1.1的要求。

**表4.1.1低温环境混凝土最大水胶比和胶凝材料用量**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 强度等级 | 最大水胶比 | | 胶凝材料最大用量(kg/m3) |
| 28d龄期 | 60d龄期 |
| C40 | 0.43 | 0.45 | 450 |
| C45 | 0.40 | 0.42 | 450 |
| C50 | 0.36 | 0.40 | 480 |
| C55 | 0.36 | 0.40 | 500 |
| C60 | 0.36 | 0.40 | 500 |

4.1.2 低温环境混凝土拌和物中水溶性氯离子不应大于胶凝材料质量的0.06%。

4.1.3低温环境混凝土常温环境下的抗渗等级不应低于P10，抗冻等级不应低于F200。

4.2 性能参数

4.2.1 低温环境混凝土强度等级，应按其在常温环境（-40℃~60℃）下的立方体抗压强度标准值确定。

4.2.2 低温环境混凝土的轴心抗压强度标准值应按表4.2.2-1采用，低温环境混凝土的轴心抗拉强度标准值应按表4.2.2-2采用。

**表4.2.2-1 低温环境混凝土轴心抗压强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 温度值T(℃） | | | | | | | | | |
| 常温环境 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 | -197 |
| 混  凝  土  强  度  等  级 | C40 | 26.8 | 28.0 | 30.2 | 32.6 | 34.7 | 35.7 | 36.2 | 36.5 | 36.6 | 36.6 |
| C45 | 29.6 | 30.9 | 33.2 | 35.8 | 38.0 | 39.1 | 39.7 | 40.0 | 40.1 | 40.1 |
| C50 | 32.4 | 33.7 | 36.2 | 39.0 | 41.3 | 42.5 | 43.1 | 43.4 | 43.5 | 43.6 |
| C55 | 35.5 | 36.9 | 39.5 | 42.4 | 45.0 | 46.3 | 46.9 | 47.2 | 47.3 | 47.4 |
| C60 | 38.5 | 40.0 | 42.7 | 45.8 | 48.5 | 49.9 | 50.6 | 50.9 | 51.0 | 51.1 |

**表4.2.2-2 低温环境混凝土轴心抗拉强度标准值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 温度值T(℃） | | | | | | | | | |
| 常温环境 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 | -197 |
| 混  凝  土  强  度  等  级 | C40 | 2.39 | 2.50 | 2.71 | 2.95 | 3.14 | 3.23 | 3.28 | 3.30 | 3.32 | 3.32 |
| C45 | 2.51 | 2.63 | 2.84 | 3.08 | 3.28 | 3.38 | 3.42 | 3.45 | 3.46 | 3.46 |
| C50 | 2.64 | 2.76 | 2.97 | 3.22 | 3.43 | 3.53 | 3.58 | 3.60 | 3.62 | 3.62 |
| C55 | 2.74 | 2.86 | 3.08 | 3.33 | 3.54 | 3.64 | 3.69 | 3.72 | 3.73 | 3.74 |
| C60 | 2.85 | 2.97 | 3.19 | 3.45 | 3.66 | 3.77 | 3.82 | 3.85 | 3.86 | 3.87 |

4.2.3 低温环境混凝土的轴心抗压强度设计值应按表4.2.3-1采用，低温环境混凝土的轴心抗拉强度设计值应按表4.2.3-2采用。

**表4.2.3-1 低温环境混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 温度值T(℃） | | | | | | | | | |
| 常温环境 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 | -197 |
| 混  凝  土  强  度  等  级 | C40 | 19.1 | 20.0 | 21.5 | 23.3 | 24.8 | 25.5 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 26.2 |
| C45 | 21.1 | 22.0 | 23.7 | 25.6 | 27.2 | 28.0 | 28.4 | 28.5 | 28.6 | 28.6 |
| C50 | 23.1 | 24.1 | 25.8 | 27.8 | 29.5 | 30.4 | 30.8 | 31.0 | 31.1 | 31.1 |
| C55 | 25.3 | 26.4 | 28.2 | 30.3 | 32.1 | 33.0 | 33.5 | 33.7 | 33.8 | 33.9 |
| C60 | 27.5 | 28.6 | 30.5 | 32.7 | 34.6 | 35.6 | 36.1 | 36.3 | 36.4 | 36.5 |

**表4.2.3-2 低温环境混凝土的轴心抗拉强度设计值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 温度值T(℃） | | | | | | | | | |
| 常温环境 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 | -197 |
| 混  凝  土  强  度  等  级 | C40 | 1.71 | 1.79 | 1.94 | 2.10 | 2.24 | 2.31 | 2.34 | 2.36 | 2.37 | 2.37 |
| C45 | 1.80 | 1.88 | 2.03 | 2.20 | 2.34 | 2.41 | 2.45 | 2.46 | 2.47 | 2.47 |
| C50 | 1.89 | 1.97 | 2.12 | 2.30 | 2.45 | 2.52 | 2.56 | 2.57 | 2.58 | 2.58 |
| C55 | 1.96 | 2.04 | 2.20 | 2.38 | 2.53 | 2.60 | 2.64 | 2.66 | 2.67 | 2.67 |
| C60 | 2.04 | 2.12 | 2.28 | 2.47 | 2.62 | 2.69 | 2.73 | 2.75 | 2.76 | 2.77 |

4.2.4 低温环境混凝土的弹性模量应按表4.2.4-1采用。

**表4.2.4-1 低温环境混凝土的弹性模量（×104 N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 温度值T（℃） | | | | | | | | | |
| 常温环境 | -40 | -60 | -80 | -100 | -120 | -140 | -160 | -180 | -197 |
| 混  凝  土  强  度  等  级 | C40 | 3.25 | 3.33 | 3.52 | 3.77 | 4.00 | 4.12 | 4.17 | 4.21 | 4.22 | 4.22 |
| C45 | 3.35 | 3.43 | 3.62 | 3.86 | 4.09 | 4.21 | 4.27 | 4.30 | 4.32 | 4.32 |
| C50 | 3.45 | 3.52 | 3.71 | 3.96 | 4.18 | 4.30 | 4.36 | 4.39 | 4.40 | 4.41 |
| C55 | 3.55 | 3.62 | 3.81 | 4.05 | 4.28 | 4.40 | 4.46 | 4.49 | 4.50 | 4.51 |
| C60 | 3.60 | 3.67 | 3.85 | 4.09 | 4.31 | 4.44 | 4.50 | 4.52 | 4.53 | 4.54 |

**5 施 工**

5.1一般规定

5.1.1 低温环境混凝土拌和物在运输和浇筑过程中严禁加水。

5.1.2应对用于低温环境混凝土的原材料供应量、检验结果的符合性进行复核，满足要求后方可投入生产。

5.2生产与运输

5.2.1 低温环境混凝土应采用强制式搅拌机进行拌制，拌和时间从全部材料投完算起不应小于60s。

5.2.2低温环境混凝土拌和物在运输过程中发生离析时，不得使用。

5.3浇筑

5.3.1 低温环境混凝土的拌和物最大自由下落高度不应超过3m。

5.3.2低温环境混凝土在浇筑墙壁类构件时应进行分层浇筑，分层高度不应大于1.2m。

5.4养护

5.4.1 低温环境混凝土养护的时间不应少于14d。

5.4.2低温环境混凝土拆模时应确保混凝土强度满足施工安全性要求。

5.4.3低温环境混凝土拆模后应采取预防突然降温和快速干燥的措施。

**6 检验与验收**

6.0.1 低温环境混凝土应进行常温环境下的强度等级评定。

6.0.2低温环境混凝土配合比设计时，混凝土应在低温环境下进行强度、热膨胀系数和含水率检验。

6.0.3低温环境混凝土在常温环境和低温环境下的立方体抗压强度均应满足本规范的要求。

6.0.4低温环境混凝土应进行常温环境下的抗冻融性能检验。

**7 运行维护**

7.0.1 使用单位应建立低温环境混凝土全寿命周期内的使用和维护管理制度。

7.0.2 对低温环境混凝土，使用单位应每5年一次检测其结构外表面的裂缝和碳化深度。

**8 拆 除**

8.0.1 低温环境混凝土拆除作业前，应清空其结构内的低温介质，消除安全隐患，恢复至常温环境。

8.0.2 低温环境混凝土拆除作业前，应编制施工组织设计、安全专项施工方案和生产安全事故应急预案。

8.0.3低温环境混凝土拆除作业前，必须对施工作业人员进行书面安全技术交底，且应有记录并签字确认。