



中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

采矿生产技术

(第2版)

主 编 郭奉贤



煤炭工业出版社

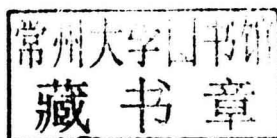
中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

采矿生产技术

(第2版)

主 编 郭奉贤

副主编 张庆伟 张海波



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采矿生产技术/郭奉贤主编. --2 版. --北京: 煤炭工业出版社, 2014

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5020-4377-3

I. ①采… II. ①郭… III. ①矿山开采—中等专业学校—教材 IV. ①TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 281311 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京玥实印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 14¹/₂
字数 335 千字 印数 1—3 000
2014 年 3 月第 2 版 2014 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 7209 定价 29.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

修 订 说 明

为贯彻教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会《关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》、教育部《关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》《关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》精神，加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设，培养煤矿生产一线需要、具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德、了解矿山企业生产全过程、掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才，我们对2005年出版的采矿技术专业中等职业教育国家规划教材《采矿生产技术》进行了修订完善。

教材修订过程中严格按照《煤矿安全规程》《煤矿安全质量标准化基本要求及评分方法（试行）》等最新颁布的法律法规、规章制度进行，删除了创煤机采煤、露天矿开采技术、非煤固体矿床开采技术、采煤工艺的选择及设计等内容，增加了《煤矿安全质量标准化基本要求及评分方法（试行）》、煤与瓦斯突出危险煤层的开采等内容。从而使学生在牢固掌握采矿技术专业所必需的文化基础知识和专业知识基础上，具有综合技能和全面素质，具有继续学习的能力和创新创业能力。

本次教材修订仍由河南工业和信息化职业学院郭奉贤组织，其编写了第一章、第二章、第三章、第四章和附录，河南工业和信息化职业学院张庆伟编写了第五章、第六章和第七章，河南工业和信息化职业学院张海波编写了第八章、第九章和第十章。全书由郭奉贤统稿。

由于作者水平有限，书中可能有错误之处，敬请批评指正。

作 者

2013年9月

前

言

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社受教育部职业与成人教育司委托,根据2000年教育部《面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划》采矿技术专业教学指导方案,组织部分职业院校的教师编写的。教材编审委员会于2004年11月在北京召开了教材编写大纲审定会议,于2005年3月在无锡召开了审稿会,会后各书主编根据提出的意见进行修改与完善。各书主审人员对书稿进行了认真的审阅。

采矿技术专业中等职业教育国家规划教材全套书共12本,可作为中等专业学校、技工学校和职业中学采矿技术专业及相关专业的通用教材,可作为企业在职人员的培训教材,也可作为从事矿井开拓、采煤(矿)、掘进、运输、通风与安全、矿井地质勘探与测量的技术人员以及生产组织管理者的参考用书。

本教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一,同时考虑中等职业教育的特点、人才培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求,着重学生生产实践能力培养。使学生在牢固掌握采矿技术专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上,具有综合职业技能和全面素质,具有继续学习的能力、创业创新能力。

《采矿生产技术》一书是采矿技术专业中等职业教育国家规划教材中的一本,河南理工大学高等职业学院郭奉贤编写了绪论,第二章,第四章的第二、三节,第五章,第六章,第十一章,第十二章,附录的操作实训三、四,模型实训,课程实习、设计;宁夏煤炭工业学校雷振刚编写了第三章,第四章的第一节,第八章,第十章,附录操作实训二;山西雁北煤炭工业学校刘兵编写了第一章,第七章,附录操作实训一;河南理工大学高等职业学院薛春裕编写了第九章。全书由河南理工大学高等职业学院郭奉贤统校定稿。山东科技大学职业技术学院马全礼担任主审。在此,对本教材成书过程中提供帮助的人士表示感谢。

中等职业学校“采矿技术专业”

教材编审委员会

2005年6月

目 次

绪论	1
第一章 爆破采煤工艺	6
第一节 爆破落煤、装煤与运煤	6
第二节 工作面支护	13
第三节 采空区处理	21
第二章 普通机械化采煤工艺	27
第一节 工艺过程	27
第二节 滚筒采煤机的工作方式	32
第三节 工作面支护	40
第三章 综合机械化采煤工艺	46
第一节 工艺过程	46
第二节 工作面的安装与拆迁	54
第三节 其他条件下综采工艺特点	67
第四章 放顶煤采煤工艺	75
第一节 放顶煤开采类型	75
第二节 综采放顶煤采煤工艺过程及参数	80
第五章 其他采煤工艺特点	89
第一节 厚煤层倾斜分层走向长壁采煤工艺特点	89
第二节 倾斜长壁采煤工艺特点	97
第三节 采煤工艺的特殊技术措施	101
第六章 采煤工作面管理	106
第一节 正规循环作业组织	106
第二节 正规循环作业图表	113
第三节 采煤工作面技术规程	117
第四节 采煤工作面安全质量标准化基本要求及评分办法	126

第七章 急倾斜煤层采煤工艺·····	135
第一节 急倾斜煤层开采巷道布置·····	135
第二节 俯伪斜走向长壁采煤工艺·····	138
第三节 伪倾斜柔性掩护支架采煤工艺·····	141
第四节 分层及分段放顶煤采煤工艺·····	149
第八章 柱式体系采煤工艺·····	155
第一节 柱式体系采煤的类型及特点·····	155
第二节 柱式体系采煤工艺·····	158
第九章 充填采煤工艺·····	166
第一节 水砂充填采煤工艺·····	166
第二节 矸石充填采煤工艺·····	170
第十章 其他采煤工艺·····	181
第一节 “三下一上”采煤工艺·····	181
第二节 水力采煤法·····	192
第三节 煤与瓦斯突出危险煤层的开采·····	199
附录 I 操作实训·····	204
附录 II 模型实训·····	214
附录 III 采煤工作面工艺实习·····	216
参考文献·····	220

绪 论

一、采煤方法

采煤方法是采煤工艺和采煤系统的综合及其在时间上、空间上的相互配合。不同的地质条件和开采技术条件有不同的采煤工艺与采区内相关巷道布置的组合,构成了多种多样的采煤方法。

我国煤炭资源分布广,赋存条件多样,开采地质条件各异,不同地域采煤方法差别较大,形成了多样化的采煤方法。经过半个多世纪的采煤方法改革,我国发展了以长壁体系为主、兼容柱式体系的采煤方法,主要采煤方法及其分类特征见表0-1。

表0-1 中国煤矿主要采煤方法及其分类特征

采煤方法	体系	整层与分层	推进方向	采空区处理	采煤工艺	适用条件
单一走向长壁	壁式	整层	走向	垮落	综采、普采、炮采	薄及中厚煤层
单一倾斜长壁	壁式	整层	倾斜	垮落	综采、普采、炮采	近水平、缓倾斜薄及中厚煤层
刀柱式	壁式	整层	走向或倾斜	煤柱支撑	普采、炮采	顶板坚硬的近水平、缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层
大采高一次采全厚	壁式	整层	走向或倾斜	垮落	综采	近水平、缓倾斜3.5~5 m厚煤层
倾斜分层走向长壁下行垮落	壁式	分层	走向	垮落	综采、普采、炮采	缓倾斜、倾斜厚及特厚煤层
倾斜分层倾斜长壁下行垮落	壁式	分层	倾斜	垮落	综采、普采、炮采	近水平、缓倾斜、倾斜厚及特厚煤层
倾斜分层长壁上行充填	壁式	分层	走向或倾斜	充填	炮采为主	近水平、缓倾斜、倾斜特厚煤层
放顶煤长壁	壁式	整层	走向或倾斜	垮落	综采为主	近水平、缓倾斜5 m以上厚煤层
水平分段放顶煤	壁式	分层	走向	垮落	综采为主	急倾斜特厚煤层
水平分层、斜切分层下行垮落	壁式	分层	走向	垮落	炮采	急倾斜厚及特厚煤层
掩护支架	壁式	整层	走向	垮落	炮采	急倾斜中厚及厚煤层

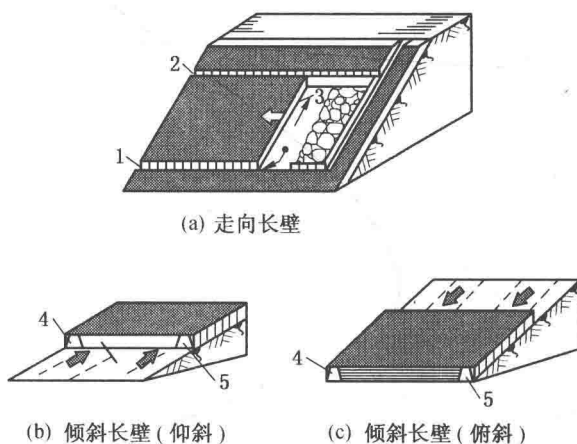
表 0-1 (续)

采煤方法	体系	整层与分层	推进方向	采空区处理	采煤工艺	适用条件
台阶式	壁式	整层	走向	垮落	炮采、风镐	急倾斜薄及中厚煤层
仓储、巷道长壁	壁式	整层	走向为主	垮落	炮采	急倾斜薄及中厚煤层
水力	柱式	整层	走向或倾斜	垮落	水采	不稳定煤层及急倾斜煤层等
柱式体系	柱式	整层		垮落	炮采	非正规条件、回收煤柱

1. 长壁式体系采煤方法

长壁式体系采煤方法以采煤工作面的开采长度为主要标志。长度一般在 50 m 以上的采煤工作面称为长壁工作面。

采煤工作面是指在采场内进行煤炭开采的煤层暴露面，在实际工作中，采煤工作面就是采煤作业的场地，如图 0-1 所示。采煤工作面煤层被采出的厚度称为采高，采煤工作面的煤壁长度称为采煤工作面长度。



1—区段运输巷；2—区段回风巷；3—采煤工作面；4—分带运输巷；5—分带回风巷

图 0-1 单一长壁采煤法示意图

壁式体系采煤方法在我国应用最普遍，其一般特点如下：

- (1) 采煤工作面长度较长，一般在 80 ~ 250 m 以上。
- (2) 在采煤工作面两端，一般至少各有一条回采巷道与之相连，构成完整的生产系统。其中，为采煤工作面运煤、通风、行人等服务的巷道称为区段运输巷，为工作面运料、回风等服务的巷道称为区段回风巷。
- (3) 采煤工作面可分别采用爆破、滚筒采煤机或刨煤机破煤和装煤，用与工作面煤

壁平行铺设的可弯曲刮板输送机运煤，用支架支护工作空间，用垮落法或充填法处理采空区。

(4) 随着采煤工作面推进，顶板暴露面积增大，矿山压力显现较为强烈。

壁式体系采煤方法，按所采煤层倾角不同，分近水平、缓倾斜、倾斜煤层采煤法和急斜煤层采煤法。

按开采煤层的厚度不同，分为薄煤层、中厚煤层和厚煤层采煤法。

按采煤工艺不同，分为爆破采煤法、普通机械化采煤法和综合机械化采煤法。

按采空区的处理方法不同，分为全部垮落采煤法、煤柱支撑（刀柱）采煤法、充填采煤法。

按工作面布置和推进方向不同，分为走向长壁采煤法和倾斜长壁采煤法。前者的主要特点是采煤工作面煤壁沿煤层倾斜布置，沿走向推进；后者则是采煤工作面煤壁沿煤层走向布置，沿倾斜向上或向下推进。倾斜长壁采煤法分为仰斜长壁和俯斜长壁两种类型，工作面沿煤层倾斜方向自上而下推进的称为俯斜长壁，工作面沿倾斜方向自下而上推进的称为仰斜长壁，如图 0-1 所示。

按煤层的开采方式不同，分为整层采煤法和分层采煤法。薄煤层、厚度小于 3 m 的中厚煤层可采用整层采煤法；厚度较大的中厚煤层和厚煤层可采用整层采煤法，也可采用分层采煤法。

整层开采可分为单一长壁采煤法、放顶煤长壁采煤法与掩护支架采煤法。分层开采可分为倾斜分层采煤法、水平分层采煤法、斜切分层采煤法、水平分段放顶煤采煤法。

长壁体系采煤方法适用性强，可广泛应用于不同厚度、倾角、围岩条件的煤层，并为发展综合机械化采煤创造了有利条件，采煤连续性强，安全条件好，采出率高，有进一步发展的趋势。

2. 柱式体系采煤方法

柱式体系采煤法又称为短壁体系采煤法，是以间隔开掘煤房采煤和留设煤柱为主要标志。其一般特点如下：

(1) 在煤层内布置一系列宽为 5~7 m 的煤房，采煤房时形成窄工作面，一般成组向前推进。煤房之间留设煤柱，煤柱宽数米至 20~30 m 不等，每隔一定距离用联络巷贯通，构成生产系统，并形成条状或块状煤柱，用于支撑顶板。

(2) 高度机械化的柱式体系采煤法，目前多用连续采煤机及配套设备，且在一组煤房内交替作业。

(3) 采掘合一，掘进准备过程也是采煤过程，回收煤房间的煤柱时，也使用同一种类型的采煤配套设备。

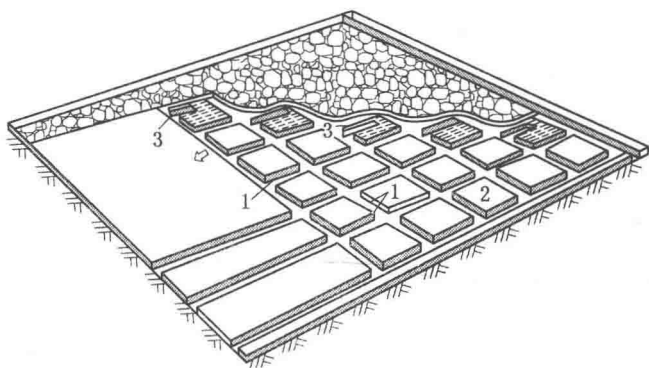
(4) 采煤房时矿山压力显现较缓和，可以用锚杆支护工作空间，支护较简单。

高度机械化的柱式体系采煤法，一般只分为房式和房柱式两类。

如图 0-2 所示，房间煤柱不回收，作为永久煤柱支撑顶板的称房式采煤法；房间煤柱作为暂时支撑，在煤房开采结束后进行煤柱回收的称房柱式采煤法。

高度机械化的柱式体系采煤方法应用条件严格，主要适用于近水平薄或中厚煤层，以及煤层顶板中等稳定以上、瓦斯含量低、开采深度不大的中小型矿井。

工艺落后的柱式体系采煤法还有巷柱式、残柱式等，多采用爆破采煤工艺，生产系统



1—煤房；2—煤柱；3—回收的煤柱

图 0-2 房柱式采煤法示意图

及安全等方面存在一定问题，统称为非正规采煤法，近年来仅限于开采极不稳定煤层或回收边角煤柱。

就回采巷道布置来说，水力采煤法也是柱式体系采煤方法的一种。

采煤方法包括采煤工艺和采煤系统，其核心技术是影响煤矿生产各个环节的采煤工艺。采煤工艺的发展，对采煤工作面技术参数、巷道布置、采掘装备及支护技术提出改进要求，又因为这些技术进步而发展。正是在这种相互促进的过程中，采煤方法得到不断发展、创新和完善。

二、采煤工艺

在采煤工作面按照一定顺序完成各项采煤工作的方法及其配合称为采煤工艺。

采煤工作面的采煤工作包括破煤、装煤、运煤、支护、采空区处理等基本工序和辅助工序。把煤从整体煤层中破落下来称为破煤；把破落下来的煤炭装入采煤工作面的输送机内称为装煤；将煤炭运出工作面的工序称为运煤；煤的破、装、运是采煤工作中的基本工序。为了使基本工序顺利进行，必须用支架来维护有效的采煤工作空间，这项工序称为工作面支护；煤炭采出后废弃空间的顶板，在大多数情况下必须处理，这项工作称为采空区处理。此外，还有移置运输、采煤设备等工序，这些统称为辅助工序。

由于煤层赋存条件、开采条件和技术装备不同，完成采煤工作各道工序的方法也就不同，在进行的顺序、时间和空间上必须有规律地加以安排和配合。在一定时间内，按照一定的顺序完成采煤工作各项工序的过程称为采煤工艺过程。我国煤矿目前是爆破采煤、普通机械化采煤和综合机械化采煤 3 种工艺方式并存。

1. 爆破采煤

爆破采煤简称炮采，即用爆破的方法落煤，人工或机械装煤，可弯曲刮板输送机运煤，用单体液压支柱（金属铰接顶梁）、长钢梁、悬移液压支架等支护顶板，采用全部垮落法（或其他方法）处理采空区。

炮采工艺的主要优点是技术装备投资少，对各种地质条件适应性强，操作技术容易掌

握，生产技术管理比较简单。对地质条件复杂多变和大倾角的煤层、回收边角煤等，仍然是一种有效的采煤工艺。但炮采工艺机械化水平低，人工劳动强度大，作业环境和安全条件差，单产和效率低。根据我国煤矿技术政策，凡条件适于机采的炮采工作面，要逐步改造为普采或综采工作面。在炮采工艺方式上，应积极推广使用新工艺、新技术、新装备、新材料，尽量提高装煤机械化水平，减轻劳动强度。

2. 普通机械化采煤

普通机械化采煤简称普采，即用滚筒采煤机或刨煤机落煤和装煤，运煤、顶板支护和采空区处理与炮采基本相同。

普采是一种机械化采煤工艺，与综采相比，设备投入相对较少，对地质变化的适应性较强，工作面搬迁容易；与炮采相比，单产和效率较高，生产较安全。对推进距离短、形状不规则、小断层和褶曲较发育的工作面，综采的优势难以发挥，而采用普采则可取得较好的技术经济效果。因此，普采是我国中小型煤矿发展机械化的重点。

3. 综合机械化采煤

综合机械化采煤简称综采，即用双滚筒采煤机或刨煤机落煤和装煤，可弯曲刮板输送机运煤，工作空间由自移式液压支架支护并与采空区隔离，后部采空区自由冒落。综采的落煤、装煤、运煤、支护和采空区处理等主要工序全部实现机械化，与普采的区别在于工作面支护实现了机械化。

综采机械化程度高，大幅度降低了劳动强度，可以使矿井生产高度集中，使工作面产量和劳动生产率大为提高，材料消耗和生产成本明显降低，工作面顶板事故得到最大程度的防治，有利于安全生产。尽管综采设备投资大，但安全、高产、高效生产将会带来巨大的收益，是采煤工艺发展的重要方向。因此，有条件时应优先选用综采。

发展各种条件下的采煤机械化，采用新的技术和装备，以提高采煤工作面单产水平是采煤工艺改革的目标。现代采煤工艺正在向安全、高产、高效方向发展，相应的装备向大功率、高强度、高可靠性和机电一体化、自动化方向发展。

三、学习目标

通过对采煤工艺的学习与训练，希望获得以下知识、技能和态度：

- (1) 采煤工作面主要工种的操作技能。
- (2) 采煤设备操作技能。
- (3) 应用采煤工作面常用图表。
- (4) 贯彻落实采煤工艺的技术和安全措施。
- (5) 贯彻落实采煤工作面工程质量标准和安全质量标准，检查、验收采煤工作面工程质量和安全质量。
- (6) 取得相应工种的初、中级工职业资格证书。
- (7) 具有吃苦耐劳的品质、敬业奉献的精神和严守规章的职业安全责任意识。
- (8) 具有良好的人际交流与团队合作能力。

在学习过程中，要注意培养基本技能，探究分析问题和解决问题的方法，从具体的理论学习中实现知识和技能的迁移，获得采煤工作面一线工程技术人员相应的一个或多个岗位的职业资格，获得采煤工作面的初步职业感受和工作经验。

第一章 爆破采煤工艺

爆破采煤工艺（简称炮采工艺）主要包括落煤、装煤、运煤、支护、采空区处理等工序。其中落煤、装煤及运煤直接服务于采煤，为“采”的过程；支护及采空区处理则是为建立工作空间，管理和控制顶板，为“控”的过程。“采”“控”双方要相互依存，贯穿于采煤工作的全过程。

爆破采煤工艺的特点是爆破落煤，爆破及人工装煤，机械化运煤，用单体液压支柱或滑（悬）支架支护工作空间顶板；炮采单产低，效率低，劳动条件差，劳动强度大。但是技术装备投资少，对各种地质条件适应性强，操作技术容易掌握，生产技术管理比较简单。因此，在一些地质条件比较复杂和不适宜机械化采煤的区域，仍然是一种有效的采煤工艺。

第一节 爆破落煤、装煤与运煤

【学习目标】

1. 认识炮采工作面装备。
2. 认识钻眼爆破器材。
3. 阐述爆破落煤的基本要求、钻眼爆破参数、爆破作业工序。
4. 讲解炮采装煤与运煤方法。
5. 安全操作煤电钻，按要求完成模拟钻眼工作。
6. 完成装药、填炮泥、连线等实际操作。

【学习内容】

一、爆破落煤

爆破落煤，包括钻眼、装药、填炮泥、连线、爆破等工序。

（一）爆破工作的基本要求

爆破工作的基本要求是爆破进度准确，煤块破碎均匀，不破坏顶板，无残留顶底煤，工作面煤壁平直，不能崩倒支柱、崩翻输送机，并尽可能减少炸药及雷管的消耗量等。

（二）钻眼爆破器具

炮采工作面的钻眼工作，一般使用 MZ-12 型煤电钻、麻花钻杆，钻眼直径 38 ~ 45 mm，电功率 1.2 kW，电压 127 V。

井下爆破作业必须使用煤矿许用炸药和煤矿许用电雷管。低瓦斯矿井的煤层采掘工作面、半煤岩掘进工作面必须使用安全等级不低于二级的煤矿许用炸药；高瓦斯矿井、低瓦斯矿井的高瓦斯区域，必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用炸药；有煤（岩）与瓦斯突出危险的工作面，必须使用安全等级不低于三级的煤矿许用含水炸药。有水的炮眼，

应使用抗水的炸药。

煤矿许用电雷管，包括瞬发电雷管和毫秒电雷管。使用毫秒电雷管爆破一次多发炮，顶板震动次数减少，减轻了对顶板的震动，有利于顶板的控制，有利于提高爆破装煤量，缩短爆破时间，提高炮采工作面的单产和效率。但使用毫秒电雷管爆破时，应选用 1~5 段合格的煤矿许用毫秒电雷管，总延期时间不超过 130 ms。

煤矿许用电子雷管延期时间精准可靠，一般采用固定编程的电子雷管。

起爆器一般采用 MFB 系列电容式起爆器，常用的有 MFB-50/100 型和 MFB-150/200 型，起爆能力为 50~200 发煤矿许用电雷管。

(三) 钻眼爆破参数

采煤工作面钻眼爆破的主要参数是炮眼布置、炮眼角度、炮眼深度、炮眼装药量、炮眼连线方式和爆破方法等。

1. 炮眼布置

根据采高、煤层硬度及裂隙程度的不同，炮眼布置有单排眼、双排眼和三排眼等不同的排列方式。

单排眼布置（图 1-1a），一般适用于薄煤层、煤质较软及节理裂隙发育的煤层。

双排眼的排列方式（图 1-1b）可分为对眼、三角眼和三花眼布置，一般适用于采高较小的中厚煤层。煤质中硬时可用对眼，煤层上部煤质软或顶板破碎时可用三角眼，煤质软时可用三花眼。

三排眼布置（图 1-1c）一般采用五花眼布置。适用于煤质坚硬或采高较大的中厚煤层工作面。

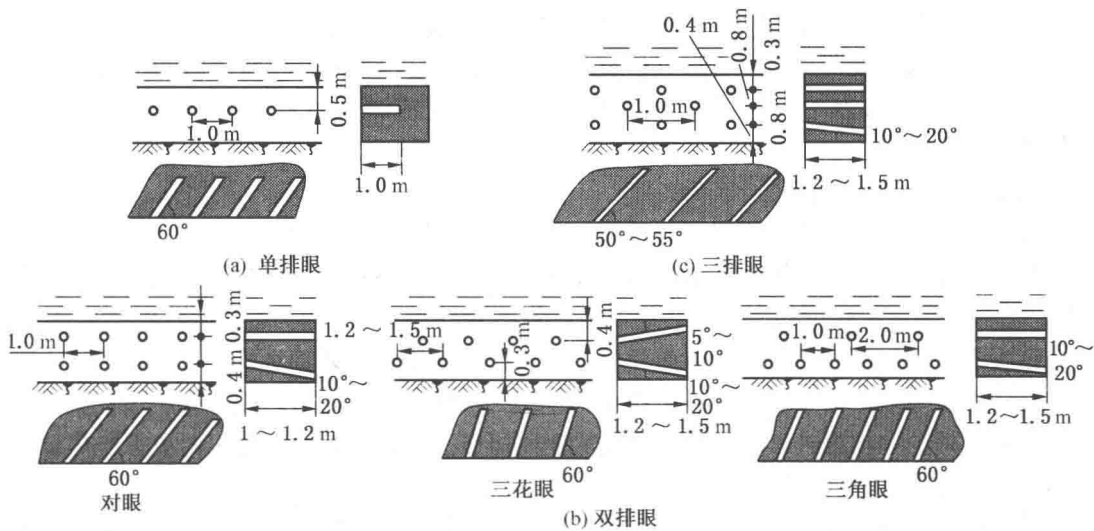


图 1-1 炮眼布置图

炮眼布置原则一般是根据采高、推进度、煤的硬度、裂隙节理与顶底板岩石性质及有无夹矸而定。采高小于 1.6 m，采用三花眼布置；采高超过 2 m，用五花眼布置；采高在

1.6~2 m 之间,视煤质软硬而定,煤质较软($f=1\sim1.5$)按三花眼布置,煤质较硬($f=1.5$ 以上)按五花眼布置。

炮眼的水平距离,可根据采高、顶底板稳定性、煤质软硬程度等因素来确定,一般为1.0~1.2 m。

2. 炮眼角度

炮眼角度分为水平角、仰角和俯角。炮眼水平角是指炮眼与煤壁的水平夹角,其大小直接影响到工作面一次爆破推进度。炮眼水平角一般取 $50^{\circ}\sim80^{\circ}$,软煤取大值,硬煤取小值。

炮眼在垂直煤壁的立面上与顶板的夹角称仰角,与底板的夹角称俯角。一般顶眼需打仰角,底眼需打俯角。仰角一般取 $5^{\circ}\sim10^{\circ}$,眼底距顶板取0.2~0.5 m,视煤质软硬及黏顶情况而定。当顶板较为稳定时,仰角取值大一些,眼底距顶板距离可小一些,使顶煤能够得到充分爆破;当顶板不稳定时,仰角取值小一些,眼底距顶板距离大一些,甚至会使炮眼与顶板平行,以保证爆破时顶板的稳定性。底眼的俯角一般取 $10^{\circ}\sim20^{\circ}$,底眼接近底板,以不丢煤为原则。

3. 炮眼深度

炮眼深度根据落煤进度而定,落煤进度是指进行一茬爆破工作面向前推进的距离。一般落煤进度有0.8、1.0、1.2 m 三种,与单体支架顶梁长度或移架距离相适应。

4. 炮眼装药量

炮眼装药量应根据煤的软硬程度、炮眼位置和深度、炮眼间距和顶板状况等因素确定。可根据吨煤炸药消耗定额和装药系数计算,也可在生产中通过试验来确定。一般底煤难以爆破,可适当加大底眼的装药量。当爆破进度为1.0 m 左右时,在硬、中硬和软煤中装药量分别为250~350 g、200~300 g、150~250 g。顶眼、腰眼装药量可酌情减少。双排眼时,顶眼和底眼装药量之比可取 $(0.5\sim0.7):1$ 。三排眼时,顶眼、腰眼、底眼装药量之比可取 $0.5:0.75:1$ 。各类炮眼装药量确定后,还应调整为所选药卷质量的整倍数,以便于爆破员掌握。

5. 连线方式及爆破方法

爆破时一般采用串联法连线,分段爆破,如图1-2所示。

爆破顺序一般有顶、底眼同时起爆,先爆破底眼后爆破顶眼,先爆破顶眼后爆破底眼3种。后一种爆破顺序适用于爆破装煤。

每次起爆的炮眼数目和一次爆破长度,可根据顶板稳定性、输送机能否启动及运输能力、循环进度等因素而定。一般应采用全工作面一次爆破或一次多爆破方式。顶板破碎或遇断层时应减少一次爆破长度或采取留煤垛间隔爆破。一次引爆较多炮眼,要保证爆破安全 and 质量,必须采取有效措施。

当循环进度较大或顶板较破碎时,一般多采用分段分次爆破方式,即把工作面分为若干段,每段长度为20~30 m,每次沿工作面倾斜方向由下向上只爆破一段,各段之间交叉平行作业。

(四) 爆破作业

采煤工作面的爆破作业,在炮采工艺中占用工时较长,也容易发生事故,《煤矿安全规程》第七章第三节对井下爆破有明确规定,必须严格执行。

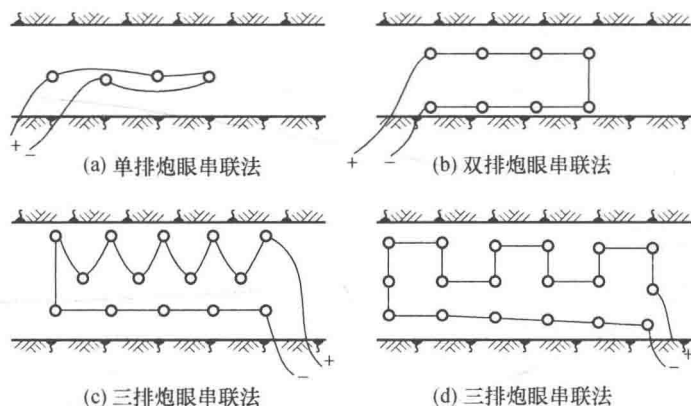


图 1-2 炮眼连线法

1. 钻眼

采煤工作面钻炮眼一般使用煤电钻，煤电钻以电能作为动力，依靠钻头和钻杆的旋转切削煤体，达到钻眼的目的。采煤钻眼工操作按《煤矿工人安全技术操作规程》执行。

2. 装药

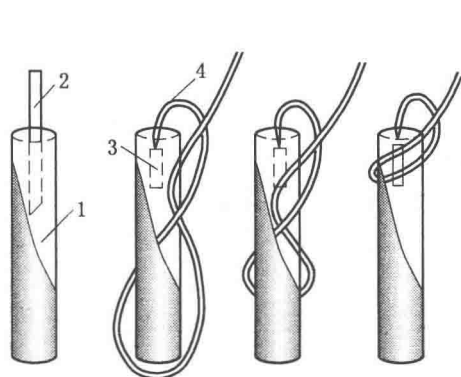
炮眼钻好后，根据炮眼装药量的标准将炸药卷和雷管装入炮眼之中，以待爆破。装药工作分为装配起爆药卷和装填药卷两项。

1) 装配起爆药卷

装配起爆药卷就是把电雷管装进药卷，必须遵守《煤矿安全规程》第三百二十六条的规定。具体的装入方法有扎孔装配起爆药卷和撕口装配起爆药卷。

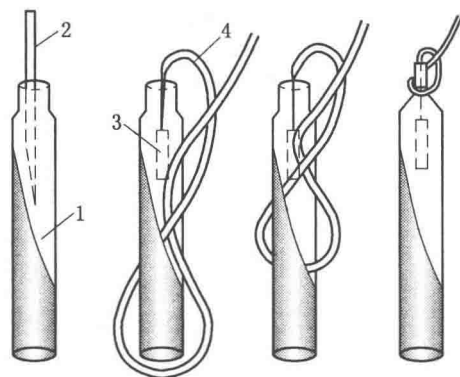
(1) 扎孔装配起爆药卷。用一根比电雷管直径稍粗的尖头木棍，在药卷的平头扎一个圆孔，把电雷管全部插入药卷中，然后用脚线缠绕固定，如图 1-3 所示。

(2) 撕口装配起爆药卷。将药卷平头的封口撕开，用两只手掌把药卷揉松软，然后将电雷管沿药卷面中心全部插进去，用雷管脚线把封口扎住，如图 1-4 所示。



1—药卷；2—扎孔棍；3—电雷管；4—脚线

图 1-3 扎孔装配起爆药卷



1—药卷；2—扎孔棍；3—电雷管；4—脚线

图 1-4 撕口装配起爆药卷