

备案号: J2367—2017

中华人民共和国化工行业标准



HG/T 20205—2017

代替HGJ 205—1992

化工机器安装工程施工及验收规范 (离心式压缩机)

Code for construction and acceptance of chemical machine
installation engineering
(Centrifugal compressor)

2017-04-12 发布

2017-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

中华人民共和国化工行业标准

化工机器安装工程施工及验收规范 (离心式压缩机)

**Code for construction and acceptance of chemical machine
installation engineering
(Centrifugal compressor)**

HG/T 20205—2017

主编单位：中国化学工程集团公司
中国化学工程第十四建设有限公司
全国化工施工标准化管理中心站
批准部门：中华人民共和国工业和信息化部
实施日期：2017年10月1日

中华人民共和国工业和信息化部

公 告

2017 年 第 14 号

工业和信息化部批准《铝型材辊式矫正机》等 652 项行业标准（标准编号、名称、主要内容及实施日期见附件），其中机械行业标准 249 项、航空行业标准 14 项、船舶行业标准 29 项、制药装备行业标准 8 项、汽车行业标准 22 项、化工行业标准 14 项、冶金行业标准 30 项、建材行业标准 50 项、石化行业标准 24 项、纺织行业标准 46 项、轻工行业标准 69 项、包装行业标准 10 项、电子行业标准 16 项、通信行业标准 71 项；批准《车用超级电容器》等 2 项行业标准修改单，现予公布。行业标准修改单自发布之日起实施。

附件：6 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

中华人民共和国工业和信息化部

二〇一七年四月十二日

附件:

6 项化工行业工程建设标准编号、标准名称和实施日期

序号	标准编号	标准名称	被代替标准编号	实施日期
327	HG/T 20660—2017	压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类标准	HG 20660—2000	2017-10-01
332	HG/T 20206—2017	化工机器安装工程施工及验收规范(中小型活塞式压缩机)	HGJ 206—1992	2017-10-01
333	HG/T 20205—2017	化工机器安装工程施工及验收规范(离心式压缩机)	HGJ 205—1992	2017-10-01
334	HG/T 20201—2017	化工工程建设起重规范	HG 20201—2000	2017-10-01
335	HG/T 20212—2017	金属焊接结构湿式气柜施工及验收规范	HGJ 212—1983	2017-10-01
336	HG/T 20229—2017	化工设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范	HGJ 229—1991	2017-10-01

前 言

本规范根据工业和信息化部(工信厅科[2009]104号文)和中国石油和化学工业联合会(中石化联质发[2009]136号文)的要求,由中国石油和化工勘察设计协会委托全国化工施工标准化管理中心站组织修订。

本规范自实施之日起代替 HGJ 205—1992《化工机器安装工程施工及验收规范(离心式压缩机)》。

规范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,修订本规范。

本规范主要技术内容是:总则,术语,施工准备,机组就位、找平找正与固定,整体压缩机的安装,现场组装的压缩机安装,驱动机的安装,附属设备及管道安装,机组试运行,交工技术文件等。

本规范与 HGJ 205—1992 相比,主要变化如下:

(1) 增加了术语、附录 B“无键联轴器的液压装卸”、附录 C“激光对中找正法”;

(2) 删除了原附录“灌浆用无收缩水泥砂浆及微胀混凝土的推荐配比”“螺栓联接的紧固力矩”等内容;

(3) 调整了原规范的部分章节,扩大了适用范围。

本规范由中国石油和化学工业联合会提出并归口。

本规范的技术内容由中国化学工程第十四建设有限公司负责解释。本规范在执行过程中如有意见和建议,请与中国化学工程第十四建设有限公司联系(联系地址:江苏省南京市六合区大厂新华路 148 号,邮编:210044,电话:025—58380722)以供今后修订时参考。

本规范主编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国化学工程集团公司

中国化学工程第十四建设有限公司

全国化工施工标准化管理中心站

主要起草人:胡秋英 崔定龙 乔新泉 黎宏伟 陈本富 陈清文 李义成

张学纯 李建勋 孙国恩

主要审查人:黄俊斌 王瑞军 史湘林 谷瑞琢 杨春华 张西民 杨 胜

王赤诚 李丽红

目 次

1 总则..... (1)

2 术语..... (2)

3 施工准备 (4)

 3.1 技术准备 (4)

 3.2 机组、材料的开箱检验及保管 (4)

 3.3 机组运输和吊装 (5)

 3.4 施工现场应具备的条件 (5)

 3.5 设备基础验收及处理 (5)

4 机组就位、找平找正与固定 (7)

 4.1 垫铁与地脚螺栓的布置 (7)

 4.2 机组就位前的准备 (7)

 4.3 机组就位的找平和找正 (8)

 4.4 机组联轴器对中 (10)

 4.5 二次灌浆 (11)

5 整体压缩机的安装 (12)

6 现场组装的压缩机安装 (13)

 6.1 轴承装配 (13)

 6.2 机壳与隔板的安装 (15)

 6.3 转子安装 (16)

 6.4 密封装置的安装 (17)

 6.5 机壳闭合 (20)

 6.6 变速机的安装 (20)

7 驱动机的安装 (23)

 7.1 汽轮机的安装 (23)

 7.2 电动机的安装 (27)

 7.3 燃气轮机的安装 (28)

8 附属设备及管道安装 (30)

 8.1 附属设备的安装 (30)

 8.2 附属管道安装 (30)

 8.3 油系统设备和油管道的清洗 (31)

9 机组试运行 (33)

 9.1 试运行应具备的条件 (33)

 9.2 试运行前的准备工作 (33)

 9.3 辅助系统试运行与调整 (33)

9.4 汽轮机试运行 (34)

9.5 电动机试运行 (35)

9.6 燃气轮机试运行 (35)

9.7 变速机试运行 (36)

9.8 机组无负荷试运行 (36)

9.9 机组负荷试运行 (36)

10 交工技术文件 (38)

附录 A 常用密封剂和防咬合剂 (49)

附录 B 无键联轴器的液压装卸 (50)

附录 C 激光对中找正法 (55)

本规范用词说明 (56)

引用标准名录 (57)

附:条文说明 (59)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Construction preparation	(4)
3.1	Technical preparation	(4)
3.2	Unpacking inspection and keeping for set and material	(4)
3.3	Transporting and hoisting for set	(5)
3.4	Requiring conditions of construction site	(5)
3.5	Acceptance and treatment for equipment foundation	(5)
4	Positioning, leveling, aligning and fixing for set	(7)
4.1	Shim plate and ground bolt	(7)
4.2	Preparation before set positioning	(7)
4.3	Leveling and aligning for set positioning	(8)
4.4	Centring of set coupling	(10)
4.5	Secondary grouting	(11)
5	Integral compressor installation	(12)
6	Site assembly compressor installation	(13)
6.1	Bearing assembly	(13)
6.2	Mounting for case and baffle plate	(15)
6.3	Rotor mounting	(16)
6.4	Mounting of seal gland	(17)
6.5	Case closing	(20)
6.6	Variator mounting	(20)
7	Driving unit installation	(23)
7.1	Steam turbine mounting	(23)
7.2	Motor mounting	(27)
7.3	Gas turbine mounting	(28)
8	Installation for auxiliary facilities and piping	(30)
8.1	Mounting of auxiliary facilities	(30)
8.2	Mounting of auxiliary piping	(30)
8.3	Cleaning for oil system equipment and oil pipe	(31)
9	Set test run	(33)
9.1	Requiring conditions of test run	(33)
9.2	Preparation before test run	(33)
9.3	Test run and adjusting for auxiliary system	(33)

9.4	Test run of steam turbine	(34)
9.5	Test run of motor	(35)
9.6	Test run of gas turbine	(35)
9.7	Test run of variator	(36)
9.8	No load test run of set	(36)
9.9	On load test run of set	(36)
10	Handover technical documents	(38)
Appendix A	Common used seals and anti-interlocking agents	(49)
Appendix B	Hydraulic charge and discharge for no-key coupling	(50)
Appendix C	Aligning method of laser centring	(55)
	Explanation of wording in this code	(56)
	Normative standards	(57)
	Addition;Explanation of provisions	(59)

1 总 则

- 1.0.1 为提高离心式压缩机组的安装水平,加强对离心式压缩机组安装过程的质量控制,保证安装工程质量,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于化工、石油化工行业离心式压缩机组安装工程的施工及验收。
- 1.0.3 离心式压缩机组安装工程施工及验收的通用技术要求应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。
- 1.0.4 本规范与机组随机技术文件的要求不一致时,应按机组随机技术文件的要求执行。
- 1.0.5 离心式压缩机组安装工程的施工及验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 安装基准点 reference point for installation

确定机器、设备安装坐标位置和标高的基准标志点。

2.0.2 安装基准线 reference line for installation

确定机器、设备安装坐标位置和标高的基准标志线。

2.0.3 座浆 seating mortar

在基础的局部用沙浆或细石混凝土固定支承板或垫铁的施工方法。

2.0.4 轴端距 shaft end space

两个转子上的半联轴器相对面之间的轴向距离。

2.0.5 底座 base frame

安放和固定压缩机、汽轮机等机器的部件。

2.0.6 支座 support

用以支撑压缩机、汽轮机自身质量及机壳定位的部件。

2.0.7 共用底座 joint frame

同时安放和固定压缩机、汽轮机等机器的部件。

2.0.8 机体 body

内部装有静止及转动部件的机器壳体。

2.0.9 定子 stator

离心压缩机主机运行时不转动的部分。

2.0.10 转子 rotator

由主轴、叶轮、平衡盘、推力盘、联轴器等部件构成的机器运行时转动的部件。

2.0.11 轴对中 shaft centring

机器上各转子在静止状态进行轴线位置的调整,以保证机器在运行时各机器轴心达到同心的过程。

2.0.12 试运行 test run

工艺设备、机器或整个工艺系统在安装完成后的试验性运行。

2.0.13 无负荷试运行 noload test run

机组安装完成后在无负荷条件下的试验运行。

2.0.14 负荷试运行 Onload test run

机组无负荷试运行完成后在负载条件下的试验运行。

2.0.15 惰走时间 idling run time

机器切断动力(电源、汽源)后,转子的转速从工作转速降至停止运转时所需的时间。

2.0.16 最大连续转速(最高连续转速) top continuous rev

机器连续运行转速的上限值。

2.0.17 脱扣转速 tripping rev

驱动器超速引起危急保安器动作时的转速。

2.0.18 整体压缩机 integral compressor

经制造厂组装试运转合格,安装现场无需进行拆检工作,除驱动器外其余均整体到场的压缩机。

3 施工准备

3.1 技术准备

3.1.1 机组安装前应具备下列技术文件：

1 离心式压缩机组产品技术文件应包括下列内容：

- 1) 机组出厂合格证书和重要零部件材质合格证书；
- 2) 随机管材、管件、阀门和紧固件的产品质量证明书；
- 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) 机组出厂前预组装及试运转记录；
- 7) 机组装配图、易损件图和装箱单；
- 8) 安装、使用、维修说明书和机组的装箱清单。

2 设计文件应包括机组安装平面和立面的布置图、设备基础图、流程图和相关专业施工图。

3 基础中间交接资料。

4 机组安装方案。

3.1.2 机组安装前应对施工人员进行技术和安全交底。

3.2 机组、材料的开箱检验及保管

3.2.1 机组、材料的开箱验收应在建设单位或总承包单位、监理单位、安装单位和制造厂家等共同参加下检验，并应符合下列规定：

1 应按图纸、技术资料及装箱清单对机器进行外观检查，并应核对机器、零部件和附件的名称、型号、规格和数量。

2 应确认需做进一步质量检验的零部件和附件，并应另行编制检验方案。

3 机器的备品、备件和专用工具应清点造册。

4 参加验收的各方代表应在验收记录上签字。

3.2.2 机器经联合验收后，当暂不安装时，应按下列规定进行保管维护：

1 存放机器和随机附件的仓库或厂房应干燥、通风和防潮。

2 放置在室外的机器应符合下列规定：

- 1) 机器应垫高，放置应整齐；
- 2) 宜采取临时防护措施；
- 3) 机器及附机的所有敞口部位均应采用盲板封闭。

3 应定期对机器进行检查维护。

- 4 整机或散装到货的机器应包装完好。
- 5 机器存放现场应备有消防器材。

3.3 机组运输和吊装

- 3.3.1 机组的运输和吊装应符合现行行业标准 HG 20201《工程建设安装工程起重施工规范》的有关规定。
- 3.3.2 机组的运输和吊装应根据包装标记或设备重心确定受力点。吊装过程中,机器和主要部件应保持水平状态。
- 3.3.3 机器和零部件在吊装和运输时,不得将钢丝绳、索具直接绑扎在机加工面上,绑扎部位应衬垫或将索具采用软材料进行包裹,并不得撞击。
- 3.3.4 吊装转子时应使用制造厂提供的随机专用工具。

3.4 施工现场应具备的条件

- 3.4.1 施工现场应具备下列条件:
 - 1 与机组安装相关的土建主体工程应已完工,避雷接地应完好。
 - 2 机器基础应具备安装条件,机器基础附近的地下工程应已完工。
 - 3 场地应平整,道路应畅通,并应备有消防器材。
 - 4 施工用的水、电、气、照明设备应具备使用条件。
 - 5 起重施工机械应具备使用条件。
 - 6 计量器具应周检合格,精度等级应符合测量要求。
 - 7 设备零部件、专用工具和施工材料应有存放设施。
 - 8 压缩机安装现场应采取防风、防沙、防雨和防雪措施。
- 3.4.2 压缩机厂房屋顶的安装应与机组的吊装就位统筹安排。

3.5 设备基础验收及处理

- 3.5.1 基础使用前应办理交接,并提供下列资料:
 - 1 基础中心、标高和外形尺寸的实测记录。
 - 2 混凝土强度试验报告。
 - 3 应按设计规定提供基础的沉降观测点位置和沉降观测记录。
- 3.5.2 基础的外观检查应符合下列规定:
 - 1 不得有裂纹、蜂窝、空洞和露筋缺陷。
 - 2 基础中心线、标高和沉降观测点标记应清晰。
- 3.5.3 应按混凝土设备基础图和随机技术文件对基础的外形尺寸和坐标位置进行复测检查,混凝土设备基础尺寸允许偏差应符合表 3.5.3 的规定。

表 3.5.3 混凝土设备基础尺寸允许偏差

单位: mm

检验项目		允许偏差
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、0
平面 水平度	每米	5
	全长	10
垂直度	每米	5
	全高	10
预埋地脚螺栓	标高(顶部)	+20、0
	中心距	±2
预留地脚螺栓孔	中心线位置	10
	深度	+20、0
	孔垂直度	10
锚板式 地脚螺栓孔	标高(底部)	+20、0
	中心线位置	5
	带槽锚板平整度	5
	带螺孔锚板平整度	2

3.5.4 机组安装前的基础处理应符合下列规定:

- 1 需二次灌浆的基础表面应铲出麻面,麻点深度不应小于 10 mm,密度宜为每平方分米内 3 点~5 点,表面不得有疏松层或油污。
- 2 放置垫铁处的基础表面应铲平,与垫铁接触应均匀,接触面积不应小于 50%。
- 3 当预埋垫铁时,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 0.5 mm/m,标高允许偏差应为 ±2 mm,砂浆层厚度不得小于 40 mm。
- 4 采用锚板时,锚板与基础表面的接触应均匀,接触面积不应小于 50%。
- 5 预留螺栓孔内的碎石、泥土和积水应清除干净。

4 机组就位、找平找正与固定

4.1 垫铁与地脚螺栓的布置

4.1.1 当随机技术文件无要求时,垫铁的布置应符合下列规定:

1 在不影响灌浆的情况下,垫铁组应布置在靠近地脚螺栓、底座立筋和纵向中心线的负荷集中处。

2 每个地脚螺栓两侧应各有一组垫铁,当地脚螺栓间距小于 300 mm 时,可在各地脚螺栓的同一侧放置一组垫铁。

3 相邻垫铁组的间距宜为 300 mm~700 mm。

4.1.2 垫铁规格的选用应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

4.1.3 每一垫铁组的放置应整齐平稳,其接触面积应大于 50%。机器找平后,垫铁组应露出底座的外边缘 10 mm~30 mm;地脚螺栓两侧的垫铁组,每块垫铁伸入机器底座面的长度,均应超过地脚螺栓直径 30 mm~50 mm。

4.1.4 每组垫铁应限用一对斜垫铁,总层数不宜超过 4 层。放置平垫铁时,厚的宜放在下面,薄的宜放在中间且不宜小于 2 mm。垫铁组的高度宜为 30 mm~70 mm。

4.1.5 机器安装后的垫铁组,采用手锤敲击检查时应无松动,垫铁之间及垫铁与机器底座结合面间的间隙采用 0.05 mm 塞尺检查,垫铁同一断面处两侧塞入深度之和不得大于塞尺塞入方向垫铁边长的 1/3。最终检查合格后,应将垫铁两侧层间采用定位焊固定。

4.1.6 采用无垫铁安装机组的施工方法应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定,其调整用的支承应符合下列规定:

1 底座带有调整顶丝时,应铲去对应位置基础的浮层,并应采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 2 mm/m,标高允许偏差不应大于 ± 2 mm。

2 当采用小型千斤顶或临时垫铁调整时,布置位置和数量应符合本规范 4.1.1 的规定。

4.1.7 地脚螺栓的安装应符合下列规定:

1 放置在预留孔中的地脚螺栓,待机器初找正后,方可进行螺栓孔灌浆。

2 地脚螺栓的检查和安装应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

4.2 机组就位前的准备

4.2.1 散装供货的变速机下机壳和压缩机、汽轮机、电动机的轴承箱应进行 4 h 以上的煤油渗透试验,并应无渗漏。

4.2.2 底座与混凝土接触的部位应清除油垢、涂层、铁锈和粘连物。

4.2.3 安装在机器下部与机器相连接的设备,应检查合格后,再进行吊装就位,并应找正。与机器连接的法兰口应加设盲板。

4.3 机组就位的找平和找正

4.3.1 机组就位前应确定基准机器,并应找平和找正,再以其轴线为准,调整固定其他机器。

4.3.2 基准机器的确定应符合下列规定:

- 1 制造厂规定的安装基准机器。
- 2 应选择重量大、调整困难的机器。
- 3 当机器多、轴系长时,宜选择安装在中间位置的机器。
- 4 条件相同时,应选择转速高的机器。

4.3.3 机组就位时,联轴器端面间轴向距离应符合随机技术文件的要求。

4.3.4 机组中心线应与基础中心线相重合,其允许偏差不应大于 5 mm。

4.3.5 基准机器安装标高的允许偏差应为 ± 3 mm。

4.3.6 水平测点位置和机组安装基准部位的确定应符合下列规定:

1 纵向水平可在轴承座孔、轴承座、下机壳中分面、轴颈或制造厂给定的专门加工面上选点测量。

2 横向水平可在轴承座、下机壳中分面或制造厂给定的专门加工面上进行测量。

3 宜选择基准机器的轴颈为机组的安装基准部位。

4.3.7 机组水平度允许偏差应符合下列规定:

1 基准机器的纵向水平度允许偏差不应大于 0.05 mm/m,其他机器的纵向水平度偏差应符合联轴器的对中要求。

2 横向水平度允许偏差不应大于 0.10 mm/m,同一机器各对应点的水平度应一致。

4.3.8 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,再安装调整其他部件和机器。其允许偏差应符合下列规定:

1 基准机器的轴承座孔中心与下机壳中心的允许偏差不应大于 0.03 mm。

2 其他机器的轴承座孔中心与基准机器中心的允许偏差不应大于 0.05 mm。

4.3.9 一次灌浆应符合下列规定:

1 地脚螺栓预留孔的灌浆,应在机器的找正和找平及联轴器初对中后进行。

2 地脚螺栓预留孔内应干净,并应浸湿。地脚螺栓埋入混凝土中的部位不得有锈蚀、涂层和油渍。

3 灌注在地脚螺栓孔中的细石混凝土的配合比应符合现行国家标准 GB 50204《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的有关规定。捣实混凝土时,不得使地脚螺栓歪斜或机器位移。

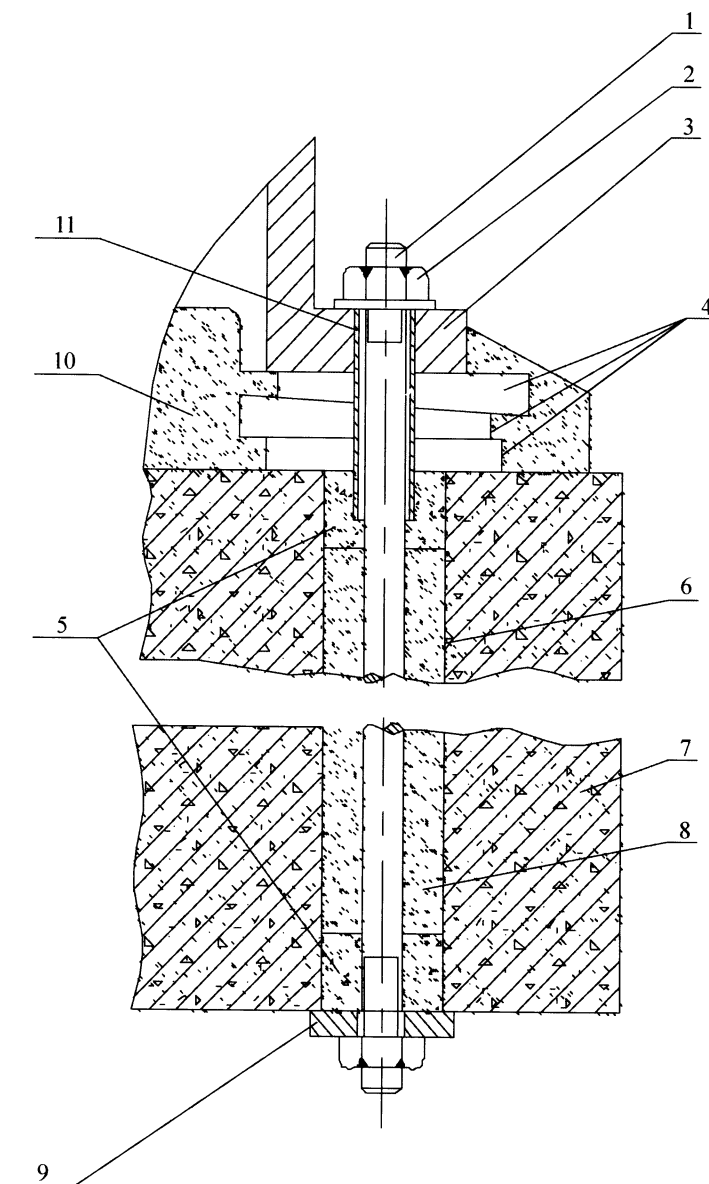
4 灌浆过程中,混凝土不得污染地脚螺栓的螺纹部位。

5 灌浆时的环境温度应高于 5℃。

6 灌浆后应进行养护,当混凝土达到设计强度的 75%以上时,方可进行机器的最终找正、找平和地脚螺栓的紧固工作。

7 当设计对带锚板的地脚螺栓和套管内的充填物无要求时,应符合下列规定:

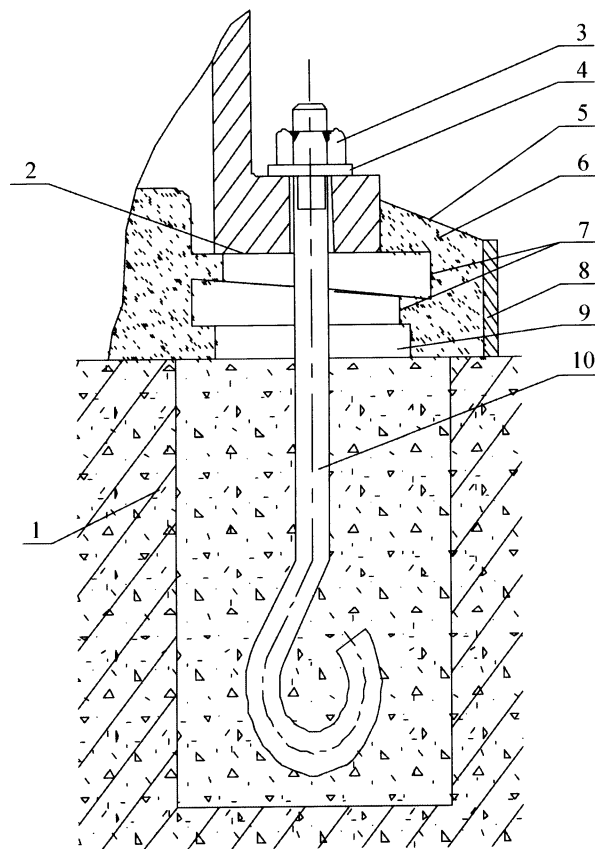
- 1) 应对带锚板的地脚螺栓灌浆的螺杆部分进行防腐处理；
- 2) 灌浆前,应将地脚螺栓孔内的杂物和浮浆清理干净,并应将地脚螺栓放置在机组底座地脚螺栓孔的中间位置；
- 3) 带锚板的地脚螺栓填充应在上下锚板 100 mm~150 mm 范围内充填水泥砂浆,中间应采用干砂充填密实(图 4.3.9-1)；



1——地脚螺栓；2——螺母、垫圈；3——底座；4——垫铁组；5——砂浆层；6——预留孔；
7——基础；8——干砂层；9——锚板；10——二次灌浆层；11——套管

图 4.3.9-1 带锚板的地脚螺栓孔灌浆

- 4) 带钩头的地脚螺栓一次灌浆时,应将地脚螺栓放置在机组底座地脚螺栓孔的中间位置(图 4.3.9-2),且地脚螺栓任一部位距离预留孔的尺寸应大于 15 mm。



1——基础;2——机器底座;3——螺母;4——垫圈;5——灌浆层斜面;6——灌浆层;
7——成对斜垫铁;8——外模板;9——平垫铁;10——带钩头的地脚螺栓

图 4.3.9-2 带钩头的地脚螺栓孔灌浆

4.4 机组联轴器对中

4.4.1 联轴器表面应无毛刺和裂纹,径向与端面跳动偏差值应符合本规范表 6.3.1 的规定。

4.4.2 对中测量器具及调整操作应符合下列规定:

- 1 对中测量器具应周检合格,精度应符合测量要求。
- 2 表架应结构坚固,并应安装牢固。
- 3 调整垫片应清洁、平整,并应无折边或毛刺。

4.4.3 应按随机技术文件提供的找正图表或冷对中数据进行对中。随机技术文件无要求时,联轴器对中允许偏差应符合表 4.4.3 的规定。电动机驱动的机组,对中时应复查电动机的磁力中心线。

表 4.4.3 联轴器对中允许偏差

联轴器型式	转速/(r/min)			
	≤ 6000		> 6000	
	径向	端面	径向	端面
齿式/mm	0.08	0.04	0.05	0.03
弹性、膜式/mm	0.06	0.03	0.04	0.02
刚性/mm	0.04	0.02	0.03	0.01

注：表中数值为 180°表读数差。

4.5 二次灌浆

4.5.1 基础二次灌浆前应复测下列项目, 并进行记录:

- 1 联轴器的对中偏差和端面轴向间距。
- 2 机组滑销、立销、猫爪和联系螺栓的间隙值。
- 3 垫铁组应符合本规范 4.1.5 的规定。
- 4 灌浆工作应在机组复测合格后 24 h 内进行。

4.5.2 二次灌浆层的厚度宜为 40 mm~100 mm。

4.5.3 二次灌浆的模板应符合下列规定:

- 1 外模板与底座外缘的间距不宜小于 60 mm, 模板高度应略高于底座下平面。
- 2 当需支设内模板时, 与机器底座外缘的间距不得小于底座底面边宽。

4.5.4 当设计对二次灌浆材料无规定时, 宜采用高强无收缩灌浆料或比基础混凝土的标号高一级的碎石混凝土。

4.5.5 二次灌浆前, 基础表面应用水冲洗干净, 灌浆部分应保持 12 h 以上湿润, 灌浆时应吹扫干净。

4.5.6 灌浆时的环境温度不应低于 5℃。

4.5.7 二次灌浆应连续进行, 一次灌完。灌浆时应捣实, 并应充满各部位。

4.5.8 二次灌浆养护应符合下列规定:

- 1 灌浆后的 12 h 内应对灌浆层覆盖和洒水。
- 2 当环境温度低于 5℃时, 二次灌浆层的养护应采取防护措施。
- 3 灌浆层养护时间不得少于 7 d, 对高强度无收缩灌浆料的灌浆层应按其说明书的要求进行养护。

4 碎石混凝土灌浆层的养护应符合现行国家标准 GB 50204《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的有关规定。

5 整体压缩机的安装

5.0.1 当整体安装的压缩机超过机械保证期限并发现异常缺陷时,现场应做揭盖解体检查。

5.0.2 当随机技术文件无要求时,整体压缩机机身横向水平度偏差不应大于 0.10 mm/m,纵向水平度偏差不应大于 0.05 mm/m。

5.0.3 找平基准点应在下列部位选择:

- 1 转子轴颈或外露轴的表面。
- 2 机体自带的找平基准面或加工平面。
- 3 支撑滑动部件的导向面。

5.0.4 整体压缩机组主机找平后,应以找平定位的机器为基准,按机组排列顺序进行轴端距的测量和联轴器的找正工作。当随机技术文件无要求时,找正数据应符合下列规定:

- 1 找正时应调整非基准机器达到对中要求。
- 2 各级联轴器允许偏差应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。
- 3 透平驱动的机组,联轴器找正应符合随机技术文件的高温膨胀要求。
- 4 机组一次找正、找平合格后,质量记录经检查确认签字后,方可进行一次灌浆。
- 5 进行机组的二次找正时,水平方向可采用机器上的顶丝进行调整,垂直方向可采用增减填隙片的方法进行调整,找正合格后再对机组进行二次灌浆。

6 现场组装的压缩机安装

6.1 轴承装配

6.1.1 轴承装配前应进行表面检查。轴瓦合金表面不得有裂纹、重皮、夹渣和斑痕。合金层与瓦壳结合应紧密、牢固,经涂色检查不得有分层和脱壳。

6.1.2 可倾瓦和薄壁瓦轴承的间隙和接触面积不应进行刮研。

6.1.3 径向轴承的装配应符合下列规定:

1 当采用涂色法检查时,瓦背与轴承座孔应贴合紧密和均匀,厚壁瓦的接触面积不应小于 50%;可倾瓦、薄壁瓦和球面瓦的接触面积不应小于 75%。

2 轴瓦过盈量应符合表 6.1.3-1 的规定。

表 6.1.3-1 轴瓦过盈量

单位: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

3 当采用涂色法检查轴颈与轴瓦的接触情况时,轴瓦与轴颈接触应均匀,轴向接触长度不应小于 80%。

4 测量径向轴承间隙时,应进行记录。轴承间隙应符合表 6.1.3-2 的规定。

表 6.1.3-2 轴承间隙

单位:mm

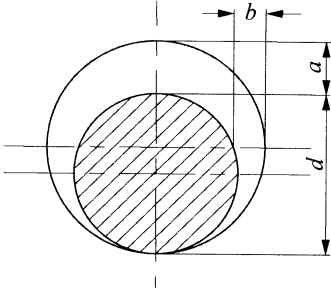
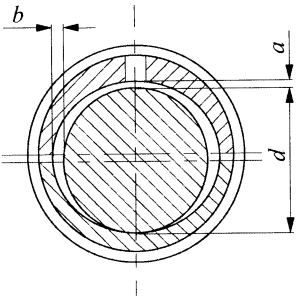
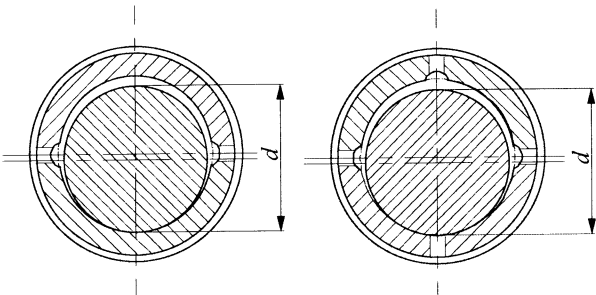
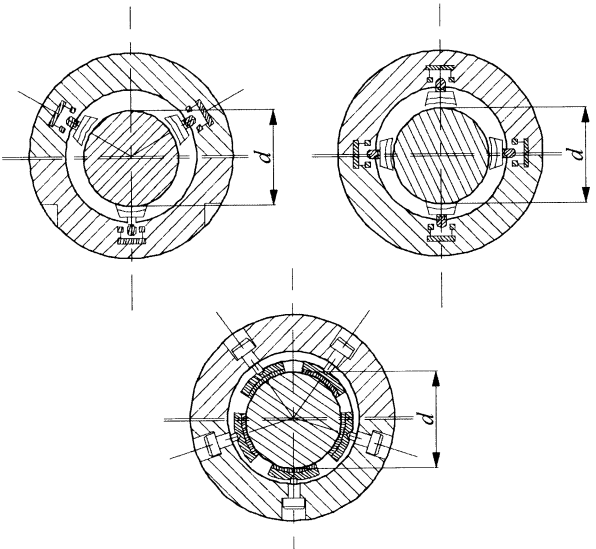
名称	简图	间隙值
圆筒形瓦		$a = (1.8 \sim 2.5)d\%$ $b = a/2$

表 6.1.3-2 轴承间隙(续)

单位:mm

名称	简图	间隙值
椭圆形瓦		$a=(1.5\sim2)d\%$ $b=(1\sim1.5)a$
多油楔圆瓦		$a=(1.5\sim1.9)d\%$
可倾瓦		$a=(1.4\sim2)d\%$

注: a 为轴承顶间隙; b 为轴承侧间隙; d 为轴颈直径。

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

6 厚壁瓦和可倾瓦口接触应严密。自由状态时,用塞尺检查,间隙不应大于 0.05 mm。

6.1.4 推力轴承的装配应符合下列规定:

- 1 推力瓦块的表面应符合本规范 6.1.1 的规定,表面粗糙度的上限值应为 0.4 μm 。
- 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 0.01 mm。

- 3 推力轴承调整垫表面应平整,调整垫厚度差应小于 0.01 mm,且数量不应超过 2 块。
- 4 当采用涂色法检查时,推力轴承与推力盘应接触均匀,接触面积不应小于 75%。
- 5 推力轴承间隙的测量,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 mm~0.60 mm。

6.2 机壳与隔板的安装

6.2.1 机壳的表面和安装应符合下列规定：

- 1 机壳的表面不得有裂纹、夹渣、气孔和损伤。
- 2 机壳的剖分法兰结合面间应均匀涂上密封胶,自由结合时,间隙不应大于 0.08 mm。
- 3 轴承箱内应清理干净。

6.2.2 机壳安装后的质量检查应符合下列规定：

- 1 底座支承面和机壳支座底面应结合紧密,自由状态下宜采用 0.03 mm 的塞尺检查,塞尺塞不进为合格。
- 2 底座支承面与轴承座底面应接触严密,采用 0.05 mm 的塞尺检查,塞尺塞不进为合格。

6.2.3 支承滑销系统的检查与调整应符合下列规定：

- 1 当随机技术文件对支撑滑销系统联系螺栓、滑动键的间隙和膨胀方向无要求时,其间隙和膨胀方向应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 支承滑销系统联系螺栓、滑动键的间隙和膨胀方向

单位:mm

名称	示意图	间隙值
联系螺栓		$a=0.04\sim0.06$ $b=3\sim5$ $d_1=\frac{1}{4}(d_1+d_2)>1$ $d_2=\frac{3}{4}(d_1+d_2)$ $e<b$
水平滑动键		$a_1=1\sim2$ $b_1+b_2=0.03\sim0.05$ $c=0.03\sim0.05$ $d_3=0.01\sim0.03$

表 6.2.3 支承滑销系统联系螺栓、滑动键的间隙和膨胀方向(续)

单位:mm

名称	示意图	间隙值
垂直滑动键		$a_2 > 3$ $b_3 + b_4 = 0.04 \sim 0.06$

注: a 为联系螺栓与压缩机猫爪间隙; b, d_1, d_2, e 为联系螺栓与压缩机猫爪螺栓孔间隙; a_1, b_1, b_2 为水平滑动键与压缩机机壳销槽间隙; c 为水平滑动键固定沉头螺栓至水平滑动键上表面间隙; d_3 为水平滑动键与压缩机底座的过盈量; a_2, b_3, b_4 为垂直滑动键与轴承座销槽间隙。

2 挠性板支承的机组,其挠性板倾斜方向和数值应符合随机技术文件的要求。

6.2.4 隔板的检查和安装应符合下列规定:

- 1 铸件表面不得有裂纹、气孔、未浇满和夹层,扩压器和回流器的导流叶片应完整。
- 2 隔板装进机壳时,应自由落入槽中,无卡涩现象;隔板装配后,隔板与隔板和隔板与机壳中心的偏差应小于 0.05 mm。
- 3 两半隔板结合面应接触良好,结合面的局部间隙应小于 0.08 mm。
- 4 固定上下隔板的销子、定位键和对应孔槽的配合应符合随机技术文件的要求。
- 5 隔板最终装配时,应在各结合面涂抹干石墨粉或其他防咬合剂。
- 6 隔板的吊装应使用专用工具。

6.3 转子安装

6.3.1 转子的安装应符合下列规定:

- 1 清洗后的转子表面应无锈蚀、损伤、变形和裂纹。
- 2 转子径向跳动值和端面跳动值的允许偏差应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 转子径向跳动值和端面跳动值的允许偏差

单位: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

3 转子跳动值测点应在联轴器、推力盘、叶轮外圆和平衡盘处测量(图 6.3.1)。

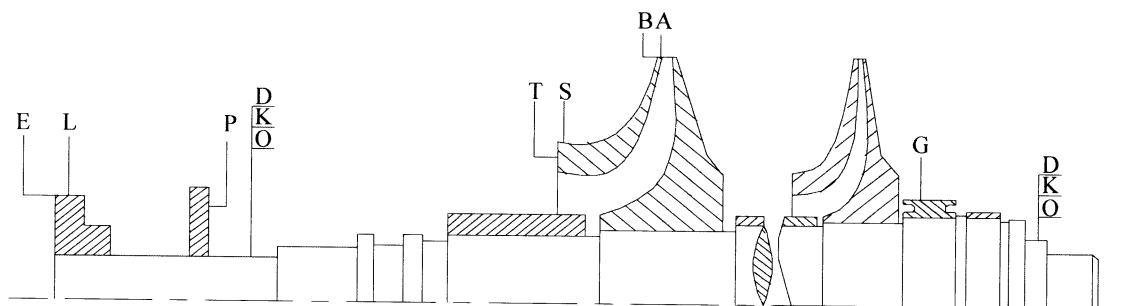


图 6.3.1 压缩机转子测点

6.3.2 转子吊装应使用专用工具,吊装时转子应保持水平状态。

6.3.3 转子就位后,转子总窜量应符合随机技术文件的要求。叶轮工作通道应对称于扩压器通道,其允许偏差应为 $\pm 1\text{ mm}$ 。

6.3.4 联轴器的装配应符合下列规定:

- 1 清洗后的联轴器表面应无锈蚀、裂纹、毛刺和损伤。
- 2 测量轮毂孔和轴的直径与锥度,其过盈量和锥度应符合随机技术文件的要求。
- 3 当采用涂色法检查无键联轴器轮毂孔和轴的接触面积时,能推进部分的接触面积应大于80%。
- 4 无键联轴器宜采用液压法装配,当随机技术文件对其操作方法、装配压力、推进量无要求时,应按本规范附录 B 的规定执行。
- 5 过盈加键联轴器宜采用热装,加热温度应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

6.4 密封装置的安装

6.4.1 迷宫密封的安装应符合下列规定:

- 1 各密封片应无裂纹和卷曲缺陷,密封片应镶装牢固,安装方向应正确(图 6.4.1-1)。

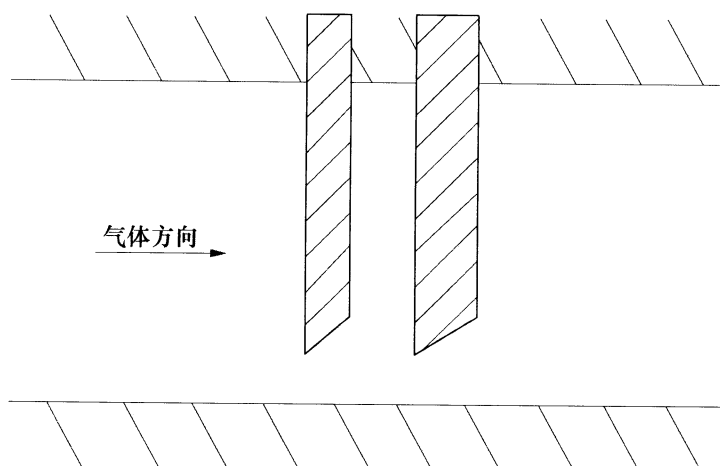
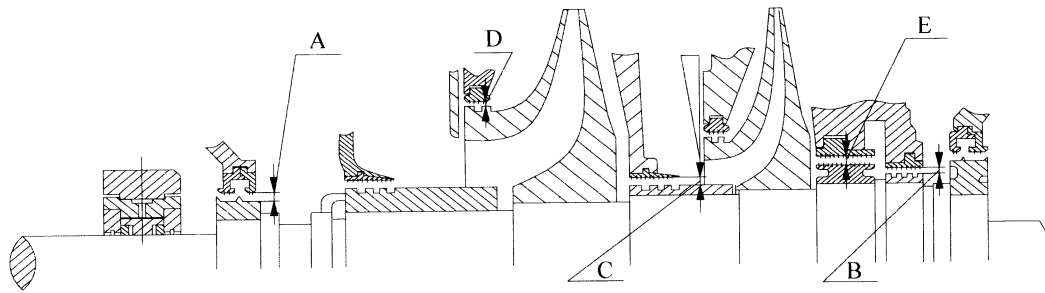


图 6.4.1-1 密封片安装方向

2 各部迷宫密封间隙(图 6.4.1-2)应符合表 6.4.1 的规定。



A——油封;B——端部密封;C——中间轴与轴套密封;
D——叶轮进口侧密封;E——平衡盘密封

图 6.4.1-2 迷宫密封间隙
表 6.4.1 各部迷宫密封间隙

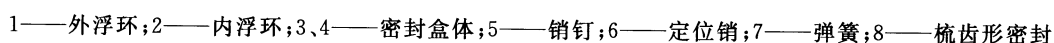
单位:mm

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

3 迷宫式软密封的装配间隙应符合随机技术文件的要求。

6.4.2 浮环油膜密封的安装应符合下列规定：

- 1 内外浮环的合金表面不应有气孔、夹渣、重皮和裂纹。
- 2 应对内外浮环的直径和各部位尺寸进行测量,并应记录。
- 3 浮环与密封体的接触面应光滑,并应无碰伤和划痕,且接触应良好。
- 4 浮环密封的 O 型环应完好,每次拆卸后,均应更换新的 O 型密封环。
- 5 浮环密封组的装配间隙应符合随机技术文件的要求。
- 6 浮环密封组装后,不得有卡涩现象(图 6.4.2)。



- 1 机械密封各零件不应有损伤、变形,密封面不应有裂纹和擦痕。
- 2 密封环的平行度偏差不应大于 0.01 mm,端面垂直度偏差不应大于 0.05 mm。
- 3 装配过程中,零件应清洁,动环及静环的密封面应无灰尘和异物。
- 4 静环安装后应能沿轴向灵活移动。
- 5 安装后的盘动转子应转动灵活。
- 6 机械密封(图 6.4.3)的冲洗系统及密封系统应清洁。

- 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—碳环

6.4.4 干气密封的安装应符合下列规定：

- 1 轴与孔的表面应光滑。
- 2 干气密封组件方向应正确。
- 3 干气密封组件安装时,密封组件轴孔应与转子同心,并应缓慢推进,不得用锤子敲击。
- 4 转子两端不得同时安装干气密封。

6.5 机壳 闭 合

6.5.1 机壳闭合前应检查下列内容：

- 1 径向轴承和推力轴承各部间隙。
- 2 机壳、隔板和密封装置组装状况。
- 3 转子中心位置、水平度和转子的主要部位跳动值。
- 4 机壳水平度和剖分面接触状况。
- 5 支承滑销系统组装状况。

6.5.2 机壳闭合时应符合下列规定：

- 1 机壳内部应清洁。
- 2 机壳内的紧固螺栓和定位螺栓应拧紧,并按随机技术文件的要求固定。
- 3 在机壳剖分面上应涂抹密封剂,涂抹厚度宜为 0.2 mm~0.3 mm,宽度宜为 10 mm~15 mm。

当随机技术文件对密封剂规格型号无要求时,应符合本规范附录 A 的规定。

- 4 应装上导向杆,并应将机壳平稳闭合,安装定位销后,轴封部位不得有错口现象。
- 5 应按规定顺序和紧固力矩拧紧机壳剖分面的联接螺栓。
- 6 机壳闭合后,盘动转子应转动灵活,并应无异常声响。

6.5.3 机壳螺栓的紧固应符合下列规定：

- 1 机壳螺栓应无毛刺和损伤,螺栓的螺纹部位应涂抹防咬合剂。紧固螺栓时不应有卡涩现象。
- 2 螺栓紧固时应从机壳中部开始,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。

- 3 当随机技术文件对螺栓的紧固力矩无要求时,应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

6.6 变速机的安装

6.6.1 本节适用于平行轴传动的渐开线齿轮变速机的安装。

6.6.2 变速器安装前的检查应符合下列规定：

- 1 箱体、铸件的表面不得有裂纹、气孔、未浇满和夹层;焊件不得有变形和裂纹。
- 2 当随机技术文件对轴颈的圆度、圆柱度、径向跳动的允许偏差无要求时,应符合表 6.6.2 的规定。

表 6.6.2 轴颈的圆度、圆柱度、径向跳动的允许偏差

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

- 3 齿轮工作面不得有剥落、裂纹、磨损和锈蚀,并不得进行补焊。
- 6.6.3 变速器轴承的安装应符合本规范 6.1 节的有关规定。
- 6.6.4 齿轮副应啮合良好,接触应均匀。用涂色法检查齿轮副的接触痕迹时,应符合下列规定:
- 1 齿轮副接触痕迹的大小应在齿面展开图上采用百分比计算(图 6.6.4-1),并应符合表 6.6.4 的规定。

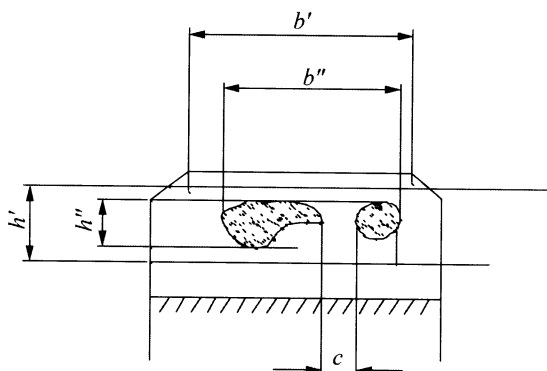


图 6.6.4-1 接触痕迹

- 1) 沿齿长方向,接触痕迹的长度与工作长度之比应按式(6.6.4-1)计算:

$$\frac{b'' - c}{b'} \times 100\% \dots\dots\dots (6.6.4-1)$$

式中:

- b'' ——接触痕迹的长度;
- b' ——实际的工作长度;
- c ——断开部分。

- 2) 沿齿高方向,接触痕迹的平均高度与工作高度之比应按式(6.6.4-2)计算:

$$\frac{h''}{h'} \times 100\% \dots\dots\dots (6.6.4-2)$$

式中:

- h'' ——接触痕迹的平均高度;
- h' ——实际工作高度。

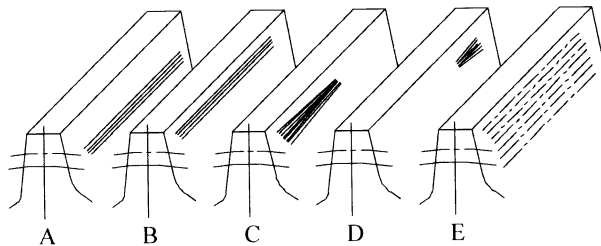
表 6.6.4 齿轮副接触痕迹

接触痕迹	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大于 0.8 的斜齿轮。

- 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应接触(图 6.6.4-2)。

- 6.6.5 两啮合齿轮的中心距允许偏差应符合表 6.6.5 的规定。



A、B——中心距不对；C、D——中心线不平行；E——正常啮合

图 6.6.4-2 齿轮啮合情况

表 6.6.5 两啮合齿轮的中心距允许偏差

单位： μm

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

6.6.6 齿轮啮合轴线水平方向平行度允许偏差应符合表 6.6.6 的规定。

表 6.6.6 齿轮啮合轴线水平方向平行度允许偏差

单位： μm

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

注：垂直方向平行度允许偏差为上述数值的 1/2。

6.6.7 两啮合轮的啮合间隙应采用压铅法进行检查，啮合间隙值应符合随机技术文件的要求。

6.6.8 变速器机壳中分面应光滑，并应无沟槽、划痕和锈蚀。自由状态时，局部间隙不应大于 0.05 mm。

6.6.9 变速器合盖时，应在中分面上涂抹密封剂。当随机技术文件对螺栓的紧固无要求时，应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

7 驱动机的安装

7.1 汽轮机的安装

7.1.1 汽轮机安装前的准备和就位找正工作应符合本规范第 3 章和第 4 章的有关规定和随机技术文件的要求。

7.1.2 汽轮机安装前应组织技术人员和作业人员熟悉随机技术文件,整理关键共检点,并应进行技术和安全交底。

7.1.3 整体安装的机组应符合本规范第 5 章的规定。

7.1.4 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,并应大于或等于 75%。自由状态下两面间隙应小于 0.04 mm。联系螺栓与螺孔的相对位置、座架与螺帽间的自由间隙应符合随机技术文件的要求。

7.1.5 汽轮机滑销系统装配要求应符合表 7.1.5 的规定。

表 7.1.5 汽轮机滑销系统装配要求

单位:mm

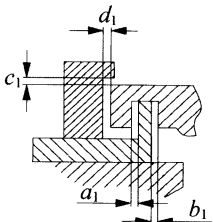
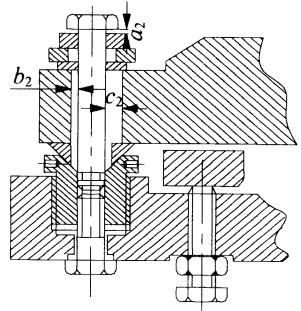
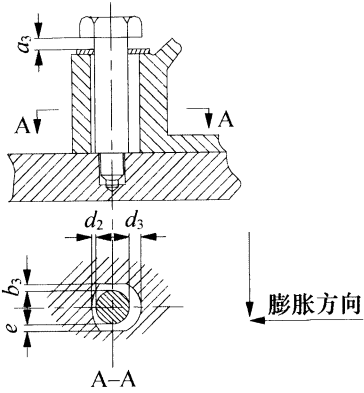
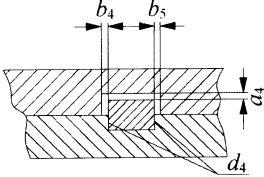
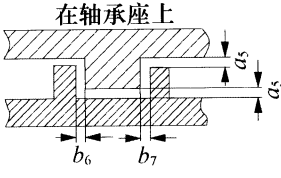
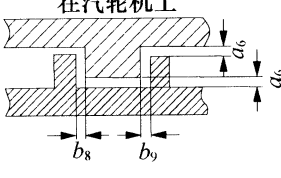
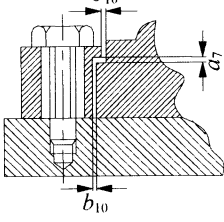
名称	简图	间隙要求
平面座支承猫爪		$a_1 = 0.02 \sim 0.04$ $b_1 = 0.02 \sim 0.04$ $c_1 = 0.05 \sim 0.07$ $d_1 \geq 1$
球面座支承猫爪		$a_2 = 0.1 \sim 0.2$ $b_{2min} = 1$ $c_{2min} = 15$

表 7.1.5 汽轮机滑销系统装配要求(续)

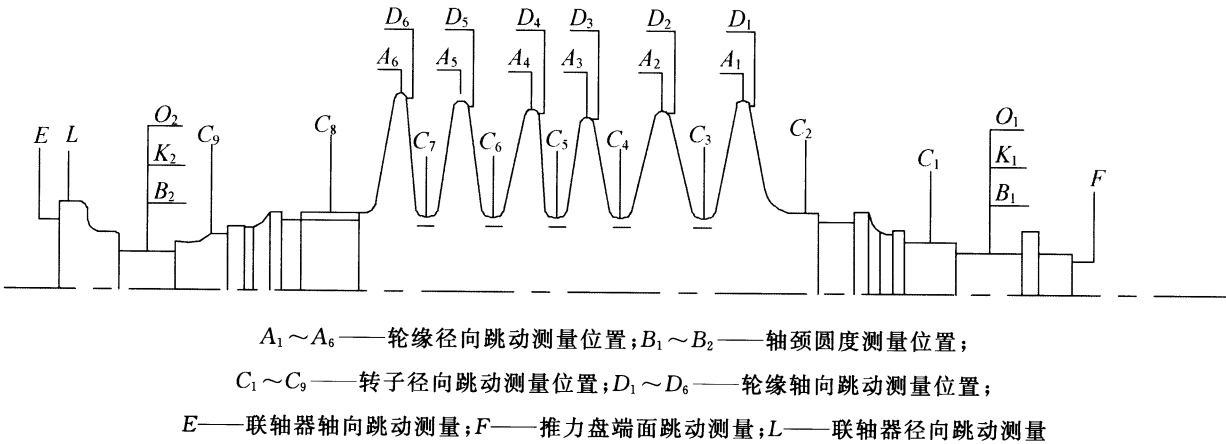
单位:mm

名称	简图	间隙要求
联系螺栓		轴承座与底座(台板) $a_3 = 0.04 \sim 0.07$ 汽缸与座架 $a_3 = 0.1 \sim 0.2$ b_3, d_2, d_3, e 满足膨胀要求
水平(纵、横向)滑销		$a_4 = 1 \sim 2$ $b_4, b_5 = 0.02 \sim 0.04$ $d_4 = 0.01 \sim 0.03$
垂直滑销		$a_5 = 1 \sim 2$ $b_6 + b_7 = 0.04 \sim 0.08$
垂直滑销		$a_6 \leq 3$ $b_8 + b_9 = 0.10 \sim 0.14$
轴承压销		$a_7 = 0.04 \sim 0.08$ $b_{10} > 1$

注: a_1, b_1 为滑销与猫爪间隙; c_1, d_1 为压块与猫爪间隙; a_2 为球面座联系螺栓与猫爪间隙; b_2, c_2 为球面座联系螺栓与猫爪螺栓孔间隙; a_3 为联系螺栓与轴承座(汽缸)猫爪间隙; b_3, d_2, d_3, e 为联系螺栓与猫爪螺栓孔间隙; a_4, b_4, b_5 为水平滑销与汽缸销槽间隙; d_4 为水平滑销与下支座的过盈量; a_5, b_6, b_7 为轴承座垂直滑销与台板销槽间隙; a_6, b_8, b_9 为汽轮机垂直滑销与台板销槽间隙; a_7, b_{10} 为压块与轴承座间隙。

7.1.6 底座纵、横向的水平度应在基准面上进行检测,其允许偏差应为 $\pm 0.05 \text{ mm/m}$ 。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,后轴颈处水平允许偏差应为

- ±0.02 mm/m。横向水平应以前、后轴承座水平剖分面为基准,其偏差应为 0.05 mm/m。
- 7.1.7 汽缸剖分面接触应均匀、严密,安装时应清理剖分面的防护油脂,结合面应无凹痕和锈坑,接触面积应大于或等于 75%,汽缸在自由状态下的间隙不应大于 0.05 mm。
- 7.1.8 径向轴承的安装应符合本规范 6.1.3 的规定。
- 7.1.9 推力轴承的安装应符合本规范 6.1.4 的规定。
- 7.1.10 组装前应清洗汽缸内的隔板、静叶持环和汽封,其表面应无缺陷。与汽缸体组合时,中心位置和相应间隙应符合随机技术文件的要求。
- 7.1.11 轴承座孔与汽缸中心偏差不应大于 0.03 mm。
- 7.1.12 转子安装应符合下列规定:
- 1 使用随机提供的专用吊装工具时,应检查无异常后方可使用,吊点位置应符合随机技术文件的要求。
 - 2 转子表面应清洗干净,各部件的装配应符合随机技术文件的要求,并应无损伤。
 - 3 转子装入汽缸前,应对转子和机体内隔板、静叶持环、通道和汽封进行清洗,并应采用压缩空气吹扫干净,疏水口应畅通,径向轴承应注入合格润滑油。
 - 4 转子起吊和安装应保持水平状态,不得碰压汽封等部件。
 - 5 转子就位后,转子与缸内部件的相对位置和间隙应符合随机技术文件的要求后,方可正式装配推力轴承。
- 7.1.13 转子和汽缸中心线位置应重合,其偏差不应大于 0.03 mm。转子就位后应检查有关部位的跳动值(图 7.1.13)。当随机技术文件对测点及允许跳动值无要求时,应符合表 7.1.13 的规定。



A₁~A₆——轮缘径向跳动测量位置;B₁~B₂——轴颈圆度测量位置;
C₁~C₉——转子径向跳动测量位置;D₁~D₆——轮缘轴向跳动测量位置;
E——联轴器轴向跳动测量;F——推力盘端面跳动测量;L——联轴器径向跳动测量

图 7.1.13 汽轮机转子跳动测点
表 7.1.13 汽轮机转子跳动值允许偏差

单位: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

表 7.1.13 汽轮机转子跳动值允许偏差(续)

单位:mm

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	轴向	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

7.1.14 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 0.02 mm/m。

7.1.15 汽轮机上、下机体正式闭合前,应经建设单位或总承包单位、监理单位和制造厂家代表对汽轮机的安装质量进行确认签字。其内容应包括:

- 1 底座安装找正记录。
- 2 前后轴承的安装检查记录。
- 3 机体纵横向水平度及转子轴颈的水平度记录。
- 4 转子跳动量检查记录。
- 5 隔板、静叶持环和汽封清洗组装记录。
- 6 转子与定子间的轴向和径向装配间隙记录。
- 7 上、下机体水平剖分面间自由间隙的测量值记录。
- 8 滑销系统组装记录。
- 9 底座、机壳和支座处各导向键的最终间隙测量值。

7.1.16 气缸闭合时应符合下列规定:

- 1 机壳内部应清洁。
- 2 气缸内部装配的部件和配合面涂抹的密封剂性能应符合随机技术文件的要求。
- 3 气缸吊装应使用专用工具,上半部气缸连接面应呈水平状态,安装中应沿导向杆平稳缓慢降落,并应在即将闭合时装入定位销。
- 4 气缸闭合后盘动转子,内部应无异常声响、摩擦和卡涩现象,转动应灵活,并应及时封闭各连接管口。

7.1.17 气缸连接螺栓的紧固应符合下列规定:

- 1 螺栓应清洗干净,并应无毛刺和损伤,螺杆与螺母的配合精度应符合随机技术文件的要求。
- 2 螺栓装配时,螺纹部位应涂抹防咬合剂,装配时不得有卡涩现象,不得强行拧紧。
- 3 当随机技术文件对螺栓的紧固力矩和紧固顺序无要求时,应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。
- 4 螺栓紧固宜分步进行,应先用 50%~60%的规定力矩预紧,再用 100%的规定力矩紧固。
- 5 汽轮机缸盖螺栓应按随机技术文件的要求进行热紧。

7.1.18 调速系统的安装应符合下列规定:

- 1 调速系统中的电气、仪表和机械的安装,应符合随机技术文件的要求。
- 2 调速器宜整体安装,油压控制的执行机构应清洗干净。
- 3 主汽阀、调速阀、危急保安装置、油动机和调速器的滑动部位,动作应灵活可靠,不得有异常

现象。

- 4 各部件的连接面应严密,并应无损伤,装配位置应符合随机技术文件的要求。

7.2 电动机的安装

7.2.1 电动机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,底座的固定应符合随机技术文件的要求。

7.2.2 电动机轴承座与底座、定子架与底座间均应设置绝缘垫片,其螺栓和定位销应绝缘。

7.2.3 电动机纵向水平度偏差应符合主机对中要求,横向水平度偏差不应大于 0.10 mm/m。

7.2.4 电动机轴与主轴的对中偏差应符合下列规定:

- 1 当采用刚性联轴器时,径向位移不应大于 0.03 mm,轴向倾斜不应大于 0.05 mm/m,两轴端面的间隙应符合随机技术文件的要求。

- 2 电动机用刚性联轴器与压缩机连接时,当电动机轴与主轴的对中完成后,方可对联轴器连接螺栓孔进行铰制加工。当随机技术文件对螺栓与螺孔的过盈量无要求时,应按螺栓直径的 0.000 3 倍过盈量进行装配。

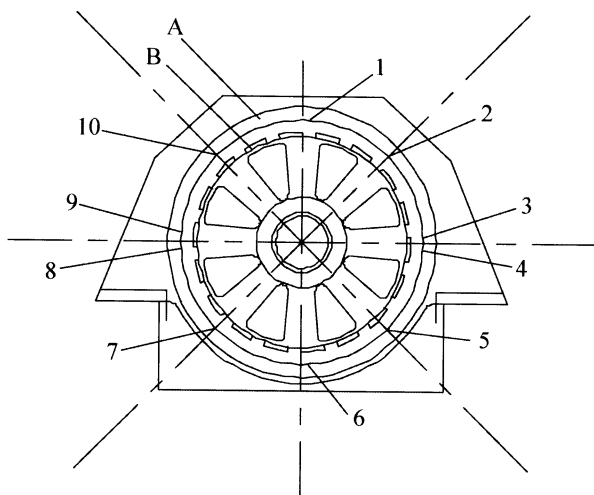
- 3 当采用非刚性联轴器时,其对中偏差应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

7.2.5 轴承的安装应符合本规范 6.1 节的有关规定。

7.2.6 电动机定子与转子的空气间隙偏差应小于平均间隙值的 5%,其上部间隙应比下部间隙小 5%。轴向定位时,定子与转子的磁力中心线应相互对准。

7.2.7 定子与转子间的空气间隙应按下列规定进行检查:

- 1 确定转子外圆上的最大半径点(图 7.2.7)时,应在定子上任取一点为测点,应将转子磁极按顺序编号,并应对拆下的风扇叶片进行编号并做永久性标志。盘车转动转子,沿着径向分别测出所取测点到转子各磁极间的距离,转子上与定子上所取测点距离最小的一点即为转子外圆上的最大半径点。



A——定子上任取的一点;B——转子外圆上的最大半径点;1~10——定子所取的测点

图 7.2.7 电动机空气间隙检查

2 检查转子与定子间空气间隙(图 7.2.7)时,应在定子上取 10 点。以转子外圆上的最大半径点为测点,应盘车检查转子外圆上的最大半径点距定子 10 点的间隙,当采用塞尺检查时,塞尺从两边插入的长度应超过磁极宽度的 3/4。最大、最小间隙与平均间隙的差值应符合本规范 7.2.6 的规定。

7.2.8 电动机空气间隙调整后,应将各连接螺栓拧紧,锁紧装置锁牢,并应装上风扇叶片。

7.2.9 电动机安装完毕后,在定子与底座处应安装定位销。

7.2.10 电动机集电环罩和励磁机滑环罩的内孔与主轴的间隙应为 0.30 mm~0.50 mm,碳刷与滑环接触应严密。

7.2.11 电动机附属设备的安装应符合随机技术文件的要求。

7.3 燃气轮机的安装

7.3.1 燃气轮机、燃烧室和压气机可不做解体。轴承各部位应清洗,并应符合本规范 6.1 节的有关规定。

7.3.2 当以燃气轮机转子轴颈为安装水平度基准时,其纵向水平度偏差不应大于 0.02 mm/m,转子与气缸的中心偏差应符合随机技术文件的要求。

7.3.3 当随机技术文件对气缸支承滑销系统的定位与间隙无要求时,应符合下列规定:

1 当随机技术文件对气缸滑销配合间隙无要求时,应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 气缸滑销配合间隙

单位:mm

名称	简图	配合符号	间隙与配合间隙
纵销、横销		$b_1 + b_2$ a c	0.04~0.08 ≥ 1.0 过盈值 0.00~0.02
键(键温度低于键槽的温度)		$b_1 + b_2$ a $b_1 + b_2$ a	0.04~0.08 ≥ 3.0 0.12~0.16 ≥ 3.0
圆柱销(横销或径向导销)		D/d	0.01~0.03

注: D ——销孔直径; d ——销直径。

2 沿滑动方向应测量 3 点,滑销与滑销槽测得的尺寸差值均不应大于 0.03 mm;在 1 块底盘上有 2 个或 2 个以上滑销位于同一条直线上时,应取横向相对位移实测值作为间隙值。

3 滑销试装到滑销槽内时应滑动灵活。

4 滑销间隙不合格时,应进行调整。对过大的间隙,可在滑销整个接触面上进行补焊或等离子喷镀,其硬度不应低于原金属。不得采用敛挤的方法缩小滑销间隙。

8 附属设备及管道安装

8.1 附属设备的安装

8.1.1 附属设备安装前,设备上的安全阀等安全部件应经具有许可资格的单位校验调试合格。

8.1.2 附属设备的中心位置、标高和水平度应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》和随机技术文件的有关规定。

8.1.3 汽轮机的冷凝器安装应符合下列规定:

- 1 冷凝器就位前,应以汽轮机基础中心线为基准,布置好底板,再进行冷凝器就位。
- 2 冷凝器及需要在汽轮机安装前就位的设备,应待汽轮机最终找正后,再进行冷凝器二次找正定位。冷凝器的中心位置、标高和水平度应符合随机技术文件的要求。
- 3 汽轮机低压缸排汽口与冷凝器入口间的连接应符合随机技术文件的要求。
- 4 进行对称焊接时,应在汽轮机低压排汽缸台板四角架设百分表。
- 5 有弹簧支座的膨胀节和弹簧支座应逐个进行压缩试验。将自由高度与压缩特性接近的弹簧选为一组进行组装。弹簧支座待冷凝器与汽轮机接缸合格后再进行调整,弹簧应无歪斜,与支座的四周间隙应均匀。
- 6 有膨胀节的冷凝器滑动端支座螺栓孔与地脚螺栓之间,应留有膨胀间隙。

8.2 附属管道安装

8.2.1 附属管道的安装、试压、吹扫和清洗应符合现行国家标准 GB 50235《工业金属管道工程施工规范》、GB 50236《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》和随机技术文件的有关规定。

8.2.2 管道与机器连接时应符合下列规定:

- 1 连接机器的管道固定焊口应远离机器。
- 2 不得承受附加外力的连接应符合下列规定:
 - 1) 管道与机器连接前,法兰在自由状态下的平行度和同轴度的允许偏差应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 法兰平行度、同轴度允许偏差

单位:mm

转速/(r/min)	平行度	同轴度
3000~6000	≤ 0.15	≤ 0.50
> 6000	≤ 0.10	≤ 0.20

- 2) 管道系统与机器最终连接时,应在联轴器上架设监测机器位移的计量器具。当转速大于 6 000 r/min 时,其位移值应小于 0.02 mm;当转速小于或等于 6 000 r/min 时,其位移值应

小于 0.05 mm。

3 管道安装合格后,不得承受设计以外的附加载荷。

4 管道经试压、吹扫合格后,应对该管道与机器的接口进行复位检验,其允许偏差应符合表 8.2.2 的规定。

5 配对法兰面在自由状态下的最小间距,宜为垫片能顺利插入。

8.3 油系统设备和油管道的清洗

8.3.1 油箱安装应符合下列规定:

1 油箱表面应无明显划痕,焊缝应无开裂和漏焊缺陷。内部各隔板、滤网应与图纸相符,各油室间应无短路。

2 油箱开孔位置和坡度应符合随机技术文件的要求,管口采用栽丝螺栓连接时,其栽丝孔不应穿透油箱壁。

3 滤网应清洁、无破裂,与支撑框架应结合严密,应便于在框架上拆装。

4 油箱内部应清洁。

5 油箱的安装标高和中心线位置允许偏差应为 ± 5 mm。

6 射油器喷嘴和扩散管的喉部直径、喷嘴至扩散管喉部距离均应符合随机技术文件的要求。喷嘴及扩散管应组装牢固,各连接螺栓应锁紧,吸入口应在油箱最低油位以下,吸入口的滤网应洁净。

8.3.2 油冷却器安装应符合下列规定:

1 油冷却器表面应洁净、无锈污、杂物和损伤变形。

2 油冷却器的水侧、油侧的铜管和管板表面不得有型砂、焊渣、涂层膜和锈污,管束、隔板与外壳的间隙和油的流向应符合随机技术文件的要求。组装后,其法兰及仪表孔均应封闭。

3 油冷却器的安装标高和中心线位置允许偏差应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的规定。

8.3.3 油过滤器内部应洁净、畅通,滤网的保护板应完好、无毛刺,滤网孔目应符合随机技术文件的要求。

8.3.4 油系统管道安装前应具备下列条件:

1 施工场地应清洁,不应有杂物和粉尘。

2 管道、阀门、管件应清理干净,并应进行遮盖。

3 碳钢管道应进行化学清洗,合格后应采用压缩空气吹扫干净,并应立即封闭管口。

8.3.5 油系统管路制作安装应符合下列规定:

1 法兰的密封面均应平整、光洁,接触应均匀,不得有贯通密封面的沟痕。

2 管道应采用氩弧焊接。焊接后,应清除焊渣、焊瘤和药皮。

3 进油管至油泵的坡度宜为 1‰,回油管至油箱的坡度不应小于 5‰。

4 管道与蒸汽保温层表面的距离不宜小于 150 mm。

5 管道上的仪表应与管道施工同步进行。

8.3.6 油系统清洗应符合下列规定:

1 油系统清洗前,应具备下列条件:

- 1) 油系统设备及管道应已安装完毕,设备已清理干净,并应封闭,管道试压吹扫应已合格。
- 2) 油系统清洗所需临时设施及油系统清洗临时回路已准备就绪,进、回油滤网已加装完毕,油箱的回油口法兰处应加装滤网。
- 3) 应具备有符合随机技术文件要求的循环用油。
- 4) 油系统设备、管道表面及周围环境应清理干净,道路应通畅,并应无易燃物,清洗区域内应无明火作业。
- 5) 应具备有消防器材。

2 清洗油注入油箱时,应经金属滤网或滤油机的过滤。

3 清洗时的油温不宜超过 60 ℃,并按随机技术文件要求的温度和时间交替进行。

4 各润滑点入口处应安装金属过滤网,连续通油 4 h 后,金属过滤网不得有硬质颗粒,每平方厘米内的软质颗粒不得超过 2 点。

5 油系统清洗合格后,应排尽系统中的冲洗油,并应再次清洗油箱、过滤器、高位油槽、轴承和密封腔。各部位管道应进行复位。

6 向油箱注入合格工作油进行油循环,通油 24h 后,油过滤器前后压差的增值应小于 0.015 MPa。

9 机组试运行

9.1 试运行应具备的条件

9.1.1 机组的管道安装工程应符合下列规定：

- 1 有关机组试运行的管道及支、吊架均已安装完毕,弹簧支、吊架按设计规定已调整完毕。
- 2 蒸汽管道和压缩机的工艺管道均已试压吹扫完毕,严密试验已全部合格。
- 3 机组系统的安全阀已按设计规定调试合格,并已打上铅封。

9.1.2 机组二次灌浆和抹面强度应符合设计规定。

9.1.3 机组及管道的绝热工程已完成,与机组试运行有关的水、电、气、汽应具备使用条件。

9.1.4 电气、仪表安装工作已结束,并已调试合格,并已具备使用条件。

9.1.5 机组润滑油、控制油和密封油系统的油循环应已合格。

9.1.6 现场道路应畅通,环境应整洁,安全、消防设施应齐全、可靠。

9.1.7 试运行方案应已批准,试车组织机构已建立,试车人员的技术和安全交底工作应已完成。

9.2 试运行前的准备工作

9.2.1 试运行前应进行技术交底,熟悉机组特性,明确试运行规程和安全规程。

9.2.2 机组应按下列内容程序进行试运行：

- 1 辅助系统试运行。
- 2 驱动机单机试运行。
- 3 减速机试运行。
- 4 机组无负荷试运行。
- 5 机组负荷试运行。

9.2.3 试运行工作中的工器具及安全防护用品应备齐。

9.2.4 试运行的各种记录表格应准备齐全。

9.2.5 试运行前,应检查机组的下列部位：

- 1 汽轮机的临时固定件应拆除。
- 2 拆除凝汽器与汽轮机出口连接处膨胀节的定位螺栓。
- 3 应将蒸汽、工艺管道的弹簧支、吊架的定位块或定位螺栓拆除。
- 4 各阀门的启闭位置应正确。

9.3 辅助系统试运行与调整

9.3.1 油系统试运行应符合下列规定：

- 1 应按随机技术文件的要求调整润滑油油压、控制油油压和密封油油压。

2 当随机技术文件对润滑油温度无要求时,油泵启动前油温应为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3 油系统中的油压、油温和油位自控联锁应灵敏、准确。

9.3.2 控制系统的调试应符合下列规定:

1 当无油压时,执行机构的静态位置应符合随机技术文件的要求。

2 油泵启动后,各部位压力参数的调整应符合随机技术文件的要求。

3 采用危急遮断器或电磁阀做切断试验时,主汽阀的关闭时间不应大于 1 s 。

4 调速系统静态试验的技术参数应符合随机技术文件的要求。

5 盘车装置应运转正常,联锁动作应准确。

9.3.3 冷凝系统的试运行应符合下列规定:

1 冷凝水泵启动后,冷凝液位报警,冷凝水泵自启动及停泵的自控联锁应灵敏、准确。

2 喷射器系统内的真空度应符合随机技术文件的要求。

9.4 汽轮机试运行

9.4.1 试运转前应脱开汽轮机与压缩机之间的联轴器,保护罩应固定牢固。

9.4.2 启动后的油系统各部位参数应符合随机技术文件的要求。

9.4.3 应启动盘车器,转子应转动灵活,并应无异常声响。

9.4.4 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。

9.4.5 启动冷凝系统,系统的真空度应符合随机技术文件的要求。

9.4.6 开启主汽阀前的排放阀,蒸汽参数均应符合随机技术文件的要求。

9.4.7 根据随机技术文件的升温、升速要求引进蒸汽,当汽轮机转子冲动后进行暖机,暖机转速应为 $300\text{ r/min}\sim 500\text{ r/min}$ 。暖机曲线应符合随机技术文件的要求。

9.4.8 暖机合格后按照随机技术的要求进行升速和低速跳闸试验,确认主汽阀、调速汽阀、抽汽调速阀、抽汽止回阀的动作应灵敏准确。

9.4.9 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。

9.4.10 按照随机技术的要求进行超速脱扣试验,确认危急保安装置的动作应灵敏准确。

9.4.11 超速脱扣试验中实际超速脱扣试验的转速数值不应超过随机技术要求的跳闸转速数值的 1% 。同时有电子和机械保护系统时,超速脱扣试验应分别连续进行 3 次。

9.4.12 当危急保安装置试验合格后,再次开启起动装置,应按升速曲线升速。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。

9.4.13 在额定转速下运行正常后,超速脱扣试验应符合随机技术文件的要求。

9.4.14 在额定转速下连续运行 1 h 后,并应符合下列规定:

1 主机、附机运行正常,应无异常声响。

2 轴承进油温度应为 $(40\pm 3)^{\circ}\text{C}$,运行时轴承温度不应大于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3 轴振幅应符合随机技术文件的要求。

4 机体各部位热膨胀的指示值应均匀,并应符合随机技术文件的要求。

9.4.15 试运行合格后,可手动使危急保安装置停机,同时测出主汽阀关闭至汽轮机停止转动的情走时间。

9.4.16 当转子停稳后,应立即启动盘车器盘动转子,直至轴承温度降至 $(40\pm3)^{\circ}\text{C}$,汽缸内温度降至 90°C 以下,盘车器及油系统方可停止运行。

9.5 电动机试运行

9.5.1 电动机试运行应符合下列规定:

- 1 试运行前应脱开与压缩机或变减速机之间的联轴器,盘动转子应转动灵活且无异常声响。
- 2 电机的绝缘电阻应符合随机技术文件的要求,电气系统应调试合格,并应具备使用条件。
- 3 冷却水进出口阀的水量、水压应正常。
- 4 应按随机技术文件的要求调整润滑油泵的油温和油压,各轴承进油和回油应正常。

9.5.2 应点动电动机,检查转向,应无异常声响。

9.5.3 电动机的电流、电压、轴承的温度、冷却水温应符合随机技术文件的要求。电动机连续试运行时间不应少于2 h;试运行时隔30 min应进行检查和记录。

9.5.4 测量轴振动的双振幅不得大于式(9.5.4)计算值,且应小于 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。

$$A = \left(\sqrt{\frac{12\,000}{n}} + 0.25 \sqrt{\frac{12\,000}{n}} \right) \times 25.4 \dots\dots\dots (9.5.4)$$

式中:

A ——包括跳动在内的不滤波双振幅(μm);

n ——最大连续转速(r/min)。

9.5.5 停车后润滑系统应继续运行至轴承温度低于 50°C 以下时,方可停止润滑油泵。

9.6 燃气轮机试运行

9.6.1 燃料系统、空气系统的准备应按随机技术文件的要求执行。

9.6.2 油系统中的润滑油压、控制油压、密封油压的技术参数应符合随机技术文件的要求。

9.6.3 调速系统静态试验的技术参数应符合随机技术文件的要求。

9.6.4 冷却介质的流量、压力应符合随机技术文件的要求。

9.6.5 启动机的试运行应符合随机技术文件的要求。

9.6.6 应启动启动机,进行冷态升速。当燃气轮机转子的转速达到点火转速时,应向燃烧室内投入空气和燃料气进行点火。

9.6.7 机组未达到点火转速时,严禁将燃料气投入燃烧室。

9.6.8 启动机达到脱离转速时,应脱开燃气轮机并应停止运转。燃气轮机应按随机技术文件升速、升温的要求进行暖机,直至达到规定的空载转速,并应调整燃气轮机进口气体压力与转速的对应关系。

9.6.9 无负荷试运行应符合下列规定:

1 主机、附机运行应正常、无异常声响。燃气轮机、压气机进气、排气的温度应符合随机技术文件的要求。

- 2 各部位的轴承温度、轴振动和轴位移应符合随机技术文件的要求。
- 3 电气、仪表、自控保护装置运行应正常,且动作应灵敏、准确。
- 4 附属设备和管道运行应正常且无异常振动和泄漏。

9.6.10 应对试运行全过程进行记录。

9.7 减速机试运行

9.7.1 减速机应转动灵活且无异常声响。

9.7.2 油系统、油温和油压应符合随机技术文件的要求。

9.7.3 减速机在额定转速下连续运行 2 h~4 h 后,应符合下列规定:

- 1 减速机各部件应紧固且无松动,运转应无异常噪声;
- 2 齿轮箱体和油路系统应无渗漏现象。
- 3 当随机技术文件对各轴承的温度无要求时,滚动轴承温升不应超过 40 ℃,最高温度不应超过 75 ℃,滑动轴承温升不应超过 35 ℃,最高温度不应超过 65 ℃。
- 4 齿轮装置在连续转速下运行时,其轴振动的双振幅应符合随机技术文件的要求。

9.8 机组无负荷试运行

9.8.1 无负荷试运行的准备工作应符合下列规定:

- 1 当设计要求脱脂或置换时,试运行用的介质应符合随机技术文件的要求。
- 2 机组吸入端的设备或管道应清理干净,并应采取安全措施。
- 3 机组试运行有关的电气、仪表、自控联锁应投入运行。
- 4 机组的轴对中、联轴器的连接应符合随机技术文件的要求。
- 5 盘动转子,压缩机内部应无摩擦和异常声响。

9.8.2 检查压缩机进出气系统,启动压缩机前应全开压缩机的出口阀、放空阀、防喘振阀,并应微开入口阀。

9.8.3 驱动器启动应符合本规范 9.4 节至 9.6 节的有关规定。

9.8.4 机组试运行在额定转速下连续运转时间不应少于 4 h,并应符合下列规定:

- 1 机组应无异常声响。
- 2 冷却水系统中的水温、压力应符合随机技术文件的要求。
- 3 润滑油压、密封油压、控制油压、轴承进口油温应符合随机技术文件的要求。
- 4 电气、仪表、自控保护装置运行应正常,动作应准确。
- 5 附属设备和管道运行应正常,并应无异常振动和泄漏。
- 6 机组各部位对应的线胀指示值应均等。
- 7 机组轴振动的双振幅值应符合随机技术文件的要求。

9.9 机组负荷试运行

9.9.1 机组无负荷试运行合格后,方可进行负荷试运行。负荷试运行用的介质,应符合随机技术文件的要求。

- 9.9.2** 机组启动应符合本规范 9.4 节至 9.8 节的有关规定。
- 9.9.3** 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。
- 9.9.4** 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,且应与随机技术文件的要求一致。
- 9.9.5** 机组在额定负荷下连续运行时间应不小于 24 h,并应符合本规范 9.8.4 的规定,负荷试运行合格后,停机时应测量机组惰走时间。
- 9.9.6** 负荷试运行合格后,应检查轴承的磨损情况。

10 交工技术文件

10.0.1 压缩机安装工程施工完毕,经试运行符合本规范有关规定后,应及时与建设单位办理工程交接验收手续。

10.0.2 离心式压缩机组专业交工文件应包括下列内容:

1 机组安装工序质量控制表(表 10.0.2-1)。

表 10.0.2-1 机组安装工序质量控制表

		机组安装工序质量控制表				项目:	
						装置:	
						工号:	
位号		名称		执行标准			
驱动机				主机			
种类		型号		种类		型号	
功率		转速		r/min		介质	
检查项目				等级	签名/日期		
					施工单位	监理单位	总包单位或建设单位
机组及附件接收				C			
基础复查				C			
机组安装				A _R			
灌浆前检查				A _R			
联轴节对中				A _R			
机组安装完整性确认				B			
机组拆检情况				C			
油系统冲洗				A			
油系统整定				B			
冷却系统				C			
冷凝真空系统				B			
控制和保护系统				B			
盘车装置检查				C			
试运转				A _R			
加注油情况		部位	油标号	合格证书	注油数量	签名/日期	
备注:							

2 机组安装找正记录(表 10.0.2-2)。

表 10.0.2-2 机组安装找正记录

		机组安装找正记录								项目：	
										装置：	
										工号：	
位号		名称							执行标准		
项目	允许偏差/mm	实际偏差/mm									
标高											
中心线	纵向										
	横向										
水平测量/(mm/m)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
纵向	允许值										
	实测值										
横向	允许值										
	实测值										
附图：											
监理单位代表				施工单位		施工员					
总包单位或建设单位代表						检查员					

3 大型机械灌浆前检查记录(表 10.0.2-3)。

表 10.0.2-3 大型机械灌浆前检查记录

		大型机械灌浆前检查记录										项目:					
												装置:					
												工号:					
位号						名称						执行标准					
<p>隐蔽前检查:</p> <p>1. 垫铁: 布置 <input type="checkbox"/> 接触面 <input type="checkbox"/> 焊接 <input type="checkbox"/></p> <p>2. 地脚螺栓 <input type="checkbox"/></p> <p>3. 螺栓孔及基础表面清洁 <input type="checkbox"/></p> <p>4. 垫铁规格: 平垫铁 _____ 斜垫铁 _____</p> <p>附图:</p>																	
No.																	
$h \times n$																	
L																	
No.																	
$h \times n$																	
L																	
No.																	
$h \times n$																	
L																	
施工人:																	
上项工程经检查符合设计(规范)要求,可以隐蔽。																	
年 月 日																	
施工单位代表						监理单位代表						总包单位 或建设单位代表					

4 机组对中记录(表 10.0.2-4)。

表 10.0.2-4 机组对中记录

						机组对中记录										项目：		
																装置：		
																工号：		
位号						名称						执行标准						
联轴器布置简图：																		
对中情况：																		
<div><div></div><div></div></div>																		
单位:mm																		
		径向				轴向				端向间隙								
No.	允许 偏差	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	允许 偏差	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	规定值		实测值		百分表 固定位置			
备注：																		
施工单位代表						监理单位代表						总包单位 或建设单位代表						

5 透平试运转报告(表 10.0.2-5)。

表 10.0.2-5 透平试运转报告

		<div style="text-align: center;">透平试运转报告</div>										项目:					
												装置:					
												工号:					
位号						机组名称						功率					
介质名称						介质压力				介质温度				额定转速			
试车类别						试车日期						执行标准					
时间	转速 r/min	介质						润滑油				轴承温度 ℃		轴振动 mm	备注		
		流量	温度 ℃		压力 MPa		温度 ℃		压力 MPa		前	后					
			进	出	进	出	进	出	进	出							
			In	Out	In	Out	In	Out	In	Out							
试运转结果																	
监理单位代表								施工单位		施工员							
总包单位或 建设单位代表										检查员							

6 机器试运转报告(表 10.0.2-6)。

表 10.0.2-6 机器试运转报告

				机器试运转报告						项目：			
										装置：			
										工号：			
位号				名称				部位					
试车类别				日期				执行标准					
时间	转速 r/min	介质				润滑油				轴承温度 ℃		轴振动 mm	备注
		温度 ℃		压力 MPa		温度 ℃		压力 MPa		前	后		
		进 In	出 Out	进 In	出 Out	进 In	出 Out	进 In	出 Out				
试运转结果													
监理单位代表						施工单位		施工员					
总包单位或 建设单位代表								检查员					

7 转子检查记录(表 10.0.2-7)。

表 10.0.2-7 转子检查记录

		转子检查记录						项目：	
								装置：	
								工号：	
项目		椭圆度/mm		圆柱度/mm		径向跳动/mm		端面跳动/mm	
部位	测点	设计值	实测值	设计值	实测值	设计值	实测值	设计值	实测值
计量器具：									
总包单位或建设单位：				监理单位：				施工单位：	
年 月 日				年 月 日				班组：	
								质检员：	
								年 月 日	

8 机器装配记录(表 10.0.2-8)。

表 10.0.2-8 机器装配记录

		机器装配记录						项目：	
								装置：	
								工号：	
项目	部位	设计值 mm	实测值 mm	设计值 mm	实测值 mm	设计值 mm	实测值 mm	设计值 mm	实测值 mm
简图与说明：						计量器具：			
总包单位或建设单位：		监理单位：				施工单位：			
						班组：			
						质检员：			
年 月 日		年 月 日				年 月 日			

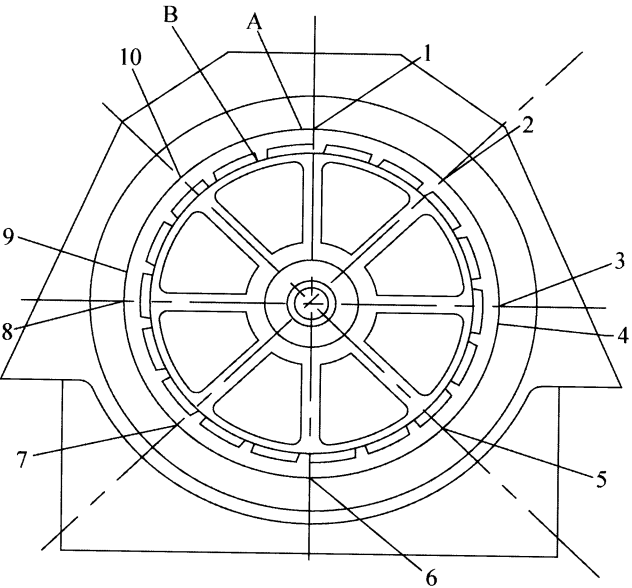
9 机壳封闭记录(表 10.0.2-9)。

表 10.0.2-9 机壳封闭记录

	机壳封闭记录		项目:
			装置:
			工号:
隐蔽部位		施工图号	
封闭前的检查:			
封闭方法:			
简图说明:			
总包单位或建设单位:	监理单位:	施工单位:	
		施工员:	
		检查员:	
年 月 日	年 月 日	年 月 日	

10 电机空气间隙测量记录(表 10.0.2-10)。

表 10.0.2-10 电机空气间隙测量记录

		电机空气间隙测量记录				项目：				
						装置：				
						工号：				
位号		名称		执行标准						
测量位置图：										
										
按定子上标定的一点盘车检查空气间隙 单位:mm										
部位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值										
按转子上标定的一点盘车检查空气间隙 单位:mm										
部位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值										
检查结果										
总包单位或建设单位：				监理单位：				施工单位：		
								施工员：		
								检查员：		
年 月 日				年 月 日				年 月 日		

- 11 随机技术文件及机组出厂合格证书。
- 12 附属设备、管道、电气、仪表、防腐、绝热、脱脂专业交工文件应符合相关专业的规定。

附录 A 常用密封剂和防咬合剂

A.0.1 常用密封胶的牌号和性能应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 常用密封胶的牌号和性能

组成	适用介质	适用温度 ℃	适用压力 MPa
聚酯型聚氨酯	汽、煤油、润滑油、氟利昂、水	150	0.7
聚醚聚氨酯聚醚环氧	各种油类、水	140	1
丁腈橡胶—酚醛	各种油类、水	250	10
涤纶树脂改性后的缩进物、交联剂、增韧剂、填料等	各种油类、水、有机溶剂	14~120	0.4
聚酯—酚醛	水、蒸汽、盐水、汽油、甲苯、硫酸、盐酸、机油	300	7

A.0.2 常用防咬合剂应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 常用防咬合剂

种类	适用温度 ℃	性能
二硫化钼粉 MoS ₂	≥400	不溶于水及有机溶液
二硫化钨 WS ₂	≥510	不溶于水及有机溶液
石墨鳞片 C	≥454	在常温下不与酸、碱及有机溶液反应
CF-1 型高温防烧剂	≤500	抗高温,耐磨、耐腐蚀

注:使用时可根据使用条件,采用不同的润滑油(脂)或其他调剂进行调剂。

附录 B 无键联轴器的液压装卸

B.0.1 无键联轴器的液压装卸应符合下列规定:

- 1 轴颈与孔之间应采用锥度过盈配合,其锥度应为 1:24。
- 2 轴颈与孔的接触面积应大于 80%,沿轴颈圆周和孔的长度接触点应均匀分布。
- 3 摩擦力矩应按式(B.0.1-1)至式(B.0.1-3)计算:

$$T = AP_1 f \frac{d}{2} \dots\dots\dots (B.0.1-1)$$

$$A = \pi d L \eta \dots\dots\dots (B.0.1-2)$$

$$p_1 = aE(D^2 - d^2)/2D^2 d \dots\dots\dots (B.0.1-3)$$

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, $f=0.12$,液压油为甘油时, $f=0.18$;

d ——轮毂孔的平均直径(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)。

- 4 联轴器传递的扭矩应按式(B.0.1-4)计算:

$$M = 9550 \frac{P}{n} \dots\dots\dots (B.0.1-4)$$

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)。

- 5 联轴器摩擦力所产生的摩擦力矩应大于所需传递的扭矩,并按式(B.0.1-5)计算:

$$T > K \cdot M \dots\dots\dots (B.0.1-5)$$

式中:

T ——摩擦力矩(N·m);

K ——工作情况系数,根据连接的重要性,取 1.5~3;

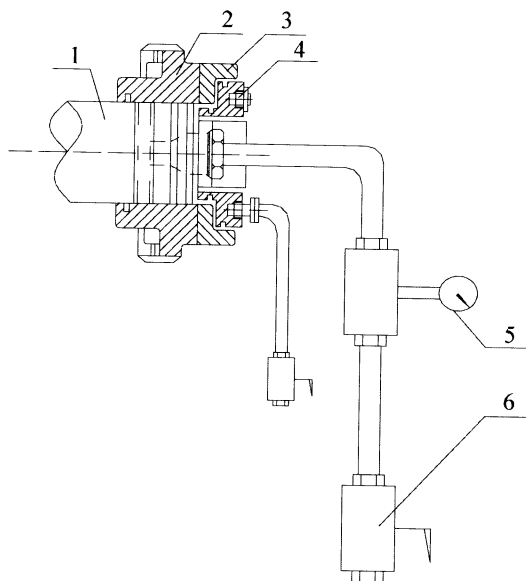
M ——联轴器传递的扭矩(N·m)。

6 联轴器装配时,轴颈和孔接触面的清洁度应符合本附录 B.0.2 第 2 款和第 4 款的规定。

7 联轴器液压装卸时,装卸液压不得超过轮毂材料弹性变形所允许的范围。

B.0.2 无键联轴器液压装配前应具备下列条件:

1 采用无键联轴器液压装配装置(图 B.0.2-1)时,应向油泵内注入运动黏度为 $36 \times 10^6 \text{ m/s} \sim 40 \times 10^6 \text{ m/s}$ 的润滑油。



1——转子;2——轮毂;3——垫环;4——压环;5——压力表;6——高压油泵及油管

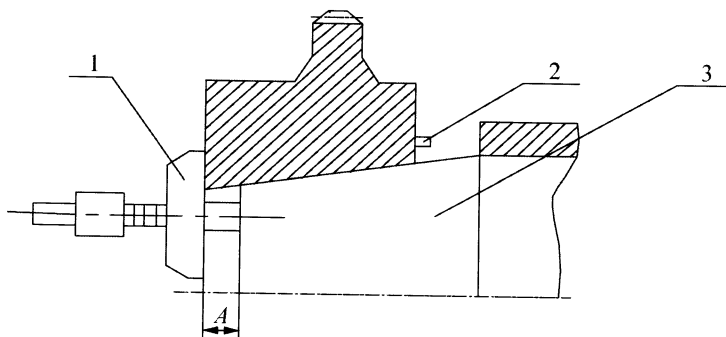
图 B.0.2-1 液压装配装置

2 应清洗联轴器轮毂、轴颈、油孔和油槽,油孔应畅通,各配合表面上不得有毛刺、灰尘和纤维异物。

3 采用着色法对轮毂锥孔内表面的接触进行检查时,应将轮毂装到轴上,其接触面积应大于 80%,且接触斑点应均匀。

4 应采用丙酮清洗轮毂锥孔和轴颈表面,清洗后不得用手接触其表面。

5 应在装配前根据随机技术文件给定的推进量,进行实际测量,在未装上 O 型环和轴颈干燥的情况下把轮毂装到轴上,定此位置为 0 位,应用深度千分尺和块规测量联轴器在轴端处的伸出尺寸(图 B.0.2-2),并应在轮毂和轴上做出标记。



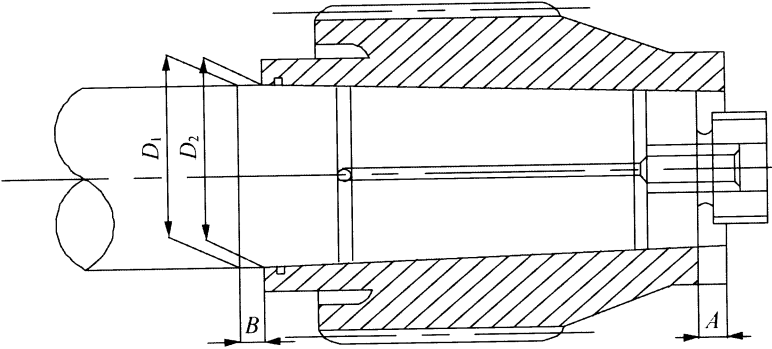
1——深度千分尺;2——块规;3——标记线;A——轴端处的伸出尺寸

图 B.0.2-2 测量轮毂推进量

6 装配 O 型环时,O 型环应清洁,并应涂抹少量油脂。

B.0.3 应按下列步骤安装无键联轴器:

1 将联轴器的轮毂装到轴上,安装位置应符合随机技术文件的要求。随机技术文件无要求时,齿式无键联轴器装配(图 B.0.3)尺寸应符合表 B.0.3-1 的规定。



A——装配前后的尺寸;B——轴向移动量; D_1 、 D_2 ——轴直径

图 B.0.3 齿式无键联轴器的装配

2 液压螺母应拧紧。

3 应将低压油泵的油管接头与液压螺母上的管口进行连接,油路上应安装量程为 100 MPa 的压力表,采用手压杆加压至 5 MPa,油路应无泄漏,再继续加压至本附录 B.0.3 条第 5 款规定的压力。

4 应将高压油泵的接管与轴上的接头相连接,油路上应安装量程为 300 MPa 的压力表,加压至 50 MPa,油路应无泄漏,再继续加压至本附录 B.0.3 条第 5 款规定的最终压力。

5 采用手动低压油泵加压时,应使液压油经油管送至轮毂,当轮毂末端出现渗油时,表明油已完全进入轮毂中。加压前应在轮毂的端面处装一块百分表,监测其位移量。应用低压油泵缓慢加压,至轮毂的轴向移动停止后为止。油压宜加到 50 MPa~80 MPa。

低压油泵停止加压后,应用手动高压油泵再加压,加压应缓慢连续进行,当压力接近最终压力时,应边推边观察百分表,其最终油压值应符合表 B.0.3-2 的规定。

表 B.0.3-1 齿式无键联轴器装配尺寸

单位:mm

联轴器 规格	轴直径 D_1	轴直径 D_2	轴直径 过盈量	轴向移动量 B	A(参考)		过盈率 (过盈量与 直径之比)/%
					装配前	装配后	
2½	63.5 ⁰ _{-0.01}	63.322	0.178	4.27	7.77	3.55	2.8×10 ⁻³
		63.335 ^{+0.01} ₀	0.165 ^{+0.01} ₀	3.96 ^{+0.25} ₀	7.46	3.55	2.6×10 ⁻³
3	76.2 ⁰ _{-0.01}	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	7.75 ^{+0.25} ₀	7.75	3.0	2.6×10 ⁻³

表 B.0.3-1 齿式无键联轴器装配尺寸(续)

单位:mm

联轴器规格	轴直径 D_1	轴直径 D_2	轴直径 过盈量	轴向移动量 B	A(参考)		过盈率 (过盈量与 直径之比)/%
					装配前	装配后	
3½	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
4½	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
5½	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
6½	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
7½	203.2 ^{-0.01} ₀	202.79 ^{+0.01} ₀	0.41 ^{+0.01} ₀	9.84 ^{+0.25} ₀	14.64	4.8	2.2×10 ⁻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	2.2×10 ⁻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	2.2×10 ⁻³
10	254.0 ^{-0.01} ₀	253.49 ^{+0.01} ₀	0.51 ^{+0.01} ₀	12.24 ^{+0.25} ₀	17.04	4.8	2.2×10 ⁻³
11	279.4 ^{-0.01} ₀	278.84 ^{+0.01} ₀	0.56 ^{+0.01} ₀	13.44 ^{+0.25} ₀	18.24	4.8	2.2×10 ⁻³
12	304.8 ^{-0.01} ₀	304.19 ^{+0.01} ₀	0.61 ^{+0.01} ₀	14.64 ^{+0.25} ₀	19.44	4.8	2.2×10 ⁻³

表 B.0.3-2 联轴器组装轮毂最终油压值

单位:MPa

联轴器规格	最终油压值	联轴器规格	最终油压值	联轴器规格	最终油压值
2½	220	5½	244	8½	230
3	220	6	230	9	245
3½	230	6½	220	10	245
4	230	7	230	11	245
4½	230	7½	220	12	245
5	235	8	240	—	—

6 当轮毂安装到要求位置后应泄压,并应拆除高压油泵。

7 低压油泵应继续保持油压 1 h。

8 应检查联轴器的轴端尺寸。

9 联轴器应在轴端的锁紧螺母装上 4 h~6 h 后,方可使用。

10 联轴器安装时应符合下列规定:

- 1) 联轴器主动端与被动端位置应正确。
- 2) 内齿圈和间隔套筒的紧固件不得调换,不得破坏整个联轴器的动平衡。
- 3) 检查轮毂与内齿圈的轴向移动量和径向移动量。
- 4) 油嘴位置应正确,不得歪斜。
- 5) 紧固件的拧紧力应符合随机技术文件的要求。

B.0.4 应按下列步骤拆卸无键联轴器:

1 应卸掉轴端螺纹上的锁紧螺母,并应转动轴螺母,在轮毂端面和轴螺母之间应留出 4 mm~5 mm 的间距。

2 应将高压油泵的接管与轴上的接头相连接,采用手压杠杆加压至 5 MPa,油路应无泄漏,再缓慢增加油压,并应用紫铜棒敲振轮毂,加压至轮毂从轴上移出为止。

3 联轴器拆卸时应符合下列规定:

- 1) 操作者在拆卸时,不得站在轮毂退出的正前方。
- 2) 轮毂在退出之前不得将轴螺母卸掉。
- 3) 加压过程应缓慢。
- 4) 轮毂的拆卸宜在 1 h 完成。

B.0.5 联轴器轮毂拆装的油压应按式(B.0.5)计算:

$$p_{\text{拆}} = \left(\frac{a+d}{2000} \right) E(D^2 - d^2) / 2dD^2 \dots\dots\dots (\text{B.0.5})$$

式中:

$p_{\text{拆}}$ ——联轴器轮毂拆装的油压(MPa);

a ——配合直径过盈量(mm);

d ——锥孔的平均直径(mm);

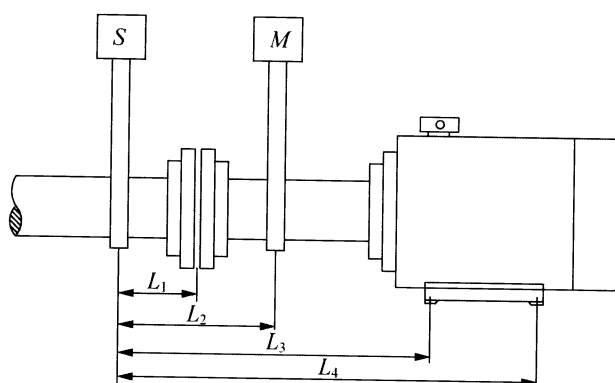
E ——弹性模量,碳钢为 2×10^5 (MPa);

D ——轮毂外径(mm)。

附录 C 激光对中找正法

C.0.1 激光对中找正应符合下列规定：

1 应将 S、M 测量单元分别固定在基准机和被调机器的轴上(图 C.0.1),并应连接测量单元与显示器之间的线路。



S——基准机上的测量单元;M——被调机器上的测量单元; L_1 ——S到联轴器中心线的距离;

L_2 ——S、M间的距离; L_3 、 L_4 ——S到可调整设备支腿的距离

图 C.0.1 高精度激光轴对中仪

- 2 应将 S 测量单元的激光束调整到 M 测量单元的靶板中心。
- 3 应按显示器所提示的步骤,依次输入:
 - 1) S、M 间的距离;
 - 2) S 到联轴器中心线的距离;
 - 3) S 到可调整设备支腿的距离;
- 4 采用任意 3 点轴对中法测量:同时转动两轴至 9 点钟、12 点钟和 3 点钟 3 个位置,按确认键在每一位置上记录测量值,当现场测量位置不能满足以上 3 个位置时,也可任意转动 3 点,每相邻 2 点角度应大于或等于 20° ;
- 5 显示器上应显示所测量之偏差值和各支脚所需调整值;
- 6 输入由热膨胀引起的平衡偏差和角度偏差的补偿值,系统可根据输入的补偿值重新计算各支脚的调整值。

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

2 规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- [1] 混凝土结构工程施工质量验收规范 GB 50204
- [2] 工业金属管道工程施工规范 GB 50235
- [3] 现场设备、工业管道焊接工程施工规范 GB 50236
- [4] 化工工程建设起重规范 HG 20201
- [5] 化工机器安装工程施工及验收通用规范 HG 20203

中华人民共和国化工行业标准

化工机器安装工程施工及验收规范 (离心式压缩机)

HG/T 20205—2017

条 文 说 明

目 次

修订说明	(63)
1 总则	(64)
2 术语	(65)
3 施工准备	(66)
3.1 技术准备	(66)
3.2 机组、材料的开箱检验及保管	(66)
3.3 机组运输与吊装	(66)
3.4 施工现场应具备的条件	(66)
3.5 设备基础验收及处理	(66)
4 机组就位、找平找正与固定	(67)
4.1 垫铁与地脚螺栓的布置	(67)
4.2 机组就位前的准备	(67)
4.3 机组就位的找平和找正	(67)
4.4 机组联轴器对中	(67)
4.5 二次灌浆	(67)
5 整体压缩机的安装	(68)
6 现场组装的压缩机安装	(69)
6.1 轴承装配	(69)
6.2 机壳与隔板的安装	(69)
6.3 转子安装	(69)
6.4 密封装置的安装	(69)
6.5 机壳闭合	(69)
6.6 变速机的安装	(69)
7 驱动机的安装	(70)
7.1 汽轮机的安装	(70)
7.2 电动机的安装	(70)
8 附属设备及管道安装	(71)
8.1 附属设备的安装	(71)
8.2 附属管道安装	(71)
8.3 油系统设备及油管道的清洗	(71)
9 机组试运行	(72)
9.1 试运行应具备的条件	(72)
9.2 试运行前的准备工作	(72)
9.4 汽轮机试运行	(72)

9.6 燃气轮机试运行 (72)

9.7 变速机试运行 (72)

9.8 机组无负荷试运行 (73)

9.9 机组负荷试运行 (73)

10 交工技术文件 (74)

修 订 说 明

《化工机器安装工程施工及验收规范(离心式压缩机)》(HG/T 20205—2017),经工业与信息化部 2017 年 4 月 12 日以第 14 号公告批准颁布。

本规范是在 HGJ 205—1992《化工机器安装工程施工及验收规范(离心式压缩机)》的基础上修订而成,1992 年版的主编单位是中国化学工程第十三建设有限公司。主要起草人是刁立、许欣业、周应光、任世臣。

本规范修订过程中,编制组进行了广泛的调查研究,认真总结和吸收了我国化工建设项目中离心式压缩机的施工和管理经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《化工机器安装工程施工及验收规范(离心式压缩机)》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据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规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

1 总 则

1.0.1 本规范编制的目的是规范离心压缩机组安装工序的施工技术要求和规定,以保证离心压缩机组安装工程施工质量和安全。

1.0.3 本条明确了本规范与相关标准的关系。本规范是离心式压缩机组安装工程的专业技术规范,有关通用性技术要求,如设备安装垫铁、清洗、联轴节的调整、润滑油管的安装等,应按 HG 20203 《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关要求执行。

2 术 语

2.0.1~2.0.18 为新增内容。术语条文定义所描述的内容更加准确和完善,同时也符合现阶段离心式压缩机安装的实际情况。

3 施工准备

3.1 技术准备

3.1.1、3.1.2 技术准备是安装前的一项重要工作,缺少技术准备,盲目施工,一定会影响安装质量,故做出明确规定。

压缩机出厂前的预组装和试运转会反映出压缩机零部件的加工质量,而且预组装和试运转记录对压缩机出厂后正式安装和投产起着一定的指导作用。

机组安装方案是压缩机施工的指导资料,覆盖压缩机施工的全过程,机组安装方案一般包括:技术准备、施工步骤、施工机具和检测仪器、施工用料及消耗材料、劳动组合、人员培训、施工作业指导图表、作业计划、安全技术措施等。

技术和安全交底对机组施工内容、关键节点及重大危险源的辨识进行指导,是施工质量和安全受控的前提。

3.2 机组、材料的开箱检验及保管

3.2.1 开箱检验的目的是将制造单位与安装单位的责任分清。本条规定了机组、材料的开箱检验应共同参加的单位 and 开箱检查的内容及工作要求,为安装做好准备。

3.2.2 本条对经过开箱检验而暂不安装的机组存放要求做出相关的规定,避免因存放不当而造成工期与经济的损失。

3.3 机组运输与吊装

3.3.3 钢丝绳直接捆绑机加工面时容易刮磨机加工面,影响加工面安装质量。

3.3.4 本条要求离心式压缩机转子吊装使用制造厂家的专用工具,目的是提高转子的吊装安全性,更好地保护转子在吊装过程中不被损伤,且能较好地使转子处于水平状态,便于转子顺利安装就位。

3.4 施工现场应具备的条件

3.4.1 为了保证离心式压缩机组的施工能顺利进行,因此规定了压缩机组施工现场应具备的条件。

3.4.2 本条考虑到机组的安装一般在厂房内,特别是大型机组的吊装,为避免厂房屋顶的重复装拆工作而做出此条规定。

3.5 设备基础验收及处理

3.5.3 表 3.5.3 混凝土设备基础尺寸允许偏差依据现行国家标准 GB 50204—2002《混凝土结构工程施工质量验收规范》编制。

4 机组就位、找平找正与固定

4.1 垫铁与地脚螺栓的布置

4.1.1~4.1.5 对压缩机垫铁的布置及垫铁规格做出明确要求,垫铁层数过多、垫铁组高度太高,容易造成设备稳定性差,垫铁组高度太低则不利于灌浆作业。

4.2 机组就位前的准备

4.2.1 本条规定了散装压缩机的变速机下机壳和压缩机、汽轮机、电动机的轴承箱安装前的检测要求。

4.3 机组就位的找平和找正

4.3.9 本条规定了地脚螺栓一次灌浆及其养护的要求,一次灌浆时螺栓孔应清洁无杂物,确保一次灌浆与原基础的无缝融合。

4.4 机组联轴器对中

4.4.3 由于压缩机在热态工作中因温度热胀引起机组转动中心线位移,因此为了保证设备在热态运转时的平稳性,压缩机对中时应首先按照随机技术文件的要求进行找正,只有当随机技术文件无明确要求时方可按照表 4.4.3 联轴器对中允许偏差的要求进行。

4.5 二次灌浆

4.5.1 本条规定了在机组二次灌浆前应复测的内容,以防机组找正后至一次灌浆期间发生位移。

4.5.2 本条规定了基础二次灌浆的厚度,原标准规定“二次灌浆层的厚度,宜为 40 mm~70 mm”。由于无垫铁安装的机组底座与基础表面间距多数在 70 mm~100 mm,因此,将二次灌浆层的厚度范围修改为 40 mm~100 mm。

4.5.4 本条规定了二次灌浆使用的材料。目前国内施工的大型机组二次灌浆大量使用高强无收缩灌浆料。高强无收缩灌浆料具有早强、高强、自流动、微膨胀、耐久性好、抗油渗的特点,现场施工简便快捷,对机组的安装质量和安装进度起到一定的促进作用。

5 整体压缩机的安装

5.0.1~5.0.4 对整体压缩机的安装进行了明确要求。整体压缩机的安装除技术文件有明确要求外,现场无须做揭盖解体工作,试车前应对轴承部位和润滑系统进行检查。

6 现场组装的压缩机安装

6.1 轴承装配

6.1.2 由于可倾瓦、薄壁瓦轴承间隙和接触面积是由机械加工保证的,本条规定了不允许在施工现场对可倾瓦、薄壁瓦轴承进行刮研作业。

6.1.3 本条规定了径向轴承的装配要求。表 6.1.3-1 中的轴瓦过盈量指轴瓦与轴承座盖之间的过盈量。

6.2 机壳与隔板的安装

6.2.3 本条对支撑滑销系统的安装要求做出了要求。支撑滑销系统应能满足压缩机因温度变化产生的自由膨胀位移,保证机组安全运行。

6.3 转子安装

6.3.1~6.3.4 本条对压缩机转子安装做出了要求。压缩机转子加工质量直接影响设备运转的平稳性,安装时应应对转子跳动值及装配尺寸进行复检,符合要求后方可安装。

6.4 密封装置的安装

6.4.4 本条为新增内容,规定了干气密封现场安装时的要求。根据当前国内施工的大型机组的实践,离心式压缩机在制造厂内制造时已采用当今国际先进的干气密封(干运转、气体润滑、非接触式机械端面密封的简称)技术进行轴端密封制造。干气密封具有以气封气、非接触、气膜润滑、功耗低、寿命长、可靠性高的特点,是目前最先进的大机组轴端密封形式。

6.5 机壳闭合

6.5.2 本条要求机壳闭合涂抹密封剂前,应检查上下机壳的清洁度和密封面的贴合情况,进行这一工序,有利于上下机壳在正式闭合时做到心中有数,避免不必要的返工。

6.5.3 上下机壳连接螺栓、螺母的拧紧,应采用随机专用扳手,螺柱的螺纹部分应涂防咬合剂,并按规定的拧紧顺序拧紧,紧固力矩应符合随机技术文件的要求,当随机技术文件无要求时,紧固力矩应符合现行行业标准 HG 20203《化工机器安装工程施工及验收通用规范》的有关规定。

6.6 变速机的安装

6.6.4 齿轮副的啮合状态直接关系到变速机的运行状况和运行寿命,本条规定了齿轮副啮合状况常用检查方法及接触应满足的要求。

7 驱动机的安装

7.1 汽轮机的安装

7.1.4 本条对汽轮机座架与猫爪之间的承压面均匀接触提出要求。由于这些承压面的面积小,载荷集中,接触面达不到要求时容易造成机组震动超标,影响机组的运行。

7.1.7 本条是对原规范 5.1.6 条“气缸剖分面接触应严密,在自由状态下的间隙不应大于 0.05 mm,或每隔一个螺栓拧紧后不应有间隙”的修订,补充了气缸剖分面在自由状态下中分面应接触均匀且接触面积应大于或等于 75% 的规定,其检查方法可采用专用检验板或涂色法检测。

7.1.12 第 1 款规定主要是为了避免因吊装机具和捆绑部位的不正确而损坏转子,造成不必要的经济损失。

第 5 款规定转子就位后,调整转子在汽缸内的轴向位置与缸内部件的相对位置,间隙符合随机技术文件要求后,再组装推力轴承,将转子固定。

7.1.16 本条为汽缸闭合时应检查确认的注意事项。汽缸闭合是汽轮机本体组装的最后一道工序。因此,必须将转子和汽缸内吹扫干净,所装配的零部件应符合随机技术文件的要求。强调汽缸吊装应保持水平状态,应使用导向杆在闭合时装入定位销,使上、下汽缸垂直且同心,既可防止汽缸碰坏转子,又能保证缸内各部件安装位置正确。

7.1.17 第 5 款是对原规范 5.1.17 条“气缸连接螺栓紧固要求”的修订,新增了汽缸螺栓热紧的规定。因汽轮机缸受热后会膨胀,如不进行热紧,就会发生蒸汽泄漏,造成人员烫伤,所以汽轮机缸盖螺栓应进行热紧。

7.1.18 本条对汽轮机调速系统提出规定。工业汽轮机所采用的调速器,其型号种类较多,通过综合它们的共同点,提出本条规定,重点强调其安装的通用要求。

7.2 电动机的安装

7.2.2 本条规定电动机的轴承座与底座及连接件之间应设置绝缘垫套,其绝缘电阻应符合随机技术文件的要求。是为了防止电动机产生静电感应电流破坏电动机轴承的润滑油膜,从而影响整个机械系统的正常运行。

7.2.4 第 2 款是对刚性联轴器连接螺栓孔现场铰制的规定,螺栓孔现场铰制应在机组对中完成后进行。

8 附属设备及管道安装

8.1 附属设备的安装

8.1.3 汽轮机冷凝器体积庞大,部件组装比较多,汽轮机就位前应将冷凝器安装到位,反之因造成冷凝器无法就位而造成汽轮机的二次拆装。汽轮机低压缸排汽口与冷凝器入口间的连接,一般采用刚性连接,由多位焊工对称施焊,同时在汽轮机低压排汽缸台板四角架设百分表监视汽轮机位移。

8.2 附属管道安装

8.2.2 找正完好的压缩机经常因附属管道安装不当造成位移,影响压缩机的正常运行,因此本条对压缩机附属管道安装提出要求。

8.3 油系统设备及油管道的清洗

8.3.4 油系统管道安装清洁度要求较高,本条增写了油系统管道安装的场地环境,管子、阀门和管件清理存放及制造厂随机到货的管子、管件和阀门的检查清理保管要求。原规范中碳素钢管道内壁必须采取相应的除锈措施进行处理,因目前一般采用化学清洗,本条修订为油系统管道的碳钢管道应进行化学清洗。

9 机组试运行

9.1 试运行应具备的条件

9.1.3 本条要求试运行前机组及管道绝热工程已基本完成,是为了防止机组试运行过程中烫伤试车人员。

9.2 试运行前的准备工作

9.2.5 本条指出汽轮机试车时需拆除安装过程的临时固定装置,防止机组因热膨胀等而受临时固定装置的限制,造成试车不必要的中止和机器损伤事件。

9.4 汽轮机试运行

9.4.1~9.4.7 规定了汽轮机起动程序,强调按程序进行规范式操作。汽轮机进汽管应按步骤进行暖管,否则极易造成管道及设备的损坏。

汽轮机的类型较多,暖机转速各不相同,但有相同的共性,即均在低速下暖机。暖机的目的是希望汽轮机汽缸和转子各部件能够缓慢地、均匀地提高温度,避免过大的热应力和不均匀膨胀,保证汽轮机的安全起动。因此,暖机转速都比较低,本规范确定暖机转速为 300 r/min~500 r/min。

9.4.14 本条是对原规范 7.4.12 条“在额定转速下运行 1 小时,经检查应符合下列规定为试运行合格”的修订,确定了汽轮机试运行合格的标准。轴承进油温度和轴承温度是参考原规范确定的,润滑油入口温度过低应启动油箱加热系统,使润滑油温度达到机组规定的启动温度。

9.4.16 强调停机时,转子停稳后应立即起动盘车器盘动转子,直至轴承油温降至 40℃ 以下、汽缸(蒸汽室)温度降至 90℃ 以下,方可停止盘车及供油。其目的是为了防止温度过高造成转子永久性变形。

9.6 燃气轮机试运行

9.6.7 如果燃气轮机未到点火转速时投入燃料气,会造成燃料气燃烧产生的大量热能不能及时转换为动能,同时在燃烧室会产生巨大的内压,当内压超过燃烧室承载压力时就会发生爆炸,造成机毁人亡的重大安全事故,给国家财产造成严重损失。

9.7 变速机试运行

9.7.3 本条是对原规范 7.7.3 条“变速机在额定转速下连续 2 h~4 h,且应符合下列规定”进行修订,变速机轴承的温度和其转速、负载有很大关系,随机技术文件无要求的,轴承温度变化按本条规定。

9.8 机组无负荷试运行

9.8.1 本条是空负荷试运行前应具备的条件和准备工作。因化工生产介质多样性,强调试运行的工作介质,应符合随机技术文件的规定。压缩机吸入口前的设备、管道内部洁净是很重要的,为避免施工清理不彻底,试运行前应进行检查和清扫。对直接吸入大气的管口,应采取安全措施。机组试运行,要强调“全”,就是要将机组设计上的所有(各专业)部件全部投入试运行,不得简易试运行。

9.8.2 本条是对原规范 7.8.2 条“全开压缩机的入口阀”的修订,将原规范中全开入口阀改为微开入口阀。启动前应微开压缩机入口阀,主要是为了降低起动电流及不使压缩机入口造成真空而增加推力盘的轴向荷载,以减少推力轴承的磨损,防止温度过高损坏推力轴承。

9.9 机组负荷试运行

9.9.1 本条规定了负荷试运行应在无负荷试运行合格之后进行。主要考虑是要安全稳妥地考核机器设备,因而规定了分两步试运行的程序。

9.9.5 本条是将原负荷试车时间 12 h 延长至 24 h,目的是观察昼夜温差给机组运行参数带来的变化。

10 交工技术文件

10.0.2 本条中列明工程验收应具备的资料内容,作为离心式压缩机安装工程施工质量和验收的依据。