



中华人民共和国国家标准

GB/T 3480.2—2021/ISO 6336-2:2019
部分代替 GB/T 3480—1997

直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第2部分：齿面接触强度（点蚀）计算

Calculation of load capacity of spur and helical gears—
Part 2: Calculation of surface durability (pitting)

(ISO 6336-2:2019, IDT)

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号和缩略语	2
4 点蚀损伤和安全系数	5
5 基本公式	6
5.1 总述	6
5.2 齿面接触强度(点蚀)的安全系数 S_H	6
5.3 接触应力的计算值 σ_H	7
5.4 许用接触应力 σ_{HP}	7
5.4.1 总述	7
5.4.2 许用接触应力 σ_{HP} 的确定——原理、条件假设和应用	8
5.4.3 许用接触应力 σ_{HP} 的确定:方法 B	8
5.4.4 有限寿命和高周疲劳寿命的许用接触应力 σ_{HP} 的确定:方法 B	9
6 节点区域系数 Z_H 和单对齿啮合系数 Z_B 及 Z_D	10
6.1 总述	10
6.2 节点区域系数 Z_H 的确定	11
6.2.1 总述	11
6.2.2 图解值	11
6.2.3 解析值	11
6.3 当 $\epsilon_\alpha \leq 2$ 时,啮合系数 Z_B 和 Z_D 的确定	11
6.4 当 $\epsilon_\alpha > 2$ 时,啮合系数 Z_B 和 Z_D 的确定	13
7 弹性系数 Z_E	13
8 重合度系数 Z_ϵ	14
8.1 总述	14
8.2 重合度系数 Z_ϵ 的确定	14
8.2.1 图解值	14
8.2.2 解析值	15
8.3 端面重合度 ϵ_α 和轴向重合度 ϵ_β 的确定	15
8.3.1 端面重合度 ϵ_α	15
8.3.2 轴向重合度 ϵ_β	16
9 螺旋角系数 Z_β	16
10 试验齿轮的接触疲劳极限	17

10.1	总述	17
10.2	方法 B 中接触疲劳极限 $\sigma_{H\ lim}$	17
10.3	方法 B _R 中接触疲劳极限值	17
11	寿命系数 Z_{NT} (齿面)	18
11.1	总述	18
11.2	寿命系数 Z_{NT} : 方法 A	18
11.3	寿命系数 Z_{NT} : 方法 B	18
12	润滑油膜影响系数 Z_L 、 Z_v 和 Z_R	20
12.1	总述	20
12.2	润滑油膜的影响: 方法 A	20
12.3	润滑油膜影响系数 Z_L 、 Z_v 和 Z_R : 方法 B	20
12.3.1	总述	20
12.3.2	接触耐久性极限下的 Z_L 、 Z_v 和 Z_R	21
12.3.3	静强度下的润滑油影响系数 Z_L 、 Z_v 和 Z_R	25
13	齿面工作硬化系数 Z_w	25
13.1	总述	25
13.2	齿面工作硬化系数 Z_w : 方法 A	25
13.3	齿面工作硬化系数 Z_w : 方法 B	25
13.3.1	齿面硬化小齿轮与调质大齿轮配对	25
13.3.2	调质小齿轮和调质大齿轮配对	27
13.3.3	表面硬化小齿轮与球墨铸铁大齿轮配对	28
14	尺寸系数 Z_x	29
附录 NA (资料性附录) 相关国家标准、国际标准对照		30
参考文献		31

前 言

GB/T 3480《直齿轮和斜齿轮承载能力计算》分为下列 5 部分：

- 第 1 部分：基本原理、概述及通用影响系数；
- 第 2 部分：齿面接触强度(点蚀)计算；
- 第 3 部分：轮齿弯曲强度计算；
- 第 5 部分：材料的强度和重量；
- 第 6 部分：变载荷条件下的使用寿命计算。

本部分为 GB/T 3480 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分与 GB/T 3480.1、GB/T 3480.3—2021 共同代替 GB/T 3480—1997《渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法》。

本部分和 GB/T 3480—1997 相比，主要技术变化如下：

- 本部分采用 ISO 6336-2:2019，仅规定齿面接触强度(点蚀)计算，而不涉及 ISO 6336-1 所规定的基本原理、概述及通用影响系数和 ISO 6336-3 所规定的轮齿弯曲强度计算；
- 修改了一些名词，如“齿向”改为“螺旋线”，“齿形”改为“齿廓”，“纵向”改为“轴向”等；
- 修改了与接触疲劳强度相关的螺旋角系数 Z_{β} 的计算式[式(41)]和单齿啮合系数的 Z_B 、 Z_D 的计算方法(见 6.3 和 6.4，GB/T 3480—1997 的 7.1.4 和 7.1.5)；
- 增加了与接触疲劳强度相关的均载系数 K_{γ} [见式(4)和式(5)]；
- 正文结构有很大调整。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 6336-2:2019《直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 2 部分：齿面接触强度(点蚀)计算》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 3480.1—2019 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 1 部分：基本原理、概述及通用影响系数(ISO 6336-1:2006, IDT)；
- GB/T 3480.5—2008 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 5 部分：材料的强度和重量(ISO 6336-5:2003, IDT)。

本部分还做了下列编辑性修改：

- 将式(43)中的分母“437.5”改为“4 375”；
- 增加了资料性附录 NA“相关国家标准、国际标准对照”。

本部分由全国齿轮标准化技术委员会(SAC/TC 52)提出并归口。

本部分起草单位：郑州机械研究所有限公司、湖南大学、郑州中机轨道交通装备科技有限公司、西安法士特汽车传动有限公司、山东华成中德传动设备有限公司、中机生产力促进中心、河南中豫远大重工科技有限公司、苏州绿控传动科技股份有限公司、郑州高端装备与信息产业技术研究院有限公司、江苏中工高端装备研究院有限公司。

本部分主要起草人：王志刚、王伟、周长江、李海霞、刘忠明、严鉴铂、陈超、杨翊坤、鞠国强、郑明、吕小科、王天翔、管洪杰、范瑞丽、都长海、张坤、李五田、王长路、杨小勇、王康林、翟淑东、格日勒图、李峰、丁军。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 3480—1983、GB/T 3480—1997。

引 言

ISO 6336(所有部分)是由总标题为“直齿轮和斜齿轮承载能力计算”的标准、技术规范(TS)和技术报告(TR)所构成,见表1。其中:

- 标准提供了基于广泛接受并经过验证的计算方法;
- 技术规范提供了仍需进一步发展的计算方法;
- 技术报告提供了有效数据,如算例。

ISO 6336 系列的第 1 部分至第 19 部分的内容主要涵盖齿轮承载能力计算时的疲劳分析;第 20 部分至第 29 部分的内容主要涉及润滑条件下齿面接触的摩擦性能;第 30 部分至第 39 部分的内容是算例。ISO 6336 系列未来可以增加新的部分对某些标准使用者反映的情况进行说明。

根据 ISO 6336 系列(见表 1) 进行标准化计算仅可用于标准中规定的零件,不可用于特殊零件。当需要进一步计算时,应指明 ISO 6336 系列的相关章条或部分。使用技术规范作为特殊设计的验收标准需要提前得到制造商和买方的同意。

表 1 ISO 6336 系列(截至本部分出版前的状态)

直齿轮和斜齿轮承载能力计算	标准	技术规范	技术报告
第 1 部分:基本原理、概述及通用影响系数	√		
第 2 部分:齿面接触强度(点蚀)计算	√		
第 3 部分:轮齿弯曲强度计算	√		
第 4 部分:齿面断裂承载能力计算		√	
第 5 部分:材料的强度和质量	√		
第 6 部分:变载荷条件下使用寿命计算	√		
第 20 部分:胶合承载能力计算(也适用于斜齿轮和准双曲面齿轮) 闪温法(代替:ISO/TR 13989-1)		√	
第 21 部分:胶合承载能力计算(也适用于斜齿轮和准双曲面齿轮) 积分法(代替:ISO/TR 13989-2)		√	
第 22 部分:微点蚀承载能力计算(代替:ISO/TR 15144-1)		√	
第 30 部分:ISO 6336 第 1、2、3、5 部分应用算例			√
第 31 部分:微点蚀承载能力计算算例(代替:ISO/TR 15144-2)			√

赫兹压力是计算接触应力的基础,是 ISO 6336 中圆柱齿轮齿面接触疲劳强度分析的理论基础。赫兹压力是齿轮啮合过程中齿面接触应力计算的重要指标。然而,它既不是产生点蚀的唯一因素,也不是亚表面产生的剪切应力的单一方面因素。其他的影响因素,如摩擦系数、滑动速度的方向和大小以及润滑剂等因素均会对压力的分布产生影响。在现阶段,上述因素尚未在齿轮承载能力计算中予以直接考虑,但承载能力计算中引入许用值,在某种程度上就将这些因素包含在了限制性系数与材料特性参数的选取中。

尽管存在不足,但采用赫兹压力作为齿轮接触疲劳强度计算的理论基础具有一定的合理性。其原因是,对于给定的齿轮材料,赫兹压力的极限值与试样疲劳试验得到的结果一致性比较好。可见,这些

极限值中包含了其他相关因素的影响。因此,赫兹压力作为接触疲劳强度计算的理论基础是可以接受的,这需要根据具体应用将标准齿轮的试验数据加以扩展,以用于不同尺寸的计算齿轮。

几种计算齿轮的许用接触应力及评估相关系数的方法已有说明,见 ISO 6336-1。

直齿轮和斜齿轮承载能力计算

第2部分：齿面接触强度(点蚀)计算

重要提示——使用 GB/T 3480 本部分的用户应注意,当采用本部分的方法对大螺旋角($\beta > 30^\circ$)和 大法向压力角($\alpha_n > 25^\circ$)的齿轮进行计算时,计算结果需要凭经验用方法 A 进行复核。此外需要注意的是,对于斜齿轮而言,具有高精度和最佳修形的齿轮与本部分的相关性最好。

1 范围

GB/T 3480 的本部分规定了外啮合与内啮合渐开线圆柱齿轮的齿面承载能力的基本计算公式,包含了齿面接触疲劳强度评估中所有影响系数的计算式。本部分内容主要适用于润滑油传动装置;但只要啮合过程中始终存在足量的润滑剂,也可近似地用于(低速运转时)脂润滑传动装置。

本部分给出的公式,适用于 GB/T 1356 中由基本齿条型刀具加工的圆柱齿轮齿廓,也可用于当量齿轮(计算齿轮)的端面重合度 $\epsilon_{\alpha n}$ 小于 2.5 并与其他基本齿条共轭的齿廓。采用本部分公式计算的结果与其他方法(见参考文献[5]、[7]、[10]、[12])非常一致。

除了第 4 章所述的损伤类型外,本部分不能直接用于评估其他的齿面损伤类型,如塑性屈服、刮擦或胶合。

通过许用接触应力确定的承载能力称为“齿面承载能力”或“齿面接触强度”。

如果本范围不适用,参考 ISO 6336-1:2019 的第 4 章。

2 规范性引用文件

下列文件的内容对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1356—2001 通用机械和重型机械用圆柱齿轮 标准基本齿条齿廓(idt ISO 53:1998)

GB/T 3374.1—2010 齿轮 术语和定义 第 1 部分:几何学定义(ISO 1122-1:1998, IDT)

GB/T 3505—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数(ISO 4287:1997, IDT)

GB/T 10610—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法(ISO 4288:1996, IDT)

ISO 6336-1 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 1 部分:基本原理、概述及通用影响系数(Calculation of load capacity of spur and helical gears—Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors)

ISO 6336-5 直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 5 部分:材料的强度和品质(Calculation of load capacity of spur and helical gears—Part 5: Strength and quality of materials)

3 术语、定义、符号和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 3374.1—2010 和 ISO 6336-1 界定的术语和定义适用于本文件。