

# 团 体 标 准

T/ZZB 3693—2024

## 工程机械渗碳重载圆柱齿轮

Carburized heavy load cylindrical gears for construction machinery

2024-05-15 发布

2024-05-16 实施

浙江省质量协会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本要求 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 试验方法 .....	5
7 检验规则 .....	6
8 标志、包装、运输和贮存 .....	7
9 质量承诺 .....	8



## 前 言

本文件按照GB/T 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。

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。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：温岭市明华齿轮有限公司。

本文件参与起草单位：温岭市质量发展促进会、温岭市恒泰桥箱有限公司、台州市明华工贸有限公司、温岭市热处理厂、浙江中马传动股份有限公司。

本文件主要起草人：何本益、吴中伟、王文亮、颜建荣、莫海波、洪军、戴勇荣、瞿李益、黄振、罗斌宵、胡黎明、江华平、文聪、蒋建峰。

本文件评审专家组长：徐建楚。



# 工程机械渗碳重载圆柱齿轮

## 1 范围

本文件规定了工程机械渗碳重载圆柱齿轮的基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及质量承诺。

本文件适用于采用渗碳工艺处理，分度圆直径（ $d$ ）为5 mm~1 000 mm，齿宽（ $b$ ）为4 mm~200 mm，平行轴传动的工程机械用重载渐开线圆柱齿轮及花键（以下简称“齿轮”）。

## 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。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3374.1 齿轮 术语和定义 第1部分：几何学定义
- GB/T 3478.1—2008 圆柱直齿渐开线花键（米制模数 齿侧配合）第1部分：总论
- GB/T 3478.5 圆柱直齿渐开线花键（米制模数 齿侧配合）第5部分：检验
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 4341.1 金属材料 肖氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 5216 保证淬透性结构钢
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 7232 金属热处理 术语
- GB/T 9450 钢件渗碳淬火硬化层深度的测定和校核
- 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
- GB/T 10095.2—2023 圆柱齿轮 ISO齿面公差分级制 第2部分：径向综合偏差的定义和允许值
- GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- GB/T 13299 钢的游离渗碳体、珠光体和魏氏组织的评定方法
- GB/T 17879—2023 齿轮 磨削后表面回火的化学浸蚀检验
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）
- GB/T 25744 钢件渗碳淬火回火金相检验
- GB/Z 18620.1 圆柱齿轮 检验实施规范 第1部分：轮齿同侧齿面的检验
- GB/Z 18620.2 圆柱齿轮 检验实施规范 第2部分：径向综合偏差、径向跳动、齿厚和侧隙的检验
- JB/T 6641 滚动轴承 残磁及其评定方法
- JB/T 10174 钢铁零件强化喷丸的质量检验方法
- JB/T 13027—2017 重载齿轮渗碳热处理技术要求

## 3 术语和定义

GB/T 3374.1、GB/T 7232、JB/T 13027—2017界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 基本要求

### 4.1 设计研发

- 4.1.1 应采用计算机软件对齿轮的结构外观进行优化设计。  
4.1.2 应采用修形软件对齿廓进行工艺优化设计。

### 4.2 原材料

- 4.2.1 钢材的化学成分、力学性能及表面质量应符合 GB/T 3077 和 GB/T 5216 的规定。  
4.2.2 钢材的奥氏体晶粒度应不小于 5 级。  
4.2.3 钢材的淬透性带宽应不大于 6 HRC。  
4.2.4 钢材中各类非金属夹杂物级别应符合表 1 的规定。

表1 非金属夹杂物级别

类别	A (硫化物类)	B (氧化铝类)	C (硅酸盐类)	D(球状氧化物类)	DS(大颗粒球状氧化物类)
细系	≤3.0	≤2.5	≤1.0	≤1.5	≤2.0
粗系	≤2.0	≤1.5	≤1.0	≤1.0	

注：钢材中的非金属夹杂物级别和测试方法见GB/T 10561。

- 4.2.5 钢材的带状组织按 GB/T 13299 的规定检验，Cr-Mo、Cr-Ni-Mo 钢≤2.5 级，其他钢种≤2 级。

### 4.3 工艺及装备

- 4.3.1 应配备数控滚齿机、数控插齿机、数控剃齿机、加工中心、箱式多用炉等自动化生产设备。  
4.3.2 渗碳炉炉温均匀性不应大于±8℃。

### 4.4 检验检测

- 4.4.1 应配备齿轮测量仪、粗糙度仪、坐标测量机、金相显微镜、圆柱度仪、影像测量仪、高斯计等检测设备。  
4.4.2 应具备材料化学成分、齿轮及花键精度、几何尺寸、形位公差、硬度、金相组织等指标的检测能力。

## 5 技术要求

### 5.1 表面质量

- 5.1.1 齿轮表面应无毛刺、磕碰等明显影响外观质量的缺陷。  
5.1.2 齿轮表面应无裂纹缺陷。  
5.1.3 表面粗糙度：齿面 Ra 不大于 1.6 μm，配合内孔和外径 Ra 不大于 0.8 μm，其它部位 Ra 不大于 6.3 μm。

### 5.2 喷丸强度及喷丸覆盖率

### 5.2.1 喷丸强度

使用A试片，弧高值应为0.35 mm~0.60 mm。

### 5.2.2 喷丸覆盖率

喷丸覆盖率应为200 %~300 %。

## 5.3 齿轮及花键精度等级

5.3.1 齿轮精度等级不应低于 GB/T 10095.1—2022、GB/T 10095.2—2023 规定的 8 级，齿轮精度基本控制项目见表 2。

表2 齿轮精度基本控制项目

序号	基本控制项目名称	基本控制项目代号
1	齿距累积总偏差	$F_p$
2	单个齿距极限偏差	$f_{pt}$
3	齿廓总偏差	$F_a$
4	螺旋线总偏差	$F_\beta$
5	径向跳动偏差	$F_r$
6	公法线长度	$W$

5.3.2 花键精度等级不应低于 GB/T 3478.1—2008 规定的 6 级。

## 5.4 硬度

### 5.4.1 表面硬度

5.4.1.1 齿轮的表面硬度应符合表 3 的规定。

表3 齿轮表面硬度

齿轮类别	洛氏硬度试验法	维氏硬度试验法 (表面硬度对照)	肖氏硬度试验法
	HRC	HV1	HS
高承载能力	60~64	698~795	83~92
一般承载能力	58~62	675~765	79~84

5.4.1.2 表面硬度不均匀性允许偏差应符合表 4 的规定。

表4 表面硬度不均匀性允许偏差

齿轮类别	硬度不均匀性允许偏差		
	洛氏硬度试验法	维氏硬度试验法	肖氏硬度试验法
	HRC	HV1	HS
高承载能力	2	45	3
一般承载能力	3	65	5

### 5.4.2 心部硬度

齿轮心部硬度应符合表 5 的规定。

表5 齿轮心部硬度

齿轮类别	心部硬度
高承载能力	35 HRC~46 HRC
一般承载能力	30 HRC~45 HRC

#### 5.4.3 有效硬化层深度

5.4.3.1 渗碳淬火后，齿轮节圆处有效硬化层深度应符合 JB/T 13027—2017 中附录 A 的要求。

5.4.3.2 齿根部位的有效硬化层深度不应小于节圆处的 60%。

5.4.3.3 硬化层深度偏差不应大于 10%。

#### 5.4.4 硬度梯度

在有效硬化层深度范围内，自齿表面向心部方向的硬度梯度：每间隔 0.1 mm，硬度降低不应大于 40 HV1。

#### 5.5 表面碳含量

齿轮表面碳的质量分数应控制在 0.7%~1.0% 范围内。

#### 5.6 金相组织

5.6.1 渗碳层的金相组织应符合表 6 和表 7 的要求。

表6 金相组织的级别要求

齿轮类别	马氏体级别	残留奥氏体级别	碳化物级别	心部组织级别
高承载能力	≤3 级	≤3 级	≤2 级	≤2 级
一般承载能力	≤4 级	≤4 级	≤3 级	≤4 级

表7 齿轮表层晶界内氧化允许深度

渗层深度 <sup>a</sup> mm	晶界内氧化允许深度 μm	
	一般承载能力	高承载能力
$e \leq 0.75$	17	12
$0.75 < e \leq 1.50$	25	20
$1.50 < e \leq 2.25$	30	20
$2.25 < e \leq 3.0$	38	25
$e > 3.0$	50	30

<sup>a</sup> 渗层深度为设计层深。

5.6.2 奥氏体晶粒度应大于 5 级。

#### 5.7 剩磁强度

齿轮经过磁化工序后需进行退磁处理，处理后剩磁强度应 ≤4 G。

#### 5.8 磨削烧伤

经磨削后的齿轮，其功能面，包括齿面、磨削齿根、轴颈以及其他指定表面，烧伤程度不应大于 GB/T 17879—2023 中表 4 要求的 FB1 级；非功能面，不大于 GB/T 17879—2023 中表 4 要求的 NB1 级。

## 6 试验方法

### 6.1 表面质量

6.1.1 外观质量采用目测法检测。

6.1.2 裂纹应采用磁粉探伤机检查。

6.1.3 当粗糙度  $Ra \geq 1.6 \mu m$  时，用比较样块对比检查；当粗糙度  $Ra < 1.6 \mu m$  时，用粗糙度仪检测。

### 6.2 喷丸强度及喷丸覆盖率

按 JB/T 10174 的规定。

### 6.3 齿轮及花键精度等级

6.3.1 齿轮精度按 GB/Z 18620.1、GB/Z 18620.2 的规定。

6.3.2 花键精度按 GB/T 3478.5 的规定。

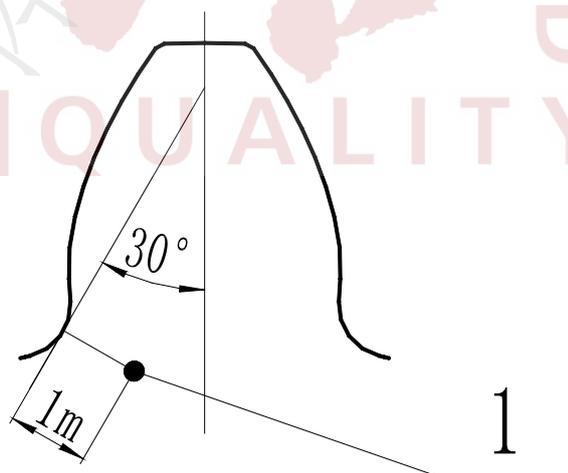
### 6.4 硬度

#### 6.4.1 表面硬度

按 GB/T 230.1、GB/T 4340.1 和 GB/T 4341.1 的规定。

#### 6.4.2 心部硬度

按 GB/T 230.1、GB/T 4340.1 的规定进行检测。测量位置：齿宽中部齿根  $30^\circ$  切线的法向上，深度为 5 倍硬化层深，但不小于 1 倍模数。



标引序号说明：

1—心部硬度测量位置。

图1 心部硬度检测部位

### 6.4.3 有效硬化层深度

测定部位按 JB/T 13027—2017 中 9.4 的规定，测量方法按 GB/T 9450 的规定。

### 6.4.4 硬度梯度

在有效硬化层深度范围内，沿节圆垂直于齿面方向，距表面0.1 mm开始，每隔0.1 mm按GB/T 4340.1 规定的方法检测维氏硬度，计算相邻点硬度差。

### 6.5 表面碳含量

距表面0.15 mm处取样，按GB/T 20123或GB/T 4336的方法进行检验。

### 6.6 金相组织

6.6.1 渗碳层的金相组织的检验和评级按 GB/T 25744 的规定。

6.6.2 晶粒度按 GB/T 6394 的规定。

### 6.7 剩磁强度

按JB/T 6641的规定。

### 6.8 磨削烧伤

按GB/T 17879—2023的规定。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。检验项目按照表 8 规定。

表8 检测项目

序号	检验项目	检验类型		技术要求	试验方法
		出厂检验	型式检验		
1	表面质量	√	√	5.1	6.1
2	喷丸强度及喷丸覆盖率	√	√	5.2	6.2
3	齿轮及花键精度等级	√	√	5.3	6.3
4	硬度	√	√	5.4	6.4
5	表面碳含量	—	√	5.5	6.5
6	金相组织	√	√	5.6	6.6
7	剩磁强度	—	√	5.7	6.7
8	磨削烧伤	—	√	5.8	6.8

注：“√”表示要进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。

### 7.2 组批

当生产使用的原材料、工艺、设备、检测仪器以及加工方法等过程条件不变时，一个检验批次可以

由一个或多个生产批次构成。

### 7.3 出厂检验

7.3.1 产品应经质检部门进行出厂检验合格后方可出厂，并附产品检验合格证。

7.3.2 抽样和判定见表 9。

表9 抽样和判定

批量范围	样本量 <sup>a</sup>	接收质量限 (AQL)	接收数	拒收数
			Ac	Re
≤150	3	1.0	0	1
151~1200	4	1.0	0	1
>1201	5	1.0	0	1

<sup>a</sup> 强化喷丸、硬度、表面碳含量、金相组织抽样数量为每批 1 个。

### 7.4 型式检验

7.4.1 型式检验样品从出厂检验合格的产品中随机抽取。

7.4.2 下列情况之一的，应进行型式检验：

- a) 新产品定型；
- b) 当结构、材料、工艺有较大变化，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产每两年一次；
- d) 连续停产六个月以上，恢复生产时。

7.4.3 在型式检验中，若全部检验项目合格，则判定该次型式检验合格；若检验中出现一项不合格，则判该次型式检验不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

8.1.1 包装、储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

8.1.2 包装箱外的收发货标志应符合 GB/T 6388 的规定。

8.1.3 包装箱外表面应有如下标识：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 产品名称；
- c) 产品型号；
- d) 产品标准号；
- e) 包装数量；
- f) 制造日期。

### 8.2 包装

8.2.1 齿轮采用专用包装箱包装，外包装箱采用铁框或木箱。包装应牢固可靠。内包装采用吸塑盒、小纸盒、纸板隔、木板隔等进行分隔，防止齿轮相互碰伤，在包装前，对齿轮要进行脱水防锈，防腐蚀处理。

8.2.2 包装箱内应有产品装箱清单及合格证。

### 8.3 运输

齿轮运输途中应做好防雨措施并保证安全装卸，防止装卸散包及磕碰伤。

### 8.4 贮存

8.4.1 齿轮包装完后，应在库房里分区堆放，分区之间留有可搬动的通道，注意贮存期限，做到先入库先出库发货，库房内应通风、堆放整齐、清洁。

8.4.2 贮存期限不超过一年，在贮存期内要定期或不定期进行抽检，超过贮存期的产品，在出厂前必须全部开箱重新复检。

## 9 质量承诺

9.1 在正常使用条件下，产品自交付之日起2年，因制造质量不良而损坏或不能正常使用时，生产商应负责保修或更换。

9.2 客户诉求时，24 h内做出响应，48 h内给出解决方案。