 T/CECS ××: ××

中国工程建设标准化协会标准

剪切拉拔综合法检测混凝土抗压强度

技术规程

Technical specification for testing concrete compressive strength by comprehensive shearing-pulling method

中国工程建设标准化协会标准

剪切拉拔综合法检测混凝土抗压强度

技术规程

Technical specification for testing concrete compressive strength by comprehensive shearing-pulling method

T/CECS ××: ××

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

廊坊市阳光建设工程质量检测有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年××月××日

中国建筑工业出版社

202× 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2020年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2020]14号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合我国建设工程中混凝土质量检测的实际需要，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容有：

1 总则；

2 术语和符号；

3 基本规定；

4 检测系统；

5 检测技术；

6 抗压强度换算与推定。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体内容的解释。本规程在执行过程中如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013），以供修订时参考。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

廊坊市阳光建设工程质量检测有限公司

参编单位：××× ××× ××× ×××

主要起草人：××× ××× ××× ×××

主要审查人：××× ××× ××× ×××

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc19912)

[2 术语和符号 3](#_Toc19906)

[2.1 术语 3](#_Toc16035)

[2.2 符号 4](#_Toc2821)

[3 基本规定 6](#_Toc13435)

[4 检测系统 8](#_Toc2362)

[4.1 系统组成 8](#_Toc24779)

[4.2 取样设备 8](#_Toc15644)

[4.3 剪拉设备 10](#_Toc4554)

[4.4 几何测量设备 12](#_Toc24269)

[4.5 校准、核查与保养 12](#_Toc16080)

[5 检测技术 14](#_Toc4373)

[5.1 取样点布置 14](#_Toc11529)

[5.2 试件钻取 15](#_Toc9171)

[5.3 剪拉试验 17](#_Toc5817)

[6 抗压强度换算与推定 19](#_Toc21163)

[6.1 剪拉几何平均强度值计算 19](#_Toc20888)

[6.2 抗压强度换算与推定 20](#_Toc10873)

[附录A 地区和专用测强曲线的制定 24](#_Toc5389)

[附录B 剪拉综合法检测混凝土抗压强度测强曲线验证方法 28](#_Toc21270)

[附录C 剪拉综合法检测记录表 29](#_Toc18266)

[附录D 剪拉几何平均强度与混凝土抗压强度换算表 30](#_Toc10342)

[本规程用词说明 31](#_Toc12522)

[引用标准名录 32](#_Toc9428)

[条文说明 33](#_Toc12136)

**Contents**

1 General provisions 1

2 Terms and symbols 3

2.1 Terms 3

2.2 Symbols 4

3 General requirements 6

4 Testing system 8

4.1 System composition 8

4.2 Sampling equipments 8

4.3 Shearing-pulling equipments 10

4.4 Geometric measurement equipments 12

4.5 Calibration and maintenance 12

5 Testing technology 14

5.1 Layout of sampling points 14

5.2 Sample drilling 15

5.3 Shearing-pulling test 16

6 Compressive strength conversion and estimation 19

6.1 Calculation of geometric mean strength value of shearing-pulling test 19

6.2 Strength conversion and estimation 20

Appendix A Define of regional and special strength conversion curve 24

Appendix B Verification of strength conversion curve tested by

comprehensive shearing-pulling method 28

Appendix C Testing record table for comperhensive shearing-pulling method 29

Appendix D Conversion table of shearing-pulling geometric mean strength and

compressive strength 30

Explanation of wording in this specification 31

List of quoted standards 32

Addition: Explanation of provisions 33

# 1 总则

1.0.1为规范采用剪切拉拔综合法检测混凝土抗压强度的技术，保证检测精度和检测结果的准确性，制定本规程。

【1.0.1】本条明确标准的编制目的。剪切拉拔综合法是近年来对已有技术进行广泛研究、迭代改进提高而形成的新型检测技术，该方法在受检混凝土构件上钻取直径44mm的芯样作为剪拉试件，分别进行剪切和拉拔试验，并根据实测的剪力峰值和拉力峰值进行几何平均运算，得到剪拉几何平均强度值，然后将其作为自变量代入测强曲线，推算混凝土抗压强度。该方法简称剪拉综合法，属于一种操作方便、对结构损伤小、试验精度高的微破损检测技术。

1.0.2 本规程适用于检测结构中15MPa~80MPa、粗骨料粒径不大于31.5mm的普通混凝土抗压强度的检测。混凝土采用的水泥、砂石、外加剂、掺合料、拌和用水应符合国家现行有关标准规定，混凝土应采用普通工艺成型。

【1.0.2】本条明确规程的适用范围。本条明确规程适用于普通混凝土，现行行业标准《建筑材料术语标准》JGJ/T 191对普通混凝土的概念有明确规定。本规程剪拉综合法测强曲线是建立在15MPa~80MPa范围内不同龄期普通混凝土剪拉试件的试验基础上，当采用剪拉综合法得到的混凝土抗压强度换算值超出换算曲线的适用范围时严禁外推，剪拉试件的抗压强度换算值应表述为:“小于15.0MPa”或“大于80.0MPa”。

纤维混凝土、轻骨料混凝土的原材料或掺和料与普通混凝土有所不同，其抗拉强度、抗剪强度与抗压强度之间的关系与普通混凝土存在较大差异，因此不能采用普通混凝土剪拉综合法的测强曲线。混凝土表层遭受火烧、高温、冻害、化学侵蚀时，表面会产生疏松剥落，采用剪拉综合法进行检测时，剪切与拉拔的破坏断面位置要严格控制，应当避开表层受损段。

1.0.3 采用剪切拉拔综合法进行检测的人员均应通过专门的培训并考试合格。

【1.0.3】本条规定应对使用剪拉综合法的技术人员进行系统培训，其原因是剪拉综合法对钻芯取样、剪切和拉拔试验方法均有很严格的技术要求，为保证检测精度，培训考核工作是非常必要的。培训和考核的实施单位可为行政主管部门或第三方培训机构，也可为本单位或部门。

1.0.4 剪切拉拔综合法检测混凝土抗压强度除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【1.0.4】本条明确规定剪拉综合法作为一项检测试验技术，检测方案编制、检测批划分、抽样数量、取样点选取、数据处理与取舍等还需要执行国家现行相关技术标准的规定。此外现场钻取剪拉试件、登高作业、剪拉操作等检测过程还应遵守现行有关标准对作业安全、用电、环保等方面的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1 术语

2.1.1 剪切拉拔综合法 comprehensive shearing-pulling method

在混凝土结构钻取芯样，通过对芯样进行轴向拉拔和径向剪切试验以推定混凝土抗压强度的检测方法，简称剪拉综合法。

2.1.2 剪拉试件specimen for shearing-pulling test

在受检混凝土结构上钻取的直径44mm、长度115mm~125mm，用于剪拉综合法测试混凝土强度的圆柱体芯样，简称试件。

2.1.3 剪切试验 shearing test

将试件中段固定在专用卡盘上，采用专用剪切部件圆弧形剪切头套住试件一端，在规定区域沿径向将其剪断以获取剪力峰值的试验。

2.1.4 拉拔试验 pulling test

将试件中段固定在专用卡盘上，采用专用拉拔部件夹紧试件一端，在规定区域沿轴向将其拉断以获取拉力峰值的试验。

2.1.5 剪切拉拔试验 shearing-pulling test

剪切试验与拉拔试验的合称，简称剪拉试验。

2.1.6 剪拉几何平均强度值geometric mean strength value of shearing-pulling test

对剪切和拉拔试验数据按本规程规定公式进行几何平均运算而得到的强度值。

2.1.7 混凝土抗压强度换算值 conversion value of concrete compressive strength

由剪拉几何平均强度值通过测强曲线或强度换算表得到的测试龄期混凝土抗压强度值。

2.1.8 混凝土抗压强度推定值 estimated value of concrete compressive strength

相应于混凝土抗压强度换算值总体分布中保证率不低于95%的估计值。

2.1.9 构件混凝土抗压强度代表值 representative strength of concrete member

单个构件混凝土抗压强度换算值的算术平均值。

【术语】本规程剪切试验和拉拔试验的加载采用同一套驱动和数据采集部件，所采集的剪力峰值和拉力峰值为试件达到剪断和拉断的破坏临界状态时驱动和数据采集部件自身量测的沿轴向的最大驱动拉力值。由于拉拔部件的加载提升杆直接传递轴向拉力，不进行力的转换，因此拉力峰值即为试件拉断时所受的最大拉力值；而剪切部件需要将轴向驱动拉力转换为左右剪切头的径向剪力，剪力峰值与试件剪断时所受的实际剪力值并不相同，但二者具有固定的比例关系，因此是名义的剪力峰值。

本规程给出了混凝土抗压强度推定值、构件混凝土抗压强度代表值这两个术语的定义与确定方法，推定值可以是针对单一构件的抗压强度推定值，也可以是针对一个检测批的抗压强度推定值，而代表值仅针对单一构件。对单一构件混凝土的抗压强度而言，由于推定值具有95%的保证率，因此可以用于构件混凝土强度的合格评定；而代表值取相应试件强度换算值的均值，不具有国家标准规定的保证率，因此不能作为构件混凝土抗压强度合格性评定的依据，但是在对既有结构进行检测鉴定时，可以采用代表值对构件的承载力、变形开裂等性能进行评价。

## 2.2 符号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | —— | 第个试件剪断区截面积； |
|  | —— | 第个试件拉断区截面积； |
|  | —— | 第个试件沿剪断区两个垂直方向直径测量值； |
|  | —— | 第个试件沿拉断区两个垂直方向直径测量值； |
|  | —— | 第个试件剪断区的平均直径； |
|  | —— | 第个试件拉断区的平均直径； |
|  | —— | 第个试件剪切试验的剪力峰值； |
|  | —— | 第个试件拉拔试验的拉力峰值； |
|  | —— | 第个试件的剪拉几何平均强度值； |
|  | —— | 第个试件混凝土抗压强度换算值； |
|  | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的最小值； |
|  | —— | 混凝土抗压强度推定值； |
|  | —— | 检测批混凝土抗压强度推定区间上限值； |
|  | —— | 检测批混凝土抗压强度推定区间下限值； |
|  | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的样本均值； |
|  | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的标准差； |
|  | —— | 试件混凝土抗压强度相对标准差； |
|  | —— | 试件混凝土抗压强度平均相对误差。 |

# 3 基本规定

3.0.1当需要推定单个构件或检测批的混凝土抗压强度时，可按本规程进行检测，检测结果可作为评价混凝土强度的依据。

【3.0.1】剪拉综合法既能用于新建工程结构中混凝土强度的检测与合格评定，也能用于既有结构中混凝土强度的检测和评价。对新建、改扩建工程，在正常情况下混凝土强度的检验与评定按照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204及《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107执行；当遇到现场未预留立方体试块或对结构实体混凝土强度存在异议时，可以采用本规程方法对混凝土抗压强度进行检测，检测批或构件的混凝土抗压强度推定值作为合格评定与结构验收的依据。对既有结构，当需要进行检测鉴定时，可采用本规程检测方法得到的混凝土抗压强度推定值或单个构件的代表值进行结构验算。

3.0.2采用剪拉综合法检测结构混凝土抗压强度前，宜收集下列资料：

1 工程名称和建设、设计、施工单位名称；

2 构件名称、数量和混凝土类型、强度等级；

3 结构构件质量状况和施工中存在问题的记录；

4 检测龄期和检测原因；

5 有关设计文件、施工资料。

【3.0.2】采用本规程检测方法进行混凝土强度检测前，需要收集相关资料并进行必要的现场调查，以明确检测目的、对象和范围，便于编制检测方案并判断检测方法的适用性。

3.0.3 混凝土抗压强度换算值可采用下列测强曲线计算：

1 统一测强曲线：由全国有代表性的材料、成型工艺制作的混凝土试件，通过试验所建立的测强曲线。

2 地区测强曲线：由本地区常用的材料、成型工艺制作的混凝土试件，通过试验所建立的测强曲线。

3 专用测强曲线：由与构件混凝土相同的材料、成型养护工艺制作的混凝土试件通过试验所建立的测强曲线。

3.0.4 建立混凝土测强曲线时，混凝土用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定；混凝土用砂、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；混凝土拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定；混凝土外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076的规定；混凝土掺合料应符合现行行业标准《混凝土用复合掺合料》JG/T 486的规定。

3.0.5 有条件的地区和单位可制定本地区测强曲线或专用测强曲线，计算混凝土抗压强度换算值时应依次选用专用测强曲线、地区测强曲线和本规程统一测强曲线。地区和专用测强曲线的制定方法应符合本规程附录A的规定。当采用本规程统一测强曲线时，宜按本规程附录B规定的方法进行验证。

【3.0.5】我国地域辽阔，混凝土品种较多，各地区采用的砂、石骨料的岩质、粒径不尽相同，施工工艺和环境条件也存在差异；实际工程中，泵送混凝土和现场搅拌混凝土对粗骨料粒径的要求不同，因骨料粒径占芯样直径的比例较大，对混凝土剪拉试验结果也会产生一定的影响。因此采用剪拉试验结果换算混凝土抗压强度的测强曲线会有差别，如果按照同一规律进行换算很可能出现系统不确定性较大的问题，有条件的地区和单位所制定的地区测强曲线和专用测强曲线针对性更强，精度更高。本条从减少系统不确定性角度，规定了专用测强曲线、地区测强曲线和统一测强曲线的优先选择顺序。

3.0.6 当结构构件与制定测强曲线所采用的材料有较大差异时，可采用钻芯法对混凝土抗压强度换算值进行修正。修正方法可参照《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的相关规定。

# 4 检测系统

## 4.1 系统组成

4.1.1 剪拉综合法检测系统应由取样设备、剪拉设备、几何测量设备等组成。

【4.1.1】本条对剪拉综合法检测系统的组成作出规定。现场采用取样设备钻制试件后，在试验室采用剪拉设备进行剪切和拉拔试验，获取试件的剪力和拉力峰值。几何测量设备用于测量试件剪断区和拉断区的直径，以计算相应的截面积；同时用于检查试件母线的平整度。

4.1.2 取样设备应由钻芯机、钻头及取样器组成。

【4.1.2】试件的钻制和取出质量直接影响检测结果的准确性。钻芯和取样设备需要保证芯样的外观、尺寸满足本规程有关要求，而且要避免在芯样钻制和取出时受损。

4.1.3 剪拉设备应由夹持部件、剪切部件、拉拔部件、驱动和数据采集部件组成。

【4.1.3】剪切部件、拉拔部件分别与驱动和数据采集部件组合后进行剪切试验和拉拔试验。驱动和数据采集部件与剪切部件配合将试件剪断后，以实测的最大驱动力值作为剪力峰值；驱动和数据采集部件与拉拔部件配合将试件拉断后，以实测的最大驱动力值作为拉力峰值。

## 4.2 取样设备

4.2.1 取样设备应保证钻取的试件侧面的母线平整度满足本规程的相关技术要求。

4.2.2 钻芯机应符合下列规定：

1 应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便，并应配有水冷却系统；

2 应配置漏电保护装置，深度控制和底盘固定机构；

3 钻芯机钻头主轴的径向跳动不应超过0.1mm。

【4.2.2】本条对钻芯机的技术性能提出要求，以确保试件的钻制质量。为保证芯样侧面顺直并避免钻头径向晃动对芯样造成损伤，要求对钻芯机钻头的径向跳动位移量加以控制。除本条规定外，还需要控制钻轴与轴套之间的间隙和钻杆与钻头的连接位置的同心度，如果轴套磨损间隙过大，主轴径向就会出现跳动或钻头端部出现摆动，钻芯的质量就会受到影响，使试件呈现椭圆状或葫芦状。

4.2.3 钻头应符合下列规定：

1 应采用人造金刚石薄壁钻头；

2 钻头公称内径应为44mm，长度宜为200mm～300mm；

3 钻头不得有裂缝、缺齿、倾斜及喇叭口变形。

【4.2.3】本条对钻头尺寸和性能提出要求，对尺寸的要求是为了保证钻取试件的尺寸与剪拉设备相适应。限制钻头长度是避免较长的钻头因摆动影响试件质量，200mm长度的钻头的有效工作长度已经能满足常规检测的需要。钻头磨损会导致试件直径变大，考虑与剪拉设备的匹配，钻制的试件直径不允许超过44.5mm。

4.2.4 取样器有效工作长度不应小于试件长度，并能保证试件整体从根部折断。

【4.2.4】本条对取样器性能提出要求，取样器要有足够的刚度和合理的外形，从根部折断芯样同时需要有效保护中间段，避免对芯样中间试验段造成损伤。

## 4.3 剪拉设备

4.3.1 剪拉设备夹持部件应包括支架、工作台面和卡盘，并应符合下列规定：

1 应能通过卡盘夹头将试件在中段夹持固定；应备有专用扭矩扳手，扭矩值应保证稳定夹持试件并不对试件造成损伤；

2 夹持部件应能为剪切试验和拉拔试验提供工作台面，工作台面应与试件轴线垂直；

3 夹持部件工作台面宜具备调节功能，能保证工作台面与试件测试端面基本平齐。

【4.3.1】为避免多次夹持对试件造成损伤，剪拉综合法采用一次夹持的方法，卡盘夹头夹持试件中段，试件两端分别进行剪切和拉拔试验。用于夹紧试件的卡盘可采用实用的三爪卡盘改制，采用专用扭矩扳手是为了保证既能夹紧试件满足试验固定要求，同时又能避免过大的夹持力对试件造成损伤。试件长度受操作限制，在115mm～125mm范围内不等，夹持部件两个工作台面间距离如能调整，则可保证试件的测试端面与工作台面平齐，将剪切部件和拉拔部件的支撑架置于工作台面即可直接进行试验。

4.3.2 剪拉设备的剪切部件应符合下列规定：

1 应有足够的强度和刚度；

2 应具有对试件径向定位和夹紧剪切的功能；

3 应能套住直径43.5mm～44.5mm的试件并在距离端部25mm处将其剪断，左右剪切头之间剪切力值与驱动和数据采集部件驱动力值的关系应为正比关系；

4 剪切部件中心线应与试件轴线重合，并与夹持部件的工作台面垂直。

【4.3.2】本条对剪拉设备中剪切部件的技术性能作出规定。剪切部件与驱动和数据采集部件共同组成剪切试验设备。剪切部件的左右剪切头为易损件，设计为可更换配件时要与加载的力矩臂连接牢固。剪切试验时采集到的力值为驱动和数据采集部件的轴向驱动力值，并非左右剪切头之间的直接剪切力值，只有二者具有正比关系时，才能按本规程第6章公式计算剪拉几何平均强度值，并采用线性公式计算得到混凝土的抗压强度换算值。本规程编制组所采用剪拉设备的轴向驱动力值与剪切部件左右剪切头剪切力值的比例关系为1:2。

4.3.3 剪切部件的剪切头应符合下列规定（图4.3.3）：

1 剪切头应由左右两块组成；

2 左右剪切头均应为内径mm的半圆弧形；

3 剪切接触面应当为圆弧形凸台，凸台曲率半径应为mm，左右凸台中心沿试件轴线方向的错位距离应为mm；

4 剪切头弧形凸台的洛氏硬度应在HRC45～HRC50范围内。

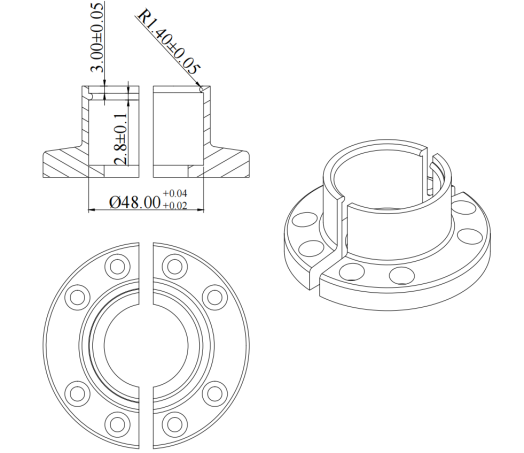


图4.3.3 剪切部件左右剪切头构造

【4.3.3】剪切部件是通过左右两块剪切头对试件施加剪切力，利用左右剪切头的弧形凸台沿试件径向将其剪断。剪切试验获取的剪力峰值大小与剪切部件的构造和尺寸关系很大，为便于数据统一，本条对剪切部件左右剪切头的几何尺寸参数做了规定。剪切头硬度过低容易发生变形，硬度过高易发生脆断，本条给出了洛氏硬度范围。

4.3.4 剪拉设备的拉拔部件应符合下列规定：

1 应具有足够的强度和刚度；

2 夹头应具有夹持固定试件和对中的功能；

3 夹头内径应为44±0.5mm，夹持深度不宜小于20mm；

4 支撑架、夹头与加载提升杆的中心线应重合。

【4.3.4】本条对剪拉设备中拉拔部件的技术性能作出规定。拉拔部件与驱动和数据采集部件共同组成拉拔试验设备。拉拔部件的夹头一般采用三瓣结构，通过与力矩臂和平衡架的共同作用夹紧试件并与其表面紧密结合，夹头内径的大小对夹紧试件有一定的影响，内径过大会导致难以夹紧试件；内径过小，则无法将试件插入空腔内。对拉拔部件技术指标的要求是顺利完成拉拔操作、获取准确检测数据的保证。

为了确保拉拔操作时拉拔力与反力在同一轴线上并保持大小相等，方向相反，应当在设备生产环节保证支撑架、夹头的中心线与加载提升杆的中心线相重合。

4.3.5 剪拉设备驱动和数据采集部件应由加载驱动和压力数据采集存储两部分组成。其性能应符合下列规定：

1 应具有实时显示、超载显示、峰值保持及数据存储功能；

2 荷载表的分辨率或最小示值宜为1N，满量程测试误差不得大于1.0%；

3 设备加载量程宜为0kN~25kN，加载速度应满足本规程第5.3.5条试验加载要求；

4 数据采集及存储装置应能适用于-4℃~40℃的环境温度条件。

【4.3.5】驱动装置在满足加载速度均匀可控前提下，可以采用手动加载，也可以采用机电一体化的自动加载方式。采集力值的传感器可根据设备情况选择穿孔式、轮辐式或液压传感器。

由于剪切试验与拉拔试验均呈现脆性破坏模式，试件被剪断或拉断瞬间发生，因此要求电子仪器应能采集到荷载峰值并有保持功能。采集装置设有存储模块时可将测强曲线设置在内存中，检测时将试件剪断区和拉断区直径输入系统内，选择不同的测强曲线后能直接读取混凝土抗压强度换算值，使得试验显示更加直观。自动加载情况下驱动和数据采集部件宜设计超载自动停机功能，即数据采集部件出现超载信号时能够自动立即停止加载，目的是避免加载过大损坏仪器设备。

## 4.4 几何测量设备

4.4.1 几何测量设备可包括游标卡尺、钢直尺、塞尺等。

【4.4.1】游标卡尺用于量测试件剪断区和拉断区的直径，钢直尺和塞尺配合可对试件母线的平整度进行量测和复核。

4.4.2 几何测量设备的精度应不低于0.1mm。

## 4.5 校准、核查与保养

4.5.1 钻芯设备、剪拉设备和几何量测设备均应有产品合格证，剪拉设备的驱动和数据采集部件、几何测量设备均应有校准证书，并在有效期内使用。

【4.5.1】剪拉综合法所用剪拉设备的驱动和数据采集部件需要定期进行力值校准，测量试件直径的游标卡尺也需要定期进行长度校准，测量准确是保证试验结果准确有效的必要条件。

4.5.2 驱动和数据采集部件的测力系统应符合现行行业标准《工作测力仪》JJG 455的有关规定，当有下列情况时应进行校准：

1 新设备启用前；

2 达到1年校准周期；

3 更换主要零配件后；

4 工作异常经维修后。

【4.5.2】本条规定了驱动和数据采集部件需要进行校准的几种情况。因为该装置的结构组成比较复杂，采用加载和数据采集一体化的设计理念，将力传感器、控制电路和数据储存集成为一体，在设备可能影响准确计量时，需要将装有力传感器的数据采集装置送检验机构进行校准。剪拉设备剪切部件的圆弧形凸台容易变形，需要定期采用检验卡进行核查，如发现不符合要求应当及时更换。

4.5.3 剪切试验装置剪切头的半圆形凸台，当有下列情况时应进行核查：

1 首次使用前；

2 使用超过6个月；

3 试验次数超过3000次。

4.5.4 检验剪切部件剪切头的弧形凸台检验卡应为止、通结构，弧形检验卡见图4.5.4，当两个检验卡对应弧形卡槽全部能套进或全部不能套进凸台时，应及时更换剪切头。

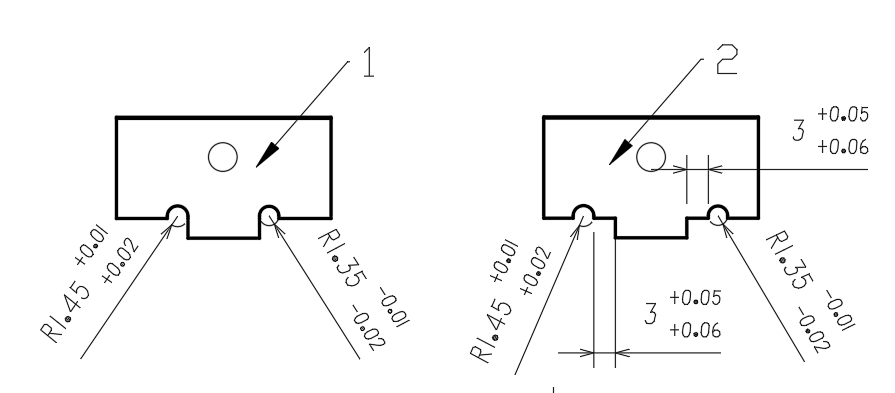


图4.5.4 剪切头半圆形凸台检验卡

|  |  |
| --- | --- |
| 1—左剪切头凸台检验卡 | 2—右剪切头凸台检验卡 |

【4.5.4】本条规定了用于检验剪切装置左右剪切头弧形凸台的周期和方法。检验时如果同形状卡槽都不能套进或全能套进凸台，说明剪切头凸台发生变形或磨损，需要停止使用并更换左右剪切头；如果一个不能套进，一个可以套进，说明凸台正常，可继续使用。检验位置应选择在剪切头内弧的一边并沿弧形凸台移动到另一边，如出现卡顿，说明弧形凸台出现变形，并记录存档。

4.5.5 设备使用完毕应关闭电源、清洁干净后装箱并应存放在阴凉干燥处。

【4.5.5】剪拉设备使用完毕，关闭电源以防止误启动进入工作状态。工作时产生的灰尘易渗入机体内部，影响电气系统正常工作或使驱动总成的润滑状况降低，因此使用后要求擦拭干净并装箱存放在阴凉干燥处。

# 5 检测技术

## 5.1 取样点布置

5.1.1 剪拉综合法取样点布置应符合下列规定：

1 宜选在结构构件的浇筑侧面，相邻取样点间距不应小于150mm，距构件边缘不应小于100mm；

2 检测面应清洁、干燥、密实；

3 应避开施工缝部位、混凝土表面的蜂窝和麻面区域，并应避开钢筋、预埋件和管线；

4 应布置在便于钻芯机安放与操作的部位；

5 应选择具有代表性的部位。

【5.1.1】本条规定取样点选择的基本原则。钻制试件位置要便于固定钻芯机、操作高度适中。取样点选择混凝土强度具有代表性的位置，分布均匀，避开构件边缘、施工缝位置、表面存在明显缺陷的区域，有利于试件准确反映结构的真实强度。剪拉综合法取样点布置对构件表面形状没有特别要求，不仅可以选择平整面，对于圆柱等圆弧形表面，只要能安装钻芯机，也同样可以取样检测。

5.1.2 剪拉综合法取样数量应符合下列规定：

1 检测单个构件的混凝土抗压强度时，取样数量不应少于3个。

2 混凝土抗压强度按检测批抽样检测时，构件最小样本容量不应小于表5.1.2的限定值，每个样本构件至少钻取一个试件，每个检测批的试件数量不应少于10个。

表5.1.2 按检测批抽样检测的最小样本容量

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测批  的容量 | 检测类别和  样本最小容量 | | | 检测批  的容量 | 检测类别和  样本最小容量 | | |
| A | B | C | A | B | C |
| 3～15 | 3 | 3 | 5 | 91～150 | 8 | 20 | 32 |
| 16～25 | 3 | 5 | 8 | 151～280 | 13 | 32 | 50 |
| 26～50 | 5 | 8 | 13 | 281～500 | 20 | 50 | 80 |
| 51～90 | 5 | 13 | 20 | 501～1200 | 32 | 80 | 125 |
| 注：1 检测类别A适用于一般施工质量的检测，检测类别B适用于结构质量或性能的检测，检测类别C适用于结构质量或性能的严格检测或复检；  2 样本单位为构件。 | | | | | | | |

【5.1.2】本条规定了按单个构件或按检测批抽检时的取样数量。表5.1.2基本参照现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784-2013表3.4.4的规定，检测批容量3～15时，适当增加了样本最小容量。表中样本是指构件，当按检测批检验但抽取的样本数量不足10个时，每个样本需要抽取多个试件，使得试件总数量不少于10个。剪拉综合法用于检测大型屋架、大跨双T板、大跨桥梁等结构构件的混凝土抗压强度时，取样数量根据情况适当增加，当需要组成检测批时，取样数量不少于10个。

5.1.3 按检测批抽样检测时，同批构件应符合下列条件：

1设计混凝土强度等级应相同；

2混凝土原材料、配合比、施工工艺和养护条件应相同；

3结构构件种类、施工阶段所处位置应基本相同。

【5.1.3】对新建工程或者有施工图的既有结构，应根据本条规定和施工图划分检测批；对无设计资料的既有结构，本条前两款不作要求。

## 5.2 试件钻取

5.2.1 钻芯机应安放平稳、牢固，钻取试件的质量应符合本规程第5.3.1条的规定。

【5.2.1】剪拉综合法属于微破损检测方法，芯样直径非常小，如果钻芯机固定不牢，高速旋转的电机产生的离心力将会使钻芯机在钻制试件过程中出现机体晃动，试件会出现断裂，同时钻芯机主轴的轴瓦如果出现磨损，转动的钻头也会出现摆动，造成试件呈现椭圆状或葫芦状，因此本条要求钻芯机安放平稳、牢固。钻芯机使用前要检查钻芯机钻头是否晃动，如果径向跳动超过本规程的规定，应进行维修或更换钻芯机。

5.2.2 采用三相电动机的钻芯机在未安装钻头之前，应先通电检查确认主轴旋转方向为顺时针方向。

【5.2.2】对三相电动机如果主轴与连接头沿逆时针退扣方向旋转，容易把钻头甩掉造成事故。

5.2.3 钻制试件时冷却水的流量应能冷却钻头并排出混凝土碎屑。

【5.2.3】钻芯机必须通冷却水才能达到冷却钻头和排出混凝土碎屑的目的。钻头温度过高时会受损，混凝土碎屑不能及时排除不仅加速钻头磨损，还会影响进钻速度和试件表面质量。本规程钻头规格为44mm，根据经验冷却水流量可控制在1.5L/min～4.0L/min。

5.2.4 钻制试件时应匀速进钻并均匀施力，钻深宜通过钻芯机深度标尺控制。

【5.2.4】采用过高的钻进速度会加大芯样的损伤，因此钻进速度应加以控制。剪拉试验设备对试件的长度有一定要求，钻芯机配置深度标尺情况下，能一次钻取到长度满足试验要求的试件，既减小了对结构的损伤，又避免了后期再次处理芯样。

5.2.5 试件钻制完毕后应采用取样器将试件整体从根部折断取出，并应保证断面基本整齐。取出后应及时冲洗试件表面泥浆，并擦拭干净。

5.2.6 钻制完的试件应做好标识，记录钻取部位和编号，并做好试件的保护。

【5.2.6】钻制试件必须进行编号以防止发生错乱。由于试件的直径较小，运输中必须采取保护措施，防止颠簸碰撞造成损伤。有条件时试件应竖向放置于专用网格箱内进行搬运。

5.2.7 钻取试件后的结构孔洞应及时进行修补。

【5.2.7】设计无特殊要求时，钻制试件后结构孔洞修补宜采用比构件混凝土高一个强度等级的微膨胀细石混凝土。难以保证浇筑密实时，也可采用无收缩高强水泥基灌浆料。

## 5.3 剪拉试验

5.3.1 剪拉试验前试件应处于自然风干状态，并应满足下列要求：

1 直径应在43.5mm～44.5mm范围内；长度应在115mm～125mm范围内；

2 母线平整度不应大于0.5mm；

3 试件内不得有钢筋、孔洞及杂物。

【5.3.1】钻制后的试件表面湿润，为避免水分对试件强度的影响，要求试件在干燥状态下进行试验。试件内有钢筋、杂物或明显缺陷时不能代表混凝土的实际强度，故不能用于试验，必要时在取样部位附近重新钻取。

5.3.2 剪拉试验前应采用游标卡尺沿两个垂直方向分别测量试件剪切区和拉断区的直径。剪切区应选择距试件成型面约25mm的部位；拉断区应选择距试件断裂面20mm～44mm的部位。

5.3.3 剪拉试验时应将试件中段夹紧，并保证试验过程中试件不发生松动。剪切试验和拉拔试验应分别在试件的两端进行，两端预留试验段长度宜相等。

【5.3.2~5.3.3】试件不需要进一步加工，直接利用其两端分别进行剪切试验和拉拔试验，夹持部位位于中心点，两侧预留的试验长度基本相同。考虑剪切头距离试件一端距离为25mm，量测试件剪切区直径时，亦选择距离该端25mm的部位。拉拔试验在试件另一端进行，拉断位置一般在距离该端约20mm～44mm的部位，量测试件拉断区直径时，亦选择该部位。要求分别量测剪切区和拉断区直径是为反映试件母线不平整对截面面积和强度计算结果的影响。

5.3.4 剪切试验应符合下列规定：

1 剪切部件与夹持部件、驱动与数据采集部件应可靠连接；

2 试件伸入剪切头的长度应为25mm；

3 加载前驱动与数据采集部件显示仪表应清零，应调节剪切部件剪切头卡紧试件；

4 试验加载应连续均匀，加载速度宜控制为100N/s～160N/s范围内；

5 试件剪断后应立即停止加载并记录试验数据。

5.3.5 拉拔试验应符合下列规定：

1 拉拔部件与夹持部件、驱动与数据采集部件应可靠连接，应调节拉拔部件夹头夹紧试件；

2 加载前驱动与数据采集部件显示仪表应清零；

3 试验加载应连续均匀，加载速度宜控制为130N/s～260N/s范围内；

4 试件拉断后应立即停止加载并记录试验数据。

【5.3.4~5.3.5】剪切和拉拔试验的加载是一个从小到大的渐变过程，当试件被剪断或拉断时，其剪力值、拉力值会从峰值突然降为0，本规程规定采用剪力峰值、拉力峰值作为剪拉试验的实测力值用于换算混凝土抗压强度。

5.3.6 剪拉试验数据记录可采用附录C的记录表。

5.3.7 当试件破坏面出现下列异常情况之一时，应将相应剪切试验数据或拉拔试验数据舍去，并在试件上重做该试验；如该试件不具备重做试验条件则应在原取样点附近补取1个试件。

1 试件破坏部位有粒径超过31.5mm的粗骨料；

2 试件破坏面上有粒径大于20mm的粗骨料脱落；

3 试件破坏部位有明显影响检测结果的缺陷或异物。

# 6 抗压强度换算与推定

## 6.1 剪拉几何平均强度值计算

6.1.1 试件的直径、截面积应按下列公式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | （6.1.1-1） |
|  | | （6.1.1-2） |
|  | | （6.1.1-3） |
|  | | （6.1.1-4） |
| 式中： | **、** | —— | 第个试件剪断区两个垂直方向直径测量值（mm），精确至0.1mm； | |
|  | **、** | —— | 第个试件拉断区两个垂直方向直径测量值（mm），精确至0.1mm； | |
|  |  | —— | 第个试件剪断区平均直径（mm），精确至0.1mm； | |
|  |  | —— | 第个试件拉断区平均直径（mm），精确至0.1mm； | |
|  |  | —— | 第个试件剪断区截面积（mm2），精确至1mm2； | |
|  |  | —— | 第个试件拉断区截面积（mm2），精确至1mm2。 | |

6.1.2 单个试件的剪拉几何平均强度值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.1.2） |
| 式中： |  | —— | 第个试件的剪拉几何平均强度值（MPa），精确至0.01MPa； | |
|  |  | —— | 第个试件剪切试验的剪力峰值（N），精确至1N； | |
|  |  | —— | 第个试件拉拔试验的拉力峰值（N），精确至1N。 | |

【6.1.2】本条规定在进行剪拉综合法换算混凝土抗压强度前，将试验得到的剪力峰值和拉力峰值通过几何平均的数学计算，转换为剪拉几何平均强度值。经过对大量试验数据的拟合回归分析，采用该变量能合理揭示混凝土抗压强度与剪切试验结果、拉拔试验结果之间的关系，物理意义明确，计算精度高，而且形式上更为简单，转换后混凝土抗压强度与剪拉几何平均强度值之间的关系可以采用一元线性方程进行拟合分析。

## 6.2 抗压强度换算与推定

6.2.1 试件混凝土抗压强度换算值可由本规程附录D查表得出，也可采用下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.1） |
| 式中： |  | —— | 第个试件混凝土抗压强度换算值（MPa），精确至0.1MPa； | | |
|  |  | —— | 第个试件的剪拉几何平均强度值（MPa），精确至0.01MPa。 | | |

【6.2.1】本条为本规程给出的混凝土抗压强度统一测强曲线计算公式，与附录D换算表对应。该公式通过大量试验数据进行回归分析得到，由于剪切试验得到的剪力峰值是驱动和数据采集部件的最大轴向驱动力值，并非左右剪切头之间的直接剪切力值，只有在设备最大轴向驱动力值与剪切部件左右剪切头之间剪切力值的关系为1:2时，才能采用本条的回归公式。

6.2.2 推定单个构件的混凝土抗压强度且试件数少于10个时，混凝土抗压强度推定值按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.2） |
| 式中： |  | —— | 混凝土抗压强度推定值（MPa），精确至0.1MPa； | |
|  |  | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的最小值（MPa），精确至0.1MPa。 | |

【6.2.2】本条针对取样数量较少的一般构件混凝土强度的推定方法进行规定。综合考虑工程检测的可操作性和检测结果的可靠性，采用了目前较为常用的以最小值作为推定值的评定方法，不进行数据舍弃。

6.2.3 推定单个构件的混凝土抗压强度且试件数量不少于10个时，构件混凝土抗压强度推定值应按下式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.3-1） |
|  | （6.2.3-2） |
|  | （6.2.5-3） |
| 式中： | |  | —— | 第个试件混凝土抗压强度换算值（MPa）； | | |
|  |  | | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的样本均值（MPa），精确至0.1MPa； | | |
|  |  | | —— | 试件混凝土抗压强度换算值的样本标准差（MPa），精确至0.01MPa； | | |
|  |  | | —— | 构件试件数。 | | |

【6.2.3】大型构件取样数量较多，数量超过10个时按本条正态分布统计公式推定混凝土抗压强度。

6.2.4 确定单个构件混凝土抗压强度代表值时，应取试件抗压强度值的算术平均值作为构件混凝土抗压强度代表值。

【6.2.4】本条规定了混凝土抗压强度代表值的计算方法。混凝土抗压强度代表值可用于单个构件正常使用极限状态及承载力极限状态的验算，不得用于混凝土抗压强度的合格评定。

6.2.5 批量检测混凝土抗压强度时，检测批混凝土抗压强度推定区间上限值、下限值应按下列公式计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （6.2.5-1） |
|  | （6.2.5-2） |
|  | （6.2.5-3） |
|  | （6.2.5-4） |
| 式中： | |  | —— | 检测批混凝土强度推定区间上限值（MPa），精确至  0.1MPa； | | |
|  |  | | —— | 检测批混凝土强度推定区间下限值（MPa），精确至0.1MPa； | | |
|  | ***、*** | | —— | 推定区间上限系数和下限系数，按本规程表6.2.5查得； | | |
|  |  | | —— | 检测批试件数。 | | |

表6.2.5 ，推定区间上限系数和下限系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件数*n* | （0.05） | （0.05） | （0.1） | 试件数*n* | （0.05） | （0.05） | （0.1） |
| 10 | 1.01730 | 2.91096 | 2.56837 | 40 | 1.29657 | 2.12549 | 2.01027 |
| 11 | 1.04127 | 2.81499 | 2.50262 | 41 | 1.30035 | 2.11831 | 2.00494 |
| 12 | 1.06247 | 2.73634 | 2.44825 | 42 | 1.30399 | 2.11142 | 1.99983 |
| 13 | 1.08141 | 2.67050 | 2.40240 | 43 | 1.30752 | 2.10481 | 1.99493 |
| 14 | 1.09848 | 2.61443 | 2.36311 | 44 | 1.31094 | 2.09846 | 1.99021 |
| 15 | 1.11397 | 2.56600 | 2.32898 | 45 | 1.31425 | 2.09235 | 1.98567 |
| 16 | 1.12812 | 2.52366 | 2.29900 | 46 | 1.31746 | 2.08648 | 1.98130 |
| 17 | 1.14112 | 2.48626 | 2.27240 | 47 | 1.32058 | 2.08081 | 1.97708 |
| 18 | 1.15311 | 2.45295 | 2.24862 | 48 | 1.32360 | 2.07535 | 1.97302 |
| 19 | 1.16423 | 2.42304 | 2.22720 | 49 | 1.32653 | 2.07008 | 1.96909 |
| 20 | 1.17458 | 2.39600 | 2.20778 | 50 | 1.32939 | 2.06499 | 1.96529 |
| 21 | 1.18425 | 2.37142 | 2.19007 | 60 | 1.35412 | 2.02216 | 1.93327 |
| 22 | 1.19330 | 2.34896 | 2.17385 | 70 | 1.37364 | 1.98987 | 1.90903 |
| 23 | 1.20181 | 2.32832 | 2.15891 | 80 | 1.38959 | 1.96444 | 1.88988 |
| 24 | 1.20982 | 2.30929 | 2.14510 | 90 | 1.40294 | 1.94376 | 1.87428 |
| 25 | 1.21739 | 2.29167 | 2.13229 | 100 | 1.41433 | 1.92654 | 1.86125 |
| 26 | 1.22455 | 2.27530 | 2.12037 | 110 | 1.42421 | 1.91191 | 1.85017 |
| 27 | 1.23135 | 2.26005 | 2.10924 | 120 | 1.43289 | 1.89929 | 1.84059 |
| 28 | 1.23780 | 2.24578 | 2.09881 | 130 | 1.44060 | 1.88827 | 1.83222 |
| 29 | 1.24395 | 2.23241 | 2.08903 | 140 | 1.44750 | 1.87852 | 1.82481 |
| 30 | 1.24981 | 2.21984 | 2.07982 | 150 | 1.45372 | 1.86984 | 1.81820 |
| 31 | 1.25540 | 2.20800 | 2.07113 | 160 | 1.45938 | 1.86203 | 1.81225 |
| 32 | 1.26075 | 2.19682 | 2.06292 | 170 | 1.46456 | 1.85497 | 1.80686 |
| 33 | 1.26588 | 2.18625 | 2.05514 | 180 | 1.46931 | 1.84854 | 1.80196 |
| 34 | 1.27079 | 2.17623 | 2.04776 | 190 | 1.47370 | 1.84265 | 1.79746 |
| 35 | 1.27551 | 2.16672 | 2.04075 | 200 | 1.47777 | 1.83724 | 1.79332 |
| 36 | 1.28004 | 2.15768 | 2.03407 | 250 | 1.49443 | 1.81547 | 1.77667 |
| 37 | 1.28441 | 2.14906 | 2.02771 | 300 | 1.50687 | 1.79964 | 1.76454 |
| 38 | 1.28861 | 2.14085 | 2.02164 | 400 | 1.52453 | 1.77776 | 1.74773 |
| 39 | 1.29266 | 2.13300 | 2.01583 | 500 | 1.53671 | 1.76305 | 1.73641 |

6.2.6 推定区间的置信度宜为0.90，并使错判概率和漏判概率均为0.05。对自拌混凝土推定区间的置信度也可为0.85，使漏判概率为0.10，错判概率仍为0.05。

6.2.7 检测批混凝土抗压强度的推定应符合下列规定：

1 当推定区间上限与下限差值不大于5.0MPa和0.1****两者的较大值时，检验批混凝土抗压强度推定值宜取推定区间的上限值。

2 当推定区间上限与下限差值大于5.0MPa和0.1****两者的较大值时，不宜进行批量推定，可增加样本容量、重新划分检测批或全部按单个构件进行强度推定。

【6.2.5~6.2.7】针对按检测批推定混凝土抗压强度，给出推定方法、推定区间上下限计算公式以及验证的技术要求。本规程5.2.3条对检测批最小样本数量有具体规定。第6.2.6条对推定区间的置信度和错判概率、漏判概率的建议取值是参照现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2019第3.5.6条的规定。

6.2.8 构件或检测批中的异常数据应按现行国家标准《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883的规定舍弃。

# **附录A 地区和专用测强曲线的制定**

A.0.1 所采用的取样设备、剪拉设备和量测设备的性能应符合本规程第4章的要求。

A.0.2 制定地区测强曲线时，应选用本地区常用水泥、粗骨料、细骨料，按常用配合比制作混凝土强度等级为C15、C20、C30、C40、C50、C60、C70、C80的标准立方体试块。制定专用测强曲线时，应根据具体需要选择原材料和强度等级。

A.0.3 制定专用测强曲线时，应根据具体需要编制立方体试块制作方案；制定地区测强曲线时，立方体试块准备应符合下列规定：

1 试模应符合现行行业标准《混凝土试模》JG 237的规定；

2 每一混凝土强度等级的立方体试块，应从同一盘或同一车混凝土中取出，均匀装模振动成型，边长应为150mm×150mm×150mm。

3 立方体试块拆模后浇水养护7d，然后按“品”字形堆放在不受日晒雨淋处自然养护；

4 试验龄期宜分为1d、3d、7d、14d、28d、60d、90d、180d和360d；

5 同一强度等级的混凝土应一次成型；

6 立方体试块制作数量不应少于表A.0.3的规定。

表A.0.3 混凝土立方体试块制作数量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 强度  等级 | 龄 期（d） | | | | | | | | | 合计 |
| 1 | 3 | 7 | 14 | 28 | 60 | 90 | 180 | 360 |
| C15 | / | / | / | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 13组 |
| C20 | / | / | / | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 13组 |
| C30 | / | / | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 15组 |
| C40 | / | / | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 15组 |
| C50 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 19组 |
| C60 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 19组 |
| C70 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 19组 |
| C80 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 3组 | 2组 | 2组 | 2组 | 2组 | 19组 |

注：表中28d龄期立方体试块为3组，其中1组标准养护，供强度试验；另2组养护条件与其他龄期立方体试块相同。

【A.0.3】表A.0.3是制定地方曲线最低要求的立方体试块制作数量。考虑到地方曲线的通用性，常规做法是组织多家试验单位，每家均按不少于表A.0.3的数量制作立方体试块，制定曲线时汇总各单位的全部试验数据。

A.0.4 试验应符合下列规定：

1 到达规定龄期时，取出两组同等级立方体试块，一组钻制试件，并按本规程第5章的技术要求进行剪拉试验，另一组立方体试块进行立方体抗压试验；

2 立方体抗压强度试验应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081的规定，根据试验结果计算的抗压强度值****宜精确至0.1MPa。

A.0.5 测强曲线计算应符合下列规定：

1 应按表A.0.5对试验数据进行记录和整理；

2 应按下列公式进行测强曲线回归和误差分析：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （A.0.5-1） |
|  | （A.0.5-2） |
|  | （A.0.5-3） |
| 式中： |  | —— | 第个试件的混凝土抗压强度换算值（MPa），精确至0.1（MPa）； | |
|  |  | —— | 第个试件的剪拉几何平均强度值（MPa），精确至0.01（MPa）； | |
|  |  | —— | 回归曲线常数项； | |
|  |  | —— | 相对标准差（%），精确至0.1%； | |
|  |  | —— | 平均相对误差（%），精确至0.1%； | |
|  |  | —— | 与第个试件对应的混凝土立方体试块的抗压强度（MPa）。 | |

【A.0.5】本条明确对剪切强度和拉拔强度进行几何平均处理后，其曲线为一元线性方程，关系简单，逻辑清晰，物理意义明确，测强曲线回归、计算和查表都非常便捷。测强曲线误差满足本规程第A.0.6条的要求时，可作为地区或专用测强曲线。

A.0.6 地区测强曲线和专用测强曲线的抗压强度相对标准差**、平均相对误差宜符合下列规定：

1 地区测强曲线相对标准差**不宜大于13.0%，平均相对误差不宜大于±11.0％；

2专用测强曲线相对标准差**不宜大于11.0%，平均相对误差不宜大于±10.0%。

表A.0.5 剪拉综合法试验记录表

试验单位： 执行标准： 设备编号： 温度： 立方体试块成型日期： 第 页 共 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编  号 | 强度  等级 | 龄期（天） | 试件  编号 | 试件 | | | | | | | | | | | 立方体试块抗压强度（MPa） | | | | 备注 |
| 剪力  峰值  （N） | 直径  （mm） | | 剪断区  截面积 | 拉力  峰值  （N） | 直径  （mm） | | 拉断区  截面积 | 剪拉几何平均强度值  （MPa） | 强度换算值（MPa） | 误差  （%） | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
|  |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

试验： 记录： 计算： 审核： 试验日期：

# 附录B 剪拉综合法检测混凝土抗压强度测强曲线验证方法

B.0.1 对剪拉综合法测强曲线进行验证时应符合下列规定：

1 应从本地区常用配合比配制的C15～C80强度等级中选用不少于4个具有代表性的混凝土强度等级，每个强度等级制作的立方体试块数量不宜少于12组；

2 立方体试块边长应为150mm，应7d浇水养护后再自然养护；

3 检测装置应符合本规程第4章的规定；

4 可按龄期为14d、28d、60d进行剪拉试验和立方体试块抗压试验；试验应符合本规程A.0.4条的规定；

5 应根据每个试件的试验结果，查本规程附录D换算表或按本规程式（6.2.1）计算混凝土抗压强度换算值****。

B.0.2 将立方体试块抗压试验所得的强度值****和试件换算的抗压强度值****，按本规程公式（A.0.5-2）计算所得相对标准差不大于15.0%时，可使用本规程规定的测强曲线公式（6.2.1）；当相对标准差大于15.0%时，应建立本地区测强曲线或专用测强曲线。

# 附录C 剪拉综合法检测记录表

表C.0.1 剪拉综合法检测记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | 工程地址 | | |  | | | 委托单位 |  | |
| 施工单位 | |  | | | | 检测部位 | | |  | | | 检测构件类型 |  | |
| 序号 | 试件  编号 | 剪拉试验参数 | | | | | | | | | | | | |
| 剪力峰值  （） | 拉力峰值  （） | 试件直径 | | | | | | | 剪拉几何平均强度  （） | 强度换算值  （） | 强度均值  （） | 标准差  （） |
| 剪断区 | | | 拉断区 | | | |
| （N） | | （mm） | | | | | | | （MPa） | | | |
| 1 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  | | |  | |  |  |  |

检测： 记录： 计算： 校核： 检测日期：

# 

# 附录D 剪拉几何平均强度与混凝土抗压强度换算表

表D.0.1 几何平均强度与混凝土抗压强度换算表（MPa）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 剪拉几何平均强度 | 强度换算值 | 剪拉几何平均强度 | 强度换算值 | 剪拉几何平均强度 | 强度换算值 |
| （） | （） | （） | （） | （） | （） |
| 1.60 | 15.7 | 3.25 | 37.7 | 4.90 | 59.6 |
| 1.65 | 16.4 | 3.30 | 38.3 | 4.95 | 60.3 |
| 1.70 | 17.1 | 3.35 | 39.0 | 5.00 | 60.9 |
| 1.75 | 17.7 | 3.40 | 39.7 | 5.05 | 61.6 |
| 1.80 | 18.4 | 3.45 | 40.3 | 5.10 | 62.3 |
| 1.85 | 19.0 | 3.50 | 41.0 | 5.15 | 62.9 |
| 1.90 | 19.7 | 3.55 | 41.7 | 5.20 | 63.6 |
| 1.95 | 20.4 | 3.60 | 42.3 | 5.25 | 64.3 |
| 2.00 | 21.0 | 3.65 | 43.0 | 5.30 | 64.9 |
| 2.05 | 21.7 | 3.70 | 43.7 | 5.35 | 65.6 |
| 2.10 | 22.4 | 3.75 | 44.3 | 5.40 | 66.3 |
| 2.15 | 23.0 | 3.80 | 45.0 | 5.45 | 66.9 |
| 2.20 | 23.7 | 3.85 | 45.6 | 5.55 | 68.3 |
| 2.25 | 24.4 | 3.90 | 46.3 | 5.60 | 68.9 |
| 2.30 | 25.0 | 3.95 | 47.0 | 5.65 | 69.6 |
| 2.35 | 25.7 | 4.00 | 47.6 | 5.70 | 70.3 |
| 2.40 | 26.4 | 4.05 | 48.3 | 5.75 | 70.9 |
| 2.45 | 27.0 | 4.10 | 49.0 | 5.80 | 71.6 |
| 2.50 | 27.7 | 4.15 | 49.6 | 5.85 | 72.2 |
| 2.55 | 28.4 | 4.20 | 50.3 | 5.90 | 72.9 |
| 2.60 | 29.0 | 4.25 | 51.0 | 5.95 | 73.6 |
| 2.65 | 29.7 | 4.30 | 51.6 | 6.00 | 74.2 |
| 2.70 | 30.4 | 4.35 | 52.3 | 6.05 | 74.9 |
| 2.75 | 31.0 | 4.40 | 53.0 | 6.10 | 75.6 |
| 2.80 | 31.7 | 4.45 | 53.6 | 6.15 | 76.2 |
| 2.85 | 32.3 | 4.50 | 54.3 | 6.20 | 76.9 |
| 2.90 | 33.0 | 4.55 | 55.0 | 6.25 | 77.6 |
| 2.95 | 33.7 | 4.60 | 55.6 | 6.30 | 78.2 |
| 3.00 | 34.3 | 4.65 | 56.3 | 6.35 | 78.9 |
| 3.05 | 35.0 | 4.70 | 57.0 | 6.40 | 79.6 |
| 3.10 | 35.7 | 4.75 | 57.6 | 6.45 | 80.2 |
| 3.15 | 36.3 | 4.80 | 58.3 | — | — |
| 3.20 | 37.0 | 4.85 | 58.9 | — | — |

注：1、表内未列数据可用内插法求得，精确至0.01MPa；

2、查表前采用式（6.1.2）计算剪拉几何平均强度值，再用几何平均强度值查表选择对应的混凝土抗压强度换算值。

# 本规程用词说明

1、为便于在执行本规程条文时区别对待，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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况均应这样做的：

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：

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 《混凝土物理力学性能试验方法标准》 GB/T 50081

2 《建筑结构检测技术标准》 GB/T 50344

3 《混凝土结构现场检测技术标准》 GB/T 50784

4 《通用硅酸盐水泥》 GB 175

5 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52

6 《混凝土用水标准》 JGJ 63

7 《混凝土试模》 JG 237

8 《拉脱法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 378

9 《钻芯法检测混凝土抗压强度技术规程》 JGJ/T 384

10 《工作测力仪》 JJG 455

中国工程建设标准化协会标准

剪切拉拔综合法检测混凝土抗压强度

技术规程

# 条文说明

**编制说明**

《剪切拉脱综合法检测混凝土抗压强度技术规程》（CECS ××: ××），经中国工程建设标准化协会202X年XX月XX日以第XX号公告批准发布。本规程制定过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了我国工程建设中混凝土强度检测技术的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过大量的试验，优化了“剪拉综合法”试验装置，取得了统一测强曲线，规定了对结构构件混凝土强度检测、推定的技术要求。

剪切拉拔综合法技术主要以《原位单剪法检测混凝土强度技术》和《直拔法检测混凝土抗压强度技术》以及《拉脱法检测混凝土抗压强度技术规程》的研究成果为依据。参加研究单位有：中国建筑科学研究院有限公司、廊坊市阳光建设工程质量检测有限公司、深圳中建院建筑科技研究院有限公司深圳分公司××× ××× ××× ×××等×××家公司参加了试验研究工作，为编制《剪拉综合法检测混凝土抗压强度技术规程》奠定了坚实基础。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《剪拉综合法检测混凝土抗压强度技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，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。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。