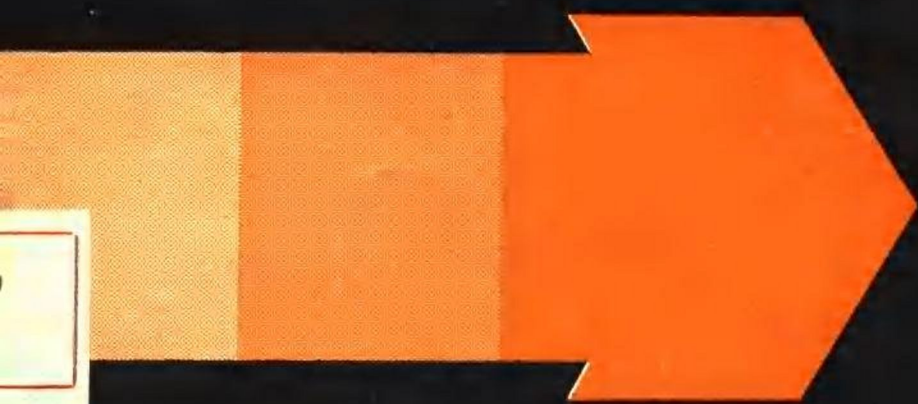
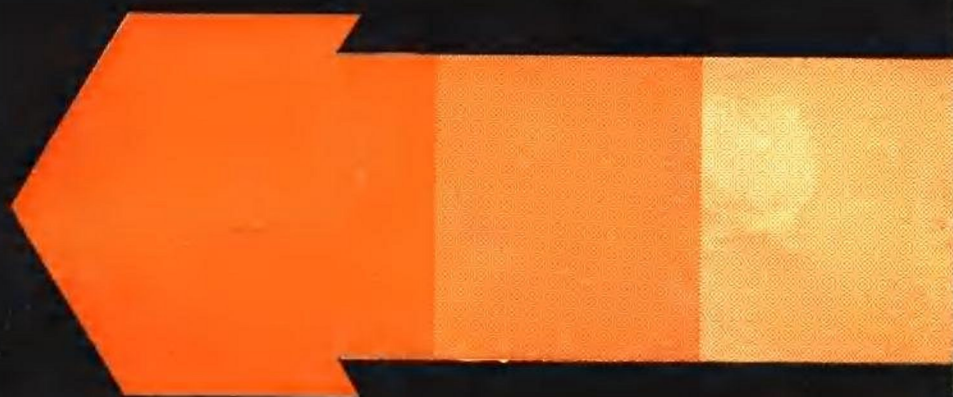


井下运输系统



煤炭工业出版社

TD529

1

3

井 下 运 输 系 统

〔苏〕B·Г·朔林等

张炳华 栾景盛 许谓淑 译 刘镇心 校

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书探讨了煤矿井下运输系统设计的主要问题,列举了一些煤矿设计中采用的井下运输机械和机组的性能及其合理的使用范围。论述了用现代标准方法学为依据,进行的井下运输系统设计的各组织阶段和工艺。

本书还介绍了主要和辅助货流量的计算方法,输送机运输和轨道运输参数的计算方法,储仓和缓冲仓的计算方法,牵引网路和变电所的计算方法,以及井下运输技术经济指标的计算标准。阐述了井下运输设计自动化系统(САПР-ПТ)的目的和结构及该系统的功能部分和保证条件部分。提出了使用САПР-ПТ系统时,设计过程的程序和信息保证以及组织的特性。

本书可供设计、科研单位和矿井工程技术人员使用。亦可作为培训高等院校采矿专业学生以及领导干部和专业人员的教材。

责任编辑:李 秀 荣

В.Г.Щорин Ф.Ф.Кузюков К.К.Кузнецов

А.И.Митейко Г.Я.Пейсахович

СИСТЕМЫ ВНУТРИШАХТНОГО ТРАНСПОРТА

Издательство «Недра», 1977

*

井 下 运 输 系 统

张炳华 栾景盛 许谓淑 译
刘镇心 校

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ 印张 $10^{3/8}$

字数 272千字 印数1—4,110

1982年6月第1版 1982年6月第1次印刷

书号15035·2479 定价1.35元

前 言

苏联国民经济主要发展方针拟定1980年前产煤量将达到7.9~8.1亿吨。

与完成这一任务密切相关的是煤炭工业技术革新，全部生产过程采用现代化机械设备，改善工艺过程和工作组织。在煤炭工业部门面临的错综复杂的问题中，有巨大意义的是改善煤炭企业设计的过程，其宗旨就是无论对整个企业或对各个工艺过程，其中包括井下运输，均要运用多方案设计法和采取最优的决定。

在论证所采取的决定，提高技术经济指标和设计及预算文件的质量方面，对设计的现代化基本要求之一是广泛使用经济数学设计方法和电子计算机。

改善设计过程的综合措施是对创造和运用设计自动化系统（САПР）问题的工作进行综合规划来实现的。在这些工作中，煤炭工业处于一种主导地位。所确定的方针，就是必须编制煤炭企业设计自动化系统（САПР-У）的标准方法学依据，改善设计工作的信息和技术保证。

本书阐述了САПР-У系统的子系统之一——作为采煤基本工艺过程之一的井下运输子系统的基本创造原则，该子系统的目的和任务，算法的、数学的和信息的保证，人-机设计过程的组织。特别重视了解决设计问题的方法及其信息保证。

本书编写的目的，在于帮助设计院、矿井、生产联合企业中从事井下运输设计的工作人员，在每一种具体情况下，选择能提高技术水平的最优途径，以及正确采用新的、较完善的运输设备。

目 录

前 言

第一篇 井下运输的生产系统和设备

第一章 井下运输的主要发展方向和生产系统	1
1.1 井下运输概论及其主要发展方向	1
1.2 井下运输生产系统	6
第二章 运输环节连接点	21
2.1 采区运输巷道连接点	21
2.2 车场、装载站和转载站	23
2.3 井底车场	39
第三章 矿山运输设备	48
3.1 矿山运输设备的分类	48
3.2 矿山运输设备的参数系列和标准尺寸系列	51
第四章 输送机运输	61
4.1 概 论	61
4.2 胶带输送机	62
4.3 板式输送机和刮板输送机	87
第五章 机车运输	91
5.1 概 论	91
5.2 矿用机车	94
5.3 架线式电机车运输的牵引网路	103
5.4 井下电机车库	107
5.5 电机车自动化操纵	110
5.6 矿车和节式列车	111
第六章 装卸站、转载站和操车场作业的机械化设备	119
6.1 刮板输送机式机械化储仓和刮板转载机	119
6.2 输送机线路上的装载和转载设备 给料机	122

6.3 矿车推车机 笼内矿车换车机组	125
6.4 装载站的自动化全套设备	132
第七章 辅助运输	135
7.1 概论 对辅助运输的基本技术要求	135
7.2 辅助运输的轨道运输设备	140
7.3 单轨吊车、单绳吊车和卡轨车	144
7.4 自行矿车	148
7.5 钢丝绳运输	151

第二篇 煤矿矿山运输系统的设计

第八章 井下运输系统现代化设计方法学的特点	152
8.1 设计阶段 煤矿矿井设计基本原则的目的和任务	152
8.2 技术设计和施工设计的目的和任务 设计文件的内容	162
8.3 井下运输系统的标准设计和标准设计资料	170
第九章 制定煤矿矿井设计基本原则时 (技术经济论证阶段)	
井下运输系统的设计方法	171
9.1 概论	171
9.2 主要运输和辅助运输的货流量	172
9.3 运输种类和形式的产生	182
9.4 输送机运输的主要参数计算和标准尺寸的选择	195
9.5 运输各环节连接点上的储仓 (缓冲仓) 参数计算 车场型式的选择	203
9.6 矿车运输参数的计算 (选择) 水平巷道的轨道运输	209
9.7 根据运输形式和种类评价各方案	219
第十章 编制技术设计时井下运输系统的设计方法	226
10.1 机车运输参数的计算	226
10.2 单绳提升参数的计算 (校正)	240
第十一章 井下运输设计自动化系统	248
11.1 概论	248
11.2 井下运输设计自动化系统的功能部分	250
11.3 井下运输设计自动化系统的保证条件部分	252
11.4 井下运输设计自动化系统分阶段运用时的设计过程组织	293

第十二章 评价井下运输系统设计技术方案的技术经济标准

定额	295
12.1 对标准定额的一般要求及其分类	295
12.2 劳动费用参数和费用参数编制的方法	301
12.3 井下运输的费用参数和劳动费用参数	307

第一篇 井下运输的生产系统和设备

第一章 井下运输的主要发展方向和生产系统

1.1 井下运输概论及其主要发展方向

与煤炭工业技术革新的主要任务有密切联系的是进一步发展和完善作为主要生产过程的矿内运输。煤矿井下的主要巷道，每天的运输量约150万吨煤，32万吨矸石，数百吨金属支架和混凝土支架，钢轨，管子及其他材料。因此，井下运输应当解决的主要工艺任务是：

接受从回采工作面来的煤并把它运送到矿井提升系统（在立井开拓的矿井中）或运送到地面（在皮带斜井或箕斗斜井开拓的矿井中）；

接受从掘进工作面来的煤、矸石或矿物并把它运送到回采工作面出煤的运输设备上（联合运输时）或运送到矿井提升系统，在单独运输时，运送到地面；

把各种设备和辅助材料运送到回采工作面和掘进工作面及井下其他生产区段，及其返回运输；

上、下班时以最短的时间、舒适地把人员运送到井下作业地点和运回，以及在工作时间内把技术监察人员和维修工人运送到井下各地；

把充填材料运送到需要的地方。

井下运输工作的特点有：主要的和辅助的货流量以及人员运送量相当大而井下运输距离较短；货流不均衡；在空间和时间上的参数和

拓扑结构均有变化的运输干线的分支多；在周围环境所含的瓦斯量、水分、矿尘量均大，以及在矿井水含有化学活性等条件所限制的平巷和斜巷，运输环节多；一条运输大巷内存在着几种运输方式等等。

井下运输工作的上述特点给运输设备的结构及整个矿井的运输方式预先定下了一些基本要求。运输方式应理解为矿井和地面主要货流和辅助货流的互相联系的运输设备和运输系统的总和。

在设计矿井运输方式时，提出应予考虑的要求有：

工艺要求——考虑到采掘工作集中化和采区、煤层和工作面的产量增加，需要保证回采工作面和掘进工作面连续工作；使各运输环节的通过能力与现有的和长远的货流量相适应；保证连接的各工艺环节和生产区段可靠地和不断地工作；

生产要求——运输过程中有用矿物的质量损耗最小和要保持有用矿物的品级，机动性强，运输耗时最少；

工作要求——操纵简单和保证服务人员有舒适的条件；

安全要求——保证劳动绝对安全；

经济要求——无论在矿井运输的技术设备生产范围内，还是在运输系统的运转过程中，均要保证在生产能力最大的情况下人员劳动和物化劳动消耗最少；

特殊要求——运输方式的各参数均应与开采煤田的矿山地质条件、生产系统、开拓和准备的参数，开采和通风方法，以及矿井运输机械和设备的工作条件相适应。

在第九个五年计划内，按上述要求实施的井下运输的技术革新，在主要指标——劳动量方面（表1-1）有可能赶上并且在许多煤田内甚至超过发达的欧洲采煤国家。

对井下运输工作的分析表明，减少劳动量的先决因素是采掘工作集中化（60~65%）和提高输送机化水平（30~35%）。

煤矿平巷的主要运输形式，仍然是轨道运输：电机车牵引的轨道运输约占全部货流量的70%；输送机运输约占30%和钢丝绳运输占0.1%。同时，斜巷的运输机械化程度：输送机为67%和绞车（提升机）为33%。除顿巴斯以外，在苏联所有煤田内，从采区的平巷和斜

表 1-1

部门 (煤田)	劳动量 (人/千吨日产量)	
	1970	1975
苏联煤炭工业部①	55	42
其中: 顿巴斯	82	60
库兹巴斯	28	23
卡拉干达	29	23
彼乔尔	34	23
莫斯科近郊	27	21

①1974年, 英国的劳动量 (人/千吨日产量) —51, 西德—43, 波兰—75

巷, 直到主要水平的运输巷道均已实现了输送机化。

苏联煤炭工业在井下输送机线路的绝对长度上占世界第一位。

1971~1975年间, 斜巷输送机化的年平均增长速度约为65公里, 比1966~1970年多40%。为了达到拟定的1980年的矿内输送机化水平 (25~30%), 第十个五年计划头几年的增长速度, 每年应为130~150公里, 继之, 每年应为200~250公里。

使采区输送机运输工作效率降低的主要因素之一, 是在输送机线路上使用运输能力低 (150吨/小时以下) 和可靠性差的胶带输送机的比重较大 (60%)。对降低采区输送机运输工作效率起重大影响的, 也是使用刮板输送机的比重大 (约30%)。在采区输送机线路的总数中, 约15%装配着七十年代生产的带宽为800和1000毫米的输送机, 而约85%装配着在第十个五年计划内生产过程中将被淘汰的, 带宽为800和900毫米的老式结构输送机。

掌握和普遍使用各种型号系列的高强度钢绳芯胶带和非燃性合成胶带的胶带输送机, 将有助于大力提高煤矿输送机运输的工作效率。

到1980年, 输送机运输应成为采区平巷和斜巷运输的主要形式。到那时, 输送机化水平规定平巷达30%和斜巷达100%。同时, 在小于25°的斜巷内, 钢丝绳运输应由特制的大倾角输送机代替, 而采区运输用的低生产能力刮板输送机应由胶带输送机或在适合的地方由板式输送机代替。

在新建矿井及生产矿井内，愈来愈多地广泛采用全盘输送机化的运输方式。

除了增加输送机运输设备的使用量和改善其结构外，正大规模地进行提高机车运输技术水平的工作。由于机车固有的优点，它今后仍是大巷运输的主要形式。因此，各部门还大力进行从根本上革新机车运输的工作。重型电机车（粘重10吨以上）使用量增加了（架线式机车增加了18%和蓄电池机车增加了70%）；大型矿车（两吨以上）的数量增到35%。在这段时间内，正运行的电机车的月平均运输能力，架线式机车增长了37%和蓄电池机车增长了36%。总粘重16吨的成对蓄电池机车，粘重10和14吨架线式机车已制成并投入工业性生产。粘重10和14吨蓄电池机车、粘重8吨高频电机车、节式列车和底卸式矿车新型高效率机车运输设备的试制和试验工作正顺利地完成。在过去五年内，用 R_{33} 重型钢轨铺设的线路总长度显著地增加，其中水平线路增加了210%和倾斜线路增加了77%。

辅助货流量不断增长，却缺乏有效的辅助运输设备，而体力劳动消耗也大，特别在输送机化采区，使得矿井辅助运输劳动量占运输总劳动量的40~50%。

为减少辅助运输的劳动量，在第九个五年计划内已开始并在第十个五年计划内将继续大力进行综合性研究。这些研究包括制定最优越的辅助运输工艺和工作组织，创制必要的运输设备（单轨吊车和单绳吊车①、卡轨车②、自行矿车、专用平板车等），以保证集装箱和成捆的辅助材料无转载地运送。

改进人员运输设备，对提高井下辅助运输工作效率也是具有很大

① 单绳吊车，原名“Моноканатые дороги”。在苏联，与单轨吊车同属一类型，不同之处是单轨吊车以轨道做承载结构，而单绳吊车以钢丝绳做承载结构。单绳吊车一般用于巷道掘进。

② 卡轨车，原名“Напочвенные Дороги”。首创于西德，叫“Kuli”或“Schienenflurbahnen”，英国叫“Roadrailer”。卡轨车的结构特点是轨道用两根槽钢，槽钢对槽钢用角钢焊接。卡轨车有四对滑轮，两对垂直轮在槽钢翼板上滚行，另两对水平滑轮卡在槽钢口内滚行。卡轨车用钢丝绳或用机车牵引。目前，卡轨车在国外广泛地在起伏性大，有底鼓的采区巷道内，作辅助运输工具。——译者

意义的。把人员运到工作地点应当是时间最短和条件舒适。

在本五年计划内，除了改进和提高利用传统设备的运输方式的效率外，开始在利用管道容器运输的崭新运输设备的基础上研究建立无转载的连续运输方式。

在用高效采煤机组的基础上改造煤矿以及采掘工作集中化的增长，对井下运输工作，特别是改为30小时工作周的井下运输工作提出了更高的要求。井下运输进一步发展的主要方向是大力提高运输干线的可靠性和通过能力；减少劳动量；取消多段性运输和提高斜巷的运输能力；采区以及全部斜巷运煤实现全盘输送机化；在各运输环节的连接处采用煤仓；普遍实现调度控制和调度管理；提高运输设备的技术水平和经济效果；完善井下运输工作组织。

为实现所提出的任务，需要做到：

在开采缓倾斜煤层的矿井，从工作面到主要水平依靠实现全盘输送机化运煤来大力扩大输送机运输的使用范围，完成全部运煤斜巷的输送机化，在货流集中的矿井用输送机把工作面的煤运到井底车场，斜井提升时则一直运到包括铁路装车的地面生产系统；

在连续输送机化的矿井的主要平巷内，以及在 18° 以下斜井、上山和下山采用保证整个巷道长度内不转载运煤的强力输送机；

在上山区和下山区的平巷内，以及同输送机斜巷连接的平巷内用较完善的新型号系列的胶带输送机代替老式胶带输送机及刮板输送机来实现煤的运输；

在开采缓倾斜煤层的矿井，工作面与输送机巷道的连接处装备可伸缩胶带输送机或移动式转载机；

使用通过能力等于或超过工作面输送机生产能力的采区输送机运输设备；

在输送机平巷和斜巷的连接处，装备类似巷道储仓或机械化储仓的储存设备；

在井底车场水平的轨道运输中，采用大载重量列车和粘重达28吨力的重型架线式机车、蓄电池机车和高频电机车，以及高速防爆柴油机车，用新型号系列的机车代替现有的机车；

用新型高效率的运输容器——节式列车和底卸式矿车，分阶段地代替旧结构的固定车箱式矿车；

开始广泛使用新的辅助运输形式：柴油机车牵引的和钢丝绳牵引的单轨吊车、单绳吊车和卡轨车；在Ⅲ级瓦斯、超级瓦斯以及有煤或瓦斯突出危险的矿井工作的、粘重不大的矿用柴油机车；充气轮胎式人-货两用柴油自行矿车；

通过辅助材料用集装箱和成捆的、以综合单位运送到工作地段来实现装、卸工作和运输工作机械化；

在干线机车运煤的固定式装载站广泛采用自动化装载机组；

在井底车场和主要运输巷道改用33~38公斤/米重型钢轨，钢轨用钢筋混凝土轨枕或浸透防腐剂的木轨枕铺设，下面垫以碎石道碴或砾石道碴；

保证井下轨道线路的铺轨，检修和保养的笨重作业的机械化，以及装、卸和辅助运输作业，包括矿车清理的机械化；

全部主要运输过程的自动化操作和控制。

改善矿井运输工艺和技术设备的这些措施实现后，就应当大大提高这一最重要环节的技术水平，给回采工作面和掘进工作面的连续高产创造必要的条件，保证减少劳动量和提高全部运输环节的劳动安全性，以及为井下运输全盘自动化作好充分的准备。

1.2 井下运输生产系统

在一定的时间因素内，任何矿井的井下运输生产系统的特征是运输巷道的空间布置和在这些巷道内使用的运输设备。

从回采工作面到井筒的主要货流运输和从掘进工作面到井筒的货流运输，以及人员、辅助材料和设备到工作地点的辅助运输，实现这些运输的矿井运输生产系统，是由一些独立的，彼此连接的运输环节组成的。整个运输系统的主要方向是从回采工作面出来的主要货流的运输系统。这个系统在颇大的程度上决定了掘进工作面的运输系统和辅助运输系统。辅助运输系统相似于运煤系统，但不同之处是辅助材料和设备常常通过几个竖井或斜井，在开采深度不大时，甚至通过钻

孔和浅井或通过平硐运送到井下，而辅助材料和设备在井下一般用通风巷道和专用巷道运输。

由于回采工作面和掘进工作面的位置在井田范围内不断地改变和运输设备在使用过程中不断更换，因而井下运输系统是动的和定期改变的。这样，生产矿井的运输系统要定期加以修改，而且一个新设计矿井的运输系统，要按典型生产阶段：矿井投产、达到设计产量和最长远的采掘工作进行设计。

煤矿井下运输系统分为互相联系的采区运输分系统和干线运输分系统。

采区运输系统是在阶段采区或盘区范围内的平巷和斜巷中布置的运输设备和运输设备的总和。

采区运输巷道包括与回采工作面相邻的边界（采区）平巷和集中平巷、分段平巷、区段平巷、中间平巷和平行平巷；辅助石门和区间石门；与阶段平巷相邻的盘区和采区的上山道和下山道；人行斜巷；横川、小眼和溜井。

干线运输是把采区的物料运到井底车场或地面（斜井提升时）用的主要平巷和斜巷内布置的运输工具和运输设备的总和。

干线巷道包括井底车场水平的大巷、主要平巷、分层平巷和主要石门、区间石门；矿井中间水平上的阶段平巷和阶段石门；斜井、主要下山道和上山道，与此相邻的阶段平巷、中间平巷。

巷道空间布置相同，可以采用不同的运输方式。因此，每一个矿井均能采用运输方式更换次数互相不同的、多种运输生产系统的方案。

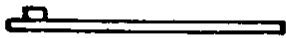
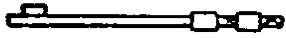
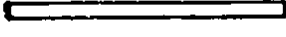
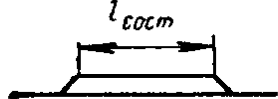
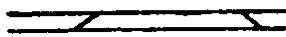
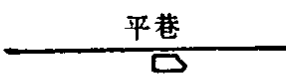
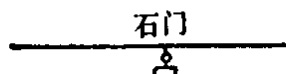
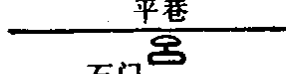
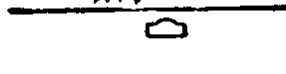
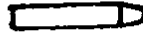
按这种最有特征的标志，全部运输生产系统（指主要货流而言）可分为两大类：无段运输系统的矿井和有段运输系统的矿井。

无段运输系统应理解为保证货流从回采工作面的装载站到井底车场，不更换主要的运输设备或换挂运输容器的连续运输系统。

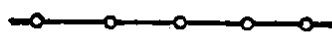
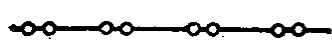
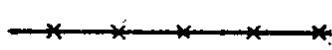
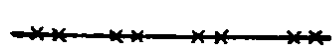
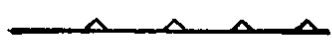
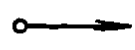
从工作面到井底车场的运煤系统，要更换主要运输设备形式或换挂运输容器的，应认为是单段的或多段的运输系统。

无段的和有段的井下运输系统也有多种变化形式，其主要代

表 1-2

图 例	运 输 设 备 和 装 置 形 式
	胶带输送机
	有附加转载机的可伸缩胶带输送机
	板式输送机
	刮板输送机
	移动式刮板转载机
	自溜运输用的溜槽或槽子
	有错车道的单线轨道 (符号表示车组或矿车的容量)
	有渡线的双线轨道
	用蓄电池机车的运输巷道
	用架线式电机车的运输巷道
	用高频电机车的运输巷道
	用柴油机车的运输巷道
	轮胎式自行矿车
	用胶带输送机、刮板输送机或板式输送机装煤的装载站
	工作面附近的装载站
	储仓 (溜井)
	仓式输送机
	受煤漏斗 (卸煤坑)
	自动化装载机组
	推车机
	调车绞车
	无极绳运输绞车

续表

图 例	运 输 设 备 和 装 置 形 式
	有极绳运输绞车 翻车机 爬车机
	钢丝绳牵引的单轨吊车
	柴油机车牵引的单轨吊车
	单绳吊车
	双绳吊车
	卡轨车
	重车运行方向
	空车运行方向

表有：

无段运输——从回采工作面到井底车场，或通过斜井到地面的输送机运输系统（全盘输送机化）；从回采工作面到井底车场的机车运输系统；

单段或多段运输——从回采工作面沿区段和主要运输巷道用机车运输，而沿斜巷（上山道、下山道）用输送机运输的系统；从回采工作面沿分段运输斜巷用输送机，而沿主要巷道用机车运输的运输系统；从回采工作面沿分段运输巷道用输送机，到主巷用机车运输的运输系统。

在煤矿内，除上述运输系统外，还相当普遍地推广包括上述各独立环节的、不同的联合运输系统。

井下运输系统用图例（表1-2）或结构式表示，也可用模型表示。

应当指出，在复杂的运输系统中，用结构式表示看来是相当累赘和难以使用的。

在上述运输系统中，最先进的应认为是全盘输送机化的无段运输系统，但是，苏联开采煤田的地质条件和矿山技术条件是多种多样的，在多数矿井的井下运输将用联合（输送机—机车）运输系统。

对运输生产系统的选择起决定作用的，主要的矿山地质因素和矿山技术因素是：煤层的倾角、开采深度、煤层厚度和瓦斯自然涌出量；井田的倾斜和走向尺寸；开拓、准备方式和参数、采煤法；井田和采区开采顺序；采掘工作的集中化和强化程度，以及采掘工作的机械化方式和设备；通风方式；巷道断面；围岩和被运输的材料的物理—机械性质；回采和掘进工作面的数量和布置方式；工作水平的数量；巷道的弯曲和起伏。

煤层的倾角是开拓方案，准备方式和采煤方法，回采和准备工作机械化，回采工作面的产量和采掘工作集中化的先决条件。各种辅助材料的需要量也随着倾角的变化而有所改变。

在苏联的所有煤田内，煤层的开采深度正不断地增加。深井一般都是依靠最大限度地增加工作面、煤层、盘区和分区的产量来实现采掘工作高度集中化的大型矿井（年产量300~600万吨）。在深井条件下，地压增强，气候变化大，温度增高和湿度减小，而使岩石和煤的生尘程度增大。为了减小散热量和蒸发率、瓦斯泄出和被运输的材料生尘率，上述因素以及其他一些因素便对深水平井下运输提出了特殊的要求。这些要求首先应当是：保证高度的通过能力，特别是集中巷道的通过能力；以最短的距离把矿物运到地面而矿物在回采工作面入风流区域内停留的时间尽可能短；转载应最少；采用防爆性强、不排泄有害气体和运输能力大的运输工具来运输专门的货流。广泛采用自动化操纵和控制运输系统的工作。

煤层的厚度对各运输环节的运输量变化有重大的影响，因为煤层厚度改变，工作面产量也随之改变。工作面的产量一定时，煤层厚度的改变必然使采、掘工作面数量有变化，从而使主要运输和辅助运输的服务站数量也有变化。

井田的尺寸一般与主要货流和辅助货流的运输距离成正比，但此运距归根到底决定于开拓方式，井筒位置，井田准备方式，采掘工作