减速器拆装实训指导书

一、 概述

减速器是由封闭在箱体内的齿轮传动或蜗杆传动所组成的独立部件，为了提高电动机的效率，原动机提供的回转速度一般比工作机械所需的转速高，因此齿轮减速器、蜗杆减速器常安装在机械的原动机与工作机之间，用以降低输入的转速并相应地增大输出的转矩，在机器设备中被广泛采用。例如宝山钢铁公司就有 10 多万台减速器，在其他机器中减速器也有大量应用。

作为机电一体化专业的学生在学习了机械制图、工程力学、工程材料、互换性技术与测量、机械原理、机械设计、CAD 等课程以后，为进上步培养学生独立设计的能力，还要进行为时至少 1 周的综合实践能力训练。而减速器是一种普遍通用的机械设备，其结构包括了传统设计（直齿轮、斜齿轮、锥齿轮、锅杆等），支撑件设计（轴、轴承等），箱体设计及密封等。是培养学生首次独立完成设计任务的良好参照设备。由于学生是首次独立进行机械设计，对齿轮结构、加工过程、安装形式不熟悉；对轴的结构、加工过程、选材、热处理不熟悉；对箱体结构、铸造（焊接）过程不熟悉；对轴承型号选择、密封形式选择、联接件选择与安装没有经验。所以让学生亲自动手进行减速器实物拆装很有必要。通过减速器拆装实验，可以使学生对减速器各个零部件有直观认识，进上步了解和掌握各零部件的结构意义、加工工艺、安装方法。尤其是运动与运动件之间的安装要求、运动件与固定件之间的安装要求、轴承的拆装等，通过拆装实验，都可以起到事半功倍的作用。

并且，通过对减速器的拆装、结构分析和对轴系结构测绘的过程，全面细致地观察齿轮减速器的整体结构以及零，部件的结构特点，并了解它们是如何综合考虑满足功能要求，强度刚度要求、加工工艺要求、装配调整定位要求、密封润滑要求以及经济性要求的，以达到理论联系实际，加深关于结构方面的感性认识的目的，为能设计出较为合理的减速器打下良好基础。

二、 实训目的

1、了解减速器的总体结构及其布置特点与用途；

2、了解减速器各部件的名称、结构、安装位置及作用；

3、了解拆装工具的使用以及减速器各部件拆装的顺序；

4、了解典型零部件的加工工艺（主要包括箱体、轴、齿轮）；

5、了解减速器零部件装配时的调整方法、需润滑的零件的润滑方法；

6、了解齿轮减速器装配时的密封方法；

7、掌握减速器调整和维修的基本方法。

三、 实训所用设备、工具及其它准备事项

1、设备：JZQ(PM)-400 型减速器 1 台；金相显微镜；冲击试验机；箱式电阻炉；洛氏硬度计；砂轮机；

2、工具：①游标卡尺 1 把；②活动扳手和呆扳手各 1 把；③套筒扳手 1 套；④钢板尺 1 把；毛刷；

3、准备：柴油、机油、45#钢。

四、 实训步骤

(一)观察减速器的外部结构特征，分析其各部件的作用并记录下来。

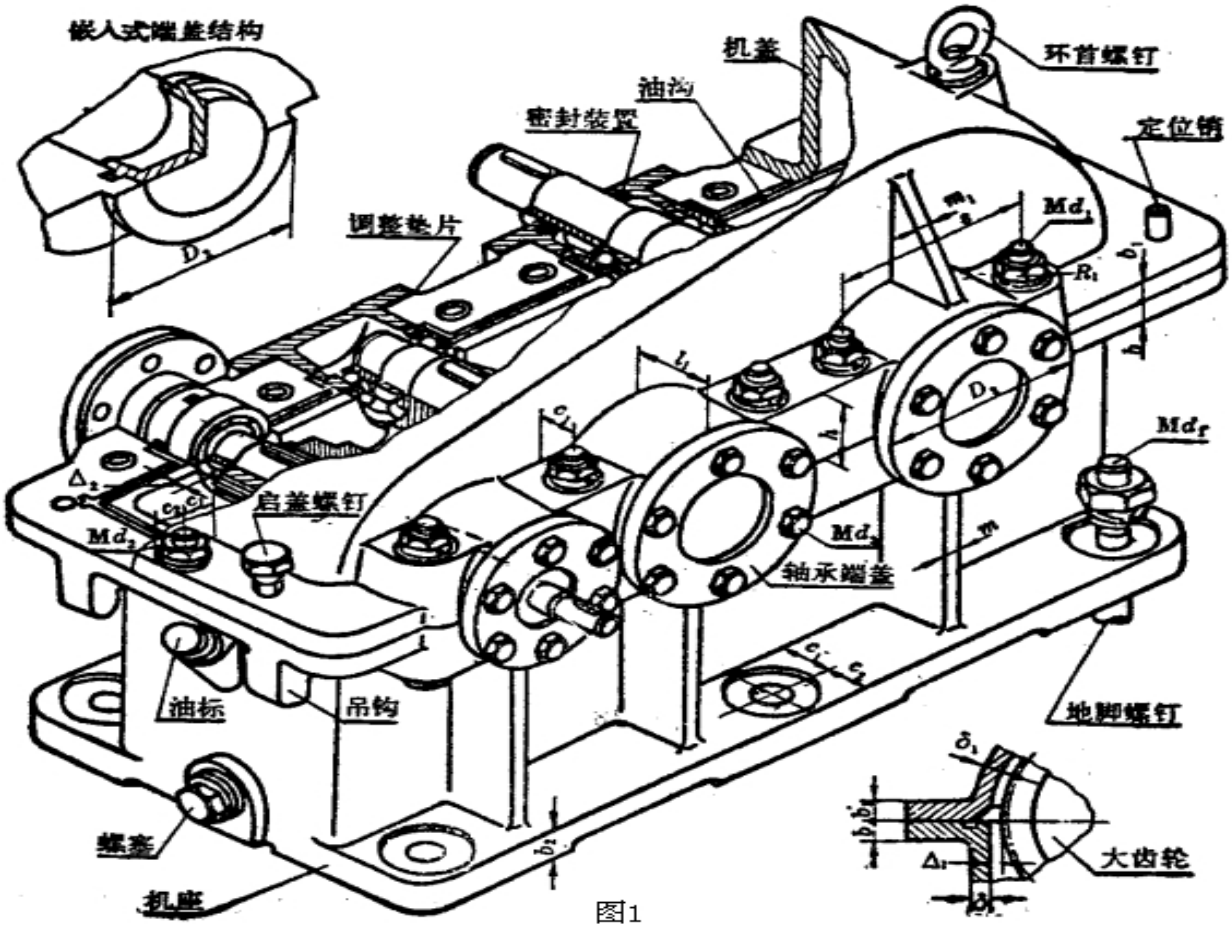


图1

1、箱体结构

减速器的箱体用来支承和固定轴系零件，应保证传动件轴线相互位置的正确性，因而轴孔必须精确加工。箱体必须具有足够的强度和刚度，以免引起沿齿轮齿宽上载荷分布不匀。为了增加箱体的刚度，通常在箱体上制出筋板。

为了便于轴系零件的安装和拆卸，箱体通常制成剖分式。剖分面一般取在轴线所在的水平面内（即水平剖分），以便于加工。箱盖（机盖）和箱座（机座）之间用螺栓联接成一整体，为了使轴承座旁的联接螺栓尽量靠近轴承座孔，并增加轴承支座的刚性，应在轴承座旁制出凸台。设计螺栓孔位置时，应注意留出扳手空间。为保证箱体具有足够的刚度，能够承受竖向载荷和弯矩，在轴承孔附近加支撑肋即箱肋。为保证减速器安置在基础上的稳定性并尽可能减少箱体底座平面的机械加工面积，箱体底座一般不采用完整的平面。

箱体通常用灰铸铁（HT150 或 HT200）铸成，灰铸铁具有很好的铸造性能和减振性能，对于受冲击载荷的重型减速器也可采用铸钢箱体。单件生产时为了简化工艺，降低成本可采用钢板焊接箱体。

2、减速器附件

(1)定位销：

在精加工轴承座孔前，在箱盖和箱座的联接凸缘上配装定位销，以保证箱盖和箱座的装配精度，同时也保证了轴承座孔的精度。两定位圆锥销应设在箱体纵向两侧联接凸缘上，且不宜对称布置，以加强定位效果。同时在确定销孔位置时应考虑加工箱座钻孔、铰孔的方便和不妨碍邻近联接螺栓的装拆，并且销钉长度应稍大于箱盖和箱座的厚度之和。

(2)视孔盖：

为了检查传动零件的啮合情况，并向箱体内加注润滑油，在箱盖的适当位置设置一观察孔，观察孔多为长方形，视孔盖板平时用螺钉固定在箱盖上，盖板下垫有有纸质密封垫片；以防漏油。

(3)通气器：

减速器中的零件工作时产生的热量会使箱体内部的温度升高，使箱内气体膨胀，压力增大。为防止润滑油黏度随温度的升高而下降，同时也防止润滑油从箱体分界处和外伸轴密封处泄漏，在减速器的箱体顶部或观察孔盖板上应安装通气器。应注意的是，通气器的孔不能直通顶端，以免脏物掉入其内。

(4)油尺：

为了检查箱体内的油面高度，及时补充润滑油，应在油箱便于观察和油面稳定的部位，最好在低速级齿轮附近装设油面指示器。油面指示器分油标和油尺两类，图中采用的

是油尺。设计油尺倾斜角度时，应使加工斜孔的刀具以及取放油尺时不致与箱座的上凸缘相碰。

(5)油塞：

换油时，为了排放污油和清洗剂，应在箱体底部、油池最低位置开设放油孔，平时放油孔用油塞旋紧，放油螺塞和箱体结合面之间应加防漏垫圈。另外，为了便于污油流出，油孔一般做成向孔端倾斜 1°～2°的结构。

(6)启盖螺钉：

装配减速器时，常常在箱盖和箱座的结合面处涂上水玻璃或密封胶，以增强密封效果，但却给开启箱盖带来困难。为此，在箱盖侧边的凸缘上开设螺纹孔，并拧人启盖螺钉。开启箱盖时，拧动启箱螺钉，迫使箱盖与箱座分离。

(7)起吊装置：

为了便于搬运，需在箱体上设置起吊装置。图中箱盖上铸有两个吊耳，用于起吊箱盖。箱座上铸有两个吊钩，用于吊运整台减速器。

(8)平垫圈：

既可起到保护工件外表面、增加螺丝受力面积防止时间一长而造成螺丝松动，又可增加摩擦阻力；由于其质地比螺丝软，当压紧时压力过大它可以变形，从而防止螺丝崩断。

(二)有序的拆分减速器，观察传动系统的基本结构，并分析传动系统中各种轴承部件的组合设计的特点。

1、拆卸减速器

拆卸之前，要先清除表面的尘土及污垢，然后按拆卸的顺序给所有零、部件编号，并登记名称和数量，然后分类、分组保管，避免产生混乱和丢失；拆卸时避免随意敲打造成破坏，并防止碰伤、变形等，以使再装配时仍能保证减速器正常运转。

拆卸顺序：

(1)拆卸观察孔盖；

(2)拆卸箱体与箱盖联连螺栓，起出定位销，然后拧动起盖螺钉，卸下箱盖。

(3)拆卸各轴两边的轴承端盖；

(4)一边转动轴顺着轴旋转方向将高速轴轴系拆下，再用橡胶榔头轻敲轴将低、中速轴系拆卸下来；

(5)最后拆卸其它附件如油标、油塞等。

2、两级展开式圆柱齿轮减速器：

结构简单、但齿轮相对于轴承的位置不对称，因此要求轴有较大的刚度。高速级齿轮布置在远离转矩输入端，这样，轴在转矩作用下产生的扭转变形和轴在弯矩作用下产生的弯曲变形可部分地互相抵消，以减缓沿齿宽载荷分布不均匀的现象。它用于载荷比较平稳的场合。三个轴的齿轮均采用斜齿，其优点为：1、斜齿轮的齿廓是逐渐进入接触，又逐渐脱离接触的，故工作平稳；2、重合度较直齿轮大。缺点是：1、存在轴向力；2、制造较困难。

(1)轴承端盖(该减速器为嵌入式结构)：

为固定轴系部件的轴向位置并承受轴向力，轴承座孔两端用轴承盖封闭。轴承盖有凸缘式和嵌入式两种。凸缘式轴承盖的优点是拆装、调整轴承间隙方便，用螺钉固定密封性好，所以应用广泛，但零件数目较多，尺寸较大，外观不平整；而嵌入式轴承盖结构简单、紧凑，不需要用螺钉紧固、重量轻，轴承座端面与轴承孔中心线不需要严格垂直，但密封性较差，一般需在端盖的外凸部分开槽，并加 O 型密封圈，装拆端盖和调整轴承间隙较麻烦，需打开机盖放置和调整垫片，或采用调节螺钉和压盖进行调节。

(2)挡圈(弹簧式)：

主要作用是防止轴承与轴承端盖直接接触而造成磨损或其它形式的破坏，并起到一定的密封作用。

(3)调整环：

主要是用来调整轴承与轴承端盖的间隙，防止间隙过大使得轴系左右运动太大而产生太大的震动，甚至打坏轴承端盖。

3、在减速器设计时应注意的工艺问题

减速器的设计是高校机械类专业进行初步设计训练的必选项目之一，一般高职高专机械类专门开设 1～2 周的《机械设计基础》课程设计，设计一个单级或二级齿轮减速器。学生在进行设计时受力计算一般不会出现问题，但在结构工艺方面就比较容易出问题，且现在市场出售的一些减速器的结构工艺也存在问题。虽然这些结构工艺方面问题不是太大，但往往既影响制造又影响使用，下面我将常见结构工艺方面问题指出并纠正，供大家参考。

1）减速器的上盖壳体内外缘设计不合理

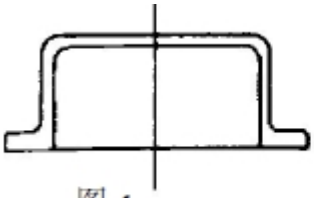


图 1

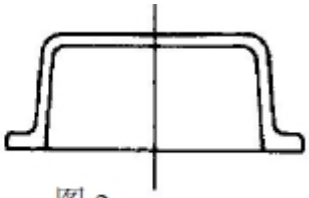


图 2

图 1 所示的内外缘都设计为 90°，这样的铸件在起模时铸型容易被破坏，而图 2 所示结构有了斜度有利于铸型的起模。

2）加强筋的设计不合理

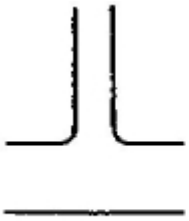


图 3

图 4

为了增加箱体轴承座的强度，一般在箱体上设计加强筋，但图 3 的加强筋由于成直角，在铸件冷却时由于各部位的厚薄不同存在冷却速度差，导致铸件产生很大的内应力，这是铸件开裂的主要原因之一，而图 4 的结构设计时采取尺寸平缓过渡，使内应力减少，铸件不易开裂。

3）箱体上的孔位置结构不利于钻孔

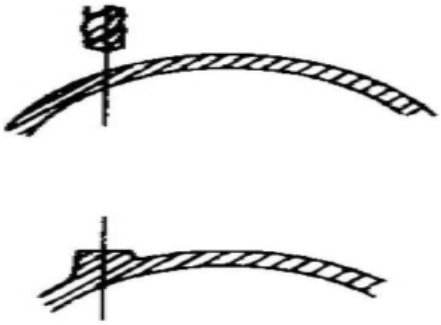


图 5

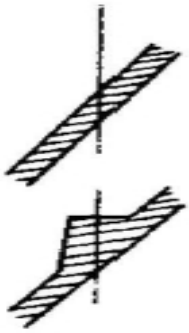


图 6

图 5 上图虽然在图上标示出了孔的位置，但在加工时无法正确钻孔，而图 5 下图在壳体铸出一个平台之后就可以保证孔的位置和精度了。图 6 的上下两图的原理相同。

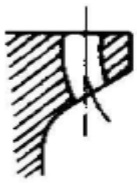


图 7

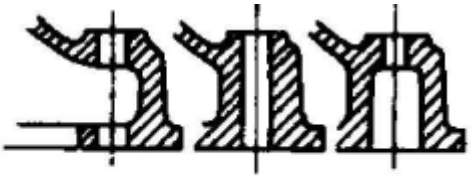


图 8

图 7 所示是在箱体外缘钻孔时，由于上图的外缘厚度不同，在钻孔时因为因钻头受力不平衡，而使孔的精度得不到保证。图 8 所示的上图因为孔壁厚薄不均，造成在钻孔是钻头走偏，影响孔的精度，而图 8 的下图的三种结构就能解决这个问题。

4)定位销的设计不合理

定位销是以限定正确的相关位置为目的的零件,故定位孔的位置不允许相互错位,因此,原则上要进行贯通加工。

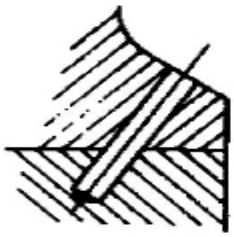


图 9

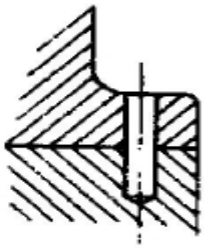


图 10

图 9 所示由于定位销与箱盖与箱座间剖分面成一定角度,使在钻定位销孔时不易确定位置,而图 10 的定位销位置就比较合理。图 11 的定位销孔虽然孔的轴线与箱盖与箱座间剖分面垂直,但由于都是盲孔,无法进行贯通加工;而图 12、图 13 的结构就比较合理。

（三）测量减速器的主要参数，并按一定比例画出传动系统的组合简图。

表一 减速器的主要参数

数值 \ 齿轮	高速齿轮	低速齿轮	中速齿轮（大/小）	
齿数				
齿宽				
齿高				
齿顶圆直径				
轴径				

（四）典型零部件加工工艺

1、轴类零件的加工

轴式机械加工中常见的典型零件之一。它在机械中主要用于支承齿轮、带轮、凸轮以

及连杆等传动件，以传递扭矩。按结构形式不同，轴可以分为阶梯轴、锥度心轴、光轴、空心轴、曲轴、凸轮轴、偏心轴、各种丝杆等，其中具有等强度特征阶梯传动轴应用较广，其加工工艺能全面地反映轴类零件的加工规律和共性。根据轴类零件的功用和工作条件，其技术要求主要在以下方面：

（1）尺寸精度：轴类零件的主要表面常为两类：一类是与轴承的内圈配合的外圆轴颈即支承轴颈，用于确定轴的位置并支承轴，尺寸精度要求较高，通常为 IT5～IT7；另一类为与各类传动件配合的轴颈即配合轴颈，其精度稍低，常为 IT6～IT9。

（2）几何形状精度：主要指轴颈表面、外圆锥面、锥孔等重要表面的圆度、圆柱度。其误差一般应限制在尺寸公差范围内。对于精密轴，需在零件图上另行规定其几何形状精度。

（3）相互位置精度：包括内外表面、重要轴面的同轴度、圆的径向跳动、重要端面对轴心线的垂直度、端面间的平行度等。

（4）表面粗糙度：轴的加工表面都有粗糙度的要求，一般根据加工的可能性和经济性来确定。支承轴颈常为 0.2～0.6μm，传动件配合轴颈为 0.4～3.2μm。

（5）其它：倒角、倒棱及外观修饰等要求。

轴类零件材料：常用 45 钢，精度较高的轴可选用 40Cr、轴承钢 GCr15、弹簧钢 65Mn，也可选用球墨铸铁；对高速、重载的轴，选用 20CrMnTi、20Mn2B、20Cr 等低碳合金钢或 38CrMoAl 氮化钢。

轴类毛坯：常用圆棒料和锻件，大型轴或结构复杂的轴采用铸件。毛坯经过加热锻造后，可使金属内部纤维组织沿表面均匀分布，获得较高的抗拉、抗弯和抗扭强度。

热处理方面：锻造毛坯在加工前均需安排正火或退火处理，使钢材内部晶粒细化，消除锻造应力，降低材料硬度，改善切削加工性能。

调质一般安排在粗车之后、半精车之前，以获得良好的物理力学性能。

表面淬火一般安排在精加工之前，这样可以纠正因淬火引起的局部变形。

精度要求高的轴，在局部淬火或粗磨之后，还需进行低温时效处理。

轴的材料若为 45 钢，则加工工序为：下坯→锻造→正火→粗车→调质→半精车→精车→表面淬火→低温回火或低温时效处理→粗磨→精磨。

加工后的检验：单件小批生产中，尺寸精度一般用外径千分尺检验；大批量生产时，常采用光滑极限量规检验；长度大而精度高的工件可用比较仪检验；表面粗糙度可用粗糙度样板进行检验；要求较高时则用光学显微镜或轮廓仪检验。圆度误差可用千分尺测出的工件同一截面内直径的最大差值之半来确定，也可用千分表借助 V 形铁来测量，若条件许

可，可用圆度仪检验。圆柱度误差通常用千分尺测出同一轴向剖面内最大与最小值之差的方法来确定。主轴相互位置精度检验一般以轴两端顶尖孔或工艺锥堵上的顶尖孔为定位基准，在两支支承轴颈上方分别用千分表测量。

2、箱体类零件的加工

箱体类零件通常作为装配时的基准零件。它们将轴、套、轴承、齿轮和端盖等零件装配联结起来，使其保持正确的相互位置关系，以传递转矩或改变转速来完成所需的运动或动力。因此，箱体类零件的结构设计、材料选择、加工质量对机器的工作精度、使用性能和寿命都有较大的影响。

箱体零件结构特点：多为铸造件，结构复杂，壁薄且不均匀，加工部位多，加工难度大。

箱体零件的主要技术要求：轴颈支承孔孔径精度及相互之间的位置精度，定位销孔的精度与孔距精度；主要平面的精度；表面粗糙度等。箱体零件材料及毛坯：常选用灰铸铁（HT200），为减少毛坯铸造时产生的残余应力，箱体铸造后应安排人工时效。

箱体的材料若为HT200，则加工工序为：铸造→人工时效→喷涂底漆→粗加工→精加工→油漆。

箱体零件的检验：

（1）孔的尺寸精度：一般用塞规检验；单件小批生产时可用内径千分尺或内径千分表检验；若精度要求很高可用气动量仪检验。

（2）平面的直线度：可用平尺和厚薄规或水平仪与桥板检验。

（3）平面的平面度：可用自准直仪或水平仪与桥板检验，也可用涂色检验。

（4）同轴度检验：一般工厂常用检验棒检验同轴度。

（5）孔间距和孔轴线平行检验：根据孔距精度的高低，可分别使用游标卡尺或千分尺，也可用块规测量。

三坐标测量机可同时对零件的尺寸、形状和位置等进行高精度的测量。

3、圆柱齿轮的加工

齿轮是机械工业的标志，它是用来按规定的速比传递运动和动力的重要零件，在各种机器和仪器中应用非常普遍，尤以圆柱齿轮的应用较为广泛，其精度要求：

（1）运动精度：确保齿轮准确的传递运动和恒定的传动比，要求最大转角误差不能超过相应的规定值。

（2）工作平稳性：要求传动平稳，振动、冲击、噪声小。

（3）齿面接触精度：为保证传动中载荷分布均匀，齿面接触要求均匀，避免局部载

荷过大、应力集中等造成过早磨损或折断。

（4）齿侧间隙：要求传动中的非工作面留有间隙以补偿温升、弹性形变和加工装配的误差并利于润滑油的储存和油膜的形成。

齿轮材料的选择：根据使用要求和工作条件选取合适的材料，普通齿轮选用中碳钢和中碳合金钢，如 40、45、50、40MnB、42SiMn、35SiMn2MoV 等；要求高的齿轮可选取 20Mn2B、18CrMnTi、30CrMnTi、20Cr 等低碳合金钢；对于低速轻载的开式传动可选取 ZG40、ZG45 等铸钢材料或灰口铸铁；非传力齿轮可选取尼龙、夹布胶木或塑料。

齿轮毛坯：毛坯的选择取决于齿轮的材料、形状、尺寸、使用条件、生产批量等因素，常用的毛坯种类有：

①铸铁件：用于受力小、无冲击、低速的齿轮；

②棒料：用于尺寸小、结构简单、受力不大的齿轮；

③锻坯：用于高速重载齿轮；

④铸钢坯：用于结构复杂、尺寸较大不宜锻造的齿轮。

齿轮热处理：在齿轮加工工艺过程中，热处理工序的位置安排十分重要，它直接影响齿轮的力学性能及切削加工的难易程度。一般在齿轮加工中有两种热处理工序：

①毛坯热处理：为了消除锻造和粗加工造成的残余应力，改善齿轮材料内部的金相组织和切削加工性能，在齿轮毛坯加工前后安排的预先热处理为正火或调质。

②齿面热处理：为了提高齿面硬度，增加齿轮的承载能力和耐磨性而进行的齿面高频淬火、渗碳淬火、碳氮共渗和渗氮等热处理工序，安排在滚、插、剃齿之后，珩、磨齿之前。

二级展开式减速器所用圆柱齿轮的材料若为 45 钢，则加工工序为：毛坯形成（棒料）→粗加工→半精加工→热处理（调质、渗碳淬火、齿面高频淬火等）→精加工

装配结束效果检验与调整

①齿侧间隙：

测量侧隙 j_n 的大小。为此在轮齿之间插入一铅片（或铅丝）。其厚度稍大于所假设的侧隙，转动齿轮，碾压轮齿之间的铅片。铅片变形部分的厚度相当于侧隙大小。用千分尺或游标卡尺测出其厚度大小，检验该减速器是否符合 JB 标准中所规定的侧隙要求，如不符要求，则重新检查轴承与轴以及齿轮与轴的磨合情况，可能是它们的接触表面没有清洗干净或粘有其它杂质，也可能是由于它们的没有装在正确的配合位置。

②接触斑点测量：（如图二）

仔细擦净每一个轮齿，在主动轮的 3~4 个轮齿上均匀地涂上一薄层涂料（或红铅

油），在轻的制动下，用手转动后确定从动轮轮齿上接触痕迹的分布情况和尺寸。接触痕迹斑点的大小在齿面展开图上用百分比计算。

1、低速级：宽度方向($\frac{b''-c}{b'}\times100\%$)　　％；高度方向($\frac{h''}{h'}\times100\%$)　　％

2、高速级：宽度方向　　％；高度方向　　％

检查是否符合 TB 标准中所规定的接触精度要求。如不符要求，则重新检查轴承与轴以及齿轮与轴的磨合情况。

③轴承轴向间隙的测定：

固定好百分表，用手推动轴至一端，然后再推动它至另一端，百分表上所指示的量即轴向间隙的大小。检查是否符合规范要求，如不符合要求，通过增减轴承端盖处垫片组进行调整（对嵌入式端盖用调整螺钉或调整环调整轴向间隙）。

（五）减速器的润滑、密封和装配，以及各个过程中的调整与维护。

1、减速器的润滑：

影响减速器使用寿命的因素，除设计、制造、安装调试、造型等因素外，选用适当的润滑方式和润滑油也是一个重要因素。

1)齿轮传动的润滑：

减速器传动件的润滑形式要根据传动件的不同的圆周速度来选择。当 v<0.8m/s 时，采用润滑脂润滑；当 0.8m/s<v<12m/s 时，采用浸油润滑，利用齿轮的转动，将润滑油带到啮合表面，同时将油甩上箱壁，再借助箱壁上的斜槽将油贮集在箱体接合面的油沟或油槽中，润滑轴承和轴承座，并通过斜孔流回箱内。所以对于这类减速器的下箱体应在其接合面上设计出油槽，油槽一般取宽为 5～15mm，深为 5～10mm，箱盖内壁靠近分界面也应做成斜面。与此同时，为使润滑油能进入轴承座和轴承，在轴承端盖与轴承接触处需开有缺 IS1，以保证上述润滑过程得以实现；当 v>12m/s 时，最好采用喷油润滑，因为：(1)由齿轮带上的油会被离心力甩出去而送不到啮合处，(2)由于搅油会使减速器的温升增加，(3)会搅起箱底油泥，从而加速齿轮和轴承的磨损，(4)加速润滑油的氧化和降低润滑性能等等；当 v≤25m／s 时，喷嘴位于轮齿的啮入边或啮出边均可，当 v>25m／s 时，喷嘴应位于轮齿啮出的一边，以便借润滑油及时冷却刚啮合过的轮齿，同时亦对轮齿进行润滑；对于直齿轮<20m/s、斜齿轮<48m/s 时，油应喷向齿轮啮合一侧，当速度大时，为了避免过大的冲击损失，油应喷向反面。由于大多数减速器传动件的圆周速度 v≤12m/s，故常采用浸油润滑。

2)滚动轴承的润滑：

选择润滑油时，应考虑到轴承的负荷、转速、温度和工作环境等因素。轴承的负荷大，温度愈高，采用润滑油的黏度应愈高。轴承的负荷小、温度低和转速高时，可用黏度小的润滑油。轴承中润滑油过多或过少，都将引起轴承过热现象。当轴承转速 n=1500r/min 时，油面不宜超过轴承下部滚动体的中心，当 n>1500r/min 时，油面应更低些。

对于齿轮减速器，当浸油齿轮的圆周速度 v<2m/s 时，滚动轴承宜采用润滑脂润滑，只需在装配时将润滑脂填入轴承室中（对于低速及中速轴承，填入量不应超过轴承室的 2/3；对于高速轴承，填入量不应超过轴承室的 1/3），以后每隔一定时期（每年 1～2 次）进行补充，而轴承又需利用箱体内的油进行润滑时，可采用刮板润滑。

当齿轮的圆周速度 v≥2m/s 时，滚动轴承多采用飞溅润滑，当传动件的圆周速度 v>3m/s，飞溅的油可形成油雾，直接润滑轴承。

3)对润滑剂的要求：

润滑剂油减少摩擦、降低磨损和散热冷却的作用，还可以减振、防锈及冲洗杂质。

另外，由于齿轮的工作情况和特点不同，选用的润滑油也不同，当运转温度高时，应选用粘度和粘温指数高的油；低速重载齿轮应选用粘度高、油性和极压性好的油；高速齿轮传动，因搅油损失大，瞬时温升高，应选用粘度低、临界温度高、抗氧化性好的油；当齿轮的圆周速度大于 3 m／s 时，减速器中的轴承与齿轮可以采用同一润滑系统，这时要兼顾双方的要求，采用粘度稍低、极压性能好的极压齿轮油；此外要考虑工作环境条件。

一般齿轮减速器常用 40、50、70 号等机械油润滑。对于中、重型齿轮减速器，可用汽缸油、28 号轧钢机油、齿轮油（HL-20、HL-30）及工业齿轮油、极压齿轮油等润滑。

换油时间取决于油中杂质的多少及氧化与被污染的程度，一般为半年左右。

2、减速器的密封：

1）轴伸出端的密封：

轴伸出端密封的目的是使滚动轴承与箱外隔绝，防止箱内润滑油或轴承室内的润滑脂漏出和箱外杂质、水分等进入轴承室，其常见的形式如下：

（1）非接触式密封

①间隙节流沟槽密封

利用间隙节流、降压效应产生密封作用。工作时无磨损，使用寿命较长，适用于高速和低速场合。在实际的应用中，由于受加工精度和装配精度的影响，节流、降压作用不够明显，单独依靠这种密封结构的动密封装置渗漏情况较为严重，尤其是线速度较低的场合。

②甩油环密封

甩油环安装在轴承内圈与轴承内圈定位轴肩间，与轴相当于一组合件同步旋转，利用离心力将外流的油液甩向箱体轴承孔，自然回流至减速器下箱体。工作时无磨损，使用寿命较长。甩油环属于动力型密封，只适用于高速场合，故一般应用于高速轴动密封处。由于甩油环也相当于一挡油环，能阻挡一部分飞溅润滑的油液，高速端轴承润滑被削弱，易使轴承润滑条件变差。

③迷宫密封

利用曲折径、轴向间隙对泄漏润滑油进行节流、降压，从而实现密封作用，工作时无磨损，使用寿命较长，适合用于高速和低速场合。在实际的应用中，由于受加工精度和装配精度的影响，节流作用不够明显，单独依靠这种密封结构的动密封装置渗漏情况较为严重。

④螺旋密封

在密封部位的轴周表面加工出螺旋槽或螺纹，轴转动时对充满螺旋槽内泄漏的润滑油产生向箱体内的轴向推力，从而达到减少润滑油泄漏的目的。为了有更好的密封性能，槽应该浅而窄，螺旋角也应小些。螺旋密封工作时无磨损，使用寿命长，不适合于线速度过低的场合，另需配置辅助密封装置。

（2）接触式密封

①毛毡圈密封

在轴承通盖内孔表面加工出沟槽，毛毡安装在沟槽内，并与轴周接触，起到密封作用。安装尺寸紧凑，成本低廉。但磨损较快，无补偿作用，不能用于线速度较高的场合，使用寿命较短。

②机械密封

靠动环和静环的直接接触而形成密封，动环安装在转轴上，与轴同步旋转，静环安装在轴承盖内，为静止部件。动环和静环形成的密封面上所需的压力，由弹簧的弹力提供。动环和轴，静环和轴承盖间均安装密封圈，此密封圈除了起静密封作用外，还能吸收振动，缓和冲击。机械密封性能好，摩擦功耗小，使用寿命长，轴不易受损伤，但机械密封结构复杂，价格较贵，轴向尺寸较长，需要一定的加工精度与安装技术。机械密封的动环、静环材料常见的为碳化硅、铬钢、金属陶瓷及碳石墨浸渍巴氏合金、铜合金、碳石墨浸渍树脂等。

③浮动环密封

浮动环密封由浮动环、支承环(浮动套)、弹簧或“0”型圈等组成。浮动环密封是浮

动环与支承环的密封端面在润滑油压力与弹簧力或“0” 型圈的弹力的作用下，紧密接触起到径向密封作用。浮动环密封的轴向密封是由轴套的外圆表面与浮动环的内圆表面形成细小缝隙，对润滑油产生节流、降压而达到密封。由于润滑油动力的支承力可使浮动环沿着支承环的密封端面上、下自由浮动，使浮动环自动调整环心，所以，浮动环与轴的径向间隙可以做得很小，以减小泄漏量。浮动环密封相对于机械密封来说结构简单，运行也较可靠。可为了保证减小泄漏量，往往是多对使用，故轴向尺寸较长。

④“0” 型圈密封

“0”型圈安装在轴承盖内，其外圆与轴承盖内孔紧密接触，起到静密封的作用， 内圈与轴周接触，设计时考虑一定的过盈量，依靠“0”型的弹力起一定的补偿作用，此密封结构安装尺寸紧凑，成本低廉。但对轴周的表面粗糙度比较敏感，磨损较快，一般应用于往复运动的场合。

⑤“J” 型骨架或无骨架橡胶油封圈

油封的内圆唇口与轴周接触，唇口上有拉伸弹簧圈，起到补偿作用，油封安装在轴承盖内，其外圆与轴承盖内孔紧密接触，起到静密封的作用。此密封结构安装尺寸紧凑，成本低廉。但对轴周的表面粗糙度比较敏感，对装配精度要求也较高。

（3）组合密封结构

有 2 种或 2 种以上的密封装置安装于同一密封点的密封结构称为组合密封，常见的有甩油环加骨架油封，因受空间位置的限制，组合密封的实际应用场合较少，密封效果却比单一的密封结构有很大的提高。

2）轴承室内侧的密封：

①封油环 采用脂润滑的轴承，可把轴承室与箱体内部隔开，防止轴承内的润滑脂流入箱内或箱内的润滑油溅入轴承室使润滑脂稀释流失。

②挡油环 用于油润滑轴承，不让过多的润滑油、杂质进入轴承室。挡油环与轴承座孔之间应留有一定的间隙，以便一定量的润滑油进入轴承室润滑轴承。

3）箱盖与箱座接合面的密封：

箱盖与箱座接合面的密封是在接合面上涂密封胶（601 密封胶、7302 密封胶及液体尼龙密封胶）或水玻璃。

为了加强密封效果，可在接触面上开回油沟，让渗入接合面缝隙的润滑油通过回油沟流回箱内油池。

一般禁止在接合面上加垫片进行密封，因为这样会影响轴承与座孔的配合，但可在接合面上开槽，在槽内嵌耐油橡胶条进行密封。

对于减速器凸缘式轴承盖的凸缘、视孔盖以及油塞等与箱座、箱盖的配合处均需装封油环，以保证良好的密封。

4)解决减速器轴端密封润滑油渗漏的方法：

(1)改变润滑油的运动方向；

(2)增加泄漏通道中的阻力；

(3)控制润滑油对轴承的供给量：

(4)减小密封点前后或内外的压力差；

(5)上述两种或两种以上的组合。

5)注意事项:

(1) 减速器组装时，齿轮两侧轴承空隙内尽量少涂润滑脂，避免多余的润滑脂在减速器运行时甩出，堵塞回油槽。

(2)用于防尘密封尽量采用双唇油封，并注意油封往轴上安装前，需在主唇与防尘唇间涂满润滑脂，起降温、润滑唇口辅助密封粉尘的作用。

(3) 为了减小传动件的运动阻力和温升，齿轮浸油深度以 1～3 个齿高为宜。速度高时可浅些，但不应小于 10mm。油池应保持一定深度，通常以大齿轮齿顶圆到油池底面的距离不小于 30～50mm 为宜，否则会激起沉积在箱底的污物和杂质。

6）减速器漏油原因及处理办法：

（1）减速器机壳的结合面漏油：结合面加工较粗糙精度不够，或在组装、修理时，因操作造成的结合面端盖或端盖孔等密封处有碰伤或杂物，或不注意螺栓的紧固顺序而出现超限缝廉造成渗漏。

处理办法：清洗、检查、修整减速器机壳的结合面，然后将密封胶均匀地涂在结合面上(只涂一面)，加密封垫．扣好上盖后打人定位销，最后用螺栓按顺序紧固。

（2）窥视孔盖漏油：密封垫老化变形或严重磨损，无密封垫或缺步紧厨螺栓均会失去密封效果造成窥视孔漏油。

处理办法：增加或更换密封垫，配齐紧固螺栓。

（3）减速箱的加油量：一般操作者不按减速箱的油标加油，认为多多益善，因此造成加油量过太，油从结音面处渗出。

处理办法：将油位调至油标显示位置。

（4）高、低速轴漏油：

①减速器高、低速轴与端盖处缺密封装置。处理办法：在高、低速轴与端盖之间加设 PG 型(高速普通型)骨架油封；在轴端或端盖内加毛毡圈或盘根，加盘根时可以扬长避短，

两种或两种以上盘根同时使用。软盘根和硬盘根、导热性能差的和导热性能好的交替添加。例如：石棉盘根与碳纤维盘根配合使用(即一圈石棉盘根和一圈碳纤维盘根交替舔加)，聚四氟乙烯盘根和石棉铜丝盘根配台，挤压我圆形，这样可以使盘根密度均匀，没有缝隙。

②密封圈与轴配合太松。处理办法：重新调整密封圈与轴的配合间隙。

③减速器的通气孔堵塞或设计的通气孔排气量小于减速器润滑油在齿轮啮合中产生的热膨胀，即油箱内压力大于油箱外压力，使高、低速轴漏油。

处理办法：疏通或加大透气孔的直径，加强透气性。

④减速器箱体内润滑系统只有给油路而无回油路，使油压越来越大，造成漏油。

处理办法：在减速器轴端的箱体开一个 8～10mm 宽的油槽，使油进入油槽后流回箱体内。

⑤安装时密封圈边扭曲。处理办法：换胶圈或加垫调整。

3、减速器装配。

(1)装配方案：按照先拆后装的原则将原来拆卸下来的零件按编好的顺序返装。

①在装配之前，检查箱体内有无零件及其他杂物留在箱体内，接着擦净箱体内部并用防侵蚀的涂料涂在箱体内壁。再用柴油清洗轴承、轴以及齿轮（齿轮如无粘油污或铁屑，一般擦净即可），然后将各传动轴部件装入箱体内。

②将嵌入式端盖装入轴承压槽内，并用调整垫圈调整好轴承的工作间隙。安装滚动轴承时内圈应贴紧轴肩和调整环，并必须留有一定的游隙或间隙，用 0.05mm 塞尺检查不得通过；齿轮安装后，要保证需要的齿侧间隙和齿面接触斑点。齿侧间隙的检查室将塞尺或铅片塞进相互啮合的两齿间，再测量塞尺厚度或铅片变形后的厚度。接触斑点的检查是在主动轮齿面上涂色，当主动轮转 2～3 周后，观察从动轮齿面的着色情况，由此分析接触区的位置及接触面积大小。

③将箱内各个接合部位及部件，用棉纱擦净，并涂上机油防锈。再用手转动高速轴，观察有无零件干涉。经检查和调整无误后（可按以下方法），装上轴承端盖，再合上箱盖。

④松开起盖螺钉，装上定位销，并打紧。装上螺栓、螺母用手逐一拧紧后，再用扳手分多次均匀拧紧。

⑤装好视孔盖，观察所有附件是否都装好，最后用棉纱擦净减速器外部。

(2)密封要求：在减速器的运转中，所有联接面及轴外伸处都不允许漏油，箱体接合面应涂密封胶或水玻璃，但不允许放任何垫片。轴外伸处的密封圈应严格按图纸所示的位置安装，并涂上润滑油或润滑脂。

(3)润滑要求：润滑剂具有在机器运转过程中散热、冷却、减少摩擦和磨损的作用，对传动

性能有很大的影响。在技术要求中要标出传动件及轴承所用的润滑剂牌号、用量、补充及更换时间。

五、 注意事项

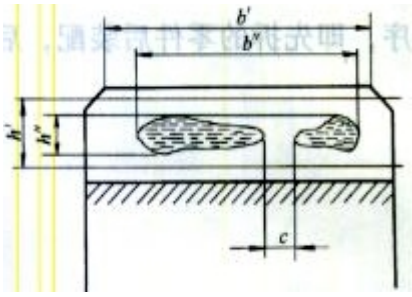
1、拆装时应该轻拿轻放，避免损坏减速器各零件；

2、测量工具不要碰撞其他物品，以保持精度的要求；

3、轴系部件不必从轴上拆下；

4、减速器在安装前要将有关配合表面擦拭干净，并涂以机油；

5、拆装时要注意安全，以防手碰伤。



图二　接触斑点测量示意图