

高等林业院校交流讲义

牵引机械

上册

东北林学院牵引机械教研组编

农业出版社

高等林业院校交流讲义

牽 引 机 械

上 册

(汽車及拖拉机部分)

东北林学院牽引机械教研組編

森林采伐及运输机械化专业用

高等林业院校交流讲义
牵 引 机 械
上 册
(汽車及拖拉机部分)
东北林学院牵引机械教研组編

业 出 版 社 出 版

北京老线局一号

(北京市书刊出版业营业许可證出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

农业出版社印刷厂印刷装订

統一書号 K 15144.343

1962 年 9 月北京初型	开本 787×1092 毫米
	十六分之一
1962 年 11 月初版	字数 415 千字
1963 年 3 月北京第二次印刷	印张 二十 插页三
印数 1,001—1,500 册	定价 (9) 一元九角

目 录

緒論	1
----------	---

第一篇 汽車拖拉机发动机

第一章 汽車拖拉机发动机的工作原理	15
§ 1. 吸气过程	16
§ 2. 压缩过程	20
§ 3. 燃烧过程	22
§ 4. 膨胀过程	28
§ 5. 排气过程	30
§ 6. 标志工作循环及发动机工作的参数	30
§ 7. 发动机的热平衡	34
§ 8. 发动机的主要比較参数	35
第二章 发动机的动力学基础	37
§ 1. 曲柄連杆机构的运动学	37
§ 2. 曲柄連杆机构所产生的慣性力	38
§ 3. 作用在曲柄連杆机构上的力	38
§ 4. 发动机的平衡	39
§ 5. 发动机工作的不均匀度	45
第三章 曲柄連杆机构	46
§ 1. 发动机机体——气缸盖、气缸体—曲軸箱	46
§ 2. 活塞組——活塞、活塞环、活塞銷	50
§ 3. 連杆	53
§ 4. 曲軸	54
§ 5. 飞輪	56
§ 6. 发动机在車架上的固定	56
第四章 配气机构	58
§ 1. 四冲程发动机配气机构的另件	58
§ 2. 配气相	61
§ 3. 柴油机的减压机构	62
§ 4. 二冲程发动机的配气簡述	62
第五章 发动机的冷却系統	65
§ 1. 液体冷却系統的組成部分	65
§ 2. 液体冷却系統的計算基础	68

§ 3. TATRA-111A 发动机空气冷却系统简述	69
第六章 发动机的润滑系统	70
§ 1. 汽车拖拉机发动机用润滑油	70
§ 2. 润滑系统的种类	72
§ 3. 润滑系的部件	73
§ 4. 曲轴箱通风	76
第七章 发动机的燃料简介	77
§ 1. 发动机燃料的组成	77
§ 2. 液体燃料的物理化学性质	78
§ 3. 煤气发生炉燃料	79
第八章 汽化器式发动机的燃料供给系	82
§ 1. 汽化器式发动机供给系的一般布置	82
§ 2. 空气滤清器	82
§ 3. 汽油泵	83
§ 4. 汽化器式发动机中工作混合气的形成	85
§ 5. 对汽化器的基本要求及简单汽化器的缺点	87
§ 6. 汽化器的主要配剂装置和辅助装置	89
§ 7. 汽化器的构造	93
§ 8. 汽化器基本尺寸的确定	95
§ 9. 汽化器式发动机燃料供给系的发展趋势	96
第九章 柴油机的燃料供给系	98
§ 1. 柴油机中工作混合气的形成	99
§ 2. 高压油泵	102
§ 3. 喷油嘴	108
§ 4. 调速器	111
第十章 煤气机的燃料供给系	115
§ 1. 煤气发生炉	116
§ 2. 煤气冷却器和滤清器	118
§ 3. 煤气-空气混合器	119
§ 4. 汽油机或柴油机改装为煤气机时的工作指标	120
第十一章 发动机点火系及汽车拖拉机电气设备	121
§ 1. 蓄电池	121
§ 2. 发电机和继电调节器	123
§ 3. 混合气的点火系统	128
§ 4. 起动机	135
§ 5. 汽车拖拉机的照明及电气辅助设备	139
第十二章 发动机的起动及起动设备	142
§ 1. 发动机的起动过程	142
§ 2. 发动机起动方法及典型发动机的起动设备	143

第十三章 发动机特性曲线和试验简述	147
§ 1. 发动机试验目的和种类	147
§ 2. 调节特性	147
§ 3. 发动机的外特性	150
§ 4. 发动机的负荷特性	153
§ 5. 怠速特性和起动特性	154
§ 6. 发动机试验的设备和仪器	154
§ 7. 发动机试验方法	158

第二篇 汽车拖拉机传动系和行走机构

第十四章 传动系功用和一般构造	159
第十五章 离合器	162
§ 1. 离合器的功用、要求和分类	162
§ 2. 离合器的工作原理	163
§ 3. 离合器的工作条件	164
§ 4. 离合器基本尺寸的决定	166
§ 5. 离合器的构造	168
§ 6. 被动片	175
§ 7. 离合器的操纵机构	176
第十六章 变速箱	177
§ 1. 变速箱的功用和基本要求	177
§ 2. 变速箱的类型和工作原理	177
§ 3. 变速箱齿轮的齿形	179
§ 4. 汽车拖拉机变速箱传动比的选择	180
§ 5. 典型车辆变速箱的构造	182
§ 6. 变速箱的操纵机构	186
§ 7. 便利换挡的机构	189
§ 8. 副变速箱和分动箱	190
第十七章 万向传动	193
§ 1. 万向传动的功用和分类	193
§ 2. 刚性万向传动	194
§ 3. 半刚性万向传动	196
§ 4. 柔性万向传动	196
§ 5. 等速万向节	197
第十八章 驱动桥	200
§ 1. 汽车和轮式拖拉机的后桥	200
§ 2. 履带拖拉机后桥	209
第十九章 汽车拖拉机的行走机构	215
§ 1. 汽车的行走机构	215

§ 2. 拖拉机的行走部分	230
---------------------	-----

第三篇 汽車拖拉机的操纵机构及附属装置

第二十章 汽車的轉向系	237
-------------------	-----

§ 1. 概述	237
§ 2. 轉向器	240
§ 3. 轉向传动装置	243
§ 4. 几种常用車輛的轉向系	245

第二十一章 履带拖拉机的轉向装置	249
------------------------	-----

§ 1. 履带拖拉机的轉向运动学和动力学	249
§ 2. 轉向机构	251
§ 3. 轉向离合器	254
§ 4. 单級行星式轉向机构	255
§ 5. 拖拉机的制动器	256
§ 6. 履带拖拉机的操纵机构	259

第二十二章 汽車的制动系	262
--------------------	-----

§ 1. 制动系的功用	262
§ 2. 汽車制动器	264
§ 3. 制动系传动装置	267
§ 4. 手制动器	276

第二十三章 拖拉机与汽車的集运材附属装置	278
----------------------------	-----

§ 1. 拖拉机的集材装置	278
§ 2. 运材汽車的附属装置	284

第四篇 汽車拖拉机的主要性能和試驗

第二十四章 汽車拖拉机的主要性能	293
------------------------	-----

§ 1. 汽車拖拉机的切綫牽引力	293
§ 2. 行駛阻力	295
§ 3. 汽車拖拉机可能行駛的条件	298
§ 4. 牽引平衡	301
§ 5. 动力特性	302
§ 6. 功率平衡	304
§ 7. 汽車拖拉机的通过性	305
§ 8. 汽車拖拉机的燃料經濟性	307
§ 9. 汽車拖拉机的穩定性	309

第二十五章 汽車拖拉机的試驗	311
----------------------	-----

§ 1. 汽車动力試驗	311
§ 2. 拖拉机动力試驗	312

緒 論

在森林工业所用的机械中,牵引机械(拖拉机、汽車和机車)占有相当大的比重,它是繁重工序机械化的基础。

在木材采伐运输机械化专业中,牵引机械是一門重要的課程,通过本門課程的学习,要求达到下列各点:

- 1) 熟悉牵引机械各部分的构造并了解其工作原理;
- 2) 掌握牵引机械各总成間的装配关系并能拆卸和安装;
- 3) 了解牵引机械的发展趋向,能正确地选用牵引机械并对牵引机械进行评价;
- 4) 了解并掌握现有牵引机械的技术性能及其运用情况。以期在木材生产过程中,在各种不同的工作条件下,能充分有效地发挥牵引机械的动力性能和经济效益,延长其使用寿命,不断提高木材生产率和降低生产成本。

在学习本課程以前,学生应具有理論力学、材料力学、机械原理、机械零件、金属工学、热工学、电工学及其他相应的技术基础知识。本課程与木材陆运和机械保养維修等課程有着极为密切的联系。

(一)

解放前,我国根本没有拖拉机、汽車和机車制造业。解放后,在党中央和毛主席的英明领导下,在兄弟国家的帮助下,我国的拖拉机、汽車和机車制造业,从无到有、由小到大迅速地发展起来。刚刚解放的头几年,我国就已能够制造拖拉机、汽車和机車;在第一个五年计划期間(1953—1957年),便兴建和开始兴建了有着现代化设备的汽車和拖拉机制造厂,并开始生产解放牌汽車。从1958年起,在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的指引下,我国的拖拉机、汽車和机車制造业在原有的基础上試制了許多新产品,并且在設計水平和制造能力等方面有了很大发展和提高。先后設計制成了东方紅-54、紅旗-80拖拉机,跃进牌汽車,紅旗型蒸汽机車、巨龙型內燃机車和韶山型电力机車等等,为我国今后拖拉机、汽車和机車制造业的发展打下了良好的基础。

(二)

目前,森林工业中采用着多种多样的拖拉机、汽車和机車。

RT-12 拖拉机(图1)是苏联第一次专为森林工业設計的集材拖拉机。利用发生炉煤气作燃料,有起动用的煤气預溫装置和专用的集材设备(絞盘机和搭載板),每趟集材量5—8立方米。我国东北林区多年使用的經驗表明,这种拖拉机机动性好,可以利用当地燃料,但

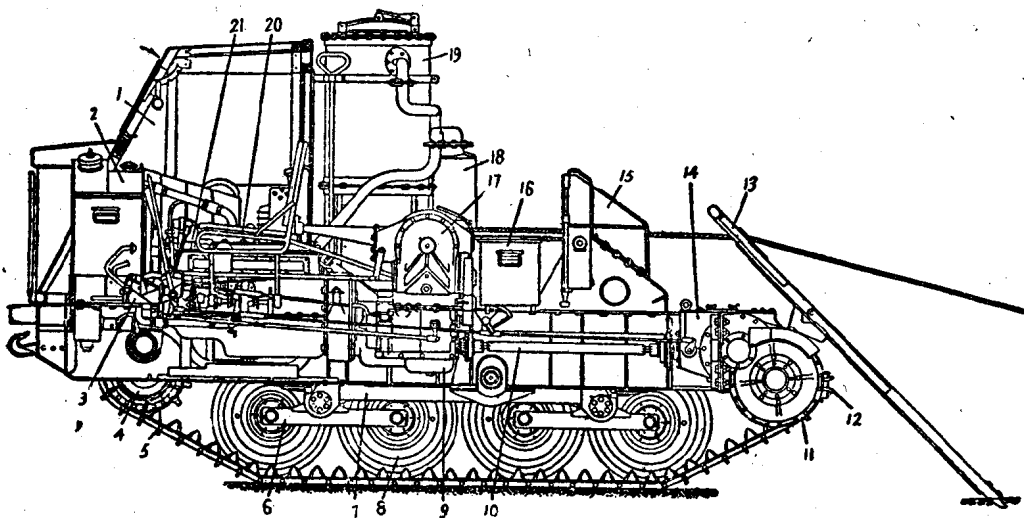


图 1 KT-12 拖拉机

1. 司机室; 2. 散热器; 3. 具有踏板和杠杆的操纵台; 4. 引导轮; 5. 履带; 6. 小平衡梁; 7. 主平衡梁; 8. 支重轮; 9. 变速箱; 10. 传动轴; 11. 驱动轮; 12. 牵引板; 13. 能放下的搭载板; 14. 后桥; 15. 横梁; 16. 工具箱; 17. 绞盘机; 18. 煤气粗滤清器; 19. 煤气发生炉; 20. 司机座; 21. 发动机。

还存在有下列缺点:

- 1) 发动机功率不足;
- 2) 煤气发生炉装置保养操作费力, 易生故障;
- 3) 搭载板及某些零件的强度不足;

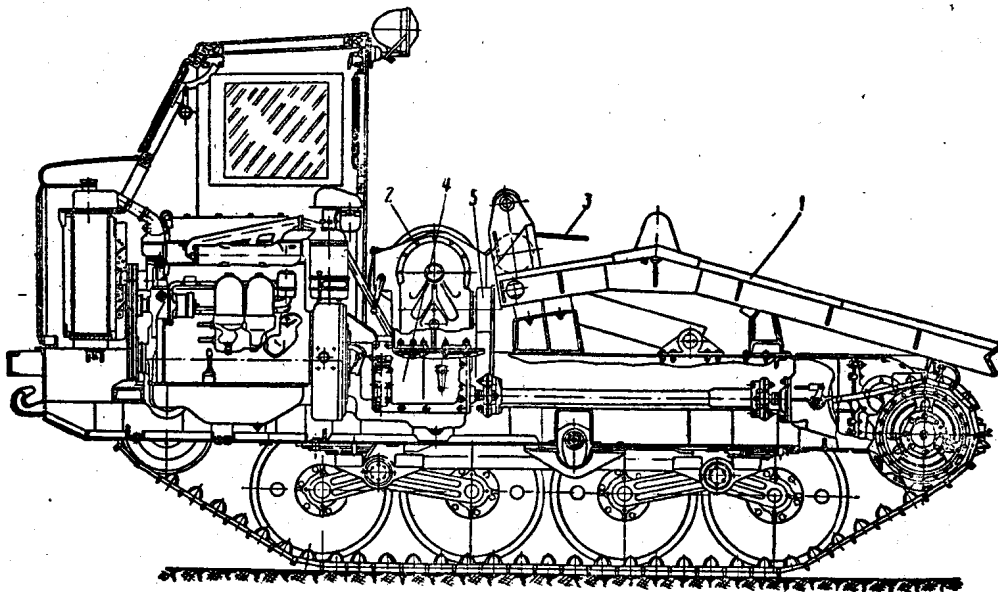


图 2 TDT-40 集材拖拉机

1. 搭载板 2. 绞盘机; 3. 钢索; 4. 变速箱; 5. 绞盘机传动链外罩。

4) 夏季作业司机室太热;

5) 由于履带结构和重量分布不均的关系,雨季作业时拖拉机有下陷现象,而在收集木捆和起步时,易产生拖拉机起立现象。

到 1956 年,苏联已停止生产此种拖拉机。

TAT-40(图 2)和 TAT-60(图 3)拖拉机 在 TAT-40 集材拖拉机上,装用 Д-40T 柴油机以代替 KT-12 拖拉机上的 ЗИС-21A 煤气机,完全取消了煤气发生炉装置,加强并加宽了搭载板,以便进行大头朝前的伐倒木集材。試驗結果表明, TAT-40 拖拉机的生产率比 KT-12 高 30—40%。TAT-60 拖拉机上装有 Д-60T 柴油机,采用行星輪向机构,有特殊的預溫設備以利冬季起动,为便于搭载板的起落,設有专用的液压机构。它可以用来进行原条或伐倒木集材。試驗証明,在相同的条件下, TAT-60 拖拉机的每小时生产率比 KT-12 平均提高 80—105%。这两种拖拉机已經在我国东北內蒙古林区使用。

紅旗-80(或 C-80)紅旗-100(图 4)C-140(图 5)和东方紅-54(图 6)拖拉机 是为农业和建筑业設計的一般用途的拖拉机,在森林工业中,多用于集材(拖集木捆)、装车、运材(冰雪道爬犁运材)和修筑道路等。

我国东北林区使用 C-80 拖拉机的經驗表明,为农业或其他国民經济部門設計的拖拉机在林区使用时,需要注意以下几个問題,以充分发挥拖拉机的作用:

- 1) 改进履带的結構,使拖拉机在冬季冰雪道上起步时不致有打滑现象;
- 2) 提高离地間隙,以改善通过性;
- 3) 加装专用集材設備,以提高時間利用系数。

森林工业用拖拉机的技术性能见表 1。

在美国和加拿大采用 30—145 馬力的一般用途的履带拖拉机。在大径木林区,都利用 90—145 馬力的卡特半勒 D-7 和 D-8 拖拉机(图 7)以及其它履带拖拉机。拖拉机都装有单卷筒或双卷筒絞盘机,并带有履带式挂車。在立木平均直径較小的林区采用 40—90 馬力的拖拉机,拖拉机上都装有单卷筒絞盘机并带有輪式拱架式挂車。

在資本主本国家的森林工业中,还有为数不少的輪式拖拉机。这类輪式拖拉机都具有高的通过性,装有低压或可变气压的輪胎,大都利用四輪驅動并装有单卷筒絞盘机和拱架式集材装置。它們同时还可以用来从事推土、筑路等工作。这类輪式拖拉机的最高速度达 15—40 公里/小时不等,其功率从 50 (卡特半勒 DW₅₀)到 186 馬力,驅動方式从鏈传动(卡特半勒 DW₁₈₆)到电力驅動(列吐尔諾-惠斯丁豪斯)。利用这一类輪式拖拉机,有可能消除集材工序而把木材直接由伐区运到山下楞場。

澳大利亚,英国和西德某些工厂成批生产的“莫托瑟利”拖拉机的产品也是专为森林工业設計的。拖拉机上設有带单卷筒絞盘机的拱架式集材装置,并具有橫担梁和傾斜的搭载板以便拖曳原木。这种牌号的拖拉机可以装用 30、70、80 和 125 馬力的发动机。利用装有 70 馬力发动机的“莫托瑟利”拖拉机运原木的方案如图 8 所示。

在苏联森林工业中,以拖拉机为基础試制并試驗了一批联合机械。利用联合机械,使某些采运工序联合起来,由一台联合机械来完成这些工序的操作,可以提高木材生产的綜合劳动生产率。

苏联列宁格勒林学院和森林工业部中央动力机械科学研究所(ЛТА-ЦНИИМЭ)的伐木集材联合机将伐

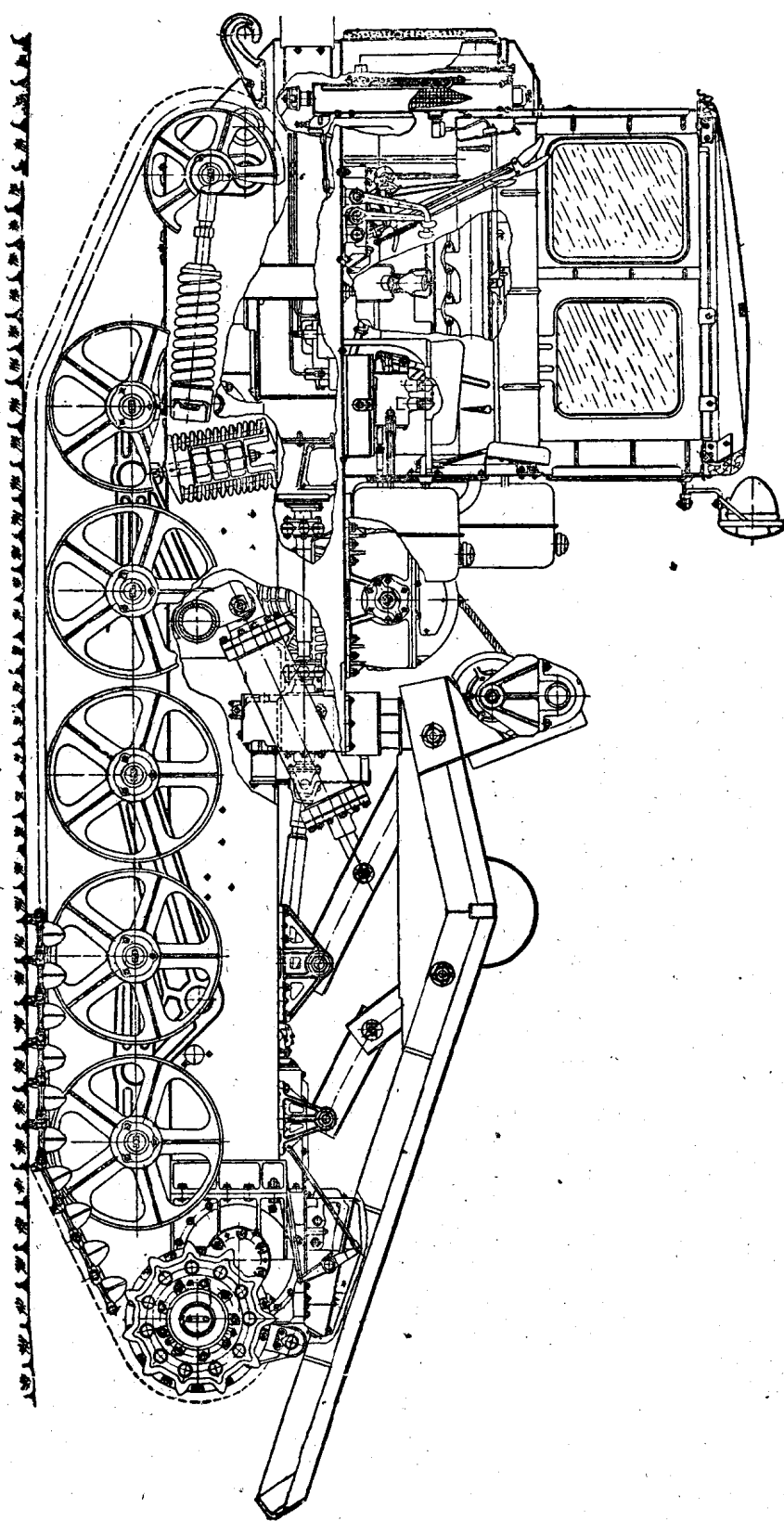


图 3 TAT-60 集材拖拉机

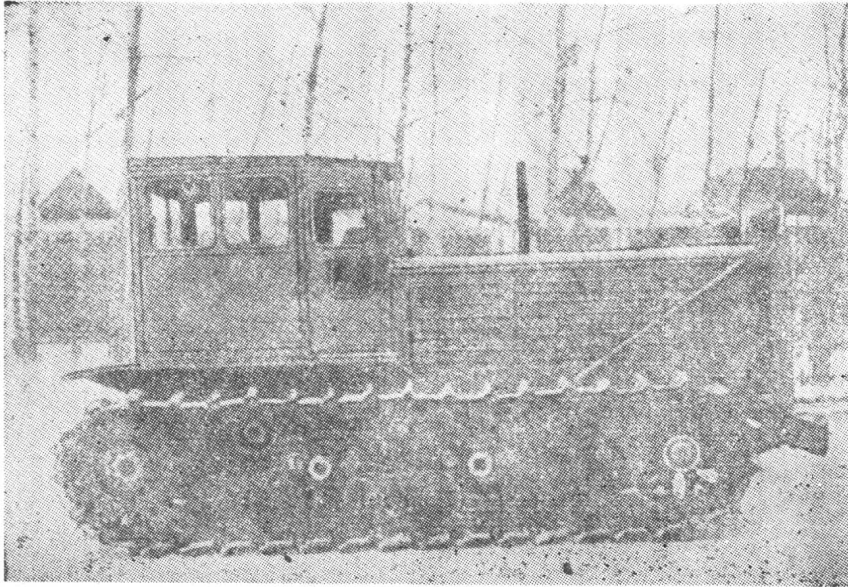


图 5 C-140 拖拉机

表 1 森林工业用拖拉机的技术性能

技 术 性 能	KT-12 A	ТДТ-40	ТДТ-60	紅旗-80(或 C-80) 紅旗-100	C-140	东方紅-54
拖拉机类型	履 带 式 拖 拉 机					
拖拉机重量(无载荷公斤)	5800	6500	10800	11400	15100	5100
搭载板上的允許負荷 公斤	1500	2000	4000	—	—	—
1挡时的挂鉤牽引力 公斤	3750	3270	5240	8800	13300	2850
絞盘机鋼索牽引力 公斤	4220	4470	6350	—	—	—
最高运行速度 公里/小时	12.28	11.65	7.64	3.65	10.9	7.9
第一挡运行速度 公里/小时	2.01	2.16	2.14	2.25	2.33	3.59
对地面的单位压力(无载荷) 公斤/厘米 ²	0.4	0.46	0.40	0.48	0.42	0.41
拖拉机外形尺寸(毫米)长	4505	4500	5350	4228	5300	3600
宽	1900	1830	2370	2456	2740	1865
高	2415	2280	2700	2767	2800	2300
发动机牌号和类型	ЗИС-21А, 四冲程煤气机	Д-40Т	Д-60Т	КДМ-46 四 冲 程 柴 油 机	6КДМ50Т	АЕ-54
气缸数	6	4	4	4	6	4
气缸直径×活塞行程(毫米)	101.6×114.3	105×130	125×152	145×205	145×205	125×152
排 量 升	5.55	4.5	7.45	13.54	20.31	7.45
压缩比	7.1	17.0	16.0	15.5	15.5	16
最大功率(轉速) 馬力	37(1800)	40(1500)	60(1500)	93(1000)	140(1000)	54(1300)
发动机淨重 公斤	425	780	1100	2030	2700	1270
最低燃料消耗量 克/馬力小时	汽油(起動) 800—1000	215	最 低 220	柴 油 220	220	220

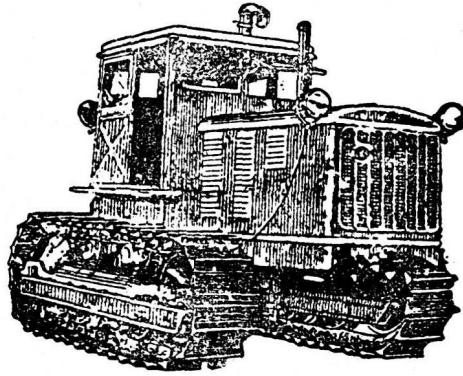


图 6 东方紅-54 拖拉机

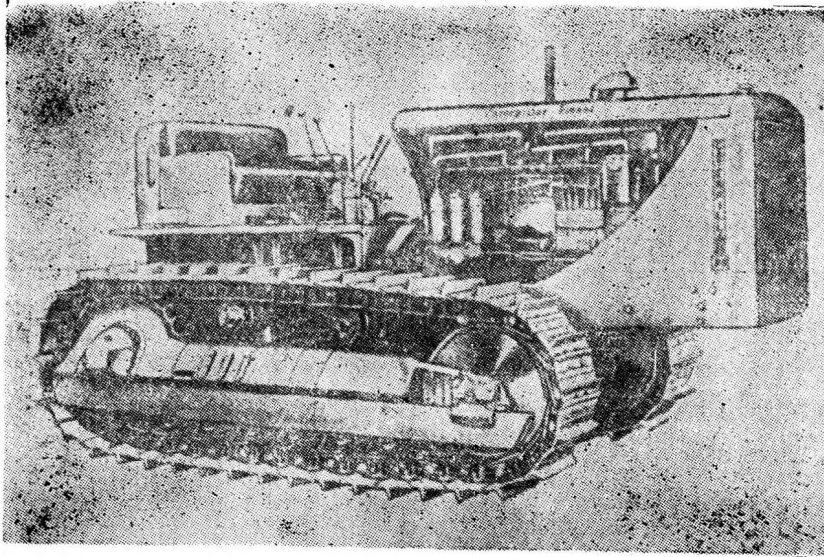


图 7 “Caterpillar”D-8 拖拉机

木、集材和装車工序联合了起来,其初期試样的試驗証明,在一定条件下,这种联合机获得了良好的效果,但在投入成批生产前必須进一步加以改进。ЛТА-ЦНИИМЭ 伐木集材联合机(图9)装有 ЗИС-120 发动机和变速箱,采用双式差速器作为轉向机构,驅動輪在前方,駕駛室位于中部在搭載板的下方。前方装有单卷筒絞盘机,用以控制树倒方向并收集木材。該联合机总重 9000 公斤,絞盘机鋼索牵引力 5000 公斤,速度范围从 1.44 到 26 公里/小时。

伐木集材联合机由拖拉机手,集材員,伐木工三人管理,在平均材积 0.3 立方米和每趟平均装载量 10 立方米时,班生产率為 65—70 立方米。

其它型式的联合机也在陆續試制和試驗中。

Tatra-111R 型汽車(图 16)系捷克产 10 吨載重汽車,发动机为 V 形 12 缸风冷柴油机,設有增力箱和分力箱,以便在山地行駛。我国东北、內蒙古林区广泛应用它作运材汽車。使用經驗表明,这种汽車基本上适合于林区运行条件,但由于經常在不良的道路条件和重載下

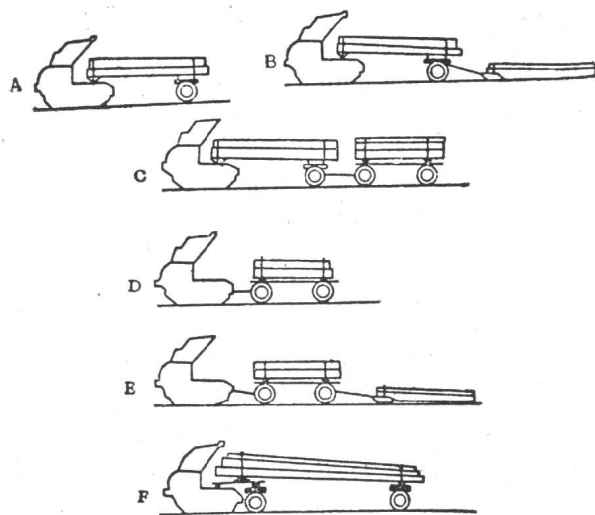


图 8 用“莫托謬利”拖拉机的运材方案

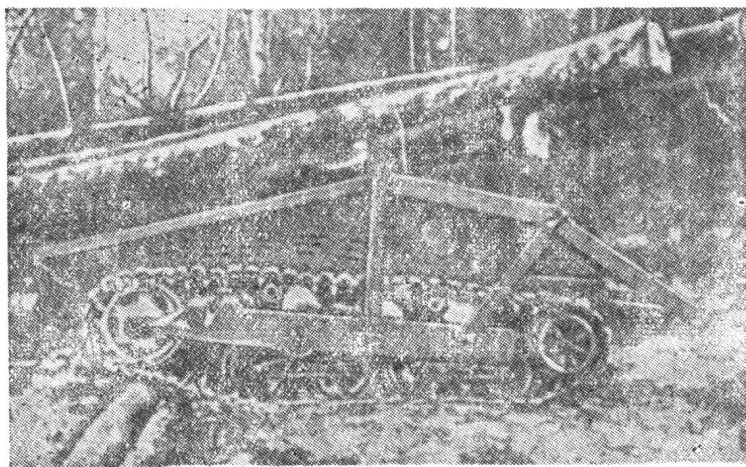


图 9 ЛТА-ЦНИИМЭ 伐木集材联合机

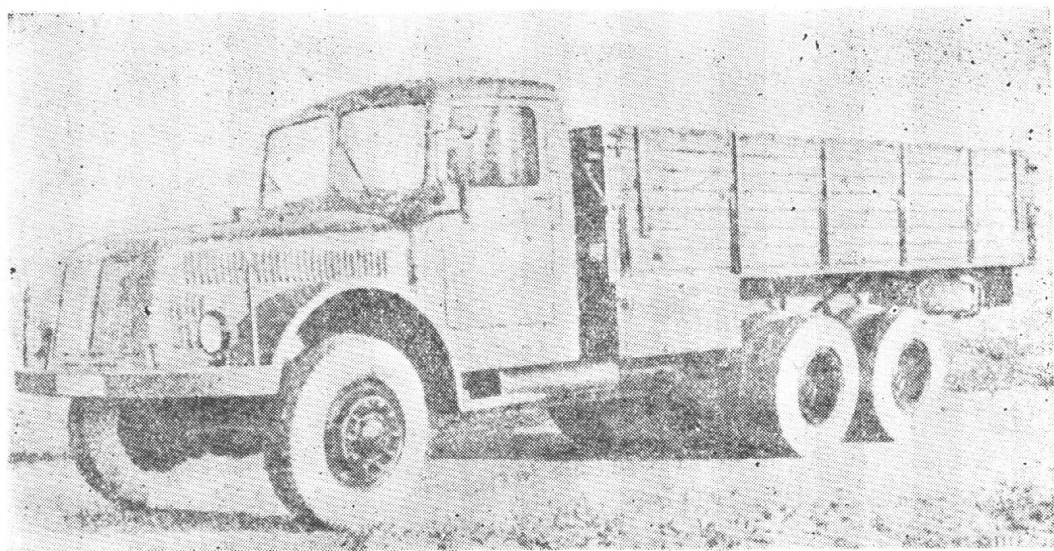


图 10 Tatra-111R 汽車

行駛，汽車的彈簧懸挂和輪胎的損壞比較嚴重。某些零件批號複雜，不同批號間不能互換，在配件加工和修理方面不夠方便。

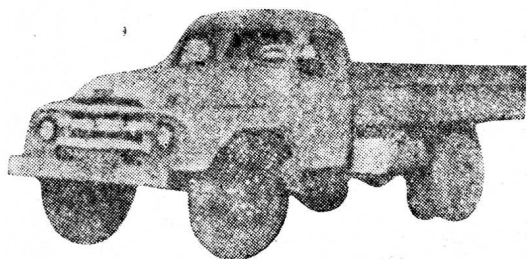


圖 11 解放牌汽車

解放牌汽車 (圖 11) 系我國自制的中型載重汽車，在全國林區採用日益廣泛。在森林工業中應用時，這種汽車還存在着載重量較小，通過性不良等缺點。

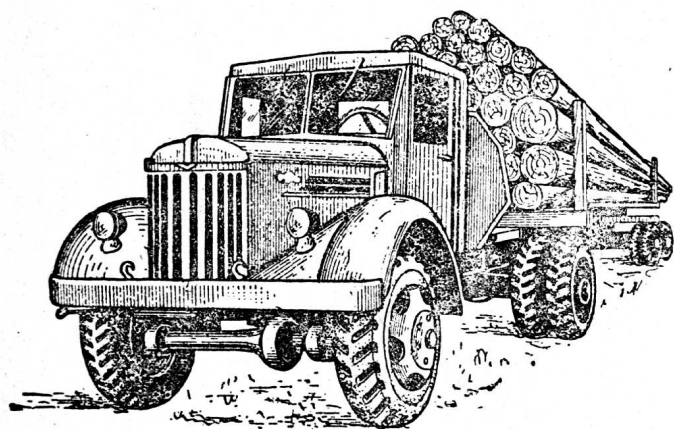


圖 12 MA3-501 運材汽車

MA3-501 汽車 (圖 12) 系蘇聯生產的運材汽車，發動機為 ЯАЗ-204A 二沖程柴油機，具有增力箱和分力箱，採用壓縮空氣制動。帶一輛雙軸拖車時，每趟可運材 15—18 立方米。

SKODA-706R 汽車 (圖 13) 系捷克產重型載重汽車。發動機為四沖程柴油機。除採用壓縮空氣制動外，還設有利用發動機排氣系統進行制動的裝置，這種裝置可增加車輛下坡時的安全性並降低燃料消耗、減少制動帶和輪胎的磨損。

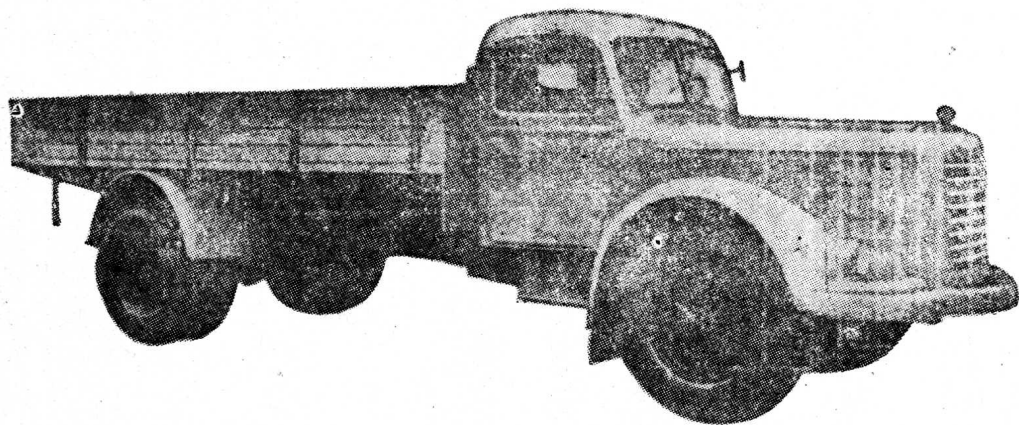


圖 13 SKODA-706R 汽車

森林工業中運用汽車運材的經驗證明，利用列車式運材是提高汽車運材的生產率和充分發揮汽車作用的有效措施之一。在採用列車化運輸的同時，載重汽車也有逐漸向專用牽引車方向發展的趨勢，這種牽引車與半掛車或掛車的組合可以大大提高運輸效率。在森林

工业中,这种牵引車的列車运输与伐木装車联合机結合,可以取消集材工序而由伐区直接将伐倒木运至山下楞場。这对于木材綜合利用和最大限度地减少伐区的劳动有着重要的意义。

表 2 森林工业主要运材汽車的技术性能

技 术 性 能	TATRA-111R	解 放 牌	MA3-501	SKODA-706R
汽車类型	3×3柴油 載重車	2×1汽油 載重車	2×2柴油 載重車	2×1柴油 載重車
汽車重量(无載荷) 公斤	8430	3900	7600	6100
允許載重量 公斤	10240	4000	5000	7500
最大运行速度(有載荷但无挂車) 公里/小时	60	65	45	55
汽車外形尺寸(毫米)长	8550	6720	6700	8285
寬	2500	2470	2650	2500
高	2570	2180	2650	2450
发动机类型和牌号	TATRA-111R 四冲程柴油机	解 放 牌 四冲程汽油机	ЯАЗ-204А 二冲程柴油机	SKODA 四冲程柴油机
气缸数	12	6	4	6
气缸直径×活塞行程(毫米)	110×130	101.6×114.3	108×127	125×160
排 量 升	14.825	5.55	4.65	11.78
压缩比	16.5	6.0	16.0	20
最大有效功率(轉速) 馬力	175(1800)	90(2400)	110(2000)	125(1700)
发动机淨重	970	430	800	—
最低燃料消耗量(載重时)升/100公里	29	29	60*	30

* 汽車列車全重 26 吨时的計算油消耗量。

紅旗型蒸汽机車(图 14)系我国自制的窄軌蒸汽机車(其原型为 KII-4)。軸式 0—4—0, 軸負荷 4 吨。蒸汽压力 13 公斤/厘米², 蒸发受热面 37.15 平方米, 过热受热面 13.48 平方米, 炉床面积 1.01 平方米, 火箱容积 1.0 立方米。机車工作状态下重量 16 吨, 最大牵引力 3160 公斤。

由連杆传动的双胀式蒸汽机的最大功率 $N_{e_{max}}=200$ 馬力, 工作功率 $N_{e_{(pda)}}=120$ 馬力。

V10C 型內燃机車(图 15)系德意志民主共和国产机械传动柴油机車。四冲程风冷发动机在 1,500 轉/分时額定功率 100 馬力, 采用連杆向动輪传递扭矩。最高运行速度 24 公里/小时。工作状态下机車全重 16 吨, 最大挂鈎牵引力 4,900 公斤, 軸負荷 5.3 吨。軸式 0—3—0。动輪直径 700 毫米。这种机車功率較低, 目前仅用于調車作业。

TYT-4 型內燃机車(图 16)系苏联試制的液力传动柴油机車。发动机系 ЯАЗ-206 二冲程柴油机, 在每分钟 2,000 轉时功率为 165 馬力。采用 T-4 型液力变扭器和万向传动和齿輪减速装置向传輪传递扭矩。最高行駛速度 38.6 公里/小时。工作状态下重量 16 吨。挂

鈎最大牽引力 4,500 公斤。軸式 0—2+2—0。動輪直徑 800 毫米。

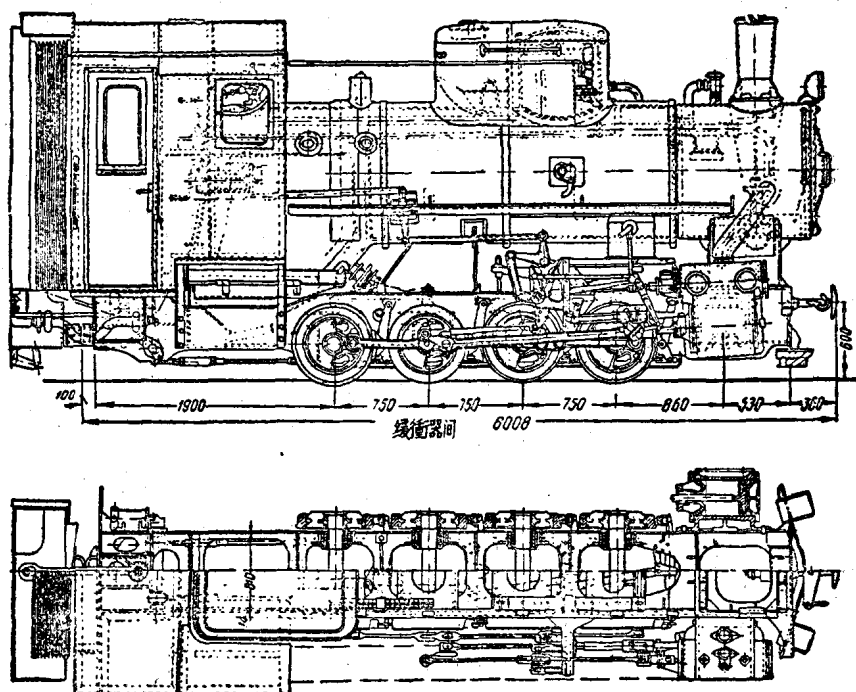


图 14 紅旗型蒸汽機車(軌寬 762 毫米)

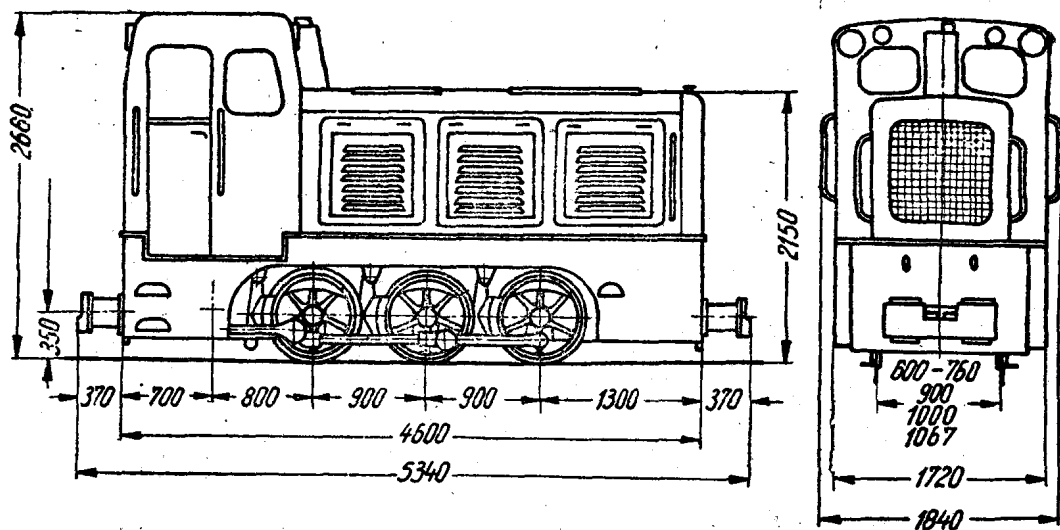


图 15 V10C 型內燃機車(軌寬 762 毫米)