

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造装备设计

(第2版)

主编 陈立德



高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造装备设计

Jixie Zhizao Zhuangbei Sheji

(第2版)

主 编 陈立德

 高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是在全国教育科学“十五”国家规划课题研究成果——《机械制造装备设计》第1版基础上修订而成的。本书突出了高等工科院校应用型人才培养的特点,教材内容更贴近工程实践。

本书除绪论外分为四篇17章:第1篇专机设计(专机总体设计、传动系统设计、主轴组件设计、导轨设计、支承件设计、结构工艺性、普通机床数控化改造、组合机床设计),第2篇常用机构设计(操纵机构设计、制动机构设计、换向机构设计、行星齿轮机构设计、工业机械手),第3篇工夹具设计(金属切削机床夹具设计、数控工具系统),第4篇工件输送装备(送料机构、输送装备)。各章后附有一定数量的思考题与习题。

本书贯彻“少而精”的原则,突出重点;以应用为导向,重视理论与实践相结合;适当反映国内外机械制造装备的科技成果和发展趋势。

本书可作为普通高等学校机械类、近机类专业的教材,也可作为有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造装备设计/陈立德主编. —2版. —北京:高等教育出版社,2010.6

ISBN 978-7-04-029539-9

I. ①机… II. ①陈… III. ①机械制造-工艺装备-设计-高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第060730号

策划编辑 庾欣 责任编辑 李京平 封面设计 于文燕 责任绘图 尹莉
版式设计 范晓红 责任校对 王超 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京机工印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006年4月第1版 2010年6月第2版
印 张	25.75	印 次	2010年6月第1次印刷
字 数	620 000	定 价	34.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 29539-00

前 言

本书是全国教育科学“十一五”规划课题——“我国高校应用型人才培养模式研究”机械类子课题项目成果,是在第1版基础上,认真吸取全国高等学校机械类、近机类专业十年来教育教学改革和创新的经验,以现场应用为导向,以基本理论为基础,结合实际需要,精心组织教材内容、精心编排、精心写作而成。

修订前,编者广泛听取了有关学校师生的意见,经过讨论确定了修订的重点和方案:继续保持第1版教材的特色,与陈立德主编《机械制造技术基础》(高等教育出版社,2009)教材紧密配合,以利于教学安排;增加工程应用的新内容;在文字、插图,尤其在突出理论指导下的工程应用方面作了进一步修改。

具体的修订工作主要有以下几个方面:

1. 保持原书体系,对原书的少量内容进行了增、删或改写,使之更便于教与学;
2. 突出应用性,使教材内容更贴近于工程实践,如“普通机床数控化改造”一章中增加了滚珠丝杆的间隙调整、传动件间隙调整等内容;
3. 增加新章节,更利于学生在现场中应用,如增加了组合机床设计、换向机构设计、物流系统设计等;
4. 采用了最新国家标准和有关的技术规范。

本书可作为本科机械类、近机类教学用书,参考教学时数为50~60学时。

全书由金陵科技学院陈立德教授任主编,并负责全书的统稿,茅军、赵海霞、王宏睿任副主编,参加本书修订工作的有:陈立德(绪论,第1、2、3、6、8章,第14章的14.1、14.4、14.5节)、续海峰(第4、5章)、王宏睿(第7章)、赵海霞(第9、10、11章)、罗卫平(第12、13章)、许明三(第14章的14.2、14.3节)、茅军(第15章)、徐秀玲(第16、17章)。

上海新江机器厂陈立兴高级工程师认真审阅了本书,提出了很多宝贵意见和建议,尤其是能根据现场情况提出如何组织内容等,在此表示衷心感谢。

在编写过程中得到了凌秀军、李颖、卞咏梅、褚天承等的大力支持与帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,编写时间又较紧迫,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评、指正。

编 者

2010年4月

目 录

绪论	1	0.2 机械制造装备的作用、地位及组成	1
0.1 机械制造的作用、地位和发 展趋势	1	0.3 机械制造装备设计课程的研究对象	2
第 1 篇 专机设计			
第 1 章 专机总体设计	5	思考题与习题	92
1.1 专机的基本要求	5	第 5 章 支承件设计	93
1.2 专机设计的步骤	6	5.1 支承件的功用、基本要求及设计 步骤	93
1.3 专机的总体方案设计	7	5.2 支承件的结构设计	94
1.4 专机的运动联系形式及选择	10	5.3 支承件的材料和热处理	99
1.5 主要技术参数的确定	13	思考题与习题	100
1.6 专机功率的确定	15	第 6 章 结构工艺性	101
思考题与习题	17	6.1 概述	101
第 2 章 传动系统设计	19	6.2 铸件的结构工艺性	102
2.1 分级变速主动系统设计	19	6.3 焊接件的结构工艺性	106
2.2 齿轮齿数的确定	28	6.4 热处理件的结构工艺性	109
2.3 几种常用的变速机构	36	6.5 机械加工件的结构工艺性	111
2.4 计算转速	43	6.6 产品结构的装配工艺性	113
2.5 进给运动传动系统的设计原则	45	思考题与习题	115
2.6 无级变速系统设计	47	第 7 章 普通机床数控化改造	116
2.7 机床传动链的传动精度	49	7.1 概述	116
思考题与习题	52	7.2 普通机床主动传动系统的数控化改造 设计	118
第 3 章 主轴组件设计	53	7.3 普通机床进给系统的数控化改造 设计	119
3.1 主轴组件的基本要求	53	7.4 数控改造的实例	132
3.2 主轴轴承的选择与配置	55	思考题与习题	135
3.3 主轴	62	第 8 章 组合机床设计	136
3.4 主轴组件的计算	63	8.1 概述	136
3.5 提高主轴组件性能的措施	72	8.2 组合机床的配置型式	137
思考题与习题	74	8.3 组合机床的通用部件	140
第 4 章 导轨设计	75	8.4 组合机床总体设计	151
4.1 导轨的功用、分类和基本要求	75	8.5 组合机床多轴箱设计	176
4.2 滑动导轨	77	思考题与习题	206
4.3 滚动导轨	85		
4.4 液体动压导轨和液体静压导轨简介 ..	90		
4.5 导轨的润滑与防护	91		

第2篇 常用机构设计

第9章 操纵机构设计	209	思考题与习题	245
9.1 概述	209	第12章 行星齿轮机构设计	246
9.2 单独式操纵机构的设计	212	12.1 概述	246
9.3 集中式操纵机构	215	12.2 行星齿轮机构各轮齿数和行星轮数 的选择	248
9.4 操纵机构的定位和互锁	218	12.3 行星齿轮机构的效率	251
思考题与习题	222	12.4 行星齿轮机构结构设计及应用	255
第10章 制动机构设计	223	12.5 行星齿轮机构的设计	261
10.1 概述	223	思考题与习题	261
10.2 制动器的理论分析	228	第13章 工业机械手	263
10.3 带式制动器的设计计算	230	13.1 概述	263
10.4 块式制动器的设计计算	234	13.2 手部	266
10.5 其他制动器简述	234	13.3 手腕	272
思考题与习题	235	13.4 手臂	274
第11章 换向机构设计	236	13.5 应用实例	280
11.1 概述	236	思考题与习题	281
11.2 摩擦离合器的设计	237		
11.3 其他离合器简述	243		

第3篇 工夹具设计

第14章 金属切削机床夹具设计	285	思考题与习题	341
14.1 概述	285	第15章 数控工具系统	344
14.2 工件的定位	286	15.1 加工中心工具系统	344
14.3 工件的夹紧	314	15.2 可转位刀具	354
14.4 典型专用夹具设计	327	15.3 数控刀具发展近况与趋势	360
14.5 现代机床夹具简介	332	思考题与习题	362

第4篇 工件输送装备

第16章 送料装置	365	第17章 输送装备	380
16.1 概述	365	17.1 叉车	380
16.2 卷料及板料自动上料装置	366	17.2 电动葫芦	386
16.3 棒料自动上料装置	367	17.3 桥式起重机	389
16.4 件料自动上料装置	369	17.4 自动线输送系统	390
思考题与习题	379	思考题与习题	399

参考文献	401
-------------------	-----

绪 论

0.1 机械制造的作用、地位和发展趋势

机械制造业是国民经济的装备部,在国民经济中具有十分重要的地位和作用。机械制造业提供的装备水平对国民经济各部门的技术进步有着很大的和直接的影响。机械制造业规模的水平是反映国民经济实力和科学技术水平的重要标志之一。因而,世界各国都把发展机械制造业作为振兴和发展本国经济的战略重点之一。

在 14 世纪以前,我国机械制造技术水平是远远超过西方国家的,但由于长期封建统治,使中国的科学技术得不到进一步发展,然后慢慢地趋于落后地位。一直到解放前我国几乎没有有什么可以称道的机械制造业,只有一些门类不全、规模较小的修配工厂。中华人民共和国成立后,我国机械制造业有了飞速发展。20 世纪 70 年代以后,由于微电子技术、控制技术、传感器技术和机电一体化技术的产生和迅速发展,特别是计算机的广泛应用,不仅给机械制造领域带来了许多新技术、新工艺、新观念,而且使机械制造技术产生了质的飞跃,走上了一个新的台阶。

21 世纪中国的机械制造技术的发展战略特别是冷加工技术的发展将沿着三条主线进行:第一,机械制造工艺方法进一步完善与开拓。一方面,传统的切削、磨削技术仍在不断地发展,不断上升到新的高度;另一方面,各种特种加工技术也在不断开拓,研发出新的工艺,达到新的技术水平,并在生产中发挥越来越大的作用。第二,加工技术向高精度方向发展,使“精密工程”和“纳米技术”逐步走向实用化和生产化。第三,加工技术向自动化方向发展,继续沿着 NC—CNC—FMS—CIMS 的台阶向上攀登。

我国是制造业大国,但不是强国。虽然机械制造业取得了很大的成绩,但与国家经济发展需要和世界先进水平相比还存在着一定的差距,必须迎头赶上。

0.2 机械制造装备的作用、地位及组成

机械制造生产能力和制造水平,主要取决于机械制造装备的先进程度。

机械制造装备的核心为金属加工机床。一个国家的机床工业水平在很大程度上代表着这个国家的工业生产能力和技术水平。改革开放后,我国机械制造装备业迅速发展,目前我国已能生产出多种精密、自动化、高效率的机床及自动生产线,例如已能生产 100 多种数控机床和加工中心等,并达到一定的技术水平,但与世界先进水平相比还有很大的差距。

机械制造装备由四大部分所组成,如下所述:

1) 加工设备

加工设备主要是指金属加工机床,其加工方法为锻压、铸造、切割、连接及其他方法等。因

此,金属加工机床可分为锻造机床、铸造机床、切割机床、连接机床等几类。切割机床包括分割机床、切削机床、去除机床等。切削机床就是习惯上所称的金属切削机床,它是由专业机床厂生产的。

另外,还有专用的切削机床等非标准加工设备,它们是为某一个特定工件、完成某一个工序自行设计制造的专用机床,简称为专机。

特种加工机床也属于加工设备范畴,在此不作讨论,将在有关课程中加以讨论。

2) 工艺装备

工艺装备通常是指机械制造中所用到的刀具、模具、机床夹具、量具、工具等的总称(简称为工装)。机械制造本身离不开工艺装备的应用。工艺装备的水平直接反映了一个工厂技术能力的强弱。

3) 工件输送装备

工件输送装备主要是指坯料、半成品或成品在车间内工作地点间的转移输送装置,以及机床的上、下料装置。

4) 辅助装备

辅助装备包括清洗剂、排屑装置和计量装置等。

0.3 机械制造装备设计课程的研究对象

随着教改的深入,将原机制专业的机械方面的专业课进行课程的综合化与内容的优化,发展成一门新课程——机械制造装备设计。它是一门重要的专业课,主要内容是阐述机械制造中有关装备的作用、工作原理、设计方法等,具体内容共分成四篇:

第1篇为专机设计,其主要研究对象为专机的总体设计、传动系统设计和主要零部件设计等。这种设计方法也适用于非加工设备的专用机械。

需要说明一点,在一般教材中都介绍金属切削机床。而服务于第一线的人们往往是从事非标准设备设计即专机设计,很少接触金属切削机床设计,同时课程学时又少,只得重点突出,重在应用,故将金属切削机床设计改为专机设计。这是本书一个很明显的特点。

第2篇为常用机构设计,其主要研究对象为装备中常用机构的设计和使用,其中还包括工业机械手等。

第3篇为工夹具设计,其主要研究对象为刀具及机床夹具。刀具设计主要研究内容为数控工具系统和可转位刀具、刀片的选用等,对通用刀具设计不作讨论;机床夹具设计基础主要研究内容为工件的定位、工件的夹紧、典型专用夹具设计等。总之,为正确应用、设计工夹具提供了一定的基础理论知识。

第4篇为工件输送装备,其主要研究对象为机械制造车间中运输机械的特性、工作原理、应用范围等以及生产流水线简介等。

第 1 篇 专 机 设 计

本篇是以金属切削机床设计的基本理论为基础,结合专机的特点,抽出其设计中共性的问题,论述专机的设计理论与方法以及重要零部件设计等。此理论也适用于非加工设备的专用机械设计。

本篇共分 8 章:专机总体设计、传动系统设计、主轴组件设计、导轨设计、支承件设计、结构工艺性、普通机床数控化改造、组合机床。

第 1 章

专机总体设计

设计一台专机必须满足基本要求,其设计过程大体上包括调查研究、总体方案设计、工作图设计、试制鉴定四个阶段。总体方案设计是专机设计的关键环节,对专机的技术性能和经济效益起着决定性的作用。

1.1 专机的基本要求

评价专机性能的优劣,主要是根据下述的技术、经济指标来判定,目的是希望设计(或改进设计)和制造出质量好、效益好、重量轻、结构简单、使用方便的专机。

1. 工艺范围

机床的工艺范围是指机床适应不同生产要求的能力。对于专机只能完成一个或几个工件的特定工序的加工。一般说来,工艺范围窄,则专机结构简单,容易实现自动化,生产率也较高;工艺范围太宽,则会使专机的结构趋于复杂,不能充分发挥各部件的性能,甚至会影响专机主要性能的提高、增加专机的成本。

2. 加工精度

专机应保证被加工工件达到规定的精度(包括尺寸、形状、位置精度和表面粗糙度等),并能在专机长期使用中保持其精度。

3. 生产率和自动化程度

生产率通常是指在单位时间所能加工出的工件数量。要提高专机生产率,必须缩短单个工件加工过程的总时间,包括切削加工时间、装卸工件等辅助时间及分摊到每个工件上的准备和終了时间。

为了提高劳动生产率、减轻工人的劳动强度及更好地保证加工精度和精度的稳定性,各种专机应尽量提高自动化程度。设计专机时应根据实际情况确定其自动化程度和实现自动化所采用的手段。

自动化程度可用自动化系数表示为

$$K_{\text{自}} = t_{\text{自}} / t_{\text{循}}$$

式中 $t_{\text{自}}$ ——一个工作循环中由专机自动进行工作的时间;

$t_{\text{循}}$ ——完成一个工作循环的总时间;

$K_{\text{自}}$ ——自动化系数。

4. 可靠性

机床的可靠性是指机床在整个使用寿命周期内完成规定功能的能力。对于专机来说,它也是一项重要的技术经济指标。要求专机不轻易发生或尽可能少发生故障。所谓故障是指专机或其零件失去所规定功能的事件。从可靠性考虑,不仅要求专机在使用过程中不易发生故障,而且要求其发生故障后容易维修。

对于机床、专机而言,目前可靠性指标尚无统一规定。

5. 操作方便、工作安全

操作系统要简便可靠,以减轻操作人员的劳动强度。要有各种保险装置以消除由于误操作而引起的危险,以避免人身及设备事故的发生。

6. 造型美观、减少污染

要求所设计的专机不仅使用性能好、尺寸小、价格低廉,而且外形美观,富于时代特点,并且尽可能地降低噪声,减轻对环境的污染。

上述各项基本要求之间既相互联系又相互制约,在设计时应加以综合考虑。

1.2 专机设计的步骤

设计专机的步骤在实践中虽有细节上的差别,但归纳起来大体上可分为以下四个阶段:

1. 调查研究

根据市场预测、用户需要和使用要求进行可行性分析,确定专机的设计参数及制约条件,最后给出可行性报告及设计任务书。设计任务书中的内容有专机的用途、主要性能参数、工作环境、有关特殊要求、生产批量、预期成本、设计完成期限以及使用单位的生产条件等。

2. 总体方案设计

在满足设计任务书中的具体要求的前提下,由设计人员构思出若干种方案并进行分析比较,从中优选出一种功能满足要求、工作性能可靠、结构设计可行、成本低廉的方案。

总体方案的内容包括:设计的理由或必要性,专机的用途和使用范围、技术性能、轮廓尺寸和估计重量,所采用的工艺方案,机器的优缺点和经济分析。

3. 工作图设计

在拟定总体方案的基础上,完成专机的总图设计、部件设计、零件设计等。设计结果以工作图及计算书的形式表达出来,其工作量最大。

按照确定的工艺方案,进行专机总体布局,从而确定专机的工具和工件之间的相对运动,确定各部件的相互位置,画出专机总联系尺寸图,它是专机原始总图。最后对有关图进行工艺审查、标准化审查等。

4. 试制鉴定

工作图完成后进行试制,然后对样机进行试验鉴定。设计人员应参加制造、装配、试车鉴定全过程,从中了解设计中存在的问题,及时总结经验教训,及时修改设计,以便对专机进行必要的改进和提高,并为以后设计积累经验和资料。

以上几个阶段既相对独立,又密切联系。

1.3 专机的总体方案设计

专机的总体方案设计简称为总体设计,是设计专机的关键环节,也是专机部件和零件设计的依据。因此,在拟定总体设计的过程中,必须全面、周密地考虑,使所拟定的方案在技术上合理、先进,且成本低、效率高。具体内容如下:

(1) 调查研究 主要对加工对象、使用要求和制造条件、国内外现有同类型设备等进行调查研究。

(2) 工艺分析 经工艺分析确定该专机所采用的工艺方法、所需的运动等。工艺方案的制定是否合理,对生产效率和产品质量等有着极大的影响。

(3) 专机的总体布局 一般包括运动分配、选择传动形式和支承形式、安排操作部位、拟定从布局上提高专机性能和技术经济指标的措施,以及绘制专机的总联系尺寸图等。

(4) 确定专机的主要技术参数 包括尺寸参数、运动参数、动力参数等。

以上四项内容中以工艺分析最为重要。由于工艺方案的不同,会使专机总体设计方案完全不同。

另外,对于自动化专用机床及装置,尚需拟定机器的控制方案。当专机的传动和控制较复杂时,需绘制传动系统草图、液压系统草图和电气原理草图等。对于那些在实践中认为经验不足的、没有把握的工艺方案和结构方案,需相应地通过做工艺试验和结构试验加以论证。

1.3.1 调查研究

调查研究是专机总体设计的依据,也是总体设计时的首要内容。调查研究必须从以下几个方面进行。

1. 工件

工件是专机总体设计的重要依据。设计者必须明确工件的特点和加工要求,如被加工面的尺寸精度、相互位置精度、表面粗糙度以及生产率等。

此外,还应研究工件在形状、尺寸、重量、材料以及硬度等方面的特点,以便拟定工件定位、装夹、输送的方法,选择刀具材料,确定切削用量。

2. 使用要求

应了解使用部门对所设计的专机的要求,包括加工精度、生产率、自动化程度、工作可靠性、操作方便性以及造型等各方面的要求。对于流水线上的机床,还要考虑操作高度、操作位置必须与整线相配。

还应了解所设计专机的使用条件,包括操作人员的技术水平、维修能力、车间温度的变化情况等。

3. 制造条件

应调查、访问制造部门,了解其制造条件和技术水平。在设计专机的过程中,要随时考虑制造的可能性和经济性,多快好省地制造出所设计的机床。

4. 现有同类型机床

所设计的专机虽然为专用机床,但是所采用的工艺方法等为常规的。所以应收集有关国内

外同类型机床的资料,并到生产现场了解、听取用户对同类型机床结构和性能的反应和意见,收集切削用量等有关数据,对这些资料进行分析。另外,还要收集有关的科学研究和技术革新成果,将其成熟部分应用到所设计的专机中去。

1.3.2 工艺分析

1. 工艺方法的确定

加工工件的工艺方法是多种多样的。按工种可分为车、铣、刨、钻、镗等;按加工精度和表面粗糙度可分为粗加工、半精加工、精加工、光整加工等;按工序可分为单刀、多刀、单工件、多工件、单工位、多工位等。

工艺方法对机床的结构和性能的影响很大,工艺方法的改变将导致机床的运动、传动、部件配置以及结构等产生一系列变化。例如,箱体轴承孔的加工可以采用钻孔、铰孔、镗孔等工艺方法,应根据加工精度和生产率来决定采用哪一种孔加工工艺方法。不同的工艺方法,必然会使机床的结构、运动、传动等有所不同。

专机的工艺方法通常借助于方案对比法加以确定,即根据特定工件的加工要求,提出若干个加工工艺方案,进行对比分析,权衡利弊,选择其中较为经济合理的一个。

2. 机床运动的确定

确定机床运动是指确定机床运动的数目、运动的类型以及运动的执行件。

各种运动都是根据工艺要求确定的。但是,工艺要求所确定的仅仅是相对运动。各个运动到底应由哪个部件去完成,要根据实际情况而定。例如,在组合机床上进行切削加工,运动可分配给刀具,也同样地可以分配给工件,或由刀具和工件共同来完成。又如,对于重型工件的加工,可以采用“蚂蚁啃骨头”的方法,把运动完全分配给刀具。因此,工艺方法确定后,机床运动随之确定。采用不同的运动分配方案,使得机床的结构、运动、传动系统设计等均不会相同。必须进行分析比较,最后选定一个较为合理的运动分配方案。

为了简化结构,还应尽可能地减少运动执行件的数目,用一个执行件完成多种运动。

3. 夹具方案的拟定

夹具是专机的一个重要部件。因此,夹具方案的拟定应作为专机总体设计的重要组成部分。夹具设计在本书第3篇中论述。

4. 加工示意图的绘制

加工示意图的作用是表明专机所采用的工艺方法和刀具,规定工件、刀具以及专机执行部件(如主轴箱、工作台、刀架等)的运动速度、行程以及主要联系尺寸。利用加工示意图可检查工件、刀具、机床部件之间在工作时是否发生干涉。它是设计专机的执行件和刀具、绘制机床总联系尺寸图的重要依据。

1.3.3 专机的总体布局

总体布局设计是指按工艺要求决定机床所需的运动,确定机床的组成部件,以及确定各个部件的相对运动和相对位置关系,同时也要确定操纵、控制机构在机床中的配置,并作出机床的总联系尺寸图。

例如,图1.1所示为加工柴油机机体的专用铣床的总体布局图。机床共包括9个部件。由

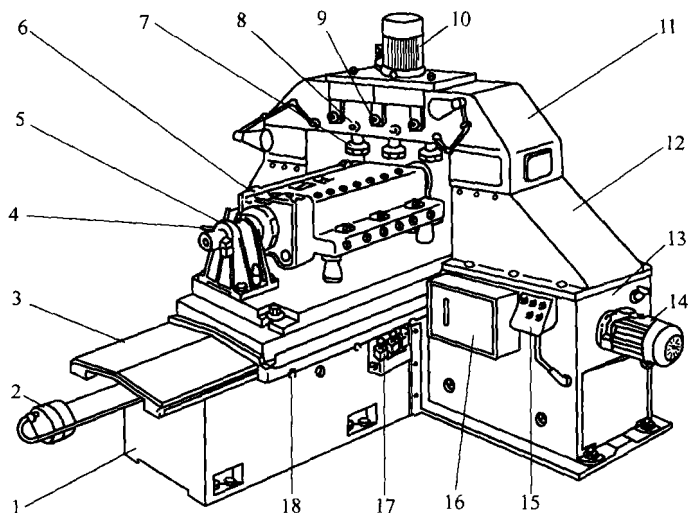


图 1.1 加工柴油机机体的专用铣床的总体布局

- 1—床身；2—进给油缸；3—工作台；4—移动顶盘手柄；5—夹具；6—工件；
 7—端铣刀；8—主轴套筒夹紧方头；9—主轴套筒移动方头；10—主电动机；
 11—顶梁；12—右立柱；13—右侧底座；14—液压电动机；15—按钮台；
 16—液压操纵板；17—行程开关；18—挡铁

床身、右侧底座(内装液压设备)、左侧底座(内装电气设备)、右立柱、左立柱、顶梁(内装主传动装置)组成龙门式支承系统。夹持工件的夹具安装在工作台上,工作台由进给油缸驱动,沿床身

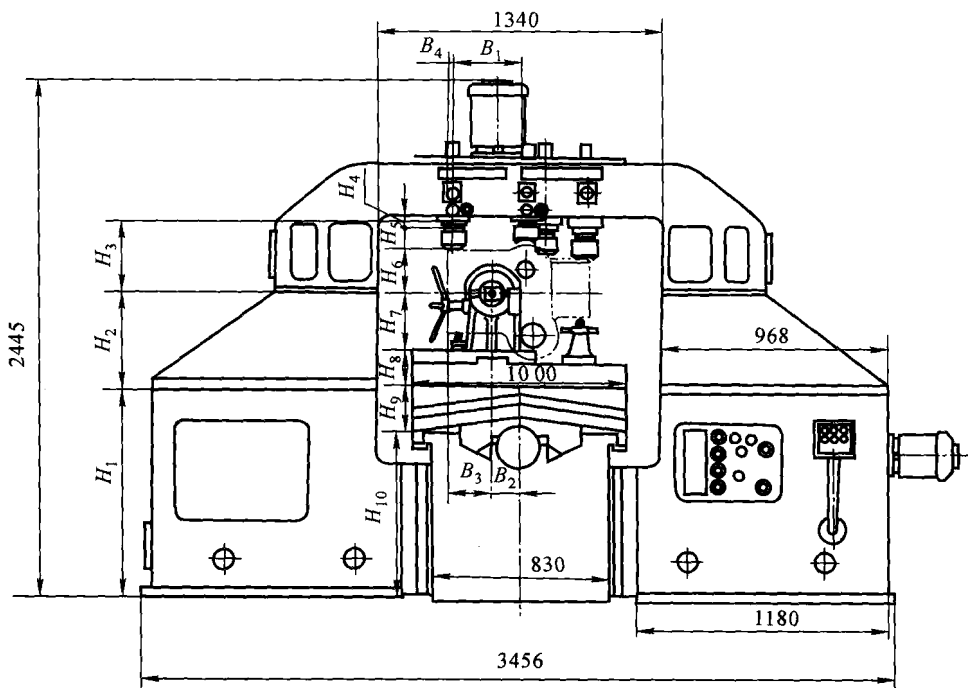


图 1.2 加工柴油机机体的专用铣床的总联系尺寸图

导轨作纵向进给运动。按钮台、手柄、手轮、挡铁、行程开关等分别设置在机床中适当的部位。

总体布局的基本要求是：

- (1) 保证工艺方法所要求的工件和刀具的相对位置和相对运动。
- (2) 保证机床具有与所要求的加工精度相适应的刚度和抗振性。
- (3) 使用方便,即便于操作、调整、修理机床;便于输送、装卸工件,排除切屑。
- (4) 经济性好,如节省材料、减少机床占地面积等。
- (5) 造型美观。

总联系尺寸图用来表明机床的总体布局,并规定主要的联系尺寸,以作为部件设计的依据。常常不是一次绘成,而是经过多次修改而成。图 1.2 所示为加工柴油机机体的专用铣床的总联系尺寸图。

专机总体布局设计的一般步骤是:首先根据工艺要求分配机床部件的运动,选择传动形式和支承形式,然后安排操作部位,并拟定在布局上改善机床性能和技术经济指标的措施。上述步骤之间有密切联系,必要时可相互贯穿或并行。

1.4 专机的运动联系形式及选择

运动联系也属于总体布局中的内容。它是指动力源和运动之间,或者运动和运动之间的联系。例如,机床主轴与电动机之间的运动、机床主轴与刀架滑板之间的运动存在一定的联系。各种运动一般是通过机械、电气和液压驱动来实现的。那么,这些运动联系应采用什么样的形式,如何选择,方案不同将直接影响到专机的总体布局。因此,总体布局的任务之一就是确定专机运动及其运动联系形式。

1.4.1 运动分类

在切削加工中,为了得到具有一定几何形状、精度和表面质量的工件,就要使刀具和工件间按一定的规律完成一系列的运动。这些运动按其功用可分为表面成形运动和辅助运动两大类。

1. 表面成形运动

直接参与切削过程,使之在工件上形成一定几何形状表面的刀具和工件间的相对运动称为表面成形运动。如图 1.3 所示,为了在车床上车削圆柱面,工件的旋转运动 I 和车刀的纵向直线移动 V 是形成圆柱外表面的成形运动。表面成形运动是机床上最基本的运动,它对被加工表面的精度和粗糙度有着直接的影响。

根据切削过程中所起的作用不同,表面成形运动可分为主运动和进给运动两类。主运动是直接切除工件上的切削层,使之转变为切屑的主要相对运动,它通常是速度最高、消耗功率最多

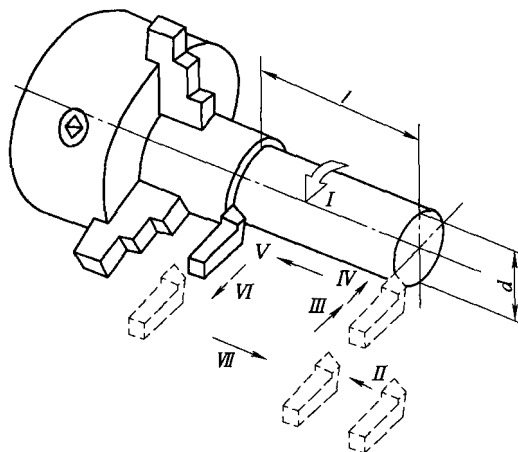


图 1.3 车削圆柱面过程中的运动
I、V—成形运动; II、III—快速趋近运动;
IV—切入运动; VI、VII—快速退回运动

的运动。进给运动是不断地把切削层投入切削,以逐渐切出整个工件表面的运动,它的速度较低。在图 1.3 中, I 运动为主运动, V 运动为进给运动。任何一种专机,必定有且通常也只有一个主运动,但进给运动可能有一个或几个,也可能没有(如拉削)。主运动和进给运动合成的运动称为复合运动。

2. 辅助运动

除表面成形运动外的所有运动都是辅助运动,其功用为实现机床加工过程中所必需的各种辅助动作,如图 1.3 中的 IV 运动等。此外,机床的起动、停止、变速、换向以及部件和工件的夹紧、松开等操纵控制运动也都属于辅助运动。

对于非加工设备的专机而言,其运动按功用可分为主运动和辅助运动两大类。

(1) 主运动 直接参于机器的工作过程。

(2) 辅助运动 机器上除主运动外的所有运动都是辅助运动。

因此,对于加工设备,如按上述分类,则图 1.3 所示的运动中, I 运动为主运动, V 运动为辅助运动,即进给运动。除 I 运动外,其余的运动均为辅助运动。

1.4.2 运动的分配

图 1.3 所示的圆柱形外表面也可以采用工件不转、刀具旋转加工而成。这样不同的运动分配方案,使机床的总体设计也不同。因此,运动的合理分配是很重要的,应由各方面因素来决定,叙述如下:

1. 简化机床的传动和结构

在其他条件相同的情况下,运动部件的质量越小,所需的电动机功率和传动件尺寸也越小。因此,从简化传动件的角度来看,应把运动分配给质量小的执行件。

为了提高传动效率和简化机构,主运动链应直接与运动源相连,中间的传动环节越少越好。如果机床上有多根主轴,则有两种情况:如果各主轴装在同一主轴箱中,各主轴转速相同或转速的比例不变,可共用一个运动源,构造最简单;如果各主轴分别装在各自己的主轴箱中,则每一主轴箱有其单独的运动源,其构造可简单一些。

2. 提高加工精度

运动部件不同,加工精度也不同。例如,对于一般钻孔工作,主运动和进给运动均由刀具完成,比较方便,但在钻深孔时,为了提高被加工孔中心线的直线度,需将回转主运动分配给工件。

3. 缩小机床占地面积

外圆磨床的纵向进给运动,或者由刀具完成(图 1.4a),或者由工件完成(图 1.4b),前者机床比较短,占地面积较小,但操作者观察切削加工时走动较多。对于中小型外圆磨床,由于工件长度不大,多采用工件进给(工作台纵向移动);对于大型外圆磨床,采用刀具进给(砂轮座纵向移动)可显著地缩小机床占地面积。

1.4.3 传动形式的选择

机床的传动形式有机械的、液压的、气动的、电气的以及综合的等多种形式。其中最常见的传动形式为机械传动和液压传动。设计时应根据具体情况,以满足使用要求为原则,合理选定。图 1.5 所示为典型的传动形式。