

工程事故与 危险建筑

唐长馥 唐启明
郑国强 葛泳敏

编著



同济大学出版社

工 程 事 故 与 危 险 建 筑

唐长馥 唐启明 编著
郑国强 葛泳敏

同济大学出版社

序

当前，我们国家正处于加速改革开放的洪流中。全国城乡正展开着大规模的工程建设和房屋建筑。一个个硕大无比的施工工地正在不断地崛起。长江三峡水利枢纽、上海浦东新区开发都已开始。我们工程建设者正肩负着十分光荣但又十分艰巨的任务，同时也正面临着十分严峻的挑战。

这里说的“挑战”，指的是“工程质量”。这正是我们工程建设中比较薄弱的环节。所有以往的工程事故都教训着我们：我们需要速度，但更需要的是质量。

为此，在这里我特别要推荐唐长馥等同志所写的这本非常切合时宜、值得一读的著作。它的值得一读在于通过大量实例分析了工程事故产生的原因和补救办法，也介绍了避免事故的防范措施。这本著作的可贵之处还在于言之有物，在于都是理论联系实际的产物。它既向人们敲了警钟，似乎危言耸听，却又能发人猛省，令人信服。

本书可贵之处还在于它的可读性和趣味性。作者所用的词汇和笔调，既通俗易懂，却又能科学地解决实际问题。

读者的覆盖面是广的。因为它涉及到各种不同工程可能出现的事故，并分析了事故产生的多方面的原因。因此，不仅工程技术人员需要读，领导干部和管理人员同样会十分有用。

希望作者那种“防患于未然”的心愿因本书的出现而逐步如愿以偿，这当然也是我国四化建设的得益。

黄 大 能

1993年10月于北京

前 言

建筑是人类文化的重要组成部分。早在 50 万年前，中国猿人就会利用天然山洞穴居野处、遮风避雨、防御野兽。四五千年前，埃及有了金字塔，我国也有了占地数万至数十万平方米的氏族社会聚落，留下世界著名的西安半坡村遗址。数千年来，人类创造的各类风格、各种结构的建筑，是人类智慧的结晶。可以说，建筑是综合的艺术，建筑是凝固的音乐，建筑是大写的史诗。

然而，建筑科学却是一门年轻的科学。我国的四大发明妇孺皆知，我国的中医药学为世界敬仰，我国的古典文学也享有盛誉。可惜历代的建筑技术，多为口传身授，很少文字著述，难免人亡艺绝。解放后，全国相继建立了一些科研院所，使建筑科学有了一席之地。但与人类历史相比，与许多其他科学相比，建筑科学不过是呀呀学语、蹒跚学步的稚儿。建筑科学必须从各种“资深”科学中汲取营养，并用各种新学科、新技术武装自己，才能茁壮成长。

建筑是人类主要的生产实践活动。古代，凿石筑土就与刀耕火种并存。至今，人类的衣食住行无一不与建筑相关。建筑业始终是投资巨大、人员众多的行业。仅建工建材职工，全国就不下 4000 万，上海也有 50 多万。而且，集体的、个体的建筑工程单位还在不断涌现。无论城市或农村，自画自建自装修的情况也比比皆是。

然而，庞大的建筑大军，其素质却令人担忧：受过专业训练的不足 10%，而由于建筑业本身知识面极广，某一方面的专家对另一方面可能完全无知；施工队伍中，二级工以下水平的职工超过 60%。这就难免在无知中闯祸。小小的失误或“好心”办坏事，酿成的建筑工程事故动辄使国家蒙受数万甚至数千万的损失，人员伤亡也绝不鲜见。

目 录

一 大自然与建筑物破坏

1-1	神奇的射线 闪光的轨迹	3
1-2	冰晶——刺破细胞的匕首	7
1-3	酸雨——城市建筑的克星	11
1-4	雾都悲剧的警告	13
1-5	灰尘的功与过	16
1-6	秋风、台风、龙卷风和飓风	19
1-7	地震及建筑物破坏	22
1-8	城陷为湖 溶洞 混凝土的水侵蚀	27
1-9	蚁巢与蟹洞 ——建筑物的生物危害浅谈	29
1-10	垃圾风波钩沉	34
1-11	大自然缔造的精巧建筑物 ——种子植物	37
1-12	万里长城与低造价建筑物	43

二 建筑物的使用、维修及安全可靠性分析评估

2-1	建筑物的使用期限、残余寿命及风险率	49
2-2	建（构）筑物的安全可靠性鉴定	51
2-3	恢弘壮观、绚丽多姿的中国古建筑	53
2-4	昔日的骄傲 当今的重压 ——古塔的风韵及危险	57
2-5	大桥的成败与风险	62
2-6	“古稀老人”竟像“英俊少年”	65

2-7	老建筑物装修前的决策	67
2-8	体弱哪堪超载 包装车间损坏	68
2-9	妙手回春的现代建筑“医院”	71
2-10	不断更新的混凝土修补技术	75
2-11	加固维修后的薄腹梁发生断裂	78
2-12	世界最著名饭店之魅力	80
2-13	电解食盐车间破坏浅析	81
2-14	电镀车间蚀变分析	84
2-15	切勿麻痹——压铸车间潜在危象	86
2-16	高强修补材料中的佼佼者 ——碳纤维	89
2-17	应用广泛的结构粘合胶 ——环氧树脂	93

三 建设工程的管理及工程事故

3-1	要想质量好 监理少不了 ——应运而生的建设监理制浅谈	99
3-2	无知闯大祸 失职受查处	102
3-3	建筑物拆除中的伤亡事故	104
3-4	违章爆破 飞石危害	106
3-5	违章动火 浩大工程付之一炬	109
3-6	奇寒大冷 冻害频频	112
3-7	混凝土泵送管道突然爆炸	115
3-8	钻孔及深井灌注施工中的事故	118
3-9	旧房装修施工中的惨祸	121
3-10	大楼施工工地发生严重地陷	121
3-11	石棉——必须严加控制的致癌物质	123
3-12	从烟斗到宇航特陶 ——可望代替石棉的海泡石	126
3-13	挑选装饰石材的诀窍	130

四 火灾、爆炸及建筑物破坏

4-1	不断上升的火灾威胁	
	日趋热门的火灾研究	137
4-2	火焰及火灾	139
4-3	火灾的历程及对建筑物的破坏	143
4-4	混凝土的抗火、灭火作用	145
4-5	化学燃爆及泄漏事故	148
4-6	粉尘爆炸与人体静电	152
4-7	大火灾以后的抢救	
	——血制剂大楼特大火灾的灾后处理.....	155
4-8	“花甲之年”遭火劫	157
4-9	火灾与通风管道	161
4-10	核电 安全壳 切尔诺贝利事故	162
4-11	油脂化工厂燃爆事故	
	——混凝土烧后变湿.....	167
4-12	锅炉爆炸与锅炉清灰剂	171
4-13	冲天炉加料口旁的危险	173
4-14	神奇的控制爆破技术	174
4-15	高层建筑排水管道防火有新招	176
4-16	蛭石——防火材料的重要角色	180
4-17	千姿百态的硅藻土——隔热保温作贡献	183

五 腐蚀破坏与建筑渗漏

5-1	混凝土的腐蚀破坏	191
5-2	混凝土中钢筋的腐蚀	195
5-3	鲜艳的桔红色 奇特的混凝土腐蚀	
	——化纤厂浆粕车间破坏.....	199
5-4	复杂的病因 奇特的症状	
	——焙烧车间腐蚀致危.....	203

5-5	内外夹攻 未老先衰的无墙头厂房	206
5-6	矿石粉尘作怪 ——轧矿车间腐蚀破坏	209
5-7	百米管廊架梁柱开裂显危象	211
5-8	多灾多难的渔业冷库	214
5-9	冲破八道防线的腐蚀渗漏 ——新车间两年修补三次	218
5-10	渗水漏油——房屋坍塌的先兆	221
5-11	建筑渗漏——难以治愈的疑难杂症	224
5-12	立足于治本——混凝土的自防水新技术	228
5-13	大面积地下混凝土工程渗漏的医治 ——巧妙的“植皮法”	230
5-14	以松克刚——神奇的拒水粉	232
5-15	日趋严重的建筑渗漏 捉襟见肘的防水材料	235
5-16	饰面砖——工业废渣变成宝	238
5-17	价廉物美的装饰材料 ——玻璃马赛克	240

六 地基、基础与建筑工程事故

6-1	宝钢工程 宝贵经验	247
6-2	地下管线破坏与事故分析	249
6-3	神秘莫测的软土地基	252
6-4	湿陷性黄土地基上的惨祸	256
6-5	特种基础桩为何大量报废	259
6-6	沸腾的地基	262
6-7	冲床下沉——砂质页岩作基础	264
6-8	地面荷载造成的破坏 ——从隧道漏水说起	265
6-9	观众热线与桩基础施工新技术	268

6-10	蚂蚁搬家	
	——沉陷大楼房的整体顶升新技术.....	271
6-11	奇特的膨润土和蒙脱石	274

七 危险建筑、工程事故与砂、石质量

7-1	骨料质量与工程事故	281
7-2	32 个重大工程告急	
	——几十颗石子肇事.....	288
7-3	竣工验收前后的争执——谁之过?	291
7-4	发现“金子”以后	297
7-5	百孔千疮的高层	299
7-6	混凝土构件爆裂	301
7-7	废渣代砂致害——纸厂烟囱破坏	303
7-8	4 万平方米内外墙粉刷层爆裂	305
7-9	筛砂石引出的事故	
	——高层建筑地坪破坏.....	308
7-10	温顺的不发火地坪	310
7-11	空难、黑匣子和飞机场跑道	313
7-12	宝贵的启示——石膏造桥的风风雨雨	315
7-13	房产公司遇麻烦——白粉飘洒引起的事故	318

八 危险建筑、工程事故与胶凝材料

8-1	无机粘合剂及工程事故	325
8-2	水泥质量与新建厂房转危	
	——食品厂梁柱开裂.....	327
8-3	水泥用量与混凝土质量	329
8-4	当心! 漂亮饰面掩盖的危险	333
8-5	电厂烟囱耐酸胶泥散凝	
	——一种专利产品失效的始末.....	335
8-6	燃“煤”之急——耐火混凝土散凝	338

8-7	泥沙俱下 鱼龙混杂	
	——波形瓦的失效及更新换代.....	341
8-8	灌注桩混凝土试块龟裂、散凝	344
8-9	保温材料为何大量缺损破坏	347
8-10	一场败诉的官司	349

九 钢结构及其他

9-1	钢结构重大工程事故引出的教训	355
9-2	灾难性的钢贮罐脆性断裂	358
9-3	罕见的钢铁火灾	360
9-4	积雪压顶 薄钢呼救	363
9-5	为钢铁巨人作体检	365
9-6	精在华联——铝合金货架的取舍	368

十 危险建筑、工程事故与混凝土外加剂

10-1	建筑师的调料——品种繁多的外加剂	373
10-2	木钙与硬石膏——冤家路窄	375
10-3	查清氯离子的犯罪同伙	
	——“判死刑”前的决策.....	379
10-4	石油钻井报废与混凝土外加剂	382
10-5	断桩必有因 求神神不灵	384
10-6	走出外加剂应用中的误区	
	——大力推广商品混凝土.....	386

后记	389
----------	-----

参考文献	394
------------	-----

一 大自然与建筑物破坏

1-1 神奇的射线 闪光的轨迹

X 射线，或称 X 光，许多人是从体格检查胸部透视、胃肠道造影、骨科拍片等等接触中有所了解的，但对它的发现、发展和贡献可能知之不多。

1895 年 11 月 8 日，德国物理学家伦琴 (W.C.Rontgen) 在研究阴极射线时发现了一种能够穿过黑纸、木材、人体、金属片和许多不透明物体的未知射线，当时因不了解这种射线的本质，按代数中常用字母 X 表示未知数的习惯，称之为“X 射线”。为了纪念伦琴，X 射线又常称为伦琴射线。

X 射线的发现，似乎有点偶然。那天是一个普通的星期五，伦琴在进行电流通过稀薄气体放电实验时，为避免紫外光干扰，用黑纸板进行遮挡，结果意外发现萤光屏发出萤光。反复试验后，伦琴肯定了这是阴极射线撞击管壁时发出的一种新的射线。他穷追不舍，花 6 周时间研究了 X 射线的特性。12 月 30 日，他用 X 射线成功地拍摄了妻子手骨的照片。X 射线发现后仅 3 个月，维也纳医院就将它用于放射医学。1896 年，X 射线就被医学部门用作检查人体伤病的工具，被工业部门用作检查金属铸件裂缝位置的工具。

伦琴凭借他丰富的物理学知识、高超的实验技巧、严密的科学态度，抓住偶然的实验现象，开展深入研究，为现代科学的发展，奠定了一块重要的基石。1896 年 1 月 3 日，德国皇帝接见了伦琴，并请他在宫廷表演，授予他普鲁士勋章。1909 年 12 月 10 日，伦琴被第一个授予诺贝尔物理学奖状和奖金，他将奖金捐献给维也纳大学作科学基金。

伦琴之后，世界上许多科学家致力于 X 射线研究，大大推动了理论的发展，加快了应用的进程，而且与其他许多发现不同，X 射线有关的每一重要进展都获得诺贝尔奖金。如 1909 年 X 射线特征谱的发现、1912 年劳厄 (Laue) 发现 X 射线可被晶体衍射、同年，英国物理学家布拉格 (W.L.Bragg) 提出著名的

布拉格方程及 X 射线晶体学的建立、1913 年 X 射线谱学的建立等均获得了诺贝尔物理学奖。30 年代以后，有关 X 射线的理论、实验方法、仪器设备都得到了飞速发展。1979 年，由物理学家和医学家共同研究开发的 X 射线断层照像术（CT）又获得诺贝尔生理学医学奖。

X 射线被晶体衍射的现象发现至今已有 80 年历史，目前 X 射线衍射学已经成为一门独立的分支学科，而且对物理学、化学、地学、生命科学、材料科学及工程技术科学的发展及在工农业生产中的应用都有极大贡献，已成为现代物理化学分析的一个国际通用的重要手段。

晶体的粉末衍射图谱中的峰位向人们提供了晶体的指纹信息。所谓“指纹信息”，即指专属性极强的信息。两个人指纹相同的几率约为 30 亿分之一。几十年来，许多研究者在各自的领域内积累并获国际专门机构肯定了数万张无机物的 X 衍射标准卡片和数千张有机物的标准卡片。人们作出未知物的衍射图谱，再与标准卡片核对就能够进行晶体粉末的物相定性分析。

衍射图谱中峰的高低反映了该物相含量的多少。峰的高度越高（或强度计数越大、峰面积越大），表明该物相的含量越多。依据峰高，可进行物相的定量分析。

峰的形状是锐利还是弥散，常用峰的半高宽来表示。而半高宽越大的峰，表明晶体的发育越差；半高宽越小的峰，表明晶体发育越好。如果仅形成“馒头峰”，甚至仅出现衍射线抬高（常称背景隆起），则说明是非晶态（包括无定形或玻璃体、胶体等）。

峰的高度与背景高度的比例（称峰背比）反映了结晶相和非晶相的含量相对多少。峰背比越高，结晶相含量越多。

由此可见，一张 X 衍射图谱，能够向人们提供多方面的信息。而作为分析鉴定依据的是粉末晶体的衍射峰位（或换算成晶面间距），因而分析是客观的。获取一张图谱，通常只需 10~30min，实验是快速的。样品用量约 1~2g，研成面粉样细粉（手感细滑无颗粒）就行，特殊试验方法可只耗用芝麻大小一粒

样品。

X 射线衍射是国际公认的客观、准确、快速、简捷、用样少、样品不损耗、实验结果可长期保留的现代化分析方法，已深受国内外许多学科、许多领域欢迎。

建筑科学中广泛涉及到天然资源的利用、新产品的开发、各种生产工艺、施工情况的研究，X 射线衍射也是一种非常有用的工具。

首先，X 射线可使建筑科学的时空范围大大延伸。比如 7 000 年前古埃及用什么材料建造了狮身人面像，2 000 多年前中国人塑造秦俑时用了哪些颜料，为什么风化、剥落、变色等等都可用 X 衍射分析查明。这些知识的积累，对人们今后挑选材料、防护维修都大有裨益。

X 射线衍射分析可以使新产品开发有较高的起点。通过对国内外同类或相近产品进行 X 光剖析，可以了解这些材料的物相组成，推测其生产工艺，分析每种组分的实质性贡献，在这些基础上，稍作加减或更动，就能迅速搞出性能更好、工艺更简单、价格更便宜的更新换代产品。

对于危险建筑、工程事故的有关物料进行 X 衍射分析，能迅速、客观、科学、公正地分析致危因素、判断诱发事故的原因，并帮助寻求最合理、最简捷的解危方案和工程事故的善后处理措施。

X 射线又是人们向未知领域大胆探索的现代化武器，是人们沟通跨行业、跨学科信息的重要媒介，是人类认识事物本质、揭开神秘面纱的高科技手段。

近年来，上海市建筑科学研究院科研人员以 X 射线衍射和扫描电子显微镜为主要科研手段，完成了国家自然科学基金和上海市自然科学基金关于中药研究的有关项目，经专家评定和情报检索，肯定了他们的研究成果属国内外首创，成果已达国际先进水平。上海市科学技术出版社还出版了他们的学术专著《名贵中药材真伪鉴别》。

名贵中药牛黄是牛的胆囊结石（俗称“蛋黄”）或胆管结石（俗称“管黄”），已用于一百几十种中成药，是治疗许多疑难杂症的名贵中药，已有数千年的药用历史，其价值连城，远贵于黄金，在国际上甚至可代替外汇流通。近年来，牛黄的人工合成、人工培育等研究非常盛行，而各种伪饰、掺伪、假代手段也越来越高明，真伪很难鉴别，但用 X 衍射分析，它们的本来面目却一点也不会混淆。

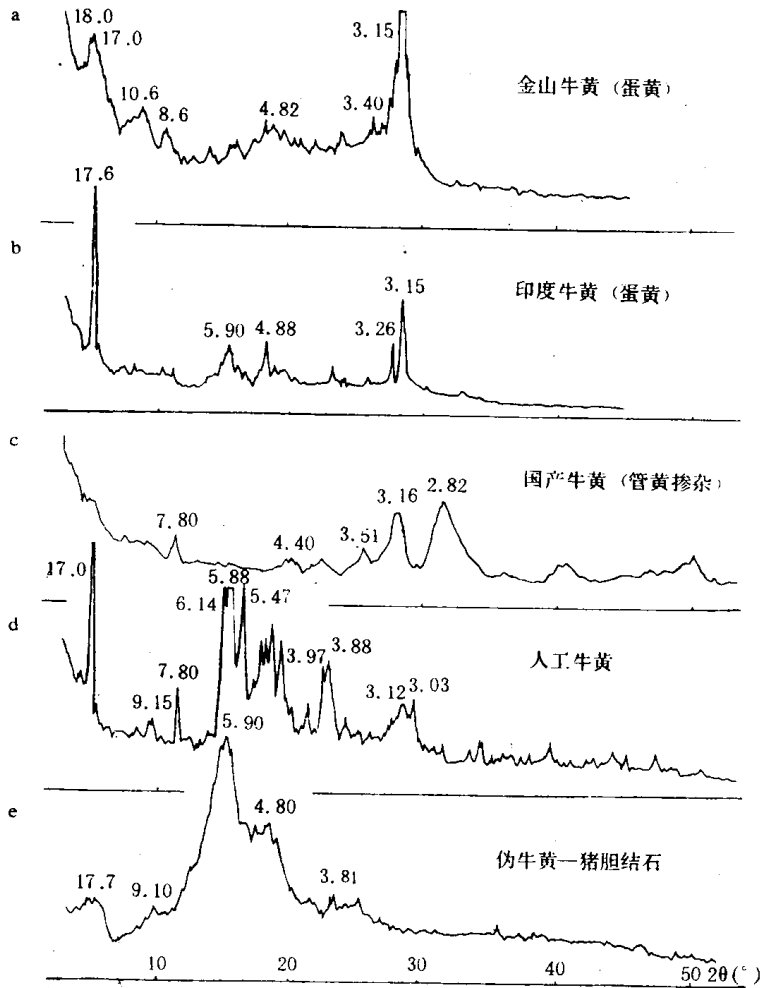


图 1-1 牛黄真伪品的 X 射线衍射图

图 1-1 (a, b, c, d, e) 分别为金山牛黄 (由加拿大、美国、阿根廷等国进口的蛋黄)、印度牛黄、国产牛黄、人工合成牛黄、猪胆结石假代的伪牛黄的 X 衍射图谱。显然, 各种样品给出的指纹——峰的位置是有明显差异的, 峰的高度、形状、峰和背景高度的比例也是很不相同的。X 衍射分析在名贵中药分析鉴别方面的应用由此可见一斑。

X 射线衍射分析在一些重大刑事案件的侦破中所起的作用也是鲜为人知的。作者在苏州河碎尸沉尸案、黄浦江沉船案、科学院盗窃案等侦破过程中都以 X 衍射分析提供过有价值的线索。在查禁假冒伪劣产品中, X 衍射分析也有其不可替代的作用, 假冒钛白粉、假冒玉石翡翠等等无论外观性状如何扰乱视听, 但在 X 射线面前却难以掩盖其真相。

遗憾的是, 目前国内了解 X 衍射分析的人还太少, 而有幸掌握 X 射线衍射仪的科技人员更是凤毛麟角, 各地花巨额外汇购进的 X 衍射仪往往处于闲置或半闲置的状态。如果这一领域能有更多的人了解、应用、参与、配合, 必将大大推动科技进步和经济腾飞。

1-2 冰晶——刺破细胞的匕首

静静的大厅里, 研究生命科学、医学、机械学、材料科学的专家们汇聚一堂, 观赏着与人体和大自然都密切相关的冷冻现象。最新研制的低温生物显微镜载物台上, 放着经特殊方法稀释分离的血液中的单个白细胞, 随着计算机精确控制的降温过程, 细胞内外的变化被展现在宽大的荧光屏上。

当温度降到一定程度, 细胞内液和细胞外液中的水分子慢慢从无序变成有序, 形成晶核, 使液体变得浑浊。很快, 晶核长成树枝状的晶体, 匕首样的冰晶直刺细胞膜。细胞膜原本是经纬交