

制材厂(车间)工艺设计

郑雅各

(南京林业大学)

一、引言

我国制材企业工艺和设备落后,工艺布置不协调,必须进行技术改造以提高锯材质量及企业的经济效益。在改造项目的设计中,应坚持“工艺从简、技术从新、土建从实、设备集中单一化”,这样既符合理论上的要求,也满足生产实际的需要。

制材工艺设计是制材企业设计的专业内容之一,也是制材企业设计的核心部分。工艺设计合理与否将直接影响到加工任务量、锯材质量和经济效益。

制材工艺设计的任务是依据设计任务书中生产纲领的各项规定、研究技术和经济上的各项问题选择厂址,选择合理的工艺布置方案,计算设备台数,确定劳动组织,设备安装工程,投资预算和从工艺角度来提高锯材质量、出材率、木材利用率、劳动生产率等所采取的措施,并考虑生活和生产辅助设施。

工艺设计要完成说明书一份;车间工艺流程图;车间工艺布置图;主要纵横剖面图以及主要技术经济指标等。

设计前必需提出可行性调研报告,经审批后开始编制设计任务书,最后根据被批准的设计任务书进行设计。

工艺设计应包括:原木楞场;原木进车间前的准备作业(剥皮和调头);制材车间;加工剩余物车间;选材场;板院和总体布置。应充分考虑原木的综合利用和提高锯材的合格率。本文着重阐述制材车间工艺设计的步骤与方法。

二、工艺设计的基本内容

(一)说明书的编写

注[1]参阅《木材工业》1990年第4期“带锯制材长、短工艺技术经济指标的分析比较”。

[2]参阅《木材工业》1991年第2期“跑车带锯为主锯机的制材车间工艺布置”。

1.设计任务和已知条件

设计任务:设计一个年加工____万立方米原木的制材厂(车间)。

已知条件:原木树种、规格和数量;锯材规格和数量;锯材用途;下锯方法;建厂或改建厂地址;年工作日;日工作班;班工作小时数;到材方式;原木周转量图表;干燥方式;对原木和锯材的其它特殊要求;

2.设计依据和选择厂址的理由;

3.工艺流程图分析;

4.工艺布置图的特点;

5.各类锯机、附属设备及车间内运输设备的特点。

(二)主要技术经济指标

年加工原木量、平均直径、平均长度;年锯材产量;出材率(主产、副产、小规格材);主锯机台数及负荷系数;车间锯机总台数及平均负荷系数;设备总容量;主锯机班生产率;劳动生产率;锯材合格率;车间在册人员(工人和技职人员);单位成本;车间建筑面积和生产面积;耗电量;车间投资估算;年工作日;日工作班;锯机和运输设备一览表。

三、工艺设计的步骤与方法

(一)编制生产大纲(见表1、表2)。

表1 原木规格和数量

树种____等级____材长____m 削度____cm/m

原木直径 (cm)	单根原木材积 (m ³)	占总材积的百分比 (%)
		100

通过可行性调查研究收集如下资料:

1.原木树种、等级、径级、长级和削度;2.按

表2 锯材规格和数量 (材长____m)

宽度×厚度 (cm)	占总材积的百分比 (%)
	100

原木到材和运输方式编制原木周转量图表; 3. 锯材的用途和要求、规格、出材率; 4. 木材平衡表; 5. 干燥方式; 6. 废材利用; 7. 锯屑处理; 8. 修锯间及生活、生产辅助设施; 9. 主要技术经济指标。

(二) 确定原木下锯方法

1. 根据表1和表2编制原木明细表和锯材明细表 (见表3和表4)。

表3 原木明细表

树种	等级	材长	材长	材长	材长
原木直径 (cm)	占总材积百分比 (%)	单根原木材积 (m³)	原木根数	各种径级原木材积 (m³)	
	100				

表4 锯材明细表 材长____m

宽度 (cm)	厚度 (cm)	一块板材材积 (cm)	占全部锯材材积百分比 (%)	各种规格锯材总材积 (m³)	板材块数

2. 根据原木明细表和锯材明细表分别求出原木平均直径 d_p 和锯材平均宽度 b_p 。

$$d_p = \sqrt{\frac{\sum d^2 n}{\sum n}} \quad (\text{cm})$$

式中: d —单根原木直径 (cm); n —相同直径原木的根数。

$$b_p = \frac{V}{\sum \frac{V_n}{b_n}} \quad (\text{cm})$$

式中: V —锯材总材积 (m³); V_n —相同宽度的锯材材积 (m³); b_n —锯材的不同宽度 (cm)。

3. 根据 d_p 和 b_p , 按下式验算原木明细表所列原木是否能完成锯材明细表的任务。

$$d_p = b_p \left(\frac{C}{\alpha'} + \frac{C_1}{\alpha} + \frac{C_2}{0.95\alpha} \right) \quad (\text{cm})$$

式中: d_p —完成平均宽度为 b_p 的锯材所需要的原木平均直径 (cm); C —毛方下锯百分比; C_1 —毛板下锯百分比; C_2 —三面下锯百分比; α' —毛方下锯系数 (见表5); α —毛板下锯系数 (见表6)。

表5 毛方下锯系数 α'

h^*/d	0.510	0.610	0.707	0.810
大直径原木	0.480	0.545	0.605	0.655
中、小径原木	0.510	0.580	0.640	0.690

• h^* : 为毛方高度。

表6 毛板下锯系数 α

原木直径 (cm)	14	16	18	20	22	24	26	30
α	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70

综上所述, d_p 与 d_p' 的关系归纳如下:

(1) 若 $d_p \geq d_p'$, 说明这批原木能完成这批锯材的规格, 可100%采用毛方下锯。

(2) 若 $d_p > d_p'$, 说明部分原木应采用双方下锯。一般 d_p 与 d_p' 的差值在 ± 2 cm时, 不影响下锯计划的完成。

例: 若 $d_p = 30.6$ cm, 而 $b_p = 16.2$ cm, 通过计算, $d_p' = 25.6$ cm。

∵ $d_p > d_p'$, 可采用单方下锯, 但部分原木应实行双方下锯。根据原木明细表所列原木直径, 应从原木最小直径开始来凑满单方下锯百分数, 然后是双方下锯百分数。

由于 $d_p' = 25.6$ cm, 欲使毛方高度等于锯材平均宽度 b_p , 只有 $h = (0.6 \sim 0.8)d$, 已知 $b_p = 16.2$ cm, ∴ $h = 0.65 \times 25.6 = 16.2$ cm; 又∵原木明细表平均直径 $d_p = 30.6$ cm, 则 $h = 0.6 \times 30.6 = 18.3$ cm, 欲使 $h = b_p$, 必须使 $h = 0.53 \times 30.6 = 16.2$ cm, 但0.53已低于理论上最小值0.60, 显然是 $h < 0.6d_p$ 。理论上要获得最大出材率, 毛方高度 h (毛方下锯生产锯材宽度) 应该为 $(0.6 \sim 0.8)d$ 。由于 $h < 0.6d$, 所以影响主产出材率。为此部分原木必需采用双方下锯。

(3) 若 $d_p < d_p'$, 说明这批原木不能完全采用毛方下锯。可根据原木和锯材的规格、特点及

用途将一部分原木采用毛板下锯(即减小C值),加大锯材的平均宽度,或者在毛方下锯中增大 h/d 的比值,但不能超过0.8。

4. 确定单方和双方下锯原木分配百分比

(1) 求单、双方下锯锯材平均宽度 b'_p

$$b' = \alpha' \beta d_p \text{ (cm)}$$

式中: b'_p —单、双方下锯锯材平均宽度 (cm);

α' —毛方下锯系数(查表5); β —毛方下锯原木平均直径对锯材宽度的影响系数,此系数取决于原木平均直径(查表7)。

表7 β 值

d_p	14	16	18	20	22
β	1.04	1.025	1.01	1.0	0.987
d_p	24	26	28	30	
β	0.975	0.966	0.957	0.948	

用下面公式计算单方和双方下锯百分比:

$$b'_p = \frac{1}{\frac{x_1}{b_1} + \frac{1-x_1}{b_2}} \text{ (cm)}$$

式中: b'_p —单、双方下锯锯材平均宽度 (cm);

b_1 —单方下锯锯材平均宽度 (cm); b_2 —双

方下锯锯材平均宽度; $b_2 = 2b_1$ (cm); x_1 —

单方下锯占百分比 (%); x_2 —双方下锯占百分比 (%)。

(2) 单、双方下锯百分比确定后可分配单、双方下锯所需原木。

(3) 求单、双方下锯的原木平均直径,分别设计下锯图并计算出材率。

(三) 确定木材平衡表

锯材: 长材.....%
短材.....%
小规格材.....%
小计.....%
边条、碎板皮、截头.....%
锯屑.....%
木尘损耗.....%
合计.....%

(四) 根据木材平衡表编制年加工_____万立方米原木后锯材及加工剩余物数量表。

(五) 根据下锯图实际计算的出材率编制锯材材积表。

(六) 根据年加工原木总根数、原木量和年工

作班数计算每班锯割原木根数和原木材积 (m^3)。

(七) 制材车间锯机设备的选择与计算

设备的选择和工艺流程的确定是相互联系的,必须综合考虑。首先,应根据原木直径、质量和锯材的技术要求选择主锯机的列别,并根据锯机的生产率、锯路消耗、锯机的工艺精度、功率消耗等特点择优选用。

1. 跑车大带锯的选择与计算

根据一批原木中最大直径 d_{max} 来选择大带锯锯轮直径 $D = (1.4 \sim 1.6) d_{max}$ (mm)。国内锯割中径级原木一般采用48"或54"大带锯;锯割大径级或特大径级原木可采用54", 60", 72"大带锯。

(1) 跑车大带锯的生产能力

$$A = T \cdot K / t \text{ (根/班)}$$

式中: T —一班工作时间(s); K —工作时间利用系数,取0.9; t —锯割一根原木所需时间(s)。

(2) 跑车大带锯锯割一根原木所需时间

$$t = t_1 + m t_2 + n (t_3 + t_4 + t_5) + t_6 \text{ (s)}$$

式中: t_1 —上木时间(s); t_2 —翻木时间(s); t_3 —跑车往程时间(s); t_4 —锯割时间(s); t_5 —跑车返程时间(s); t_6 —卸料时间(s); m —根据下锯图所定的翻转次数; n —分配在跑车大带锯的锯口数。

(3) 跑车大带锯台数 n_a 的确定

$$n_a = 1.1a/A$$

式中: a —一班锯割原木量 (根/班); A —大带锯生产能力 (根/班); 1.1—生产不平衡系数。

(4) 负荷系数

$$\eta = n_a / n_b$$

式中: n_b —实际采用台数。

2. 再剖带锯机的选择与计算

(1) 在长工艺中,若用轻型或中型跑车带锯作主力锯把毛方剖分成板材时,锯机台数的计算与跑车大带锯相同。通常采用48"带锯机。

(2) 用作板皮剖分或厚板剖分的再剖带锯通常按锯机加工总长度与分配给该锯机应加工锯口总长度之比来确定其台数。

① 再剖带锯机的生产能力计算

$$A = V \cdot t \cdot K_1 \cdot K_2 \text{ (m/班)}$$

式中: V —进料速度(m/s); t —一班工作时间(s);

K_1 —工作时间利用系数,取0.8—0.9;

K_2 —机动时间利用系数,取0.7—0.8。

② 台数计算 $n_a = 1.1a/A$

式中: 1.1—生产不平衡系数; a —每班应加工的锯

口总长度(按下锯图分配在该锯机的锯口数 $a = 1.1n \cdot b \cdot n_1 \cdot l_p$ (m/班)计算。式中1.1—板皮进入带锯机的不均匀系数; n —每根原木得到的板皮数; b —每班锯割原木总根数; n_1 —下锯图中每块板皮的锯口数; l_p —板皮中每个锯口的平均长度。

③负荷系数 $\eta = n_a / n_b$

3. 裁边锯的选择与计算

在大、中型制材厂中, 锯材需连续通过裁边锯机。因而必须有较大的进料速度。通常采用双片圆锯机, 也有用单片圆锯机或带锯机的。一般圆锯片直径采用304~508mm, 锯片厚度为0.813~1.25mm。

①裁边锯生产能力

$$A = V \cdot t \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (\text{m/班})$$

式中: V —进料速度(m/s); t —一班工作时间(s);

K_1 —工作时间利用系数, 取0.8~0.9;

K_2 —机动时间利用系数, 取0.8。

②每班需裁毛边板的总长度

$$L = 1.1P \cdot l_f \cdot K \quad (\text{m/班})$$

式中: 1.1为车间生产不平衡系数; P —下锯图中每根原木毛边板块数; l_f —每班加工原木总长度(m); K —裁边系数, 双片圆锯机取1, 单片圆锯机取2。

③台数计算 $n_a = L / A$

④负荷系数 $\eta = n_a / n_b$

4. 截断锯的选择与计算

从主锯机或其它辅助锯机加工出来的锯材常需截头, 对影响锯材评等的缺陷, 如节子、弯曲、开裂等也需截除或截断; 削度过大的板皮, 或两头大、腰细的板皮也需先截断再剖分, 在这些工序中, 因负荷不大不必进行台数计算。若用作毛边板裁边后再截成规格材或短材先横截再裁边时, 则需要确定截断锯台数。

①截断锯生产能力 M_1 , 一般取8~10块/分。

②截断锯每分钟截切的任务量 $M_2 = n \cdot p / 60$ (块/分)

式中: n —每小时消耗的原木根数; p —每根原木应锯出毛边板块数, 其中包括为提高等级需截断的锯口数。

③台数计算 $n_a = M_2 / M_1$

④负荷系数 $\eta = n_a / n_b$

式中: n_b —采用台数。

5. 小规格材加工设备的确定

小规格材的原料来自制材车间的短小板皮、三

角边条和截头等, 所需设备可概略取经验值, 大多采用各种类型小型剖分带锯和圆锯机。

为了避免主车间后半部拥挤和堵塞, 大、中型厂一般单独设计一个小规模废材加工车间。

(八) 运输设备的选择和计算

为能及时接纳和运走从各台锯机下来的成品、半成品和加工剩余物, 运输设备的速度应略高锯机进料速度和卸料速度。

国内外大、中型制材厂从输送效率和劳动强度上考虑大多采用连续式输送设备, 根据工艺流程和工艺布置图的特点选择运输机和转载装置及其它辅助装置。

1. 原木纵向链式运输机

一般情况下每1~2个设备工组可配置一台, 其输送量与每小时最大消耗原木根数有关。

$$\text{链条运行速度 } V \geq A \cdot L / 3600K \quad (\text{m/s})$$

式中: A —大带锯每小时最大原木消耗量(根/小时); L —原木平均长度(m); K —链条充满系数, 取0.4。链条运行速度0.3~0.5m/s。

2. 原木横向链式运输机

向跑车带锯供应原木, 并起贮存、缓冲作用。

$$\text{横向链式运输机速度 } V \geq A \cdot a / 3600K \quad (\text{m/s})$$

式中: A —大带锯每小时最大生产率(根/小时); a —两根原木的中心距(m); K —充满系数, 取0.8。

3. 传送锯材或半成品的横向链式运输机

带拨料装置的横向运输设备设计时, 可不考虑板、方材转向, 不带拨料装置的应设置转向器。

$$\text{运行速度 } V \geq \frac{P \cdot b}{1000 \times 60 \times K} \quad (\text{m/s})$$

式中: P —主锯机最大生产率时每分钟送到运输链上的锯材块数(块/min); b —锯材的平均宽度(mm); K —充满系数, 取0.5。

4. 传送板皮的横向链条运输机速度

$$V \geq \frac{n \cdot b}{1000 \times 60 \times K} \quad (\text{m/s})$$

式中: n —每分钟送到运输链上的板皮块数(块/min); b —板皮根端的平均宽度(mm); K —充满系数, 取0.6。

以上几种横向链式运输机运行速度通常为0.3~0.4m/s。

5. 滚筒运输机

一般沿车间纵向布置。对较长的工艺流水线可分段驱动。输送能力应以负荷最大段来计算, 其验

算公式如下:

$$V \geq \frac{1 \cdot n \cdot K_2}{3600 \times K_1} \quad (\text{m/s})$$

式中: l —锯材、半成品平均长度 (m); n —每小时最大输送锯材和半成品块数 (块/时); K_1 —木料充满系数, 取0.5; K_2 —木料输送不平衡系数, 取1.1。

滚筒输送机速度通常为0.5~0.7m/s。运送锯材的皮带输送机也可用上式验算。通常为0.7~1m/s。

6. 锯屑输送机

应根据锯机排列方式以及厂房层数、层高、地区气温和原木到材方式、锯屑含水率等来选择。有关气力输送设备或小皮带输送机的选择和计算可参阅《厂内运输机械》一书。

(九) 制材车间锯机位置和平面安装位置的确定

1. 锯机的布置

按所确定的工艺流程图依次确定各锯机和其它设备的位置, 要注意各台锯机的外围轮廓尺寸及设备与建筑物、设备与设备间的距离, 工作位置 and 必要的通道。

2. 锯机的平面安装位置

以跑车大带锯工段为例。若车间有两个工组, 每个工组锯机配比为2:2, 安装时大带锯采用左、右式各两台, 安装在原木纵向运输机的两侧。图1为一台左式跑车大带锯平面安装位置。

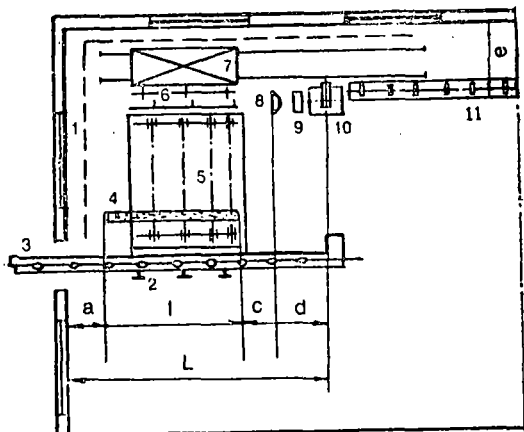


图1 跑车大带锯工段平面安装位置图

- 1—通道; 2—踢木机; 3—原木纵向运输链; 4—原木; 5—横向运输链; 6—上木、翻木器; 7—送料跑车; 8—大带锯操纵台座位; 9—操纵台; 10—大带锯; 11—辊台输送机。

大带锯安装位置计算如下:

$$L = a + l + c + d \quad (\text{m})$$

式中: L —大带锯横向中心线至前墙的距离 (m); a —车间前墙与原木端头间距离, 用作参观通道及原木大头至通道的后备量, 一般取1.2~1.5m; l —原木长度 (m); c —原木小头离跑车大带锯操纵台座位之间的距离, 一般取1m; d —操纵台座位至大带锯横向中心线之间的距离, 一般取1.2~1.5m。

由图1所示, L 值主要取决于原木长度; l 值取决于跑车的宽度及跑车立柱后退到最大限度再加上通道距离, 一般为2.8~3.5m; 轨道长度为跑车长度的2.5倍; 滚筒输送机 (包括传动部分) 台架宽度为0.8~1.1m, 滚筒直径为16或22cm, 滚筒长度为50~60cm; 枋台宽度可小于原木长度1m, 第一台跑车带锯原木枋台长度为3.5~7m (决定于工组的锯机配比), 且朝向跑车带有10%坡度; 纵向原木运输链台架宽度为1m左右, 主要取决于原木最大直径。

机械化程度高的大带锯仅需两名工人操纵, 其中一名接板, 另一名操纵原木锯割工作。

(十) 修锯间所需设备的计算

1. 带锯机自动刨锯机台数

$$N = \frac{T \cdot m \cdot n \cdot c}{60 \cdot T_1 \cdot t \cdot K} \quad (\text{台})$$

式中: T —锯机一昼夜工作班数; m —锯机上同时工作的锯条数; n —带锯机台数; c —刨一根锯条所需时间 (min); T_1 —每天工作班数; t —每根锯条使用时间 (hr); K —工作时间利用系数, 取0.9。

2. 圆锯自动刨锯机台数计算 (公式同上)。

3. 修锯间设备配置: 截断锯条机、开齿机、砂轮机、接锯机、带锯刨锯机、拨料和压料器、整料器、锯压机、钻床、开齿锯条架、焊接装置、圆锯刨锯机、铣床、带锯锯条架、锤打台等。

4. 修锯间面积 $F = n \cdot f \quad (\text{m}^2)$

式中: n —机床台数; f —每台机床工作台 (包括工作位置) 的面积 (m²)。

5. 生活间、办公室及辅助设施面积取经验值。

(责任编辑 袁东岩)