

ICS 75.180
P 72
备案号: J679-2020



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3539—2019
代替 SH/T 3539—2007

石油化工离心式压缩机组施工及验收标准

Specification for construction and acceptance of centrifugal compressor unit in
petrochemical industry



2019-08-02 发布

2020-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 标准性引用文件	1
3 基本规定	1
4 施工准备	2
4.1 技术准备	2
4.2 现场准备	2
5 机组安装	3
5.1 开箱检验	3
5.2 基础检查复测及表面处理	3
5.3 底座安装	4
5.4 机器安装	5
5.5 机组定轴端距	5
5.6 机组对中	6
5.7 机组灌浆	7
6 离心式压缩机安装	7
6.1 水平剖分式压缩机下机体安装	7
6.2 水平剖分式压缩机轴承和密封安装	9
6.3 水平剖分式压缩机转子安装	11
6.4 水平剖分式压缩机机体闭合	13
6.5 水平剖分式压缩机干气密封安装	13
6.6 垂直剖分式压缩机筒体安装	14
6.7 垂直剖分式压缩机隔板组件安装	14
6.8 垂直剖分式压缩机端盖、密封和轴承安装	14
7 变速箱安装	14
7.1 一般规定	14
7.2 轴承组装	15
7.3 齿轮副检查	16
8 汽轮机安装	16
8.1 下机体安装	16
8.2 轴承和轴封安装	16
8.3 隔板安装	17
8.4 转子安装	18

8.5 上、下机体闭合	20
8.6 调节机构	21
8.7 保护装置	22
9 烟气轮机安装	23
10 电动机安装	24
11 附属设备及管道安装	24
11.1 附属设备安装	24
11.2 附属管道安装	25
11.3 油系统的油冲洗	26
12 机组试运转	26
12.1 试运转前准备	26
12.2 油系统试运转	26
12.3 电动机单机试运转	27
12.4 变速箱试运转	27
12.5 汽轮机单机试运转	28
12.6 电动机驱动的离心压缩机机械试运转	29
12.7 汽轮机驱动的离心压缩机机械试运转	29
12.8 烟气轮机机械试运转	30
13 交工验收	31
附录 A (标准性附录) 有垫铁压浆安装法	32
附录 B (标准性附录) 支承板座浆安装法	33
附录 C (标准性附录) 联轴器组装	34
附录 D (资料性附录) 常用密封胶	35
附录 E (资料性附录) 无键联轴器的液压装卸	36
附录 F (资料性附录) 径向轴承间隙值的测量方法	41
附录 G (资料性附录) 几种常用化学除锈方法	43
本标准用词说明	44
附: 条文说明	45

Contents

Foreword	V
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Basic requirement	1
4 Construction preparation	2
4.1 Technical preparation	2
4.2 Site preparation	2
5 Unit installation	3
5.1 Unpacking inspection	3
5.2 Foundation examination, repetition measurement and surface treatment	3
5.3 Baseplate installation	4
5.4 Machine installation	5
5.5 Distance between shafts	5
5.6 Alignment of the unit	6
5.7 Grouting of the unit	7
6 Centrifugal compressor installation	7
6.1 Horizontal split compressor lower body installation	7
6.2 Horizontal split compressor bearings and oil seal installation	9
6.3 Horizontal split compressor rotor installation	11
6.4 Horizontal split compressor body closing	13
6.5 Horizontal split compressor dry gas seal installation	13
6.6 Vertical split compressor cylinder installation	14
6.7 Vertical split compressor baffles installation	14
6.8 Vertical split compressor cover, seal and bearings installation	14
7 Gearbox installation	14
7.1 General requirements	14
7.2 Bearing assembly	15
7.3 Checking for gear pair	16
8 Turbine installation	16
8.1 Lower body installation	16
8.2 Bearings and shaft sealings installation	16
8.3 Baffles assembly	17
8.4 Rotor assembly	18

8.5	Closing of upper and lower body	20
8.6	Regulating mechanism	21
8.7	Protector	22
9	Expander assembly	23
10	Generator assembly	24
11	Auxiliary facility and pipes installation	24
11.1	Auxiliary facility installation	24
11.2	Auxiliary pipes installation	25
11.3	Oil system's flush	26
12	Test run of the unit	26
12.1	Preparation for testrun	26
12.2	Testrun of oil system's flush	26
12.3	Solo testrun of motor	27
12.4	Testrun of gearbox	27
12.5	Solo testrun of turbine	28
12.6	Mechanical running test of centrifugal compressor for motor drive	29
12.7	Mechanical running test of centrifugal compressor for turbine drive	29
12.8	Mechanical running test of expander	30
13	Handover and acceptance	31
Annex A (Normative)	Mudjack installation method with plate or pads	32
Annex B (Normative)	Supporting bracket plasma installation method	33
Annex C (Normative)	Coupling assembly	34
Annex D (Informative)	Common anti-seize grease	35
Annex E (Informative)	Hydraulic assembly and disassembly of keyless coupling	36
Annex F (Informative)	Measurement method of clearance value for radial bearing	41
Annex G (Informative)	Several commonly used chemical derusting methods	43
	Explanation of wording in this specification	44
	Add: Explanation of articles	45

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《关于印发2015年第三批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科〔2015〕115号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本标准。

本标准共分13章和7个附录。

本标准的主要技术内容是：基本规定、机组安装、离心式压缩机安装、变速箱安装、汽轮机安装、烟气轮机安装、电动机安装、附属设备及管道安装、机组试运转、交工验收。

本标准是在SH/T 3539—2007《石油化工离心式压缩机组施工及验收标准》的基础上修订而成，修订的主要技术内容是：

- 将原标准第3章“安装准备”调整为第4章“施工准备”，并将开箱检验、基础检查复测及表面处理内容归入第5章“机组安装”中；
- 增加了主控项目的要求；
- 修改了压缩机组找正基准的相关要求。

本标准由中国石油化工集团有限公司负责管理，由中国石油化工集团公司施工技术南京站负责日常管理，由中石化南京工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本标准日常管理单位：中国石油化工集团公司施工技术南京站

通讯地址：江苏省南京市江宁区科建路1189号

邮政编码：211100

电话：025-87117295

传真：025-87117526

本标准主编单位：中石化南京工程有限公司

通讯地址：江苏省南京市江宁区科建路1189号

邮政编码：211100

本标准主要起草人员：孙桂宏 王树华 翁德斌 张 斌

本标准主要审查人员：王立印 葛春玉 龚建华 龙高陵 陈继然 王小明 曹永军 徐子亮

邵志芳 毛 晨 韩建华 熊庆荣 张宏君 曾祥文 胡 刚

本标准2007年首次发布，本次为第1次修订。

石油化工离心式压缩机组施工及验收标准

1 范围

本标准规定了石油化工用离心式压缩机组安装、汽轮机安装、烟气轮机安装、电动机安装、附属设备及管道安装、机组试运转等的施工技术要求及质量验收标准。

本标准适用于石油化工、煤化工和天然气化工新建、扩建、改造工程中，以电动机、汽轮机或烟气轮机中一种或多种型式驱动的离心式压缩机组的施工及验收。

2 标准性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 50235 工业金属管道工程施工标准
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工标准
- GB 50252 工业安装工程施工质量验收统一标准
- GB/T 50448 水泥基灌浆材料应用技术标准
- GB 50484 石油化工建设工程施工安全技术标准
- NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分 渗透检测
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件规定
- SH/T 3510 石油化工设备混凝土基础工程施工质量验收标准
- SH/T 3536 石油化工工程起重施工标准
- SH/T 3538 石油化工机器设备安装工程施工及验收通用标准
- SH/T 3541 石油化工泵组施工及验收标准
- SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定
- SH/T 3550 石油化工建设工程项目施工技术文件编制标准

3 基本规定

- 3.1 机组的安装应符合产品技术文件的规定，产品技术文件无规定时应按本标准的要求执行。
- 3.2 机组和附属设备、管道施工及验收除应执行本标准规定外，通用技术要求应符合 SH/T 3538 的规定。
- 3.3 机组的土建、配管、辅助设备、电气、仪表、防腐、绝热等工程的施工及验收，除应符合设计文件和本标准规定外，还应执行相应的专业施工及验收标准。
- 3.4 机组施工的安全技术、劳动保护应执行 GB 50484 的规定，现场应有相应的防火、防毒、防风、防水、防冻和防尘、防爆等安全、环保措施。
- 3.5 机组有垫铁安装、无垫铁安装及地脚螺栓安装应按 SH/T 3538 规定执行。
- 3.6 垫铁压浆安装法见附录 A，支承板座浆安装法见附录 B。
- 3.7 底座、机器及零部件的吊装应符合下列要求：
 - a) 零部件吊装用机卡具应检验合格，并具备使用条件；

- b) 吊装底座时应在规定的吊装点起吊并使用平衡梁,防止变形;
- c) 吊装转子时,宜使用专用吊具,吊装过程应保持轴向水平。
- d) 机器吊装时应按吊装标志进行,起重施工应执行 SH/T 3536 的规定。

3.8 零部件的清洗除应符合 SH/T 3538 的规定外,尚应符合下列要求:

- a) 拆卸的零部件应摆放有序,做好标识并妥善保管;
- b) 零部件的清洗宜采用专用清洗剂,不得使用汽油清洗;
- c) 精密零件及滚动轴承不宜用蒸汽吹洗;
- d) 机组的转动和滑动部件在防锈油脂未清理前不得转动和滑动;
- e) 采用低压蒸汽吹洗的零部件,吹洗后应进行干燥处理;
- f) 清洗干净的零部件应妥善放置、保管;
- g) 废弃清洗剂应集中回收并符合相关环保要求。

3.9 机组的监测元件应校验合格后安装。

3.10 工作温度在 250℃ 及以上部件的联接螺栓应涂防咬合剂,常用防咬合剂按 SH/T 3538 选用。

3.11 机体闭合前应检查内洁度并确认相关间隙值,做好隐蔽记录,并应由建设/监理单位签字确认。

3.12 机组组装后,各法兰或接头处均应封闭。

3.13 本标准质量验收的主控项目为:机器安装、机组对中、机组灌浆、拆检回装、油系统冲洗、机组试运转。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 施工前应具备下列技术文件:

- a) 设计文件,包括平面布置图、安装图、机器基础图及相关专业的施工图;
- b) 产品技术文件,包括出厂合格证书和质量证明文件;质量检查记录、机组试验报告;附属设备中压力容器制造监督检验证书、产品合格证、制造厂家制造许可证;安装、使用说明书;机组总装配图、主要部件图、易损件图、随机配管图、附属设备布置图及装箱清单等;
- c) 产品供货技术协议;
- d) 相关标准标准;
- e) 施工技术文件。

4.1.2 机组施工前应进行图纸会审。

4.1.3 施工单位应编制施工方案,并应按 SH/T 3550 审批,实施前应向参与施工的人员进行技术交底。

4.2 现场准备

4.2.1 机组安装前,现场应具备下列条件:

- a) 基础已交工并具备安装条件,与机组安装相关的土建主体工程已完工;
- b) 场地平整,道路畅通,具备拆检、清洗和回装条件;
- c) 施工用水、电、气等具备使用条件;
- d) 吊装设施具备使用条件;
- e) 具有零部件、工具等的贮存保管设施。

4.2.2 机组厂房结构安装应达到机组吊装就位条件。

4.2.3 机组安装中使用的计量器具应检定合格并在有效期内,其精度等级不应低于被检对象的精度等级。

5 机组安装

5.1 开箱检验

5.1.1 开箱检验应由采购单位组织各方共检，共检时应按照供货合同、设计文件、产品技术文件和装箱清单进行下列项目检查，并做出验收记录：

- a) 箱号、箱数及包装状况；
- b) 机器、附属设备的位号、名称、型号、规格及数量；
- c) 零部件、附属管道组成件的种类、规格、外观质量及数量；
- d) 随机油系统设备及管道内部洁净度；
- e) 随机产品技术文件；
- f) 备品备件、专用工具及消耗品；
- g) 其他需要记录的情况。

5.1.2 检验后应对零部件、备品备件采取适当的防护措施，并妥善保管。

5.1.3 与机组配套的管道、电气、仪表等设备及配件应由相应专业人员检验。

5.2 基础检查复测及表面处理

5.2.1 基础交接前，基础施工单位应提供基础合格证明文件、基础几何尺寸测量报告等技术文件，机组安装单位复测合格后应办理工序交接手续。

5.2.2 基础质量应符合 SH/T 3510 的规定，外观不得有裂纹、蜂窝、空洞、露筋等缺陷。

5.2.3 基础上应明显标出标高基准线、基础或地脚螺栓孔的定位轴线及中心线，机组厂房建筑物上应标有坐标轴线和标高线引点。

5.2.4 基础位置和几何尺寸应按基础设计文件进行复测，其允许偏差应符合表 5.2.4 规定。

表 5.2.4 基础位置及尺寸允许偏差 单位为 mm

项目名称		允许偏差
纵、横轴线坐标位置		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
平面的平整度	每米	5
	全长	10
垂直度	每米	5
	全高	10
预埋地脚螺栓	顶端标高	+20
		0
	中心距 ^a	±2

表 5.2.4 (续)

项目名称		允许偏差
预留地脚螺栓孔	中心位置	10
	深度	+20 0
	孔壁的铅垂度	10
贯穿式地脚螺栓孔	中心位置	5
	带槽的锚板平整度	5
	带螺纹孔的锚板平整度	2
^a 在根部和顶部两处测量，目的是测量地脚螺栓中心距的同时检查地脚螺栓外露部分的垂直度。		

5.2.5 离心压缩机组应设置永久性的沉降观测点，沉降观测点设置应符合设计文件规定，并提供沉降观测点的测量记录。

5.2.6 基础表面应做下列处理，且不得有油污污染：

- 二次灌浆的部分应铲掉疏松层，并凿成麻面，且每平方分米应有不少于 3 点的麻点，其深度不小于 10mm；
- 放置垫铁的位置及其周边 50mm 范围内的基础表面应铲平；
- 地脚螺栓孔内的碎石、泥土、杂物和积水等应清除干净。

5.2.7 支承板的水平度允许偏差为 2mm/m，标高允许偏差为 ±5mm。

5.2.8 地脚螺栓表面应清理干净，并妥善保护。

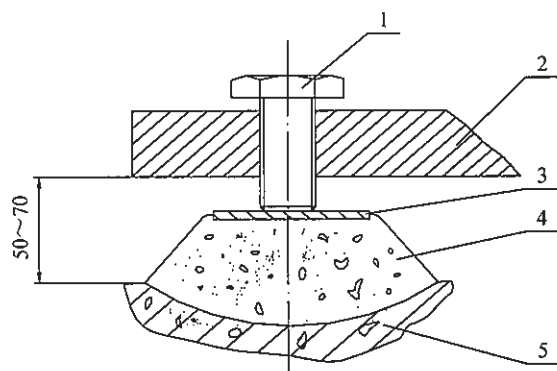
5.3 底座安装

5.3.1 底座就位应具备下列条件：

- 凝汽式汽轮机驱动的压缩机组，其表面式凝汽器已就位；
- 支承板的座浆混凝土强度已达到 75% 以上；
- 底座底面的砂土、铁锈、氧化皮和油污等已清除干净；
- 基准面无损伤、无变形；
- 底座上各调整螺钉不得锈蚀。

5.3.2 底座找正、找平应符合下列要求：

- 底座纵横中心线与基础表面基准中心线位置允许偏差为 5mm；
- 底座标高允许偏差为 ±5mm；
- 底座纵向水平度偏差应符合冷态对中曲线要求，且偏差的方向应与基准设备的转子扬度一致；横向水平度允许偏差为 0.10mm/m，无方向要求；水平度应在底座基准面上用水平仪检查；
- 标高和水平度调整后，底座的下表面与基础上表面之间应有 50mm~70mm 的灌浆间隙，底座与基础相对位置见图 5.3.2；
- 共用底座的水平度检测应在机加工的基准面上测量；或在共用底座上安放平尺，在平尺上用水平仪检测；
- 机器下机壳与共用底座整体供货时，应以下机壳的轴承座孔为基准进行找平，其纵、横向水平度的要求符合本条 c) 项的规定；
- 机组若由两个或两个以上底座构成，应以确定的基准底座为基准调整其他底座。



1—调整螺钉；2—底座；3—支承板；4—座浆混凝土层；5—基础

图 5.3.2 底座与基础相对位置示意

5.4 机器安装

5.4.1 机器就位应符合下列要求：

- a) 机器与底座接触面间的局部间隙，用 0.05mm 的塞尺检查，塞入深度不应超过接触面宽度的 1/4；
- b) 机器与底座间的调整垫片宜选用与接触面等面积的不锈钢垫片，垫片总厚度不宜大于 5mm；
- c) 机器的横向水平度偏差应不大于 0.10mm/m，基准机器纵向水平度偏差应不大于 0.05mm/m，非基准机器纵向水平应满足冷态对中曲线要求。

5.4.2 汽轮机直接驱动压缩机的机组应以汽轮机作为找正、找平的基准机器；带变速箱的压缩机组应以变速箱作为找正、找平的基准机器。

5.4.3 各机器水平测点位置及安装基准部位的选择应符合下列规定：

- a) 纵向水平测点可选在轴承座孔、轴颈或制造厂给定的专门加工面上；
- b) 横向水平测点可选在机体中分面、轴承座中分面或制造厂给定的专门加工面上；
- c) 宜选择基准机器的轴颈为机组的安装基准部位。

5.5 机组定轴端距

5.5.1 机组定轴端距应以基准机器轴端面为基准。

5.5.2 定轴端距应在半联轴器组装后进行，半联轴器组装见附录 C。

5.5.3 机组定轴端距时各轴的轴向位置应符合下列要求：

- a) 变速箱：
 - 1) 齿型为斜齿的低速轴止推盘应紧贴副止推瓦块；
 - 2) 齿型为其他齿的低速轴止推盘应放在中间位置；
 - 3) 高速轴端面与箱体加工面间距离应符合产品技术文件的要求；
- b) 压缩机、烟气轮机及汽轮机的止推盘应紧贴主止推瓦块；
- c) 电动机的转子应处于磁力中心线位置。

5.5.4 轴端距允许偏差应符合产品技术文件的要求，产品技术文件无要求时应符合下列规定：

- a) 齿式联轴器为 0mm~0.3mm；
- b) 膜片联轴器端距允许偏差应符合表 5.5.4 规定。

表 5.5.4 膜片联轴器轴端距允许偏差

单位为 mm

膜片联轴器	允许偏差
四螺栓	±0.50
六螺栓	±0.38
八螺栓及以上	±0.25

5.6 机组对中

5.6.1 机组对中应按技术文件提供的冷态对中曲线进行。

5.6.2 冷态对中测量可采用表测法和激光找正法。表测法的表架应有足够的刚度，表架挠度值应标在表架明显部位。表测法和激光找正法应符合 SH/T 3538 规定。

5.6.3 汽轮机单独驱动的压缩机组对中应符合下列要求：

- a) 单缸压缩机组应以汽轮机为基准，进行压缩机与汽轮机的对中；
- b) 多缸压缩机组应按产品技术文件中规定，确定各缸对中次序，依次将各缸逐一进行对中调整；
- c) 机组对中前应确认汽轮机转子处在工作位置。

5.6.4 由汽轮机和烟气轮机共同驱动的压缩机组应以压缩机为基准对中。

5.6.5 由电动机单独驱动以及由电动机和烟气轮机共同驱动的带变速箱的压缩机组应以变速箱为基准对中。

5.6.6 初对中结束后应核对轴端距，并按本标准第 5.7.1 条进行地脚螺栓孔一次灌浆。

5.6.7 地脚螺栓孔灌浆强度达到 75% 以后拧紧地脚螺栓，复测机组水平度和转子对中值。地脚螺栓拧紧力矩应符合产品技术文件规定，产品技术文件未规定时应按 SH/T 3538 规定执行。

5.6.8 共用底座的机组复测结束后可进行二次灌浆；多底座的机组应在精对中符合冷态对中曲线要求后及时进行二次灌浆，二次灌浆应按本标准第 5.7.2 条进行。

5.6.9 精对中应利用机体支座下部的调整垫片进行垂直方向的最终微量调整；利用支座处横向调整螺钉进行水平方向的最终调整。

5.6.10 精对中应调整径向位移、轴向倾斜应符合产品技术文件规定。产品技术文件无规定时，其允许偏差应按表 5.6.10 的规定执行。

表 5.6.10 精对中允许偏差

单位为 mm

联轴器型式	允许偏差	
	径向位移	轴向倾斜
齿式联轴器	0.02	0.02
膜片式联轴器	0.04	0.03

注：轴向倾斜允许值是指半径为 200mm 处的允许偏差值。

5.6.11 轴向倾斜实际测得的数值应按公式 (5.6.11) 换算并满足公式 (5.6.11) 要求。

$$\frac{b_t \times 200}{R_t} \leq b_0 \quad \text{..... (5.6.11)}$$

式中：

b_t ——实测处的轴向倾斜值，mm；

R_t ——实测处圆半径，mm；

b_0 ——轴向倾斜允许偏差值，mm。

5.7 机组灌浆

5.7.1 地脚螺栓孔灌浆应符合下列要求：

- 地脚螺栓预留孔的灌浆，应在初对中后进行；
- 预留孔在灌浆前应进行清理，并用水润湿 12h 后清除积水及异物，并不得有油污；
- 地脚螺栓埋入混凝土中的部位不得有锈蚀、油漆及油渍；
- 带锚板的地脚螺栓，锚板应与基础底面平行并紧密接触，其预留孔的上、下各 100mm 处灌浆采用水泥砂浆，中间部位应填充干砂，螺杆与干砂接触部位应涂刷防锈底漆；
- 地脚螺栓孔内灌浆的混凝土，终凝后 4h 内开始养护。

5.7.2 二次灌浆应符合下列要求：

- 机组二次灌浆应在机组精对中后 24h 内进行，当超过 24h 时应复测对中值和机组水平度。
- 二次灌浆应一次完成，不得分层浇注，不得留有施工缝；
- 在机器底座的内、外侧支好模板，底座如有调整螺钉，在调整螺钉上涂油，并用塑料薄膜或牛皮纸包扎；
- 灌浆部位用水冲洗干净，保持 12h 以上的湿润时间，并吹扫干净；
- 二次灌浆应符合设计文件规定，设计文件无规定时，宜采用无收缩灌浆料；灌浆料的质量应符合 GB/T 50448 的有关规定；
- 二次灌浆层的施工应符合灌浆材料产品技术文件要求，其高度应高于底座下表面 10mm；
- 二次灌浆养护期满后，在底座地脚螺栓附近及各联轴器上放置百分表，松开底座上的调整螺钉并拧紧地脚螺栓，底座处百分表变化不得超过 0.05mm，联轴器处百分表变化不得超过 0.03mm。

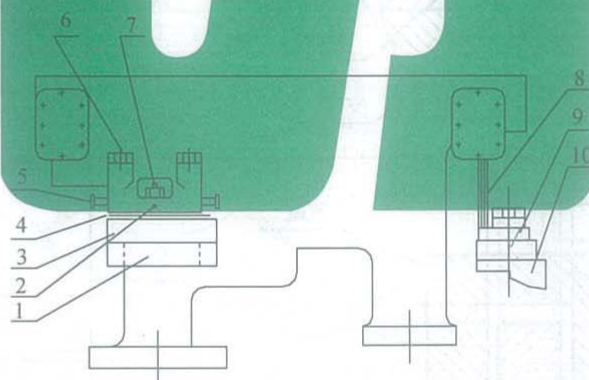
5.7.3 机器底座腔体的灌浆应按设计文件或建设单位要求进行。

6 离心式压缩机安装

6.1 水平剖分式压缩机下机体安装

6.1.1 下机体安装前，应按本标准第 5.3.2 条的要求，对压缩机底座的水平度进行复测。

6.1.2 将下机体就位，初步拧紧下机体与底座的连接螺栓，调整好与其他机器之间的相对位置，将水平仪放在下机体水平剖分面的四角处，测量下机体横向水平度。横向水平度的允许偏差为 0.10mm/m。下机体支座结构见图 6.1.2。



1—底座板；2—横向调整螺钉；3—固定支架；4—调整垫片；5—纵向调整螺钉；

6—支座螺栓；7—支座调整螺钉；8—挠性支架；9—调整垫板；10—底座

图 6.1.2 压缩机下机体支座结构示意图

6.1.3 上、下机体连接的双头螺栓和螺母的螺纹应光洁无毛刺，螺母支承面应平整、光洁、无毛刺；螺母能自由拧到底。有匹配标志的双头螺栓与螺母不得任意调换。

6.1.4 支承滑销系统应进行检查与调整，其配合要求应符合表 6.1.4 的规定：

表 6.1.4 离心压缩机支承滑销系统配合要求

单位为 mm

名称	简 图	代码	配合要求
连接螺栓		a	0.04~0.06
		b_1	≥ 1
		b_2	(1~3) b_1 且不小于 3
		b_3	≥ 1
		b_4	$> b_3$
水平键		a	1~2
		b_1+b_2	0.03~0.05
		—	键与支座间配合符合产品技术文件要求
垂直键		a	> 3
		b_1+b_2	0.04~0.06

6.1.5 挠性板支承的机组，其挠性板倾斜方向和数值应符合产品技术文件的规定。

6.1.6 隔板应按匹配标识安装，并应符合下列要求：

- a) 铸造隔板不得有裂纹、气孔、夹渣等缺陷，焊接隔板不得有表面缺陷，扩压器和回流器的导流叶片应完整无损；
- b) 隔板装进机壳时，应自由地落入槽中，无卡涩现象；
- c) 两半隔板结合面应接触良好，结合面的局部间隙不应大于 0.08mm；
- d) 固定销、定位键和对应孔槽的配合应符合产品技术文件的规定；
- e) 隔板最终装配时，应在结合面处涂防咬合剂；
- f) 隔板吊装应使用专用工具。

6.2 水平剖分式压缩机轴承和密封安装

6.2.1 复测转子轴颈的圆柱度，允许偏差为 0.01mm。

6.2.2 轴承各零部件和轴承衬表面应清洗干净，不得有毛刺、疏松、气孔、夹渣和缺口等缺陷，轴承衬与轴承衬背不得有脱壳现象。

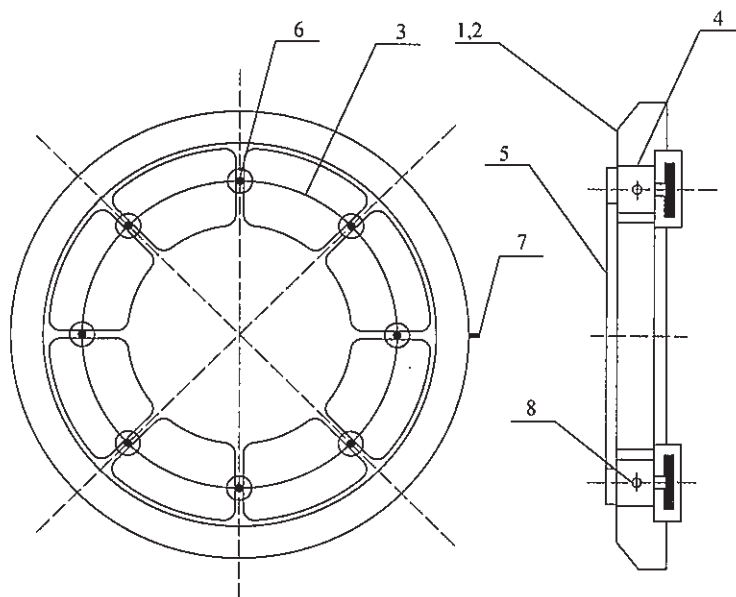
6.2.3 推力盘应符合下列要求：

- a) 承力面应光洁，无裂纹、麻点或沟槽；
- b) 与推力瓦块接触面各测点的厚度差不应大于 0.02mm；
- c) 推力盘的端面跳动允许偏差为 0.015mm。

6.2.4 推力瓦块的承力面不应有划伤痕迹。

6.2.5 轴向推力轴承的典型结构形式见图 6.2.5-1、图 6.2.5-2。其组装应符合下列要求：

- a) 推力瓦块的接触面应均匀；
- b) 推力盘承力面与推力瓦块的接触面积不应小于瓦块总面积的 75%；
- c) 埋入轴承的测温电阻接线应牢固，位置应正确；
- d) 推力瓦块应按出厂标识组装。



1、2—上、下推力座；3—推力瓦块；4—半圆定位块；5—调整垫片；
6—定位螺钉；7—销钉；8—螺钉

图 6.2.5-1 米切尔推力轴承结构示意图

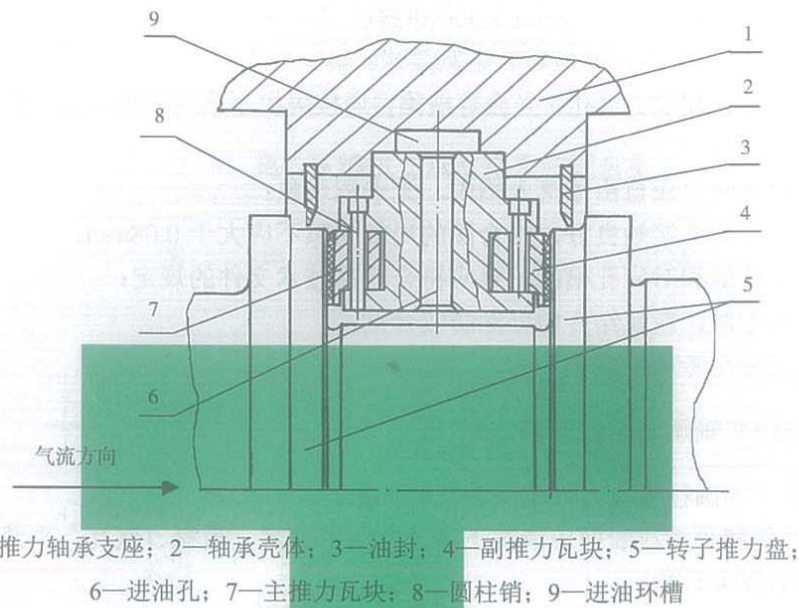


图 6.2.5-2 金斯伯雷推力轴承组装结构示意图

6.2.6 径向轴承的安装应执行本标准第 8.2 条的规定。

6.2.7 轴承的进油孔应畅通，并应与轴承座孔上的供油孔对正。进油孔带有节流孔板时，应测量节流孔板直径，且应符合产品技术文件的规定。

6.2.8 轴承盖的安装应符合下列要求：

- a) 用压铅法测量轴承盖与轴承环或轴瓦壳体的过盈量或间隙值，应符合产品技术文件的规定；
- b) 轴承座孔和轴承箱内应清洁无杂物，全部零部件组装齐全；
- c) 螺栓拧紧并锁牢，仪表元件安装调整完毕；
- d) 轴承箱、油封水平剖分面处应涂密封胶，常用密封胶参见附录 D。

6.2.9 油封的安装应符合下列要求：

- a) 挡油环应安装牢固；
- b) 挡油环水平剖分面应严密，其间隙不得超过 0.1mm，且不允许有错口现象；
- c) 油封间隙用塞尺检查，其值应符合产品技术文件的要求，产品技术文件无要求时应符合本标准表 6.2.10 的规定。

6.2.10 迷宫型式的密封，其检查与安装应符合下列要求：

- a) 各密封片应无裂纹、卷曲等缺陷，镶装牢固，安装方向应正确；
- b) 检查各部位迷宫密封间隙，其值应符合产品技术文件的规定，产品技术文件无规定时应符合表 6.2.10 的规定。

表 6.2.10 各部位迷宫密封间隙

单位为 mm

部位	径向尺寸	半径间隙
油封	≤100	0.15~0.25
	100~180	0.20~0.30
	>180	0.25~0.35
端部密封	≤120	0.20~0.30
	>120~200	0.25~0.35
	>200	0.30~0.40

表 6.2.10 (续)

部位	径向尺寸	半径间隙
中间轴与轴套密封	≤ 150	0.25~0.35
	$> 150 \sim 300$	0.30~0.40
	> 300	0.35~0.50
叶轮进口侧密封	≤ 200	0.20~0.30
	$> 200 \sim 320$	0.25~0.35
	$> 320 \sim 500$	0.30~0.45
	$> 500 \sim 800$	0.35~0.55
平衡盘密封	≤ 180	0.20~0.30
	$> 180 \sim 320$	0.25~0.35
	$> 320 \sim 500$	0.30~0.45
	> 500	0.35~0.55

6.3 水平剖分式压缩机转子安装

6.3.1 转子安装前, 应检查下列各项内容:

- 转子各部位无污垢, 锁紧螺母无松动;
- 测量转子干气密封配合处轴颈的圆柱度, 并应符合产品技术文件规定;
- 测量密封环、轴颈的尺寸及密封各部位的装配间隙, 并应符合产品技术文件的规定。

6.3.2 转子在吊入机体前, 应用压缩空气将转子及机体内部吹扫干净。

6.3.3 吊装转子时, 应在轴颈部位用水平仪找平, 转子应缓慢地装入或吊出下机体, 不得与机体部件碰撞。

6.3.4 转子安装水平度允许偏差为 0.05mm/m , 扬度应符合产品技术文件或设计文件的规定。

6.3.5 转子就位后, 应测量总窜量值, 并按技术文件要求调整轴向位置, 装好下部推力瓦块等轴承部件。

6.3.6 按技术文件要求复测轴端距。

6.3.7 转子安装后, 应在机体前、后轴封室测量转子轴线与轴封室轴线之间的同轴度。

6.3.8 在下机体内测量止推轴承轴向间隙, 测量值应符合产品技术文件的规定。

6.3.9 轴颈上浇注润滑油, 盘动转子, 转子在下机体内应无异常声响。

6.3.10 转子跳动量的测点位置见图 6.3.10, 转子各测点跳动量允许值应符合产品技术文件的要求, 产品技术文件无规定时应符合表 6.3.10 的规定。

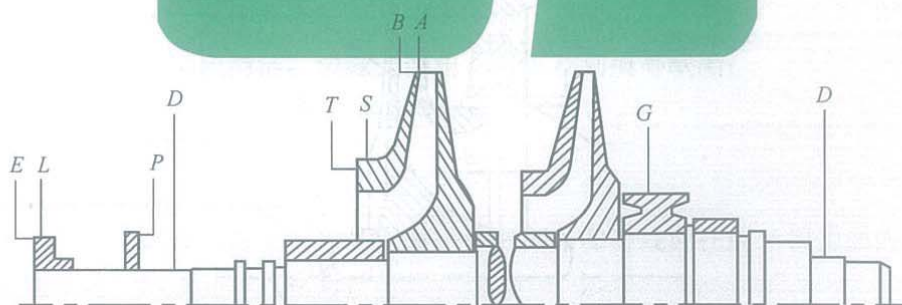


图 6.3.10 压缩机转子跳动量测点位置示意

表 6.3.10 压缩机转子各测点跳动量允许值

单位为 mm

测量部位	直径 D	检查项目	代号	允许值
主轴承及密封轴颈	$D \leq 100$	径向跳动	D	≤ 0.010
	$100 < D \leq 200$			≤ 0.015
	$D > 200$			≤ 0.020
联轴器	$D \leq 150$	径向跳动	L	≤ 0.010
		端面跳动	E	
	$150 < D \leq 250$	径向跳动	L	≤ 0.015
		端面跳动	E	
	$D > 250$	径向跳动	L	≤ 0.020
		端面跳动	E	
推力盘	$D \leq 180$	端面跳动	P	≤ 0.010
	$180 < D \leq 300$			≤ 0.015
	$D > 300$			≤ 0.020
叶轮外圆	$D \leq 500$	径向跳动	A	≤ 0.010
		端面跳动	B	≤ 0.400
	$500 < D \leq 1000$	径向跳动	A	≤ 0.015
		端面跳动	B	≤ 0.500
	$D > 1000$	径向跳动	A	≤ 0.020
		端面跳动	B	≤ 0.600
叶轮进口	$D \leq 300$	径向跳动	S	≤ 0.010
		端面跳动	T	
	$300 < D \leq 700$	径向跳动	S	≤ 0.015
		端面跳动	T	
	$D > 700$	径向跳动	S	≤ 0.020
		端面跳动	T	
平衡盘	$D \leq 250$	径向跳动	G	≤ 0.010
	$250 < D \leq 400$			≤ 0.015
	$D > 400$			≤ 0.020

6.3.11 测量转子与下机体之间各部位的轴向及径向装配间隙 A 、 B 、 C （见图 6.3.11），各间隙值应符合产品技术文件的规定。

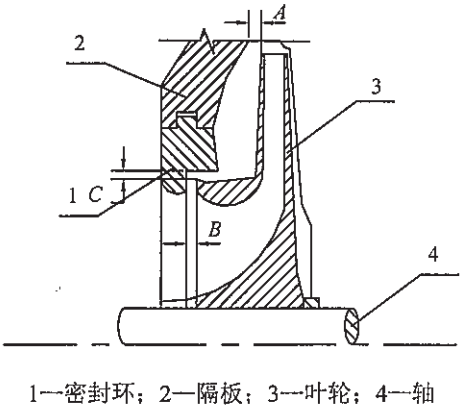


图 6.3.11 转子与下机体之间各部位的轴向及径向装配间隙测量示意

- 6.3.12 联轴器组装见附录 C，组装后，复测轴端距。
- 6.3.13 联轴器液压装配时，轮毂内最大允许油压、联轴器装配尺寸应符合产品技术文件的规定，装卸要求和操作步骤参见附录 E。
- 6.3.14 轴承径向间隙应进行检查，测量值应符合技术文件的规定。

6.4 水平剖分式压缩机机体闭合

- 6.4.1 上、下机体正式闭合前应经建设/监理单位确认下列内容并填写封闭记录：
- a) 机体内部清洁无异物，机体内的紧固件，已拧紧并锁牢；
 - b) 上、下机体连接的双头螺栓和螺母的螺纹光洁无毛刺，螺母支承面平整、光洁、无毛刺；螺母能自由拧到底，螺纹部位涂抹防咬合剂；
 - c) 有匹配标识的双头螺栓与螺母标识应吻合；
 - d) 拧紧均布的 1/3 机体螺栓，用 0.05mm 塞尺检查上、下机体水平剖分面间隙，塞入部分不得超过水平剖分面上有效密封面宽度的 1/3；
 - e) 转子与机体间的轴向和径向装配间隙；
 - f) 底座、机壳和支座各导向键的最终间隙测量。
- 6.4.2 上、下机体试闭合应符合下列要求：
- a) 上、下机体吊装时，应安装导向杆并使剖分面保持水平，当上机体降至离下机体的水平剖分面 200mm~250mm 时，在剖分面上涂密封胶；
 - b) 上机体距离下机体约 3mm 时，将定位销涂上防咬合剂后打入机体销孔内，上、下机体闭合后打紧定位销；
 - c) 用扭矩扳手按产品技术文件规定的顺序紧固压缩机上、下机体连接螺栓。
- 6.4.3 机体闭合后应符合下列要求：
- a) 导向键的间隙应符合产品技术文件规定；
 - b) 手动盘车检查应无异常声响；
 - c) 支座部位连接螺栓的垫圈应能自由松动，间隙值应符合产品技术文件的规定；
 - d) 支座与底座结合面之间的间隙应符合产品技术文件的规定；
 - e) 机体闭合后上下缸体密封腔体轴向和径向不得错位。

6.5 水平剖分式压缩机干气密封安装

- 6.5.1 安装前应检查并符合下列规定：
- a) 外形尺寸和密封腔的定位尺寸应进行复测，并符合产品技术文件的要求；
 - b) 动静环之间应能自由转动；
 - c) 弹簧无缺陷且弹性正常；
 - d) 干气系统管道已施工完毕并吹扫清洁，无杂质、油污；
 - e) 密封经过的腔体及轴应清洁，边缘无倒角、毛刺及划痕等缺陷；
 - f) 检查 O 形圈外观，不得有断裂、划痕等缺陷。
- 6.5.2 安装应符合下列要求：
- a) 检查干气密封组件，方向正确；
 - b) 用专用工具将密封装到轴上，密封、转子上的两条参考线应在同一铅垂面内；
 - c) 转子两端不得同时安装干气密封；
 - d) 待密封装到位后拆去螺杆、安装板、安装盘及卡环；
 - e) 将锁紧螺母装入轴端并旋紧；

f) 用专用工具安装且应符合安装说明书的要求。

6.6 垂直剖分式压缩机筒体安装

6.6.1 筒体安装前,应按本标准第 5.3.2 条的要求,对压缩机底座的水平度进行复测。

6.6.2 筒体内部应清洁无锈蚀。

6.6.3 筒体就位时,应调整好与其他机器之间的相对位置,初步拧紧筒体与底座的连接螺栓,将水平仪放在轴承座水平剖分面的四角处,测量机体横向水平度。机体横向水平度的允许偏差为 0.10mm/m。

6.7 垂直剖分式压缩机隔板组件安装

6.7.1 隔板组件安装时,应用压缩空气将组装的各个部件吹扫干净,除去转子上的保护油。

6.7.2 将下隔板组件摆放在支架上,安装转子和上隔板组件,测量气封间隙,其值应符合产品技术文件的规定。

6.7.3 两半隔板组应用销钉定位,并形成隔板组件。

6.7.4 转子和隔板组件在与机壳装配之前,应清洗机壳内表面和隔板组的外表面。

6.7.5 隔板组件应通过专用导轨滑入机壳内,其在机壳内的位置应符合产品技术文件的规定。

6.8 垂直剖分式压缩机端盖、密封和轴承安装

6.8.1 端盖安装应采用轴向导向装置吊装缓慢推向机壳,安装过程不得碰撞转子;机壳与端盖锁紧螺母应对称均匀把紧,机壳与端盖断面间隙应均匀,其拧紧扭矩值应符合产品技术文件的规定。

6.8.2 垂直剖分式压缩机密封安装,应按本标准 6.5 条的规定执行。

6.8.3 轴承和油封安装应按本标准 6.2 条的规定执行。

7 变速箱安装

7.1 一般规定

7.1.1 在下箱体水平剖分面上的轴承座孔两侧测量横向水平度,允许偏差为 0.10mm/m。

7.1.2 在轴承座孔或轴颈上用水平仪测量纵向水平度,允许偏差为 0.05mm/m。

7.1.3 零、部件清洗应符合本标准第 3.8 条的要求。

7.1.4 齿轮应符合下列要求:

a) 齿轮应无锈蚀、损伤和裂纹;

b) 齿轮轴颈的圆柱度不大于 0.01mm;

c) 齿轮轴跳动量检查部位见图 7.1.4,跳动量允许值应符合表 7.1.4 规定。

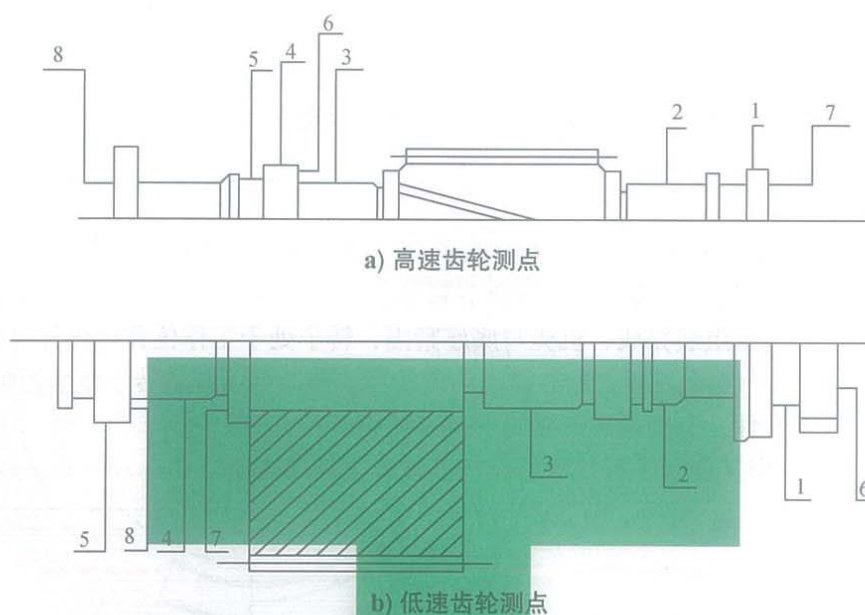


图 7.1.4 齿轮轴跳动量检查部位示意

表 7.1.4 齿轮轴跳动量允许值

单位为 mm

部位	测点代号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	跳动量允许值							
低速齿轮	0.01				0.02	0.015		
高速齿轮	0.02		0.01			0.015		

7.1.5 齿轮吊装应符合本标准第 3.7 条的规定，吊装前应用压缩空气将齿轮及箱体内部吹扫干净。

7.1.6 变速箱应符合下列要求：

- 各配合表面应无缺陷，水平剖分面应接触严密，用 0.03mm 塞尺检查，任何部位不能通过；
- 油箱、油孔、油道清洗后应无杂质，油路畅通无阻；
- 内表面涂层应无起皮现象；
- 变速箱体应无渗漏；
- 组装时机壳内应清洁无异物。

7.1.7 电动盘车机构安装应符合产品技术文件规定。

7.2 轴承组装

7.2.1 轴承合金应无损伤，无裂纹、夹渣、空洞、脱壳和重皮等缺陷，其组装应符合下列要求：

- 水平剖分面精度应为每 25mm×25mm 内有 8 点~16 点接触印痕，组装后的自由间隙不应大于 0.05mm，且不应有错口现象；
- 顶间隙可用压铅法检查，铅丝直径应为轴承顶间隙的 1.5 倍。侧间隙用塞尺或压铅法检查，间隙值应符合产品技术文件规定；
- 轴承紧力宜为 0.02mm~0.05mm；
- 止推轴承与止推盘的接触面积用着色法检查，应达 75%以上；
- 止推轴承的轴向间隙用百分表检查，应符合产品技术文件规定。

7.2.2 油封应无裂纹、卷曲、歪斜等缺陷，其组装应符合下列要求：

- a) 镶嵌应牢固, 方向应正确;
- b) 水平剖分面间隙不应大于 0.1mm, 且不应错口;
- c) 油封间隙用塞尺检查, 其数值应符合产品技术文件规定。

7.3 齿轮副检查

7.3.1 齿轮啮合间隙宜用压铅法检查, 其数值应符合产品技术文件规定。

7.3.2 齿面啮合斑迹用着色法检查, 且应符合下列要求:

- a) 斑迹检查应在轴承组装完成、机壳与底座紧固、转子处于工作位置时进行;
- b) 在低速转子 3 个~4 个齿面上涂抹薄而均匀的蓝靛紫, 盘动低速转子使齿面啮合, 啮合斑迹应符合产品技术文件及有关标准的规定并保存备查。

7.3.3 齿轮的中心距、交叉度和平行度应符合产品技术文件的规定。

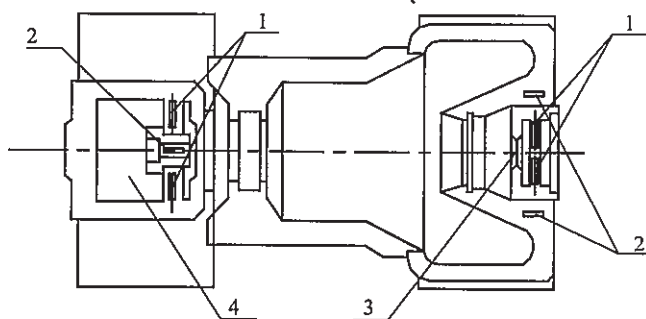
8 汽轮机安装

8.1 下机体安装

8.1.1 下机体安装前, 应按本标准 5.3.2 条的要求, 复测底座水平度。

8.1.2 下机体安装应符合下列要求:

- a) 在下机壳水平剖分面上的轴承座孔两侧测量横向水平度, 允许偏差为 0.10mm/m, 测量部位见图 8.1.2;
- b) 在前、后轴承座孔上用水平仪测量纵向水平度, 测量部位见图 8.1.2, 后轴承座孔上的水平度允许偏差为 0.05mm/m, 前轴承座孔上的水平度仅做检查。



1—横向水平度测定点; 2—纵向水平度测定点; 3—后轴承座孔; 4—前轴承座孔

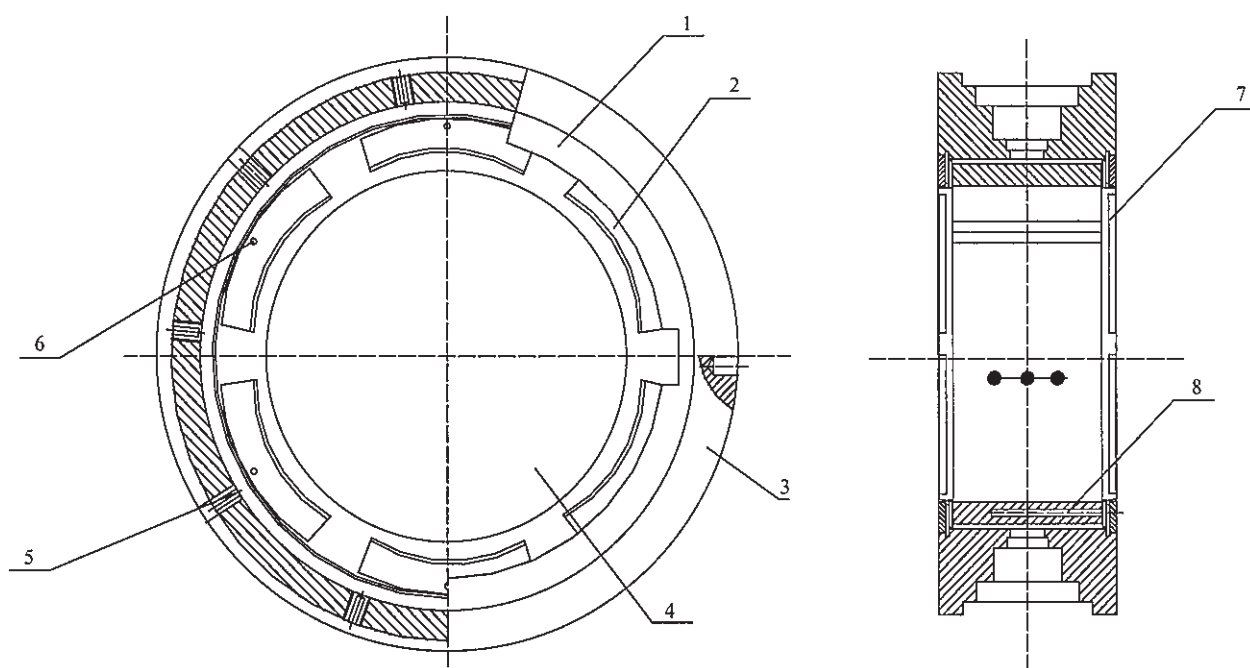
图 8.1.2 轴承座孔水平度测量部位示意

- c) 导向键的间隙应符合产品技术文件的规定;
- d) 导向键的滑动面上应涂刷防咬合剂。

8.2 轴承和轴封安装

8.2.1 轴承的检查与安装应按本标准第 6.2 条的规定执行。

8.2.2 测量轴承间隙, 可倾瓦块径向轴承、轴向推力轴承的间隙应符合产品技术文件的规定。可倾瓦块径向轴承结构见图 8.2.2, 轴向推力轴承结构见图 6.2.5-1、图 6.2.5-2。可倾瓦块径向轴承间隙值的测量方法参见附录 F。



1—上半轴承；2—可倾瓦块；3—下半轴承；4—转子；5—瓦块定位螺钉；6—喷油孔；7—油封；8—热元件测温孔

图 8.2.2 可倾瓦块径向轴承结构示意图

8.2.3 可倾瓦块径向轴承的安装应符合下列要求：

- a) 瓦块厚度应均匀，允许偏差为 $\pm 0.01\text{mm}$ ；
- b) 装配后各瓦块应能自由摆动，无卡涩现象；
- c) 埋入轴承的测温热电阻应接线牢固，位置应正确；
- d) 用着色法检查轴承环与轴承座接触情况，其接触面积应大于 75%，且应紧密均匀贴合。

8.2.4 油封的安装应按本标准第 6.2.9 条的规定执行。

8.2.5 迷宫式密封的检查与安装应符合本标准第 6.2.10 条的规定。

8.3 隔板安装

8.3.1 隔板吊装应使用专用工具，起落应缓慢，不得碰撞机体。

8.3.2 隔板与汽缸的配合面应无油脂、损伤、锈蚀、毛刺等。隔板汽封应完整、无卷曲，边缘应圆滑。

8.3.3 隔板安装应符合下列要求：

- a) 隔板应按匹配标识装入机壳，且上、下隔板配合面上应涂密封胶；
- b) 上、下隔板水平剖分面应结合严密，且下隔板的水平剖分面应低于汽缸的水平剖分面，其值应符合产品技术文件的规定；
- c) 上、下隔板安装的各部位间隙的允许偏差值应符合产品技术文件的规定。

8.3.4 汽封安装应符合下列要求：

- a) 汽封与转子间应有均匀的径向间隙；
- b) 汽封的轴向间隙可用塞尺在下汽封两侧进行测量；
- c) 汽封轴向间隙测量，应使转子处于推力轴承承力面的位置，前、后间隙值应符合产品技术文件的规定。

8.3.5 蒸汽喷嘴与围带间的间隙 A 、喷嘴与各级叶轮叶片间的间隙 B （见图 8.3.5），其测量值应符合产品技术文件的规定。

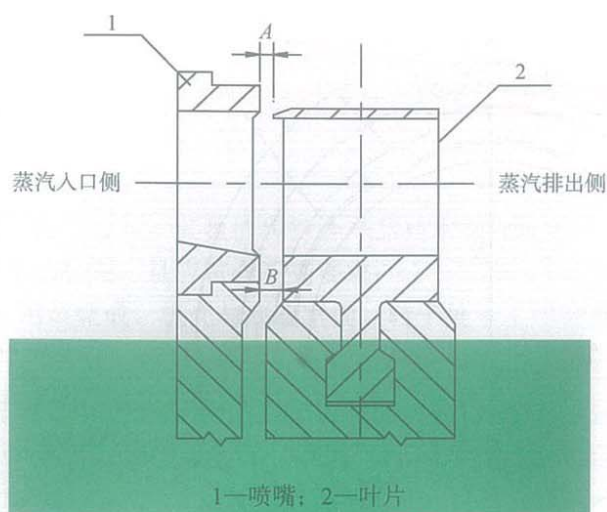


图 8.3.5 喷嘴和叶片间隙的测量位置示意

8.4 转子安装

8.4.1 转子应按本标准第 6.3 条的要求装入下机体内。

8.4.2 转子安装前应向轴颈上浇注润滑油，然后盘动转子，转子转动灵活，不应有卡涩现象，机体内部不得有摩擦声。

8.4.3 转子就位后，应组装推力轴承各瓦块。

8.4.4 调整转子与机体的同心度，其偏差应符合产品技术文件的规定。

8.4.5 用百分表测量轴承座孔侧向端面与转子轴线之间的同轴度偏差及轴承座孔与转子轴线之间的对中偏差（见图 8.4.5），允许偏差均为 0.03mm。

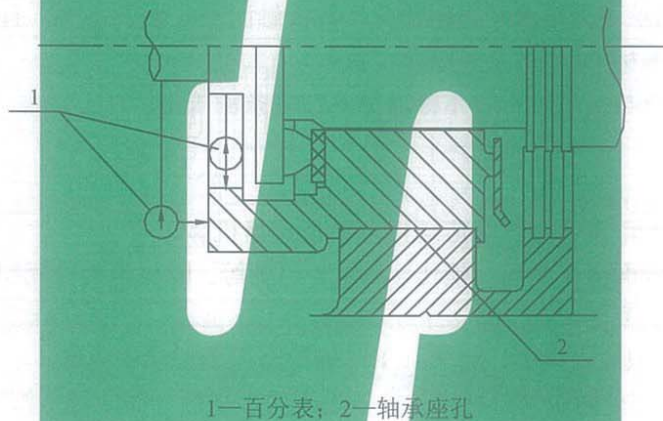


图 8.4.5 轴承座孔与转子同轴度测量示意

8.4.6 转子跳动量的各测点位置见图 8.4.6，各测点跳动量允许值应符合产品技术文件的规定，产品技术文件无规定时应符合表 8.4.6 的规定。

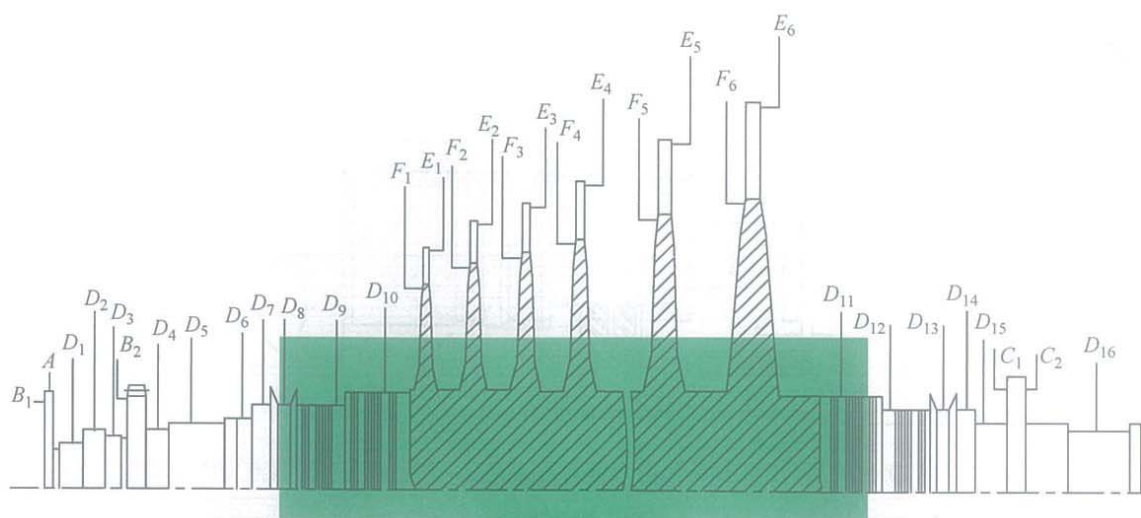


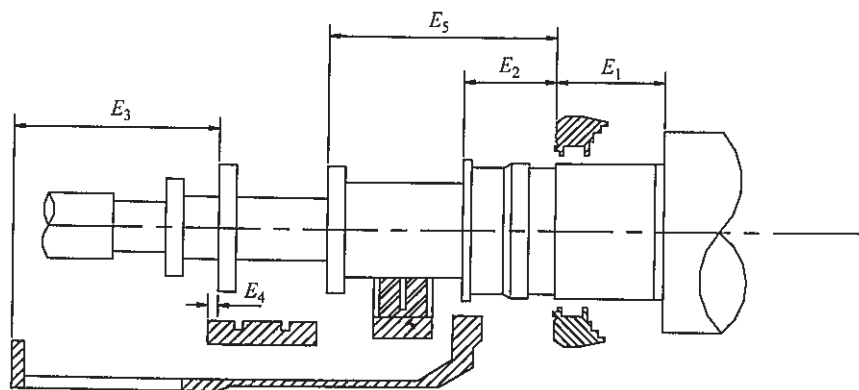
图 8.4.6 汽轮机转子跳动量各测点位置示意

表 8.4.6 汽轮机转子各测点跳动量允许值

单位为 mm

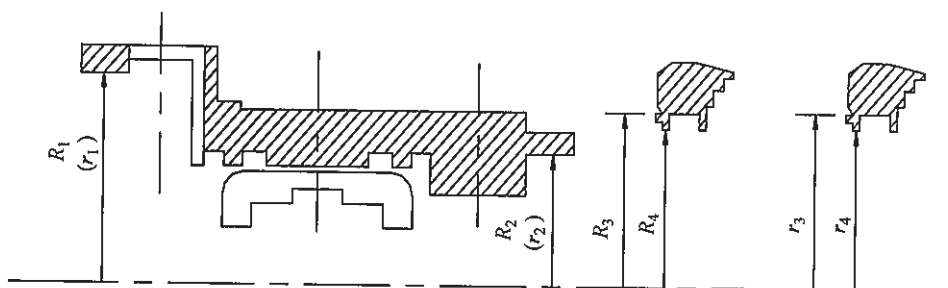
检查项目	测量部位	测点代号	允许值
径向跳动	转子	$D_1 \sim D_4$ 、 $D_6 \sim D_{15}$	≤ 0.06
	轴颈	D_5 、 D_{16}	≤ 0.02
	轮缘	$E_1 \sim E_6$	≤ 0.06
	半联轴器	A	≤ 0.02
轴向跳动	—	$F_1 \sim F_6$	≤ 0.06
端面跳动	推力盘	C_1 、 C_2	≤ 0.013
	半联轴节	B_1	≤ 0.02
	测速齿轮	B_2	≤ 0.02

8.4.7 转子与汽缸轴向和径向装配间隙应符合产品技术文件的要求。轴向测点位置见图 8.4.7 a)；径向测点位置见图 8.4.7 b)，每一径向测点位置测 6 处，见图 8.4.7 c)。



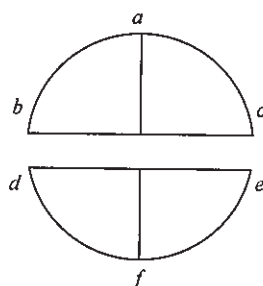
E_1 —油封与平衡盘端面间距； E_2 —油封与轴肩端面间距； E_3 —推力盘与轴承箱端面间距；
 E_4 —推力盘与油封外侧面间距； E_5 —油封与止推轴承处轴肩端面间距

a) 轴向测点位置



R_1 —前轴承座内圆半径； R_2 —前轴承座内圆半径； r_1 —后轴承座内圆半径； r_2 —后轴承座内圆半径；
 R_3 —前汽缸内圆半径； R_4 —前汽缸内圆半径； r_3 —后汽缸内圆半径； r_4 —后汽缸内圆半径

b) 径向测点位置



a —上半圆上测点； b —上半圆左测点； c —上半圆右测点； d —下半圆左测点；
 e —下半圆右测点； f —下半圆下测点

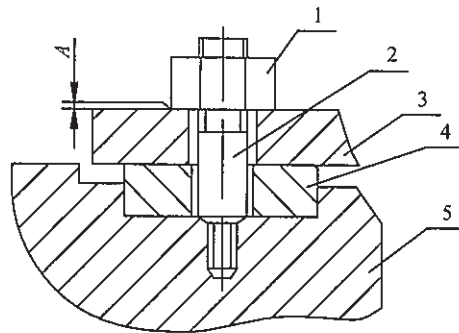
c) 每一径向测点位置

图 8.4.7 转子与汽缸间轴向和径向装配间隙测点位置示意

8.5 上、下机体闭合

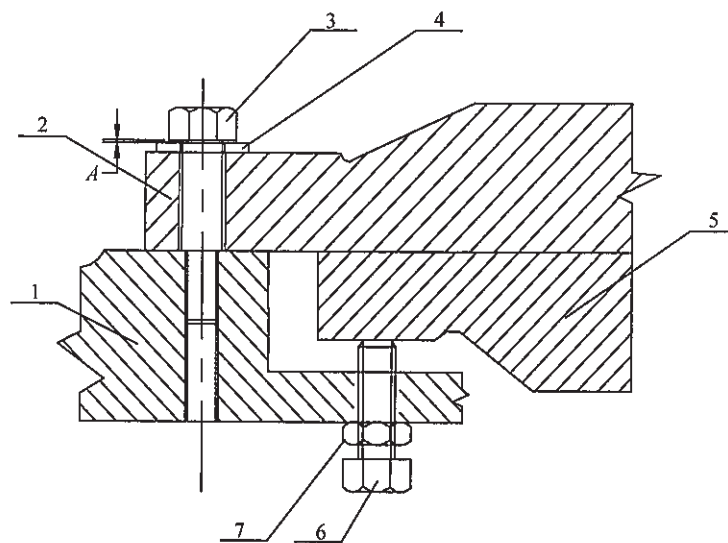
8.5.1 上、下机体正式闭合前，建设/监理单位应按本标准第 6.4.1 条和第 6.4.2 条的规定检查确认。

8.5.2 调整支座连接螺栓，螺母与支座间间隙 A 值应为 0.03mm~0.05mm。汽缸支座结构见图 8.5.2。



1—螺母；2—连接螺栓；3—下缸支座；4—工作垫片；5—座架

a) 汽缸下支座结构



1—支座；2—上汽缸；3—连接螺栓；4—垫片；5—下汽缸；6—顶丝；7—锁紧螺母

b) 汽缸上支座结构

图 8.5.2 汽缸支座结构示意图

8.5.3 机体闭合后应按本标准第 6.4.3 条的规定复查。

8.6 调节机构

8.6.1 调节机构各部件应进行检查，且应符合下列要求：

- a) 各滑阀不得有碰伤、变形，传动轴及齿轮应无锈蚀现象；
- b) 制造厂已经调试完毕并有调试记录的部位，不宜拆卸；核对调整螺母位置、螺杆及连杆长度、弹簧压缩量、主要部件行程及相关装配间隙等，且应与产品技术文件一致；
- c) 部件各油孔、油路装配正确并畅通；
- d) 弹簧无裂纹、锈蚀等缺陷，支承端面平整；
- e) 组装后，各滑动部分动作应灵活；
- f) 各连接部分和固定部分的销钉、止动垫圈、锁紧螺母、紧固螺钉等均应紧固并锁紧，开口销无裂纹；
- g) 各结合面、密封面接触应良好，连接接头应严密。

8.6.2 调速器应调校合格，调速器应整体安装，现场不宜进行解体清洗检查。

- 8.6.3 调节机构的各油动机活塞、调速汽阀阀杆、抽汽调节阀阀杆的行程应按产品技术文件进行整定。
- 8.6.4 主汽阀、调速汽阀、抽汽调节阀的安装，应符合下列要求：
 - a) 阀前的过滤网应完整无损、无异物，蒸汽滤网的孔径应符合产品技术文件的要求，滤网与蒸汽阀之间除留有膨胀间隙外，还应有防止滤网转动的装置；
 - b) 蒸汽室的疏水孔应畅通；
 - c) 阀座应牢固地组装在阀体上；
 - d) 阀体与主机连接法兰不应有径向沟槽；
 - e) 主汽阀蒸汽室的连接螺栓应涂防咬合剂，并按产品技术文件的规定进行紧固；
 - f) 各调速汽阀、抽汽调节阀的位序应符合产品技术文件的要求。
- 8.6.5 提板式群阀调速汽阀，组装时应测量调速汽阀阀杆与横梁、拉杆与横梁以及提升杆上的滑块与杠杆之间的装配间隙，并记录调速汽阀阀杆在横梁上的活动行程，其数值均应符合产品技术文件的规定。
- 8.6.6 油动机直接操纵的调速汽阀，组装时应按产品技术文件的规定进行，且应符合下列要求：
 - a) 在油动机活塞处于零位及主汽阀关闭的情况下，检查阀杆销轴各部间隙；
 - b) 检查各阀弹簧箱的行程调节螺钉和芯轴之间的装配间隙；
 - c) 调速汽阀油动机的活塞处于下死点时，汽阀行程刻度指示应指在零位。
- 8.6.7 主汽阀和调速汽阀阀杆的各活动连接装置应无卡涩和松动现象。
- 8.6.8 危急遮断器动作后，应能使主汽阀关闭严密。
- 8.6.9 各抽汽调节阀在全关闭的状况下，调节螺栓与拉杆的相对位置应符合产品技术文件的规定。调节螺栓的螺母应进行定位焊。
- 8.6.10 各汽阀冷态调校时，应按位序记录行程，在热态时进行验证。
- 8.7 保护装置
 - 8.7.1 各调节器阀检查应符合本标准第 8.6.1 条 a) 项的规定。
 - 8.7.2 各种表计、电磁传感元件安装前，应经检查校验合格。
 - 8.7.3 危急遮断器的安装应符合下列要求：
 - a) 利用手动危急遮断器上部的手柄，使下部滑阀下移时，杠杆应能转动；
 - b) 危急遮断器的滑阀应经调试合格，与主汽阀的连锁应准确。
 - 8.7.4 危急保安器的安装应符合下列要求：
 - a) 飞锤的滑环最大行程及跳闸杠杆与飞锤间间隙，应符合产品技术文件的规定；
 - b) 飞锤边缘不得有毛刺、损伤及锈蚀；
 - c) 用力压缩飞锤弹簧，卸载后应能恢复至原位；
 - d) 弹簧与衬套之间应配合灵活，无卡涩现象；
 - e) 危急遮断器的跳闸油口应与主汽阀的跳闸油缸相通，与主汽阀的连锁系统应经调试合格。
 - 8.7.5 自动主汽阀应进行下列检查，并应符合设计文件的要求：
 - a) 检查测量阀碟全行程、阀杆空行程；
 - b) 按本标准第 8.6.4 条的要求对滤网、蒸汽室疏水孔进行检查；
 - c) 各油道清洁畅通，且无渗漏。
 - 8.7.6 轴向位移及差胀保护装置的安装调整，应在推力轴承位置及轴向间隙确定后进行。
 - 8.7.7 振动监测系统的安装及调试应按产品技术文件的规定进行。
 - 8.7.8 低油压保护装置和低真空保护装置，应按产品技术文件的规定进行检查、试验或调整。

9 烟气轮机安装

9.1 烟气轮机的就位、找正、找平应符合本标准第 5.4 条的规定，且应符合下列要求：

- a) 烟气轮机的二次灌浆宜在二次对中后进行；
- b) 二次对中应按制造厂家提供的冷态对中曲线进行。

9.2 烟气轮机就位后应进行解体、检查和清洗：

- a) 机体外观不应有裂纹、锈蚀、损伤等缺陷，焊接处不应有焊接缺陷；
- b) 镶装在机体上的零部件应无锈蚀、损伤等缺陷；
- c) 轴承零部件应清洗。

9.3 烟气轮机各部位组装间隙应符合产品技术文件的规定。

9.4 转子应符合下列要求：

- a) 转子应无锈蚀、损伤、裂纹等缺陷；
- b) 叶片表面喷涂层应无龟裂、无剥落；
- c) 叶片锁紧片弯折处应无裂纹，锁紧片应与轮盘端面紧密贴合，其间隙应小于或等于 0.02mm；
- d) 轮盘紧固螺栓应无松动。

9.5 叶片跳动量应符合产品技术文件的要求。

9.6 转子轴颈圆柱度及各部位跳动应符合下列要求：

- a) 测点表面应光洁无锈蚀和划伤；
- b) 端面跳动的测点应靠近边缘处；
- c) 轴颈圆柱度允许偏差应符合产品技术文件的规定。

9.7 可倾瓦块径向轴承组装除应符合本标准第 8.2.3 条的规定外，还应符合下列要求：

- a) 瓦块应在弧形中部 1/3 弧长部分接触，沿长度方向接触面积应大于 75%，接触印痕为每平方厘米 3 点~4 点；
- b) 轴承与轴承座孔应均匀贴合，并有 0.02mm~0.05mm 的过盈量。

9.8 止推轴承组装除应符合本标准第 6.2.5 条的规定外，还应符合下列要求：

- a) 止推瓦块及摆动块厚度应均匀一致，同组瓦块及摆动块厚度差不应大于 0.02mm；
- b) 定位环承力面应光滑，各点厚度差不应大于 0.02mm；各瓦块组装后应无卡涩，摆动灵活，摆动量应符合产品技术文件的要求；
- c) 止推瓦块与止推盘的接触面积应大于 75%。

9.9 转子与轴承及密封各部位组装间隙应符合下列要求：

- a) 径向轴承的安装间隙应符合产品技术文件的规定，筒形瓦轴承间隙可用刮研法或轴承衬背的调整来进行调整；
- b) 止推轴承轴向总间隙应符合技术文件的规定，检查次数不得少于两次；
- c) 油封的安装间隙应符合本标准第 6.2.9 条的要求；
- d) 气封、汽封的组装间隙应符合本标准第 6.2.10 条的要求。

9.10 烟气轮机组装应符合下列要求：

- a) 轴承箱、进气机壳、排气机壳内应洁净，各油、风、汽、水孔应畅通无阻；
- b) 各监测元件安装及固定应符合产品技术文件的要求；
- c) 转子及机壳各部组装间隙应符合产品技术文件的规定，动叶顶间隙应按上、下、左、右四个方向用塞尺测量；
- d) 进气机壳定位圆的径向跳动量允许值为 0.04mm，端面跳动量允许值为 0.08mm；

- e) 轴承箱水平剖分面应清洁,无锈蚀和划痕;
- f) 密封胶涂抹应均匀,机壳密封面应选用耐温 800℃以上的密封胶;
- g) 用手盘动转子,应灵活,无卡涩和异常声响。

10 电动机安装

10.1 电动机的就位、找正、找平应符合本标准第 5.4 条的规定,电气部分的检查应按电气专业的有关规定进行。

10.2 轴承箱检查应符合本标准第 7.1.6 条的规定。

10.3 径向轴承检查、组装应符合下列要求:

- 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配合应符合产品技术文件的规定;
- c) 轴承衬与轴颈的接触状况用着色法检查,接触角为 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$,下瓦沿长度方向接触面积应大于 75%。

10.4 径向轴承间隙宜用压铅法检查,其值应符合产品技术文件的规定。

10.5 油封检查、组装应符合本标准第 7.2.2 条的规定,组装间隙应符合产品技术文件的规定。

10.6 建设单位/监理单位/制造厂家要求对电动机进行解体检查时,解体检查应符合下列要求:

- a) 电动机解体应使用专用工具;
- b) 拆卸后的零、部件应妥善保管,转子线圈不得擦碰;
- c) 转子吊装应符合本标准第 3.7 条有关要求,不得碰到定子线圈;
- d) 零、部件清洗应符合本标准第 3.8 条有关要求。

10.7 落地式轴承绝缘垫板应符合下列要求:

- a) 每层绝缘板应较轴承箱或上层垫板的边缘宽 2mm~3mm,绝缘板螺栓孔应稍大于轴承箱上相应的螺栓孔尺寸,螺栓孔边缘应平整无毛刺,螺栓应有绝缘套;
- b) 安装过程中应保持绝缘板外露部分的清洁和干燥,用胶带将外露部分及接缝贴封。

10.8 定位销、紧固螺栓和附属管线全部安装后,轴承箱对地绝缘电阻值应符合产品技术文件的规定。

10.9 定子与转子间的空气间隙值应符合产品技术文件的规定。

10.10 水冷系统应按产品技术文件的规定进行水压试验。冷却水管应清洁、畅通。

10.11 端盖封闭时应符合下列要求:

- a) 电动机内应清洁,无异物,各部件完好,配合间隙符合产品技术文件的规定;
- b) 有关电气、仪表的检查试验工作完毕;
- c) 端盖密封面应清洁、无损伤,并涂刷密封胶;
- d) 均匀对称拧紧紧固螺栓;
- e) 端盖封闭后应盘车检查,转子应转动灵活,无异常声响。

11 附属设备及管道安装

11.1 附属设备安装

11.1.1 随机油系统设备及管道内部清洁度应符合油运转条件,不符合油运转条件时,应经采购单位、建设单位、监理单位确认后方可进行解体检查。

11.1.2 油站安装应符合下列要求:

- a) 水平允许偏差为 2mm/m;
- b) 纵横轴线允许偏差为 5mm;
- c) 标高允许偏差为 ± 5 mm。

11.1.3 油箱及高位油箱内部应清理干净。

11.1.4 油泵安装应符合 SH/T 3541 的规定。

11.1.5 双联过滤器滤芯应无变形，过滤器不应有短路。

11.1.6 换向阀应灵活、严密，指示标记明显。

11.1.7 设置在汽轮机下方的表面凝汽器安装应符合下列要求：

- a) 汽轮机底座就位前应先将其就位；
- b) 根据汽轮机的安装位置，调整其平面位置；
- c) 滑动端地脚螺栓与支座螺栓孔之间应有 5mm~10mm 的膨胀余留量；
- d) 安装过程应防止杂物落入其中；
- e) 排汽连接管安装后应进行充水试验，充水高度应在排汽口法兰以上约 100mm，保持 12h 无渗漏为合格。

11.1.8 排汽连接管的安装应符合下列要求：

- a) 连接管应在低压汽缸最终定位后安装；
- b) 连接管与表面凝汽器入口的焊接应采用对称分段退步焊法，施焊时应在汽轮机端垂直和水平方向及排汽缸支座板上安装百分表监测，其位移变化不应大于 0.10mm；
- c) 焊接接头应按 NB/T 47013.5 的规定进行渗透检测，I 级合格；
- d) 膨胀节内部排汽连接管与壳体间间隙应符合产品技术文件的规定；
- e) 制造厂已组装的膨胀节，安装时应检查核对膨胀节定位螺栓定位尺寸，安装后应将定位螺栓松开。

11.2 附属管道安装

11.2.1 油、水、汽、气管道安装应符合 GB 50235 的规定。

11.2.2 油管道安装除应符合 GB 50235、GB 50236 的规定外，还应符合下列要求：

- a) 油管线焊接接头应采用氩弧焊封底；
- b) 回油管应坡向油箱，其坡度应符合产品技术文件的规定，产品技术文件无规定时宜为 4%；
- c) 管道应进行酸洗、钝化处理，合格后用压缩空气吹干，并封闭管口；
- d) 碳钢管道的化学清理方法参见附录 G。

11.2.3 管道与机器连接时，应对机壳和联轴器的位移变化进行监测。机壳处的位移量不得超过 0.05mm；联轴器径向位移的允许量不得超过 0.03mm。

11.2.4 无详细设计图样的附属小口径管道，应按下列规定进行施工：

- a) 流程图应符合产品技术文件的规定；
- b) 管道布置应保证机组及管道在运行中能自由膨胀或收缩，且应有合适的支吊架；
- c) 疏水管道应坡向排水侧，且坡度不小于 0.3%。

11.2.5 本体疏水系统不得与其他疏水系统连接。

11.2.6 气、水管道的吹洗，应符合下列规定：

- a) 气管道宜用干燥的压缩空气进行吹扫，大口径管线宜人工清理；
- b) 水管道应进行水冲洗，直至冲洗出口处的水质达到进口水质透明程度；
- c) 干气密封与机体连接的管道宜进行酸洗、钝化处理或采用蒸汽进行吹扫，合格后用压缩空气吹干，采取保护措施；

- d) 吹洗时应在管道的焊接接头及弯头部位用小锤或木棒敲击;
- e) 吹洗后的管口应封闭。

11.2.7 蒸汽管道吹扫合格标准应执行 GB 50235 的规定。

11.3 油系统的油冲洗

11.3.1 油冲洗应具备下列条件:

- a) 冲洗油应与系统工作油相容, 冲洗油的黏度宜低于工作油的黏度, 可用工作油作为冲洗油;
- b) 用滤油机经 180 目~200 目的过滤网向油箱注入冲洗油;
- c) 断开机器用油点, 接跨线, 在断开处加盲板防护, 在回油总管与油箱连接的出口处增设临时滤网;
- d) 连接经吹扫合格的油冲洗管道、临时管道、油泵和冷却器, 形成循环回路。

11.3.2 油冲洗过程应符合下列要求:

- a) 用油加热器和冷却器交替加热、冷却冲洗油, 油温最高为 75℃, 最低为 35℃;
- b) 冲洗应连续进行, 在油冲洗的过程中, 按油的流向用木锤沿管道敲击各焊缝、弯头和三通;
- c) 定期清理积存在滤网上的污物, 检查冲洗油;
- d) 清理油路的死角。

11.3.3 油冲洗合格应满足下列要求:

- a) 连续冲洗 4h, 在 180 目~200 目的临时滤网上不允许存在焊渣、砂砾、铁锈等硬质杂物; 每平方米厘米面积上肉眼可见软性杂质不超过 3 点, 允许有微量纤维质杂物存在;
- b) 工作油温下连续运转 20h, 滤油器的前、后压差不超过 0.015MPa;
- c) 油品化验合格。

11.3.4 恢复机器用油点正式管道及轴承应进行油冲洗, 油冲洗合格标准应符合本标准第 11.3.3 条的规定。

12 机组试运转

12.1 试运转前准备

12.1.1 机组试运转应具备下列条件:

- a) 土建工程全部结束;
- b) 水、电、汽、气等公用工程具备使用条件;
- c) 与机组相关的电气、仪表系统具备使用条件;
- d) 与机组相关的管道系统安装完毕, 试压吹扫完毕, 支、吊架按要求调整完毕;
- e) 试运所需的绝热工程施工完毕;
- f) 油系统已经油冲洗合格;
- g) 机组静态试验合格;
- h) 附属设备和相关工艺设备具备使用条件;
- i) 控制系统联调、联校完毕;
- j) 试运转方案已经批准。

12.1.2 现场应整洁, 并具备必要的安全防护设施和防护用品以及试运转所需的工具、量具等。

12.2 油系统试运转

12.2.1 油泵启动前应启动各油箱加热器, 使油温升至润滑油工作温度。

12.2.2 油泵启动时,应建立循环系统,调整系统压力,使进油总管油压达到产品技术文件规定的数值。

12.2.3 油循环应进行检查,并应符合下列要求:

- a) 油过滤器差压不大于 0.015MPa;
- b) 高位油箱充满油并已回油;
- c) 油压和油温应符合产品技术文件的规定。

12.2.4 油系统进行下列自保护项目试验,并应符合产品技术文件的规定:

- a) 低油压报警且备用油泵自启动;
- b) 低油压联锁停机。

12.3 电动机单机试运转

12.3.1 试运转应具备下列条件:

- a) 电气设备的整定、试验、调校均已完成;
- b) 绝缘电阻、静电接地测试合格;
- c) 盘车检查转子,转动灵活,无异常声响;
- d) 监测、控制仪表处于投用状态;
- e) 润滑油系统工作循环处于正常运行状态;
- f) 冷却水系统试验合格、冷却水系统处于正常供水状态;
- g) 电动机与变速箱间的联轴器已脱开;
- h) 电动机上的水冷器检漏测试合格。

12.3.2 点动电动机,电动机转向应符合要求。

12.3.3 电动机试运转应检查下列项目:

- a) 启动电流、启动电压和时间;
- b) 定子温度、轴承温度、轴振动;
- c) 电流、电压;
- d) 各紧固件;
- e) 磁力中心线位置;
- f) 惰走时间;
- g) 冷却水温。

12.3.4 启动时应记录启动电流、启动电压和时间,运行中应每隔 30min 记录一次运转参数。

12.3.5 连续运行 2h,各项指标应稳定并符合产品技术文件规定,无负荷试运转合格。

12.3.6 停机后润滑油系统应继续运行,轴承温度低于 50℃时,停润滑油泵。

12.3.7 30min 内连续启动次数应符合下列规定:

- a) 冷态允许连续启动两次;
- b) 热态允许启动一次。

12.4 变速箱试运转

12.4.1 试运转应具备下列条件:

- a) 驱动机具备启动条件;
- b) 驱动机与变速箱之间的联轴器已联接;变速箱与压缩机之间的联轴器已脱开;
- c) 盘车器动作灵活;
- d) 润滑油的入口温度保持在 35℃~45℃。

12.4.2 用盘车器盘车,盘车时间应不少于 10min。

12.4.3 启动前应脱开盘车器。

12.4.4 启动驱动机，连续运行时间宜为 2h，检查运转状况并记录运转参数，各项指标应符合产品技术文件的规定。

12.4.5 停机并记录惰转时间，启动盘车器，当轴承温度低于 50℃时，可停盘车器、润滑油泵。

12.4.6 停机后打开窥视窗检查齿轮啮合情况，无异常则变速箱试运转为合格。

12.5 汽轮机单机试运转

12.5.1 试运转应具备下列条件：

- a) 凝结水系统联锁试验合格；
- b) 凝结水系统真空度达到产品技术文件的规定；
- c) 调速系统静态试验合格；
- d) 汽轮机与压缩机之间的联轴器脱开；
- e) 热井充水；
- f) 润滑油、调速油、凝结水系统投入运行；
- g) 完成与单机试运转有关的电气、仪表系统各项调试、联锁试验；
- h) 主蒸汽管和辅助管道已暖管至主汽阀前，排净主蒸汽管内凝结水；
- i) 汽轮机冷态时热膨胀指示器读数为零，轴位移指示为零；
- j) 盘车无异常声响。

12.5.2 汽轮机单机试运转应按下列步骤进行：

- a) 确认盘车器在开车位置；
- b) 打开轴封气体的阀门，使两侧轴封处通入轴封气体；
- c) 启动并联的二级喷射器，提高系统的真空度；
- d) 引进蒸汽，冲动转子，控制转速按产品技术文件规定的升速曲线进行低速暖机，暖机曲线应符合产品技术文件的规定；
- e) 检查主机、附机的轴位移、轴承温度、轴振动和机体热膨胀等项；
- f) 暖机结束，关闭排凝阀，按升速曲线升速，检查运行情况；
- g) 按产品技术文件规定的升速曲线进行低速跳闸试验，主汽阀、调速汽阀、抽汽调节阀、抽汽止回阀应能全关闭，动作应迅速灵敏；
- h) 低速运行正常，按试运转升速曲线继续升速，在平稳阶段运行 30min，检查各轴承处的温度、振动，检查轴位移，检查机体内转子运转声响等；
- i) 超速跳闸试验应符合下列要求：
 - 1) 跳闸转速应符合产品技术文件的规定；
 - 2) 若同时有电子及机械保护系统，则试验应分别连续做 3 次；
 - 3) 每次试验的实际跳闸转速数值相差不应超过要求的跳闸转速数值的 1%。
- j) 汽轮机试运转应符合产品技术文件的规定或设计文件的规定，无规定时，试运转时间宜为 2h；
- k) 关闭主汽阀停机后，打开各疏水阀门；
- l) 转子停止转动时，应立即启动盘车器连续盘车，直到汽缸温度冷却到 90℃以下可停止盘车；
- m) 当轴承温度降到 50℃以下，且轴承进、出口油温差小于 5℃时，可停止油系统运行。

12.5.3 试运转的机械性能应符合下列要求：

- a) 主机、附机运转正常，无异常声响；
- b) 轴承的回油温度为 40℃~50℃，轴承最高温度应不超过设计文件的规定；
- c) 轴振动值、轴位移值应符合产品技术文件的规定；

d) 机体各热膨胀指示器的变化数值应均匀, 并应符合产品技术文件的规定。

12.5.4 试运转过程中, 如发现有异常现象, 应立即停机进行处理, 处理后再继续进行试运转。

12.5.5 试运转后, 宜打开前、后轴承箱检查推力轴承和径向轴承的磨损情况, 轴承衬表面不应有裂纹、擦伤、划痕等机械损伤。

12.5.6 背压式汽轮机的试运转可按照本标准第 12.5.1 条~第 12.5.4 条的规定执行。

12.6 电动机驱动的离心压缩机机械试运转

12.6.1 试运转应具备下列条件:

- a) 电动机、变速箱具备试运转条件;
- b) 各机器间的对中符合要求, 联轴器处于联接状态;
- c) 润滑油系统运行, 高位油箱回油正常, 各轴承回油正常;
- d) 对设置有喘振保护系统的, 系统调试已完成并处于投运状态;
- e) 密封系统各部位压力正常。

12.6.2 机械试运转应按下列步骤启动、运行:

- a) 开启压缩机入口阀门或调节风门在最小工作状态, 压缩机出口各阀门应在全开位置;
- b) 启动盘车器, 盘车器运行时间应不少于 10min;
- c) 脱开盘车器, 启动电动机, 压缩机在无负荷状态下运转;
- d) 记录启动时间、电流、电压及启动时的电压降;
- e) 运转中, 每隔 30min 记录一次电流、电压、转数、轴振动、轴承温度和轴位移;
- f) 压缩机出口温度应在产品技术文件允许的温度范围内;
- g) 压缩机试运转应符合产品技术文件的规定或设计文件的规定, 无规定时, 试运转时间宜为 2h;
- h) 在试运转工况下, 连续运转正常, 各项指标符合产品技术文件的规定, 可进行停机操作;
- i) 压缩机各段吸入罐、排出罐的人孔处于打开位置, 并有安全标志, 吸入罐安装有 10 目过滤网。

12.6.3 机械试运转应按下列步骤停机:

- a) 将各进、出口阀门置于规定位置, 停电动机, 并记录惰转时间;
- b) 电动机停止惰转后, 启动电动盘车器, 进行盘车;
- c) 停止盘车后, 润滑油系统继续运行;
- d) 各机器轴承进、出口润滑油温差小于 5℃时, 停止油系统运行;
- e) 切断冷却水、仪表、电气等控制系统。

12.6.4 停机后宜检查下列项目:

- a) 齿轮啮合斑迹;
- b) 轴承磨合情况。

12.7 汽轮机驱动的离心压缩机机械试运转

12.7.1 试运转应具备下列条件:

- a) 汽轮机具备试运转条件, 有烟气轮机或电动机同时驱动时, 烟气轮机或电动机处于脱开状态;
- b) 对中符合要求, 汽轮机与压缩机的联轴器处于联接状态;
- c) 联锁系统处于投用状态;
- d) 压缩机试运流程打通并经监理和业主确认;
- e) 具备本标准第 12.6.1 条规定的试运转条件;
- f) 检查并确认工艺流程。

12.7.2 试运转应按下列步骤进行:

- a) 盘车检查压缩机内部应无异常声响;
- b) 按本标准第 12.5.2 条规定的步骤启动汽轮机;
- c) 机组转速按产品技术文件规定的升速曲线进行低速暖机;
- d) 按产品技术文件规定的升速曲线升速, 迅速越过机组的临界转速区;
- e) 压缩机出口温度应在产品技术文件允许的温度范围内;
- f) 压缩机试运转应符合产品技术文件的规定或设计文件的规定, 无规定时, 试运转时间宜为 2h;
- g) 油温、油压、轴振动、轴位移、轴承温度及机体热膨胀等参数符合产品技术文件的规定;
- h) 密封系统正常;
- i) 停机。

12.7.3 停机过程应符合本标准第 12.5.2 条 k)、l)、m) 项的规定, 并测定机组的惰转时间;

12.7.4 停机后应抽查轴承的磨损情况。

12.8 烟气轮机机械试运转

12.8.1 烟气轮机不宜单独做机械试运转。当机组中有电动机或汽轮机, 且能启动全机组, 烟气轮机可进行空负荷机械试运转。

12.8.2 试运转应具备下列条件:

- a) 电动机或汽轮机、变速箱、压缩机应具备启动条件;
- b) 烟气轮机与压缩机、压缩机与变速箱或汽轮机、变速箱与电动机间的联轴器处于联接状态;
- c) 机组监测、控制仪表、联锁继电器回路系统处于投用状态;
- d) 润滑油系统投入运行, 高位油箱回油正常, 各轴承供油正常;
- e) 烟气轮机入口管道排凝阀、壳体排凝阀、烟气轮机冷却系统、密封蒸汽、密封空气等手动阀门灵活好用;
- f) 烟气轮机出口水封罐撤水;
- g) 烟气轮机入口阀门调试合格并在指定开度位置;
- h) 蒸汽暖机系统投入运行, 打开机壳下部的排凝阀, 放水见汽后关闭, 静止暖机 30min;
- i) 确认压缩机处于启动位置。

12.8.3 烟气轮机试运转应按下列步骤进行:

- a) 启动盘车器, 运行时间不得少于 10min, 烟气轮机内应无异常声音;
- b) 投用烟机轮盘冷却蒸汽, 密封蒸汽、阻尼风, 控制烟气入口管道温升不超过 $100^{\circ}\text{C}/\text{h}$, 并随着升温检查管道是否存在异常。
- c) 按启动程序一次全速启动机组, 启动后立即检查烟气轮机轴承温度、轴振动及轴位移, 每 30min 记录一次;
- d) 当烟气轮机壳体无液体排出时, 关闭壳体排凝;
- e) 压缩机入口阀或调节风门应处在最小工作角度, 出口阀全开。烟气轮机入口蝶阀、高温平板闸阀应全关;
- f) 试运转应符合产品技术文件的规定或设计文件的规定, 无规定时, 试运转时间宜为 2h。无异常, 各项操作指标均符合产品技术文件的规定, 确认合格后停机。

12.8.4 停机应按下列步骤进行:

- a) 停电动机或汽轮机, 并记录惰转时间;
- b) 电动机或汽轮机停止运转后, 启动电动盘车器, 低速盘车, 待烟气轮机排气机壳温度降至 250°C 后停止盘车;
- c) 当烟气轮机壳体温度低于 200°C 时, 打开壳体排凝阀;

- d) 当轴承温度降至 50℃且各机器轴承润滑油进、出油温差小于 5℃时, 停润滑油泵;
 - e) 停密封空气系统、切断冷却水、仪表、电气等控制系统。
- 12.8.5 用烟气轮机直接启动机组做低负荷机械试运转应具备下列条件:
- a) 试运转前的检查应符合本标准第 12.8.2 条的规定;
 - b) 烟气的浓度、粒度应符合产品技术文件的规定。
- 12.8.6 用烟气轮机直接启动机组做低负荷机械试运转应按下列步骤进行:
- a) 开启烟气轮机入口开工线手阀, 冲动转子。停留 30min, 观察烟气轮机壳体升温情况;
 - b) 缓慢开启烟气轮机入口蝶阀, 机组升速、升温, 控制壳体升温速度不超过 100℃/h;
 - c) 在开启蝶阀的过程中, 应认真检查烟气轮机轴振动、轴位移、轴承温度变化和烟气轮机各部位膨胀情况;
 - d) 当烟气轮机壳体温度达 350℃~400℃时, 使机组在接近额定转速下做低负荷机械试运转, 若机组中设有电动机作为驱动器, 电动机应合闸;
 - e) 烟气轮机试运转应符合产品技术文件的规定或设计文件的规定, 无规定时, 试运转时间宜为 2h。无异常, 各项指标均符合产品技术文件的规定, 可进行停机操作。
- 12.8.7 用烟气轮机直接启动机组做低负荷机械试运转停机应按下列步骤进行:
- a) 逐渐关小烟气轮机入口蝶阀, 使壳体降温速率不大于 100℃/h;
 - b) 关闭入口蝶阀, 关闭高温平板阀, 加大轮盘冷却蒸汽。惰转停止后及时启动盘车器;
 - c) 当烟气轮机壳体温度降低到 200℃以下时, 停止盘车, 关闭轮盘冷却蒸汽和密封蒸汽阀门;
 - d) 当瓦温降至 50℃且轴承润滑油进、出温差小于 5℃时, 停润滑油泵;
 - e) 停净化风、非净化风系统, 切断冷却水、电气、仪表等控制系统;
 - f) 将烟气轮机出口水封罐充水。

13 交工验收

13.1 施工单位按合同规定完成机组安装和机组机械试运转后, 应进行交工验收, 并及时向建设/监理单位办理交工验收手续, 按合同要求提交交工技术文件。

13.2 离心压缩机组机械试运转前, 施工单位与建设/监理单位应共同审查确认具备下列资料:

- a) 设计变更资料;
- b) 开箱检验记录;
- c) 基础交接资料 (包括沉降观测资料);
- d) 隐蔽工程记录;
- e) 机器安装记录;
- f) 机器拆检及组装间隙记录 (按制造厂提供的零部件图);
- g) 对中记录;
- h) 调节机构和保护装置调试记录;
- i) 附属机器及设备安装施工记录;
- j) 附属管道安装记录;
- k) 机器单机试车记录;
- l) 汽轮机/燃气轮机试车记录。

13.3 交工技术文件应按SH/T 3503的要求编制。

附 录 A
(标准性附录)
有垫铁压浆安装法

- A.1 基础验收合格后,表面清理干净,标出正式垫铁位置,并凿出比正式垫铁长宽各大 30mm~40mm 的方坑,坑深宜为 20mm~30mm,坑内碎屑应清除干净。
- A.2 基础混凝土达到设计强度的 75%以上时,用 1 组临时垫铁支承机器底座,对底座进行找正、找平。机器初对中后,对地脚螺栓预留孔进行灌浆。
- A.3 用水冲净放置正式垫铁组位置的基础表面,并清除积水。
- A.4 在放置正式垫铁的位置堆积一定量的水泥砂浆或无收缩灌浆料,把搭配好的垫铁组放在砂浆上,内、外同时推进斜垫铁,挤出砂浆。
- A.5 将垫铁四周的砂浆抹成 45° 的坡面,进行养护。
- A.6 当水泥砂浆或无收缩灌浆料达到设计强度的 75%以上时,拆除临时垫铁,调整、复查机器的安装精度,拧紧地脚螺栓,同时打紧垫铁。
- A.7 在垫铁层间进行定位焊固定。
- A.8 压浆混凝土材料配合比应符合表 A.8 的规定。

表 A.8 压浆混凝土材料配合比

序号	材 料		配合比 (质量)	水灰比	
				夏季	冬季
1	水泥	52.5 号普通硅酸盐水泥	1	0.33~0.37	0.30
2	砂子	河砂、中偏细	1		
3	石子	碎石, 粒度为 5mm~10mm	1		

- A.9 养护期为 3d~7d,若养护温度低于 5℃,应采取保温和防冻措施。
- A.10 无收缩灌浆料应按 GB 50448 的相关要求选用。

附 录 B
(标准性附录)
支承板座浆安装法

- B.1** 支承板表面应作除油处理。
- B.2** 在设置支承板的混凝土基础部位凿出座浆坑。座浆坑的长度和宽度应比支承板的长度和宽度各大 60mm~80mm,座浆坑凿入基础表面的深度宜为 20mm~30mm,且座浆层混凝土的厚度不应小于 50mm。
- B.3** 座浆坑内的杂物和浮灰应清理吹扫干净,坑内不得有油污。
- B.4** 用水浸润座浆坑混凝土或无收缩灌浆料约 30min 后,除尽坑内积水。
- B.5** 在座浆坑内薄涂一层水泥浆或无收缩灌浆料,水泥浆的水灰质量比宜采用水泥:水为 0.5:(1~1.2)。
- B.6** 在座浆坑处支模,将搅拌好的混凝土灌入坑内,分层捣固,连续捣至水泥浆浮出混凝土表层,座浆层厚度宜为 40mm~50mm。
- B.7** 当混凝土表面不再泌水或水迹消失后,放置支承板;用手压或木锤敲击,使支承板平稳下降,敲击时不得斜击。垫铁支承板上表面标高允许偏差为±5mm,水平度允许偏差不应大于 2mm/m。
- B.8** 座浆混凝土上表面应低于支承板面 2mm~5mm,混凝土初凝前应再次复查支承板标高和水平度。
- B.9** 养护期为 3d~7d,若养护温度低于 5℃,应采取保温和防冻措施。
- B.10** 座浆混凝土材料配合比应符合表 B.10 的规定。

表 B.10 座浆混凝土材料配合比

序号	材 料		配合比 (质量)	水灰比	
				夏季	冬季
1	水泥	52.5 号普通硅酸盐水泥	1	0.33~0.37	0.30
2	砂子	河砂、中偏细	1		
3	石子	碎石, 粒度为 5mm~10mm	1		

附录 C

(标准性附录)

联轴器组装

C.1 联轴器组装前应进行下列检查:

- a) 联轴器零件外观检查应无锈蚀、损伤,各接合面应平整光洁;
- b) 若产品技术文件无规定,可拆卸的半联轴器与轴的过盈量应符合下列要求:
 - 1) 锥孔键联接应大于或等于 $0.001D$;
 - 2) 直孔键联接为 $0.0005D \sim 0.0007D$;
 - 3) 锥孔无键联接应大于或等于 $0.0015D$ (注: D 为孔直径);
- c) 锥孔与轴的接触面积应用着色法检查,并符合产品技术文件规定。无规定时,对液压装配半联轴器的锥孔,接触面积应大于 85%;对键联接的锥孔,接触面积应大于 70%;
- d) 若产品技术文件无规定,螺栓与孔的配合间隙应符合下列规定:
 - 1) 具有定位孔功能的联轴器,螺栓与孔的间隙不应大于 0.13mm;
 - 2) 具有定位销功能的联轴器,其与孔的配合间隙不应大于 0.04mm。
- e) 需拆卸的螺栓与螺母应分别做质量测定,其质量允许偏差为 0.10g;
- f) 所有联轴器的零件均应有匹配的标志;
- g) 半联轴器装配后,其圆跳动量允许值应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 半联轴器圆跳动量允许值

转速, r/min	≥ 5000	2000~5000	1000~2000
允许值, mm	0.01	0.015	0.02

C.2 联轴器组装应符合下列规定:

- a) 半联轴器装配可采用热装法或液压法,热装法加热时应使半联轴器受热均匀,液压法装配时应使用专用工具;
- b) 螺栓应采用自锁螺母,并应对称均匀拧紧。若产品技术文件无规定,应符合 SH/T 3538 有关规定;
- c) 若更换联轴器零件(螺钉和螺母除外),联轴器应校正动平衡。

C.3 齿式联轴器组装应符合下列要求:

- a) 表面硬化渗碳的钢制半联轴器,加热装配温度不应大于 200°C ;
- b) 齿的啮合间隙应符合产品技术文件的规定;
- c) 强制润滑的联轴器油嘴的孔径和喷射方向应符合产品技术文件规定;
- d) 除非另有规定,组装后齿式联轴器隔套的轴向位移应不小于 6.5mm;
- e) 各“O”形密封圈应无损伤和老化现象。

C.4 膜片联轴器组装应符合下列要求:

- a) 联轴器加热装配温度应不大于 175°C ;
- b) 拉伸或压缩量应符合产品技术文件的规定;
- c) 较长隔套起吊时,应保持轴向水平,防止变形;
- d) 组装后的挠性件应无可见变形。

附 录 D
(资料性附录)
常用密封胶

常用密封胶的牌号和性能见表 D。

表 D 常用密封胶

牌号	种类	适用介质	使用温度 ℃	使用压力 MPa
601	聚酯型聚氨酯	汽油、煤油、润滑油、水	150	0.7
603	聚醚聚氨酯、聚醚环氧	各种油类、水	140	1
604	—	各种油类、水、蒸汽	500	10
609	丁腈橡胶-酚醛	各种油类、水	250	1
7302	涤纶树脂改性后的缩紧物、 交联剂、增韧剂、填料等	各种油类、水、有机溶剂	-14~120	0.4
7303	聚酯-酚醛	水、蒸汽、盐水、汽油、甲苯、硫酸、 盐酸、机油	300	7
WJ-2F	淡绿色粉末和白色液体（使 用时现配）	过热蒸汽、高温油烟气	200~800	20

附 录 E
(资料性附录)
无键联轴器的液压装卸

E.1 联轴器轮毂孔及轴颈的配合与受力计算

E.1.1 轴颈与联轴器孔之间为锥度 1:24 的过盈配合。

E.1.2 轴颈与联轴器孔的接触面积按大于 80%确定,沿圆周和长度方向接触点均匀分布。

E.1.3 联轴器传递的扭矩按公式 (E.1.3) 计算:

$$M = \frac{9550P}{n} \quad \text{..... (E.1.3)}$$

式中:

M ——联轴器传递的扭矩, N·m;

P ——机器的额定功率, kW;

n ——机器的转速, r/min。

E.1.4 联轴器摩擦力所产生的摩擦力矩 T 按公式 (E.1.4) 计算,需大于联轴器传递的扭矩。

$$T = (1.5 \sim 3)M \quad \text{..... (E.1.4)}$$

式中:

T ——摩擦力矩, N·m;

M ——传递扭矩, N·m。

E.1.5 联轴器与轴颈间摩擦力所产生的摩擦力矩 T 按公式 (E.1.5-1) ~ 式 (E.1.5-3) 计算。

$$T = \frac{AP_1fd}{2} \quad \text{..... (E.1.5-1)}$$

$$A = \pi \cdot L \cdot \eta \quad \text{..... (E.1.5-2)}$$

$$P_1 = \frac{aE(D^2 - d^2)}{2D^2d} \quad \text{..... (E.1.5-3)}$$

上列式中:

T ——摩擦力矩, N·m;

A ——接触面积, cm²;

P_1 ——轴与轮毂过盈配合面上单位面积的压紧力, MPa;

f ——摩擦系数,液压油为矿物油时, f 取 0.12, 液压油为甘油时, f 取 0.18;

d ——锥孔的平均直径, cm;

L ——轮毂孔的总长度, cm;

η ——接触面积系数, 取 0.8;

a ——配合直径过盈量, mm;

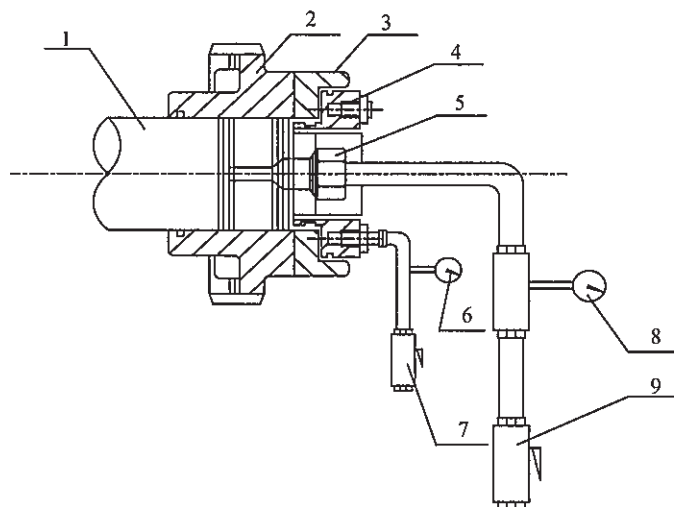
E ——弹性模量, 碳钢为 2×10^5 , MPa;

D ——轮毂外径, mm。

E.1.6 联轴器液压装卸时, 轮毂所受的应力, 按不大于轮毂材料弹性变形所允许的应力确定。

E.2 液压安装前的准备工作

E.2.1 准备液压装配工具和用品，无键联轴器液压装配常用装置见图 E.2.1。



1—转子；2—轮毂；3—垫环；4—压环；5—螺母；6—压力表（量程 100MPa）；
7—低压油泵；8—压力表（量程 300MPa）；9—高压油泵

图 E.2.1 液压装置示意

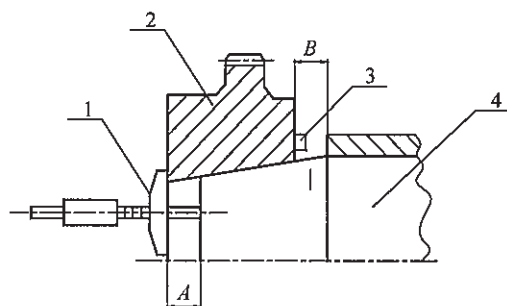
E.2.2 在油泵内注入运动黏度为 $36 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s} \sim 40 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$ 矿物油。

E.2.3 清洗联轴器轮毂及轴颈，清洗各油孔和油槽，使油孔畅通，并清除配合表面及油孔上的毛刺、灰尘、纤维等异物。

E.2.4 用着色法检查轮毂锥孔内表面的接触状况，接触面积按大于 80% 以上确定，且接触斑点均匀，否则应用铸铁棒及锥孔圆环研磨。

E.2.5 用丝绸蘸丙酮清洗轮毂锥孔和轴颈表面，清洗后不允许用手摸其表面。

E.2.6 根据产品技术文件给定的推进量，在装配前进行测量，在未装上“O”形环和轴颈干燥的情况下把轮毂轻轻试装到轴上，定此位置为“0”位。为防止轮毂与轴粘在一起，用深度千分尺和块规测量联轴器在轴端处的伸出长度“A”（见图 E.2.6），并应在轮毂和轴上的适当位置做出标记。



1—深度千分尺；2—轮毂；3—块规；4—轴

图 E.2.6 测量轮毂推进量示意

E.2.7 “O”形环装配时，需保持清洁无污物，并涂少量油脂。

E.3 液压安装步骤

E.3.1 把轮毂轻轻装到轴上，直到不再移动为止，检查配合、接触情况，检查需要油压压装的距离。

无键联轴器装配见图 E.3.1，装配尺寸见表 E.3.1。

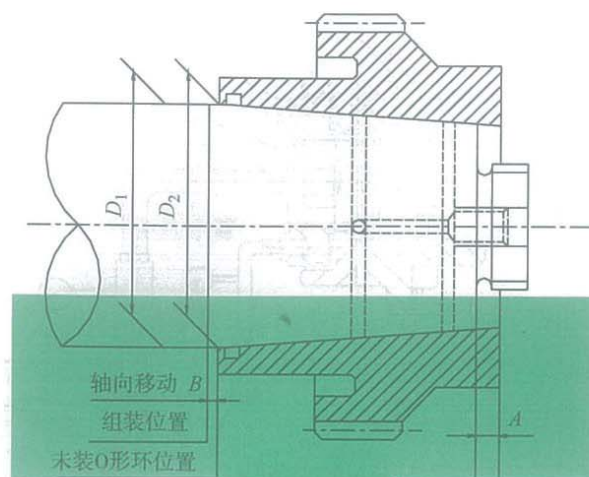


图 E.3.1 无键联轴器装配示意

表 E.3.1 齿式无键联轴器装配尺寸

联轴器 规格 in	轴直径 D_1 mm	轴直径 D_2 mm	轴直径 过盈量 mm	轴向移动 B mm	A (参考) mm		过盈率 (过盈量与直 径之比)
					装配前	装配后	
$2\frac{1}{2}$	$63.5_{-0.01}^0$	63.322	0.178	4.27	7.77	3.5	2.8×10^{-3}
		$63.335_{+0.01}^0$	$0.165_{+0.01}^0$	$3.96_{+0.25}^0$	7.46	3.5	2.6×10^{-3}
3	$76.2_{-0.01}^0$	$75.987_{+0.01}^0$	$0.213_{+0.01}^0$	$5.11_{+0.25}^0$	8.11	3.0	2.8×10^{-3}
		$76.002_{+0.01}^0$	$0.198_{+0.01}^0$	$4.75_{+0.25}^0$	7.75	3.0	2.6×10^{-3}
$3\frac{1}{2}$	$88.9_{-0.01}^0$	$88.669_{+0.01}^0$	$0.231_{+0.01}^0$	$5.54_{+0.25}^0$	8.54	3.0	2.6×10^{-3}
4	$101.6_{-0.01}^0$	$101.336_{+0.01}^0$	$0.264_{+0.01}^0$	$6.34_{+0.25}^0$	9.34	3.0	2.6×10^{-3}
$4\frac{1}{2}$	$114.3_{-0.01}^0$	$114.003_{+0.01}^0$	$0.297_{+0.01}^0$	$7.13_{+0.25}^0$	10.13	3.0	2.6×10^{-3}
5	$127.0_{-0.01}^0$	$126.669_{+0.01}^0$	$0.331_{+0.01}^0$	$7.94_{+0.25}^0$	10.94	3.0	2.6×10^{-3}
$5\frac{1}{2}$	$139.7_{-0.01}^0$	$139.337_{+0.01}^0$	$0.363_{+0.01}^0$	$8.71_{+0.25}^0$	11.71	3.0	2.6×10^{-3}
6	$152.4_{-0.01}^0$	$152.065_{+0.01}^0$	$0.335_{+0.01}^0$	$8.04_{+0.25}^0$	11.04	3.0	2.2×10^{-3}
$6\frac{1}{2}$	$177.8_{-0.01}^0$	$177.407_{+0.01}^0$	$0.393_{+0.01}^0$	$9.43_{+0.25}^0$	12.43	3.0	2.2×10^{-3}
7	$177.8_{-0.01}^0$	$177.407_{+0.01}^0$	$0.393_{+0.01}^0$	$9.43_{+0.25}^0$	12.43	3.0	2.2×10^{-3}
$7\frac{1}{2}$	$203.2_{-0.01}^0$	$202.79_{+0.01}^0$	$0.41_{+0.01}^0$	$9.84_{+0.25}^0$	14.64	4.8	2.0×10^{-3}
8	$203.2_{-0.01}^0$	$202.79_{+0.01}^0$	$0.41_{+0.01}^0$	$9.84_{+0.25}^0$	14.64	4.8	2.0×10^{-3}
9	$228.6_{-0.01}^0$	$228.143_{+0.01}^0$	$0.457_{+0.01}^0$	$10.97_{+0.25}^0$	15.77	4.8	2.0×10^{-3}

表 E. 3. 1（续）

联轴器规格 in	轴直径 D_1 mm	轴直径 D_2 mm	轴直径 过盈量 mm	轴向移动 B mm	A （参考） mm		过盈率 （过盈量与直径之比）
					装配前	装配后	
10	$254.0_{-0.01}^0$	$253.49_0^{+0.01}$	$0.51_0^{+0.01}$	$12.24_0^{+0.25}$	17.04	4.8	2.0×10^{-3}
11	$279.4_{-0.01}^0$	$278.84_0^{+0.01}$	$0.56_0^{+0.01}$	$13.44_0^{+0.25}$	18.24	4.8	2.0×10^{-3}
12	$304.8_{-0.01}^0$	$304.19_0^{+0.02}$	$0.61_0^{+0.01}$	$14.64_0^{+0.25}$	19.44	4.8	2.0×10^{-3}

E. 3. 2 装上液压螺母，用手拧紧。

E. 3. 3 将低压油泵的油管接头与液压螺母上的管口相联接，在油路上安装量程为 100MPa 的压力表，在轮毂端面上装上监测位移量的百分表。

E. 3. 4 将高压油泵的油管接头与轴上的接头相联接，在油路上安装量程为 300MPa 的压力表。

E. 3. 5 用低压油泵加压至 5MPa，检查油路接口无渗漏后，向轮毂输送液压油直至轮毂末端渗油；继续缓慢加压，直至轮毂轴向移动停止。此时油压的大小取决于轮毂孔及轴颈的尺寸，其范围为 50MPa～80MPa。

E. 3. 6 低压油泵停止升压后，立即用高压油泵向轮毂内孔缓慢加压，使之膨胀，当压力加到接近最终压力时，及时观察百分表，严格控制推进量，最终油压值见表 E.3.6。

表 E. 3. 6 联轴器组装轮毂最终油压值

联轴器规格 in	最终油压值 MPa	联轴器规格 in	最终油压值 MPa	联轴器规格 in	最终油压值 MPa
$2\frac{1}{2}$	220	$5\frac{1}{2}$	244	$8\frac{1}{2}$	230
3	220	6	230	9	245
$3\frac{1}{2}$	230	$6\frac{1}{2}$	200	10	245
4	230	7	230	11	245
$4\frac{1}{2}$	230	$7\frac{1}{2}$	220	12	245
5	235	8	240	—	—

E. 3. 7 当轮毂安装到要求的轴向位置后泄压，并拆除高压油泵。

E. 3. 8 低压油泵继续保持油压 1h。

E. 3. 9 检查联轴器轴端尺寸。

E. 3. 10 装上轴端的锁紧螺母，待联轴器轮毂安装 4h～6h 后，联轴器方可使用。

E. 3. 11 联轴器安装时需注意下列事项：

- a) 联轴器主动端与被动端位置要正确；
- b) 安装内齿圈和间隔套筒时，不要调换螺栓等紧固件，以免破坏整个联轴器的动平衡；
- c) 轮毂与内齿圈的轴向移动量和径向移动量要符合产品技术文件的规定；

- d) 油嘴位置要正确、不歪斜, 以免油喷不进去;
- e) 所有紧固件按规定拧紧力矩均匀把紧。

E.4 液压拆卸联轴器

E.4.1 卸掉轴端螺纹上的锁紧螺母。转动轴螺母, 在轮毂端面和轴螺母之间留出 4mm~5mm 间距, 此间距为缓冲垫片厚度和轮毂的推进量。若距离不够, 当轮毂突然松开, 会损坏螺栓。

E.4.2 连接高压油泵油管接头, 加压至 5MPa 时检查油路, 确认无渗漏, 继续缓慢增加油压, 并用紫铜棒敲振轮毂, 加压至轮毂从轴上移出为止。

E.4.3 拆卸联轴器时需注意下列事项:

- a) 拆卸时操作者不要站在轮毂退出的正前方;
- b) 轮毂在退出之前不要将螺母卸掉;
- c) 缓慢加压, 否则会产生局部划伤;
- d) 拆卸轮毂在 1h 左右完成。

E.5 拆装联轴器轮毂所需压力的估算

E.5.1 拆装联轴器轮毂时, 使轮毂胀大的压力要稍大于配合面压紧力, 使配合的轮毂脱开。

E.5.2 轮毂脱开所需油压按公式 (E.5.2) 估算:

$$P_{\text{拆}} = \frac{(a + d / 200)E(D^2 - d^2)}{2dD^2} \dots\dots\dots (E.5.2)$$

式中:

$P_{\text{拆}}$ —— 拆装联轴器轮毂所需的油压, MPa。

a —— 配合直径过盈量, mm;

d —— 轮毂锥孔的平均直径, mm;

E —— 弹性模量, 碳钢为 2×10^5 , MPa;

D —— 轮毂外径, mm。

附录 F
(资料性附录)
径向轴承间隙值的测量方法

F.1 塞规测量法

F.1.1 塞规由三种不同的直径组成， ϕ_A 、 ϕ_B 、 ϕ_C 分别代表过端、标准端、止端直径，见图 F.1.1。

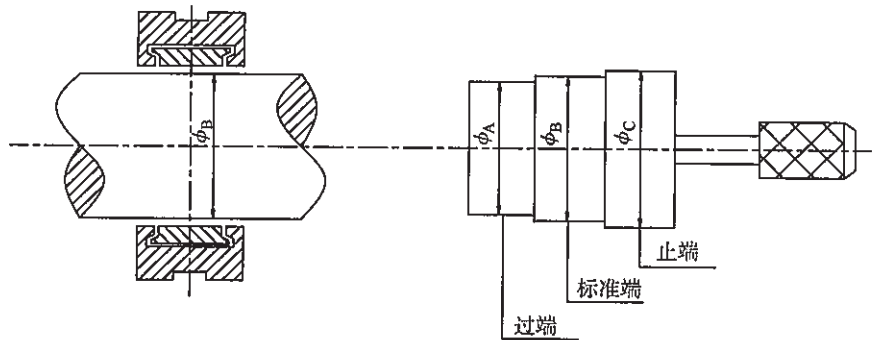


图 F.1.1 轴承内径塞规示意

F.1.2 轴承的标准内径要使塞规的过端和标准端通过，止端不通过。塞规的标准端通过轴承内径，表明轴承间隙符合要求。

F.2 千分尺测量法

F.2.1 均匀把紧轴承体的上盖螺栓，用内径千分尺在轴承座孔内的轴向左两侧共分 12 点测量其直径，见图 F.2.1。

F.2.2 测量可倾瓦块的厚度，见图 F.2.2，计算出五块轴瓦的算术平均值。

F.2.3 根据轴颈直径、轴承座孔直径、可倾瓦块厚度等测得的数据计算出轴承径向间隙。

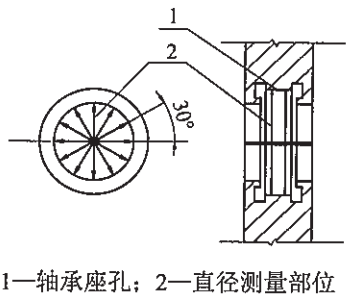


图 F.2.1 轴承座孔直径测量示意

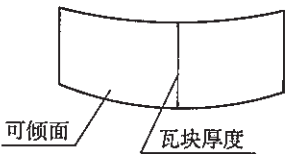


图 F.2.2 可倾瓦块厚度测量示意

F.3 抬轴测量法

F.3.1 用两只千分表，其中一只千分表的触点触及轴承盖的最高点，另一只千分表的触点触及轴的最高点，并把两只千分表的读数置“0”位。

F.3.2 用抬轴专用工具缓缓将轴垂直向上抬起，直到轴承盖上的千分表产生0.05mm读数为止，这时轴上所放千分表的读数减去0.05mm即为轴承的径向间隙。

F.4 压铅法

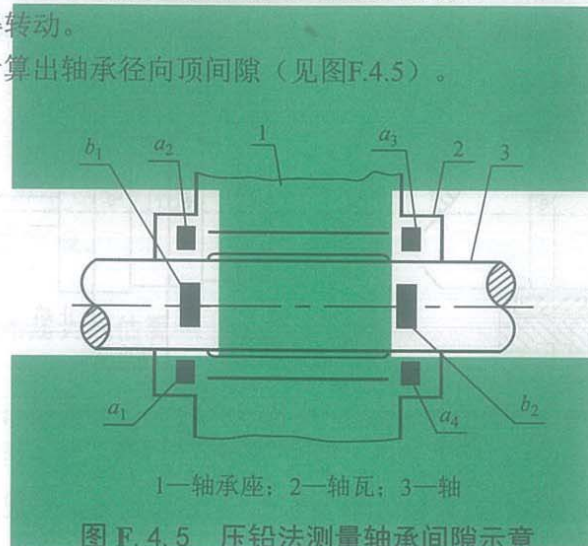
F.4.1 根据轴径和轴承宽度选择合适直径和长度的铅丝放在轴颈上部，安装上轴瓦，紧固连接螺栓。

F.4.2 安装轴承盖并紧固连接螺栓。

F.4.3 拆除轴承盖和上轴瓦，取出被压扁的铅丝，测量其厚度。

F.4.4 测量过程中轴不得转动。

F.4.5 按公式(F.4.5)计算出轴承径向顶间隙(见图F.4.5)。



$$\sigma = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{4} \quad \text{..... (F.4.5)}$$

式中：

σ —— 轴承的平均顶间隙，mm；

b_1 、 b_2 —— 轴颈上各段铅丝压扁后的厚度，mm；

$a_1 \sim a_4$ —— 轴瓦接合面上各段铅丝压扁后的厚度，mm。

附 录 G
(资料性附录)
几种常用化学除锈方法

G.1 常用化学除锈方法的溶液组成、操作方法及使用范围见表 G.1。

表 G.1 几种常用化学除锈方法

序号	溶液质量组成 %	操作方法	适用范围
1	H ₂ SO ₄ 7~12 若丁(或硫脲) 0.3~0.5 水 余量	工件在 66℃~77℃下浸洗或喷射工作, 继以中和及水洗	碳钢及低、中合金钢
2	HCl 7~12 若丁(或硫脲) 0.3~0.5 水 余量	工件在 38℃~40℃下浸洗 5min~15min, 继以中和及水洗	碳钢及低、中合金钢
3	H ₃ PO ₄ 15~17 CrO ₃ 15 H ₂ SO ₄ 1~1.2 水 余量	工件在 85℃~90℃下浸洗, 继以中和及 水洗	轻锈精密的碳钢及低、中合金钢 件
4	NaOH 3.7~5.7 Na ₂ CO ₃ 1.8~2.8 NaSiO ₃ 1.5~2.3	工件在 77℃~93℃电流密度为 5A/dm ² ~ 15A/dm ²	精密钢铁件
5	HCl 2(3.8 或 7.4) HF 2	工件在室温下浸洗, 继以中和及水洗	铸铁件
6	HCl 5 H ₃ PO ₄ 20 H ₂ SO ₄ 40 乌洛托平 0.8 水 35 白土 适量	将白土用混合酸液调成糊状, 在常温下均 匀涂覆于工件表面, 经一定时间后, 除去 涂覆层, 继以中和及水洗	大型或固定装备及精度要求不 高的工件

G.2 化学除锈后表面清洗的程序:

- a) 冷水洗;
- b) 中和: Na₂CO₃ (30g~40g), 水适量;
- c) 冷水洗;
- d) 钝化: K₂Cr₂O₇ (0.1g), 水适量;
- e) 冷水洗;
- f) 干燥: 吹干或烘干。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工离心式压缩机组 施工及验收标准

SH/T 3539—2019

条 文 说 明

2019 年 北 京

修 订 说 明

SH/T 3539—2019《石油化工离心式压缩机组施工及验收标准》，经工业和信息化部 2019 年 8 月 2 日以第 29 号公告批准发布。

本标准是在 SH/T 3539—2007《石油化工离心式压缩机组施工及验收标准》的基础上修订而成，上一版的主编单位是中石化南京工程有限公司（原中国石化集团第二建设公司），主要起草人员是王树华、郑祥龙、高小伍。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了近几年我国石油化工工程建设离心式压缩机组施工的实践经验，同时参考了国外先进技术标准，并以多种形式广泛地征求了有关设计、施工、监理等方面的意见，取得了离心式压缩机组施工及验收的重要技术参数，最终形成了本标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《石油化工离心式压缩机组施工及验收标准》编制组按章、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 范围	49
3 基本规定	49
4 施工准备	49
4.1 技术准备	49
4.2 施工现场	49
5 机组安装	49
5.1 开箱检验	49
5.2 基础检查复测及表面处理	49
5.3 底座安装	50
5.4 机器安装	50
5.5 机组定轴端距	50
5.6 机组对中	50
5.7 机组灌浆	50
6 离心式压缩机安装	50
6.1 水平剖分式压缩机下机体安装	51
6.2 水平剖分式压缩机轴承和密封安装	51
6.3 水平剖分式压缩机转子安装	51
6.4 水平剖分式压缩机机体闭合	51
7 变速箱安装	51
7.2 轴承组装	51
8 汽轮机安装	51
8.1 下机体安装	51
8.2 轴承和轴封安装	51
8.3 隔板安装	52
8.4 转子安装	52
8.5 上、下机体闭合	52
8.6 调节机构	52
8.7 保护装置	52
9 烟气轮机安装	53
10 电动机安装	53
11 附属设备及管道安装	53
11.1 附属设备安装	53
11.2 附属管道安装	53

11.3 油系统的油冲洗	53
12 机组试运转	53
12.1 试运转前准备	53
12.3 电动机单机试运转	53
12.4 变速箱试运转	54
12.5 汽轮机单机试运转	54
12.6 电动机驱动的离心压缩机机械试运转	54
12.8 烟气轮机机械试运转	54
附录 F (资料性附录) 径向轴承间隙值的测量方法	54

石油化工离心式压缩机组施工及验收标准

1 范围

本章规定了本标准的适用范围。对于单缸压缩机组、多缸压缩机组均适用。

驱动型式可分为汽轮机单独驱动、汽轮机和烟气轮机共同驱动、电动机单独驱动及电动机和烟气轮机共同驱动等四种。

由于煤化工和天然气化工离心压缩机组的施工及验收要求与石油化工离心压缩机组基本一致，故将煤化工和天然气化工离心压缩机组的施工及验收列入本标准的适用范围。

3 基本规定

3.7 c) 转子吊装保持轴向水平，适用于转子吊出机体或转子就位。

3.8 对零部件的拆卸、存放、清洗予以明确，适用机组施工的全过程。

3.8 b) 汽油具有较强的挥发性、易着火。因此，从安全角度出发规定不宜用汽油清洗零部件。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 规定机组施工前应具备设计文件、产品技术文件和施工技术文件，不允许在无设计文件、无产品技术文件或无施工技术文件情况下施工。

4.2 施工现场

4.2.1 机组安装不同于静设备的安装，本条考虑到施工现场条件，一般都较制造厂的条件差，在风沙大的地区或季节施工时，施工现场的条件就更差，因此规定了现场应具备的设施；同时在机组施工时，希望尽量缩短工期。

4.2.2 在压缩机安装时，往往机组厂房不能完全交工，而且某些部位在压缩机安装时需预留，因此，厂房结构安装需要与机组吊装就位统筹安排，而机组吊装就位后厂房需尽快施工，为压缩机安装创造好的环境。

5 机组安装

5.1 开箱检验

5.1.1 机组开箱检验，是对各零、部件的品种、规格、数量和外观质量逐一进行检查。而对机体内部存在的缺陷，随着施工的进展而逐步进行检查。

5.1.3 今后的发展可能对机组的安装不分专业，但目前仍需按专业安装。

5.2 基础检查复测及表面处理

5.2.5 沉降观测点的测量记录是在基础移交的同时进行提供。

5.2.6 b) 本项规定是指将垫铁放置处比垫铁每边大 50mm 范围内的基础表面铲凿平整, 以保证垫铁与基础接触良好、基础表面水平。

5.3 底座安装

5.3.2 底座的找正、找平是保证压缩机组安装质量的首要条件, 特别是基准机器底座的水平度需要准确。保证底座与基础间相对位置是为了保证二次灌浆层的厚度。

5.4 机器安装

5.4.1 b) 在机器和底座间加铜条的做法目前已被淘汰, 现都采用加不锈钢调整垫, 且要求不锈钢调整垫是整条的。

5.4.2 对各种驱动型式的机组, 均有各自找正、找平的基准机器, 且各不一样, 只有基准机器先行找正、找平, 才能使整个机组做好找正、找平工作。

5.5 机组定轴端距

5.5.1 机组的基准机器既是找正、找平的基准机器, 也是定轴端距的基准机器。

5.5.3 c) 对于电动机, 制造厂给定的磁力中心位置, 可能与实际的不吻合, 因此, 安装时应根据实际磁力中心位置调整轴端距。

5.6 机组对中

5.6.2 表测法即用百分表测量的办法, 分单表法与双表法。与单表法比较, 双表法和激光找正法的冷态对中测量方法不需过多计算, 目前, 对于大型机组的对中, 已很少使用单表法。

5.6.3 单缸机、多缸机是指离心压缩机缸的数量。

5.6.4 汽轮机、烟气轮机、压缩机为独立底座时, 需以汽轮机为基准对中。

5.6.5 与烟机轮机共同驱动压缩机的电动机往往是电动机/发电机, 但本标准中仅叙述其电动功能, 故一律称为电动机。

5.6.7~5.6.9 根据不同的习惯, 有的单位重视第 5.6.7 条中的复测工作, 在此期间还要调整同心度, 并称此时的工作为二次对中; 二次浆中的对中本标准称为“精对中”。

5.7 机组灌浆

5.7.1 d) 干砂需为细砂, 不要潮湿, 实际施工时采用油炒的办法干燥。地脚螺栓涂刷防锈底漆时, 漆涂一道底漆即可。

5.7.2 e) 鉴于目前有出厂即配制成功的早强、高强、无收缩流动灌浆料, 其在操作方法、强度和节省时间方面, 明显优于自行配制的灌浆料, 故要求二次灌浆宜采用无收缩流动灌浆料。

5.7.2 f) 二次灌浆时从一端开始逐浇逐捣密实以免产生气泡, 并充满整个机器底座底面下部且高于底座下表面 10 mm。

5.7.2 g) 松开底座上的调整螺钉, 再次拧紧地脚螺栓时, 调整螺钉附近底座的沉降量, 根据国内施工的各大型机组的实践, 均为 0.005mm~0.01mm。因此, 规定底座的沉降量不得超过 0.05mm 是完全可以做到的。

6 离心式压缩机安装

6.1 水平剖分式压缩机下机体安装

压缩机分水平剖分式和垂直剖分式两种。

6.2 水平剖分式压缩机轴承和油封安装

6.2.5 b) 推力瓦块接触面的检查方法如下：在推力盘承力面上涂着色剂，将转子推向低压侧，使推力盘主承力面与推力瓦块接触，按正常旋转方向转动数圈后取出瓦块，则可检查推力瓦块与推力盘承力面接触状况。

6.2.8 a) 轴承盖和轴承衬背或轴瓦壳体的过盈量和间隙值，不同的机组有不同的要求，有的要求过盈配合，有的要求有间隙，因此规定应符合产品技术文件规定。

6.2.10 迷宫式密封用于级间密封和端面密封。

6.3 水平剖分式压缩机转子安装

6.3.13 若转子上的半联轴器与转子分开供货，现场则需要与转子进行装配。过盈加键联轴器，采用热装。无键联轴器采用液压法装配，装配联轴器时，可按附录 E 的操作步骤进行装配。

6.4 水平剖分式压缩机机体闭合

6.4.2 c) 试闭合的目的第一是要检查中分面的密封情况；第二是要检查组装后机体内有无摩擦。压缩机机体双头螺栓的拧紧次序，对机体法兰的变形会有影响，因此应按产品技术文件规定的螺栓拧紧顺序进行。原则是从机体最大垂弧处开始，即从中部开始，然后左右对称，分别向前后紧固。

7 变速箱安装

7.2 轴承组装

7.2.1 a) 轴承水平剖分面接触需接触良好，其接触面涂红丹粉检查，一般以 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 内有 8 点～16 点，且组装后以 0.05mm 塞尺塞不进为合格，否则需刮研。

8 汽轮机安装

8.1 下机体安装

8.1.1 无论是单独底座或者是共用底座，在机器安装前都需要复测水平度。

8.1.2 汽轮机的前轴承为非输出端轴承，后轴承为输出端轴承。两个输出端的汽轮机，后轴承与被驱动的机器间同心度要求相对严格。

8.2 轴承和轴封安装

8.2.2、8.2.3 对剖分式滑动径向轴承和五块可倾式径向轴承的间隙可用普通的压铅法进行测量。对三块或四块可倾式径向轴承的间隙需在轴承安装前用专用的假轴进行测量。五块可倾式径向轴承的间隙是由机加工的精度来保证的，间隙是不可调整的；三块及四块可倾式径向轴承的间隙，则靠改变瓦块下面垫片的厚度来调整的。

每块可倾瓦的厚度可通过千分表来检查，其接触面一般不允许刮研。

考虑到国内外技术的发展及兴建装置规模的扩大，机组向大型化发展，构造上设置了顶轴油系统。

8.3 隔板安装

8.3.3 隔板的安装需要在转子按轴承座孔找中心后进行。隔板的安装着重是对隔板找中心，其目的是为了使所有隔板的中心与转子的中心相重合，使隔板汽封与轴之间的间隙在轴向和径向都均匀。

考虑到隔板膨胀量大于机壳膨胀量，隔板的水平剖分面一般需要低于机壳的水平剖分面。隔板膨胀间隙由制造厂提供，间隙值的选用需要做到不阻碍其受热膨胀，使汽轮机在运行中隔板水平剖分面处无间隙。水平剖分面的严密性用红丹和塞尺检查。

轴向间隙的检测需要和止推轴承的安装结合在一起进行，轴端密封采用机械密封或浮环密封时，可在安装密封的时候再进行检测。

8.4 转子安装

8.4.4 调整转子与机体的同心度，以前后轴封室为找正的基准点，每次找正的数据不能有过的偏差，而且每次测量前要按转子的旋转方向盘车，然后测量转子与机体之间轴线的偏差值，测量值要符合产品技术文件的规定。测量时需注意，当面对汽轮机转子为顺时针旋转方向时，左侧间隙较右侧间隙略大，反之，右侧间隙略大。

8.4.5 用百分表测量转子轴线与轴承座侧向端面间同轴度以及与轴承座孔对中偏差前，需要拆除推力轴承的端盖和副承力面侧的推力瓦块，装上主承力面侧下半部的推力瓦块。

8.4.7 测量时组合好推力轴承，转子的位置要参照制造厂的出厂记录，一般要处于推力瓦工作面承力侧的位置。

8.5 上、下机体闭合

8.5.1 机体正式闭合前，施工过程中常进行几次试闭合，是为了检查上下机体密封面的贴合情况，以利于上下机体正式闭合。试闭合要在未加密封胶的情况下进行。

8.6 调节机构

8.6.1 调节机构包括感应机构、传动放大机构、执行机构、反调整装置及调速汽阀等。调节机构各部位的检查与调整需视具体情况进行，一般情况下，关键部位不轻易拆卸。具体需拆卸部位，合同附件中有明确规定，或者由制造厂现场技术指导人员认可后，方可拆卸。

8.6.2 汽轮机的调速器在制造厂均已经过调试整定，在施工现场只需将其进行安装就位，现场一般不解体，确需解体，由厂家进行。

8.6.4 对主汽阀、调速汽阀、抽汽调节阀等在安装前需进行仔细检查，联接螺栓涂防咬合剂，保证滤网完整无损，法兰接合面良好。

8.6.5 提板式调速群阀系统各组件之间的间隙调整，关系到调速汽阀动作的准确性。因此，应按制造厂规定的数值进行调整，同时做到各阀开启位序的正确，以及各阀之间动作的协调。

8.6.10 冷态调校好的阀件行程在热态时进行验证，以确保汽轮机运行时调节机构及传动机构的动作准确。

8.7 保护装置

8.7.4 危急保安器的飞锤弹簧需要检查弹力，确保飞锤与衬套之间灵活无卡涩。

8.7.5 自动主汽阀检查的目的，是为了保证其滤网完整，蒸汽室疏水孔畅通，各油道联接正确且畅通，油动机连锁机构正确，动作灵敏可靠。

8.7.6 差胀是一种测量位移的方式。

9 烟气轮机安装

9.3 制造厂生产的烟气轮机结构型式不一，且产品技术文件各不相同，故此条规定烟气轮机各部分组装间隙应符合产品技术文件规定。

10 电动机安装

10.3 b) 轴承衬背与轴承座孔间一般要有 0.02mm~0.06mm 的间隙，但个别厂家要求小量过盈配合。

10.4 轴承端盖的水平剖分面需接触良好，自由状态即在不拧紧联接螺栓的状态下用塞尺检查其间隙。

10.6 电动机原则上不需要解体检查，确需解体检查时，需征得制造厂家的同意，或由建设/监理单位提出解体检查的要求后方可进行。

11 附属设备及管道安装

11.1 附属设备安装

11.1.9 排汽连接管有带调节板的，也有不带调节板的。带调节板的，现场安装比较方便，不带调节板的要注意组对接口量。膨胀节有在制造厂组装好的，也有在现场与凝汽器组焊的，在制造厂组装好的膨胀节，带有定位螺栓，安装时需注意检查定位尺寸，并在投用前将定位螺栓松开。

11.2 附属管道安装

11.2.1 机组的附属管道分为两大类，一类是随机组一起由制造厂预制或部分组装提供的管道，这类管道一般为油系统的管道；另一类为工艺系统管线与机组附属设备间的连接管。此两类管道的安装均要符合 GB 50235 的规定。

11.2.3 与机器连接的管道，安装时不可避免地会对机器产生作用力，但无论作用力有多少，都不应该使机器、轴、联轴器产生的位移量超过本条规定的数值，否则，配管则要重新进行。

11.2.6 吹洗方法需根据管道的使用要求、规格、工作介质及管道内表面的脏污程度确定。蒸汽管道以蒸汽吹扫，非热力管道不用蒸汽吹扫，大口径管道用人工清扫方法。

11.3 油系统的油冲洗

11.3.1 油冲洗的方法是以油在管道系统内循环的方式进行，清洗用油采用符合产品技术文件规定的油品。滤网的目数可根据油系统的洁净程度而定，现场可根据具体情况选择滤网的目数。

12 机组试运转

12.1 试运转前准备

12.1.1 h) 附属设备指机组范围内的设备，相关工艺设备指机组范围外但试运流程经过的设备。

12.3 电动机单机试运转

12.3.2 瞬时启动电动机是指转子转速初达额定转速立即停车，达到检查转子转向和转动情况的目的。

12.3.7 冷态指未启动或刚启动就停止时，即瞬时启动时电动机所处的状态，热态指运转后电动机定子温度接近工作状态温度时的状态。

12.4 变速箱试运转

12.4.1 一般情况下变速箱由电动机带动进行无负荷试运转,其考核指标是齿轮振动值不超出产品技术文件规定。齿轮振动值若超出产品技术文件规定时停止试运转,可在设计和厂家确认后与压缩机试运转时再考核。

12.5 汽轮机单机试运转

12.5.1、12.5.2 此两条是针对凝汽式汽轮机而言。

12.5.2 本条规定的汽轮机试运转步骤中列入了表面凝汽式汽轮机的试运转步骤。

12.6 电动机驱动的离心压缩机机械试运转

12.6.2 e) 轴承振动的测量,可在轴承座上(接触式)或在轴上(非接触式)测量,两处测量的数值不同,一般在轴承座上测量的振动允许值不超过在轴上测量的振动允许值的一半。现在新机组多采用非接触式测量,即自动检测、电脑显示振动值。

12.8 烟气轮机机械试运转

12.8.5 烟气轮机低负荷机械试运转是指由烟气轮机带动压缩机,且压缩机在无负荷状态下的试运转。若机组中有汽轮机,则需脱开汽轮机与压缩机间的联轴器。

附录 F (资料性附录) 径向轴承间隙值的测量方法

塞规测量法、千分尺测量法、抬轴法及压铅法是径向轴承间隙值常用的测量方法。对于薄壁瓦,采用塞规测量法测量;对于厚壁瓦,采用千分尺测量法测量;对于可倾瓦,采用抬轴测量法测量;压铅法可用于开式薄壁瓦、厚壁瓦、椭圆轴瓦、球形轴瓦等。

中 华 人 民 共 和 国
石 油 化 工 行 业 标 准
石油化工离心式压缩机组施工及验收标准
SH/T 3539—2019

*

中国石化出版社出版发行
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号
邮编：100011 电话：(010) 57512500
石化标准编辑部电话：(010) 57512453
发行部电话：(010) 57512575
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.75 字数 106 千字
2020 年 5 月第 1 版 2020 年 5 月第 1 次印刷

*

书号：155114·1696 定价：50.00 元
(购买时请认明封面防伪标识)