

团 体 标 准

T/CICEIA/CAMS 4-2019

往复式内燃机气门盐浴软氮化 通用工艺规范

Reciprocating combustion engine valves salt bath soft nitriding-General process specifications

2019 - 02 - 01 发布

2019 - 02 - 01 实施

中国内燃机工业协会
中国机械工业标准化技术协会

发布

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 设备	3
5 技术要求	4
6 工艺规范	4
7 检验方法	7

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国内燃机工业协会提出。

本标准由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本标准起草单位：济南沃德汽车零部件有限公司、上海内燃机研究所、怀集登月气门有限公司、重庆三爱海陵实业有限责任公司、湖南天雁机械有限责任公司。

本标准主要起草人：董兵、赵明好、莫东强、彭勇、王忠诚、陈雪萍、夏彩霞、刘谷艳。

本标准首次发布。

往复式内燃机气门盐浴软氮化 通用工艺规范

1 范围

本标准规定了往复式内燃机气门盐浴软氮化通用工艺用盐、工艺规范、技术要求和检验方法。本标准适用于往复式内燃机气门盐浴软氮化工艺。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分 试验方法

GB/T 11354 钢铁零件 渗氮层深度测定和金相组织检验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

盐浴软氮化 salt bath nitriding

在一定温度的盐浴中，使氮、碳渗入工件（气门）表层的化学热处理工艺。

3.2

基盐 base salt

能提供活性氮、碳原子，并充当加热介质的混合盐。

3.3

再生盐 activating salt

调整盐浴成分，使老化的共渗盐浴恢复活性的添加剂。

3.4

氧化盐 oxidizing salt

能将氮化工件（气门）上粘附的残盐中的微量CN⁻氧化成CO₃²⁻的冷却盐浴。

3.5

氮化层 nitriding layer

工件（气门）表面形成的氮化层是指化学成分不同于基体的区域，氮化层包括化合物层与扩散层。

4 设备

4.1 总则

盐浴软氮化设备主要包括清洗槽、预热炉、软氮化炉、氧化炉、光饰机（抛丸机）和油槽等设备。

4.2 清洗槽

至少采用两个清洗槽，用于清洗和漂洗。

4.3 预热设备

采用带风扇的井式炉或其他电炉，配有控温系统。

4.4 盐浴软氮化设备

为外热式井式坩埚盐浴炉，配备有抽风装置、盐浴充气装置及控温系统。

4.5 氧化设备

为外热式井式坩埚盐浴炉，可配备抽风装置、盐浴充气装置及控温系统。

4.6 光饰设备或抛丸设备

光饰设备可采用振动光饰机，抛丸设备可采用抛丸机或抛光设备。

4.7 煮油槽

煮油槽内盛有机械油，配有控温系统。可根据产品类型确定是否采用。

5 技术要求

5.1 气门盐浴软氮化后，表面硬度不小于 600 HV0.2，氮化层深度不小于 0.01 mm（镍基合金除外），。

5.2 气门表面清洁，无腐蚀及外观缺陷（发黄、发红、盘部花斑、杆部大黑斑点、剥落、氮化层不均匀等）。采用锥面堆焊的气门经盐浴软氮化后，允许盘锥面背角呈微淡黄色。

6 工艺规范

6.1 准备工作

6.1.1 劳动防护用品穿戴齐全，根据要求检查预热炉、氮化炉、氧化炉、光饰机或抛丸机等设备的仪表与时间继电器等是否正常；

6.1.2 检查前后清洗水槽的水位与温度是否满足工艺要求，清洗水是否按规定频次定期进行更换；

6.1.3 根据气门大小，正确选择气门工装，检查氮化工装是否完整，；

6.1.4 每批次抽检一定数量气门表面是否有磕碰伤、裂纹、锈斑等缺陷；

6.1.5 应根据氮化炉和氧化炉容积与氮化气门量，规定适当的氮化盐浴和氧化盐浴捞渣频次并按规定进行捞渣。

6.1.6 根据氮化盐浴液面高度适量添加软氮化用基盐，应根据氮化盐浴的工作状态定期化验盐浴中 CNO^- 与 CN^- 成分， CNO^- 含量应符合 30~38% 范围内， CN^- 含量应小于 3%； CNO^- 与 CN^- 成分超出规定范围应进行相应调整。

6.1.7 现场配有工艺文件、操作指导书以及各种记录表等。

6.2 工艺流程

6.2.1 工艺流程

插盘装架→前清洗→预热→软氮化→氧化→空冷（或水冷）→后清洗→光饰（或抛丸）。

6.2.2 预热温度与保温时间

采用井式电阻炉进行气门的预热，炉内配有空气循环搅拌风扇，确保炉内温度的均匀，预热温度与时间见表1。

6.2.3 气门软氮化、氧化温度与时间

根据气门具体要求的表面硬度、氮化层深度及所用的氮化盐确定软氮化温度、时间。通用工艺参数见表1。

表1 气门预热、软氮化、氧化的温度与时间

类型	预热		软氮化		氧化	
	温度/°C	时间/min	温度/°C	时间/min	温度/°C	时间/min
高温软氮化	300~400	20~40	565±20	12~60	300~450	8~30
低温软氮化			525±20	30~70		

6.3 工艺方法

6.3.1 软氮化前准备工作

6.3.1.1 待软氮化气门垂直插入软氮化工装中，严禁气门斜穿与磕碰，造成气门划伤。

6.3.1.2 将装好的气门工装放入前清洗槽进行清洗、漂洗或喷淋。

6.3.2 预热

将经过清洗后的气门放入预热炉内，进行预热，具体保温温度与保温时间见表1。

6.3.3 软氮化过程：

6.3.3.1 盐浴软氮化采用外热式加热，坩埚内为被加热到软氮化温度的软氮化盐浴，坩埚内盐浴需通气。

6.3.3.2 根据工艺文件与技术要求，设定软氮化温度与时间，将气门放入氮化炉中进行软氮化处理。

6.3.3.3 软氮化保温结束，将软氮化气门随工装提出。

6.3.3.4 软氮化盐浴应按工艺文件规定定期捞渣。

6.3.4 氧化过程：

6.3.4.1 设定氧化温度与时间，将从氮化炉中提出的气门放入氧化炉中氧化处理。

6.3.4.2 氧化保温结束，将气门提出进行空冷或水冷。

6.3.4.3 氧化盐浴应按工艺文件规定定期捞渣。

6.3.5 氧化后清洗

将氧化后气门依次吊入后清洗槽中清洗，水温与时间见表2，水槽中的水需定期更换。废水排放需满足环保要求。

表2 氧化后清洗要求

清洗槽名称	温度/°C	时间/min
热水清洗槽	≥80	15~30

6.3.6 光饰处理或抛丸处理

6.3.6.1 经氮化处理后的气门应进行光饰处理或抛丸处理。

6.3.6.2 每次光饰（抛丸）的数量根据气门大小、光饰机的容积等而定。待光饰气门要均匀散放于光饰机中，内部磨料可以是瓷球或棕刚玉。

6.3.6.3 抛丸处理时，应按工艺文件规定。

6.3.7 气门盐浴软氮化的典型工艺曲线

典型工艺曲线见图1。

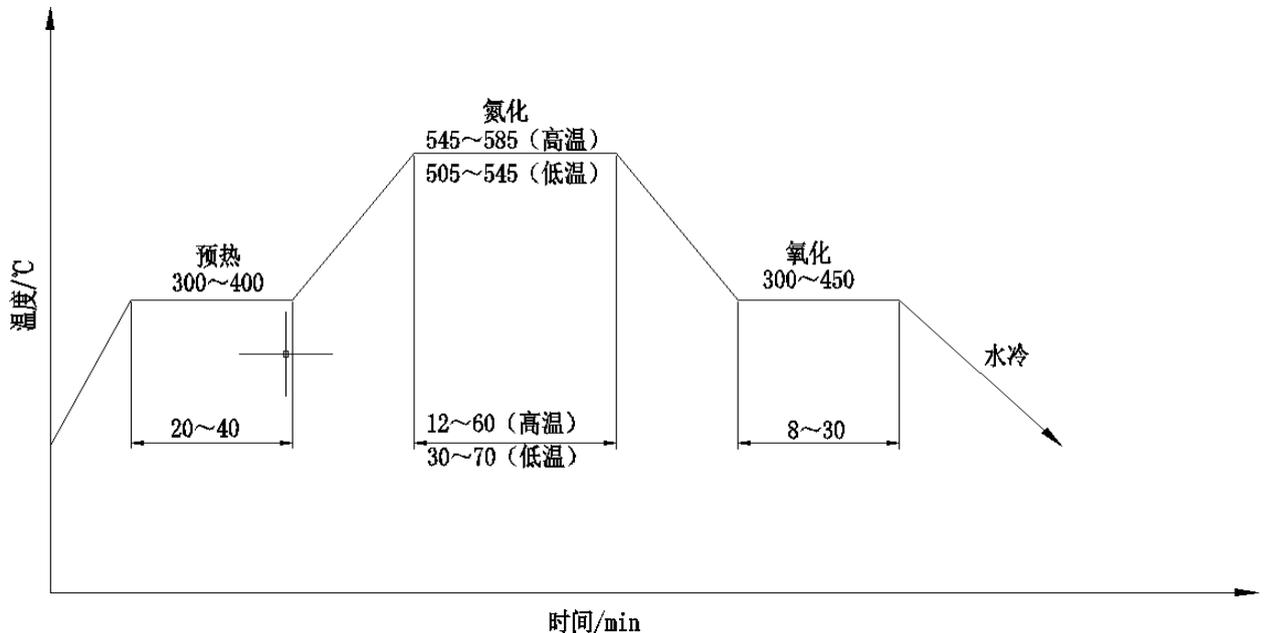


图1 气门盐浴软氮化的典型工艺曲线

6.3.8 对于自动盐浴软氮化生产线，按工艺文件规定。

6.4 常见缺陷原因分析与预防措施

常见缺陷原因分析与预防措施见表3。

表3 气门盐浴软氮化常见缺陷原因分析和预防措施

序号	缺陷名称	原因分析	预防措施
1	化合物层薄或无化合物层	1. CNO ⁻ 含量低 2. 温度低或时间短 3. 脱脂不干净, 表面有锈迹	1. 加再生盐还原或更换氮化盐 2. 调整氮化温度或适当延长时间 3. 彻底脱脂, 采用酸洗或抛丸清理锈迹
2	渗层硬度低	1. CNO ⁻ 含量低 2. 温度低或时间短 3. 表面疏松层过厚, 化合物层太薄	1. 加再生盐还原或更换氮化盐 2. 调整氮化温度或适当延长时间 3. 彻底清除氮化炉渣。
3	杆部直线度超差	1. 杆部磨削加工应力大, 或经过冷校直, 残留较大的内应力 2. 装卡不垂直, 斜插(穿)气门 3. 预热不充分 4. 出氧化炉清洗过早	1. 充分去应力退火, 消除残余应力 2. 垂直(插)穿气门 3. 提高预热温度或延长预热时间 4. 必要时出氧化炉后空冷后再清洗
4	表面疏松严重、起皮或粗糙度高(腐蚀)	1. CNO ⁻ 含量超出工艺要求 2. 新盐未陈化、CN ⁻ 含量太低 3. 盐浴软氮化温度超过 580 °C 4. 软氮化时间长 5. 漂洗时间长 6. 沉渣或极细的颗粒浮渣太多	1. 空载陈化使 CNO ⁻ 降到 38%以下 2. 在 600~620 °C 运行 2~3 h 后, 降至工艺温度 3. 在工艺温度范围内软氮化 4. 按工艺要求执行 5. 按要求时间漂洗 6. 挖渣和滤掉漂浮渣
5	有花斑或颜色不一致	1. 未除净工件上的锈迹或沾有油渍 2. 气门之间紧密接触、有叠压或堆积 3. 盐浴中渣多 4. 工件表面沾附的切削液或乳化液未洗净 5. 氧化盐失去作用, 反应效果差 6. 预热温度低或软氮化时间短 7. 软氮化盐浴或氧化盐浴表面有浮渣、脏物	1. 用稀盐酸、喷砂或砂纸除去锈迹, 洗去油渍 2. 气门盘部之间要有一定的间隙, 采用双层装卡 3. 停炉彻底捞渣, 添加基盐或更还部分陈盐 4. 清洗剂失效, 去污效果差, 更换清洗剂或将工件在光饰机内加水运转 5~10 分钟 5. 添加新氧化盐或换盐 6. 提高预热温度或延长软氮化时间, 或提高 CNO ⁻ 的浓度 7. 及时捞出盐浴表面漂浮的盐渣、脏物等, 保持表面清洁
6	杆部发红	1. 预热时间太长或预热温度高 2. 出氮化炉后与进氧化炉过程时间长 3. 氧化盐浴中 Fe ₂ O ₃ 含量高过高, 盐浴发红 4. 处理前表面有氧化皮或锈迹	1. 控制预热时间或预热温度高, 按工艺要求执行 2. 出氮化炉控完盐尽快进入氧化炉 3. 去除氧化炉中的沉渣, 添加新氧化盐 4. 采用抛丸或酸洗等方法, 去除氧化皮或锈迹
7	表面锈蚀	盐浴软氮化后未及时清洗或清洗不干净	要用 80 °C 以上的热水煮沸清洗, 时间在 15 min 以上, 及时进行光饰或抛丸处理

6.5 操作者检验要求

6.5.1 盐浴软氮化后进行外观检验, 抽检数量按工艺文件规定。

6.5.2 每天首炉和末炉应送样抽检氮化层深度与硬度。

7 检验方法

7.1 外观

目测。

7.2 表面硬度检测

用细砂纸将气门杆部擦亮，选用小负荷维氏硬度计的载荷0.2 kg力检测。检测方法按GB/T 4340.1规定进行检测。

7.3 氮化层检测

7.3.1 采用切割机将气门杆部横向或轴向切开后，镶嵌磨削，抛光后采用4%硝酸酒精或苦味酸腐蚀，按GB/T 11354的规定在400倍或500倍金相显微镜下检测。对于要求检查锥面氮化层的，与杆部方法相似。

7.3.2 奥氏体耐热钢与马氏体耐热钢气门的氮化层深度与形态见图2和图3。

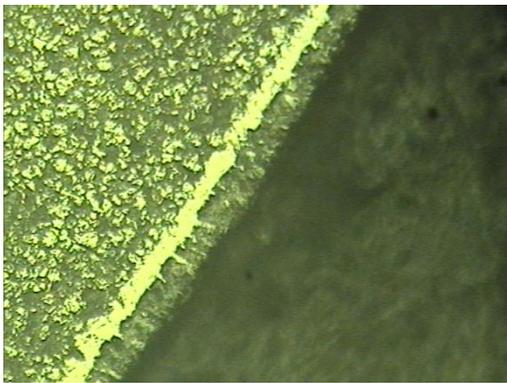


图2 奥氏体耐热钢

氮化层深度（4%硝酸酒精腐蚀）×400

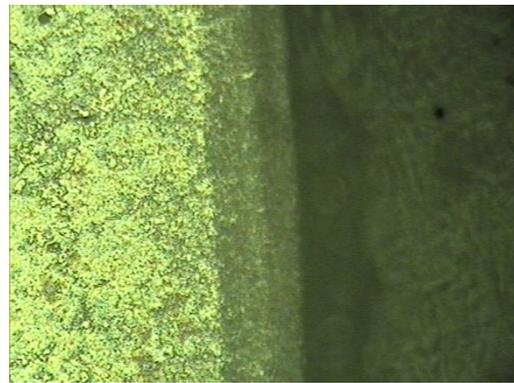


图3 马氏体耐热钢

氮化层深度（4%硝酸酒精腐蚀）×400

7.4 争议处理

当存在对氮化层深度有争议时，可采用显微硬度法进行检查，见图4，采用0.1 kg载荷力，从边缘垂直测定到比基体硬度高50 HV0.1处的距离为氮化层深度。

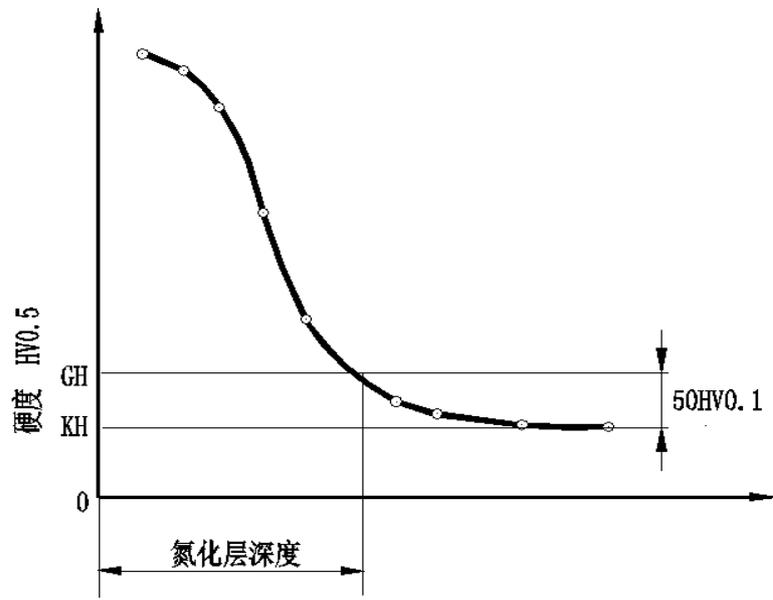


图 4 氮化层深度- 硬度法测量