

前 言

这本教材(讲义)是根据1959年6月大同煤矿中等专业教育会议的分工编写的。由于1958年以来,我国社会主义建设的大跃进,学校积极贯彻了“教育为无产阶级政治服务,教育与生产劳动相结合”的方针,通过大搞群众运动,参加生产实践,加强了理论与实践的联系,革新了教学内容,这就为编写教材提供了有利条件。这次教材的编写工作,是在学校党委的领导之下,根据教育革命的精神,结合煤炭工业大跃进的实际,在内容上积极进行了改革,最后又经北京矿业学院和北京煤炭工业学院的部分教师进行了初步审查并作了一些修改,教材质量有所提高。但是,由于教育革命不断深入到教学领域,技术革新和技术革命不断发展,这本教材内容的“破旧立新”是不够的,在内容、体系上也还没有打破旧的框框。为适应当前的急需,仅作为讲义稿印出,以供在教学中参考,边用边改。今后还要继续认真学习毛主席著作,以毛泽东思想为指导,在教学思想领域中深入开展“兴无灭资”的斗争,随着煤炭工业持续高速度的发展,结合技术革新和技术革命的开展,对教学内容、体系进行革命改造,在学校党委领导下,通过三结合,进一步编写出质量较高的教材,从而迅速提高教学质量,多快好省地培养出又红又专的中等技术人材,为煤矿生产建设服务。

目 录

前 言

緒 論7

第一篇 煤矿床地下开采与露天开采

矿 田 开 拓

第一章 煤田划分为矿田12

第一节 煤田的埋藏条件12

第二节 煤田划分为矿田的原则15

第三节 矿田的埋藏量与煤炭损失21

第二章 矿田的划分和准备24

第一节 矿田划分为阶段24

第二节 阶段内的布置方式28

第三节 工作面的配置与保证年产量30

第三章 矿田开拓系统33

第一节 矿田开拓的基本概念及要求33

第二节 开拓系统的分类33

第三节 斜井开拓35

第四节 立井开拓42

第五节 平硐开拓53

第六节 井筒形式的选择55

第七节 煤层群的开拓57

第四章 井筒位置的选择71

第一节 影响选择井筒位置的因素71

第二节 井筒位置和井下经济因素的关系74

第三节 开拓煤层群井筒沿倾斜的位置76

第五章 井底車場80

第一节	井底車場的種類	80
第二节	井底車場內的運輸和調車系統	83
第三节	井底車場內的剛空	84
第六章	有关开拓的几个問題	86
第一节	矿田水平高度的确定	86
第二节	上下山开采問題	90
第三节	矿田的开采順序	93

采 煤 方 法

第七章	采煤方法总論	97
第一节	基本概念	97
第二节	选择和設計采煤方法的原則及因素	98
第三节	采煤方法的分类	101
第八章	矿山压力和岩石的基本性質	103
第一节	矿山压力及控制的意义	103
第二节	煤系岩石的物理力学性質	104
第三节	岩体的基本屬性	111
第四节	岩体内的应力及状态	112
第九章	采場矿山压力主要假說	114
第一节	压力拱假說	114
第二节	悬梁假說	116
第三节	鉸接岩块假說	117
第四节	柱式采煤矿山压力假說	120
第五节	矿山压力假說簡結	120
第十章	采場內的矿山压力及簡單的測定方法	121
第一节	采場圍岩的分类	121
第二节	支承压力	122
第三节	老頂的垮落	126
第四节	矿山压力的观测	127
第十一章	緩斜及傾斜煤层走向长壁采煤法回采工艺	130
第一节	煤的破落	130

第二节	煤的装载	139
第三节	煤的运输	142
第四节	采场支护	144
第五节	采空区处理	156
第六节	综合机械化	166
第七节	采场循环工作组织的概念	168
第十二章	缓斜及倾斜煤层走向长壁采煤法	172
第一节	概述	172
第二节	单工作面系统	172
第三节	多工作面系统	175
第四节	走向长壁采煤法各方案的比较	182
第五节	长壁采煤法各要素的确定	183
第六节	回采工作面与掘进工作面位置关系的计算	189
第十三章	急斜煤层长壁采煤法	192
第一节	急斜煤层开采的特点	192
第二节	倒台阶工作面走向长壁采煤法	193
第三节	小分段走向长壁采煤法(巷道长壁采煤法)	196
第四节	急斜煤层开采的新回采工艺	197
第十四章	柱式采煤法	203
第一节	概述	203
第二节	房式采煤法	204
第三节	房柱式采煤法	223
第四节	巷柱式采煤法	229
第五节	两上一下采煤法	234
第六节	柱式采煤法的评价	237
第十五章	掩护支架采煤法	239
第一节	概述	239
第二节	巷道布置系统	240
第三节	掩护支架的结构	242
第四节	回采工艺	245
第五节	其他几种形式的掩护支架	252
第六节	关于掩护支架上部的压力及其下放时控制的探讨	264
第七节	掩护支架采煤法的评价	268

第十六章	充填	269
第一节	概述	269
第二节	充填材料	269
第三节	水力充填系统	271
第四节	填料的水力运输	274
第五节	废水处理	281
第六节	水力充填法的优缺点及适用条件	284
第十七章	分层开采	284
第一节	倾斜分层下行垮落采煤法	286
第二节	倾斜分层水砂充填采煤法	300
第三节	水平分层下行垮落采煤法	323
第十八章	近距离煤层开采	329
第一节	基本概念	329
第二节	近距离煤层的开采原则	333
第十九章	煤的地下气化	336
第一节	煤的地下气化的意义及其发展	336
第二节	煤的地下气化原理	338
第三节	煤的地下气化方法	341
第四节	影响地下气化过程的因素及地下气化的适用条件	350
第二十章	露天开采概论	352
第一节	露天采煤的一般概念	352
第二节	穿孔爆破工程	355
第三节	采装工程	358
第四节	运输工作	361
第五节	排土工程	363
第六节	煤田的开拓	364
第七节	开采方法	365
第八节	小结	369

第二篇 地下开采水力机械化

第二十一章	水力采煤总论	370
第一节	我国水力采煤发展概况	370

第二节	水力采煤生产系统的一般概念	371
第三节	射流及其落煤原理	375
第二十二章	水采方法	384
第一节	短工作面采煤法	384
第二节	长工作面采煤法	399
第三节	综合机组及其他新水采法	401
第四节	回采工艺	406
第五节	采区要素的确定	418
第二十三章	水采矿井的开拓	424
第一节	进入煤层的方式	424
第二节	煤层中主要运输大巷的开拓特点	429
第三节	水采矿井煤层群的开拓	435
第四节	水采矿井的开拓要素及其确定	440
第五节	旱采矿井改建为水采方案的选择	445
第六节	水采矿井地面布置和井底车场	448
第二十四章	提高水采矿井(采区)效率的途径	451
第一节	正确选择水采矿井(采区)的生产工艺过程	451
第二节	不断降低水采矿井(采区)的电耗	453
第三节	提高水采矿井(采区)的效率	456

緒 論

煤炭工業在國民經濟中占有極其重要的地位。煤炭是直接有關國計民生的生產資料和生活資料，是燃料和動力的源泉。尤其是冶金工業、化學工業、交通運輸業以及電力工業等與煤炭工業的關係更為密切。煤炭作為工業原料可以製出數百種國防、醫藥、農業、化工、原子能工業以及日常生活的必需品。隨著煤炭綜合利用的日益發展，煤炭在人類生活中，將會發揮更大的作用。

我國的煤炭資源遍佈全國，埋藏極為豐富，這就給煤炭工業的高速度發展，提供了非常有利的條件。

中國是世界上使用煤炭最早的国家。遠在春秋戰國時代，就已經發現了煤的用途。到漢代，漢書“地理志”中有“豫章出石，可燃為薪”的記載。到了唐、宋時代，手工采煤有了進一步的發展。元代和明代，手工采煤技術已逐漸完善。這時，煤炭已成為流通商品，應用日益普遍。元初，意大利人馬可波羅著的“東方見聞錄”中說：“中國的燃料，既非木，又非草，却是一種黑石頭”。這說明在十四世紀以前，西方還沒有使用煤炭。明末宋應星編著的“天工開物”詳細、系統地總結了地質、開拓、支護、采煤、通風、提升及排放瓦斯等技術。以上事實，說明了勤勞勇敢的中國人民，在發展我國采礦事業的鬥爭中，曾作出巨大的貢獻，表現了無窮的智慧和創造能力。

但是，由於封建社會的長期束縛，我國采礦技術一直停留在手工業方式上，采礦事業不能進一步發展。

到了十九世紀下半期，中国的一部分商人、地主和官僚相繼投資于新式采煤工业。与此同时，西欧各帝国主义不断用武力侵入中国，攫夺和霸占了我国所有規模較大的煤矿企业。在解放前的将近六十年的黑暗时代，帝国主义和官僚資產階級相互勾結，野蛮掠夺我国矿产資源，对我国工人階級实行了最殘酷的剝削和压迫。矿工受尽打罵屈辱，过着飢寒交迫、牛馬不如的生活。采矿技术极其落后，矿山設備非常簡陋，安全条件极差，严重損害了工人的健康，使得无数矿工丧失了宝贵的生命，国家的資源遭到极大的破坏，严重地阻碍了我国煤矿工业的发展。

解放后，我国煤炭工业发生了巨大的变化。矿山回到了人民的手里，全国煤矿企业开展了轟轟烈烈的民主改革运动，清除了长期騎在工人头上的封建把头，廢除了以压迫工人为目的的各种資本主义企业管理制度。工人真正当了矿山的主人。广大职工的階級覺悟和主人翁的責任感大大提高，生产的积极性和創造性大大发揚，为煤炭工业企业迅速恢复和发展創造了条件。因而到1952年，全国煤炭产量达到6350万吨，超过了1942年最高年产量6190万吨的水平。这不仅勝利地完成了国民經济恢复时期煤炭工业的生产任务，而且給第一个五年計劃期間煤炭工业进一步发展准备了条件。

在第一个五年計劃期間，党正确地安排了煤炭工业的全面规划，制定了技术发展方向，貫徹执行充分發揮原有矿井潜力和大力进行新建設的方針。在民主改革的基础上，发动群众进行生产改革，用現代化的技术改变了原有矿井极端落后的状况。从根本上改变了我国煤矿生产技术落后的面貌。同时，广大职工学习了苏联的先进經驗，結合中国实际情况，改革了落后的采煤方法，采用了先进的采煤方法。因而提高了煤炭資源

的回收率，厚煤层从过去的30%左右一般提高到70~85%，薄煤层从过去的70%左右提高到85~95%。

1958年党中央和毛主席提出了鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线。在总路线的光辉照耀下，煤炭工业贯彻了中央工业与地方工业同时并举、大型企业和中小型企业同时并举、洋法生产和土法生产同时并举，以及工业管理中集中领导和大搞群众运动相结合的方针。使煤炭工业出现了全面跃进的局面。全国煤炭产量一跃而为二亿七千万吨，跃居世界第三位。

1958年大力发展了水力采煤，水力采煤已成为我国煤炭工业发展主要技术方向之一。经过全体职工的努力，我们已经掌握了水力采煤过程中的水力落煤、水力运输（井下）、水力提升和脱水干燥技术。无疑地，水力采煤的技术成就和今后的发展，显示着我国煤炭工业已开始登上世界尖端技术的高峰。

1959年，我国煤炭工业在1958年大跃进的基础上继续跃进。在煤炭工业战线上广泛、深入地开展了大面积高产红旗竞赛运动，挖掘企业潜力，不断提高煤炭产量，为国家生产煤炭三亿四千七百八十万吨，超额完成了1959年国家计划，使我国煤炭产量跃向一个新的水平。

1960年，全国煤矿职工的工作方针是：高举毛泽东思想和党的总路线红旗，广泛深入地开展以技术革新和技术革命为中心的大面积高产红旗竞赛运动，提高职工群众的政治思想和文化水平，提高机械化、半机械化，自动化、半自动化，水力化、半水力化的水平，提高企业管理水平，为进一步改变煤炭工业的技术面貌和全面超额完成国家计划而奋斗。在这一方针的指导下，全国煤炭产量已提前完成了上半年计划任务。同时，广大职工正以辛勤的劳动和无穷的智慧和智慧，根据我国具体条件，创

造出各种适合我国情况的新采煤方法和矿山机械。争取在最短的时间內，进一步改变煤炭工业的技术面貌。

二

本课程的任务是研究开采煤矿床的方法和技术。

在开采煤矿床时，可以采用露天的开采方法，或者采用地下的开采方法。本课程的内容主要是介绍地下的开采方法和技术。

煤矿床地下开采又可以按照工艺特点的不同，分为机械开采法（旱采）、水力开采法和地下气化法。机械开采法在目前应用最为普遍；水力开采法在近年来有了很大的发展；地下气化法目前还没有广泛应用。

开采技术的发展经历了很长的时间。人们在初期的采矿活动中，对于自然现象及其规律的認識非常有限。后来在劳动人民长期向大自然进行艰巨斗争的过程中，逐渐积累了丰富的知識和經驗，使得开采技术逐步发展，并日趋完善。

最早并且长期用来采煤的工具是手镐。火藥发明之后，出现了鑽眼爆破技术，促进了采煤工业的发展。到了十九世紀末期，提升机、扇风机、水泵、电机車、风鑽等机器设备已經用到采矿工业中。到了二十世紀初期，出现了风鑽和截煤机。以后陆续出现了鏈板运输机、扒矿机、装载机、震动运输机、皮带运输机、自行矿車以及联合采煤机等。采矿机械的应用和发展，显著地減輕了笨重体力劳动，提高了劳动生产率，并且大大地促进了开采方法的发展。

虽然采矿机械和开采方法有了很大的进步，但人們仍然要在井下比較困难的条件下操作机器，进行生产。并且，笨重的装煤、支护和采空区处理等工作还没有完全实现机械化。地下

采煤仍然是多工序的生产，劳动生产率还没有迅速提高。

因此，开采方法的进一步发展的要求是：減輕笨重体力劳动；简化生产工序和生产工艺过程；使各采煤工序全部机械化和自动化；使煤矿成为自动化的地下工厂；根本改善技术经济指标。

近年来，匏煤机、鋸煤机、螺旋鑽煤机、綜合采煤机组以及鑽进采煤法等的应用，使煤矿开采中出现了无人的采煤工作面。这些新采煤方法和技术的广泛应用与发展，将使煤炭工业的面貌大大地改观。

水力采煤简化了生产工序和減輕了笨重体力劳动，且易于实现生产过程的全部自动化。因此水力采煤就成为今后煤炭工业的主要技术发展方向之一。

开采方法是采矿工业的心脏，是一门綜合性的技术。在开采方法中，着重地研究矿田内的坑道布置系統和采場内的生产工艺过程。开采方法与采矿机械、运输、通风、掘进、提升、排水、动力、組織管理、安全技术等都有着密切的关系。此外，在开采方法中还需要利用地質、物理、化学、数学、力学、电工以及原子能科学等方面的知識和成就，以便对于开采过程中的錯綜复杂的自然現象和客观規律，能够更深入地、全面地进行科学分析与理解，并在采煤生产过程中使用最先进的技术，不断地改进开采方法。

第一篇 煤矿床地下开采与露天开采

矿田开拓

第一章 煤田划分为矿田

第一节 煤田的埋藏条件

在地質历史过程中，由炭質物沉积而生成的大面积含煤地带，称为煤田。

在研究煤田的开发以前，应当詳細了解煤田的埋藏条件。煤田的埋藏条件包括下列內容：煤田的范围、煤层数目、层間距离、煤层的傾角、厚度、走向、埋藏深度、煤层构造、煤質、頂底板岩石的厚度和性質、煤岩的自燃性、含瓦斯性、含水性以及煤田的地質变动等。

煤田的范围非常广闊，面积可达数十至数千平方公里，埋藏量可达数亿至数百亿吨。例如，大同煤田的走向长度为110公里，寬度为20公里，埋藏量达几百亿吨。

煤田內的煤层数目一般都有数层至数十层。相邻两层的层間距离可由数分米至数百米。

煤层的傾角可由 0° 到 90° 。按傾角大小的不同，将煤层分为三类：

- (一)緩斜煤层—— 0° 到 25° ；
- (二)傾斜煤层—— 25° 到 45° ；
- (三)急斜煤层—— 45° 到 90° 。

由于地質变动复杂，在同一煤田內，緩斜与急斜煤层可能同时存在，例如在开平煤田內就有这种情况。煤层傾角的大小

及变化可以在煤层底板等高綫图上表示出来。

絕對水平的煤层是沒有的。通常把傾角小于 5° 到 8° 的煤层称为近水平煤层。例如山西的大同、西山、阳泉等煤田都屬於这种类型。

在我国煤田內，緩斜煤层較多，急斜煤层較少。1958年由緩斜煤层采出的煤炭产量約占70%，从傾斜煤层采出的約占20%，从急斜煤层采出的只占10%。

煤层的厚度可由数厘米到一百或二百米。按照厚度的不同，也可将煤层分为三类：

(一)薄煤层——由最小的可采厚度到1.3米；

(二)中厚煤层——由1.3米到3.5米；

(三)厚煤层——大于3.5米的。

我国多数主要煤田內都埋藏有厚煤层，同时也有薄及中厚煤层。在山东以及南方各省，薄及中厚煤层較多。1958年由中厚煤层采出的煤炭产量約占47%，从厚煤层采出的占35%，从薄煤层采出的只占18%。

煤层的走向可以表示出煤层在地下延伸的情况。在煤田內煤层的走向一般都有一定的变化。这种变化也可以在煤层底板等高綫图上清楚地表示出来。

煤层的最大埋藏深度，据推测可能超过1800米到2000米。但在实际工作中計算煤炭埋藏量时是以勘探鑽眼达到的深度作为依据的。

目前在世界上以比利时煤矿的开采深度最大，达1500米。我国煤矿的最大开采深度約为800米，平均开采深度在200米以上。随着开采深度的增加，煤层的瓦斯含量、岩石的温度与含水量以及矿山压力等都将增加，这样将增加开采技术的复杂性。

煤层的构造影响到开采方法的选择。例如当煤层內含有夹

石层时，为防止矸石与煤相混，就必须从开采技术上加以处理。而当夹石很薄，难以在开采过程中与煤层分离时，还需要考虑设置洗煤厂来降低煤的灰分。此外煤的坚硬性和解理性等对于选择采煤机械，以及确定开采方法中的许多参数都有密切的关系。

煤在各种工业用途上的性质，取决于煤层内水分、灰分、硫、磷、挥发物等的含量以及发热量。如果在同一煤田内埋藏有煤质相差甚大的煤种时，在生产系统上应当考虑各煤种分别装运，以免优质和劣质煤相混。

煤层的顶底板岩石主要为沉积岩层。常见的有炭质页岩、砂质页岩、砂岩和石灰岩等，有时也可以见到礫岩。

顶底板岩石的性质对于选择开采方法有非常密切的关系。一般来说，当顶底板岩石的坚硬程度愈大时，采煤工艺过程就比较简单；反之，生产操作就比较复杂。在不同的煤田内，顶底板岩石的坚硬程度可能有很大的差别。例如在大同煤田内，一部分煤层的顶板岩石就非常坚固，能在煤层采空后较长时间內不垮落。而在本溪煤田内，某些煤层的顶板岩石就很破碎，几乎是随采随落。在某些煤田内，甚至还有严重的“底臌”现象。

不论哪一种煤，几乎都有不同程度的自燃性质。一般的說，烟煤的自燃性较大，而含挥发物較少的无烟煤的自燃性較小。在某些情况下，含有炭质的岩石也会产生自燃现象。

煤的自燃性质还取决于煤的松散程度和煤氧化的剧烈程度。当煤愈松软以及氧化愈快时，煤的自燃危险性也就愈大。在生产工作中，需要根据煤的自然发火期来决定开采方法中的某些参数。

大多数煤田的煤层或岩层内都含有瓦斯。常见的瓦斯是沼

气。沼气聚集至危险程度时，遇火源能引起爆炸，造成严重的灾害。有的煤田内，还有煤与瓦斯突然喷出现象。这都给开采工作带来很大的困难。

根据矿井瓦斯相对涌出量（即日平均产煤一吨的瓦斯涌出量，单位为立方米/吨）大小的不同，可将瓦斯矿井分为四级：相对涌出量为5和5立方米以下的为一級；5到10立方米的为二級；10到15立方米的为三級；15立方米以上和有煤及瓦斯突出的为超級瓦斯矿井。

在开采瓦斯等級不同的煤层或具有煤与瓦斯突出危险的煤层时，需要采取适当的、不同的技术措施。

目前，我国有些矿区为了充分利用自然资源，减少瓦斯对开采工作的影响，采用了预先抽放瓦斯的措施，并将抽出的瓦斯加以合理的利用。

煤层和岩层的含水性常用“含水系数”表示。“含水系数”就是每采煤一吨的地下水涌出量（立方米）。在含水系数大的煤田内，需要采取一定的技术措施，以防止矿井被涌水淹没。

几乎所有的煤田都受到过地质变动的影响。地质变动使煤层产生变形（褶曲）、变位（断层）以致发生傾角、走向的变化。在地质变动地区，煤层和围岩的稳定性较差，含水可能较大，常给开采工作带来一定的困难。

以上的情况表明，煤田的埋藏条件是多种多样、变化复杂的。为了正确地确定煤田的开发问题，詳細地了解煤田的埋藏条件具有非常重要的意义。

第二节 煤田划分为矿田的原则

按照煤田范围大小和埋藏量多少的不同，可将煤田分为限量煤田与富量煤田两类。所谓限量煤田就是煤田的范围较小，

埋藏量有限，只适宜于用一个矿来开采。所謂富量煤田就是煤田的范围广闊，埋藏量丰富。如果用一个矿来开采全部煤层，不但在技术上有困难，而且在經濟上也很不合理。需要把煤田划分为若干較小的部分，每一部分由一个矿来开采。

在絕大多數情況下，煤田都是需要划归若干个矿来开采的。通常把划归一个矿来开采的那一部分煤田称为矿田。

矿田的形状多划为长方形，长方形的长边沿走向方向。在現代技术条件下，矿田的走向长度可由几百米至7000米或更多，矿田沿傾斜的长度可达2000米到3000米。在近水平煤层里，矿田的傾斜长度还可能大一些，而急斜煤层的矿田傾斜长度一般不宜超过600~800米。

矿田的走向长度大于傾斜长度的理由是，因为沿走向的水平巷道运输比沿傾斜方向的上下山运输来得方便。煤层的傾角愈大，矿田的傾斜长度就应当愈短。

在将煤田划分为矿田时，应当依照下列的技术和經濟原則进行，以使划定的矿田范围比較合理。

(一)沿煤田走向方向的划分，常以傾斜綫为界；沿煤田傾斜方向的划分，常以煤层底板等高綫为界。煤层群沿傾斜方向的划分，常以某一煤层的底板等高綫为准，各煤层按水平方向划分；在近水平煤层群中以及当深淺部矿田同时开采时，則按垂直方向划分。

(二)在可能的情况下，应当利用断层、向背斜軸、煤层傾角和厚度的急剧变化、河流、铁路以及建筑物的位置等自然条件作为矿田之間的境界。

(三)在划定的矿田范围内，要有布置工业广場的場地。

(四)淺部矿田的尺寸应当划得較小，深部矿田的尺寸应当划得大些(图1-1)。

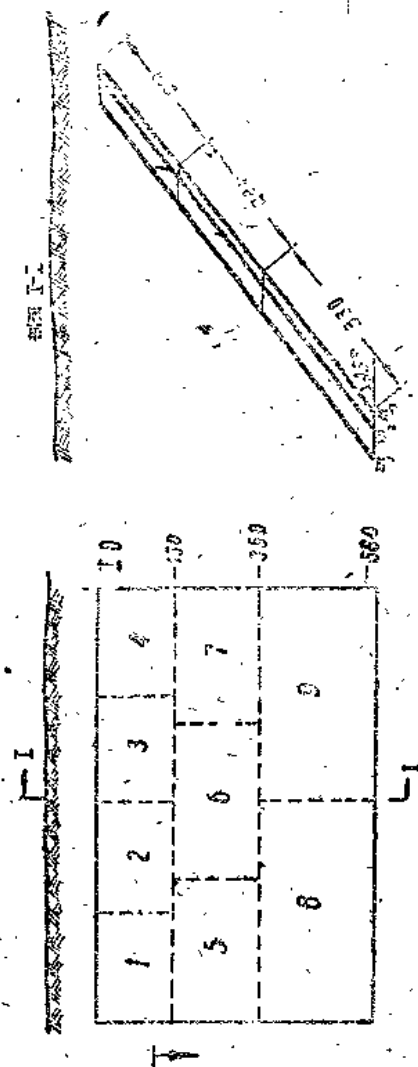


图 1-1 矿田的人为界限