



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 3480.4—2024/ISO/TS 6336-4:2019

直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第4部分：齿面断裂承载能力计算

Calculation of load capacity of spur and helical gears—
Part 4: Calculation of tooth flank fracture load capacity

(ISO/TS 6336-4:2019, IDT)

2024-04-25 发布

2024-11-01 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	2
3.1 术语和定义	2
3.2 符号和缩略语	2
3.3 局部接触点 CP 和材料深度(y)的定义	4
4 齿面断裂的定义	4
5 基本公式	5
5.1 通则	5
5.2 最大材料暴露值($A_{FF,max}$)	5
5.3 局部材料暴露值[$A_{FF,CP}(y)$]	6
6 局部等效应力[$\tau_{eff,CP}(y)$]	6
6.1 概述	6
6.2 不考虑残余应力的局部等效应力[$\tau_{eff,L,CP}(y)$]	7
6.3 准稳态残余应力[$\tau_{eff,RS}(y)$]	18
6.4 残余应力对局部等效应力的影响[$\Delta\tau_{eff,L,RS,CP}(y)$]	19
7 局部材料剪切强度[$\tau_{per,CP}(y)$]	20
7.1 概述	20
7.2 硬度转换系数($K_{\tau,per}$)	20
7.3 材料系数($K_{material}$)	20
7.4 硬度梯度曲线[$HV(y)$]	21
附录 A (资料性) 不考虑残余应力的局部等效应力[$\tau_{eff,L,CP}(y)$]的计算	23
参考文献	24

前 言

本文件按照 GB/T(Z) 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T(Z) 3480《直齿轮和斜齿轮承载能力计算》的第 4 部分。GB/T(Z) 3480 已经发布了以下部分：

- 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 4 部分：齿面断裂承载能力计算；
- 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；
- 第 22 部分：微点蚀承载能力计算。

本文件等同采用 ISO/TS 6336-4:2019《直齿轮和斜齿轮承载能力计算 第 4 部分：齿面断裂承载能力计算》，文件类型由 ISO 的技术规范调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 表 2 增加了符号 $v_{r1,CP}$ 和 $v_{r2,CP}$ ；
- 增加了图 5~图 7 和部分公式在文中的提及；
- 6.2.4.2.4.3 的列项增加了引导语。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国齿轮标准化技术委员会(SAC/TC 52)提出并归口。

本文件起草单位：郑州机械研究所有限公司、江苏汇智高端工程机械创新中心有限公司、郑机所(郑州)传动科技有限公司、温岭市明华齿轮有限公司、西北工业大学、南京高速齿轮制造有限公司、重庆大学、陕西法士特齿轮有限责任公司、重庆齿轮箱有限责任公司、金华市新华齿轮有限公司、河南科技大学、贵州群建精密机械有限公司、浙江双环传动机械股份有限公司、太原理工大学、广东金力智能传动技术股份有限公司、重庆永达精密机械有限公司、浙江贝托传动科技有限公司、重庆南雁实业集团龙剑机械制造有限公司、重庆速腾机械制造有限公司。

本文件主要起草人：王志刚、曹志刚、朱浩月、裴帮、颜玲明、闫耀龙、李海霞、何爱民、范瑞丽、张园园、李纪强、冯健、李水土、龙见炳、蒋闯、郭情情、吴南、卢泽华、唐恒、郑鸿宇、何本益、周志强、唐义祥、魏冰阳、熊永强、王春梅、吴吉展、刘怀举、郭辉、管洪杰、赵家栋、张瑞亮、刘禾禾、王笑一、窦小鹏、段含辉、屠科慧、黎冬阳、何剑、杨小虎、陶先宇。

引 言

GB/T(Z) 3480《直齿轮和斜齿轮承载能力计算》在我国齿轮行业有着广泛的应用,这些标准完善了我国渐开线圆柱齿轮承载能力的计算体系,有助于我国的齿轮产品充分地与国际接轨。

GB/T(Z) 3480 主要规定了渐开线圆柱直齿轮和斜齿轮承载能力的计算。为方便读者使用,拟将标准分为 11 个部分进行编写,各部分内容相互关联又各自独立,共同构成相对完整的计算框架。

依据研究对象和计算方法的不同,GB/T(Z) 3480 拟由 11 个部分构成。

- 第 1 部分:基本原理、概述及通用影响系数。目的在于确立渐开线圆柱直齿轮和斜齿轮承载能力计算的基本原理,给出通用影响系数和部分修正系数的取值。
 - 第 2 部分:齿面接触强度(点蚀)计算。目的在于给出基于赫兹接触理论的齿面接触强度(点蚀)的计算方法和部分修正系数的取值。
 - 第 3 部分:轮齿弯曲强度计算。目的在于给出基于悬臂梁理论的齿面弯曲强度的计算方法和部分修正系数的取值。
 - 第 4 部分:齿面断裂承载能力计算。目的在于描述一种近年来研发的评估齿面断裂风险的方法。
 - 第 5 部分:材料的强度和重量。目的在于给出不同材料质量等级的技术要求、影响齿轮齿面接触强度极限和齿根弯曲强度极限的主要因素及许用值。
 - 第 6 部分:变载荷条件下的使用寿命计算。目的在于给出变载荷条件下通过 Palmgren-Miner 法则计算变载荷的当量值的计算方法。
 - 第 20 部分:胶合承载能力计算 闪温法。目的在于描述啮合齿面最大接触温度以及接触温度沿接触路径的变化。
 - 第 21 部分:胶合承载能力计算 积温法。目的在于描述啮合齿面沿接触路径的接触温度加权平均值。
 - 第 22 部分:微点蚀承载能力计算。目的在于描述特定润滑油在齿轮接触区的最小油膜厚度模型,以此评价齿轮抗微点蚀的能力。
 - 第 30 部分:应用 GB/T 3480 第 1、2、3、5 部分的计算实例。目的在于提供基于 GB/T 3480.1、GB/T 3480.2、GB/T 3480.3 和 GB/T 3480.5 系列标准的可参考的算例。
 - 第 31 部分:微点蚀承载能力的计算实例。目的在于提供基于 GB/Z 3480.22 的可参考的算例。
- 各部分名称及采用 ISO 对应关系见表 1。

表 1 GB/T 3480 系列的各个部分(截至本文件出版日期的状态)

直齿轮和斜齿轮承载能力计算	ISO 文件类型			转化为我国标准化文件类型	
	ISO	ISO/TS	ISO/TR	GB/T	GB/Z
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		√			√

表 1 GB/T 3480 系列的各个部分(截至本文件出版日期的状态)(续)

直齿轮和斜齿轮承载能力计算	ISO 文件类型			转化为我国标准化文件类型	
	ISO	ISO/TS	ISO/TR	GB/T	GB/Z
第 5 部分:材料的强度和质量	√			√	
第 6 部分:变载荷条件下的使用寿命计算	√			√	
第 20 部分:胶合承载能力计算 闪温法 (部分代替:GB/Z 6413.1—2003)		√			×
第 21 部分:胶合承载能力计算 积温法 (部分代替:GB/Z 6413.2—2003)		√			×
第 22 部分:微点蚀承载能力计算		√			√
第 30 部分:应用 ISO 6336 第 1、2、3、5 部分的计算实例			√		×
第 31 部分:微点蚀承载能力的计算实例			√		×
注:“√”表示已经出版,“×”表示还未出版。					

直齿轮和斜齿轮承载能力计算

第4部分：齿面断裂承载能力计算

1 范围

本文件描述了外啮合直齿和斜齿圆柱齿轮的齿面断裂承载能力的计算方法。

本文件不作为齿轮箱设计和认证过程中的评级方法使用。

本文件中的公式适用于齿廓符合 ISO 53 的主动和从动圆柱齿轮,也适用于实际端面重合度(ϵ_a)小于 2.5 的与其他齿条共轭的圆柱齿轮。本方法用于渗碳淬火齿轮^[15]已获验证,本文件给出的公式适用于满足以下条件的渗碳淬火齿轮:

——赫兹应力: $500 \text{ N/mm}^2 \leq p_H \leq 3\,000 \text{ N/mm}^2$;

——法向相对曲率半径: $5 \text{ mm} \leq \rho_{red} \leq 150 \text{ mm}$;

——在成品状态下,550 HV 处的表面硬化层深度: $0.3 \text{ mm} \leq CHD \leq 4.5 \text{ mm}$ 。

本文件不适用于非齿面断裂类型的轮齿损伤评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

ISO 1122-1 齿轮术语和定义 第1部分:几何学定义(Vocabulary of gear terms—Part 1: Definitions related to geometry)

注: 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)

ISO 1328-1 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第1部分:齿面偏差的定义和允许值(Cylindrical gears—ISO system of flank tolerance classification—Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to flanks of gear teeth)

注: GB/T 10095.1—2022 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第1部分:齿面偏差的定义和允许值(ISO 1328-1:2013, 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)

注: 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)

ISO 6336-2 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)]

注: GB/T 3480.2—2021 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(ISO 6336-2:2019, IDT)

ISO 21771 齿轮 渐开线圆柱齿轮和齿轮副 概念和几何学(Gears—Cylindrical involute gears and gear pairs—Concepts and geometry)