



Н. Д. 阿魏凌 著

巨额土料的运输组织

建筑工程出版社

巨額土料的運輸組織

蔡 先 礼 譯

建筑工程出版社出版

• 1956 •

內容提要 本書敘述土方工程中挖方和填方土料搬運的方法。用綜合機械、運輸機、水流法、有軌運輸及無軌運輸等。特別着重地分析了提高運輸設備利用率及降低運輸成本的因素。

本書可供土方工程組織設計和施工的工程師、技術人員閱讀。

原本說明

書 名 ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА БОЛЬШИХ
МАСС ГРУНТА

著 者 Н. Д. Аверин

出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре.

出版地點 及 日期 Москва—1952

巨額土料的運輸組織

蔡先禮 譯

★

建築工程出版社出版 (北京市阜成門外南風土路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第052號)

建築工程出版社印刷廠印刷、新華書店發行

書號381 字數51千字 850×1168 $1/32$ 印張 $2\frac{1}{8}$ 插圖1

1956年12月第1版 1956年12月第1次印刷

印數1—3,000冊 定價(10) 0.46元

目 錄

序.....	4
Ⅰ. 运输业务的原理.....	5
1. 概 論	5
2. 土料运输的方式	6
3. 运输方式的选择	7
Ⅱ. 铁路运输.....	8
1. 軌道和車輛	8
2. 铁路运输土料的一般条件.....	11
3. 機車的功率、列車	15
4. 自行式傾卸車.....	18
5. 行車的組織.....	24
6. 綫路系統.....	26
7. 填方和倒土堆的堆筑.....	30
Ⅲ. 公路运输.....	36
1. 概 論	36
2. 道路的状态.....	40
3. 發动机的功率和行車速度.....	42
4. 运输设备的生產率.....	47
5. 影响劳动生產率的因素.....	48
6. 無軌运输设备的展望.....	51
Ⅳ. 土料的連續运输.....	53
1. 运输机.....	53
2. 綜合机械.....	59
3. 水力运输.....	61
Ⅴ. 土料运输的組織.....	63
1. 整体施工	63
2. 运输工作的循环作業法.....	63
3. 运输设备的生產率.....	65
4. 运输设备的工作計劃.....	66

序

在挖土和填土时,土料运输是最繁重的部分,其成本佔全部土方工程成本的60~70%。运输过程的繁重性由於各种因素的影响变化頗大,而且消耗在运输上的动力 要比裝車用的挖土机的單位动力消耗量大1~6倍。因此关于土料运输的經濟性問題 有着很大的意义,特别是在土料搬运量达数十億噸的那些巨大的工程中。

这本小冊子着重地討論了如何降低运输成本和提高运输工人的生產效率問題,从而使讀者明了道路的形式和状态、設備的性能和載重量与运输成本之間的关系。

作者希望本書內容能够得到施工經驗新資料的進一步补充和推广。

I. 運輸業務的原理

1. 概 論

土料運輸不能與挖方和填方工序分開來研究，因為它是整個施工過程的一部分，它組織得好壞，關係着全套機械的生產率、施工過程的繁重性和工程成本。土料裝載、運輸和卸載是一個統一的整體，其中一道工序的組織形式，就決定了與其有關的其它工序的組織方法。這種從屬關係要求機械種類與工作性能能相互協調，以便使主導的裝載機械能不間歇地進行工作，充分地發揮工作效能。

當選擇運輸方式和運輸設備的載重量時，必須要解決一系列複雜的問題。這些問題是以裝載、運輸和卸載作為一個統一的施工整體來解決的。

運輸工序應當組織得使運輸物在運輸過程中不發生耽擱，讓挖土機械發揮最大的生產率，而用最少數量的設備和工人完成全部運輸量。

評定運輸業務組織的好壞是根據：1)運輸成本；2)運輸的繁重性；3)運輸過程對主導機械生產率的影響；4)運輸車輛、牽引車和機車的生產率。

機車或牽引車的生產率取決於：1)運距和行車速度；2)車輛列(即 *Состав*，指列車中的車輛部分——譯者注)的容量；3)裝卸時的時間損失；4)非生產性的時間損失。

運輸設備生產率的增加與停歇時間的減少成正比。作業時間的充分利用是良好的運輸組織的標誌。運輸過程的基礎是運轉；如果它停止了，那麼運輸過程就中斷。所以可以認為只有重車或空車不斷在運轉，運輸工具才是處於工作狀態；所有其餘的時間，包括不可避免的停車在內，均不能算做是工作時間，而應屬於時間損

失。因而下列諸項皆屬於時間損失：1)裝卸時的停歇；2)有組織的停歇（添油，修理故障等）；3)中途停待和調車時的各種時間損失。

這樣的考慮方法，有助於明確地分析和進而減少無效的及不可避免的時間損失，從而提高生產率。

裝載時間損失是以裝載時間與整個運輸循環時間之比例系數來表示的。不言而喻，這一系數應該是最小的。

運輸成本取決於：1)勞動消耗量；2)設備的生產率；3)折合在單位運輸量上的設備折舊費和修理費；4)動力和燃料的單位（單位運輸量）用量；5)使用材料的單價。

2. 土料運輸的方式

挖方中挖出的土料可循有軌綫路，有鋪砌層或無鋪砌層的公路，借管道、溝槽和明渠中的水流以及用運輸帶向外運輸。

土料可由機車車輛和拖車輸送，也可由自行式車輛和汽車輸送。機車車輛是由機車（蒸汽機車、電氣機車、內燃機車和摩托機車）來牽引的；拖車和半拖車是由拖拉機和牽引車來牽引的。屬於自行式運輸設備的有：汽車、自卸汽車、自行式傾卸車。

除了有軌和無軌綫路外，也可用所謂連續運輸設備輸送土料。連續運輸分水力的（經管道和溝槽）和傳遞式的（用運輸帶）兩種。含土料的水流或者沿斜坡自動流動或者借助於泥泵。運輸帶是由傳動裝置帶動的。

目前除只能完成單項工作的運輸設備外，既能進行挖方又能進行土料運輸的所謂綜合機械已愈來愈廣泛地得到應用。屬於這種綜合機械的有：鏟運機、平土升送機、浮動式和移動式泥泵裝置、泥漿連續自流的水炮、直接把土料卸於倒土堆上的索式挖土機和鏟式挖土機。

挖方中的土料有時要送出或遠或近的范围之外，有時只要把它堆在挖方的一側或兩側就可以了——這算最小的運距。前種情形叫縱向運輸，後種情形叫橫向運輸。這種說法最初是通用在道

路工程中,而後又推廣到其它土方工程中了。現代某些土方工程的特点是挖方很深填方很高。由於土方工程中的這些特點,而引起了必須把土料升高的要求。土料升高可垂直進行(如在挖土機斗中),或循很陡的道口進行。大型構築物的這種新性質使組織最經濟的橫向運輸發生了困難,因為除了最簡易的水平運輸土料外,還必須解決將土料升高到挖方邊側之上或填方及倒土堆頂部的問題。

可用以進行縱向運輸的設備有: 1)窄軌或寬軌鐵路; 2)汽車(自卸汽車),帶有拖車和半拖車的拖拉機和牽引車; 3)水力運輸(自流的或強壓的); 4)鏟運機和推土機; 5)運輸機。

橫向運輸時可採用平土升送機和能把土料卸於倒土堆上的挖土機。這種機械的作用範圍受着機械的水平作用半徑,倒土台上的舉升高度和挖方時的挖取深度的限制。如果構築物的尺寸不允許採用這種機械,則使用那些供縱向運輸用的機械來進行土料的橫向運輸。此時可用陡坡做為升到面上的道口。

3. 運輸方式的選擇

選擇運輸方式時應考慮到下列施工條件: 1)總運輸量和晝夜的運輸量; 2)運距、道路情況和地形; 3)填方和倒土堆的堆筑條件; 4)裝載機械的能力。

決定運輸方式和運輸設備型式的主要指標是: 1)運輸的單位成本和繁重性; 2)一個運輸單位的單位生產率。

一個運輸單位的單位生產率是取決於: 1)裝載機械的能力; 2)車箱或車輛列的容量; 3)運距,牽引車的能力和行車速度; 4)運行方式和無效的時間損失量。

運輸成本主要是取決於動力消耗和燃料價格。動力消耗量與道路對車輛的運行阻力的大小有關。各種道路的運行阻力及發動機的單位功率的比較資料列於表 1 中。

意 義	運 輸 方 式		
	鐵 路	汽 車	拖 拉 机
1. 對 1 噸列車重量的 單位運行阻力 (公斤)	a) 寬軌在 2~ 2.5 以內 6) 窄軌在 5.5 以內	a) 令人滿意的土 路是 80 6) 不能令人滿意的 土路是 150 B) 泥濘不堪的路 是 200 r) 新填土、厚砂是 300	a) 村路是 70 6) 泥濘不堪的 路是 120
2) 1 噸列車重量的發動 機功率(馬力)	1~1.2	7.3~10.2	3~4
3) 平均行車速度 (公里/小時)	10~20	10~20	6~8

II. 鐵 路 運 輸

1. 軌道和車輛

运土用的軌道和取土場里用的軌道可采用标准軌距的(1.524公尺)和窄軌的(1和0.75公尺)。

当工程專用綫和干綫銜接时以及当鐵路需运输巨額土方时,無論如何应采用标准軌距。每一列車之标准的、在經濟上合適的單位載重量是50~60噸。

1公尺軌距的鐵路之运输能力与标准軌距相差無幾,但其工程費用却比寬軌鐵路低得多。采用这种軌距时鐵路的弯道半徑可以选擇得小些。在这种軌距的鐵路上行駛的列車的最大單位載重量可达50噸。

0.75公尺軌距的鐵路是一种应用最廣的、运输能力頗大的窄軌鐵路型式。在这种鐵路上行駛的个别列車的單位載重量不大於25噸。

铁路运输有許多优点。其中包括:

1) 可進行大量運輸,因為鐵路的通過能力和運輸能力主要是決定於車輛重量,行車速度和列車與列車的間隔;

2) 軌道的單位運行阻力最小,因而運輸所耗的動力也就最少;

3) 可利用廉價的燃料(煤)和電力;

4) 可以使用勞動力消耗最少的重載列車集中運輸;

5) 每一噸設備結構重量的價格較小,並且修理費也少;

6) 運輸成本最低。

鐵路運輸的缺點是: 1)如不使用專門的機械(起軌機,推土機,堆土、起重、填裝枕木以及撥軌用的聯合機械),填方的修築過程就比較複雜; 2)在狹窄的場地和道口上定綫困難; 3)需要敷設裝車和卸車的綫路; 4)冬季移綫比較困難。

鐵路運輸土料所採用的車輛和機車列於表 2、3、4 和 5 中。

蒸 汽 機 車

表 2

軌 距 (公尺)	1,524				0,750			
	OB	ΦП-20	Э	Э ₁	157	159	П-24	ПТ-4
輪 式	0-4-0	1-5-1	0-5-0	0-5-0	0-4-0	0-4-0	0-4-0	0-4-0
牽引力(噸)	7.6	22.4	16	19	4.7	2.9	3.35	3.15
結構速度(公里/小時)	55	85	65	65	32	25	35	35
計算速度(公里/小時)	15	25	19	14				
帶有煤水車的蒸汽機車的計算重量(噸)	95	235	125	130	42.6	23.8	26	28

電 動 機 車

表 3

型 式	軌 距 (公尺)	軸 數	總功率 (馬力)	帶底荷的 重量(噸)	牽引力 (噸)	速度(公里/小時)	
						最大的	計算的
ДКМ-12	0,750	4	280	35	4.88	50	17
	1,000	2	140	30	3.7	—	14
	1,000	4	280	35	4.88	50	17
IV--КП-1	1,524	4	784	80	13.8	72	21
СВ--У--КП-2	1,524	4	1000	94	18.6	65	19
ЭП-III-II	1,524	2	140	25	3.65	—	14

摩托機車和內燃機車

表 4

類 別	功 率 (馬 力)	發動機之型式	工作重量 (噸)	軌 距 (公 尺)
MY, MYT-2	40	ГАЗ	8	1,524 0.750
MY3-4	73	ЗИС-5	10	0.750
M-3/2	73	ЗИС-5	12	1,524
MY3	30	СТЗ	6	0.750
MY3	300	柴油發動機	54	1,524

傾卸車和斗車

表 5

軌 距(公尺)	1,524	1,524	1,524	1,524	1,000	0,750	0,750
型式	ПБ	ПБ	ОБ	ПБ		ОП-3	ОП-6
載重量 (噸)	50	60	40	80	35	5.5	9
車輛重量(噸)	32.2	45	35	60	23	2.9	5.9
車輛的幾何容 量(立方公尺)	22.6	32.3	21	45	15	3	6
出品工廠	加里寧格勒 工廠	德意志 夫斯克工廠	德意志 夫斯克工廠	烏斯契卡 夫斯克工廠	加里寧格 勒工廠	“紅色挖土機” 工廠	“設計”

鐵路路基和上部構造列於表 6 中。依載重而定的鋼軌型式示於表 7 中。

路基和上部構造的尺寸

表 6

軌 距 (公尺)	1,524	1,000	0,750
1. 路基頂寬 (公尺):			
單綫	4.6—5.0	4.0	3.2
雙綫	8.7—9.1	7.6	6.2
2. 路渣層的頂寬 (公尺)	3.0	2.2	1.7
3. 枕木以下的路面厚度(公分)當機車軸的 載荷為(噸):			
20噸以內	30	30	20
20~25噸	35	30	—
大於25噸	40	—	—
4. 枕木長度 (公尺)	2.7	1.8	1.5—1.8
b. 兩綫路軸綫的間距(在直綫處) (公尺):			
在軌道上	4.1	3.6	3.0
在站上	5.3	4.8	4.0

鋼軌的型式和尺寸

表 7

型 式	P-50	P-43	P-38	III-A	24公斤公尺	18公斤公尺
軌 高 (公厘)	152	140	135	128	107	90
底 寬 (公厘)	132	114	114	110	92	80
1 公尺長的重量 (公斤)	50.5	43.61	38.42	33.48	24.04	18.06
軸上的容許載荷 (噸)	25	20	20以內		9	6
在載荷下每公里的枕木數 (根)	1840	1600 --1840	1600-1440		1500	1500

注：採用何種型式的鋼軌要根據列車車軸上的設計載荷而定。

2. 鐵路運輸土料的一般條件

列車和機車的數量是根據運輸量、運距、車箱載重量和機車牽引力經計算後決定的。挖土機生產率的高低影響着列車的載重量。特別是在短距離運輸時，加速裝載可縮短列車的周轉時間，減少了運輸單位的數量。依靠提高載重量而加速了周轉和減少運輸單位數量的結果，會使運輸成本降低。同時所選擇的運輸設備的載重量，不應降低挖土機的生產率。提高列車的載重量不只是能使運輸單位數減少，而且可以提高挖土機的生產率。

載重量大的列車運輸送土料的成本較低。功率很小的機車僅在運距很短時方被採用。

載重量大的列車因運距增加而增加的成本較載重量小的列車為少。

提高車箱的載重量後可以：1)減少挖土機裝載時因移車而停歇的次數；2)用高生產率的挖土機工作，而使裝載時間減少，因而加速了運輸循環；3)減少車輛列中的單位車輛數，從而簡化了車輛的供應，減少了服務人員；4)減少檢修車輛的勞動力。

加大車箱的容量也可提高運輸設備和挖土機的生產率。一節車箱裝滿後，車輛列需有一段時間在向前移動，而將下一個平車或傾卸車供給挖土機。每次移動的時間可認為等於半分鐘。

列車移動時的時間損失，降低了挖土機的生產率。挖土機生產率降低的百分數由下式求得：

$$h = \left[1 - \frac{v}{v + tw} \right] \times 100,$$

式中: h —— 生產率降低的百分数;

v —— 1 節車箱的容量 (立方公尺), 以實方土料度量;

t —— 1 節車箱的移動時間 (0.5);

w —— 挖土機的生產率 (立方公尺/分)。

由於調動每節車箱以進行裝載的時間損失, 而引起的挖土機生產率的降低如表 8 所示。

當使用載重量小的車箱運輸時, 挖土機生產率的降低百分数增大了; 當生產率高的挖土機與容量微小的列車配合工作時, 其生產率的降低值可達很大的数字。

載重量大的車箱能使車輛列徐緩不停地進行裝載。

使用能力大的挖土機, 可加速裝載, 提高運輸設備的生產率, 因而降低了運輸成本。從表 9 中可以看出挖土機功率對降低運輸成本的影响。

由於供應裝車的時間損失而引起的
挖土機生產率降低的百分数 表 8

土斗容量 (立方公尺)	載 重 量 (噸)			
	40	20	15	5
	在供應裝車上的時間 損失 (%)			
0.5	—	4	6	19
2.0	6	11	16	—
3	10	22	29	—

挖土機功率對運輸成本降低
上的影响 表 9

運 距 (公 里)	1		2	
挖土機的土斗 容量 (立方公尺)	2	3	2	3
車 輛	相對的運輸成本			
40噸的傾卸車	1	0.7	1	0.9
20噸的傾卸車	1	0.7	1	0.9

列車在倒土綫上的停歇時間, 與車箱的卸載方法有關。這個工序的機械化程度愈低, 運距愈短, 卸載停歇的時間損失愈多。當短距離運輸時, 卸車次數增多了, 总的停歇時間也隨之增多。這一時間損失的数值 (按总的工作時間的百分数計) 列於表 10 中。該表表明使用非機械化卸載的車箱運輸土料是非常不適宜的。

所以採用自動傾卸車箱在目前已成為非常必要的了。但即使

是采用这种車箱,若行車和倒土工作組織得不够完善,仍然可能發生不应有的時間損失。

土方工程中和取土場中的鐵路運輸条件,与鐵路干綫上的運輸条件截然不同。干綫上適用的列車重量的計算方法,对短距离運輸不一定適用,因为短距离運輸的成本主要是受列車裝卸停歇的影响。

所以在短距离时,把機車的多余牽引力用於增大速度,比用來增加車輛列中的單位数量要合理得多。

一般認為,增大綫道的縱向坡度,会引起組織問題上的額外困难和增加運輸成本。其实这种观点是毫無根据的。运土鐵路上的運輸工作是不能和鐵路干綫上的運輸工作等量齐觀的。后一种場合是牽引极重的車輛列,因而要求小的坡度。在建築工地的条件下,若一味保持小的坡度,由於路綫的加長,可能導致不容許的消耗。

在由 0.01 到 0.03 的坡度上,使用各型機車牽引的各种列車的計算行車速度示於表11和12中。

停車卸載的時間損失 表 10

車 輛 型 式	運距(公里)		
	1	5	10
	卸載的時間損失(%)		
40噸傾卸車	12	8	6
20噸 " " "	10	7	5
5噸斗車	32	20	12
20噸平車	50	43	39

寬軌上的計算行車速度

表 11

機車型式	車輛型式	車箱的載重量(噸)	列車中的車箱數	讀(立方公尺) 列車中的車箱體積	上 坡 坡 度 (%)									
					0	10	20	30	50	0	10	20	30	
					重 車					空 車				
					列車的可能速度(公里/小時)									
日本蒸汽機車， 掛鈎上的牽引力是 15300公斤	傾卸車	40	2	48	65	55	40	30	14	65	60	50	40	
		40	4	96	65	43	28	16	10	65	55	40	30	
		60	5	170	60	29	15	10	—	60	48	32	16	
		60	10	340	43	14	6	—	—	60	36	25	—	

續表 11

機車型式	車輛型式	車箱的載重量(噸)	列車中的車箱數	列車中的土料體積(立方公尺)	上 坡 坡 度 (%)									
					0	10	20	30	50	0	10	20	30	
					重 車					空 車				
					列車的可能速度(公里/小時)									
ΘD系蒸汽機車， 牽引力是9300公斤	"	40	2	48	40	38	28	21	—	40	40	35	30	
		40	4	96	40	28	14	8	—	40	38	28	21	
		40	5	120	29	20	9	6	—	40	33	24	15	
		60	6	216	30	9	4	—	—	40	25	16	9	
附屬重量是26噸 的內燃機車	"	40	2	48	29	9	5	5	—	29	16	16	9	
		40	1	24	29	16	16	9	—	29	29	16	15	
		40	3	7	29	9	5	—	—	29	16	9	5	
		40	8	192	30	30	30	30	25					
附屬重量是 140 噸的電動機車	"	60	7	240	30	30	30	20	—					

窄軌(750公厘)上的計算行車速度

表 12

機車型式	車輛型式	車箱的載重量(噸)	列車中的車箱數	列車中的土料體積(立方公尺)	上 坡 坡 度 (%)							
					0	10	20	30	0	10	20	30
					重 車				空 車			
					列車可能的速度(公里/小時)							
157號蒸汽機車， 牽引力是4675公斤	雙軸傾卸車	20	2	24	45	34	22	13	45	45	32	22
		20	4	48	45	22	12	6	45	35	23	18
		20	10	120	28	11	6	—	45	23	18	12
II-24 型蒸汽機車，牽引力為 3168 公斤	雙軸斗車	5	7	21	45	32	20	12	45	45	33	25
		20	3	36	40	22	12	8	45	40	28	20
		20	5	60	32	12	8		45	33	25	18
附屬重量是26噸 的內燃機車	四軸傾卸車	20	4	48	29	9	5	5	29	16	16	9
		20	6	72	16	9	5	—	29	16	9	5
		20	10	120	9	5	—	—	29	9	5	—
附屬重量是16噸 的內燃機車	雙軸斗車	5	8	24	25	9	9	5	25	25	15	9
		20	3	36	15	9	5		25	15	19	5
		20	5	60	9	9	—	—	25	15	9	5
附屬重量是 4 噸 的龐托機車	同上	2.5	5	7.5	12	8	6	4	14	12	12	8
		5	3	12	12	6	4	—	12	12	12	8
		5	6	18.0	8	4	—	—	12	12	8	4

3. 機車的功率、列車

機車的功率取決於隨發動機功率而變的主動輪輪緣上的牽引力。主動輪輪緣上的牽引力應與附着牽引力相平衡。發動機的功率與牽引力之間的關係由下式求得：

$$N = \frac{F_0 v}{270k} \quad (\text{馬力}),$$

$$F_0 = \frac{N 270k}{v} \quad (\text{公斤}),$$

$$F_k = F_0 - P(w_0 + i + w_k) \quad (\text{公斤})$$

$$F_c \geq F_0,$$

式中： N ——發動機的功率(馬力)；

F_0 ——機車輪緣上的牽引力(公斤)；

F_k ——機車掛鉤上的牽引力(公斤)；

F_c ——附着牽引力(附着重量的0.15—0.2)(公斤)；

P ——機車重量(噸)；

k ——發動機的有效利用係數(0.8—0.85)；

v ——速度(公里/小時)；

w_0 ——機車在平直綫路上運行時的單位阻力(公斤/噸)；

對於窄軌鐵路

$$w_0 = 4.85 + 0.001v^2 \text{ 公斤/噸},$$

對於寬軌距

$$w_0 = 1.5 + \frac{v}{20} \text{ (公斤/噸)};$$

i ——綫路的計算坡度(‰)；

w_k ——在彎道運行時的單位阻力：

$$w_k = \frac{500l}{R} \text{ (公斤/噸)}$$

式中的 R ——彎道半徑(公尺)；

l ——軌距(公尺)。

輪緣 F_0 。上牽引力的大小與發動機的功率（成正比）和行車速度（成反比）有關。若減小行車速度，雖能增加列車的重量，但線路的通過能力卻同樣減少了，並且全部車輛的總生產率亦要減少。這些情況應在制定運輸制度的計算中予以考慮。

長距離運輸時，列車裝卸時的停歇，只佔列車全部運輸循環時間的一小部分。所以在公用的鐵路網干線上，車輛列的最大重量 Q ，以及車輛列中的單位數，一般是根據機車的牽引力和線路的最大坡度按下式決定之：

$$Q = \frac{F'_0 - P(w'_0 \pm i + w_k)}{w''_0 \pm i + w_k},$$

式中： F'_0 ——機車掛鈎上的牽引力（公斤）；

P ——機車的重量（噸），

w'_0 ——機車運行時的單位阻力（公斤/噸）；

w_k ——車輛列通過彎道時的單位阻力（公斤/噸）；

$\pm i$ ——上坡坡度和下坡坡度（%）；

w''_0 ——車輛列運行時的基本單位阻力（公斤/噸）。

在短距離（0.5~5 公里）內運輸土料和石料時，需要有另一種決定車輛列重量的方法。解決這一問題時，不僅要考慮到運輸工序本身的作業時間，而且還應考慮到減少裝卸停歇時間的必要性。運輸業務的組織應保證最大限度地利用和提高挖土機的生產率。在運輸管理中，分為管理時間、工作（班）時間和有效時間。車輛列停留於工地上的全部時間，包括非工作的停歇，上油和檢修等時間在內，均算做管理時間 T_0 。每班的時間 T_c ，不管這些時間的利用效果如何，都是工作時間。車輛列在線路上重車或空車運輸的時間是有效時間 T_n 。這時裝車、卸車、停車和調車的時間均不包括在裡面。

由於只有車輛列的重車或空車運轉時間 T_n 才是有效時間，其它時間，包括裝車時間在內，都是增加運輸成本的無效時間。顯然，車輛列處在運轉中的時間應該是最大的。

如果除去燃料費，列車在運轉時單位時間內的工作消費與停