

机械行业特有职业
国家职业技能培训鉴定教材

ZHChigong

制齿工

(中级 高级)

机械工业职业技能鉴定指导中心
人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写

机械行业特有职业 国家职业技能培训鉴定教材

制齿工

(中级 高级)

编审委员会



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

制齿工：中级 高级 / 机械工业职业技能鉴定指导中心，人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2011

机械行业特有职业 国家职业技能培训鉴定教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 8821 - 0

I. ①制… II. ①机… ②人… III. ①齿轮加工-职业技能鉴定-教材 IV. ①TG61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 015118 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

世界知识印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 220 千字

2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

定价：25.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话：010 - 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010 - 80497374

前 言

为了大力推进《中华人民共和国就业促进法》中规定的“国家依法发展职业教育，鼓励开展职业培训，促进劳动者提高职业技能，增强就业能力和创业能力”的实施，充分满足机械行业、企业开展职业培训与鉴定工作的需要，机械工业职业技能鉴定指导中心联合人力资源和社会保障部教材办公室，根据机械行业、企业实际组织编写了这套机械行业特有职业国家职业技能培训鉴定教材，共涉及数控机床装调维修工、汽车生产线操作调整工、轴承装配工、电切削工等31个机械行业特有职业（工种）。

该套教材是在完成机械行业特有职业国家职业标准制定工作基础上进行的。教材编审人员主要包括国家职业标准编写和审定专家，机械行业各级鉴定培训机构、职业院校职业培训教学专家和鉴定考核命题及管理专家，以及全国机械行业各大型企业生产一线工程技术主管、技师和高级技师等，从而有效保证了教材内容对国家职业标准要求的正确诠释，以及对机械行业特有职业培训与鉴定的适用性。

该套教材主要具有以下特点：

在编写原则上，突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据、以企业需求为导向、以职业能力为核心”的理念，在国家职业标准要求基础上，结合企业实际对国家职业标准进行了提升，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重培训对象职业能力培养。

在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，教材充分体现职业培训规律，反映职业技能鉴定考核基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考核的需要。

在编写模式上，采用分级别模块化方式编写。教材内容按照国家职业标准职业等级划分，各等级之间知识与技能合理衔接、依次递进，为机械行业、企业职业培训搭建了科学的阶梯型培训架构。教材内容按照国家职业标准职业功能模块展开，突出实用性，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近鉴定考核需求。

制齿工国家职业技能培训鉴定教材共包括《制齿工（基础知识）》《制齿工（初级）》《制齿工（中级 高级）》和《制齿工（技师 高级技师）》4本。其中，《制齿工（基础知

识)》内容涵盖国家职业标准的基本要求,是各级别制齿工均需要掌握的基础知识;其他各级别教材内容涵盖国家职业标准的各级别工作要求。本教材是制齿工国家职业技能培训鉴定教材中的一本,适用于对中级和高级制齿工的职业技能培训与鉴定考核。

本教材由王昌国、朱晓东主编,孙健华、吴荣炳副主编,参加编写的还有钱继兵、曹西荣。在编写过程中,作者参考了大量国内外有关专著和研究成果,借此机会对这些成果的所有者表示诚挚的感谢。本教材在编写过程中,得到了紫琅职业技术学院、硅湖职业技术学院的全力支持,在此一并表示感谢!

由于时间仓促,不足之处在所难免,欢迎读者提出宝贵意见和建议。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

CONTENTS

机械行业特有职业
国家职业技能培训鉴定教材

第一部分 制齿工(中级)

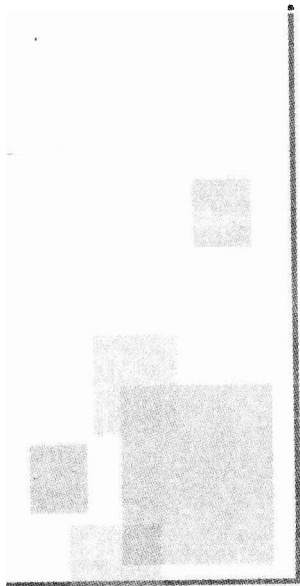
第一章 工艺准备	(3)
第一节 齿轮读图	(3)
第二节 制定加工工艺	(6)
第三节 数控齿轮机床的特点及编程基础	(13)
本章思考题	(21)
第二章 工件加工	(22)
第一节 工件的定位与装夹	(22)
第二节 滚齿机、插齿机和剃齿机	(23)
第三节 铣齿	(44)
第四节 磨齿	(67)
第五节 润滑油、液压油的使用知识	(91)
本章思考题	(93)
第三章 精度检验及误差分析	(94)
第一节 齿圈径向圆跳动的测量	(94)
第二节 锥齿轮的测量	(95)
本章思考题	(104)

第二部分 制齿工 (高级)

第四章 工艺准备	(107)
第一节 读图与绘图	(107)
第二节 制定加工工艺	(114)
第三节 工件的定位与装夹	(121)
第四节 齿轮刀具的准备	(125)
本章思考题	(127)
第五章 工件加工	(128)
第一节 滚齿、插齿及剃齿加工	(128)
第二节 铣齿加工	(165)
第三节 磨齿加工	(177)
本章思考题	(193)
第六章 精度检验及误差分析	(194)
本章思考题	(198)

第一部分

**制齿工
(中级)**



第一节 齿 轮 读 图

一、直齿轮零件图

直齿圆柱齿轮零件图如图 1—1 所示。

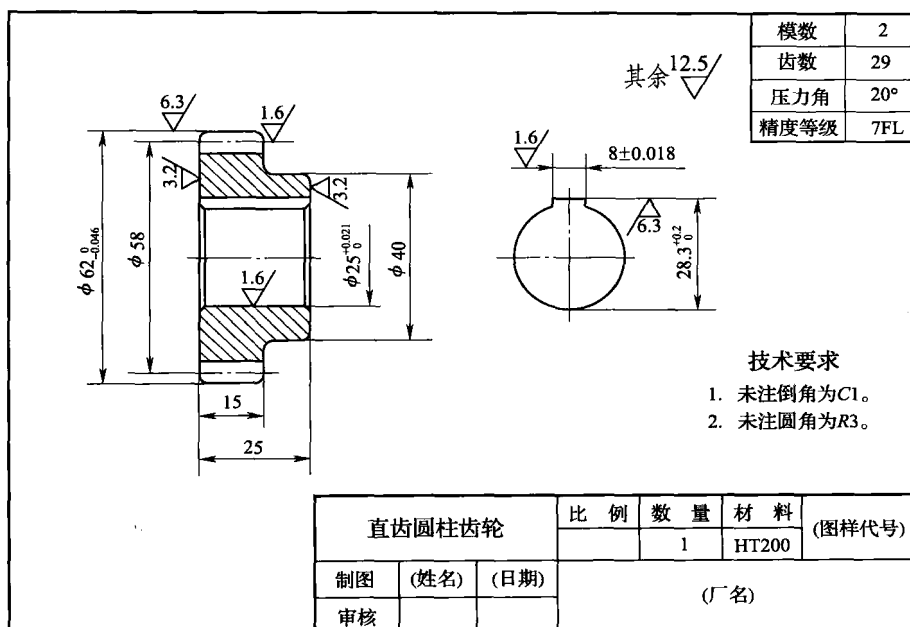


图 1—1 直齿圆柱齿轮零件图

二、双联齿轮零件图

双联齿轮零件图如图 1—2 所示。

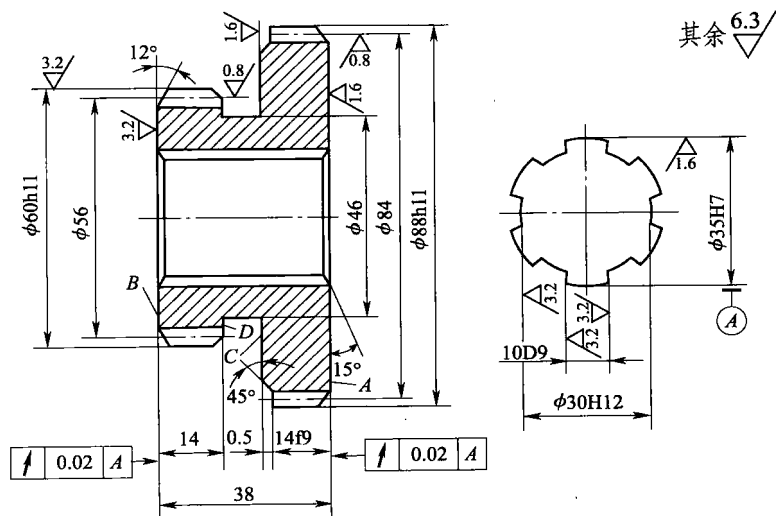


图 1—2 双联齿轮零件图

三、斜齿轮零件图

斜齿轮零件图如图 1—3 所示。

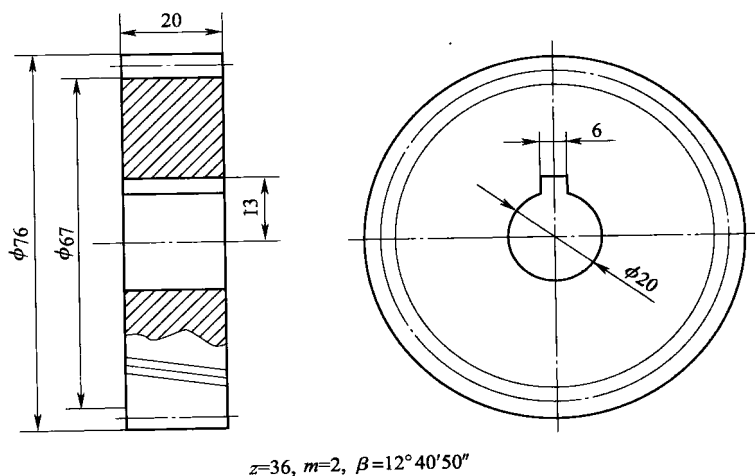


图 1—3 斜齿轮零件图

四、锥齿轮零件图

锥齿轮零件图如图 1—4 所示。

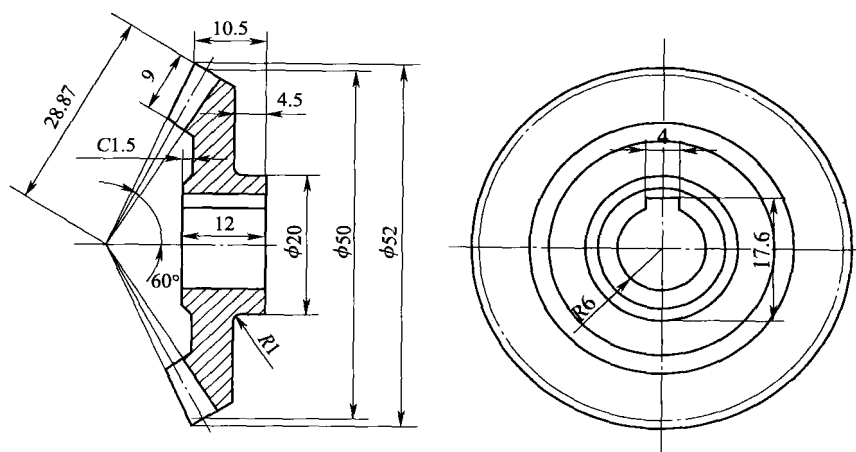


图 1—4 锥齿轮零件图

五、蜗轮零件图

蜗轮零件图如图 1—5 所示。

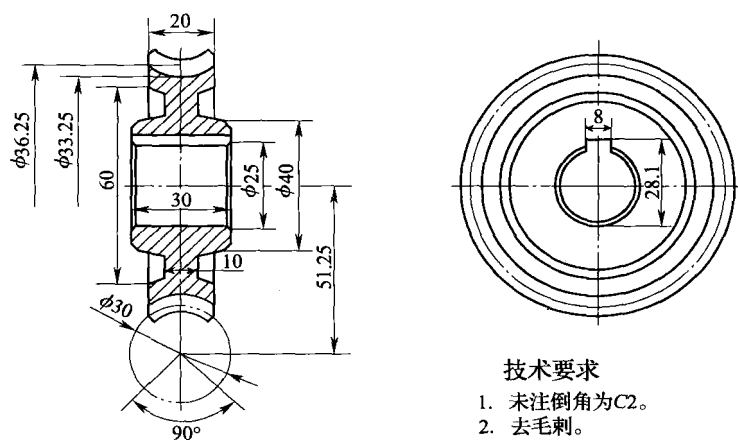


图 1—5 蜗轮零件图

六、齿轮轴零件图

齿轮轴零件图如图 1—6 所示。

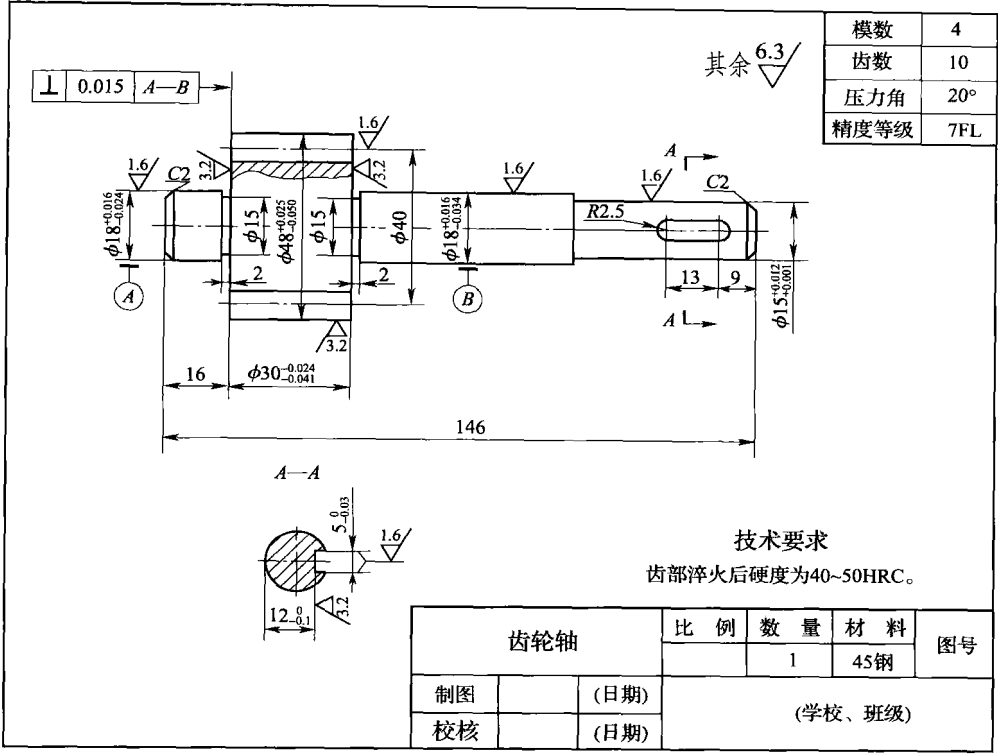


图 1—6 齿轮轴零件图

第二节 制定加工工艺

圆柱齿轮的加工工艺过程一般应包括齿轮毛坯加工、齿面加工、热处理及齿面的精加工等内容。在编制工艺过程中，常因齿轮结构、精度等级、生产批量和生产环境的不同而采取各种不同的工艺方案。

编制齿轮加工工艺过程大致可以划分为以下几个阶段：

第一，齿轮毛坯的形成。齿轮毛坯多采用锻件、棒料或铸件。

第二，粗加工。主要用于切除较多的余量。

第三，半精加工。主要包括车齿、滚齿、插齿。

第四,热处理。主要包括调质、渗碳淬火、齿面高频感应加热淬火等。

第五,精加工。主要包括精修基准、精加工齿形。

一、齿轮加工工艺过程分析

1. 基准的选择

对于齿轮加工基准的选择常因齿轮的结构及形状不同而有所差异。带轴齿轮主要采用顶尖以中心孔定位;对于空心轴,则在中心内孔钻出后,用两端孔口的斜面定位;孔径大时则采用锥堵。用顶尖定位的精度高,且能做到基准重合和统一。对带孔齿轮在加工齿面时常采用以下两种定位、夹紧方式:

(1) 以内孔和端面定位

以内孔和端面定位是指以工件内孔定位,确定定位位置,再以端面作为轴向定位基准,并对着端面夹紧。这样可使定位基准、设计基准、装配基准和测量基准重合,定位精度高,适合于批量生产。但对于夹具的制造精度要求较高。

(2) 以外圆和端面定位

当工件和夹具心轴的配合间隙较大时,采用百分表校正外圆以确定中心的位置,并以端面进行轴向定位,从另一端面夹紧。这种定位方式因每个工件都要校正,故生产效率低;同时,对齿坯的内、外圆同轴度要求高,而对夹具精度要求不高,故适用于单件、小批量生产。

综上所述,为了减小定位误差,提高齿轮加工精度,在加工时应满足以下要求:

- 1) 应选择基准重合、统一的定位方式。
- 2) 以内孔定位时,配合间隙应尽可能减小。
- 3) 定位端面与定位孔或外圆应在一次装夹中加工出来,以保证垂直度要求。

2. 齿轮毛坯的加工

齿面加工前的齿轮毛坯的加工在整个齿轮加工过程中占有很重要的地位。因为齿面加工和检测所用的基准必须在此阶段加工出来,同时齿坯加工所占工时的比例较大,无论从提高生产效率,还是从保证齿轮的加工质量来看,都必须重视齿轮毛坯的加工。

在齿轮图样的技术要求中,如果规定以分度圆弦齿厚的减薄量来测定齿侧间隙时,应注意齿顶圆的精度要求,因为齿厚的检测是以齿顶圆为测量基准的。齿顶圆精度太低,必然使测量出的齿厚无法正确反映出齿侧间隙的大小,所以,在这一加工过程中应注意以下三个问题:

- (1) 当以齿顶圆作为测量基准时,应严格控制齿顶圆的尺寸精度。

(2) 保证定位端面 and 定位孔或外圆间的垂直度。

(3) 提高齿轮内孔的制造精度，减小其与夹具心轴的配合间隙。

3. 齿形及齿端的加工

齿形加工是齿轮加工的关键，其方案的选择取决于多方面的因素，如设备条件、齿轮精度等级、表面粗糙度、硬度等。齿轮的齿端加工有倒圆、倒角、倒棱和去毛刺等方式。

齿端加工必须在淬火之前进行，通常都在滚（插）齿之后，剃齿之前安排齿端加工。

4. 齿轮加工过程中的热处理要求

在齿轮加工工艺过程中，热处理工序位置的安排十分重要，它直接影响齿轮的力学性能及切削加工性。一般在齿轮加工中进行两种热处理，即毛坯热处理和齿形热处理。

二、盘齿轮加工工艺过程

盘齿轮加工工艺过程见表 1—1。

表 1—1 盘齿轮加工工艺过程

序号	工序名称	技术内容
1	材料检验	按照企业标准、行业标准、国家标准对进厂齿坯材料进行检验。一般检验的项目包括化学成分、淬透性、纯净度（非金属夹杂物以及硫和磷的含量等）、高倍组织、低倍组织等
2	下料	将轧制的圆钢用剪切、锯割或氧—乙炔焰切割等方法截取一定尺寸的坯料。对于精锻用的坯料最好采用锯割的方法。保管钢材时，可在端部做出不同的涂色标记
3	锻造齿坯	(1) 自由锻造 自由锻造的锻件所能达到的复杂程度和尺寸精度都较低，锻件加工余量大，材料利用率低，自由锻造只适用于品种多、产量少的单件及小批量生产中 (2) 模锻 模锻是指利用锻模使坯料在模膛中受到冲击或压力产生塑性变形充满模膛而得到锻件，它主要用在大批量生产中 (3) 胎模锻 胎模锻是介于自由锻和模锻之间的一种锻造方法，它在自由锻设备上采用活动胎模成型锻件，它主要用于中、小批量生产中

续表

序号	工序名称	技术内容
4	齿坯加工	盘齿轮的齿坯加工一般有以下两种方法： (1) 在车床或数控车床上车端面和内孔 粗、精加工可在一台车床上完成，也可在两台车床上完成 (2) 拉削内孔、车端面和外圆工艺 在生产实践中，第二种方法很难保证孔和端面的垂直度，随着数控车床的发展，现已广泛采用第一种加工工艺 对于尺寸较大、零件形状复杂的薄盘形零件，粗车后应进行正火，以消除内应力，减少热处理变形 齿坯精加工完成后应对有关尺寸进行检验，合格后才能转入下道工序
5	齿形粗加工	可采用成形铣刀铣齿、滚齿、插齿、热轧齿、刨齿等方法进行加工
6	齿端倒角	一般齿轮应去掉轮齿两端的锐边和毛刺，换挡齿轮应按技术要求修整成一定形状的倒角
7	齿形精加工（热处理前）	可采用精滚齿、精插齿、剃齿、挤齿等方法进行加工
8	加工花键、键槽、油孔等	(1) 加工外花键 主要包括铣花键、插花键、搓花键、双滚轮滚花键、推挤成形花键、磨花键等 (2) 加工内花键和键槽 主要包括拉花键、拉键槽、插花键、插键槽等 (3) 钻油孔等
9	清洗和清理	清除齿轮上的油污、切屑、毛刺等
10	齿轮精度检查	齿形加工完成后应对其精度和接触区进行检查。根据齿轮精度和生产条件，可采用标准齿轮进行综合检查，也可用齿轮测量仪器进行单项检查
11	热处理	齿轮材料不同，其热处理工艺各异，常采用的热处理工艺如下： (1) 调质处理 用优质碳素结构钢或合金结构钢制作的齿轮在切齿加工前应进行调质处理，使其得到高的韧性和足够的强度，并有较好的综合力学性能

续表

序号	工序名称	技术内容
11	热处理	(2) 渗碳淬火 渗碳淬火工艺在汽车、拖拉机行业得到广泛应用。低碳合金钢经渗碳使表面层含碳量提高, 淬火后表面层硬度很高, 心部仍是低碳合金钢, 淬火后保持中等硬度。这样使齿面有较高的硬度和耐磨性, 而心部仍保持原有的强度和韧性 为了减少淬火时齿轮的变形, 对于较大的圆柱齿轮和形状复杂的齿轮, 在淬火时都要采用淬火压床进行压淬 (3) 感应淬火 对于用中碳钢制作的齿轮可采用感应淬火, 可获得高硬度的表层和有利的残余应力分布, 以提高齿轮的耐磨性或疲劳强度。感应淬火的齿轮变形较小, 该工艺在机床行业应用较多
12	清理齿轮	去除各工作表面上的磕毛、碰伤和毛刺, 清除齿轮上的污物
13	安装基准面的精加工	齿轮热处理后需精加工孔和定位端面等, 以达到图样的技术要求。精加工常用的方法是磨削
14	热处理后齿形精加工	热处理后齿形精加工方法有以下两种: (1) 磨齿 对于精度较高的齿轮热处理后可采用磨齿 (2) 珩齿 珩齿有外啮合齿轮形珩齿、内啮合齿轮形珩齿和蜗杆形珩齿等。珩齿的生产效率很高, 主要用于大批大量生产
15	强力喷丸	为提高齿轮的抗弯曲疲劳强度和抗接触疲劳强度, 齿轮精加工后采用强力喷丸处理
16	磷化处理	为减小齿面的摩擦, 对一对齿轮中的某一个齿轮进行磷化处理, 以降低摩擦因数, 防止在高载荷下两个齿轮互相胶合
17	清洗和清理	清除齿轮上的污物、毛刺等
18	成品齿轮配对检验和最终检验	按图样要求对齿轮各项精度进行检验, 主要包括以下两项: (1) 几何精度检验 根据齿轮精度和生产条件, 可采用标准齿轮进行综合检查, 也可用齿轮测量仪器进行单项检验或全误差检验分析 (2) 接触区和噪声检验 在噪声机上用标准齿轮进行检验