

汽车资料



重庆重利汽车研究所

1978 第14期

总第36期

地下采矿有两种型式：有轨式和无轨式地下采矿。有轨式显然有许多缺点，例如：随着采掘面的延伸，需要铺设轨道和架电线；受轨道的限制，灵活机动性差；对于层次多、矿层较薄的矿体很难利用；投资大、建设时间长，成本高。无轨式正好能解决这些问题。

早期无轨式地下采矿使用一种兼有装—运—卸功能的专门的轮式装载机，后来发现此种装置只适合于短距离运输（在200米范围内）。为了适应运距较长的地下矿，于是改为装和运—卸分别由前端装载机和自卸车来完成的运输系统。采用这种系统后，无轨式地下采矿规模逐渐扩大，前端装载机和自卸车的容量也逐步增大。这是采矿工程发展的一个方面。

地下无轨采矿用运输车辆

在今年4月份“采矿杂志”(Mining Magazine)上详细地谈到LHD装置(LHD是Load-haul-dump的缩写,是一种高度特别低的前端装载机,它还兼有运输功能)及其在地下采矿中的应用。目前,这大概是地下无轨采矿最常用的机械运输型式。而另有一些矿却使用自卸车作为其主要运输装置来代替LHD装置,并且使用专用的装载机给自卸车装料。

从各方面来说,前端装载机(它也可以是一种LHD装置)和自卸车相配合是用于采矿工程的最灵活的地下无轨采矿方式。LHD系统需要在较密的矿道内工作以达到最好的工作效果(即要求运距短),而对自卸车运输来说则没有这样的要求,有些矿甚至使用象在露天矿那样的自卸车,将矿石从700米深的地下直接运到地面上来。

根据“采矿杂志”对地下无轨采矿的调查,看来大多数矿山经营者都认为LHD装置的最佳运距应在150公尺以内,而超过这一运距,就费用来说则采用其他运输方式将更为优越,因此对于一个具有很长的采掘层的矿体,用自卸车将矿石从装载点运至中央输矿系统的运输方式将是比较经济的。

灵 活 性

自卸车运输比起有轨运输优越,就在于自卸车运输具有很好的灵活机动性,并且允许道路具有较大的坡度。从表1可以看出,一些矿山采用自卸车运输的道路坡度大于20%,虽然大多数应用范围是10~15%的坡度。这对标准的有轨运输来说是不可能的。从表1还可以看出,大约有43%的地下矿使用一台或几台自

卸车运输矿石和废石。在大多数情况下，地下矿总是使用专为地下矿设计的自卸车（如图1所示）。

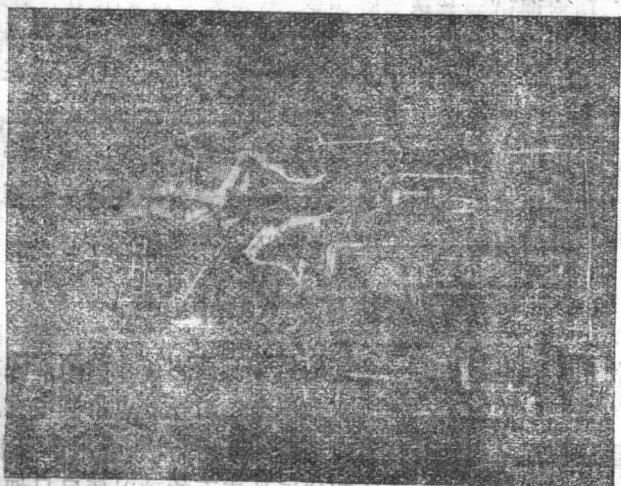


图1 瑞典Tuolluvaara地下矿使用的前端装载机和Kiruna K-500型自卸车

一位经营者评论说：如果通道是足够大的话，低外形铰接式自卸车并不比传统的刚性车架的自卸车优越。上述的前提条件很重要。同一个经营者说：该矿打算在垂直深度为1000呎、道路坡度为11%的坑道内采用自卸车运输，并要求其装载容量为60~80吨。如果能获得这样一种低外形的自卸车，那么使矿山的建设去适应使用传统结构的自卸车显然是不合理的。

然而，至今生产的最大吨位的低外形自卸车其载重量约为40~50吨（即Kiruna K-500型或是Caterpillar新的变型车）。Kiruna公司肯定已生产出更大吨位的车型，但是从座落在北极圈内的工厂运出这种大型车辆的运输和运输成本问题，使得生产这种车型并不经济（注：Kiruna公司在瑞典极北部的Kiruna城）。

如果该公司能在容易达到的地区内建厂生产(据说已在考虑中),那么或许地下矿将能获得载重吨位更大的低外形铰接式自卸车用于地下矿开采。

已经在使用自卸车的地下矿看来都是为了提高从较远的小型作业面运输矿石和运输开采的废石及矿石的灵活性,而在这些地点使用 LHD 装置肯定由于运距长而不经济。因此,最近更多的矿山在考虑把自卸车运输作为其运输矿石的主要系统,特别是在开发一个新矿或矿体时,它能节约许多资金,并且在需要的时候只要增购新的自卸车就可以逐渐增大开发规模。

康拜尔达矿 (Kambalda)

使用自卸车运输的一个好的例子是西方矿业公司在澳大利亚西部的康拜尔达镍矿。该矿有若干个矿石开发点,其中有三个开发点已经使用从地表面打斜向坑道的开采方法,并用自卸车运输。在这里自卸车用来为迅速达到接近地表面的矿以便早日把矿石开采出来。采矿设备能在工作平面之间作迅速的移动的灵活性也是选择开发系统的重要因素。该矿使用的自卸车是载重 35 吨的 Kirana K-500 型和载重 10 吨的 Wabco Haulpak 型。在这个系统中,自卸车是从滑槽或前端装载机装载,然后直接把矿石运到地面,斜向坑道的斜度为 1:9。

卡 摩 托 矿 (Kamoto)

前面讲到的开采方式是适用于自卸车运输的理想方式,它能节省大量资金。然而其他一些产量高的矿山也介绍了它们成功地采用自卸车运输为主要的运输方法。其中非洲扎伊尔的卡摩托矿可能是最值得注意的一个。该矿对于那些对现代地下无轨采矿法有兴趣的人们来说是值得研究的。

卡摩托矿最引人注意的特点是该矿的地下开采部分在六十年

代初期采用传统的开采方式，后来决定完全更改矿山设计，转变为地下无轨开采方式，年产矿石能力达 250 万吨。

卡摩托矿不采取折衷办法。考虑到该系统要长期使用，该矿发展一种双斜向坑道；由地表深入到地下 350 公尺的平面上，坑道斜度为 1:9，坑道宽 8 公尺，高 4.5 公尺。主要运输工具为 Kiruna K-250 型载重 20 吨的自卸车，装载机有 JOY 公司的或 Wagner 公司的 ST—2 型和 ST—5 型或改进的 Gaterpillav 966 型等。

在这里，起初自卸车是从 350 公尺平面以上的作业面将矿石向下运到 350 公尺平面上的破碎机供料站，从这里被输送到新装的 AllisGhalmer 锥式破碎机，然后由主竖井提升到地面上。通常，随着开发向下深入，则使用自卸车从 350 公尺平面以下将矿石向上运输到破碎机装载点，在决定采用这种采矿方法之前，进行了大量研究工作，现在证明这种方法是经济的。

卡摩托矿通过自卸车的上坡和下坡把矿石运到主破碎站，表明这种运输的灵活性，可使矿山大为节省。这对于一个使用主坑道和竖井设备多年的矿，当发现还应向下开采，那么用自卸车和盘道运输系统就可使原有设备继续发挥效用。

脱路瓦拉矿 (Tuolluvaara)

这方面的一个良好的例子就是瑞典基卢纳城 (Kiruna) 的脱路瓦拉矿，这是一座中等规模的地下铁矿，该矿在地下 270 公尺处有一条水平主坑道，而把有提升竖井的破碎机及其进料站设在 370 公尺以下的地方，此矿是以这种方式进行开采的(如图 2)。

当开采过程朝向 370 公尺平面时，管理部门必须探索某种方法来利用原有设备或是决定在更深的地方再开一个水平主坑道并配备全新的破碎机及提升设备。通过经济分析，确信用自卸车把矿石从下运到 370 公尺的水平主坑道，并倾入原有的设备的方法是较为有利的。

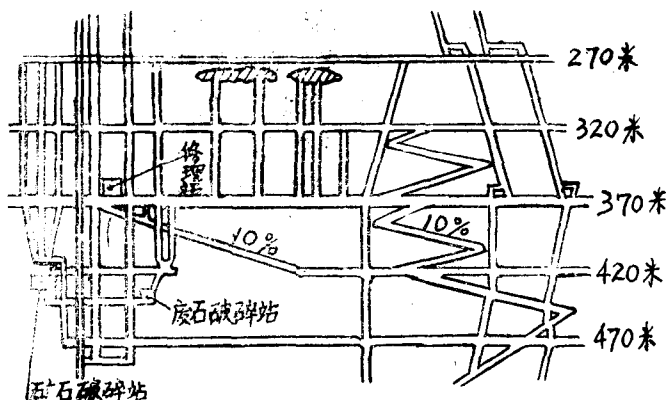


图2 脱路瓦拉矿剖面图

和卡摩托矿一样，脱路瓦拉矿也使用LHD装置和自卸车。LHD装置从矿床处的中间平巷道装载点把矿石运到短的坑道，在这里装料斗是在一个倾斜10%的斜道内。载重45吨的Kiruna K-500自卸车在装料斗处装矿石并运到顶部。该矿仅用四辆K-500型自卸车装运矿石和废石，每年达180万吨。

其他优点

自卸车比LHD装置具有其它优点，如污染，每吨运量的燃料成本和每吨矿石的轮胎消耗成本等。这是因为自卸车专为运载而设计的，还因为自卸车载荷与马力之比或载荷与自重之比都比LHD装置要好若干倍，而且自卸车的运距较长，发动机能够较长时间维持在最佳工况下工作。这些优点对于在工人要求有良好的工作环境以及在燃料价格飞速上涨的情况来说是十分重要的。

在表 1 中所列的成本数字不是直接和LHD装置的成本相比较的，因为自卸车运距较LHD装置长。然而，经过比较，自卸车在每小时和每吨的使用费总是比LHD装置低。如果不是这样，那就是自卸车没有充分利用或是用在不相适应的系统里。当然，这也是很明显的事实，自卸车需要配备装载机，装载系统的费用必须计入，这或多或少抵消了其优点。

总之，正确地说，自卸车和 LHD 装置的采矿系统都各有优点，对于运距较长的地方（比如说大于150~200公尺）使用自卸车较常见，或许对大多数矿山来说，一个理想的无轨运输系统应同时采用这两种设备，用LHD装置担负全部矿石的装载和短距离运输，而用自卸车作长距离运输。

何通海摘译自Mining Magazine1975年4月号

表 1 地下无轨采矿用运输车辆

矿 山	金 属 矿 物	年产量 (×10 ⁶ 美吨)	车 辆 数	吨 位 (美吨)	运 距 (呎)	最大 坡度 (%)	采 掘 成 本		胎 寿 命 (小时)
							每 小 时 (美元)	每 吨 (美元)	
北 美 洲									
加 拿 大									
1	Cu	0.77	2	10	2200	n.a.	19.6	0.88	236
3	Cu	0.22	6	20	3000	n.a.	3.7	n.a.	n.a.
6	Cu	0.75	1	20	2000	1000	n.a.	0.03	n.a.
8	CuZn	1.00	20	n.a.	4000	n.a.	11.8	0.42	n.a.
11	CuZn	0.18	2	13	2000	1500	13.0	n.a.	700
12	CuZn	1.08	1	20	4000	5000	n.a.	0.48	1200
14	CuZnPb	0.35	2	10	n.a.	n.a.	6.6	6.66	400
15	CuZnPb	1.13	3	40	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2200
16	CuZnPbSn	3.06	3	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
20	CuNi	2.01	1	30	1500	1500	n.a.	n.a.	n.a.
33	FeCu	0.12	2	20	3000	5000	n.a.	n.a.	2400
34	Mn	0.62	1	17	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
35	U ₃ O ₈	1.50	6	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
37	Hg	0.20	3	13	2600	n.a.	19.9	0.30	800

33	PG Zn	n.a.	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 10 \end{array} \right\}$	3000	3000	n.a.	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
39	钾 碱	3.50	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 13 \\ 15 \end{array} \right\}$	n.a.	n.a.	n.a.	4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
41	钾 碱	2.50	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 18 \\ 22 \\ 20 \end{array} \right\}$	n.a.	n.a.	n.a.	0	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
43	Wo	0.20	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 35 \\ 3 \end{array} \right\}$	6000	7000	n.a.	22	n.a.	$\left\{ \begin{array}{l} 0.45 \\ 0.53 \end{array} \right\}$	n.a.	$\left\{ \begin{array}{l} 1500 \\ n.a. \end{array} \right\}$
1	Cu	8.90	54	1000	3000	1500	28	n.a.	n.a.	2.56	1500
3	PbZnCu	5.50	$\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 30 \\ 1 \\ 40 \end{array} \right\}$	n.a.	n.a.	n.a.	16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4	PbZnAg	0.60	$\left\{ \begin{array}{l} 8 \\ 10 \\ 1 \\ 15 \end{array} \right\}$	300	2800	2500	15	n.a.	n.a.	2.20	100
7	PoZn	1.80	2	3000	4000	2500	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12	Mo	10.80	3	5000	11000	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
15	钾 碱	5.00	8	n.a.	n.a.	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
16	钾 碱	3.00	8	n.a.	n.a.	n.a.	4	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
17	钾 碱	2.10	12	n.a.	n.a.	n.a.	2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

美 国

南 美 洲

续表

矿 山	金 属 矿 物	年产量 (×10 ⁴ 吨)	车 辆 数	吨 位 (美吨)	运 距 (呎)		大 坡 度 (%)	采 掘 速 度 (吨/小时)	成 本 (美元)	轮 胎 用 费/小时 (美元)	胎 命 寿 (小时)
					典型的	最长的					
3	PbZn	0.62	{ 2 2 }	{ 20 12 }	5000	6500	10	n.a.	n.a.	{ 1.85 1.87 }	{ 272 854 }
6	Mn	0.56	4	n.a.	6000	10000	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
澳大利亚											
1	Cu	2.67	3	20	n.a.	n.a.	14.5	11.4	n.a.	n.a.	n.a.
2	Cu	0.37	{ 5 1 }	{ 20 35 }	1800	1950	11	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3	CuSn	0.39	{ 4 6 }	{ 25 20 }	7500	11000	11	{ 23.9 21.2 }	1.23 1.05	5.13 9.59	1200 800
5	CuPbZn	0.95	{ 2 2 }	{ 15 25 }	4000	7500	14.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
6	CuPbZn	9.00	{ 7 8 }	{ 10 12 }	n.a.	n.a.	12.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
9	Au	0.84	{ 2 3 }	{ 28 24 }	2000	10000	14.5	n.a.	n.a.	n.a.	800
10	Au	0.79	{ 1 2 }	{ 26 38 }	2000	3000	14.5	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

12	西	Sn	0.56	11	20	4400	10300	8800	11	19.1	n.a.	4.13	1500
3	欧	Cu Fe	1.10	4	17	1500	n.a.	n.a.	20	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
7		Fe	2.00	5	n.a.	650	1300	650	7	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
8		Fe	1.65	6	15	650	1000	650	10	n.a.	0.05	0.07	7000
10		CuAuAg	0.19	1	10	10000	n.a.	n.a.	25	n.a.	n.a.	4.16	1200
11		Fe	4.40	3	25	3250	6500	1500	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
14		CuZnS	0.20	2	20	1300	2000	1600	16	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
25		Fe S	0.60	2	35	3250	8200	n.a.	10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
1	非	钾 硷	1.32	{ 4 4 }	{ 22 15 }	650	2300	350	6	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
4		Cu	3.30	10	8	13000	n.a.	n.a.	25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
11		Cu	8.20	1	20	n.a.	n.a.	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
12		Cu	7.60	12	20	2500	2500	n.a.	4	17.1	n.a.	n.a.	n.a.
1	远东和中东	Cu	1.10	15	15	1000	2000	1000	15	20.2	0.68	n.a.	2000
2		Cu	0.39	12	15	n.a.	n.a.	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3		CuZnPb	0.60	2	5	n.a.	n.a.	n.a.	12	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
5		Fe Cu	2.30	{ 3 3 }	{ 30 25 }	3000	5000	2500	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
				8	20								

注: n.a. 即 not available/applicable, 为未获得数据之意。

