

文章编号: 1673-3363(2006)04-0389-04

煤矿瓦斯治理“先抽后采”的实践与作用

程远平, 俞启香, 周红星, 王海锋

(中国矿业大学 煤矿瓦斯治理国家工程研究中心, 江苏 徐州 221008)

摘要: 分析了“先抽后采”概念的内涵及对煤矿瓦斯治理的作用, 在研究煤矿煤层瓦斯赋存特点的基础上, 综合分析了煤矿瓦斯抽采方法, 结合煤矿瓦斯治理的实例和煤矿重特大瓦斯事故案例, 对我国煤矿瓦斯治理提出了以下建议, 即在有条件的情况下尽可能优先采用区域性瓦斯治理方法, 强突出危险煤层和超大井型高瓦斯矿井必须采用区域性瓦斯治理方法。

关键词: 先抽后采; 瓦斯抽采; 煤与瓦斯突出; 区域性瓦斯治理; 煤与瓦斯安全高效共采

中图分类号: TD 712 **文献标识码:** A

Practice and Effectiveness of “Draining Gas Before Coal Mining” to Prevent Gas from Bursting

CHENG Yuan-ping, YU Qi-xiang, ZHOU Hong-xing, WANG Hai-feng

(National Engineering and Research Center for Coal Gas Control,

China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China)

Abstract: In this paper, we analyzed the concept of “draining gas before coal mining” and its effectiveness of gas control in mines. Based on gas storage characteristic of coal seams, a gas extraction method used in coal mines is discussed. According to some examples of gas control and some cases of major gas accident, we suggest that, if the condition permit, the regional gas control should be the first choice, and, for those coal seams highly dangerous in gas burst and those super-large coal mines with a high gas content, the regional gas control must be used.

Key words: drain gas before mining coal; gas extraction; coal and gas outburst; regional gas control; safe and high-efficient exploitation of coal and gas

1 “先抽后采”概念的提出

2002 年 8 月 30 日, 国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局在辽宁省铁法煤业集团召开了全国煤矿瓦斯防治现场会, 时任国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局局长王显政同志作了“以防治瓦斯灾害为重点, 开创煤矿安全生产工作新局面”重要讲话。根据我国煤矿安全生产工作实际情况, 在认真总结借鉴煤矿瓦斯治理工作经验教训的基础上, 国家局提出了, 坚持“先抽后采, 监测

监控, 以风定产”的 12 字工作方针, 致力于建立防范瓦斯事故的长效机制。“先抽后采”是瓦斯防治工作的基础, 是从源头上治理瓦斯灾害的治本之策和关键之举, 体现了瓦斯治理预防为主、关口前移的要求, 是煤矿长期治理瓦斯实践经验的总结。

王显政同志的讲话中没有对“先抽后采”概念的内涵和外延做解释, 但列举的先进典型实例数据分析, “先抽后采”是煤矿现有瓦斯抽放方法的总称。例如: 铁法煤业集团从建矿初期就建立了 10 对永久的瓦斯抽放系统, 1974 年以来累计抽放瓦斯 3

收稿日期: 2006-07-17

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB221503); 国家自然科学基金重点项目(70533050); 国家“十五”科技攻关项目(2004BA803B012)

作者简介: 程远平(1962-), 男, 吉林省集安市人, 教授, 博士生导师, 工学博士, 从事火灾防护理论及矿业安全工程方面研究。

E-mail: ypc620924@163.com Tel: 0516-83995759

亿 m^3 以上;沈阳煤业集团先后为高瓦斯矿井配备了瓦斯抽放系统,并在采区顶底板抽放、老区埋管抽放、工作面打钻抽放的基础上,对重点工作面普遍施行预掘抽放巷,提高瓦斯抽放力度。

2 “先抽后采”对我国煤矿瓦斯治理的作用

“先抽后采,检测监控,以风定产”的 12 字工作方针的贯彻执行对保证我国高瓦斯矿井和煤与瓦斯突出矿井的安全生产工作起到了重要的推进作用。国家发展和改革委员会组织编写的“煤矿瓦斯治理与利用总体方案”(发改能源[2005]1137 号)的指导思想中明确提出:以“三个代表”重要思想和科学发展观为指导,坚持以人为本,关爱矿工生命,树立“瓦斯事故可以预防和避免”,“瓦斯是资源和清洁能源”的意识,贯彻“安全第一、预防为主”和瓦斯治理“先抽后采、监测监控、以风定产”的方针,完善与主体能源地位相适应的煤炭法律政策体系、煤矿安全技术标准体系,切实加强煤矿瓦斯治理与利用工作,努力建设本质安全型煤矿,确保能源供应安全和煤炭工业可持续发展^[1]。

我国国有煤矿初步建立了以钻孔和巷道抽采为主的瓦斯抽采技术体系。2004 年,国有重点煤矿有地面抽采系统 308 套,井下移动抽采系统 272 套,瓦斯抽采量达 18.66 亿 m^3 ,矿井瓦斯抽采率为 26.5%。45 户安全重点监控企业的高瓦斯、突出矿井全部装备了瓦斯抽采系统,瓦斯抽采量为 16.95 亿 m^3 ,年抽采量超过 1 亿 m^3 的矿区有阳泉、淮南、水城、盘江、松藻、晋城、抚顺。

2001 年我国煤炭产量仅为 11.06 亿 t,2002 年为 13.93 亿 t,2003 年为 17.36 亿 t,2004 年达到 19.60 亿 t,2005 年达到 21.6 亿 t,在我国煤炭产量快速增长的形式下,“先抽后采”对保证我国煤矿安全生产起到了举足轻重的作用。

3 我国煤矿瓦斯抽采方法综述

3.1 我国煤层瓦斯的赋存特点

我国 95% 以上的煤矿都是井工开采,开采深度大(华东地区平均开采深度已经超过 620 m),瓦斯压力大、瓦斯含量高、煤层透气性低,煤层瓦斯不易在采前抽放,但在采掘过程中瓦斯放散量大、放散速度快,再加上开采煤层地质条件复杂,在一定条件下将产生煤和瓦斯突然喷出的现象。我国国有煤矿全部是瓦斯矿井,且高瓦斯矿井占 50% 以上,300 多对矿井为煤与瓦斯突出矿井,瓦斯突出灾害的发生次数为世界之最。突出的规模为几十吨、几

百吨、甚至超过万吨。瓦斯涌出或煤与瓦斯突出控制不当将可能导致瓦斯爆炸事故的发生,从而造成更大的灾难。

我国大部分高瓦斯矿区煤层具有低透气性、可压密性和易流变性的“三性”特征,多数煤层透气性系数仅为 $10^{-3} \sim 10 \text{ m}^2 / (\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$ 。如淮南矿区 C13 煤层透气性系数仅为 $0.011 \text{ m}^2 / (\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$,阳泉北头咀井 3 号煤层透气性系数仅为 $0.016 \text{ m}^2 / (\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$ 。地面钻井原始煤层采气和煤矿井下原始煤体瓦斯抽放和压裂增透试验证明,瓦斯抽放效果较差。目前,我国采用美国的煤层气开采技术打地面钻井 200 余口,最高记录为沁水盆地的 TL-007 井,压裂后单井短期稳产仅为 $3 \text{ km}^3 / \text{d}$,与美国 San Juan 盆地的单井平均产量 $20 \text{ km}^3 / \text{d}$ 相比相差较大,商业化开采价值较小。

3.2 我国煤矿瓦斯抽放方法

我国煤矿瓦斯抽放方法可分为:

- 1) 预抽煤层瓦斯,分为采动卸压预抽和原始煤体预抽,该方法也称为区域性瓦斯治理方法。
- 2) 随采随抽煤层瓦斯,即在煤层开采过程中通过钻孔、巷道或埋管随工作面开采过程的进行同时抽采涌向工作面附近空间内的瓦斯。

但由于煤矿瓦斯灾害治理是一个综合的过程,往往需要多种抽放方法的配合才能保证煤矿的安全回采。例如,在保护层开采过程中为了保证保护层工作面的安全回采,需要采取随采随抽的方法解决邻近层瓦斯涌出和保护层瓦斯涌出对保护层开采的影响,同时还需要通过采动卸压瓦斯的预抽消除被保护层工作面的突出危险性,变高瓦斯突出危险煤层为低瓦斯无突出危险性,一般来说在保护层工作面开采过程中可能还需要采用随采随抽的瓦斯治理方法。表 1 列出了保护层开采及卸压瓦斯抽采方法汇总^[2]。从表 1 中可以看出,一些方法为采动卸压瓦斯预抽方法,如中程瓦斯抽采方法、远程瓦斯抽采方法和下部卸压区域瓦斯抽采方法;另一些方法为随采随抽方法,如近程瓦斯抽采方法。

“十五”期间,中国矿业大学、煤科总院重庆分院等科研单位与淮南矿业集团合作在煤与瓦斯共采技术方面取得了一定的进展,其技术成果如下^[3]:1) 保护层开采结合井下强化瓦斯抽放技术研究方面开展了近水平远距离保护层、急倾斜近距离保护层和多重上保护层开采及强化瓦斯抽放的试验研究工作,发明了远距离被保护层底板瓦斯抽放巷道+上向网格式穿层钻孔瓦斯抽放技术。低透气性高瓦斯软厚近水平煤层远程卸压瓦斯抽采方

法与技术、急倾斜近距离煤层群下保护层开采与卸压瓦斯抽采方法与技术等达到了国际先进水平。被保护层综合瓦斯抽放率达60%以上,在保护范围内全面消除了煤与瓦斯突出危险性和瓦斯含量超限现象,使高瓦斯突出煤层的巷道月掘进速度提高了2~3倍,被保护层工作面采用了高效综采放顶煤采煤方法,月产量提高3倍以上。

结合地面钻井强化抽放采动区域瓦斯技术研究方面,在对采动区域瓦斯流动理论和实际观测的基础上,研究瓦斯在采动区域的流场分布规律,确定地面钻井抽放采动区域瓦斯合理布孔及抽放参数,形成适合我国煤层特点的地面钻井抽放采动区瓦斯综合配套技术及装备。该项技术在一定条件下可替代井下抽放方案。

表1 保护层开采及卸压瓦斯强化抽采方法汇总

Table 1 Summary of pressure-relief gas extraction methods and exploitation of protecting seams

| 瓦斯抽采区域 | 方法 | 瓦斯来源 | 具体做法 | 应用矿区 | 应用效果 |
|--------|------------|----------------|--------------|------------------|------|
| 上部卸压区域 | 近程抽采 | 首采煤层的未开采分层; | 顶板走向穿层钻孔 | 淮南、淮北、铁法、沈阳、平顶山等 | 好 |
| | | 采空区遗煤; | 顶板走向顺层长钻孔 | 淮南、阳泉等 | 较好 |
| | | 处在垮落带的煤层; | 顶板走向高抽巷 | 淮南 | 较好 |
| | | 底板变形较大区域内煤层; | 采空区埋管 | 抚顺、淮南、淮北、平顶山等 | 较好 |
| | | 断裂带内煤层; | 采空区尾抽 | 淮南、阳泉等 | |
| | 部分来自弯曲带内煤层 | | | | |
| | 中程抽采 | 断裂带内煤层; | 顶板走向高抽巷法 | 阳泉、盘江、淮南等 | 好 |
| | | 部分来自弯曲带内煤层 | 顶板倾斜高抽巷法 | 阳泉 | 好 |
| | | | 顶板倾向穿层钻孔法 | 阳泉 | 较好 |
| | 远程抽采 | | 地面钻井法 | 阳泉、淮北、淮南、铁法等 | 部分较好 |
| 弯曲带内煤层 | | 底板巷道网格式上向穿层钻孔法 | 淮南、阳泉 | 好 | |
| | | 地面钻井法 | 阳泉、淮北、淮南、铁法等 | 部分较好 | |
| 下部卸压区域 | 下部卸压区域内煤层 | 底板巷道网格式上向穿层钻孔法 | 淮南、天府、沈阳等 | 好 | |
| | | 顶板巷道网格式上向穿层钻孔法 | 淮南、天府等 | 较好 | |

原始煤体预抽方法目前主要用于无保护层可采的突出危险煤层的开采,分为底板条带预抽、底板大面积预抽和煤层顺层钻孔预抽。由于我国煤层原始透气性低,钻孔密度大,预抽期较长,所以目前突出矿井大都愿意首先采用底板条带预抽,消除工作面两巷和开切眼的突出危险性,然后掘进工作面回采巷道,从工作面两巷施工煤层顺层钻孔预抽煤层瓦斯。例如,淮北矿业集团芦岭煤矿采用底板条带预抽方法,钻孔间距5~8m,预抽期15~18个月,煤层瓦斯抽放率仅为30%(即规程规定的消除突出危险性指标);郑州煤业集团大平煤矿采用煤层顺层钻孔预抽方法,钻孔间距仅为2m,预抽平均3~5个月,煤层瓦斯抽放率仅为30%。

随采随抽的方法包括:顶板走向穿层钻孔法、顶板走向顺层长钻孔、顶板走向高抽巷、采空区埋管、采空区尾抽等回采工作面瓦斯抽放方法,也包括突出危险煤层随掘随抽方法。其中顶板走向穿层钻孔法和采空区埋管等随采随抽方法已经在全国高瓦斯矿井普及,成为煤矿最重要的瓦斯抽采方法。突出危险煤层随掘随抽方法已经成为突出矿井“四位一体”防突措施的关键环节。

综上所述,“先抽后采”不能单纯理解为先抽采了煤层瓦斯后再去开采煤炭资源,而应根据煤层和瓦斯赋存实际条件采取不同的瓦斯抽采方法或它们的组合,在保证安全生产的条件下取得良好的煤

与瓦斯共采效果。

4 对我国煤矿瓦斯治理的几点建议

4.1 在有条件的情况下尽可能优先采用区域性瓦斯治理方法

长期理论研究和突出危险煤层的开采实践证明,开采保护层和预抽煤层瓦斯是有效地防治煤与瓦斯突出的区域性措施,该方法可以避免长期与突出危险煤层处于短兵相接状态,提高了防治煤与瓦斯突出措施的安全性和可靠性。我国《煤矿安全规程》(2004年版)第192条规定^[4]:“对于有突出危险煤层,应采取开采保护层或预抽煤层瓦斯等区域性防治突出措施”。第193条规定:“在突出矿井开采煤层群时,应优先选择开采保护层防治突出措施”。第198条规定:“开采保护层时,应同时抽放被保护层瓦斯”。2005年1月,国家为了汲取“10.20”和“11.28”两起特别重大瓦斯事故的教训,国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局以局长令的形式下发了《国有煤矿瓦斯治理规定》,第5条明确规定^[5]:“突出矿井必须首先开采保护层,不具备开采保护层条件的,必须对突出煤层进行预抽,并确保预抽时间和效果”。2005年3月,国家发展与改革委员会、国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局为了更好地贯彻落实国务院第81次常务会议精神,有效地遏制煤矿瓦斯事故多发的势

头,以发改能源[2005]457号文件下发了《煤矿瓦斯治理经验五十条》,第33条规定^[6]：“强制性开采保护层,做到可保尽保,并抽采瓦斯,降低瓦斯压力”。由此可见,在现有技术条件下,开采保护层结合卸压瓦斯强化抽采对有效地防治煤与瓦斯突出,保障突出危险煤层的安全高效开采具有重要的现实意义。同时大量抽采高含量瓦斯的利用减少了大量温室气体的排放,不但促进了高效洁净能源的利用,而且保护了人类的生存环境。

4.2 强突出危险煤层必须采用区域性瓦斯治理方法

自上世纪90年代我国提出“四位一体”防突措施以来,经过10多年的实践证明,该防突措施是实现煤与瓦斯突出矿井安全生产的重要保障。煤与瓦斯突出事故明显减少,国有煤矿煤与瓦斯突出事故1985年约600次、2000年95次、2004年18次。尽管煤与瓦斯突出事故明显好转,但随着开采深度的不断增加,开采强突出危险煤层的矿井煤与瓦斯事故突出强度和突出威胁进一步增大。例如,2002年4月7日,淮北芦岭煤矿发生特大型煤与瓦斯突出事故,突出煤(岩)量8729t,突出瓦斯量约94万 m^3 ,13人死亡;2004年8月14日,沈阳红菱煤矿在煤层巷道打防突钻孔时,发生大型煤与瓦斯突出事故,突出煤量701t,突出瓦斯量66226 m^3 ,5人死亡;郑州大平煤矿2004年“10.20”特大型煤与瓦斯突出引发特别重大瓦斯爆炸事故,突出煤(岩)量1894t,突出瓦斯量约25万 m^3 ,148人死亡;2006年1月5日,淮南矿业集团望峰岗矿主井发生了特大型煤与瓦斯突出事故,突出煤量2831t,突出瓦斯量29.27万 m^3 ,12人死亡。

对于这些开采强突出危险煤层的突出矿井,必须强制性采用区域性瓦斯治理方法,并且可验证性地消除煤与瓦斯突出危险性。例如,沈阳红菱煤矿主采煤层7[#]和12[#]煤层均为强突出危险煤层,曾多次发生千吨级以上的特大性突出,而且在打防突钻孔过程中还发生煤与瓦斯突出。为了从根本上扭转强突出煤层开采的被动局面,沈阳煤业集团决定首先开采距12[#]顶部16m的11[#]煤线(煤层厚度仅为0.4m),工作面采高1.4m,在开采11[#]煤层时采用底板巷道网格式上向穿层钻孔预抽和工作面随采随抽相结合的方法,12[#]煤层瓦斯抽采率达65%以上,成功地消除了强突出煤层的突出危险性。

4.3 超大井型高瓦斯矿井必须采用区域性瓦斯治理方法

近年来,我国煤矿井型有不断增大的趋势,并

出现了一些产量超过10Mt/a的高瓦斯矿井。例如,晋城寺河煤矿,核定生产能力10.8Mt,绝对瓦斯涌出量479.72 m^3/min ,相对瓦斯涌出量22.3 m^3/t ,瓦斯等级为高瓦斯矿井;淮南张集煤矿(与张北煤矿合并),设计生产能力10Mt,原张集煤矿已经为煤与瓦斯突出矿井,主采煤层为煤与瓦斯突出危险煤层;淮南顾桥煤矿设计生产能力10Mt,瓦斯等级暂定为高瓦斯矿井。这些超大井型煤矿的特点是工作面产量高,绝对瓦斯涌出量大,例如晋城寺河煤矿回采工作面最大瓦斯涌出量达100 m^3/min 。在目前的管理模式下,这些大井型高瓦斯矿井的安全性很难保证。例如,晋城寺河煤矿2006年2月1日发生特大瓦斯爆炸事故,导致23人死亡。对于这些超大井型的高瓦斯矿井,无论是突出危险煤层,还是无突出危险煤层,都应强制性采取区域性瓦斯抽采方法,变高瓦斯煤层为低瓦斯煤层,为工作面高效开采提供安全保障。

5 结 论

我国自2002年提出了“先抽后采,监测监控,以风定产”的12字工作方针以来,我国煤炭产量由13.93亿t增加到21.6亿t,2004年我国国有重点煤矿瓦斯抽采量达18.66亿 m^3 ,矿井瓦斯抽采率为26.5%。“先抽后采”对促进我国煤矿瓦斯治理和保障煤矿安全生产方面发挥了重要作用。但“先抽后采”目前还仅是一种概念,没有形成与之相配套的技术标准,在执行过程中煤矿监管部门和生产企业对“先抽后采”的理解也存在差异。为了保证《煤矿瓦斯治理与利用总体方案》中规定的瓦斯抽采目标的实现,国家应制定适应我国煤矿煤层瓦斯赋存特点与矿井瓦斯灾害程度和生产规模相配套的瓦斯抽采技术标准,从而实现高瓦斯和煤与瓦斯突出矿井的安全高效开采。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 煤矿瓦斯治理与利用总体方案(发改能源[2005]1137号)[S]. 2005.
- [2] 程远平,周德永,俞启香,等. 保护层卸压瓦斯抽采及涌出规律研究[J]. 采矿与安全工程学报,2006,23(1):12-18.
CHENG Yuan-ping, ZHOU De-yong, YU Qi-xiang, et al. Research on extraction and emission laws of gas for pressure-relief in protecting coal seams[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2006, 23(1): 12-18.

(下转第410页)

放顶煤开采法还是锚网护顶煤墙支撑台阶式开采法,都可以一次性开采厚为 10 m 左右的煤层,带区回采率达 45 % 以上.特别是锚网护顶煤墙支撑台阶式开采法,将露天开采的台阶式开采法引入地下开采,煤墙宽度合适时,可以开采更厚的煤层.

3) 进行端帮煤回采时,端帮采煤与露天采排工程的时空关系至关重要.露天采剥工程与端帮采煤的关系主要体现在空间上,即采剥工程能为端帮采煤提供多大的空间,这最终决定着端帮采煤的开采强度,即年产量.露天排土工程与端帮采煤的关系主要体现在时间上,而这最终影响的是每个带区内端帮煤的回采量,即回采率.从理论上讲,最好是改进采煤方法来提高开采强度,也可以通过采剥工作帮端部超前剥离和排土工作帮端部滞后排土的方法来增大端帮煤的出露长度及延长每个采区内端帮煤的回采时间,以提高端帮采煤的开采强度和回采率,但这是以巨大的超前剥离量和内排空间的损失为代价的,生产实际中是否采用须经论证.

参考文献:

- [1] 刘泽民,王社林,才庆祥.安家岭露天煤矿端帮采煤方法研究[J].中国矿业大学学报,2001,30(5):515-517.
LIU Ze-min, WANG She-lin, CAI Qing-xiang. Application of top-coal caving method in Anjialing surface mine[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2001, 30(5):515-517.
- [2] 刘宪权,李志强,史建华.分区开采转向接续期间存在的问题及对策[J].露天采煤技术,2001(4):8-9.
LIU Xian-quan, LI Zhi-qiang, SHI Jian-hua. Problems existing and countermeasures in transferring separate mining to continuous mining[J]. Opencast Coal Mining Technology, 2001(4):8-9.
- [3] 冯光明,才庆祥,叶新荣,等.露天矿端帮开采参数计算分析与围岩应力数值模拟研究[J].煤炭学报,2001,26(5):496-500.
FENG Guang-ming, CAI Qing-xiang, YE Xin-rong, et al. Computational analysis on the parameters of high-wall mining and numerical simulation study on the stresses of surrounding rock in surface mine[J]. Journal of China Coal Society, 2001, 26(5):496-500.
- [4] 尚涛,舒继森,才庆祥,等.露天矿端帮采煤与露天采排工程的时空关系[J].中国矿业大学学报,2001,30(1):27-29.
SHANG Tao, SHU Ji-sen, CAI Qing-xiang, et al. Space-time relationship between end-slope coal extraction and dumping and mining of open-pits[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2001, 30(1):27-29.
- [5] 尚涛,才庆祥,张幼蒂,等.我国大型露天煤矿若干生产工艺问题分析[J].中国矿业大学学报,2005,34(2):138-142.
SHANG Tao, CAI Qing-xiang, ZHANG You-di, et al. Analysis of some technological problems for large surface coal mines in China[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2005, 34(2):138-142.
- [6] 王书杰,才庆祥,李树学.严寒地区露天煤矿轮斗挖掘应用研究[J].采矿与安全工程学报,2006,23(1):88-90.
WANG Shu-jie, CAI Qing-xiang, LI Shu-xue. Application of bucket wheel excavator in surface coal mine of bitter cold region[J]. Journal of Mining & Safety Engineering, 2006, 23(1):88-90.

(上接第 392 页)

- [3] 程远平,俞启香.煤层群煤与瓦斯安全高效共采体系及应用[J].中国矿业大学学报,2003,32(5):471-475.
CHENG Yuan-ping, YU Qi-xiang. Application of safe and high-efficient exploitation system of coal and gas in coal seams[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2003, 32(5):471-475.
- [4] 国家安全生产监督管理局,国家煤矿安全监察局.煤矿安全规程[M].北京:煤炭工业出版社,2004.
- [5] 国家安全生产监督管理局,国家煤矿安全监察局.国有煤矿瓦斯治理规定(第 21 号令)[S]. 2005.
- [6] 国家煤矿安全监察局.瓦斯治理经验五十条[M].北京:煤炭工业出版社,2005.