

进口挤出机螺杆的国产化改造

关 涛, 姜德福, 朱春林
(沈阳第四橡胶厂, 辽宁 沈阳 110021)

摘要: 介绍了进口 $\Phi 90\text{ mm}$ 冷喂料挤出机螺杆国产化改造的情况。主要说明了测量和推测原件尺寸、圆整作得螺杆结构图和螺杆强度校核的方法。国产化后的螺杆各项性能基本达到进口原件的水平, 价格仅为进口件的 $1/8$ 。

关键词: 挤出机; 螺杆; 国产化

中图分类号: T Q330.4⁺4 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)11-0677-03

我厂曾于 1991 年从英国伊登公司引进了一条 $\Phi 90\text{ mm}$ 冷喂料挤出机生产线。该生产线效率高, 生产的半成品质量稳定, 是我厂目前的主要生产设备之一。但近一段时期以来, 该生产线中的主要设备—— $\Phi 90\text{ mm}$ 冷喂料挤出机出现了吃胶困难、返胶、熟胶和旁压辊过热、磨损快等现象, 严重影响了生产的正常进行。

经检查发现, 该挤出机的关键部件——螺杆磨损非常严重。测量发现, 螺杆外径与机筒配合的间隙最小处为 2.3 mm , 最大处达到 4.0 mm , 而标准要求此间隙应为 $0.254 \sim 0.305\text{ mm}$; 另外发现, 螺纹表面的耐磨层已经破坏, 表面粗糙度增大。正是由于螺杆的严重磨损导致了以上问题的发生。

为了解决以上问题, 曾采用在螺纹处堆焊耐磨合金的办法, 但效果不理想, 每次最多只能使用 1 个月。如果直接从国外进口该配件, 约需 20 余万元, 成本太高。因此决定采用通过测量原件后自行制造配件的办法。

1 测绘螺杆尺寸

螺杆工作段表面已经损坏, 只能依靠未损伤部分(非螺旋工作表面部分基本未磨损)进行推断, 所得结果如下:

主螺纹: 外径 $D = 88.5\text{ mm}$ (为保证原有配

合间隙, 设计时取值为 88.7 mm); 头数 2; 旋向 右旋(其中一条的中间部分被副螺纹替代); 螺峰法向距离 9 mm ; 喂料段导程 140 mm ; 塑化挤出段导程 108 mm 。

副螺纹: 外径 80 mm (近似值); 头数 17; 旋向 右旋; 螺峰法向距离 6.5 mm ; 导程 168.3 mm (近似值); 长度 1 个导程(大部分)。

副螺纹排列规律: 从一条主螺纹螺距变化点附近起点, 每个头顺次旋转 150° , 轴向位移 45 mm , 每条副螺纹对称分布在主螺纹两个导程之中, 中间一段螺旋线被截去, 分为前后两段。1 和 2 头副螺纹无前段, 16 和 17 头副螺纹无后段, 8 和 12 头副螺纹后段逐渐与主螺纹相交。

依照以上测绘和分析结果, 对主要尺寸进行圆整作图得到图 1。

螺杆的材质选用 38CrMoAlA 钢, 调质处理 HB 为 $200 \sim 220$, 表面氮化层厚度为 $0.3 \sim 0.7\text{ mm}$, HRC 硬度为 $61 \sim 63$ 度。

2 强度校核

螺杆在工作中会受到扭、压和弯的作用, 要分别进行考核。

(1) 剪应力的计算

转矩 M_n 按下式计算:

$$M_n = 9\,550\,000 \eta \cdot P_{\max} / n_{\max}$$

式中 $P_{\max}$ ——电机最大功率, kW;

作者简介: 关涛(1971-), 男(满族), 辽宁盖州人, 沈阳第四橡胶厂工程师, 主要从事橡胶生产设备的设计及改造工作。

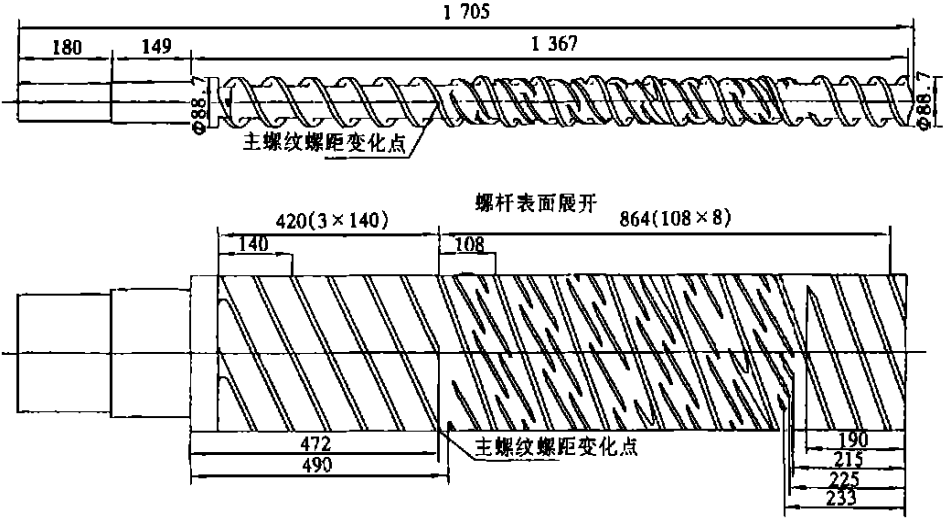


图 1 测绘后设计的螺杆尺寸示意

η ——机械传动效率, 一般为 0.7~0.8,
此处取 0.7;

$n_{\max}$ ——螺杆最大转速, $r \cdot \min^{-1}$ 。

代入数值, 得 $M_n = 6\,685\,000\text{ N} \cdot \text{mm}$ 。

抗扭截面模量 W_n 按下式计算:

$$W_n = \pi d_1^3 (1 - a^4) / 16$$

式中 d_1 ——螺杆螺纹根径, mm;

a ——螺杆内孔直径与螺纹根径之比。

代入数值, 得 $W_n = 41\,644\text{ mm}^3$ 。

通过 M 和 W 可得到剪应力 τ 。

$$\tau = M_n / W_n = 160.5 (\text{MPa})$$

(2) 压应力的计算

胶料对螺杆的轴向作用力 F 按下式计算:

$$F = F_1 + F_2$$

式中 F_1 ——静压轴向力, N;

F_2 ——动压轴向力, 一般为 $0.125F_1 \sim 0.250F_1$, 此处取 $0.2F_1$ 。

静压轴向力可按挤出压力与螺杆的横截面积计算, 即

$$F_1 = N \cdot \pi D^2 / 4$$

式中 N ——螺杆头端胶料的挤出压力, 根据经验取 10 MPa。

代入数值, 得 $F_1 = 61\,761\text{ N}$, $F = 74\,113\text{ N}$ 。

危险截面面积 S 按下式计算:

$$S = \pi (d_1^2 - d_2^2) / 4$$

式中 d_2 ——螺杆内孔 (冷却水管) 直径, 22 mm。

代入数值, 得 $S = 2\,446\text{ mm}^2$ 。

压应力 σ_y 计算如下:

$$\sigma_y = F / S = 32.3 (\text{MPa})$$

(3) 弯曲应力计算

弯曲应力是由螺杆自重引起的, 在此可忽略不计。

(4) 强度条件

按第三强度理论, 螺杆受扭、压和弯的联合作用 (此处忽略弯曲应力), 其强度条件为:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_y^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$$
$$[\sigma] = \sigma_s / n_s$$

式中 $[\sigma]$ ——材料的许用应力, MPa;

σ_s ——材料的屈服应力极限, 此处为 835 MPa;

n_s ——材料的安全因数, 一般为 2.5~3.0, 此处取 2.5。

代入数值, 得 $[\sigma] = 334\text{ MPa}$, $\sigma_\Sigma = 321\text{ MPa}$ 。

因为 $\sigma_\Sigma \leq [\sigma]$, 所以本螺杆的强度可满足使用安全要求。

3 使用效果

按照设计方案制成螺杆后, 经过半年的运转, 挤出机的各项技术参数基本达到或接近原配螺杆水平, 原来出现的问题也都基本解决。加工本螺杆只用了 2.9 万元, 还不到进口配件的 1/8。这说明本螺杆国产化工作是经济有效的。

通过本工作, 还使我们加深了对螺杆结构与作用关系的理解。塑化段采用多条副螺纹依次附加在主螺纹上, 在挤出过程中未塑化的胶

料沿着主螺纹的螺纹沟槽向机头方向输送, 受到逐渐缩小的沟槽空间的限制, 进一步受到螺杆的剪切和挤压, 直到变为粘流态; 而基本塑化的胶料可通过副螺纹与机筒的间隙向机头方向输送。因为每条副螺纹纹由前后两段组成, 这就使相邻的副螺纹沟槽中的胶料在输送过程中通过断开的螺纹部分能够进一步混合, 从而提高胶料的塑化效果。

收稿日期: 2001-05-08

《橡塑技术与装备》征订启事

《橡塑技术与装备》以普及和提高橡塑工艺技术与装备的专业技术知识, 交流技术经验, 传递科学新信息, 推广应用科技新成果, 开展橡塑机械理论的探讨与研究, 促进橡塑工业的技术进步, 提高橡塑工艺和装备人员的技术水平, 提高橡塑企业的管理水平为办刊宗旨。

《橡塑技术与装备》(原名《橡胶技术与装备》)是由全国橡胶塑料设计技术中心和北京橡胶工业研究设计院联合主办, 国内外公开发行, 以橡塑工艺技术和加工机械为重点内容的专业技术期刊, 发行覆盖面广。月刊, 国际大 16 开本, 广告彩色胶印, 装帧精美。国际标准刊号: ISSN 1009-797X, 国内统一刊号: CN 11-4534/TQ, 邮发代号: 2-780。

联系地址: 北京海淀区阜石路甲 19 号《橡塑技术与装备》; 邮编: 100039; 编辑部联系人: 田军涛、马明明; 广告部联系人: 章其华; 电话: (010) 68182211-2303, 68132426; 传真: (010) 68132426; <http://WWW.China-RP.com.cn>; E-mail: crte@163.net。

欢迎订购《国内外橡胶制品配方手册》

应广大橡胶加工企业及有关技术人员的要求, 全国橡胶工业信息总站积多次编辑出版国内外橡胶配方手册之经验, 组织有关技术人员及专家收集整理国内外生产实用配方近 8 000 例, 汇编了一套《国内外橡胶制品配方手册》。本书包括国内及日本、英国、德国、法国、意大利、美国等发达国家近几年的最新轮胎(子

午线轮胎、绿色轮胎、斜交轮胎、摩托车轮胎、自行车轮胎、手推车轮胎及翻新轮胎等)、胶管、胶带、胶鞋、电线电缆、汽车用橡胶配件、密封制品、生活用橡胶制品、办公设备密封制品、胶布及建筑材料、其它工业用橡胶制品和橡塑制品生产的实用配方。为突出实用性, 本书着力选取那些在生产中已获得实际应用效果的配方, 或经试验已被证明用于橡胶制品具有优良性能的配方, 有很高的实用和参考价值, 是技术人员的必备工具书, 也是业内收藏之必需。全书分为国内分册和国外分册, 精装 16 开, 美观大方, 内容丰富, 定价 300 元/套(含邮费)。现已出版, 热诚欢迎业内人士踊跃订购! 订购办法:

(1) 单位及个人均可订购, 份数不限, 凡一次订购 5 套以上的用户按每套书基价优惠 10%, 订款一次付清。

(2) 欢迎来人来函或电子邮件订购, 信件请填写详细地址、收件单位部门及收件人, 字迹务必工整、清晰, 以免邮递失误。印数有限, 欲购从速!

(3) 银行汇款请汇至北京橡胶工业研究设计院科研部, 开户行: 北京工商银行海淀支行永定路分理处, 帐号: 033009-53(配方手册); 邮局汇款请汇至全国橡胶工业信息总站, 详细地址: 北京西郊半壁店北京橡胶工业研究设计院内; 邮政编码: 100039。

联系人: 赏琦, 杨静

电话: (010) 68164371, 68182211-2150

传真: (010) 68164371

E-mail: rubber@crminet.net.cn