

# 中国核工业勘察设计协会文件

核设协[2024]71号

## 关于中国核工业勘察设计协会立项的团体标准 《核工程用混凝土功能型复合外加剂》 公开征求意见的通知

中国核工业勘察设计协会立项的团体标准《核工程用混凝土功能型复合外加剂》已经完成草案编制工作。依照《中国核工业勘察设计协会团体标准管理办法》的相关规定，现面向会员单位和社会广泛征求意见。

烦请相关领域的专家查收《核工程用混凝土功能型复合外加剂》团体标准编写说明（详见附件1）和《核工程用混凝土功能型复合外加剂（征求意见稿）》（详见附件2），并于2024年7月18日前将《征求意见表》（详见附件3）发送至联系人邮箱。

联系人：李景森 15735044791951483534@qq.com

感谢对中国核工业勘察设计协会团体标准工作的大力支持！

附件：

1. 《核工程用混凝土功能型复合外加剂》团体标准编写说明
2. 《核工程用混凝土功能型复合外加剂》（征求意见稿）
3. 征求意见表



---

抄 送：理事长、副理事长、秘书长、副秘书长

---

中国核工业勘察设计协会秘书处 2024年6月18日印发

---

中国核工业勘察设计协会

《核工程用混凝土功能型复合外加剂》

团体标准编制说明

中国核电工程有限公司

2024年5月编制

# 目 录

1 工作简况.....	3
1.1 任务来源.....	3
1.2 本标准主要起草单位及任务分工.....	4
1.2.1 主要起草单位.....	4
1.2.2 任务分工.....	4
1.2.3 主要工作过程.....	5
2 标准编制原则和主要内容依据说明.....	5
2.1 标准编制原则.....	5
2.2 制定目的与意义.....	6
2.3 主要内容.....	6
2.3.1 范围.....	6
2.3.2 规范性引用文件.....	6
2.3.3 术语与定义.....	7
2.3.4 技术要求.....	7
3 试验验证情况分析.....	11
4 标准中所涉及的专利.....	12
5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的社会效果等情况.....	12
6 采用国际标准和国外先进标准情况.....	13
7 与现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）的协调性.....	13
8 重大分歧意见的处理经过和依据.....	14
9 标准性质的建议说明.....	14
10 贯彻标准的要求和措施建议.....	14
11 废止现行相关标准的建议.....	14
12 必要专利信息披露情况说明.....	14
13 其他说明.....	14

# 1 工作简况

## 1.1 任务来源

核工程混凝土类型众多，有大体积混凝土、预应力混凝土、防腐混凝土、抗渗混凝土和普通混凝土及少量的防辐射混凝土，其混凝土施工普遍面临着水化热高、温度收缩大、干缩开裂、钢筋锈蚀的问题，且核工程结构复杂与环境条件严酷。对于国内建设的核工程，不同区域核工程的混凝土对胶凝材料的种类、用量，外加剂的需求功能各不相同。以国内核电站分布为例，从南方炎热的防城港到北方寒冷的大连；不同季节的温湿度差距明显。除此以外，冬季施工，受环境约束北方大风、干燥寒冷，南方则闷热潮湿；相对于核电站结构的重要性，要求混凝土坚固耐用，服役期要长久。核工程混凝土建筑过程中，混凝土工程施工中面临着不同型号混凝土施工性与多功能型混凝土交叉作业的现象，以上实施中对外加剂的需求各不相同，以往多种单一功能型外加剂共同应用必然存在相互作用络合反应，反映在混凝土性能上会存在拮抗作用，达不到优化混凝土性能的初衷。因此，混凝土功能型复合外加剂系列产品的出现，是外加剂行业提前研究多种外加剂成分间的耦合作用，抑制或消除多种外加剂共同作用混凝土中的拮抗作用；形成标准化的产品更加利于预拌混凝土及功能混凝土拌合与施工品质的管控，促进预拌混凝土外加剂行业的发展。

核工程混凝土的基础功能是防止核泄漏与确保结构耐久性的需要，核基础多位于地下水以下；特别是沿海地区，海水中富集离子易渗透，对控制混凝土抗蚀、抗渗及控裂有极高的要求。混凝土强度等级高，胶凝材料用量大，易导致混凝土施工过程中水化温升快，内部热量聚集，低导热性致使内部热量缓慢传导散失。进而施工构件中心温度较高，外表温度低，温度差大收缩明显。尤其是南方地区，高温度和大收缩造成混凝土内部产生复杂的应力，混凝土易开裂；而在北方干燥地区，早期塑性收缩明显，混凝土开裂风险增加。因此，在核工程混凝土中也面临类似复合型膨胀剂等相关产品用于解决混凝土的开裂问题；膨胀与温度调节功能的复合型外加剂等产品针对解决大体积混凝土内部水化热和温缩开裂问题；针对有  $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  锈蚀，温控膨胀抗蚀类外加剂相关产品解决控裂调温需求的核工程混凝土工程问题；科技推动工程质量提升，新出现的技术和相关产品转化应用很好的解决了核工程混凝土的裂缝和耐久性问题。伴随混凝土复合外加剂相关

科技创新下的新技术新产品，需要建立规范化的技术指标对相关产品加以约束和正向的引导，才能促进混凝土功能型复合外加剂向着正确的路径发展。调查发现，当前核行业中面向水泥混凝土工程的功能型复合外加剂不存在相关产品标准加以约束引导，因此，编制组在调研、思考、讨论后，基于行业使命和企业责任提出《核工程混凝土功能型复合外加剂》编制。

大体积及超长超大面积混凝土工程裂渗控制技术、耐久性提升技术及相关产品在建筑、桥梁、市政、交通等领域的应用已较为成熟，为提升核工程混凝土工程的耐久性，落实功能型复合外加剂规范相关外加剂在核行业的标准，中国核电工程有限公司联合武汉三源特种建材有限责任公司，向中国核工业勘察设计协会申请立项《核工程用混凝土功能型复合外加剂》团体标准，并于 2023 年第一次协会标准制定计划中被批准立项，立项编号 CNIDA-LX-2023-002。

## 1.2 本标准主要起草单位及任务分工

### 1.2.1 主要起草单位

本标准负责起草单位：中国核电工程有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司。

本标准参加起草单位：清华大学、中国建筑科学研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、中核四〇四有限公司、中核华辰建筑工程有限公司、中国核工业二四建设有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中核工程咨询有限公司、中核混凝土股份有限公司。

### 1.2.2 任务分工

序号	单位名称	承担工作
1	中国核电工程有限公司	组织、协调和主持标准编制
2	武汉三源特种建材有限责任公司	协调和标准编制、提供样品
3	清华大学	参与标准编制，承担验证试验
4	中国建筑科学研究院有限公司	参与标准编制，承担验证试验
5	中国铁道科学研究院集团有限公司	参与标准编制，承担验证试验
6	中冶建筑研究总院有限公司	参与标准编制，承担验证试验
7	中核四〇四有限公司	参与标准编制

8	中核华辰建筑工程有限公司	参与标准编制
9	中国核工业二四建设有限公司	参与标准编制
10	中国核工业第二二建设有限公司	参与标准编制
11	中国核工业华兴建设有限公司	参与标准编制
12	中核工程咨询有限公司	参与标准编制
13	中核混凝土股份有限公司	参与标准编制，承担验证试验

### 1.2.3 主要工作过程

本标准于 2023 年 03 月 27 日，由中国核工业勘察设计协会批准立项，由中国核电工程有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司牵头，清华大学、中国建筑科学研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司、中冶建筑研究总院有限公司、中核四〇四有限公司、中核华辰建筑工程有限公司、中国核工业二四建设有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中核工程咨询有限公司、中核混凝土股份有限公司参与，共同编制《核工程用混凝土复合外加剂》，立项编号 CNIDA-LX-2023-002。

编制组建立团体标准编制组，调研并撰写《核工程用混凝土复合外加剂》大纲。2023 年 8 月 2 日中国核工业勘察设计协会组织完成了《核工程用混凝土复合外加剂》大纲评审会。会议以视频会议的方式，对本标准大纲进行了评审，评审专家就大纲内容逐一讨论，提出意见及建议，形成大纲评审意见，决定将标准名称由《核工程用混凝土复合外加剂》改为《核工程用混凝土功能型复合外加剂》。

2024 年 3 月 1 日，由中国核电工程有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司牵头及参编单位完成试验计划及任务分工，共同完成《核工程用混凝土功能型复合外加剂》的征求意见稿及编制说明。

## 2 标准编制原则和主要内容依据说明

### 2.1 标准编制原则

《核工程用混凝土功能型复合外加剂》标准依据 GB/T1.1-2020 进行编制。标准编制过程中，遵从借鉴国内外先进标准原则、技术创新原则、与其他标准协调性原则、标准文本规范性与适用性原则和突出产品技术性原则。

## 2.2 制定目的与意义

复合外加剂调控混凝土性能已成为混凝土工程领域的发展趋势，核工程混凝土简化工艺流程，优化混凝土的配合比，提高性能，延长耐久性，复合外加剂是保障核工程高耐久性的一个重要研究方向。复合外加剂多为利用补偿收缩技术，温升调控技术，耐久性提升技术生产功能性组分材料的外加剂。其产品出现主要是解决当前混凝土外加剂构成成分繁多；材料间相互耦合拮抗机理不明，同时混凝土工程对水化热、温度收缩、干缩开裂、钢筋锈蚀问题迫切协调解决。因此，混凝土外加剂领域出现生产复合功能型外加剂产品，并在相关建设领域推广应用。目前，核行业领域中核工程用混凝土功能型复合外加剂的产品标准尚处于缺失状态，在一定程度上限制了核工程用混凝土功能型复合外加剂生产、应用与推广；限制功能型复合外加剂技术的成果转化与应用推广。

标准制定初衷是针对核行业的核工程混凝土工程建设使用的特殊性，制定质量可控的能够保障核行业混凝土应用的抗裂、耐久复合外加剂，通过制定标准指导材料厂家生产，将复合外加剂的使用标准化、规范化、科学化；标准的设立将有助于此项技术向工程技术人员推广应用，利于核行业土建质控理解掌握应用这一新材料，并在混凝土建设、施工、养护等环节科学标准规范施工，提高核行业混凝土工程质量。

## 2.3 主要内容

### 2.3.1 范围

本标准适用于核工程用混凝土钙镁复合外加剂、核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂、核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂。

### 2.3.2 规范性引用文件

本标准共引用了17个国家、行业标准和协会标准。包括以下标准：

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 1345 水泥细度检验方法筛析法

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 8074 水泥比表面积测定法 勃氏法

GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB/T 12573 水泥取样方法

GB/T 17671 水泥胶砂强度检测方法（ISO法）



GB/T 23439 混凝土膨胀剂  
 GB/T 31296 混凝土防腐阻锈剂  
 GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准  
 GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准  
 JC/T 1011 混凝土抗侵蚀防腐剂  
 JC/T 2031 水泥砂浆防冻剂  
 JC/T 2608 混凝土水化温升抑制剂  
 JT/T 537 钢筋混凝土阻锈剂  
 CBMF 19 混凝土用氧化镁膨胀剂  
 T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂。

### 2.3.3 术语与定义

规定了标准中的相关专业名词及术语。

### 2.3.4 技术要求

标准编制组调研了涉及范围内外加剂生产厂家的核工程混凝土功能型复合外加剂样品，结合目前各生产厂家的生产能力及水平，以及在实体工程的应用效果，经过试验验证与多次标准工作会议讨论，选取确定了标准技术指标项目，技术要求及相应的试验方法。标准规定了核工程用混凝土功能型复合外加剂的细度、MgO 含量、凝结时间、胶砂限制膨胀率、抗压强度、抗蚀系数、盐水溶液中的防锈性能、水化热降低率的技术要求。

#### 1.核工程用混凝土钙镁复合外加剂性能指标

本产品规定的技术指标为细度、MgO 含量、限制膨胀率、凝结时间和抗压强度。其指标来源于镁质膨胀剂依据的 CBMF19-2017《混凝土用氧化镁膨胀剂》以及钙质膨胀剂依据的 GB/T 23439-2017《混凝土膨胀剂》。

核工程用混凝土钙镁复合外加剂性能指标

项目		指标要求	标准指标出处	备注
细度	比表面积/(m <sup>2</sup> /kg)	≥250	GB/T23439 混凝土膨胀剂, ≥200; T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂, ≥250	取 250 高值
	1.18mm 方孔筛筛余/%	≤0.5	GB/T23439 混凝土膨胀剂, ≤0.5;T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂, ≤0.5	指标一致
MgO 含量(质量分数)/%		≥30.0	T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂, ≥30	指标一致
凝结时间	初凝	≥45	GB/T23439 混凝土膨胀剂	指标一致
	终凝	≤600		

/min				
胶砂 限制 膨胀 率/%	40℃水中 7d	$\geq 0.035$	GB/T23439 混凝土膨胀剂；CBMF19 混凝土用氧化镁膨胀剂；T/CECS 10082 混凝土用钙镁复合膨胀剂；	试验验证
	40℃水中 28d	$\geq 0.040$		
	40℃水中 $\Delta \xi$	$\geq 0.015$ , 且 $\leq 0.060$		
抗压 强度 /MPa	7d	$\geq 22.5$	GB/T23439 混凝土膨胀剂	指标一致
	28d	$\geq 42.5$		

限制膨胀率。CBMF19-2017《混凝土用氧化镁膨胀剂》中限制膨胀率考虑 20℃水中 7d、20℃水中  $\Delta \xi$ 、40℃水中 7d、40℃水中  $\Delta \xi$ ，GB/T23439-2017《混凝土膨胀剂》中限制膨胀率为水中 7d、空气中 21d，其均为标养。采用限制膨胀率指标是核工程用混凝土钙镁复合外加剂的核心技术指标，本产品其限制膨胀率指标区别于 GB/T 23439-2017《混凝土膨胀剂》的限制膨胀率表征方法。为了更贴合模拟混凝土内部实际温度环境，同时便于指标的提取与表征，拟采用 40℃水养条件控制限制膨胀率指标。其中 20℃水养条件下限制膨胀率表征值小，试验值易受干扰，不宜表征膨胀材料真实性能；取 60℃水养条件，试验条件又过于苛刻，可能导致限制膨胀率试块胀裂变形或无法测试得到准确数据。

本标准胶砂限制膨胀率指标：40℃水中 7d $\geq 0.035\%$ 提出是利用钙镁协同作用，只是钙质组份充分释放，镁质组份部分释放避免混凝土早期的收缩开裂。40℃水中 28d $\geq 0.040\%$ 提出是利用镁质组分膨胀特性保障混凝土工程水化中后期的补偿收缩性能，避免混凝土中后期的收缩开裂，并且也表征钙镁复合膨胀剂中钙质和镁质膨胀性能的总量。40℃水中  $\Delta \xi \geq 0.015$ ，且 $\leq 0.060$ 的提出是由于钙质膨胀组分的膨胀性能主要发生在 3d 以内，采用 40℃水中  $\Delta \xi$ （28d-3d）表征氧化镁的膨胀特性。从性能方面考虑， $\Delta \xi \geq 0.015\%$ 用于控制胶砂在 3d~28d 阶段的限制膨胀增长量不小于 0.015%，避免 3d 内膨胀剂在塑性阶段的无效释放，避免膨胀性能损失，保证膨胀性能在后期阶段释放以补偿混凝土干燥收缩； $\Delta \xi \leq 0.060\%$ 用于控制胶砂限制膨胀增长率在 0.060%以内，以约束氧化镁的活性和避免膨胀率过大导致混凝土安定性不良。从实际数据方面验证，本标准根据工程实践宜采用 M 型的氧化镁制备钙镁复合膨胀剂，氧化镁含量 $\geq 30\%$ ，钙镁复合膨胀剂 40℃水养  $\Delta \xi$ （28d-3d）在 $\geq 0.015\%$ 且 $\leq 0.060\%$ 范围内。

对于主要参考标准中其他指标，GB/T 23439-2017《混凝土膨胀剂》所有技术指标均包含，CBMF19-2017《混凝土用氧化镁膨胀剂》中其他未包含指标均为氧化镁膨胀剂其特性指标，如反应时间等，其中本产品均采用 M 型氧化镁与

钙质组份复合后干扰测定结果，无法准确表征故而不采纳借鉴。

## 2.核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂

本产品规定的技术指标为细度、MgO含量、限制膨胀率、凝结时间、抗压强度、抗蚀系数、盐水溶液中的防锈性能。其指标来源于钙镁复合外加剂的指标及JC/T 1011-2021《混凝土抗侵蚀防腐剂》及JT/T 537-2018《钢筋混凝土阻锈剂》。核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂具有膨胀及抗蚀双重性能，膨胀性能由产品膨胀组分满足，抗硫酸盐及抗氯离子性能由产品中的抗蚀组分满足。

核工程用膨胀抗蚀外加剂性能指标

项目		指标要求	标准指标出处	备注
细度	比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	≥250	与前述保持一致。不在赘述	与前述保持一致。不在赘述
	1.18mm 方孔筛 筛余/%	≤0.5		
MgO 含量(质量分数)/%		≥30.0		
凝结时间/min	初凝	≥45		
	终凝	≤600		
胶砂限制膨胀率/%	40℃水中 7d	≥0.035		
	40℃水中 28d	≥0.040		
	40℃水中 Δ ξ	≥0.015, 且 ≤ 0.060		
胶砂抗压强度/MPa	7d	≥22.5		
	28d	≥42.5		
抗蚀系数		≥0.9	JC/T 1011 混凝土抗侵蚀防腐剂, ≥0.9	指标一致
钢筋的耐盐水浸渍性能		无锈蚀	JT/T537 钢筋混凝土阻锈剂	指标一致

编制组调研相关防腐标准 JC/T 1011-2021《混凝土抗侵蚀防腐剂》、JT/T 537-2018《钢筋混凝土阻锈剂》、GBT 33803《钢筋混凝土阻锈剂耐蚀应用技术规范》、GBT 50046《工业建筑防腐蚀设计标准》、GBT 50476《混凝土结构耐久性设计规范》、JT/T192 钢筋阻锈剂应用技术规程，鉴于本标准为产品标准，同时本着简化、高效、易辨识的原则，对上述相关标准中的技术指标进行分析；标准中关于核工程用膨胀抗蚀外加剂抗蚀性能指标主要借鉴了 JC/T 1011-2021《混凝土抗侵蚀防腐剂》中抗蚀系数指标和 JT/T 537-2018《钢筋混凝土阻锈剂》钢筋的耐盐水浸渍性能；两项指标是评价腐蚀的核心指标，同时试验指标的复现性相对较好，试验周期较短，便于质量控制。

在 JC/T 1011-2021《混凝土抗侵蚀防腐剂》标准中还有比表面积，凝结时间，抗压强度比，膨胀率，膨胀系数和氯离子扩散系数比指标；拟编标准中的细度，

凝结时间、胶砂抗压强度均参国标和较高值，属于同类指标的甄别选取更体现钙镁复合外加剂指标；编制组侧重于钙镁复合组分与防腐蚀组分耦合作用下的性能，利用细度和耐腐蚀控制指标，目的保障产品指标能达到复合防腐性能。膨胀率，膨胀系数因标准产品中选用更为专业的胶砂限制膨胀率，因此没有采用这项指标；氯离子扩散系数比指标相较于抗蚀系数复杂且干扰因素较多，而抗蚀系数简单直观，便于产品性能指标的快速识别。

JT/T 537-2018《钢筋混凝土阻锈剂》的产品控制指标有细度，钢筋的耐盐水浸渍性能，盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比，钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能，混凝土凝结时间差(min)，混凝土抗压强度比，混凝土抗渗性，盐水浸烘环境下混凝土中钢筋的锈蚀面积百分率比，混凝土氯离子迁移系数比，混凝土渗透深度(mm)。其中细度，混凝土凝结时间差(min)，混凝土抗压强度比，混凝土抗渗性，混凝土氯离子迁移系数比，混凝土渗透深度(mm)基本与JC/T 1011-2021《混凝土抗侵蚀防腐剂》论述一致不再赘述。盐水干湿循环环境中钢筋锈蚀面积百分率比，钢筋在砂浆中的耐锈蚀性能，盐水浸烘环境下混凝土中钢筋的锈蚀面积百分率比，指标与选用的钢筋的耐盐水浸渍性能差异在于，后者相对简单，时间周期短，便于产品生产检验，施工识别；前者主要是用于产品开发，科学研究的细致化表征，受干扰因素多，试验复杂和周期长；鉴于标准面向应用和规范外加剂应用，编制组拟采用钢筋的耐盐水浸渍性能指标。

### 3.核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂

本产品规定的技术指标为细度、MgO含量、限制膨胀率、凝结时间、抗压强度、抗蚀系数、盐水溶液中的防锈性能、水化热降低率。其指标来源于核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂的指标及JC / T 2608-2021《混凝土水化温升抑制剂》。该产品适用于核工程耐久性要求高的大体积混凝土或超长无缝施工，因此新复合了抑温组分。JC / T 2608-2021《混凝土水化温升抑制剂》通用指标为细度等，其主要为生产厂控制，性能指标为水化热降低率及抗压强度比，本产品均考虑了JC / T 2608-2021《混凝土水化温升抑制剂》中的指标。

核工程用温控膨胀抗蚀外加剂性能指标

检验项目		指标	标准指标出处	备注
细度	比表面积 ( $\text{m}^2/\text{kg}$ )	$\geq 250$	与前述保持一致。不在赘述	与前述保持一致。不在赘述
	1.18mm 方孔 筛筛余/%	$\leq 0.5$		
MgO 含量 (质量分数) /%		$\geq 30.0$		
胶砂限制膨胀率/%	40℃水中 7d	$\geq 0.035$		
	40℃水中 28d	$\geq 0.040$		
	40℃水中 $\Delta \xi$	$\geq 0.015$ , 且 $\leq 0.060$		
胶砂抗压强度/MPa	7d	$\geq 22.5$		
	28d	$\geq 42.5$		
抗蚀系数		$\geq 0.9$		
钢筋的耐盐水泥浆性能		无锈蚀		
水化热降低率/%	24h	$\geq 30$	JC/T2608 混凝土水化 温升抑制剂	指标一致,
	7d	$\leq 15$		

本标准大纲审议中拟规定水化热降低率指标，水化热降低率指标规定：24h水化热降低率 $\geq 30\%$ ；7d水化热降低率 $\leq 15\%$ 。其中水化热降低率参考《混凝土水化温升抑制剂》（JC2608-2021）规定“24h水化热降低率 $\geq 30$ ；7d水化热降低率 $\leq 15$ ”。指标的选择是编制组考虑在相关产品领域较为常用的技术指标。但2022年颁布实施JC/T60014-2022地下工程混凝土结构自防水技术规范中提出“抑温率 $\geq 30$ ，初始温升5℃时间差(h) $\leq 48$ ”；编制组认为更能区分本产品与缓凝剂。更倾向于采用此技术指标。

### 3 试验验证情况分析

《核工程用混凝土功能型复合外加剂》标准编制组研究讨论确定试验验证单位共计 5 家，分别对标准中涉及的核工程用混凝土钙镁复合外加剂、核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂、核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂产品进行验证。

验证的目的：验证核工程用混凝土功能型复合外加剂标准中三类产品在功能组分耦合作用下的功能性，标准产品组分间协同的适应性；标准指标构架设置的科学性与合理性；指标值评价检验产品及甄别的一致性；同时，也是对检验方法和相关企业人员对标准试验平行检测的评价，综合评估团体标准的完整度、适应

性、科学性及推广性。

试验验证过程：主编单位委托提供标准中的相关产品，并委托第三方检测机构进行产品指标的型式检测；同时，5家单位独立完成标准中产品的平行检测；并对核工程用混凝土钙镁复合外加剂、核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂、核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂产品的全部指标进行对比分析，

试验验证结果：标准细度指标均能达到比表面积/（ $\text{m}^2/\text{kg}$ ） $\geq 250$ ；1.18mm方孔筛筛余 $\leq 0.5\%$ ；其中比表面积均在300  $\text{m}^2/\text{kg}$ 以上。氧化镁含量试验结果均满足标准规定的 $\geq 30\%$ 的要求，合格率100%，验证钙镁复合产品基础上的合成的复合外加剂。各试验单位试验结果，添加核工程用混凝土钙镁复合外加剂及核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂对凝结时间没有较大影响，均能满足标准规定。对胶砂抗压强度影响较小，满足标准规定的强度。

其中功能型控制指标值中40℃水中7d、28d及 $\Delta\xi$ 的胶砂限制膨胀率均满足本规定的要求，合格率100%。胶砂限制膨胀率是外加剂膨胀性能的重要性能，各指标验证钙镁复合的早期、后期的膨胀及膨胀增量。抗蚀系数中验证结果最小的也在0.9以上（0.92）；钢筋的耐盐水浸渍性能无锈蚀；核工程用温控膨胀抗蚀外加剂产品水化热降低率也能实现 $24\text{h}\geq 30$ ， $7\text{d}\leq 15$ ；

通过编制组试验验证与5家不同单位独立试验验证，标准涵盖的三类产品的指标值能够实现；同时，反馈认为，指标值设置合理，能通过指标值区分和管控其他外加剂产品与本标准产品的区分，具有可操作性，能够指导相关企业生产，施工监理单位的辨识，质量的管控。

#### 4 标准中所涉及的专利

通过资料查询，网上征询和征求意见阶段反馈的信息，直至今日尚未发现标准内容有关专利所有权的请求。

#### 5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的社会效果等情况

“双碳”目标下，核电发展迎来重大转机，预计到2035年，我国核能发电量在总发电量的占比将达到10%，相比2022年翻倍，核电在我国能源结构中的重

要性进一步提升。自 2021 年开始，我国低放废物处置能力进一步提升。核工程混凝土需求量进一步提升，目前暂无核工程用混凝土复合外加剂的相关标准，本标准批准发布后，经宣贯、实施，规范核工程混凝土在补偿收缩技术，温升调控技术，耐久性提升技术上使用外加剂的质量控制，指导设计、检测、验收、评估的标准体系，弥补核工程混凝土用功能型复合外加剂质控的缺失，保障核工程混凝土建构物的质量安全。

## 6 采用国际标准和国外先进标准情况

本标准没有采用相关国际和国外标准。

## 7 与现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）的协调性

经调研，本标准符合现行的相关法律、法规、规章及相关标准（包括强制性标准）的要求，并具有协调一致性。针对核行业混凝土抗裂及防腐的标准较少，《核工程水泥基防腐防水材料规范》（EJT 20070）是以水泥及基材，掺入化学物质制成的防腐及防水的粉体涂料，并不能提升核工程混凝土自身的抗裂及防腐性能。《核电厂海工混凝土结构防腐蚀技术规范》（NB/T 15097）在防腐蚀措施选用表中规定阻锈剂可选用，且明确对于 C50 以上混凝土选用绝热温升较小的配合比，有抗裂、抗渗要求的混凝土以及后浇带内混凝土宜采用补偿收缩混凝土，即在核行业中补偿收缩技术、温升调控技术，耐久性提升技术具有一定应用基础；虽然明确可以使用三种技术，但是对相关外加剂的使用没有给出明确的控制指标和产品指标；对外加剂及复合外加剂并未进行技术指标的量化控制做出相关规定。

目前执行的《混凝土外加剂》（GB 8076）中规定了用于水泥混凝土中外加剂的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、包装、出厂、贮存及退货等。主要适用于高性能减水剂、高效减水剂、普通减水剂、引气减水剂、泵送剂、早强剂、缓凝剂及引气剂共八类混凝土外加剂。标准实施已有 14 年，很多技术产品指标革新，因而其标准不能满足现有需求，同时该标准未对防腐蚀、温度调控、补偿收缩的复合外加剂做出规定；类似标准规范还有《公路工程水泥混凝土外加

剂》(JT/T 523)、《预制混凝土外加剂》(JC/T 2477)等。但针对抗裂防腐技术的复合型外加剂技术标准暂无,特别是核工程建设行业。

## 8 重大分歧意见的处理经过和依据

暂无

## 9 标准性质的建议说明

标准为自愿性标准。经实施效果良好,且符合国家标准、行业标准制定要求的情况下可申请转化为国家标准或行业标准。

## 10 贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等)

待本标准批准发布后,建议由标委会组织相关生产、检验、施工、设计等有关单位进行宣贯。

## 11 废止现行相关标准的建议

标准为首次制定,没有需要废止的现行标准。

## 12 必要专利信息披露情况说明

标准中不存在涉及必要专利信息。

## 13 其他说明

无其他说明事项

《核工程用混凝土功能型复合外加剂》标准编制组

2024年5月



ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

# 核工程用混凝土功能型复合外加剂

Functional composite admixtures for concrete in nuclear engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

## 前言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本标准旨在提出核工程用混凝土功能型复合外加剂的产品标准。其主要包括钙镁复合外加剂、膨胀抗蚀外加剂、温控膨胀抗蚀外加剂。

本文件起草单位：中国核电工程有限公司、武汉三源特种建材有限责任公司、清华大学、中国建筑科学研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中冶建筑研究总院有限公司、中核四〇四有限公司、中核华辰建筑工程有限公司、中国核工业二四建设有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中核工程咨询有限公司、中核混凝土股份有限公司。

本标准由中国核工业勘察设计协会提出并归口。

# 核工程用混凝土功能型复合外加剂

## 1 范围

本标准规定了核工程用混凝土功能型复合外加剂的术语与定义、组分与材料、分类与标记、技术要求与试验方法、检测规则、标识、包装、运输与贮存。

本标准适用于核工程用混凝土钙镁复合外加剂、核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂、核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 176 水泥化学分析方法
- GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 8074 水泥比表面积测定法 勃氏法
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 12573 水泥取样方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检测方法（ISO法）
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- GB/T 31296 混凝土防腐阻锈剂
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- JC/T 1011 混凝土抗侵蚀防腐剂
- JC/T 2031 水泥砂浆防冻剂
- JC/T 2608 混凝土水化温升抑制剂
- JT/T 537 钢筋混凝土阻锈剂
- CBMF 19 混凝土用氧化镁膨胀剂
- T/CECS 10082-2020混凝土用钙镁复合膨胀剂

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 核工程用混凝土功能型复合外加剂 concrete composite admixtures for nuclear engineering

通过两种或两种以上的功能型组分复合后掺入核工程用混凝土中，使混凝土具备一种或多种功能，用以改善混凝土耐久性能和长期性能的外加剂。

### 3.2 核工程用混凝土钙镁复合外加剂 calcium magnesium composite admixture

由轻烧氧化镁膨胀剂、氧化钙类或硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂按照一定比例复合，使混凝土具备一定膨胀功能的复合外加剂。

### 3.3 核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂 expansion and corrosion resistant admixture

以轻烧氧化镁膨胀剂、氧化钙类或硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂和抗侵蚀组分组成，使混凝土具备一定膨胀和抗侵蚀功能的复合外加剂。

### 3.4 核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂 temperature controlled expansion and corrosion resistant admixture

由温控组分、膨胀组分、抗蚀组分组成，使混凝土具备膨胀、降低水化温升和抗侵蚀功能的复合外加剂。

### 3.5 28d与3d膨胀率差值 $\Delta \xi$ difference of restrained expansive rate at 28d and 3d $\Delta \xi$

试件在40℃水中养护28d的限制膨胀率与养护3d的限制膨胀率的差值，用  $\Delta \xi$  表示。

### 3.6 抗蚀系数 corrosion resistance coefficient

同龄期的水泥胶砂试体分别在硫酸盐溶液中浸泡与在20℃水中养护的抗折强度之比。

### 3.7 水化热降低率 reduction ratio of heat of hydration

规定龄期内，基准砂浆中水泥水化热和受检砂浆中水泥水化热之差与基准砂浆中水泥水化热的比值，以百分率表示。

## 4 技术要求与试验方法

### 4.1 技术要求

#### 4.1.1 核工程用混凝土钙镁复合外加剂性能指标应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 核工程用混凝土钙镁复合外加剂性能指标

项目		指标要求
细度	比表面积/(m <sup>2</sup> /kg)	≥250
	1.18mm 方孔筛筛余/%	≤0.5
MgO 含量(质量分数)/%		≥30.0
凝结时间/min	初凝	≥45

	终凝	≤600
胶砂限制膨胀率/%	40℃水中 7d	≥0.035
	40℃水中 28d	≥0.040
	40℃水中 $\Delta \xi$	≥0.015, 且≤0.060
胶砂抗压强度/MPa	7d	≥22.5
	28d	≥42.5

4.1.2 核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂性能指标应符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂性能指标

项目		指标要求
细度	比表面积/(m <sup>2</sup> /kg)	≥250
	1.18mm 方孔筛筛余/%	≤0.5
MgO 含量(质量分数)/%		≥30.0
凝结时间/min	初凝	≥45
	终凝	≤600
胶砂限制膨胀率/%	40℃水中 7d	≥0.035
	40℃水中 28d	≥0.040
	40℃水中 $\Delta \xi$	≥0.015, 且≤0.060
胶砂抗压强度/MPa	7d	≥22.5
	28d	≥42.5
抗蚀系数		≥0.9
钢筋的耐盐水浸渍性能		无锈蚀

4.1.3 核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂性能指标应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂性能指标

检验项目		指标
细度	比表面积/(m <sup>2</sup> /kg)	≥250
	1.18mm 方孔筛筛余/%	≤0.5
MgO 含量(质量分数)/%		≥30.0
胶砂限制膨胀率/%	40℃水中 7d	≥0.035
	40℃水中 28d	≥0.040
	40℃水中 $\Delta \xi$	≥0.015, 且≤0.060
胶砂抗压强度/MPa	7d	≥22.5
	28d	≥42.5
抗蚀系数		≥0.9
钢筋的耐盐水浸渍性能		无锈蚀
水化热降低率/%	24h	≥30
	7d	≤15

## 4.2 试验方法

### 4.2.1 细度

比表面积测定按现行国家标准《水泥比表面积测定法 勃氏法》GB/T 8074的相关规定进行。1.18mm筛筛余按现行国家标准《水泥细度检验方法筛析法》GB/T 1345中的手工干筛法进行。

### 4.2.2 MgO 含量

MgO 含量按现行国家标准《水泥化学分析方法》GB/T 176 的相关规定进行。

### 4.2.3 凝结时间

凝结时间按现行国家标准《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 的相关规定进行，受检功能型复合外加剂内掺10%，取代水泥。

### 4.2.4 胶砂限制膨胀率

胶砂试件限制膨胀率按现行团体标准《混凝土用氧化镁膨胀剂》CBMF 19的相关规定进行，其中胶砂限制膨胀率试验材料用量如表4.2.4所示。

表 4.2.4 胶砂限制膨胀率检测材料用量

基准水泥 (g)	功能型复合外加剂 (g)	标准砂 (g)	水 (g)
607.5±2.0	67.5±0.2	1350.0±5.0	270.0±1.0

### 4.2.5 抗压强度

抗压强度按现行国家标准《水泥胶砂强度检测方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的相关规定进行。其中抗压强度试验材料用量如表 4.2.5 所示。

表 4.2.5 抗压强度检测材料用量

基准水泥 (g)	功能型复合外加剂 (g)	标准砂 (g)	水 (g)
423.0±2.0	27.0±0.1	1350.0±5.0	225.0±1.0

### 4.2.6 抗蚀系数

抗蚀系数按现行行业标准《混凝土抗硫酸盐类侵蚀防腐剂》JC/T 1011 中附录 A 的相关规定进行。其中抗蚀系数试验材料用量如表 4.2.6 所示。

表 4.2.6 抗蚀系数检测材料用量

基准水泥 (g)	功能型复合外加剂 (g)	标准砂 (g)	水 (g)
264	36	750	流动度为 (150±5) mm 时的用水量

### 4.2.7 钢筋的耐盐水浸渍性能

钢筋的耐盐水浸渍性能按现行行业标准中《钢筋混凝土阻锈剂》JT/T 537的相关规定进行。受检核工程用混凝土功能型复合外加剂按厂家推荐用量。

#### 4.2.8 水化热降低率

水化热降低率按现行行业标准《混凝土水化温升抑制剂》JC/T 2608 中附录 A 的相关规定进行。

### 5 检测规则

#### 5.1 编号

产品出厂前按同类型编号和取样。袋装和散装核工程用混凝土功能型复合外加剂应分别进行编号、取样。核工程用混凝土功能型复合外加剂出厂编号按生产能力规定：日产量超过 200t 时以不超过 200t 为一编号；不足 200t 时，应以不超过日产量为一编号。

#### 5.2 取样

每一编号为一取样单位，取样按现行国家标准《水泥取样方法》GB/T 12573 进行。取样应具有代表性，应从不少于 10 个以上不同部位取等量样品，每一批号取样总量不小于 10kg。每一编号取样应充分混合均匀，分为两等份，其中一份按照第 4 章的项目进行试验，另一份密封保存 180d，以备有疑问时，进行复验或仲裁。

#### 5.3 出厂检验

核工程用混凝土钙镁复合外加剂出厂检验项目为细度、MgO 含量、凝结时间、水中 7d 的胶砂限制膨胀率、7d 的抗压强度。

核工程用混凝土膨胀抗蚀外加剂出厂检验项目为细度、MgO 含量、凝结时间、水中 7d 的胶砂限制膨胀率、7d 的抗压强度、盐水溶液中的防锈性能。

核工程用混凝土温控膨胀抗蚀外加剂出厂检验项目为细度、MgO 含量、水中 7d 的胶砂限制膨胀率、7d 的抗压强度、水化热降低率、盐水溶液中的防锈性能。

#### 5.4 型式检验

型式检验项目为第 4 章全部技术要求，有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 正常生产时，每一年至少进行一次检验；
- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

#### 5.5 判定规则

#### 5.5.1 出厂检验判定

型式检验合格报告在有效期内，且出厂检验项目结果符合要求，则判定出厂检验合格，否则判定不合格。

#### 5.5.2 型式检验判定

产品经检验，检验结果均符合第4章全部要求，则判定型式检验合格否则判定不合格。若有不合格项，则判定该批产品不合格，不合格产品不应出厂。

#### 5.5.3 出厂检验报告

检验报告内容应包括出厂检验项目以及合同约定的其他技术要求。

### 6 标识、包装、运输与贮存

#### 6.1 标识

袋装核工程用混凝土功能型复合外加剂的包装袋上应清楚标明产品名称、分类与标记、执行标准号、主要原材料种类及比例、批号、生产厂名称和地址、净质量包装日期和出厂编号。散装时应提交与袋装标识相同内容的卡片。

#### 6.2 包装

核工程用混凝土功能型复合外加剂可以散装或袋装。袋装每袋净质量为50kg，且不应少于标志含量的99%。随机抽取20袋，其总质量不得少于标准质量的20倍。核工程用混凝土复合外加剂应符合GB 9774的规定。其他包装规格可由买卖双方协商确定。

#### 6.3 运输与贮存

核工程用混凝土功能型复合外加剂在运输和贮存时不应受潮混入杂物，贮存期限不宜超过6个月。



附录 A  
(资料性)  
核工程用混凝土功能型复合外加剂适用条件

A.1 核工程建(构)筑物混凝土结构腐蚀环境类别划分如表A.1所示。

A.1 核工程建(构)筑物混凝土结构腐蚀环境类别

环境类别	环境类别	腐蚀机理
I	碳化环境	保护层混凝土碳化导致钢筋锈蚀
II	氯盐环境	氯盐渗入混凝土内部导致钢筋锈蚀
III	化学侵蚀环境	硫酸盐等化学物质与水泥水化产物发生化学反应导致混凝土损伤
IV	盐类结晶环境	硫酸盐等化学物质在混凝土孔中结晶膨胀导致混凝土损伤
V	冻融环境	反复冻融作用导致混凝土损伤

A.2 核工程用混凝土功能型复合外加剂的适用条件如表A.2所示。

表 A.2 核工程用混凝土功能型复合外加剂适用条件

环境类别	结构类别	产品类别		
		钙镁复合外加剂	膨胀抗蚀外加剂	温控膨胀抗蚀外加剂
一般环境	超长混凝土	宜选	可选	可选
	大体积混凝土	宜选	可选	可选
	超长大体积混凝土	宜选	可选	可选
腐蚀环境	超长混凝土	可选	宜选	可选
	大体积混凝土	可选	可选	宜选
	超长大体积混凝土	可选	可选	宜选

备注：超长混凝土结构：长度超过伸缩缝最大间距限值的钢筋混凝土结构。

大体积混凝土：混凝土结构物实体最小几何尺寸不小于 1m 的大体量混凝土，或预计会因混凝土中胶凝材料水化引起的温度变化和收缩而导致有害裂缝产生的混凝土

附录 B  
(资料性)  
混凝土限制膨胀率

B.1 混凝土限制膨胀率设计取值参考如表B.1。

表 B.1 钙镁复合外加剂的混凝土限制膨胀率设计取值

混凝土限制膨胀率/%	40℃水中 14d	$\geq 0.015$
	40℃水中 28d	$\geq 0.020$

B.2 混凝土限制膨胀率试验方法按照现行协会标准《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》T/CECS 540 中附录A的规定进行。

附件 2

中国核工业勘察设计协会  
团体标准编写大纲/标准征求意见表

大纲/标准名称				
意见提出人		所在单位		
联系电话		邮箱		
意见反馈内容				
序号	所在 页次	大纲/标准章 条编号	大纲/原标准内容	建议修改及依据

共 页第 页

**中国核工业勘察设计协会  
团体标准征求意见表（续页）**

意见反馈内容				
序号	所在页次	标准章条编号	原标准内容	建议修改及依据

共 页第 页