

航空机械设计手册



V2-62 / ~~A1001~~ B-B 1001.1-BB -5

V2-62
1001.1-BB5

資料存放架:	
編號:	
分次号:	

資料存放架:	
編號:	255
分次号:	

航空机械设计手册

第三机械工业部
第612研究所《航空机械设计手册》编辑组编

本手册共分三册，第一册为机械设计基础，第二册为机械零件设计，第三册为机械传动设计。本手册可作为机械设计及制造专业师生、工程技术人员、设计人员和工人培训的教材，也可供从事机械设计的工程技术人员参考。

第二册下分册



航空机械手册
第二册
(分次号)

1979

航空工业出版社

航空机械	设计手册
第二册	下分册
内部发行	

航空机械	设计手册
第二册	下分册
内部发行	

航空机械设计手册 第二册下分册

本手册共分：第一册、第二册上分册、第二册下分册出版。

第一册内容为：第一篇，一般资料。其中包括：字母与标准代号；常用计量单位及单位换算；数学资料；地球、大气与环境及其它数据；理化数据；基本公式；机械制图。

第二册上分册内容为：第二篇至第五篇。其中包括：通用标准及规范；公差配合和表面光洁度；标准和通用件；管路系统。

第二册下分册为：第六篇至第九篇。其中包括齿轮、涡轮传动；弹性元件；设计的工艺性；表面处理和热处理。

本手册汇编的标准资料，是以国标、部标、企标为依据，有部分标准和技术条件，截至手册出版前，尚为草案、报批稿，待正式批准实施后，以正式标准和技术条件为准。

可供从事航空工业生产和设计的工人和技术人员参考。



航空机械设计手册

第二册下分册

(内部发行)

第三机械工业部 第612研究所《航空机械设计手册》编写组

河南济源五三一印刷厂印装

再 前 言

在毛主席革命路线光辉照耀下，在社会主义革命和建设的大好形势下，为了响应毛主席“独立自主，自力更生”，“走自己工业发展的道路”，“赶上和超过世界先进水平”的伟大号召，贯彻、落实“抓革命，促生产，促工作，促战备”的战略方针，满足部分航空专业的科研、设计、生产的需要，我们编写了这本“航空机械设计手册”。

本手册分为上、下两册，汇集了目前国内外部分航空工程的一般通用机械设计资料，还包括了某些航空专业方面的基础设计资料，并引入了有关科研单位、生产工厂的设计、生产实践经验，内容力求广泛、实用和反映当前的设计、生产水平，做到国内通用标准多、典型结构多，形式上尽量以图表代替繁琐的文字叙述。

手册内容侧重设计资料，适当地编入了部分工艺、检验资料，供参考使用。

在手册的编写过程中，得到了庆安公司、湘江公司、南峰机械厂、长空机械厂、六院六〇七所，六一三所，六一五所、六一八所，一〇二四所、一七〇二所，等有关航空工厂和科研单位的大力支持，提供了大量的资料，并提出了许多宝贵意见，对此，谨表示衷心的感谢。

由于我们马列主义、毛泽东思想学的不够，政治、业务水平有限，深入科研、生产实践的调查研究做的较差，加之时间仓促，书中难免出现某些缺点和错误，诚恳地希望同志们对本手册提出批评和指正。

第三机械 第612研究所《航空机械设计手册》编写组
工 业 部

一九七五年五月

再 版 前 言

本手册发行四年来，经过广大技术人员、工人的实际使用，评价较好。不少单位来函要求增订，并提出了一些宝贵意见。为满足兄弟单位的需要、跟上全党工作着重点转移到现代化建设上来的大好形势，决定再版。

为了减少改版工作量，尽早提供使用，我们这次再版时没有做大的变动，仅将已经发现的原则错误和过时的标准做了修订，增加了一些必要的内容。

考虑到标准将会不断更新以及方便使用，我们将原来的上下两册内容做了某些调整，并改为三册。第一篇为第一册；第二~五篇为第二册上分册；第六~九篇为第二册下分册。

由于水平有限，可能还有一些错误未被发现，欢迎同志们批评指正。

第三机械工业部 第612研究所《航空机械设计手册》编辑组

一九七九年五月

航空工业出版社

第三机械工业部

凡在书后下页

目 录

(第二册下分册)

第六篇 齿轮、蜗轮传动

第一章 齿轮传动

一、齿轮的轮齿和齿轮传动的

啮合要素

二、齿轮传动的主要参数和选用

- 1. 原始齿廓(基齿条) 730
- 2. 模数 m 和模数系列 730
- 3. 齿数 Z 和最少齿数 731
- 4. 螺旋倾斜角 β 731
- 5. 传动比 i 732
- 6. 分度圆和节圆 733

三、齿轮传动几何尺寸的计算

- 1. 直齿圆柱齿轮传动几何尺寸的计算 733
- 2. 斜齿圆柱齿轮传动几何尺寸的计算 735
- 3. 直齿圆锥齿轮传动几何尺寸的计算 736
- 4. 直齿内齿轮传动几何尺寸的计算 738
- 5. 变条传动几何尺寸的计算 739
- 6. 变位齿轮传动几何尺寸的计算 740
 - (1) 高度变位直齿圆柱齿轮传动几何尺寸的计算 740
 - (2) 角度变位直齿圆柱齿轮传动几何尺寸的计算 740

四、齿轮的结构形式和基本尺寸

- 1. 齿轮的结构形式和基本尺寸 741
 - (1) 圆柱和圆锥齿轮的结构形式 741
 - (2) 圆柱和圆锥齿轮的结构尺寸 741
 - (3) 组合齿轮的结构形式和相关尺寸比例 745
- 2. 齿轮和轴的连接形式 746

五、齿轮的常用材料和齿轮的

强度计算

- 1. 齿轮的常用材料 750
 - (1) 选用材料的一般要求 750
 - (2) 常用材料和机械性能 750
- 2. 齿轮的强度计算 752
 - (1) 齿轮在啮合中的作用力计算 752
 - (2) 齿轮的齿面接触强度计算 753

- (3) 齿轮的齿根弯曲强度计算 754
- 3. 强度计算公式中有关系数的数值 755
 - (1) 斜齿圆柱齿轮的 θ_k 和 θ_w 值 755
 - (2) 齿形系数 y 值 755
 - (3) 齿宽系数 φ_d 、 φ_A 、 φ_L 值 755
 - (4) 载荷系数 K 值 756
 - (5) 许用接触应力系数 $[C_k]$ 值 757
 - (6) 许用弯曲应力 $[\sigma_w]$ 值 757
 - (7) 斜齿圆柱齿轮和圆锥齿轮的当量齿数 758

六、齿轮的精度等级和标注示例

- 1. 齿轮的精度等级 758
- 2. 标注示例 759
- 3. 齿轮精度等级的应用 759

七、圆柱齿轮的检验项目及其

分组

- 1. 评定齿轮运动精度的检验组 760
- 2. 评定齿轮工作平稳性的检验组 760
- 3. 评定齿的接触精度的检验组 761
- 4. 控制侧隙的指标 761

八、圆锥齿轮的检验项目及其分组

- 1. 评定齿轮运动精度的检验组 761
- 2. 评定齿轮工作平稳性的检验组 761
- 3. 评定齿的接触精度的检验组 761
- 4. 控制侧隙的指标 761

九、圆柱齿轮及其传动公差

- 1. 小模数圆柱齿轮及其传动公差 (JB305-67) 762
 - (1) 齿轮及其传动的各种偏差和公差的规定与代号 762
 - (2) 公差数值 766
- 2. 大模数圆柱齿轮及其传动公差 (JB179-60) 777
 - (1) 齿轮和齿轮传动(外啮合和内啮合)的各种偏差和公差的规定与代号 777
 - (2) 公差数值 781

十、圆锥齿轮及其传动公差

- 1. 小模数圆锥齿轮及其传动公差 (JB306-62) 797
 - (1) 齿轮和传动的各种偏差和代号规定 797
 - (2) 公差数值 800

2.大模数圆锥齿轮传动公差 (JB180-60)807

(1) 齿轮和齿轮传动的各种偏差和公差的定义与代号807

(2) 公差数值808

十一、齿条传动公差814

1.小模数齿条传动公差814

2.齿条传动公差815

十二、配制齿轮主要要素的确定

齿轮的测绘819

1.圆柱齿轮主要参数的测绘公式819

(1) 直齿圆柱齿轮的测绘公式819

(2) 斜齿圆柱齿轮的测绘公式821

2.直齿圆锥齿轮主要参数的测绘公式822

附录822

1.圆柱齿轮公法线长度 L 值和跨齿数822

(1) 公法线长度 L 值的计算公式823

(2) 标准直齿圆柱齿轮公法线长度 L 值823

2.圆棒测量尺寸 M 值和量柱尺寸825

3.渐开线函数表835

4.分度圆弦齿厚和弦齿高及齿轮固定弦齿厚和固定弦齿高836

(1) 分度圆弦和固定弦的表示法836

(2) 分度圆弦和固定弦的数值836

5.模数制、径节制或周节制838

6.齿轮精度等级的对照839

7.小模数齿轮的加工方法839

8.齿轮铣刀组别840

9.齿轮工作图示例841

第二章 蜗轮传动845

一、蜗轮传动的主要参数及选用845

1.蜗杆的头数 z_1 845

2.蜗轮的齿数 z_2 845

3.螺旋升角 ω 845

4.模数 m_s 847

5.蜗杆特性系数 g 847

6.效率847

二、蜗轮传动几何尺寸的计算847

三、蜗轮传动及其公差850

1.精度等级和标注示例850

2.蜗轮传动的偏差和公差的定义与代号850

3.偏差和公差的数值854

(1) 小模数蜗轮传动的偏差和公差数值854

(2) 大模数蜗轮传动的偏差和公差数值 (JB162-60)863

4.检验项目和检验项目的分组873

四、蜗轮、蜗杆的常用材料和

强度计算874

1.常用材料874

2.强度计算874

附录876

蜗轮、蜗杆工作图示例876

第三章 齿轮传动链的精度和空回878

一、齿轮传动链的精度878

二、齿轮传动链的空回878

1.空回的计算单位878

2.单对齿轮的空回计算878

3.齿轮传动链的空回计算880

三、齿轮传动误差的计算882

四、齿轮传动链的空回和传动误差

计算实例883

1.齿轮传动链的空回值计算884

2.齿轮传动链传动误差的计算884

五、减小空回的结构及措施886

第七篇 弹性元件

第一章 概述889

一、弹性元件的种类889

二、弹性元件的材料889

1.弹性元件对材料的要求889

2.材料的选择890

3.常用的几种材料890

第二章 普通园柱螺旋弹簧891

一、普通园柱螺旋弹簧的形式、参

数及常用材材891

1.型式891

2.参数名称及代号893

3.常用材料894

二、园柱螺旋弹簧的设计与计算894

1.弹簧负荷的分类及精度的等级894

2. 弹簧的要求.....	895	三、游丝的固定方法.....	934
3. 弹簧材料的许用应力.....	900	四、游丝的计算.....	937
4. 设计与计算.....	901	五、游丝计算例题.....	938
三、园柱螺旋弹簧的处理和试验.....	912	六、航空机械仪表用游丝	
1. 热处理.....	912	(HB6-3-67).....	939
2. 表面处理.....	913	七、航空机械仪表用游丝、游丝连	
3. 弹簧的特殊处理.....	913	铜座技术条件(HB6-4-67).....	943
4. 弹簧的试验.....	914	八、航空电气测量仪表用游丝	
四、弹簧的检验.....	914	(HB6-1-67).....	944
五、设计计算举例.....	915	九、航空电气测量仪表游丝的技术	
六、弹簧典型工作图.....	921	条件(HB6-2-67).....	946
1. 压缩弹簧典型工作图.....	921	第六章 片弹簧.....	948
2. 拉伸弹簧典型工作图.....	921	一、片簧设计计算.....	948
3. 扭转弹簧典型工作图.....	922	二、片簧结构.....	950
七、弹簧的典型结构.....	923	三、计算示例.....	951
第三章 圆锥螺旋弹簧.....	927	第七章 碟形弹簧.....	952
一、特点及使用情况.....	927	一、碟形弹簧的分类及型式.....	952
二、圆锥弹簧计算公式.....	927	二、弹簧材料及许用应力.....	952
三、计算示例.....	928	三、碟形弹簧特性及有关参数.....	953
四、应用示例.....	929	四、摩擦因数 μ	954
第四章 蜗线弹簧——发条.....	930	五、碟形弹簧的计算公式.....	954
一、特点及用途.....	930	六、碟形弹簧计算表.....	956
二、发条的固定方式.....	930	七、计算示例.....	957
1. 内端固定形式.....	930	八、碟形弹簧的尺寸偏差.....	958
2. 外端固定形式.....	930	九、支承面宽度 b 与弹簧外径 D 的	
三、发条材料.....	931	关系.....	958
四、发条效率系数 η 值.....	931	第八章 双金属弹簧.....	959
五、发条计算公式.....	932	一、工作原理和用途.....	959
六、发条计算示例.....	933	二、双金属弹簧用材料.....	959
第五章 游丝.....	934		
一、游丝的分类.....	934		
1. 测量游丝.....	934		
2. 接触游丝.....	934		
二、游丝的材料.....	934		

三、双金属弹簧的结构型式	960
四、双金属弹簧的设计计算	960
五、双金属弹簧计算例题	964
第九章 弹簧管(包端管)	965
一、弹簧管的种类及应用	965
二、弹簧管的材料	966
三、扁弹簧管的基本特性	966
四、弹簧管的设计计算	968
1. 承受低压的单圆薄壁弹簧管的计算	
$\left(\frac{h}{b} \leq 0.7\right)$	968
2. 承受高压的单圆厚壁弹簧管的计算	
$\left(\frac{h}{b} = 0.8 \sim 1.2\right)$	970
3. 变态弹簧管的计算	971
4. 螺旋和蜗线形弹簧管的计算	972
五、弹簧管的尺寸系列与特性	972
六、计算例题	978
第十章 波纹管	980
一、波纹管的结构及其应用	980
二、波纹管材料	981
三、波纹管的计算	981
四、环形单层金属波纹管型式、基本参数与尺寸(摘自JB1111-68和JB1112-68)	984
五、计算例题	989
第十一章 膜片膜盒	990
一、膜片、膜盒的结构及用途	990
二、制造膜片的材料	992
三、膜片的特性曲线	992
四、膜片设计	995
五、计算例题	1002

附录 1	1005
1. 弹簧的几何尺寸公差工作图对弹力的影响	1005

附录 2	1006
1. 圆锥螺旋弹簧工作图示例	1006
2. 碟形弹簧工作图示例	1007
弹簧故障的检查及处理	1007

第八篇 设计的工艺性

第一章 铸造件	1009
----------------	------

一、砂型铸造零件的设计	1009
1. 砂型铸件结构要素	1009
最小壁厚	1009
外圆角(Q/ZB157-73)	1009
内圆角及过渡尺寸(Q/ZB156-73)	1009
壁的连接及要素尺寸	1010
壁厚的过渡	1010
加强筋	1011
孔边凸台	1012
凸台和凸座尺寸	1012
铸出孔最小孔径	1012
内腔	1013
法兰铸造过渡斜度(Q/ZB155-73)	1013
铸造斜度(Q/ZB158-73)	1013
2. 铸件设计注意事项	1013

二、金属型铸造零件的设计	1022
--------------	------

1. 金属型铸件结构要素	1022
最小壁厚	1022
圆角半径	1022
铸件内孔的许可尺寸	1022
推荐零件壁的结构斜度	1022
2. 金属型铸件设计注意事项	1023

三、压力铸造零件的设计	1023
-------------	------

1. 压力铸造材料	1023
2. 压铸件结构要素	1023
最小壁厚	1023
圆角半径	1023
螺纹的极限尺寸	1024
铸件内孔的许可尺寸	1024
推荐零件壁的结构斜度	1024
孔中心距	1024
压铸件孔到边缘最小距离	1025
加强筋	1025
3. 嵌件	1025
4. 压铸各种合金的计算比压	1026

四、溶模铸造零件的设计	1026
-------------	------

1. 概述	1026
-------	------

2. 熔模铸件结构要素	1026
-------------	------

五、铸件的尺寸公差和加工余量

(HB0-7-67)	1027
------------	------

1. 铸件的长度和壁厚尺寸偏差	1028
2. 具有钻孔的凸耳、耳座其半径偏差和 边距偏差	1030
3. 角度尺寸的偏差	1031
4. 转接圆弧尺寸偏差	1032
5. 基准面偏差	1033
6. 铸件表面的形状偏差	1033
7. 各级精度铸件所对应的铸造方法	1033
8. 拔膜斜度	1034
9. 铸件加工余量	1034

六、铸造材料特性与结构特点

铸钢和铸铁特性与结构特点	1034
铸铝特性与结构特点	1036

七、铸件技术标准 (摘要)

1. 灰铸件分类及技术条件 (GB976-67)	1036
2. 炭素钢铸件分类及技术条件 (GB979-67)	1038
3. 铝合金铸件技术标准 (HB963-70)	1039
4. 镁合金铸件技术标准 (HB965-70)	1041

第二章 锻造件

一、模锻件的结构要素

1. 截面设计准则	1045
2. 筋和凸部	1045
3. 模锻斜度	1045
4. 圆角半径	1047

二、模锻件尺寸公差

(HB0-6-67)	1047
------------	------

1. 精度等级	1047
2. 模锻件尺寸公差及加工余量	1048
尺寸分类	1048
模锻件精压表面间尺寸公差	1048
双面尺寸公差	1049
单面尺寸公差	1049
中心距离尺寸公差	1050
同侧高度尺寸公差和垂直尺寸公差	1050
无座标工艺半径 (过渡半径、连接半径) 公差	1051
分模面上错移公差	1051
模锻角度公差	1051
残余毛边	1051
翘曲公差	1052
加工表面与不加工表面间的尺寸公差	1052
模锻件单面加工余量	1052

三、锻件设计注意事项	1053
------------	------

附录	1056
----	------

扁钢辗成圆柱形端	1056
圆钢锤扁	1056

第三章 冲压件

一、冲压件的结构要素

1. 冲裁	1057
用自由凸模冲孔最小尺寸	1057
采用凸模护套冲孔最小尺寸	1057
孔的位置安排	1058
常用的最小圆角半径	1059
最小许可宽度与材料的关系	1059
冲裁胶纸板、胶布板的最大厚度	1059
冲裁工件外形圆弧	1059
复合工步冲裁件尺寸极限	1060
单工步冲裁件尺寸极限	1060
金属结构减轻孔 (HB0-12-74)	1061
角钢截切角推荐值	1062
冲裁金属工件内外形所能达到的经济精度	1062
冲金属工件两孔 (同时冲制) 中心距离 公差	1062
冲裁非金属工件内外形的尺寸公差	1063
冲非金属工件孔距和孔中心距的尺寸公差	1063
2. 弯曲	1063
板材最小弯曲半径 (HB0-10-74)	1063
型钢最小弯曲半径	1064
角钢弯曲半径推荐值	1065
圆钢弯小钩推荐值	1065
圆钢弯钩环推荐值	1065
扁钢平面弯曲推荐值	1066
扁钢侧面弯曲推荐值	1066
角钢破口弯曲C值	1066
弯曲件孔边距离	1066
弯曲件弯边直线高度	1066
展开长度计算公式	1067
弯曲金属工件的直线尺寸公差	1068
弯曲金属工件的角度公差	1069
3. 成形	1069
圆角半径	1069
翻孔尺寸及其离边缘的最小距离	1070
卷边直径	1070
冲击凸部的高度	1070
角部能容纳另一个直角形件	1070
箍压时直径缩小的合理比例	1071
铝镁合金板件上加强槽的几何形状 (HB0-11-74)	1071
加强窝 (HB0-13-74)	1072
百叶窗 (Q/IJR6-66)	1073
铁皮咬口类型、用途和余量	1074
4. 冷挤	1074
冷挤方法和适用范围	1075
用顺挤法制成工件的尺寸和精度	1076
用反挤法制成工件的尺寸和精度	1076

二、冷冲压零件推荐用钢牌号 1077

三、紧固件孔在型钢上的位置 1077

 紧固件孔在角钢上的位置 1077

 紧固件孔在轻型工字钢上的位置 1078

 紧固件孔在轻型槽钢上的位置 1078

四、冲压件设计注意事项 1078

第四章 铆接件 1081

一、铆接件结构要素 1081

 铆钉杆长度计算 1081

 铆钉孔直径 (摘自GB152-76) 1082

二、铆接强度计算 1082

 铆接强度计算公式 1082

 板材的计算破坏挤压力 1083

 铆钉破坏剪力 1085

 抗拉铆钉的强度 1085

三、铆接件设计注意事项 1085

第五章 焊接件 1087

一、主要焊接方法和特性 1087

二、金属材料的可焊性 1088

 1. 钢材的可焊性 1088

 2. 铸铁的可焊性 1089

 3. 有色金属的可焊性 1089

三、焊接结构要素和表示方法 1090

 各种焊接方法符号 (GB324-64) 1090

 手工电弧焊接接头的基本型式与尺寸 (摘自GB985-67) 1090

 点焊焊点熔核最小直径 1095

 点焊接头的基本尺寸 1095

 滚焊的接合边最小尺寸 1096

四、钎焊 1096

 钎焊料 1097

 新推荐钎焊铝及其合金用钎焊料 1099

五、焊缝强度计算公式 1100

 强度计算公式 1100

 滚焊接头的静强度系数 1102

 熔焊对接头的静强度系数 1102

六、焊条性能简介 1103

 焊条和自动焊丝性能与用途 1103

七、焊接件设计注意事项 1107

第六章 塑料件 1108

一、塑料件结构要素 1108

 1. 工艺斜度 1108

 2. 壁厚 1108

 3. 加强筋 1108

 4. 支承面 1108

 5. 圆角 1109

 6. 孔 1109

 7. 螺纹 1110

 8. 滚花、标记、符号 1111

 9. 嵌件 1111

二、塑料特性和应用举例 1113

 一般结构零件用塑料 1113

 耐磨受力传动零件用塑料 1113

 减摩自润滑零件用塑料 1114

 各种耐腐蚀零件用塑料 1114

 耐高温塑料零件用塑料 1114

三、塑料件设计注意事项 1115

第七章 粉末冶金件 1117

一、粉末冶金制件特点 1117

二、粉末冶金制件结构要求 1117

三、粉末冶金制件的分类及用途 1118

四、铁基粉末冶金制件的性能及用途 1119

五、尺寸精度及表面光洁度 1119

第九篇 表面处理和热处理

第一章 表面处理 1121

一、金属镀层及化学处理表示方法 (GB 1238-76) 1121

 附录 1 1125

 光亮等级参考表 1125

 缎面等级参考表 1125

 附录 2 本标准采用的名词术语说明 1125

二、镀层和化学覆盖层的选择原则与厚度系列 (HB5033-77) 1128

 (一) 总则 1128

 (二) 使用条件的分类 1128

 (三) 金属镀层的分类 1129

(四) 接触偶的选择	1129
(五) 镀层和化学覆盖层的选择原则与厚度系列	1129
附录: 几种常用的镀覆层	1148

第二章 热处理

一、钢的热处理	1149
1. 铁碳合金平衡图	1149
2. 结构钢的热处理	1150
(1) 予先热处理的种类、方法及目的	1150
(2) 常用结构钢予先热处理的选择	1151
(3) 最后热处理的种类、方法及目的	1152
(4) 常用结构钢的最后热处理规范及性能	1154
3. 不锈钢、耐热钢及高温合金的热处理	1161
(1) 不锈钢及耐热钢的热处理目的、规范及性能	1161
(2) 淬火强化的不锈钢半成品的工序间热处理种类、目的及规范	1163
(3) 抗磁不锈钢的热处理目的、规范及性能	1164
(4) 高温合金的热处理目的、规范及性能	1165
4. 铸钢及铸铁的热处理	1167
(1) 钢铸件予先热处理的种类、目的、规范及性能	1167
(2) 钢铸件最后热处理的目的是、规范及性能	1168
(3) 铸铁热处理的种类、目的及规范	1168
5. 钢的化学热处理	1170
(1) 钢的化学热处理种类、方法、目的及渗入层深度范围的选择	1170
(2) 渗碳规范	1172
(3) 渗碳钢渗碳后的热处理温度规范及性能	1172
(4) 氮化规范	1173
(5) 氮化前的热处理温度规范及性能	1174
(6) 氰化规范	1175
(7) 氰化后的热处理温度规范及性能	1176
6. 结构钢零件热处理工艺过程的选择	1176
7. 热处理零件检验类别 (HB0-62-69)	1178
二、铝合金的热处理	1180
1. 变形铝合金的热处理	1180
(1) 变形铝合金半成品及零件的退火种类、目的与规范	1180
(2) 变形铝合金的淬火及时效	1181
1) 铝合金半成品及零件的淬火目的与加热温度规范	1181
2) 铝合金半成品及零件淬火加热的保温时间规范	1182
3) 铝合金半成品及零件的时效目的、种类及规范	1183
(3) 铝合金铆钉的热处理	1184

2. 铸造铝合金的热处理	1185
(1) 铸造铝合金的热处理分类及用途	1185
(2) 铸造铝合金热处理规范及性能	1186

三、镁合金的热处理

1. 变形镁合金热处理种类、目的及规范	1189
2. 铸造镁合金的热处理规范与性能	1190

四、钛及钛合金的热处理

1. 钛及钛合金的热处理种类、方法与目的	1191
2. 钛及钛合金退火规范与性能	1192
3. 钛及钛合金淬火时效规范	1192

五、铜及铜合金的热处理

1. 铜及铜合金的热处理种类与目的	1193
2. 铜及铜合金的热处理规范与性能	1194

六、精密合金的热处理

1. 精密合金的热处理种类、方法与目的	1195
2. 电工用纯铁及硅钢的热处理规范	1196
3. 软磁合金的热处理规范	1197
4. 永磁合金的热处理规范	1199
5. 弹性合金的热处理规范	1201
6. 膨胀合金的热处理规范	1202
7. 热双金属的热处理规范	1203
8. 电阻合金的热处理规范	1204

附录

附录1. 抗磁材料毛坯和零件按其磁化程度分组细则 (Q/5S64-78)	1204
附录2. 黑色金属硬度及强度换算表	1205
附录3. 30CrMnSiNi2A钢的洛氏硬度与抗拉强度换算表	1212
附录4. 18CrMn2MoBA钢抗拉强度与布氏、洛氏硬度的换算表	1212
附录5. 变形铝合金的硬度与抗拉强度换算表	1212
附录6. 变形铝合金技术条件规定的机械性能	1213
1) 棒材机械性能	1213
2) 板材机械性能	1214
3) 丝材机械性能	1218
4) 管材机械性能	1218
5) 型材机械性能	1220
6) 锻件及模锻件机械性能	1221
附录7. 金属材料牌号对照	1224
1. 钢铁牌号国内外对照	1224
2. 有色金属牌号国内外对照	1234
3. 精密合金牌号国内外对照	1240
4. 焊接用料牌号国内外对照	1243

参考资料	1245
------------	------

第六篇 齿轮、蜗轮传动

第一章 齿轮传动

一、齿轮的轮齿和齿轮传动的啮合要素

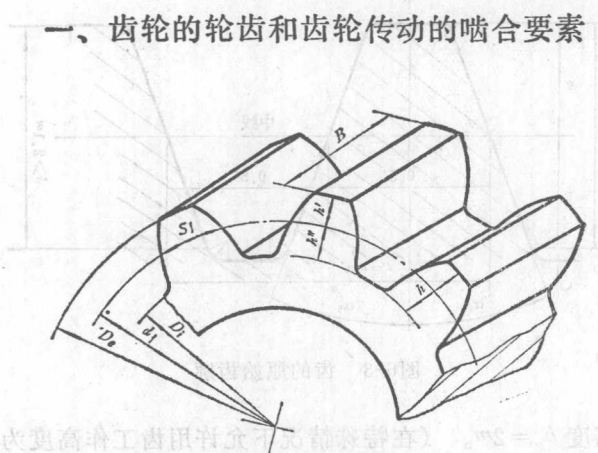
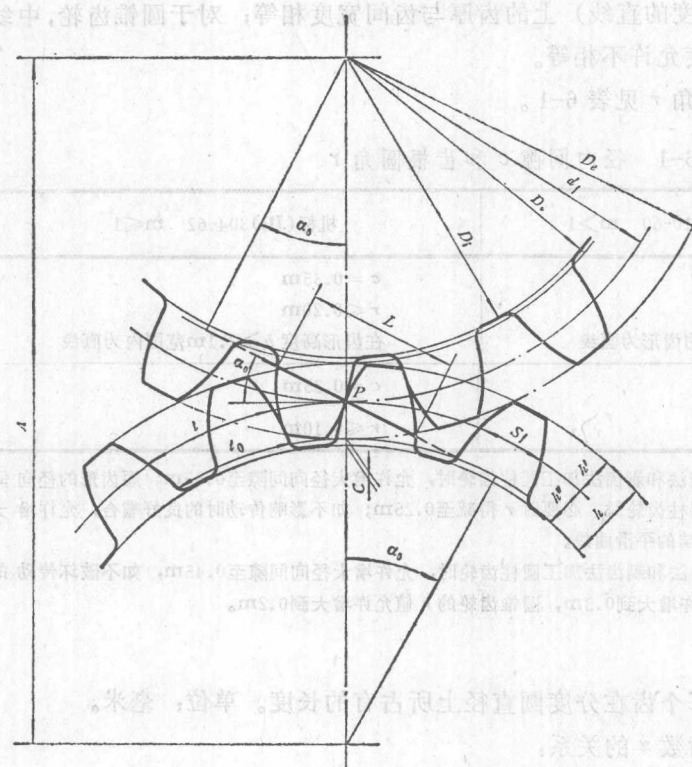


图6-1 齿轮的轮齿



- 图中符号：
- D_e —齿顶圆直径
 - d_f —分度圆直径
 - D_i —齿根圆直径
 - α_0 —压力角
 - h —齿高
 - h'' —齿顶高
 - h' —齿根高
 - S_f —分度圆齿厚
 - t —周节
 - C —径向间隙
 - t_0 —基节
 - A —中心距
 - L —啮合线
 - D_0 —基圆直径
 - B —轮齿宽度

注：1. 直齿圆锥齿轮的啮合情况参阅表 6-6 中的插图；
 2. 蜗轮付的啮合情况参阅表 6-107 中的插图

图6-2 直齿圆柱齿轮的啮合要素

二、齿轮传动的主要参数和选用

1. 原始齿廓 (基齿条)

在机标 JB110-60 及 JB304-62 中规定了齿形角 $\alpha_0 = 20^\circ$ 的齿轮的原始齿廓。基本参数见图 6-3。

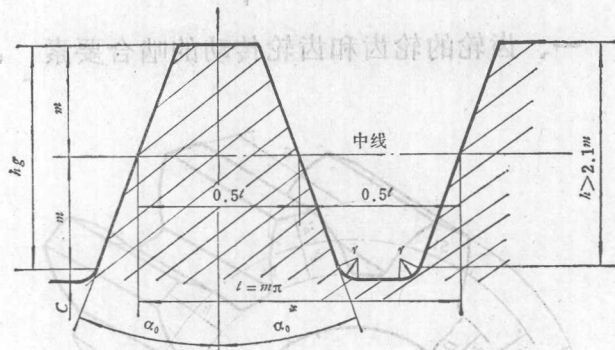


图6-3 齿的原始齿廓

(1) 齿的工作高度 $h_g = 2m$ 。(在特殊情况下允许用齿工作高度为 $1.6m$ 的短齿形,即齿高系数 $f = 0.8$) 齿形高度 $h > 2.1m$ 的范围内的齿形为直线。式中 m ——模数。

(2) 中线(平分齿工作高度的直线)上的齿厚与齿间宽度相等;对于圆锥齿轮,中线上的原始齿形的齿厚与齿间宽度允许不相等。

(3) 径向间隙 c 和齿根圆角 r 见表 6-1。

表6-1 径向间隙 c 和齿根圆角 r

齿 轮	机标(JB) 110-60 $m > 1$	机标(JB)304-62 $m \leq 1$
圆柱齿轮	$c = 0.25m$ $r = 0.40m$ 在 h_g 范围内的齿形为直线	$c = 0.35m$ $r \leq 0.20m$ 在齿形高度 $h > 2.1m$ 范围内为直线
圆锥齿轮	$c = 0.20m$ $r = 0.20m$	$c = 0.25m$ $r \leq 0.10m$

注: 1. 对于 $m > 1$ 的齿轮: 当采用插齿法和剃齿法加工圆柱齿轮时, 允许增大径向间隙至 $0.35m$; 短齿形的径向间隙 $c = 0.3m$; 用剃齿法加工圆柱齿轮时, 必要时 r 得减至 $0.25m$; 如不影响传动时的良好啮合, 允许增大 r 值, 并可将齿根部分作成连续的平滑曲线。

2. 对于 $m \leq 1$ 的齿轮: 当采用插齿法和剃齿法加工圆柱齿轮时, 允许增大径向间隙至 $0.45m$, 如不破坏传动的正常啮合, 圆柱齿轮的 r 值允许增大到 $0.3m$, 圆锥齿轮的 r 值允许增大到 $0.2m$ 。

2. 模数 m 和模数系列

齿轮的模数 m 是指齿轮的每个齿在分度圆直径上所占有长度。单位: 毫米。

模数 m 和分度圆直径 d_f 、齿数 z 的关系:

$$m = \frac{d_f}{z}$$

模数 m 与齿轮轮齿的强度有关, 模数增大, 轮齿的结构尺寸相应增大, 故轮齿的强度增高。

机标 JB111-60 规定的齿轮模数系列见表 6-2。

表6-2 模数系列 mm

第一系列	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.25
第二系列	0.7	1.75	2.25	(2.75)	(3.25)	3.5	(3.75)	4.5	(5.5)	(6.5)	7
第一系列	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14
第二系列	9	(11)	(13)	(15)	28	33					
第一系列	16	18	20	22	25	30	36	40	45	50	

注: 1. 选用模数时应优先采用第一系列, 其次是第二系列, 括号内的尽量不用。

2. 表中所列模数适用于各种齿轮。其中对于斜齿圆柱齿轮系指法向模数; 对于圆锥齿轮系指大端模数; 对于蜗轮系指端面模数; 对于蜗杆系指轴向模数。

考虑到小模数齿轮的制造工艺性和传动的精度要求, 在设计仪器的传动机构时, 一般的应尽可能地采用 $m = 0.3 \sim 1$ 的范围。

3. 齿数 z 和最少齿数

对于机标 (JB) 中规定的齿形角 $\alpha_0 = 20^\circ$ 的渐开线直齿圆柱齿轮理论的最少齿数为 17; 但对工作平稳性要求不高和允许有轻度根切的齿轮实际的最少齿数可取为 14; 对于传动精度和工作平稳性都要求较高的齿轮齿数最好取为 $z_{\min} \geq 25$ 。

对于斜齿圆柱齿轮最少齿数可取为:

$$z'_{\min} = z_{\min} \cdot \cos^3 \beta$$

式中 z_{\min} ——直齿圆柱齿轮的最少齿数;

β ——齿的螺旋倾斜角。

对于要求取得更少齿数的齿轮可采用变位的办法来实现。

下列齿数在设计时尽量不采用:

101、103、107、109、127、131、137、149、151、157、163、167、173、179、181、187、191、193、197、199、202、203、206、209、211、212、214、217、221、223、227 等。

对于齿数大于 240 的齿轮, 其齿数尽量取为 10 的倍数。

设计时模数和齿数的一般关系可在下述范围内选取。

表6-3 模数和齿数的一般关系

模数 m	0.4, 0.5, 0.6	0.8	1	1.5
齿数 z	26~180	22~120	18~105	16~70

4. 螺旋倾斜角 β

斜齿圆柱齿轮的 β 角主要影响传动系统的工作平稳性, 因此在选用 β 角时必须考虑设计机构的具体要求。选用较小的 β 角 (例如 β 角小于 7° 时) 对传动的工作平稳性改进不

大, 却会增加齿轮加工和检验的成本。选用较大的 β 角会使轴向力增大, 导致结构的设计尺寸增大, 同时也会降低传动效率。因此在一般的机械设计中 β 角的选用范围取为 $7^\circ \sim 25^\circ$ 。

对于人字齿轮和分成两对左右对称配置的斜齿轮, 由于齿轮产生的轴向力相互抵消, 故 β 角的选用范围可适当地增大到 $15^\circ \sim 40^\circ$ 。

对于相互啮合的一对斜齿轮 β 角应大小相等方向相反, 即一个为右旋另一个为左旋。 β 角的改变并不影响一对齿轮的传动比, 但却会使中心距发生变化。

5. 传动比 i

传动比 i 是指主动齿轮的角速度和从动齿轮角速度的比值。它与齿轮的转速、齿数、分度圆直径之间的关系为:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{f2}}{d_{f1}}$$

式中 ω_1 、 n_1 、 z_1 、 d_{f1} ——分别为主动齿轮的角速度、转速、齿数、分度圆直径。

ω_2 、 n_2 、 z_2 、 d_{f2} ——分别为从动齿轮的角速度、转速、齿数、分度圆直径。

设计齿轮传动时单级传动比建议在下列范围内选用:

对于圆柱齿轮一般取 $i_{\max} < 8$, 但斜齿圆柱齿轮的传动比可比直齿圆柱齿轮的传动比取得大些。

对于圆锥齿轮传动比一般取 $i_{\max} < 7.5$, 而较常采用的 $i_{\max} = 6$ 。

对于精密机械中的圆柱齿轮传动比一般取为 $5 > i > \frac{1}{3}$ 。

对于承受均匀载荷的传动机构, 传动比 i 一般取为 1、2、3、4……或 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{4}$ ……。

对于承受周期性变化载荷的传动机构建议采用不可约分的传动比。

例如: $i = \frac{25}{26}, \frac{25}{27}, \frac{17}{31}, \frac{30}{47}, \frac{27}{34}$ 等。

对于为了提高传动链的传动精度和减小空回的传动机构, 在减速传动中常把较大的单级传动比配置在最后几级而末级传动比最大。在增速传动中常在开始几级就增速, 但由于在增速时最容易破坏传动的工作平稳性, 传动比最好大于 $\frac{1}{3}$, 这样可以增加传动链的刚度和减小传动误差, 提高总的传动精度, 对于空回来说就可以消除末级传动比的影响而使前几级的空回值变得最小。

对于要求经常正反转的传动链, 可按最小转动惯量原则分配传动比, 此时各级的传动比可按下式进行计算:

在多级传动中:

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdots i_k \cdots i_n$$

$$i_k = \sqrt[2k-1]{2 \left(\frac{i}{n} \right)^{\frac{2k-1}{2^n-1}}}$$

式中 i ——总传动比

n ——传动链中的传动级数

i_k ——任一级的传动比

k ——传动链中的任一级数

若按两级减速器的最小结构长度原则分配传速比,可按下式进行计算:

$$i = i_1 \cdot i_2$$

$$i_1 = \frac{i + \sqrt[3]{i}}{2(1 + \sqrt[3]{i})}$$

式中 i ——总传速比

i_1 ——高速级传速比

i_2 ——低速级传速比

6. 分度圆和节圆

对于机标(JB)中规定的标准齿轮,分度圆和节圆是重合的。

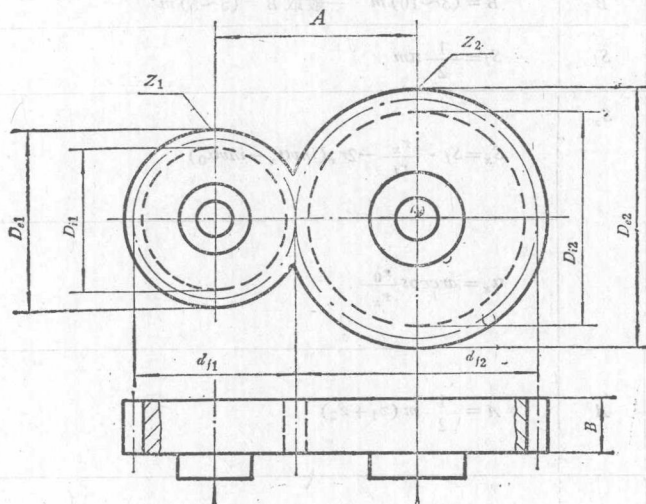
分度圆是指齿轮的直径等于标准模数乘齿数的圆,节圆是指两齿轮啮合时相互作用纯滚动的两个圆。

对于变位齿轮,分度圆和节圆可以重合也可以不重合。采用角度变位时分度圆和节圆不重合,采用高度变位时分度圆和节圆重合。

三、齿轮传动几何尺寸的计算

1. 直齿圆柱齿轮传动几何尺寸的计算

表 6-4



名称	代号	计算公式
传速比	i	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$
模数	m	$m = \frac{t}{\pi} = \frac{d_{11}}{z_1} = \frac{d_{12}}{z_2}$ (或从表中选取)
齿数	z	$z = \frac{d_t}{m}$ (或计算选取)