

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 7516 - 1994

---

### 齿轮气体渗碳热处理工艺 及其质量控制

1994-10-25 发布

1995-10-01 实施

---

中华人民共和国机械工业部 发布

齿轮气体渗碳热处理工艺  
及其质量控制

1 主题内容与适用范围

本标准规定了气体渗碳热处理齿轮的材料选择、热处理设备、工艺及其质量控制。  
本标准适用于钢制齿轮的气体渗碳、淬火、回火处理。

2 引用标准

GB 1818	金属表面洛氏硬度试验方法
GB 1979	结构钢低倍组织缺陷评级图
GB 3077	合金结构钢技术条件
GB 3480	渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法
GB 4340	金属维氏硬度试验方法
GB 5216	保证淬透性结构钢技术条件
GB 6394	金属平均晶粒度测定方法
GB 8539	齿轮材料及热处理质量检验的一般规定
GB 9450	钢件渗碳淬火有效硬化层深度的测定与校核
GB 9452	热处理炉有效加热区测定方法
GB 10561	钢中非金属夹杂物显微评定法
GB/T 230	金属洛氏硬度试验方法
GB/T 13299	钢的显微组织评定法
JB/T 6077	齿轮调质工艺及其质量控制
ZB G51 108	防渗涂料技术条件
ZB J36 012	钢件在吸热式气氛中的热处理
ZB/T J17 004	齿轮火焰及感应淬火工艺及其质量控制
ZB T04 001	汽车渗碳齿轮金相检验

3 齿轮材料

3.1 选材原则

- 3.1.1 所选齿轮钢材经各种机械加工和气体渗碳热处理后能满足产品性能的设计要求。
- 3.1.2 材料应为本质细晶粒钢。
- 3.1.3 对可靠度要求高的齿轮及大批量生产的齿轮应采用保证淬透性结构钢。
- 3.1.4 材料的热加工性能及切削加工性能应能满足生产要求。
- 3.1.5 考虑经济性和货源情况。

### 3.2 推荐渗碳齿轮用钢材

根据使用条件及钢材淬透性分档选用，除另有规定外，推荐钢材见表 1。

表 1

牌 号	应 用 范 围
20Cr	机床齿轮、轻载荷齿轮
20CrMo 20CrMnTi 20CrMnMo 20MnVB	汽车、拖拉机、机床、工程机械、船用减速器、机车及一般工业齿轮
12CrNi3 15CrNi3 20CrNi2Mo 20Cr2Ni4A 18Cr2Ni4WA	化工、冶金、工程机械、机车、电站、船舶、航空、坦克等高速齿轮及承受冲击载荷较大的重载齿轮

### 3.3 材料冶金质量

**3.3.1** 材料的化学成分、力学性能、一般疏松、中心疏松、偏析及表面质量按 GB 3077、GB 1979 规定。GB 3077 中未列入的材料，其技术条件及材料的尺寸精度按双方协议控制。齿轮制造厂应具有钢厂质量保证书，并应进行抽检复核。

**3.3.2** 材料的奥氏体晶粒度应为 5 级以上，不应有混晶现象，按 GB 6394 检验。

**3.3.3** 材料的淬透性带应在 GB 5216 规定的范围内。有特殊要求时，距端淬试样末端一定距离的硬度范围由用户与钢厂协商确定。

**3.3.4** 非金属夹杂物按 GB 10561 检验，氧化物、硫化物应各不大于 3 级。对可靠度要求高的齿轮，需保证材料的纯度，采用以真空冶炼、电渣重熔或真空重熔等方法冶炼的钢材。材料的含氧量应控制在 20 ppm 以下，含氢量控制在 5ppm 以下，含硫量小于 0.015%。当有特殊要求时，按双方协议规定。

**3.3.5** 材料的带状组织按 GB/T 13299 检验，一般应不大于 3 级。

### 3.4 锻件质量

**3.4.1** 齿轮锻件的始锻、终锻温度应严格控制。

**3.4.2** 锻造时应使坯料整个截面得到均匀变形，锻造比按 GB 8539 规定。若采用封闭锻造，其流线应基本上呈径向分布。对大型轴齿轮按有关行业规定。

**3.4.3** 锻坯不应有裂纹、折叠、过热及其他内部缺陷，也不能有最后加工无法除去的表面缺陷。

## 4 热处理设备技术要求

### 4.1 渗碳设备

**4.1.1** 渗碳可采用连续式气体渗碳炉、密封箱式炉、井式气体渗碳炉等。

**4.1.2** 连续式气体渗碳炉及密封箱式炉应能在加热、保温、冷却等各个阶段所设定的温度下保持所需的时间。

**4.1.3** 连续式气体渗碳炉、密封箱式炉及井式气体渗碳炉的有效加热区内的温度应控制在预定值的  $\pm$

10 以内。有效加热区按 GB 9452 的规定测试。

4.1.4 渗碳加热设备应结构合理,设有使炉内气氛均匀流动的装置,渗碳加热室应具有良好的密封性,渗碳的原料供给系统应安全可靠。

#### 4.2 渗碳后淬火加热设备

4.2.1 转炉、密封箱式炉和井式气体渗碳炉等加热设备,其有效加热区内的温度应控制在预定值的 $\pm 10$  以内。

4.2.2 感应加热设备应符合 ZB/T J17 004 要求。

4.2.3 盐浴炉加热时,盐浴不应使齿轮有腐蚀、脱碳及其他有害影响。

#### 4.3 淬火冷却设备及冷却介质

4.3.1 淬火冷却设备应具有可以控制的加热、冷却循环系统及搅拌装置。

4.3.2 淬火冷却设备应装有防火排烟装置。

4.3.3 淬火冷却介质应具有齿轮淬火所要求的冷却能力,且不易老化,其技术要求应符合有关标准。在生产现场应有定期分析和调整的管理制度,以确保淬火质量。

#### 4.4 清洗设备

清洗设备应具有浸泡、喷淋、油水分离等功能。清洗液可用碱水,其温度为  $80 \sim 90$  。也可用专用清洗剂。

#### 4.5 回火设备

4.5.1 回火可采用连续式或周期式炉,其炉内有效加热区的温度应控制在预定值的 $\pm 10$  以内。

4.5.2 回火设备应配有排油烟装置。

#### 4.6 温度的测定及控制设备

4.6.1 渗碳淬火加热炉、回火炉应配有温度测控、自动记录及报警装置,淬火冷却设备应配有温度测控装置。

4.6.2 测温仪表及热电偶应定期校验,并应符合 GB 9452 的规定。

#### 4.7 炉内气氛的测定及控制设备

炉内气氛可采用  $\text{CO}_2$  红外仪、氧探头、电阻丝、露点仪、定碳片及取气分析等任一方法进行测定与控制,相关设备按各自使用说明书操作。碳势控制精度应在 $\pm 0.05\%$  范围内。

### 5 渗碳前的预备处理

#### 5.1 正火

5.1.1 锻造后的齿轮锻坯应进行正火,正火温度一般为  $890 \sim 950$  ,保温时间根据锻坯有效尺寸、装炉情况及炉型而定,锻坯出炉后不应堆放冷却,而应散开空冷或喷雾冷却。

5.1.2 对于某些合金结构钢,当采用正火加回火工艺时,正火温度略高于渗碳温度,回火温度为  $600 \sim 680$  。

5.1.3 根据钢材特性和锻造生产具体条件,可采用锻造余热等温退火或锻造余热正火工艺。

5.1.4 锻坯正火后或正火加回火后的硬度应符合工艺文件规定,其测试部位可参照 JB/T 6077;硬度应均匀,单件硬度差值  $25\text{HBS}$ ,同一批硬度差  $40\text{HBS}$ 。

#### 5.2 等温退火

对于高精度齿轮，为增加预处理组织均匀性，可采用等温退火工艺。

### 5.3 去应力处理

对要求高的齿轮以及模数大于 14mm 的齿轮，齿形粗加工后应进行去应力退火处理或在 600 ~ 650 进行高温回火。

## 6 渗碳处理前的准备工作

### 6.1 探伤

对可靠度要求高的齿轮应进行超声波或磁粉探伤检验，其技术指标可按 GB 8539 或各行业规定。

### 6.2 表面清理

待渗碳的齿轮及吊装夹具均应进行清理或置于 450 ~ 550 炉内气化脱脂，除去表面油污、铁屑及其他有害杂物。

### 6.3 防渗措施

对齿轮不需渗碳的部位，可以采用防渗涂料涂敷表面。防渗涂料应附着牢固，渗碳处理后应易脱落，且对齿轮表面质量无有害影响，其技术指标按 ZB G51 108 规定。也可采用镀铜或预留加工量等防渗措施。

### 6.4 吊装夹具

根据处理设备类型及齿轮的结构特点设计吊装夹具。

6.4.1 夹具的结构、尺寸应保证其在高温状态下具有足够的刚性。吊装夹具经多次使用后不应对齿轮有较大的畸变影响，必要时必须及时更换。

6.4.2 夹具应保证在处理过程中齿轮各部位加热、冷却均匀，渗碳气氛流动均匀，并使生产操作安全方便。

### 6.5 随炉试样

随炉试样材料应与被处理齿轮材料相同，其形状尺寸应能代表齿轮实际处理情况，根据需要可采用以下任一形式。

6.5.1 仿形试样或齿形试样，应至少含有 3 个轮齿。齿根以下截面厚度等于齿根圆齿厚的二分之一，或根据齿轮模数选取，一般应大于 10 mm；齿宽为齿根圆齿厚的 2 ~ 3 倍，如图 1 所示。

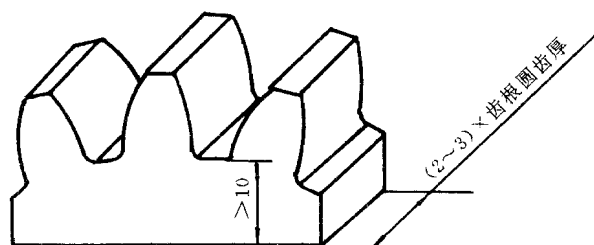


图 1 齿形试样

6.5.2 渗碳层检验试样见表 2。

表 2

mm

模 数	圆 棒 试 样 尺 寸 直径×长度 $d \times l$
6	16×35
> 6 ~ 18	25×50
> 18	直径=1/2 齿高处的齿厚, 长度=(2~3)×直径

6.5.3 心部硬度与心部组织检验试样见表 3。

表 3

mm

模 数	圆 棒 试 样 尺 寸 直径×长度 $d \times l$
6	32×76
> 6 ~ 10	56×130
> 10 ~ 18	76×180
> 18	90×205

6.5.4 采用盘形试样时,其厚度应大于表 2、表 3 中相应圆棒试样直径的 70%,而直径应大于厚度的 3 倍。

6.5.5 用于锥齿轮的圆棒试样,其直径大小可按齿宽中部模数值参照表 2 和表 3 确定。

6.5.6 随炉定碳剥层圆棒试样尺寸: $d \times l$ , 25mm×100mm。

6.5.7 随炉试样数量根据设备类型及装炉情况确定,试样应放置在能代表齿轮热处理质量的部位。周期式渗碳炉的中检试样,按各企业规定执行。

## 6.6 渗碳原料的选用

根据热处理设备的类型、渗碳原料的特性及供应状况选择。

6.6.1 滴注式气体渗碳炉可采用专用渗碳油、煤油、丙酮、异丙醇、醋酸乙酯、甲苯等任一种作渗碳剂,用甲醇作稀释剂。

6.6.2 可控气氛渗碳时,吸热式气氛原料气为天然气和液化石油气,其成分应符合 ZB J36 012 规定。

6.6.3 渗碳原料应成分稳定、有害杂质含量低,含硫量应在 0.02% 以下,检验符合要求后使用。

6.7 对于新购置的及较长时间未作渗碳使用的设备以及新夹具应进行预渗处理。

## 7 工艺控制

### 7.1 渗碳工艺规范

#### 7.1.1 装炉

7.1.1.1 将准备就绪的齿轮和随炉试样安放在吊装夹具上。对于中、小模数的薄壁齿轮应采用挂装或托垫形式的夹具,对带有花键孔的齿轮应支承合理。

7.1.1.2 齿轮装在夹具上时,轮齿之间不得有搭接,且轮齿工作面之间应留有足够间隙。

7.1.1.3 井式气体渗碳炉的中检试样可在齿轮装炉后或排气结束后放入试样孔。

#### 7.1.2 排气

7.1.2.1 齿轮装炉后,温度达 750 以上时大量滴入甲醇,达 850 后再通入渗碳剂。

7.1.2.2 当采用井式气体渗碳炉处理易畸变和可靠度要求高的齿轮以及装炉量较大时,应采取分段均温加热方式,同时通入氮气开始排气,炉温升至 750 后滴入甲醇。

7.1.2.3 当炉温达到设定的渗碳温度，且炉气碳势达 0.8% 时，即为排气结束，转入强渗阶段。

### 7.1.3 渗碳温度和时间

渗碳温度一般为 890 ~ 930 。渗碳时间根据钢材特性、渗层深度要求、渗碳温度、渗碳原料特性、炉型等条件决定。

### 7.1.4 扩散

对于要求渗层梯度平缓的齿轮，强渗后应进行扩散。但当要求有效硬化层深度小于 1mm 时，可不进行扩散。

7.1.4.1 当使用井式气体渗碳炉时，在强渗阶段后期取出中检试样，检验渗层深度，根据技术要求适时转入扩散阶段。

7.1.4.2 从强渗阶段转入扩散阶段时，一般温度不变，并应合理调整渗碳原料的比例及用量，必要时可通入能快速降低炉内碳势的气体，如氮气、空气等。

7.1.4.3 当使用井式气体渗碳炉时，在扩散阶段末期检查中检试样，根据要求的渗层深度及表层含碳量确定实际扩散时间。

### 7.1.5 碳势控制原则

7.1.5.1 强渗期碳势控制 一般情况下，在不出现炭黑及工件表面碳化物级别允许的前提下，在强渗期炉内应具有最高碳势，以获得最快的渗速。

7.1.5.2 扩散期碳势控制 一般以工件表层达到设计要求的碳浓度确定炉内碳势。

7.1.5.3 当有微机控制时，应能根据齿轮渗层碳浓度分布的设计要求进行自动测控。

### 7.1.6 降温处理

根据材料及工艺要求，渗碳后采用不同的降温处理。需直接淬火的齿轮，可在渗碳炉内降温至 840 ~ 860 保温 0.5 ~ 1h 后投入淬火介质中冷却；需重新加热淬火的齿轮，在渗碳炉内降温至 820 ~ 880 保温适当时间后移至冷却装置中冷却，并采取防氧化脱碳措施，齿轮冷至 350 以下方可空冷；当齿面有较大加工留量时可采用空冷；镍铬含量较高的材料，冷至 150 ~ 200 后进行高温回火。

## 7.2 淬火工艺规范

### 7.2.1 直接淬火

齿轮经气体渗碳后在渗碳炉内降温至 840~860 保温 0.5~1h，尔后投入淬火介质中冷却。用井式气体渗碳炉处理的齿轮，出炉后应尽快投入淬火介质内，以避免表面产生异常组织。

### 7.2.2 重新加热淬火

对于渗碳后需机械加工或由于钢材特性渗碳后需预冷，以及需经 1~2 次高温回火或球化退火的齿轮应进行重新加热淬火。

7.2.2.1 一次加热淬火 一般加热温度为 820~860 。对用连续式气体渗碳炉或密封箱式炉渗碳的齿轮，为细化晶粒在冷却装置中冷至 600 后，再重新加热至淬火温度。

7.2.2.2 二次加热淬火 第一次淬火加热温度为 860~880 ，保温后淬火冷却，待工时冷至室温后再进行第二次淬火，其第二次加热温度为 780~800 ，冷却方法同前。

## 7.3 清洗

齿轮及吊装夹具经淬火冷却至适当温度后方可进行清洗。

## 7.4 回火工艺规范

7.4.1 齿轮清洗后应及时低温回火，一般间隔不超过 4h。根据图样技术要求的硬度及钢种确定回火温度，一般为 160~220℃，回火时间为 2~4h。对于高镍铬钢大型齿轮要充分回火，一般为 10~20h。

7.4.2 对于高精度齿轮，磨齿后应进行去应力回火，温度为 140~160℃，保温时间不少于 2h。

7.4.3 对于合金元素含量较高的钢，渗碳缓冷后在重新加热淬火之前进行一次或二次高温回火，回火温度为 600~700℃，每次时间为 2~6h。

#### 7.5 冷处理

一般齿轮不采用冷处理。对于精度和可靠度要求高的齿轮，当渗碳表层组织中有过多残余奥氏体，且最终硬度要求 58 HRC 以上时方进行冷处理。

7.5.1 齿轮在冷处理前后均应进行低温回火处理，以免产生显微裂纹。

7.5.2 冷处理温度为-70~-80℃，时间为 2h，大齿轮适当延长时间。

7.5.3 齿轮经冷处理后应使其温度回升到室温，再进行低温回火，但间隔不得超过 4h。

#### 7.6 喷砂或喷丸

热处理后齿轮按要求进行喷砂清理或喷丸强化。

### 8 质量控制与检验方法

#### 8.1 随炉试样检验

##### 8.1.1 表面硬度

8.1.1.1 根据有效硬化层深度选用洛氏、表面洛氏等硬度计，选择方法见表 4 或按各行业规定，并按 GB/T 230 或 GB 1818 规定检测。硬度值应符合图样技术要求。

表 4

有效硬化层深度 mm	硬度计量类别	硬 度 范 围
>0.3~0.5	HR30N	75~80
>0.5~0.8	HR45N	63~69
>0.8	HRC	58~62

8.1.1.2 当图样要求测表层硬度时，用维氏硬度计在试样截面上距表面 0.05~0.10mm 处测定，测定方法按 GB 4340。对渗碳淬火后需要磨齿的齿轮，表面硬度的测定部位应为从试样表面至轮齿单侧加工余量深度之处。

8.1.1.3 表面硬度的均匀性要求见 GB 8539。

##### 8.1.2 心部硬度

心部硬度值一般要求 30~45 HRC，可由设计者根据齿轮使用条件选定。

8.1.2.1 齿形试样心部硬度的测定位置参见 GB 8539。

8.1.2.2 当用圆棒试样时，在试棒长度中部截取 10mm 厚的试样，在试样横截面中心处测定。试样尺寸与模数关系应符合表 3。

##### 8.1.3 有效硬化层深度

8.1.3.1 对于渗碳淬火后需加工的齿轮，渗碳的工艺层深应为图样上标注的深度加上轮齿单侧的加工余量。

8.1.3.2 有效硬化层深度的测定应以硬度法为准，测定部位按 GB 8539 规定，测定方法按 GB 9450、



GB 4340 规定，也可按各行业规定或生产厂与用户的协议。

8.1.3.3 用金相法、断口法检测渗层深度时，应预先找出与硬度法测定有效硬化层深度的关系，以保证成品齿轮满足图样技术要求。

8.1.3.4 渗碳齿轮有效硬化层深度推荐值见附录 A(参考件)。

8.1.3.5 当图样要求测定齿根有效硬化层深度时，应在齿形试样的法截面上向内测定。

8.1.3.6 若随炉试样有效硬化层深度不符合技术要求，则从该批中至少再抽取一件齿轮解剖测定，并以其测定结果为准。

#### 8.1.4 表层含碳量

8.1.4.1 表层含碳量为表面至 0.10mm 深度范围的平均含碳量。

8.1.4.2 如无特殊要求，表层含碳量一般控制在 0.8% ~ 1.0% 范围内。原则上不低于相应钢材的共析含碳量。

8.1.4.3 表层含碳量可用试样剥层进行化学分析，也可用金相法判别或用直读光谱仪分析。

8.1.4.4 应用各种碳控技术对渗碳过程进行控制时，应预先找出各种钢材渗碳时，其表层含碳量与气氛碳势的关系。

8.1.4.5 当新产品试制或工艺调试时，应检验表层含碳量。在批量生产中，若渗碳过程无任何气氛控制措施时，应定期检验表层含碳量。

#### 8.1.5 表层组织

8.1.5.1 残余奥氏体 按各行业金相检验级别图评定。一般齿轮应控制在 30% 以下，高精度齿轮应控制在 20% 以下。对于留有加工余量的齿轮，评定部位按内控标准规定。

8.1.5.2 马氏体 按各行业金相检验级别图评定。对于齿形试样应以分度圆附近的严重视场作为评判依据。

8.1.5.3 碳化物 按各行业金相检验级别图评定。当采用 ZB T04 001 碳化物评级图时，若试样在 400 倍下无明显碳化物，但试样表面硬度及含碳量合格，表层组织不为亚共析状态时，可评为 1 级。

8.1.5.4 表层脱碳 试样经 4% 硝酸酒精溶液轻腐蚀后，置于显微镜下放大 400 倍观察，对于齿形试样着重检查齿根圆角处，脱碳层深度应不大于 0.02mm 或按 GB 8539 分档控制。

8.1.5.5 表层非马氏体 试样经 4% 硝酸酒精溶液轻腐蚀后，置于显微镜下放大 400 倍观察，对于齿形试样检测分度圆及齿根圆角处，按 GB 8539 分档控制。

#### 8.1.6 心部组织

按各行业规定或生产厂与用户的协议检验。

#### 8.1.7 至表面硬度降、至心部硬度降

当图样要求测定至表面硬度降和至心部硬度降时，参见 GB 8539 或按各行业规定执行。

#### 8.1.8 心部冲击性能

当用户有要求时，在随炉圆棒试样或齿坯试样上取料，加工成冲击试样，进行冲击试验。

### 8.2 齿轮热处理质量检验

#### 8.2.1 外观

齿轮经热处理后，表面不得有氧化皮、碰伤、剥落、锈蚀等缺陷。

#### 8.2.2 齿面硬度

8.2.2.1 应根据齿轮重要程度、批量及炉型规定抽检数量。

8.2.2.2 测定部位以齿面为准，也可测齿顶或端面，但应考虑其与齿面硬度的差异。测量点要求分布在约相隔 120° 的三个轮齿上，每个轮齿上一般不得少于 2 点，其硬度值应符合图样技术要求。

8.2.2.3 硬度计应稳定、可靠、重现性好。当选用齿面硬度计检测齿面时，应将测头垂直于齿面；当用洛氏硬度计检测齿顶时，应将被测处用砂纸打磨，其表面粗糙度应符合 GB/T 230 规定，测量时应放置平稳；当用锉刀检验齿顶、齿根硬度时，锉刀应为标准锉刀；当用肖氏硬度计或里氏硬度计 D 型冲头装置检测时，齿轮的有效硬化层深度必须大于 0.8 mm。

8.2.2.4 对于无法用硬度计检测的齿轮，一般以随炉试样的测量值为准。

8.2.2.5 当硬度不符合技术要求时，应加倍抽检，若仍不符合则应根据具体情况进行返修或判废。

### 8.2.3 有效硬化层深度

8.2.3.1 当采用各种碳控技术控制渗碳过程且生产质量稳定时，可以随炉试样的检测结果为准。抽检周期可根据具体情况确定。

8.2.3.2 对批量生产的齿轮，当渗碳气氛无任何控制措施时，在试样合格的情况下，每周应抽检一件齿轮解剖测定。检验方法同 8.1.3 条。

### 8.2.4 表层组织、心部硬度、心部组织

一般以随炉试样的检测结果为准。工厂可根据具体情况，确定解剖齿轮检验项目及检验周期。检验方法同 8.1.5、8.1.2、8.1.6 条。

### 8.2.5 裂纹

8.2.5.1 在热处理和磨齿后，可靠度要求高的齿轮应 100% 检验，一般齿轮应进行抽检。磨加工后表面一般不允许有裂纹。

8.2.5.2 裂纹的检验方法可采用以下任意一种，如磁粉探伤、超声波探伤、荧光浸透及染色浸透探伤等。

8.2.5.3 冷处理后微裂纹的检验用显微镜放大 400 倍观察随炉试样，在 0.30mm × 0.25mm 的矩形范围内，长度大于 1 个晶粒的微裂纹不得超过 10 个。

### 8.2.6 畸变

8.2.6.1 热处理后畸变量应控制在有关技术要求的范围内。

8.2.6.2 批量生产时，抽检项目和件数按产品图样的技术要求。

8.2.6.3 单件生产的齿轮应定期抽检。

## 9 记录内容

- a. 齿轮材料、数量、件号、炉号；
- b. 渗碳热处理工艺流程及工艺参数；
- c. 检验的项目、部位及结果；
- d. 热处理操作人员、检验人员的姓名或代号；
- e. 操作、检验日期。

附录 A

渗碳齿轮有效硬化层深度推荐值

(参考件)

A1 渗碳齿轮有效硬化层深度推荐值见表 A1。

表 A1

mm

模数 $m$	渗碳齿轮有效硬化层深度	模数 $m$	渗碳齿轮有效硬化层深度
	界限值：550 HV		界限值：550 HV
1.5	0.25 ~ 0.50	10	2.00 ~ 2.60
1.75	0.25 ~ 0.50	(11)	2.00 ~ 2.60
2	0.40 ~ 0.65	12	2.30 ~ 3.20
2.5	0.50 ~ 0.75	14	2.60 ~ 3.50
3	0.65 ~ 1.00	16	3.00 ~ 3.90
3.5	0.65 ~ 1.00	18	3.00 ~ 3.90
4	0.75 ~ 1.30	20	3.60 ~ 4.50
5	1.00 ~ 1.50	22	3.70 ~ 4.80
6	1.30 ~ 1.80	25	4.00 ~ 5.00
7	1.50 ~ 2.00	28	4.00 ~ 5.00
8	1.80 ~ 2.30	32	4.00 ~ 5.00
9	1.80 ~ 2.30		

A2 渗碳淬火齿轮分度圆处最小有效硬化层深度  $DC_{min}$ ，可根据接触载荷引起最大剪切应力的深度计算，计算公式见式(A1)。

$$DC_{min} = \frac{\sigma_H d_1 \sin \alpha_t}{U_H \cos \beta_b} \cdot \frac{z_2}{z_2 \pm z_1} \dots\dots\dots (A1)$$

式中： $DC_{min}$ ——最小有效硬化层深度，mm；

$\sigma_H$ ——计算接触应力，MPa；

$d_1$ ——小齿轮分度圆直径，mm；

$\alpha_t$ ——端面分度圆压力角；

$\beta_b$ ——基圆螺旋角；

$U_H$ ——硬化工艺系数，MPa(渗碳齿轮： $4.4 \times 10^4$ MPa)；

$z_1$ ——小齿轮齿数；

$z_2$ ——大齿轮齿数；

“+”——用于外啮合传动；

“-”——用于内啮合传动。

附加说明：

本标准由全国齿轮标准化技术委员会提出并归口。

本标准由机械工业部郑州机械研究所负责起草。

本标准主要起草人李耀珍、康力、李泰吉、汤峰、陈若愚。

中 华 人 民 共 和 国  
机 械 行 业 标 准  
齿 轮 气 体 渗 碳 热 处 理 工 艺  
及 其 质 量 控 制  
JB/T 7516 - 1994

\*

机械科学研究院出版发行  
机械科学研究院印刷  
(北京首体南路2号 邮编 100044)

\*

开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 18,000  
1995年10月第一版 1995年10月第一次印刷  
印数 00,001 - 500 定价 6.00 元  
编号 94 - 306

机械工业标准服务网：<http://www.JB.ac.cn>