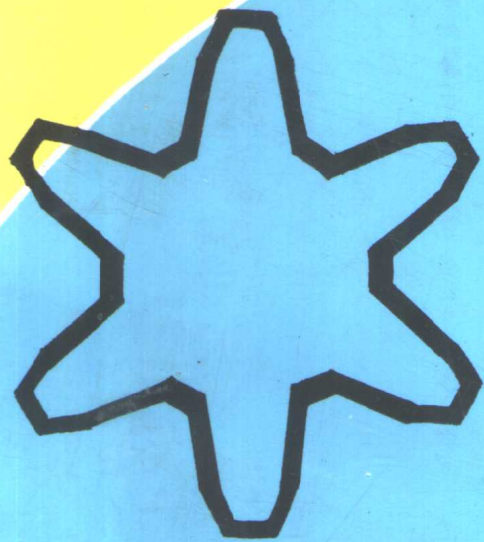


渐开线花键标准 应用手册



詹昭平
常宝印 编著
明翠新

中国标准出版社

渐开线花键标准应用手册

詹昭平 常宝印 明翠新 编著

田其铸 审

中国标准出版社

内 容 提 要

本手册围绕 GB/T 3478.1~3478.9《圆柱直齿渐开线花键》系统、扼要地介绍了压力角为 30° 、 37.5° 和 45° 的圆柱直齿渐开线花键的模数、基本齿廓、公差、尺寸表、检验方法、测量尺寸 (M 值和 W 值)、量棒尺寸和量规设计等十项国家标准及其选用方法,并就渐开线花键联结的特点、国际、国外和我国标准的制定和发展情况作了简要的阐述。其中,对齿形裕度、齿槽宽和齿厚的四个极限尺寸和四种检验方法等项目的意义和应用,作了必要的说明。

本手册是为机械设计、工艺、计量、检验和标准化等方面的工程技术人员全面了解和正确贯彻与使用这套渐开线花键标准而编写的,也可供各高等院校和中等专业学校教学参考用。

图书在版编目 (CIP) 数据

渐开线花键标准应用手册/詹昭平等编著. -北京:中国标准出版社, 1997. 2
ISBN 7-5066-1328-X

I. 渐… II. 詹… III. 渐开线齿轮-花键-国家标准-中国-技术手册 IV. TH131.4-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 19965 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 19 插页 2 字数 598 千字

1997 年 5 月第一版 1997 年 5 月第一次印刷

*

印数 1—2 000 定价 42.00 元

*

标 目 303—06

前 言

渐开线花键是机械传动中重要的联结型式,它具有自动定中心、承载能力大、寿命长、刀具经济、便于加工、精度高、互换性好、起动性能好、易获得不同的配合、并适于盘式联结等优点,已广泛用于汽车、拖拉机、工程机械、重型机械、矿山机械、建筑机械、航空、航天、兵器、造船等工业部门。随着人们对渐开线花键优点的认识,渐开线花键必将更广泛地被应用于各机械行业。

自1972年以来,我国曾先后颁布了GB 1104—72《渐开线花键联结》和GB 1145—74《三角花键联结》两项国家标准。80年代初,由原机械工业部标准化研究所负责组织有关行业的同志对上述两项标准进行了修订,并于1983年发布了GB 3478.1—83《圆柱直齿渐开线花键 模数 基准齿形 公差》和GB 3478.2—83《圆柱直齿渐开线花键 尺寸表》。80年代末、90年代初,由机械工业部机械标准化研究所负责组织了工作组,再次对该标准进行了制修订,将上述两项国家标准制、修订为圆柱直齿渐开线花键的模数、基本齿廓、公差、尺寸表、检验方法、测量尺寸(M 值和 W 值)、量棒尺寸等九项标准,加上已颁布的渐开线花键量规标准,共十项国家标准。从而使渐开线花键标准配套齐全。

为了使广大机械设计、工艺、计量、检验和标准化等工程技术人员,全面了解和正确使用贯彻这套标准,全国键与花键标准化技术委员会委员兼秘书长詹昭平高级工程师、委员常宝印高级工程师、秘书明翠新工程师等同志编写了本书,由全国键与花键标准化技术委员会副主任委员田其铸研究员级高级工程师主审。

由于时间仓促,水平所限,会有不足或欠妥之处,诚望广大读者批评指正。

编 者

1996年4月

ABA21/01

目 录

第一章 概述	(1)
一、渐开线花键的特点	(1)
二、国外标准的基本情况	(2)
三、有关各国标准的分析比较	(5)
第二章 我国渐开线花键标准的发展	(13)
一、GB 1104—72 简介	(13)
二、GB 1145—74 简介	(14)
三、GB 3478.1—83 和 GB 3478.2—83 简介	(15)
第三章 新国标的特点与结构	(17)
一、新国标的特点	(17)
二、标准的结构	(17)
第四章 GB/T 3478.1—1995 标准内容	(19)
一、术语、代号和定义	(19)
二、基本参数	(22)
三、基本齿廓	(22)
四、尺寸系列	(24)
五、公差等级	(32)
六、公差	(32)
七、齿侧配合	(69)
八、作用尺寸和实际尺寸	(69)
九、检验方法	(72)
十、参数标注	(72)
十一、内花键采用直线齿形的条件和要求	(74)
十二、齿圈径向跳动	(77)
十三、本标准与国际标准和旧标准的主要区别	(77)
第五章 GB/T 3478.1—1995 使用说明	(79)
一、适用范围	(79)
二、基本参数	(79)
三、基本齿廓	(79)
四、尺寸系列	(80)
五、公差等级	(81)
六、公差	(81)
七、齿侧配合	(81)
八、作用尺寸和实际尺寸	(82)

九、检验方法	(83)
十、参数标注	(83)
十一、内花键采用直线齿形的条件和要求	(86)
十二、齿圈径向跳动公差	(88)
十三、花键的配合与定心方式	(89)
第六章 GB/T 3478.2~3478.4—1995 尺寸表	(91)
一、尺寸表	(91)
二、尺寸表的应用举例	(154)
第七章 GB/T 3478.5—1995 检验方法	(157)
一、适用范围	(157)
二、标准温度	(157)
三、花键大径和小径的检验	(157)
四、内花键齿槽宽和外花键齿厚,以及渐开线终止圆直径和渐开线起始圆直径的检验	(157)
五、齿距累积误差 ΔF_p 、齿形误差 Δf_f 、齿向误差 ΔF_β 和齿圈径向跳动 ΔF_r 的检验	(163)
六、检验方法的选择	(168)
第八章 渐开线花键量规	(169)
一、渐开线花键量规的名称、代号、功能、特征及使用规则	(169)
二、渐开线花键量规的公差	(170)
三、花键量规尺寸的计算公式	(174)
四、内花键小径和外花键大径用量规	(179)
五、量规测量部分长度	(180)
第九章 GB/T 3478.6~3478.8—1995 M 值和 W 值	(181)
一、内花键量棒测量尺寸的计算公式	(181)
二、外花键量棒尺寸的计算公式	(183)
三、外花键公法线平均长度 W 的计算公式	(184)
四、测量尺寸	(185)
五、几点说明	(289)
六、测量尺寸的应用	(291)
七、计算量棒测量尺寸用的数值	(293)
第十章 GB/T 3478.9—1995 量棒	(294)
一、量棒的型式尺寸	(294)
二、技术要求	(296)

第一章 概 述

19 世纪末 20 世纪初在机械传动中,矩形花键占有极其重要的位置。可以认为,它是从平键演变而来的,是机械传动功率不断增加的必然产物。随着矩形花键应用的普及,出现了矩形花键标准。由于机械工业进一步发展,尤其是航空工业的发展,大功率发动机和重载传动机构的出现,矩形花键在强度和性能上已不能适应,即出现了用齿数相同的内、外齿轮配合代替矩形花键的结构。由于花键与齿轮的用途不同,又出现了齿数相同的内、外短齿齿轮(双模数齿轮)、采用大压力角(22.5° 、 30° 等)的短齿齿轮等联结形式,主要是在齿高、压力角以及公差等级等内容上与齿轮差异越来越明显,逐渐成为一种独立的联结形式——渐开线花键联结。

大约在 40 年代初期,在某些国家(如美国)或一些国家的某些行业(如原苏联航空工业、汽车工业)编制了具有渐开线花键联结的尺寸系列和部分公差项目等内容的标准。随着渐开线花键应用的普及,很多国家在航空、造船、汽车、拖拉机等行业,都应用了渐开线花键,并且编制了相应的标准。50 年代前后至 60 年代初,几个工业比较发达的国家均编制了内容比较全面的国家标准(如美国、英国、法国、日本、德国、原苏联等)。60 年代初到 70 年代前后,很多国家根据需要修订了(有的几次修订)本国标准,使之更加完善。但各国标准很不统一。例如:渐开线花键最重要的基本参数就不一致,有的用模数制,有的用径节制;压力角有 20° 、 30° 、 37.5° 和 45° 几种;尺寸系列有的用“模数-齿数”排列,有的用“模数-直径”排列,其公差等级和齿侧配合差别也是较大的。

由于渐开线花键系复杂型面,其加工和检验需要复杂的刀具、量具,基本参数不同的花键不能实现互换,给生产和产品维修带来极大的不便。50 年代,国际标准化组织 ISO/TC 32“花键与细齿”标准化技术委员会委托法国起草了国际标准草案,力图统一各国标准,但未被通过,原因是在某些内容上(比如:压力角为 20° 、变位齿形、尺寸系列按“模数-直径”排列等)有较大的分歧。

1978 年,法国又重新起草了《圆柱直齿渐开线花键——米制模数——齿侧配合——总论、尺寸和检验》国际标准草案,于 1981 年 5 月 1 日颁布出版。终于完成了国际间第一个统一的标准,它对渐开线花键的设计、制造、使用将起到积极的作用,也有利于促进各国之间的技术交流。

一、渐开线花键的特点

渐开线花键与矩形花键比较,具有自动定心,齿面接触好,强度高、寿命长,结构紧凑、重量轻,启动时承载能力好,易得到不同的齿侧配合,适用于盘式联结,精度高,检验方便、互换性好,刀具经济等优点。

1. 自动定中心

渐开线花键副有自动定中心作用,即在受力后,内、外花键分度圆可以自动重合(其重合程度与受力大小、花键材料、精度、齿面粗糙度、润滑等因素有关)。

由于键齿在受力后产生径向分力,使键齿沿齿面滑动,当相对键齿产生的径向分力相等(径向力平衡、合力为零)时,内、外花键的相对位置就确定了。对于花键副来说,这个特性被称为自动定中心。即相配合的内外花键,当内(或外)花键的位置确定后,则另一花键的位置在受力后(对过盈配合的花键副是装配后)也就自动确定了。

2. 齿面接触好

渐开线花键的齿形采用渐开线。内、外花键配合时,沿齿高法向侧隙相等,在无误差的理论状态下,渐开线花键键齿型面工作部分可以完全贴合,是面接触,又由于在受力后,渐开线花键齿面沿径向滑动,即自动定中心,能使多数键齿同时接触。而矩形花键则不然,虽然装配后沿齿高间隙相等,但受力后则出

现齿顶处接触而齿根处有间隙,是线接触,故工作时沿齿高受力不均匀。

3. 强度高、寿命长

渐开线花键强度高、寿命长。这是因为:齿面接触好、承载面积大;能自动定中心,同时承载的键齿多,应力小;齿根厚、齿顶尖,弯曲强度接近相等;弯曲力臂小,弯曲应力小;启动时齿面是滑合进入接触,冲击小、动载荷小;齿根圆弧大、应力集中小,弯曲强度高,热处理时齿根不易产生裂纹。

所以,渐开线花键抗弯、耐磨、承载能力高、寿命长。

4. 结构紧凑、重量轻

由于渐开线花键强度高、寿命长,在传递载荷相同的条件下,尺寸可以比矩形花键设计得小而紧凑。这对于某些行业或产品,如航空发动机、航空减速器、高级轿车等是很重要的。

5. 启动时承载能力好

渐开线花键在启动时或载荷变动时,由于键齿是以滑合的方式进入工作状态的,所以冲击少,动载荷小,又由于有自动定中心的特性,所以只要有载荷作用,多数齿可同时工作。而间隙配合的矩形花键在载荷刚刚作用(启动)时,只有少数齿工作,甚至会出现只有一两个齿工作的情况。

6. 易得到不同的齿侧配合

渐开线花键只要改变外花键的最大作用齿厚 $S_{V\max}$ (即改变齿厚上偏差 es_V) 便可得到不同的齿侧配合。不需改变刀具(只要改变进刀量)。这对设计上要求不同齿侧配合的花键,是很容易满足的。

7. 适用于盘式联结

渐开线花键的强度,基本上决定于分度圆直径大小,与模数大小关系不大(长度相同时)。对于直径大、长度小,材料切削少的盘式花键联结,可采用小模数、多齿数的渐开线花键联结。这一特点矩形花键则难以实现。

8. 精度高

渐开线花键可用一般的齿轮机床加工,必要时可用磨齿工艺。对于模数小的花键,可采用挤压工艺,其精度决定于挤压轮的精度,因此精度可以做得很高。

9. 检验方便、互换性好

渐开线花键可应用齿轮的加工和检验设备,刀具、量具精度高,各项误差有一定的规律性,检验方便、精确,容易保证互换性。这样,有利于质量稳定地进行成批生产,也便于维修。

10. 刀具经济

一把滚刀可以加工同一模数不同齿数的外花键,一把插齿刀可以加工外花键和在一定齿数范围内的内花键,一个挤压轮可以加工同一模数不同齿数的外花键。而矩形花键,当外花键齿数不同、直径不同时,滚刀不能通用,其内花键多数采用拉削加工,不能采用展成法。

渐开线花键滚刀齿形为直线,设计和制造方便,易保证花键的高精度;其拉刀的齿顶尖、齿根肥,因而刚度好、强度大,可有较大的前角和后角,切削性能好,寿命长。

综上所述,渐开线花键联结型式要比矩形花键优越。但它也有不足之处,例如:在不具备加工设备和刀具的情况下,修配困难;对滑动构件,摩擦力大些;当构件有较大的径向力时,定心会遇到困难等等。

二、国外标准的基本情况

几个国家及国际标准的基本情况如下:

1. 法国标准

法国关于渐开线花键标准有三个:

NF-E22-141—55《渐开线花键》

NF-E22-144—78《压力角为 30° 、 37.5° 和 45° 的渐开线花键——齿侧配合——概论和尺寸》

NF-E22-145—79《压力角为 30° 、 37.5° 和 45° 的渐开线花键——齿侧配合——测量数值》

NF-E22-141—55 压力角为 20° , 尺寸系列按“模数-直径”排列;齿形有变位,变位后键齿工作齿高中部的压力角接近 30° ;有齿侧和大径两种配合形式,公差等级有一种,齿侧配合类别有四种(自由、滑动、

固定和压入),其刀具与齿轮刀具可以通用。

NF-E22-144—78 压力角有 30° 、 37.5° 和 45° 三种, 30° 压力角花键规定了平齿根和圆齿根两种齿形, 37.5° 和 45° 只规定圆齿根一种齿形; 15 种模数, 其中 30° 和 37.5° 压力角应用 14 种, 45° 压力角用 9 种; 基本齿廓工作齿高: 30° 压力角为 $1m$ (模数), 37.5° 压力角为 $0.9m$, 45° 压力角为 $0.8m$; 尺寸系列按“模数-齿数”排列, 并列出了齿数从 6 至 100 的尺寸表; 公差等级为 4、5、6 和 7 级; 只规定齿侧配合一种配合型式, 采用基孔制, 配合类别有六种: H/k、H/js、H/h、H/f、H/e 和 H/d。标准中引用了作用尺寸和实际尺寸概念, 并规定了标准检验法、替换方法 A 和替换方法 B。

NF-E22-145—79 给出了 30° 、 37.5° 和 45° 压力角, 各种模数和齿数从 6~100、H/h 配合类别的棒间距、跨棒距和公法线平均长度的 4、5、6 和 7 级的测量数值。

2. 日本标准

日本关于渐开线花键共有两个标准:

JIS D 2001—59《汽车用渐开线花键》

JIS B 1602—61《渐开线细齿》

JIS D 2001—59 标准是由汽车技术委员会制定的, 压力角为 20° , 该标准基本上与法国标准 NF-E22-141—55 一致。但增加生产中需要的模数, 列为第三系列。同时, 由于 NF-E22-141—55 采用了“模数-直径”排列, 不能满足需要, 将其改为“模数-齿数”排列。

JIS B 1602—61 规定压力角为 45° , 其变位系数为 0.1, 齿形为渐开线, 同时允许内花键用直线代替渐开线; 花键齿的工作高度为 $0.8m$ (模数), 引入作用尺寸概念, 只规定一种齿侧配合, 一种公差等级, 一种配合类别: H10/j10; 当需要其他配合时可自行设计。

3. 德国标准

原联邦德国于 1959 年颁发了 DIN 5480 标准。该标准压力角为 30° , 齿形有变位, 工作高度 $0.9m$ (模数), 尺寸系列按“模数-直径”排列, 定心方式有齿侧定心和大径定心两种, 齿侧配合有 H10/k9、H10/h9 和 H10/e9 三种。以后又经过 1966 年、1974 年和 1986 年三次修订, 现行的德国标准有:

DIN 5480 T1—86《渐开线花键 基本概念》

DIN 5480 T2—86《 30° 压力角渐开线花键 一览表》

DIN 5480 T3—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 0.5、0.6、0.75、0.8 和 1 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T4—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 1.25 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T5—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 1.5 和 1.75 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T6—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 2 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T7—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 2.5 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T8—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 3 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T9—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 4 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T10—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 5 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T11—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 6 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T12—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 8 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T13—86《 30° 压力角渐开线花键 模数 10 的基本尺寸和检验尺寸》

DIN 5480 T14—86《 30° 压力角渐开线花键 齿侧定心 公差》

DIN 5480 T15—74《渐开线花键 齿侧定心的检验和仪器》

DIN 5480 T16—86《 30° 压力角渐开线花键 滚刀 插齿刀和拉刀》

除了上述标准外还有:

DIN 5481 T1—52《三角花键轴和三角花键套的齿廓》

DIN 5482 T1—73《渐开线花键轴和套的齿廓 尺寸》

DIN 5482 T2—73《渐开线花键轴和套 滚刀型面》

DIN 5482 T3—73《渐开线花键 齿槽和齿厚的钢球、量棒测量尺寸》

DIN 5481 和 DIN 5482 仅适用于老产品。

在 DIN 5480 T1 中规定,渐开线花键的压力角有三种:30°、37.5°和45°。在 DIN 5480 T3~T13 只规定 30°压力角渐开线花键的基本尺寸和检验尺寸。对于 37.5°和 45°压力角花键,根据今后的发展,将按 ISO 4156 国际标准制定。

30°压力角渐开线花键,尺寸系列按“模数-直径”排列,工作高度为 $0.9m$ (模数),有大径定心,齿侧定心和小径定心三种定心方式,也可根据功能要求,设计成连齿花键(即将二个齿槽或齿厚连起来),以提高承载能力。公差等级较多(4~12 级),其公差数值是以齿轮齿厚公差的 60% 作为综合公差,齿轮齿厚公差为加工公差。

4. 原苏联标准和经互会标准

1951 年(前)苏联颁发了 GOST 6033-51。该标准的尺寸系列按“模数-直径”排列;压力角为 30°;工作齿高为 $1m$;花键有平齿根和圆齿根两种;定心方式有齿形定心和外径定心两种;公差等级有 S_3 、 S_{3a} 和 S_4 三种;齿厚偏差有 H、C、X 和 III 四种。

1976 年(前)苏联国家标准委员会为“经互会”提出了四个标准:

ГСТЭВ 269—76《齿形角为 30°的渐开线花键联结 公称直径 模数和齿数》;

ГСТЭВ 268—76《齿形角为 30°的渐开线花键联结 原始齿廓和齿形》;

ГСТЭВ 259—76《齿形角为 30°的渐开线花键联结 公差与配合》;

ГСТЭВ 517—76《齿形角为 30°的渐开线花键联结 公称尺寸和测量数值》。

这套标准的尺寸系列按“模数-直径”排列;齿形有变位,压力角为 30°;工作齿高为 $0.9m$;有平齿根和圆齿根两种;定心方式有齿形定心和大径定心,允许用小径定心;公差等级有 5 级;齿侧配合类别有 10 种;为便于测量,在标准中给出了跨棒距和棒间距的测量数值。“经互会”标准与原联邦德国标准是同一类型。

(前)苏联也执行上述四个“经互会”标准。

5. 美国标准

美国的渐开线花键标准是在齿轮使用经验的基础上从齿轮演变而来。早期的渐开线花键标准,明显地带有齿轮的特征。早在 30 年代随着机械工业的发展,特别是航空工业的发展,矩形花键满足不了工业发展的需要。在航空工业上,首先参照齿轮的使用经验,应用了压力角为 20°、齿高为齿轮齿高一半的渐开线花键,直到现在,有的产品仍然沿用压力角为 20°的渐开线花键。

1939 年美国颁布了第一个渐开线花键标准,1946 年修订为 ASA B5.15—46。该标准对平齿根花键规定了大径、小径和齿侧三种配合形式,圆齿根花键仅规定齿侧配合一种形式。对齿侧配合花键规定了滑动、固定和压入三种配合类别。

1950 年修订的 ASA B5.15—50 首次提出了齿槽宽和齿厚的作用尺寸和实际尺寸的概念,并按 ASA B6.16—46《齿轮公差和检验》列出了允许误差;并制定了 ASA B 5.26—50《渐开线细齿》(压力角为 45°的渐开线花键)和 ASA B 5.31—53《渐开线花键 量规和测量》标准。

1960 年美国标准化学会将上述三个标准合并为一个标准,即 ASA B 5.15—60《渐开线花键、细齿和检验》。1970 年由美国汽车工程师学会 SAE“渐开线花键、细齿及检验”委员会和美国标准化学会 ANSI“渐开线花键及其检验”委员会 B92 将 ASA B 5.15—60 修订为 ANSI B92.1—70《渐开线花键及其检验》。

ANS B 92.1—70 将 1960 年标准的一种公差等级(相当于 ANSI B 92.1—70 的 5 级)扩大为四种公差等级,即 4、5、6 和 7 级,压力角为 30°、37.5°和 45°三种。对 30°压力角花键规定了平齿根和圆齿根两种;配合型式有大径配合和齿侧配合两种;37.5°和 45°压力角花键,仅规定圆齿根和齿侧配合一种,齿侧配合类别一种。

在 1970 年标准中,对 45°压力角花键除规定内、外花键为渐开线外,还允许内花键制成直线齿形代替渐开线花键,齿形有变位。

ANS B92.1—70 规定了三种检验法:标准检验法、替换方法 A 和替换方法 B。同时还规定了设计量

规用公式和量规公差,并规定分析检验用的单项检验法。

ANS B92.1—70 为吋制标准,规定的径节范围为 $2.5/5 \sim 148/296$, 30° 和 37.5° 压力角规定的径节范围为 $2.5/5 \sim 128/256$, 45° 压力角规定的径节范围为 $10/20 \sim 148/296$ 。

为了加速向公制化过渡进程,美国于 1980 年制定了 ANS B92.2M—80《渐开线花键、细齿及其检验》(公制)。该标准规定了压力角为 30° 、 37.5° 和 45° 三种。模数范围从 $0.25 \sim 10\text{mm}$; 30° 和 37.5° 压力角适用于 $0.5 \sim 10\text{mm}$; 45° 压力角适用于 $0.25 \sim 2.5\text{mm}$; 公差等级为 4、5、6 和 7 级,齿侧配合类别有 H/h、H/f、H/e 和 H/d 四种。并于 1984 年增加了检验部分的内容,即:ANS B92.2Ma—84(ANS B92.2M—80 的增补篇——检验),从而使标准更加完整。

6. 英国标准

英国标准 BS 3550—1963《渐开线花键及其检验》规定了 30° 压力角的渐开线花键,其基本内容与美国标准 ASA B5.15—60 一致。

英国于 1986 年颁发了公制标准 BS 6186 渐开线花键 米制模数,第一部分为 BS 6186/1 尺寸及公差,其内容与国际标准 ISO 4156—81 一致。

7. 国际标准

国际标准化组织于 1950 年成立 ISO/TC 32“花键与细齿”技术委员会,秘书国为法国。

1955 年由法国和比利时提出了渐开线花键标准草案。据有关资料介绍,该国际标准草案与法国标准 NF-E22-141—55 一致,可能是各成员国意见不一致,一直未颁布。

ISO/TC 32 技术委员会于 1968 年开始重新考虑制订渐开线花键标准,1973 年 5 月在巴黎召开的第六次全体会议上决定,着手研究公制渐开线花键。根据这次会议通过的原则和关于模数和压力角的决议,秘书处收到两份建议书,一份是原联邦德国提案,是以原联邦德国 1974 年标准为基本内容;另一份是法国提案,是以法国 NF-E22-144—78 标准为基本内容。1978 年 4 月在巴黎召开的全体会议上,研究了这两份建议提案,并通过了以法国提案作为国际标准草案,提交全体 ISO 会员表决。表决结果是:澳大利亚、奥地利、比利时、智利、日本、芬兰、法国、印度、意大利、朝鲜、南非、西班牙、瑞典、土耳其、英国、美国、南斯拉夫等国赞成;捷克斯洛伐克和原联邦德国基于技术上的原因表示反对。该草案于 1981 年 5 月 1 日颁发为正式标准,其编号为:ISO 4156—1981《圆柱直齿渐开线花键——米制模数——齿侧配合——总论、尺寸和检验》。该标准共分三部分:第一部分:总论,第二部分:尺寸,第三部分:检验。1981 年颁发了第一和第二部分。第三部分检验仍由秘书国法国继续进行工作,提出草案。

1986 年,ISO/TC 32 合并至 ISO/TC 14《机器轴及其附件》中,ISO/TC 14 技术委员会的秘书国为比利时,下设三个分技术委员会:

ISO/TC 14/SC 1 “轴端、轴高”,秘书国:比利时;

ISO/TC 14/SC 2 “联轴器”,秘书国:法国;

ISO/TC 14/SC 3 “键与键槽”,秘书国:比利时。

1992 年,ISO/TC 14 颁发的第三部分:检验,即:

ISO 4156—1981/Amd 1—1992《圆柱直齿渐开线花键——米制模数——齿侧配合——总论、尺寸和检验》补充件 1:第三部分:检验。

第三部分:检验规定了渐开线花键检验用的各种量规型式、公差,分析性检验方法以及测量内、外花键用的棒间距、跨棒距和公法线平均长度用的计算公式和数值。使渐开线花键标准更加完整,具有其实用性。

三、有关各国标准的分析比较

1. 尺寸排列

从目前收集到的国外资料来看,渐开线花键尺寸系列有两种排列方式:一种是按模数(m)与公称直径(D)排列,见表 1-1;一种是按模数(m)与齿数(Z)排列,见表 1-2。

表 1-1 模数(m)-公称直径(D)排列
(ГОСТ 6033-51)

公称 外径	$m=1$		$m=1.5$		$m=2$		$m=2.5$		$m=3.5$		$m=5^*$		$(m=7)$		$m=10$	
	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X	Z	X
12	11	0														
13	12	0														
15	14	0														
17	16	0														
20	18	0.5	12	0.25												
22	20	0.5	14	-0.25												
25	24	0	16	-0.25												
28	26	0.5	18	-0.25												
30	28	0.5	18	0.75	12	1										
32	30	0.5	20	0.25	14	0										
35	34	0	22	0.25	14	1										
38	36	0.5	24	0.25	16	0.5	12	1.25								
40	38	0.5	26	-0.25	18	0	14	0.25								
42			26	0.75	18	1	14	1.25								
45			28	0.75	20	0	16	-0.25	14	1.25						
50			32	0.25	22	-0.5	16	1.25	16	1.25						
55			36	-0.25	24	0	18	1.25	18	-0.75						
60			38	0.75	26	0.5	20	1.25	18	1.75	12	0.5				
65					28	1	22	1.25	20	0.75	14	0				
70					32	-0.5	24	1.25	22	-0.25	14	2.5				
75					34	0	26	1.25	24	-1.25	16	0				
80					36	5.0	28	1.25	24	1.25	16	2.5				
85					38	1	30	1.25	26	0.25	18	0				
90							32	1.25	28	-0.75	18	2.5				
95							34	1.25	30	0.75	20	2.5	14	2.5		
100							36	1.25	34	-1.25	22	2.5	16	0.5		
110							38	1.25	36	0.25	24	2.5	18	-1.5		
120							42	1.25	38	1.75	26	2.3	18	3.5		
130							46	1.25	42	-0.25	28	2.5	20	1.5	14	0
140							50	1.25	44	1.25	30	2.5	22	-0.5	14	5
150									48	-0.75	32	2.5	2.4	-2.5	16	0
160									50	0.75	34	2.5	24	2.5	16	5
170											36	2.5	26	0.5	18	0
180											38	2.5	28	-1.5	18	5
190											42	2.5	30	1.5	20	5
200											46	2.5	34	-2.5	22	5
220											50	2.5	36	0.5	24	5
240													38	3.5	26	5
260													42	-0.5	28	5
280															30	5
300															32	5
320															34	5
340															36	5
360															38	5
380																
400																

表 1-2 模数(m)-齿数(Z)排列
(GB 1104—72)

mm

齿 数 Z	模 数 m												
	0.5	1	(1.25)	1.5	2	2.5	3	3.5	(4)	5	(6)	(8)	10
	公 称 直 径 $D=m(Z+1)$												
11	6	12											
12	6.5	13	16.25	19.5	26	32.5	39	45.5	52	65	78	104	130
13	7	14	17.5	21	28	35							
14	7.5	15	18.75	22.5	30	37.5	45	52.5	60	75	90	120	150
15	8	16	20	24	32	40							
16	8.5	17	21.25	25.5	34	42.5	51	59.5	68	85	102	136	170
17	9	18	22.5	27	36	45							
18	9.5	19	23.75	28.5	38	47.5	57	66.5	76	95	114	152	190
19	10	20	25	30	40	50							
20	10.5	21	26.25	31.5	42	52.5	63	73.5	84	105	126	168	210
21		22	27.5	33	44	55							
22		23	28.75	34.5	46	57.5	69	80.5	92	115	138	184	230
23		24	30	36	48	60							
24		25	31.25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	125	150	200	250
25		26	32.5	39	52	65							
26		27	33.75	40.5	54	67.5	81	94.5	108	135	162	216	270
28		29	36.25	43.5	58	72.5	87	101.5	116	145	174	232	290
30		31	38.75	46.5	62	77.5	93	108.5	124	155	186	248	310
32		33	41.25	49.5	66	82.5	99	115.5	132	165	198	264	330
34		35	43.75	52.5	70	87.5	105	122.5	140	175	210	280	350
36		37	46.25	55.5	74	92.5	111	129.5	148	185	222	296	370
38		39	48.75	58.5	78	97.5	117	136.5	156	195	234	312	
40		41	51.25	61.5	82	102.5	123	143.5	164	205	246	328	
42						129	150.5	172	215	258	344		
44						135	157.5	180	225	270	360		
46						141	164.5	188	235	282	376		
48						147	171.5	196	245	294			
50						153	178.5	204	255	306			

两种排列方式的特点:

模数(m)-直径(D)排列:这种排列方式是由矩形花键演变而来,其特点是大径按滚动轴承内径尺寸排列,大多数为偶数齿,计算测量比较方便。但是,大部分花键齿形需变位,齿顶高无一定规律,大径排列间隔大,规格少。随着机械工业的发展,很难满足需要。增加直径尺寸,就失去原来直径排列的规律性。

模数(m)-齿数(Z)排列:随着渐开线花键的广泛应用,按“模数-直径”排列已不能满足发展需要而出现了这种排列方式。其特点是:齿形不变位,齿顶高有一定规律,测量修配方便。外径规格多,可根据设计需要选择所需规格。

就目前所知:采用“模数-直径”排列的有:法国 NF-E22-141—55、原联邦德国 DIN 5480—86、原苏联 ГОСТ 6033—51 和原“经互会”CTC9B 269—76 见表 1-3。

采用“模数-齿数”排列的有:ISO 4156—81、美国 ANS B92.1—70(英制)和 ANS B92.2M—80(公制)、英国的 BS 3550—63(英制)、BS 6186—86(公制)、法国的 NF-E22-144—78、我国的 GB 3478 和旧标准 GB 1104—72 和 GB 1145—74(已作废)见表 1-3。

表 1-3

标 准 号	基 本 参 数		术 语	代 号	齿 形		尺 寸 系 列		公 差 等 级	配 合			作 用 尺 寸 概 念	公 差		标 记
	模 数	压 力 角			基 准 齿 形	不 移 位	移 位	排 列 形 式	齿 数 范 围	直 径 范 围	大 径	小 径	齿 侧 配 合 类 别	总 公 差	单 项 公 差	
ISO 4156-81	0.5~10	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		模-齿	6~100	3~1000			H/k、H/js、H/h	✓	✓	✓
	0.25~2.5	45°								1.5~250			H/f、H/e、H/d			
NF-E22-144-78	0.5~10	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		模-齿	6~100	3~1000			H/k、H/js、H/h	✓	✓	✓
	0.25~2.5	45°								1.5~250			H/f、H/e、H/d			
ANS B92.2M-80	0.5~10	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		模-齿	6~100	3~1000			H/h、H/f、H/e	✓	✓	✓
	0.25~2.5	45°								1.5~250			H/d			
BS 6186-86	0.5~10	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		模-齿	6~100	3~1000				✓	✓	✓
	0.25~2.5	45°								1.5~250						
GB 3478	0.5~10	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		模-齿	10~100	5~1000			H/k、H/js、H/h	✓	✓	✓
	0.25~2.5	45°								2.5~250			H/f、H/e、H/d			
JIS D 2001-59	0.5~10	20°	✓	✓	✓	✓	✓	模-齿	6~40	4~420	✓			✓	✓	✓
JIS B 1602-61	0.5~2.5	45°	✓	✓	✓	✓	✓	模-齿	10~60	5.5~152			1种	✓	✓	✓
NF-E22-141-55	0.5~10	20°		✓	✓	✓	✓	模-直	6~38				4种	✓	✓	✓
		30°	✓	✓	✓	✓	✓	模-直	6~82	6~500	✓	✓	11种	✓	✓	✓
DIN 5480-86		37.5°、45°														
ГОСТ 6033-51	0.5~10	30°		✓			✓	模-直	11~50	12~400	✓		4种	✓	✓	✓
СТСЭВ 269-76	0.5~10	30°		✓	✓	✓	✓	模-直	6~82	4~500	✓	(✓)	10种	✓	✓	✓
ANS B92.1-70	2.5/5~128/256	30°、37.5°	✓	✓	✓	✓		径-齿	6~60		✓ (只5级)		2种	✓	✓	✓
	10/20~148/296	45°							6~100				1种	✓	✓	✓
BS 3550-63	2.5/5~128/256	30°			✓	✓		径-齿	6~60		✓		2种	✓	✓	✓

准

标

制

英

表 1-4

标 准 号		模 数 m																合 计						
		0.25	0.5	0.6	0.75	0.8	1	1.25	1.5	1.667	1.75	2	2.5	3	3.5	3.75	4		4.5	5	6	7	7.5	8
ISO 4156—81	30°、37.5°		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓			✓	14
	45°	✓	✓		✓		✓	✓	•	✓	✓	✓	✓											9
NF-E22-144—78	30°、37.5°		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓			✓	14
	45°	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓											9
ANS B92.2M—80	30°、37.5°		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓			✓	14
	45°	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓											9
BS 6186—86	30°、37.5°		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓			✓	14
	45°	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓											9
GB 3478	30°、37.5°		✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓			✓	14
	45°	✓	✓		✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓											9
NF-E22—144	I 系列		✓				✓	✓										✓					✓	10
	II 系列										✓								✓					
JIS D2001	I 系列		✓				✓	✓			✓		✓						✓				✓	15
	II 系列				✓											✓				✓				
	III 系列																	✓						
JIS B 1602			✓		✓		✓																	6
DIN 5480—86			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓				✓		✓	✓			✓	16
ГОСТ 6033							✓								✓						(✓)		✓	8
СТСЭВ-269—76	I 系列		✓				✓															✓		14
	II 系列			✓											(✓)								✓	

2. 模数和压力角

模数:表 1-4 列出了各国渐开线花键标准规定的模数。从表中可看出:30°压力角花键的模数一般为 0.5 至 10mm,标准中的模数种类最多的有 16 种,最少有 8 种;37.5°压力角的花键模数一般为 0.5 至 10mm,共 14 种;45°压力角花键模数一般为 0.25 至 2.5mm,有 6 至 9 种。

压力角:各国标准规定的压力角有 20°、30°、37.5°和 45°四种。其中采用 20°压力角的有法国 NF-E22-141—55、日本 JIS D 2001—59。ISO 4156—81 的压力角有 30°、37.5°和 45°。同时规定三种压力角的还有 NF-E22-144—78、美国和英国的公制标准、原联邦德国 DIN 5480—86。只规定 30°的有原苏联和经互会标准,中国 GB 3478.1—83 规定了 30°和 45°渐开线花键,日本 JIS B 1602—61 规定了 45°压力角渐开线花键。

3. 齿数和直径

齿数:由表 1-3 看出:30°压力角的渐开线花键齿数:英、美英制标准为 6~60、日本为 6~40(日本标准 20°压力角经过变位后,其齿形中部压力角为 30°),原联邦德国为 6 至 82,“经互会”为 6~82,我国 GB 3478.1—83 为 10~100,法国 NF-E22-144—78、国际标准、美国和英国的公制标准三种压力角花键均为 6~100。45°压力角花键齿数:美国标准径节 24/48 或更粗的为 6 至 100;而径节为 32/64 及更细的,齿数范围则比较有限,日本标准为 10 至 60,我国标准为 16 至 100。

最大直径:国际标准、法国、英、美(公制)标准最大直径为 1000mm,(前)苏联标准为 400mm,原联邦德国标准为 500mm。

4. 齿形:

齿形有变位和不变位两种:以国际标准为基础的为不变位齿形;原联邦德国、日本和原苏联等标准为变位齿形。

5. 公差等级

由表 1-3、图 1-1 各国公差带比较图看出:对 30°压力角花键来说,日本、英国 BS 3550—63 规定一个公差等级,(前)苏联标准规定三个公差等级;ISO 4156、NF-E22-144—78、美国、英国 BS 6186—86 和我国 GB 3478 规定四个公差等级;“经互会”规定孔为三级(7、9 和 11 级)、轴为五级(7、8、9、10 和 11 级);原联邦德国 DIN 5480 规定有 9 级(4~12 级)。一般说来,50 年代和 60 年代制定的公差等级少,70 年代和 80 年代制定的公差等级比较多,可供设计者根据产品需要选用。

6. 配合面

有的国家称定心面,这里统称为配合面。从表 1-3 可看出,各国标准规定的配合面有三种:齿侧配合、大径配合和小径配合。在花键联结中,齿侧面作为传动面,对齿侧配合有一定要求。对大径配合花键,内、外花键的大径和齿侧是配合面,小径是非配合尺寸,有间隙;对小径配合的花键,小径和齿侧是配合面,大径是非配合尺寸,有间隙;对齿侧配合花键,齿侧是配合表面,起定心和传递转矩的作用,大径和小径是非配合尺寸,在大径和小径处均有间隙,见图 1-2。

由于渐开线花键的齿侧除传递转矩外,还有自动定中心的特点,因此各国都优先采用齿侧配合。小径配合的花键,因需要特殊的刀具,只有德国标准列入了此规定,“经互会”标准在附录中说明允许使用;大径配合花键,虽在原联邦德国、英、美(英制)标准中有规定,但当模数小,压力角较大时,内、外花键齿顶厚度都比较小时,接触面积很小,难以起到定心作用。所以真正能起到定心作用的只有 30°压力角平齿根中的一小部分。同时,大径配合花键需要特殊刀具,外花键齿顶需倒角,或者内花键大径处应给出倒角间隙,需要二次加工,适用范围也受到一定限制,所以美国 ANS B92.1—70 标准虽然也规定有大径配合,但采用的范围有限,仅在 5 级公差等级上使用。对 37.5°和 45°花键的所有公差等级,以及 30°压力角的 4、6、7 级花键,只规定齿侧配合。

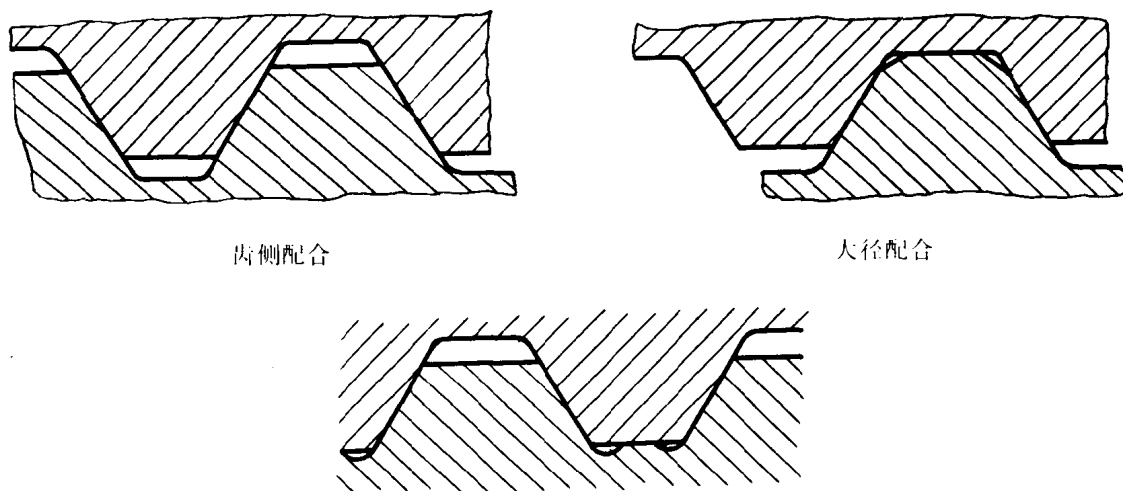


图 1-2

7. 齿侧配合类别

各国标准中齿侧配合类别差异较大。美国 ANS B92.1—70 和英国 BS 3550—63 有两种(齿侧配合一种,大径配合一种),日本 JIS D 2001—59 有四种(H9/C10 动配合、H9/f10 滑配合、H9/j10 固定配合和 H9/x10 压入配合),ISO 4156、ANS B92.2M—80、BS 6186—86、NF-E22-144—78 和我国 GB 3478—83 有六种(H/k、H/js、H/h、H/f、H/e 和 H/d),经互会标准有十种,其中 9h 和 9g 为优先选用。原联邦德国的齿侧配合有十八种,但推荐的有 9H、8H 和 7H,外花键有 8s、7p、9p、8n、7m、7h、7g、9g、8f、9e、9d、10c 和 11a,对于间隙配合 7H、8H 和 9H 可与外花键 h 至 a 任意组合。其基本偏差 a、b…v 为标准专门规定的数值,而国际标准中的基本偏差是从 ISO/R 286—62《ISO 极限与配合制 第一部分 总论 公差与偏差》标准中的基本偏差选出来的。

从公差配合图中看出,80 年代以后制定的标准,配合种类比较多,便于根据产品性能选用。

8. 齿槽宽和齿厚公差

对花键齿槽宽和齿厚除了规定加工公差外,由于键齿的形位公差对花键配合有影响,一般将公差规定为两部分:总公差和综合公差,或者加工公差和综合公差。

9. 作用尺寸

根据有关资料介绍,美国 Vinco 公司的秘书 Albert. S. Beam 工程师首先提出花键作用尺寸概念。1945 年,美国 Vinco 公司在其产品目录首先应用该概念,这一概念后来为 1950 年修订的美国标准 ASA B 5.15—1950 所采用,对渐开线花键的设计、加工和检验,以及渐开线花键标准的发展,都起了积极的作用。其后,英国 BS 3550—63、日本 JIS B 1602—61,以及 ISO 4156—81 都引用了作用尺寸概念。我们认为:作用尺寸这一概念,含义清晰、理论科学,是从花键设计、加工和使用角度提出来的。同时,根据这一概念提出的齿槽宽和齿厚的四个极限尺寸,能有效地控制花键的最小作用侧隙和最大作用侧隙,从而控制花键的配合质量。

综上所述,目前各国渐开线花键标准大致上可分为四大类:一种是以法国 NF-E22-141—55 为代表的压力角为 20° 、齿形经过大变位,使工作齿形中部的压力角接近 30° ,采用“模数-直径”排列,这是渐开线花键发展初期形成的,其优点是可利用齿轮刀具加工。这种花键在 50 年代至 60 年代的机械产品上广泛应用。1955 年法国和比利时曾将这种花键提出作为国际标准草案未被通过。第二种是以原联邦德国标准为代表,压力角为 30° ,采用变位齿形、“模数-直径”排列,即将花键的大径作为标准化参数。原联邦德国标准比较完整,内容比较齐全,在东欧各国有影响。1978 年在 ISO/TC 32 技术委员会上,曾收到以 DIN 5480 标准为主要内容的原联邦德国提案,但该提案未被通过。第三种是以美国标准为代表压力角为 30° 、 37.5° 和 45° 的渐开线花键,采用“模数-齿数”排列,齿形不变位,但这种齿形是英制,在英制国家有影响。第四种是以中国 GB 1104—72 为代表,压力角为 30° ,采用“模数-齿数”排列,齿形不变位。法国