

怎样修建竹木滑道

卢玉麟 编



中国林业出版社

怎样修建竹、木滑道

卢玉麟 编

中国林业出版社

一九五八年·北京

版权所有 不准翻印

怎样修建竹、木滑道

卢玉麟 编

*

中国林业出版社出版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版营业许可证出字第007号
财政出版社印刷厂印刷 新华书店发行

*

31" × 43" / 32 • 1³/₈印张 • 31,000字

1958年7月第一版

1958年7月第一次印刷

印数: 0001—8,000册 定价: (9) 0.17元

统一书号: 15046 · 375

目 录

一、概述.....	(1)
二、滑道的計算原理.....	(2)
三、滑道的修建和結構.....	(8)
(一) 滑道的选纖和施工.....	(8)
(二) 滑道的一般結構.....	(13)
(三) 曲綫部分的設計和結構.....	(25)
(四) 支架的构造.....	(31)
(五) 修建費用.....	(35)
四、滑道的使用.....	(38)
(一) 限制和增加木材滑行速度的方法.....	(38)
(二) 勞力配备和生产效率.....	(39)
(三) 安全措施.....	(41)

一、概 述

利用竹材或木材构成凹槽形在上面滑运木材的装置，叫做竹滑道或木滑道。

滑道是利用重力作用运输木材，不需要机械动力，同时所需要的劳动力也很少，是山地运输木材的有效和经济的方法。

竹、木滑道的主要优点有：

1. 适宜于坡度较大、地形复杂的山区运输木材。平均坡度30—80%的地区，一般都可以敷设干木滑道，平均坡度在10—20%的地区，可以修建湿木滑道。

2. 在木材采运手工作业的林区，采用滑道代替人工集材、运材，可以减轻工人劳动强度，减少工人需要量（一般可以减少劳力50—75%）。

3. 滑道的修建工程较简单，使用便利。除了测设线路需要一定技术外，工程施工和运材作业都比较简单。

但是，竹、木滑道也有一些缺点，如铺设竹滑道的竹材在很短时期内就被滑行的原木压坏。木滑道使用期长了或滑行速度过猛，都可能造成木材的损坏，减低拆除后的利用价值。

因此，竹滑道仅适合于较短距离和短时期的集材作业。

木滑道可以用于短时期的集材作业，也可以用于较长时期（六个月以上）和较长距离（一千公尺以上）的运材作业。

竹滑道一般是在浅地槽内纵列几行毛竹片构成的，有的也采用毛竹筒铺设，但容易被压坏。

木滑道分为利用原木铺设的纵木滑道和横木滑道，或是利

用板皮和其他木料构成的特种形式的滑道。縱木滑道采用較為广泛，橫木滑道仅适宜于坡度較大，而且豎曲綫少的綫路上，否則木材在滑行中容易发生阻碍。特种形式的滑道如水滑道、滾軸滑道等，多用于运输枕木和方材，或是用于解决地形平坦以及超越障碍等困难时。

木滑道的下部結構分为地表式、凹槽式和支架式。凹槽式容易造成水土冲刷，一般以地表式和支架式相結合的結構較為适合，即在坡度均匀地面平坦的綫段采用地表式，在豎曲綫变化大的低陷綫段采用支架式結構。

滑道的运材效能，主要取决于綫路的坡度，适当的坡度可以保证木材的正常运输。坡度太大了，滑行速度加速过快，不但撞损木材，也可能发生滑材越出滑道的事故。坡度太小了，滑行速度太慢或滑不动，失去滑道的作用。因此，测选适当的坡度是修建滑道的主要关键。

二、滑道的計算原理

滑道运输木材是利用木材的重力作用在适当的坡度上往下滑行。

物体的表面是粗糙不平，两物体相接触时，不但产生和接触面垂直的压力，也产生和接触面平行的摩擦力。木材在滑道的斜面上，它的向前运动的力必須在大于最大摩擦力时，才能克服这个运动阻力而向前滑行。开始滑行时的角度，叫做摩擦角，它的正切叫做摩擦系数。

$$\text{摩擦系数 } f = \operatorname{tg} \rho$$

式中： ρ —摩擦角

摩擦系数的大小和木材、滑道表面的性質关系很大。同

时，也受到气候条件的影响。为了求得不同树种木材在不同条件下的摩擦系数，必须进行实验工作。此外，随着滑行速度的增加或单位压力的增加，摩擦系数也随着降低。一般木滑道的计算摩擦系数，可以参考下列数值：

計 算 摩 擦 系 数 表 1

材 种	系 数 区 别	干 式	湿 式
原 条	最 小	0.28	0.06
	最 大	0.40	0.17
	平 均	0.30	0.15
原 木	最 小	0.28	0.11
	最 大	0.36	0.17
	平 均	0.32	0.14
短 材	最 小	0.32	0.11
	最 大	0.42	0.32
	平 均	0.40	0.21

注：本表摘自东北林学院附設森林工业学校翻譯的“木材陆运”讲义246頁。

根据苏联古里沙斯維里教授試驗的結果，各树种对摩擦系数的影响如下表：

表 2

树 种	試 驗 次 数	平 均 摩 擦 系 数
鵝 耳 櫟	25	0.22
	24	0.23
	20	0.235
山 毛 櫟	25	0.24
	28	0.24

(續)

樹 種	試 驗 次 數	平 均 摩 擦 系 數
白 樺	20	0.265
西伯利亞落葉松	20	0.27
高 加 索 冷 杉	27	0.28
普 通 松	20	0.29
白 楊	20	0.30
普 通 樅	22	0.31
西伯利亞冷杉	20	0.32
普 通 櫟	20	0.36

隨滑材運動速度的不同，摩擦係數變化如下表：

表 3

滑 材 運 動 速 度 (公尺/秒)	摩 擦 系 數			
	松	樺	鵝 耳 櫟	櫟
0.20—0.30	0.29	0.23	0.22	0.26
0.55	0.29	0.23	0.22	—
1.00—1.20	0.26	0.21	0.21	0.22
1.50	—	0.18	0.17	—

滑材壓力的變化，也影響摩擦係數的變化，如：

表 4

樹 種	最大壓力在125克/平方公分		最大壓力在1克/平方公分	
	速度公尺/秒	摩 擦 系 數	速度公尺/秒	摩 擦 系 數
普 通 松	0.75	0.20	0.75	0.24
櫟	0.75	0.18	0.75	0.22
鵝 耳 櫟	1.10	0.10	1.10	0.20
櫟	0.75	0.25	1.10	0.35

斜面上的木材重力 Q ，可以分解为两个分力，一个分力与斜面平行，一个分力与斜面垂直（图1）。

与斜面平行的分力 $Q \sin \alpha$ 产生运动的力；与斜面垂直的分力 $Q \cos \alpha$ 产生运动阻力即摩擦力。运动阻力等于分力 $Q \cos \alpha$ 和摩擦系数 f 的相乘积（ $fQ \cos \alpha$ ）。

分力 $Q \sin \alpha$ 和 $fQ \cos \alpha$ 的合力，即运动力 $F = Q (\sin \alpha - f \cos \alpha)$ 。

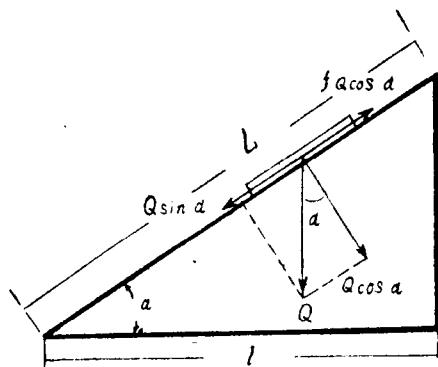


图1 木材在斜面上的重力分解图

在滑道始点，如 $F \leq 0$ 时，木材是停止不动，必须加以人力推动，如 $F > 0$ 时，木材自动的向前滑动。在滑行中，如 $F = 0$ ，木材做匀速运动；如 $F > 0$ ，木材做加速运动；如 $F < 0$ ，木材做减速运动，并逐渐停止不动。

根据牛顿定律，运动力等于加速度 u 和质量 $\frac{Q}{g}$ 的相乘积（ g —重力加速度），即 $F = u \cdot \frac{Q}{g}$ ，加速度 $u = g (\sin \alpha - f \cos \alpha)$ （公尺/秒²）。

在初速等于零的情况下，如果 $F > 0$ （假设在该线段内倾斜角 α 不变），该线段的终速：

$$v = \sqrt{2 u l} = \sqrt{2 g l (\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (\text{公尺/秒})$$

式中： l —线段长度（公尺）；

g —重力加速度 (9.81公尺/秒²)。

如果将上式中的实际长度 l , 按斜面 $L = \frac{l}{\cos \alpha}$ 代替, 化簡

为:

$$v = \sqrt{2gL(i-f)} \quad (\text{公尺/秒})。$$

式中: i —傾斜角的正切。

需要的滑行時間 (t) 的計算公式:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{v}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (\text{秒})。$$

在有向下的初速度 (v_0) 情況下, 因为 $v_0 \neq 0$, 所以該綫段 (在綫段內傾斜角 α 不变) 的終速:

$$v_1 = \sqrt{2gL(i-f) + v_0^2}$$

如果計算滑道任何一段的終速时:

$$v_n = \sqrt{2gL_n(i_n-f) + v_{n-1}^2}$$

根据上列公式可以計算滑道中不同坡度的各綫段上木材滑行速度。

木材在滑道的曲綫部分滑行时, 由于离心力的作用, 摩擦力也发生变化。摩擦系数随着速度和曲綫半徑而变动, 其增量和速度的平方成正比, 和曲綫半徑成反比。

在平曲綫上滑走时, 作用于路基的力 A , 由重力的分力 $Q \cos \alpha$ 和离心力的分力 $\frac{Q \cos^2 \alpha v^2}{gR}$ (R —曲綫半徑) 合成的。

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{(Q \cos \alpha)^2 + \left(\frac{Q \cos^2 \alpha v^2}{gR}\right)^2} \\ &= Q \cos \alpha \sqrt{1 + \frac{v^4 \cos^2 \alpha}{g^2 R^2}} \end{aligned}$$

这种合力产生了摩擦力 $A \cdot f_k$ 。在曲綫上使用的摩擦系数,

即受曲綫影响而增加的摩擦系数 $f_k = \operatorname{tg} \alpha$ ，可根据 $Af = Q \sin \alpha$ 等速运动的条件而确定。

将 $A = \frac{Q \cdot \sin \alpha}{g}$ 和 $\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{1 + i^2}$ 代入上式化简后，曲綫部分的摩擦系数 f_k 计算公式是：

$$\begin{aligned} f_k &= f \sqrt{1 + \frac{v^4 \cos^2 \alpha}{g^2 R^2}} \\ &= f \sqrt{1 + \frac{v^4}{g^2 R^2 (1 + i^2)}} \end{aligned}$$

平曲綫終点的木材滑行速度：

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2gL \left(i - f \sqrt{1 + \frac{v_0^4}{g^2 R^2 (1 + i^2)}} \right) + v_0^2} \\ &= \sqrt{2gL (i - f_k) + v_0^2} \end{aligned}$$

式中： v_0 —曲綫始点速度。

在豎曲綫上滑行时，所有的力均作用于同一垂直平面上，合力等于代数和。摩擦系数计算公式是：

$$f_k = f \left(1 + \frac{v^2}{gR \cos \rho} \right)$$

式中： ρ —摩擦角；

$\frac{v^2}{gR \cos \rho}$ —离心力的垂直分力。

摩擦系数的增量 $\Delta f = f_k - f$ 为：

$$\Delta f = \frac{f v^2}{gR \cos \rho} = \pm \frac{f v^2 \sqrt{1 + i^2}}{gR}$$

凹曲綫的增量是正数，凸曲綫的增量是負数。

豎曲綫終点的速度计算公式：

凹曲綫終点的速度：

$$v = \sqrt{2gL(i - 2f) + v_0^2}$$

凸曲綫終点的速度：

$$v = \sqrt{2gL \cdot i + v_0^2}$$

式中： v —曲綫終点速度（公尺/秒）；

v_0 —曲綫始点速度（公尺/秒）；

i —曲綫平均坡度，为 $\text{tg} \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right)$ 。（ α_1 、 α_2 —折綫的两斜角）

根据上述公式可以計算出曲綫上的摩擦系数和木材滑行速度。

三、滑道的修建和結構

（一）滑道的选綫和施工

綫路的勘测設計是修建滑道的首要工作，选測的綫路是不是合理在很大程度上决定了滑道的使用效能。因此，在修建滑道之前必須細致的进行綫路的勘测和比較工作。

滑道綫路的选設一般应根据下述几个原則：

1. 必須有一定的順坡，以保証木材能自动滑行；
2. 滑道的始点位置必須适中，使得伐区内小集材的平均距离最短；
3. 綫路要求尽可能通直，减少曲綫的設置；
4. 尽可能采用地表式的下部結構，减少土方工程和設置支架；
5. 滑道終点要求地形平坦，并有一定面积的楞場；
6. 要求修建費用最省，运材效率最高。

滑道的坡度随着滑道的不同结构和滑运木材的材种、规格而不同。

竹滑道主要是用于短距离集材，坡度要求不严。凡是有水源可以引水来润湿滑道的山区，平均坡度在20%以上时，竹滑道可以用来自动运材；坡度在20%以下时，可以辅以人力推动木材。

横木滑道要求的坡度较大，平均坡度一般在40%以上。

纵木滑道的平均坡度，一般要求在30%以上，如果能引水润湿可以降低到20%左右。至于水滑道的坡度仅须15%左右，如果流量大，坡度可以更小。

从材种规格等因素来说，质量重、表面光滑（去皮少节）、通直、径级较大的木材容易滑行，滑道坡度可以小些。反之，则需要大些。

因此，必须根据伐区生产的材种、规格和可能采用的滑道结构所要求的坡度（理想坡度），进行滑道线路的选设工作。如果因伐区地形限制，实际坡度不能达到要求；或虽能选到合乎要求的线路，但修建工程过大影响成本时，必须进一步从改变滑道结构，或采取其他增加或限制滑行速度的措施，研究解决坡度问题。

其次，滑道的不同线段对坡度的要求也不同。由于静摩擦系数大于滑行摩擦系数，为了使木材能自动的开始滑行，滑道的始点或中途推木点的坡度，一般应在50%以上，最大的可以达到100%。如果坡度小必须采用滚轴滑道或其他减少阻力的方法，帮助木材开始滑行。

为了使木材容易停止滑动，在滑道终点，必须设置10%以内的缓坡，以消耗木材运动力，减低速度。如果上段滑道坡度急，木材加速快时，也可以设置逆坡（一般在5%以内），促使木材在较短距离内停止滑行。

滑道的理想坡度是始点有50%以上急坡，随着线路的展长，坡度逐渐和缓下来，到了终点成为缓坡或略成逆坡。这样，木材开始滑行后将以较均匀的速度前进。如果滑道坡度越来越急，木材不断的加速前进，这就可能损伤木材或发生其他事故。

线路较长的滑道（500公尺以上）由于地形限制，一般不可能完全根据理想选设坡度。为使滑行速度接近均匀，应尽量采取断续坡度，即在短距离的急坡下面设置缓坡，使木材减速后再进入下一段的急坡。

为了使木材正常的滑行，其速度不应小于10公尺/秒，以保证木材滑行不致停止。最大的速度不应超过35公尺/秒，以保证滑行安全。长度500公尺以内的短距离滑道，滑行的速度可以接近最小速度，约11—17公尺/秒。

滑道的位置，最理想的是沿谷修建(图2)。这样，沿线木材可以顺利的集中到滑道两侧，修建工程也简单。但一般山麓和山腰地带的谷地多有小溪，南方林区还间有梯田。因此，除了伐区内用于集

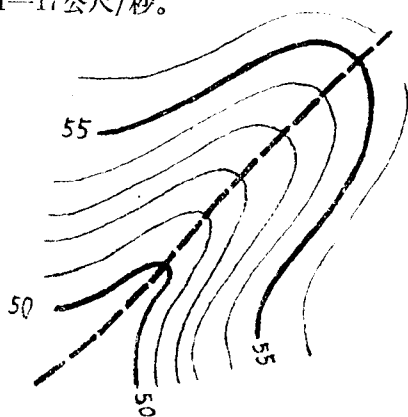


图2 沿谷设线法

材的滑道可以较普遍的沿谷设线外，用于运材的长距离滑道，仅能在部分线段上（主要是滑道的始点一端）采用这种设线方法，

滑道下端不可能沿谷设线时，可以傍谷设线(图3)，即

在山谷中心綫
一側稍高一些
位置上傍着山
地修建滑道。
另一側的木材
可以由支綫越
過谷中小溪或
山田（必須架
設支架）和干
綫相接。傍谷
設綫的缺点是
必須多設支架
或增加土方工

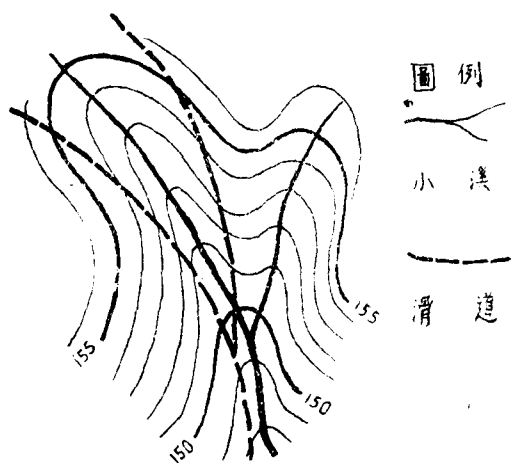


图3 傍谷設綫法

程，但可以解决溪流和山田的障碍。

为使滑道有一定的坡度，綫路应尽量成直綫，避免因展綫而减小坡度，影响木材滑行。但是，如展綫后的实际坡度仍能

保証木材以应有速度滑行时，为了减少支架工程，可以采用套形展綫方法繞谷前进（图4）。

滑道的始点或中途推木点必須沿滑道兩側辟設楞場，以堆放木材。楞場可稍

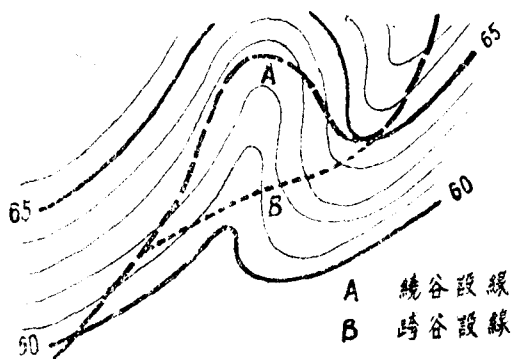


图4 繞谷設綫法

高于滑槽0.5—1公尺，并向滑道傾斜(坡度以3—5%为宜)°
木材和滑道平行的排列在楞場上，推木时由工人用撬杠或搬鉤滾动木材进入滑道。楞場和滑道間的傾斜角太小时，可以和滑道相垂直的鋪置几根小徑木材，以促进木材滾动。滑道的始点宽度应較一般綫段加寬20—50%。推木点的滑道坡度如果太小，可以临时鋪置短距离滾軸滑道，帮助开始滑行。

滑道的終点如果和水运河道銜接时，必須修成斜綫接入河道，滑道和河道所成的斜角越小越好，使木材能順着水流縱軸方向滑进河道。滑道出口处的河流要求是深水处，并且沒有或

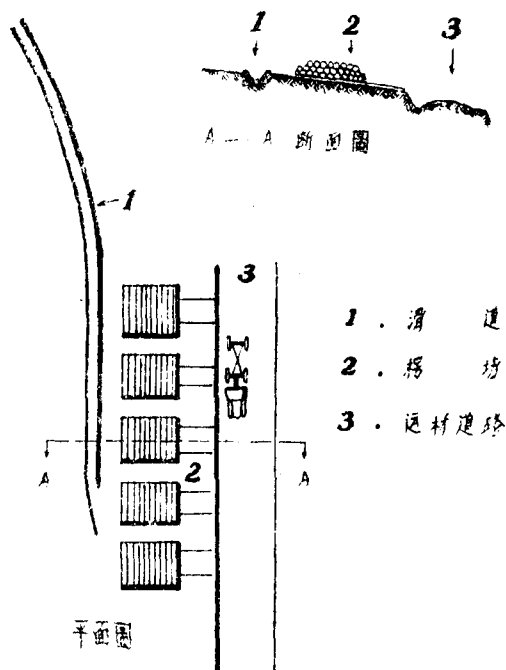


图5 滑道終点和陆运道路銜接时楞場的位置

很少有岩石，以免損傷木材。為了盡量減低木材滑進河流時速度，滑道終點可以修建成曲綫或採取其他減速設施，滑道出口和水面的高差也不要太大。滑道的終點如果和陸運道路銜接時，必須辟設一定面積的楞場，其面積根據滑道日運量和銜接的陸運條件來決定。楞場要求成長方形，位於滑道和銜接的運材道路之間，向運材道一方傾斜並高出1公尺以上，以便利裝車作業的進行（圖5）。

滑道綫路的測設由工程技術人員負責。短距離的滑道可以用目測來定綫；長距離的滑道要求利用儀器測量。工作程序要求盡量分為初測、初步設計、定測和技術設計幾個步驟進行。

修建工程一般可以由伐木場所屬的準備作業工隊在工程技術人員領導下負責施工。施工程序是：1.平整路基；2.架設支架；3.鋪置滑槽；4.修建楞場。1、4項工程由一般工人在技術人員指導下根據定測的標樁和設計圖進行工作。2、3項工程必須由技術工負責施工。

（二）滑道的一般結構

1.竹滑道 竹滑道的結構比較簡單，一般是在選定的綫路上伐開1.5—1.8公尺寬的路基，中心綫上開掘一條半圓形的凹槽，寬40—60公分、深約20—30公分。凹槽內平行的縱鋪5—6條毛竹片（圖6），竹片間距離6—10公分。竹片是由根端直徑8公分以上的毛竹劈成，一般可以劈為4片，根徑不足8公分的可以劈為2—3片（圖7）。竹片的根端劈成尖削形的薄片，長25—30公分，借火力烤彎曲成90度（圖8），鋪設時用尖削形小木棍在凹槽內鉗孔，以後將竹片尖端插入孔中。竹片的內節不要削掉，利用它嵌入凹槽表土，以固定竹片的位置。竹片的梢端朝下，復蓋在下一段竹片的上端。竹片的長