



锚 喷 支 护

王 焕 文 王 继 良 等 编

煤 炭 工 业 出 版 社

TD353

15

3

锚 喷 支 护

主 编：王焕文 王继良

B7001

煤炭工业出版社



B 405575

内 容 提 要

本书根据我国矿山采用光爆锚喷支护的多年实践与理论研究,结合我国煤矿矿井支护的特点,并在吸取国外有关锚喷支护的论著、经验的基础上,比较系统地讲述了锚喷支护理论研究、设计、试验、工艺、应用、量测,以及机械装备、技术管理等的专业知识。

本书可供从事矿山工作和地下工程工作的科技人员学习参考,也可供大专院校、科研、设计部门教学参考。

责任编辑:王闯升 刘 瑾

锚 喷 支 护

主 编:王焕文 王继良

煤炭工业出版社 出版

(北京东黄城根门牌65号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本850×1168mm^{1/32} 印张23^{3/4}

字数627千字 印数1—1,530

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

ISBN 7-5020-0060-7/ID·58

书号 2972 定价 8.80元

前 言

矿井支护是采掘工业以及地下工程的重要组成部分，光面爆破与锚杆喷射混凝土（以下简称“光爆锚喷”或“锚喷支护”）是支护领域中的一项较新的支护技术，它的作用和效果已为国内外所公认，我国多年的大量实践证明，它完全符合我国国情，日益显示它的巨大生命力，国家将其列为重点新技术推广项目。

这项技术在全国，特别是煤炭工业系统中广泛、深入地推行下去，还需要在理论研究、工艺施工、机械装备、以及技术管理方面做大量的工作。当前，重要的是需要不断吸取营养，更新知识，来提高各专业人员的技术素质，以适应科学进步的要求，从而使一项新的科学技术不断发展，日趋完善的同时，在现场广泛应用，使它在生产建设中发挥较好作用。为此目的，我们组织了有关方面的专家编写了这本《锚喷支护》。

全书共分十章，从理论概念，基本原理、结构设计、工艺施工，到模拟、量测、机械装备与技术管理，较系统地讲述了锚喷支护的专业知识。全书力求实用为主。

本书由煤炭部王继良高级工程师，冶金矿山研究院汪仲德高级工程师，芙蓉矿务局李先才副总工程师，淮南煤炭学院朱效嘉教授，安徽省计委王清启总工程师，南京煤研所汤向南工程师分别执笔编写。

本书编写过程中，西安矿业学院何唐谱副教授，中国矿业学院李世孚教授提供了部分初稿，谨一并致谢。

由于编者水平与经验不足，缺点错误在所难免，希望读者提出批评、指正、修订、补充意见，使之进一步完善。

编 者

1986.5.

目 录

第一章 概述	1
第一节 锚喷支护的发展及现状	1
第二节 光面爆破与锚喷支护	3
第三节 新奥法概要	15
第二章 围岩分类与井巷稳定性	21
第一节 围岩分类	21
第二节 原岩应力场与静压井巷的稳定性	50
第三节 采场应力分布与动压井巷的稳定性	64
第四节 软岩力学特性与软岩井巷的稳定性	120
第五节 松动破碎围岩井巷的稳定性	154
第六节 断面形状与井巷的稳定性	164
第三章 锚喷支护作用原理	173
第一节 井巷支护理论与锚喷支护特点	173
第二节 锚杆的锚固作用	180
第三节 喷射混凝土的力学作用	190
第四节 锚喷联合支护的作用	196
第四章 锚喷模拟试验	200
第一节 概述	200
第二节 相似模拟理论基础	203
第三节 相似材料模型试验	210
第四节 光弹性模拟试验	219
第五节 锚喷模拟试验实例	227
第五章 锚喷支护结构与参数	236
第一节 锚喷支护的破坏形态与分析	236
第二节 静压井巷锚喷支护结构	252
第三节 动压井巷锚喷支护结构	266
第四节 软岩井巷锚喷支护结构	284

第五节	破碎围岩井巷锚喷支护结构	308
第六节	参数选择的工程类比法	316
第七节	参数选择的经验公式与数据	324
第八节	锚喷支护参数计算	338
第六章	锚杆	389
第一节	粘结式锚杆	389
第二节	摩擦胀固式锚杆	417
第三节	机械式锚杆	433
第四节	锚杆的质量检验	447
第五节	锚杆选型	456
第七章	喷射混凝土	460
第一节	干式喷射混凝土	460
第二节	潮湿喷射混凝土	491
第三节	湿式喷射混凝土	495
第四节	SEC喷射混凝土	502
第五节	钢纤维喷射混凝土	515
第六节	混凝土外加剂	531
第七节	喷射混凝土环境控制	547
第八章	锚喷支护施工机械化	575
第一节	锚喷支护施工机具	575
第二节	平巷锚喷支护喷射混凝土机械化施工配套	631
第三节	斜井喷射混凝土机械化施工配套	634
第四节	立井喷射混凝土机械化施工配套	635
第九章	锚喷支护工程量测	640
第一节	量测计划	640
第二节	围岩与支护位移量测	643
第三节	锚喷结构受力量测	660
第四节	其它量测内容	677
第五节	量测监控和分析	683
第六节	工程量测实例	698
第十章	施工技术管理	706
第一节	锚喷支护设计	706

第二节	锚喷支护施工	711
第三节	作业方式与施工组织	722
第四节	质量管理	733
第五节	锚喷井巷的维修	742

第一章 概 述

光面爆破、锚杆喷射混凝土支护，简称“光爆锚喷”。已在我国水利、铁道、冶金及其它地下工程中广泛采用。在煤炭系统的矿井支护中采用光爆锚喷支护量大、面广、并正向深度、广度发展。

煤矿支护的实践表明，光面爆破与锚喷支护有着有机的联系，并互为因果。考虑到光爆与锚喷的不可分割性，本章将与锚喷有关的、相互联系的光爆部分及其技术要点做了一般的叙述，以供读者参考。

第一节 锚喷支护的发展及现状

一、国外锚喷支护的发展及现状

锚喷支护本世纪初在美英等国家已经试用，40年代即开始系统研究、试验，50年代以来已经在金属矿山、煤矿、水利，以及土木工程地下结构物中广泛应用。锚喷支护这项新技术，由于它从根本上能改变岩石强度的特性，有着传统的外部支承所不能获得的技术与经济效果，因而在世界各国发展很快。

美国在50年代初已经大量应用锚喷支护，特别是在煤矿中，近年来平均每年的锚杆使用量达1亿根以上，成为煤矿巷道支护的主要形式。苏联煤矿70年代锚喷支护量约占进尺的10%以上。法国煤矿井巷中2/3左右采用锚杆支护。加拿大每年锚杆用量也达570万根。瑞典也将锚喷支护广泛应用于金属矿山中。当前，锚喷支护正在不断发展之中，全世界每年使用锚杆的总数量约在2~3亿根之间。每年仅锚杆的耗费就达10余亿美元。锚杆的使用量表明了这项支护技术正稳定发展，而奥地利的“新奥法”的出现，开创了锚喷支护与工程施工的新观念。日本在研究、实验

“新奥法”施工有较多经验，其它一些采用锚喷支护的国家也在不同程度的研究发展了这项支护施工的新技术，进一步促进了锚喷支护的发展。

锚喷支护的发展，促进了锚杆的研究和发展。早期是一般的楔缝式锚杆、涨壳式锚杆、倒楔式锚杆等机械式锚杆和一般的水泥注浆锚杆等粘结式锚杆。近年逐步发展了性能更好、适应性更强的新型锚杆。

例如，树脂锚固锚杆Resin Bolt系由塑料薄膜卷成的双筒药卷，由树脂和固化剂组成，可做成任意长度或任意直径的囊卷，安设于钻孔中，或端头、或全长锚固，可瞬时达到5t至10t以上的锚固力。这种树脂锚杆在美国广泛采用，尤以煤矿为最，大约占总使用量的2/3以上。澳大利亚、法国、南非、联邦德国等均在不同程度地应用这种锚杆，是正在发展中的新品种之一。

水泥锚固锚杆，近年瑞典谢曼塔公司和布立登矿物公司研制并已批量生产。它是将水泥和添加剂装于塑料卷中，安装前将水泥筒用穿孔器穿孔然后放入水中浸泡预定时间后，再楔入钻孔中搅固。瑞典的Cement Bolt型水泥卷，可与树脂联合使用并立即产生锚固力。这一发展可以使钻孔全锚注浆并具有后张力，也降低了成本，有较大的发展前途。

瑞典阿特拉斯公司的内胀式锚杆Swellex是另一种摩擦式锚杆，系由较高强度的钢管制成。安装前将钢管压成扁曲形，楔入钻孔后用高压水注入使之内部受压膨胀，从而使锚管沿全长锚着于岩孔，锚固力可达10t或更大。这种锚杆锚固力大，但安装与管体加工增加了工序、延长了工时。

美国英格索兰公司生产的一种管缝式锚杆(Split-Set-Stabilizer)发展较快，它也属于摩擦式锚杆。是将一种较高强度的卷板轧制成开口管状的空筒锚杆，再沿锚管全长开一条缝。当锚管压入钻孔时，管体受压缩、缝口缩小、沿管体全长与岩孔紧密接触，从而锚固岩体，并立即锚固，初锚力可达4~5t。其特点是锚固强度随时间的增长而增大，锚固力随围岩的移动而增大，终

锚固力可达8~10t以上。这种锚管具有滑移让压特性并能始终保持其全长锚固的锚固力，对软岩及矿山大量的动压井巷，具有重要的意义。目前缝管式锚杆在世界上使用量已达2500万根，很有发展前途。

锚喷支护的发展，同时也促进了喷射混凝土的研究与发展。由最早的喷射水泥砂浆，发展到干式喷射混凝土、潮式喷射混凝土、湿式喷射混凝土。特别是日本，在干式与湿式喷射混凝土基础上，发展了喷射混凝土的新工艺——“S·E·C喷射混凝土”，其最大特征是使细骨料砂粒在潮湿状态下先裹上一层水泥，然后再与粗骨料和水泥、速凝剂等混合喷射，从而使水泥用量明显降低、喷射混凝土强度提高，获得更好的技术经济效果。

纤维增强喷射混凝土，是最新的正在发展之中的新型喷射混凝土。纤维增强混凝土(Fiber Reinforced Concrete)，是在水泥或混凝土中渗入金属或合成材料制成的短纤维而构成的，可大大增强它的抗张、抗压强度。纤维的直径或边长通常为 $0.2\sim 0.6\times 10^{-3}\text{m}$ ，通过专门设计的纤维混合机，均匀的加入混凝土搅拌机里混拌，再通过喷射机施作。纤维类别主要区分为钢纤维(Steel Fiber)，及合成纤维或通称塑料纤维(Plastic Fiber)按掺入混凝土的纤维种类分别称为钢纤维增强混凝土(Steel Fiber Reinforced Concrete)和塑料纤维增强混凝土(Plastic Fiber Reinforced Concrete)。当前，多采用钢纤维增强混凝土(简称SFRC)。一般适用于30mm以上厚度的结构及5~20mm的水泥砂浆薄层结构物。

本世纪初美国泡特氏(Porter)提出了关于在普通混凝土中加入钢纤维的研究报告。60年代开始了纤维增强混凝土实际应用的开发研究，发表了有关钢纤维增强混凝土在抗裂作用方面的研究报告。近年在应用方面有新的发展，他们的研究试验表明，掺入1~2% $0.4\times 25\times 10^{-3}\text{m}$ 的钢纤维，使混凝土的抗挠强度增加50~100%，抗压强度增加10~15%、回弹率降低10~15%左右，通过拉拔试验(Pull out test)其剪切强度增加近一倍。从而

大大改善了混凝土的性能，更适宜在位移变形大的地下工程中应用。

日本在钢纤维增强混凝土的应用方面进行了大量研究。近几年来发展了钢纤维喷射混凝土施工，应用于隧道衬砌、开挖工程的防护层，以及地下大跨度工程和地面建筑工程。日本研究，用适当的钢纤维的规格、尺寸和适当的掺入量，使用普通型混凝土喷射机即可进行喷射混凝土施工。如使用Aliva-260喷射机和一种湿式喷射机的试验结果表明：使用 $0.5 \times 0.5 \times 25 \times 10^{-3} \text{m}$ 的钢纤维、掺入率1.5%，和使用 $0.5 \times 0.5 \times 30 \times 10^{-3} \text{m}$ 的钢纤维、掺入率1.0%，进行喷射混凝土施工都是成功的。

联邦德国在隧道施工中运用“新奥法”，支护上进行了喷射钢纤维增强混凝土的开发试验。英国、加拿大、瑞典、意大利、南非等国，也在不同程度上开展了纤维增强混凝土的研究和应用。新的纤维材料正在开发研究之中，如耐碱玻璃纤维、由聚乙烯、丙烯、尼龙（Polyethylene、Propylene、Nylon）等结晶性的聚合物制成的复合纤维材料等。

1980年日本隧道协会发表了隧道衬砌适用的钢纤维增强混凝土设计、施工规程。瑞士的阿利瓦公司（Aliva）和联邦德国穆勒工厂（Müller）研究生产的一种钢纤维定量喂料机，与普通混凝土喷射机配套使用，使钢纤维增强喷射混凝土技术进入一个新的实用阶段。

与此同时，各种喷射混凝土的添加剂的研究开发，进一步改善了喷射混凝土的性能。干式喷射的各种速凝剂，湿式喷射的液体速凝剂、塑化剂和各种类型的早强减水剂的使用，使喷射混凝土获得更好的技术经济效益。

随着锚喷支护的发展，各国相应地研制生产了新的锚喷支护设备和工具。如瑞士阿利瓦公司研制的转子式喷射机，干式及湿式两用万能混凝土喷射机（The Dry and Wet Universal Spraying Machine），美国艾姆科公司（Eimco）的轻型混凝土喷射机，联邦德国湿式混凝土喷射机以及瑞典斯塔比雷托公司

(Stabilator) 泵式喷射机组等均已成批生产, 广泛应用于矿山与地下工程。

在锚杆钻孔机械方面, 有台车式及轻携式单机。美国英格索兰公司研制的液压锚杆钻孔安装台车, 艾姆科塞可马公司履带式锚杆钻车, 瑞典阿特拉斯公司及芬兰塔姆洛克公司的锚杆台车等, 均适应于不同条件的锚杆钻孔安装之需。轻携式锚杆钻孔机除英国、苏联以外, 近年来在澳大利亚发展较快。目前有3种轻携式钻孔机问世, 即澳大利亚阿明科公司的轻携锚杆机, 称为地鼠型。克莱姆公司生产的袋熊型和阿特拉斯公司的轻携式, 这种轻携式钻孔机自重仅45kg左右, 适于中小断面巷道锚杆钻孔。

从近10年来围绕锚喷支护所完成的并列入专利项目的情况可以看出锚喷支护研究发展的动向, 据不完全统计, 国外近十年来获得锚喷支护有关的专利约80余项。其中欧美国家有34项, 日本有16项, 苏联等约40项。这些专利项目的主要内容有混凝土喷射机、喷嘴、添加剂、量测仪具、新型的锚杆、喷射混凝土等。

二、国内锚喷支护的发展及现状

我国自50年代开始试用锚杆支护以来, 已在铁路隧道、水利、交通和冶金矿山等地下工程, 特别是在煤矿, 获得了愈来愈广泛的应用和发展。

我国煤矿应用、发展锚喷支护技术, 大体经历了3个阶段。从50年代中期到70年代初期, 处于摸索试验阶段。这一时期的特点是依据现场实践经验, 从单一的锚杆支护, 发展到喷射水泥砂浆支护, 进而发展到喷射混凝土支护。并研试成功了光面爆破新技术, 在积累经验的基础上进行了理论研究, 为完善与发展光爆锚喷支护打下了良好的基础。

70年代是我国煤矿锚喷支护的发展阶段。经过对锚喷支护摸索实践的总结, 由煤炭部确定为煤矿井巷支护技术的发展方向, 并在全国煤矿地下工程中广泛推广应用。同时吸取铁路、水利隧道, 冶金矿山和人防地下工程等的经验, 不断充实完善煤矿的光爆锚喷支护技术。1978年国家将锚喷支护列为重点新技术推广项

目之一，进一步推动了锚喷支护在全国各部门隧道与地下工程、土木工程地下结构物中的广泛应用。仅1976年到1980年中：全国煤矿采用光爆锚喷支护的井巷，达到450万km，超过过去20年总和的二倍多。

从80年代初期到目前是巩固、提高、继续发展的阶段。这一时期的特点是巩固成果、提高工程质量，在实践基础上进一步加强实验和理论研究，深化理论认识，促进锚喷支护继续发展；加强了量测工作，研试了降低粉尘浓度的途径及方法，推行潮料喷射工艺；针对煤矿的特殊性，开展了软岩支护和动压井巷支护的研究试验并取得了较好的效果。这一阶段的最大成就是把锚喷支护与光面爆破的各自的单独应用，发展到两者有机地结合起来，共同实现对围岩的有效控制，最大程度的保护了围岩的强度与整体性，发挥围岩自承与承载能力，是我国煤矿支护技术上的重大发展与突破。

光爆锚喷支护具有先进的技术性能和很好的经济效益。它能及时有效地支护控制围岩，必要时，可超前于掘进工作面控制松软破碎围岩，确保作业安全、井巷畅通。它代替了传统支护方法的临时支护，同时又是永久支护结构或永久支护的重要组成部分，减小了对围岩的多次扰动、增强了围岩的稳定性，简化了工序。特别是消除了砌碛、现浇混凝土衬砌等传统支护的笨重体力劳动、繁杂工序、不能一次成巷的施工弱点，使井巷施工的平均成巷速度提高50%左右，平均效率提高0.5至1倍，减少了开挖工程量及超欠挖工程量约15%左右，相应少出矸石减少运输量；钢材、木材等的消耗也大量减少，从而降低了工程成本。

从70年代中期到80年代中期，我国煤矿采用锚喷支护的井巷累计达1100万m。应用范围不断扩大，从硬岩发展到松软、破碎围岩；从小断面发展到大断面硐室、交岔点、马头门；从平巷、斜井发展到立井；从岩巷发展到半煤巷和煤巷；从一般条件，发展到大冒顶、大淋水、底鼓和地质构造带等复杂条件；从井巷支护发展到井巷维修；从仅受原岩应力场影响的静压井巷，发展到

矿山受采动影响的动压井巷，还从井巷支护发展到部分回采工作面局部顶板控制和地面工程边坡、滑坡等的处理。

锚喷支护的结构型式也针对矿山的特点不断发展。除了一般的适用于静压井巷的锚杆支护、喷射混凝土（或砂浆）支护、锚喷支护等外，还发展了适应于动压井巷的锚网、锚笆支护（金属网、竹笆荆笆等）、锚网喷支护以及可与可缩性金属支架共同构成的混合支护结构。对于软岩井巷，还进一步发展了锚网喷加钢拱架支护结构、锚喷加可缩性金属支架结构，以及进一步在这些支护结构基础上再加衬砌支护，构成具有“先柔后刚、先让后抗、柔让适度、稳定支护”特点的混合支护结构。对于流变和膨胀性大的软岩，还试验采用了“缓冲锚喷支护结构”，即在上述锚网喷支护或锚网喷加可缩性金属支护与内层衬砌支护结构之间，留有一定的缓冲间隙，以吸收围岩在长时工作期间继续释放的位移与压力，实现对软岩井巷的有效控制。在围岩稳定、强度高的立井中，也成功地采用了锚喷支护结构，主要是采用锚喷支护代替立井的临时支护，收到了安全、快速、高效的效果，且锚喷支护本身也成为立井永久支护的重要组成部分，与内层衬砌等支护，形成具有更大支护抗力和适应性的复合并壁结构。

锚杆的结构与类型也获得不断发展。当前锚杆品种的更新换代工作正在加快进行，先后研制使用了树脂胶结锚杆。在瞬时提供强大锚固力且全长锚固、具有滑移让压特性的新型缝管式锚杆，也正在批量投入生产。

也研制成功了多种专用锚喷水泥、合成水泥等喷射混凝土材料。发展了干式喷射的固体速凝剂、湿式喷射的液体速凝剂，和NF型等高性能的减水剂等。喷射混凝土也从早期的喷射水泥砂浆、干式喷射混凝土，发展到目前以潮式喷射为主并试验湿式喷射混凝土。近年来，我国在研究钢纤维增强喷射混凝土方面也取得很大进展。1985年，马鞍山冶金矿山研究院研制成钢纤维加工机械，并在喷射混凝土施工中应用，取得良好效果。预计这项新的工艺技术将在我国矿山支护中发展起来。

喷射混凝土机具,也在较早的双罐式喷射机、负压喷射器基础上,研制发展了螺旋式、鼓轮式、电动甩浆机、转子 I、II、IV 型喷射机和多种类型的湿喷机。当前煤炭系统研制的干潮式适用的新型喷射机已经问世,并投入批量生产。各种类型的喷射混凝土机械手、搅拌机、注浆器、风动和液压的锚杆钻机及锚杆钻车等已研制出并投入使用,配套形成锚喷支护机械化作业线。

在锚喷支护量测方面,发展了多种机械,如液压锚杆测力计,锚杆无损伤的新型测力计也已研制成功。测定喷射混凝土强度、锚喷支护井巷的变形位移、压力、围岩应力、围岩松动破裂圈范围等的多种仪器仪表,已研制并投入使用。

光爆锚喷支护的理论研究也取得很大进展。有关光爆、锚喷的作用机理,在大量实践的基础上,通过光弹,全息光弹,实验室模拟,现场原型实验与测试,有限元及边界元法的分析,岩体力学理论有关围岩重分布应力、位移、压力及加固围岩原理,围岩的蠕变与膨胀特性,采矿活动产生的动压及煤柱集中压力的附加应力场,静压、动压、软岩和破碎围岩的稳定状态,与支护控制、支护结构与参数的选择计算等的理论研究,都取得了有效的成果。

第二节 光面爆破与锚喷支护

一、光面爆破的概念

光面爆破技术,50年代由瑞典开始研究试用,逐步在世界各国发展应用。它是一种合理利用炸药能量的控制爆破技术,能使井巷成形规整、符合设计的断面轮廓,保护了围岩的强度和整体性,大大提高了围岩的稳定性与自承能力。

我国煤矿70年代初开始正式试验光面爆破,首先由中国矿业学院试验小组在开滦矿务局现场试验成功,以后逐步在全国煤矿推广应用。

光面爆破理论在世界各国,如瑞典、美国、加拿大、日本等国家,都进行了全面的研究,目前主要理论有:应力波干扰理

论，爆炸高压气体静力作用理论，应力波和高压气体共同作用理论等。我国煤矿的大量实践与理论研究表明，光面爆破的基本理论是以高压爆生气体的静压作用为主，以冲击波、应力波的动压作用为辅；通过选择合理的光爆参数：周边眼的间距、最小抵抗线、装药密度与装药量、炸药的种类与性能、不偶合系数、装药结构、起爆时差与起爆顺序等，充分利用径向与轴向的空气缓冲作用，最大限度地减小爆震冲击动压的龟裂破坏作用，发挥爆生气体静压的主导作用，从而取得良好的光面爆破效果。

光面爆破具有下面许多突出的优点：

(1) 井巷围岩不产生或很少产生炮震裂缝，保护了围岩的强度和完整性，增强了围岩的稳定与自承能力，改善了井巷的维护状态，利于井巷的安全畅通。特别是煤矿常见的大量的松软岩层中，更能显示出光爆的这一重要作用。同时，由于围岩壁面规整，消除了因岩面凹凸而引起的应力集中，有利于围岩的稳定。

(2) 井巷表面规整，断面尺寸符合设计要求，显著地减小了掘进的超欠挖量。相应减少了支护材料消耗、加快了施工进度、降低了通风阻力，改善了工作条件。

(3) 由于增强了围岩稳定性、消除了炮震裂隙，也就大大减少了掘进工作面的“危石”和冒顶、片帮，掘进的安全程度得以提高，减少了处理顶帮危石这种既费时又危险的工作，为加快施工创造了极为有利的条件。

光面爆破的标准，根据煤炭部《光爆锚喷试行规程》中的规定，应达到下述三项指标：

(1) 眼痕率不少于50%。

(2) 超挖尺寸不得大于150mm，欠挖尺寸不得超过质量标准规定。在《井巷施工验收规范》中，对欠挖尺寸标准规定如下：

立井井筒：有提升设备时欠挖应小于20mm，无提升设备时欠挖应小于50mm。

巷道高度：欠挖应小于30mm。

巷道宽度：主要巷道欠挖应小于20mm，一般巷道欠挖应小

于50mm。

(3) 岩面上不应有明显的炮震裂缝。

二、光面爆破的基本参数与施工

光面爆破主要有两种基本类型，一为修边爆破，通称光面爆破；一为预裂爆破。预裂爆破是首先起爆井巷轮廓线上的炮眼，使各炮眼间形成贯通裂缝，然后再爆破其他炮眼，从而形成更为规整的围岩壁面。

修边光爆与预裂光爆恰好相反，轮廓线上的周边眼，是在其它炮眼爆破后最后起爆获得光爆效果的。施工上可分为预留光面层光爆和全断面一次爆破光爆。对煤矿井巷而言，修边光爆是最为重要的一种。它既能保证相当好的施工质量，又符合我国目前的施工技术条件，所以获得了广泛的应用。

实现光面爆破必须严格依围岩性质、地质条件，选择合理的参数：

1. 炸药及装药量

光爆炸药应具有高爆力、低猛度、低爆速、低密度、起爆容易、传爆性能好、爆轰稳定、临界直径较小等特点。目前煤矿用岩石炸药与安全炸药基本能够满足要求，更为理想的光爆专用炸药正研制试用中。一些国家还研制了光爆专用炸药，如瑞典的古立特炸药可做成直径17mm的药卷，爆速达3700m/s，其爆速低、密度小、传爆性能良好，有广泛的适用性。

光爆炮眼的装药量，可在理论分析计算的基础上，结合工程类比方法进行选择。根据我国现场实践经验总结的装药量数据如表1-1，可供初步选用时参考。

2. 不偶合系数

爆轰动压可视为炸药猛度的作用，在炮孔周围，动压以大于声波速度的冲击波传播，随着传播距离增大，传播速度减小到岩石中声波的速度，这时冲击波变成了应力波，最后应力波衰减为不强的地震波。孔壁岩体所受冲击波和应力波破坏作用的应力大小，与岩体的声阻抗成正比，一般是岩石愈硬，声阻抗愈大，动