

机床再制造技术

主 编 张 莹 甄彩霞 谢伟东
副主编 高爱利 黄 颖 郝岩利 敖林喆 张超群
参 编 付川川 姜澎涛 杨翠丽 李运强

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机床再制造技术 / 张莹, 甄彩霞, 谢伟东主编. —
成都: 西南交通大学出版社, 2021.1
ISBN 978-7-5643-7736-6

I. ①机… II. ①张… ②甄… ③谢… III. ①机床—
制造工业—研究—中国 IV. ①F426.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 196172 号

Jichuang Zaizhizao Jishu

机床再制造技术

主编 张莹 甄彩霞 谢伟东

责任编辑 张少华

封面设计 GT 工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 6.75

字数 162 千

版次 2021 年 1 月第 1 版

印次 2021 年 1 月第 1 次

定价 38.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-7736-6

课件咨询电话: 028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

PREFACE

机床再制造与制造新产品相比，可节能 60%，节材 70%，节约成本 50%，几乎不产生固体废物，大气污染物排放量降低 80% 以上。再制造有利于形成“资源—产品—废旧产品—再制造产品”的循环经济模式，可以充分利用资源，保护生态环境。

我国是世界上机床保有量最大的国家，2017 年底我国的机床保有量近 1 300 万台。但是，机床整体的技术水平却比较落后，役龄在 10 年以上的机床占 60% 以上，一些 20 世纪 70、80 年代的机床仍在服役，它们的系统已落后、性能较低，精度上很难满足产品加工的技术要求。这些机床需要更新换代、技术升级，非常适合进行机床再制造。发展再制造产业有利于形成新的经济增长点，为社会提供大量的就业机会。

2010 年 5 月 31 日，国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部等 11 部委发布了《关于推进再制造产业发展的意见》，将机床行业作为推进再制造产业发展的重点领域。在完善再制造产业发展的政策保障措施中强调要培养专业人才。鼓励在高等院校和职业技术学校有关专业中设立再制造课程，通过校企合作、订单式培训、在岗人员技能培训等多种模式，加快技术人才培养，为再制造产业发展提供人才保障。

在《中国制造 2025》五大工程的绿色制造工程中专门提到了“再制造”，“到 2025 年，制造业绿色发展和主要产品单耗达到世界先进水平，绿色制造体系基本建立”。

齐齐哈尔工程学院已于 2007 年开始开设机床再制造技术课程，同时依托学院所属的齐齐哈尔齐三机床有限公司的机床再制造中心开展实践教学。

本书依据一台典型机床的再制造生产全过程为主线编写而成，全书分为 8 章，系统全面地介绍了机床再制造从方案确定，到机床拆卸、零件维修，再到机床装配、试车验收的全过程。

本书由齐齐哈尔工程学院张莹编写第 6 章，甄彩霞编写第 8 章，谢伟东编写第 7 章，高爱利编写第 5 章，郝岩利编写第 1 章，敖林喆编写第 2 章，张超群编写第 3 章，黄颖编写第 4 章，姜澎涛、付川川、杨翠丽、李运强参与绘图、校核等工作，全书由谢伟东负责统稿。由于编者水平有限，书中难免还存在一些疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2020 年 8 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪 论	001
1.1 机床再制造的意义	002
1.2 机床再制造的条件	003
1.3 机床技术资料准备	005
第 2 章 机床再制造技术方案的确定	006
2.1 机械部分	007
2.2 电气部分	008
2.3 数控改造部分	008
2.4 机床主要精度	008
第 3 章 技术协议与合同的签订	009
3.1 再制造技术协议的签订	010
3.2 机床再制造合同的签订	011
第 4 章 机床的拆卸	014
4.1 机床拆卸工具的准备	015
4.2 车床拆卸步骤	015
第 5 章 机床再制造失效零件的鉴别	018
5.1 金属切削机床修理施工、检查验收通用技术要求	019
5.2 设备磨损零件更换标准	019
5.3 确定更换零件、修理零件、编制破损零件表	027
第 6 章 失效零件的维修	031
6.1 主要部件的维修顺序	032
6.2 主要部件的修理工艺	032

第 7 章 机床的装配与调整	065
7.1 各部件修复后的组装	066
7.2 调装方法	070
7.3 调整量计算	076
7.4 修复方法的选择	079
第 8 章 C5112A 型立式车床试车验收	081
8.1 机床空运转试验	082
8.2 机床负荷试验	084
8.3 机床工作精度试验	084
8.4 机床几何精度检查	088
8.5 试车中常见故障及其消除方法	100
参考文献	102

第 1 章

绪 论

1.1 机床再制造的意义

1.2 机床再制造的条件

1.3 机床技术资料准备

1.1 机床再制造的意义

机床再制造工程是以机床全寿命周期设计和管理为指导，以优质、高效、节能、节材、环保为目标，以先进技术和产业化生产为手段，恢复或改造废旧机床的一系列技术措施或工程活动的总称。机床再制造不同于机床维修。机床维修是在机床使用阶段为了保持其良好技术状况及正常的运行而采取的技术措施，常具有随机性、原位性、应急性；而机床再制造是将有再制造价值的废旧机床作为再制造毛坯，利用新技术对其进行批量化修复、性能升级，所获得的再制造机床在技术性能上可达到甚至超过新机床的水平。机床再制造也不同于机床的再循环。再循环是通过回炉冶炼等加工方式，将报废机床返回到原材料；再制造是将报废机床作为高级资源而最大限度利用的“回收”方式，其生产成本要远远低于新机床制造的成本。因此，机床数控化再制造可以充分利用原有资源，减少浪费，绿色环保，达到机床设备的更新换代和提高机床性能的目的。机床再制造的资金投入要比从原材料起步进行制造的新数控机床少得多，对环境污染也少得多。

据了解，容易接受再制造机床的用户一般对机床比较了解，具有一定的使用经验和相应的机床专业知识。它们通过对新品和再制造产品的对比使用，认为购买使用再制造产品更有优势。

机床再制造的意义主要有以下三个：

一是制造周期短，尤其是大型、重型设备，如果用新产品，制造周期至少需要 18 个月，而二手机床再制造的周期只要 8~10 个月，大大节省了时间，保证了工期。对于制造企业来说，工期是非常重要的，往往节省下来的时间就可以把成本收回了。

二是价格低，再制造机床的费用大约只相当于同类新产品价格的 1/3~1/2，一些大型重型机床甚至只相当于 1/5。

三是了解机床性能，旧机床的稳定性比新机床更好。

机床再制造一般由专业维修改造公司（简称维改公司）进行，其主要特点是规模不大，属于技术密集型企业；品牌优势明显，硬件条件相对较弱；以民营、股份制企业为主，企业效益大都较好。

多数专业维改公司属于技术密集型企业，主要人员都具有比较高的技术水平，技术人员占公司人数的 90% 以上。这些专业的维改公司在技术上有特长侧重，主要分为以下几类：一是以机械部分的再制造为主；二是以电气数控系统的再制造为主；三是既能进行机械维改又能进行数控化改造的综合服务公司。

从在机床再制造中配备的数控系统来看，目前西门子、法那科等国际知名品牌仍占据着大部分的市场份额。尤其是重型机床、超重型机床的再制造，一般用户都会指定用国际名牌的数控系统。20 世纪 90 年代以后，我国的国产数控系统，如华中数控、航天数控、广州数控等逐步成熟起来，在市场中占有越来越多的份额，一般小型机床配备国产数控系统的相对比较多。

1.2 机床再制造的条件

1.2.1 三类再制造模式

从目前我国机床再制造的现有模式分析，主要有三大类：再制造商与用户之间的订单式服务模式、回收二手旧机床进行再制造模式及机床置换模式。

其中，再制造商为用户提供的订单式服务，是目前我国机床再制造的主要模式。大多是再制造商通过投标等方式为用户提供老旧机床设备的再制造升级。根据用户的要求，签订合同和技术协议，再制造之后，按照技术协议进行验收。

当前，一些大重型机床的改造主要采取再制造公司的技术人员走出去，依靠用户的场地及设备，进行现场维改的方式。不同的公司技术特长不同，其薄弱环节采取分包的方式进行。例如，机强电弱的企业，通常把电部分包给其他公司，反之亦然。又如国外系统的备品配件，公司间都有相互的技术协议支持。但经营方式都是采取机电结合、技术互补、统一承包的方式。

目前，一些比较大的再制造商可以为客户提供机电液一站式交钥匙服务。一般大型机床、重型机床都是单件的再制造，很难形成批量，因为很多重型机床吨位很大，价值很高（一台价值上千万元甚至几千万元）。

与此同时，回收二手旧机床进行再制造也是通用的一种模式。目前，国内少数公司在尝试回收废旧机床，通过整机再制造升级后再进行销售的做法。这也是我们理解的真正意义上的机床再制造，但目前这种做法还是非常少的，主要是因为买进旧机床需要占用大量资金、场地等，而专业维改企业在这些方面往往都很薄弱。

此外一些原始机床制造商也在尝试机床置换的模式，也就是回收已售出的旧机床进行再制造，为用户提供以旧换新服务。

1.2.2 再制造的三大主体

目前，在中国从事机床再制造的主要力量是专业机床再制造企业，习惯称为机床维修改造企业，此外还有机床制造企业及数控系统制造企业，这三类企业构成了当前国内机床再制造的主体。

在我国，专业维改企业大小约有几百家。其中，北京圣蓝拓、武汉赛特曼、武汉华中自控、唐山重型机床、齐重数控等企业的再制造业务占比很大。

机床制造企业从事再制造业务有很大优势，但现实的情况是，由于新机床的市场形势非常好，这些企业往往没有精力从事再制造业务。

在我国机床制造企业中，多数没有再制造业务，其他涉及再制造的企业，其再制造业务占企业总业务的比例非常小。

另外，数控系统制造企业也有再制造业务，尤其是企业成立初期所占的业务比例较大，它们从事再制造的目的主要有两个：一是通过机床再制造推广其数控系统，取得用户的信任，

树立品牌；二是在再制造的实践中锻炼自己的技术队伍，培养复合型人才。目前，这些企业的主要精力是推广其数控系统，再制造业务已经微乎其微了。

1.2.3 再制造产品受到用户单位普遍认可

目前国内已有一些单位大量使用了再制造机床产品，如包头钢铁公司、济南柴油机厂、武汉长江动力集团、重庆秋田齿轮厂、唐山中材重型机械有限公司等。

据了解，重庆秋田齿轮的 100 多台旧机床由重庆二机床进行了数控化再制造，每台机床的再制造费用只有同类新机床的一半，秋田齿轮对再制造机床非常满意。

唐山中材重型机械有限公司 80% 的设备都是经过再制造的进口二手设备，是典型的使用再制造产品的用户。使用后发现再制造以后的产品精度等都能达到使用要求，且再制造后的价格大约只相当于新产品价格的 1/5。

1.2.4 机床制造企业再制造优势明显

由于机床制造商是老旧机床的原始生产者，在机床再制造中具有明显的优势。国外有制造商责任制，要求将用户用了很多年后的机床返回到原制造商，成为现有机床制造模式的延伸。

在技术优势方面，机床制造商在再制造的过程中，可以充分利用已有的技术对产品进行再制造。由于原制造商了解机床的工况，因此技术成本更有竞争优势。

在人才优势方面，再制造是一门新兴产业，目前相关的人才比较短缺，机床制造商可以充分利用已有的机床制造人才，开展再制造业务。

在品牌优势方面，机床制造商大多已经形成自己的品牌，在市场上有一定的客户信誉度，可以利用已有的品牌效应，取得客户的信任，逐渐打造再制造机床品牌。国外的经验证明，优秀的机床制造企业从事再制造更容易被用户所接受。

在物流优势方面，机床制造商掌握用户的信息，可以很好地设计回收渠道和回收物流，便于机床回收。另外，制造商可以考虑从出售机床转向出售解决方案，为用户提供全方位的服务，帮助用户经济、合理和高效地使用机床。同时，这也可以保持机床的可用性，提高利用率，为用户创造更多价值。

与此同时，很多机床制造企业对于从事再制造有一定顾虑。

第一，由于社会上对于机床再制造存在许多错误观念，所以机床制造企业在从事再制造业务时，怕被用户看作是机床改装厂而不是机床制造厂，担心用户在买新机床时会认为是再制造的产品，从而影响企业的信誉，所以一些企业即使有再制造业务也予以否认。据了解，现在一些机床制造厂的再制造业务，主要是为用户定点来做的。

第二，很多企业担心在再制造上投入的精力过多，影响新产品的开发、生产与市场，从而与新品形成竞争。

第三，由于技术进步飞速，有些企业依靠规模优势，新机床的价格被压得很低，对再制造产品形成压力。

1.3 机床技术资料准备

立式车床也同其他金属切削机床一样，修理前，必须按《金属切削机床通用技术条件》(GB 9061—2006)、《金属切削机床精度检验通则》(JB 2670—82)(ISO2301-1—96)、《机床工作精度和位置精度的统计检验原理》(VDI/DGQ 3441)、《数控立式车床 精度检验》(JB/T 9934.1—1999)的要求进行机床再制造设备档案、技术资料等(包括机床机械、电器、液压的使用说明书，机床易损件明细表，机床设备档案等)的准备，这是机床再制造的关键步骤。

第 2 章

机床再制造 技术方案的确定

2.1 机械部分

2.2 电气部分

2.3 数控改造部分

2.4 机床主要精度

机床再制造的技术方案是依据设备使用单位与设备维修单位对设备现状及再制造后所要达到的标准拟定的机械、电气、液压等各方面采取的再制造方法。

2.1 机械部分

2.1.1 大件加工及修理

(1) 工作台底座: 工作台底座导轨采用自磨机进行磨削加工, 圆周上径向跳动 0.02 mm, 导轨表面粗糙度 $Ra0.8 \mu\text{m}$ 。

(2) 工作台: 工作台导轨与工作台底座导轨合研、配刮, 接触达 85%。

(3) 横梁: 横梁导轨采用导轨磨床精磨加工, 直线度 0.02 mm/1 000 mm, 全长 0.04 mm, 导轨表面粗糙度 $Ra0.8 \mu\text{m}$, 横梁背面导轨与立柱合研、配刮, 同时配刮斜铁及压板。

(4) 立柱: 立柱导轨采用导轨磨床精磨加工, 直线度 0.02 mm/1 000 mm, 全长 0.03 mm, 导轨表面粗糙度 $Ra0.8 \mu\text{m}$ 。

(5) 滑座: 滑座导轨与横梁导轨合研、配刮, 同时配刮斜铁及压板。

(6) 方滑枕: 方滑枕导轨面采用导轨磨床精磨加工, 导轨的直线度 0.02 mm/1 000 mm, 全长 0.03 mm, 相对两导轨面平行度 0.02 mm, 导轨表面粗糙度 $Ra0.8 \mu\text{m}$ 。

(7) 回转滑座: 回转滑座导轨与方滑枕导轨合研、配刮, 同时配刮斜铁及压板。

(8) 侧刀架滑座: 侧刀架滑座与立柱全研、配刮同时配刮斜铁及压板。

(9) 侧刀架滑枕与滑座合研、配刮同时配刮斜铁及压板。

2.1.2 工作台及主传动齿轮箱

(1) 工作台部分: 拆卸、清洗、检查, 更换主轴轴承, 更换其他破损的零部件。

(2) 主传动齿轮箱: 拆卸、清洗、检查, 进行常规修理, 更换有研伤的轴承, 更换磨损件。

(3) 横梁升降箱及传动杠: 拆卸、清洗、检查, 更换破损的零部件。

(4) 进给部分: 各滑动导轨面采用贴塑处理, 减小摩擦系数, 各部斜铁也采用贴塑处理, 更换侧刀架进给丝杠、螺母同时对侧刀架进行大修。

(5) 夹紧及平衡机构: 检查各部液压夹紧及平衡机构, 更换损坏件及密封件, 修复和调整机械配合间隙。

2.1.3 液压及润滑装置

(1) 检查和调整主轴静压系统, 更换损坏的零部件、液压件。

(2) 改造主变速箱液压部分, 更换新型板式阀结构, 对管路合理布局, 使其无漏油现象。

2.2 电气部分

(1) 刀架数控系统选用西门子 802D 系统。

① 显示屏：10.4 英寸彩色液晶显示器。

② 具备标准 RS-232 通信口。

③ 电子手摇脉冲编码器。

(2) 重新制作电气柜及按钮站。各电气元件布置合理，布线有序规范。

(3) 更换电柜内所有电气元件，选用国内名优产品。

(4) 清洗所有保留电机，并做载荷试验。

(5) 更新所有床身立柱走线，各电气元件布置合理，布线有序规范。

2.3 数控改造部分

(1) X 轴（水平进给）：X 轴设计、制作一减速箱，安装在横梁一侧，由 1FK6 系列交流伺服电机驱动，经减速箱、精密滚珠丝杠带动滑座实现 X 轴的进给。减速箱内的齿轮均采用磨齿加工，轴与轮采用胀套形式连接，可以达到无间隙传动。

(2) Z 轴（垂直进给）：Z 轴设计、制作一减速箱，安装在滑枕上，由 1FK6 系列交流伺服电机驱动，经减速箱、精密滚珠丝杠带动滑枕实现 Z 轴的进给。减速箱内的齿轮均采用磨齿加工，轴与轮采用胀套形式连接，可以达到无间隙传动。

(3) X、Z 轴增设拖线系统（坦克链）。

(4) 刀架各滑动面润滑采用南京贝奇尔定时定量润滑泵。

(5) 主轴编码器系统：在主轴内重新设计一套装置，用于安装主轴编码器，实现切削螺纹功能。

(6) 横梁导轨采用全封闭不锈钢防护罩。

2.4 机床主要精度

(1) 机床几何精度见原机床精度检验单。

(2) 改造后的主要精度：

① 定位精度：X 轴 0.02 mm；Z 轴 0.03 mm。

② 重复定位精度：X 轴 0.03 mm；Z 轴 0.035 mm。

③ 最小分辨率：X 轴 0.001 mm；Z 轴 0.001 mm。

④ 加工试件表面粗糙度： $Ra1.6\ \mu\text{m}$ 。

⑤ 加工试件精度：IT6 ~ IT7。

第3章

技术协议与合同的签订

3.1

再制造技术协议的签订

3.2

机床再制造合同的签订