

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—2026

汽车可变气门正时系统用粉末冶金 VVT 限位块及转子总成技术规范

Technical specification for powder metallurgy VVT limit block and rotor assembly
for automotive variable valve timing system

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发 布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类 2

 4.1 按结构型式分类 2

 4.2 按转子叶片数分类 2

 4.3 按工作介质分类 2

 4.4 型号表示方法 2

5 技术要求 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 材料要求 3

 5.3 尺寸与公差 3

 5.4 物理力学性能 4

 5.5 表面质量 5

 5.6 热处理要求 5

 5.7 功能性能要求 5

 5.8 清洁度要求 6

6 试验方法 6

 6.1 外观检验 6

 6.2 尺寸与公差试验 6

 6.3 物理力学性能试验 6

 6.4 表面粗糙度测定 6

 6.5 硬化层深度测定 7

 6.6 功能性能试验 7

 6.7 清洁度检验 7

7 检验规则 7

 7.1 检验分类 7

 7.2 出厂检验 7

 7.3 型式检验 7

 7.4 判定规则 8

8 标志、包装、运输和贮存 8

 8.1 标志 8

 8.2 包装 8

 8.3 运输 8

8.4 贮存	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XX提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

汽车可变气门正时系统用粉末冶金 VVT 限位块及转子总成技术规范

1 范围

本文件规定了汽车可变气门正时系统用粉末冶金VVT限位块及转子总成的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于汽车发动机可变气门正时（VVT）系统中以粉末冶金工艺制造的限位块及转子总成（以下简称“限位块及转子总成”）。

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 包装储运图形符号标志
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分：漏斗法
- GB/T 1800.1 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差ISO代号体系 第1部分：公差、偏差和配合的基础
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差
- GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS） 几何公差 检测与验证
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
- GB/T 5161 金属粉末 有效密度的测定 液体浸透法
- GB/T 5162 金属粉末 振实密度的测定
- GB/T 5319 烧结金属材料（不包括硬质合金） 横向断裂强度的测定
- GB/T 7963 烧结金属材料（不包括硬质合金） 拉伸试样
- GB/T 7964 烧结金属材料（不包括硬质合金） 室温拉伸试验
- GB/T 9095 烧结铁基材料渗碳或碳氮共渗层深度的测定及其验证
- GB/T 9096 烧结金属材料（不包括硬质合金） 夏比冲击试验方法
- GB/T 9097 烧结金属材料（不包括硬质合金） 表观硬度和显微硬度的测定
- GB/T 12767 粉末冶金制品 表面粗糙度 参数及其数值
- GB/T 19743 粉末冶金用水雾化纯铁粉、合金钢粉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可变气门正时系统 variable valve timing system; VVT 系统

通过调节发动机气门开启和关闭的时刻，以优化不同工况下发动机动力性、经济性和排放性能的系统。

3.2

限位块 limiting block

安装在VVT转子总成中，用于限制转子与定子相对转动角度范围的粉末冶金零件，起机械限位和缓冲作用。

3.3

转子 rotor

VVT系统中与凸轮轴相连接、在油压作用下相对于定子转动的粉末冶金核心部件，通过叶片分隔油腔实现相位调节。

3.4

限位块及转子总成 limiting block and rotor assembly

由粉末冶金限位块与粉末冶金转子经装配（或一体成型）构成的组合部件，是VVT系统的核心执行元件。

3.5

烧结态 as-sintered

粉末冶金制品经压制和烧结后、未经任何后续热处理的最终状态。

4 产品分类

4.1 按结构型式分类

限位块及转子总成按结构型式分为以下两类：

- a) 分体式总成：限位块与转子分别独立制造，通过机械装配方式组合；
- b) 一体式总成：限位块与转子通过粉末冶金工艺一次性成型为一个整体部件。

4.2 按转子叶片数分类

按转子叶片数量分为：

- a) 三叶片式：均布 3 个叶片；
- b) 四叶片式：均布 4 个叶片；
- c) 五叶片式：均布 5 个叶片。

4.3 按工作介质分类

按工作介质分为：

- a) 液压式：以发动机机油为工作介质，通过油压驱动转子转动；
- b) 电动式：以电动机为驱动源，通过电信号控制转子转动。

4.4 型号表示方法

限位块及转子总成的型号由以下部分组成：

VVT-LR-□-□-□

其中：

VVT-LR——限位块及转子总成代号；

第一位□——结构型式（F——分体式，Y——一体式）；

第二位□——叶片数（3、4、5）；

第三位□——工作介质（H——液压式，E——电动式）。

示例：VVT-LR-Y-5-H 表示一体式五叶片液压式限位块及转子总成。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 限位块及转子总成应按规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.1.2 所用粉末冶金原材料应符合 GB/T 19743 的规定。

5.1.3 粉末冶金制品的表面粗糙度应符合 GB/T 12767 的规定。

5.2 材料要求

5.2.1 限位块及转子总成应采用铁基粉末冶金材料制造，材料牌号及化学成分应符合表 1 的规定。

表1 材料牌号及化学成分

材料牌号	碳含量（C）%	铜含量（Cu）%	钼含量（Mo）%	其他合金元素%	铁（Fe）%
F-02C	0.2~0.5	—	—	—	余量
F-05Cu	0.3~0.6	1.0~3.0	—	≤0.5	余量
F-07CuMo	0.5~0.8	1.5~2.5	0.3~0.8	≤0.5	余量

5.2.2 粉末原料的粒度组成应符合表 2 的规定。

表2 粉末原料粒度组成

粒度规格	粒度组成（质量分数）	推荐应用
-100 目	≤5%	转子主体
-100 目~+200 目	40%~60%	转子主体
-200 目~+325 目	25%~40%	限位块
-325 目	≤10%	精密部位

5.2.3 粉末原料的松装密度应为 2.2 g/cm³ ~3.0 g/cm³（按 GB/T 1479.1 规定的方法测定），振实密度应为 3.90 g/cm³ ~4.20 g/cm³（按 GB/T 5162 规定的方法测定）。

5.3 尺寸与公差

5.3.1 限位块及转子总成的主要尺寸应符合图样要求，其尺寸公差应按 GB/T 1800.1 的规定执行，未注公差应按 GB/T 1804 中 m 级（中等精度）的规定。

5.3.2 各部位尺寸公差应符合表 3 的规定。

表3 主要部位尺寸公差（单位为毫米）

部位名称	基本尺寸范围	公差等级	公差值
转子外径	≤50	IT7	±0.015
转子外径	>50~100	IT7	±0.020
转子内孔直径	≤30	IT6	±0.010
转子内孔直径	>30~60	IT6	±0.013
叶片槽宽度	—	IT8	±0.025
限位块外形尺寸	≤30	IT8	±0.020
限位块外形尺寸	>30~60	IT8	±0.025
中心距	—	IT8	±0.030

5.3.3 形位公差应符合表 4 的规定。

表4 形位公差要求（单位为毫米）

项目	公差值	基准
转子外径圆度	≤0.015	—
转子内孔圆柱度	≤0.010	—

项目	公差值	基准
转子端面跳动	≤ 0.030	内孔轴线
叶片槽对称度	≤ 0.040	转子中心线
叶片槽平行度	≤ 0.050	转子端面-
限位块位置度	≤ 0.050	装配基准-
限位块面轮廓度	≤ 0.100	装配基准

5.3.4 限位块与转子的装配间隙应符合表 5 的规定。

表5 限位块与转子装配间隙要求（单位为毫米）

配合部位	间隙值	备注
限位块与转子槽侧隙	0.02~0.08	单侧
限位块与转子槽底隙	0.01~0.05	—

5.4 物理力学性能

5.4.1 密度

限位块及转子总成的密度应符合表6的规定。

表6 密度要求

材料牌号	烧结态密度（g/cm ³ ）	热处理后密度（g/cm ³ ）
F-02C	≥ 6.80	≥ 6.85
F-05Cu	≥ 6.90	≥ 6.95
F-07CuMo	≥ 7.00	≥ 7.05

5.4.2 硬度

限位块及转子总成的硬度应符合表7的规定。

表7 硬度要求

材料牌号	烧结态硬度（HRB）	热处理后硬度（HRB/HRC）	备注
F-02C	50~65	58~68 HRB	渗碳处理
F-05Cu	55~70	65~75 HRB	淬火+回火
F-07CuMo	60~80	30~38 HRC	淬火+回火-

5.4.3 抗拉强度

限位块及转子总成的抗拉强度应符合表8的规定。

表8 抗拉强度要求

材料牌号	烧结态抗拉强度（MPa）	热处理后抗拉强度（MPa）
F-02C	≥ 300	≥ 450
F-05Cu	≥ 350	≥ 520
F-07CuMo	≥ 400	≥ 600

5.4.4 横向断裂强度

限位块及转子总成的横向断裂强度应符合表9的规定。

表9 横向断裂强度要求

材料牌号	横向断裂强度（MPa）
F-02C	≥550
F-05Cu	≥650
F-07CuMo	≥750

5.4.5 冲击韧性

限位块及转子总成的冲击韧性应符合表10的规定。

表10 冲击韧性要求

材料牌号	冲击吸收功（J）	试验温度
F-02C	≥15	室温（23±5）℃
F-05Cu	≥18	室温（23±5）℃
F-07CuMo	≥20	室温（23±5）℃

5.5 表面质量

5.5.1 限位块及转子总成表面应无裂纹、气孔、缩孔、分层、毛刺、锈蚀等缺陷。

5.5.2 表面粗糙度应符合表 11 的规定。

表11 表面粗糙度要求

部位	表面粗糙度 Ra（μm）	备注
转子外圆工作面	≤0.8	精加工面
转子内孔工作面	≤0.8	精加工面
转子端面	≤1.6	—
叶片槽工作面	≤1.6	—
限位块工作面	≤1.6	—
非工作面	≤3.2	—

5.5.3 限位块及转子总成的外观应均匀一致，色泽正常，无明显氧化色。

5.6 热处理要求

5.6.1 根据产品使用要求，限位块及转子总成可进行渗碳、碳氮共渗、淬火+回火等热处理。

5.6.2 渗碳或碳氮共渗硬化层深度应符合表 12 的规定。

表12 硬化层深度要求

部位	有效硬化层深度（mm）	测定方法
转子叶片工作面	0.30~0.80	GB/T 9095
转子内孔工作面	0.20~0.60	GB/T 9095
限位块工作面	0.25~0.70	GB/T 9095

5.6.3 热处理后零件表面不应有氧化脱碳、过热、过烧等缺陷。

5.7 功能性能要求

5.7.1 限位块及转子总成应在油压 0.1 MPa~0.6 MPa 范围内平稳转动，无卡滞、异响现象。

5.7.2 限位块限位角度偏差不应超过设计值的±0.5°。

5.7.3 总成在最高工作转速（12000 r/min）条件下持续运转 30 min，不应出现松动、变形、断裂等失效。

5.7.4 总成在-40℃～150℃温度范围内应能正常工作。

5.7.5 总成应能承受不低于 10⁷ 次的工作循环而不出现疲劳失效。

5.7.6 在 1.2 倍最高工作油压下保压 5 min，总成各部位不应有渗漏现象。

5.8 清洁度要求

限位块及转子总成内腔及表面的残留污物质量应符合表 13 的规定。

表13 清洁度要求

项目	限值（mg）	测定方法
总成内部残留污物总量	≤10	称重法
最大颗粒尺寸	≤0.5 mm	筛分法

6 试验方法

6.1 外观检验

在充足自然光或等效照明条件下，以目视方法检查限位块及转子总成的表面质量，必要时可使用10倍放大镜辅助检查。

6.2 尺寸与公差试验

6.2.1 尺寸检验应按 GB/T 1958 的规定执行。

6.2.2 线性尺寸采用精度不低于 0.001 mm 的量具或量仪测量。

6.2.3 形位公差采用三坐标测量机或专用检具测量。

6.2.4 角度采用万能角度尺或光学分度头测量，测量精度不低于±2'。

6.3 物理力学性能试验

6.3.1 密度测定

密度测定应按GB/T 5161的规定执行。试样应在烧结态或热处理后状态下测定，测定结果取3个试样的算术平均值。

6.3.2 硬度测定

应按照以下规定进行：

- a) 洛氏硬度（HRB/HRC）测定应按 GB/T 230.1 的规定执行；
- b) 表观硬度测定应按 GB/T 9097 的规定执行；
- c) 硬度测定应在零件工作表面或专用试样上进行，每件至少测定 3 点，取算术平均值。

6.3.3 抗拉强度测定

抗拉强度测定应按GB/T 7964的规定执行。试样应按GB/T 7963的要求制备。

6.3.4 横向断裂强度测定

横向断裂强度测定应按GB/T 5319的规定执行。

6.3.5 冲击韧性测定

冲击韧性测定应按GB/T 9096的规定执行。采用夏比（Charpy）冲击试验方法，试样为无缺口或U型缺口试样。

6.4 表面粗糙度测定

表面粗糙度测定应按GB/T 12767的规定执行,采用粗糙度测量仪测量,取样长度和评定长度应符合相关标准要求。

6.5 硬化层深度测定

硬化层深度测定应按GB/T 9095的规定执行,采用显微硬度法测定有效硬化层深度。

6.6 功能性能试验

6.6.1 转动灵活性试验

将限位块及转子总成安装于专用试验台上,在0.1 MPa~0.6 MPa油压范围内驱动转子往复转动,检查是否有卡滞、异响。

6.6.2 限位角度试验

采用角度传感器测量转子的实际转动角度,与设计值进行对比,偏差不应超过 $\pm 0.5^\circ$ 。

6.6.3 高速运转试验

将总成安装于高速试验台上,在12000 r/min转速下连续运转30 min,检查零件状态。

6.6.4 温度循环试验

将总成置于高低温试验箱中,在 -40°C 保温2 h后,以不大于 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至 150°C 保温2 h,循环3次,检查零件状态。

6.6.5 耐久性试验

在模拟发动机工作条件下,对总成施加不低于 10^7 次的工作循环,检查零件是否出现疲劳失效。

6.6.6 密封性试验

将总成内部加压至1.2倍最高工作油压,保压5 min,检查各部位是否有渗漏现象。

6.7 清洁度检验

将限位块及转子总成用规定溶剂进行清洗,收集清洗液中的残留物,经干燥后用精度不低于0.1 mg的天平称量,并按筛分法测定最大颗粒尺寸。

7 检验规则

7.1 检验分类

限位块及转子总成的检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.2 出厂检验

7.2.1 每件限位块及转子总成应经制造厂质量检验部门检验合格后方可出厂,并附有产品质量合格证。

7.2.2 出厂检验项目应包括尺寸与公差、表面质量。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,每两年应至少进行一次;
- d) 产品长期停产后恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.3.2 型式检验项目应包括第5章中全部技术要求。

7.3.3 型式检验的抽样应按GB/T 2829的规定执行,采用判别水平I的一次抽样方案,不合格质量水平(RQL)值为40。

7.4 判定规则

7.4.1 出厂检验中，若发现不合格品，应剔除不合格品后对该批次加倍抽样复检。若复检仍不合格，则判定该批次产品为不合格批。

7.4.2 型式检验中，若所有检验项目均符合要求，则判定型式检验合格。若有一项不符合要求，则判定型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 每件限位块及转子总成应在非工作面上清晰标注以下内容：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 产品型号；
- c) 生产批号或日期代码。

8.1.2 外包装箱上应标明：

- a) 产品名称、型号及数量；
- b) 制造厂名称、地址；
- c) 生产日期；
- d) “防潮”“防震”“小心轻放”等警示标志（符合 GB/T 191 规定）；
- e) 执行标准编号。

8.2 包装

8.2.1 限位块及转子总成应采用防锈纸或防锈塑料袋包装，外包装应采用适当的缓冲材料，防止在运输过程中相互碰撞和损伤。

8.2.2 包装应具有防潮、防尘功能，保证产品在正常贮存条件下 12 个月内不发生锈蚀。

8.2.3 包装箱内应附有产品质量合格证，合格证上应注明产品名称、型号、数量、检验员签章及检验日期。

8.3 运输

8.3.1 运输过程中应防止剧烈振动、冲击和雨淋。

8.3.2 装卸时应轻拿轻放，严禁抛掷。

8.4 贮存

8.4.1 限位块及转子总成应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的库房内。

8.4.2 贮存环境温度应为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于 80%。

8.4.3 产品应放置在货架上，离地面高度不应小于 200 mm，离墙距离不应小于 300 mm。

8.4.4 在符合规定的贮存条件下，产品自出厂之日起 12 个月内不应出现锈蚀。

T/CWDPA XXX—2026

中 华 人 民 共 和 国

团 体 标 准

汽车可变气门正时系统用粉末冶金 VVT 限位块及转子总成技术规范

T/CWDPA XXX—2026

*

中国西部开发促进会

网址 www.cwdpa.org.cn

*

开本 880×1230 1/6 印张 1.5 字数 3.4 千字

2026 年 5 月第一版 2026 年 5 月第一次印刷

*

如有印装差错 由中国西部开发促进会调换

版权专有 侵权必究

举报电话：010—65919503



T/CWDPA XXX—2026