

# 第一章 建筑工程质量问题综合分析

## 第一节 建筑工程质量事故概论

确保建筑工程的质量，是工程设计、施工、监理、管理中永恒的主题，是设计、施工单位的生命。“百年大计、质量第一”是建筑工程实施中的座右铭。1998年3月1日起实施的《中华人民共和国建筑法》，是我国确保建筑工程质量和安全的国家法律，使建筑界“有法可依、有法必依、执法必严、违法必纠”，使我国建筑工程的实施过程走上制度化、科学化、规范化和法制化的道路。

在《中华人民共和国建筑法》中明确规定：“建筑工程勘察、设计、施工的质量必须符合国家有关建筑工程安全标准的要求”；“建筑物在合理使用寿命内，必须确保地基基础和主体结构的质量”；“交付竣工验收的建筑工程，必须符合规定的建筑工程质量标准”。建筑工程的分项分部工程和单位工程，凡是不符合建筑工程质量标准规定的，均应视为存在质量问题。建设部规定：“凡工程质量达不到合格标准的工程，必须进行返修、加固或报废”。

建筑工程按照造成直接经济损失的大小，可分为重大质量事故、一般质量事故和质量问题三类。在实际工程中，不少工程质量事故开始往往只表现为一般的质量缺陷，很容易被忽视，随着时间的推移而会逐步发展，待认识到问题的严重性时，处理起来会更加困难，甚至无法进行补救，导致建筑物倒塌。因此，除了明显地不会产生严重后果的缺陷外，对其他的质量问题均应认真进行分析，找出产生质量问题的原因，采取相应的技术措施，进行严格处理，直至符合有关的质量标准的要求。

### 一、建筑工程质量事故的特点

#### 1. 工程质量事故的技术特点

总结建筑工程中出现工程质量事故的实例，可以发现工程质量事故主要具有复杂性、严重性、可变性和多发性等特点。只有充分认识建筑工程质量事故的特点，才能引起对工程质量事故的高度重视，才能在建筑工程实施过程中尽量避免这些工程质量事故的发生。

#### (1) 工程质量事故的复杂性

众多工程实例证明，为满足各种特定使用功能的要求，适应自然环境的需要，建筑工程的种类繁多。同种类型的建筑工程，由于所处地区不同、施工条件不同，也可形成诸多复杂的技术问题。尤其需要注意的是，造成工程质量事故的原因往往错综复杂，同一形态的事故，其原因也可能截然不同，因此对其处理的原则和方法也不相同。此外，建筑物在使用中也存在各种问题，所有这些复杂的影响因素，必然导致工程质量事故的性质、危害和处理均比较复杂。例如，建筑物的开裂，其原因是多方面的，可能是设计构造不良，或计算出现错误，或地基沉降过大，或出现不均匀沉降，或温度变形，或干缩过大，或材料质量低劣，或施工质量较差，或使用不当，或周围环境变化等，可以是诸多原因中的一个

或几个。

### (2) 工程质量事故的严重性

发生工程质量事故，往往会给单位带来很多困难。有的会影响工程施工的顺利进行，有的会给工程留下隐患，有的会缩短建筑物的使用年限，有的会使建筑物成为危房，影响建筑物的安全使用甚至不能使用，最为严重的是使建筑物发生倒塌，造成人员伤亡和巨大的经济损失。如湖南省某县建委 3 层办公楼，于 1987 年 9 月 14 日凌晨 4 时 30 分，突然倒塌于湖水中，结构造成严重破坏，住在该房屋中的 41 名施工人员，除 1 人重伤遇救外，其余 40 人全部死亡。

所以，对已发现的工程质量问题，应当引起高度重视，千万不能掉以轻心，务必及时进行分析，作出正确的结论，提出相应的处理措施，以确保建筑物的安全。

### (3) 工程质量事故的可变性

建筑工程中的质量问题，多数是随时间、环境、施工条件等变化而发展变化的。例如，钢筋混凝土大梁上出现的裂缝，其数量、宽度和长度会随着周围环境温度、湿度的变化而变化，或随着荷载大小和持荷时间而变化，甚至有的细微裂缝也可能逐步发展成构件的断裂，以致造成工程的倒塌。

因此，一旦发现工程存在质量问题，就应当及时进行调查分析，作出正确的判断：对那些不断发生变化，而可能发展成为断裂倒塌的部位，要及时采取应急补救措施；对那些表面的质量问题，要进一步查清内部情况，确定质量问题的性质是否会转化；对那些随着时间和温度、湿度条件变化的变形、裂缝，要认真做好观测记录，寻找事故变化的特征与规律，供分析与处理参考，如发现恶化，应及时采取相应的技术措施。

### (4) 工程质量事故的多发性

工程质量事故的多发性有两层涵义：一是有些工程质量事故象“常见病”、“多发病”一样经常发生，被称为工程质量通病。例如，混凝土、砂浆强度不足，预制构件裂缝等；二是有些同类工程质量事故重复发生。例如，悬挑结构断裂倒塌事故，近几年在江苏、湖南、贵州、云南、江西、湖北、甘肃、广西、上海、浙江等地先后发生数十次，给国家造成了巨大的经济损失。

## 2. 分析工程质量事故的基本要求

认真分析工程质量事故，是判断其性质及采取何种处理措施的前提。在分析工程质量事故的过程中，应当做到“及时、客观、准确、全面、标准、统一”。“及时”是指工程质量事故发生后，应尽早调查分析，千万不可相隔时间过长；“客观”是指对工程质量事故的分析，应以各项实际资料数据为基础，千万不可随意编造；“准确”是指事故的性质和原因都要十分明确，千万不可含糊其词、模棱两可；“全面”是指工程质量事故的范围、情况、原因等资料要齐全，千万不可遗漏；“标准”是指工程质量事故的分析，应以当时所用的标准规范为根据，千万不可无根据地分析和判断；“统一”是指工程质量事故分析中的有关内容，各方面要取得基本一致的意见，千万不可在各持己见的情况下做出结论。

## 二、工程质量事故分析的目的

### 1. 防止工程质量事故恶化

发现工程质量事故后，认真对其进行分析，其目的就是防止工程质量事故的恶化。例如，施工中发现现浇结构的混凝土强度不足，就应当引起足够的重视。如果尚未拆模，则

应考虑何时才能拆模，拆模时应采取何种补救措施和安全措施，以防止发生结构倒塌。如果已经拆模，则应考虑控制施工中的荷载量，或采用加支撑措施，防止结构严重开裂或倒塌，同时及早采取适当的补救措施。

## 2. 创造正常的施工条件

建筑工程是由分部分项工程所组成的，各个分部（项）工程是由一系列紧密相联的工序所完成的，前道工序是后续工序的基础，是为完成整个工程所创造的施工条件。例如发现预埋件等偏位较大，如果不对其进行纠正，必然会影响后续工程的施工，所以必须及时分析与处理，为后期安装创造施工条件，才能保证工程继续施工，才能保证工程结构的安全。

## 3. 排除工程上存在的隐患

在建筑工程施工过程中，按照有关规定对工程质量事故进行分析，对于及时排除工程上的隐患，确保工程质量和安全具有非常重要的意义。例如在砌体工程施工中，砂浆强度不足、砂浆饱满度很低、砌筑方法不当等，都将降低砌体的承载能力，给工程结构留下隐患，发现这类质量问题后，应从设计、监理、材料、施工、管理等方面，进行周密的分析和必要的计算，并采取相应的技术措施，以及时排除这些隐患，确保工程质量和工程结构的安全。

## 4. 预防质量事故再次发生

发现、分析和处理工程质量事故的目的，是查明事故原因、总结经验教训、采取相应措施、预防此类质量事故的再次发生，以保证工程质量和减少工程的损失。例如承重砖柱压坏、悬挑结构倒塌、混凝土裂缝、防水工程渗漏等事故，在许多地区、很多工程中时有发生，因此及时总结经验教训，进行工程质量教育，或作适当交流，引起人们的警惕，将有助于杜绝这类工程质量事故的发生。

## 5. 减少工程质量事故的损失

在整个建筑工程实施过程中，有些质量事故有时是不可避免的，对出现的这些质量事故，以正确的方法进行处理，将其造成的损失降低到最小程度，才是唯一正确的做法。因此，对质量事故及时地进行分析，可以防止事故的进一步恶化，及时地创造正常的施工条件，并迅速排除质量隐患，可以取得明显的经济效益和社会效益。此外，正确地分析工程质量事故，找准发生事故的原因，可为合理地处理事故提供依据，达到尽量减少事故损失的目的。

## 6. 有利于工程交工验收

工程在竣工验收阶段，是检查、评价质量的关键时刻，要求工程必须达到设计和有关标准。但是，对于那些已出现的工程质量事故，往往是交工验收中争论的焦点，如果事先未进行处理或处理不当，必然影响工程交工验收工作。所以，对施工中所发生的质量问题，若能正确分析其原因和危害，找出正确的解决方法，使有关各方认识一致，可避免在交工验收时，发生不必要的争议，而延误工程的验收和按期使用。

## 7 为制定和修改标准规范提供依据

建筑工程设计与施工方面的规范、标准和规程，并不是凭空想象、主观制定的，任何一种规范和标准的出台、修改，都是在不断发现质量问题、总结经验教训、提出相应措施中产生的。所以说，认真对质量事故进行分析，提出正确的解决方法，在实践中得到进一

步验证，能为制定和修改标准规范提供可靠的依据。例如通过对砖墙裂缝问题的分析，可为标准规范在制定变形缝的设置和防止墙体开裂方面提供依据。

### 三、工程质量事故分析的注意事项

在进行工程质量事故的分析过程中，应注意事故调查、原因分析和事故处理三个方面。

#### (一) 工程质量事故调查

工程质量事故的调查，是进行事故分析的基础，是采取解决措施的依据，是一项极其重要的工作。工程质量事故调查，主要是调查事故的内容、范围、性质，同时还要调查为进行事故原因分析和确定处理方法所必须的资料。根据众多工程质量事故调查的实践证明，调查一般分为基本调查和补充调查两类。

##### 1. 基本调查

工程质量事故的基本调查，是指对建筑物现状和已有资料的调查，主要内容有：事故发生的时间和经过、事故发展变化的情况、设计图纸资料的复查与验算、施工情况调查与技术资料等。如果建筑物已开始使用，还应调查使用情况与荷载等资料。

在基本调查中应重点查清该事故的严重性与迫切性，这是基本调查中的两个核心问题。严重性是指质量事故对结构安全的影响程度，迫切性是若不及时进行处理，是否会导致质量事故恶化而产生严重后果。

##### 2. 补充调查

工程质量事故的补充调查，是对基本调查以外的调查，也是质量事故调查的重要组成部分，主要内容有：勘测地基情况，测定建筑物所用材料的实际强度与有关性能，鉴定结构及构件的受力性能，以及对建筑物的裂缝和变形进行较长时间的观测检查等。

由于补充调查往往费时间、费资金、费精力，因此只有在进行基本调查之后，还不能正确分析质量事故时，才进行补充调查。对地基基础和主体结构发生的质量事故，调查中应重点做好以下几项工作。

##### (1) 补充勘测工作

当原设计的工程地质资料不足或有可疑之处时，应当根据实际情况进行补充勘测。重点要查清持力层的承载能力，不同土层的分布情况与技术指标，建筑物下有无古墓、溶洞、树根和其他设施等。对湿陷性黄土、膨胀土等，应查清其类别、等级或主要性能，有时还需要核实建筑场地的地震方面的情况。

##### (2) 设计复核工作

设计复核是补充调查中的主要内容，不仅可以评价原设计的质量，而且可以通过设计复核及时发现和纠正原设计中出现的错误。在设计复核中重点有以下四个方面：设计的依据是否可靠，如荷载取值是否准确；计算简图与设计计算是否正确无误；连接构造有无问题，如受力构件的连接或锚固是否牢靠，构件的支承长度是否满足要求；新结构、新技术的使用是否有充分的根据。

##### (3) 施工检查工作

施工是建筑工程历时最长的阶段，也是最容易出现工程质量事故的阶段，应当加强对施工阶段的检查与监督。首先应检查是否严格按图施工，有关工种工程的施工工艺是否符合施工规范的要求；此外还应查清地基实际情况，材料、半成品、构件的质量，施工顺序

与进度，施工荷载，施工日志，隐蔽工程验收记录，质量检查验收有关数据资料，沉降观测记录，以及施工环境条件等。

#### (4) 结构承载能力

在工程质量事故调查中，鉴定结构的承载能力非常重要，其对确保结构的安全有重大作用。其鉴定方法有以下三种：分析计算法。首先对质量事故有关部分进行检查与测量，然后用这些实际数据，按相应的设计规范作分析计算，根据其结果作出鉴定意见；荷载试验法。首先对结构进行检查，对承载能力作出粗略的估算，然后制成试验方案，并进行试验，根据实测数据资料，经过计算分析后，作出结构承载能力的鉴定；实物调查对比法。利用施工或使用的实际荷载情况，有时可能与荷载试验相接近，只要认真观测这个结构的实际工作性能，也可对应调查的结构作出恰当的评价。

考虑到荷载试验与实际情况有时会有一些的差异，在具体应用以上鉴定方法时，往往将以上的两种或三种方法结合起来使用，由此作出的鉴定更加可靠。

#### (5) 使用情况调查

若工程质量事故发生在使用阶段，则应调查建筑物的用途和功能有无改变，荷载是否有增加，已有建筑物附近是否有新建工程，地基状况是否变差。对生产性建筑物（如工业厂房）还应调查生产工艺有无重大变更，是否增设了振动大或温度高的机械设备，是否在构件上附设了重物、缆绳等。此外，还应调查建筑物沉降、变形、裂缝情况，以及结构连接部位的实际工作状况等。

需要特别指出：在进行工程质量事故的调查时，并非所有事故均用以上各项内容进行全面调查，应根据工程特点与质量事故性质，选择适宜、必要的项目进行调查。调查中一定要抓住重点和关键问题，防止把一些关系不大的项目列入调查内容，以免造成人力、物力、时间的浪费，延误事故的快速分析与及时处理，甚至还可能使事故人为地复杂化，从而造成不应有的损失。

### (二) 工程质量事故原因分析

在完成对工程质量事故的调查之后，应立即进行事故原因的分析，其主要目的是分清事故的性质、类别及其危害程度，并为事故处理提供必要的依据。因此，工程质量事故原因分析，是事故分析与处理中的一项重要工作。众多工程质量事故分析实例证明，不少质量事故的发生原因是错综复杂的，只有经过周详的分析，去伪存真，才能找到事故的主要原因。建筑工程中常见的事故原因主要有以下十类：

(1) 违反基本建设程序，不按有关规定进行工程招标投标，从而造成无证设计、超标承包、违章施工等，必然产生工程质量事故。

(2) 工程地质资料不足或勘测不准确，加上处理方案不当或质量不高等，造成地基承载能力不足或地基变形太大，很容易发生工程质量事故。

(3) 选择的建筑材料不符合设计和有关标准的要求，或构件制品质量不合格，也是造成工程质量事故的主要原因之一。

(4) 在建筑工程设计中，设计构造不当，计算简图不正确，结构计算出现错误，也能造成工程质量事故。

(5) 在工程施工过程中，施工人员不严格按图纸作业，不经设计单位允许，随意改变设计，造成结构存在质量隐患。

(6) 在工程施工过程中，不能严格按施工及验收规范施工，操作质量低劣，必然会造成工程质量事故。

(7) 编制的施工组织设计质量较差，施工管理水平不高或混乱，施工顺序出现错误，工程质量也肯定不会满足设计要求。

(8) 在施工或使用过程中，荷载超过了设计规定值，或者地面堆载太大，从而引发建筑结构出现质量事故。

(9) 温度、湿度及其他天气的变化，对建筑工程质量有很大影响；另外，酸、碱、盐等物质的化学腐蚀，对建筑工程质量也有很大妨碍。

(10) 以上各项以外的其他因素作用，如地震、洪水、爆炸、暴风、冰冻、罢工、政变、战争等，均对工程质量有直接影响。

### (三) 工程质量事故的处理

只有对工程质量事故进行认真调查和科学分析后，才能正确确定工程质量事故是否需要处理和如何进行处理。工程质量事故处理的目的是消除缺陷或隐患，以保证建筑物正常、安全使用，或为后续工程施工创造必要的施工条件。

在进行工程质量事故处理时，应当坚持“实事求是、严肃认真”的原则。“实事求是”就是对工程质量事故要科学、客观地分析和判断，从而提出适当的处理方法，对事故既不要扩大，也不能缩小，既不能掩盖，也不能把问题搞得复杂化。“严肃认真”就是对工程质量事故处理要坚持原则，坚持对质量事故处理的“三不放过”，以免给工程留下隐患，或使工程质量事故恶化。

#### 1. 事故处理应具备的条件

在进行工程质量事故处理时，必须具备以下条件：工程质量事故情况全部调查清楚；事故的性质（属于结构问题还是一般缺陷）区分明确；发生工程质量事故的具体原因已经确定；对事故处理的目的、要求、措施等，有关单位的意见已经统一；工程质量事故处理的适宜时间已经确定。

#### 2. 对事故处理的基本要求

对工程质量事故处理的基本要求是：满足使用和功能要求；迅速及时，不影响整体施工；处理方便，经济合理；安全可靠，不留隐患；美观大方，不影响观感；处理用的机具、设备、材料及技术力量能够满足要求。

#### 3. 常用事故处理的几种方法

建筑工程质量事故处理常用的方法，主要有以下几种：建筑修补，封闭保护；地下工程防渗、堵漏、复位纠偏；地基加固处理；减少建筑结构的负荷；改变结构计算图形，减少结构内力；对结构进行补强处理；修改原设计；严重的质量事故拆除重建等。

在进行工程质量事故处理的同时，要认真进行检查验收，有的还需要作一些必要的试验与鉴定，才能作出事故处理是否合格的结论。有些事故在分析了产生原因，并估计其可能造成的后果后，往往不需要作专门的处理。但是这样做必须建立在可靠的分析与必要的论证的基础上，切不可草率从事，以免造成更大的损失。

需要特别指出：我国政策历来规定，发生工程质量事故，要按规定逐级上报。对出现的重大质量事故，如房屋倒塌、桥梁断裂、设备爆炸、大面积滑坡等，以及因质量事故造

成人员伤亡的，必须在 24 小时内上报当地城建部门、主管上级和国家有关部门。《中华人民共和国建筑法》中规定：施工中发生事故时，建筑施工企业应当采取紧急措施减少人员伤亡和事故损失，并按照国家有关规定及时向有关部门报告。

## 第二节 建筑工程质量事故原因

### 一、质量事故原因要素

建筑工程质量事故的发生，往往是由于多种因素构成的，其中最基本的因素有四种：人、物、自然环境和社会条件。

人的最基本问题之一是人与人之间存在的差异，这是工程质量优劣最基本的因素。如知识、技能、经验、行为特点，以及生物节律所造成的反复无常的表现等。

物的因素对工程质量的影响更加复杂和繁多，如建筑材料与制品、机械设备、建筑物类别、结构构件型式、工具仪器等，存在着千差万别，这些都是影响工程质量的因素。

建筑工程一般是在露天环境中施工，质量事故的发生总与某种自然环境、施工条件、各级管理机构状况，以及各种社会因素紧密相关。如大风、大雪、高温、严寒等恶劣气候，施工队伍的综合素质，管理工作的水平，有关单位的协作配合，社会经济与治安，施工地区的状态等。

由于工程建设往往涉及到设计、施工、建设、使用、监督、监理、管理等许多单位或部门，因此在分析建筑工程质量事故时，必须对以上四大因素，以及它们之间的关系进行具体的分析和探讨，找出构成质量事故的真正原因，以便采取相应措施进行处理。

### 二、质量事故原因分析

#### （一）构成工程质量事故的原因

根据众多工程质量事故的实践证明，构成工程质量事故的原因，一般都有直接原因与间接原因两类。

直接原因主要有人的不安全行为和物的不安全状态。例如，设计人员不按照国家有关规范设计；违反基本建设程序；操作人员不按施工规范和验收标准施工；监理人员不遵守职业道德等，都属于人的不安全行为。又如，在结构吊装施工中，柱、梁、屋架等构件缺少必要的临时固定措施等，属于物的不安全状态。

间接原因是指质量事故发生场所以外的社会环境因素，如施工管理混乱，质量检查监督工作失职，规章制度不健全，质量标准不完善等。质量事故的间接原因将导致直接原因的发生，两者紧密相关。

#### （二）工程质量事故的分析

##### 1. 违反基本建设程序

基本建设程序是我国几十年基本建设的经验总结，它正确地反映了客观存在的自然规律和经济规律，是基本建设工作必须遵循的先后顺序。因此，国家基本建设主管部门再三强调，必须认真贯彻执行现行的基本建设程序。

尽管如此，建国以来由于违反基本建设程序而造成的质量事故仍不断发生，主要表现在以下几个方面。

##### （1）建设前期的工作问题

建设前期的某些工作是极其重要的工作，如果不认真按有关规定去做，很可能就决定了建筑工程质量的先天性不足，如项目可行性研究、建设地点的选择等。如果这些前期工作做得不好，很容易造成工程质量事故，有时损失是十分严重的。如因建设地点选择不当，会造成建筑物开裂、位移、倒塌等事故。

#### (2) 违法承接工程任务

《中华人民共和国建筑法》第二章中明确指出：“从事建筑活动的建筑施工企业、勘察单位、设计单位和工程监理单位，按照其资质条件，经资质审查合格，取得相应等级的资质证书后，方可在其资质等级许可的范围内从事建筑活动。”但是，有些企业和单位不遵守国家法律，超越许可范围承接工程任务，造成重大质量事故的实例不胜枚举。

根据建设部的调查资料表明，1958年以来全国各地发生的倒塌事故，从设计方面分析，有80%以上的工程是由于无设计，或无证设计，或越级设计所造成的；从施工方面分析，这些倒塌工程的施工企业，大多数是农村建筑队或自营建筑企业。这些企业技术素质差，管理水平低，根本无能力承担工程施工任务，是严重的违法行为。

#### (3) 违反设计程序

设计单位的质量责任和设计顺序，国家早就有明确的规定，其主要内容有：“所有工程必须严格按照国家标准、规范进行设计”，“必须符合国家和地区的有关法规、技术标准”，“所有设计图纸都要经审核人员签字，否则不得出图”，“设计文件、图纸须经各级技术负责人审定签字后，方可交付施工”等。

从大量的质量事故调查证明，不少工程图纸有的无设计人，有的无审核人，有的无批准人，这类图纸交付施工后，因设计考虑不周造成的质量事故屡见不鲜。此外，设计前不作调查与勘测，盲目估计荷载或承载能力进行结构设计，造成的质量事故损失惨重。

#### (4) 违反施工顺序

从大量质量事故分析中发现，因施工顺序错误造成的事故，不仅次数多、频率高，而且后果比较严重。这类事故与结构理论在施工中的应用关系十分密切。违反施工顺序的问题有：地下结构未达到强度与稳定的要求，就施工上部结构；地下工程未全部完成，就开始上部结构的施工；结构安装工程与砌墙的先后顺序颠倒；现浇结构尚不能维持其稳定时，就拆除模板；地下水池施工完成后，不及时回填土；相邻的工程施工先后顺序不当等。

#### (5) 未经验收即使用

《中华人民共和国建筑法》（以下简称《建筑法》）中规定：“建筑工程经验收合格后，方可交付使用；未经验收或者验收不合格的，不得交付使用。”早在《建筑法》颁布实施前，我国已有许多类似规定，例如“所有工程都必须严格按照国家规范、标准施工和验收，一律不准降低标准。”但是，使用单位往往不清楚工程质量上存在的严重问题，未经质量验收就开始使用，使建筑工程存在着重大隐患，以致造成房屋倒塌等严重质量事故，有的造成巨大的生命财产损失。

### 2. 勘测设计方面的问题

搞好勘测设计工作，是确保建筑工程质量的基础，必须认真对待。勘测设计方面的问题主要包括：工程地质勘测问题、设计方案问题、计算假定与计算简图问题、构造不合理问题、设计计算错误问题等。

### (1) 工程地质勘测问题

1) 不按国家的有关规范认真地进行地质勘察,盲目估计地基承载力,从而造成建筑物产生过大的不均匀沉降,导致了结构裂缝等工程质量事故,甚至发生地基破坏而引起建筑物的倒塌。此类工程事故实例很多,如四川省某县水泥厂,因设计未进行地质勘测,仅凭以前的经验作结构计算,再加上施工质量低劣,在一次大雨中 5 个原料筒仓全部倒塌,并且砸坏 3 个车间、29 台设备,直接经济损失达 56 万元。

2) 地质勘测报告不详细、不准确,甚至出现重大错误,也会造成严重的工程质量事故。如江苏省某地的一幢 5 层宿舍楼,在地质勘测时,发现有一层稻壳灰,厚度为 0.4 ~ 4.4m,但在地质报告中却没有反映此情况,致使建筑物还未建成,就发生了从 5 层到基层的通长断裂裂缝。

3) 勘测精度不足。在进行地质勘测中,不按照国家有关规范进行,必然造成勘测精度不能满足设计的要求,肯定也会出现工程质量问题。有的地质勘测的钻孔间距太大,不能准确反映地基的实际情况,这是造成工程质量事故的非常重要的原因。如四川省某单层工业厂房,由于勘测时钻孔间距过大,地质报告上没有准确反映实际数据,厂房建成后,因基础下面的可压缩土变化较大,从而造成基础不均匀沉降,使砖墙产生严重裂缝。

### (2) 设计方案不当问题

1) 礼堂等空旷建筑物的结构方案不正确。这类建筑物的跨度较大,层高较高,没有间隔墙或间隔墙相距甚远,形成了很大的空间,加上缺少抵抗水平力的建筑结构措施,就会在一定的外力作用下(如基础不均匀沉降、大风等),薄弱构件首先遭到破坏,从而使此类建筑发生倒塌。

2) 底层为大开间、楼层为小开间的多层房屋结构方案不当。这类建筑物底层为砖柱,上层墙与钢筋混凝土大梁的荷载很大,若不采用钢筋混凝土框架结构,而设计考虑又不周全,很容易造成严重的质量事故。如湖南省某工厂一幢 5 层综合楼,在瞬间突然全部倒塌,就是此类工程一个典型的实例。

3) 屋架支撑不完善。屋架(尤其是钢屋架)的特点之一是侧向刚度和整体刚度差。为保证屋盖结构的可靠,应设置必要的支撑体系,否则就容易发生屋架整体失稳而倒塌。如山东省某县影剧院的屋盖,因未设置必要的支撑系统,导致上弦压杆的实际应力超过容许值的 3.9 倍,加上屋盖的整体性很差,造成了 19m 跨度的钢屋架倒塌。

4) 组合屋架设计问题。钢筋混凝土组合屋架节点是较难处理的部位,若施工质量无确实保证,一般不宜采用。我国在 1956 年以后大量使用组合屋架,曾发生过不少事故,主要是节点构造处理不当,节点首先发生破坏,导致屋架倒塌。

5) 悬挑结构稳定性严重不足,造成整体倾覆坠落。阳台、雨篷、挑檐、天沟、遮阳板等悬挑结构,必须有足够的平衡重和可靠的连接构造,方能保证结构的稳定性。如果设计抗倾覆能力不足,就会造成悬挑结构倒塌。如江苏省某餐厅一个长 16m、宽 11.5m 的雨篷,因设计抗倾覆安全系数不够,施工中又提前拆除模板,造成全部倒塌。

6) 砖拱结构设计方案错误。如果砖拱结构选型不当,砖拱的水平分力承力构件不足,拱顶砌体强度不高,很容易造成开裂或倒塌。如山西省某粮库发生突然倒塌,主要原因是结构体系不够稳定,砖拱砌体构造违反设计规范的有关规定,加上设计上的其他原因和施工质量问题而造成的。

### (3) 计算假定与计算简图问题

1) 静力计算方案问题。砖石结构设计规范根据楼(屋)盖类别和房屋横墙间距的不同情况,将静力计算方案分为刚性、刚弹性和弹性三大类,其计算原则与计算方法是不同的。但在实际工程设计中,有不少工程横墙间距较大,已超出了刚性方案规定的情况,而仍按刚性方案进行设计,致使墙或柱的承载能力严重不足,导致了房屋倒塌。

2) 结构设计计算简图与实际受力情况不符。如在砖混结构中,大梁支承在窗间墙上,梁墙连接节点一般可按铰接进行内力计算。但当梁的尺寸较大时,梁垫做成与窗间墙同宽、同厚,与梁等高,而且梁垫与梁一起现浇成整体,这种梁与墙的连接接近刚性节点,如果仍按铰接进行设计,可能产生较大的弯矩,在其与轴向荷载共同作用下,则会使砖墙因承载能力严重不足而倒塌。

3) 设计计算假定与施工实际情况不符。如上海市某厂房为5层升板结构,设计时将5层的柱分成两段验算其强度和稳定性。第一段为下3层,下端作固定端,上端为弹性铰支承;第二段为上2层,下端(4层楼面)为固定,上端为铰支承。但是在实际施工中,各层楼板仅搁置在承重销上,并未做柱帽,也无其他连接措施与临时支撑。因此,施工中柱的实际受力情况,是一根下端固定、长细比很大的悬臂柱,这两种情况的计算差别甚大,最终因群柱失稳而倒塌。

4) 埋入地下的连系梁设计假定错误。如某多层框架结构采用深基础,基础顶面至地面的柱长达13m,为满足柱长细比的要求,采用设两道钢筋混凝土连系梁的方案。由于梁埋入土内,设计假定梁不承受外荷载,只按构造确定断面与配筋。但实际上因填土的压实,造成连系梁上承担较大的土方荷载,结果连系梁发生断裂,梁柱连接处出现塑性铰,地下柱梁结构成为隐患结构,造成底层框架柱严重裂缝与倾斜,不得不进行加固处理。

5) 管道支架设计假定与实际不符。如某工厂装配式钢筋混凝土管道的支架,全长1560m,由于管道支架设计假定与实际不符,出现了严重的质量问题,其主要问题有以下两个方面:一是设计为半铰接管架的柱脚,又未采取适当的构造措施,在管架使用后,支柱出现倾斜,致使柱脚混凝土破坏和梁柱节点拉裂;二是只计算纵向水平力,未考虑横向位移传来的水平力,从而导致管架破坏。

### (4) 构造不合理的问题

1) 建筑构造不合理。建筑构造不合理,是最常见的问题。如沉降缝、伸缩缝设置不当,新旧建筑连接构造不良,圈梁和地梁设置不当等,都可能造成砌体的裂缝。又如单层厂房中生活间与车间连接处,平屋顶建筑的顶层墙砌体中,都可能因建筑构造不当,受温度变形或地基不均匀下沉的影响,导致墙体出现裂缝。

2) 钢筋混凝土梁构造不当。如梁的高跨比不适宜,箍筋间距过大,纵向受拉钢筋在受拉区截断,梁断面较高时两侧不设纵向构造钢筋,梁的下部或梁截面高度处有集中荷载时不设附加钢筋(如吊筋、箍筋)等,都容易导致梁出现裂缝。

3) 墙体连接构造不当。建筑物的转角和内外墙连接处,不同材料砌体的连接构造等,是比较难处理、易出问题的部位,如果处理不当,很容易导致墙体的开裂,甚至出现倒塌事故。如江西省某高校一幢砖混结构房屋,由于横墙与作围护用的毛石挡土墙未设置拉接钢筋,底层也未设置圈梁,致使成为几个独立的砌体,加上底层窗间墙承载能力不足,在工程尚未全部完成时整体倒塌。

4) 墙梁构造问题。墙体如果砌在钢筋混凝土梁上,梁在正常挠度下(如小于  $1/400$  时),对梁的安全是毫无问题的。但是这一挠度在墙内引起的剪应力与拉应力,足以致墙体产生裂缝。如四川省某办公楼,钢筋混凝土梁的设计挠度为  $1/400$ ,虽然满足了梁的要求,但却造成了内墙的开裂,最大缝宽达  $2.5\text{mm}$ 。工程实践证明,在验算墙体裂缝时,梁的实际挠度应当小于  $1/400$ 。

#### (5) 设计计算错误

1) 不计算或不进行认真计算。有些结构构件产生的质量问题,很多是因为某些持证设计单位,包括一些甲级设计单位的设计人员,不认真进行工程设计计算,只凭以往经验估算而造成的。如湖北省某学校的教学楼,由于对外走廊砖柱未进行设计计算,选用的砖柱截面过小,承载能力严重不足,所以在主体结构刚刚完成后,造成外走廊的局部倒塌。

2) 荷载计算错误。荷载计算是一项要求非常细致的工作,必须认真对待,如果不负责、不细致、不认真,很容易出现荷载计算错误。如有的设计漏算结构自重,有的屋面荷载不考虑找坡层的不同厚度,少算了厚度较大部分的荷载;采用钢筋混凝土挑檐时,未计算对砖墙产生的弯矩;砖混结构采用木屋盖,当屋架跨度较大时,对屋架受荷后,下弦拉伸,屋架下垂对外墙产生的水平推力考虑不周。以上这些荷载计算错误,都会使墙体、柱出现裂缝和倾斜,甚至破坏倒塌。

3) 内力计算错误。内力计算出现错误,一般常发生在超静定结构计算中。如砖混结构建筑物中,两跨连续梁传给墙或柱的荷重,未考虑梁的连续性,中间支座处的荷载往往少算;又如,在框架结构中,把连续梁当作简支梁计算支座反力,造成部分框架内力计算值偏小;再如,内力计算不按规范规定,进行最不利的荷载组合等。以上这些内力计算错误,均可导致建筑物出现多种质量问题。

4) 结构构件的安全度不足。如陕西省某 4 层混合结构房屋,主体结构完成后,在大雨中突然发生倒塌。经检查与验算,发现主要承重结构的设计截面偏小,设计图上又没有注明砖及砂浆的强度要求,实际所用砖及砂浆的强度较低,加上施工质量较差等原因,造成房屋倒塌。

5) 构件的刚度不足。这类事故多发生在钢结构工程中。如河北省某 3 层砖混结构厂房,屋盖采用钢屋架,当屋面找平层施工完成时,发生钢屋架坠落、屋面坍塌,并带动部分窗间墙一起倒塌,部分楼盖的梁板被砸坏。经检查分析,屋架主要压杆的长细比超过钢结构设计规范的规定,造成屋架失稳破坏。

6) 设计时不考虑建造的可能性。如山东省某工厂为装配式单层厂房,屋盖为锯齿形,在结构吊装中局部倒塌。经检查分析,该工程柱截面较小,配筋不符合设计规范的要求,设计仅按两侧都加满荷载的情况进行计算,但未考虑柱单侧大偏心受压的不利情况。倒塌的验算证明,柱子的实际配筋只有规范规定配筋的 23%。

7) 设备基础不进行振动验算。四川省某工厂两台复式氨气压缩机安装完成后,试运转时发现压缩机严重地左右摆动和水平振动,根本无法使用。经检查,设计中未计算基础的振幅,加上基础设计偏小,最后不得不采取加固补强处理。

### 3. 建筑材料及制品的质量问题

建筑材料是构成建筑结构的物质基础,建筑材料的质量好坏,决定着建筑物的质量。因此,在进行建筑工程设计和施工中,认真科学地选择适宜的建筑材料,是极其重要的一

项基础性工作。

### (1) 水泥

1) 安定性不合格。我国的水泥年总产量居世界首位，但小水泥厂生产的水泥使用仍较为普遍，其中有的安定性指标并未经过严格检验，如果将安定性不合格的水泥用于工程，就可能造成严重的质量事故。如重庆市某单层工业厂房，基础混凝土浇筑完毕后，在柱吊装前就发现基础崩裂。经过认真分析和试验，组成混凝土的其他材料和施工工艺均无问题，最后复验水泥安定性为不合格。

2) 强度等级不足。我国明确规定，生产的水泥出厂时应有一定的强度储备（一般为1.13倍）。但是由于质量管理不严或试验误差，会造成出厂的水泥强度等级不足。如果不再复验而直接用于工程，水泥砂浆和混凝土的强度必然下降。这是产生工程质量事故的主要原因。如武汉某工厂的混凝土挡土墙工程，其试块强度仅达到设计强度的58%，经复检水泥强度，300号（原硬练标号）水泥的实际标号仅为200号，因此造成了严重的工程质量事故。

3) 袋装水泥重量不足。我国生产的袋装水泥的标准规定，每袋的重量为 $50 \pm 1\text{kg}$ 。但是，一些水泥生产厂家只顾经济利益，而无视国家规定，袋装水泥的重量普遍不足。如1987年江苏徐州市和连云港市反映，袋装水泥最重的为48kg，少者只有42kg左右。在配制混凝土或砂浆中，工人习惯用袋计量的方法，由此造成水泥用量不足，使混凝土或砂浆的强度达不到设计要求。

4) 错用水泥或混用水泥。我国生产的水泥品种很多，不同品种的水泥，其性能和用途是不同的，决不能错用和混用，不然会造成工程质量事故。如北京市某高层建筑为框架剪力墙结构，由于施工中同时使用大厂和小厂的水泥，各种水泥堆放时没有清楚地分开，又没有明显的标志区别，导致了错用水泥和混用水泥，因此强度要求高的达不到设计要求，强度要求低的反而超出太多。

5) 水泥受潮或存放过期。水泥的实际强度，除了与出厂质量有直接关系外，还与水泥的保管条件、贮存时间长短有密切关系。有些施工企业在使用受潮、结块或过期水泥时，事先不测定水泥的实际强度，仍按原强度进行配制混凝土和砂浆，结果造成混凝土或砂浆强度严重不足。

### (2) 钢材

钢材是建筑工程中三大主材之首，也是一种性能良好的建筑材料，在各类建筑均有广泛应用。但是，如果在选材、使用、保护不当时，也会发生如下种种质量问题：

1) 强度不合格。在钢筋混凝土工程中，所用的钢筋材质证明与材料不配套，进场钢筋不按照施工规范的规定进行检验后再使用，因此使不合格的钢筋被用到工程上。如重庆市某宿舍工程使用的 $\phi 8$ 钢筋，根据材料仓库提供的材质证明，其屈服强度、极限强度、延伸率等指标均合格，施工人员未作检验就直接用于工程。事后经过复验发现，有50%左右试件的极限强度达不到标准要求，而且屈服强度与极限强度比较接近，是典型的不合格钢筋，最后只好采用补强加固措施。

2) 钢材出现裂缝。钢材出现裂缝，不仅有材质本身的问题，而且还有加工质量问题。如某构件预制场进一批冷拉 $\phi 8$ 钢筋，在加工时发现钢筋弯钩附近有横向裂缝，取样作拉伸试验时，又发现在试件的全长出现横向环状裂缝，裂缝的间距为5~10mm 施工规范明

确规定有冷弯裂缝的钢筋不予验收，对于出现裂缝的钢筋应作降级使用。

3) 钢材发生脆断。钢材发生脆断是一种严重的质量事故，其原因既有材质的问题，也有施工不当的问题。工程实践证明，使用低质钢和沸腾钢，很容易发生钢材的脆断，钢筋的脆断经常发生在粗钢筋电弧点焊后。对于钢结构中钢材的脆断质量事故，在我国很少报道，但国外有此类工程质量事故的实例。

### (3) 普通混凝土

普通混凝土是由水泥、砂、石、水和外加剂按一定比例配制而成。在一般情况下，砂、石的强度明显超过混凝土的强度。从混凝土破坏试验中可看出，破坏面主要出现在骨料与水泥石的粘结面上。当水泥石强度较低时，破坏也可能发生在水泥石本身。因此，混凝土的强度通常取决于水泥石强度及其骨料表面的粘结强度。决定这些强度的因素有三个：原材料质量、混凝土配合比和混凝土施工质量。

混凝土配合比是决定其强度的最重要因素之一，其中水灰比大小直接影响混凝土强度，另外砂率、浆骨比、用水量、外加剂等也影响混凝土的各种性能。如果配合比不准确，将会造成强度不足等质量事故。造成混凝土配合比不当的因素主要有以下两个方面：

1) 不根据设计要求的强度等级、质量检验标准以及施工和易性的要求确定配合比。不按国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》进行计算和试配确定配合比，不少施工企业随意套用经验配合比，这是造成混凝土强度不足事故的最常见原因。

2) 不按施工规范进行操作，施工质量控制差。常见的问题有用水量控制不严，水泥用量不足，砂、石料计量不准等，均可能造成混凝土配合比不准甚至错误，其结果会造成混凝土强度不足或其他性能（如和易性、抗渗性、抗冻性等）下降。

### (4) 砂石集料

1) 砂石集料的岩性。有些砂石中含有活性氧化硅（如流纹岩、安山岩、凝灰岩等）。这类集料若与含碱量较高（超过 0.6%）的水泥一起配制混凝土，则水泥中碱性氧化物水解后会形成氢氧化钾和氢氧化钠。它们与集料中的活性氧化硅发生化学反应，生成不断吸水、膨胀、复杂的碱-硅酸胶体。这种胶体会造成混凝土开裂，并使其强度和弹性模量下降。

2) 粒径、级配与含泥量。砂石集料的粒径太小、级配不良、空隙率大，都会导致水泥用量和用水量加大。工程经验证明，混凝土选用中砂比较适宜，如果使用特细砂配制混凝土，不仅会增大水泥浆的用量，而且还会使混凝土产生比较严重的收缩裂缝。在碎石中，石粉、石屑的含量也影响混凝土的质量，如果粉屑含量达到 7% 以上，不仅造成单位用水量与水泥用量加大，而且还影响水泥石与集料的粘结力，使混凝土抗裂性能明显下降。

砂石中含泥量高，更加影响混凝土的质量，其不仅影响混凝土的强度，而且还影响混凝土的抗冻性、抗渗性和耐久性。很多工程的混凝土出现质量事故，大多与集料的含泥高有关。

3) 有害杂质的含量。如山西省曾生产的一批空心板，用含有大量有害杂质的集料制成，结果造成空心板大面积的酥裂、破坏和塌落事故。经过对集料检验证明，粗集料试样中 78.9% 的三氧化硫超标，有的含量高达 31.87%。

### (5) 粘土砖

1) 砖的强度不足。砖的强度是砌体质量好坏的决定性因素。砖的强度达不到设计要求，而造成房屋倒塌的实例比较普遍。在砖石结构设计规范中，砌体的抗压强度与砖的强度等级密切相关。在黑龙江、陕西、湖南等省多次发生过因砖的强度较低，导致砌体强度大幅度下降，造成房屋倒塌的事故。

2) 尺寸形状问题。粘土砖有机制砖和手工砖两种，但目前使用的手工砖的尺寸偏差较大，有的砖长甚至相差 2cm 左右，这对砌体的承载力等将产生不利影响。在施工过程中，如果断砖、碎砖使用不合理，也会造成墙体的开裂，甚至会引起建筑物的倒塌。

3) 砖的体积稳定性问题。硅酸盐砖的体积稳定性较差，华南地区曾报道过，采用体积稳定性较差的砖，砌体会因体积不稳定而出现裂缝。

#### (6) 外加剂

1) 混凝土中掺加的外加剂不当。混凝土外加剂按其功能不同，可以分为改善混凝土拌合物流动性的外加剂、调节混凝土凝结硬化速度的外加剂、调节混凝土含气量的外加剂、改善混凝土耐久性的外加剂和提供特殊性能的外加剂。混凝土的种类、品种不同，其性能和作用也不同。其掺量不适宜，也会带来不同的效果。因此，对混凝土外加剂的掺加，应特别注意种类和掺量两个方面。

2) 砌筑砂浆掺用微沫剂问题。微沫剂是提高砌筑砂浆和易性的外加剂。其掺量大小直接影响砂浆的强度，掺量愈多，强度愈低。由于微沫剂掺量很少，一般为 0.5/10000 ~ 1.0/10000（占水泥质量），所以使用中应当严格控制，否则就可能造成砂浆强度不能满足设计要求。

目前，有些施工企业不认真执行《砖石工程施工及验收规范》中的规定，在水泥砂浆中掺入微沫剂后，不考虑规范中关于“砌体抗压强度应比水泥混合砂浆砌体降低 10%”的规定；在水泥石灰砂浆中掺入微沫剂时，不按规范规定“石灰用量最多减少一半”，而是用很少的石灰，甚至完全不用石灰；还有的在水泥粘土砂浆中掺加微沫剂，违反了规范中“不得掺入有机塑化剂”的规定。以上这些均影响砌体质量。

#### (7) 防水、保温隔热及装饰材料

1) 选用的沥青与油毡质量不良。如油毡柔性和韧性较差，将使卷材出现裂缝，导致渗漏；油毡纸胎没有浸透沥青，其耐久性较差，导致渗水；沥青标号太低、耐热度差而发生流淌等。

2) 保温隔热材料质量问题。主要是质量密度、导热系数达不到设计要求；在运输保管中，保温隔热材料受潮，由于湿度加大，使材料的质量密度加大，一方面影响建筑功能，另一方面导致结构超载，影响结构的安全。

3) 装饰材料的质量问题。装饰材料的质量问题很多，最常见的有石灰膏熟化不透，使抹灰层产生鼓泡；在水泥地面中因砂子太细、含泥量太大、级配不良、水泥强度等级太低等，很容易造成地面起灰；抹灰面未干即进行油漆作业，使漆膜起鼓或变色，抹灰面出现泛碱；涂刷漆料太稀，含重质颜料过多，涂漆附着力差，使漆面流坠；木装饰的材质差，含水率高，容易产生翘曲变形；玻璃不干净或有水波纹和气泡；壁纸花饰不对称，表面有花斑，色相不统一，花饰与纸边不平行等。

#### (8) 钢筋混凝土制品

1) 制品混凝土试块的强度不合格，或尚未达到规定的强度就出厂。

2) 钢筋出现错位。如焊接骨架产生变形，主筋发生移位，预埋钢筋错位等。

3) 尺寸、形状、外观问题。尺寸偏差超过施工验收规范的规定；构件超厚、超重；构件扭曲、翘曲、缺棱；混凝土出现蜂窝、孔洞、露筋，在预应力空心楼板中，由此而导致预应力值降低，影响钢丝与混凝土共同工作，降低了构件的承载能力，甚至引起楼板突然断塌。

4) 裂缝问题。混凝土制品出现裂缝，是最常见的一种质量问题，除影响构件的外观外，有相当多的裂缝可能影响构件的承载力和耐久性。

5) 预埋铁件发生错位。这种质量问题将导致结构安装困难、连接节点不牢固等问题，严重影响结构的整体性。

#### 4. 施工质量方面的问题

##### (1) 施工顺序方面的错误

###### 1) 土方与基础工程

在深浅不等、间距较小的基础群施工时，采用错误的施工顺序，先做浅基础，然后再施工深基础。这样在开挖深基础土方时，破坏了浅基础的地基。例如单层工业厂房中，通常采用封闭方式施工室内设备基础，如设备基础较深，且与厂房柱基较近，又无适当的技术措施时，就容易产生此类问题。

在已有建筑物附近施工时，缺少保护性措施。如有的基坑开挖时，破坏了已有建筑物的地基；有的采用人工降低地下水位的方法，造成已有建筑物地基下沉加大；有的工程打桩振动导致原有建筑物产生裂缝等。

在基槽（坑）回填土工程中，往往因单侧回填引起基础偏斜，甚至造成基础断裂等质量事故。

###### 2) 结构吊装工程

构件吊装顺序发生错误，导致已吊装构件受力不均匀，造成个别杆件应力过大，甚至产生与设计相反的应力，造成构件的破坏或倒塌。例如在前苏联曾发生过吊装钢屋盖时，屋架因局部超载，而造成 30m 跨钢屋架倒塌事故。

没有及时吊装与固定支撑构件。如沈阳市某工厂吊装 40m 高的柱子后，虽然同步吊装了柱间的纵向连接板，但因为板柱连接接头未及时完成，又缺少必要的、可靠的缆风绳等临时固定措施，终于在大风中发生柱倒塌事故；在屋盖吊装施工中，因未及时固定支撑系统，大型屋面板未按规定焊接、又不设置临时支撑，从而造成屋盖倒塌事故，在山东、山西、江苏、内蒙古、湖南等地均有报道；在装配式框架结构中，由于违反设计规定的吊装顺序而造成结构倒塌。

下部构件吊装后未经认真检查校正，在误差超过规定较大的情况下，即进行最后固定，并吊装上部构件，因而造成了事故。例如江苏省某厂就出现过这类质量事故，其中厂房的 1 根柱向内移位 50mm，最后不得不返工处理。

###### 3) 结构工程与砌墙顺序发生错误

单层工业厂房中先砌墙，后现浇柱。例如江苏省某单层厂房，高 8.8m、跨度 15m，施工违反顺序，先砌围护墙，后浇筑钢筋混凝土排架柱，结果在大风中墙被刮倒。

先砌墙，后吊装屋盖。例如湖北省某工厂车间，围护墙厚 37cm、高 10m，施工时先吊装柱，再砌筑砖墙，然后再吊装屋盖。在屋盖吊装中发现边排柱普遍向外倾斜，柱顶

向外移位 40~60mm，最大达到 120mm。

在混合结构中，先砌上层墙，后安装墙下楼板。例如甘肃省某教学楼 4 层楼面的预制板，一端搁置在现浇梁上，另一端支承在 37cm 厚的砖墙上，现浇梁因钢筋长短不一，未及时完成，于是先砌墙，预留楼板槽，待梁浇筑后，再嵌放 3 层楼板。这一错误的施工顺序，导致一道长 6m、高 3.66m、厚 37cm 的砖墙突然失稳倒塌，造成砸断 2、3 层部分楼板，死亡 1 人的特大工程事故。

在混合结构中，先砌墙，后安装踏步板。某地区一幢 4 层宿舍楼，楼梯间墙长 5.1m，层高 4m，墙厚 24cm。在预制楼梯踏步板未安装前，就砌筑了楼梯间两侧的砖墙，并在墙身腰部预留出 12cm×12cm（高×深）的折线形槽，准备用来嵌装预制踏步板，加上楼梯间砖墙未和内纵墙同时砌筑，且留的是直槎，当楼梯间墙体砌至 4m 高度时，墙身沿预留槽处突然倒塌。

#### 4) 现浇混凝土结构拆模过早

这里所讲的“现浇混凝土结构拆模过早”，不是指混凝土强度未达到拆模的要求，而是指施工顺序错误的过早拆模。例如，悬挑雨篷的拆模时间，不仅取决于雨篷混凝土的强度，而且还与雨篷板梁上的压重、雨篷的稳定性有关。如果雨篷上的砖砌体不够高，或砌体上的构件没有安装前，就拆除雨篷的模板及支撑，就很可能因施工荷载过大，而导致雨篷整体倾覆坠落。

#### 5) 预应力张拉过早或偏心张拉

预应力张拉过早或偏心张拉，均会产生一定的质量问题，甚至出现重大的工程事故。例如辽宁省某工程 24m 预应力屋架，在混凝土试块强度仅为设计强度值的 77% 时，就张拉预应力钢筋，紧接着进行孔道灌浆，导致两榀屋架端部附近混凝土被压酥，下弦被折断。在后张法预应力构件中，预应力筋张拉顺序不是对称地进行，可能造成构件的旁弯或裂缝；双向配筋的构件，如果不交错张拉，也易造成过大变形或裂缝。

#### 6) 屋顶隔热层施工时间过迟

房屋的平屋面上常采用架空隔热板，这不仅是为了改善顶层房屋的使用条件，同时对防止顶层砖墙和屋盖结构的裂缝有着明显的作用。但是有不少完成屋面防水层工程后，迟迟不进行架空隔热板的施工，使屋面受到温度的剧烈变化，造成屋盖结构产生较大的变形，最终导致砖墙或钢筋混凝土梁出现裂缝。

#### 7) 相邻工程的施工顺序错误

例如某锅炉房与回水池工程，为了使这两个工程同时完成，施工计划安排先施工锅炉房，待锅炉房土建工程完成后，再开挖回水池。由于回水池的底高比锅炉房基底深 3m，在开挖回水池时虽然采用了满铺支撑等措施支护土壁，但仍然发生了严重的流砂现象，最后造成锅炉房局部倾斜，墙体发生严重裂缝。

#### 8) 钢筋混凝土烟囱内衬施工太迟

在钢筋混凝土烟囱施工中，如果在混凝土浇筑后，不及时施工内衬和隔热层，而且不封堵烟道与囱身的连接处，使空气得以在烟囱内强烈流动，促使筒壁混凝土的水分加快蒸发，也会导致筒壁产生裂缝。

### (2) 施工结构理论问题

#### 1) 土压力与边坡稳定问题

进行单侧回填。在基坑（槽）进行土方回填时，不考虑两侧的平衡和土压力作用的影响，从而造成基础的位移、倾斜或裂缝。这类事故在建筑工程中屡见不鲜。

施工中土方大量集中堆积在已有建筑物附近，使已有建筑物产生附加的不均匀沉降，导致已有建筑物倾斜、变形和裂缝。这类事故容易发生在湿陷黄土或软弱土地区。

土方边坡失稳。对土方边坡稳定的条件认识不清，造成边坡塌方，甚至发生人员的伤亡。这类事故是基坑开挖中最容易发生的质量问题。例如边坡的坡度太陡，坡顶堆放太多的土方或建筑材料，边坡附近有机械振动的影响，地面水或雨水浸入土方内等，均可以导致土方边坡塌方；又如在稳定的边坡坡足处挖除土方，因破坏了边坡的稳定条件，造成塌方或滑坡等。

## 2) 施工阶段受力性质变化问题

钢筋混凝土柱、预制桩等构件是按轴心或偏心受压构件设计计算的，而在运输、堆放、安装过程中，这类构件的受力情况会发生变化，变为受弯或压弯或拉弯构件，如果构件的支点（吊点）位置确定不恰当，则极易使构件产生较大的裂缝，严重者甚至发生断裂。

梁、板类受弯构件施工时的支点或吊点位置，往往会改变构件的受力情况，与构件使用阶段的受力情况有很大差别。例如预制悬臂梁在运输与吊装中，把支点（吊点）设在构件的两端，造成梁长度方向的中部产生裂缝；又如较长的梁、板采用汽车运输，因受车厢长度的限制，构件往往向车后悬挑相当长度。如果外悬部分太长，或运输道路颠簸振动严重，极易使支点附近构件的上面产生裂缝，严重时会造成断裂。

尤其需要指出的是，简支的预应力板往往仅在板下面配置预应力筋，在构件制作时，有的构件上表面产生了一定的预拉力，而上部配筋甚少，一旦在运输安装中形成反弯矩，极易造成构件严重裂缝。

屋架等构件往往是平卧生产，在其翻身起吊时其受力情况与使用阶段不同，屋架扶直后，吊装中的吊点数量、位置等也将影响屋架各杆件的受力情况，如果稍有疏忽，极易造成屋架开裂或损坏。

装配式结构工程，在结构未完全吊装固定前，构件的受力情况与使用阶段差别很大。例如单层厂房的柱子，在房架安装前是悬臂结构，安装后形成排架，前面叙述的砌墙时间过早，造成事故就是这类建筑物的典型实例。又如山墙柱上部与屋架、支撑等未连接时，也是悬臂结构，若在这种条件下砌完山墙，则也容易造成工程质量事故。类似质量事故在其他形式的装配式结构（如框架结构）中，同样也会发生。

## 3) 施工阶段的强度问题

现浇钢筋混凝土结构施工各阶段的强度问题。例如，成型阶段各种临时结构的可靠性，拆模时混凝土应达到的最低强度，拆模后结构承受各种荷载的强度等，应予以足够的重视。需要着重指出的是，要特别注意拆模后构件的强度及其能承受的最大荷载，因为刚刚拆模的构件强度不足，有些严重的工程事故就是在正常的施工荷载下发生的。如美国的一幢高层公寓，就是因为楼板拆模过早，其强度不足以承担上层的模板支撑、结构自重等荷载，所以发生了 24 层连续倒塌的重大工程质量事故。

装配式结构在施工各阶段的强度问题。例如，大型构件拆除底模时，混凝土应达到最低强度；构件起吊运输的强度；构件安装后的实际强度等，这些强度如果不能满足一定