

贴现总成本法比选露天矿运输方案

母传伟^{1*}, 张实斌¹, 宛井旭¹, 王斌¹, 冯禹凡¹, 赵虎²

¹中冶沈勘工程技术有限公司, 辽宁 沈阳

²秦皇岛市海港区城市管理综合行政执法局, 河北 秦皇岛

收稿日期: 2024年11月28日; 录用日期: 2025年1月9日; 发布日期: 2025年1月21日

摘要

矿岩运输是露天矿山重要的生产环节。矿山企业选用何种运输方式和运营方案对矿山企业生产运行成本的影响很大, 而采用何种方法来进行方案比选, 如何判定所选的运输方式是最合理、最经济的, 是问题的研究方向。方案比选的方法不合理、比选的尺度不一致或比选的标准不科学, 都会造成矿山企业管理的决策失误。运输方案比选常用的方法有多种, 但每种方法都各有缺陷, 定性比较法过于简单, 有些定量比较则过于粗浅, 仅从静态考虑方案的合理性, 没有考虑资金时间价值, 所比选出的方案不一定是经济合理的。本文以某露天矿为例, 采用贴现总成本法比选露天矿的运输方案。矿山企业现有四种运输方案备选: 全汽车运输自营、全汽车运输外包、联合运输自营、联合运输外包。选用何种运输方式和运营方案, 需要对几种备选方案进行技术经济比较。为了更便于方案比选, 分别对两种运输方式、四种运营方案的投资和运营费用进行计算, 算出每个方案20年内逐年的运营费用并贴现汇总, 对贴现后的总成本进行比较, 数值最低者即为最优方案。通过逐年成本贴现汇总, 动态计算投入资金和运营成本, 方案比选结果较其他比选方法更具经济合理性。

关键词

贴现成本, 露天矿运输, 运输方案比选, 皮带机运输, 全汽车运输, 联合运输

Comparison of Transportation Plans for Open-Pit Mines Using the Discounted Total Cost Method

Chuanwei Mu^{1*}, Shibin Zhang¹, Jingxu Wan¹, Bin Wang¹, Yufan Feng¹, Hu Zhao²

¹MCC Shen Kan Engineering & Technology Corporation, Shenyang Liaoning

²Qinhuangdao City Haigang District Urban Management Comprehensive Administrative Law Enforcement Bureau, Qinhuangdao Hebei

Received: Nov. 28th, 2024; accepted: Jan. 9th, 2025; published: Jan. 21st, 2025

*第一作者。

文章引用: 母传伟, 张实斌, 宛井旭, 王斌, 冯禹凡, 赵虎. 贴现总成本法比选露天矿运输方案[J]. 矿山工程, 2025, 13(1): 137-147. DOI: 10.12677/me.2025.131017

Abstract

Rock transportation is an important production process in open-pit mines. The choice of transportation mode and operation plan by mining enterprises has a significant impact on the production and operation costs of mining enterprises. The research direction of the problem is to determine which method to use for scheme comparison and how to determine the selected transportation mode as the most reasonable and economical. Unreasonable methods of scheme comparison, inconsistent scales of comparison, or unscientific standards of comparison can all lead to decision-making errors in mining enterprise management. There are various commonly used methods for comparing transportation plans, but each method has its own shortcomings. Qualitative comparison methods are too simple, while some quantitative comparisons are too shallow. They only consider the rationality of the plan from a static perspective, without considering the time value of funds. Therefore, the selected plan may not be the most economically reasonable. In this paper, taking a certain open-pit mine as an example, the discounted total cost method is used to compare the transportation plans of the open-pit mine. There are four transportation options available for mining enterprises: self-operation of all vehicle transportation, outsourcing of all vehicle transportation, self-operation of combined transportation, and outsourcing of combined transportation. The choice of transportation mode and operation plan requires a technical and economic comparison of several alternative options. For the convenience of scheme comparison, the investment and operating costs of two transportation modes and four operating schemes are calculated separately. The operating costs of each scheme over the past 20 years are calculated and discounted, and the total discounted cost is compared. The lowest value is the optimal scheme. By discounting and summarizing costs year by year and dynamically calculating investment funds and operating costs, the results of scheme comparison are more economically reasonable than other comparison methods.

Keywords

Discounted Costs, Open-Pit Mine Transportation, Comparison and Selection of Transportation Plans, Belt Conveyor Transportation, Pure Automobile Transportation, Combined Transportation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全汽车运输、皮带机运输、汽车皮带机联合运输都是目前国内外露天矿山所采用的最普遍的运输方式[1]。矿岩运输是露天矿山重要的生产环节。据统计,大型露天矿山矿岩运输成本占矿山生产成本比例的40%~50% [1]-[3]。矿山企业选用何种运输方式和运营方案对矿山企业生产运行成本的影响很大,而采用何种方法来进行方案比选,如何判定所选的运输方式是最合理、最经济的,是问题的研究方向。方案比选的方法不合理、比选的尺度不一致或比选的标准不科学,都会造成矿山企业管理的决策失误。

运输方案比选常用的方法有多种,如定性分析法、优缺点比较法、专家评分法、比较矩阵法、模糊数学法、费用分析比较法等[4]。其中,定性分析法、优缺点比较法仅限于方案的定性分析比较,定性比较法过于简单;专家评分法、比较矩阵法可定性定量相结合,但定量的计算分析一般都过于粗浅,仅从静态考虑方案的合理性,没有考虑资金时间价值;模糊数学法、费用分析比较法一般仅限于投资和费用的定量比较[4]。以上计算方法存在着共性的问题:仅从静态考虑方案的合理性,没有考虑资金时间价

值，不能从矿山开采全生命周期总体考虑运输方案的经济合理性[4]。并且以上计算方法过于粗略，不适应现代市场经济的现状，所比选出的方案不一定是经济合理的。

为此，需要找到一种运输方案的比选方法，能够弥补以上几种比选方法的缺陷，比选过程中综合考虑各方案投入资金的时间价值，动态计算投入资金和运营成本，比选的标准更科学、更接近真实，得到的结果更符合客观经济规律，比选出的最优方案才会是最经济合理的方案。

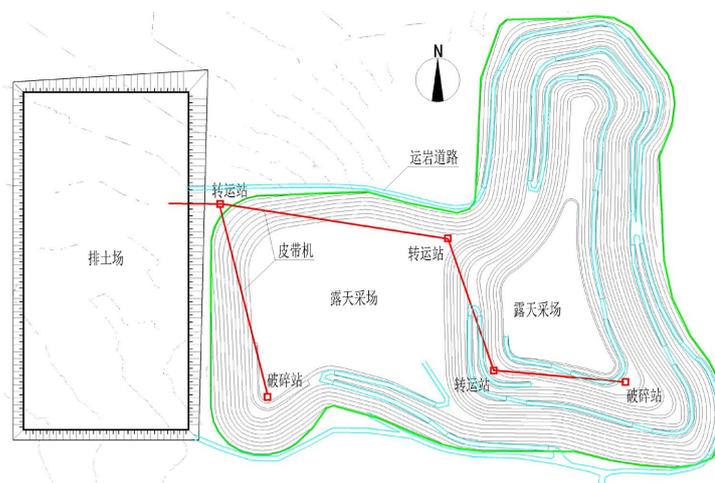


Figure 1. General plan of an open-pit mine
图 1. 某露天矿总平面图

图 1 为某露天矿山总平面图，矿山投产年剥离岩石量 1299 万 t，达产年剥离岩石量 3327 万 t，如果整个矿山开采生命周期内采用全汽车运输，汽车运距随着采深的下降而逐年递增，从 2 km 增加到 6.5 km。矿山企业要完成岩石的运输任务，需要研究确定最经济合理的运输方式和运营方案。根据露天矿现状和原设计开拓运输方案，矿山企业现有全汽车运输和汽车皮带机联合运输两种运输方式备选。全汽车运输方式中，衍生出两个运营方案，方案一是企业自营方案，即矿山企业自己购买运输设备、配备司机，组建运输机构来承担运输任务；方案二是将整个矿山的岩石运输任务直接发包给外部运输公司，运输设备也由运输公司购买，矿山企业按每年完成的岩石运量直接支付给运输公司运输费用。汽车皮带机联合运输方式也衍生出两种运营方案，即联合运输中的汽车运输自营方案 and 外包方案，皮带机运输则仅考虑矿山企业投资建设和运营。选用何种运输方式和运营方案，需要对几种备选运营方案进行技术经济比较。很显然，汽车外包方式投资少而运营费用高，但矿山企业需要分割一部分利润给外包运输公司；自营方案需要企业自购车辆组建运输机构，运营费用低但运输设备投资大。每个备选方案各有利弊，怎么才能甄别出最优的运营方案，使得矿山企业赢得最高利润，是解决问题的关键。

为了进行运输方案比选，筛选淘汰了不适用的比选方法，首先试用定性分析法和投资运营费定量比较法对四种运输方案进行比选，看这两种方法能否得出合理的比选结果。

2. 各种运输方案的定性比较

定性比较是通过对各种运输方式的优缺点比较，把缺点比较明显的方法摒弃，把优点比较明显的方案推荐出来。对于优缺点分辨明显的方案，通过定性比较可以鉴别出来，但相对于定量比较还是过于粗浅，尤其对于优缺点区别不是特别明显的方案比选，通过此方法就难以鉴别出来。列举的 4 种运输方式定性比较详见表 1。从表 1 中可以定性列出每种运输方式的优劣，因为没有比选指标，但很难确定哪个方案最优，比较不直观，说服力不强。所以，通过定性比较来确定运输方案不适用。

Table 1. Qualitative comparison table of transportation plans
表 1. 运输方案定性比较表

运输方案	全汽车自营(方案一)	全汽车外包(方案二)	联运自营(方案三)	联运外包(方案四)
优点	机动灵活, 适应性强, 爬坡能力较大, 转弯半径小; 受地形条件限制较小。投资省, 基建期最短。	机动灵活, 适应性强, 爬坡能力较大, 转弯半径小; 受地形条件限制较小。投资省, 基建期最短; 不需要矿山企业自购运输设备、组建生产运输机构。	缩短了采场内的汽车运距, 联运方式运营费用较全汽车运输节省; 生产能力大, 爬坡能力强, 地形坡度大时运距短; 劳动条件好, 能耗小, 易于自动化控制。	缩短了采场内的汽车运距, 联运方式运营费用较全汽车运输节省; 生产能力大, 爬坡能力强, 地形坡度大时运距短; 劳动条件好, 能耗小, 易于自动化控制。
缺点	需要矿山企业自购运输设备、组建生产运输机构; 能耗大, 吨公里运费高, 经济运距短; 车辆投资大; 车辆维修量大。	能耗大, 吨公里运费高, 经济运距短; 车辆投资大; 车辆维修量大; 外包管理和协调难度大; 需要分割部分利润给外包单位。	增加皮带机和破碎站的基建投资, 增加了岩石破碎费用和皮带机运营费用; 皮带机不宜运输大块矿岩和粘性大的岩土; 维修工作量大; 需要增加破碎站和倒运。投资大, 基建期长。	增加皮带机和破碎站的基建投资, 增加了岩石破碎费用和皮带机运营费用; 皮带机不宜运输大块矿岩和粘性大的岩土; 维修工作量大; 需要增加破碎站和倒运。投资大, 基建期长; 需要分割部分利润给外包单位。

3. 各种运输方案的投资运营费量化比较

从表 2 和图 2 中可见, 方案一建设投资最高; 方案二投资为零而运营费最高; 方案三投资次之且运营费最低; 方案四投资第三, 运营费也居第三。投资运营费量化比较把每种方案的建设投资和运营费都明确列出并进行比较, 但从比较结果来看, 也还是不好区分出哪个方案最优。通过建设投资和运营费量化比较, 也很难下结论。

Table 2. Transportation project investment and operation cost comparison table
表 2. 运输方案投资运营费比较表

运输方案	全汽车自营(方案一)	全汽车外包(方案二)	联运自营(方案三)	联运外包(方案四)
方案可比总投资	54,132	0	20,929	9867
平均年运营成本	18,497	25,776	12,239	14,998

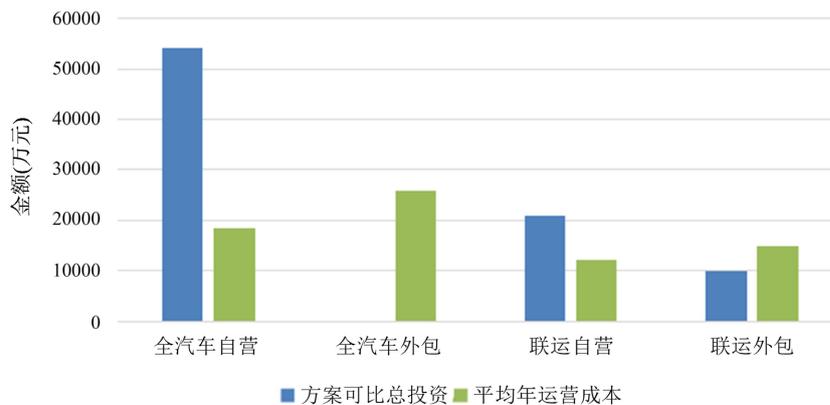


Figure 2. Schematic diagram of the comparison results of investment and operation costs of transportation plans
图 2. 运输方案投资运营费比较结果示意图

4. 各种运输方案的贴现总成本比较

为了更便于方案比选, 分别对两种运输方式、四种运营方案的投资和运营费用进行分别计算, 算出每个方案 20 年内逐年的运营费用并贴现汇总, 求得贴现总成本, 对贴现后的总成本进行比较, 数值最低者即为最优方案。通过成本贴现汇总, 考虑各方案投入资金的时间价值, 动态计算投入资金和运营成本, 方案比选结果会比静态比较方法更为客观, 更具经济合理性[5] [6]。

4.1. 全汽车方式运输自营方案贴现总成本计算

全汽车运输方式自营方案需要矿山企业自购运输设备、组建生产运输机构。运输成本计算需要考虑汽车运输成本构成的所有因素, 包括运输车辆燃材料消耗、机油消耗、润滑油消耗、轮胎消耗、备品备件消耗、运输车辆人员工资、运输设备折旧及养护费用等诸多分项[7]。建立汽车运输成本与所有构成因素之间的数学模型, 针对汽车在矿山生产中运营费用构成进行逐项分解, 对分项费用分别求证与相关因素的函数关系式, 求得逐年各分项运输成本[8] [9], 把逐年逐项成本进行贴现并汇总, 得到各年运输总贴现成本, 详见表 3 和图 3。从第 1 至 20 年贴现成本累加, 得到贴现总成本为 14.46 亿元。

贴现法考虑投入资金的时间价值, 总成本中包含的各项投资与运营费按动态分析计算, 即在计算每一项费用时, 考虑到该项资金投入时间, 将该年的资金投入均贴现到计算基准年(以第 1 开采年为计算基准年), 见式(1) [10]。式(1)中: P_1 为净现值; n 为计算服务年限(按 20 年计算); X 为第 j 年的现金支出; P_8 为投资基准收益率(取 8%); e 为矿山开采年份[10]。

$$P_1 = \sum_{j=1}^n X_j / (1 + P_8) \quad (1)$$

Table 3. Transportation cost calculation table for pure automotive self-operation plan
表 3. 全汽车自营方案运输成本计算表

年份	燃油费	辅油费	轮胎费	人工费	维修费	设备折旧	固资折旧	养路费	成本合计	折现合计
1	1273	191	624	228	573	274	46	106	3314	3069
2	1877	282	919	327	980	373	44	115	4916	4214
3	2605	391	1276	436	1512	471	42	124	6857	5443
4	3216	482	1575	508	2040	519	39	133	8512	6257
5	3793	569	1858	571	2595	549	37	142	10113	6883
6	4245	637	2079	613	3114	552	35	152	11427	7201
7	4723	709	2313	657	3656	553	32	161	12805	7472
8	5267	790	2580	710	4313	555	30	171	14415	7788
9	5884	883	2882	771	5354	556	28	181	16537	8273
10	6521	978	3194	833	6321	550	25	190	18614	8622
11	6928	1039	3394	865	7128	519	23	200	20097	8619
12	7336	1100	3593	896	7984	485	21	210	21625	8588
13	7744	1162	3793	927	8888	446	18	220	23198	8530
14	8151	1223	3992	958	9841	403	16	230	24815	8448
15	8559	1284	4192	989	10842	356	14	240	26476	8346

续表

16	8966	1345	4392	1019	11892	306	12	251	28181	8226
17	9374	1406	4591	1048	12990	252	9	261	29931	8090
18	9781	1467	4791	1078	14136	194	7	272	31726	7940
19	9132	1370	4473	993	13742	119	5	282	30115	6978
20	7826	1174	3833	840	12241	50	2	293	26258	5634

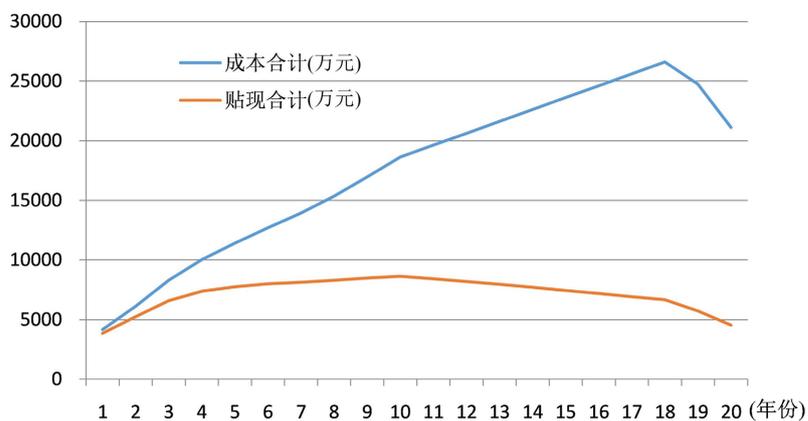


Figure 3. Annual variation curve of transportation cost and discounted cost for pure automotive self-operation plan
图 3. 全汽车自营方案运输成本和贴现成本年变化曲线图

4.2. 全汽车方式运输外包方案贴现总成本计算

考察矿山企业所在地区的汽车运输外包市场价，当地市场价是以 1~6.5 km 的不同运距分段的承包价格和折算为吨公里的价格。表 4 和图 4 是根据每年岩石运量、运距及该运距的市场运价，计算出每年运输成本，把逐年运输成本进行贴现计算，得到各年运输贴现成本，从第 1 至 20 年贴现成本累加，得到贴现总成本为 14.31 亿元。

Table 4. Calculation table of vehicle transportation cost for pure automotive outsourcing plan
表 4. 全汽车外包方案汽车运输成本计算表

年份	岩量(万 t)	运距(km)	外包单价(元/t)	折算单位成本(元/t·km)	年外包成本(万元)	年贴现成本(万元)
1	1299	2.0	3.2	1.60	4157	3849
2	1824	2.1	3.35	1.60	6110	5239
3	2363	2.25	3.51	1.56	8294	6584
4	2625	2.5	3.82	1.53	10028	7371
5	2815	2.75	4.05	1.47	11401	7759
6	2888	3.0	4.4	1.47	12707	8008
7	2966	3.25	4.7	1.45	13940	8134
8	3071	3.5	5	1.43	15355	8296
9	3202	3.75	5.3	1.41	16971	8490
10	3327	4.0	5.6	1.40	18631	8630

续表

11	3327	4.25	5.9	1.39	19629	8419
12	3327	4.5	6.2	1.38	20627	8191
13	3327	4.75	6.5	1.37	21626	7952
14	3327	5.0	6.8	1.36	22624	7702
15	3327	5.25	7.1	1.35	23622	7447
16	3327	5.5	7.4	1.35	24620	7186
17	3327	5.75	7.7	1.34	25618	6924
18	3327	6.0	8.0	1.33	26616	6661
19	2982	6.25	8.3	1.33	24751	5735
20	2457	6.5	8.6	1.32	21130	4533

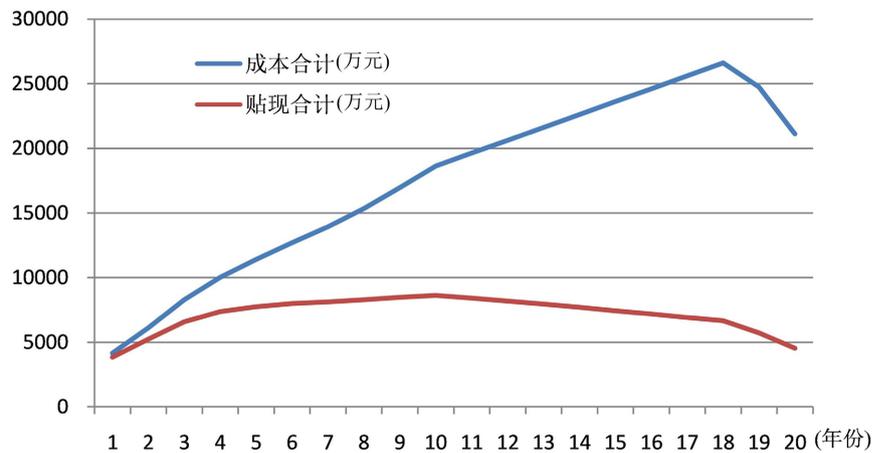


Figure 4. Annual variation curve of transportation cost and discounted cost for pure automotive outsourcing plan
图 4. 全汽车外包方案运输成本和贴现成本年变化曲线图

4.3. 联运方式汽运自营方案贴现总成本计算

露天矿山生产过程中，随着采场采深的增加，汽车运距也逐年加大。当露天矿开采至第 6 年，采场内汽车运距已超过 3 km，汽车运输越来越不经济。为此，考虑在采场内增加破碎站和皮带机运输系统，岩石运输由全汽车运输方式改为汽车 - 皮带机联合运输方式。联运方式增加了皮带机和破碎站的基建投资，增加了岩石破碎费用和皮带机运营费用，缩短了采场内的汽车运距，联运方式运营费用较全汽车运输是肯定节省的。联运方式节省的运费是否能抵偿增加的投资，需要做详细的技术经济比较才能断定。联运方式汽运自营方案运营成本包括三部分：汽车运输成本、岩石破碎成本和皮带机运输成本。汽车运输成本计算结果见表 5 和图 5。根据每年岩石运量、运距，计算出燃油消耗费、辅油消耗费、轮胎消耗费、汽车司机人工费、设备维修费、设备折旧费、运输相关固定资产折旧费、养路费等各项费用，以上费用累加得到每年的汽车运输成本。根据皮带机和破碎站投资，按折旧率计算出每年的固定资产折旧费[11]。根据皮带机运转的各种消耗、人工成本、维护成本等因素，计算出皮带机的输送成本。把汽车运输成本、皮带机运输成本、皮带机和破碎站折旧成本三项累加，得到联运方式汽运自营方案的逐年总运输成本。把逐年总运输成本进行贴现并汇总，得到各年运输总贴现成本，从第 1 至 20 年贴现成本累加，得到该方案的贴现总成本为 9.8 亿元。

Table 5. Annual cost calculation table for intermodal transportation and self-operated automobile transportation scheme
表 5. 联运方式汽运自营方案逐年成本计算表

年份	燃油费	辅油费	轮胎费	人工费	维修费	设备折旧	固资折旧	养路费	汽运成本合计	皮带机和破碎站折旧	破碎输送成本	年贴现成本
1	1091	164	624	228	491	274	42	106	3019			2795
2	1609	241	919	327	840	373	40	115	4463			3826
3	2233	335	1276	436	1296	471	38	124	6209			4929
4	2756	413	1575	508	1749	519	36	133	7689			5652
5	3251	488	1858	571	2224	549	34	142	9116			6204
6	1456	218	832	430	1068	388	32	151	4574	705	1733	4418
7	1557	234	890	447	1205	375	30	160	4898	658	1780	4280
8	1935	290	1106	487	1585	380	27	169	5979	611	1843	4556
9	2353	353	1345	535	2141	385	25	178	7316	564	1922	4903
10	2795	419	1597	584	2709	386	23	187	8701	517	1996	5194
11	3144	472	1797	614	3235	369	21	196	9847	470	1996	5281
12	3493	524	1996	644	3802	348	19	205	11032	423	1996	5342
13	3843	576	2196	675	4411	324	17	215	12256	376	1996	5379
14	4192	629	2395	706	5061	297	15	224	13519	329	1996	5394
15	4541	681	2595	737	5753	266	13	233	14820	282	1996	5390
16	4891	734	2795	769	6486	231	11	242	16159	235	1996	5368
17	5240	786	2994	801	7261	193	9	251	17536	188	1996	5330
18	5589	838	3194	833	8078	150	6	261	18950	141	1996	5277
19	5323	798	3042	775	8009	93	4	270	18315	94	1789	4680
20	4644	697	2654	662	7264	40	2	279	16241	47	1474	3811

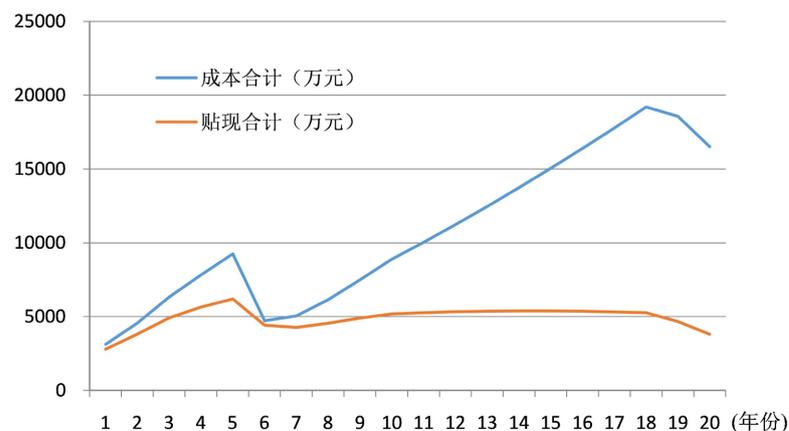


Figure 5. Annual variation curve of transportation cost and discounted cost for self-operated schemes of intermodal transportation and automobile transportation

图 5. 联运方式汽运自营方案运输成本和贴现成本年变化曲线图

4.4. 联运方式汽运外包方案贴现总成本计算

联合运输方式汽运外包方案同样也增加了皮带机和破碎站的投资，缩短了采场内的汽车运距。联合运输

方式汽运外包运营成本包括三部分：汽车运输成本、岩石破碎成本和皮带机运输成本。该方案的运营成本计算跟联合运输方式汽运外包运营成本类似，结果见表6和图6。根据每年岩石运量、运距及该运距的市场运价，再加上破碎输送成本和皮带机及破碎站的固定资产折旧，计算出每年运输成本。把逐年运输成本进行贴现并汇总，得到各年运输总贴现成本。从第1至20年贴现成本累加，得到贴现总成本为11.42亿元。

Table 6. Annual cost calculation table for intermodal transportation and automobile transportation outsourcing scheme
表 6. 联运方式汽运外包方案逐年成本计算表

年份	岩量 (万 t)	汽运运距 (km)	外包单价 (元/t)	汽运外包成本 (万元)	皮带机和破 碎站折旧 (万元)	破碎输送成本 (万元)	年贴现成本 (万元)
1	1299	2.0	3.2	4158			3850
2	1824	2.1	3.35	6112			5240
3	2363	2.25	3.51	8292			6583
4	2625	2.5	3.82	10028			7371
5	2815	2.75	4.05	11402			7760
6	2888	1.2	2.4	6930	705	1733	5903
7	2966	1.25	2.5	7416	658	1780	5749
8	3071	1.5	2.9	8907	611	1843	6138
9	3202	1.75	3.4	10889	564	1922	6690
10	3327	2.0	5.6	18632	517	1996	9794
11	3327	2.25	6.9	22958	470	1996	10904
12	3327	2.5	6.2	20629	423	1996	9153
13	3327	2.75	4.05	13475	376	1996	5827
14	3327	3.0	4.4	14640	329	1996	5776
15	3327	3.25	4.7	15638	282	1996	5648
16	3327	3.5	5	16636	235	1996	5507
17	3327	3.75	5.3	17634	188	1996	5356
18	3327	4.0	5.6	18632	141	1996	5198
19	2982	4.25	5.9	17594	94	1789	4513
20	2457	4.5	6.2	15233	47	1474	3595

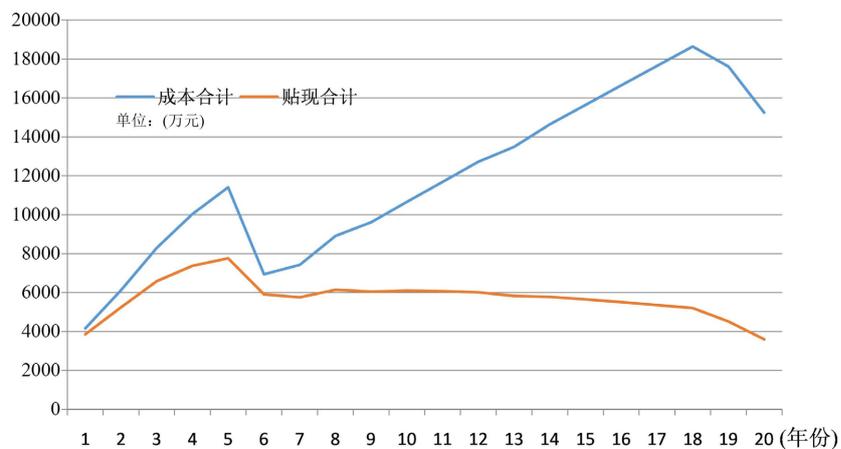


Figure 6. Annual variation curve of transportation cost and discounted cost for intermodal transportation and automobile transportation outsourcing scheme

图 6. 联运方式汽运外包方案运输成本和贴现成本年变化曲线图

4.5. 贴现总成本法比较结论

经过计算，得到四种运营方案每个方案的逐年贴现总成本，详见表7、表8和图7。表7、表8和图7中四种方案对比，全汽车运输方式中自营和外包两方案贴现总成本都超过14亿元，联合运输方式中自营和外包两方案贴现总成本均低于12亿元。可见，联合运输方式明显优于全汽车运输方式。而联运方式中，联运自营方案贴现总成本9.8亿元远低于联运外包方案的11.42亿元，联运自营方案明显占优。通过对比，可以确定出最优的运营方案，即汽车皮带机联合运输方式汽运自营方案。该方案在20年生产年限内的贴现总成本为9.8亿元。

Table 7. Comparison table of total discounted costs for four plans year by year

表7. 四种方案逐年贴现总成本比较表

年份	全汽车自营方案	全汽车外包方案	联运自营方案	联运外包方案
1	3069	3849	2795	3849
2	4214	5239	3826	5239
3	5443	6584	4929	6584
4	6257	7371	5652	7371
5	6883	7759	6204	7759
6	7201	8008	4418	5904
7	7472	8134	4280	5749
8	7788	8296	4556	6137
9	8273	8490	4903	6049
10	8622	8630	5194	6095
11	8619	8419	5281	6066
12	8588	8191	5342	6008
13	8530	7952	5379	5827
14	8448	7702	5394	5776
15	8346	7447	5390	5648
16	8226	7186	5368	5507
17	8090	6924	5330	5356
18	7940	6661	5277	5197
19	6978	5735	4680	4513
20	5634	4533	3811	3595

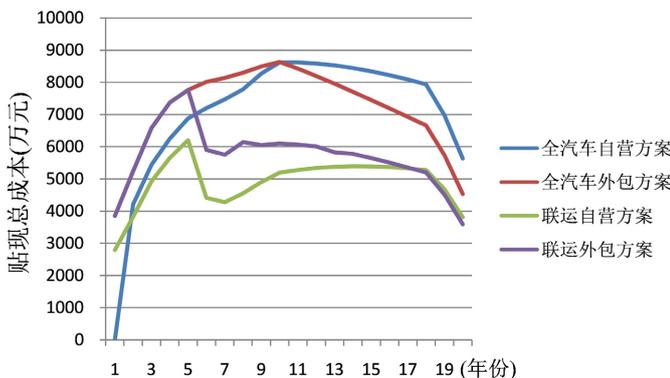


Figure 7. Comparison chart of total discounted costs for four schemes year by year
图7. 四种方案逐年贴现总成本对照图

Table 8. Comparison table of total discounted costs for four schemes**表 8.** 四种方案贴现总成本比较表

全汽车自营方案	全汽车外包方案	联运自营方案	联运外包方案
14.46	14.31	9.80	11.42

5. 结论

为了进行运输方案比选,把常用的多种方案比选方法都进行了筛选,有的方法过于粗浅,有的方法仅从静态考虑方案的合理性,没有考虑资金时间价值,不能从矿山开采全生命周期总体考虑运输方案的经济合理性,不适应现代市场经济的现状,所比选出的方案不一定是经济合理的。通过方法筛选,淘汰了不适用的比选方法,而试用了定性分析法和投资运营费定量比较法对四种运输方案进行了比选,两种方法都不能得出合理的比选结果。最后采用了贴现总成本比较法,把每年参与方案比较的各种支出进行贴现并汇总比较,考虑了各方案投入资金的时间价值,动态计算投入资金和运营成本,得到的结果更符合客观经济规律,比选出的最优方案也是最经济合理的。

参考文献

- [1] 母传伟. 宏大铁矿露天采场开拓运输优化设计与研究[J]. 金属矿山, 2014(12): 26-29.
- [2] 母传伟. 矿山汽车运输经济合理运距研究[J]. 金属矿山, 2015(7): 49-51.
- [3] 张永进, 孙立. 露天矿汽车运输成本管理的研究[J]. 内燃机与配件, 2019(6): 173-174.
- [4] 母传伟. 影响因子量化加权法优选选矿厂厂址和运输方式[J]. 金属矿山, 2014(10): 82-85.
- [5] 赵娜. 单纯形法解线性规划问题的算法探究[J]. 吉林广播电视大学学报, 2011(3): 112-115, 127.
- [6] 包丽君. 基于线性规划单纯形法计算运输问题最优解的研究[J]. 宁波广播电视大学学报, 2012(2): 128-130.
- [7] 杨玉新. 深凹露天矿提高运输系统及关键技术探讨[J]. 矿业工程, 2004(10): 28-30.
- [8] 曾爱兵. 154吨电动轮汽车运行成本和维修成本研究分析[D]: [硕士学位论文]. 江西理工大学, 2008.
- [9] 母传伟. 露天矿山全汽车运输转联合运输合理过渡点的确定[J]. 金属矿山, 2015(5): 68-70.
- [10] 母传伟. 基于总成本最小法确定露天矿半固定破碎站合理移设步距[J]. 中国矿业, 2016, 25(9): 101-104, 110.
- [11] 庄志忠. 福州港公路集装箱集疏运设备的折旧方法[J]. 集美大学学报(自然科学版), 2022, 27(2): 146-149.