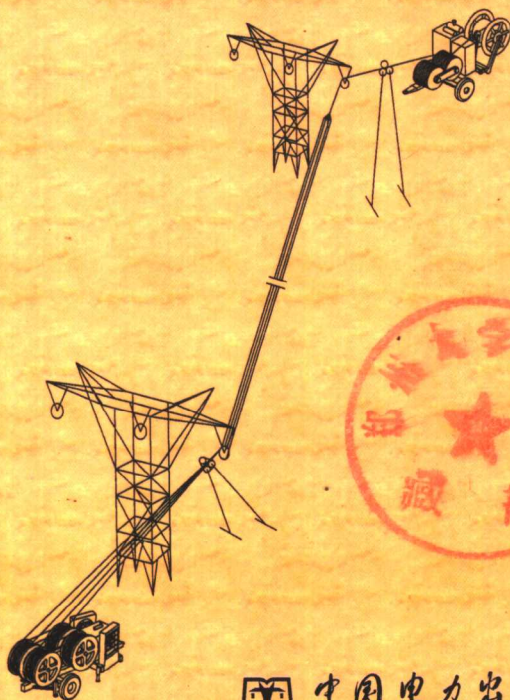


张力架线 机械设备 和应用

第二版

蒋平海 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

张力架线 机械设备和应用

第二版

蒋平海 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是在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 11 章,包括常用的各种牵引机、张力机、钢丝绳卷绕机、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、光缆施工机具和带电跨越架等。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,特别介绍了国内外 20 余种牵引机、张力机的机型,这对引进和开发先进技术,正确使用这些设备具有重要意义。

本书的编写力求简明实用、条理清楚,可供从事高压架空输电线路架线施工的工程技术人员和管理人员使用,也可作为各部门相关专业的人员培训用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

张力架线机械设备和应用/蒋平海编著. —2 版. 北京:
中国电力出版社, 2004

ISBN 7 - 5083 - 2323 - 8

I. 张... II. 蒋... III. 输电线路: 架空线路 -
架设 - 机械设备 IV. TM752

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 052116 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

1992 年 4 月第一版

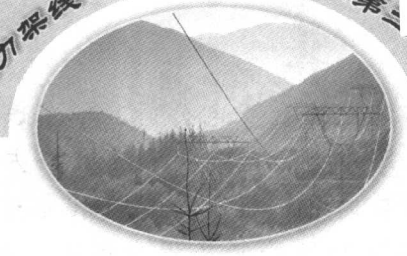
2004 年 8 月第二版 2004 年 8 月北京第二次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 22.25 印张 501 千字

印数 2701—5700 册 定价 46.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)



再 版 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,从第一版发行到现在已超过 10 年,这期间我国自己生产的牵张设备得到较大发展,其使用性能已逐渐和国外先进水平日趋接近,随着改革开放的不断深入,同世界其他制造厂家一样,国内在牵张机的设计、制造过程中亦不分国界,选用世界上先进的液压元件、减速器、发动机等,使国产牵张设备已基本达到国际先进水平。本书在这次再版时,根据这期间国内外张力架线设备不断出现的新机型、新工器具等,对书中第一章、第七章~第十章的内容作了较大的补充;对第二章、第四章、第六章也作了适当的补充和修改。其中在第一章中还增加了张力架线施工机具的其他要求。第一版的第七章、第八章中,对国产牵张机机型介绍很少,在这次再版时增加了近期国内自己制造的多种型号的牵引机、张力机,并作了重点介绍。相信牵张设备国产化的目标不久将会实现。另外,加拿大 TE 公司和意大利 TESMEC 公司生产的张力架线设备,仍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。他们近 10 余年来也对原有牵张设备不断进行改进,生产出不少新型的牵引机、张力机,因此,这次再版时在这两章中对这两个国家近年来生产的新机型也作了重点介绍。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,第一版中还介绍了一些美国和日本的设备在本版中仍以保留。对书中第一版中介绍的加拿大 TE 公司和意大利 TESMEC 的一些机型,因仍有它的特点,且有的机型目前仍在使用,作为全面系统的了解国内外牵张设备的发展过程仍有帮助,故仍以保留。在第九章放线滑车和第十章辅助架线工具中增加了近 10 年来国内广泛使用的 MC 尼龙放线滑车及国产编织防捻钢丝绳,并对近年来使用越来越多的光缆施工机具也作了介绍。其余补充和修改的章节增加了牵张机上近年来广泛采用的新液压元件、减速器及制动器等内容。

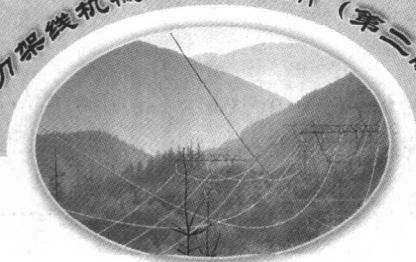
希望本书对发展我国张力架线设备、促进这些设备的国产化以及为在我国输电线路建设中全面推广先进的张力架线施工方法等,能起到一定推动作用。

本书在修订过程中承蒙上海送变电公司、华东送变电公司、甘肃送变电公司、浙江送变电公司、四川送变电公司和宁波东方电力机具制造公司等单位提供了不少国产的或进口的最新机型及工机具资料，宁波东方电力机具制造公司技术开发部的同志又帮助绘制了不少插图，在此一并表示衷心感谢。第一版由东北工学院液压教研室曹鑫铭教授对牵张机液压传动部分提出不少有益的建议；由湖北输变电工程公司卢育金高级工程师审阅了第一~四、第六~十一章，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；原能源部电力建设研究所（现国电电力建设研究所）施工机械研究室袁亚萍、叶建融等同志为插图作了绘制和整理工作；在此，再次表示衷心感谢。

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

2004年6月



目 录

再版前言

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	4
第三节 张力架线施工机具其他的要求	6
第二章 牵引机	9
第一节 牵引机的组成及其分类	9
第二节 牵引机传动方式	12
第三节 牵引机的动力装置	16
第四节 牵引机的减速器	21
第五节 牵引机牵引卷筒形式	33
第六节 机械传动牵引机主要结构	42
第七节 牵引力和牵引功率的计算	46
第三章 张力机	50
第一节 张力机的组成及其分类	50
第二节 张力机的制动方式	53
第三节 张力机增速器	57
第四节 张力机放线机构	59
第五节 放线张力和制动功率的计算	70
第四章 牵引机和张力机的液压传动	73
第一节 液压油	73
第二节 液压泵和液压马达	77
第三节 液压缸	89
第四节 液压控制阀	92
第五节 液压系统辅助元件	100
第六节 牵张机液压传动的工作原理	107

第七节 牵张机液压系统	109
第八节 牵张机液压系统的维护和故障排除	115
第五章 牵引机液力传动	123
第一节 液力变矩器的工作原理	123
第二节 液力变矩器的特性	127
第三节 液力变矩器使用性能评述	129
第四节 牵引机用液力变矩器的结构类型和工作油液	133
第五节 阿里森 (Allison) 液力机械变速箱	135
第六节 液力变矩器和发动机的匹配	141
第七节 液力变矩器的冷却和补偿压力	145
第八节 液力变矩器的保养维修和故障排除	146
第六章 牵张机机械摩擦制动装置	150
第一节 摩擦材料的性能和种类	150
第二节 张力机带式制动装置	153
第三节 张力机钳盘式制动装置	160
第四节 牵张机的制动器	161
第七章 几种典型的牵引机介绍	168
第一节 国产 SAQ - 250 型液压传动牵引机	168
第二节 国产 SA - YQ220 型液压传动牵引机	173
第三节 意大利 ARS504 和 ARS800 型液压传动牵引机	177
第四节 加拿大 P250 - 1H/1 型液压传动牵引机	187
第五节 意大利 524/11 和 621/150/33 型液压传动牵引机	193
第六节 加拿大 P200 - 391 型液力传动牵引机	202
第七节 国产 SA - YQ80B 型液压传动牵引机	208
第八节 日本 EP7201 型机械传动牵引机	213
第八章 几种典型张力机的介绍	218
第一节 国产 SAZ - 50 × 2 型液压传动张力机	218
第二节 国产 SA - YZ2 × 40 型液压传动张力机	223
第三节 意大利 FRB513 型和 FRQ704 型液压传动张力机	226
第四节 加拿大 T200 - 4H/4 型液压传动张力机	236
第五节 意大利 811/120/31 型液压制动张力机	241
第六节 加拿大 T50 - 4H 型液压制动张力机	247
第七节 日本 1.5m 链槽式液压制动张力机	250

第八节	国产 SA - YZ30TD 型液压传动张力机	253
第九节	国产 SQZ1 型轻型张力机	257
第十节	美国 Pengo 型盘式制动张力机	259
第九章	放线滑车	261
第一节	放线滑车的基本要求和类型	261
第二节	放线滑车的槽底直径和槽形	265
第三节	放线滑车的结构及材料和润滑保养	269
第四节	放线滑车的受力计算	272
第五节	放线滑车摩阻系数的测定	274
第十章	张力架线辅助工机具	278
第一节	钢丝绳卷绕机	278
第二节	导线轴支承装置	285
第三节	飞车	290
第四节	牵引板和防捻器	294
第五节	导线压接工机具和压接管保护套	301
第六节	带电跨越和架空索道跨越	308
第七节	连接器	314
第八节	牵引绳和其他用钢丝绳	320
第九节	光缆施工机具	326
第十一章	张力架线机械设备的应用	338
第一节	放线准备工作	338
第二节	导线展放	341
第三节	紧线及附件安装	344

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;跨越其他障碍时,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 20 世纪 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,已也开始在 220kV、110kV 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 20 世纪 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 年开始由原水利电力部电力建设研究所等单位组成科研攻关组研究了国内第一套液压传动牵张设备,同时又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、液压传动和电气传动等几种。最大牵引力达 300kN。常用的有 30kN、40kN、50kN、80kN、180kN、250kN 等规格。设计的常用牵引速度有 83m/min (5km/h)、40m/min (2.4km/h) 和 20m/min (1.2km/h) 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。从总体布置以拖车式安装为主, 并多采用单轴拖车, 亦有少数采用车载式的。

(2) 张力机。从制动方式来分, 张力机主要有液压制动和机械摩擦制动两种 (亦有少数张力较小的张力机采用空气压缩制动的), 一般对每根导线能提供放线张力为 20~40kN, 最大可达 50kN, 常用的张力机规格有 10kN、20kN、25kN、35kN、40kN、50kN 等。放线机构则主要有双摩擦卷筒和单槽大包角双摩擦轮两种形式 (亦有少数张力较小的张力机采用磨芯式的)。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、四组卷筒和六组卷筒等四种结构。这四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、一牵四和一牵六等几种方式, 并分别用于展放单导线、双分裂导线、三分裂导线、四分裂导线和六分裂导线。放线速度和上述牵引机同步匹配。且亦都采用单轴拖车形式。

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、金属结构跨越架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 $\phi 508\text{mm}$ 和 $\phi 660\text{mm}$ 和 $\phi 916\text{mm}$ (也有用 $\phi 940\text{mm}$ 的) 几种主要规格, 适用于展放截面为 $300\sim 800\text{mm}^2$ 的 LGJ 型导线。编织的防捻钢丝绳也已开始投入批量生产, 最大可生产 $\phi 34\text{mm}$ 。金属结构跨越架最高封网高度可达 50m。

二、国外张力架线设备概况

国外在 20 世纪 40 年代末期、50 年代初期就开始采用张力架线施工方法, 在最近三四十年内发展尤为迅速。到 20 世纪 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。如加拿大、意大利、美国、德国、日本、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 280kN。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 155kN。放线速度最快达 188m/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。

(1) 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, 20 世纪 80 年代, 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 220kN。大部分牵引机在牵引力较小的情况下, 牵引

速度高达 188m/min (11.3km/h)，一般采用 $100 \sim 120\text{m/min}$ 。从 20 世纪 90 年代开始，加拿大开始转向主要生产液压传动牵引机，其牵引力数值基本不变，但牵引速度降低了，降到最高 83m/min 左右，常用 $60 \sim 70\text{m/min}$ ，最大牵引机的最大牵引力达 280kN 。

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。早期的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 30kN ，最大机型可达 60kN 。目前加拿大生产的液压传动张力机采用高速液压马达，最大放线张力达 $4 \times 50\text{kN}$ ，机械摩擦张力机用于展放单根导线最大放线张力为 23kN 。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或螺旋副往复式排绳机构的钢丝绳卷机等。

(2) 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液压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他牵引作业。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。该国生产的牵引机，目前最大牵引力达 280kN ；最大的张力机张力达 $4 \times 50\text{kN}$ ，并可实现远距离（一般为 $30 \sim 60\text{m}$ ）范围内遥控操作。

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 $25 \sim 30$ 倍）。牵引板采用平衡滑轮式较多。

(3) 德国自 20 世纪 60 年代开始研制第一台张力架线设备。目前，也已形成系列化的牵张设备和辅助工机具。该国生产的牵张机亦采用液压传动，拖车式结构布置，其主系统亦为高速双向变量液压泵和高速双向定量马达组成的闭式液压系统，其牵引机最大牵引力一般为 160kN ，牵引速度最高为 100m/min ；张力机一般为牵张两用机，配备大功率的发动机（ 170kW ），可展放多分裂导线，亦可并轮后展放单导线或双分裂导线，展放单导线时可满足最大放线张力为 185kN 的要求。放线速度和牵引机匹配，最高亦为 100m/min ；该牵张两用机用作牵引机时，最大牵引力亦可达 185kN ，最高牵引速度亦相同。

德国对牵张机有些还配备了有线遥控装置和无线遥控装置，可分别在 60m 和 600m 范围内操作牵引机进行张力放线作业。有些牵张机还配备打印机，可连续记录打印出设定长度内（最小 5m ）的放线速度和放线张力。

德国亦系列化的生产所有张力架线辅助设备，包括带内六角螺栓固定的压接管保护套、带平衡滑轮的牵引板和编织防捻钢丝绳等。

(4) 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 $22 \sim 220\text{kN}$ 不等。常用牵引速度为 $70 \sim 100\text{m/min}$ ，最高牵引速度达 130m/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 。

美国生产的不少中小型张力机采用机械摩擦制动方式，液压制动形式在大型张力机上采用较为普遍。大型张力机还配备功率较大的发动机，用于紧线或其他牵引作业。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

45kN。对于大跨越专用牵张设备，单导线张力机制动张力可达 131.5kN，可与牵引力为 182kN 的牵引机相配套。

(5) 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。张力机大部分采用滑动槽链形式。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。

(6) 苏联第一套张牵设备采用 T-100M 型拖拉机改装，最大牵引力 60kN，牵引速度 40m/min；张力机最大张力 30kN，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

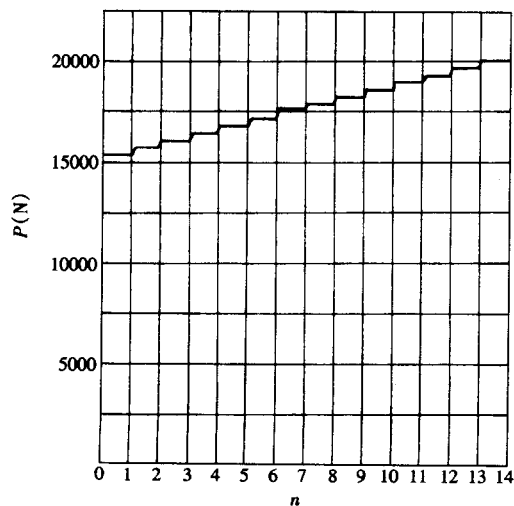


图 1-1 牵引力随通过放线段内杆塔数变化情况
P—牵引力；n—放线段内杆塔数

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时造成的瞬时牵引力波动。

(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(可保护的最大牵引力应不小于额定牵引力的 1.25 倍), 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。在放线过程中因故障停机时, 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。牵引作业时为正方向转动, 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, 能反向自动转动。

(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国家或行业标准规定的野外作业机械设备噪声要求。

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 2~3h), 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。

第三节 张力架线施工机具其他的要求

在线路施工中，由于架线施工是相对最复杂的工序，涉及机械设备和工机具较多，故除对上述牵引机和张力机的使用性能要求满足架线施工的一些特殊要求外，为保证安全、保质保量地完成架线施工工序，架线施工机具还应满足以下基本要求。

一、对机具安全系数的要求

为了保证架线施工机具在作业过程中始终能够正常的工作，所用机具必须具有足够的强度和稳定性，有的还要求有一定的刚度。考虑到现场作业时工机具要有足够的强度储备，以防止意外情况下工机具遭受严重超载或瞬时冲击载荷时的安全，必须要有足够的安全系数。

安全系数的选择是一个很复杂的问题。主要考虑以下几个因素：机具的重要性，是动载荷还是静载荷，是否有冲击载荷，对载荷的估计是否正确；材料的性质，是脆性材料还是塑性材料，前者比后者需要较大的安全系数；为提高设备的机动性而减轻设备自重的要求；对工机具的某些特殊使用情况下的一些特殊要求，对载人的设备和工机具要求有更大的安全系数。

对安全系数，有关部门的一些规定是不尽相同的。脆性材料断裂时的应力是强度极限 σ_b ，塑性材料到达屈服时的应力是屈服极限 σ_s ，在工作最大载荷作用下零部件的实际应力为 σ ，则对塑性材料，安全系数为 n_s 。

$$n_s = \frac{\sigma_s}{\sigma}$$

对脆性安全系数为 n_b

$$n_b = \frac{\sigma_b}{\sigma}$$

我国电力行业有关标准规定，在静载情况下，对线路施工机具的一般零件的强度要求

$$n_s > 1.75 \text{ (特殊情况 } n_s > 1.45)$$

$$n_b > 2.5 \text{ (特殊情况 } n_b > 1.85)$$

对各种架线施工机具设计中具体规定的安全系数见表 1-1。

表 1-1 架线施工机具断裂（或失稳）安全系数表

工机具名称		断裂安全系数	工机具名称	断裂（或稳定）安全系数
牵引机	锚固装置	≥ 3	牵引板	≥ 3
	制动器	> 1.5	放线用牵引钢丝绳	≥ 3
	其他零件	≥ 2.5	飞 车	≥ 5
张力机	锚固装置	≥ 3	卡线器	≥ 3
	制动器	> 1.5	机动绞磨	≥ 3
	其他零件	≥ 2.5	网套式连接器	≥ 3
放线滑车		≥ 3	旋转连接器	≥ 3
起重附件（含各种环、钩、卡、销、板）等		≥ 3	金属跨越架	≥ 2.5
抗弯连接器		≥ 3	金属抱杆	≥ 2.5
各种紧线器		≥ 3	起重滑车	≥ 3 （100kN 以下）
附件安装工具		≥ 3		≥ 2.5 （160kN ~ 500kN）

二、对保护导线的要求

架线施工机具还要把导线架设到杆塔上去，而且要在触及导线的过程中不损伤导线，防止对导线表面的磨损。这对有可能触及或通过导线的工机具更为重要。如卡线器、各种滑车、网套式连接器、带电跨越架、飞车等。

保护导线除在工机具接触导线部分的滑轮、滚轮、滚子、钳口等衬有橡胶衬垫或表面有小的粗糙度而不磨损导线表面外，还要保证导线通过时有合理的曲率半径，不应因弯曲太小而使导线层间、股间磨损加剧而损伤导线。

三、对操作力的要求

对人力为动力源的机具，根据有关规定，其单人最大输入功率如连续操作时，手摇 $< 100N$ ，足蹬 $< 110N$ ，拉链绳 $< 150N$ ；如短时运行（小于 5min）时手摇 $< 150N$ ，足蹬

< 550N, 手拉链绳 < 260N。

四、体积小，重量轻，便于转场及人工搬运

由于架线施工有作业点分散性大的特点，有的机具还必须在塔上作业时使用，故工机具轻巧、方便搬运尤为重要。它可减轻操作人员的劳动强度，从而更好的保证作业安全。为此，不少机具采用高强度优质合金钢或铝合金，如 16Mn、40Cr、20CrMnTiA、LC4、LY12 等。

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、钢丝绳卷绕装置、机架及辅助装置等几大部分组成。其中,有的牵引机没有钢丝绳卷绕装置,而采用独立的钢丝绳卷绕机。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、以及它们的其他辅助元件组成。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,以便在发动机启动时能切断载荷。

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