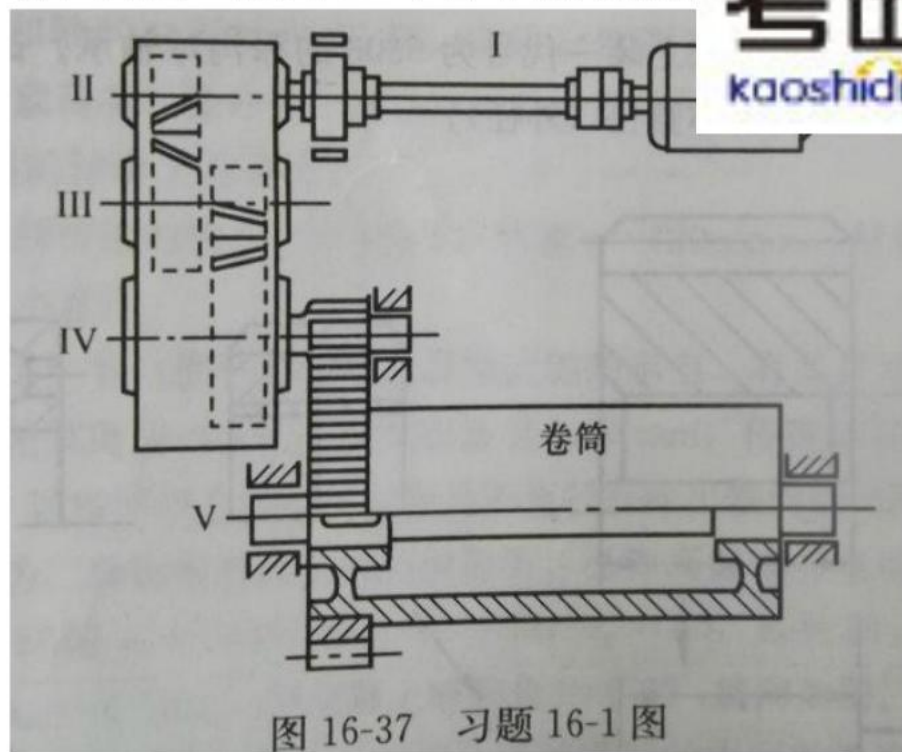


专业课习题解析课程



16-1 试分析图16-37所示起重机中I~V各轴分别属心轴还是转轴。



解：I轴是传动轴，此轴只承受扭矩；II,III,IV轴都是转轴，它们既承受弯矩，同时又承受扭矩；V轴是心轴，它只承受弯矩。

16-3 设计轴时如何选择材料？

解：轴的材料首先应该具有足够的强度，对应力集中能满足刚度、耐磨性、耐腐蚀性要求，并具有良好的加工性能，且价格低廉、易于获得。

碳钢有足够的强度，对应力集中的敏感性较低，便于进行各种热处理及机械加工，价格低廉，应用广泛。用于受载小或不重要的轴。

合金钢比碳钢具有更优越的力学性能和热处理性能，但价格较贵，常用于制造强度、耐磨性要求高或有其他特殊要求的轴，如高速、重载的轴，或受力大而要求尽量减小尺寸和质量的轴，以及在高温、低温或具有腐蚀介质中工作的轴。

球墨铸铁和高强度铸铁具有较高的强度，对应力敏感性低，价格低廉。铸造性能好，容易得到复杂的铸件。具有良好的吸振性、耐磨性，适宜制造外形复杂的轴，如曲轴、凸轮轴等。

16-4 轴的结构设计应满足哪些要求？

解：根据轴上零件的安装、固定及轴的制造工艺等方面的要求，合理地确定轴的结构和尺寸。

2. 承载能力要求：校核轴的强度、刚度和振动稳定性等。

16-5 试比较光轴和阶梯轴的优缺点。

解：光轴形状简单、加工容易、轴上应力集中源少，零件的装拆和固定不便；阶梯轴则正好相反。光轴在纺织机械中较为常用。在一般机械中，阶梯轴应用最广。

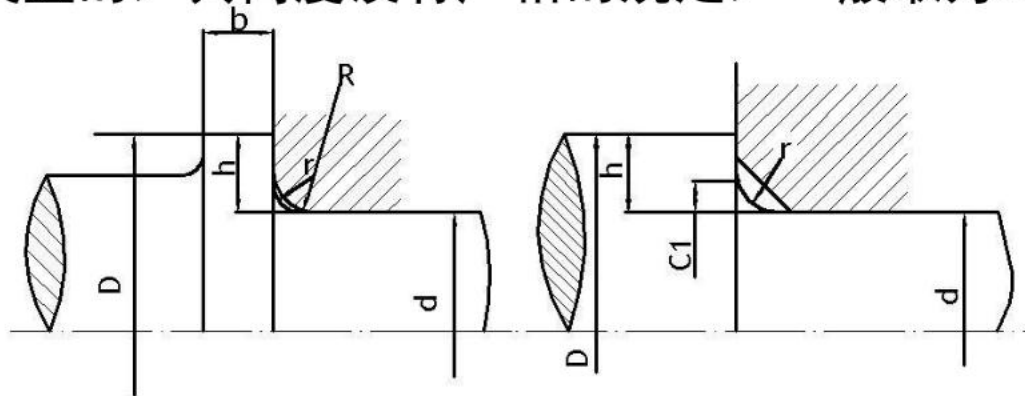
16-6 轴上零件的轴向和周向固定各有哪些方法？各用于什么场合？

解：1. 轴上零件的轴向固定方法

1) 轴肩和轴环

轴肩分为定位轴肩和非定位轴肩两类，利用轴肩定位方便可靠，但会使轴的直径加大，轴肩处有应力集中。因此，轴肩定位多用于轴向力较大的场合。定位轴肩的高度 h 一般取为 $h=(0.07\sim0.1)d$ 。

轴肩处的过渡圆角半径 r 必须小于与之相配的零件的圆角半径 R 或倒角尺寸 C 。非定位轴肩是为了方便而设置的，其高度没有严格的规定，一般取为 $1\sim 2\text{mm}$ 。



轴肩圆角和相配零件的倒角或圆角

轴肩圆角半径 $r < \text{圆角半径} R$ 轴肩圆角半径 $r < \text{倒角} C_1$

轴肩高 $h > R$

轴肩高 $h > C_1$

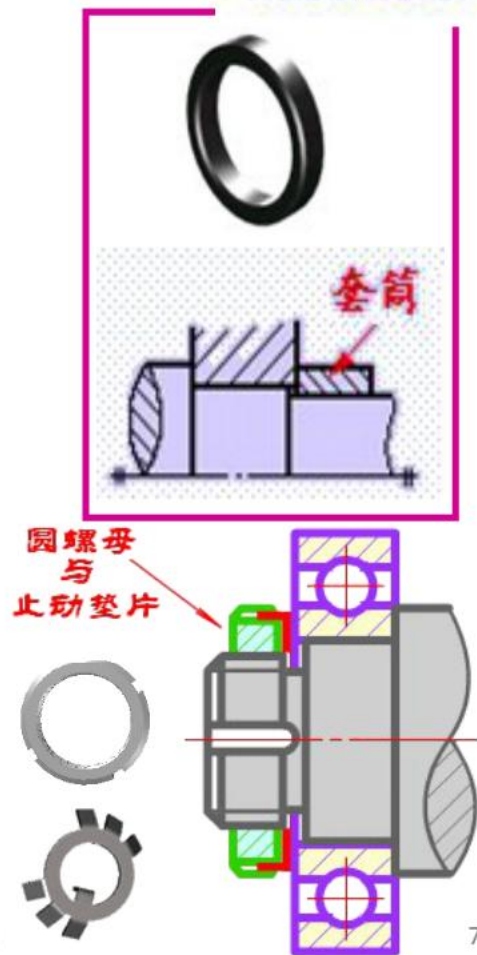
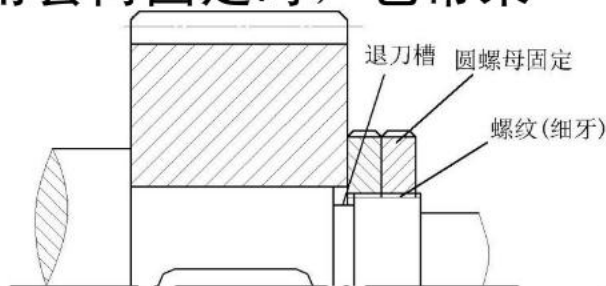
2) 套筒定位

套筒固定结构简单，定位可靠，轴上不需开槽、钻孔和切制螺纹，因而不影响轴的疲劳强度，一般用于轴上两个零件之间的固定。如两零件的间距较大时，不宜采用套筒固定。因

套筒与轴的配合较松，如轴的转速较高时，也不固定。套筒所固定的轮毂宽度应略大于对应的轴头

3) 圆螺母

圆螺母固定可承受大的轴向力，但轴上螺纹处有较大的应力集中，会降低轴的疲劳强度，故一般用于固定轴端的零件，有双圆螺母和圆螺母与止动垫片两种型式。当轴上两零件间距离较大不宜使用套筒固定时，也常采用圆螺母固定。

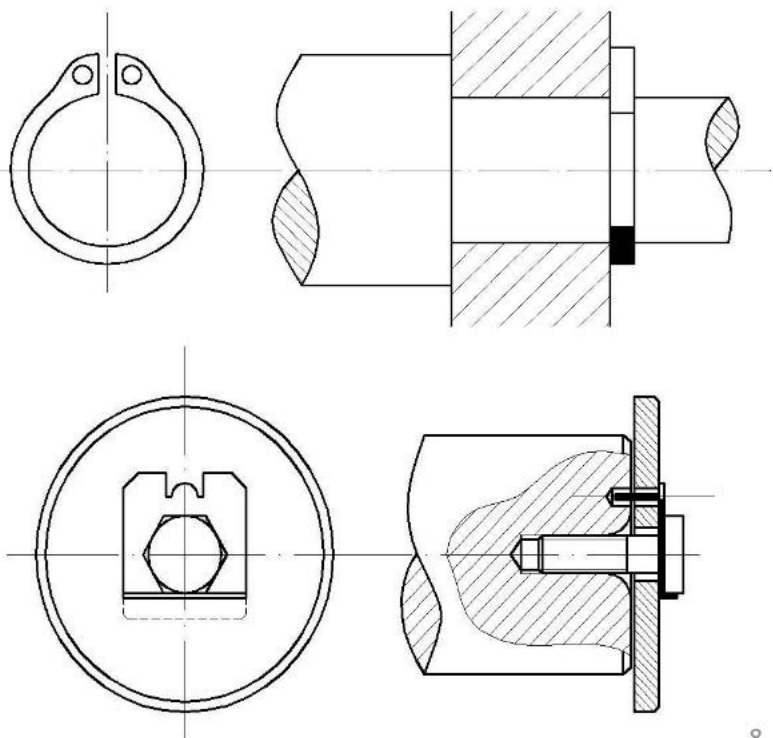


4) 挡圈定位

锁紧挡圈用紧定螺钉固定在轴上, 定位拆装方便, 但受大的轴向力, 且钉端会引起应力集中; 弹性挡圈定位工艺性好, 但不能承受较大的轴向力, 且对轴的强度削弱较大; 轴端挡圈常用于轴端零件的固定。

5) 轴端压板

轴端压板与轴肩相结合, 可使轴端零件得到轴向定位与双向固定。其结构简单, 装拆方便。为防止压板转动, 应采用止动垫圈或用双螺钉将压板固定在轴端。



6) 圆锥面定位

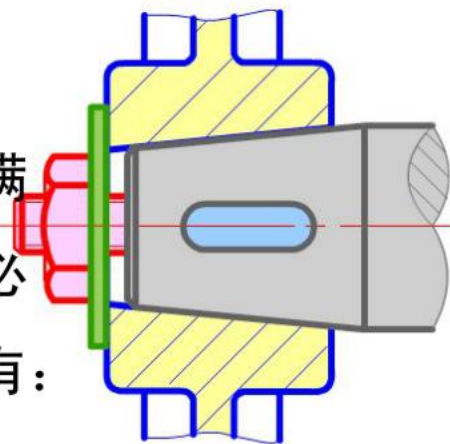
锥面定心精度高，拆卸容易，能承受冲击及振用于轴端零件的固定，可以承受较大的轴向力，与轴端压板或螺母联合使用，使零件获得双向轴向固定

2. 轴上零件的周向固定（轴毂连接）

为限制轴上零件与轴发生相对转动，并满足机器传递运动和扭矩的要求，轴上零件还必须作可靠的周向定位。常用的周向定位方式有：键连接、紧定螺钉、销钉、过盈配合等。

1) 键连接

- 功用：
- 1) 实现轴和轴上零件之间的周向固定；
 - 2) 传递扭矩；
 - 3) 有些键还可实现轴上零件的轴向固定或移动。



2) 紧定螺钉、销钉连接

(1) 紧定螺钉 传递力小

(2) 销钉连接

销联接的作用：固定零件间的相对位置，并传递不大的载荷。有时也作安全装置中的过载保护元件（安全销）。

3) 过盈配合连接

用于传递大转矩，承受冲击载荷的场合。

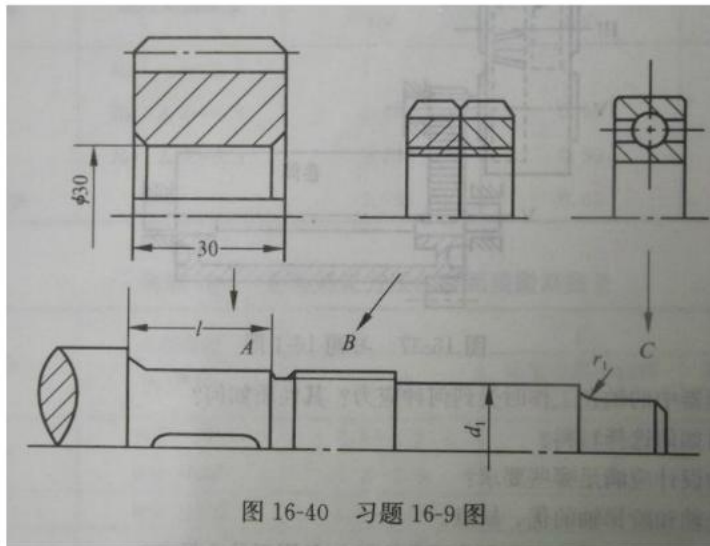
16-8 为什么采用两个平键时，一般设在相隔 180° 位置上，而采用两个半圆键则又常沿轮毂长度放在轴的同一母线上？

解：平键一般都是在发生了单键长度不够用的情况下，用双键，在一条母线上根本就没位置装两个平键，两个就不如直接用一条长的平键不就结了。所以要在不同母线位置上，对称分布是为了对轴的强度削弱最低。

而半圆键的尺寸是规定的，不像平键那样可以选择合适的长度，所以在半圆键发生单键强度不够的时候可以在轴的同一母线位置上安排下两个键的位置，要在同一条母线上也是因为要对轴的强度削弱最低，半圆键槽对轴的削弱很强，要是在像平键那样的话对轴的削弱就是同一条母线上的两倍了。也就是说这个时候在同一条母线上是对轴强度削弱最低了。

16-9 设图16-40中在轴上A段上装一齿轮，采用 $\left(\frac{H}{s}\right)$ 在B段上装两个圆螺母用以固定齿轮的轴向位置； r_1 一代号为6303的深沟球轴承。试选定轴上 l 、 d_1 、 r_1 和B段螺纹的形式及其公称直径（外径）。

解：为使齿轮轴向固定可靠，轴头长度应比齿轮轮毂宽度小1~2 mm。故取 $l=28\text{mm}$ 。查表可得与深沟球轴承配合的C段轴直径 $d_1 = 23\text{mm}$ 。 R_1 最大取1mm。B段螺纹为细牙螺纹，具有放松作用。公称直径30mm。



16-10 弯扭合成强度计算轴径的公式 $d \geq \sqrt[3]{\frac{10\sqrt{M^2 + \alpha T^2}}{[\sigma]}}$

α 表示什么？为什么引入 α ？ α 如何取值？ $[\sigma]$ 如何取值？

解： α 是将转矩T折合成当量弯矩的校正系数。引入该系数是因为由弯矩引起的弯曲应力通常是对称循环变化的，而转矩引起的扭转剪应力则常常不是对称循环变化的。考虑到弯矩和转矩引起的应力，其循环特性不同，对轴的疲劳强度的影响程度不同，因而在合成时应作相应的修正。

α 的取值由扭转剪应力的循环特性决定。

扭转剪应力按对称循环变化时， $\alpha = 1$ ；

扭转剪应力按脉动循环变化时， $\alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_0]} \approx 0.6$ ；

扭转剪应力为静应力时, $\alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_{+1}]} \approx 0.3$ 。

$[\sigma_{-1}]$ 、 $[\sigma_0]$ 和 $[\sigma_{+1}]$ 分别为材料在对称循环、脉动循环及静应力状态下的许用弯曲应力。

对转轴和转动心轴, 取 $[\sigma] = [\sigma_{-1}]$; 对固定心轴, 考虑启动、停止等影响, 取 $[\sigma] = [\sigma_0]$ 。

16-11 在进行轴的疲劳强度安全系数计算时, 危险截面如何确定? 在同一截面处有几种应力集中时, 应如何处理?

解: 危险截面根据当量弯矩和应力集中来确定。同一截面有几处应力集中时, 才改善轴此处的结构, 避免或改善应力集中。

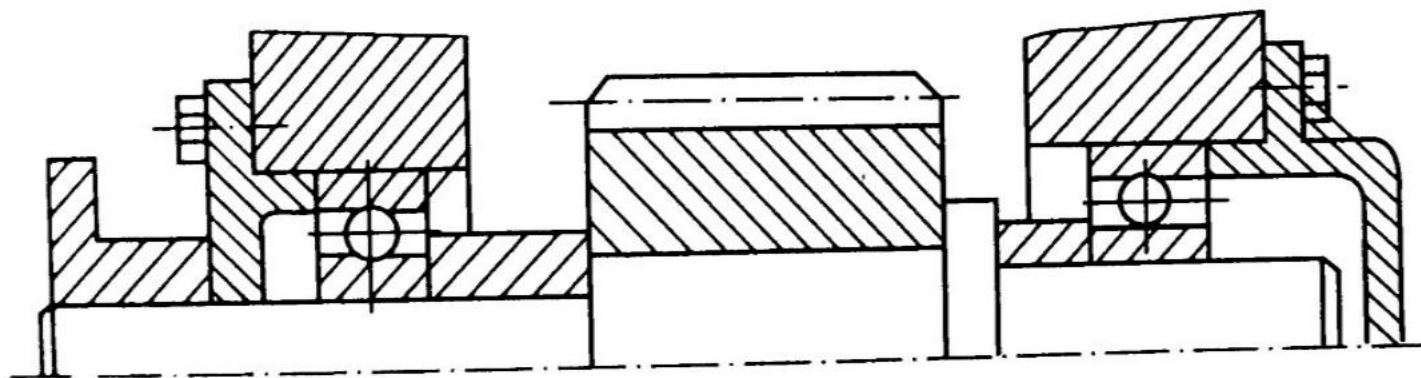
16-12 如果设计的轴经校核后发现疲劳强度不足，
些措施加以提高？

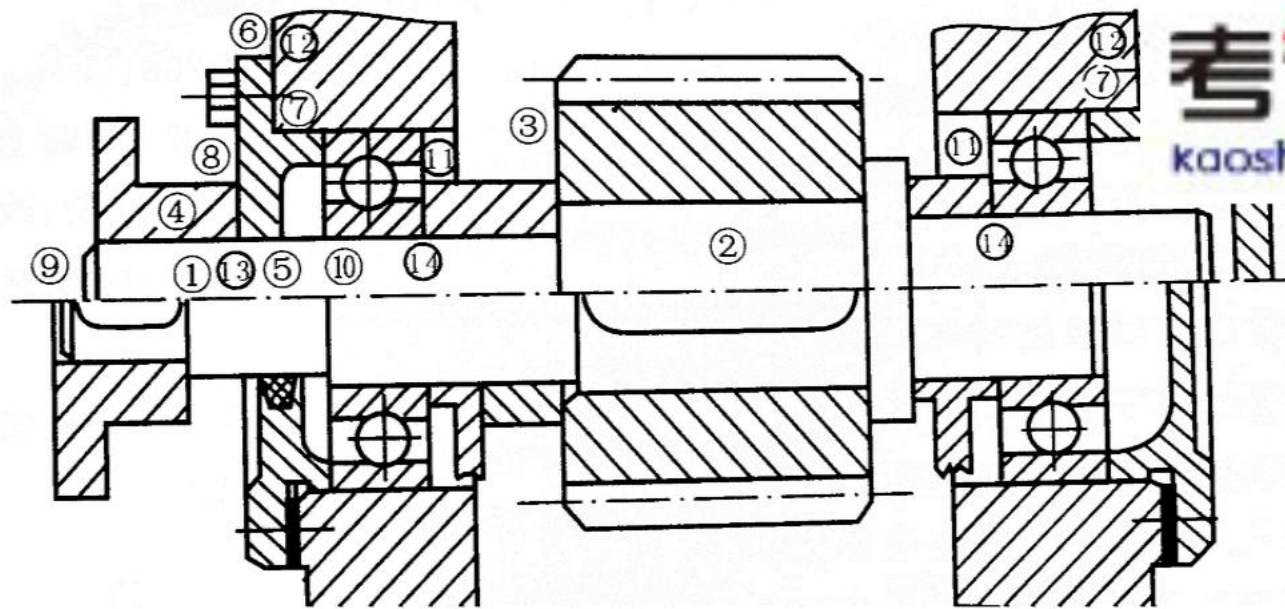
- 解：1) 合理布置轴上零件，改善轴的受载状况
- 2) 改进轴的结构，降低应力集中，提高疲劳强度
- 3) 改善轴的表面质量、提高轴的疲劳强度

本章内容在本科试题中的考查：

1. 键联接主要用来联接轴和轴上的传动零件，实现周向固定并传递转矩。 (√)
2. 圆柱销是靠微量过盈固定在销孔中的，经常拆装也不会降低定位的精度和联接的可靠性。 (×)
3. 平键联接可承受单方向轴向力。 (×)

4. 指出图中的结构错误，在错误处编号，并在图
细说明。（齿轮油润滑，轴承脂润滑）

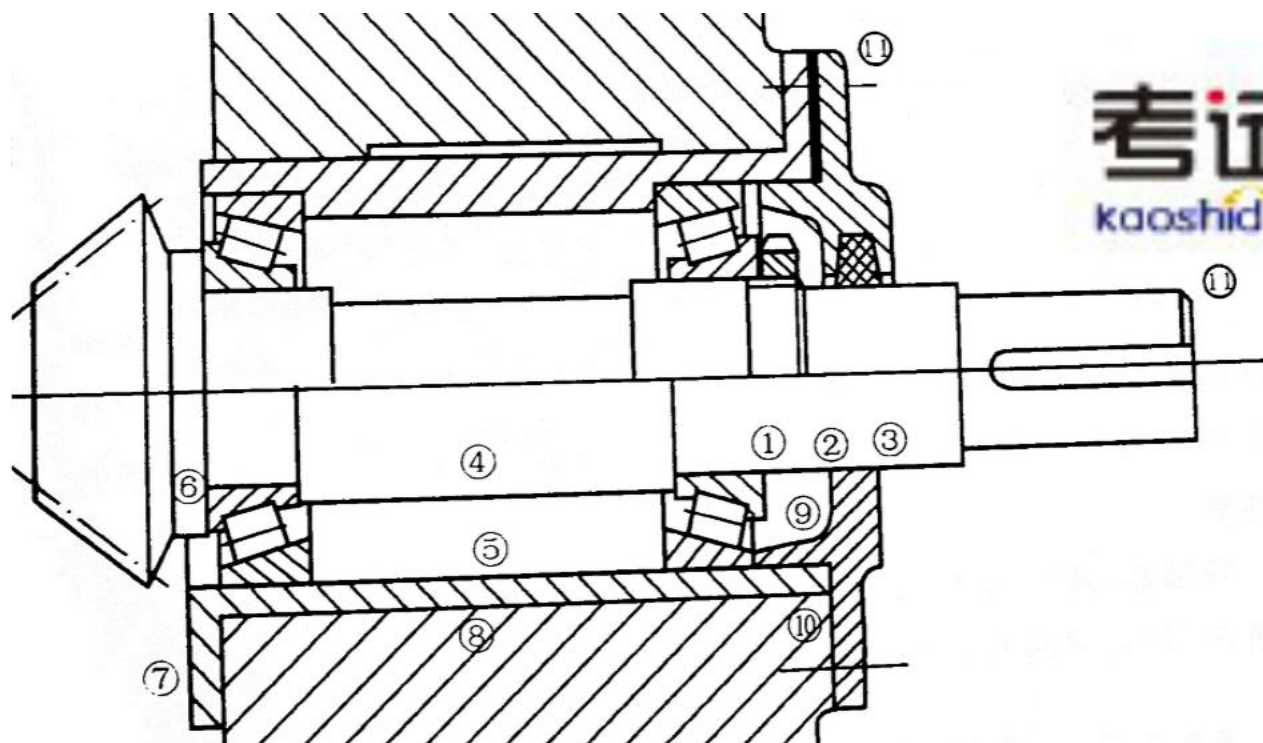




- 1) 联轴器周向没有定位;
- 2) 齿轮周向没有定位;
- 3) 齿轮轴向定位不可靠, 与轮毂相配的轴段长度应小于轮毂长;
- 4) 转动件联轴器与静止件轴承端盖接触。

- 5) 转动件轴与静止件轴承端盖接触。
- 6) 箱体加工面与非加工面没有分开。
- 7) 端盖没有砂轮越程槽。
- 8) 端盖端面加工面太大。
- 9) 轴外伸过长。
- 10) 轴精加工面过长，装拆轴承不便。
- 11) 因齿轮油润滑，轴承脂润滑，所以轴承内侧需要挡油圈。
- 12) 没有垫片，无法调整轴承游隙。
- 13) 外伸轴端没有密封设施。
- 14) 套筒过高，无法拆卸轴承。

5.



- 1) 轴承右边轴径应小于轴承内径;
- 2) 轴承内圈右侧应加固定件;
- 3) 透盖与轴间应有间隙, 且应有密封毡圈;
- 4) 该段轴径应比两侧轴径小些;

- 5) 轴套在该段处应加台阶用于两侧轴承外圈定位
- 6) 轴肩高出了轴承内圈;
- 7) 轴套定位不可靠;
- 8) 箱体加工面积太大;
- 9) 端盖不能顶住轴承外圈;
- 10) 两轴承端盖与箱体间应有调整垫片;
- 11) 轴端及端盖外侧应有倒角或圆角。