

輪式和履帶車輛 液力傳動

上 冊

B.H.普罗柯弗也夫編著



國防工業出版社

輪 式 和 履 帶 車 輛 液 力 傳 動

上 冊

B. H. 普羅柯弗也夫編著

魏宸官、吳克晉譯



國防工業出版社

1959

內 容 簡 介

[輪式和履帶車輛液力傳動] 一書是B. H. 普罗柯弗也夫博士根据他在我国講学用的講稿整理写成的。書中講述了輪式和履帶車輛液力傳動的构造和作用原理、工作过程和計算基础，并概括地討論了各种輪式和履帶車輛液力傳動的新式結構和在这些車輛自动傳動系統中采用液力傳動的方法。此外，書中还簡要叙述了液力傳動系統的使用問題、自动变速箱的构造及其作用原理和液力系統的計算問題、炮塔轉向机构的液力驅動問題，以及应用容积式液力傳動构成液力傳動系統的原則。

本書可供輪式和履帶車輛設計、制造和使用部門的工程技術人員閱讀，也可作高等学校有关專業教師學生的參考書。

本書分上、下兩冊同時出版。

苏联B. H. Прокофьев著 ‘Гидравлические передачи
колесных и гусеничных машин’ (Обorongиз 1958年)

國防·軍工出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{25}$ 13 $\frac{5}{25}$ 印張 267 千字

1959年5月第一版

1959年5月第一次印刷

印数：0,001—3,050册 定价：(11) 2.05元

NO. 2896

序

本書为作者根据他在中国講学时所編講稿加以修改和补充后写成的。

在輪式及履带式車輛上，应用下列形式的液力傳动。

1. 液力傳动系統的主要液力傳动，这种傳动是尽可能地把离心泵和液力透平的工作輪接近。这种动液傳动应用極广，所以在本書中，用很大的部分来討論动液傳动的工作过程，計算及設計方法。

2. 按容积原理工作的液力傳动系統的主要液力傳动。

尽管，汽車（1898年）和坦克（1914年）的第一批液力傳动系統应用了容积式液力傳动，但如今，这种形式的驅动已不应用（小批生产的輪式和履带式車輛的試驗性样品不包括在內）。所以，在本書中只很簡單地討論这种傳动系統。

3. 自动換档系統的液力傳动。虽然这种傳动应用很广，但在本課程中，只較詳細地討論应用較广的 Гидроматик 自动傳动系統，以及苏联汽車“伏尔加”的自动傳动系統，并以前者做为示例。

仅用两个例子来叙述这种液力傳动而不討論其一般原則及一般理論是由于，已有各种自动傳动系統的自动換档系統的液力簡圖及組成液力簡圖的方法太多了。詳細討論全部現有的各种自动換档系統，需要由單独的課程来解决。

4. 舵的液力傳动在本書中未予討論。

5. 傳动系統及轉向机构远距离操縱用的液力傳动，如各种反饋的或非反饋的随动系統，在本書中未予討論。

6. 制动器及減振器的液力傳动，在本書中未予討論。

7. 坦克炮塔轉向机构的液力傳动，仅从作用原理，液力系統設計及設計个别部件的主要原始参数等观点，極簡單地加以討論。

8. 坦克武器稳定系統的液力傳动，在本書中未予討論。

由上述列举各点可以看出，應該在其它各种相近課程中研究的液力傳动，在本課程中就沒有討論。在其它各种專業課程中沒有研究的液力傳动，此处討論虽然很簡單，但是对于未来的輪式和履带式車輛工程師說来，有很大的好处。

但是，甚至是作为液力傳动系統主要液力傳动的动液傳动，也主要只从下列几个观点来叙述即：型式和尺寸的选择、工作过程的分析、与发动机的共同工作以及滿足从車輛保养方面对傳动系統提出的主要要求等来加以叙述。

在重新設制新型的动液傳动时，工作机构的液力計算問題討論較少，而且較簡略，因为这應該是水力机械制造工程師所从事的工作，但本課程是为輪式及履带式車輛專業未来的机械工程師設立的。

为了使上述專業的机械工程師，能够在动液傳动特性与所要求特性有差別的情况下，应用現有各种型式的动液傳动，在本課程中，討論了組成具有不同外部特性的液力机械式傳动的原理。

由于在自动液力傳动系統中广泛应用行星机构，在本課程中，对此机构給予一定的注意，以便借助簡單、和系統的方法，使讀者有可能分析任何一种行星傳动系統。

作者認為講授这一章节很必要是由于下列原因，因为現在已有的技术文献，在討論這一問題时，或者是不完全，或是过于复杂，而不易被理解。

由于本書中所討論的許多問題，对于某些讀者說来是新的問題，作者認為在本書所討論的大部分的問題中，附有数字的計算例題是合适的。其中，可以指出的有：噴射泵的計算，綜合式液力傳动循环圓子午断面的計算及設計，渦輪叶片的設計，行星机构效率的計算，三速液力机械式傳动系統的寻求及計算，以及作为輕便汽車傳动系統的容积式液力傳动的工作計算。

目前，已有的以及每年出現的輪式及履带式車輛的自动液力傳动系統已經如此之多，因之由于本書篇幅的限制，把所有的傳动系統都加以討論实际是不可能的。

作者選擇了那些根据某些原因看是比較典型或有趣的傳动系統進行討論。

在講輪式及履帶式車輛液力傳动課程時，主要应用苏联的技术文献。因为在苏联的技术文献中，比較完整及詳細地討論了作为“輪式及履帶式車輛液力傳动”課程基础的上述各个問題。

至于其它国家（美国，德国及英国）的定期技术文献，則主要是在叙述結構及各种設備時引用，同时在說明作者的某些結論及論証時也用作參考資料。

由于本書不是科学論文，而是教學參考材料，所以在書中沒有列出引用文献的索引。

目前，還沒一个确定的、叙述輪式及履帶車輛液力傳动的 方法，所以本書不可避免地会有缺点和錯誤。作者請求讀者把有关本書缺点的意見按下述地址通知作者：С. С. С. Р, Москва, 2-я Бауманская 5. Московское Высшее Техническое Училище им. Баумана, Профессору Прокофьеву В. Н.。

一九五八年五月于北京

輪 式 和 履 帶 車 輛

液 力 傳 動

下 冊

B. H. 普羅柯弗也夫編著

魏宸官、吳克晉譯

VD35/11



國防工業出版社

1959

目 录

序	6
緒論	1
B-1 液力傳动系統的發展	1
B-2 某些輪式及履帶車輛發动机的特性	2
B-3 为什么需要变速箱	9
B-4 齿輪式变速箱的某些缺点	18
B-5 液力傳动發明的历史	20
B-6 傳动系統の某些共同特性	27
B-7 动液傳动的型式	35
第一章 工作液体	41
1-1 重度和飽和蒸汽压力	41
1-2 粘性	42
1-3 石油产品混合物的粘性	46
1-4 对液力傳动的工作液体的要求	47
1-5 动液傳动的工作液体	50
第二章 水力学方面的簡單参考知識	53
2-1 流量方程式	53
2-2 柏努利方程式	54
2-3 动力学相似	55
2-4 管路計算	57
2-5 局部阻力	58
2-6 欧拉方程式	63
2-7 叶片数目有限时的影响	66
2-8 相对平衡	68
2-9 平板对液体的摩擦	69
第三章 动液偶合器	71
3-1 动液偶合器的构造及作用原理	71
3-2 在循环圓中的相对速度	78

3-3 动液耦合器的向量圖解	80
3-4 动液耦合器的計算方程式	82
3-5 动液耦合器与內燃机的共同工作	85
3-6 动液耦合器原始特性曲綫的理想形状	92
3-7 計算發动机与动液耦合器共同工作的圖解方法	94
3-8 选择动液耦合器的尺寸	100
3-9 計算叶片数目有限时之影响	101
3-10 动液耦合器的构造	105
3-11 动液耦合器在輪式及履帶車輛上的应用	123
3-12 內燃机的燃料效率	135
3-13 車輛的行駛平衡	139
第四章 动液变矩器	145
4-1 动液变矩器的构造及作用原理	145
4-2 水头高度分布圖及动液变矩器速度三角形的繪制	150
4-3 动液变矩器的計算方程式	158
4-4 关于动液变矩器补偿压力的选择	163
4-5 动液变矩器与內燃机的共同工作	168
4-6 內燃机与动液变矩器共同工作的圖解計算方法	174
4-7 选择动液变矩器的尺寸	177
4-8 某些动液变矩器及綜合式液力傳动构造的簡單介紹	181
4-9 各类动液变矩器的特性	210
4-10 动液变矩器的調节	217
4-11 动液变矩器在輪式或履帶車輛上的工作	224
第五章 动液变矩器工作輪的液力計算和設計	231
5-1 高速性系数或比轉速	231
5-2 动液变矩器工作輪的高速性系数值的选择	239
5-3 动液变矩器計算工作情况下循环圓中的流量和水头值的选择	247
5-4 循环圓中絕对速度子午分速度的决定	249
5-5 动液傳动循环圓子午断面的設計	256
5-6 叶片的数目及动液变矩器各工作輪入口和出口区段的收縮系数值 的选择	260
5-7 泵輪叶片主要几何参数的决定	264
5-8 渦輪叶片主要几何参数的决定	266

5-9 动液傳动反应器叶片的主要几何参数的决定	270
5-10 动液变矩器或綜合式液力傳动液力計算的順序	273
5-11 动液傳动計算示例	278
5-12 仿形法設計动液傳动工作輪之叶片用等傾角	290
5-13 动液傳动工作机构的鑄造	297
第六章 輪式和履帶車輛动液傳动輔助机构的計算	304
6-1 齿輪泵的計算	304
6-2 噴射泵的計算	312
6-3 計算具有收縮混合室的噴射泵的例題	319
6-4 冷却系統的計算	320

目 录

第七章 行星机构	327
7-1 差速器的型式	327
7-2 选择单排差速器齿轮齿数时的限制	331
7-3 差速器的运动学	336
7-4 传动比平面图和相对功率图	346
7-5 应用传动比平面图和相对功率图的例子	352
7-6 有支点的差速器	360
7-7 差速器中能量损失的计算	364
7-8 计算行星机构中之损失示例	368
7-9 进行差速传动系统运动学分析的方法	373
第八章 液力机械传动	381
8-1 液力机械传动的四轴机械元件	381
8-2 液力机械传动的可能结构简图	390
8-3 液力机械传动机械元件各主要构件负荷指标间的关系式	392
8-4 液力机械传动传动比和变矩系数与液力元件的传动比和变矩系数 间的关系方程式	394
8-5 关于液力机械传动效率的定理	395
8-6 关于传动范围的定理	396
8-7 液力机械传动的特性方程式	398
8-8 表述液变矩器特性的经验方程式	401
8-9 最小二乘法	406
8-10 按输入轴分路方案制成的液力机械传动	408
8-11 按输出轴分路方案制成的液力机械传动	417
8-12 按输入轴及输出轴分路方案制成的液力机械传动特性的比较	424
第九章 多速液力机械传动	428
9-1 基本液力机械传动动力范围的决定	428
9-2 变速箱的档数及传动比的选择	431
9-3 非根据一般简图作成的多速液力机械传动	435
9-4 差速机构运动学简图的数学形式	436

9-5 由两个和三个差速器組成的多速液力机械傳动	441
9-6 求机械元件运动学簡圖的例题	446
第十章 輕便汽車的液力傳动系統	448
10-1 Гидроматик 液力机械傳动	448
10-2 輕便汽車“Волга”的自动傳动系統	460
10-3 Пауэрфлайт自动傳动系統	469
10-4 应用液力傳动系統时輕便汽車的經濟性和动力性	476
第十一章 公共汽車及載貨汽車的液力傳动系統	481
11-1 用于公共汽車及載貨汽車的液力傳动系統	481
11-2 ЗИЛ-155 公共汽車的液力傳动系統	490
11-3 Дивабус 自动傳动系統	502
11-4 載貨汽車和牵引車用的傳动系統的Пауэрматик	607
11-5 液力傳动載貨汽車和机械式变速箱載貨汽車进行比較实验的結果	514
第十二章 履帶車輛的液力傳动	522
12-1 液力傳动在履帶車輛上的应用	522
12-2 Лисхольм-Смит 型液力傳动在坦克制造业中的应用	525
12-3 Гидроматик 傳动在坦克制造业中的应用	529
12-4. Кросс-Драйв CD-500 液力傳动系統在輕型坦克上的应用	535
12-5 Кросс-Драйв CD-850 液力机械傳动系統在中型和重型坦克上 的应用	541
12-6 Кросс-Драйв CD-850 液力机械傳动系統与發动机的共同工作	550
第十三章 自动变速箱	555
13-1 穩定条件	555
13-2 液力自动机构的元件	558
13-3 輪式和履帶車輛傳动系統自动化的各种型式	569
13-4 自动換档系統的組成部分	573
13-5 Гидроматик 傳动換档自动化系統的組成部分	576
13-6 Гидроматик 自动傳动系統換档时刻的确定	586
13-7 Волга 汽車傳动系統的換档自动化方案	590
13-8 Волга 汽車傳动系統換档自动化的工作	597
13-9 ЗИЛ-155 液力傳动系統的換档自动化系統	598
第十四章 坦克炮塔迴轉机构的液力驅动	602
14-1 应用容积式液力傳动做为坦克炮塔迴轉机构的液力驅动	602

14-2 具有可調节液力机械的液力傳动	605
14-3 具有节流調节的液力傳动	610
14-4 速度調节器的应用	618
14-5 坦克炮塔迴轉机构液力驅動实例	620
第十五章 容积式傳动作为汽車或履帶車輛的傳动系統的应	
用	624
15-1 容积式傳动用做傳动系統时的优点和缺点	624
15-2 汽車傳动系統所用的容积式液力傳动的可能运动学簡圖	625
15-3 选择輕便汽車容积式液力傳动主要参数示例	630
15-4 具有容积式液力傳动汽車的动力因素的計算	634

緒 論

B-1 液力傳動系統的發展

如果在十年以前出版有关液力傳動系統書籍的話，那么這本書就必需从論証在輪式及履帶車輛上应用液力傳動系統的合理性开始。

液力傳動的广泛使用以及使用这种傳動一年一年逐漸地增長，乃是应用这种先进形式傳動系統合理性的最客觀的証明。

最近，英国及西德大約有四分之一的公共汽車，美国現有市內公共汽車的一半以上，都安装了液力傳動系統。法国、意大利以及比利时在公共汽車上也安装了液力傳動系統。

美国，在一九五二年，有 47% 的輕便汽車安装了液力傳動系統，在一九五五年，尽管由于軍事-經濟的原因，在低价值及中等价值的輕便汽車上安装液力傳動有一定的限制，但在生产的輕便汽車上乃有 73.8% 安装了液力傳動。

在大部分現代的美国坦克（輕型、中型及重型），以及自行火炮和装甲運輸車上安装了液力傳動系統。这些傳動系統大部分是“Кросс-Драйв”及“Торкматик”傳動系統，在这些傳動系統中包含一个綜合式液力傳動“Аллисон”或三級變矩器“Лисхольм-Смит”。

这些液力傳動也安装在美国大多数的重型載貨汽車上。

近来，許多美国的坦克、自行火炮和装甲運輸車被做为北大西洋公約各参加国軍隊的标准装备，而从前这些車輛也装备过法国、荷兰、比利时及丹麦的部队。

有足够的根据可以認為，今后在輪式及履帶車輛領域內将更广泛的应用液力傳動。

在苏联，已經在一系列的車輛上安装了液力傳動。在 25 吨的自动卸貨卡車 МАЗ-525（明斯克汽車工厂）上安装了动液偶合器。在

同一工厂生产的 40 吨自动卸货卡車上也安裝了綜合式液力傳动。

在舒适的輕便汽車ЗИМ-12 上安裝了动液耦合器。新型的具有綜合液力傳动的汽車“伏尔加”(Волга)(高尔基汽車工厂)已准备生产。

莫斯科利哈乔夫汽車工厂生产了两种帶有液力傳动的公共汽車的样品。

将要生产并将代替汽車 ЗИЛ-110 (莫斯科汽車工厂)及 ЗИМ-12 (高尔基汽車工厂)的新型汽車也将裝有液力傳动, 因为現在該汽車的發动机功率已大于 100 馬力, 因而生产帶有液力傳动方案的汽車是合理的。

在苏联, 姆罗摩斯基 (Муромский) 及伏洛希洛夫格勒工厂出产的內燃機車也安裝有液力傳动。

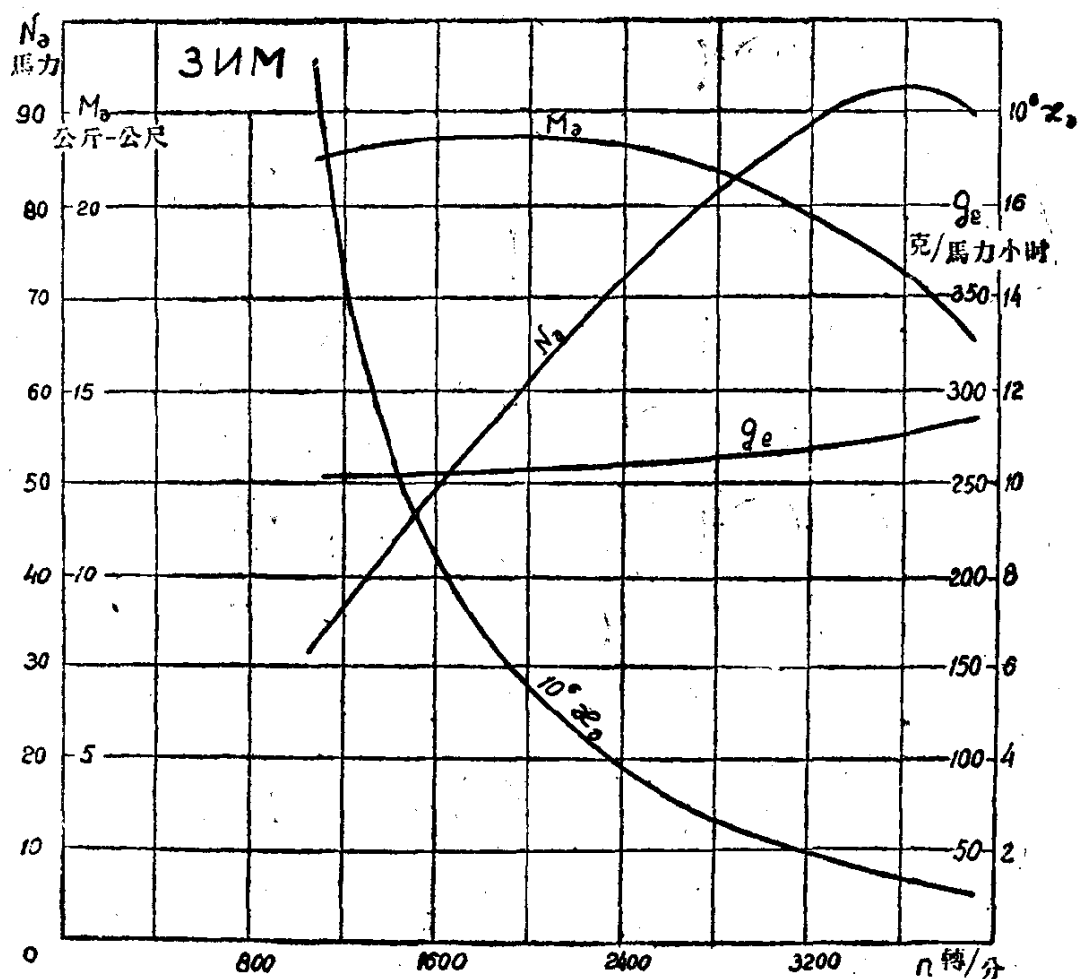
在輪式及履带式車輛上安裝液力傳动增加了車輛的价格。但液力傳动的車輛具有了新的性能。其中可以提出的有:

- 1) 在不致强烈降低經濟性的情况下增加平均速度。
- 2) 增加舒适性以及从根本上簡化操縱 (駕駛員往往只須操縱制动器及加速踏板)。消除了換档操縱杆, 在某些型式的坦克上, 在該操縱杆上需要施加 24 公斤的力, 这样大小的力量在長時間作战时, 对于駕駛員是困难的。
- 3) 减小必需的換档数目, 通常少二分之一到三分之一或更多。
- 4) 在困难的道路条件下行駛时, 不致突然使發动机熄火。
- 5) 由于可能使主动輪或履帶具有相当小的合理速度, 因而提高了通过性, 同时也提高了附着系数。
- 6) 延長了傳动裝置的各部件和零件、輪胎、履帶及發动机的寿命。

B-2 某些輪式及履帶車輛發动机的特性

仅当尺寸小、重量輕、功率相当大的高速活塞式內燃机出現以后, 才具备了广泛应用无軌运输及各种用途自行裝置 (最初为輪式車輛, 以后是履带式車輛) 技术的可能性及經濟合理性。

圖 B-1 所示为安装在輕便汽車 3ИМ-12 上的强制水冷、六缸、四冲程汽化器式發動机的外特性。



圖B-1 汽化器式發動机3ИМ的外特性。

外特性是指在完全踏下加速踏板（即在最大供油）时，得到的特性。

在外特性上表示出，力矩 M_0 （公斤-公尺）如何随發動机曲軸轉速 n_0 （轉/分）的变化而变化，以及單位燃料消耗量 g （克/馬力·小时）在此时如何变化（即每馬力·小时，燃料消耗量的克数），發動机特性参数的計算值如何变化，發動机的特性参数为

$$\chi_0 = \frac{M_0}{n_0^2} \frac{\text{公斤-公尺-分}^2}{\text{轉数}^2} \quad (B-1)$$

在为發動机選擇液力傳动的尺寸及研究發動机与动液傳动共同工作的条件时，需要这一計算值。

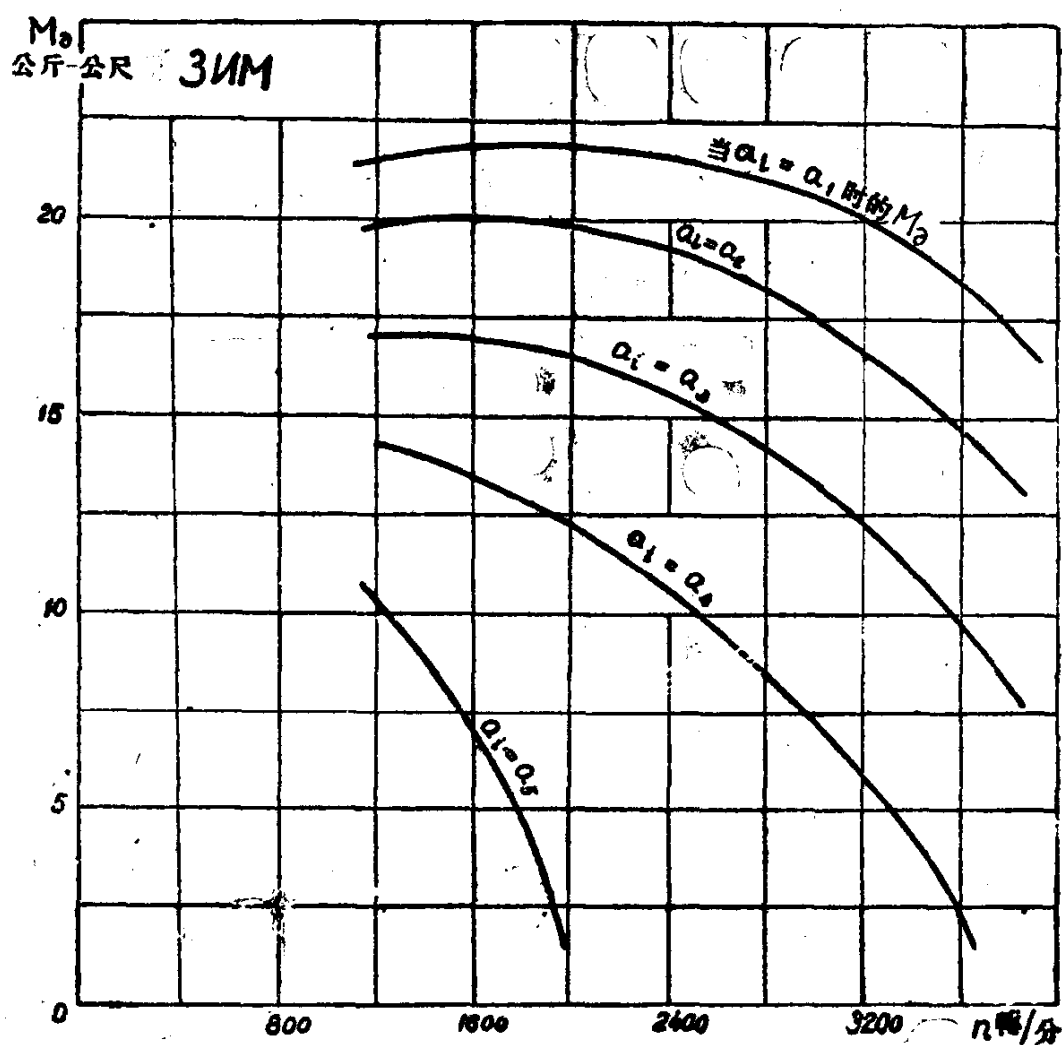
根据 M_θ 及 n_θ 值，可以計算發動机的功率（馬力）

$$N_\theta = \frac{M_\theta n_\theta}{716.2} \text{ 馬力。} \quad (\text{B-2})$$

功率变化的曲綫圖表示在圖 B-1 上。

在未完全踏下加速踏板（即供油較小）时，發動机發出的力矩較小，如圖 B-2 所示，圖 B-2 上繪出了發動机 ЗИМ-12 的部分特性，其中用字母 a_1, a_2, a_3, a_4 和 a_5 表示相应加速踏板的位置（ $a_1 > a_2 > a_3 > a_4 > a_5$ ，其中 a_1 相当于完全踏下加速踏板）。

發動机ЗИМ-12 重 229 公斤（發動机的單位重量，即每馬力的重量为 2.48 公斤/馬力），它安装在重 1940 公斤的七座輕便汽車ЗИМ-12 上，ЗИМ-12 汽車的最大速度为 120 公里/小时，每 100 公里的耗油量



圖B-2 汽化器式發動机ЗИМ的部分特性。