

# 林辉教授谈今后的齿轮研究课题

日本东京工业大学精密工学研究所齿轮研究室林辉教授，早年从事船用大齿轮的精度测量、波度测量、齿轮误差的频谱表示法、行星齿轮机构的均载理论研究，并获得工学博士学位。近年来又在齿轮制造误差与动态性能的关系、利用陀螺仪的精密运动来测量低速转台的回转不均匀度以及微小机构等方面开展新的研究工作，从而在日本齿轮界享有一定声誉。他于1980年5月任日本精机学会理事，活跃于诸如1981年东京召开的国际齿轮和传动装置会议上，任学术秘书长职务。

今将他1982年12月应邀来华讲学期间提供的，关于今后的齿轮研究课题介绍如下。

齿轮研究不仅历史悠久，而且与此有关的学术领域也越来越广，因此为了表达齿轮研究课题的全部内容，必须进行分类和整理。这里，简单地分成设计、测定和制造三大类。研究课题的内容则是在近年来的学术报告和论文集等见到的，并加上自己的见闻形成的。为了避免遗漏，曾经请几位齿轮研究者和工程技术人员进行过补充和修改。结果，其内容相当庞大，集中成为下列四十个项目。无论哪一项都是重要的，但其中特别引人注目的用黑体字表示，在国际齿轮会议或国内研究会议上成为议题的用方框来表示。题名后面括号内表示的是具体实例和特殊的方式。题名前面的标记表示的是：由来已久的研究课题为●；较新的研究课题为○；最近开始提出来的研究课题为★。另外，课题前面的序号是为了参考引用方便而加上去的。课题名称后面的标记表示的是：一直在进行的研究课题为→；今后可能要开展研究的或细水长流进行的课题为→；非常活跃进行着的课题为⇌；今后可能活跃进行的课题为⇌。

对于几何学问题的研究工作有的已很成熟，但是对于应力、润滑、振动等问题和加工、误差等问题的研究，由于其现象比较复杂，它们的理论基础也免不了是近似的。它们的研究内容，将会随着理论分析方法和实验技术的发展而更加严格和得到改善。我认为齿轮的研究虽然很难得出划时代的成果，但在广泛的工程领域里对各种研究课题的挑战和实用化的期望，仍是不可缺少的一个方面。

本稿的完成曾经得到石川二郎、上野拓、寺内喜男、服部宽二等先生以及其他齿轮研究组的帮助。

●齿轮的标准化ISO、JIS、JGMA标准的充实。

## 1. 设计方面

### 1.1 整体

1 ○ **低噪声** (噪声的发生，传波机理的解释，齿轮箱的振动和噪声分析) ⇌

2 ● **小形化** [高强度齿轮的开发 (W-N齿轮的动负荷)，大型行星齿轮的实用化研究 (动负荷，负荷平衡)] →

3 ○ **高效率化** [最佳匹配 (信号模拟图形化理论)，效率计算法] →

### 1.2 几何

4 ● **齿形最佳化** (应用计算机作图) →

5 ○ **齿轮最佳化** (行星齿轮、螺旋圆锥齿轮、非圆齿轮的计算机辅助设计) →

### 1.3 强度

6 ● 弯曲面压强度计算的精确化 (误差、动负荷、运转条件、本体结构等的考虑) →

7 ○ 高可靠性化 (概率论的导入) ⇔

8 ★ 磨损强度计算公式的确立 (低速大负荷齿轮) →

9 ★ 特殊材料的强度算法 (非铁金属、烧结合金、塑料、碳纤维增强塑料) →

### 1.4 基础

10 ● 各种齿轮材料的强度试验 →

11 ★ 疲劳强度的高速试验法 →

12 ○ 内齿轮、圆锥齿轮齿根弯曲应力分析 (边界元素法) →

13 ○ 齿轮主体结构、淬火残留弹流体动力学接触、离心力场应力分析 (有限元素法、三维光弹性) →

14 ○ 划伤 (刻痕) 理论的确立 (油膜破坏机理的解释) →

15 ○ 高速齿轮非稳定齿面润滑理论 →

16 ● 高速齿轮润滑剂、润滑法、冷却法 →

17 ○ 高速齿轮齿面分离振动、可变参量振动 (动负荷与噪声之间的关系) →

### 1.5 其他

18 ● 特殊齿轮的开发 (自锁直齿圆柱齿轮、谐波齿轮传动、行星齿轮泵、衰减器等) →

19 ★ 特殊环境齿轮的开发 [真空中 (润滑法、疲劳强度), 海水中 (大静负荷、腐蚀), 非常用 (产生故障也能延长使用)] ⇔

20 ○ 蜗轮 (高负荷、高效率化), 准双曲面齿轮 (理论分析), 齿联轴节 (强度、效率计算公式的确立) →

## 2. 制造方面

### 2.1 高效率化

21 ○ 加工系统的最佳化、非圆齿轮的计算机辅助加工, 切齿的数控化) →

22 ● 滚齿 (大形超硬滚刀、大模数齿轮的加工)、特殊切齿 (内齿轮的成形切齿、用齿条连续切齿) →

23 ○ 高速磨齿 (CBN砂轮的应用、大形齿轮、内齿轮) →

24 ★ 特殊材料齿轮的制造法 (烧结合金、塑料、碳纤维增强塑料) →

### 2.2 高精度化

25 ○ 放电加工 (高速、高精度化) →

26 ★ 在生产线上的测量和控制 ⇔

27 ○ 加工的理论分析 (剃齿、滚压、辊光等的定量化) ⇔

28 ○ 热处理的精密化、毛刺、碰伤的除去方法等 →

## 3. 测定方面

### 3.1 误差与性能

29 ○ 个别误差与动负荷、噪声的分析 →

- 30★ 性能误差的表现法和测定法的开发 (单面啮合误差的处理、准双曲面齿轮的质量检查法等) ⇔
- 31★ 误差的公差表示法 (导入概率论) →→
- 3.2 误差测定
- 32○ 高精度化 (激光的应用等), 自动化测定、在生产线上进行测量 (滚齿机上) ⇔
- 33● 大形齿轮 ( $d_o > 2m$ ), 微小齿轮 ( $m < 0.5$ ) 的误差测量方法的开发 →
- 34● 圆锥齿轮、蜗轮、非渐开线齿轮的测定 (三坐标测量仪和计算机的应用) →
- 35○ 齿轮机床的精度测定、补偿法 (大形滚齿机回转精度的测定和补偿) →
- 3.3 振动和噪声
- 36○ 声能量、体感振动的测定与评定方法 ⇔
- 37○ 声源位置的测定 (声全息照相测量等) →
- 38★ 故障予知、运转状态的监控 (异常判断法) ⇔
- 3.4 其他
- 39★ 齿轮装置效率的精密测定 (98~100%) →→
- 40★ 齿面接触应力的测定, 表面疲劳寿命的测定 →→

孙麟治、李元燮整理。原文参见《精密机知》1981, N0.9.