

第四章粉末冶金齿轮设计、标准及应用

与用硬模铸造、灰口铁铸造、锻轧、锻件切削加工，冲压，挤压，精密铸造等制造的齿轮相比，粉末冶金齿轮有一系列的优点。同时，由于各种制造上的考虑，粉末冶金齿轮的应用也受到一些限制。当前，用粉末冶金法可经济制造的齿轮种类有：正齿轮(外齿轮与内齿轮)、直齿伞齿轮、螺旋伞齿轮、棘轮型齿轮、偏轴伞齿轮、斜齿轮(螺旋角小于 35°)、齿轮组件、链轮。

通常粉末冶金制品也称为烧结金属制品或烧结制品，故粉末冶金齿轮也称做烧结齿轮。

烧结齿轮的品种、产量在日益增加，它们的应用范围日益广泛。这是由于：

1. 当齿轮具有不规则曲线、偏心、径向突出部或凹窝；当齿轮具有不规则孔、键槽、扁平侧面、花键、方孔、锥孔；当齿轮在轴向具有突出部、沟槽、盲孔及不同深度的凹窝等时，粉末冶金方法均易于制造，不需或只需少量切削加工。

图4-1示之齿轮用粉末冶金法制造时，只需要五道工序，即成形—烧结—热处理包括回火—浸油。用铸锻材料切削加工制造时，需经车外圆—车内圆—切两端面—粗铣凹槽—拉键槽—滚齿—去毛刺—热处理包括回火等十道工序。因此，采用粉末冶金法制造时，由于省工、省料、生产效率高、使用的设备少、节能，齿轮的生产成本显著减低。

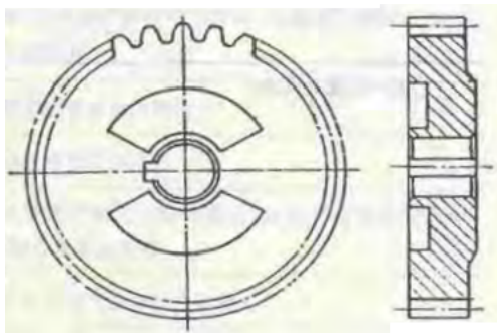


图4-1 齿轮示意图

2. 用粉末冶金法制造齿轮时，材料利用率可达97%以上。这是因为：

(1) 可直接成形为成品零件的形状；

(2) 烧结前的任何压坯废品，都可重新粉碎和加以利用。这在用其它加工方法制造齿轮时是不可能的。

3. 烧结齿轮的重复性非常好。因为烧结齿轮是用模具压制成形的，在正常使用条件下，一副模具约可压制几万至几十万件齿轮压坯，用切削加工法制造齿轮时，要使一件件齿轮的形状、尺寸均匀一致是十分困难的。切削加工中的各种变量，如切削刀具的磨损、加工装置刚性差、齿轮坯的硬度不同及机床的轴承间隙不同等，这些都会使制造的齿轮的形状、尺寸不一样。

4. 粉末冶金法可将几个零件一体化制造，从而可省下以后的处理与组装费用。用粉末冶金法制造多联齿轮和复合齿轮时，可将齿压制到全高，直接到毗连邻接齿轮的拐角处，这在一般切削加工，如铣、刨或滚齿都是难以做到的。

5. 烧结齿轮的材料密度是可控的，或者说，具有一定的连通孔隙。烧结齿轮通常含浸有5%~20%润滑油，以供某种程度的自润滑，从而提高耐磨性。利用粉末冶金法还能将

齿轮的不同部分作成不同的密度，例如，齿毂部分作成较低的密度，以增强自润滑，而齿部作成高密度，以增高韧度和冲击强度。

6. 在粉末冶金生产中，为便于成形后从压模中脱出压坯，压模工作面的粗糙度都非常好。因此，齿轮压坯，特别是齿部的表面粗糙度很小。这种优异的表面粗糙度在齿轮运转中可将齿的磨损与噪音降低到最低限度。

当前，一般说来，用粉末冶金法制造齿轮受到的限制是：

1. 烧结齿轮的最大横断面尺寸，取决于制造厂的压机能力；

2. 由于压制与模具方面的原因，一般的蜗轮、人字齿轮及螺旋角大于 35° 的斜齿轮都不能用粉末冶金法制造；

3. 一般烧结铁基材料的冲击值较低；虽烧结锻造材料的冲击值比一般烧结材料高得多，但仍不如相应成分的致密材料。

第一节 美国国家标准ANSI/AGMA 6008-A98： 《粉末冶金齿轮规范》

随着金属粉末的不断改进与研发和粉末冶金成形技术、设备及模具制造技术的快速发展，用粉末冶金工艺制造的齿轮日渐增多，粉末冶金齿轮制造技术日臻完善，粉末冶金齿轮的市场在迅速扩大。为此，AGMA（美国齿轮制造商协会）在美国MPIF（美国金属粉末工业联合会）支持下，于1993年组成了AGMA 粉末冶金齿轮委员会。委员会的工作方向是，将粉末冶金齿轮制造工艺融合于较传统的齿轮制造工艺之中。

当前，普遍认为需要改进粉末冶金齿轮产、需双方间的技术交流，因此，该委员会将这个规范标准选为了其第一个研发项目。这个标准的主要任务是，使齿轮买方充分了解对齿轮生产厂方详细说明齿轮必要条件的责任。

这个标准版本是由AGMA 全体成员于1997年11月审定的。作为美国国家标准是1998年9月10日审定的。

兹将美国国家标准ANSI/AGMA 6008-A98:《粉末冶金齿轮规范》全文介绍如下。

美国国家标准6008-A98 “粉末冶金齿轮规范”

1 范围

这个标准将买方关于齿轮设计特性要求的规范数据向粉末冶金齿轮生产方进行了充分说明。描述了相关工业通常采用的一些作法，除非产、需双方另有书面协议替代这些作法。

1.1 齿轮类型

这个标准的通用规范适用于所选择的用粉末冶金工艺制造的几种类型的齿轮。对于外正齿轮与螺旋齿轮和直齿锥齿轮都详细描述了关于齿轮齿的几何形状规范。替换和增加所需齿轮特性的数据时，同样的规范也适用于其它类型的齿轮，如内齿轮。

1.2 粉末冶金工艺类别

这个标准适用于由传统粉末冶金工艺制造的齿轮，其工艺包括压制—烧结，在一些场合，烧结后还经过处理。用金属注射成形(MIM)或其它粉末冶金工艺制造的齿轮需要其它规范或作法。

2 标准的参考文献

这个标准版本自始至终参考了下列标准的一些规定。在发布时，指明的版本都是有效的。所有标准都要修订，鼓励同意采用这个美国国家标准的各方，研究采用下列标准最新版本的可能性。

所用齿轮术语在下列标准中有详细说明：

AGMA 390.03a, Gear Handbook -Gear Classification, Materials and Measuring Methods for Bevel, Hypoid, Fine Pitch Wormgearing and Rack only as Unassembled Gears

AGMA 910-C90, Formats for Fine-Pitch Gear Specification Data.

ANSI/AGMA 1003-G93, Tooth Proportions for Fine-Pitch Spur and Helical Gearing.

ANSI/AGMA 2000-A88, Gear Classification and Inspection Handbook -Tolerances and Measuring Methods for Unassembled Spur and Helical Gears(including Metric Equivalents).

ANSI/AGMA 2002-B88, Tooth Thickness Specification and Measurement.

ANSI/ASME Y14.5M(1994), Dimensioning and Tolerancing.

MPIF Standard 35(1997), Materials Standards for P/M Structural Parts

3 术语与定义

一般粉末冶金术语在MPIF出版的粉末冶金设计手册的术语汇编中都可以查到。粉末冶金材料的力学性能见MPIF标准35。

下面列出了这个标准中使用的粉末冶金术语与其定义。

整形(coining):为增高密度或为在齿轮端面增添精细构型或为二者进行的复压作业。

压坯(compact):一般是将添加或不添加非金属组分的金属粉末装于压模中并压缩成形的制品。

压制(compaction):制取压坯的工艺过程。

密度(density):粉末冶金零件单位容积的质量。密度(干)适用于未经浸渍处理的零件。密度(湿)适用于用油或其它非金属材料浸渍处理过的零件。

模具(die):粉末压制成形用型腔的一种零件或多种零件。

锻造,也称为粉末锻造(P/F)(forging,also Powder forging):将未烧结的、预烧结的或烧结的预成形件在封闭模具中热成形的一种工艺方法。

表观硬度(hardness,apparent):用标准硬度计测定烧结材料获得的硬度值。因为读数是孔隙与实体材料的综合值,通常其值比组成与条件相同的实体材料的硬度值低一些。

颗粒硬度(hardness,particle):由于消除了孔隙度的影响,测定的是真正冶金组织的硬度值。

浸渍(impregnation):以非金属材料(诸如油、蜡或树脂)充填烧结件中的孔隙的工艺方法。

熔渗(infiltration):以熔点较低的金属或合金充填烧结的或未烧结的粉末冶金压坯中的孔隙的工艺方法。

金属注射成形(MIM)(metal injection Molding):以混合粘结剂的金属粉末为原料,与塑料注射成形相似的一种工艺方法。一般说来,MIM之后要进行脱除粘结剂与烧结。这种工艺用于成形用常规粉末冶金压制成形工艺不能成形的形状复杂的零件。

孔隙(pore):颗粒中或物体固有的或诱发的空穴。

预成形坯(preform):为进行锻造或复压,起始压制与烧结的压坯。

粉末冶金(P/M)(powder metallurgy):生产金属粉末和将之固结成异形制品的工艺方法。

复压(repressing):粉末预成形坯于成套模具中进行变形,诸如整形与精整。

烧结(sintering):在低于主要组分熔点的温度下进行热处理使压坯中的颗粒进行冶金结合的工艺过程

精整(sizing):用于改进尺寸精度的作业。

4 齿轮齿几何形状的数据

确定齿轮齿几何形状的最佳方法是直接列出全部详细数据。遗漏了买方技术条件中任何重要项目都可能对交付、价格或齿轮使用性能产生不良影响。确定齿轮几何形状的一般方法使用了齿轮工艺特有的数据项目。在一般工程制图中,复杂轮廓通常都是由直线与弧线组合,有时是用以一系列数据点坐标描述的特殊曲线直接确定的。与此相反,齿轮轮廓的尺寸与形状都是用间接法描述的。这些间接规范都是以传统的齿轮制造与检验方法为基础,作了一些与粉末冶金制造工艺有关的改变与补充。

这类数据在齿轮图上往往以专门的表或规格明细提供。(在AGMA 910-C90中可找到这类规格明细的例子。这些规格明细适用于小周节齿轮,特别适用于切削加工的齿轮。)为

了较好地表述数据的不同功用，往往将这种规格明细中的项目分为几组。这个标准中设定的以下几组和分配在每一组的数据项目，都代表一般使用的技术规范的一种规格明细。只要提供的技术规范能满足要求，则对于遵守这些规格明细是随意的。

____ 基本数据:

—— 检验数据;

____设计与工艺试验的数据：
____基准数据。

4.1 基本数据

这些数据概括地描述了齿轮。它们包括适用于制造与检验模具的项目，因此，仅只间接地描述了齿轮本身。项目中都没有容许偏差。对描述的几何形状的任何容许偏差，都另外以规格明细单项表示。

表4-1中列出了这个标准中涉及的三种齿轮的基本数据。例如，作为全部规格明细的一部分，见图4-3～图4-6。

4.1.1 齿形

在假定用一个虚拟滚铣机床制造齿廓，特别是圆角部分时，这一齿形规范包括在基本数据中。可认为齿形规范等同于这种虚拟工具的轮廓。一般使用的齿形种类在增多，这不仅来源于过去与现在的ACMA标准，而且来源于国际的与外国的标准或原来的设计。齿形数据项目一般包括标准依据或参照的补充详图。

表4-1 基本数据

技 术 规 格	齿 轮 类 型		
	正 齿 轮	螺旋齿轮	直齿锥齿轮
齿数	X	X	X
模数(径节)	X		X
法向模数(法向径节)		X	
压力角	X		X
法向压力角		X	
螺旋角		x ¹	
螺旋方向		X	
节锥半角		X	X
齿而角			X
齿根锥角 ²			X
后视角))			X
齿形	x ⁴	x ⁴	X

注：1) 当根据其它数据规范计算时，由于修整，螺旋角的值可能接近。

2) 这些数据项目可代之以在齿轮坯轮廓图上表明。

3) 粉末冶金齿轮的外部形状一般为圆柱状，在这种场合，后视角为零度，因此，这个项目可以省略，见图 2aa

4) 当完全由其它数据定助，轰花可以略去，见 M。

关于粉末冶金齿轮，包括圆角在内的齿廓，有时完全由其它数据确定，见图4-2b。在这种场合，可省掉齿形规范。

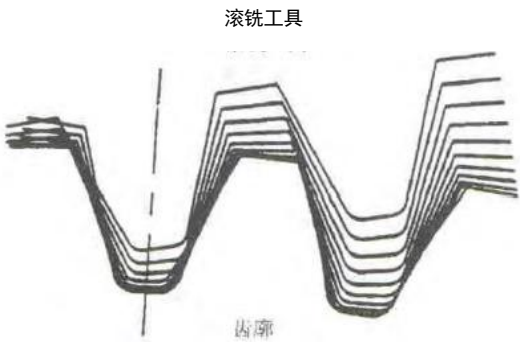


图4-2a 滚铣的齿廓

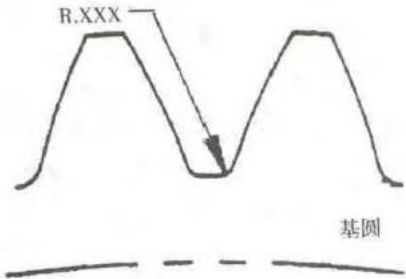
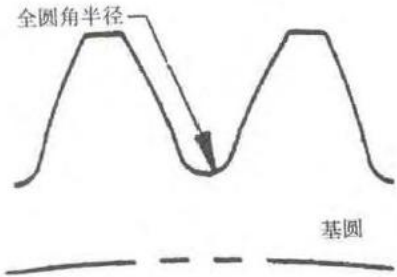


图4-2b 圆弧圆角形状

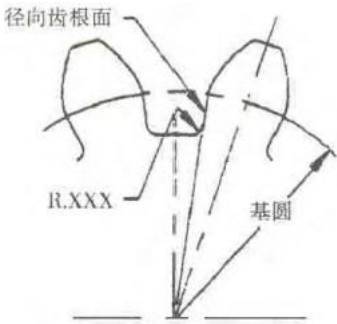
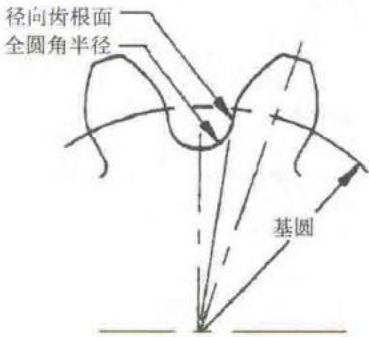


图4-2c 粉末冶金齿轮圆角形状

4.1.2 锥齿轮

图 4 - 3a 与图4 - 3b 表明典型的粉末冶金锥齿轮与其轮廓和典型的切削加工的锥齿轮不同之处。这个图上还表明了锥齿轮的一些基本数据。

4.2 检验数据

这些数据项目系由带公差的尺寸组成，用作确定齿轮品质的基础，包括齿轮齿的形状与尺寸以及某些其它齿廓特征的标记。倘若一些项目是以使用基准齿轮或其它检验仪器为基础，则要包括仪器基准。

注：一些数项目仅用于进行首件检验或工具验收，其它项目也都是用于工艺过程控制的周期检验。

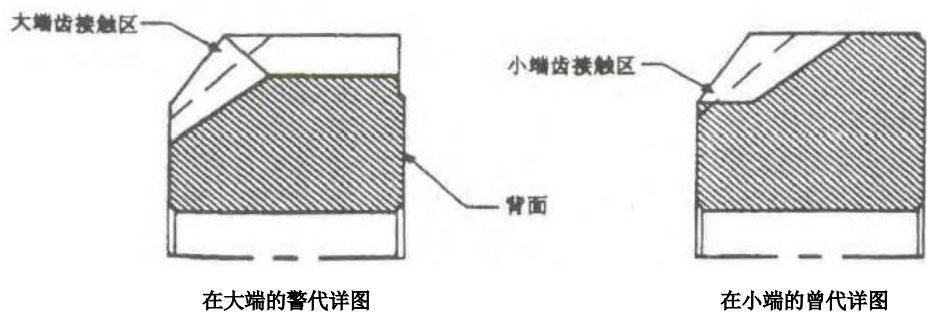
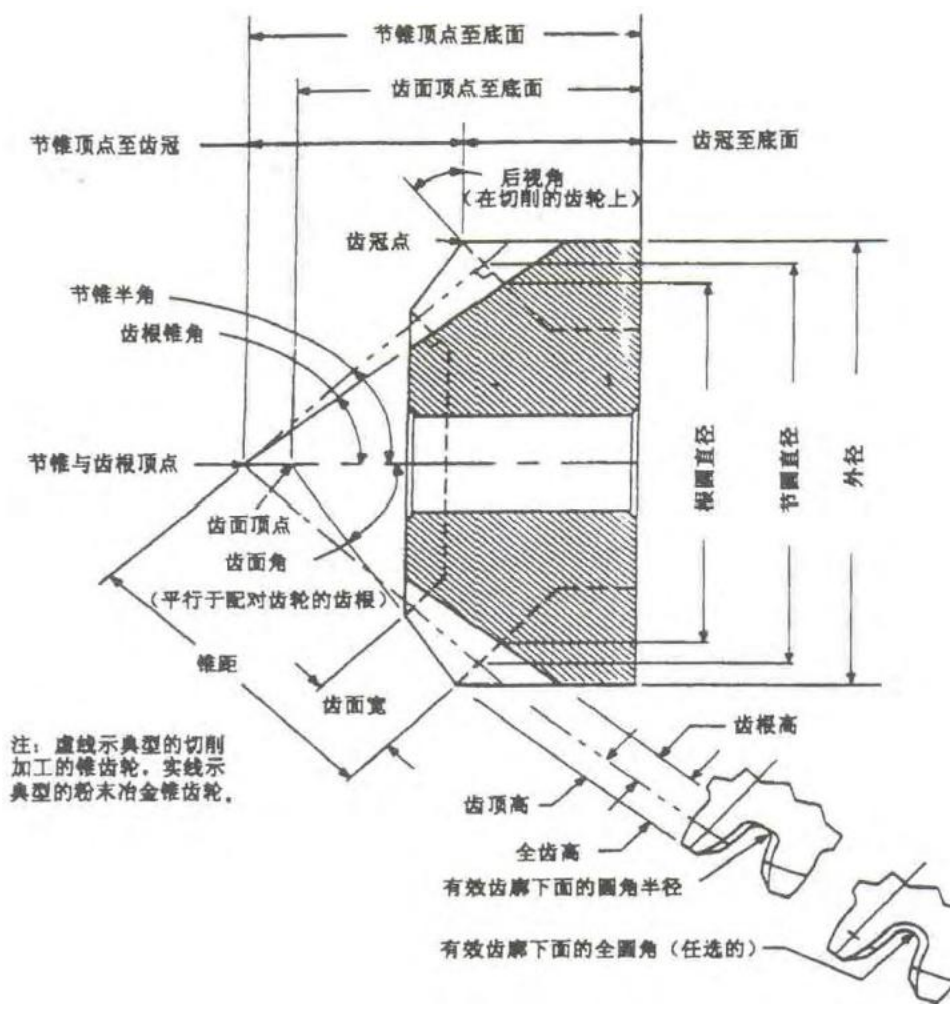


图 4-3a 粉末冶金锥齿轮

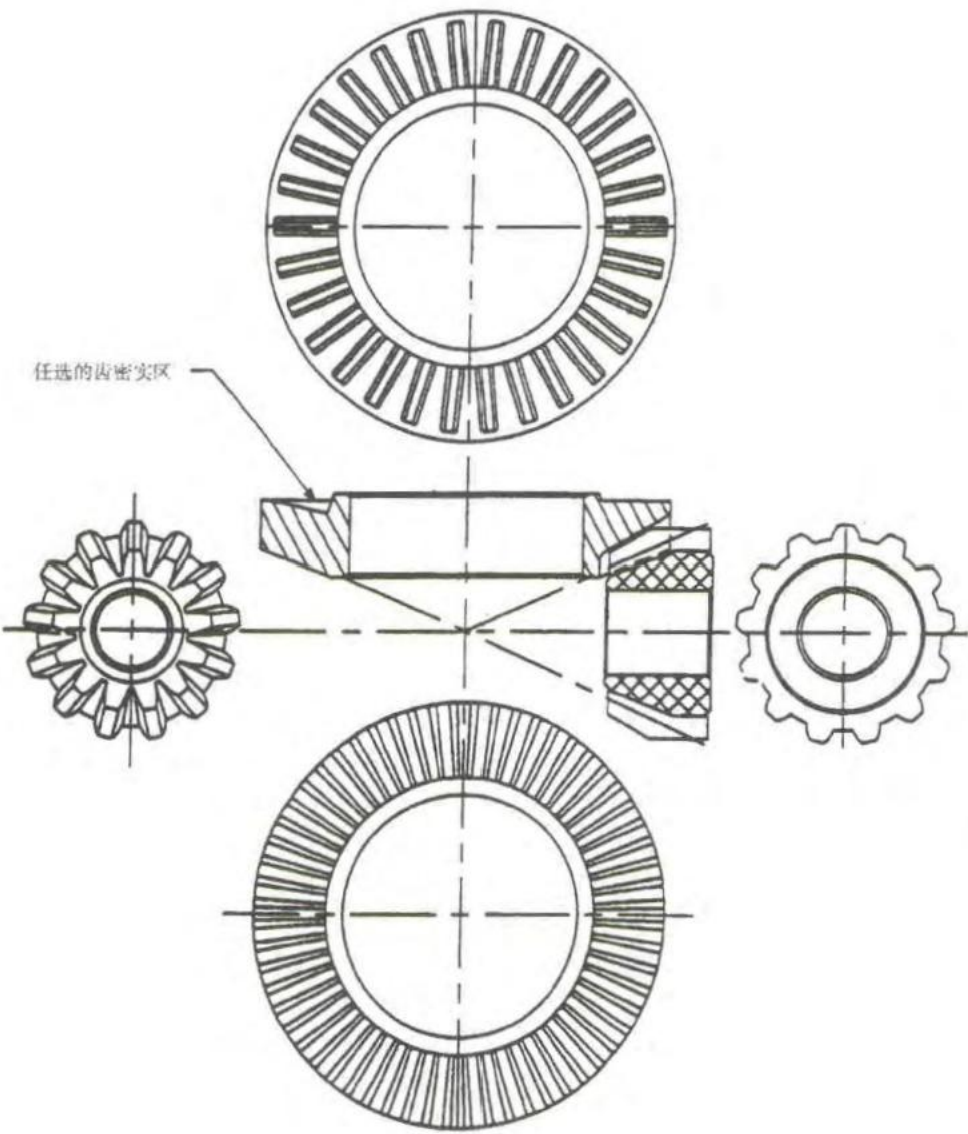


图4-3b 粉末冶金替代设计方案

依据专门的统计要求评价的任何检验数据项目，都应该认为是齿轮规范的一部分。

4.2.1 齿轮齿形精度

4.2.1.1 正齿轮与螺旋齿轮

ACMA认可二种独立的形状精度控制方式，根据条件，任何一组齿轮规范只能采用一种方式检验，见ANSI/AGMA2000-A88。

最简单、最经济与最常用的形状控制方式是综合作用试验，测量时，试验的齿轮在与基准齿轮紧紧啮合的状态下进行旋转。表4-2中列出了采用这种测量时检验的数据。图4

-4与图4-6示这些数据的例子。

另外一组形状控制规范是基于单项测量。这些都是用专用检验仪器或在以专用软件操作的计算机控制的测量仪器上进行的。一般说来,这类检验比综合作用试验费用高得多。因此,只有当特种齿轮的工作要求证明较高的费用合算时,才采用这些规范(列于表4-3中)。图4-5示这类数据的一例。

4.2.1.2 直齿锥齿轮

关于锥齿轮齿的形状,AGMA认可二种同样的独立控制形式。见AGMA 390.03a。相应的规范列于表4-2与表4-3中。图6示一般使用的综合作用控制的一例。

AGMA 390.03a还描述了用接触型试验法较详细的测定锥齿轮品质。关于这种形状检验的规范超出了这个标准的范围。

4.2.2 齿轮齿尺寸

关于正齿轮与螺旋齿轮,齿轮齿尺寸规范的检测类型和相应组别都和锥齿轮不同。

若没有规定试验半径,例如当用单项规范取代形状控制的综合检验时,就必须使用齿厚的其它间接标记,见ANSI/AGMA 2002 -B88。最常用的方法是滚柱测量(measurement -over-wires(or over-pins),为此,要规定滚柱直径。第二个较常用的方法,特别是对于较大的齿花,是跨过规定图数的跨融。寸巡些唇鲨

4.2.2.1 正齿轮与螺旋齿轮

齿的尺寸受控于齿顶直径(外齿轮的外径与内齿轮的内径)、齿根直径及齿厚的一些标记。因为一般不能直接测量齿厚,需要通过间接测量来规定其极限值。当利用综合作用试验规范来控制齿轮形状时,最好用间接齿厚规范的试验半径。表4-2示这些规范。

4.2.2.2 锥齿轮

标准粉末冶金锥齿轮的外径,如图4-3a所示,可用一般方法测量与规定。可是,鉴于锥齿轮齿的锥形,需要采用专用方法来测量齿轮齿尺寸的其它特征。这些专用方法可能是一些实用测量类型的。一种专用测量方法是,试验齿轮与配对的基准锥齿轮正常安装时检测它们之间的齿侧隙来确定齿的厚度(见 AGMA 390.03a)。这种专用测量方法的规范超出了这个标准的范围。

4.2.3 齿廓的其它特征

齿轮齿廓的全面描述包括齿顶倒圆与圆角形状。

4.2.3.1 齿顶倒圆

在粉末冶金齿轮制造中,一般最好在齿顶部不采用小半径转角。同时,限制这个角的半径尺寸可能是重要的。在小周节齿轮中,大的齿顶倒圆可能大大减小齿的有效齿廓。对于一些应用,诸如泵的齿轮,为了使用性能最好,需要小半径转角。在这种场合,应该考虑齿顶倒圆的规范。这个规范可用最大值或用规定公差下限的值来表示。

注:在对齿顶倒圆规定特殊要求之前,建议和零件制造方磋商。

4.2.3.2 圆角形状

在一些粉末冶金正齿轮和大多数粉末冶金螺旋齿轮与锥齿轮中，圆角形状是由在粉末冶金压模制作过程中的某些阶段，所用齿轮切削工具的滚铣作业决定的。当基本数据中包括齿形规范时，也就确定了齿轮切削工具的轮廓，从而就间接确定了圆角形状(见4.1.1)。当用一般齿轮切削加工机床滚铣EDM(电火花加工)电极时，通常不增加其轮廓的圆角规范检验。

表4-2 检验数据(综合作用试验用)

技 术 规 格	正 齿 轮 (外)	螺旋齿轮 (外)	直齿锥齿轮
外径	x ²)	x ²)	x ²)
根径	x)	x ³	
齿顶倒圆	x ²)	x ²)	
国角形状4	X		x ²
基准齿轮(技术规范或数据)	X	X	
节锥顶点至底面	X		X
总的综合公差	X		X
齿对齿综合公差	x2)	X	x ⁵
试验半径		X x ²)	x ⁵

- 注：1) 补充的检验数据项目可在齿轮坯轮廓图上表明。
- 2) 以上限与下限表示或以带+、-公差的名义值的形式表示。
- 3) 可像注2一样规定，但往往规定为一最大值而没有下限。
- 4) 当圆角形状的形成和切削加工齿轮的滚铣工具的作用无关时，需要技术规范，见4.2.3.2。当形状由一条圆弧组成时，规范需要半径有最大与最小极限。较复杂的形状需要有详图。
- 5) 按照AGMA 390.03a,仅只用于小周节锥齿轮。

表4-3 检验数据(用于单项测量)

技 术 规 格	正齿轮 (外)	螺旋齿轮 (外)	直齿锥齿轮
外径	x ²)	x ²)	x ²)
根径	x ³)	x)	
齿圈径向跳动	x ⁴	x ⁴	
容许的周节变动	x ⁴)	x ⁴)	
轮廓	x+ x ⁴)	x ⁴)	x ⁵
齿向6	X	X	
滚柱直径”	X	X	
滚柱数	x ²)	x ²)	
滚柱测量”	X	X	
齿数	x ²)	x ²	
跨距大小	x ³)	x ³)	
齿顶倒圆	X		

圆角形状	x^3
注：1) 补充的检验数据项目可在齿轮坯轮廓图上表明。 2) 以上限与下限表示或以带+、-公差的名义值的形式表示。 3) 可像注2一样规定，但往往规定为一最大值而没有下限。 4) 按照ANSI/AGMA 2000-A88,仅只用于大周节齿轮。 5) 按照AGMA 390.03a,仅只用于大节锥锥齿轮。 6) 可能需要补充表明公差带的图。 7) 一般说来，规定的不是滚柱测量就是跨距大小测量；倘若二者都给出的话，由检验人员自行选择。 8) 当圆角形状的形成和任何齿轮齿形的滚铣作业无关时，需要技术规范，见4.2.3.2。当圆角形状由一条圆弧组成时，规范需要半径有最大与最小极限。较复杂的圆角形状需要有详图。	

图 4－4 正齿轮规格明细例(采用综合公差)

正齿轮齿数据	公 制	英 制
基本规范		
齿数	42	42
模数/径节	1.25	20
压力角	20°	20°
齿形	ISO 53	AGMA小周节
检验数据		
外径	55.00+0.00/-0.XX	2.200+0.000/-0.XXX
根径	49.132max	1.9663max
齿顶倒圆	0.25+/-0.XX	0.010+/-0.00XX
圆角形状(见4.2.3.2节的注意注解)	制成状态	制成状态
基准/控制齿轮：齿数或仪器号)	60	60
总的综合公差	0.0XX	0.00XX
齿对齿的综合公差	0.0XX	0.00XX
试验半径	26.128+/-0.0XX	1.0451+/-0.00XX
计算与工艺试验数据		
在标准节径的弧齿厚	1.875+/-0.0XX	0.0750+/-0.00XX
滚柱直径(滚柱数)	2.400(2)	0.0960(2)
滚柱测量	56.172+/-0.0XX	2.2469+/-0.00XX
跨齿数	5	5
跨距大小	17.258+/-0.0XX	0.6903+/-0.00XX
基准数据		
标准节径	52.500	2.100

注：1)公制与英制数据不完全等同。

齿顶高	1. 250	0. 0500
全齿高	2. 934	0. 1169
AGMA品质数(见4. 4. 1)	QX或混合的	QX或混合的
配对齿轮		
零件名称	马达小齿轮	马达小齿轮
零件号码	21B-00159	21A-00159
名义中心距	37. 500	1. 5000

注：1)公制与英制数据不完全等同。

图4-5正齿轮规格明细例(采用单项公差)

正齿轮齿数据	公制	英制
基本规范		
齿数	42	42
模数/径节	1.25	20
压力角	20°	20°
齿形	ISO 53	AGMA小周节
检验数据		
外径	55.00+0.00/-0.XX	2.200+0.000/-0.XXX
根径	49.132max	1.9663max
齿顶倒圆	0.25+/-0.XX	0.010+/-0.00XX
圆角形状(见4.2.3.2节注意注解)	制成状态	制成状态
齿圈径间跳动公差2	0.0XX	0.00XX
容许的周节变动2)	0.0XX	0.00XX
轮廓(渐开线)公差2	0.0XX或K-圈	0.00XX或K-圈
齿向公差2	0.0XX或图表	0.00XX或图表
滚柱直径(滚柱数)	2.400(2)	0.0960(2)
滚柱测量	56.172+/-0.0XX	2.2469+/-0.00XX
计算与工艺试验数据		
在标准节径的弧齿厚	1.875+/-0.0XX	0.0750+/-0.00XX
跨齿数	5	5
跨距大小	17.258+/-0.0XX	0.6903+/-0.00XX
基准数据		
标准节径	52.500	2.1000
齿顶高	1.250	0.0500
全齿高	2.934	0.1169

AGMA品质数 (见4. 1. 1) 配对齿轮	QX或混合的	QX或混合的
零件名称	马达小齿轮	马达小齿轮
零件号码	21B-00159	21A-00159
名义中心距	37. 500	1. 500

注： 1) 公制与英制数据不完全等同。

2) 参考 ANSI/AGMA 2000-A88。

图 4－6 螺旋齿轮规格明细例(采用综合公差)

螺旋齿轮齿数据	公 制	英 制
基本规范		
齿数	42	
法向模数/法向径节	1. 25	42
法向压力角		20
螺旋角与方向	20°	20°
齿形	18. 0° RH	18. 0° RH
	ISO 53	AGMA小周节
检验数据		
外径		
根径	57. 70+0. 00/-0. XX	2. 308+0. 000/-0. XXX
齿顶倒圆	51. 834max	2. 0826max
圆角形状	0. 25+/-0. XX	0. 010+/-0. 00XX
基准/控制齿轮：齿数、螺旋角	制成状态	制成状态
与方向或刻度数量	57	57
总的综合公差	18. 0° LH	18. 0° LH
	0. 0XX	0. 00XX
齿对齿的综合公差	0. 0XX	0. 00XX
试验半径	27. 4798+/-0. 0XX	1. 0451+/-0. 00XX
计算与工艺试验数据		
在标准节径下的弧齿厚		
滚柱直径(滚柱数)	1. 875+/-0. 0XX	0. 0750+/-0. 00XX
滚柱测量	2. 400(2)	0. 0960(2)
跨齿数	58. 886+/-0. 0XX	2. 3554+/-0. 00XX
跨距大小	6	6
	21. 061+/-0. 0XX	0. 8424+/-0. 00XX
基准数据		
标准节径		
齿顶高	55. 202	2. 2081
全齿高	1. 249	0. 0500
导程	2. 933	0. 1127
AGMA品质数(见4. 1. 1)	533. 7364	21. 34945
配对齿轮	QX或混合的	QX或混合的

零件名称	马达小齿轮	马达小齿轮
零件号码	21B-00159	21A-00159
名义中心距	39.430	1.5770

注：1) 公制与英制数据不完全等同。

图 4 - 7 直齿锥齿轮规格明细例(采用综合公差)¹

直齿锥齿轮齿数据	公 制	英 制
基本规范	配	
齿数	对	
模数/径节	齿	27
压力角	轮	4.46
		9
节锥半角	零	2100
齿面角	件	,
齿根锥角	名	
后视角	称	59° 21'
		63° 28' +/-
齿形	零	XX'
安装距离	件	51° 28' +/-
检验数据	号	XX'
外径	码	62° 00' +/-
齿顶倒圆		XX'
基准/控制齿轮测量信号	齿	
总的综合公差	数	See summary
		no. xxx 63.50+/-
齿对齿的综合公差	注：1) 公制与英制数据不完全等同。	0. XX
于X. XXX安装下和基准/控制齿轮吨		
合的间隙		124.28+0.00/-
与配对齿轮接触斑点的位置		0. XX
计算与工艺试验数据		0.20+/-
测量位置		0. XX
于节径下的弧齿厚		A3
弦齿高		27
弦齿厚		0.0
		XX
基准数据		
外锥距下的节径		0.0XX
外锥距下的齿顶高		0.0X+/-0.0X
外锥距下的全齿高		
外锥距		见4.2.1.2
节锥顶点至齿冠		
AGMA品质数(见4.4.1)		

外部	
5. 664+/-0. 0XX	
3. 632	27
5. 461+/-0. 0XX	5. 684
	21° 00
	59° 21’
120. 65	63° 28’ +7-XX’
3. 556	51° 28’ +/-XX’
11. 379	62° 00’ +/-XX’
70. 129	See summary no. xxX
32. 690	
QX或混合的	2. 500+/-0. XXX

小齿轮	4. 893+0. 000/-0. XXX
X3254-A	0. 008+/-0. XXX
16	A327
	0. 00XX
	0. 00XX
	0. 00X+/-0. XXX

见4. 2. 1. 2

外部
0. 2230+/-0. 00XX
0. 143
0. 2150+/-0. 00XX

4. 7500
0. 1400
0. 4480
2. 7610
1. 2870
QX或混合的

小齿轮
X3254-A

倘若粉末冶金零件制造厂方利用计算机辅助设计，以虚拟滚切工具间接制取齿形，则轮廓应该相互一致，见图4-2a。这种间接方法使用的工艺可能会使圆角轮廓产生微小差异。

可是，大部分粉末冶金正齿轮的压制成形模具，并不是由用齿轮切削加工制作的电极制造的。模具通常是用线切割工艺制作的。在这些场合，是将圆角形状制成规定的圆弧状而不是滚铣的圆角，见图4-2b。如果没有规定的话，当基圆大于齿根圆时，大部分粉末冶金生产厂方将采用径向齿根面，见图4-2c。弧或规定的其它几何形状的任何组合都是可能的。

注意：如果没有规定齿根形状，则可能设计成径向齿根圆角。径向齿根圆角的设计应考虑齿顶/齿根与匹配齿轮可能的过盈。为了确定齿根圆角设计，对齿顶/齿根过盈应进行计算。

当正齿轮设计需要根切圆角时，如像齿较少的一些小齿轮，需要形状更复杂的圆角。在所有这样的条件下，除圆角形状规范外，还应包括适当的形状公差。

4. 3计算与工艺试验数据

对于齿轮规范，这些数据项目一般并不重要，可以省略。可是，这些数据可供备用，往往将它们添加于齿轮规格明细中。表4-4列出了这三种类型齿轮的计算与工艺试验数据。示例见图4-4至图4- 7。

表4-4计算与工艺试验数据

技术规格	正齿轮 (外)	螺旋齿轮 (外)	直齿锥齿轮1
弧齿厚	x		x ¹⁾
法向齿厚		x ¹⁾	
滚柱直径	x	x	
滚柱数	x	x	
滚柱测量)	x ¹⁾	x ¹⁾	
齿数2)	x	x	
跨距大小2	x ¹⁾	x ¹⁾	
弦齿高			
弦齿厚			X
注：1) 规定以上限与下限表示或以带+、-公差的名义值的形式表示。			
2) 只有检验数据中省略它们时，才包括滚柱测量与跨距大小。			

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/345240210210011343>