

- [减速机的常用术语](#)
 - 1、[满载效率](#)
 - 2、[工作寿命](#)
 - 3、[额定扭矩](#)
 - 4、[噪音](#)
 - 5、[回差](#)
- [减速机的发展过程](#)
 - 1、[通用减速机的发展趋势](#)
 - 2、[促使减速机水平提高的主要因素](#)
- [减速机的作用](#)
- [减速机在机械装置的作用概述](#)
- [减速机的分类及种类](#)
 - 1、[减速机按用途分类](#)
 - 2、[常用减速机种类](#)
- [减速机制造中使用斜齿轮的原因](#)
- [减速机的设计程序](#)
- [减速机磨合期注意事项](#)
- [减速机磨合期常见问题](#)
 - 1、[磨损速度快](#)
 - 2、[操作失误](#)
 - 3、[润滑不良](#)
 - 4、[发生松动](#)
 - 5、[发生渗漏现象](#)
- [减速机油的检查和更换维护](#)
 - 1、[油位的检查](#)
 - 2、[油的检查](#)
 - 3、[油的更换](#)
- [减速机故障原因与排除](#)
- [减速机运行时齿轮噪音如何降低](#)
- [减速机常用部分轴承](#)
- [减速机部分产品](#)
- [减速机速比\(传动比\)](#)
- [减速机扭矩计算公式](#)
- [如何计算减速机的齿速比](#)
- [减速机相关知识](#)

减速机是一种动力传达机构，利用齿轮的速度转换器，将电机（马达）的回转数减速到所要的回转数，并得到较大转矩的机构。在目前用于传递动力与运动的机构中，减速机的应用范围相当广泛。

几乎在各式机械的传动系统中都可以见到它的踪迹，从交通工具的船舶、汽车、机车，建筑用的重型机具，机械工业所用的加工机具及自动化生产设备，到日常生活中常见的家电，钟表等等。其应用从大动力的传输工作，到小负荷，精确的角度传输都可以见到减速机的应用，且在工业应用上，减速机具有减速及增加转矩功能。因此广泛应用在速度与扭矩的转换设备。

减速机常用术语

满载效率：在最大负载情况下（故障停止输出扭矩），减速机的传递效率。

工作寿命：减速机在额定负载下，额定输入转速时的累计工作时间。

额定扭矩：是额定寿命允许的长时间运转的扭矩。当输出转速为 100 转/分，减速机的寿命为平均寿命，超过此值时减速机的平均寿命会减少。当输出扭矩超过两倍时减速机故障。

噪音：单位分贝 dB (A)，此数值实在输入转速 3000 转/分，不带负载，距离减速机 1 米距离时测量值。

回差：将输入端固定，是输出端顺时针和逆时针方向旋转，当输出端承受正负 2%额定扭矩时，减速机输出端由一个微小的角位移，此角位移即为回程间隙。单位是“分”，即一度的 1/60。

减速机的发展过程

20 世纪 70—80 年代，世界上减速机技术有了很大的发展，且与新技术革命的发展紧密结合。

通用减速机的发展趋势如下：

- 1、高水平、高性能。圆柱齿轮普遍采用渗碳淬火、磨齿，承载能力提高 4 倍以上，体积小、重量轻、噪声低、效率高、可靠性高。
- 2、积木式组合设计。基本参数采用优先数，尺寸规格整齐，零件通用性和互换性强，系列容易扩充和花样翻新，利于组织批量生产和降低成本。
- 3、型式多样化，变型设计多。摆脱了传统的单一的底座安装方式，增添了空心轴悬挂式、浮动支承底座、电动机与减速器一体式联接，多方位安装面等不同型式，扩大使用范围。

促使减速机水平提高的主要因素有：

- 1、理论知识的日趋完善，更接近实际（如齿轮强度计算方法、修形技术、变形计算、优化设计方法、齿根圆滑过渡、新结构等）。
- 2、采用好的材料，普遍采用各种优质合金钢锻件，材料和热处理质量控制水平提高。
- 3、结构设计更合理。
- 4、加工精度提高到 IS05—6 级。
- 5、轴承质量和寿命提高。
- 6、润滑油质量提高。

自 20 世纪 60 年代以来，我国先后制订了 JB1130—70《圆柱齿轮减速器》等一批通用减速器的标准，除主机厂自制配套使用外，还形成了一批减速机专业生产厂。目前，全国生产减速机的企业有数百家，年产通用减速器 25 万台左右，对发展我国的机械产品作出了贡献。

20 世纪 60 年代的减速机大多是参照苏联 20 世纪 40—50 年代的技术制造的，后来虽有所发展，但限于当时的设计、工艺水平及装备条件，其总体水平与国际水平有较大差距。

改革开放以来，我国引进一批先进加工装备，通过引进、消化、吸收国外先进技术和科研攻关，逐步掌握了各种高速和低速重载齿轮装置的设计制造技术。材料和热处理质量及齿轮加工精度均有较大提高，通用圆柱齿轮的制造精度可从 JB179—60 的 8—9 级提高到 GB10095—88 的 6 级，高速齿轮的制造精度可稳定在 4—5 级。部分减速机采用硬齿面后，体积和质量明显减小，承载能力、使用寿命、传动效率有了较大的提高，对节能和提高主机的总体水平起到很大的作用。

我国自行设计制造的高速齿轮减（增）速器的功率已达 42000kW，齿轮圆周速度达 150m/s 以上。但是，我国大多数减速器的技术水平还不高，老产品不可能立即被取代，新老产品并存过渡会经历一段较长

的时间。

减速机的作用

- 1、降速同时提高输出扭矩，扭矩输出比例按电机输出乘减速比，但要注意不能超出减速机额定扭矩。
- 2、减速同时降低了负载的惯量，惯量的减少为减速比的平方。大家可以看一下一般电机都有一个惯量数值。

减速机的工作原理

减速机一般用于低转速大扭矩的传动设备，把电动机、内燃机或其它高速运转的动力通过减速机的输入轴上的齿数少的齿轮啮合输出轴上的大齿轮来达到减速的目的，普通的减速机也会有几对相同原理齿轮达到理想的减速效果，大小齿轮的齿数之比，就是传动比。

减速机在机械装置的作用概述

众所周知，一台机器通常由三个基本部分组成：即动力机、减速机装置和工作机构。此外，根据机器工作需要，可能还有控制系统和润滑、照明等辅助系统。机械减速机装置是指将动力机产生的机械能以机械的方式传送到工作机构上去的中间装置。**机械减速机装置能分别起以下作用：**

- 1) 改变动力机的输出速度(减速、增速或变速)，以适合工作机构的工作需要；
- 2) 改变动力机输出的转矩，以满足工作机构的要求；
- 3) 把动力机输出的运动形式转变为工作机构所需的运动形式(如将旋转运动改变为直线运动，或反之)。
- 4) 将一个动力机的机械能传送到数个工作机构，或将数个动力机的机械能传递到一个工作机构。
- 5) 其他的特殊作用，如有利于机器的装配、安装、维护和安全等而采用机械减速机装置。

减速机的分类及种类

减速机是一种相对精密的机械，使用它的目的是降低转速，增加转矩。它的种类繁多，型号各异，不同种类有不同的用途分类：

- 1、按照传动类型可分为[齿轮减速器](#)、蜗杆[减速器](#)和行星齿轮减速器；
- 2、按照传动级数不同可分为单级和多级减速器；
- 3、按照齿轮形状可分为圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器和圆锥—圆柱齿轮减速器；
- 4、按照传动的布置形式又可分为展开式、分流式和同轴式减速器。

常用的减速机种类：

- 1、摆线减速机
- 2、硬齿面圆柱[齿轮减速机](#)
- 3、[行星齿轮减速机](#)
- 4、软齿面减速机

- 5、三环减速机
- 6、起重机减速机
- 7、蜗杆减速机
- 8、轴装式硬齿面减速机
- 9、[无级变速器](#)

[蜗轮蜗杆减速机](#)的主要特点是具有反向自锁功能，可以有较大的减速比，输入轴和输出轴不在同一轴线上，也不在 同一平面上。但是一般体积较大，传动效率不高，精度不高。谐波减速机的谐波传动是利用柔性元件可控的弹性变形来 传递运动和动力的，体积不大、精度很高，但缺点是柔轮寿命有限、不耐冲击，刚性与金属件相比较差。输入转速不能 太高。[行星减速机](#)其优点是结构比较紧凑，回程间隙小、精度较高，使用寿命很长，额定输出扭矩可以做的很大。但价 格略贵。

减速机的设计程序

一、设计的原始资料和数据

- 1、原动机的类型、规格、转速、功率（或转矩）、启动特性、短时过载能力、转动惯量等。
- 2、工作机械的类型、规格、用途、转速、功率（或转矩）。工作制度：恒定载荷或变载荷，变载荷的载荷图；启、制动与短时过载转矩，启动频率；冲击和振动程度；旋转方向等。
- 3、原动机 作机与减速器的联接方式，轴伸是否有径向力及轴向力。
- 4、安装型式（减速器与原动机、工作机的相对位置、立式、卧式）。
- 5、传动比及其允许误差。
- 6、对尺寸及重量的要求。
- 7、对使用寿命、安全程度和可靠性的要求。
- 8、环境温度、灰尘浓度、气流速度和酸碱度等环境条件；润滑与冷却条件（是否有循环水、润滑站）以及对振动、噪声的限制。
- 9、对操作、控制的要求。
- 10、材料、毛坯、标准件来源和库存情况。
- 11、制造厂的制造能力。
- 12、对批量、成本和价格的要求。
- 13、交货期限。

上述前四条是必备条件，其他方面可按常规设计，例如设计寿命一般为!"年。用于重要场合时，可靠性应较高等。

二、选定减速机的类型和安装型式

三、初定各项工艺方法及参数

选定性能水平，初定齿轮及主要机件的材料、热处理工艺、精加工方法、润滑方式及润滑油品。

四、确定传动级数

按总传动比，确定传动的级数和各级的传动比。

五、初定几何参数

初算齿轮传动中心距（或节圆直径）、模数及其他几何参数。

六、整体方案设计

确定减速机的结构、轴的尺寸、跨距及轴承型号等。

七、校核

校核齿轮、轴、键等负载件的强度，计算轴承寿命。

八、润滑冷却计算

九、确定减速机的附件

十、确定齿轮渗碳深度

必要时还要进行齿形及齿向修形量等工艺数据的计算。

十一、绘制施工图

在设计中应贯彻国家和行业的有关标准。

减速机制造中使用斜齿轮的原因

直齿轮的缺点主要在于它们会产生振动。不论是由于设计、制造或形变等方面的原因，在同一时刻沿整个齿面上可能发生渐开线外形的一些变化。这将导致一个有规律的，每齿一次的激励，它常是很强烈的。由此产生的振动既在齿轮上引起大的负载，又引起噪声。还有一个不利点是，在接触时间里有时由两对齿啮合所得到的附加强度并不能加以利用，因为应力是被循环中单齿啮合的状况所限定的。

斜齿轮可看成是由一组薄片直齿轮错位放置成的圆柱齿轮，这样每一片的接触是在齿廓的不同部位，从而产生了补偿每个薄片齿轮误差的作用，这个补偿作用由于轮齿的弹性而非常有效，因而得出这样的结果，误差在 10mm 以内的轮齿能够使误差起平均作用，因而在有负载情况下，能如误差为 1mm 内的轮齿那样平稳运行。因为在任何瞬时，大约有一半时间(假定重合度约为 1.5)将有两个齿啮合，这就在强度方面带来额外的好处。因此应力可建立在 1.5 倍齿宽，而不是一个齿宽的基础上。

制造和装配一大堆薄片直齿轮是既困难又不经济，因此就制造成连成一体的，轮齿沿螺旋线方向的齿轮。斜齿轮不象直齿轮，它会导致不良的轴向力。但在振动和强度方面带来的好处远胜于由轴向推力和略增的制造成本带来的缺点。因此在减速机制造中选用斜齿轮而非直齿轮。比如四大系列：R系列同轴式斜齿轮减速机、K系列螺旋锥[齿轮减速机](#)、S系列斜齿轮蜗轮蜗杆减速机、F系列平行轴斜齿轮减速机。

注 1:

什么是直齿轮:直齿轮是轮齿平行于转轴的齿轮。我们仅讨论平行轴齿轮传动理论，因此，任何一个垂直于两齿轮轴的钱截面都是完全相同的。

减速机磨合期注意事项

减速机出厂后，一般规定有 200 小时左右的磨合期(超过时间必须换油)，这是减速机使用初期的技术特点而规定的。磨合期是保证减速机正常运转，降低故障率，延长其使用寿命的重要环节。减速机厂技术人员给出了以下几个注意事项：

1. 合理选用润滑油，特别是输入功率大于 11KW 的减速电机须注中负载齿轮油。注意经常检查润滑油、液压油、冷却液、油位和品质，并注意检查整机的密封性。检查中发现油缺少过多，应分析原因。同时，应强化各润滑点的润滑，建议在磨合期内，每周都要对润滑点加注润滑脂(特殊要求除外)。立式带油泵的减速机接电源时注意油泵旋转方向，顺时针旋转为正确。

2. 在保持[减速电机](#)清洁，及时调整、紧固松动的零部件，以防因松动而加剧零部件的磨损或导致零部件丢失。

3. 磨合期结束，应对机器进行强制保养，做好检查和调整工作，同时注意油液的更换。

总之，减速机在磨合期内使用保养的要求，可归纳为：加强培训、减轻负荷、注意检查、强化润滑。只要重视并按要求实施对减速机磨合期的保养与维护，就会减少早期故障的发生，延长使用寿命，提高生产效率，使减速机为您带来更多收益。

减速机磨合期常见问题

1、**磨损速度快**：由于新减速机零部件加工、装配和调试等因素的影响，配合面接触面积较小，而许用的扭距较大。减速机在运行过程中，零件表面的凹凸部分相互嵌合摩擦，磨落下来的金属碎屑，又作为磨料，继续参与摩擦，更加速了零件配合表面的磨损。因此，磨合期内容易造成零部件(特别是配合表面)的磨损，磨损速度过快。这时，如果超负荷运转，则可能导致零部件的损坏，产生早期故障。

2、**操作失误**：由于对减速电机的结构、性能的了解不够(特别是新的操作者)，容易因操作失误引起故障，甚至引起机械事故和安全事故。

3、**润滑不良**：由于新装配的零部件的配合间隙较小，并且由于装配等原因，润滑油(脂)不易在摩擦表面形成均匀的油膜，以阻止磨损。从而降低润滑效能，造成机件的早期异常磨损。严重时会造成精密配合的摩擦表面划伤或咬合现象，导致故障的发生。

4、**发生松动**：新加工装配的零部件，存在着几何形状和配合尺寸的偏差，在使用初期，由于受到冲击、振动等交变负荷，以及受热、变形等因素的影响，加上磨损过快等原因，容易使原来紧固的零部件产生松动。

5、**发生渗漏现象**：由于零件的松动、振动和减速机受热的影响，减速机的密封面以及管接头等处，会出现渗漏现象；部分铸造等缺陷，在装配调试时难以发现，但由于作业过程中的振动、冲击作用，这种缺陷就被暴露出来，表现为漏(渗)油。因此，磨合期偶尔会出现渗漏现象。

减速机油的检查和更换维护

不同的润滑油禁止相互混合使用。油位螺塞、放油螺塞和通气器的位置由安装位置决定。它们的相关位置可参考减速机的安装位置图来确定。

1) 油位的检查

- 1、切断电源，防止触电！等待减速机冷却！
- 2、移去油位螺塞检查油是否充满。
- 3、安装油位螺塞。

2) 油的检查

- 1、切断电源，防止触电！等待减速机冷却！
- 2、打开放油螺塞，取油样。
- 3、检查油的粘度指数
 - 如果油明显浑浊，建议尽快更换。
- 4、对于带油位螺塞的减速机
 - 检查油位，是否合格
 - 安装油位螺塞

3) 油的更换

冷却后油的粘度增大放油困难，减速机应在运行温度下换油。

- 1、切断电源，防止触电！等待减速机冷却下来无燃烧危险为止！
 - 注意：换油时减速机仍应保持温热。
- 2、在放油螺塞下面放一个接油盘。
- 3、打开油位螺塞、通气器和放油螺塞。
- 4、将油全部排除。
- 5、装上放油螺塞。
- 6、注入同牌号的新油。
- 7、油量应与安装位置一致。
- 8、在油位螺塞处检查油位。
- 9、拧紧油位螺塞及通气器。

减速机故障原因与排除

故障内容	可能原因	排除的方法
无负载状态下，电机不转	停电	检查电源，询问电力公司
	连接线断裂	检查接线
	开关接触不良	修理或更换
	电机线圈断裂	送专业工厂修理
	三相电机接单相电压	确认电压及接线方式
	单相电机未接电容器	连接电容器
	单相电机起动机动作不良	送专业工厂修理
负载时，电机不转	齿轮、轴心及轴承损坏	送专业工厂修理
	电压过低	检查电源线是否过长或过细
	齿轮损坏	送专业工厂修理
	超负载动转	减少负载

异常发热	超负载动转	减少负载
	起动、停止过多	减少使用频率
	轴承磨损	修理或更换
	电压过高或过低	确认电压是否正常
噪声太大	声音大且持续：轴承损坏，齿轮磨损	送专业工厂修理与用户服务机构联系
	偶尔声音大：齿轮损伤，有异物卡住	
振动太大	齿轮、轴承磨损	送专业工厂修理
	固定不良，螺丝松动	重新锁紧
异常的不稳定的动转噪声	油已污染或油量不足	检查油颜色、浓度、油位
漏油：-在电机法兰处，-在电机油封处，-在减速机法兰处，-在输出部分的油封处	螺丝松动	重新锁紧
	密封圈损坏	替换之与用户服务机构联系
通气塞处漏油	油量太多	校正油量
	通气塞安装不正确	正确安装通气塞
	频繁冷起动（油产生泡沫）或油位太高	将通气塞换成排气阀
电机转动时输出轴不转	减速机轴键连接破坏	送专业工厂修理

减速机运行时齿轮噪音如何降低

降低减速机运行时的齿轮传动噪声已成为行业内的重要研究课题，国内外不少学者都把齿轮传动中轮齿啮合刚度的变化看成是齿轮动载、振动和噪声的主要因素。用修形的方法，使其动载荷及速度波动减至最小，以达到降低噪声的目的。这种方法在实践中证明是一种较有效的方法。但是用这种方法，工艺上需要有修形设备，广大中、小厂往往无法实施。

经过多年研究，提出了通过优化齿轮参数，如变位系数、齿高系数、压力角、中心距，使啮入冲击速度降至最小，啮出冲击速度与啮入冲击速度的比值处于某一数值范围，减小或避免啮合节圆冲击的齿轮设计方法，也可明显降低减速机齿轮噪声。

减速机常用部分轴承

深沟球轴承 (GB/T276-1994)
 调心球轴承 (GB/T281-1994)
 角接触球轴承 (GB/T292-1994)
 圆柱滚子轴承 (GB/T283-1994)
 调心滚子轴承 (GB/T283-1994)
 圆锥滚子轴承 (GB/T297-1994)
 推力球轴承 (GB/T301-1995)

推力滚子轴承滚针轴承
四列圆柱滚子轴承 (JB/T14039-1985)
双列圆锥滚子轴承 (GB/T299-1995)
四列圆锥滚子轴承 (GB/T300-1995)
双向推力球轴承 (GB/T301-1995)
推力调心滚子轴承 (GB/T5859-1994)
推力圆柱滚子轴承 (GB/T4663-1994)
推力圆锥滚子轴承 (GB/T4663-1994)
推力滚针轴承 (GB/T4605-1984)
向心滚针和保持架组件 (GB/T5846-1986)
单双列滚针轴承 (GB/T5801-1994)
无内圈单列滚针轴承 (GB/T5801-1994)
冲压外圈滚针轴承 (GB/T12764-1991)
带紧定套的外球面球轴承 (GB/T7810-1987)
四点接触球轴承 (GB/T294-1994)
带紧定套的调心轴承 (GB/T282-1994)
单列滚针轴承 (GB/T5801-1994)
无内圈单双列滚针轴承 (GB/T5801-1994)
带顶丝和偏心套的外球面轴承 (GB/T7810-1987)

减速机部分产品

减速机速比

速比=电机输出转数÷减速机输出转数 (“速比”也称“传动比”)

减速机扭矩计算公式

减速机扭矩=9550×电机功率÷电机功率输入转数×速比×使用效率 (60%-96%)

如何计算减速机的齿速比

1. 在一对齿轮中，齿数少的齿轮叫小齿轮，齿数多的齿轮叫大齿轮，齿数同等的情况下，驱动齿轮叫小齿轮，被驱动齿轮叫大齿轮；

2. 在一对外齿轮中，其运转为逆向运转，小齿轮向右转动，大齿轮向左转动；
3. 在一对内齿轮中，两齿轮运转方向一致；
4. 在一对齿轮中，运转数、齿数成反比例，小齿轮比大齿轮的转数多，其齿数比，减速机齿速比如下：

齿数比 $i = \text{大齿轮齿数} / \text{小齿轮齿数}$

蜗母齿轮：

齿数比 $i = \text{蜗轮齿数} / \text{蜗杆条数}$