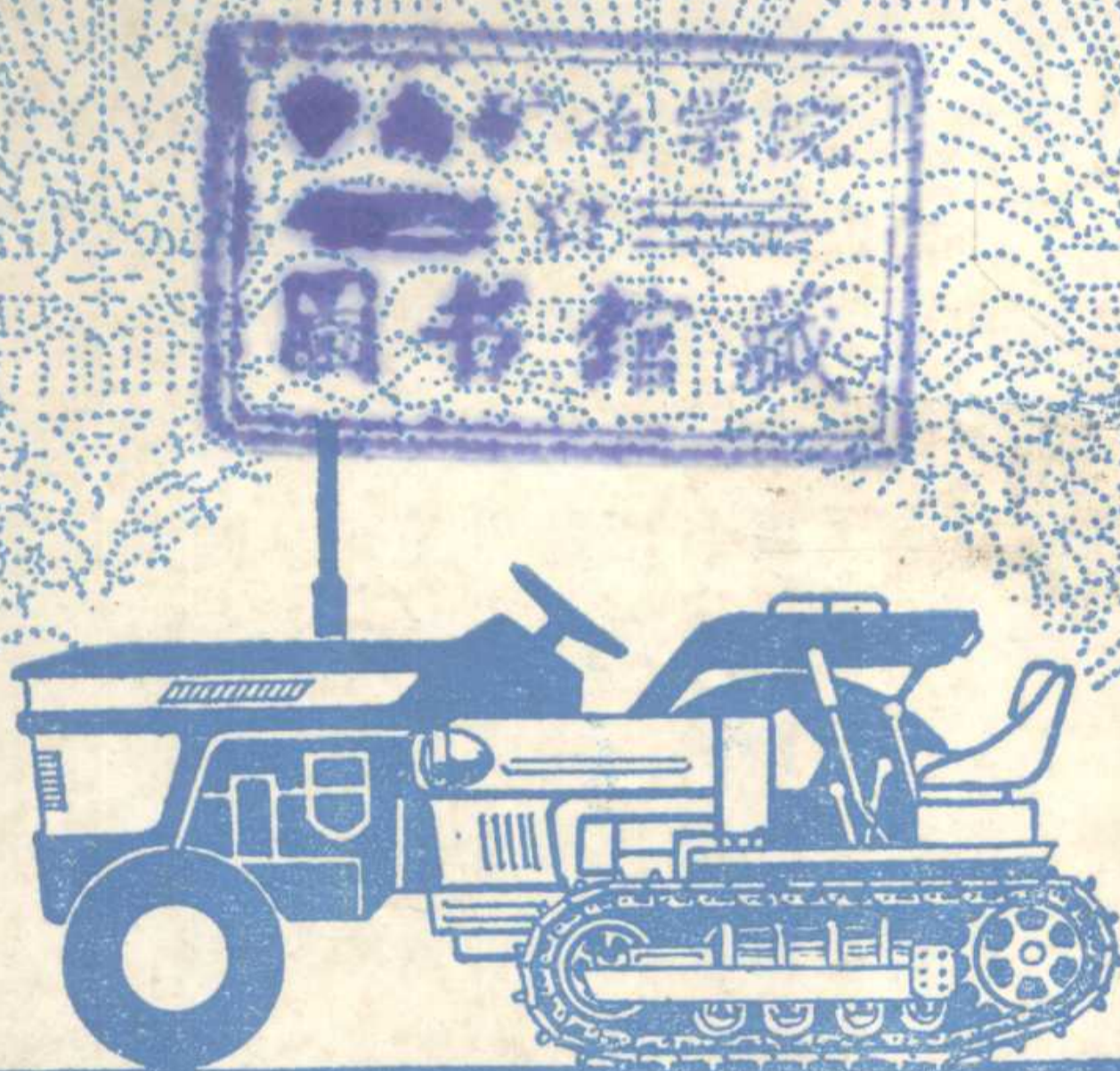


321800

拖拉机学

第三册

拖拉机设计



请交换

湖北农业机械学院图书馆



湖北农机学院拖拉机教研室编

第九章 传动系的结构设计

第一节 结构设计的任务和要求

结构设计是方案设计和理论计算的具体化。现代科学和试验研究，可以仔细地进行另部件的参数和强度的计算，但这只是完成设计工作的一部份，主要的和大量的工作还要依赖于结构细节的设计。在现代机器设计中，任何一个产品的设计质量最终都体现在另部件的结构设计图上，拖拉机传动系的设计也不例外。对拖拉机传动系提出的各项要求，如结构先进、制造容易、使用可靠和造价低廉等，最终都要在结构设计中得到落实。因此，结构设计是拖拉机设计工作中一个十分重要的部份，任何一个不合理的结构细节和微小差错都可能给拖拉机的性能和生产制造带来影响，甚至造成损失。设计人员必须以高度的责任感和仔细认真的工作来完成结构设计的任务。

拖拉机传动系结构设计的任务主要包括：

(1) 在已经确定的方案和部件结构型式的基础上，根据部件的特点，受力情况，以及与其它有关部件和整车的联系等进行部件的结构设计，绘出部件的结构图。在部件的结构设计中要解决各另件的配合、安装和调整问题，解决部件的散热、润滑和密封的问题，解决各部件操纵机构的合理布置的问题，以及解决该部件与其它部件及整车间的各种矛盾，保证各部件间的正确装配关系和防止各相对运动另件的运动干涉等。

(2) 在部件设计的基础上，根据结构参数的计算和强度计算（有的另件无需计算），进行另件的结构设计，绘出另件图。在另件的结构设计中要确定各另件的结构形状，确定另件的具体尺寸和公差范围，进行必要的尺寸链计算，确定另件的材料、精度等级和热处理要求，制定另件的技术条件，以及其它技术性要求如油漆、镀铬、涂抹防锈油等保护性措施。

(3) 在部件设计和另件设计的基础上，根据使用要求，结构特点和整车布置，进行操纵机构的结构设计，绘出操纵机构总图，部件图和另件图。传动系的操纵机构主要包括离合器的操纵，变速箱的操纵，差速锁的操纵，动力输出轴的操纵和转向离合器的操纵等。在进行操纵机构的结构设计时，要确定各部件的操纵方式，确定操纵杆件和踏板的位置，确定操纵机构另件的结构形状，材料和具体尺寸以及热处理要求，确定操纵机构的调整方式和调整范围等。

第二节 部件的结构设计

任何一个拖拉机产品都应充分地满足使用的要求，同时又要结构简单紧凑，制造容易。也就是说要有先进的使用性能（包括牵引性能、使用可靠性、方便性和经济性等），同时又要有良好的结构工艺性能。而这些性能往往是互相矛盾的。这些矛盾应在结构设计中得到合理的解决。拖拉机传动系的结构设计在这面积累了一定的经验，可供我们进行结构设计时参考。分五个方面介绍如下：

一、提高结构的紧凑性

所谓结构的紧凑性是指所设计的结构简单紧凑的程度。简单是指满足使用要求的前提下另件数最少，加工量最少。紧凑则是指结构的安排合理。因此要提高结构的紧凑性，必须合理的选择结构型式，尽量的减少传动环节，重复的利用某些传动元件，合理的进行结构安排，千方百计的减少另件的数目，简化另件的形状和减少另件的加工量。

1. 合理的选择结构型式

合理的选择结构型式是进行结构设计的基础，也是提高结构紧凑性的重要措施。完成一定的与使用目的相适应的工作职能需要一定的结构型式要保证，而过多的工作职能将会使结构过于复杂。

例如东方红——40拖拉机原设计的离合器是双作用经常接合式离合器，但由于当时需要拖拉机动力输出轴带动的农具不多，付离合器经常不被使用。因此，为了简化生产工艺，降低生产成本，便采取了摘除付离合器的措施。但保留了恢复生产双作用离合器的结构位置。近年来由于拖拉机综合利用性能扩大，要求动力输出轴带动的农具品种增多，特别是由于带动联合收割机的需要，生产厂后来又试制、试验了双作用离合器的结构方案。

又如铁牛——55的变速箱，早期生产的铁牛——55变速箱由一个主变速箱和一个减速器两部份组成。虽然能获得较多的排档（10+2档），但结构复杂。后来取消了减速器部份将排档减少一半，由于对工作速度进行了调整，并适当的提高了运输速度，虽然排档减少了，但并不影响主要工作档。相反，在简化结构的同时，改善了动力性能，并杜绝了原有结构在跳档与装配上的一些毛病。另外，为满足个别用户和发展的需要，在箱体上留有再装减速器的余地，使结构更为合理。

从以上可以看出，一定的结构型式是根据一定的使用要求而采用的，而结构型式的采用又直接反映了结构的复杂程度，关系到结构设计的难易程度。因此，合理的选择结构型式是进行结构设计的基础，结构型式的选择已在第六章作了介绍，不再重述。

2. 减少传动环节，重复利用传动元件

所谓传动环节，就传动系而言，是指从离合器到驱动轮间的各级传动装置和传动元件。包括离合装置（如主离合器、转向离合器、啮合套等）、减速装置（如常啮合齿轮、变速齿轮、中央传动齿轮、最终传动齿轮等）、差速装置（如差速器）、联轴装置（如联轴节）以及其他传动元件（如半轴、驱动轴等）。这些传动装置和元件形成了一个的传动环节，而这些传动环节组合在一起就形成了整个传动系。因此要提高传动系的结构紧凑性，就必须减少传动环节，重复利用传动元件。

变速箱的设计在这方面可以作为一个典型例子。例如，一个（6+2）档的变速箱如果采用简单式（二轴式或三轴式），至少要16个齿轮。而采用组成式则只需要12个齿轮。如东方红——40（参看图6—5）。若能进一步的减少传动环节，重复利用传动元件，将一些齿轮做成“公用齿轮”——即同时既是主动齿轮又是从动齿轮，则可以进一步的减少齿轮数目。如东方红—28（参看图6—34）、戴维·勃朗（David Brown）—50D（参看图6—31d）用了两个公用齿轮，将倒档齿轮安装在第一轴或中间轴上，只用了11个齿轮且省去了专门的倒档轴，使结构十分紧凑。

像这样的例子甚多。如大多数采用双作用离合器的拖拉机在结构上采取一定措施后、只用了一套操纵机构同时来实现主、付离合器的操纵；有的双作用离合器中（如东方红—30）还用一组圆柱螺旋弹簧同时来压紧主、付离合器的摩擦片；一些履带拖拉机通常都用转向离合器的被动鼓作为制动器的制动鼓等等。这些措施都重复利用了传动元件，减少了传动环节。

3. 充分利用箱体空间 合理安排另件间隙

传动系的主要另件如齿轮、轴、轴承、摩擦片等都是装在箱体内的，必须合理的安排这些另件，使它们保持必要的间距，避免运动干涉，同时又要充分利用箱体空间，使结构尽量紧凑。

在变速箱和后桥中，齿轮与齿轮之间的侧向间隙 $\Delta = 2 \sim 3$ 毫米，太大将增加箱体的轴向长度，太小将不必要的提高齿轮的加工精度和安装要求；齿轮和箱壁的侧向间隙 $\Delta' = 5 \sim 8$ 毫米，太大使结构不紧凑，太小将不必要的提高壳体的精度要求；齿轮与壳体底部的间隙 $\Delta'' = 15 \sim 20$ 毫米，以保证齿轮在运转时不搅起油底层中磨屑残渣以及保证有适当的储油容积为原则。

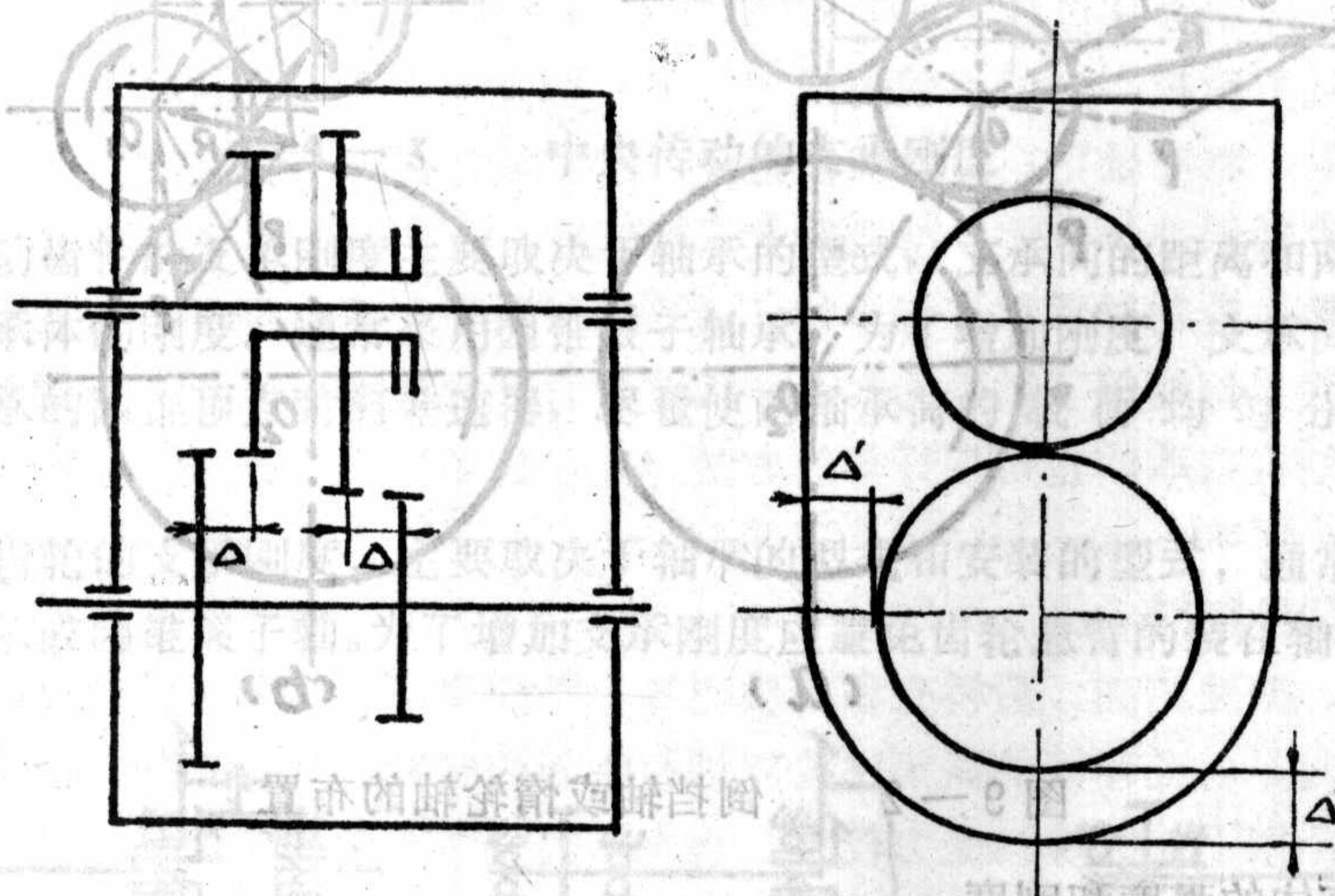


图 9—1 齿轮和齿轮间（轴向）、齿轮和箱壁间的间隙

为了缩小箱体的横向尺寸和减少润滑油的不适当的贮油量，应尽量将第一轴和第二轴（或中间轴布置在同一垂直平面内，如东方红—20（图 6—33）和东方红—40（图 6—32）的变速箱。为了缩小箱体的轴向尺寸，除了控制各另件的轴向长度和它们之间的间隙外，还可以使某些另件在轴向空间内相重叠，如东方红—40付变速箱的高低档滑动轴轮（图 6—32），当处于低档位置时，其滑动齿轮所占的空间和滚柱轴承的轴向空间相重叠。从而缩小了箱体的长度。

二、提高结构的刚度和强度

在结构设计中，必须充分的考虑结构的刚度和强度，以改善另件的受力，提高另件工作的可靠性和使用寿命。

1. 改善另件的受力状况

齿轮应尽可能的靠近支点，以减少轴的挠度，提高轴的刚度和改善齿轮的啮合。当轴上有多对齿轮时（如变速箱）应使受力最大的齿轮尽可能的靠近支点。例如东方红—20主变速箱的头档齿轮，紧靠中间轴的前支承，其付变速箱的低速从动齿轮紧靠第二轴后支承（图6—33），从而改善了另件的受力。

当采用斜齿轮时应使斜齿轮的轴向力互相抵销，或与锥齿轮的轴向力相抵销，以减轻轴承的负荷。例如丰收—27的倒档齿轮。

惰轮或倒档齿轮的位置应考虑齿轮的受力方向，如图9—2所示， o_1 为第一轴， o_2 为第二轴（或中间轴）， o_3 为例档轴（或惰轮轴）。图中a)所受力 R 较b)所受力 R 为大。因此，如果从变速箱的前方看， o_1 轴顺时针方向旋转时，倒档轴（或惰轮轴）布置在右边是合理的。例如红旗—100，当惰轮轴布置合理时，对轴承的作用力 $R=0.63P$ （ P 为齿轮的圆周力）。如果惰轮位置布置不合理时， $R=1.6P$ ，因而使倒档轴承的载荷大大增加。

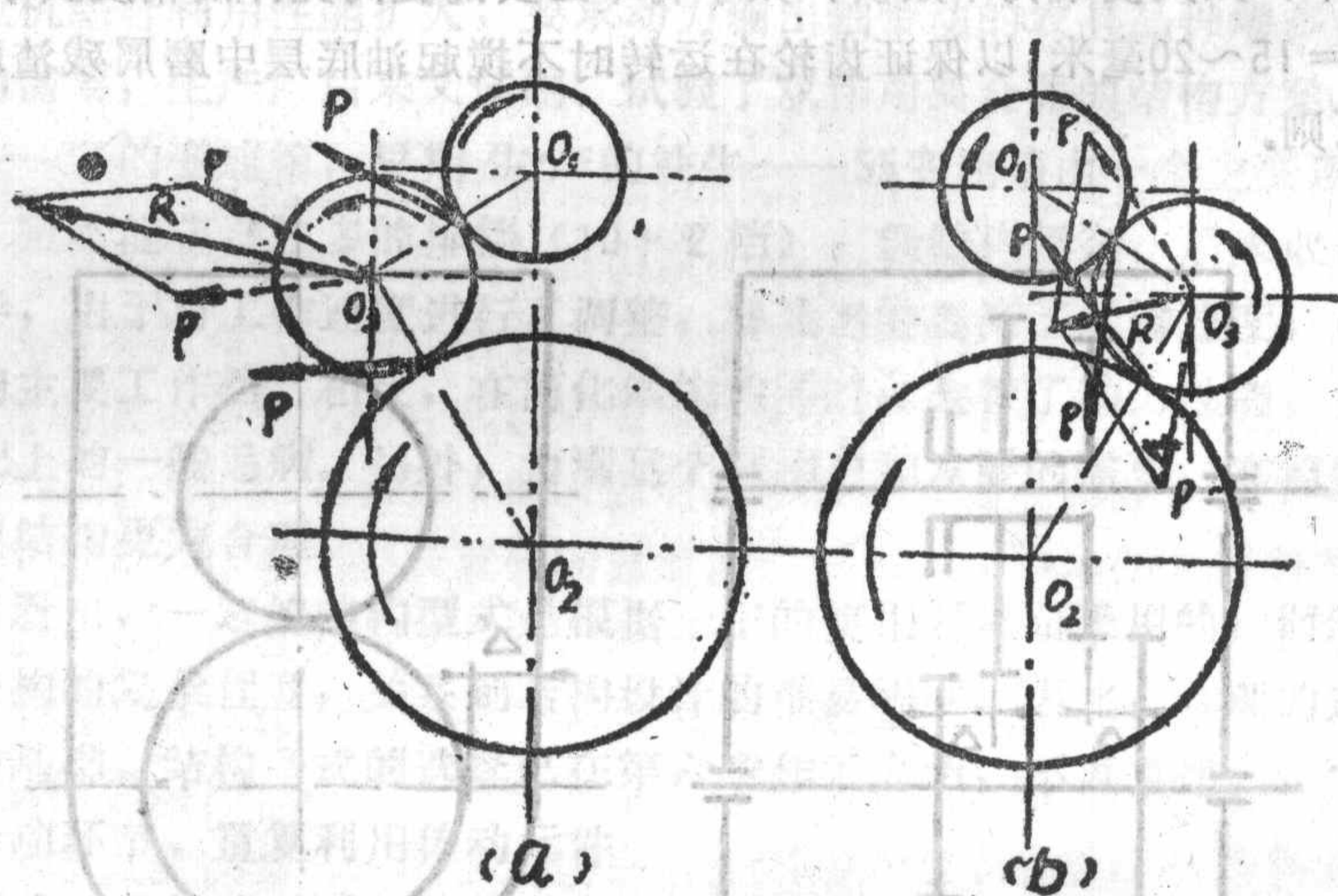


图9—2 倒档轴或惰轮轴的布置

2. 提高壳体的强度和刚度

壳体强度和刚度的提高可以减少轴的支承点的弹性变形，改善齿轮和轴承的工作条件。不能单纯用增加壁厚的办法来提高壳体的强度和刚度，而应用加强筋的办法来提高壳体的强度和刚度。因为壁厚的增加，会使材料消耗量增加，重量增加。在设计加强筋时应注意加强筋的方向，使其最有效的承受外部载荷。

3. 提高支承刚度

所谓支承刚度是指齿轮、轴、轴承和壳体等相关另件的刚度的总合。长期的使用经验表明，中央传动锥齿轮的支承刚度和最终传动齿轮的支承刚度对齿轮寿命的影响很大。

对于中央传动大、小锥齿轮在水平和垂直平面内的最大变形量应不超过 ± 0.075 毫米。实验表明，在载荷作用下主动齿轮轴线的偏转角 φ （图9—3 a）的大小主要取决于安装在主动锥齿轮根底处的轴承型式、支承轴颈的直径，两支承间的距离和悬臂的大小。而装于锥

齿轮顶部的轴承对于支承刚度的影响甚小。为此，国产拖拉机上主动锥齿轮根底处几乎都采用了园柱轴承或园锥滚子轴承。

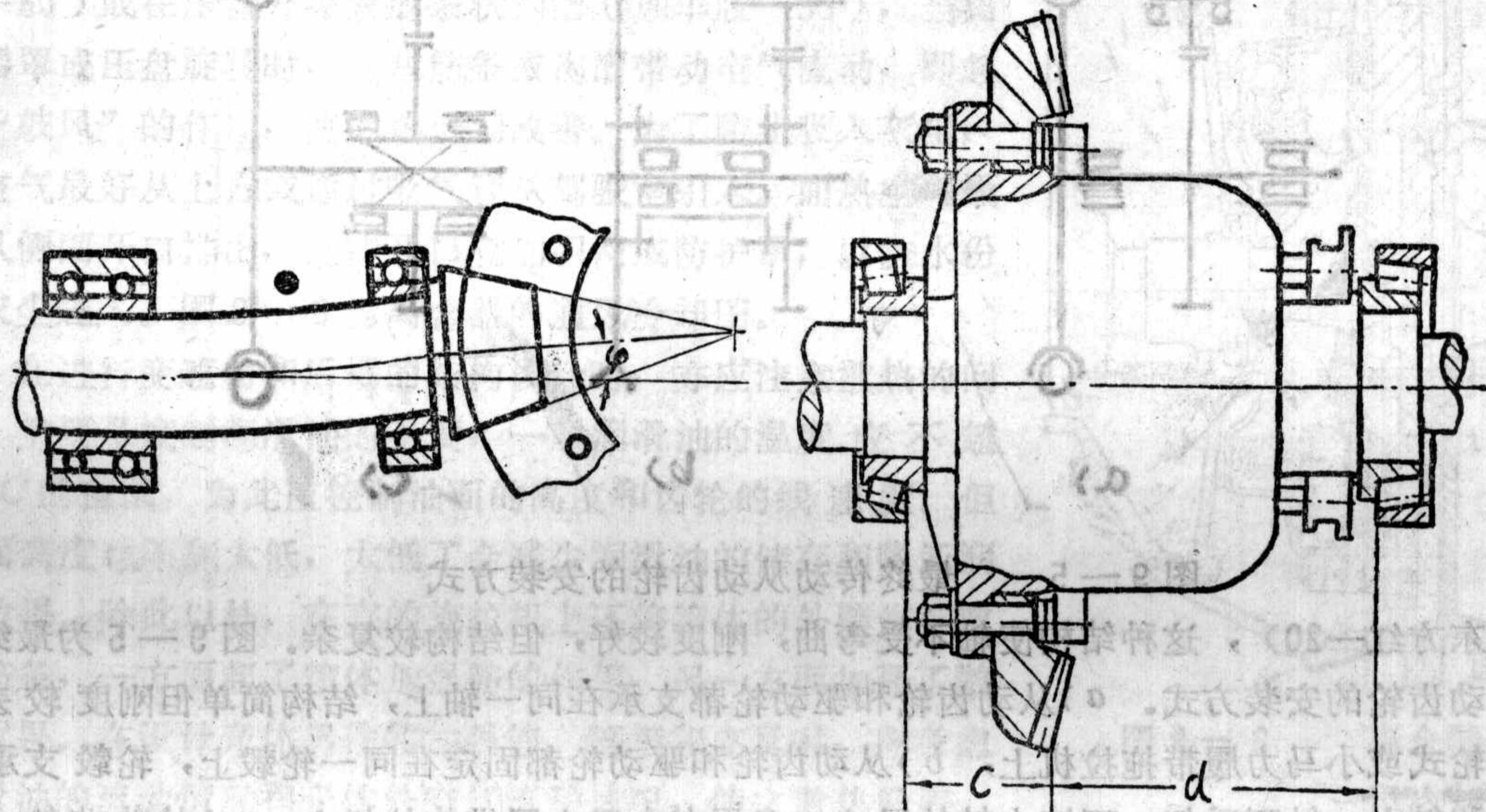


图 9—3 中央传动的支承刚度

中央传动从动齿轮的支承刚度主要取决于轴承的型式，支承间的距离和两端轴承上载荷的分布，以及支承体的刚度。通常采用园锥滚子轴承，为了增加刚度，支承间的距离应尽量缩小，应使两轴承的园锥顶点背离差速器，尽量使两轴承的载荷均匀分布（图 9—3 d）。

最终传动齿轮的支承刚度，主要取决于轴承的型式和安装的方式，通常都采用承载能力较大的园柱轴承或园锥滚子轴。为了增加支承刚度应避免齿轮悬臂的装在轴上。图 9—4 为

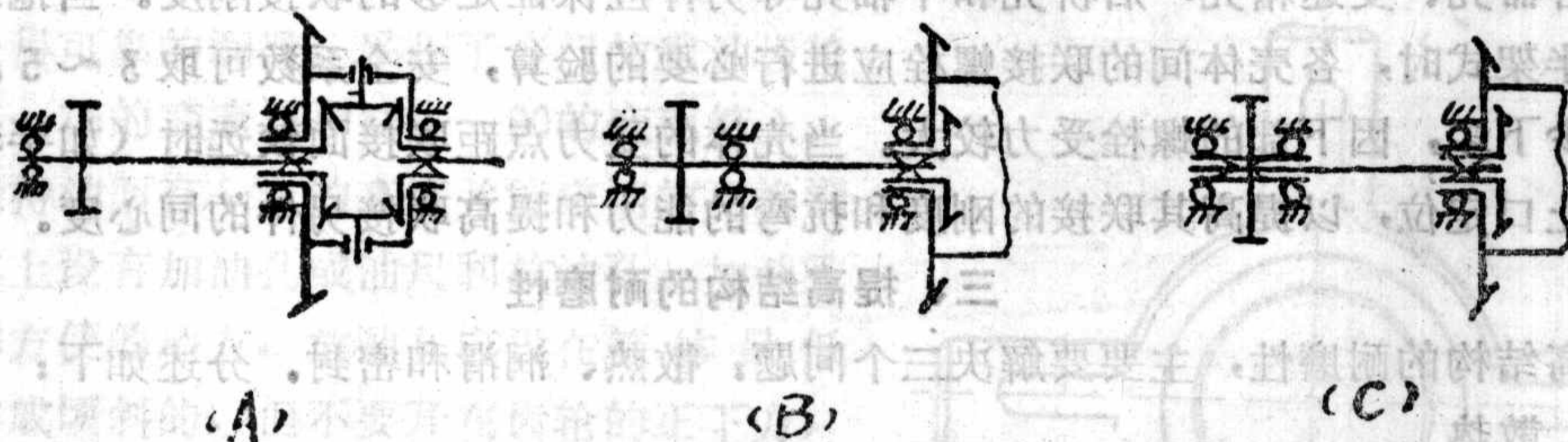


图 9—4 最终传动主动齿轮的安装方式

最终传动主动齿轮的安装方式，a) 一端用轴承支承，另一端支承在差速器壳中，结构简单，但刚度不好，仅用在个别内置式最终传动中（如上海—50）。b) 用三点支承，刚度较好，能保证齿轮的正确啮合，但可能会因对中不好而造成轴的内应力，并增加轴承的径向力。这种结构用在一些外置式最终传动，制动器安装在半轴壳中的某些拖拉机上（如东方红—30、东风—50）；c) 将齿轮直接支承在两个轴承上，轴与齿分开制造，轴用花键插入齿轮中，

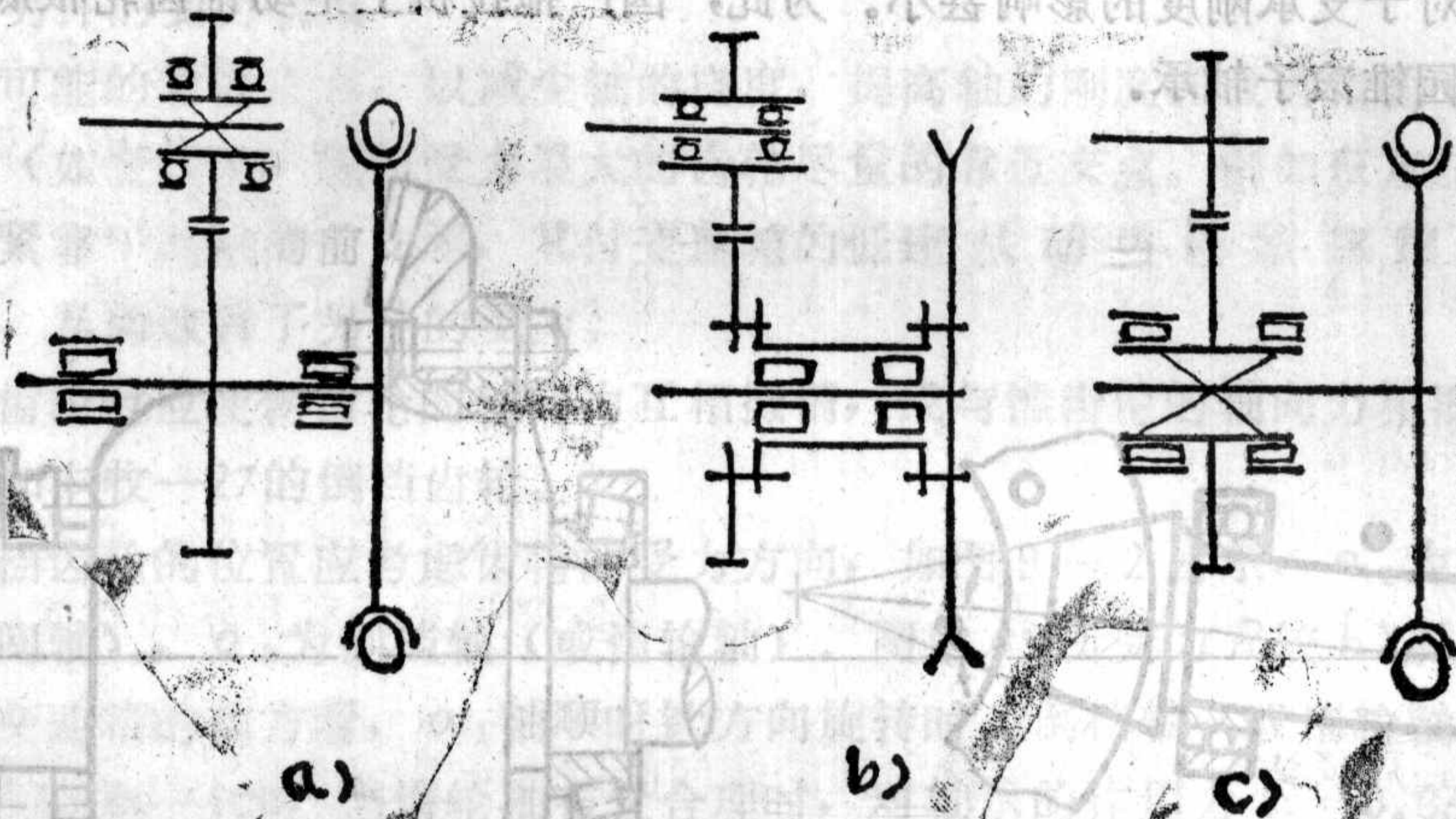


图 9—5 最终传动从动齿轮的安装方式

(如东方红—20)，这种结构使轴不受弯曲，刚度较好，但结构较复杂。图 9—5 为最终传动从动齿轮的安装方式。a) 从动齿轮和驱动轮都支承在同一轴上，结构简单但刚度较差，多用轮式或小马力履带拖拉机上，b) 从动齿轮和驱动轮都固定在同一轮毂上，轮毂支承在轴承和轴上，轴不受扭，可缩小轴的尺寸，多用在大力履带拖拉机上。c) 从动齿轮单独用两个轴承支承，驱动轴用花键插入齿轮内，刚度较好，但结构复杂。

通常对圆锥轴承进行予紧，以提高支承的刚度。有的只对主动齿轮的轴承进行予紧，有的对主动和从动齿轮的轴承都进行予紧。适当的予紧量可提高刚度，但予紧量过大时刚度提高不大却反而明显地缩短了轴承的寿命。因此应合理的选取予紧量。予紧量的数值可参考同类型的成熟的结构选取，也可用计算的方法并通过试验而确定。并保证在使用过程中能够调整。

4. 提高联接刚度

离合器壳、变速箱壳、后桥壳和半轴壳等另件应保证足够的联接刚度。当拖拉机采用无架式或半架式时，各壳体间的联接螺栓应进行必要的验算，安全系数可取 3~5。螺栓的分布应上少下多，因下部的螺栓受力较大。当壳体的受力点距联接面较远时（如半轴壳）应尽量采用止口定位，以提高其联接的刚度和抗弯的能力和提高了联接另件的同心度。

三、提高结构的耐磨性

提高结构的耐磨性，主要要解决三个问题：散热、润滑和密封。分述如下：

1. 散热

传动系另件由于摩擦（如离合器中主动片和从动片间的摩擦，变速箱和后桥中齿轮间的相对滑动所产生的摩擦，轴承运动件与不动件间的摩擦，旋转轴与油封间的摩擦等）和冲击（如齿轮在油中转动，冲击油液），使有一部份功转化为热量，这部份热量应及时的散掉，以保证传动系另件能在正常的温度下工作。因此，应在结构设计中采取一定的措施进行散热。

在离合器的设计中，通常将压盘和前压盘等另件作得比较庞大，使它们具有足够的体积和质量来吸收热量。将离合器罩作成多孔的或开有较大的窗口，当飞轮旋转时，空气从这些

孔眼或窗口进入，以冷却摩擦另件和进行散热。为了加强冷却和散热的效果，有的在离合器罩上铸出片状筋条（如东方红—30）或在压盘外缘做成条状沟槽（如丰收—35），当离合器罩或压盘旋转时，这些筋条或沟槽带动空气流动，即起了“鼓风”的作用，使散热得到改善。为了防止吸入灰尘，冷空气最好从上方或通过吸气管从驾驶室引入。而热空气最好从侧面开口排出，这些开口应加织网或防护罩，以防水份或灰尘进入。图9—6为离合器的通风冷却图。

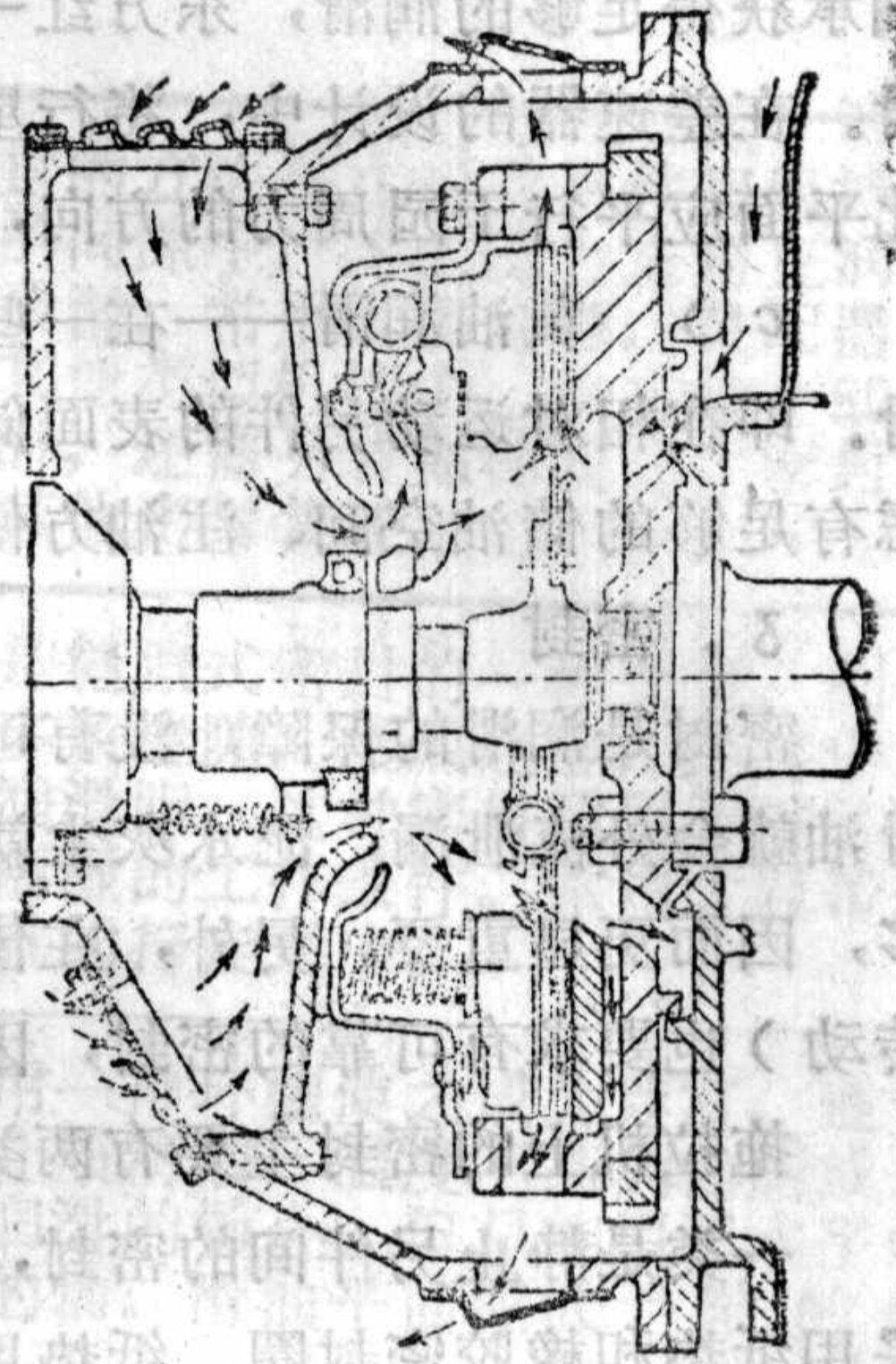


图9—6 离合器的通风冷却图

在进行变速箱和后桥的结构设计时，亦应注意散热的问题。主要是控制润滑油的温度，一般润滑油的温度应不超过 80°C 的范围，为此应控制油面的高度和齿轮的线速度。但油面高度也不能太低，太低了会减少润滑油的储存和降低润滑效果。除此以外，在有的拖拉机上还将箱体的外壁作有散热筋条，一方面起了箱体加强筋的作用，另一方面加强了散热效果。在设计壳体另件的加强筋、隔板和支承时，应考虑润滑油的流动情况和壳体外空气流动情况，使之散热最好。

2. 润滑

传动系必须要有良好的润滑。润滑除了能减少摩擦，减轻磨损外，还能通过润滑油的流动散去一部份热量和带走磨屑，从而提高结构的耐磨性。除此之外，还能保护另件表面使之减少腐蚀。传动系的润滑主要采取以下三种方式：

a) 飞溅润滑——即利用最下方轴上的齿轮的一部份齿廓浸泡在油内，旋转时搅油将润滑油飞溅到各需要润滑的表面。飞溅润滑是传动系主要的润滑方式。采用飞溅润滑时，应保证任何情况下（如上坡、下坡时）都有旋转的齿轮泡在油中。在某些拖拉机上，处于最下方的轴在有些工况下不旋转，因而溅不到油，此时为了仍能获得可靠的润滑，采用了专门的溅油齿轮（如东方红—75的变速箱和铁牛—60的变速箱）。

为了保持油面有一定的高度并能定期的更换润滑油，箱体上设有加油孔或油尺和放油孔。加油孔应设在操作方便的地方，放油孔应设在箱体最低处，箱体作成顷斜的，但不要开在齿轮的正下方，以免齿轮将磨屑沉淀卷起。为了吸附磨屑，放油孔多用磁性螺塞。

b) 集油润滑——即利用专门的集油装置或结构措施，将飞溅起来的润滑油收集起来、集中润滑某些另件或表面。这种方法主要用在受力严重或润滑条件较差的地方。如东方红—75第V轴采用了集油润滑，铁牛—60的第一轴上也有集油装置，使

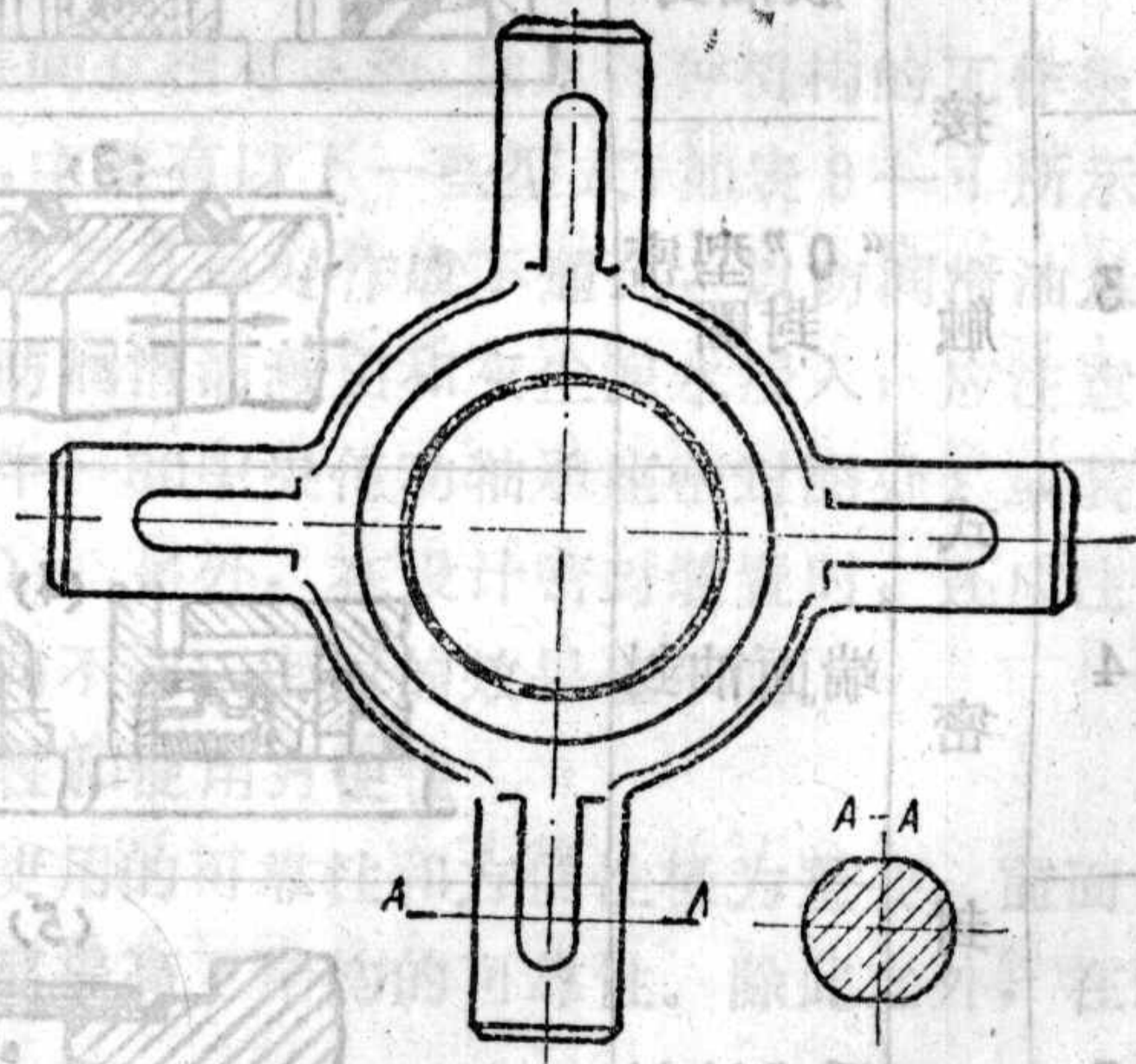


图9—7 行星齿轮轴的润滑表面

轴承获得足够的润滑，东方红—20的倒档轴，在支承壁上做有集油坑，以保证倒档齿轮的润滑。在差速器的设计中，将行星齿轮轴上做成一定的平面（图9—7）以便储存润滑油，但此平面应平行于圆周力的方向，以保证不致减少行星齿轮的支承面积。

c) 黄油润滑——在一些需要润滑而又不能用飞溅或集油润滑的地方，可采用黄油润滑。即在相对运动另件的表面储存一定的钙基润滑脂来润滑这些表面。在结构设计时，应考虑有足够的储油空间、注油方便以及废油的排出。

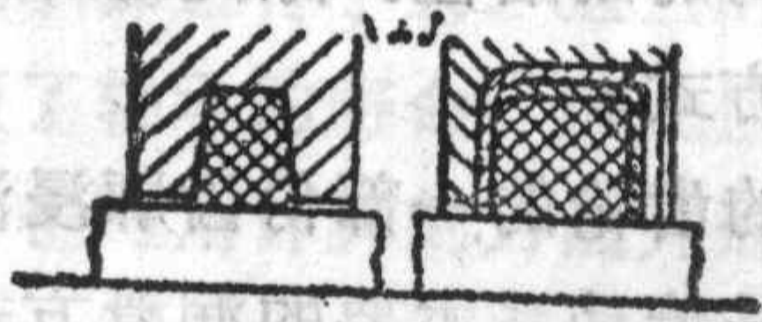
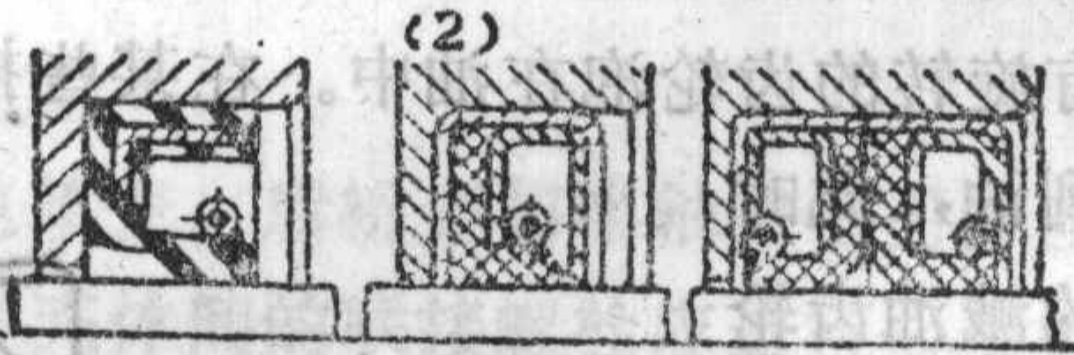
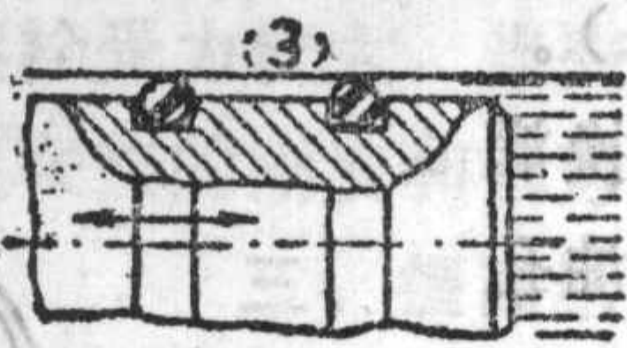
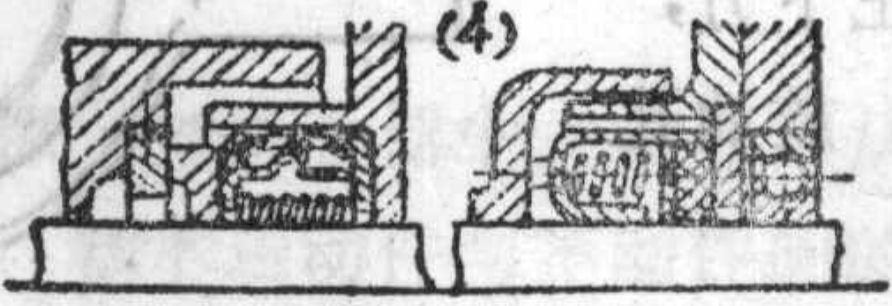
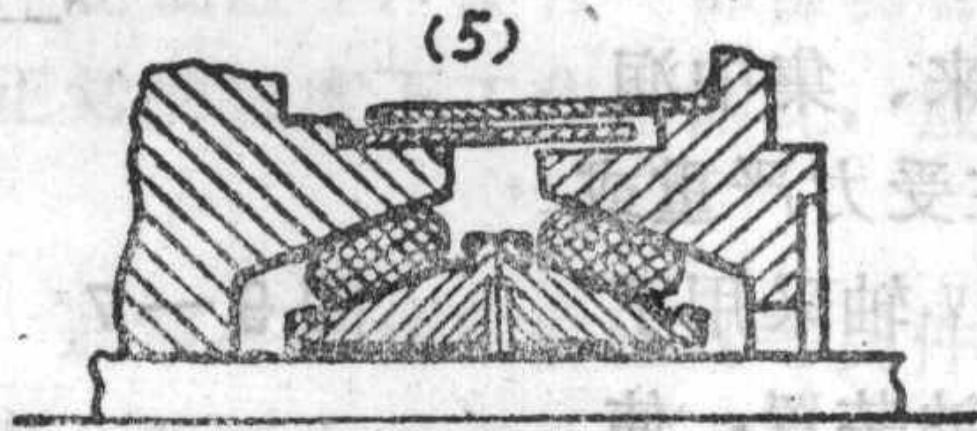
3. 密封

密封是润滑的保障，没有可靠的密封，就没有良好的润滑。因为，没有可靠的密封，润滑油就会外流泄漏，泥水灰尘就能浸蚀渗入。对拖拉机来说，经常在田间工作，灰尘泥水很多，因而更显重要。另外，在传动系某些部件之间（如离合器与变速箱、转向离合器与最终传动）也要求有可靠的密封，因而在结构设计中应予以特别的重视。

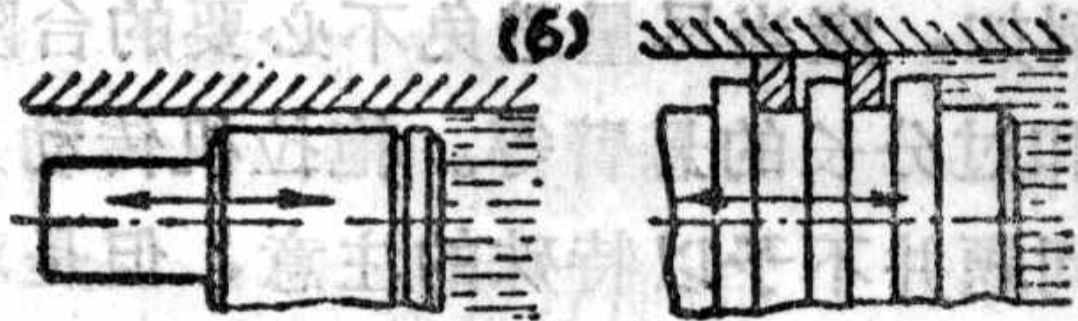

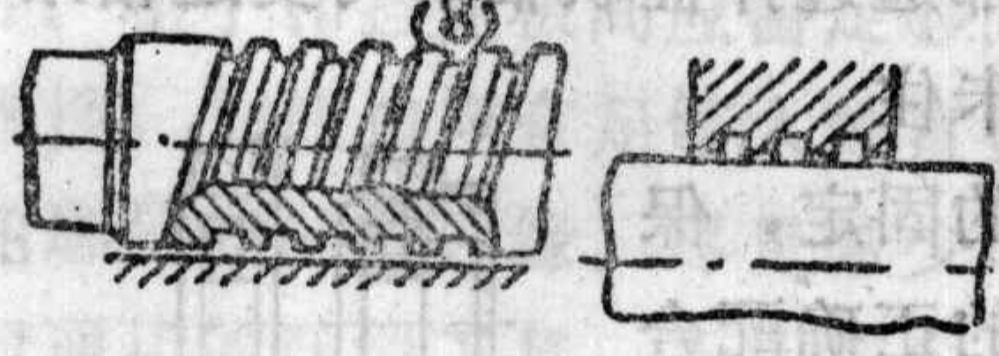

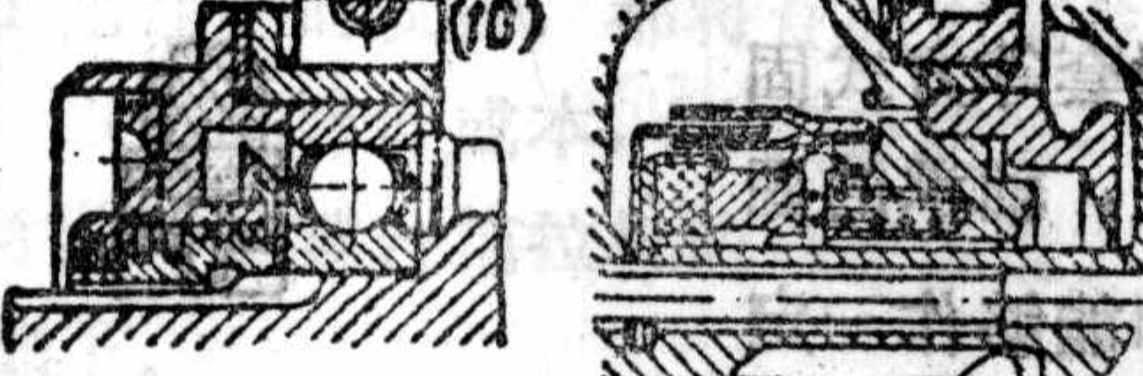
拖拉机上的密封主要有两类：

一类是静止另件间的密封，这类密封由于另件之间没有相对运动，因而比较简单，主要采用纸垫和橡胶密封圈。纸垫用于箱体与箱体之间、箱体与盖板之间；橡胶密封圈用于某些不动轴或轴承座与箱体之间，如东方红—20变速箱的倒档轴、第二轴前轴承座，中央传动差

表9—1 拖拉机的密封装置

序号	型式	名称	简图	应用
1	径	毛毡密封圈		适用于线速度 ≤ 5 米/秒 和 温度 $\leq 90^{\circ}\text{C}$ 的条件。它是最简单而且使用最广泛的密封圈。常用于拖拉机的传动系和轮式拖拉机行走系中的一些稠油润滑的另件中。
2	向	骨架式橡胶油封		适用于环境温度不低於 -40°C 。工作介质温度不高于 100°C 和压力 ≤ 0.5 公斤/厘米 ² 的场合。广泛应用于拖拉机的传动系和行走系中。
3	接	“O”型密封圈		这类密封装置具有圆形断面，主要用于往复运动另件密封。如液压油缸活塞的密封。
4	触	端面油封		靠两个端面相压紧的环（一个动，一个不动）而得到密封。用于工作条件极差的转动轴上。主要用在履带拖拉机的行走系中以及履带和轮式拖拉机的传动系中。
5	式	浮式油封		是近年来国内外一些拖拉机上始开采用的一种新型端面油封。在动环与旋转件间，不动环与油封唇之间装有“O”型橡胶圈使用场合同4但密封效果更好。

续表 9-1

6	不接触式密封	缝隙式密封		<p>密封的方法是在运动另件间保持最大的间隙中产生的阻力来防止润滑油泄漏。常用于机油泵, 分配器及其他类似机构中, 当直径 > 50 毫米时, 还需另装如称胶圈, 密封环等其他密封装置。</p>
7	接触式密封	迷宫式密封		<p>它是缝隙式密封的一种变型, 利用很多条缝隙, 形成迷宫, 迷宫中充满润滑脂, 这种密封适用于好脏和很潮湿的工作条件。常用于履带拖拉机的行走系中。</p>
8	接触式密封	环槽式密封		<p>利用一排环槽使之成为迷宫, 适用于介质清洁, 温度不高的油脂或稀油润滑的场合。但只能用于水平位置的轴。滑油平面应低于轴的位置。</p>
9	接触式密封	档油盘		<p>它是用于另件圆周速度很高时的一种油封。旋转的档油盘用于稀油润滑中, 不动的档油盘用于油脂润滑中, 应用于拖拉机传动系和行走系中。</p>
10	组合式密封	组合式密封		<p>用几个同类或不同类型的密封装置组合安装在一个组件中, 称为组合式密封, 用于旋转另件, 特别恶劣条件下工作的机构。</p>

速器轴承座等处都采用了橡胶密封圈。

另一类是运动另件间的密封。这类密封由于另件间有相对运动, 加之各种机构的工作条件不一, 对密封的要求也各异。因而这类密封比较复杂, 主要有以下一些型式, 如表 9-1 所示:

密封除了以上一些措施外, 还应注意箱体上的螺钉孔最好作成不通孔, 以防润滑油从螺钉处渗漏; 操纵杆等外通另件应用橡皮罩密封, 以防润滑油溅出和灰尘泥水浸入; 应注意减少润滑油在密封装置处的骤积, 可开回油沟 (如铁牛-60 中央传动轴承座密封圈处) 或装用油盘 (如东方红-75 后桥中央传动轴承座密封圈处)。另外, 在设计密封装置时, 还应注意油封 (如骨架式橡胶油封) 的方向, 油封的安装方向不同, 密封的效果也不同。

四、提高结构的使用可靠性和使用方便性

拖拉机从事繁重的田间耕作, 且季节性很强, 使用的可靠性和方便性极为重要。前面讲的提高结构的强度、刚度和耐磨性等措施, 实际上都提高了结构的可靠性。除此之外, 在结构设计中还应注意以下一些问题。

1、防止另件过载, 加强薄弱环节。

在进行传动系结构设计时, 应考虑巅峰载荷的影响。一般在设计另件时, 应予以一定的

强度储备。在有的拖拉机上强度储备较少则采用了另外的安全措施，如丰收—33拖拉机的保护套（参看第七章第二节和图7—7）。

对于一些薄弱环节应予以加强。例如，应当尽量避免不必要的台阶轴，避免过小的圆角半径、过薄的凸缘、过于毛糙的表面和过分长的悬臂等。拖拉机传动系中，轴要求有足够的刚度，因此强度储备较大，应力集中问题并不予以特殊的注意，但是对于承受冲击载荷的另件必须注意消除应力集中的因素。当轴在制造和装配不能保证必要的同心度时，以及在工作中相对位置偏摆较大时，都会产生很大的附加应力。同此，通常当轴刚性地通过两个连接在一起的壳体时，常以轴承或轴承座的外圆作为壳体的对中表面，因为单纯采用定位销作轴心线的对中基准时，由于加工基准和装配基准的转换较难达到必要的同心度。当轴必须通过三个箱体或在结构上难以保证必要的同心度时，应采用能允许轴线有一定偏移的联轴节。如铁牛—55、东方红—75等拖拉机的离合器都通过弹性联轴节与变速箱第一轴相连。

2、注意另件的固定 防止受热后卡住

传动系另件在工作时，都应有一定的固定，保持相对稳定的工作位置，以保证另件间的正确配合关系和正常的工作状态。但是传动系另件由于摩擦、冲击（如搅油）等原因会发热变形，为了防止另件受热伸长后卡住，又必须允许另件有一定的游动间隙。因此在考虑另件的固定方法时，既要考虑另件有可靠的固定，又要考虑轴能作轴向游动。一般是将齿轮等轴上另件用凸肩、卡环、衬套等方式固定在轴上，而轴又用轴承固定在箱体上，轴承的固定方法必须保证轴不会产生轴向位移和能够作一定的轴向游动。对于滚珠轴承，是将两端轴承的内圈和一端轴承的外圈加以固定，而另一端轴承的外圈不固定，使其能够作轴向游动如图9—8 a所示。对于滚柱轴承，因其内外圈可以分开，可以相对游动，因此两端内外圈都必须予以固定，如图9—8 b所示。对于圆锥滚子轴承，同样除内圈固定外，两端外圈都应加以顶住，但又要保证有一定的余隙，使轴承可以灵活转动并避免受热后卡住，如图9—8 c所示。

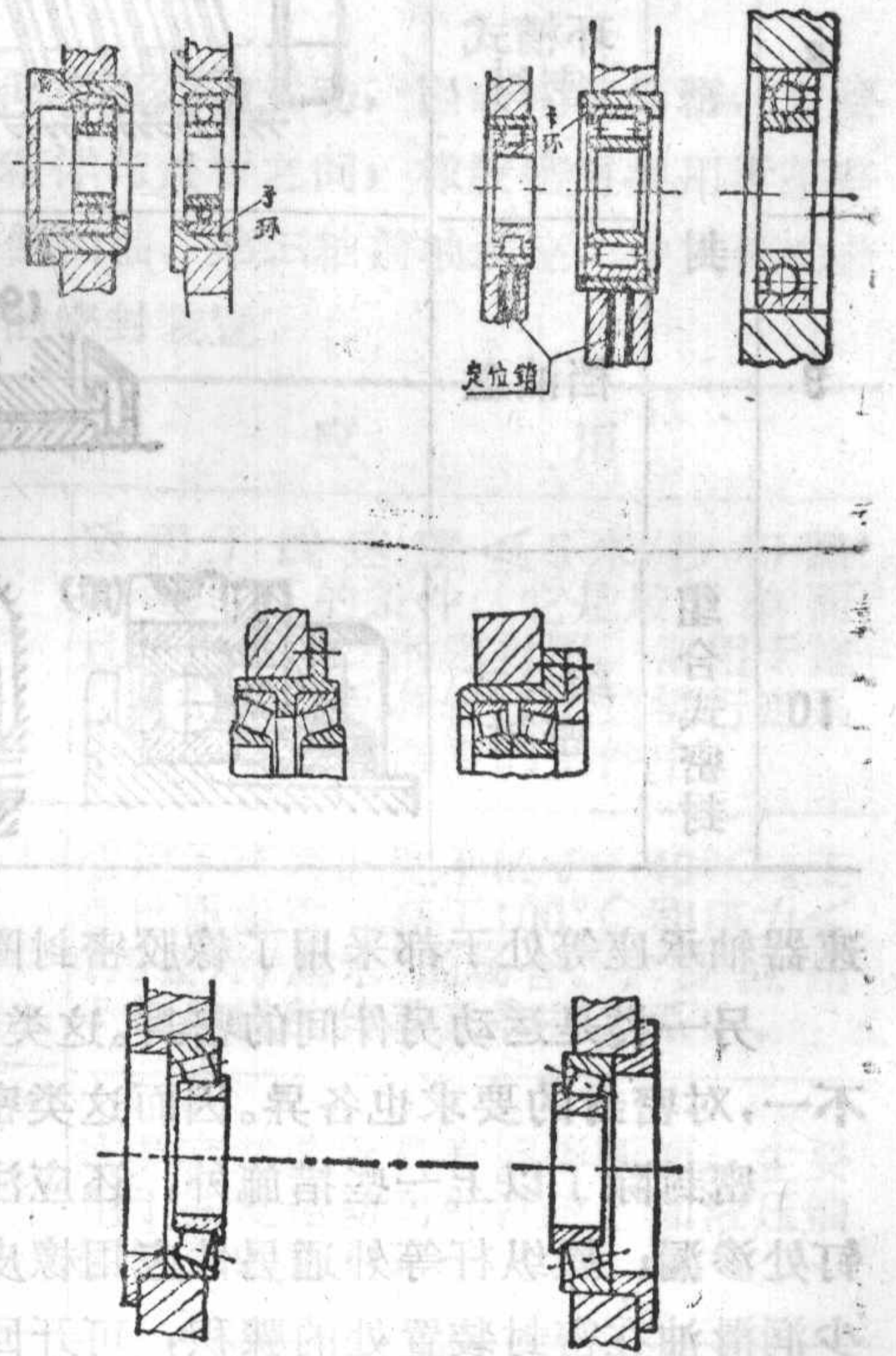


图9—8 轴承的固定

3、保证必需的调整和提高调整的方便性

传动系的某些部位工作一定时期后会因磨损出现间隙，间隙过大会影响正常的工作，甚至造成另件损坏。因此，必需保证必要的调整。传动系的调整部位主要有离合器的分离间隙，中央传动锥齿轮付的啮合状态，圆锥轴承的安装紧度以及操纵机构的行程等。具体的调整要求和调整方法在第二册中已介绍。这里不再重述。下面只谈谈结构设计中应注意的问题。

在进行结构设计时，应尽量减少需要调整的部位和调整的次数，以及增大调整的间隔

期。例如，尽量采用滚珠轴承和滚柱轴承，少用圆锥轴承。在非经常接合式离合器中尽量采用补偿弹簧等等。除此之外，还应注意调整的方便性和准确性。在调整的部位应留有充裕的空间，以便于调整作业。对于调整要求较高的部位应能迅速准确地检验调整状态。例如，有的离合器中设计了每转一定角度就能感觉“咯咯”声的行程调整螺钉。

4、提高维护保养和修理拆装的方便性

要保持拖拉机处于完好的技术状态，保证拖拉机最大的出勤率，在很大程度上取决于经常的技术保养工作和维修拆装的难易程度。因拖拉机作业季节性很强，保养不便和维修困难都将减少拖拉机的出勤率，贻误农时，影响生产。拖拉机传动系的技术保养主要包括外部洗刷、检查和校紧重要连接螺钉、加注油水和润滑作业，以及各部位的技术状态的检查和调整等等。在结构设计时，为了便于清洗各部位，应尽量避免凹坑和死角，操纵机构和附件的布置要考虑清洗的方便性。轮子和挡泥板间应留足够间隙(一般不小于70毫米)。为了提高加注油水和润滑作业的方便性，加注口应有足够大的直径，应布置在最易接近和操作方便之处，即尽量布置在拖拉机轮廓尺寸的最外缘。尽量减少润滑点的数目，增加润滑间隔期，减少润滑次数，尽量采用一般通用的润滑工具，不用或少用专用的润滑工具。为了便于检查和校紧连接部位的螺栓，在结构设计中应尽量减少连接螺钉的数目和种类，使螺钉和螺帽的尺寸尽量统一，加强螺钉的防松措施。对于一些经常需要拆装部位的连接螺钉，如箱体连接螺钉，尽量采用螺栓或螺柱而不用螺钉，以保证箱体上的丝扣不易损坏。

五、提高结构的工艺性能

任何一个另件工艺性能的改善，都将有助于整台机器重量的降低，金属消耗量的减少和机械加工量的减少，以达到降低成本，节约原材料，改进性能的目的。只有每一个另件千方百计的挖掘潜力，才能得到整台拖拉机的理想性能。下面将拖拉机传动系结构设计中一些常见的工艺问题简述如下。

1、提高“三化”程度

“三化”系指拖拉机产品另部件的系列化、标准化和通用化。“三化”是我国发展国民经济的一项重要技术政策，也是多快好省地发展拖拉工业的关键措施。提高“三化”程度对组织生产与配件、附件的协作、对产品供应和管理，对维修和使用都有重要的意义。因而在设计中应尽可能的提高另部件的“三化”程度。

2、提高毛坯生产的工艺性能，减少毛坯生产的劳动量

拖拉机传动系的另件采用了各种毛坯制造方法，如铸铁、铸钢、模锻、冲压以及成型钢材等。对于任何一个另件都应尽量采用工艺简单、制造容易的毛坯。随着工业技术的发展，毛坯生产的方法也不断的改进。在拖拉机的另件生产中用型钢取代模锻或铸造毛坯，用铸钢代替形状复杂的模锻毛坯，用冲压另件代替铸造毛坯等方法得到了越来越多的采用。例如，轴承端盖以前多用铸铁制造，现在广泛采用冲压端盖。形状比较复杂的拨叉另件，现在广泛采用铸钢制造而不用模锻。在有的拖拉机上用型钢来制造操纵机构的垂臂等另件，而以前这些另件都是用锻造或铸造方法制造的等等。这些方法不仅减少了毛坯生产的劳动量，而且降低了另件机械加工劳动量和另件的重量。

3、提高另件加工工艺性能，减少机械加工的劳动量

为了改善另件的工艺性能,应减少机械加工的劳动量,减少加工件的数目和减少加工面的面积。在同一方向上加工的表面应尽量设计成同一加工面,以便在一次走刀中间同时完成加工。在同一加工面上有若干个接合面时,应将接合部份作成凸起,以减少整个加工面的尺寸。

应合理地确定另件的尺寸、公差和光洁度。任何不合理地规定另件的公差、精度和光洁度,都将增加加工工时,增加成本。设计的另件要便于加工,便于安装和夹持,尽量在一次安装和夹持中完成尽量多的工序。

4、提高另件的装配工艺性能,减少装配工作的劳动量。

对于拖拉机的传动系,装配劳动量占相当大的比重,一般占产品劳动量的10~15%,占产品机械加工劳动量的20%~30%。因而提高另件的装配工艺性能,减少装配劳动量是提高产品工艺性能的一个不可勿视的部份。

拖拉机工业是大批大量生产,因此希望尽量将拖拉机的部件先装成总成,以保证有可能进行平行的部件的装配。在总装线上进行过多的部件或组件的装配将使装配线延长,装配周期延长。同时由于缺少某一部件中的任何另件都会使装配线上的工作节奏遭到破坏。因此在结构设计中要尽量考虑部件或组件装配的方便性。例如,保证必要的装配倒角;对于一些容易引起装配错误的另件应有一定的装配记号,在装配时尽量不要同时对准几个部位。有时,为了能先装配成组件再装入部件中甚至允许增加适当的另件来达到此目的,如为了装入成组的齿轮而加大开口再镶轴承套等。

在传动系中广泛采用花键和月牙键,而少用平键,用卡环而少用压紧螺母,用过渡配合而少用过盈配合等可减少装配时间和装配的劳动量。

拖拉机生产中调整工作占用的装配工时甚多,应尽量减少调整点和使调整简化,同时调整工作应尽量在壳体外进行。如调整工作必须在箱体内进行时,应保证有足够的空间以使调整工具能活动自如,减少调整的时间。

在结构设计时要充分考虑装配工作的活动余地,一般用板手及套筒的活动空间都应符合标准。并应考虑大批大量生产时用气动或电动工具的可能性。尽量避免在箱体内部或外部不方便的地方拧紧螺钉。需要在箱体内部进行组件的装配时应尽量采用利于装配的结构型式。例如,装配螺钉时要防止螺钉转动,避免用另一个板手卡住螺杆进行装配的现象。

第三节 另件的结构设计

一、另件结构设计的原则

另件的结构设计又称工作图设计,是拖拉机设计工作中最基本的部份,也是工作量最大、泛及的问题最多和工作最重要的部份。拖拉机的设计质量和产品性能最终都要在另件的工作图上得到体现。因此,必须十分重视另件的结构设计,在进行另件的结构设计时要注意以下一些原则:

1、要有全局观点

任何一个小另件都是整机不可缺乏的一部份,在另件的结构设计中,应全盘考虑设计工

作中的各种矛盾，最后在另件的工作图中得到合理的解决。避免出现另件与另件间、或另件与部件（整车）间的脱节现象。

2、要有使用观点

设计是为了制造，制造是为了使用。最终的落脚点还应放在使用上。因此，在另件的结构设计中应充分考虑使用的方便性、可靠性，保证另件调整维修简单，加工装配容易，可靠、耐久和有足够的寿命。

3、要有节约观点

一台拖拉机有成千上万个另件，如果每一个另件以克计地节约原材料，那么整台拖拉机将以百十斤计的降低重量和金属消耗量，降低成本和加工量。因此，在进行另件结构设计时，要千方百计的挖掘潜力，减少原材料的消耗，减少机械加工和装配的劳动量。

4、要有发展观点

拖拉机工业技术在日新月异的发展，在进行另件结构设计时，要大胆革新，勇于创新，充分采用新结构、新工艺和新材料。并应考虑一机多型和一机多用。

二、壳体类另件的结构设计

拖拉机传动系的壳体类另件包括离合器壳、变速箱壳、后桥壳和半轴壳等大型而复杂的另件，在无架式和半架式拖拉机上，这类另件构成了拖拉机底盘部份的机架。内部装配着传动系的精密另件，外部装置着各种机构。因而要求壳体有足够的强度和刚度，同时又要便于加工和拆装。

这类另件尺寸庞大，形状特殊，结构复杂，平面和孔的加工精度要求高。设计时，从选择视图，确定尺寸，到制定技术要求，都应充分考虑，反复研究，必要时可以先用胶泥或硬纸板作出模型，以供参考。

在进行壳体类另件结构设计时要注意以下一些问题。

1、合理的确定壳体的结构型式

设计壳体时，首先应根据总体布置的要求和机型特点，确定壳体的结构型式。常见的有以下三种：

变速箱和后桥作成一体，离合器壳作成单独的，如东方红—20，东方红—40等；

变速箱和离合器壳作成一体，后桥壳作成单独的，如上海—50等；

离合器壳、变速箱壳和后桥壳都作成单独的，如东方红—75、铁牛—60等。

一般情况下，前两种结构型式多用于轮式拖拉机，后一种结构型式多用于履带拖拉机。

2、合理的确定壁厚和壳体形状

确定壳体壁厚的原则是：既要保证足够的强度和刚度，又要尽量减轻壳体的重量和减少材料的消耗量。一般拖拉机传动系壳体的壁厚在6~10毫米范围内。对于无架式或半架式拖拉机，由于壳体被利用来作为机架，其壁厚应适当厚些，因此可取上限，对于全架式拖拉机可以取下限。

为了保证足够的强度和刚度，同时又尽量减少壳体的重量和材料消耗，壳体多采用内部布置加强筋的结构，在决定加强筋的位置和方向时，应使它最有效的抵抗外部载荷。应考虑最大载荷作用方向和可能弯曲的方向。同时还应考虑润滑油流动情况和壳外空气流动情况，以

利最有效的提高壳体的刚度和散热性能。

为了提高壳体刚度，壳体的开口处都应做成收口形状，收口边宽一般在25~35毫米，但必须注意收口尺寸不能影响内部另件的拆装方便性。

为了保证换油时润滑油能彻底放出，壳底应作成倾斜的，一般倾角为10~15°，在最低处应开有放油孔，但油孔不应开在齿轮的正下方，以免磨屑沉淀被搅动卷起。具有隔板的箱体应有通道，使润滑油能流通。隔板不设通道时，则应分段放油（如东方红—75变速箱）

壳体铸出清砂后，内壁应涂柒，以免砂眼中的砂粒掉入润滑油中，也便于清洗箱体。

3、合理确定壳体另件的加工精度

壳体内部装配着传动系的精密另件，为了保证这些另件的正常运转。对壳体另件的平面和孔的加工提出了严格的要求，对壳体与壳体的联接精度也有一定的要求。为保证齿轮的正常啮合，防止齿轮卡死，两轴中心距必须取正公差，一般为0.05~0.07毫米，不应超过0.1毫米。轴承孔的不同心度不大于0.05毫米，孔中心线的不平行度不超过0.05毫米；中央传动主、从齿轮轴孔的不垂直度和不相交度不应大于0.03毫米；拨叉轴孔中心线对滑动齿轮轴孔中心线的不平行度在长100毫米范围内不超过0.05~0.07毫米。表9—2列出了变速箱壳体主要位置精度。

表9—2 变速箱壳体主要位置精度表 (单位：毫米)

精 度 名 称	精 度 范 围	常 用 值
中间轴(或第二轴)对第一轴中心线的不平行度	0.035~0.07	0.05
倒挡轴对第一轴、第二轴中心线的不平行度	0.02~0.05	—
轴 线 上 孔 的 不 同 心 度	0.02~0.05	0.03
端面对相关中心线的不垂直度	0.03/100~0.05/100	0.05/100
平 面 的 不 平 度	0.1~0.15	—
孔 表 面 的 光 洁 度	$\nabla_5 \sim \nabla_6$	∇_5
平 面 表 面 的 光 洁 度	—	∇_5
拨叉轴孔中心线对滑动齿轮轴孔中心线的不平行度	0.05/100~0.07/100	0.05/100

为了保证壳体之间的联接精度和强度，对箱体各联接端面也有较严格的要求。一般前后联接端面对主要孔中心线的不垂直度在长100毫米内不应大于0.08毫米，当上面装有精密另件（如液压机构的精密件）时，上平面对孔中心线的不平行度在长度100毫米内不应大于0.04毫米，壳体之间应有可靠的定位装置和足够的联接螺钉，定位销孔不应对称布置。表9—3为壳体另件定位销尺寸、公差及配合表

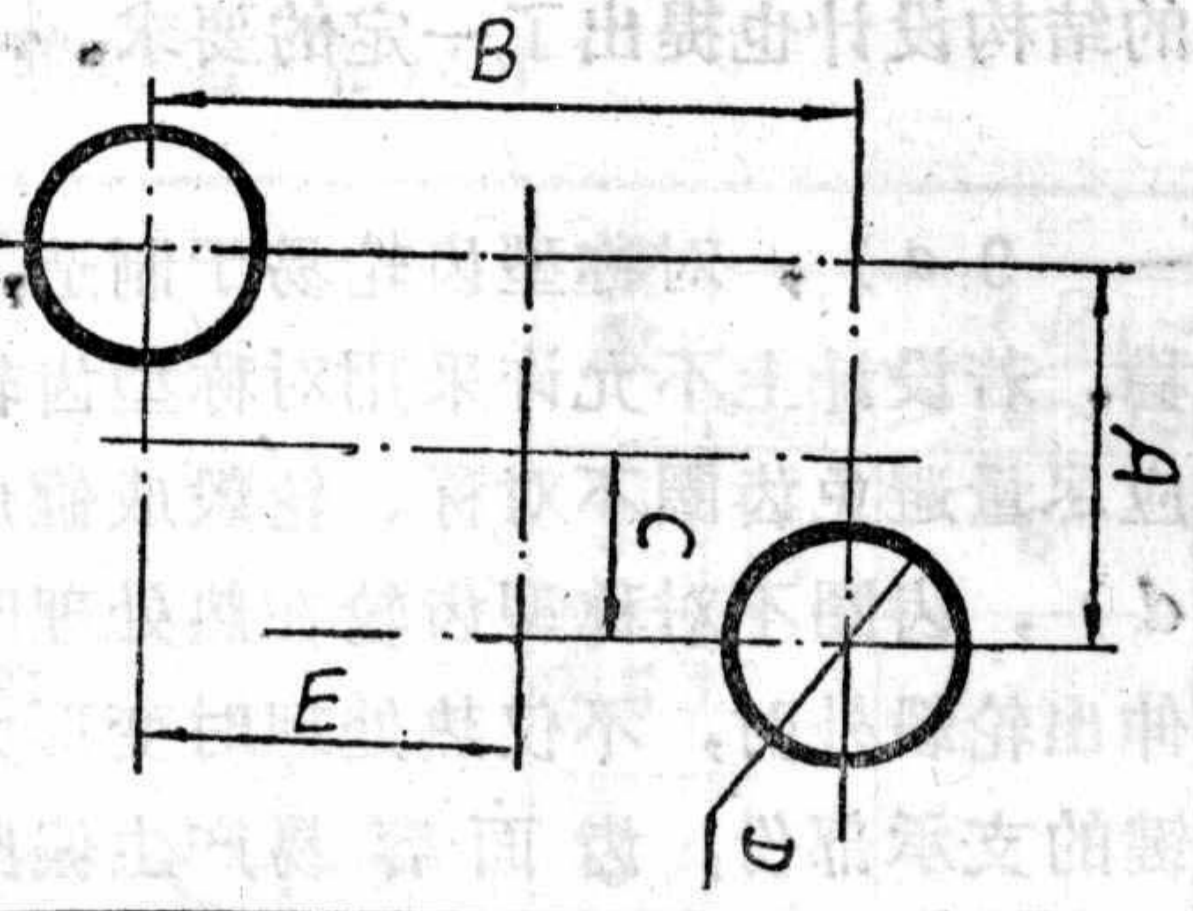
二、齿轮的结构设计

拖拉机传动系的齿轮负荷很大，而结构要求很紧凑。因此，在保证齿轮具有足够的强度和支承刚度的条件下，应尽量减小齿轮的结构尺寸。这样一来，除了对齿轮的强度计算和齿

表 9—3 定位销尺寸、公差及配合

(单位: 毫米)

拖拉机型号	离合器—变速箱	变速箱—后桥	变速箱—后桥	变速箱—后桥	离合器—变速箱	
东方红—20	150±0.05	120	222±0.03	160±0.03	0	
东方红—30	24±0.05	10	—	0	140±0.05	
江淮—40	162±0.05	230	—	241±0.03	280±0.05	
东风—50	81±0.05	115	—	—	140±0.05	
铁牛—60	孔径 D	12 ^{+0.0} _{+0.175}	12D _{0.6}	12 ^{+0.0} _{+0.145}	12 ^{+0.0} _{+0.085} 12 ^{+0.0} _{+0.065}	14D _d
	孔径 D	12D ₄	12D ₄	12D ₄	12D ₃	14J ₀
	销径 d	12j _{0.4}	12j _{0.4}	12j _{0.4}	12g _a	12d _s
	位置公差	—	0.05	—	—	—



形设计提出了严格的要求外，对齿轮的结构设计也提出了一定的要求。

1、齿轮的结构形状的选择

齿轮最好设计成对称型的（图9—9 a），对称型齿轮易于制造，热处理变形小，齿轮中心和花键中心对称性好，传动平稳。若设计上不允许采用对称型齿轮时，则可采用轮毂非对称整齿轮（图9—9 b）设计时应尽量避免齿圈不对称、轮毂成锥形以及齿面中心伸出轮毂以外的结构型式（图9—9 c、d），齿圈不对称型齿轮在热处理时变形大而不均匀，不易保证齿轮的精度。齿轮齿面中心伸出轮毂外时，不仅热处理时变形大，不易保证制造精度，而且轮齿齿面的作用力超出了花键的支承部份，齿面容易产生偏磨。

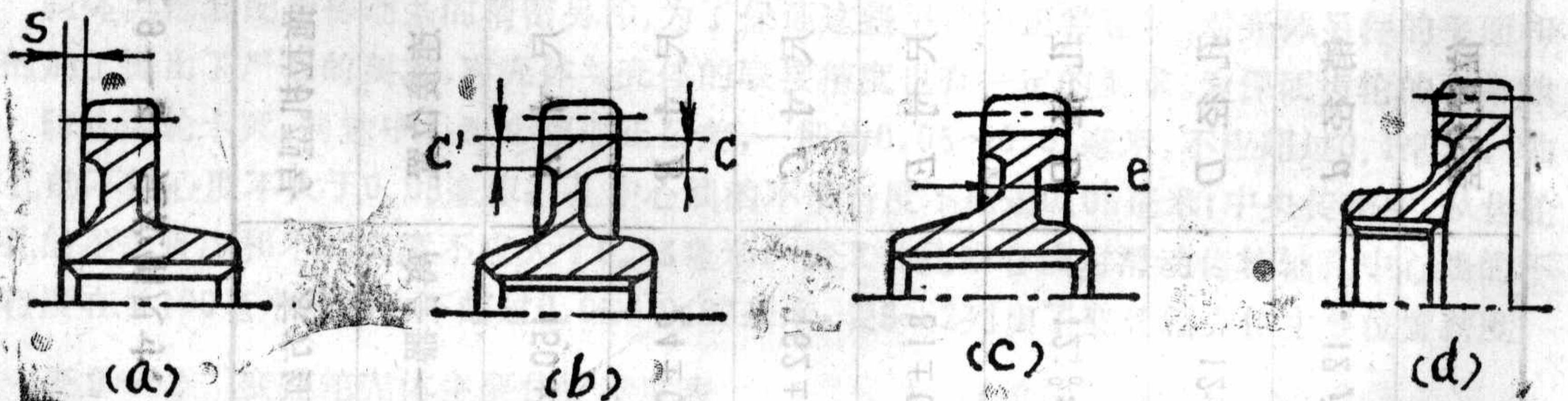


图9—9 齿轮的结构形状

2、齿轮的毛坯和轮毂尺寸的选择

齿轮的毛坯流线形状要好，热处理变形要小，以利于毛坯的锻造和加工。为此，设计时应尽量减少齿轮的加工面，尽量使齿轮的形状规则。

齿轮轮毂尺寸的选择也有一定的要求，轮毂厚度过大，将使结构庞大，过小将影响强度。表9—4为轮毂尺寸的推荐值。

在进行齿轮结构设计时，还需考虑退刀槽尺寸、倒角和齿廓修园等，以保证加工的可能性和换挡的平稳性。表9—5列出了齿轮退刀槽尺寸的推荐值，表9—6列出了齿轮倒角和修园值，表9—7为变速箱齿轮的典型结构及推荐的尺寸范围。

表9—4 轮毂尺寸推荐值

花键孔外径或 光孔孔径 D	≤ 22	22	26	33	35	42	50	60	70	80
		26	30	35	42	50	60	70	80	90
轮毂经热处理 $b > \frac{1}{4} D$ 时	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	8	9	10
轮毂不经热处理 或经热处理 $b < \frac{1}{4} D$ 时	3	4	4	5	5	5.5	5.5	6	7	8
拨叉槽处最小 轮毂厚度	2.5	3	3	3.5	4	4	4.5	5	6	7