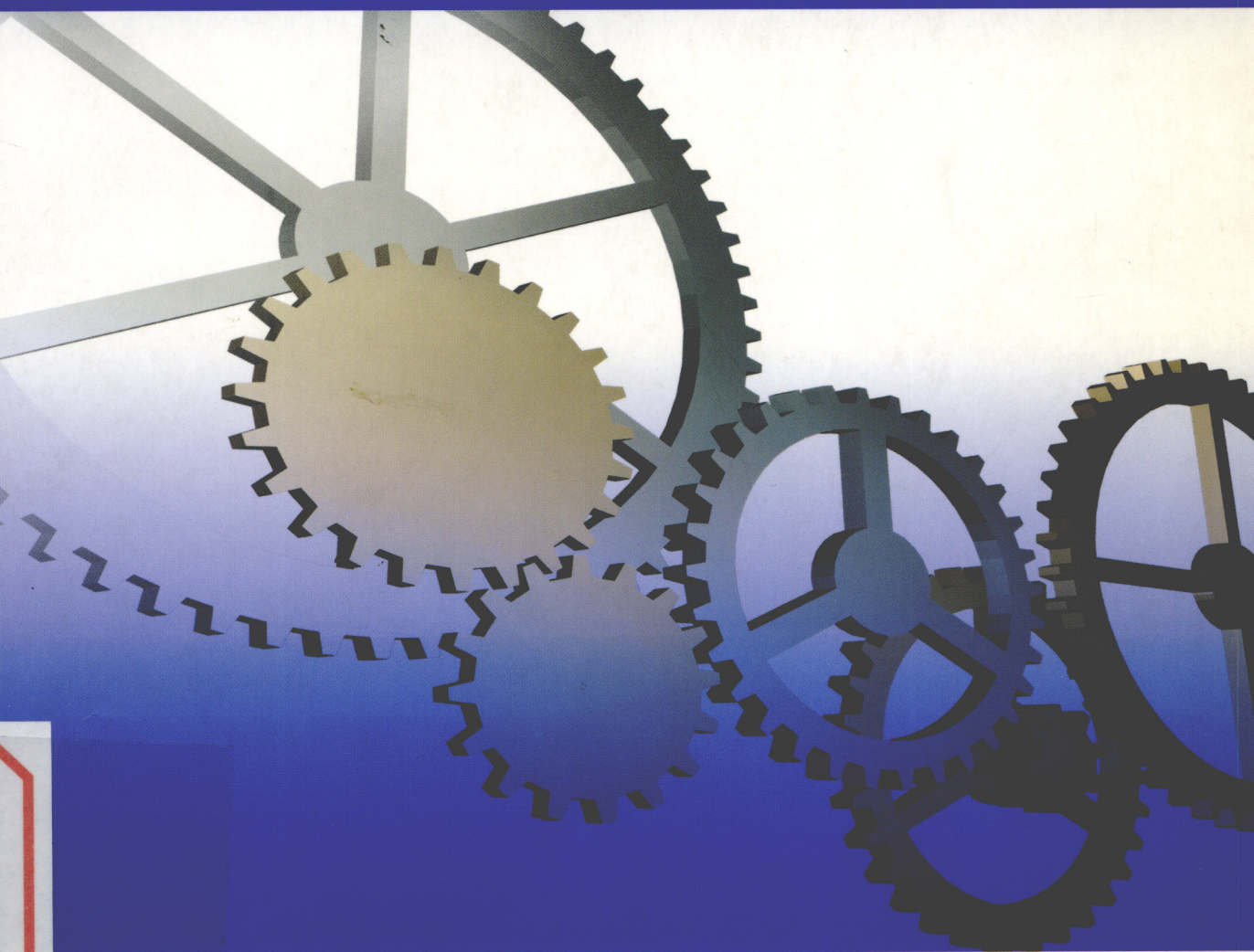


2003年中国国际齿轮传动制造 及装备技术研讨会论文集



PROCEEDING OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEAR
MANUFACTURING & EQUIPMENT TECHNOLOGY IN CHINA 2003



2003年12月·上海

中国机械通用零部件工业协会齿轮专业协会

2003 年中国国际齿轮传动制造及 装备技术研讨会论文集

PROCEEDING OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEAR
MANUFACTURING & EQUIPMENT TECHNOLOGY IN CHINA 2003

主	审	王仁康	
编	审	石照耀	费开林
主	编	王声堂	
副	主	编	李卫玲
责任编辑	许炎儒	袁晓玲	
	朱彩绵	赵广兴	

加強國内外交
流與合作，促
進機械通用
零部件行業
發展。

于珍

二〇〇二年四月

积极开展学术研讨，
交流国内外先进制造
技术，促进我国齿轮
工业发展！

吴 筠

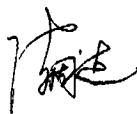
前 言

近几年来,我国齿轮行业得到了迅速发展,齿轮生产规模不断扩大,齿轮技术水平不断提高,特别是先进制造技术和信息技术的应用,较大幅度地提升了我国齿轮产品质量和齿轮企业的管理水平。在我国齿轮企业做大做强、走向世界的征程中,中国齿轮专业协会在上海举行“2003 中国国际齿轮传动、制造技术及装备研讨会”,其目的是为我国齿轮企业了解最新齿轮技术、交流齿轮企业管理理念提供一个平台。

我国齿轮行业包括工业齿轮、车辆齿轮和齿轮装备三个方面,其中齿轮装备包括机床、刀具、量仪、热处理设备等。本论文集几乎涉及到上述各个领域,既有某一方面的全面技术总结,也有某一技术问题的深入阐述;既有最新技术论述,又有实用经验介绍,同时有齿轮企业信息化的操作实践。作者有国外知名公司的,也有国内高校、研究所和工厂的,因而有较广泛的代表性。本论文集所述体现了“先进与适用”的原则,能为我国广大齿轮企业了解齿轮技术现状与发展趋势、产品开发、设备采购与技术改造等问题提供有价值的参考,也是齿轮工程技术人员从整体上把握齿轮技术的重要文献。

在此,对论文作者和论文集编审人员的辛勤劳动表示衷心感谢。

中国齿轮专业协会(CGMA)会长
上海汽车工业(集团)总公司副总裁



Preface

In recent years, gear industry in China has developed rapidly. Gear production scale has expanded and gear technique level has raised continuously. Especially through application of advanced technology and information technique, gear products quality and management level of Chinese gear enterprises advance in a quite big step. On the way to becoming bigger, stronger and striding forward to the world, “2003 International Conference on Gear Manufacturing and Equipment Technology, China” organized by China Gear Manufacturers Association lays a platform for Chinese gear enterprises to learn the state of art of gear manufacturing technology and exchange conceptual idea of gear enterprise’s management.

There’re three subdivisions——industrial gears, vehicle gears and gearing equipment in Chinese gear industry, and machine tools, cutting tools, measuring instruments, heat – treatment equipment belong to gearing equipment. All of these are involved in this paper proceeding, i.e. it contents overall technical summary in one field as well as going deep into certain technical problems; contents newest technical discussions as well as introduction of applied experience and operational practice of enterprise information construction; some authors are from well known foreign companies as well as the others from universities, research institutes and factories in China, thus, they are representative in quite wide – ranging. The paper proceeding embodies “advanced and applied” principle to offer not only valuable references to broad gear enterprises in the fields of learning gear technical situation and development trend, product development, equipment purchasing, technical reconstruction, etc., but also an important reference for engineering technical personnel to catch gear technology as a whole.

Here, we express sincere thanks to all authors and editors who dedicate hard work for this paper proceeding.

President of China Gear Manufacturers Association (CGMA)

Vice President of Shanghai Automobile Industry (Group) General Corporation Chen Yinda

目 录

齿轮行业的经济形势与齿轮市场的发展趋势·····	王声堂 王仁康 许炎儒	(1)
采用 Spheric Honing™球面技术的 Gleason – HURTH 强力珩齿工艺·····	Dr.Ing.Johannes Becker	(7)
采用格里森 – 普发特 CNC 成型磨齿机加工大型直齿和斜齿外齿轮及内齿轮·····	Bernhard Sedlmayr	(20)
滚齿经济性研究·····	Michael Broese	(26)
干切削加工弧齿锥齿轮的新式 3 刃面刀齿设计·····	Hastings Wyman III, Dr.Hartmuth Müller	(35)
弧齿锥齿轮数字化设计与制造技术·····	邓效忠 魏冰阳	(40)
热处理后磨齿是提高车桥齿轮质量最有效的途径·····	曾 韬	(43)
强化汽车齿轮的有效途径——计算顶隙与齿轮弯曲强度·····	代作元	(47)
典型的汽车齿轮失效分析·····	徐克权	(54)
双圆弧齿廓弧齿锥齿轮传动的性能研究·····	李进宝	(59)
高速泵的系列设计及研制·····	郑国英	(63)
齿轮测量技术 100 年:回顾与展望·····	石照耀	(68)
大力发展齿轮量仪 满足齿轮行业发展之急需·····	魏华亮 王建华	(73)
我国 CNC 齿轮测量中心的发展现状·····	王建华 魏华亮	(76)
汽车摩托车工业生产中齿轮量仪的发展趋势·····	周广才 魏天水	(79)
FMT 传动链传动误差测量系统·····	彭东林 张兴红 刘小康	(85)
时栅位移传感器·····	彭东林 张兴红 刘小康	(89)
我国齿轮制造技术发展中的材料和热处理·····	陈国民 顾 敏	(93)
大型齿轮渗碳淬火变形原因及其控制·····	钮堂松 汪正兵 朱百智	(101)
提高热处理工艺水平 增强汽车齿轮综合力学性能与寿命·····	单玉斌	(106)
提高轴齿轮滚齿加工精度的方法·····	刘美兰	(110)
ERP 在企业管理中的应用·····	王连易 韩 峰 宋朝恒	(113)
齿轮行业信息化与现代化管理工程实践·····	江西江铃齿轮股份有限公司	(118)

Contents

Economy situation of gear industry and development trend of gear market in China	Wang Shengtang Wang Renkang Xu Yanru (1)
Power Honing, a high – performance alternative for hard finishing	Dr. Ing. Johannes Becker (7)
Grinding of spur and helical, external and internal gears for large – sized gearbox on Gleason – – Pfauter CNC profile grinding machines	Bernhard Sedlmayr (20)
The efficient hobbing process	Michael Broese (26)
The new 3 – face grinding blade design for dry – cutting spiral bevel gears	Hastings Wyman III, Dr. Hartmuth Müller (35)
Digital design and manufacturing technology of spiral bevel gears	Deng Xiaozhong et al. (40)
Tooth grinding after heat – treatment: the most effective way to raising quality of axle spirial bevel gears	Zeng Tao (43)
An effective way of improving strength of vehicle gears – Calculaional Top Clearance and bending strength	Dai Zuoyuan (47)
Typical failure analysis of automobile gears	Xu Kequan (54)
Performance study of spiral bevel gear transmission with double circular arc profile	Li Jinbao (59)
Series design and manufacture of high – speed pump	Zheng Guoying (63)
100 Years of Gear Measurement Technology: Review & Prospect	Shi Zhaoyao (68)
Strengthening gear measuring instruments to satisfy urgent demands of gear industry in China	Wei Hualiang, Wang Jianhua (73)
Development situation of CNC Gear Measuring Center in China	Wang Jianhua, Wei Hualiang (76)
Development trend of gear measuring instruments for automobile & motorcycle production	Zhou Guangcai et al. (79)
FMT testing system of transmission error in transmission link	Peng Donglin et al (85)
Time grating displacement sensor	Peng Donglin et al (89)
Development of material and heat – treatment related to gear manufacturing technique in China	Chen Guomin, Gu Min (93)
Deformation causes and its control regarding large – sized carburized – quenched gears	Niu Tangsong et al (101)
Improving process level of heat – treatment, raising auto gear comprehensive mechanical property and life – cycle ...	Shan Yubing (106)
A Method to Improve Hobbing Accuracy of Pinion Shafts	Liu Meilan (110)
ERP application in enterprise management	Wang Lianyi et al (113)
Practice of information construction and modernization management engineering in gear industry	Jiangling Gear Co. , Ltd. (118)

齿轮行业的经济形势与齿轮市场的发展趋势

王声堂 王仁康 许炎儒

(中国齿轮专业协会 北京 100823)

摘要: 齿轮行业通过改制、改革走出困境,民营企业迅速崛起,外资企业大量涌入。三种所有制企业推动市场进一步整合,竞争日益激烈。竞争对企业来说,是压力也是动力,关键在于强化企业“自我”。用深化改革,适应市场变化;用加速信息化建设和技术改造,提高企业品级;通过专业化生产,降低制造成本。国内市场的国际化竞争,是今后齿轮市场的必然趋势。

关键词: 齿轮行业 齿轮市场

Economy Situation of Gear Industry and Development Trend of Gear Market in China

Wang Shengtang Wang Renkang Xu Yanru

(China Gear Manufacturers Association Beijing 100823)

Abstract: Through structure reform, extricating of state enterprises from difficult positions; rapid rising of private enterprises and emerging in great quantity of foreign enterprises; - enterprises in three kind ownership, push Chinese gear market further forward, and competition will be intensive in gear industry day by day. Competition is a pressure to enterprises, but also a motive power, the critical point is to strengthen itself. Adapting itself to the changing market through in - deep reform; raising quality of enterprise by speed up information construction and updating technology; reducing cost by specialized production. International competition in domestic market is the necessity trend of Chinese gear market from now on.

Keywords: Gear industry Gear market

1 齿轮行业的变化

(1) 我国经济持续较快增长。1997~2002 年间,国内生产总值由 7.4 万亿元,增加到 10.2 万亿元,按可比价格计算,平均每年增长 7.7%,财政收入由 8 651 亿元,增加到 18 914 亿元。外汇储备由 1 399 亿美元,增加到 2 864 亿美元。贸易进出口总额由 3 252 亿美元,增加到 6 208 亿美元,世界排名由第十位上升到第五位。出口总额由 1 828 亿美元,增加到 3 256 亿美元。2002 年据齿轮行业 26 家企业统计,出口创汇约 5 000 万美元。2001 年齿轮行业据 15 家企业的统计,产值总计为 115 亿元。2002 年据 93 家企业统计,产值总计为 160 亿元。

(2) 国有企业改革取得初步成功。在过去的 5 年中,公有制经济在调整 and 改革中迅速发展壮大,探索公有制多种实现形式取得成效。国有经济结构调整步伐加快,控制力和竞争力明显增强。国有企业 3 年改革与脱困目标基本实现。齿轮企业中,如上海汽车股份公司上海汽车齿轮总厂、湘火炬、陕西法士特齿轮公司、杭州前进齿轮箱集团、江西江铃齿轮股份公司等都是通过改制、改革后快速发展的。他们是齿轮

行业的优秀企业,并受到政府的表彰。

(3)民营企业迅速崛起。2000 年以来,民营经济已占国民经济总量的 1/4。2002 年为国家 GDP 贡献了 55 000 亿元,占国家 GDP 总量的 50%,成了整个国民经济的重头。就齿轮行业来说,民营企业已有 9 家,民营企业 2002 年的产值为 7 亿元,占齿轮行业总产值的 5%。如杭州万杰减速机公司、天津天海汽车同步器厂、浙江双环减速机公司等都是年产值近亿元的民营企业。天津天海汽车同步器厂,作为齿轮行业推荐的优秀企业、优秀企业家,受到各级政府的表彰。

(4)外资企业数量骤增,并发展壮大。改革开放以后,特别是加入世贸组织后,一是由于我国逐步建立并完善了涉外经济法规、法律体系,确保执法公正与效率;二是我国按照加入世贸组织的承诺,扩大了对外开放领域。因此,外资企业数量骤增,仅 2003 年 1~2 月,在我国新增的外资企业就有 5 300 多家,至今在我国注册的外资企业共有 43 万多家。SEW 作为参加齿轮协会的外企代表,近年来在市场竞争中有较好的表现,齿轮年产值已达 6 亿元。另外,还有台资的东力电机股份公司、台资大同齿轮公司等也都获得了较快的发展。

(5)制造业信息化工程已经启动,企业技术改造普遍进行。制造业信息化工程启动至今虽然刚刚两年,已经在全国 2 000 多家企业全面展开。迄今已有 27 个省、自治区、直辖市正式加盟信息工程。并成立协作领导小组,出台了相关政策,落实了配套资金。有不少省把制造业信息化工程纳入“十五”期间地方经济发展的整体计划。比如广东省最近提出了推动制造业信息化发展,率先在全国实现现代化的目标。北京市把制造业信息化纳入“数字北京”战略。甘肃省宣布制造业信息化作为工业兴省的突破口,并写进省代会决议。一汽集团公司长春齿轮厂在同行业中,率先完成了 ERP 系统的引进,为进一步夯实企业内部管理、提高企业规范化管理程度、降低生产制造成本提供了有力的保障。上海汽车齿轮厂、哈尔滨变速箱厂、江铃齿轮公司、天津天海汽车同步器厂等,在 ERP 系统应用方面都取得了大量经验。

通过技术改造提高企业竞争力,提升企业品级,已成为大家的共识,受到普遍关注,并加快了技术改造的步伐。如綦江齿轮厂与重庆大学合作,对产品试验室微机群控系统进行了升级改造。一汽长春齿轮厂近期已完成了对红旗轿车变速器前壳体生产线的改造。不但提高了生产能力,而且满足了红旗轿车换代的需要。

(6)技术标准、人才培养、技术资格认证已开始与国际接轨。齿轮行业已经宣贯了国际齿轮新标准,制订了符合国际先进标准的“车辆齿轮用钢采购标准”。2000 年 9 月齿轮协会和河南科技大学联合成立了中国齿轮教育培训中心,专门为培养齿轮行业高级技术人员服务。中国齿轮专业协会于 2003 年 3 月 25 日在杭州召开了机械工程师资格认证工作会议,开展技术资格认证,逐步与国际接轨。

2 齿轮行业市场发展趋势

2.1 国有企业改革继续深化

国有企业的改革正在继续深化。改制是国有企业进行彻底改革、走出困境的关键举措。齿轮行业和其他行业一样,都面临着改革这个问题。

在过去几年里,改制已在各地全面推开。特别是小型国企改制比较顺利,许多地区小型国企改制已基本完成,大中型国有企业改制也在积极地进行中。目前的改制型式主要还是“内部股权多元化”和“稀释型股权多元化”。之所以如此,是因为不少人对采取“外部型股权多元化”和“退出型股权多元化”的改制模式尚有疑虑和争议。但是,在社会主义市场经济体制基本构架已经确立和商业性公司法律已经建立的情况下,在加入世贸组织后外资积极进入中国的情况下,加快国企改革,特别是以新的型式加快大中型国有企业改制的条件已经成熟。事实上,一些地方已经出台了这样的国企改革政策。如深圳市政府成立了专门的“国有企业国际招标与改革办公室”,旨在推动深圳数十家大型国有独资集团公司从国际上引入投资者。山东省政府也拟定了类似的国企改革政策。

国企的出路在于改革,改革的关键是改制。改制势在必行,对于那些按照“内部型”或“稀释型”已经改制成功的国有企业,没有必要再追求“外部型”或“退出型”的改制模式。而对于那些面临倒闭、依靠自身能力无法走出困境的国有企业,只有实行“外部型”或“退出型”改制,别无出路。就齿轮行业来说,由于各个

国有企业在经营规模、产品结构、管理水平、企业现状等方面,存在着很大差异,目前不必追求统一的改制模式,应根据各自的实际情况,选择以上提到的四种改制模式之一,或者选择多种模式兼有的“混和型”。

民企的迅速崛起,外企的大量涌入,给国企增加了压力,也增加了动力。面对当前的形势,国企改革不但要进行,而且要深化,要彻底。不但要改“牌子”,还要改“路子”。不但要改资产所有制,还要进行生产管理、经营开拓、技术革新、人才使用、工资分配等多方面的配套改革。同时要加快产业结构的优化升级,采用高新技术和先进适用技术,改造和提升企业品级。技术改造项目要以“质量、品种、效益”为重点,不能单纯追求生产能力。只有如此,才能提高国有企业对市场经济的适应能力和竞争能力,使国企立于不败之地。

2.2 民营经济发展的外部环境大有改善,抓住时机,做大做强

由于我国长期受“左”倾思想的约束和影响,对民营经济不是一开始就认可的。民营经济之所以有这么强的活力和生命力,不仅是因为它与公有经济相比较具有产权清晰,动力机制强,没有“大锅饭”及“铁饭碗”的弊端,能充分调动人的积极性,有充分的自我约束力和顽强的适应市场的能力。而且民营经济的出现、发展,完全符合市场经济发展规律;是不依人们意志而转移的。实践证明,民营经济拉动了我国整个国民经济的发展,使我国国民经济在极度困难情况下出现了生机。实践证明,发展民营经济,是改善人民生活,实现强国富民的必由之路。凡是竞争性行业,哪个地方的民营经济发展了,哪个地方的人民就真的富起来了。浙江省和珠江三角洲下岗人员很少,就是因为这些地方民营企业办的好。

但随着我国进一步改革开放,政府和社会对民营经济的关注和支持的增强,对民营经济发展、保护的逐步建立和完善,目前是发展民营经济绝好的时机。中国有句古语:谋事在人,成事在天。既然民营经济的发展顺天应时,关键就在于自谋。我们虽然肯定地说民营经济会愈来愈发展壮大,但并不意味着每个民营经营者都是成功者。只有与时俱进,不断开拓创新者才能乘风破浪,勇往直前。如今的民营企业已不再是昔日的仅仅依靠价格取胜的小规模、小手笔,小作坊式的“小家碧玉”,许多优秀的民营企业和优秀的民营企业家为我们树立了大规模、大手笔、“大家闺秀”的良好风范。对民营企业当“刮目相看”。而对尚在迟疑、尚在原地踏步的民营企业,则需通过自身“修养”,迅速改变自身形象。

民营企业广州宝龙汽车公司,近几年来,在商业车的开发、生产、销售上做出了成功的探索,在不断发现、迎合、引导市场需求的过程中,扩大了新产品系列,积累了经验,锻炼了队伍。目前宝龙公司吸引了一大批来自国内外的管理、技术与销售方面的优秀人才,宝龙汽车研究所拥有近百名技术精英。2002年宝龙公司用于汽车的研发费就高达近亿元,用于模具的开发费达数亿元。2003年宝龙又大手笔投入巨资,建设年产5万辆商用车的生产基地,为宝龙的发展带来十分广阔的生长空间。天津天海汽车同步器厂,在建厂短短的十年内迅速发展,2002年产值达10 817万元,综合指数在齿轮行业中排名第十。企业以质量求生存,在同步器行业中率先通过ISO9000质量体系认证。以产品开发求发展,他们研制的双锥面同步器,具有创造性和先进性,是专利产品。天海厂通过“创优”,提高企业的知名度,树立企业良好形象。“天鸿”牌汽车同步器获天津名牌产品奖,双锥面同步器获齿轮行业优秀产品奖。

2.3 汽车工业的快速发展,必然拉动齿轮行业的发展

由于中国高速公路网的格局到“十五”末将基本形成,其中包括90%以上的中等城市都在高速公路网的节点上,它为汽车工业的发展提供了广阔空间。“十六大”提出了我国全面建设小康的宏伟计划,人民的生活水平进一步提高,中高收入家庭快速增长,购车族迅速扩大,使私人购车量已占50%,这是我国汽车工业发展的经济基础和社会基础。我国汽车近十年内的年平均增长率为15%,是同期世界汽车年均增长率的10倍。1997~2001年汽车产量从12.5万辆增至234万辆,增长了18倍,年均以45%高速递增。2002年汽车产量已超过300万辆。我国人口众多,汽车市场潜力很大,保持汽车工业长时期持续、快速增长,是毫无疑问的。因此,国际著名的汽车巨头,如德国的大众汽车公司、奔驰汽车公司,美国的通用汽车公司,日本丰田汽车公司、马自达公司、日产汽车公司,意大利菲亚特汽车公司,瑞典沃尔沃汽车公司,南韩现代公司等,都看好了中国这个巨大的汽车市场,先后登陆我国,并各自找到了合作伙伴,如今,我国已有600多家汽车合资合作企业。国际汽车巨头在中国市场竞争的战略格局已基本形成。汽车工业的快速发展,将拉动齿轮行业的发展。认清形势,做好准备,迎接这个机遇。

2.4 汽车零部件国际采购为我国齿轮市场创造了新的机遇,也提出了新的要求

以前,国际汽车巨头们总是策划着如何占领我国汽车市场。而现在,他们的注重点却转变到如何充分利用我国的资源优势为他们服务。具体地说,他们要在中国寻找质量相当而价格低廉的零部件。

为了提高竞争力,国外汽车公司千方百计降低生产成本。美国三大公司给零部件供应商提出了逐年降价 5% 的要求,丰田公司提出要在三年内将外购件采购成本降低 30%。这样大幅度的降价,国外汽车公司在他们本国很难实现,势必要寻找新的出路。中国具有相对廉价劳动力和原材料资源,因此必然会成为国际采购对象。在过去的五年中,通用公司在中国的采购量已超过 10 亿美元。福特公司表示,要在 2004 年之前在中国的采购量达到 10 亿美元。在去年的美国底特律举行的中国汽车零部件展览会上,有 3 家企业拿到总金额 1 000 万美元的订单。目前,湖北神龙变速箱厂接到法国 PSA 集团 3 000 件二轴零部件的返销订单。在未来的几年里,世界汽车工业对中国汽车零部件的需求,将成倍增长。目前,外国公司在中国的采购有两个特点,一是大部分在合资企业中进行;二是仅局限于零件。下一步的发展趋势必然是从合资企业扩展到其他类型的企业;从零部件配套发展到系统配套和模块配套。国营企业、民营企业与合资企业和外资企业相比较,在零部件成本方面具有较大的优势,通过努力,一定会成为国际采购的合格供应商。合格的国际采购供应商的条件是:

- (1) 企业改革到位,反应迅速,能适应国内外市场变化。
- (2) 凡是争取与国内外资企业配套的产品,都必须达到国际标准或国际先进标准。
- (3) 企业要具有切实实用的质量保证体系和质量保证手段,以确保产品质量可靠。
- (4) 售后的技术服务要密切跟踪,处理、反馈,解决问题要及时、迅速。

此外,我们还应关注联合国这块采购市场。每年联合国采购的金额约为 30 ~ 40 亿美元。然而,目前中国在联合国采购总额中所占份额仅为 1%。欲成为联合国采购的供应商,除了要满足以上提到的国际供应商的 4 个条件外,企业还要善于及时获得联合国采购信息,熟悉联合国采购程序、办法和具体要求。成为联合国供应商,具有许多好处,被联合国采购的商品一律免税,付款有保证,能避免反倾销等贸易壁垒;另外,能进入联合国的采购目录,就有可能打开其他国际公共采购市场(国际公共机构年采购额高达 4 500 亿美元)。

2.5 汽车零部件产业化是发展的必然趋势,专业化生产则是产业化的第一步

从国际上来看,汽车零部件的产业化并非是新课题,而是一个成熟的经济发展模式。中国汽车工业要学习国外先进经验,汽车零部件也必然要走产业化的道路。另外,从汽车零部件在汽车工业中所占的地位及国内、国外两大市场潜力,汽车零部件发展具有广阔空间,汽车零部件从汽车工业中剥离出来,必然成为独立产业。我国目前还存在着地方保护主义和集团保护主义,制约了产业化发展。但是,随着政府职能的转变和市场经济的成熟,这些依靠保护而生存的企业,要么经过拼搏,自强自立;要么在市场竞争中被兼并,或被淘汰。外部环境很快就会改善,关键就在企业自身。汽车零部件产业化是发展的必然趋势,专业化生产则是产业化的第一步。如果说产业化是整个企业群体的奋斗目标,那么,专业化则是各个企业自己的事。专业化的目的是形成规模化生产,降低产品成本。专业化的重点是要抓住产品 and 市场两个龙头。以技术先进,质量可靠的产品打入市场。以正确的经营策略和有效的管理占领并拓宽市场。另外需要说明的是,专业化生产并不是单一化生产,相反,在同类产品中,应该开发多品种、多规格、多系列,以满足不同的需求。

专业化生产不但是必然的,而且是可行的。我国的先行企业,已经进行了成功的尝试,为我们做出了表率。浙江万向集团开发的万向节产品,报了多项专利,拥有自主知识产权,2002 年的销售额达 88 亿元。他们的目标是争中国最大,创世界名优。天津天海同步器厂,浙江双环齿轮有限公司,都在专业化生产方面获得了初步成功。

专业化生产不仅适合汽车零部件企业,而且也值得工业齿轮、齿轮加工设备、齿轮量刃具等企业借鉴。

2.6 市场在企业重组,并购中进一步整合

由于外企的大量涌入,民营企业的迅速强大,国有企业原来一统天下的局面已被打破。国资、私资、外资三种所有制鼎立的格局已基本形成。竞争日益激烈,市场进一步整合。有实力的大公司要么通过收购,彻底兼并弱小公司;要么吸收弱小公司可取资源(包括人才、产品、设备等多种资源),通过控股整合到自己体系中来,然后进行改造、管理和操作。

纵观国际上有实力的跨国公司,无一不是通过兼并、整合而具有目前的规模和优势的。资本的集中和重组,是科技发展的需要,也是企业生存的需要。利用并购、整合机制,发展大企业集团,实现资源的战略性重组,对于我国工业,特别是对于竞争性产业,具有重大的意义。

目前在兼并和整合的大潮中,国外跨国公司处于主导地位。我国有些企业也已初步具备了这种能力,并有了卓越的表现。例如,万向集团公司先后在美国、英国、德国、加拿大等 7 个国家兼并、收购、建立了 23 家公司,其中独资和控股 17 家。湘火炬投资股份有限公司,不但相继整合了 7 个国内公司,而且还收购了 MAT 公司。上汽集团入股通用一大字项目,从而开始了我国汽车集团走出国门,参与全球汽车重组的第一步。以上提及的几家公司,不但为我们提供了成功的经验,而且坚定了我们的信心。走进国际市场,整合国外公司,不但是必须的,而且是可能的。

2.7 同行业建立采购联盟,技术合作,开发全球化市场

竞争对手建立合作关系,通过技术合作开发全球化市场,亦是当前市场发展的一种趋势。例如马自达公司和福特公司联合在中国采购汽车零部件。戴姆勒—克莱斯勒、韩国现代、日本三菱三家公司不但结成了汽车零部件采购合作伙伴,而且还联合开发了尖端性的新型铝发动机。通用汽车公司和福特汽车公司日前宣布,两家公司将合作共同开发节省原油的 6 速自动变速器。

我国企业在今后与外企的合作中,应将重点由引进国外资金转变到引进国外先进技术、现代化管理和专门人才方面来。东风公司在近期与法国 PSA 标致雪铁龙集团签订的扩大合作的合同中,就明显的体现了这种合作重点的转移。双方联合成立了产品研发中心,其主要任务是,开发适应市场需要的全新产品,同时培养和造就一批从事产品研发、技术管理的高素质队伍。另外,我们还应注意发展与多方的合作关系,集众家之长为我所用。齿轮行业之间亦应加强协作,在采购、信息、技术攻关和新产品研发等多方面进行合作。以便做到优势互补,资源共享,集中财力和人力,减少投资和重复劳动,互惠互利,共同强大,携手共同打入国际市场。

2.8 信息化带动工业化,信息化与技改相结合

信息化是当今世界制造业发展的大趋势,也是我国加快实现工业现代化的必然选择。以信息化带动工业化,以工业化促进信息化。制造业在我国工业中,处于举足轻重的地位,是我国进入 WTO 后,为数不多具有比较优势的产业之一。我国要实现工业现代化,首先要实现制造业现代化。中国是一个制造大国,但不是制造强国。要加快从制造大国向制造强国的转变,非常重要的一条措施就是推动信息化工程建设,以信息化武装我们的制造业,提升企业核心竞争力。制造业既是信息化建设的先行官,又是信息化建设的突破口。因此,国家尤为关注。科技部已决定拿出 8 亿元的拨款,作为制造业信息化建设的引导资金。

我国信息化工程虽然已经启动,前景广阔。但还存在着以下几个问题:

(1)发展很不平衡,存在着行业性和地域性的差异。

(2)普及面尚窄。目前大中型企业仅有 15% 基本实现了信息化,而中小企业实现信息化的比例不足 5%。

(3)已经实现信息化的企业,绝大部分尚处于低水平,和发达国家有着阶段性差距。很多企业做的还只是单元化的、底层的信息工作。实现的范围大多是管理过程信息化,而生产过程和营销过程信息化则严重滞后。

实现信息化既要吸收国外的先进经验,又要结合我国企业实际情况。怎样才能把信息化技术与管理体制改革、生产流程改造等各方面有机的结合起来,怎样才能通过网络更好地利用资源,并实现资源共享等方面,尚有许多工作要做。加快、加深信息化建设已成为我国制造工业,也是我们齿轮行业的当务之急。

另外,信息化建设应与技术改造,特别是与成套性技术改造工程相结合。从广义上来讲,信息工程就是技术改造的一部分。二者统一规划,共同实施,可以避免因二者不适应、不衔接、不配套,而造成的不必要的返工和浪费。争取时间,一步到位,捷足先登。

2.9 齿轮测试仪器亟待开发

目前,在齿轮行业 600 多家企业中,只有半数的企业具有基本配套的中心计量室,总计约有三坐标仪 200 台。另外半数的企业尚缺少基本完善的计量室,缺少精密的齿轮测量仪器。因此,造成我国有 2 000 多万台齿轮变速箱缺乏可靠的测试数据。在今后的几年中,我们齿轮行业的各个企业应配备三坐标仪、齿轮

测量中心和其他精密测量仪器。以完善和提高齿轮检测手段和检测精度,保证齿轮产品质量。

3 齿轮协会近期的工作重点

企业是市场的主体,协会、学会是企业与企业之间及企业与市场之间的纽带和桥梁。协会与学会主要通过组织、宣传、表彰、参谋等方式为企业服务。今后的工作重点如下:

(1)促进国际性的学术交流和商贸洽谈,争取每两年组织一次国际性学术交流及产品展览会。

(2)继续推进齿轮钢质量认证工作。通过市场竞争机制,使齿轮钢采购质量达到国际先进水平。并推动齿轮钢的定点供应,使齿轮钢国内主要供应商尽量集中到 3~4 家,增大批量生产,降低成本与售价。

(3)推动齿轮材料热处理工作委员会工作,帮助企业尽快解决热处理变形超标问题。

(4)成立齿轮专业协会“车桥与锥齿轮工作委员会”,加速提高驱动桥与锥齿轮的质量水平,使与国际接轨,积极参与国际配套。

(5)进行行业间的技术协作,组织专家为企业服务,帮助解决齿轮加工中的技术问题,提高齿轮产品质量,打造名优产品。

(6)帮助企业加速技改,使关键工序加工实现数控化,保证齿轮批量产品合格率,提高生产线的柔性化和信息化管理水平。

(7)帮助企业加速信息化进程,推进办公自动化,推广 CAE/CAD/CAPP 应用,并重点推广齿轮企业流程特点的 ERP 系统,提高管理水平和企业效益。

作者简介:王声堂 中国齿轮专业协会秘书长,教授级高工,国务院特殊津贴专家。

采用 Spheric HoningTM球面技术的 Gleason – HURTH 强力珩齿工艺

Dr. Ing. Johannes Becker

(格里森)

(翻译:何 澜 校对:何 波)

摘要:随着齿轮制造业对降低齿轮在变速箱中的传动噪声和制造成本方面的要求不断提高,传统的滚齿—剃齿—热处理的最终工艺,因能力有限,已无法满足这一要求。采用硬齿面磨齿工艺后再进行珩齿的方法,则因制造成本太高而令齿轮制造业犹豫不决。格里林—胡尔特工厂推出了在 Spheric HoningTM球面技术基础上独特的强力珩齿工艺,很好地解决了这一矛盾。无论在精加工精度和噪声指标上,还是制造成本上,这一技术的研究和开发给齿轮制造者提供了一种可供选择的高性能硬齿面加工工艺。

关键词:强力珩齿 Spheric HoningTM 球面珩齿 珩磨余量 变轴交角 进给策略 EGB 电子齿轮箱

Power honing, a high – performance alternative for hard finishing

Dr. Ing. Johannes Becker

(Gleason)

Abstract: With the requirement of silent gear running in transmission and economic in manufacturing industry, the traditional gear hobbing – shaving – heat treatment – finish process has its capacity limit to achieve this goal. By applying grinding in gear harden stage and followed by traditional honing make gear manufacturer very hesitated because of cost reason. The introduction of Gleason HURTH Power Honing by using unique Spheric HoningTM technology resolves this conflict very well – both in finished gear quality, noise behavior and also in economic side. The research and development of this technology intents to give manufacturer a high performance alternative for hard finishing.

Keywords: Power honing Spheric HoningTM Honing stock amount Cross angle varies continuously Infeed strategy EGB

1 介绍

采用内齿工具进行齿轮珩齿,早在 20 世纪 80 年代就被汽车工业采用。作为辅助的精加工手段,珩齿经常在磨齿工艺后进行,其目的在于修整磨后齿面的纹理,降低噪声水平。工业经验表明,珩齿后的齿轮具有更好的降低噪声性能。珩齿的另一个应用在于对热处理后的齿面进行抛光,以消除热处理前运输过程中的磕碰与毛刺,或轻微改善剃齿在热处理后出现的齿面热处理变形。这些要求,特别是改善磨齿后的齿面纹理条件以降低噪声水平的珩齿齿面,往往只需去除较小的珩磨余量即可实现,此时的齿面珩磨余量通常只有几个微米。20 世纪 80 年代的珩齿工艺,最大珩磨余量无法超过 $10\mu\text{m}$ 。这样的加工工艺决定了此类珩齿工艺无法彻底改善齿轮的齿面几何形状。当时,对齿轮齿面几何形状的改善,或为了保证齿轮在

实际工况运动中受到负载产生变形后的正常啮合关系,提出对齿面形状的提前修整要求,是无法满足的。因此齿轮的精度和质量完全取决于珩齿前的精加工工艺,而珩齿仅仅是附加工艺,不是必须的,其作用只能改善齿面纹理,略微降低噪声水平。

开发珩齿工艺的真正意义,在于通过优化制造工艺,减少独立的加工步骤,在满足改进齿轮质量和精度的同时,达到降低加工成本的经济要求,即:提高齿轮珩齿的性能;减少两道磨齿后珩齿的传统方法精加工工艺;采用热处理后单一的齿轮精加工工艺——强力珩齿工艺。

为了达到以上要求,需在不同领域对传统珩齿工艺进行许多改进,例如:

- (1)机床结构:机床数控轴运动,机床刚性,加工结果要求,工装夹具,加工工具等等。
- (2)工艺策略:珩磨轮修整工艺和齿轮珩齿工艺的选择。
- (3)工具:珩磨轮材料,珩磨轮直径。
- (4)它们的工作环境。

在 20 世纪 90 年代初,几家齿轮机器制造商就把注意力转向强力珩齿上。根据上面所提的要求,从不同方面进行努力,包括从简单的增强机床刚性到采用新的运动学加工工艺和新的工艺策略,包括开发电子齿轮箱系统。同时,工具的发展也帮助了工艺的开发。经过多年开发,强力珩齿工艺已经成为齿轮加工中独当一面的,具有重要意义的工艺。

基于多年剃齿和其他类似精加工工艺方面的经验,鉴于这些工艺的几何运动方式非常接近于齿轮珩齿工艺,Gleason - HURTH 工厂于 1993 年推出了全新开发的强力珩齿机床和 Spheric Honing™(球面珩齿)工艺。到 2002 年底,已经交付了超过 105 台采用这一特殊工艺的强力珩齿机床。主要用于不同的汽车齿轮工业和工业用途齿轮加工行业,还应用于一些特殊的齿轮加工用途上。

2 齿轮珩齿的原理

2.1 为什么要进行齿轮珩齿

齿轮珩齿是一种硬齿面加工工艺。珩齿时,齿面已经加工完毕,并且经过了热处理、齿面硬化。类似于磨齿、齿面抛光和硬齿面剃齿,珩齿工艺的加工是采用不确定切削型面和几何形状的工具来加工齿面的,类似于磨料磨齿。但是,从另一个角度说,珩齿必须使用具有齿形的工具,类似于齿面抛光和硬齿面剃齿,其加工工具为齿状工具。

齿轮珩齿的工艺特征是采用内齿工具,即用内齿珩磨轮对外齿齿轮进行珩磨。与外珩磨轮相比,内珩磨轮在与工件配合时具有更好的效果,这一点得益于径向的进给压力。尽管在非常高的进给压力下,凸起的工件轮廓与反凹的珩磨轮轮廓接触时不会产生不利于齿面接触的变形。这一有利的配合特性是采用内齿珩磨轮可以获得卓有成效表现的主要原因,特别是当采用树脂粘结剂的珩磨轮时,可在非常短的时间内去除很大的珩磨加工余量。

在珩齿工艺中,珩磨轮和工件是一种成形面的接触,即齿面与齿面的接触。两者的轴互相之间具有一定的轴交角。象剃齿一样,这种轴交角的布置使得齿轮和珩磨轮在运动时不仅齿面之间具有展成运动,同时沿齿长方向也具有相对滑动运动。这种沿工件齿形和齿向方向运动速度矢量的复合产生了一种类似于剃齿的齿面纹理。具有这种纹理的齿轮齿面在传动中具有非常有效的降低噪声表现。

采用珩齿的特殊运动方式,如在齿面高度方向采用不同的切削参数和采用很低的加工速度,使用单位获得的工艺特性将在 2.2 节中进行讨论。

尽管按照 DIN 标准,珩齿工艺并不能满足真正意义上的珩齿技术要求,这个术语已经广为接受。按名称的含义,只是带给齿面更低的表面粗糙度,即具有珩齿所产生的齿面表面粗糙度特征。在有些论文中,这种加工方法被称作“剃磨”,因为其运动学特征类似于剃齿工艺,并且其齿面加工纹理类似于低速状态下的磨齿工艺。

术语“强力珩齿”通常定义为:在热处理后直接采用珩齿方法,对较大的加工余量进行珩磨的独立的精加工工艺。“强力珩齿”和传统的“齿轮珩齿”工艺可以从齿面单边加工余量是否只限制在几微米的限量上区分出来。强力珩齿通常采用公司设定的名称,或注册商标所述 Spheric Honing™“球面珩齿”来强调这一

特定工艺的特殊性能。

2.2 齿轮珩齿的运动原理

如上所述,齿轮珩齿的运动原理类似于热处理前的剃齿工艺,不同的是采用内齿结构的珩磨轮作为工具,从而改善珩磨轮与工件的啮合条件。无论是剃齿还是珩齿,加工工具即珩磨轮,和工件处于双面啮合状态,珩磨轮的轴线与工件的轴线具有一定的轴交角,形成一种轴线交错的双曲线式斜齿轮的配合状态。其运动关系是基于在旋转对称的珩磨轮和工件的子截面上,两者相互之间在空间上形成一种交差运动关系。

珩磨轮和工件的轴线交错,使它们的啮合点在齿面的齿向方向产生相对滑动运动。这种接触在整个齿面上贯穿始终,接触点的大小和运动方向取决于轴交角的大小和位置。这种沿工件齿向方向的相对滑动,与展成运动中沿齿形方向的相对滑动复合,最终产生整个齿面的展成运动。

这种沿齿向方向和齿形方向相对滑动运动的叠加,最终在齿面上产生了典型的加工弧线纹理。由于在齿形方向位置不同的各点齿形方向的相对滑动速率的不同,经过与齿向方向的运动复合之后,造成了整个齿面上加工弧线纹理方向的变化。这一点与磨齿不同,珩齿工艺不会在齿面上产生周期循环式的齿面纹理,而这种周期循环的齿面纹理却是激发噪声产生的原因。因此,珩齿过后的工件齿面纹理方向连续变化性,彻底避免了磨齿后齿面纹理周期性的现象。从而使得齿轮传动过程中,齿面纹理造成的啮合频率保持在一个非常低的频谱范围内,从而降低了噪声。

在珩磨轮与工件齿面的接触点,二者的展成位置在理论上处于端截面上。在这个接触点上,工件和珩磨轮对应于其各自相应的展成位置,具有各自不同的曲率半径。

对于双面啮合结果,工件的左右齿面是处在同时的啮合状态中。因此,齿向方向相对滑动速度的方向取决于工件的旋转方向。在齿轮的齿廓的一面,如果沿齿顶到齿根方向具有一种“拖动”式的滑动运动,那么在另外一边则产生正好相反的“推动”式的滑动运动。因此,齿面的加工弧线和加工纹理不会受到影响。

2.3 珩磨工具和加工设备

珩齿工艺中采用不确定切削型面的加工工具来进行加工。简单地说,所有的已知磨削工具的材料都可以使用。珩磨轮工具在本质上可以分成两类,即可修整型和不可修整型。

2.3.1 可修整型珩磨轮工具

对于外齿轮工件加工,通常使用树脂粘结剂或者玻璃粘结剂形式的可修整珩磨轮。这种珩磨轮材料是在粘结剂的基体里采用特殊熔合或者烧结技术复合上氧化铝磨粒。这种散布的磨料在压力的作用下,从工件齿面上磨除金属,产生磨削作用。

珩磨轮材料的构成,即各种成分所组成的比例(磨料,粘结剂和气孔),对珩磨轮加工时性能的表现起着很大的作用。传统上,珩磨轮材料由熔结氧化铝和环氧树脂粘结剂组成,这种材料一直被用来进行齿面的抛光处理。以这种材料制作的珩磨轮具有非常高的弹性,可以提供很好的表面处理能力并具有很长的珩磨轮的寿命,但是这种材料并不适用于大齿面加工余量的珩磨。

为改善金属珩磨量,粗粒度特殊熔合氧化铝磨粒,更强的粘结剂材料或者高质量的氧化铝或复合材料在新的珩磨轮上得到了应用。例如,通过使用烧结氧化铝材料的珩磨轮可以获得更长的珩磨轮寿命和更好的齿形保持能力。另外,使用玻璃粘结剂的珩磨轮材料对提高金属切除率也具有非常好的效果。然而,由于这种材料的脆性较大,以及较低的阻尼特性,采用玻璃粘结剂材料的珩磨轮轮齿在使用过程中易出现齿部破碎趋向。

如果采用复合珩磨轮材料,就可以获得上述两种材料各自不同优点的组合,例如采用玻璃粘结剂的材料具有良好的加工特性和树脂粘结剂材料很好的阻尼特性。这种复合材料是通过在树脂粘结剂材料中均匀植入颗粒非常细小只有几微米的玻璃粘结剂,并混合氧化铝磨粒,从而复合制成的。这种复合材料制成的珩磨轮具有非常好的金属切除率,同时有很高的齿形保持能力,能获得很低的齿面表面粗糙度。

珩磨轮材料的硬度,强度和抗磨损性能直接影响到珩磨轮的寿命,以及金属加工的切除率和齿形保持能力,最终决定了工件的齿面质量和几何精度。因此,在制造珩磨轮的时候必须考虑选择适当的珩磨轮复合材料,和珩磨进给压力的控制技术,以保证珩磨轮材料在加工过程中磨粒脱落后自锋利能力,以获得连续恒定的加工质量。