

维护分公司钳工专业  
平衡对动活塞压缩机维护检修  
作业指导书

武汉检安石化工程有限公司  
二〇〇九年十月

## 目 录

- 1、总则
- 2、检修周期与内容
- 3、检修与质量标准
- 4、试车与验收
- 5、附件

平衡对动活塞压缩机维护检修（2D 系列、4M 系列）

1. 总则

- 1.1 主题内容与适用范围
- 1.1.1 本规程规定了活塞式压缩机的检修周期与内容、检修与质量标准、试车。
- 1.1.2 本规程适用与石油化工卧式（M 型、D 型）活塞式压缩机，其他类型的活塞式压缩机可参照执行。
- 1.2 编写修订依据
- HG 25008—91 活塞式压缩机维护检修规程
- HGJ 204—82 化工设备安装工程施工及验收规范

2. 检修周期与内容

2.1 检修周期（见表 1）

表 1 检修周期				月
检修类型	小修	中修	大修	
检修周期	4~6	6~12	24	

根据状态检测结果、设备运行状况一级是否有备机可适当调整检修周期。

- 2.2 检修内容
- 2.2.1 小修
- 2.2.1.1 检查或更换各吸、排气阀片、阀座、弹簧及负荷调节器，清理气阀部件上的结焦及污垢。
- 2.2.1.2 检查并紧固各部连接螺栓和十字防转销。
- 2.2.1.3 检查并清理注油器、单向阀、油泵、过滤器等润滑系统，并根据油品的化验结果决定是否更换润滑油。
- 2.2.1.4 检查并清理冷却水系统。
- 2.2.1.5 检查或更换压力表、温度计等就地仪表。
- 2.2.2 中修
- 2.2.2.1 包括小修内容。
- 2.2.2.2 检查更换填料、刮油环。
- 2.2.2.3 检查修理或更换活塞组件（活塞环、导向环、活塞杆、活塞等）。
- 2.2.2.4 必要时活塞杆做无损探伤。
- 2.2.2.5 检查机身连接螺栓和地脚螺栓的紧固情况。
- 2.2.2.6 检查并调整活塞余隙。
- 2.2.3 大修
- 2.2.3.1 包括中修项目。
- 2.2.3.2 检查测量汽缸内壁磨损。
- 2.2.3.3 检查各轴承磨损、并调整其间隙。
- 2.2.3.4 检查十字头滑板及滑道、十字头销、连杆大、小头瓦、主轴颈和曲轴颈的磨损。
- 2.2.3.5 十字头销、连杆螺栓、活塞杆、衢州无损探伤；汽缸螺栓、中体螺栓、主轴承紧固

- 螺栓等必要时做无损探伤检查。
- 2.2.3.6 根据机组的运行情况及设备检测情况，调整机体水平度和中心位置，调整气缸及管线的支撑。
- 2.2.3.7 检查更换气缸套或做镗缸、镶缸处理。
- 2.2.3.8 检查校验安全阀、压力表。
- 2.2.3.9 检查清扫冷却器、缓冲罐、分离器等，并做水压试验和气密性试验。
- 2.2.3.10 检查及修补基础。
- 2.2.3.11 基础和机体及有关管线进行防腐。
- 2.2.3.12 清理油箱更换润滑油。

3. 检修与质量标准

- 3.1 拆卸前准备
- 3.1.1 掌握设备平时运行状况，确定检修内容，备齐必要的图纸资料。
- 3.1.2 编制检修方案及施工方案。
- 3.1.3 备齐检修所需的工器具（包括专用工具、量具、起重设备等）、配件及材料。
- 3.1.4 切断电源，系统盲板隔离，机体倒空置换合格，符合安全检修条件。
- 3.2 拆卸与检查
- 3.2.1 拆卸联轴节，检查机组对中。
- 3.2.2 拆卸附属管线，检查清理管线的结垢与腐蚀。
- 3.2.3 打开气缸盖、曲轴箱盖、滑道侧盖及中体侧盖。
- 3.2.4 拆开十字头与活塞杆的连接锁紧装置，取出活塞，检查活塞组件及活塞杆的磨损。
- 3.2.5 拆下填料、刮油环等组件，检查磨损。
- 3.2.6 拆下十字头销，连杆螺栓，取出十字头及连杆，检查十字头滑道、滑板、连杆大小头瓦及十字头销轴的磨损，调整或紧固十字头的连接螺栓。
- 3.2.7 拆卸进、排气阀，检查阀片、弹簧、阀座、阀体压筒等是否磨损或裂纹。清除阀组件的结焦和污垢。
- 3.2.8 检查测量汽缸表面的磨损。
- 3.2.9 拆卸主轴承，检查测量轴瓦及轴颈的磨损。
- 3.2.10 检查测量曲轴颈的磨损，并测量臂距差。
- 3.2.11 拆卸检查并清理级间冷却器、润滑油冷却器、水站冷却器等。
- 3.2.12 拆卸检查润滑油系统，清理油箱，更换润滑油。
- 3.2.13 安全阀调校。
- 3.3 检修质量标准
- 3.3.1 机体
- 3.3.1.1 机体的纵向和横向水平度偏差不大于 0.05mm/m。
- 3.3.1.2 各列滑道中心线平行度为 0.1mm/m。
- 3.3.1.3 十字头滑道中心线与主轴承座孔中心线垂直度为 0.01mm/m。
- 3.3.1.4 曲轴箱用油面粉清理干净。
- 3.3.2 气缸
- 3.3.2.1 气缸内表面应光洁，无裂纹、气孔、拉伤痕迹等。
- 3.3.2.2 气缸内径圆柱度公差应符合表 2 要求，否则需进行镗缸或更换气缸套。

表 2 气缸内径圆柱度公差

mm

气缸内径	圆柱度	气缸内径	圆柱度
------	-----	------	-----

<100	0.13	400~450	0.30
100~150	0.15	450~500	0.33
150~200	0.18	500~550	0.35
200~250	0.20	550~600	0.38
250~300	0.23	600~650	0.40
300~350	0.25	650~700	0.43
350~400	0.28		

3.3.2.3 气缸内表面只用轻微的擦伤或拉毛时，用半圆形的油石沿气缸圆周进行研磨修理。但当表面拉上超过圆周 1/4 时，并有严重沟槽、沟槽深度大于 0.4mm、宽度大于 3mm 时，应进行镗缸处理，表面粗糙度达到  $R_a1.6$ 。

3.3.2.4 气缸经镗缸处理后，其直径增大值不得超过原设计缸径的 2%，气缸壁厚减少量不大于壁厚的 1/12。

3.3.2.5 带级差活塞的串联气缸，各级气缸镗去的尺寸应一致。

3.3.2.6 镗缸后，如气缸直径增大值大于 2mm 时，应重新配置与新缸径相适应的活塞和活塞环。

3.3.2.7 气缸经过镗缸或配镶缸套后，应进行谁呀试验。试验压力为操作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.8Mpa,稳压 30min，应无浸漏和出汗现象。

3.3.2.8 气缸与十字头滑道同轴度应符合表 3 要求，气缸水平度偏差不大于 0.05mm/m。

表 3 气缸中心线与滑道同轴度 mm

气缸直径	同轴度	
	平行位移	倾斜
《100	0.05	
100~200	0.07	0.02
300~500	0.1	0.04
500~1000	0.15	0.06

### 3.3.3 活塞及活塞环

3.3.3.1 活塞、活塞环表面应光滑，无磨损、划伤、裂纹、变形及铸造、机加工等缺陷。

3.3.3.2 活塞环在活塞槽内应活动自如，有一定的胀力，用手压紧时，活塞环应全部埋入环槽内，并应比活塞表面低 0.5~1.0mm。

3.3.3.3 活塞与气缸的安装间隙应符合设计要求，或符合下列算得的数值：铸铁活塞为  $(0.8\sim1.2)\%Dmm$ ，铸铝活塞为  $(1.6\sim2.4)\%Dmm$ 。（D 为气缸直径）。

3.3.3.4 活塞与气缸的极限间隙应符合设计要求，如无设计值时参照表 4。

表 4 活塞与气缸的极限间隙 mm

气缸内径	极限间隙	气缸内径	极限间隙
《100	0.9	>400~450	3.50
>100~150	1.20	>450~500	4.00
>150~200	1.50	>500~550	4.50
>200~250	1.80	>550~600	4.90
>250~300	2.20	>600~650	5.40
>300~350	2.50	>650~700	5.90
>350~400	3.00		

3.3.3.5 活塞余隙应符合设计要求。

3.3.3.6 划伤安装时，相邻两划伤的搭接口应错开  $120^\circ$ ，且尽量避开进气口。

3.3.3.7 活塞环与气缸要贴合良好，划伤外径与气缸接触线不得小于周长的 60%，或者在整个圆周上，漏光不多于两处，每处弧长不大于 45°，漏光处的径向间隙不大于 0.05mm。

3.3.3.8 划伤、导向环置于活塞中，其热胀间隙（接口间隙及侧间隙）应符合设计要求，如无设计要求值时参照表 5。

表 5 划伤（金属）的接口及侧间隙 mm

气缸直径	组装间隙		极限间隙	
	接口间隙	侧间隙	接口间隙	侧间隙
《100	0.4	0.03~0.05	2.5	0.15
>100~150	0.5	0.04~0.06	2.5~3.0	0.15
>150~200	0.8	0.05~0.07	3.5	0.15
>200~250	1.0	0.05~0.07	4.0	0.20
>250~300	1.2	0.06~0.09	4.5	0.20
>300~350	1.4	0.06~0.09	5.0	0.20
>350~400	1.6	0.07~0.10	5.0	0.20
>400~450	1.8	0.07~0.10	6.0	0.20
>450~500	2.0	0.09~0.12	6.5	0.20
>500~550	2.2	0.09~0.12	7.0	0.20
>550~600	2.4	0.09~0.12	7.5	0.25
>600~650	2.6	0.09~0.12	8.0	0.25
>650~700	2.8	0.09~0.12	8.0	0.25

3.3.3.9 四氟乙烯活塞环和导向环的热胀间隙可按下列公式计算。

$$A = (2.8 \sim 3.2) \% D$$

$$S = 0.01h + H9/d9$$

$$B = (0.015 \sim 0.018)b$$

式中 A——活塞环和导向环的接口间隙，mm；  
 D——活塞外径，mm；  
 S——活塞环在活塞槽中的侧间隙，mm；  
 h——活塞环宽度，mm；  
 H9/d9——基孔制间隙配合极限值，mm；  
 B——导向环的侧间隙，mm；  
 b——导向环的宽度，mm。

3.3.3.10 检查活塞环的平行度，将活塞环平放于平板上，用手指沿环的上表面四周轻敲，活塞环两端与平板之间无间隙为宜。

### 3.3.4 活塞杆

3.3.4.1 活塞杆做无损探伤检查，不得有裂纹及其他缺陷。

3.3.4.2 活塞杆表面应光滑，无纵向划痕、镀层脱落等缺陷，表面粗糙度为  $R_a0.8$ 。

3.3.4.3 活塞杆直线度公差值为 0.06mm/m，最大不大于 0.1mm/m。

3.3.4.4 活塞杆圆柱度公差值见表 6。

表 6 活塞杆圆柱度公差 mm

活塞杆直径	圆柱度公差值	活塞杆直径	圆柱度公差值
40~80	0.02~0.05	>80~120	0.03~0.07

3.3.4.5 用盘车方式检查活塞杆的摆动量，其值不大于 0.10mm/m。

3.3.4.6 活塞杆拧入十字头或连接螺母时，用手摆动不得有松动现象，活塞杆螺纹不得有变

形、断裂等缺陷。

3.3.5 气阀

3.3.5.1 阀片不得有变形、裂纹。划痕等缺陷。

3.3.5.2 阀座密封面不得有腐蚀麻点、划痕，表面粗糙度为  $R_a0.8$ ；阀座边缘不得有裂纹、沟槽等缺陷；阀座与阀片接触应连续封闭，金属阀片组装后应进行煤油试漏，在 5min 内不得有渗漏。

3.3.5.3 阀弹簧应有足够的弹力，在同一阀上各弹簧直径及自由高度基本保持一致。阀片（阀板）升降自由，不得有卡涩及倾斜现象。阀片的升降高度应符合设计要求或参照表 7 要求。

表 7 阀片的升降高度

转速/(r/min)	阀片升程/mm	转速/(r/min)	阀片升程/mm
《250	4~5	>500~1000	1.5~3
>250~500	3~4		

3.3.6 密封填料和刮油环

3.3.6.1 填料函中心线与活塞杆中心线应保持一致。

3.3.6.2 密封环内圆面和两端面应光洁无划痕、磨损、麻点等缺陷，表面粗糙度为  $R_a0.8$ 。

3.3.6.3 密封圈与活塞杆接触面积应达 70%以上。接触点不少于 4~5 点/ $c\ m^2$ ，严禁用金刚砂研磨。

3.3.6.4 组合式密封填料接口缝隙一般不小于 1mm，而锥面密封填料的接口缝隙一般不小于  $(0.01\sim0.02)\ d$ ，其中  $d$  为活塞杆直径，各圈填料开口均匀错开组装，对于三瓣的密封圈靠气缸侧，对于六瓣的密封圈靠十字头侧。

3.3.6.5 金属填料和石墨填料在填料盒内的轴向间隙应符合设计要求，或为 0.05~0.10mm，最大不超过 0.25mm，聚四氟乙烯填料轴向间隙比金属填料大 2~3 倍。

3.3.6.6 填料轴向端面应与填料盒均匀接触。

3.3.6.7 刮油环与活塞杆接触面不得有沟槽、划痕、磨损等缺陷，接触线应均匀分布，且大于圆周长的 70%。

3.3.7 十字头、滑板与导轨

3.3.7.1 十字头、十字头销、滑板及导轨应无裂纹、划痕等缺陷。

3.3.7.2 十字头滑板与十字头体的连接应紧密，不得有松动现象。

3.3.7.3 十字头滑板与导轨之间的间隙应符合设计要求，或参照表 8 要求。

表 8 十字头间隙 mm

十字头直径	安装间隙	十字头直径	安装间隙
50~80	0.09~0.20	>180~260	0.29~0.34
>80~120	0.20~0.24	>260~360	0.34~0.39
>120~180	0.24~0.29	>360~500	0.39~0.46

3.3.7.4 滑板与导轨应接触均匀，用涂色法检查其接触面积不小于全面积的 70%，或接触点不少于 2 点/ $c\ m^2$ 。

3.3.7.5 十字头销最大磨损和圆柱度公差见表 9。

表 9 十字头销最大磨损及圆柱度公差 mm

销直径	直径最大磨损	圆柱度	
		组装公差	磨损极限值
《70	0.5	0.02	0.04~0.06
>70~180	0.5	0.03	0.05~0.08

3.3.7.6 十字头销与连杆小头瓦之间的间隙应符合设计要求，或按经验公式计算：

衬套为铜合金时:  $\delta = (0.0007 \sim 0.0012) d$  (mm)

衬套为轴瓦教主巴氏合金时:  $\delta = (0.0004 \sim 0.0006) d$  (mm)

式中  $d$  为十字头销直径, mm。

3.3.7.7 锥形十字头销, 锥面与十字头孔对研配合, 其接触面不小于 90%。

3.3.7.8 十字头销孔中心线对十字头摩擦面中心线不垂直度不大于 0.02mm/100mm。

3.3.8 曲轴、连杆及轴承衬

3.3.8.1 曲轴、连杆及连杆螺栓不允许有裂纹等缺陷。

3.3.8.2 曲轴安装水平度误差不大于 0.1mm/m, 曲轴中心线与气缸中心线垂直公差值不大于 0.15mm/m。

3.3.8.3 曲轴直线度公差值不大于 0.05mm/m, 主轴颈向圆跳动公差值不大于 0.05mm。

3.3.8.4 主轴颈中心线与曲轴颈中心线平行度偏差值不大于 0.03mm/m。

3.3.8.5 曲轴最大完全度不大于 0.01mm/m。

3.3.8.6 对于主轴颈为剖分结构的曲轴的臂距差值可按经验公式计算:

安装时:  $\delta \leq 8 * S / 100000 \text{mm}$

使用时:  $\delta \leq 25 * S / 100000 \text{mm}$

式中  $S$  为活塞行程 (mm)。测量时用内径百分表在距曲拐边缘 15mm 处测量。

3.3.8.7 主轴颈及曲轴颈擦伤凹痕面积不得大于曲轴颈面积的 2%, 轴颈上沟槽深度不大于 0.1mm。

3.3.8.8 轴颈的圆柱度公差值见表 10。

表 10 轴颈圆柱度公差 mm

轴颈轴颈	圆柱度公差	
	主轴颈	曲轴颈
《80	0.010	0.010
>80~180	0.015	0.015
>180~270	0.020	0.020
>270~360	0.025	0.025

3.3.8.9 轴颈与轴承应均匀接触, 接触角  $60^\circ \sim 90^\circ$  (连杆大头轴承座  $60^\circ \sim 70^\circ$ ), 接触点不少于 2~3 点/cm<sup>2</sup>, 轴承衬套应与轴承座、连杆瓦窝均匀贴合, 接触面积应大于 70%。

3.3.8.10 轴承合金层与轴承衬结合良好, 合金层表面不得有裂纹、气孔等缺陷, 薄壁轴承不得用刮研方法修复。轴承合金的磨损不得超过原厚度的 1/3。

3.3.8.11 轴承与轴颈的径向间隙应符合设计要求, 或参照表 11。

表 11 轴承径向间隙 mm

轴颈轴颈	安装间隙	极限间隙
50~80	0.08~0.10	0.06
>80~120	0.10~0.13	0.20
>120~180	0.13~0.18	0.28
>180~220	0.18~0.20	0.32

3.3.8.12 曲轴的轴向窜动, 只能用一侧止推间隙控制, 其间隙值符合设计要求, 或控制在 0.15~0.20mm 范围内, 其余各支撑轴承轴向间隙为 0.60~0.90mm。

3.3.8.13 主轴颈与滚动轴承配合为 H7/k6, 滚动轴承与轴承座配合为 J7/h6。

3.3.8.14 连杆螺栓的残余变形量不大于 2%。连杆螺栓上紧时的伸长量或上紧扭矩应符合设计要求。

3.3.9 联轴器

3.3.9.1 联轴器检修时, 严禁用手吹直接捶打, 以免损伤联轴器。



3.3.9.2 联轴器对中找正应符合设计要求，或参照表 12。

表 12 联轴器对中误差

mm

联轴器直径	刚性联轴器		弹性联轴器	
	轴向误差	径向误差	轴向误差	径向误差
200~400	《0.03	《0.04	《0.04	《0.07
>400~600	《0.04	《0.05	《0.05	《0.08
>600~800	《0.05	《0.06	《0.06	《0.09
>800	《0.06	《0.07	《0.07	《0.10

## 4. 试车与验收

### 4.1 试车前准备

- 4.1.1 检查检修记录，确认检修记录准确无误，各部间隙均符合要求。
- 4.1.2 彻底清理油箱，并加入足量合格的润滑油。
- 4.1.3 检查确认各螺栓已按要求上紧。
- 4.1.4 清理现场，检查各仪表、电器、水系统、油系统、风系统均已具备试车条件。
- 4.1.5 拆下各级吸、排气阀（至少每侧拆下吸、排气阀各一个）。
- 4.1.6 将又问加热至启动条件，启动润滑油油泵，将油温、油压调至设计值，并检查各润滑点的供油及回油情况是否良好。
- 4.1.7 启动注油器（有油润滑压缩机），使气缸及填料充分润滑。
- 4.1.8 开启冷却水进、出口阀，检查冷却水的压力及回水情况。
- 4.1.9 盘车无卡涩现象。
- 4.1.10 启动电机，确认电机转向正确。

### 4.2 试车

#### 4.2.1 空负荷试车

- 4.2.1.1 按操作规程启动机组，检查各部件有无异常（响声、温度、振动等）。
- 4.2.1.2 检查油温、油压是否正常。
- 4.2.1.3 检查各轴承、滑道、气缸及填料（有油润滑压缩机）的润滑情况，观察回油是否畅通。
- 4.2.1.4 检查各摩擦部位的温度；滑动轴承及十字头滑道不超过 65℃，滚动轴承不超过 70℃，填料温度不大于 140℃。
- 4.2.1.5 连续运行 1~2h 后，若无任何异常现象，即可停机做必要的检查（紧固件有无松动，摩擦件是否磨损等）。

#### 4.2.2 负荷试车

- 4.2.2.1 缸内通入介质，检查各密封部位有无泄漏。
- 4.2.2.2 盘车检查气缸是否有撞击声。
- 4.2.2.3 按机组操作规程启动机组，检查各传动件及气缸有无异常。
- 4.2.2.4 检查压缩机主轴轴承、滑道等温度是否正常。
- 4.2.2.5 检查各吸、排气阀温度是否正常。
- 4.2.2.6 检查各级气缸进、出口气体温度和冷却水回水温度是否正常。
- 4.2.2.7 检查各级排气压力是否符合设计要求。
- 4.2.2.8 检查填料密封及刮油密封是否泄漏。
- 4.2.2.9 机组振动应符合有关标准。

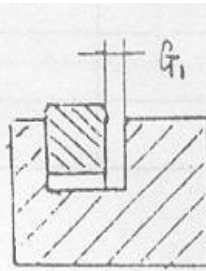
- 4.2.2.10 压缩机所属的电气、仪表及各连锁报警装置应达到各专业技术规定的要求。
- 4.2.2.11 运转过程每 2h 记录一次机组的运行参数，并即使处理运行中发现的问题。
- 4.3 验收
- 4.3.1 在工作负荷下连续运行 24h 后，各级技术指标均达到设计要求或能满足生产需要。
- 4.3.2 检修记录齐全、准确并符合本规程要求。
- 4.3.3 机组达到完好标准要求，即可按规定办理验收手续，移交生产使用。

5. 附件

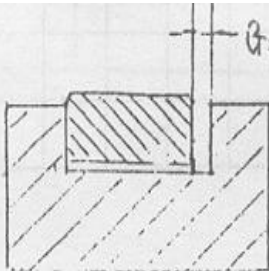
5.1 活塞组件各部分间隙

压缩机部分

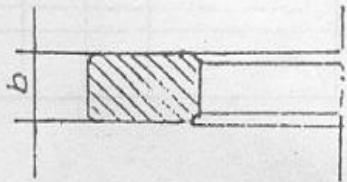
活塞组件各部间隙



活塞环侧间隙



支承环侧间隙



活塞环径向厚度

测量工具：塞尺、卡尺（单位：mm）

列数	G1 实测值	规定值	G2 实测量	规定值	B 实测值	规定值
1						
2						
3						
		0.16-0.236		0.86-0.96		

注：不同的机型，不同的厂家，不同的活塞环、支承环结构和材料，其 G1、G2、B 等值是不相同的，具体参见该机型的产品说明书，或改造后的具体图纸。

5.2 十字头的间隙

压缩机部分

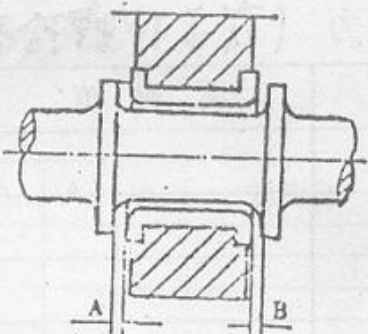
十字头间隙

A technical drawing of a crosshead mechanism, showing a side view and a top view. The side view shows the crosshead pin and the connecting rod. The top view shows the crosshead pin and the connecting rod. Measurement points A1 through A8 are indicated on the drawing. A1, A2, and A3 are on the top surface of the crosshead pin. A4, A5, and A6 are on the bottom surface of the crosshead pin. A7 and A8 are on the side surfaces of the crosshead pin. The drawing is a black and white line drawing with hatching for cross-sections.

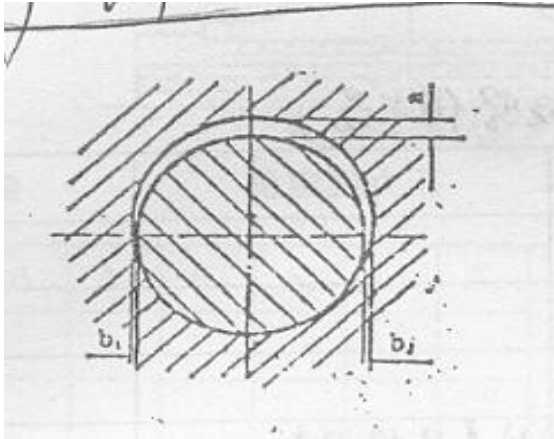
测量工具：塞尺

列数	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	规定值	更换值
1											
2											
3											
										0.20-0.30	

5.2 推力轴承间隙

压缩机部分	推力轴承间隙	
<div><p>推力轴承</p></div>		
实测值	规定值	更换值
	0.15-0.36（A+B 值）	

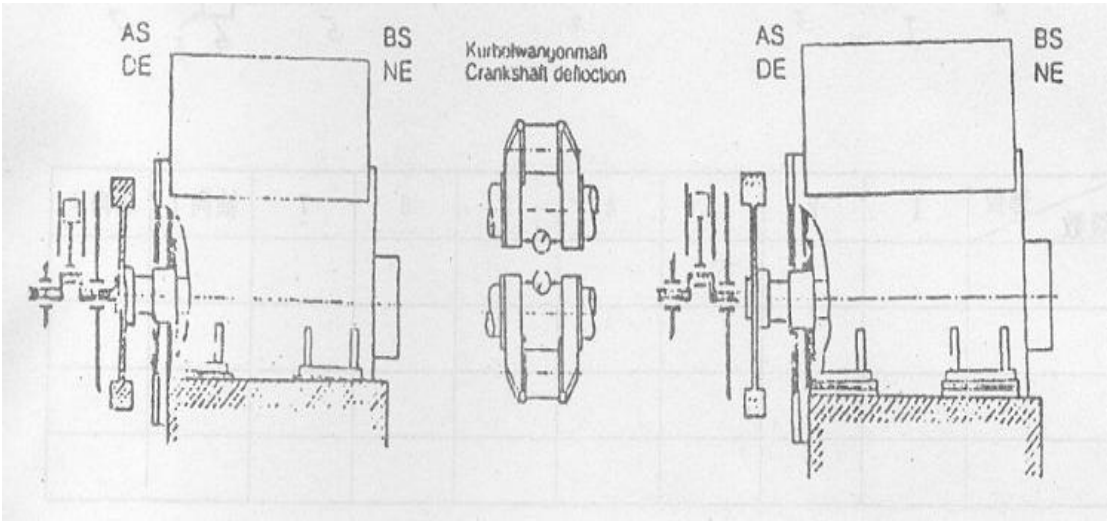
5.3 主轴瓦间隙

压缩机部分	主轴瓦间隙		
			
序号	实测值	规定值	更换值
		标准见产品说明书	
DW7.7/12-27 为例		0.085-0.20	

5.4 找正

电机部分

找正



靠飞轮第一个曲拐的开度 $\Delta K$

部位	实测	规定值	备注
0°			
90°			
180°			
270°			
$\Delta K$		$\leq 0.02\text{mm}$	

标准出自 APL610

气阀：

- 卸荷装置是否能起到卸荷作用（是否进行清洗、检查）；
- 说明所用气阀的型式，结构如：环状阀、网状阀、磨菇阀；阀片：是钢阀片，不是塑料阀片等信息）