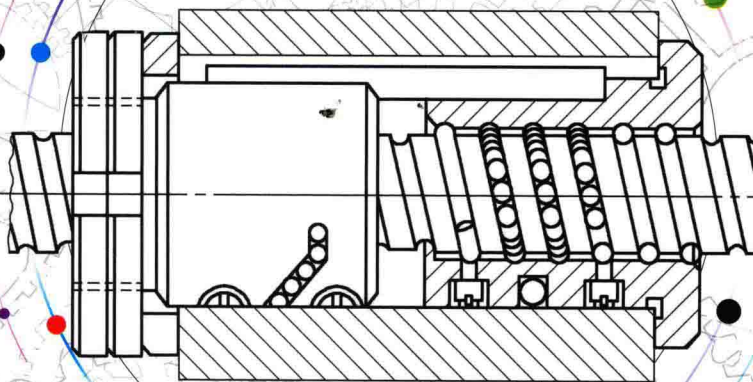


职业教育精品规划教材

数控系统 选用与维护

王晓忠 主编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



中央广播电视大学出版社
Central Radio TV University Press

职业教育精品规划教材

数控系统选用 与维护

主 编	王晓忠	
副主编	沈丁琦	秦以培
参 编	梅振益	沈 洁
	王 建	陈震乾
主 审	邵泽强	

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

 **中央广播电视大学出版社**
Central Radio TV University Press

内 容 简 介

本书共5章,书中借鉴了德国“双元制”职业教育相关教材的先进理念,并针对工作过程的实际情况编写。借鉴德国先进的职业教育教学模式,以就业为导向,以能力为本位,全面介绍了FANUC、SIEMENS、华中、广数、三菱五种典型数控系统,详细论述了数控系统的工作原理、各种数控系统的组成、PLC调试步骤、数控系统各部件的选用和数控机床的维护与保养,使读者能够参照书中讲解并结合实际需要完成数控系统的选用、维护和保养。

本书可供工厂数控机床使用和维修人员阅读、参考,也可供相关专业教师与工程技术人员参考,还可作为高等工科院校,中、高等职业院校数控技术、机械制造、机电一体化、自动控制应用和数控维护专业及相关专业进行工程教学和工程训练的指导教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控系统选用与维护/王晓忠主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-5682-1571-8

I. ①数… II. ①王… III. ①数控机床—应用 ②数控机床—维修 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第299383号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/9.5

字 数/220千字

版 次/2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

定 价/22.00元

责任编辑/封 雪

文案编辑/张鑫星

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

本书是由长期从事数控机床开发研究人员、数控机床生产管理维护人员和数控技术应用教学管理人员组成的编写组组织编写的。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级，数控技术在现代企业中大量应用，使制造业朝着数字化的方向迈进。同时经济发展对高素质技能人才的需求不断上升，当前急需一大批熟练掌握数控系统维护保养的基本知识和技能的高素质人才。

本书共 5 章，阐述典型数控机床维护和保养的内容与方法；常用数控系统的原理及选型；数控机床位置检测装置的原理、构成及选用；数控机床主轴伺服系统的组成及选用；机床 PLC 的原理及选用。本书编写力求少而精，突出基本知识和基本技能的培养，条理清晰，便于学习，主要特色为：

1. 以国内最常用的典型数控系统为载体进行编写。
2. 内容涵盖了数控系统的各个组成部分，既考虑每块内容的独立性，又考虑系统的完整性。
3. 每章内容都是先介绍原理后进行实际选用，逻辑清楚、明了。
4. 本书图文并茂，简洁易懂，易于学习。
5. 本书适合在实训现场教学。

本书可作为机电一体化、数控技术等专业通用教材，也可作为职业培训教材或相关技术人员的参考书。

FOREWORD

本书由江苏联合职业技术学院无锡机电分院王晓忠主编，江苏联合职业技术学院无锡机电分院沈丁琦、盐城市市区防洪工程管理处秦以培任副主编，参加编写的还有江苏联合职业技术学院无锡机电分院梅振益、沈洁及江苏省无锡技师学院王建、陈震乾。全书由王晓忠统稿。在本书的编写过程中，得到了江苏联合职业技术学院无锡机电分院领导及发那科职教集团等企业的大力支持和帮助，在此致以衷心感谢！

由于学识和经验有限，书中难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第 1 章 数控机床的维护与保养

1.1 概述	1
1.1.1 数控机床维护与保养的目的	1
1.1.2 数控机床维护与保养的基本要求	1
1.1.3 数控机床维护与保养的点检管理	2
1.1.4 数控机床维护与保养的内容	4
1.2 数控机床机械部分及辅助装置的维护与保养	6
1.2.1 机械部分的维护与保养	7
1.2.2 辅助装置的维护与保养	10
1.3 数控系统的维护与保养	11
1.3.1 数控系统的使用检查	12
1.3.2 数控装置的日常维护与保养	13
1.3.3 数控系统的诊断与维修	14
1.4 数控机床强电控制系统的维护与保养	19
1.4.1 普通继电器接触器控制系统的维护与保养	20
1.4.2 PLC 可编程控制器的维护与保养	20
1.5 数控机床的安全操作规程	20
1.5.1 数控车床及车削加工中心的安全操作规程	21
1.5.2 数控铣床及加工中心的安全操作规程	22
1.5.3 特种加工机床的安全操作规程	23
思考与练习	24

第2章 数控系统

2.1 数控系统	25
2.1.1 硬件结构	26
2.1.2 软件结构	26
2.2 数控系统的分类方式	27
2.2.1 加工工艺分类	27
2.2.2 伺服系统分类	28
2.2.3 功能水平分类	29
2.3 FANUC 数控系统	30
2.3.1 FANUC 数控系统的特点	31
2.3.2 常见 FANUC 数控系统	32
2.4 西门子 (SINUMERIK) 数控系统	35
2.4.1 SIEMENS 数控系统产品种类	36
2.5 三菱数控系统	38
2.6 华中 (HNC) 数控系统	40
2.7 广州数控 (GSK) 系统	41
2.8 数控系统的选用	43
2.8.1 数控系统的选配	43
2.8.2 驱动单元的选配	44
2.8.3 功能选择	45
思考与练习	48

第3章 数控机床的位置检测装置

3.1 旋转编码器	51
3.1.1 旋转编码器的分类和结构	51
3.1.2 光电旋转编码器的工作原理	51
3.1.3 绝对式编码器	52
3.2 光栅尺	54
3.2.1 光栅的种类	54

3.2.2	光栅的结构和工作原理	55
3.2.3	直线光栅尺检测装置的辨向原理	56
3.2.4	提高光栅检测分辨精度的细分电路	56
3.3	旋转变压器和感应同步器	57
3.3.1	旋转变压器	57
3.3.2	感应同步器	60
3.4	磁栅	63
3.4.1	磁栅的结构	63
3.4.2	磁栅的工作原理	64
3.5	典型传感器的类型与选用	65
	思考与练习	65

第4章 数控机床伺服驱动系统

4.1	数控机床伺服驱动系统的概念	67
4.1.1	伺服驱动系统的概念	67
4.1.2	对伺服驱动系统的要求	68
4.1.3	伺服驱动系统的组成	69
4.1.4	伺服驱动系统的分类	70
4.1.5	伺服驱动系统的工作原理	70
4.1.6	伺服驱动系统电动机类型	73
4.2	数控机床的进给驱动系统	74
4.2.1	步进电动机驱动的进给系统	75
4.2.2	直流伺服进给驱动	81
4.2.3	交流伺服电动机驱动的进给系统	86
4.3	数控机床的主轴驱动系统	89
4.3.1	直流主轴驱动	89
4.3.2	交流主轴驱动	92
4.4	典型驱动器类型及选用	95
	思考与练习	96

第 5 章 数控机床可编程控制器

5.1 概述	98
5.1.1 PLC 的产生与发展	98
5.1.2 PLC 的基本功能	99
5.1.3 PLC 的基本结构	100
5.1.4 PLC 的规模和几种常用名称	104
5.2 数控机床用 PLC	105
5.2.1 数控机床用 PLC	105
5.2.2 PLC 的工作过程	108
5.3 FANUC PLC 指令系统	109
5.3.1 继电器触点	109
5.3.2 继电器线圈指令	110
5.3.3 定时器	111
5.3.4 计数器	112
5.3.5 数学运算	114
5.3.6 比较指令	115
5.3.7 位操作指令	117
5.3.8 数据移动指令	122
5.3.9 数据表格指令	126
5.3.10 数据转换指令	130
5.3.11 控制指令	131
5.4 simatic 系列可编程控制器简介	136
5.4.1 SIMATIC S7-200	136
5.4.2 SIMATIC S7-300	138
5.4.3 SIMATIC S7-400	139
5.4.4 工业通信网络	139
5.4.5 人机界面 (HMI) 硬件	139
5.4.6 SIMATIC S7 工业软件	140
5.5 典型 PLC 类型及选用	140
思考与练习	141
参考文献	142

数控机床的维护与保养

1.1 概 述

1.1.1 数控机床维护与保养的目的

数控机床的日常维护和保养是数控机床长期稳定、可靠运行的保证，是延长数控机床使用寿命的必要措施，对数控机床正确使用和日常严格的维护保养可以避免 80% 的意外故障。数控机床的日常维护和保养的项目在机床制造厂提供的使用说明书中一般都有明确的描述。尽管数控机床在设计生产中采取了很多手段和措施，保证其工作的可靠性和稳定性，但是由于数控机床的使用环境复杂，只有坚持做好对机床的日常维护保养工作，才可以延长元器件的使用寿命，延长机械部件的磨损周期，防止意外恶性事故的发生，争取机床长时间稳定工作；也才能充分发挥数控机床的加工优势，达到数控机床的技术性能，确保数控机床能够正常工作。因此，无论是对数控机床的操作者，还是对数控机床的维修人员，数控机床的维护与保养都显得非常重要，我们必须高度重视。

1.1.2 数控机床维护与保养的基本要求

数控机床的维护与保养具有重要的意义，故必须明确其基本要求，主要包括：

(1) 在思想上要高度重视数控机床的维护与保养工作，尤其是对数控机床的操作者更应如此，我们不能只管操作，而忽视对数控机床的日常维护与保养。

(2) 提高操作人员的综合素质。

数控机床的使用比普通机床的难度要大，因为数控机床是典型的机电一体化产品，它涉及的知识面较宽，即操作者应具有机、电、液、气等更宽广的专业知识；再有，由于其电气控制系统中的 CNC 系统升级、更新换代比较快，如果不定期参加专业理论培训学习，

则不能熟练掌握新的 CNC 系统应用,因此对操作人员提出的素质要求很高。为此,必须对数控操作人员进行培训,使其对机床原理、性能、润滑部位及其方式,进行较系统的学习,为更好的使用机床奠定基础。同时在数控机床的使用与管理方面,制定一系列切合实际、行之有效的措施。

(3)要为数控机床创造一个良好的使用环境。

由于数控机床中含有大量的电子元件,它们最怕阳光直接照射,也怕潮湿和粉尘、振动等,这些均可使电子元件受到腐蚀变坏或造成元件间的短路,引起机床运行不正常。为此,对数控机床的使用环境应做到保持清洁、干燥、恒温和无振动;对于电源应保持稳压,一般只允许有 $\pm 10\%$ 波动。

(4)严格遵循正确的操作规程。

无论是什么类型的数控机床,它都有一套自己的操作规程,这既是保证操作人员人身安全的重要措施之一,也是保证设备安全、使用产品质量等的重要措施。因此,使用者必须按照操作规程正确操作,如果机床为第一次使用或长期没有使用,则应先使其空转几分钟,并要特别注意使用中开机、关机的顺序和注意事项。

(5)在使用中,尽可能提高数控机床的开动率。

对于新购置的数控机床,应尽快投入使用,设备在使用初期故障率往往大一些,用户应在保修期内充分利用机床,使其薄弱环节尽早暴露出来,在保修期内得以解决。即使在缺少生产任务时,也不能空闲不用,要定期通电,每次空运行 1 小时左右,利用机床运行时的发热量来去除或降低机内的湿度。

(6)要冷静对待机床故障,不可盲目处理。

机床在使用中不可避免地会出现一些故障,此时操作者要冷静对待,不可盲目处理,以免产生更为严重的后果,要注意保留现场,待维修人员来后如实说明故障前后的情况,共同分析问题,尽早排除故障。故障若属于操作问题,操作人员要及时吸取经验,避免下次犯同样的错误。

(7)制定并严格执行数控机床管理的规章制度。

除了对数控机床的日常维护外,还必须制定并严格执行数控机床管理的规章制度,主要包括:定人、定岗和定责任的“三定”制度,定期检查制度,规范交接班制度等。这也是数控机床管理、维护与保养的主要内容。

1.1.3 数控机床维护与保养的点检管理

由于数控机床集机、电、液、气等技术为一体,所以对它的维护要有科学的管理,有目的地制定出相应的规章制度。对维护过程中发现的故障隐患应及时清除,避免停机待修,从而延长设备平均无故障时间,增加机床的利用率。开展点检是数控机床维护的有效方法。

以点检为基础的设备维修是日本在引进美国的预防维修制的基础上发展起来的一种点检管理制度。点检就是按有关维护文件的规定,对设备进行定点、定时的检查和维护,其优点是能把出现的故障和性能的劣化消灭在萌芽状态,防止过修或欠修,缺点是定期点检工作量大。这种在设备运行阶段以点检为核心的现代维修管理体系,能达到降低故障率和维修费用及提高维修效率的目的。

我国自 20 世纪 80 年代初引进日本的设备点检定修制,把设备操作者、维修人员和技术管理人员有机地组织起来,按照规定的检查标准和技术要求,对设备可能出现问题的部位,定人、定点、定量、定期、定法地进行检查、维修和管理,保证了设备持续、稳定地运行,促进了生产发展和经营效益的提高。

数控机床的点检,是开展状态监测和故障诊断工作的基础,主要包括下列内容:

(1)定点。首先要确定一台数控机床有多少个维护点,科学地分析这台设备,找准可能发生故障的部位。只要把这些维护点“看住”,有了故障就会及时发现。

(2)定标。对每个维护点要逐个制定标准,例如间隙、温度、压力、流量、松紧度等,都要有明确的数量标准,只要不超过规定标准就不算故障。

(3)定期。多长时间检查一次,要定出检查周期。有的点可能每班要检查几次,有的点可能一个月或几个月检查一次,要根据具体情况确定。

(4)定项。每个维护点检查哪些项目也要有明确规定。每个点可能检查一项,也可能检查几项。

(5)定人。由谁进行检查,是操作者、维修人员还是技术人员,应根据检查部位和技术精度要求,落实到人。

(6)定法。怎样检查也要有规定,是人工观察还是用仪器测量,是采用普通仪器还是精密仪器。

(7)检查。检查的环境、步骤要有规定,是在生产运行中检查还是停机检查,是解体检查还是不解体检查。

(8)记录。检查要详细做记录并按规定格式填写清楚。要填写检查数据及其与规定标准的差值、判定印象、处理意见,检查者要签名并注明检查时间。

(9)处理。检查中能处理和调整的要及时处理和调整,并将处理结果记入处理记录。没有能力或没有条件处理的,要及时报告有关人员安排处理。但任何人、任何时间处理都要填写处理记录。

(10)分析。检查记录和处理记录都要定期进行系统分析,找出薄弱“维护点”,即故障率高的点或损失大的环节,提出意见,交设计人员进行改进设计。

数控机床的点检可分为日常点检和专职点检两个层次。日常点检负责对机床的一般部件进行点检,处理和检查机床在运行过程中出现的故障,由机床操作人员进行。专职点检负责对机床的关键部位和重要部件按周期进行重点点检和设备状态监测与故障诊断,制定点检计划,做好诊断记录,分析维修结果,提出改善设备维护管理的建议,由专职维修人

员进行维修。

数控机床的点检作为一项工作制度，必须认真执行并持之以恒，才能保证机床的正常运行。

从点检的要求和内容上看，点检可分为专职点检、日常点检和生产点检三个层次，数控机床点检维修过程如图 1-1 所示。

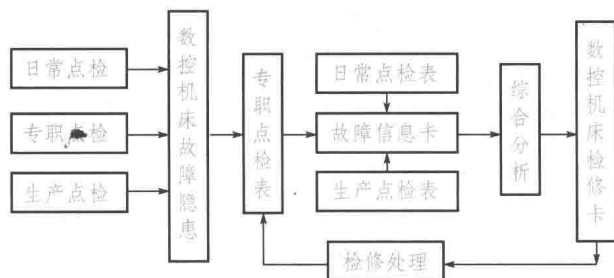


图 1-1 数控机床点检维修过程

1. 专职点检

专职点检：主要对机床的关键部位与重要部位按周期进行重点点检和设备状态监测及故障诊断定点检计划，做好诊断记录，分析维修结果，提出改善设备维护管理的建议。

2. 日常点检

日常点检：主要对机床的一般部位进行点检，处理和检查机床在运行过程中出现的故障。

3. 生产点检

生产点检：主要对生产运行中的数控机床进行点检，并负责润滑、紧固等工作。

点检作为一项工作制度必须认真执行并持之以恒，这样才能保证数控机床的正常运行。

1.1.4 数控机床维护与保养的内容

通常对数控机床进行预防性维护的宗旨是延长元器件的使用寿命，延长机械部件的磨损周期，防止意外事故的发生。预防性维护的关键是加强日常保养，主要的保养工作有如下内容。

1. 日检

其主要项目包括液压系统、主轴润滑系统、导轨润滑系统、冷却系统、气压系统。日检就是根据各系统的正常情况来加以检测。日常检查项目见表 1-1。

表 1-1 日常检查项目

序号	检 查 内 容
1	检查润滑油箱液面，及时添加润滑油
2	检查液压泵有无异常噪声，各压力指示是否正确，管路各接头有无泄漏，工作液面高度是否正常
3	检查气源的压力，调整减压阀，保证压力在正常的范围内，及时清理干燥器中滤出的水分，保证空气干燥器的正常工作，并及时添加油雾器中的机械油
4	检查导轨防护罩和刮屑板有无损坏，清除切屑和脏物，移动时检查是否有异常噪声，务必涂上一些润滑脂
5	检查电柜通风散热情况，过滤网是否堵塞并需要清洗，电柜空调是否正常
6	检查冷却水液面，及时添加冷却水，不定期检查冷却水的酸碱度
7	检查机床辅助设备的润滑，液压以及运转情况，如排屑器运转是否平稳，有无卡住的情况，必要时拆开排屑器清理内部卡住的切屑

以上内容是数控机床开机前后就必须检查的项目，机床在关机时还有一些必要的操作规范：首先是清洁机床。机床经过工件切削，总有或多或少的切屑粘在机床加工区域的表面，如果长时间不去除，在冷却水的作用下，切屑易被腐蚀并引起机床被腐蚀，所以机床加工完工件后必须清洁。清洁时可以用冷却水枪或刷子清洁机床内部切屑，加工中心和数控铣床加工区域部件较少，清洁比较容易，而车床加工区域有刀架、尾架、中心架和夹具，形状也不规则，所以积屑比较严重，清洗难度较大，需要花费一定的时间。其次，在清理完切屑后，还要将机床各轴移动到导轨中部，让机床处于一个比较平衡的状态，然后再按下急停开关，关闭防护门，并切断机床各级电源。最后，在切断机床电源后还要用软布或棉纱清洁机床显示屏、操作面板和机床外表面。至此，一个工作日的维护保养才算完成。

2. 周检

其主要项目包括机床零件、主轴润滑系统，应该每周对其进行正确的检查，特别是对机床零件要清除铁屑，进行外部杂物清扫。

3. 月检

主要是对电源和空气干燥器进行检查。电源电压在正常情况下为 180~220 V，频率为 50 Hz，如有异常，要对其进行测量、调整。空气干燥器应该每月拆一次，然后进行清洗、装配。

4. 季检

季检应该主要从机床床身、液压系统、主轴润滑系统三方面进行检查。例如，对机床床身进行检查时，主要看机床精度、机床水平是否符合手册中的要求，如有问题，应马上

和机械工程师联系。对液压系统和主轴润滑系统进行检查时,如有问题,应分别更换新油 60L 和 20L,并对其进行清洗。

5. 半年检

半年后,应该对机床的液压系统、主轴润滑系统以及 X 轴进行检查,如出现问题,应该更换新油,然后进行清洗工作。

全面地熟悉及掌握预防性维护知识后,还必须对油压系统异常现象的原因与处理有更深的了解及必要的掌握。当油泵不喷油、压力不正常、有噪声等现象出现时,应知道主要原因有哪些,有什么相应的解决方法。对于油压系统异常现象的原因与处理,主要应从以下三方面加以了解:

(1) 油泵不喷油

油泵不喷油的主要原因可能是油箱内液面低、油泵反转、转速过低、油黏度过高、油温低、过滤器堵塞、吸油管配管容积过大、进油口处吸入空气、轴和转子有破损处等。相应的解决方法,如注满油、确认标牌,当油泵反转时变更过来等。

(2) 压力不正常

即压力过高或过低。其主要原因也是多方面的,如压力设定不适当、压力调节阀线圈动作不良、压力表不正常、液压系统漏油等。相应的解决方法有按规定压力设置拆开清洗、换一个正常压力表、按各系统依次检查等。

(3) 有噪声

噪声主要是由油泵和阀产生的。当阀有噪声时,其原因是流量超过了额定标准,应该适当调整流量;当油泵有噪声时,原因及其相应的解决办法也是多方面的,如油的黏度高、油温低,解决方法为升油温;油中有气泡时,应放出系统中的空气等。

总而言之,要想做好数控机床的预防性维护工作,关键是要让学生了解日常维护与保养的知识。

1.2 数控机床机械部分及辅助装置的维护与保养

机械部分及辅助装置是数控机床的重要组成部分。其中,机械部分主要包括:机床主

轴部件、滚珠丝杠螺母副、导轨等。而辅助装置则主要包括：数控分度头、自动换刀装置、液压气动系统和冷却润滑装置。因此，它们的日常维护与保养是数控机床整个维护与保养工作内容之一。

1.2.1 机械部分的维护与保养

数控机床机械部分的维护与保养主要包括：机床主轴部件、进给传动机构、导轨等的维护与保养。

1. 主轴部件的维护与保养

主轴部件是数控机床机械部分中的重要组成部件，主要由主轴、轴承、主轴准停装置、自动夹紧和切屑清除装置组成。数控机床主轴部件的润滑、冷却与密封是机床使用和维护过程中值得重视的几个问题。

(1)良好的润滑效果，可以降低轴承的工作温度和延长使用寿命，为此，在操作使用中要注意到：低速时，采用油脂、油液循环润滑；高速时采用油雾、油气润滑方式。但是，在采用油脂润滑时，主轴轴承的封入量通常为轴承空间容积的10%，切忌随意填满，因为油脂过多，会加剧主轴发热。对于油液循环润滑，在操作使用中要做到每天检查主轴润滑恒温油箱，看油量是否充足，如果油量不够，则应及时添加润滑油，同时要注意检查润滑油温度范围是否合适。

为了保证主轴有良好的润滑，减少摩擦发热，同时又能把主轴组件的热量带走，通常采用循环式润滑系统，用液压泵强力供油润滑，使用油温控制器控制油箱油液温度。高档数控机床主轴轴承采用了高级油脂封存方式润滑，每加一次油脂可以使用1~10年。新型的润滑冷却方式不但要减少轴承温升，还要减少轴承内外圈的温差，以保证主轴热变形小。

常见主轴润滑方式有两种，油气润滑方式近似于油雾润滑方式，但油雾润滑方式是连续供给油雾，而油气润滑则是定时定量地把油雾送进轴承空隙中，这样既实现了油雾润滑，又避免了油雾太多而污染周围空气。喷注润滑方式是用较大流量的恒温油(每个轴承3~4 L/min)喷注到主轴轴承，以达到润滑、冷却的目的。这里较大流量喷注的油必须靠排油泵强制排油，而不是自然回流。同时，还要采用专用的大容量高精度恒温油箱，油温变动控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

(2)主轴部件的冷却主要是以减少轴承发热、有效控制热源为主。

(3)主轴部件的密封则不仅要防止灰尘、屑末和切削液进入主轴部件，还要防止润滑油的泄漏。主轴部件的密封有接触式和非接触式密封。对于采用油毡圈和耐油橡胶密封圈的接触式密封，要注意检查其是否老化和破损；对于非接触式密封，为了防止泄漏，重要的是保证回油能够尽快排掉，要保证回油孔的通畅。图1-2所示为主轴前支承的密封结构。

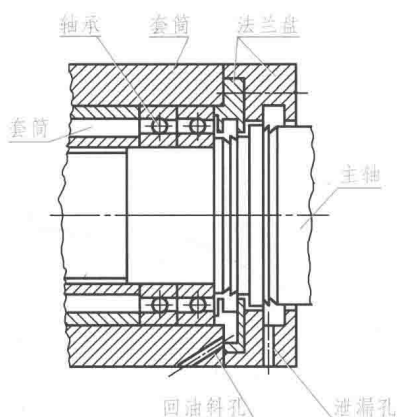


图 1-2 主轴前支承的密封结构

综上所述，在数控机床的使用和维护过程中必须高度重视主轴部件的润滑、冷却与密封问题，并且仔细做好这方面的工作。

2. 进给传动机构的维护与保养

进给传动机构的机电部件主要有：伺服电动机及检测元件、减速机构、滚珠丝杠螺母副、丝杠轴承、运动部件（工作台、主轴箱、立柱等）。这里主要对滚珠丝杠螺母副的维护与保养问题加以说明。

（1）滚珠丝杠螺母副轴向间隙的调整。

滚珠丝杠螺母副除了对本身单一方向的进给运动精度有要求外，对轴向间隙也有严格的要求，以保证反向传动精度。因此，在操作使用中要注意由于丝杠螺母副的磨损而导致的轴向间隙，并采用调整方法加以消除。

1) 双螺母垫片式消除，如图 1-3 所示。

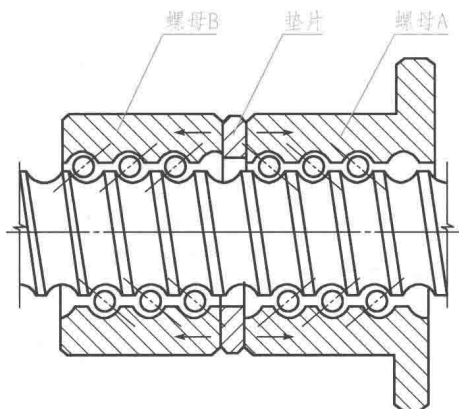


图 1-3 双螺母垫片式消除

在两螺母之间放入一垫片，调整垫片的厚度使左右两螺母产生方向相反的位移，使两个螺母中的滚珠分别贴紧在螺旋滚道两个相反的侧面上，即可消除间隙并产生预紧力。此