

前 言

煤炭管道运输工艺在上世纪90年代就获得了专利权,但工业管线的发展却比较缓慢。1957年第一条长174公里的凯迪兹工业输煤管线在美国建成。该管线的成功运转引起了世界各主要产煤国的密切注意。与此同时,管道输煤的研究范围也不断扩大。1972年长439公里的黑麦萨输煤管线投入运行,这一新输煤工艺的出现被认为是煤炭运输方面的一次革命。

1979—1980年国外煤炭和矸石的管道运输量为5000万吨,1982年则达到3亿吨,而运输距离也由原来的5—400公里加大到2000公里。虽然影响管道输煤经济效益的因素很多,只能根据具体情况,逐一分析,但全苏工业运输科学研究院的计算结果表明,在相同条件下,铁路运费要比管线运费高2.5倍。已公认,在输煤量为400—500万吨、运距不小于300公里的情况下,管运是最佳运输手段。

凯迪兹和黑麦萨管道系统代表“第一代”系统:管径小(457毫米),运距短(440公里),用户单一,输量小(5百万吨/年)。美国和其它国家计划敷设管道的属于“第二代”系统:管线大(762—1070毫米),运距大(1600—2400公里),输量为(20—30百万吨/年),多用户。

凯迪兹管道的运行经验,特别是黑麦萨管线近14年来的实践均证实了管道输煤的技术经济可行性,同时也将浆体输送的研究推向了一个新的阶段。随着研究规模的扩大,世界范围内(包括发展中国家)一些近、中期工业输煤管道发展规划相继拟就,甚至包括管道运输和海运在内的综合运输系统的研究和实施也在进行中。

美国计划建10条新输煤管线,管网总长16000公里,年总输送能力达一亿五千万吨,投资90亿美元,80年代可实现发展计划的50%。目前工业输煤管线的发展处于一个“微妙”的阶段,发展缓慢的原因并不是技术问题,而是铁路的竞争,社会、政治、政策方面的障碍以及偏见的影响,这和50年代初建石油管道网时所遇到的情况相同。

为了系统介绍国外管道输煤的现状和发展趋势,将陆续出版《国外管道输煤》译文集,全面介绍管道输煤的理论、工艺、设备和系统。本译文是第一辑,重点介绍国外管道的发展现状,近、中、长期规划以及大家所关心的经济效益分析问题。

本译文集的翻译、出版和发行是在国家管道输煤领导小组的领导和支持下进行的,在此特向宁宝生等同志表示感谢。

参加本辑编辑工作的有李清华、张香亭、刁乃秋、王龙楣等同志,由于水平有限,时间仓促,不足之处,望不吝指正。

唐山煤研分院情报室

《国外管道输煤》编辑组

目 录

管道输煤.....	(1)
今后十年的煤浆管道运输.....	(6)
水力输煤.....	(13)
美国的管道输煤.....	(20)
煤浆运输.....	(37)
新型连续式 and 专业化管道运输的新发展.....	(40)
固体物料的管道运输.....	(44)
煤浆运输.....	(48)
欧洲发展矿物管道运输的潜力.....	(52)
美国西部煤炭的管道运输.....	(59)
煤浆管道在煤炭运输中的作用.....	(64)
能源输送系统公司的煤浆管道规划已拟定.....	(66)
美国干线输煤管道.....	(75)
干线管道的发展前景.....	(80)
管道输煤的发展前景.....	(82)
固体物料长距离管道输送前景与趋势.....	(84)
关于扩大管道水力运输系统的使用范围问题.....	(87)
从运输因素和非运输因素两个方面分析煤浆管道运输的经济性.....	(90)
煤浆管道与长大列车运煤比较.....	(98)
论水力输煤的经济可行性.....	(105)
经济的煤炭运输方式.....	(112)
固液混合物的管道运输.....	(117)
煤浆运输管道的评价研究报告.....	(123)
浆体输送技术的发展及其现状.....	(138)
浆体输送技术研究开发动向.....	(147)
浆体管道运输现状及技术问题.....	(166)
粗粒度级配矿浆及煤浆的输送性能研究.....	(175)
大粒度煤管道运输.....	(182)
以细粒水煤浆作载体的粗粒煤水力运输.....	(191)

用于煤浆脱水设备的新型维修装置、技术与费用·····	(198)
水力运输松散物料的测定技术·····	(207)
矿物原料水力运输的前后处理·····	(210)
国外煤浆管道运输动态报导·····	(216)
浆体管道运输研究的现状·····	(216)
西德的管道输煤研究·····	(219)
西德萨尔吉特公司的管道输煤研究·····	(219)
关于炼焦煤管道输送性能的研究·····	(220)
印度的管道输煤研究·····	(220)
西德使用管道运输的可能性·····	(220)
消息报导·····	(222)
苏联的煤浆管道总规划·····	(223)
苏联计划敷设的一条输煤管线·····	(225)
苏联浆体管道的霍尔休斯泵站·····	(225)
管道运输在开采工业中的应用·····	(226)
通向美国东南部的煤浆管道在经济上是合理的·····	(227)
美国能源运输系统公司计划将煤浆管道延至蒙大拿州·····	(229)
法国的煤炭水力输送·····	(230)
水力输煤·····	(231)
法国煤与矸石的水力运输·····	(232)

管道输煤

D·派 克

煤炭管道运输被认为是煤炭运输史上的一次革命。

为证实煤炭管道运输的经济效果，曾进行了大量研究工作。全部研究工作证明管道输煤的一大优点就是运费低，并能够满足环境保护的要求。显然，管道运输是运输煤炭的好方法，但是，在其发展进程中存在某些障碍，这些障碍主要来自铁路的竞争，水和其他浆体介质的供应，以及所需要的大量的基建投资。

与 铁 路 的 竞 争

有关煤浆管道的第一个专利公布于1981年。近三十年间，人们对用管道输送矿浆的机理进行了广泛的研究。这为现今正在建造中的输送铁矿石，铜精矿，磷酸盐矿和煤的管道系统提供了根据。

第一条煤浆输送管线建于1957年，它把位于俄亥俄河流域的一个煤矿与向北174公里靠近克利夫兰的一座发电厂连接起来。这条最早的管线是由固本煤炭公司敷设的，其目的是要取代原有的铁路运输系统，从而为这一地区的煤炭运输增加了一个竞争因素。在其六年的正常运行期间，共输送煤炭七百多万吨，由此而导致的竞争使铁路运费率下降。

虽然这条管线停运，但它已给与其竞争的铁路造成威胁。此后，美国的铁路部门与煤浆管道展开了激烈的竞争。它们采用不给任何拟建管道过路权的办法，在很大程度上有效地阻止了管道的建设。

具有讽刺意味的是，一家铁路公司的子公司敷设的黑迈萨煤浆管线投入运行。这条管线起始于亚利桑那州的黑迈萨煤矿，终点站在内华达州的莫哈夫发电厂，全长439公里。黑迈萨管线于1970年投入运行，年运量五百万吨左右，成本只相当于铁路的一半，而其可靠率高达99%。目前，公布了几条长距离管道计划，其中大部分都在美国。

煤浆运输工艺

由于管道运输的是固体物料，所以在物料进入管线之前，必须进行煤浆制备。在煤浆到达终点站投入使用之前，还需进行回收处理。煤浆管道与石油或天然气管道所不同的就在于此。因此，这两方面仍需进行大量的工作。

要运输的煤先破碎，加一定量水后再磨碎，产品粒度上限为3毫米左右。研磨后再加水制成适于泵送的煤浆（固液比1：1）。一条管线需要一台或几台泵，还可能需要若干加压泵站，通过山地的管线更要如此。管线的起始压力为1000磅/英寸²。

实践证明，使用离心泵将导致煤的粉碎程度过高，以致达到不能接受的程度，从而使管线终端的煤水分离非常困难，成本也太高，将来的发展趋势是使用正排量泵，需要

高压的地方更是如此，间距以80—240公里为好。

现有管线所用管材的最大直径为470毫米，计划将其增大一倍，使其年运量达到2500万吨。管道线路一般不受所要通过的地形限制，而且管道几乎可按捷径敷设。这样，与铁路相比管线的路程缩短了25%，管道是埋入地下的，所以一经敷设，它就不存在污染环境的问题。

煤浆在终点站必须脱水。先把煤浆引入贮浆池，应用专用泵可回收再用贮浆池中的煤浆。待应用高压水射流进行再浆化后，运往脱水厂。由于粉煤特性的影响，使脱水作业相当困难。尽管脱水厂将脱出大量的水，但要想达到一个可接受的水分只能采用离心和真空过滤法，粉煤则要靠絮凝法和油团法回收。有关煤浆管道的大量的研究工作旨在改进复杂的脱水工序，降低其成本。预期、未来的研究将改善整个系统的经济效益。

输煤管线是按连续运行设计的，但是它必须能够适应意外事故或其它原因所引起的运转中断。当流动停止时，煤要发生沉淀，尤其是在管道的最低处，有可能出现堵塞现象。实践证明，加压可以消除这种现象，但在某些情况下，需要注入水使煤体再浆化。

一般说来，输煤管线是比较安全的。即使管道发生破裂，也不致造成持续性污染和水灾。在寒冷地区，管道必须深埋，或采取其它防冻措施。在管道终点站往往需要给管子裹上防冻物，以便维持管道在冰冻温度下的正常运输。

水源和管子形状

输煤管线需要大量的水。因此，缺水往往是造成新管线推迟启用的问题之一。美国拟建的大部分管线都起始于西部煤田，而那里水源缺乏。因此，如何满足管线的用水要求，成了地方当局所面临的一个难题。

一种解决办法是采用闭路管线方式，即敷设两条管线，其中一条用来回水，以重新制浆。这种系统有一个优点，即不存在单线系统那样的废水净化问题。即使净化后的水仅用于工业生产，废水净化也是一笔额外开支。而在闭路循环系统中粉煤可留在水中再循环，从而简化了脱水工艺。

长距离管道采用闭路系统其经济效益不佳，但该系统在短距离大颗粒输煤管线中已经得到了采用。荷兰SHV公司研制的一个粗粒煤浆船卸系统就采用了闭路系统。此外，在纽约港也正在计划建立一座13公里长的闭路管线，以便把一个火车站与一个拟建的船舶装载船连接起来。

异形管的应用也是促进推广使用闭路煤浆管道的一个因素。人们发现，浆流在平底管道（截面呈D形）中所受阻力要比在圆形管道中小。制造这种D形管最简单的方法是直接在圆管中插入隔板。循环水通过管道的下半部流回，这是由南非国家机械工程研究所研究出的。

这种结构的管子造价较高，但与敷设双管相比要经济得多。除此之外，运送这种经改善的煤浆浆流还可降低管道系统的能耗。这种管道目前还要经受大型实验的考验。但是这种改进型的管道会大大有利于缺水地区的煤浆管道运输。

拟建的大型输煤管道

目前多数拟建煤浆管线几乎都是根据国家的需要为发电厂服务的。某些更大规模的管道系统可同时为沿线几个发电厂服务。更有甚者，某些雄心勃勃的工程只将输煤管道

视为包括远洋煤浆船在内的综合输煤系统的一部分。

在管道输煤系统中，煤炭始终保持浆体状态，这就使煤炭有可能防效原油运输而采用新的运输方式。

波音工程公司提出了建立这类运输系统的最庞大计划。此计划包括敷设一条把美国西部煤矿与发电厂以及日本的工业用户连系起来的运输管线。这条商业性管道将把煤浆输送到加利福尼亚海岸洛杉矶北部奥克斯纳德转载船，煤浆在装船之前先存入煤浆池。

第一条大型管道要数美国即将投产的ETSI管线了。这条管道从西北地区的基莱特到南方的一座发电厂，全长2,250公里。这条管线最近已解决了水源问题，并基本解决了过路权问题。按照计划，此条管线于1983年动工，1985年开始运煤，1986年全部完工。这条管线将为南部沿线的一些发电厂供煤，并计划在距巴吞鲁日以北161公里的密西西比建立一个巨大的终点站，考虑到将来煤炭出口的需要，这条管线还可以往南延伸至巴吞鲁日和新奥尔良之间的码头。

此外还计划在同一地区铺设另一条较短管道，其规模相当于运行中的黑麦萨萨线。它将为一个电力联合企业的几个正在兴建的发电厂输送能源。这条215公里长的管道预定在1988年投入使用，以便与发电厂同期完工。估计该计划不会遇到大问题。

美国拟建的其它管线情况与此不尽相同，它们受到了缺乏水源和难于获得过路权等各种障碍。

其它国家的情况

其它产煤国也正在从事管道输煤研究，但只有在铁路运输超限和建设新矿区时才考虑管道的建设问题。澳大利亚和南非一直在研究通往出口码头的输煤管线，并期望建立起一套综合系统。此外，中国、印度和苏联也都在考虑利用输煤管道来改善其国内煤炭运输系统。欧洲已经对几条拟建管线进行了研究。其中一条管道将把波兰的煤南运至奥地利和意大利。但是，目前波兰煤炭工业现状使得此项计划前景暗淡。为了取代此项计划，壳牌石油公司设计了另一条从意大利的里雅斯特港通往内陆国家奥地利的供煤管道。

另一条拟建中的管线将从德国的煤田把煤输送到该国南部。这条管线的研究是1962年开始的，而目前煤炭利用前景的改观，使得此条管线的设计再次引起了人们的重视。欧洲的其它拟建管线（见图1）包括在铁矿管线之中，它们从一些海岸港口，如敦克尔克、泽布勒赫和鹿特丹通往内地的炼钢厂。但是如果用这些管线来改运煤浆，就必须对其进行新的估价。这些管线只有做为整体输煤系统的一部分，才能具有生命力。也只有与海运系统连接起来，才能得以发展。

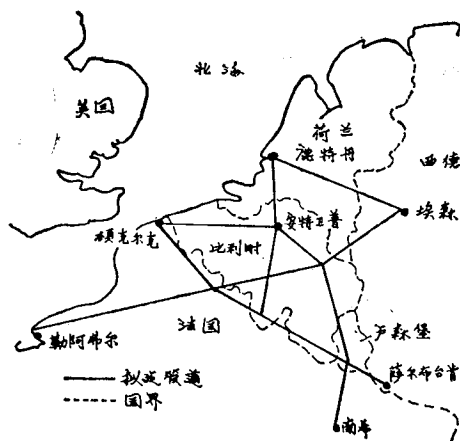


图1 拟建中的欧洲煤浆管线

煤浆管线的经济性

煤浆运输管线的经济价值已经通过多种实验得到了证明。这些实验表明，这种管线在经济上是有利的，其煤炭输送的到岸价格低于其它类型的运输系统（见表1和表2）。但是，经济比较并不单纯是现有运费的比较，还要考虑长期趋势以及对于其它运输方式的影响。

煤浆运输和普通运输的投资比较

（百万美元）

表1

	煤浆运输	普通运输
卸 载	30	60
输 送（十装载）	42	100
土 木	33	20
脱 水	20	0
合 计	123	180

煤浆运输和普通运输的成本

比较（以普通运输成本总

计为百分之百计）

表2

	煤浆运输	普通运输
基建十折旧费	32%	46%
运输费用	40%	54%
合 计	72%	100%

管道的主要竞争对手是铁路。在美国最早铺设的管道就显示出了这一竞争所产生的影响，正如前文所述的那样，它迫使铁路运费降低到了大致的水平，然而直接把铁路和管道的运费进行比较不能完全说明问题。

据估计，管道成本有30%受到通货膨胀的影响，而铁路受影响率达60%，大大超过前者。这就是管道具有相当吸引力的原因所在。在二十年内，管道的运输费用将只占铁路的一半。因此在较长时期内，管道能够给人们提供一个具有吸引力的运费价格。铁路也许可以在短期内通过减少运费，来与管道抗衡，尤其是在现有铁路运输能力有余时更是如此。但是从长远出发，在通货膨胀的影响下，还是对管道有利（见图2）。

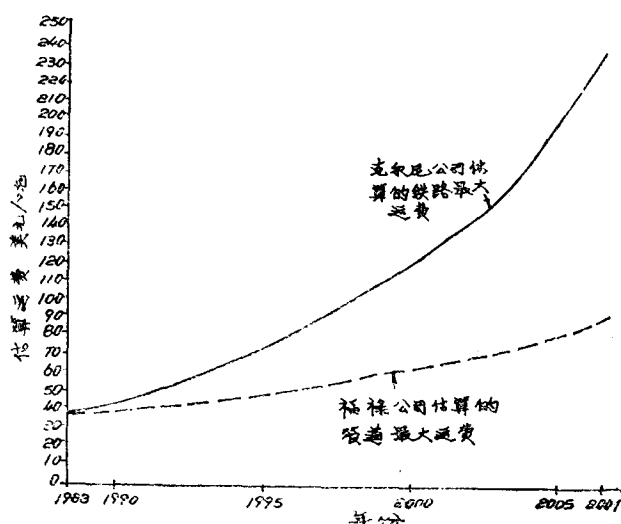


图2 铁路和管道运费最大值比较

但是，铁路仍然有它的优点，即具有灵活性。虽然轨道线路固定不变，但可以运输

多种货物，而且运输费用在相当大的程度上与运输量无关。但是，管道却缺乏这种性能，如煤浆管道就是用来专门输送煤浆这种特殊货物的。不过，它的大部分投资是用在管道铺设的基建费用上，与煤炭输送量相比，其费用是大大降低了。

管道的基建费用相当高，如蒙大拿—德卢思管线投资估价就高达 25 亿美元（1981 年）。只有在煤矿和用户签订了长期供煤合同的条件下，建这样的管道才合算。就国内发电厂而论，签订这样的合同是有可能的。而过去国际间的煤炭贸易一直对签订长期合同采取抵制态度。这就是波音公司设计的综合煤浆运输系统和其它管线难以实现的原因。吨煤运费可能降低 25% 左右，但是在能源市场变化多端的情况下，单靠一种专门的供煤系统会增加风险，因此巨额投资更为冒险。

意大利的依达林皮夹蒂公司和斯南普洛盖特公司进行了一项研究，把一套全新的铁路加抓斗卸煤的运煤系统与运行于奥地利—意大利之间的全部煤浆管道系统的费用进行了比较。他们指出，煤浆管道系统的基建费用仅占铁路运输系统的 57~61%，而且能耗低 10%。这些估计是以年运量为一千万吨煤为基础。管线系统往往是白手起家，而普通系统的一些环节，如铁路、港口、船舶或者终点站等都是原有的。虽然长时期内管道较优越，但在短期内，它很难显示这种优越性。这些因素综合起来，再加上政治方面和环境保护方面的影响，严重妨碍了煤浆管道的发展。

将来的发展趋势

对任一条煤浆管道运输系统来说，主要投资要化费到脱水设备上（见表 3）。大部分水能够较容易地脱掉，但是有将近 15% 的剩余水分相当难于处理，因为这些水中含有大量细颗粒。油团法是处理这些剩余物的方法之一，因为通过这种方法可将这些颗粒团聚成球粒。但是这会大大增加费用。

目前正对另一方案进行大规模实验（比如说，巴布考克—韦尔考克司公司就在进行此项试验）。这项实验使煤浆在保留 20% 左右水分的条件下，直接用于锅炉燃烧。这种浓缩煤浆加入化学药剂之后，即使贮存在容器和管道里，也能保持煤体的浮悬状态。这就能使烧油电站改为烧煤，并且只需做些微小设备的改动即可。

目前在世界范围内对于泵、管道、脱水系统以及煤浆管道所需一切设备的研究已进入了新的阶段。这些研究旨在改善其性能，并且着眼于将来得到巨额投资。世界上一些大公司，如贝克特公司、福祿公司参与了这些研制工作。而且，还有数目众多的公司也在密切注视着煤浆管道发展的动态。

将来的投资潜力是比较大的，而且随着世界对于环境问题的日益关心，煤浆管道必

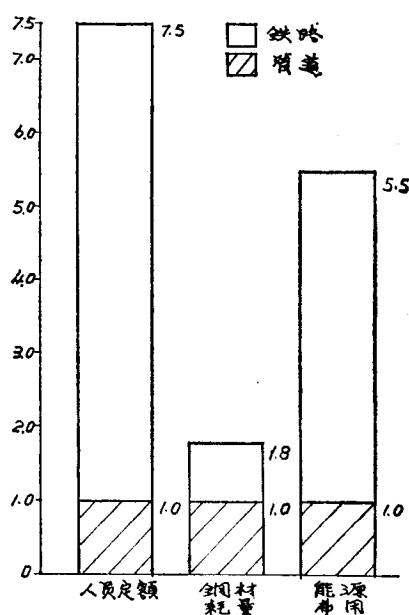


图 3 管道与铁路运输系统在人、钢材需求及能源成本方面的比较

脱水费用 (达到外在水分10%)

表 3

粒 度	设 备	美元/吨干煤
+ 0.5毫米	脱水筛 = 离心机	0.10
0.5 - 0毫米	浓缩机 + 过滤机	1.20
0.5 - 0.25毫米	旋流器 + 离心机	0.35
- 0.25毫米	造粒机 (煤/油团粒)	22.00
	火力干燥机	25.00

将更加受到重视。它们将补充现有的运输系统, 而并非是取而代之。它们能够与其它主要竞争者, 以及目前的敌手——铁路共存。

罗汝盈 孙福兴译自《南非采矿与工程杂志》

1983, 92卷, 第四期12—15, 18, 19, 22 (英)

李清华校

今后十年的煤浆管道运输

E. J. 沃斯普

本文综述了煤浆管道运输工业后十年的发展方向。从自然环境、经济、法律、政治观点的角度论述了在美国建立煤浆管道运输方面的问题, 同时对煤浆管道运输与其它煤炭运输方法进行了比较。

最近五年中, 国家和州日益重视发展煤浆管道运输。他们代表主张建设煤浆管线的一派, 这类似当初建设石油管线, 特别是五十年代建设天然气管线时候的情况。

管道输煤并不是什么新发明, 早在1891年华莱士·C·安德鲁斯就获准取得了美国第一项煤浆运输专利权, 他还在芝加哥举行了哥伦比亚世界博览会上展出了煤浆管道运输的模型, 并在纽约马迪森阿组第58街建立了一半工业性试验厂。

从那以后, 在美国建立了两条煤浆管线, 一条是俄亥俄输煤管线, 这条管线成功地营运了六年时间, 直到1963年该地区煤炭运费被迫降低后才停运。另一条管线是亚利桑那州的黑麦萨管线, 这条管线是由南加利福尼亚州爱迪森公司经营的。自1970年以来一

直连续运行。黑麦萨管线的建立和营运是非常成功和可靠的，它是内华达州装机容量1500兆瓦的莫哈夫发电厂唯一的燃料来源。

管道运输系统

来自矿井的2英寸（50毫米）—0英寸的原煤，先进行洗选以降低硫份，然后破碎并与水混合，用管道运往目的地。各个泵站的输送压力约为900磅/英寸²（6.2千帕）。无论从哪一点来看管线的建设都不复杂，而且泵站采用的也是现成的设备。在输送终端，用离心脱水机将来煤脱水，将水澄清至悬浮颗粒含量为5%—10%，然后在冷却塔流程中使用。脱水后的煤用皮带送入锅炉进行燃烧。

本文的目的是从市场、过地权、水源、通货膨胀、经济以及用户利益等有关方面对长距离、大运量煤浆管道输煤与铁路运煤进行对比。

市 场

在由国会研究机构—技术评定办公室最近进行的研究中，考虑了几种往市场输煤的方式，最后作出下列结论：在长距离、大运量情况下，管道运输比铁路运输的经济效果好，在其他情况下，逐项对比，管道运输也具有竞争能力。例如：从怀俄明州的波德河盆地至得克萨斯州以及从肯塔基州至佛罗里达州的管道运输均比铁路运输有竞争力。

联邦电力委员会说，到1985年俄克拉哈马、阿肯萨斯、路易斯安纳和得克萨斯单是发电厂的煤炭需求量估计将达到12400万吨/年左右。而1975年，上述四个州的用煤量只有900万吨（800万公吨）。如果算上原烧油改烧煤的工业用户，这些州的煤炭市场销售量到1985年可达到20000万吨（18000万公吨）。

煤来源是一个复杂的问题。最近许多公共事业用户和工业用户在调查研究下述几个煤炭来源：（1）来自怀俄明州波德河盆地的西部煤；（2）中西部的煤（主要产自伊利诺斯州）；（3）当地生产的褐煤。

据估计用管道和驳船从波德河盆地输往中南地区煤炭的总费用约为1.25美元/百万BTU。煤矿开采的费用约为40美分/百万BTU，其余的85美分是运输费用。中西部煤的开采费用约为1.00美元/百万BTU，用铁路或驳船运输的费用为25美分/BTU。因此输往中南地区发电厂的煤炭运输费为1.25美元/百万BTU。怀俄明的煤炭也是一样。很难估算褐煤的费用，因煤层的变化很大，不能进行具体比较。

直到现在为止，使用西部煤炭具有明显的优点，因为不需要使用洗涤器，如若使用洗涤器，就要增加75美分/百万BTU的费用。1977年8月8日由总统卡特签发的关于空气净化条例的修正案使这一优点失去了一部分，这是由于修正案要求所有新的资源开发必须采用“最先进的制控技术”。公众舆论认为使用洗涤器可排除废气中90%SO₂。

然而，由于下列因素，修正案对西部煤炭的影响是极小的：

- 由于西部煤硫分较低，所以燃用这种煤的废气净化费用比燃用东部煤的低。

- 燃用低硫分的西部煤时，锅炉排出的废气中含硫量只为燃用东部煤排放废气含硫量的一小部分。如果采用西部煤，则空气净化条例修正案对环境气体净化要求允许

较高的单位浓度。这一点是众多情况中的决定性因素。

·西部煤矿的生产率为100吨/工，而东部深井煤矿的生产率只有10吨/工。因此，西部煤炭受通货膨胀的影响小。

·在西部，劳工稳定性较强，原因是劳工市场的竞争性大。东部煤矿工人最近举行了为期100余天的罢工，而西部矿工，甚至是美国矿工联合会控制下的矿工也早在几个月前就已恢复生产。此外，西部的露天开采比东部井工开采的吨煤安全系数大10%，这也是西部劳工稳定的重要因素。

预计，到1985年由波德河盆地煤矿运出的煤炭将达20000万吨（18000万公吨）左右，其中大部分将被运往中南市场（见图1）。这样就为几条大型输煤管道提供了机会，同时也还有不少煤炭需用铁路运输。技术评定办公室的研究证实了这一点，此项研究指出，在今后十年中煤浆管道输煤量占煤炭总运输量的18%。尽管所占比例很低，但可以预计今后十年期间，煤浆管道运输工业的发展规模约为100亿美元。由于仍有相当一部分煤炭需要用铁路运输，就不存在铁路运输与管道运输相互对立的紧张局势。

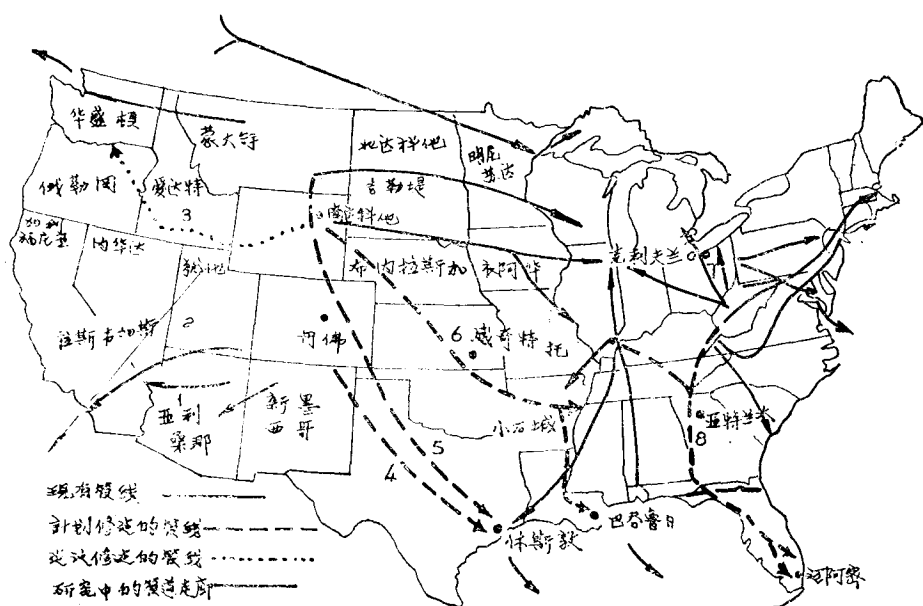


图1 将用来为中南市场输煤的煤浆管线

过地权

建设长距离输煤管线的一项重要条件是获得过地权，就是说必须取得管道横跨公路、铁路、河流、渠道以及运河的许可。通过这些公共地段必须得到联邦和州行政当局的同意。此外，还需要征得通过私有地段的许可。这些许可，多数已获得，对管道的建设影响不太大。

主要障碍来自铁路部门，历史上铁路当局就曾拒绝给竞争者通行许可。例如，1875年哥伦比亚地下管道系统修建了一条3英寸（75毫米）、60英里（100公里）长原油管

线，它不得不用油灌车把原油运过铁路线。1942年，由于铁路当局的反对，国会通过了哥勒条例，批准石油管线在战争期间拥有临时土地征用权。由于至今铁路当局垄断着煤炭运输业，所以批准煤浆管线的通行权遭到铁路方面的强烈反对。铁路当局已制定了远大的、理由充分的反对计划，而且直言不讳要排斥竞争者。

在没有获得通过铁路许可的情况下，有三种可获得管道通过铁路许可的方法：联邦土地征用法，州土地征用法和私下活动。

联邦立法。批准煤浆管线土地征用权的联邦法律最初是在1962年由肯尼迪总统提出的。由于实力雄厚的东部铁路当局的反对，修建由西弗吉尼亚至纽约和新泽西州煤浆管线的议案遇到失败。有5家铁路部门协同反对土地征用权，决定大规模降低俄亥俄州第8区以外的运费，条件是俄亥俄输煤管线停止营运。由于管道只运输每年从第8区运出的煤炭总量500万吨（450万公吨）中的100万吨（90万公吨）多一点，因此铁路运输费用的下降对铁路经济利益没有多大影响。

1974年，鉴于石油禁运和美国发展其丰富、廉价能源的需要，参众两院再度提出了煤浆管道运输立法。参议院议案很快被委员会通过，并采用口头投票方法表决通过。然后将此议案提交众议院内政委员会，在这里遭到铁路当局的非议，使此议案受挫，并不了了之。

1975年，在众议院提出了类似的立法议案，并在全年内进行了漫长的辩论。因铁路当局的再次激烈反对，最后的结果是需要进行研究以便收集情况。接着于1976年6月这项立法议案在内政委员会以21对19票表决，暂被搁置起来等待研究的结果。

1977年1月又起草了煤浆管道运输条例，此条例经几个委员会通过之后，于1978年6月提交众议院进行投票表决。虽说由于铁路当局的强烈反对，在众议院击败了此议案，然而，这一次与以前相比取得了进展，至少对此议案进行了表决。随着能源危机的加剧以及人们对煤浆管道运输的支持日益扩大，立法议案的支持者们充满信心，认为国会迟早会通过这项议案。

担心燃油改为烧煤将在1985年成为现实的工业部门目前正在探索煤浆管道运输方法，并在认真考虑这种新运输方式的可行性，可靠性和经济效益。在运费协商期间曾和铁路部门有过麻烦的公共事业部门发现管道输煤是一个有吸引力的可取方法。许多公共事业部门已对伯灵顿北部组织提出诉讼，该组织的态度是，在运费问题上，铁路部门说了算。国会议员鲍波·伊长德特称此举为“铁路霸道”。一公共事业公司的执行委员发表严正声明，在谈到因伯灵顿北方组织“任意提价而遭受的打击”时说，这决不是夸张。这纯属垄断。

为此，我们期望国会的立法气氛能变得对管道更有利些。

州立法。去年俄克拉河马州、得克萨斯州和路易斯安娜州通过了一项立法议案，授与煤浆管道过地权。目前十个州有专门批准煤浆管道过地权或土地征用权的法规。几年前，在堪萨斯州和内布拉斯加州就已制定了立法议案，但由于这些议案遭到反对，故一直被拖延而未通过。

私人活动。在这方面可以借鉴能源运输系统公司（E T S I）的经验。能源运输系统公司计划修建一条从波德河盆地煤田到中南和南和格尔夫州地区的全长1400英里

(2300公里)的输煤管线。这条管线要跨越10个铁路当局的70条铁路线。在上述10个铁路当局中。有9个拒绝把联邦立法授予其他运输管线过地权的权力给运煤管道。鉴于这种情况,能源运输系统公司过去几年中一直敦促制定土地征用法。由于到目前为止,这些努力不见成效,公司发现有必要寻找其他方法。通过研究,能源运输系统公司了解到,在许多情况下铁路当局只有地役权,而地面下部的所有权是别人的。因此,能源运输系统公司从各个地表下土地所有者手里获得了从铁路下面通过的权力,黑麦萨和俄亥俄输煤管线就是采用的这种方法。为了确保这一权力,不让铁路当局干扰管线建设,能源运输系统公司在联邦和管线要通过的各州法院备案。提出的65项诉讼除一项有争议外,全部胜诉。能源运输系统公司的辩护人正充满信心,认为会取得所需要的全部铁路穿越权。

最典型的是在美国怀俄明州地区法院的诉讼。这涉及到太平洋联盟1862年条例,该条例是铁路方面最大的权力之一。1977年8月,能源运输系统公司收到对太平洋联盟的判决。法院在作出决定时承认能源运输系统公司的对等地位,并说:“国会在此问题上筑起了一条使铁路方面的竞争者不能逾越的马基诺防线”。

水 源

与其它工业用户相比,煤浆管道运输用水量较小。从图2可以看出,发电燃用煤的吨煤用水量为7吨左右,每吨煤气化或液化转换工艺的用水量为2吨左右,而煤浆管道运煤每吨煤需用水1吨,从而在任何情况下都可大大节约用水。

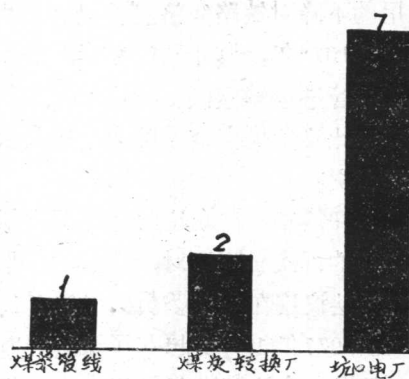


图2 用水量对比情况

水在密西西比河东部各州不成问题,上述地区的降雨量相当大,每年为30—40英寸,而在密西西比河西部,特别是在北部大草原地区,降雨量只有10—20英寸/年(25—30厘米)。技术评定办公室最近对煤浆管道运输进行的研究表明,有大量的充足水源可供利用,但不一定能同时供几条西部产煤地区的煤浆管道使用。

现在每年平均有380万英亩一英尺的非专用水从怀俄明州流入墨西哥湾。据工程师协会和农垦局估计,每年有300多万英亩一英尺的水可用于煤炭开发,这些水来自南达科达州的密苏里河主流上的瓦海湖(见图6)。

如图7所示,可通过管道将水从瓦海湖运至波德河盆地(见图7)。市政、工业和农业用水者可在这条输水管沿线获得便利。1975年,进行了论证研究,以确定用渡槽将水从瓦海湖引入怀俄明西部的可能性。此项研究表明密苏里河是用于怀俄明州能源开发的当地水源,把水输给与能源有关的工业部门将为缺水的达科他西南部和怀俄明东部带来好处。

除这大量的地面水外,还有大量地下水。例如,美国最大的地下水源之一——马迪逊构造位于北部大草原地区,面积为20万平方英里(52万平方公里),估计蓄水量为10亿英亩一英尺。根据美国地质勘探局基格·H·胡德森的计算,地下水补给量估计为

100000立方英尺—英尺/年，补给地点大部分在南达科他的黑山以东和怀俄明的大豪恩山脉以西地区的露头处。其它一些补给水通过喷泉回到地面。

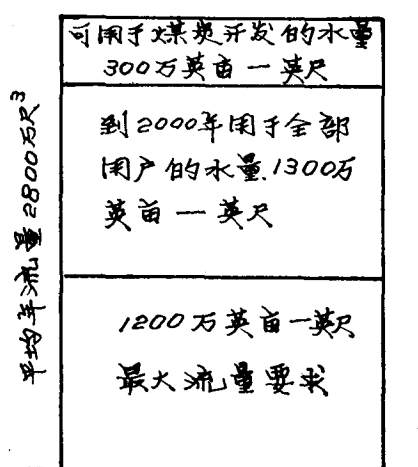


图3 可从密苏里河提取的水源。

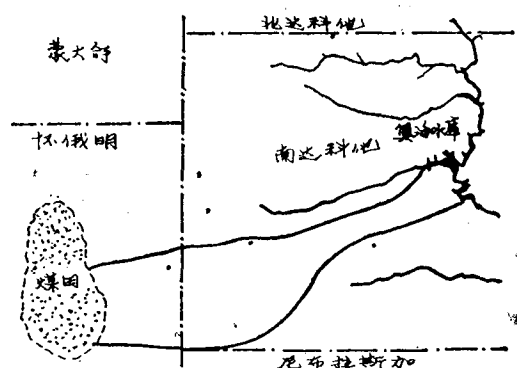


图4 瓦海湖的水通过管道输往波德河盆地煤田

这样，西部的水源不大可能成问题，但却是一个经济问题。为了工业用途可把水从数百英里外运来，即便水费为500—1000美元/英亩—英尺，仍然是经济的。但是费用却为畜牧业和农业用水费用最高值的10—20倍。例如，据估从瓦海湖至煤田的输水费用为1000美元/英亩—英尺。按此标准计算，年运量为2500万吨的运煤管道的吨煤水费为60美分。从波德河盆地至中南地区的总运输费用大致为10美元/吨，因此，水费不超过输煤总费用的6%。

经济效益

电力工业从1925年至1970年一直保持稳定。事实上，在此期间民用电费下降了70%，而消费价格指数却增长了500%。电费降低的原因是发电效率提高了，用于产生规定数额电力所需燃料量下降了30%。此外，发电机组大型化也得到巨大收益，这样单机费用不仅降低，而且单机燃料费用也基本保持稳定。

不幸的是，这些有利因素不再存在了。燃料费用骤增，比这更糟的是，工业用能源的一半靠国外供应，因此，目前面临着支付不平衡，通货膨胀局面。如果西部煤炭被利用，可为美国大部地区提供充裕的低价能源。但是必须把这些煤炭运往市场，其运输距离有的长达1000英里（1600公里）以上。运输费用相当于燃料售价的70%，为此，如果要保持电力的合理价格，采用管道输煤是十分必要的。

由于管道运输费用的70%左右是固定不变的，所以它很少受通货膨胀的影响。相反铁路运输费用中的75%—80%是随通货膨胀而变化，因此两种运输方式的经济效益主要取决于受通货膨胀的影响程度。30年期间管道运输雇用的劳力只是铁路的八分之一左右，使用的钢材比铁路少40%。在物料消耗方面，管道每运输一吨煤所需费用比铁路少 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{4}$ 。此外，管道运输仍处在初期发展阶段，因此可以进行技术革新，特别是煤炭洗选

加工和运输可以组合使用。另一方面，长大列车运输却和煤炭加工没有组合使用的可能性。具体地说，煤浆管道运输可与煤炭脱硫、降灰以及煤炭气化结合起来。

很难对铁路运输与煤浆管道运输的经济效益进行具体比较。但是，如果管道系统的规模是足够大的话，就可以在任何情况下同铁路进行竞争。此结论已由前面介绍的技术评定办公室的研究所证实。

对长大列车运输来说，实际上没有经济比较依据。如果每节车皮装煤100吨，一列挂有110节车皮的长大列车每趟可运输煤炭11000吨。如果单程1000英里，需要5天时间，每列车每年可运输400000吨左右，如果运煤量超过400000吨就需要加开列车。而另一方面，管道运输有着非常明确的经济标准系数。

用户利益

美国公众越来越清楚能源与国家经济的关系，由于煤浆管道运输的经济效益逐步被人们所了解，可以预料煤浆管道运输是有生存力的。

煤浆管道运输不需要政府的任何贴补。采用本国煤炭将少进口石油量，这样就有利于美国的收支平衡。煤浆管道运输将有助于制控煤炭运输费用。管道运输的可靠性和操作费用稳定有利于稳定能源价格，而这样又可使美国制造的产品在国际市场上具有竞争力。燃料费用稳定还将缓和公共事业不断提价的要求。

全世界的煤浆管线工程项目

目前全世界有15条计划修建或正在修建的新煤浆管线。其中有5条管线将把煤从美国西部矿山输往美国中南部和太平洋西北地区的公共事业单位。美国铁路工业在西部垄断了煤炭的运输，为此它竭力反对修建这些输煤管线。

经济效益

煤浆管道运输与铁路运输相比有两个明显的经济优势。

- 它们可将大量煤炭廉价输往很远的地方，从而可节省运输费用。运输量越大，距离越远，节省的费用越多。就是说煤浆管道运输具有经济效益高的优点。

- 煤浆管道运输不受运输费用上涨的影响，这一点对于电业用户来说是至关重要的。修建管线的费用占全部费用的70%，因此，它是固定不变的。另一方面，铁路的运输费用结构极易受诸如劳力和燃料费用膨胀因数的影响。

运输费用占公共事业能源总费用的30%—40%。节省运费对用户来说就意味着降低电费。

不污染环境

煤浆管道埋设在冻土层下，即地面以下约2—4英尺。与铁路的不同处是无噪声、稳定而且隐蔽，无污染和火灾，不会阻碍交通。管道运输对土地的破坏极小。一旦管线修建完毕，受到影响的土地就可恢复使用状态。

经在世界各地二十多年的实践，管道运输创造了安全可靠的良好记录。煤浆无毒，

不易燃，所以格外安全。

社会影响

目前，美国全部煤炭的三分之二以上是由铁路运输的。即便修建几条输煤管线，预计在今后十年中，铁路运煤量也将翻一番。因此，随着煤产量的不断增长（在西部某些地区煤炭产量将增加1000%），将会有更多的长大列车奔驰在美国城、镇之间。噪音、空气污染和交通干扰将为美国社会带来影响。

煤浆管道运输可能解决上述问题。例如，一条年运量2500万吨，长1000英里的煤浆管线可代替5000趟长大列车。

李建国译自《机械工程》，

1979, №12, 38—46 (英)

李清华校

水力输煤

罗夫、科林等

管道运输作为理想的流体运输方式已用于生产过程。因此使用管道输送物料，如矿石、磷酸盐、硫矿，特别是使用管道水力输煤的用户越来越多。尽管物料运输管道就其系统而言，原则上与原油长距离管道相同，但是，靠水力输送固体物料却比简单的牛顿流运输复杂得多。因此，迄今为止，只有当下述条件全部或部分得到满足时才可选用固体物料管道水力运输方式：

- △有水的自然来源，以作为运输介质。
- △能够对原料进行加工，使其粒度符合运输要求，即：加工成“泵送粒度”。
- △在运输之前后能湿式处理所运输的物料。
- △公路、铁路或水路运输困难。
- △需要转运或运输费用大。
- △没有超过10至15度的上下坡。

在使用管道运输设备运输固液混合物时不采用闭路循环工艺，且管道长度又超过3公里时，这样的设备在运输技术中称之为“物料管线”。例如，在卡尔——丰克煤矿，用泵将粒度约为1毫米以下的水采煤从工作面通过管道输送到选煤厂，根据上述概念，这个管道就叫“物料管线”，因为这条管线约长7公里。该管线所起的作用是将井下部分洗选作业与井上的洗选作业联系起来。

使用实例

表中所列为已建成和已设计完毕的几条运输管线；其中的几条在下文中还将进行详细介绍。

几条水力运输管线的地点、输送的物料及管线的长度。

地 点	输 送 物 料	管线长度 (公里)
亚利桑那 (美国)	煤	440
俄亥俄 (美国)	煤	175
犹 他 (美国)	硬沥清	116
英 国	石灰石	91.6
南 非	精铁矿	85.3
日 本	铜矿泥	64.3
沃尔黑宁 (苏联)	煤	61
南 非	金矿泥	35.4
新几内亚	精铜矿	27.4
加利福尼亚 (美国)	石灰石	27.4
哥伦比亚	石灰石	14.5
佛罗里达 (美国)	磷酸盐矿	10
特立尼达	石灰石	9.7
法 国	煤	8.7
鲁 尔 区 (西德)	煤	7.5
库兹巴斯 (苏联)	垃圾	6.8
民主德国	石灰石	4
萨 尔 区	煤—浮选尾煤	3.8
萨 尔 区	煤—浮选尾煤	3.8
联邦德国	细沙	3.6
彼尔英马依斯克 (苏联)	原煤	3
波 兰	泥炭和腐泥	3
萨尔矿区	煤—浮选尾煤	2.1
联邦德国	铅、锌浮选尾矿	1.4
联邦德国	细沙	1.2
萨尔矿区	煤—浮选尾煤	1.1

俄亥俄管线

关于俄亥俄管线在文献杂志中已进行过多次报导。固本煤炭公司敷设这条运输设备的主要原因是美国的运输费用不断上涨。运输发热量相当于 10^6 千卡的烟煤时，弗用为0.19—0.72马克/100公里，而运送热当量相同的石油时，费用仅为0.04—0.07马克/100公里。因此决定从凯迪兹的东湖用175公里长的水力运输管道，以每小时250—360立方米的输送量每年供给发电厂100多万吨的煤。

所输送的煤是从匹兹堡矿群的煤层中采出的一种硬质煤，这种煤已在预处理设备上用摇床进行了分选，其挥发分为35%。当将浆体泵入管道时，泵入量时小时大，这就需