GK 系列密炼机转子密封装置安装方法

卢溢超
（阿乐斯绝热材料（广州）有限公司，广东　广州　511400）

摘要：本人经历过多台大型橡机设备吊装大修拆装及调试工作，本文从德国 GK 系列密炼机大修拆装角度出发，从设备的构造零部件拆下后回装以及进一步精心调整，从中分析总结出可行的成功经验，而且对该经验的技术不断优化，得出 GK 系列密炼机转子密封装置更换的大修方法，总结出一套可行且针对于该大修项目各零部件安装标准和机台精度调整的方案，并在施工实践中不断验证，缩短了施工周期，提高了安装质量，提高了工作效率。

关键词：精度调整；密封环；转子；压盖；垫圈；安装
中图分类号：TQ330.43　　**文章编号**：1009-797X(2025)08-0036-05
文献标识码：B　　DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.08.008

0　前言

我公司生产发泡橡胶制品，有多台采用接触式断面密封装置的 GK 系列密炼机，其耐磨环组合件即由一对相对滑动的耐磨环（动环与静环）组成的平面摩擦副，在炼胶过程中依靠平面摩擦副及油压形成一幅润滑压力油膜，从而达到密封的目的。由于在炼胶过程中，转子对胶料的挤压 剪切，加上上顶栓砣体的加压，致使密炼室产生较高的压力，所以有必要采取专门转子轴端密封装置，以防止胶料从主机侧板与转子轴颈之间的间隙泄漏。动环耐磨材料采用硬质合金，静环材料采用铜合金，使用寿命 2~3 年。由于更换密封环的大修工作量较大，在安装调整精度时，操作步骤繁琐，安装调整方法和安装步骤没有统一的标准，为提高技改大修效率，需要制定出一套可行的方便的施工标准。

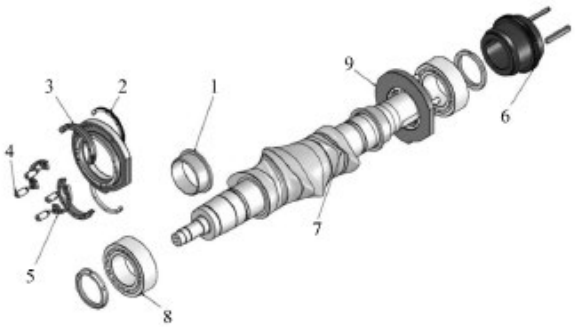
本文通过 GK 系机型密炼机转子密封装置更换大修工作，从中总结经验，提炼出各零部件安装标准及精度调整方法。其中包括了转子密封环动环安装加工、调心轴承的安装、调整，转子端面与耐磨板间隙调整、转子窜动量调整的方法。

本文以具体 GK400 大修工程实例为背景，有针对性地提出更快更好的 GK400 密炼机转子密封装置实用性强的安装方法，为提高大修效率提供较好的参考依据。

1　GK 系列机型密炼机主机基本结构

1.1　GK 系列密炼机主机机体结构简介

目前 GK 系列密炼机有 GK270，GK400 等，其主机机体主要由以下几部分组成，如图 1 所示。



1— 动耐磨环；2— 静耐磨环；3— 静耐磨环座；4— 顶紧油缸；5— 油缸支座；6— 联轴器；7— 转子；8— 轴承；9— 耐磨板（眼镜板）

图 1　GK 系列密炼机转子整体结构示意图

（1）有两件水平边支架（用于支承耐磨板）及转子轴承。

（2）有混炼室两对半，混炼室由合金钢板焊接而成，室壁四周钻孔冷却，内壁堆焊硬质耐磨合金。

（3）有两对垂直方向剖分的耐磨板，其表面堆焊了耐磨合金，有装在压环上的密封装置中的静环，静环固定在密炼室侧壁耐磨板孔内。

（4）有大底板，混炼室用高强度大螺栓与机架相连。拆卸时，松开大螺栓后将混炼室向外拉出，而无

作者简介：卢溢超（1988–），本科，助理工程师，项目经理，主要从事橡塑机械方面的工作。

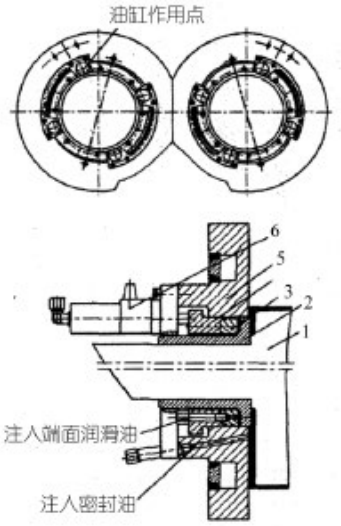
须将其它部件拆开；

（5）有一对转子，转子由合金铸钢整体铸成的转子体和长轴装配而成形窜轴式转子，密封装置中的动环固定在转子端部。

（6）有转子轴的支承轴承，固定在轴承座上。转子支承在自动润滑的双列球面滚子轴承（GK400 为 23164CACK/W33，GK270 为 23060CCK/W33）上，轴承内孔为锥形孔，采用液力加压装置（常用高压油枪）进行加压拆卸安装；转子由双列推力轴承（GK400 为 29328，GK270 为 29260）确定轴向位置，用于调整转子与侧板间隙与转子窜动量达到比较合适状态。

2　GK 系机型转子密封装置结构简介

转子封装置（如图 2）由一个固定在耐磨板（即眼镜板）。上的静耐磨环 3 及跟着转子 1 转动的动耐磨环 2 构成，动环固定在转子端部，静环装在压环上，固定在密炼室侧壁耐磨板孔内。每对密封环都通过多个顶紧油缸 (GK400 为 4 个顶紧油缸，GK270 为 3 个顶紧油缸）同时直接作用于静环圆周上的多点上，使静环压紧转子端面的动环。GK400 整个密封装置共 16 个油缸 (GK270 共 12 个油缸)，所有油缸进油口均相连，保证每一组油缸动作一致。在密封端面及转子端面均注入高压润滑和密封油，以形成油膜，动静耐磨环的压力，最大油压控制在 4.5~5.5 MPa，减少摩擦力，防止外泄胶料挤压至滑动端面而致使密封失效。



1— 转子；2— 动环；3— 静环；4— 压环；5— 侧壁耐磨板；6— 油缸

图 2　Gk 系液压密封装置示意图

3　GK 系机型主要典型零部件安装方法

3.1　该机型动耐磨环安装方法

安装在转子端面的动耐磨环，其中有三个面分别与转子和静耐磨环配合（如图 3），下面分别对动耐磨环内径与转子安装的公差配合、动耐磨环外端面与转子端面间隙、动磨环内端面相对于轴中心线的垂直度，平面度进行探讨：动耐磨环内径与转子安装的公差配合（表 1）：动耐磨环安装在转子端面上，其设计公差配合采用过盈配为确保安装顺利，安装前必须分别测量转子轴面外径尺寸与动环内径尺寸，确保有足够的过盈量后，采用感应加热法或气焊加热法，红外测温枪对其温度进行检测，可用孔径内卡确保动环内径膨胀后大于转子轴颈外径后，在转子轴颈均匀涂上润滑油脂，工装（包括千斤顶、套筒）将动环慢慢压入转子端面。

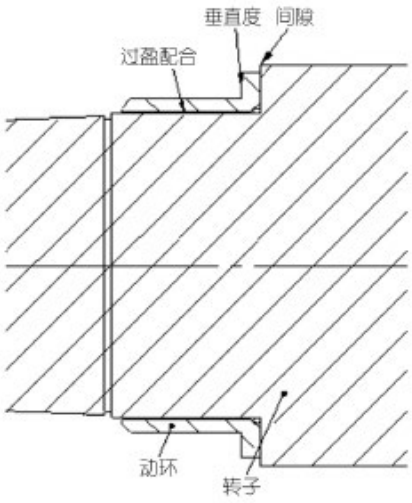


图 3　动环安装示意图

表 1　动耐磨环安装公差配合

检测项目	检测工具	检测方法	检测标准
孔轴公差配合	内 / 径千分尺	孔轴检查	过盈 0.10~0.20 mm 按比例大机型取大些
安装温度	红外测温枪	红外测温	155~210 ℃

3.2　耐磨环外端面与转子端面间隙

为确保动耐磨环外端面与转子端面间隙在标准范围内（表 2），防止胶料挤进间隙中，安装前必须提前做好套筒工装专用工具，采用千斤顶将动耐磨环压入转子端面后，保持至动环冷却至常温状态。用塞尺检测动耐磨环外端面与转子端面间隙，并在动耐磨环外径上钻孔打入销钉（15~20 mm）固定，防止动耐磨环相对跑位。

表 2　动耐磨环安装间隙

检测项目	检测工具	检测方法	检测标准
端面间隙	塞尺	间隙检查	≤ 0.15

3.3　动耐磨环内端面相对于轴中心线的垂直度

动环内端面与静环紧密贴合，形成相对滑动的平面摩擦副。动耐磨环端面与静耐磨环端面能否紧密贴合将决定整机胶料密封的效果是否良好。由于静耐磨环安装在耐磨板（常说的眼镜板）上，具备与转子轴中心线垂直的条件，为保证动、静耐磨环端面贴合完美效果，所以安装动耐磨环后，需检测动耐磨环内端面与转子轴线的垂直度（表 3）。通常情况下，需对转子上车床，装夹好后精车其动环端面，在确保表面粗糙度的情况下，使动环内端面与转子轴线的垂直度达到要求。

表 3　动耐磨环安装垂直度

检测项目	检测工具	检测方法	检测标准
动环内端面垂直度	百分表	精车后打表	≤ 0.06

4　GK 系调心轴承安装方法及注意事项

双列球面滚子调心轴承作为 GK 系机型转子支承，为了获得很好的轴承配合间隙，带有锥度的内环孔直接安装在同样带有锥度的转子轴颈位置上，轴承的拆卸和回装均可采用液力加压装置进行操作。

4.1　GK 系机型调心轴承安装

在安装前，首先将轴承及转子清洗干净，去除表面防护油脂油污，并利用塞尺测量轴承的初始径向游隙。（若发现初始径向游隙必须满足要求，游隙偏大或严重偏大不适合安装），使轴承和轴颈之间的温度相同，两者之间的温差绝对要低于 12 ℃。将轴承安装到转子的锥形轴颈上，逐步打紧调整索母（逼母）。待调整索母（逼母）压紧到一定程度后，一边检测轴承径向游隙，一边慢慢打紧调整索母（逼母），使调心轴承游隙逐步减少，最终达到轴承安装精度要求，对调整索母（逼母）锁紧固定，如图 4 所示。

表 4　GK 系机型调心轴承安装调整

	轴承型号	初始径向游隙	最终径向游隙	轴向推进量
GK400	23164CACK/W33	0.47~0.49	0.30~0.38	≤ 3.50
GK270	23060CCK/W33	0.2~0.25	0.13~0.2	≤ 2.50

4.2　Gk 系密炼机型轴承安装注意事项

（1）在调整调心轴承时，如果对轴承清洗不干净，那么安装前游隙测量值将不准确，必须注意对轴承进行彻底清洗及压缩空气吹干。

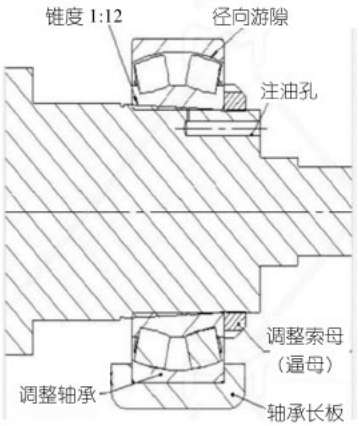


图 4　GK 系调心轴承安装示意图

（2）在调心轴承清洗过程中，容易将轴承调乱，在回装到转子的时候轴承外圈调反方向，致使外圈卡板安装到机台后出现不平现象，使马鞍座难以就位，所以清洗前，必须对轴承做好标记方向，切记切记。

5　GK 系机型转子端面与耐磨板间隙调整及转子窜动量调整方法

5.1　GK 系机型转子端面与耐磨板间隙调整方法

转子端面与耐磨板间隙对主机转子运转具有重要意义，间隙过大将引起胶料的泄露，间隙过少将造成转子与耐磨板的滑动磨损，引起温升、异响异震等问题，如图 5。

GK 系机型密炼机转子由双列推力轴承确定轴向位置，因为转子工作端面长度各异，所以每一次更换密封装置，都必须重新通过冷却水端的推力轴承来调整转子端面与耐磨板的间隙。转子的轴向移动，是通过调整逼母、推力轴承衬套、推力轴承、推力轴承座共同实现。当调整逼母往驱动端方向张紧时，衬套端面与转子轴端面接触，同时推力轴承外圈端面与轴承座端面接触，在共同的作用力下，转子将往驱动端方向移动。其中，推力轴承衬套将起到转子左右轴向移动的关键作用，减少其长度（车削端面），将使转子往进水端移动；增加其长度（加垫片），将使转子往驱动端移动。

5.2　以下将阐述转子端面与耐磨板间隙调整的步骤

（1）将转子向冷却水端拉紧，直至完全张紧调整索母（逼母），分别测量前后转子冷却水端和驱动端的

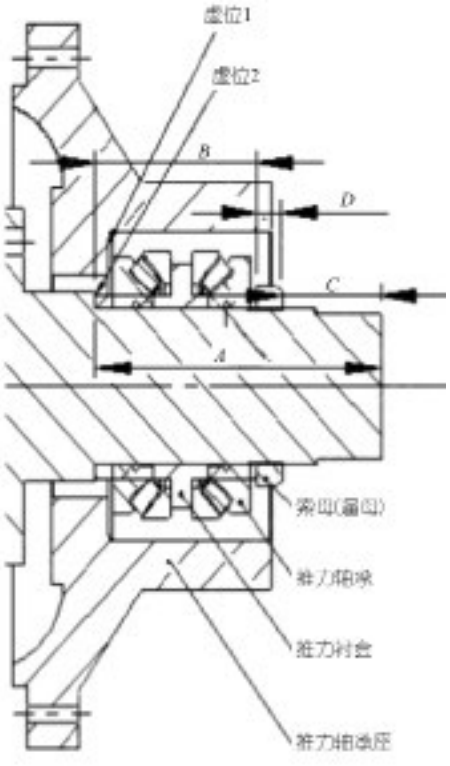


图 5　GK 系机型间隙调整示意图

间隙值，根据间隙标准，确定转子轴向调整偏移量，如表 5。

（2）在张紧调整索母（逼母）过程中，当转子往驱动端移动，则证明如图虚位 1 和虚位 2 已经分别与轴承座端面和转子轴端面贴合。只要根据转子轴向偏移量确定是否需要加垫片或者车削端面。

（3）在张紧调整索母（逼母）整个过程中，若转子没有发生移动现象，则在虚位 2 中轴承衬套与转子轴端面没有接触贴合。需在张紧调整索母（逼母）后，分别测量转子轴颈长度 A、衬套长度 B、调整索母（逼母）长度 D、转子端面与索（逼母）端面距离 C，虚位 2=$A-B-D-C$。垫片厚度 = 转子偏移量 + 虚位 2。

5.3　GK 系密炼机转子窜动量调整方法

在炼胶过程中，转子对胶料的剪切、挤压的作用，将产生大量的热量，将导致转子及耐磨板的受热膨胀。调心轴承采用带锥度的内环孔直接安装的方式，为防止轴承因转子长度变形而造成径向游隙减少，轴承不能有效形成油膜而烧坏或咬伤，必须在进水端方向利用推力轴承压盖调整转子窜动量，以弥补转子受热膨胀量。

表 5　GK 系机型转子与耐磨板标准间隙

	转子进水端	转子驱动端	调整方法
GK400	1.5~2.0	2.5~3.5	车削衬套，转子往进水端移动；加垫片，转子往驱动端移动
GK270	1.~1.5	1.5.~2.5	同上

转子窜动量的调整（表 6），需要在推力轴承调整索母（逼母）完全压紧后，利用深度尺分别测量推力轴承座端面与推力轴承外圈端面的距离 A，和推力轴承压盖止口的高度 B，根据标准窜动量间隙的大小（标准值为 0.2~0.3 mm），最终求出在推力轴承压盖安装面添加的青壳纸厚度 D。运算公式为：$D=A-B-C$。若计算结果得出 D 小于 0，则显示推力轴承压盖止口的高度 B 过少，需对推力轴承压盖安装端面上车床车削一定深度 E。

运算公式为：$E=A-B-D$。

表 6　GK 系机型转子轴向窜动量规范

端面距离	压盖止口高度	轴向窜动量	青壳纸厚度	压盖端面车削深度
A	B	C(0.2 mm)	D	E
运算公式：青壳纸厚度 $D=A-B-C$				
车削深度 $E=A-B-D$				

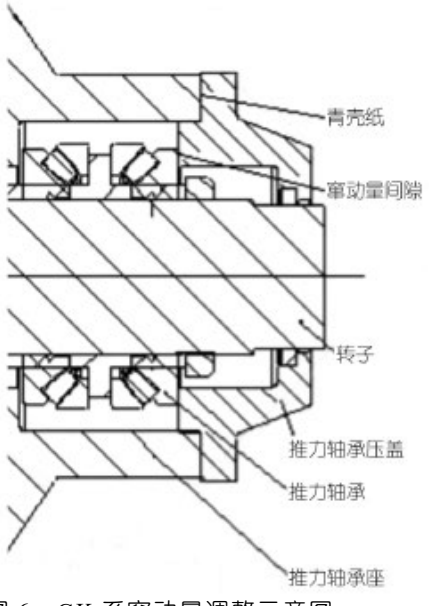


图 6　GK 系窜动量调整示意图

6　结束语

本文通过多年来从事橡胶制品行业工作中，对经历过的 GK400、GK270 的 GK 系列密炼机密封装置更换大修工程进行了分析总结，有针对性地将宝贵的

成功经验与安装技巧做个分享，取其精华，通过新技术不断优化调整，使大修规程及安装方法日益完善。

目前此论文中提出的安装方法，已通过多年来的施工验证，使密炼机密封环更换大修工程得到了更高的安装质量，同时施工效率也得到较大幅度提高，大修施工不断朝着标准化、制度化、规范化方向前进。

Installation method of GK series mixer rotor sealing device

Lu Yichao

(Armacell Thermal Insulation Materials (Guangzhou) Co. LTD., Guangzhou 511400, Guangdong)

Abstract: This article takes the overhaul and disassembly of the German GK series internal mixer as the starting point, and explores in detail the disassembly and reassembly process of equipment structural components, as well as the subsequent fine adjustment work. Through in-depth analysis, a series of practical and feasible successful experiences were summarized, and relevant technologies were continuously optimized, ultimately forming the overhaul method for replacing the rotor sealing device of GK series internal mixer. In addition, this article also summarizes a set of component installation standards and machine accuracy adjustment plans for this major overhaul project, and continuously verifies their effectiveness in actual construction, thereby significantly shortening the construction period, improving installation quality and work efficiency.

Key words: precision adjustment; sealing ring; rotor; cover; gasket; installation

(R-03)

中央统战部调研组一行莅临赛象科技调研指导

The research team of the Central United Front Work Department visited Saixiang Technology for research

2025 年 7 月 8 日，中央统战部调研组一行莅临赛象科技调研指导，调研组由中央统战部四局局长张百庆带队，天津市工商联主席、总商会会长娄杰、滨海新区常委、统战部部长韩昱陪同调研，赛象科技董事长张晓辰接待了来宾。

在张晓辰董事长的陪同下，来宾一行先后参观了公司展厅、总装车间、重点实验室，对公司的创业和发展历程、产业发展规划、产品和技术创新等方面进行了全面了解。重点关注了公司在关键技术攻关、新产品新赛道及人才培养方面的新成果。

在随后的交流座谈会上，张百庆局长对赛象科技艰苦创业、匠心传承、矢志创新表示高度赞赏，对公司在轮胎生产装备领域打破国外垄断、填补国内空白，屡获科技大奖，成为行业领军者给予了高度评价，鼓励公司保持和发扬创业创新的优良传统，继续走高质量发展之路。

张晓辰董事长对中央及天津市统战部门长期以来的指导关心和培养表达了感激之情，对滨海新区、市工商联高度支持民营企业高质量发展、营造优秀营商环境表示诚挚感谢，并表示赛象科技将进继续加强科技创新和产品研发，不断提升核心竞争力，为促进和提升民营经济繁荣发展做出更大的贡献。

摘编自“赛象科技”

(R-03)