

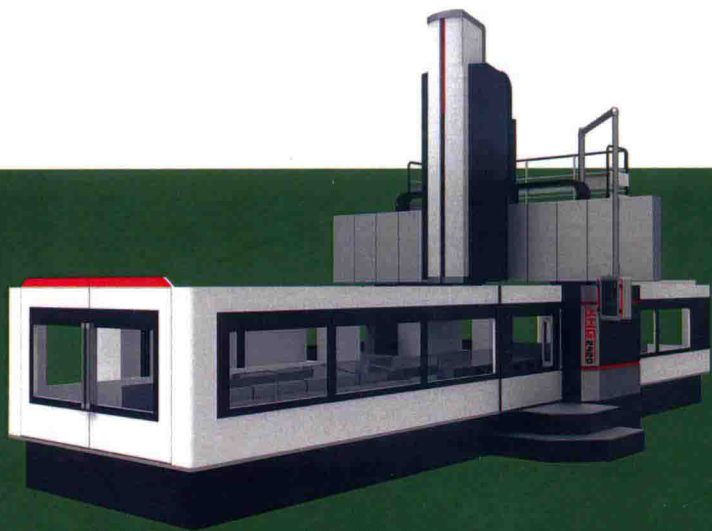


湖北省学术著作出版专项资金资助项目

大型重载数控机床 技术及应用（下册）

DAXING ZHONGZAI SHUKONG JICHUANG
JISHU JI YINGYONG

桂林 张伟民 著



北省学术著作出版专项资金资助项目

大型重载数控机床技术及应用 (下册)

桂 林 张伟民 著

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

针对工程应用这个前提,本套书分上、下册,系统、详细地介绍了大型重载数控机床的设计、制造及应用方面的知识。上册主要包括大型重载数控机床的发展趋势,大型重载数控机床的功能与总体设计,大型重载数控机床的结构特性测试与分析技术、大型重载数控机床静压技术、大件制造与热处理技术;下册主要包括大型重载数控机床的装配与调试、数控及诊断技术、热变形与误差补偿技术,以及典型应用等。

本套书是根据武汉重型机床集团有限公司等单位多年的实践经验编写的,既包含了大型重载数控机床的关键技术理论,又突出了基本概念与应用,叙述深入浅出、层次分明,具有全面、专业的特点,便于广大读者根据不同需求进行取材和参考学习。

本套书可作为机床行业工程技术人员培训指导教材和大型重载机床操作、维护人员的参考用书,还可作为普通高等院校本科机械工程类、机电类专业的教材以及专科工程师教育培养教材。

图书在版编目(CIP)数据

大型重载数控机床技术及应用(下册)/桂林,张伟民著. —武汉:华中科技大学出版社,2019.
ISBN 978-7-5680-4441-7

I. ①大… II. ①桂… ②张… III. ①数控机床-技术-应用
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 001215 号

大型重载数控机床技术及应用(下册)

桂林 张伟民 著

Daxing Zhongzai Shukong Jichuang Jishu ji Yingyong (Xiace)

策划编辑:万亚军

责任编辑:万亚军 邓薇

封面设计:原色设计

责任校对:刘竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社中国·武汉

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:湖北新华印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:15.25

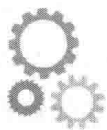
字 数:352千字

版 次:2019年3月第1版第1次印刷

定 价:98.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



前言

随着计算机技术的发展与广泛应用,数控机床的发展也日新月异,高效、高精、高可靠性、数字化、网络化、智能化、绿色化已成为数控机床发展的趋势和方向。大型重载数控机床作为数控机床的一部分,在能源、交通、航空、航天、船舶、重型机械制造、军工等领域的应用也日益增多。近年来,我们收集并查阅了众多国内外相关资料,通过对其进行总结提炼,精心编写了本书,力图更好地反映当代先进的大型重载机床技术水平。本书在编写过程中,力求做到内容新颖、结构完整、叙述准确、图文并茂、易于理解,并注意结合实例,以满足相关领域人员的学习、研究与参考要求。

本套书分上、下册,系统、详细地介绍了大型重载数控机床的设计、制造及应用方面的知识。上册首先从概念分类的角度出发,介绍了大型重载数控机床的定义、特点、重要战略地位、国内外技术发展现状,以及大型重载数控机床发展中的关键科学问题和技术难点等内容,可以使读者全面、详细地了解大型重载数控机床的相关基础知识;其次,为了让读者更清楚地了解大型重载数控机床的设计过程,结合国内大型重载数控机床行业的主要产品,详细分析了大型重载数控机床的功能差异,系统论述了大型重载数控机床功能与总体设计技术和大型重载数控机床结构特性测试与分析技术,并提供了相关案例作为参考。液体静压支承技术是大型重载数控机床中与精度、承载能力有关的关键技术,本书从工程经验设计和具体解析分析两个层面给出了经验公式计算方法和解析分析理论体系,阐述了液体静压支承基于计算流体动力学的三维流场分析方法及动态过程仿真的动网格技术;在大型重载数控机床的零部件制造以及加工、装配方面,系统论述了大型重载数控机床大件的铸造技术、锻造技术、焊接技术、加工技术及热处理技术。

本套书下册针对大型重载数控机床的装配,分析了大型重载数控机床总装的技术目标及总装难点,以立车的工作台安装及大型龙门铣床的床身调整安装为具体实例对机床整机安装调整、机床的切削试验进行了较为详细的介绍。数控系统是大型重载数控机床的重要组成部分,下册介绍了大型重载数控机床对数控技术的需求、数控系统现状和数控系统发展方向,对高速高精技术、多电动机驱动技术



及多轴插补技术、数控智能技术进行了分析和论证,并对大型重载数控机床的诊断技术及远程诊断的运用做了详细的介绍,读者可较为深入地了解这方面的内容。在大型重载数控机床的应用上,为了能够让机床用户更好地了解各类机床的使用方法,给用户典型零件加工提供全套的解决方案,本套书下册还介绍了每一类大型重载数控机床的特点,各种机床典型零件的结构特点,各类典型刀具、工装,以及特殊的加工工艺方法等内容,并有针对性地辅以具体加工案例。由于大型重载数控机床独特的几何特性和热特性,其在运行过程中会产生更大的热变形,影响加工精度,而热误差补偿是提高其加工精度的低成本有效方法,热误差补偿也是现代加工技术的前沿技术,因此本套书下册也对大型重载数控机床的热误差补偿技术进行了详细的阐述,为技术人员在零件加工过程中进行热误差补偿提供参考。

《大型重载数控机床技术及应用》是根据武汉重型机床集团有限公司长年在大型重载数控机床的设计研发制造及工程应用中的科研成果撰写的。其中上册第1章由桂林、张辉撰写,第2章由桂林、赵明、李升撰写,第3章由桂林、刘涛、徐妍妍撰写,第4章由桂林、熊万里、薛敬宇撰写,第5章由桂林、邵斌、张虎撰写;下册第6章由桂林、史凯霞、何建平撰写,第7章由桂林、张伟民、黄建撰写,第8章由桂林、张伟民、谭波撰写,第9章由桂林、李斌、张明庆、熊良山撰写。

在本书的编写过程中,中国地质大学(武汉)、华中科技大学、湖南大学等院校的专家和博士生提出了很好的意见及建议,在此表示衷心的感谢!同时对提供相关资料和帮助的同人和专家表示诚挚的谢意。

由于笔者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请各位读者批评指正。

著者

2018年6月



目录

第 6 章 大型重载机床的装配与调试	1
6.1 大型重载机床装配总述	2
6.1.1 大型重载机床装配的技术目标	2
6.1.2 大型重载机床装配难点分析	5
6.1.3 大型重载机床装配原则及注意事项	6
6.2 大型立车转台的装配调试	7
6.2.1 立式转台的装配	8
6.2.2 大型转台工作台、底座的导轨刮研	10
6.2.3 大型回转工作台主轴及主轴轴承的安装及调整	12
6.2.4 高速回转工作台的主轴系统安装技术	13
6.3 大型重载机床床身的装配调试	17
6.3.1 大型重载机床床身导轨精度的检测方法	17
6.3.2 大型重载机床床身导轨的精度要求	20
6.3.3 大型重载机床床身导轨的精度调试	21
6.3.4 大型重载机床床身齿条的定位安装	23
6.4 机床整机的装配调试	25
6.4.1 数控落地铣镗床整机的安装概述	25
6.4.2 关键大型零件的复检技术	28
6.4.3 刮研技术在机床总装中的应用	34
6.4.4 总装典型装配之一:滚珠丝杠系统的定位安装及精度调整	38
6.4.5 总装典型装配之二:传动系统的安装	46
6.4.6 灌胶工艺技术在机床总装中的应用	48

6.4.7	机床空运转试验及几何精度检查	50
6.4.8	机床切削试验	54
	本章参考文献	62
第7章	大型重载机床的数控技术与诊断技术	63
7.1	大型重载机床数控技术分析	63
7.1.1	大型重载机床数控性能需求分析	63
7.1.2	数控系统现状	65
7.1.3	数控技术发展方向	66
7.2	大型重载机床的数控关键技术	67
7.2.1	大型重载机床高速高精控制技术	67
7.2.2	大型重载机床多电动机驱动技术	71
7.2.3	多轴插补技术	78
7.2.4	大型重载机床智能技术	83
7.3	大型重载机床的诊断技术	87
7.3.1	机床故障诊断技术的发展现状	87
7.3.2	大型重载机床的故障诊断系统	90
7.3.3	大型重载机床的远程诊断系统	94
	本章参考文献	98
第8章	大型重载机床热变形与误差补偿技术	100
8.1	大型重载机床热变形分析与测量	101
8.1.1	大型重载机床热源发热量计算	101
8.1.2	温度传感器及测温点优化技术	105
8.1.3	温度采集系统的稳定性保障技术	113
8.1.4	大型重载机床热误差测量技术	126
8.2	大型重载机床热误差建模技术	128
8.2.1	整机热误差建模方法分析	128
8.2.2	环境温度热误差模型建模技术	130
8.2.3	主轴热误差建模应用案例	139
8.2.4	机床移动轴热误差建模技术	149
8.2.5	大型重载机床整机综合误差建模	152
8.3	大型重载机床热误差补偿技术	167
8.3.1	集成于西门子数控系统的热误差补偿	167

8.3.2 国产数控系统综合误差集成补偿	175
本章参考文献	184
第9章 大型重载机床的典型应用	186
9.1 大型重载卧式车床的应用	187
9.1.1 加工特点及加工对象	187
9.1.2 常用刀具及工装	188
9.1.3 典型大、重型轴类零件的加工工艺分析	190
9.1.4 典型案例分析	191
9.2 大型重载立式车床的加工工艺	194
9.2.1 加工特点及加工对象	194
9.2.2 刀具及工装	194
9.2.3 典型重型盘类零件的加工工艺分析	197
9.2.4 典型案例分析	197
9.3 大型重载龙门铣床的应用	201
9.3.1 加工特点及加工对象	201
9.3.2 刀具及工装	202
9.3.3 典型案例分析	206
9.4 大型重载镗床加工工艺	211
9.4.1 加工特点及加工对象	211
9.4.2 刀具与工装	211
9.4.3 典型案例分析	215
9.5 大型重载车铣复合加工中心加工工艺	219
9.5.1 加工特点及加工对象	219
9.5.2 刀具及工装	226
9.5.3 叶片及螺旋桨类零件的加工工艺分析	228
9.5.4 典型案例分析	234
本章参考文献	236



第 6 章

大型重载机床的装配与调试

我国数控机床制造业不论在品种上还是数量上都已跻身世界前列,但在机床的质量和稳定性上远低于国外机床的水平。据统计,我国大型重载机床^①的平均无故障运转时间(MTBF)只有国外先进水平的 1/2,仅为 300~500 h。其中多数故障发生于新机床最初使用的 2~5 月内,称为早期缺陷,主要的原因就是机床装配与调试问题。装配与调试是机械制造和维修中的重要工艺环节,须严格按照标准和工艺要求,使用恰当的工装、检具,将合格的零、部件进行必要的组装与调试。因此,大型重载机床的装配与调试质量直接影响着机床的工作性能与可靠性。

相对于小型机床而言,大型重载机床的装配难点在于既要保证大承载、重切削的特点,又要满足机床数控化后的质量、精度、效率、可靠性的要求。大型重载机床在装配过程中存在较多困难,如大型基础件结合面接触不均匀导致静压系统建立困难;超长床身在调平过程中的吊装、拼装、调整、检测等困难;传动系统中大型齿轮的接触间隙调整困难;大型重载卧车主轴伸长调整困难;大型滚珠丝杠、光栅尺、齿条的装调困难等。

针对上述困难,行业内各大型重载机床厂家在大型重载机床的装配与调试方面进行过探索研究,采取了一些方法,如大型重载机床导轨直线度误差常用检测方法有垫塞法、拉钢丝检测法、水平仪检测法、光学平直法(准直仪)检测法等;以及近年来在机床部装及总装的过程中逐步应用的激光跟踪仪检测技术、计算机辅助反馈刮研点数技术、灌胶调整精度等技术。但是,针对高精度重载机床关键部件的安装,如立车底座工作台的轴承安装的精细调整、机床光栅尺的标尺钢带拉伸调整等关系到整个机床安装后的加工精度的关键装配与调试技术,在国内外文献中都较少看到相关报道。

本章在借鉴国内外现有关键装配技术的基础上,结合武汉重型机床集团有限

^① 如无特殊说明,本书所述大型重载机床的结构、技术、应用等,均以大型重载数控机床为对象。

公司(简称武重)长期以来的各类型机床装配经验,主要针对大型重载机床装配难点,首先对大型重载机床总装的技术目标及总装难点进行分析;然后介绍立车的工作台安装及大型龙门铣床的床身调整安装;最后对机床整机安装调整、机床的切削试验进行了较为详细的介绍。

6.1 大型重载机床装配总述

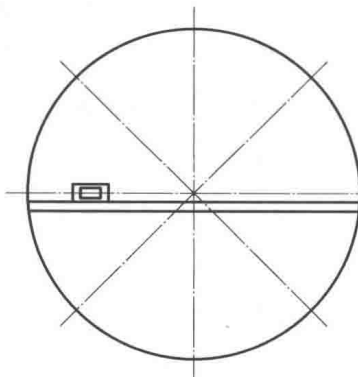
6.1.1 大型重载机床装配的技术目标

机床装配是根据规定的技术要求,将零件或部件进行配合和连接,使之成为半成品或成品的过程,是机床制造的重要环节。其目的是根据设计要求和技术标准,使产品达到其使用说明书的规格和性能要求。下面分别举例介绍大型重载机床技术标准规定的数控机床的几何精度、定位精度及工作精度。

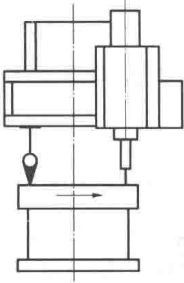
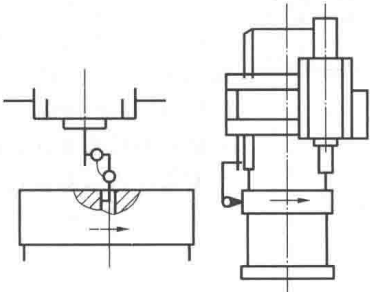
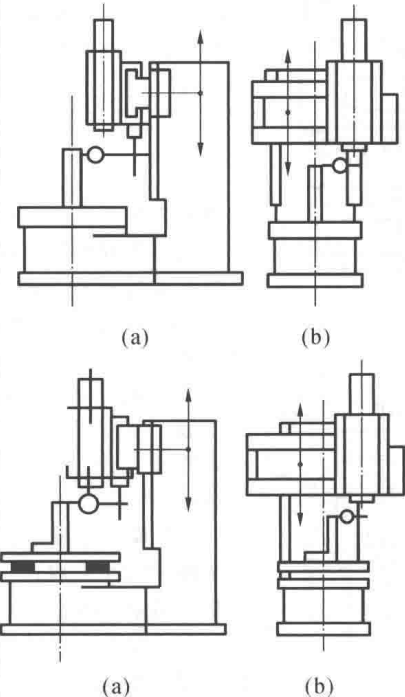
1) 数控机床的几何精度

数控机床的几何精度反映机床的关键机械零、部件的几何形状误差及其组装后的几何形状误差。它包括工作台面的平面度,各坐标方向上移动的相互垂直度,工作台 X、Y 轴方向上移动的平行度,主轴的径向跳动,主轴的轴向窜动等。以数控立式车床为例,其须满足 6 项几何精度要求,如表 6.1 所示。

表 6.1 数控立式车床几何精度要求(摘自 GB/T 23582.1—2009)

检验项目	检验示图	精度/mm	检验工具
G1 工作台面的 平面度		工作台直径在 1000 内 为 0.03; 局部公差:任意 300 测 量长度上为 0.01	水平仪、平尺
		检测及调整方法: (1)清理工作场地,准备过桥及调整垫 铁,球面垫圈,除去相关面上的毛刺,清理 干净; (2)在工作台上架平尺及水平仪,采用 摆米字格的方式在工作台各个方向上检 查平面度	

续表

检验项目	检验示意图	精度/mm	检验工具
<p>G2 工作台面 的端面跳动</p>		<p>工作台直径在 1000 内 为 0.01</p>	<p>指示器</p>
<p>G3 工作台定 心孔的径向 跳动或工作 台外圆面的 径向跳动(当 工作台无定 心孔时)</p>		<p>检验方法： 横梁、垂直刀架和滑座应锁紧； 指示器应装在机床固定部件上， (1) 使其测头触及工作台边缘与加工时 刀具位置成 180°处，旋转工作台检验 G2； (2) 使其测头与加工时刀具位置成 180° 处，触及工作台定心孔或工作台外圆表 面，旋转工作台检验 G3； 偏差以指示器读数的最大差值计</p>	
<p>G4 横梁垂直 移动对工作 台面的垂直 度</p>		<p>(a) 在垂直于横梁的平 面内:1000 测量长度上为 0.04。 (b) 在平行于横梁的平 面内:1000 测量长度上为 0.025</p> <p>检验方法： 垂直刀架和滑座应锁紧； 将检验棒放在工作台中心，旋转工作台 找正；指示器固定在横梁或刀架上，使其 测头触及检验棒表面；或在工作台面上与 中心等距离处，分别放两个等高块，等高 块上放一平尺，平尺上放一角尺。指示器 固定在横梁或刀架上，使其测头触及角尺 检验面； 测量时横梁应在立柱上锁紧，移动横梁 分别在行程的上、中、下部三个位置检验； 锁紧横梁后，记录指示器读数，在1000 mm 测量长度上至少记录 3 个读数； (a)(b)偏差分别计算；偏差以指示器读 数的最大差值计</p>	<p>平尺、角尺、 等高块</p>



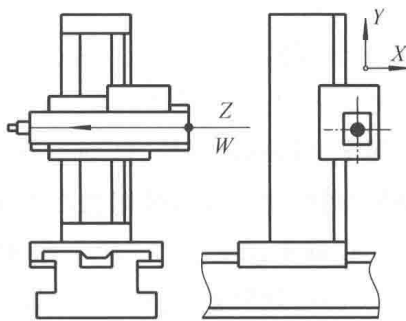
续表

检验项目	检验示意图	精度/mm	检验工具
G5 垂直刀架移动对工作台面的平行度		在 1000 测量长度上为 0.02 检验方法： 横梁固定在其行程下部位置锁紧；有双刀架的机床，两个刀架都应检验，检验一个刀架时，另一个刀架应置于立柱前；在工作台面上，离工作台中心等距离处和横梁平行放两个等高块，等高块上放一平尺；指示器固定在垂直刀架上，使其测头触及平尺检验面，移动刀架检验；偏差以指示器读数的最大差值计	平尺、等高块和指示器
G6 垂直刀架滑枕移动对工作台回转轴线的平行度		(a) 在垂直于横梁的平面内；在 1000 测量长度上为 0.04。 (b) 在平行于横梁的平面内；在 1000 测量长度上为 0.02 检验方法： 垂直刀架和滑座应锁紧；将检验棒放在工作台中心，旋转工作台找正；指示器固定在横梁或刀架上，使其测头触及检验棒表面；或在工作台面上与中心等距离处，分别放两个等高块，等高块上放一平尺，平尺上放一角尺。指示器固定在横梁或刀架上，使其测头触及角尺检验面； (a) 在垂直于横梁的平面内，(b) 在平行于横梁的平面内； 移动滑枕检验； (a)(b) 偏差分别计算。偏差以指示器读数的最大差值计	指示器和检验棒或平尺、角尺和等高块

2) 数控机床的定位精度

数控机床的定位精度,是指所测机床运动部件在数控系统控制下运动时所能达到的位置精度。该精度与机床的几何精度一样,对机床切削精度产生重要影响,尤其会影响到孔隙加工时的孔距误差。以数控落地镗床为例,其须满足3项定位精度要求,如表6.2所示。

表 6.2 数控落地镗床的定位精度要求

检验项目	检验示图	精度/mm		检验工具
P1 直线运动 坐标的定位 精度		X、Y、Z 轴在 2000 测 量长度上为 0.025	W 轴在 1000 测量长 度上为 0.04	激光 干涉仪
P2 直线运动 坐标的重复 定位精度		X、Y、Z 轴在 2000 测 量长度上为 0.015	W 轴在 1000 测量长 度上为 0.02	
P3 直线运动 坐标的反向 差值		X、Y、Z 轴在 1000 测 量长度上为 0.01	W 轴在 1000 测量长 度上为 0.015	

3) 数控机床的切削精度

数控机床的切削精度是一项综合精度,也是机床最终考核的精度,切削精度不仅能反映机床的几何精度、定位精度,还能考核机床的硬指标参数(如扭矩、承载量等)和机床刚度及热变形,同时还反映了工件材质、刀具性能、环境温度,以及切削外在条件和人为测量误差等各种因素带来的影响。切削精度的检验可以按国际工业标准进行,也可以按国家机床标准规定进行,选定试件材料、刀具刀片类型,规定主轴转速、进给速度、背吃刀量,在合适的环境温度和切削前机床预热的条件下便可进行试验检测。

6.1.2 大型重载机床装配难点分析

装配是机床制造过程中最后一个环节,它包括装配、调试、检测和试验等工作。机床装配是机械制造中最后决定机床产品质量的重要工艺过程。即使是全部合格的零件,如果装配不当,往往也不能形成质量合格的机床。机床装配质量直接影响

到机床的精度、性能、质量及使用寿命,应保证机床的精度、性能、质量及可靠性达到要求。大型重载机床装配过程中存在几个难点,主要体现在以下几个方面。

1) 大型零件的调试、检测困难

大型重载机床的基础零件由于外形尺寸超大、重量超重,在总装过程中给吊装、调试、检测带来了很多困难。以 CKX53280 超重型数控单柱移动立式铣车床转台为例,其台面直径为 12.5 m,自重约 200 t,受铸造能力与运输条件的限制,转台采用两半拼合式设计结构。转台拼合后保证其整体(静压导轨)的平面度是转台装配工作的一大难点。大型数控龙门铣床的超长床身的长度可达 20~60 m,要保证其安装拼合完成后的正、侧导轨面的全长和局部直线度达到规定的精度,传统的检测手段很难满足此类大型零件的检测要求。因此,机床装配对大型重载机床大尺寸零件的测量提出了更高的要求。

2) 大型零件关键表面配合刚度保证困难

大型重载机床普遍具有静压导轨及高精度接触平面,导轨及接触平面的主要特点是面积大、精度要求高,仅采用平面磨床和导轨磨床加工难以达到机床的配合刚度要求。如大型立车转台的静压导轨、大型龙门铣床的超长床身的静压导轨、刀架滑枕的静压导轨等,导轨面积大,仅靠磨床加工,很难达到导轨的平面度及表面粗糙度要求,装配时导轨与滑动部件的接触只是线接触或点接触,会造成静压油的泄漏,使静压系统很难建立起来,影响机床的精度和使用寿命。另外,大型重载机床的刀架与滑座的接触面、主轴箱与滑座的接触面及丝杠支座与基础件的接触面等配合刚度高,如果接触面的平面度及表面粗糙度达不到要求,表面接触的紧密度不够,则会降低机床的配合刚度,影响机床的精度及使用寿命。因此,保证大型零件关键表面配合刚度是装配的难点所在。

3) 传动系统精确调整困难

大型重载机床的传动系统主要采取丝杠传动和齿轮传动。比如大型数控立式车床的工作台旋转采用齿轮齿圈传动,齿轮接触面的调整、齿轮与齿圈齿侧间隙的精确调整,是齿轮齿圈传动系统装配的难点;大型数控落地铣镗床的主轴箱进给采用双丝杠传动,丝杠的精确定位和同步调整是丝杠传动装配的难点;大型数控龙门移动镗铣床的龙门移动进给采用双齿轮与齿条驱动机构,双齿轮消除调整是齿轮齿条传动装配的难点。

6.1.3 大型重载机床装配原则及注意事项

1) 装配原则及思路

大型重载机床的装配一般遵循自下而上、先重后轻的原则。当独立的部件组装完成后,会送至总装车间进行装配,合理安排装配顺序是保证机床质量的基础。整体

装配的工序是自下而上、先重后轻；以镗床装配为例，先进行床身的调平，之后安装滑座，最后安装立柱及主轴箱。针对镗床的滑座驱动系统的安装，一定要调整好双齿轮后，才能测量直镶条的厚度，并留出适当的齿轮间隙，最后才能装配此镶条。

2) 选用合理的方法对大型零件进行复检

根据大型重载机床的基础零件的特性，需要选用合理的方法对大型零件进行复检。比如立车底座平面度的复检，可以应用平尺和水平仪分别对其法向及切向进行检查，通过计算获得平面度数值。当然，也可以采用激光跟踪仪采集平面上的点的方式，直接取得平面度。这两种方案都是切实可行的，在生产装配过程中，可根据转台的实际大小、平面度要求选择合适的检测方案。再比如在调整床身的侧向直线度时一般采用准直仪测量，而如果行程过长，人眼在观察物镜时就会出现误差。这种情况下，可以采用拉钢丝的方法对直线度进行复检，但是这种方法对安装环节提出了较高的要求，如周围不能有振动源。

3) 确保零件间的接触精度

许多大型零、部件之间通过接合面连接，接触精度的好坏直接影响到主机刚度，从而影响机床质量。大型重载机床的接合面主要是静压导轨面，静压导轨的刚度及精度对导轨面的接触提出了很高的要求。在大型重载机床的装配过程中，除须确保大型零件自身加工精度满足要求外，大型重载机床多采用刮研方式来保证零件间接合面的接触精度。以镗床装配为例，其滑座导轨与床身导轨的接触、滑枕导轨与主轴箱导轨的接触，均要求接触至少达到 12 点/(25 mm×25 mm)；再比如大型重载机床中滚珠丝杠的前后支座与大件的接合面，同样要求采用刮研方式来确保接触面积占比达到 75% 以上，这样才能有效保证接触刚度。

6.2 大型立车转台的装配调试

数控立式车床的几何精度要求规定：工作台面的端面跳动和径向跳动公差在直径 1 m 范围内为 0.01 mm；在直径范围内每增加 1 m，端面跳动和径向跳动公差增加 0.01 mm。这两项精度是对立车转台装配调试的重要精度要求，如何装配大型立车转台使其满足该精度要求，是本节的重点。

大型转台由于外形尺寸超大、重量超重，毛坯的铸造、加工制造极其不易，同时运输、吊装也十分不便。以目前最大转台为例，其台面直径为 12.5 m、自重约 200 t，设计为两半拼合式结构。在毛坯分别铸造完成后，需对两部分的毛坯连接的接合面进行精加工，然后用楔块和销钉定位，再进行拼合形成完整的大型转台。围绕大型部件再组装其他零、部件，让大型转台在卸荷条件下轻松、自如地运转，从而为大型立式车床的车削主运动提供有力的保障。



其中,大型重载立式车床的回转台的装配重点有以下几个方面:首先,大型重载立式车床底座的调平及工作台的拼装是基础;其次,大型转台的刮研质量控制和静压油膜刚度控制是关键;此外,针对高速旋转的大型转台,其主轴系统既要满足较高端面跳动及径向跳动精度要求,又要保证轴承在高速旋转下工作正常,这就必须严格控制调心滚子轴承的游隙。这对装配方法的科学性及装配精准性又提出了新的考验。本节主要针对高转速转台的主轴安装,以及传统低转速的主轴系统安装进行介绍。

6.2.1 立式转台的装配

1. 安装立车底座

1) 地基的准备

大型机床的安装地基质量直接决定机床精度的稳定可靠性。按大型立车转台的设计承载和自重计算地基必须具备相应的承载能力,保障承载后稳定牢固可靠,以保证机床几何精度和切削精度,避免造成机床损坏。装配地基可以分为试装地基和实装地基,试装地基主要用于组装和调试机床;而实装地基则用于最终的实际安装和固定机床单元。

试装地基就是在万能装配平台上的合适位置铺设过桥垫铁,固定后再在上面穿 T 形螺杆,放置调整垫铁、球面垫圈等,如图 6.1 所示。

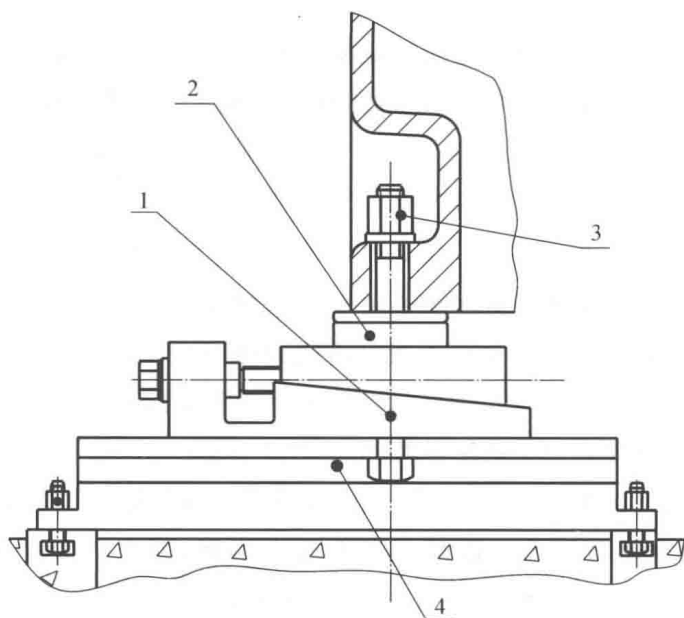


图 6.1 试装地基示意图

1—调整垫铁;2—球面垫圈;3—T形螺钉;4—过桥垫铁

实装地基则是在实地钢筋混凝土地基上,在螺钉坑内灌注水泥砂浆固定地脚螺杆,再放置调整垫铁、球面垫圈等,如图 6.2 所示。

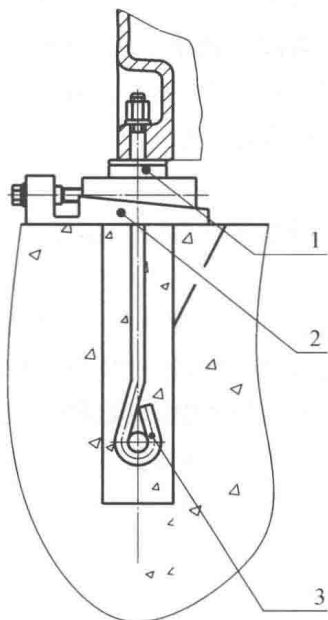


图 6.2 实装地基示意图

1—球面垫圈;2—调整垫铁;3—地脚螺杆

2) 安装底座

大型转台的底座为方便运输多为拼合式结构,待装配时再进行拼合,下面以两半式底座为例,介绍其安装工序:

(1) 在外围平地布置相应的等高垫铁和配套的调整垫铁;

(2) 吊一半底座置于已铺好的垫铁上,垫实调平后,接缝两边先安装好防错位固定键准块;

(3) 清洁底座两半的接合面,打磨、去刺、去凸点,并在接合面的槽内填装橡胶密封绳;

(4) 吊另一半底座于垫铁上,并小心靠近前半部,两面接合后,装上螺钉,调整两半底座,拼合精度达到要求后,紧固连接螺钉,然后安装好所有定位楔块和销钉。

3) 底座调平

底座调平分为两部分,首先是自由调平,然后是紧固调平;利用高精度平尺和水平仪在转台底座导轨处进行调整检测;要求安装水平(在纵横方向和 45° 方向上)公差为 $0.03 \text{ mm} / 1000 \text{ mm}$ 、水平仪沿导轨圆周(水平仪下垫 500 mm 高的量块)检测读数差值不大于 $0.02 \text{ mm} / 1000 \text{ mm}$ 。

自由调平是在底座自由状态下,将所有垫铁调到一个相对高度,保证所有垫铁均能垫实着力,在此基础上再做紧固调平,利用垫铁和螺杆螺帽将底座固定后调平。