

259040

基本語彙

直 錐 挖 土 机 施 工 組 織 的 几 个 問 題

(論 文 集)

周 繼 祖 編 譯



人 民 交 通 出 版 社

3

直 鑿 挖 土 机

施 工 組 織 的 几 个 問 題

(論 文 集)

周 繼 祖 选譯

人 民 交 通 出 版 社

本書系由六篇論文匯輯而成，對如何提高挖土機的生產率和挖土機與運輸工具的
的配套使用問題，各篇論文從不同的角度作了詳盡的理論分析。

本書系根據蘇聯土方工程施工等書刊上的有關論文選譯而成。

直鏈挖土機施工組織的幾個問題

(論文集)

周繼祖 選譯

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1959年10月北京第一版 1959年10月北京第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：1 1/2張

全書：40000字 印數：1—1000冊

統一書號：15044·1366

定價(8)：0.21元

目 录

一、論單斗挖土机类型的合理選擇.....	1
二、如何提高單斗挖土机的生产率.....	13
三、最合理的挖土机掌子面寬度的确定.....	19
四、挖土机裝車时自卸汽車的停車方式.....	25
五、关于土石方工程和采掘場用挖土机施工时 运输工具的选择問題.....	31
六、挖土机工作时自卸汽車最佳載重量的選擇.....	42

一、論單斗挖土機類型的合理選擇

在土方工程的施工實踐中，給工程對象調配挖土機時，一般均以土方工程的總工作量、土壤種類和計劃完成工程的期限為依據，並按此擬定一定功率的機械。

在完成土方大量集中且掌子面高度不大的工點時，多採用大型挖土機（土斗容量為2~3立方公尺的），相反地，當工點上的土方工程量較小而掌子面高度又很大時，有時則選用土斗容量為0.25~0.35立方公尺的小型挖土機。前一種情況，挖土機的土斗容量與掌子面高度不相適應，必需常常移動機械，因而引起挖土機實際生產率的顯著降低和運輸工具的窩工。后一種情況，則會延長完工期限，為了不致拖延工期，就必需調配土斗容量大的挖土機。

適宜於採用挖土機施工的工點的最小土方工程量被認為是：Ⅰ類土壤為20000~30000立方公尺，Ⅱ類土壤為10000~15000立方公尺，而挖土機的土斗容量是1立方公尺。

從這些資料可以確定，對於密實土壤不僅不限制挖土機的使用，相反地，因為用其它方法開挖這類土壤需要更高的成本，所以在土方量很小的工點上也可以採用挖土機。在這種情況下，組織該項工程的初期投資仍舊一樣，而對開挖1立方公尺土壤的成本說來，前述平均工作量的規定幾乎沒有什麼影響。

工程的計劃完工期限，無疑地，是對選擇挖土機類型有一定影響的。有時，在土方工程量不大的工點上，由於工期需

要，必需采用更强大的机械，由此而造成的超支现象，只好用快速完成建筑工程的效率来补偿它。

可是，上述这些选择挖土机类型的条件，有的时候，也是不起什么决定性作用的。例如，在某些土方大量集中的工点上，当它们具有很宽广的工作前沿（工作面）时，则可采用几台小型挖土机来代替一台大型挖土机，以缩短完成工程的期限。

除了土方工程量、完工期限和土壤种类而外，影响选择土方机械的因素还有：当地的气候条件，距离铁路或水路的远近，施工地点的一般地形和挖方的施工标高。

挖土机能在干燥的季节施工，也能在雨季、土壤结冻和融冻的季节里施工。气候条件对选择挖土机类型没有什么影响。例如，在雨季开挖粘土，采用轻型或轨行式挖土机则较为有效，因为在这种情况下，这两种挖土机在掌子面中移动所费时间较之重型履带式挖土机者为少。又如，土斗容量为0.25~0.35立方公尺的小型挖土机不能在冻结深度大于0.1~0.2公尺的冻土中应用，因为，实践证明，甚至在用爆破法或其它方法将冻土预先疏松，仍然还会使挖土机遭受局部的损坏。

从机械运往工点的可能性与合理性的观点看来，铁路或水路至工点距离的远近是选择挖土机类型的一个影响因素。如果从基地至工点铺设有关轨或窄轨的临时铁路线路，那么，无论那一类型的挖土机都可以装在铁路平车上运抵工地。在沒有有路面的公路、土路或铁路时，选用重型挖土机只在工点非常接近铁路或水路基地时才是合理的。

轻型和中型履带式挖土机可以自行至工作地点。而当距离较长时，为了避免机械机件的磨损，可将主要机械和行走部分拆散，装在特制的拖车上运往工地。

当具有良好的道路时，运输轻型履带式挖土机可以在非作

业状态用拖拉机来拖曳它。

至于施工地点的一般地形，从机械是否能从一个工点自行至另一个工点的可能性看来，这也是在选择挖土机类型时一般都要考虑的。在这种情况下，挖土机运行路线的坡度不应大于0.3。

此外，在又深又陡的脊谷剧烈交错在一起的地形条件下，单斗挖土机的使用是受到限制的。在这些地方使用挖土机或很困难，或者因为坡度很大而根本不可能，而且由于运土至填土地点的坡道太陡，几乎使得选择运输工具和运土方法本身也都感到困难了。在这种情况下宜于选用其它的土方机械（例如多斗挖土机）或其它的施工方法（从栈桥上回填路堤等等）。

所以说，地形条件是选择挖土机行走部份类型的主要因素，而对选择挖土机功率的影响并不显著。

施工地点的施工标高对选择机鏟（即直鏟挖土机——译者注）类型的影响又如何呢？

在现有文献中，挖土机生产率个别概念和整个理论，都是以所谓正常掌子面高度为基础的。这种正常高度，仍是指挖土机土斗一次鏟挖后完全装满土斗的最小高度。

实际上，这种正常高度是根据经验来决定的，而且对各种不同种类的土壤和不同大小容量的土斗，其数值也是各不相同的。

例如，对于土斗容量为0.25~0.35立方公尺的挖土机来说，在Ⅰ类土壤中挖土时的掌子面正常高度 $H_n = 1.75$ 公尺；对于土斗容量为0.5立方公尺的挖土机来说，掌子面高度 $H_n = 2$ 公尺；土斗容量为1立方公尺者， $H_n = 2.5$ 公尺；土斗容量为3立方公尺者，则 $H_n = 3.5$ 公尺。

但在挖土机的施工实践中，机鏟一开始就能在正常高度的

掌子面中工作是很少有的事情。

通常，挖土机在进入正常高度的掌子面中开始工作之前，首先必需在很小高度的掌子面下开挖一笔数量非常可观的土壤，也就是說，需要在这种重复鏟土才能裝滿土斗的条件下进行挖土工作。

有不少这样的情况，就是当挖土机沿着掌子面移动时，掌子面的高度总是由零点逐渐增至与該类土壤和土斗容量相适应的正常高度，然后再达到另一种大土斗容量挖土机的正常高度。

如果一个工点上的掌子面高度超过其正常高度，便会引起使用更大土斗容量的必要，这一点在挖土机施工工程中于1951年被莫斯科的技术革新者挖土机手Г.Н. 巴尔霍姆丘克第一次給实现了。

他們的工作說明，挖土机的土斗容量应当与掌子面的高度相适应，因为只有遵循这样的条件来施工，单斗挖土机才能得到最大的生产率。

不計及消耗在运输工具窩工及換班、机械維修和滑潤上油的时间損失，当掌子面的平均寬度为 $1.5R$ 和卸土旋轉角为 90° 时，挖土机的实际生产率如下式所示：

$$\Pi_0 = \frac{60nqK_H K_P K_C \tau_0}{\tau_0 + \frac{\tau_{nq}}{1.5RHl}}$$

但是，因为 $n = \frac{1}{\tau_0}$ ，所以 $n\tau_0 = 1$

故
$$\Pi_0 = \frac{60qK_H K_P K_C}{\tau_0 + \frac{\tau_{nq}}{1.5RHl}} \dots\dots\dots (1)$$

現令 K_H 、 K_p 、 $K_c = K_r$ (此处 K_r 为土壤系数) 則:

$$\Pi_0 = \frac{90 \eta K_r R H l}{1.5 R H l t_0 + t_n q} \dots \dots \dots (2)$$

上述各公式中:

n ——每分鐘土斗的循环次数;

q ——土斗容量 (以立方公尺計);

R ——挖土半径;

H ——掌子面高度;

l ——挖土机一次停車所挖掌子面部份的寬度;

t_0 ——土斗工作循环的延續時間;

t_n ——移动挖土机的延續時間。

当掌子面高度很小时, 为了鏟滿土斗, 必需进行重复鏟土。根据实践和經驗观察而得, 掌子面高度在 1 公尺以下时, 需要鏟土两次, 而当掌子面高度由 1 公尺至正常高度时, 則为一次鏟土, 也就是說, 如果掌子面高度等于正常高度或超过正常高度, 土斗工作循环時間等于 t_0 , 那么, 当掌子面高度在 1 公尺以下时相应为 $t_0 + 2\Delta t_0$, 而当掌子面高度由 1 公尺至正常高度时則为:

$$t_0 + \Delta t_0$$

挖土机的实际生产率相应各为:

当掌子面高度在 1 公尺以下时

$$\Pi_0 = \frac{90 \eta K_r R H l}{1.5 R H l (t_0 + 2\Delta t_0) + t_n q} \dots \dots \dots (3)$$

当掌子面高度由 1 公尺至正常高度时:

$$\Pi_0 = \frac{90 \eta K_r R H l}{1.5 R H l (t_0 + \Delta t_0) + t_n q} \dots \dots \dots (4)$$

由公式(2)，(3)和(4)可以看出，在掌子面中移动挖土机的延續時間 t_n 愈長，挖土机的生产率愈小；而掌子面高度 H 愈大，挖土机的生产率也愈大。

將各种不同掌子面高度 H （由0.5公尺至6~8公尺）分別代入公式(2)，(3)和(4)，則可获得各类不同土壤和不同移动挖土机延續時間的每小时的实际生产率，可用曲線 $\Pi_s=f(H)$ 表示之。

$q=0.5$ 立方公尺的 $\Theta-505$ 型挖土机在第I类土壤中工作时，視掌子面高度之不同，移动挖土机的延續時間在平易条件下 $t_n=1$ 分鐘，在中等条件下（帶有部份木墊板） $t_n=3\sim 5$ 分鐘，而在困难条件下 $t_n=10$ 分鐘，类似前述挖土机之实际生产率变化曲線如图1所示。分析 $\Theta-1004$ 型挖土机及 $C\Theta-3$ 型挖

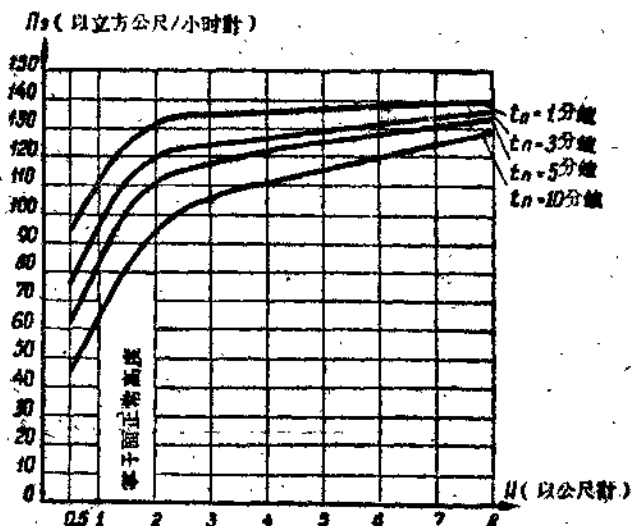


图1 $q=0.5$ 立方公尺的 $\Theta-505$ 型挖土机开挖I类土壤，在各种移动挖土机延續時間下，視掌子面高度不同而变的挖土机实际生产率的变化曲線图

土机在Ⅲ类土壤中工作所得之曲线相应各如图 2 和图 3 所示。

从这些曲线图中可以看出，挖土机在任何掌子面高度下的生产率愈小，则消耗在掌子面内移动挖土机所费时间就愈长。因此，在组织挖土机施工时，不管在什么地质水文条件下，均应首先采取缩短在掌子面内移动挖土机所费时间的措施。

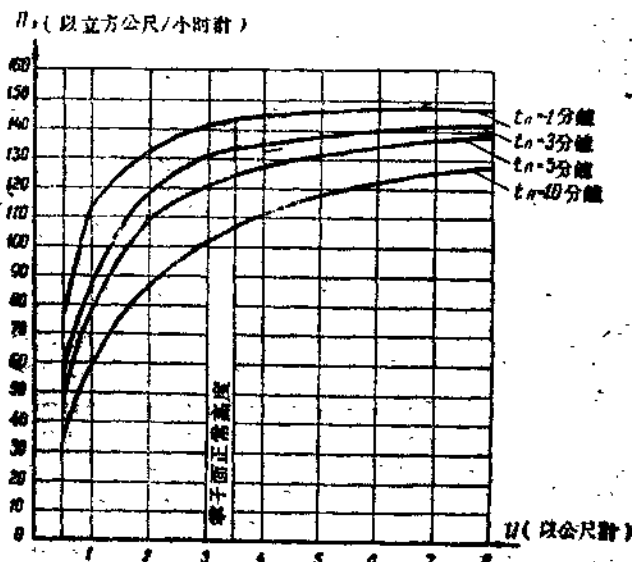


图2 $q=1$ 立方公尺的 D-1004 型挖土机开挖Ⅲ类土壤，在各种移动挖土机延續時間下，距掌子面高度不同而变的挖土机实际生产率的变化曲线图

观察上述各曲线图可以得出，挖土机的实际生产率，只当掌子面高度由小增大到正常高度时才有着急剧的增长。当繼續增高掌子面高度时它就减小了，同时减小的程度是：当 $t_n=1$ 分鐘时比 $t_n>1$ 分鐘时为大。

这就是說，掌子面高度愈大，移动挖土机的延續時間对其

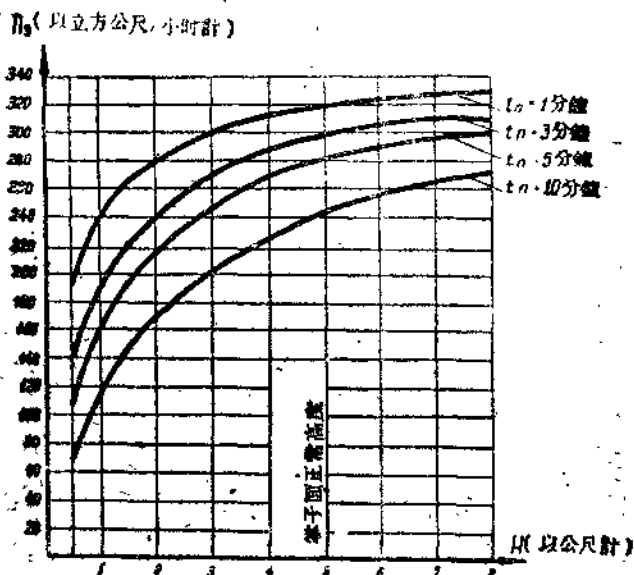


图3 $q = 3$ 立方公尺的G8-3型挖土机开挖Ⅲ类土壤，在各种移动挖土机延长时间下，视掌子面高度不同而变的挖土机实际生产率的变化曲线图

生产率的影响愈小。

如果采取掌子面正常高度和移动挖土机的正常延长时间 ($t_n = 1$ 分钟) 时的实际生产率为100%，则可绘出当各种不同移动挖土机延长时间和各种不同掌子面高度 (以对正常高度的百分数计) 的挖土机实际生产率的变化关系曲线图。如图4所示，从这种曲线图上可以看出， $q = 1$ 立方公尺的Э-1004型挖土机在Ⅲ类土壤中进行工作时，随着掌子面高度变化到200%，相应的机械正常生产率只增长了3%。而当移动挖土机的延长时间 $t_n = 10$ 分钟时，则增长21%。

这说明，在掌子面高度很高时，在掌子面中移动挖土机很

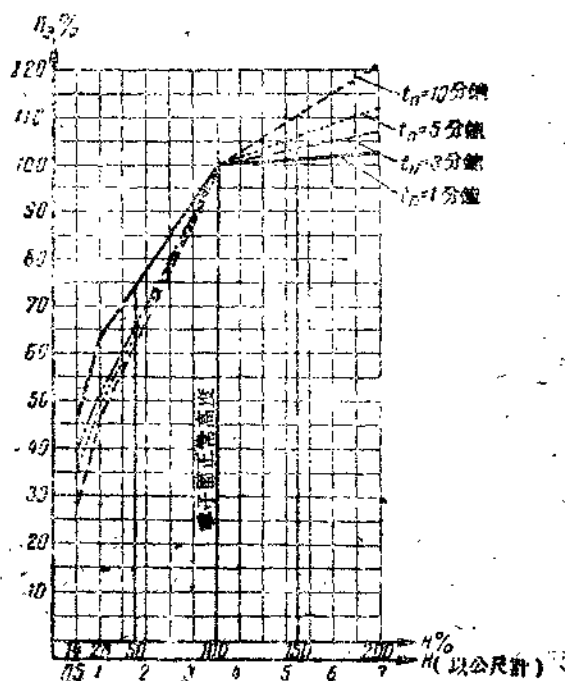


图4 $q=1$ 立方公尺的3-1004型挖土机开挖Ⅲ类土壤，在各种移动挖土机延长时间下，改变各掌子面高度与正常高度比值时挖土机实际生产率（以百分数计）的变化曲线图

困难，而且消耗的时间也很多，应当认为这对机械生产率的影响是非常巨大的。相反地，随着掌子面高度降低到28%（对正常高度而言）时，3-1004型挖土机的生产率在移动挖土机延长时间 $t_n = 1$ 分钟时，将降低到47%，而当 $t_n = 10$ 分钟时，则要下降到28%。

因此，当3-1004型挖土机在露天采矿场或挖方中开挖Ⅲ类土壤时，掌子面高度最初为0.5公尺，然后逐渐升达7公尺，于是在正常移动挖土机的情况（ $t_n = 1$ 分钟）下，其生产率变

化于47~103%之間，亦即增长了一倍多。

当消耗在移动挖土机上的时间 $t_n=10$ 分鐘时，掌子面布置如前述，則Э-1004型挖土机的生产率将变化于28~121%之間，亦即增涨了3~4倍左右。

毫无疑问，掌子面高度和移动挖土机延續时间的变化，将会影响到对选择某类挖土机起着主要作用的挖土机施工作业的技术经济指标。

举例說明，茲根据挖土机台-班和台-时的成本和关于小时生产率的数据进行了足够数量的技术經濟計算。我們利用这些計算資料，即可确定土斗容量为0.5和1立方公尺的履帶式挖土机和土斗容量为1.5和2立方公尺的執行式挖土机开挖Ⅱ类土壤的成本与掌子面高度之間的关系（图5）。

由图5可以看出，掌子面高度在2公尺以下时，采用土斗容量为0.5立方公尺的履帶式挖土机比較經濟；而当掌子面高度再高时，則以采用土斗容量为1立方公尺的履帶式挖土机为佳。

从執行式挖土机的数据看来，当掌子面高度在3公尺以下时，土斗容量为1.5立方公尺的机械所得产品的成本最便宜，随着掌子面高度的增高，則土斗容量为2.5立方公尺的机械較便宜。

当掌子面高度为7~8公尺时，采用土斗容量为2.5立方公尺的執行式挖土机开挖土方的成本，与之土斗容量为0.5立方公尺的履帶式挖土机开挖土方的成本很相接近。

諸如上述，可以肯定，在掌子面中移动挖土机延續时间愈长，則挖土机实际生产率愈低，因而开挖1立方公尺土壤的費用也愈貴。

图6所示，为Э-1004型挖土机开挖1立方公尺土壤（Ⅲ

C (以卢布/千立方公尺計)

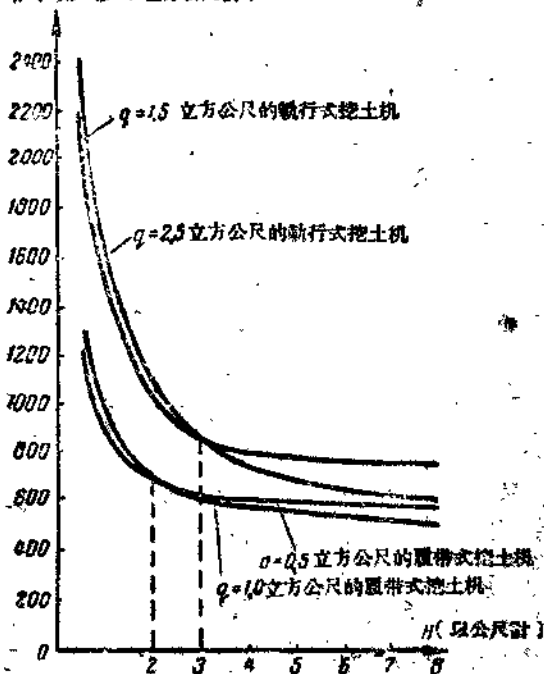


图5 在平易条件下(履帶式挖土机 $t_n=1$ 分鐘;軌行式挖土机 $t_n=8$ 分鐘)各种不同掌子面高度及移动挖土机延續時間, 掘鑿和挖每立方公尺Ⅲ类土壤的成本曲线图

类土壤)的成本与在掌子面中移动挖土机延續時間的关系从图中可以确定, 随着移动挖土机延續時間由1分鐘变化到10分鐘, 开挖土方和成本增长情况为: 当掌子面高度 $H=0.5$ 公尺时为226%; 当掌子面高度 $H=3$ 公尺时为140%; 而当掌子面高度 $H=6$ 公尺时則为116%。

同样地, 由图中可以看出, 当移动挖土机延續時間相同时, 掌子面較低的工程成本最高。随着掌子面高度的增大, 开

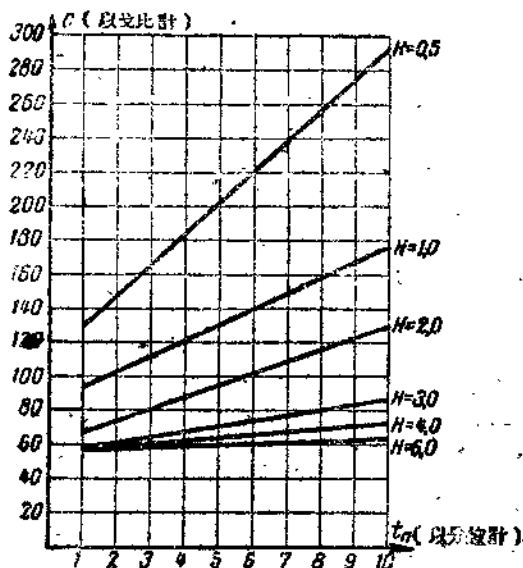


图6 Z-100A 型机鏟开挖 1 立方公尺Ⅱ类土壤的成本，与在掌子面中移动挖土机延緩時間的关系曲线图

挖土方的成本亦隨之下降。

掌子面高度相同时，开挖土方的成本將随着在掌子面中移动挖土机延緩時間的增长而剧烈增加，掌子面高度較小者，則增加得更为显著。

在上述掌子面高度变化范围内，当 t_m 增大时，工程成本的增加則較緩慢，而当掌子面高度 $H = 7 \sim 8$ 公尺时，几乎没有什么变化。

根据这些技术經濟分析，可以作出下述对正确选择挖土机类型有着重要意义的两点結論：

1) 选择挖土机类型时，必需在考虑其它各种因素（土方工程量、土壤种类等等）的同时，注意到掌子面的高度。

2) 在编制施工组织设计时，应当繪制开挖土方成本与掌子面高度的关系曲线图，以資判断在怎么样的掌子面高度下，采用那一类型的挖土机更为經濟。在设计中也应当考虑到如何縮短在掌子面中移动挖土机延續时间的各项措施。

譯自苏联“建筑工程机械化”1958年第1期

原作者：A.K. 巴爾斯科夫工程師

二、如何提高單斗挖土机的生产率

挖土机在工作时，将举重臂由掌子面旋轉至卸土地点以及由卸土地点轉回掌子面所費时间，一般均达挖土机工作循环延續时间的60%，这对机械生产率影响很大。

采用某些先进挖土机手的操作方法，可以将上述工序的延續时间大大地縮短。

如何在掌子面底部布置挖土机的位置与确定最合理的掘进（开挖）宽度也是重要的影响因素。

如图1所示，挖土机垂直中心线的位置設于卸土中心线0—0和挖土边界线0'—0'之中央，即沿着0"—0"线向前掘进是最合理的，因为只有在这种情况下，挖土机才能以最小的旋轉角度进行工作。

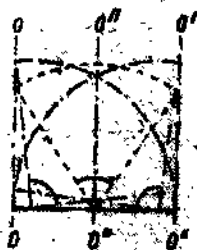


图1 挖土机在掌子面中的合理位置

用挖土机往运输工具内装土时，最大最合适的掘进宽度，如果没有特别需要的話，应该使最大旋轉角等于 60° （图2），再减小旋轉角一般是不利的，因为在这种条件下，司机不能出色地完成卸土任务。当旋轉角大于 60° 时，旋轉角每增 2° ，则挖土机工作循环延續时间将平均增加1%。