



中华人民共和国交通行业标准

JT/T 523—2004

公路工程混凝土外加剂

Concrete admixtures for highway engineering

2004-04-16 发布

2004-07-15 实施

中华人民共和国交通部 发布

公路工程混凝土外加剂

1 范围

本标准规定了水泥混凝土中外加剂的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于公路工程用普通减水剂、高效减水剂、缓凝剂、缓凝减水剂、缓凝高效减水剂、引气剂、引气减水剂、引气高效减水剂、引气缓凝高效减水剂、早强剂和早强减水剂共十一种混凝土外加剂。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 8075	混凝土外加剂的分类、命名与定义
GB 8076	混凝土外加剂
GB/T 8077	混凝土外加剂匀质性能试验方法
GB/T 176	水泥化学分析方法
GB/T 14684	建筑用砂
GB/T 14685	建筑用卵石、碎石
JTJ 053	公路工程水泥混凝土试验规程
JGJ 55	普通混凝土配合比设计技术规定
JGJ 63	混凝土拌合用水标准

3 术语和定义

GB/T 8075 确立的以及下列术语和定义适用于本标准

3.1

引气高效减水剂 air entraining admixture and superplasticizer

兼有引气和高效减水功能的外加剂。

3.2

引气缓凝高效减水剂 air entraining and retarding superplasticizer

兼有引气、缓凝和高效减水功能的外加剂。

4 技术要求

4.1 外加剂的使用技术要求

外加剂掺入混凝土后提高混凝土性能,掺外加剂混凝土性能指标见表 1。

表 1 掺外加剂混凝土性能指标

项 目	外 加 剂 品 种										
	普通 减水剂	高效 减水剂	缓凝剂	缓凝高 效减水剂	引气剂	引气 减水剂	引气高 效减水剂	引气缓凝 高效减水剂	早强剂	早强 减水剂	
减水率, % ≥	8	15	—	8	15	6	12	18	—	8	
泌水率比, % ≤	95	90	100	100	70	70	70	70	100	95	
含气量, %	≤ 3.0	≤ 3.0	—	≤ 4.5	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0	—	≤ 3.0	
凝结时间之差, min	初凝	-90 ~ +120	> +90	> +90	-90 ~ +120	-90 ~ +120	-90 ~ +120	-60 ~ +90	-90 ~ +90	-90 ~ +90	
	终凝	-90 ~ +120	—	—	—	—	—	—	—	—	
抗压强度比, % ≥	1d	140	—	—	—	—	—	—	135	140	
	3d	115	130	90	100	95	115	120	130	130	
	7d	115	125	95	110	95	110	115	110	115	
	28d	110	120	100	110	90	100	105	100	105	
抗折强度比, % ≥	7d	—	—	—	—	—	—	—	105	110	
	28d	105	115	100	105	100	110	115	100	105	
收缩率比, % ≤	125	125	125	125	120	120	120	120	130	130	
磨耗量, kg/m ² ≤	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	
冻融循环次数, ≥	100	100	—	—	200	200	200	200	100	100	
碱含量, %	测定值(以混凝土每立方米总碱量不超过 3kg 控制)										
对钢筋锈蚀作用	无锈蚀危害										

注1:表中所列减水率、泌水率比、凝结时间之差、抗压强度比、抗折强度比、收缩率比的数据为掺外加剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。

2:凝结时间指标:“-”号表示提前,“+”表示延缓。

3:冻融循环次数:满足相对动弹性模量值不小于 80%时的最大循环次数。

4:抗折强度比、磨耗量为道面混凝土要求检项。

5:有抗冻要求时,检冻融循环次数。

4.2 匀质性指标

匀质性指标应符合表 2 的规定。

表 2 匀质性指标

项 目	指 标
含固量或含水量	a)液体外加剂,应在生产控制值相对量的 3%以内 b)固体外加剂,应在生产控制值相对量的 5%以内
密度	对液体外加剂,应在生产厂所控制值的 $\pm 0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 以内
氯离子含量	应在生产控制值相对量的 5%以内
水泥净浆流动度	应不小于生产控制值的 95%
细度	0.315mm 方孔筛,筛余应小于 10%
pH 值	应在生产控制值 ± 1 以内
表面张力	应在生产控制值 ± 1.5 以内
还原糖	应在生产控制值 $\pm 3\%$ 以内
总碱量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)	应在生产控制值的相对量的 5%以内
硫酸钠	应在生产控制值的相对量的 5%以内
砂浆减水率	应在生产控制值 $\pm 1.5\%$ 以内

5 试验方法

5.1 材料

5.1.1 水泥

采用 GB8076 规定的基准水泥。在因故得不到基准水泥时,可采用 C_3A 含量 6% ~ 8%,总碱量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)不大于 0.6%的熟料,以二水石膏、矿渣共同磨制的强度等级不小于 42.5 级的普通硅酸盐水泥。但仲裁仍需用基准水泥。

5.1.2 砂

符合 GB/T 14685 要求的细度模数为 2.6 ~ 2.9 的中砂。

5.1.3 石子

符合 GB/T 14685 粒径为 4.75mm ~ 16mm(方孔筛),采用二级配,其中 4.75mm ~ 9.5mm 占 40%,9.5mm ~ 16mm 占 60%。如有争议,以卵石试验结果为准。

5.1.4 水

符合 JGJ 63 要求。

5.1.5 外加剂

需要检测的外加剂。

5.2 配合比

基准混凝土配合比按 JGJ 55 进行设计。

5.2.1 水泥用量

采用卵石时, $310 \text{ kg}/\text{m}^3 \pm 5\text{kg}/\text{m}^3$;采用碎石时 $330 \text{ kg}/\text{m}^3 \pm 5\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5.2.2 砂率

基准混凝土和掺外加剂混凝土的砂率为 36% ~ 40%,但掺引气型外加剂的混凝土砂率应比基准混凝土低 1% ~ 3%。

5.2.3 外加剂掺量

按产品推荐掺量。

5.2.4 用水量

当外加剂用于路面或桥面时,其基准混凝土和掺外加剂混凝土的用水量,应使混凝土坍落度控制在 40mm ± 10mm;其它情况,混凝土坍落度控制在 80mm ± 10mm。

5.3 混凝土搅拌

采用 60L 单卧轴强制式混凝土搅拌机,全部材料及外加剂一次投入,拌和量应不少于 15L,不大于 45L,搅拌 3min,出料后在铁板上用人工翻拌 2~3 次。

各种混凝土材料及试验环境温度均应保持在 20℃ ± 5℃。

5.4 试件制作及试验所需试件数量

5.4.1 试件制作混凝土试件制作及养护按 JTJ 053 进行。

5.4.2 试验项目及所需数量详见表 3。

表 3 试验项目及所需数量

试验项目	外加剂类别	试验类别	试验所需数量			
			混凝土拌合批数	每批取样数目	掺外加剂混凝土总取样数目	基准混凝土总取样数目
减水率	除早强剂、缓凝剂外各种外加剂	混凝土拌合物	3	1 次	3 次	3 次
泌水率比	各种外加剂		3	1 个	3 个	3 个
含气量			3	1 个	3 个	—
凝结时间差			3	1 个	3 个	3 个
碱含量			3	1 个	3 个	—
抗压强度比		硬化混凝土	3	9 或 12 块	27 或 36 块	27 或 36 块
抗折强度比	3		1 或 2 块	3 或 6 块	3 或 6 块	
收缩率比	3		1 块	3 块	3 块	
磨耗量	3		1 块	3 块	—	
冻融循环次数	除缓凝剂、缓凝减水剂		3	1 块	3 块	—
钢筋锈蚀	各种外加剂	新拌混凝土	3	1 块	3 块	—

注1. 试验时,检验一种外加剂的三批混凝土要在同一天内完成。
2. 试验龄期见表 1 试验项目栏。

5.5 混凝土拌合物

5.5.1 减水率测定

减水率为坍落度基本相同时基准混凝土和掺外加剂混凝土单位用水量之差与基准混凝土单位用水量之比。当外加剂用于路面或桥面时,基准混凝土和掺外加剂混凝土的坍落度应控制在 40mm ± 10mm,其它情况混凝土坍落度控制在 80mm ± 10mm,坍落度的测定方法按 JTJ053 执行。减水率按式(1)计算,精确到小数点后一位数。

$$W_R = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W_R ——减水率, %;

W_0 ——基准混凝土单位用水量, kg/m³;

W_1 ——掺外加剂混凝土单位用水量, kg/m^3 。

试验时,每批混凝土拌合物取一个试样,减水率 W_R 以三批三个试样的算术平均值计,精确到小数点后一位。若试验中三个试样的最大值或最小值有一个与中间值之差超过中间值的 15% 时,则把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该组试验的减水率。

如最大值和最小值与中间值之差均大于中间值的 15% 时,则试验结果无效,应该重做。

5.5.2 泌水率比测定

泌水率比按式(2)计算,精确到小数点后一位数。

$$B_R = \frac{B_t}{B_c} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

B_R ——泌水率比, %;

B_t ——掺外加剂混凝土泌水率, %;

B_c ——基准混凝土泌水率, %。

泌水率的测定和计算方法如下:

先用湿布润湿容积为 5L 的带盖筒(内径为 185mm,高 200mm),将混凝土拌合物一次装入,在振动台上振动 20s,然后用抹刀轻轻抹平,加盖以防水分蒸发。试样表面应比筒口边低约 20mm。自抹面开始计算时间,在前 60min,每隔 10min 用吸液管吸出泌水一次,以后每隔 20min 吸水一次,直至连续三次无泌水为止。每次吸水前 5min,应将筒底一侧垫高约 20mm,使筒倾斜,以便于吸水。吸水后,将筒轻轻放平盖好。将每次吸出的水都注入带塞的量筒,最后计算出总的泌水量,准确至 1g,并按式(3)、式(4)计算泌水率:

$$B = \frac{V_w}{(W/G)G_w} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

B ——泌水率, %;

V_w ——泌水总质量, g;

W ——混凝土拌合物的用水量, g;

G ——混凝土拌合物的总质量, g;

G_w ——试样质量, g。

$$G_w = G_1 - G_0 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

G_1 ——筒及试样质量, g;

G_0 ——筒质量, g。

试验时,每批混凝土拌合物取一个试样,泌水率 B 以三批三个试样的算术平均值计,精确到小数点后一位。若试验中三个试样的最大值或最小值有一个与中间值之差超过中间值的 15% 时,则把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该组试验的泌水率。

如最大值和最小值与中间值之差均大于中间值的 15% 时,则试验结果无效,应该重做。

5.5.3 含气量

按 GBJ80 用气水混合式含气量测定仪,并按该仪器说明进行操作。混凝土拌合物一次装满并稍高于容器,掺非引气型外加剂的混凝土用振动台振实 15s ~ 20s,掺引气型外加剂的混凝土先用振动台振实 15s ~ 20s,再用高频插入式振动捣器在容器中心部位垂直插捣 10s。

试验时,每批混凝土拌合物取一个试样,含气量以三批三个试样的算术平均值计,精确到小数点后一位。若试验中的最大值或最小值中有一个与中间值之差超过中间值的 0.5% 时,将最大值与最小值

一并舍去,取中间值作为该组试验含气量的试验结果。

如最大值和最小值与中间值之差均大于中间值的 0.5%,试验结果无效,应该重做。

5.5.4 凝结时间差测定

凝结时间差按式(5)计算:

$$\Delta T = T_t - T_c \dots\dots\dots (5)$$

式中:

ΔT ——凝结时间之差, min;

T_t ——掺外加剂混凝土的初凝或终凝时间, min;

T_c ——基准混凝土的初凝或终凝时间, min。

凝结时间采用贯入阻力仪测定,仪器精度为 5N,凝结时间测定方法如下:

将混凝土拌合物用 5mm(圆孔筛)振动筛筛出砂浆,拌匀后装入上口内径为 160mm,下口内径为 150mm,净高 150mm 刚性不渗水的金属圆筒,试样表面应低于筒口约 10mm,用振动台振动实(约 3s ~ 5s),置于 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 的环境中,容器加盖。一般基准混凝土在成型后 3h ~ 4h,掺早强剂的混凝土在成型后 1h ~ 2h,掺缓凝剂的混凝土在成型后 4h ~ 6h 开始测定,以后每 0.5h 或 1h 测定一次,但在临近初、终凝时,应缩短测定间隔时间。每次测点应避开前一次测孔,其净距为试针直径的两倍,但至少不小于 15mm,试针与容器边缘之距离不小于 25mm。测定初凝时间用截面积为 100mm^2 的试针,测定终凝时间用 20mm^2 的试针。贯入阻力按式(6)计算。

$$R = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

R ——贯入阻力值, MPa;

P ——贯入深度达 25mm 时所需的净压力, N;

A ——贯入仪试针的截面积, mm^2 。

根据计算结果,以贯入阻力值为纵坐标,测试时间为横坐标,绘制贯入阻力值与时间关系曲线,求出贯入阻力值达到 3.5MPa 时对应的时间作为初凝时间、贯入阻力值达 28MPa 时对应的时间作为终凝时间,凝结时间从水泥与水接触时开始计算。

试验时,每批混凝土拌合物取一个试样,凝结时间 R 以三批三个试样的算术平均值计。若试验中三个试样的最大值或最小值有一个与中间值之差超过 30min 时,则把最大值与最小值一并舍去,取中间值作为该组试验的凝结时间。

如最大值和最小值与中间值之差均大于 30min 时,则试验结果无效,应该重做。

5.6 硬化混凝土

5.6.1 抗压强度比测定

抗压强度比以掺外加剂混凝土与基准混凝土同龄期抗压强度之比表示,按式(7)计算。

$$R_s = \frac{S_t}{S_c} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

R_s ——抗压强度比, %;

S_t ——掺外加剂混凝土的抗压强度, MPa;

S_c ——基准混凝土的抗压强度, MPa。

掺外加剂与基准混凝土的抗压强度试件的成型和养护按 JTJ 053 的规定进行,抗压强度试验和计算按 JTJ 053 的规定进行。试验结果以三批试验测值的平均值表示,每批试验的取样量按表三中规定的数量。三批中的最大值或最小值有一个与中间值的差值超过中间值的 15%,则把最大值和最小值一并舍去,取中间值作为试验结果。

如有两批测值与中间值的差均超过中间值的 15%，则试验结果无效，应该重做。

5.6.2 抗折强度比测定

抗折强度比以掺外加剂混凝土与基准混凝土同龄期抗折强度之比表示，按式(8)计算。

$$R_y = \frac{y_t}{y_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

R_y ——抗折强度比，%；

y_t ——掺外加剂混凝土的抗折强度，MPa；

y_c ——基准混凝土的抗折强度，MPa。

掺外加剂与基准混凝土的抗折强度试件的成型和养护按 JTJ 053 的规定进行，抗折强度试验和计算按 JTJ 053 的规定进行。

试验结果以三批试验测值的平均值表示，每批试验的取样量按表中规定的数量。三批中的最大值或最小值有一个与中间值的差值超过中间值的 15%，则把最大值和最小值一并舍去，取中间值作为试验结果。

如有两批测值与中间值的差均超过中间值的 15%，则试验结果无效，应该重做。

5.6.3 收缩率比测定

收缩率比以龄期 28d 掺外加剂混凝土与基准混凝土干缩率比值表示，按(9)式计算。

$$R_\epsilon = \frac{\epsilon_t}{\epsilon_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

R_ϵ ——收缩率比，%；

ϵ_t ——掺外加剂的混凝土的收缩率，%；

ϵ_c ——基准混凝土的收缩率，%。

掺外加剂与基准混凝土的收缩率试件的成型和养护按 JTJ 053 的规定进行，收缩率试验和计算按 JTJ 053 的规定进行。每批混凝土拌合物取一个试样，以三批三个试样收缩率的算术平均值表示。

5.6.4 磨耗量测定

磨耗量是以试件磨损面上单位面积的磨耗量表示，按(10)式计算。

$$G_c = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

G_c ——单位面积的磨耗量，kg/m²；

m_1 ——试件的初始质量，kg；

m_2 ——试件磨损后的质量，kg；

A ——试件磨损面积，m²。

混凝土试件的成型和养护按 JTJ 053 的规定进行，试验和计算按 JTJ 053 的规定进行。每批混凝土拌合物取一个试样，以三批三个试样磨耗量的算术平均值表示；三个试样有一个磨耗量值超过平均值的 15% 时，应以剔除，取余下两个试样结果的平均值为试验结果，如两个试样的磨耗量超过平均值的 15% 时，则试验结果无效，应该重做。

5.6.5 冻融循环次数

冻融循环次数是满足相对动弹性模量值不小于 80% 时的最大循环次数。

混凝土试件的成型和养护按 JTJ 053 的有关规定进行，试验和计算按 JTJ 053 的规定进行。每批混凝土拌合物取一个试样，动弹性模量以三批三个试样的算术平均值表示。

5.7 碱含量

是指外加剂所含各类钾盐、钠盐折合为 Na_2O 的当量含量。试验和计算按 GB8076 进行。

5.8 钢筋锈蚀

钢筋锈蚀采用钢筋在新拌砂浆中阳极极化电位曲线来表示,测定方法按 GB8076 进行。

5.9 外加剂匀质性

外加剂匀质性试验按 GB/T 8077 进行。总碱量测定方法按 GB8076 进行。

6 检验规则

6.1 取样及编号

6.1.1 试样分点样和混合样。点样是在一次生产的产品所得试样,混合样是三个或更多的点样等量均匀混合而取得的试样。

6.1.2 生产厂应根据产量和生产设备条件,将产品分批编号,掺量大于等于 1% 的同品种的外加剂每一编号为 120t;掺量小于 1% 的同品种外加剂每一编号为 60t,不足 120t 或 60t 的也可按一个批量计,同一编号的产品必须混合均匀。

6.1.3 每一编号取样量不少于 0.2t 水泥所需用的外加剂量。

6.2 试样及留样

每一编号取得的试样应充分混匀,分为两等份,一份按表 2 中规定部分项目进行试验,另一份要密封保存半年,以备有疑问时提交国家指定的检验机关进行复验或仲裁。

6.3 检验分类

6.3.1 出厂检验:每编号外加剂检验项目,根据其品种不同按表 4 进行检验。

6.3.2 型式检验:型式检验项目包括表 2 中匀质性及表 1 中新拌及硬化混凝土性能指标。有下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如材料,工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,一年至少进行一次检验;
- d) 产品长期停产后,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

6.4 判定规则

产品经检验,匀质性符合表 2 的要求,各种类型的减水剂的减水率、缓凝型外加剂的凝结时间差、引气型外加剂的含气量及硬化混凝土的各项性能符合表 1 要求,则判定该编号外加剂为合格产品,如不符合上述要求时,则判该编号外加剂不合格。其余项目作为参考指标。

6.5 复验

复验以封存样进行。如使用单位要求现场取样,应事先在供货合同中规定,并在生产厂家和使用单位人员在场的情况下于现场取混合样,复验按照型式检验项目检验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

产品应有产品标牌,内容包括:产品名称、规格型号、净质量或体积(包括含量或浓度)、有无毒性、生产厂名、生产日期、出厂编号及安全注意事项等。

7.2 包装

粉状外加剂应采用塑料袋衬里的编织袋,每袋重 20 kg ~ 50kg。液体外加剂应采用塑料桶、金属桶包装或槽车运输。

表 4 外加剂测定项目

测定项目	外 加 剂 品 种											备 注	
	普通 减水剂	高效 减水剂	早强 减水剂	缓凝 减水剂	缓凝高效 减水剂	引气 减水剂	引气高效 减水剂	引气缓凝 高效减水剂	缓凝剂	早强剂	引气剂		
固体含量	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		液体外加剂必测
密度													粉状外加剂必测
细度													
pH 值	√	√	√	√	√	√	√	√			√		
表面张力		√			√	√	√	√			√		
泡沫性能						√	√	√			√		
氯离子含量	√	√	√	√	√	√	√	√			√		含有硫酸钠的早强减水剂、早强剂以及各类高效减水剂必测
硫酸钠含量													
总碱量	√	√	√	√	√	√	√	√			√		每年至少一次
还原糖分	√			√	√			√					木质素磺酸盐类减水剂必测
水泥净浆流动度	√	√	√	√	√	√	√	√					两种任选一种
水泥砂浆流动度	√	√	√	√	√	√	√	√			√		

7.3 运输和贮存

7.3.1 产品在运输贮存中不得污染、破损、不得与酸、碱等腐蚀物质混放。

7.3.2 应存放在专用仓库或固定的场所妥善保管,以易于识别,便于检查和提货。
