

# QJ

中华人民共和国航空航天工业部航天工业标准

QJ 2539.1-93

---

## 化学热处理 钢的气体渗碳

1993-03-29 发布

1994-01-01 实施

---

中华人民共和国航空航天工业部 发布

## 化学热处理 钢的气体渗碳

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了钢的气体渗碳处理的材料、设备、工艺、操作注意事项和质量检验。  
本标准适用于航天产品常用低碳钢、低碳合金钢滴注式的气体渗碳。

### 2 引用标准

- GB 699 优质碳素结构钢 技术条件
- GB 3077 合金结构钢 技术条件
- GB 9450 钢件渗碳淬火有效硬化层深度的测定和校核
- ZBJ 36014 化学热处理渗剂 技术条件
- QJ 1421.4 安全检查细则 金属热加工及表面处理安全检查细则
- QJ 1428 热处理炉温控制与测量

### 3 材料

#### 3.1 零件材料

常用材料牌号及技术条件见表1。

表 1

类 别	材料牌号	技术条件
碳素结构钢	10、20	见 GB 699
合金结构钢	15CrA、20Cr	见 GB 3077
	20CrMnTi	
	12CrNi3、20CrNi3	
	18Cr2Ni4WA	

#### 3.2 渗剂

本标准选用煤油、甲醇作为渗剂，其技术要求按 ZBJ 36014 有关规定。

## 4 设备

### 4.1 加热设备

- 4.1.1 气体渗碳主要用井式气体渗碳炉、可控气氛箱式炉及网带炉。
- 4.1.2 加热炉有效加热区炉温均匀性应符合 QJ 1428 中Ⅲ类及其以上各类炉的有关要求。
- 4.1.3 加热炉应配有渗剂滴入和计量装置，滴入量应可调节。
- 4.1.4 加热炉必须密封并设有气体强制循环装置，保证炉内气氛均匀循环。
- 4.1.5 炉罐内壁材料对渗碳气氛应具有良好的化学稳定性。
- 4.1.6 配置相应碳势测定的露点仪、二氧化碳红外线分析仪、氧探头或其它碳势控制装置。

### 4.2 冷却设备

- 4.2.1 不直接淬火的应配备能避免氧化脱碳的冷却罐。
- 4.2.2 直接淬火的应配备具有良好搅拌装置的油槽。

## 5 渗碳工艺

渗碳的工艺过程分排气、均温、强渗、扩散和冷却五个阶段，各阶段的工艺要求及渗剂滴入量见表 2。

表 2

工艺过程	工 艺 要 求	时 间	渗 剂	
			名称	滴量 ml / min
排 气	加热炉升温到 900℃ 时，零件入炉，打开排气孔，滴入较大量渗剂，充分排除炉内空气并点燃废气	30~60min	甲醇	6.4~8.0
均 温	在渗碳温度下，让零件和试样在弱渗碳气氛中，均温同步渗碳	$A^{1)} \times (0.5 \sim 0.8)$ min / mm		5.6~7.2
强 渗	在渗碳温度下控制渗剂滴量，保持炉压在 100~300Pa 之间正常渗碳	见表 3	煤油	3.6~5.2
扩 散	在渗碳温度下，减少渗剂滴量，使零件表层过剩的碳向内部扩散，达到一定的渗层深度			2.8~4.4
冷 却	见 5.4 条	—	甲醇	4.8~5.6

注: 1) A 为零件最大有效厚度(mm)。

### 5.1 渗碳温度

渗碳温度一般为 880~930℃, 对形状复杂易变形的零件宜取下限; 对形状简单、相对不易变形、渗层深度大于 1.0mm 的零件宜取上限。

### 5.2 渗碳时间

不同材料、不同渗层深度的渗碳时间见表 3。渗碳温度较高时, 渗碳时间宜取下限; 渗碳温度较低时, 渗碳时间宜取上限; 并通过检验中检试样的渗层深度来准确确定最终渗碳时间。

表 3

材料牌号	渗层深度 mm					
	0.4~0.8		0.8~1.2		1.2~1.6	
	渗碳时间 h					
	强渗	扩散	强渗	扩散	强渗	扩散
10、20	2.5~3.5	0.5~1.0	3.5~4.5	1.0~1.5	4.5~5.5	1.5~2.0
15CrA、20Cr	2.0~3.0		3.0~4.0		1.0~2.0	4.0~5.0
20CrMnTi			3.0~3.5	3.5~4.0		2.0~2.5
12CrNi3、20CrNi3			3.0~4.0	4.0~5.0		
18Cr2Ni4WA			3.0~3.5	1.5~2.5		

### 5.3 渗剂滴量

加热炉容积较大或装炉量较多时, 渗剂滴量宜取表 2 中的上限。

### 5.4 冷却方式

5.4.1 渗碳结束后, 零件宜随炉降温至 860~880℃, 保温一定时间后, 吊入相应的冷却罐中缓冷。

5.4.2 当渗层碳化物形状呈现出棱角状或连续网状时, 需进行正火处理。

5.4.3 需直接淬火的零件, 根据不同材料和心部要求进行适当热处理。

### 5.5 试样

应在每炉的不同部位放置与零件材料同炉批的试样至少 3 件, 在加热炉试样孔内要另放中检试样 2~3 件, 便于中检渗层深度。

试样尺寸一般为直径 10mm，长度 30~50mm，也可按有关技术文件规定。

## 6 操作注意事项

- 6.1 开炉前应按设备操作规程检查热处理设备、管路系统和控制仪表是否正常。
- 6.2 待处理的零件渗碳表面不准有划伤、锈斑及油污。
- 6.3 零件不允许渗碳的部位应进行防渗处理，可采用涂覆防渗涂料、镀铜（镀铜厚度一般为 0.03~0.07mm）、预留加工余量或其它方法。
- 6.4 渗碳时零件之间应有一定的间隔，保证渗碳气氛畅通。
- 6.5 薄或长的零件应悬挂，以防变形。
- 6.6 经大修或久置不用的加热炉，新的炉罐和工夹具应用试样试炉，以确定加热炉是否正常。
- 6.7 渗层深度不足或表面碳浓度偏低的零件，允许补渗一次。零件和试样必须同炉进行补渗。
- 6.8 渗层深度不均匀时，应查明故障并排除之，必要时重测加热炉有效加热区的炉温均匀性。
- 6.9 在手动控制碳势的渗碳过程中，按表 2 规定的滴量每隔 20~30min 检查一次。
- 6.10 热处理过程中应记录工艺参数及有关重要事项并保存，以备查。

## 7 质量检验

### 7.1 外观与变形

零件应百分之百进行外观与变形检验。

- 7.1.1 零件表面应无氧化皮、无剥落层、颜色均匀。
- 7.1.2 零件变形量应符合工艺文件要求。

### 7.2 渗层检查

试样应百分之百进行渗层检查。

- 7.2.1 用金相法测定渗层深度，试样应在退火或缓冷状态下进行检测。
- 7.2.2 当渗层深度检测有争议时，应按 GB 9450 规定测定有效硬化层深度。
- 7.2.3 根据零件要求检查金相组织。

## 8 技术安全

按 QJ 1421.4 规定进行，或各单位根据 QJ 1421.4 规定，结合生产实际制订安全技术操作规程细则。

---

**附加说明:**

本标准由航空航天工业部七〇八所提出。

本标准由航空航天工业部上海新新机器厂负责起草。