

最適宜的 伐區寬度計算法

蘇聯B.П. 聶斯切洛夫著

中國林業出版社

最適宜的伐區寬度計算法

В. С. 赫塔切洛著

陳興子譯

中國林業出版社

一九五五年 北京

В.Г.НЕСТЕРОВ

ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ
ЛЕСОСЕК ПРИ
МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
ЗАГОТОВКЕ ЛЕСА

ГОСЛЕСБУМИЗДАТ 1953

最適宜的伐區寬度計算法

〔蘇〕В. Г. 聶斯切洛夫著

陳志煊譯

*

中國林業出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版營業許可證 007 號

財政部稅務總局印刷廠印刷 新華書店發行

*

31⁸ × 43⁸ 1/32 · 2.6印張 · 26,000字

1955年一月第一版

1955年一月第一次印刷

印數2,150冊

定價4,800元

內 容 提 要

怎樣以最低成本獲得最多數量的木材和怎樣以切實可靠的方法來保證伐區的更新，這是我國林業科學研究工作中和實際生產工作中都存在着的一個重要問題。

本書作者、斯大林獎金獲得者、農學博士聶斯切洛夫同志，根據幾年來在蘇聯各主要木材生產區實地研究的結果，就這些問題提出了一系列的措施。

書中詳細敘述了怎樣計算伐區最適宜寬度的方法，和怎樣在不同類型的伐區保證森林天然更新的措施。

書中提到的計算伐區寬度和解母樹羣的方法，無論對我國林業科學研究工作者，或是營林、森工部門的實際工作者來說都有很大的幫助。

前 言

蘇維埃國家正進行着大規模的建設。爲此，就需要億萬立方公尺的木材。這種對木材日益增長的需要，要求森林工業繼續不斷地擴大森林採伐的範圍。蘇聯共產黨第十九次代表大會的指令就蘇聯發展的第五個五年計劃規定了森林採伐的廣大綱領。

隨着森林採伐的發展，對於如何保證全面解決各類林區，特別是那些具有工業價值林區的森林更新和利用問題，就顯得格外重要了。

本書就是想針對這個問題進行一番研究。書中述及最適宜的伐區寬度計算法，其中特別提到那些新的、必要的公式和專門的表格；此外，還講到適合於各種場合的伐區寬度；對主要的、能反映森林經營利益的工業性採伐也都有所說明和分類。

採用最適宜的伐區寬度，既能使勞動生產率提高，還能使木材生產中產品的成本降低百分之十到二十五左右。若採用新的採伐類型和方式，則能保證森林得以更好的更新，減少沼澤化的現象，削弱風力和減輕伐區土壤的破壞。

序 言

在計算伐區寬度時，既應考慮森林利用的利益，又須照顧到森林經營的利益。

通常，採伐企業都竭力爭取進行寬在1—2公里以上的大面積集中皆伐。因為在進行此種採伐時，木材的生產過程容易機械化，因而也就給完成採伐計劃提供了先決條件。

至於營林機關，為了保證伐區的天然更新，避免土壤的沼澤化和使行將裸露的地方免遭風蝕起見，往往力求把皆伐伐區的寬度限制在100—250公尺之間。

簡單的算一下決定於伐區寬度的每立方公尺木材的可變費用，就會發現，往往由於在實用中運材叉線分佈不密，而造成集材距離的增加，結果，產品木材的成本也就提高。從這裏可以得出結論，即把集中皆伐的伐區寬度略為縮小，則完成採伐計劃的可能性就更大，而每立方公尺木材的生產成本就會降低。但是，在許多情況下，如把伐區寬度較之實用寬度再增大一些，也能收到同樣的效果。

現今機械化的集中皆伐務須在營林方面力求改善。為要做到這點，應該採用新的、能使採運過程機械化的工具（但其對伐區的影響應加考慮），並以生物學的新知識為基礎而訂出一套新的採伐規程。這樣，就能加強森林的天然更新。

因此，為了加速採運計劃的完成和助長森林的天然更新，就需要採取一整套的措施，其中也包括最適宜的伐區寬度的確定。

本書的目的也就是要確定最適宜的伐區寬度和確保森林更新的方法。

這個工作是由中央森林工業機械化和力能學科學研究所（以下簡稱「中林機力科研所」——譯者）和其它科學機關共同進行的。參加這次

研究工作的有按中林機力科研所所擬定的方法進行工作的全蘇木材運輸設計研究所。另有相當一部分專家也參加了這一工作，其中有工程師 Г.Б. 依齊柯夫，Е.Г. 米赫林，К.Д. 依伏金，Н.А. 日且諾夫，А.М. 賽克林，Г.А. 費利伯夫，И.П. 京茲布爾格，Н.В. 吉爾什費爾特，А.С. 帕塔諾夫，С.Е. 馬黑諾維斯基和И.Д. 雅其莫夫。全蘇木材運輸設計研究所曾收集了許多採運方面的材料，其中包括關於運材叉線、山上楞場和集材價格的材料。

許多有關採伐的特點的材料都是由中林機力科研所烏拉爾分所（X.X. 契爾涅克），西伯利亞森林經營和利用研究所（農學碩士B.B. 波波夫和П.А. 馬爾津科夫），以及莫斯科林業工程學院（生物學碩士Н.В. 尼克沙一尼科契約，大學生阿尼辛，非利羅節，克涅節夫和傑特科夫斯基）所供給的。

上述各機構和人員，其極大部分都曾參與研究了在不同寬度伐區的森林天然更新的進程。

有關伏羅哥州（白俄羅斯和塞米哥羅得）機械化森工分局的森林更新的統計工作是由中林機力科研所（科學工作者А.Н. 波波夫）做的。在中林機力科研所的任務中，一部分關於研究針、闊葉樹混交林以及針葉樹林更新問題的工作則是由莫斯科林業工程學院（生物學碩士Н.В. 尼克沙一尼科契約和大學生阿尼辛，克涅節夫，非爾羅節和傑特科夫斯基）所進行的。這一研究工作是在下列森工分局內進行的，即高爾基州的巴拉霍尼興斯克分局，弗拉基米爾州的鮑利索格來勃分局，阿爾漢格爾斯克州的利明分局以及科米蘇維埃社會主義自治共和國的卡依哥洛德分局。

中林機力科研所烏拉爾分所（一級研究員X.X. 契爾涅克）所從事的中烏拉爾的研究工作，是在斯維爾德洛夫州（烏拉爾東部）的柯蘇林和奧再爾森工分局以及莫洛托夫州（烏拉爾西部）的伏戈爾森工分局內進行的。

西伯利亞林業科學研究所——西林科研所（農業碩士兼講師B.B. 波波夫和科學工作者П.А. 馬爾津科夫）則研究西西伯利亞和東西伯利

亞（凡爾納—奧勃斯克林區，托姆—奧勃斯基林區，依爾庫茨克州的達依謝脫林管區，依爾庫茨克州的鮑爾謝—萊欽斯基分局——安格爾林管區）的森林更新問題。

爲了分析在集中皆伐區森林天然更新的進程，還同時採用了蘇聯林業科學研究院、森林設計局和其它機關的材料。

雖然材料收集了不少，但目前的工作還僅僅只能作爲解決這一複雜問題的一個初步的嘗試。

目 錄

序言

最適宜的伐區寬度計算法.....	1
幾個主要木材生產區的最適宜的伐區寬度.....	10
對不同寬度伐區森林更新的分析.....	26
各種合理的工業性皆伐和實行這種皆伐時對促進森林 天然更新所應採取的措施.....	55
結尾語.....	65

最適宜的伐區寬度計算法

就我們的分類，採伐可分為營林伐和工業伐兩種。同時應指出的還有更新伐。

同樣，在皆伐系統內，營林伐和工業伐也應有所區別。營林性的皆伐是指小面積伐區（伐區寬一般在100—250公尺左右）的採伐。通常，此種採伐在於保證森林的天然更新和造林；工業性皆伐，則是指大面積伐區（寬往往在500—1000公尺之間）的集中皆伐，旨在儘可能短的時期內，以最低的成本生產最多數量的木材。

然而，就此認為這樣的分類等於否定了這兩種採伐既有森林利用的一面，而同時又具有森林經理的一面，這是不應該的。營林伐同樣具有森林利用的意義，這是因為此種採伐一般不僅僅是爲了森林的更新，而且也是爲了滿足國民經濟對木材的需要。而工業伐也同樣應考慮到營林方面的任務。這個事實對於我們把採伐區分為兩大類，即營林伐和工業伐來說，顯然，並沒有絲毫矛盾的。

由於這兩種採伐不同的用途和不同的方面，這就必須研究和採用兩種計算最適宜伐區寬度的方法。

一般計算伐區最適宜寬度的方法在「林學概論」（一九四九年出版）這一教科書中和「蘇聯森林的主伐」（一九五〇年出版）這一著作中都已有所述及。

營林性皆伐或小面積伐區的採伐，照例，是爲了森林的天然更新而進行的。因此，能使森林的天然更新得以最爲順利的進行，或能給造林創造良好條件的伐區寬度就應該是最適宜的伐區寬度。

在林木生長極爲困難的條件下，譬如說，在某些乾燥的橡林裏，或在樹種需要更替的林區，最適宜的伐區寬度就不完全是爲了森林的天然更新，而是在於給造林創造良好的條件，但基本上伐區的寬度仍無變動。

爲要說明進行營林伐的最適宜伐區寬度計算法的特點，必須指出，此種計算法是以分析不同寬度伐區的森林更新的規律性和周圍環境改變的規律性爲基礎的。

例如：對於我國佔優勢的潮潤松林，其松樹的更新是以採伐的寬度爲轉移的。根據我們的研究，其寬度可按下列公式來計算：

$$N = \frac{1}{x} \int_1^x \left(\frac{307}{x} - 0.07 \right) dx = \frac{307 \ln x - 0.07x}{x} - \frac{307 \ln 1 - 0.07 \times 1}{x}$$

式中：

N ——每公頃地上幼苗和幼樹的株數；

x ——伐區寬度，單位：公尺。

因第二個被加數（ $\ln 1 = 0$ ）的數值微小，所以在實際計算中，我們往往把它省略了，這樣的結果，得出最後的公式爲：

$$N = \frac{307 \ln x - 0.07x}{x}$$

利用這個公式，假定伐區寬度是100、200、300、400、1000、1500和2000公尺，則每公頃地上幼樹和幼苗的株數相應地將是14.1、8.1、5.6、4.6、2.0、1.5和1.1千棵（見第一圖）。

對集中皆伐的最適宜伐區寬度計算法，下面將更詳細的加以研究。

因爲，進行工業性皆伐的目的是在最短期間內，以最低的成本，廣泛地應用採伐機械生產最大數量的木材，所以最適宜的伐區寬度應按人力和物力最低的可變費用來計算。這些可變費用是由伐區寬度來決定的，它能左右完成採伐計劃的成敗。當決定於伐區寬度的人力的消耗和資金的支出爲最低，而又能極其迅速而徹底的完成採運計劃時，這樣的伐區寬度就是最適宜的伐區寬度。

計算集中皆伐伐區合理寬度的公式，可用不同的方法，根據可變費用的總額和伐區寬度的關係從原始方程式中求得之。

此方程式可寫成如下的總公式：

$$C = C_1' + C_2' + C_3' = F(xy)$$

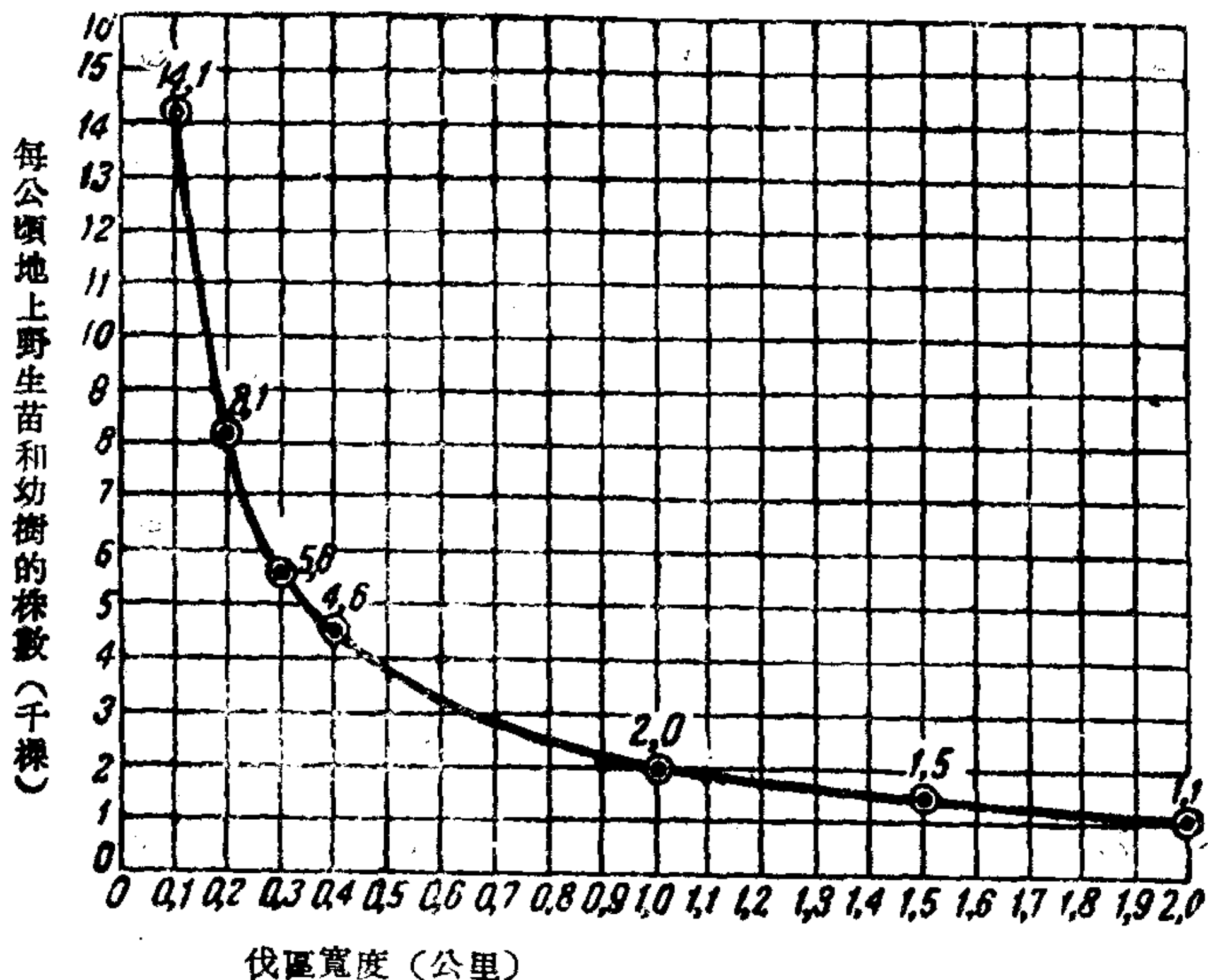
式中：

C —— 決定於伐區寬度的、用於採伐的可變費用總額；

C_1', C_2', C_3' —— 相應地取自下列數值的每立方公尺木材的可變費用： C_1 —— 楞場專用線（叉線）的移設費和建築費（盧布 / 公里）； C_2 —— 每個山上楞場的建築費（盧布）； C_3 —— 每立方公尺木材的集材費（盧布 / 公里）；

x 和 y —— 伐區寬度，正確些說： x —— 要求的伐區寬度，同時也是楞場專用線的間隔距離；

y —— 分佈在楞場專用線上的山楞間隔距離。楞場專用線是沿着伐區敷設的（在一定條件下，山楞的間隔距離可用作伐區的寬度）。



第 1 圖 森林天然更新的進程

C_1 —— 楞場專用線（叉線）的建築費，其中包括：設計費、伐根挖

掘費、土工費、水溝過渡線的建築費和枕木割製費等，約佔全部費用的一半；此外，還有鐵軌的運送費、鋪軌費、線路的設置和拆卸費等。鐵軌、配件和轉轍裝置的價格，由於它們能反覆的用於建築新的線路，因此都不計算在內。臨時叉線的修理費和保養費，因其與伐區寬度關係不大，故不必計算在內。

C_2 ——楞場的建築費，其中包括：楞場用地的伐開費、棧台修建費、選材線的建築和移設費、裝車聯動機的裝配和拆卸費。楞場使用費——裝車、造材等，因和伐區寬度的關係不大，故不計算在內。

C_3 ——集材作業費，它只包括集材本身的費用，至於木材的編捆和裝卸費，集材道的修建費等，因和伐區寬度的關係不大，故不計算在內。

在原始方程式內，當可變費用總額 C 為最小時，伐區寬度 x 和 y 就最有利，換句話說，上列方程式應等於零。為此，必須取得自變數 x 和 y 的導微函數，使其每個導微函數等於零，然後共同用自變數 y 來代出未知數 x 。

用自變數 x 和 y 乘以適當的係數以表示 C 的組成部分，即 C_1' 、 C_2' 、 C_3' ，並取其導微函數，使之等於零，然後再互相解開方程式，即得：

$$x - \frac{C_2}{20AC_3y^2} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

式中 y 可從下列方程式求得之：

$$y^4 + \frac{C_2}{C_1}y^3 - \frac{C_2^2}{2AC_3C_1} = 0$$

$$\text{或 } y + \frac{C_2}{C_1} - \frac{C_2^2}{2AC_3C_1y^3} = 0$$

上列公式是經過作者修改的C.K.列別傑夫的公式。C.K.列別傑夫同志原來的公式是這樣的：

$$x = \frac{B}{Ay^2}$$

式中 y 可從下列方程式求得之：

$$y^4 + \frac{B}{D}y^3 - \frac{B^2}{DA} = 0$$

式中：

x ——要求的伐區寬度——運材叉線的間隔距離；

y ——山上楞場的間隔距離；

B ——係數，等於 $\frac{\Sigma Z}{100 \cdot v \text{公頃}}$ （其中 ΣZ ——山上楞場建築費；100 v 公頃——每平方公里的立木蓄積量）；

D ——係數，等於 $\frac{\lambda h}{100 \cdot v \text{公頃}}$ （其中 h ——每公里叉線的費用總額； λ ——按地形、土壤條件、限制坡度和運材道類型決定的、加長線路的係數）；

A ——係數，等於 $0.2 \cdot d$ （其中 d ——每立方公尺木材的每公里集材費； γ ——因照顧到妨碍垂直距離集材的障碍物而加長集材距離的係數）。

若用 $\frac{y}{x} = q$ （其中 y ——叉線上山楞的間隔距離， x ——叉線的間隔距離）作為第二個自變數代入 y ，得公式：

$$x^2 - 0.16 \sqrt{\frac{C_2}{AC_3}} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{0.04C_1}{AC_3} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

此式實係 C.A. 色羅美亞特尼柯夫的公式，不過稍微有些改變罷了。

色羅美亞特尼柯夫的公式是這樣的：

$$l^2 - 0.16 \sqrt{\frac{C_n}{Ad}} \cdot l^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{406}{Ad} = 0$$

式中：

l ——要求的叉線間隔距離，或按我們的說法就是伐區寬度；

C_n ——每個山上楞場的費用（盧布）；

b ——每立方公尺木材在逆坡道上拖運的費用（盧布）；

A ——可利用木材的蓄積量（立方公尺/公頃）；

d ——每立方公尺木材的集材費（盧布/公里）。

再者，假如僅將要求的叉線間隔距離，即伐區寬度，作為自變數，而將另一數值——山楞間隔距離——當作常數，使其等於一公里，則取一個導微函數，使之等於零，即得出下列公式：

$$x = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{100AC_3 0.5\varphi\gamma}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

φ ——由最大值 $\frac{x}{z}$ 得出的平均集材距離的係數；

γ ——用於集材的工作時間係數。

此方程式與科洛波夫的公式（下列）相近似。

$$x = \sqrt{\frac{p}{aQ}}$$

式中：

x ——要求的叉線間隔距離，我們把它用作伐區寬度；

p ——每公里叉線的建築費和移設費（其中包括山楞的建築費）；

Q ——立木蓄積量（立方公尺/平方公里）；

$a = \frac{\varphi B}{T \cdot v \cdot q}$ （其中 φ ——計算平均集材距離的係數，由於不同的集材方法和伐區的外形，其數值約在0.6—0.8之間； B ——每一機械工作班或馬日的價值； T ——每班工作小時數； v ——集材平均速度單位：公里/小時； q ——每趟集材量，單位：立方公尺）。

在解列別傑夫的公式時，平均集材距離是採用0.20 ($x+y$)，這只適合於一種情況。

在色羅美亞特尼科夫的公式中，平均集材距離是採用 ($0.25x + 0.16y$)，它也只適合於一種情況。

科洛波夫的公式，其錯誤更大，因在此式中，山楞的間隔距離用的竟是常數——1公里。

鑒於此種原因，下面就以我們用過的指數和各種集材方式的平均集材距離的標準數值來引出幾個新的公式。

具有標準集材距離的、集材道的形式可以分爲四種，即輻射形集材道、對角線—垂直形集材道、直角形（長方形）集材道和扇形集材道。

輻射形集材道一般用於絞盤機集材，但在拖拉機集材，而伐區按橫帶狀伐開時亦採用之。根據全蘇木材運輸設計研究所（依齊科夫等同志），中林機力研究所和莫斯科林業工程學院（作者和色羅美亞特尼柯夫同志）研究的結果得出在採用此種方式時，其平均集材距離爲：

$$x(0.25+0.18q)$$

對角線—垂直形集材道是在拖拉機集材時用的。在採用此種集材方式時，要在伐區設置兩條成對角線的集材主道，而採伐帶集材道則從伐區四周通至集材主道，集材道和伐區邊緣成一直角。

此法集材時的平均集材距離爲：

$$x(0.25+0.16q)$$

直角形（長方形）集材道一般都用於馬匹集材和拖拉機集材。在此種情況下，採伐帶集材道就和運材叉線兩側的集材主道相垂直。

此法集材時的平均集材距離爲：

$$x(0.25+0.25q)$$

扇形集材道是在拖拉機集材時用的。採用此種集材方式時，兩集材主道與運材道的叉線相平行，其餘的集材主道則與上述集材主道成直角，採伐帶集材道是按魚骨式排列的，它和集材主道成一銳角。

此法集材時的平均集材距離近似方程式：

$$x(0.25+0.30q)$$

根據我們這種情況，則從原始方程式 $C=C_1'+C_2'+C_3'=F(x, y)$ 中可引出下列公式：

1. 對於集材距離的第一種方案，即按輻射形集材道進行絞盤機集材時（參閱第2圖）：

$$C = \frac{C_1}{100Ax} + C_3p + \frac{C_2}{100Aqx^2}$$

式中：P——平均集材距離；

$$C = \frac{C_1}{100Ax} (0.20 + 0.18q)x C_2 + \frac{C_2}{100Aq x^2}$$

爲了求得最小的數值，按自變數 x 和 q 微分上列公式，則得：

$$\frac{\partial C}{\partial x} = -\frac{C_1}{100Ax^2} + (0.20 + 0.18q)C_2 - \frac{C_2}{50Aq x^3} = 0$$

$$\frac{\partial C}{\partial q} = 0.18C_2 x - \frac{C_2}{100Aq^2 x^2} = 0$$

$$q^2 = \frac{C_2}{18AC_3 x^3}; \quad q = 0.235 \sqrt{\frac{C_2}{AC_3 x^3}}$$

將 q 代入之：

$$-\frac{C_1}{100Ax^2} + 0.20C_2 + 0.042 \sqrt{\frac{C_2 C_3}{A}} \cdot \frac{1}{x^{3/2}}$$

$$-0.085 \sqrt{\frac{C_2 C_3}{A}} \cdot \frac{1}{x^{3/2}} = 0$$

$$x^2 - \frac{0.042}{0.20} \sqrt{\frac{C_2}{AC_3}} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{C_1}{100 \times 0.20 AC_3} = 0$$

$$x^2 - 0.21 \sqrt{\frac{C_2}{AC_3}} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{0.05C_1}{AC_3} = 0 \dots\dots\dots (4)$$

2. 採伐帶集材道與伐區邊緣相垂直，集材主道按對角線分佈以進行拖拉機集材時（參閱第3圖）：

$$x^2 - 0.16 \sqrt{\frac{C_2}{AC_3}} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{0.04C_1}{AC_3} = 0$$

3. 按照採伐帶集材道垂直於運材叉線和伐區兩側的集材主道的方法進行拖拉機和馬匹集材時（參閱第4圖）：

$$x^2 - 0.20 \sqrt{\frac{C_2}{AC_3}} \cdot x^{\frac{1}{2}} - \frac{0.04C_1}{AC_3} = 0$$