

《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》 团体标准编制说明

一、任务来源

贯彻落实国务院出台的《深化标准化工作改革方案》中发展壮大团体标准的有关要求，制定满足市场和创新需要的团体标准，落实国家关于钢铁行业高质量发展的政策导向，满足生产企业和下游用户对轨道交通用齿轮钢产品标准的实际需求，提出《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》团体标准制定项目。

本标准由中国特钢企业协会提出并归口。由南京钢铁集团有限公司、冶金工业规划研究院等起草，并共同参与前期研究、调研和标准的编制、修改、技术数据验证以及标准推广等工作。

二、制定本标准的意义

齿轮是啮合传递运动和动力的机械部件，其作用是实现转速、运动方向和运动形式等方面的改变。轨道交通是城市间和城市内的主要交通形式，是客运流动的主干线，直接关系到居民的出行、工作和生活。轨道交通用齿轮是传动系统的关键部件，相比于其他工业用齿轮具有速度高、载荷冲击大，工作温度范围宽等特点，对材料的性能、使用寿命、运行平稳性、安全性等方面都是重点关注方面。

随着轨道交通系统的快速建设，对齿轮用钢的可靠性、韧性、耐磨性、疲劳强度等性能都有了更高的要求。近年来我国铁路建设迎来高峰，高速铁路和城市轨道交通的快速增长，轨道交通用齿轮钢的使用量和规

模越来越大，由于钢种和牌号众多，造成了轨道用钢的化学成分、硬度、淬透性、力学性能、夹杂物等性能质量指标出现了差异。轨道交通用齿轮钢没有现行的国家标准，行业标准 YB/T 4741-2019《轨道交通用齿轮钢》，该标准适用范围是制造轨道交通齿轮用热轧或热锻圆钢及方钢，由于轨道交通的增长迅速和高质量的发展，无法满足实际轨道交通中对于齿轮钢的专用质量要求。本团体标准的制定，基于行业标准的要求上，针对轨道交通用钢进行提升和加强，规范和提升产品质量水平，加强该方面标准体系的建设，有效的控制和引导轨道交通用齿轮钢的应用。

三、标准编制过程

南京钢铁集团有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同承担了《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》团体标准的编制工作，共同组建了该团体标准起草小组，明确各自的责任和分工并开展工作。在《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》标准制定过程中，起草小组认真查阅有关资料、收集相关数据信息，结合国内外轨道交通用齿轮钢的生产情况，产品下游用户对轨道交通用齿轮钢的性能要求，进行本团体标准的编制工作。

主要编制过程如下：

2021年3月，中国特钢企业协会团体标准化工作委员会（以下简称团标委）秘书处给各位委员发出团体标准立项函审单。到立项函审截止日期，没有委员提出不同意见。

2021年5月，团标委正式下达《轨道交通用齿轮钢》团体标准立项计划（2021年第三批）。团体标准立项后，南京钢铁集团有限公司、冶

金工业规划研究院相关人员组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。

2021年5-6月：进行了起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作，完成了标准制定提纲、标准草案。

2021年8月：召开标准启动会，围绕标准草案进行了讨论，并按照与会意见和建议进行了修改，将《轨道交通用齿轮钢》标准名称修改为《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》。

2021年8月：形成征求意见稿并发出征求意见。

四、标准编制原则

一是满足用户使用需要的原则。力争达到“科学、合理、先进、实用”。二是实践标准供给侧改革的原则。争取实现团体标准的“及时性”、“先进性”和“市场性”的要求。三是技术创新的原则。在与国家标准体系协调一致的基础上，在标准结构、内容及主要技术指标等方面进行技术创新，在标准中充分体现新产品的技术特点。

五、主要技术内容

（一）标准编写格式

本文件内容符合 GB/T 1.1-2020 的规定。

本文件规定了轨道交通用齿轮钢的术语和定义、订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

（二）关于适用范围

适用于制造城市轨道交通齿轮用，直径 150mm~300mm 的热轧圆钢

(以下简称热轧圆钢)和直径 150mm~320mm 的热锻圆钢(以下简称热锻圆钢)

(三) 关于术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

(四) 关于订货内容

按本标准订货的合同至少应包括下列内容:产品名称、本文件编号、牌号、交货的数量(或重量)、交货状态、尺寸与外形、特殊要求。

(五) 关于尺寸、外形、重量

热轧圆钢尺寸、外形、重量及其允许偏差应符合 GB/T 702 的规定,具体组别应在合同中注明,未注明时按 2 组规定(直径 280mm 以上按 3 组规定)。热锻圆钢尺寸、外形、重量及其允许偏差应符合 GB/T 908 的规定,具体组别应在合同中注明。其他尺寸、外形、重量及其允许偏差应符合相应标准或供需双方协议的规定,具体要求应在合同或订单中注明。

本标准对尺寸、外形、重量及允许偏差的要求与 GB/T 3077-2015 《合金结构钢》保持一致。

(六) 关于技术要求

1. 牌号和化学成分

钢的牌号、统一数字代号及化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定。钢中残余元素含量应符合表 2 的规定。钢中气体元素含量应符合表 3 的规定。圆钢成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

本标准规定的城市轨道交通用齿轮钢 G20CrNi2Mo,基础通用 GB/T

3077-2015《合金结构钢》中没有对此牌号进行化学成分和参与要素要求。GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》中有对此牌号和化学成分要求。钢的化学成分、残余元素和气体元素含量对比见下表：

表1 钢的牌号和化学成分

标准	牌号	化学成分（质量分数）/%								
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	P
团标	20CrNi2 MoH	0.17~0.23	0.25~0.40	0.55~0.70	0.45~0.65	1.60~2.00	0.20~0.30	≤0.03	≤0.015	≤0.015
国标	20CrNi2 Mo	0.19-0.23	0.25-0.40	0.55-0.70	0.45-0.65	1.60-2.00	0.20-0.30	—	≤0.015	≤0.020

表2 钢中残余元素含量

标准	化学成分（质量分数）/%			
	Cu	Ca	Ti	Al
团标	≤0.20	≤0.0020	≤0.005	0.025~0.050
国标	≤0.25	≤0.0010	≤0.005	≤0.050

表3 钢中气体元素含量

标准	化学成分（质量分数）/%		
	O	H	N
团标	≤0.0020	≤0.00020	0.0080-0.0150%
国标	≤0.0015	≤0.00020	—

与 GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》对比，Cu、P、C、Al 的波动范围优于国标，新增 V、N 元素的要求。O、Ca 的范围含量略高于国标。

2. 冶炼方法

钢应采用电弧炉或转炉冶炼，并经炉外精炼和真空脱气方处理，以连铸工艺生产。经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用能保证本标准各项要求的其他冶炼方法。

3. 交货状态

圆钢以退火状态交货，交货硬度 ≤229HBW。经供需双方协议，钢材表面可经车削、剥皮或其他精整方法交货。交货状态与国标 GB/T

3203-2016《渗碳轴承钢》保持一致。

4. 力学性能

用热处理毛坯制成试样测定钢材的纵向力学性能,其检验结果应符合表 4 的规定。本标准针对轨道交通用齿轮钢的抗拉强度、断后延伸率、断面收缩率和冲击吸收能量进行了规定,与国标 GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》直径小于 80mm 的要求一致,增加了交货硬度的要求。

表4 力学性能

标准	牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	淬火		冷却 剂	回火		力学性能				交货 硬度
			温度/°C			温度/°C	冷却 剂	抗拉 强度 R _m /MPa	断 后 伸 长 率 A/%	断 面 收 缩 率 Z/%	冲击 吸收 能量 KU ₂ /J	
			一次	二次								
团 标	20CrNi2MoH	15mm	860~900	780~820	油	150~200	空气	980	13	45	63	229
国 标	G20CrNi2Mo	15mm	860~900	780~820	油	150~200	空气	980	13	45	63	—

5. 淬透性

钢的淬透性采用末端淬火试验方法测定。公称直径或厚度小于 30mm 的钢材允许在中间坯上取样进行实测。经供需双方协商,也可按公式计算方法确定淬透性。淬透性公式计算方法由供需双方协商确定。测定淬透性试样的正火温度范围、端淬温度见表 5 中的规定。与国标 GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》末端淬透性相比,本标准的保温时间更长,增加 J13 的要求,其他要求保持一致。

表5 淬透性试样正火温度范围、淬火温度范围

标准	热处理制度		淬透性		
	正火	淬火	J1.5	J9	J13
团标	930±5℃保温, 0.5~1h, 空冷	925±5℃保温 0.5~1h, 水冷	41~48HRC	≥33HRC	30~38HRC
国标	930℃~950℃, 30min, 空气	925±5℃, 15~30min, 水	41~48HRC	≥33HRC	—

6. 低倍组织

圆钢应进行酸浸低倍检验。钢材横向酸浸试片上不应有残余缩孔、皮下气泡、裂纹、翻皮、夹渣、白点和过烧，一般疏松、中心疏松、锭型偏析和中心偏析应符合表 6 的规定。

本标准对低倍组织的缺陷的合格级别与国标 GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》对比，与国标高级优质钢的要求一致

表6 低倍组织合格级别

标准	牌号	一般疏松	中心疏松	锭型偏析	中心偏析
		合格级别/级, 不大于			
团标	20CrNi2MoH	1.0	1.0	1.0	1.0
国标	—	1.0	1.0	1.0	1.0

7. 晶粒度

试样经 930℃ ± 5℃奥氏体化处理 4h 后直接淬水，晶粒度合格级别为 6 级或更细，在放大 100 倍的情况下 90%的晶粒度达到即可，但不允许出现粗于 3 级晶粒（包括 3 级）。（请公司核实）

8. 非金属夹杂物

钢材的非金属夹杂物合格级别应符合表 7 的规定。与国标 GB/T 3203-2016《渗碳轴承钢》对比，各类非金属夹杂物与国标优质钢要求基本一致，增加要求：各类夹杂物最大级别相加之和小于或等于 4.0 级，比国标要求更严格。

表7 非金属夹杂物合格级别

标准	牌号	A类		B类		C类		D类		DS类
		细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	
团标	20CrNi2MoH	2.5	1.5	2.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5
国标	优质钢	2.5	1.5	2.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0

9. 带状组织

按 GB/T 13299 标准中 B 系列进行评级，带状组织 ≤ 3 级。带状组织应在交货态检查。

10. 表面质量

圆钢表面不应有目视可见的裂纹、结疤、折叠及夹杂。如有上述缺陷应清除，清除深度从钢棒实际尺寸算起不超过表 8 和表 9 的规定，清除宽度不小于深度的 5 倍，同一截面达到最大清除深度不应多于 1 处。允许有从实际尺寸算起不超过公差之半的个别细小划痕、压痕、麻点及深度不超过 0.2mm 的小裂纹存在。与国标 GB/T 3077-2015 《合金结构钢》对比，要求基本一致。

表8 热轧圆钢允许缺陷清除深度

单位：mm

公称直径	允许清除深度	
	优质钢和高级优质钢	特级优质钢
≥150~200	圆钢公称尺寸的5%	圆钢公称尺寸的3%
≥200~300	圆钢公称尺寸的6%	

表9 热锻圆钢允许缺陷清除深度

单位：mm

公称直径	允许清除深度	
	优质钢和高级优质钢	特级优质钢

≥150~200	圆钢公称尺寸的5%	圆钢公称尺寸的3%
≥200~320	圆钢公称尺寸的6%	

以喷完或剥皮状态交货的钢棒表面应洁净、光滑，不应有裂纹、折叠、结疤和氧化铁皮，若有上述缺陷存在，允许局部修磨，但最大修磨处应保证圆钢的最小尺寸根据需方要求，表面质量可按 GB/T 28300 标准规定进行，具体质量等级、接受质量限 AQL（缺陷最大允许值）及检验方法由供需双方协商确定。

11. 超声检测

圆钢应进行超声检测，其合格级别由供需双方协商确定

12. 特殊要求

根据需方要求，经供需双方协商，并合同中注明，可供应下列特殊要求的钢材：

- a) 不允许以头坯生产的圆钢交货；
- b) 用塔形试样检验发纹；
- c) 其他特殊要求。

（七）关于试验方法

1. 检验项目

每批钢材的检验项目、取样数量及试验方法按表 8 规定执行。

钢的化学成分分析按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 和 GB/T 22368 的规定进行，仲裁时应按 GB/T 223.3、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.60、GB/T 223.64、GB/T 223.69、GB/T 223.72、GB/T 223.77、GB/T 223.79、

GB/T 223.84、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 的规定进行。

表10 检验项目、取样数量、取样方法及试验方法

序号	检验项目	取样数量 ^a	取样方法	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	GB/T 20066	见 7.1
2	氧含量	1 个/批	任一根圆钢	GB/T 11261
3	氢含量	1 个/批	任一根圆钢	GB/T 223.82、YB/T 4307
4	氮含量	1 个/批	任一根圆钢	YB/T 4307
5	拉伸	2 个/批	不同根圆钢，GB/T2975	GB/T 228.1
6	冲击	2 组/批	不同根圆钢，GB/T2975	GB/T 229
7	硬度	3 个/批	不同根圆钢	GB/T 231.1
8	淬透性	1 个/批	任一根圆钢	GB/T 225
9	低倍组织	2 个/批	不同根圆钢	GB/T 226、GB/T 1979
10	塔形发纹	2 个/批	不同根圆钢	GB/T15711
11	非金属夹杂物	2 个/批	不同根圆钢	GB/T10561—2005 中 A 法
12	晶粒度	1 个/批	任一根圆钢	GB/T6394
13	带状组织	1 个/批	任一根圆钢	GB/T 13298、GB/T 13299
14	超声检测	逐根	整根圆钢	GB/T4162
15	尺寸、外形	逐根	整根圆钢	卡尺、千分尺等量具
16	表面质量	逐根	整根圆钢	目视

a 交货钢材少于 3 根时,按实际钢材数量。

(八)关于检验规则

1. 检验和验收

圆钢的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。供方应保证交货的钢材符合本标准或合同的规定，需方有权对本文件或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。

2. 组批规则

圆钢应按批检查和验收。每批由同一牌号、同一炉号、同一加工方法、同一尺寸、同一交货状态、同一热处理制度（炉次）钢材组成。

3. 取样数量及取样部位

每批钢材的取样数量及取样部位应符合表 10 的规定。

4. 复验与判定规则

钢材的复验与判定规则按 GB/T 17505 规定执行。供方若能保证钢材合格时，对同一炉号的钢材或钢坯的低倍组织、非金属夹杂物和淬透性的检验结果，允许以坯代材，以大代小。

钢材的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

六、与国内其它法律、法规的关系

制定本标准时依据并引用了国内有关现行有效的标准，也不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

七、标准属性

本标准属于中国特钢企业协会团体标准。

八、标准水平及预期效果

该标准的制定能有效规范轨道交通用齿轮钢的生产、销售和使用，对城市轨道交通用齿轮钢产品的有序发展具有重要意义。同时该标准对产品的质量提升具有意义，有利于促进下游产品的质量提升与推广应用，体现团体标准的引领作用。

九、贯彻要求及建议

本标准归口单位为中国特钢企业协会，经过审定报批后，由中国特钢企业协会发布。建议在对城市轨道交通用齿轮钢的生产、贸易和使用等相关单位进行宣贯执行。

《轨道交通用齿轮钢 第一部分：城市轨道交通用热轧圆钢》标准编制
工作组

2021年8月