

# 浅谈电动液压张力机

## Discussion on Electric Hydraulic Tension Machine

范玺 雷凯 张青锋 杨陇军 葛晶晶

Xi Fan Kai Lei Qingfeng Zhang Longjun Yang Jingjing Ge

新疆送变电有限公司 中国·新疆 乌鲁木齐 830011

Xinjiang Power Transmission and Transformation Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

**摘要:** 液压张力机是张力架线施工的重要机械设备,配合液压牵引机可完成导引绳、牵引绳和导地线的展放作业。传统液压张力机依靠柴油发动机提供动力,带动液压泵实现基本功能,柴油发动机运行过程暴露出很多问题,如产生的大气污染、大气噪声污染,同时消耗的化石能源成本也日益增加。为响应国家“双碳目标”、降低使用成本、保护生态环境,液压张力机电动改造研究势在必行。

**Abstract:** Hydraulic tension machine is an important mechanical equipment for tension wire construction. With hydraulic traction machine, it can complete the operation of guiding rope, traction rope and guide ground wire. The traditional hydraulic tension machine relies on the diesel engine to provide power and drive the hydraulic pump to realize its basic functions. Many problems have been exposed during the operation of the diesel engine, such as air pollution and noise pollution, and the cost of fossil energy consumed is also increasing. For the corresponding national “double carbon target”, reduce the use cost, protect the ecological environment, hydraulic tension mechanical and electrical transformation research is imperative.

**关键词:** 液压张力机; 环境污染; “双碳”目标

**Keywords:** hydraulic tension machine; environmental pollution; “double carbon” target

**DOI:** 10.12346/peti.v4i4.6966

## 1 引言

随着“十四五”规划的生根落地,“双碳”目标成了家喻户晓的美好憧憬,作为国家电网公司的一员,我们有责任从自身做起,让“双碳”目标落地生根。

随着中国用电需求的增加,为保证电网运行稳定,满足中国沿海城市用电需求,特高压输电线路建设任务也日益增多,对张力架线施工机械的需求也随之增加。液压张力机作为电力施工机械中的重要设备,在110 kV及以上电压等级的输电线路导地线架设工作任务中有着不可替代的重要性,张力架线施工方法让输电线路导地线架设作业变得简单高效。但液压牵张设备使用的柴油发动机每燃烧1 kg柴油即可产生3.1 kg二氧化碳。按照每公里220 kV张力架线施工任务牵张设备消耗35 L柴油计算,每百公里220 kV张力架线施工任务牵张设备即可产生9114 kg的二氧化碳,无疑是

对“双碳”目标的冲击。不符合最新的发展理念,因此牵张设备技术改革是大势所趋。液压张力机在使用过程中对动力的需求相比于液压牵引机较小,因此我们先从传统的液压张力机开始探索,助力实现“双碳”目标。

## 2 传统液压牵张设备发展现状和特点

国内从20世纪80年代开始,在500 kV平武线及500 kV元锦辽线路施工中引入国外牵张设备,通过近10年的施工应用和技术消化吸收,到20世纪90年代,中国送变电公司通过国产化改造和仿制,研制出国产牵张设备,主要技术指标和可靠性才达到国外同类产品技术水平。自此国内张力架线施工技术才得到推广应用。牵张设备以柴油发动机为动力源通过液压系统传输能量,实现牵张设备运行。柴油发动机功率大、应用广泛、技术成熟,因此也成为中国牵张设备动力源的首选。

【作者简介】范玺(1971-),男,中国新疆乌鲁木齐人,本科,中级政工师,从事电力工程施工技术方面的研究。

纵观施工机械发展,自2020年起就陆续出现了技术成熟的电动装载机、挖掘机、叉车等施工机械,动力源由传统的化石燃料变为了清洁能源,有效降低了对环境的各类污染,在施工机械进步的里程碑上画下了重要一笔,引领了施工机械技术革新。

回过头我们再看牵张设备的发展现状,自技术成熟以来中国牵张设备在控制系统上得到了有效突破,有原有的纯液压控制系统进步成为了电路控制,并且实现了远程控制,让牵张设备操作人员免受噪音和粉尘伤害。但除控制系统外,牵张设备的动力部分、液压部分仍延续原有方式,未做本质上的更替,也造成与现阶段“双碳”目标发生冲突<sup>[1]</sup>。

### 3 张力架线的施工工艺流程

#### 3.1 张力架线的施工准备

首先熟悉施工图纸,根据图纸制定出相关施工方案,其次根据施工量确定所需施工人员,再次将张力架线所需的工器具准备齐全,包括牵引机、张力机、走板、放线滑车、钢丝绳、迪尼玛绳、起重滑车、网套连接器等,还需要对施工路段障碍物进行清理,最后把牵张场布置好准备架线施工。

#### 3.2 张力架线区段的划分

当导线在通过放线滑车时会发生弯曲变形,根据《110~750 kv 架空输电线路施工及验收规范》放线区段的长度应不大于20个放线滑车。但施工时可能会遇到地势复杂,没有合适位置布置牵张场的情况,这时在牵引力满足的情况下可以适当延长架线区段。

#### 3.3 牵张场的布置

根据架线区段的划分选择合适的区域布置牵张力场,要保证牵引场不小于 $35\text{ m} \times 5\text{ m}$ ,张力场不小于 $75\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。

#### 3.4 设备布置与通讯联络的要求

按照施工要求将牵引机、张力机布置在中相导线正下方,小牵机、小张机分别布置在大牵机、大张机旁,锚线架应置于牵张设备前20 m处,保证牵张机与杆塔挂点所成角度小于 $25^\circ$ 。张力架线是牵张力场同时进行,通讯畅通是保证施工安全关键的一环,我公司最新的牵张设备,在智能控制系统中加入了无线对讲功能,避免了因山区地形因素导致的通信质量差等问题。

### 4 放线操作要点

展放导引绳和牵引绳。

导引绳和牵引绳的展放顺序为边相、中相、边相,进入小牵机、小张机的方向为内进外出、上进下出。导引绳之间的用连接器连接,需要多个旋转连接器来释放扭力,导引绳和牵引绳之间用旋转连接器、过渡钢丝绳、旋转连接器连接,牵引绳之间用旋转连接器连接<sup>[2]</sup>。

张力放线施工中展放导引绳的除了可以通过人工、动力伞、氦气球等传统放线方法外,还可以使用遥控无人直升机

等新型放线方式对导引绳、牵引绳进行展放(见图1)。



图1 张力放线施工示意图

为进一步保障架空输电线路张力架线施工质量,还需要做好施工管理工作,通过健全的质量管理控制体系,实现对于施工过程的全方位管控。

首先,需要加强对于施工人员技术水平的管理,确保施工单位具备实际施工所需要的专业技术能力和水平。其次,加强对于施工所用的材料、设备等的检查,例如导线、地线等,确保材料质量符合要求,此外,还需要做好导线等材料的保护工作,加强对于施工设备的检查和维护,确保设备始终处于良好的运行状态之下,严禁不合格的材料和设备进入施工现场。再次,在实际进行施工之前,还需要检查铁塔的质量只有质量符合施工要求的铁塔才能够进行架线施工。最后,结合施工现场实际情况,为其中较为重要的、复杂的施工工艺以及相关工序制作流程图,为后续施工提供有效指导,同时为施工验收提供相应参考依据,便于查找问题原因<sup>[3]</sup>。

### 5 电动改造应用和成效

为助力“双碳”目标落地,我们对一台液压张力机(SAZ-30 $\times$ 2)进行了改造实验,本次改造的液压张力机原有动力源为道依茨F4L912发动机、额定功率51 kW,额定转速2500 r,额定扭矩247 N $\cdot$ m(见图2)。

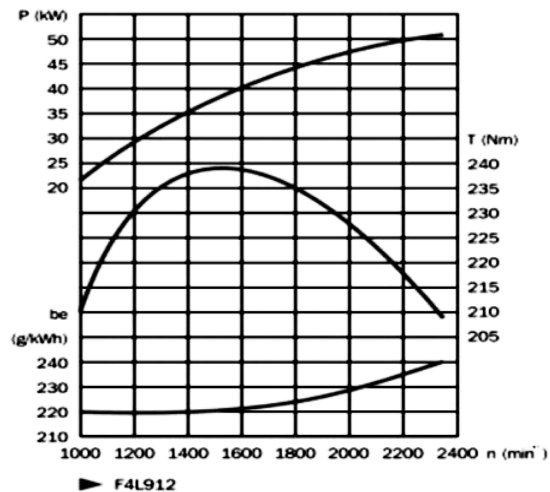


图2 液压张力机原有动力源

通过进行额定张力和最大张力实验进行对比。在张力工况状态下带动主泵，风扇泵，尾架泵的总功率为 6~8 kW 即可满足张力放线要求。在牵引工况下带动主泵、风扇泵、尾架泵的总功率为 30~34 kW。根据实验结果和原有发动机参数最终选定采用型号为 Y200L2-2-37 KW 的三相交流异步电动机，如表 1 所示。

该型号三相交流异步电动机搭配变频器使用减小对电源和负载的启动冲击。实现张力工况和牵引工况的无极调节，避免了能量浪费和降低使用成本。电动机采用弹性柱销联轴器与液压主泵链接。弹性柱销联轴器具有较大结构简单、合理，维修方便，两面对称可互换，寿命长，允许较大的轴向窜动，具有缓冲，减震，耐磨等特点<sup>[4]</sup>。经过 10 小时连续实验经拆解检查无明显磨损各部位连接可靠，性能满足技术要求（见图 3）。

电动张力机的发展和应用促进了产业升级和企业转型，电动张力机产业也已成为中国国民经济的重要支柱产业。在国家 and 地方推动电动张力机发展措施的保障下，传统张力机制造企业正在转变轨道，积极改善能源结构，推动电动张力机的使用，形成电动张力机全产业链，推动电动张力机大幅增长。现阶段，电动张力机产业已经成为未来社会发展的趋势，其自身的环保表现得到了全社会的关注和认可，已成为张力机工业未来发展的趋势，电动张力机不同于传统张力

机，由于其能源利用的不同，其与传统张力机有很大的不同，因此需要进行全方位的优化设计。如今，随着中国张力机制造业的发展，我们的电力工程自动化技术也越来越成熟、智能化、实用化，被越来越多的人使用和喜爱。以张力机为例，该技术由原来的单一功能向多功能转变，完成了自动化要求，大大提高了运行效率和工作质量，加强了运行安全性，提高了经济效益。在继电保护技术方面，自动化技术也发生了变化，变得更加灵活、快速和高效<sup>[5]</sup>。在电力系统的研究过程中，无论是在设计分析还是理论工具中，自动化技术都得到了广泛的应用。自动化技术的应用对电力工程有很大的影响和促进作用。



图 3 改造后的用于张力架线的张力机

表 1 动力改造试验数据  
一种交流电动液压张力机试验记录

2022年3月26日

		电机功率 (实际功率)	电机转速 (rpm/min)	电机频率 (Hz)	电机电流 (A)	电机电压 (V)	补油压力 (Mpa)	传感器 拉力 (KN)	主张力 (KN)	辅助设备 牵引力 (KN)	油温 (℃)	电机温 度 (℃)	环境温 度 (℃)	
额定 张力 试验	1轮	10KN	7.772KW	1500	25	39.86	195	2.06	14.3	10	13.5	19.6	19.1	9
		20KN	7.688KW	1500	25	39.43	195	2.06	28.6	20	28.7	19.5	19.3	9
		30KN	6.688KW	1500	25	34.3	195	2.06	40.3	30	39.3	19.6	19.3	9
额定 张力 试验	2轮	10KN	6.922KW	1500	25	35.5	195	2.2	11.3	10	13.7	13	18.3	3
		20KN	6.942KW	1500	25	35.6	195	2.2	25.9	20	25.6	19.5	19	6
		30KN	7.254KW	1500	25	37.2	195	2	41.6	30	40.1	19	19.6	6
并轮额定 张力试验		20KN	7.702KW	1500	25	39.5	195	2	24.6	20	26.4	25	35	9
		40KN	7.897KW	1500	25	40.5	195	2	48.8	40	48.2	25.4	36.5	9
		60KN	7.176KW	1500	25	36.8	195	2	76	60	74	24.3	30.4	11
最大 张力 试验	单 轮	30KN	7.254KW	1500	25	37.2	195	2	40.8	30	40.1	19	19.6	6
	并 轮	60KN	7.176KW	1500	25	36.8	195	2	76	60	74	24.3	30.4	11
最大 牵引 力 试验	1轮	30KN	30.720K W	2520	42	96	320	2.6	39.9	牵引 力	张力 45KN	19	19	6
	2轮	30KN	30.400K W	2520	42	95	320	2.6	40.8	牵引 力	张力 41KN	19	19	6
	并 轮	60KN	34.454K W	2520	42	107.7	320	2.5	74	牵引 力	张力 75KN	24.3	30.5	9

电力张力机的结构是一种时代的进步,极大地推动了张力机制造业的进步。在今后的发展期间,我们要整合电力系统各部门的资源,包括数据采集、监控系统、管理系统等,将它们融合在一起,实现高度集中的电力自动化技术,有效建立平台。电力系统的自动化技术可以加强用电安全、减少问题的出现。同时,用电可以大大降低消费成本,又十分绿色,对环境无污染,符合中国电力发展的需要。电气化的发明和应用优化了张力机制造,增强了张力机的安全性<sup>[6]</sup>。

该电动张力机的应用可有效降低张力机噪声污染,对张力机操作人员提供了良好的作业环境,降低了对从业人员身体健康的损害,降低了燃油消耗,杜绝了张力机尾气排放造成的污染,相比于传统柴油发动机减少了维保周期,同时避免了在高海拔(低氧)、低温地区的设备启动困难或者无法启动的困难。为满足施工现场无市电地区使用该电动张力机,我们暂采用排放达标的发电机组为其提供电能;如后期电动张力机投入使用后,按750 kV输电线路张力架线施工为例,使用一台100 kW柴油发电机组即可满足张力场3台电动张力机的用电需求,减少了施工现场柴油使用量,有效降低了使用成本。维修成本方面,该张力机原发动机为德国道依茨厂家进口,维修更换3台发动机所需成本约50万元,改造后维修更换3台电动机和1台发电机组所需成本约为10万元,使用电动张力机后维修成本同比降低80%;进口发动机维修配件采购困难,改造后使用国产电动机和发电机组,维修更加便捷,有效降低了动力系统的维保成本。发电机组投入使用后也可满足施工现场其他电气设备用电需求,例如为电动液压机供电,可减少普通液压压接机的汽油使用,降低了施工现场油品使用的安全风险。牵张设备实现电驱动后,更有利于实现牵张设备集控化,集约牵张设备操作,简化牵张设备操作,降低牵张设备使用安全风险<sup>[7]</sup>。

中国的水能和煤炭资源主要集中在西北地区,而东部地区和南方沿海地区的用电负荷迅猛增长,面对这种趋势,发

展跨区域超远距离的输电线路架线是今后的发展趋势,超远距离架线在施工过程中会途径险峻山区、高海拔地区、气候恶劣地区等各种难以跨越的地形地区,面对这些问题,应根据实际情况不断地改进输电线路张力架线的工艺,从技术层面上解决输电过程中遇到的困难<sup>[8]</sup>。引进先进电动张力机设备,同时增加施工人员的技术培训,保障架线施工安全高效地进行。

## 6 结语

随着电网建设的发展,输电线路工程遍布全国各地,张力架线施工使用的牵张设备也将得到更加广泛的应用,使用电能作为液压张力机的动力源将有效减少碳排放,降低输电线路基础建设对环境造成的污染,也是实现“双碳”目标的基础,所以牵张设备电动化应用迫在眉睫。

## 参考文献

- [1] 扬州瑞通电力机具制造有限公司.一种具有防护功能的液压张力机[P].CN202123022933.5,2022-05-10.
- [2] 蒋晓峰.一种新能源张力机[P].CN201822276142.7,2019-11-22.
- [3] 蒋晓峰.一种新能源张力机及其工作方法[P].CN201811651697.3,2019-04-23.
- [4] 洪巧章.张力机自动化控制智能升级研究[J].智能城市,2020,6(17):167-168.
- [5] 陈笑梅,王小霞.智能化张力机的研究与应用[J].电气传动自动化,2018,40(20):16-20.
- [6] 侯东红.特高压线路工程大吨位高张力牵张设备的研制[P].2015-05-14.
- [7] 邱楚然.架线施工张力机远程智能控制系统的研究[D].兰州:兰州理工大学,2013.
- [8] 陈震,李一民.国产一牵四张力机液压系统故障分析与处理[J].东北电力技术,2009,30(10):33-36.