

工艺与设备

双向搅拌器新型运动合成减速机及应用

李朝阳¹, 陈兵奎¹, 胡涛²

(1. 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400030;

2. 中国石油化工股份有限公司重庆一坪高级润滑油分公司, 重庆 400039)

摘要: 双向搅拌器新型运动合成减速机在传动结构上采用两对弧齿锥齿轮组合传动, 其中一组齿轮与一根空心轴相联传动外浆, 另外一组齿轮与一根实心轴相联传动内浆, 从而实现双浆的相向运动合成和双向不同速度的传动要求, 配用双速电机, 可实现搅拌转速根据工艺要求任意调节, 结构紧凑, 可靠性高。对容积 6 m³ 制脂反应釜新型运动合成减速机进行了结构设计, 试制成功并应用于生产实践。

关键词: 搅拌器; 减速机; 弧齿锥齿轮; 运动合成; 结构设计

中图分类号: TQ64

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)12-0063-03

New motion synthesis reducer of double-direction stirrer and it's application

LI Chao-yang¹, CHEN Bing-kui¹, HU Tao²

(1. State Key Lab of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400030, China;

2. Chongqing Yiping Advanced Lubricating Oil Branch, SINOPEC, Chongqing 400039, China)

Abstract: Two groups of spiral bevel gears' integrated transmission is adopted by the new motion synthesis reducer of the double-direction stirrer in the transmission structure. The outer paddle is driven by one group of gears linked to one hollow shaft, the inner paddle is driven by the other group of gears linked to one solid shaft, and the transmission requirement of the different motion synthesis and the different speed in two direction of the two paddles is carried out in this way. Stirring rotary speed can be adjusted optionally according to the techincs requirement with two-speed motor, and the new reducer has compact structure and high reliability. The structure design of the new motion synthesis reducer of the 6 m³ stirred tanks for oils has been finished, the reducer has been successfully trial-produced and it has been applied to the production practice.

Key words: stirrer; reducer; spiral bevel gear; motion synthesis; structure design

在石油化工领域, 由于双向搅拌器具有良好的搅拌效果, 并能提高搅拌器的混合性能和对高黏度流体的剪切性能, 因此该类搅拌器对于存在高黏度流体与低黏度流体的混合、高黏度流体的乳化、其他物质在高黏度流体中的分散等问题的场合具有广泛的应用^[1-5]。双向搅拌器在浆结构上采用中心顶插式内外桨双向搅拌: 外桨由一根空心轴传动, 内桨由一根实心轴带动, 实心轴放置在空心轴内, 实心轴和空心轴与减速机的同向同心双轴进行连接, 两轴转向相反。在实现双向搅拌器内、外浆的运动合成的前提下, 为满足驱动元件数量最少、能源消耗最低的要求, 双向搅拌器需要专用的传动装置以驱动搅拌器内、外浆做双向搅拌运动。

根据中国石油化工股份有限公司重庆一坪高级润滑油分公司制脂釜双向搅拌器搅拌运动的特点、工况要求以及原有设备在生产中存在的不足, 提出了一种以 2 组弧齿锥齿轮为主要传动形式的新型运

动合成减速机, 对其进行结构设计, 试制成功并已应用于该公司扩能改造项目, 并取得良好的经济效益。

1 传动原理

根据双向搅拌器搅拌运动的特点, 其专用传动装置在结构上采用 2 对齿轮组合传动, 传动原理如图 1 所示, 其中一组

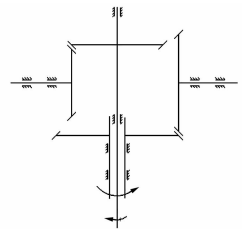


图 1 双向刮壁搅拌器运动合成减速机传动原理图

一组齿轮与空心轴相联传动外浆, 另外一组齿轮与实心轴相联传动内浆, 从而实现双浆的相向合成运动和双向不同速度的传动要求, 结构紧凑, 可靠性高, 如果配用双速电机, 亦可实现搅拌转速根据工艺要求的任意调节。

收稿日期: 2010-07-28

作者简介: 李朝阳(1977-), 男, 博士生, 讲师, 研究方向为机械传动及控制, 通讯联系人, li_zhaoyang77@cqu.edu.cn; 陈兵奎(1966-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为精密机械传动及控制。

2 应用

中国石油化工股份有限公司重庆一坪高级润滑油分公司原有 1.2 m³ 及其他系列釜专用减速器采用 2 组直齿锥齿轮传动同轴输入双向输出结构,其结构如图 2 所示。该型减速器体积大且不能实现内外浆根据

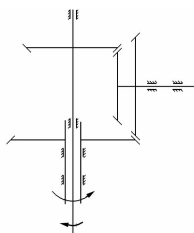
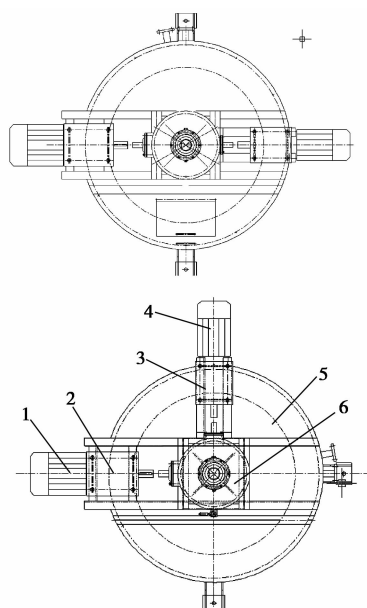


图2 容积 6 m³ 釜专用减速器传动原理图

工艺不同的转速任意调节,在生产实践中时有断齿现象出现,影响了生产。为解决现存问题,并进行扩能改造以满足生产的需要,公司根据实际需要提出了容积 6 m³ 釜用运动合成减速器的改造计划。

2.1 双电机驱动布置方式的选择

根据该釜用双向搅拌器内外双桨双向不同速搅拌的工艺要求,该新型运动合成减速器需采用双电机驱动结构。双电机驱动通常采用对称位置布置或以平衡其径向扭矩,减少安装底座的作用力。本设计根据制脂釜工艺流程的需要并节省安装空间,采用 90°交错的垂直布置,双电机驱动的对称位置布置和 90°交错的垂直布置方式如图 3 所示。双驱动电机经一级减速后与运动合成减速器联接。



1—外搅驱动电机;2—外搅输入端减速器;3—内搅输入端减速器;4—内搅驱动电机;5—制脂釜釜体;6—容积 6 m³ 制脂釜专用减速器

图3 双电机驱动结构布置图

2.2 齿轮传动啮合副的设计

重载齿轮传动主要类型有圆柱齿轮传动、锥齿轮传动和圆弧齿轮传动等。单位承载能力下圆柱齿轮传动体积较大而圆弧齿轮传动对中心距敏感且制造成本较高,锥齿轮传动具有单位承载能力大、传动平稳、制造成本低等突出优点,故常选用锥齿轮传动^[6-7]。该公司原有运动合成减速器齿轮传动啮合副选用 2 组直齿锥齿轮传动,使该型运动合成减速器体积笨重、噪音大、传动不平稳且不能满足工况需要,时常出现断齿现象。为解决上述问题,本设计选用具有承载能力大、传动平稳等优点的弧齿锥齿轮作为减速器的传动啮合副。

2.3 弧齿锥齿轮的参数设计

容积 6 m³ 制脂釜运动合成减速机内、外搅双电机输入功率分别为 20 kW 和 22 kW,额定转速为 207 r/min 和 127 r/min,一级减速器搅速比为 2:1,专用运动合成减速器内外搅速比均为 4:1,分别确定内、外搅浆输入输出弧齿锥齿轮参数,并对其齿面弯曲强度和齿根弯曲强度进行校核。

2.3.1 外搅齿轮副

外搅齿轮副主要参数见表 1。

表1 外搅齿轮副主要参数

| 序号 | 项目 | 计算值 | |
|----|----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | 小齿轮 | 大齿轮 |
| 1 | 齿数 | 10 | 39 |
| 2 | 大端模数 | $m = 12$ | |
| 3 | 齿宽/mm | $b = 70$ | |
| 4 | 压力角/(°) | 22.5 | |
| 5 | 轴交角/(°) | 90 | |
| 6 | 分度圆直径/mm | $d_1 = 120$ | $d_2 = 468$ |
| 7 | 分锥角/(°) | $\delta_1 = 14.381$ | $\delta_2 = 75.619$ |
| 8 | 周节 | $p = \pi m = 37.699$ | |
| 9 | 变位系数 | 高度 $x_1 = 0.37$, 切向 $x_1 = 0.12$ | 高度 $x_2 = -0.37$, 切向 $x_2 = 0.12$ |
| 10 | 侧隙 | $J_{1min} = 0.25$ | $J_{2max} = 0.33$ |
| 11 | 螺旋角/(°) | 35 | |

齿轮材料选用 17Cr2Ni2,外搅齿轮副小齿轮许用齿根弯曲应力 $[\sigma_F] = 496$ MPa,许用齿面接触应力 $[\sigma_H] = 2\ 030$ MPa,计算出外搅齿轮副小齿轮齿根弯曲应力 $\sigma_F = 258$ MPa $< [\sigma_F]$,齿面接触应力 $\sigma_H = 1\ 886$ MPa $< [\sigma_H]$ 。因此,外搅齿轮副设计合理,满足工况要求^[8]。

2.3.2 内搅齿轮副

内搅齿轮副主要参数见表2。

表2 内搅齿轮副主要参数

| 序号 | 项目 | 计算值 | |
|----|----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| | | 小齿轮 | 大齿轮 |
| 1 | 齿数 | 11 | 43 |
| 2 | 大端模数 | $m = 8$ | |
| 3 | 齿宽/mm | $b = 60$ | |
| 4 | 压力角/(°) | $\alpha = 22.5$ | |
| 5 | 轴交角/(°) | $\Sigma = 90$ | |
| 6 | 分度圆直径/mm | $d_1 = 88$ | $d_2 = 344$ |
| 7 | 分锥角/(°) | $\delta_1 = 14.349$ | $\delta_2 = 75.651$ |
| 8 | 周节 | $p = \pi m = 25.133$ | |
| 9 | 变位系数 | 高度 $x_1 = 0.37$, 切向 $x_t = 0.12$ | 高度 $x_2 = -0.37$, 切向 $x_t = 0.12$ |
| 10 | 侧隙 | $J_{1\min} = 0.25$ | $J_{2\max} = 0.33$ |
| 11 | 螺旋角/(°) | 35 | |

齿轮材料选用 17Cr2Ni2, 内搅齿轮副小齿轮许用齿根弯曲应力 $[\sigma_F] = 471 \text{ MPa}$, 许用齿面接触应力 $[\sigma_H] = 2030 \text{ MPa}$, 计算出内搅齿轮副小齿轮齿根弯曲应力 $\sigma_F = 258 \text{ MPa} < [\sigma_F]$, 齿面接触应力 $\sigma_H = 1970 \text{ MPa} < [\sigma_H]$ 。因此, 内搅齿轮副设计合理, 满足工况要求。

2.4 6 m³ 制脂釜运动合成减速机的研制

根据内外搅齿轮副结构尺寸以及容积 6 m³ 制脂釜运动合成减速机安装尺寸和输入输出接口尺寸, 对该运动合成减速器进行结构设计。对于高温釜用运动合成减速器选用专用密封元件, 并配有专用润滑冷却系统, 以满足特殊工况需要。按照各零件



图4 制脂釜运动合成减速器

图纸要求进行加工、装配后减速器实体如图4、图5所示。按要求跑合后交付中国石油化工股份有限公司重庆一坪高级润滑油分公司, 传动平稳, 完全满足各种工况需要, 效果良好。该公司已在数条生产线引进该型运动合成减速器, 为公司带来了良好效益。



图5 制脂釜运动合成减速器啮合副

3 结论

生产实践证明, 配有双电机驱动的双向搅拌器新型运动合成减速器可以实现双浆的相向合成运动, 双向转速可以根据工艺要求进行调节, 结构紧凑, 可靠性高; 采用2对弧齿锥齿轮作为主传动副的制脂釜运动合成减速器单位体积小、承载能力大, 传动平稳、噪音小。

参考文献

- [1] 吴慧平, 倪晓梅. 我国基础油脂化工工艺及设备[J]. 日用化学工业, 2005, 35(4): 245-247.
- [2] 华依青. 搅拌器在化工单元设备中的选用[J]. 化工设计, 2004, 14(6): 10-13.
- [3] 张平亮. 搅拌器的选择与设计[J]. 石油化工设备技术, 1996, 17(2): 15-27.
- [4] Sahu A K, Kumar P, Patwardhan A W, et al. CFD modeling and mixing in stirred tanks[J]. Chemical Engineering Science, 1999, 54(2): 285-293.
- [5] 张靖, 陈兵奎, 李朝阳, 等. 基于 Fluent 的流场数值模拟在制脂釜设计中的应用[J]. 化工机械, 2007, 34(2): 85-89.
- [6] 李大为, 苏智剑. 格利森弧齿锥齿轮齿面曲率特性研究[J]. 机械传动, 2009, 33(6): 1-4.
- [7] 齿轮手册编委会. 齿轮手册: 下册[M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 2000: 20-89.
- [8] 陈小伟, 崔建春, 寇红涛, 等. 弧齿锥齿轮氮化工艺试验研究[J]. 石油矿场机械, 2009, 38(6): 61-63. ■

欢迎登陆中国精馏网

中国精馏网(www.distillation.net.cn)是由中国化工信息中心主办, 服务于国内精馏行业的门户网站。专业报道与精馏单元操作相关的技术、设备、工程实例、国内外最新进展、精馏相关专利信息等内容; 设置资讯中心、工程实例、文章荟萃、技术创新、专利信息、论坛、专家访谈、企业推荐、会员单位、专家库、企业库、《精馏》电子版等专栏。欢迎精馏行业从事生产、科研、贸易的单位及个人注册本站, 2010年10月前注册成功的会员将在2010年免费浏览全部网站内容! 联系方式: 010-64444095, distillation@cheminfo.gov.cn。