



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3544—2009

石油化工对置式往复压缩机组 施工及验收规范

Specification for construction and acceptance of opposed
reciprocating compressor unit in petrochemical industry



2009-12-04 发布

2010-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

有效版本
3116021

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 安装前准备	1
3.1 一般规定	1
3.2 施工现场	2
3.3 开箱检验	2
3.4 基础检查、复测及处理	2
4 压缩机安装	3
4.1 一般规定	3
4.2 机身、中体安装	3
4.3 曲轴、轴承安装	5
4.4 灌浆	6
4.5 气缸安装	8
4.6 十字头和连杆安装	8
4.7 填料函和刮油器安装	9
4.8 活塞、活塞杆和活塞环安装	10
4.9 进、排气阀安装	12
4.10 盘车器安装	12
5 电动机安装	12
6 附属设备和管道安装	13
6.1 润滑油系统安装	13
6.2 气缸和填料函注油系统安装	14
6.3 缓冲罐、级间冷却器等其他附属设备安装	14
6.4 工艺管道安装	14
7 润滑油系统和水、汽系统试运行	14
7.1 试运行应具备的条件	14
7.2 水、汽系统试运行	14
7.3 润滑油系统冲洗及试运行	14
7.4 气缸和填料函注油系统试运行	15
8 压缩机组无负荷试运转	15
8.1 试运转准备	15
8.2 电动机无负荷试运转	15
8.3 压缩机无负荷试运转	16
9 压缩机组负荷试运转	17
9.1 试运转准备工作	17
9.2 负荷试运转	17
9.3 负荷试运转的停车	17

10 交工技术文件.....	18
附录 A (资料性附录) 螺栓拧紧力矩参考数值.....	19
附录 B (规范性附录) 薄壁瓦余面高度的测量方法.....	21
附录 C (资料性附录) 往复压缩机气缸滑道激光准直仪找正法.....	24
附录 D (资料性附录) 卧式往复压缩机活塞杆冷态径向跳动.....	30
附录 E (规范性附录) 电动机空气间隙检查方法.....	35
附录 F (资料性附录) 化学清洗的酸洗配方.....	36
用词说明.....	37

前言



本规范是根据国家发改委《2005 年行业标准项目计划》(发改办工业[2005] 739 号), 由中国石油化工集团公司组织中国石化集团宁波工程有限公司完成编制。

本规范共分 10 章和 6 个附录, 其中附录 A、附录 C、附录 D、附录 F 为资料性附录, 附录 B、附录 E 为规范性附录。

本规范主要包括:

- 范围和规范性引用文件;
- 安装前的准备;
- 压缩机安装;
- 电动机安装;
- 附属设备和管道安装;
- 润滑油系统和水、汽系统的试运行;
- 压缩机组无负荷试运转;
- 压缩机组负荷试运转。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文, 必须严格执行。

本规范由中国石油化工集团公司施工技术淄博站管理, 由中国石化集团宁波工程有限公司负责解释。

本规范在实施过程中, 如发现需要修改补充之处, 请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位, 以便今后修订时参考。

管理单位: 中国石油化工集团公司施工技术淄博站

通讯地址: 山东省淄博市 132 号信箱

邮政编码: 255438

电 话: 0533—6295840

主编单位: 中国石化集团宁波工程有限公司

通讯地址: 浙江省宁波市科技园区院士路 660 号

邮政编码: 315103

电 话: 0574—87975660

主要起草人: 厉学臣 邵志芳

主要审查人: 王立印 汪庆华 郑祥龙 张桂红 徐平义 王学义

本规范为首次发布。

石油化工对置式往复压缩机组施工及验收规范

1 范围

本规范规定了石油化工对置式往复压缩机组安装工程的技术要求及质量标准。

本规范适用于活塞力大于或等于 78kN、公称排气压力小于或等于 31.5 MPa 的对置式往复压缩机组的施工及验收。活塞力小于 78kN 及其他型式的往复压缩机组的施工及验收可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本规范。

- GB 50235 工业金属管道工程施工及验收规范
- GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术规范
- SH 3501 石油化工有毒、可燃介质管道工程施工及验收规范
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定
- SH/T 3542 石油化工静设备安装工程施工技术规程
- SH/T 3536 石油化工工程起重施工规范
- SH/T 3538—2005 石油化工机器设备安装工程施工及验收通用规范
- SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定
- JB/T 9105 大型往复式压缩机技术条件

3 安装前准备

3.1 一般规定

3.1.1 本规范为对置式往复压缩机组施工及验收的专项规范，其通用技术规定应按 SH/T 3538—2005 执行。

3.1.2 对置式往复压缩机组施工及验收除执行本规范外，产品技术文件另有规定时，还应执行产品技术文件的规定。

3.1.3 安装前应具备下列技术文件：

- a) 设计文件；
- b) 产品技术文件；
- c) 施工技术文件；
- d) 供货技术协议书及相关会议纪要。

3.1.4 产品技术文件应包括下列内容：

- a) 产品合格证；
- b) 机身、中体、气缸、曲轴、连杆、活塞杆等主要部件的质量证明文件；缸体、曲轴、连杆和活塞杆等部件的无损检测合格证明文件；
- c) 机身试漏合格证明文件；
- d) 压力容器、气缸本体及水冷夹套的水压试验合格证明文件；
- e) 机器所附的管材、管件、高压紧固件、阀门等管道组成件的质量证明文件；

- f) 出厂前组装和试运转记录;
- g) 机组的装箱清单、设备图、安装图、易损件图及安装、操作、维护说明书等有关技术文件。
- 3.1.5 起重施工应执行 SH/T 3536, 并应按照吊装标识进行吊装和运输。
- 3.1.6 机组安装中使用的计量和检测器具应在有效检定期内, 其精度等级应不低于被检对象的精度等级。
- 3.1.7 机组施工的安全技术和劳动保护应执行 SH 3505 的有关规定。
- 3.2 施工现场
- 3.2.1 机组安装前现场应具备下列条件:
- 基础具备安装条件, 与机组安装相关的土建主体工程已完工;
 - 场地平整, 道路畅通;
 - 施工用水、电、汽、气等具备使用条件;
 - 吊装设施具备使用条件;
 - 备有零部件、工具等的贮存设施;
 - 有相应的防火、防风、防水、防冻和防尘设施。
- 3.2.2 机组解体安装时, 厂房屋顶应施工完毕。
- 3.3 开箱检验
- 3.3.1 机组开箱检验应有采购单位、建设单位/监理单位、施工单位代表参加, 按设计文件、产品技术文件和装箱清单对机器进行下列项目检查并做出验收记录:
- 箱号、箱数及包装状况;
 - 机器的名称、型号、规格;
 - 外观检查主机、附属设备及零、部件, 并核实零、部件的品种、规格、数量等;
 - 随机文件、专用工具;
 - 机组配套的电气、仪表等设备和配件。
- 3.3.2 验收结束后, 应整理检验资料, 参加验收的各方代表应在验收记录上签字。
- 3.3.3 验收后的机器、零部件以及备品、配件若暂不安装, 应采取防护措施, 妥善保管。
- 3.4 基础检查、复测及处理
- 3.4.1 机组安装前, 建设单位/监理单位应组织安装、基础施工单位对基础进行交接验收, 合格后办理中间交接手续。
- 3.4.2 基础施工单位应提供基础质量合格证明文件、沉降观测记录、基础几何尺寸测量报告等技术文件。
- 3.4.3 基础上应有标高基准线与纵、横轴线及预留孔中心位置; 建筑物上应有坐标轴线及标高线。
- 3.4.4 基础混凝土不得有裂纹、蜂窝、空洞、露筋等缺陷。
- 3.4.5 安装单位应按设计文件对基础进行相关数据复测检查, 其尺寸及位置的允许偏差应符合表 1 的要求。

表 1 基础尺寸及位置的允许偏差

单位: mm

项 目 名 称	允许偏差
坐标位置 (纵、横轴线)	20
不同平面的标高	0 -20
平面外形尺寸	±20
凸台上平面外形尺寸	0 -20
凹穴尺寸	+20 0

表 1 (续) 基础尺寸及位置的允许偏差

单位: mm

项 目 名 称		允许偏差
平面的平整度 (包括地坪上需安装设备的部分)	每米	5
	全长	10
侧面垂直度	每米	5
	全高	10
预埋地脚螺栓	标高 (顶端)	+10
		0
	中心距 (在根部和顶部两处测量)	±2
预留地脚螺栓孔	中心位置	10
	深度	+20
		0
	孔中心线垂直度	10
带锚板的预埋活动地脚螺栓	标高	+10
		0
	中心位置	5
	平整度 (带槽的锚板)	5
	平整度 (带螺纹孔的锚板)	2

3.4.6 机组安装前对基础按以下要求进行处理:

- 铲出麻面, 麻点深度不宜小于 10mm, 密度以 100mm×100mm 面积内有 3 个~5 个点为宜, 表面不应有油污及疏松层;
- 放置垫铁或支持调整螺钉用的支承板处 (至周边约 50mm) 的基础表面应铲平;
- 地脚螺栓孔应清除干净, 孔内不得有碎石、泥土等杂物和积水;
- 预埋地脚螺栓的螺纹和螺母表面应清理干净, 不得有粘附的浆料, 并进行妥善保管。

4 压缩机安装

4.1 一般规定

4.1.1 压缩机及零部件吊装应符合下列规定:

- 吊装绳索宜用尼龙吊带, 当采用钢丝绳时, 不得直接绑扎在加工面上, 绑扎部位应垫上衬垫并将索具用软质材料包裹;
- 机身吊装应防止变形, 机身的横梁螺栓必须按产品技术文件规定力矩拧紧;
- 曲轴、连杆等部件吊装时, 吊装位置应为产品标识的位置, 吊装过程应保持平稳, 不得发生碰撞。

4.1.2 机器拆检、清洗应符合下列规定:

- 机器拆检应使用专用工具, 拆检的零部件应进行标识、合理摆放, 并应有防护措施;
- 机器拆检时, 应测量相关零部件的配合间隙, 并做好记录;
- 不得使用汽油清洗;
- 清洗干净的零部件应妥善保管。

4.2 机身、中体安装

4.2.1 机身安装前,应进行下列工作:

- a) 机身就位前,应进行煤油试漏检查,煤油浸泡时间不得少于 4h,检查合格后,应将底面的白垩粉清除干净;
- b) 对采用网格形结构的机身底部,应将网格形空间用水泥砂浆填充。

4.2.2 机身采用有垫铁安装时,垫铁面积的计算和垫铁的选用应符合 SH/T 3538—2005 的规定,垫铁的放置按下列要求进行:

- a) 垫铁安装前应除去铁锈、毛刺和油污;
- b) 垫铁组应布置在靠近地脚螺栓两侧和受力集中处,相邻两垫铁组间距,可根据机器的重量、底座的结构型式以及载荷分布等具体情况而定,宜为 500mm~1 000mm;
- c) 放置垫铁后用 2mm/m 的水平仪找平,垫铁与基础应均匀接触,接触面积应不小于 50%;采用座浆法时,应符合 SH/T 3538—2005 附录 B 的规定;
- d) 每组垫铁不应超过四块,且只允许有一对斜垫铁,总高宜为 50mm~70mm;
- e) 垫铁组安装后,用 0.05mm 塞尺检查,插入深度不得超过垫铁总长(宽)的 1/3;用 0.25kg~0.5kg 手锤敲打,每块垫铁应无松动现象。

4.2.3 机身采用无垫铁安装时,应根据机身质量和结构确定小型千斤顶或调整螺钉位置和数量,安装方法参见 SH/T 3538—2005 附录 C。当采用调整螺钉安装时,按下列要求进行:

- a) 调整螺钉用的支承板放置后,其顶面水平度为 2mm/m,且与基础的接触面积不小于 50%,相邻支承板的顶面标高允许偏差宜为 ± 5 mm;
- b) 调整螺钉支承板的厚度宜大于螺钉的直径;
- c) 作为永久性支承的调整螺钉伸出机器底座的长度应小于螺栓直径。

4.2.4 地脚螺栓和螺母的配合精度、尺寸和材质应符合产品技术文件的规定。

4.2.5 带锚板的地脚螺栓安装应符合下列要求:

- a) 地脚螺栓的光杆部分及锚板应刷防锈漆;
- b) 锚板与基础表面应接触均匀,接触面积不得小于 50%;
- c) 用螺母托着的钢制锚板,锚板与螺母之间应定位焊固定或采取其他防松措施;
- d) 当锚板直接焊在地脚螺栓上时,其角焊缝高度应不小于螺杆直径的 1/2。

4.2.6 预留孔中的地脚螺栓安装应符合下列要求:

- a) 螺栓光杆部分应无油污或氧化皮,螺纹部分应涂上少量油脂;
- b) 螺栓在预留孔中应垂直;
- c) 螺栓不应碰孔底,螺栓上的任一部位离孔壁的距离不得小于 15mm;
- d) 螺母拧紧后,螺栓应露出螺母,其露出长度宜为 2 个~4 个螺距;
- e) 螺母与垫圈、垫圈与底座间均应接触良好。

4.2.7 预埋地脚螺栓应符合下列要求:

- a) 地脚螺栓的坐标位置及相互尺寸应符合设计文件的要求;
- b) 地脚螺栓应垂直,底座套入地脚螺栓孔后应有调整余量,每个地脚螺栓均不得有卡涩现象。

4.2.8 机身找正、找平应符合下列规定:

- a) 轴承座孔、中体的中心线与基础的中心线间允许偏差为 5mm;标高允许偏差为 ± 5 mm;
- b) 机身和中体的水平度按下列规定进行调整:
 - 1) 机身列向水平度在中体滑道前、中、后三点位置上测量;轴向水平度在机身轴承座孔处测量,以两端为准,中间供参考;
 - 2) 机身的列向及轴向水平度均不得超过 0.05mm/m;
 - 3) 机身的列向水平度应根据各列的水平度综合考虑调整,宜高向气缸端;
 - 4) 轴向水平度的倾向,对于电动机采用悬挂式或单独立轴承的,在规定范围内宜高向驱动端;

对于电动机采用双独立轴承的, 在规定范围内宜高向非驱动端;

5) 对机身分布在电动机两侧的压缩机组, 宜以电动机为基准进行安装找正。

4.2.9 机身紧固地脚螺栓前应按标识装上机身横梁, 并将其固定螺栓拧紧。横梁螺栓的紧固力矩应符合产品技术文件的规定, 无规定时参见附录 A。

4.2.10 在紧固地脚螺栓时, 机身的水平度及各横梁配合的松紧程度不应发生变化; 如有变化应松开地脚螺栓, 重新调整机身水平。地脚螺栓的紧固力矩应符合产品技术文件的规定, 无规定时参见 SH/T 3538—2005 附录 A。

4.3 曲轴、轴承安装

4.3.1 曲轴、轴承安装前应进行下列检查:

- a) 曲轴和轴承上的油污、防护油和铁锈等异物清理干净, 油路应清洁畅通, 曲轴的堵油螺塞和平衡块的锁紧装置应紧固;
- b) 轴瓦的合金层与瓦壳应紧密结合, 不得有脱壳; 合金层表面不应有裂纹、孔洞、重皮、夹渣等缺陷。

4.3.2 主轴承采用薄壁瓦时, 其检查应符合下列规定:

- a) 轴瓦在拧紧螺栓后, 用涂色法检查轴瓦外圆衬背与轴承座的贴合度:
 - 1) 轴瓦外径小于或等于 200mm 时, 不应小于衬背面积的 85%;
 - 2) 轴瓦外径大于 200mm 时, 不应小于衬背面积的 70%;
 - 3) 存在不贴合的表面应呈分散分布, 其中最大集中面积不应大于衬背面积的 10%, 且 0.02mm 塞尺塞不进为合格;
- b) 在紧固螺栓达到拧紧力矩的条件下, 轴瓦顶间隙与侧间隙应符合产品技术文件的规定; 不得在上、下瓦之间加垫片来调整轴瓦间隙;
- c) 在紧固螺栓达到拧紧力矩的条件下, 检查轴瓦与轴颈接触情况, 轴向接触长度不应小于 80%;
- e) 薄壁瓦余面高度应符合产品技术文件的规定, 其测定方法应符合附录 B 的规定。

4.3.3 主轴承采用厚壁瓦时, 其安装、调整应符合 SH/T 3538—2005。

4.3.4 主轴承采用滚动轴承时, 其安装、调整应符合 SH/T 3538—2005。

4.3.5 轴承座螺栓的伸长长度或拧紧力矩, 应符合产品技术文件的规定。

4.3.6 主轴承与轴颈的径向间隙、轴向间隙应符合产品技术文件的规定。无规定时, 可按表 2 执行。

表 2 主轴承与轴颈的径向间隙

单位: mm

瓦衬材料	铅基合金与锡基合金	铜基合金	铝基合金	镁铝合金
径向间隙	$(0.00050 \sim 0.00075) D$	$(0.00075 \sim 0.00100) D$	$(0.00100 \sim 0.00125) D$	$(0.00120 \sim 0.00150) D$
注: 表中 D ——曲轴或曲柄销轴颈直径, mm。				

4.3.7 曲轴就位后, 应在主轴颈上复查轴向水平度, 且不得大于 0.10mm/m; 在曲柄销 0°、90°、180°、270° 四个位置测量曲轴颈水平度, 检查曲柄颈对主轴颈在互相垂直的四个位置上的平行度且不得大于 0.15mm/m。

4.3.8 将曲轴置于 0°、90°、180°、270° 四个位置上, 分别测量其曲拐臂间距离, 其偏差值不得大于活塞行程的万分之一 (见图 1)。

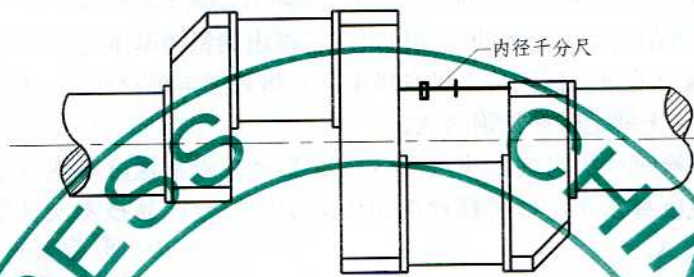


图1 曲拐臂间距测量示意

4.3.9 在确定中体的中心线时,应用百分表控制曲轴的轴向位移,并用内径千分尺测量从钢丝绳至曲拐臂两端的距离,其数值分别为 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 、 L_7 、 L_8 (见图2),其垂直偏差 ΔK 按公式(1)、公式(2)的计算值应不大于 0.10 mm/m。

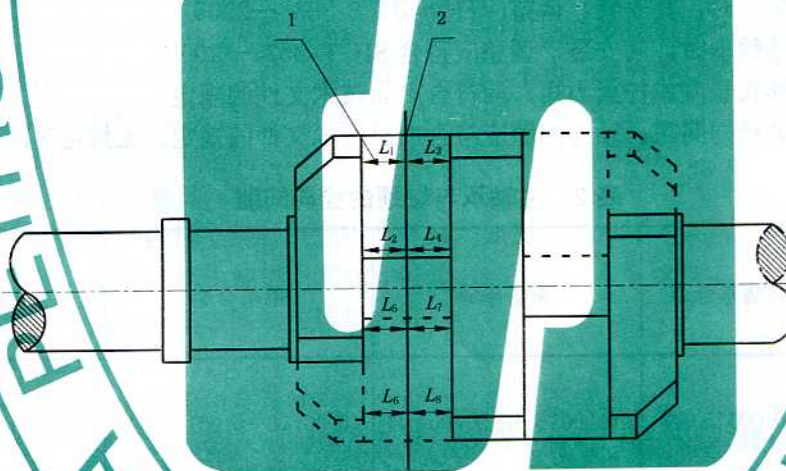
$$\Delta K = \left(\frac{L_1 + L_2}{2} - \frac{L_5 + L_6}{2} \right) / S \quad (1)$$

$$\Delta K = \left(\frac{L_3 + L_4}{2} - \frac{L_7 + L_8}{2} \right) / S \quad (2)$$

式中:

S — 曲轴颈两次测量位置间的距离,可近似取为活塞行程, mm;

ΔK — 垂直偏差, mm/m。



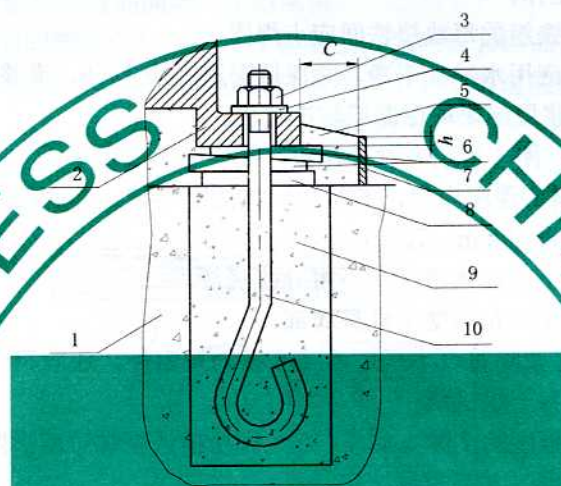
1—内径千分尺; 2—钢丝绳

图2 垂直偏差测量示意

4.4 灌浆

4.4.1 一次灌浆工作,应在机身初找平、找正后进行。二次灌浆工作,应在机身、中体二次找正完毕后,压缩机曲轴和主轴承检查合格、隐蔽工程检查合格后24h内进行。

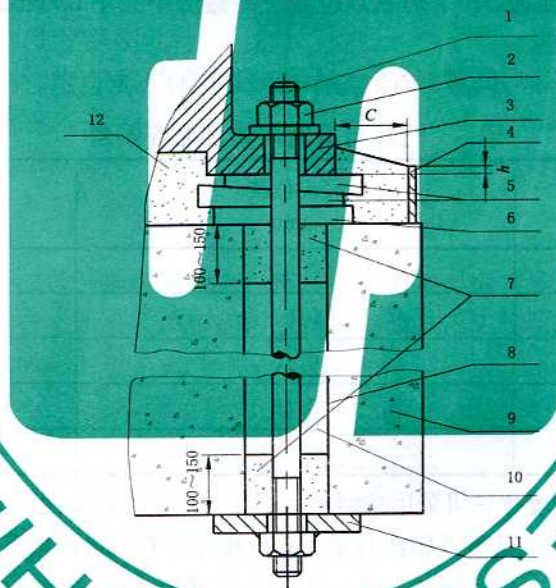
4.4.2 地脚螺栓预留孔灌浆 (见图3),应符合下列要求:



1—基础；2—底座；3—螺母；4—垫圈；5—二次灌浆层；6—斜垫铁；7—外模板；
8—平垫铁；9—一次灌浆层；10—地脚螺栓

图3 地脚螺栓、垫铁和灌浆示意

- a) 地脚螺栓预留孔内的灌浆用料，宜为细碎石混凝土，其标号应比基础混凝土的标号提高一级，灌浆用的混凝土配合比参见 SH/T 3538—2005 附录 E；
 - b) 捣实混凝土时，不得使地脚螺栓歪斜或使机器产生位移。
- 4.4.3 预留孔内的混凝土应达到设计强度的 75% 以上才能拧紧地脚螺栓。
- 4.4.4 带锚板的地脚螺栓孔灌浆如图4所示，并符合下列要求：
- a) 地脚螺栓孔内应灌入符合产品技术文件规定的水泥砂浆，灌浆时地脚螺栓应垂直，砂浆不得外流；
 - b) 在锚板的上面先灌入 100mm~150mm 高度的水泥砂浆层，然后，向孔内充以密实的干砂至二次灌浆层下 100mm~150mm，上部再用水泥砂浆封闭。



1—地脚螺栓；2—螺母、垫圈；3—底座；4—外模板；5—斜垫铁；6—平垫铁；7—砂浆层；8—预埋套管；
9—基础；10—砂填充层；11—锚板；12—二次灌浆层

图4 带锚板地脚螺栓孔灌浆示意

4.4.5 二次灌浆前进行下列工作：

- a) 有垫铁安装时，各垫铁组的每块垫铁间应点焊固定；
- b) 二次灌浆的基础表面应用水冲洗干净，并保持湿润不少于 6h，灌浆前 1h 应清除积水；当环境温度低于 5℃ 时，灌浆层应采取保温或防冻措施；
- c) 二次灌浆前应按图 3、图 4 所示安设外模板，图中 c 值应不小于 60mm， h 值应不小于 10mm。

4.4.6 二次灌浆时，灌浆用料应现配现用，灌浆后应按规定养护，并应符合下列要求：

- a) 二次灌浆层的高度宜为 50mm~70mm；
- b) 二次灌浆层的灌浆施工应连续进行，不得分次浇灌；
- c) 二次灌浆层应密实并使其充满整个机身底部。

4.4.7 无垫铁安装时，二次灌浆除符合本规范 4.4.6 条的规定外，还应符合下列要求：

- a) 二次灌浆时应同时制备一组试块；
- b) 二次灌浆层达到设计强度的 75% 以上时，方允许松掉调整螺钉或拆除小型千斤顶，取出临时支撑件，同时复测水平度，并将空洞填实。

4.4.8 灌浆材料应符合设计文件或产品技术文件的规定，施工前应核对灌浆材料的质量证明文件。

4.5 气缸安装

4.5.1 各级气缸水套应进行水压试验，并符合产品技术文件要求。

4.5.2 各级气缸在安装前，应清洗检查气缸镜面、气缸体、气阀腔及与中体连接面等部位，不得有机械损伤和其他缺陷。

4.5.3 用内径千分尺测量各气缸的圆柱度，并作记录。

4.5.4 气缸与中体连接时，应对称均匀地紧固连接螺栓。气缸支撑件应与缸体接触良好，并应受力均匀。

4.5.5 气缸找正应符合下列要求：

- a) 以十字头滑道中心线为基准，其同轴度应符合产品技术文件的规定，无规定时应符合表 3 的规定；
- b) 同轴度超过规定时，应使气缸作平行位移或研刮气缸与中体连接处止口面来调整；不得采用加垫或施加外力的方法来强制调整；处理后的止口应保持均匀接触，接触面积应达 60% 以上；
- c) 气缸水平度在气缸镜面前、中、后三点位置上测量应不大于 0.05mm/m，且倾斜方向应与滑道一致（宜高向气缸端盖）；
- d) 气缸安装完毕后，中体与机身、气缸与中体间均应打上定位销。

表 3 气缸与滑道同轴度允许偏差

气缸直径 D mm	径向位移 mm	轴向倾斜 mm/m
$D \leq 100$	0.05	0.02
$100 < D \leq 300$	0.07	0.02
$300 < D \leq 500$	0.10	0.04
$500 < D \leq 1000$	0.15	0.06
$D > 1000$	0.20	0.08

4.5.6 气缸与十字头滑道同轴度找正可采用拉钢丝找正法、光学准直仪找正法、激光准直仪找正法。拉钢丝找正法的钢丝直径与重锤质量的选配及钢丝自重下垂度见 SH/T 3538—2005 附录 D；激光准直仪找正法参见附录 C。

4.6 十字头和连杆安装

4.6.1 检查清洗十字头、连杆，油路应畅通。检查十字头上、下滑板及连杆大头瓦轴承合金的浇铸质量，并应符合本规范 4.3.1 条的规定。

4.6.2 检查十字头上、下滑板分别与十字头体、滑道的接触面，接触面积应不小于 50%，且应接触均匀。

研刮时，应边研刮边复测滑板与滑道的间隙，不得刮偏。

4.6.3 十字头滑板与滑道的间隙在全行程的各个位置上，应符合产品技术文件的规定。

4.6.4 用宽座角尺及塞尺测量十字头在滑道前、后两端与上、下滑道的垂直度（见图5），其允许偏差应符合产品技术文件的规定，无规定时垂直度应为0.20mm/m。

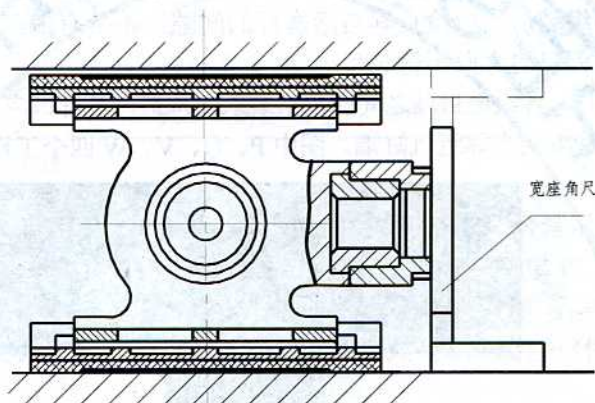


图5 十字头端面与滑道垂直度测量示意

4.6.5 安装十字头时，正反十字头受力面位置不得调向，其中心位置应符合产品技术文件的规定。

4.6.6 连杆大头瓦的检查应符合本规范4.3.2条的规定，其径向及轴向间隙应符合其产品技术文件的规定。

4.6.7 紧固连杆大头瓦连接螺栓时，应符合产品技术文件给定的伸长量或扭紧力矩，锁紧装置应锁牢。

4.6.8 检查连杆小头瓦与十字头销轴的加工精度及轴向、径向配合间隙，应符合产品技术文件的规定，锁紧装置应锁牢。

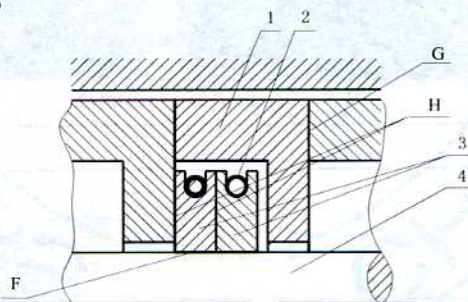
4.6.9 十字头与活塞杆的连接应符合下列要求：

- a) 活塞杆应能自由进入十字头端孔；
- b) 法兰连接应检查十字头连接器的调整垫与活塞杆后端的接触，并应接触均匀；
- c) 螺纹连接应检查十字头连接器端面与锁紧螺母的接触，并应接触均匀；
- d) 活塞杆与十字头液压紧固连接，应按产品技术文件的规定步骤执行，油压不得超出产品技术文件的规定。

4.7 填料函和刮油器安装

4.7.1 填料函和刮油器应全部拆开清洗和检查，拆洗前各组填料应在非工作面上做出标识。

4.7.2 平填料环、填料盒的密封面宜在填料函内或特制的胎具内进行研磨，各密封面间的接触面G、H见图6，其面积应不小于80%。



1—填料盒；2—弹簧；3—平填料环；4—活塞杆

图6 平填料函组装示意

- 4.7.3 平填料环、刮油环不应倒角、倒圆，其与活塞杆的接触面 F（见图 6）的面积不应小于该组环内圆周面积的 70%，且应均匀分布。
- 4.7.4 填料盒组装前，注油孔、漏气回收孔、充氮孔及冷却水孔应清洁畅通。
- 4.7.5 组装时，各填料环的定位销、填料盒的油孔及排气孔应分别对准，各部位间隙应符合产品技术文件的规定，并按产品技术文件的规定进行装配，不得装反。
- 4.7.6 填料函和刮油环组装后，应检查其与活塞杆的间隙，不应有偏斜现象。
- 4.7.7 刮油环组装时，刃口的方向不得装反。
- 4.7.8 锥形填料函组装时，各组密封环之间应依次装入定位销，其开口应相互错开，锥面斜度（斜角 α ）（见图 7）最小的锥形环应安装在靠近气缸端。图中 P、Q、V、W 四个工作面应均匀贴合，接触面积应不少于 80%。
- 4.7.9 填料函外环端面压紧弹簧（见图 7）的初始高度应相等，且弹力均匀。
- 4.7.10 填料函组装后，冷却水腔应按产品技术文件的要求进行水压试验。
- 4.7.11 填料函安装完毕后，压盖的锁紧装置应锁牢。
- 4.7.12 少油或无油润滑压缩机中非金属密封环的组装，应按产品技术文件的规定执行。

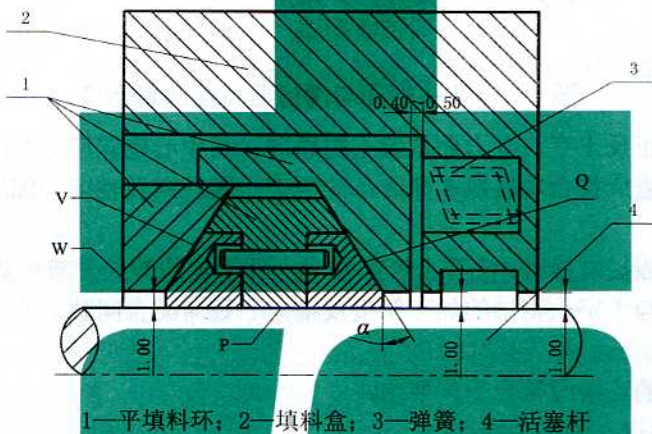


图 7 锥形填料函组装示意

4.8 活塞、活塞杆和活塞环安装

- 4.8.1 检查活塞外圆表面及活塞环槽端面，不得有擦伤、锐边、凹痕和毛刺等缺陷。
- 4.8.2 检查活塞杆，并应符合下列规定：
- a) 活塞杆不得有裂纹、机械损伤等缺陷；
 - b) 活塞杆外圆柱表面与其凸肩过渡部分的倒角圆半径，应小于气缸填料座端面内圆倒角圆半径。
- 4.8.3 检查活塞环，并应符合下列规定：
- a) 铸铁活塞环表面不得有裂痕、气孔、疏松及夹渣等缺陷；
 - b) 活塞环翘曲度应符合产品技术文件的规定，无规定时，应按表 4 规定进行检查；

表 4 活塞环允许翘曲度

单位：mm

活塞环外径 D	允许翘曲度
$D \leq 150$	≤ 0.04
$150 < D \leq 400$	≤ 0.05
$400 < D \leq 700$	≤ 0.07
$D > 700$	≤ 0.10

- c) 在气缸的前、中、后三个位置上检查活塞环与气缸镜面贴合的严密度，允许有 2 处不大于表 5 规定的间隙，每处弧长所对中心角不得超过 45° ，并不得在活塞环开口处 30° 角的范围内；

表5 活塞环与气缸贴合允许间隙

单位: mm

活塞环外径 D	允许间隙
$D \leq 250$	0.03
$250 < D \leq 500$	0.05
$500 < D \leq 800$	0.08
$D > 800$	0.12

d) 铸铁活塞环倒角宽度应符合产品技术文件的规定, 无规定时应符合表6的要求;

表6 铸铁活塞环倒角宽度

单位: mm

活塞环外径	倒角宽度
$D \leq 250$	≤ 0.5
$250 < D \leq 500$	≤ 1.0
$D > 500$	≤ 1.5

e) 活塞环在活塞环槽内转动应灵活, 活塞环与活塞环槽的侧间隙、沉入间隙及活塞环在自由状况和工作状况的开口间隙, 应符合产品技术文件的规定, 无规定时, 工作状况的开口间隙应符合表7的要求。

表7 铸铁活塞环允许间隙

单位: mm

开口间隙	$0.005D$
侧间隙	$(0.008 \sim 0.010)b$
沉入间隙	$0.25 \sim 0.50$

注: D ——气缸直径, mm; b ——活塞环轴向宽度, mm。

4.8.4 活塞与活塞杆的组装应符合下列要求:

- 活塞杆凸肩、紧固螺母的端面与活塞的接触应均匀;
- 液压紧固的压力、加热紧固温度、紧固螺母旋转角度应符合产品技术文件的规定。

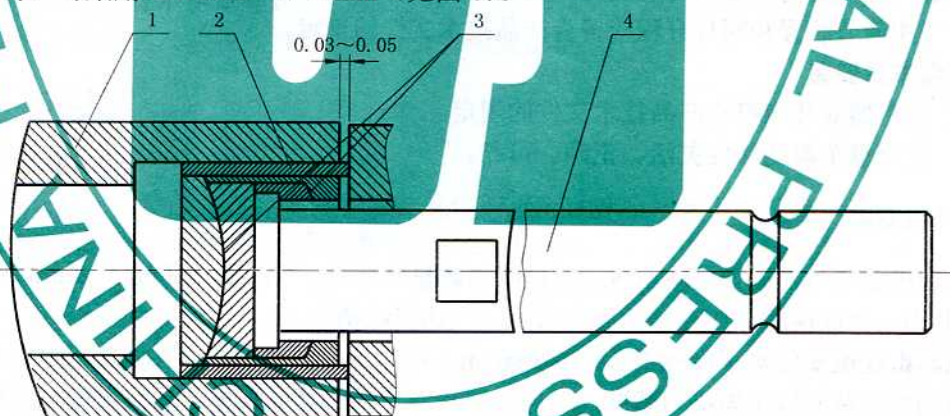
4.8.5 活塞安装时, 应检查活塞与活塞杆的锁紧装置。

4.8.6 活塞环安装时, 相邻活塞环的开口位置应相互错开, 并应避免气缸阀腔孔位置。

4.8.7 非金属活塞环、支承环安装时, 应按产品技术文件的规定执行。

4.8.8 活塞与气缸镜面间的间隙, 应符合产品技术文件的规定。

4.8.9 浮动活塞安装时, 两配合球面应接触均匀。锁紧装置锁紧后, 其球面间隙应符合产品技术文件的规定, 无规定时, 可采用 $0.03\text{mm} \sim 0.05\text{mm}$ (见图8)。



1—活塞; 2—定距套; 3—配合球面; 4—活塞杆

图8 浮动活塞的球面间隙

- 4.8.12 活塞前、后死点的余隙应符合产品技术文件的规定。
- 4.8.13 活塞杆与活塞及十字头应连接牢固，锁紧螺母紧固力矩应符合产品技术文件的要求。
- 4.8.14 活塞杆与十字头连接后，应盘动十字头并按下列规定进行检查：
- 复测十字头滑板与滑道的间隙、活塞体在气缸的径向位置，其连接前、后数值应不变；
 - 复测活塞余隙。
- 4.8.15 测量活塞杆水平方向和垂直方向的冷态跳动，活塞杆冷态径向跳动参见附录 D，并应符合下列要求：
- 活塞杆冷态径向跳动应分别在十字头端和填料函端测量；
 - 活塞杆冷态水平径向跳动值应为零，其允许偏差为每毫米行程 $\pm 0.000\ 15\text{mm}$ ，其最大偏差值不得超过 0.064mm ；
 - 活塞杆冷态垂直径向跳动值（包括活塞杆挠度）应为产品技术文件的计算值，其允许偏差为每毫米行程 $\pm 0.000\ 15\text{mm}$ 。
- 4.9 进、排气阀安装
- 4.9.1 气阀阀片、阀座、弹簧等解体清洗检查应符合下列规定：
- 阀座密封面、阀片表面应无划痕、擦伤、锈蚀等缺陷；
 - 同一气阀的弹簧初始高度应相等，弹力应均匀，阀片和弹簧应无卡住或倾斜现象；
 - 环状阀片平面度应符合表 8 的规定。

表 8 环状阀片平面度

单位：mm

阀片厚度	阀片外径 D			
	$D \leq 65$	$65 < D \leq 140$	$140 < D \leq 200$	$200 < D \leq 300$
	平面度			
> 1.5	0.04	0.06	0.09	0.12
≤ 1.5	0.08	0.12	0.18	0.24

- 4.9.2 带有压叉的气阀，压叉应动作灵活、无卡滞现象，并能使阀片全部压下。
- 4.9.3 检查阀座与阀片贴合面的严密性。用煤油试漏时，中、低压段气阀每分钟渗漏不得超过 20 滴；高压段气阀每分钟渗漏不得超过 10 滴。
- 4.9.4 采用模拟压缩机工况进行气体泄漏性检验的气阀，现场安装时不再进行严密性检查。
- 4.9.5 进、排气阀的位置不得装反，气阀连接螺栓应紧固，顶丝和锁紧装置应顶紧和锁牢。
- 4.9.6 气阀调节装置和阀片升程应符合产品技术文件的规定。
- 4.10 盘车器安装
- 4.10.1 盘车器安装应符合产品技术文件的规定。
- 4.10.2 检查盘车器动作应灵活、正确、可靠。

5 电动机安装

- 5.1 电动机底座与定子架、轴承座之间，应加调整垫片组，厚度宜为 $2\text{mm} \sim 4\text{mm}$ 。当电动机轴承座与定子架共用一个底座时，应在轴承座与底座之间加绝缘垫片。
- 5.2 电动机底座安装水平度应小于 0.10mm/m ，相对于机身的中心位置偏差应小于 0.50mm 。
- 5.3 电动机安装应以压缩机为基准，轴向定位尺寸应符合产品技术文件的规定，无规定时可按定子与转子磁极的几何中心线进行对准。
- 5.4 电动机与压缩机联轴器对中偏差应符合产品技术文件的规定。无规定时，刚性联轴器对中允许偏差应符合下列要求：

- a) 径向位移应不大于 0.03mm;
 - b) 轴向倾斜应不大于 0.05 mm/m。
- 5.5 电动机的垫铁、地脚螺栓安装应符合本规范 4.2 条的规定。
- 5.6 电动机的灌浆应符合本规范 4.4 的规定。
- 5.7 刚性联轴器、飞轮的安装要求、螺栓紧固力矩等应符合产品技术文件的规定。无规定时,应符合下列要求:
- a) 螺栓孔应进行精铰加工,螺孔与螺栓采用过盈配合,可采用 $0.3 D/1\,000$ (D 为螺栓直径) 的过盈量;
 - b) 采用隔环结构,其摩擦面方向应正确,各接触面接触良好。
- 5.8 采用非刚性联轴器时,对中允许偏差应符合产品技术文件的规定。无规定时可执行 SH/T 3538—2005 的规定。
- 5.9 电动机与压缩机联接后,复测压缩机曲拐臂间距,其允许偏差应符合产品技术文件的规定。无规定时,应符合本规范 4.3.8 条的规定。
- 5.10 电动机现场组装或解体检查时,应符合下列规定:
- a) 电动机内部,不得有金属物件及杂物;
 - b) 电动机的风扇叶片在拆下前应进行标识;
 - c) 电动机的空气间隙应符合产品技术文件的规定,无规定时应为平均间隙的 $\pm 5\%$;电动机空气间隙检查方法应符合附录 E 的规定;
 - d) 电动机空气间隙调整后,将各连接螺栓拧紧,锁紧装置应锁牢;
 - e) 电动机安装完毕后,在定子与底座处应安装定位销;
 - f) 电动机集电环罩的内孔与主轴的间隙符合产品技术文件的规定,无规定时可取 0.30 mm~0.50 mm;碳刷与滑环接触应良好。
- 5.11 径向轴承(球面瓦)检查、组装应符合本规范 4.3.1 条的有关规定外,还应符合下列要求:
- a) 轴承背上的绝缘层厚度应均匀,表面应清洁无损伤,厚度及绝缘电阻值应符合产品技术文件的要求;
 - b) 轴承衬背与轴承座孔之间的间隙为 0.02mm~0.06mm;
 - c) 用涂色法检查轴承衬背与轴颈的接触状况,接触角为 $60^\circ \sim 90^\circ$,下瓦沿长度方向接触面积应大于 75%;
 - d) 径向轴承间隙用压铅法检查,其值应符合产品技术文件的要求;
 - e) 油封组装应符合产品技术文件的要求。
- 5.12 电动机安装后,应将励磁机、通风机、风管或冷却器、漏水检测装置等安装完毕。冷却器安装前应按产品技术文件的规定进行水压试验。
- 5.13 电动机电气部分的施工及验收应执行电气专业有关规范。

6 附属设备和管道安装

6.1 润滑油系统安装

6.1.1 润滑油系统安装应符合产品技术文件和设计文件的规定,并应符合下列要求:

- a) 水平安装的回油管,倾向油箱的坡度不应小于 $25/1\,000$;
- b) 油管道应采用机械方法下料、开孔,底层焊道应采用氩弧焊焊接;
- c) 油管线安装后应进行流程、仪表接管等确认。

6.1.2 润滑油系统的管道、阀门、过滤器、油箱和冷却器等应进行化学清洗或机械清理,清洗完毕后,应涂润滑油保护。化学清洗的酸洗配方参见附录 F。

6.1.3 润滑油泵清洗后应进行检查。其各部位的间隙值应符合产品技术文件的规定。无规定时,应按 SH/T 3538—2005 的规定执行。

6.1.4 润滑油泵与驱动机联轴器的对中偏差应符合 SH/T 3538—2005 的规定。

- 6.1.5 安全阀的整定压力应符合产品技术文件或设计文件的规定。
- 6.2 气缸和填料函注油系统安装
- 6.2.1 注油器接头和单向阀等零部件应清洗干净。
- 6.2.2 油管道焊接接头组对应无间隙，安装应符合产品技术文件的规定。
- 6.2.3 油管线和注油器安装后，各油路应通畅，并用压缩机油进行强度试验，试验压力为末段出口压力的1.5倍。
- 6.3 缓冲罐、级间冷却器等其他附属设备安装
- 6.3.1 缓冲罐、级间冷却器等其他附属设备的施工及验收应按照 SH/T 3538—2005 和 SH/T 3542 的规定执行。
- 6.3.2 缓冲罐安装前应清理，不得强行组装。
- 6.4 工艺管道安装
- 6.4.1 工艺管道安装时管内应保持清洁。
- 6.4.2 管道安装宜从机器侧开始，固定焊口应远离机器，并应先安装支吊架。管道作用在机器上的附加力和力矩不得超过设计允许值。管道的水平度、垂直度应小于1mm/m，且应坡向分液罐一侧。
- 6.4.3 检查工艺管道与机器最终连接，并符合下列要求：
- 法兰螺栓应能在螺栓孔中顺利通过；
 - 自由状态下的法兰间距，以能顺利插入垫片的最小距离为宜；
 - 法兰平行度应符合产品技术文件的规定；无规定时，应不大于法兰外径的1/1000。
- 7 润滑油系统和水、汽系统试运行
- 7.1 试运行应具备的条件
- 7.1.1 压缩机油、水、电、气、汽系统的安装工作已完成，记录齐全，并经检查合格。
- 7.1.2 水、汽系统与设备连接、通水试验前应进行管道逐级冲洗。
- 7.1.3 压缩机二次灌浆已达到设计强度，基础抹面工作已完成。
- 7.1.4 电气、仪表、防腐隔热、土建、工艺管道和有关设备等已安装完毕，并经检查合格。全部电气设备均可受电投用，仪表联锁装置调试合格。
- 7.1.4 现场应整洁，并应有消防设施。
- 7.1.5 压缩机组的单机试车方案已编制，并经审核批准。
- 7.2 水、汽系统试运行
- 7.2.1 冷却水系统通水试运行应符合下列规定：
- 冷却水的压力应符合设计文件的规定；
 - 系统应无泄漏，回水应清洁、畅通；
 - 气缸及填料函的内部不得有水漏入。
- 7.2.2 当环境温度低于5℃时，冷却水系统通水试运行后应采取防冻措施。
- 7.2.3 冷却水站应进行调试，泵单机试运行合格。
- 7.2.4 蒸汽加热系统通汽试验应符合下列规定：
- 蒸汽的压力、温度应符合设计文件规定；
 - 蒸汽系统应无泄漏；
 - 蒸汽管道及管架的安装、保温应符合有关规范的规定。
- 7.3 润滑油系统冲洗及试运行
- 7.3.1 润滑油的规格和质量应符合产品技术文件的规定，注入油箱时应进行过滤。
- 7.3.2 油泵单机试运转可在油冲洗时进行。
- 7.3.3 油冲洗分外循环冲洗和内循环冲洗。外循环冲洗时，应符合下列规定：
- 油冲洗前应将供油管接头拆开，冲洗时用临时塑料管将油送至机身回油槽；

b) 油冲洗前应将过滤器芯抽出,在临时回油管末端处装入 120 目过滤网,并在油冲洗过程中及时更换清洗。

7.3.4 外循环油冲洗的合格标准:在临时回油管末端处装入 120 目的过滤网,经连续运行 4h,每平方米可见软质颗粒不超过两点,不得有任何硬质颗粒,可允许有少量纤维体。

7.3.5 油系统外循环油冲洗合格后,将过滤器滤芯、管道正式复位,在各入口处设置 120 目金属滤网,重新启动油泵,进行内循环油冲洗。

7.3.6 内循环油冲洗时,应检查调整各供油点的油压、供油量及回油管的回油情况,油系统应无泄漏。

7.3.7 内循环油冲洗的合格标准:在各入口处设置 120 目过滤网,按正常流程进行油循环,连续 12h,油过滤器前、后压差增值,不应大于 0.02MPa。

7.3.8 油系统试运行合格后,应进行下列工作:

a) 对油箱中的润滑油进行取样分析,不合格时应更换新油;

b) 拆除各入口处设置的过滤网,清洗油泵入口粗滤网和油过滤器。

7.3.9 润滑油系统的联锁报警应按设计技术文件和产品技术文件的要求进行调试,动作应准确可靠。

7.3.10 油系统试运行结束后,若压缩机组暂不试运转,应定期启动油泵,进行 10min~15 min 的油循环。

7.4 气缸和填料函注油系统试运行

7.4.1 注油器应清洗干净,注入合格的压缩机油;注油系统管道应畅通清洁。

7.4.2 连接注油器端各供油点的管接头,用手柄盘动注油器,检查以下项目:

a) 各供油点管接头处出油情况和油的清洁程度;

b) 注油器动作正常,无卡涩现象;

c) 检视罩的滴油正常。

7.4.3 启动注油器,运转 10min,应符合下列要求:

a) 电动机和变速器的声响、温升、振动等,并均应正常;

b) 各注油单向阀的方向应正确;

c) 各供油点的供油量符合技术文件的规定。

7.4.4 连接气缸及填料函各供油管接头,再次启动注油器,检查各管接头的严密性;压缩机盘车 5min~10min。

8 压缩机组无负荷试运转

8.1 试运转准备

8.1.1 压缩机组无负荷试运转,应由建设单位/总承包单位组织实施。试车方案应经生产、设计、制造厂商、监理、施工等单位联合确认。

8.1.2 压缩机组的全部安装工作结束,且安装记录齐全。

8.1.3 试车现场应符合本规范 7.1.4 条要求。

8.1.4 电气、仪表应调试完毕。

8.1.5 水、汽系统、润滑油系统、注油系统等达到投用条件。

8.1.6 检测仪器、工具等准备齐全。

8.2 电动机无负荷试运转

8.2.1 电动机试运转前应做下列检查:

a) 电动机绝缘电阻;

b) 螺栓紧固情况;

c) 盘车检查;

d) 轴承、定子温度等监测、控制仪表;

e) 轴承箱油位正常;

f) 联轴器应脱开;

g) 润滑、冷却系统已投用;

- h) 带有强制通风系统的同步电动机启动前应先启动通风机。
- 8.2.2 瞬间启动电动机转向应正确, 无异常现象。
- 8.2.3 重新启动电动机, 记录启动电流、电压、启动时间, 并检查下列项目应符合产品技术文件的规定:
 - a) 电动机磁力中心位置;
 - b) 异常噪声、声响等现象;
 - c) 轴承温度、轴振动;
 - d) 电流、电压和定子温升;
 - e) 紧固部位;
 - f) 冷却水系统。
- 8.2.4 电动机应连续运行 2h, 每 30 min 记录一次各项参数值, 并应符合产品技术文件的规定, 停机并记录惰转时间。
- 8.2.5 电动机连续启动次数应符合下列规定:
 - a) 冷态允许连续启动二次;
 - b) 热态只允许启动一次。
- 8.2.6 单轴承电动机的无负荷试运转同压缩机无负荷试运转一起进行。
- 8.3 压缩机无负荷试运转
- 8.3.1 压缩机无负荷试运转前的准备工作除符合本规范第 8.1 条外, 还应符合下列要求:
 - a) 复查电动机、压缩机轴端间距和对中数据; 组装飞轮和联轴器;
 - b) 拆下各级吸、排气阀, 拆开出、入口管道, 在气缸吸、排气阀腔口及出、入管道接口处, 装上 10 目的过滤网, 过滤网应牢固。
- 8.3.2 压缩机无负荷试运转前检查除符合 8.2.1 条的有关规定外, 还应进行下列检查:
 - a) 启动注油器, 检查各注油点供油量;
 - b) 盘车复测各级气缸余隙和十字头与滑道的间隙;
 - c) 检查电动机、压缩机各连件及锁紧装置;
 - d) 启动润滑油泵, 调整各润滑点油压, 并检查各润滑点的供油及回油情况;
 - e) 开启冷却水上水阀和回水阀, 检查冷却水的压力及回水情况;
 - f) 启动盘车器, 检查各运动部件;
 - g) 停止盘车并将手柄移至开车位置, 检查各段活塞, 不应处在前、后死点位置。
- 8.3.3 启动电动机运转 5min, 停机检查压缩机十字头、大头瓦等运动部件, 应无异常现象。
- 8.3.4 重新启动电动机, 同时监控压缩机各运动部位的音响、温度及振动情况, 并应每隔 30 min 做一次试运转记录。
- 8.3.5 压缩机连续运转 4 h, 电动机的定子温度符合产品技术文件的规定, 其他各项参数产品技术文件无规定时, 符合下列要求视无负荷试运转合格:
 - a) 无异常声响;
 - b) 润滑油系统工作正常;
 - c) 滑动轴承温度不应超过 70℃; 滚动轴承温度不应超过 80℃;
 - d) 填料函压盖处温度不应超过 60℃;
 - e) 中体滑道外壁温度不应超过 60℃;
 - f) 电气、仪表应工作正常。
- 8.3.6 无负荷试运转结束后, 应按下列步骤停车:
 - a) 停电动机;
 - b) 停通风机;
 - c) 主轴完全停止转动后, 立即进行盘车, 停注油器;

- d) 停止盘车 5min 后, 停润滑油泵;
- e) 关闭上水阀门, 并放尽管道和机器内的存水;
- f) 停冷却水站。

9 压缩机组负荷试运转

9.1 试运转准备工作

9.1.1 压缩机组负荷试运转除符合本规范 8.1 条规定外, 还应符合下列条件:

- a) 工艺系统管道应安装完成;
- b) 试运转流程应符合试车方案的规定;
- c) 安全阀必须整定试验合格;
- d) 吸、排气阀安装应符合产品技术文件的规定。

9.1.2 工艺系统管道连接前应进行试压、吹扫检查, 并应符合下列规定:

- a) 管道与设备应隔离, 异物不得带入气缸或设备内;
- b) 吹扫时应保护所有仪表、安全阀、调节阀、止回阀等;
- c) 吹扫检查应在管道末端靶板上涂以白铅油或盖上湿白布, 以目视无颗粒状杂物为合格。

9.1.3 压缩机负荷试运转应符合下列规定:

- a) 压缩机负荷试运转应按产品技术文件中空气或氮气试车工况的规定执行;
- b) 各段出口温度不得高于设计文件规定值;
- c) 电动机的电流、功率等参数不应高于额定值;
- d) 气阀对空气或氮气试车有特殊要求时, 应采用空气或氮气试车用气阀, 试车合格后更换正式工艺气阀。

9.1.4 当不符合本规范 9.1.3 条规定时, 压缩机负荷试运转应与装置试生产同时进行。

9.2 负荷试运转

9.2.1 负荷试运转前检查应符合本规范 8.3.2 条的规定。

9.2.2 启动压缩机, 无负荷运转 20min 后, 分 3 次~5 次逐步升压至规定压力。加压时应缓慢进行, 每次压力稳定后应连续运转 1h 再升压。

9.2.3 用下列阀门调节控制各级气缸的出口压力:

- a) 各级放空阀门;
- b) 各级卸载阀门;
- c) 各级旁通阀门。

9.2.4 压缩机运转时应进行下列检查, 并每隔 30 min 做一次试运转记录。

- a) 声响和振动情况;
- b) 轴承、填料函和滑道的温升;
- c) 运动部件的供油情况;
- d) 气缸进、出口的气体温度和冷却水温度;
- e) 气缸吸入及排出压力;
- f) 密封情况;
- g) 缓冲器及油水分离器的排油、水情况;
- h) 管道的振动情况;
- i) 电气、仪表工作情况。

9.2.5 压缩机在规定压力下连续运转 4 h, 各项参数值符合产品技术文件的规定, 压缩机组负荷试运转合格。

9.3 负荷试运转的停车

9.3.1 从末级开始逐渐降低各级的排出压力, 卸压后, 停止电动机的运转。

9.3.2 在负荷试运转中,不得带压停车;当发生或将要发生紧急事故时,应紧急停车,停车后必须立即卸压。

9.3.3 压缩机停止运转后,应进行下列工作:

- a) 盘车,停止注油器;停止盘车 5min 后,停润滑油泵;
- b) 关闭上水阀门,并放尽管道和机器内的存水;
- c) 停冷却水站;
- d) 停通风机;
- e) 根据试车情况确定对下列部件进行拆卸检查:

- 1) 主轴瓦;
- 2) 连杆轴瓦;
- 3) 十字头滑板;
- 4) 填料函;
- 5) 活塞、活塞环及气缸镜面。

9.3.4 整理压缩机试运转记录并办理签字确认手续。

10 交工技术文件

10.1 往复式压缩机组的施工过程记录应符合 SH/T 3543 的要求。

10.2 除工程合同另有规定外,往复式压缩机组的交工技术文件应符合 SH/T 3503 规定。

附录 A

(资料性附录)

螺栓拧紧力矩参考数值

A.1 常用螺栓拧紧力矩值可按表 A.1 执行,该值是螺栓达到屈服极限的 70%时所测定。

A.2 锁紧力矩值按表中数据的 70%~80%控制为宜。

表 A.1 螺栓拧紧力矩值

螺栓强度等级		4.8		6.8		8.8		12.9	
最小抗拉强度, MPa		329		588		784		1176	
材质		普通结构用钢		机械结构用钢		铬铝合金钢		镍铬铝合金钢	
螺栓 公称直径	螺母 对边宽度	扭矩值		扭矩值		扭矩值		扭矩值	
		kg·m	N·m	kg·m	N·m	kg·m	N·m	kg·m	N·m
14	22	7	69	10	98	14	137	23	225
16	24	10	98	14	137	21	206	36	353
18	27	14	137	21	206	29	284	49	480
20	30	18	176	28	296	41	402	69	676
22	32	23	225	34	333	55	539	93	911
24	36	32	314	48	470	70	686	120	1 176
27	41	45	441	65	637	105	1 029	180	1 764
30	46	60	588	90	882	125	1 225	240	2 352
33	50	75	735	115	1 127	150	1 470	250	2 450
36	55	100	980	150	1 470	180	1 764	300	2 940
39	60	120	1 176	180	1 764	220	2 156	370	3 626
42	65	155	1 519	240	2 352	280	2 744	470	4 606
45	70	180	1 764	280	2 744	320	3 136	550	5 390
48	75	230	2 254	350	3 430	400	3 920	680	6 664
52	80	280	2 744	420	4 116	480	4 704	850	8 330
56	85	360	3 528	530	5 149	610	5 978	1 050	10 290
60	90	410	4 018	610	5 978	790	7 442	1 350	13 230
64	95	510	4 998	760	7 448	900	8 820	—	—
68	100	580	5 684	870	8 526	1 100	10 780	—	—
72	105	660	6 468	1 000	9 800	1 290	12 642	—	—
76	110	750	7 350	1 100	10 780	1 500	14 700	—	—
80	115	830	8 134	1 250	12 250	1 850	18 130	—	—
85	120	900	8 820	1 400	13 720	2 250	22 050	—	—

表 A.1 (续) 螺栓拧紧力矩值

螺栓强度等级		4.8		6.8		8.8		12.9	
最小抗拉强度, MPa		329		588		784		1176	
材质		普通结构用钢		机械结构用钢		铬钼合金钢		镍铬钼合金钢	
螺栓 公称直径	螺母 对边宽度	扭矩值		扭矩值		扭矩值		扭矩值	
		kg·m	N·m	kg·m	N·m	kg·m	N·m	kg·m	N·m
90	130	1 080	10 584	1 650	16 170	2 500	24 500	—	—
100	145	1 400	13 720	2 050	20 090	—	—	—	—
110	155	1 670	16 366	2 550	24 990	—	—	—	—
120	175	2 030	19 894	3 050	29 890	—	—	—	—

附录 B

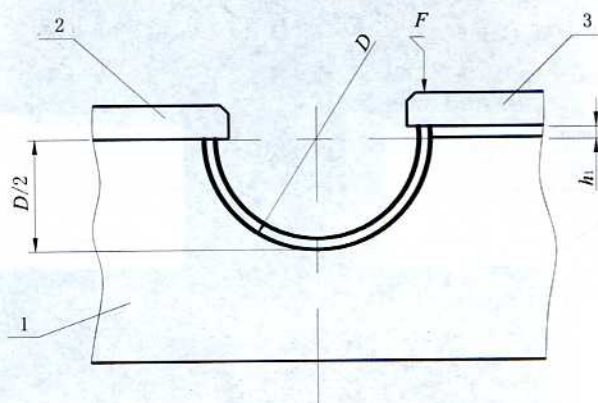
(规范性附录)

薄壁瓦余面高度的测量方法

B.1 原理和测量装置

B.1.1 薄壁瓦装配后,轴瓦与轴承座孔之间的径向过盈量是通过轴瓦制造时预留适度的半圆周向过盈量来保证。轴瓦半圆周向过盈量的测量方法是先测量轴瓦余面高度,再通过计算来确定。

B.1.2 薄壁瓦余面高度的测量装置应具有足够刚性,其专用检验模具见图 B.1



1—检验模具；2—固定压板；3—加压板

图 B.1 薄壁瓦余面高度测量示意

B.1.3 按图 B.1 所示方法,在检验载荷 F 作用下,测得薄壁瓦余面高度 h_1 ,应符合 B.3.2 条的要求。

B.1.4 当轴瓦厚度 e 与轴瓦外径 D 比值小于或等于 0.05 时,检验载荷 F 按公式 (B.1)、公式 (B.2) 计算。

$$F = 100Be_0 \quad (\text{B.1})$$

$$e_0 = e_1 + Ke_2 \quad (\text{B.2})$$

上列式中:

F —— 检验载荷,按 500N 的正数倍圆整, N;

B —— 轴瓦宽度, mm;

e_0 —— 等效厚度, mm;

e_1 —— 衬背厚度, mm;

e_2 —— 合金层厚度, mm;

K —— 系数,其值见表 B.1:

表 B.1 系数 K 取值

合金	K 值
锡基, 铝基合金	0
铜基合金	0.5
铝基合金	0.3

B.2 径向过盈量和半圆周向过盈量计算公式

B.2.1 径向过盈量与半圆周向过盈量的关系见公式 (B.3)、公式 (B.4)。

$$\delta = \frac{2h}{\pi} \quad (\text{B.3})$$

$$h = \frac{\pi D}{2E} \sigma \quad (\text{B.4})$$

上列式中:

δ —— 径向过盈量, mm;

h —— 半圆周向过盈量, mm;

D —— 轴承座孔直径的基本尺寸, mm;

E —— 轴瓦衬背材料弹性模数, 取 2×10^5 , N/mm²;

σ —— 轴瓦横截面压应力参照图 B.2 选取 85~185 N/mm²。

B.2.2 取轴瓦横截面压应力最大值 $\sigma_{\max}$ 代入式 (B.4), 即可得出半圆周向过盈量最大值 $h_{\max}$ 值。轴瓦横截面压应力最大值 $\sigma_{\max}$, 按图 B.2 选取。

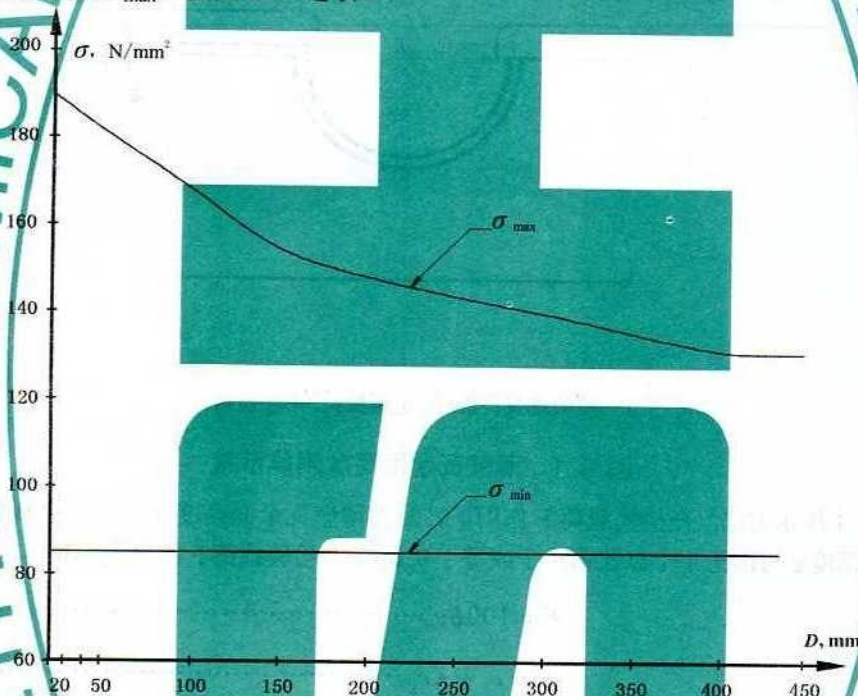


图 B.2 轴瓦横截面压应力 σ 值分布

B.3 测量余面高度计算公式

B.3.1 半圆周向过盈量与测量余面高度的关系见公式 (B.5)、公式 (B.6):

$$h_1 = h - h_2 \quad (\text{B.5})$$

$$h_2 = 6 \times 10^{-6} \times D \frac{F}{Be_0} \quad (\text{B.6})$$

上列式中:

h_1 —— 在检验载荷 (F) 作用下, 轴瓦余面高度的理论计算值, mm;

h_2 —— 在检验载荷 (F) 作用下, 轴瓦半圆周向压缩量, mm;

B.3.2 测量余面高度允许范围为 $+h_{1\min} \sim h_{1\max}$, 可按公式 (B.7)、公式 (B.8) 计算。

$$h_{1\max} = h_{\max} - h_2 \quad (\text{B.7})$$

$$h_{1\min} = h_{1\max} - \Delta h \dots\dots\dots (B.8)$$

上列式中:

Δh —— 轴瓦半圆周长公差, mm;

Δh 值可从表 B.2 查得, 按 5 μm 的正整数倍圆整。

表 B.2 轴瓦半圆周长公差

单位: mm

轴承座孔直径 D	轴瓦半圆周长公差 Δh
$D \leq 45$	0.030
$45 < D \leq 71$	0.035
$71 < D \leq 110$	0.040
$110 < D \leq 160$	0.045
$160 < D \leq 200$	0.050
$200 < D \leq 250$	0.055
$250 < D \leq 280$	0.060
$280 < D \leq 400$	0.070

附录 C

(资料性附录)

往复压缩机气缸滑道激光准直仪找正法

C.1 往复压缩机气缸滑道激光准直仪找正法是利用先进的激光几何准直测量调整系统进行孔系同轴度测量、调整。

C.2 激光几何准直仪测量调整系统的主要功能如下：

- 直线度测量；
- 平行度测量；
- 平面度测量；
- 直角和垂直度测量；
- 同轴度测量。

C.3 激光找正法有下列特点：

- 可避免计算法和绘图法产生的误差，提高测量精确，最高精度达到 0.001mm；
- 采用激光找正方法调整同时，实时显示偏差的变化量，实现即时调整；
- 激光仪的测量距离可为 20m~50m，适合应用在长距离测量的对中找正；
- 可以通过打印机输出测量结果或输入计算机，储存大量信息，并能制作含有图形和数据的测量报告，实现文件信息化管理。

C.4 激光孔系对中（以孔中心为基准的直线度测量对中）的基本原理如图 C.1 所示：

- 测得，第一个读数为 $M_1(0, 0)$ ；
- 旋转“接收器” 180° ，测得第二个读数为 M_2 ；
- 从孔中心到激光束的距离 (M_p) 为 $(M_2 - M_1) / 2$ ；
- 举例如图 C.2。

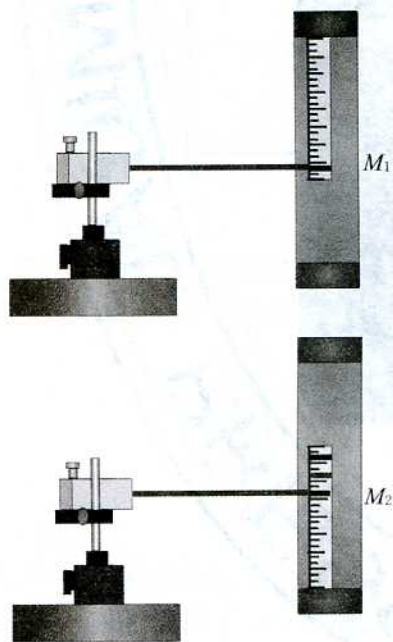


图 C.1 测量原理示意

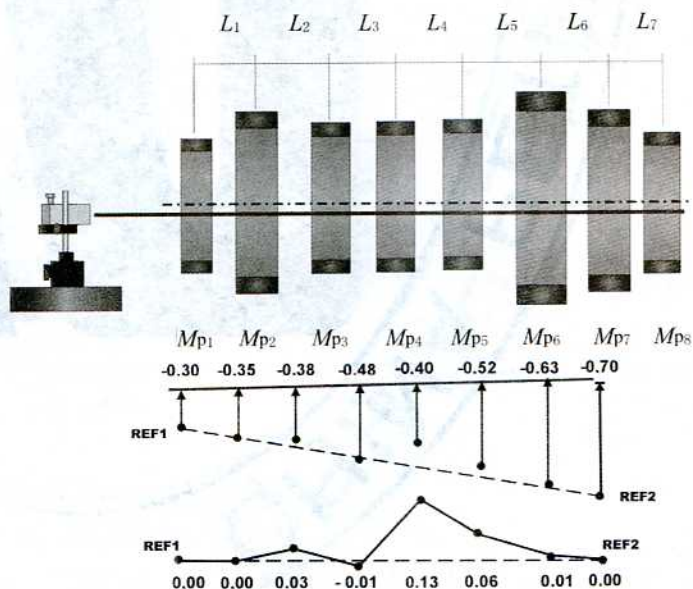


图 C.2 测量举例示意

C.5 测量操作过程如下:

- a) 激光器仪器的装夹、放置如图 C.3 所示, 图中 1、2 测点放置在压缩机滑道, 3、4 测点放置在压缩机气缸;
- b) 将每个测点分别做好标记, 测量每个测点间的距离如图 C.4 所示;

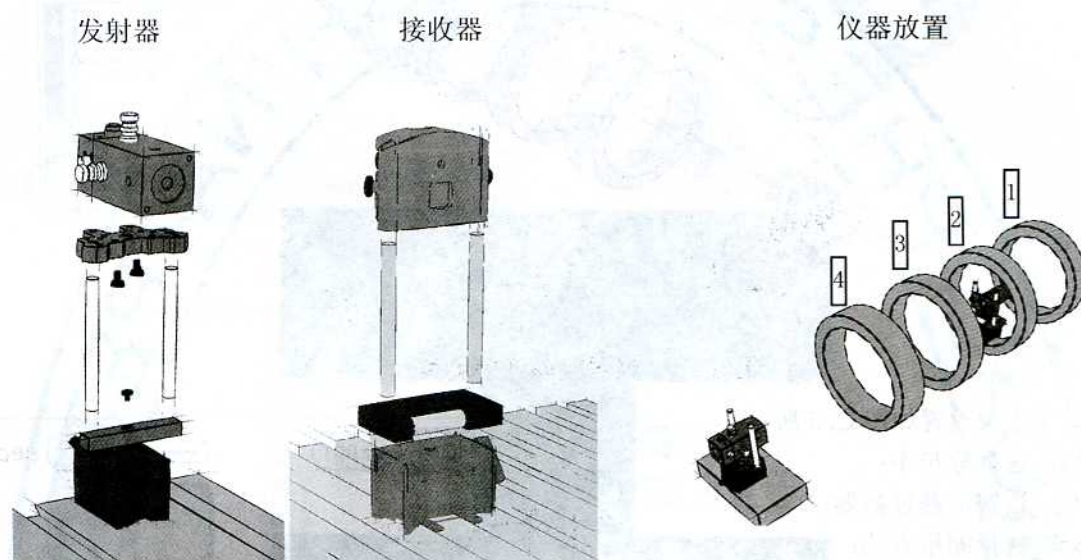


图 C.3 仪器装夹、放置示意

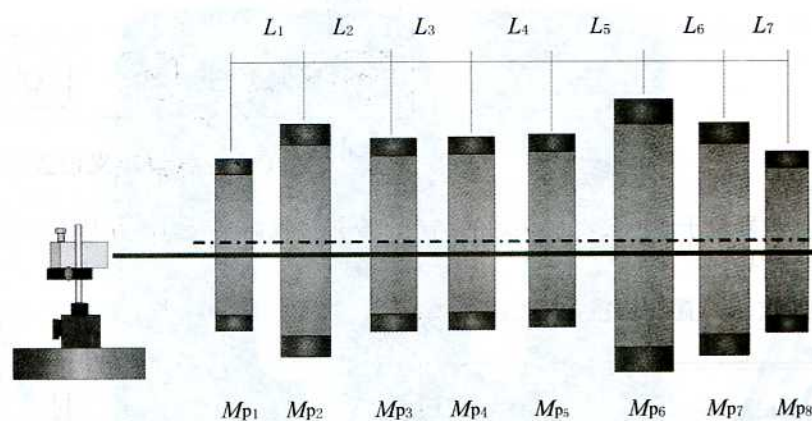


图 C.4 测点距离标识示意

c) 激光器的粗调:

- 1) 放置激光束宜接近孔中心 (目视);
- 2) 在近端进行高度和侧面 (左、右) 的调整;
- 3) 在远端进行角度的调整;

d) 激光器的精调图 C.5 所示:

- 1) 放置激光器在内孔的上侧 (头向下), 显示数值置零;

- 2) 旋转接收器 180° ，数值取半；
- 3) 移动激光器，直至数值小于 0.5mm （零）；



图 C.5 仪器精确调整示意

e) 定义应用设置如图 C.6 所示：

- 1) 选择分辨率；
- 2) 设置屏幕过滤器；
- 3) 选择测量方法；
- 4) 重复性测试；
- 5) 设置取样时间；
- 6) 设置距离显示；
- 7) 选择图表的刻度（量程）；

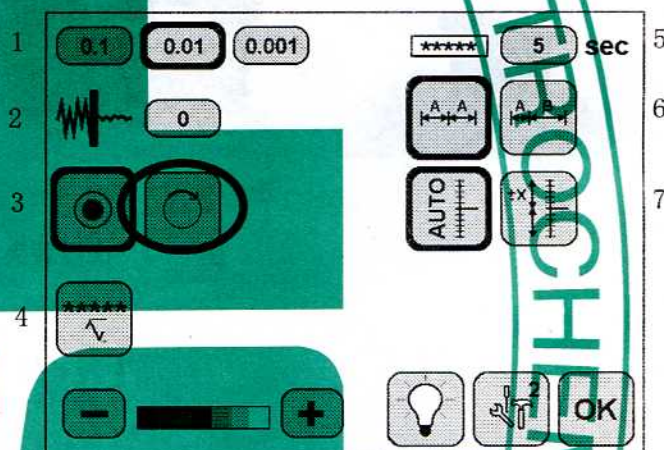
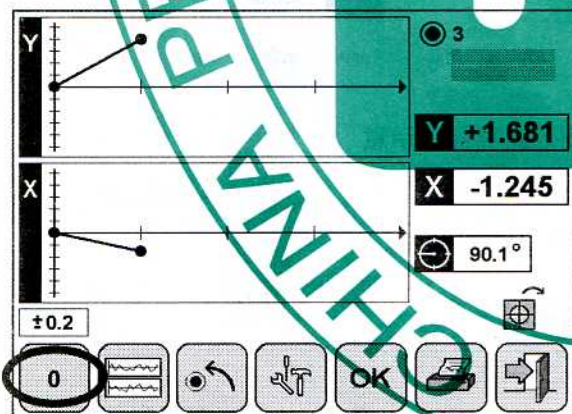


图 C.6 仪器定义设置示意

f) 开始测量：

- 1) 放置接收器位于激光发射器最远的测点，连接接收器与显示器并开始直线程序，确认从接收器里有信号；
- 2) 放置接收器，置零数值如图 C.7 所示；

图 C.7 测点 0° 时测量示意

3) 旋转接收器180°, 数值取半, 如图C.8所示;

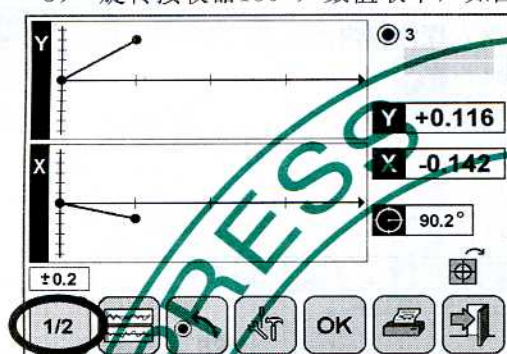
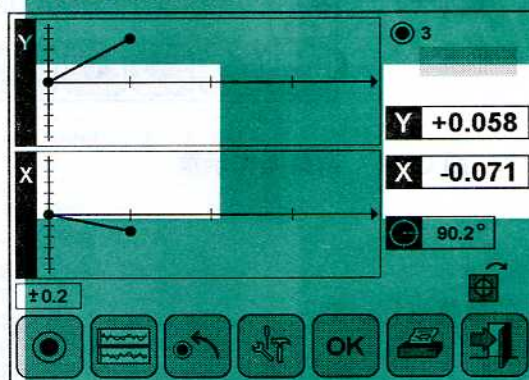


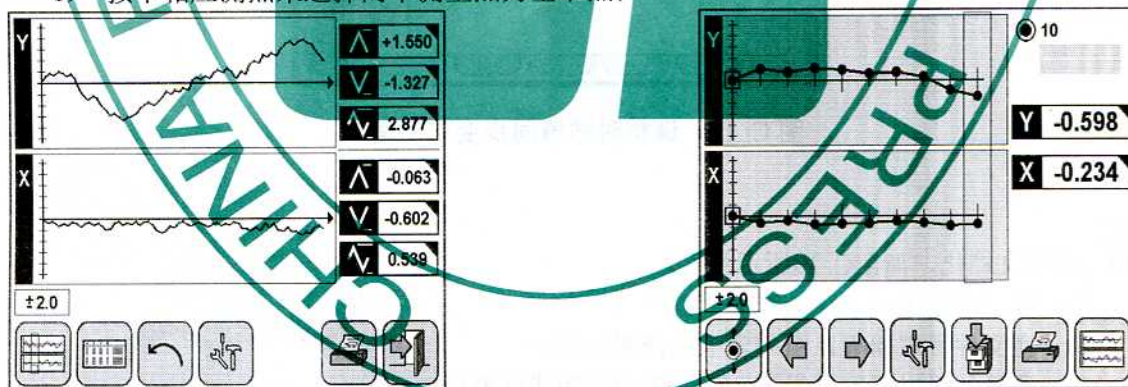
图 C.8 测点 180° 时测量示意

4) 记录测量值, 如图C.9所示;



图C.9 测点测量结果记录示意

- 5) 移动接收器到第二个测量点, 输入两个测点间的距离 (确认接收器在每个测量点的起始位置 0° 是相同的);
 - 6) 重复步骤本项 2) ~5), 测量第二个测量点数据;
 - 7) 在所有测点依次放置探测器并记录数值;
 - 8) 在记录完成最后一个测点后, 请按 OK 结束测量记录;
- g) 评价结果, 图 C.10 所示:
- 1) 结果屏幕显示的是结果概况;
 - 2) 要观察单独测点的数值并改变基准点, 选择细化窗口;
 - 3) 用箭头键滚动显示相应测点的数值;
 - 4) 按下相应测点来选择两个测量点为基准点;



图C.10 测量结果评价示意

h) 进行调整, 如图 C. 11、图 C. 12 所示:

- 1) 移动接收器至要被调整的测点, 确认光束落入探测窗内;
- 2) 进入细化窗口并用箭头键选择相应的点;
- 3) 按下相应的图标进入调整(移动)功能;

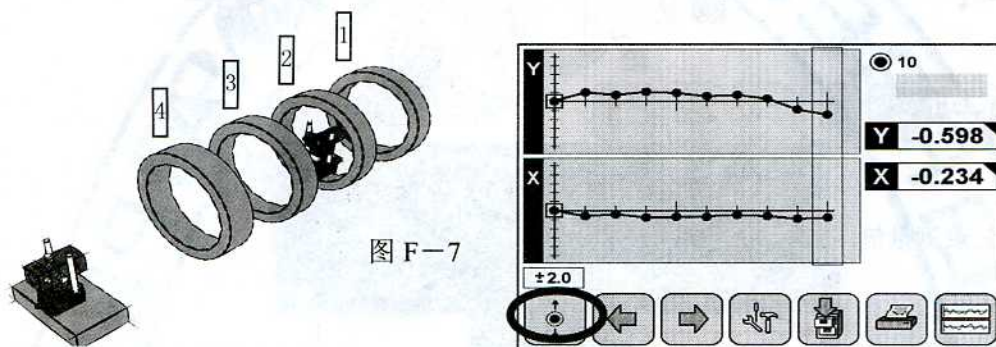


图 F-7

图 C. 11 调整操作示意

- 4) 依照屏幕上同步变化的数值进行调整;
- 5) 按下 OK 退出调整功能;
- 6) 调整后曲线图被更新;

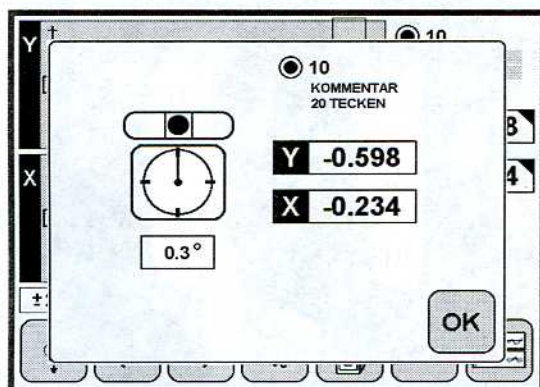
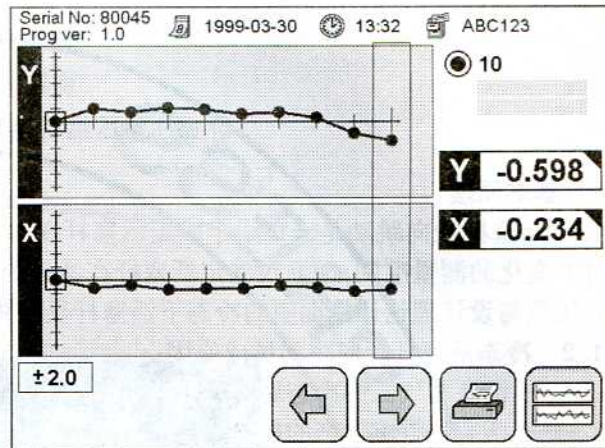
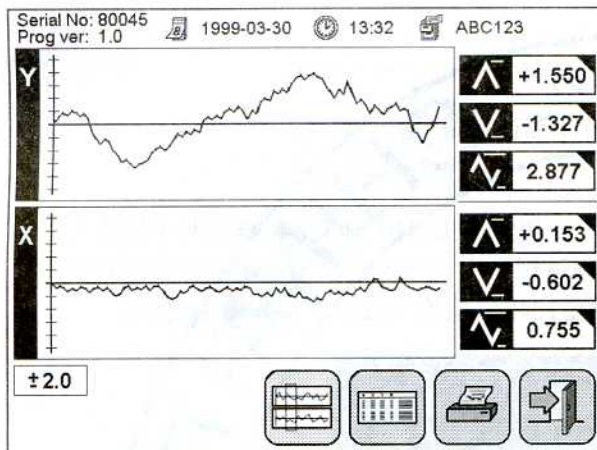


图 C. 12 调整时数值同步变化示意

i) 结果文档化, 如图 C. 13 所示:

- 1) 按下存储图标, 存储测量值;
- 2) 在文件管理器里, 在列表中选择测量值;
- 3) 测量结果以概况图显示, 可变为曲线图或列表。



Serial No: 80045 1999-03-30 13:32 ABC123
Prog ver: 1.0

		Y	X	
31	6200	-0.218	-0.098	KOMMENTAR 20 TECKEN
32	6400	-0.249	-0.264	
33	6600	+0.114	-0.109	
34	6800	+0.225	-0.281	
35	7000	+0.133	-0.143	
36	7200	+0.236	-0.256	
37	7400	+0.150	-0.177	
38	7600	+0.376	-0.292	
39	7800	+0.502	-0.159	
40	8000	+0.444	-0.167	

图 C.13 测量结果文档管理示意

附录 D

(资料性附录)

卧式往复压缩机活塞杆冷态径向跳动

D.1 基本原理

D.1.1 活塞杆径向跳动是一种用于确定活塞杆在对于气缸和十字头对中的水平和垂直两个位置上运行时对中变化的测量准则,即通过确定活塞杆在其整个行程运行中用百分表在水平和垂直两个位置上的读数变化值与设计理论计算期望的冷态下活塞杆径向跳动值比较来检验气缸和十字头滑道对中。

D.1.2 冷态活塞杆径向跳动形成原因:

- 活塞与气缸的冷态运行间隙和十字头与滑道的冷态运行间隙不同;
- 活塞杆自重产生的挠度;
- 气缸与滑道对中存在径向位移、轴向倾斜;
- 活塞杆、活塞、十字头等机械加工精度、形状和位置公差以及各零部件组装质量;
- 十字头滑道和气缸水平度的安装找正精度,尤其是两者水平度偏差方向等等。

D.1.3 活塞杆径向跳动最终目标是使压缩机热态(制冷压缩机是冷态)运行时,理想的热态活塞杆径向跳动值为每毫米行程不超过0.00015mm。这是最终分析气缸与十字头滑道对中情况、分析活塞与十字头热态中心位置合理性的判断依据,决定了压缩机正常运行和使用寿命。

D.2 水平径向跳动

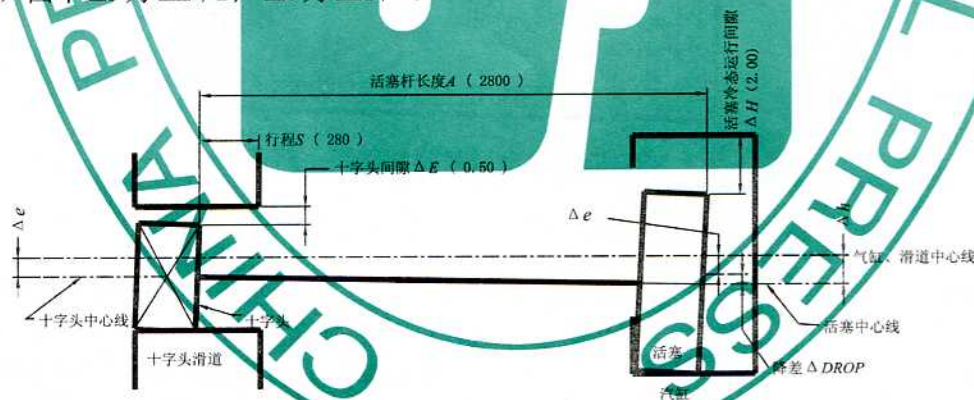
水平径向跳动是用来指示以十字头通过中体到气缸的水平对中的准则,因为水平径向跳动不管机器、设备是冷态还是热态都是相同的,且水平径向跳动不受活塞杆自重挠度影响。其读数变化范围由每毫米行程 $\pm 0.00015\text{mm}$ 直到最大0.064mm认为是允许的。其理想水平对中的标志是放在活塞杆上的十字头和活塞两端的百分表读数均为零。

D.3 冷态垂直径向跳动

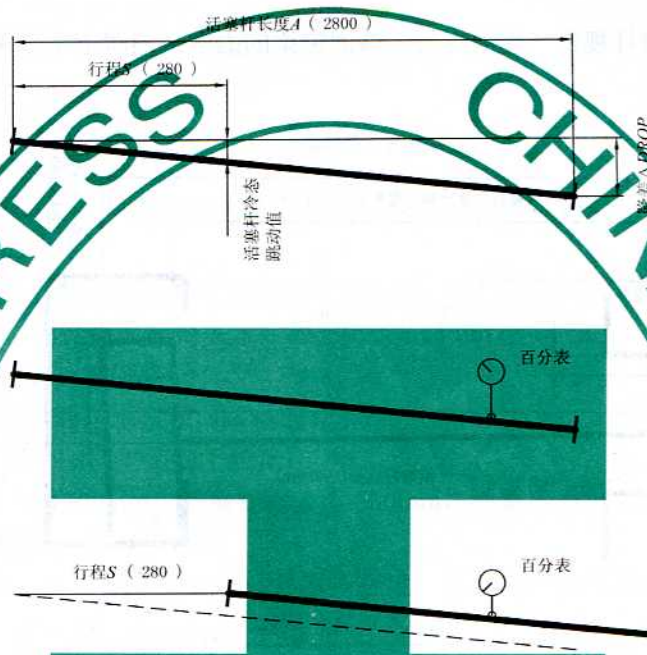
当所有零部件加工精度、组装质量、安装找正精度等完全理想对中时,正常的冷态垂直活塞杆径向跳动就是气缸中活塞冷态运行间隙和十字头滑道中十字头的冷态运行间隙,加之正常的活塞杆下垂,行程长度,活塞杆长度以及百分表放在活塞杆的位置之间综合计算的结果。

D.3.1 基本的冷态垂直径向跳动

基本的冷态垂直径向跳动是由于活塞与气缸的冷态运行间隙和十字头与滑道的冷态运行间隙不同及其他原因造成活塞杆两端(即十字头端和活塞端)的高低差,使活塞杆向某一方向倾斜。活塞杆两端的高低差称为降差,用符合 ΔDROP 表示,基本的冷态垂直径向跳动就是由降差引起的。如图D.1、图D.2所示,图中 Δe 为 $\Delta E/2$; Δh 为 $\Delta H/2$ 。



图D.1 冷态垂直径向跳动的基本图形



图D.2 冷态垂直径向跳动的几何关系（不计活塞杆挠度）

根据图 D.1、图 D.2，基本的活塞杆冷态垂直径向跳动值按公式 (D.1)、公式 (D.2) 计算。

$$R_c = \frac{S}{A} \times \Delta DROP \quad \text{..... (D.1)}$$

$$\Delta DROP = \frac{\Delta H}{2} - \frac{\Delta E}{2} \quad \text{..... (D.2)}$$

上列式中：

R_c —— 基本的活塞杆冷态垂直径向跳动值，mm；

S —— 活塞行程，mm；

A —— 活塞杆长度，mm；

ΔH —— 活塞冷态运行间隙，mm；

ΔE —— 是十字头冷态运行间隙，mm。

D.3.2 活塞杆挠度产生的垂直径向跳动

所有的水平活塞杆都存在挠度，特别对 B、C、D 型中体（中体长度较长）结构的压缩机，垂直径向跳动应把活塞杆挠度的作用考虑进去。

影响活塞杆挠度的因素有活塞杆直径、活塞杆长度、活塞杆重量、材质等。

活塞杆挠度造成的垂直径向跳动值按公式 (D.3)、公式 (D.4) 计算。

$$R_{fx} = f_{(X-S)} - f_{(X)} \quad \text{..... (D.3)}$$

$$R_{fc} = f_{(C-S)} - f_{(C)} \quad \text{..... (D.4)}$$

上列式中：

R_{fx} —— 十字头端活塞杆挠度造成的垂直径向跳动值，mm；

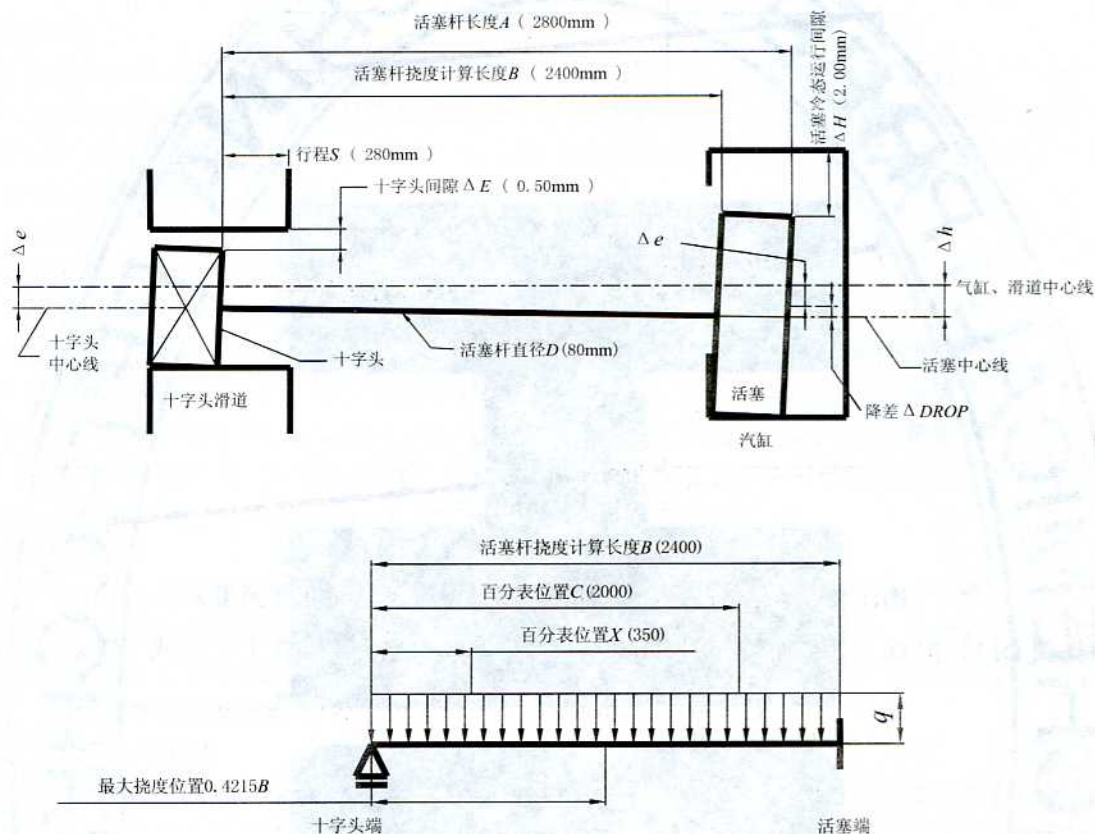
R_{fc} —— 活塞端活塞杆挠度造成的垂直径向跳动值，mm；

$f_{(C-S)}$ 、 $f_{(X-S)}$ —— 活塞处于盖侧时，百分表 X、C 位置的挠度值，mm；

$f_{(C)}$ 、 $f_{(X)}$ ——活塞处于轴侧时，百分表 X 、 C 位置的挠度值，mm。

D.3.3 活塞杆的挠度计算

活塞杆挠度计算将活塞杆视作一端简支另一端固定梁的力学简图即十字头端支承为自由端；活塞杆端固定（见图D.3）。



图D.3 活塞杆挠度计算力学模型

根据图D.3所示，查机械设计手册得：

- a) 活塞杆最大挠度 $f_{\max}$ 位置在距活动端（十字头端） $0.4215B$ 处，按公式（D.5）计算；

$$f_{\max} = \frac{-qB^4}{185EI} = \frac{-WB^3}{185EI} \quad \text{..... (D.5)}$$

- b) 活塞杆上任意点 ξ 挠度 $f_{(\xi)}$ 按公式（D.6）计算；

$$f_{(\xi)} = \frac{W}{48EIB} \times (3B\xi^3 - 2\xi^4 - B^3\xi) \quad \text{..... (D.6)}$$

- c) 活塞杆质量 W 按公式（D.7）计算；

$$W = q \cdot B \quad \text{..... (D.7)}$$

- d) 活塞杆惯性矩 I 按公式（D.8）计算。

$$I = 0.0491D^4 \quad \text{..... (D.8)}$$

上列式中：

E —— 材料弹性模量， kg/cm^2 ；

q —— 材料的线密度， kg/cm ；

W ——活塞杆重量, kg;
 I ——活塞杆惯性矩, cm^4 ;
 ξ ——任意点到自由端距离, cm;
 S ——活塞杆行程, cm;
 D ——活塞杆直径, cm;

B 、 C 、 X ——为图 D.3 所示长度, cm。

D.3.4 将 D.2 条与 D.3 条计算的活塞杆冷态垂直径向跳动值进行叠加, 就是活塞杆冷态垂直径向跳动的计算值。

D.3.5 活塞杆冷态垂直径向跳动测量应分别在十字头侧、填料函侧进行测量, 其活塞杆跳动值应符合 D.3.4 条计算值的要求, 其允许偏差每毫米行程 $\pm 0.00015\text{mm}$ 。

D.4 冷态垂直径向跳动的计算例题

D.4.1 不计活塞杆挠度, 冷态垂直径向跳动的计算:

a) 根据图 D.1、图 D.2, 得到如下数据:

活塞杆长度 A 为 2800mm, 活塞行程 S 为 280mm, 活塞冷态运行间隙 ΔH 为 2mm, 十字头运行间隙 ΔE 为 0.5mm。

b) 根据 D.3.1 条、公式 D.1 得到不计活塞杆挠度, 活塞杆冷态垂直跳动值 R_c :

$$\begin{aligned}
 R_c &= \frac{S}{A} \times \Delta DROP = \frac{S}{A} \times \frac{\Delta H - \Delta E}{2} \\
 &= \frac{280}{2800} \times \frac{2 - 0.50}{2} = +0.075\text{mm}
 \end{aligned}$$

D.4.2 活塞杆挠度产生垂直径向跳动的计算:

根据图 D.3 得到如下数据:

活塞杆挠度计算长度 B 为 240cm, 活塞杆直径 D 为 8cm, 活塞杆重量 W 为 85kg

百分表位置 C 为 200cm, 百分表位置 X 为 35cm, 活塞行程 S 为 28cm。

查机械设计手册得:

活塞杆材料弹性模量 E 为 $21 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

活塞杆惯性矩 I 为 $0.0491 \times D^4 = 200 \text{ cm}^4$

根据 D.3.3、公式 (D.5)、公式 (D.6) 得:

a) 活塞杆最大挠度:

$$\begin{aligned}
 f_{\max} &= \frac{-qB^4}{185EI} = \frac{-WB^3}{185EI} \\
 &= \frac{-85 \times 240^3}{185 \times 21 \times 10^5 \times 200} = 0.015\text{cm} = 0.15\text{mm}
 \end{aligned}$$

最大挠度位置距活动端 (十字头端) 为 $0.4215B = 101\text{cm} = 1010\text{mm}$

b) 百分表位置 C 的挠度:

$$\begin{aligned}
 f_{(C)} &= \frac{W}{48EIB} \times (3BC^3 - 2C^4 - B^3C) \\
 &= \frac{85}{48 \times 21 \times 10^5 \times 200 \times 240} \times (3 \times 240 \times 200^3 - 2 \times 200^4 - 240^3 \times 200) \\
 &= -0.004\text{cm} = -0.04\text{mm}
 \end{aligned}$$

c) 活塞杆移动一个行程 S 后百分表位置 (C-S) 的挠度。

$$f_{(C-S)} = \frac{W}{48EIB} \times [3B(C-S)^3 - 2(C-S)^4 - B^3(C-S)]$$

$$= \frac{85}{48 \times 21 \times 10^5 \times 200 \times 240} \times (3 \times 240 \times 172^3 - 2 \times 172^4 - 240^3 \times 172)$$

$$= -0.008 \text{ cm} = -0.08 \text{ mm}$$

d) 根据式 (D.4) 得在填料端活塞杆挠度产生垂直径向跳动值 R_{fc}

$$R_{fc} = f_{(C-S)} - f_{(C)} = (-0.08) - (-0.04) = -0.04 \text{ mm}$$

同理计算得出十字头端活塞杆挠度产生垂直径向跳动值 R_{fx} 为 +0.06 mm

D.4.3 活塞杆冷态垂直径向跳动值的综合计算, 根据 D.3.4、D.3.5 条及 D.4.1、D.4.2 的计算结果, 叠加计算得出:

a) 十字头端活塞杆冷态垂直径向跳动值为 $(+0.075) + (+0.06) = +0.135 \text{ mm}$

其允许偏差为 $\pm 0.00015 \times S = \pm 0.042 \text{ mm}$

b) 填料端活塞杆冷态垂直径向跳动为 $(+0.075) + (-0.04) = +0.035 \text{ mm}$

其允许偏差为 $\pm 0.00015 \times S = \pm 0.042 \text{ mm}$

D.5 冷态垂直径向跳动的几点补充

D.5.1 本附录中规定的活塞杆冷态垂直径向跳动只是活塞杆冷态垂直径向跳动的基本形式, 工程实际运用中应根据活塞杆冷态垂直径向跳动基本原理及往复压缩机十字头、活塞的结构等特点进行分析后灵活运用。

D.5.2 活塞杆冷态垂直径向跳动的基本形式是针对十字头为不带调整垫片的正心结构 (即十字头几何中心与十字头端活塞杆中心一致)。对于带调整垫片的偏心结构的十字头 (十字头几何中心与十字头端活塞杆中心不一致) 其活塞杆降差 $\Delta DROP$ 就不是活塞和十字头运行间隙差的一半, 而是应根据活塞杆降差 $\Delta DROP$ 的定义, 即活塞杆两端 (十字头端和活塞端) 的高低差来计算。对于带调整垫片的偏心结构的十字头还应对正向、反向十字头分别计算活塞杆降差 $\Delta DROP$ 。

D.5.3 对于活塞杆挠度产生垂直径向跳动的条文中活塞杆挠度计算是将活塞杆视作一端简支、另一端固定梁的简化力学模型 (十字头端支承 (自由端)——活塞端固定) 来进行计算, 而工程实际中应根据十字头的重量及十字头与滑道的摩擦力、活塞的重量以及与气缸的摩擦力等情况来综合选择简化力学模型。

D.5.4 在活塞杆中部附近测量活塞杆跳动时, 活塞杆挠度出现最低点, 在该点附近放置百分表测得的垂直径向跳动值通常会出现零, 故在放置百分表时, 宜靠近十字头端和活塞端。

附录 E

(规范性附录)

电动机空气间隙检查方法

E.1 转子的最大半径点“N”，在定子上取一点“M”（图 E.1）为测点，将转子磁极顺序编号，并做标识，盘车转动转子，沿着径向分别测出“M”点到转子各磁极间的距离并作记录，转子上与“M”点距离最小的一点即为“N”点。

E.2 空气间隙的测量，将定子八等分并取十点（图 E.1），以转子上的“N”点为测点，盘车检查“N”点距定子上十点的间隙 ξ_i ，并作记录。

E.3 空气间隙，空气间隙的平均值 $\bar{\xi}$ 按式（E.1）计算：

$$\bar{\xi} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^X \xi_i \quad \text{..... (E.1)}$$

E.4 空气间隙的要求，电动机的空气间隙应符合产品技术文件的规定。无规定时，空气间隙值偏差应为平均间隙的 $\pm 5\%$ 。

E.5 测量方法，测点位置应在电动机两端同一截面上；用塞尺测量时，用力应均匀，插入深度应超过磁极宽度的 $1/2$ ，塞尺宽度不应超过 10mm。



1—定子；2—定子线圈；3—间隙 ξ_i ；4—转子线圈；5—转子

图E.1 电动机空气间隙检查示意

附录 F

(资料性附录)

化学清洗的酸洗配方

F.1 碳钢、低合金钢管道酸洗、中和、钝化液参见表 F.1。

表 F.1 碳钢、低合金钢管道酸洗钝化液

溶液	配方一			配方二		配方三	
	名称	浓度 %	温度 °C	名称	浓度 %	名称	浓度 %
酸洗液	盐酸	8~10	40	盐酸	12~16	盐酸	9~11
	乌洛托品	0.3	常温	乌洛托品	0.5~0.7	甲醛	1
中和液	氨水	1~0.1	常温	碳酸钠	0.3	碳酸钠	3
钝化液	亚硝酸钠	11~15	常温	亚硝酸钠	5~6	—	—
	氨水	1~3	常温	—	—	—	—

F.2 不锈钢管道酸洗液参见表 F.2。

表 F.2 不锈钢管道酸洗液

名称	浓度 (体积比) %	温度 °C	浸泡时间 min
硝酸	15	40~60	15
氢氟酸	1		
水	84		

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度用的助动词，说明如下：

(一) 表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”(must)。

(二) 表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”(shall)；

反面词采用“不应”或“不得”(shall not)。

(三) 表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”(should)；

反面词采用“不宜”(should not)。

(四) 表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”(may)；

反面词采用“不必”(need not)。

中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
石油化工对置式往复压缩机组施工及验收规范
SH/T 3544—2009

*

中国石化出版社出版
中国石化集团公司工程标准发行总站发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 84271850
石化标准编辑部电话：(010) 84289937
读者服务部电话：(010) 84289974
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com.cn
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 78 千字
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0121 定价：32.00 元
(购买时请认明封面防伪标识)