

# 团 体 标 准

T/CICEIA/CAMS XXXX—202X

## 内燃机 活塞缺陷及检验 锻钢活塞

Internal combustion engines-Piston defects and inspection-Forged steel pistons

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缺陷类型 ..... 1

    4.1 裂纹 ..... 1

    4.2 锻造折叠 ..... 1

    4.3 异种材料粘结 ..... 2

    4.4 电弧烧伤 ..... 2

    4.5 腐蚀 ..... 2

    4.6 飞边 ..... 3

    4.7 毛刺 ..... 3

    4.8 锻件不完整 ..... 3

    4.9 缺料 ..... 4

    4.10 折皱 ..... 4

    4.11 磕碰 ..... 4

    4.12 划伤 ..... 5

    4.13 返修痕迹 ..... 5

    4.14 涂覆层异物 ..... 5

    4.15 焊接气孔 ..... 6

    4.16 焊渣 ..... 6

    4.17 焊瘤 ..... 6

    4.18 磷化工装压痕 ..... 7

5 技术要求 ..... 7

    5.1 总则 ..... 7

    5.2 活塞毛坯 ..... 7

    5.3 活塞成品 ..... 9

6 检验方法 ..... 12

图 1 裂纹..... 1

图 2 锻造折叠（黄总更换图片） ..... 2

图 3 异种材料粘结..... 2

图 4 电弧烧伤..... 2

图 5 腐蚀..... 3

图 6 飞边..... 3

图 7 毛刺..... 3

图 8 锻件不完整..... 4

图 9 缺料..... 4

图 10 折皱..... 4

图 11 磕碰..... 5

图 12 划伤.....	5
图 13 返修痕迹.....	5
图 14 表面凸起.....	6
图 15 焊接气孔.....	6
图 16 焊渣.....	6
图 17 焊瘤.....	7
图 18 磷化工装压痕.....	7
图 19 活塞裙部毛坯侧面重要度区域划分.....	8
图 20 整体活塞毛坯外表面重要度区域划分.....	8
图 21 活塞头部毛坯侧面重要度区域划分.....	8
图 22 活塞头部毛坯上下面重要度区域划分.....	8
图 23 活塞顶面载荷区域划分.....	10
图 24 活塞内腔载荷区域划分.....	10
图 25 活塞外表面载荷区域划分.....	11
表 1 毛坯活塞区域划分.....	7
表 2 活塞毛坯外观缺陷要求.....	9
表 3 成品活塞载荷区域划分.....	9
表 4 活塞成品外观缺陷要求.....	11

## 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这些专利的责任。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：滨州渤海活塞有限公司、安徽安簧机械股份有限公司、湖南江滨机器（集团）有限责任公司、中内凯思汽车新动力系统有限公司、金华市宝琳科技股份有限公司、安庆市兴业精工机械有限公司。

本文件主要起草人：刘世英、姜殿昌、王旭亮、黄昌文、陈卫东、刘亚辉、陈妙勇、李义、都江、王君。

本文件为首次发布。

# 内燃机 活塞缺陷及检验 锻钢活塞

## 1 范围

本文件规定了内燃机锻钢活塞（以下简称活塞）内外部缺陷的术语和定义、缺陷类型、技术要求及检验方法。

本文件适用于气缸直径小于或等于200 mm内燃机锻钢活塞的检验。

## 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 1148 内燃机 铝活塞

JB/T 13052 内燃机 锻钢活塞

## 3 术语和定义

GB/T 1148界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**内部缺陷 internal defect**

隐藏于活塞成品表面之下的缺陷。

### 3.2

**外部缺陷 external defect**

裸露或部分裸露于活塞成品表面之外的缺陷。

## 4 缺陷类型

### 4.1 裂纹

活塞表面或内部出现的局部断裂或不连续的线性缺陷，见图1。



图1 裂纹

### 4.2 锻造折叠

在锻造变形过程中，材料流向与表面轮廓不一致产生的材料分离，在横剖面金相图中通常显示为充满的鳞片状和目视可见的法兰面的脱碳层，见图2。

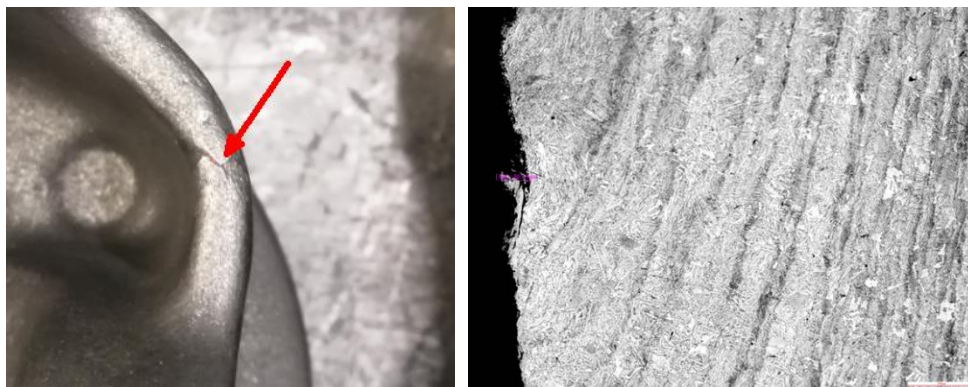


图2 锻造折叠

#### 4.3 异种材料粘结

外来材料在锻造压力下叠加在锻件表层形成的缺陷，一般在表面，深度较浅，见图3。



图3 异种材料粘结

#### 4.4 电弧烧伤

在磁粉探伤时电弧燃烧，活塞基体局部产生马氏体，造成表面局部发黑，并伴有熔融状凹凸不平，见图4。



图4 电弧烧伤

#### 4.5 腐蚀

活塞表面在特定环境（高温、湿度、化学介质等）中发生的自发性材料退化过程，表现为表面氧化、点蚀、剥落或裂纹扩展，见图5。



图5 腐蚀

#### 4.6 飞边

活塞边缘部位形成的条状或片状凸起，见图6。



图6 飞边

#### 4.7 毛刺

活塞加工时，其表面周围形成的、材料冗余的刺状物，见图7。

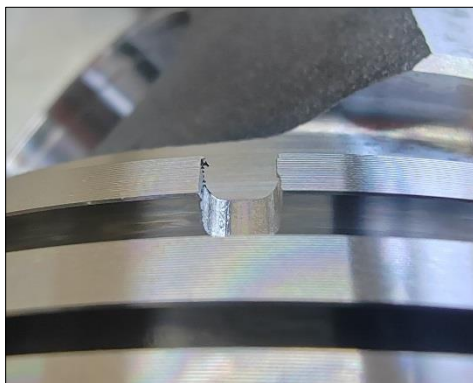


图7 毛刺

#### 4.8 锻件不完整

锻造过程中因金属流动不充分导致模具型腔未被完全填充，导致的锻件局部实体缺失，见图8。



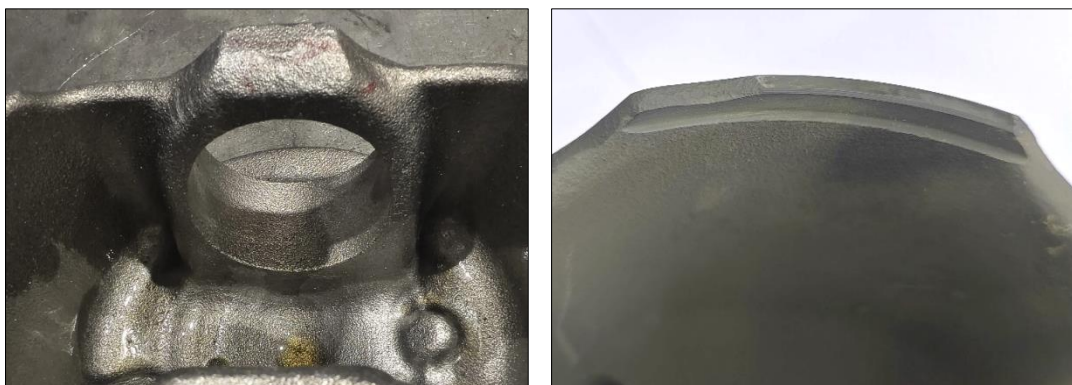


图8 锻件不完整

#### 4.9 缺料

因腐蚀、返工、脱落导致的锻件局部实体缺失，见图9。



图9 缺料

#### 4.10 折皱

因锻造模具磨损导致活塞毛坯表面凹凸不平的缺陷，见图 10。

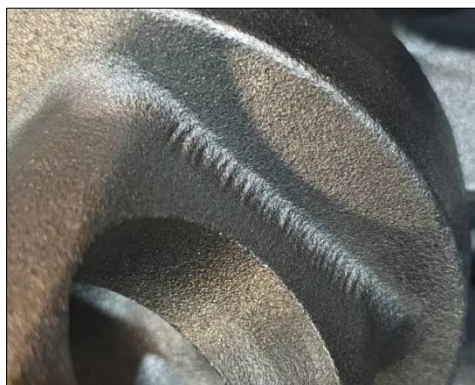


图10 折皱

#### 4.11 磕碰

活塞在加工、周转、安装、拆卸等过程中，因与外物机械触碰留下的表面凹状缺陷，见图11。





图11 磕碰

#### 4.12 划伤

活塞在生产过程中，被设备、工具等刮出的单条或多条勾痕状表面缺陷，见图12。



图12 划伤

#### 4.13 返修痕迹

活塞表面存在缺陷需要进行表面维修，维修后表面留下的痕迹，见图13。

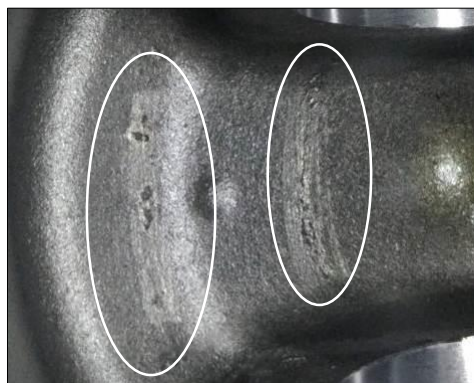


图13 返修痕迹

#### 4.14 涂覆层异物

异物粘附在活塞表面，清洗未能去除，表面处理后留在活塞表面而形成的颗粒状凸起，见图 14。

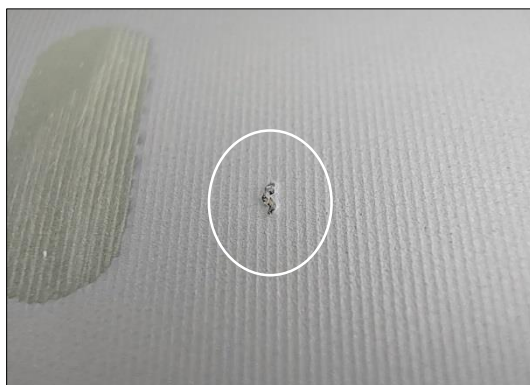


图14 表面凸起

#### 4.15 焊接气孔

焊接时，熔池中的气泡在金属凝固时未能来得及逸出，而残留在焊缝金属中形成的空洞。这些孔洞通常呈球形、椭圆形或不规则形状，见图15。



图15 焊接气孔

#### 4.16 焊渣

焊接过程中，熔化的金属颗粒或熔渣向周围飞散，接触并粘附在活塞表面而形成的缺陷，见图16。

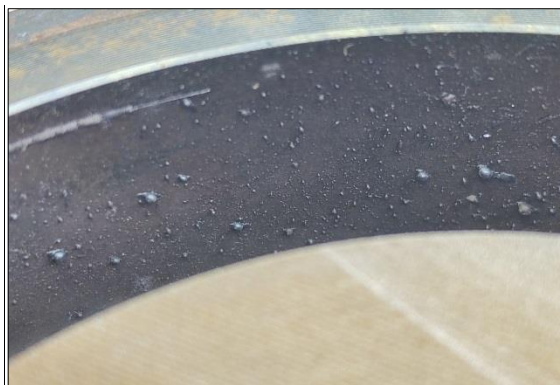


图16 焊渣

#### 4.17 焊瘤

焊接过程中，熔化金属流淌到焊缝之外未熔化的母材上所形成的金属瘤，见图17。



图17 焊瘤

4.18 磷化工装压痕

活塞磷化时，在工装与活塞表面接触区域，磷化液不能与活塞表面充分反应而形成的局部磷化不完全现象，见图18。

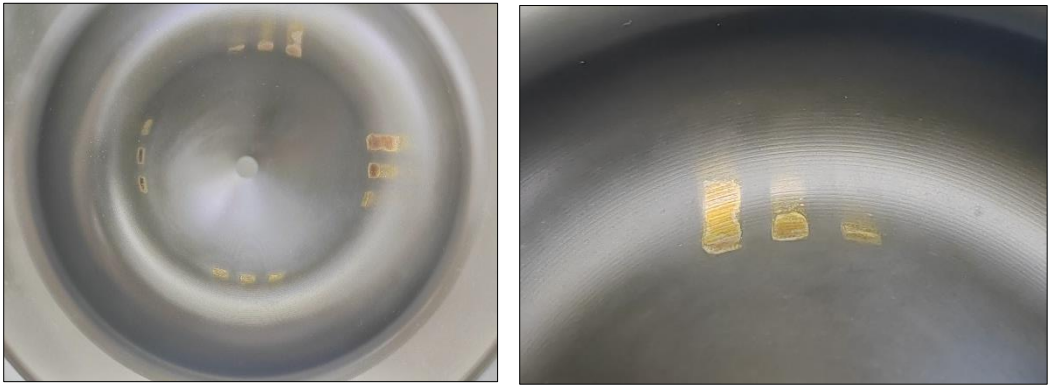


图18 磷化工装压痕

5 技术要求

5.1 总则

如顾客有特殊要求，按顾客特殊要求执行。

5.2 活塞毛坯

5.2.1 为了准确评估缺陷大小对活塞的影响，将毛坯活塞划分为三个区域，按表 1 执行。

表1 毛坯活塞区域划分

区域编号	说明	颜色标识
1	锻造毛坯面，产品最终表面	红色
2	待机械加工的区域 2，加工量较小，加工后形状未发生改变。	黄色
3	待机械加工的区域 1，加工量较大，形状发生改变	绿色

5.2.2 活塞上不同的载荷区域的划分，见图 19～图 22。

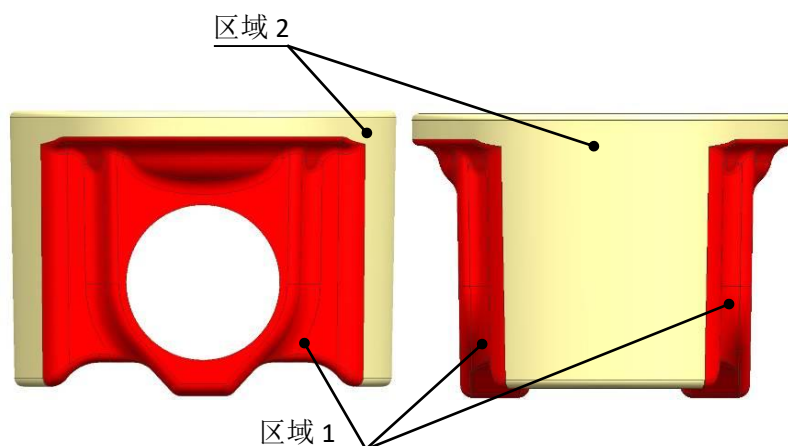


图19 活塞裙部毛坯侧面重要度区域划分

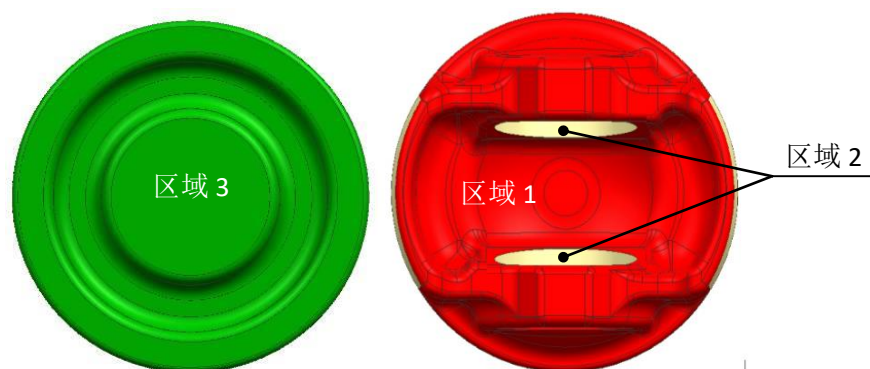


图20 整体活塞毛坯外表面重要度区域划分

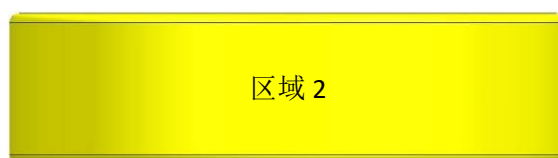


图21 活塞头部毛坯侧面重要度区域划分



图22 活塞头部毛坯上下面重要度区域划分

## 5.2.3 活塞毛坯缺陷要求按表 2 执行。

表2 活塞毛坯外观缺陷要求

缺陷类型	待机械加工区域3	待机械加工区域2	锻造毛坯成型面区域1
裂纹	不应有		
锻造折叠	不应有		
异种材料粘结	高度和深度 $\leq 50\%$ 加工余量，长度 $\leq 2$ mm。	高度和深度 $\leq 50\%$ 加工余量，长度 $\leq 1$ mm。	不应有
电弧烧伤	不应有		
腐蚀	不影响定位，加工后能去除。		不应有
飞边	不影响定位、不能引起切削量突变，不限制。	不影响定位，高度 $\leq 1$ mm。	不应有
锻件不完整、缺料	1、不影响定位、不能引起切削量突变。 2、所有部位不形成深度 $\leq 50\%$ 加工余量，深度 $\leq 2$ mm。	1、加工定位部位不应有影响定位的磕碰。 2、所有部位不形成深度 $\leq 50\%$ 加工余量，深度 $\leq 0.8$ mm。 3、所有不完整区域不应存在尖角，应平滑过渡，加工后成品外观无异常。	1、深度 $\leq 0.3$ mm，凸起高度 $\leq 0.2$ mm，加工定位部位不应有影响定位的磕碰，所有部位圆滑过渡，不应有异常凹凸。 2、磕碰部位允许进行返修，返修后应无明显凹凸感，凸起 $\leq 0.2$ mm，所有部位不应有深度超出 $0.2$ mm的凹坑。
折皱、磕碰、划伤	1、不影响定位、不能引起吃刀量突变。 2、高度和深度 $\leq 50\%$ 加工余量，深度 $\leq 2$ mm。	1、高度和深度 $\leq 50\%$ 加工余量，深度 $\leq 0.8$ mm。 2、加工定位部位不应存在突出表面痕迹和低于毛坯面 $0.2$ mm以上的凹陷。	1、缺陷尺寸长度 $\leq 6$ mm、宽度 $\leq 0.3$ mm、深度 $\leq 0.3$ mm；数量不多于3处且缺陷之间距离 $\geq 20$ mm；。 2、所有部位符合产品尺寸及公差要求。
返修痕迹	加工余量内不限制	不能影响定位，深度应小于公差的50%。	1、返修深度 $\leq 0.2$ mm、长度 $\leq 30$ mm，返修后各部位光滑过渡。 2、所有点状返修可以在抛丸后进行，条状或片状返修需在返修后进行抛丸处理。

## 5.3 活塞成品

5.3.1 为了准确评估缺陷大小对活塞的影响，根据活塞不同部位承受载荷情况，将活塞分为三个区域，按表 3 执行。

表3 成品活塞载荷区域划分

区域	载荷	颜色
1	高载荷区域	红色
2	中载荷区域	黄色
3	低载荷区域	绿色

5.3.2 活塞上不同的载荷区域的划分见图 23～图 25。



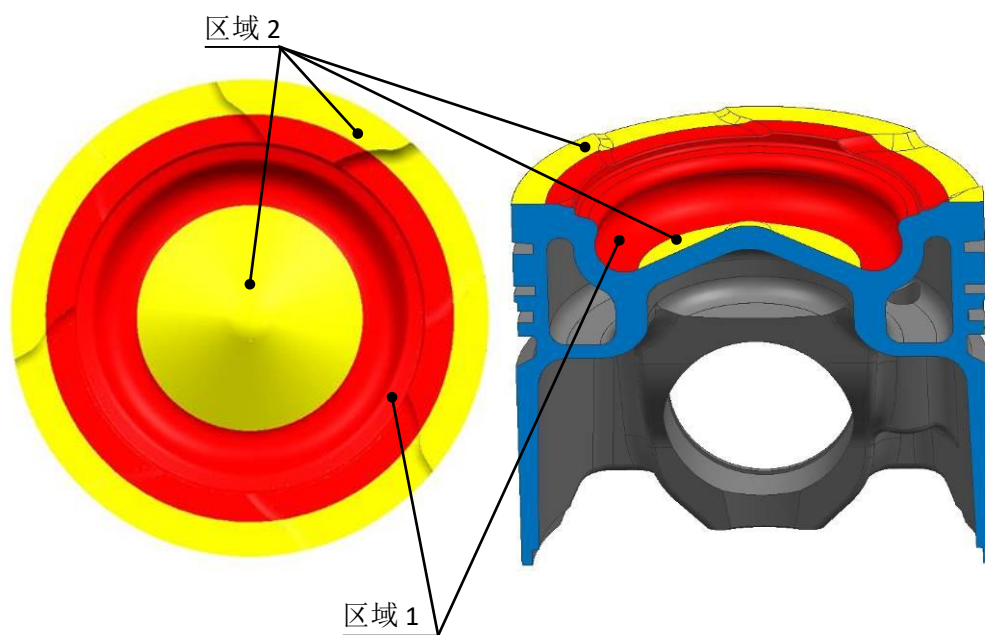


图23 活塞顶面载荷区域划分

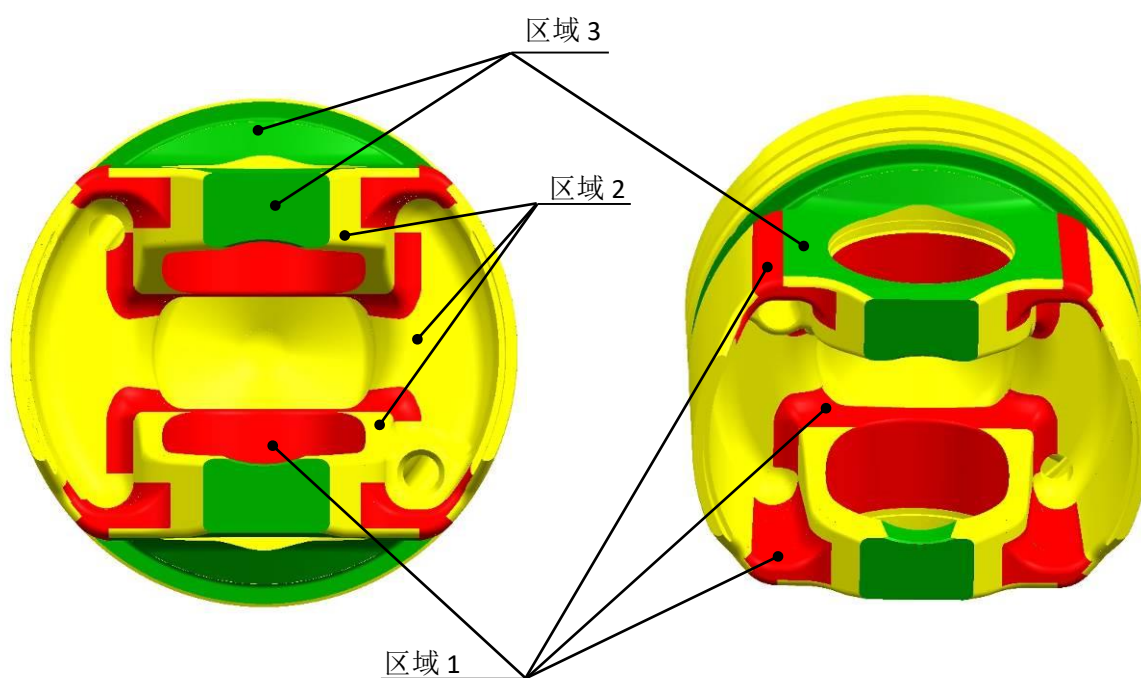


图24 活塞内腔载荷区域划分



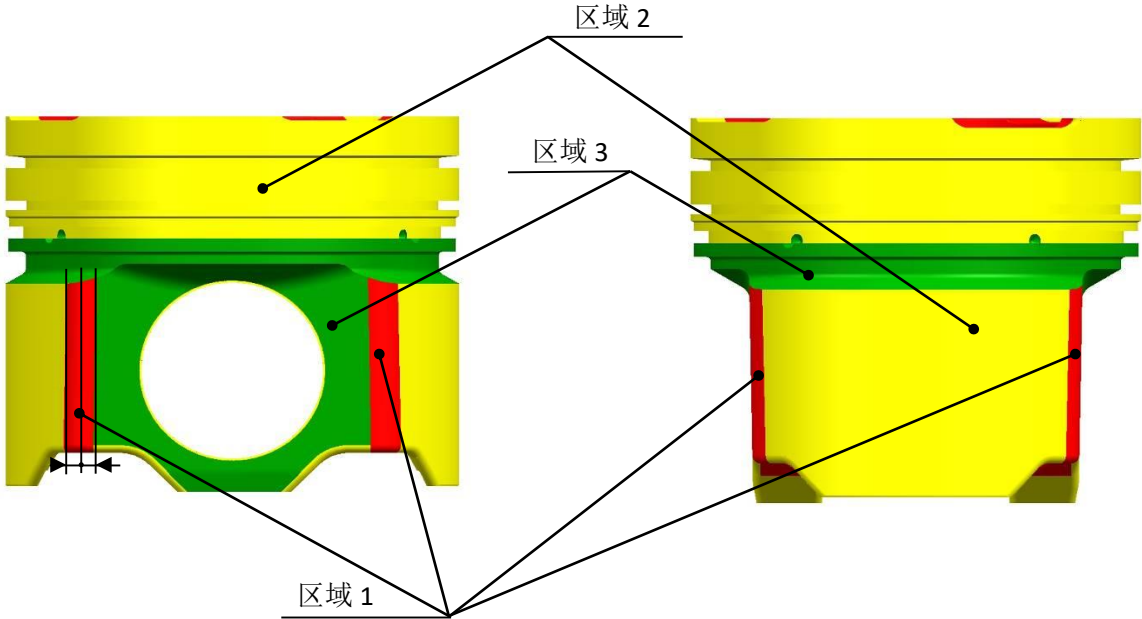


图25 活塞外表面载荷区域划分

5.3.3 活塞成品缺陷要求按表 4 执行。

表4 活塞成品外观缺陷要求

缺陷类型	区域 1	区域 2	区域 3
裂纹	不应有		
锻造折叠	不应有		
异种材料粘结	不应有		
电弧烧伤	不应有		
腐蚀	不应有		
飞边、毛刺	1、配合面（环槽、销孔、外圆）不应有凸起毛刺，销孔内外口区域不应有凸起毛刺，燃烧室喉口部位不应有凸起毛刺。 2、其余加工部位可以有尺寸不超出 0.2 mm 且不易脱落的毛刺。 非加工面：参照表 2。		1、加工面：允许有尺寸不超出 0.2 mm 且不易脱落毛刺。 2、非加工面：参照表 2。
锻件不完整、缺料	参照表 2。		
折皱	参照表 2。数量小于或等于 2 处（包含磕碰、划伤）		
磕碰	1、燃烧室喉口、销孔表面、销孔内倒角部位不应有磕碰。其余部位可以有深度≤0.1 mm、无凸起、长度≤5 mm 磕碰。 2、非加工面：参照表 2	1、加工面：环槽倒角部位不应有磕碰，其余部位的磕碰不应凸出表面，深度≤0.2 mm。 2、非加工面：参照表 2。	1、加工面：磕碰凸出表面高度≤0.2 mm，深度≤0.2 mm。 2、非加工面：参照表 2。
划伤	1、加工面不应存在有深度的划痕。 2、非加工面：参照表 2。	1、加工面：深度≤0.1 mm，不能凸出加工面。 2、非加工面：参照表 2。	1、加工面：凸出表面高度≤0.2 mm，深度≤0.2 mm。 2、非加工面：参照表 2。
返修痕迹	1、加工面：销孔表面、环槽侧面、燃烧室表面不应有返修痕迹，其余部位返修痕迹不能影响尺寸精度、几何精度、粗糙度。 2、非加工面：参照表 2。		1、加工面：深度≤0.1 mm。 2、非加工面：参照表 2。
表面凸起	不应存在任何硬质颗粒形成的表面凸起。		

表 4（续）

缺陷类型	区域1	区域2	区域3
焊接气孔	1、焊接区外表面（活塞顶面及气门坑表面，外圆面，环槽底部等）不应有肉眼可见的裂纹、夹渣存在； 2、焊接区外表面允许存在可见孔洞型缺陷，孔洞型缺陷限值为： a. 孔径 $\leq 0.3\text{ mm}$ 的表面气孔不应被视为缺陷； b. 顶焊缝外表面允许有 $0.3\text{ mm}\sim 0.5\text{ mm}$ 缺陷，数量小于或等于3个； $0.5\text{ mm}\sim 0.8\text{ mm}$ 缺陷，数量小于或等于2个； c. 侧焊缝（环岸、环槽底、泄压槽等侧焊缝）外表面允许有 $0.3\text{ mm}\sim 0.5\text{ mm}$ 缺陷，数量小于或等于3个； $0.5\text{ mm}\sim 1\text{ mm}$ 缺陷，数量不多于2个。 3、销孔正上方区域（与销孔直径等宽）内不应存在目视可见焊接缺陷（包括孔洞型缺陷）。		
焊渣	允许内冷油腔内有牢固、不易脱落焊渣。		
焊瘤	允许内冷油腔内焊缝和内腔不加工焊缝处有牢固、不易脱落的焊瘤。		
磷化外观	磷化残渣	不应有	允许少量存在, 应擦除易脱落部分。
	工装压痕	1、允许磷化过程中活塞与工装接触部位存在局部发白或与磷化颜色不一致。 2、允许磷化过程中毛坯面有因工装夹持、挤压等在其表面形成的夹装痕迹，深度 $\leq 0.2\text{ mm}$ ，要求进行表面处理的表面不应有工装压痕。	
	磷化不全	活塞裙部、环槽及销孔部位的磷化层不应存在缺陷，其他部位允许有无磷化层的局部区域。	

## 6 检验方法

6.1 活塞外观缺陷检验方法主要是目视检测，允许借助放大镜、手电筒等工具。

6.2 活塞内部缺陷检验按 GB/T 13052 执行。