

文章编号:1003-0794(2005)06-0007-03

## 渐开线花键公法线长度测量值及其公差计算

戴志晔

(煤炭科学研究总院 太原分院, 太原 030006)

**摘要:**介绍了常用的中国 GB/T3478.1、美国 ANS B92.1 和德国 DIN5480 三种渐开线花键公法线长度的理论值、跨齿数(或跨齿槽数)及其上下偏差的计算方法,并对有关标准中相关数据查找的具体使用方法作了简明扼要的介绍。

**关键词:**渐开线花键; 公法线长度; 跨齿数; 节径; 公差

**中图分类号:** TH132

**文献标识码:** A

## 1 引言

渐开线花键(以下简称花键)公法线测量法在实际生产中应用极为广泛,在对花键进行测量时,只需一只游标卡尺即可,这种测量方法由于齿廓曲率半径较大,量具与其接触面也大,因而量具磨损较小,特别适用于单件或小批量生产中。

## 2 标准花键的公法线测量及其公差计算

花键公法线长度的测量是基于跨测齿数(或齿槽数)的最外 2 个齿的外侧齿廓面上量具所跨测的这段长度,可在齿廓线上以花键基圆为滚动圆进行

无基准的任意摆动来测量,因而较容易测量准确。

本文仅对常用的 GB/T3478.1(中国)花键标准、ANS B92.1(美国)和 DIN5480(德国),压力角为  $30^\circ$  的花键公法线长度及其公差计算方法进行了探讨。为了计算时查阅原标准方便起见,计算式中的尺寸及公差代号均采用原标准的有关代号。

### 2.1 GB/T3478.1(中国)花键标准

公法线测量值(见 GB/T3478.6)及其公差(即 GB/T3478.1)的计算方法如下:

公法线长度测量的跨齿数(外花键)或跨齿槽数

当由于意外使矿灯电缆或灯头处短路时, A 点将变为高电平,经  $R_6$  使  $C_1$  充电,在几毫秒的时间内  $V_{C_1}$  高于短路保护的门限值,进入短路保护状态。进入短路保护状态后,只要故障没有排除, A 点始终是高电平, B 点也始终是高电平,电路始终处于保护状态。当故障排除后,只需要断开灯头开关一次,电容  $C_1$  在几十毫秒的时间内通过  $R_5$  和  $R_6$  放电为零,系统自动恢复正常工作状态。

## 5 防止过放电的原理

德州仪器公司提供的 TL494 的资料中建议供电电压为 7~40 V,但在通过大量的试验后测得, TL494 的供电电压相当宽,当  $V_{CC}$  下降到 3 V 时,芯片才自动停止工作,因此利用这一点,在加了二极管  $D_0$  后,当电池电压下降到 3.6 V 时,也就是芯片电压下降到 3 V 时, TL494 将自动关闭场效应管,切断放电回路,防止镍氢电池过放电。需要说明的是二极管  $D_0$  的作用除了整体抬高电势,使 TL494 可以输出占空比 100% 的脉冲之外,还有将低电压自动保护的门限值从 3 V 提高到 3.6 V 的作用。这样单节镍氢电

池放电到 0.9 V 时,保护动作,防止了过放电。

## 6 结语

该电路已于 2 a 前完成,现已批量投入生产,整个控制电路的成本约人民币 6 元;短路时短路电流为零(实际上由于  $R_5$  的存在有一个小于 1 mA 的电流);空载时整个控制电路的净耗电电流小于 7 mA(电池电压 5.8 V 时);电池电压在 5.8~4.8 V 变化时,灯泡的实际电压为  $(4.8 \pm 0.2)$  V;矿灯的使用时间由原来的平均 11.5 h 提高到 12 h(4.8 V、4 000 mA 时的电池组、4.8 V、300 mA 的灯泡)。

### 参考文献:

- [1]陈国呈. PWM 变频调速技术[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2]陈国呈. PWM 变频调速及软开关电力变换技术[M]. 北京:机械工业出版社,2002.

**作者简介:**李英建(1971-),山东泰安人,讲师,硕士,现为山东科技大学青岛校区机电学院教师,主要从事教学及仪器仪表产品的开发与研究工作. Tel:0538-6227165; E-mail:yj-today@163.com.

收稿日期:2005-03-02

## Research and Design of the Safe Energy - conserving Miner's Lamp

LI Ying - jian, CHEN Zhi - qiao; SUN Hui

(Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, China)

**Abstract:** The article has introduced the developing direction and the existing problem of the miner's lamp, has introduced the design of a new kind of energy - conserving miner's lamp based on nickel - hydrogen battery. This technique carries out the function of zero short - circuit current, and the function of recovering automatically after the blunder has been ruled out, also prolongs the service time of the miner's lamp. The section of controlling circuits has simple and low cost.

**Key words:** The miner's lamp; nickel - hydrogen battery; PWM

(内花键)如图1所示,计算式为

$$k = z/6 + 0.5 \text{ (取整数)} \quad (1)$$

式中  $k$ ——测量的跨齿数(外花键)或跨齿槽数(内花键);

$z$ ——外花键的齿数或内花键的齿槽数。

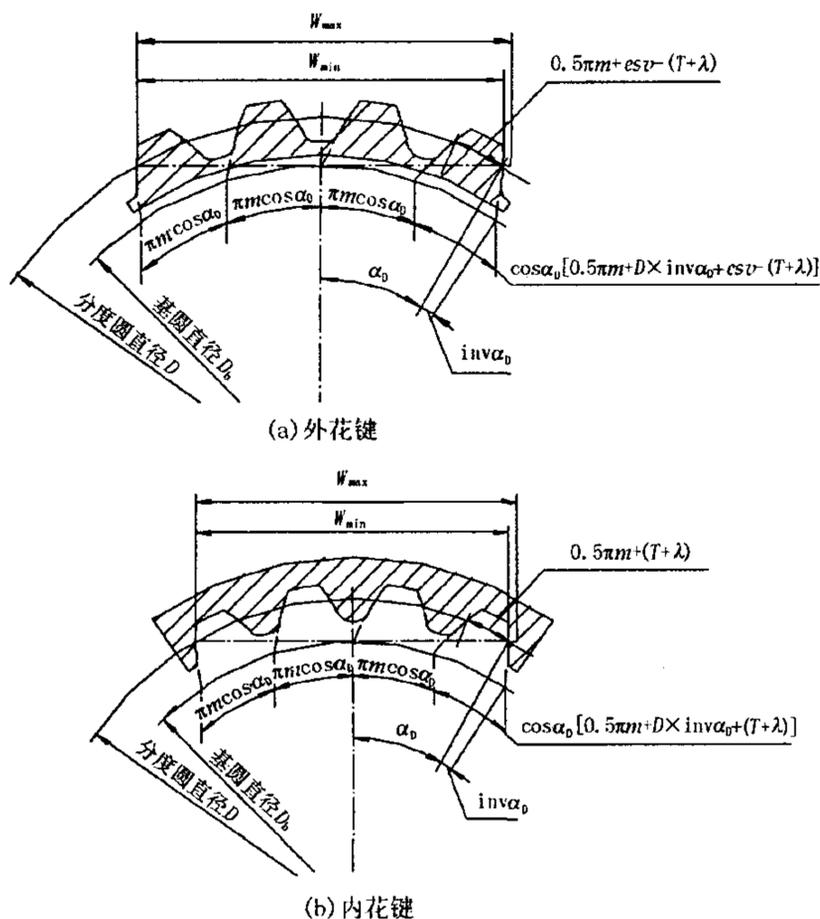


图1 花键公法线长度测量法

Fig.1 The measurement methods of the base tangent length of the splines

公法线长度理论值

$$W = \cos \alpha_D [(k - 0.5)\pi m + D \operatorname{inv} \alpha_D] \quad (2)$$

式中  $\alpha_D$ ——花键压力角, (°);

$m$ ——花键模数, mm;

$D$ ——花键分度圆直径, mm;

$\operatorname{inv} \alpha_D$ ——花键压力角的渐开线函数; 当  $\alpha_D = 30^\circ$  时,  $\operatorname{inv} \alpha_D = 0.05375$ 。

在进行以下计算之前, 首先应从 GB/T3478.1 中表 22 选定配合类别。

外花键公法线长度的上、下偏差

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_w^s &= T \cos \alpha_D + \Delta W_w^x = \cos \alpha_D (esv - \lambda) \\ \Delta W_w^x &= \cos \alpha_D [esv - (T + \lambda)] \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中  $esv$ ——外花键作用齿厚上偏差, mm;

$T$ ——花键加工公差, mm;

$\lambda$ ——花键综合公差, mm。

式(3)的计算值均为负值。这些值按照选定的配合类别和公差等级从 GB/T3478.1 的表 22 及表 5~20 中可查得, 如果表中的  $esv$  值不能满足需要, 允许采用 GB/T1800《公差与配合总论 标准公差与基本偏差》中的基本偏差  $c$  或  $b$ 。

花键的配合采用基孔制, 故内花键作用齿槽宽  $Ev$  的下偏差不论采用哪种配合均为 0。

内花键公法线长度的上、下偏差

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_n^s &= \cos \alpha_D (T + \lambda) \\ \Delta W_n^x &= \cos \alpha_D \lambda \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式(4)的计算值均为正值。

根据我国花键标准的规定, 内、外花键公法线长度的最大最小值应为

$$\text{外花键 } W_{w \max} = W - \Delta W_w^s$$

$$W_{w \min} = W - \Delta W_w^x$$

$$\text{内花键 } W_{n \max} = W + \Delta W_n^s$$

$$W_{n \min} = W + \Delta W_n^x$$

## 2.2 ANS B92.1(美国)花键标准

该花键标准是美国标准化协会在美国汽车工程师协会(SAE)批准后于 1976 年通过实施的, 它是英寸制双径节标准, 它经转化后采用米制标准来进行计算, 其方法如下:

公法线长度测量的跨齿数(外花键)或跨齿槽数(内花键)可应用式(1), 但在本标准中的齿数或齿槽数的代号改用  $N$ , 即  $k = N/6 + 0.5$  (取整数)。

公法线长度理论值

$$W = 25.4 \cos \varphi_D [(k - 0.5)\pi / P + D \operatorname{inv} \varphi_D] \quad (5)$$

式中  $\varphi_D$ ——花键压力角, (°);

$P$ ——径节, 即花键公称径节(双)  $P/P$  之分子;

$\operatorname{inv} \varphi_D$ ——花键压力角的渐开线函数, 当  $\varphi_D = 30^\circ$  时,  $\operatorname{inv} \varphi_D = 0.05375$ ;

$D$ ——花键分度圆直径,  $D = 25.4 N / P \text{ mm}$ 。

外花键公法线长度上、下偏差

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_w^s &= m \cos \varphi_D + \Delta W_w^x = \cos \varphi_D (Cv_{\min} - \lambda) \\ \Delta W_w^x &= \cos \varphi_D [Cv_{\min} - (m + \lambda)] \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

式中  $m$ ——花键加工公差,  $\mu\text{m}$ ;

$Cv_{\min}$ ——有效齿隙(内花键有效齿槽宽与外花键有效齿厚之差值),  $\mu\text{m}$ 。

式(6)的计算值均为负值, 单位为  $\mu\text{m}$ ; 其它值见表 1 计算式。

对于有效齿隙最小值  $Cv_{\min}$ , 当花键副采用大径定心的平齿根配合(第 1 类配合)时按表 1 计算式计算; 当花键副采用齿侧配合(第 2 类配合)时,  $Cv_{\min} = 0$ 。

内花键公法线长度上、下偏差

$$\left. \begin{aligned} \Delta W_n^s &= \cos \varphi_D [Cv_{\min} - (m + \lambda)] \\ \Delta W_n^x &= \cos \varphi_D (Cv_{\min} - \lambda) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

式(7)的计算值均为正值, 单位为  $\mu\text{m}$ 。

本标准中没有明确规定采用公法线长度测量法, 而较多采用量棒距测量法, 但在单件或小批量生产中, 推荐采用公法线长度测量法较为简单而方便, 其具体标记为:

$$\text{外花键 } W_w = W_{w \min}^{+\Delta W_w^s}$$

内花键  $W_n = W_k + \Delta W_n$

表1 加工公差  $m$ 、综合公差  $\lambda$  和有效齿隙  $Cv_{min}$

Tab.1 Machining tolerance  $m$ , error allowance  $\lambda$  and effective clearance  $Cv_{min}$

径节 $P/P_d$	$Cv_{min}/\mu m$		$m/\mu m$	$\lambda/\mu m$
	第1类	第2类		
2.5/5, 3/6	25.4(0.020N+1.8)	0	25.4(0.018N+1.4)	25.4(0.035N+2.0)
4/8, 5/10	25.4(0.015N+1.6)	0	25.4(0.015N+1.3)	25.4(0.023N+1.8)
6/12, 8/16	25.4(0.010N+1.4)	0	25.4(0.015N+1.1)	25.4(0.020N+1.5)
10/20, 12/24	25.4(0.070N+1.4)	0	25.4(0.010N+1.1)	25.4(0.017N+1.4)
16/32, 20/40	25.4×1.5	0	25.4(0.007N+1.1)	25.4(0.012N+1.3)
24/48, 48/96	25.4×1.5	0	25.4(0.007N+1.1)	25.4(0.012N+1.1)
64/128, 80/160	25.4×1.5	0	25.4(0.006N+0.9)	25.4(0.010N+1.0)
128/256	25.4×1.5	0	25.4(0.005N+0.9)	25.4(0.008N+0.9)

注:表中计算值仅适应于5级精度的花键,对4级精度、6级精度及7级精度的花键,其值应分别乘以0.71、1.40和2.00。

### 2.3 DIN5480(德国)花键标准

该标准在1986年正式实施,采用米制模数制,所有规格的花键均为变位齿,对不同的齿数和模数给出了固定不变的变位量  $xm$ ,因此,在计算花键的跨齿数(或跨齿槽数)、公法线长度和公差时必须按本标准中给定的变位量  $xm$  来进行;它和我国 GB/T3478.1 标准的计算方法一样,在计算之前应先由设计者选好花键副的配合类别后再作计算。

公法线长度测量的跨齿数(外花键)或跨齿槽数(内花键)

$$k = \frac{\alpha_z}{180^\circ} + 0.5 - \frac{2x}{\pi} \operatorname{tg}\alpha = \frac{z}{6} + 0.5 - \frac{2x}{\pi} \operatorname{tg}\alpha \quad (8)$$

式中  $\alpha$ ——花键压力角,当  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\operatorname{tg}30^\circ = 0.57735$ ;

$x$ ——花键变位系数,应从本标准中查得。

公法线长度理论值

$$W_k = \cos\alpha [\pi m(k-0.5) + d \operatorname{inv}\alpha + 2xmtg\alpha] \quad (9)$$

式中  $d$ ——花键分度圆直径,mm。

它也可从本标准表3~11中按模数  $m$  及齿数  $z$  查得。

公法线长度的上、下偏差计算过程:按花键的名义直径  $d_b$  和模数  $m$  的交点向下,根据选定的配合类别水平向右而后相交得到  $A_{ei}$ ,按此交点向下直至该表下面与采用的公差等级对着向上倾斜线的交点

水平向右查得公差  $T$  及  $T_E$  值,计算出公法线长度用的齿厚(外花键)或齿槽宽(内花键)单项测量最小尺寸公差  $A_{si} = A_{se} - T$ (外花键)或  $A_{eiE} = A_{ee} - T_E$ (内花键),以及最大尺寸公差  $A_{seE} = A_{si} + T_E$ (外花键)或  $A_{ee} = A_{ei} + T$ (内花键),则求得公法线长度的上、下偏差值。

$$\left. \begin{array}{l} \text{外花键:上偏差 } A_{weeE} = A_{seE} \cos\alpha \\ \text{下偏差 } A_{wei} = A_{si} \cos\alpha \end{array} \right\} \quad (10)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{内花键:上偏差 } A_{wiiE} = A_{eiE} \cos\alpha \\ \text{下偏差 } A_{wie} = A_{ee} \cos\alpha \end{array} \right\} \quad (11)$$

本标准规定标记为:

$$\text{外花键} \quad W_w = W_k - \begin{array}{l} A_{weeE} \\ A_{wei} \end{array}$$

$$\text{内花键} \quad W_n = W_k + \begin{array}{l} A_{wiiE} \\ A_{wie} \end{array}$$

### 3 结语

本文探讨了压力角为  $30^\circ$  的3种常用渐开线花键,采用公法线长度测量法其测量值及其公差的计算方法,它不能直接用于压力角为  $37.5^\circ$  及  $45^\circ$ (德国标准无此标准类型)的花键,但其方法是相同的。

对于汽车、航空行业及机械行业等,美国汽车工程师协会 SAE 及国际标准化组织制定的 ISO4156-81 两个标准,使用很广,但美国的 SAE 标准资料本人未能收集到;对于国际 ISO4156-81 而言,它与我国的花键 GB/T3478.1 基本相同,我国是等同采用了它,所以公法线长度及其公差的计算可以通用。

公法线长度测量法,特别适合于修理、配件的单品或很小批量的生产中采用。在中、小批量生产中推荐采用量棒距测量法,对汽车、航空行业及机械行业的批量或大批量生产来讲,多采用塞规、环规来进行检测,对提高检验效率,保证花键的加工质量,提高花键副的配合精度都具有重要的实际意义。

参考文献:

- [1] DIN5480. Zahnwellen - Verbindungen[S]. 德国,1986年3月实施。
- [2] ANS B92.1. Involute splines and inspection[S]. 美国,1976年3月实施。
- [3] 詹昭平,常宝印,明翠新. 渐开线花键标准应用手册[M]. 北京:中国标准出版社,1995。

作者简介:戴志晔(1965-),女,山西太原人,高级工程师,1987年毕业于中国矿业学院,现从事煤矿井下辅助运输防爆胶轮车的研究和设计工作。Tel:0351-7685025。

收稿日期:2005-03-22

## The Calculation of the Measured Value on the Base Tangent Length and Its Tolerance for the Involute Splines

DAI Zhi - ye

(Taiyuan Branch, China Coal Research Institute, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** The paper first introduces a calculating method of the theoretical value on the base tangent length, number of spanned teeth (or spaces) and its tolerance for three kinds of the normal involute splines which respectively belong to China GB/T3478.1, America ANS B92.1, Germany DIN5480; secondly it briefly introduces the concrete method of searching relating data in the corresponded standard.

**Key words:** involute splines; base tangent length; number of spanned teeth; pitch; tolerance