

175

74746.5
236

拆除爆破

张云鹏 甘德清 郑瑞春 编著

北 京

冶金工业出版社

2002

内 容 简 介

全书共分8章,主要介绍了拆除爆破发展概况、拆除爆破的特点和要求、拆除爆破分类、拆除爆破基本原理、混凝土和砌体结构的力学性质及爆破破坏特征。书中还根据拆除爆破的分类,对基础型构筑物拆除爆破、高耸构筑物、建筑物拆除爆破及水压爆破从基本理论、方案选择、爆破技术设计、施工工艺过程等方面作了系统的介绍,并给出了相应的工程实例。同时介绍了建筑结构、爆破安全技术及管理、施工组织与管理等方面的知识。

本书对于拆除爆破设计和施工具有指导作用,可作为从事拆除爆破工程的工程技术人员参考,并可作为爆破工程技术人员培训教材,也可作为高等院校矿业、土建类有关专业的本科及研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

拆除爆破/张云鹏等编著. —北京:冶金工业出版社,2002.6
ISBN 7-5024-3057-1

I. 拆... II. 张... III. 爆破拆除 IV. TU746.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050362 号



出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 王之光 美术编辑 王耀忠 责任校对 李玉山 责任印制 李玉山

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2002年6月第1版,2002年6月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32;6印张;160千字;178页;1-3000册

16.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

拆除爆破是用爆破方法拆除地面、地下及水下建(构)筑物的一种特殊的爆破技术,是涉及爆破力学、结构力学、建筑结构、爆破安全技术及施工组织管理等多门学科的综合性技术。随着我国国民经济的飞速发展,城市建设的不断加快,许多旧的楼房、厂房等建(构)筑物需要拆除重建,给拆除爆破带来广阔的应用空间。然而,由于拆除物所处环境的特殊性,拆除物本身的不确定性及爆破过程的复杂性和危险性,拆除爆破工程存在许多不安全因素,所以在实施拆除爆破时,除了要掌握拆除爆破技术外,还必须做到精心设计、精心施工、精心组织、科学管理。本书正是适应这个需要,在总结多年的教学科研成果和工程实践经验的基础上写成的。

本书根据拆除爆破的分类,从基础型构筑物拆除爆破、高耸构筑物拆除爆破、建筑物拆除爆破和水压爆破等四个方面对拆除爆破的基本理论及施工工艺过程作了系统介绍。同时介绍了建筑结构、爆破安全技术及管理、施工组织与管理等方面的知识。

本书在成稿过程中,引用了许多同行专家的资料和工程实例,在此表示衷心感谢。书中有些资料为教学过

程中逐渐积累的,文献出处已不清楚,因而未在书中标注,在此请有关作者谅解并再次表示感谢。

作者衷心感谢北京科技大学于亚伦教授,他在百忙之中审阅了本书,提出了许多宝贵的意见。

由于作者水平有限,书中不足之处,敬请读者指正。

作者

2002.5

目 录

1	总论	(1)
1.1	拆除爆破发展概况	(1)
1.2	拆除爆破的特点与要求	(2)
1.3	拆除爆破分类	(3)
1.4	拆除爆破基本原理	(4)
1.4.1	拆除爆破是拆除与保护的对立统一	(4)
1.4.2	装药量计算原理	(4)
1.4.3	最小抵抗线原理	(5)
1.4.4	自由面对装药量的影响	(6)
1.4.5	重力作用原理	(6)
2	建筑结构	(7)
2.1	混凝土结构	(7)
2.1.1	混凝土结构的概念	(7)
2.1.2	混凝土的力学性质	(8)
2.1.3	钢筋的力学性质	(14)
2.1.4	钢筋与混凝土的相互作用	(17)
2.1.5	钢筋混凝土爆破破坏特征	(17)
2.2	砌体结构	(19)
2.2.1	砌体的分类	(19)
2.2.2	砌体的强度等级	(20)
2.2.3	砌体的爆破破坏特征	(22)
3	基础型构筑物拆除爆破	(23)

3.1	块状体与柱状体的爆破破碎·····	(24)
3.1.1	炮孔布置形式·····	(24)
3.1.2	孔网参数的确定·····	(25)
3.1.3	装药量计算·····	(28)
3.1.4	装药与起爆·····	(34)
3.1.5	安全防护·····	(34)
3.2	块状体的切割爆破·····	(35)
3.2.1	切割爆破作用原理·····	(35)
3.2.2	预裂切割爆破·····	(36)
3.2.3	光面切割爆破·····	(37)
3.2.4	拐角切割爆破问题·····	(38)
3.3	薄板结构拆除爆破·····	(39)
3.3.1	承重砖墙爆破·····	(39)
3.3.2	地坪爆破·····	(40)
3.3.3	宽孔距地坪爆破·····	(40)
3.4	工程实例(1)——某造纸厂设备基础拆除爆破·····	(41)
3.4.1	两侧墙横向裂缝切割爆破·····	(42)
3.4.2	中间地坪横向及纵向裂缝切割爆破·····	(42)
3.4.3	防护措施·····	(43)
4	高耸构筑物拆除爆破·····	(44)
4.1	烟囱和水塔的结构·····	(44)
4.2	爆破拆除方案的选择·····	(46)
4.2.1	烟囱和水塔拆除方法·····	(46)
4.2.2	爆破拆除烟囱方案·····	(46)
4.3	烟囱倾倒过程力学分析·····	(48)
4.3.1	烟囱倾倒运动规律·····	(48)
4.3.2	烟囱倾倒过程中的内力分布·····	(51)
4.3.3	烟囱倾倒过程内力分析·····	(54)
4.4	烟囱定向倾倒拆除设计·····	(59)
4.4.1	切口形状与尺寸·····	(59)

4.4.2	布孔设计·····	(60)
4.4.3	装药量计算·····	(61)
4.5	爆破施工与安全防护·····	(62)
4.5.1	倒塌方向定位·····	(62)
4.5.2	烟道的处理·····	(63)
4.5.3	内衬的处理·····	(63)
4.5.4	钢筋的处理·····	(64)
4.5.5	安全防护措施·····	(64)
4.5.6	其他注意事项·····	(64)
4.6	工程实例(2)——砖砌烟囱定向倾倒爆破拆除·····	(65)
4.6.1	工程概况·····	(65)
4.6.2	方案选择与设计·····	(66)
4.6.3	爆破技术设计·····	(66)
4.6.4	预处理工作·····	(67)
4.6.5	布孔与钻孔·····	(68)
4.6.6	装药与堵塞·····	(68)
4.6.7	起爆方法·····	(68)
4.6.8	防护措施·····	(68)
4.6.9	爆破效果·····	(68)
4.7	工程实例(3)——烟囱单向折叠倾倒拆除爆破·····	(69)
4.7.1	工程概况·····	(69)
4.7.2	方案选择·····	(69)
4.7.3	爆破技术设计·····	(69)
4.7.4	起爆方式及延期时间·····	(70)
4.7.5	安全防护措施·····	(70)
4.7.6	爆破效果·····	(70)
5	建筑物拆除爆破·····	(71)
5.1	拆除方案的选择·····	(71)
5.1.1	定向倾倒方案·····	(71)
5.1.2	单向折叠坍塌·····	(72)

5.1.3	双向交替折叠坍塌·····	(72)
5.1.4	原地坍塌·····	(74)
5.1.5	内向折叠坍塌·····	(75)
5.1.6	水平向逐段解体·····	(75)
5.2	建筑物爆破拆除设计理论基础·····	(76)
5.2.1	建筑物爆破拆除设计理论的主要内容·····	(76)
5.2.2	承重立柱的失稳条件及最小破坏高度·····	(77)
5.2.3	定向倾倒设计中的倾倒角和支座反力·····	(79)
5.2.4	单层钢筋混凝土结构倾倒与坍塌·····	(82)
5.3	爆破技术设计·····	(84)
5.3.1	爆破参数的确定·····	(84)
5.3.2	炮孔布置·····	(85)
5.3.3	单孔装药量·····	(85)
5.4	爆破施工与安全防护·····	(86)
5.4.1	爆破以前的准备工作·····	(86)
5.4.2	爆破施工·····	(86)
5.4.3	安全防护措施·····	(87)
5.4.4	组织工作·····	(87)
5.5	工程实例(4)——18层楼房定向倾倒爆破拆除·····	(88)
5.5.1	工程概况·····	(88)
5.5.2	方案选择·····	(88)
5.5.3	技术设计·····	(91)
5.5.4	施工技术要点·····	(93)
5.5.5	爆破效果分析·····	(93)
5.6	工程实例(5)——16层病房大楼单向折叠坍塌 爆破拆除·····	(93)
5.6.1	工程概况·····	(93)
5.6.2	爆破方案·····	(94)
5.6.3	爆破参数设计·····	(96)
5.6.4	安全技术措施·····	(98)

5.6.5	爆破效果分析·····	(99)
6	水压爆破·····	(101)
6.1	水压爆破原理·····	(102)
6.1.1	水中冲击波参数·····	(102)
6.1.2	水的传能作用·····	(102)
6.1.3	水的缓冲作用·····	(104)
6.1.4	“水楔”作用·····	(104)
6.1.5	炮孔水压爆破中水的等效药柱作用·····	(105)
6.2	水压爆破药量计算·····	(105)
6.2.1	考虑注水体积的药量计算公式·····	(105)
6.2.2	考虑构筑物形状尺寸的药量计算公式·····	(105)
6.2.3	考虑构筑物截面面积的药量计算公式·····	(106)
6.2.4	冲量准则公式·····	(106)
6.2.5	简化的冲量准则公式·····	(109)
6.2.6	能量准则公式·····	(110)
6.2.7	体积公式·····	(112)
6.3	药包布置·····	(114)
6.3.1	药包数量·····	(114)
6.3.2	药包位置·····	(115)
6.4	水压爆破飞石距离和爆破地震强度估算·····	(116)
6.4.1	飞石距离估算·····	(116)
6.4.2	地震强度估算·····	(118)
6.5	水压爆破设计与施工·····	(118)
6.5.1	对爆区环境和爆破体情况进行详细调查·····	(118)
6.5.2	设计的主要内容·····	(119)
6.5.3	施工注意事项·····	(120)
6.6	工程实例(6)——水压爆破拆除密闭圆形水池·····	(121)
6.6.1	工程概况·····	(121)
6.6.2	方案选择与药量计算·····	(121)
6.6.3	药包布置·····	(123)

6.6.4	爆破效果分析	(123)
6.7	水压爆破拆除薄板结构	(124)
6.8	工程实例(7)——水压爆破拆除油罐壁板	(126)
6.8.1	工程概况	(126)
6.8.2	拆除方案	(126)
6.8.3	药包布置	(126)
6.8.4	药量计算	(126)
6.8.5	爆破效果	(127)
6.9	水压爆破拆除容器型高耸建(构)筑物	(127)
6.10	工程实例(8)——水压爆破拆除水塔	(128)
6.10.1	工程概况	(128)
6.10.2	方案选择	(129)
6.10.3	人工水槽及爆破范围设计	(129)
6.10.4	药量计算及药包布置	(129)
6.10.5	起爆网路及爆破安全	(130)
6.10.6	爆破效果	(130)
6.11	炮孔水压爆破	(130)
6.12	工程实例(9)——炮孔水压爆破拆除混凝土 基础	(131)
7	爆破安全技术与管理	(132)
7.1	早爆、迟爆及其预防	(132)
7.1.1	射频感应引起的早爆	(132)
7.1.2	杂散电流及雷电引起的早爆	(134)
7.1.3	迟爆	(135)
7.1.4	炸药的“自爆”	(135)
7.2	盲炮及其预防	(136)
7.2.1	盲炮产生的原因	(136)
7.2.2	盲炮的预防	(136)
7.2.3	盲炮的处理	(136)
7.3	爆破地震	(138)

7.3.1	爆破地震的特点	(138)
7.3.2	爆破地震破坏判据及计算	(139)
7.3.3	爆破地震测试	(142)
7.3.4	防护措施	(142)
7.4	爆破飞石	(143)
7.5	空气冲击波	(145)
7.5.1	空气冲击波的爆炸相似律	(145)
7.5.2	空气冲击波峰值超压的计算公式	(145)
7.5.3	空气冲击波作用时间和比冲量	(147)
7.5.4	空气冲击波的破坏作用	(148)
7.5.5	空气冲击波的安全距离	(149)
7.6	其他爆破公害	(150)
7.6.1	爆破噪声	(150)
7.6.2	爆破烟尘	(152)
7.7	拆除爆破安全管理	(153)
7.7.1	安全管理依据	(153)
7.7.2	拆除爆破分级	(153)
7.7.3	拆除爆破的实施条件	(154)
7.7.4	拆除爆破作业程序	(154)
7.7.5	组织指挥系统	(154)
7.7.6	爆破器材管理	(155)
7.7.7	爆破施工过程中的安全问题	(156)
7.7.8	起爆过程中的安全问题	(157)
7.7.9	爆后检查	(159)
8	爆破设计与施工组织管理	(160)
8.1	爆破设计	(160)
8.1.1	设计前的准备	(160)
8.1.2	设计内容	(160)
8.1.3	设计审查	(162)
8.2	拆除爆破施工组织与管理	(162)

8.2.1	拆除爆破施工的特点	(162)
8.2.2	拆除爆破施工管理的主要任务及内容	(163)
8.2.3	爆破施工前的准备工作	(163)
8.2.4	现场技术管理	(165)
8.3	爆破施工技术	(166)
8.3.1	钻孔技术	(166)
8.3.2	装药与堵塞技术	(170)
8.3.3	起爆技术	(171)
8.3.4	防护技术与措施	(175)
参考文献.....		(177)

1 总 论

1.1 拆除爆破发展概况

拆除爆破是以拆除地面、地下及水下建筑物或构筑物为目的的爆破技术,如楼房拆除爆破、混凝土基础拆除爆破及烟囱、水塔拆除爆破等。

建筑物拆除爆破始于第二次世界大战以后,许多城市的工厂和建筑物被战争破坏,大量的工业设施需要重建和改建,拆除旧的建筑物和构筑物给爆破工作者提供了一个机会,使危险性很大的爆破技术从旷野进入城市,使工程爆破理论和技术得以迅速发展。

20 世纪 60 年代,美国、日本、瑞典等国已将爆破技术应用于城市建筑物和构筑物的拆除。进入 70 年代以后,随着爆破理论、施工技术的发展,各类破碎剂的研制成功,以及以水为传能介质的水压爆破等新技术的应用与不断完善,进一步扩大了工程爆破的应用范围。破碎、抛掷、堆积、坍塌等爆破效果能够严格地按预期的要求进行,爆破震动、飞石、噪声等公害能够有效地控制在规定的范围之内。近十几年,已成功地应用爆破技术拆除 80 层以上的楼房,200m 以上的烟囱,并在海底爆破、营救地震受害人员等方面取得了良好的效果。

我国在建筑物、构筑物爆破拆除等方面,居先进国家之列。1958 年,东北工学院在国内首次用爆破方法拆除了 120m 高的钢筋混凝土烟囱,开了我国拆除爆破之先河。20 世纪 70 年代中后期,拆除爆破技术更有了快速的发展。1973 年北京铁路局爆破拆除旧北京饭店约 2000m²钢筋混凝土地下工程;1976 年工程兵工程学院爆破拆除了天安门广场两侧总面积 1.2 万 m² 的 3 座大楼;1979 年铁道部第四勘测设计院使用水压爆破拆除了容积约

33m³、壁厚 0.5m 的钢筋混凝土高压滤水缸。进入 80 年代以后,拆除爆破技术逐渐在全国范围内推广开来。许多科研单位、高等院校将爆破理论与实践相结合,进行拆除爆破的实践,拆除了许多复杂的建筑物和构筑物,使拆除爆破技术进入了一个新的阶段。如山东十里泉电厂 180m 钢筋混凝土烟囱分层爆破拆除,解决了周围环境特别复杂,不可能整体倾倒或折叠爆破时的高空爆破作业技术的难题,为高烟囱拆除爆破提供了新的模式和成套经验;重庆发电厂西厂爆破拆除工程是一次起爆拆除工业建筑物面积最大的项目,一次爆破拆除 2700m²;1995 年 12 月在武汉成功地拆除了正在缓慢倾斜的 18 层、高 56m 的大楼;1999 年在上海又成功地拆除了 16 层、高 67m 的长征医院病房楼。

1.2 拆除爆破的特点与要求

拆除爆破与其他爆破工程相比具有以下特点:

(1)爆区周围环境复杂。拆除爆破一般是在城市闹市区、居民区、厂区或厂房内进行,在爆区内或附近往往有各种建筑物、管道(如输水管、输气管)、线缆(如高压线和通讯线路等)和其他设施,环境十分复杂。进行拆除爆破时不能为了拆除某个建筑物而破坏周围的设施,更不能引起人员伤亡事故。因此,在进行爆破设计和施工时要确保周围人员、设备、设施及建筑物、构筑物的安全。

(2)爆破对象复杂。爆破对象可能是各种建筑物或构筑物,它们在结构形状和材质上大不相同,建筑时间各异,很多建筑物或构筑物没有原始资料。因此应对爆破对象全面了解,根据不同的爆破对象选择不同的拆除方案、布孔参数和装药量。

(3)起爆技术复杂。采用爆破法拆除建筑物时,由于拆除方案的需要,在布孔和起爆方式上与常规爆破有很大区别。有时一次需要起爆千万个药包,这些药包又往往需要分批延期起爆,在间隔时间和起爆顺序上需要进行严格控制。

(4)工期紧。一般要求限期完成,给爆破设计与施工造成很大的困难。

因为拆除爆破的特殊性,所以拆除爆破除了满足一般的爆破要求外,还应满足以下几个方面的要求:

(1)控制爆破产生的有害效应。拆除爆破必须贯彻“安全第一”的思想,爆破产生的地震波、空气冲击波、噪声和飞石等的危害都要控制在允许的范围内,确保周围设施及人员的安全。

(2)控制被拆除建(构)筑物的坍塌方向和废墟的堆积范围。对于高耸建筑物或构筑物,要求爆破后按设计的方向倒塌,按设计的范围堆积,以免砸坏附近的建筑物或设施。

(3)控制爆破的破坏范围,要把设计拆除的部分完全爆破下来,而不需要拆除的要完整地保留。

(4)控制被爆体的破碎程度,便于清理废墟和装运。

1.3 拆除爆破分类

由于拆除爆破对象的多种多样,所以拆除爆破的种类也多种多样,采用的拆除方案也各不相同。为了能够合理地选择爆破方案,进行爆破设计,根据爆破对象的不同,可将拆除爆破分为如下类型:

(1)基础型构筑物拆除爆破。如混凝土基础,梁、柱、地坪等,一般采用浅眼爆破的方法。爆破技术与土岩爆破基本相同,孔网参数一般小于常规土岩爆破,以便控制飞石。

(2)高耸构筑物拆除爆破。如烟囱、水塔等,这类构筑物由于重心较高,可以采用倒塌的方法进行拆除,依靠重力作用使其解体破碎。

(3)建筑物拆除爆破。楼房、厂房等,主要采用爆破方法使其解体、倒塌或坍塌。

(4)容器形构筑物拆除爆破。如水池、水罐等,其特点是池壁一般较薄(200~300mm),若采用浅眼爆破,需炮孔多,容易产生飞石,不好防护。这时宜采用水压爆破的方法进行拆除,即在其中注入水,将药包置于水中,炸药爆炸后在水中产生冲击波,靠水的传压作用破坏池壁。

(5)其他特殊建筑物和构筑物的拆除爆破。

一些特殊结构和材质的建筑物和构筑物,必须根据具体情况,采取特殊的爆破方案进行拆除。

当然每一种类型中又可分为许多不同的方案。这就需要根据具体的拆除对象具体分析,采用最佳的爆破拆除方案,以达到最好的拆除效果。

1.4 拆除爆破基本原理

1.4.1 拆除爆破是拆除与保护的对立统一

拆除爆破,实际上是“拆除”与“保护”的对立统一。需要拆除的部分,要按要求进行爆破破碎达到拆除效果,而需要保留的部分,则要进行保护,不能损害。

为了使周围建筑物、构筑物以及其他设施得到保护,在爆破工艺上,采用“多打眼,少装药”的分散装药原理,使每个孔的药量都很小,这样对周围的破坏作用可大大降低。例如 1976 年天安门广场两侧总面积为 12000m^2 的钢筋混凝土楼房爆破拆除时,总重 439kg 的炸药分散在大约 9000 个炮眼中,平均每孔装药量不到 50g ,有效地控制了爆破的危害作用。

与此同时,要对爆破部位及被保护的对象进行有效地防护。建筑物拆除,需要对主要支撑结构进行充分破碎和抛掷,有时不但不能减少药量,必要时还要增加药量。为此必须采取强防护措施,既要保证拆除部位的破碎要求,又要保证不能有飞石飞出,对周围设施造成破坏。

因此拆除爆破设计的内容不仅包括建筑物、构筑物的拆除爆破方案和工艺,还包括安全防护技术及安全管理,整个爆破工作要做到“精心设计,安全施工”。

1.4.2 装药量计算原理

拆除爆破虽然面临的爆破对象不同,但装药原理是一样的。长期以来,使用最多的是体积公式:

$$Q = qV \quad (1-1)$$