ICS 27.020
CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 009-2023

发动机关键零部件测量及沉积物评分方法

Measurement of key engine components and scoring method of deposit

2023-12-04 发布　　2023-12-04 实施

中国内燃机学会　　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　测评项目及参数 3
5　测试评价仪器 4
6　溶剂油 5
7　测量条件 5
8　测量评价前准备工作 5
8.1　零部件测量前准备工作 5
8.2　零部件沉积物评分前准备工作 5
9　零部件测量评价方法 6
9.1　活塞环 6
9.2　轴瓦、进气门桥和排气门桥 6
9.3　凸轮轴 7
9.4　挺柱 7
9.5　缸套 7
9.6　活塞 8
9.7　涡轮增压器 9
9.8　油底壳 11
9.9　摇臂罩盖 13
9.10　气缸盖罩 13
9.11　凸轮轴存油腔挡板 13
附录 A（规范性）　注意事项 14
附录 B（规范性）　关键零部件测量记录表 15
附录 C（规范性）　活塞沉积物缺点评分表 18
附录 D（规范性）　涡轮增压器沉积物评分记录表 20
附录 E（规范性）　沉积物评分系数 23
附录 F（规范性）　油泥评分工作表 25

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。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、中国内燃机学会、中石化石油化工科学研究院有限公司、潍柴动力股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司润滑油分公司、清华大学苏州汽车研究院（吴江）、天津索克汽车试验有限公司、一汽解放汽车有限公司、东风商用车有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司。

本文件主要起草人：景晓军、李国田、吴春玲、汪晓伟、郝婧、杨国峰、卢文彤、徐岩、郭灵燕、吕慧敏、王争胜、陈曦、梁辰、刘海涛、李捷、桃春生、刘志勇、郭智义、周祥军、孙泽、叶辉、黎华文、赵国权。

本文件于2023年首次发布。

发动机关键零部件测量及沉积物评分方法

警告：本文件的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本文件之前有责任制定相应的安全和防护措施（见附录A），并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了发动机关键摩擦副零部件磨损量的测量方法以及关键润滑系零部件沉积物的评分方法。

本文件适用于锡柴CA6DM3、东风DCI11、潍柴WP13、江淮2.0CTI等柴油机。

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 1149.2-2010 内燃机 活塞环 第2部分：术语

GB/T 1922-2006 油漆及清洗用溶剂油

GB/T 3367.2-2018 内燃机车词汇 第2部分：柴油机

GB/T 4016-2019 石油产品术语

GB/T 6809.1-2013 往复式内燃机 零部件和系统术语 第1部分：固定件及外部罩盖

GB/T 6809.2-2013 往复式内燃机 零部件和系统术语 第2部分：气门、凸轮轴传动和驱动机构

CRC NO.20 沉积物评分手册（Deposit Rating Manual）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

退磁 demagnetization

退磁是指磁体恢复到磁中性状态的过程，避免磁性对零部件称重产生的误差。

3.2

轴瓦 bush

轴瓦包含曲轴上瓦、曲轴下瓦、连杆上瓦、连杆下瓦。

3.3

气缸套 cylinder liner

气缸内为工作活塞提供滑动表面的构件。

[来源:GB/T 6809.1-2009，3.6.2]

3.4

活塞环 piston ring

安装在活塞环槽内，用以密封活塞环周面和端面分别与气缸和活塞环槽间由气体或液体压差所产生的泄露。

[来源:GB/T 6809.3-2013，2.2.4]

3.5

油环面宽 oil ring surface width

油环外表面与气缸套接触面的亮条宽度。

3.6

挺柱 tappet

支撑在凸轮上并在导套内，以传递往复运动的装置。

[来源:GB/T 6809.2-2013，2.4.2]

3.7

发动机油泥 sludge in an engine

主要由发动机油、燃料残留物及氧化产物形成的沉积物，这种沉积物不能从发动机部件中排出，但可以用软布擦去。

[来源:GB/T 4016-2019，2.20.089]

3.8

沉积物 deposit

由一层薄覆被逐渐累积成厚度不等的硬质附着物。它有黏性、有光泽，呈米黄色或深棕色，并常被一层很薄的积炭所覆盖。

[来源:GB/T 4016-2019，2.20.087]

3.9

环规 ring gauge

内径为气缸基本直径的刚性环形量规。

[来源:GB/T 1149.2-2010，6.4.1]

3.10

主推力面 main thrust surface

当面向曲轴顺时针旋转的发动机时，活塞裙部的左侧为主推力面，如果旋转方向是逆时针，活塞裙部的右侧是主推力面。

3.11

止点 dead centre

活塞往复运动时，其顶面从一个方向转为相反方向的转变点的位置。

[来源:GB/T 3367.2-2018，2.2.7]

3.12

上止点 top dead centre

活塞顶面离曲轴中心线最远时的止点。

[来源:GB/T 3367.2-2018，2.2.8]

3.13

漆膜 varnish

坚硬、干燥的，通常带有光泽的沉积物，它不能用软布擦去，但可用溶剂除去。

[来源:GB/T 4016-2019， 2.20.090]

3.14

积炭 carbon

是一种坚硬、具有一定厚度又不易溶解的沉积物。它由试验油样的有机残余物构成。积炭通常无光泽，但是相邻零件上的积炭相互摩擦时，也可呈现光亮或灰斑。积炭色泽多样，并不仅局限于黑色、褐色或灰色。积炭按其厚度可分为重炭、中炭、轻炭等。

3.15

涡轮增压器 turbocharger

涡轮增压器是一种空气压缩机。它利用发动机排出的废气惯性冲力推动涡轮室内的涡轮，从而带动同轴的压气机叶轮压送由空气滤清器管道来的空气进入发动机燃烧室，以达到增加发动机进气量的目的。

3.16

压气机 compressor

压气机是涡轮增压器的一部分。压气机叶轮经增压器涡轮带动，将空气滤清器管道来的空气压入发动机燃烧室，从而增加发动机进气量。

3.17

缺点评分 demerit rating

用分数来表示被评分部件的状态。0 分表示新部件的状态，10 分表示被评分部件沉积物达到极端状态。缺点评分可通过优点评分进行换算得到。

[来源:GB/T 4016-2019,2.20.090]

3.18

优点评分 merit rating

随沉积物或缺陷数量增加而从 10 分递减的评分方式，10 分表示没有缺陷或者沉积物。

[来源:GB/T 4016-2019,2.20.090]

3.19

冷粘环 cold-stuck ring

活塞环在发动机运转时是自由的，而当活塞和活塞环冷却到室温时才粘结。特征是活塞环和气缸壁接触表面的全圆周上有连续的磨光表面。

3.20

热粘环 hot-stuck ring

活塞环在运转时就已粘结，特征是活塞环和气缸接触表面的某些部分有漆膜或积炭。

3.21

总波纹度参数 total waviness parameter

总波纹度参数（Wt 值）为波纹度轮廓最高点与最低点的垂直距离，使用 Wt 值作为磨损测量值。

4 测评项目及参数

关键零部件的测评项目和测评参数及其所对应的发动机参见表1。

表1 测定项目和参数

序号	名称	参数	单位	精度	发动机型号
1	轴瓦	质量	mg	0.1 mg	CA6DM3、DCI11、WP13
2	凸轮轴	轴径	mm	0.01 mm	WP13
		轮廓波纹度	μm	0.01 μm	2.0 CTI
3	活塞环	质量	mg	0.1 mg	CA6DM3、DCI11、WP13
		闭环间隙	mm	0.01 mm	CA6DM3、DCI11、WP13
		油环面宽	μm	0.01 μm	WP13
4	挺柱（平顶）	轮廓波纹度	μm	0.01 μm	WP13

表 1（ 第 2 页/共 2 页）

序号	名称	参数	单位	精度	发动机型号
5	进气门桥	质量	mg	0.1 mg	CA6DM3、DCI11、WP13
6	排气门桥	质量	mg	0.1 mg	CA6DM3、DCI11、WP13
7	缸套（干式）	轮廓波纹度	μm	0.01 μm	WP13
8	活塞	沉积物评分	—	0.01	CA6DM3、DCI11、WP13、2.0 CTI
9	油底壳	油泥评分	—	0.01	CA6DM3、DCI11、WP13
10	涡轮增压器	沉积物评分	—	0.01	2.0 CTI
11	摇臂罩盖	油泥评分	—	0.01	CA6DM3
12	气缸盖罩	油泥评分	—	0.01	DCI11
13	凸轮轴存油腔挡	油泥评分	—	0.01	DCI11

5 测试评价仪器

5.1 天平

使用精度为0.1 mg的电子天平测量活塞环等零部件的质量。

5.2 表面粗糙度轮廓测量仪

使用配备金刚石触针且精度不小于0.01 μm的表面粗糙度轮廓测量仪测量缸套、挺柱和凸轮轴表面的波纹度。

5.3 螺旋测微器

使用量程为50 mm～75 mm，精度为0.01 mm的螺旋测微器测量凸轮轴径。

5.4 退磁器

在使用天平对进气门桥、排气门桥、轴瓦称重前应对其进行消磁。退磁器尺寸达到220 mm*160 mm*95 mm或以上，能够满足零部件的退磁要求。

5.5 环规

使用精度为0.001 mm的环规辅助测量试验前后活塞环的闭环间隙。

5.6 塞尺

使用尺寸范围为0.01 mm～1 mm，精度为0.01 mm的塞尺测量试验前后活塞环的闭环间隙。

5.7 显微镜

使用放大倍数50倍并配备反射光的显微镜测量油环面宽。

5.8 评分箱

使用评分箱对活塞、涡轮增压器的沉积物进行评价。评分箱顶部、底部和侧面均采用15 mm厚木板，尺寸为1100 mm*650 mm*950 mm，保持一面开放、五面封闭的状态，评分箱示意图见图1。箱体应用白色油漆进行粉刷，并使用4500 K色温、光强处于2150 lux～5000 lux之间的冷色调光源进行照明。

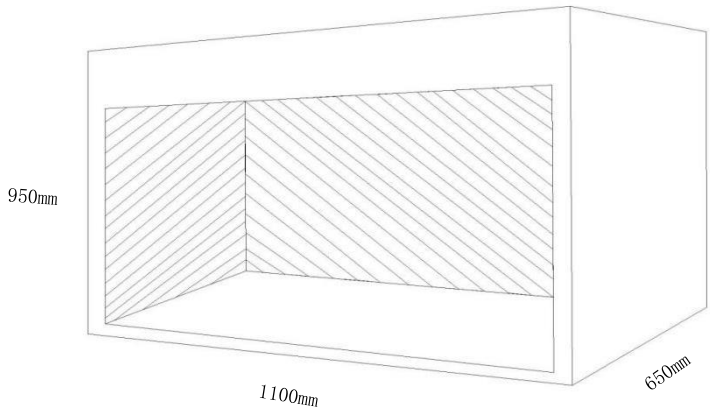


图1　评分箱示意图

6　溶剂油

符合 GB/T 1922 中 2 号低芳型规格的溶剂油。

7　测量及评分条件

7.1　测量环境应清洁，并控制环境温度在 25 ℃±2 ℃、相对湿度≤60%。
7.2　评分在评分箱或白色背景下进行，在对沉积物评分时应穿白大褂。
7.3　评分应在完成拆机后 48 小时内进行，以避免沉积物的退化对结果产生影响，有特殊规定的试验可使用干燥器来存储无法在规定的时间内评分的零件。
7.4　评分人员应获得中国内燃机学会授予的评分员证书，参与试验评分时评分员证书应处于有效期内。

8　测量评价前准备工作

8.1　零部件测量前准备工作

8.1.1　测量前使用溶剂油清洗活塞环、轴瓦、进气门桥、排气门桥、挺柱及凸轮轴，并使用无绒布擦拭零件表面，保证零部件封装时的油渍被清洗干净。

8.2　零部件沉积物评分前准备工作

8.2.1　活塞

8.2.1.1　将活塞从气缸套中取出后，自然冷却至室温。然后，仔细观察活塞环在环槽内的灵活程度，记录活塞环的状态。拆卸活塞上的所有自由环，不拆卸粘结的环，并将粘结的环所在环槽的沉积物按“重炭”标准评定。

8.2.1.2　拆掉活塞环后，将活塞放入溶剂油中清洗，再用无绒布仔细擦干。

8.2.2　油底壳

油底壳应当以底部朝上，与地面夹角为45°静置8小时。

8.2.3　涡轮增压器

将涡轮增压器的废气涡轮和压气机主体拆分后平放，拆卸过程中不能擦拭其内部沉积物。

8.2.4　其余零部件

摇臂罩盖、气缸盖罩和凸轮轴存油腔挡板等部件同样含有较大面积的油泥，采取类似于油底壳处置的方法，将其以底部朝上，与地面夹角为45°使油流走。

9　零部件测量评价方法

9.1　活塞环

9.1.1　使用规定精度的天平、环规以及显微镜对活塞环的质量、闭口间隙及油环面宽进行测量。
9.1.2　佩戴测量用无粉橡胶手套，在称量过程中避免手部皮肤直接接触试验件。
9.1.3　使用退磁器对清洗后的活塞环进行退磁处理。
9.1.4　使用天平对退磁后的活塞环进行两次称量，测量结果取两次测量值的平均值。若两次测量结果误差大于 0.2 mg，则需使用退磁器对活塞环再次进行退磁处理，之后重复上述称量过程。
9.1.5　测量活塞环闭口间隙前，首先检查活塞环上下表面、内侧表面和开口处的积炭是否清除干净，若有积炭则可使用硬度低于所测活塞环的刀片将积炭清除。测量时将活塞环嵌入环规中，之后将塞尺塞入闭口间隙的位置，当塞尺恰好塞进闭口间隙时的塞尺厚度就为活塞环闭口间隙的尺寸，测量结果取两次测量值的平均值。
9.1.6　测量油环面宽时，应将弹簧和环体分开。使用显微镜在反光配置下对试验前和试验后油环环体两侧油环面宽进行测量。测量时将活塞环放置在显微镜下，测量位置取三个点，分别为环体开口正对处，左右两侧各 90°处，最终的测量结果为 6 组测量值的平均值，油环面宽测量位置示意图见图2。

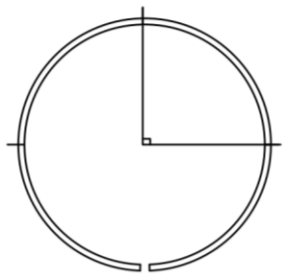


图2　油环面宽测量位置示意图

9.2　轴瓦、进气门桥和排气门桥

9.2.1　使用天平对轴瓦、进气门桥和排气门桥进行称重测量。
9.2.2　佩戴测量用无粉橡胶手套，在称量过程中避免手部皮肤直接接触试验件。
9.2.3　使用退磁器对清洗后的试验件进行退磁处理。

9.2.4　使用天平对退磁后的试验件进行两次称量，测量结果取平均值。若两次测量误差大于 0.2 mg，则需再次进行退磁并重复上述称量过程。

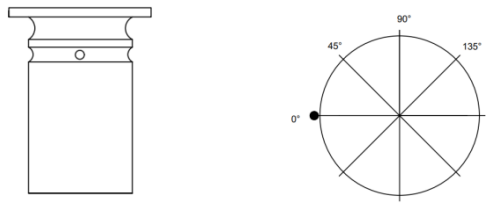
9.3　凸轮轴

9.3.1　可使用螺旋测微器分别测量每个凸轮左右两侧桃尖位置到底部的最大垂直距离，取两次测量结果的平均值作为该凸轮位的轴径。以凸轮轴径变化值的总平均值作为凸轮轴的磨损量。

9.3.2　对于只有中间表面发生磨损的凸轮轴可使用表面粗糙度轮廓测量仪测量凸轮轴的磨损。测量时探针从前至后接触凸轮表面，通过速度为 0.50 mm/s～0.75 mm/s。以轮廓模式观看轨迹测量数据，对轨迹进行结构和波纹度分析。以凸轮未磨损的两端的平均值为基准进行两点直线结构水平调整的软件设置。利用高斯平滑滤波器显示轮廓的波纹度，截止长度设为 0.25 mm。

9.4　挺柱

9.4.1　对于平顶型挺柱可使用表面粗糙度轮廓测量仪测量挺柱圆盘表面波纹度，测量轨迹须穿过圆心且测量长度设置为挺柱直径，相邻测量轨迹之间的夹角为 45°，其中一条测量轨迹须覆盖圆盘圆心与小放油口在圆盘的垂直投射点。测量探针扫描速度为 0.5 mm/s，在轮廓模式下分析轨迹测量数据，对轨迹进行结构和波纹度分析。以 12 个挺柱波纹度参数 Wt 的变化值的总和作为挺柱磨损测量结果。



注：左图主视图，右图俯视图。

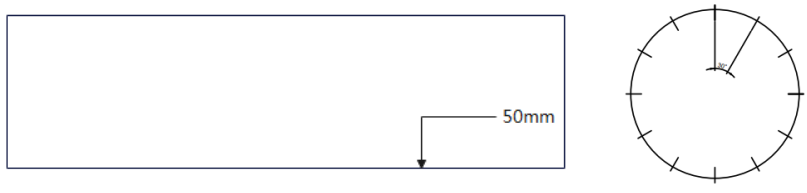
图3 挺柱磨损量测量位置示意图

9.5　缸套

9.5.1　试验后将缸套从发动机缸体内取出，使其处于非受力状态。

9.5.2　使用表面粗糙度轮廓测量形貌仪测量缸套内表面波纹度。

9.5.3　缸套在完成测量前准备工作后，沿缸套圆周将其等分成 12 等份（其中包含主推力面和副推力面），将测量探针与缸套内表面接触，沿着 12 等分线进行轴向测量。测量起点为活塞上止点，测量范围覆盖一环行程，探测速度 0.5 mm/s。在轮廓模式下分析轨迹测量数据，对轨迹进行结构和波纹度分析。使用波纹度参数 Wt 的 12 次测量值的平均值作为缸套磨损测量值。



注：左图主视图，右图为左视图。

图4 缸套磨损量测量位置示意图

9.6 活塞

9.6.1 活塞区域

以下是在沉积物评价过程中常用的活塞命名法。一些区域可能仅适用于特定的活塞。所有被评分区域的分数之和为活塞沉积物分数。

活塞顶——活塞顶部的表面。

第一环岸——第一环槽上方的垂直表面。

第二环岸——第一和第二环槽之间的垂直表面。

第三环岸——第二和第三环槽之间的垂直表面。

底岸——活塞裙部与油环槽之间的区域。

第一环槽——最上面的活塞环槽。

第二、第三环槽等等——自上而下按顺序排列的活塞环槽。

裙部——活塞环以下加工为平滑表面的区域，不包括活塞销孔或者底岸附近的缓冲区。

上裙部——活塞销孔以上，底岸或者油环槽以下的区域。

内顶——活塞内部位于活塞顶正下方，在最后一个环槽上方的区域。

油冷通道——活塞内部最靠外的一圈区域。

活塞裙部的主推力面和次推力面可以分开评分，平均值即为活塞裙部漆膜评分。

9.6.2 沉积物评分

对沉积物进行评分主要是对轻炭、中炭、重炭及漆膜等沉积物形式占据活塞表面不同位置的比例进行评分计算，活塞的不同位置加权系数也有所差异。根据沉积物比例、沉积物系数、位置加权系数等进行计算，最终即可得到活塞沉积物的评分。

9.6.3 积炭等级

积炭可根据其占据活塞表面的间隙填充率对其进行划分。

重炭能够填充间隙内所有空间，沉积物系数为1.00；

中炭填充间隙空间的25%至完全填满空间，厚度处于轻炭和重炭之间，沉积物系数为0.50；

轻炭具有深度，其表层成颗粒状或磨砂状，颜色除黑色外还有可能为棕色、灰色等其他颜色，沉积物系数为0.25。

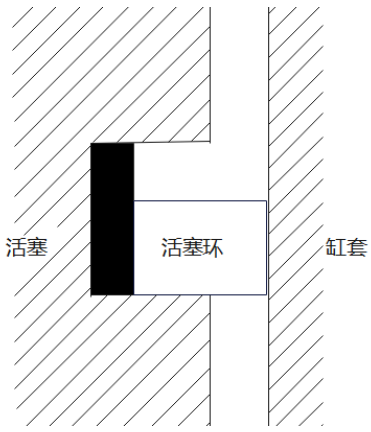


图5 重炭

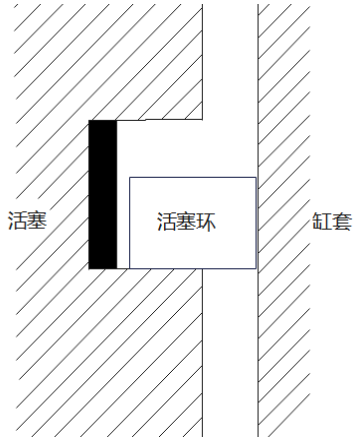


图6 中炭

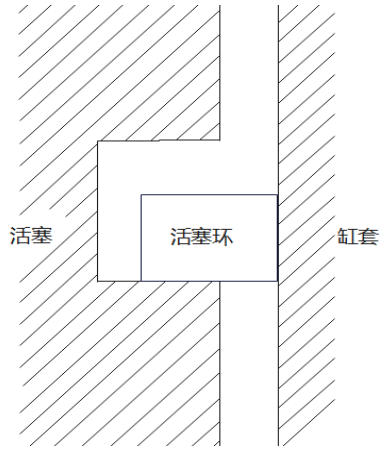


图7 轻炭

9.6.4 漆膜

以颜色饱和度来区分漆膜，漆膜根据比色卡上三种不同色系中的一种对其进行评分。

9.6.5 评分计算

活塞沉积物统一采用缺点评分，具体形式如附录C所示。各项加权系数供参考，也可根据不同发动机实际情况对加权系数进行调整。

9.7 涡轮增压器

9.7.1 沉积物评分

涡轮增压器沉积物评分采用优点评分，10.0的评分意味着该区域完全无沉积物覆盖。随着所堆积沉积物的递增，优点评分数值逐渐减小。压气机沉积物评分基于沉积物厚度以及覆盖面积的百分比，并不对颜色、稠度、透明度进行评分。

9.7.2 沉积物厚度

9.7.2.1 涡轮增压器沉积物厚度用字母代码表示，该代码通过沉积物厚度等级做出定义。用字母1/4A、1/2A、3/4A、A、B、BC、C、D、E、F和G表示沉积物的厚度等级，沉积物厚度等级定义“干净”时为无沉积物存在，详见表2。

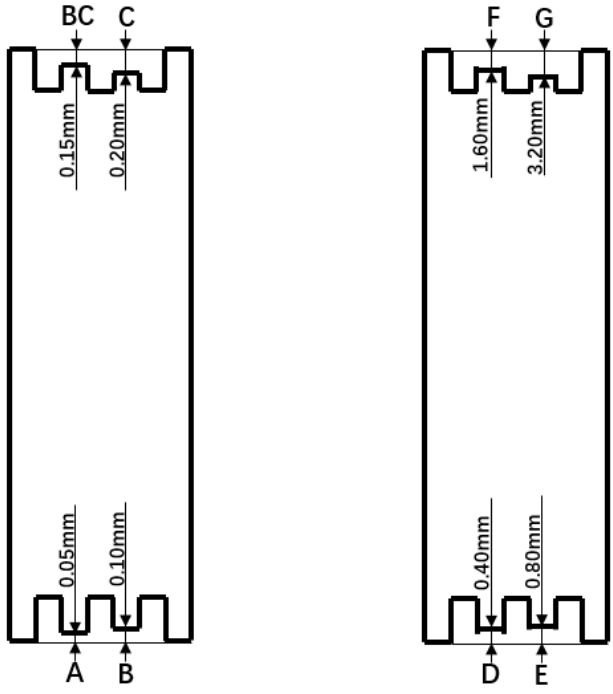
9.7.2.2 从等级“A”开始，可以通过沉积物厚度量规来确定。使用专用量规（包括1号量规和2号量规）测量沉积物厚度等级中“A”及以上等级的沉积物厚度。A、B、BC和C等级使用1号量规测量，D、E、F和G等级使用2号量规测量，尺寸示意图见图8。用量规测量沉积物厚度时，将量规垂直插入直至接触沉积物下面的金属表面，确定被测区域的沉积物厚度。

表2 涡轮增压器沉积物厚度等级

沉积物厚度等级	沉积物厚度
干净	表面无沉积物
1/4A	如图所显示的厚度 
1/2A	如图所显示的厚度 

表 2 （第 2 页/共 2 页）

沉积物厚度等级	沉积物厚度
3/4A	如图所显示的厚度 
A	量规测量的平均厚度为 0.05 mm
B	量规测量的平均厚度为 0.10 mm
BC	量规测量的平均厚度为 0.15 mm
C	量规测量的平均厚度为 0.20 mm
D	量规测量的平均厚度为 0.40 mm
E	量规测量的平均厚度为 0.80 mm
F	量规测量的平均厚度为 1.60 mm
G	量规测量的平均厚度为 3.20 mm

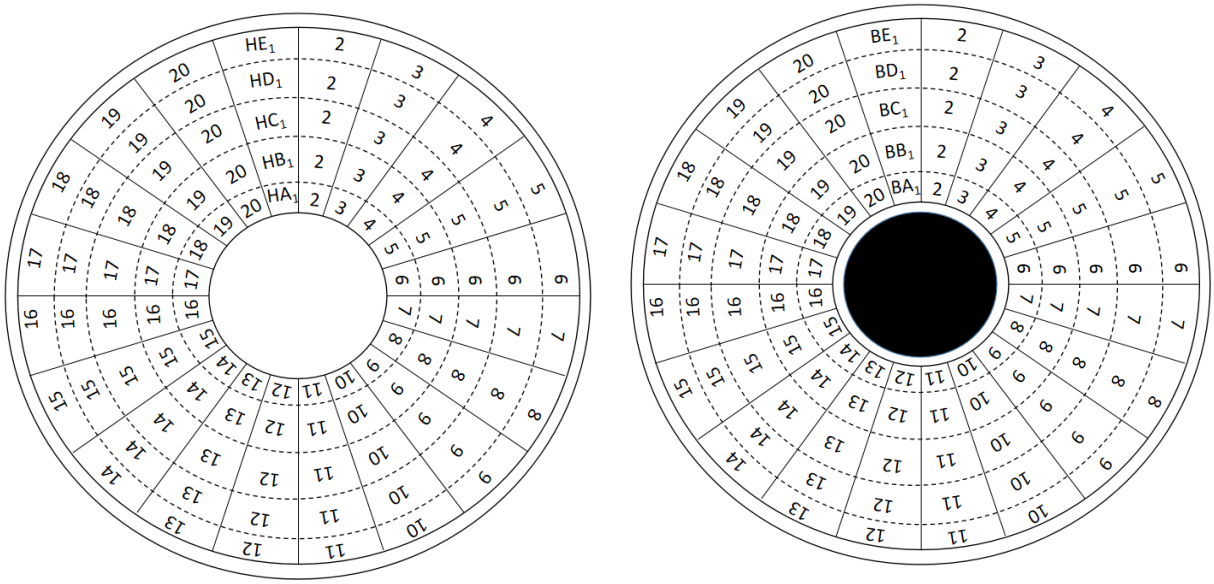


注：左侧为 1 号，右侧为 2 号。

图 8　沉积物厚度量规尺寸示意图

9.7.2.3 评分区域划分

对压气机壳体内表面和背板表面分别进行沉积物评分，总评分为二者的平均值。压气机壳体内表面和背板表面分别划出等距的 5 份同心圆环。壳体内表面 5 份同心圆环区域从里至外分别命名为 HA、HB、HC、HD 和 HE，背板表面 5 份同心圆环区域从里至外分别命名为 BA、BB、BC、BD 和 BE。每份圆环平均分为 20 份，壳体内表面的每 1 份区域记为 HXi（X=A，B，C，D，E，i=1～20），背板表面的每 1 份区域记为 BXi（X=A，B，C，D，E，i=1～20）。评分区域示意图见图 9。



注：左图为压气机壳体内表面，右图为背板表面。

图 9　评分区域示意图

9.7.2.4 沉积物评分计算

对壳体内表面和背板表面的每1份区域，先按照表2进行沉积物厚度评价，再针对不同沉积物厚度等级计算出属于该等级的总点数，然后分别计算壳体和背板的沉积物评分，最后计算增压器沉积物评分。增压器沉积物评分为壳体沉积物评分和背板沉积物评分的平均值。

壳体沉积物评分详见附录D表D.1和D.2，背板沉积物评分详见附录D表D.3和D.4。

9.8 油底壳

9.8.1 油泥评分

油底壳油泥评分采用优点评分，10分表示一个零件完全没有油泥。零件表面油泥堆积越多，分数也就越低。沉积物的颜色、粘稠度和透明度不作评价。油泥评分基于油泥的深度和覆盖面积。

9.8.2 油泥深度

油泥深度采用字母代码表示，沉积物厚度等级区分见表3。专用油尺清晰划过油泥生成位置，根据油泥深度的不同分为清净至J级不同级别。等级BC及以下厚度使用油泥厚度参考图，等级C及以上厚度等级使用尺规确定沉积物厚度，尺规具体尺寸见图10。进行测量时，将尺规垂直插入沉积物并于表面金属接触，此时的尺规深度即为沉积物厚度。

表 3　沉积物厚度等级

沉积物厚度等级	沉积物厚度
清净	表面除正常的油膜外无其他沉积物
1/4A	沉积物平均厚度为 0.012 mm
1/2A	沉积物平均厚度为 0.025 mm
3/4A	沉积物平均厚度为 0.037 mm
A	沉积物平均厚度为 0.0495 mm
AB	沉积物平均厚度为 0.07425 mm
B	沉积物平均厚度为 0.099 mm
BC	沉积物平均厚度为 0.149 mm
*C	CRC 量规测量的平均厚度为 0.198 mm
D	沉积物平均厚度为 0.397 mm
E	沉积物平均厚度为 0.794 mm
F	沉积物平均厚度为 1.588 mm
G	沉积物平均厚度为 3.17 mm
H	沉积物平均厚度为 6.35 mm
I	沉积物平均厚度为 12.7 mm
J	沉积物平均厚度为 25.4 mm

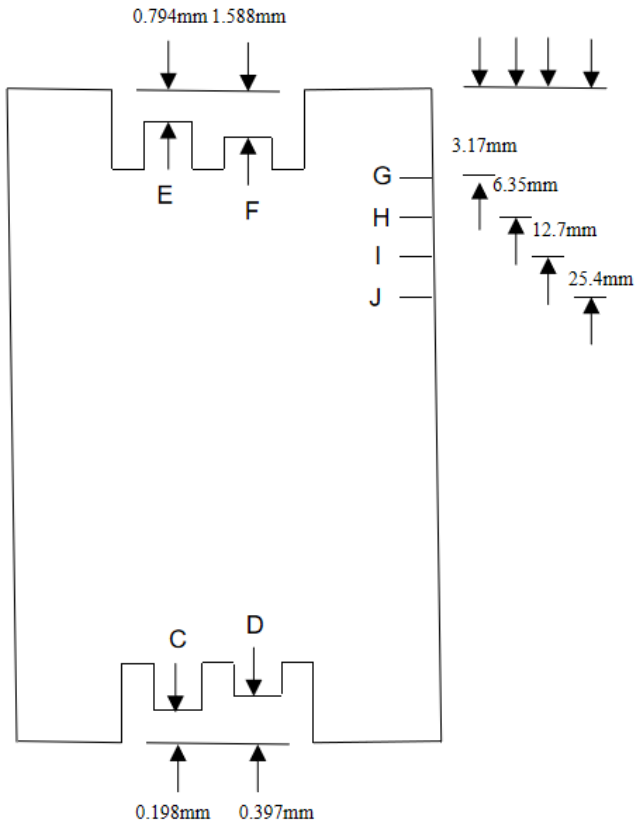


图 10 油泥尺规尺寸示意图

9.8.3 油泥面积

油泥面积是相应深度的油泥覆盖面积占零件总面积的百分比。在很多情况下，目测估算面积百分比就可以。在某些情况下，确定面积百分比很难，尤其是不规则的形状。这时，需要确定各部分所占比例，并给出所在部分油泥面积及占总面积百分比。

9.8.4 评分计算

优点评分是一个反映了给定零件上油泥不同深度的数值。

在确定了油泥深度和覆盖面积之后，依据附录E确定体积系数。把总面积为100%的各部分的体积系数分别相加，得到总体的体积系数。体积系数可以参考附录F转化为优点评分，运用以下公式：

当体积系数≤1时，优点评分=10－体积系数；

当体积系数>1时，优点评分=9－2.17050*ln（体积系数）。

9.8.5 油底壳油泥评分区域

对经过评分前预处理的油底壳按照上述步骤进行油泥评分，不同类型油底壳区域划分有所差别，附录F图F.1为某一类型油底壳评分区域，其它类型油底壳可参照此区域进行调整。

9.9 摇臂罩盖

摇臂罩盖油泥评分采用优点评分。对经过评分前预处理的摇臂罩盖按照9.8.1-9.8.4的相关规定进行油泥评分，不同类型摇臂罩盖区域划分有所差别，图F.2为某一类型摇臂罩盖评分区域，其它类型摇臂罩盖可参照此区域进行调整。

9.10 气缸盖罩

气缸盖罩油泥评分采用优点评分。对经过评分前预处理的气缸盖罩按照9.8.1～9.8.4的相关规定进行油泥评分，不同类型气缸盖罩板区域划分有所差别，图F.3为某一类型气缸盖罩板评分区域，其它类型气缸盖罩板可参照此区域进行调整。

9.11 凸轮轴存油腔挡板

凸轮轴存油腔挡板油泥评分采用优点评分。经过评分前预处理的凸轮轴存油腔挡板按照9.8.1～9.8.4的相关规定进行油泥评分，不同类型凸轮轴存油腔挡板区域划分有所差别，图F.4为某一类型凸轮轴存油腔挡板评分区域，其它类型凸轮轴存油腔挡板可参照此区域进行调整。

附 录 A
（规范性）
注意事项

A.1 溶剂油有害，蒸汽会引起闪燃；
A.2 溶剂油存放于密闭容器，避免其产生蒸汽；
A.3 溶剂油需远离火源，尤其电器及热源；
A.4 避免操作人员长期吸入溶剂油蒸汽；
A.5 避免溶剂油长期与皮肤接触。

附 录 B
（规范性）
关键零部件测量记录表

表B.1 关键零部件测量记录表

评价项目			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
凸轮轴	轴径/mm		左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
挺柱	波纹度/μm	0°/μm																								
		45°/μm																								
		90°/μm																								
		135°/μm																								
缸套	波纹度/μm	1													----											
		2																								
		3																								
		4																								
		5																								
		6																								
		7																								
		8																								
		9																								
		10																								
		11																								
		12																								

表B.1（第2页/共3页）

评价项目				1		2		3		4		5		6		7	8	9	10	11	12
轴瓦	曲轴上瓦	重量/g															-				
	曲轴下瓦																				
	连杆上瓦															-					
	连杆下瓦																				
活塞环	第一气环	重量/g														-					
	第二气环																				
	油环																				
	油环面宽/mm	位置		左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右						
		上侧																			
		下侧																			
		中间																			
进气门桥	重量/g															-					
排气门桥																					
进气凸轮轴	波纹度/μm	A40																-			
		A35																			
		A30																			
		A25																			
		A20																			
		A15																			
		A10																			
		A5																			
		0																			
		B5																			

表B.1（第3页/共3页）

评价项目			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
进气凸轮轴	波纹度/μm	B10									-			
		B15												
		B20												
		B25												
		B30												
		B35												
		B40												
排气凸轮轴	波纹度/μm	A40									-			
		A35												
		A30												
		A25												
		A20												
		A15												
		A10												
		A5												
		0												
		B5												
		B10												
		B15												
		B20												
		B25												
		B30												
		B35												
		B40												

附 录 C
（规范性）
活塞沉积物缺点评分表

表 C.1 活塞沉积物缺点评分表

沉积物		环槽				环岸				环槽		环岸				内 顶	
		1		2		1		2		3		3		4			
类型及系数		面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分	面积%	评分
积炭	重炭 1.00																
	中炭 0.50																
	轻炭 0.25																
	合 计																
漆膜	9																
	8																
	7																
	6																
	5																
	4																
	3																
	2																
	1																
	干净																
	合 计																

表 C.1（第 2 页/共 2 页）

沉积物	环槽		环　岸		环槽	环　岸		内 顶
	1	2	1	2	3	3	4	
区 域 评 分								
区域加权系数	2	3	1	3	20	20	60	20
区域加权评分								
总加权评分(WDP)		一环槽积炭(TGC)		一环台积炭(TLC)	一环槽充炭率（TGF）%	一岸重炭率(TLHC)%	一环岸炭剥落%	

附 录 D
（规范性）
涡轮增压器沉积物评分记录表

表D.1 壳体沉积物区域点数计算

刻度	位 置																				点数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
干净																					
1/4A																					
1/2A																					
3/4A																					
A																					
B																					
BC																					
C																					
D																					
E																					
F																					
G																					

表D.2　壳体沉积物评分计算

沉积物厚度等级	干净	1/4A	1/2A	3/4A	A	B	BC	C	D	E	F	G
系数	0	0.0025	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
总点数（同厚度等级点数之和，总点数的和为100）												
面积比例/%（总点数/100×100%，面积比例的和为100）												
单项评分（系数×面积比例）												
单项评分和												
壳体沉积物评分（10-单项评分和）												

表D.3　背板沉积物区域点数计算

刻度	位置																				点数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
干净																					
1/4A																					
1/2A																					
3/4A																					
A																					
B																					
BC																					
C																					
D																					
E																					
F																					
G																					

表D.4　背板沉积物评分计算

沉积物厚度等级	干净	1/4A	1/2A	3/4A	A	B	BC	C	D	E	F	G
系数	0	0.0025	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.03	0.04	0.08	0.16	0.32	0.64
总点数（同厚度等级点数之和，总点数的和为100）												
面积比例/%（总点数/100×100%，面积比例的和为100）												
单项评分（系数×面积比例）												
单项评分和												
背板沉积物评分（10-单项评分和）												

附 录 E
（规范性）
沉积物评分系数

表E.1 沉积物深度、百分比与体积系数的关系

面积百分比	沉积物深度														
	1/4A	1/2A	3/4A	A	AB	B	BC	C	D	E	F	G	H	I	J
5	.01	.02	.04	.05	.08	.10	.15	.2	.4	.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6
10	.02	.05	.08	.10	.15	.20	.30	.4	.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2
15	.04	.08	.11	.15	.22	.30	.45	.6	1.2	2.4	4.8	9.6	19.2	38.4	76.8
20	.05	.10	.15	.20	.30	.40	.60	.8	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2	102
25	.06	.12	.19	.25	.38	.50	.75	1.0	2.0	4.0	8.0	16.0	32.0	64.0	128
30	.08	.15	.22	.30	.45	.60	.90	1.2	2.4	4.8	9.6	19.2	38.4	76.8	154
35	.09	.18	.26	.35	.52	.70	1.05	1.4	2.8	5.6	11.2	22.4	44.8	89.6	179
40	.10	.20	.30	.40	.60	.80	1.20	1.6	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2	102	205
45	.11	.22	.34	.45	.68	.90	1.35	1.8	3.6	7.2	14.4	28.8	57.6	115	230
50	.12	.25	.38	.50	.75	1.00	1.50	2.0	4.0	8.0	16.0	32.0	64.0	128	256
55	.14	.28	.41	.55	.82	1.10	1.65	2.2	4.4	8.8	17.6	35.2	70.4	141	282
60	.15	.30	.45	.60	.90	1.20	1.80	2.4	4.8	9.6	19.2	38.4	76.8	154	307
65	.16	.32	.49	.65	.98	1.30	1.95	2.6	5.2	10.4	20.8	41.6	83.2	166	333
70	.18	.35	.52	.70	1.05	1.40	2.10	2.8	5.6	11.2	22.4	44.8	89.6	179	358
75	.19	.38	.56	.75	1.12	1.50	2.25	3.0	6.0	12.0	24.0	48.0	96.0	192	384
80	.20	.40	.60	.80	1.20	1.60	2.40	3.2	6.4	12.8	25.6	51.2	102	205	410
85	.21	.42	.64	.85	1.28	1.70	2.55	3.4	6.8	13.6	27.2	54.4	109	218	435
90	.22	.45	.68	.90	1.35	1.80	2.70	3.6	7.2	14.4	28.8	57.6	115	230	461
95	.24	.48	.71	.95	1.42	1.90	2.85	3.8	7.6	15.2	30.4	60.8	122	243	486
100	.25	.50	.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.0	8.0	16.0	32.0	64.0	128	256	512

表 E.2 体积系数转化为优点评分的关系

优点评分	0.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
9.0	1.0	.90	.80	.70	.60	.50	.40	.30	.20	.10
8.0	1.6	1.5	1.45	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15	1.1	1.05
7.0	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.75	1.65
6.0	4.0	3.8	3.6	3.5	3.3	3.2	3.1	2.9	2.7	2.6
5.0	6.4	6.1	5.8	5.6	5.3	5.1	4.8	4.6	4.4	4.2

表 E.2（第 2 页/ 共 2 页）

优点评分	0.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
4.0	10.0	9.7	9.3	8.8	8.4	8.0	7.6	7.3	7.0	6.7
3.0	16.0	15.4	14.6	14.0	13.3	12.8	12.2	11.6	11.1	10.6
2.0	25	24	23	22	21	20	19.4	18.4	17.5	16.8
1.0	40	39	37	35	34	32	30	29	28	27
0	64	61	59	56	53	51	49	47	44	42
-0	64	68	70	74	77	80	85	88	94	97
-1	102	106	112	118	122	128	135	140	148	154
-2	160	170	176	187	194	204	212	224	236	244
-3	256	270	280	296	308	320	340	352	374	388

附 录 F
（规范性）
油泥评分工作表

F.1 油底壳油泥评分区域划分示意图见图 F.1。

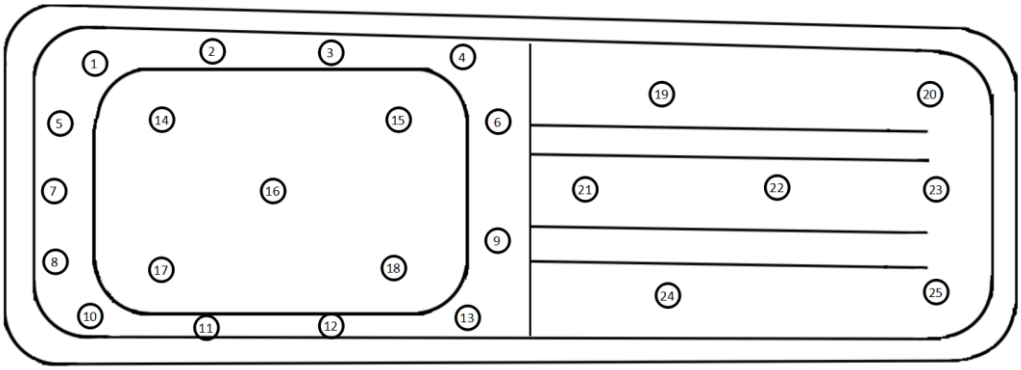


图 F.1 油底壳油泥评分位置

F.2 油底壳评分记录表见表 F.1。

表 F.1 油底壳油泥评分工作表

油泥刻度	位置																									面积 %	体积系数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
干净																											
1/4A																											
1/2A																											
3/4A																											
A																											
AB																											
B																											
BC																											
C																											
D																											
E																											
F																											
G																											
H																											
I																											
J																											
总 和																											

油底壳油泥评分_____

F.3　摇臂罩盖油泥评分区域划分示意图见图 F.2。

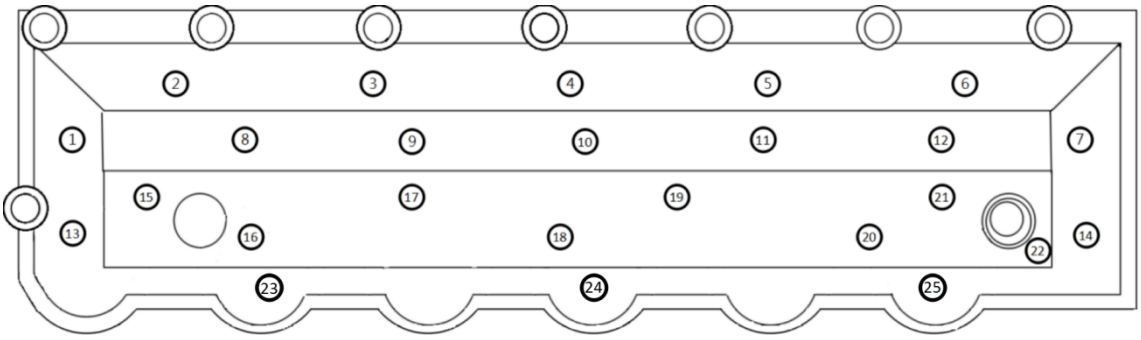


图 F.2　摇臂罩盖油泥评分位置

F.4　摇臂罩盖评分记录表见表 F.2。

表 F.2　摇臂罩盖油泥评分工作表

油泥刻度	位　置																									面积%	体积系数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
干净																											
1/4A																											
1/2A																											
3/4A																											
A																											
AB																											
B																											
BC																											
C																											
D																											
E																											
F																											
G																											
H																											
I																											
J																											
总和																											

摇臂罩盖油泥评分_____

F.5　气缸盖罩油泥评分区域划分示意图见图 F.3。

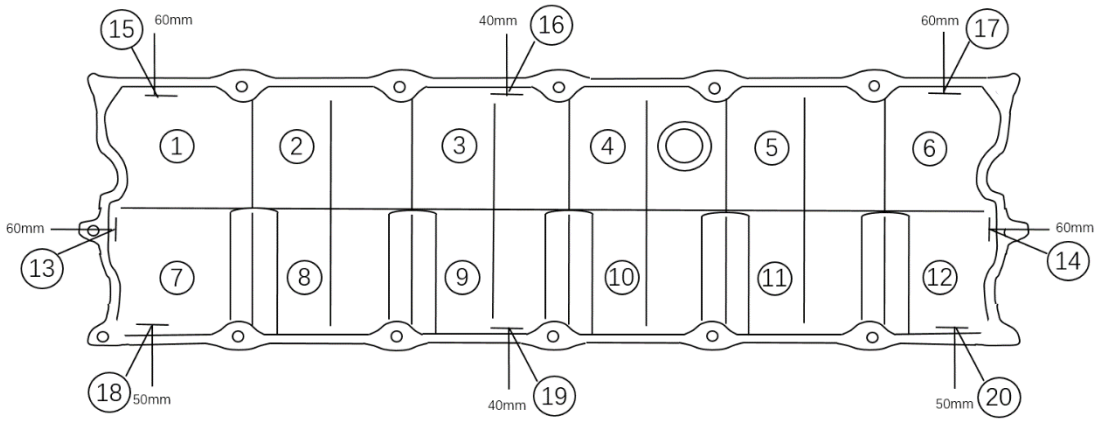


图 F.3　气缸盖罩油泥评分位置

F.6　气缸盖罩评分记录表见表 F.3。

表 F.3　气缸盖罩油泥评分工作表

油泥刻度	位　置																				面积	体积系数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
干净																						
1/4A																						
1/2A																						
3/4A																						
A																						
AB																						
B																						
BC																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G																						
H																						
I																						
J																						
合计																						

气缸盖罩油泥评分：_____

F.7　凸轮轴存油腔挡板油泥评分区域划分示意图见图 F.4。

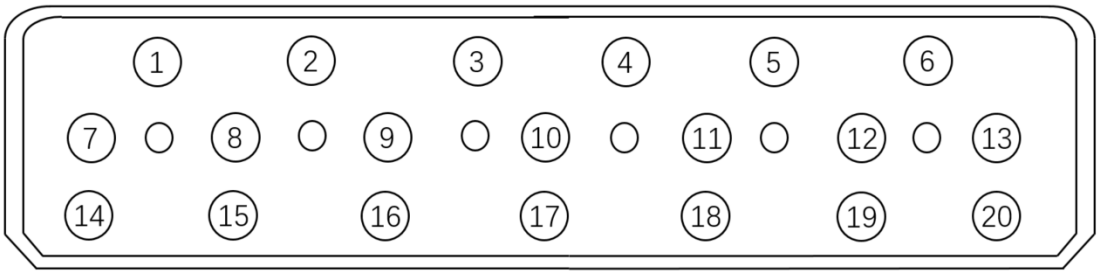


图 F.4　凸轮轴存油腔挡板油泥评分位置

F.8　凸轮轴存油腔挡板评分记录表见表 F.4。

表 F.4　凸轮轴存油腔挡板油泥评分工作表

油泥刻度	位　置																				面积	体积系数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
干净																						
1/4A																						
1/2A																						
3/4A																						
A																						
AB																						
B																						
BC																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G																						
H																						
I																						
J																						
合　计																						

凸轮轴存油腔挡板油泥评分：_____