

国外林业科技

伐区联合机工作装置的 结构与特点

中国林业科学研究院科技情报研究所

一九八〇年

目 录

伐区联合机伐木头综述

切削机构.....	(1)
剪式切削机构.....	(1)
链式切削机构.....	(4)
铣刀式切削机构.....	(5)
综合切削机构.....	(6)
在积雪条件下使用的切削机构.....	(7)
推树装置.....	(9)
开下口伐木时使用的推树装置.....	(9)
不开下口伐木时使用的推树装置.....	(11)
起重臂推树装置.....	(13)
连根伐木的推树装置.....	(14)
伐木头.....	(15)
伐木头的结构.....	(15)
切削机构向树进给的方式.....	(17)
伐木归堆机和伐木集材机的伐木头.....	(19)
形成“留弦”的装置.....	(23)
结 论.....	(25)

伐木打枝机的结构特点

伐木和打枝的方法.....	(26)
工作装置.....	(27)
起重臂.....	(27)
伐木头.....	(28)
吊挂装置.....	(32)
打枝拖曳装置.....	(33)
伐区机械工作装置的主要发展趋势.....	(34)
预测法.....	(34)
对技术决定和结构分析的结果.....	(35)
多工序伐区机械作业过程的研究.....	(37)
研制伐区机械系统的组织原则和方法.....	(40)
研制过程的基本情况.....	(40)
研制的原则和方法.....	(46)

伐区联合机伐木头综述

伐木机械化是森林工业的一项迫切任务。目前，苏联和其他国家研制了许多伐木机 (BM-4, “Дюка”)、伐木归堆机 (ЛП-2, ЛП-19, Drott, Lokomo)、伐木集材机 (BTM-4, ЛП-17, ЛП-49, Ösa) 和伐木打枝造材机 (ЛК-4, Koehring)。虽然取得上述成就, 但仍有许多问题未获得解决。例如, 树木端部的损伤、控制树倒方向、降低伐根、减少金属材料消耗及能源消耗、缩短伐木所需时间等。为了提高伐木机的效率, 下面对各种伐木头的基本结构进行分析。

切削机构

目前已有的切削机构分为剪式切削机构、链式切削机构、铣刀式切削机构以及综合切削机构。此外, 还设计了在积雪条件下使用的切削机构。

剪式切削机构

外国有些公司, 特别是美国和加拿大, 已成批生产剪式切削机构, 一般都将其安装在通用底盘上, 如履带式 and 轮式拖拉机、推土机、颚爪式装载机和轻型汽车等。

通常, 剪式切削机构都是和其它工作机构 (推树装置、夹持装置、用于支承树木的机构) 制成一体。基本上它们都是由一把或者两把切刀构成的。具有一把切刀时, 切刀作纵向运动, 具有两把切刀时, 二者作相对运动。两把切刀可以在互相平行的平面内运动, 也可有某些位移, 或者隔开一定的距离, 锯成两个独立的、彼此平行的锯齿。

应用较广的主要是具有一把或者两把切刀的切削机构, 一般都是由一个或者两个液压缸驱动的, 悬挂在联合机或拖拉机的正面。不带附属装置的切削机构, 依靠一些结构上的特点 (如楔形切刀, 切刀倾斜等) 也能够将树伐倒。剪式切削机构的主要缺点是损伤树木的端部以及要求较大的切削力。减少木材损伤的办法有: 完善其结构、改进制造工艺、选用适当的切刀厚度、合适的切刀倾斜角 (或者刃磨角) 和形状等。目前, 都力求把切刀做得薄些, 但这将会降低切削机构的强度。

图1.a 表示一种剪式切削机构, 在壳体上连接着一把切刀, 切刀由液压缸驱动。

目前, 已研制出各种各样的几何形状的切刀, 图1.6中列出其中几种。切刀的倾斜角或刃磨角是很重要的参数。

图1.b 表示具有两个杠杆的伐木剪。杠杆的一端连接着切刀, 另一端连接液压缸。此外, 切刀通过拉杆与壳体铰接。伐木时, 伐木剪张开, 伸向立木。然后, 接通液压缸, 杠杆和拉杆都绕各自的轴转动, 于是切刀切入树干中。

图1.c 表示带有刀架的伐木剪。刀架上做成弓形凹槽, 切刀嵌在槽中。液压缸的一端固定在刀架上, 另一端固定在壳体上。切刀中部呈V形凸缘, 夹角为90—160度。切刀的凹度半径向切刀两端逐渐减少。这样可以形成一个尖劈力作用到立木上。必要时, 可在凸缘上附加一个楔子, 以便加强尖劈作用。此外, 采用楔子可以降低对切刀的压力。

图1.d 表示的切削机构是由两把互相平行的切刀构成的。切刀装在刀架上, 用垫板将两

把切刀固定在一起。在中部，刀架借支承与切刀结成一体。这样，当切削树木时，便形成两个锯口。在切削过程中，两把切刀之间的垫板被中间支承劈开，并被抛出。采用这种切削机构，树木端面劈裂严重。

苏联专利 № 540609 提出了一种由两把平行切刀构成的剪式切削机构。两切刀之间有一个带切削刃的斜拉杆，其作用是将位于两主要切刀之间的垫板切断。

在发明的切削机构中，还有一种带齿的切刀。图 1.e 所表示的切削机构有一个壳体，壳体上装有一把副切刀，用来防止树木端面劈裂。副切刀的位置可以和主切刀处于同一平面内，也可稍微高一点。带齿的切刀由曲柄连杆机构带动。两把切刀作相向运动。

该切削机构工作如下：首先将它由运输状态调整到切削状态，然后，接通液压缸，两切

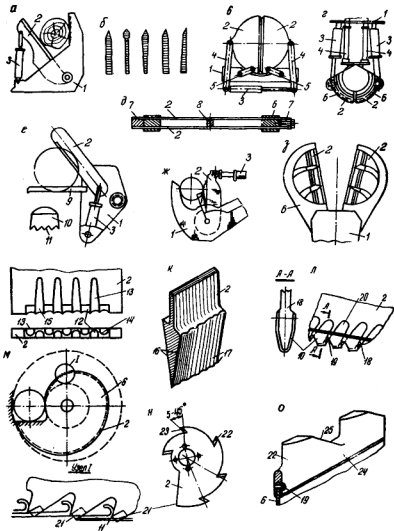


图 1 剪式切削机构

- 1.壳体 2.切刀 3.液压缸 4.杠杆 5.拉杆 6.刀架 7.木块 8.支承 9.副刀 1.齿形刀刃
11. 切刀齿 12.斜刃 13.球形槽 14.凸起线 15.凹陷线 16.侧向波纹面 17.波纹切面
18.悬臂 19.支承元件 20.齿尖 21.副刃 22.切削刃 23.台阶 24.活动件 25.切削器

刀便开始作相向往复运动。待切刀刚刚接触到树干后，付切刀少许切入树干到顶住为止，再由主切刀将树干截断。

苏联专利 № 292665 也提出了一种类似的切削机构。它装有切刀驱动机构的保护装置，为此，切削机构的液压缸与导架连接，而导架铰接在切削机构的转动轴上，并通过滚子与之配合动作。

图1.ж 也是一种具有带齿切刀的切削机构。这种切削机构(Can-Car)悬挂在 Tree Farmer 型拖拉机上。“Фулгум”型 切削机构也具有长形切刀。根据该公司介绍，由于它能锯成圆形切口，所以伐木效率较高。

应用较广的还有一种切削刃呈曲线型式的伐木剪。它是沿弧线锯截树木的。例如，美国专利 № 3540501 叙述了一种切削机构，它可安装一把或数把切刀。当该切削机构仅有一把切刀时，则还需要配备一个固定支承；当配备几把切刀时，则这些切刀作相对运动。切刀的切削刃与其轴线成70度角。在垂直于切削刃的断面上，切刀弯曲成圆弧形，其半径等于从轴到切削刃的距离。

还有一种具有球状切刀的切削机构。该机构已用于 John Deere 伐木打枝归堆机上。这种切削机构详见瑞典专利 № 366631。芬兰有一种碗形切削机构(芬兰专利 № 47708)，瑞典还有一种楔形切刀的切削机构(瑞典专利 № 305447)。

图1.з 表示具有上、下两把切刀的剪式切削机构。刀架装在切削机构的壳体上。壳体安装在伐区联合机的臂梁上。切刀上有楔形刃磨和一些沟槽。

切削机构对正立木后，装有切刀的刀架在树干的径向方向内移动，彼此作相向进给。当上切刀将立木截断后，下切刀还停留在树干上(低于上切刀的距离等于切刀宽度)，这时下切刀将两把切刀间所夹的木材刨掉，因此，木材不会阻塞在两把切刀之间。切掉的木材被支承隔开。作者认为，这种结构可以减小切刀的厚度。

为了降低切削力，设计了一种带有波纹切削刃的切刀。

图1.и 表示的切刀，在其两侧有斜纹和球形铣槽。因此，切削刃在垂直平面内有一条凸起线，在水平面内有一条凹陷线。

苏联专利 № 315593 所提出的切削机构有一个特别的刀架，波形切刀铰接在刀架上。

装有切刀的刀架由液压缸驱动。

图1.к 表示侧面具有波纹的切刀。波纹有一定的倾斜角，其切削刃也呈波纹状。作者认为，这种结构的切刀会降低进给力。

还有一种大家所熟悉的剪式切削机构是通过式切削机构。苏联中央森工机械化动力科学研究所曾研制了样机，其剪式切削机构通常都是安装在自行式底盘上。装有这种切削机构的伐木机操作过程如下：自行式底盘沿林带低速行驶，林带宽度取决于切刀宽度和机器的灵活程度。被伐树木的倒向与伐木机的行驶方向相反。

切刀通常都是由钢板制成的，其布置方式和结构是各种各样的。一般切刀都安装在拖拉机的前方，有时也安装在推土机构上。切刀同自行式底盘的机架可以刚性连接，也可以借助于各种吊架连接，例如，利用液压缸控制的杠杆系统等(见苏联专利 № 229084)。

为了保证树木倒向准确，在一些发明中还装备有伐木推杆。

图1.л 为部分通过式切削机构。切刀固定在刀架上，刀架同齿形悬臂制成一体。切刀由穹形锯齿构成，锯齿铰接在悬臂上，呈凹槽状。凹槽的截面是半椭圆形的。穹状锯齿形成齿仓，锯木时，从那里推出锯屑。

还有一种切削机构，它的刀架呈蜗牛形状，而切刃则有各种各样的形式。

图1.m 表示类似于上述的切削机构，在其刀架上安装一把带齿切刀。每个锯齿都有一个左右交错刃磨的副刃。副刃比其相邻的锯齿有加宽。加宽可采用分齿或加副刃的办法，或在副刃上焊接金属的办法来实现。

锯木时，锯齿的副刃在锯口两侧切削木材，形成两道平行的锯路，锯齿的主刃刨掉两道锯路之间的木材，将锯屑集中在齿仓内。

苏联专利 № 196275 谈到了一种带有可拆卸链环的蜗牛状刀架。在靠近链环的齿部有斜刃磨。链环的齿对应于刀架是非对称排列的，并制成空心截锥状。

在木材加工企业中，采用一种具有一定曲率半径的平面圆盘作为切削机构，进行无屑切削。采用这种切削机构时，需要附加进给机构的驱动装置。

有一些专利提到了降低切削力的办法。这些办法可用于伐木机上。一般将切削机构制成螺旋状圆盘机，在其圆周上有各种形状的锯齿。

苏联专利 № 410741 提出了一种带有阶梯状切削刃的圆盘锯，这些阶梯是由不同直径的同心圆构成的。圆盘锯的中心有一个孔，中心孔周围还有一些用于连接驱动装置的孔。

苏联专利 № 476856 提出，在圆盘锯两侧制成许多沟槽，因而降低了切削力。这些沟槽是不同直径的同心圆，并且间隔相等。沟槽深度大于圆锯厚度的一半。

苏联专利 № 528065 提出的圆盘锯有按渐开线逐渐变粗的部分，加粗部分可在圆盘的一侧或两侧与圆盘制成一体，也可以是拆卸式的。

图1.n 表示的切削机构是一个螺旋线形状的圆盘，上面有阶梯状的切削刃。切削刃的阶梯与中心孔成5—45度角。在切削中圆盘逆时针回转360度，于是每一个阶梯切削刃都切掉部分木材。因为使用这种切削机构切削，切削力产生一个径向分力，该力可使切刀压向树干，所以这种切削机构可用于伐木机和伐木集材机上。

图1.o 表示一种蜗牛状可拆卸的切削链环，上面有可作无屑切削的切刀。横向锯截的切削刀在刀架两侧是对称的，并有流线形的轮廓。可拆卸的切削链环的宽度大于刀架的厚度，并借助连接件（在本例中为埋头铆钉）固定在刀架上。

所有剪式切削机构的特点是切削件的结构简单，但较重，体积大，伐木时损伤木材。因此，剪式切削机构仅在木材的损伤不致于影响降低加工成林产品（如造纸材，木片等）的质量情况下，才能被采用。

链式切削机构

目前，世界各国在机器伐木作业中链式切削机构得到最广泛的应用。在这个方面，发明者力求改进锯链的结构，以便提高效率、可靠性和安全程度以及方便修理等。在生产中应用最广的是不开下口直接锯木的链式切削机构。有的链式切削机构有两条锯链，一条用于锯下口，另一条用于主锯口。BTM-4、ЛП-19、BM-4 联合机采用配有Г型锯齿的鞍形锯链 ПЦУ-30(B)。

图2.a 表示的锯链是由切齿、中央链环和侧链环所组成，这些链环用圆柱链轴相互铰接在一起。链轴上有一个套筒，套筒活动地装在中央链环的孔中。套筒长度大于中央链环的厚度，从而保证锯链各链节的灵活性。

图2.6 是带有限量齿的锯链。限量齿能防止手提式链锯导板的突然回弹，以免使工人受伤。

图2.b 表示带有尾部支承的切齿。在导向链环上有一个限量齿，用于控制屑片的厚度。

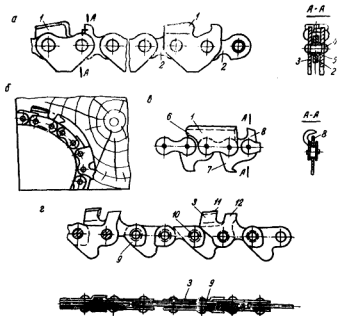


图2 链式切削机构

1. 切削齿 2. 中间连接链环 3. 侧链环 4. 铆钉杆 5. 轴套 6. 尾部支承 7. 导向链环 8. 限量齿 9. 中间链环 10. 链轴 11. 切削齿 12. 侧齿

图2.r 表示的锯链是由侧链环和中间链环所组成。两种链环用链轴连接在一起。侧链环上有切削齿和侧齿。它们对称地排列在锯链纵轴线的两侧。切削齿要在横向方向内被隔开，拨料，它比侧齿要高一些，其高差等于屑片厚度。切削齿位于侧齿的后面(按锯链运动方向)。

铣刀式切削机构

铣刀式切削机构有锥形、圆柱形、圆盘式和环状的铣刀。这种切削机构制造和使用复杂，而且工作时要求较大的切削力，因此尚未得到广泛的使用。

图3.a 表示一种铣刀切削机构。在轴的侧棱面、凹穴的前方装有切削器。切削器的切削刃是由切削器圆锥体的侧棱面和其底面的交线构成的。切削器安装在轴上的位置，应使铣刀旋转时铣削平面与切削器的侧棱面形成后角，切削刃与铣削平面形成切削角。切削器的切削刃最好是采用研磨加工。

图3.6 表示一种空心轴式式的铣刀，轴的两端支承在轴承上。轴上安装有可拆卸的切削器。轴是由钢带经螺旋扭转而成的。

图3.b 的铣刀也是由钢带经螺旋弯曲而成的。钢带的断面为矩形。传动机构有支架和轴承等。此外，该机构还有一个凸缘形的支承。

图3.r 表示一种配有 Γ 形齿的圆盘铣刀。这种铣刀主要用于锯截灌木和小径木。

图3.n 表示圆盘铣刀的部分工作部件。在铣刀上部有一个具有齿状表面的支承圆盘。圆盘表面有直径不同的同心圆沟槽和径向沟槽。切削时，铣刀作等速回转。立木被锯断后，其端面落在铣刀的支承圆盘上，齿状表面上的齿刺入木质中，必要时还能暂时保持这种状态。

图3.e 表示的也是一种环状平面铣刀。圆环和其传动机构都装在支承上。这个圆环一般是用厚15—20毫米的钢带制成的。在圆环内侧有导向沟槽及用于装配齿轮的孔，一个孔中装

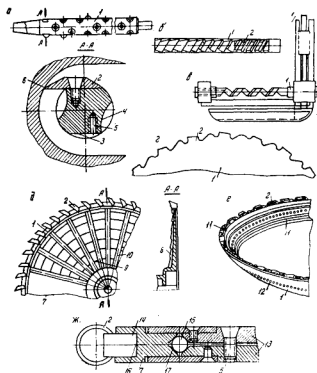


图3 铣刀切削机构

1.轴 2.切削器 3.侧视图 4.凹穴 5.紧固件 6.切削刃 7.支承圆盘 8.齿状表面 9.同心圆沟槽 10.径向槽 11.沟槽 12.孔 13.固定隔板 14.连接链环 15.支承 16.环槽 17.支承面

有驱动齿圈的齿轮，另一个安装有齿圈的支承滚柱。

图3.ж表示一种圆环锯，其切削器是由许多位于环槽中的连接链环组成的。在支承面之间装有支承15。铣刀的切削机构借助于固定隔板安装在联合机上。工作时，圆环同切削器一起旋转，以消除彼此间的滑动摩擦。

综合切削机构

在伐木机构中还有一些综合切削机构。

图4.a表示具有链锯和伐木剪的综合切削机构。伐木剪由液压缸驱动。

图4.6表示一种链锯和铣刀相配合的切削机构，二者用一个液压缸实现进给。该缸的活塞杆作成齿条的形状。壳体的上部固定有压木杆。

在压木杆张开的状态下，利用起重臂使切削机构向立木进给，使树干落入壳体的半圆槽内。用压木杆将树干压紧在壳体上，然后开动使链锯及铣刀进给的液压缸。链锯的进给速度比铣刀的进给速度高几倍，而链锯的锯口平面与铣刀切口的上表面对平。活塞杆全部伸出后，两切削机构同时停止进给。因此，在切削机构间留有一部分未被截断的木材（“留弦”）。“留弦”宽度是司机预先选定的。锯截结束后，司机马上松开压木杆，用推树杆将树推倒。树倒向铣刀一侧，以便于从锯口中抽出链锯，而铣刀只得暂留在锯口内，因为这时锯口已经闭合了（发明者认为，铣刀不会压在锯口内，因为当树倒落时，铣刀来得及抽回）。接着，“留弦”折断，树被伐倒后，铣刀即回到原来的位置。实践证明，由于铣刀留在锯口

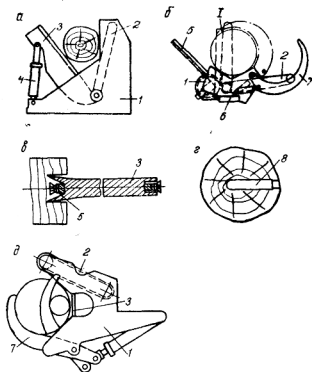


图4 其它切削机构

1.壳体 2.链锯 3.伐木剪 4.液压缸 5.铣刀 6.附带齿条的液压缸 7.杠杆 8.炸药包

内，常常引起被伐树木边裂。

图4.b表示带有两个切削刃的伐木剪。在伐木剪的槽中有一把铣刀链。伐木时，伐木剪切入木材，并将木纤维剪断，而用铣刀链将木纤维由切削区向外排出。

图4.r示意利用成型炸药包炸开树干并将其搬倒的方法。在树干上先用链锯锯出一个扁平的锯口，再把扁平状的炸药包放入。

图4.л表示带有链式切削机构、压木杆和伐木剪的伐木头。如果立木直径较大，不能落入伐木头的开口器内，则用普通链锯将其截断；如果立木直径小于或等于开口器的宽度，则在闭合压木杆的过程中，由伐木剪将其截断。发明者认为，使用这种伐木头能够缩短小径木的锯截时间。

在积雪条件下使用的切削机构

许多专利提出了在积雪条件下伐木时降低伐根高度的方法。

图5.a表示一种扒雪工具，该工具装在拖拉机前方推杆的后面。拨雪板可借助液压缸向拖拉机外侧摆动及在垂直面内转动。

这种扒雪工具在 BTM-4 和 BM-4 联合机上得到了广泛的应用。

图5.б表示栅状壳体和压木杆组成的伐木头，其切削机构为悬臂式圆柱铣刀。铣刀由液压马达驱动。

图5.в表示用平板振动器清理树旁积雪的方法，振动器先将积雪压实，然后推向一旁。

图5.r表示的伐木头是由铰接在一起的主臂和推树杆组成的。在主臂上有圆盘铣刀切削

机构，推树杆上装有压木杆。切削机构固定在托架上，可沿导轨移动。在铣刀下方安装一个金属刷子。它可作往复运动，以清除积雪。

苏联专利 № 219943 提出了一种结构，其司机室、伐木头和操纵机构都装在臂梁的末端。为使司机室能够深入积雪中，在其底部装有叶片式圆盘回转清雪器（图5.a）。

图5.ж 表示一种由装有叶片液压缸的壳体和切削机构组成的伐木头。作业开始时，锯导板呈垂直状态，用旋转着的锯链切入冰雪中，将积雪层疏松，待切削机构切入到所要求的深度后，再开动液压缸，使锯导板转为水平位置（工作位置），然后开动叶片液压缸，进行伐木。

还有一种伐木头（图5.з）是由壳体、两个压木杆及切削机构组成（切削机构图中未画）。在压木杆的下方有一套气动装置，并附有带喷嘴的孔。伐木头靠近立木时，先使下面一个压木杆碰到树干，再由贮气罐向气动装置输送压缩空气，将伐木头下方的积雪吹走，然后，

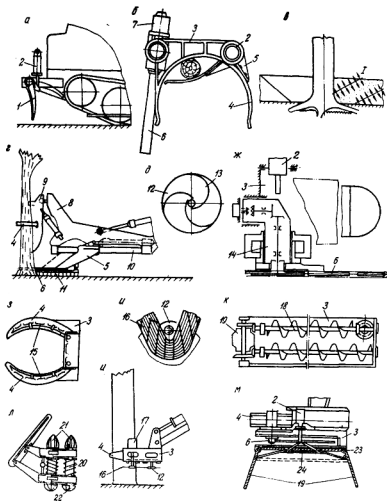


图5 在积雪条件下使用的伐木切削机构

1. 扫雪板 2. 液压缸 3. 壳体 4. 压木杆 5. 托架 6. 切削机构 7. 液压马达 8. 主臂 9. 推树杆
10. 导轨 11. 弹簧刷 12. 圆盘 13. 叶片 14. 叶片液压缸 15. 喷嘴 16. 钢索 17. 梭形支承
18. 螺旋输送机 19. 刮雪板 20. 机轴 21. 刀形叶轮 22. 清雪叶轮 23. 支架 24. 连杆

由压木杆将树夹紧，开始锯木。

苏联专利 № 514589 也是利用气流清除积雪。该机构包括发动机、空气压缩机、高压主管路以及工作机构（气筒）等。

图5.н 表示另一种伐木头。它有一个壳体，壳体内装有切削机构（图中未画），前面有压木杆。在壳体下方的铰链上装有一些缠绕着钢索的圆盘，其中一个圆盘用切削机构的液压马达驱动，其余圆盘的转动靠钢索的相互摩擦来实现。在圆盘上有供缠绕钢索用的沟槽，钢索绕在圆盘的圆周上，并使超出壳体3的范围之外。此外，在壳体上钻出一些通气孔。

利用起重臂使伐木头移近立木，开动液压马达，圆盘带着钢索也开始转动，将伐木头下落到地表面，积雪即被钢索疏松，并使之向四方散开。

图5.к 表示一种扒雪机构。它有一台螺旋输送机和一些刮雪板。该机构可将伐木头下方的积雪清理掉，使它落入雪中。

图5.л 表示的除雪器有三个轧辊。轧辊上端做成刀形叶轮，用于打枝；下端装有清雪叶轮，用于伐木前清理立木周围的积雪。

图5.м 表示另一种伐木头，在其壳体的下方有一个支座，支座上安装有一些刮雪板。伐木头落到雪地上方后，接通液压缸，使刮雪板张开，将伐木头下方的积雪清理掉。然后刮雪板回到原来的位置，伐木头即可落到清理过的地面上方。

推 树 装 置

推树装置能够把伐木力传给伐根，也可传到地面或者传给伐木机。此外，还研制了一些综合推树装置，即能够将伐木力传给伐根（或地面），也能传给伐木机。

将伐木力传给伐根的推树装置有：楔子（单面的和双面的）、伐木铲、千斤顶、固定到树上的液压缸及其它机构。

开下口伐木时使用的推树装置

格·阿·维勒克（Г. А. Вильк）提出了一种由三个楔子构成的推树装置（苏联专利 № 111292）。楔子表面刻有齿纹，并用燕尾形导轨连在一起。恩·弗·乌瓦罗夫（Н. В. Уваров）和阿·普·波里休克（А. П. Полищук）提出了一种装在油锯上的带有导轨的液压伐木楔（苏联专利 № 169340）。阿·普·波里休克还提出了一种楔角能够增大的液压伐木楔（苏联专利 № 256425）。美国专利 № 3377052 提出了一种由软金属（比锯齿软）制成的伐木楔。苏联专利 № 301133 提出了一种由带孔塑料制的液压楔。西德专利 № 921601 和日本专利 № 6672(KIV 75 A 3, 1965 年)提出了一种伐木和劈木用的螺旋楔。西德专利 № 945878 于1965 年提出的借助螺旋将楔子推入锯口的马蹄铁形楔子。美国专利 № 3185442 提出了用摩擦系数低的高强度的非金属材料制的楔子，并附有便于将楔子导入锯口的装置。

现在森林工业中广泛使用 КГМ-1 А 型液压伐木楔。

伐木楔的结构简单，能够形成很大的推树力，其缺点是用这种楔子树的起升高度低，因此推倒大树（直径50厘米或者更大时）就有困难。此外，试验还表明，使用螺旋楔时，木材变形大（尽管配备了侧面楔形导板），需要很大的力才能将楔子送入锯口。

伐木时，用伐木铲推树的情况如图 6.6 所示。伐木铲安在一个带把的杆上，与之成20—30度角。铲的端部磨利，以便于送入锯口。

这方面的专利较伐木楔少。带有刻纹把手的伐木铲可见苏联专利 № 240380。

图 6.n 表示一种综合伐木机构（匈牙利专利 № 99395, 1962年）。它有一个楔子，该楔子利用装在杠杆端部的凸轮使之张开。

芬兰 Fiskars 公司生产两种型号的伐木铲，其重量2.2和2.4公斤，长800毫米。上面装有橡胶手把和滚动原木和细原条的卡钩。

伐木铲的优点是结构简单、价格低廉和重量轻，其主要缺点是推树力受到人的体力限制而不能太大。

图 6.r 表示利用钳形伐木工具推树的情况。该工具由两个铰接的杠杆构成。伐木时，将杠杆的短边放入预先加宽的锯口中，将其长边合拢，即可将锯口撑开。

所有钳形伐木工具的主要不同处在于杠杆长边的驱动型式。苏联专利 № 110189 提出的伐木工具是由两个钳形金属杆构成的。两杠杆的一端铰接在一起，另一端装有伐木铲，用楔子或滚柱使钳口撑开。

瑞典专利 № 202432 于1966年提出了一种颚爪形伐木工具。伐木时，将两颚爪置入锯口中，利用液压缸将颚爪张开。瑞典专利 № 202678 提出了一种与上述类似的颚爪形伐木工具。它是采用导螺杆驱动的。

钳形伐木工具的缺点是支承面小，以致使钳口陷入土质中；伐木时，伐木工具在锯口中的稳定性差。

利用液压楔推树的方法如图 6.n 所示。液压缸装在铰接的支座上，支座利用张紧链条和定位锁固定在立木下口一侧（结构详见美国专利 № 3219075, 1965年）。该伐木机构能够借改变液压缸的流量来控制树木倒落的速度。

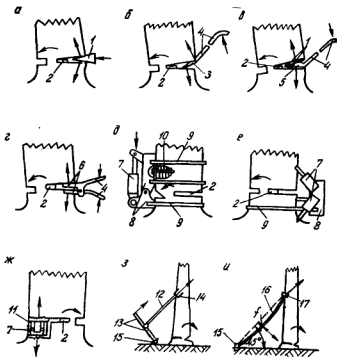


图 6 开下口伐木时使用的推树装置

1.楔子 2.切削机构 3.伐木铲 4.杠杆 5.凸轮 6.支承 7.液压缸 8.支座 9.链条 10.定位锁 11.弹簧 12.上支杆 13.下支杆 14.金属叉 15.卡地钩 16.长杆 17.带棘轮机构的链轮

美国专利 № 3548899 提出了一种与前例工作原理类似的伐木机构，其液压缸固定在树倒方向（或下口方向）的对面一侧，利用这个液压缸将树推倒。

图 6.e 中的伐木机构用张紧链条固定在伐根上。该机构有两个液压缸，下面的一个支在伐根上，上面的支在主锯口的上方。两个液压缸安装在一个支座上，液压缸的活塞杆伸出时即可将树推倒。

图 6.ж 表示借助放在预先加宽的锯口中的千斤顶将树推倒的方法。

苏联专利 № 169340 提出了一种伐木千斤顶的结构。该千斤顶为一个由油锯驱动的液压缸。

目前，已成批生产 ДГМ-16 型液压伐木千斤顶。

有时可以采用汽车千斤顶推倒树木。这时需要用钢板加大其头部和底座的支承表面。

液压千斤顶的优点在于结构简单、紧凑、效率高（0.75—0.80）、推力大、尺寸小、重量轻、树木倒落平稳以及工作可靠；主要缺点是需要锯出较大的锯口和一定的支承面积。

伐木时，推树装置将伐木力传递给地面或者联合机。利用组合双臂杠杆推树的方案如图 6.з 所示。这种伐木工具是由人力推动的（见苏联专利 № 77037 和 № 85947 等）。

图 6.и 为利用挠性杆推树的方案。该方案是由克·叶·列别杰夫（К. Е. Лебедев）和德·伊·纳扎罗夫（Д. И. Назаров）提出的（见苏联专利 № 85974）。

不开下口伐木时使用的推树装置

使用联合机伐木时，上述各种伐木工具除了楔子和少数千斤顶以外，都未得到广泛的应用。这是因为这些伐木工具难于往树上固定或者难于置入锯口中去，并且也不易从树上取下或者从锯口中抽出，特别当切削机构被夹住时，排除夹锯更为困难。

下面介绍联合机伐木时使用楔子和千斤顶的几种方法。

例如，可将伐木剪作成楔子形状，将其连接到液压缸的活塞上。这样，在切削树木的同时也将它推倒了（图 7.a）。也可将伐木工具作成锯链导板的形式，由液压马达（图中未画）驱动锯链转动（图 7.б）。

图 7.в 表示装在机架内的双楔伐木工具。机架同时也是楔子的导轨，它安装在锯链导板的纵向方孔中。图 7.r 表示的伐木机构为一种楔形导板，锯链绕导板转动。

图 7.д 表示的伐木机构，其上部有一个卡木杆（下方固有滚轮），其下部有一个伐木剪（上方装有一个固定楔子）。卡木机构和切削机构由一根水平轴连接在一起，并借助于各自的液压缸单独驱动（图中未画）。伐木时，借助联合机的起重臂将该伐木机构靠近立木，使其水平轴的方向与树倒方向垂直。在切削结束时，楔子和滚柱开始相互作用，使树绕水平轴翻转，并在垂直于水平轴的方向倒落。

上述楔形伐木机构在联合机伐木作业中并未得到广泛的应用，这是因为树木端部的损伤严重、为使楔形伐木机构进入树干所需之力太大以及不易控制树倒方向等。

为使用机器伐木，研制了一种由液压缸驱动的转动杠杆推树装置。杠杆的端部是尖的，可以支撑在伐根上。苏联专利 № 499861 提出的方案就属于这一种。该伐木机构有两个卡木杆（图 7.e），右侧的卡木杆做成箱形的，有一个由上、下梁形成的腔，腔内装有切削机构。下梁安装有转动液压缸。上梁和下梁的一端铰接在一起，下梁的另一端是尖的。

左侧的卡木杆呈 II 形截面。两个卡木杆的上部都卡在比锯口稍高的地方，其下部则卡在伐根上。在转动液压缸的作用下，通过下梁使锯口张开，排除了夹锯，使树木按预定方向倒落。

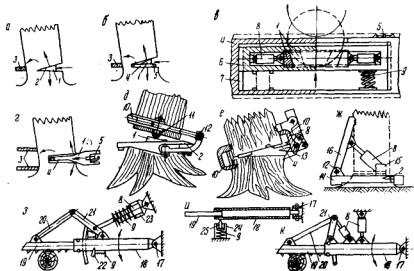


图7 不开下口伐木时使用的推树装置

- 1.楔子 2.伐木剪 3.支承 4.锯导板 5.锯链 6.框架 7.方孔 8.液压缸 9.弹簧 10.卡木杆
11.滚轮 12.轴 13.撑架 14.Π形支承架 15.液压马达 16.Π形推树杆 17.主轴 18.机架
19.顶杆 20.主杆 21.立柱 22.锁销 23.轴颈 24.套筒 25.定位器

另一种装在联合机起重臂上的伐木机构如图7.k所示。它可将推树的力传至地面。该机构由一个支撑在地面的Π形支承架、装在树倒方向一侧的付切刀、由液压马达驱动的切割机构以及由液压缸驱动的推树杆组成。伐木时，立木的根部应该处在支承架内，使推树杆紧靠在树干上，付切刀进入到树干内一定深度时，开动切割机构，将树截断。当只剩下一定宽度的“留弦”时，重新开动推树杆，立木按预定方向倒落。

下面介绍将推树力传给联合机的伐木机构。BTM-4联合机的伐木机构就是采用这种结构(图7.a)。它有一个绕主轴旋转的箱形断面的机架。机架内安装一个可纵向移动的伸缩顶杆。顶杆由附有回位弹簧的液压缸驱动。

伐木时，立木应处于可伸缩顶杆的作用范围之内。在该顶杆全部伸出之前，由一个锁销将机架卡住，以免它过早绕轴转动。待顶杆全部伸出之后，在液压缸的作用下，顶杆同机架、立柱、立杆一起开始转动并与立木接触。继续转动则将液压缸力传给弹簧，使弹簧受到压缩，液压缸的套筒在轴颈上移动一定的距离。因此，在伐木过程中，由于弹簧的作用，立木始终被顶杆所压紧。锯木结束之后，再开动液压缸，于是立木顺着联合机方向倒落。

实践证明，锁销和液压缸上的弹簧并非经常起作用。此外，由于冲击载荷作用，常常损坏伸缩式机架和顶杆的零件。因此，苏联专利№ 392910又提出了另一种锁销(图7.n)。这种锁销是一个套筒，内部安装有一个活动的定位器，并从上面用弹簧压紧。该锁销装在机架下方护罩内，用来防止机架在顶杆由机架内完全伸出并把锁销定位器压下去之前就提前转动。

顶杆全部伸出之后，机架即可绕主轴转动。实验证明，这种锁销也并非经常有效。

为了消除上述缺点，又提出另外一种伐木机构，其顶杆由箱形机架内伸出是利用一个单独的液压缸驱动的钢索液压滑车系统来实现的。在顶杆的末端装有两个弹性支承，用于卡紧树干。此外，为了避免由于树木端部的冲击而使机构遭到损伤，箱形机架内装有一根附加水平轴。由于这种伐木机构的结构复杂，在BTM-4伐木机上没有得到采用。在BTM-4伐木机

上，顶杆的移动和伐木机构在水平面内的转动，都是靠由各自的分配阀控制的单独的液压缸驱动的（图7.к）。

用普通液压缸驱动的伐木机构，在伐木过程中，不能根据立木的直径及其斜度来改变推树力和运动速度。为消除这一缺点，苏联专利 № 426625 提出了一种伐木机构，其推树杆的液压缸做成可伸缩的。

起重臂推树装置

目前，已普遍使用起重臂推树。利用起重臂推树时采用以下几种形式：

用起重臂碰撞立木（图8.a）；

用起重臂抬起已夹持在伐木头中的树，借助液压缸使树和伐木头（有时还包括伸杆）一起翻转（图8.б）；

用起重臂抬起已夹持在伐木头中的树，借助伐木头和立木（有时还包括伸杆）绕其水平轴自由翻转而将树放倒（图8.в）；

用专门的推树装置（类似图7.е）将已夹持在伐木头中的树放倒；

用综合方法把树放倒，如先用推树装置，再用起重臂将树抬起。

按第一种形式利用起重臂将树推倒的方法详见美国专利 № 3491810，其切削机构装在联合机后面。它还可用来进行伐倒木打枝。

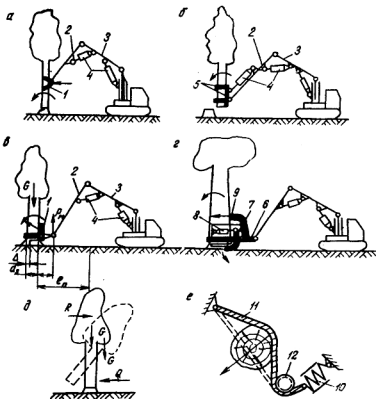


图8 起重臂式和脉冲式推树装置

1. 夹持装置 2. 伸杆 3. 臂架 4. 液压缸 5. 伐木头 6. 伐木头壳体 7. 液压千斤顶 8. 千斤顶液压缸 9. 三棱支承 10. 弹簧 11. 钢索 12. 导向轮

ЛП-2、ЛП-19、Drott等伐木归堆机采用第二种推树形式。这种方法能保存立木附近的幼树，但是动力和材料消耗大。

ЛП-17 和 ЛП-49 联合机按第三种形式利用起重臂推树。这种方式的优点是结构简单，不需要利用专门的推树装置即可将树放倒；其缺点是伐木时要求一定宽度的“留弦”，树倒落时，对起重臂的作用力较大。当树有反向倾斜（或者逆风）时，如不“留弦”，则伐木非常困难；有时（反向倾斜度较大或者遇到强风）甚至不能进行伐木。

ЛП-17 联合机采用第四种推树方式（图8.r）。由于回转杠杆的尖端与伐根接触不牢以及其它原因，伐木头的推树装置效果不好。因此，目前 ЛП-17 联合机采用综合推树方式，即先用尖的杠杆推树，然后再按第三种方式将树推倒（与杠杆效率无关）。有时候（如起重臂末端的力受到限制时）利用伸杆的翻转液压缸将树从伐根上曳下。采用这种办法，由于缩短了起重臂的伸距，而能增大起重臂的提升力，还能减小树的反向倾斜度和缩短倒落时间。但是，这种方法仅在立木处在起重臂的平面内或者与这个平面成不大的角度（ 10° — 15° ，时才能适用。由于存在着上述一些问题，还必须为起重臂式的联合机（ЛП-17，ЛП-49）所采用的伐木头寻求新的、更加完善的、结构简单和工作可靠的伐木机构。

还研究了利用脉冲方式将树推倒的方法及其设备。例如，在锯口平面以上的树木端部用支承施加一个力Q，即能使树木大端按机器行驶方向突然向前发生移动（图8.п），也可以用弹簧使钢索张紧，像弓那样给树干一个作用力（图8.e）。

连根伐木的推树装置

伐木，特别是连根伐木，可以使用各种各样的推树装置。从作用方式来看，有的像推土铲，有的则是各种型式的推杆；其位置可以安装在拖拉机前方或后方底架上，也可装在推土机或挖掘机的支重梁上。

图 9.a 表示的掘根——推树机上装有一个双臂Γ形推杆。图 9.б 中，则装有挖根爪和振荡器。图 9.в 表示的拖拉机，在其底架上安装一个推树杆，推树杆是由两根连在一起的长方梁构成的。图 9.r 表示一种掘根——推树装置。该装置为伸在拖拉机前方的一个臂梁。

当全面清理某一地段或者场地上生长着的非商品林木时，可以采用巨型机器和压道机。图 9.a 表示用 Leturno 公司的 G-40 B 压道机伐木的方法。压道机有两个带刺钉的前滚轮和一个后滚轮。机器前方装有推树杆。

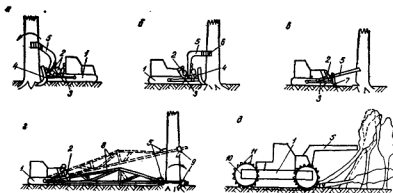


图 8 连根伐木的推树装置

1. 自行式底盘（拖拉机）
2. 液压缸
3. 底架
4. 挖根爪
5. 推杆
6. 抓爪
7. 推土铲
8. 臂梁
9. 切削机构
10. 压道机
11. 刺钉

也有使用牵引钢索进行连根伐木的。钢索的一端固结在树上，另一端连到拖拉机的挂钩上或者拖拉机的绞盘上。也有利用两台或多台重型拖拉机牵引着带有滚子的链条或钢索的两端，在林中同时行驶进行伐木。

除了上述连根伐木方法及设备外，还可以采用爆破法进行连根或者不带树根的伐木。

伐 木 头

伐 木 头 的 结 构

伐木头分为两种类型：一种是切削机构和推树装置分别制造和安装的；另一种是二者综合在一起的。不固接在树上的伐木头和固接在伐根或树干上的伐木头都属于第二种类型。

BTM-4 和 BM-4 联合机采用第一种类型的伐木头（图10.a）。

图10.6表示的伐木头不固接在伐根上，但是其切削机构和推树装置是综合在一起的。它由液压马达驱动的链锯、带有液压缸的推树杆、推树杆和压木杆的连接拉杆以及起重臂等组成。

操作时，先使压木杆的一个压臂6和地面几乎是平齐地靠在伐根上，另一个压臂也与伐根接触。必要时可用起重臂使伐木头在水平面内稍许转动，以便使推树杆对正所需要的方向。然后向推树杆液压缸的活塞腔输送压力油，于是在液压缸活塞杆的作用下，推树杆转动并靠在树干上。与此同时，压臂6也少许移动并压紧伐根。这样，在推树杆和压木杆的共同作用下，伐木头即夹持在树干上。

然后，开始锯截。当锯截到还剩下一定宽度的“留弦”时，接通油路，向液压缸活塞腔供给压力油，推动推树杆和压木杆。由于压木杆的压臂是压在伐根上的，它不能再向前移动，所以只有推树杆向前移动，并按预定方向将树推倒。

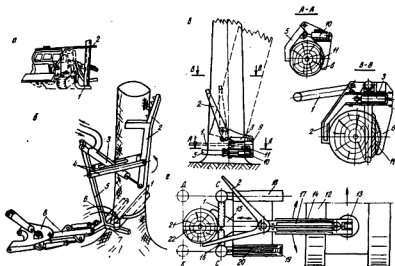


图10 伐区联合机起重臂上的伐木头

1. 切削机构 2. 推树杆 3. 10. 17. 20. 液压缸 4. 拉杆 5. 压木杆 6. 7. 压臂 8. 起重臂 9. 壳体
11. 副切刀 12. 自行式底盘 13. 球形双铰吊架 14. 伸缩臂架 15. 对中端头 16. 副锯 18. 上摆杆
19. 下摆杆 21. 树 22. “留弦”

固接到伐根上的伐木头如图10.б所示。它由切削机构、推树杆和压木杆所组成。

借助起重臂将伐木头移近立木，使压臂6和副切刀在尽可能低处靠在伐根上。然后，用液压缸使压木杆压紧，同时副切刀切入树干直到卡住为止，这样伐木头固接在树上。推树杆以一定的力压紧树干之后，便可开动切削机构，在压木杆和压臂的上方将树锯断。锯到只剩一定宽度的“留弦”时，用液压缸带动推树杆，把树推倒。然后，使伐木头离开该伐根，移向另一棵树，或者用压木杆夹住倒木，送往树堆。

这种伐木头的缺点是留在伐区的伐根过高，花在需要反复地使伐木头伸向被伐树木的时间过长，难于掌握树倒方向以及不能消除木材劈裂现象等等。

图10.г表示借助球形双铰吊架装在自行式底盘上的伐木头。它由一个伸缩臂梁（在臂梁的端部装有叉形推树杆）、中心接头和由液压缸进给的切削机构组成。

当拖拉机靠近立木时，借助球形双铰吊架使臂梁转动，同时下落，并使其对中心接头对准立木的根部，按顺时针方向转动推树杆，使其下支承靠在树干上。用链锯在立木上锯出下口，再回到原来的位置。按逆时针方向转动推树杆，使其推树杆的上支承压紧树干，伸出链锯（由位置C到位置D），进行锯木，并留下一定宽度的“留弦”。链锯回到原来的位置，靠推树杆的上支承压将树推倒。

这种伐区联合机的缺点是伐木头的结构复杂，操作不方便，特别是遇到大树的时候，难于消除木材劈裂现象。

装在拖拉机前方的伐木头如图11所示。

图11.а表示的伐木头是美国万国公司制造的。它有一个高速旋转的铣刀、推树杆和一个位置稍高于铣刀的齿形副切刀。据该公司介绍，由液压马达驱动的铣刀不会造成木材劈裂。在切削过程中，铣刀的旋转速度和进路速度能自动调节。在铣刀之后，接着往锯口中置入一块支承板。在伐木头的底座上有一个平台，用于放置伐倒木的大端。伐木头切削树木的高度（离地面）为11.2—342.6厘米，能在与联合机纵轴线成90度角的垂直平面内回转。伐木头可装在功率不小于200马力的履带拖拉机上或者装载机。

“Дика”型伐木头（图11.б）悬挂在履带拖拉机前方推土铲的位置上。它有一个链式切削机构（锯口宽度53毫米）、带液压缸的推树杆和安装位置比锯导板稍高的付切刀。推树杆的顶杆铰接在垂直导轨上。这样，当树碰撞顶杆时，它可向上转动，然后在自重作用下回到原位。

图11.в表示装在拖拉机前方的伐木头。在机体上装有由液压马达驱动的链式切削机构，其导板呈水滴状。用Г型推树杆

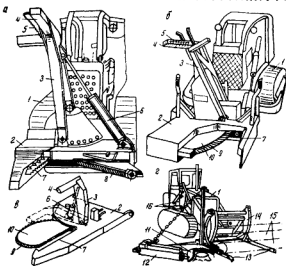


图11 装在拖拉机前方的伐木头

- 1.自行式底盘 2.伐木头壳体 3.推树杆 4.顶杆 5.齿形压臂
- 6.推树杆液压缸 7.副切刀(支承) 8.铣刀 9.锯链 10.锯导板
- 11.伐木剪 12.伐木剪液压缸 13.叉 14.颚爪 15.伐倒木堆
- 16.颚爪转动液压缸

将立木推倒，伐倒木与拖拉机纵轴线成90度角。推树杆回到原位以后，可放到伐木头机体上。在此位置时，推树杆液压缸位于推树杆立柱的空腔内，因而可以降低伐木头的高度。

另外，还制造了如图11.r所示的伐木头。它有一把楔形切刀（伐木剪），装在履带式装载机颚爪的侧面。立木被伐木剪截断并推倒在颚爪叉上。在装载机向下一棵树转移过程中，用又将伐倒木大端从地面稍稍抬起并移向颚爪。此时颚爪打开，当伐倒木的大端移动到打不开的颚爪侧口之后，颚爪即重新关闭。于是伐倒木的大端夹持在颚爪之中。这样反复进行锯截、伐倒、归堆，直到伐倒木积累成堆。这些倒木或者留在原地，或者运走。

上述伐木头适用于采伐孤立的大树，因为它不易对正立木。

苏联专利№ 535924提出了一种伐木头，它是由液压驱动的推树装置和液压马达驱动的切削机构组成的。为使树倒向准确和减少木材劈裂，给立木附加一个动力冲量，也就是在推树装置的液压缸上连接了一个液力蓄能器（由专门的油泵输油）。它和切削机构的液压马达用机械方法相连接。蓄能器所贮存的能量取决于液压马达的工作持续时间。立木越粗大，则蓄能器贮存的能量也就越多。有时在伐木前，让液压马达空转，使贮存器得到附加能量。

切削机构向树进给的方式

联合机伐木时，切削机构向树进给的主要方式如图12所示。

切削机构向树的扇形进给法应用比较普遍。BTM-4(BM-4)、ЛП-17、ЛП-49、ВП-80、ЛП-2、ЛП-19、Drott 等联合机都采用此法（图12.a）。

这种方式的主要缺点是切削部件在切削过程中负荷不均衡。平移法（图12.6）能使切削部件负荷比较均衡。但是实现这种进给方式需要专门的导轨，而导轨的结构复杂。在林中，尤其有积雪的时候，作业很不方便。瑞典“Ösa”联合机就使用这种进给方式。BTM-4 联合机锯截“留弦”时，也采用这种方式。图12.b表示冲锯进给法，详见苏联专利 № 108157。此外，还有按圆弧进给的切削机构（图 12.r）。它安装在两个摆动杆上，摆动杆的上端铰接在起重臂的末端，由液压缸驱动。这种进给方式得到的原木端面是一个圆弧形表面，而这是现

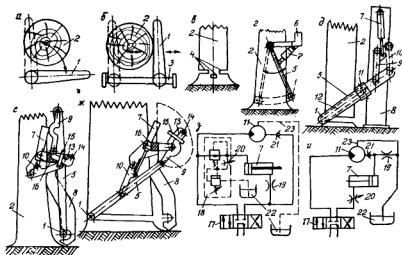


图12 切削机构向树的进给方式和液力传动系统

1. 切削机构 2. 立木 3. 导轨 4. 锯口 5. 摆动杆 6. 起重臂（吊架） 7. 进给液压缸 8. 支柱 9. 传动曲柄 10. 导向曲柄 11. 液压马达 12. 传动链 13. 杠杆 14. 轴 15. 定位器 16. 制动器 17. 换向阀 18. 减压阀 19. 固定节流阀 20. 可调节流阀 21. 单向阀 22. 油筒 23. 回油管

行国家原木标准所不允许的。为了克服这一缺点，又提出了一种按直线进给的切削机构。该机构（图 12.a）有一个支柱，在支柱上用传动曲柄和导向曲柄悬挂着一个弧形摆动杆。摆动杆的自由端作为切削机构（铣刀）的支座。驱动铣刀的液压马达装在摆动杆上，并通过链传动与铣刀相连。在传动曲柄上铰接一个液压缸，缸的另一端固定在支柱上。

伐木时，使该机构与要采伐的树木并列，将支柱下落到地面。然后开动铣刀，用液压缸推动传动曲柄，使摆动杆和固定在上方的铣刀向树进给。这样，铣刀在水平面内移动，进行锯木。而弧形摆动杆则处于立木之两侧，将它包络在里面。铣刀能在水平面内作直线运动，有赖于合理地选择传动曲柄和导向曲柄的尺寸和位置。树被锯断以后，用液压缸使铣刀回到原来的位置。上述机构仅在锯切中小径级的树木时铣刀才能保持直线运动。为了能够锯切大径级树木，提出了另一种铣刀进给机构（图 12.c.ж）。它有一个弧形摆动杆，通过传动曲柄和导向曲柄装在支柱上。导向曲柄10由液压缸驱动。曲柄10铰接在杠杆13上，杠杆可绕轴14摆动。在杠杆上装有定位器15，并可借制动器16使杠杆保持其原始位置。在弧形摆动杆的自由端固定有一把切削木材的铣刀。

伐木时，该机构工作如下：当液压缸的活塞杆向外移动时（图 12.e），传动曲柄10即绕支柱转动，并使弧形摆动杆同铣刀一起向树进给。与此同时，导向曲柄9则绕杠杆13转动，杠杆被制动器制动在原地不动。当曲柄9和杠杆13重合以后，定位器即将二者结合在一起，共同绕轴14转动。此时，制动力被液压缸推动力所克服，于是摆动杆的下端同铣刀一起作直线运动，上端则沿曲线运动，其轨迹如图 12.ж 细线所示。锯截结束之后，将树推倒。

铣刀返回原位过程中，定位器夹持着杠杆13和曲柄9一起转动，直到杠杆进入制动器中。然后，定位器放开曲柄9，使其继续绕杠杆13转动。改变铰接四连杆机构中其中一个曲柄摆动轴的位置，就能够增加铣刀轨迹直线段的长度。

上述两种铣刀进给机构，除了本身结构复杂以外，还有一个严重的缺陷：当遇到根部粗大、弯曲及倾斜的树木时，不易降低伐根的高度。

图 12.3 表示切削机构的液压传动示意图。在液压马达主油道接入一个减压阀 18，用于降低进给液压缸的进油压力。该液压系统工作如下：液压油从换向阀 17（手柄在最右边位置）在压力作用下输送给液压马达，由液压马达带动切削机构（锯，铣刀等）转动，继而通过单向阀 21 和换向阀 17 返回油箱。另外，液压马达还有一条不经换向阀的直接回油管 23。同时，从主油道经减压阀 18 以较低的压力（25—40 公斤/厘米²）将液压油输送给切削机构的进给液压缸 7，再从进给液压缸经固定节流阀 19 和换向阀 17 返回油箱。减压阀 18 也有一条回油管，液压油可以从这里流回油箱，有时将这部分油用于润滑锯链和导板。切削机构复位的动作顺序与上述相反。减压阀中的可调节节流阀 20 用来调节切削机构的进给速度。

有时候也可使液压油从液压马达经单向阀直接返回油箱。这样，由于减少了液压马达的回油阻力，能够提高切削功率。

图 12.n 表示另一种切削机构的液压传动示意图。在液压马达后面回油管中接入一个固定节流阀 19。切削机构的进给液压缸接在位于节流阀的液压马达的回油管中，液压油从进给液压缸经可调节节流阀 20 和换向阀 17 流回油箱。同样，液压马达也有一条直接回油管 23。

液压油从油泵经换向阀 17 输送给液压马达 11。液压马达带动切削机构转动。部分液压油从液压马达经固定节流阀 19 流回油箱，另一部分则进入液压缸活塞腔，推动活塞，实现进给。活塞杆腔的液压油则经可调节节流阀 20 和换向阀 17 流回油箱。可调节节流阀 20 用于控制从液压缸流出的油量，也就是调节切削机构的进给速度。固定节流阀能使液压马达回油管和液压

缸活塞腔具有一定的压力，因此能推动活塞向左移动，实现切削机构自动进给。当切削机构的载荷增大时，则液压系的出油压力增高，其输油量开始减少，因而自动减少了液压缸中的压力及进给力。在切削机构复位时，液压油从换向阀17经可调节节流阀20进入液压缸的活塞杆腔内，而从活塞杆腔经固定节流阀19流回油箱。

生产试验表明，前一种带有减压阀的液压传动方案，从能量利用观点来看，是比较合理的。但是这种方案结构复杂，锯切不同直径的立木时，需要多次调节减压阀、要求增加锯链张力以及不易排除夹锯等。因此，这种液压传动方案适用于齿轮液压马达驱动的切削机构。因其回油路的背压不允许太高（不大于3—4公斤/厘米²）。

第二种带有可调节节流阀的液压传动方案，从能量利用观点来看，效率不高。但是这种方案结构简单，调节方便，此外，还能根据切削速度的大小，自动调节切削机构的进给速度，并能消除夹锯现象。因此，这种方案适用于柱塞式液压马达驱动的切削机构，因其回油路允许较高的背压。ЛП-49 联合机已经采用了这种液压传动方案。需要指出：在第二种方案中（图12.н）液压马达的回油管也可以经过换向阀再流回油箱，但是这种连接由于油液流经换向阀而增加功率损失。

伐木归堆机和伐木集材机的伐木头

在伐木归堆机上夹持装置和锯截（切削）机构合并为一个整体部件（伐木头）。夹持装置的用途是在锯截、搬运和归堆的过程中将树夹持住。在木材采运作业中带有这种伐木头的联合机得到了广泛的应用（如 ЛП-2, ЛП-19, Drott, “Бур”, Koehring 等）。

图 13.а 表示一种装在伐区联合机臂梁上的伐木头。它能够借助于液压缸相对于臂梁转动。伐木头由上、下三棱支承和压杆组成。压杆由液压缸 5 驱动。上、下两支承受液压缸 6 连接在一起。在下支上安装有切削机构。立柱 8 是由两部分构成的，二者用铰轴连在一起。下支能够绕轴自由旋转，因而也能相对于上支转动。

利用臂梁使伐木头向立木靠近，同时张开夹具，使树落入上支的凹槽中。然后用液压缸使伐木头绕臂梁转动，以使树也落入下支中。这时，伐木头的支承和立柱都自动地依树干外形靠紧，再用夹具把它夹紧后，即可开始锯截。最后将伐倒木搬开，归成一堆。发明者认为，这种伐木头能够防止夹锯。

图 13.б 表示的是已成批生产的、以推土机为基础的 Drott 联合机所采用的伐木头。根据制造公司的资料，这种联合机每小时能够用伐木剪伐木和归堆 1,000 多株。

图 13.в 表示的以拖拉机为基础的 Drott 伐区联合机采用的伐木头。它是由两个夹具、一个立柱和伐木剪所组成。

图 13.г 为 Drott 联合机的铣刀切削机构。铣刀装在刀架 11 上。采用这种切削机构是为了减少由于用伐木剪伐木而造成的树木大端的损坏。Drott-40 联合机的铣刀式伐木头重 2400 公斤，宽 103 厘米，高 270 厘米，能锯截的锯口直径 60 厘米，接地压力 0.425 公斤/厘米²，锯口宽度 6.4 厘米。联合机生产效率为每 12 小时 600 株（8 小时 300—400 株）。

图 13.д 表示的伐木头能进行立木的夹紧、锯截和伐倒木归堆等作业。它由机架和液压夹具组成。在销轴上铰装着一付可自动张开的支承，支承内装有钢索和滑轮。该滑轮被弹簧压紧。此外，还有夹具的同步器（图中未画）和钢索张力调节机构等。立木被锯断之后，将其推入夹具后面的木材贮存器中，并用钢索压紧。图 13.ж 也是一种装在臂梁上的伐木头。它由液压缸、切削机构、立柱、夹具、支承和导轨组成。伐木头铰接在臂梁的轴 17 上，可借液压缸使之绕该轴转动。由于夹具和支承之间的空间大于立木的最大直径，所以遇到弯曲木

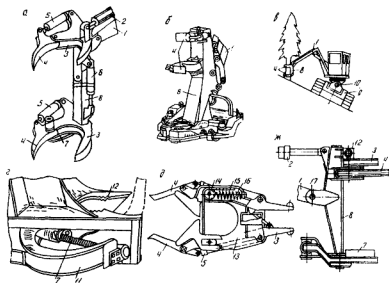


图13 伐木归堆机的伐木头

- 1.起重臂 2.伐木头转动液压缸 3.支承 4.抓具 5.抓具液压缸 6.抓具转动液压缸 7.切削机构
8.立柱 9.自行式底盘 10.转盘 11.铣刀架和承板 12.导轨 13.壳体(机架) 14.滑轮 15.钢索 16.弹簧 17.轴

和倾斜木时，用这种伐木头锯截树干也不会发生变形。接通液压缸（图中未画）则支承沿导轨移动并靠紧树干。

苏联专利№ 371889提出的伐木头有一个立柱，立柱上有两个液压抓具。此外，立柱上还有切削机构，立柱下部有承板，承板可在垂直面内摆动。

伐木时，起重臂将伐木头伸向立木，抓具将树干夹紧，承板绕其轴线活动，以推开表土卡紧伐根。锯木结束以后，张开抓具，承板回到原来位置。发明者认为：这种伐木头能保证不夹锯，因为承板使树受到一定的垂直张力。这种承板作为推树装置已用于 JIII-17 联合机的伐木头中（图14.a）。

图14.6表示一种装在起重臂上的液压伐木头。伐木头有一个抓具，上面固定着带有尖刺的支承7和切削机构6。伐木头靠近立木之后，抓具将树干夹紧，支承7的尖刺刺入立木的根部，然后在抓具4和支承7之间的平面内锯木，并用起重臂通过支承7将树推倒。对这种伐木头来说，树木倒向的准确程度与立木的直径有很大关系，并且不能排除夹锯。

图14.b表示又一种伐木头，它有一个壳体，壳体通过水平销轴同起重臂相连接。壳体上装有弧形角棱支承5和液压抓具4等。切削机构装在角棱支承的侧面。它有一个悬臂式三角形导轨，其宽度是长度的三分之一以上。

伐木时，先使水平轴2垂直于预定的树倒方向，由起重臂使伐木头靠近立木，用抓具和角棱支承将树干夹紧，再用切削机构将树锯断。剩下的“留弦”平行于水平轴2，最后施加推力，“留弦”折断，树被伐倒。

图14.r表示带有抓具的伐木头。抓具由固定颞爪和活动颞爪组成。伐木头的壳体能够绕其纵轴摆动。在固定颞爪上装有一个由液压缸和带尖刺的钢板构成的支承7。

当伐木头靠近立木以后，两颞爪合拢。同时支承7的尖刺卡入低于锯口位置的伐根部

位，于是立木向伐倒方向倾斜，使木纤维承受一定的张力。然后开动切削机构，从固定在树上的支承7的对面将立木截断，再借助液压缸将树推倒。苏联奥涅日拖拉机厂生产的BII-80联合机采用了这种结构的伐木头。

图 14.а 表示另一种伐木头，是由壳体1及与其铰接的支承7构成的。此外还用“虎克”铰使支承与起重臂连在一起。因此，该伐木头能够在互相垂直的两个平面内转动。壳体上装有抓具4。

图 14.к 表示的伐木头是由壳体（上面装有支承7）、切削机构、抓具4和液压缸组成。壳体上的支承有两个凸缘。伐木时，用抓具将树夹紧，并用支承的凸缘卡住立木的根部。树被锯断以后，借助于液压缸将它推倒。

使用 JII-17 联合机的经验表明：将伐木力传递给伐根的推树装置，使用并不可靠，因为决定于支承作用区域内的推树力大小的木材强度与多种因素（支承尖刺部分的形状、树皮厚度、木质强度等）有关，其推树装置也不能确保准确的树倒方向。另外，用起重臂将树端部与伐根分开以后，推树装置就不再起作用了。

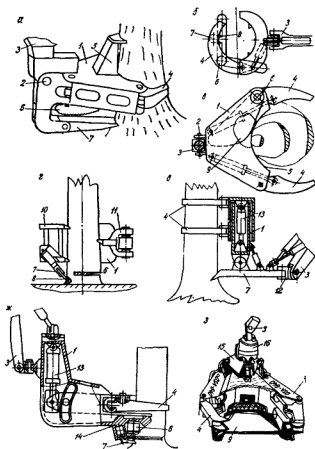


图14 伐木归堆机和伐木集材机的伐木头

- 1.壳体 2.轴 3.起重臂 4.抓具 5.角接支承 6.切削机构 7.支承 8.尖刺 9.锯导板 10.固定颚爪 11.活动颚爪 12.“虎克”铰 13.动力液压缸 14.支座 15.吊架 16.转向机构

瑞典 Ösa-640 伐木头由壳体 1、抓具 4 和三角形锯导板组成 (图14.a)。伐木头借助于吊架15和回转机构16固定在起重臂上, 其切削机构由装在壳体后方保护罩内的液压马达驱动。锯木时, 液压马达和锯导板一起顺着壳体 1 移动。该伐木头 (包括吊架) 的重量 600 公斤, 最大锯口直径55厘米, 伐根最低高度7.6厘米, 锯链节距19毫米, 抓具开口长度1,670毫米, 抓具宽度1,144毫米, 高度658毫米 (不计回转机构)。推树是使用起重臂和吊架的液压缸进行, 该缸也起将伐木头放成水平状态的作用。

Volvo BM-900 联合机的伐木头 (图15) 安装在伸缩臂梁上, 其最大伸距为10.6米, 最小伸距2.6米, 最大锯口直径58厘米。切削机构包括伐木剪和链锯。伐木剪用 8 毫米厚的钢板制成, 链锯的锯口宽度为 8 毫米, 切削速度27米/秒, 推树液压缸的倾斜力矩为 1 吨·米, 回转液压缸—0.325吨·米。伐木头 (包括回转液压缸) 总重450公斤。

在 Volvo BM-900 联合机上装有电控液压驱动系统。因此, 伐木头的操作既可手控, 也能自控。采用自控方式时, 司机使伐木头靠近立木, 开动抓具液压缸和伐木剪液压缸, 全部工序 (直到将树推倒为止) 都是按一定顺序自动进行的。

采用手控方式时, 立木被抓具卡紧以后, 将带刀架的伐木剪移近树干, 使副剪 9 切入树干直到将它可靠地卡住为止。副剪进一步切入树干将受到限制, 这是因为副剪液压缸 7 的回油道已被卸荷阀关闭 (由于油管中没有压力)。因此, 在回油管中形成背压, 液压油通过压力阀进入液压缸 6、7 的活塞腔, 从而降低了抓具及付刀上的压力。

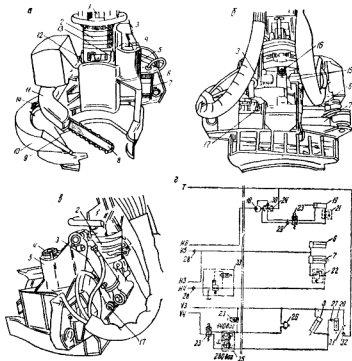


图15 Volvo BM-900联合机的伐木头

- 1.臂架 2.吊架 3.推树液压缸 4.回转机构 5.油箱 6.抓具液压缸 7.伐木剪液压缸 8.链锯
- 9.副剪 10.刀架 11.抓具 12.13.液柱 14.凸缘 15.导轨 16.17.轴 18.链的液压马达
- 19.驱进给液压缸 20.吊架倾斜液压缸 21.具有单向阀的节流阀 22.溢流阀 23.电磁阀 24.流量控制阀
- 25.压力控制阀 26.回转液压缸 27.节流阀 28—32.单向阀 33.卸荷阀

如果立木直径不超过20厘米，则抓具11与传感器相互作用使继电器R，打开。这时红灯点燃，这表示：“该树只用一把伐木剪即可截断”。司机按下伐木剪的按钮，使相应的磁力机构和电磁卸荷阀接通，于是液压缸7的回油道打开，液压油直接流回油箱。伐木剪以10,000公斤的作用力将树截断。司机放松按钮以后，借助于液压缸6使伐木头及其所夹持的伐倒木一起转动而将该树放倒，同时用臂梁使伐木头和伐倒木靠近联合机，以便将它送入打枝机的进料辊或者归堆。

如果立木直径超过20厘米，则应按下游锯按钮，于是控制链锯的液压马达和进锯液压缸的磁力机构被接通。链锯将树锯断，只留下8—9厘米宽的“留弦”。锯截结束时，导板停止不动，同时接通继电器R₂，黄灯点燃。这说明锯导板已经处于极端位置，锯木已经结束。然后链锯回到原来的位置，用伐木剪把“留弦”截断。

形成“留弦”的装置

为确保在不开下口伐木时树木的倒向，树开始倒落时，在立木附近需要有一个牢固的支承，以使树绕这个支承倒落。在大多数常用的伐木头中，当锯截结束时，都在伐根上剩下一些不锯断的木纤维（“留弦”）。“留弦”就能起这种支承作用。有时候也可以采用人工的支承(如图14.r)。这种人工支承也能部分地起到这种作用，但它并非经常有效。因此，采用上述伐木头的 БП-80 联合机仍然要“留弦”。此外，“留弦”也是为使切削机构及时回位，特别是在树倒落时不能排除损伤切削机构的情况下，尤其重要。

下面研究一下最常用的几种形成“留弦”的装置(图16)。

图16.a.б.в.表示在BTM-4联合机的样机上使用过的形成“留弦”的装置。该装置有一个壳体，壳体上装有锯的液压马达、锯进给液压缸、铰接在水平轴6上的压臂5和由回转支承8控制的顺序阀7。

用起重臂将伐木头移近立木，使压臂5与立木的根部接触。此时压臂在自重作用下，绕轴6转动，从垂直状态变为水平状态(图16.б)。然后，开动锯的液压马达2及锯的进给液压

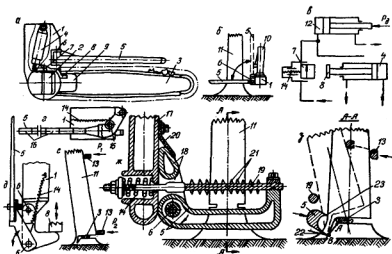


图16 形成“留弦”的装置

- 1.壳体 2.液压马达 3.锯 4.进给液压缸 5.压臂 6.水平轴 7.顺序阀 8.支承 9.锯的总臂
- 10.起重臂(吊架) 11.立木 12.推树液压缸 13.推树杆 14.弹簧 15.滚柱 16.固定套筒
- 17.压木杆 18.凸缘 19.弹性支座 20.挡板 21.刺钉 22.下切刀 23.上切刀

缸，进行锯木。当剩下一定宽度的“留弦”时，固定在锯悬臂上的支承8压住顺序阀7，因而液压油进入推树液压缸12的活塞腔。“留弦”的尺寸靠改变锯链和压臂之间在支承作用下打开顺序阀时的间隙来调整。

对这种伐木头进行了生产试验，发现压臂常被树撞断，“留弦”的尺寸对一些树过大了，而对另一些树则又过小了。“留弦”过大，会引起木材劈裂；过小又会发生夹锯现象。

图16.r表示一种挠性压臂的结构。它是由若干个圆柱套筒构成的。套筒的一端为圆球形凸起表面，另一端为圆球形凹入表面。这些套筒表面一个接一个地装配后，并用钢索穿起来使之保持这种形状（如图中虚线所示）。钢索一端固定在最左边的套筒内，另一端则固接在弹簧上。

苏联专利№ 406517也提出了一种挠性结构的压臂。它是由线轴状的套筒构成的，套筒中间穿过一根钢丝绳。钢丝绳的一端固定在最边缘的套筒内，另一端固定在具有单向作用液压缸的带弹簧座的活塞杆上。

对这些压臂进行了试验，未获得较好的效果。在压向立木时，压臂就弯了；“留弦”的尺寸也未达到预定的数值。

图16.n表示的压臂为变断面的弹簧钢板形状。当支承8向上抬起时，在弹簧作用下，压臂5呈水平状态（工作状态）；当支承落下时，压臂呈垂直状态（运输状态）。对这种压臂进行了试验，表明：这种结构不够理想，因为压臂常常折断，并且对不同直径的树木所剩下的“留弦”尺寸都一样。

还曾提出了另外一些结构型式的压臂。例如，苏联专利№ 364293提出了一种可折叠式的压臂，上面配备了其工作位置的定位器。苏联专利№ 531519提出了另外一种结构。当切削机构对正立木以后，利用液压缸使压臂下落到工作位置，同时借棘轮棘爪机构将起重臂（吊架）连同位于树旁的切削机构一起固定在一定的位置上。锯木时，使压臂离开树木倒落的区域，以免折断。但是这种结构也未获得成功。

根据锯口直径的大小形成不同尺寸的“留弦”，还是一个没有解决的问题。而不解决这个问题就不能制造出自动控制操作、木材损伤不超过国家标准、树倒向准确的伐木头。目前，操纵BM-4、BTM-4、JII-17、JII-49的司机还不能准确地确定“留弦”尺寸，以致出现树干劈裂和倒向不准的现象。

1963年苏联专利№ 159073曾提出过一种控制树倒向的方法。在树干的锯口以上部位施加两个推树杆（图16.e）。上面推树杆的作用力为 P_1 ，它使树向伐倒方向倾斜；下面的推树杆的作用力为 P_2 ，它可将木材的劈裂转移到伐根上去。

对该方法进行了生产试验，表明：伐木时树干部位的木材劈裂现象一般不发生了，但是适宜的“留弦”尺寸不易确定。所以这种方法也不是很成功的。

为了消除上述伐木方法中的缺点，又提出了一种伐木机构（图16.ж, з）。它包括链式切削机构、从锯口将推树力传给树干的推树装置和带有压臂5的压木杆17。在压臂上有一个凸缘18（它可限制压臂绕水平轴向上转动）和一个挠性支承19。圆柱弹簧14保持压臂呈水平状态。当压臂受到倒木的撞击而向下转动时，弹簧14可以使之恢复原位。在挠性支承19上装有刺钉21，以防在伐木过程中树干滑动。

伐木机构对正立木后，使推树杆支在树干上，压臂5靠在伐根上。压木杆同推树杆是利用液压缸和拉杆连接在一起的，然后开动切削机构。当锯截到一定深度（或者达到预定的“留弦”宽度）后，从锯口一侧利用推树杆推动树干，这样就能使树干部位比树梢部位早一

些向外移动。因此，木材沿 AB 线（图16.3）发生劈裂（在伐根上）。同时，下切刀22在锯口以下部位将“留弦”截断。在立木继续倒落过程中，上切刀23又在锯口平面内将“留弦”截掉，然后立木绕挠性支承19倒下（挠性支承的位置高于锯口平面，低于推树杆对立木的作用点）。假若推树杆、上下切刀和挠性支承在伐树之前都安放好，无论是在树木伐倒的过程中，或在伐木结束时，伐倒木的全部动载荷都被挠性支承19和弹簧14所承担。如果树干的冲击非常大，则压臂5同挠性支承一起绕其轴向下转动，从而避免损伤。

结 论

使用伐木剪伐木会造成树干的严重损伤，还需要很大的驱动力，且切削机构笨重。而铣刀的传动结构复杂，消耗很大的功率，还需要铣刀的保护装置，以免受到伐倒木的冲击。铣刀的制造和刃磨也很麻烦。所有这些都限制了这些机构的广泛使用。

链式切削机构重量轻，切削效率高。但是考虑到伐倒木对它的碰撞，需要增加切削机构的厚度；而在锯木结束以后，又能够及时使切削机构复位。这样就会增加切削机构的重量和锯木的动力消耗。

伐木头除了要求结构简单、操作方便和重量轻之外，还应该做到不损伤木材、伐根低、树倒方向及倒落位置要准确。

为了消除伐倒木大端的损伤（劈裂），“留弦”宽度不应大于锯口直径的十分之一。“留弦”能保证切削机构及时抽回。立木开始倒落时，“留弦”还起铰轴的作用，立木绕其铰轴倾倒。

如果将伐木头固接在树干上低于锯口的位置，则伐根必然较高，而降低伐根10厘米，在1公顷林地的伐区内就能多得4—15立方米木材。

伐木时，用抓具将树干夹持住（同任其自由倒落相比），能够控制树倒方向、缩短倒落时间和归堆时间。

为了消除大树倒落时动载荷对伐木集材机（如ЛМ-19，ЛМ-49）的影响，这类机械应能及时地将抓具松开，放倒伐倒木，并把起重臂转到一侧。联合机的专用推树装置应该既能同时和起重臂一起进行推树动作，又能单独地在伐根上直接将树推倒或先使其脱离伐根再推倒的动作。

当自由倒落时，树越细小，则推树杆伸出的距离应该越长，才能保证树倒向准确，也就是说，推树杆应使树向伐倒方向至少倾斜7—10度。

锯木结束时剩下的“留弦”应在树刚刚倒落时就全部折断，否则会造成木材劈裂。树自由倒落时，如用伐木剪开下口，并将它留在锯口中，这样不仅不能减少，反而还会增加木材端部的损伤。

带有起重臂的伐木集材机（如ЛМ-49）同不带起重臂（树木自由倒落，如BTM-4）相比较，它对伐倒木倒落的位置要求不高，能够迅速地抓起互相搭挂的伐倒木，并将其归堆。利用这类机械锯截、归堆倒木和风倒木也不会降低生产效率。借助于起重臂还能进行制材和木捆转运工作。把起重臂放到拖拉机前方位置，还能够改善支重轮的载荷分配。

王德惠译自“苏联森林利用与水运，情报综述，1979年，第14期”
郑五华校

伐木打枝机的结构特点

伐木和打枝的方法

完成伐木和打枝工艺工序的方法是决定伐木打枝机工作装置的参数和总体结构的主要因素。

伐木及将它置于打枝拖曳装置中有两种方法。第一种方法是伐倒木直立着或斜靠在打枝拖曳装置的起重臂上(John Deere-743, Lokomo-961 T, Lokomo-961 S, Pika-75); 第二种方法是伐倒木倒在地上, 大端在倾倒的过程中或落地以后, 被置于打枝拖曳装置上(Volvo BM-900)。采用第二种方法, 工作装置具有较长的伸距和较轻的重量。

表1 为主要打枝方法和其工作元件的分类。

表1

打枝方法	工作元件
单机式	
刀切	刚性切刀, 链式切刀(镗式), 铰链切刀, 螺旋环式切刀
铣切	平面旋转式切刀, 螺旋, 转子式铣刀, 铣刀
旋切	转子式切刀
锯切	链锯, 圆盘锯
组合式	
折断	带锯齿的转子, 钢丝绳环, 漏斗装置
铣切	铣刀, 螺旋
刀切	刚性切刀, 铰链切刀

切刀式打枝机的作用原理是向树枝直线进刀或将树枝向刀推进, 无木屑, 拖曳力达60千牛顿, 切削速度3米/秒以上。

铣刀式打枝机的作用原理是用一种旋转式多刃刀(铣刀)连续切下一块块的木屑。转子式切刀的刀刃固定在环形转子上。链锯装置是用一条软带锯绕着树干的横断面而使锯和伐倒木作旋转横进运动的方法作仿形运动。

打枝装置的作用是使伐倒木(或成捆的伐倒木)在通过障碍物的移动过程中迫使树枝弯曲和折断。

应用最广的是切刀式打枝装置。刀具有刚性切刀、铰链式刚性切刀、链式切刀和螺旋环式切刀。

在研制多工序联合机的实践中, 应用最广的是刚性切刀(John Deere-743, Lokomo-961 T, Volvo BM-900)和链式切刀(Osa-705, Caterpillar-950)。刚性切刀的结构简单、使用可靠、金属耗量少和拖曳伐倒木时阻力小。

目前, 在采取单株方法打枝时使用两种拖曳方法:

第一种方法, 拖曳装置与被加工的树干在一个和几个限定部位内相互接触, 并且在拖曳

过程中作往复运动(ЛЮ-72, ЛП-30, Logma-310, Pika-50, Pika-75)。该方法的优点是可能造成较大的拖曳力(达100千牛顿),除受夹持的部位外,树干的其它部位不会被机件所损坏。

这种方法的主要缺点是要求较长的导向杆或桁架,以供夹持装置往复运动,这就增加了金属耗用量和降低了机器的灵活性。此外,由于拖着伐倒木的移动跑车有启动和制动周期,这就造成拖曳装置作业过重、工作可靠性差,因此,不可能将打枝速度提高到2米/秒以上。按这种方法作业的机器,因空转而使效率降低。在 Pika-75 和 Larson L-56 两种多工序联合机上使用这种方法,将原条加工成不同长度的原木,在某种程度上之所以可行,是因为它大大简化了检尺装置。

第二种方法的主要原则是拖曳装置与被加工的伐倒木整个树干接触。属于这种作业方法的有滚压式和履带式两种拖曳机构。

一些用于造材的机器,采用这种打枝方法更为合理,因为使用这种方法,拖曳伐倒木的动作是连续的。按这种方法作业的装置,其结构紧凑,耗用金属量少。由于打枝过程是连续的,这就减轻了拖曳机构的负荷,提高了机器的可靠性,缩短了拖曳时间和提高了工作效率。

近年来国外多工序联合机的结构较多地采用滚压式机构,如 Volvo BM-900, Lokomo-961 T, John Deere-743等。这种机构与履带式相比具有金属耗用量少、结构简单和安全可靠等优点。

在研制伐木打枝机时,最好采用刚性切刀无屑打枝和滚压式拖曳装置。

对在 ЛП-17 联合机的起重臂上装上带转子式链锯的打枝装置进行的试验,引起了人们的兴趣(苏联专利№ 554842, 1977年)。这台机器的用途是:为堆放在地上或装在运材车上的木捆部分地打枝,切除梢头木和装车后的木捆齐头等工作。此外,这种机器还能够开发伐区岔线、清理山上楞场、归楞和收集伐区剩余树木等。

为了清除岔线和山上楞场的树木并除掉树根,需要在打枝装置上装设与 ЛП-17 型机一致的压木杆和切削机构。该样机已通过夏季试验。当转子的速度为300—400转/分时,能顺利地打掉云杉的枝桠。

工 作 装 置

起重臂

伐木打枝机主要采用铰链式、伸缩式和复合式起重臂。应用最广泛的是铰链式起重臂(Lokomo-961 T, John Deere-743)。铰链式起重臂的最小伸距为1.7—4.0米,最大伸距为5.3—8米;最大伸距时的起重量为14—15千牛顿,最小伸距时的起重量为30—40千牛顿。

许多多工序联合机采用复合式起重臂。这种起重臂的主要结构为铰链式,而摇杆则为伸缩式。

在以 ТБ-1(ТДТ-55)型和 ЛП-18А(ТТ-4)型拖拉机为基础设计的伐木打枝机的初期阶段,起重臂可以保留铰链式结构,但在以后阶段必须考虑带伸缩式摇杆的复合式结构,然后再完全采用伸缩式结构。

根据对国外起重臂的参数和结构的分析和研制 ЛП-49、ЛП-50 型伐木集材机的起重臂和 ТБ-1、ЛП-18А 型联合机变型的经验,表明:以 ТДТ-55、ТТ-4 型拖拉机为基础的集材

机、伐木集材机和伐木打枝机最好采取一种最大限度统一的起重臂，这种起重臂只有摇杆的参数和个别情况时的吊杆参数不一样。

对适合所有采伐种类和方式（透光伐、除伐、疏伐、生长伐及皆伐等）的伐木归堆工作装置（起重臂和伐木头）的规格尺寸进行了探讨，表明：采用由五个规格尺寸组成的系列，可做到每采伐1立方米木材的费用最少。

伐木头

伐木打枝机采用带链锯机构的伐木头(Lokomo-961, Volvo BM-900, Pika-75) 和带切刀的伐木头(John Deere-743)。

表2所列为由Case公司生产的应用在Drott联合机上带切刀式伐木头的参数。

表 2

参 数 名 称	参 数 值		
	伐 木 头 型 号		
	406	508	609
立木在切削平面上的最大直径(毫米)	406	508	609
伐木头的重量(公斤)	998	1996	2631
树木的最大计算重量(公斤)	1360	2268	3175
切刀厚度(毫米)	12.7	15.8	19.22
压木杆的最大展开量(毫米)	940	1240	1240
液压缸直径(毫米)			
用于压木杆	89	129	120
用于切刀	158	165	203
用于贮存器	—	89	89
MII 液压系统内的压力(公斤/厘米 ²)	21(210)	21(210)	21(210)
伐木头的外形尺寸(毫米)			
宽	1580	1900	2310
高	1820	2130	2580
伐木和归堆的方法	切削、搬运和归楞		

下面将对切削机构、压木杆、伐木千斤顶、楔子、吊架装置等进行分析。

图1为切削机构、压木杆和棱形支承的布置示意图，表3为对上述几部分优缺点的分析。

对上述各结构原理示意图的分析，为国产伐木打枝机的伐木头的总体布置、以及为成批生产的和正在研制的 JII-2、JII-17、JII-19、JII-49 型联合机的改进提供了依据。

图2.a的装置于1972—1974年在 BII-8 和 JII-17 型样机上通过了试验。该装置的伐木力矩取决于起重臂的起重力(力P, 图2)。采用这种结构要求“留弦”严格保持在树倒方向内。这种装置的主要缺点是：起重臂在每一次循环中都要施展适于按立木最大材积计算的最大起重力。因此，增加了工作装置的金属耗用量。此外，在完成各次工艺循环的过程中，由于载荷不同，使完成归堆集材和伐木集材工序的起重臂式联合机工作装置的统一问题复杂化了。在 BII-80 联合机上付切刀用于低于锯口平面的锯切，而在 JII-17 型联合机上则用于锯口平面以上15—25毫米处的锯切。

图2.6为千斤顶的示意图。1975年 JII-17 型联合机采用过这种千斤顶，JII-49 型样机(苏联专利№ 499861, 1976年)也曾使用过。

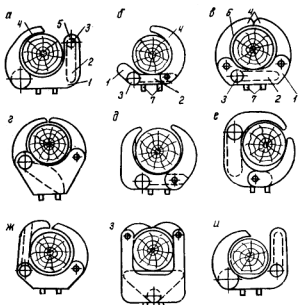


图1 伐木头原理示意图

1.壳体 2.锯导板 3.液压马达 4.活动压木杆 5.固定压木杆 6.切切刀 7.与起重臂的连接部分

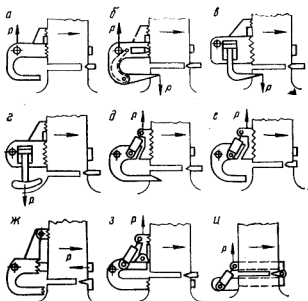


图2 伐木头千斤顶的原理示意图

布置示意图 (见图 1) 及其所属机器	结 构 特 征	
	优 点	缺 点
图 1.a ЛП-2, Ösa-670	紧凑, 能很好深入雪地	“留弦”位置与树干直径有关, 有功能的局限性
图 1.б ЛП-2 (样机), ЛП-19	同 上	同 上
图 1.в Valvo BM-900 型 (有一个固定压木杆)	紧凑, 能很好深入雪地。“留弦”固定在付切刀和锯导板之间	安放伐木千斤顶 (楔) 有困难
图 1.г 以 BKС-120 拖拉机为基础的 ЛП-17, ЛП-49	“留弦”的部位总是在树倒方向, 便于安放千斤顶 (楔子)	锯导板 (凸出部分) 制造复杂, 金属耗量大, 比用对称形的寿命短
图 1.д 奥涅日工厂生产的 ВП-80	紧凑, “留弦”总是在树倒方向	有功能局限性
图 1.e “Дарел-1”型切刀式切削机构, 1967 年制	“留弦”总是在树倒方向	有功能的局限性, 机构上各部受力不对称
图 1.ж Cranab-55	同 上	增大了其中一个压木杆的外形尺寸, 只适用于全树移动的伐木方法
图 1.з Ösa-640 型伐木头上采用, 1975 年制, 带有对称形锯导板	同 上	有功能的局限性
图 1.и 用于试验工作, 部分用于 ЛП-20	“留弦”总是在树倒方向	有功能的局限性

在这种结构中, 伐木力来自千斤顶的杠杆和起重臂的起重力。使用千斤顶可以增大伐木力矩和减少起重臂的负荷。这种结构的缺点是: 千斤顶的切刀切入树内需要花费很大的力, 有积雪时切刀更难切入, 按这种原理工作, 可能出现斜茬, 伐根较高。

缩短千斤顶杠杆的长度以及使它最大限度的接近锯导板的长度, 这样可以使结构更加完善。按图 2.в 的锯导板和压木杆的配置, 可以缩短千斤顶杠杆的长度。千斤顶的切刀和位于支承杆上的上支承应该相互靠近, 这样可以不需要中间支承 (棱形支承)。

带付切刀的第一个杠杆应与锯导板位于同一平面, 第二个则与上支承位于同一平面。千斤顶切刀的形状和结构必须根据它能对树干具有最大的啮合力和需要最小的切入力来选择。目前只对平板切刀和带三棱齿的切刀进行了试验。

图 2.в 所示为千斤顶垂直移动的示意图。这种千斤顶应用在列宁格勒基洛夫林学院研制的伐木归堆机上, 并于 1973 年在克列斯切茨克实验森工局进行了试验, 表明: 这种千斤顶的结构可以排除夹锯现象, 在伐木时起重臂无负荷。

图 2.r 所示为一个支承盘。根据该原理中央森工机械化动力科学研究所于 1971 年研制了一种伐木头，装在 ЛП-2 型联合机上，于 1972 年在克列斯切茨克森工局进行了试验。带支承盘的伐木头也可在用于抚育伐、择伐和保留幼树采伐的起重臂式联合机上找到应用。

图 2.a、2.e 所示千斤顶带有在垂直平面内能活动的棱形支承。按图 2.a 棱形支承的反作用力被带有刀头的支承(其位置低于锯导板)和压木杆上的付切刀所承受；按图 2.e 只由压木杆上的付切刀来承受。上述各原理图引起了人们的兴趣。因此，需要详细地研究并制造出样机。作为该装置的平面图可以采用图 1.n 示意图。按该图所有压木杆都带有液压驱动装置，或者两个压木杆(或一个)带有液压驱动装置，而另一个为固定式悬臂压木杆。

图 2.ж 所示是带千斤顶的示意图。按这种原理在锯切之后(可以“留弦”)把树干压向棱形支承，以便推倒树木。1975 年在索涅奇戈尔斯克林业联合企业和在奥列宁斯克森工局进行 ЛП-17 型机器试验时，对这种原理进行了检验。试验表明：应用这种原理，当把树干压向棱形支承时，发生夹锯现象。

对 ЛП-17 型机器进一步试验和研究表明：夹锯现象可以通过用切刀在主要锯口水平上助切和“留弦”的办法来消除。“留弦”可使在抽出锯导板时锯口不至合死，因为“留弦”把树干与伐根连接并固定住了。

图 2.з 为千斤顶与伐木头完全固定在伐根上的示意图。在这种结构中，棱形支承和抓具压木杆实际上是与伐根相接触，在棱形支承和压木杆的上方装有切削机构和推树装置。这种结构是由西伯利亚森工研究所和克拉斯诺雅尔斯克林业机械厂研究和制造的。该结构的优点是伐木头与伐根固定得牢实，伐木力矩大以及在锯切和推倒时起重臂不受力，缺点是伐根过高、难于控制树倒方向，以及因为两次夹紧而降低其质量。1972 年在研究奥涅日工厂生产的 БП-80 型联合机(在距锯口平面 0.7—0.9 米处夹紧树干)时，证明：一个循环的时间平均增加了 10 秒。采用这种机构，由于在树干上留有起固定作用的“留弦”，从而保证了树倒方向。

图 2.и 所示的原理是在锯口的上下两面内夹紧树干、在锯口平面上切入及“留弦”。拉脱维亚林业科学研究所于 1968 年，中央森工机械化动力科学研究所于 1973 年对上述带切刀式切削机构的原理作了进一步探讨(苏联专利 № 501716, 1976 年)。

在伐木头的结构上，为了增大伐木力矩，还可以采用楔子和楔子与千斤顶并用。图 3 为这种结构的主要示意图。

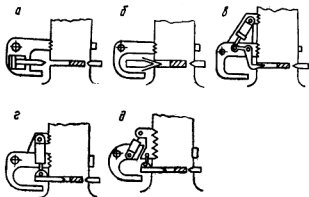


图 3 伐木头带楔子和楔子与千斤顶的示意图

伐木头的设计者们之所以对楔子感兴趣，是因为可能产生巨大的伐木力矩，而传给机身的力较小以及金属耗用量少等。

吊装装置

图 4 所示为国内外伐木机械所采用的立柱和吊装装置的主要结构原理示意图。代表吊装装置或立柱装置的主要特征是横竖铰接点的数量。铰接点是保证伐木头乃至整个伐木机的灵活程度和功能的机件。此外，还分为不同回转角度的、不同传动机构和不同铰接点排列顺序的吊装装置和立柱装置。

图 4.a 立柱具有一个横铰接点的示意图(ЛП-12, ЛП-19)。这种结构便于制造、使用可靠。但是采用这种机构，在夹持倾倒木时以及机器放得不平时，会使起重臂和锯导板承受巨大的作用力，因而降低其寿命。此外，只采用一个铰接点也会降低机器的功能，如在有风倒木的伐区作业时就会产生这种情况。

图 4.6 是具有二个横铰接点的结构示意图 (Lokomo-961T, Ösa-670, Cranab-55)。这种结构能降低工作装置的负荷。在 ЛП-2 和 ЛП-19 上立柱恢复二个横铰接点，制作几台样机，再进行试验比较是较妥当的。

图 4.r 所示是由二个横铰接点和一个竖铰接点组成的吊装装置。这种吊装装置与传动装置通过拉杆与起重臂相连，被应用在 ЛП-17 型联合机上，于 1976—1977 年在奥列宁斯克森工局进行了试验。吊装装置的传动是通过液压缸与起重臂相连，伐木头的传动与竖铰接点之间无联系。采用没有竖铰接点强制传动的吊装装置的研究工作正在进行。根据这个原理研制出的吊装装置装在 ЛП-49 联合机上，目前正准备在奥列宁斯克森工局进行试验。

上述结构的吊装装置在夹树和把树放倒的过程中对机器的起重臂产生巨大的作用力。使吊装装置的传动液压缸对起重臂呈浮动状态，以及在液压系统中采用带节流阀的缓冲装置可以减少这种作用力。

采用图 4.d、4.e 所示的吊装结构，对工作装置的作用力会显著降低。用于皆伐（不留幼树）作业的联合机适合采用这种结构的吊装装置。Volvo BM-900、Ösa-705/260、Ösa-705/270、Lokerri、Valmet-880 KK 等联合机采用具有四个和五个铰接点的吊装装置。

对 ЛП-2、ЛП-19 型联合机的伐木归堆工作装置的改进可以从以下几个方面进行：作为伐木的基本方法可采用综合式，即中小径级树可以整株地吊起、移走并归堆，这样可以保存幼

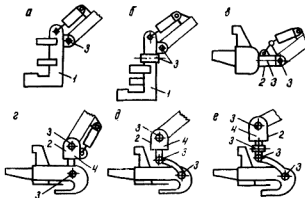


图 4 伐木头的吊装装置的示意图

1. 立柱装置 2. 吊装装置 3. 横铰接 4. 竖铰接

树;大径级树可以先放倒,然后再归堆,这样可以减轻工作装置的重量和所承受的作用力,增大安全系数。切削机构也需要采用综合机构,即由锯导板和切刀组成,这样使结构更趋于完善。

为了在锯切和退锯时不使锯导板有夹力,并使树在锯切过程中保持稳定和保证树倒方向,应该在树干上“留弦”,以起固定作用。“留弦”可以留在树倒向一侧,也可以留在相反的一侧。助切可以在夹紧的时候或在主锯切之后进行。在完成主锯切并抽出锯导板以后,应将“留弦”锯完。锯“留弦”部分允许使用小节距的链锯。这样可以加大切削速度和减少能量消耗。为加大工作装置的安全系数,应考虑在液压系统中增加减震和节流装置。

打枝拖曳装置

分析国内外的打枝机和多工序联合机以及国内外专利,可以看出,打枝机按其运动特征可分为三种类型:夹持式(Л0-72, ЛП-30, Pika-75, Larson L-56)、滚动式(Lokomo-961T, Volvo BM-900, Ösa-705, John Deere-743)和履带式(Caterpillar-950, ЛП-51)。

瑞典主要是研制由一个固定切刀和滚子及二个活动切刀和滚子组成的打枝拖曳装置。很多著作中指出切刀更适合用于大中径级树木的打枝,而对小径级树木则差一些。某些打枝机采用的打枝拖曳装置是由“锄状”切割装置和滚动式拖曳装置组成的。

“锄状”装置适用于加工大小径级的树木,甚至弯曲木和不圆木。它的主要缺点是难于制造、可靠性差、要求较大的拖曳力。滚子的位置可以是垂直的、水平的或倾斜的。滚子的形状也可以改变。

为保证与被加工的树木有较好的啮合,在滚子的表面上安放一些销钉或筋板。但这样的滚子会损伤木材。

为减少或避免损伤木材,试验了多种结构的拖曳装置(多滚装置、大直径滚子、气压轴颈)。表4列出了伐区多工序联合机的打枝拖曳装置的技术使用数据。

尽管履带式拖曳装置很复杂,金属耗用量大,但许多设计者对它仍感兴趣。目前卡列里森工研究所正在进行 ЛП-Б1 型打枝机的试验。该型打枝机采用了履带式拖曳装置。

表 4

名 称	Lokomo-961T Volvo BM-900		Ösa-705 John Deere-743	
	切 刀	切 刀	“锄状”刀链	切 刀
切削机构的型式	切 刀	切 刀	“锄状”刀链	切 刀
刀 数	3	3	—	3
拖曳装置的型式	滚 子 式		滚 子 式	
滚 子 数	3	2	3	2
滚子形状	锥 形		圆 柱 形	
滚子的最大直径(毫米)	410	—	500	457
滚子的高度(毫米)	500	—	400	500
滚子的最大圆周转速(米/秒)	2.4	3.0	2.1	2.0
最大拖曳力(千牛顿)	37.1	32.0	51.0	63.5
被加工树干直径(毫米)				
最 大	60	50	56	46
最 小	5	4	5	6.4
打枝装置的启动时间(秒)	—	1	1	—
打枝装置的关闭时间(秒)	—	1	1	—
发动机功率(千瓦)	206	90	120	113.4

伐区机械工作装置的主要发展趋势

预测法

为了根据专利资料和其它科技情报来确定伐区机械工作装置的主要发展趋势，创立了预测法。

工作装置发展的预测法是在编制远景规划、制定目前计划和在完成科研、设计和试验时被采用。

表 5 为研制工作装置的各个不同阶段使用预测法的目的和任务。

表 5

内 容	阶 段, 分 阶 段	
	ГКНТ号*	预测的目的和任务
编制远景规划		阐述解决研制和改进工作装置的主要技术方向及其发展进程
编制目前计划		研究关于完成课题的合理意见和确定解决的方法
科研工作	И1	确定使用技术和经济指标
伐区过程工艺工序的分析、改进和设计	И1а	确定工艺工序, 一个循环的时间和生产效率
伐区机械(包括底盘与工作装置)的分析与改进	И1б	确定使用、技术和经济指标
试验研究	И1в	确定使用、技术和经济指标
汇总成果, 编制对研制工作装置的工艺要求和意见	И1г	确定使用、技术和经济指标
编制技术文件	И2	更明确的说明使用、技术、人机工程学指标和决议事项
编制技术任务书	И2а	同 上
编制技术建议书	И2б	选择和确定功能和结构原理图以及将其编码供机械设计用
画设计草图	И2в	工作装置的机械设计
编制技术设计文件	И2г	选择和确定工作装置的各个系统、各部分和各单元的技术计算结果
编制施工文件	И3	最后确定和选择工艺工序、技术计算结果、原理图、参数和指标
制造试验样机(或几台样机)	И4	同 上
进行分阶段试验	И5	同 上
修正设计文件	И6	核实技术计算结果、原理图、参数和指标
小批生产	И7	每次鉴定前评价技术计算结果、原理图、参数和指标, 确定对工作装置改进的必要性及其成批生产的期限

* ГКНТ—国家科学技术委员会

在工作装置的研制阶段大约需要进行五次预测。

在采用循序渐近法评价和预测工作装置时，完成功能和结构的分析。根据所完成的工艺工序各单元的性质、顺序和数量划分出比较过程，并根据这些过程寻找专利情报。评价工艺过程的主要标准是：一个循环的时间；能减少工序单元和合并工序或工序单元的数量；在整个工艺过程中对劳动对象连续运动的要求。在进行工艺过程的评价以后，分析和预测出锯切、伐倒、归堆、集材、打枝和造材的方法，然后再分析和预测出工作装置。利用循序渐近法可以把工作装置划分成系统、分系统和单元。

对工作装置采用六项评价指标：功能和工艺意义；技术特点；符合否当代技术发展方向；机器的可靠性；安全技术要求与人机工程学；专利密度。根据上述原则编制评价工作装置分析表。

根据所确定的表格编制模式。

采取这种方法可以完成专利和其它科技情报的定量分析，发现工作装置的最先进的技术成果，并在此基础上综合预测出允许大幅度地提高伐区机械生产效率的工作装置。

在做过相应的编码后，机械设计时（在编制技术建议和设计草图阶段），可以借助数学模拟对所确定的原理图进行改进。

当工作装置的模型、试验样机和生产样机处于试验阶段时，预测工作的目的是加速机械的研制和改进，这时主要的评价指标是：技术、经济、能耗和与试验条件和劳动对象参数有关的人机工程学指标。

试验阶段的评价标准是：单位金属耗用量、单位能量消耗、单位劳动消耗、生产效率、每立方米木材的费用等。通常劳动消耗、每立方米木材的费用和生产效率是决定可否将工作装置交付批量生产的三个效益指标。但是像伐区机械的金属耗用量、能容、起重臂的最大伸距和基本投资等参数和指标又对上述指标起决定作用。

勒、弗、波戈列雷(Л. В. Погорелья)和弗、弗、勃列伊(В. В. Брен)提出一个函数式，可供评价工作装置以至整个采伐机械使用。该函数式表示出效益标准 J_H 和伐区机械参数之间的关系，描绘了在某一时间“t”内生产1立方米木材的费用。

$$J_H = \int_0^t F(G_M, \Pi, K_T, \Theta_{r\theta}, K_{r\theta}) dt,$$

式中 G_M —机器重量；

Π —生产效率；

K_T —技术指标；

$\Theta_{r\theta}$ —单位能容；

$K_{r\theta}$ —单位基本投资。

在对国内外伐区机械的技术、使用和经济参数及指标的发展情况进行综合与分析的基础上，可以绘制出机械的生产效率、劳动生产率和每立方米木材的费用与单位基本投资和单位能容之间的关系特性曲线。此外，还可以预测出1985年和1990年以前的各种机械的参数和指标。

为取得新研制的伐区机械的效益，必须保证机械的生产效率和基本投资之间有适当的比例。

对技术决定和结构分析的结果

根据对发明创造的工程技术意义的评价方法，进行对工作装置发展趋势的预测，然后完成对总体布置图的评述、质量分析和预测分析。

表6

主要比较组序	远景系数值
液压起重臂	
铰接式	0.56
伸缩式	0.42
综合式	0.64
切刀式伐木头	
两个平刀片一个轴	0.32
两个平刀片二个轴	0.39
一个平刀片	0.36
二个凸形刀片	0.40
一个压木杆	0.45
二个压木杆	0.67
链式伐木头	
对称窄形锯导板	0.61
工作部位凸出的锯导板	0.44
锯导板平行伐木头的纵轴线放置	0.47
锯导板垂直伐木头的纵轴线放置	0.49
切削机构的发动机置于伐木头前面	0.42
切削机构的发动机置于伐木头侧面	0.69
切削机构的发动机置于伐木头后面	0.39
吊装装置(立柱)	
一点铰接	0.39
二点铰接	0.48
三点铰接	0.52
四点铰接	0.63
五点铰接	0.70
与手把自由连接	0.65
与手把通过传动连接	0.53
对整轴自由连接	0.57
对整轴通过传动连接	0.57
打枝拖曳装置	
切刀式, 滚子式,	
立式	0.58
平式	0.47
切刀式, 履带式拖曳装置	0.41
切刀式, 组合式拖曳装置	0.46
链式切刀, 滚子式	
立式	0.52
平式	0.42
链式切刀, 履带式拖曳装置	0.39
造材装置	
链式	0.60
圆盘式	0.37

表续 6

主要比较组序	远景系数值
伐木架	
两个压木杆用横铰接轴与底盘联结	0.59
两个压木杆用横铰接轴与底盘联结	0.45

根据对伐木、归堆和打枝理论的分析及对工作装置工作规范与功能的分析,同时还要考虑到技术发展的总趋势,来选择评价参数。

把具有相同特征和特点的发明划分为若干个比较组序,借助于远景系数对单项发明进行评价之后,再对各组序进行评价,所获得的远景系数值列于表 6。

通过对发明提供的原理图的分析和对已知机器结构的评价,可以根据综合情况找出最有发展前途的工作装置。

多工序伐区联合机作业过程的研究

由于计算技术领域内的成就,在研究复杂的生产过程方面确定了一种崭新的方向——模拟。

苏联拉脱维亚林业科学研究所首先研究了带起重臂的伐木归堆、伐木集材联合机作业过程的模拟问题。

列宁格勒基洛夫林学院和中央森工机械化动力科学研究所也在从事使用模型的伐区机械作业过程的研究,最近利用模型和统计试验法已完成了 ЛП-17 伐木归堆机与 ТБ-1 和 ЛТ-89 抓钩集材机配套使用的研究工作。此外,莫斯科林学院也已开始从事使用模型的伐区机械的研究工作。

在国外的文献中,加拿大和瑞典专家们作了许多关于模拟伐区作业过程的报导。

加拿大利用所取得的试验资料进行了带起重臂的伐区机械作业过程的模拟试验,获得了以下结果:即各器的技术参数对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

机器的行驶速度对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

对于“Beloit”型联合机得出下列确定采伐木材所需时间的计算公式:

$$T = 59 + \frac{SG}{MV} \cdot \frac{10000}{y} + 67G$$

式中 T—采伐时间,分/米³;

S—木捆间平均距离,米;

G—立木平均材积,米³;

M—每公顷木材蓄积量,米³;

V—机器行驶速度,米/分;

y—起重臂展开面积,米²;

$\frac{10000}{y}$ —每公顷的展开数。

根据该公式绘制出采伐 1 立方米木材与机器行驶速度之间的关系曲线(图 5.a)。

提高机器的行驶速度,特别是在 3.2 公里/小时以上时,对采伐 1 立方米木材所需时间的

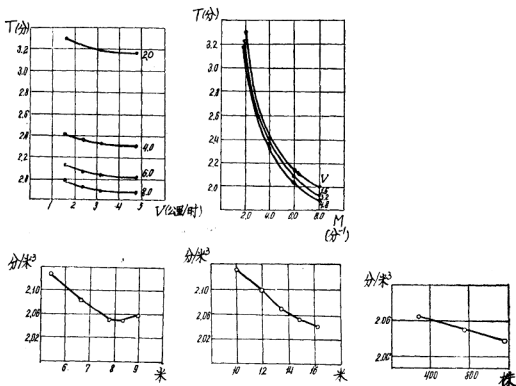


图5* 机器的行驶速度 (a)、起重臂回转速度 (b)、起重臂的最大伸距 (c)、各工艺走廊间的距离 (d) 与采伐 1 立方米木材所需时间的关系

* 图5.a、b、c、d的顺序是由上到下、左至右排列。

影响比较小。例如当速度由1.6公里/小时提高到4.8公里/小时时，时间仅减少1%。

起重臂回转速度对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

起重臂回转速度对采伐 1 立方米木材所需时间的影响比机器行驶速度的影响要大 (图5.6)。例如起重臂回转速度由 2 转/分提高到 4 转/分时，采伐 1 立方米木材所需时间就要减少 40%；当回转速度提高到 6 转/分时，还可减少 12%；提高到 8 转/分时，则再减少 7%。

起重臂的伸距对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

模拟试验表明，当起重臂的伸距在 2.4、3.0、3.6 米三个米段内改变时，在树木任意分布的情况下，采伐 1 立方米木材所需的时间实际没有变化。起重臂的最大伸距对采伐 1 立方米木材所需时间的影响稍大一些。例如伸距由 5.4 米增大到 7.8 米时，采伐 1 立方米木材所需的时间由 2.14 减少到 2.05 分/米³，即减少 3%；伸距增大到 7.8 米以上时，对采伐 1 立方米木材的时间即不再产生影响 (图5.b)。

各工艺走廊间的距离对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

走廊间的距离由 16.2 米减少到 10.5 米时，采伐 1 立方米木材的时间由 2.04 增至 2.14 分/米³ (图 7.r)，几乎与最大伸距时所获得的时间一样。因此缩短走廊间的距离会引起缩短起重臂最大伸距时同样的结果。

瑞典科学家 (Андрес Алмквист) 完成了带起重臂的 Drott 型伐木归堆机作业的模拟试

验。他所提供的结果和建议与加拿大科学家所获得的结果相接近。

最近，加拿大、瑞典和芬兰的科学家们完成了对各种目前使用的和正在研制的伐区机械以及木材采运成套设备的模拟试验，利用其研究成果，可以获得很大的经济效益。

与研制伐区机械模型的同时，正在研制立木和林分模型，把立木模型作为伐区机械的劳动对象，林分模型作为机器的生产环境。这样可以缩短和减少研制和试验机器新模型的时间和费用。无论苏联，还是其他国家的科学家们都对立木和林分模拟产生很大的兴趣。姆·克·鲍恰罗夫(М. К. Бочаров)、恩·勒·列奥恩特耶夫(Н. Л. Леонтьев)、伊·克·伊耶维恩(И. К. Иевинь)和尔·姆·恩尤恩赫姆(Р. М. Ньюнхэм)对立木和林分模拟工作作出了贡献。他们在模拟林分和机器的作业中揭示了用机器采伐木材所需的时间与这样一些指标，如立木的平均材积、每公顷木材蓄积量、每公顷株数、伐区内立木分布状态等之间的关系。

立木的分布状态对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

模拟了立木平均分布和集结分布的两种林分情况。模型上的试验表明：立木集结分布时，由于正确选择机器的进行线路，可以减少采伐 1 立方米木材所需的时间。

林分内立木的分布状态影响立木株数、每一次采伐量以及机器在作业点(展开点)之间移动的距离。在编制运筹图时证明了，作业点分布的范围和间距是随着林分从平均分布变为集结分布而增加。运筹图还表明，关于机器在每相邻两作业点之间的移动距离几乎相等的设想是不正确的。作业的面积及形状还取决于机器的技术参数，其中包括起重臂的伸距、起重量和回转角度。

每公顷内立木的数量和木材蓄积量对采伐 1 立方米木材所需时间的影响。

研究表明，随着每公顷株数由 400 株增加到 1200 株，即增加 2 倍，则采伐 1 立方米木材所需时间由 2.08 减少到 2.03 分，即减少 2.5% (图 5.4)。

增加每公顷木材蓄积量及立木的平均材积将会减少采伐 1 立方米木材所需的时间。林地的倾斜度、地面的微小不平等及积雪的深度对采伐 1 立方米木材所需时间的影响，由于缺乏情报资料而未加肯定。但是最近的一些著作已开始考虑上述因素的影响。

研究 Beloit H-14 型联合机时，参照一些试验数据，得出了下列表明机器特征的一些参数和使用指标。

Beloit H-14 伐木归堆机参数

起重臂的最小伸距	(米)	3.9
起重臂的最大伸距	(米)	7.5
展开始角	(度)	76.1
展开终角	(度)	283.9
伐带宽度	(米)	14.4
伐倒木的归堆角	(度)	135.0
机器的行驶速度	(公里/小时)	1.9
停顿时间	(秒)	5.0
起重臂的回转速度	(转/分)	3.0
使 用 指 标		
每公顷木材蓄积量	(米 ³)	135
每公顷内立木的株数	(株)	750
每公顷内展开次数	(次)	123

每公顷内行驶的里程	(米)	2240
每公顷内起重臂的回转数		47.3
每公顷内作业时间	(分)	
行驶		31.5
伐木和归堆		575.0
卸载		0.0
无效时间		0.0
每公顷内作业总时间	(分)	606.5
采伐 1 立方米木材所需时间	(分)	4.2

模拟试验的结果表明：使用加拿大模型，伐木和归堆 1 株树的平均时间为 0.808 分；使用瑞典模型时为 0.776 分。上述时间非常接近机器在生产条件下试验的数字，这证明模型的制造是成功的。

在研制新的和改进现有的伐区机械模型时，可直接参阅本述评资料，同时它又是研究伐区机械技术使用指标和作业工艺的比较系统的情报资料。

研制伐区机械系统的组织原则和方法

研制过程的基本情况

尽管近年来在研制伐区机械系统方面取得了一些成就，但其方法和手段还很不完善。目前普遍采用的启发——直观式的研制方法不会在短期内研制出具有所要求参数的、高效率的伐区机械系统，同时，还要考虑到现有的方法难于消除由于各个研制阶段采用的错误结论所造成的后果。

确立研制复杂的伐区机械系统的方法，特别是近年来研制的数量在增加，要求所起的作用更加复杂以及要求大力缩短研制周期的情况下，该问题显得越来越迫切。目前对于确立这种研制的科学方法正给予极大的注意，特别是在初期阶段，采用这种方法将会带来极大的效益。

分析其他部门研制机械系统的情况，可以看出，机械的效益是在研制的最初阶段形成的，而在以后的各个阶段是使其更加完善。这样就有可能避免在研制中少犯错误，即使出现错误，也可以花少量的时间和代价将其消除。

研制有效的伐区机械系统时，要求在最初阶段就解决其功能的研究任务，同时还要考虑影响机械系统功能的所有因素。在以后的各阶段，根据所掌握的补充情报资料还要反复地进行研究。

确定大量的试验项目和制造一系列样机要花费大量的财资，另外，尽管试验研究工作有其客观性，但它不允许充分地、综合地进行复杂的伐区机械系统的研究工作。因此，统计模拟，特别是使用算法语言的统计模拟对研制伐区机械系统具有重要的意义。

研制高效率伐区机械系统的组织工作，应保证总的研制方针；遵守要求、法律和义义务；完成所有分段的课题；应当保证顺序性和计划规定的所有工作项目。研制的组织工作应当具有灵活性，允许必要时在任何阶段进行理论的和试验的研究工作，在研制的各个阶段都应保证检验和明确该机械系统的效益。为在短期内完成研究课题，可以采用图表——目的法来管理研制的过程。为了采用这一方法，需要制定一个通盘计划，包括科研工作、试验工作、制造样机和试验样机以及生产试验工作。

苏共廿五大决议指出,在做科学和技术发展规划时,必须广泛采用图表——目的法。制定科学与技术发展规划采用图表目的法,要求解决科技问题的各个阶段的工作计划更加完备与妥善。1975年国家科学技术委员会利用图表——目的法制定了编制解决最重要科学技术问题的工作图表的方法,确定了图表的组成,完成任务的典型阶段和数字系统。

表 7

ГКНГ 号, 工作阶段	各阶段的工作成果
<p>И1 进行研制伐区机械的科研工作,并提出对研制工作的最初要求</p> <p>И1а. 研制伐区机械系统的数学模型 И1б. 用正在研制的机械来分析和改进伐区机械系统</p>	<p>数学模型 根据 ГОСТ15,001—73 和 OCT22-9-74 制定对研制伐区机械系统的最初要求</p>
<p>И2 编制新机械系统的技术文件</p> <p>И2а. 编制技术任务书</p> <p>И2б. 编制技术建议书 И2в. 编制草图设计 И2г. 编制技术设计 И2д. 绘制制造样机的施工图纸。 И2ж. 制造样机 И2з. 进行样机的功能和工艺试验 И2и. 样机的研究 И2к. 根据研究和试验的成果修正技术文件,并给于批准</p>	<p>根据 ГОСТ15,001—73 编制的整套文件(技术设计),其中包括制定施工文件的原始资料 根据 ГОСТ15,001—73 和 OCT22-9-74编制的技术任务书。 根据 ГОСТ2.118—73 编制的技术建议书 根据 ГОСТ2.120—73 编制的草图设计。 根据 ГОСТ2.120—73编制的技术设计 制造样机的设计和工艺文件 验收样机的报告书 样机的功能和工艺试验纪录 研究报告 根据 ГОСТ15,001—73, ГОСТ2.118—73,ГОСТ 2.119—73, ГОСТ2.120—73, OCT22-9-74 批准的技术文件</p>
<p>И3 编制制造试验样机的施工文件</p>	<p>制造试验样机的设计和施工文件</p>
<p>И4 制造试验样机</p> <p>И4а. 进行试验样机的初步(工厂)试验</p> <p>И4б. 进行优选和破坏性试验</p>	<p>样机的验收报告 根据 ГОСТ15,001—73 和 OCT22-9-74 编制初步试验纪录 根据规定程序编制的优选和快速安全系数试验</p>
<p>И5 进行试验样机的验收试验</p>	<p>根据 ГОСТ15,001—73 和 OCT22-9-74 编制与批准的伐区机械系统的验收试验记录和验收报告书</p>
<p>И6 根据试验样机的制造和试验结果,修正设计文件,以便开始批量生产</p>	<p>用于制造一定批量机器(首批工业规模生产的)的设计文件</p>
<p>И7 批量生产(首批工业样机)</p>	<p>一定批量的机器(首批工业规模生产)</p>

因为伐区机械系统的效益或质量是由它的生产效率、可靠性、结构的完善性、人机工程学、工艺性、经济性、便于运输和美观性所决定的，所以在制定通盘计划时，要制定保证上述各方面的具体计划。

编制保证在较短的时期内研制出高效率的机械系统所必须采取的措施和手段（即措施和手段的清单和顺序）是一项主要的任务。

表7所列出的的是研制伐区机械系统的典型阶段。该阶段是根据制定科学技术发展规划时采用的图表——目的法和根据解决最重要科技问题时编制的图表法所推荐的建议来确定。

进行科研工作后，可以确定对机器的林业技术要求。这些要求是编制技术任务书时的原始资料，然后根据国家标准（ГОСТ 15.001—73）和全苏标准（ОСТ 22-9-4）编制技术任务书。

下一阶段为制定技术设计和草图设计阶段。这时参考国内外科技成果。在完成技术设计之后，即交送审查和鉴定，然后由部批准。

根据标准编制施工设计和一切必要的文件。在施工图纸被批准以后，开始制造样机。通过对样机的研究和试验，再修正施工图纸，然后制造试验样机。

通常是在研制部门的试验工厂制造样机。试验样机则在将来新机械的制造厂制造。试验样机在成功地完成了工厂试验以后，即转入验收试验。假如在工厂试验时，发现很多问题，并且在试验过程中未能消除，则还要补充进行改进试验。在进行改进试验时，消除在工厂试验中所发现的缺陷，检查和修改施工图纸。在改进了结构并且消除了全部问题之后，重新制造试验样机，并送交验收委员会。

如果试验样机成功地完成了试验科目，则验收委员会建议进行成批生产。为了更广泛地对新机器进行检验，最初只生产一定的批量。在这过程中，研究单位和制造厂再一次核对并修改图纸、确定工艺和生产组织，然后开始成批生产。

上述研制伐区机械系统的典型阶段是根据现行的国家标准（ГОСТ）和研制“Дятел-1”、“Дятел-2”，ЛП-2、ЛП-19、ЛП-49等联合机的经验基础上编制的。经过审查与充实之后，在制定部门标准时，可把这些典型阶段作为部门标准的原始根据。

典型阶段进一步发展是制定研制伐区机械系统的通盘计划和保证系统各单独特性的局部计划。在通盘计划中，对每一个阶段提出具体任务、编制方法、计划拨给的技术器材、选择和培养专门人材和规定期限等等。在局部计划中，要反映出保证所研制的伐区机械具有这样一些性能的方法和手段；如总的效益、生产效率、可靠性、结构的完善性、人机工程学、工艺性、经济性等等。建议把保证上述性能的全部工作汇编成表格，其中包括：工作明细表；保证各研制阶段具有相应性能的措施；完成每一项工作的起止日期；章节的编排；每一项工作的具体执行者；完成每项工作所制定的标准技术文件和方法措施的摘录。

在编制图表时，建议把全部工作和措施按下列顺序排列：组织措施、计算工作、研究工作、试验工作、生产工作、技术器材的供应工作和情报资料的保证。

成套伐区机械是一个复杂的机械系统，它是各种功能的机械和装置的综合体。这些机械和装置都从属于一个统一的目的——森林采伐。

为了评价成套伐区机械的功能和确定其使用的效益，所采用的效益指标要反映出该套机械设备的特点和性能、它的功能条件、相关特性间的关系及其与外界的相互作用。

可以用一个函数式来表示成套伐区机械的效益指标：

$$\Theta = \Theta [a_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, a_i(x_1, x_2, \dots, x_n)],$$

式中 $a_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ——与具体参数（技术参数、工艺参数、经济参数和工作条件参数）有关的成套伐区机械参数的总和。

成套伐区机械的效益指标和评价标准可以是各式各样的，但是近年来在评价复杂机械系统的功能方面采用综合标准。这种综合标准考虑到质量、成本和时间。

效益分为设计效益 ϑ_d 和实际效益 ϑ_r 。通常在制定对机器或成套机械的技术要求阶段规定设计效益，并写进技术任务书中。实际效益是机械系统在时间“t”内所具有的效益。在研制的各个阶段和使用中完成机械系统效益的再评价工作，可以创制出高质量、高效益的机械系统，因为这样可以建立研制各个阶段间的正反两方面的相互联系。假如由于某种原因，研制的各阶段的效益不能使设计者满意，则还可以补充进行理论性和实验性的研究工作，修正技术使用参数，并且重新分析与改进工作装置乃至全机的结构。假如在使用阶段出现：

$$\vartheta_d(t) - \vartheta_r(t) < 0$$

则应提出改进（变型）机械系统或根本上换成新系统。

伐木机、伐木归堆机、伐木集材机和伐木打枝机的效益首先取决于工作装置的通过能力。如果效益不高，则应考虑提出改进或更换工作装置。

从决定研制机械系统到由于不合算而不宜再使用时为止，这段时间叫做该机械系统的存在时间 T_{cy} 。

机械系统的存在时间由它的研制时间 T_c 和有效存在时间 T_3 组成。

$$T_{cy} = T_c + T_3$$

即机械系统的有效存在时间为

$$T_3 = T_{cy} - T_c$$

有效存在时间主要与两个函数式有关，即机械系统的效益 $\vartheta[a_i \cdot (x_i)]$ 和研制时间 $T_c [B_i(y_i)]$ 。

$$T_3 = F\{\vartheta[a_i(x_i)], T_c[B_i(y_i)]\}$$

机械系统的效益取决于技术、使用和经济等指标和参数。这些指标和参数首先又取决于机械系统和各部件结构所采用的工艺和技术决定的先进性、系统的生产效率、能量消耗、可靠性、液压系统和操纵系统的完善性以及机器的成本和维护费用等。

伐区机械系统的研制时间 T_c 由几个阶段组成，可以表示为：

$$T_c = \sum_{i=1}^n T_i$$

式中 i —研制机械系统的阶段数

通常系统的研究时间 T_c 由六个阶段组成，它包括完成科研工作 and 试验工作的时间、制造试验样机的时间、试验样机的试验、批量生产以及推广使用的时间。因此，缩短研制周期可以提高机械系统的有效存在时间。此外，缩短研制周期可以在较短的时间内用新的技术装备生产部门，其结果增长了部门的工业潜力。因此，必须分析和研究决定于机械系统研制时间的主要因素。

首先，机械系统的研制时间取决于第一阶段工作，即科研工作完成得全面性及其质量。在第一阶段中，应完成一般机械系统（包括准备研制的伐区机械系统）的研究工作，找出要研制的机械系统与一般的主要关系，对要研制的系统的参数进行分析和改进，同时还要研究决定效益的全部因素。根据所完成的研究工作，对要研制的机械系统提出技术要求。

技术要求提得越有根据，以后各阶段发生的问题就会越少。

决定机械系统研制时间的另外一些重要因素是研制工作的条件、从事研制工作人员的技术熟练程度和人数。

拨款数额及其向各阶段的分配，对机械系统的研制时间具有极其重要的影响。

物质技术保证对机械系统各个阶段的研制时间也有很大影响。属于这些工作的有：计算技术的应用；有无试验台；科学和专刊情报的经常保证等。与此同时，还应考虑技术装备和制造厂加工工艺过程的先进性。当然，研制机械系统或单机的全部工作应由具有领导水平、高度熟练的专家进行指导、协调以及衔接各阶段间的工作。

为了准备工作人员和物质技术基地，需要有足够的时间，同时即使是技术熟练的工作人员，由于某种原因也会在各个阶段产生缺点和错误。因此，在制定研制伐区机械系统的方式和方法时，应当预见到在不同阶段将会出现各种困难、错误，并要求能迅速地排除。

为了缩短研制时间以及将它缩减到最短限度，各个部门都应采用数学模拟、数学程序和时间表等方法。

对研制机械的六个阶段进行分析，表明：以修正机械系统的参数和功能为目的的科研工作 and 初步设计及试验工作是主要阶段。

因此，为了在较短的期限内研制出高效率和高质量的机械系统（我们这里研究的是伐区机械的工作装置）需要做到：

研制工作装置系统的数学模型；

研制伐区机械系统的模型并进行研究；

研究复杂的伐区机械系统；

研究确定对工作装置的技术要求及其初步设计的方法；

研究伐区机械系统试验和科研的方法。

决定提高伐区作业劳动生产率水平的重要因素之一是创制新型高效率的采伐机械。创立新机械的期限取决于研制新机械的程序和组织新机械的试验。为了加速研制新的采伐机械，必须分析目前的研制方法和缩短研制期限的建议。

中央森工机械化动力科学研究所及其卡列里分所、科米国家森工设计院、列宁格勒基洛夫林学院、奥涅日拖拉机厂、克拉斯诺雅尔斯克林业机械厂和其他一些单位主要承担研制新采伐机械的工作。

已批准的“伐区机械系统”应成为研制伐区机械的基础。

“伐区机械系统”的含义是：按照参数和使用工艺指标互连接起来，并用以完成全部伐区作业工艺工序的一整套机器和设备。成套机械的研究工作要保证劳动消耗、能量消耗及采伐1立方米木材的费用最少；完成前道工序的机器要为下道工序的顺利作业创造条件；必须保证流水作业的要求，把一道工序的几个单元合并起来，以至合并几道工序。伐区机械系统应当满足全部林业技术的基本要求和人机工程学的要求。因此，研制时要考虑到林业的、技术的、使用的、工艺的、人机工程学和经济等方面的要求。

进行伐区机械系统的研制工作要针对具体的木材采伐作业区，同时要照顾社会和历史所形成的林业经营和木材采伐的条件；必需采用相近部门的和其他林业工业发达国家的科技经验；应当为每个例行的五年计划研制出成套的伐区机械。要尽可能地多吸收科研机关、高等院校、工厂、工业企业参加研制工作。对设计方案要进行广泛的讨论，汲取一切意见和建议。例如，第十个五年计划批准的用于农业的“机械系统”包括2965个名称的拖拉机、农业

机械、机具、器械、附具和设备，其中有199个用于造林和抚育工作机械化。第九个五年计划期间确定为农业生产出1558个名称的机器；而第十个五年计划将成批生产1412个名称的新型拖拉机、农业机械、机具、器械、附具和设备。

研制新型的和改进现有的伐区机械的主要趋势是：全盘机械化、伐区工艺工序部分和全部自动化、消除手工劳动、采用先进的工艺流程、增大机器的容量、提高工作装置的速度、增大起重臂的最大伸距和被伐树木的直径以及提高可靠性等。

机器的生产效率、使用的可靠性、多用性、高度标准化和经济性、联合能力、机器的功能对工艺流程和使用条件的适应性、伐区机器和工作装置的结构对安全和人机工程学的适应性等指标应作为研究设计机械结构时的基本要求。

研制新机械的主要指标之一是其生产效率。它是指在单位时间内采伐或加工的木材量，或在单位时间内完成伐区作业的面积。这样就需要遵守对立木的质量和伐区的要求。例如，伐木归堆机的生产效率取决于工作装置的速度、起重臂的最大伸距和起重量、机器每一工艺循环各单元的协调性、工作装置中有无小径木的贮存器以及机器的自动控制装置等。生产效率分为理论的、技术的和使用的三种。使用生产效率是机器可靠性的直接结果。伐区机械的可靠性应理解为这样一种性质，即保证用机器有可能在相应的使用条件下和一定的时间范围内能够完成研制时所赋予的结构功能。伐区机械的工作能力是该机的一种状态，在这种状态下机械能够完成具有已知性能的指定功能。可靠性的主要指标应包括：在规定的时间内无故障工作的或然性、正常功能作用的状态以及无故障工作的平均时间。伐区机械的使用可靠性是用机械的使用可靠性系数来衡量。

在研制伐区机械时，必须考虑多用性的要求。多用性的含义是：在经过稍许改变后，就可以完成另外的工艺工序。例如，把归堆集材机（ТБ-1，ЛП-18А）的抓具换成伐木头，就可以作为伐木归堆机和伐木集材机用。把上述两种机械的集拢装置改为打枝拖曳装置时，可作为伐木打枝机。研究伐区新技术时要考虑到多种用途的要求，这样可以节省对新技术的投资和日常费用，简化机器的维护和修理以及机器的技术、使用和工艺指标与参数的统一工作，同时也简化了专业人员的培训工作。多种用途机械与能够完成几道工序的联合机的区别是：它可以根据生产的要求和使用条件更换或补充个别机组后，在新的组合下又可以完成另外一些工序。

分析国内外情报可以看出，在最近10—15年内多用机将获得发展，它将沿着基础拖拉机的多用化和工作装置的多用化这两个主要方向发展。下阶段森林工业部门的多用化将是研制专用底盘和整套的多用工作装置。目前，作为多用机的典型样机有 ТБ-1 和 ЛП-18А 型带液压起重臂的集材拖拉机和 ЛП-19 型伐木归堆机。

农业作业机械化发展方向之一是研制联合收割机。未来的具有多工序多用机特点的联合机将会在林业上得到广泛的应用。联合机可以把几道工序合起来，从而最大限度地缩短了工艺循环的时间。同时，发动机的负载比较均匀而又充分，这对于将要大大增加伐区机械的发动机功率来说尤为重要。作为劳动对象的单株树木或成捆树木按顺序不间断地通过一道道工艺工序，伐区联合机可以满足流水作业线的要求。目前使用的伐区机械是在地面上或在平台上进行伐倒木集拢。在平台上堆满后，把成捆的伐倒木抛下。这样，生产流水作业的原则就被破坏了。拉脱维亚森工科学研究所进行了这样的试验，把打好了的伐倒木捆由伐木集材机（“Дарел-1”）运往加工车间。因此，联合机能够满足生产流水作业的要求，并可以缩减工艺工序数。使用伐区联合机还可以使机器在伐区的通过次数及采伐 1 立方米木材和 1 公顷伐区

面积的能量消耗降低到最低限度。

在研制伐区机械的过程中，应力求机械的最大限度的统一，这样能够简化机器的生产、使用、保养和维修，并能降低成本。但是统一要保持在合理的限度内，不能损害其功能质量。为了评价研制的新机械，使用一种统一的系数。这种统一的系数是根据对机械的技术要求规定的。

通常用采伐1立方米木材的费用来衡量新机械的经济性。

研制的原则和方法

研究与改进伐木、归堆、集材和打枝等工作装置的工作可以靠集约现有的生产工艺过程和改进机械结构的方法来实现。创造崭新的工艺过程和工作装置可以保证大幅度地提高伐区作业的劳动生产率。

工作装置参数正确选择后，对作为基机的拖拉机（底盘）可以确定其技术要求。各种工作装置安装在拖拉机底盘上。

当前，在短期内研制出高效率的、可靠的工作装置的必要性已经成熟。

采用改进现有工艺过程的方法提高伐木、归堆、集材和打枝作业的劳动生产率，这样可以挖掘和发挥现有机械的潜力。但是在这种情况下，伐区机械的生产效率受工作装置的最大单位生产效率的限制。单位生产效率（比效率）可看作是它在一定时间内的生产效率与重量之比（如生产效率与起重臂、伐木头、打枝拖曳装置等各个工作装置的重量之比，或与三者总重量之比）。

为了从根本上提高伐木、归堆、集材和打枝过程的效益，必须大幅度地提高工作装置的比效率，这只有经过对整个伐区作业工艺过程进行系统的研究后，对工作装置探讨出崭新的工作原理和结构，研究出研制的新方法时才能做到这一点。

为了达到上述目的，必须提出下列任务：规定集约伐木、归堆、集材、打枝过程的主要方法；综合归纳出高效率的工作装置，并进行预测评价和估计其发展前途；详细分析工作装置的理论 and 试验研究的原理；完成一系列的试验研究工作；确定工作装置功能的主要原则、工作范围及可以达到的比效率、比功率；评价其工作质量；编制对工作装置的设计要求。

森林工业科学技术发展的最重要方向是伐木、归堆、集材和打枝作业的全面机械化和部分自动化以及用高效率、高效益的机械装备这些工序。

近十几年来，在研制具有高技术使用指标的伐区机械系统方面，取得了一定的成果，但是，现有的研制和改进伐区机械的方法不完全符合现代化的要求。新型机械很少被研制出来，这是因为没有充分地分析其结构原理和作业工艺。目前的研制工作是按传统的配置原理和早已形成的工艺来进行，没有充分考虑成套机器在工艺过程中的系统联系。

研制工作中所积累的经验、电子计算机在研究和试验工作中的应用以及采伐企业对成套机械质量和效益要求的提高，这些都改变了研究人员关于研制伐区机械系统过程的概念。

研制伐区作业机械的过程还没有形成一门独立的学科，因此森林工业部门尽管有很多成就，但是，在研制工作的最初阶段，就没有为建立适应各种作业条件和外界偶然因素（相互作用）影响的最佳技术使用参数的方法打下基础。因此研制新型机器的过程花了很长时间，通常是试验时间长，而工作装置结构的改进要在使用的条件下进行。其实，国民经济中许多部门对机器及其工作装置的计算和改进都已制定了一般的方法和原则。

研究伐区作业机械工作装置的研制和改进的方法学原理，使在研制的最初阶段就能正确

地选择最佳的参数，并能考虑到自然和生产的要 求，这样可以大大缩短研制时间。采用传统的方法，将不能达到上述目的。

分析研制和改进伐区机械工作装置的现状和趋势、它的理论与试验研究，可以看出：为了缩短研制期限，提高伐木、归堆、集材和打枝机械化作业的效益，必须解决研制和改进工作装置的科学技术问题。

工作装置的研制与改进工作要在对全部复杂工艺过程进行研究之后再 进行。这时对工作装置要提出工艺要求，对全系统效益指标要作出评价。

研制和改进的主要目的是要在较短的时间内以最少的费用获得新的（或变型的）高效益的工作装置。因此需要解决以下课题：

研究工作装置的主要发展趋势；

完成对结构的综合分析；

制定最佳的标准；

说明对效益和可靠性要求的理由；

制定机械设计时的主要规定和原则；

编制工作装置参数和结构的模拟数学式；

完成机械设计。

分析研制经验，可以确定以下发展趋势：

对功能、效益、可靠性和设备的工艺性的要求在增长；

伐区作业工艺过程的全面机械化条件已成熟；

工艺过程的个别环节和整个工序的自动化的必要性在提高；

技术成就对工作装置个别环节的参数和整体布置的影响在增长；

工作装置的结构单元与其研制阶段相吻合的必要性在增长。

上述趋势提出了许多重要问题，解决这些问题，完全可以研制出崭新的工作装置。这些问题是：

制定研制工作装置的新原则；

把伐区作业工艺过程作为一个复杂系统进行研究；

进行工作装置与劳动对象（立木、木捆）的相互作用过程的研究；

制定对工作装置的设计、制造和试验的数学保证；

制定提高工作装置效益和可靠性的方法和建议。

全盘系统性是研制和改进伐区工作装置方法的主要趋势。方法学是决定工作装置从开始研制到成批生产全过程的战略方针。

在创制和改进工作中搞系统化，要求应用理论和实践上的成就。要系统地分析工作装置，首先要解决方法、理论和试验方面的课题。这时工作装置不仅在具有一致目的的特征方面，而且在具有同一性质的特征方面应成为统一的整体。

在研制工作装置时，应坚持以下原则，

制定出研制和改进的数学式；

将工作装置分为系统、分系统和单元；

找出可以使研制和改进过程统一化和自动化的原则和特征；

编制研制和改进过程的模型图表。

根据数学式必须使各阶段的课题具体化，完成因素分析，确定评价指标和标准，找出评

价和因素之间的联系，研制模型，在完成施工图时利用模拟试验成果。在探讨评价和因素之间的联系过程中，编制工作装置的结构、参数和功能图表。

根据所提出的任务，创制和改进的过程或系统可以表示为二级、三级或四级模型。图表由一系列区段组成。第一区段规定研制工作装置的方法。此外还有规定工艺、使用和技术参数的区段，以及指标和制定技术任务的区段；草图设计、技术设计、制造样机、研究、试验、使用等区段。此外还有一个区段是必要的情报专栏，包括有按研制课题贮存的标准和规程的情报以及科技消息。经常将在计算、理论和试验研究方面所获得的资料和在研制新机械过程时所获得的各种试验资料去充实这个专栏。

在研制工作装置的功能数学模型时，要编制简短的说明和工作装置的结构图。它是成套伐区机械的一个分系统。伐区机械的工作装置是用来完成这样一些主要工艺单元和工序，如伐木、推倒或移动、归堆、打枝前拖曳伐倒木、打枝、造材、原条或原木运输。根据不同的用途和综合结构原理，成套伐区机械或起重臂式多工序联合机的工作装置是由起重臂、吊挂装置、伐木头、拖盘、打枝拖曳装置、造材装置、液压传动装置和操纵系统所组成。上述各分系统又分为单元。按综合结构图可以将工作装置划分为主要分系统和单元，并可评价已有的和正研制的结构。工作装置分成为分系统和单元的数量取决于所要求的数学描述的准确性。随着数量的增加，准确性也将提高，但是模型的复杂程度也会增大。

结构分析后，开始工作装置作业过程的模拟阶段（或级）。第一级模型可以根据通常切削木材的过程、结构原理和树木移动的动力学来研制。借助这种模型可以比较各种木材切削和移动树木方法的效益，以及各种情况下的能量消耗。第二级模型是用来研究工作装置做功的过程，分析工作装置的技术参数、循环时间、做功的能量消耗。第三级模型是用来研究工作装置的工艺指标和经济指标。通常借助第三级模型来确定正研制的工作装置的生产效率、评价作业消耗和采伐1立方米木材的成本。

第四级模型可以研究全部工艺过程。因为工作装置的动作原理和结构形式各不相同，对工作装置的工艺过程的分析必须借助描述各有关单元工作的个别模型。

对参数的分析表明，表示劳动对象的一些参数，如树的种类、长度、重量、直径、枝桠直径、方向和倾斜度、风向和风力、林分密度、空气温度、伐木倒向、以及表示工作装置特征的液压系统的压力和液压油的消耗量等是决定工作装置作业过程的输入（一次）参数。输入参数可视为控制参数和作用参数。

在伐木、归堆、集材和打枝作业中，工作装置所承受的作用力、树干材质、工艺和作业循环的时间和效益标准等可视为输出参数（二次参数）。

各分系统和单元的数量是工作装置的内参数。它包括各单元的作用时间、各单元液压油的压力和耗量以及能量消耗等。

在编制模型时，为了缩短时间，人们用相似物的无因次准数来代替一些参数组，并且采用综合座标和图表。

进行作业分析，使有可能评价工艺过程中工艺流的变化（树、树捆）。在编制作业图时，以工艺作业员的形式来表示工艺过程的各单元。作业图能揭示出各工序与各工序单元之间的工艺联系。作业图各单元之间的树流可看作为情报流，而工艺作业员可示为它的创造者。

除结构分析与综合、参数分析和作业分析外，还需要进行工作装置的功能分析。借助上述分析，可揭示出工作装置各分系统和各单元之间的工艺联系以及确立最佳功能图。在分析

原书缺页49-末