

工业爆破设计

[苏] Б.Н.库图佐夫 等著

顾倚铨 史家增 译 希禾 校

中国建筑工业出版社

本书对于采矿工业、水利建设、农业、林业、港湾建设、冶金炉修复、构筑物拆除等各方面的爆破工程设计叙述了基本原理,列举了有关设计文件编制、药包布置参数的计算、危险带计算等方面的资料以及计算公式。

本书可供从事爆破工程设计的工程技术人员使用及有关院校师生参考。

Б.Н. КУТУЗОВ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ
МОСКВА «НЕДРА» 1983

* * *
工业爆破设计
顾倚鳌 史家增 译
希 禾 校

*
中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*
开本: 850×1168毫米 1/32印张: 11¼字数: 302 千字
1986年11月第一版 1986年11月第一次印刷
印数: 1—4,200 册 定价: 2.10元
统一书号: 15040·5073

序^①

在采矿工业中开拓与采掘有益矿物，在建造储存液体和气体产品的地下贮库，在修建铁路和公路，在修建堤坝、港湾和其他水利工程项目，为强化石油和天然气的开采；对于金属的切割、冲压和焊接；当进行各种研究而需要瞬间特别高的温度和压力时，广泛采用爆破工程。

当爆破工程的应用条件有很大差别时，进行爆破的方法可以按下述特点分类。

1.按照采用的药包形式划分为：浅眼法，药壶法，深孔法，峒室法和水平条形药包法。

在露天矿采用垂直的和倾斜的深孔和浅眼药包，直径分别为160~320和40~60mm，深度达20m。在地下矿山，为掘进巷道和崩落煤和矿石，炸药装在垂直、倾斜和水平的浅眼中以及在直径为60~150mm、深度达50m的深孔中。峒室药包的数量为几吨，装在浅井（装药井）和平峒（装药峒）中。在水利工程建设中，上向或下向抛掷爆破在峒室中药包数量可达数千吨。在建设渠道和堤坝用上向和下向抛掷爆破时，广泛采用装在堑沟或地下巷道（峒室、平巷等）中的水平加长药包。

2.按照对周围岩石破坏作用的表现形式划分为：药壶爆破，使药包周围的岩石压得密实、受到破坏，但对地表不呈现破坏作用；松碎爆破（破碎），从药包布置地点直到地表，将坚硬岩体破碎成不同尺寸的岩块；上向或下向抛掷爆破，此时大部分被破坏的岩石向上（向下）抛掷一定距离。对于任一种爆破都有两个基本的要求：保证达到预期的效果以及在实施中的高度安全。

① 原序译文有删节。——译者

· 爆破的效果取决于所选择的爆破工程参数、爆破方式、所破坏的对象的性质和爆区的情况。实施爆破的必要条件是编制爆破设计。

正确完成设计和实施爆破的条件之一就是要弄清楚拟爆破介质（岩石、混凝土、砖砌体等）的性质；此时要采用专门的分类表，表中将各种岩石合并在一起，划分为类、组、级。在建筑业中采用岩石分组的概念（СНП分类表），而在矿业中将岩石划分为类别（普罗托吉雅柯诺夫教授岩石硬度分类表，岩石裂隙发育程度分类表，岩石可爆性分类表等）。

《爆破工程设计》一书的第二版是将1973年以来在编制设计文件和计算公式方面发生的变化加以补充。对实施爆破的安全技术问题，露天和地下矿山工程联合条件下的爆破设计给予了很大的注意。首次编入了有关爆破工程全面机械化设计的资料。本书编写时遵照了全苏爆破工业总局关于爆破工程设计的条例，地面爆破工程施工技术规程[10]，电力建设的规程[9]，统一安全规程[5]和其他关于设计的指令性规定[1~4以及其他]，并且与爆破工程的先进技术相符合。

在各个技术领域自动化设计系统（САПР）的应用十分活跃。作为采用 САПР 的一个实例，附录 I 中列出了沟道施工上向抛掷大爆破的计算方法。

目 录

序

第一章 爆破工程设计文件	1
1.1 概 况	1
1.2 设计文件的组成和内容	3
1.3 爆破工程设计文件	5
1.4 爆破工程设计文件的组成和内容	7
1.5 设计文件的协议和批准	14
第二章 建筑中的爆破工程设计	16
2.1 概 述	16
2.2 设计的原始资料	17
2.3 基坑和开挖时的爆破工程设计	19
2.4 限界爆破参数计算	33
2.5 渠道施工时上向抛掷爆破	36
2.6 定向爆破修筑堤坝	44
2.7 土的压实爆破的设计	51
2.8 用爆破消除黄土的沉陷性	54
2.9 冻土爆破设计	59
2.10 开挖坝的切槽的爆破设计	61
2.11 水下爆破工程的药包计算	65
第三章 露天矿爆破工程设计	67
3.1 露天矿山工程的发展趋势	67
3.2 露天矿田范围内岩体的采矿-地质评价	72
3.3 矿山开采技术条件和矿岩破碎的块度要求	77
3.4 在设计阶段爆破工程参数的确定	79

3.5	大爆破典型设计(设计组成)	90
3.6	用炮孔装药大爆破的参数计算	93
3.7	限界爆破设计	99
3.8	保证岩石预定的破碎程度	101
3.9	矿岩爆破合理破碎程度的确定	104
3.10	壶状药包爆破设计	109
3.11	炮眼装药爆破设计	111
3.12	露天矿用炸药的品种计划	114
第四章	地下巷道掘进爆破工程设计	119
4.1	概述	119
4.2	水平巷道掘进时的爆破工程	119
4.3	垂直与倾斜巷道的掘进	130
第五章	矿床地下开采爆破工程设计	138
5.1	金属矿床开采地下矿山工程的发展趋势	138
5.2	深孔药包崩矿	139
5.3	峒室药包崩矿	153
5.4	浅眼药包崩矿	155
5.5	空气冲击波防护设施的选择和计算	158
5.6	大爆破后通风	165
5.7	大爆破技术设计和它的一般组织	166
5.8	联合开采时爆破工程的组织原则	172
5.9	地下爆破对露天回采的地震作用计算	172
5.10	露天矿爆破对地下矿山巷道和矿柱的 地震作用	174
5.11	在露天矿处理空场和空场上部的爆破工程	175
第六章	城市中的和企业改造时的爆破工程设计	179
6.1	建筑物拆除	179
6.2	管子和塔的拆除	183
6.3	混凝土与钢筋混凝土结构的爆破	183
6.4	高炉、马丁炉、混铁炉修复时的爆破工程	188

第七章 其他爆破工程的设计	202
7.1 疏浚、破冰和木材浮运工程	202
7.2 爆破横坝	211
7.3 崩落潜在的不稳定岩体	213
7.4 爆扩腔的形成	215
7.5 沼泽地填土	217
7.6 农业中的爆破工程	221
第八章 爆破工程综合机械化设计	225
8.1 概述	225
8.2 对机械化装备和方式的基本要求	225
8.3 地面爆破材料仓库工作机械化	228
8.4 地面爆破工程机械化	237
8.5 地下爆破工程机械化	240
8.6 下向炮孔和缓倾斜炮孔的装药特点	241
8.7 水平、倾斜与上向炮孔的装药特点	244
8.8 上向限界炮孔的装药特点	246
8.9 峒室的装药特点	247
8.10 线向加长药包的装填特点	247
第九章 爆破工程设计中的安全问题	249
9.1 设计中安全技术问题的反映	249
9.2 确定爆破工程的危险区	252
9.3 大爆破地震作用的控制	262
9.4 地震安全的设计方法	270
9.5 爆破工程中掩蔽棚的使用	274
9.6 爆破材料仓库的设计	279
第十章 爆破工程的费用	287
10.1 大爆破施工费用的确定	287
10.2 建筑业爆破工程预算费用的确定	289
10.3 建筑业爆破工程设计费用	302
参考文献	305

● 附录	307
1. 在岩土中用上向抛掷爆法开挖渠道的 自动化设计系统	307
2. 露天矿大爆破的自动化设计系统	322
3. 在深水平掘进矿山巷道时凿岩爆破 工程参数的计算	326
4. 《СНип》 岩土分级表	339
5. 岩石普氏分类表与按《СНип》的 岩石级别对照表	343
6. 确定坚硬岩石的硬度级别	344
7. 露天矿牙轮钻进时确定岩石级别	347

第一章 爆破工程设计文件

1.1 概 况

凿岩爆破工程的设计应当做到最合理和经济地利用劳动力、材料和资金，保证工程的高质量和低成本，高度的劳动生产率和工程的安全条件。

在设计中应当叙述关于计算的必要规定、前提条件和计算结果，对原始资料的引述。设计文件应当是最小限度的必需的数量。图纸应当是标准尺寸和通用的图例。说明书、预算文件、计算书和图纸材料应当编号、装订，编写目录和图纸及附录的一览表。

用来实施凿爆工程的全部设计文件应当在设计文件登记册上登记；应有一套完整的设计文件保存在凿爆工程的施工单位内。

典型设计和凿爆工程施工说明书应当与工程的实际条件作系统的核对。每次核对后在设计文件登记册上按规定核对日期记载它的适用程度，必要时记载文件的修改期限。

在提高建设和生产的技术水平上，设计工作占有决定性的地位，通晓它的原理对任何行业的专家都是必要的，因为在实际活动中有时要经常参与设计编制，有时又要实施设计。生产的效率和安全取决于正确地、精确地实施设计。

设计决定应当能保证凿爆工程高度的技术水平、安全和经济效果，并按照计划任务书提高施工的技术经济指标。这要借助于最大可能地采用科学技术成就，正确地选择凿爆工程方法和合理参数、钻机、爆破材料、运用先进的劳动方法、爆破工程全面机械化来达到。

在苏联规定了两个系统的定额文件，它确定了设计文件的内容和组成。在建筑业中是《建筑定额和规程》（СНиП），在一般工业中是国定全苏标准（ГОСТ）。

《建筑定额和规程》是苏联国家建设委员会规定的设计定额、工程验收和施工规程、预算定额和规程，也即包括了建筑工程的全部内容[1]。

据此，СНиП由四部分组成：概述（卷I）、设计定额（卷II）、工程验收与施工规程（卷III）、预算定额与规程（卷IV）。

除СНиП以外，苏联国家建设委员会关于设计和建设的各个问题出版过以下文件：

项目设计和建设的时间定额，土地占用定额，项目建设的修正定额，建筑材料的消耗定额；

建筑业和建筑维修工程的施工与估价定额等；

基本建设勘察设计工作合同条例等；

各类企业、建筑物、构筑物、结构和工程设备设计技术要求的規定；对各种建筑安装工程、材料应用的技术要求；对勘察设计工作的组织和方法；在建筑业编制设计预算文件等技术要求的規定。

对于企业和各种构筑物施工和改建规划，完成建筑安装工程量的资金供应，进行核算与决算均需要定额资料，这方面有苏联国家建设委员会定期出版的《预算定额》。

这个定额用来确定建造建筑物、构筑物的预算费用，计算完成的建筑安装工程量以及用以分析建筑单位的生产经营活动。

定期出版预算定额可以不断去掉陈旧的设备 and 施工方法，补充和修订材料的新价格、电力与货物运输的费率表。

除预算定额外，在设计编制成本和确定工程费用时采用《统一定额和估价表》（ЕНиР），用以确定劳动消耗和费用；还采用包括材料和机械台班的预算资料和小额费用工程定额的《价格表》。

在基本建设中现行使用的是《建筑工程预算定额》，既体现

劳动消耗和材料消耗的实物指标，也包括费用指标。如：

《预算费用和资源消耗扩大指标手册》(СУПСС)；《建筑物、构筑物施工扩大预算定额》(УСН)；《结构与装饰工程扩大预算定额》(УКН)；《结构与工程施工预算定额》(СНип第四卷)；《其它特种工程与构筑物预算定额》。

个别工程项目的费用主要用《地区统一单项工程估价表》(ЕРЕР)确定。

ЕРЕР在建筑工程上用以确定建筑物、构筑物施工总预算费用以及用来计算新完成的建筑工程量，这对苏联领土内19个地区负责施工的所有的单位都必须执行。

ЕРЕР编制的基础是：建筑工程定额，《СНип》第IV卷和它的补充修订本；《材料、制品和构造的预算价格》(№1价目表)；《建筑机械和设备使用的预算费用》(№2价目表)。

每个大型工程都要编制“单项工程估价表”，其中包括ЕРЕР未列入的单项工程的具体(与当地条件有关的)补充估价表。

在发展全苏的定额与规程方面，在此基础上苏联各工业部门和主管机关制订并执行主管部门定额(ВСН)和部门标准(ОСТы)，它考虑了部门生产的特点。

例如机器制造业中，设计工作、图纸格式等定额由《文件编制统一办法》规定，它包括在国定标准(ГОСТ)的总的系列中。

1.2 设计文件的组成和内容

企业、建筑物和构筑物的设计工作是以按规定程序批准的各加盟共和国和经济区制定的(按五年计划编制，不少于15年)生产力分配与发展方案以及经济和工业部门的布局与发展方案为根据而进行的。在文件中要有必要的计算资料，企业新建、改建和扩建设计合理性的论证资料，确定建设的计算费用(改造或扩大)

和各个项目的其他技术经济指标。

在设计企业、建筑物和生产用途的构筑物时，应当考虑到当地的规划方案和设计，企业群的总平面方案（带有公共项目——工业设施），城市建设和居民点规划设计中所采用的决定。

工业企业的设计任务书由设计的委托者——公司、联合体、托拉斯或企业编制，并由部或主管机关批准。工业企业设计任务书的内容列于指令CH202—81中。这一指令还规定了设计预算文件的组成和编制程序，其中包括设计、施工设计，施工文件、预算文件。

设计包括说明书，其中既包括对设计基础资料的叙述，还包括主要的设计决定，即经济地利用劳动力、材料和动力资源以合理地解决设计任务书的要求。设计还包括主要的图纸。

施工设计用于企业、建筑物、构筑物按典型设计和重复利用单体设计进行施工的工程，还用于工艺简单的企业、建筑物、构筑物的施工或是不扩大生产面积的企业技术改造的施工。

施工文件的主要组成部分是按照国定标准绘制的施工图。

施工图（PЧ）对全部设计项目和每个细部都要确定最后的形状和尺寸，并要考虑到施工的技术经济指标。

施工组织设计（ΠOC）在设计阶段或施工设计阶段编制，它在采用最新科技成就的基础上通过减少费用、缩短施工工期和提高施工质量，提高施工组织技术水平，从而提高基本建设投资的经济效果。

工程施工设计（ΠΠP）由建设单位编制或者由它委托设计院根据施工图和施工组织设计编制，借以确定各类建筑安装工程最有效的完成方式和方法。

ΠΠP 和ΠOC 的内容和完整性决定于《关于编制施工组织设计和工程施工设计的规定》〔2〕。

为了缩短编制周期和设计预算文件的分量，企业、建筑物和构筑物的设计工作采用一个阶段，即为包括综合预算费用（计算的）在内的施工设计，其中企业、建筑物和构筑物将按典型设计

和重复利用设计进行施工。其他施工项目按两个阶段，即设计[包括综合预算费用(计算的)]和施工文件(包括预算)。

企业、建筑物和构筑物的施工预算费用，其中包括建筑安装工程的费用，在综合预算费用(计算的)中是按典型设计和重复利用设计，并结合当地施工条件的预算，以及按施工图编制的预算确定的。

批准的预算费用是整个施工期的极限值。

1.3 爆破工程设计文件

既用于建筑业，也用于矿山采掘工业的爆破工程是建筑工程和矿山工程的一部分。因此爆破工程设计的组成和内容决定于整个项目的施工设计阶段。

爆破工程设计是包括在设计 and 施工设计之内的独立文件，而在编制工程施工设计时对爆破工程编制单独的设计。

在进行爆破工程设计工作时要编制下述技术文件：

技术施工设计——每个施工项目的全部爆破工程量，而爆破工程可以是应用条形药包法、集中药包法(药室和药壶)、深孔和裸露药包法，如在居民点或建筑场地上实施爆破则采用任何一种方法。

典型设计。用于露天矿经常采用的深孔爆破、药壶爆破和浅眼爆破的全部爆破工程量。

爆破工程施工设计。按每个施工项目编制。

在技术施工设计、典型设计和爆破工程施工设计中，必要时应包括下述内容：

爆破工程施工说明书。在掘进采准巷道和峒室，以及用浅眼、小峒室和裸露药包爆破的临时工程时编制。

技术计算书。每次爆破均需编制，应考虑药包装填的实际参数和爆破施工条件以修正爆破工程设计。

技术施工设计和典型设计根据总设计师的技术任务书编制，

由完成爆破工程单位的总工程师批准，并取得总承包人的同意（有关爆破工程量、它的组织和准备工作部分）和工程执行人的同意（有关爆破工程的工艺、完成期限和安全部分）。

建筑业中的爆破工程设计是由完成爆破工程的专门单位在工程施工设计阶段，根据总承包人的技术任务书编制，并经这个单位的总工程师批准，在爆破工程的准备、组织和安全等问题上取得施工人的同意。

掘进采准巷道和峒室的爆破工程说明书由进行爆破工程的人员编制，并经专门机构的总工程师批准并取得施工单位领导的同意。

在用浅眼、小峒室、药壶和裸露药包法进行的临时性爆破工程时，爆破工程施工说明书由爆破工程的领导人编制，由工程执行人批准，而且爆破工程的组织和安全部分要取得总承包人的同意。

爆破的技术计算书由爆破工程领导人编制，由工程的执行人批准，并在爆破工程的数量、组织和安全部分取得施工人的同意。

露天矿的爆破工程按照爆破工程典型设计进行。《露天矿山工程深孔大爆破组织和实施暂行规定》规定了露天矿进行爆破工程所必需的设计文件的目录，其中包括：

露天矿实施爆破工程典型设计，它应当由公司（矿山、露天矿等）的总工程师批准，并由公司（矿山、露天矿等）经理下令执行；

进行爆破工程的图表应当由公司（矿山、露天矿）总工程师批准；

大爆破设计，它由公司（矿山、露天矿）总工程师批准，组成内容为技术计算书、修正计算书以及大爆破施工程序书，后者也由总工程师批准。

爆破工程的设计工作基本上是用一个设计阶段来完成的。

在个别特别重要的情况下，当爆破已是构筑物的主要施工过

程（堆石坝、土坝、堤、渠道等）时，可进行初步设计（对应用爆破工程的效果作技术经济论证）和技术施工设计。

技术施工设计的扩展可能是完成准备巷道和装药巷道掘进工程施工设计、药包装填和封堵的施工设计或其他内容的设计。

1.4 爆破工程设计文件的组成和内容

在建筑业中应用得最广泛的是爆破工程施工设计，而在采矿工业中，露天法开采则用典型设计。

爆破工程设计根据爆破工程设计技术任务书〔抛掷或松动（破碎）〕编制。

在建筑业，编制爆破工程设计的 技术 任务书 应包括 下述资料：

布置建设项目的地区特征，叙述气候条件，当地地形，最近的铁路车站，道路状况及类别（公路、土路等），电力供应和爆破器材仓库状况，爆破材料（BM），劳动工资的地区系数等；

拟爆岩石的地质特征，它的物理力学性质、类别和组别，岩石充水程度和地下水水位；

爆破工程的目的、期限和数量，对基坑底和边帮维护的要求，再种植和专门的安全措施；

土方工程机械化设备，生产基地、仓库等。

任务书中应附有：

预定进行爆破工程所在地的位置平面图，比例为1:500到1:10000，图上应标明工业和民用建筑物、输电线路、供气管道、水管、通讯线路（带的宽度为2 ~ 3 km）；

拟爆岩体（包括地质情况）沿地表的纵断面图，比例为1:1000到1:50000，典型横断面图，比例为1:50到1:200。

上述技术任务书的内容是一般性的，在具体项目施工时可以有变动和补充。

土壤改良施工中爆破工程设计文件的组成和内容取决于爆破

任务的特点和复杂程度。

当用上向抛掷和下向抛掷爆破建设渠道、修筑堆石坝和土坝、挖水泵站和水池的基坑时，而且当主要的土方工程量都是采用爆破法完成时，应用某种爆破工程方法的可能性和合理性在初步设计阶段或是在项目的施工设计中解决。

根据CH-202-81规定的要求，在制定国民经济各部门布局和发展计划时，设计的前期研究工作应当对同一类工程用爆破方法和其他方法进行技术经济比较，提供必要的数字，并且回答下列问题：用爆破有可能完成提出的任务吗？什么期限和用什么样的机会？爆破工程需要多少费用？

爆破工程设计（施工设计）与土壤改良方案的施工设计，或是水利工程项目的施工设计，同时编制并在其中列为单独的一篇。爆破工程设计由说明书、图纸和预算组成。

在说明书中包括：绪论，其中叙述问题的沿革和设计内容的概要；爆破地区的地理特征，爆破地段的地形特征；拟爆土岩的水文地质和工程地质特征以及物理力学性质；在设计中选择拟采用的爆破器材和爆破工程机械化设备；选择药包布置方案和它的计算；准备工程量；预期的爆破效果数据和主要的技术经济指标；爆破后的附加工程量；爆破工程的组织与安全。

说明书应附有：设计任务书；设计原始文件一览表；签订初步协议的有关文件以及其他在研究和审批设计时必需的文件。

在施工设计中通常包括：有图纸一览表的目录页；当地平面图，比例尺自1:10000到1:500，其上有爆破地点、危险区边界、拟保护的建筑物和构筑物、对已批准的爆破实施方案的安全技术措施说明；平面图和剖面图，比例尺自1:10000（纵剖面图）到1:500和1:200，其上有药包布置点、准备巷道位置、与任务书规定的构筑物设计尺寸相对照的爆破结果；展开图和爆破网路图以及引爆药包，并附有药包爆破顺序的规定和计算；准备和完成爆破所需的设备装置图；用爆破方法掘进准备巷道及支护的说明书（浅井、平峒和峒室）；与构筑物防护和安全技术有关的防护设

备装置图；日历进度表，其上应包括有对该次作业必要的指示和准备施爆措施。

在水利工程和供水项目的施工组织设计中，爆破工程列为单独的一章，其中要反映出设计决定和材料及技术能力的计算，这是在施工设计的《工程组织》这一章中已采用过的。

在施工组织设计的爆破工程组织这一章内应包括：论证所采用的爆破工程方法，确定在规定期限内完成施工所必须的原料以及工程预算费用。

在爆破工程这一章的正文中要对爆破工程项目作扼要的说明（地形、地质、交通运输情况等），还应说明与爆破工程相配合的土方工程的工艺，以及论证所选择的爆破工程方法，计算炸药量，主要材料、工程量、和设备费用。

根据已确定的爆破材料需要量确定爆破材料仓库的储存量，选定它的位置，装运工作的机械化设备和它的供应图表。

根据已规定的施工图表，编制爆破工程施工日程计划和机械设备、临时建筑物及与进行爆破工程有关的构筑物一览表。

爆破工程这一章的图表部分应当将图纸量限制为最小，但要能最大限度地表示出工程的特点。

在工业和水利工程项目的总平面图上，应当表示出危险区、以及与爆破工程进行有关的临时性建筑物和构筑物。

爆破工程典型设计。对于建筑材料露天矿的开采和泵站基坑的开挖，采用深孔药包松碎是在相同（均一的）条件下多次进行爆破的。爆破工程根据典型设计来进行，它的编制是根据：已批准的露天矿施工设计、水利工程或其他项目的设计；实验和工业爆破的结果；在类似条件下爆破工程方面的文献资料和生产经验。

爆破工程典型设计根据技术任务书编制，它是在露天矿工艺设计技术部分的基础上产生并应包含下列内容：

工程的目标；以各类松碎矿岩（有益矿物、剥离物、爆破等）实体计的年爆破矿岩量；露天矿工作制度；爆下矿岩的要求