

电子束辐照交联线缆张力调节装置

张应发 刘振灏 殷学军

(中国科学院近代物理研究所 兰州 730000)

摘要 张力调节装置是电子束辐照交联电线电缆生产线传输系统实现速度同步的关键部件。装置有多种类型,合理配置不同形式的张力调节装置,可保证生产线正常运行和提高产品的质量。对两种立式张力调节装置的工作原理、特点进行了论述,并对如何建立张力进行了分析阐述。

关键词 张力器,速度同步

电子束辐照交联电线电缆生产线具有能生产多品种、多规格线缆的特点。为保证产品质量和提高生产效率,除了要有高性能的加速器和好的束下工艺外,还要解决好传输系统的速度同步,而速度同步中的关键部件之一是张力调节装置。本文在电子束辐照交联生产线中,以内外牵引机的速度作为给定的主动速度,收放线速度作为给定随从速度,这种给定易于控制速度同步,能较理想地解决好收放线所需的拉紧力。为了使收放线速度在给定的恒定张力状态下与牵引机速度同步,必须在牵引机与收放线之间配备张力调节装置,否则生产线无法正常工作。

1 张力调节装置的类型及特点

1.1 杠杆摇摆式

可采用气动、液压、配重块等形式。这种结构简单,投资费用小,占用场地小,绕线工艺简便,动作灵活,但要求电控系统的反应时间很短,控制精度较高,难以控制,不太适合高速运行。

1.2 卧式储线张力调节装置

储线能力强、工作平稳、易调节。有电动、气动、液压、配重块等形式,结构复杂,投资费用大,占用场地大,尤其对 $\phi 20\text{mm}$ 以上线缆绕线工艺繁琐,新建项目中使用不多。

1.3 立式储线张力调节装置

有气动、液压、配重块等形式。有一定的储线能力,结构也较简单,投资费用和占用场地都较小,灵敏度高,反应也快,便于控制,适用于各种规格的线缆和热收缩管的张紧。

2 张力调节装置功能

在电子束辐照交联生产线中,要求张力调节装置能自动调节传输线缆的张紧力,使线缆始终处于张紧状态,维持速度同步。当收放线盘与牵引机的线速度出现差异时,线缆张力发生变化,张力调节装置的动轮随之移动,此时转动电位器就将调节收放线盘电机转速的控制信

收稿日期:初稿 1998-10-06,修回 1999-05-12

号提供给计算机控制中心，计算机迅速发出调整相关电机转速的指令，使生产线恢复正常工作。从而保证线缆不被拉伸、拉断和损伤绝缘层，确保产品质量和连续生产，并且使设备不会因偶然故障损坏，延长设备使用寿命。

3 立式储线张力调节装置工作原理及特点

张力调节装置主要有气动和配重两种形式 (见图 1, 图 2)。

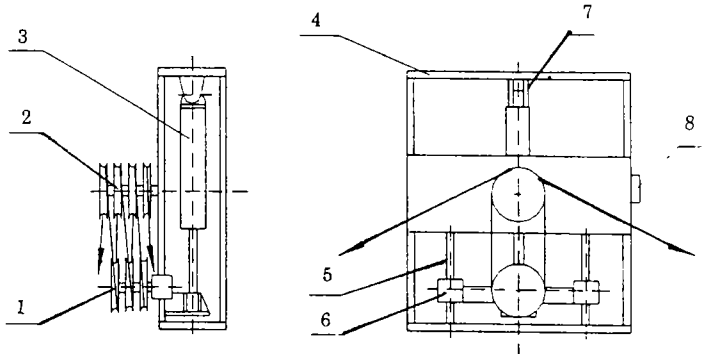


Fig.1 Pneumatic tension adjuster for thin wire and cable
1. mobile wheels; 2. fixed wheels; 3. cylinder; 4. skeleton; 5. guide rod;
6. linear bearing; 7. potentiometer; 8. pneumatic equipments

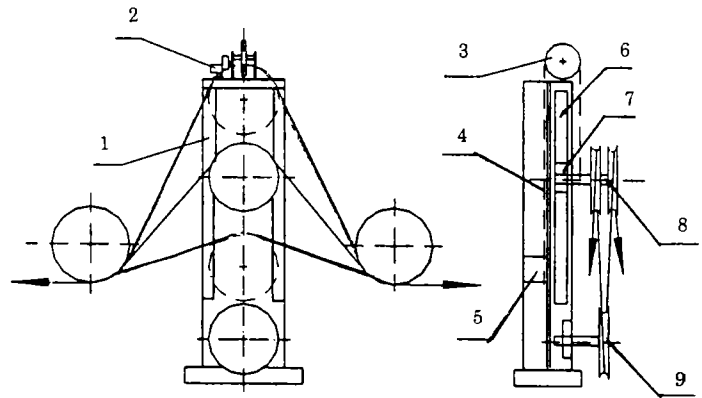


Fig.2 Balancer weight tension adjuster for cable
1. skeleton; 2. potentiometer; 3. chain wheel; 4. roller chains; 5. balancer weight;
6. guide plate; 7. ball bearing; 8. mobile wheels; 9. fixed wheels

考虑到线缆直径的变化和接受电子束辐照时的速度不同，我们在浙江交联电缆有限公司采用了上述两种 (如图 1、图 2) 张力调节装置，这种配制方式是为了保证小于 $\phi 10\text{mm}$ 线缆有较强储线功能，在 500 m/min 的速度下运行平稳；而对 $\phi 10\sim 20\text{mm}$ 线缆有一定的储线功能；又能使 $\phi 20\sim 50\text{mm}$ 的线缆有足够大的弯曲半径。实现分档多用，减少了不必要的辅助设备，满足生产工艺要求。

图 1 为气动形式的张力器。它由①动轮组、②定轮组、③气缸、④框架、⑤导向柱、⑥直线轴承和、⑦电位器⑧气动元件等组成。定轮固定，轮子作旋转，动轮装在滑动轮架上，轮架

可垂直上下移动。轮架的运动靠外力, 外力有气压力和线缆拉紧力。线缆的张力完全由动轮架及气缸所需的给定工作压力来保证, 导轮架在垂直方向运动, 直线轴承对导向柱摩擦力很小, 动作灵活, 结构合理、安全可靠。

图2为配重块形式的张力器。它主要由①框架、②电位器、③链轮、④链条、⑤配重块、⑥导向板、⑦滚动轴承、⑧动轮组和⑨定轮等组成。线缆的张力由动轮架与配重块之差来确定, 动轮架的上下移动、平衡是由它与线缆拉紧力合力之差实现。当配重块恒定时, 张力大小根据角度而改变。这是为解决大于 $\phi 25\text{mm}$ 的线缆需较大直径导轮而创新设计。导轮架在垂直方向运动为滚动、摩擦阻力小、灵敏, 适用范围广。气动式必须配备压缩空气站和相应的气动元件, 投资费用大, 安装精度要求高, 发生故障排除较难, 操作较复杂, 但省力、较安全。配重式操作简单, 投资费用低, 发生故障易排除, 但调换配重块较费力, 控制不好时易产生冲击, 因此必须考虑安全防护。

4 张力的建立

适当的张紧力是保证线缆传动系统正常工作的重要条件, 不同规格线缆是通过将张力调节装置的固定导轮和动导轮上的绕线拉直、拉紧, 并使动轮保持在上下移动的中点, 也就是在设定的平衡点上加一载荷 W 来控制, 这一载荷可以是配重块或压缩空气压力。

4.1 受力和计算

4.1.1 拉紧力是变力 对于图1所示的张力器, 由图3可看出拉紧力是变力。假如设定调节装置的载荷 P 是定值, 由于线盘上的线缆绕得松紧, 层数变化使半径 r 变化; 还有收放线与张紧调节装置间线角度变化引起线长变化。所有这些必然会使调节装置两端的线缆产生速度差, 调节装置的导轮架就随着速度差而上下移动, 图3中包角也发生变化, 这时的拉紧力已经不是原来设定值了。因此, 拉紧力是变力, 在线缆传输运行中导轮架的上下移动是由速度变化引起的, 而速度的变化是由于拉紧力变化而产生。

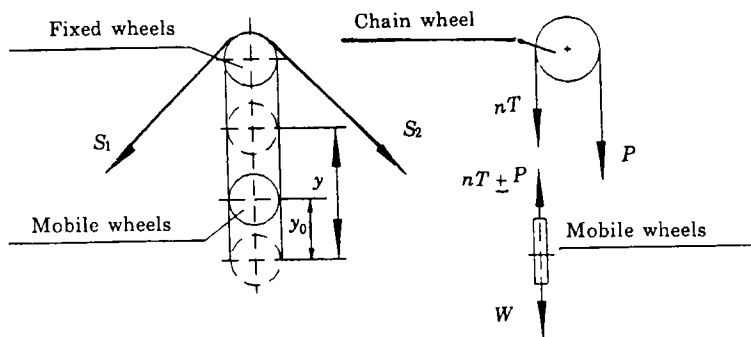


Fig.3 Analysis of forces

4.1.2 拉紧力计算 由图3可知, 动轮位移 y , y_0 可以观察和测量到, 因而可建立如下的计算式

$$y - y_0 = V_0 t + (at^2)/2 \quad (1)$$

根据牛顿第二定律

$$nT - W \pm P = Ma \quad (2)$$

动轮无移动, 则

$$T = (W \pm P)n$$

动轮有移动, 则

$$T = (W \pm P + Ma)/n \tag{3}$$

上述各式中, t 为运动时间; S_1, S_2 为线缆两端的拉力, y 为动轮移动距离; n 为线数; T 为线张紧拉力; P 为气缸压力; W 为轮重; M 为动轮质量。 a 为加速度。

对于图 2 所示的张力器, 由图 4, 图 5 分析可得运动方程

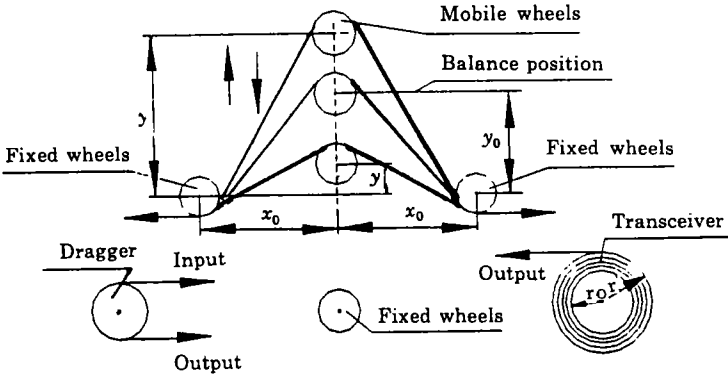


Fig.4 Analysis of mobility

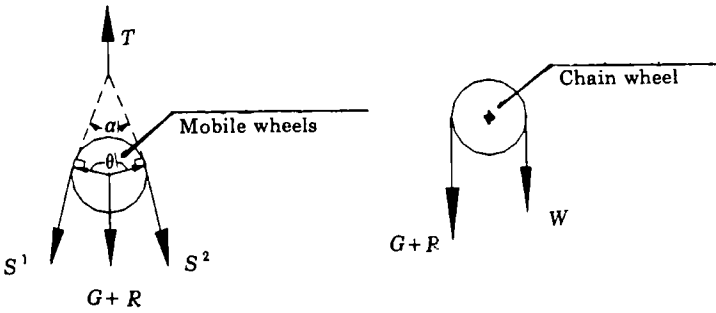


Fig.5 Analysis of forces

$$y - y_o = V_o t + (at^2)/2 \tag{4}$$

$$a = 2(y - y_o - v_0 t)/t^2 \tag{5}$$

根据牛顿第二定律

$$T_A - G - R = M_a a \tag{6}$$

$$T_B - W = -M_b a \tag{7}$$

动轮无移动, 则

$$T_A = T_B = T \quad (8)$$

$$R = T_A - G \quad (9)$$

动轮变速移动时

$$M = (T_A - T_B)r = I\epsilon \quad (10)$$

由于 $a = r\epsilon$

由以上各式联立后整理得

$$R = Ia/r^2 + W - G - (M_a + M_b)a \quad (11)$$

由图 5 可知

$$R = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2\cos\alpha} \quad (12)$$

设 $S_1 = S_2 = S$

则 $R = 2S\cos\alpha/2$

$$\alpha/2 = \arctg x_o/y - \arcsin(2r_o/\sqrt{x_o^2 + y^2}) \quad (13)$$

上述各式中, I 为链轮对轴的转动惯量, r 为链轮半径, ϵ 为链轮角加速度。 T_A 、 T 为链条作用在动轮上的力, 且为定值。 T_B 为链条作用在配重块上的力。 G 为动轮自重。 M_a 为动轮质量; M_b 为配重块质量; R 为张紧力 S_1 、 S_2 在垂直方向上的合力。

4.2 两种拉紧力在内牵引两滚筒上产生的不利因素

由图 6 可知 $\sum P_{\text{合}} = P_{\text{放}} + P_{\text{收}}$

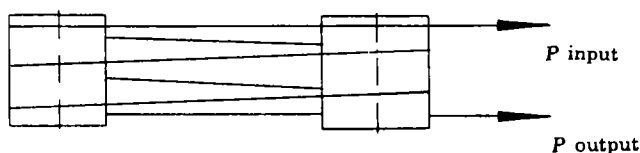


Fig.6 Analysis of forces

如果收放线的速度与牵引机不一致, 放线速度慢, 收线速度快, 此时加在内牵引两滚筒上的力 $P_{\text{合}}$ 就会将滚筒抱紧, 使得滚筒不能正常转动, 结果会使滚筒轴产生弯曲, 如果牵引机及收放线电机继续工作, 可能还会导致电机线圈烧坏, 也会导致线缆拉伸或拉断。

根据上述情况可见, 采用张力调节装置解决好速度同步, 建立适当的张紧拉紧力是至关重要的。

4.3 放线拉紧力

放线拉紧力不宜大, 一般拉紧力大小保持在使内传动进线不脱落为好。内牵引与放线均在静止时, 使张紧装置的动轮停止在上下往复距离的中点, 即设定平衡点, 并能将线缆与其接触的导轮贴合, 轻轻拉动线缆使动轮能移动和所有导轮能转即可。线缆在运行中动轮应基本保持在设定的平衡点处, 当动轮位置发生变化时, 能随时发生与设定不同的信号, 从而使放线盘的速度及时调整, 使速度保持设定值, 这样就达到拉紧力恒定或不会变化太大。

4.4 收线拉紧力

收线拉紧力应大于放线拉紧力,但要小于线缆材料的抗拉强度,一般拉紧力大小保持在收线盘的绕线基本不松为好(这要根据经验确定或小于 5N/mm^2)。牵引机与放线在静止时,将张力张紧调节装置的动轮调整在上下往复行程的中点,使线缆紧贴导轮,并使线缆的直线段没有弯曲,在此调整的基础上再增加原张紧时配重量的 $5\%\sim 20\%$ 。当生产线启动后,动轮在正常工作状态下保持在设定点规定的规范内移动(动轮在上面时动轮应向下移,动轮在下面时应向上移)。此时由张力调节装置建立的拉紧力就能满足收线排线平稳、整齐、紧密的要求。如果线缆在运行中出现动轮移动,此时张力调节装置就发出与设定不同的信号,并及时调整收线盘的速度,使得收线盘恢复正常工作。

5 结 束 语

采用立式储线张力调节装置,实现了线径小于 $\phi 10\text{mm}$ 或为 $\phi 10\sim 20\text{mm}$ 线缆速度分别达到 500m/min 、 200m/min 的速度要求,并能张紧线径小于 $\phi 50\text{mm}$ 线缆。提高了生产效率,产品质量也能得到保证,充分挖掘了设备的潜力。

THE TENSION ADJUSTER USED AT THE WORK LINE OF ELECTRON BEAM RADIATION CROSS-LINKING WIRE AND CABLE

ZHANG Yingfa LIU Zhenhao YIN Xuejun

(*Institute of Modern Physics, The Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000*)

ABSTRACT The tension adjuster is an important equipment in the transport system at the work line of electron beam radiation cross-linking wire and cable to realize the velocity synchronism. There are many kinds of the adjuster. By putting various adjusters together properly, we can keep the line work stably and raise the quality of the product. Two kinds of standing adjuster and their mechanism are introduced in this paper. Also the corresponding figures and formulas are shown.

KEYWORDS Tension adjuster, Velocity synchronism