

目 录

序 言

第一章 总 论	(1)
第一节 林道概述	(1)
一、林道的定义及技术标准	(1)
二、林道的作用	(6)
三、我国林道发展情况	(7)
第二节 我国林道网研究的概况	(14)
一、研究初期(1934~1978年)	(14)
二、对全国林区有组织的研究时期	(17)
第三节 研究林道网合理密度的意义	(25)
一、林道网密度的定义	(25)
二、研究林道网合理密度的意义	(25)
第二章 国外林道网理论研究概况	(27)
第一节 中欧理论	(27)
第二节 极限林道网密度理论	(30)
第三节 马秋思理论	(32)
一、马秋思理论	(32)
二、马秋思系统林道网理论	(34)
第三章 林道网密度的理论研究	(44)
第一节 我国主要林区的特点	(44)
一、东北、内蒙古国有林区	(44)
二、南方集体林区	(46)
三、四川高山林区	(48)

第二节 东北、内蒙古国有林区林道网理论的研究.....	(50)
一、平均集材距离的计算方法.....	(50)
二、林道网密度与平均集材距离的关系.....	(55)
三、综合系数 a 的确定.....	(56)
四、林道网密度理论公式的建立.....	(72)
第三节 南方集体林区林道网密度理论的研究.....	(86)
一、林道网密度与平均集材距离的关系.....	(87)
二、林道网合理密度计算公式的推导.....	(98)
三、集材方式的选择及适宜范围.....	(105)
第四节 四川高山林区林道网密度理论的研究.....	(126)
一、四川林道网的分类.....	(126)
二、伐区林道网密度的理论研究.....	(129)
三、营林林道网密度.....	(150)
第四章 林道网密度理论的应用.....	(153)
第一节 东北、内蒙古国有林区.....	(153)
一、东北、内蒙古林区按地形及资源分类.....	(153)
二、东北、内蒙古林区有关林道网方面的各项指标.....	(153)
三、合理林道网密度的计算.....	(155)
四、新增和维持每万立方米木材生产能力所需道路数量的计算.....	(166)
五、修建道路的判别.....	(167)
第二节 南方集体林区.....	(168)
一、南方集体林区重点林业县类别的划分.....	(168)
二、各种类型重点林业县的林道网合理密度.....	(169)
三、各种类型重点林业县每新增和维持万立方米生产能力所需道路数量.....	(174)
四、不同经营阶段林地内林道网合理密度.....	(176)
第三节 四川高山林区.....	(177)
一、林道网密度综合指标及四种林地类型的伐区林道网密度指标.....	(177)
二、新增和维持万立方米木材生产能力所需道路数量指标.....	(181)
三、干、支、岔线林道比例和吸引面积.....	(183)
四、干、支、岔线林道资金来源及投资比例.....	(185)
五、能否修建林道的判定.....	(185)

第五章 与林道网有关几个问题的理论研究	(188)
第一节 东北、内蒙古林区装车场合理间隔	(188)
一、平均集材距离表达式	(188)
二、费用函数表达式	(189)
三、装车场合理间隔公式推导	(189)
第二节 东北、内蒙古林区道路合理养护年限计算	(191)
一、公式的建立	(192)
二、计算因子的取值	(193)
第三节 南方集体林区间伐林道网密度(极限林道理论)	(194)
一、计算公式的推导	(194)
二、计算实例	(196)
第四节 关于荒山造林的林道网密度	(199)
第五节 四川高山林区陆运林道网与水运道的关系	(202)
一、林业局境内水运道情况	(202)
二、水运道和林道的关系	(202)
三、林业局境内水运道的变化趋势	(204)
第六节 四川国营林场林道网	(205)
一、四川国营林场的一般情况	(205)
二、国营林场林道网合理密度计算公式	(206)
三、在利润提成比例一定的情况下 q 、 r 、 d 的关系曲线	(208)
第七节 关于经济集材距离、林道造价和林道合理开发顺序的研究	(210)
一、经济集材距离	(210)
二、关于林道造价的研究	(213)
三、林道合理开发顺序的研究	(216)
第八节 计算机在林道网研究中的应用	(220)
一、关于林道的计算机布线研究	(224)
二、计算机在索道集材的伐区林道网理论中的应用	(222)
主要参考文献	(231)

第一章 总 论

第一节 林道概述

一、林道的定义及技术标准

(一) 林道的定义

广义的林道是指林区内凡是为林业生产建设服务的各种道路,如林区公路、森林铁路(林区窄轨铁路)、拖拉机道、手扶拖拉机道、人力胶轮板车道、人行道及流送河道、渠道等。

狭义的林道专指林区内能通行运材汽车的公路及森林铁路。我国目前所进行的有关林道和林道网的研究,主要就是研究这两种林区道路的。另外,四川林区因木材运输中水运的比重较大,还对流送河道、渠道等进行了研究。

(二) 林道的技术标准

1. 林区公路的技术标准

我国地域辽阔,各林区情况差别较大,故林区公路的技术标准,是分别甲、乙两类不同地区规定的。

(1) 公路等级的划分:

甲类地区(指内蒙古大兴安岭林区和黑龙江、吉林两省,以下同)

一级公路——年运材量大于10万t。

二级公路——年运材量6~10万t。

三级公路——年运材量2~6万t。

四级公路——年运材量等于或小于2万t。

注：从林业局或贮木场通往林场的路段，其运量虽小于2万t，亦仍按三级公路的标准进行设计。

乙类地区（指甲类以外的地区，下同）

一级公路——年运材量大于5万t。

二级公路——年运材量2~5万t。

三级公路——年运材量小于2万t。

便道——总长5km以下的简易运材道。

（2）各种等级道路主要技术标准如下：

表1-1-1 计算行车速度表

单位：km/h

公路等级		甲类地区				乙类地区			
		一	二	三	四	一	二	三	便道
计算行车速度	一般情况	50	40	30	25	50	40	30	15
	困难情况	30	25	20	15	25	20	15	

表1-1-2 路基、路面宽度表

单位：m

公路等级		甲类地区				乙类地区			
		一	二	三	四	一	二	三	便道
路基宽度		7.5	7.5	5.0	4.5	7.0	4.5或6.5	4.5	4.0
路面宽度		3.5	4.0	3.5	3.0或不设	6.0	3.5	3.0	3.0或不设

注：1.乙类地区二级公路的路基宽度原则上采用4.5m，亦可根据实际需要将部分或个别段路基设计为6.5m。

2.村镇附近路段由于人畜和非机动车的影响，可根据需要加固路肩或加宽路基。

3.当采用单车道路基时，应在适当距离内（甲类地区最大间隔长度不宜超过500m；乙类地区最大间隔长度不宜超过300m）设置错车道。错车道应设在有利地点，并使驾驶员能看到相邻两错车道驶来的车辆。错车道的尺寸，如图1-1-1。

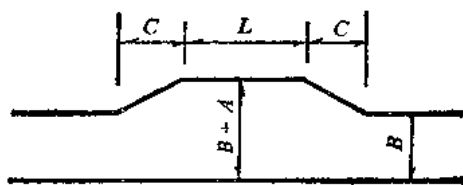


图 1—1—1 错车道路基布置图

B.单车道路基宽度。

$B+A$,甲类地区为7.5m,乙类地区为6.5m。当错车道设在平曲线上时,曲线部分按单车道加宽值加宽。

L.错车道有效长度,运原条为3.5m,运原木为15m。

C.渐宽段长度,运原条为15m,运原木为10m。

4.为避免在路肩上堆放养路材料而妨碍交通,应在路肩以外选择适宜地点设置堆料坪。

5.为了便于车辆调头,应结合沿路生产布局和在公路尽头设置回车道。

表 1—1—3 最大纵坡表

公 路 等 级		甲 类 地 区				乙 类 地 区			
		一	二	三	四	一	二	三	便道
最大纵坡(%)	一般情况	4	4	5	6	5	6	7	13
	困难情况	5	6	7	8	7	8	9	

注:1.甲类地区拖车有制动装置时,四级公路在困难情况下重车下坡可增加1%。

2.乙类地区一、二、三级公路在工程特殊困难的路段最大纵坡可增加1%,但在海拔2000m以上地区,不得增加。

表1-1-4 不设超高及最小平曲线半径表

单位: m

公路等级		甲类地区				乙类地区			
		一	二	三	四	一	二	三	便道
不设超高平曲线半径		300	200	130	90	200	125	75	
平曲线最小半径	一般情况	120	80	50	40	80	50	30	15
	困难情况	60	50	40	35	25	20	20	

注:乙类地区:

- 1.在行驶中型车辆的工程特殊困难地段,平曲线最小半径,三级公路不小于15m,便道不小于12m。
- 2.行驶重型车辆平曲线最小半径,一、二级公路不小于25m,三级公路及便道不小于20m。
- 3.运原条时,平曲线最小半径不小于30m。

表1-1-5 竖曲线最小半径

单位: m

公路等级 \ 竖曲线半径	甲类地区		乙类地区
	凸形	凹形	
一、二	1500	500	500
三、四	1000		

注:竖曲线不应插入回头曲线内,并尽量避免与急弯重叠。

以上标准摘自中华人民共和国农林部部颁标准《林区公路工程设计规程(试行)》(一九七七年)。

2. 森林铁路主要技术标准(762mm)

(1) 森林铁路(以下简称森铁)的线路等级标准,按重车方向的最大年运输量的大小分为三个等级:

I级线:年运输量大于40万t。

II级线:年运输量为15~40万t。

III级线:年运输量为15万t以下。

注：各级线路的最大年运输量，应包括木材运输量，森林经营和沿线地方的客货运输量等，并须适当考虑到经济发展情况。

(2) 各级线路的最大列车设计速度：

1) 蒸汽机车：I级线：35 (km/h)。

II级线：25 (km/h)。

III级线：20 (km/h)。

2) 内燃机车：I级线：25 (km/h)。

II级线：20 (km/h)。

III级线：15 (km/h)。

(3) 各级线路重车方向的限制坡度值，不得大于下列规定：

I级线：15‰。

II级线：20‰。

III级线：30‰。

(4) 用能力相同的双机牵引的最大容许坡度，按表1—1—6采用。

表1—1—6 用能力相同的双机牵引的最大容许坡度

限制坡度 ‰	双机牵引的最 大允许坡度 ‰	限制坡度 ‰	双机牵引的最 大允许坡度 ‰	限制坡度 ‰	双机牵引的最 大允许坡度 ‰
6	13.5	13	24.5	20	34
7	15	14	26.0	21	35.5
8	16.5	15	27.5	22	37.0
9	18.5	16	28.5	23	38.0
10	20.0	17	30.0	24	39.5
11	21.5	18	31.5	25~30	40.0
12	23.0	19	33.0		

(5) 区间线路平面的最小曲线半径数值, 按表 1—1—7 采用。

表1—1—7 区间线路平面的最小曲线半径

线 路 等 级	最小曲线半径(m)		
	正常情况	困 难 情 况	
		蒸汽机车	内燃机车
I 级线	200	100	80
II 级线	130	80	60
III 级线	100	80	60

以上标准摘自中华人民共和国林业部部颁标准《林区窄轨铁路设计规范》(1985年)

二、林道的作用

林道的作用是多方面的, 主要有以下几点:

(一) 林道是进行木材生产的基础设施

我国的森林多分布在远离城市的边远山区, 木材又是一种大而笨重的特殊商品, 要将采伐的木材运到国家标准轨距铁路(大铁)或大河边, 然后运往城市、农村、矿山等需材地区, 这就需要林区道路。五十年代, 我国许多林区多依靠河道流送木材, 当时林区公路建设的矛盾不甚突出。随着木材生产任务的迅速增加以及大河两岸可采资源和可流送材种的减少, 修建林区公路就被提到重要的议事日程。现在仍在利用河道运输木材的林区, 也必须修建公路, 通过公路把生产设备及所需的生活物资运到林区。

(二) 林区道路是全面经营森林, 实行集约经营的需要

随着我国以营林为基础方针的贯彻落实, 林道的作用越来越

大。虽然经过三十多年的造林取得很大成绩，但仍有大面积的荒山、荒地需要绿化。要在这些地方进行人工造林，修建林道是必不可少的。它可以保证造林质量，对以后的幼林抚育和中林间伐也创造了极为有利的条件。随着木材生产向边远山区延伸，迹地更新的路程越来越远。修建林道显得更加重要。

林道在保护森林方面的作用也较显著。我国的森林火灾十分严重，过去许多林区由于没有林道，发生火灾后不能及时扑灭而造成较大的损失。例如1987年5月大兴安岭林区发生特大森林大火，就是一个严重的教训。这个地区目前仅有道路1.2m/ha，国家正加强该林区的林道网建设。同样，林道在防治森林病虫害方面作用也很明显。

（三）林道对于繁荣边远山区的经济有很大的作用

边远山区修建了林道，木材源源运出山区，山区人民参加了林业建设，经济状况和人民的的生活水平发生了明显的变化。

（四）林道建设有利于旅游事业的发展

林道建设在开发旅游资源、发展森林旅游事业方面发挥了积极作用。例如张家界国家森林公园在道路修通后游客猛增，目前已接待百万人次以上，带来了沿线经济的繁荣。

三、我国林道发展情况

（一）我国林道发展过程及建设成就

林业的发展，许多国家都是以“取材于林业”开始的，而后逐步重视育林，再进入以森林生态为主，注重综合效益的时代。从运输方面往往先有一个木材水运过程即流送时代，后来演变成陆运。我国林道的发展，也经历了这个演变过程。建国前，我国林业经营极其落后，绝大多数林区没有开发利用，占我国林区面积近一半的东北、内蒙古林区长期控制在日、俄帝国主义、封建把

头手中，进行掠夺式的经营。林业生产基本靠水运，而且设施简陋。1945年日本投降时，在东北、内蒙古林区仅留有森林铁路1400km。新中国成立后，进行了国民经济恢复和大规模的经济建设。由于国家采取了大力扶持林业的政策，使林业获得了新生，林业经营水平迅速提高。林道建设也取得了很大成绩。我国林道的发展大体可分三个阶段。

第一阶段从新中国诞生到第一个五年计划结束（1950～1957年）。这一阶段是在战争废墟上重建家园的恢复时期，为大规模经济建设奠定基础。国家建设和人民生活需要大量木材。因此这一时期林业经营方针是一切为了木材生产，满足国家建设需要，完成国民经济恢复时期的建设任务。这时期发展林业的重点是东北、内蒙古林区。森林铁路由新中国成立时1400km，发展到1953年的2407km，1957年已近5000km。新建数量为旧时期总长的2.5倍。我国林区从五十年代开始采用汽车运输木材。1953年开始修建林区公路，先后在黑龙江省伊春林区的大丰、五道库，牡丹江林区的穆棱、绥阳、东京城；牙克石林区的伊图里河；吉林省林区的汪清修建林区公路。1955年在我国南方的云南、福建、贵州三省林区也开始试用汽车运材。从1951年起国产解放牌汽车用于林区。从此结束了全部依靠外国汽车的历史。由于我国汽车制造工业，石油工业的发展，推动了林区汽车运输方式的发展。到1957年，东北、内蒙古林区有16个林业局和云南省的一个林业局采用了汽车运输。共修建林区公路1400km。该时期东北、内蒙古林区的木材运输是水、陆运并举，陆运以森铁为主，汽车运输刚刚起步，所占比重小。南方林区几乎都是水运。

第二阶段为1958～1965年，该时期是我国经济建设大发展时期，也是林业的大发展时期。此阶段的林业经营方针是大幅度增加木材产量，以满足国民经济建设高度发展的需要。林业建设的

重点之一是加速林区道路建设，开发新林区。这期间共修建了森铁5587km，其中南方集体林区修建森铁152km。全国林区的森铁数量相当于1957年以前森铁总长度的2.1倍。随着我国工业的发展，公路建设速度加快。从东北、内蒙古、西南、西北国有林区到南方各省、自治区的集体林区，从国营林业局到国营伐木场都修建了林区公路，这个时期共修建林区公路2.5万km。为1957年以前修建公路总里程的18倍。1965年以后国有林区继续保持较高的建设速度，平均每年修建林区公路3500km以上。

这一时期是我国林业交通运输方式的巨大变革时期。表现在森铁运输稳步增长、汽车运输飞跃发展。全国林区木材运输方式，由水运为主向陆运为主转变。东北、内蒙古林区由水陆运并举，转变为全部陆运，淘汰了水运。陆运由森铁运输为主，转变为森铁、汽车运量大体平衡。南方林区这一时期虽然建设了大量公路，汽车运输取代了部分水运，但仍以水运为主。在该时期南方集体林区整治了河道，修建了河埂和“羊圈”等收漂工程。林区道路的发展给林业生产，居民生活创造了方便条件，为实现全面经营森林奠定了基础。

第三阶段1966年到现在是林业向现代化发展的奠基时期。

“文化大革命”的十年，林业和其它部门一样受到了干扰和破坏。林业基本建设停滞不前，使林业生产受到很大影响。党的十一届三中全会决定把工作重点转移到经济建设上来，给林业带来了生机。在该时期制定了全国林业现代化建设宏伟目标，把发展林区交通作为实现林业现代化的重要内容之一。在总结国内、外历史经验中，林业工作者逐步提高了对森林多种功能的认识。因此，林业经营思想由木材生产为主向以森林培育为主转变。随着林业经营思想的转变，建设林区道路的目的，不再是单纯为木材生产服务，而是为发挥森林的生态效益，经济效益和社会效益服

务。

这一时期，森铁运输基本停留在前期水平。1983年全国共有森铁1.1万km，承担年运量约1500万m³。森铁基本分布在东北、内蒙古林区的小兴安岭、长白山、完达山、张广才岭。南方林区只有福建、江西两省保留约219km。这期间林区公路有较大发展。1983年全国已建林区公路14.9万km，相当于前一阶段的5.55倍。道路建设标准也有明显提高。从六十年代中期开始少数森铁运输局逐步改建成汽运局，如黑龙江省带岭林业局，1965～1975年由森铁运输局改为纯汽车运输局。事实证明：带岭这样的中、小型林业局采取汽车运输方式不论从经营方便，还是从经济角度都是有利的。从七十年代中期开始，由于木材生产向高山和边远林区延伸，伐区分散，单位蓄积量减少，以及森铁机车性能的限制等原因。东北、内蒙古林区多数林业局自发地采取了“接力”式运输，即上段汽车运输，下段森铁运输。

这一阶段，东北、内蒙古林区由前期的森铁、汽车运输量平衡，转变为以汽车运输为主。南方林区建设了大量林区公路。林道建设不仅为全面经营森林提供了可靠的物质保证，而且为促进地方经济的发展、提高广大林区人民生活水平创造了有利条件。南方气候温和，江河纵横密集，湖泊星罗棋布，水资源极其丰富，水运条件得天独厚。特别是水运设施简单，工程造价及运输成本低廉。因此南方林区至今仍保持一定的水运。据1982年统计，在我国木材运输中按运输量计算，汽车运输占总运量的55.6%，森铁和水运各占22.2%。目前全国林区以汽车运输为主，北方辅以森铁，南方辅以水运和森铁。

（二）林道建设资金

随着我国国民经济的发展，以及林业经营体制的变革，林道建设资金来源也有一定的变化。建国以来我国林道建设资金主要

有国家投资、更新改造资金、民办公助、地方自筹、生产费支出和银行贷款等。

1. 国家投资是我国林道建设的主要投资来源,从建国初期开始施行的。由于建国初期林业生产能力低,物质基础薄弱,因此凡属国营林业局、场新建林区道路均由国家无偿拨款投资修建。六十年代初实行更新改造资金制度后,按原木产量提取更改资金,用于修建延伸伐区的道路,维持林业再生产。从此国家拨款投资范围缩减为新建国营林业企业的首期道路工程,以及用于后续林场开发的道路建设。国家拨款投资,为发展我国林业,培植以国营林业企业为主导的林业经营体制,起了保证作用。

2. 从六十年代初起林业实行更新改造资金制度,这是林道投资来源的一次改革。开始时按原木产量每立方米提取5元,用于修建延伸伐区的道路,直接列入木材生产成本。从1982年起国有林区更新改造资金提高到每立方米原木11.5元,集体林区提取10元/m³。资金使用范围扩大为全部固定资产更新改造。更改资金由林业主管部门收缴进行再分配,其中的一部分用于维持再生产所需要的道路建设。林业实行更改资金制度是国家对发展林业生产所采取的一种扶持措施,不仅减少了国家的负担,而且为林区道路建设开辟了新的资金来源。为发展林区交通事业起了一定的作用。

3. 民办公助主要适用于南方集体林区。民办公助是一种补助金制度。在农林交错的南方集体林区,建设道路不仅为经营森林服务,而且为发展地方农、副、牧业、居民交通服务。广大农民为了发展山区经济,摆脱贫困,改善生活条件,他们对修建道路的要求十分迫切,但农民的财力有限,为此地方政府采取了补助金的办法支持和扶持林区农民修路。所谓“民办公助”一般是农民出劳力,政府在资金,材料方面给予适当补贴。

4.地方自筹资金修建道路主要适用于南方集体林区以及北方以育林为主的地方林业单位(非森工企业),为了满足经营林业的需要,由地方筹集专款修建的林区道路。地方自筹资金也是我国林道建设的主要投资方式之一。采取这种投资方式不仅对发展林业起了积极作用,而且为繁荣地方经济带来了效益。

5.生产费投资主要适用于国营林业企业,当年采伐区内修建临时性岔线道路。这种道路主要是为木材生产服务的。岔线是集材道和正规道路之间的一种过渡道路。在目前的伐区工艺条件下,在实施采伐的伐区一般都要修建这种道路,且修建数量较大。生产费投资修建的道路,是把岔线修建费,养路费摊入木材生产成本。

6.国家贷款是1985年开始实行的一种投资方式。这种投资方式适用于全国各种经营性质的林区。国家以无息或低息贷款给有偿还能力的林业经营者,用来扶持发展林业。林业全面实行国家有偿贷款势在必行,它对改变林业经营局面,发展新型林业,科学管理林业将产生巨大的推动力。

(三) 我国林道建设方面存在的主要问题

建国以来在林道建设方面取得很大成就。但由于缺乏管理经验,加之林业经营指导思想上的问题而导致经营上的失误。主要表现在经营管理思想上的狭隘和偏见;缺乏用科学方法管理;长期忽视林道建设投资的经济效益;缺乏长远规划,在林道建设上带有一定的盲目性等等。

1.缺乏中、长期规划。在安排基建项目时应建立在充分调查研究的基础上,但是忽视了这方面的工作,对技术,经济比较和可行性研究重视不够,有一段时期搞所谓的“边勘察,边设计,边施工”,盲目建设。结果有些项目由于情况不明,违背客观规律、工程被迫下马,造成很大浪费。例如六十年代初,在南方刮

起一股森铁风，在短短二、三年内先后动工修建36条森铁，计划里程1841.88km，已施工铺轨1020km。因南方林区山峻坡陡，资源分散，技术力量薄弱等原因，仅建成一部分，其它全部下马。

2. 经营思想未能跟上形势发展。以木材生产为中心，这是我国林道建设的长期指导思想，迟迟未转变观念，这不仅造成林道建设效益上的巨大损失，而且也是造成森林采育失调，自然生态紊乱的重要原因之一。林业经营者在严酷的历史教训中，逐步认识森林不仅为人类提供木材，林副产品，更重要的还应注意生态效益和社会效益，要取之必先予之的道理。林道建设目的不应单纯为了木材生产，而应为实现林业全面发展，综合经营服务。近年来在发挥林道作用及效益方面虽有所提高，但由于旧经营思想根深蒂固，以及某些客观原因，在具体实施上仍存在较严重的单纯木材生产的片面观点，还有相当多的林道效益很差。例如：东北、内蒙古林区在采伐木材后，道路的大量废弃就是证明。今后应当把以营林为基础的经营方针全面落实，充分发挥林道的作用，提高林道建设的效益。

3. 不够注重科学研究和科学管理。森林工业是我国工业领域经营管理比较落后的行业，原因是多方面的，但与多年来对科学研究、新技术推广重视不够有密切关系。林道建设总投资约占林业总投资的40~60%，这样大的投资比重如果在管理上稍有不当地，浪费将是惊人的。因此应把林道建设的管理作为林业的主要环节之一。然而多年的实践证明，对林道建设并非十分重视。例如：已建成十余万公里的陆运道路，从规划到设计基本上采用原始的方法，凭工作者的经验确定。长期以来管理部门在进行投资决策时也缺乏科学论证。不同性质的林区、不同地形、不同资源条件，不同的技术、经济条件修建多少道路合适；也就是说多大林