

文章编号:1671-6833(2002)02-0096-03

15 千瓦磁性联轴器磁路设计与计算

李廷占¹, 张明成², 李政育¹, 闫书霞¹

(1. 郑州大学工程力学系, 河南 郑州 450002; 2. 郑州大学机械工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 磁性联轴器是近年来发展起来的新型非接触型动力传输设备, 它要求工作稳定可靠, 经济耐用, 还要求动力传输效率高, 能损少. 对磁路进行优化设计, 选择了圆柱形推拉式偶合系统, 确定了合适的尺寸, 并计算出了磁导和漏磁系数. 计算结果表明, 该磁路设计合理, 达到磁阻尽量小, 漏磁尽量少的要求.

关键词: 联轴器; 磁路; 磁导; 漏磁系数

中图分类号: TH 113.4 **文献标识码:** A

1 磁路设计

15 千瓦磁性联轴器是非接触型传递力矩并保持一定的同步性能的设备, 要求联轴器传递动力工作稳定可靠, 又要求设备经济实用, 因此必须设计出一个合理的磁路, 选择合适的磁性材料, 使得传递动力效率高, 磁阻小, 漏磁通少. 不仅如此, 这种联轴器往往用在有毒有害或贵重流体的输送设备——泵上. 因此, 在主动和被动磁体间必须设计有隔离罩, 使泵处于全封闭运行状态.

根据上述问题, 我们设计出了磁性联轴器, 图 1 为其横断面. 选择铁氧体磁性材料, 采用圆筒型推拉式传递形式. 内外转子分别用 16 块小磁体交错排列构成. 经过计算, 联轴器尺寸为: $R_0 = 36.5 \text{ mm}$, $R_1 = 42 \text{ mm}$, $R_2 = 63 \text{ mm}$, $R_3 = 69 \text{ mm}$, $R_4 = 90 \text{ mm}$, $R_5 = 96 \text{ mm}$; 轴向长度 $Z = 116 \text{ mm}$; 气隙 $L_g = R_3 - R_2 = 6 \text{ mm}$; 磁体长度 $L_m = R_2 - R_1 = 21 \text{ mm}$.

内外磁轭用低碳钢, 隔离罩用非导磁材料不锈钢, 两端盖采用两层保护. 内层用非导磁不锈钢, 外层用低碳钢材料. 只有这样才能保证动力传递效率高、漏磁少、磁阻小、稳定可靠、经济实用.

2 静态磁导 P

静态磁导主要由下列磁导组成: 内外转子间气隙中的磁导 P_g ; 内转子或者外转子上相邻磁极间气隙中的漏磁导 P_i ; 两个端面上磁导 P_b .

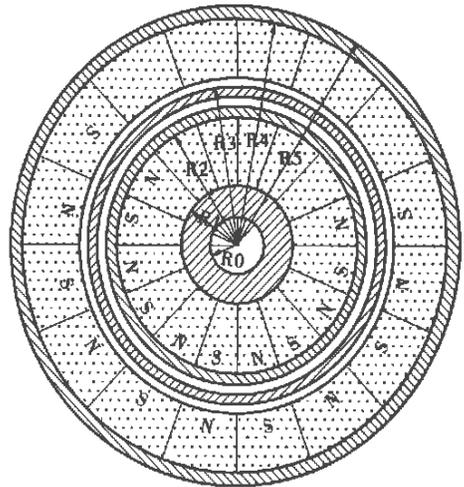


图 1 磁性联轴器断面图

Fig. 1 Magnetic coupling sectional drawing

2.1 内外转子间气隙中的磁导 P_g

由于内外磁体都是圆柱形的, 气隙中不同半径处磁密虽然不同, 但各截面上的磁通是相同的, 为

$$\Phi_g(r) = \frac{1}{2} \alpha z B(r) = \frac{1}{2} \alpha z \mu_0 H(r),$$

即

$$H(r) = \frac{2\Phi_g(r)}{\alpha \mu_0 z}, \quad (1)$$

式中: α 为每个磁极对应的圆心角, 计算可得: $\alpha = 0.39 \text{ rad}$; μ_0 为真空磁导率, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$; $R_2 < r < R_3$; z 为轴向长度; $B(r)$ 为 r 处的磁密; $H(r)$ 为 r 处的气隙中的磁场强度.

收稿日期: 2002-01-15; 修订日期: 2002-03-10

基金项目: 河南省科技攻关项目(98460000)

作者简介: 李廷占(1944-), 男, 河南省新野县人, 郑州大学副教授, 主要从事物理教学和静磁工程应用的研究.

又因气隙中的磁势降 F_g 为

$$F_g = \int_{R_2}^{R_3} H(r) dr = \int_{R_2}^{R_2+L_g} \frac{2\varphi_g(r)}{\mu_0} dr = \frac{2\varphi_g(r)}{\mu_0} \ln \frac{R_2+L_g}{R_2}$$

所以磁路中的磁导为

$$P_g = \frac{2\varphi_g(r)}{F_g} = \frac{2\varphi_g(r)}{\frac{2\varphi_g(r)}{\mu_0} \ln \frac{R_2+L_g}{R_2}} = \frac{\mu_0}{\ln \frac{R_2+L_g}{R_2}} \quad (2)$$

将上述已知的有关数据代入式(2),得

$$P_g = 6.2473 \times 10^{-7} \quad (3)$$

2.2 内转子或外转子各相邻小磁极间气隙中的磁导 P_i

由于磁极是交错排列,内外转子间的气隙中有一部分磁力线要走近路,或者说要选择比较容易走的路径从一个磁极 N 到达相邻异性磁极 S , 构成局部磁短路,形成漏磁. 由于相邻磁极间只有薄薄一层粘合剂,极面又可近似认为是矩形,因此,漏磁力线可以认为是许多半径不同的同心半圆. 最小同心圆半径为零,最大同心圆半径为内外转子磁体间距离 L_g (气隙长),取其平均半径 $r_i = \frac{L_g}{2}$, 截面积 $S_i = z \cdot L_g$, 所以磁阻为

$$R_i = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2\pi r_i}{\mu_{Si}} = \frac{\pi L_g}{2\mu_{Si}}$$

因此,相邻磁极气隙中漏磁导 P_i 为

$$P_i = \frac{1}{R_i} = \frac{1}{\frac{\pi L_g}{2\mu_{Si}}} = \frac{2\mu_{Si}}{\pi L_g} = \frac{4\mu_{Si}}{\pi L_g} = \frac{4\mu_{zL}}{\pi} \quad (4)$$

代入有关数据,得

$$P_i = 1.856 \times 10^{-7} \quad (5)$$

2.3 两个端面上气隙中的磁导 P_b

内外转子在两端面上各磁极认为是长方形,其近似计算公式^[1]

$$P_b = z \left[0.268 + \frac{1}{\pi} \ln \left(\frac{L_g + 2a}{L_g} \right) \right] \mu_0 \quad (6)$$

式中:取 $a = L_m$ (L_m 为小磁块长度); z 为内外转子轴向长度.

将已知数据代入,可得

$$P_b = 1.356 \times 10^{-7} \quad (7)$$

2.4 静态总磁导 P

前面已经计算了磁路中内外转子间气隙中的磁导 P_g ; 内转子或者外转子上相邻磁极间的气隙中的漏磁导 P_i , 内外磁转子两端面上的磁导 P_b , 若略去其它的磁导不计,由式子(2)~(7)则可求出总磁导为

$$P = P_g + P_i + P_b = \frac{\mu_0}{\ln \frac{R_2+L_g}{R_2}} + \frac{4\mu_{zL}}{\pi} + z \left[0.268 + \frac{1}{\pi} \ln \left(\frac{L_g + 2L_m}{L_g} \right) \right] \mu_0 = 9.459 \times 10^{-7} \quad (8)$$

3 漏磁系数 k_f 的计算^[2]

3.1 漏磁系数的推导

由 $\varphi = B_m A_m = k_f B_g A_g = k_f \varphi_g$, 可求出

$$k_f = \frac{\varphi}{B_g A_g} = \frac{\varphi}{\varphi_g} \quad (9)$$

又

$$\frac{\varphi}{\varphi_g} = \frac{P}{P_g} \quad (10)$$

又根据上述式(2)~(8)得

$$k_f = \frac{P}{P_g} = 1 + \frac{P_b + P_i}{P_g} \quad (11)$$

代入数据

$$k_f = 1 + \frac{1.356 \times 10^{-7} + 1.856 \times 10^{-7}}{6.247 \times 10^{-7}} = 1.514$$

3.2 对所得漏磁系数 k_f 的数值的评价

由上述的磁路设计可知,该磁路最短,磁阻最小. 漏磁通很低,是最优化的设计. 漏磁主要发生在内外转子间的气隙中,气隙越大,漏磁越严重,漏磁系数 k_f 越大. 我们在计算过程中,求内转子或外转子上相邻两磁极间气隙中的漏磁导 P_i 时,漏磁通通过截面积取为 $z \cdot L_g$, 显然过大,从而使 P_i 过大; 同时在计算两个端面上的漏磁导 P_b 时,漏磁范围取为 $a = L_m$ (磁极间长度) 也偏大,造成 P_b 也偏大. 因此,根据式(11)可知,漏磁系数 k_f 必然也偏大.

当取漏磁通通过截面 $z \cdot L_g$ 变为 $z \cdot \frac{L_g}{2}$, 两端

漏磁范围 $a = L_m$ 变为 $a = \frac{1}{2} L_m$ 时,可求得漏磁系数为 1.293, 因此, $1.293 < k_f < 1.514$.

参考文献:

[1] 赵凯华. 电磁学[M]. 北京:人民教育出版社,1978.
[2] 宛德福. 磁性物理学[M]. 北京:电子工业出版社,

Magnetic Circuit Design and Calculation of 15 k W Magnetic Coupling

LI Ting-zhan¹, ZHANG Ming-cheng², LI Zheng-yu¹, YAN Shu-xia¹

(1. Department of Engineering Mechanics, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. College of Mechanical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Magnetic coupling is a new non contact power transferring device developed in recent years. It demands that it is stable and reliable in use, economical and durable and it also demands that power transfer efficiency be high and energy loss is low. Therefore, magnetic circuit design must be reasonable, magnetic resistance and magnetic flux leakage are possibly minimum. By these principles, we conduct optimum design on magnetic circuit, select cylinder pull pushing coupling system, establish proper size, calculate magnetic conductivity and magnetic flux leakage coefficient, and evaluate it.

Key words: coupling; magnetic circuit; magnetic conductivity; magnetic flux leakage coefficient

“十五”期间我国将实施五大信息工程

从国家计委了解到,“十五”期间,我国将实施五大信息工程,以加快国民经济和社会信息化进程。

据介绍,这五大工程分别是:信息资源开发工程——通过基础国情信息工程、宏观经济信息工程、公共信息资源工程的建设,初步形成我国信息资源开发的总体格局。信息基础设施工程——通过高速宽带网络工程、移动信息网络工程、城市信息化工程、信息安全系统工程的建设,使我国信息基础设施不断适合信息化建设的需要。信息化应用工程——通过电子政务工程、电子媒体工程、网络教育工程、社会保障信息化工程、社会综合治理信息化工程的建设,全面展开和深化信息化应用。电子商务工程——通过电子商务示范工程、金融信息化工程、企业信息化工程的建设,提高我国经济的整体竞争力。信息产品工程——通过数字电视工程、集成电路工程、软件工程建设,使信息产品的供给能力大幅度提高。

根据有关规划,到“十五”末,我国电信运营和电子信息产品制造业增加值占国内生产总值将超过7%;网络规模、容量位居世界第一,计算机社会拥有量达到6000万台以上,全国电话普及率达到40%,互联网用户普及率达到8%以上;信息技术改造传统产业的作用显著增强,信息服务业的年均增长速度超过30%;电子信息产品占全球市场的份额进一步扩大,电子信息产品制造业增加值占国内生产总值3%以上,电子产品出口创汇额年均增长15%左右。