



高精度齿轮的重要参数---波纹度检测

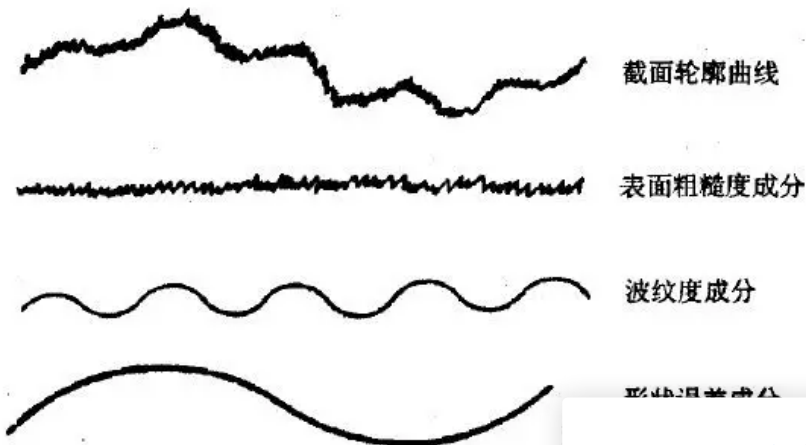
山顶一壶酒而乐
顶级外资传动系统研发十年/齿轮专家/乘用车/商用车/新能源

19 人赞同了该文章

齿轮传动在各类传动系统中较为常见, 本人深耕汽车领域多年, 汽车产品高要求高性能高质量高效率低成本等一些列严苛的要求 对齿轮的设计和开发提出了高水准高要求。近年来, 随着新能源汽车的发展, 新的二合一三合一产品相继问世, 由于没有了传统的发动机 和 隔音罩等, 以及EDU的电机 高转速 电机外特性等, 使得齿轮噪音变得尤为敏感和重要, 给齿轮传动系统的设计与开发提出了更高的要求和挑战。在新能源EDU产品中, 齿轮除了常规的功能检测和分析检测外, 还会要求波纹度的检测, 波纹度不好, 常常会引起鬼阶的出现, 是NVH问题中比较棘手的问题。本文将尽可能通俗易懂的描述 让大家对齿轮波纹度有一个宏观上的认识。

一 什么是波纹度

根据标准JB9924-1999里的描述为: 是磨削加工过程中主要由于机床-工件-砂轮系统的振动而在零件表面上形成的具有一定周期性的高低起伏。零件表面的几何形状总误差由表面粗糙度、波纹度和形状误差三部分组成(见图1)。在测量截面轮廓曲线时, 采取一定的滤波方式, 以限制和减弱加工表面的粗糙度和形状误差成分, 从而所获得的测量曲线称为波纹度曲线。



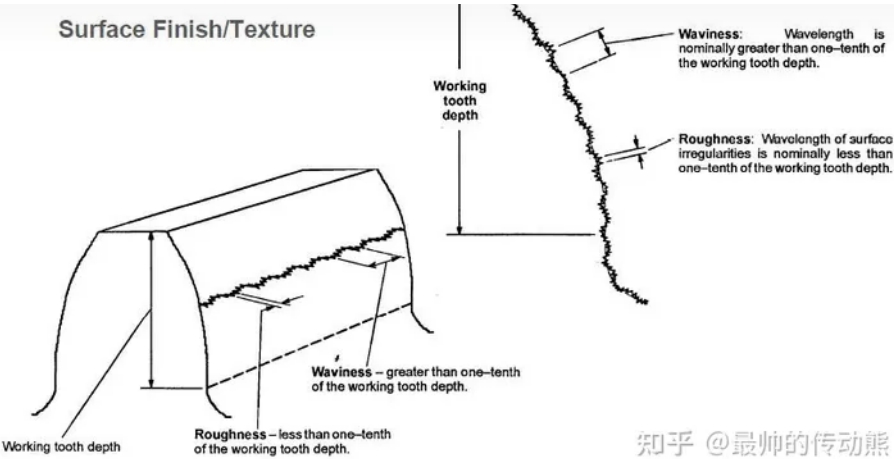
×

登录即可查看 **超5亿** 专业优质内容

超 5 千万创作者的优质提问、专业回答、深度文章和精彩视频尽在知乎。

立即登录/注册

知乎
首发于
汽车大视界

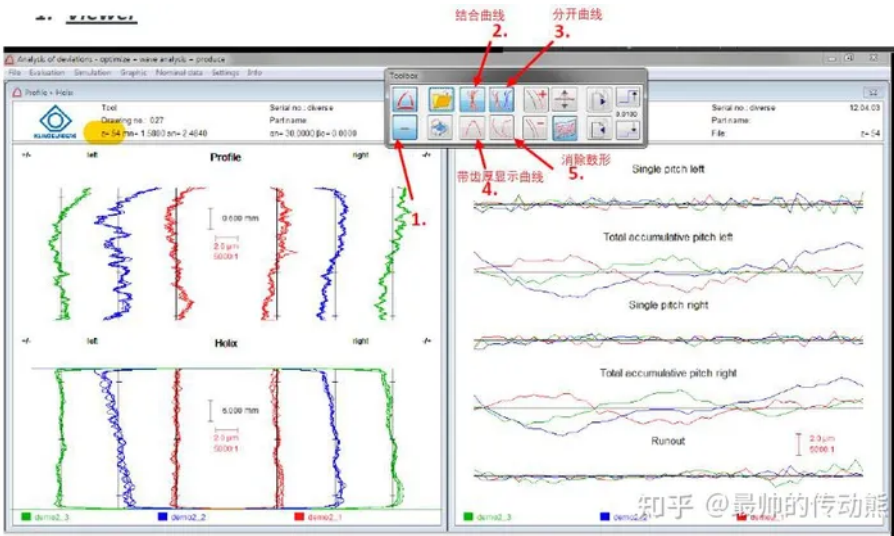


我们可以通俗的理解为, 齿面或者齿向上的实际截面轮廓曲线, 可以从其检测分离出 形状误差, 波纹度, 粗糙度。从宏观到微观的顺序为 实际轮廓曲线>形状误差曲线>波纹度>粗糙度。 由上图的英文文献中的定义也可以方便我们理解, 粗糙度的取值范围通常比较小, 而波纹度的取值范围要比粗糙度大一些。

二 波纹度的检测

波纹度的检测比较耗时, 通常情况下, 对于量产件的过程检测, 通常一般只测量4到6个齿的齿廓和齿向的波纹度。 而对于要进行波纹度研究分析的话, 则需要对全部齿的齿廓和齿向波纹度都检测, 以便可以对波纹度细节分析, 6-sigma的评估, ripple和频谱的模拟, 总结工艺过程监控中的公差范围等。

本文以克林贝格检测设备为例, 简单介绍下波纹度检测。



这些检测设备通常会带有配套的分析软件, 对检测结果进行各项处理, 也能处理显示选项以便更好的为研发人员分析提供帮助, 例如可以显示齿厚, 可以消除起鼓量, 可以将多条曲线重合起来, 也可以分离曲线等等。

登录即可查看 超5亿 专业优质内容
超 5 千万创作者的优质提问、专业回答、
深度文章和精彩视频尽在知乎。



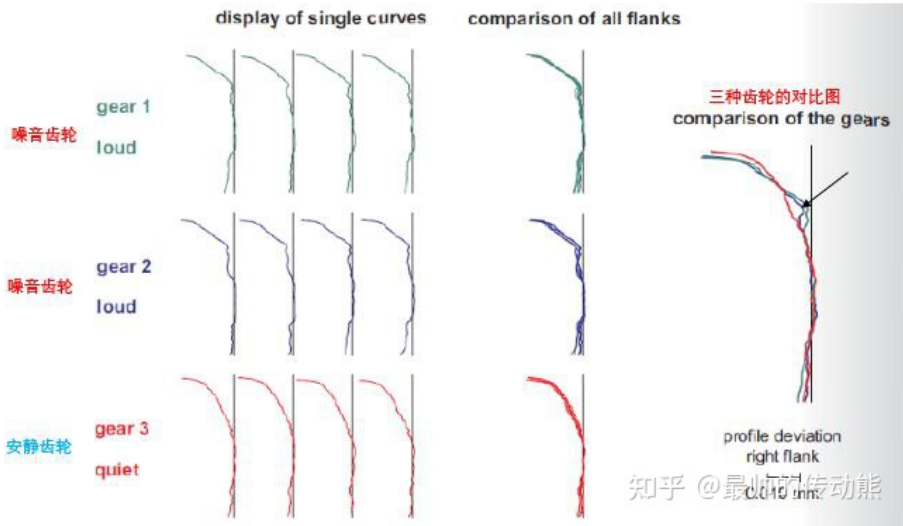
知乎

首发于
汽车大视界



将各个齿检测的曲线重合在一起形成combined curves, 通常会出现上图A和B 两种形式。A我们成为 harmonic overlap, 这种形式对噪音方面更加敏感。B我们称为 chaotic overlap 即无序状态。通常齿廓波纹度对噪音的影响要大于齿向波纹度。

可以在软件中加载对同一个工件的数次测量结果，并比较它们,用来分析量产过程。例如 你可以用来比较生产同一个齿轮零件的不同量产设备，用来寻找不同点 或者用来分析刀具磨损的影响



三 为什么要分析波纹度？

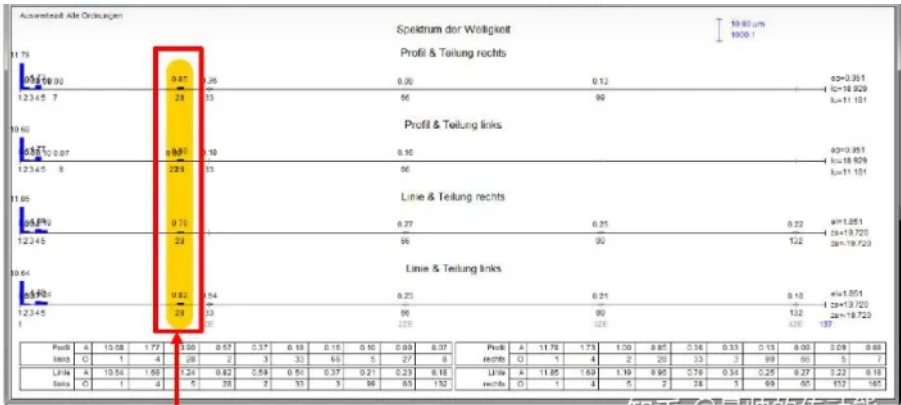
现在越来越多的产品要求小尺寸和电动化, 由于新引擎非常安静，所以你能清楚听到来自变速箱或者引擎的齿轮产生的噪音。如果是对于像 轴承 轴或者其他旋转的且对称的工件, 你已经有了可以傅里叶分析来检查圆柱体，并且找寻工件表面的波纹度。对于齿轮， 以前是不能的，现在有了偏差分析软件后，这点变位可能了

登录即可查看 超5亿 专业优质内容

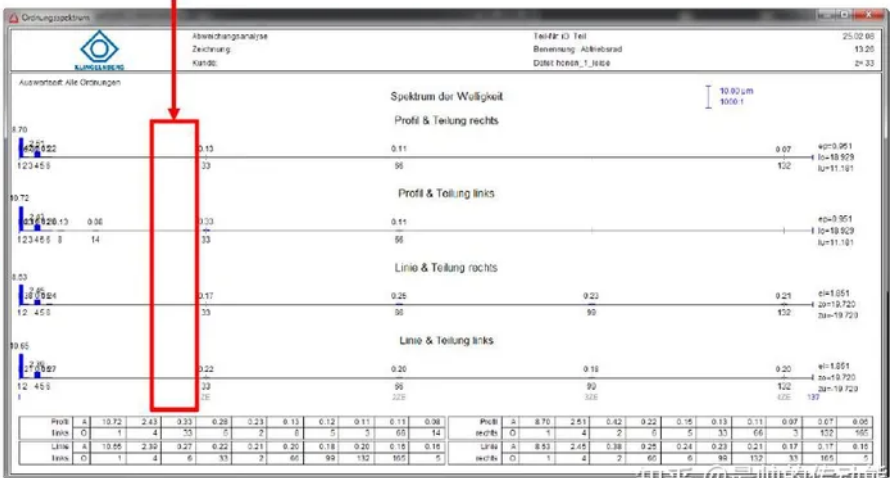
超 5 千万创作者的优质提问、专业回答、深度文章和精彩视频尽在知乎。



知乎 首发于 汽车大视界



Loud gear!



Silent gear!

对比噪音齿轮和安静齿轮发现 在噪音齿轮上 有28阶产生 所以可以说28阶可能是产生噪音的一个原因 如果想找到解决办法,你不得不分析你的制造过程

是不是刀具磨损了?

是不是刀具调整不正确?

是不是机床有故障?

是不是滚齿的齿轮上已经存在这个波纹了?

....

四 小结

齿轮存在虽然已经应用了许许多多, 历史悠久, 然而随着越来越高的要求, 齿轮技术也逐步提高, 朝着高精尖技术发展。 为什么汽车变速箱 传动系统都是国外几个巨头做的好, 很多基础研究和科研积累非常重要, 近年来我国国内很多企业有了较大提升和改善, 身为中国人, 我为他们点赞!

关于波纹度, 细聊可以聊出很多很多, 在此寥寥数语, 权当互相交流。如有不对的地方 欢迎指正。 谢谢~

发布于 2021-09-14 21:23

传动系统 新能源汽车

登录即可查看 超5亿 专业优质内容
超 5 千万创作者的优质提问、专业回答、
深度文章和精彩视频尽在知乎。





Artifact璞玉

你好，请问下拓扑图能观察出齿面波纹度的一个大概吗

2022-10-27

回复 喜欢



不求甚解

国内普缺乏生产源头控制手段，有一台检测设备，检测出来了，调整也是难事。

2022-08-09

回复 喜欢



noodles

大佬经验多多，继续更新吧😊

2022-05-19

回复 喜欢



lili

您好，我现在在做齿轮方面的研究学习，感觉还是没太明白，请问我能看看您的参考文献吗

2021-11-04

回复 喜欢



农夫三拳 ▸ 于振辉

这不是师兄嘛😁

06-13

回复 喜欢



Lookerero ▸ 于振辉

请教下齿面波纹度是如何检测的？检测的标准是如何，感谢

04-25

回复 喜欢

展开其他 2 条回复 >

文章被以下专栏收录



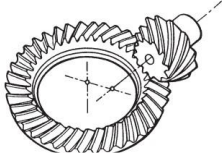
汽车大视界

推荐阅读



齿轮的精度等级和主要的检测项目

Woodykissme



各种齿轮的应用场合和优缺点总结

Woodykissme

【机械设计】齿轮基础知识全讲解：齿轮的分类、变位

关于齿轮的知识，看完这篇才搞明白了。1. 什么是齿轮？能互相啮合的有齿的机械零件。在机械传动及整个机械领域中应用极其广泛。2. 齿轮的历史早于公元前350年，古希腊著名...

SOLIDWORKS青岛友创软件

登录即可查看 超5亿 专业优质内容

超 5 千万创作者的优质提问、专业回答、深度文章和精彩视频尽在知乎。

