

中 等 专 业 学 校 教 材

机械零件课程设计指导书

李 恩 至 編



國防工業出版社

中等专业学校教材

机械零件课程设计指导书

李恩至 編

国防工业出版社

1965

內 容 簡 介

本設計指導書是中等專業學校的輔助教材。中專學生在學過“機械零件”課程之後，以本教材為指南進行課程設計。書中對減速器的設計步驟和設計過程中的各個環節作了系統而詳盡的敘述。全書在內容上與“機械零件”教材（北京航空工業學校機械零件教研組黃凱主編）緊密結合。

本指導書供中等專業學校的教師和學生使用，也可供高等工業專科學校低年級學生在進行課程設計時作參考。

機械零件課程設計指導書

李 恩 至 編

*

國防·工業出版社 出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第 074 號

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

國防工業出版社印刷廠印裝

*

787×1092 1/16 印張 3 1/2 79 千字

1965 年 8 月第一版 1965 年 6 月第一次印刷 印數：0,001—10,000 冊

統一書號：K15034·904 定價：（科四）0.40 元

前 言

本指导书是根据1963年12月有关部工程力学教材會議制定的机械零件課程設計大綱(1964年8月国防工业出版社出版)編写的。全书分为正文与附录两大部分。正文主要說明課程設計的目的、要求与步驟。其中个别部分如草图的要求在大綱中沒有作具体規定,本书中有关这一部分仅作为参考。附录与机械零件教材(北京航空工业学校編1964年国防工业出版社出版)衔接密切,資料齐全,因而同学做单級齿輪或蝸杆減速器課程設計时可以脫离手册。

在編写期間曾收到重庆机械工业学校等6个兄弟学校寄来的設計指导书,还收到一些学校来信提出許多宝貴意見与建議。我們充分考虑了这些意見并致以謝意。

指导书插图部分由黃振廉同志設計,教研組大部分同志参加描繪,全文經审編小組的严汝揚同志审查,謹此一并致謝。

由于編者水平有限,錯誤与不当之处在所难免,希讀者提出批評与指正。

目 录

前言	3
第一章 概論	5
§ 1-1 机械零件課程設計的目的	5
§ 1-2 課程設計的內容和份量	5
§ 1-3 課程設計時应当注意的事項	5
第二章 机械零件課程設計步驟	6
第三章 草图設計	8
§ 3-1 草图設計的目的	8
§ 3-2 草图設計的步驟	8
第四章 装配图与零件工作图	14
§ 4-1 装配图	14
§ 4-2 零件工作图	16
第五章 設計計算說明书	17
§ 5-1 設計計算說明书的內容	17
§ 5-2 編写計算說明书的要求	17
附录	18
附录一、 单級斜齿圓柱齿輪減速器設計示例	18
附录二、 零件的合理結構設計(正誤对照图)	28
附录三、 設計补充資料	37
1. 齿輪及蝸輪蝸杆結構	37
2. 減速器主要附件	40
3. 环首螺釘及孔座	43
4. 彈性擋圈	44
5. 軸承蓋与毛毡圈	46
6. 滚动軸承的画法	48
7. 圓柱的公差与配合	48
8. 平鍵的公差与配合	49
9. 零件的表面光洁度	50

第一章 概 論

§ 1-1 机械零件課程設計的目的

机械零件課程設計是本課程的第二部分，是第一次教學設計。通過課程設計加強本課程理論和實際的聯繫，使學生鞏固所學的知識；並進一步學習綜合運用理論知識去解決實際技術問題的方法；學會使用技術資料和手冊的技能，為專業課程設計打好基礎。它也是初步培養學生獨立工作能力的重要方法之一。

§ 1-2 課程設計的內容和份量

課程設計題目是一般用途的單級齒輪減速器或蝸杆減速器（外伸段考慮用聯軸器联接）。

全部設計內容包括如下幾個方面：

1. 減速器主要零件的設計計算（其中包括齒輪傳動或蝸杆傳動計算、軸的設計計算、軸承與平鍵的選擇與核算）；
2. 畫減速器設計裝配草圖；
3. 畫減速器設計裝配圖；
4. 畫零件工作圖；
5. 編寫設計說明書。

課程設計的份量是：

1. 減速器設計說明書一份（16 開紙）；
2. 減速器設計裝配圖一張（1 號圖紙，用兩個視圖表示）；
3. 零件工作圖（為齒輪軸或蝸輪軸）一張（3 號圖紙）。

§ 1-3 課程設計時應當注意的事項

1. 學生在領到任務書後，首先應當熟悉設計題目的內容與要求，了解傳動的特點。認真翻閱教科書、手冊及參考資料，選擇合適的典型減速器參考圖，並且仔細看懂。

2. 設計時不但要把自己看作是設計員，更重要的是以工人身份出現。學生在擬定設計方案時應當考慮到零件的加工與裝配等實際生產問題，所以要求同學作到獨立地、全面地仔細思考，不要輕易問人，以培養獨立工作的良好習慣。

3. 經教師批改過的草圖，學生必須更正後才可以畫設計裝配圖，凡所指出的錯誤應當一一搞懂。

4. 設計進度應當按照規定進度完成，不得隨意拖延，以培養按期完成任務的良好習慣。

5. 說明書要按照規定格式用藍墨水書寫。圖樣要根據國家標準規定或習慣画法用鉛筆繪畫。要求作到“文句簡明, 條理清楚, 字體工整, 圖面清晰”。

6. 繪圖前应当作好准备工作: 备好貼圖紙、繪圖工具、設計資料及手冊等。

第二章 機械零件課程設計步驟

學生作課程設計時必須綜合地考慮減速器和每個零件的可靠性與經濟性(材料費用和工藝性), 因此選擇參數或結構雖然可以多樣化, 但是應當找出滿足具體條件的最合理方案。

由於課程設計題目不可能給出決定結構的足夠已知數據, 某些量必須根據類似結構或設計經驗來確定(如箱體尺寸), 或必須初步估計(如軸的跨距)才能進行核算, 然後再進一步考慮結構細節(如軸的圓角、倒角等)。所以整個過程是邊分析邊計算邊繪草圖邊修改, 交叉地反復地進行着, 使設計逐漸趨於完善。這種過程是不可避免的, 也是正常的, 不應當認為是返工。

應該指出, 由於學生在學習機械零件期間所具有的生計實際知識還較少, 並且設計內容受到培養目標、學生實際水平和每周學習時數所限制, 因此教學上的課程設計和生計上的設計在要求上應該有所不同(例如, 計算時考慮問題比較簡單; 繪圖的數量受到限制; 技術條件不能注得詳細等)。

設計任務書中所給定減速器的原始數據通常是輸出軸的功率; 輸出軸的轉速和傳動比。根據已知數據先計算傳動零件然後再算支承零件。現將設計步驟分述如下:

一、齒輪傳動或蝸杆傳動的計算

對於閉式傳動的鋼制圓柱齒輪與圓錐齒輪傳動:

1. 根據齒面接觸疲勞強度確定齒輪的主要尺寸與參數;
2. 核算齒根彎曲疲勞強度。

對於蝸杆傳動:

1. 根據蝸輪齒面接觸疲勞強度, 確定蝸輪與蝸杆的主要尺寸, 並核算蝸杆的剖面強度;
2. 核算蝸輪齒根的彎曲疲勞強度。

提示:

(1) 學生應當仔細檢查中心距、錐距和模數, 保證確實無誤, 否則要造成大返工。為了合理利用市面出售的圖紙, 便于布置視圖起見, 對於減速器中心距離或錐距作如下的限制:

圓柱齒輪減速器的中心距離 $A \approx 120 \sim 150$ 毫米;

圓錐齒輪減速器的錐距 $L \approx 90 \sim 105$ 毫米;

蝸杆減速器的中心距離 $A \approx 110 \sim 130$ 毫米。

- (2) 齒輪的材料宜採用鍛鋼(不用鑄鋼), 材料的硬度 $H_{B\min} < 350$ (參看教材附表 5-2)。
- (3) 斜齒輪齒寬系數 ψ_A 不應小於 0.3, 圓錐齒輪齒長系數 $\psi_L = \frac{1}{3}$ 。
- (4) 選擇蝸杆頭數時應該保證 $28 < Z_2 < 80$ 。選擇小齒輪齒數應該保證不產生根切。
- (5) 齒輪的結構尺寸見附錄圖 17~18。蝸輪的結構尺寸見附錄表 1。

二、初步确定轉軸的主要尺寸(图 1)

1. 根据純扭轉, 确定軸外伸段直徑:

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{M_n}{0.2[\tau]_n}} \text{ (厘米),}$$

对于 G3~G6 及 30~45 号鋼,

取 $[\tau]_n = 250 \sim 350$ 公斤/厘米²。

$[\tau]_n$ 本身已考虑了鍵槽削弱的影响。

2. 确定軸上其他阶梯配合直徑:

d'_1 —— 与軸承盖配合处軸的直徑;

d_2 —— 与軸承配合处軸的直徑;

d_3 —— 与齒輪配合处軸的直徑。

$$d'_1 = d_1 + (2 \sim 3) \text{ (毫米);}$$

$$d_2 = d'_1 + (3 \sim 5) \text{ (毫米);}$$

$$d_3 = d_2 + (3 \sim 5) \text{ (毫米).}$$

3. 草图設計第一阶段:

草图設計第一阶段主要是初步确定軸承支座間距离 l (或称跨距), 詳見第三章草图設計。

提示:

(1) 为了滿足結構上的要求, 規定 $d_1 \geq 20$ 毫米。

(2) 一般的配合直徑应选取标准值(教材附表 8-2), 軸承配合处直徑应为 5 的倍数。

三、近似核算軸(或蝸杆)危險剖面强度

1. 計算齒輪或蝸輪上作用力 P 、 Q 和 T , 并画受力簡图;

2. 計算軸承支座反力, 作弯矩图和扭矩图, 并确定危險剖面的合成弯矩;

3. 核算軸(或蝸杆)危險剖面的相当应力。

四、选择并核算滚动軸承

1. 确定支座合成反作用力;

2. 选择滚动軸承的类型;

3. 确定滚动軸承的尺寸:

(1) 画滚动軸承的安装和受力簡图;

(2) 核算工作容量系数。

提示:

对于齒輪减速器, 軸承的寿命 $h = 10000$ 小时。

对于蝸杆减速器, 軸承的寿命 $h = 5000$ 小时。

五、草图設計第二阶段

草图第二阶段主要确定軸的結構和軸上其他零件的結構尺寸。

1. 軸上零件的固定方法;

2. 最后确定軸的各段的直徑;

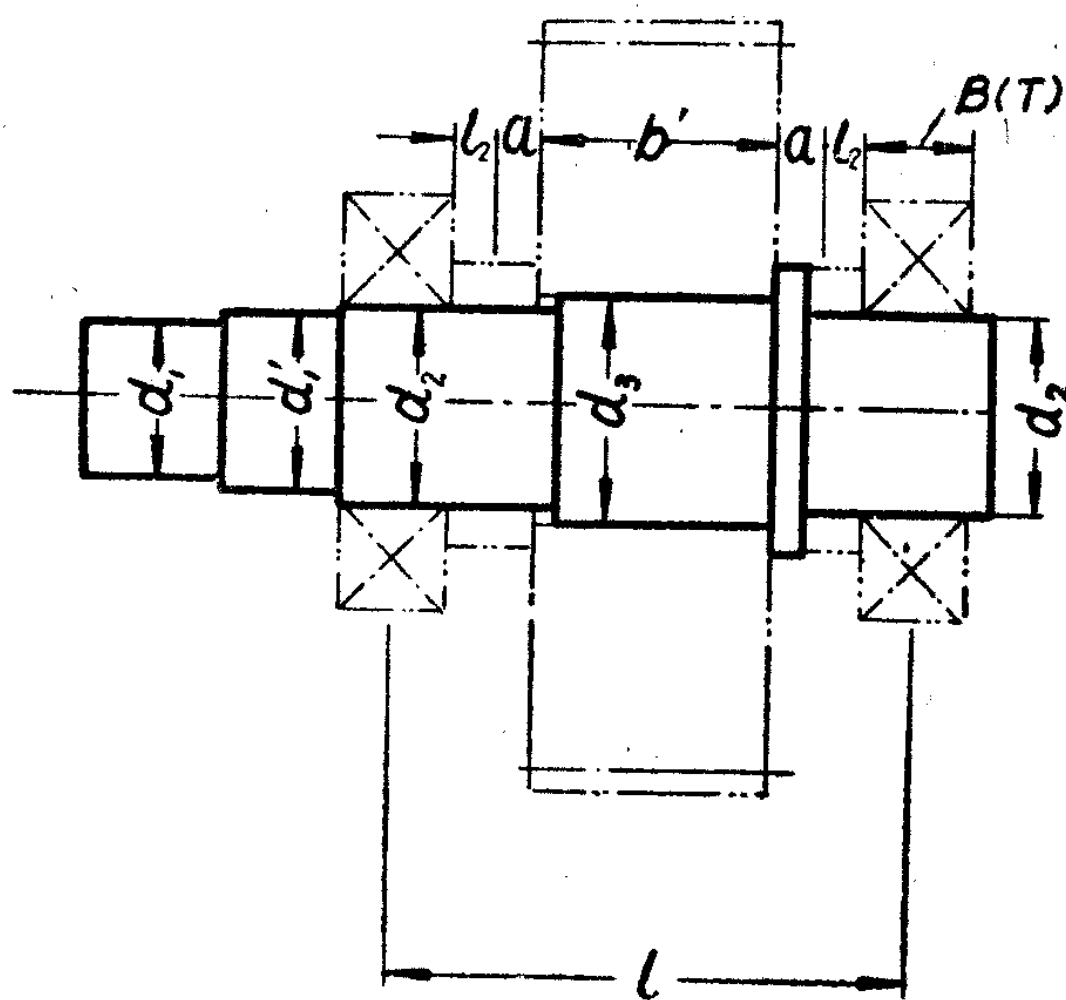


图 1 轉軸的主要尺寸

3. 确定軸的各段的长度(除了外伸段外,軸的其他各段长度均借助于草图确定);
4. 确定軸的圓角与倒角(教材附表 8-3~8-6);
5. 确定軸上其他零件的結構。

提示:

最后确定的跨距与預估跨距之差若不超过 5%, 可不必重新計算支座反作用力。

六、選擇平鍵并核算强度

七、草图設計第三阶段

草图第三阶段主要确定箱体結構尺寸与支座設計方案, 詳見第三章草图設計。

提示:

有关支座設計方案, 參看教材图 9-43~图 9-53。

八、画减速器設計装配图

九、画軸的零件工作图

十、編写設計說明书

第三章 草 图 設 計

§ 3-1 草图設計的目的

設計图紙一般是从装配图再画出零件图, 而設計草图是整个設計的底稿, 通常是根据已知条件和主要的計算数据繪制减速器的初步图形, 然后进行細致的計算, 并考虑生产工艺的要求, 經過反复修改最后画出較合理的設計装配图。所以草图設計的目的是确定减速器主要零部件的結構和尺寸以及确定零件的相互位置。

§ 3-2 草图設計的步驟

一、草图設計的第一阶段

根据中心距离画齿輪外廓图, 然后初步确定軸承支座之間距离及齿輪或蝸輪相对于軸承的位置, 滚动軸承的寬度可按輕系列估計其他有关尺寸参考图 2 与表 1。

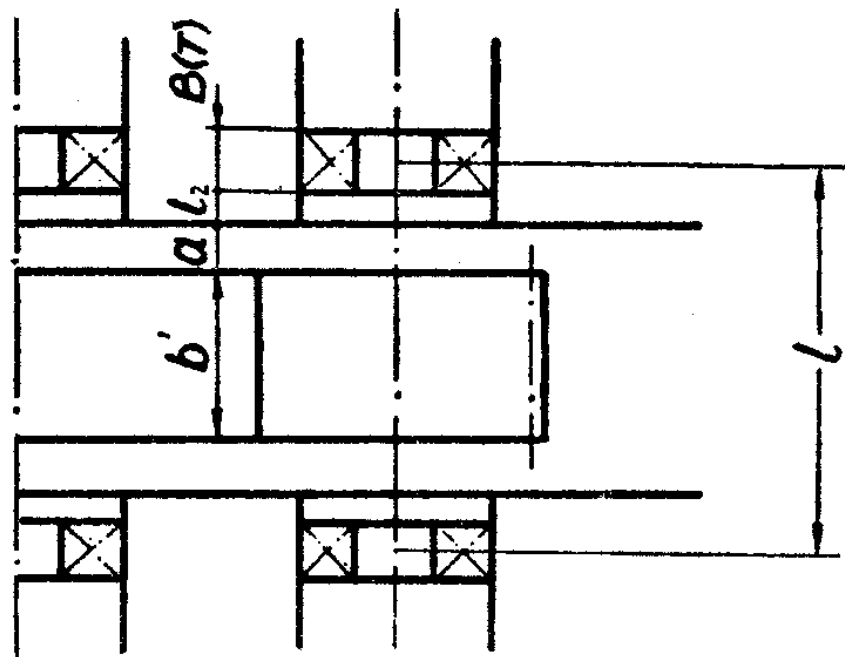


图 2 圓柱齿輪减速器草图第一阶段

表1 圆柱齿轮减速器草图尺寸

符 号	名 称	尺 寸
l	轴承支座间的计算距离	$l = b' + 2a + 2l_2 + B(T)$
b'	齿轮轮毂长度	取 $b' = (1.2 \sim 1.5)d$ d 为轴与齿轮配合直径
$B(T)$	滚动轴承宽度	按预选型号自手册查出
l_2	轴承端面至减速器箱体内壁的距离	用滑油润滑轴承时取 $l_2 = 5 \sim 10$ 毫米, 当用滑脂润滑并有挡油环时取 $l_2 = 10 \sim 15$ 毫米
a	齿轮端面至箱体内壁的距离	取 $a = 10 \sim 15$ 毫米

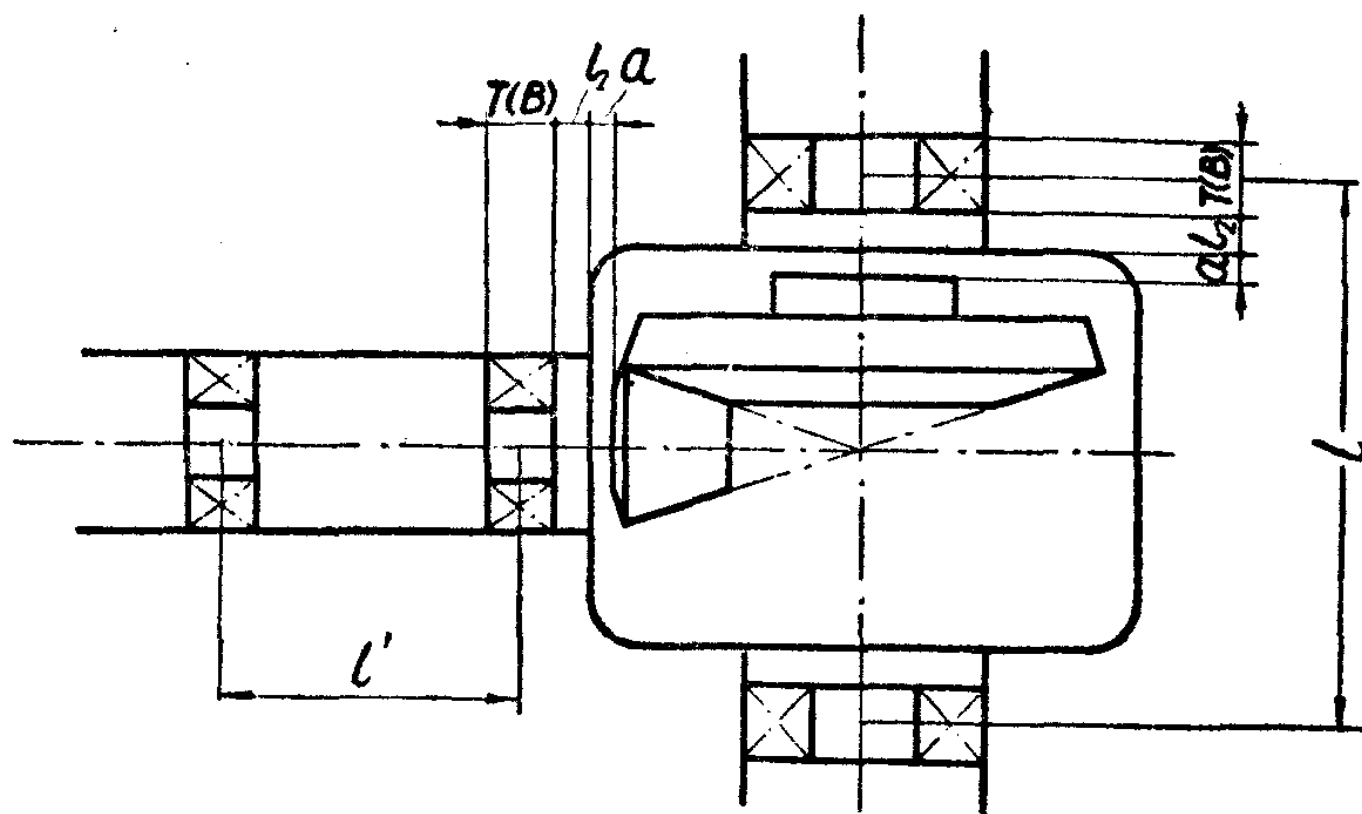


图3 圆锥齿轮减速器草图第一阶段

表2 圆锥齿轮减速器草图尺寸

符 号	名 称	尺 寸
l	从动轴轴承支座间的计算距离	由作图确定(轴承对锥顶对称)
l'	主动轴轴承支座间的计算距离	取 $l' \approx (3 \sim 4)d$ d 为轴颈直径
a	齿轮轮毂端面至箱体端面距离	取 $a = 10 \sim 15$ 毫米
$B(T)$	滚动轴承宽度	按预选型号自手册查出
l_2	轴承端面至减速器箱体内壁的距离	用滑油润滑轴承时取 $l_2 = 5 \sim 10$ 毫米, 当用滑脂润滑并有挡油环时取 $l_2 = 10 \sim 15$ 毫米

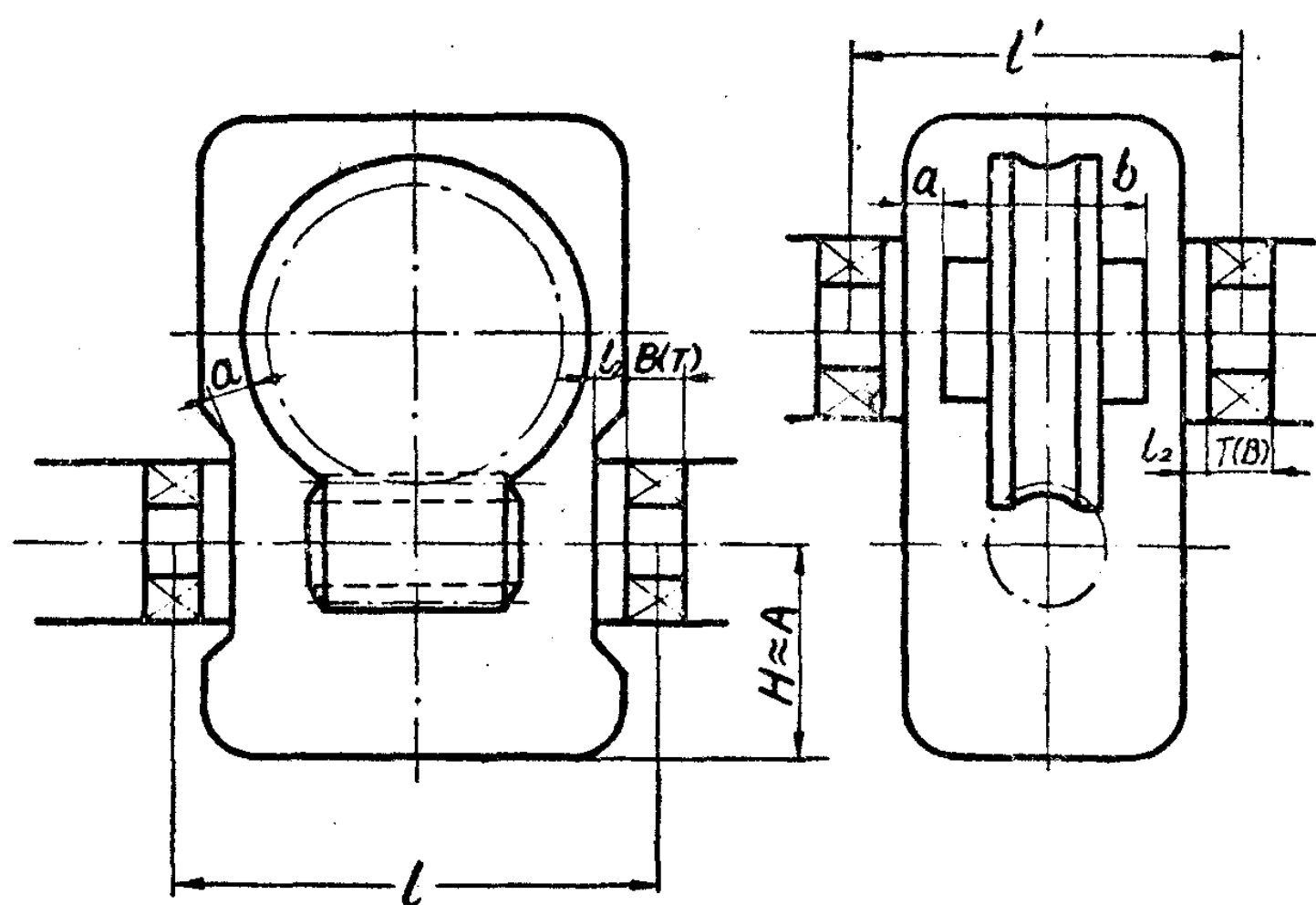


图4 蜗杆减速器草图第一阶段

表3 蜗杆减速器草图尺寸

符 号	名 称	尺 寸
l	蜗杆轴承支座间的计算距离	取 $l \approx (1 \sim 1.1) D_2$ D_2 为蜗轮分度圆直径
l'	蜗轮轴承支座间的计算距离	$l' = b' + 2a + 2l_2 + B(T)$
a	蜗轮轮毂端面至箱体内壁的距离	$a = 10 \sim 15$ 毫米
b'	蜗轮轮毂长度	$b' = (1.25 \sim 1.5) d$ d 为轴与齿轮配合直径
$B(T)$	滚动轴承宽度	按预选型号自手册查出
l_2	轴承端面至减速器箱体内壁的距离	用滑油润滑轴承时取 $l_2 = 5 \sim 10$ 毫米, 当用滑脂润滑并有挡油环时取 $l_2 = 10 \sim 15$ 毫米

二、草图设计第二阶段

本阶段主要是确定轴及装在轴上其他零件的结构尺寸(套筒、挡油环、平键或齿轮等)。为了节省画图时间允许采用以下简化画法:

1. 圆柱齿轮或蜗轮除了与轴配合处局部剖开外, 其余部分画出外轮廓即可;
2. 滚动轴承可以用规定符号表示;
3. 允许徒手画剖面线及圆弧部分;
4. 不要求图线符合标准。

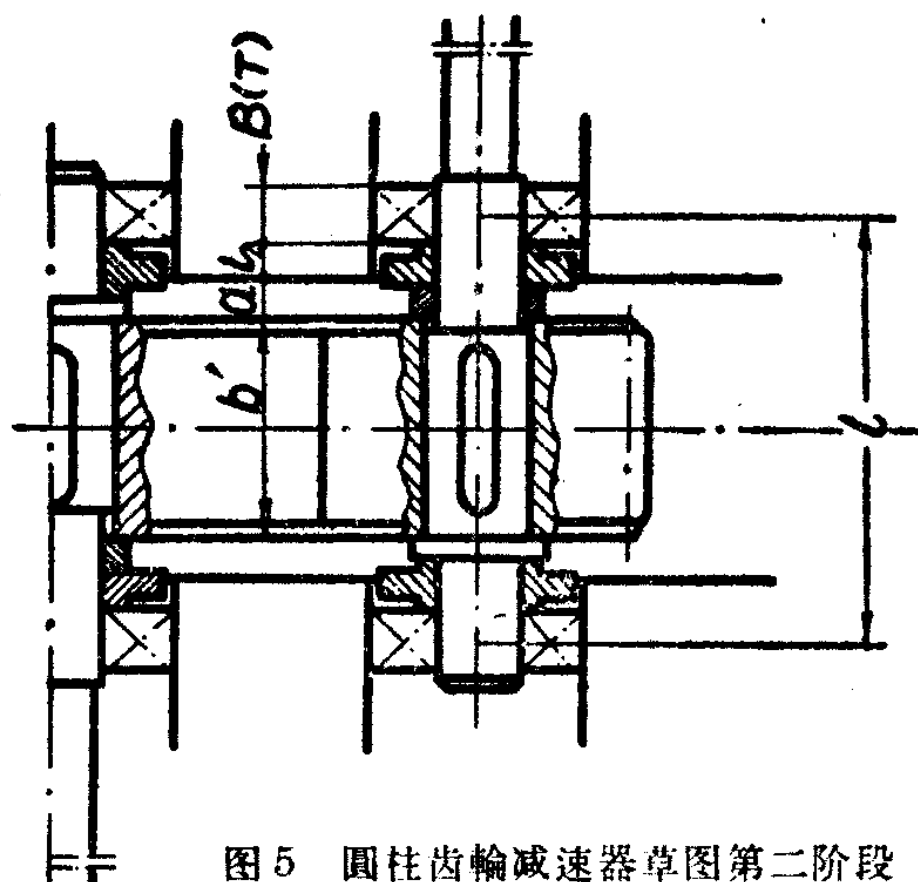


图5 圆柱齿轮减速器草图第二阶段

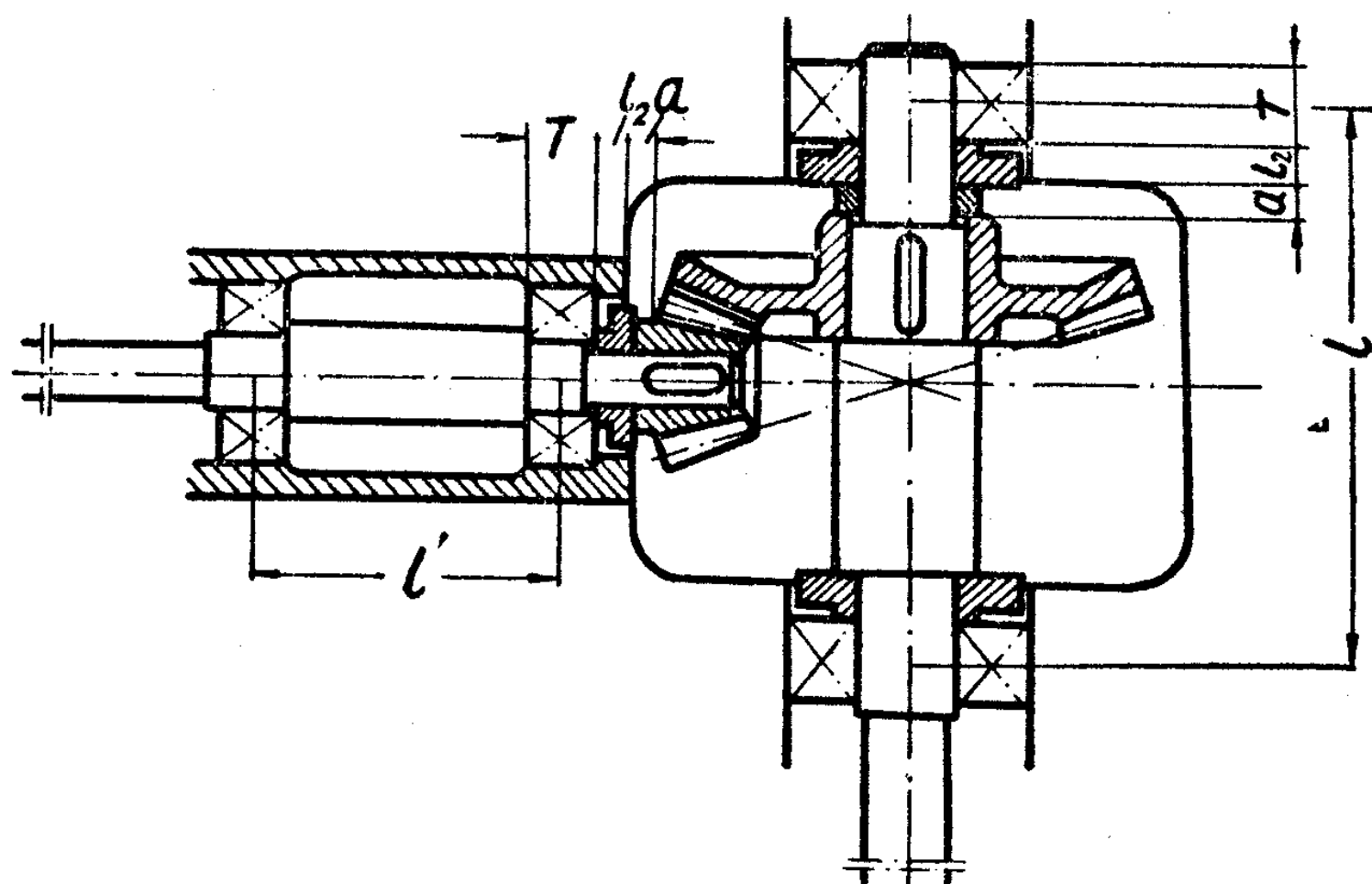


图6 圆锥齿轮减速器草图第二阶段

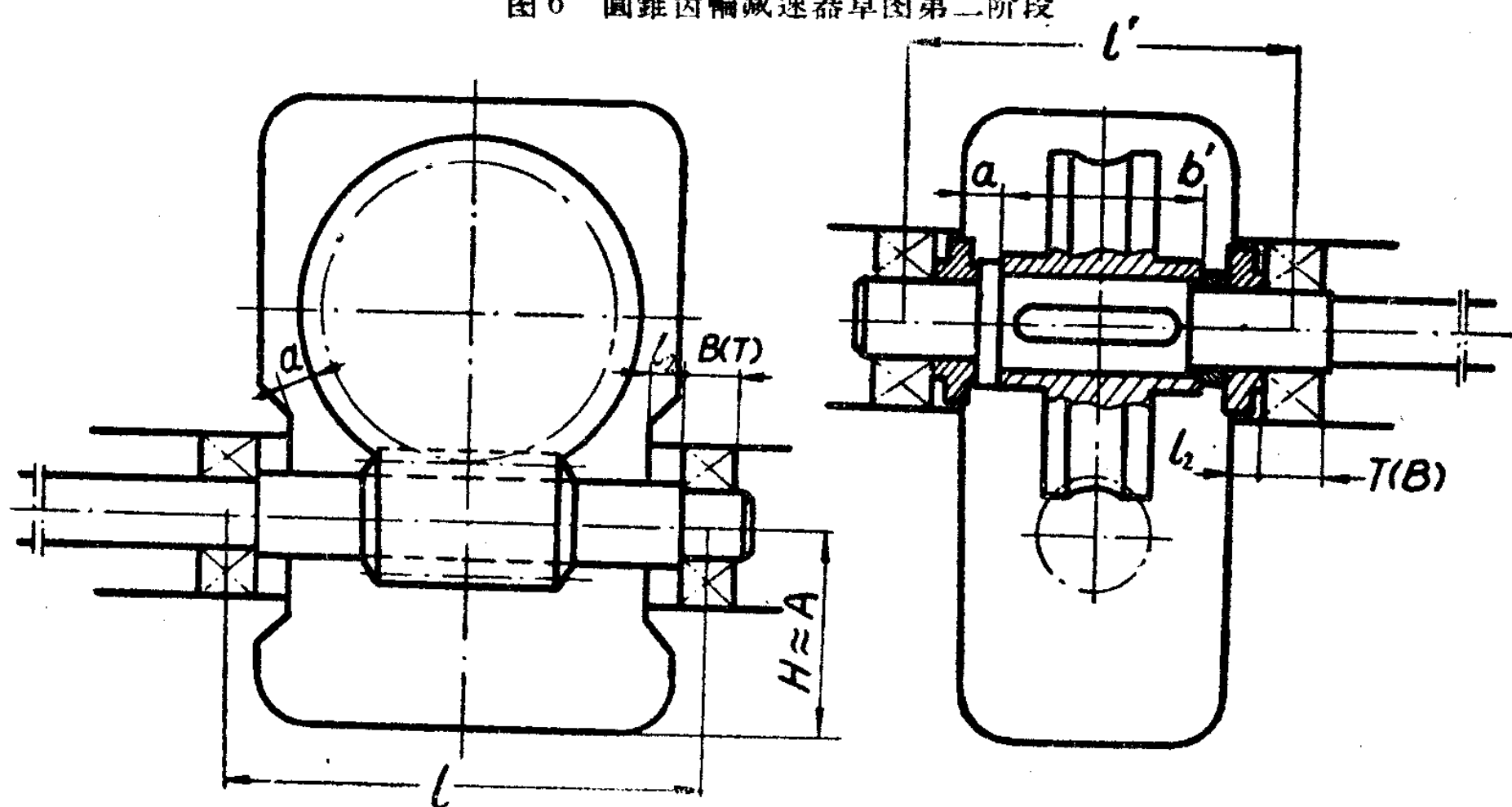


图7 蜗杆减速器草图第二阶段

三、草图設計第三阶段

本阶段主要是确定箱体結構尺寸与支座設計方案。今以圆柱齿輪为例分述如下：

1. 画底座上軸承孔附近凸緣部分(图 8)

底座上凸緣寬度 l' 取决于其旁联接螺栓直徑 d_1 ，箱座壁厚 δ 及保证扳手空間的重要尺寸 C_1 、 C_2 和 e 。

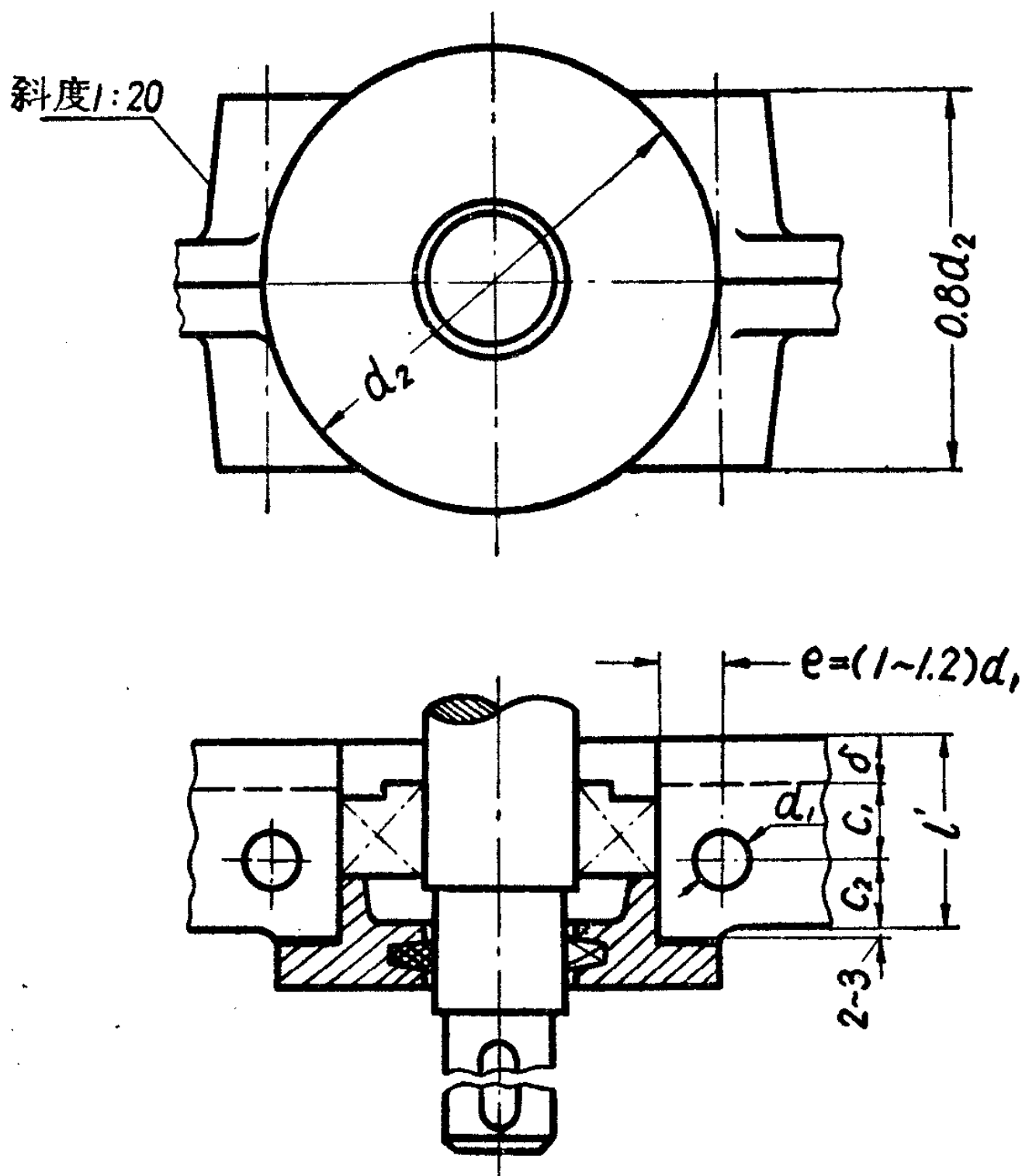


图 8 凸緣的寬度及凸台高度的确定方法

凸緣寬度

$$l' = C_1 + C_2 + \delta + (2 \sim 3) \text{ (毫米)}$$

其中, C_1 、 C_2 及 δ 可参看教材附表 11-1 与图 I。

2. 画軸承盖(附录表 9)

3. 画主視图并确定附件的位置(图 9)

(1) 定齿輪的中心, 并画中心綫。

(2) 画齿輪的节圓。

(3) 画軸承盖旁凸台(图 8), 鑄件过渡尺寸可参看教材附表 11-5。凸台高度是根据主动軸承盖直徑用图上注的經驗公式求得。

(4) 画靠近齿輪的箱盖外圓弧, 以 $\frac{De_2}{2} + a + \delta_1$ 为半徑画靠大齿輪这一边的箱盖的外圓弧, 而靠小齿輪这一边的箱盖外圓弧必須在画完軸承盖旁凸台后进行。小端圓弧半徑由学生自己确

定,但最好将凸台画在圆弧以内。

其中 a 为大齿轮顶圆与箱体内壁圆弧端之间的距离($a \geq 1.18$)。

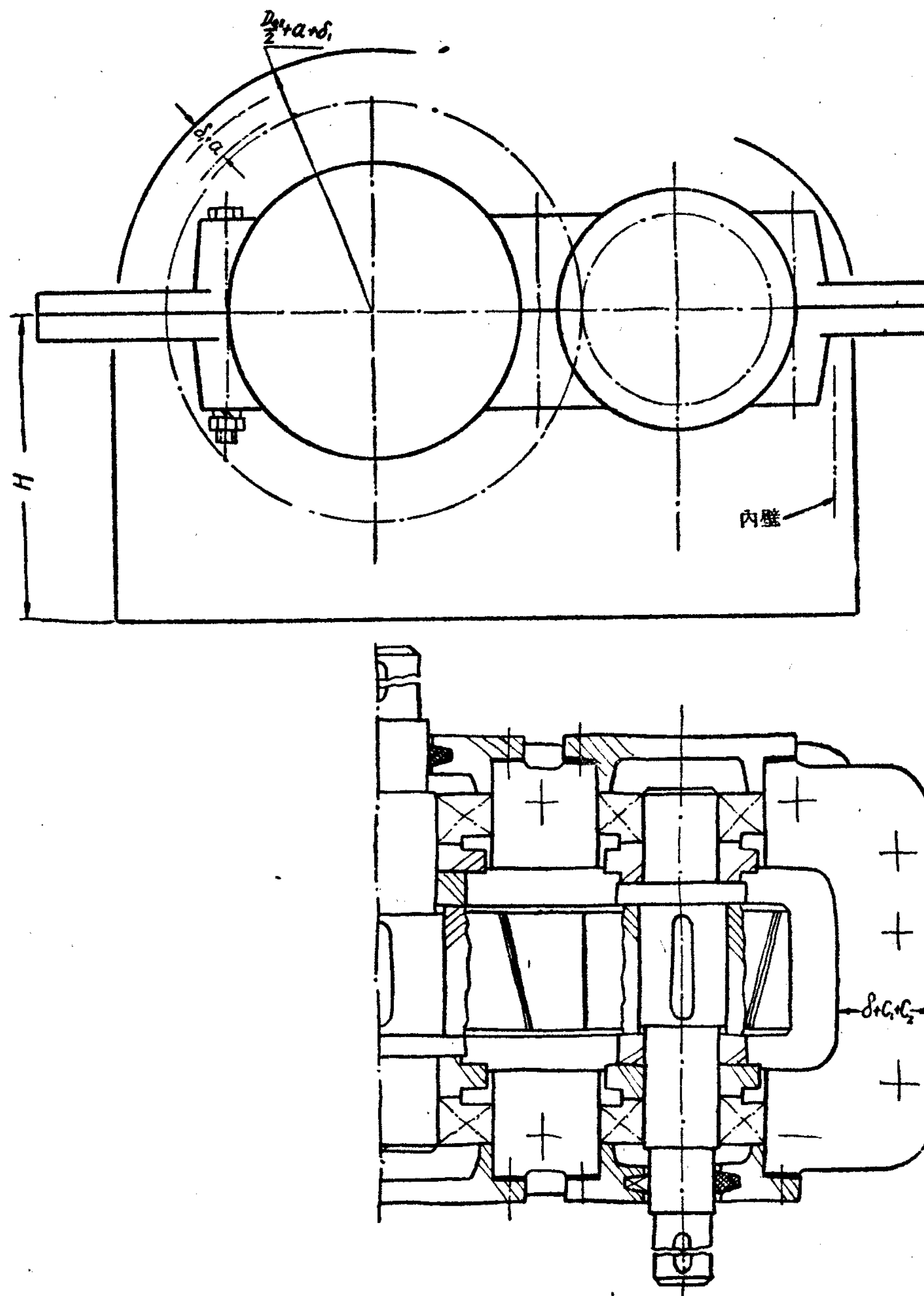


图9 圆柱齿轮草图第三阶段画法

(5) 确定底座的高度 H 。

圆柱齿轮减速器 $H \approx A + (20 \sim 30)$ (毫米);

圆锥齿轮减速器 $H \approx L + (20 \sim 30)$ (毫米);

蜗杆减速器 $H \approx A$ (毫米)。

式中 A ——中心距离;

L ——锥距。

(6) 确定附件位置并作局部剖视。

4. 根据投影画箱盖和底座右侧凸缘的宽度。

5. 完成草图其他部分(参看教材附表 11-1 的图 I 和本书附录图 5)。

注:

1. 草图上不列明细表和零件号,也不写标题栏。

2. 草图上不标注尺寸。

3. 若草图上有不易擦改的错误,允许在该处注上尺寸,以便画装配图时更正。

第四章 装配图与零件工作图

§ 4-1 装配图

装配图是表达机器组成的图样,也是制造机器的基本依据。无论设计或仿造机器都必须先画装配图后再画零件工作图。此外,将零件装配成机器或部件时也要根据装配图,因此它是了解机器不可缺少的原始资料。

绘制装配图也是在草图的基础上提高的过程。

一、装配图的分类

根据使用范围装配图分为两种:

1. 设计装配图

设计装配图是设计阶段画出的图样,它能体现出机器或部件的结构、作用与性能。经过主管部门批准的设计装配图是画零件工作图的主要依据,因此要求设计装配图能充分表达出零件的形状、大小、装配要求及有关技术要求。

2. 装配工作图

装配工作图是生产阶段使用的图样,它是把零件装配起来的依据,因此要求装配工作图表示出各零件在装配体中的位置和配合方式,但无需把每个零件的形状表达得非常完整。图中还应注出装配时需要检验的尺寸,装配时加工的指示以及其他必要的尺寸。

综上所述,机械零件课程设计要求的装配图显然是设计装配图,附录图 6 是单级斜齿圆柱齿轮减速器设计装配图的示例。

二、设计装配图的内容

设计装配图包含有足够的视图、尺寸、尺寸配合、技术说明、标题栏和明细表等。

1. 视图的选择与表达方法

圆柱齿轮及圆锥齿轮减速器规定画主视图与俯视图,蜗杆减速器画主视图与左侧视图,以上

均用 1:1 比例繪制。

装配图可根据 GB132-59 規定的装配图簡化画法,但必須补充的是,主視图局部剖开联接螺栓、环首螺釘、銷釘(以上各一个)、油塞、檢查孔盖及油面指示器(附录图 6)。

2. 尺寸标注

装配图上只要标注主要尺寸,不需要把每个零件的詳細尺寸都标出来,否則由于尺寸过多反而影响装配图的清晰。必須标注的尺寸有四类:

装配尺寸 包括配合尺寸和位置尺寸,前者为了說明装配体各零件相互配合的尺寸(如軸与軸承,軸与齒輪的配合等)。后者表示装配体内有关部分的相互位置尺寸。

特征尺寸 反映装配体的特征、規格和使用性能的尺寸(如減速器中心距离)。

安装尺寸 把装配体安装在其他装配体或地基上时需要安装的位置尺寸(如安装減速器的地脚螺栓孔中心距离;軸外伸段长度及其直徑等)。

总体尺寸 減速器外形輪廓尺寸(如长、寬、高等),这些尺寸是考虑装配体装箱运输所必需的。

3. 技术說明

不編写技术条件,只編写減速器特性。

对齒輪減速器,应写出輸出軸功率 N_2 , 輸出軸轉速 n_2 , 傳动比 i , 其他按下列表格填写:

m_n	Z_1	Z_2	α_n	β	精度等級

对蝸杆減速器,除 N_2 、 n_2 、 i 外,其他按下列表格填写:

m_s	Z_1	Z_2	α_s	β	螺旋綫方向	精度等級

4. 标题栏与明細表

标题栏与明細表的規格如下:

30		30		30		30		30		30	
件 号		名 称		数 量		材 料		规 格		备 注	
(減速器名称)				比 例		成 績		班 次			
设 计 者		(姓 名)		(日 期)		(校 名)					
审 阅 者		(姓 名)		(日 期)							

5. 其他方面

- (1) 配合的选择——参看教材 § 11-4。
- (2) 零件在图上的编号——按顺时针和逆时针顺序编号。

三、装配图细线的检查

细线底稿是画装配图的重要程序，一切图上的错误和缺点必须在细线时更正或修改。它直接影响图面质量。为此，建议同学按下列次序逐条检查无误后按规定图线加深全图。

- 1. 检查主俯视图的投影关系。
- 2. 轴承是否转得动；轴向固定怎样；考虑轴的热应变补偿没有。
- 3. 扳手空间考虑了没有(C_1 与 e 是否足够大)。
- 4. 检查全部螺纹联接的画法。
- 5. 检查孔盖的位置是否恰当。环首螺钉开孔了没有。
- 6. 轴承盖旁螺栓能否装得进去；弹簧垫圈的位置与开口方向是否画对。
- 7. 是否考虑了加工面上的凸台和鱼眼坑。
- 8. 检查剖面线的密度与方向。
- 9. 油面指示器安装的位置是否恰当，油塞的位置能否保证把脏油流净。
- 10. 是否考虑了内外密封。检查油路是否漏油或堵塞。
- 11. 规定剖开的附件和螺钉是否剖开了。
- 12. 轴、螺栓、螺钉、滚动体的中心线是否有遗漏。
- 13. 规定的尺寸是否有漏注的。

§ 4-2 零件工作图

零件工作图是制造零件的基本技术文件，应有详尽的视图、剖面、尺寸、公差、加工精度等级、表面光洁度、材料和热处理方法以及其它技术要求等。

一、轴的零件工作图内容

- 1. 采用 1:1 的比例尺在 3 号图纸上作图。轴为水平放置，应当有足够的剖面。
- 2. 标注全部尺寸、配合公差及光洁度。
- 3. 编写下列技术要求：自由尺寸精度等级(按 9 级精度加工)、热处理方案与达到的硬度范围。
- 4. 零件图标题栏的规格如下：

从 动 轴				图号	
				比例	
设计者	(姓名)	(日期)	(校名)	件数	
审阅者	(姓名)	(日期)	(班号)	材料	
25	30	20	45	10	20