中华人民共和国行业标准

化工机器安装工程施工及验收规范
离心式压缩机

HGJ205-92

主编单位：中国化学工程第十三建设公司
批准部门：化学工业部
施行日期： 1992 年 10 月 1 日

化学工业部文件

(1992)化基字第 245 号

关于颁布《化工机器安装工程施工及验收规范》中,离心式压缩机、中小型活塞式压缩机两项行业标准的通知

各省、自治区、直辖市化工厅(局)：

我部委托中国化学工程第三建设公司负责修订的《化工机器安装工程施工及验收规范》中小型活塞式压缩机;委托中国化学工程第十三建设公司负责修订的《化工机器安装工程施工及验收规范》离心式压缩机,经有关单位会审,现批准为化工行业工程建设标准。编号分别为 HGJ206-92 和 HGJ205-92,自一九九二年十月一日起施行。

两项标准自施行之日起,原标准《中小型活塞式气体压缩机施工及验收技术规范(试行)》(炼化建 103-77)及《中低压离心压缩机施工及验收技术规范(试行)》(炼化建 102-77)即行作废。

本标准由化学工业部基本建设司负责管理。

化学工业部
一九九二年四月七日

修订说明

根据化工部(90)化基标字第 21 号文的安排,部委托中国化学工程第十三建设公司对《中低压离心压缩机施工及验收技术规范(试行)》(炼化建 102-77)进行了修订。

本规范在修订过程中,认真地分析了原规范的执行情况,总结了化肥、乙烯、纯碱、磷铵等工程的施工经验,参考了国内外最新版本的技术标准。本规范的技术指标是根据离心式压缩机、增速机、工业汽轮机的国内最新技术及八十年代产品技术指标确定的,符合我国目前机械制造水平。本规范与相关专业的标准进行了协调,经会审后定稿。

本规范规定了施工现场应具备的条件,并对保证期内机器的解体检查问题进行了规定。这对加快施工进度,降低施工成本,保证工程质量将起到积极作用。随着建设事业的发展,我国机械制造水平的提高,新材料、新机器将不断涌现,希各单位在执行本规范的过程中认真总结经验,积极提供改进意见,以便今后补充完善。

有关本规范的咨询事宜,请函寄河北省石家庄市槐中中路化工部施工标准化管理中心站(邮编： 050021)。

化学工业部基本建设司
一九九二年四月一日

1 总则

1.0.1 本规范适用于化工行业离心式压缩机组安装工程的施工及验收。

1.0.2 本规范是离心式压缩机组安装工程的施工及验收的专项规定。其通用技术要求,应按现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》通用规定的规定执行。

1.0.3 若本规范与机组技术文件(简称技术文件)的有关规定不相符时,应按技术文件的规定执行。

1.0.4 与机组有关的土建、管道、电气、仪表、防腐、绝热、脱脂等工程,除必须符合本规范的有关规定外,尚应按相应的国家现行标准规范进行施工及验收。

1.0.5 施工中,有关安全技术、劳动保护、防火措施等,均应符合国家现行的有关规定。

2 施工前的准备

2.1 技术准备

2.1.1 施工前应具备下列技术资料:

2.1.1.1 离心式压缩机组出厂合格证书;出厂合格证书必须包括下列内容:

(1)重要零、部件材质合格证书;

(2)随机管材、管件、阀门等质量证书;

(3)机壳及附属设备水压试验记录;

(4)转子制造质量检验证书;

(5)转子动平衡及叶轮超速试验记录;

(6)机器装配记录;

(7)机器试运转记录。

2.1.1.2 机组安装平、立面布置图,基础图、装配图、系统图及配管图,安装、使用、维修说明书;

2.1.1.3 机组的装箱清单;

2.1.1.4 基础中间交接资料;

2.1.1.5 有关的规范、技术要求、施工方案等。

2.1.2 施工前必须组织图纸会审及技术交底,并应有相应的记录。

2.2 机组运输与吊装

2.2.1 机组的吊装与运输,应执行现行行业标准《化工工程建设起重施工规范》的有关规定。

2.2.2 机组的吊装和运输,应根据包装标记或设备重心确定受力点,作业过程中,应使机器及主要部件保持水平状态。

2.2.3 机器及零部件吊装、运输时,不得将钢丝绳、索具直接绑扎在机加工面上,绑扎部位应适当衬垫,或将索具用软材料包裹,并严禁撞击。

2.2.4 吊装转子时,应使用制造厂提供的专用工具。对自制的吊装工具及索具,应进行 200%的工作负荷试验,时间不得少于 1 小时。

2.3 开箱验收及保管

2.3.1 机组开箱验收及安装期间的保管,应按现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》通用规定的有关规定执行。

2.3.2 精密零、部件应按技术文件要求存放在适宜库房内的货架上。

2.3.3 随机技术资料、专用工具及计量器具,应清点造册,妥善保管,保证使用。

2.4 施工现场应具备的条件

2.4.1 基础必须具备安装条件,基础附近的地下工程及地坪应完成,运输、消防道路应畅通。

2.4.2 厂房或临时设施应能防止风、沙、雨、雪的侵袭。环境温度不应低于 5 ℃。

2.4.3 厂房内机组安装用的起重设备,应经试运行合格。

2.4.4 施工用水、电、气和照明应接通且具备使用条件。

2.4.5 施工现场必须备有足够的消防器材。

2.4.6 备齐施工用机具及计量器具。计量器具应周检合格,精度等级必须满足测量要求。

2.4.7 施工现场应具备材料及零、部件存放条件。

2.5 基础验收及处理

2.5.1 基础使用前必须办理中间交接证书。基础移交时必须同时提供下列资料;

2.5.1.1 施工质量合格证书及中心、标高、外形尺寸实测记录;

2.5.1.2 当设计有要求时,提供基础的沉降观测点位置及沉降观测记录。

2.5.2 对基础进行外观检查,应满足下列要求:

2.5.2.1 不得有裂纹、蜂窝、空洞、露筋等缺陷;

2.5.2.2 基础中心线、标高、沉降观测点(如设计有规定时)等标记齐全、清晰。

2.5.3 按土建基础图和技术文件,对基础的外形尺寸、坐标位置进行复测检查,如设计无特殊规定时,其允许偏差应符合表 2.5.3 的规定。

表 2.5.3 基础尺寸及位置允许偏差 mm

项次	项目名称	允许偏差
1	坐标位置(纵横轴线)	± 20
2	不同平面的标高	− 20
3	平面外形尺寸 凸台上平面外形尺寸 凹穴尺寸	± 20 − 20 +20
4	平面水平度(包括地坪上需安装设备部分) (1)每米 (2)全长	 5 10
5	垂直度 (1)每米 (2)全长	 5 10
	预埋地脚螺栓	

6	(1)标高(顶端) (2)中心距(在根部和顶部两处测量)	+20 ± 2
7	预留地脚螺栓孔 (1)中心位置 (2)深度 (3)孔壁垂直度	 ± 10 +20 10
8	预埋活动地脚螺栓锚板 (1)标高 (2)中心位置 (3)水平度(带槽的锚板) (4)水平度(带螺纹孔的锚板)	 +20 ± 5 5 2

2.5.4 机组安装前应对基础作如下处理：

2.5.4.1 需要二次灌浆的基础表面,应铲出麻面,麻点深度不应小于 10mm,密度以每平方分米内 3 ～ 5 点为宜,表面不得有疏松层或有油污;

2.5.4.2 放置垫铁处的基础表面应铲平,其水平度偏差不应大于 0.5mm/m,与垫铁应均匀接触,接触面积不应少于 50%;

2.5.4.3 若须预埋垫铁,应将放垫铁处的基础面铲出凹坑,用高于基础标号的水泥砂浆埋设平垫铁。平垫铁上表面的水平度偏差不应大于 0.5mm/m,标高偏差不应大于 2mm,砂浆层厚度不得小于 40mm;

2.5.4.4 锚板与基础表面应均匀接触,接触面积不得少于 50%;

2.5.4.5 螺栓孔内的碎石、泥土、积水等必须清除干净。

3 机组就位、找平找正与固定

3.1 垫铁与地脚螺栓

3.1.1 当技术文件无要求时,垫铁的布置应符合下列规定：

3.1.1.1 垫铁组应放在底座立筋及纵向中心线等负荷集中处;

3.1.1.2 垫铁组应放在地脚螺栓两侧并尽量靠近螺栓;不带锚板的地脚螺栓,间距小于 300mm 时,可只在一侧安放垫铁;

3.1.1.3 相邻垫铁组的间距,可根据机器重量、底座结构、负荷分布情况而定,宜为 300 ～ 700mm 。

3.1.2 垫铁应平整,无氧化皮、毛刺和卷边。斜垫铁的斜度宜为 1/20,表面粗糙度 Ra 不应大于 6.3 μ m,配对斜垫铁之间接触面应密实。

3.1.3 垫铁规格的选用,应按现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》

通用规定执行。

3.1.4 每组垫铁限用一对斜铁,总层数不超过 4 层,总高度宜为 40 ～ 70mm 。

3.1.5 机器安装后的垫铁组,用 0.25 ～ 0.5kg 的手锤敲击检查应无松动,层间用 0.05mm 塞尺检查,垫铁同一断面处两侧塞入深度之和不得超过垫铁边长(或宽)的 1/4 。最终检查合格
后,将垫铁两侧层间用定位焊固定。焊接时,严禁将地线固定在机器上。

3.1.6 采用无垫铁安装的机组,施工方法应符合现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》通用规定附录二的规定,其调整用的支承应符合下列要求：

3.1.6.1 底座带有调整顶丝时,铲去其对应位置的基础浮层,用高于基础强度的水泥砂浆埋设支承顶丝的平垫铁。其水平度偏差不应大于 2mm/m,标高偏差不应大于 2mm;

3.1.6.2 若用小型千斤顶或临时垫铁调整时,其布置和数量应符合本规范 3.1.1.3 的规定。

3.1.7 地脚螺栓安装前的检查处理及安装要求,应符合现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》通用规定第 3 章的有关规定。

3.2 机组就位前的准备

3.2.1 散装供货的变速机下机壳,压缩机、汽轮机、电动机的轴承箱,应进行 4 小时以上的煤油渗透试验,以无渗漏为合格。

3.2.2 底座与混凝土接触的部位,必须清除油垢、油漆、铸砂、铁锈等。

3.2.3 安装在机器下部与机器相连接的设备,检查试压合格后,应预先吊装就位并初步找正,与机器连接的法兰口应加设盲板,以免脏物掉入。

3.3 机组就位、找平找正

3.3.1 机组就位前必须合理确定供机组找平找正的基准机器。应调整固定基准机器,再以其轴线为准,调整固定其余机器。

3.3.2 基准机器的确定,应符合下列要求：

3.3.2.1 制造厂规定的安装基准机器;

3.3.2.2 选重量大、调整困难的机器;

3.3.2.3 机器多、轴系长时,宜选安装在中间位置的机器;

3.3.2.4 条件相同时,优先选择转速高的机器。

3.3.3 机组就位时,联轴器端面间轴向距离,应符合技术文件要求。

3.3.4 机组中心线应与基础中心线一致,其偏差不应大于 5mm 。

3.3.5 基准机器的安装标高,其偏差不应大于 3mm 。

3.3.6 调整水平前,应先确定水平测点的位置及机组的安装基准部位,并应符合下列要求：

3.3.6.1 纵向水平可在轴承座孔,轴承座、壳体中分面,轴颈或制造厂给定的专门加工面上选点测量;

3.3.6.2 横向水平以轴承座、下机壳中分面,或制造厂给的专门加工面上进行测量;

3.3.6.3 宜选择基准机器的轴颈为机组的安装基准部位。

3.3.7 机组水平度的允许偏差应符合下列要求：

3.3.7.1 纵向水平度的允许偏差,基准机器的安装基准部位应为 0.02 ～ 0.05mm/m,其余机器必须保证联轴器对中要求;

3.3.7.2 横向水平度的偏差不应大于 0.10mm/m,同一机器各对应点的水平度应基本一致。

3.3.8 对于水平剖分散装机组,其安装顺序应依次安装底座、轴承座、下机壳及内件。基准机器下机壳调整固定后,再安装调整其余部件和其他机器。其允许偏差应符合下列要求：

3.3.8.1 轴承座孔中心与下机壳中心的偏差不应大于 0.03mm;

3.3.8.2 其它机器的轴承座孔中心与基准机器中心的偏差不应大于 0.05mm 。

3.4 机组联轴器对中

3.4.1 联轴器外观检查,应无毛刺、裂纹等缺陷,用千分表检查径向与端面跳动偏差值,应符合本规范表 4.4.1 的规定。

3.4.2 对中器具及调整操作应符合下列规定：

3.4.2.1 千分表周检合格,精度应符合测量要求;

3.4.2.2 表架应结构坚固,重量轻、刚度大,安装牢固无晃动。使用时应测量表架挠度,以校正测量结果;

3.4.2.3 应避免在阳光照射或冷风偏吹情况下进行对中;

3.4.2.4 调整垫片应清洁、平整,无折边、毛刺。

3.4.3 必须按制造厂提供的找正图表或冷对中数据进行对中。联轴器对中允许偏差应符合表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 联轴器对中允许偏差 mm

转速 r/min	≤ 6000		> 6000	
联轴器型式　千分表位置	径向	端面	径向	端面
齿式	0.08	0.04	0.05	0.03
弹性、膜式	0.06	0.03	0.04	0.02
刚性	0.04	0.02	0.03	0.01

注：表中数值为 180 ° 千分表读数差。

3.5 基础二次灌浆

3.5.1 基础二次灌浆前,应检查复测下列项目,并做好记录。

3.5.1.1 联轴器的对中偏差和端面轴向间距应符合要求;

3.5.1.2 复测机组各部滑销、立销、猫爪、联系螺栓的间隙值;

3.5.1.3 检查地脚螺栓是否全部按要求坚固;

3.5.1.4 检查垫铁组,应符合 3.1.5 中规定,层间定位焊完毕,机组检查复测合格后,必须在 24 小时内进行灌浆,否则,应再次进行复测。

3.5.2 二次灌浆层的厚度,宜为 40 ～ 70mm 。

3.5.3 二次灌浆安设的模板,应符合下列规定：

3.5.3.1 外模板与底座外缘的间距不宜小于 60mm,模板高度应略高于底座下平面;

3.5.3.2 如需支设内模板,其与机器底座外缘的间距不得小于底座底面边宽。

3.5.4 当用无收缩或微膨胀混凝土灌浆时,其标号应高于基础标号 1 ～ 2 级,且不得低于 250 号。配比应符合本规范附录 A 的规定。使用前必须做试块试验。

3.5.5　二次灌浆前,基础表面必须清除油污。用水冲洗干净并保持湿润 12 小时以上,灌浆时应清除表面积水。

3.5.6　灌浆时,环境温度应在 5 ℃以上,否则,砂浆可用 60 ℃以下温水搅拌和掺入一定数量早强剂。

3.5.7　二次灌浆必须在安装人员配合下,连续进行一次灌完。灌浆时应不断捣固,使混凝土紧密地充满各部位。

3.5.8　二次灌浆后要认真进行养护,养护期间当环境温度低于 5 ℃时,应采取防冻措施。

4　离心压缩机安装

4.1　一般规定

4.1.1　整体安装的机组,如在制造厂试运转合格而又不超过机械保证期限,现场可不做解体(揭盖)检查。

4.1.2　现场组装的机组,零部件应检查并清洗合格后,再进行组装。

4.2　轴承装配

4.2.1　轴承装配前应进行外观检查,轴瓦合金表面不得有裂纹、孔洞、重皮、夹渣、斑痕等缺陷。合金层与瓦壳应牢固紧密地结合,经涂色检查不得有分层、脱壳现象。

4.2.2　可倾瓦、薄壁瓦轴承间隙及接触面积是由机械加工保证的,不应进行刮研。

4.2.3　径向轴承的装配应该符合下列要求：

4.2.3.1　用涂色法检查瓦背与轴承座孔应紧密均匀贴合,厚壁瓦的接触面积,不应少于 50%;可倾瓦、薄壁瓦、球面瓦的接触面积不应少于 75%;

4.2.3.2　轴瓦与轴承座和轴承盖之间的过盈量应该符合表 4.2.3-1 的规定;

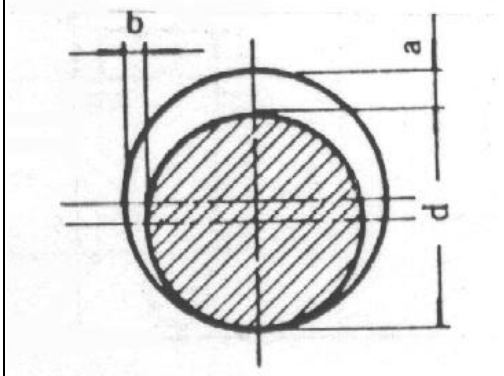
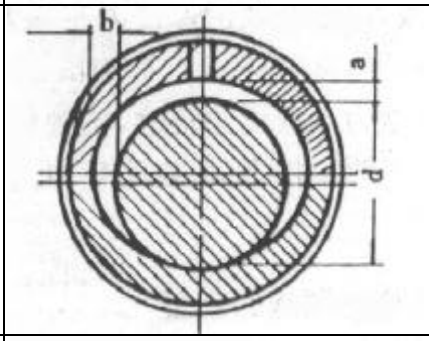
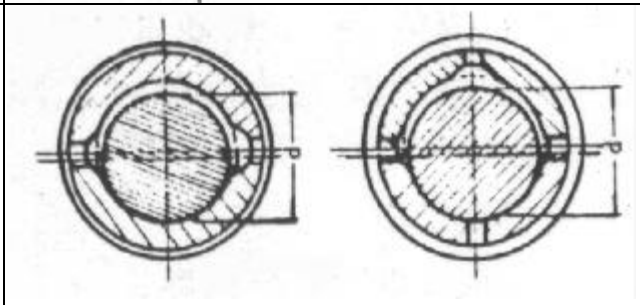
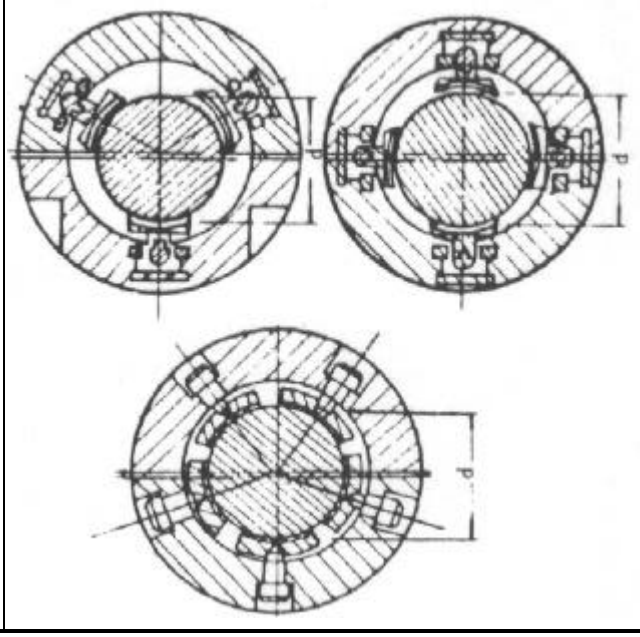
4.2.3.3　用涂色法检查轴颈与轴瓦的接触情况,轴瓦与轴颈接触应均匀,轴向接触长度不应少于 80%;

4.2.3.4　用压铅法或千分表抬轴法测量径向轴承间隙并做好记录。轴承间隙应符合表 4.2.3-2 的规定;

表 4.2.3-1　　轴瓦过盈量　　mm

序号	名称	过盈量
1	圆筒形瓦	0.03~0.07
2	椭圆形瓦	0.02~0.05
3	多油楔圆形瓦	0.02~0.04
4	可倾瓦	0.01~0.03
5	球面综合推力瓦	0.03~0.05
6	球面瓦	－0.06~－0.02

表 4.2.3-2　　**轴承间隙**　　mm

名称	**简图**	**间隙值**
圆筒形瓦		**顶间隙：** $_a$=(1.8~2.5)d ‰ d **－轴颈直径** **侧间隙：** b=$\frac{1}{2}$a
椭圆形瓦		**顶间隙：** $_a$=(1.5~2)d ‰ d **－轴颈直径** **侧间隙：** b=(1~1.5)$_a$
多油楔圆瓦		**间隙为：** $_a$=(1.5~1.9)d ‰ d **－轴颈直径**
可倾瓦		**间隙为：** $_a$=(1.4~2)d ‰ d **－轴颈直径**

4.2.3.5　**可倾瓦的瓦块厚度应均匀,各瓦块间厚度差不应大于** 0.01mm **。装配后瓦块能自由摆动,不得有卡涩现象**;

4.2.3.6　**厚壁、可倾瓦口接触应严密。自由状态时,用塞尺检查,间隙不得大于** 0.05mm **。**

4.2.4 **推力轴承的装配应符合下列要求：**

4.2.4.1 **推力瓦块的外观检查,应符合本规范** 4.2.1 **的规定,表面粗糙度** Ra **不大于** 0.4 μ m;

4.2.4.2 **推力瓦块的厚度应均匀一致,同组瓦块的厚度差不应大于** 0.01mm;

4.2.4.3 **推力轴承调整垫应平整,各处厚度差应小于** 0.01mm,**数量不应超过** 2 **块**;

4.2.4.4 **用涂色法检查,推力轴承与推力盘应均匀接触,接触面积不应小于** 75%;

4.2.4.5 **测量推力轴承间隙,应在上下两半推力瓦、定位环和上下两半瓦套紧固后进行,推力轴承的间隙应为** 0.25 ～ 0.60mm **。**

4.3 机壳与隔板的安装

4.3.1 **机壳的检查与安装应符合下列要求：**

4.3.1.1 **检查机壳的外观,不得有裂纹、夹渣、气孔、铸砂和损伤等缺陷**;

4.3.1.2 **壳体的水平或垂直剖分面应完好无损,接合面自由结合时,间隙不应大于** 0.08mm,**或每隔一个螺栓拧紧后,间隙不应大于** 0.03mm;

4.3.1.3 **轴承箱内的铸砂、杂物等应清理干净。**

4.3.2 **机壳安装在底座支承面上后,应检查以下各项内容：**

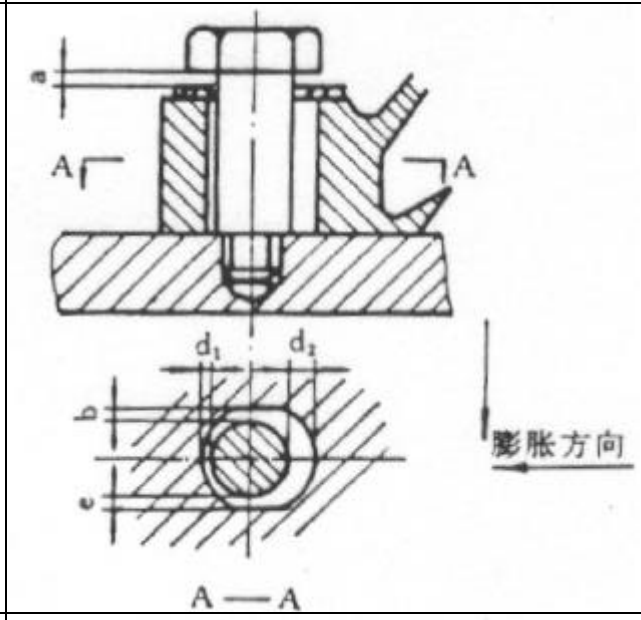
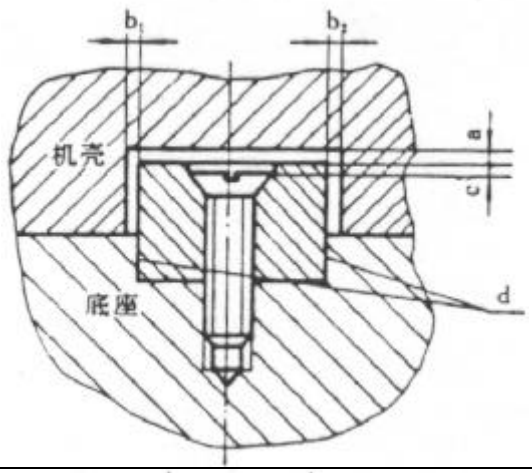
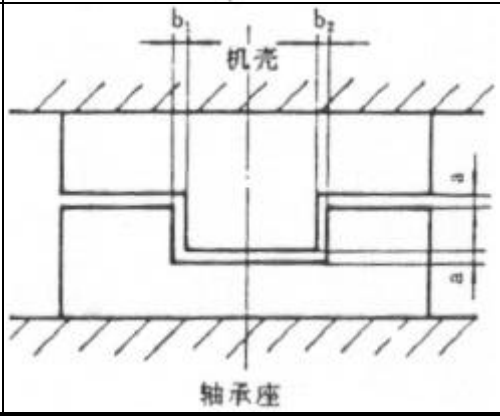
4.3.2.1 **底座支承面和机壳支座底面应紧密结合,自由状态下,宜用** 0.03mm **的塞尺检查,不得塞入为合格**;

4.3.2.2 **底座支承面与轴承座底面应严密接触,应用** 0.05mm **的塞尺检查,不得塞入为合格。**

4.3.3 **支承滑销系统的检查与调整应符合下列要求：**

4.3.3.1 **联系螺栓、滑动键的间隙及膨胀方向,应符合技术文件规定。若技术文件无规定,应符合本规范表** 4.3.3 **的要求**;

表 4.3.3　　**离心式压缩机联系螺栓滑动键配合要求**　　mm

名称	**简图**	**配合要求**
联系螺栓		a=0.04~0.06 b=3~5 $d_1=\frac{1}{4}(d_1+d_2)>1$ $d_2=\frac{3}{4}(d_1+d_2)$ e＜b
水平度		a=1~2 $b_1+b_2=$ c=0.3~0.5 d=0.01~0.03 **过盈**
垂直键		a＞3 $b_1+b_2=$

4.3.3.2　**挠性板支承的机组,其挠性板倾斜方向和数值应符合技术文件的规定。**

4.3.4　**隔板的检查与安装应符合下列要求：**

4.3.4.1　**隔板外观检查,铸件不得有裂纹、气孔、未浇满和夹层等缺陷,扩压器和回流器的导流叶片应完整无损**;

4.3.4.2　**隔板装进机壳时,应自由地落入槽中,无卡涩现象;隔板装配后,隔板与隔板及隔板与机壳中心的偏差应小于** 0.05mm;

4.3.4.3　**两半隔板结合面应接触良好,结合面的局部间隙应小于** 0.08mm;

4.3.4.4　**固定上下隔板的销子、定位键和对应孔槽的配合应符合技术文件的规定**;

4.3.4.5 **隔板最终装配时,应在各结合面处涂干石墨粉或其它防咬合剂;**

4.3.4.6 **隔板的吊装应使用专用工具。**

4.4 转子安装

4.4.1 **转子的检查应符合下列要求：**

4.4.1.1 **检查并清洗转子,应无锈蚀、损伤、变形、裂纹等缺陷;**

4.4.1.2 **测量转子主轴颈及浮环密封配合处轴径的圆度、圆柱度,其各部允许偏差值应符合表** 4.4.1 **的规定;**

表 4.4.1 **压缩机转子各部允许偏差值** mm

主轴颈及浮环密封配合处的轴径	联轴器	推力盘	叶轮外圆	叶轮进口处	平衡盘										
部位	D	O	K	部位	L	E	部位	P	部位	A	B	部位	S	T	部位	G
直径	径向跳动	圆度	圆柱度	直径	径向跳动	端面跳动	直径	端面跳动	直径	径向跳动	端面跳动	直径	径向跳动	端面跳动	直径	径向跳动
≤100	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤150	≤0.01	≤0.01	≤180	＜0.01	≤500	≤0.15	≤0.40	≤300	≤0.10	≤0.10	≤250	≤0.02
≤200	≤0.015	≤0.015	≤0.015	≤250	≤0.015	≤0.015	≤300	≤0.015	≤1000	≤0.20	≤0.50	≤700	≤0.15	≤0.15	≤400	≤0.05
＞200	≤0.02	≤0.02	≤0.02	＞250	≤0.02	≤0.02	＞300	≤0.02	＞1000	≤0.25	≤0.60	＞700	≤0.20	≤0.20	＞400	≤0.10

4.4.1.3 **检查主轴颈、浮环密封或机械密封配合处及径向探头监测区轴的表面粗糙度** Ra **不应大于** 0.4～0.8 μm;

4.4.1.4 **推力盘表面粗糙度** Ra **不应大于** 0.4 μm;

4.4.1.5 **测量转子各部位的径向跳动值、端面跳动值,并应符合表** 4.4.1 **的规定,其测点如图** 4.4.1 **所示。**

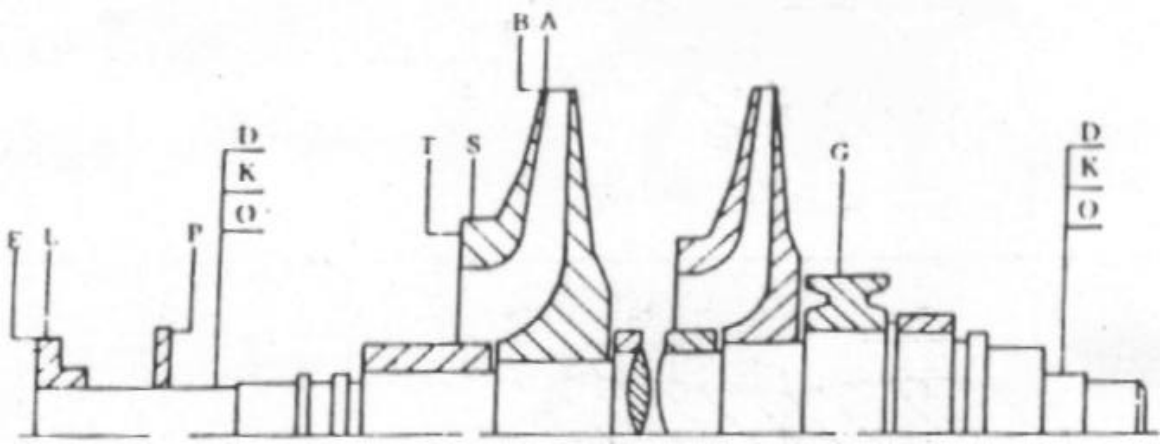


图 4.4.1 **压缩机转子测点示意图**

4.4.2 **转子吊装应使用专用工具,吊装时转子应保持水平状态。**

4.4.3 **转子就位后,应测定转子总窜量,并按技术文件要求,调整轴向位置,装推力轴承,使叶轮工作通道对称于扩压器通道,允许偏差宜为±** 1mm **。**

4.4.4 **联轴器的装配应符合下列要求：**

4.4.4.1　检查并清洗联轴器,应无锈蚀、裂纹、毛刺和损伤等缺陷;

4.4.4.2　测量轮毂孔和轴的直径、锥度,其过盈值和锥度应符合技术文件的规定;

4.4.4.3　检查轮毂孔和轴的表面粗糙度 Ra,不应大于 0.8 μm;

4.4.4.4　用涂色法检查无键联轴器轮毂孔和轴的接触情况,能推进部分的接触面积应大于 80%;

4.4.4.5　无键联轴器宜用液压法装配,操作方法、装配的压力、推进量必须符合技术文件的规定;

4.4.4.6　过盈加键联轴器,宜用热装,加热温度和方法取决于联轴器孔的尺寸和过盈量。加热温度宜为 180 ～ 230 ℃。

4.5　密封装置的安装

4.5.1　迷宫密封的检查与安装应符合下列要求：

4.5.1.1　各密封片应无裂纹、卷曲等缺陷,镶装牢固,安装方向应正确,如图 4.5.1-1 所示;

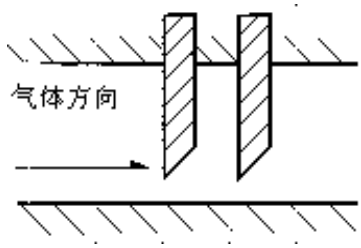


图 4.5.1-1　密封片安装方向

4.5.1.2　以转子为准,检查各部迷宫密封间隙,其值应符合表 4.5.1 的规定,测量位置如图 4.5.1-2 所示;

4.5.1.3　迷宫式软密封的装配间隙,应符合技术文件的规定。

表 4.5.1　　**各部迷宫密封间隙**　　mm

部位	**径向尺寸**	**半径间隙**
油封 A	≤ 100 > 100~180 > 180	0.15~0.25 0.20~0.30 0.25~0.35
端部密封 B	≤ 120 > 120~200 > 200	0.20~0.30 0.25~0.35 0.30~0.40
中间轴与轴套密封 C	≤ 150 > 150~300 > 300	0.25~0.35 0.30~0.40 0.35~0.50
叶轮进口侧密封 D	≤ 200 > 200~320 > 320~500 > 500~800	0.20~0.30 0.25~0.35 0.30~0.45 0.35~0.55
平衡盘密封 E	≤ 180 > 180~320 > 320~500 > 500	0.20~0.30 0.25~0.35 0.30~0.45 0.35~0.55

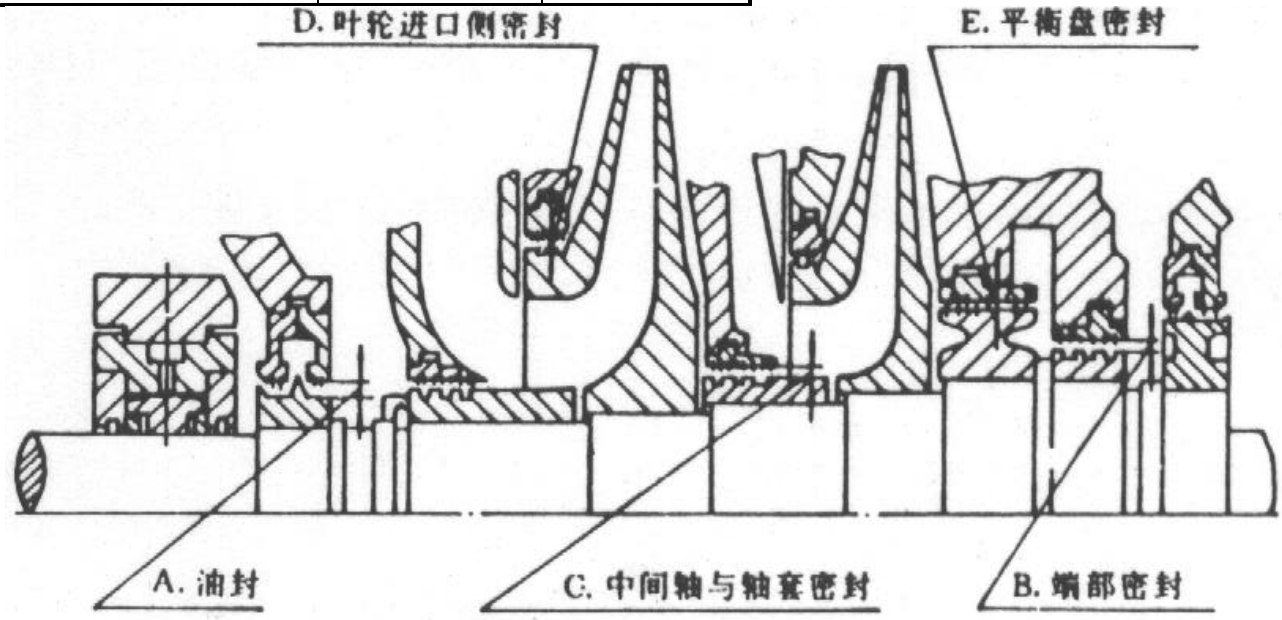


图 4.5.1.2-2　　**迷宫密封间隙示意图**

4.5.2　**浮环油膜密封的检查与安装,应符合下列要求：**

4.5.2.1　**内外浮环的合金表面不应有气孔、夹渣、重皮、裂纹等缺陷**;

4.5.2.2　**测量内外浮环的直径及各部位尺寸并记录**;

4.5.2.3　**浮环与密封体的接触面应光滑,无碰伤、划痕等缺陷,且接触应良好**;

4.5.2.4　**浮环密封的“ O ”形环应完好无损**;

4.5.2.5　**浮环密封组的装配间隙,应符合技术文件规定**;

4.5.2.6　**浮环密封组装后,应活动自如,不得有卡涩现象。浮环密封如图** 4.5.2 **所示。**

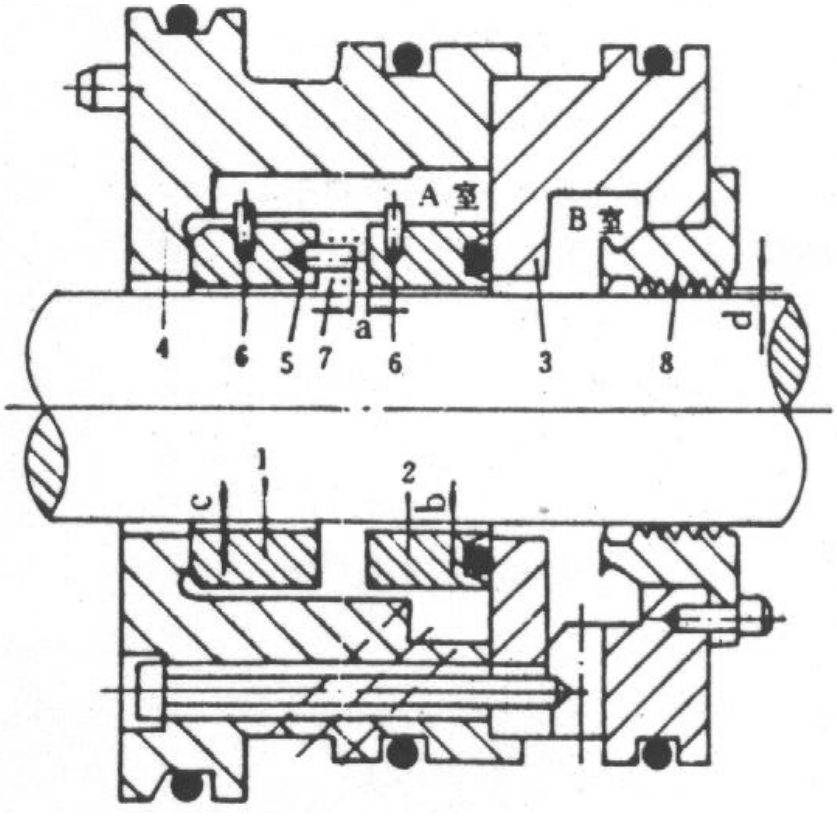


图 4.5.2　　**浮环密封示意图**

1 **－外浮环；** 2 **－内浮环；** 3 **、** 4 **－密封盒体；** 5 **－销钉；**

6 **－定位销；** 7 **－弹簧；** 8 **－梳齿形密封**

4.5.3　**机械密封的检查与安装,应符合下列要求：**

4.5.3.1　**机械密封各零件不应有损伤、变形,密封面不应有裂纹、擦痕等缺陷**;

4.5.3.2　**检查密封环的平行度,其偏差不应大于** 0.01mm,**端面垂直度偏差不应大于** 0.05mm;

4.5.3.3　**装配过程中**,**零件必须保持清洁**,**动环及静环的密封面应无灰尘和异物**;

4.5.3.4　**静环安装后应能沿轴向灵活移动**;

4.5.3.5　**安装后盘动转子应转动灵活**;

4.5.3.6　**机械密封的冲洗系统及密封系统必须保证清洁无异物。**

机械密封如图 4.5.3 **所示。**

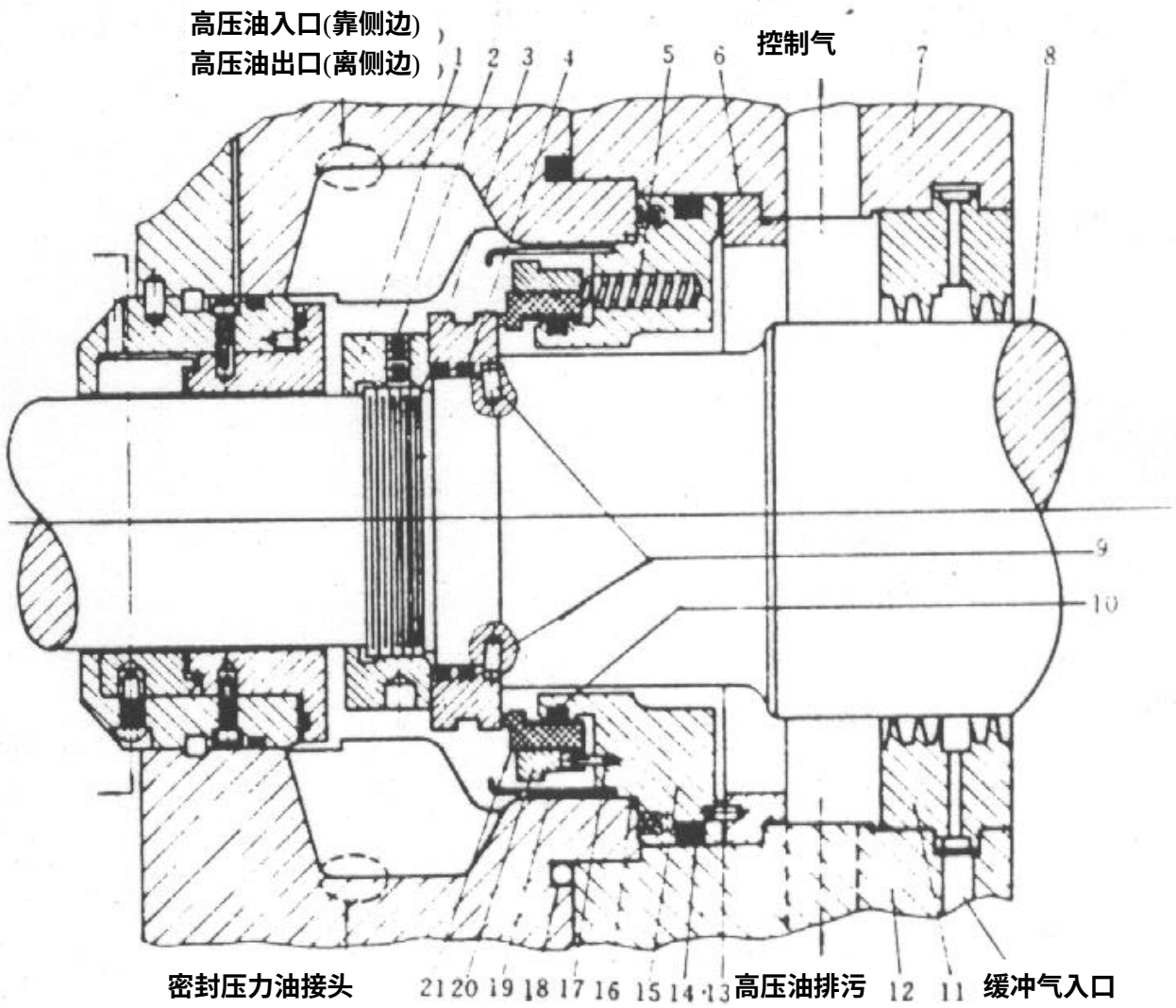


图 4.5.3　机械密封示意图

1－锁紧螺母；2－锁紧螺母；3－密封环；4－“O”型圈；5－密封弹簧；6－垫；
7－压缩机；8－轴；9－驱动销；10－“O”型环；11－回风迷宫密封；
12－压缩机箱体；13－销；14－“O”型环；15－密封体；16－“O”型环；
17－防转动销；18－“O”型环；19－护套；20－托架；21－炭环

4.6　机壳闭合

4.6.1　机壳闭合前,检查下列各项,均应符合技术文件要求,并应有相应的安装记录：

4.6.1.1　径向轴承、推力轴承各部间隙;

4.6.1.2　机壳、隔板、密封装置组装状况;

4.6.1.3　转子中心位置、水平度、转子的主要部位跳动值;

4.6.1.4　机壳水平度、剖分面接触状况;

4.6.1.5　支承滑销系统组装状况。

4.6.2　机壳闭合时,应符合下列要求：

4.6.2.1　检查确认机壳内部清洁无异物;

4.6.2.2　检查确认机壳内的紧固或定位螺栓应拧紧、锁牢;

4.6.2.3　在机壳剖分面上均匀地涂抹密封剂,密封剂应符合技术文件规定。若技术文件无规定时,应按本规范附录 B 的规定执行;

4.6.2.4　装上导向杆,将机壳平稳闭合,安装定位销,检查轴封部位不得有错口现象;

4.6.2.5　按规定顺序和紧固力矩拧紧机壳剖分面的联接螺栓;

4.6.2.6　机壳闭合后,盘动转子应转动灵活无异常声响。

4.6.3 **机壳螺栓的紧固,应符合下列要求：**

4.6.3.1 **机壳螺栓应无毛刺、损伤,螺栓的螺纹部位应涂防咬合剂。拧螺母时不得有卡涩现象**;

4.6.3.2 **螺栓的紧固顺序：应从机壳中部开始,按左右对称分两步进行,先用** 50 ～ 60%**的额定力矩拧紧,再用** 100%**的额定力矩紧固**;

4.6.3.3 **螺栓的紧固力矩,应符合技术文件规定,当技术文件无规定时,可按本规范附录** C **的规定执行。**

4.7 变速机的安装

4.7.1 **本节适用于平行轴传动的渐开线齿轮变速机的安装。**

4.7.2 **变速机安装前应检查以下内容：**

4.7.2.1 **箱体外观检查,铸件不得有裂纹、气孔、未浇满、夹层等缺陷;焊件不得有变形、裂纹等缺陷**;

4.7.2.2 **检查轴颈的圆度、圆柱度、径向跳动,其允许偏差应符合技术文件规定。若技术文件无规定时,应符合表** 4.7.2 **的规定**;

表 4.7.2 **轴颈允许偏差** mm

名称	**圆度**	**圆柱度**	**径向跳动**
允许偏差	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01

4.7.2.3 **检查推力盘的表面粗糙度** Ra,**不应大于** 0.8 μ m,**端面跳动值应小** 0.015mm;

4.7.2.4 **检查齿轮工作面不得有剥落、裂纹、磨损、锈蚀、补焊等缺陷。**

4.7.3 **变速机轴承安装,应符合本规范** 4.2 **的有关规定。**

4.7.4 **齿轮副应啮合良好,接触均匀。用涂色法检查齿轮副的接触痕迹时,应符合下列要求：**

4.7.4.1 **接触痕迹的大小在齿面展开图上用百分比计算,应符合表** 4.7.4 **的要求。如图** 4.7.4-1 **所示**;

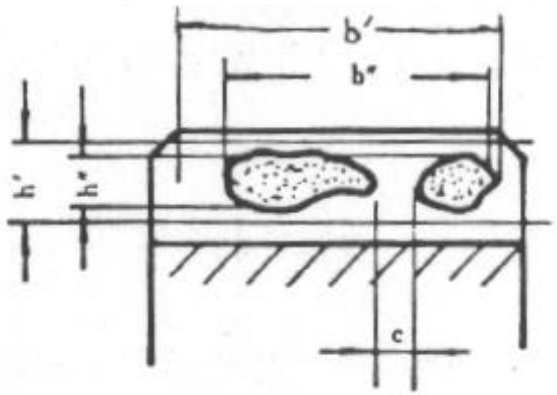


图 4.7.4-1 **接触痕迹示意图**

(1)**沿齿长方向,接触痕迹的长度** b″(**扣除超过模数值的断开部分** c)**与工作长度** b′**之比：**

$$\text{即}\ \frac{b'' - c}{b'} \times 100\% \qquad (4.7.4\text{-}1)$$

(2)**沿齿高方向,接触痕迹的平均高度** h″**与工作高度** h′**之比：**

$$\text{即}\ \frac{h''}{h'} \times 100\% \qquad (4.7.4\text{-}2)$$

表 4.7.4 **齿轮副接触痕迹**

接触痕迹	单位	精度等级		
		4	5	6
沿齿高方向≥	%	60	55 （45）	50 （40）
沿齿长方向≥	%	90	80	70

注：括号内数值，用于轴重合度 ε_β **＞** 0.8 **的斜齿轮。**

4.7.4.2 **接触斑点的分布应趋近齿面中部,齿顶和两端部的棱边处不允许接触。齿轮啮合情况如图** 4.7.4-2 **所示。**

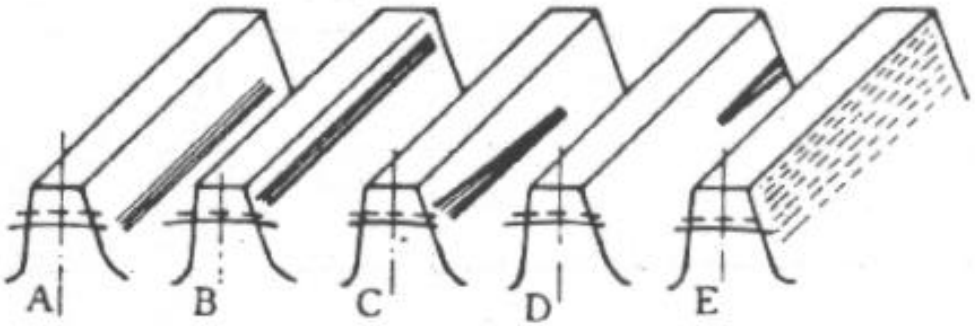


图 4.7.4-2 **齿轮啮合情况**

A 、 B **－中心距不对；** C 、 D **－中心线不平行；** E **－正常啮合**

4.7.5 **两啮合齿轮的中心距的偏差应符合表** 4.7.5 **的规定。**

表 4.7.5 **中心距允许偏差** **μ** m

精度等级	中心距 mm				
	80~120	120~180	180~250	250~315	315~400
3~4	11	12.5	14.5	16	18
5~6	17.5	20	23	26	28.5
精度等级	中心距 mm				
	400~500	500~630	630~800	800~1000	1000~1250
3~4	20	22	25	28	33
5~6	31.5	35	40	45	52

4.7.6 **必要时应检查啮合齿轮轴线的平行度,其偏差应符合表** 4.7.6 **的规定。**

表 4.7.6 **轴线平行度允许偏差** **μ** m

精度等级	齿轮宽度 mm					
	≤ 40	＞ 40~100	＞ 100~160	＞ 160~250	＞ 250~400	＞ 400~630
4	5.5	8.0	10	12	14	17
5	7	10	12	16	18	22
6	9	12	16	19	24	28

注：表中数值为水平方向平行度允许偏差；垂直方向平行度允许偏差为上列数值之半。

4.7.7 **两啮合轮的啮合间隙应用压铅法进行检查,啮合间隙值应符合技术文件的规定。**

4.7.8 **变速机机壳中分面应光滑,无沟槽、划纹、锈蚀等缺陷。接触应严密,自由状态时,局部间隙不应大于** 0.05mm **。**

4.7.9 变速机合盖时,在中分面内侧必须涂抹密封剂,并应对称均匀地紧固机壳结合面的螺栓。

5 驱动机的安装

5.1 汽轮机的安装

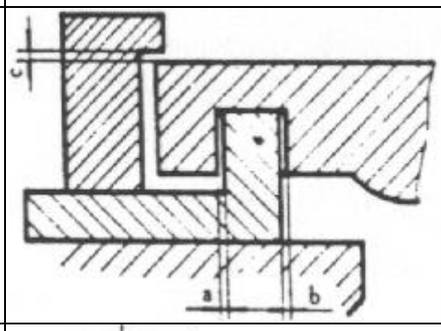
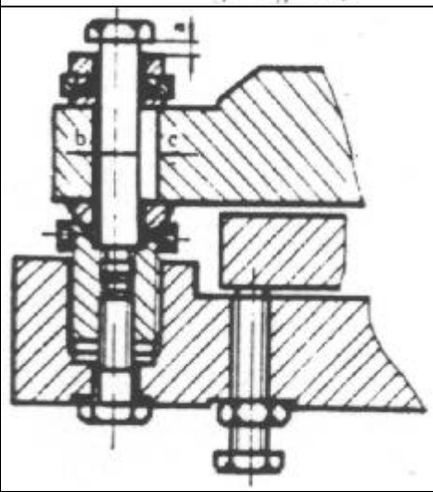
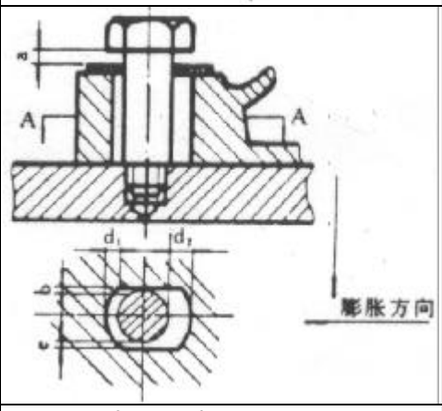
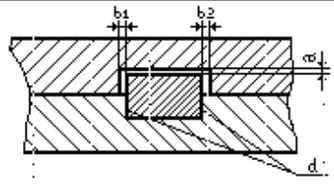
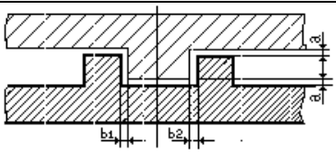
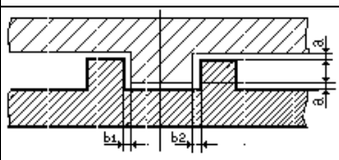
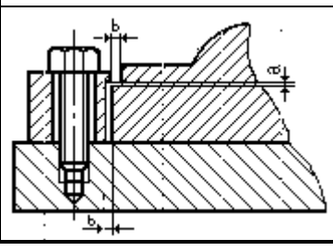
5.1.1 汽轮机安装前的准备和就位找正等项工作,应按照本规范第 2 、 3 章的有关规定执行。

5.1.2 整体安装的机组,应按照本规范 4.1.1 的规定执行。

5.1.3 汽缸安装前应将座架和猫爪支承平面清洗干净,接触面积应均匀分布且达 75%以上,自由状态下两面之间,用 0.04mm 塞尺检查不得塞入。联系螺栓与螺孔的相对位置、座架与螺帽间的自由间隙,都应符合技术文件规定。

5.1.4 检查与调整各部位的滑销位置及间隙应符合表 5.1.4 规定。

表 5.1.4　　汽轮机滑销系统装配要求　　mm

名称	简图	装配要求
平面座支承猫爪		a=0.02~0.04 b=0.02~0.04 c=0.05~0.07 d ≥ 1
球面座垫支承猫爪		a=0.1~0.2 $b_{最小}$ =1 $c_{最小}$ =15
联系螺栓		**轴承座与底座（台板）** a=0.04~0.07 **汽缸与座架** a=0.1~0.2 d_2 **满足膨胀要求**
水平(纵向横向)滑销		a=1~2 b_1=0.02~0.04 b_2=0.02~0.04 d= **过盈** 0.01~0.03
垂直滑销(在轴承座上)		a=1~2 b_1+b_2=0.04~0.08
垂直滑销(在汽轮机上)		a ≮ 3 b_1+b_2=0.10~0.14
轴承座压销		a=0.04~0.08 b ＞ 1

5.1.5　**底座的纵、横向水平度应在基准面上进行检测,允许偏差为** 0.10mm/m **。当汽轮机为基准机时,汽缸的纵向水平度宜以汽轮机后端轴承座孔或轴颈为准,允许偏差为** 0.04mm/m **。横向水平应以前、后轴承座水平剖分面为基准,允许偏差为** 0.05mm/m **。**

5.1.6　**汽缸剖分面接触应严密,在自由状态下的间隙不应大于** 0.05mm,**或每隔一个螺栓拧紧后不应有间隙。**

5.1.7　**径向轴承的检查和安装应符合本规范** 4.2.1 ～ 4.2.4 **的规定。**

5.1.8　**推力轴承的检查和安装应符合本规范** 4.2.5 **的规定。**

5.1.9　**汽缸内的部件,如隔板、静叶片、汽封等,组装前应清洗检查无缺陷,与汽缸体组合时,其中心位置和相应间隙,应符合技术文件规定。**

5.1.10　**轴承座孔与汽缸中心偏差,不得大于** 0.03mm **。**

5.1.11　**转子安装应符合下列要求：**

5.1.11.1　**转子的吊装应按本规范** 2.2.4 **的规定执行,吊点位置应符合技术文件规定;**

5.1.11.2　**转子表面应清洗干净,检查各部件的装配应符合技术文件规定,并无损伤和缺陷;**

5.1.11.3　**转子装入汽缸前,必须对隔板、静叶片、通道、汽封等,用压缩空气吹扫干净,疏水口必须畅通,径向轴承应注入合格润滑油;**

5.1.11.4　**转子起吊及放置必须保持水平状态,严禁碰压汽封等部件;**

5.1.11.5　**转子就位后,调整转子与缸内部件的相对位置及间隙,使其符合技术文件的规定,方可正式装配推力轴承。**

5.1.12　**转子有关部位的跳动值,应符合表** 5.1.12 **规定。测点如图** 5.1.12 **所示。**

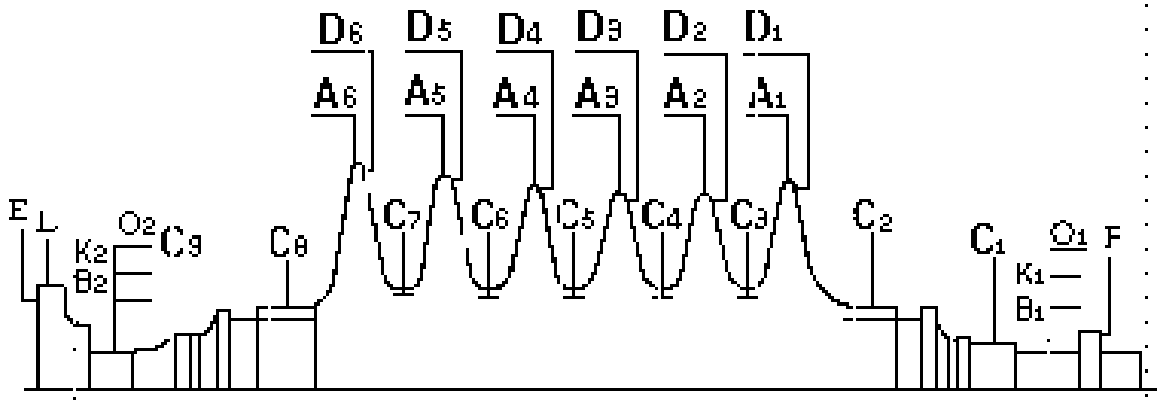


图 5.1.12　　**汽轮机转子跳动测点示意图**

表 5.1.12　　**汽轮机转子跳动值允许偏差**　　mm

项目	**转子径向跳动**				**轮缘**				
					径向跳动		**轴向跳动**		
代号	C_1		C_2~C_9		A_1~A_6		D_1~D_6		
数值	≤ 0.02		≤ 0.06		≤ 0.06		≤ 0.08		
项目	**轴颈**					**推力盘**	**联轴器跳动**		
	圆度		**圆柱度**		**径向跳动**	**端面跳动**	**端面**	**径向**	
代号	B_1	B_2	K_1	K_2	O_1	O_2	F	E	L
数值	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.013	≤ 0.02	≤ 0.02

5.1.13　**转子与汽缸的中心线应重合,允许偏差应为** 0.03mm **。**

5.1.14 转子安装水平度,应以汽轮机排汽侧轴颈为基准,偏差不应大于 0.02mm/m 。进汽侧的轴颈水平度,应参照转子的挠度值确定。

5.1.15 汽缸闭合前,检查下列各项均应符合技术要求,并应有相应安装记录:

5.1.15.1 转子的中心位置与止推轴承组装;

5.1.15.2 隔板、静叶片、汽封组装;

5.1.15.3 汽缸剖分面的接触严密度;

5.1.15.4 支承滑销系统组装状况。

5.1.16 汽缸闭合时应符合下列要求:

5.1.16.1 检查确认机壳部应清洁无异物;

5.1.16.2 汽缸内部装配的部件,应符合技术文件的规定。配合面如涂抹密封剂,其性能应符合技术文件的要求;

5.1.16.3 汽缸吊装应使用专用工具,保持上半部汽缸连接面呈水平状态,安装中必须沿导向杆平稳缓慢降落,在即将闭合时,装入定位销;

5.1.16.4 汽缸闭合后盘动转子,内部应无异常音响和摩擦及卡涩现象,转动应灵活,应及时封闭各连接管口。

5.1.17 汽缸连接螺栓,应按下列要求进行紧固:

5.1.17.1 螺栓应清洗干净,检查无毛刺和损伤,螺杆与螺母的配合精度应符合技术要求;

5.1.17.2 螺栓在装配时,螺纹部位必须涂抹防咬合剂,装配时不得有卡涩现象,严禁强行拧紧;

5.1.17.3 螺栓紧固顺序,应符合技术文件的规定,无要求时应从汽缸高压段中部开始,按左右对称分两步进行,先用 50 ～ 60%的规定力矩预紧,再用 100%的规定力矩紧固;

5.1.17.4 螺栓的紧固力矩,应符合技术文件的规定。

5.1.18 调速系统的安装应符合下列要求:

5.1.18.1 调速系统中的电气、仪表、机械的安装,应严格按技术文件的规定进行;

5.1.18.2 调速器出厂时已进行了调试整定,现场宜整体安装,对油压控制的执行机构,应检查清洗干净;

5.1.18.3 主汽阀、调速阀、危急保安装置、油动机、调速器等的滑动部位,动作应灵活可靠,不应有异常现象;

5.1.18.4 各部件的连接面应严密无损伤;装配位置应符合技术文件的规定;

5.1.18.5 采用齿轮或花键连接的驱动轴,装配时应能灵活地滑入连接件内,不得有卡涩现象,严禁强行装配。

5.2 电动机的安装

5.2.1 电动机安装前的准备,就位找正等项工作,应符合本规范第 2 、 3 章的有关规定。

5.2.2 对电动机的定子、转子进行检查,应符合有关规范的规定。

5.2.3 定子支座与底座的连接面,应清洗干净,连接面的接触应均匀,底座的固定应符合技术文件的要珞。

5.2.4 轴承座与相连接的部件表面,应平整清洁。轴承座与底座、轴承座与连接件之间,必须安设绝缘衬套,轴承座与底座之间的绝缘电阻,应符合技术文件的规定。

5.2.5 轴承的检查和安装应符合本规范 4.2.1 ～ 4.2.5 规定。

5.2.6 转子的定位,应以变速机为基准,除根据联轴器的对中要求确定中心位置外,还应符合本规范 3.4 的有关规定。

5.2.7 电动机的纵、横向水平度,应符合本规范 3.3.7 的规定。

5.2.8 定子与转子的空气间隙,应均匀一致。检测位置应在电动机两端同一断面分上、下、左、右四点进行,允许实测值与气隙的平均值之差,不应超过± 5%。

5.2.9 油路管道全部连接好后,必须复测轴承座对地绝缘电阻,并应符合技术文件规定。

5.2.10 电动机的附属设备的安装,应按技术文件要求或相应的标准规范执行。

5.3 燃气轮机的安装

5.3.1 燃气轮机、燃烧室、压气机可不作解体。轴承各部位应检查清洗,并符合本规范 4.2 的规定。

5.3.2 转子的安装水平度,当以燃气轮机转子轴颈为基准时,其纵向水平度允许偏差应为 0.02mm/m 。转子与气缸的中心偏差应符合技术文件规定。

5.3.3 支承滑销系统的定位与间隙,应符合技术文件的规定。

6 附属设备及管道安装

6.1 附属设备的安装

6.1.1 附属设备应按现行行业标准《化工机器安装工程施工及验收规范》化工用泵、《中低压化工设备施工及验收规范》、《高压化工设备施工及验收规范》及技术文件的有关规定进行安装和验收。

6.1.2 汽轮机的冷凝器安装,应符合下列规定:

6.1.2.1 汽轮机就位前,应将垫铁或支座安放好,并根据基础中心线进行初步就位,待汽轮机就位找正后,再进行二次找正定位。冷凝器的中心位置、标高、水平度等,应符合技术文件的规定。滑动端的支座螺栓孔与地脚螺栓之间,应留有足够的膨胀间隙;

6.1.2.2 汽轮机排汽口与冷凝器入口间的连接管的组装,必须按技术文件规定执行;

6.1.2.3 放置在弹簧支座上的冷凝器,应检查弹簧无歪斜,与支座的四周间隙应均匀。

6.2 管道安装

6.2.1 管道的安装、试压、吹扫及清洗,应符合现行国家标准《工业管道工程施工及验收规范》金属管道篇及技术文件的有关规定。

6.2.2 油路管道的安装应符合下列要求:

6.2.2.1 管道的焊接应采用氩弧焊打底;

6.2.2.2 管道布置应整齐美观,标高和间距应符合图纸要求,水平安装的回油管,倾向油箱的坡度不应小于 5 ‰;

6.2.2.3 碳素钢管道内壁必须采取相应的除锈措施进行处理;

6.2.2.4 油管组装时,密封垫片的内径应等于连接件的内径。

6.2.3 管道与机器连接时应符合下列规定:

6.2.3.1 管道与机器最终连接时,应在联轴器上用千分表监测其径向位移。转速大于 6000r/min 的机器,径向位移不应大于 0.02mm;转速小于或等于 6000r/min 的机器,径向位移不应大于 0.05mm;

6.2.3.2 配对法兰在自由状态下,应与机器法兰平行且同心,其偏差应符合表 6.2.3 规

定;

表 6.2.3 法兰连接允许偏差 (mm)

转速 r/min	法兰面平行度	径向位移
＜ 3000	≤法兰直径 1/1000	全部螺栓顺利穿入
3000~6000	≤ 0.15	≤ 0.50
＞ 6000	≤ 0.10	≤ 0.20

6.2.3.3 配对法兰面在自由状态下的间距,以能顺利插入垫片的最小距离为宜。

6.3 油系统的油冲洗

6.3.1 在油冲洗前,应将油系统中的设备、管道彻底检查并清理干净。向油箱注入冲洗油时,必须经 120 目金属滤网或滤油机过滤。

6.3.2 拆开与各轴承、轴密封、调速器等出入口连接管道,接临时短管连成回路。根据冲洗流程,确定管道上的阀门启闭状态。

6.3.3 油系统中油泵经负荷试运行合格后,可进行油系统冲洗工作。冲洗时的油温在 40 ～ 75 ℃范围内,并按规定的温度和时间交替进行。

6.3.4 油冲洗的合格标准,应符合下列要求:

在各润滑点入口处 180 ～ 200 目的过滤网上,经通油 4 小时后,每平方厘米可见软质颗粒不超过两点,不得有任何硬质颗粒,并允许有少量纤维体。

6.3.5 油冲洗合格后,将系统中的冲洗油排出。再次清洗油箱、过滤器、高位油槽、轴承、密封腔。各部位正式管道进行复位。

6.3.6 向油箱注入经过滤的合格工作油,按要求组装轴承、浮环密封及密封环,并在各入口处设置 180 目金属滤网,按正常流程进行油循环。通油 24 小时,油过滤器前后压差增值,不应大于 0.01 ～ 0.015MPa 。

7 机组试运行

7.1 试运行应具备的条件

7.1.1 机组安装工作全部结束,符合技术文件和有关规范的规定,安装记录齐全。

7.1.2 管道安装完毕,各种管架安装应符合要求,试压吹洗完毕,气密试验合格,安全阀整定合格并打上铅封。

7.1.3 机组二次灌浆和抹面均应达到设计强度。

7.1.4 与试运行有关的公用工程已具备使用条件。

7.1.5 电气、仪表安装工作结束，并已调试合格，具备投入试运行的条件。

7.1.6 油系统已冲洗合格。

7.1.7 防腐蚀、绝热等工程已基本完成。

7.1.8 现场道路畅通，环境整洁、安全，消防设施齐全、可靠。

7.1.9 试运行方案已经批准。

7.2 试运行前的准备工作

7.2.1 试运行前必须进行技术交底,以熟悉机组特性,明确试运行规程和安全规程等。

7.2.2 备齐试运行工作中的工器具及安全防护用品。

7.2.3 试运行用的各种记录表格准备齐全。

7.2.4 检查阀门的启闭状态,应符合试运行方案的要求。

7.3 辅助系统试运行

7.3.1 油系统试运行应符合下列规定：

7.3.1.1 调整油系统中的润滑油压宜为 0.085～0.25MPa,控制油压宜为 0.7～1MPa,密封油压与被密封的气体压力差宜为 0.03～0.1MPa;

7.3.1.2 调试油系统中的油压、油温、油位等自控联锁,应灵敏准确。

7.3.2 控制系统的调试应符合下列规定：

7.3.2.1 在无油压的条件下,检查执行机构的静态位置,应符合技术文件的规定;

7.3.2.2 启动油泵,各部位的压力参数应符合技术文件的规定;

7.3.2.3 操作危急遮断器进行挂扣和脱扣试验,主汽阀开、闭的动作应灵敏准确;

7.3.2.4 用危急遮断器或电磁阀做切断试验,主汽阀的关闭时间不应大于一秒;

7.3.2.5 进行调速系统的静态调试,其有关数值应符合技术文件的规定;

7.3.2.6 盘车装置应运转正常,联锁动作应准确。

7.3.3 冷凝系统的试运行,应符合下列规定：

7.3.3.1 启动冷凝水泵,进行冷凝液位报警,冷凝水泵自启动及停泵的自控联锁调试,应灵敏准确;

7.3.3.2 启动喷射器,其系统内的真空度必须符合技术文件的规定。

7.4 汽轮机试运转

7.4.1 试运转前必须脱开与压缩机或变速机之间的联轴器,并应组装好保护罩。

7.4.2 启动油系统投入试运行,检查系统内各部位参数,应符合本规范 7.3.1 的规定。

7.4.3 启动盘车器,盘动转子应转动灵活,无异常音响。

7.4.4 在蒸汽未进入主截止阀前,主截止阀应处于关闭状态,开启有关的排放阀。当蒸汽压力、温度等参数符合规定时,应缓慢开启主截止阀进行暖管。

7.4.5 启动冷凝系统,开启喷射器,使系统的真空度达到技术文件的规定值。

7.4.6 开启主汽阀前的排放阀,待蒸汽参数均符合规定且汽轮机冲动后,方可适当关闭。

7.4.7 根据技术文件规定的升温、升速要求,开启起动装置,使主汽阀开、调速阀开,冲动转子,并控制在 300～500r/min 范围内进行暖机。

7.4.8 暖机合格且在升速之前,应操作危急保安装置做脱扣试验,确认主汽阀、调速阀关闭并应灵敏准确。

7.4.9 当危急保安装置试验合格后,再次开启起动装置,按升速曲线升速。当转子通过临界转速时,应平稳快速通过,不得在临界转速下停留。

7.4.10 在升速的过程中应确认调速器的最低工作转速。当达到调速器的最低工作转速后,应由调速器控制升速并达到额定转速。在运行正常后,调试气压信号与转速对应关系,并应符合技术文件的规定。

7.4.11 在额定转速下运行正常后,必须作超速脱扣试验,试验应作三次,脱扣转速的实际值应在整定值的±2%范围内。

7.4.12 在额定转速下连续运行 1 小时,经检查符合下列规定为试运行合格：

7.4.12.1 主机、附机运行正常,无异常声响;

7.4.12.2 轴承进油温度应为 45±3℃,油的温升不应超过 28℃,轴承温度不应高于

80 ℃;

7.4.12.3 测量轴振动的双振幅不得大于下式计算值或 50 μ m,应取两值较小者;

$$A=\left(\sqrt{\frac{12000}{n}}+0.25\sqrt{\frac{12000}{n}}\right)\times 25.4\cdots\cdots \qquad (7.4.12)$$

式中： A------包括跳动在内不滤波双振幅, μ m;

n------最大连续转速,r/min 。

在脱扣转速下,振动值不应大于上述数值加 13 μ m 。

7.4.12.4 轴位移值应符合技术文件的规定;

7.4.12.5 机体各部位的线胀指示器的指示值,应对应均等;

7.4.12.6 系统的真空度,应保持在 67kPa 以上。

7.4.13 试运行合格后,可手动危急保安装置停机,同时测出主汽阀关闭到汽轮机停止转动的惰走时间。

7.4.14 当转子停稳后应立即开盘车器盘动转子,直至轴承温度降到 40 ± 3 ℃,汽缸内温度降到 90 ℃以下,盘车器及油系统方可停止运行。

7.4.15 在试运转过程中,应做好汽轮机试运行的各项记录。

7.5 电动机试运转

7.5.1 电动机试运转前,应进行下列工作：

7.5.1.1 试运行前必须脱开与压缩机或变速机之间的联轴器,并应设置固定好,盘动转子应转动灵活,无异常声响;

7.5.1.2 按电气规程检查电机的绝缘电阻等应符合规定,电气系统应调试合格,具备试运行条件;

7.5.1.3 开启冷却水进出口阀,检查水量、水压是否正常;

7.5.1.4 启运润滑油泵,按规定调整油温和油压,检查各轴承进油及回油是否良好。

7.5.2 瞬时启动电动机,检查转向并应无异常音响。

7.5.3 启动电动机连续运行 2 小时,检查电机的电流、电压应符合规定,轴振动应符合本规范 7.4.12.3 的规定,轴承温升应符合本规范 7.4.12.2 的规定。

7.6 燃气轮机试运转

7.6.1 试运行前应具备的条件及准备工作,应符合本规范第 7 章的有关规定。对燃料系统、空气系统的准备,应按技术文件的规定进行。

7.6.2 油系统中的润滑油压、控制油压、密封油压的数值,必须符合技术文件的规定。

7.6.3 应做调速系统的静态试验,其有关数值应符合技术文件的规定。

7.6.4 开启各冷却介质的进、出口阀,冷却介质的流量、压力应符合技术文件的规定

7.6.5 启动机的试运行,应按照技术文件的规定进行。

7.6.6 机组未达到点火转速时,严禁将燃料气投入燃烧室。

7.6.7 启动启动机,进行冷态升速。当燃气轮机转子的转速达到点火转速时,应向燃烧室投入空气和燃料气进行点火;当达到脱扣转速时,启动机脱开燃气轮机并停止运转。按技术文件升速、升温的规定继续进行暖机,直至达到规定空载转速。调整压气机出口压力信号与转速对应关系,应符合技术文件的规定。

7.6.8 空负荷试运转应符合下列规定：

7.6.8.1 主、附机运行正常,无异常音响。燃气轮机、压气机进、排气温度应符合技术文件的规定;

7.6.8.2 各部位的轴承温度、轴振动、轴位移,应符合技术文件的规定;

7.6.8.3 电气、仪表、自控保护装置运行正常,且动作应灵敏准确;

7.6.8.4 附属设备、工艺管道运行正常,应无异常振动和泄漏。

7.6.9 做好试运转全过程中的记录。

7.7 变速机试运转

7.7.1 连接好与驱动机的联轴器,检查变速机应转动灵活、无异常音响。

7.7.2 启动油系统,检查调整油温、油压,其值应符合技术文件的规定。

7.7.3 变速机在额定转速下连续运行 2 ～ 4 小时,且应符合下列规定：

7.7.3.1 各轴承的温度应稳定,温度不应高于 80 ℃;

7.7.3.2 润滑油温度应稳定,轴承进口油温度宜为 45 ± 3 ℃,温升不应超过 28 ℃。

7.7.3.3 齿轮装置的排油温度不应高于 78 ℃;

7.7.3.4 齿轮箱体和油路系统,不应有渗漏现象;

7.7.3.5 齿轮装置在最高连续转速下运行,其轴振动的双振幅应符合本规范 7.4.12.3 的规定。

7.8 机组空负荷试运行

7.8.1 空负荷试运行应具备的条件和准备工作应符合以下规定：

7.8.1.1 当设计要求脱脂或置换时,必须对系统进行脱脂或置换试运行用的介质,必须符合技术文件的规定;

7.8.1.2 机组吸入端的设备或管口,应清理干净,并设置相应的安全措施;

7.8.1.3 机组试运行有关的电气、仪表、自控联锁等必须投入运行;

7.8.1.4 机组的轴对中应符合技术文件的规定,联轴器的连接应符合技术文件的规定。

7.8.1.5 盘动转子,检查压缩机内部应无摩擦和异常声响。

7.8.2 全开压缩机的入口阀、出口阀、放空阀、防喘振阀。以电动机驱动的压缩机应微开入口阀。

7.8.3 按照本章 7.4 或 7.5 的规定启动驱动机。

7.8.4 机组试运行应在额定转速下连续运转 2 ～ 4 小时,经全面检查应符合下列规定：

7.8.4.1 机组应无异常声响;

7.8.4.2 冷却水系统中的水温、压力应符合技术文件的规定;

7.8.4.3 润滑油压、密封油压、控制油压应符合技术文件的规定。轴承进口油温度宜为 45 ± 3 ℃,出口油温升不应超过 28 ℃,轴承温度不应高于 80 ℃;

7.8.4.4 电气、仪表、自控保护装置运行应良好,动作应准确;

7.8.4.5 附属设备、工艺管道运行应良好,无异常振动和泄漏;

7.8.4.6 机组各部位线胀指示值,应对应均等;

7.8.4.7 冷凝系统的真空度,应符合技术文件规定;

7.8.4.8 机组轴振动双振幅值,应符合本规范 7.4.12.3 的规定。

7.9 机组负荷试运行

7.9.1 机组空负荷试运行合格后,方可进行负荷试运行。负荷试运行用的介质,必须符合技术文件的规定。

7.9.2 按照本规范第 7 章 7.4 、 7.5 、 7.6 、 7.8 中的有关条款启动机组。

7.9.3 汽轮机或燃气轮机驱动的压缩机组,在升速时应快速通过轴系的各临界转速;在升速、升压操作时应避开防喘振点。

7.9.4 汽轮机或燃气轮机驱动压缩机时,应做出压缩机出口的压力信号与机组转数的关系曲线,且应与技术文件的规定一致。

7.9.5 机组在额定负荷下,连续运行 12 小时,且符合 7.8.4 的规定,为负荷试运行合格。停机时应测出机组惰走时间。

7.9.6 负荷试运行合格后,可对轴承进行适当的抽查,检验其运行和磨损情况。

8 交工文件

8.0.1 离心式压缩机组负荷试运行合格后,应按有关规定办理交工验收。

8.0.2 本章所列为离心式压缩机组专用交工文件,附属设备、管道、电气、仪表、防腐、绝热、脱脂等专业交工文件,按各有关专业规定执行。

8.0.3 离心式压缩机组专用交工文件包括下列内容:

8.0.3.1 离心式压缩机组隐蔽工程记录,见表 8.0.3-1;

8.0.3.2 机组中心位置、标高及水平度测量记录,见表 8.0.3-2;

8.0.3.3 转子检查记录,见表 8.0.3-3;

8.0.3.4 压缩机转子装配记录,见表 8.0.3-4;

8.0.3.5 汽轮机转子装配记录,见表 8.0.3-5;

8.0.3.6 离心式压缩机组支承滑销系统装配记录,见表 8.0.3-6;

8.0.3.7 变速机装配记录,见表 8.0.3-7;

8.0.3.8 电动机装配记录,见表 8.0.3-8;

8.0.3.9 机组联轴器对中记录,见表 8.0.3-9(单表用)或通用规定附表 13.4(双表用);

8.0.3.10 管道与机器连接调整记录;

8.0.3.11 油系统冲洗循环记录;

8.0.3.12 调速系统静态调试记录;

8.0.3.13 机组试运行记录及试运行合格证书;

8.0.3.14 随机技术资料及机组出厂合格证书。

表 8.0.3-1 **离心式压缩机组隐蔽工程记录** (mm)

工程编号		工程名称	
设备位号		设备名称	

隐蔽前的检查

隐蔽方法

垫铁布置表

编 号	材 质	长×宽	层 数	总 高	间 距	编 号	材 质	长×宽	层 数	总 高	间 距

附垫铁布置图

表 8.0.3-2　　机组中心位置、标高、水平度测量记录　　(mm)

工程编号			工程名称							
设备位号			设备名称							
安装偏差 (mm)										
机器或测量部位代号	标高		中心线				水平度			
			纵向		横向		纵向		横向	
	允许	实测	允许	实测	允许	实测	允许	实测	允许	实测

附图

施工班组		检查员		技术负责人	

表 8.0.3-3　　转子检查记录　　mm

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

附图：

转子编号	测量部位	名称												
		代号												
	设计值													
	实测值													
	设计值													
	实测值													
	设计值													
	实测值													
	设计值													
	实测值													
	设计值													
	实测值													
	设计值													
	实测值													
施工班组					检查员				技术负责人					

表 8.0.3-4 **压缩机转子装配记录** **mm**

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

附图：

转子编号	部位	名称	径向轴承间隙		推力轴承间隙	瓦背过盈量		油封间隙					浮环密封				端部迷宫				中间轴与轴套迷宫						
		代号																									
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										

转子编号	部位	名称	中间轴与轴套迷宫					叶轮进口迷宫													平衡盘迷宫						
		代号																									
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										
	设计值																										
	实测值																										

施工班组		检查员		技术负责人	

表 8.0.3-5 **汽轮机转子装配记录** **mm**

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

附图：

转子编号	部位	名称	径向轴承间隙		推力轴承间隙	油封间隙			瓦背过盈量		汽封径向间隙（半径）								
		代号																	
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		

转子编号	部位	名称	汽封径向间隙（半径）								汽封轴向间隙								
		代号																	
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		
	设计值																		
	实测值																		

施工班组		检查员		技术负责人	

表 8.0.3-6　　离心式压缩机组支承滑销系统装配记录　　**mm**

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

附图：

部位名称															
代　　号															
设 计 值															
实 测 值															
部位名称															
代　　号															
设 计 值															
实 测 值															
部位名称															
代　　号															
设 计 值															
实 测 值															
部位名称															
代　　号															
设 计 值															
实 测 值															

施工班组		检查员		技术负责人	

表 8.0.3-7 **增速机装配记录** **mm**

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

附图：

部位	名称	径向推力轴承			油封				接触痕迹（沿齿长）						接触痕迹（沿齿高）						
	代号																				
	设计值																				
	实测值																				
0 °	实测值																				
90 °	实测值																				
180 °	实测值																				
270 °	实测值																				

部位	名称	啮合侧间隙																			
	代号																				
	设计值																				
	实测值																				
0 °	实测值																				
90 °	实测值																				
180 °	实测值																				
270 °	实测值																				

施工班组			检查员		技术负责人	

表 8.0.3-8 **电动机装配记录** **mm**

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	

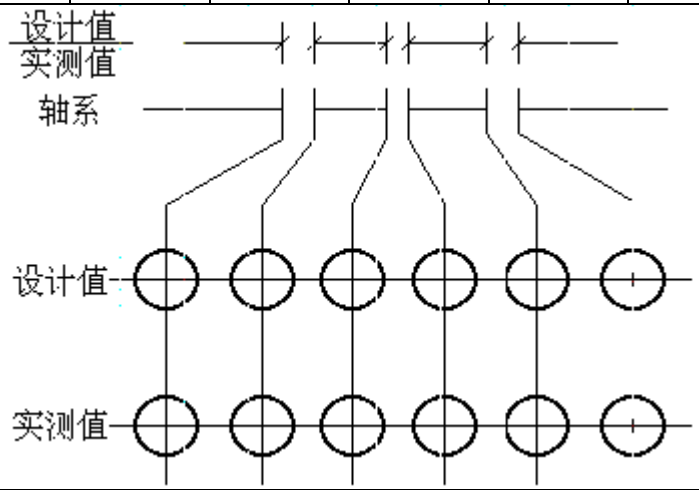
附图：

部位	名称	轴承				油封				转子与定子空气间隙												
	代号																					
设计值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						

部位	名称																					
	代号																					
设计值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						
实测值																						

施工班组		检查员		技术负责人	

表 8.0.3-9　　联轴器对中记录　　（mm）单表用

工程编号		工程名称		设备位号		设备名称	
							
施工班组		检查员		技术负责人			

附录 A　灌浆用无收缩水泥砂浆及微胀混凝土的推荐配比

A.1　**流塑性快硬高强无收缩水泥砂浆**

A.1.1　**原材料：**

525#**浇筑水泥**

中砂或细砂(经筛选,含泥量不大于 1%)

JSM **减水剂**

A.1.2　**配比：**

水泥：砂：水：减水剂＝ 1 ： 1 ： 0.26 ： 0.009

注： 0.009 **是减水剂的有效成份,减水剂带进的水份要从配合水中扣除。**

A.1.3　**抗压强度** 3 **天可达** 500#,28 **天超过** 700#**。**

A.2　**无收缩水泥砂浆**

525#**硅酸盐水泥：砂子：水**=1 ： 2 ： 0.36 ～ 0.37,**另加水泥量** 0.04%**的纯铝粉为膨胀剂。**

砂子粒度要求为 0.4 ～ 0.5mm,**含水量在** 4 ～ 5%**之间,含泥量＜** 0.5%,28 **天后试验块,抗压强度在** 45.1 ～ 58.8MPa **之间。**

A.3　400#**石膏膨胀矾土水泥砂浆(重量比)**

425#**石膏膨胀矾土水泥**	0.5
425#**矾土水泥**	0.5
河砂	0.71
碎石(0.5 ～ 1cm)	2.03
水	0.42

河砂需用水冲洗干净,当配制时砂中含水量若超过 3%,**则应在配比中扣除水份**

A.4　**环氧树脂砂浆**

A.4.1　**环氧树脂砂浆配比：**

环氧树脂砂浆配比表　　表 A.4

性能	环氧树脂：石英砂（重量比）	
	1 ： 6	1 ： 8
抗压强度（MPa）	112.8	93
抗拉强度（MPa）	18.6	14.7
抗弯强度（MPa）	43.2	31.4

A.4.2　环氧树脂砂浆用法：

A.4.2.1　配好的砂浆可使用的时间：

环境温度在 20 ℃时,1 小时 40 分钟后使用;5 ℃时 6 小时后使用;

A.4.2.2　可承受轻负荷的时间：

在 20 ℃时,12 小时后承载;10 ℃时,24 小时后承载;

A.4.2.3　可承受重负荷的时间：

在 20 ℃时， 24 小时后承载； 10 ℃时， 48 小时后承载；

A.4.2.4　防止环氧树脂砂浆与空气接触而老化,降低强度,垫铁的四周应进行二次灌浆,浇灌混凝土标号与基础混凝土标号相同或略高;

A.4.2.5　砂浆温度应在 8 ℃以上。

附录 B　中分面密封剂

B.1　低压离心压缩机可采用下列配方：

成份	重量比(%)
黑铅粉(细微鳞状)	40
红铅粉(红丹粉)	40
白铅粉	20
精炼的亚麻仁油	适量

注：各种铅粉均应过细筛,清除砂粒和杂物,亚麻仁油加热温度一般为 130 ℃左右,以冷却后用手试验能拉 10 ～ 15mm 长丝为宜。

B.2　中、高压离心压缩机可采用：

精炼的亚麻仁油,加热到 315 ℃左右,然后冷却,重复 3～5 次,以亚麻仁油能拉出 10～15mm 长丝为宜。

B.3　国产硅橡胶化合物

铁锚 601、 602、 607(使用温度 140、 200、 200 ℃、耐压 1.17、 1.37、 1.37MPa)。铁锚 604(使用温度 430 ℃,耐压 4.9MPa 以下);　　G-1(使用温度 300 ℃,耐压 0.16MPa)。

附录 C　螺栓联接的紧固力矩

螺栓紧固时,其紧固力矩 M 需要克服旋合螺纹间的摩擦力矩和螺母与被联接件(或垫圈)支承面间的摩擦力矩,并使联接产生预紧力 P_0,它们的关系为：

$$M = KP_0 d \times 10^{-3} N \cdot m \qquad (C\text{-}1)$$

式中： d －螺纹的公称直径,mm;

K －紧固力矩系数。

$$K = \frac{1}{2}\left[\frac{d_2}{d} tg(\lambda + \rho') + \frac{2fc}{3d}\left(\frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2}\right)\right] \qquad (C\text{-}2)$$

式中：d_2－螺纹中径,mm;l

λ－螺纹升角；

ρ′－螺纹当量摩擦角；

f_c－螺母与被联接件支承面的摩擦系数；

D_1－螺母对边；

d_o－被联接件螺栓孔径。

由于螺纹、螺母和被联接件等摩擦表面的状况及润滑情况不同,摩擦系数一般在0.10～20之间,有时甚至更大,K值则在0.1～0.3范围内变化,表C-1供计算时参考。

表C-1　　紧固力矩系数K值

摩擦表面的状况	K值	
	有润滑	无润滑
精加工表面	0.10	0.12
一般加工表面	0.13~0.15	0.18~0.21
表面氧化	0.20	0.24
镀锌	0.18	0.22
干燥的粗加工表面		0.26~0.3

螺栓紧固时一般应使螺栓拧紧后的预紧应力：

$$\sigma_o = (0.5 \sim 0.7)\sigma_s \qquad \text{(C-3)}$$

式中：σ_s－螺栓材料的屈服极限，N/mm^2。

螺栓预紧力P_0为：

$$P_o = \frac{\pi d_1^2}{4}\sigma_o = \frac{\pi d_1^2}{4}(0.5 \sim 0.7)\sigma_s \qquad \text{(C-4)}$$

式中：d_1－螺纹内径，mm。

一般联接用钢螺栓的预紧力矩可参考表C-2确定。对于受轴向工作载荷和有特殊要求的螺栓等则应根据各类机器的使用实践确定。

表 C-2　　一般联接用钢螺栓的紧固力矩

公称直径	紧固力矩 N · m						
	强度级别						
	4.6	5.6	6.6	6.9	8.8	10.9	12.9
M16	82	104	124	186	220	310	372
M18	114	142	170	256	302	426	512
M20	160	200	242	362	432	604	726
M22	220	274	328	492	578	824	988
M24	278	344	418	626	744	1044	1256
M27	406	476	608	916	1084	1524	1836
M30	554	694	930	1246	1876	2088	2494
M36	966	1206	1446	2174	2576	3626	4394
M39	1284	1446	1872	2813	3332	4685	5640
M42	1547	1934	2313	3482	4146	5828	6970
M48	2314	2897	3480	5221	6152	8702	10455
M56	3743	4631	5614	8422	9982	14037	16844
M64	5647	7059	8471	12707	15060	21179	25415

注：①紧固力矩根据计算预应力 σ_0=0.7 σ_s 和 K=0.2 确定。

②强度级别由数字表示，小数点前的数字为 σ_{bmin}，小数点后的数字为屈前强比 $(\frac{\sigma_{s\,min}}{\sigma_{b\,min}})$。

附录 D　本规范用词说明

D.1　**离心式压缩机部分,引用《化工用离心式压缩机名词术语》**(ZBJ7204-87)**的术语。**

D.2　**汽轮机部分,引用《电工名词术语、汽轮机及其附属装置》**(GB2900.46-83)**的术语。**

D.3　**规范条文执行严格程度的用词**

D.3.1　**表示很严格,非这样做不可的用词：**

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

D.3.2　**表示严格,在正常情况下均应这样做的用词：**

正面词采用“应”,反面词采用“不应”。

D.3.3　**允许稍有选择,条件许可时首先应这样做的用词：**

正面词采用“宜”或“可”,反面词采用“不宜”。

附加说明

主管单位：化工部基建司

主编单位：中国化学工程第十三建设公司

参编单位：北京燕山石化公司建筑安装公司

主要起草人：刁立　许欣业　周应光　任世臣

统编：崔洪起　统稿：刁立

审定人：张同兴　改传亮　李继浩　魏大信