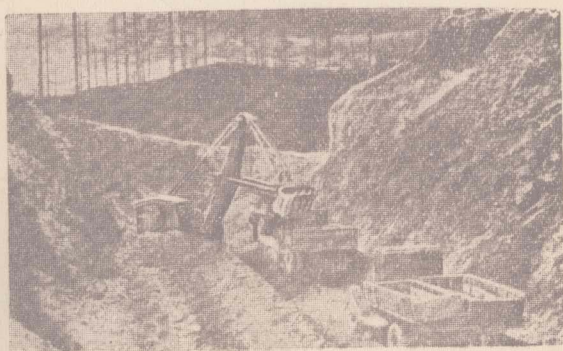


山區鐵路路基建築問題

А·П·康得拉琴科 著



人民鐵道出版社

山區鐵路路基建築問題

A. П. 康得拉琴科 著

徐 在 庸 譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五四年·北 京

本書敘述了在山岳地區建築鐵路路基的合理組織，土方工作方法的選擇，設計上和建築上的特點，此外，更對於各種土方施工方法在技術經濟指標上作了詳細的比較敘述。

本書係供山岳地區鐵路路基問題研究者，鐵路建築設計者，以及鐵路工程技術工作人員使用。

山區鐵路路基建築問題

ВОПРОСЫ СООРУЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

蘇聯 А.П.КОНДРАТЧЕНКО 著

蘇聯國家鐵路運輸出版社（一九五一年莫斯科俄文版）

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1951

徐在庸 譯

人民鐵道出版社出版（北京市霞公府十七號）

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印（北京市東郊區建國門外七聖廟）

一九五四年十二月初版 第一次印刷平裝印1—2,600冊

書號：272 開本：850×1143 $\frac{1}{32}$ 印張3 98千字 定價4,900元

序 言

蘇聯國土中，很大一部分是高地、山地、山脈和叢山峻嶺。許多山脈高地裏面蘊藏有大量有用礦產和礦物原料。在烏拉爾，東西伯利亞，遠東，克里木和高加索的山岳地區中，就有在我國已被發現的儲藏量的百分之五十以上的煤，將近百分之八十的鐵礦，約百分之七十的鋅，以及超過百分之四十的銅。每年許多探險隊，全都帶來他們在山岳地區中所找得寶藏的新消息；但是要掌握這些寶藏，却只有在交通良好及便利時，才有可能。

在很多情形下，叢山峻嶺，常是天然的疆界，是按地勢而比較少往來的山麓區域彼此之間的障礙物。這些山麓區域之間，只有以經過山壠的適當的道路，或者是繞過山岳區域而建築的道路，才能够把它聯繫起來。

繞過山岳地區而建築道路，常將綫路拖長，在某些時候，幾乎是不可能。山岳區域的交叉，使在其中修築道路，引起一系列因山岳區域特殊條件而引起的特點和困難。

如所周知，山岳地區與它鄰近的丘陵或平原地區，是有根本的不同：複雜地勢的、特殊地質的、特殊水文地質的、特殊氣候的、以及其它的條件。

在這些山岳地區，可能遇到大量地下水源，大量水流，存在永久凍層，很長的冰層區段。在這裏，常常遇到滑坡現象，泥石流，雪崩等等。

假如說，通常在平原或小丘陵地區建築鐵路時，石方工程，或是完全沒有，或是只佔極少一部分。那末，在山岳條件下，石方工程的工作量常達修築鐵路綫路總工作數量的50—60%。

在山岳地區，無論是在鐵路綫路設計時，或者是在施工時，全都必須考慮到這些特點。

在我國，在極困難的山區條件下，有不少修築鐵路的良好範例。通過蘇拉姆斯基山壠的鐵路的修築，高加索的許多鐵路支綫，克魯格貝加爾斯基綫路的建築，烏拉爾山脈鐵路的交叉，以及其它許多例子，全都證明了：俄國建築工程師和設計者的思想的大胆，他們在困難山區的條件下，找到正確解決的途徑，並有實現大胆的工程計劃的才幹。

在西伯利亞，遠東和中亞細亞山岳地區，將要修築大量新的鐵路的前途，決定了必須更詳細地研究一切與山岳地區鐵路設計和施工有關的問題。

山岳鐵路的建築中，路基的合理設計和施工時巧妙的施工組織，是有着極其重大的意義。

極端崎嶇的地區，是修築高路堤和深路塹的先決條件，在個別的情況下，高路堤可達30—35公尺，深路塹可達30—40公尺。

在山岳地區修築鐵路，通常，要有大量的石方開挖，這樣，使得將掘鑿工作集中在不大的工作場地上，是具有極大的困難。在山岳地區，常常在某一個場地，挖方或填方，即可達到5—10萬立方公尺。常常個別的挖方或填方，決定建築的整個施工組織，並且成為決定建築竣工期限的主要影響。

在戰後斯大林五年計劃的年代中，我國建築工作機械化，得到了進一步的發展，我國戰前的水平，已遠遠地，被超過了。

在鐵路建築中，工業生產方法，爆炸方法，水力機械化和其它的各種先進方法，全都得到了廣泛的應用。在戰後的年代裏，祖國的機械製造工業，掌握了並出產了大量新型高生產率的挖土機和運送機。這個情況，使得可以重新解決在任何條件下的工程建築問題，其中包含着關於山區的困難條件的解決，主要是變更施工組織，並且，大大地，縮短施工期限。

現在的建築師，由於應用了新工作方法，可以在短期內，迅速地，克服與完成大量工作有關的一切困難。

但是，直到目前為止，在山區困難條件下，鐵路設計和施工的豐富經驗，還沒有在技術文獻中得到應有的闡明。

應該認為本書只是在山岳地區修築路基的實際經驗的綜合的一個嘗試。

在我們現有的文獻中，路基建築的一般問題，已然得到足夠的闡明，因此，在本書中，為了避免重複，主要的注意力，全都放在山岳地區鐵路設計和施工常常遇到的，並且在山區組織和進行施工時應該注意的一些特點。同時，應該注意到，本書中討論的個別意見，在理論上和實踐上，都還沒有完全解決，在此處，僅作為是一個問題的提出。例如，應用大量爆炸法來變更縱斷面，用深路塹代替隧道的有效性，以及其它。

目 次

序 言	1
第 一 章 山岳地區鐵路綫路建築合理組織之條件	1
1. 施工順序之決定	2
2. 山岳地區勞動條件之特點	3
3. 山地條件對工程及選擇機械之影響	4
4. 建築上的一些個別部件之標準化與定型化	6
第 二 章 山岳地區土方工作方法之選擇	6
1. 山岳地區地形條件對選擇土方工作方法之影響	6
2. 山岳地區地質條件對選擇土方工作方法之影響	17
3. 山岳地區氣候與大氣條件對選擇土方工作方法之影響	18
第 三 章 山岳地區路基設計及修築之特點	21
1. 山岳地區路基之設計	21
2. 山岳地區考慮土方分配之鐵路路塹設計	25
3. 施工技術作業過程及其與路基橫斷面之關係	28
第 四 章 山岳地區鐵路建築之土方施工組織計劃	47
1. 施工組織設計之編製順序	47
2. 爲編製施工組織設計之鐵路綫路地區及沿綫調查	48
3. 土方施工工作設計之編製及其實行時執行計劃之意義	51
第 五 章 土方施工方法技術經濟指標之比較	60
1. 藉爆炸法大量拋出土壤以開挖路塹之有效性	62
2. 堅石中用大量爆炸法和挖土機並運送土壤至棄土堆之 路塹開挖之有效性	64
3. 以深路塹代替隧道	74
4. 爆炸工作中若干加速與節約之方法	79
附 錄	86

第一章 山岳地區鐵路綫路建築 合理組織之條件

從我國鐵路建設一開始，祖國的工程師和技術人員，便對於正確施工組織和笨重作業過程機械化的問題，付予了極大的注意，而特別是對於路基建築問題。

在彼得堡至莫斯科鐵路綫路建築中（1844—1851年），由於俄國工程師П.П.滅利尼闊夫和Н.О.克拉夫特的首倡，使用了當時全世界僅有的七輛挖土機中的四輛^①。

在1880—1882年，建築裏海東岸鐵路時，安年科夫使用了全世界第一輛滾軸運送機式的鋪道機。雖然離開裏海東岸鐵路建築已超過了半個世紀，但在本世紀三十年代中，在國外所編製的建築外撒哈拉鐵路的計劃，却大部分是抄襲裏海東岸鐵路的建築計劃。

但是，在偉大十月社會主義革命之前，雖然由於工程師和技術人員先進分子努力在建築方面利用機械，但我國是仍然要使用人力勞動。

僅有蘇維埃政權時代，建築施工組織，才有可能提高到工業生產的水平。

我們有許多良好施工組織的例子，這些例子，都是在短期內就把鐵路修成，如土爾克西伯，卡拉岡達至巴爾喀什，聶爾德至霍茲卡茲崗，莫斯科至頓巴斯的鐵路綫路以及其它。

在偉大衛國戰爭期間實現了的鐵路綫路快速施工的經驗是著名的，蘇聯建築師，在戰時的困難條件下，建成了薩拉托夫至斯大林格勒，薩拉托夫至沃爾斯克，闊諾沙至科特拉斯以及其它等處鐵路。

在我國鐵路建設中，不斷地，廣泛地，運用了快速施工方法，其特點是按照預先編製的，精確周密考慮過的，有科學根據的全部建築計劃，來執行一切工作，在計劃中並且預定着在最大工業化的建築作業過程中生產作業和循環的連續性和均衡性。

① 這個時期中，只有兩部挖土機在美國工作，一部在英國。

正確的組織工業化作業過程的條件，是：一切工作要使最大限度機械化，構造要盡量定型化和標準化，先在工廠製造各個部件，然後在現場就地拼裝和安設，不受季節限制的施工連續性，幹部的嚴格專業化，詳加考慮的每件機械設備和每個工人的工地組織，每個建築工作按預先編製的、各個單項作業平行進行的圖表施工。

這些條件，對每一個建築來說，都是主要的。但在不同地區的條件下進行建築，要實現這些條件，就需要考慮各個地區的特點。

下面敘述的，是在山岳地區建築鐵路實現基本條件的特點。

1. 施工順序之決定

平原地區的條件下，施工順序和個別工段的位置，以及工程點的位置，都依工程的基本數量來決定。其中，具有大量工程的和影響全部工程完成期限的（大橋，渡過沼澤等）工程的工作，在某些情形下，應當，適當地，集中起來，並且要來首先開始進行。

在山岳地區條件下，對各單獨工地有影響的，除了工程數量之外，山區某些氣候特點，需要的設備和機械運送到這些工地的運輸條件，對這些工地組織正常的材料供應等等，也很有重大的意義。

假如在平原地區中修築鐵路綫路，僅只在極長的距離情況下，才會碰到不同的氣候條件，那末，在山岳地區中，則可能在彼此不遠的距離中，遇到各種各樣的氣候條件。

位於高海拔的山壩區段，通常比盆地或山麓地區有着更惡劣的氣候條件。高山壩通常在整個冬季期間，都有暴風雪，大量降雪，嚴重的凍結。

因此，爲了減少消耗和提高勞動生產率，有時要，適當地，把這種區段的工程的進行計劃，主要是放在夏季期間。

但同時，山岳河流體制的特性和夏季的洪水，有時迫使大型建築物的工程移到秋季，或甚至於移到冬季來進行。

有時，某些區段，按其氣候來說，工程需要首先開始，但其所必需的機械，設備，材料和工人，却可能是極難於運到這些區段。

現在，實際上，應當認爲：在一年的任何季節中，機械和設備不能運到的地方，是沒有的。例如，1943—1944年，遠東的某一條鐵路建築中，要翻過極難通過的山壩的設備、材料和工人，使用運輸飛機，順利地，完成了運輸。這樣，就能在廣闊的工地上，組織施工，並大大地縮短了施工期限。但是，這種運送方式，在一系列的情況下，無論時間或貨幣資金，都有很大的

困難和消耗。

在某些山岳地區中，遇得到這樣的區段，即是修築通往該區段的臨時道路所引起的消耗，按其數量來說，接近於修築主要鐵路綫路所引起的消耗。因此，爲了要通到這種地點，常常是不要修築公路或另一鐵路支綫，而是適當地代之以立即建築基本鐵路綫路，或最低限度是要建築基本鐵路綫路的路基，並利用這種路基，當作汽車、馬車行駛的道路，以便將機械和材料運送到路綫中交通困難地區的工地上去。

這樣，例如在遠東山岳地區條件下修築鐵路，曾在30延長公里的區段上，填築鐵路路基，以代替公路，而該路基在鋪設綫路之前，則利用來行駛汽車。

在這種區段，有時可以建議應用鐵路綫路建築強行通車法（Форсированный Метод，譯者按：Форсированный一字有兩個意義：一個是「強行通過的」，另一個是「加速的」，在此處似乎以第一義爲主），即允許暫時降低設計標準，而在將綫路移交使用之前，修好路基。

1940—1944年期間內，在我國北部所修築的某條鐵路，是使用強行通過法建築的一個成功的例子。建築這條鐵路，是在完全沒有道路的條件下，爲了保證具有各建築支撐點的、良好的運輸交通，鐵路綫路乃是曾經鋪在那樣的路基上，而這路基則是縱斷面和橫斷面全都填築得不完全的，並且是繞過多數大型建築物的路基。

在未按十足寬度填築的路基上鋪設綫路上部結構，然後再從採石場取得砂石填築成爲正常寬度，這種方法曾在許多山區鐵路建築中順利地實行了。

所有這些方法，都能保證更早開始使用鐵路臨時行車和沿順鐵路綫路運送重型設備和機械。

這樣，除去在普通條件下的建築中決定施工順序所採用的一般原理外，在修築山岳鐵路時，需要考慮到氣候，地形和山岳地區的其它特點，這些條件，將會使一般規定的順序，有若干變更。

2. 山岳地區勞動條件之特點

山岳地區建築中，選擇幹部和創設條件使幹部正常工作的問題，是具有特別的意義。

山岳地區條件下，常常遇到這種情形，工人居住的村鎮和居住區的建築，不僅引起很大的消耗，而且可能僅在距離工作地點很遠的地方，才有建

築。

這種村鎮的佈置，有時引起工人體力的非生產的消耗，即將他們移動到工作地點去，也可以認為是他們工作能力的消耗。

在現時，大多數已修建了的山區鐵路的最髙標高，是海平面上1200—1300公尺處。在這樣的海拔標高上，氣候和大氣的條件，是與通常在中等丘陵和丘陵地區所遇到的情形，差別很小，也就不需要工人的特殊訓練。但是，並不是說就沒有在更高的海拔標高處建築鐵路的可能性。在高加索，有一些個別的公用鐵路，是位於達到1800公尺的海拔標高處的。此外，甚至在較低海拔標高處建築鐵路時，也常常地是要開辦建築材料開採場，建築各種鐵路支綫和公路於更高標高的區段上。

由於在髙海拔標高處氣壓的降低和空氣的稀薄，在人身體中也引起變化，引起氧氣的分壓力減低，這也就可以說是工作生產率的減低。

要在海拔標高1500公尺和以上的高處長期居留時，需要使人的身體習慣和適應於這些條件。

除了大氣的條件之外，在某些山岳地區中，由於雪和冰所反射的太陽光的眩眼作用，也可能影響人的工作能力。在這種情況下，需要使用黑眼鏡來防護，但戴着黑眼鏡會妨礙行動，而且也需要對它習慣。

除了前面所述，對於山區的特殊地形、地質、氣象和氣候條件全都需要在這些條件下工作的本領，用減輕勞動的工作方法，並採用工作安全保護之特殊手段等等。例如在岩石峭壁上進行鑽孔工作以作為少量裝藥爆炸之準備工作時，要使用特製梯子（圖1）或腳手架。

進行開挖岩石，需要掌握岩層位置之走向，了解開挖岩石之構造，善於選擇風鎬或十字鎬的正確的打擊方向。

所有以上所述，決定了在山區工程中精細訓練工人的必要性。

3. 山地條件對工程及選擇機械之影響

山地條件對個別機械的工作有獨特的影響，並限制了某些機械廣泛應用的可能性。山岳地區的困難地形條件和減少土方工程的願望，常常會引起一些情況，例如，設計師在這種條件下用了許多小半徑的曲綫。在這種綫路計劃中，應用現有類型的鋪道機，有時不僅是不利的，甚至幾乎是不可能的。由於這些情況，就必須使用特製的鋪道機。

個別機械與發電機，在山區中的能力問題，根據理論和實驗研究工作指出：必須計算其能率和生產率，在與平原地區條件中工作比較下所發生之變

化。

依照蘇聯科學院通訊院士、教授 A.C. 伊里依喬夫和教授 Э.А. 巴立的資料來看，在海拔標高 2000 公尺處，空氣壓縮機的能率，是比它在海平面處工作之能率降低 23%。

帕米爾建築關於使用自動機器的報告資料證明，在 3000—3500 公尺海拔標高處，這些自動機器的能率，是降低 18—20%。

汽車型內燃發動機工作的研究，是由 Л.В. 塔蘭諾夫來進行的，其研究工作指出：能率減低與其進行工作所在高度，有某種規律性。作為預估計算，可以認為：標高每升高 100 公尺，內燃發動機之有效能率，便降低由 0.5% 到 1%。

與這相類似的，是：標高增高時蒸汽鍋爐火室的燃燒強度減弱，這也就是說，要加強鍋爐和提高蒸汽設備的能率。

與此同時，電動機在山岳地區工作時，隨着海拔標高增加，因而空氣的溫度減低，這樣可能使因發動機變熱而引起的曳引力之限制，發生某些變化。第2圖是著者編製的，係依照海拔標高之不同，繪出內燃發動機有效能率之變化，蒸汽鍋爐火室中煤的燃燒強度之變化和電動機能率之變化。

以上所述的例子，還遠沒有說完機械在山岳地區工作的一切特點。但這已經可以說明，在這種條件下，無論選擇機械，或是決定機械的工作體制，全都有專門處理的必要性。



圖 1

4. 建築上的一些個別部件之標準化與定型化

山岳地區的困難地形條件，使得必需使用一切方法來減少運送物資的數量。滿足這項要求的方法之一，就是：在工廠製造標準部分品，並將製成品運到工地。

房屋建築物和橋隧建築物中使用大塊建築（Елочное Строительство）法，在困難地形條件下，是比在其它地區有更大的意義。按照幾處施工的報告資料來看，使用工廠製造的建築構件，不但能使建築的質量增強和提高，而且可以減少運輸數量至 10～15%。

在決定結構類型時，以及與其相適應而需要標準化的和在工廠製造的部分品名稱表時，必須考慮到山區條件的一切特點。

在山嶺中修築鐵路綫路，甚至在不大的長度中，由於氣候、地形和其它的條件，有時就可能使得具有同樣建築目的的設計和施工，有極大的不同。

在南部山麓山區，常常有這樣的地區，即是氣候很熱而雨量很少，那裏大多數房屋建築，全都是用平屋頂。與此同時，靠近此處位於 500—800 公尺高的山上的村莊中，所有房屋的屋頂，都有極大的建築拱度（即陡屋頂—譯者註）的屋頂。

不僅在設計和修築永久建築物時要考慮到這些特點，在修建臨時建築，即其使用期限依鐵路綫路修築時期而定的建築時，也應該考慮到這些特點。這樣可以減少工作數量和材料消耗，也可以使運輸工具節省等等。

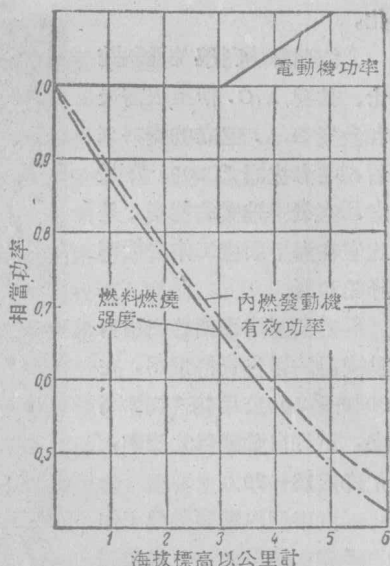


圖 2

第二章 山岳地區土方工作方法之選擇

1. 山岳地區地形條件對選擇土方工作方法之影響

任何地區的地形條件，在為進行土方工作而選擇方法和機械時，是由下

列條件來決定：

- (甲) 將機械運送到工作地點以及從工地移動到另一工地的運輸條件；
- (乙) 機械在工地工作和工作地點準備的條件；
- (丙) 以必需的材料供應機械的條件。

地形條件愈困難，則爲了將機械運到工地和保證機械正常工作所需要克服的困難，也就愈大。

甲 機械運送到工地和其從工地移動到其它工地的條件

有時認爲在山岳地區困難地形的條件下，最適宜使用重量不大的可移動的機械，因爲它的運送，是比較容易的，這種說法並不是沒有若干根據的。

這樣，現在某些類型的挖土機——現有一切機械中最笨重的一些機械，由於移動有困難，所以它在山地的應用，是有若干限制的。假如遵循現在通常的慣例，即：「在極崎嶇不平的、具有陡削的、高山脈蜿蜒起伏的谷地的地區中，一般是希望採用輕型而能移動的挖土機」，那末，在山區條件下，就只適於應用土斗容量在0.75立方公尺以下的挖土機。

但是，現在有一系列的設備和方法，來使重量很大的載重，容易移動。

在偉大衛國戰爭時期的許多建築中，成功地，運用了有連掛車的汽車和拖拉機，來運送巨大重量的荷載。這樣，汽車曾把能率60馬力的機車，挖土機，空氣壓縮裝置等等，運送到海拔標高1200公尺處。在運送機車時，只暫時拆卸了飛輪和配件，而拖拉機，則僅把它拆卸成主要組成部分（駕駛室，行動部分，動臂）。

在冬季條件下，土斗容量0.5~1.0立方公尺之挖土機的移動，可藉助於兩三個强有力的拖拉機，移動的距離可以相當長（超過100公里），這種方法是頗常應用的。同時，挖土機，不需要任何拆卸，就放置在用鍋爐軋所作成的專用滑板上（圖3）。

用這種方法所能克服的坡度，超過10—15%。

在第4圖中，乃係表示某項工程中用汽車運送鋼軌翻越過山嶺。用這種方法時，每輛汽車上，可裝載I—a型的，長12.5公尺的鋼軌6至8根。

但是，在一定的條件下，某些機械的運送，常引起很大的能力、資金和時間的消耗。因此，各種機械或施工方法，就應該根據詳細的技術經濟的比較並考慮到機械移動之消耗，來進行選擇。

在這方面極重要的，乃是應該選擇這樣的機械，不管它運到工地的條件如何複雜，但要能在一定的時間以內（年，五年計劃，機械使用時期，工程

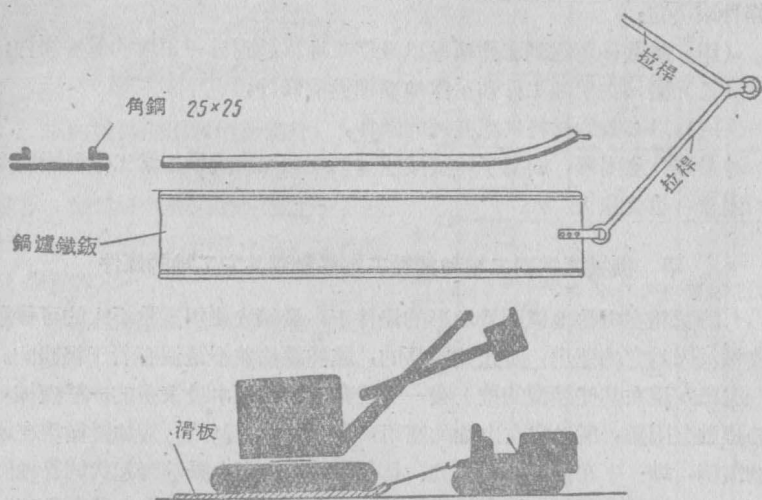


圖 3

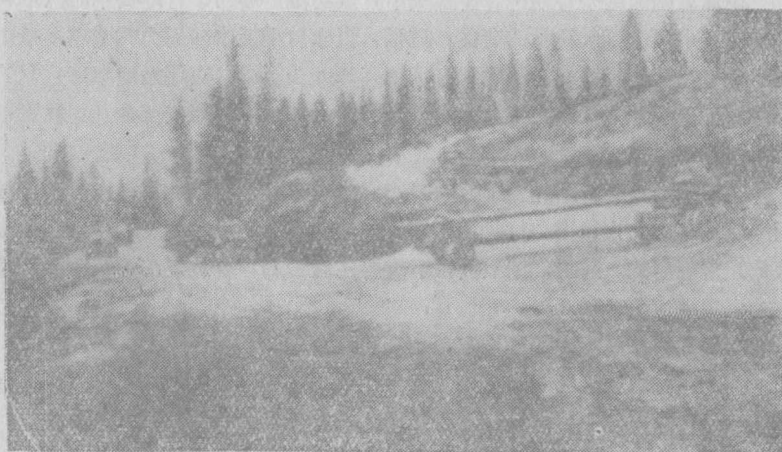


圖 4

進行時間等等) 保證按規定了的生產定額完成工作。

現時, 「鐵路路基建築技術規程」(1947年) 建議在選擇適當的挖土機類型時, 要由工地的最小工作數量, 按第1表進行選擇。

選擇挖土機，按土斗容量大小（當直鏈工作時）時工地
應有之概略土方工作最小數量

第 1 表

土 斗 容 量 以 立 方 公 尺 計	工地最少工作體 積以立方公尺計	土 壤 類 別	附 註
0.25	5,000	1—1V	在岩石中不使用
0.5	$\frac{15,000}{10,000}$	$\frac{1-1V}{V-VI}$	在岩石中，其應用有限制
1.0	$\frac{25,000}{15,000}$	$\frac{1-1V}{V-VI}$	可以應用，無特殊限制
1.5	$\frac{40,000}{25,000}$	$\frac{1-1V}{V-VI}$	同上
2.5—3.0	$\frac{100,000-150,000}{60,000-75,000}$	$\frac{1-1V}{V-VI}$	應在強大採石場和巨大挖方處工作

假如遵循第 1 表的資料，就可以得出結論說，無論在山地或是非山地區域，當在工地有着相等的工作數量時，就可以使用同一類型的挖土機。

如前所述，在山區條件下常常可以遇到深達 20—25 公尺的路塹和高達 20 公尺及以上的路堤，其工作數量達 50—100 千立方公尺。爲了完成這樣大的數量，按照第 1 表就必須使用土斗容量 1.5—2.5 立方公尺的挖土機，即是重型的，雖然這好像與以前所說的，在山區條件下要使用輕的挖土機的說法相矛盾。但是，在按土斗容量選擇挖土機的類型時，不能不考慮到工地有多少土方工作數量應該用機械來完成。在這種情形下，搬運機械的大量消耗，可能對降低土方工作費用方面，却完全是合算的。

機械工作的重要技術經濟指標之一，是在指定時期之內，用機械來完成一定的工作定額。這就是說，每 1 立方公尺土斗容量^①的挖土機，在 1 年期間內，所應完成的土方工程數量，不得少於 90—120 千公尺。

假設機械的土斗容量（或能率）等於 ω ，應該在時期 T 內完成單位土斗容量（或以單位能率計）之定額以 A_1 計，則機械在這時期內之總工作量將爲

$$A = A_1 \omega \text{ 立方公尺}$$

假如將時期 T 用晝夜作爲單位，則爲了完成工作 A 所消耗的總時間 T 將由下列各項所消耗的時間所組成：

① 1950 年所規定的工作定額，是在 1 立方公尺土斗容量的挖土機總數統計表中，計 110 千立方公尺。

(甲) 機械在工地的的工作，包括經常養護時之修理停頓，共為 ΣT_1 晝夜；

(乙) 機械在某件工程中從工地向另一工地移動，共為 ΣT_2 晝夜；

(丙) 機械從某件工程向另一工程移動為 ΣT_3 晝夜，和

(丁) 因氣候條件的停頓，休假日，中修和大修，為 ΣT_4 晝夜。

這樣，應該完成定額 A 的總時間 T ，將為

$$T = \Sigma T_1 + \Sigma T_2 + \Sigma T_3 + \Sigma T_4 \text{ 晝夜} \quad (1)$$

機械在工地工作的近似時間可以由下式計算

$$\Sigma T_1 = \frac{A_1 \omega}{a} b \text{ 晝夜} \quad (2)$$

式中 $A_1 \omega$ ——在時期 T 中，機械總工作量，以立方公尺計；

a ——機械每晝夜之平均生產率，以立方公尺/晝夜計；

b ——考慮機械在經常保養中修理停頓之係數，

$$b = 1 + \frac{t}{T_n};$$

此處， t ——每一經常修理所需要的時間；

T_n ——各次修理之間隔時間。

機械在各工地之間移動所消耗之時間，可約略等於下式，此處所說的工地，是指在時期 T 之內使用機械工作的工地。

$$\Sigma T_2 = \left(\frac{A_1 \omega}{v} - 1 \right) \tau \text{ 晝夜} \quad (3)$$

式中 $A_1 \omega$ ——在時期 T 之內，機械之總工作量，以立方公尺計；

v ——工地的平均工作數量，以立方公尺計；

$\frac{A_1 \omega}{v}$ ——個別工地的數目，這些工地是指在時期 T 以內用一個機械工作而計算的；

τ ——機械從一個工地移動到另一工地的平均時間，以晝夜計。

將 ΣT_1 和 ΣT_2 的值，代入第 (1) 式，就可得到

$$\tau = \frac{T - \Sigma T_3 - \Sigma T_4 - \frac{A_1 \omega}{a} b}{\frac{A_1 \omega}{v} - 1} \text{ 晝夜} \quad (4)$$

$$\text{或 } v = \frac{A_1 \omega \tau}{a(T - \Sigma T_3 - \Sigma T_4 - \tau) - A_1 \omega b} \text{ 立方公尺} \quad (5)$$

從第 (4) 式和第 (5) 式中，可以看出，在工程中，機械從工地移到

