

掘进机传动装置载荷谱的研究

河海大学常州分校 张金波

摘要 对掘进机的传动装置载荷谱进行模拟研究,为掘进机设计提供了比较可靠的理想依据。

关键词 掘进机 传动装置 载荷谱 模拟

1 引言

我国掘进机的传动装置零件设计大多用类比法确定参数,然后按电机额定功率验算传动元件的疲劳强度,即假定传动元件是在静载荷作用下工作,因此使用寿命与设计计算寿命严重不符。

为了提高掘进机传动装置的可靠性,在设计阶段预测其可靠度,关键在于合理确定其载荷状态特性。而它的载荷特性可由载荷谱来评定,传动装置的载荷谱可以用实验方法或计算机模拟方法来确定。根据载荷谱可确定长时间作用在齿轮上的最大力矩 $T_{\max} = T(1 + 3\gamma_{\text{传}})u$ (式中 T 为电动机稳定力矩; $\gamma_{\text{传}}$ 为传动装置载荷的变差系数; u 为电动机和要计算的齿轮之间的传动比)。对轴进行抗扭疲劳强度计算时,可确定长时间作用在轴上的转矩最大幅值 $T_{\max} = 3\gamma_{\text{传}} \cdot T$ 。此外,根据载荷谱还可以计算切削刀具的静强度和疲劳强度。因此,对掘进机的传动装置的载荷谱的研究,可以为今后掘进机可靠性设计提供了比较可靠的理论依据。

快速地分析诊断出绝缘早期故障,已成为高压电气设备故障诊断研究的一个热点。DGA 方法是目前诊断与温度有关的故障的最重要的方法。同时, DGA 方法已经实现了在线监测。

5 结论

(1) 在变压器离线故障诊断中,常规的预防性试验结果仍然是不可缺少的诊断参量。

(2) PD 测量和 DGA 方法是重要的变压器故障诊断方法,随着这些方法在实际应用中不断完善,必将成为变压器在线检测和故障诊断更为有效的手段。

(3) 对于象变压器绕组变形等危害极大而诊断困难的故障,研究和采用新的检测方法是必要

2 掘进机传动装置载荷谱的确定

目前,确定掘进机传动装置实际的载荷谱是以确定载荷的总变差系数为基础的。计算中以传动电动机的稳定力矩为平均载荷,将其不断变化着的载荷值作为随机函数,而其瞬时值为随机量,载荷峰值的基本分布特性是以随机值变差系数表示的。

传动装置载荷的变差系数 γ :

$$\gamma = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2}$$

式中 γ_1 一由工作机构和推进机构的类型与结构特点引起的传动装置载荷的变差系数;

γ_2 一由工作机构截齿载荷变化引起的传动装置载荷的变差系数;

γ_3 一被切割岩石强度变化和掘进机的控制方式引起的传动装置载荷的变差系数。

(1) 变差系数 γ_1 的确定

对于圆锥工作头变差系数 γ_1 :

$$\gamma_1 = \sqrt{\gamma_a^2 + (K \cdot \gamma_b)^2}$$

对于圆柱工作头变差系数 γ_1 :

和紧迫的工作。

参 考 文 献

- 1 电力工业部. 电力设备预防性试验规程(DL/T596-1996), 1996
- 2 史家燕等. 高压电气设备试验方法和诊断技术. 电力工业部电化教育中心, 1996
- 3 M. E. Ghourab, Application of Artificial Neural Networks for Insulation Diagnosis, pp. 5595- 1~ 5595- 4, 9th, ISH, Austria August, 1995

作者简介 张健文 1968年4月生,讲师。1998年毕业于西安交通大学高电压技术专业,获硕士学位。现为中国矿业大学控制理论与控制工程专业博士生,主要从事电气设备工况监测及故障诊断方面的研究,发表论文6篇。地址:江苏省徐州市中国矿业大学信电学院电力工程系,邮编:221008。

(收稿日期:1998-03-22;责任编辑:胡昌炽)

$$Y_1 = \sqrt{Y_a^2 + (K \cdot Y_b)^2 + A^2(K_a^2 - 1)/M^2}$$

式中 Y_a —作用于工作头上的阻力矩变差系数:

$$Y_a = \sum_{i=1}^{n_1} Y_{Mi} / n_1$$

n_1 —阻力矩变差系数的总计算方案数;

Y_{Mi} —第 i 次计算方案的阻力矩变差系数;

$$Y_{Mi} = \frac{\sigma_{Mi}}{\bar{M}_i}$$

σ_{Mi} —第 i 次计算方案的阻力矩均方差;

\bar{M}_i —第 i 次计算方案的阻力矩平均值;

Y_b —作用于工作头上的推进力的变差系数;

$$Y_b = \sum_{i=1}^{n_2} Y_{Yi} / n_2$$

n_2 —推进力变差系数总的计算方案数;

Y_{Yi} —第 i 次计算方案的推进力变差系数;

$$Y_{Yi} = \frac{\sigma_{Yi}}{\bar{Y}_i}$$

σ_{Yi} —第 i 次计算方案的推进力均方差;

\bar{Y}_i —第 i 次计算方案的推进力平均值;

K —工作头上推进力不均匀性对传动装置载荷变化的影响, 一般取 0.8;

A —作用于工作头上阻力矩的高频确定分量的平均幅值;

$$A = \frac{\sum_{i=1}^m A_i}{m}$$

m —高频确定分量幅值的总计算方案数;

A_i —第 i 次计算方案的高频确定分量幅值;

$$A = \frac{\sum_{K=1}^N M_{\max Ki} - \sum_{K=1}^N M_{\min Ki}}{2N}$$

N —每一转内载荷峰值数;

$M_{\max ki}, M_{\min ki}$ —每一转第 i 次计算方案的第 K 次载荷峰值的最大值与最小值, 要根据工作头每一转的扭矩变化图来确定;

K_a —传动装置有动态系统对于工作头上高频确定载荷分量的放大作用系数;

$$K_a = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + \frac{4\omega^2\xi^2}{\omega_0^2}}}$$

ξ —阻尼比, $\xi = 0.12$;

ω —工作头上载荷高频确定分量的角频率;

ω_0 —传动装置的固有频率。

(2) 变差系数 Y_2 的确定

$$Y_2 = \frac{\sigma_M}{M}$$

σ_M —由截齿上载荷不稳定性所引起的传动装置载荷的均方差。

(3) 变差系数 Y_3 的确定

在人工控制的情况下, 当岩石的接触强度指数平均值 $P_k \leq 350 \text{ MPa}$ 时, 变差系数 Y_3 取 0.37, 而当 $P_k > 350 \text{ MPa}$ 时, 则取 0.28。

在自动控制的情况下, 变差系数通常取 0.14。

3 模拟程序设计

根据上述模型, 编制了传动装置载荷谱的计算机模拟程序, 程序框图如图 1 所示。

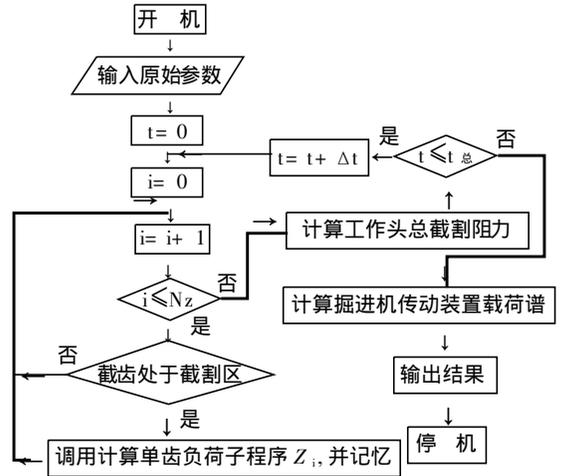


图 1 模拟程序框图

模拟时, 首先输入掘进机工作头的结构参数 (截线距、截齿安装角、截齿齿顶至工作头旋转轴线距离、截齿间相对角度), 工作参数 (工作头推进速度、工作头转速), 岩石性质 (普氏硬度系数) 及工作头工作条件 (工作头切入深度, 切削厚度的变化范围), 然后, 检查截齿数是否小于或等于总截齿数, 如满足条件, 检查该截齿是否处于截割区, 若处于截割区, 则调用计算机单齿负荷的子程序, 否则判断下一个截齿, 当所有截齿检查完毕后, 计算工作头上的平均负荷, 判断时间 t 是否小于或等于模拟总时间 $t_{\text{总}}$, 若成立, 就增加一个时间步长 Δt 继续模拟, 否则, 计算工作头平均负荷的统计特性, 计算传动装置载荷的总变差系数, 打印结果。

4 模拟程序的应用实例

利用该模拟程序,对截齿排列如图2所示的工作头的传动装置载荷谱进行模拟。

工作头类型为横轴式圆柱型,岩石的普氏硬度系数为 $f = 6$,工作头转速 $\omega = 0.752r/s$,工作头切入深度 $L = 0.2m$,切削厚度 H 变化范围 $0.3 \sim 0.5m$ 。

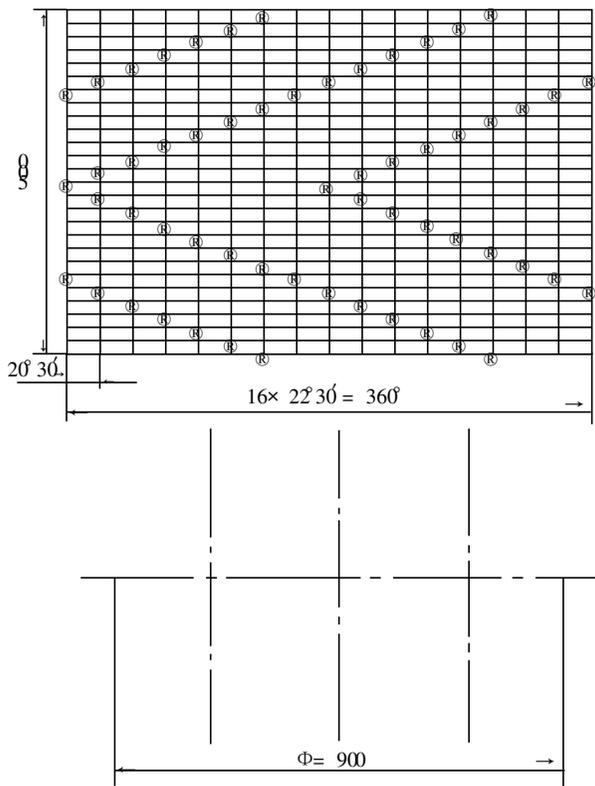


图2 截齿排列图

(上接第14页)

控制系统的节电运行方式是根据皮带的实际情况设置。皮带机最大负荷为298kW,当负荷增大,一台电机不能满足运行要求时,系统将启动另一台电机。电机的启动时间 $< 5s$,勺杆全行程时间25s,即第二台电机从启动到完全投入运行时间 $< 30s$ 。

8 系统特点

(1) 针对煤矿井下的特殊情况设置了半自动工作方式。当某类传感器故障而皮带机正常时,可暂时屏蔽故障保护功能,维持皮带机的运转;

(2) 系统在软、硬件方面采取了较完善的抗干

扰措施,如光电隔离、合理接地、分别布线、合理安排去耦电路、软件滤波、消抖、软件陷阱、多重判别、程序冗余等,可适应井下恶劣的工作环境。

模拟结果见下表。

变差系数 V_1	变差系数 V_2	变差系数 V_3	变差系数 V_4
0.20	0.17	0.28	0.38

从模拟结果可看出,该工作头的传动装置载荷谱小于0.6是一合适的值。如果传动装置载荷谱大于0.6,应当改善工作头上截齿的排列方案,增加截齿数或向传动装置中加入弹性—阻尼元件。

5 结论

通过对工作头传动装置载荷谱的模拟研究,可以得出如下结论:

- (1) 在设计阶段评定工作头力平衡程度;
- (2) 研究工作头截齿排列图的合理性;
- (3) 计算传动装置零件的疲劳强度;
- (4) 对各种工况条件进行模拟,从而部分替代费用昂贵的实验。

因此,掘进机传动装置载荷谱的模拟研究对工作头的优化设计,掘进机可靠性设计具有重要作用。

参考文献

- 1 张金波等.掘进机截割头平均负荷的模拟.阜新矿业学院学报,1993.12(3)
- 2 张金波.采煤机传动装置载荷谱的研究.煤矿自动化,1995(1)

作者简介 张金波 1967年4月生,讲师。1993年4月毕业于辽宁工程技术大学,硕士学位。现在河海大学常州分校计算机及信息工程学院从事教学和科研工作,发表论10余篇。地址:江苏省常州市,邮编:213022。

(收稿日期:1999-02-23;责任编辑:胡昌炽)

作者简介 胡恩翰 1956年生,高级工程师。1981年毕业于焦作矿业学院,现任鹤壁矿务局科学技术处副处长。地址:河南省鹤壁矿务局计算机中心,邮编:458000。

(3) 为保证系统安全,在软、硬件两方面均设置了误操作拒动保护。如手动/自动方式相互闭锁、松闸电机/主电机相互闭锁、普通保护失效时的后备保护等。

作者简介 胡恩翰 1956年生,高级工程师。1981年毕业于焦作矿业学院,现任鹤壁矿务局科学技术处副处长。地址:河南省鹤壁矿务局计算机中心,邮编:458000。

(收稿日期:1998-02-02;责任编辑:陈锡强)