滚动直线导轨副产品的发展及展望

■ 大连高金数控集团有限公司高级工程师　吕　祎

摘要：介绍DGC-LB、LBA系列滚珠直线导轨副、DGC-LR系列滚柱型滚动直线导轨副结构及其应用，DGC系列滚动直线导轨副的关键制造、测量设备，生产、装配和技术支持及存在的问题，并对滚动直线导轨副产品的发展前景进行了展望。

随着装备制造业的飞速发展，其工作母机——机床的数控化迫在眉睫，作为功能部件的滚动直线导轨副成为必需品。进入20世纪80年代，汉江机床厂与华中科技大学合作，开发、研制国内首个滚动直线导轨副产品。随后南京工艺、山东博特、广东凯特等骨干企业相继开发、制造，形成企业、机械行业标准，例如JB/T 7175.1—1993机床用滚动直线导轨副参数、JB/T 7175.2—1993机床用滚动直线导轨副验收技术条件以及JB/T 7175.4—2006滚动直线导轨副第4部分：验收技术条件等，从而规范滚动直线导轨副的研发、制造，以满足数控机床发展的需要。

2005年，我公司开始研发、制造各类精密滚珠丝杠、精密滚动直线导轨副、电主轴和机械主轴、刀塔刀库，以及各种数控系统、伺服驱动器和伺服电机等。其中DGC滚动直线导轨副集LB、LBA和LR滚柱两大系列、三种类型产品（见图1），覆盖轻工纺织、仪器仪表、航空航天、大型数控机床、高速重载及轨道交通等众多领域。DGC滚动直线导轨产品从设计到加工制造，精度等级P1～P5，全程按照ISO 9001品质保证体系要求进行，可制造单根长度达6 000mm。

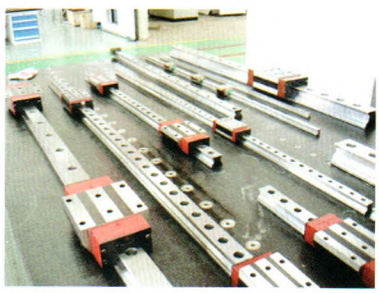


图　1

1. DGC-LB、LBA系列滚珠直线导轨副

DGC-LB20、25、30、35、45、55、65滚珠直线导轨副（见图2），其结构为“O”型式双圆弧四列结构，具有高精度、高刚性和高可靠性。

针对LB系列滚珠直线导轨副导轨加工及在机床装配时，用户反映手感不好及运动时重问题，经过优化升级，开发、研制成功DGC-LBA20、25、30、35、45高密封滚珠直线导轨副（见图3），简化为“O”型式单圆弧四列结构，加大滚动体钢球的直径，获得了高刚性、手感好、高防尘和运动轻的效果，成为LB系列滚珠直线导轨副的升级版，在大连机床集团数控机床产品上获得广泛应用。

相关具体应用项目包括以下内容。

（1）工信部国家科技重大专

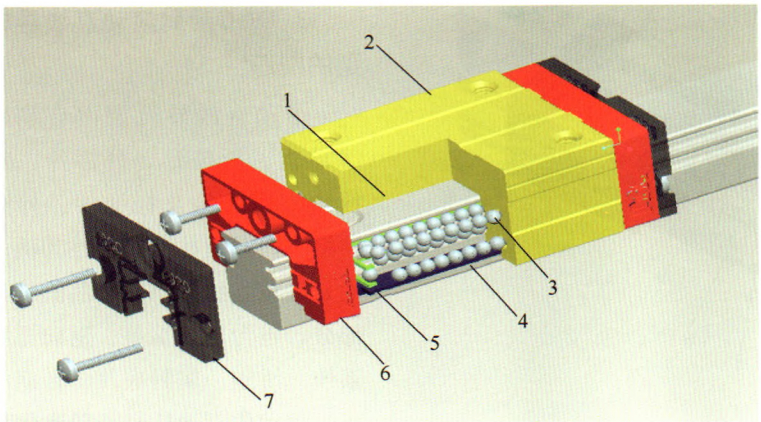


图2 DGC-LB系列滚珠直线导轨副结构

1.导轨 2.滑座 3.钢珠 4.密封垫片 5.保持钢丝 6.返向器 7.密封端盖

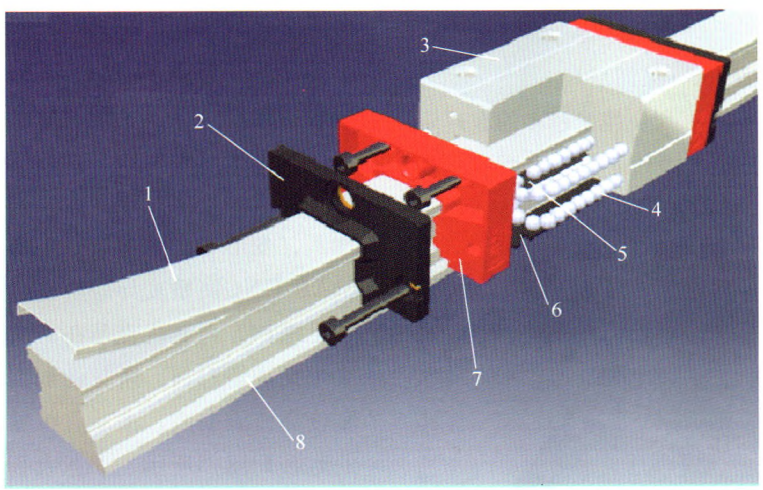


图3 DGC-LBA高密封滚珠直线导轨副

1.盖板 2.密封底片 3.滑座 4.钢球 5.保持架 6.密封底片 7.返向器 8.导轨

项：CL/DL系列中高档数控车床滚动功能部件应用示范工程。

（2）工信部国家科技重大专项：高档活塞规模制造高效柔性加工生产线研制及示范工程。

（3）全机能数控车床系列：CL-15、20、25、30、40、50、20A；DLA15、50；DL-20M、25M、30M、32M（见图4）。

（4）精密数控车削中心机床系列：DL-25MHSY、30MHSTY、32MY。

（5）立式加工中心机床系列（见图5）：VDL500、600A、850、1000、1200、1400、1600。

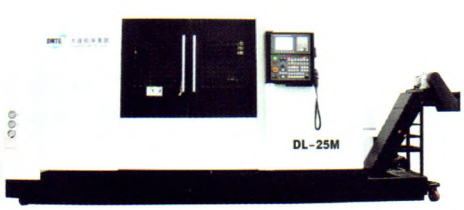


图4 DL-25M全机能数控车床

图5 VDL1000立式加工中心机床

（6）精密立式加工中心机床系列：MDV55、MDV75、MDV95（见图6）。

图6 MDV55精密立式加工中心机床

（7）TD-500A立式钻攻加工中心机床（见图7）：*X*、*Y*、*Z*轴快速移动速度分别为60m/min、60m/min、60m/min。该机床广泛应用于3C行业、军工、航天、汽车零部件、小型模具加工及医疗等行业的中小型板零件、盘形零件和壳体类零件的加工。

图7 TD-500A立式钻攻加工中心机床

（8）数控铣床系列：XD-30A、XD-40A。

2. DGC-LR系列滚柱型滚动直线导轨副

由于滚珠系列直线导轨副不能满足高速、重载、精密、大型、高档数控机床要求，故开发、研制成功滚柱直线导轨副（见图8），在大连机床集团数控机床产品上获得广泛应用。

相关具体应用项目包括以下内容。

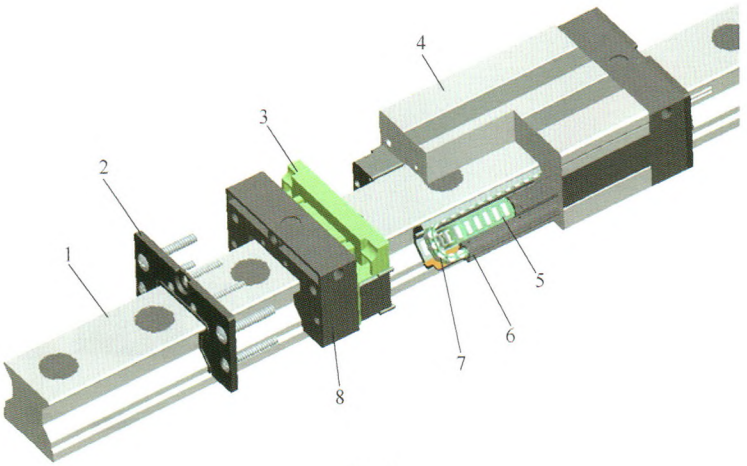


图 8

1.导轨 2.密封端盖 3.减振刮屑板 4.滑座 5.保持链 6.滚道柱 7.滚柱 8.返向器

（1）平床身数控车床系列（见图9）：替代原机床床身上的平-棱形导轨，摩擦力减小，加工、装配难度及成本降低，精度提高，易于维修。该机床已出口到俄罗斯、印度、巴基斯坦、苏丹、阿根廷和巴西等国家。

（2）精密卧式加工中心机床：HDM40P、50、65、80、100S、125；HD-50A、80A（见图10）。

（3）九轴五联动车铣复合中心上机床（见图11）。

（4）现在越来越多的客户要求在立式加工中心机床系列、数控车床系列用滚柱直线导轨副。

图 11

图9 CKE6150L平床身数控车床

图10 HDM80精密卧式加工中心机床

3. DGC系列滚动直线导轨副的制造

滚动直线导轨副由自制件（导轨、滑座），外协件、塑料件、橡胶件及标准件、外购件组成。以滚柱滑座组件为例，它是滚柱直线导轨副产品的核心部分，包含密封端盖、返向循环系统、滑座、密封底片、自润滑板、滚动体（滚柱）、隔离保持架及减振密封垫（见图12）。而滑座是核心部分的关键所在，其内侧滚道面的加工非常重要。

（1）关键制造、测量设备：①德国EFD-CNC高精度导轨淬火机床（见图13），其优点是在一次装夹中完成淬火、回火加工，变形小、效率高。②德国MAE-CNC高精度导轨矫直机床（见图14），其优点是在一次装夹中完成矫弯曲、矫扭曲加工，精度高、效率高。滚动直线导轨的跑合如图15所示。③意大利法力图CNC-6000高精度导轨磨床（见图16）、意大利法力图CNC-

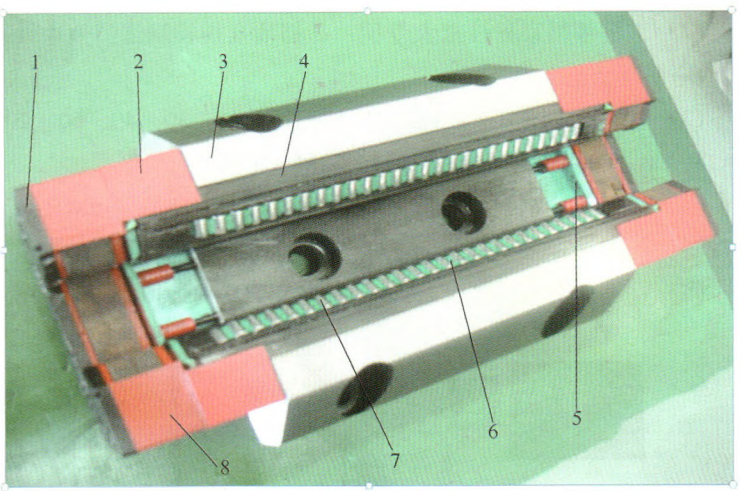


图12 法兰型滚柱滑座组件结构

1.密封端盖 2.返向循环系统 3.滑座 4.密封底片 5.减振密封垫
6.隔离保持架 7.滚动体 8.自润滑板

1000高精度滑座磨床。④意大利MARPOSS-CNC高精度滚动直线导轨副综合精度检测仪（见图17）。⑤LR45、55、65滚柱滑座专用自动检测装置（见图18）。⑥滚柱滑座专用自动检测装置（见图19）。⑦JCY02检测高速重载精密滚柱直线导轨性能的装置（见图20），该装置的特点是可实现对滚柱直线导轨副空载及负载状态下的温度、速度、噪声和振动等综合性能参数的实时检测。

（2）生产、装配和技术支持：直线导轨、滑座精加工现代化专用生产线如图21所示；滚动直线导轨副装配现场如图22所示。

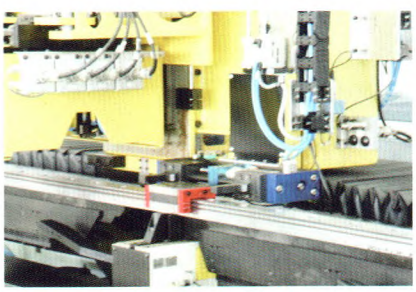
图13　德国EFD-CNC高精度导轨淬火机床

图14　德国MAE-CNC高精度导轨矫直机床

图15　滚动直线导轨跑合

图16　意大利法力图CNC-6000高精度导轨磨床

(a)



(b)

图17　意大利MARPOSS-CNC高精度滚动直线导轨副综合精度检测仪

图18　LR45、55、65滚柱滑座专用自动检测装置

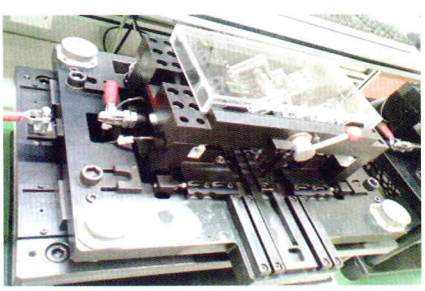


图19　滚柱滑座专用自动检测装置机械结构

图20　JCY02检测高速重载精密滚柱直线导轨性能的装置

图21　直线导轨、滑座精加工现代化专用生产线

(a)

(b)

(c)

(d)

图22　滚动直线导轨副装配现场

4. 存在的问题

目前滚动直线导轨副产品加工存在的主要问题有：直线导轨冷拉毛坯余量、弯曲和扭曲大；滑座热轧或锻件毛坯余量大。尤其是滚柱滑座内滚道面毛坯的成形，成为滚柱直线导轨副产品制造的瓶颈，影响产能的提高，希望供应商提高毛坯的成形率、制造精度。尽管国内已研发、制造滚动直线导轨副30多年，但产品外观质量、尺寸一致性、精度稳定性、可靠性和互换性等与德国INA、Rexroth，日本THK、NSK和IKO产品还有一定差距，仅能满足中、低档数控机床及其他行业使用，与飞速发展的市场需求不适应。

5. 展望

作为直线导向元件的滚柱直线导轨副，因其高刚性、高精度、高速度、高可靠性、低磨损和超大载荷等显著特点，是高精度、高效率的大型高档精密数控机床、大型龙门加工中心机床必配的核心功能部件，亦是航空航天、汽车、船舶和精密机械等尖端产品制造领域的核心部件。尤其是中国航空发动机集团的成立，飞机制造业将快速发展，给滚柱直线导轨副制造企业带来机遇。目前，国内外滚柱直线导轨副技术的发展十分迅速，为响应国家“中国制造2025”的号召，实现“中国制造强国”的伟大梦想，生产厂商都在高可靠性、高精度、高刚性、高载荷和环保性等方面持续进行科技攻关，以形成自身的特色，力争占领高档滚柱直线导轨副技术发展的制高点。

参考文献：

[1] 李文华，喻忠志，赵美玲，等. JB/T 7175.4—2006 滚动直线导轨副 第4部分：验收技术条件[S]. 北京：中华人民共和国国家发展和改革委员会，2006.

[2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

[3] 锻压技术手册编委会. 锻压技术手册（下册）[M]. 北京：国防工业出版社，1988.

MW（收稿日期：20170204）

祝邦® 北京祝邦新技术研究所（高新技术企业）

替代汽油、柴油高效清洗机械零件

金属材料和零件用水基清洗剂试验方法依据权威部门HB-5227-82部颁标准检测分为4级(0、1、2、3)，0级最优。本所清洗剂被评为0级。

特征：
- 弱碱性、不伤皮肤，不加温清洗机械零件重油污。
- 除污能力强：本品1公斤加40-200倍清水搅匀，相当40公升汽油的除污能力。
- 无污染，连续使用勿需排放，不足可补充

实例：
- 清洗机床、汽车、拖拉机零件油污。
- 清洗采油钻井平台以及沙滩原油。
- 清洗航空发动机涡轮叶片燃烧残存油污。
- 清洗运输原油油罐车阀门。
- 清洗石油天燃气设备及家用抽油烟机黏油，洁净不粘手。

金属填补胶

早在上世纪70年代中期国家有关部门为降低我国铸件废品率确定金属填补胶研制项目，由本所所长刘俊邦高工（国家有突出贡献专家、北京市劳动模范、市科技先进工作者）课题组承担，1981年曾参加联合国在波兰召开的金属填补胶技术交流会，经多年的研制与应用实践，于1983年获得成功，并获部级科研成果奖。这一实用技术经多年广泛应用，形成ZB200金属填补胶系列产品。主要用于修补金属铸件的砂眼、气孔铸造缺陷；修复机床导轨划伤及汽车缸盖缺陷和缸体裂纹；修复水泵壳体、气轮机密封环的穴蚀；修补金属容器、管道、水暖器材的跑冒滴漏。该胶室温操作无需加热，固化后粘接牢固，可高温125℃～200℃使用，修补处软硬适度，耐磨、减摩性好，并可进行车、铣、刨、磨、锉、钻孔套扣等切削加工。

化锈防锈液

本品系酸性溶液，是去除金属锈斑专用清洗剂。其突出特点：
- 去除金属锈斑彻底，除锈能力强。除锈后的金属表面形成磷化钝化保护膜，不易生锈。
- 对钢材不产生氢脆，无过腐蚀现象。
- 可用浸泡、涂刷、喷等方式除锈，操作简便。
- 废液易处理，可连续使用，无毒不燃，不污染环境，接触皮肤无伤害，使用安全。

◆广告 查询编号：1948

地址：北京市西城区育新街清芷园10A-301（100054）
电话：010-83502255、83502521
http://www.bjzhubang.com E-mail：zb-llc@sohu.com
联系人：刘立晨 手机：13801024443