

张力架线机械设备 和应用



蒋平海 编著

水利电力出版社

134192

TM83

4413

张力架线机械设备 和应用

蒋平海 编著

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书是在作者总结多年张力架线机械设备的科研与实践经验的基础上,并考虑国内高压输电线路张力架线施工技术发展的需要编写的。

本书主要介绍各种类型的张力架线设备和工机具的功能与应用、结构特点、工作原理、使用维修和故障排除方法等。全书共分十一章,包括常用的各种牵引机、张力机、钢管绳卷绕机、导线轴架、放线滑车、飞车、牵引板和防捻器、导线压接机、各种连接器、防捻钢丝绳等。书中还对适合我国国情的国外最先进的张力架线设备作了重点介绍,这对引进和开发先进技术,具有重要意义。

本书的编写力求简明实用、条理清楚,可供高压架空输电线路架线施工等有关专业的工程技术人员使用,也可作为各部门有关专业人员的培训用书。

张力架线机械设备和应用

蒋平海 编著

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 17印张 381千字

1992年4月第一版 1992年4月北京第一次印刷

印数 0001— 2711 册

ISBN 7-120-01455-2/TM·395

定价 13.05元

前 言

本书全面系统的介绍了国内外输电线路架线施工中常用的各种机械设备和工机具，包括大型设备牵引机和张力机；辅助设备钢丝绳卷绕机、导线轴架、放线滑车、导线压接机和飞车等；小型工机具牵引板和防捻器及各种连接器。对牵引用各种防捻钢丝绳也作了介绍。对上述这些设备和工机具，书中除重点介绍了它们的功能、结构特点和工作原理外，对其中常用的还介绍了有关维修保养和故障排除方法等方面的知识。由于液压传动、液力传动是架线施工机具中常用的传动方式，书中除对这方面的知识进行了较详细的叙述外，还对常用的液压元件、液力元件的结构原理、常见故障原因和排除方法作了较详细的阐述。

加拿大TE公司和意大利 TESMEC 公司生产的张力架线设备，是目前世界上最先进的张力架线设备之一，也是我国目前引进并使用较多的设备。因此，书中除了重点介绍国产的设备和工机具外，对这两个国家的典型机型也作了重点介绍，其中包括关键的配套部件 staffa 低速大扭矩液压马达、PV 柱塞泵和 Allison 液力变矩器等。此外，为了对目前世界上张力架线设备的机型有一个较全面的了解，书中还介绍了一些结构上较有代表性的、亦比较适合于我国使用的美国和日本的设备。希望本书对发展我国张力架线设备、促进这些设备的国产化以及为在我国输电线路建设中全面推广先进的张力架线施工方法等，能起到一定推动作用。

本书在写作过程中，承蒙山东送变电工程公司、湖北输变电工程公司、东北送变电工程公司、南京线路器材厂等单位提供有关资料；东北工学院液压教研室曹鑫铭教授对本书第四章牵张机液压传动部分提出不少有益的建议；能源部电力建设研究所施工机械研究室裘亚萍等同志为本书的插图作了绘制和整理工作。本书由湖北输变电工程公司卢育金高级工程师审阅了第一至四、第六至十一章，北京理工大学朱经昌教授审阅了第五章，并提出许多宝贵意见，在此，一并表示衷心感谢。

由于本人水平有限，书中可能存在不少缺点和错误，希望读者给予批评指正。

作 者

一九九〇年十二月二十日

于能源部电力建设研究所

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 国内外张力架线机械设备概况	1
第二节 张力架线对牵张机的基本要求	3
第二章 牵引机	6
第一节 牵引机的组成及其分类	6
第二节 牵引机传动方式	9
第三节 牵引机的动力装置	13
第四节 牵引机的减速器	18
第五节 牵引机牵引卷筒形式	26
第六节 机械传动牵引机主要结构	35
第七节 牵引力和牵引功率的计算	40
第三章 张力机	43
第一节 张力机的组成及其分类	43
第二节 张力机的制动方式	46
第三节 张力机增速器	50
第四节 张力机放线机构	55
第五节 放线张力和制动功率的计算	66
第四章 牵引机和张力机的液压传动	70
第一节 液压油	70
第二节 液压泵和液压马达	73
第三节 液压缸	84
第四节 液压控制阀	87
第五节 液压系统辅助元件	93
第六节 牵张机液压传动的工作原理	100
第七节 牵张机液压系统	102
第八节 牵张机液压系统的维护和故障排除	108
第五章 牵引机液力传动	115
第一节 液力变矩器的工作原理	115
第二节 液力变矩器的特性	119
第三节 液力变矩器使用性能评述	121
第四节 牵引机用液力变矩器的结构类型和工作油液	124
第五节 阿里森 (Allison) 液力机械变速箱	127
第六节 液力变矩器和发动机的匹配	134

第七节	液力变矩器的冷却和补偿压力	138
第八节	液力变矩器的保养维修和故障排除	139
第六章	牵张机机械摩擦制动装置	144
第一节	摩擦材料的性能和种类	144
第二节	张力机带式制动装置	147
第三节	张力机钳盘式制动装置	154
第四节	牵张机的制动器	156
第七章	几种典型牵引机的介绍	161
第一节	意大利524/1I和621/150/33型液压传动牵引机	161
第二节	加拿大P200-391型液力传动牵引机	170
第三节	日本EP7201型机械传动牵引机	177
第八章	几种典型张力机的介绍	181
第一节	意大利811/120/31型液压制动张力机	181
第二节	加拿大T50-4H型液压制动张力机	187
第三节	国产SQZI型轻型张力机	190
第四节	美国Pengo型盘式制动张力机	193
第五节	日本1.5m链槽式液压制动张力机	194
第九章	放线滑车	199
第一节	放线滑车的基本要求和类型	199
第二节	放线滑车的槽底直径和槽形	202
第三节	放线滑车的结构和润滑保养	206
第四节	放线滑车的受力计算	208
第五节	放线滑车摩阻系数的测定	209
第十章	张力架线辅助工机具	214
第一节	钢丝绳卷绕机	214
第二节	导线轴支承装置	221
第三节	飞车	226
第四节	牵引板和防捻器	231
第五节	导线压接工机具	239
第六节	连接器	245
第七节	牵引绳和其它用钢丝绳	250
第十一章	张力架线机械设备的应用	255
第一节	放线准备工作	255
第二节	导线展放	258
第三节	紧线及附件安装	262

第一章 概 述

架线施工是输电线路建设中最关键的工序之一，采用张力放线，不但大大提高了工效，加快了工程进度，而且也显著的提高了工程质量，这和机械牵引放线（导线在不带张力情况下用机械设备拖拽牵引展放）或人工放线相比，有明显的优越性，主要有以下几点：

（1）采用张力架线施工方法，可使导线在带有一定张力的情况下展放，不触及地面和任何跨越物。这就防止了磨损导线的可能性，而且大大减少了线路投入运行后的电晕损失。

（2）采用张力架线，可明显节省人力，一般只要几十人参加即可完成用人工放线时几百人至上千人才能完成的工作量。这不仅提高了工效，加快施工进度，同时也减轻了劳动强度。

（3）采用张力架线，跨越带电线路时，被跨越线路可以不停电或少停电；跨越江河时，可以不封航或仅半封航；跨越其它障碍时，一般可以少搭跨越架。因此，大大减少了停电损失和封航损失。

（4）采用张力架线（和人工放线相比），可大大减少对农作物和森林的伤害，节省青苗赔偿费。

（5）采用张力架线，使导线在展放过程中保持一定张力，相当于对导线施加了预拉应力，使它产生初伸长。从而减少了导线安装完毕后的蠕变现象，保证了紧线后导线弛度的精确性和稳定性。

由于张力架线有上述明显的优越性，故这种施工方法在国外，特别在一些发达国家早已广泛推广采用。我国自80年代初期以来，首先在330kV及500kV交直流输电线路建设中全面推广使用。目前，已开始在220kV及以下线路建设中推广使用。

第一节 国内外张力架线机械设备概况

一、国内张力架线机械设备概况

我国在50年代，架线施工基本都采用人拉肩扛的地面拖拽放线方法。自1958年开始试行张力放线，有些单位曾采用石棉带式制动的简易张力放线设备，但因摩擦材料的性能不能满足要求，张力控制不理想而未被推广。后来随着500kV超高压输电线路的兴建，从1976年开始着手研制了液压传动的中型张力架线机械设备。同时陆续从国外引进了一批比较先进的张力架线机械设备，从而也促进了国内架线设备的研制工作。目前国内自行研制或仿造的张力架线机械设备类型很多，现分述如下：

（1）牵引机。从传动方式来分，牵引机有机械传动、液压传动和液力传动等几种。最大牵引力达100000N以上。设计的常用牵引速度有120m/min、40m/min和20m/min等

几种机型。牵引卷筒有双摩擦卷筒和磨芯式卷筒两种形式。

(2) 张力机。从制动方式来分, 张力机有液压制动和机械摩擦制动两种, 一般对每根导线能提供放线张力为 $16000\text{N}\sim 25000\text{N}$ 。放线机构则有双摩擦卷筒和单槽大包角双摩擦轮两种形式。根据张力机一次同时展放导线的数目有单组卷筒、两组卷筒和四组卷筒等三种结构。这三种结构和不同的牵引机配套, 可分别组成一牵一、一牵二、一牵三和一牵四等几种方式, 并分别用于展放单导线、双分裂导线、三分裂导线和四分裂导线。

还有些牵张机做成自行驶式, 它们的动力, 一般都由车辆或拖拉机的发动机经取力装置提供。

(3) 辅助架线设备。与牵张机配套的辅助架线设备, 如放线滑车、钢丝绳卷绕机、导线轴架、飞车、牵引板、各种连接装置、导线压接机等也都有了较大的发展, 有的已形成系列。其中放线滑车主要是单轮、三轮和五轮三种形式, 且都有 $\phi 408\text{mm}$ 和 $\phi 560\text{mm}$ 两种主要规格, 适用于展放截面为 $300\sim 400\text{mm}^2$ 的LGJQ型导线。防捻钢丝绳也已开始投入小批量生产。

二、国外张力架线设备概况

国外在40年代末期、50年代初期就开始采用张力架线施工方法, 在最近二、三十年内发展尤为迅速。到70年代, 世界上不少国家都制造出系列化的张力架线机械设备。如美国、加拿大、意大利、日本、德国、苏联等, 都先后研制了各种不同的牵引机、张力机和所有配套的辅助架线设备, 并已做到了标准化和定点生产。

目前国外大型牵引机的牵引力达 220000N 。某些有特殊要求的张力机, 可提供每根导线的最大制动张力达 130000N 。放线速度最快达 $188\text{m}/\text{min}$ 。按一次同时展放导线的根数有单导线及一牵二、一牵三、一牵四的设备。牵引机和张力机(以下简称牵张机)的传动、制动形式也是多种多样的。牵引机有液压、液力、机械及电气等传动形式。张力机有液压、机械摩擦、电磁、空气压缩等产生制动张力的形式。牵张机的安装形式有自行驶式、拖车式及台架式等。

加拿大是世界上最大的专门生产张力架线设备的国家之一, 不但能生产系列化的牵张机, 而且还能生产系列化的各种辅助架线设备和工机具。

加拿大生产的牵引机, 大多数采用液力传动的形式, 这种牵引机选用美国阿里森(Allison)公司生产的液力传动箱(详见第五章)。对大功率的牵引机, 采用双发动机驱动形式, 最大牵引力达 220000N 。大部分牵引机在牵引力较小的情况下, 牵引速度高达 $188\text{m}/\text{min}$, 一般采用 $100\sim 120\text{m}/\text{min}$ 。

加拿大生产的张力机有液压制动和机械摩擦制动两种方式。液压制动张力机选用英国工业公司生产的Staffa低速大扭矩液压马达。张力机一般可提供的张力为每根导线 30000N , 最大机型可达 60000N 。此外, 还生产多种规格的多轮放线滑车(供展放截面为 $240\sim 1510\text{mm}^2$ 的多分裂导线)、 $\phi 6.35\sim \phi 28.52\text{mm}$ 的防捻钢丝绳、正三角形流线型翼板的直牵式牵引板、台架式或拖车式导线轴架和带摆缸式排绳机构的钢丝绳卷机等。

美国生产张力架线设备的工厂较多, 牵引机基本以液压传动为主, 牵引力为 $22000\sim 220000\text{N}$ 不等。常用牵引速度为 $70\sim 100\text{m}/\text{min}$, 最高牵引速度达 $130\text{m}/\text{min}$ 。牵引卷筒

一般采用双摩擦卷筒，也有少数采用单卷筒式，其卷筒芯直径为760mm，法兰外径为1520mm。

美国生产的张力机大都采用机械摩擦制动方式，液压制动形式仅在大型张力机上采用。大型张力机还配备功率较大的发动机，用于紧线或其它牵引作业。张力机的放线机构有双摩擦卷筒和单槽大包角双摩擦轮两种，后者对每根导线最大放线张力可达45000N。对于大跨越专用牵张设备，单导线张力机制动张力可达131500N，可与牵引力为182000N的牵引机相配套。

意大利是世界上研制张力机最早的国家之一，早在1953年就开始研制机械摩擦式张力机。目前已系统的生产各种张力架线机械设备。该国生产的牵张机都采用液压传动方式，其主系统为高速双向变量液压泵和高速双向定量液压马达组成的闭式系统并由液压泵控制液压马达，驱动牵张机双摩擦卷筒正反方向转动。张力机配备较大功率的发动机，可反向进行紧线或其它牵引作业。放线速度最高为83m/min。牵张机双摩擦卷筒均采用节距较大的浅槽型。

意大利生产的防捻钢丝绳采用左、右旋向交叉编织结构，防捻性好。放线滑车的导线轮槽底部直径对导线直径的倍率比较大（取25~30倍）。牵引板采用平衡滑轮式。

日本的牵张设备以小型化、轻型化为主；放线速度一般为40~50m/min；牵引机牵引卷筒以磨芯式卷筒为主；其传动方式一般有机械传动、液压传动和电气传动三种；并普遍采用自行驶式。张力机大部份采用滑动槽链形式。张力的产生有液压制动、机械摩擦制动、电磁制动和空气压缩制动四种方式。目前，也开始生产同意大利相似的采用高速液压泵、液压马达的液压传动牵张机。

苏联第一套张牵设备采用T-100M型拖拉机改装，最大牵引力60000N，牵引速度40m/min；张力机最大张力30000N，一次同时展放二根导线。该机为自行驶式，且一机多用，可用于吊装绝缘子串、更换导线等。牵引板也采用平衡滑轮形式。

第二节 张力架线对牵张机的基本要求

一、张力架线对牵引机的基本要求

张力架线用牵引机，因为有特殊的牵引作业要求，同一般属于工程机械的牵引设备或卷扬机相比，有许多不同的地方，也有某些相似之处，归纳起来，有以下几方面。

1. 对牵引力、牵引速度和过载保护的要求

在整个放线过程中，要求牵引机在满足放线时牵引力和牵引速度的同时，还能按放线工况要求，随时无级迅速调整牵引力和牵引速度的大小。同时，还要求有过载保护。

(1) 对牵引力的要求。在放线张力不变的情况下，导线每通过一个杆塔，就要求牵引力有所增加，以克服杆塔上放线滑车阻力。一般情况下，导线由张力机前的第一基杆塔，至被牵引通过最后一基杆塔，总的牵引力要求增加20%~30%（按通过12~13基杆塔计算时；对较长的放线段，牵引力可能增加到起始值的150%）。图1-1所示即为放线张力不变时，牵引力随通过放线段内杆塔数的变化情况，图中小峰值是考虑了牵引板通过滑车

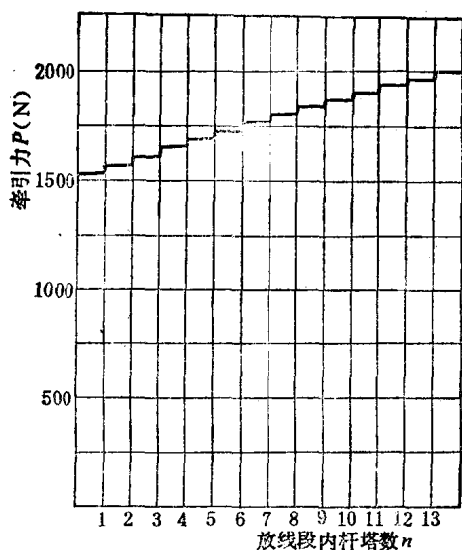


图 1-1 牵引力随通过放线段内杆塔数变化情况

时造成的瞬时波动。

(2) 对牵引速度的要求。在牵引过程中, 当牵引板通滑车时, 有些情况下要求降低牵引速度。钢丝绳连接器通过牵引卷筒, 或连接导线的网套式连接器通过某些张力机放线卷筒时, 一般亦都要求降低牵引速度。

最理想的牵引机应能实现恒功率运行, 它在原动机输出轴的转速、扭矩不变的情况下, 牵引机能随外界载荷变化自动调整牵引力和牵引速度的大小 (当外载荷增大时能自动降低牵引速度, 增大牵引力; 反之, 当外载荷减少时能自动增大牵引速度), 操作人员不必进行频繁操作。

(3) 要有过载保护。当牵引机的牵引力超过预整定值时, 要求能自动停止牵引作业, 实现过载保护, 以防止发生拉倒杆塔等事故。过载保护的動作要正确无误、安全可靠, 这对液力传动牵引机尤为重要。因为该机在牵引钢丝绳卡阻情况下, 如无过载保护措施, 或保护失灵, 牵引力会自动增加 3 倍左右, 这将严重影响架线作业的安全。

2. 对满载起动、正反转和快速制动的要求

(1) 能在满载情况下起动。在放线过程中因故停机时, 为防止导线落地, 导线上的张力一般仍必须保持原定的数值。牵引机再起动时, 牵引钢丝绳上也仍保持原有张力不变, 故必须能满载起动。

(2) 能正反方向转动。牵引作业时为正向转动。而在有些情况下, 如为处理导线或钢丝绳跳槽, 必须使牵引卷筒反向转动。但当牵引卷筒在导线或牵引钢丝绳上张力的作用下反向转动时, 又要求牵引机能快速自动制动。为此, 必须设置专门机构, 使它根据作业工况, 并经操作人员操作后, 能反向自由转动。

(3) 能实现自动快速制动。如牵引过程中事故情况下紧急停机, 或发动机因故熄火自动停机时, 牵引卷筒上牵引力消失, 导线上的张力会通过牵引钢丝绳迫使牵引卷筒反向转动。这时如不能迅速使牵引卷筒自动处于制动状态, 就会造成跑线, 使导线落地, 并造成对机械设备的瞬时冲击, 容易打坏齿轮, 损坏液压、液力元件。

3. 对一次牵引展放导线长度的要求

一次牵引展放导线的长度, 一般不少于 5~8km, 因此, 除要求选择的原动机在额定功率情况下能连续运转一定时间外, 还必须具有同牵引机相匹配的卷绕回收牵引钢丝绳的卷绕机构, 并具备一定的卷绕容量。由于作业过程中牵引机被锚定不动, 还必须认真考虑牵引机的散热问题, 这在夏季烈日下作业尤为重要。

此外, 要求牵引机的体积小、重量轻、操作简单、维护方便, 还便于转场运输, 运转时噪声不得超过 90dB。

采用不同传动方式的牵引机，使用性能是有差异的，设计该设备时，应根据现场使用情况，全面综合考虑，选用合理的传动方式和结构，以满足上述要求。

二、张力架线对张力机的基本要求

张力机在展放导线过程中，放线卷筒上产生制动阻力矩，使导线保持一定张力的情况下被牵引展放，保证导线与地面、跨越物之间有一定距离。为此，张力机必须满足下述几个基本要求。

1. 能较长时间连续稳定运转，且应保证热平衡

张力机作业工况同载重汽车利用制动器限速下坡相似，但后者运转时间短，制动器摩擦产生的热量，可以靠自然冷却、或在制动鼓上增加散热片来满足散热要求。张力机连续运转时间长（有时可达2~3小时），运转时周围环境条件较差（如烈日下运转），如何使张力机上制动力矩所产生的热量及时耗散掉，保证热平衡，使温升不超过允许值是一个极关键的问题。为此，要求张力机要有足够的散热能力，保证能在要求的作业时间内连续稳定运转。

2. 能无级控制放线张力，且保持稳定

张力机对放线张力不但能无级控制，而且要调整方便，且不能因牵引速度变化而出现明显波动。

在放线过程中，根据工况要求常要调整张力，特别是展放多分裂导线时，由于各组双摩擦卷筒一般都是相对独立，而它们产生的制动力矩不一定完全相同，经一段时间运转后，常常会使各根导线上的弛度有差异，必须对其中某根导线上的张力进行调整，以保持各根导线上的张力基本相等，防止牵引板翻转。

另外，若放线速度不能随牵引速度的变化而迅速变化时，会使导线张力出现瞬时减少或瞬时增大现象，引起导线波动，严重情况下，会使导线落地或触及跨越物体。

3. 能实现恒张力放线

放线张力由放线区段内导线和被跨越物之间最小距离所对应的弛度、导线允许承受的安全拉应力等因素决定。为简化操作、减轻操作人员的劳动强度，一般在放线作业开始时，将张力调整到要求数值，放线过程中不再改变。如果张力机不能保持张力恒定，操作人员必须随时进行调整，不但增加了操作人员的劳动强度，也影响作业安全。

4. 放线张力低于预定值时，自行制动，停止牵引

放线过程中，由于某种原因（如张力机液压系统故障时），会使张力下降，甚至消失。这时，要求张力机上的制动装置能自行制动，停止展放导线，防止导线弛度太大而落地或触及跨越物。

此外，为使导线通过张力机放线机构时不受损伤，必须在张力机所有可能触及导线的部位，都衬以保护导线的衬垫材料。

第二章 牵 引 机

第一节 牵引机的组成及其分类

一、牵引机的组成

牵引机一般均由动力部分、主传动部分、制动器、减速装置总成、牵引卷筒、机架及辅助装置等几大部分组成。有的牵引机还包括钢丝绳卷绕机部分。现分述如下：

1. 动力部分

同所有工程机械和牵引车辆一样，牵引机上也设有动力装置，用于驱动牵引卷筒进行牵引作业。动力装置主要采用柴油机或汽油机；如在作业场有一定容量的电源，亦可采用电动机。也可从一些机动车辆上通过取力器取出动力。无论从使用性能或经济性方面考虑，一般采用柴油机更为有利。对某些大功率牵引机，有时还在一台牵引机上同时采用两台发动机并联运转。

动力装置的选用形式，对牵引机的性能有较大影响。功率的大小是根据牵引力、牵引速度和辅助装置消耗的功率、连续工作时间等综合考虑后决定。

2. 主传动部分

主传动部分的作用，是把原动机的动力，传递到工作机构上去。常用的传动方式有液压传动、液力传动、机械传动和电气传动四种，它们分别由液压泵、液压马达、液力传动箱、离合器、变速器、电动机调速装置、以及它们的其它辅助元件组成。主传动方式的选择对牵引机的使用性能、传动效率等起决定作用。使用性能主要是指牵引机对外载荷适应性能和对牵引速度的调节能性。

在正常工作情况下，发动机转速和扭矩的变化范围都比较小，并希望它能在最经济工作点左右运转。牵引机上减速器的传动比是不能改变的，牵引卷筒的转速（牵引速度）主要依靠主传动部分来调节。在上述几种传动方式中，液压传动对牵引速度的调节范围较大，能很好的满足无级变速的要求，也有较好的外载荷适应性。

机械传动牵引机只能依靠变速箱换挡和直接调节发动机油门来改变牵引速度。一般还应在变速箱前面设置离合器，以便在发动机起动时能切断载荷。

电气传动牵引机一般亦采用变速箱有级改变牵引速度。

3. 制动器

制动器是确保作业安全可靠不可缺少的部件。在临时停机、紧急停机或过载保护自动停机等时，均必须通过制动器使牵引卷筒处于制动状态，以防止在导线张力的作用下卷筒倒转而使导线落地，或者不能停止牵引而发生事故。

用于牵引机上的制动器有盘式、内蹄式和外蹄式三种，一般都设置在减速器输入轴（亦即高速轴）上。

4. 减速装置总成

任何形式的牵引机都必须有由减速器（一般都同时采用两种减速器）和变速箱组成的减速装置总成，以保证在高效率情况下满足各种牵引速度的要求。但是不同形式的牵引机对减速器的传动比要求也不同。以内燃机、电动机为原动机的机械传动牵引机，其减速装置总成的总传动比较大，一般为40~60。液压传动牵引机，减速装置总成除减速器外，有的还包括分动箱（双泵并联时）。分动箱的传动比根据主泵和发动机的额定转速而定；液压马达至牵引卷筒的减速器，其传动比根据液压马达的类型而定；高速小扭矩液压马达传动比大，同上述机械传动牵引机基本相同；低速大扭矩液压马达传动比小。液力传动的牵引机，通常是将液力变矩器和多档变速箱联合使用，组成液力机械传动箱，再和减速器组成减速装置总成，对这种牵引机，只要发动机与液力变矩器匹配合理，则亦能得到同液压传动牵引机相同甚至更良好的工作性能。

常用的减速器有普通圆柱齿轮减速器、蜗轮减速器、圆锥齿轮减速器和行星减速器等。

5. 牵引卷筒

钢丝绳通过牵引卷筒进行牵引展放导线，它是牵引机牵引作业的工作机构。常用的牵引卷筒有双摩擦卷筒、磨芯式卷筒和卷线筒式单卷筒。牵引卷筒形式的选择对牵引机整机结构影响较大。

6. 机架和辅助装置

机架用于固定和安装牵引机的所有部件。常用的机架有带轮子的拖车架、台架式车架两种，也有将牵引机直接安装在机动车辆底盘上的，以便于转场就位。辅助装置有钢丝绳进出线导向装置、牵引力测定装置、液压或机械顶升支腿。有的牵引机上还带有犁锚或空气压缩装置等。

7. 钢丝绳卷绕机

大部分牵引机同钢丝绳卷绕机是分离的，但其动力部分与主机相连，即由牵引机辅助液压泵通过软管同钢丝绳卷绕机上的液压马达连接，提供动力。也有的牵引机是将卷绕机直接安装在拖车的尾部，构成一体。

二、牵引机分类

牵引机的类型很多，一般按总体布置、传动方式、牵引卷筒形式分类，每类又分若干种，现分述如下。

1. 按总体布置分类

（1）拖车式牵引机。这种牵引机是将牵引机集中安装在特定的拖车上，其主要优点是原动机动力输入部分结构简单，且不受传动方式的限制，运输方便。但它野外运输的灵活性和现场就位不如自行式好，转场必须用车辆拖运。拖车式牵引机是目前使用最广泛的一种形式。

（2）自行式牵引机。这种牵引机是安装在机动车辆底盘上，并采用车辆自身发动机的动力作为驱动牵引机的动力，不另配备发动机。它的优点是能自身行驶，体积小，转场和就位灵活方便。缺点是由于它的动力输出部分既要满足行驶要求，又要满足牵引作业

要求，使结构复杂化。这种牵引机虽然少用了一台发动机，但是长期占用一台车辆，使设备利用的经济性较差，而且这种牵引机采用液力传动比较困难，使传动方式的选择有局限性，总的造价也比较高。自行驶式牵引机也是目前中型牵引机中比较广泛采用的一种形式。

(3) 台式牵引机。牵引机各部分集中安装在一个台架式机架上。这种牵引机结构简单、造价低，但转场运输和就位比较困难，一般都需配备较大的起吊设备，目前只用作较小功率的牵引机，或电气传动牵引机。

2. 按传动方式分类

(1) 液压传动牵引机。它是通过液压泵、液压马达及各种液压阀等组成的液压系统，以液体为工作介质，借助运动着的压力油的容积变化来传递动力的牵引机。

同其它工程机械和牵引车辆一样，液压传动牵引机是目前最常用的牵引机之一。

(2) 液力传动牵引机。它是通过液力传动箱、利用运动着的液体动能进行能量传递的牵引机。

这种牵引机也能达到上述液压传动牵引机的主要性能，而且对外载荷变化的适应性还优于液压传动牵引机。但由于受到目前液力变矩器品种规格的限制，以及它必须和发动机严格匹配才能有良好性能，故使用上还不如液压传动牵引机普遍。只有大、中型牵引机才采用液力传动方式。

(3) 机械传动牵引机。它是通过机械传动系统来实现能量传递的牵引机。

这种牵引机结构简单、传动效率高、造价低、体积小、重量轻，但只能实现有级调速，使用性能也不如上述两种牵引机好。目前这种牵引机使用比较广泛，主要用作中、小型的牵引机。

(4) 电气传动牵引机。其动力传递主要依靠机械变速箱，但是调速（有的这类牵引机不考虑调速）、制动以及过载保护是通过电气操作系统来实现。这种牵引机实际上是以电动机为原动机，以机械和电器相结合的形式来实现动力传递的卷扬机械。这种设备主要也用作中、小型牵引机，而且由于受电源容量的限制，只用于城市周围、人口稠密地区及有一定容量电源的地方。

3. 按牵引卷筒的形式分类

由于牵引卷筒的结构形式直接影响到整机的总体结构，所以牵引机按牵引卷筒形式又可分为以下几类：

(1) 双摩擦卷筒式牵引机。这种牵引机用两个多槽卷筒使牵引钢丝绳由内到外规则地交替绕缠，借助于钢丝绳和卷筒槽之间的摩擦力进行牵引作业。这种牵引机对钢丝绳的损伤小，安全可靠，且传递功率大，故它是目前使用最广泛的牵引机。

(2) 磨芯式牵引机。这种牵引机采用一个中间小、两侧大的腰鼓形卷筒进行牵引作业。与双摩擦卷筒相比，结构简单、体积小、重量轻（可以简化牵引机减速部分的结构）。但由于钢丝绳进入卷筒后，必须靠互相挤压产生指向磨芯中间的推力，使它在卷筒表面滑移，因而容易损伤钢丝绳。尤其是钢丝绳连接器通过时很不安全，牵引速度也较低，所以目前只有中小型牵引机才采用这种形式。

(3) 卷线筒式牵引机。这种牵引机牵引卷筒容量大，可把牵引过程中回收的钢丝绳全部卷绕在牵引卷筒上。因此省去了上述两种牵引机必须配备的钢丝绳卷绕机，传动部分结构简单、操作方便。这种牵引机的缺点是牵引长度受到限制；而且上下层钢丝绳之间挤压严重，在恒扭矩输出的情况下，牵引力随钢丝绳卷绕层数增加而减小，故一般只应用于牵引力不大、一次牵引展放导线长度较小的场合。

这种形式的牵引机，有的也可以用作张力机。

第二节 牵引机传动方式

由于牵引机原动机转速高、扭矩小，而它的牵引卷筒转速低、输出扭矩大，故在原动机和牵引卷筒之间，必须设置能降低转速、增大扭矩的传动装置。传动装置不但能根据工况要求较好的适应牵引力的变化和改变牵引速度的大小，而且当牵引机在不同牵引力和牵引速度情况下，传动装置又必须保证牵引机有良好的牵引特性。对以发动机作为动力装置的牵引机，由于发动机不能反转，在某些工况下要求牵引机牵引卷筒反向转动时，也只有靠传动装置来实现。

传动装置的选择对牵引机工作特性、传动效率、总体布置、加工制造和维修等方面都有很大的影响。它必须根据牵引机的使用要求、牵引力和牵引速度的大小、传动效率、环境条件、配套元件的供货情况和另部件加工制造等方面因素，综合考虑。

一、牵引机的机械传动

牵引机的机械传动由摩擦离合器、多档齿轮变速箱、制动器、主减速器等组成，最后把动力传递到牵引卷筒上去，如图2-1所示。

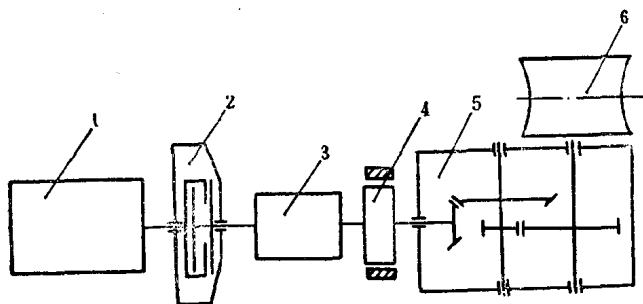


图 2-1 牵引机机械传动示意图

1—发动机；2—摩擦离合器；3—变速箱；4—制动器；5—减速器；6—牵引卷筒

机械传动牵引机的变速和换向均是依靠齿轮变速箱换挡操作来实现的。由于变速箱采用定传动比变速，所以这种牵引机只能实现有级变速。当牵引作业过程要求变速时，必须使牵引卷筒处于制动状态，并操作离合器，使变速箱脱开动力，才能进行换挡。只有当离合器全部接合，制动器松开，发动机和牵引卷筒恢复连接时，才能进行牵引作业。

机械传动的优点是传动效率高、结构简单、维护方便、造价低。缺点是除不能实现无级变速、起动和换挡等操作复杂外，由于是刚性传动，起动不平稳，特别在换挡时有冲击现象，换挡不及时发动机容易熄灭。机械传动牵引机的牵引特性曲线如图2-2所示。

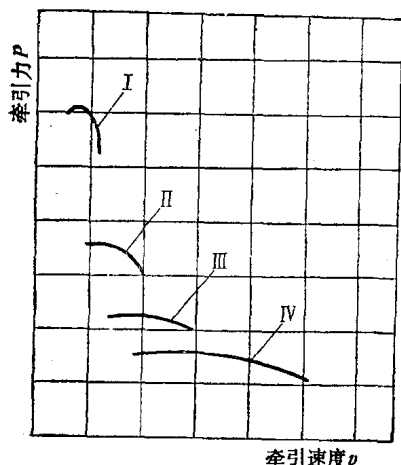


图 2-2 机械传动牵引机牵引特性
(I~IV为变速箱排挡数)

应排挡数时有不同的牵引特性，它取决于液力变矩器的输出特性（详见第五章第二节）等因素。

二、牵引机的液力传动

图 2-3 是牵引机液力传动示意图。同上述机械传动牵引机不同的是由液力传动箱代替了摩擦离合器和变速箱。

液力传动箱由液力变矩器 2 和自动换档的多档变速箱 7 两部分组成。液力变矩器能在较大的范围内有载无级地改变传动比和输出扭矩，且有一定的高效工作范围。液力变矩器和经合理设计的变速箱联合使用，再通过和发动机的合理匹配，能保证它始终在高效区内工作，从而既保证了高的传动效率，又扩大了牵引力和牵引速度的调整范围。

图 2-4 是有自动换档变速箱的液力传动牵引机的牵引特性曲线。图中，曲线 I、II、III 分别表示相

应排挡数时有不同的牵引特性，它取决于液力变矩器的输出特性（详见第五章第二节）等因素。

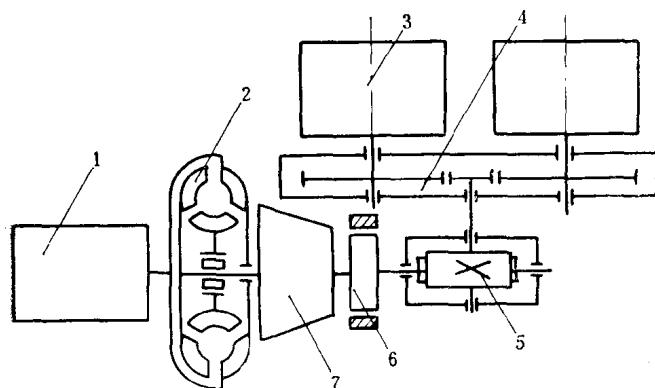


图 2-3 牵引机液力传动示意图

1—发动机；2—液力变矩器；3—牵引卷筒；4—末级减速器；5—蜗轮减速器；6—制动器；7—自动换档的多档变速箱

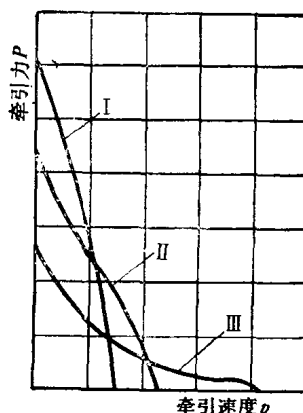


图 2-4 液力传动牵引机的牵引特性
(I~III为液力传动箱排挡数)

牵引机带载起动可在液力传动箱空档情况下进行，使发动机到额定转速后，再换到作业档。换档开始时，液力变矩器输入轴（泵轮轴）的转速等于发动机转速，而它输出轴（涡轮轴）的转速为零。变矩器传动比无限大，它的变矩系数也最大，使牵引机有足够的起动扭矩，以逐步驱动牵引卷筒转动，开始牵引作业。随着液力传动箱输出轴转速的逐步增加，牵引卷筒的转速也逐步增加，而扭矩却逐渐减小，最后稳定在某一工作点上。当液力传动箱泵轮轴和涡轮轴的扭矩相等（即变矩系数为 1）时，就相当于一个液力偶合器。

牵引机采用液力传动有如下优点。

(1) 增强了牵引机对载荷的自动适应性：当外载荷增加时，在最大预整定值范围内，能自动降低牵引速度而增大牵引力；当外载荷减小时，能自动提高牵引速度，减小牵

引力；大大改善了牵引特性，也避免了因外载荷突然增大而出现发动机熄火现象。

(2) 同液压传动一样，它亦是以液体为工质进行动力传递的，故牵引机起动平稳，在牵引过程中吸收和减少了来自发动机或外载荷的振动和冲击，提高了整机的使用寿命。

(3) 有载起动性能好。有载起动是牵引机架线作业时不可避免的工况之一。采用液力传动，在发动机加速，涡轮转速为零时，能得到很大的起动扭矩。这对牵引机牵引过程中因故停机后，有载再起动工况特别有利。

(4) 因液力变矩器本身是一个无级自动变速箱，能在发动机输出功率不变的情况下，使牵引机的牵引力和牵引速度有一个很大的调整范围，故变速箱的档数可以减少，一般有高、低两个档就可以满足牵引作业要求。

(5) 由于液力传动牵引机对载荷的自适应性强，所以大大减少了作业时操作次数，减轻了操作人员的劳动强度；采用自动换档后，使操作大大简化。

(6) 同液压传动相比，液力传动牵引机体积小，结构简单，传动效率也较高。

(7) 同液压传动一样，对大功率牵引机，可以采用两台发动机、两个液力传动箱共同驱动一组牵引卷筒，以满足制造、运输、安装及产品标准化、系列化的要求。

液力传动主要缺点是：和一般机械传动相比，成本高。此外，由于它同发动机的匹配要求较严，故使其在牵引机上的应用受到一定限制。

三、牵引机的液压传动

牵引机的液压传动除包括各种液压元件外，还包括分动箱和多级减速器，如图 2-5 所示。分动箱（图中未标出）的作用是把发动机的转速，变成符合液压泵的转速。多级减速器（图中末级和主减速器）的作用是把液压马达的转速，变成符合牵引卷筒要求的转速。

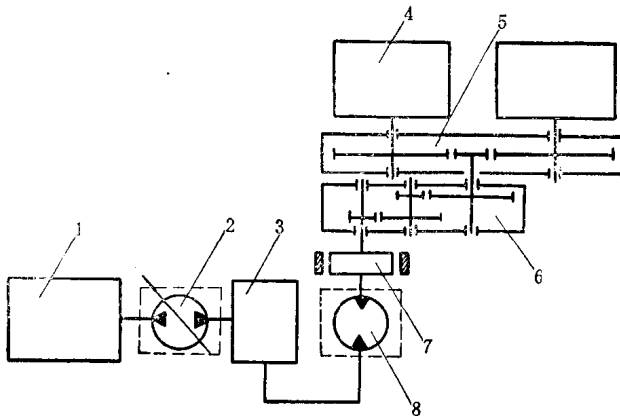


图 2-5 牵引机液压系统示意图

1—发动机（有的和分动箱连成一体）；2—双向变量液压泵；3—液压控制回路；4—牵引卷筒；5—末级减速器；6—主减速器；7—制动器；8—双向液压马达

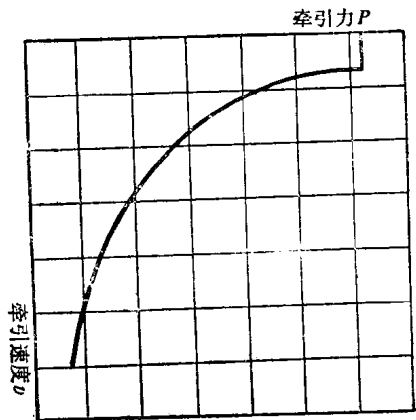


图 2-6 液压传动牵引机的牵引特性

图2-6是液压传动牵引机的牵引特性曲线（恒功率时）。液压传动牵引机牵引力和牵引速度的调节是通过液压系统来完成。牵引力大小能根据外载荷的要求自动变化，而最大牵引力决定于经高压溢流阀调定的双向液压马达进口压力。牵引速度是通过改变输入驱动