

倾斜作业时采煤机滚筒的使用

作者：硕士工程师 Gerhard Hebel, Walter Hemmer, 地质工程学博士 Frank Lemmes

译者按：德国库门瑙尔（Krummenauer）煤机配件有限公司始建于 1925 年，是德国最大的煤机配件生产厂家。目前 75% 的德国矿井使用该公司的工艺技术以及产品。由该公司研制发明的采煤机球型滚筒和 EB 喷水系统获得了世界专利。

在德国 Saarbergwerke 公司的 Reden 煤矿，在开采大部分矿层的时候，采煤机都是倾斜工作的。采煤机滚筒在这种情况下挖掘开采要比在水平工作面时困难得多。当采煤机倾斜工作时，圆柱型滚筒的装载能力是远远不够的。鉴于这种原因，为了提高装载能力，近几年开发、试验出了几种不同的滚筒。然而，几种引入的采煤机滚筒中，没有一种取得明显的进步。但在此过程中人们获得了大量经验和教训，并最终促成了新型采煤机滚筒——球型滚筒的发明和设计。

圆柱型滚筒和球型滚筒间的区别

在如图（图 1，左）所示的圆柱型滚筒中，螺旋叶片垂直分布于圆柱型或截锥型轮毂上。螺旋叶片展开后是一条直线。被截齿采掘出的煤聚集在叶片间隙中，并沿着采掘面的反方向移动到传输带上，然后被运走。

这种采煤机滚筒，从采煤工作面到卸煤侧，螺旋叶片间的容积保持不变，只有当采煤机滚筒的轮毂是截锥状时，卸煤侧的容积才会有少量的增加。由于在滚筒卸煤侧的煤量最大，而螺旋叶片间的容积往往又不够用，于是会出现煤块堆积，从而减弱了采煤机滚筒的装载能力。另外，大块的石头或煤块也可能会夹在垂直分布于轮毂上的螺旋叶片之间，进而阻止了煤块的开采和装载。

而球型滚筒（图 1，右）则通过多种特殊的设计，相互作用提高了其开采和装载能力。其中一个特点就是：向着滚筒卸煤侧，螺旋叶片的间距逐渐增大。螺旋叶片间的空间横截面是半椭圆形或半圆形。通过轮毂的变化和逐渐增大的螺旋叶片间距使得卸煤侧的容积不断增大，从而防止了煤块的堆积。螺旋叶片间圆形的横截面也有效地防止了岩石或煤块的堵塞。从

而改善了螺旋叶片间矿石的移动情况，减少了摩擦，进而加速了其开采和装载。

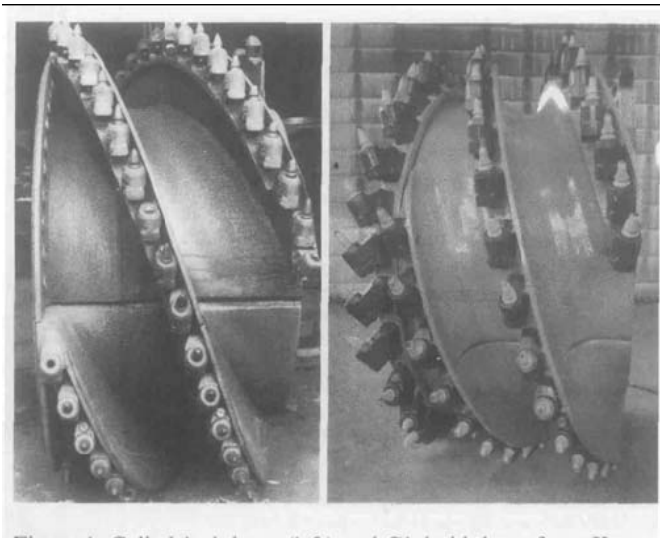


图 1：来自 Krummenauer GmbH & Co., KG 公司的圆柱型滚筒（左）和球型滚筒（右）

Reden 煤矿简介

过去，在 Aster 煤层的 N-I 工作面，人们使用的是一个双滚筒采煤机，其安装的滚筒为直径是 1800 mm 的圆柱型滚筒。倾斜煤层的总厚度为 2.07 m，杂质的平均含量为 23.2%(表 1)。技术人员尝试把首个球型滚筒安装到一台型号为 EDW-300 LE 的采煤机上(由 Eickhoff 艾柯夫公司和 Eisengiesserei 公司制造)（图 2）。为了便于比较，球型滚筒只安装在左侧的摇臂上（下坡侧），而右侧摇臂装的仍然是圆柱型滚筒。结果发现，球型滚筒的开采以及装载能力明显的高于圆柱型滚筒。于是人们立刻决定，要在两个摇臂上都安装球型滚筒，以增加煤炭的产量和经济效益。但在真正推广运用球型滚筒之前，技术人员还需要对球型滚筒和圆柱型滚筒进行大量的对比性试验。

表 1.工作面和工作面设备的数据

工作面长度	m	206
煤层厚度	m	2.07
输送方向倾角	°	7.2
挖掘方向倾角	°	7.2 gon 12.6
挖掘机		EDW-300 LE
推进系统		Eicotrack
采煤机滚筒直径	mm	1,800
切割深度 (理论上).....	mm	860
滚筒转速	min ⁻¹	22.5
截齿分布		平圆 轴式截齿, 切线型 分布
每个滚筒的截齿数		
滚筒上	数量	66
后板上	数量	32
AFC		PF 2.30
支撑		支架

试验

两组试验所用的滚筒都有着相同的基本构造，直径为 1800 mm，厚度为 860 mm，4 个螺旋叶片和相同的截齿分布。滚筒转速保持在 22.5 转/分钟，转动方向为，在采煤机前进方向上的滚筒始终由下向上转动。



图 2: Aster 煤层，在 N-1 工作面的球型滚筒

在该项试验中，对煤层只进行部分截面的开采。在主传动装置的方向上进行开采，而在副传动装置的方向上进行清理。根据实验结果，研究人员主要对两种滚

筒的以下方面进行了对比：滚筒的装载能力、采煤机的平均前进速度以及产品的颗粒级配。

实验的前提条件如下：

- 1. 采煤机滚筒的装载能力仅从视觉观测。
- 2. 采煤机的平均行进速度根据来自采矿控制室的操作图表计算得来，这些图表中记录了机器的运行时间和行进距离。由于上层巷道需要采煤机进行破碎，所以机器的平均行进速度要比单纯的开采速度低。
- 3. 研究人员在采煤机开采后的工作面上，在同一地点取同等数量的煤炭样品，以进行颗粒级配的分析试验。

实验的对比结果如下：

- 1. 球型滚筒的装载能力明显表现的比圆柱型滚筒的要强。当对顶层巷道开采时，球型滚筒对工作面到顶层巷道之间的清除效果特别明显。使用圆柱型滚筒，人们需要八至十转才能将上层巷道完全开采和清除；而对于球型滚筒，三至四转就足以。而且采煤机行进后的巷道也比圆柱型滚筒清理的更干净。
- 2. 通过使用球型滚筒，采煤机平均行进速度增加了 0.85 米/分钟，显著减少了清理过程所需要的时间。从而使产量增加了 200 至 300 吨/天，平均采掘速度从 3.2 米/天增至 4.13 米/天。由此我们可以得出结论：球型滚筒的开采和装载方式明显比圆柱型滚筒的有效；而圆柱型滚筒如果要提高装载能力，就会引起工作效率和性能的大幅下降，而且还要消耗更大的能源和人力资源。
- 3. 使用球型滚筒可以优化煤的粒度组成（表 2）。颗粒级配分析显示，煤粉和超细粉的比例有明显下降，粒度的组成显著提高。使用圆柱型滚筒，1mm 以下煤粒的比例为 16.1%；使用球型滚筒则仅为 9.6%。而加工 1mm 以下超细煤粉的成本比 1mm 以上的要高约 2 欧元。我们以 Reden 煤矿为例，平均产量为 6000 吨/天，在使用了 Krummenauer 公司生产的专用球型滚筒后，每年仅加工成本就将节省 20 万欧元左右。

表 2. 产品的颗粒级配

粒度 mm	柱型滚筒		球型滚筒	
	wt. %	Σ wt. %	wt. %	Σ wt. %
大于 50.....	12.5	100.0	22.2	100.0
30 至 50.....	10.6	87.5	11.5	77.8
20 至 30.....	13.7	76.9	12.3	66.3
15 至 20.....	5.5	63.2	5.6	54.0
10 至 15.....	11.5	57.7	11.0	48.4
8 至 10.....	1.0	46.2	1.5	37.4
6.3 至 8.....	3.5	45.2	4.1	35.9
5.0 至 6.3.....	4.8	41.7	4.7	31.8
3.15 至 5.0.....	7.2	36.9	6.8	27.1
2.0 至 3.15.....	6.2	29.7	5.2	20.3
1.0 至 2.0.....	7.4	23.5	5.5	15.1
0.8 至 1.0.....	2.1	16.1	1.3	9.6
0.5 至 0.8.....	3.3	14.0	2.1	8.3
0.315 至 0.5...	3.0	10.7	1.8	6.2
0.1 至 0.315...	5.2	7.7	2.6	4.4
小于 0.1.....	2.5	2.5	1.8	1.8

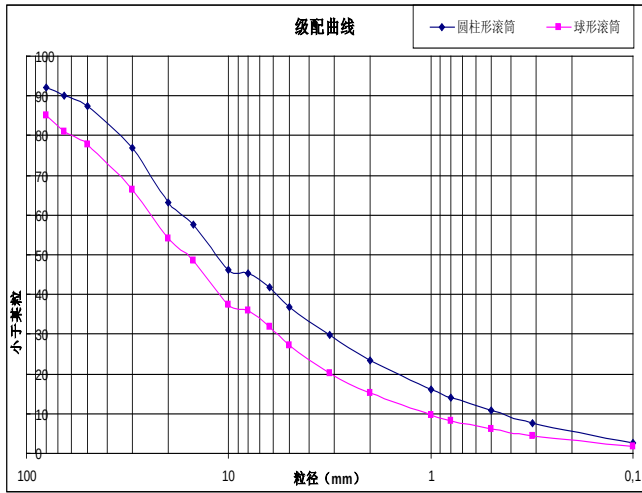


图 3：使用两种滚筒的产品颗粒级配曲线比较图

结论

以上实验结果表明：球型滚筒和圆柱型滚筒相比有着更强的开采装载能力；采煤机的平均行进速度增加；日产煤量显著提高；产品的颗粒级配得到了明显的改善，从而节省了对末煤的加工成本，同时也提高了块煤的产量，给企业带来更高的经济效益。

[译者小结] 而对于块煤来说，球型滚筒更是拥有非常明显的优势。如表 2 所示，球型滚筒块煤的产量比例比柱型滚筒高出 10.6%。按照无烟块煤与无烟末煤的坑口差价 140 元/吨，每产出 100 万吨煤，理论上球型滚筒要比柱型滚筒多出 14.840.000 元的经济收益。