

拖拉机设计与计算

巴 尔 斯 基 著



机 械 工 业 出 版 社

出版者的話

本書系根据長春汽車拖拉机学院苏联專家 И. Б. Барский 为拖拉机教研室研究生所講授的‘拖拉机設計与計算’講稿譯出。

本書論述了拖拉机各部件的結構、评价、計算方法以及拖拉机的發展道路。

本書由長春汽車拖拉机学院拖拉机教研室傅振栋譯，陈秉聰、程悅蓀校閱。

本書可供拖拉机專業学生學習之用，也可作为汽車拖拉机工程技術人員的參考書。

NO. 1665

1957年12月第一版 1958年12月第一版第四次印刷

850×1168 $1/32$ 字數281千字 印張11 4,201—7,000冊

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第008号 定价(10)2.00元

拖拉机设计与计算

巴 尔 斯 基 著

長春汽車拖拉机学院拖拉机教研室譯

出版者的話

本書系根据長春汽車拖拉机学院苏联專家 И. В. Барский 为
拖拉机教研室研究生所講授的‘拖拉机設計与計算’講稿譯出。

本書論述了拖拉机各部件的結構、評價、計算方法以及拖拉机的
發展道路。

本書由長春汽車拖拉机学院拖拉机教研室傅振棟譯，陈秉聰、
程悅蓀校閱。

本書可供拖拉机專業学生學習之用，也可作为汽車拖拉机工
程技術人員的參考書。

NO. 1665

1957年12月第一版 1958年12月第一版第四次印刷

350×1168 $1/32$ 字數 281 千字 印張 11 4,201—7,000 冊

机械工業出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 2.00 元

目 次

緒論	5
第一章 拖拉机的工作条件	8
1 拖拉机的功用和基本型式	8
2 对农业用拖拉机的要求	9
第二章 拖拉机的离合器	12
1 离合器的功用、要求和分类	12
2 离合器結構的評價	14
3 离合器的計算	15
4 离合器元件的結構与計算	21
5 非經常接合式离合器压紧机構的分析	27
6 离合器驗算举例	36
第三章 拖拉机的联軸节	42
1 联軸节的功用、要求和分类	42
2 联軸节結構的評價	43
3 鉸鏈式联軸节的运动学	47
4 在鉸鏈式联軸节中的作用力	53
5 联軸节元件的結構与計算	54
第四章 拖拉机的变速箱	61
1 变速箱的功用、要求和分类	61
2 变速箱結構的評價	62
3 变速箱計算順序	68
4 变速箱元件的結構和計算	70
5 关于变速箱設計的一些建議	110
6 变速箱的簡要特性	112
7 变速箱元件計算的例子	113
第五章 履帶式拖拉机的后桥	118
1 中央傳动	118
2 履帶式拖拉机的轉向机構	120
3 制动器	132
4 最后傳动	145
第六章 輪式拖拉机的后桥	150

1 中央傳動	150
2 差速器	150
3 輪式拖拉机的制動器	155
4 驅動輪的軸	157
5 輪式拖拉机的最后傳動	160
第七章 輪式拖拉机的轉向機構	162
1 轉向機構的功用和对它的要求	162
2 操向機構	163
3 轉向梯形	169
4 轉向系的傳動比	172
5 轉向梯形元件的結構与計算	174
第八章 拖拉机的操縱機構	176
1 操縱機構的功用、要求和分类	176
2 選擇操縱機構型式的一般性建議	176
3 直接作用的操縱機構	177
4 帶加力器的操縱機構	179
第九章 輪式拖拉机的行走部分	190
1 拖拉机的驅動輪和导向輪	190
2 前軸	196
第十章 履帶式拖拉机的行走部分	203
1 履帶式拖拉机的悬架	203
2 履帶行走裝置	217
第十一章 拖拉机的机架和工作裝置	247
1 拖拉机的机架和工作裝置	247
2 拖拉机的工作裝置	249
3 拖拉机的悬挂系統	258
第十二章 拖拉机的發展道路	287
1 苏联的拖拉机工業	287
2 人民民主国家的拖拉机工業	303
3 資本主义国家的拖拉机工業	310
附录	337
参考文献	351

緒 論

1955年7月第一届全国人民代表大会第二次會議通过了中华人民共和国發展国民經济的第一个五年計劃。中国的第一个五年計劃是一个进行和平的經济和文化建設的五年計劃，是目的在于为国家社会主义改造事業打下巩固基础的五年計劃。

中国人民在短短的几年中順利地完成了国民經济的恢复工作，并且实现了巨大的社会經济改造工作，这就使得可能从1953年开始进行大規模的，有計劃的經济建設。

五年計劃包括1953~1957年这段时期。它的基本任务是依据中国共产党在过渡时期的总路綫所制定的。

毛澤东同志指出：“党在过渡时期的总路綫和总任务是要在相当長的时期內，逐步实现国家的社会主义工業化，并逐步实现国家对农業、对手工業和对資本主义工商業的社会主义改造。”（1955年8月5日‘中苏友好报’社論）。

国务院副总理李富春同志在关于五年計劃的报告中指出，在五年計劃完成后，工業产品的总产值將增加98.3%，产品数量將增加104%。正像李富春同志所指出，这段时期中的主要任务是建設六九四項大型企業，其中主要的是苏联帮助設計的一五六項建設單位。这些企業構成了社会主义工業化的基础，在这个基础上完成国民經济其他部門的改造。

与1952年相比，国民經济各个部門的产品产量都有显著的增長，例如：

鋼：从一百三十五万吨增加到四百十二万吨。

發電量：从七百二十六万千瓦增加到一千九百五十二万千瓦。

煤：从六千三百五十万吨增加到一亿一千三百万吨。

水泥：从二百八十六万吨增加到六百万吨。

生产資料的产值將增長 126.5%，消費資料的产值則增長 79.7%。

完成五年計劃以后，中国將出現前所未有的新工業：汽車工業、拖拉機工業、飛機制造工業，以及一系列其他工業。

到1957年第一汽車制造厂完成后，將年产三万輛載重汽車；設計能力比第一汽車制造厂大一倍的第二汽車制造厂，也將在第一个五年計劃期間开始兴建。

年产一万五千台大型履帶式拖拉機（DT-54型）的拖拉機制造厂也已开始兴建，它將供应農業的需要。同时正在进行‘白俄罗斯’和DT-24型拖拉機的生产准备工作。

在这期間，農業的产量也有显著的增長：粮食增長17.6%，棉花25.4%，甘蔗88.1%。

農業生产合作社將成为農業生产的基础，農業合作化运动正在以飞躍的速度进行。在五年中，將要建立九十一处国营农場和一百九十四所机器拖拉機站。社会主义工業將以農業机器和农具一年比一年更充分地装备農業，以減輕农民的沉重劳动。

到第一个五年計劃完成时，中国人民的文化生活水平也將大大提高：到1957年高等学校在校学生总数达到四十三万四千人，也就是比1952年增長127%。其他各类学校的在校人数也有显著增加：高級中学在校人数增長178%，初級中学在校人数增長78.6%。

与工業生产增長的同时，中国人民的購買力和生活狀況也將有显著的提高。

中国人民和社会主义陣营各国人民一起正在为了和平和各国人民的繁荣进行着不懈的努力。社会主义陣营各国所取得的巨大成就的最好証明就是：这些国家的發展在政治上和經濟上都是完全独立和自主的，并且社会主义国家之間的經濟联系和合作得到了不斷發展和巩固。

我們所获得的巨大成績，是任何一个資本主义国家做梦都想不到的。这是因为我們的全部工作都是在共产党领导下进行的，它

7
的对外政策和对内政策都是完全正确的,并得到了全民的支持。

参考書:

1. 中华人民共和国發展国民經济的第一个五年計划。
2. 1956年到1967年全国农業發展綱要(草案)。
3. 周恩来:关于知識分子問題的報告。

第一章 拖拉机的工作条件

1 拖拉机的功用和基本型式

拖拉机的功用和它的工作条件决定了它的結構。目前国民經济的各个部門都使用拖拉机,其工作条件是極其不同的。打算制造出在各种不同工作条件下工作得都适宜而且經濟的拖拉机,实际上是不可能的。專門用于一定工作条件下的拖拉机,在这些工作条件下它永远比其他拖拉机工作得經濟,生产率也高。为使拖拉机的工作更經濟,就不得不生产很多种專用于某一种工作条件下的拖拉机。

拖拉机可以根据不同原則分类。我們只講最一般的一种,即拖拉机根据功用的分类。现代拖拉机根据功用可以分作:

a) 农業用拖拉机; 6) 运输用拖拉机; B) 特种拖拉机。

农業用拖拉机完成整套的农業作業: 播种前的耕地, 播种, 作物生長期間的耕种, 收获和將收获物运往倉庫, 这些作業包括很多种工作。

运输用拖拉机用来在土路上和荒地上以高速运输貨物, 因此多裝有載貨箱和牽引拖車的裝置。特种拖拉机的某些机构有所改变或有所增添, 以完成各种特种工作。这类拖拉机用来完成筑路、土建和市政公用等工作。这类拖拉机多半是在农業用拖拉机的基础上改裝的。

根据‘拖拉机理論、結構与計算’課程大綱的規定, 我們以下只講有关农業用拖拉机的材料。农業用拖拉机又可根据功用分为:

a) 通用式农業用拖拉机;

6) 特种农業用拖拉机: 中耕用、植棉用、园艺用等。

2 对农业用拖拉机的要求

对拖拉机的要求决定于拖拉机的工作条件和与其一同使用的农业机械。

因为不同土壤的性质完全不同，保证拖拉机具有良好的附着性能和通过性是一个很复杂的问题。假若拖拉机的行走部分是根据在最坚硬土壤上工作的条件来考虑的，则在其他土壤上这种拖拉机就变得很笨重。所以拖拉机是根据预先给出的一般中等工作条件来计算的。

提高土壤产量的任务要求拖拉机的行走系统不要破坏土壤的团粒组织，为此必须尽量减少拖拉机的单位压力和滑移。为了满足这些要求，必须在结构强度和刚度所许可的范围内，以及在拖拉机工作条件许可的范围内，减少拖拉机的重量。必须正确地安排拖拉机重心的位置，以便使拖拉机在有载荷工作时间和没有载荷时，重量都能在支点间尽可能均匀地分布。这些条件决定了对履带板尺寸、支重轮数目和尺寸、悬架的要求。一般履带式拖拉机对土壤的单位压力在 $0.3 \sim 0.5$ 公斤/公分²之间，轮式拖拉机的单位压力要较高些。

行走系统最小的滑移不仅是农艺上的要求，而且也是经济上的要求。为了提高行走系统的附着性能，设计师首先应从选择合适的轮刺形状和轮刺尺寸着手。假若采取这个办法仍然不够，则只得采取附加重量的方法增加拖拉机的重量，只有在不得已的情况下，才增加拖拉机本身的金属量，以提高其附着性能。

农业用拖拉机照例是在松软的土壤上工作，并且其牵引钩上载荷的变动范围较小。所以轮式拖拉机一般或者根本不加弹簧，或者像履带式拖拉机那样，只是前轮添加弹簧。为了改善行走系统使能适应略微不平的地段，拖拉机机身采用三点悬挂法。

拖拉机的载荷接近一个常值，因此在拖拉机正常工作时可以使发动机几乎满载到全部功率。因为农业用拖拉机的发动机是比较低速的(600~1600转/分)，重量较大，计算时考虑到它在满载荷

下長期工作的情况。这种發动机多裝有轉速調節器。

農業用拖拉机的工作速度一般在3~8公里/小时之間，这决定于农艺上的要求和農業机器工作的質量。为了利用拖拉机来完成農業生产上的运输工作，一个排档做成运输档，它可以保証履帶式拖拉机具有8~12公里/小时的速度，而具有气胎輪的輪式拖拉机达到10~25公里/小时(后面一个数值是指某些外国拖拉机，其使用条件有所不同)。为了进行栽种和植林工作，許多拖拉机备有一两个低速档，以保証运动速度达到0.7~2.5公里/小时。

当拖拉机牽挂農業机具工作时，例如在牽引犁工作时，小丘、植物根、偶然的較坚硬土壤和其他短時間作用的阻力，在拖拉机牽引鉤上造成不断脉动的載荷。这个脉动載荷不應該使發动机的工作引起相应的变化。應該使轉速調節器不受这些短時間作用的阻力的影响，而用拖拉机动能来克服。

为了克服那些临时的，但是作用時間比較長的运动阻力——上坡、深耕，在編配机具組时必须使發动机功率有一定的儲备（根据地区而有所不同，一般在4~10%之間）。

为了使拖拉机以高速工作，在进行深耕或在坚硬的土壤上工作时，就要减少拖拉机牽引犁的工作幅度。这就必須减小拖拉机的輪轍。因为使一个履帶沿前次走过的壟溝行駛，是不太合适的。在这种情形下有时將連接鉤移向旁边，这也是不太合适的，因为这时产生轉向力矩，妨碍拖拉机做直綫运动。要使拖拉机沿直綫运动，就勢必在轉向機構中引起發动机功率的附加損失。

在拖拉机机具組工作时，农具的牽引杆对于土壤平面有些傾斜，因此引起載荷在支承面上重新分配。載荷的最初分配和农具連接点的移动，应使得輪式拖拉机在挂鉤上載荷最大时不失去操縱性，而履帶式拖拉机与土壤的附着性能不降低为度。

当拖拉机从犁溝中駛出时，犁鐮即离开土壤。这时根据耕作方式不同，可能要求較高的行駛速度和急轉弯，而且可能是在傾斜較大的地帶进行的。拖挂着深耕犁的拖拉机停駛后，常常难于起步，

在这种情况下,实际耕作中常采用急动起步方法,这一点在设计拖拉机机构时也应考虑到。

拖拉机牵挂康拜因工作时,也是很复杂的。由于康拜因的运动阻力很小而其本身重量很大,当行驶速度变化时,拖拉机挂钩上的载荷在很广的范围内变化。当拖拉机以很小的减速度行驶时,挂钩上的阻力甚至趋近于零。有时可能产生康拜因推撞拖拉机的现象。这时,康拜因运动速度的变化,使收割台供应的谷物数量也相应变化。这不仅破坏了康拜因打谷机中的谷物加工操作过程,而且造成发动机载荷显著地波动。拖拉机牵挂康拜因工作时,它的重量应比牵挂犁工作时为大,因为拖拉机要克服较大的峰值载荷。在这种情况下,转速调节器的灵敏度也应该较高。

目前所采用的中耕作物方形耕作法,对拖拉机的行走系统提出了特别的要求,这种行走系统应能保证拖拉机具有良好的行驶平顺性。

上面扼要提到的一切要求和一系列其他要求,皆决定于拖拉机的功用及其使用条件。这些要求在设计某一种拖拉机或其机构时,必须澄清并加以考虑。因此在着手设计拖拉机及其部件以前,必须清楚地了解该拖拉机的使用条件及在使用条件下产生的对拖拉机结构的特殊要求。

第二章 拖拉机的离合器

1 离合器的功用、要求和分类

离合器的功用 离合器是拖拉机传动部分的重要部件之一。离合器的功用是使：

a) 发动机的轴与传动部分平顺地接合，以保证拖拉机平顺地起步而无急动现象，并保证传动部分的零件不承受冲击载荷。

6) 发动机轴与传动部分迅速地彻底分离，这样才能保证变速箱齿轮换挡时不产生撞击，以及保证拖拉机作短时间的停车。

b) 离合器能防止传动部分超载荷，当运动阻力急剧增加时，离合器的零件产生滑磨。

对离合器的要求 正确地设计的和调整好的离合器应该满足下列要求：

a) 在各种工作条件下都能保证传送发动机扭矩而不产生滑磨，为此离合器的摩擦力矩应比发动机的定率力矩略高。

6) 保证‘分离的彻底性’。分离的彻底性系指离合器驱动零件和从动零件能迅速彻底分开。在摩擦式离合器中，分离的彻底性决定于摩擦表面的数目和其間間隙的数值，并与摩擦表面的情况有关(是否扭弯)。

b) 保证接合的平顺性，这与离合器的结构及其驱动件有关。

r) 从动零件的惯性力矩不应过大，从动零件惯性力矩过大时，会加长变速箱中使换挡齿轮角速度相等所需的时间，这样就在齿轮之間产生冲击。

a) 零件的良好冷却。因为离合器接合和分离时的摩擦功是很大的，所以当冷却不良时，产生的大量热能使零件过热，并导致零件的损坏。

е)操縱离合器所需的力和功不应过大，以免引起拖拉机手的过度疲劳。

ж)离合器应保证長期可靠地工作而無磨耗和损坏。为了满足这个要求，須正确选择零件的形狀及其尺寸与材料。

з)离合器的形狀应簡單，材料应价廉。

и)离合器及其傳动应具有較高的机械效率。

к)离合器的保养和調整应当簡單，并且不需要很多時間、很大力量及專門工具。●

离合器的分类 根据發动机扭矩傳給傳动部分的不同方法，离合器可以分为：

а)液力式——在液力式离合器中，扭矩由驅動部分借液体的作用傳到从动部分。由于这种离合器的效率很低和一系列其他原因，故在农業用拖拉机中未获得广泛采用。所以下面不进行这方面的討論。

б)摩擦式——在这种离合器中，利用在表面間产生的摩擦將扭矩从驅動部分傳到从动部分。摩擦式离合器本身又可以根据特征分为几类：

1)根据摩擦表面的形式。目前絕大部分农業用拖拉机所裝有的离合器，其摩擦表面都具有盤狀(圓錐狀和其他种形式的离合器几乎不采用)。

2)根据摩擦表面的对数。主离合器多半采用單片式構造。

3)根据压紧機構的結構。可以分为經常接合式的和非經常接合式离合器。經常接合式离合器的摩擦表面，在沒有外力作用在踏板上时，处于接合状态(在各种不同形式的彈簧作用下)。为了使这种离合器分离，必須在踏板上施加外力。当外力除去时，离合器自动接合。在非經常接合式离合器中，利用杠杆压紧機構的彈性来压紧摩擦表面。在这种結構中，为了接合和分离离合器都必須施加

● 第б、ж、з、и、к各項是对于所有機構的一般要求，所以下面在討論其他機構时不再重复。

外力。

帶有盤式摩擦表面的經常和非經常接合式离合器在農業用拖拉机上获得最广泛的采用。其中經常接合式离合器主要用于輪式拖拉机，非經常接合式离合器主要用于履帶式拖拉机。

2 离合器結構的評價

为了比較和評價各种結構的离合器，应分析每种結構对所提出的要求滿足到什么程度。

如果正确選擇零件的定率摩擦力矩、尺寸和材料，則任何离合器都可以滿足可靠性和長期工作而不产生磨損和損坏的要求。假若能保證將热量及时散去，且摩擦表面能防止不漏入污物和潮湿，則此种离合器就能比开式的、保护情况不好的离合器工作期間要長。

裝有鋼片而無摩擦襯片的多片式离合器能保證最好的接合平順性。在这种离合器中，接合时摩擦力矩比在其他結構中增加得平順，因为摩擦片的数目較多，摩擦系数的数值也較小。裝有摩擦襯片的多片式离合器的接合平順性也比單片式离合器为高。

分离的澈底性决定于摩擦片的分离速度和澈底程度。在这一点上單片离合器具有优越性，因为摩擦表面之間用以保證澈底分离的間隙(0.8~1公厘)不大，而且易于在兩对摩擦表面之間来实现。在分离澈底性方面，單片經常接合式离合器比單片非經常接合式离合器分离得更可靠。因为前一种的操縱杆強制的移开压盤，而后一种杠杆仅仅放开压盤。当裝有分离彈簧(如C-80)或裝有專門的分离器(如КД-35，白俄罗斯等)时，非經常接合式离合器的分离澈底性会显著增高。

从調整的次数考虑，帶有补偿彈簧的非經常接合式离合器比其他类型离合器要好得多，也就是說这种离合器很少要求調整。消耗在操縱离合器上的力和功，决定于离合器的尺寸、摩擦表面的数目和操縱傳动機構的結構。

3 离合器的計算

进行离合器計算的目的是：a) 确定摩擦表面的尺寸和数目；
6) 确定为了傳送扭矩須作用在摩擦表面上的压力；b) 計算离合器操縱機構的傳动比和傳动部分的元件。

离合器的摩擦力矩

在計算任何一个机构以前，需要搞清有那些力和力矩作用在这机构或其零件上，从而决定进行那些計算。

为了保証离合器的最大可靠性能長期工作，必須使其傳送的扭矩略大于發动机的扭矩。

$$M_{m.n} = \beta M_d \quad (1)$$

式中 $M_{m.n}$ ——离合器的定率摩擦力矩；

β ——比例常数通常称作‘离合器儲备系数’；

M_d ——發动机的扭矩。

农業用拖拉机的發动机力矩 M_d 認为等于定率扭矩 M_m ，而运输用拖拉机認为等于最大扭矩 M_{dmax} 。

根据較大的力矩进行离合器的計算之所以必要，是因为当在摩擦片上有少量滑油时（这时摩擦系数降低）或摩擦表面产生少量磨損时，这时压力降低，但仍要能保証傳送發动机的扭矩，此外儲备系数还可以补偿彈簧的彈性損失。

离合器的儲备系数 β 不大时，不能补偿上述因素。当离合器的儲备系数 β 过大时，若遇到拖拉机运动速度急剧变化或挂鈎上的阻力迅速增長的情况时，离合器就失去了預防傳动部分超載的保險作用。此外，系数 β 增高就要求相应增加作用在离合器片的压力及其尺寸。前者引起操縱离合器所需的力相应增加，而离合器片尺寸的増加就使得整个結構所需的金屬量相应増加（即制造該結構所需的金屬量増加）。遺憾的是到目前为止还没有这样的計算方法，保証足够精确地确定系数 β 的必要数值，一般是用近似的方法