

[苏] И. К. 斯坦琴科 等

煤炭工业出版社

煤矿矿井设计

张百川 译



1

MEIKUANG KUANGJING SHEJI

井施工过程中出现的问题。主要的注意力则是集中在先进设计方案的编制程序和论证上。

作者还对矿井施工组织设计问题给予了应有的注意,指明了这个问题在很大程度上决定着建井工期的长短。

作者认为,提高地面建筑物与构筑物综合工程设计技术水平的必要性更加迫切了。由于这个缘故,在本书中分析了《多尔然-大井》矿井的总平面设计方案和年产200万吨以上矿井的试验性设计方案。

可以认为,用现代数学方法进行设计方案的最优化是一个发展方向,同时又考虑到在本部门所有的设计院中都建立有数学资料供应部门和计算技术部门,因此本书中有必要阐明从数学上实现矿井动态模拟和详细叙述编制及实现这种模拟(把矿井当作一个复杂的系统)有关的主要情况。

除了这个问题的纯理论观点以外,作者根据许多设计院在矿井设计实践中应用经济数学方法的情况,详细分析了施工组织的问题,并且将自己的见解告诉读者。

作者认为设计和概算的鉴定,在提高设计质量工作中有很大意义。因此,本书中还编入了有关设计鉴定的内容。



说 明

本译文是根据原书各章的内容及其参考价值,将主要章节按原著全文译出,删去了原著的第一章(包括图1、表1~4),对二、三、十一章采取了节译,并将二、三章的节译部分合并成为一章。译文对原著的章次进行了重新编排。

译 者

一九七九年元月五日

原 序

现代化煤矿是煤炭开采与加工的大型企业，它具有高度的机械化与自动化。在这些矿井中进行着相互配合的多种复杂生产过程，其中包括回采工作面、主要巷道、准备巷道以及地面生产系统等生产过程。

由于科学技术的革命，从根本上改变了矿井的面貌，主要是：回采工作面采用综合机械化采煤，大大提高了工作面的生产能力；在落煤与装煤实现高度机械化与自动化的同时，井下运输采用了大能力的运输机、大功率电机车和大容量矿车；控制矿山压力和改进地面生产系统。

与此同时，由于开采深度加大、水文地质条件变复杂、矿山压力和瓦斯涌出量增大、煤与岩石瓦斯突出次数增多、围岩温度显著增高，这就给设计工作者和学者们提出了一个既困难而又极其严肃的任务，即建设技术先进、高度机械化而又经济的新型矿井。

解决这个问题时，设计部门应当拟定最完善的工艺，编制合理的施工与建筑设计方案，并保证降低吨煤的基建投资。

近几年编制的、可称为高水平的矿井设计，首先是《日丹诺夫-大井》矿井、《克腊斯诺阿尔麦斯克-西部》1号矿井（顿涅茨矿井设计院设计）和《多尔然-大井》矿井（南方矿井设计院设计）。

按照这些设计建成的现代化大型矿井，其采煤工作均采用先进的技术装备。一般讲，在一个煤层中布置3~4个综合机械化采煤工作面，实现了回采工作集中化。采用这样的技术方案时，劳动生产率的设计指标可以超过现有生产矿井实际指标的3~4倍。

然而，到目前为止，许多矿井的设计仍停留在技术水平不高、技术经济指标低的水平上。

本书比较充分地阐述了采矿企业的设计程序、编制设计与矿

目 录

第一章 矿井设计原始资料及主要技术方向	1
第一节 矿井设计原始资料	1
第二节 矿井设计主要技术方向	5
第二章 矿井设计主要参数的最优化	10
第一节 选择矿井设计最优方案的科学基础	10
第二节 编制新矿井设计时主要参数最优化方法的应用	17
第三节 开采急倾斜煤层群矿井新水平开拓参数的最优化	24
第三章 井下运输工艺系统及运输工具	33
第一节 概述	33
第二节 井下运输方式及运输工具	35
第三节 井下运输到发车场的设计	47
第四节 井下运输工艺系统	53
第五节 经济指标	58
第六节 井下运输的安全技术要求	59
第七节 井下运输的发展远景	60
第四章 矿井井筒与提升设备	67
第一节 概述	67
第二节 矿井提升设备	68
第三节 矿井提升的构筑物	77
第四节 提升设备的设计	85
第五节 矿井提升工作的安全技术要求	96
第六节 矿井提升的发展远景	96
第五章 矿井通风设计	103
第一节 矿井通风设计原始资料	103
第二节 矿井微气候条件	113
第三节 矿井通风设计	115
第四节 确定通风网路的稳定性	124
第五节 瓦斯排放设计	126
第六节 矿井空气调节	135

第六章 矿井地面布置	156
第一节 矿井地面布置及对地面布置设计的要求	156
第二节 《多尔然-大井》矿井地面布置设计技术方案	161
第三节 年生产能力200万吨以上矿井地面布置的实验性设计	163
第四节 矿井地面研石系统	173
第五节 井下开采对周围环境不良影响的保护措施	176
第七章 矿井施工组织设计	180
第一节 标准文件与建设工期	180
第二节 矿井建设准备阶段	194
第三节 井筒掘进及其掘进阶段的井筒装备	219
第四节 矿井建设的第二个主要阶段	262
第五节 矿井施工组织设计的施工总平面图	271
第六节 矿井建设综合施工进度图表	273
第八章 巷道掘进与支护设计	275
第一节 长距离巷道掘进的施工方案设计	275
第二节 立井井筒支护	285
第三节 主要水平巷道与倾斜巷道的支护	287
第四节 准备巷道的支护	291
第五节 支护的壁后充填	294
第六节 巷道支护设计与计算的发展远景	297
第九章 矿井设计的鉴定	304
第十章 改善设计及概算工作的主要方向	310

第一章 矿井设计原始资料 及主要技术方向

第一节 矿井设计原始资料

编制采矿企业技术设计的原始资料是：各工业部门的分布情况及远景规划；建设该企业是否合理的技术经济依据；国家有益矿物储量委员会批准的地质资料；企业设计的矿产地及其有用性的文件以及选择施工场地、征购土地和划定矿山范围的文件。

编制设计的第一个依据是煤炭工业部批准的设计任务书。

根据设计任务书和批准的勘测设计工作计划，设计单位可以与建设单位签订关于完成矿山企业设计的协议。

一、设计任务书

拟订编制技术设计（施工技术设计）的任务书是根据各工业部门的分布情况及其远景规划、工业制造能力的分布情况及其远景规划、各个分区和矿区的有益矿物开发系统图、煤炭工业设计中有关大型复杂工业企业及建筑的主要技术方向、上级批准的技术经济依据。

设计单位应当参加设计任务书的编制工作。此项工作是矿井技术设计（施工技术设计）的综合性工作的一部分。

矿井设计任务书中包括：

企业、建筑物或构筑物的命名；

进行设计的依据；

确定施工场地及其范围；

主要产品品种名称、初期生产能力及规定的生产能力，有益矿物的质量特征；

分层描述有用矿物的特性及其所含贵重成分的特征；

有益矿物的用户；

对产品质量的要求及其用途；

企业设计的基础——地质资料；

矿井、金属矿山、露天矿、金属露天矿的工作制度；

企业的专业化以及和其它单位的合作关系；

矿井、金属矿山、露天矿、金属露天矿建设期间和生产期间原料、水、热力、瓦斯、电力的供应来源；

矿井水、污水的净化和排水条件；

主要工艺过程及设备；

在矿井、金属矿山、露天矿、金属露天矿生产中采用自动控制系统的必要性；

矿井、金属矿山、露天矿、金属露天矿和其他建筑物、构筑物所可能扩大的规模；

施工工期(根据工期标准)、施工程序、分期移交生产的能力；

对恢复被破坏农田(恢复耕种)的设计要求；矿井建设期间与本工业区其他企业的协作关系；

规定设计应当达到的企业、建筑物或构筑物的基建投资规模和主要技术经济指标(产品成本、劳动效率等)；

生活建筑及文化建筑工程设计用的资料。

当矿井、金属矿山、露天矿、金属露天矿布置在城市和其他居民点的范围内时，在设计任务书的补充内容中，设计委托单位应当向设计单位提出建筑设计任务书以及施工区段的施工执照(包括所划出区段的技术资料、与城市工程管网和结构物连接的技术条件、拆除现有建筑物与地下构筑物的条件等)。

设计任务书被批准以后，不经上级机关批准，设计单位不得任意改变。

二、原始地质资料

为了比较正确地研究有益矿物矿产地，在开始采矿企业设计之前，应进行地质勘探，以便确定该矿产地或区段总的工业前景、可采储量、矿床的地质条件、开拓与开采资源的方案。例如，若地质勘探工作确定煤层离地表不深，并有倾斜角度，则可

以采用斜井开拓；如果煤层埋藏很深，一般是采用立井开拓。

井田边界的确定和采区的划分，取决于煤层的厚度及其稳定性。

煤层倾角、厚度和瓦斯含量，对于确定井田的开采方式（前进式或后退式、盘区式或阶段式）、开采系统、回采工作的机械化和井下通风需要的进风量等起着决定性的作用。

这就是为什么设计单位应当在编制设计之前必须具备井田地质、水文地质方面的完整资料，并对其作出认真的评价。

按照有益矿物（包括煤炭）的经济价值，可以划分成两类：

平衡表内储量：这些储量应当满足资源计算检定标准，在经济上利用这些资源是合理的。

平衡表外储量：这些储量的埋藏量少、煤层厚度小、含有价值的成分低、开采条件特别复杂、必须采用很复杂的工艺，目前利用这些资源是不合理的。但是，今后可能成为工业开发的对象。

在矿井设计中要确定井田的工业储量（即井田平衡表内储量减去整个井田总的煤炭损失量后的余数）。总的煤炭损失量包括开采损失、工业场地和井底车场附近的保护煤柱、隔离煤柱、地质构造附近的损失等。开采损失决定于所采用的开采方法、采煤工艺（水力采煤或普通方法采煤）和其他因素。

按照勘探精度、对资源性质的了解程度和矿山技术条件，煤炭储量分为四个等级：

A级——在被评价的矿床或区段内，对煤的储量和工艺性质都有详细的了解，其了解程度完全可以满足合理利用资源的要求（确定煤的牌号、煤的灰分等）。同时，对矿井自然因素（水文地质、工程地质等）及对开采方式起决定作用的条件（准确地确定天然的瓦斯危险程度、瓦斯热力条件等）也有了详细的研究。

B级——对煤层储量有相当的了解，但是，地质构造的细节还需要进一步修正，还可能出现破碎带、局部地质破坏、侵蚀带、煤层变薄、煤层尖灭，这些地质现象的产状和范围也需要进

一步修正。

C₁级——推断出来的煤层储量，煤层厚度、煤层结构和煤层储量的合格程度，以及煤层的可采范围等资料还需要进一步确定；只是大体上确定煤层的赋存条件；根据不够充分的勘查工作或者根据已了解清楚的相邻区段的对比来阐明煤质及其工业用途；根据一般的地质资料，对决定开采方式起决定作用的自然因素只作了对比的分析。

C₂级——对煤层储量、煤层厚度、煤层结构、煤层赋存条件和煤质的推断，只是利用一般的地质资料和地球物理资料，而这些资料又是来源于个别点的取样和化验，或者仅仅根据与相邻勘探块段的对比。

地质勘探部门把地质勘探工作获得的资料（地质报告）提供国家矿产储量委员会研究和批准。

设计部门除了根据地质勘探、岩相学的研究，对煤层储量得出的结论，以及煤样的分析和试验以外，还应从地质部门那里取得下述资料：煤质特点、灰分、水分、含碳量、含磷量、挥发分、发热量、煤的炼焦有用性。

在进行勘探工作阶段，要了解矿床或区段的水文地质特点。特别要注意与确定突水危险程度和强含水层或区段有关的问题。在这个阶段还要了解地面水和地下水的化学成分、水中含菌情况，并确定其对金属或混凝土的腐蚀性。

对地质勘探资料进行研究和分析，可以使设计部门判断出矿床的含水程度、确定矿井的井下涌水量，并对生活用水水源和工业用水水源作出评价。

此外，在地质报告中还应当包括围岩的机械物理性质的资料、确定岩石在自然状态和含水状态下的强度（硬度）、孔隙率、导水性和导水率、胀裂性、可塑性、膨胀和冒落的特性、岩石的岩相学与矿物学成分、层理和节理发育程度等资料。

对开发多年冻结的矿产来讲，要确定岩石的冷冻状况、冻结带上下界限的位置、范围、融化扩展深度等资料。

在原始地质资料中还应包括关于产生煤尘与自然发火、岩石的矽肺病危险性、矿床的地温条件与天然瓦斯含量的资料。

设计单位在设计开始之前，应当详细研究地质勘探部门在地质报告中提出的资料的可靠程度，检查地质报告中所包括的设计需要的资料。必要时，设计部门还可以向地质勘探部门提出补充地质报告资料的要求。

第二节 矿井设计主要技术方向

矿井设计必须充分参照苏联煤炭工业部拟订的“煤炭工业主要技术经济方向”见参考文献〔37〕：

在采用大功率联合采煤机和刨煤机的同时，应当广泛地应用包括自移式液压支架的综合机械化设备；

实现从采区工作面到主要水平运输巷道的运输机化，在主要巷道中推广采用大运输机、大容量矿车和高速大功率电机车；

大量采用掘进机、切割联合机组和其他机械化设备，以减少人工打眼和装载，大大提高巷道掘进速度。

改善矿井地面生产系统的机械化和自动化、集中维修设备和集中供应支护材料及其他材料，可以使地面作业的劳动量减少2倍以上；

从单个设备自动化过渡到整个生产工艺和生产管理的自动化，在企业 and 组织工作中应用现代化的调度指挥和通讯工具，采用计划、统计、情报管理与分析的计算机及自动化系统；

改进采煤工艺及开采系统，首先是改进有煤与瓦斯突出危险和矿山冲击地压，以及深井厚煤层的采煤工艺及开采系统；

提高工作面能力和加大采区尺寸，从而提高生产的集中化；

扩大选煤厂、煤砖厂及其设备的加工规模，从而改善煤的质量；

采用先进的选煤工艺；为了充分满足国民经济和居民的需要，要增加优质煤的生产；在选煤厂和煤砖厂广泛采用生产工艺综合自动化的设备；

发展更经济的露天开采方法，靠现有露天矿的改建和技术改造来改善这些露天矿的生产，或者建设大型露天矿，可以大大降低煤的成本和提高劳动生产率；

首先建设那些开采炼焦煤和无烟煤收益大的大型矿井；

改进多层次的管理方法和企业管理结构；

实现采掘设备供电电压向660伏的过渡，并研制采用更高电压的技术设备；

发展集中修理机械设备的基地，推广各种机组大修的专业化；

提高科研及设计部门的工作效能，保证科学技术的新成就广泛地应用到生产中去；

扩大和加深经济方面的研究，揭示出提高劳动效率的潜力、降低采煤及洗选煤的成本、提高基建投资的经济效果、充分利用煤炭企业的固定基金、改进企业的计划管理、改善劳动工资、实行物质鼓励、技术定额和科学的劳动组织，保证煤炭企业的盈利。

矿井采煤工作制度：

每年工作日数	300
每天工作班数	3
井下每个工作班工作时数	7
地面每个工作班工作时数	8
劳动者每周工作天数	5

编制矿井设计时，应当具有A、B、C₁级表内储量占下列比例的资料：

第一类——地质构造简单的矿床：A + B级储量应当占总储量（A + B + C₁）的50%以上，其中A级不少于20%；

第二类——地质构造复杂的矿床：B级储量应当占总储量的50%以上；

第三类——地质构造特别复杂的矿床：全部储量都可以按C₁级评价。

矿井类型（个体式矿井或分区式矿井）是由设计来确定的：

当井田走向长度小于6公里时，应当以建设个体式矿井为原则；井田走向在6公里以上，同时吨煤瓦斯涌出量超过 10米^3 时，则优先考虑分区式开拓系统。

全矿井需要的回采工作面总长度（包括备用能力）由工作面推进速度而定。此速度应当比机械化或通风条件所允许的最大推进能力低15~20%。

一般讲，矿井设计能力应当由一个生产水平的生产能力来保证。

为了保证开采缓倾斜煤层及倾斜煤层矿井的稳定生产，各开采水平的储量应当保证服务10~15年以上，对开采急倾斜煤层来讲，则不少于10年。

在确定矿井生产能力时，如果有几个可采煤层，则用不同方案的技术经济比较来确定全部煤层同时开采还是分组依次开采。同时，要考虑到煤层间距的大小、煤质、煤层的保护层排放瓦斯特点等方面。

一般讲，在缓倾斜和倾斜煤层条件下，应当以同时开采煤层不多于2~3层为原则；在急倾斜煤层条件下，应当不多于可采煤层的70~75%；当50%的煤层有煤与瓦斯突出危险时，则应当不多于可采煤层的60%。

从技术经济方面，确定了矿井生产能力和井田大小，也就确定了矿井服务年限。不过，应有个控制范围。生产能力大于180万吨的新矿井，其计算服务年限不宜少于50年。按照这个划分范围，推荐不同的开发方式、开拓顺序及开采方法。

技术设计规范建议，设计中应当以回采工作综合机械化与自动化为原则，采用技术经济指标高而且最先进的设备，以保证劳动强度最低和生产安全。机械化设备的选择，要预见到近几年技术的发展。

在长壁采煤工作面中，建议采用下列最有效的设备：

缓倾斜煤层采全高或分层开采时，应当采用浅截式联合采煤

机或刨煤机、可弯曲刮板作工作面运输和液压自控的液压自移式支架；

倾斜煤层或急倾煤层采全高或分层开采并采用全部冒落或充填法管理顶板时，应当采用包括浅截式采煤机或刨煤机和自移式液压支架的综合机械化设备。必要时，还包括充填设备。当采用倾斜（向下）条带式采煤时，综合机械化设备是由掩护式支架和采运设备组成的；当采用仰斜条带式采煤时，综合机械化设备则是由自行式联合采煤机、可弯曲刮板输送机和支架组成的，并且与充填设备配合一起工作。

在复杂的地质条件下，当不适合采用自移式支架时，则应当采用浅截式联合采煤机或刨煤机、可弯曲刮板输送机、单体液压支柱和单体金属支柱（工作面支柱和放顶支柱）铰接顶梁（优先采用液压支柱）；

另外，还建议在工作面与顺槽连接处采用端头支架。

当用短臂工作面开采煤与油页岩矿床时，应当采用同型号的自行式设备（包括联合采煤机或装载机、刮板输送机、自行式矿车、仓式转载机、钻眼机械和锚杆支护用的设备）来进行切割和回采工作。

准备巷道的掘进，应当采用最经济的方法，供配备的设备有：

可以使准备巷道各个工序实现机械化的掘进机组；

与转载机配合使用的煤巷联合掘进机（或切割机）和岩巷掘进机，保证联合掘进机不间断生产及高效率地进行工作的自行式矿车或仓式列车和架棚机；

钻装机及其配套设备；

斜巷钻进机。

在技术规范中对正确组织和有效进行充填工作也给予了极大的注意。规范建议在下述情况下对采空区实行充填：开采有自然发火危险的厚煤层；开采有煤与瓦斯突出危险的急倾斜薄煤层；在已消灭的火灾区下和在有突然下陷危险的粘土层下开采煤

层；为了依靠有效控制岩石压力，以提高采矿工作的安全性，减少煤量损失；保护地面建筑物及构筑物免除损伤和破坏；以及矸石留弃在井下是经济合理的。

根据不同的用途，通过技术经济核算，选用一般的充填材料或经过硬化的充填材料。

充填材料的运输及其向采空区进行充填，可以采用水力方法、压气方法、自流法以及利用扒矿机和机械投射的方法。水力方法和压气方法是主要的方法。

选择何种充填方法应该通过技术经济计算。

砂子、破碎后的矸石（采用专门的采石场和露天矿剥离的矸石、巷道掘进出的矸石、破碎后的旧矸石堆燃烧过的矸石和天然烧焦的废石、选煤厂的排矸、锅炉的和冶金矿渣），都可以用作充填材料。但是，在自然发火煤层中掘进巷道得到的矸石，不准作为充填材料。

充填材料应当满足矿区技术规定对井下充填材料的要求。

当开发与开采的煤层具有瓦斯突出以及煤和岩石突出危险时，应当采取区域性的预防突出措施（超前开采保护层、用大直径钻孔预先排放煤体中瓦斯、预先松动或爆破松动，即在准备水平或超前回采巷道中进行煤层的钻孔爆破）。

开采有煤与瓦斯突出危险和冲击地压危险的煤层时，应当采取先开无危险的保护层之开采顺序。

应当规定，开采保护层和有冲击地压危险煤层时，不准在采空区内保留煤柱。

在有突出危险的煤层中，采用的生产工艺及机械设备应当使在工作面中工作的工人人数达到最低限度。

第二章 矿井设计主要参数的最优化

第一节 选择矿井设计最优方案的科学基础

煤炭工业的科学技术革命已经使选择矿井设计最优化方案成了最重要和最现实的问题。

设计工作者经常遇到以下这些问题：选择科学而又经济的方案；在复杂的岩层中建井，不论在基建时期或生产时期矿井都是一个极复杂的系统；建立一个符合现代化要求又可以获得盈利的矿山企业。

为了明确兴建企业的目标，提出达到此目标的方案，并评价其优劣；考虑到矿井可能发展的前提下作出理想的决定；采用采煤新工艺的情况下创造安全的生产条件以及达到科学技术的新成就。设计工作者不但需要解决许多课题，而且还要提出许多新课题。

在选择和编制深井及大型矿井设计的最优方案时，要采用综合机械化和自动化的生产工艺，又要创造安全、舒适的劳动条件，必然会遇到很多困难。矿井设计过程中需要解决许多课题，为最低的费用达到预期的目的寻求有效的设计方案。这样的课题也一定有能满足基本条件的数个方案。

编制设计的有关章节过程中，根据课题提出具体目标，选择某一方案作为最优方案。满足课题条件的方案，也即满足既定目标的方案，称最优方案。确定矿井主要技术面貌时，设计工作者要求在规定的工期内，以最少的基建投资达到最大的矿井生产能力，不仅要满足投产时的生产要求，而且要预见到生产期间技术方案和生产条件可能发生的变化，他就会遇到类似以下课题的典型实例：自然条件（煤层层数、煤层赋存条件、煤层厚度、开采

深度、煤层特征和围岩特征)的随机向量和矿井设计最优化参数(回采工作面个数及推进速度、回采工作面的分布、阶段高度或盘区与分区尺寸、巷道断面和巷道网络的拓补结构)的向量所带来的限制,是某一课题的重要条件。在上述限制条件下,设计工作者的目的是通过设计的实施,达到最小的换算费用(或其他标准)。

在进行设计的过程中,要比较各个设计方案以及实现这些方案所需要的费用。这些费用的经济效果则是在设计中确定的,并以货币的形式表现出来。为了选择最优设计方案,必须确定总体效果和对比效果。换算费用是方案对比效果的主要指标。也有采用与换算费用不同的其他最优化指标的意见。阿·斯·阿斯达哈夫和雅·弗·莫撒科夫拟定的指标,引起了人们的极大注意,但在具体设计中暂时尚未得到广泛采用。在设计过程中还要考虑到设计效果的补充指标:劳动效率(作业的劳动消耗量)、煤质、矿井服务年限、煤层储量的损失、建井时间和矿井生产达到设计指标的时间。选择方案对比的基础就反映了解决课题的具体办法。比较的结果在很大程度上取决于方案对比的项目和内容。

设计工作者往往在很大程度上不明确兴建企业的所有目的性和可能性,以及不能得出合理指标的情况下,来进行编制设计。

在编制设计阶段,不可能准确地确定:在多长时间以内可以拨出多少矿井建设的资金、预先明确矿山——矿井设备的变化、井田与采区大小和采煤工艺可能发生的变化、有关矿床原始地质资料和矿井施工条件可能发生的变化。因此,煤炭工业部各设计院为了提高矿井生产效能和改善矿井的技术经济指标,对矿山企业设计进行及时的必要的修改做了大量的工作。

在修正矿井设计时,要考虑到井田的实际地质特征。在很多情况下,这些地质特征与以前编制设计时所采用的资料(在煤层含水性、瓦斯含量、煤层突出与自然发火倾向方面)会有很大的不同,这些因素的综合影响,造成在1971~1973年期间花费在变更煤炭企业设计方面的基建投资增加了18.4%。由于执行保安规