

UDC

更多污水处理资料尽在易净水网资料库

www.ep360.cn

中华人民共和国国家标准



P

GB 50119-2013

混凝土外加剂应用技术规范

Code for concrete admixture application

2013-08-08 发布

2014-03-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部 公告

第 110 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《混凝土外加剂应用技术规范》的公告

现批准《混凝土外加剂应用技术规范》为国家标准，编号为 GB 50119-2013，自 2014 年 3 月 1 日起实施。其中，第 3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6、3.1.7 条为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2003 同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2013 年 8 月 8 日

中华人民共和国国家标准
混凝土外加剂应用技术规范
Code for concrete admixture application
GB 50119 - 2013

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：3½ 字数：94 千字
2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月第一次印刷

定价：18.00 元
统一书号：15112·23778

版权所有 翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
(邮政编码 100037)

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>
网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）〉的通知》（建标〔2009〕88号）的要求，由中国建筑科学研究院会同有关单位在原国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2003的基础上修订而成的。

本规范在修订过程中，修订组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见，最后经审查定稿。

本规范共分15章和3个附录。主要技术内容是：总则；术语和符号；基本规定；普通减水剂；高效减水剂；聚羧酸系高性能减水剂；引气剂及引气减水剂；早强剂；缓凝剂；泵送剂；防冻剂；速凝剂；膨胀剂；防水剂；阻锈剂等。

本规范本次修订的主要技术内容是：

1. 与2000年以后颁布的相关标准规范进行了协调；
2. 增加了术语和符号章节；
3. 汇总了强制性条文至第3章基本规定第3.1节外加剂的选择；
4. 增加了聚羧酸系高性能减水剂和阻锈剂，并制订了相应的技术内容；
5. 修订了每章外加剂“品种”、“适用范围”和“施工”内容，在“施工”中增加了含减水组分的各类混凝土外加剂的相容性快速试验，增加了泵送剂施工过程中采用二次掺加法的技术规定；
6. 增加了每章外加剂“进场检验”内容，主要包括进场检验批的数量、取样数量、留样、检验项目等；

7. 增加了引气剂、泵送剂和膨胀剂的“技术要求”内容；
8. 增加并修订了基本规定，修订了涉及普通减水剂、早强剂、防冻剂和防水剂等相关的强制性条文；
9. 修订了附录A试验方法，用砂浆扩展度法取代了水泥净浆流动度法。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院建筑材料研究所（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013，E-mail: cabrconcrete@vip.163.com），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：中国建筑科学研究院

参 编 单 位：中国建筑材料科学研究总院

铁道部产品质量监督检验中心

北京市混凝土协会外加剂分会

北京市政路桥建材集团有限公司

江苏博特新材料有限公司

同济大学

山东省建筑科学研究院

巴斯夫化学建材（中国）有限公司

西卡（中国）建筑材料有限公司

苏州弗克新型建材有限公司

浙江五龙化工股份有限公司

上海市建筑科学研究院（集团）有限公司

天津市建筑科学研究院

上海申立建材有限公司

四川柯帅外加剂有限公司

深圳市海川实业股份有限公司
江苏超力建材科技有限公司
山东华伟银凯建材有限公司
深圳市迈地砼外加剂有限公司
北京恒坤混凝土有限公司

参加单位：上海三瑞高分子材料有限公司
山东万山化工有限公司
马贝建筑材料（上海）有限公司
辽宁奥克化学股份有限公司
上海五四助剂总厂
江苏特密斯混凝土外加剂有限公司
格雷斯中国有限公司
天津市飞龙混凝土外加剂有限公司

主要起草人：郭京育 左彦峰 王 玲 孙 璐 王子明
杨思忠 刘加平 赵顺增 孙振平 王勇威
杨健英 郭景强 冷发光 韦庆东 薛 庆
徐 展 韩红良 俞海勇 黎春海 马明元
帅希文 贾吉堂 吴建华 何唯平 段雄辉
陈伟国 傅乐峰 刘 萌 焦 晔 刘兆滨
徐刚兵 陈国忠 江加标 刘子红 徐 莹
主要审查人：熊大玉 石人俊 田 培 张仁瑜 王 元
杜 雷 陈拴发 麻秀星 黄 靖 纪国晋
江 靖 李光明

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 基本规定	3
3.1 外加剂的选择	3
3.2 外加剂的掺量	4
3.3 外加剂的质量控制	4
4 普通减水剂	6
4.1 品种	6
4.2 适用范围	6
4.3 进场检验	7
4.4 施工	7
5 高效减水剂	9
5.1 品种	9
5.2 适用范围	9
5.3 进场检验	9
5.4 施工	10
6 聚羧酸系高性能减水剂	11
6.1 品种	11
6.2 适用范围	11
6.3 进场检验	11
6.4 施工	12
7 引气剂及引气减水剂	14
7.1 品种	14

7.2 适用范围	14	13 膨胀剂	29
7.3 技术要求	14	13.1 品种	29
7.4 进场检验	15	13.2 适用范围	29
7.5 施工	16	13.3 技术要求	29
8 早强剂	17	13.4 进场检验	30
8.1 品种	17	13.5 施工	31
8.2 适用范围	17	14 防水剂	32
8.3 进场检验	17	14.1 品种	32
8.4 施工	18	14.2 适用范围	32
9 缓凝剂	19	14.3 进场检验	32
9.1 品种	19	14.4 施工	33
9.2 适用范围	19	15 阻锈剂	34
9.3 进场检验	19	15.1 品种	34
9.4 施工	20	15.2 适用范围	34
10 泵送剂	21	15.3 进场检验	34
10.1 品种	21	15.4 施工	35
10.2 适用范围	21	附录 A 混凝土外加剂相容性快速试验方法	36
10.3 技术要求	21	附录 B 补偿收缩混凝土的限制膨胀率测定方法	39
10.4 进场检验	22	附录 C 灌浆用膨胀砂浆竖向膨胀率的测定方法	42
10.5 施工	23	本规范用词说明	45
11 防冻剂	24	引用标准名录	46
11.1 品种	24	附：条文说明	47
11.2 适用范围	24		
11.3 进场检验	24		
11.4 施工	25		
12 速凝剂	26		
12.1 品种	26		
12.2 适用范围	26		
12.3 进场检验	26		
12.4 施工	27		

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirement	3
3.1	Selection of Chemical Admixtures	3
3.2	Dosage of Chemical Admixtures	4
3.3	Quality Control	4
4	Normal Water Reducing Admixture	6
4.1	Classification	6
4.2	Scope for Application	6
4.3	Acceptance for Quality	7
4.4	Construction	7
5	Superplasticizer	9
5.1	Classification	9
5.2	Scope for Application	9
5.3	Acceptance for Quality	9
5.4	Construction	10
6	Polycarboxylate Superplasticizer	11
6.1	Classification	11
6.2	Scope for Application	11
6.3	Acceptance for Quality	11
6.4	Construction	12
7	Air Entraining Admixture & Air Entraining and Water Reducing Admixture	14

7.1	Classification	14
7.2	Scope for Application	14
7.3	Technical Requirements	14
7.4	Acceptance for Quality	15
7.5	Construction	16
8	Accelerating Admixture	17
8.1	Classification	17
8.2	Scope for Application	17
8.3	Acceptance for Quality	17
8.4	Construction	18
9	Set Retarding Admixture	19
9.1	Classification	19
9.2	Scope for Application	19
9.3	Acceptance for Quality	19
9.4	Construction	20
10	Pumping Aid	21
10.1	Classification	21
10.2	Scope for Application	21
10.3	Technical Requirements	21
10.4	Acceptance for Quality	22
10.5	Construction	23
11	Anti-freezing Admixture	24
11.1	Classification	24
11.2	Scope for Application	24
11.3	Acceptance for Quality	24
11.4	Construction	25
12	Quick-setting Admixture	26
12.1	Classification	26
12.2	Scope for Application	26
12.3	Acceptance for Quality	26

12.4	Construction	27
13	Expansive Admixture	29
13.1	Classification	29
13.2	Scope for Application	29
13.3	Technical Requirements	29
13.4	Acceptance for Quality	30
13.5	Construction	31
14	Water-repellent Admixture	32
14.1	Classification	32
14.2	Scope for Application	32
14.3	Acceptance for Quality	32
14.4	Construction	33
15	Corrosion-inhibition Admixture	34
15.1	Classification	34
15.2	Scope for Application	34
15.3	Acceptance for Quality	34
15.4	Construction	35
Appendix A	Quick Test Method for Compatibility of Concrete Admixture	36
Appendix B	Test Method of Expansion Rate of Shrinkage Compensating Concrete under Restrained Condition	39
Appendix C	Test Method of Vertical Expansion Rate of Grouting Mortar	42
	Explanation of Wording in This Code	45
	List of Quoted Standards	46
	Addition: Explanation of Provisions	47

1 总 则

1.0.1 为规范混凝土外加剂应用,改善混凝土性能,满足设计和施工要求,保证混凝土工程质量,做到技术先进、安全可靠、经济合理、节能环保,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于普通减水剂、高效减水剂、聚羧酸系高性能减水剂、引气剂、引气减水剂、早强剂、缓凝剂、泵送剂、防冻剂、速凝剂、膨胀剂、防水剂和阻锈剂在混凝土工程中的应用。

1.0.3 混凝土外加剂在混凝土工程中的应用,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 减缩型聚羧酸系高性能减水剂 shrinkage-reducing type polycarboxylate superplasticizer

28d 收缩率比不大于 90% 的聚羧酸系高性能减水剂。

2.1.2 相容性 compatibility between water reducing admixtures and other concrete raw materials

含减水组分的混凝土外加剂与胶凝材料、骨料、其他外加剂相匹配时, 拌合物的流动性及其经时变化程度。

2.2 符 号

E ——限制钢筋的弹性模量 (MPa);
 h_0 ——试件高度的初始读数 (mm);
 h_t ——试件龄期为 t 时的高度读数 (mm);
 h ——试件基准高度 (mm);
 L ——初始长度测量值 (mm);
 L_0 ——试件的基准长度 (mm);
 L_t ——所测龄期的试件长度测量值 (mm);
 σ ——膨胀或收缩应力 (MPa);
 ϵ ——所测龄期的限制膨胀率 (%);
 ϵ_t ——竖向膨胀率 (%);
 μ ——配筋率 (%).

3 基本规定

3.1 外加剂的选择

3.1.1 外加剂种类应根据设计和施工要求及外加剂的主要作用选择。

3.1.2 当不同供方、不同品种的外加剂同时使用时, 应经试验验证, 并确保混凝土性能满足设计和施工要求后再使用。

3.1.3 含有六价铬盐、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的混凝土外加剂, 严禁用于饮水工程中建成后与饮用水直接接触的混凝土。

3.1.4 含有强电解质无机盐的早强型普通减水剂、早强剂、防冻剂和防水剂, 严禁用于下列混凝土结构:

- 1 与镀锌钢材或铝铁相接触部位的混凝土结构;
- 2 有外露钢筋预埋铁件而无防护措施的混凝土结构;
- 3 使用直流电源的混凝土结构;
- 4 距高压直流电源 100m 以内的混凝土结构。

3.1.5 含有氯盐的早强型普通减水剂、早强剂、防水剂和氯盐类防冻剂, 严禁用于预应力混凝土、钢筋混凝土和钢纤维混凝土结构。

3.1.6 含有硝酸铵、碳酸铵的早强型普通减水剂、早强剂和含有硝酸铵、碳酸铵、尿素的防冻剂, 严禁用于办公、居住等有人员活动的建筑工程。

3.1.7 含有亚硝酸盐、碳酸盐的早强型普通减水剂、早强剂、防冻剂和含亚硝酸盐的阻锈剂, 严禁用于预应力混凝土结构。

3.1.8 掺外加剂混凝土所用水泥, 应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和《中热硅酸盐水泥 低热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200 的规定; 掺外加剂混凝土所用砂、石应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标

准》JGJ 52 的规定；所用粉煤灰和粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料，应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定，并应检验外加剂与混凝土原材料的相容性，应符合要求后再使用。掺外加剂混凝土用水包括拌合用水和养护用水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。硅灰应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 的规定。

3.1.9 试配掺外加剂的混凝土应采用工程实际使用的原材料，检测项目应根据设计和施工要求确定，检测条件应与施工条件相同，当工程所用原材料或混凝土性能要求发生变化时，应重新试配。

3.2 外加剂的掺量

3.2.1 外加剂掺量应以外加剂质量占混凝土中胶凝材料总质量的百分数表示。

3.2.2 外加剂掺量宜按供方的推荐掺量确定，应采用工程实际使用的原材料和配合比，经试验确定。当混凝土其他原材料或使用环境发生变化时，混凝土配合比、外加剂掺量可进行调整。

3.3 外加剂的质量控制

3.3.1 外加剂进场时，供方向需方提供下列质量证明文件：

- 1 型式检验报告；
- 2 出厂检验报告与合格证；
- 3 产品说明书。

3.3.2 外加剂进场时，同一供方，同一品种的外加剂应按本规范各外加剂种类规定的检验项目与检验批量进行检验与验收，检验样品应随机抽取。外加剂进厂检验方法应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定；膨胀剂应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB 23439 的规定；防冻剂、速凝剂、防水剂和

阻锈剂应分别符合现行行业标准《混凝土防冻剂》JC 475、《喷射混凝土用速凝剂》JC 477、《混凝土防水剂》JC 474 和《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192 的规定。外加剂批量进货应与留样一致，应经检验合格后再使用。

3.3.3 经进场检验合格的外加剂应按不同供方、不同品种和不同牌号分别存放，标识应清楚。

3.3.4 当同一品种外加剂的供方、批次、产地和等级等发生变化时，需方应对外加剂进行复检，应合格并满足设计和施工要求后再使用。

3.3.5 粉状外加剂应防止受潮结块，有结块时，应进行检验，合格者应经粉碎至全部通过公称直径为 $630\mu\text{m}$ 方孔筛后再使用；液体外加剂应贮存在密闭容器内，并应防晒和防冻，有沉淀、异味、漂浮等现象时，应经检验合格后再使用。

3.3.6 外加剂计量系统在投入使用前，应经标定合格后再使用，标识应清楚，计量应准确，计量允许偏差应为 $\pm 1\%$ 。

3.3.7 外加剂在贮存、运输和使用过程中应根据不同种类和品种分别采取安全防护措施。

4 普通减水剂

4.1 品 种

- 4.1.1** 混凝土工程可采用木质素磺酸钙、木质素磺酸钠、木质素磺酸镁等普通减水剂。
- 4.1.2** 混凝土工程可采用由早强剂与普通减水剂复合而成的早强型普通减水剂。
- 4.1.3** 混凝土工程可采用由木质素磺酸盐类、多元醇类减水剂(包括糖钙和低聚糖类缓凝减水剂),以及木质素磺酸盐类、多元醇类减水剂与缓凝剂复合而成的缓凝型普通减水剂。

4.2 适用范围

- 4.2.1** 普通减水剂宜用于日最低气温 5°C 以上强度等级为C40以下的混凝土。
- 4.2.2** 普通减水剂不宜单独用于蒸养混凝土。
- 4.2.3** 早强型普通减水剂宜用于常温、低温和最低温度不低于 -5°C 环境中施工的有早强要求的混凝土工程。炎热环境条件下不宜使用早强型普通减水剂。
- 4.2.4** 缓凝型普通减水剂可用于大体积混凝土、碾压混凝土、炎热气候条件下施工的混凝土、大面积浇筑的混凝土、避免冷缝产生的混凝土、需长时间停放或长距离运输的混凝土、滑模施工或拉模施工的混凝土及其他需要延缓凝结时间的混凝土,不宜用于有早强要求的混凝土。
- 4.2.5** 使用含糖类或木质素磺酸盐类物质的缓凝型普通减水剂时,可按本规范附录A的方法进行相容性试验,并应满足施工要求后再使用。

4.3 进场检验

- 4.3.1** 普通减水剂应按每50t为一检验批,不足50t时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于0.2t胶凝材料所需用的减水剂量。每一检验批取样应充分混匀,并应分为两等份:其中一份应按本规范第4.3.2和4.3.3条规定的项目及要求进行检验,每检验批检验不得少于两次;另一份应密封留样保存半年,有疑问时,应进行对比检验。
- 4.3.2** 普通减水剂进场检验项目应包括pH值、密度(或细度)、含固量(或含水率)、减水率,早强型普通减水剂还应检验1d抗压强度比,缓凝型普通减水剂还应检验凝结时间差。
- 4.3.3** 普通减水剂进场时,初始或经时坍落度(或扩展度)应按进场检验批次,采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比试验,其允许偏差应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的有关规定。

4.4 施 工

- 4.4.1** 普通减水剂相容性的试验应按本规范附录A的方法进行。
- 4.4.2** 普通减水剂掺量应根据供方的推荐掺量、环境温度、施工要求的混凝土凝结时间、运输距离、停放时间等经试验确定,不应过量掺加。
- 4.4.3** 难溶和不溶的粉状普通减水剂应采用干掺法。粉状普通减水剂宜与胶凝材料同时加入搅拌机内,并宜延长搅拌时间30s;液体普通减水剂宜与拌合水同时加入搅拌机内,计量应准确。减水剂的含水量应从拌合水中扣除。
- 4.4.4** 普通减水剂可与其他外加剂复合使用,其掺量应经试验确定。配制溶液时,如产生絮凝或沉淀等现象,应分别配制溶液并分别加入混凝土搅拌机内。
- 4.4.5** 早强型普通减水剂在日最低气温 $0^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ 条件下施工

时，混凝土养护应加盖保温材料。

4.4.6 掺普通减水剂的混凝土浇筑、振捣后，应及时抹压，并应始终保持混凝土表面潮湿，终凝后还应浇水养护，低温环境施工时，应加强保温养护。

5 高效减水剂

5.1 品 种

5.1.1 混凝土工程可采用下列高效减水剂：

- 1 萘和萘的同系磺化物与甲醛缩合的盐类、氨基磺酸盐等多环芳香族磺酸盐类；
- 2 磺化三聚氰胺树脂等水溶性树脂磺酸盐类；
- 3 脂肪族羟烷基磺酸盐高缩聚物等脂肪族类。

5.1.2 混凝土工程可采用由缓凝剂与高效减水剂复合而成的缓凝型高效减水剂。

5.2 适用范围

5.2.1 高效减水剂可用于素混凝土、钢筋混凝土、预应力混凝土，并可用于制备高强混凝土。

5.2.2 缓凝型高效减水剂可用于大体积混凝土、碾压混凝土、炎热气候条件下施工的混凝土、大面积浇筑的混凝土、避免冷缝产生的混凝土、需较长时间停放或长距离运输的混凝土、自密实混凝土、滑模施工或拉模施工的混凝土及其他需要延缓凝结时间且有较高减水率要求的混凝土。

5.2.3 标准型高效减水剂宜用于日最低气温 0℃ 以上施工的混凝土，也可用于蒸养混凝土。

5.2.4 缓凝型高效减水剂宜用于日最低气温 5℃ 以上施工的混凝土。

5.3 进场检验

5.3.1 高效减水剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：

其中一份应按本规范第 5.3.2 条和第 5.3.3 条规定的项目及要求
进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存
半年，有疑问时，应进行对比检验。

5.3.2 高效减水剂进场检验项目应包括 pH 值、密度（或细
度）、含固量（或含水率）、减水率，缓凝型高效减水剂还应检验
凝结时间差。

5.3.3 高效减水剂进场时，初始或经时坍落度（或扩展度）应
按进场检验批次采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样
进行平行对比试验，其允许偏差应符合现行国家标准《混凝土质
量控制标准》GB 50164 的有关规定。

5.4 施 工

5.4.1 高效减水剂相容性的试验应按本规范附录 A 的方法
进行。

5.4.2 高效减水剂掺量应根据供方的推荐掺量、环境温度、施
工要求的混凝土凝结时间、运输距离、停放时间等经试验确定。

5.4.3 难溶和不溶的粉状高效减水剂应采用干掺法。粉状高效
减水剂宜与胶凝材料同时加入搅拌机内，并宜延长搅拌时间
30s；液体高效减水剂宜与拌合水同时加入搅拌机内，计量应准
确。减水剂的含水量应从拌合水中扣除。

5.4.4 高效减水剂可与其他外加剂复合使用，其组成和掺量应
经试验确定。配制溶液时，如产生絮凝或沉淀等现象，应分别配
制溶液，并应分别加入搅拌机内。

5.4.5 需二次添加高效减水剂时，应经试验确定，并应记录备
案。二次添加的高效减水剂不应包括缓凝、引气组分。二次添加
后应确保混凝土搅拌均匀，坍落度应符合要求后再使用。

5.4.6 掺高效减水剂的混凝土浇筑、振捣后，应及时抹压，并
应始终保持混凝土表面潮湿，终凝后应浇水养护。

5.4.7 掺高效减水剂的混凝土采用蒸汽养护时，其蒸养制度应
经试验确定。

工程试验群：94527577 二刚

6 聚羧酸系高性能减水剂

6.1 品 种

6.1.1 混凝土工程可采用标准型、早强型和缓凝型聚羧酸系高
性能减水剂。

6.1.2 混凝土工程可采用具有其他特殊功能的聚羧酸系高性能
减水剂。

6.2 适 用 范 围

6.2.1 聚羧酸系高性能减水剂可用于素混凝土、钢筋混凝土和
预应力混凝土。

6.2.2 聚羧酸系高性能减水剂宜用于高强混凝土、自密实混凝
土、泵送混凝土、清水混凝土、预制构件混凝土和钢管混凝土。

6.2.3 聚羧酸系高性能减水剂宜用于具有高体积稳定性、高耐
久性或高工作性要求的混凝土。

6.2.4 缓凝型聚羧酸系高性能减水剂宜用于大体积混凝土，不
宜用于日最低气温 5℃ 以下施工的混凝土。

6.2.5 早强型聚羧酸系高性能减水剂宜用于有早强要求或低温
季节施工的混凝土，但不宜用于日最低气温 -5℃ 以下施工的混
凝土，且不宜用于大体积混凝土。

6.2.6 具有引气性的聚羧酸系高性能减水剂用于蒸养混凝土时，
应经试验验证。

6.3 进 场 检 验

6.3.1 聚羧酸系高性能减水剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t
时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝
材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为

两等份：一份应按本规范第 6.3.2 和 6.3.3 条规定的项目及要求
进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存
半年，有疑问时，应进行对比检验。

6.3.2 聚羧酸系高性能减水剂进场检验项目应包括 pH 值、密
度（或细度）、含固量（或含水率）、减水率，早强型聚羧酸系高
性能减水剂应测 1d 抗压强度比，缓凝型聚羧酸系高性能减水剂
还应检验凝结时间差。

6.3.3 聚羧酸系高性能减水剂进场时，初始或经时坍落度（或
扩展度），应按进场检验批次采用工程实际使用的原材料和配合
比与上批留样进行平行对比试验，其允许偏差应符合现行国家标
准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

6.4 施 工

6.4.1 聚羧酸系高性能减水剂相容性的试验应按本规范附录 A
的方法进行。

6.4.2 聚羧酸系高性能减水剂不应与萘系和氨基磺酸盐高效减
水剂复合或混合使用，与其他种类减水剂复合或混合时，应经试
验验证，并应满足设计和施工要求后再使用。

6.4.3 聚羧酸系高性能减水剂在运输、贮存时，应采用洁净的
塑料、玻璃钢或不锈钢等容器，不宜采用铁质容器。

6.4.4 高温季节，聚羧酸系高性能减水剂应置于阴凉处；低温
季节，应对聚羧酸系高性能减水剂采取防冻措施。

6.4.5 聚羧酸系高性能减水剂与引气剂同时使用时，宜分别
掺加。

6.4.6 含引气剂或消泡剂的聚羧酸系高性能减水剂使用前应进
行均化处理。

6.4.7 聚羧酸系高性能减水剂应按混凝土施工配合比规定的掺
量添加。

6.4.8 使用聚羧酸系高性能减水剂生产混凝土时，应控制砂、
石含水量、含泥量和泥块含量的变化。

6.4.9 掺聚羧酸系高性能减水剂的混凝土宜采用强制式搅拌机
均匀搅拌。混凝土搅拌的最短时间应符合表 6.4.9 的规定。搅拌
强度等级 C60 及以上的混凝土时，搅拌时间应适当延长。

表 6.4.9 混凝土搅拌的最短时间 (s)

混凝土坍落度 (mm)	搅拌机机型	搅拌机出料量 (L)		
		<250	250~500	>500
≤40	强制式	60	90	120
>40 且 <100	强制式	60	60	90
≥100	强制式	60		

6.4.10 掺用过其他类型减水剂的混凝土搅拌机和运输罐车、泵
车等设备，应清洗干净后再搅拌和运输掺聚羧酸系高性能减水剂
的混凝土。

6.4.11 使用标准型或缓凝型聚羧酸系高性能减水剂时，当环境
温度低于 10℃，应采取防止混凝土坍落度的经时增加的措施。

7 引气剂及引气减水剂

7.1 品 种

7.1.1 混凝土工程可采用下列引气剂：

- 1 松香热聚物、松香皂及改性松香皂等松香树脂类；
- 2 十二烷基磺酸盐、烷基苯磺酸盐、石油磺酸盐等烷基和烷基芳烃磺酸盐类；
- 3 脂肪醇聚氧乙烯磺酸钠、脂肪醇硫酸钠等脂肪醇磺酸盐类；
- 4 脂肪醇聚氧乙烯醚、烷基苯酚聚氧乙烯醚等非离子聚醚类；
- 5 三萜皂甙等皂甙类；
- 6 不同品种引气剂的复合物。

7.1.2 混凝土工程中可采用由引气剂与减水剂复合而成的引气减水剂。

7.2 适用范围

- 7.2.1 引气剂及引气减水剂宜用于有抗冻融要求的混凝土、泵送混凝土和易产生泌水的混凝土。
- 7.2.2 引气剂及引气减水剂可用于抗渗混凝土、抗硫酸盐混凝土、贫混凝土、轻骨料混凝土、人工砂混凝土和有饰面要求的混凝土。
- 7.2.3 引气剂及引气减水剂不宜用于蒸养混凝土及预应力混凝土。必要时，应经试验确定。

7.3 技术要求

7.3.1 混凝土含气量的试验应采用工程实际使用的原材料和配

合比，有抗冻融要求的混凝土含气量应根据混凝土抗冻等级和粗骨料最大公称粒径等经试验确定，但不宜超过表 7.3.1 规定的含气量。

表 7.3.1 掺引气剂或引气减水剂混凝土含气量限值

粗骨料最大公称粒径 (mm)	混凝土含气量限值 (%)
10	7.0
15	6.0
20	5.5
25	5.0
40	4.5

注：表中含气量，C50、C55 混凝土可降低 0.5%，C60 及 C60 以上混凝土可降低 1%，但不宜低于 3.5%。

7.3.2 用于改善新拌混凝土工作性时，新拌混凝土含气量宜控制在 3%~5%。

7.3.3 混凝土施工现场含气量和设计要求的含气量允许偏差应为 ±1.0%。

7.4 进场检验

7.4.1 引气剂应按每 10t 为一检验批，不足 10t 时也应按一个检验批计，引气减水剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两份：其中一份应按本规范第 7.4.2 和 7.4.3 条规定的项目及要求进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

7.4.2 引气剂及引气减水剂进场时，检验项目应包括 pH 值、密度（或细度）、含固量（或含水率）、含气量、含气量经时损失，引气减水剂还应检测减水率。

7.4.3 引气剂及引气减水剂进场时，含气量应按进场检验批次

采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比试验，初始含气量允许偏差应为 $\pm 1.0\%$ 。

7.5 施 工

7.5.1 引气减水剂相容性的试验应按本规范附录 A 的方法进行。

7.5.2 引气剂宜以溶液掺加，使用时应加入拌合水中，引气剂溶液中的水量应从拌合水中扣除。

7.5.3 引气剂、引气减水剂配制溶液时，应充分溶解后再使用。

7.5.4 引气剂可与减水剂、早强剂、缓凝剂、防冻剂等复合使用。配制溶液时，如产生絮凝或沉淀等现象，应分别配制溶液，并应分别加入搅拌机内。

7.5.5 当混凝土原材料、施工配合比或施工条件变化时，引气剂或引气减水剂的掺量应重新试验并确定。

7.5.6 掺引气剂、引气减水剂的混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，并应搅拌均匀。搅拌时间及搅拌量应经试验确定，最少搅拌时间应符合本规范表 6.4.9 的规定。出料到浇筑的停放时间不宜过长。采用插入式振捣时，同一振捣点振捣时间不宜超过 20s。

7.5.7 检验混凝土的含气量应在施工现场进行取样。对含气量有设计要求的混凝土，当连续浇筑时每 4h 应现场检验一次；当间歇施工时，每浇筑 200m³ 应检验一次。必要时，可增加检验次数。

8 早 强 剂

8.1 品 种

8.1.1 混凝土工程可采用下列早强剂：

1 硫酸盐、硫酸复盐、硝酸盐、碳酸盐、亚硝酸盐、氯盐、硫氰酸盐等无机盐类；

2 三乙醇胺、甲酸盐、乙酸盐、丙酸盐等有机化合物类。

8.1.2 混凝土工程可采用两种或两种以上无机盐类早强剂或有机化合物类早强剂复合而成的早强剂。

8.2 适 用 范 围

8.2.1 早强剂宜用于蒸养、常温、低温和最低温度不低于 -5°C 环境中施工的有早强要求的混凝土工程。炎热条件以及环境温度低于 -5°C 时不宜使用早强剂。

8.2.2 早强剂不宜用于大体积混凝土；三乙醇胺等有机胺类早强剂不宜用于蒸养混凝土。

8.2.3 无机盐类早强剂不宜用于下列情况：

1 处于水位变化的结构；

2 露天结构及经常受水淋、受水流冲刷的结构；

3 相对湿度大于 80%环境中使用的结构；

4 直接接触酸、碱或其他侵蚀性介质的结构；

5 有装饰要求的混凝土，特别是要求色彩一致或表面有金属装饰的混凝土。

8.3 进 场 检 验

8.3.1 早强剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外

加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本规范第 8.3.2 条和第 8.3.3 条规定的项目和要求进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

8.3.2 早强剂进场检验项目应包括密度（或细度）、含固量（或含水率）、碱含量、氯离子含量和 1d 抗压强度比。

8.3.3 检验含有硫氰酸盐、甲酸盐等早强剂的氯离子含量时，应采用离子色谱法。

8.4 施 工

8.4.1 供方向需方提供早强剂产品贮存方式、使用注意事项和有效期，对含有亚硝酸盐、硫氰酸盐的早强剂应按有关化学品的管理规定进行贮存和使用。

8.4.2 供方向需方提供早强剂产品的主要成分及掺量范围。早强剂中硫酸钠掺入混凝土的量应符合本规范表 8.4.2 的规定，三乙醇胺掺入混凝土的量不应大于胶凝材料质量的 0.05%，早强剂在素混凝土中引入的氯离子含量不应大于胶凝材料质量的 1.8%。其他品种早强剂的掺量应经试验确定。

表 8.4.2 硫酸钠掺量限值

混凝土种类	使用环境	掺量限值 (胶凝材料质量%)
预应力混凝土	干燥环境	≤1.0
钢筋混凝土	干燥环境	≤2.0
	潮湿环境	≤1.5
有饰面要求的混凝土	—	≤0.8
素混凝土	—	≤3.0

8.4.3 掺早强剂的混凝土采用蒸汽养护时，其蒸养制度应经试验确定。

8.4.4 掺粉状早强剂的混凝土宜延长搅拌时间 30s。

8.4.5 掺早强剂的混凝土应加强保温保湿养护。

9 缓 凝 剂

9.1 品 种

9.1.1 混凝土工程可采用下列缓凝剂：

1 葡萄糖、蔗糖、糖蜜、糖钙等糖类化合物；

2 柠檬酸（钠）、酒石酸（钾钠）、葡萄糖酸（钠）、水杨酸及其盐类等羟基羧酸及其盐类；

3 山梨醇、甘露醇等多元醇及其衍生物；

4 2-膦酸丁烷-1,2,4-三羧酸（PBTC）、氨基三甲叉膦酸（ATMP）及其盐类等有机磷酸及其盐类；

5 磷酸盐、锌盐、硼酸及其盐类、氟硅酸盐等无机盐类。

9.1.2 混凝土工程可采用由不同缓凝组分复合而成的缓凝剂。

9.2 适 用 范 围

9.2.1 缓凝剂宜用于延缓凝结时间的混凝土。

9.2.2 缓凝剂宜用于对坍落度保持能力有要求的混凝土、静停时间较长或长距离运输的混凝土、自密实混凝土。

9.2.3 缓凝剂可用于大体积混凝土。

9.2.4 缓凝剂宜用于日最低气温 5℃以上施工的混凝土。

9.2.5 柠檬酸（钠）及酒石酸（钾钠）等缓凝剂不宜单独用于贫混凝土。

9.2.6 含有糖类组分的缓凝剂与减水剂复合使用时，可按本规范附录 A 的方法进行相容性试验。

9.3 进 场 检 验

9.3.1 缓凝剂应按每 20t 为一检验批，不足 20t 时也应按一个检验批计。每一批次检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需

用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本规范第 9.3.2 条和第 9.3.3 条规定的项目和要求进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

9.3.2 缓凝剂进场时检验项目应包括密度（或细度）、含固量（或含水率）和混凝土凝结时间差。

9.3.3 缓凝剂进场时，凝结时间的检测应按进场检验批次采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比，初、终凝时间允许偏差应为 $\pm 1\text{h}$ 。

9.4 施 工

9.4.1 缓凝剂的品种、掺量应根据环境温度、施工要求的混凝土凝结时间、运输距离、静停时间、强度等经试验确定。

9.4.2 缓凝剂用于连续浇筑的混凝土时，混凝土的初凝时间应满足设计和施工要求。

9.4.3 缓凝剂宜以溶液掺加，使用时应加入拌合水中，缓凝剂溶液中的水量应从拌合水中扣除。难溶和不溶的粉状缓凝剂应采用干掺法，并宜延长搅拌时间 30s。

9.4.4 缓凝剂可与减水剂复合使用。配制溶液时，如产生絮凝或沉淀等现象，宜分别配制溶液，并应分别加入搅拌机内。

9.4.5 掺缓凝剂的混凝土浇筑、振捣后，应及时养护。

9.4.6 当环境温度波动超过 10°C 时，应经试验调整缓凝剂掺量。

10 泵 送 剂

10.1 品 种

10.1.1 混凝土工程可采用一种减水剂与缓凝组分、引气组分、保水组分和黏度调节组分复合而成的泵送剂。

10.1.2 混凝土工程可采用两种或两种以上减水剂与缓凝组分、引气组分、保水组分和黏度调节组分复合而成的泵送剂。

10.1.3 混凝土工程可采用一种减水剂作为泵送剂。

10.1.4 混凝土工程可采用两种或两种以上减水剂复合而成的泵送剂。

10.2 适 用 范 围

10.2.1 泵送剂宜用于泵送施工的混凝土。

10.2.2 泵送剂可用于工业与民用建筑结构工程混凝土、桥梁混凝土、水下灌注桩混凝土、大坝混凝土、清水混凝土、防辐射混凝土和纤维增强混凝土等。

10.2.3 泵送剂宜用于日平均气温 5°C 以上的施工环境。

10.2.4 泵送剂不宜用于蒸汽养护混凝土和蒸压养护的预制混凝土。

10.2.5 使用含糖类或木质素磺酸盐的泵送剂时，可按本规范附录 A 进行相容性试验，并应满足施工要求后再使用。

10.3 技 术 要 求

10.3.1 泵送剂使用时，其减水率应符合表 10.3.1 的规定。减水率应按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定进行测定。

表 10.3.1 减水率的选择

序号	混凝土强度等级	减水率 (%)
1	C30 及 C30 以下	12~20
2	C35~C55	16~28
3	C60 及 C60 以上	≥25

10.3.2 用于自密实混凝土泵送剂的减水率不宜小于 20%。

10.3.3 掺泵送剂混凝土的坍落度 1h 经时变化量可按表 10.3.3 的规定选择。坍落度 1h 经时变化值应按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定进行测定。

表 10.3.3 坍落度 1h 经时变化量的选择

序号	运输和等候时间 (min)	坍落度 1h 经时变化量 (mm)
1	<60	≤80
2	60~120	≤40
3	>120	≤20

10.4 进场检验

10.4.1 泵送剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本规范第 10.4.2 和 10.4.3 条规定的项目和要求进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

10.4.2 泵送剂进场检验项目应包括 pH 值、密度（或细度）、含固量（或含水率）、减水率和坍落度 1h 经时变化值。

10.4.3 泵送剂进场时，减水率及坍落度 1h 经时变化值应按进场检验批次采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比试验，减水率允许偏差应为±2%，坍落度 1h 经时变化

值允许偏差应为±20mm。

10.5 施工

10.5.1 泵送剂相容性的试验应按本规范附录 A 的方法进行。

10.5.2 不同供方、不同品种的泵送剂不得混合使用。

10.5.3 泵送剂的品种、掺量应根据工程实际使用的原材料、环境温度、运输距离、泵送高度和泵送距离等经试验确定。

10.5.4 液体泵送剂宜与拌合水预混，溶液中的水量应从拌合水中扣除；粉状泵送剂宜与胶凝材料一起加入搅拌机内，并宜延长混凝土搅拌时间 30s。

10.5.5 泵送混凝土的原材料选择、配合比要求，应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。

10.5.6 掺泵送剂的混凝土采用二次掺加法时，二次添加的外加剂品种及掺量应经试验确定，并应记录备案。二次添加的外加剂不应包括缓凝、引气组分。二次添加后应确保混凝土搅拌均匀，坍落度应符合要求后再使用。

10.5.7 掺泵送剂的混凝土浇筑、振捣后，应及时抹压，并应始终保持混凝土表面潮湿，终凝后还应浇水养护，当气温较低时，应加强保温保湿养护。

11 防冻剂

11.1 品 种

11.1.1 混凝土工程可采用以某些醇类、尿素等有机化合物为防冻组分的有机化合物类防冻剂。

11.1.2 混凝土工程可采用下列无机盐类防冻剂：

- 1 以亚硝酸盐、硝酸盐、碳酸盐等无机盐为防冻组分的无氯盐类；
- 2 含有阻锈组分，并以氯盐为防冻组分的氯盐阻锈类；
- 3 以氯盐为防冻组分的氯盐类。

11.1.3 混凝土工程可采用防冻组分与早强、引气和减水组分复合而成的防冻剂。

11.2 适用范围

11.2.1 防冻剂可用于冬期施工的混凝土。

11.2.2 亚硝酸钠防冻剂或亚硝酸钠与碳酸锂复合防冻剂，可用于冬期施工的硫铝酸盐水泥混凝土。

11.3 进场检验

11.3.1 防冻剂应按每 100t 为一检验批，不足 100t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：一份应按本规范第 11.3.2 和 11.3.3 条规定的项目和要求进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

11.3.2 防冻剂进场检验项目应包括氯离子含量、密度（或细度）、含固量（或含水率）、碱含量和含气量，复合类防冻剂还应

检测减水率。

11.3.3 检验含有硫氰酸盐、甲酸盐等防冻剂的氯离子含量时，应采用离子色谱法。

11.4 施 工

11.4.1 含减水组分的防冻剂相容性的试验应按本规范附录 A 的方法进行。

11.4.2 防冻剂的品种、掺量应以混凝土浇筑后 5d 内的预计日最低气温选用。在日最低气温为 $-5^{\circ}\text{C} \sim -10^{\circ}\text{C}$ 、 $-10^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ 、 $-15^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C}$ 时，应分别选用规定温度为 -5°C 、 -10°C 、 -15°C 的防冻剂。

11.4.3 掺防冻剂的混凝土所用原材料，应符合下列要求：

- 1 宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；
- 2 骨料应清洁，不得含有冰、雪、冻块及其他易冻裂物质。

11.4.4 防冻剂与其他外加剂同时使用时，应经试验确定，并应满足设计和施工要求后再使用。

11.4.5 使用液体防冻剂时，贮存和输送液体防冻剂的设备应采取保温措施。

11.4.6 掺防冻剂混凝土拌合物的入模温度不应低于 5°C 。

11.4.7 掺防冻剂混凝土的生产、运输、施工及养护，应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的有关规定。

12 速凝剂

12.1 品 种

12.1.1 喷射混凝土工程可采用下列粉状速凝剂:

- 1 以铝酸盐、碳酸盐等为主要成分的粉状速凝剂;
- 2 以硫酸铝、氢氧化铝等为主要成分与其他无机盐、有机物复合而成的低碱粉状速凝剂。

12.1.2 喷射混凝土工程可采用下列液体速凝剂:

- 1 以铝酸盐、硅酸盐为主要成分与其他无机盐、有机物复合而成的液体速凝剂;
- 2 以硫酸铝、氢氧化铝等为主要成分与其他无机盐、有机物复合而成的低碱液体速凝剂。

12.2 适用范围

12.2.1 速凝剂可用于喷射法施工的砂浆或混凝土,也可用于有速凝要求的其他混凝土。

12.2.2 粉状速凝剂宜用于干法施工的喷射混凝土,液体速凝剂宜用于湿法施工的喷射混凝土。

12.2.3 永久性支护或衬砌施工使用的喷射混凝土、对碱含量有特殊要求的喷射混凝土工程,宜选用碱含量小于1%的低碱速凝剂。

12.3 进场检验

12.3.1 速凝剂应按每50t为一检验批,不足50t时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于0.2t胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀,并应分为两等份:其中一份应按本规范第12.3.2和12.3.3条规定的项目和要求进行检

验,每检验批检验不得少于两次;另一份应密封留样保存半年,有疑问时,应进行对比检验。

12.3.2 速凝剂进场时检验项目应包括密度(或细度)、水泥净浆初凝和终凝时间。

12.3.3 速凝剂进场时,水泥净浆初、终凝时间应按进场检验批次采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比试验,其允许偏差应为 $\pm 1\text{min}$ 。

12.4 施 工

12.4.1 速凝剂掺量宜为胶凝材料质量的2%~10%,当混凝土原材料、环境温度发生变化时,应根据工程要求,经试验调整速凝剂掺量。

12.4.2 喷射混凝土的施工宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,不得使用过期或受潮结块的水泥。当工程有防腐、耐高温或其他特殊要求时,也可采用相应特种水泥。

12.4.3 掺速凝剂混凝土的粗骨料宜采用最大粒径不大于20mm的卵石或碎石,细骨料宜采用中砂。

12.4.4 掺速凝剂的喷射混凝土配合比宜通过试配试喷确定,其强度应符合设计要求,并应满足节约水泥、回弹量少等要求。特殊情况下,还应满足抗冻性和抗渗性等要求。砂率宜为45%~60%。湿喷混凝土拌合物的坍落度不宜小于80mm。

12.4.5 湿法施工时,应加强混凝土工作性的检查。喷射作业时每班次混凝土坍落度的检查次数不应少于两次,不足一个班次时也应按一个班次检查。当原材料出现波动时应及时检查。

12.4.6 干法施工时,混合料的搅拌宜采用强制式搅拌机。当采用容量小于400L的强制式搅拌机时,搅拌时间不得少于60s;当采用自落式或滚筒式搅拌机时,搅拌时间不得少于120s。当掺有矿物掺合料或纤维时,搅拌时间宜延长30s。

12.4.7 干法施工时,混合料在运输、存放过程中,应防止受潮及杂物混入,投入喷射机前应过筛。

12.4.8 干法施工时,混合料应随拌随用。无速凝剂掺入的混合料,存放时间不应超过 2h,有速凝剂掺入的混合料,存放时间不应超过 20min。

12.4.9 喷射混凝土终凝 2h 后,应喷水养护。环境温度低于 5℃时,不宜喷水养护。

12.4.10 掺速凝剂喷射混凝土作业区日最低气温不应低于 5℃。

12.4.11 掺速凝剂喷射混凝土施工时,施工人员应采取劳动防护措施,并确保人身安全。

工程试验群: 94527577 二 刚

13 膨 胀 剂

13.1 品 种

13.1.1 混凝土工程可采用硫铝酸钙类混凝土膨胀剂。

13.1.2 混凝土工程可采用硫铝酸钙-氧化钙类混凝土膨胀剂。

13.1.3 混凝土工程可采用氧化钙类混凝土膨胀剂。

13.2 适 用 范 围

13.2.1 用膨胀剂配制的补偿收缩混凝土宜用于混凝土结构自防水、工程接缝、填充灌浆,采取连续施工的超长混凝土结构,大体积混凝土工程等;用膨胀剂配制的自应力混凝土宜用于自应力混凝土输水管、灌注桩等。

13.2.2 含硫铝酸钙类、硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂配制的混凝土(砂浆)不得用于长期环境温度为 80℃以上的工程。

13.2.3 膨胀剂应用于钢筋混凝土工程和填充性混凝土工程。

13.3 技 术 要 求

13.3.1 掺膨胀剂的补偿收缩混凝土,其限制膨胀率应符合表 13.3.1 的规定。

表 13.3.1 补偿收缩混凝土的限制膨胀率

用 途	限制膨胀率 (%)	
	水中 14d	水中 14d 转空气中 28d
用于补偿混凝土收缩	≥0.015	≥-0.030
用于后浇带、膨胀加强带和工程接缝填充	≥0.025	≥-0.020

13.3.2 补偿收缩混凝土限制膨胀率的试验和检验应按本规范附

录 B 的方法进行。

13.3.3 补偿收缩混凝土的抗压强度应符合设计要求，其验收评定应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

13.3.4 补偿收缩混凝土设计强度不宜低于 C25；用于填充的补偿收缩混凝土设计强度不宜低于 C30。

13.3.5 补偿收缩混凝土的强度试件制作和检验，应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定。用于填充的补偿收缩混凝土的抗压强度试件制作和检测，应按现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178-2009 的附录 A 进行。

13.3.6 灌浆用膨胀砂浆，其性能应符合表 13.3.6 的规定。抗压强度应采用 40mm×40mm×160mm 的试模，无振动成型，拆模、养护、强度检验应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的有关规定执行，竖向膨胀率的测定应按本规范附录 C 的方法进行。

表 13.3.6 灌浆用膨胀砂浆性能

扩展度 (mm)	竖向限制膨胀率 (%)		抗压强度 (MPa)		
	3d	7d	1d	3d	28d
≥250	≥0.10	≥0.20	≥20	≥30	≥60

13.3.7 掺加膨胀剂配制自应力水泥时，其性能应符合现行行业标准《自应力硅酸盐水泥》JC/T 218 的有关规定。

13.4 进场检验

13.4.1 膨胀剂应按每 200t 为一检验批，不足 200t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 10kg。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本规范第 13.4.2 条规定的项目进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

13.4.2 膨胀剂进场时检验项目应为水中 7d 限制膨胀率和细度。

13.5 施 工

13.5.1 掺膨胀剂的补偿收缩混凝土，其设计和施工应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定。其中，对暴露在大气中的混凝土表面应及时进行保水养护，养护期不得少于 14d；冬期施工时，构件拆模时间应延至 7d 以上，表层不得直接洒水，可采用塑料薄膜保水，薄膜上部应覆盖岩棉被等保温材料。

13.5.2 大体积、大面积及超长结构的后浇带可采用膨胀加强带措施连续施工，膨胀加强带的构造形式和超长结构浇筑方式，应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定。

13.5.3 掺膨胀剂混凝土的胶凝材料最少用量应符合表 13.5.3 的规定。

表 13.5.3 胶凝材料最少用量

用 途	胶凝材料最少用量 (kg/m ³)
用于补偿混凝土收缩	300
用于后浇带、膨胀加强带和工程接缝填充	350
用于自应力混凝土	500

13.5.4 灌浆用膨胀砂浆施工应符合下列规定：

1 灌浆用膨胀砂浆的水料（胶凝材料+砂）比宜为 0.12~0.16，搅拌时间不宜少于 3min；

2 膨胀砂浆不得使用机械振捣，宜用人工插捣排除气泡，每个部位应从一个方向浇筑；

3 浇筑完成后，应立即用湿麻袋等覆盖暴露部分，砂浆硬化后应立即浇水养护，养护期不宜少于 7d；

4 灌浆用膨胀砂浆浇筑和养护期间，最低气温低于 5℃时，应采取保温保湿养护措施。

14 防水剂

14.1 品 种

14.1.1 混凝土工程可采用下列防水剂：

1 氯化铁、硅灰粉末、锆化合物、无机铝盐防水剂、硅酸钠等无机化合物类；

2 脂肪酸及其盐类、有机硅类（甲基硅醇钠、乙基硅醇钠、聚乙基羟基硅氧烷等）、聚合物乳液（石蜡、地沥青、橡胶及水溶性树脂乳液等）等有机化合物类。

14.1.2 混凝土工程可采用下列复合型防水剂：

1 无机化合物类复合、有机化合物类复合、无机化合物类与有机化合物类复合；

2 本条第1款各类与引气剂、减水剂、调凝剂等外加剂复合而成的防水剂。

14.2 适用范围

14.2.1 防水剂可用于有防水抗渗要求的混凝土工程。

14.2.2 对有抗冻要求的混凝土工程宜选用复合引气组分的防水剂。

14.3 进场检验

14.3.1 防水剂应按每50t为一检验批，不足50t时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于0.2t胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两等份：其中一份应按本规范第14.3.2条规定的项目进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

14.3.2 防水剂进场检验项目应包括密度（或细度）、含固量（或含水率）。

14.4 施 工

14.4.1 含有减水组分的防水剂相容性的试验应按本规范附录A的方法进行。

14.4.2 掺防水剂的混凝土宜选用普通硅酸盐水泥。有抗硫酸盐要求时，宜选用抗硫酸盐硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，并应经试验确定。

14.4.3 防水剂应按供方推荐掺量掺加，超量掺加时应经试验确定。

14.4.4 掺防水剂混凝土宜采用最大粒径不大于25mm连续级配的石子。

14.4.5 掺防水剂混凝土的搅拌时间应较普通混凝土延长30s。

14.4.6 掺防水剂混凝土应加强早期养护，潮湿养护不得少于7d。

14.4.7 处于侵蚀介质中掺防水剂的混凝土，应采取防腐蚀措施。

14.4.8 掺防水剂混凝土的结构表面温度不宜超过100℃，超过100℃时，应采取隔断热源的保护措施。

15 阻 锈 剂

15.1 品 种

15.1.1 混凝土工程可采用下列阻锈剂：

1 亚硝酸盐、硝酸盐、铬酸盐、重铬酸盐、磷酸盐、多磷酸盐、硅酸盐、钼酸盐、硼酸盐等无机盐类；

2 胺类、醛类、炔醇类、有机磷化合物、有机硫化合物、羧酸及其盐类、磺酸及其盐类、杂环化合物等有机化合物类。

15.1.2 混凝土工程可采用两种或两种以上无机盐类或有机化合物类阻锈剂复合而成的阻锈剂。

15.2 适用 范围

15.2.1 阻锈剂宜用于容易引起钢筋锈蚀的侵蚀环境中的钢筋混凝土、预应力混凝土和钢纤维混凝土。

15.2.2 阻锈剂宜用于新建混凝土工程和修复工程。

15.2.3 阻锈剂可用于预应力孔道灌浆。

15.3 进 场 检 验

15.3.1 阻锈剂应按每 50t 为一检验批，不足 50t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 0.2t 胶凝材料所需用的外加剂量。每一检验批取样应充分混匀，并应分为两份：其中一份应按本规范第 15.3.2 条规定的项目进行检验，每检验批检验不得少于两次；另一份应密封留样保存半年，有疑问时，应进行对比检验。

15.3.2 阻锈剂进场检验项目应包括 pH 值、密度（或细度）、含固量（或含水率）。

15.4 施 工

15.4.1 新建钢筋混凝土工程采用阻锈剂时，应符合下列规定：

1 掺阻锈剂混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定。当原材料或混凝土性能要求发生变化时，应重新进行混凝土配合比设计。

2 掺阻锈剂或阻锈剂与其他外加剂复合使用的混凝土性能应满足设计和施工要求。

3 掺阻锈剂混凝土的搅拌、运输、浇筑和养护，应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

15.4.2 使用掺阻锈剂的混凝土或砂浆对既有钢筋混凝土工程进行修复时，应符合下列规定：

1 应先剔除已被腐蚀、污染或中性化的混凝土层，并应清除钢筋表面锈蚀物后再进行修复。

2 当损坏部位较小、修补层较薄时，宜采用砂浆进行修复；当损坏部位较大、修补层较厚时，宜采用混凝土进行修复。

3 当大面积施工时，可采用喷射或喷、抹结合的施工方法。

4 修复的混凝土或砂浆的养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

附录 A 混凝土外加剂相容性快速试验方法

A.0.1 混凝土外加剂相容性快速试验方法适用于含减水组分的各类混凝土外加剂与胶凝材料、细骨料和其他外加剂的相容性试验。

A.0.2 试验所用仪器设备应符合下列规定：

1 水泥胶砂搅拌机应符合现行行业标准《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681 的有关规定；

2 砂浆扩展度筒应采用内壁光滑无缝的筒状金属制品(图 A.0.2)，尺寸应符合下列要求：

- 1) 筒壁厚度不应小于 2mm；
- 2) 上口内径 d 尺寸为 $50\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ；
- 3) 下口内径 D 尺寸为 $100\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ；
- 4) 高度 h 尺寸为 $150\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

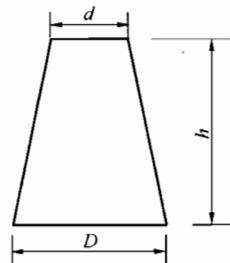


图 A.0.2 砂浆扩展度筒示意

3 捣棒应采用直径为 $8\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 、长为 $300\text{mm} \pm 3\text{mm}$ 的钢棒，端部应磨圆；玻璃板的尺寸应为 $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times 5\text{mm}$ ；应采用量程为 500mm、分度值为 1mm 的钢直尺；应采用分度值为 0.1s 的秒表；应采用分度值为 1s 的时钟；应采用量程为 100g、分度值为 0.01g 的天平；应采用量程为 5kg、分度值为 1g 的台秤。

A.0.3 试验所用原材料、配合比及环境条件应符合下列规定：

- 1 应采用工程实际使用的外加剂、水泥和矿物掺合料；
- 2 工程实际使用的砂，应筛除粒径大于 5mm 以上的部分，

并应自然风干至气干状态；

3 砂浆配合比应采用与工程实际使用的混凝土配合比中去除粗骨料后的砂浆配合比，水胶比应降低 0.02，砂浆总量不应小于 1.0L；

4 砂浆初始扩展度应符合下列要求：

- 1) 普通减水剂的砂浆初始扩展度应为 $260\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ；
- 2) 高效减水剂、聚羧酸系高性能减水剂和泵送剂的砂浆初始扩展度应为 $350\text{mm} \pm 20\text{mm}$ ；

5 试验应在砂浆成型室标准试验条件下进行，试验室温度应保持在 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度不应低于 50%。

A.0.4 试验方法应按下列步骤进行：

1 将玻璃板水平放置，用湿布将玻璃板、砂浆扩展度筒、搅拌叶片及搅拌锅内壁均匀擦拭，使其表面润湿；

2 将砂浆扩展度筒置于玻璃板中央，并用湿布覆盖待用；

3 按砂浆配合比的比例分别称取水泥、矿物掺合料、砂、水及外加剂待用；

4 外加剂为液体时，先将胶凝材料、砂加入搅拌锅内预搅拌 10s，再将外加剂与水混合均匀加入；外加剂为粉状时，先将胶凝材料、砂及外加剂加入搅拌锅内预搅拌 10s，再加入水；

5 加水后立即启动胶砂搅拌机，并按胶砂搅拌机程序进行搅拌，从加水时刻开始计时；

6 搅拌完毕，将砂浆分两次倒入砂浆扩展度筒，每次倒入约筒高的 1/2，并用捣棒自边缘向中心按顺时针方向均匀插捣 15 下，各次插捣应在截面上均匀分布。插捣筒边砂浆时，捣棒可稍微沿筒壁方向倾斜。插捣底层时，捣棒应贯穿筒内砂浆深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面。插捣完毕后，砂浆表面应用刮刀刮平，将筒缓慢匀速垂直提起，10s 后用钢直尺量取相互垂直的两个方向的最大直径，并取其平均值为砂浆扩展度；

7 砂浆初始扩展度未达到要求时，应调整外加剂的掺量，

并重复本条第 1~6 款的试验步骤，直至砂浆初始扩展度达到要求；

8 将试验砂浆重新倒入搅拌锅内，并用湿布覆盖搅拌锅，从计时开始后 10min（聚羧酸系高性能减水剂应做）、30min、60min，开启搅拌机，快速搅拌 1min，按本条第 7 款步骤测定砂浆扩展度。

A.0.5 试验结果评价应符合下列规定：

1 应根据外加剂掺量和砂浆扩展度经时损失判断外加剂的相容性；

2 试验结果有异议时，可按实际混凝土配合比进行试验验证；

3 应注明所用外加剂、水泥、矿物掺合料和砂的品种、等级、生产厂及试验室温度、湿度等。

附录 B 补偿收缩混凝土的限制膨胀率测定方法

B.0.1 补偿收缩混凝土的限制膨胀率测定方法适用于测定掺膨胀剂混凝土的限制膨胀率及限制干缩率。

B.0.2 试验用仪器应符合下列规定：

1 测量仪可由千分表、支架和标准杆组成（图 B.0.2-1），千分表分辨率应为 0.001mm。

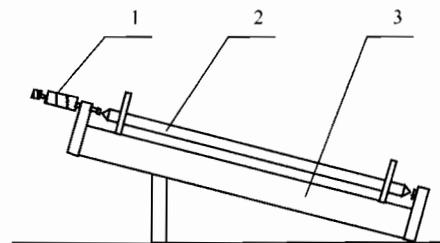


图 B.0.2-1 测量仪

1—电子千分表；2—标准杆；3—支架

2 纵向限制器应符合下列规定：

1) 纵向限制器应由纵向限制钢筋与钢板焊接制成（图 B.0.2-2）。

2) 纵向限制钢筋应采用直径为 10mm、横截面面积为 78.54mm^2 ，且符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 规定的钢筋。钢筋两侧应焊接 12mm 厚的钢板，材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB 700 的有关规定，钢筋两端点各 7.5mm 范围内为黄铜或不锈钢，测头呈球面状，半径为 3mm。钢板与钢筋焊接处的焊接强度不应低于 260MPa。

- 3) 纵向限制器不应变形, 一般检验可重复使用 3 次, 仲裁检验只允许使用 1 次。
- 4) 该纵向限制器的配筋率为 0.79%。

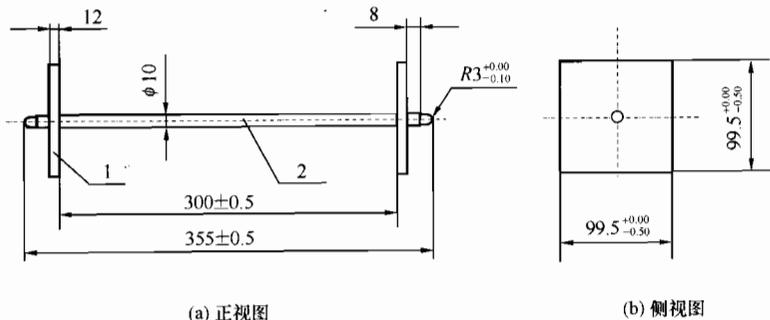


图 B.0.2-2 纵向限制器
1—端板; 2—钢筋

B.0.3 试验室温度应符合下列规定:

- 1 用于混凝土试件成型和测量的试验室的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 2 用于养护混凝土试件的恒温水槽的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。恒温恒湿室温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 湿度应为 $60\% \pm 5\%$ 。
- 3 每日应检查、记录温度变化情况。

B.0.4 试件制作应符合下列规定:

- 1 用于成型试件的模型宽度和高度均应为 100mm, 长度应大于 360mm。
- 2 同一条件应有 3 条试件供测长用, 试件全长应为 355mm, 其中混凝土部分尺寸应为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 300\text{mm}$ 。
- 3 首先应把纵向限制器具放入试模中, 然后将混凝土一次装入试模, 把试模放在振动台上振动至表面呈现水泥浆, 不泛气泡为止, 刮去多余的混凝土并抹平; 然后把试件置于温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的标准养护室内养护, 试件表面用塑料布或湿布覆盖。
- 4 应在成型 12h~16h 且抗压强度达到 $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$ 后再拆模。

B.0.5 试件测长和养护应符合下列规定:

1 测长前 3h, 应将测量仪、标准杆放在标准试验室内, 用标准杆校正测量仪并调整千分表零点。测量前, 应将试件及测量仪测头擦净。每次测量时, 试件记有标志的一面与测量仪的相对位置应一致, 纵向限制器的测头与测量仪的测头应正确接触, 读数应精确至 0.001mm。不同龄期的试件应在规定时间 $\pm 1\text{h}$ 内测量。试件脱模后应在 1h 内测量试件的初始长度。测量完初始长度的试件应立即放入恒温水槽中养护, 应在规定龄期时进行测长。测长的龄期应从成型日算起, 宜测量 3d、7d 和 14d 的长度变化。14d 后, 应将试件移入恒温恒湿室中养护, 应分别测量空气中 28d、42d 的长度变化。也可根据需要安排测量龄期。

2 养护时, 应注意不损伤试件测头。试件之间应保持 25mm 以上间隔, 试件支点距限制钢板两端宜为 70mm。

B.0.6 各龄期的限制膨胀率和导入混凝土中的膨胀或收缩应力, 应按下列方法计算:

1 各龄期的限制膨胀率应按下式计算, 应取相近的 2 个试件测定值的平均值作为限制膨胀率的测量结果, 计算值应精确至 0.001%:

$$\epsilon = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100 \quad (\text{B.0.6-1})$$

式中: ϵ ——所测龄期的限制膨胀率 (%);

L_t ——所测龄期的试件长度测量值, 单位为毫米 (mm);

L ——初始长度测量值, 单位为毫米 (mm);

L_0 ——试件的基准长度, 300mm。

2 导入混凝土中的膨胀或收缩应力应按下式计算, 计算值应精确至 0.01MPa:

$$\sigma = \mu \cdot E \cdot \epsilon \quad (\text{B.0.6-2})$$

式中: σ ——膨胀或收缩应力 (MPa);

μ ——配筋率 (%);

E ——限制钢筋的弹性模量, 取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$;

ϵ ——所测龄期的限制膨胀率 (%).

附录 C 灌浆用膨胀砂浆 竖向膨胀率的测定方法

C.0.1 灌浆用膨胀砂浆竖向膨胀率的测定方法适用于灌浆用膨胀砂浆的竖向膨胀率的测定。

C.0.2 测试仪器工具应符合下列规定：

- 1 应采用量程为 10mm，分度值为 0.001mm 的千分表；
- 2 应采用钢质测量支架；
- 3 应采用 140mm×80mm×5mm 的玻璃板；
- 4 应采用直径为 70mm，厚为 5mm，质量为 150g 的钢质压块；
- 5 应采用 100mm×100mm×100mm 的试模，试模的拼装缝应填入黄油，不得漏水；
- 6 应采用宽为 60mm，长为 160mm 的铲勺；
- 7 捣板可用钢锯条替代。

C.0.3 竖向膨胀率的测量装置（图 C.0.3）的安装，应符合下列要求：

- 1 测量支架的垫板和测量支架横梁应采用螺母紧固，其水平度不应超过 0.02；测量支架应水平放置在工作台上，水平度也不应超过 0.02；
 - 2 试模应放置在钢垫板上，不应摇动；
 - 3 玻璃板应平放在试模中间位置，其左右两边与试模内侧边应留出 10mm 空隙；
 - 4 钢质压块应置于玻璃板中央；
 - 5 千分表与测量支架横梁应固定牢靠，但表杆应能自由升降。安装千分表时，应下压表头，宜使表针指到量程的 1/2 处。
- C.0.4** 灌浆操作应按下列步骤进行：

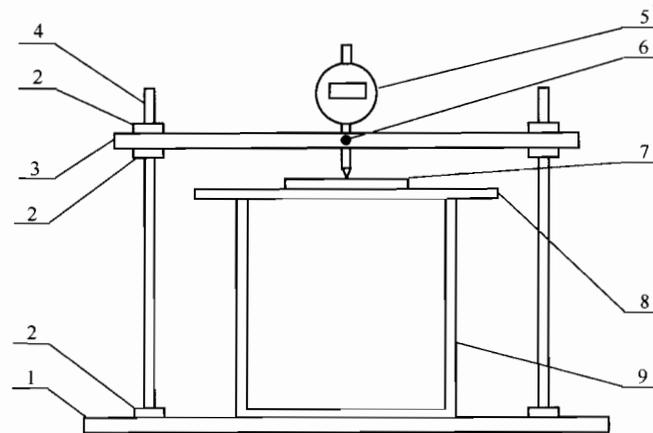


图 C.0.3 竖向膨胀率测量装置示意

- 1—测量支架垫板；2—测量支架紧固螺母；3—测量支架横梁；
4—测量支架立杆；5—千分表；6—紧固螺钉；7—钢质压块；
8—玻璃板；9—试模

1 灌浆料用水量应按扩展度为 250mm±10mm 时的用水量。

2 灌浆料加水搅拌均匀后应立即灌模。应从玻璃板的一侧灌入。当灌到 50mm 左右高度时，用捣板在试模的每一侧插捣 6 次，中间部位也插捣 6 次。灌到 90mm 高度时，和前面相同再做插捣，尽量排出气体。最后一层灌浆料要一次灌至两侧流出灌浆料为止。要尽量减少灌浆料对玻璃板产生的向上冲浮作用。

3 玻璃板两侧灌浆料表面，用小刀轻轻抹成斜坡，斜坡的高边与玻璃相平。斜坡的低边与试模内侧顶面相平。抹斜坡的时间不应超过 30s。之后 30s 内，用两层湿棉布覆盖在玻璃板两侧灌浆料表面。

4 把钢质压块置于玻璃板中央，再把千分表测量头垂放在钢质压块上，在 30s 内记录千分表读数 h_0 ，为初始读数。

5 从测定初始读数起，每隔 2h 浇水 1 次。连续浇水 4 次。以后每隔 4h 浇水 1 次。保湿养护至要求龄期，测定 3d、7d 试件高度读数。

6 从测量初始读数开始，测量装置和试件应保持静止不动，并不得振动。

7 成型温度、养护温度均应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

C.0.5 竖向膨胀率应按下式计算，试验结果应取一组三个试件的算术平均值，计算值应精确至 0.001%：

$$\epsilon_t = \frac{h_t - h_0}{h} \times 100 \quad (\text{C.0.5})$$

式中： ϵ_t ——竖向膨胀率（%）；

h_0 ——试件高度的初始读数（mm）；

h_t ——试件龄期为 t 时的高度读数（mm）；

h ——试件基准高度，100mm。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 2 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 3 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 4 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 5 《中热硅酸盐水泥 低热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200
- 6 《碳素结构钢》GB 700
- 7 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 8 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 9 《混凝土外加剂》GB 8076
- 10 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671
- 11 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 12 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736
- 13 《混凝土膨胀剂》GB 23439
- 14 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 15 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 16 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 17 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
- 18 《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178-2009
- 19 《钢筋阻锈剂应用技术规程》JGJ/T 192
- 20 《自应力硅酸盐水泥》JC/T 218
- 21 《混凝土防水剂》JC 474
- 22 《混凝土防冻剂》JC 475
- 23 《喷射混凝土用速凝剂》JC 477
- 24 《行星式水泥胶砂搅拌机》JC/T 681

中华人民共和国国家标准

混凝土外加剂应用技术规范

GB 50119 - 2013

条文说明

修订说明

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013, 经住房和城乡建设部 2013 年 8 月 8 日以第 110 号公告批准、发布。

本规范是在《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2003 的基础上修订而成。上一版的主编单位是中国建筑科学研究院, 参编单位有: 中国混凝土外加剂专业委员会、中国建筑材料科学研究院、上海市建筑科学研究院、冶金建筑科学研究院、南京水利水电科学研究院、北京市建筑工程研究院、哈尔滨工业大学、北京城建集团总公司构件厂、北京市辛庄汇强外加剂有限公司、北京市高星混凝土外加剂厂、北京市混凝土外加剂协会、江苏镇江特密斯混凝土外加剂总厂、上海市新浦化工厂、上海市住总建科化学建材有限公司。主要起草人员是: 田桂茹、郭京育、田培、陈嫣兮、游宝坤、吴菊珍、顾德珍、胡玉初、冯浩、巴恒静、张耀凯、段雄辉。

修订的主要技术内容是: 1. 与 2000 年以后颁布的相关标准规范进行了协调; 2. 增加了术语和符号章节; 3. 汇总了强制性条文至第 3 章基本规定第 3.1 节外加剂的选择; 4. 增加了聚羧酸系高性能减水剂和阻锈剂, 并制订了相应的技术内容; 5. 修订了每章外加剂“品种”、“适用范围”和“施工”内容, 在“施工”中增加了含减水组分的各类混凝土外加剂的相容性快速试验, 增加了泵送剂施工过程中采用二次掺加法的技术规定; 6. 增加了每章外加剂“进场检验”内容, 主要包括进场检验批的数量、取样数量、留样、检验项目等; 7. 增加了引气剂、泵送剂和膨胀剂的“技术要求”内容; 8. 增加并修订了基本规定, 修订了涉及普通减水剂、早强剂、防冻剂和防水剂等相关的强制性条文; 9. 修订了附录 A 试验方法, 用砂浆扩展度法取代了水

泥净浆流动度法。

本规范修订过程中, 编制组进行了广泛深入的调查研究, 总结了我国工程建设混凝土外加剂领域的实践经验, 同时参考了国外先进技术法规、技术标准, 通过试验取得了混凝土外加剂应用技术的重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《混凝土外加剂应用技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明, 还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	53
2	术语和符号	54
2.1	术语	54
3	基本规定	55
3.1	外加剂的选择	55
3.2	外加剂的掺量	57
3.3	外加剂的质量控制	57
4	普通减水剂	59
4.1	品种	59
4.2	适用范围	59
4.3	进场检验	60
4.4	施工	60
5	高效减水剂	62
5.1	品种	62
5.2	适用范围	62
5.3	进场检验	62
5.4	施工	63
6	聚羧酸系高性能减水剂	65
6.1	品种	65
6.2	适用范围	65
6.3	进场检验	66
6.4	施工	66
7	引气剂及引气减水剂	69
7.1	品种	69
7.2	适用范围	69

7.3	技术要求	70
7.4	进场检验	70
7.5	施工	70
8	早强剂	72
8.1	品种	72
8.2	适用范围	72
8.3	进场检验	73
8.4	施工	73
9	缓凝剂	74
9.1	品种	74
9.2	适用范围	74
9.3	进场检验	75
9.4	施工	75
10	泵送剂	77
10.1	品种	77
10.2	适用范围	77
10.3	技术要求	78
10.4	进场检验	79
10.5	施工	79
11	防冻剂	81
11.1	品种	81
11.2	适用范围	81
11.3	进场检验	81
11.4	施工	82
12	速凝剂	83
12.1	品种	83
12.2	适用范围	83
12.3	进场检验	84
12.4	施工	84
13	膨胀剂	87

13.1	品种	87
13.2	适用范围	87
13.3	技术要求	88
13.4	进场检验	90
13.5	施工	90
14	防水剂	92
14.1	品种	92
14.2	适用范围	92
14.3	进场检验	93
14.4	施工	93
15	阻锈剂	95
15.1	品种	95
15.2	适用范围	95
15.3	进场检验	96
15.4	施工	96
附录 A	混凝土外加剂相容性快速试验方法	97
附录 B	补偿收缩混凝土的限制膨胀率测定方法	99
附录 C	灌浆用膨胀砂浆竖向膨胀率的测定方法	100

1 总 则

1.0.1 混凝土外加剂已是混凝土不可或缺的第五组分，并在我国混凝土工程得以大量广泛应用。规范外加剂在混凝土中科学、合理和有效的应用，对满足设计和施工要求、保证工程质量和促进外加剂技术进步具有重要的意义。

1.0.2 本次修订规范共涵盖十三种混凝土外加剂。除对原规范 GB 50119 - 2003 中外加剂的应用技术予以修订外，又增加了聚羧酸系高性能减水剂（标准型、早强型和缓凝型）和阻锈剂，并制订了相应的应用技术规范。

1.0.3 与本规范有关的、难以详尽的技术要求，应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 混凝土外加剂包括很多种类和品种, 详见《混凝土外加剂定义、分类、命名与术语》GB/T 8075。聚羧酸系高性能减水剂是近十年来成果研发应用的减水剂新品种, 其分子结构灵活多变, 可以通过调整分子结构使其具有减缩性能。近几年减缩型聚羧酸系高性能减水剂在我国工程中也有较多的应用。大量的工程实践与试验验证表明, 聚羧酸系高性能减水剂 28d 收缩率比一般不大于 110%, 减缩型聚羧酸系高性能减水剂具有更低的收缩率, 一般不大于 90%, 可以用于控制混凝土早期收缩开裂。

2.1.2 相容性是用来评价混凝土外加剂与其他原材料共同使用时是否能够达到预期效果的术语。若能达到预期改善新拌硬化混凝土性能的效果, 其相容性较好; 反之, 其相容性较差。按照国家现行标准检验合格的各种混凝土外加剂用于实际工程中, 由于混凝土原材料质量波动、配合比的不同、施工温度的变化等诸多影响因素, 因此混凝土外加剂普遍存在相容性的问题。

混凝土外加剂中减水剂与混凝土原材料相容性的问题尤为突出: 符合国家标准的各种混凝土原材料共同使用时, 新拌混凝土的工作状态可能出现减水率不足、流动度保持不足、离析泌水等问题, 严重时会影响施工。本规范所指的相容性是指含减水组分的混凝土外加剂的相容性, 通过本规范新修订的附录 A 混凝土外加剂相容性快速试验方法, 快速获得砂浆扩展度、扩展度保持值, 及泌水、离析等工作性情况, 由此预测含减水组分的混凝土外加剂与混凝土其他原材料(掺合料、砂、石)相匹配时新拌混凝土的流动性、坍落度经时损失的变化程度。

3 基本规定

3.1 外加剂的选择

3.1.1 混凝土外加剂种类较多、掺量范围较宽、功能各异、使用效果易受多种因素影响, 因此, 外加剂种类的选择通过采用工程实际使用的原材料, 经过试验验证, 达到满足混凝土工作性能、力学性能、长期性能、耐久性能、安全性及节能环保等设计和施工要求。外加剂的选择可参考以下建议:

- 1 改善工作性、提高强度等宜选用本规范第 4 章普通减水剂、第 5 章高效减水剂、第 6 章聚羧酸系高性能减水剂。
- 2 改善工作性、提高抗冻融性, 宜选用本规范第 7 章引气剂及引气减水剂。
- 3 提高早期强度宜选用本规范第 8 章早强剂。
- 4 延长凝结时间, 宜选用本规范第 9 章缓凝剂。
- 5 改善混凝土泵送性、提高工作性, 宜选用本规范第 10 章泵送剂。
- 6 提高抗冻性和抗冻融性, 宜选用本规范第 11 章防冻剂。
- 7 喷射混凝土或有速凝要求的混凝土, 宜选用本规范第 12 章速凝剂。
- 8 配制补偿收缩混凝土与自应力混凝土, 宜选用本规范第 13 章膨胀剂。
- 9 提高混凝土抗渗性, 宜选用本规范第 14 章防水剂。
- 10 防止钢筋锈蚀, 宜选用本规范第 15 章阻锈剂。

3.1.2 不同供方、不同品种、不同组分的外加剂经科学合理共同(复合或混合)使用时, 会使外加剂效果优化、获得多功能性。但由于我国外加剂品种多样, 功能各异, 当不同供方、不同品种的外加剂共同使用时, 有的可能会产生某些组分超出规定的

允许掺量范围,造成混凝土凝结时间异常、含气量过高或对混凝土性能产生不利影响;而配制复合外加剂的水溶液时,有的可能会产生分层、絮凝、变色、沉淀等相容性不好或发生化学反应等问题。因此,为确保安全性,本条文规定了当不同供方、不同品种外加剂共同使用时,需向供方咨询、并在供方指导下,经试验验证,满足混凝土设计和施工要求方可使用。

3.1.3 本条是强制性条文。六价铬盐、亚硝酸盐和硫氰酸盐是对人体健康有毒害作用的物质,常用作早强剂等外加剂,也可与减水剂组分复合应用。当含有这些组分的外加剂或该组分直接掺入用于饮水工程中建成后与饮用水直接接触的混凝土时,这些物质在流水的冲刷、渗透作用下会溶入水中,造成水质的污染,人饮用后会对健康造成危害。

3.1.4 本条为强制性条文,规定了含有强电解质无机盐的早强型普通减水剂、早强剂、防冻剂和防水剂严禁使用的混凝土结构。这类外加剂会导致镀锌钢材、铝铁等金属件发生锈蚀,生成的金属氧化物体积膨胀,进而导致混凝土的胀裂。强电解质无机盐在有水存在的情况下会水解为金属离子和酸根离子,这些离子在直流电的作用下会发生定向迁移,使得这些离子在混凝土中分布不均,容易造成混凝土性能劣化,导致工程安全问题。

3.1.5 本条为强制性条文,混凝土中的氯离子渗透到钢筋表面,会导致混凝土结构中的钢筋发生电化学锈蚀,进而导致结构的膨胀破坏,会对混凝土结构质量造成重大影响。因此,含有氯盐的早强型普通减水剂、早强剂、防水剂及氯盐类防冻剂严禁用于预应力混凝土、使用冷拉钢筋或冷拔低碳钢丝的混凝土以及间接或长期处于潮湿环境下的钢筋混凝土、钢纤维混凝土结构。

3.1.6 本条为强制性条文,硝酸铵、碳酸铵和尿素在碱性条件下能够释放出刺激性气味的气体,长期难以消除,直接危害人体健康,造成环境污染。因此规定了严禁用于公共娱乐场所、医院、学校、商场、候机候车室等人员活动的建筑工程。

3.1.7 本条为强制性条文,由于亚硝酸盐、碳酸盐会引起预应

力混凝土中钢筋的应力腐蚀和晶格腐蚀,会对预应力混凝土结构安全造成重大影响,因此规定了严禁用于预应力混凝土结构。

3.1.8 本条文规定了掺外加剂混凝土所用的水泥、砂、石和掺合料等材料,应符合国家现行有关标准的规定。

3.2 外加剂的掺量

3.2.1 胶凝材料除水泥外,还包括矿物掺合料,主要有粉煤灰、粒化高炉矿渣、磷渣粉、硅灰、钢渣粉等。因此外加剂的掺量是以混凝土中胶凝材料总质量的百分数表示。有些特殊外加剂如膨胀剂属于内掺,因此与外掺的外加剂掺量表示方法不同。

3.2.2 外加剂掺量有固定范围,除外加剂本身的性能外,外加剂掺量还会受到水泥品种、矿物掺合料品种、混凝土原材料质量状况、混凝土配合比、混凝土强度等级、施工环境温度、商品混凝土运输距离及外加剂掺加方式等诸多因素的影响。因此,外加剂最佳掺量的确定应在供方推荐掺量范围内,根据上述的影响因素,经过试验来确定。在实际工程中,混凝土原材料的品质和施工环境温度经常波动,可以通过调整混凝土外加剂的掺量以及混凝土的配合比以满足设计和施工要求。

3.3 外加剂的质量控制

3.3.1 本条规定了外加剂进场时,供方提供给需方的质量证明文件应齐全,应包括型式检验报告、出厂检验报告与合格证和产品质量说明书等质量证明文件查验和收存。

3.3.2 进场检验的方法应符合国家现行有关标准的规定。外加剂产品进场检验对混凝土施工及质量控制具有极其重要的意义。在外加剂进场时应检验把关,不合格的外加剂产品不能进场。符合本规范各外加剂种类进厂检验规定的外加剂为质量合格,可以验收。

3.3.3 本条规定了外加剂存放及标识的要求。工程中存在因不同品种外加剂搞混、搞错而导致工程质量事故,因此,应分别存

放，不得大意。

3.3.4 同一品种的外加剂，由于不同供方选用的原材料不同、生产工艺的区别、产地的差异、等级不同等，该品种外加剂的质量、匀质性、甚至性能均有所区别，都会不同程度对掺外加剂混凝土性能、施工等产生一定影响，因此，当这些情况发生变化时，需方需要复试验证，符合设计和施工要求方可使用。

3.3.5 本条规定了因受潮结块的粉状外加剂应经检验合格后方可使用。有的外加剂受潮结块后虽不影响质量，仍可使用，但须经粉碎，否则不利于混凝土的均匀拌合，有的外加剂受潮结块后会影响到质量，如膨胀剂受潮结块会影响其膨胀性；有些液体外加剂贮存期间受环境的影响，质量会有所下降，会影响使用效果，贮存时应予以注意。

3.3.6 外加剂的精准计量是外加剂混凝土质量控制的重要保证，本条规定了计量仪器的标定及计量误差，以确保外加剂掺量的精准性。

3.3.7 有些外加剂的化学成分复杂多样，不正确的贮存、运输和使用方式会存在重大安全隐患。例如亚硝酸钠运输或存放过程中接触易燃物，易发生燃烧爆炸，且在燃烧时产生大量氧气，难以扑灭；又如强碱性粉状速凝剂、碱性液体速凝剂和具有酸性的低碱液体速凝剂对人的皮肤、眼睛具有强腐蚀性，因此外加剂的运输、存放及使用须按有关化学品的管理规定，采取相应的安全防护措施。为加强混凝土外加剂的安全防护，本次修订新增加了此条。

4 普通减水剂

4.1 品 种

4.1.1~4.1.3 木质素磺酸盐类的减水率约为5%~10%，一般为普通减水剂。丹宁目前基本无生产和工程应用，本次修订删除丹宁。

早强剂分为无机盐类、有机化合物类和复合类，见本规范第8章。

可以直接采用木质素磺酸盐类减水剂和多元醇系减水剂作为缓凝型普通减水剂，也可将缓凝剂（见本规范第9章）与普通减水剂复合制成缓凝型普通减水剂。常用糖蜜或糖钙、木质素磺酸钙、柠檬酸、磷酸盐等复合成缓凝减水剂，以延长混凝土的凝结时间，其应用已有数十年的历史，在大体积混凝土工程及水电站的主体大坝工程中，尤以木钙及糖钙类缓凝剂用量最多。缓凝减水剂不仅能使混凝土的凝结时间延长，而且还能降低混凝土的早期水化热，降低混凝土最高温升，这对于减少温度裂缝、减少温控措施费用、降低工程造价、提高工程质量都有显著的作用。

4.2 适用范围

4.2.1 普通减水剂减水率在10%左右，一般用于中低强度等级混凝土。掺普通减水剂的混凝土随气温的降低早期强度也降低，因此不适宜用于5℃以下的混凝土施工。

4.2.2 普通减水剂的引气量较大，并具有缓凝性，浇筑后需要较长时间才能形成一定的结构强度，所以用于蒸养混凝土必须延长静停时间或减少掺量，否则蒸养后混凝土容易产生微裂缝，表面酥松、起鼓及肿胀等质量问题。因此普通减水剂不宜单独用于蒸养混凝土。

4.2.3 在最低温度不低于 -5°C 环境中,加入早强剂、早强减水剂,混凝土表面采用一定的保温措施,混凝土不会受到冻害,温度转为正温时能较快地提高强度。

4.2.4 缓凝减水剂可以延长混凝土的凝结时间,其缓凝效果因品种及掺量而异,在推荐掺量范围内,柠檬酸延缓混凝土凝结时间一般约为 $8\text{h}\sim 19\text{h}$,氯化锌延缓 $10\text{h}\sim 12\text{h}$,糖蜜缓凝剂延缓 $2\text{h}\sim 4\text{h}$,木钙延缓 $2\text{h}\sim 3\text{h}$ 。缓凝减水剂还能降低水泥早期水化热,因而可用于炎热气候条件下施工的混凝土、大体积混凝土、大面积浇筑的混凝土、连续浇筑避免冷缝出现的混凝土,需较长时间停放或长距离运输的混凝土。

4.2.5 糖蜜、低聚糖类缓凝减水剂含有还原糖和多元醇,掺入水泥中会引发作为调凝剂的硬石膏、氟石膏在水中溶解度大幅度下降,导致水泥发生假凝现象。使用时,需进行缓凝型普通减水剂相容性试验,以防出现工程事故。

4.3 进场检验

4.3.1 分别规定了普通减水剂进场检验批数量、取样数量及留样。

4.3.2 规定了普通减水剂进场检验的项目。

4.3.3 为了确保进场普通减水剂的质量稳定,采用工程实际使用的原材料与上批留样进行平行对比试验,坍落度的允许偏差应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

4.4 施 工

4.4.1 通过附录 A 试验方法检验普通减水剂与混凝土其他原材料的相容性,快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

4.4.2 普通减水剂的常用掺量是根据试验结果和综合考虑技术经济效果而提出的。试验结果证明,随着普通减水剂掺量增加,混凝土的凝结时间延长,尤其是木质素磺酸盐类减水剂超过适宜掺量时,含气量有所增加,强度值随之降低,而减水率增高幅度

不大,有时会使混凝土较长时间不凝结而影响施工。因此注意避免过量掺加。

4.4.3 由于减水剂的掺量较小,采用干粉加入搅拌机时,不易在拌合物中均匀分散,会影响混凝土的质量,尤其是木质素磺酸盐类减水剂会造成混凝土工程中的个别部位长期不凝的质量事故。为了确保均匀性,粉状减水剂,特别是粉状早强型减水剂直接掺入混凝土干料中时,应延长混凝土搅拌时间。

4.4.4 根据工程要求,为满足混凝土多种性能要求,常需用复合减水剂。在配制复合减水剂时,应注意各种外加剂的相溶性。将粉状复合减水剂配制成溶液,如有絮凝状或沉淀等现象产生,则影响外加剂的匀质性,并可能对混凝土性能产生不利影响,因此应分别配制溶液,分别加入搅拌机中。

4.4.5 低温下,掺有早强型普通减水剂的混凝土早期强度较低,开始浇水养护的时间应适当推迟,并应覆盖塑料薄膜或保温材料进行早期养护。

4.4.6 掺有缓凝型普通减水剂的混凝土早期强度较低,开始浇水养护的时间也应适当推迟。当施工气温较低时,应覆盖塑料薄膜或保温材料养护,在施工气温较高、风力较大时,应在平仓后立即覆盖混凝土表面,以防止混凝土水分蒸发,产生塑性裂缝,并始终保持混凝土表面湿润,直至养护龄期结束。

5 高效减水剂

5.1 品 种

5.1.1 本次修订删掉了原条文中的改性木质素磺酸钙、改性丹宁，因目前基本无相关产品。

5.2 适用范围

5.2.1 工程实践表明，萘系高效减水剂、氨基磺酸盐高效减水剂单独或复合使用可以配制出 C50 以上强度等级的混凝土。

5.2.2 缓凝高效减水剂通常在有较高减水率要求的混凝土中使用，而缓凝普通减水剂通常在强度等级不高、水灰比较大的混凝土中使用。缓凝高效减水剂可用于炎热气候条件下施工的混凝土、大体积混凝土、大面积浇筑的混凝土、连续浇筑避免冷缝出现的混凝土、需较长时间停放或长距离运输的混凝土、自密实混凝土、滑模施工或拉模施工的混凝土及其他需要延缓凝结时间的混凝土。

5.2.3 掺高效减水剂混凝土的强度随着温度降低而降低，但在 5℃ 养护条件下，3d 强度增长率仍然较高，因此高效减水剂可用于日最低气温 0℃ 以上施工的混凝土。高效减水剂混凝土一般含气量较低，缓凝时间较短，用于蒸养混凝土不需要延长静停时间，在实际工程中已大量应用，一般比不掺高效减水剂混凝土可缩短蒸养时间 1/2 以上。

5.2.4 掺有缓凝高效减水剂的混凝土随气温的降低早期强度也降低，因此，不适宜用于日最低气温 5℃ 以下混凝土的施工。

5.3 进场检验

5.3.1 分别规定了高效减水剂进场检验批数量、取样数量和

留样。

5.3.2 规定了高效减水剂进场检验的项目。

5.3.3 为了确保进场高效减水剂的质量稳定，采用工程实际使用的材料与上批留样进行平行对比试验，坍落度或经时损失的允许偏差应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

5.4 施 工

5.4.1 通过附录 A 试验方法检验高效减水剂与混凝土其他原材料的相容性，快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

5.4.2 随着高效减水剂掺量增加，混凝土流动性能增加。当达到饱和点后，再增加高效减水剂掺量，而混凝土流动性并没有明显增加，有时还有副作用，成本也有所增加。因此，高效减水剂的掺量应根据供方的推荐掺量、气温高低、施工要求的混凝土凝结时间、运输距离、停放时间等，经试验确定，综合考虑技术经济效果。

5.4.3 高效减水剂采用干粉加入搅拌机中时，为了确保均匀性，应延长混凝土搅拌时间。

5.4.4 根据工程要求，为更好地满足混凝土多种性能要求，常需用复合高效减水剂。在配制复合高效减水剂时，应注意各种外加剂的相溶性。将粉状复合高效减水剂配制成溶液时，如有絮凝状或沉淀等现象产生，则影响外加剂的匀质性，并可能对混凝土性能产生不利影响，因此应分别配制溶液，分别加入搅拌机中。

5.4.5 为了减少坍落度损失，使高效减水剂更有效地发挥作用，可二次添加高效减水剂。为确保二次添加高效减水剂的混凝土满足设计和施工要求，本条规定了二次添加的高效减水剂不应包括缓凝、引气组分，以避免这两种组分过量掺加，而引起混凝土凝结时间异常和强度下降等问题。

5.4.6 掺有高效减水剂的混凝土应加强早期养护，防止混凝土表面失水，引起混凝土早期塑性开裂；并始终保持混凝土表面湿润，直至养护龄期结束，防止混凝土干缩开裂。特别是低温下，

掺有高效减水剂的混凝土早期强度还较低，开始浇水养护的时间也应适当推迟，可覆盖塑料薄膜或保温材料进行早期养护。

5.4.7 高效减水剂较适用于蒸养混凝土，蒸养制度适宜，才能达到最佳效果。

6 聚羧酸系高性能减水剂

6.1 品 种

6.1.1 本次修订增加了聚羧酸减水剂，并将其归类为高性能减水剂。经过近十年来聚羧酸系高性能减水剂在我国各类混凝土工程中大量的成功应用，证明它是目前技术水平条件下成熟可靠的高性能减水剂，性能符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076高性能减水剂的要求，今后若有新的技术成熟的同类外加剂，可考虑纳入下次修订计划。

为方便工程应用，按照聚羧酸系高性能减水剂的应用性能特点分为标准型、早强型和缓凝型，与现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的分类相协调。聚羧酸系高性能减水剂的早强和缓凝性能既可通过聚合物分子结构设计得到，也可以通过复合早强和缓凝组分获得。

6.1.2 工程中也经常使用具有特殊功能的聚羧酸系高性能减水剂，例如具有减少混凝土收缩功能的、具有缓慢释放功能的、具有优越保坍功能的聚羧酸系高性能减水剂等，将这些划分为其他有特殊功能的聚羧酸系高性能减水剂。

6.2 适用范围

6.2.1 聚羧酸系高性能减水剂性能优越，有害物质（氯离子、硫酸根离子和碱等）含量低，可用于多种混凝土工程，应用范围较广泛。

6.2.2 与其他减水剂相比，聚羧酸系高性能减水剂具有高减水、高保坍、收缩率小等优点，尤其适合于对混凝土性能和外观要求较高的混凝土工程，如高强混凝土、自密实混凝土、清水混凝土等。

6.2.3 大量的实践表明,聚羧酸系高性能减水剂能够比较全面地满足对耐久性要求高的混凝土结构工程,同时赋予新拌混凝土优异的工作性和硬化混凝土良好的力学性能,是重要基础设施混凝土结构中首选的外加剂。

6.2.4 缓凝型聚羧酸系高性能减水剂适用于高温环境的混凝土施工,适宜的施工环境温度为 25°C 以上,适用于要求坍落度保持时间较长的混凝土施工或者大体积混凝土施工。日最低气温 5°C 以下使用缓凝型聚羧酸系高性能减水剂会出现凝结时间过长的情况,影响混凝土强度的正常增长。

6.2.5 日最低气温 -5°C 以下使用早强型聚羧酸系高性能减水剂不能起到有效的抗冻作用,应添加防冻组分或直接使用防冻剂。大体积混凝土对水化放热速率有要求,早强型聚羧酸系高性能减水剂对降低早期水化热不利,不宜使用。

6.2.6 蒸养条件下,具有引气性的聚羧酸系高性能减水剂可能导致混凝土强度大幅度下降或耐久性能变差,因此本条规定了若用于蒸养混凝土时,应经试验验证。

6.3 进场检验

6.3.1 分别规定了聚羧酸系高性能减水剂进场检验批数量、取样数量及留样。

6.3.2 规定了聚羧酸系高性能减水剂进场检验的项目。

6.3.3 为了确保进场聚羧酸系高性能减水剂的质量稳定,采用工程实际使用的材料与上批留样进行平行对比试验,坍落度(或扩展度)或经时损失的允许偏差应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

6.4 施 工

6.4.1 通过附录 A 试验方法检验聚羧酸系高性能减水剂与混凝土其他原材料的相容性,快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

6.4.2 大量的试验及工程实践表明,聚羧酸系高性能减水剂与萘系或氨基磺酸盐系减水剂复合或混合后会使减水剂的作用效果受到较大影响,甚至出现坍落度损失过快、工作性丧失、凝结时间异常等影响施工及工程质量,因此应避免复合或混合使用。目前,聚羧酸系高性能减水剂与其他种类减水剂复合或混合使用的经验较少,不足以证明其使用效果。为了保证工程质量的安全,本条规定了应经试验验证,满足设计和施工要求后方可使用。

6.4.3 聚羧酸系高性能减水剂产品多呈弱酸性,对铁质容器和管道存在腐蚀性。此外,铁离子与聚羧酸系高性能减水剂中的羧基易发生络合作用,影响减水剂的性能。

6.4.4 聚羧酸系高性能减水剂本身呈弱酸性,复配组分较多,尤其是复配有糖类调凝组分时,在夏季高温季节很容易发霉变质,冬季低温容易冻结。

6.4.5 有些引气剂与聚羧酸系高性能减水剂存在相容性问题,因此宜分别掺加。

6.4.6 为了使引气剂或消泡剂均匀溶入聚羧酸系高性能减水剂,避免外加剂组分不均匀而影响混凝土的质量和稳定性,因此使用前要进行均化处理。

6.4.7 聚羧酸系高性能减水剂对掺量的敏感性较高,掺量的较小变化可能引起混凝土工作性的较大改变。因此,最佳掺量应经试验确定,并在生产中严格控制添加量。

6.4.8 聚羧酸系高性能减水剂的应用性能与混凝土的原材料品质和配合比有关。砂石含水量对混凝土的用水量影响较大,在聚羧酸系高性能减水剂掺量不变的情况下,用水量增大会使混凝土产生离析、泌水等问题;砂石的含泥量对聚羧酸系高性能减水剂的性能影响显著,含泥量较高时,最好先冲洗砂子,不具备条件时,需要掺加更多的减水剂才能达到工作性要求;与机制砂共同使用时,要注意机制砂的石粉含量,当MB值大于1.4时石粉以泥为主,对聚羧酸系高性能减水剂的性能有较大影响。

6.4.9 聚羧酸系高性能减水剂分散作用发挥需要一定的时间,

因此需要充分搅拌。

6.4.10 掺用过其他类型减水剂的混凝土搅拌机、运输罐车和泵车等设备，若未清洗干净，搅拌和运输掺聚羧酸系高性能减水剂的混凝土时，易出现工作性能显著降低的现象。

6.4.11 气温较低时，标准型和缓凝型聚羧酸系高性能减水剂的作用效果发挥缓慢，有时出现坍落度随时间延长而增加的现象，严重时出现泌水离析，影响混凝土性能。因此，环境温度低于10℃时，应观察混凝土坍落度的经时变化，并制定预防措施，一旦出现不利情况应及时予以解决。

7 引气剂及引气减水剂

7.1 品 种

7.1.1 本次修订对引气剂品种进行了重新分类，新增了非离子聚醚和复合类。

7.1.2 由引气剂与减水剂复合而成的引气减水剂已广泛用于混凝土工程中，其中减水剂包括普通减水剂、高效减水剂和聚羧酸系高性能减水剂。引气剂和减水剂复合使用时也存在相容性问题，因此使用引气减水剂时还应注意其贮存稳定性。

7.2 适用范围

7.2.1 本条规定了引气剂及引气减水剂的主要使用场合。引气剂能够在硬化混凝土内部产生一定量的微小气泡，这些小气泡能够阻断混凝土内部的毛细孔，大幅度提高混凝土的抗冻融能力。同时新拌混凝土含气量的提高有利于改善混凝土的工作性，降低新拌混凝土的泌水，保证施工质量。

7.2.2 本条规定了引气剂及引气减水剂的其他使用场合。引气剂可提高混凝土的抗渗性能，适用于抗渗混凝土、抗硫酸盐混凝土。引气剂可有效改善新拌混凝土的和易性和黏聚性，对水泥用量少或骨料粗糙混凝土的改善效果更为显著，如贫混凝土、轻骨料混凝土、人工砂配制的混凝土。掺引气剂的混凝土易于抹面，能使混凝土表面光洁，因此有饰面要求的混凝土也宜掺引气剂。

7.2.3 本条规定了不宜使用引气剂及引气减水剂的场合。在高温养护条件下，引气剂引入的气体会产生巨大膨胀，如果引入的气体含量不恰当，甚至可能导致混凝土强度大幅度下降以及耐久性能变差，因此蒸养混凝土一般不宜掺引气剂。混凝土含气量增大，会造成混凝土徐变增加、预应力损失较大，因此预应力混凝土

土中也不宜使用引气剂。某些工程中采用了含气量大于4%的聚羧酸系高性能减水剂生产蒸养预制构件和预应力混凝土，有些预应力桥梁也使用了含气量大于等于3.0%的泵送剂。

7.3 技术要求

7.3.1 混凝土抗冻融能力和含气量的大小密切相关，因此含气量大小应根据混凝土抗冻等级和骨料最大公称粒径等通过试验来确定。对于强度等级高的混凝土，达到相同抗冻等级所需要的含气量较低。

7.3.2 对抗冻融要求高的混凝土，注意控制施工现场的混凝土含气量波动。

7.3.3 引气剂及引气减水剂用于改善新拌混凝土工作性时，施工现场的新拌混凝土含气量在3%~5%为宜，太低的含气量起不到降低泌水和改善和易性的效果，太高的含气量会降低硬化混凝土力学性能。

7.4 进场检验

7.4.1 分别规定了引气剂进场检验批数量、取样数量及留样。

7.4.2 规定了引气剂及引气减水剂进场检验的项目。

7.4.3 为了确保进场引气剂或引气减水剂的质量稳定，采用工程实际使用的原材料与上批留样进行平行对比试验，初始含气量允许偏差应为±1.0%。

7.5 施工

7.5.1 通过附录A试验方法检验引气减水剂与混凝土其他原材料的相容性，快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

7.5.2 引气剂一般掺量较小，掺量的微小波动会导致含气量的大幅变化。为了计量准确，使用前应配成较低浓度的均匀溶液，一般质量分数不超过5%，溶液中的水量也应从拌合水中扣除。

7.5.3 引气剂属表面活性剂，一般需用热水溶解。此外水中的

钙、镁等多价离子可能会和部分引气剂溶液相互作用产生沉淀，降低引气剂的性能，稀释用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

7.5.4 引气剂与其他外加剂复合时，应注意与其他外加剂的相容性，如出现絮凝或沉淀等现象，则影响外加剂的匀质性，并可能对混凝土性能产生不利影响，因此应分别配制溶液，分别加入搅拌机中。

7.5.5 混凝土原材料（如水泥品种、用量、细度及碱含量，掺合料品种、用量，骨料类型、最大粒径及级配，水的硬度，与其复合的其他外加剂品种）和施工条件（如搅拌机的类型、状态、搅拌量、搅拌速度、搅拌时间、振捣方式及环境温度）的变化对引气剂或引气减水剂的性能影响较大，需要根据这些情况的变化应经试验增减引气剂或引气减水剂的掺量。

7.5.6 混凝土搅拌时间、搅拌量及搅拌方式都会对引气剂或引气减水剂的性能产生影响。混凝土含气量随搅拌时间长短而发生变化，因此施工现场的搅拌工艺应根据试验确定。

7.5.7 为了保证浇筑后的混凝土含气量达到设计要求，考虑到在运输和振捣过程中含气量的经时变化，因此必须控制浇筑现场的混凝土含气量大小。对含气量要求严格的混凝土，施工中应定期测定含气量以确保工程质量。当气温超过30℃、砂石含水率或含泥量产生明显波动或其他必要情况下，宜增加检验次数。

8 早 强 剂

8.1 品 种

8.1.1 本条文所指的早强剂是按照化学成分来分类的。近几年,经过大量的试验及工程实践表明,硫氰酸盐是一种具有很好早强功能的早强剂,所以本次修订在无机盐类早强剂中增加了硫氰酸盐新品种。

8.1.2 原规范第6.1.1条中的第三类早强剂为“其他”,实际上是两种或两种以上无机盐类早强剂或有机化合物类早强剂复合而成的早强剂。本次修订更为明确。

8.2 适用 范围

8.2.1 本条规定了早强剂的适用范围和避免使用的条件。在蒸养条件下,混凝土掺入早强剂可以缩短蒸养时间,降低蒸养温度;在常温和低温条件下,掺入早强剂均能显著提高混凝土的早期强度。在低于 -5°C 环境条件下,掺加早强剂不能完全防止混凝土的早期冻胀破坏,应掺加防冻剂;在炎热条件下,混凝土的早期强度可以得到较快发展,此时掺加早强剂对混凝土早期强度的发展意义不大。

8.2.2 早强剂使水泥水化热集中释放,导致大体积混凝土内部温升增大,易导致温度裂缝;三乙醇胺等有机胺类早强剂在蒸养条件下会使混凝土产生爆皮、强度降低等问题,不宜使用。

原规范中的强制性条文“大体积混凝土中严禁采用含有氯盐配制的早强剂”,是因为氯盐会导致大体积混凝土中的钢筋锈蚀,同时限制氯盐早强剂导致的水泥水化热集中释放。

考虑到其他种类的早强剂也会导致水泥水化热的集中释放,所以在此将相关内容更改为“早强剂不宜用于大体积混凝土”。

8.2.3 在水的作用下,无机盐早强剂中的有害离子易在混凝土中迁移,导致钢筋锈蚀,也易导致混凝土的结晶盐物理破坏;掺无机盐早强剂的混凝土表面会出现盐析现象,影响混凝土的表面装饰效果,并对表面的金属装饰产生腐蚀。

8.3 进 场 检 验

8.3.1 分别规定了早强剂进场检验批数量、取样数量及留样。

8.3.2 规定了早强剂进场检验的项目。

8.3.3 硫氰酸根离子、甲酸根离子与银离子反应会生成白色沉淀物,所以在含有硫氰酸盐、甲酸盐的情况下,若采用硝酸银滴定法检测氯离子含量,检测结果会受到严重干扰。

8.4 施 工

8.4.1 规定了早强剂的贮存、使用注意事项,应按有关化学品的管理规定,采取相应安全防护措施进行存放及使用。亚硝酸盐类、硫氰酸盐类早强剂是对人体健康有危害的化学物质,在使用和贮存过程中应严格控制。

8.4.2 本条规定了常用早强剂的掺量限值。硫酸盐掺量过大会导致混凝土后期强度降低,影响混凝土的耐久性;硫酸钠掺量超过水泥重量的0.8%即会产生表面盐析现象,不利于表面装饰。三乙醇胺掺量超过水泥重量的0.05%会导致混凝土缓凝和早期抗压强度的降低。由于原规范表6.3.2中“与缓凝减水剂复合的硫酸钠的掺量限值”没有明确缓凝减水剂的种类及掺量,因此本次修订将之取消。

8.4.3 采用不同品种水泥拌制的混凝土,使用不同品种的早强剂对混凝土的工作状态、凝结时间等性能产生不同程度的影响,所以在混凝土采用蒸汽养护时,应经试验确定静停时间、蒸养温度等技术指标。

8.4.4 粉状外加剂不易分散均匀,所以应适当延长搅拌时间。

8.4.5 掺早强剂的混凝土中水泥的水化速度较快,易出现早期裂缝,所以应加强保温保湿养护。

9 缓凝剂

9.1 品种

9.1.1、9.1.2 原则上,能够延缓混凝土凝结时间的外加剂都可称之为缓凝剂。糖类化合物既包括单糖也包括多糖。本此修订新增了部分新型缓凝剂,如有机磷酸及其盐类。而聚乙烯醇、纤维素醚、改性淀粉和糊精等高分子物质,虽然也具有一定的缓凝功能,但其主要作用是用来增稠,因此本次修订不列入缓凝剂品种。原规范第5.1.1条中的木质素磺酸盐类由于具有减水和缓凝双重功能而归类为普通减水剂。

9.2 适用范围

9.2.1 缓凝剂可延长混凝土的凝结时间,保证连续浇筑的混凝土不会由于混凝土凝结硬化而产生施工冷缝,如碾压混凝土、大面积浇筑的混凝土和滑模施工或拉模施工的混凝土工程。

9.2.2 缓凝剂可延缓水泥水化进程,降低水化产物生成速率,减少对减水剂的过度吸附,进而提高混凝土的坍落度保持能力,使混凝土在所需要的时间内具有流动性和可泵性,从而满足工作性的要求。

9.2.3 缓凝剂可延缓硬化过程中水泥水化时的放热速率,可降低混凝土内外温差。如水工大坝混凝土、大型构筑物和桥梁承台混凝土、工业民用建筑大型基础底板混凝土施工均可通过掺用缓凝剂以满足水化热和凝结时间的要求。

9.2.4 本条对缓凝剂的使用条件进行了规定。低的环境温度会降低掺缓凝剂的混凝土早期强度,因此缓凝剂不适宜于日最低气温5℃以下的混凝土施工。掺缓凝剂的混凝土早期强度增长慢,达到所需结构强度的静停时间长,因此不适宜用于具有早强要求

的混凝土及蒸养混凝土。

9.2.5 羧基酸及其盐类的缓凝剂(如柠檬酸、酒石酸钾钠等)的主要作用是延缓混凝土的凝结时间,但同时也会增大混凝土的泌水率,特别是水泥用量低、水灰比大的混凝土尤为显著。为了防止因泌水离析现象加剧而导致混凝土的和易性、抗渗性等性能的下降,故在水泥用量低或水灰比大的混凝土中不宜单独使用。

9.2.6 用硬石膏或脱硫石膏、磷石膏等工业副产石膏作调凝剂的水泥,掺用含有糖类组分的缓凝剂可能会引起速凝或假凝,使用前应做混凝土外加剂相容性试验。

9.3 进场检验

9.3.1 规定了缓凝剂进场检验批数量、取样数量及留样。

9.3.2 规定了缓凝剂进场后的快速检验项目。

9.3.3 为了确保进场缓凝剂的质量稳定,采用工程实际使用的原材料与上批留样进行平行对比试验,初、终凝时间允许偏差应为±1h。若环境温度发生显著变化,需方要求供方调整缓凝剂配方时,则供方缓凝剂可不必和留样进行对比,进场检验细节需供需双方协商确定。

9.4 施工

9.4.1 不同品种的缓凝剂其缓凝效果也不尽相同,因此应根据使用条件和目的选择品种,并进行试验以确定其适宜的掺量。不同品种的缓凝剂适用温度范围不同,也具有不同的温度敏感性。当施工环境温度高于30℃时宜选用糖类、有机磷酸盐等缓凝剂,而葡萄糖酸(钠)等缓凝剂在高温下缓凝作用明显降低。

9.4.2 对于碾压混凝土、滑模施工混凝土等连续浇筑施工的掺缓凝剂的混凝土,为了确保混凝土层间结合良好,避免施工冷缝的产生,必须保证在下一批次混凝土浇筑施工时,结合面位置混凝土未达初凝。过分的缓凝将影响混凝土施工进度,故应控制混凝土凝结时间满足施工设计要求。

9.4.3 缓凝剂一般掺量较小，为胶凝材料质量的万分之几到千分之几，为了计量的准确性，宜配成溶液掺入，溶液中所含的水分须从拌合水中扣除，以免造成混凝土的水胶比增加。对于不溶于水或水溶性差的缓凝剂应以干粉掺入到混凝土拌合料中并延长搅拌时间 30s。

9.4.4 缓凝剂与减水剂复合使用时，应注意各种外加剂的相容性。配制溶液或复合时可能会产生絮凝或沉淀现象，则影响外加剂的匀质性，并可能对混凝土性能产生不利影响，因此应分别配制溶液，分别加入搅拌机中。

9.4.5 掺缓凝剂的混凝土早期强度较低，开始浇水养护时间也应适当推迟。当施工温度较低时，可覆盖塑料薄膜或保温材料养护；当施工温度较高、风力较大时，应立即覆盖混凝土表面，以防止水分蒸发产生塑性裂缝，并始终保持混凝土表面湿润，直至养护龄期结束。

9.4.6 缓凝剂的缓凝效果与环境温度有关，环境温度升高，缓凝效果变差，环境温度降低，缓凝效果增强。当环境温度波动超过 10℃时，可认为使用环境已经发生了显著变化，应慎用糖类缓凝剂，并调整缓凝剂掺量或重新确定缓凝剂品种。

10 泵送剂

10.1 品 种

10.1.1 混凝土中使用的泵送剂，是以减水剂为主要组分复合而成的。复合的其他组分包括缓凝组分、引气组分、保水组分和黏度调节组分等。

本条文规定采用的一种减水剂是指普通减水剂，高效减水剂或聚羧酸系高性能减水剂。

10.1.2 本条文规定采用不同品种的两种或两种以上的减水剂组分，与缓凝组分、引气组分、保水组分和黏度调节组分复合而成的泵送剂。

10.1.3 在满足泵送剂技术指标要求的情况下，单独的一种减水剂，如质量较好的木质素系普通减水剂、氨基磺酸盐系高效减水剂以及缓凝型聚羧酸系高性能减水剂等，可以直接作为泵送剂使用。

10.1.4 在满足泵送剂技术指标要求的情况下，两种或两种以上的减水剂复合，可以直接作为泵送剂使用。

10.2 适用范围

10.2.1 泵送剂主要应用于长距离运输和泵送施工的预拌混凝土，以及其他以减水增强和增大流动性为目的的混凝土工程。泵送剂可用于泵送施工工艺、滑模施工工艺、免振自密实工艺、顶升施工工艺和高抛施工工艺等。如果对凝结时间没有特殊要求，或需要一定缓凝的混凝土工程，也可采用泵送剂代替减水剂使用。含有缓凝组分的泵送剂，不适用于对早强要求较高的蒸汽养护混凝土和蒸压养护混凝土，也不宜用于预制混凝土。现场搅拌的非泵送施工混凝土由于对坍落度或坍落度保持性没有特殊要求，若

采用泵送剂，要通过试验验证其适用性，并避免因凝结时间延缓而影响混凝土强度发展。

10.2.2 本条主要根据混凝土结构种类对泵送剂的适用范围进行了规定。

10.2.3 泵送剂中常复配有缓凝组分，掺入后混凝土凝结时间会延长。环境温度较低会降低掺泵送剂混凝土的早期强度，因此泵送剂不适宜于5℃以下的混凝土施工。

10.2.4 泵送剂中常复配有缓凝组分，掺入后混凝土凝结时间会延长，需要的静停时间也延长，因此不适用于对以快速增强为目的和对早强要求较高的蒸汽养护和蒸压养护的预制混凝土。

10.2.5 糖蜜、低聚糖类缓凝减水剂含有还原糖和多元醇，掺入水泥中会引发作为调凝剂的硬石膏、氟石膏在水中溶解度大幅度下降，导致水泥发生假凝现象。使用时，需进行泵送剂相容性试验，以防出现工程事故。

10.3 技术要求

10.3.1 实际工程中泵送剂多种多样，减水率变化较大，从12%到40%不等。近几年大量的研究和工程实践表明，高强混凝土不宜采用低减水率的泵送剂，否则无法满足混凝土工作性和强度发展的要求；而中低强度等级的混凝土采用高减水率的泵送剂时，容易出现泌水、离析的问题。为便于合理有效选择泵送剂，本条规定了泵送剂的减水率应符合表10.3.1的规定。

10.3.2 对于自密实混凝土，由于流动性要求很高，建议选择减水率不低于20%的泵送剂产品。

10.3.3 实际工程中，混凝土的坍落度保持性的控制是根据预拌混凝土运输和等候浇筑的时间决定的，一般浇筑时混凝土的坍落度不得低于120mm。按照现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076的规定，泵送剂产品的坍落度1h经时变化量不得大于80mm。对于运输和等候时间较长的混凝土，应选用坍落度保持性较好的泵送剂。通过大量调研和工程实践，本次修订提出了表

10.3.3的规定，有利于需方合理选择泵送剂。

10.4 进场检验

10.4.1 分别规定了泵送剂进场检验批数量、取样数量及留样。

10.4.2 规定了泵送剂进场检验的项目。

10.4.3 为了确保进场泵送剂的质量稳定，采用工程实际使用的原材料和配合比与上批留样进行平行对比试验，减水率允许偏差为±2%，坍落度1h经时变化值允许偏差为±20mm。

10.5 施工

10.5.1 通过附录A试验方法检验泵送剂与混凝土其他原材料的相容性，快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

10.5.2 由于不同供方、不同品种泵送剂混合使用，可能会产生外加剂性能降低的现象，例如减水率降低，坍落度保持性大幅下降，凝结时间异常等，所以不得将不同供方、不同品种的泵送剂混合使用，并应分别贮存。

10.5.3 预拌混凝土原材料来源广泛、质量波动大且工程条件也变化较大，给泵送剂的应用带来很多困难。因此泵送剂的品种、掺量应根据工程实际使用的水泥、掺合料和骨料情况，经试配后确定。在应用过程中，当原材料、环境温度、运输距离、泵送高度和泵送距离等发生变化时，应通过试验适当调整泵送剂掺量，也可适当调整混凝土配合比。

10.5.4 目前我国大都采用液体泵送剂，也有采用粉状泵送剂。液体泵送剂宜与拌合水预混，或直接加入搅拌机中；粉状泵送剂宜与胶凝材料一起加入搅拌机中，为了确保均匀性及充分发挥粉状泵送剂的效能，宜延长混凝土搅拌时间30s。

10.5.5 现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55对泵送混凝土的原材料、配合比设计等均有具体规定。

10.5.6 掺泵送剂的混凝土坍落度不能满足施工要求时，泵送剂可采用二次掺加法。为确保二次添加泵送剂的混凝土满足设计和

施工要求，本条规定了二次添加的外加剂不应包括缓凝、引气组分，以避免这两种组分过量掺加，而引起混凝土凝结时间异常和强度下降等问题。二次添加的量应预先经试验确定。如需采用二次掺加法时，建议在泵送剂供方的指导下进行。

10.5.7 掺泵送剂的混凝土早期强度较低，开始浇水养护的时间也应适当推迟。当施工气温较低时，应覆盖塑料薄膜或保温材料养护，在施工气温较高、风力较大时，应在平仓后立即覆盖混凝土表面，以防止混凝土水分蒸发产生塑性裂缝，并始终保持混凝土表面湿润，直至养护龄期结束。

11 防冻剂

11.1 品 种

11.1.1 大多数情况下使用的防冻剂包括了无机盐类化合物、水溶性有机化合物、减水剂和引气剂等，以满足混凝土施工性能和防冻等要求。

某些醇类主要是指乙二醇、三乙醇胺、二乙醇胺、三异丙醇胺等。

11.1.2 氯盐阻锈类防冻剂对钢筋的锈蚀作用与阻锈组分和氯盐的用量比例有很大关系，只有在阻锈组分与氯盐的摩尔比大于一定比例时，才能保证钢筋不被锈蚀。无氯盐类常用的防冻组分除了亚硝酸盐和硝酸盐外，还有硫酸盐、硫氰酸盐和碳酸盐等。

11.2 适用范围

11.2.1 本条对防冻剂的适用范围进行了规定。

11.2.2 亚硝酸钠具有明显改善硫铝酸盐水泥石孔结构的作用，可大幅度提高其负温下强度。碳酸锂对硫铝酸盐水泥有促凝作用，加快负温下受冻临界强度的形成，但由于对后期强度不利，应与亚硝酸钠复合使用。

11.3 进场检验

11.3.1 分别规定了防冻剂进场检验批数量、取样数量及留样。

11.3.2 规定了防冻剂进场检验的项目。

11.3.3 硫氰酸根离子、甲酸根离子与银离子反应会生成白色沉淀物，若采用硝酸银滴定法检测氯离子含量，检测结果会受到严重干扰。

11.4 施 工

11.4.1 通过附录 A 试验方法检验防冻剂与混凝土其他原材料的相容性,快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

11.4.2 日平均气温一般比日最低气温高 5℃左右,施工允许使用的最低温度比规定温度低 5℃的防冻剂。

11.4.3 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥的早期强度发展快,混凝土达到受冻临界强度的时间短,更有利于抵抗早期冻害。雨、雪混入骨料不仅会降低混凝土温度,也会改变混凝土的配合比,影响混凝土的温度和强度。

11.4.4 防冻剂有时需要与其他外加剂复合使用,为防止防冻剂与这些外加剂之间发生不良反应,要在使用前进行试配试验,确定可以共同掺加方可使用。

11.4.5 温度太低时,液体防冻剂本身受冻或者出现结晶,容易堵塞输送管道,应尽量采取保温措施。

11.4.6 控制混凝土入模温度,有利于混凝土尽快达到受冻临界强度以免遭受冻害。

11.4.7 掺防冻剂的混凝土多为冬期施工混凝土,现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 中对冬期施工混凝土的生产、运输、施工及养护有详细的规定,可参照执行。

12 速 凝 剂

12.1 品 种

12.1.1 本条规定了用于喷射混凝土施工用的粉状速凝剂主要品种。一类是以铝酸盐、碳酸盐等为主要成分的粉状速凝剂,呈强碱性;另外一类是以硫酸铝、氢氧化铝等为主要成分(碱含量小于 1%)的低碱粉状速凝剂。

12.1.2 本条规定了用于喷射混凝土施工的液体速凝剂主要品种。一类是以铝酸盐、硅酸盐为主要成分的液体速凝剂,呈强碱性;另外一类是以硫酸铝、氢氧化铝等为主要成分(碱含量小于 1%)的低碱液体速凝剂。

12.2 适 用 范 围

12.2.1 本条规定了速凝剂的使用场合。

速凝剂主要用于隧道、矿山井巷、水利水电、边坡支护等岩石支护工程,还广泛用于加固、堵漏等修复工程,在建筑薄壳屋顶、深基坑处理等场合也有一定的应用。

12.2.2 本条规定了粉状速凝剂和液体速凝剂分别适用的场合。

喷射混凝土分为干法喷射和湿法喷射施工工艺。其中干法施工是除水之外的混凝土拌合物拌合均匀后,水在喷嘴处加入,这种施工方法主要采用粉状速凝剂,该法发展较早,技术较为成熟,设备投资少,可在露天边坡工程中使用;湿法施工是预拌混凝土在喷出时在喷嘴处加入速凝剂,因此必须使用液体速凝剂。湿喷法粉尘少、回弹量少,质量更稳定,在公路隧道和封闭洞室喷锚支护中,宜优先使用。湿喷法是喷射混凝土技术今后发展的主要方向。

12.2.3 由于强碱性粉状速凝剂和碱性液体速凝剂含有相当数量

的碱金属离子,使用这两种速凝剂的混凝土往往后期强度发展缓慢,相对于基准混凝土的强度损失可以达到15%以上,不宜用于后期强度和耐久性要求较高的喷射混凝土;当喷射混凝土的骨料具有碱活性时,使用这两种速凝剂会增加混凝土中的碱含量,增加碱骨料反应发生的可能性。因此对碱含量有特殊要求的喷射混凝土工程宜选用碱含量小于1%的低碱速凝剂。碱含量较低的低碱速凝剂对喷射混凝土的后期强度影响较小,对混凝土的各项耐久性指标影响较小,因此可以用于永久性的支护和衬砌中。

12.3 进场检验

12.3.1 分别规定了速凝剂进场检验批数量、取样数量及留样。

12.3.2 规定了速凝剂进场检验的项目。

12.3.3 为了确保进场速凝剂的质量稳定,采用工程实际使用的原材料与上批留样进行平行对比试验,水泥净浆初、终凝时间允许偏差应为 $\pm 1\text{min}$ 。

12.4 施工

12.4.1 速凝剂的掺量与速凝剂品种和使用环境温度有关。一般粉状速凝剂掺量范围为水泥用量的2%~5%。液体速凝剂的掺量,应在试验室确定的最佳掺量基础上,根据施工混凝土状态、施工损耗及施工时间进行调整,以确保混凝土均匀、密实。碱性液体速凝剂掺量范围为3%~6%,低碱液体速凝剂掺量范围为6%~10%。当温度较低时,应增加速凝剂的掺量。当速凝剂掺量过高时,会导致混凝土强度的过度损失。

12.4.2 速凝剂是促进水泥快速凝结的外加剂,矿物掺合料少、新鲜的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥更有利于发挥速凝剂的速凝效果,使喷射混凝土快速凝结硬化,提供早期支护。

12.4.3 为了减少回弹量并防止物料的管路堵塞,石子的最大粒径不宜大于20mm,一般宜选用15mm以下的卵石或碎石。当采用短纤维配制纤维喷射混凝土时,甚至骨料粒径不宜大

于10mm。

12.4.4 喷射混凝土的配合比,目前多依经验确定。由于喷射混凝土骨料粒径较小,需要较多的浆体包裹,为了减少回弹,水泥用量应较大,一般为 $400\text{kg}/\text{m}^3$,砂率也较高。干法施工中,砂率一般为45%~55%,湿喷施工中,砂率一般为50%~60%。湿喷施工中,混凝土需要一定距离的运输,一般都使用高效减水剂,混凝土应具有一定的流动性,甚至有时坍落度应高达220mm。

12.4.5 混凝土拌合物受到原材料、气温、计量等因素的影响,拌合物的工作性可能会产生波动,在湿喷前应加强混凝土拌合物工作性的控制,以防止由于混凝土工作性变化引起的回弹量增加、粘结性能下降等问题的产生。为了兼顾施工的连续性,本条规定了喷射作业时的检查次数。

12.4.6 干喷施工时,搅拌时间、搅拌量及搅拌方式会对混合料的混合均匀性产生影响,从而影响其喷射混凝土效果,因此必须保证混合料均匀性,减少粉尘飞扬、水泥散失和减少脱落。当掺加短纤维时,搅拌时间不宜小于180s。

12.4.7 为了防止混合料在喷射前产生水化反应,因此在运输、存放过程中,应严防雨淋、滴水或大块石等杂物混入,装进喷射机前应过筛,防止堵管。

12.4.8 为了防止混合料在喷射前产生水化反应,混合料宜随拌随用,存放时间过长会吸收空气中的水,产生水化反应,从而影响喷射混凝土的性能和效果。

12.4.9 喷射混凝土的水泥用量和砂率都很大,表面水分蒸发率较大时,应加强养护,防止开裂。喷射混凝土终凝2h后,应喷水养护,一般工程的养护时间不少于7d,重要工程不少于14d。每天喷水养护的次数,以保持表面90%相对湿度为准。湿度较好的隧道、洞室或封闭环境中的喷射水泥混凝土,可酌情减少喷水养护次数。

12.4.10 速凝剂的凝结时间受环境温度影响很大,当作业区日

最低气温低于 5℃，混凝土凝结硬化速率降低，喷射混凝土回弹会增加。同时，环境温度很低时，喷射混凝土强度低于设计强度的 30% 时，混凝土会受到冻害。

12.4.11 强碱性粉状速凝剂和碱性液体速凝剂都对人的皮肤、眼睛具有强腐蚀性；低碱液体速凝剂为酸性，pH 值一般为 2~7，对人的皮肤、眼睛也具有腐蚀性。同时混凝土物料采用高压输送，因此施工时应劳动防护，确保人身安全。当采用干法喷射施工时，还必须采用综合防尘措施，并加强作业区的局部通风。

13 膨 胀 剂

13.1 品 种

13.1.1~13.1.3 本规范所指的膨胀剂，是指现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB 23439 规定的膨胀剂。包括水化产物为钙矾石 ($C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) 的硫铝酸钙类膨胀剂、水化产物为钙矾石和氢氧化钙的硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂、水化产物为氢氧化钙的氧化钙类膨胀剂，不包括其他类别的膨胀剂。例如，氧化镁膨胀剂虽然在大坝混凝土中已有使用，但由于技术原因，目前还没有在建筑工程中应用，进行的研究也比较少，因此其应用技术不包括在本规范中。

13.2 适 用 范 围

13.2.1 本条规定了膨胀剂的主要使用场合。

目前膨胀剂主要是掺入硅酸盐类水泥中使用，用于配制补偿收缩混凝土或自应力混凝土。表 1 是其常见的一些用途。

表 1 膨胀剂的一些常见用途

混凝土种类	常见用途
补偿收缩混凝土	地下、水中、海水中、隧道等构筑物；大体积混凝土（除大坝外）；配筋路面和板；屋面与卫浴间防水；构件补强、渗漏修补；预应力混凝土；回填槽、结构后浇缝、隧洞堵头、钢管与隧道之间的填充；机械设备的底座灌浆、地脚螺栓的固定、梁柱接头、加固等
自应力混凝土	自应力钢筋混凝土输水管、灌注桩等

13.2.2 对膨胀源是钙矾石的膨胀剂使用条件进行了规定。因为在长期处于 80℃ 以上的环境下，钙矾石可能分解，所以从安全性考虑，规定膨胀源是钙矾石的膨胀剂的使用环境温度不大于

80℃, 膨胀源是氢氧化钙的补偿收缩混凝土不受此规定的限制。

原规范第 8.2.3 条规定, 含氧化钙类膨胀剂配制的混凝土(砂浆)不得用于海水或有侵蚀性水的工程。经调查, 目前掺膨胀剂的混凝土中, 几乎都掺加大量的粉煤灰、磨细矿渣粉等活性掺合料, 即使是水泥, 其混合材含量也比较大, 如现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的普通硅酸盐水泥, 混合材含量由以前的 15% 提高到 20%, 因此不存在氢氧化钙超量的问题。相反多数情况下都存在“钙”不足的现象, 导致混凝土早期碳化比较严重, 故本次修订取消该规定。

13.2.3 掺膨胀剂的混凝土原则上需要在限制条件下使用。这是因为, 混凝土产生的膨胀在限制作用下, 可导致混凝土内部产生预压应力。通过调整膨胀剂的掺加量, 在限制条件下, 可获得自应力值为 0.2MPa~1.0MPa 的补偿收缩混凝土和自应力值大于 1.0MPa 的自应力混凝土。因此离开限制谈膨胀是没有意义的。

13.3 技术要求

13.3.1 按膨胀能大小可以将膨胀混凝土分为补偿收缩混凝土和自应力混凝土两类, 其中补偿收缩混凝土的自应力值较小, 主要用于补偿混凝土收缩和填充灌注。用于补偿因混凝土收缩产生的拉应力、提高混凝土的抗裂性能和改善变形性质时, 其自应力值一般为 0.2MPa~0.7MPa; 用于后浇带、连续浇筑时预设的膨胀加强带以及接缝工程填充时, 自应力值为 0.5MPa~1.0MPa。在这两种情况下使用的膨胀混凝土, 由于自应力很小, 故在结构设计中一般不考虑自应力的影响。

自应力按照公式 $\sigma = \epsilon \cdot E \cdot \mu$ 计算, (σ —自应力值, ϵ —限制膨胀率, E —限制钢筋的弹性模量, 取 2.0×10^5 MPa, μ —试件配筋率)。在本标准中, 限制膨胀率是通过附录 B 规定的试验方法经试验获得。按照本标准附录 B 的规定, 试件的配筋率为 0.785%, 通过计算可知, 当限制膨胀率为 0.015% 时, 其自应力值约为 0.24MPa, 故规定最小限制膨胀率为 0.015%。

应该强调, 掺膨胀剂的膨胀混凝土性能指标的确定, 一是在不影响抗压强度的条件下, 膨胀率要尽量增大, 二是试件转入空气中后, 最终的剩余限制膨胀率要大。

统一用限制膨胀率表述补偿收缩混凝土的变形, 用“+”、“-”号区别膨胀与收缩, 不再用“限制收缩率”的表述方法, 易于理解。另外, 根据最新的研究结果, 将用于后浇带、膨胀加强带和工程接缝填充的混凝土限制膨胀率由 -0.030% (原表述为限制干缩率 3.0×10^{-4}) 调整至 -0.020%, 提高了混凝土的限制膨胀率指标。

13.3.2 规定了补偿收缩混凝土限制膨胀率的试验和检验方法。

13.3.3 本条规定了补偿收缩混凝土抗压强度设计和检验评定标准。

13.3.4 本条规定了补偿收缩混凝土最低抗压强度设计等级。

13.3.5 规定了补偿收缩混凝土的抗压强度试验方法。对膨胀较小的补偿收缩混凝土, 按照现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 检测。对用于填充的补偿收缩混凝土, 有时因膨胀过大会出现无约束试件强度明显降低的情况, 因此按照现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178-2009 的附录 A 进行, 使试件在试模中处于限制的状态, 比较符合实际使用情况。

13.3.6 本条规定了灌浆用膨胀砂浆的基本性能和检验方法。

13.3.7 自应力混凝土属于膨胀量较大的一种膨胀混凝土, 其自应力值较大, 在结构设计时必须考虑自应力的影响。自应力混凝土目前主要用于制造自应力混凝土输水管, 因此其制品性能应符合现行国家标准《自应力混凝土输水管》GB 4084 的规定。自应力水泥有多个品种, 如自应力硅酸盐水泥、自应力硫酸盐水泥、自应力铝酸盐水泥等, 用膨胀剂和硅酸盐类水泥配制的自应力水泥属于自应力硅酸盐水泥体系, 因此其性能应符合自应力硅酸盐水泥标准的规定。

13.4 进场检验

13.4.1 本条规定了膨胀剂进场检验批数量、取样数量及留样。验收批、取样量和封存样的保存时间与现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB 23439 的编号和取样一致。

13.4.2 本条规定了进场检验的项目。就混凝土膨胀剂而言，水中 7d 限制膨胀率指标是其最重要的技术指标，细度是膨胀剂重要的均质性指标，不符合产品标准规定的细度，如大的膨胀剂颗粒会导致混凝土局部膨胀、鼓包，影响工程质量，因此将这两项指标规定为进场检验项目。

13.5 施工

13.5.1 混凝土膨胀剂是一种功能性外加剂，用其配制的膨胀混凝土属于特种混凝土，可用于补偿混凝土收缩或建立自应力，因此在使用过程中，首先由设计师根据工程特点和用途，确定需要的限制膨胀率，据此才能够配制补偿收缩混凝土。

现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的第 4 章，对使用补偿收缩混凝土时，限制膨胀率的取值方法、超长结构连续施工的构造形式、膨胀加强带、配筋方式、结构自防水设计等进行了详细规定。

现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的第 5 章、第 6 章、第 7 章和第 8 章，分别对补偿收缩混凝土的原材料选择、配合比、生产和运输、浇筑和养护等进行了较为详细的规定，本条采纳了这些规定，但不赘述，执行时可以参看 JGJ/T 178。涉及与 JGJ/T 178 相协调的内容，将在下面条文中进行规定。

13.5.2 补偿收缩混凝土基本能够补偿或部分补偿混凝土的干燥收缩，因此与一般混凝土相比，可以减免用于释放变形和应力的后浇带，也可以提前浇筑这些后浇带。详细的设计和施工方法参见现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的

有关规定。

13.5.3 本条规定了掺膨胀剂混凝土的最少胶凝材料用量。膨胀混凝土的膨胀发展和强度发展是一对矛盾，胶凝材料太少时，不能够为膨胀发展提供足够的强度基础，因此要确保最少的胶凝材料用量。一般膨胀量越大的混凝土，胶凝材料用量也越多。

13.5.4 对灌浆用膨胀砂浆的施工进行了规定。

原规范第 8.5.7 条规定灌浆用膨胀砂浆的水料（胶凝材料+砂）比应为 0.14~0.16，本次修订改为“宜为 0.12~0.16”，是因为现在有一些厂家生产的支座砂浆的水料比小于 0.14。另外，对水料比而言，采用推荐性的指标更合适，故将“应”改为“宜”。

由于灌浆用膨胀砂浆的流动度大，一般不用机械振捣，否则会导致骨料不均匀沉降。为排除空气，可用人工插捣。浇筑抹压后，暴露部分要及时覆盖。在低于 5℃时需要采取保温保湿养护措施，一是防止膨胀砂浆受冻，二是避免水分蒸发，影响膨胀效果。

14 防水剂

14.1 品 种

14.1.1 根据防水剂的发展,本次修订增加了无机铝盐防水剂、硅酸钠防水剂。氯盐类防水剂能促进水泥的水化硬化,在早期具有较好的防水效果,特别是在要求早期必须具有防水性的情况下,可以用它作防水剂,但因为氯盐类会使钢筋锈蚀,收缩率大,后期防水效果不大,使用时应注意后期防水性能。

有机化合物类的防水剂主要是一些憎水性表面活性剂,聚合物乳液或水溶性树脂等,其防水性能较好,使用时应注意对强度的影响。

14.1.2 防水剂与引气剂组成的复合防水剂中由于引气剂能引入大量的微细气泡,隔断毛细管通道,减少泌水,减少沉降,减少混凝土的渗水通路,从而提高了混凝土的防水性。防水剂与减水剂组分复合而成的防水剂,由于减水剂的减水及改善和易性的作用使混凝土更致密,从而能达到更好的防水效果。

14.2 适用范围

14.2.1 防水剂是在混凝土拌合物中掺入的能改善砂浆和混凝土的耐久性、降低其在静水压力下透水性能的外加剂。防水剂主要用于各种有抗渗要求的混凝土工程。

14.2.2 复合型防水剂中含有引气组分时,引气组分分子倾向于整齐地排列在气液界面,亲水基团在水中,而憎水基团面向空气,因而降低了水的表面张力。憎水作用的表面活性物质在搅拌时会在混凝土拌合物中产生大量微小、稳定、均匀、封闭的气泡,使硬化混凝土的内部结构得到改善。一方面气泡起到了阻断水的渗透作用,因而减少了混凝土的渗水通道;另一方面引气剂

在混凝土中引入无数细小空气泡还能提高混凝土的抗冻性。因此,对于有抗冻要求的混凝土工程宜选用复合有引气组分的防水剂。

14.3 进场检验

14.3.1 分别规定了防水剂进场检验批数量、检验项目和留样。

14.3.2 规定了防水剂进场检验的项目。

14.4 施 工

14.4.1 通过附录 A 试验方法检验复合类防水剂与混凝土其他原材料的相容性,快速预测工程混凝土的工作性能的变化。

14.4.2 普通硅酸盐水泥的早期强度高,泌水性小,干缩也较小,所以在选择水泥时应优先采用普通硅酸盐水泥。但其抗水性和抗硫酸盐侵蚀能力不如火山灰质硅酸盐水泥。火山灰质硅酸盐水泥抗水性好,水化热低,抗硫酸盐侵蚀能力较好,但早期强度低,干缩率大,抗冻性较差。

14.4.3 防水剂应按供方推荐掺量掺入,超量掺加时应经试验确定,符合要求方可使用。有些防水剂,如皂类防水剂、脂肪族防水剂超量掺加时,引气量大,会形成较多气泡的混凝土拌合物,反而影响强度与防水效果,所以超过推荐掺量使用时必须经试验确定。

14.4.4 防水剂混凝土宜采用小粒径、连续级配石子,以达到更加密实、更好的防水效果。

14.4.5 含有引气剂组分的防水剂,搅拌时间对混凝土的含气量有明显的影晌。一般是含气量达到最大值后,如继续进行搅拌,则含气量开始下降。

14.4.6 防水剂的使用效果与早期养护条件紧密相关,混凝土的不透水性随养护龄期增加而增强。最初 7d 必须进行严格的养护,因为防水性能主要在此期间得以提高。不能采用间歇养护,因为一旦混凝土干燥,将不能轻易地将其再次润湿。

14.4.7 防水剂能提高静水压力下混凝土的抗渗性能。当混凝土处于侵蚀介质环境中时，除了使用防水剂以外，还需考虑各种防腐措施。

14.4.8 防水混凝土结构表面温度太高会影响到水泥石结构的稳定性，降低防水性能。

15 阻 锈 剂

15.1 品 种

15.1.1、15.1.2 本规范按化学成分将其分为无机类、有机类和复合类。目前使用较多的无机类阻锈剂为亚硝酸盐阻锈剂，其他无机阻锈剂也有应用；有机类阻锈剂应用比较成熟的有胺基醇和脂肪酸酯阻锈剂；两种或以上的无机、有机阻锈剂复合使用时，可以起到更好的阻锈效果，因此较为常用。

15.2 适 用 范 围

15.2.1 本条规定了阻锈剂的主要使用环境和场合，阻锈剂可广泛应用于各种恶劣和氯盐腐蚀的环境中，如：

海洋环境：海水侵蚀区、潮汐区、浪溅区及海洋大气区；使用海砂作为混凝土用砂，施工用水含氯盐超出标准要求；用化冰（雪）盐的钢筋混凝土桥梁等；以氯盐腐蚀为主的工业与民用建筑；已有钢筋混凝土工程的修复；盐渍土、盐碱地工程；采用低碱度水泥或能降低混凝土碱度的掺合料；预埋件或钢制品在混凝土中需要加强防护的场合。

15.2.2 阻锈剂作为一种有效地阻止钢筋锈蚀的措施，对于新建有抗锈蚀要求的钢筋混凝土或钢纤维混凝土工程，应在混凝土拌制过程中加入阻锈剂，以阻止钢筋或钢纤维锈蚀引起的对混凝土结构的破坏；钢筋阻锈剂也可用于修复钢筋外露的既有混凝土工程，加入到修补砂浆或混凝土中使用。

15.2.3 孔道灌浆作为后张法预应力施工的一道重要工序，对于保证工程质量，提高耐久性和使用寿命具有重要的作用。在灌浆材料中加入阻锈剂，可以更好地保护预应力钢绞线，使其免受锈蚀，保证预应力的施加更加有效，保证预应力工程质量。

15.3 进场检验

15.3.1 分别规定了阻锈剂进场检验批数量、取样数量和留样。

15.3.2 规定了阻锈剂进场检验的项目。

15.4 施 工

15.4.1 掺阻锈剂混凝土的性能会随着原材料的变化而发生变化，为保证混凝土试配性能与施工性能的一致性，故应采用工程实际使用的原材料。当工程使用原材料或混凝土性能要求发生变化时，配合比亦应有所调整。浇筑前，应先经试验确定阻锈剂对混凝土凝结时间等性能的影响，从而能保证浇筑作业的顺利进行。

15.4.2 如果不剔除已受腐蚀、污染和中性化等破坏的混凝土层，将会削弱混凝土层与掺有阻锈剂的砂浆或混凝土之间的界面结合力，同时也影响钢筋阻锈剂的使用效果。由于工程具体情况不同及掺有阻锈剂的砂浆或混凝土的和易性等差别，实际工程施工中每层的抹面厚度会相应有所调整。若工程有具体的设计及施工要求时，可按要求进行施工。

附录 A 混凝土外加剂相容性 快速试验方法

A.0.1 近十年的大量试验研究和工程实践表明，原规范 GB 50119-2003 附录 A “混凝土外加剂对水泥的适应性检测方法”已落后，无法准确检验外加剂的相容性，不能对外加剂进行有效选择。由于原方法没有考虑混凝土中矿物掺合料和骨料对工作性的影响，因此导致净浆流动度的试验结果与混凝土的坍落度试验结果相关性很差。近几年，特别是聚羧酸系高性能减水剂已广泛大量应用于各类混凝土工程，更突显了原方法不适用于该类外加剂的相容性检验。因此，本次修订了原规范 GB 50119-2003 附录 A。新修订的附录 A “混凝土外加剂相容性快速试验方法”主要特点是采用工程实际使用的原材料（水泥、矿物掺合料、细骨料、其他外加剂），用砂浆扩展度法取代了水泥净浆流动度法。经规范编制组及外加剂相关企业大量的试验研究结果与验证表明，新方法获得的试验结果与混凝土的坍落度试验结果相关性较好，更具实用性和可操作性。本条规定了试验方法的适用范围。

A.0.2 本条详细规定了试验所用的仪器设备。

A.0.3 大量的工程实践表明，混凝土外加剂的相容性不仅与水泥的特征有关，还与混凝土的其他原材料如矿物掺合料、细骨料质量等以及配合比相关。本条详细规定了试验所用的原材料和配合比。

本条第 3 款规定了水胶比降低 0.02，主要基于砂浆试验无粗骨料，而粗骨料本身会吸附一定的水分，因此在本试验中预先将该水分去除。

本条第 4 款大量试验结果表明，普通减水剂的初始砂浆扩展度在 260mm±20mm 范围内，高效减水剂、聚羧酸系高性能减

水剂和泵送剂初始砂浆扩展度在 $350\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 范围内, 与混凝土的工作性能有较高的相关性, 能有效地判别外加剂之间的相容性差异, 也可有效判别外加剂与混凝土其他原材料之间的相容性。

A.0.5 掺量小、砂浆扩展度经时损失小的外加剂其相容性较优。

附录 B 补偿收缩混凝土的 限制膨胀率测定方法

B.0.1 本条规定了测试方法的适用范围。

B.0.2 本条规定了测量仪器的构造形式、仪器测试精度以及纵向限制器的构造形式。

B.0.3 本条规定了试件成型和养护的试验环境。

B.0.4 本条规定了试件的制作和脱模要求。研究表明, 脱模强度对测量限制膨胀率的精确度影响很大, 脱模强度太低时, 不利于测量操作, 而强度太高时, 有一部分膨胀则测量不到, $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$ 的脱模强度既不影响测量操作, 对测量精度的影响也很低, 比较适合。

B.0.5 本条规定了试件的测量和养护, 特别需要指出的是, 试件初始长度的测量一定要准确, 因为它是以后测量和计算的基础。另外, 每次测量时, 都要用标准杆对测量仪的千分表进行零点校正。标准杆要放置在恒温处, 不要靠近暖气, 也不要让空调的冷风直接吹。千万不可摔、碰标准杆及其测头, 否则会使标准杆变形, 导致测量试验无法延续下去。

B.0.6 本条规定了测量结果的计算方法和取值精度。

由于补偿收缩混凝土的限制膨胀率值比较小, 测量过程中小的误差就会影响测量精确度, 因此在计算取值时, 不采用 3 个试件测定值的平均值为计算依据, 而采用相近的 2 个试件测定值的平均值为计算依据。

另外, 为了便于对测量数据进行分析, 本次修订增加了膨胀或收缩应力的计算方法。

附录 C 灌浆用膨胀砂浆竖向 膨胀率的测定方法

C.0.1 规定了测试方法的适用范围。

C.0.2 规定了测试仪器和试验工具。

目前量程 10mm 的数显千分表使用很普遍，而且读数很方便，故将原百分表修改为精度更高的千分表。

C.0.3 原来的竖向膨胀率测量装置采用磁力百分表架，但是实践证明，在安装百分表时，这种支架不容易对中，影响测试精度。因此本次标准修订规定采用新的测量支架构造形式。

原来的标准中，百分表是直接和玻璃板相接触，测量实践证明，膨胀砂浆流动度大时，其浮力会致使玻璃板上浮，影响测试精度。本次标准修订中，增加了钢质压块，其作用是平衡玻璃板的上浮。

C.0.4 本条规定了测量试验方法和步骤。

C.0.5 本条规定了竖向膨胀率的计算方法。