

高等学校教学用书

采 矿 机 械

北京矿业学院采选机械教研组编著



中国工业出版社

高等学校教学用书



采 矿 机 械

北京矿业学院采选机械教研组编著

中国工业出版社

本書系統講述了煤炭工業中廣泛應用的各種采礦、掘進和裝載機械的
工作原理、構造、計算、設計和使用。

本書除可作為礦業學院機電及采煤等專業教材外，並可供從事采礦機
械設計研究和運轉工作的工程技術人員參考。

采 礦 機 械

北京礦業學院采選機械教研室編著

(根據煤炭工業出版社校型重印)

*

中國工業出版社出版(北京佟麟閣路丙10號)

(北京市書刊出版事業許可証出字第110號)

中國工業出版社第四印刷廠印刷

新華書店科技發行所發行·各地新華書店經售

*

開本787×1092¹/₁₆·印張26¹/₈·插頁6·字數468,000

1960年8月北京第一版

1961年7月北京新一版·1961年7月北京第一次印刷

印數0001—2030·定價:3.00元

統一書號:15165·238(煤炭-13)

序 言

解放以来，我国采矿工作机械化有了根本的变化，在党和政府的领导及苏联的巨大帮助下，建设了相当数量的矿山机械制造厂，生产了各式采矿机械，而更大更好的发展远景又已经出现在我们面前。

“采矿机械”是一门新课程。在党的培养和领导下，由于苏联专家的直接传授和帮助，我们逐步掌握了这门新课程。可是到目前为止，还没有出版过一本结合我国实际情况，反映我国采矿工作机械化水平的“采矿机械”教学用书。而迅速发展的煤炭工业和采矿教育事业却日益迫切地提出这个要求。我们在党的领导下，发动群众，第一次尝试写出了这本书。

我们的编写原则是：以党的社会主义建设总路线和教育工作方针为指导，用辩证唯物主义的观点方法，贯彻党的有关方针政策，认真反映我国解放以来的重大创造，尤其注意总结1958年以来煤炭工业大跃进中采矿机械方面的实际经验；继续向苏联学习，适当反映其他国家的先进科学成就；密切结合实际，既要有比较完善的理论，又要有丰富的生产实际知识。

在编写过程中，我们参考了苏联出版的有关教学参考书、资料、杂志、说明书，苏联专家讲义和我们组历年使用的讲义、国内出版的有关报章杂志、先进经验总结等有关资料。采用集体讨论、分头执笔、小组审订的办法，编出初稿后，曾在组内逐章反复研究。经我院和西安矿业学院等学院试用，根据试用情况和各方面的意见，又做了一些必要的修改。

这本书可作为矿山机电、采煤等专业的教学用书。为了兄弟院校各专业采用时取用的方便，内容也比较广。本书也可供中等专业学校教师、煤矿及矿山机械制造业工程技术人员、设计和科学研究人员参考。

参加本书编写工作者为高荣、李昌熙、周永昌和陶文博。全书由北京矿业学院采选机械教研组集体讨论审订，并由陶敬修、高荣整理。

由于我们政治业务水平所限，教学工作又比较繁忙，编写和讨论的时间都很紧迫，缺点和错误一定是存在的。诚恳地欢迎各方面的读者批评指正。

在编写和试用过程中，西安矿业学院、北京煤炭工业学院、东北工学院和中南矿业学院等兄弟院校给了我们很大鼓励和帮助，在此一併致谢！

北京矿业学院采选机械教研组

1960年3月15日

目 录

序言

緒論 7

第一篇 落煤及鑿眼機械

第一章 風鎚 10

§1-1. 風鎚的構造 10

§1-2. 風鎚工作理論計算 18

§1-3. 風鎚的運用 28

§1-4 電鎚 30

第二章 齒岩機 31

§2-1. 概述 31

§2-2 鑿眼工具 32

§2-3 齒岩機的沖擊鑽孔工作原理 34

§2-4 齒岩機的类型和構造 37

第三章 電鑽 61

§3-1 鑽具 62

§3-2. 電鑽的工作理論 64

§3-3. 手搖鑽 68

§3-4. 手持式電鑽 71

§3-5. 架柱式電鑽 77

第四章 鑽卷機 83

§4-1. CBM-3Y 型鑽卷機 84

§4-2. JBC-2型鑽卷機 96

§4-3. MBC-2 和 ИПМ-3 型鑽卷機 98

第二篇 截煤機

第五章 概述 101

§5-1 截煤機的用途及使用範圍 101

§5-2 截煤機的主要組成部分 102

§5-3. 截煤機的工作循環 103

§5-4. 對截煤機的要求 105

§5-5. 截煤機分類 105

第六章 截割刀具 106

§6-1. 刀具的幾何形狀 106

§6-2. 刀具的構造及材料 107

§6-3. 刀具的制造	110
§6-4. 刀具的磨损	111
第七章 煤岩破碎理论基础	112
§7-1. 煤岩的物理机械性质	113
§7-2. 煤岩的破碎过程	119
§7-3. 煤岩作用在刀具上的力	115
第八章 截煤机截割机构及其减速器	121
§8-1. 概述	121
§8-2. 截煤机的截链	123
§8-3. 截链导向架及其支承方法	127
§8-4. 截煤机的除粉及灭尘装置	131
§8-5. 截割机构减速器	134
第九章 截煤机牵引机构及其减速器	141
§9-1. 概述	141
§9-2. 棘轮牵引机构	144
§9-3. 脉动牵引工作机构	152
§9-4. 液压牵引机构	165
§9-5. 自动调速的牵引机构	168
§9-6. 牵引机构的某些计算	169
§9-7. 牵引力与稳定性	170
第十章 截煤机的电气设备	172
§10-1. 截煤机电能的输送及其主要电气设备	172
§10-2. 截煤机电设备的闭锁和防爆	176
§10-3. 截煤机的电气控制系统	177
第十一章 截煤机的运用	178
§11-1. 机器下井前的准备及下井	178
§11-2. 截煤机的运用	178
§11-3. 截煤机生产率计算及提高生产率的途径	186
§11-4. 截煤机工作中故障及其预防和修理方法	191
§11-5. 截煤机的计划检修	192
第十二章 短壁工作面用截煤机	192
§12-1. 刚性截盘的短工作面用截煤机	192
§12-2. 万能截煤机	193

第三篇 采煤康拜因

第十三章 回采康拜因概述	195
§13-1. 回采康拜因的工作方式	195
§13-2. 回采康拜因分类	197
第十四章 “顿巴斯”型康拜因	199
§14-1. “顿巴斯-1”型康拜因	199

§14-2. “頓巴斯-3”、“頓巴斯-4”和“頓巴斯-5”型康拜因	224
§14-3. “頓巴斯-2”型康拜因	225
§14-4. “頓巴斯-6”和“頓巴斯-7”型康拜因	228
§14-5. 康拜因的綜合操作經驗	229
第十五章 薄煤层用回采康拜因	230
§15-1. “矿工”型康拜因	231
§15-2. “煤工”型及“基洛夫入”型康拜因	235
§15-3. VKMT型康拜因	237
§15-4. VKT型康拜因	241
§15-5. K-8A型康拜因	246
第十六章 浅截深回采康拜因	247
§16-1. AV-1型浅截深回采康拜因	248
§16-2. 切割圓筒式康拜因	249
§16-3. VAK-1型窄截深回采康拜因	253
第十七章 急傾斜煤层回采康拜因	255
§17-1. KKII型康拜因	255
§17-2. K-19型康拜因	258
§17-3. 錄錄机	258
第十八章 刨煤机	261
§18-1. 快速刨煤机	261
§18-2. 耙式刨煤机 (犁煤机)	263
§18-3. 勃力刨煤机	264
§18-4. 刨煤机工作理論	268
第十九章 回采康拜因的其它型式及发展方向	268
§19-1. 苏联的新型康拜因	268
§19-2. 东欧社会主义国家的康拜因	273
§19-3. 其它各国康拜因	275
§19-4. 回采康拜因的发展方向	279
第二十章 掘进康拜因	279
§20-1. 概述	279
§20-2. IIR-2M型掘进康拜因	283
§20-3. IIR-3型掘进康拜因	291
§20-4. IIRP型 (又名古明尼克)型掘进康拜因	297

第四篇 机械化支柱与綜合机械化

第二十一章 回采工作面金屬支架	306
§21-1. 工作面支柱	307
§21-2. 金屬頂梁	315
§21-3. 放頂支柱	317
§21-4. 机械化移动支架	318

第二十二章 回采工作面綜合机械化	320
------------------------	-----

第五篇 巷道和豎井装載机械

第二十三章 装煤机	327
§23-1. C-153 型装煤机	328
§23-2. ПЕЛ-30 型装煤机	334
§23-3. O-5C 型装煤机	338
第二十四章 装岩机	338
§24-1. 8ПМ-1 型装岩机	340
§24-2. УММ-1、ПММ-2 和 ПММ-4 型装岩机	344
§24-3. 鑷入阻力及功率的計算	351
§24-4. 装岩机生产率的計算	353
第二十五章 抓岩机	356
§25-1. БЧ-1 型抓岩机	356
§25-2. БЧ-3 和 БЧ-5М 型抓岩机	362
§25-3. 抓岩机生产率的計算	362

第六篇 露天机械

第二十六章 露天大型鑽机	364
§26-1. 露天旋轉鑽机	364
§26-2. 露天繩索冲击鑽机	368
第二十七章 挖掘機	374
§27-1. 单斗挖掘機	374
§27-2. 多斗挖掘機	384
第二十八章 挖运机械	386
§28-1. 推土机	386
§28-2. 鏟运机	388

第七篇 工作面水力采煤机械

第二十九章 水枪	391
§29-1. 概述	391
§29-2. 水枪主要部件的結構和作用	392
§29-3. 水枪的构造	396
§29-4. 水枪的工作理論	403
§29-5. 水枪的维护与使用	406
第三十章 其他工作面水力采煤机械	407
§30-1. 水力鑽	407
§30-2. 水力掘进机	409
§30-3. 薄煤层水力采煤机	412
参考文献	413

緒 論

(一)

采矿工业生产过程的机械化是增加产量、提高劳动生产率、解放矿工繁重体力劳动、保证安全生产及降低成本的重要途径。

采矿工艺及生产劳动组织和机械化方法的关系是非常密切的。新的机械化方案和設備可以促进采矿工艺的发展；而新的采矿工艺又要求创造与其相适应的新的机械化設備。正是这种相互推动和相互促进的作用使得采矿工艺不断地革新和发展，新的机械化設備不断創造和迅速完善，从而不断地提高采矿工业的技术水平。

机械化使回采工作面有可能多循环快速推进。既保证了高产，又使采煤工作面的頂板容易管理，巷道维护期限和维护費用也可减少。

机械化保证了巷道的快速掘进和及时准备出新的回采工作面，使掘进和回采工作得到良好的配合。

机械化使人们有可能采用较完善的生产劳动组织和流水作业法。机械化大大改善了工作环境，减轻了矿工的劳动，創造了良好的劳动条件。

机械化大大提高了矿工的劳动生产率。列宁說：“劳动生产率，归根到底是保证新社会制度胜利的最重要最主要的东西”。

机械化的发展使矿工成为具有专门技术知識的管理、控制、調度和維修机器的工作人员。采矿工业生产过程的机械化和自动化，使采矿工业变成了具有現代科学技术装备的現代化工厂。

在社会主义国家中，采矿工业广泛使用机器，既改善和减轻工人的体力劳动，又为提高劳动人民的文化和物質生活水平提供了有利的条件。在资本主义国家中，机器却是增加资本家利潤的工具。只有在可能增加利潤的时候，资本家才会对机器发生兴趣。因此，在两种社会制度下面，机械化发展的情况是根本不同的：社会主义国家无止境地飞跃发展，而资本主义国家則发展很慢甚至停滞不前。

(二)

开采技术的发展过程是人类向大自然进行艰巨斗争的历史的一个組成部分。中国人民远在两千年前就开始应用了开采技术。但在二十世紀以前，采掘工具的发展很緩慢。最初是使用手鎬，我国火藥的发明推动了鑽眼爆破开采技术的发展。随着工业的逐渐发达，对煤炭的需要也日益增长。在十九世紀末期有了风鑽，到二十世紀初，风鎬和截煤机相繼开始在煤矿中使用。第一次世界大战前后，又出现了气动装岩机(1908年)和电动装载机(1922年)等机械設備。最近五十年来，各种高級炸藥和新技术广泛地应用到地下开采和露天开采工程中。在第二次世界大战以后，即从1945年以来，煤炭工业机械化得到了更迅速的发展，出现了机械化程度更高的各式联合采煤机、刨煤机和机组。这样就

进一步解放了笨重体力劳动和提高了劳动生产率。这些机器更发展到和运输机及机械化支柱组合在一起，使采煤过程全部得到机械化。这就可以实现远距离和集中控制，改革了地下开采技术。苏联在这方面做出了突出的贡献。近年来水力采煤技术的发展，水力采掘机械也得到了飞跃的发展。水力开采大大简化了采煤工艺过程，并具有安全和节省坑木等重大优点。大型鑽机和巨型挖掘机等重型设备的出现也大大促进了露天开采技术的发展。

采矿机械化的发展，不断提高了煤炭生产的经济效果。这是人类向大自然进行艰巨斗争所取得的伟大成就。

(三)

中国是世界上利用天然矿产最早的国家之一。远在公元前2700年的黄帝时代就开始利用铜和铁等矿产。到公元前约500年的春秋战国时期，煤已成为一种重要的矿产。但封建制度在中国存在了两千多年；从1840年到1949年的一百多年间，帝国主义和中国封建势力、官僚资产阶级相勾结，对我国进行了野蛮的掠夺；特别在后六十年中，对中国矿工实行了残酷的剥削和压迫。由于这些原因，中国矿工长期采用极端落后的开采工艺和手工工具。解放前仍基本采用人拉筐、手刨煤和手打眼的落后技术，根本谈不上机械化。

1949年全国解放了，我国采矿工业发生了根本的变化。党和政府一直把机械化作为采矿工业建设的根本方针之一。到1952年，基本上恢复了被敌人破坏的矿井，从1953年进入大规模经济建设的第一个五年计划时期起，又改建和新建了许多矿井，机械化水平不断提高。到1957年，在中央国营的煤矿中，主要生产过程基本上实现了机械化。机械掏槽和爆破落煤的产量已占总产量的90%以上。机械化程度达到91.23%，其中鑽眼爆破占53.43%，风镐落煤占12.17%，截煤机掏槽占21.13%，联合采煤机采煤占4.5%。到1958年，现代化矿井回采工作面机械化水平已达到97%。

随着采矿机械化的迅速发展，我国矿山机械制造业得到了空前的发展。在解放初期，大部分矿山机械还不得不向国外订货；而到第一个五年计划末期，我国矿山机械制造业每年生产大量机械设备，供应采矿工业的需要。特别是从大跃进的1958年后，我国矿山机械制造业已从仿制跃进到自行设计，先后生产了各式水枪、金属支架、截煤机、联合采煤机、装载机械、大型鑽机和挖掘机，大量生产各式电鑽，并有专门的风动工具工厂生产着各式风动工具。

在第二个五年计划的年代里，中国人民在中国共产党的领导下，经历了政治战线和思想战线上的社会主义革命，政治觉悟和建设社会主义的积极性空前提高，共产主义精神在人们思想和工作中发扬光大。1958年党提出了鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义的总路线和一整套“两条腿走路”的方针，我国煤炭工业又呈现了蓬蓬勃勃大跃进局面。1958年，煤炭产量上升到二亿七千万吨。到1959年煤炭产量已达到三亿四千七百万吨。

在1960年，煤炭工业又开展了以机械化、半机械化，自动化、半自动化为中心的技

术革新和技术革命运动，进行改革采掘方法，减轻笨重体力劳动，简化生产过程工序，加快回采、掘进、鑽进进度，不用或少用坑木等方面的技术改革。这一切都与采煤机械化和半机械化有密切关系。

在技术革新和技术革命运动中，我国煤矿职工创造了许多密切结合中国实际的、轻便、耐用、快速高效率的新型机械。如攉煤机，岩石电鑽，扒装机械等。同时根据具体情况创造了很多使用采矿机械的先进经验，如使用长截盘割煤，康拜因日进多循环等。

可以预料，随着技术革新和技术革命运动的深入开展，采煤机械化、半机械化也将进一步发展，给煤炭生产带来更大的跃进。

应当指出，我国采矿机械化的这些巨大成就是和苏联及其他兄弟国家的巨大援助分不开的。

我国采矿机械化方面所取得的巨大成就是党的正确领导和大力开展群众运动的结果，是党的社会主义建设总路线的胜利，是毛泽东思想的胜利。我国采矿工业机械化事业必将继续沿着党所指引的道路胜利发展。

第一篇 落煤及鑄眼机械

在煤和岩石的采掘过程中，多用机鑄落煤或破碎岩石，使用凿岩机和电鑄鑄眼，用鑄巷机鑄小直径的煤巷道。机鑄和凿岩机为冲击式机械，几乎全部使用压缩空气作动力。电鑄和鑄巷机为旋轉式机械，一般用电能作动力。

第一章 机 鑄

机鑄是手持冲击式落煤机械，主要用于开采不太坚硬的急傾斜煤层和地質条件变化較大或頂板不稳定的緩傾斜及傾斜煤层，也常用于帮助康拜因破落頂煤。机鑄亦可破碎岩石。

机鑄由于使用动力的不同，可以分为两类，即风鑄和电鑄。

风鑄的基本工作原理是利用压缩空气为动力，使冲击錘不断快速地往复运动，以不断冲击鑄钎，使鑄钎进行落煤或破碎岩石的工作。

世界各国都大量地使用风鑄，我国已有专门的风动工具厂大量生产。

电鑄是用便宜得多的电能做动力的落煤机械。在设计制造电鑄的工作中苏联做出了很大的贡献。我国大跃进以来对电鑄也进行了很多研究，并已取得了很大成绩。为使动力单一化，电鑄是非常值得研究和很有前途的一种机械。

§ 1-1. 风鑄的构造

现在应用最广和比较典型的风鑄，为我国风动工具厂制造的G-11型(仿苏 OMCH-5

风鑄技术性能表

表 1-1

序 号	名 称	单 位	数 值	
			OMCH-5	M0-10
1	机身全长	毫米	570	585
2	重 量	公斤	10.6	10.0
3	需用气压压力	大气压 (表压力)	4	5
4	冲击錘錘体重量	公斤	0.9	—
5	冲击錘錘体直径	毫米	38	—
6	冲程长度	毫米	155	—
7	冲击次数	次/分	950	1250
8	冲击功	公斤-米/次	3.5	4.6
9	生气消耗量	米 ³ /分	1.0	1.15
10	功 率	馬力	0.8	1.29
11	风管内径	毫米	16	—
12	鑄钎钎尾直径	毫米	24	—
13	鑄钎钎尾长度	毫米	70	—

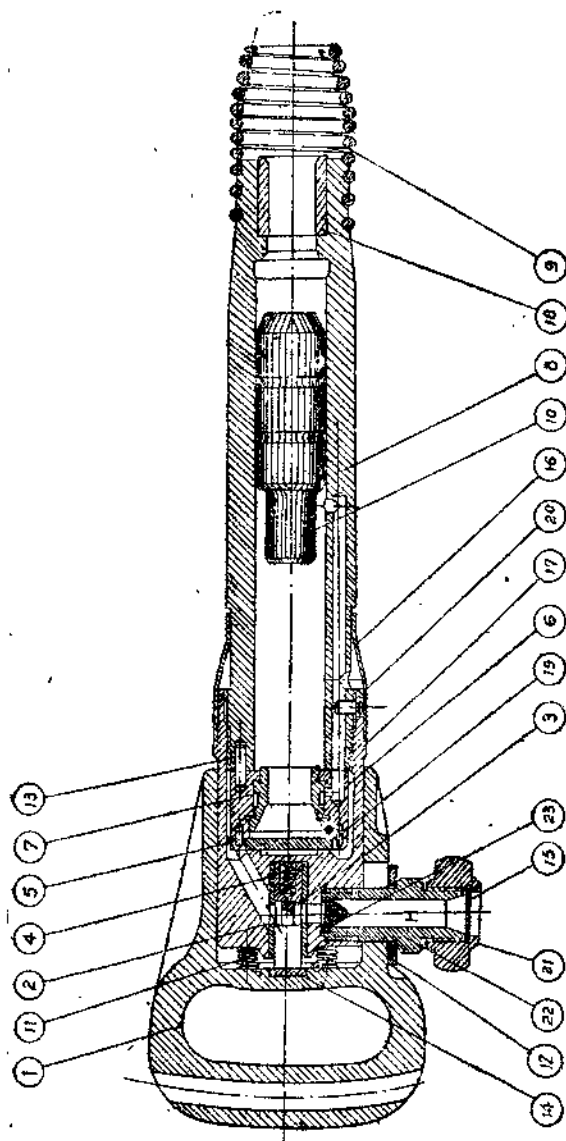


图 1-1 G-11 (OMCII-5) 型风锅的结构图

1—把手; 2—启动滑阀套; 3—启动滑阀; 4—启动滑阀弹簧; 5—垫圈; 6—配气滑阀套; 7—配气滑阀; 8—销筒; 9—销头弹簧; 10—冲击销; 11—把手弹簧; 12—联板弹簧; 13—销子; 14—垫板; 15—挡生糊; 16—挡风板; 17—联接套; 18—销摆套; 19—销子; 20—止动栓; 21—螺母; 22—联接管; 23—滤风网。

型)风镐, 以及苏联最近的改进式 MO-10 型风镐。风镐的主要技术性能见表 1-1。

风镐是由启动机构、配气机构及工作机构组成的。G11 (OMCH-5 型) 型风镐的结构如图 1-1 所示。

风镐启动机构是控制压缩空气从管路进入风镐内部去的开关。其构造和动作原理如图 1-1 所示。当风镐工握住把手 1 而将镐钎紧紧顶在煤壁或岩石上时, 那么把手的压力使启动滑阀弹簧 4 及把手弹簧 11 压缩, 使启动滑阀 3 向镐钎方向移动, 压缩空气即可由管路经联接管 22 和启动滑阀 3 较细的腰部进入风镐。图 1-1 表示的正是这种情况。风镐工不紧压把手时, 则把手弹簧 11 及启动滑阀弹簧 4 就迫使启动滑阀 3 向把手方向移动, 使启动滑阀较粗的部分把压缩空气的通路遮断, 风镐即可停止工作。这种启动机构能利用落煤或破碎岩石时压紧镐钎的动作自动启动风镐, 故称为自动启动机构。

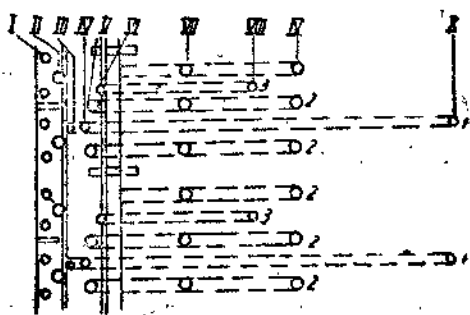


图 1-2 风镐配气孔道展开图

风镐的配气孔道如展开图 1-2 所示。风镐有十组径向孔道, 用三组轴向孔道将其贯通。风镐配气机构对这些孔道的控制使冲击锤不断打击镐钎。一个配气循环可分为两个冲程, 即冲击锤打击镐钎的工作冲程, 和冲击锤离开镐钎返回原位的返回冲程。冲击锤的单程位移称为冲程长度。工作及返回冲程开始时各径向孔道的配气情况如表 1-2 所示。

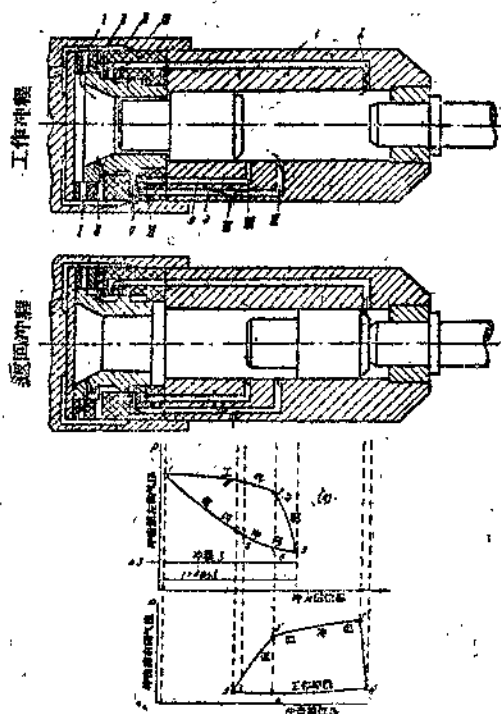


图 1-3 G-11(OMCH-5)风镐配气原理及气压变化图

配气工作原理及冲击锤两侧的气压变化如图 1-3 所示。这种表示气压与冲击锤位移的关系的图叫示功图。工作开始时, 冲击锤位于图的左边, 配气滑阀在右边的位置 (设把手在左, 镐钎在右)。风镐启动后, 压缩空气进入冲击锤的左边, 而冲击锤右边则和大气相通。因冲击锤两侧压力不同, 故使冲击锤从左向右运动。在冲击锤左边打开Ⅰ孔前, 冲击锤左侧气压变化如示功图上的 1~2 阶段所示。冲击锤左边打开Ⅰ孔后, 冲击锤左侧就和大气沟通了, 冲击锤靠惯性继续运动一段距离, 直至打击镐钎尾端。冲击锤左侧的压力变化如示功图的 2~3 阶段所示。当冲击锤左边打开Ⅰ孔冲击镐钎时, 配气滑阀从右边移到左边, 而开始了冲击锤的返回冲程。此时压缩空气进入到冲击锤右侧。冲

表 1-2

孔 号	冲 程	工 作 冲 程	返 回 冲 程
I		和压气相通	和压气相通
II		和压气相通	和压气相通
III		被配气滑阀遮闭	和压气相通
IV		和大气相通	和压气相通
V		和大气相通	和大气相通
VI		被配气滑阀遮闭	和大气相通
VII		和大气相通	和大气相通
VIII		被配气滑阀遮闭	和大气相通
IX		和大气相通	和大气相通
X		和大气相通	和压气相通

击锤左侧则由孔Ⅲ和Ⅴ等与大气沟通，因而使冲击锤从右向左运动。此时冲击锤左侧的压力可认为是大气压力，如示功图中的3~4线段所示。但当冲击锤左边盖住Ⅴ孔后，因只有Ⅲ孔尚和大气相通，冲击锤左侧的压力稍有提高如示功图的4~5线段所示。冲击锤左边盖住Ⅲ孔后，冲击锤左侧空间开始形成气垫，其变化如线段5~1所示。冲击锤右边孔开Ⅷ孔后，冲击锤右侧就和大气相通；同时冲击锤左侧的废气却因冲击锤靠惯性继续向左移动一段距离而再被压缩。此时配气滑阀从左边移到右边，而又从新开始冲击锤的工作冲程。就这样使冲击锤不断冲击销钉。在工作冲程时冲击锤右侧一直和大气相通，使冲击销钉的能量较大。在返回冲程終了时，冲击锤左侧的废气被压缩为起缓冲的作用（其气垫距离为 ΔS ），以免冲击锤碰撞销筒。冲击锤右侧的气压变化亦如图1-3所示。返回冲程开始时压缩空气从X孔进到冲击锤右侧，在冲击锤右边打开孔Ⅷ前，气压变化如示功图1'~2'线段所示。冲击锤右边打开孔Ⅷ后，因冲击锤右侧已和大气相通，其气压变化如2'~3'线段所示。在后来工作冲程开始时，冲击锤右侧由Ⅷ和X两组孔和大气沟通，在冲击锤右边盖住Ⅷ孔前，冲击锤右侧气体压力变化如3'~4'点线段所示。当冲击锤右边盖住Ⅷ孔后，由于只有X孔通大气，气压稍有增加，如4'~5'线段所示。返回冲程开始时，冲击锤右侧气压即如5'~1'线段所示那样很快升高到压气气压。

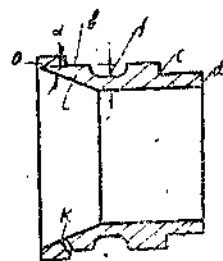


图 1-4 配气滑阀的构造

配气滑阀是柱状物体（如图1-4所示），下列一些面承受的轴向力能影响配气滑阀沿轴向运动：作用力向右的有面 F_a 和锥面 F_i 的垂直投影面 F_j （ $F_j = F_i \sin \alpha$ ）；作用力向左的有 b 面、 c 面和 d 面。这两组面在轴向投影面积总和应相等：

$$F_a + F_j = F_b + F_c + F_d$$

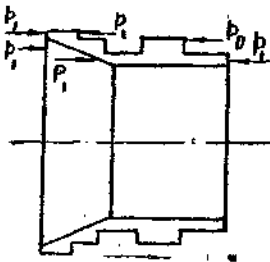
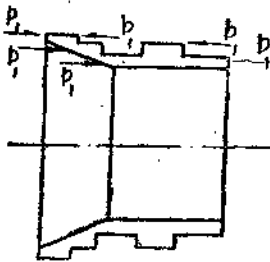
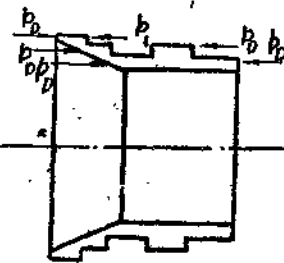
配气滑阀运动情况可近似用图示法和力分析法如表1-3来表示。设 p_1 表示压缩空气压力； p_0 表示大气压力； p_2 表示气垫压力； P 表示配气滑阀所受合力。

风镐正常工作时配气滑阀受力变化表(参看图1-3)

表 1-3

序号	冲击锤的位置	配气滑阀受力变化	
		近似图解	受力分析

冲击锤的工作冲程

1	工作冲程开始时, 冲击锤在左边, 配气滑阀在右边	 合力方向向右	$P = (F_a + F_f)p_1 - (F_b + F_d)p_1 - F_c p_0$ $= (F_a + F_f - F_b - F_d)p_1 - F_c p_0$ $= F_c p_0 - F_c p_0 = (p_1 - p_0)F_c$ $\therefore P > 0 \quad (\text{合力方向向右})$ $(\because F_a + F_f = F_b + F_c + F_d)$ $\therefore F_a + F_f - F_b - F_d = F_c$
2	冲击锤左边打开气孔后	 合力近于零	$P = (F_a + F_f)p_1 - (F_b + F_c + F_d)p_1$ $= (F_b + F_c + F_d)p_1 - (F_b + F_c + F_d)p_1$ $\therefore P = 0 \quad (\text{合力近于零})$ $(\because F_a + F_f = F_b + F_c + F_d)$
3	冲击锤左边打开气孔后, 工作冲程将近结束时	 合力方向向左	$P = (F_a + F_f)p_1 - F_b p_1 - (F_c + F_d)p_2$ $= (F_b + F_c + F_d)p_0 - F_b p_1 - (F_c + F_d)p_2$ $= F_b p_0 + (F_c + F_d)p_2 - F_b p_1 - (F_c + F_d)p_2$ $= (p_2 - p_1)F_b$ $\therefore P < 0 \quad (\text{合力方向向左})$

冲击锤惯性向右运动而打击镐钎尾端, 配气滑阀移到左边, 开始进入返回冲程。