

矿山企业 建设工艺学



内 容 提 要

本书是根据苏联1986年出版的A.Г.Гузеев、A.Г.Гудзь和A.К.Пономаренко著的《ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ》一书翻译的。

本书介绍了立井、水平巷道和倾斜巷道在一般和复杂地质条件下的施工工艺、机械化、组织、设计和建设问题，并特别着重介绍了有发展前途的掘进机组法掘进平巷。

本书原为苏联高等矿业院校和大学矿业专业的教材，可供我国从事地下矿山企业建设、生产和改造以及地下建筑等工程技术人员和高校有关专业教学人员参考。

矿山企业建设工艺学

〔苏〕A.Г.古泽耶夫

A.Г.古 济 著

A.К.波诺马连科

潘咏文 齐玉羊 译

向修仁 吴秀文

贯鸿林 校

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店科技总店发行所经销

河北省阜城县印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张14 7/8字数392千字

1991年7月第一版 1991年7月第一次印刷

印数00,001~1,500册

ISBN 7-5024-0802-9

TD·134 定价11.90元

名 词 定 义

上山——沿有用矿物（沿岩石的称岩石上山）掘进的倾斜采准巷道，藉助于机械设备担负着从上水平往下水平运输有用矿物和通风、排水以及其它等任务。

溜井——没有地面直接出口的垂直开拓巷道，担负着从上水平溜放矿物到下水平（天井，放矿溜井）或从下水平往上水平提升货物的任务（盲井）。

矿山巷道——为了开采矿床或其它目的（水利工程隧道、运输隧道、地下管道等）所进行的采矿工作而在岩层中形成的空洞。

石门——没有地面出口并与岩层走向呈一定角度掘进的水平（极少是倾斜的）开拓巷道。担负着有用矿物、岩石、设备的运输、转送人员、通风、排水、敷设管道等任务。

普通法开凿（掘进）巷道——是在稳定和含水量小的岩层中，允许不采用特殊方法便能将掘进后所暴露的围岩维护好，并能确保施工与工人劳动安全的施工方法。

掘进——小断面采准巷道（下山、上山、平巷、溜眼、联络道、切割小眼等）的施工组成（采掘岩石、架设永久支架和其它工作）叫掘进。

开凿——揭挖专门的矿山巷道，包括垂直的或倾斜的井筒、平硐、井底车场、石门、硐室、隧道或其它大断面地下客体的施工组成（采掘岩石、架设永久支架和其它）。

掘进循环——使巷道工作面能向前推进一个进尺或一个预定距离的过程总和。

矿山巷道的特殊开凿（掘进）法——用于不稳定的，松软岩石以及坚硬但含水（大于 $8\text{米}^3/\text{时}$ ）的岩石，此时在没有超前支架、掩护支架或预先冻结岩石时，工作面决不能暴露。

矿井井筒（矿井）——具有直接通往地面出口的垂直或倾斜开拓巷道，服务于井田范围内（翼，采区）的地下工程。

矿山巷道建筑（构筑物）——是工作（准备工作，井身施工，在巷道中安装掘进设备，巷道掘进结束）的综合，这些工作的完成标志着按设计向生产提交工程的完成程度。

井巷建设（开凿，掘进）的工艺系统（施工方案）——掘进中的工序组成及其相互配合，以及为确保在一定的工艺条件下取得最佳效益所采用的机械化配套设备或掘进机组。

工艺——是指在施工过程中所采用的方法和工具。

井巷施工（开凿，掘进）工艺——是在工作面安全地进行破岩、装岩、运岩、支护以及确保矿井达到预想的最终技术经济指标的其他工序的所有方法和手段的总称。

施工工艺分为：凿岩爆破工艺，机械工艺，其中包括联合掘进机工艺、水利机械工艺、波动工艺、超声波工艺、几种工艺的组合以及其他施工工艺。

下山——沿有用矿物掘进的（沿岩石掘进的称岩石下山）倾斜采准巷道，担负着从下水平向上水平运输有用矿物，以及排水和通风等任务。

矿井——用地下开采方法开采有用矿物（金属矿石和非金属矿石类，煤炭，盐，金刚石等）的矿山企业。矿井包括地面建筑和井田范围内用于矿产开采的全部井巷工程。

平硐——在地面有直接出口的水平或倾斜的主要开拓巷道，服务于井田范围（翼，采区）内的地下工程。

平巷——沿煤层走向掘进的井下水平采准巷道，担负着有用矿物或其它重物的运输，以及行人、通风、排水等任务。

序 言

苏联经济的顺利发展是与采矿工业这一国民经济重要部门的持续进步紧密相关的。因此，苏联1986~1990直至2000年期间，经济与社会发展基本方针规定了一系列措施，增加石油和煤的开采，加快和超前发展黑色和有色冶金原料基础工业、矿山-化学工业、矿物化肥和建筑材料工业。

要完成摆在采矿工业面前的任务，只能使矿山在原投资的条件下得到持续的扩大再生产，为此，要对现有企业进行技术改造与改建，增加产量，并形成新的生产能力。

在矿山企业扩大再生产的同时，必须在全面加速与加强基本建设领域内的科技进步，提高其效率；借助于生产的自动化设计系统（САПР）和采用自动化系统（АСУ）进行施工的计划、组织和管理，使设计工作过渡到一个崭新的水平；为建设者的劳动创造安全与舒适的条件并保护环境。

矿山建设工程师主要是从事采矿工业的基本建设工作。大学教学大纲中的《矿山企业建设工艺学》课是学生的理论准备课。为了帮助学生学好这门课，我们出版了这本教材。书中内容是与现代最新技术进步相适应的，所介绍的井巷施工工艺适用于采矿工业的各种有用矿物的地下开采。

由于煤炭生产在采矿工业中所占比重最大，因而书中所介绍的计算、先进的施工经验也多以煤炭方面为主。本教材是按新的教学大纲编写的。书中各章内容都符合课堂学时要求，每章结束时附思考题，以供学生思考与检查。

作者在书中力求较全面地和循序渐进地向读者介绍各种井巷工程的施工工艺及其在普通或复杂地质条件下的机械化配套；各种掘进方法及其应用特点；提高各种机械与设备使用效率的途径；矿山企业在施工组织与安全生产方面的各种先进经验。

本书注意研究学生所学各种学科之间的相互联系，包括未来专家应掌握的数学、经济、自然保护等学科。

学生必须在学好基础课、技术基础课与专业课之后学习本门课程。只是在这种条件下，学习矿山企业建设工艺学才能深入而不流于形式。

学生在大学毕业后，首先能具有进行井巷工程施工设计及其机械化配套设计的能力，并能胜任复杂地质条件的施工设计，其设计的实施应能使企业获得较高的经济技术指标；在工作中能采用新的科学技术成果与先进的施工经验；具有改进生产管理，发展班组组织形式，推广经济核算原则，改善矿井建设者劳动生产条件等多方面的能力。

本书的序言，结束语以及1~15章是由科学技术副博士A.Г.古泽耶夫编写；第16、19、21~24章由科学技术副博士A.Г.古兹编写；第17、18、20、25、26章为科学技术副博士A.K.波诺马连科编写。

恳切希望读者能将自己的宝贵意见寄到以下地址：252054，Киев-54，Ул.Гоголевская，7，Главное издательство по《Вища школа》。

目 录

名词定义.....	VI
-----------	----

序言.....	IX
---------	----

第一篇 矿山企业建设总论

第一章 准备时期的工作.....	1
------------------	---

第一节 矿井建设的阶段.....	1
------------------	---

第二节 矿井建设的准备阶段.....	4
--------------------	---

第三节 矿井建设的第一和第二主要阶段.....	6
-------------------------	---

第二篇 垂直巷道施工

第二章 矿井井筒的构造与用途.....	8
---------------------	---

第三章 井筒施工的工艺方案.....	14
--------------------	----

第一节 井筒掘进的工艺方案.....	14
--------------------	----

第二节 提升-井架配套设备装备井筒方案	21
---------------------------	----

第四章 立井工艺部分和井颈的掘进工艺.....	26
-------------------------	----

第五章 立井施工的基本过程.....	39
--------------------	----

第一节 凿岩爆破工作.....	39
-----------------	----

第二节 工作面通风.....	49
----------------	----

第三节 装岩.....	55
-------------	----

第四节 立井掘进时的排水.....	61
-------------------	----

第五节 永久支护的构筑.....	64
------------------	----

第六节 井筒安装.....	71
---------------	----

第六章 立井掘进的工作面与地面装备·····86

- 第一节 掘进提升·····86
- 第二节 向废石堆运输岩石·····100
- 第三节 凿井绞车·····102
- 第四节 吊盘、测锤、安全梯、照明、信号和通讯·····108
- 第五节 混凝土、砂浆和压气供应及地下水净化·····110

第七章 凿井配套设备·····114

- 第一节 应用凿岩爆破工艺时的配套设备·····114
- 第二节 用联合掘进机掘进立井·····118

第八章 与井筒相连巷道的掘进·····125

- 第一节 井筒与马头门和其它巷道连结部的掘进·····125
- 第二节 箕斗井装载站巷道总体及其相互间联络道的掘进·····139

第九章 大断面垂直巷道的施工·····143

第十章 技术-经济指标计算·····151

- 第一节 凿岩爆破工艺掘进立井时的技术-经济指标·····151
- 第二节 用凿岩爆破工艺通常方法掘进立井时的先进经验·····164
- 第三节 发展普通法掘进立井工艺的任务与前景·····174

第三篇 水平与倾斜巷道的施工

第十一章 巷道施工概述·····178

- 第一节 巷道施工的方式与方法·····178

第二节	巷道断面的形状和尺寸·····	181
第三节	掘进循环及其要素·····	183
第十二章	水平岩石巷道施工的凿岩爆破工艺·····	185
第一节	掘进岩石巷道时凿岩爆破工作的特点·····	185
第二节	巷道通风·····	189
第三节	装岩·····	193
第四节	临时支护·····	198
第五节	铺轨、修水沟、悬挂管路·····	199
第六节	永久支架·····	200
第七节	掘进岩石巷道的综合机械化·····	203
第八节	巷道与工作面照明及矿山测量·····	208
第十三章	巷道掘进的组织工作和技术-经济	
	指标计算·····	210
第一节	组织工作·····	210
第二节	综合生产定额、单价、掘进队人数和掘进工人 劳动生产率的计算·····	211
第三节	掘进队的工作组织图表·····	213
第四节	巷道掘进的定额与技术速度的计算·····	214
第五节	巷道掘进预算价值的确定·····	219
第六节	岩石巷道掘进的凿岩爆破工艺经验·····	222
第七节	巷道掘进自动化设计系统的应用·····	227
第十四章	岩石巷道的联合掘进机施工工艺·····	230
第一节	概 述·····	230
第二节	滚圈型联合掘进机的巷道施工·····	230
第三节	用部分断面联合掘进机掘进巷道·····	232
第四节	掘进巷道工艺方案分析·····	240

第十五章	厚煤层中的平巷施工	245
第一节	平巷施工的工艺方式	245
第二节	平巷掘进的联合掘进机工艺	245
第三节	平巷掘进的凿岩爆破工艺	252
第四节	平巷掘进的水力机械工艺	254
第五节	用风镐掘进平巷	255
第十六章	薄煤层中的平巷施工	257
第一节	概述	257
第二节	窄工作面平巷施工的联合掘进机工艺	258
第三节	窄工作面平巷掘进的凿岩爆破工艺	261
第四节	宽工作面平巷施工	269
第五节	急倾斜煤层中平巷施工的特点	278
第六节	通风平巷施工的特点	279
第十七章	井底车场巷道施工	281
第一节	概 述	281
第二节	长巷道的施工工艺	282
第三节	硐室掘进的工艺特点	286
第四节	巷道与硐室施工的工艺设计	289
第十八章	倾斜巷道施工	291
第一节	倾斜巷道施工的特点	291
第二节	上山施工	292
第三节	下山施工	301
第四节	开切眼与溜煤眼施工	309
第五节	天井施工	314
第六节	斜井与平硐施工	317
第七节	斜巷掘进工艺设计的特点	321

第十九章	大断面巷道的施工工艺	324
第一节	概 述	324
第二节	巷道的施工方案	325
第三节	巷道的施工工艺	329

第二十章 矿山企业建设中的平巷与斜巷的维修

	与修复	337
第一节	支架的变形	337
第二节	平巷与斜巷的维修	338
第三节	平巷与倾斜巷道的修复	342

第四篇 特殊施工方法

第二十一章 掩护支架法掘进巷道

第一节	板桩法施工垂直巷道	344
第二节	帷幕法施工垂直巷道	349
第三节	沉井法施工垂直巷道	362

第二十二章 巷道的降低水位法施工

第一节	降低水位法的实质及应用条件	370
第二节	降低地下水位的方案	371
第三节	降低地下水位的钻孔种类	372
第四节	降低水位设备	373
第五节	降低水位工作进行顺序	381
第六节	巷道的降低水位法施工经验	382

第二十三章 巷道的压缩空气法施工

第一节	实质与应用条件	384
第二节	压缩空气法施工立井时所采用的设备	384

第三节	压气沉箱法掘进立井的工艺方案.....	386
第四节	水平巷道的压气沉箱法施工.....	389
第五节	压气沉箱法工作的安全规程与工业 卫生标准.....	389
第二十四章	巷道的冻结法施工.....	391
第一节	实质与应用条件.....	391
第二节	冻结设备.....	393
第三节	冻结孔的布置与钻进.....	398
第四节	岩石冻结工作的进行顺序.....	401
第五节	冻结法施工井筒.....	404
第六节	冻结法施工水平与倾斜巷道.....	405
第七节	冻结岩石的特殊情况.....	407
第八节	岩石冻结过程的计算.....	409
第二十五章	巷道的岩层注浆法施工.....	412
第一节	方法的实质与注浆分类.....	412
第二节	注浆材料.....	413
第三节	浆液压注方法和注浆设备.....	415
第四节	地面注浆.....	423
第五节	井筒工作面注浆.....	428
第六节	后注浆.....	432
第七节	沥青注浆、化学注浆.....	433
第八节	注浆工作的检查.....	435
第九节	岩石注浆的主要参数计算.....	436
第二十六章	井筒与大直径深孔的钻井法施工.....	445
第一节	井筒与大直径深孔的钻进.....	445
第二节	采用PTB型机组钻进井筒.....	458

第一篇 矿山企业 建设总论

第一章 准备时期的工作

第一节 矿井建设的阶段

新建矿井开工和现有生产矿井的改造主要经过以下几个阶段：设计、建设和投产，并逐步增产达到设计规模。这些阶段要按顺序完成，从开始设计到完全达到有用矿物的设计产量要经过10年时间。根据社会主义生产的基本方针是不断提高基本建设投资的经济效益，这就要使新建矿山加快达到生产能力。为此，必须使施工设计与达到矿井的设计产量同时进行。如果按施工年度编制设计文件，并使企业按顺序投产与综合配套开工，这是可能实现的。

矿井设计分为工艺设计（矿井设计生产部分的规划）与施工设计（矿井建设的工艺规划）。

在设计的第一阶段所编制的矿井设计包括：说明书，技术与施工决策，施工组织，民用建筑，预算文件与设计证书，这一设计应当是矿井建设或改造的技术经济合理性的依据，并决定了该矿井生产与建设的先进的技术经济指标。

矿井设计的批准是开始如下工作的基础：准备施工文件（设计的第二阶段）和开始进行圈定井下和地面建筑用地范围，编制准备阶段设计，制定对被破坏土地的覆地造田计划，对施工场地的疏干，对岩石的冻结与注浆，地面水排除等施工组织与技术措施。

在设计过程中要遵循的程序与所要确定完成的工程量应适当，要使准备阶段工程量大施工期长的场外建设工程（敷设公路、铁路、管路、输电线路和通信线路、建筑工地基础设施、生活住宅建设）要在第一阶段设计批准后开始。

施工文件包括：施工图纸、预算、建设和安装工程明细表，所需原材料，建筑安装工程预算变化指标计算表，劳动力消耗，主要建筑材料的消耗量明细表，设备清单，建筑施工图的说明书。

施工文件是按每年的建筑安装工程图表制定，并要提前一年交给承包建设单位。

施工文件的编制与发放程序决定于矿井施工组织设计（ΠОС）。施工组织设计是矿井设计的组成部分（见“施工组织”一章），它包括使企业全部达产和顺次达产的所有主要技术决策。

在施工组织设计的基础上编制地面与井下最复杂施工项目的施工设计（ΠΠР）。

只有在深入地，准确地研究与制定施工组织设计与施工设计中施工工艺的基础上，才有可能如期按最初的预算来高质量地完成矿井建设（改造）。如果在编制施工组织设计和施工设计时，为节省时间和资金而损害质量，以及在施工时偏离设计，其结果都将造成延误工期及造成超支达几百倍的经济损失。

用地下法开采有用矿物的矿山企业建设分为三个阶段：准备阶段；第一主要建设阶段——井筒施工（构筑）；第二主要建设阶段——水平、倾斜巷道、硐室施工。

每个阶段的目标不仅在于完成本阶段的工程，还要为下阶段工程准备好工作面。

划分建设阶段不是对整个矿井而是要加快单个井筒的建设。这样组织施工可使矿区有可能比较快的投入生产。

通风与入风（分列式）井筒与中央井筒相比直径小，深度浅，装备简单，因此建设得较快。常有这种情况，即在中央工业广场进行准备阶段的工作，而在分列的井筒进行第一阶段工程，然后在中央井筒进行第一阶段，而在分列井筒进行第二阶段。目

前矿井建设中井巷工程的主要工程量是由分列井筒来完成。有时分列井筒的掘进与安装工程已全部完成和回采工作面已准备完毕，回采设备安装工作已完成，即第二阶段工程已结束，但中央井筒以及与其相连井底车场尚未施工完毕，这时有用矿物则要通过分列井筒提出。这样单个井筒施工阶段的错开，其目的是使矿井的部分生产能力尽快投入生产，达到节约各种资源，确保基建投资的最高效益。新井建设第一阶段与第二阶段工程量之间的比例关系见下表。

已提交的巷道工程量和新结构物的预算值

矿 井 名 称	年 产 量 kt	提交的巷道工程量, km ³					矿井最初预算 值, 百万卢布		
		井筒	%	水平和 倾斜巷 道	%	总计	采矿 工程	%	总计
“矿工-深井”	2100	203	24.2	638.5	75.6	841.5	84.5	56.2	150
“红军-西方” №1	2100	83.17	20.2	329.23	79.8	412.4	50.5	44.1	114.4
尼库林矿	2300	5	3.2	152	96.8	157			40.6
“西顿巴斯” №16/17	2400	79	16.2	407	83.8	468			88.5
“桑姆索诺夫西部” 矿	2400	269	38.2	436	61.8	705			128.0
“南顿巴斯” №3	2400	112.1	26.8	306.5	73.2	418.6	45.5	41.1	110.7
“耶高利强斯克” №1~2	3000	120.2	5.3	363	94.7	383	57	41.2	138.2
“道尔让斯克主井”	4200	81.4	13.5	522.5	86.5	603.9	48.6	28.3	171.6
“苏哈道利斯克-东部”	3000	150.2	20.2	592.6	79.8	742.8	62.8	44.3	141.5
“共青团-顿巴斯”(“日丹诺夫-主井” №1)	1800	85	16.5	432	83.5	517	45.4	33.7	134.5
“狭谷 №1”	6000	27	3.4	764	96.6	791			141.3

从表中数值可看到，采矿工程的主要工程量是水平与倾斜巷道施工。因此要特别注重第二阶段的设计和组织工作。但不可忽视中央井筒和井底车场施工的特殊复杂性和施工延误时间较长等特点。当中央井筒和分列井筒的第二阶段工程结束的时间相同时，将取得最高效益。这时应考虑到，要使年产180万t的现代化深井一次投产，实际是有困难的，有时也不可能，最终结算也不合理。其主要复杂性在于同时需要参加施工的人达几千人，需要

给他们提供适当的工作与生活居住条件。

对于施工单位（鉴于他们生产能力不足）和甲方在企业年产小于100万t煤时，使其分批投产，在经济上是合理的，只有当企业达到了设计产量时才可认为完成了矿井的设计，施工与生产各阶段。

第二节 矿井建设的准备阶段

准备阶段的施工—安装工作是在新井或生产井改造设计已被批准的基础上开始的，这包括准备时期工作设计文件、地表和矿建用地获准设计以及由于进行采矿工作矿床和地表需要保护的范

围。

矿井建设工作要完全按照施工组织设计进行。在设计中对建设拨款，施工用建筑材料、设备、水、通讯联系、汽车运输、仓库保管、装载与卸载机械等问题均有明确规定。在开始施工前应确定总承包单位和承包单位，建设管理系统与施工计划要协调一致，根据各种材料供应图表预先确定材料-工艺的供给，解决好干部配备问题，并保证他们的住房和社会文化福利服务，工业广场的范围、井筒、主要构筑物及主要管线的中心线要标明。

新井建设一般都是中央井筒与分列井筒（通风井和入风井）的工业广场、建筑工地基础设施（钢筋混凝土构件和金属构件厂，木材加工联合厂，钢筋车间，机械修配厂），生活居住区与其他项目同时开工。正确确定每个工业广场在准备阶段的工程项目与工程量，以及适时的进行施工，将决定着整个矿井建设的时间和完成的质量。

整个工业广场被分为工业广场以外与工业广场以内两部分。

工业广场以外工程包括：建筑公路、铁路、输电和通讯线路、供水管路和排水管路、净水构筑物、矸石堆周围场地与运输矸石线路的准备工作。

顿巴斯一些矿井的工业广场以外工程施工费占整个准备期工程费的30~55%，其余部分属于工业广场以内工程费。

主干线与服务年限长的永久性的汽车公路要首先建立。在沿道路主干线的沟槽中铺放大直径管路或地下通信设备用的集束管，要预先设计。把在粘土基础上铺放碎石或钢筋混凝土板的临时道路直接建筑到施工现场。

饮用水是由地区供水网，用水管供给。如果建设初期没有供水网，可先建临时饮水用的水井。工业用水可用附近水源。

下水道和净化水构筑物要一下子建成永久性的，并在井筒开凿前投入使用。利用露天排水沟将排出水与雨水及时排列自然洼地或峡谷是特别重要的。但必须采取措施，防止底板土壤被侵蚀。

工业广场内的准备工作，要根据每一个项目的用途由设计确定。

在中央井筒工业广场要完成零点标高的一系列工程：平整施工场地、敷设地下管线，建筑物基础的营造，建广场内的福利设施，建永久和临时汽车运输线路，建标准铁路线，同时还要建全矿用的施工项目——行政福利联合大楼、锅炉房、压风机房、变电所、机械修配厂、仓库及其他井筒开始施工所必须的永久和临时建筑物及构筑物。

风井与入风井的场地建筑的准备工作项目和工程量比较少，一般都采用对凿井所必须的临时的移动式设备。其永久项目——通风机、加热器及冷却装置，已在第一主要建设阶段开始建造了。

在施工组织设计中应包括压风机站、混凝土及水泥砂浆供应站、变电站、锅炉房、机修车间、仓库，防火用水池，中央工业广场或几个工业广场的排水管路和饮用水管路的施工。在通风井和入风井广场上，考虑到生产劳动人员的行政福利，联合建筑物的建筑是必须的，这将在矿井建设的第二阶段进行。

在准备阶段进行的工程项目都直接与井筒有关（装备井筒，钻冻结或注浆孔，掘进井颈等），这些项目要算为整个井筒施工的开始时间，准备阶段不考虑与井筒建设直接有关的工作和井筒装备所花费的时间，而是根据矿井生产能力与距工业发达区的远近取6~16个月，其总费用预计为400~1200万卢布。