

纤维混凝土应用技术规程

(编制组讨论稿)

2005 年 5 月

目 次

1	总则
2	术语、符号
2.1	术语
2.2	符号
3	纤维混凝土原材料性能要求
3.1	钢纤维
3.2	合成纤维
3.3	水泥
3.4	骨料
3.5	外加剂
3.6	掺合料
3.7	水
4	纤维混凝土配合比设计
4.1	钢纤维混凝土配合比设计
4.2	合成纤维混凝土配合比设计
5	纤维混凝土配制、运输与浇筑、养护
5.1	一般要求
5.2	配制与运输
5.3	浇筑与成型
5.4	养护
6	纤维混凝土性能要求
6.1	钢纤维混凝土性能要求
6.2	合成纤维混凝土性能要求
7	纤维混凝土质量检验与验收
7.1	钢纤维混凝土质量检验与验收
7.2	合成纤维混凝土质量检验与验收
附录 A	混凝土用钢纤维性能要求与检验方法
附录 B	混凝土用合成纤维性能要求与检验方法

附录 C 合成纤维在混凝土拌合物中分散性检验方法

附录 D 纤维混凝土抗裂性能试验方法

附录 E 混凝土韧性指数和初裂强度试验方法

附录 F 混凝土抗冲击性能试验方法

附注：本规程用词说明

1 总 则

1.0.1 为了在我国推广应用纤维混凝土技术，并在施工应用过程中贯彻国家的技术经济政策，做到技术先进、安全可靠、经济合理、保证质量，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑和一般构筑物中应用钢纤维混凝土与合成纤维混凝土时的配制与施工。本规程不适用于纤维轻质混凝土和纤维耐热混凝土等特种纤维混凝土的配制与施工。

钢纤维混凝土适用于对混凝土抗拉强度、抗折强度、抗剪强度、弯曲韧性和抗裂性能、抗冲击性能、抗疲劳性能以及抗震、抗爆等性能要求较高的混凝土工程或其局部部位。

合成纤维混凝土适用于混凝土早龄期收缩裂缝控制和对混凝土抗冲击、抗疲劳、弯曲韧性以及对混凝土整体性能有一定要求的混凝土工程或其局部部位。

1.0.3 本规程对纤维混凝土的原材料性能、配合比设计、配制方法、施工工艺、质量验收和相关试验方法等不同于普通混凝土的专门要求做出规定。在按本规程进行纤维混凝土材料设计和施工时，除应执行本规程外，还应按所属工程类别分别符合现行有关国家和行业标准规范中的有关规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 纤维 fiber

可在混凝土中乱向均匀分散的短纤维，包括钢纤维、合成纤维、玻璃纤维、天然植物纤维等。

2.1.2 钢纤维 steel fiber

用钢材制成的、能乱向均匀分布于混凝土中的短纤维。包括普通碳钢纤维、不锈钢纤维等。

2.1.3 合成纤维 synthetic fiber

用有机合成材料制成的、能乱向均匀分散于混凝土中的短纤维。常用于混凝土及砂浆中的有单丝聚丙烯纤维、膜裂聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维、聚乙烯醇缩甲醛纤维、高模量聚乙烯纤维、碳纤维等。

2.1.4 混杂纤维 hybrid fiber

不同种类、不同规格的短纤维混合而组成的纤维。

2.1.5 等效直径 equivalent diameter

纤维截面为非圆形时，按截面积相等的原则换算出的圆形截面直径。

2.1.6 纤维长径比 aspect ratio of fiber

纤维的长度与直径或等效直径的比值。

2.1.7 素混凝土 plain concrete

不掺加纤维的普通混凝土。

2.1.8 纤维混凝土 fiber reinforced concrete

在普通混凝土中掺入乱向均匀分散的纤维而制成的复合材料，包括钢纤维混凝土、合成纤维混凝土、玻璃纤维混凝土、天然植物纤维混凝土、混杂纤维混凝土等。

2.1.9 纤维喷射混凝土 fiber reinforced shotcrete

掺有均匀散短纤维的、可借助于气压力以高速喷射至受喷面上的砂浆或混凝土。

2.1.10 纤维掺量 fiber dosage

混凝土单位体积内纤维的掺加量 (kg/m^3)。

2.1.11 纤维含量 fiber content

混凝土单位体积内纤维的含量 (kg/m^3)。

2.1.12 纤维体积率 fraction of fiber by volume

纤维占纤维混凝土的体积百分数。

2.1.13 纤维混凝土工作性 workability of fiber reinforced concrete

纤维混凝土拌合物的流动性能及抵抗离析的性能。

2.1.14 混凝土韧性 concrete toughness

混凝土保持一定残余应力的塑性变形能力，常用荷载-位移（或应力-应变）曲线下面积的有关参数来度量。

2.2 符 号

CF**——纤维混凝土强度等级，例如：CF30 表示强度等级为 C30 的纤维混凝土。

d_f ——纤维等效直径；

l_f ——纤维长度；

λ ——纤维长径比= l/d ；

f_v ——单位体积钢纤维掺量（ kg/m^3 ）；

f_m ——单位体积钢纤维含量（ kg/m^3 ）；

ρ_f ——纤维体积率；

f_u ——纤维抗拉强度。

3 纤维混凝土原材料性能要求

3.1 钢纤维

3.1.1 配制纤维混凝土所用钢纤维质量应符合本规程附录 A 规定的技术要求。

3.1.2 各类钢纤维混凝土工程对钢纤维几何参数的要求宜符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 钢纤维几何参数范围

钢纤维混凝土工程类别	长度(mm)	直径(等效直径)(mm)	长径比
一般浇筑钢纤维混凝土	20~60	0.3~0.9	30~80
钢纤维喷射混凝土	20~35*	0.3~0.8	30~80
钢纤维自密实混凝土	30~60**	0.3~0.9	30~80
钢纤维混凝土铁路轨枕	30~35	0.3~0.6	50~70
层布式钢纤维混凝土复合路面	30~120	0.3~1.2	60~100

注：*除表中建议外，同时还应满足钢纤维长度不大于喷射设备最小管径 (D_s) 的 3/4，即 $l_f \leq 75\% D_s$ ；

**除表中建议外，同时还应满足钢纤维长度不大于钢筋最小净距 (S_{\min}) 的 3/4，即 $l_f \leq 75\% S_{\min}$ 。

3.2 合成纤维

配制纤维混凝土所用合成纤维质量应符合本规程附录 B 中规定的要求。

3.3 水泥

水泥应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175、《矿渣硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB1344、《复合硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB12958 等标准中规定的要求。

3.4 骨料

粗骨料应符合《建筑用卵石、碎石》GB/T14684 中规定的要求。

细骨料应符合《建筑用砂》GB/T14684 中规定的要求；钢纤维混凝土严禁使用海砂。

3.5 外加剂

配制纤维混凝土所选用外加剂性能应符合《混凝土外加剂》GB8076、《混凝土外加剂应用技术规程》GB50119 等要求，并经试验验证后方可投入工程应用；钢纤维混凝土严禁使用氯盐类外加剂。

3.6 掺合料

纤维混凝土所掺加的粉煤灰、硅灰、磨细矿渣粉、火山灰等混合材料性能应符合《高强、高性能混凝土矿物外加剂》GB/T18736 及相关应用技术规范中规定的要求，其掺量应通过试配确定。

3.7 拌合水

拌合水应符合《混凝土拌合水标准》JGJ63 中规定的要求。

拌制钢纤维混凝土严禁使用海水。

4 纤维混凝土配合比设计

4.1 钢纤维混凝土配合比设计

- 4.1.1 钢纤维混凝土的配合比设计，应按结构设计的强度等级要求，依据《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55，确定出素混凝土施工配合比，然后再根据钢纤维混凝土的使用目的和特殊性能要求，根据对钢纤维混凝土拌合物中的纤维分散性、拌合物工作性和硬化钢纤维混凝土性能如（抗压、抗折、抗剪）强度、弯曲韧性、抗裂性能、抗冲击性能、抗疲劳性能以及抗震、抗爆等一项或几项性能要求，通过试验和已有工程经验确定钢纤维掺量，但钢纤维掺量不宜小于 20kg/m^3 （或 0.25% 体积率）。
- 4.1.2 钢纤维混凝土的强度等级不应低于 CF20；
钢纤维混凝土胶凝材料用量不宜小于 360kg/m^3 ；
粗骨料粒径不宜大于钢纤维长度的 $2/3$ ；
钢纤维混凝土用水量、外加剂掺量和砂率，除应满足现行《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55 的要求外，还应考虑加入钢纤维对纤维混凝土拌合物工作性的影响；
外加剂用量应通过试验确定。
- 4.1.3 钢纤维混凝土的工作性根据同类工程对普通混凝土的要求确定。钢纤维混凝土试配配合比确定后，应进行拌合物性能试验，检查其工作性是否满足施工要求，若不满足则应在钢纤维掺量不变的条件下，调整水泥浆量、砂率或外加剂用量等参数至满足要求，并再次进行试配，直至混凝土拌合物和硬化混凝土的性能满足设计要求，并据此确定混凝土配合比。
- 4.1.4 钢纤维喷射混凝土的最大骨料粒径应按照不同设备及喷射工艺的要求确定，并不宜大于钢纤维长度的 $1/2$ 和 10mm ；胶凝材料用量不宜小于 380kg/m^3 。钢纤维类型应通过试喷，选择纤维回弹率低的钢纤维，其掺量可根据不同的喷射方法以及工作性、回弹率和强度、韧性等要求确定，但钢纤维掺量不宜小于 40kg/m^3 。
- 4.1.5 钢纤维自密实混凝土的工作度（流动扩散度、抵抗离析性能等）应按照同类工程对不掺纤维的素混凝土的相应要求确定。

4.2 合成纤维混凝土配合比设计

- 4.2.1 合成纤维混凝土的配合比设计，首先应按设计的强度等级要求，依据《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55，确定出素混凝土施工配合比，然后再根据合成纤维混凝土的使用目的和特殊性能要求，根据对合成纤维混凝土拌合物中的纤维分散性、拌合物工作性和对混凝土早龄期收缩裂缝的控制和对抗冲击、抗疲劳、弯曲韧性以及对混凝土整体性要求等硬化合成纤维混凝土的一项或几项特殊性能要求，通过试验和

已有工程经验确定合成纤维掺量。合成纤维的体积率一般为 0.04%~0.50%。各类合成纤维混凝土工程对合成纤维体积率的选用范围宜符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 合成纤维体积率选用范围

合成纤维混凝土使用部位	使用目的	合成纤维体积率 (%)
楼面板、剪力墙、楼地面、建筑结构中的板壳结构、体育场看台	控制混凝土早龄期收缩裂缝	0.08 ~ 0.50
机场跑道、公路路面、桥面板、工业地面	控制混凝土早龄期收缩裂缝、提高混凝土抗冲击、抗疲劳性能	0.10 ~ 0.50
水坝面板、储水池、水渠	控制混凝土早龄期收缩裂缝、提高抗冲蚀和混凝土整体性	0.10 ~ 0.50
刚性防水屋面	控制混凝土早龄期收缩裂缝和温度变形	0.10 ~ 0.50
喷射合成纤维混凝土	降低回弹率、抑制混凝土早龄期收缩裂缝、提高混凝土整体性	0.04 ~ 0.15

汤总：纤维的掺量最好是再增加一种表示方法或只用一种表示方法，即每方混凝土纤维的质量，不要只用它的体积掺量。因为各种纤维材质不同，其密度也不同，如按体积比确定，则掺量各异，密度越小，掺量越少。我们的纤维密度要大于聚丙烯纤维，若用相同的体积掺量规定，我们纤维的重量掺量就要比聚丙烯纤维的多，加之我们产品本身就价高，如果以规范的形式固定下其高掺量，那么我们的纤维竞争中将处于很不利的地位。而且，不同纤维在混凝土发挥抗裂作用是与其单位质量的根数有直接的关系，而与其密度关系不大，所以用体积百分比的形式规定纤维的掺量也很不合适。他们这样写是参考了钢纤维，而钢纤维的密度是一定的，他们没有考虑合成纤维材质的不同。我个人认为不科学。

4.2.2 合成纤维混凝土试配时，应考虑合成纤维对混凝土抗压强度的影响，通过试配，适当调整配合比，保证合成纤维混凝土的强度等级满足设计要求。

4.2.3 当合成纤维混凝土拌合物的坍落度不满足要求时，则应在合成纤维掺量不变的条件下，调整水泥浆量、砂率或增加外加剂用量至满足要求，并再次进行试配，直至混凝土拌合物和硬化混凝土的性能满足设计要求，据此确定混凝土配合比。

4.2.4 合成纤维自密实混凝土的工作度（流动扩散度、抵抗离析性能等）应按照同类工程对

不掺纤维的素混凝土的相应要求确定。

5 纤维混凝土配制、运输与浇筑、养护

5.1 钢纤维混凝土的配制、运输与浇筑、养护

5.1.1 钢纤维混凝土所用各种原材料的重量，应按施工配合比和一次搅拌量计算确定，其称量偏差不应超过表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 原材料称量允许偏差

材料名称	钢纤维	水泥、混合材	粗细骨料	水	外加剂
允许偏差(%)	±2	±2	±3	±1	±1

5.1.2 钢纤维混凝土搅拌的投料方式和次序应以搅拌过程中钢纤维不结团、不离析为选择确定原则，根据经验并通过试配确定。钢纤维混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。宜优先采用将钢纤维与水泥、掺合料、粗细骨料先干拌 1min~2min，而后加水与外加剂湿拌的方法；也可采用先投放水泥、粗细骨料和水与外加剂，在拌合过程中分散加入钢纤维的方法；亦可采用钢纤维分散机布料。

5.1.3 钢纤维混凝土的搅拌时间应通过现场搅拌试验确定，并应较素混凝土规定的搅拌时间延长 1min~2min。采用先干拌后加水湿拌的搅拌方式时，搅拌时间不得少于 2min。

5.1.4 钢纤维混凝土的运输可采用与普通混凝土相同的运输规定；泵送钢纤维混凝土的运输应缩短时间，运输过程应避免拌合物离析，如产生离析应作二次搅拌。钢纤维混凝土的运输工具应易于卸料。

5.1.5 钢纤维混凝土的浇筑方法应保证钢纤维分布的均匀性和结构的连续性；在规定的连续浇筑区域内，浇筑施工过程不应中断，在浇筑过程中严禁加水。

5.1.6 钢纤维混凝土应采用机械振捣，不得采用人工插捣，所采用的振捣机械和振捣方法除应保证混凝土密实外，还应保证钢纤维分布均匀。

5.1.7 工业地面、公路路面、机场道面、码头铺面和桥面的钢纤维混凝土采用机械化或半机

械化设备施工，可按下列施工步骤进行：

- 1) 用平板式振捣器振捣密实，然后用振动梁振捣整平；
- 2) 用表面带凸棱的金属圆滚将竖起的钢纤维和位于表面的石子和钢纤维压下去，然后用金属圆滚将表面滚压平整。待钢纤维混凝土表面无泌水时用金属抹刀抹平，经修整的表面不得裸露钢纤维，也不应留有浮浆；
- 3) 抹平的表面应在终凝前做压槽处理；
- 4) 特重、重级路面、机场道面宜在强度达到 28d 龄期强度的 40% 时做刻槽处理，刻槽的深度和宽度应符合有关行业标准的规定，进行刻槽的路面应在路面完工时将钢纤维压下去，在刻槽时不应将钢纤维切断或带出。

5.1.8 钢纤维混凝土结构构件的浇筑振捣应注意避免钢纤维露出构件表面，宜将模板的尖角和棱角修成圆角。必要时可采用附着式振捣器进行模外振动，此时模板设计应考虑由此引起的附加应力。用表面带凸棱的金属圆滚将竖起的钢纤维和位于表面的石子和钢纤维压下去，然后用金属圆滚将表面滚压平整。待钢纤维混凝土表面无泌水时用金属抹刀抹平，经修整的表面不得裸露钢纤维，也不应留有浮浆。

5.1.9 钢纤维混凝土可采用与普通混凝土相同的养护方法。

5.2 合成纤维混凝土的配制、运输与浇筑、养护

5.2.1 合成纤维混凝土应采用强制式搅拌机搅拌。

5.2.2 搅拌时可将合成纤维、水泥、掺合料、粗细骨料、水和外加剂同时加入，应比普通混凝土适当延长搅拌时间（具体延长多长时间，至少给出范围）

5.2.3 合成纤维混凝土拌合物的运输可执行与普通混凝土拌合物相同的运输规定。

5.2.4 合成纤维混凝土的浇注方法与普通混凝土相同。

5.2.5 合成纤维混凝土应采用机械振捣。

5.2.6 合成纤维混凝土可采用与普通混凝土相同的养护方法；特殊工程和构件的养护应符合有关规范规定；当用于控制混凝土早龄期收缩裂缝时，宜采用涂刷养护剂、覆盖塑料薄膜或土工无纺布、定时浇水等综合养护措施。

6 纤维混凝土性能要求

6.1 钢纤维混凝土性能要求

6.1.1 钢混凝土拌合物坍落度应满足设计和施工要求。试验依据 GB/T50080《普通混凝土拌合物试验方法标准》中规定的方法进行。

6.1.2 混凝土中钢纤维含量检验值不应超过配合比要求的钢纤维含量的 $\pm 10\%$;检验依据《钢纤维混凝土》JG/T3064 附录 B 中规定的方法进行。

6.1.3 钢混凝土的抗压强度或抗折强度必须满足设计要求 ;检验钢纤维混凝土的抗拉强度时 , 可采用劈裂法试验 , 劈裂法试验测得强度乘以 0.85 换算成抗拉强度。试验方法依据 GB/T50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》中规定的方法。对钢纤维混凝土有抗剪性能要求时 , 应对其进行抗剪性能试验 , 试验方法依据本规程附录 G。

6.1.4 钢纤维混凝土抗裂性能等级应达到二级或二级以上 ; 试验方法依据本规程附录 D 中规定的方法。

6.1.5 对钢纤维混凝土有弯曲韧性要求时 , 应对其进行弯曲韧性试验 ; 试验方法依据本规程附录 E 中规定的方法进行。其弯曲韧性指标应满足设计要求。

6.1.6 对钢纤维混凝土有抗渗性能要求时 , 应对其进行抗渗性能试验 ; 与同配合比的素混凝土相比 , 钢纤维混凝土的抗渗性能不应下降 ; 试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》中的有关规定。

6.1.7 对钢纤维混凝土有抗碳化性能要求时 , 应对其进行抗碳化性能试验 ; 与同配合比的素混凝土相比 , 钢纤维混凝土的抗碳化性能不应下降 ; 试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》中的有关规定。

6.1.8 对钢纤维混凝土有抗冻性能要求时 , 应对其进行抗冻性能试验 ; 与同配合比的素混凝土相比 , 钢纤维混凝土的抗冻性能不应下降 ; 试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性

能和耐久性能试验方法》中的有关规定。

6.1.9 对钢纤维混凝土有抗冲击性能要求时，应对其进行抗冲击性能试验，其抗冲击性能检验依据本规程附录 G 中规定的方法进行。其抗冲击性能指标应满足设计要求。

6.1.10 对钢纤维混凝土有抗疲劳性能要求时，应对其进行抗疲劳性能试验，试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》的有关规定。其抗疲劳性能指标应满足设计要求。

6.1.11 钢纤维混凝土的泊松比和线膨胀系数可取与普通混凝土相同值，按现行有关混凝土结构设计规范的规定采用。

6.1.12 对钢纤维混凝土结构或构件有抗震、抗爆等性能要求时，应对其进行抗震、抗爆等性能试验。抗震试验方法依据 JGJ101《建筑抗震试验方法规程》的有关规定，**抗爆试验依据相关试验方法进行。**

6.2 合成纤维混凝土性能要求

6.2.1 合成纤维混凝土拌合物坍落度应满足设计和施工要求。试验方法依据 GB/T50080《普通混凝土拌合物试验方法标准》中规定的方法。

6.2.2 混凝土中合成纤维含量实测值不应超过配合比要求的合成纤维含量的 $\pm 10\%$ ；试验方法依据本规程附录 E 中规定的方法进行。

6.2.3 合成纤维混凝土的抗压强度或抗折强度须满足设计要求；试验依据《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081/T 中规定的方法进行。

6.2.4 合成纤维混凝土抗裂性能等级应达到二级或二级以上；试验方法依据本规程附录 D 中规定的方法。

6.2.5 对合成纤维混凝土有抗冻性能要求时，应对其进行抗冻性能试验；与同配合比的素混凝土相比，合成纤维混凝土的抗冻性能不应下降；试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》中的有关规定。

6.2.6 对合成纤维混凝土有抗渗性能要求时，应对其进行抗渗性能试验；与同配合比的素混凝土相比，合成纤维混凝土的抗渗性能不应下降；试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》中的有关规定。

6.2.7 对合成纤维混凝土有抗碳化性能要求时，应对其进行抗碳化性能试验；与同配合比的素混凝土相比，合成纤维混凝土的抗碳化性能不应下降；试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》中的有关规定执行。

6.2.8 对合成纤维混凝土有弯曲韧性要求时，应对其进行弯曲韧性试验；试验方法依据本规程附录 E 中规定的方法进行。其弯曲韧性指标应满足设计要求。

6.2.9 对合成纤维混凝土有抗疲劳性能要求时，应对其进行抗疲劳性能试验，试验方法依据 GBJ82《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》的有关规定。其抗疲劳性能指标应满足设计要求。

6.2.10 对合成纤维混凝土有抗冲击性能要求时，应对其进行抗冲击性能试验，其抗冲击性能试验依据本规程附录 G 中规定的方法进行。其抗冲击性能指标应满足设计要求。

6.2.11 主要用于抑制早期收缩裂缝的合成纤维混凝土，其技术性能要求按 6.2.1、6.2.2 和 6.2.3 中规定的项目检验。其它项目依据设计要求和工程实际选择检验。

7、纤维混凝土质量检验与验收

7.1 钢纤维混凝土质量检验与验收

7.1.1 钢纤维混凝土的质量检验，除应对原材料、配合比、施工等主要环节按现行有关混凝土工程验收规范的规定执行外，尚应补充下列检验项目：

- 1) 按本规程中附录 A 的规定对钢纤维质量进行检验。
- 2) 对钢纤维混凝土应依据《钢纤维混凝土》JG/T3064 附录 B 中规定的方法在浇筑地点取样检验钢纤维含量，每 100m^3 检验一次，不足 100m^3 按 100m^3 计。钢纤维含量检验值不应超过配合比要求的钢纤维含量的 $\pm 10\%$ 。
- 3) 钻芯取样法检验纤维喷射混凝土样品时：湿法喷射时钢纤维含量的误差不宜超过配合比要求的钢纤维掺量的 $\pm 15\%$ ；干法喷射时钢纤维含量的误差不应超过配合比要求的钢纤维掺量的 $\pm 30\%$ 。

7.1.2 钢纤维混凝土验收标准应符合本规程中 6.1 条中的有关规定和设计要求。试件制作、数量以及评定方法应依据有关混凝土工程验收规范和国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ107 的规定执行。

7.2 合成纤维混凝土质量检验与验收

7.2.1 合成纤维混凝土的质量检验，除应对原材料、配合比、施工等主要环节按现行有关混凝土工程验收规范的规定执行外，尚应补充下列检验项目：

- 1) 按本规程中附录 B 的规定对合成纤维质量进行检验。
- 2) 合成纤维在混凝土拌合物中分散性按本规程附录 C 中规定的方法在浇筑地点检验，测得的纤维实际含量与配合比要求的纤维含量相差不应超过 $\pm 10\%$ 。每 100m^3 检验一次，不足 100m^3 按 100m^3 计。

7.2.2 合成纤维混凝土验收标准应符合本规程中6.2条中的有关规定和设计要求。

附录 A 混凝土用钢纤维性能要求与检验方法

A1 钢纤维的分类

A1.1 钢纤维按生产工艺分类可分为：钢丝切断型，薄板剪切型，熔抽型和钢锭铣削型。

A1.2 钢纤维按材质分类可分为：碳钢型，低合金钢型和不锈钢型。

A1.3 钢纤维按形状可分为平直型和异型，异型钢纤维可分为压痕型、波形、端钩型、大头型和不规则麻面型。

A1.4 钢纤维按抗拉强度可划分为三级：

380 级：380N/mm² 抗拉强度 < 600 N/mm²

600 级：600N/mm² 抗拉强度 < 1000 N/mm²

1000 级：抗拉强度 1000 N/mm²

A2 钢纤维几何尺寸及允许偏差

A2.1 钢纤维的长度或标称长度宜为 20mm~60mm。

注 1 标称长度系指异型纤维两端点间的直线距离；

注 2 对层布式钢纤维混凝土复合路面所用的钢纤维，其长度可为 30mm~120mm。

A2.2 钢纤维的直径或等效直径宜为 0.3mm~0.9mm。

注 1 等效直径系指非圆形截面按截面积等效原则换算的圆形截面直径。当钢纤维形状为压痕型等不规则截面时，可采用重量等效换算成圆柱体尺寸，从而推算出等效直径。

注 2 对于层布式钢纤维混凝土复合路面所用的钢纤维，其直径或等效直径宜为 0.3mm~1.2mm。

A2.3 钢纤维的长径比宜为 30~80。

注：对于层布式钢纤维混凝土复合路面所用的钢纤维，其长径比宜为 60~100。

A2.4 钢纤维长度和直径的尺寸偏差不应超过 $\pm 10\%$ 。

每个验收批随机取样 10 根，用分度值不低于 0.02 mm 的卡尺测量其长度和直径，长度和直径的合格率不低于 90%。

注 对于矩形截面的钢纤维，测量其截面两边的尺寸换算出等效直径。

对于非圆形不规则截面钢纤维的检验，每批随机取样 100 根，用感量为 0.01g 的天平称重，用分度值 0.02mm 的卡尺测量其长度，并计算出其平均长度 l_{fa} ，平均直径与标称直径相差不应超过 $\pm 10\%$ 。

$$d_{fa} = 1.13\sqrt{W_0/(l_{fa}\gamma)} \quad (-1)$$

式中 W_0 —100 根钢纤维的实测质量，g；

γ —钢材的质量密度，取为 $7.85 \times 10^{-3} \text{g/mm}^3$ 。

注 对于非圆截面波形和端钩形钢纤维，其平均长度应取为钢纤维的实际曲线长度的平均值。

A2.5 异型钢纤维形状合格率不应低于 85%。

每个验收批随机取样 100 根，逐根检查其形状，如有断钩，单边成形和不符合出厂形状规定的，视为不合格，形状不合格的纤维数不应超过受检试样总数的 15%。

A3 钢纤维的根数

A3.1 钢纤维的根数为每公斤钢纤维所含的纤维数量。

A3.2 对钢纤维根数的检验，每批随机取样 50 组，每组 100g；用精度 0.01g 的天平称重；计算出其平均根数、均方差及变异系数。平均根数与标称根数相差不应超过 $\pm 10\%$ 。

A4 钢纤维强度和弯折性能

A4.1 钢纤维的抗拉强度应满足 I.1.4 的规定，每批产品随机取样 10 根，按 GB/T228 金属拉伸试验方法进行抗拉强度试验。受检钢纤维抗拉强度平均值不得低于该强度等级纤维的规定值，最小值不得低于规定值的 90%。若拉伸试验中，钢纤维在夹持处断裂，则该数据无效，应另取纤维补充试验。

A4.2 采用钢丝、钢板为原料制作的钢纤维时，允许用母材做抗拉强度试验。所取母材应为切断成型最后一道工序前的母材。用母材做试验时，取样数为 5 个，受检试件的

抗拉强度不得低于该钢纤维强度等级规定的抗拉强度。

A4.3 钢纤维应能承受至少一次弯折 90°不断裂。

每批产品随机取样 10 根钢纤维，将其围绕直径 3mm 的圆钢棒用手向最易弯折的方向弯折，达到 90°不断裂，10 根试样中至少要有 9 根不能折断。

A5 杂质限制

A5.1 钢纤维表面不得粘有油污和其他妨碍钢纤维与水泥基粘结的有害物质。钢纤维内不得混有妨碍水泥硬化的化学成分。

A5.2 钢纤维内含有的因加工不良造成的粘接连片，表面严重锈蚀的钢纤维，铁锈粉等杂质总量，不得超过钢纤维重量的 1%。

每个验收批随机取样 5kg，人工挑选杂质，并称重计算。

A6 检验规则

A6.1 每 5t（少于 5t 按 5 计）的同品种同规格的钢纤维为一个验收批，按 I.2~I.4 的规定检验验收。

A6.2 在检验中发现某项不合格，可加倍取样进行复检，复检合格，确定该产品合格，复检不合格则确定该产品不合格。

A7 质量证书

每批交货的钢纤维产品须附有质量证明书，证明书应注明纤维的长度、直径、长径比、抗拉强度、每公斤钢纤维的根数以及钢纤维所用的母材钢种与化学成分；还应标明生产厂家、生产日期、产品标记、发货日期、检验单据和检验部门印记。

附录 B 混凝土用合成纤维性能要求与检验方法

B1.1 混凝土用合成纤维的一般种类和要求

B1.1.1 混凝土用合成纤维的一般种类有：单丝聚丙烯纤维、膜裂聚丙烯纤维、聚丙烯腈纤维、聚乙烯醇缩甲醛纤维等。其性能应符合本附录 B2.1 的要求。具体选用标准应根据合成纤维的使用目的和设计要求确定。

B1.1.2 混凝土用合成纤维不得含有任何再生聚合物。纤维及其表面处理层应对人体的健康和环境无不利影响。

B2 混凝土用合成纤维性能要求

表 B2.1 混凝土用合成纤维性能要求

项 目		性能要求	
外 观		颜色均匀、无色差	
密 度		0.91(聚丙烯纤维特征值)	
		1.18(聚丙烯腈纤维特征值)	
		1.30(聚乙烯醇缩甲醛纤维特征值)	
标准条件下	单丝聚丙烯纤维	抗拉强度(MPa)	350
		弹性模量 (MPa)	0.4×10^4
		断裂延伸率(%)	18
	膜裂聚丙烯纤维	抗拉强度(MPa)	400
		弹性模量 (Mpa)	0.6×10^4
		断裂延伸率(%)	8
	聚丙烯腈纤维	抗拉强度(MPa)	500
		弹性模量 (Mpa)	1.0×10^4 (我们纤维是 $7 \sim 9\text{GPa}$)
		断裂延伸率(%)	9 (我们纤维是 $20 \sim 26\%$)
	聚乙烯醇缩甲醛纤维	抗拉强度(MPa)	1000
		弹性模量 (Mpa)	2.8×10^4

	维	断裂延伸率(%)	3.5
碱液处理后标准条件下	单丝聚丙烯纤维	抗拉强度保持率(%)	95
		弹性模量保持率（ % ）	
		断裂延伸率保持率(%)	标准值的 85 ~ 115 之间
	膜裂聚丙烯纤维	抗拉强度保持率(%)	95
		弹性模量保持率（ % ）	
		断裂延伸率保持率(%)	标准值的 85 ~ 115 之间
	聚丙烯腈纤维	抗拉强度保持率(%)	95
		弹性模量保持率（ % ）	
		断裂延伸率保持率(%)	标准值的 85 ~ 115 之间
	聚乙烯醇缩甲醛纤维	抗拉强度保持率(%)	95
		弹性模量保持率（ % ）	
		断裂延伸率保持率(%)	标准值的 85 ~ 115 之间
合成纤维在混凝土拌合物中分散度		10%	

B3 混凝土用合成纤维性能检验方法

B3.1 取样

B3.1.1 当合成纤维的长度满足检验要求时,可在成品中直接取样,用于性能检验;当合成纤维的长度不满足检验要求时,应在成品中放置相同品质、相同批号的长丝(长度为 200 mm),每 2000 千克应放置 50 克长丝,用于性能检验。

B3.1.2 合成纤维每 2000 千克作为一验收批,应按 B2 的要求作性能检验;不够 2000 千克也按一验收批检验。

B3.2 合成纤维在标准条件下性能检验方法

B3.2.1 抗拉强度和断裂延伸率检验方法

合成纤维的抗拉强度和断裂延伸率检验应依据《单根纱线断裂强力与断裂伸长的测定》GB / T3916 中的有关规定执行。

B3.2.2 弹性模量检验方法

合成纤维的弹性模量检验应依据《单根纱线断裂强力与断裂伸长的测定》GB / T3916 中的有关规定执行。

B3.3 合成纤维耐碱性检验方法

B3.3.1 将抽取的合成纤维样品在常温下放置于 2%的 NaOH 溶液中浸泡 15 天,然后取出清洗干净、在 100 ± 5 温度下烘干至恒重,然后降至常温备用。

B3.3.2 碱处理后的合成纤维性能检验方法同本附录 B3.2.1 和 B3.2.2。

B3.4 合成纤维在混凝土拌合物中分散度检验方法

合成纤维在混凝土拌合物中分散度检验应依据本规程附录 C 中的规定执行。

B4 质量证书

每批交货的合成纤维产品须附有质量检验报告、产品质量合格证和产品说明书，说明书应注明纤维的长度、直径、长径比、抗拉强度以及合成纤维所用的聚合物母料种类与主要化学成分；还应标明生产厂家、生产日期、产品标记、发货日期、检验单据和检验部门印记。

附录 C 合成纤维在混凝土拌合物中分散性检验方法

C1 本方法适用于检验合成纤维混凝土拌合物中合成纤维所占的体积百分率，即合成纤维体积率。

C2 仪器设备

检验合成纤维体积率所用仪器设备应符合下列规定：

C2.1 容重筒：3 只，5 升。

C2.2 台秤：1 台，称量 50kg，感量 5g。

C2.3 震动台：频率 $50\text{Hz} \pm 3\text{Hz}$ ，空载时的振幅为 $0.5\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 。

C2.4 天平：称量 500g，感量 0.1g。

C2.5 筛网：1 只，筛孔大于 200 目。

C2.6 容器：1 只，容积大于 50 立升。

C2.7 烘箱：1 只，温度范围：常温 ~ 150 。

C3 检验方法

C3.1 拌合物的装料、振实与抹平依据现行《普通混凝土拌合物性能试验方法》GB / T50080 中拌合物容重试验方法的有关规定执行。

C3.2 将容重筒中的拌合物倒入盛水的 50 立升容器中，边水洗边用 200 目筛网将合成纤维收集完。

C3.3 将搜集的合成纤维洗净后在 105 ± 5 温度下烘干至恒重，冷却至室温后称其质量 f ，精确至 0.1g。

C4 数据处理

C4.1 合成纤维体积率 $P_f(\%)$ 按(D1)式计算：

$$P_f = (f/V) \times 100 \dots\dots\dots (D1)$$

式中： f ——容重筒中合成纤维质量，kg；

V ——容重筒容积， m^3 ；

——合成纤维的质量密度， kg/m^3 。

C4.2 $P_{f\text{平均}} = (P_{f1} + P_{f2})/2$

C5 合格评定

$$(P_{f\text{平均}} - P_{f\text{理论}}) / P_{f\text{理论}} \pm 10\%。$$

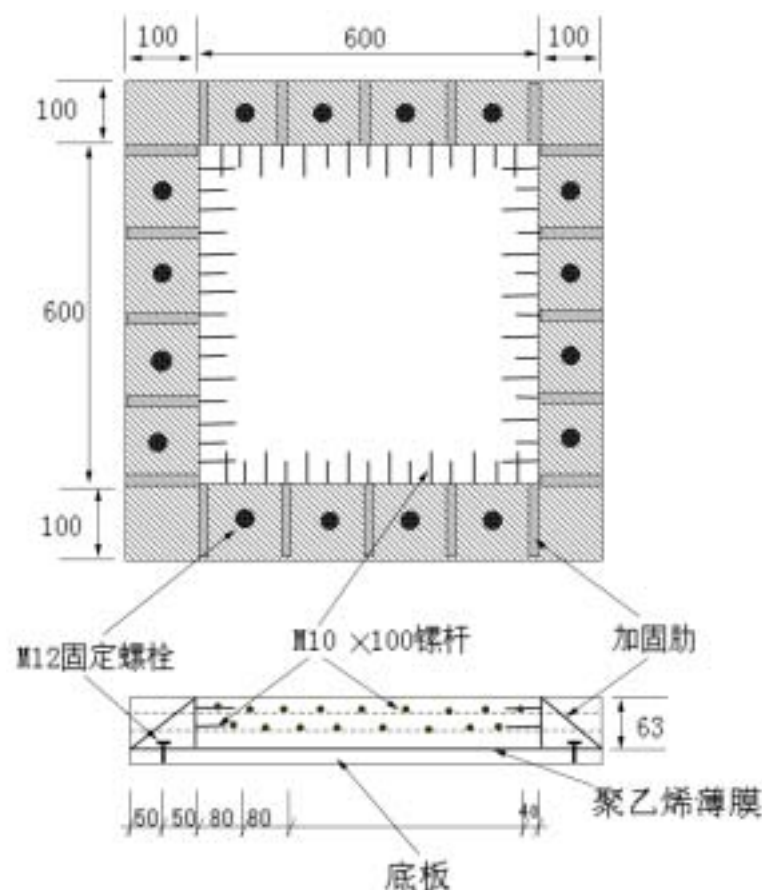
附录 D 混凝土抗裂性能检验方法

D1 适用范围

本检验方法适用于纤维混凝土或纤维砂浆早龄期抗收缩裂缝性能试验，或不同养护条件下的抗裂试验。

D2 仪器要求及试件尺寸

试件为 $600mm \times 600mm \times 63mm$ 的平面薄板。试模采用钢制模具（如图所示），模具的四边用 10 / 6.3 不等边角钢制成，每个边的外侧焊有四条加劲肋，模具四边与底板通过螺栓固定在一起，以提高模具的刚度；在模具每个边上同时焊接(或用双螺帽固定)两排共 14 个 $10 \times 100mm$ 螺栓(螺纹通长)伸向锚具内侧。两排螺栓相互交错，便于浇筑的混凝土能填充密实。底板采用不小于 5mm 厚的钢板，并在底板表面铺设聚乙烯薄膜隔离层。模具作为试验装置的一个部分，试验时与试件连在一起。



D3 试验步骤

D3.1 当用于评价纤维的抗裂性能时，试件可采用灰砂比为 1:1.5 砂浆，水灰比为 0.35，水泥采用 42.5 级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，砂为中砂。

D3.2 当结合具体工程进行纤维混凝土抗裂性能评定时，纤维混凝土按照实际工程混凝土配合比配制，基准混凝土采用纤维混凝土中去掉纤维、其他组分不变的配合比。

D3.3 同时成型纤维砂浆或纤维混凝土试件及对比用基准试件一组（各一个试件），每次试验做两组试件。

D3.4 早龄期收缩裂缝试验：试件浇注、振实、抹平立即用塑料薄膜覆盖，2 小时后取出一组试件（一个掺纤维试件，一个不掺纤维的对比试件），取下薄膜，用电风扇直吹试件表面，风向平行于试件表面，风速 8m/s，试验环境温度应为 20 ± 2 ，相对湿度不大于 60%。成型后 24 小时开始观察裂缝数量、宽度和长度。（电风扇距试件的水平距离、垂直距离具体有多远？电风扇吹多长时间？如果一些细节没有统一规定，那么试验结果可能相差较大。）

D3.5 不同养护条件下纤维砂浆或纤维混凝土的开裂试验中，养护龄期可根据试验目的的具体要求确定；纤维混凝土和基准混凝土的配合比以及试件数量可根据试验需要确定，浇注、振实、抹平后的试件的养护条件可根据抗裂评定要求确定。

D4 试验记录

D4.1 裂缝长度以肉眼可见裂缝为准，用钢尺测量其长度，近似取裂缝两端直线距离为裂缝长度，当裂缝出现明显弯折时，以折线长度之和代表裂缝长度。

D4.2 用读数显微镜（分度值为 0.01mm）测量裂缝宽度，取裂缝中点附近裂缝宽度代表该裂缝宽度。

D5 数据处理

D5.1 按下列公式计算裂缝总面积：

$$A_{cr} = \sum_{i=1}^n w_i l_i$$

式中， A_{cr} —试件裂缝名义总面积， mm^2 ；对于纤维混凝土试件记为 A_{fcr} ，对比用基准试件记为 A_{mcr} 。

w_i —第 i 条裂缝名义裂缝宽度，取该裂缝中点附近裂缝宽度，mm。

l_i —第 i 条裂缝长度，mm。

D5.2 按下列规定计算裂缝降低系数：

$$\eta = \frac{A_{mcr} - A_{fcr}}{A_{mcr}}$$

D5.3 纤维砂浆、纤维混凝土早龄期抗裂性能等级可按两级试验的平均值依据下表评定。

抗裂性能等级	评定标准
一级	70
二级	55 < 70
三级	40 < 55

附录 E 混凝土弯曲韧度和初裂强度检验方法

E1 适用范围

本检验方法适用于测定混凝土的弯曲韧度指数和初裂强度。

E2 仪器设备要求

E2.1 试验机应采用伺服控制力学性能试验机体系，应能使被测试件的挠度以可控的稳定增长方式操作。加荷和试样支撑体系应能在试样上实现三分点负荷、并无偏心或扭转。

E2.2 挠度测量设备——电子传感器或电子挠度测量仪安装应确保能准确测量试样跨距中间的净挠度。电子传感器应安放在支座架上，支座挠度的平均值由电子仪器从中间跨距挠度中减去。

E2.3 数据记录系统——数据记录系统应能够每秒记录下负荷和挠度，并将其绘制下来。

E3 试件制作

E3.1 试件尺寸

当纤维长度不大于 40mm 时，采用截面为 100mm×100mm×400mm 的梁式试件；当纤维长度大于 40mm 时，采用截面为 150mm×150mm×550mm 的梁式试件；试件跨度为截面边长的 3 倍。

E3.2 试件制备

E3.2.1 采用宽铲或勺，分两次浇注混凝土，每次沿着模的长度方向均匀地浇注，以避免在两次连续浇注之间产生不连续性。

E3.2.2 应采用压实或外部振动成型试样，确保振动时间足够以保证充分的密实，特别当纤维掺量较高时。

E3.2.3 在浇注第二层混凝土时，尽量使加入的混凝土量在压实后正好填满试模。当抹平混凝土表面时，持续振动以确保纤维不从修整的表面凸出来。

E3.3 试件养护

应按《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50082)中规定的标准养护条件养护至 28 天。

E3.4 试样数量

每一个新拌或硬化混凝土样品至少制备四个试件供测试。

E3.5 试样处置条件

试件从养护环境中取出后，应将表面水擦干，然后开始测试，测试时间不超过 15min。

E4 试验步骤

E4.1 将试件放置在支座体系上，且应使试样支撑面垂直于浇注面。

E4.2 放置试样和负荷体系应使样品依照试验方法在第三点受荷。加荷前，试样、加荷装置和支撑面应充分接触。

E4.3 试件在支座上安放时不得扭曲、变形；在一定时间间隔或当第一次使用设备，或主要部件更换或维护后，应通过试验确认中间跨度挠度值的可靠性；在试件中间宜安置一台挠度测量仪；在试件两边时，应在试件两边都安置挠度测量装置。

E4.4 启动试验机，使得在跨距中部的试件挠度以均速增加。对于 400mm×100mm×100mm 尺寸的试样，中间跨距净挠度应以 0.05mm/min 增加速率直至到达终点挠度。对于 550mm×150mm×150mm 尺寸的试样，中间跨距净挠度应以 0.1mm/min 增加速率直至到达终点挠度。

E4.5 测量试样邻近断裂处的高度和宽度各两次（每一面一次），精确到 1.0mm，以确定高度和宽度的平均值。

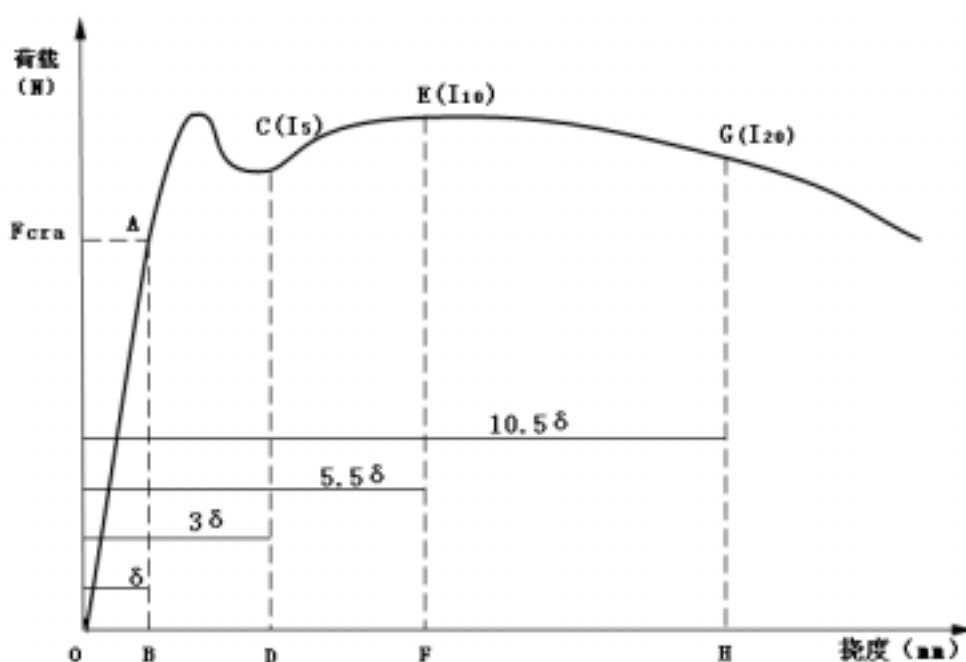
E4.6 通过测量沿着拉力面的中线从断裂处到试样最近端的距离确定断裂面的位置。

E4.7 当断裂发生在跨距中间三分之一外面超过跨距长度的 5%，则舍弃该测试结果。

E5 数据处理

E5.1 将直尺与荷载--挠度曲线的线性部分重叠放置部位确定初裂点 A（如图）。A 点的纵坐标为初裂荷载 F_{cra} ，横坐标为初裂挠度 $W_{F_{cra}}$ ，面积 OAB 为初裂韧度。

E5.2 以 O 为原点，按 3.0、5.5 和 10.5 的初裂挠度的倍数，在横轴上确定 D、F 和 H 点。用求积仪或计算机程序得出 OAB、OACD、OAEF 和 OAGH 的面积，即为初裂韧度和各给定挠度的韧度实测值。具体如下图所示：



每个试件的弯曲韧性指数按下列公式求得，精确至 0.01：

$$I_5 = \text{OACD 面积} / \text{OAB 面积}$$

$$I_{10} = \text{OAEF 面积} / \text{OAB 面积}$$

$$I_{20} = \text{OAGH 的面积} / \text{OAB 面积}$$

E5.3 以 4 个试件计算值的算术平均值作为该组试件的韧性指数。若 4 个测值中的最大值或最小值与中间两测值的平均值之差大于中间平均值的 15%，则取两中值的平均值作为该组试件的韧性指数；如果二者与中值平均值之差均大于 15%，则该组试件的试验结果无效。

E5.4 初裂强度按下式计算，精确至 0.1MPa

$$f_{fc,cra} = F_{cra} / bh^2$$

式中 $f_{fc,cra}$ ---纤维混凝土的初裂强度 (MPa)

F_{cra} ---纤维混凝土的初裂荷载 (N)

l ---支座间距 (mm)

b ---试件截面宽度 (mm)

h ---试件截面高度 (mm)

E5.5 以 4 个试件计算值的算术平均值作为该组试件的初裂强度。测值离散较大时的数据处理，应符合本规程 F5.3 条的规定。

附录 F 混凝土抗冲击性能试验方法

F1 适用范围

该试验方法适用于对比纤维混凝土和素混凝土的抗冲击性能。

F2 仪器设备要求

F2.1 混凝土抗冲击性能试验方法所需要的仪器设备如下：

F2.1.1 质量为 4.54kg 的立方体钢质冲击锤一只；直径为 63.5mm 的硬质钢球一只；

F2.1.2 特制 152mm*63.5mm 混凝土试模若干套。

F2.1.3 特制平底基盘一个，并焊有 4 个垂直档板，二二平行相对，中垂线相互垂直，每块档板高度为 63.5mm，长度为 150mm，厚度为 5mm。

F2.2 混凝土抗冲击性能试验装置的形状、尺寸如下：

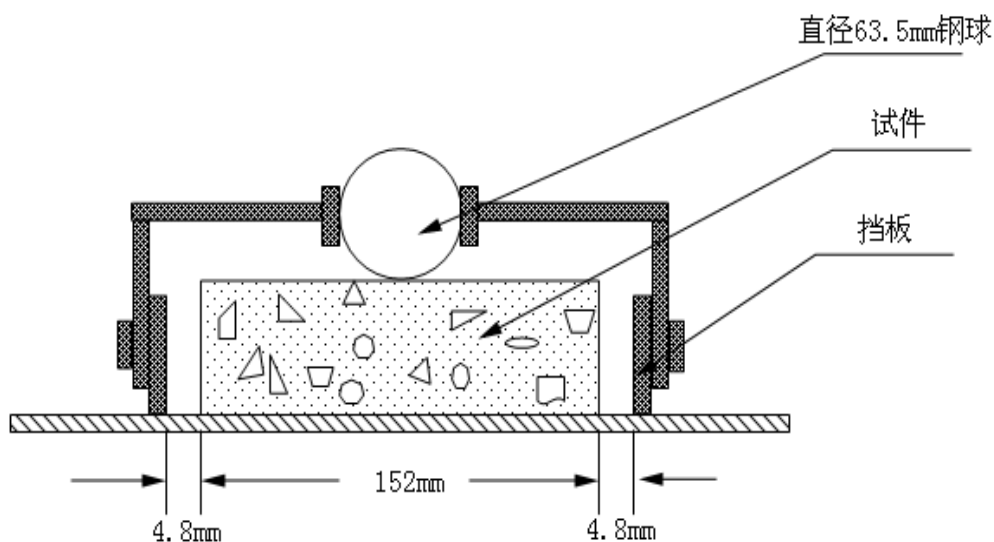


图 F1 自由落锤冲击试验装置

F3 试件制作

F3.1 试件尺寸

待试验砼试件直径 152 mm、高度 63.5 mm。

F3.2 试件制备

F3.2.1 纤维混凝土配合比由被试验单位提供。

F3.2.2 应使用强制式混凝土搅拌机搅拌纤维混凝土拌合物，应采用压实或外部振动成型试样，确保振动时间足够以保证充分的密实，特别当纤维掺量较高时，采用宽铲或勺，分两次浇注混凝土。

F3.2.3 在浇注第二层混凝土时，尽量使加入的混凝土量在压实后正好填满试模。当抹平混凝土表面时，持续振动以确保纤维不从修整的表面凸出来。

F3.3 试件养护

应按《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T50082)中规定的标准养护条件养护至 28 天。

F3.4 试样数量

每一个混凝土样品至少制备五个试件供试验。

F3.5 试样处置条件

试件从养护环境中取出后，应将表面水擦干，在温度为 20 ± 2 、相对湿度为 $60 \pm 5\%$ 的环境条件下放置 4 小时后开始检验。

F4 检验步骤

F4.1 首先在试件底部抹一层黄油以减少底板对试件的横向约束，置于带有定位接线片的底盘上，试件成型面向上。基盘必须固定于刚性基础如砼地面或砼浇筑块上。试件的上表面正中心放置一个直径 63.5mm 的钢球。硬质钢球用箍架置于试件上表面。在试件和定位接线片之间放置泡沫橡胶垫，以便在观察到第一条可见裂缝的测试期间限制试件的移动。试验装置见图 E1。

F4.2 检验时，将质量为 4.54kg 的钢质冲击锤从落距为 457mm 的高度自由下落冲击试件。在试验过程中，钢锤冲击钢球，钢球再将冲击能量传递给试件吸收。一次次冲击下，仔

细观察试件表面，记录下初裂的冲击次数。

F4.3 第一条可见裂缝出现之后，移走泡沫橡胶垫。然后继续不断冲击，试件裂缝扩展，并且体积发生膨胀，当膨胀的试件接触到四个挡板中的三个的时候，定义试件破坏，记录破坏时的冲击次数。

F5 检验结果

F5.1 试件第一条可见裂缝时对应的冲击次数；以 5 次冲击次数的平均值作为该试件的检验结果。

F5.2 试件最终破坏时对应的冲击次数；以 5 次冲击次数的平均值作为该试件的检验结果。

附录 G 抗剪强度试验方法

G1 本方法适用于采用双面直接剪切法测定钢纤维混凝土的抗剪强度。

G2 采用截面为 100mm × 100mm 的梁式试件，其长度为截面高度的 2 ~ 4 倍。

每组 4 个试件，其制作及养护应符合 GB/T50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》中的相关规定。

G4 抗剪强度试验设备应符合下列规定：

一、压力试验机应符合 GB/T50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》中的相关规

定。

二、试验机上下压板中应有一块带有球形铰座。

三、双面剪切试验装置如图 G1 所示，应保证上下刀口垂直相对运动，无左右移动。刀口宽度为试件公称高度 H 的 $1/10$ ，上刀口外缘间距等于 H ，上下刀口错位 a 应在 $0 \sim 1\text{mm}$ 之间。

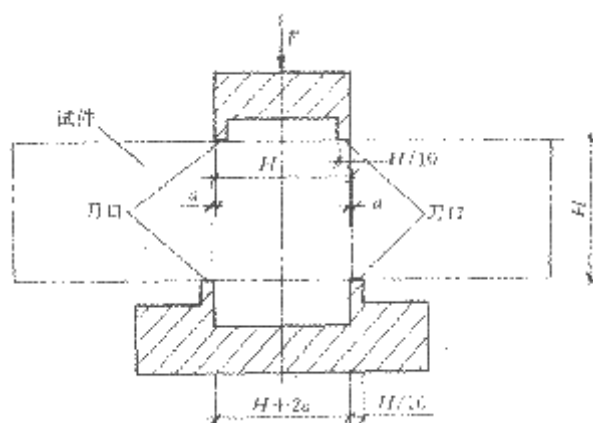


图 G1 双面剪切试验装置简图

G5 本试验步骤如下：

一、从养护地点取出试件，擦净后检查外观。测量试件两个预定破坏面的高度和宽度。测量精度及尺寸取值应符合 GB/T50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》中的相关规定。

二、将试件放入试验装置，使成型时的两个侧面与剪切装置刀口接触。剪切装置的中轴线应与试验机压力作用线重合，调整球铰座，使接触均衡。

三、对试件连续、均匀加荷，加荷速度取 $0.06 \sim 0.10\text{MPa/s}$ 。当试件临近破坏、变形速度增快时，应停止调整试验机油门，直至破坏，记录最大荷载，精确至 0.01MPa 。

四、检查试件破坏面，若不在预定面破坏(图 G2 所示)，则试验结果无效。

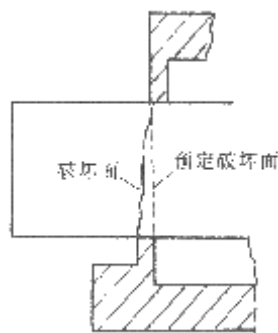


图 G2 剪切破坏面示意图

G6 钢纤维混凝土试件的抗剪强度按下式计算：

$$f_{fc,v} = \frac{F_{\max}}{2bh}$$

式中， $f_{fc,v}$ ——钢纤维混凝土抗剪强度(MPa)；

F_{\max} ——最大荷载(N)；

b ——试件平均宽度(mm)；

h ——试件平均高度(mm)。

$$b = \frac{1}{4}(b_1 + b_2 + b_3 + b_4)$$

$$h = \frac{1}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 是由 G5 条测得的预定破坏截面的宽度和高度。

以 4 个试件测值的算术平均值作为该组试件的抗剪强度。若 4 个测值中的最大值或最小值与中间两测值的平均值之差大于中间平均值的 15%，则取两中值的平均值作为该组试件的抗剪强度；如果二者与中值平均值之差均大于 15%，则该组试件的试验结果无效。

4 个试件中如有一个不在预定面破坏，取另外 3 个测值的算术平均值作为该组试件的抗剪强度值。测值离散性较大时的数据处理，应符合 GB/T50081《普通混凝土力学性能试验方法标准》中的相关规定。

4 个试件中如有两个试件不在预定面破坏，则该组试验结果无效。

附注 本规程用词说明

1 对规范条文执行严格程度的用词，采用以下写法：

1.1 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”。

1.2 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”。

1.3 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”或“可”；反面词采用“不宜”。

2 条文中应按指定的其它有关标准、规范的规定执行，其写法为“应按……执行”或“应符合……要求(或规定)”。

如非必须按指定的其它有关标准、规范的规定执行，其写法为“可参照……”。