

CK6150数控车床主传动系统设计

辽宁科技大学本科生毕业设计

CK6150数控车床主传动系统设计

摘 要

机械制造业是国民经济的基础产业,它的发展直接影响到国民经济各部门的发展,也影响到国计民生和国防力量的加强。而机床在机械制造业中扮演着举足轻重的角色,今天,普通机床已经满足不了加工的需求,从而出现了数控机床。本设计的题目是设计 CK6150主传动系统。其主要对机床技术参数进行拟定,齿轮模数进行估算和验算,带轮尺寸和 v 带根数进行设计,根据需要选取适当的电机和轴承,并对轴承进行使用寿命验算,对传动轴进行刚度校核。CK6150采用电动机的无级变速和机械齿轮的分级变速相结合的方式进行变速,可以在不停车的情况下得到转速范围内的任意转速,减少了速度损失和辅助加工时间,从而提高生产率。设计过程中尽量使用标准件,使制造和装配更加方便。设计过程中考虑了各零部件的空间尺寸和拆卸顺序,以保证结构尺寸设计的合理性。

关键词:

数控机床,主传动系统,无级变速,机械制造业

辽宁科技大学本科生毕业设计

CK6150 CNC lathes Main Transmission System

ABSTRACT

Machinery manufacturing industry is the basic industry of the national economy, and its development directly affects the development of various sectors of the national economy, but also affects the strengthening of the national economy and national defense forces. The

machine plays a pivotal role in the machinery manufacturing industry, today, general machine tools has failed to meet processing demands, which appeared in CNC machine tools. The design of the subject is to design CK6150 main drive system. The main technical parameters of the machine preparation, gear modulus estimate and checking, v belt pulley size and the number of the design, according to the need to select a suitable motor and bearings, and bearing life checking, carried on the shaft stiffness check. CK6150 uses the electric motor and a continuously variable mechanical gear shift grading combination of variable speed, you can get any speed within the speed range without stopping, reducing the speed loss and auxiliary processing time, thus increasing productivity. The design process to make use of standard parts, the manufacturing and assembly easier. The design process to consider the spatial dimensions of the various components and disassembly sequence in order to ensure the reasonableness of the structure size design.

Key word:

CNC machine tools; main drive system; CVT; machinery manufacturing

辽宁科技大学本科生毕业设计

目 录

1 绪

论.....	
.....	1
1.1 数控机床的特	
点	

..... 1 1.2 国产数控机床的发展现状

..... 1

1.3 国内数控机床的发展趋势

..... 3

1.3.1 智能、高速、高精度

..... 3

1.3.2 设计、制造绿色化

..... 3

1.3.3 复合化于系统化

..... 3

2 机床技术参数的拟定

..... 4

2.1 确定极限转速和转速范围

..... 4

2.1.1 计算主轴最高转速

..... 4

..... 5 2.1.2

计算主轴最小转速

2.2 确定动力参

数

..... 5

2.2.1 计算切削

力.....

..... 5

2.2.2 计算切削功

率

..... 6

2.2.3 估算电动机功

率.....

..... 6

3 传动部分设

计.....

..... 8

3.1 画机床转速

图

..... 8 3.2 计算各轴输出功率和输出转

矩

..... 10 3.3 带轮的设

计

..... 10

3.3.1 确定计算功率	
率	.....
	 10
V3.3.2 选择带型	
型	.....
	 11
3.3.3 确定带轮基准直径并验算带速	
速	.....
	11
v3.3.4 确定带中心距和基准长度	
度	.....
	 12
3.3.5 验算小带轮上的包角	
角	.....
	 12
3.3.6 计算带的根数	
数	.....
	 13 z
辽宁科技大学本科生毕业设计	
3.4 齿轮设计	
计	.....
	 13

3.4.1 确定各齿轮齿数	
数	.....
	 14
3.4.2 估算齿轮模数	
数	.....
	 14
3.4.3 验算齿轮模数	
数	.....
	 18
284 轴的校核	
核	.....
	
4.1 ?轴的受力分析	
析	.....
	 28
4.2 按弯扭合成应力校核轴强度	
度	.....
	 30
	
31 4.3 轴的刚度校核	
	
4.4 轴载荷点的挠度计算	
算	.....
	 32

4.5 轴的支撑点的倾角校核	33
4.5.1 水平面倾角校核	33
4.5.2 垂直面倾角校核	34
36 5 滚动轴承的验算	
结 论	38
致 谢	39
参 考 文 献	40

1 绪论

1.1 数控机床的特点

数控机床通常由伺服系统、控制系统、机械传动系统、检测系统系统及其他辅助系统组成。伺服系统通过控制系统的指令来驱动机床，使刀具和零件按数控代码所规定的运动路线运动；控制系统用于数控机床的运算、管理和控制，通过输入介质得到数据，对这些数据进行解释和运算并对机床产生作用；机床传动系统是由进给伺服驱动元件至机床执行件之间的机械进给传动装置；检测系统则是用来检测机床执行件(工作台、转台等)的角度、位移和速度的变化量，并将检测的结果反馈到输入端，同输入的指令进行对比，根据其不同的地方来重新调整机床的运动；辅助系统种类很多，如：固定循环系统(能进行多次重复加工)、自动换刀系统(可交换指定刀具)等等。 数控机床的操作和监

[1]控全部在数控机床的控制单元中完成，它是数控机床的大脑。与普通机床相比，数控机床有如下特点：1、加工精度很高，具有稳定的加工质量；2、可进行多轴联动，能加工表面形状复杂度较高的零件；3、加工零件改变时，一般只需要更改数控程序，不需

1 要过多的改动，从而节省辅助时间，提高生产率；4、机床本身的精度较高、刚性大，可选择更加利于快速切削的加工用量，生产率高(一般为普通机床的 3-5 倍)；5、机床自动化程度高，可以减轻劳动强度；6、对操作人员的技术要求较高，对维修人员的技术要求更高；7、有利于生产管理的现代化；8、有自我诊断和监控能力。

1.2 国产数控机床的发展现状

数控机床是当代机械制造业的主要装备，在国内，国产的数控机床经历了 30 多年的起起落落，已经进入了比较成熟的时期，可提供市场 1500 多中的数控机床，其中包

[2]括超重型机床、高精度机床、锻压设备、特种加工机床、和前沿的高技术机床等。在五轴联动数控机床、立卧式加工中心、数控车床、数控超重机床和数控齿轮加工机床领

[3]域的部分的技术已经达到了使劲的先进水平。其中，五轴联动机床是数控机床技术的标志之一。他是集高性能伺服驱动机构、精密加工技术和计算机控制于一体的应用于复杂曲面的高精密、高密、自动化加工，是船舶、发电、航空航天、高精密仪器和模具等，民工和军工部门迫切需要的关键性加工设备。五轴联动机床的应用，使其加工效率大大，，

第 2 页 辽宁科技大学本科生毕业设计 提高，大约是三轴机床的两倍。甚至还可以省略某些大型自动化生产线的投资，大大的节约了成本和占地空间，同时也可以减少零件的辅助加工时间，从而提高生产率。

从技术发展水平来看，随着“高档数控机床与基础制造装备重大专项”任务的陆续完，，

成，国产机床的数控化由以前的 35.5%提高到现在的 51.9%。我国在数控系统方面已经，

开发出多轴多轨道、总线式高档数控装置产品。武汉华中数控有限公司、沈阳高精数控，

技术有限公司等单位已经完成 50 多套开放式全数字的高档数控装置的生产。，

从市场的需求情况来看，我国是目前世界上最大的数控机床的进口国和消费国，2010 年，中国机床消费同比增长 43%，达到 284.8 亿美元，进口约为 94 亿美元，成为世界上第一大机床消费大国。虽然“十一五”期间机床行业实现了快速发展，但是高档的，

数控机床产值仅仅占行业总产值的 10,15%，面对这国内的巨大消费市场，国内的机床企业无法满足国内的市场需求，大多数的高档数控机床还是需要从国外进口。，

靠性，

于发达国家相比，还是有很大的差距，特别是在数控系统的控制可靠性上，数控产业还没有真正的形成。因此，加快进行数控系统的工程化、和商品化攻关的速度，尽快建设成完善的数控机床和数控产业成为当前的主要任务。目前还存在这许多的问题:1、严重缺乏核心技术。统计数据表明，机床的核心技术 90%需要进口，几乎所有的核心技术多掌握在外方手中，国内能做的中、高端的数控机床更多的处于组装和制造的环节。国产的数控机床的关键零部件和主要的技术，大多是依赖进口，国内真正强大的企业并不,,多。国内的数控系统才刚刚开始产业化，但水平质量一般，华中数控这几年的发展比较迅速，软件水平相当不错，但在电器硬件上还有待提高。目前国内的大企业基本上还没,,有用华中数控的系统。

数控功能部件这一方面，国内的技术也是比较欠缺的，从某种意义上讲，功能部件将构筑现代机床。数控机床的性能和价格都取决于功能部件的性能和价格。功能部件是数控机床的核心代表，是影响国产数控机床使用的主要因素。从国产数控机床的开发，

和使用上来看，功能部件急需快速改进，尤其是在数控刀具滞后现象上的反映巨大。国，

产机床在刀具的可靠性和使用寿命上也好似比国外罗逊一筹。总之，在某些方面上，国产数控机床还是与发达国家有相当大的差距，需要尽快赶上。

第 3 页 辽宁科技大学本科生毕业设计 1.3 国内数控机床的发展趋势

1.3.1 智能、高速、高精化

新一代的数控机床，为了提高生产率，向超高速方向发展，采用新型的功能部件，使主轴的转速高达 15000r/min 以上，计算机和软件控制技术在机床产品技术上扮演着越来越重要的角色，应用软件和计算机系统的完善，使机床系统和结构得

0.005mm以下，就是超高

精机床，随着电脑辅助制造系统的发展，精密度已经达到微米级别。数控机床向着智能化、高速化和高精化发展。

1.3.2 设计、制造绿色化

随着经济的发展，环保的话题越来越受到重视，在各行各业，都兴起了环保的主题，数控机床行业也不例外，提出了设计制造的绿色化理念。绿色设计是一种综合考虑了产品设计、制造、使用和回收等整个生命周期的环境特性和资源效率的先进设计理念和方[4]法。它是在不影响产品性能的前提下，考虑产品的开发、制造及其使用对环境造成的影响，从而使得产品在整个生命周期中对环境额影响最小化，资源利用率的最大化。在进行绿色设计时要考虑:绿色材料设计、可拆卸性设计、节能性设计、可回收设计等等。机床行业作为装备制造业的核心，绿色设计与制造的程度将影响着经济发展。

1.3.3 复合化与系统化

零件的一次装夹，如果可以进行多道工序的加工，可大大减少辅助加工时间，从而，

大大的提高生产效率和加工精度，是数控机床所追求的。由于产品开发周期越开越短，，，，对制造速度的要求也就越来越高，数控机床也朝着高效能的方向发展。现在，可以用，，

一台电脑对一台机床甚至是一条数控生产线进行控制，数控机床已经逐渐成为系统化，，

产品。人们的审美观念越来越高，对产品的外形设计要求也越来越高，其产品外形的复杂程度就越高，机床加工的复合化是不可避免的发展趋势。

第 4 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

2 机床技术参数的拟定

毕业设计任务书上给定的主参数为 500 mm。

: 出车、精车、半精车外圆、车螺纹、车端面等。加工用的刀具的材料为: 硬质合金刀具和高速钢刀具。加工材料一般为: 钢和铸铁。加工范围: 0~500mm

2.1 确定极限转速和转速范围

查《机械制造工艺金属切削机床设计指导》可知:

$$1000v_{\max,n} (2-1a) \max, d_{\min}$$

$$1000v_{\min,n} (2-1b) \min, d_{\max}$$

、——典型工艺选取的最大、最小切削速度 m/min ; 式中 $v_{\max\min}$

、——典型工艺选取的最大、最小直径 mm ; $d_{\max\min}$

$$d, KD ; \max$$

K ——系数;

D ——可能加工的最大直径 mm , 通常取 D 为主参数;

$$d, Rd \text{ mm}; \min b_{\max}$$

——计算直径范围。 Rb

2.1.1 计算主轴最高转速

在采用硬质合金刀具精车或者半精车碳钢时, 切削速度最高, 查《机械制造工艺金属切削机床设计指导》表 2.2-3 可知: $=150\sim250 \text{ m/min}$, 这里取 $=250m/min$ 。

$$v_{\max\max}$$

的范围是 $=0.2\sim0.25$ 这里取 0.2 。则: $RRbb$

$$d, Rd, 0.2 , 500mm, 50mm \min b_{\max}$$

$$1000v_{\max n}, \max, d_{\min}$$

第 5 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

$$1000v_{\max}, 3.14 , 50$$

$$, 1592.36rpm$$

2.1.2 计算主轴最小转速

当采用高速钢刀具切削盘类零件时: $v, 15 \sim 20 \text{ m/min}$

这里取, 则: $v, 15 \text{ m/min}$

$1000 v_{\min}, n_{\min}, d_{\max}$

1000, 15, 3.14, 250

, 19.1 r/min

(2) 当采用高速钢刀具切削丝杠或蜗杆时:

$v, 1.25 \sim 1.5 \text{ m/min}$

这里取, 则: $v, 1.25 \text{ m/min}$

$1000 v_{\min}, n_{\min}, d_{\max}$

1000, 1.25, 3.14, 50

, 7.9 r/min

查阅资料得知: 高速钢刀具很少用于低速的切削条件, 所以, 低速切削的条件为高

$n, 19.1 \text{ r/min}$ 速钢切削铸铁盘类零件的时候, 故取。因此, 机床的转速范围为: min

19.1~1592.36 r/min。但是参考现代数控机床和类比同型号机床的参数, 定为机床的转

$n, 35 \sim 3000 \text{ r/min}$ 速范围为。

2.2 确定动力参数

要确定主电机的功率, 首先要确定主切削力的大小, 所以先估算主切削力。

2.2.1 计算切削力

中型卧式车床的重切削条件为, 刀具材料: 45 钢; 切削方式: 车外圆。主切削力

第 6 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

0.75 (N) (2-2) F, 1900 afzp

式中 a_p ——切深 mm; p

f ——进给量 mm

查《金属制造工艺金属切削机床设计指导》表 2.2-5 可知:

$a_p=4.0\text{mm}$ $f=0.4\text{mm/rp}$

$F=0.75F_t=1900af$ 则: $F=3822.59\text{N}$

$F_t=0.75 \times 1900 \times 4 \times 0.4$

$F_t=3822.59\text{N}$

2.2.2 计算切削功率

$P_v=F_v v$ (2-3) $P_v=60000$

v 式中 v ——切削速度 m/min。

查《金属制造工艺金属切削机床设计指导》表 2.2-5 可知: $v=90\text{m/min}$

F_v 则: $P_v=60000$

$3822.59 \times 90 \times 60000$

$P_v=5.37\text{kw}$

2.2.3 估算电动机功率

P_m (kw) (2-4) $P_m=E$

式中 η ——主传动系统总机械效率。

$\eta=0.7\sim0.85$ 回转运动的机床。参考《金属制造工艺金属切削机床设计指导》

表

$\eta=0.82$ 2-6 和表 2.2-7 中国内外机床的参数, 这里选取 $\eta=0.8$ 。则:

$P=5.73\text{m}$ $P=7.14\text{kw}$ $E=0.8$

数控机床主轴的变速方法主要有三种, 第一种是电机的无级变速, 第二种是齿轮机构的分级变速, 第三种就是电机的无级变速和齿轮机构的相结合。在这里, 采用的是第

7 页 辽宁科技大学本科生毕业设计 三种变速方式。因为它可以达到不停车变速，这样就减少了辅助加工时间，提高加工效率。在转速范围内，可以达到任意的转速，减少了机床的速度损失。电机的无级变速和齿轮机构的结合，不仅可以得到转速范围内的任意转速，还可以传递较大的转矩。所以这里选择电机的无级变速和齿轮机构的结合方式。变频调速电机的效率较高，而且调速的过程中没有附加的损耗，节能效果显著。所以这里选择变频调速三相异步电动机。根据估算的电动机的功率，查《机电系统设计》表 1-77，选取电机的型号为 P,7.14kwE

YVP132M-4 该电机的恒转矩的运行区是 5~50Hz,恒功率运行区是 50~100Hz。电机参数如表 2.1。

表 2.1 电动机参数表									
转子转动惯量	额定功率	额定转矩	额定电流	额定质量	同步转速	电机型号	2 转矩		
/kg	/kw	/N?m	/A	/kg	r/min		/kg? m		
YVP132M-4	7.5	49	15.5	1.25	0.0296	97	1500		

第 8 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

3 传动部分设计 3.1 画机床转速图

(1)确定电机转速范围

$$60f(3-1) n,p$$

式中 ——电机的频率；fHz

——电机极对数。p

根据表 2.1 可知：电机的变频范围为。则：f,5~50~100Hz

$$60f n,p$$

$$60, (5\sim50\sim100) ,2$$

$$,150\sim1500\sim3000rpm$$

3000 电机的恒功率转速范围; R,,2nN1500

1500 电机的恒转矩转速范围; $R_{10}, 10n \sim 150$

电机的转速范围为 $n_{35} \sim 3000 \text{rpm}$ 。

电机的计算转速为:

$30000.30.3n, n \geq R_{35}$, $(), 133.04, 133 \text{rpm}$ $j_{n \min 35}$

3000 机床恒功率转速范围 $R_{26.55nN133}$

133 机床恒转矩转速范围 $R_{3.8n \sim 35}$

$R_{26.55nN}$ (机床), $13.275R_{10}$, 则: n (机械) R_{2nN} (电机) 先假设机械部分的转速级数, 则: $Z, 4$

$4, 1Z, 1, R_{13.275}, 2.37$ 传动比 n

第 9 页 辽宁科技大学本科生毕业设计 结构式为 $4, 2, 212$

$x_p(1)2(2,1)1i$ 验算传动比, 则传动比合理, 所以假设成

立, $, 2.37r, 2.37, 5.6169, 8$

机械部分的转速级数, 结构式: $4, 2, 2Z, 412$

(2) 画出转速图 3.1。

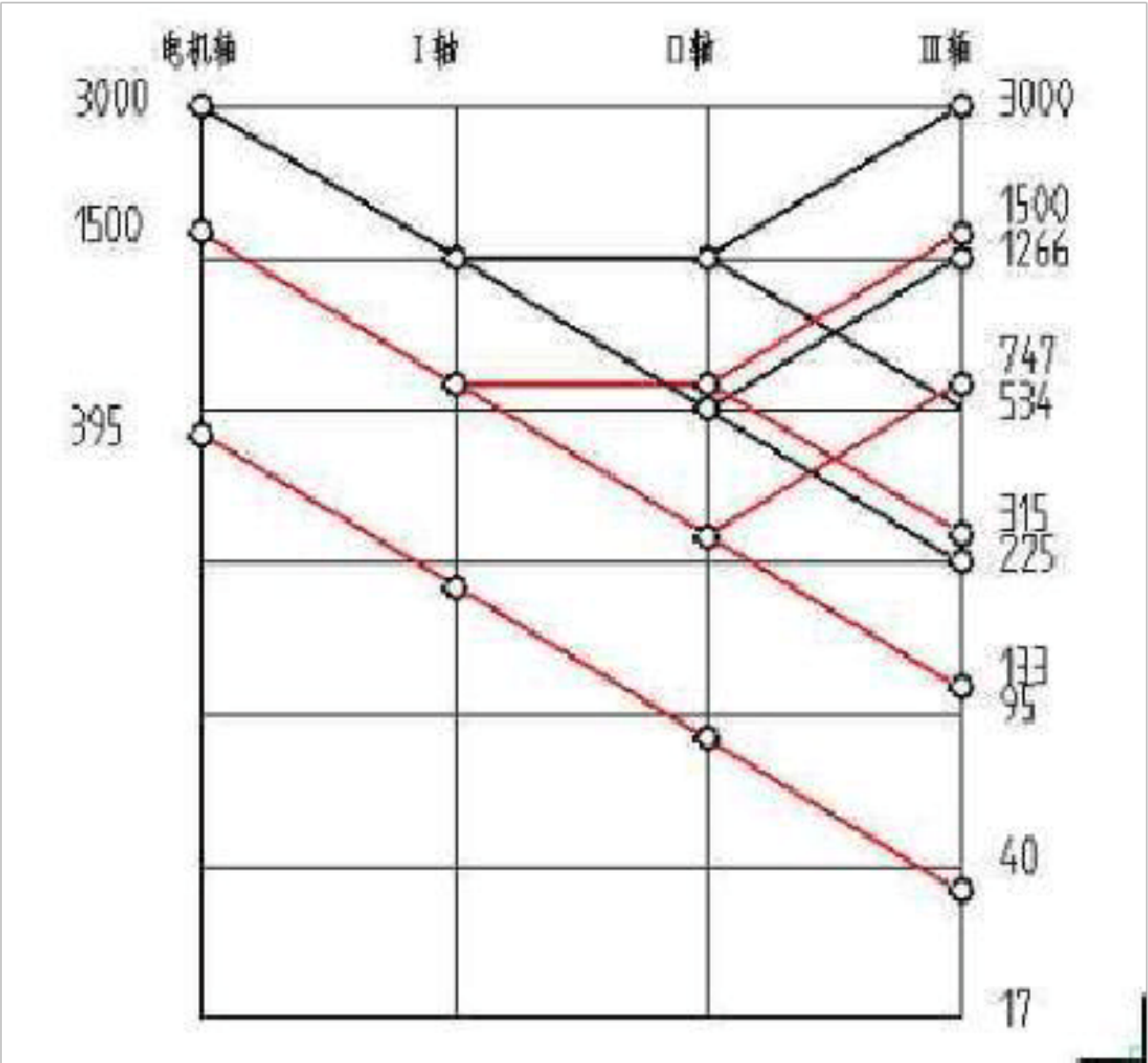


图 3.1 机床转速图

根据转速图，计算出各轴的计算转速和各齿轮的计算转速，整理如表 2-2 和表 2-3。

表 3-1 各轴的计算转速

轴 号 ?轴 ?轴 ?轴 计算转速(r/min) 747 315 133

表 3-2 各齿轮的计算转速

zzzzzzzz 齿轮编号 35678124

计算转速(r/min) 747 315 747 315 315 747 315 133

3.2 计算各轴输出功率和输出转矩

电机轴：

P,7.5kw

P7.533 T,9.55 , 10,9.55, 10, ,45.75N,mn15001 轴：

P,P,,7.5 , 0.96,7.2kw1

P7.2331 T,9.55 , 10,9.55, 10, ,92.05N,m1n7471

2 轴：

P,P,,7.2 , 0.99, 0.99, 0.97,6.84kw21

P6.84332 T,9.55 , 10,9.55, 10, ,207.37N,m2n3153

3 轴：

3 P,P,,6.84 , 0.99, 0.97,6.44kw32

P6.44333 T,9.55 , 10,9.55, 10, ,462.42N,m3n1333

整理各轴的输出功率和输出转矩如表 3-3。

表 3-3 各轴的输出转矩和功率

轴号 电机轴 ?轴 ?轴 ?轴

输出转矩/ 45.75 92.05 207.37 462.42 N,m

kw输出功率/ 7.5 7.2 6.84 6.44

3.3 带轮的设计

3.3.1 确定计算功率

P, K_P (kw) $c_a A$

式中 ——工作情况系数; K_A

第 11 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

——电动机功率 kw。 P

查《机械设计》表 8-7 查得工作情况系数, 则: $K, 1.1 A$

$P, K_P, 1.1$, 7.5kw, 8.25kw $c_a A$

3.3.2 选择带带型 V

根据计算功率和小带轮的转速, 查《机械设计》图 8-11 的得: 选用型带。

$A P n c a 1$

3.3.3 确定带轮基准直径并验算带速

(1) 初选小带轮的基准直径

查《机械设计》表 8-6 和表 8-8, 初选小带轮的基准直径。 $d, 90 \text{mm}$ $d 1$

$v(2)$ 验算带速

按《机械设计》式 (8-13) 验算带的速度

$d_n, d 1 1$ (3-2) $v, 60$, 1000

3. 14, 90, 3000, 60, 1000

, 14.13m/s

5, 14. 13, 30 因为, 所以, 所选的小带轮的基准直径合格。 (3) 计算大带轮基

准直径 $d d 2$

按《机械设计》式(8-15a) 计算大带轮基准直径

$d_2 = i d_1$ (3-3)

i 式中 ——带轮的转动比。

由第 2 章可知，故： $i = 2.37$

$d_2 = i d_1$

$d_2 = 2.37 \times 90$

$d_2 = 213.3\text{mm}$

$d_2 = 224\text{mm}$ 根据表 8-8，圆整为。 d_2

第 12 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

v3.3.4 确定带中心距和基准长度

(1) 初选中心距

根据《机械设计》式 (8-20) 初选中心距得：

(3-4) $0.7(d_2 + d_1) \leq a \leq 2(d_2 + d_1)$

$0.7(90 + 224) \leq a \leq 2(90 + 224)$

$219.8 \leq a \leq 628$

$a = 400\text{mm}$ 则：初选中心距。

(2) 计算带轮基准长度

根据《机械设计》式 (8-22) 计算带所需的基准长度 L_d

$L_d = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$ (3-5)

$L_d = 2 \times 400 + \frac{\pi}{2}(90 + 224) + \frac{(224 - 90)^2}{4 \times 400}$

$L_d = 1304.18\text{mm}$

$L_d = 1250\text{mm}$ 根据表 8-2，选取中心距的基准长度。 L_d

(3) 计算实际中心距

a 按《机械设计》式 (8-23) 计算实际中心距

$L = L_d - \frac{L_d - L_0}{2} \times \frac{a}{L_0}$ (3-6)

1250, 1304, 400, 2

,373mm 3.3.5 验算小带轮上的包角

根据《机械设计》式(8-25)验算小带轮的包角

,57.3,dd,,180() (3-7) 1d2d1a

,57.3,,,,180(22490) 373

第 13 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

, ,159.42

,, 因为, 小带轮上的包角, 所以中心距合格。 , ,159.42,901

3.3.6 计算带的根数 z

v(1) 计算单根带的额定功率 Pr

由和, 查《机械设计》表 8-4a 得 d,90mmn,3000r/min d11

P,1.72kw0

根据 和型带, 查《机械设计》表 8-4b 得 n,3000r/min Ai,2.371

,P,0.365kw0

查《机械设计》表 8-2 得带长修正系数, 查《机械设计》表 8-5 得包角

K,1.122L

修正系数 K,0.957。于是: ,

P,(P , ,P)KK r00,L

, (1.72, 0.365), 0.957, 1.122

,2.28kw

(2) 计算带的根数 z

根据《机械设计》式(8-26)计算带的根数

P8.25caz,,,3.6,4 根 P2.28r

整理带轮的参数如表 3-4。

表 3-4 带轮参数

小带轮基准直大带轮基准直中 心 距 小带轮包角传 动 比 带的根数

ai/mm / 根 z, 径/mm 径/mm ddd1d2/,1

90 224 373 159.42? 2.37 4

第 14 页 辽宁科技大学本科生毕业设计

3.4 齿轮设计

3.4.1 确定各齿轮齿数

根据第 2 章所求出的传动比和图 2-1，查《机械制造工艺金属切削机床设计指
导》i

表 2.3-3 得各齿轮齿数如表 4.1。

表 4.1 各齿轮齿数

zzzzzzzz 齿轮序号 35678124

齿数 44 43 26 61 88 37 37 88

3.4.2 估算齿轮模数

我们从两个方面估算齿轮的模数，一方面是按齿面接触疲劳强度，另一方面是
按轮

齿弯曲疲劳强度。

按齿面接触疲劳强度估算公式为：

$$K_P(u,1)^{3m},267A \text{ (3-8) } H H22,nz,umc1HP$$

按轮齿弯曲疲劳强度估算公式为：

$$K_P Y F S 3 m A,267 \text{ (3-9) } F F,nz,mc F P 11)$$
 估算第一传动组齿轮模数

u,(1) 确定齿数比和齿宽系数 m

u,2.37,,5,,5~10 根据第 2 章可知。齿宽系数的范围，这里取。 mm(2)确定齿

轮传递名义功率和载荷系数

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/675203240322011330>