


主编
主审

孟文清
史三元

建筑 工程质量

通病分析与防治



 黄河水利出版社

建筑工程质量通病分析与防治

主 编 孟文清

副主编 崔邯龙 苏 胜

主 审 史三元

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了建筑工程各种质量通病的产生原因、预防措施及治理方法。内容包括建筑工程质量问题综述、地基基础工程、砌体结构工程、钢筋混凝土结构工程、钢筋混凝土结构特殊工艺施工、预应力混凝土工程、木结构工程、钢结构工程、防水工程、装饰装修工程和工程构筑物的质量通病分析与防治。

本书内容涉及建筑工程的设计、施工、使用、维修、质检与管理,遵循现行规范,选编资料新颖,内容翔实,深入浅出,通俗易懂。

本书可供大专院校土木工程专业、建筑工程管理专业教学用书,也可供从事土木工程设计、施工、质检与管理的工程技术人员、工人及相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程质量通病分析与防治 / 孟文清主编. — 郑州:
黄河水利出版社, 2005.2
ISBN 7-80621-871-8

I.建… II.孟… III.建筑工程-工程质量-质量管理 IV.TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 143162 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码 450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张:18.75

字数:430 千字

印数:1—3 100

版次:2005 年 2 月第 1 版

印次:2005 年 2 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-871-8 / TU·48

定价:29.00 元

前 言

工程质量，人命关天。质量责任，重如泰山。新中国成立以来，由于贯彻“百年大计，质量第一”的方针，我国建筑工程的质量总的来说是逐年有所提高。但是，也必须清晰地认识到，当前建筑工程的质量仍存在很多问题，其中有的性质十分严重，如基础下沉、柱子倾斜、屋顶塌落、墙身开裂、强度不足、屋面渗漏等质量事故时有发生；同时也不同程度地存在着结构整体性不好、承载能力差、抗震能力不好等质量隐患。这些问题不仅影响到建筑工程的使用，严重的还会给国家和人民生命财产带来巨大损失。也有一些工程则是由于使用不当，维护不善而出现问题，导致工程不能正常使用，甚至报废，使国家财产遭受损失。因此，认真、正确地对待工程质量上存在的问题，采取有效措施预防质量问题的发生是广大工程技术人员不可忽视的问题。

分析、预防和治理建筑工程质量通病，不仅会涉及若干设计与施工的具体技术问题，而且涉及到的学科面较为广泛。日前，系统地、全面地介绍这类内容的书籍尚较少，有关资料极为零散，要以实用为目的进行全面、系统而又简练地归纳，存在一定困难。然而，实际工作中却十分需要这类书籍。为了提高建筑工程质量，建造更多全优工程，利于国家建设；也为了普及科学技术，使广大的建筑工程设计、施工、管理和质量检查人员，能较方便地了解 and 掌握防治建筑工程质量通病的技术措施和实践经验，编者广泛地收集了国内外有关资料，并根据国家现行有关技术规范的规定编写了此书。

本书强调概念性、系统性、说理性和应用性，重点是对各类质量问题的产生原因进行分析。对于初学者或已有一定工程经验的技术和管理人员来说，这能使他们得到综合运用所学知识处理工程问题的训练，也能加深他们对实际工程问题的认识。本书在编写过程中，还结合目前建筑设计 with 施工新技术的发展，对钢结构和装饰装修的质量问题作了较详细的介绍。

本书第一章、第四章的第一节至第四节、第八章由孟文清编写，第五、九、十章由崔邯龙编写，第三、七、十一章由王苏芳编写，第二章由刘历波编写，第四章的第五节至第七节、第六章由苏胜编写。全书由史三元教授主审。

本书在编写过程中，参阅了大量的书刊论著，在本书出版之际，特向有关单位和同行们致以深切的谢意。由于建筑工程质量通病种类繁多，一本书难以全面概括，更由于我们实践经验不足，理论水平有限，故本书肯定有不少不足之处，希望读者批评指正。

编 者
2005年元月

目 录

前 言

第一章 建筑工程质量问题综述	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 建筑工程质量问题检查分析	(2)
第三节 建筑工程质量事故产生的原因	(4)
第四节 建筑工程倒塌事故综述	(15)
第五节 建筑工程的裂缝	(23)
第二章 地基和基础工程质量通病分析与防治	(29)
第一节 地基处理质量通病与防治	(29)
第二节 砖石基础工程质量通病与防治	(35)
第三节 桩基础施工质量通病与防治	(37)
第四节 地基和基础工程质量通病实例分析	(44)
第三章 砌体结构工程质量通病分析与防治	(50)
第一节 砖石砌体墙体裂缝分析与防治	(50)
第二节 砌筑砂浆质量通病与防治	(54)
第三节 砖砌体质量通病与防治	(56)
第四节 石砌墙体质量通病与防治	(61)
第五节 小型砌块砌体质量通病与防治	(65)
第六节 某单身宿舍纵墙裂缝工程实例分析	(75)
第四章 钢筋混凝土结构工程质量通病分析与防治	(77)
第一节 概 述	(77)
第二节 钢筋混凝土结构的外观及隐蔽缺陷	(77)
第三节 钢筋混凝土结构的裂缝	(91)
第四节 钢筋工程的质量通病与防治	(102)
第五节 模板工程的质量通病与防治	(113)
第六节 钢筋混凝土基本构件的质量通病与防治	(117)
第七节 钢筋混凝土结构工程质量通病实例分析	(131)
第五章 钢筋混凝土结构特殊工艺施工质量通病分析与防治	(136)
第一节 大模板施工质量通病与防治	(136)
第二节 升板法施工质量通病与防治	(142)
第三节 滑动模板施工质量通病与防治	(144)
第四节 预制装配式钢筋混凝土框架结构 施工质量通病与防治	(148)
第五节 某高层商住楼支承杆失稳实例分析	(152)

第六章 预应力混凝土工程质量通病分析与防治	(154)
第一节 预应力混凝土大型屋面板施工质量通病与防治	(154)
第二节 冷拔钢丝预应力混凝土构件质量通病与防治	(156)
第三节 后张法预应力混凝土构件施工质量通病与防治	(160)
第四节 预应力混凝土工程质量通病实例分析	(166)
第七章 木结构工程质量通病分析与防治	(168)
第一节 木屋架制作质量通病与防治	(168)
第二节 木屋架安装质量通病与防治	(173)
第三节 木结构防火防腐	(174)
第八章 钢结构工程质量通病分析与防治	(178)
第一节 钢结构工程质量问题综述	(178)
第二节 一般钢结构拼装与吊装质量通病与防治	(187)
第三节 轻钢结构的质量问题	(195)
第四节 空间钢网架结构的质量通病与防治	(197)
第五节 钢结构工程防腐蚀	(201)
第六节 钢结构工程防火	(209)
第七节 钢结构工程质量通病实例分析	(213)
第九章 防水工程质量通病分析与防治	(216)
第一节 卷材防水屋面施工质量通病与防治	(216)
第二节 刚性防水屋面施工质量通病与防治	(224)
第三节 涂膜防水屋面施工质量通病与防治	(226)
第四节 地下室混凝土自防水施工质量通病与防治	(229)
第五节 地下室水泥砂浆防水层施工质量通病与防治	(234)
第六节 地下室卷材防水施工质量通病与防治	(237)
第七节 防水工程质量通病实例分析	(238)
第十章 装饰装修工程质量通病分析与防治	(241)
第一节 抹灰工程质量通病与防治	(241)
第二节 饰面工程质量通病与防治	(252)
第三节 楼地面工程质量通病与防治	(255)
第四节 门窗工程质量通病与防治	(264)
第五节 幕墙工程质量通病与防治	(268)
第六节 装饰装修工程质量通病实例分析	(273)
第十一章 工程构筑物质量通病分析与防治	(276)
第一节 烟囱工程质量通病与防治	(276)
第二节 筒仓工程质量通病与防治	(282)
第三节 倒锥壳水塔施工质量通病与防治	(284)
第四节 水池及油罐施工质量通病与防治	(286)
第五节 工程构筑物质量通病实例分析	(289)
参考文献	(292)

第一章 建筑工程质量问题综述

第一节 概述

在建筑工程中,由于人为的(勘察、设计、施工、使用)或自然的(地质、气候)原因,致使建筑物出现影响正常使用以及承载力、耐久性、整体稳定性的种种不足统称为建筑工程缺陷(以下简称缺陷)。

按照严重程度,缺陷通常分轻微缺陷、使用缺陷和危及承载力缺陷三类。轻微缺陷不影响建筑结构的承载力、刚度及其完整性,也不影响建筑结构的近期使用,但影响其耐久性或碍观瞻,要想消除则需要额外的费用。例如,钢板上的划痕、夹渣等。使用缺陷也称为非破坏性缺陷,它不影响建筑结构的承载力,但却影响其使用功能,或使结构的使用性能下降,有时还会使人产生不舒适感和不安全感。例如,钢梁较大的挠度等。危及承载力缺陷往往是由于材料强度不足、构件截面尺寸不够、构件残缺有伤、安装连接构造质量低劣等原因,直接威胁到构件甚至整个结构的承载力和稳定性。此类缺陷必须及时消除且需耗费巨额资金。例如,混凝土梁的弯、剪裂缝和钢结构的裂纹等。这三种缺陷的表现形式可能是外露的,也可能是隐蔽的。相比之下,危及承载力缺陷尤其危险,引起的后果更加严重。

建筑工程质量通病是指那些经常出现的(主要是由于施工中的不良习惯引起的),带有普遍性,且往往不容易引起重视的质量缺陷。

凡质量达不到合格标准的工程,必须进行返修、加固或报废,由此而造成的直接经济损失在5000元(含5000元)以上的称为工程质量事故。

缺陷和事故均属于工程质量问题,但却是两个不同的概念。事故通常表现为建筑结构局部或整体的临近破坏、破坏和倒塌;而缺陷仅表现为具有影响正常使用以及承载力、耐久性、完整性的种种隐藏的或显露的不足。但是,缺陷和事故又是同一类事物的两种程度不同的表现,缺陷往往是产生事故的直接或间接原因,而事故往往是缺陷的质变和经久不加处理的发展。

新中国成立以来,由于贯彻“百年大计,质量第一”的方针,我国建筑工程的质量总的来说是逐年有所提高。但是,也必须清晰地看到,当前建筑工程的质量仍存在很多问题,其中有的性质十分严重,如基础下沉、柱子倾斜、屋顶塌落、墙身开裂、强度不足、屋面渗漏等质量事故时有发生;同时也不同程度地存在着结构整体性不好、承载能力差、抗震能力不好等质量隐患。这些问题不仅影响到建筑工程的使用,严重的还会给国家和人民生命财产带来巨大损失。也有一些工程则是由于使用不当,维护不善而出现问题,致使工程不能正常使用,甚至报废,使国家财产遭受损失。因此,认真、正确地对待工程质量上存在的问题,采取有效措施预防质量问题的发生是不可忽视的问题。

既然存在质量问题，那么如何进行检查、分析以及预防和处理，就成为急需解决的问题。

第二节 建筑工程质量问题检查分析

建筑工程质量问题产生的原因是多方面的，涉及到勘察、设计、材料、施工、使用与维护等各个方面。因此，在遇到质量问题时，应从多方面进行检查分析，找出产生质量问题的真正原因，为加固补强、解决质量问题提供必要的依据，为杜绝类似问题的再次出现提出预防措施。

一、建筑工程质量问题检查分析

(一)建筑工程质量检查分析过程

当遇到建筑工程质量问题时，首先必须弄清楚建筑物或构件有关部分问题的历史和现状。要进行认真仔细的“四查”，即补查勘察、复查设计、检查施工和考查使用。要做到设计、施工、监理和使用单位相结合，普查和重点查相结合，外观检查与检验相结合，专人查与动员群众提供情况相结合，弄清楚存在问题，做到情况明、方法对，为加固补强提供必要的依据。

具体来讲，建筑工程质量检查分析过程(以下简称分析过程)大体要经历以下七个阶段。

(1)观察记录事故现场的全部实况。①保持现场原状，留下实况照片，尽力找出事故原发原因。②针对可能是发生事故的地段，对倒塌后的构件残骸进行描述、测绘、取样；其他地段也应做相应描述、取样，以示对比。③对现场地基土层或岩层进行补充钻探或用其他办法进行补充勘察，了解实际基础持力层和下卧层及地下水情况。④开挖了解实际的基础做法。⑤量测原建筑物的有关实际资料(如房屋主要尺寸，各种结构构件的位置、尺寸、构造做法、存在缺陷等)。⑥现场结构所用材料取样(混凝土、钢筋、钢材、焊缝和焊接点试件、砌体的块材和砂浆等)。⑦向施工现场的管理人员、质监人员、工人、设计代表、抢救指挥人员和幸存者进行详尽的询问和访谈。⑧对施工时提供建筑材料、建筑构配件的厂家进行实地调查，取样检测。⑨其他。

(2)收集调查与事故有关的全部设计和施工文件。①各种报建文件、招标发包文件和委托监理文件。②建设单位的委托设计任务书，要求更改设计的文件。③设计、勘察单位的勘察报告，全部设计图纸，设计说明书，结构计算书，以及作为设计、勘察依据的本地区专门规定。④施工记录、质量文件(质量计划、手册、记录等)、隐蔽工程验收文件、设计变更文件等。⑤材料合格证明、混凝土试块记录和试验报告、桩基试桩或检测报告等。⑥经监理工程师签字的质量合格证明。⑦竣工验收报告等。

(3)找出可能产生事故的所有因素。①设计方案，结构计算，构造做法。②材料、半成品构配件的质量。③施工技术方案，施工中各工种的实施质量。④地质条件，气候条件。⑤建设单位在设计或施工过程中的不合理干预，不正常的的使用，使用环境的改变等。

(4)从上述全部因素中分析导致原发破坏的主导因素,以及引起连锁破坏的其他原因。这里指的是初步分析判断,它对下一步工作(第(5)步)会产生影响。最后要等待下一步工作做完后才能确定。

(5)通过现场取样的实际检测、理论分析或结构构件的模拟试验,对破坏现象、倒塌原因加以论证。理论分析指根据设计和实际荷载,实际支承和约束条件,实际跨度、高度和截面尺寸以及实际材料强度,用结构力学的方法进行分析;或者根据实用材料、实用配合比、实际介质环境用化学的方法进行分析。模拟试验宜采用足尺模型或缩尺比例不太小的模型;可以做构件模型,也可以做节点模型;可以做原材料模型,也可以做其他材料如光弹性材料的模型。

(6)解释发生质量事故的全过程(要听取设计、施工、建设单位的分析报告,作为参考)。

(7)提出质量事故的分析结论和应该吸取的教训,对事故责任进行仲裁。

(二)建筑工程质量问题分析的基本原则

一项高质量的建筑工程质量问题分析应遵循以下基本原则。

(1)信息的客观性。指正确的分析来自大量的客观信息,这些信息包括上述分析过程(1)、(2)的内容。设计图纸、施工记录、现场实况、责任单位分析报告是信息来源的重要组成部分。收集信息时必须持客观态度,切忌有主观猜测和推断的成分。

(2)原因的综合性。指准确的分析来自多种因素的综合判断,这些因素包括上述分析过程(3)、(4)的内容。综合分析时必须用辩证思维,对具体事物做具体分析,把握住全部因素,找出占主导地位的现象,看到事物主要矛盾可能的转化。

(3)方法的科学性。指可信的分析来自严密的科学方法,这些方法包括上述分析过程(5)的内容,现场实测、材料检测、构件或结构模式试验和理论分析是科学方法的四个重要组成部分,都要用各自相应的手段认真地进行,才能得出可信的结果。

(4)过程的回顾性。指完整的分析来自全面的回顾,达到上述分析过程(6)中解释所发生事故全过程的目的。全面回顾是分析倒塌事故的重大特色,难度很大,主观判断的成分多,它必然要掌握大量客观信息,用科学方法在进行综合分析的基础上才能做到。

(5)判断的准确性。指有价值的分析来自准确的判断,这是上述分析过程(7)的需要。质量事故分析的重要目的,是有一个既准确又有价值的结论,以便于“分清是非”、“明确责任”、“引起警觉”、“教育后人”,这正是质量事故分析的价值所在。

(6)结论的教育性。指分析的结果要起到教育后人的作用。一次事故的损失必然是惨重的,从一次事故中可总结出的经验教训也必然是丰富的。

二、建筑工程质量问题检查分析中的结构受力评定

一个建筑构件必须能够承受荷载,而且应能够可靠地传递荷载。一个建筑物或构筑物的破坏往往是因某些构件丧失承载、传载能力而引起的。因此,结构受力的正确与否,对建筑工程的可靠性有很大影响。为此,在工程质量检查分析中,就应正确分析、评定结构受力,真实地反映工程的使用质量。

在建筑工程检查中,评定结构受力的方法一般有三种,即分析计算法、荷载试验法

和实物调查比较法。在结构评定中,通常首先考虑使用分析计算法,如因缺乏依据使分析计算法的准确性不能满足要求时,再采用其他方法深入一步进行结构评定。

(一)分析计算法

分析计算法首先通过对建筑物的考察和量测,然后将有关资料和量测结果运用结构理论加以分析和计算,从而做出评定的一种方法。它是目前结构评定中最普遍使用的方法。运用不同结构在不同受力阶段的典型特征(如挠度、裂缝和其他变形等)来与本评定的结构特性作比较,从而判断结构的受力状态,是分析计算法的一个重要方面,它具有简便迅速的优点。钢筋混凝土结构、砖石结构在不同受力阶段的裂缝以及木结构的局部破坏特征等,都比较典型,其应用也比较普遍和可靠。

对于各种新建的常用结构需要增加新的荷重等情况,分析计算应按有关设计规程进行。对旧有结构的计算校核应比原工程的设计计算更深入细致:第一,荷载计算应根据实际荷载进行;第二,材料强度应以实际强度为准,而不应直接引用设计图纸规定的标号和等级;第三,对原设计计算采用的规范、公式、计算图形应加以分析,看其是否与实际结构相符合。

(二)荷载试验法

荷载试验法是在对结构进行考察或粗略评定后,施加试验性荷载,从而进行结构评定的一种方法。荷载试验法常常运用于发生质量事故、材料变质、火灾、爆炸、撞伤等情况的结构,发现过度变形和裂缝等缺陷的代表性构件,需要增加荷载的结构,以及采用新技术、新理论、新工艺的结构评定等。荷载试验根据荷载性质不同,可分为静载试验和动载试验(一般情况下多采用静载试验)。根据荷载作用时间长短的不同,荷载试验可分为暂时荷载试验和长期荷载试验。用暂时荷载试验代替长期荷载试验时,试验结果应加以分析。按荷载施加的对象不同,荷载试验可分为实体试验和模拟试验,模拟试验的条件尽量与实体相符。荷载试验又可分为破坏性试验和非破坏性试验。对实际建筑结构,一般只允许进行非破坏性试验,试验前应编制相应的加载程序并采取其他必要的安全措施。

(三)实物调查比较法

实物调查比较法是把试验结果与实物调查结合起来的方法,它可以弥补试验结果与实际之间有一定差距的缺陷(因为试验往往会受到时间、材料、人力等方面的限制)。实物调查比较法也可以不通过荷载试验直接进行比较,因为工程实际中有时会出现与荷载试验相似的施载条件,认真观测实际结构工作的特征和变化,总结结构使用过程中的经验教训,可能收到与荷载试验相似的结果。

第三节 建筑工程质量事故产生的原因

建筑工程质量事故产生的原因是多方面的,有技术方面的,也有管理方面的。它可能涉及到地质勘察、设计计算、材料与制品、施工技术管理以及使用等方面。为了预防、杜绝质量事故的发生,必须对发生的质量事故的原因进行细致深入地分析,总结经验教训,提高认识。

一、违反基本建设程序

(一)建设前期工作问题

建设前期的某些工作，如项目的可行性研究、建设地点的选择等，如果这些工作做得不好，或根本不做，造成质量事故，其损失都是十分严重的。如因建设地点选择不当，造成建筑物开裂、位移、垮塌等事故，各地均有实例。例如：湖南省某县选择某湖岸边建造五间仓库，由于地基情况不明，在施工中全部倒塌，四年后又在此湖水面处修建办公楼，又大面积坍塌，并造成严重的人身伤亡事故；江西省某厂房建于风化千枚岩山坡下，因滑坡造成基础滑移，挡土墙开裂和前倾，预制梁焊缝被拉断脱开等严重事故。

(二)违章承接工程任务

建设部早就明确规定：“未经持证的设计单位或越级设计的工程，一律不准施工”；“持证施工和构配件生产单位不得越级承担任务”。由于违反这些规定造成的工程质量事故实例不胜枚举，许多重大质量事故都是因此而造成的。根据建设部的资料介绍，1958年以来全国各地发生的倒塌事故中，从设计方面分析，有80%以上的工程是无设计、无证设计或越级设计，从施工方面分析，这些倒塌工程的施工单位大多数是农村建筑队或自营建筑队伍。由于技术素质差、管理水平低等原因，这些单位根本无力承担工程施工任务，导致建筑物倒塌。

(三)违反设计顺序

设计单位的质量责任和设计顺序历来有较明确的规定，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，等等。从大量的事故调查中可见，不少工程图纸有的无设计人，有的无审校人，有的无批准人，这类图纸交付施工后，因设计考虑不周而造成的质量事故屡见不鲜。此外，设计前不做调查与勘测，盲目估计荷载或承载能力，进行结构设计，由此造成的事故也连年不断，损失惨重。

(四)违反招投标规定

违反招投标规定主要表现为以下几个方面。

(1)不实行公开招标。建筑工程的交易活动成了私下交易。

(2)进行假招投标。不少地方招投标制度流于形式，没有严格按照国家有关规定进行。

(3)招投标中的经济犯罪。发包方常常利用其有利地位，以发包工程为条件要求承包单位满足其各种利益和要求，其中包括经济利益。这种经济利益的谋求已从某些工作人员的贪污受贿进而发展为单位或集体共同犯罪。而承包方为争取到任务，也不惜采用各种手段去满足发包方的要求。

(4)招标中的多头发包、肢解发包，招标中压造价、挤工期，导致施工偷工减料、粗制滥造的实例屡见不鲜。

(5)不正当投标。除了招投标中的经济犯罪外，还存在“通谋招投标行为”。“通谋招投标行为”包括两方面内容：一是投标者之间串通投标行为，在投标者之间达成协

议或共谋的基础上,采取联合行动,故意抬高标价或压低标价,损害招标方的利益和其他投标方利益;二是投标者与招标者勾结,其目的是排挤其他投标者。

(6)不按规定开标、评标。开标、评标的组织及开标的形式均不符合招投标文件的有关规定。评标过程不公平、不合理、不科学,违反招投标文件的有关规定。

(7)承包人将工程层层转包,造成对工程质量和管理的失控。

(8)一些政府部门工作人员利用手中权力,干预工程承包活动,滋生腐败。

(9)有的单位或部门既是业主,又是承包人,还是工程监督人,缺乏有效的制约机制等,造成当前工程质量和安全存有大量隐患。

(五)违反施工顺序

这方面的问题较复杂,常见的问题有:地下工程未全部完成,即开始上部工程的施工;下部结构未达到强度与稳定的要求,即施工上部结构;结构安装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;保温、隔热工程施工时间太迟;地下水池完成后,不及时回填土;相邻近的工程施工先后顺序不当;等等。

(六)未经验收即使用

我国历来规定“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”。有些工程因不符合此规定而不能验收,但是,使用单位往往不清楚工程质量上存在的重大问题,未经验收即使用,由此造成的房屋倒塌等严重事故也时有发生。

二、工程地质勘察失误

造成建筑工程质量事故的工程地质勘察失误表现为以下几个方面。

(1)不认真进行工程地质勘察,随便估计地基的承载力。随便估计地基的承载力会造成建筑结构产生过大的不均匀沉降,导致结构裂缝,甚至倒塌。例如:某构筑物,自重引起的基底压力为 156.91 kPa,使用荷载作用下基底压力达 441.30 kPa,实际的地基承载力设计值只有 107.87~147.10 kPa,结果导致局部倒塌;四川省某县水泥厂,因设计前未做地质勘测,仅凭经验做结构计算,施工中又粗制滥造,在一次大雨中 5 个原料筒仓全部倒塌,砸坏 3 个车间、29 台设备,直接经济损失 56 万余元。

(2)勘察时钻孔间距太大,不能全面准确地反映地基的实际情况。由于这个原因造成的事故实例在丘陵地区的建筑中较多。例如:四川省某单层厂房修建在丘陵地区,地基中的基岩面起伏变化较大,水平方向达 0.5 m/m,地质勘察资料未提供这些数据,由于基础下的可压缩土层厚度变化相差甚大,造成厂房出现较大的不均匀沉降,引起砖墙裂缝,裂缝长度达 5 m 多,宽度达 6 mm。

(3)勘察时钻孔深度不够,地基较深范围内的软弱层、墓穴、孔洞等没有查清,仅根据地基表面或基础面以下深度不大范围内的地基情况进行基础设计,造成明显的不均匀沉降,导致建筑结构开裂,甚至不能投产使用,尤以采用无埋深板式基础反应敏感。例如:江苏省某五层住宅,三分之一建在水塘边,三分之二建在水塘上,地质勘察时未查明基底下 0.4 m 处有一层稻壳灰,厚度 0.4~4.4 m,施工到第五层时,基础板断裂,砖墙和圈梁也产生裂缝,一年多后裂缝仍在不断发展,致使该住宅不能交付使用。

(4)地质勘察报告不详细、不准确,导致采用错误的基础方案。四川省某单层厂房采

用爆扩桩基础,桩下持力层土的含水量接近液限,饱和度大于80%,液限指数大于0.75,压缩系数大于 0.51MPa^{-1} ,属于高压缩性软塑状态土,其地基承载力设计值小于 147.10kPa 。这种土不适宜于作爆扩桩的持力层,加上基岩埋藏深度较浅、岩面坡度起伏较大、桩下可压缩的土层厚度差别甚大等原因,造成明显的不均匀沉降,使厂房整体倾斜,砖墙开裂。

三、工程设计缺陷

造成建筑工程质量事故的工程设计缺陷主要表现为以下几个方面。

(一)设计方案不当

(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,形成很大空间,又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(如基础不均匀下沉、大风雪、薄弱构件首先破坏时产生的冲击力等)发生倒塌。近年来,乡镇所建的礼堂倒塌基本属于这类情况。

(2)底层为大开间、楼层为小开间的多层房屋结构方案不当。这类建筑物底层的砖柱、墙与钢筋混凝土大梁的荷载很大,若不采用框架结构,而设计又考虑不周,很容易造成严重的事故。例如湖南省某厂五层综合楼在瞬间突然全部倒塌,就是一个典型的实例。

(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。为保证屋盖结构可靠地工作,应设置必要的支撑体系,否则就易发生屋架整体失稳而倒塌。例如:山东省某厂,由于设计的支撑系统不完善,在施工屋面时,11榀屋架中倒塌了6榀;湖南省某县影剧院的屋盖,因未设必要的支撑,导致上弦压杆的实际应力超过容许值的3.9倍,而屋盖的整体性又很差,造成了19m跨度的钢屋架倒塌。

(4)组合屋架问题。钢筋混凝土组合屋架节点较难处理,施工质量如无保证,建议不要采用。苏联在1956年做了大量的调查研究后就停止使用这种屋架。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,节点首先破坏,导致屋架倒塌。20世纪50年代杭州市某车间就是这样倒塌的,山西、辽宁、新疆、河南等地也发生过类似事故。进入20世纪80年代后,这类事故仍然存在,例如河南省某厂用跨度为15m的组合屋架,由于屋架未设纵向传力杆件,造成 1080m^2 厂房全部倒塌。

(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稳定性。但是,如果设计抗倾覆能力不足,就会造成悬挑结构倒塌。例如江苏省某餐厅一个长16m、宽11.8m的雨篷,因设计抗倾覆安全系数不够,施工时又提前拆模,造成了倒塌。又如某单层厂房天沟挑檐局部倒塌,主要是由于设计时不验算结构的稳定性,挑檐既无足够的抗倾覆所需的平衡重,又未将天沟挑檐与屋架等构件可靠地连接。倒塌后验算抗倾覆安全系数仅为0.48。

(6)砖拱结构设计方案错误。例如河南省某县乒乓球练习房砖拱屋盖突然倒塌,主要是因为砖拱结构选型不当,砖拱的水平分力承载力构件不足,拱顶砌体强度不足,且

施工质量低劣。又如山西省某粮库突然倒塌，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粗制滥造而造成的。

(二) 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、刚弹性和弹性三类，其计算原则与方法是不同的。但不少工程横墙间距较大，已超出了刚性方案规定的情况，而仍按刚性方案设计，致使墙(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受力情况不符。例如在砖混结构中，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，但是，当梁较大时，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，这种梁与墙的连接可能接近刚性节点，但仍按铰接设计，因此产生了较大的弯矩，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) 设计计算假定和施工实际情况不符。例如上海市某车间为五层升板结构，设计时将五层的柱分成两段验算其强度和稳定性，第一段为下三层，下端作固定端，上端为弹性铰支承；第二段为四、五层，下端(即四层楼面处)为固定，上端为铰支承。而实际施工中，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。例如某多层框架采用深基础，基础顶面至地面(埋入土内)的柱长超过 13 m，为满足柱细长比的要求，采用了设两道钢筋混凝土连系梁的方案。因梁埋入土内，设计假定梁不承受外荷载，只按构造确定断面与配筋。实际上，因填土的沉实，造成连系梁上作用了较大的土方荷载，结果连系梁断裂，梁柱连接处出现塑性铰，地下柱梁构成了危形结构，造成底层框架柱严重裂缝与倾斜，不得不加固处理。

(5) 管道支架设计假定与实际不符。例如某厂装配式钢筋混凝土管道支架共长 4 560 m，主要问题有两个：一是设计为半铰结管架的柱脚，又未采取适当的构造措施，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，不考虑横向位移传来的水平力，从而导致管架破坏。

(三) 构造不合理

(1) 建筑构造不合理。例如沉降缝、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砖墙裂缝。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等影响，使砖墙裂缝。再如基础埋深不足，基底下土层或灰土层受冻膨胀，造成砖墙裂缝等。

(2) 钢筋混凝土梁构造不当。例如梁的高跨比太小，箍筋间距太大，纵向受拉钢筋在受拉区截断，梁断面较高时两侧面不设纵向构造钢筋，梁下部或梁截面高度处有集中荷载时，不设附加钢筋(吊筋、箍筋)等均易导致梁裂缝。

(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，如处理不当，容易导致砖墙开裂，甚至倒塌。例如江西省某高校一幢砖混结构房屋，

底层为车库，二至四层为学生宿舍，横墙与作围护墙用的毛石挡土墙之间未设置拉接钢筋，底层未设圈梁，致使底层墙体周边没有拉接不能形成整体，而是成为几个独立的砌体，同时墙梁垫块下的砖砌体局部承压能力不足，底层窗间墙的承载能力不足，加上施工上的某些缺陷，于砌完四层墙后，整体倒塌。

(4) 墙梁构造问题。砖墙如砌在钢筋混凝土梁上，梁在正常挠度下(例如相对挠度 f/L 小于 $1/400$ 时)是没有问题，但是这一挠度在墙内引起的剪力与拉力，足以导致墙身裂缝。例如四川省某办公楼就因为这个原因造成墙裂缝，最大缝宽 2.5 mm ，验算墙裂缝时梁的实际挠度小于 $1/400$ 。

(四)设计计算错误

(1) 不计算或不做认真计算。有些结构构件产生的质量问题，是因为某些持证设计单位，包括某些甲级设计单位的设计人员，不认真进行构件设计计算造成的。例如内蒙古自治区某五层住宅因桩基无完整计算，只是粗略估计，施工到五层平面时，西端半个单元突然倒塌，造成整个工程报废，经济损失 39 万元。倒塌后，验算预制桩的单桩实际负荷超过单桩承载力一倍多。又如湖北省某学校教学楼，五层主体已经完成，于 1985 年发生外走廊等局部倒塌。经检查，外走廊砖柱未做设计计算，倒塌后验算结果表明，砖柱截面选用过小，承载能力严重不足。

(2) 荷载计算错误。例如有的设计漏算结构自重，有的屋面荷重不考虑找坡层的不同厚度，少算了荷载；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，屋架受荷后，因下弦拉伸、屋架下垂等原因对外墙产生的水平推力考虑不周。上述这些计算错误，将使砖墙、柱出现裂缝、倾斜，甚至破坏倒塌。

(3) 内力计算错误。这类错误都发生在超静定结构的计算中。例如某砖混结构建筑物中，两跨连续梁传给墙或柱的荷重，未考虑梁的连续性，中间支座处的荷载因此少算了 25%；某框架工程局部倒塌的主要原因是施工质量低劣，但设计时内力计算错误也是重要的原因；把连续梁当做简支梁计算支座反力，造成部分框架内力计算值偏小；内力计算不按规范规定进行最不利的荷载组合计算；等等。

(4) 结构构件安全度不足。例如陕西省某四层混合结构房屋，主体结构完成后，进行装饰工程时，在大雨中倒塌。事后设计单位对原施工图进行验算，发现底层多处砌体承载能力不足；江西省某公司营业房为三层混合结构，在浇完屋面混凝土后，突然全部倒塌。经检查与验算，主要承重结构设计截面偏小，设计图上又未注明砖及砂浆的强度要求，实际所用砖及砂浆强度较低，加上砌筑质量差等原因造成房屋倒塌。

(5) 构件刚度不足。这类事故多发生在钢结构工程中。例如河北省某三层砖混结构厂房，屋盖采用钢屋架，当屋面找平层施工完成时，发生 11 榀钢屋架坠落，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，屋架主要压杆的细长比超过钢结构设计规范的规定，从倒塌现场可清楚地看到屋架压杆失稳破坏的情况。

(6) 设计不考虑建造的可能性。山东省某棉纺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，该工程柱截面较大，配筋又少，设计仅按两侧都加满荷载的情况进行计算，未考虑柱单侧大偏心受压的不利情况。倒塌后验算，首先破坏的

柱的实际配筋，只有应配钢筋的 23%。

(7) 设备基础不做振动验算。四川省某厂两台复式氨气压缩机工程完成后，试运转时发现压缩机严重地左右摆动和水平振动，无法使用。经检查，该工程为国外设计，未计算基础的振幅等，基础设计又偏小，最后不得不加固补强。

(五)对某些问题科研深度不够而进行的设计施工

(1) 采用不成熟的科研成果。例如钢筋混凝土门式刚架裂缝问题。门式刚架使用初期，由于对转角处的应力状况没有完全搞清楚，因而配筋不当，使刚架转角处普遍出现斜裂缝；由于对横梁铰节点的实际受力状态考虑不周，以及铰节点短悬臂受力钢筋锚固长度不够等原因，造成横梁铰节点处裂缝；由于对刚架受拉区没有进行抗裂安全度验算，刚架使用后，受拉区普遍开裂，实际抗裂安全度仅为 0.4~0.5。

(2) 对结构内力分析研究不够。这方面的问题较多，例如：砖混结构中，大梁支撑在窗间墙上，在何种条件下不能按铰接计算，对这个问题研究不够，曾发生过由此导致房屋倒塌的事故；对作用在筒仓壁上的力分析研究不够，在苏联发生了水泥筒仓倒塌；对薄壳的工作状况研究不够，加上焊接质量不合格，导致储油罐破坏；等等。

(六)其他方面

如设计文件中没有交待施工中保证结构稳定措施而发生失稳破坏的，水、暖、电管线打架，对特殊问题(如大体积混凝土水化热影响的防止问题、湿陷性黄土地基的湿陷问题、桩基负摩擦力影响问题等)不提供详细处理措施等均可造成质量事故。

四、建筑材料或制品质量不合格

建筑材料及建筑制品导致建筑工程质量事故的原因一般有以下几个方面。

(1) 承重结构材料不合格。承重结构材料不合格导致结构承载能力下降，造成结构裂缝，甚至倒塌。例如：钢筋的物理力学性能不良，使钢筋混凝土结构产生过大的裂缝，或产生脆性断裂破坏；以高碳钢代替普通钢制作屋架，发生事故；水泥安定性不合格，造成结构的混凝土爆裂；砖的抗压、抗折强度不足，造成砖墙、砖柱裂缝。

(2) 混凝土和砌筑砂浆质量差。例如：水泥过期、受潮、结块，砂、石的有害物质含量及含泥量太大等，均会造成混凝土和砂浆强度的降低；配合比不经设计，任意套用，配料不过秤，施工中随便加水，造成混凝土和砂浆强度的降低；混凝土中石子粒径太大，造成钢筋密集部位出现蜂窝、露筋；混凝土中石子粒径太小，水泥用量增加，导致混凝土的收缩量加大，产生收缩裂缝；在早已超过水泥初凝时间的砌筑砂浆中加水继续使用，造成砌体强度的降低。

(3) 防水材料质量不良。例如：油毡柔韧性差，使卷材裂缝，导致渗漏；油毡纸胎没有渗透沥青，导致渗水，耐久性差；沥青标号太低，耐热度差而发生流淌。

(4) 保温、隔热材料质量不良。保温、隔热材料的导热系数和容重达不到设计要求。湿度太大，影响建筑物理性能；结构过载，影响结构安全使用。

(5) 装饰材料不良。例如：石灰膏熟化不透，使抹灰层鼓泡；水泥地面的砂子太细，砂含泥量太大，级配不好，水泥等级太低，造成地面起灰；抹灰面未干即进行油漆作业，使油漆膜起鼓或变色；漆料太稀，含重质颜料过多，涂漆附着力差，使漆面流坠；立面

用的装饰块材重量大，黏结材料质量差，黏结力弱，发生坠落。

(6) 钢筋混凝土制品质量不良。例如：制品混凝土试块强度不合格，或尚未达到规定强度就出厂；焊接骨架变形，主筋移位，预埋钢筋错位等；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；构件制品的各处裂缝除影响外观外，有相当多的裂缝可能影响构件的承载能力和耐久性；预埋铁件错位，导致结构安装困难，连接节点不牢固等问题。

(7) 材料、构件运输、保管不善。例如：砖经多次倒运，乱卸乱堆，缺棱掉角，断砖增多；水泥保管不善，过期，结硬，强度降低；钢筋保管不善，严重锈蚀，品种混杂，影响使用；钢筋混凝土预制构件的运输、堆放方法不当，造成构件处于不正常受力状态而开裂、损坏。

五、施工技术与管理不善

施工技术与管理不善造成建筑工程质量事故的原因主要有以下几个方面。

(一) 不按设计图纸施工

(1) 无图施工。有的工程无设计图纸，有的是私人设计或无证单位设计的错误图纸，由此造成的事故均较严重。这类事故大多发生在县以下的施工企业中，或发生在建设单位自营的工程中。

(2) 图纸不进行会审就施工。图纸中常常发现建筑图与结构图有矛盾，土建图与水电、设备图有矛盾，基础图与实际地质情况不符，设计要求与施工条件有矛盾等。通过图纸会审就可以发现问题并解决矛盾，但是，有些单位不进行图纸会审工作就匆忙施工，往往酿成质量事故。

(3) 不熟悉图纸，仓促施工。由此而造成的事故多出现在测量放线中，有的把工程的方向搞错，有的把位置搞错，在工业建筑中这类事故的后果往往十分严重。例如陕西省某化工车间为多层框架，放线时把南北方向颠倒了，在二层楼盖支模时才发现错误，不得不返工处理，造成了较大的损失。又如四川省某化纤厂，车间的运输廊道放线错误，造成车间之间工艺流程发生了问题。

(4) 不了解设计意图，盲目施工。例如重庆市某厂区挡土墙，墙后土方回填时，没有按照设计要求做好滤水层和泄水孔，结果在地下水压力共同作用下，挡土墙出现严重裂缝和倾斜，不得不返工，并做局部加固。又如在装配式结构中，有的构件吊环的设计，不仅是考虑满足施工的需要，还考虑承受一定的使用荷载，因此要求把吊环埋入接头混凝土中。但因施工时不了解设计意图，随意将吊环切除而酿成了事故。

(5) 未经设计同意，擅自修改设计。如任意修改柱与基础的连接方式，以及梁与柱连接节点构造，由于改变了原设计的铰接或刚接方案而造成了事故。又如随意用光圆钢筋代替变形钢筋，造成钢筋混凝土结构产生较宽的裂缝等。

(二) 不遵守施工规范的规定

不遵守施工规范规定的问题很多，较常见的有以下几方面。