

北京图书馆藏

28955 /

·内部资料·

国外矿井开拓与巷道布置

煤炭工业部科学技术情报研究所

一九七八年三月

3.I

TD 8-3.1
3

目 录

- 一、矿井改建和生产集中化.....(1)
 - (一) 国外矿井改建的基本情况.....(1)
 - (二) 矿井改建的内容和措施.....(3)
 - 1. 开拓系统.....(3)
 - 2. 矿井提升.....(4)
 - 3. 井下运输.....(5)
 - 4. 地面设施.....(6)
 - (三) 有关矿井改建的几个问题.....(7)
 - 1. 矿井改建的条件和要求.....(7)
 - 2. 改建和新建矿井的比较.....(7)
 - 3. 合并改建.....(8)
 - 4. 矿井改建中值得注意的问题.....(9)
 - (四) 改建矿井实例.....(10)
 - 1. 苏联基洛夫矿.....(10)
 - 2. 波兰列宁矿.....(12)
 - 3. 西德瓦尔朱姆矿.....(13)
 - 4. 英国林拜矿.....(16)
 - 5. 日本太平洋铜路矿.....(17)
- 二、新建矿井的开拓系统和技术特征.....(19)
 - (一) 国外新建矿井的一般情况.....(19)
 - (二) 有关矿井开拓的几个问题.....(20)
 - 1. 井型和服务年限.....(20)
 - 2. 斜井开拓方式的采用.....(24)
 - 3. 多井筒分区式开拓.....(26)
 - 4. 水平数目和大巷位置.....(30)
 - (三) 深部矿田的开拓.....(34)
 - 1. 开采深度增加出现的主要问题.....(34)
 - 2. 深部矿田开拓的一些措施.....(36)
 - 3. 深部矿井设计的发展情况.....(41)
 - (四) 新建矿井实例.....(44)
 - 1. 苏联红军矿.....(44)
 - 2. 美国克朗二号矿.....(45)
 - 3. 波兰.....(45)
 - 4. 西德.....(46)



A 840380

5. 美国鲍林莱矿	(47)
6. 日本夕张新矿	(49)
三、未来矿井的展望	(51)
(一) 未来矿井的设计原则	(51)
(二) 未来矿井示例	(52)
1. 苏联设计的多而然矿	(52)
2. 英国设计的大型矿井—赛尔比联合矿	(54)
3. 波兰自动化试验矿井—杨矿	(56)
四、开采准备及采区巷道布置	(58)
(一) 一般情况	(58)
1. 采区划分和主要巷道布置	(58)
2. 工作面长度和对工作面的采用	(59)
3. 长壁工作面前进式和后退式开采方法	(60)
4. 采区内工作面通风的几种形式	(62)
(二) 倾斜长壁采煤方法	(63)
1. 倾斜长壁采煤方法的优点和效果	(63)
2. 倾斜长壁采煤方法的巷道布置	(64)
3. 适用条件	(69)
4. 存在问题和改进方向	(73)
(三) 不留煤柱的巷道布置和维护	(73)
1. 沿空留巷	(74)
2. 沿空送道	(81)
3. 在采空区内掘进或形成巷道	(86)
五、井下煤仓	(89)
(一) 煤仓的作用和容量	(89)
(二) 煤仓的类型和结构	(92)
1. 垂直煤仓	(92)
2. 倾斜煤仓	(93)
3. 活动煤仓	(95)
(三) 煤仓的自动化及其他	(97)
1. 煤仓自动化设备和装置	(97)
2. 煤仓堵塞的防止和排除	(98)
3. 防止和降低煤的破碎	(99)

一、矿井改建和生产集中化

(一) 国外矿井改建的基本情况

第二次世界大战以后，西欧国家和日本很少建设新井，主要通过老矿改建，来维持或提高生产能力。苏联建设了较多的新井，同时也改建了一些老井。美国由于煤田自然条件好，煤层埋藏浅，建设投资低，所以增加煤炭产量主要靠新建矿井。

自五十年代以来，许多国家把矿井生产集中化作为煤炭工业的主要技术政策。通过矿井改建和技术改造，大力发展采煤综合机械化，提高各主要生产环节的机械化、自动化水平，采用新技术、新工艺、新设备，促进了生产集中化，煤矿技术面貌发生了较大的变化，技术经济指标有显著的提高。

现将一些国家的矿井改建情况简述如下：

1. 苏联 战后煤炭产量的增长主要依靠新建大量的中、小型矿井。自六十年代以后，增加煤炭产量除建新井外，同时合并、改建了老井，不断加大井型，重视生产集中化。矿井改建规模逐年增大。

1961~1970年间，老矿（矿井和露天矿）改建新增能力5980万吨，占矿井和露天矿总新增能力1.7亿吨的35%。

1971~1975年间，改建（矿井和露天矿）新增能力3880万吨，占总新增能力的35%。

苏联在矿井改建过程中存在一些问题，主要是许多改建矿井仍采用比较落后的装备；改建工期长，多在六年以上，其中年产60~90万吨的矿井，改建工期平均为7.1年，年产120~150万吨的矿井为8.1年；吨煤投资高，在1951~1959年期间改建矿井按净增能力计算的吨矿投资达107卢布，1959~1970年顿巴斯矿区改建的矿井达173卢布；增产幅度小，顿巴斯142个矿井改建后平均净增能力只有16万吨。

苏联改建规模虽逐年加大，但1973年尚有217个老矿没有更新设备。

六十年代，矿井改建时采取了合并矿井的措施，不断加大井型，矿井数量逐年减少，1960年有1042个矿井，1975年减至554个。每矿平均年产量由1960年的39.2万吨增长到1975年的85.1万吨。采煤工作面数目也由5511个减少到3116个，工作面平均日产量由197吨，提高到454吨。

2. 波兰 波兰煤产量97%集中在上西里西亚煤田，矿井开采年代较久，布置过密。战后对老矿进行了大量的改建，先后共改造了50个矿井，其中战后投产的新井也进行了改造以实现集中生产。在1957年~1975年间，矿井数目减少11个，生产水平数目减少了48个，工作面数目减少了1382个。全国产量不断提高，1957年烟煤产量为9400万吨，1975年为17160万吨，增长了7760万吨。工作面单产也不断提高，长壁工作面平均日产量1957年为202吨，1975年为710吨，提高了2.5倍。

在1945~1955年，矿井恢复、改造阶段，增加矿井产量主要依靠增加采掘工作面，随之

增加了巷道维修工作量，人员每年增加1~1.2万人。自1956年后重视了提高效率问题，在矿井中尽量采用先进技术和装备，合并矿井，减少地面设施和行政机构，减少辅助人员，在增产的同时效率也不断提高，作到了增产不增人。1957年工业生产人员为31.61万人，1975年为32.17万人。这期间产量增长7760万吨，人员仅仅增加了5600人。矿井工人效率由1.147吨/工提高到2.116吨/工。

3. 西德 西德现有生产矿井半数已开采六十年以上，由于煤层条件的限制，开采向深部发展，为了提高煤炭竞争能力，煤矿必须进行改建，以实现集中生产，提高工效。

1957~1971年期间，关闭了条件差的矿井，放弃了难采的煤层，将相邻矿井合并成的大井，同时进行技术改造。共关闭了80个矿井（生产能力共为4870万吨），有57个矿井合并成28个大井。1957年矿井总数173个，到1975年减到46个，每矿平均年产量提高到201万吨。

西德煤炭工业由于受到石油、天然气的排挤，硬煤产量大大下降，1960年为1.43亿吨，1975年仅为9240万吨。

通过矿井合并改建，实现了集中生产，采煤工作面大量减少，1960年工作面有1801个，1975年减少到302个。工作面单产大幅度提高，1960年工作面平均日产量为293吨，1975年达到1162吨。

4. 英国 1947年英国煤炭工业实行了资本主义国有化，接管了私人煤矿主经营的1400多个矿井。当时2/3的矿井还是十九世纪建设的，技术很落后，井下运输主要使用钢丝绳，提升采用老的蒸汽绞车。1951年英国煤炭管理局制定了“煤炭计划”，主要是改建老矿，更新设备，并建少量新井。自1947年到1971年，在矿井改建方面总共投资18亿英镑。到1973年339个矿井全部进行了改建。

在改建过程中关闭了大量不盈利的矿井。1947~1960年期间共改建了316矿井，1960年改建矿井的产量占全国煤炭产量的65%。1960年共有698个矿井，1975年减到246个，每矿平均年产量由27.1万吨，提高到52.3万吨。采煤工作面由4840个减少到749个，工作面平均日产量由193吨提高到659吨。

5. 日本 战后很少建新井，对原有矿井进行了大量的改建，关闭了许多小矿，矿井数目由1960年的622个减至1975年的36个，矿井平均年产量由8.5万吨提高到52.8万吨。

日本六十年代以前煤矿技术比较落后，在矿井技术改造过程中，大量引进欧美的先进设备，加美国的连续采煤机，西德的刨煤机和自移支架等，经过改进，研制出采煤机和掩护式支架，成为比较完善的SD和W-SD综采设备。1975年综采工作面平均日产量达到1417吨。由于生产集中，工作面数目大为减少，1960年全国有1022个，1975年只有94个，工作面平均日产量1960年为160吨，1975年为568吨。

六十年代初，合并改建的三井三池矿、太平洋钼络矿，由皮带大斜井出煤，成为现代化大型矿井。在1965~1970年期间，每年用于矿井技术改造的投资为300亿日元。

日本煤产量自1960年后逐年下降，1960年为5250万吨，1970年为3990万吨，1975年为1906万吨。

上述国家通过矿井改建，实现集中生产，煤矿技术经济指标都有不同程度的提高。

现将上述国家1975年的部分技术经济指标列表如下：

表 1

指 标	苏 联	波 兰	西 德	英 国	日 本
生产矿井总数(个)	554	69	46	246	36
每矿平均年产量(万吨)	85.1	248.6	201.0	52.3	52.8
长壁生产工作面数(个)	3116	683	325	749	94
工作面平均日产量(吨)	454	710	1162	659	568
工作面平均长度(米)	135	157	217	177	105
工作面平均效率(吨/工)	8.72	—	15.8	7.9	14.90
采煤机械化程度(%)	84.8	94.0	97.9	93.5	74.1
采煤综合机械化程度(%)	59.8	34.6	80.8	92.0	58.4
综采工作面数(个)	944	215	237	684	22
综采工作面平均日产量(吨)	861	895	1164	625	1417

(二) 矿井改建的内容和措施

国外矿井改建有单个矿井改建、邻近矿井合并改建和主要生产环节技术改造三种。

当原有矿井储量丰富，或者可以扩大井田范围增加储量时，常采用单个矿井改建增加生产能力。一般来说单个矿井的改建常结合新水平开拓延深进行，相应地采用合理的开拓和准备方式，改造提升、运输、通风等生产环节，同时选用新的技术装备。

邻近矿井的合并改建，主要是由于生产技术的发展和开采深度的增加，需要将几个开采浅部煤层的中小型矿井合并，集中到一个井口出煤，以便取得较好的技术经济效果。如日本的三井三池煤矿即合并了宫浦、四山、三井三个井，于六十年代初进行改建的，1970年产量为675万吨，是日本最老、最大的矿井；太平洋钢铁矿是合并了春采、兴津、益浦三个生产井改建而成，改建前年产量为85万吨，改造后1970年产量达250.8万吨，成为日本现代化大型矿井之一。西德格奈森脑矿是由六个矿井合并改建而成。苏联在1971~1975年期间，有68个矿井合并成20个矿井。波兰上西里西亚的贝托姆矿务局原有16个矿，1964~1975年间，将其中的10个井合并为5个矿井。

国外有些矿井进行多次改建。如英国的林拜矿，是十九世纪建成的老井，于1955年开始改建，最先改建井下运输系统，1962年全矿5个采煤工作面都实现了综合机械化，1966年改建提升设备和地面选煤厂。1955年矿井日产量为2247吨，至1962年达5260吨，采煤机械化程度达到100%，工效也显著提高。西德的奥斯特菲尔德矿建于1879年，经过两次改建，1957年改建了提升设备，新建了风井和地面煤仓。1959年扩建洗煤厂、仓库、坑木场等地面设施，并提高采煤机械化程度。1970年该矿年产290万吨。再如西德的瓦尔朱姆矿，也是经过两次改建，第一次改建是在五十年代，第二次是1967~1970年，改建了井下运输系统，改进了第5水平的开拓布置，提高了采煤机械化程度，采区和井底设置大容量煤仓。波兰除对原有老矿改建外，战后投产的新井也有一部分加以改建，不断提高机械化水平，实行集中生产。

矿井生产薄弱环节的技术改造和设备更新，所需资金少，工期短，见效快。苏联1971~1975年采取这种方法使矿井生产能力增加4000万吨，吨煤投资仅7~10卢布，比新建少60%。国外矿井改建的内容和措施概述如下。

1. 开拓系统

苏联、波兰、西德和英国的矿井，开采深度大，多用立井开拓。改建时要求尽量发挥原有井筒的作用，同时也根据需要补打新立井。例如苏联基洛夫矿，原有的三个立井，更新了设备，又新打一个箕斗井增加提升能力和一个新风井实行分区通风。波兰列宁矿第一次改建时打了一个箕斗立井，装备12吨箕斗，第二次改建时，延深井筒并改装了30吨箕斗，原有立井用作辅助提升和通风。

近年来，随着矿井生产集中化和生产过程机械化、自动化程度的提高，要求开拓部署尽可能简化，工作面到地面采取连续运输方式。由于斜井的提升能力大、建井工期短、投资少，所以，英国、日本、西德等国的深部矿井也采用皮带大斜井出煤。原有立井用作辅助井。如西德萨尔区的路易森塔尔矿在开拓深部煤层时打了一个皮带大斜井，长5620米，提升高度733米。日本的三井三池矿在合并改建时集中在一个斜井出煤，斜井长2020米，皮带小时运输能力1300吨。日本1975年投产的夕张新矿，年产能150万吨，皮带大斜井长3154米，倾角16°，提升高度达868米，是国外最深的斜井。

欧洲各国矿井开拓系统有两种，即：“立井——大巷——石门——盲井”，“立井——大巷——石门——上下山”。近年来，有些改建矿井改用第二种开拓方式。如西德瓦尔朱姆矿，改建前的几个水平都是采用立井——大巷——石门——盲井的方式，改建后，第五水平采用了下山开采，装设了皮带输送机。

国外改建矿井注意改造通风系统，有条件时尽量使矿井形成分区通风，必要时补打新风井增加必要的通风工程。如苏联基洛夫矿改建时，井田向西部扩展，打了西风井，同时利用原3号风井，实现了分区通风。一些国家还利用箕斗井进风，波兰大部分矿井都从箕斗井进风。为了防止煤尘混入新鲜风流进入井下，采用侧装箕斗，箕斗装载口设有挡板，可封闭箕斗口；箕斗上方设有隔间，可供上下人员和设备用，并避免风流和煤的直接接触；在地面箕斗卸载口和井底翻笼入仓口安装吸尘设备。

2. 矿井提升

矿井提升改造的主要目的是为了增加提升能力。增加提升能力的途径是加大提升容器的有效载荷和提升速度。有不少老矿进行改建时，把罐笼改换成箕斗。箕斗容量不断加大，西德已采用30~40吨的箕斗。鲁尔矿区胡戈矿2号井，深1212米，井筒直径仅4.6米，改建时由9.2吨箕斗改为30吨箕斗，提升速度20米/秒，日提升能力1.6万吨。鲁尔区的团结矿合并改建后，3号井装备一套42吨箕斗，按装6绳绞车，电机容量为9200千瓦，提升高度1160，速度18米/秒，日提升能力2.6万吨。井筒直径仅5.2米，特制一对箕斗，高达21.5米。阿亨区的索菲亚·雅可巴矿改建后，装备了46吨箕斗，按装4绳绞车，电机容量为11600千瓦。

西德的箕斗提升发展情况参见表2。

西德矿井箕斗提升情况

表 2

年 代	1960年	1965年	1970年	1975年
箕斗的有效载荷(吨)	20	24	30	40
提升能力(吨/时)	600	800	1000	1200~1500
提升机驱动功率(千瓦)	3500	4500	7200	9000
提升机绳数(根)	1	2	4	6

西德有几个改建矿井的多绳式摩擦提升机座落在地面上，取消了庞大的井塔。雷奥波特特大公矿1号井，原采用8.4吨罐笼两套，改建后，采用5米直径4绳绞车，30吨箕斗一套，新建了四脚架式钢井架。

3. 井下运输

改建井下运输系统是矿井改建的重要内容。

大巷运输 国外改建矿井的大巷运输，根据下述因素选择矿车运输或皮带运输。

根据井田面积。井田面积小于10平方公里时，采用皮带运输。井田面积大于30平方公里时，采用矿车运输。井田面积在10~30平方公里之间，根据具体情况选择。

根据井下巷道情况、运距、地压、运煤种类等条件选用运输方式。

适于采用矿车运输的条件是：巷道断面大，巷道分岔多，弯道多，运输距离长，水平巷道多，围岩移动量小，需要分运不同煤种。矿车运输可同时解决人员、材料和矸石的运输，在运输过程中飞扬煤尘少，瓦斯排放量也小。

适于采用皮带运输的条件是：巷道断面较小而运量大，巷道较直，运输线路有高差或起伏不平的情况，巷道有早期压力变形，不要求煤种分运。此外，皮带运输故障较少，易于实现自动化。

下面分别介绍几种运输设备的一些情况：

① 矿车运输 提高运输能力的主要措施是加大矿车有效容积，加大列车载重量，加大机车牵引力和运行速度。西德矿车容积最大为8米³，法国乌沃矿改建后使用12米³大矿车，由300马力架线式机车牵引。许多老矿在改建前，一般采用窄轨小矿车，原有的运输大巷和罐笼提升的井筒断面都较小。西欧和日本为了适应矿井的已有条件，提高运输能力，采用了窄轨大矿车。这样，可不必刷大巷道，节省投资，缩短改建工期。下面列举几个国家使用窄轨大矿车的情况，参见表3。

国外使用窄轨大矿车的情况

表3

矿	井	产 量	矿车容量(立方米)	轨 距(毫米)
西德格奈森矿。		25070吨/日	5	600
西德索菲亚·雅可巴		—	3.6	460
西德布鲁门塔尔。		10000吨/日	5	600
法国西蒙。		13000吨/日	6 (侧卸式)	680
日本三井三池。		21000吨/日	5 (底卸式)	600
日本太平洋铁路。		228万吨/年	5 (底卸式)	600

窄轨大矿车的特点是车身窄面长，西德布鲁门塔尔矿窄轨矿车的规格是4×1.05×1.75米(长×宽×高)，在轮轴与车体间加有缓冲弹簧。

采用大矿车，要铺设重型钢轨，西德布鲁门塔尔矿使用的钢轨为34公斤/米。西德1973年修定的“工业标准”中“矿用轨距和轨道”规定的井下轨道标准重量为18、30、33、41和49公斤/米；标准轨距为600、750和1000毫米。波兰的标准规定采用24、32公斤/米重轨；改建矿井轨距保存了600和750毫米两种规格；新建井规定为750和900毫米。

井下机车有内燃机车、架线电机车和蓄电池机车。由于矿车容积加大，机车吨位相应加大，时速提高。西德井下机车粘重已超过20吨。架线电机车和柴油机车的时速达25公里，蓄

电池机车时速达15公里。鲁尔区瓦尔特罗普矿使用32吨柴油机车，时速达30公里，机车功率为120千瓦。西德布鲁门塔矿、波兰斯达什茨矿井下电机车已实现无人驾驶，用计算机控制。

② 皮带运输 近年国外井下使用皮带运输逐渐增多，广泛使用高强度钢丝绳夹芯皮带和尼龙夹芯皮带。西德1976年井下皮带运输机总长度为800公里。英国1972年井下皮带机总长度约1800公里。西德有9个矿井大巷使用皮带运输，最大单机长度为2700米，运输速度为4米/秒，电机容量为600千瓦。国外皮带运输机已广泛实现自动化。英国已有20多条井下皮带运输线采用电子计算机自动控制。

辅助运输 西欧一些国家已广泛使用单轨吊担任辅助运输。

单轨吊可以用于坡度大、曲率半径小、转弯急、巷道有起伏的地段，易于操作，维护费用低。

单轨吊的牵引方式有钢绳牵引，有机车牵引。钢绳牵引可用无极的方式。承载轨道可采用工字钢或钢轨。运输容器有人车、平车、吊笼、矿车等。最大坡度可达45°。运输速度一般约2米/秒，有的达4.5米/秒，每辆车载重量可达3吨。

法国1974年共有近600条单轨吊运输线路，总长度370公里。西德单轨吊用的也较多，使用在斜巷和采区巷道中。无极绳单轨吊的最大功率为300千瓦。最大铺设长度达4公里。柴油牵引机车最大爬坡角为12°~15°，大多为53马力，大坡度已使用90马力。

在辅助作业中，两个运输系统之间的材料转载作业，需要设转载设备。国外采用的材料转载设备大致有三种方式：一种是用起重设备，即用起重梁将矿车运来的材料转到单轨吊上，转载时可纵向或横向移动，比较灵活方便。这种方式使用较普遍。一种是用义车，类似地面所用的义车。可从轨道一线转载到另一线上，当前用的不多。还有一种是上方推车机，用于立井底或暗井，将立井材料转到大巷或由大巷装入井筒罐笼中。如大巷中使用单轨吊时，进罐或出罐需要搭接一截活动梁，临时将大巷和罐笼吊轨衔接起来，用上方推车机将材料或容器拉出或推进。

4. 地面设施

矿井地面工业场地要求占地面积尽量小，布置紧凑。为此，国外采用了同体建筑。一般建设主井井口房、井塔、生产系统，付井井口房、井塔、辅助设施和行政福利大楼三个联合建筑物，有的将主付井工业建筑物、行政、福利和辅助设施联成一体，成为一个同体建筑。如苏联1972年投产的西红军1号矿，地面布置就是一个同体建筑。

同体建筑具有使用方便、工艺简化、节省管线、占地少、管理集中等优点。但也有些缺点：施工时不能利用永久建筑物，需要增加施工用临时建筑物；要兼顾各方面的需要，非常恰当的将各个建筑物联合起来有一定的困难。

国外许多改建矿井的地面生产环节实现了自动化，并建立了调度中心，通过遥测、通讯系统对井下运输、提升、通风、排水等设备进行监控，有的已采用电子计算机。西德已有80%矿井建立调度中心，机电事故减少了80%。

地面储煤与装煤设施也是重要的改建内容，在地面增建煤仓是调节提升和装运环节的主要措施。西德改建矿井设有2万吨的大型贮煤仓或带顶棚的贮煤场。也有的一些改建矿井取消了地面煤仓，加长铁路装车线，增加专用车皮数量，由选煤厂装上专用列车直达用户。

矿井坑木场、仓库、机修厂等也都趋于集中化。苏联顿巴斯矿区的—个中央坑木场，容量达4万立方米，设有起重、运输和加工设备，加工好的坑木成捆运到各矿，取消了分散在各矿的坑木场，节省了14000人。英国在各矿区建立了中央机修厂和仓库，共有26个，每个中央机修厂和仓库为15~20个矿井服务。

(三) 有关矿井改建的几个问题

1. 矿井改建的条件和要求

进行改建的矿井须具备一定的条件，欧洲国家改建矿井的原则是：

- (1) 煤层开采条件较好，有足够的探明储量；
- (2) 改建后能增加产量，或提高效率，降低成本，取得较好的投资效果；
- (3) 最大限度地集中生产；
- (4) 改建过程中尽可能不停产。

矿井改建要求加强生产地质勘探工作，集中使用资金，充分利用原有的井巷和设备。

(1) 加强矿井地质工作

改建矿井实行综采后，对采区的地质构造必须探清，否则综采面将会因遇断层而停采搬家，造成很大损失。苏联和英国都有1/3的综采面因遇断层中途搬家。英国1967年建立了六个矿井地质队，负责处理各矿区生产中的地质问题。西德采用井下轻便地震仪，用锤击等简便激发方法，可测出工作面前方落差小于煤层厚度的小断层，成功率为75%。采用这种方法，使前进式综采工作面中途停产搬家的比重由44%减少到14%。

(2) 集中投资

为了缩短改建工期，要求集中使用资金。波兰1971~1975年煤矿基建投资700亿兹罗提，其中74%用在改建矿井。苏联顿巴斯矿区1959~1970年全面改建49个矿井，增加生产能力1213万吨，共投资3.89亿卢布。但在改建过程中，年度拨款低于工程进度计划的需要，因而拖延了改建工期，有些矿井因改建工期过长，工程未全部完成就投产，不少改建矿井的吨煤投资跟新建差不多。

(3) 大力发展采煤机械化

六十年代以来，国外矿井改建是围绕采煤综合机械化进行的。近十年来综合机械化发展很快。1976年英国采煤综合机械化程度已达92%，西德86%，苏联64%。日本1958年采煤机械化程度仅为4%，六十年代，矿井经过技术改进采煤机械化迅速发展，1975年采煤机械化程度达到74.1%。

(4) 利用原有条件

充分利用矿井原有的条件，能够减少改建工程量，节省投资，缩短改建工期。如前述在老矿已有的巷道条件下采用窄轨大矿车，利用原有的小井筒，采用瘦长箕斗增加提升能力。

2. 改建和新建矿井的比较

苏联、西德、波兰等国认为，在一般情况下，改建井比建新井，投资少，工期短，能够较快的增加产量，或提高效率、降低成本。

西德老矿改建新增能力吨煤投资为35~70马克，而新建矿井吨煤投资为150~200马克，大型矿井改建工期一般为3~4年，新建建设工期则为8~10年。

波兰认为，采取几个相邻矿井合并改建的方式获得的技术经济效果较好，特别是增产幅度较大，比建设新井使用的投资少，见效快。增加相同的产量，改建井的吨煤投资只相当于新建井的30%。

据苏联顿巴斯矿区1954~1964年完成的29部改建井设计和11部新井设计的分析：新建井与改建井比较，日生产能力平均高70%，井下工人效率高50%，成本低18~20%。在类似条件下，改建井比新建井投资少，分析的结果认为：

(1) 如改造矿井的个别环节，就能提高生产能力，则改建较新建合算。

(2) 如改建涉及开拓方式和井巷布置，因而需要大量投资，则改建与新建差不多。在顿巴斯条件下，改建的吨煤投资如为12~15卢布，则改建合算，如超过此数，则新建合算。

(3) 如合并矿井年产100万吨的投资不超过400~600万卢布，则改建合算。

(4) 如改建井的投资为新建深井的60~70%，则新建合算。

苏联对于改建矿井的合理性，还根据投资的经济效果来确定。改建矿井的每年经济效果 Θ 的计算方法如下：

$$\Theta = \Delta S_{\Theta} - (Na + E_H)K_{\text{гон}}$$

式中 ΔS_{Θ} ——成本的年效果，卢布；

Na ——基建更新和大修的折旧率（小数）；

E_H ——投资回收期，一般取0.1；

$K_{\text{гон}}$ ——改建投资，卢布。

例如，某矿通过改建，日生产能力由1000吨增加到1100吨，成本的年效果为19.5万卢布，允许的改建投资为78万卢布。如果投资再大，经济效果 Θ 将为负值，经济上不合理。

如果矿井进行薄弱环节的改造，不用基建投资，而用生产费用 $K_{\Theta RC}$ 时，计算方法为：

$$\Theta = \Delta S_{\Theta} - K_{\Theta RC}$$

3. 合并改建

合并改建有两种方式：

(1) 井下分采，地面联合 组成联合矿井只合并地面设施，而不合并井下采矿工程。如何确定组成联合矿井的矿井数目，苏联在顿巴斯矿区进行矿井合并时，根据地面费用分析，提出以下计算公式：

(A) 集中在联合的中央矿井时：

$$n_0 = \frac{46.7 + 3.57S - 10A - 0.065AS}{3.57S - 0.065AS}$$

(B) 集中在联合的边界矿井时：

$$n_0 = \frac{46.7 + 7.14S - 10A - 0.13AS}{7.14S - 0.13AS}$$

式中 n_0 ——组成联合矿井的合理矿井数；

S ——井田长度，公里；

A ——矿井生产能力，百万吨/年。

按上式，可查阅表4中数字。

表中数字，即根据计算公式算出的 n_0 最佳值。

这种合并改建方式的好处是：

表 4

计 算 公 式	矿井生产能力 (万吨/年)	井 田 长 度 (公里)							
		2.5	3	4	5	6	8	10	12
(A)	30	6	5	4	3	3	—	—	—
	60	5~6	5	4	3	3	2	2	2
	90	—	4	3~4	3	3	2	2	1~2
	150	—	—	3	3	2	2	2	1~2
	210	—	—	—	2	2	2	1~2	1
(B)	30	4	3~4	3	2~3	2	—	—	—
	60	4	3	3	2	2	2	1~2	1~2
	90	—	3	2~3	2	2	2	1~2	1~2
	150	—	—	2	2	2	1~2	1	1
	210	—	—	—	2	1	1	1	1

① 可以建成完整的生产系统,改建成处理能力大、设备新的洗选厂,比分散改建投资少、效率高。

② 减少行政机构和一些地面设施,减少辅助人员。

(2) 井上下统一合并改建 合并矿井的地质和生产条件要基本相似,如煤层的贮存情况、瓦斯情况、开采工艺、开拓运输系统等适于合并,则可将几个邻近矿井合并统一改建。据波兰分析,合并改建的主要好处是:

① 综合平衡原有各矿提升、通风和选煤等地面系统与井下采煤工作面的生产能力,尽量发挥各矿现有设备的能力。例如某矿煤炭储量多,煤层条件好,工作面生产潜力大,而邻矿储量少,工作面生产能力低,提升系统和地面选煤厂生产能力有余,相邻矿井贯通合并为一个生产系统,就可以相互取长补短,挖掘生产潜力。

② 以一个共同的开拓运输系统,服务于相邻几个矿井。可以充分发挥大型运输设备的效能,提高运输效率。

③ 缩短矿井改造时间,加快工程进度,提前获得改建效果。如从这一矿井打新井筒,面同时由邻矿开拓新水平。

④ 提高资源回收率,增加可采储量,延长矿井寿命。矿井合并后可以连续回采原矿井边界煤柱,当其中某一矿井报废时,便于回收井筒保护煤柱和地面其它建筑物的保护煤柱。

⑤ 减少行政机构和地面服务设施,减少辅助人员。

⑥ 由于相邻矿井的综合平衡,可以避免衰老矿井减产,甚致增加产量。

4. 矿井改建中值得注意的问题

根据上述国家矿井改建的情况,有以下几点值得注意:

(1) 改建矿井应力求提高产量,实现生产集中化

波兰、西德、英国、日本等国在进行老矿技术改造中,十分重视提高工作面单产,在减少生产工作面数目的情况下,提高采区和矿井产量,实现生产集中化。以波兰为例,通过矿井改建,生产集中化程度提高的情况见表5。

在提高工作面产量的基础上,一些资本主义国家在改建矿井的同时,大量关闭不盈利的矿井或丢弃难采煤层,虽然也起到集中生产的作用,但这是一种消极的做法。例如日本、

波兰矿井生产集中情况

表 5

	矿 井		生产水平		采 区		工作 面		矿工工人 效率 (吨/工)	职工数 (万人)
	个 数	平均日产 (吨)	个 数	平均日产 (吨)	个 数	平均日产 (吨)	个 数	平均日产 (吨)		
1960	81	4121	216 (1957)	1374	675 (1963)	400	896	222	1.40	31.81
1975	69	8125	168	3337	480	1168	683	710	3.31	35.61

西德关闭了大量矿井，虽然矿井的平均产量提高了，但煤炭总产量却下降了，参看表 6。

表 6

国 别	年 代	生产矿井数目	矿井平均产量(万吨/年)	煤炭总产量(万吨)
日 本	1 9 6 0	622	8.5	5247
	1 9 7 0	79	47.9	3988
	1 9 7 5	36	52.8	1905
西 德	1 9 6 0	146	97.5	14320
	1 9 7 0	69	161.0	11144
	1 9 7 5	46	201.0	9676

(2) 改建矿井应力求提高效率，增产不增人

一些国家通过矿井改建提高了各生产环节的机械化自动化水平，集中生产，效率有很大提高。做到了增产不增人或少增人。例如波兰通过大量的矿井改建和部分新建矿井，1975年产量比1957年增加81%，而煤矿工人数目基本上没有增加，保持31万人左右。苏联1965~1975年煤产量增加1.23亿吨，职工总数只增加26万人。

(3) 改建矿井应力求缩短工期，才能获得较好的效果

波兰、西德等国矿井改建分期分批进行，每次重点解决1~2项技术改造内容。矿井总的改建工期一般不超过3~4年，改建效果比较显著。

苏联矿井改建工期较长，平均为6.3年。不但影响正常生产，增加投资，而且赶不上技术发展的要求，往往改建工程刚完又需要重新改建。例如：鲍科夫矿务局24号矿，1950年开始改建，到1957年只完成改建工程的25%，投资花了2340万卢布。克里瓦洛茨矿新一号井，改建工期比原计划拖延7年，在这期间为维持矿井产量，只得临时开下山采新水平的煤，致使改建完成后新水平储量减少，产量下降。顿巴斯矿区有7个改建井，工期拖延3年，由于巷道掘进和维修量加大，增加杂费开支1770万卢布。顿巴斯1959年开始改建的17个矿井，由于工程进度缓慢，改建5年后，采用的技术已经落后，又重新设计，重新改建。

英国1960年前后有三分之一生产能力的矿井处于改建之中，改建战线长，投资和材料分散，工期平均8~10年，难以收到预期效果。

(四) 改建矿井实例

1. 苏联基洛夫矿

基洛夫矿位于库兹巴斯，1935年投产，原设计能力为150万吨/年。立井开拓，主井装备

一对箕斗和带平衡锤的罐笼，付井装备两吨单车双层罐笼。东翼3号风井，装有两吨单车单层罐笼，用作通风、出矸和下料。

开采水平为+30米水平，在井底开主要石门至勃莱也夫斯克煤层，而后开运输大巷，分两翼开采。大巷用2吨矿车运输。

矿井瓦斯含量为6~25米³/吨，采用抽出式对角通风系统。

投产后，于1940年达到设计能力。1960年产量达191.7万吨。当时有18个工作面，全矿平均日产量6185吨。井下工人效率为2.02吨/工。

1958年尚有煤炭储量3430万吨，若按年产200万吨计算，只能再开采10~11年。为了增加生产能力，把井田西部边界外的部分储量划归该矿，扩大井田范围，延长矿井服务年限。1961年编制矿井的改建设计，并开始进行改建。

改建后，年生产能力为300万吨。改建投资2541万卢布，新增能力吨煤投资为16.95卢布。在井下工程改建的同时，增建了地面建筑。矿井地面有河流通过，河下压煤1190万吨。为了把这部分煤采出，修建了挡水坝，以疏干河滩。矿井主要改建工程有：

(1) 新建箕斗立井。井筒达到+30米水平，净直径为5.5米，包括水窝的深度为231米，装备一对箕斗，容积为14.1立方米。

(2) 新建西风井。距工业广场4.8公里，直径6.5米，深162米，装一对三吨单车单层罐笼。设有梯子间和管道间。

(3) 改装原有井筒。将原主井的木罐道改为P43型钢罐道。

将原付井的两吨单车双层罐笼改为三吨单车单层罐笼。

将原3号风井水窝延伸8.4米，2吨单车单层罐笼换成一对3吨单车单层罐笼，同时将原木罐道换成P43型钢罐道。

(4) 新建地面建筑物和结构物，体积为93600立方米。

(5) 新建通往风井的公路，长4公里。

(6) 地面河道疏干工程。新修河坝，土方量为44.2万立方米。

改建后，由新建箕斗立井提升炼焦煤，由原箕斗立井提升占总产量约20%的动力煤。新西风井和3号风井出矸和下料。

通风系统将抽出式改为压入——抽出式。东、西风井入风，分别供给东部和西部扩展区的新鲜风流。原箕斗主井进入一部分风流，供给井下电机车库和火药库所需要的风量。全矿划为中部、东部和西部三个区，实行分区通风。

矿井主要生产过程实现综合机械化和自动化。

主排水泵实现了自动化。水仓煤泥用水枪冲刷和搅拌，用泥浆泵排至地面。水枪和泥浆泵远距离操纵。

箕斗提升采用AMP-1型装置，实现自动化。

电机车装有自动操纵道岔装置(AECC)，大巷和井底车场安装信、集、闭装置。

工作面使用KM-87和OMKTM综采设备。

为降低-150米水平瓦斯涌出量(17~45米³/吨)，采用真空泵通过钻孔从工作面和采空区抽放瓦斯，或向煤层注高压水。

改建工期按设计规定为72个月，即从1961年至1966年共6年时间，实际用了10年时间，到1970年才完成。实际使用投资2494.4万卢布，吨煤投资为16.6卢布。建设时间拖长的主要原因

因是年度基建拨款少于设计规定，同时建井工程进度慢。由于工期拖长，少生产 380 万吨煤炭，损失 355.9 万卢布。

改建前后的主要技术经济指标对比如下：

表 7

年 代	矿井年产量(万吨)	矿井平均日产量(吨)	工作面数目(个)	井下工人效率(吨/工)
1960年	191.7	6185	18	2.02
1971年	260.7	8276	13	3.07

2. 波兰列宁矿

列宁矿井位于上西里西亚煤田西南角。井田面积 24.6 平方公里，有三组煤层，现开采上部奥热赫和鲁达煤层组。煤层厚度平均为 1.2 米。煤层为东西走向，向南倾斜，倾角 $4^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 。井田被断层切割成块段，但在每个块段内，尚能布置采区，准备出 200 米长的工作面。矿井涌水量为 720 米³/小时。深部第三煤层组附近有含水层，水中含盐量很高。煤层有自燃危险。鲁达煤层组的瓦斯等级为Ⅲ级和Ⅳ级，瓦斯含量较大。

井田南部边界为断层，断层外煤层的深部留作后备储量。

列宁矿于 1952 年投产，设计能力日产商品煤 6000 吨。

立井开拓，立井及工业广场选在井田偏南部分，将来采深部时，井筒在井田中央。划分三个水平，第一水平深度为 230 米，第二水平 465 米，第三水平 665 米。主付井共有 4 个提升井筒，另有两个回风井，位于井田中部。

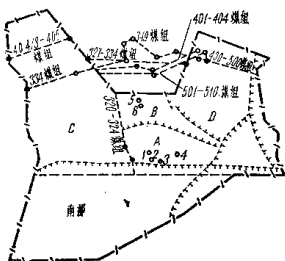


图 1 列宁矿井田境界平面图

- 1—布罗斯拉夫井；2—彼得井；3—卡罗尔井；
4—扬·汗特里克井；5—Ⅰ风井；6—瓦兹拉夫井

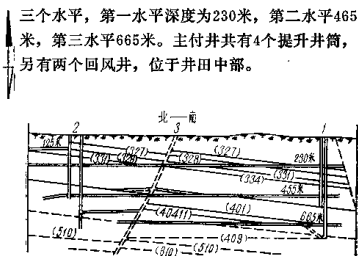


图 2 列宁矿井田剖面图

- 1—提升井筒；2—风井井筒；3—井筒间断层

在投产初期，两个水平同时生产，主要开采第一水平，1956 年共有 19 个工作面，采用截煤机掏槽，放炮落煤，工作面平均日产量为 197 吨。由于井下作业分散，难以达到设计规定的各项指标，全矿日产仅为 4052 吨，全矿工人效率 1.22 吨/工。

为了提高矿井产量，经过两次改建。

1957 年进行第一次改建。主要工程是新建一个立井，装备 12 吨箕斗，担任主要提煤任

务。地面新建一个大块煤重介质洗煤车间。井下仍采用2立方米矿车。工作面装备了顿巴斯型采煤机和金属支柱。六十年代初期,采用滚筒采煤机、单体液压支柱,并开始试验自移支架。

至1963年,全矿平均日产量增到9284吨,仍有19个工作面,平均长146米,每个工作面平均日产量为462吨,全矿工人效率2.61吨/工。

1966年进行第二次改建。主要工程为第三水平开拓延深。以接替第一水平。于1972年建成第三水平。主井提升采用4绳摩擦轮提升绞车,改用30吨箕斗。

全矿设计日生产能力为18000吨,两个水平同时生产,第二水平6000吨/日,第三水平12000吨/日。第二水平大巷运输仍采用原矿车运输系统,第三水平大巷采用皮带运输,全部自动控制。

在第三水平,沿煤层走向方向,开两条平行的东西方向大巷。一条是运输机大巷,装皮带运输机运煤;一条是机车运输大巷,担任辅助运输。井下划分几个采区,采区内倾斜巷道顺槽都采用皮带运输机,每个采区都设煤仓,容量为300吨。在主井井底也建了一个300吨煤仓。第三水平运输系统见图3。

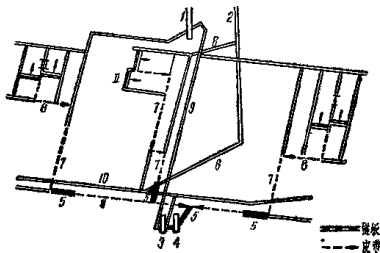


图3 列宁矿第三水平运输系统图

1—I 风井; 2—瓦兹拉夫风井; 3—彼得井; 4—卡罗尔井; 5—300吨容量煤仓; 6—石门; 7—皮带运输机上山; 8—皮带运输机平巷; 9—通风上山; 10—运输大巷; 11—皮带大巷

1969年井下共有14个工作面,平均长度为182米,全部采用滚筒采煤机,其中有5个工作面装备了自移支架。所有工作面平均日产量为743吨,全矿平均日产量达12500吨,矿井工人效率为3.76吨/工。

全矿计划保持12个工作面,预计1975~1977年达到设计能力。并准备使第三水平全部实现自动化。全矿生产过程将由装备T-1200电子计算机的调度中心进行监控。

经两次改建后取得的效果对比见表8。

3. 西德瓦尔朱姆矿

瓦尔朱姆矿位于西德鲁尔区。莱茵河流经井田中部。

井田走向长约9公里,倾斜方向约9公里,面积60平方公里。含煤地层呈向斜构造,煤层走向大致北东-南西,有4层煤,当前开采上部P层及下部EF层两层。P层厚1.6~1.8米,

表 8

年 代	工 作 面		矿 井 日 产 量 (吨)	全 矿 工 人 效 率 (吨/工)
	数 目(个)	平 均 日 产 量(吨)		
1956年	19	197	4052	1.22
1963年	19	462	9284	2.61
1969年	14	743	12500	3.76

EF层厚2.1~2.3米。煤层倾角 $4.5^{\circ} \sim 13.5^{\circ}$ ，北部最大倾角为 22.5° 。开采深度500~900米。煤种是气煤和肥煤。

该矿建于1926年。立井开拓，井筒及工业广场选择在井田东南部，利波向斜南翼。井筒装有套罐提升装置，日生产能力为4000吨(商品煤，原煤为6160吨)。已经过两次改建。

第一次改建：

五十年代进行第一次改建，日产能由4000吨提高到10000吨(商品煤，原煤15400吨)。

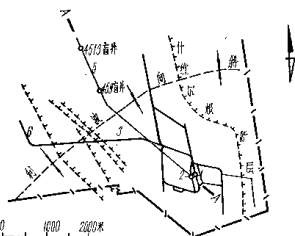


图 4 瓦尔朱姆矿第四水平开拓平面示意图

1—弗兰茨伦才井筒；2—维尔黑姆罗埃伦井筒；
3—西二主运巷；4—第四石门；5—第五石门；6—第六石门

增建了第二出煤井，采用罐笼提升，由两个井筒同时出煤。井筒深度为913米。全井田共划分5个水平，第5水平尚未建设，集中在第四水平生产，开采2水平至4水平之间的P煤层。开拓方式立井——石门——盲井，用石门贯穿到向斜北翼，再以盲井联系2、3、4水平间的开采煤层。井下集中在4水平运输，共有4个装载点。井下运输大巷大部分为单轨，断面较小。

经改建后，第4水平采用矿车运输，矿车容积为3.8立方米，共有2450辆，用内燃机车牵引，共有31台。另有蓄电池机车6台。

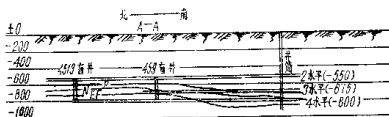


图 5 瓦尔朱姆矿沿第5石门(A-A)开拓剖面示意图

部分采区开采莱茵河下保安煤柱，采用风力充填。充填料用矿车运到采区，再用皮带运到工作面。全矿充填料用量最大时为每天5000~6000米³(约9000吨左右)。

改建井下的同时扩建了地面洗煤厂。

第二次改建：

1967~1970年进行第二次改建，日产能由10000吨增至12000吨商品煤(原煤18500吨)。