

非标准 TOP 型蜗轮的测绘与计算

高丽芹

(大同煤矿集团有限责任公司 中央机厂, 山西 大同 037001)

摘 要: 比较普通蜗杆传动与 TOP 型蜗杆传动的特点, 分析平面二次包络蜗轮的形成原理, 叙述关于损坏的非标准 TOP 型蜗轮的测绘内容, 蜗轮结构及材料的选择。重点论述 TOP 蜗轮 6 项主要几何尺寸的计算方法和步骤以及蜗轮加工的技术要求。

关键词: TOP 蜗轮; 测绘; 几何尺寸; 技术要求

中图分类号: TH132.44

文献标识码: A

1 前言

蜗杆传动在机械传动中具有很大的传动比, 结构紧凑, 传动平稳, 自锁性好, 噪声较小等主要优点, 但是普通的圆柱蜗杆传动效率低, 承载能力低, 不能满足一些特殊要求。比如需要承载能力提高 24 倍时, 就需特殊的环面包络蜗杆传动。

环面包络蜗杆传动有 3 种类型, 其中之一为平面二次包络环面蜗杆传动, 简称 TOP 型, 它的形成原理为: 蜗杆外形以一个凹圆弧为母线绕蜗杆轴线回转而形成环面。母线为平面时, 称为平面包络环面。而蜗轮齿面又由上述蜗杆的齿面为母线包络形成, 即由与该蜗杆参数形状完全一致的滚刀展成, 制成该蜗轮, 需 2 次包络运动, 故称平面二次包络环面蜗杆传动。这种蜗杆传动特点是多齿接触和双接触

线接触, 因此, 扩大了接触面积, 改善了油膜形成条件, 增大了齿面间的相对曲率半径, 这就是提高传动效率和承载能力的原因所在。

2 蜗轮的测绘

1958 年从德国进口的 3 t 电弧炉的倾炉机构就是 TOP 型蜗杆传动, 间断起动, 起动负荷较大, 蜗轮历经 40 余 a, 齿面胶合失效, 齿厚减小 3 mm, 而减速机壳体与蜗杆完好, 应予保留, 更新蜗轮需重新测绘设计。

由于速比不变, 保留原蜗杆头数和蜗轮齿数不变, 已知蜗杆头数 $z_1 = 1$, 蜗轮齿数 $z_2 = 120$, 传动比 $i = 120$, 而标准系列中 $z_2 < 93$, 得知该蜗杆传动为非标准 TOP。

由测量可知: 蜗轮齿宽 $b = 47$ mm, 螺旋方向为

基圆半径 $r_b = 366.083 7$ mm; 基圆柱螺旋升角 $\lambda_b = 67^\circ 32'$; 螺旋参数 $p^* = 885.093 6$ mm;

分度圆齿槽宽 $W = 20.803 5$ mm; 砂轮与工件轴间距 $a = 579.069 1$ mm;

渐开线部分的计算, 从起始半径 $r_n = 382.357 5$ mm, 到终止半径 $r_{n1} = 409.069 1$ mm, 计算精度为 0.001 mm。可以得出 26 716 个数据, 这些离散点可以用双圆弧或 B 样条函数的算法进行处理, 转换成可进行插补计算的函数曲线, 用以控制砂轮的修形运动, 精确地修整出成形砂轮的廓形。

3 结语

本文提出的成形磨削斜齿圆柱齿轮的砂轮渐开线部分的廓形计算, 为数控成形磨削斜齿圆柱齿轮

砂轮的修形提供了一种计算方法, 也为斜齿圆柱齿轮数控成形磨削的工艺技术研究提供了理论参考。

参考文献:

- [1] 王德泉, 陈艳. 砂轮特性与磨削加工[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [2] 袁哲俊, 刘华明, 唐宜胜. 齿轮刀具设计(上册)[M]. 北京: 新时代出版社, 1983.

作者简介: 贺红霞(1969-), 女, 河南周口人, 工程师, 1992 年毕业于洛阳工学院机械制造工艺与设备专业, 并获得工学学士学位, 主要从事机械制造和工艺设计方面的工作, 现为河南科技大学机电工程学院机械制造及其自动化专业的研究生, 研究方向是: 数控技术。
Tel: 0379 - 4160724, E-mail: hehongxia2000@sina.com.

收稿日期: 2004-07-11

A calculating method for the movement contrail of grinding wheel on the basis of NC mold grinding oblique line cylinder gear

HE Hong-xia, ZHANG Luo-ping

(School of Mechanical - Electronic Engineering, Henan Science and Technology Institute, Luoyang 471003, China)

Abstract: The machining principles and characteristics of mold grinding cylinder gear are introduced in this paper. By using the non-instantaneous section envelope machining principle, a mathematical model of mold grinding helical-spur cylinder gear is established, which is a calculating method to shape axile sectional of grinding wheel for numerical control mold grinding helical-spur cylinder gear. The example illustrates the method is effective in the use.

Key words: helical-spur cylinder gear; numerical control mold grinding; non-instantaneous section envelope machining principle; axile sectional shape

右旋,蜗杆包围蜗轮齿数 $z_1 = 10$,由减速机壳体测得中心距 $a = 235$ mm,蜗杆齿顶圆直径 $d_{a1} = 63.11$ mm,蜗轮齿距 $p = 10.77$ mm。

3 选择蜗轮结构、材料及加工精度

蜗轮直径大于 100 mm,所以采用分体螺栓联接,由于原蜗轮为胶合失效,所以选抗胶合能力强的 ZCuSn 10Pb1 材料做轮圈,轮心材料 HT200,螺栓 6 根,轮圈和轮心的螺栓孔要同时铰制,加工精度选 7 级。

保留原电机输入功率 11 kW,转速 880 r/min,免去承载能力校核,直接进行几何尺寸计算。

环面蜗杆传动的模数一般不作标准值,而通常只是蜗轮端面模数 m_t 在几何计算中应用,蜗杆轴面模数与蜗轮端面模数相等。

(1) 计算 m_t (已知 $a = 235$ mm, $d_{a1} = 63.11$ mm, $z_2 = 120$, $h_a = 0.7 m_t$)

$$a = d_1/2 + d_2/2 = (d_{a1} - 2h_a)/2 + m_t z_2/2 = 235$$

mm

$$m_t = 3.431 \text{ mm}$$

用蜗轮齿距 p_2 校验, $p_2 = \pi m_t = 10.778$ 与所测 $p = 10.78$ 近似。

(2) 计算喉部螺旋升角 γ

$$\gamma = \arctg d_2/d_1 i$$

$$d_2 = m_t z_2 = 3.431 \times 120 = 411.7 \text{ mm}$$

$$d_1 = 2a - d_2 = 2 \times 235 - 411.7 = 58.3 \text{ mm}$$

$$\gamma = 3^\circ 21' 59''$$

(3) 计算分度圆齿形角 α

$$\alpha = \arcsin d_b/d_2 = \arcsin 160/411.7 = 22^\circ 52' 12''$$

d_b 根据中心距选取标准系列,成形圆 $d_b = 160$ mm。

(4) 计算蜗杆工作半角 ψ_w

$$\psi_w = 0.5\tau(z' - 0.45) = 0.5 \times 3^\circ(10 - 0.45) = 14^\circ 19' 30''$$

$$\text{距齿角 } \tau = 360^\circ/z_2 = 3^\circ;$$

蜗杆包围蜗轮齿数 $z' = 10$ (测得)。

(5) 计算母平面倾斜角 β

β 是平面包络环面蜗杆传动的重要参数,当 β 较大时,同时工作的接触线条数较多,这对齿面润滑十分有利,因此,有利于提高传动效率和承载能力,但当 β 过大时,蜗杆齿顶易变尖,因此 β 的大小直

接影响传动效果。

$$\beta = \arctg \left[\frac{\cos(\alpha + \Delta) - (d_2/2a)\cos\alpha}{\cos(\alpha + \Delta) - (d_2/2a)\cos\alpha} \right] / i = 6^\circ 25' 12''$$

其中: $i = 120 > 30$, 选取 $\Delta = 8^\circ$; $\alpha = 22^\circ 52' 12''$, $d_2 = 411.7$ mm, $a = 235$ mm。

(6) 计算蜗轮分度圆法向齿厚 S_{n_2} 和弦齿高 h_{a_2}

$$S_{n_2} = 0.55 p_2 \cos\gamma = 5.92 \text{ mm}$$

$$h_{a_2} = h_a + 0.5 d_2 [1 - \cos \arcsin 0.55 p_2/d_2] = 2.42$$

mm

其中: $h_a = 0.7 m_t$, $p_2 = \pi m_t$, $m_t = 3.431$ mm, $\gamma = 3^\circ 21' 59''$ 。

公差按中心距及精度等级从设计手册选取。蜗轮加工的技术要求:轮缘和轮心装配好后再精车和切制轮齿;齿底刀痕的尖峰部分要铣平;加工蜗轮时刀具中间平面极限偏差 $+0.08$ mm;齿面粗糙度 0.8 μm ,根据以上数据绘制蜗轮图,如图 1 所示。

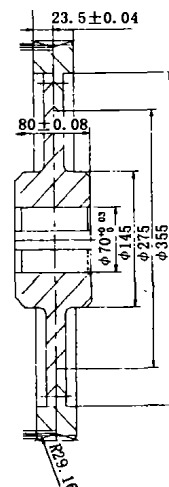


图 1 TOP 型蜗轮示意图

Fig. 1 TOP type turbo diagram

蜗轮按图 1 加工好后,与蜗杆啮合良好,以上步骤与方法为非标准的 TOP 型蜗轮的修理提供了经验。

作者简介:高丽芹(1973-),女,山东禹城人,1992年毕业于太原冶金工业学校(冶金机械专业),现在大同煤矿集团公司中央机厂铸造分厂从事设备管理工作,助理工程师。Tel:0352-7037741。

收稿日期:2004-06-24

The surveying and drawing and calculation about not standard TOP type turbo

GAO Li-qing

(Datong Coal Mine Group Co., Ltd., Center Machinery Plant, Datong 037001, China)

Abstract: This article compared the feature of ordinary turbo's pole transmission and TOP type turbo's pole transmission. The article analysed formation theory about plane two times encirclement. The article talked surveying and drawing content about damaged not standard TOP type turbo, and how to select turbo's structure and material. The article stressed discussing the calculating method and step in designing six main geometric measurements, and technology require of turbo machining.

Key words: TOP turbo; surveying and drawing; geometric measurement; technology require