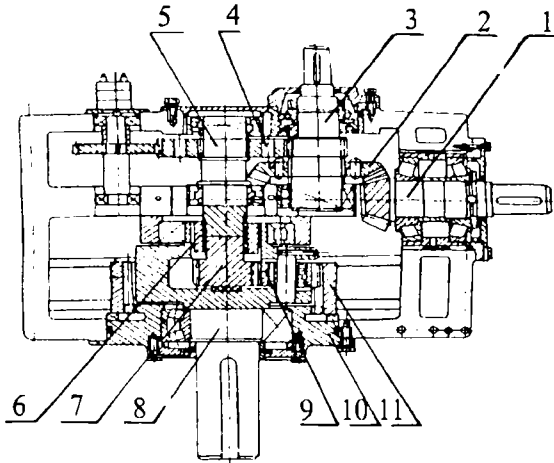


井下带式输送机用弧齿锥齿 —行星齿轮减速器的结构及其冷却

无锡采煤机械厂 王志平

煤矿井下万吨高产、高效工作面要求带式输送机距离长、速度快、输送量大，驱动功率已超过250kW。如采用相应功率的定轴展开式ZSY型齿轮减速器，其体积和重量庞大，不便于井下运输、安装；且输入轴中心到输出端面的距离增大，也会增加煤巷宽度和巷道开拓量。因此我厂吸取国内外经验，与煤炭科研总院上海分院合作研制了弧齿锥齿—行星齿轮减速器。该减速器在国家采煤机质量检测中心通过1000h寿命试验和性能试验，1995年经煤炭科研总院组织技术鉴定，同年获煤炭工业部第十三次科学技术进步奖三等奖。



1—主动弧齿锥齿轮；2—被动弧齿锥齿轮；3—齿轮轴；4—圆柱齿轮；5—齿轮轴；6—齿圈；7—太阳轮；8—行星架；9—行星轮；10—端盖；11—内齿圈

图为输入功率250kW，速比30.5的落地式弧齿锥齿—行星齿轮减速器的结构示意图。第一级采用弧齿锥齿轮，第二级采用渐开线直齿圆柱齿轮定轴传动，第三级采用2k-H行星齿轮传动。当传递功率、速比相同时，比普通的NGW型行星齿轮减速器轴向尺寸减少5%，比ZSY定轴传动体积小41%，重量减轻58%，且可同时安装制动器和逆止器，满足了大倾角带式输送机制动逆止的特殊要求。减速器的齿数、模数、齿宽见下表。

级别	齿数	模数	齿宽
第1级	$Z_1=15$	$Z_2=38$	$m_1=10$ B=61
第2级	$Z_1=19$	$Z_2=50$	$m=8$ B=70
第3级	$Z_a=19$ $Z_b=24$	$Z_b=68$	$m=8$ B=115

减速器的散热和冷却问题十分棘手，试制过程中，曾先后采用盘状紫铜管冷却、列管式冷却器冷却，经试验效果都不理想。最后采用目前的板翅式冷却器冷却，效果较好，而且安装在减速器外壳上，便于维护。

例如SSX2500-40B弧齿锥齿—行星齿轮减速器按连续工作的条件计算，每小时产生热量为12643.72kcal，减速器机壳自然散热量为6187.5kcal/h，散热能力明显不够。为提高减速器的散热能力，应增加减速器的散热面积或采取强制冷却。前者必然使减速器体积和重量增加，不利于井下使用；后者则既可采用风扇吹风，也可采用水冷却润滑油池和循环油冷却。现根据这三种情况从理论上加以分析：

用风扇吹风

$$Q_{2a} = (KS'' + K'S')(T_{max}' - T_0) = 6637.5 \text{ kcal/h}$$

式中 S'' —减速器机壳未被吹到的面积 m^2 ；

K' —减速器被风吹到部位的散热系数 $\text{kcal}/m^2 \cdot \text{C} \cdot \text{h}$ ；

S' —减速器被风吹到部位的面积 m^2 ；

T_0 —环境温度 C ；

T_{max}' —减速器采取冷却措施后所允许的最高温度 C 。

理论上不能满足热平衡条件。

用水冷却润滑油池

根据热平衡条件设计了 $\varphi=40\text{mm}$ ，长度10.5m的紫铜管冷却器，其散热量为：

$$Q_{2b} = KS(T_{max}' - T_0) + K''S_g [T_{max}' - 0.5(T_1 + T_2)] = 13335.3 \text{ kcal/h}$$

式中 K'' —紫铜管的散热系数 $\text{kcal}/m^2 \cdot \text{C} \cdot \text{h}$ ；

S_g —紫铜管的散热面积 m^2 ；

T_1 —冷却管进水温度 C ；

T_2 —冷却管出水温度 $^{\circ}\text{C}$ 。

虽满足热平衡条件,但试验结果未达到热平衡(油温已超过 90°C),而且 $\varphi = 40\text{mm}$ 的紫铜管加工不方便。

GLC₂-1.3 列管式冷却器的情况如下:

$$Q_{2c} = KS(T'_{\max} - T_0) + K_c S_g [(T'_{\max} - 0.5(T_1 - T_2))] = 17125\text{kcal/h}$$

式中 K_c —列管式冷却器的散热系数 $\text{kcal/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$
 S_g —列管式冷却器的散热面积 m^2

满足热平衡条件,但在煤科总院上海分院测试中心试验时,热平衡温度为 87°C 超过 ZBD93008-90 《煤矿井下带式输送机技术要求》标准所规定的数值。

用板翅式冷却器循环油冷却:

$$Q_{2d} = KS(T'_{\max} - T_0) + k_d S_g (T_2 - T_1) = 18227.16\text{kcal/h}$$

式中 K_d —板翅式冷却器的散热系数 $\text{kcal/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$

满足热平衡条件,而且在西安国家冶金重型机械质量检测中心试验时,热平衡温度为 73°C ,达到 ZBD93008-90 标准的要求。可见弧齿锥齿—行星齿轮减速器结构合理,有利于煤矿井下使用,采用板翅式冷却器循环油冷却,基本解决了井下硬齿面行星减速器因体积减小而带来的发热问题,满足了井下带式输送机连续工作的要求。

(上接第 39 页)

电流。充电完毕后,由接触器将电抗器短接。如果电网谐波过大,可考虑加装滤波装置,保证补偿系统的可靠性触发控制。

TSC 系统是一个对供电网络波动无功进行动态补偿的相对独立系统,其应用形式有很大的灵活性,可按电压等级化和按应用范围划分。

按电压等级划分:

1) 低压补偿方式 该补偿方式适用于 1kV 及其以下电压的补偿。该方式可控硅和二极管使用一级即可满足耐压要求,可直接接入低压系统进行补偿。

2) 高压补偿方式 即补偿系统直接接入电网进行

高压补偿。该方式关键问题要解决补偿装置可控硅和二级管的耐压,即多个硅元件串联的均压及可控硅触发控制的同步性。

按应用范围划分:

1) 负荷补偿方式 该方式是直接对某一负荷进行针对性补偿。可以对电网中频繁启动的运转负荷进行动态补偿,消除对电网的无功冲击,该方式对提升机的补偿尤为适用。

2) 集中补偿方式 该方式是对电网供电采取系统补偿的方法来解决整个电网的各种无功功率的波动问题,这种补偿方式一般为高压补偿方式。

会议通知

《'97 国际采矿技术研讨会》

迈向 21 世纪的采矿装备与技术——回顾与展望

会议主办单位:煤炭科学研究总院

会议承办单位:煤炭科学研究总院上海分院

国外协办单位:美国科罗拉多矿业学院采矿工程系
 澳大利亚采矿技术与装备合作研究中心
 波兰考玛克采矿机械化研究中心

议题:国际先进采矿设备在中国煤矿应用的经验

采煤工作面的装备与技术

掘进工作面的装备与技术

井下运输装备与技术

采区供电系统与自动化

其他采矿装备与技术

会议将于 1997 年 10 月 16 ~ 18 日在上海举行。

凡拟在研讨会上发表的论文,请于 1997 年 2 月 28 日

前将中、英文摘要(不超过 400 汉字)提交研讨会组委会。摘要应能概括论文内容,具有关键性的数据,反映论文的水平。

提交论文摘要截止日期 1997 年 2 月 28 日

录用论文通告发出日期 1997 年 4 月 15 日

提交论文截止日期 1997 年 7 月 15 日

第二号通知 1997 年 4 月 30 日

第三号通知 1997 年 8 月 15 日

会议发表的所有论文将收入《煤炭科学研究总院“'97 国际采矿技术研讨会”论文集》。

通讯地址:中国上海市徐家汇天钥桥路 1 号 煤炭科学研究总院上海分院《'97 国际采矿技术研讨会组委会》

邮政编码:200030;电话:(021)64393017;

传真:(021)64391487