

砼结构的裂缝成因及控制方法（一）注册建筑师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/539/2021_2022__E7_A0_BC_E7_BB_93_E6_9E_84_E7_c57_539665.htm

1 引言 近年来，我国基础设施建设得到迅猛发展，各地兴建了大量的混凝土建筑。在建筑物的建造和使用过程中，有关因出现裂缝而影响工程质量甚至导致结构垮塌的报道屡见不鲜。混凝土开裂可以说是“常发病”和“多发病”，经常困扰着工程技术人员。其实，如果采取一定的设计和施工措施，很多裂缝是可以克服和控制的。为了进一步加强对混凝土结构裂缝的认识，尽量避免工程中出现危害较大的裂缝，本文尽可能对混凝土、裂缝的种类和产生的原因作较全面的分析，并总结出一系列的控制方法，以方便设计、施工单位参考，达到防范于未然的作用。

2 混凝土结构裂缝种类和成因 实际上，混凝土结构裂缝的成因复杂而繁多，甚至多种因素相互影响，但每一条裂缝均有其产生的一种或几种主要原因，比如：温度和湿度的变化，混凝土的脆性和不均匀性，以及结构不合理，原材料不合格（如碱骨料反应），模板变形，基础不均匀沉降等。混凝土结构裂缝的种类，就其产生的原因，大致可划分如下几种：

2.1 荷载引起的裂缝 混凝土结构在常规静、动荷载及次应力下产生的裂缝称荷载裂缝，归纳起来主要有直接应力裂缝、次应力裂缝两种。

2.1.1 直接应力裂缝是指外荷载引起的直接应力产生的裂缝。裂缝产生的原因有：1、设计计算阶段，结构计算时不计算或部分漏算；计算模型不合理；结构受力假设与实际受力不符；荷载少算或漏算；内力与配筋计算错误；结构安全系数不够。结构设计时不考虑施工的可能

性；设计断面不足；钢筋设置偏少或布置错误；结构刚度不足；构造处理不当；设计图纸交代不清等。2、施工阶段，不加限制地堆放施工机具、材料；不了解预制构件受力特点，随意翻身、起吊、运输、安装；不按设计图纸施工，擅自更改结构施工顺序，改变结构受力模式；不对结构做机器振动下的疲劳强度验算等。3、使用阶段，超出设计载荷的重型机械搬运安置过程中的接触、撞击；发生大风、大雪、地震、爆炸等。

2.1.2 次应力裂缝是指由外荷载引起的次生应力产生裂缝。裂缝产生的原因有：1、在设计外荷载作用下，由于结构物的实际工作状态同常规计算有出入或计算不考虑，从而在某些部位引起次应力导致结构开裂。例如两铰拱桥拱脚设计时常采用布置“X”形钢筋、同时削减该处断面尺寸的办法设计铰，理论计算该处不会存在弯矩，但实际该铰仍然能够抗弯，以至出现裂缝而导致钢筋锈蚀。2、结构中经常需要凿槽、开洞、设置牛腿等，在常规计算中难以用准确的图式进行模拟计算，一般根据经验设置受力钢筋。研究表明，受力构件挖孔后，力流将产生绕射现象，在孔洞附近密集，产生巨大的应力集中。在长跨预应力连续梁中，经常在跨内根据截面内力需要截断钢束，设置锚头，而在锚固断面附近经常可以看到裂缝。因此，若处理不当，在这些结构的转角处或构件形状突变处、受力钢筋截断处容易出现裂缝。实际工程中，次应力裂缝是产生荷载裂缝的最常见原因。次应力裂缝多属张拉、劈裂、剪切性质。次应力裂缝也是由荷载引起，仅是按常规一般不计算，但随着现代计算手段的不断完善，次应力裂缝也是可以做到合理验算的。例如现在对预应力、徐变等产生的二次应力，不少平面杆系有限元程

序均可正确计算，但在40年前却比较困难。在设计上，应注意避免结构突变（或断面突变），当不能回避时，应做局部处理，如转角处做圆角，突变处做成渐变过渡，同时加强构造配筋，转角处增配斜向钢筋，对于较大孔洞有条件时可在周边设置护边角钢。

2.1.3 荷载裂缝分类及其特征

荷载裂缝特征依荷载不同而异呈现不同的特点。这类裂缝多出现在受拉区、受剪区或振动严重部位。但必须指出，如果受压区出现起皮或有沿受压方向的短裂缝，往往是结构达到承载力极限的标志，是结构破坏的前兆，其原因往往是截面尺寸偏小。

根据结构不同受力方式，产生的裂缝特征如下：

- 1、中心受拉。裂缝贯穿构件横截面，间距大体相等，且垂直于受力方向。采用螺纹钢筋时，裂缝之间出现位于钢筋附近的次裂缝。
- 2、中心受压。沿构件出现平行于受力方向的短而密的平行裂缝。
- 3、受弯。弯矩最大截面附近从受拉区边沿开始出现与受拉方向垂直的裂缝，并逐渐向中和轴方向发展。采用螺纹钢筋时，裂缝间可见较短的次裂缝。当结构配筋较少时，裂缝少而宽，结构可能发生脆性破坏。
- 4、大偏心受压。大偏心受压和受拉区配筋较少的小偏心受压构件，类似于受弯构件。
- 5、小偏心受压。小偏心受压和受拉区配筋较多的大偏心受压构件，类似于中心受压构件。
- 6、受剪。当箍筋太密时发生斜压破坏，沿梁端腹部出现大于 45° 方向的斜裂缝；当箍筋适当时发生剪压破坏，沿梁端中下部出现约 45° 方向相互平行的斜裂缝。
- 7、受扭。构件一侧腹部先出现多条约 45° 方向斜裂缝，并向相邻面以螺旋方向展开。
- 8、受冲切。沿柱头板内四侧发生约 45° 方向斜面拉裂，形成冲切面。
- 9、局部受压。在局部受压区出现与压力方向大致平行的

多条短裂缝

2.2 温度变化引起的裂缝

混凝土硬化期间水泥放出大量水化热，内部温度不断上升，在表面引起拉应力。后期在降温过程中，由于受到基础或原有混凝土上的约束，又会在混凝土内部出现拉应力。气温的降低也会在混凝土表面引起很大的拉应力，有时温度应力可超过其它外荷载所引起的应力，当这些拉应力超出混凝土的抗裂能力时即会出现裂缝。因此掌握温度应力的变化规律对于进行合理的结构设计和施工极为重要。温度裂缝区别其它裂缝最主要特征是将随温度变化而扩张或合拢。

2.3 收缩引起的裂缝

在实际工程中，混凝土因收缩所引起的裂缝是最常见的。在混凝土收缩种类中，塑性收缩和缩水收缩（干缩）是发生混凝土体积变形的的主要原因，另外还有自生收缩和炭化收缩。

塑性收缩: 发生在施工过程中、混凝土浇筑后4~5小时左右，此时水泥水化反应激烈，分子链逐渐形成，出现泌水和水分急剧蒸发，混凝土失水收缩，同时骨料因自重下沉，因此时混凝土尚未硬化，称为塑性收缩。塑性收缩所产生量级很大，可达1%左右。在骨料下沉过程中若受到钢筋阻挡，便形成沿钢筋方向的裂缝。在构件竖向变截面处如T梁、箱梁腹板与顶底板交接处，因硬化前沉实不均匀将发生表面的顺腹板方向裂缝。为减小混凝土塑性收缩，施工时应控制水灰比，避免过长时间的搅拌，下料不宜太快，振捣要密实，竖向变截面处宜分层浇筑。

缩水收缩（干缩）: 混凝土结硬以后，随着表层水分逐步蒸发，湿度逐步降低，混凝土体积减小，称为缩水收缩（干缩）。因混凝土表层水分损失快，内部损失慢，因此产生表面收缩大、内部收缩小的不均匀收缩，表面收缩变形受到内部混凝土的约束，致使表面混凝土承受拉力，当表面混凝土承受

拉力超过其抗拉强度时，便产生收缩裂缝。混凝土硬化后收缩主要就是缩水收缩。如配筋率较大的构件（超过3%），钢筋对混凝土收缩的约束比较明显，混凝土表面容易出现龟裂裂纹。

自生收缩:自生收缩是混凝土在硬化过程中，水泥与水发生水化反应，这种收缩与外界湿度无关，且可以是正的（即收缩，如普通硅酸盐水泥混凝土），也可以是负的（即膨胀，如矿渣水泥混凝土与粉煤灰水泥混凝土）。

炭化收缩:大气中的二氧化碳与水泥的水化物发生化学反应引起的收缩变形。炭化收缩只有在湿度50%左右才能发生，且随二氧化碳的浓度的增加而加快。炭化收缩一般不做计算。

2.4 钢筋锈蚀引起的裂缝

由于混凝土质量较差或保护层厚度不足，混凝土保护层受二氧化碳侵蚀炭化至钢筋表面，使钢筋周围混凝土碱度降低，或由于氯化物介入，钢筋周围氯离子含量较高，均可引起钢筋表面氧化膜破坏，钢筋中铁离子与侵入到混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应，其锈蚀物氢氧化铁体积比原来增长约2~4倍，从而对周围混凝土产生膨胀应力，导致保护层混凝土开裂、剥离，沿钢筋纵向产生裂缝，并有锈迹渗到混凝土表面。由于锈蚀，使得钢筋有效断面面积减小，钢筋与混凝土握裹力削弱，结构承载力下降，并将诱发其它形式的裂缝，加剧钢筋锈蚀，导致结构破坏。要防止钢筋锈蚀，设计时应根据规范要求控制裂缝宽度、采用足够的保护层厚度（当然保护层亦不能太厚，否则构件有效高度减小，受力时将加大裂缝宽度）；施工时应控制混凝土的水灰比，加强振捣，保证混凝土的密实性，防止氧气侵入，同时严格控制含氯盐的外加剂用量，沿海地区或其它存在腐蚀性强的空气、地下水地区尤其应慎重。

2.5 冻胀引起的裂缝

大气气

温低于零度时，吸水饱和的混凝土出现冰冻，游离的水转变成冰，体积膨胀9%，因而混凝土产生膨胀应力；同时混凝土凝胶孔中的过冷水（结冰温度在-78度以下）在微观结构中迁移和重分布引起渗透压，使混凝土中膨胀力加大，混凝土强度降低，并导致裂缝出现。尤其是混凝土初凝时受冻最严重，成龄后混凝土强度损失可达30%~50%。冬季施工时对预应力孔道灌浆后若不采取保温措施也可能发生沿管道方向的冻胀裂缝。温度低于零度和混凝土吸水饱和是发生冻胀破坏的必要条件。当混凝土中骨料空隙多、吸水性强；骨料中含泥土等杂质过多；混凝土水灰比偏大、振捣不密实；养护不力使混凝土早期受冻等，均可能导致混凝土冻胀裂缝。冬季施工时，采用电气加热法、暖棚法、地下蓄热法、蒸汽加热法养护以及在混凝土拌和水中掺入防冻剂（但氯盐不宜使用），可保证混凝土在低温或负温条件下硬化。（百考试题注册建筑师）100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com