

木材采运工人技术理论教材

木材水运工艺

黄 德 才 编

中国林业出版社

木材采运工人技术理论教材

木材水运工艺

黄德才 编

中国林业出版社

木材采运工人技术理论教材

木材水运工艺

黄德才 编

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）

新华书店北京发行所发行 遵化县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.625印张 163千字

1991年5月第一版 1991年5月第一次印刷

印数 1—600册 定价：2.50元

ISBN 7-5038-0608-7/TB·0151

目 录

概 述	1
一、木材水运的特点	1
二、木材水运的概况	3
三、木材水运的前景	5
第一章 水文常识	8
第一节 水文与水文现象	9
一、河流的水文特征	9
二、河流的径流概述	12
三、泥沙与暴雨	15
第二节 水文基本要素	16
一、水位	19
二、流量与流速	22
第二章 气象常识	30
第一节 气候与风	31
一、大气	31
二、气候	38
三、风	43
第二节 云雾与降水	47
一、雾和云	47
二、降水	49
第三章 河道整治常识	52
第一节 木材流送对河道的基本要求	52

一、河流的水力学特点	52
二、基本要求	53
三、流送河道的主要障碍	57
第二节 河道的整治	58
一、整治方法	58
二、清理与整治	59
第四章 河道整治工程物	65
第一节 诱导设施	65
一、浮性的诱导设施	65
二、土、石坝	69
第二节 固定性的整治工程物	73
一、水滑道与渠道	73
二、闸与坝	77
第五章 河川的分类及流送能力	83
第一节 流送河川	83
一、分类与特征	83
二、技术要求	89
第二节 流送能力	90
一、意义与计算方法	90
二、流送能力的相关因素	92
第六章 中、小河川的木材流送	97
第一节 平原、半山区型河川的流送作业	97
一、工艺过程	97
二、推河楞场作业	99
三、单漂流送作业	102
四、木材流送常见故障的处理	106
第二节 山岳型河川的流送作业	108
一、流送方式	108
二、小河木排	109

第三节 木材过坝	111
一、木材过坝方式及过坝能力的计算	112
二、过坝方式的选择	117
第七章 大河排运	119
第一节 木排排型与结构	119
一、大排结构及其特性	119
二、大河木排的排型	124
第二节 水上作业场	127
一、水上作业场场址选择与类型	127
二、水上作业场的组成与设施	129
三、水上作业场的工艺流程	131
第三节 大河排运	133
一、航运规则	133
二、人力放排	135
三、船舶拖运	136
第八章 木材收储作业	138
第一节 概述	138
一、工艺过程	138
二、收漂工程的分类与结构	139
第二节 单漂流送的收储作业	146
一、收漂方式	146
二、收漂设施	147
第三节 木排流送的收储作业	150
一、工艺过程	150
二、收漂设施	151
第九章 常用工具与索具	153
第一节 常用工具	153
一、抓杆（挠钩）	153

二、艇	154
三、排拈	155
第二节 常用索具	156
一、钢丝绳	156
二、竹缆	157
三、尼龙绳	157
第三节 锚及减(加)速器	158
一、锚	158
二、减(加)速器	159
第十章 木材流送的准备作业	164
第一节 准备作业的方法和内容	164
一、河川调查与勘测	165
二、流送规划与设计	166
三、编制流送计划	166
四、设备、用具、器材的准备工作	167
第二节 防洪与保安	168
一、准备工作与要求	168
二、防洪、保安工程	169

概 述

一、木材水运的特点

木材水运是通过天然水路或人工水路，借助水流动力或机械动力，来运输木材的一种运输方式。我国南方各省、区有纵横交织的河流，形成极为方便的水路运输网。同时在河流的中、上游生长着丰富的森林资源，据统计南方林区森林蓄积量，占全国总蓄积量的38.8%，木材产量占全国生产量的45.4%。林区河流水量充沛，且走向与木材流向基本一致，这对利用水力资源发展木材水运事业，提供了有利条件。经过多年的实践证明，木材水运具有很大的优势。

1. 木材水运是一种低廉的运输方式 木材水运的运营费很低，一般仅为汽车运材成本的 $\frac{1}{10} - \frac{1}{2}$ （汽车运输成本为0.2元/(立方米·公里)左右）。而人工排运一般为0.01—0.06元/(立方米·公里)，如四川人力放排成本，一般为0.01元/(立方米·公里)；拖轮拖排为0.007—0.06元/(立方米·公里)，如长江水运从宜宾到重庆段，其成本只有0.013元/(立方米·公里)；单漂流送，在四川、云南的成本仅为0.006—0.04元/(立方米·公里)。可见，木材水运的成本之低，从而可获较高的经济效益。

2. 运量大 木材水运可以在较短时间内运送大量的木

材。如四川省大渡河，过去年流送量曾达100万立方米，是全国流送量最多的河流。从上游的可尔因到乐山沙湾，平均单漂距离700公里，在6—8月的几次洪水，即可完成上百万立方米的流送任务。如果将大渡河的木材水运，改为陆路汽车运材，估算约需5500辆汽车，年耗油62万吨。

3. 基本建设投资少 木材水运河道需整治，一般每公里最高需整治费用2万元左右，而修建公路一般每公里投资5—8万元。每公里水路、公路和铁路的基本建设费用比例，按70年代资料介绍，为1:40:60，可见其投资差额十分悬殊。木材在通航河道上流送木排，每立方米·公里只花1—2厘钱的养河费用，这说明水运基本建设投资费用少，而且不占农田，在我国人口众多耕地较少的情况下，发展木材水运事业，更有现实意义。

4. 燃料消耗少 木材水运基本上不消耗燃料，特别是单漂流送，只是用拖轮拖排时，消耗一些燃料，但比汽车耗油量少得多。就以采用99.3千瓦的拖轮来拖运木排，与8吨载重汽车相比较，其油耗仅为汽车的1/10。如在长江以198.6千瓦拖轮拖运木排1000—2000立方米，每千吨公里耗油量仅为2—4公斤，而汽车运材每千吨公里一般为60公斤。以此推算，南方各省、区，现在年木材流送量约为1000万立方米，木材水运较汽车陆运，可以节省运费3.6亿元，节油91.7万吨。这是一笔相当可观的节约数字，在我国当前能源、资金不足的情况下，更显出木材水运的优越性。

由于木材水运所消耗燃油少，所造成的污染、事故和环境破坏也比陆运少得多。根据芬兰的统计资料，如果木材水运每单位运输工作量的燃油消耗为1，则铁路运输为4，汽车运输为17。

5. 占用载运工具少 木材水运中的单漂流送和人工放排，不占用任何载运工具，拖排时需要拖轮，但从木材运量来看，其所占用的载运工具是微不足道的。如一艘198.6千瓦的拖轮，其拖排量以2000立方米计算，相当于400辆解放牌汽车，或40节50吨的火车车皮。木材水运不占用载运工具，现有的载运工具可以用于其它方面的物资运输，有利于国民经济建设的发展。

木材水运基本建设投资、能源消耗或生产成本与陆运比较都具有很大优越性。但木材水运也有其本身的弱点，它属单向性运输，多受自然条件（水大、水小）的限制，木材损失率较陆运大，如果组织不善，木材长期在河道中存放，有变质、降等等缺点。但总的来说，木材水运仍是我国目前一种较好的运材方式。因此，在南方各省、区在选择运输方式时，应本着“能水不陆”的原则，因地制宜发展木材水运事业，是完全应该的。

二、木材水运的概况

我国的木材水运方式，概括起来有单漂流送、排运（包括人工放排和拖轮拖排）和船运三种。单漂流送主要在上游不通航的河川上进行。在高山林区因河川的坡变大流速高，河道窄水位变幅大，木材收漂比较困难，但经多年实践，在木材收漂作业方面采取“避强就弱、分段阻拦、多次收储、最终打尽”的办法，收到了较好效果。一般在急流河段过后总会出现缓流区域，可避开急流，能在缓流区域修建一些工程设施，进行阻拦收漂；在较大的河川中，一般都会有许多滩地和岔河，可在滩地、岔河口处修建收漂工程，进行分散

收漂，可以解决高流速河川的木材收储难题。在排运方面，除江河中、下游可以利用拖轮拖运木排外，在多数中、小河流上，主要是进行人力放排。船运方式，目前还处于开始阶段，主要是沿海的一些省份进行。当前，我国船运木材量大有增加的发展趋势。

南方林区的采伐与木材运输作业，历来有“秋采冬运、春夏流送”的习惯，这是由于气候和水文等自然条件、以及林木生长状态所决定的。一年中二、三季度，是水运作业的“黄金季节”，其运量约占全年运输量的70%以上；一、四季度是淡季，只有少量的木材流送。

排型结构方面，其平面一般为梯形或矩形，为了编扎牢固和适应水深，大河木排多为硬结构，小河木排多系软硬结合的结构。

在收储工程方面，主要有固定式羊圈工程、拦木架和河埂工程。大型水上作业场的各种漂浮设施，目前有的采用坚固耐用的钢丝网水泥结构，如钢丝网水泥诱导漂子，水泥系排漂浮支座等，节省大量木材。

在扎排索具方面，除拖轮拖排用钢丝绳扎排和拖缆外，人力放排多采用民间常用的竹篾和竹缆，有的地方已在使用尼龙绳作扎排索具。

目前，我国木材水运机械化程度还比较低，虽采用了一些单项作业机械，但手工作业仍占相当大的比重。梗区内的拆垛和清理梗场及出河作业，目前基本上都在采用机械作业，如用自行式绞盘机拆垛和传送机、桥式吊车出河；编排机械尚感不足，初步研制的编扎排机械，但未能全面推广使用；水上改排、装船机械作业，已初具规模，目前采用的机械有升降式纵向传送机，纵向传送装排机，双桅浮吊式海排

装排机等。一些辅助工序也开始采用机械作业，如破蔑机、试制成原木自动量积仪等。

经过多年的探索和实践，初步摸索到适合我国情况行之有效的木材过坝方式。

鉴于南方各省、区河流密布，雨量充沛，有丰富的水力资源，事实证明“有水不陆”的木材运输原则，是正确的应大力发展。但是近年来由于在河流综合利用上，出现了一些新的问题，给木材水运带来一定困难。例如，在利用的河流上大量兴修水利、水电工程，木材流送必须解决木材过坝问题，由于有些地方目前尚不能满足木材过坝的工艺要求，而使木材水运蒙受一些不应有的损失；树种结构的变化，松杂木流送比例增大，其浮力不足，木材损失较大；还有洪水期的防洪保安问题以及今后在环境保护、渔业生产、保护堤岸和污水处理等方面，对木材水运提出的新要求等，都是急待研究解决的新课题。当前值得注意的问题是，有些地方出现“弃水就陆”的倾向，致使木材水运逐年下降、木材水运基本建设投资有逐年减少的趋势。

木材水运量的减少，必然是木材陆运量的增加，势必占用大量运载车辆，消耗大量能源，增加运输成本。为适应四化建设的需要，缓和当前能源、资金和交通紧张的局面，木材水运任务不但不应该减少，而是要大力发展。

三、木材水运的前景

从当前国内和国外的情况来看，木材水运仍然是一种重要的运材方式。由于能源的危机，木材水运势必将有新的展，充满着新的活力，有着广阔的发展前景。

南方各省，气候温暖，雨量充沛，林木生长快，森林资源丰富，溪流密布，一年四季均可流送，因而在今后木材运输中，水运仍将占有很重要的地位。为发展木材水运适应四化建设的需要和赶上先进国家的水平，结合当前木材水运的现状，今后应该努力做好以下几项工作。

1. 研究新方法、改革旧工艺 各省、区地理位置、河川水文气象条件，以及森林结构、林木组成的差异较大，应逐一研究确定合理的水运方法和生产工艺。

对非通航河流，仍应以单漂流送为主，对于运距长，河流条件允许，可考虑流送尺寸较小的木捆排。同时，要研究解决因松杂木的浮力不足，不能流送的问题。

在有条件的河流上，应大力发展拖排运输和船运，这是当今世界各国木材水运发展的趋势。为此，要研究编扎各种排型（包括木捆排）的机械和技术。在推河、编扎、放运、改排、出河等各道工序上，全面使用机械，以适应工艺改革的需要。只有对木材水运生产工艺不断地进行改革和完善，才能改变落后面貌，赶上世界先进水平。

2. 注重木材水运科学研究工作 木材水运是一门生产科学，为了提高经营管理水平和生产技术水平、提高劳动生产率和机械设备利用率，减少木材损失，降低生产成本，必须大力加强木材水运的科学研究工作。

木材水运的科学研究工作，必须结合生产的实际存在的问题，开展研究并把研究成果及时地应用到生产中去，取得经济效益，才能推动木材水运事业的发展。

加强对基础理论方面的研究和试验，建立我国自己的基础理论，来指导新工艺、新技术、新设备的研究工作；以领导干部、技术人员、工人三结合的形式，针对生产中的薄弱

环节，开展技术革新，解决生产上存在的问题；加强职工的技术培训，不断提高技术工人的素质。通过以上三方面工作的不断加强和深入，我们深信，我国木材水运工作的面貌，一定能有一个较大的改观，实现科学管理、采用现代科学技术和装备，实行木材水运作业机械化，这个战略目标一定能够达到。

第 一 章

水 文 常 识

水是我们很熟悉的一种物质，它在自然界分布很广。江、河、湖、海约占地球表面积的 $3/4$ ；地层里、大气中以及动物、植物体内都含有大量的水。如人体含水分约占体重的 $2/3$ ，鱼体含水达70—80%，一些蔬菜含水甚至达90%以上。可见，如果没有水，人和动物、植物都不能生存和生长。

水可以为人类造福。我们要用水来灌溉农田；筑坝截水，利用水流动的冲击力来进行水力发电；利用水来溶解物质；加热或冷却物质等等。但水在周而复始地循环流动中，有时也会给人类造成不利的影响甚至灾难。降水量过大时，将会酿成水灾；降水过小或不降水，将出现旱情。所以我们常说：只有风调雨顺才能五谷丰登。

水文是研究水在自然界的存在状态和变化规律的一门科学，我们学习水文学的目的，就是了解水体的存在状况和自然变化规律，以便更好地利用自然为人类服务。对于一个水运工作者来说，必需知道一些水文方面的知识，目的在于更好地利用河流，完成木材运输任务。

首先，介绍一些水文方面的基本术语：

1. 流域 自然降水后，水向同一条水系汇集的区域，

称为流域。它可分为干流流域和支流流域，多数支流流域构成干流流域。

2. 分水岭 流域的边界，称为分水岭。

3. 过水断面 水流流过河道的横断面（即河床与水面线所包含的范围），称为河流的过水断面。

4. 流速 水流的速度。在单位时间内（一般以秒为计算单位）水流通过河床的距离。在水文计算流速时，通常是以过水断面的平均流速来表示。

5. 流量 在单位时间内，流过河道过水断面的水量，称为流量，一般以立方米/秒来表示。

6. 径流 降水在地表或渗入地下，沿着一定的路径流动的水流，称为径流。径流分地表径流和地下径流；一年内流经河道上某一断面的全部水量，称年径流量；一月内流经河道上某一断面的全部水量，称月径流量。

7. 水位 即指江河、湖泊、水库等的自由水面。以某一地点或某一水准标高为基准，测得河流某一断面的水面高程，称为水位。表达水位所用的基准面，一般有两种：一种是绝对基面，又称标准基面；一种是测站基面。

8. 水面落差 指河流任意两横断面的水位高差。

9. 水面坡度 河道单位长度（米）的水面落差，称为水面坡度或水面比降。在计算时常以水面坡度代替河底坡度。

第一节 水文与水文现象

一、河流的水文特征

水文是指水在自然界的存在状况和变化规律。水从地面

蒸发到大气，再从大气降到地面（其中一部分转入地下），这种周而复始的循环过程，是综合的水文现象，一般用降水量的大小、蒸发量的大小等来表示。地表面的水在其重力的作用下，总是从高处往低处流动，一般用水位的高低、流速的快慢、流量的大小、含沙量的多少等来表示水流流动的状态及其变化。这些也都是水文现象，也称为水文要素。

自然界中的水文现象有以下三个特点：

（1）不重复性。即在某一定时期内（如一年、一个月），河流的水文现象不会完全重复。例如河流某年的流量变化过程，就不可能与另一年完全一致。

影响水流状态和水文变化的因素很多，而且比较复杂，其中影响最大的是气候和降水，降水量本身也变化无穷，无论在雨量、雨型、历时和分布等，在任何一次降雨中，不可能与另一次降雨完全相同，这也充分说明水文变化的不可重复性。根据这一特点，我们就不能简单地从短期的水文资料中，对水文情况作出完满的判断和结论。

（2）区域性。就是说随着地域的不同，所发生的水文现象也不同。每个地区的水文现象都有它一定的区域性特点。如我国的河流，南方的汛期比北方来得早，单位面积的年径流量比北方的河流大得多；山区河流的洪水较多，而且暴涨暴落，平原地区的河流，其洪水的涨落平缓。这些都是由于不同区域的气候条件、温度变化和降雨量不一样而形成的，当然水量的周而复始循环变化也有快与慢之别，早与迟、大与小等本质上的不同变化。但是，地貌条件与气候因素相似的地区，所发生的水文现象却具有相似性。因此，对水文现象可以通过典型地区重点研究，得出技术数据和资料，来揭露相似区域的水文现象的基本特点和本质。