

煤浆管道运输

COAL SLURRY PIPE TRANSPORT

王蓬旦 高德瑜

煤浆管道运输是一种将煤粉和水混合制成煤浆，然后通过管道将煤运到需煤地区的运输方法。煤浆运到目的地后，用户将煤浆脱水用作燃料或其他动力能源。在美国，煤浆管道运输技术已有相当长的应用历史，但只是在最近十多年来才得到普遍的重视。这是因为世界石油储量日趋减少，用煤作为基本燃料或化学原料的重要性日渐增加的缘故。就美国来说，尽管铁路和公路运输相当发达，但预计到1985年也会出现运煤能力不足的局面，所以有关方面正在深入进行各种新的运输方法的研究，在所研究的各种方法中，一般认为管道运煤是最有前途的一种，因为这种方法比较经济而且有利于环境保护。近十年来，有关煤浆管道运输的研究已取得了许多重要的成果，技术上的改进提高了运输功效近一倍左右。下面，本文对远距离煤浆管道运输问题作一简要的介绍。

一 简史

煤浆管道运输技术在1891年取得专利权，并在纽约开始试验。专利有效期17年，（至1908年）。1914年，英国伦敦发电厂首先使用管道技术将煤从泰晤士河的驳船上运送

到岸上不远的发电厂。

到1957年，铁路运输价格上涨，促使美国建成了第一条现代化长距离煤浆管道。这条管道管径250毫米，全长173公里，每年可将大约130万吨的煤从俄亥俄（Ohio）州的凯迪兹（Cadiz）运送到该州北部克里夫兰（Cleveland）的东湖（East Lake）发电厂。到1963年，铁路采用单元列车（unit-train）的办法运煤，把运费降低到原来价格的百分之五十五左右，迫使俄亥俄州的运煤管道关闭（克里夫兰的一段，改作把固体废物运输到市郊处理之用）。到1970年，另一条长距离的煤浆运输管道在黑麦萨（Black Mesa）建成启用，管道全长达439公里，除最后的20公里那一段因下降坡度太陡而采用300毫米管径外，其他部分全都采用内径460毫米的钢管。每年大约有480万吨的煤经由这一管道从亚利桑那（Arizona）州运送到内华达（Nevada）州的马哈维（Majave）发电厂。这条管道是目前世界上最长的煤浆输送管道。煤浆中煤的粒度组成为：1~6毫米的煤粒占5~10%，其余的均小于1毫米。由于这一管道的成功使用，安全可靠率达到99%以上，世界各国纷纷效法，

兴建长距离煤浆管道。到目前为止，计划、设计及已投产的15条长距离煤浆运输管道中，美国占8条。

二 煤浆管道运输的有利与不利因素

长距离煤浆管道运输有利有弊。现将其优缺点比较分析如下：

1. 优点

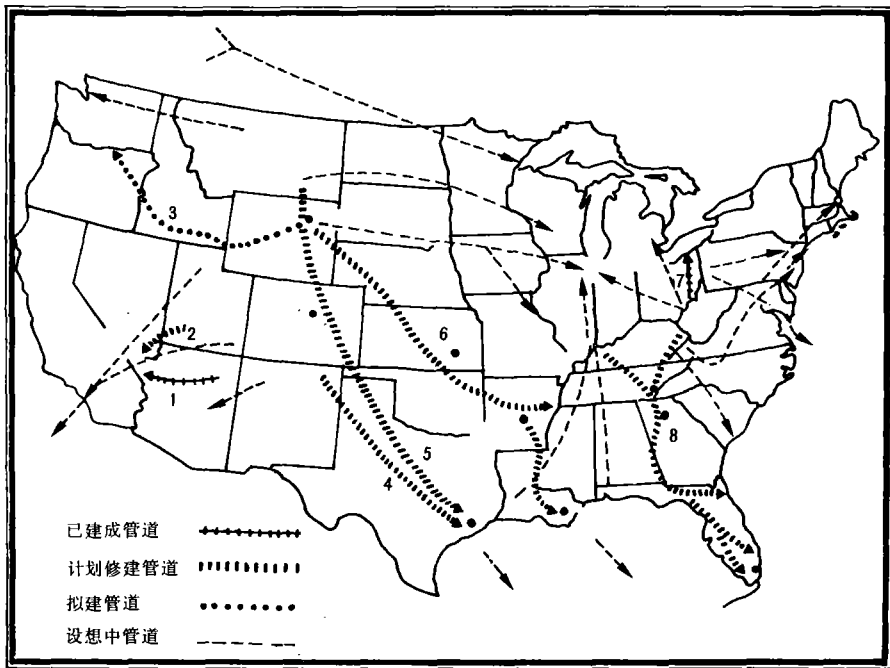
- 大部分管道可以埋设在地下，建成后不会破坏地面环境，基本上不占农田或其他用地面积；
- 铁路、公路及水运往常受气候影响，管道运输无此弊病；
- 可减少路面运输，同时管道运输无空气污染、噪音及意外事故等；
- 与新建铁路相比，管道基建投资费用较低；
- 设备容易维修及管理——长距离管道只是在泵站及终点才有较复杂的机器，因此维修管理集中方便。

上述优点还带来下列好处：

- 大大减少运输能量的消耗——由于近年来管道技术的改进，煤浆运输的能量消耗已大大低于公路及部分铁路运输所耗的能量。如果在设计中尽量采用最新的科研成果，这种方法将成为耗费能量最省的运

王蓬旦（Fun-Den Wang）科罗拉多矿业学院（Colorado School of Mine）矿业和地力学研究所所长，采矿工程教授，兼任美国内政部、能源部、科学院及工业界顾问。

高德瑜（David T. Kao）肯塔基大学（University of Kentucky）土木工程教授，专长流体力学、水力学及固液两相流研究。



美国煤浆管道运输系统

管道系统	长度 (英里)	管径 (英寸)	年运量 (吨)
1. 黑麦萨管道	273	18	4,800,000
2. 艾尔顿管道	183	24	11,600,000
3. 海湾西北洲际管道	1,100	24	10,000,000
4. 圣马可管道	900	24	15,000,000
5. 得克萨斯管道	1,260	24	22,000,000
6. ETSI 管道	1,378	30	25,000,000
7. 俄亥俄管道	108	10	1,300,000
8. 佛罗里达管道	1,500	24—36	15-45,000,000

输方法之一；

- 大大降低煤在运输过程中的损耗；

- 随着输煤量的增大，管道运输的经济性将越来越显著。

2. 缺点

- 运输品种单一——煤浆管道运输虽然可以大大降低煤运成本，但这种运输设备不能运送其他材料；

- 粒度有限制——目前所建的煤浆运输管道受设计、技术的限制只能运送小粒度的煤；有些工业上所用的品种，如用作气化的煤，因粒度而不适于管道运输；

- 经济性受运输量及距离的影响——水动力学的基本原理表明，在同样的运送速度下，单位水流的势能的消耗与管径成反比。所以，管径越大，运输能量及效率越高。

在建筑施工费用上，建大管与建小管差别不大，而建成后运输量越大，单价就越低。就距离而言，远距离要比近距离有利，因为二者之间，煤浆制备，煤水分离等设备和操作费用大致相同，当然长距离运价减低甚多；

- 需用大量的水及污水处理——煤浆管道运输所用水量与运煤量之比为 1 : 1，另外需要作污水处理，好在污水处理的技术现已发展得相当好，费用不算太高。

以上各项缺点，可以通过改进设计使之减少或避免。下文将提出一些建议方案供参考之用。

三 经济效果的审定

审定长距离煤浆管道运输技术经济效果所需的数据及资料。

1. 基本数据

- 煤矿及用户地区的分布及距离；
- 原煤的物理性质及化学成分，供破碎、磨损及水质分析等方面用；
- 煤在各种粒度下的比重及沉降速度资料；
- 基本运煤量的估计；
- 水源分布情况及目前、将来的用水计划；
- 预想运输线上各种环境及管线所经地区工农业条件状况；
- 其他交通网的分布及联运之可能性。

2. 工程设计资料

- 按基本运输量需要粒度分布情况，预定浓度及临界条件等数据，推算运输速度并选定管径大小；
- 测算沿线各地地形及管道的坡度等；
- 推算运输能量的消耗；
- 了解煤粒在运输过程中的破碎情况；
- 推定沿线特殊管道配件之需要；
- 了解沿线气候状况，防止冰冻之可能性。

3. 机械设备调查

- 煤粒破碎及粒度控制设备；
- 煤粒注入及混合设备；
- 煤浆泵；
- 测定仪表及自动控制设备；
- 煤浆储存设备；
- 脱水设备；
- 干燥设备。

4. 系统操作分析

- 运输系统性能之最优化 (Optimization) 之分析；

- 系统运输可靠性分析；
- 再启动性能分析；
- 停车操作程序；
- 紧急情况处理的技术措施。

5. 安全分析

- 可能系统失灵之分析；
- 可能意外事件之设想、预防及处理方案的确定；
- 设备失效率的分析；
- 操作人员错误可能性的分析；
- 操作危险性比例分析；

“三个中国人”的故事

A STORY OF THREE CHINESE

柯基

计算机协会的计算理论会议是计算机科学方面的一个有权威性的会议，每年春末召开，今年是第十二届，地点在美国加州洛杉矶。

这个会议的论文集素来是当代计算机科学发展方面的重要文献。今年的会议曾征集到几百篇论文，从中选出了四十余篇。中国计算机科学家洪加威的报告《关于决定性空间完全性问题》也被大会录取。对中国来说这是第一次。

完全性问题是理论计算机科学中非常重要的问题，它引起了许多学者的注意。完全性问题分为决定性的和非决定性的、时间的和空间的。其中决定性空间完全性问题多年来一直没有找到。洪加威的论文提出了一种新的方法从而找到了这种问题。其方法之巧妙与结果之精细赢得了普遍的赞赏。一些有名的学者表示：这是三天之中最精采的报告。

洪加威在报告中为了解释他的方法，编了一个生动的故事作比喻，他把这个故事称为“三个中国人的故事”。这次会后，有人就把他的方法叫“三个中国人”的算法。

洪加威本来是北京市计算中心的一个普通研究人员，目前正在多伦多大学做访问教授。他从事理论计算机科学的工作，有许多重要成果。他在这次会议上作了报告之后，许多第一流大学纷纷邀他去讲学或作研究工作。他很高兴地说：“我到国外半年来，唯一考虑的就是为我的祖国和人民争光。事实证明：中国人民是有能力的、有志气的，为什么不能赶上世界最先进的科学技术水平呢？”

这故事原是很平凡的，但也是许多类似故事中比较典型的一则。在中国十亿人口中，像这样富有才智、在学术上有所发明、有所贡献的人材真有千千万万。问题是为什么这种对人材的发掘，很多是始于一些国际学术会议的讲台上或是同国外学者的交流活动中，问题是为什么到了中国只看到少数多年不变的专家权威、政府科学行政人员或名重一时的科学明星，却看不到广大科学同行之间活跃的交流、评论，见不到蓬蓬勃勃的新思想、新人才，见不到大批大批发表独立见解的青壮年科学家？这种反常的情况常使国外的学者们纳闷、惊奇和惋惜。

□

• 上接45页 •

• 系统可靠率的预测。

6. 经济分析

a. 系统基建投资：机械设备及管道价格；用地价值（地面设置及泵站用地，如农田应外加农作物损失估值）；通讯设备价值及其它；施工费用；

b. 运转及维修费用：运输能量消耗；人员工资；修理及供应消费（维修及备品、备件消耗）；管理费用及其他；

c. 特殊经济消费：制浆能量损耗；煤浆储存能量消耗；脱水处理费用；污水处理费用；煤粉含水增量对燃烧热能利用率的降低；

d. 基建投资的利息。

四 结论

长距离细粒度煤浆管道运输，就科技成熟性而言已经达到“可靠”地步；在经济效能上说，以美国目前的经济条件为例，如与新建铁道相比，煤浆管道的基建及运转费用是比较低廉；可是铁道在其他方面的经济价值也不能忽视。如与已建成的铁道相比，若年运量在五百万吨以下，一般以铁道单元列车运价较低；五百万吨以上则以煤浆管道运输更为经济。坑口发电站在经济上远逊于长距离煤浆管道运输，而且从长运观点来看，超高压输电缆对附近居民的健康、对民间和国防

的通讯都有影响。

如果中国打算使用长距离煤浆管道运输的话，我们有以下几点建议：

1. 在技术设计上可以考虑采用最新的科研技术，设计较粗粒度的煤浆运输管道，这样可以使脱水费用减低，所运送的煤可以适用于不同用户的需要并便于储存。

2. 考虑煤浆管道运输与其他运输系统的联合运用，尤其是铁道、驳船和远洋轮船的联运粗粒度煤浆更为适宜。

3. 发展运输囊

水力运送系统，以克服管道运输货品单一的不足。

□