

论文编号:1001-3954(1998)10-0030-31

# 大型管磨机用行星齿轮减速器的设计

471039 河南洛阳 中信重型机械公司减速机厂 吴序秋 李永昌 王虹 孙志军

大型管磨机对磨机传动装置的要求较高,经对各种磨机传动装置进行技术经济分析,认为行星齿轮传动具有效率高、传动平稳、噪声低、安装调试简单和使用维护方便等优点。因此,我们设计了2 000 t/d水泥磨机用2 800 kW行星齿轮减速器。

## 一、减速器齿轮参数设计方法

根据水泥磨机的特点及对传动装置的要求可归纳总结出2 800 kW水泥磨机减速器的设计依据:传递功率  $N = 2\ 800\ \text{kW}$ ,输入转速  $n = 590\ \text{r/min}$ ,减速器速比  $i = 35 \sim 42$ ,安全系数  $S_H > 1$ ,  $S_F > 1.5$ ,轴承寿命  $> 20$  年。所有齿轮均按无限寿命设计。

该减速器拟采用NGW两级行星齿轮传动型式,每一级都通过一个太阳轮W输入,经一个内齿圈N,三个行星轮G由转架输出,两级之间用鼓形齿齿套联接。采用优化设计方法,使齿轮参数满足等强度条件,而减速器结构设计需满足最小体积和重量。

优化设计是应用本公司齿轮研究所开发的RODS软件进行设计的。该软件是针对低速重载齿轮传动而开发的,同时吸收了从事齿轮设计,制造多年的专家们的实践经验。其优化原理为:减速器的设计变量存在离散问题,我们采用可行枚举法进行优化设计,也就是罗列设计变量的所有可能组合,计算满足所有约束条件的组合及其目标函数,最后得到最优解。

优化设计流程图如图1所示。

优化设计结果见表1(只列一种  $i = 37.97$  的参数)

确定上述齿轮参数还基于以下考虑。

1. 中心距 由于受到加工能力的限制并经技术经济分析,2 800 kW行星齿轮减速器需采用把合式结构,即前中后机体与两级内齿圈通过螺栓串接起来,在结构及安装方面有许多特别限制。其中,两级内齿圈外径的差别不能太大,必须采用较相近的中心距。

2. 齿宽的选择除满足强度要求外,同时又受安装尺寸、轴承宽度以及机床加工范围的限制。

3. 由于通常水泥磨减速传动比  $i = 35 \sim 42$ ,单级速比  $i > 5$ ,所以其薄弱环节为外啮合。为使内外啮合等强度,外啮合常采用正变位角修正。

## 二、减速器的结构特点

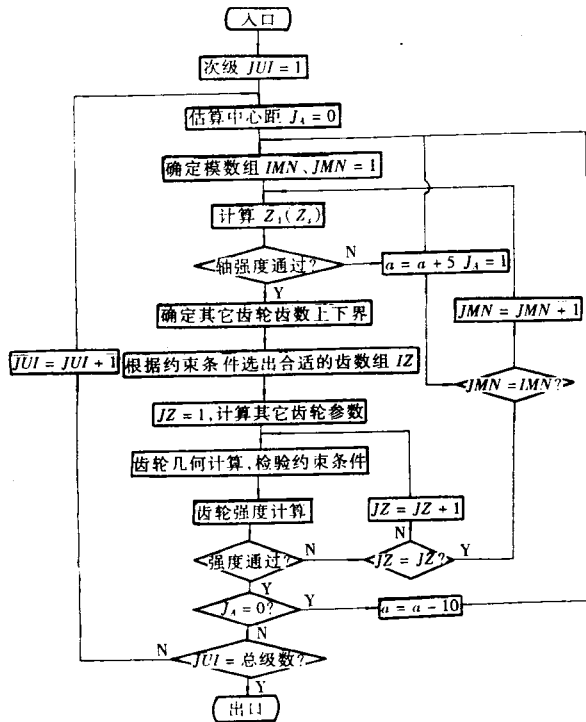


图1 优化设计流程图

表 1 mm

项目名称	高速级				低速级				
	浮动齿套 鼓形齿	内齿	太阳 轮	行星 轮	浮动齿套 鼓形齿	内齿	太阳 轮	行星 轮	内齿 轮
齿数 Z	34		24	57	40		24	44	111
模数 m	10			16	14			25	
压力角 $\alpha_n$	20			20	20			20	
修正系数 x	0.3		0.45	0	0.45		0	0	0.53
齿宽 b	80			190	110			340	315
中心距 a				655				850	

2 800 kW行星齿轮减速器的结构见图2。它具有以下主要特点。

1. 减速器采用把合式结构,焊接机体,它将使减速器在具有同样刚性的情况下重量减轻。与整体机体ZJ型减速器相比较,缩小了体积,减轻了整机重量。

2. 高速转架输出端及输出轴与联轴器联接处均采用柱销联接。与常规结构相比较,高速转架上省去了一对内外齿。在确保使用的前提下,简化了结构,节省了加工成本,缩短了减速器的整体长度。

3. 两级行星均采用太阳轮浮动,结构简单,传动效率高。串接处采用浮动齿套,鼓形齿联接,调整灵活。

# 低转速多腔型冲击式破碎机的研制和应用

200237 上海 上海多灵一沃森机械设备有限公司 王静娟

**冲**击式破碎机因其具有破碎比大、能耗低、结构简单和产品粒度为立方体等特点,已得到广泛的应用。然而,冲击式破碎机的破碎对象都是抗压强度小于 150 MPa 的石灰石、大理石、石棉等。

本公司在对国内外硬岩冲击式破碎机做了专题调研后,开发了新一代的适合于生产混凝土集料(又称骨科)的低转速多腔型硬岩冲击式破碎机。该系列设备投入市场后,因其生产能力高,粒度形状好,磨损低而获得了肯定。

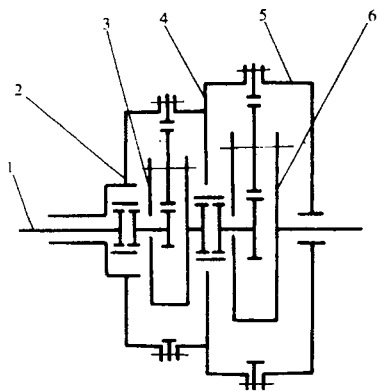
## 一、设备设计

### 1. 腔型设计

低转速多腔型冲击式破碎机通过增加破碎腔强化选择性破碎,有效合理地分配了设备的重量。与同类产品相比,在破碎大块硬物料时,足够的转子转动惯量使转子不会失速,不会因转动惯量不够造成部分冲击能量消耗成无用功。

反击装置(如图 1 所示)是自重力机构,具有充裕的重力矩。破碎机工作时,反击装置籍自重保持正常工作。对待碎物料而言,反击装置犹如一块固定的砧板,过铁时,反击装置迅速抬起,异物排出后又重新返回原处。带有三腔反击板的反击装置与国内 80 年代引进的同类型硬岩反击破碎机比较,其最大优点是后二腔反击板悬挂点与一级反击板悬挂点重叠(详见本公司专利,专利号为 96229341.5),后二级反击板的重力矩是同类产品的 3 倍。在破碎硬物料粒级范围 0~20 mm 时,其优点显著得到反映,生产能力高达同类设备的 1.5~2.0 倍。

在粒度可比的情况下,采用多腔型冲击式破碎机设计主要有两大优点。(1)生产能力高,尤其是生产公路路面集料:0~4.75 mm,4.75~9.5 mm,9.5~13.2 mm,13.2~19 mm。(2)产品粒度均整,三腔型破碎腔较二腔型破碎腔粒度范围窄,即产出相同产量的物料,可用粒度比例大。



1.入轴 2.机体 I 3.高速转架装置 4.机体 II 5.机体 III 6.低速转架装置

图 2 行星齿轮减速器结构图

4.减速器的外啮合齿轮全部采用硬齿面齿轮,硬度达 HRC57+4,采用低碳合金钢渗碳淬火,进行磨齿。齿面精度可达 GB10095-88 标准的 6 级。行星齿轮传动的内齿轮采用中硬齿面,优质合金钢调质,硬度可达 HB340,内齿轮拟采用滚切加工,精度可达 GB10095-88 标准规定的 7 级。

5.减速器采用压力循环润滑与油池飞溅润滑两种润滑方式。正常工作时采用压力循环润滑,减速器箱体内不存油,优点是可以减少搅油损失,有利于齿面油膜的形成,提高传动效率。当压力循环出现

故障时,可调整回油管、阀,机体内存部分油,机体即是油箱,在这种情况下,减速器采用油池飞溅润滑。

## 三、与同类型水泥磨机用减速器技术性能比较 (见表 2)

比较对象为:1.国内已投入使用的最大型号磨机用 2 000 kW 行星齿轮减速器;2.1987 年引进的丹麦史密斯公司磨机用中心驱动双分流 TSX1670A 减速器。

表 2

比较项目	2 000kW 行星 齿轮减速器	2 800kW 行星 齿轮减速器	TSX1670A 减速器
配套磨机规格	3.5 m × 11 m	4.2 m × 11 m	4.2 m × 11 m
电机功率(kW)	2 000	2 800	2 500
减速器质量(kg)	57 406	62 500	74 530
最大外形尺寸(mm)	2 890 × 3 500 × 2 975	3 435 × 3 900 × 3 500	6 482 × 6 620 × 4 460
单位质量传递 功率(kW/t)	34.8	44.8	33.5
传动效率	0.96	0.96	0.92
齿形	渐开线直齿	渐开线直齿	渐开线斜齿
结构特点	全包铸造机体	焊接机体	焊接机体

由表 2 可见,2 800 kW 行星齿轮减速器具有体积小、重量轻和传动效率高的优点。□

(收稿日期:1998-05-07)