

为了指标而竞争^{*}

——来自中国煤矿企业的证据

聂辉华 阮睿 宋佳义

[摘要] 中国矿难治理取得了不可忽视的成就,但总结其成功经验的研究尚显不足。本文认为安全生产的总量指标控制是一种降低中国煤矿企业矿难死亡人数的有效方式。笔者手工搜集了2002—2006年中国煤矿企业矿难死亡人数和省级安全生产控制考核数据,并与工业企业数据库进行匹配,发现单个煤矿事故死亡人数和同地区其他煤矿事故死亡人数之间显著负相关,说明企业间存在指标竞争现象。广义双重差分回归结果显示,在控制指标越少的省份,企业间指标竞争越激烈。异质性分析发现,在超标省份或者主管官员晋升的关键时期,指标竞争更加激烈。最后,单个煤矿企业死亡人数与异省邻市矿难死亡人数不相关,排除了矿难导致监管加强的“威慑效应”。本文的研究结果表明,煤矿安全生产总量指标控制对企业安全生产有显著作用。

[关键词] 指标控制;矿难;安全生产;治理

一、导论

长期以来,中国的煤矿灾难(以下简称“矿难”)一直成为安全生产领域的“阿喀琉斯之踵”(Tu, 2007)。粗略地说,在过去十年中,中国大约生产了全世界40%的煤炭,却导致了80%的矿难死亡人数。^①但是,另一个同样不可忽视的事实是,在过去的十几年中,中国的煤矿安全水平已经有了极大提高。根据聂辉华等(2019)的统计,2001—2018年,中国的每百万吨煤死亡人数从2001年的5.3人一直下降到2018年的0.093人,低于1%这一国际公认的安全警戒线;死亡人数从

2001年的5670人下降到2018年的333人。客观地说,这是相当了不起的成就。

为什么中国成功地遏制了频仍爆发的矿难?学术界对这一问题缺乏充分的探讨。经济学文献中,关于矿难的研究大部分聚焦于矿难的原因。^②一些学者认为矿难源于安全投入不足,因此安全生产环境难以得到保障,例如汤凌霄和郭熙保(2006)、陶长琪和刘劲松(2007)、钟笑寒(2011)。另一些学者认为,矿难源于政府监管不严或者监管缺位,对问题煤矿缺乏足够的威慑力,例如Wang(2006)、肖兴志等(2011)和聂辉华等(2017)。还有一些学者认为,矿难频发的体制性原因是地方政府和煤矿企业之间的“政企合谋”或者官商勾

* 聂辉华,中国人民大学经济学院、中国人民大学企业与组织研究中心;阮睿(通讯作者),中央财经大学中国财政发展协同创新中心,邮政编码:100081,电子信箱:ruanrui@outlook.com;宋佳义,大连商品交易所。本文得到杨瑞龙主持的教育部重大专项课题“党的创新理论引领贯穿理论经济学知识体系研究”(19JZDZ002)和聂辉华主持的教育部重大课题“深化‘放管服’改革促进营商环境持续优化研究”(18JZD048)和国家自然科学基金面上项目“中国矿难的原因与治理机制”(71572190)的资助。感谢匿名评审人提出的修改意见,笔者已做了相应修改,本文文责自负。

① 例如,“Coal Mine Fatalities in China Account for 80 Percent of World Total”, BBC, Nov. 13, 2004。

② 关于矿难原因的文献综述,可参考聂辉华等(2017;2019)的研究。

结,例如聂辉华和蒋敏杰(2011),Fisman & Wang(2015),Jia & Nie(2017)。

目前,只有少数文献分析了中国治理矿难的成功原因。第一类文献认为,将安全生产纳入地方官员的绩效考核,可以对遏制矿难发挥重要作用。首先,Fisman & Wang(2015)发现,在那些实行“安全生产一票否决”的省份,政治关联对问题煤矿的庇护作用明显更弱。姜雅婷和柴国荣(2018)基于中国各省份2001—2012年面板数据,发现安全目标考核能够改善安全生产状况。Shi & Xi(2018)认为,在相对绩效考核体制下,同一个省份的相近城市之间会进行一种安全生产竞赛,也就是说一个城市改善了安全状况,会给相近城市带来同伴压力,这是一种正的外部性。

第二类文献认为,监管体制的改善是矿难得到遏制的根本原因。例如,Wang(2006)和聂辉华等(2019)均指出,将煤矿生产部门和安全监管部门分立,增强了煤矿监管部门的独立性。同时,在治理体系上,构建了以垂直管理为主、群众监督为辅的多元治理体系。一些文献同样验证了群众监督的重要作用,例如张欢和王新松(2016)。

与上述文献不同,本文分析了中国成功治理矿难的另一种经验:安全生产的总量指标控制。本文认为,将安全生产纳入地方官员的考核体系,以及加强安全生产的上级或媒体监督固然重要,但具体的实施机制决定了效果好坏。从理论上讲,当官员作为一个代理人已经承担了多项任务时,多个任务实行一票否决制一定会导致官员的激励扭曲,而且扭曲的程度和任务数量是成正比的(Bernheim & Whinston, 1986)。此时,单纯的监督也解决不了问题,因为在信息不对称条件下,监督永远不能替代激励。而实行配额制,即安全生产指标的总量控制,有助于官员在不同任务之间适当调整努力水平,从而减少激励扭曲。这符合多任务代理模型中的“等报酬原理”(Holmstrom & Milgrom, 1991)。Li *et al.* (2019)也使用模型刻画了中国较高层级政府给下级政府制定的经济增长目标以激励下级官员努力发展经济的现象。

本文认为,指标控制是一种降低中国煤矿企业矿难死亡人数的有效方式。中央政府每年制定事故

死亡人数控制的总目标,然后将总目标分解到省级地方政府,再由省级地方政府层层分解到地级市和重点企业,每层政府和企业都不能“超标”。在微观层面,每个地方的企业面临同一个考核目标,如果达不到目标,每家企业都会受到惩罚,例如停产整顿。因此,当一家企业发生事故以后,相当于占用了部分安全指标,这迫使其他企业进一步加强安全生产,降低整体超标的可能性。本文把这种现象称为煤矿企业在事故死亡指标上的竞争。

为了验证上述猜想,笔者手工搜集了2002—2006年中国煤矿企业矿难死亡数据,并与中国工业企业数据库匹配。本文发现,单个煤矿企业每年发生的事故死亡人数与同一地级市其他煤矿企业事故死亡人数之间显著负相关,说明中国煤矿企业确实存在指标竞争的现象。为了识别指标控制与指标竞争之间的因果关系,本文使用广义双重差分的研究设计,发现煤矿事故死亡指标越少的省份,辖区内煤矿企业之间的指标竞争越是激烈。为了减轻上述结果的内生性,本文使用各省份滞后两年的煤矿事故死亡实际数量,作为当年获得指标的工具变量。工具变量回归结果也证明了各省份获得的指标数量与煤矿企业指标竞争之间的负相关关系。在异质性检验部分,本文进一步发现了煤矿企业在事故死亡人数指标上竞争的证据。如果一个省份当年煤矿事故死亡人数超标,或一个地级市主管官员处于晋升的关键年份(用任职第三年衡量),这一省份或地级市辖区内企业之间的指标竞争在该年就会更加激烈。最后,本文试图排除一个竞争假说,本文发现单个煤矿企业事故死亡人数与处于邻省附近地级市的煤矿企业事故死亡人数之间没有显著的负相关关系,这降低了本文结果受到“威慑效应”干扰的可能性。

本文的研究丰富了关于矿难或生产安全的经济学文献。以往的研究多数聚焦于矿难的原因或后果(例如聂辉华,2015),很少关注矿难治理的成功经验。本文的结论为治理矿难和其他安全生产问题提供了启示。其次,本文从指标管理这个独特的角度出发,分析了中央—地方博弈格局下,地方官员对考核体制的理性反应。目前,经济学界关于地方官员面对考核体系的激励反应,还有待更深入的研究

(周黎安等, 2015; 周雪光, 2017; Chen *et al.*, 2018)。因此, 本文的研究也有助于我们更好地理解官员的激励体系。

本文接下来的内容安排如下: 第二节介绍中国矿难治理的制度背景并提出研究假说, 第三节介绍数据和研究设计, 第四节介绍主要回归结果, 最后是结论。

二、制度背景和理论假说

(一) 制度背景

中国的煤矿按产权和主管部门分为三类: 国有重点煤矿、国有地方煤矿和乡镇煤矿。1998年, 国务院将原煤炭部下属的94个国有重点煤矿全部下放到省级地方政府管理。从此, 省级地方政府开始负责辖区内所有煤矿的安全监管工作(聂辉华和蒋敏杰, 2011)。

在中央层面, 2000年设立了国家煤矿安全监察局, 与国家煤炭工业局是“一个机构、两块牌子”。同时, 19个省份的煤矿安全监察局作为国家煤矿安全监察局的直属机构。2001年, 中国设立了国家安全生产监督管理局, 与国家煤矿安全监察局合署办公。2018年, 国家安全生产监督管理总局改为应急管理部, 国家煤矿安全监察局划入应急管理部。在煤矿安全管理体制上, 中央和地方的分工是: 国家监察, 地方监管。换言之, 中央主要负责宏观层面的管理, 地方承担具体的安全管理。

公开资料显示, 早在20世纪80年代, 已经有地方政府使用指标控制方法对安全生产进行目标管理。1987年, 四川省开始采取伤亡事故目标管理, 对工业企业提出“千人死亡率”, 对煤矿提出“百万吨死亡率”等指标(刘开治, 2004)。随后, 部分省市开始效仿。2004年, 国务院颁布了《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》(以下简称《决定》), 明确规定: 从2004年起, 国家向各省(区、市)人民政府下达年度安全生产各项控制指标, 并进行跟踪检查和监督考核。安全生产指标控制方法开始在全国范围内推广。

那么, 安全生产的指标是如何制定的呢? 2006年国务院公布了《关于2006年全国安全生产控制

考核指标的说明》(以下简称《说明》), 里面提到: 煤矿控制指标以各地区2003—2005年3年死亡人数统计平均数占全国2003—2005年3年各项死亡人数统计平均数的百分比乘以相应的计算基数确定。除此之外, 这份说明还规定了调整因素: 首先, 煤矿百万吨死亡率超过10的, 调整到10以下, 经计算各项控制考核指标高于2005年统计数的, 做适当调整; 其次, 一次死亡50人以上特重大事故按5年平均数计算。

指标控制政策受到各级地方政府的高度重视, 因为是否完成控制指标被列入地方官员的考核体系。2004年的《决定》明确: 把安全生产作为干部政绩考核的重要内容, 逐级抓好落实, 特别要加强县乡两级领导干部安全生产责任制的落实。2006年的《说明》指出, 控制指标作为评价政绩、业绩的重要标准, 严格考核奖惩, 建立激励约束机制。

综上所述, 指标控制方法在地方的煤矿治理过程中具有重要地位, 并且会影响官员的职业发展, 继而影响到辖区内煤矿企业的安全生产管理行为和绩效。对于煤矿企业而言, 如果严格遵照规章制度和安全手册, 是可以避免矿难事故的(陈红等, 2005; 聂辉华等, 2019)。也就是说, 矿难事故会受到煤矿安全管理制度(指标控制政策)的影响。为了找到指标控制方法和矿难之间的因果关系, 本文使用计量经济学方法来研究。

(二) 理论假说

中国的行政管理体制体现了垂直集权和水平分权相结合的特征。一方面, 上级政府和下级政府之间存在垂直领导关系, 另一方面地方在社会经济事务方面拥有广泛的自主管理权限(Cheung, 2008; 周黎安, 2017)。一些经济学者将这种体制特征总结为“向地方分权的威权体制”(Xu, 2011)。煤矿安全监管体制充分体现了这一特征。国务院领导下的国家安监总局根据全国各地煤矿安全生产状况制定了年度的安全生产指标, 然后根据各地安全生产情况分配到各省市, 各省市再根据管辖地区的安全生产情况逐级分解安全指标。

在煤矿安全监管体制下, 实行安全生产控制考核指标之后, 被同一个地方政府管辖的煤矿企业将

共享同一个总死亡指标。因此,煤矿企业之间面临着围绕死亡指标而展开的竞争:如果一家煤矿企业由于矿难事故造成了工人死亡,其他煤矿企业就只能更加严格地控制煤矿事故,尽量少造成死亡,以免地区总额超过控制指标;反之,如果其他煤矿没有发生死亡事故,该煤矿在安全生产方面可能有所松懈,反而导致事故发生率上升。更有意思的是,以行政区域为基本治理单元的中国特色行政管理体制,决定了不同行政区域之间很难有套利行为。也就是说,不存在跨区的指标交易。否则,“总量”控制就是一句空话。在环境污染问题上,学者们发现,一些相邻地区之间存在一种“以邻为壑”的排放方式,即在边界建立污染工厂,然后将污水排放给下游地区(Kahn *et al.*, 2015; Cai *et al.*, 2015)。在矿难治理问题上,各市矿难死亡率的正相关关系也基本排除了跨区的指标套利问题(Shi & Xi, 2018)。因此,给定本地的死亡指标总数,同一辖区的煤矿企业之间的死亡指标竞争本质上是一种零和博弈,或者说是一种负向的“相邻效应”(peer effect)。因此得到本文的第一个假说:

H1 单个煤矿企业当年矿难死亡人数与本市其他煤矿企业矿难死亡人数之间存在显著的负相关关系。

也可以用反证法的思维来理解假说1。假设单个煤矿企业是否发生矿难是独立事件,那么煤矿企业之间的死亡人数应该不相关。只有当煤矿企业之间存在指标竞争时,死亡人数之间的负相关现象才能够被解释。本文将在下文用数据检验这一点。

虽然同一个省份的各地区之间都会为了矿难死亡指标而竞争,但不同省份面临的约束条件不同,这决定了内部竞争的程度差异。已有研究表明,中国各地区的竞争模式和竞争效果,在很大程度上取决于各地区的资源禀赋(Cai & Treisman, 2005; 楼国强, 2010)。在资源禀赋给定的前提下,各地区会向上级争取更多的财政资源、指标和优惠政策(王宏, 2013; 安体富, 2017)。^① 对于煤矿安全生

产来说,在那些控制指标相对较多的省份,辖区内煤矿企业面临的约束就更松,从而这些煤矿企业之间的指标竞争相对不激烈;反之,则煤矿企业之间的指标竞争更加激烈。由此本文提出假说2:

H2 一个省份得到的控制指标数量越多,本省份煤矿企业矿难死亡人数之间的负相关关系越弱。

三、研究设计

(一) 计量模型

为了检验假说1,本文构建下列回归模型:

$$Death_{it} = \beta_0 + \beta_1 OtherDeath_{it} + \gamma X_{it} + \varphi_i + \tau_t \times \eta_j + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中,被解释变量 $Death_{it}$, 表示煤矿企业 i 在第 t 年的矿难死亡人数;关键解释变量 $OtherDeath_{it}$ 是与煤矿企业 i 同一地级市的其他煤矿企业第 t 年的矿难死亡人数; X_{it} 是企业层面的控制变量; φ_i 代表企业个体固定效应; $\tau_t \times \eta_j$ 代表年份 t 和企业所在省份 j 的交叉固定效应,以控制各省份随时间变化的潜在影响因素。本文预期关键解释变量 $OtherDeath_{it}$ 的系数 β_1 为负数。

由于单个煤矿企业无法影响矿难死亡指标总量及其在各个省份的分配,因此对单个煤矿企业来说本地区的控制指标是完全外生的。于是,本文可以利用这一外生变量构造广义双重差分模型,识别指标控制政策的差异性和煤矿企业生产安全管理(表现为矿难死亡人数)之间的因果关系。为了检验假说2,本文构建下列回归模型:

$$Death_{it} = \beta_0 + \beta_1 OtherDeath_{it} + \beta_2 OtherDeath_{it} \times Quota_{jt} + \gamma X_{it} + \varphi_i + \tau_t \times \eta_j + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中,被解释变量仍然是煤矿企业 i 在第 t 年的矿难死亡人数;解释变量是其他煤矿企业矿难死亡人数以及其他煤矿企业矿难死亡人数与控制指标 $Quota_{jt}$ 的交互项。由于控制指标 $Quota_{jt}$ 随着年份

^① 例如甘肃某地区领导人拜会有关部委,希望获得更多指标。参见《郭鹤立一行在京向国家有关部委汇报工作争取支持》,临夏新闻网,2019年7月17日。

和省份变动，与年份×省份固定效应完全共线，因此不在回归模型中出现。本文预期关键解释变量 $OtherDeath_{it} \times Quota_{jt}$ 的系数 β_2 为正，表示煤矿企业所在省份获得的控制指标数量越多，煤矿企业之间实际矿难死亡人数的负相关关系越弱。

(二) 数据来源

本文所使用的数据是以年为单位的、煤炭企业层面上的面板数据。煤矿企业的矿难死亡人数来源于原国家安全生产监督管理总局。原国家安监总局自 2001 年开始在官方网站上公布详细的煤矿事故信息，包括事故日期、事故煤矿的名称、伤亡与失踪人数等。通过手动收集上述信息并进行汇总，即可得到煤矿企业当年的死亡人数。值得说明的是，上述机构在 2002 年之前和 2007 年之后，只对外披露总死亡人数超过 3 人的煤矿事故，这导致很多一般事故没有被披露 (Nie & Zhao, 2017)，因此本文使用的样本覆盖年限从 2002 年开始，到 2006 年为止。

其他煤矿企业层面的变量来源于中国工业企业数据库的相应年份。笔者先从这一数据库中截取出工业行业代码为 0610, 0620 和 0690 的公司，也即对应两位数行业代码为 06 (煤炭开采和洗选业) 的公司。其次，本文参考了聂辉华等 (2012) 的做法，剔除了异常值，从而得到了企业层面的数据。

本文将上述煤矿企业的矿难死亡数据和工业企业数据匹配，得到 2002—2006 年中国煤矿企业的非平衡面板数据。在煤矿企业的控制变量方面，本文参考已有研究 (Fisman & Wang, 2015; Nie & Zhao, 2017)，加入了企业所有制、年龄、负债率、规模 (总资产、人数和主营业务收入) 和盈利能力等可能影响煤矿死亡人数的变量。

各省份的煤矿事故死亡人数控制指标数据来自 2002—2006 年的《中国安全生产年鉴》(以下简称《年鉴》)。本文根据《年鉴》的文本分析，挖掘出各省份每年矿难的实际死亡人数、控制指标，并判断当年死亡人数是否超标。

(三) 描述性统计

表 1 展示了变量的描述性统计。需要说明的是，由于安全生产控制考核指标从 2004 年开始推广，而笔者无法知道在此之前哪些省份已经在使用此种方法。为了保证样本干净，本文在估计回归模型 (2) 时只使用了 2004—2006 年的样本。另外，因为只有部分省份在年鉴中披露了死亡控制指标，所以本文在估计回归模型 (2) 时只保留了这部分省份的样本。由于以上两点原因，表 1 中“死亡人数控制指标”和“百万吨死亡率控制指标”的观测个数相对更少。

表 1 描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
矿难死亡人数	19 279	0.122	1.220	0	90
国有产权	19 279	0.145	0.352	0	1
集体产权	19 279	0.268	0.443	0	1
私人产权	19 279	0.382	0.486	0	1
法人产权	19 279	0.205	0.404	0	1
企业年龄的对数	19 279	2.243	0.973	0	4.007
企业总资产的对数	19 279	9.735	1.470	7.241	15.580
员工人数对数	19 279	5.305	1.260	2.833	10.531
资产负债率	19 279	0.482	0.272	0.000	0.979
主营业务收入对数	19 279	10.006	1.197	8.520	14.585
利润总额对数	17 093	7.339	1.833	0.693	12.361
净资产收益率	19 279	0.414	0.883	-1.296	7.259
死亡人数控制指标 (百人)	3 288	3.825	1.850	0.380	9.300
百万吨死亡率控制指标	3 288	0.310	0.425	0.018	2.364

四、回归结果

(一) 基准回归结果

本文首先用单个煤矿企业的矿难死亡人数对本辖区内其他煤矿企业的矿难死亡人数进行基准回归。表2展示了基准回归结果，被解释变量是单个

煤矿企业当年的矿难死亡人数，解释变量是同一地级市其他煤矿企业当年矿难死亡人数之和，控制变量包括企业固定效应和年份×省份固定效应。本文发现其他煤矿企业死亡人数的系数为负，并在1%水平上显著。这说明每个地级市的煤矿企业之间存在死亡指标竞争的现象，即验证了假说1。在第(2)列，本文加入了企业层面的控制变量，结果依然成立。

表2 基准回归结果

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数	(3) 死亡人数对数	(4) 死亡人数对数
其他企业死亡人数	-0.010*** (-3.073)	-0.011*** (-2.661)	—	—
其他企业死亡人数对数	—	—	-0.012*** (-4.267)	-0.011*** (-3.821)
国有产权	—	-0.032 (-0.154)	—	-0.041 (-0.947)
集体产权	—	-0.237 (-1.472)	—	-0.063 (-1.565)
私人产权	—	-0.202 (-1.310)	—	-0.051 (-1.308)
法人产权	—	-0.227 (-1.448)	—	-0.050 (-1.279)
企业年龄的对数	—	0.062* (1.939)	—	0.010 (1.327)
企业总资产的对数	—	0.005 (0.201)	—	0.003 (0.638)
资产负债率	—	0.052 (0.742)	—	0.016 (1.234)
员工人数对数	—	0.016 (0.483)	—	-0.002 (-0.289)
主营业务收入对数	—	0.044 (1.251)	—	0.008 (1.486)
利润总额对数	—	-0.058* (-1.673)	—	-0.006** (-2.064)
净资产收益率	—	-0.002 (-0.689)	—	-0.001* (-1.904)
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	19 279	17 093	19 279	17 093

注：*，**和***分别表示显著水平为10%，5%和1%。下表同。

由于企业的矿难死亡数据比较特殊，数值等于0的样本占样本总量的95.58%，存在零膨胀问题。理论上，存在零膨胀问题的估计结果，其系数更接

近0，因此表2的结果实际上加强了本文的结论。为了减轻零膨胀问题，本文借鉴Fisman & Wang (2015)的处理方法，将所有样本的死亡人数全部

加1后取对数,得到“死亡人数对数”和“其他企业死亡人数对数”两个指标,重新估计了表2第(1)列和第(2)列的回归模型,结果分别展示在表2第(3)列和第(4)列。第(3)列和第(4)列的关键解释变量系数仍然显著为负。综上所述,本文认为煤矿企业存在较为明显的指标竞争现象,假说1得到了验证。

然后,本文研究了各省总量控制指标数量对煤矿企业指标竞争的影响(见表3)。表3第(1)列的被解释变量是单个煤矿企业的矿难死亡人数,关

键解释变量是本市其他煤矿企业的矿难死亡人数及其与本省控制指标的交互项。本文发现本市其他煤矿企业的矿难死亡人数系数显著为负,而交互项系数显著为正。这说明一个省得到的控制指标越多,该省地级市中煤矿企业之间的指标竞争激烈程度就越低。在第(2)列,本文使用百万吨死亡率控制指标衡量每个省得到控制指标的数量,交互项的系数仍然为正。在第(3)列和第(4)列本文使用企业死亡人数的对数计算被解释变量和解释变量,结果仍然稳健。以上结果表明,假说2得到了验证。

表3 各省份控制指标数量对指标竞争的影响

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数	(3) 死亡人数对数	(4) 死亡人数对数
其他企业死亡人数	-0.072*** (-3.227)	-0.069*** (-3.407)	—	—
其他企业死亡人数对数	—	—	-0.186*** (-3.390)	-0.252*** (-4.383)
控制指标×其他企业死亡人数	0.013*** (2.963)	—	—	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数	—	0.127*** (3.151)	—	—
控制指标×其他企业死亡人数对数	—	—	0.027** (2.253)	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数对数	—	—	—	0.412*** (3.383)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	3 288	3 288	3 288	3 288

(二) 稳健性检验

首先,考虑到煤矿死亡人数是非负整数,本文采用泊松回归模型和负二项回归模型。在表4的第(1)列和第(2)列中,本文分别使用泊松回归和负二项回归重新估计式(1)。结果显示,其他企业死亡人数的系数均为负,且在1%的水平上显著,说明表2的结果是稳健的。由于大多数煤矿并没有发生事故,死亡人数为0,样本数据呈现出“零膨胀”特征,所以本文进一步使用零膨胀泊松回归和零膨胀负二项回归对回归模型1进行稳健性检验。结果展示在表4的第(3)列和第(4)列,显示表

2的结果依然稳健。

在表5中,本文使用泊松回归模型和负二项回归模型重新对式(2)进行估计,结果分别展示在第(1)列和第(2)列。结果显示,其他企业死亡人数的系数为负,交互项系数为正,说明省级的控制指标越宽松,企业之间的指标竞争强度越弱,以上结果与表3保持一致。本文又使用百万吨死亡率控制指标衡量控制指标的松紧程度,重新估计了式(2),结果展示在表5的第(3)列和第(4)列,结论依然保持稳健。

表4 事故死亡人数和其他企业事故死亡人数

变量	(1) 泊松回归 死亡人数	(2) 负二项回归 死亡人数	(3) 零膨胀泊松回归 死亡人数	(4) 零膨胀负二项回归 死亡人数
其他企业死亡人数	-0.033*** (-3.717)	-0.042*** (-3.632)	-0.015*** (-3.597)	-0.021*** (-2.779)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	17 093	17 093	17 093	17 093

表5 各省份控制指标数量对指标竞争的影响

变量	(1) 泊松回归 死亡人数	(2) 负二项回归 死亡人数	(3) 泊松回归 死亡人数	(4) 负二项回归 死亡人数
其他企业死亡人数	-0.457*** (-3.496)	-0.399*** (-5.267)	-0.355*** (-10.148)	-0.248*** (-6.349)
控制指标×其他企业死亡人数	0.077*** (3.292)	0.063*** (4.441)	—	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数	—	—	0.573*** (8.061)	0.317*** (4.009)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	3 288	3 288	3 288	3 288

然后,本文考虑了企业矿难的不同度量方法。基准回归的被解释变量是煤矿企业发生事故的死亡人数,本文将这一被解释变量换成煤矿企业是否发生严重事故。根据 Fisman & Wang (2015) 以及 Nie & Zhao (2017) 的做法,本文把死亡人数超过3人的事故定义为严重事故。在表6的第(1)列,被解释变量是企业是否发生严重事故,解释变量是其他企业的死亡人数,解释变量的系数为负,在10%水平上显著,说明其他企业死亡人数越多,该企业发生严重事故的概率会越低。在第(2)列,解释变量是其他企业是否发生严重事故,系数为负,说明如果其他企业发生严重事故,那么该企业发生严重事故的概率也会降低。在第(3)列~第(6)列,本文重新估计了式(2)。第(3)列的解

释变量是其他企业死亡人数和控制指标与其交互项,结果显示一次项的系数为负,交互项的系数为正,说明其他企业死亡人数越多,该企业发生严重事故的概率越低,而控制指标增加会缓解这种指标竞争现象。第(4)列解释变量的交互项换成了百万吨死亡率控制指标与其他企业死亡人数的交互项,关键系数的符号与第(3)列保持一致。本文又把第(3)列和第(4)列解释变量中其他企业死亡人数替换为其他企业是否发生严重事故,估计结果展示在第(5)列和第(6)列,关键解释变量的系数符号与第(3)列和第(4)列保持一致,且至少在5%显著性水平上显著。以上结果表明,本文基准回归结果较为稳健。

表6 严重事故发生概率与指标控制

变量	(1) 是否发生严重事故	(2) 是否发生严重事故	(3) 是否发生严重事故	(4) 是否发生严重事故	(5) 是否发生严重事故	(6) 是否发生严重事故
其他企业死亡人数	-0.003* (-1.913)	—	-0.014** (-2.351)	-0.013** (-2.160)	—	—
其他企业是否发生严重事故	—	-0.574*** (-4.783)	—	—	-0.454** (-2.535)	-0.486** (-2.462)
控制指标×其他企业死亡人数	—	—	0.003** (2.449)	—	—	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数	—	—	—	0.025** (2.265)	—	—
控制指标×其他企业是否发生严重事故	—	—	—	—	0.082*** (2.589)	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业是否发生严重事故	—	—	—	—	—	0.910** (2.481)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	17 093	17 093	3 288	3 288	3 288	3 288

最后,本文考虑内生性问题,即控制指标对于每个省份而言并不完全外生,而有可能是省级政府和中央政府之间讨价还价的结果。在表7中本文使用工具变量方法缓解内生性问题。本文在分析中发现,每个省份获得的控制指标和该省份之前年份实际发生的矿难死亡人数之间存在高度的正相关性。该省份当年的政府官员并不能影响之前年份实际发生的矿难死亡人数,因此本文可以使用每个省份前几年实际发生的矿难死亡人数作为本省份当年控制指标的工具变量。本文利用工具变量重新估计了表3中的每个模型。在表7中,本文报告了工具变量第一阶段回归结果,本文发现工具变量至少有一个是显著的,说明工具变量和内生变量具有相关性。本文还进行了弱工具变量检验,结果拒绝了工具变量是弱工具变量的原假设。第二阶段回归结果展示在表8中。本文发现,对于控制指标的绝对数,工具变量回归结果是显著的;对于百万吨死亡率控制指标,工具变量回归结果虽然不显著,但系数的符号方向符合预期。以上结果说明,表3的回归结果稳健,较少受到内生性的影响。

(三) 异质性检验: 超标和官员任期

这一节从两个角度分析地区异质性对指标竞争的影响。首先分析本省份死亡控制指标是否超标对煤矿安全的影响。本文在分析年鉴的过程中发现:如果一个省份当年的矿难死亡人数没有超过控制指标,一般会披露当年该省份获得控制指标数量、实际发生数量,以及实际数量与指标数量之间的差额,以标榜本省份完成任务。如果一个省份当年的矿难死亡人数超过了控制指标,一般不会披露当年的控制指标数量,也不会提及本省份是否完成任务。因此,本文可以利用各省份是否在年鉴中披露当年控制指标数量作为实际数量是否超标的代理变量。

表9展示了各省份当年矿难死亡人数是否超标对企业间指标竞争激烈程度的影响。第(1)列的被解释变量是单个煤矿企业矿难死亡人数,解释变量是同地级市其他煤矿企业矿难死亡人数,以及企业所在省份当年是否超标与其他企业死亡人数的交互项。本文发现交互项的系数显著为负,说明超标省份企业之间存在更加激烈的指标竞争情况,这从另一个角度验证了假说2。在第(2)列,本文把矿难死亡人数换成死亡人数的对数,结果是稳健的。

表 7 第一阶段回归结果

变量		(1) 控制指标×其他企业 死亡人数	(2) 百万吨死亡率控制 指标×其他企业 死亡人数	(3) 控制指标×其他企业 死亡人数对数	(4) 百万吨死亡率控制 指标×其他企业死亡 人数对数
实际死亡人数		0.003*** (7.163)	—	0.000 (0.133)	—
实际死亡人数×其他企业死亡人		0.009*** (475.911)	—	—	—
实际百万吨死亡率		—	0.008 (0.399)	—	-0.008 (-1.625)
实际百万吨死亡率×其他企业死亡人		—	0.037*** (32.343)	—	—
实际死亡人数×其他企业死亡人对数		—	—	0.010*** (283.944)	—
实际百万吨死亡率×其他企业死亡人对数		—	—	—	0.040*** (25.350)
企业层面的控制变量		控制	控制	控制	控制
观测值		3 288	3 288	3 288	3 288
弱工具变量检验	F 统计量	35 765.2	6 454.8	99 802.1	4 913.7
	P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

表 8 控制指标数量对指标竞争的影响 (工具变量)

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数	(3) 死亡人数对数	(4) 死亡人数对数
其他煤矿死亡人数	-0.115*** (-11.095)	-0.029*** (-5.206)	—	—
其他企业死亡人数对数	—	—	-0.286*** (-13.984)	-0.086*** (-6.872)
控制指标×其他企业死亡人数	0.022*** (9.423)	—	—	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数	—	0.024 (1.342)	—	—
控制指标×其他企业死亡人数对数	—	—	0.050*** (11.106)	—
百万吨死亡率控制指标×其他企业死亡人数对数	—	—	—	0.040 (1.114)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	3 288	3 288	3 288	3 288

表9 超标省份的指标竞争

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数对数
其他企业死亡人数	-0.012*** (-4.128)	—
其他企业死亡人数对数	—	-0.008** (-2.191)
是否超标×其他企业死亡人数	-0.012** (-2.188)	—
是否超标×其他企业死亡人数对数	—	-0.015** (-2.188)
企业层面的控制变量	控制	控制
企业固定效应	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制
观测值	17 093	17 093

其次,分析官员任期对煤矿安全的影响。由于安全生产纳入了地方官员的考核体系,因此煤矿企业发生矿难会对当地主官的升迁产生影响。本文利

用1992—2016年中国地级市市委书记和市长的简历进行测算,发现市委书记和市长的平均任期为3年。这意味着市委书记和市长上任的第三年是决定他们能否升迁的“关键年份”。本文预期,在关键的第三年,当地主官会对煤矿企业矿难死亡人数更加敏感,因此会施加更多压力,以便确保辖区内煤矿企业尽量少发生事故,这会导致煤矿企业之间的指标竞争更加激烈。

在表10中,本文检验了市委书记和市长任期的不同年份,当地煤矿企业进行指标竞争的激烈程度。第(1)列的被解释变量是单个煤矿企业矿难死亡人数,关键解释变量有三个,分别是同一地级市其他煤矿企业矿难死亡人数、该年份是否是当地市委书记上任的第三年以及其他企业死亡人数与市委书记任职第三年的交互项。交互项的系数显著为负,说明在市委书记任期第三年时,当地煤矿企业的指标竞争更加激烈,这符合本文的预期。在第(2)列,本文把企业事故死亡人数换成死亡人数的

表10 主官任职第三年的指标竞争

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数对数	(3) 死亡人数	(4) 死亡人数对数
其他企业死亡人数	-0.036*** (-6.520)	—	-0.039*** (-6.889)	—
其他企业死亡人数对数	—	-0.055*** (-6.649)	—	-0.054*** (-6.762)
市委书记任职第三年	0.294** (2.378)	0.058 (1.627)	—	—
市委书记任职第三年×其他企业死亡人数	-0.026** (-2.575)	—	—	—
市委书记任职第三年×其他企业死亡人数对数	—	-0.028* (-1.661)	—	—
市长任职第三年	—	—	0.360*** (2.931)	0.071** (2.342)
市长任职第三年×其他企业死亡人数	—	—	-0.015* (-1.649)	—
市长任职第三年×其他企业死亡人数对数	—	—	—	-0.029** (-2.028)
企业层面的控制变量	控制	控制	控制	控制
企业固定效应	控制	控制	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	9 857	9 857	9 857	9 857

对数,结果仍然稳健。在第(3)列和第(4)列,本文把市委书记任职第三年换成市长任职第三年,同样发现市长任职第三年时,当地煤矿企业之间的指标竞争更加激烈。综上所述,本文发现在地级市主官晋升的关键年份,当地煤矿企业之间的矿难死亡指标竞争更加激烈。

(四) 威慑效应

接下来,本文试图排除其他可能解释。对于同一地级市中企业之间矿难死亡人数出现负相关性,本文认为主要原因是存在矿难死亡人数的指标控制。但是这一现象仍然有可能是其他原因导致的,例如事故发生以后的“威慑效应”。当一家煤矿企业发生重大事故或者多次发生事故之后,中央政府会开展安全生产整顿活动,地方政府也必须配合生产整顿活动,这些活动会使辖区内煤矿企业的矿难死亡人数下降(肖志志等,2011)。因此,同一省内的其他企业会同时受到“指标竞争效应”和“威慑效应”的双重影响。但是,矿难死亡指标是从省里分配到各市的,因此指标竞争效应只会在地级市辖区内存在,在相邻但是不属于同一个辖区的煤矿企业之间不存在。而“威慑效应”则不同,它来自中央政府的安全检查,一般会在相邻地区存在,而不管相邻地区是否属于同一个省。这意味着,如果本文能够发现煤矿企业矿难死亡人数和其他省的相邻城市企业矿难死亡人数不相关,则可以部分排除事故导致监管趋严的“威慑效应”。

在表11中,本文检验了本市单个煤矿企业事故死亡人数和其他省相邻市企业矿难死亡人数之间的关系。参考Shi & Xi (2018)的做法,本文以两市市政府所在地距离不超过250千米定义地理上的相邻地级市。表11第(1)列的被解释变量是煤矿企业矿难死亡人数,解释变量是其他省相邻地级市的矿难死亡人数。本文发现系数的符号为正,且不显著,说明一家煤矿企业矿难死亡人数和其他省份相邻城市矿难死亡人数不相关。这意味着没有证据表明煤矿企业矿难死亡人数之间的指标竞争结果受到“威慑效应”的影响。在表11第(2)列,本文使用单个煤矿死亡人数的对数重新估计,发现系数仍然为正且不显著。需要说明的是,表11的结果只能排除来自中央政府安全生产整顿活动所带来

的“威慑效应”,不能排除来自省级地方政府或市级地方政府的“威慑效应”。因为省级和市级地方政府是受到指标控制影响的单位,它们对辖区煤矿企业的管理,既可能出于安全生产整顿目的,也可能出于指标控制目的。因此本文很难找到一种方法在省级或市级层面区分这两种效应。

表11 本市企业事故死亡人数和异省邻市企业事故死亡人数

变量	(1) 死亡人数	(2) 死亡人数对数
异省邻市企业死亡人数	0.007 (1.136)	—
异省邻市企业死亡人数对数	—	0.002 (0.385)
企业层面的控制变量	控制	控制
企业固定效应	控制	控制
年份×省份固定效应	控制	控制
观测值	14 917	14 917

五、结论

安全生产领域的治理,应该是国家治理体系和治理能力现代化的重要内容,其中矿难治理更是应有之意。在过去的几十年里,中国在煤矿安全治理方面取得了突出的成就,但是在经济学文献中,关于这方面的成功经验总结并不多见。本文认为,矿难死亡指标的总量控制是煤矿治理的一个重要成功经验。

本文搜集了中国煤矿企业矿难死亡人数和省级安全生产控制考核指标,并与工业企业数据库数据匹配,发现单个煤矿企业矿难死亡人数与同地级市其他煤矿企业矿难死亡人数之间存在明显的负相关关系,说明存在矿难死亡指标竞争现象。本文还发现,超标省份的煤矿企业以及市委书记和市长处于晋升关键年份的辖区煤矿企业,在死亡指标竞争方面更加激烈。本文的研究结果说明,在安全生产领域实行总量指标控制,倒逼地方政府和企业加强安全监管,能够在一定程度上提高安全生产水平。这对于当前进一步提高安全生产水平、推动经济高质

量发展以及维护社会稳定具有重要的政策启迪。

本文的研究具有更加广泛的意义。除了安全生产的指标控制,计划生育、环境污染、去产能以及高考录取,都具有明显的指标控制特征。因此,进

一步研究各类指标控制的共同作用机制,包括指标的形成以及具体的传导机制,无疑是一个令人着迷的问题,也是下一步的研究议程。

参考文献

- 安体富, 2017:《“跑部钱进”考问转移支付制度改革》,《人民论坛》第12期。
- 陈红、祁慧、谭慧, 2005:《中国煤矿重大瓦斯爆炸事故规律分析》,《中国矿业》第3期。
- 姜雅婷、柴国荣, 2018:《目标考核如何影响安全生产治理效果:政府承诺的中介效应》,《公共行政评论》第1期。
- 刘开治, 2004:《伤亡事故指标的由来与利弊》,《现代职业安全》第2期。
- 楼国强, 2010:《竞争何时能有效约束政府?》,《经济研究》第12期。
- 聂辉华, 2015:《从管制型国家到治理型国家:以煤矿安全为例》,《教学与研究》第7期。
- 聂辉华、蒋敏杰, 2011:《政企合谋与矿难:来自中国省级面板数据的证据》,《经济研究》第6期。
- 聂辉华、江艇、杨汝岱, 2012:《中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题》,《世界经济》第5期。
- 聂辉华、李琛、吴佳妮, 2017:《监管模式、政治体制与矿难——基于跨国数据的证据》,《经济理论与经济管理》第9期。
- 聂辉华、李靖、方明月, 2019:《中国矿难治理70年:被忽视的成功经验》,北京:中国人民大学经济学院工作论文。
- 汤凌霄、郭熙保, 2006:《我国现阶段矿难频发成因及其对策:基于安全投入的视角》,《中国工业经济》第12期。
- 陶长琪、刘劲松, 2007:《煤矿企业生产的经济学分析——基于我国矿难频发的经验与理论研究》,《数量经济技术经济研究》第2期。
- 王宏, 2013:《地区竞争下的“跑部钱进”与最优资源配置》,《南方经济》第12期。
- 肖兴志、陈长石、齐鹏飞, 2011:《安全规制波动对煤炭生产的非对称影响研究》,《经济研究》第9期。
- 张欢、王新松, 2016:《中国特大安全事故政治问责:影响因素及其意义》,《清华大学学报(哲学社会科学版)》第2期。
- 钟笑寒, 2011:《死亡率与产量负相关:煤炭行业“关井”政策效应分析》,《经济学报》第5期。
- 周黎安、刘冲、厉行、翁翕, 2015:《“层层加码”与官员激励》,《世界经济文汇》第2期。
- 周黎安, 2017:《转型中的地方政府:官员激励与治理》,上海:格致出版社。
- 周雪光, 2017:《中国国家治理的制度逻辑:一个组织学研究》,北京:三联书店。
- Bernheim, B. D., and M. D. Whinston, 1986, “Common Agency”, *Econometrica*, 54 (4): 923 - 942.
- Cai, H., and D. Treisman, 2005, “Does Competition for Capital Discipline Governments? Decentralization, Globalization, and Public Policy”, *American Economic Review*, 95 (3): 817 - 830.
- Cai, H., Y. Chen, and Q. Gong, 2015, “Polluting the Neighbor: Unintended Consequences of China’s Pollution Reduction Mandates”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 76 (3): 86 - 104.
- Chen, J., P. Li, and Y. Lu, 2018, “Career Concerns and Multitasking Local Bureaucrats: Evidence of a Target-based Performance Evaluation System in China”, *Journal of Development Economics*, 133 (7): 84 - 101.
- Cheung, S. N. S., 2008, *The Economic System of China*, Hong Kong: Arcadia Press.
- Fisman, R., and Y. Wang, 2015, “The Mortality Cost of Political Connections”, *Review of Economic Studies*, 82 (4): 1346 - 1382.
- Holmstrom, B., and P. Milgrom, 1991, “Multi-task Principal-agent Analyses: Incentive Contracts, Asset Ownership and Job Design”, *Journal of Law, Economics and Organization*, 7 (9): 24 - 52.
- Jia, R., and H. Nie, 2017, “Decentralization, Collusion and Coalmine Deaths”, *Review of Economics and Statistics*, 99 (1): 105 - 118.
- Kahn, M. E., P. Li, and D. Zhao, 2015, “Water Pollution Progress at Borders: The Role of Changes in China’s Political Promotion Incentives”, *American Economic Journal: Economic Policy*, 7 (4): 223 - 242.

- Li, X., C. Liu, X. Weng, and L. A. Zhou, 2019, "Target Setting in Tournaments: Theory and Evidence from China", *Economic Journal*, 129 (10): 2888 - 2915.
- Nie, H., and H. Zhao, 2017, "Financial Leverage and Employee Death: Evidence from China's Coalmining Industry", SSRN Working Paper No. 2369185.
- Shi, X., and T. Xi, 2018, "Race to Safety: Political Competition, Neighborhood Effects, and Coal Mine Deaths in China", *Journal of Development Economics*, 131 (3): 79 - 95.
- Tu, J., 2007, "Coal Mining Safety: China's Achilles' Heel", *China Security*, 3: 36 - 63.
- Wang, S., 2006, "Regulating Death at Coalmines: Changing Mode of Governance in China", *Journal of Contemporary China*, 15 (46): 1 - 30.
- Xu, C., 2011, "The Fundamental Institutions of China's Reforms and Development", *Journal of Economic Literature*, 49 (4): 1076 - 1151.

(责任编辑: 张雨潇)

COMPETING FOR QUOTAS

——Evidence from Coal Mine Firms in China

NIE Hui-hua¹ RUAN Rui² SONG Jia-yi³

- (1. School of Economics, Renmin University of China;
2. Center for China Fiscal Development, Central University of Finance and Economics;
3. Dalian Commodity Exchange)

Abstract: China has made significant achievement in governing and reducing coal mine accidents, but the research on the successful experiences is still insufficient. This paper considers that the quota of total death number is an effective way to reduce the number of deaths caused by coal mine accidents. In this paper, we manually collect the firm-level number of deaths of coal mine accidents and province-level quotas of deaths of production safety in 2002—2006, and merge them with CIED. We find that the number of accident deaths of a coal mine is negatively related with the other firms in the same region, indicating that there is a "competing for quotas" phenomenon. The results of generalized DID model show that in provinces with less quotas, the coal mine firms compete more intensely. Heterogeneity analysis shows that competition has become more intense both in the over-quotas provinces and during the time when officials' promotion yet to be decided. Finally, we find that the coal mine accident death in a single firm is not correlated with that of other firms in the near prefectures but not the same province, excluding the "deterrent effect" of increased supervision resulting from the mining accidents. The results in this research show that the quota of deaths has significant effect on reducing deaths.

Key words: quota; coal mine accident; production safety; governance