

Coal Mining Technology

阎海鹏 黄江宁 刘 毅 主编

采煤工艺

Coal Mining Technology

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

TD82
Y-387

采 煤 工 艺

主 编 阎海鹏 黄江宁 刘 毅
副主编 佟玉安 孙英男 陈久妹 高展华

中国矿业大学出版社

前 言

目前,我国煤矿主要以井工开采为主,而矿井的生产能力大幅度提高,且生产的集中化程度也越来越高,有的矿井只需1~2个采煤工作面就能保证矿井的产量。如何提高采煤工作面的产量是保证矿井稳产高产的关键。实现采煤工作面的高产、高效、安全、低耗,是每个煤矿所要达到的目标;是煤炭工业的发展方向。因此,提高采煤工程技术人员的技术水平和管理水平是保证采煤工作面单产的关键。

本书详细介绍了我国煤矿常用的采煤工艺方式,反映了近年来我国采煤工艺的新发展,并结合采煤工作面作业规程进行了讲述。

本书可作为高等学校煤矿开采技术专业的教学用书,也可作为煤矿采煤技术人员的参考书。

由于编写人员水平及时间有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

前言	1
第一章 采煤工艺概述	1
第一节 长壁工作面采煤工艺概述	1
第二节 采煤工作面正规循环作业	3
第三节 采煤作业规程与安全技术措施	13
第二章 炮采工作面采煤工艺	18
第一节 概述	18
第二节 炮采工作面落煤、装煤及运煤	19
第三节 炮采工作面顶板管理	26
第四节 倾斜分层下行垮落采煤法的工艺特点	48
第五节 炮采工作面循环组织	50
第六节 炮采工作面安全技术措施	55
第三章 普采工作面采煤工艺	66
第一节 普采工作面落煤、装煤及运煤	66
第二节 普采工作面顶板管理	74
第三节 普采工作面循环工作组织	82
第四节 普采工作面安全技术措施	84
第五节 普采在其他条件下的采煤工艺特点	87
第四章 综采工作面采煤工艺	96
第一节 概述	96
第二节 综采工作面落煤、装煤及运煤	98
第三节 综采工作面顶板管理	101
第四节 综采工作面循环工作组织	112
第五节 综采工作面安全技术措施	118
第六节 综采工作面的安装与拆除	125
第五章 其他条件下综采工艺特点	149
第一节 倾斜长壁采煤法采煤工艺	149

第二节	薄煤层综采采煤工艺特点	150
第三节	厚煤层大采高综采采煤工艺特点	157
第四节	厚煤层分层开采时综采采煤工艺特点	162
第五节	倾斜煤层综采采煤工艺	166
第六章	放顶煤开采的采煤工艺	168
第一节	放顶煤长壁采煤法简介	168
第二节	综采放顶煤采煤工艺	171
第三节	简易放顶煤采煤工艺	177
第四节	放顶煤开采的安全技术措施	180
第七章	急倾斜煤层采煤工艺	182
第一节	急倾斜煤层倒台阶采煤法采煤工艺	182
第二节	急倾斜煤层直线工作面采煤工艺特点	183
第三节	俯伪斜分段走向密集长壁采煤法采煤工艺	185
第四节	急倾斜煤层伪斜柔性掩护支架采煤法采煤工艺	186
第五节	水力采煤工艺技术	191
参考文献		194

第一章 采煤工艺概述

第一节 长壁工作面采煤工艺概述

一、长壁采煤方法

1840 年鸦片战争之后,沦为半封建半殖民地的中国,采煤方法落后,煤矿采用原始的穿硐式、残柱式、高落式等采煤方法,采掘等主要作业依靠工人繁重的体力劳动。

新中国成立后,我国煤矿首先从改革采煤方法开始,把落后的穿硐式、残柱式、高落式等采煤方法改为新的长壁采煤方法,并在以后的时期内,使长壁采煤方法不断得到巩固与发展。

二、长壁采煤工作面采煤工艺方式

我国长壁采煤工作面的采煤工艺,已经历了三个阶段:20 世纪 50 年代主要是发展爆破采煤,60 年代主要是发展普通机械化采煤,70 年代主要是发展综合机械化采煤。我国现在的局面是爆破采煤、普通机械化采煤和综合机械化采煤共存,今后的发展方向是发展综合机械化采煤和普通机械化采煤,减少爆破采煤。

(一) 爆破采煤

简称炮采。即用爆破的办法进行落煤,人工装煤或机械装煤,采用整体移置的可弯曲刮板输送机运煤,采用单体液压支柱和金属铰接顶梁支护顶板,采用全部垮落法(或其他方法)处理采空区。

(二) 普通机械化采煤

简称普采。即用浅截式滚筒采煤机或刨煤机进行落煤和装煤,运煤采用整体移置的可弯曲刮板输送机,支护采用单体液压支柱(或摩擦式金属支柱)及金属铰接顶梁,采用全部垮落法(或其他方法)处理采空区。

普采工作面根据其使用的设备不同分为一般普采和高档普采。两者的区别是:高档普采把一般普采所使用的小功率单滚筒采煤机改为大功率单滚筒采煤机或双滚筒采煤机,把轻型可弯曲刮板输送机改为中、重型可弯曲刮板输送机,把金属摩擦支柱改为单体液压支柱。如今一般普采已被淘汰,普采即指高档普采。

(三) 综合机械化采煤

简称综采。即工作面全部实现了综合机械化。落煤、装煤采用双滚筒采煤机,运煤采用重型可弯曲刮板输送机,工作面支护采用自移式液压支架,工作空间由自移式液压支架维护并与采空区隔离,后部采空区任其自由冒落。

三、采煤工艺方式的特点

(一) 炮采工艺特点

由于炮采工作面采煤和支护这两项主要工序基本上依靠的是繁重的人工劳动,所以工人劳动强度大、支护工作不安全、日产量及劳动生产率低、材料消耗量大。但在地质构造复杂区域仍需使用,因此,其使用范围较为广泛。

(二) 普采工艺特点

普采将采煤和装煤这两道工序改为由浅截式滚筒采煤机或刨煤机来完成,使工作面采煤工作实现了机械化,产量有了较大的提高,而且与综采相比,设备投资减少了 2/3;但支架的架设和回撤工作仍为繁重的人工劳动,在顶板管理方面还显得比较薄弱。

(三) 综采工艺特点

综采是采煤技术发展史上的一次重大变革,它使采煤工作面的采煤与顶板管理等各工序都实现了机械化。尤其是近年来研制出了大功率、大滚筒采煤机和大采高液压支架,使综采可在厚度 5.0 m 左右的煤层中一次采全高以及在特厚煤层中进行放顶煤开采,其适用范围越来越广,简化了矿井的生产系统,便于集中管理。其主要特点是:高产、高效、安全、低耗。

1. 高产

由于各工序均实现了机械化,这就大大减轻了工人繁重的体力劳动,同时使工作面产量大幅度提高。如我国神华集团大柳塔矿大采高综采工作面的年产量达 1 000 万 t,铁法煤业集团小青矿薄煤层刨煤机工作面最高日产达 7 200 t,最高月产达 14.26 万 t。

2. 高效

随着采煤工作面机械化程度的提高,工作面效率也提高到了一个崭新的水平。目前,世界上工作面的最高效率已达到 100 t/工以上,铁法煤业集团小青矿刨煤机工作面效率达 137 t/工。

3. 安全

综采工作面的液压支架像一条钢铁长廊,支撑着工作面顶板。尤其是掩护式和支撑掩护式支架,它不但能支撑工作面顶板,而且以其坚固的掩护梁将工作面空间和采空区相隔离,使工作面成为一个“密封”的工作空间。因此国外有人把综采工作面称为铠装工作面。

由于液压支架的使用,顶板事故大为减少,大大提高了采煤的安全程度,尤其是杜绝了过去由于冒顶造成的多人死亡事故。

4. 低耗

坑木、炸药和雷管是炮采工作面消耗量最大的几种材料,而在综采工作面中,这些材料的消耗却大幅度减少。虽然综采设备价格昂贵,然而由于综采工作面的产量大、效率高,因而可获得较好的经济效益。

实践证明,只要加强综采的技术和生产管理,不断提高综采工人的技术操作水平,严格执行操作规程及各项管理制度,就能充分发挥综采高产、高效、安全、低耗的优势。

(四) 选择采煤工艺的原则

选择采煤工艺时,应根据煤层的具体条件、设备和技术情况,按下列原则进行:

- (1) 尽可能采用机械化程度较高的采煤工艺方式;
- (2) 工作安全、劳动条件好;

(3) 煤炭损失少、材料消耗少、成本低；

(4) 生产事故少、管理方便。

在实际选择长壁采煤工作面的采煤工艺时，应当结合具体的地质条件、设备供应以及技术管理水平综合考虑上述四种因素，不应盲目追求某一方面的指标。就我国目前的情况来看，综采是采煤工艺的发展方向，因其产量大、效率高、工作安全，又能减轻繁重的体力劳动，使用综采可使井下生产集中化，每个矿井只需布置 1~2 个工作面就可完成生产任务。这种以高产工作面为基础的井下生产集中化，将使整个矿井生产系统简化，管理方便，从而获得一系列良好的技术经济指标。但是，综采需要的设备多、投资大、工作面单产高，如果发生事故，对整个矿井的生产任务影响较大。所以，当采用综采工艺时，应当优先选择在地质和技术条件下使用，这样才能充分发挥其效能，不致因生产事故而使矿井产量大幅度波动。

根据国内外的经验，综采设备最好应用在煤层倾角小于 18° ，煤层埋藏稳定，构造简单，涌水量不大，顶板便于管理的薄及中厚煤层，并且煤层底板的稳定程度应保证支架不至于压入底板。在技术方面，支架的架型选择应适合于顶板性质及采高变化，还要注意安排合适的工作面长度及采区走向长度，以保证综采设备在使用中少停顿、少搬迁。

普采工艺对地质条件和技术条件的要求不如综采严格，因此它的适用范围更广泛。我国普采工作面的最高年产量可达 70 多万吨。由于设备成本比综采低得多，而且普采工艺具有投资少，操作简单，搬移方便，对地质变化适应性好，使用可靠的特点，所以，这种工艺是值得使用和推广的。

炮采虽然工人劳动量大，但对地质条件复杂多变和倾角大的煤层，仍有使用价值。

第二节 采煤工作面正规循环作业

一、采煤工作面循环作业

采煤工作面的循环就是完成破煤、装煤、运煤、支护和采空区处理这样一个周而复始的采煤过程。循环的标志，对于单体支柱工作面常以回柱放顶完毕为标志；对于综采工作面是以移架为标志。循环按昼夜回柱（或移架）次数，可分为单循环和多循环。

（一）采煤工作面正规循环作业的概念

采煤工作面正规循环作业就是根据采煤工作面的生产过程，配备一定的工种及定员，在规定的时间内按质、按量、安全地完成既定任务，并保证周而复始、不间断地进行采煤的作业方法。

（二）采煤工作面正规循环作业的标准

(1) 有一个科学的切实可行的作业规程，完成规定的正规循环率；

(2) 完成作业规程中规定的产量、进度、效率、煤质、主要材料消耗、工作面煤炭采出率等指标；

(3) 工作面工程质量合格，机电设备完好率不低于 80%，事故率不超过 2%；

(4) 安全生产，消灭死亡和重大事故。

实践证明，实行正规循环作业是采煤工作面合理的生产组织形式，它可以使采煤工作面中的各工序在时间和空间上合理地配合，设备有效地利用，劳动力组织和调配得更为合理，从而使工作面达到高产、稳产、高效、安全、低耗。

(三) 正规循环率

采煤工作面中的正规循环工作,有时会由于种种不利因素而不能按计划完成。为了衡量循环完成的好坏,常用正规循环率来表示。

$$\text{正规循环率}(\%) = \frac{\text{月实际完成正规循环数}}{\text{月工作日数} \times \text{作业规程规定日循环数}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 月实际完成正规循环数——按正规循环标准的要求,逐日累计的统计数,不得用月末总进尺数反算;

月工作日数——全月日历日数减去因工作面外部因素影响的日数(如节假日、矿井检修、停电、重大运输和提升事故的影响等),凡工作面本身事故影响造成的停产日数,仍按工作日数计算。

正规循环率能够反映各采煤工作面工人的生产积极性和区(队)的组织管理水平。它是衡量区(队)生产管理水平的指标。正规循环率与煤层的地质条件、机械装备条件等有关,条件好时正规循环率为 80%~90%,条件差时正规循环率为 70%~80%,为最低,在实际组织生产时,应力求超过此值。

二、循环方式

循环方式就是循环进度和每昼夜循环数的总称。

(一) 循环进度

循环进度是采煤工作面完成一个循环后向前推进的距离。在工作面长度、采高一定的条件下,循环进度的大小决定着循环内所包括的各道工序的工作量大小,从而影响循环时间、循环产量、每个循环所需要的各工种的人数和材料消耗等一系列技术经济指标。

循环进度按下式计算:

$$L = n \times b \quad (1-2)$$

式中 L ——循环进度, m;

n ——每循环落煤次数;

b ——落煤进度, m。

1. 落煤进度的确定

确定落煤进度时应考虑以下几个因素:

(1) 顶板稳定性。顶板的稳定性影响顶板允许裸露的面积和时间,而落煤进度的大小决定了顶板裸露的面积。因此,在确定落煤进度时要考虑顶板的稳定性,顶板坚硬稳定,允许顶板裸露的面积增加,故落煤进度也可相应增大;反之要小。

(2) 工作面运输能力。工作面小时采煤能力必须适应工作面运输系统的能力,即

$$D_{\text{采}} \leq D_{\text{运}} \quad (1-3)$$

式中 $D_{\text{采}}$ ——工作面小时采煤能力, t/h;

$D_{\text{运}}$ ——工作面小时运输能力, t/h。

工作面采煤能力可按式计算:

$$D_{\text{采}} = \frac{Lbm\gamma ck}{T} \quad (1-4)$$

式中 L ——工作面长度, m;

b ——落煤进度, m;

m ——采高, m;

γ ——煤的密度, t/m³;

c ——工作面采出率, %;

k ——工作面出煤不均匀系数;

T ——工作面出煤时间, h。

将 $D_{\text{采}}$ 代入式(1-3), 则可得

$$b \leq \frac{D_{\text{运}} T}{L m \gamma c k} \quad (1-5)$$

由上式可见, 工作面运输能力是决定落煤进度的一个重要因素, 而工作面运输能力必须综合考虑工作面运输, 平巷运输, 采区上、下山运输及采区装车站各个环节的能力, 亦即工作面、采区装车站整个系统的运输能力, 并要以其中最薄弱的环节的能力为准。

另外, 在工作面长度和工作面运输能力一定的条件下, 由式(1-5)可看出落煤进度与采高成反比关系, 即采高较小时落煤进度可大些, 采高大时落煤进度要小些。

(3) 工作面支架排距。落煤进度应与工作面支架排距相适应。

(4) 采煤机械的技术特征。落煤进度不应小于采煤机截深的 90%, 目前机采工作面主要采用滚筒采煤机和刨煤机落煤。

滚筒采煤机截深: 0.5 m、0.6 m、0.8 m、1.0 m 和 1.2 m。

刨煤机截深: 50~100 mm。

2. 每循环落煤次数的确定

每循环落煤次数需从技术和经济两个方面考虑加以确定。

(1) 顶板冒落步距。在确定每循环的落煤次数时, 需要考虑顶板冒落步距。因为放顶是完成循环的标志工序, 所以

$$L_{\text{循}} = L_{\text{放}} \quad (1-6)$$

式中 $L_{\text{循}}$ ——循环进度, m;

$L_{\text{放}}$ ——放顶步距, m。

为使回柱后顶板能充分冒落, 必须使

$$L_{\text{放}} \geq L_{\text{冒}} \quad (1-7)$$

式中 $L_{\text{冒}}$ ——顶板冒落步距, m。

将 $L_{\text{循}} = n \times b$ 代入式(1-6)和式(1-7), 则

$$n \geq \frac{L_{\text{冒}}}{b} \quad (1-8)$$

由式(1-8)可见, 当落煤进度 b 的值确定后, 每循环的落煤次数则可根据顶板冒落步距决定。

(2) 经济合理性。每循环的落煤次数对工作面的各项技术经济指标有很大影响。从公式 $L_{\text{循}} = L_{\text{放}} = n \times b$ 可以看出, 当落煤进度 b 一定时, 每循环落煤次数 n 的大小就决定了循环进度 $L_{\text{循}}$ 的大小。而控顶距的大小, 对顶板压力和工作面支柱的受载情况影响很大。由此可见, 根据顶板冒落步距确定的落煤次数, 只说明是根据顶板性质而决定的技术上可能的落煤次数, 经济上是否合理尚需进一步分析。如已知落煤进度 $b = 1$ m, 而顶板冒落步距 $L_{\text{冒}}$ 也

等于 1 m, 则每循环落煤次数 $n = L_{\text{冒}} / b = 1 / 1 = 1$ 次, 即落一次煤即可放一次顶, 从顶板充分冒落来说这是可以达到的, 但经济上是否合理呢? 分析其优缺点如下:

优点: 控顶距小、顶板压力小; 支柱受载时间短、损坏少; 对安全有利。

缺点: 对炮采来说, 每昼夜放顶次数增多, 每循环组织工作复杂; 放顶工序如与采煤工序平行作业, 则不利于安全, 如单独工作, 则工作面出煤时间减少。

由此可见, 在确定每循环落煤次数时, 除考虑顶板性质外, 还要从组织工作和经济合理上进行深入分析。

(二) 昼夜循环数

昼夜循环数的多少取决于循环周期(时间)的长短, 它直接决定着采煤工作面的日产量、效率和其他技术经济指标。

总之, 合适的循环方式应与煤层地质条件、机械设备状况、各生产环节的能力、工人的技术素质和综合管理水平相适应。在工艺安排上尽量采用新技术、新工艺, 简化工序, 有效地利用工作面的空间和工时, 充分发挥设备效能, 提高工作面单产、效率及其他各项技术经济指标。

三、作业形式

采煤工作面作业形式就是一昼夜内采煤班和准备班的配合方式。我国常用的作业形式有以下几种。

(一) “两采一准”

即采用三班作业, 两班采煤、一班准备。炮采和普采工作面中, 采煤班的工作为落煤、装煤、挂梁、移溜、支柱; 准备班回柱、检修机械设备、掐接输送机、缩短平巷输送机等。由于有专门的准备班, 准备时间比较充足, 易于保证回柱工作的安全, 机械设备的检修质量容易得到保证。

(二) “两班半采煤、半班准备”

即为了增加出煤时间, 准备班利用半班时间出煤, 半班准备。这种形式的优点是可以提高工作面产量, 但组织工作比较复杂, 适用于准备工作量比较少的工作面。

(三) “三班采煤、边采边准”

即三个班任务均相同, 实现采准平行作业, 工作面各工序高度平行交叉作业, 其优缺点和适用条件如下。

(1) 优点:

- ① 工作面出煤时间长, 可提高单产;
- ② 采准平行作业, 边采边回柱放顶, 减小了控顶距, 缩短了支柱承载时间, 有利于顶板管理和安全;
- ③ 可实现综合工种平行作业, 有利于培养工人一专多能, 提高工人的技术熟练程度。

(2) 缺点:

- ① 多工序平行交叉作业, 组织工作复杂, 如组织不好, 反而效果不佳, 而且不利于安全;
- ② 设备检修时间少, 不利于设备的维护保养与检修, 为了解决这一问题, 有的矿在每周安排一个班专门检修设备。

(3) 适用条件:

- ① 矿井也实行三班出煤制;

② 工作面顶板稳定,而且回柱后容易冒落,支架简单,放顶工作量相对较少。

(四)“两采两准”

即在两个采煤班中间穿插两个准备班,由专业人员进行放顶。这样可以解决控顶距过大的问题,采、回又不相互影响,但循环组织较为复杂。

(五)“三采一准”

即三班采煤、一班准备。采煤班进行割煤、移架、推溜,准备班进行设备检修。综采工作面常用此方式。

(六)“四班交叉”

即工作面分为四个班,每班工作 8 h,班与班之间互相交叉 2 h,在交叉时间内,两班人员进行班前准备,班后结束工作,如工作量较大的放顶及机械设备检修等。这样,工作面的空间和时间能得到充分利用,工人的工时利用率高,但组织工作比较复杂。

四、工序安排

合理的工序安排对循环时间、昼夜循环次数、循环产量、劳动组织、各项技术指标及安全都有很大影响。工序的安排形式一般有流水作业、平行作业以及流水作业和平行作业相结合等几种。采煤工作面的工艺流程中,究竟哪些工序必须流水作业,哪些工序可以平行作业,各工序在时间和空间上如何配合才能充分利用时间和空间,这些都是在工序形式中应当正确解决的问题。工序安排的具体方法是:

(1) 找出主要矛盾线:根据工序之间的关系和各自需要的时间,找出起主导作用并且占用工时最多的矛盾线以及主要矛盾线上的主要工序。一般以采煤工作为主要工序。

(2) 找出次要矛盾线:如支护线、回柱放顶线、作缺口线等。各次要矛盾线内部各工序之间,一般也是顺序关系。而各矛盾线之间,则是平行关系。

(3) 根据工序之间的制约关系和各自需要的工作时间,确定各矛盾线之间、各工序之间在时间和空间上的配合关系。

最后,用简单明了的符号绘成工艺流程图,把一个循环的整个采煤工艺过程明确地表示出来,见图 1-1。

为了保证工作面安全、优质、高产、高效、低耗地进行生产,安排工序时应注意以下几点:

(1) 要正确处理主要工序和辅助工序的关系,辅助工序服从主要工序,保证主要工序有

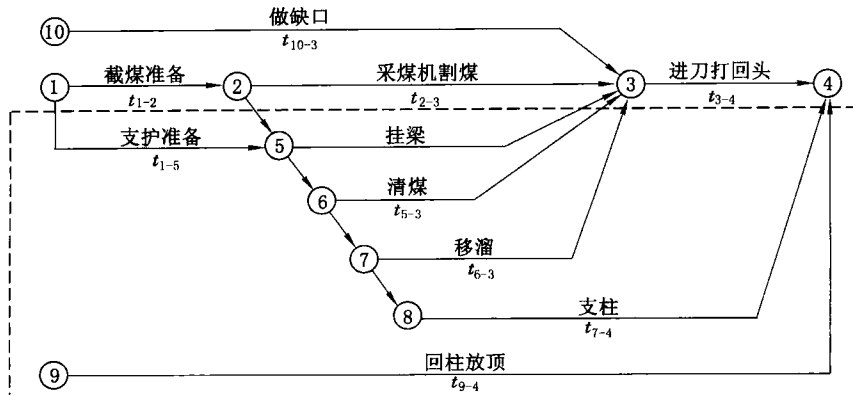


图 1-1 采煤工艺流程图

充足的工作时间,并且在良好的条件下顺利进行。如机采工作面的上、下缺口必须要在采煤机到达前半个小时做好,否则会影响采煤机的连续工作,延长循环时间。

(2) 各道工序尽可能实行平行交叉作业,以充分利用时间和空间,缩短循环时间。但为了保证安全,各道工序在时间和空间上应保持一定的错距。

① 采煤工作面的各道工序中,以采煤机割煤、回柱放顶和爆破这三道工序对顶板的影响最大,当工作面进行割煤、爆破或回柱放顶时,附近顶板剧烈活动并急速下沉,故这三道工序平行作业时,必须保持 30 m 以上的安全错距。

② 其他工序与上述三道工序之一平行作业时,应保持 15 m 的错距。

③ 其他工序平行作业时,相互之间相距 5 m 左右即可,以互不妨碍工作为准。

(3) 工序安排时要考虑工作面在一个班内出煤的均衡性,还要有利于其他环节的配合。

(4) 工序安排时要同时考虑劳动组织的合理性,要使各工种的工人在一个班内都能充分利用工时。

(5) 每昼夜要保证一定的设备检修时间。

五、劳动组织

合理地配备人员,并把他们恰当地组织起来,是采煤工作面正规循环作业的又一重大问题。循环方式规定了各道工序的工作量,作业形式把出煤与准备工作在时间上做了划分,工序安排明确了各道工序在时间和空间上的配合关系,劳动组织就是把这几方面有机地联系起来,充分发挥人的能动性,保证正规循环作业的顺利实现,促进工作面持续的稳产、高产。

(一) 采煤工作面的人员配备

采煤工作面中的人员配备,根据工作情况的不同,有“人数固定工种”的工人和“人数可变工种”的工人。“人数固定工种”的工人是指那些与一个循环中工作量变化无关的人,如采煤机司机、看管输送机工、机电工、看管液压泵工等。这些工种的工人配备是根据工作面的设备和循环图表中所规定的工作时间来安排人数的,它与工作面长度的变化和日循环数的变化无关。“人数可变工种”是指那些与工作面长度和日循环数(或产量)的变化有直接关系的工种,如装煤工、清理顶底煤工、挂梁工、支柱工、移溜工、铺网工、回柱放顶工等,随着工作面长度增大,日循环数增多,日进度增加以及工作面产量加大,工作量也加大,所以这些工种的人数也应相应增加,以保证按时完成正规循环。工作面中这种工人的人数可按下式确定:

$$\text{各工种人数} = \frac{\text{各工种昼夜的工作量}}{\text{各工种的劳动定额}} \quad (1-9)$$

劳动定额可在《矿井生产统一劳动定额手册》或《标准手册》中查得,但考虑到影响定额的因素较多,应结合工作地点的具体条件,制定切实可行的具体定额。常把这种标准定额与具体工作条件相结合而制定的劳动定额叫做作业定额。

作业定额分为单项作业定额和综合作业定额两种。单项作业定额是指包括一道工序的作业定额;综合作业定额是指包括若干道工序的作业定额。

作业定额按其包括的人员数目,又可分为个人作业定额和工作队(组)作业定额两种。个人作业定额是指一个工人在一个工作日内所应完成的工作量。工作队(组)作业定额是指一个工作队(组)的工人在一个工作日内所完成的工作量。

在实际工作中,作业定额一般是按照以下方式进行计算制定的。

个人单项作业定额：

$$H_1 = H_{\text{标}} \times K \quad (1-10)$$

式中 H_1 ——个人单项作业定额；

$H_{\text{标}}$ ——标准定额；

K ——定额修正系数。

修正系数是非正常条件下的定额调整系数。当工作地点比标准定额困难时，修正系数小于 1；反之，则大于 1；当两者条件相等时，修正系数等于 1。

工作队(组)单项作业定额：

$$H_2 = H_1 \times N_1 \quad (1-11)$$

式中 H_2 ——工作队(组)单项作业定额；

N_1 ——工作队(组)内人数。

个人综合作业定额：

$$H_3 = \frac{V}{N_2} \quad (1-12)$$

式中 H_3 ——个人综合作业定额；

V ——综合工作量；

N_2 ——所需总工数。

工作队(组)综合作业定额：

$$H_4 = H_3 \times N_3 \quad (1-13)$$

式中 H_4 ——工作队(组)综合作业定额；

N_3 ——工作队(组)人数。

求出各工种的人数后再根据循环图表上所规定的工作时间安排到相应的班中去。

(二) 劳动组织形式的确定

采煤工作面的劳动组织是以循环作业形式为基础的，但是劳动组织形式也会直接影响到循环的完成情况，因此，它就会影响工作面的产量和效率。确定各工种需配备的人数后，即可以此为据考虑劳动组织形式。

长壁工作面中的劳动组织形式一般有以下几种。

1. 分段作业

分段作业一般是采用综合工种，即将工作面可变工种的工人分为若干小组，每组 2~3 人，工作面按长度划分为若干段，每段 20 m 左右，每小组负责一段，每个小组综合作业，共同配合完成该段内的所有可变工种的工作。

这种劳动组织形式的优点是：劳动量均衡，能实行三定(定人员、定地点、定工作量)，便于劳动力的搭配和培养一职多能，工人熟悉工作地点的情况，有利于安全。但当局部发生变化时，该段劳动量随着增加，可能影响全工作面的采煤进度。

这种劳动组织形式在我国应用广泛，它既适用于炮采工作面(浅进度)，也适用于日进多刀的综采工作面，刨煤机工作面全部采用此形式。

2. 追机作业

追机作业一般是将工作面的工人按专业分成若干组，各工种按工艺顺序紧跟在采煤机后面，保持一定的安全错距进行作业。其优点是工种单一，便于实行工种岗位责任制，工作

效率高;缺点是分工过细,跟机作业时劳动紧张且强度大,当采煤机进刀及回头时可能窝工,因此造成忙闲不均。当工作面长度较大时,采用普采的工作面应用这种劳动组织形式比较恰当。综采工作面也可采用这种劳动组织形式。

3. 分段接力追机作业

分段接力追机作业是上述两种形式的综合,即将工作面的工人分为2~4人的小组,每组负责5~8 m长的一段工作面内的综合工作,完成本段工作后,再追机到另一段工作。几个小组交替前进追机作业,这样既减轻了追机作业的劳动强度,又能提高工时利用,提高劳动效率。在长度较大的普采工作面中可采用这种劳动组织形式。

六、循环图表

循环图表是把采煤工作面的循环方式、作业形式、工序安排、劳动组织形式以及预期的技术经济指标等,用图表的形式形象化地表现出来的生产技术文件。

采煤工作面循环图表由循环作业图、工人出勤表和技术经济指标表三部分组成。

(一) 循环作业图

循环作业图用来表示工作面内各工序在时间与空间上的相互关系。图中横坐标以小时为单位,画出各班及昼夜的工作时间,纵坐标上则以米为单位,画出工作面的实际长度,再以规定的符号在图内绘出各工序所处的时间和地点。

绘制循环作业图的步骤如下:

- (1) 按采煤方向和时间顺序,画出主要矛盾线上的工序。
- (2) 画出与主要工序循序进行的次要矛盾线,其中超前主要工序的画在其左侧,滞后者画在其右侧。超前或滞后的时间,等于两线间的水平距离。
- (3) 画出不按主要工序顺序进行的其他工序,如开缺口等。

(二) 工人出勤表

对应于循环作业图,工作面人员的配备用工人出勤表来表示。在工人出勤表里,应该标明各工种每班应出勤人数,每个工种工人工作时间及每循环的总人数。

(三) 技术经济指标表

采煤工作面技术经济指标表简单指明采煤工作面的工作条件和应获得的技术经济效益。该表包括的主要指标有以下几个方面。

- (1) 采煤工作面的地质条件:煤厚(总厚度及可采厚度)、倾角、密度等。
- (2) 采煤工作面的技术条件:工作面长度、采高、循环进度、支架布置方式、移架方式、采空区处理方法等。
- (3) 采煤工作面装备条件:支架型号、采煤机型号等。
- (4) 循环工作组织:循环方式、昼夜出勤人数等。
- (5) 生产与经济成果:每循环产量,每昼夜出勤量,工作面月产量,采煤工效率,坑木、金属支柱、炸药、雷管等材料的消耗,采煤工作面吨煤成本等。

七、综采工作面工艺设计实例

(一) 地质概况

工作面长152 m,走向长1 230 m,开采3号煤层,厚度3.24~3.52 m,平均3.36 m。煤

层稳定,结构简单。直接顶为粉砂岩,厚 3.36 m;基本顶为细砂岩,厚 4.65 m,坚硬,以石英长石为主;直接底为细砂岩,厚 11.63 m。

煤层为一单斜构造,倾角为 4° 。共揭露 0.7~1.7 m 落差的断层 4 条,其中只有一条对生产影响较大。低瓦斯,煤尘爆炸指数为 45%,有自然发火倾向,发火期 3~6 个月。

(二) 采煤方法

采用走向长壁综合机械化采煤,选用 MGTY—400/900—3.3D 型双滚筒采煤机采煤、SGZ—960/630 型刮板输送机运煤、SZY560K 型液压支架支护顶板。

采煤机采用双向割煤、端部斜切割三角煤进刀方式,前滚筒割顶煤,后滚筒割底煤,随后移架,再推移输送机。

(三) 顶板管理

根据顶底板岩性和以往的矿压观测资料,该工作面需要支架工作阻力 4 129 kN,支护强度 0.65 MPa。故选用 SZY560K 型液压支架,支护高度 1.72~3.5 m,支护宽度 1.5 m,初撑力 4 760 kN,工作阻力 5 600 kN,支护强度 0.82 MPa。

端头采用十字铰接顶梁配合单体液压支柱支护,另加走向抬棚,一梁三柱,维护工作面上、下出口。上、下区段平巷超前支护分两段布置,靠近工作面段(≥ 20 m),采用 LZA—35 型单体液压支柱配合 1 000 mm $\times$ 600 mm 规格的十字铰接顶梁支护。再向外一段(≥ 30 m),采用单体液压支柱配合工字钢棚支护。

该工作面采用“三班采煤、一班准备”的作业形式。其中夜班、早班和中班为采煤班,每班割煤 4 刀,三班共割煤 12 刀,检修班为专门检修班。

循环作业图如图 1-2 所示,工作面出勤表如表 1-1 所列。

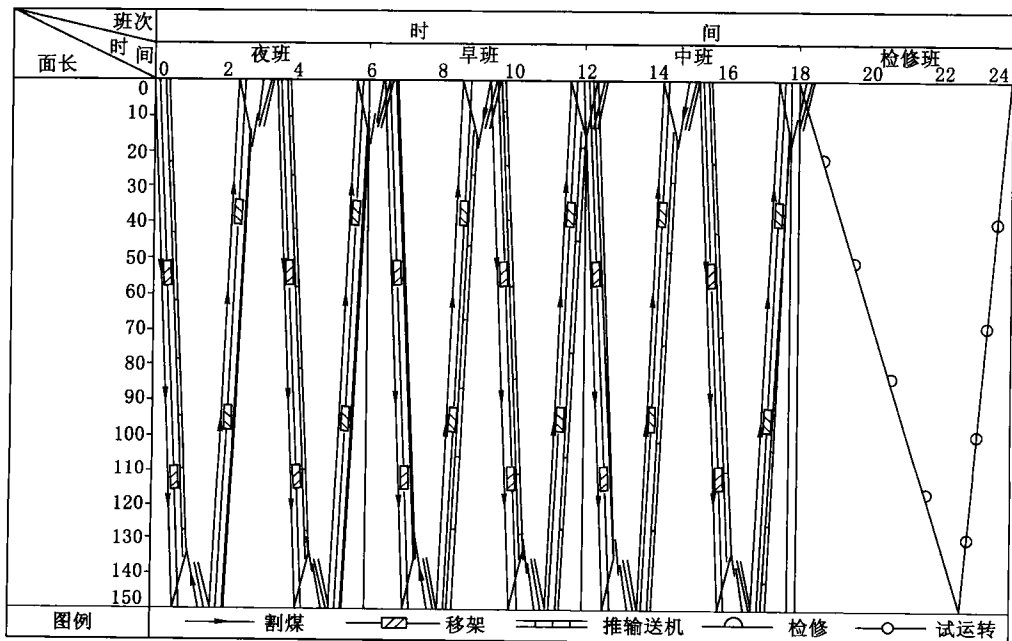


图 1-2 综采工作面循环作业图

采煤工艺

表 1-1

工作面出勤表

班 次 工 种	早 班	中 班	夜 班	检 修 班	合 计
采煤机司机	3	3	3	4	13
电工	1	1	1	6	9
泵站工	1	1	1	2	5
转载机司机	1	1	1	3	6
输送机司机	1	1	1	3	6
支架工	8	8	8	4	28
巷道维修工	5	5	5	6	21
胶带机司机	1	1	1	6	9
装车工	2	2	2		6
运料工				6	6
管理人员	2	2	2	2	8
材料员				1	1
油质管理员				1	1
质量验收员	1	1	1	1	4
办事员				1	1
送饭工	1	1	1	1	4
其他	1	1	1	1	4
合 计	28	28	28	48	132

工作面主要技术经济指标如表 1-2 所列。

表 1-2

综采工作面主要技术经济指标表

序 号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	采高	m	3.28~3.36	
2	推进长度	m	1 232	
3	煤层倾角	(°)	2~6	
4	工作面长度	m	144.5~152	
5	煤的密度	kg/m ³	1 350	
6	工业储量	万 t	90.963 0	
7	采出率	%	95	
8	截深	m	0.8	
9	日产量	t	6 138	
10	装机容量	kW	2 972.5	
11	作业制度			“四、六”制
12	日循环数	个	12	
13	回采工数	t/工	46.5	