

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51007 – 2014

石油化工用机泵工程设计规范

Design code for rotary machines of petrochemical industries

2014 – 06 – 23 发布

2015 – 04 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

石油化工用机泵工程设计规范

Design code for rotary machines of petrochemical industries

GB/T 51007-2014

主编部门：中 国 石 油 化 工 集 团 公 司

批准部门：中 华 人 民 共 和 国 住 房 和 城 乡 建 设 部

施行日期：2 0 1 5 年 4 月 1 日

中国计划出版社

2014 北 京

中华人民共和国国家标准
石油化工用机泵工程设计规范

GB/T 51007-2014



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.625 印张 65 千字

2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·481

定价: 16.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 457 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《石油化工用机泵工程设计规范》的公告

现批准《石油化工用机泵工程设计规范》为国家标准，编号为GB/T 51007—2014，自 2015 年 4 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 6 月 23 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由中石化上海工程有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范编制过程中,编制组开展了专题研究,进行了比较广泛的调研,总结了近十年来石油化工工程建设的实践经验,以多种形式征求了有关设计、制造、使用、施工等方面的意见,对其中主要问题进行了多次讨论,完成报批稿。最后经审查定稿。

本规范共分 12 章和 1 个附录,主要技术内容包括:总则,术语,基本规定,泵和液力透平,搅拌器,真空泵,压缩机和风机,汽轮机、膨胀机和燃气轮机,离心机,机泵辅助设备,检测与试验,油漆、标志、包装和运输等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,由中国石油化工集团公司工程部负责日常管理,由中石化上海工程有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,随时将意见和建议反馈给中石化上海工程有限公司(地址:上海市浦东新区张杨路 769 号,邮政编码:200120),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中石化上海工程有限公司

参 编 单 位:中石化洛阳工程有限公司

中国石化工程建设有限公司

中国寰球工程公司

中石化宁波工程有限公司

中国成达工程有限公司

中石化南京工程有限公司

参 加 单 位:杭州汽轮机股份有限公司

大连苏尔寿泵及压缩机有限公司

大连海密梯克泵业有限公司

米顿罗工业设备(上海)有限公司

佶缔纳士机械有限公司

四川日机密封件股份有限公司

大连深蓝泵业有限公司

中国船舶重工集团公司第七一一研究所

上海日机装屏蔽泵有限公司

广东佛山水泵厂有限公司

伊格尔·博格曼中国

主要起草人:陈 伟 蒋 国 杨成炯 张景安 岳 平

邢桂坤 黄水龙 漆明贵 杨立民 苏衍初

张一兵 曹永军 王 刚 汪春茂

主要审查人:范德明 葛春玉 叶文邦 张秀锋 赵先起

李廷宾 岑奇顺 黄 光 周有石 宋思远

杨炎洪 邹立莉 郭 渭 任继敏 张有华

肖海涛 陆 征 李士雄 邝国军 施 玲

目 录

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	机泵的允许工作压力和允许工作温度	(5)
3.3	进出口和壳体上其他接口	(6)
3.4	材料	(6)
3.5	噪声	(9)
3.6	备件	(10)
3.7	专用工具	(10)
4	泵和液力透平	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	离心泵	(11)
4.3	往复泵、计量泵和转子泵	(13)
4.4	气动隔膜泵	(14)
4.5	液力透平	(14)
5	搅拌器	(16)
6	真空泵	(17)
6.1	一般规定	(17)
6.2	往复真空泵	(17)
6.3	旋片真空泵	(18)
6.4	螺杆真空泵	(18)
6.5	罗茨真空泵	(19)
6.6	液环真空泵	(19)
7	压缩机和风机	(20)
7.1	一般规定	(20)

7.2	离心、轴流压缩机	(22)
7.3	往复压缩机	(23)
7.4	回转式压缩机	(25)
7.5	离心风机	(26)
7.6	罗茨风机	(27)
8	汽轮机、膨胀机和燃气轮机	(28)
8.1	一般规定	(28)
8.2	汽轮机	(28)
8.3	膨胀机	(29)
8.4	燃气轮机	(31)
9	离心机	(33)
9.1	一般规定	(33)
9.2	过滤离心机	(33)
9.3	沉降离心机	(33)
10	机泵辅助设备	(35)
10.1	驱动机	(35)
10.2	齿轮变速箱和液力耦合器	(35)
10.3	联轴器和护罩	(36)
10.4	润滑油、密封油、控制油系统	(36)
10.5	底座	(36)
10.6	控制和仪表	(37)
10.7	辅助管道及其附件	(38)
11	检测与试验	(40)
11.1	一般规定	(40)
11.2	检测	(40)
11.3	试验	(41)
12	油漆、标志、包装和运输	(43)
12.1	油漆	(43)
12.2	铭牌和转向箭头	(43)
12.3	标志	(44)
12.4	包装和运输	(44)

附录 A 法兰标准和公称压力等级对照	(45)
本规范用词说明	(47)
引用标准名录	(48)
附:条文说明	(51)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(4)
3.1	General requirement	(4)
3.2	Allowable working pressure and temperature of rotary machines	(5)
3.3	Nozzles and pressure casing connections	(6)
3.4	Materials	(6)
3.5	Noise	(9)
3.6	Spare parts	(10)
3.7	Special tools	(10)
4	Pumps and hydraulic turbines	(11)
4.1	General requirement	(11)
4.2	Centrifugal pumps	(11)
4.3	Reciprocating pumps, metering pumps and rotary pumps	(13)
4.4	Air driven diaphragm pumps	(14)
4.5	Hydraulic turbines	(14)
5	Agitators	(16)
6	Vacuum pumps	(17)
6.1	General requirement	(17)
6.2	Reciprocating vacuum pumps	(17)
6.3	Vane vacuum pumps	(18)
6.4	Screw vacuum pumps	(18)
6.5	Roots vacuum pumps	(19)
6.6	Liquid ring type vacuum pumps	(19)

7	Compressors, fans or blowers	(20)
7.1	General requirement	(20)
7.2	Centrifugal and axial flow compressors	(22)
7.3	Reciprocating compressors	(23)
7.4	Rotary compressors	(25)
7.5	Centrifugal fans	(26)
7.6	Roots blowers	(27)
8	Steam turbines, expanders and gas turbines	(28)
8.1	General requirement	(28)
8.2	Steam turbines	(28)
8.3	Expanders	(29)
8.4	Gas turbines	(31)
9	Centrifuges	(33)
9.1	General requirement	(33)
9.2	Filtration centrifuges	(33)
9.3	Decanter centrifuges	(33)
10	Accessories	(35)
10.1	Drivers	(35)
10.2	Gear unit and hydraulic transmission	(35)
10.3	Couplings and guards	(36)
10.4	Lubrication, shaft sealing and oil-control systems	(36)
10.5	Baseplates	(36)
10.6	Control and instrumentations	(37)
10.7	Piping and appurtenances	(38)
11	Inspection and testing	(40)
11.1	General requirement	(40)
11.2	Inspection	(40)
11.3	Testing	(41)
12	Painting, mark and preparation for shipment	(43)
12.1	Painting	(43)
12.2	Nameplates and rotation arrows	(43)

12.3	Mark	(44)
12.4	Preparation for shipment	(44)
Appendix A Comparison table of flange standards		
	and nominal pressure	(45)
	Explanation of wording in this code	(47)
	List of quoted standards	(48)
	Addition; Explanation of provisions	(51)

1 总 则

1.0.1 为保障石油化工机泵长周期、稳定、安全运行,并满足节能、环保的需要,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于石油化工用机泵的工程设计。

1.0.3 石油化工用机泵的工程设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 机泵 rotary machines

石油化工装置中各类工艺流程及公用工程系统中的转动设备。

2.0.2 泵 pumps

输送液体或使液体增压的机械。

2.0.3 液力透平 hydraulic turbines

回收工业生产装置中液体压力降能量的设备,也称液力回收透平。

2.0.4 机械搅拌器 mechanical agitators

由搅拌桨、搅拌轴、轴封系统和驱动装置(驱动机、减速器、机架、联轴器)等组成的机械。

2.0.5 真空泵 vacuum pumps

对被抽容器进行抽气而使其获得真空的机械。

2.0.6 压缩机 compressors

提高气体压力能并输送气体的流体机械,其出口压力大于0.2MPa(G)或压缩比大于3。

2.0.7 风机 fans or blowers

提高气体压力能并输送气体的流体机械,其出口压力小于或等于0.03MPa(G),或压缩比小于或等于1.3的风机称为通风机(包括引风机);出口压力高于0.03MPa(G)但小于或等于0.2MPa(G)或压缩比大于1.3但小于或等于3的风机称为鼓风机。

2.0.8 汽轮机 steam turbines

利用蒸汽膨胀做功的机械。

2.0.9 膨胀机 expanders

利用气体膨胀做功回收能量的机械。

2.0.10 燃气轮机 gas turbines

利用燃料燃烧生成的高温高压气体膨胀做功的机械。

2.0.11 离心机 centrifugals

利用离心力分离液体与固体颗粒或互不相溶液体的机械。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 石油化工装置用机泵应按使用寿命至少 20 年(不包括易损件)进行设计和制造,其不间断连续运行周期不应低于表 3.1.1 要求的年限。

表 3.1.1 石油化工装置用机泵的不间断连续运行周期

类 型	不间断连续 运行周期(年)	类 型	不间断连续 运行周期(年)
各类泵	3	往复压缩机	3
液力透平	3	回转式压缩机	3
真空泵	3	一般用途汽轮机	3
搅拌器	2	特殊用途汽轮机	5
离心风机	3	膨胀机	3
仪表空气离心压缩机	3	燃气轮机	3
工艺离心压缩机	5	罗茨风机	3
离心机	2		

注:特殊工况条件下,机泵的不间断连续运行时间可另行协商。

3.1.2 采用的机泵应在产品的设计和制造经验范围内,且应至少有一台相同或相似型号的产品在相同或相似操作条件下成功运行两年以上的业绩。

3.1.3 连续运行的泵、中小型风机、仪表空气离心压缩机、往复压缩机等应设置备泵或备机,单泵(机)运行时备用数量应为 1 台,多泵(机)并联运行时备用数量应至少为 1 台;连续运行的搅拌器等应采用离线备用部件的方式;大型风机、离心压缩机、燃气轮机等可不设备机,但宜将再加工制造周期较长的部件作为关键部件备用。

- 3.1.4** 当介质中含有硫化氢、氯化物或其他会引起应力腐蚀的成分,或可能与铜或铜合金起反应的成分时,应在数据表或询价技术文件中明确。机泵选材应适应这些介质的要求。
- 3.1.5** 机泵的总成应包括供货范围内所有设备、管线、阀门、管件、电气、仪表及控制。
- 3.1.6** 蒸汽夹套和冷却水夹套的设计压力应分别大于或等于其外供系统的最大工作压力。
- 3.1.7** 冷却系统水侧的最小温升应符合公用工程条件。采用气体冷却器时,最小温升应大于或等于 8℃;采用油冷却器时应大于或等于 4℃。
- 3.1.8** 机泵的整体设计应具有操作和维护的便利性;结构设计宜在不必拆除壳体上的工艺管线的情况下易于拆装转子;工程设计时应保留足够的空间和通道,并应便于设备和管道的维护、保温、保冷和人身防护处理。
- 3.1.9** 机泵宜整体运输。对于超限设备,可分体运输。对于易碎零部件可在完成试验后拆除并单独运输,同时应做好配合面的标记,并应在安装说明书中说明。

3.2 机泵的允许工作压力和允许工作温度

- 3.2.1** 机泵的允许工作压力和允许工作温度应根据工艺操作条件和机泵设计参数确定。
- 3.2.2** 承压壳体的最大允许工作压力应符合表 3.2.2 的要求,且应和相邻近的法兰压力等级相匹配。

表 3.2.2 承压壳体的最大允许工作压力

类 型	最大允许工作压力
无安全泄放装置的机泵	大于或等于最高出口压力与出入口压差的 10%之和
装有卸压阀等安全泄放装置的机泵	大于或等于该卸压阀开启压力的 110%

注:卸压阀开启压力取最大工作压力的 1.05~1.15 倍。

3.2.3 安装在室内,或有保温(或保冷)的机泵,其承压壳体的最高(或最低)允许工作温度应按表 3.2.3 确定。

表 3.2.3 承压壳体的最高(或最低)允许工作温度(℃)

介质温度 t_0	最高(或最低)允许工作温度
$t_0 \leq 0$	按介质的最低工作温度
$t_0 > 0$	比较最高预期工作温度,额定 工作温度加 10℃,取两者中的较高者

3.2.4 安装在室外无保温的机泵,最低允许工作温度应按公用工程条件中规定的最低环境温度选取。

3.3 进出口和壳体上其他接口

3.3.1 机泵进出口和壳体上其他接口应采用法兰连接,法兰标准和压力等级应在询价书或数据表中规定。

3.3.2 机泵内部接口可采用询价书或数据表规定外的其他法兰标准,标准和公称压力等级可按本规范附录 A 的规定对照执行。

3.4 材 料

3.4.1 机泵材料应符合下列规定:

1 机泵承压件及其他主要零部件的材料要求应在询价书或数据表中规定,最终的材料选择应在制造厂报价资料中规定,并应在数据表上标明具体牌号。

2 焊接结构的承压件应进行焊后热处理,并应进行无损探伤检验。

3 除铸钢件外,所有承压铸件不得进行补焊。当铸钢件有补焊时,应符合本规范第 11.2.3 条的规定。

4 当规定的最低设计金属温度低于-20℃时,除奥氏体不锈钢外,所有承受内压的钢材应对母体金属和焊缝做低温冲击试验。

5 当介质中存在氯化物时,与介质接触的部件材料不宜采用铝或奥氏体不锈钢。

6 当介质与铜接触会形成爆炸性铜化合物时,与输送介质接触的机泵部件或辅助设备部件不得采用铜或者铜合金制造。

7 裸露于酸性环境或湿 H_2S 中的材料,应符合现行国家标准《石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境材料 第1部分:选择抗裂纹材料的一般原则》GB/T 20972.1 的有关规定。

8 垫片、密封圈不得采用含石棉的材料。

9 吸湿性材料不得用于隔声材料。

10 材料的耐腐蚀性能不宜采用表面电镀、喷涂等处理方法来提高。

11 润滑油、密封油、密封冲洗和干气密封管线及附件应采用 304 或 316 不锈钢材料。

12 对于制造过程中或制造完成后无法检测的焊缝,应另行制定质量控制办法。

3.4.2 泵材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,还应符合下列规定:

1 输送有毒、易燃和爆炸性危险液体泵的承压件不得采用铸铁材料。用于输送有毒、易燃和爆炸性危险液体的离心泵和转子泵,包括无密封离心泵,其轴承座不得采用铸铁材料。

2 除另有规定外,泵壳的腐蚀裕量应大于或等于 3.0mm。

3 屏蔽泵屏蔽套应选用耐腐蚀性好、强度高的非导磁材料,定子屏蔽套宜选用哈氏合金,最小厚度应为 0.4mm,腐蚀裕量应为 0.15mm;磁力驱动泵的隔离套应选用高电阻率的材料,宜选用哈氏合金、钛合金,最小厚度应为 1mm,腐蚀裕量应为 0.4mm。对于介质温度小于 120℃ 的中、轻载荷磁力驱动泵,隔离套也可采用塑料或陶瓷等非金属材料。

4 对于非金属泵,其允许工作温度除应满足材料的耐热温度限定要求外,还应满足材料的热膨胀系数、塑性材料高温“蠕变”及低温开裂等特殊性能的限定要求。非金属泵的最高允许工作温度应为材料极限耐热温度的 60%~70%。

5 气动隔膜泵隔膜材料应具有可靠的化学稳定性,同时工作温度应小于隔膜材料的极限耐热温度。

3.4.3 搅拌器材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,还应符合下列规定。

1 搅拌轴、搅拌桨的腐蚀裕量应大于或等于 1.0mm。

2 与物料接触的搅拌桨和轴应选用与容器相同或更高等级的材料。

3 防松螺母、弹簧垫圈、防松销、防松金属丝应选用奥氏体不锈钢或更高等级材料。接触物料的防松螺母、弹簧垫圈应选用与搅拌桨相同或更高等级的材料,且应优于与容器相同等级的材料。接触物料的防松金属丝宜采用钛材。

3.4.4 压缩机材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,还应符合下列规定:

1 输送易燃、毒性气体的离心、回转式压缩机,壳体材料应至少为碳钢。

2 输送空气或不可燃气体的离心压缩机,壳体材料可使用球墨铸铁,但其最高出口压力应小于或等于 PN50 法兰在输送介质温度下所对应的最大允许压力。

3 输送空气或不可燃气体的回转式压缩机,壳体材料可使用球墨铸铁,但其最高出口压力应小于或等于 1.0MPa,最高出口温度应小于或等于 250℃。

3.4.5 汽轮机材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,还应符合下列规定:

1 当蒸汽压力大于 0.52MPa(G)或温度大于 230℃时,所有承压部件应为钢制。

2 当最高蒸汽温度大于 410℃时,承压部件应为合金钢。

3 轴和轮毂材料应为锻钢。

4 喷嘴、叶片锁块、动叶片和静叶片、围带及过滤器材料宜为含 11%~13%铬钢、钛合金或镍铜合金。

3.4.6 膨胀机材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,下列装置中膨胀机还应符合下列规定:

1 空分装置中膨胀机的主轴应采用合金结构钢;工作轮应采用铸铝、锻铝,且加工后应进行阳极氧化处理。

2 催化裂化装置烟气能量回收机组中的膨胀机,不同进口温度下膨胀机主要零部件材料应按表 3.4.6 选取。

表 3.4.6 膨胀机主要零部件材料

入口烟气温度(℃)	静叶片材料	动叶片材料	轮盘材料
500~600	K213	K213	20Cr3MoWV
601~650	K213	K213	GH2132
651~730	K213	864 合金	864 合金

3 当介质中含有粉尘颗粒时,应采取减缓静叶和动叶磨蚀的抗磨措施。

4 空分装置中,膨胀机的工作轮采用铝制组装结构时,线速度应小于或等于 270m/s;工作轮采用锻铝整体加工时,线速度应小于或等于 480m/s。

3.4.7 燃气轮机材料除应符合本规范第 3.4.1 条的规定外,还应符合下列规定:

1 机组内燃气管线材料应至少为 316L 不锈钢,管线焊接应做 100%无损探伤。

2 燃气过滤器的内件应为不锈钢。

3.5 噪 声

3.5.1 主要噪声源应采用有效的方法控制到最小。在满足安全以及工艺流程需要的前提下,宜采用吸声、消声和减振等降噪措施,不宜采用隔声罩。当采用隔声罩时,应设置通风装置,其设计应便于机组的维护。

3.5.2 距机组设备任何表面 1m 处测得的总体噪声(A 声压级)

不应超过表 3.5.2 规定的工作场所噪声职业接触限值。

表 3.5.2 工作场所噪声职业接触限值

日接触噪声时间(h)	卫生限值(dBA)
8	85
4	88
2	91
1	94
0.5	97

注：本表根据现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》GBZ 2.2 第11.2条，按国家现行标准《工作场所物理因素测量 第8部分：噪声》GB/T 189.8中所列公式计算所得。

3.6 备 件

- 3.6.1** 备件应具有互换性和通用性。
- 3.6.2** 备件的检验、试验和验收应按该机泵相应的技术条件或标准规范进行。
- 3.6.3** 备件内容和数量应按下列原则确定：
- 1 机泵在装置中的重要程度、操作工况以及是否有备机。
 - 2 各零部件在机泵中的重要程度，昂贵部件价格占该部件损坏造成装置停车损失费用的比例。
 - 3 本装置中相同或同一系列各台机泵易损零部件是否有互换性。
 - 4 备件在合同工厂所在地区或国家是否容易购买，以及备件的采购和运输时间。

3.7 专 用 工 具

- 3.7.1** 当机泵拆装需要专用工具时，专用工具应随机组提供，并应附清单。
- 3.7.2** 专用工具应使用独立的金属盒包装，并应在每个工具上用印章或标签注明用途。

4 泵和液力透平

4.1 一般规定

4.1.1 泵的类型应根据泵的操作参数、介质特性等因素确定,也可根据相似工况成功应用实例来确定。

4.1.2 选择泵类型时,宜优先选用离心泵。当介质黏度大于或等于 $100\text{MPa}\cdot\text{s}$ 时,宜选用容积式泵。

4.1.3 当操作参数为小流量、高扬程时,泵型宜按下列顺序选择:

- 1 高速离心泵、旋壳泵。
- 2 转子泵、往复泵。
- 3 多级离心泵。
- 4 汽蚀要求不高时也可选用旋涡泵。

4.1.4 当有计量要求时,应选用计量泵。

4.1.5 离心泵和转子泵应配置集装式机械密封,密封及其密封系统的选用应符合现行行业标准《石油化工离心泵和转子泵用轴封系统工程技术规范》SH/T 3156 的有关规定。

4.2 离心泵

4.2.1 输送无危险介质的离心泵,当同时满足以下操作条件时,宜选择石油化工中、轻载荷轴封离心泵,并应符合现行行业标准《石油化工中、轻载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3140 的有关规定;否则宜选择重载荷轴封离心泵,并应符合现行行业标准《石油化工重载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3139 的有关规定。

- 1 额定出口压力小于或等于 1.9MPa(G) 。
- 2 泵送温度(介质温度)小于 225°C 。
- 3 电动机驱动时,额定转速小于或等于 3000r/min ,汽轮机

驱动时可提高 5%。

- 4 额定扬程小于或等于 120m。
- 5 最高入口压力小于或等于 0.5MPa(G)。
- 6 悬臂泵的最大叶轮直径小于或等于 330mm。

4.2.2 输送危险介质的离心泵,宜选用重载荷轴封离心泵或无密封离心泵。重载荷轴封离心泵应符合现行行业标准《石油化工重载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3139 的有关规定,无密封离心泵应符合现行行业标准《石油化工无密封离心泵技术规定》SH/T 3148的有关规定。

4.2.3 当介质黏度大于 20MPa·s 时,离心泵应进行黏性介质性能换算。

4.2.4 当泵出口直径小于 DN100(4in)时,可采用单蜗壳泵。

4.2.5 除高速泵外,离心泵不宜使用诱导轮。

4.2.6 泵壳允许工作压力除应符合本规范第 3.2.2 条的规定外,还应符合下列规定:

- 1 中、轻载荷轴封离心泵和无密封离心泵,应大于或等于 PN16 法兰在输送温度下所对应的最大允许工作压力。

- 2 重载荷离心泵,对于两端支撑轴向剖分的单级和双级泵,或单壳体的立式悬吊式泵,应大于或等于 PN20 法兰在输送温度下对应的最大允许工作压力;其他泵型,应大于或等于 PN50 法兰在输送温度下对应的最大允许工作压力。

4.2.7 整根泵轴任意位置测得的径向跳动量应符合下列规定:

- 1 中、轻载荷轴封离心泵和无密封离心泵,应小于或等于 0.05mm;

- 2 重载荷轴封离心泵和无密封离心泵,应小于或等于 0.025mm。

4.2.8 离心泵的转动部件应按现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1 进行动平衡试验,平衡精度应符合下列规定:

1 中、轻载荷轴封离心泵和无密封离心泵,叶轮应符合 G 2.5 级的要求;

2 重载荷轴封离心泵和无密封离心泵,叶轮、平衡鼓以及类似的主要转动部件应符合 G 2.5 级的要求;

3 高速离心泵或旋壳泵的叶轮、转鼓以及类似的主要转动部件应符合 G 1.0 级的要求。

4.3 往复泵、计量泵和转子泵

4.3.1 石油化工往复泵应符合现行行业标准《石油化工往复泵工程技术规范》SH/T 3141 的有关规定。

4.3.2 石油化工计量泵宜用液压隔膜式计量泵,也可选用柱塞式计量泵,并应符合现行行业标准《石油化工计量泵工程技术规定》SH/T 3142 的有关规定。

4.3.3 当输送危险介质或介质与液压油混合会发生反应时,应选用液压双隔膜计量泵,并提供隔膜破损报警装置。

4.3.4 石油化工转子泵应符合现行行业标准《石油化工转子泵工程技术规范》SH/T 3151 的有关规定。输送对剪切力敏感的介质,或溶液中的悬浮物或固体物不希望被破坏的介质,应选用低剪切力的转子泵。

4.3.5 往复泵、计量泵和转子泵出口管道上均应设置安全阀。

4.3.6 往复泵、计量泵和转子泵应能在最大允许转速和出口压力为安全阀设定压力下连续运转。

4.3.7 往复泵和计量泵的进出口应设置带有弹性隔膜或皮囊的蓄能器式缓冲罐。

4.3.8 计量泵在工作时应能通过改变冲程或转速来调节流量。当有要求时,计量泵应能远程或自动调节流量。

4.3.9 当计量泵出口压力与入口压力较接近时,应在计量泵出口缓冲罐后设置一个背压阀,且泵的出口压力应至少比入口压力高 0.1MPa。

4.4 气动隔膜泵

- 4.4.1 输送危险介质时,气动隔膜泵的工作隔膜应采用双层隔膜结构,并应设隔膜破损报警装置。
- 4.4.2 连续操作的气动隔膜泵,泵出口应设弹性隔膜或皮囊蓄能器式缓冲罐。
- 4.4.3 气动隔膜泵的空气马达应选用无油润滑型。
- 4.4.4 空气马达入口气源管线应设有空气过滤器、调节阀、压力表一体式模块;放空口应设有消声器。
- 4.4.5 气动隔膜泵吸入口、排出口、空气接口宜采用柔性管连接。

4.5 液力透平

- 4.5.1 装置中较大流量和压力的液体需减压时,宜采用液力透平进行能量回收。
- 4.5.2 设置液力透平前应进行技术经济分析,投资回收期在五年以下的场合,宜设置液力透平。
- 4.5.3 液力透平应符合本规范第 4.2.2 条~第 4.2.8 条的有关要求及现行行业标准《石油化工重载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3139的有关规定。
- 4.5.4 数据表中应明确液力透平进口和出口处的液体中是否含有蒸汽或气体,并应标明组分、密度和体积百分比,以及闪蒸的压力和温度。对于进口存在蒸汽或气体,或降压后在透平内会析出蒸汽或气体的液力透平,应按气液两相流设计液力透平。
- 4.5.5 采用液力透平时,应配置超速脱扣设施,超速脱扣转速应为液力透平额定转速的 115%~120%。
- 4.5.6 当液力透平作为辅助驱动机时,主电动机或汽轮机的功率宜按单独驱动泵选取。

- 4.5.7** 液力透平应布置在机组的端头,并应配置超速离合器,在不停泵的情况下,液力透平可方便从机组中脱开。
- 4.5.8** 流量调节阀宜布置在液力透平的进口管线上。
- 4.5.9** 液力透平应配备一个具有调节功能的全流量旁通阀。

5 搅 拌 器

5.0.1 石油化工搅拌器应符合现行行业标准《石油化工搅拌器工程技术规定》SH/T 3150 的有关规定,搅拌器桨叶型式、尺寸和搅拌速度应根据工艺流程、介质特性及使用经验来确定。

5.0.2 搅拌桨、搅拌轴等搅拌容器内的可拆部件均应能够通过人孔或安装口进行装卸。

5.0.3 所有旋转部件之间、旋转部件与机架、机架与容器连接的螺栓和螺母应采用合适的防松措施。

5.0.4 当搅拌轴采用刚性轴设计时,其转速应小于或等于一阶临界转速的 0.7 倍;当搅拌轴采用柔性轴设计时,其转速应大于一阶临界转速的 1.25 倍,小于二阶临界转速的 0.7 倍,且不应为一阶临界转速的简单倍数。

5.0.5 轴封宜采用机械密封。密封系统的缓冲液或隔离液罐的容积应符合下列规定:

1 对于轴径小于或等于 80mm 的搅拌器,应大于或等于 12L。

2 对于轴径大于 80mm 的搅拌器,应大于或等于 20L。

5.0.6 机械密封处的泄漏量应符合下列规定:

1 对于应用在压力小于或等于 6.3MPa 且线速度小于或等于 3m/s 场合的湿式双端面机械密封,当轴或轴套外径小于或等于 80mm 时,单个密封端面的泄漏量应小于或等于 8ml/h;当轴或轴套外径大于 80mm 时,单个密封端面的泄漏量应小于或等于 10ml/h。

2 对于应用在其他场合以及其他型式的机械密封,泄漏量可另行协商确定。

5.0.7 中间轴承或底轴承宜采用可更换的滑动轴承,更换滑动轴承易损件时宜无需拆除搅拌轴和搅拌桨。

6 真 空 泵

6.1 一 般 规 定

6.1.1 真空泵的类型应根据操作参数、介质特性来确定。

6.1.2 真空泵的选型应符合下列规定：

1 应根据系统对真空度的要求,选择相应极限压力的泵。泵的极限压力应比系统要求的极限压力高 0.5 个~1 个数量级。

2 应根据系统正常工作时的压力范围,以及被抽气体种类、成分、杂质情况及系统工作时对污染的限制要求等选择真空泵。当要求绝对无油或无工作液,或工作液储存和处理费用较高时,宜选用干式真空泵。

3 真空泵的规格应根据系统所需被抽气量的体积流量确定。

6.1.3 主真空泵选定之后,应确定是否需要配置前级泵。前级泵应符合下列规定：

1 应满足主真空泵工作所需的预真空条件。

2 应大于或等于主真空泵的最大抽气量。

3 应满足主真空泵进气口在最大工作压力状态时所需的预抽时间要求。

4 油封真空泵作为前级泵时,不宜用于抽除危险介质或对真空油起化学反应或含颗粒尘埃的气体。

6.2 往 复 真 空 泵

6.2.1 往复真空泵宜用于单级极限压力 400Pa(A)~2600 Pa(A) 的场合。

6.2.2 往复真空泵进出口法兰的公称压力不应低于 1.0MPa。

6.2.3 往复真空泵被抽除气体温度应小于或等于 35℃。

- 6.2.4 往复真空泵不应用于抽除腐蚀性气体或含有颗粒状灰尘的气体。当被抽除气体中含有灰尘时,在泵的进口处应加装过滤器。
- 6.2.5 无油往复真空泵在气缸与机体之间应设隔油腔,其长度应大于一个活塞行程长度。
- 6.2.6 无油往复真空泵应采用自润滑材料制造活塞环和密封环。
- 6.2.7 往复真空泵的型式与基本参数应符合现行行业标准《往复真空泵》JB/T 7675 的有关规定。

6.3 旋片真空泵

- 6.3.1 有油旋片真空泵宜用于极限压力大于或等于 $6 \times 10^{-2} \text{Pa(A)}$ 的场合,不应用于危险介质或对真空油起化学反应或含颗粒尘埃的气体。
- 6.3.2 旋片真空泵在 $100\text{kPa(A)} \sim 6\text{kPa(A)}$ 的入口压力下的连续运转时间应小于或等于 3min,并在入口通大气时,1min 内应无喷油现象。
- 6.3.3 旋片真空泵停止后,不得因返油妨碍重新启动。
- 6.3.4 旋片真空泵的最低启动温度宜为 12°C 。
- 6.3.5 抽除可凝性气体的旋片真空泵应设置气镇装置。
- 6.3.6 旋片真空泵的型式和参数应符合现行行业标准《旋片真空泵》JB/T 6533 的有关规定。

6.4 螺杆真空泵

- 6.4.1 单级螺杆真空泵宜用于极限压力大于或等于 1Pa(A) 的场合;矩形螺旋真空泵宜用于极限压力大于或等于 0.1Pa(A) 的场合。
- 6.4.2 等螺距真空泵泵壳应设置冷却夹套。
- 6.4.3 排气端宜采用机械密封,进气侧可采用双唇形密封。
- 6.4.4 螺杆动平衡精度应达到现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1的 G2.5 级精度。

6.4.5 螺旋圈数应大于或等于 2。

6.4.6 变螺距真空泵不应用于抽除可燃性气体。

6.5 罗茨真空泵

6.5.1 直排大气干式罗茨真空泵宜用于极限压力 10000Pa(A) ~ 20000Pa(A) 的场合;两台泵串联时可用于极限压力 2000Pa(A) ~ 3000Pa(A) 的场合。

6.5.2 当罗茨真空泵出口压力在 4000Pa(A) 以下时,入口压力范围宜为 0.1Pa(A) ~ 1000Pa(A) ;当出口压力在 1000Pa(A) 以下时,入口压力范围宜为 1Pa(A) ~ 100Pa(A) 。

6.5.3 除气冷式罗茨真空泵外,一般型或带溢流阀型的罗茨真空泵不得单独使用,应配置前级泵。

6.5.4 当罗茨真空泵直接向大气排放时,出口应设置消声器。

6.5.5 罗茨真空泵不宜用于抽除轻分子量的气体。

6.5.6 罗茨真空泵型式与基本参数应符合现行行业标准《罗茨真空泵》JB/T 7674 的有关规定。

6.6 液环真空泵

6.6.1 液环真空泵宜用于极限压力大于或等于 3000Pa(A) 的场合,适用于抽送危险介质。

6.6.2 石油化工液环真空泵应符合现行行业标准《石油化工液环真空泵和压缩机工程技术规范》SH/T 3162 的有关规定。

6.6.3 液环真空泵应配置稳定的工作液系统,工作液的汽化压力应低于泵入口压力。

6.6.4 在工作条件下,液环真空泵转子的实际第一阶横向临界转速应大于或等于最高运行转速的 120%。

6.6.5 液环真空泵转子动平衡精度应达到现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1 的 G2.5 级。

7 压缩机和风机

7.1 一般规定

7.1.1 压缩机型式宜根据输送介质的组分、流量、分子量和需要的能量头(或压比)确定。

7.1.2 对于入口状态流量大于 $1200\text{m}^3/\text{min}$ 的场合,当介质为空气或洁净无腐蚀性的气体时,可选用轴流压缩机。固定转速的轴流压缩机宜采用调节静叶角度的方法进行流量调节。

7.1.3 当出口状态流量大于 $5\text{m}^3/\text{min}$,且效率是可以接受的情况下,宜选用离心压缩机。离心压缩机应符合下列规定:

1 对于采用串联布置叶轮的转子,离心压缩机每缸的叶轮数不宜超过 9 个;对于背靠背布置叶轮的转子,每缸的叶轮数不宜超过 8 个。对于大直径叶轮,每缸叶轮的数目尚应根据转子动力学的限制进行确定。

2 工艺离心压缩机的轴封应按下述优先顺序选择:干气密封,机械密封,油膜密封,以及其他型式的密封。干气密封宜选用带有中间注入缓冲气的串联密封,缓冲气应采用惰性气体,如氮气等。对于工艺允许有少量隔离气体(氮气)漏入压缩机中的情况,可选用带有中间注入隔离气的双端面干气密封。介质为空气或氮气,或介质为无毒且非易燃易爆气体,且压力不高时,可采用迷宫密封。

3 单轴离心压缩机的流量调节宜选用转速调节,整体齿轮式压缩机宜采用进口导叶调节,并按公用工程条件选用不同的变转速驱动机。当公用工程条件允许时,宜采用汽轮机驱动。

7.1.4 对于小流量,大压比的工况,宜采用往复式压缩机。往复压缩机应符合下列规定:

1 当采用内燃机或变频电动机作为驱动机时,应保证在最小

运行转速下可以提供足够的润滑(对轴头泵)和活塞杆反向角时十字头销的润滑。

2 往复压缩机驱动机不宜选用汽轮机。

3 往复压缩机宜选用无油润滑结构。

7.1.5 当在相似用途中证明其运行可靠,且和往复压缩机相比具有明显优势时,可采用回转式压缩机。回转式压缩机应符合下列规定:

1 抽真空系统可选用液环真空压缩机,制冷系统或空气动力用压缩机可采用喷油螺杆压缩机,使用压力应小于或等于2.5MPa。火炬气回收系统,可采用注轻油的螺杆压缩机。气体含尘量大的场合宜采用螺杆压缩机。

2 对于轴封系统,当输送介质为无毒、非易燃,且压力不高时,应采用迷宫密封;介质为非腐蚀烃类时,可采用机械密封;其他情况可采用油膜密封。轴封不应采用碳环密封。当在相同条件有使用经验时,轴封可采用干气密封。

7.1.6 选用整体齿轮增速离心压缩机,应符合下列规定:

1 当输送非烃类工艺气体,且无毒无害时,可采用整体齿轮增速单级压缩机。

2 当输送介质为其他工艺气体时,不宜选用整体齿轮增速多级压缩机。

3 整体齿轮增速多级压缩机宜选用制造厂标准机型。

7.1.7 在进口压力为大气压或略小于大气压,出口压力小于或等于0.2MPa时,可选用离心式风机。离心式风机应符合下列规定:

1 当进口流量小于 $200\text{m}^3/\text{min}$ 时,宜选用悬臂式风机;流量较大时,可选用双吸、两端支撑型风机。

2 介质为洁净、无腐蚀性气体时,可采用进口导叶调节流量;其他情况不宜采用进口导叶调节流量。

3 介质为非易燃易爆、无毒、无腐蚀性气体时,可采用迷宫密封。当工艺装置不允许气体外泄或空气漏入工艺介质中时,应增设惰性气密封系统,也可采用机械密封。

7.1.8 需强制送风时,宜选用罗茨风机,并应符合下列规定:

- 1** 风机进口气体温度不宜高于 40℃。
- 2** 气体中固体微粒含量应小于或等于 100mg/m³,微粒最大尺寸应小于或等于装配间隙表中所规定的最小工作间隙的一半。
- 3** 介质为非易燃易爆、无毒、无腐蚀性气体时,可采用迷宫密封。当工艺装置不允许气体外泄或空气漏入工艺介质中时,应增设惰性气密封系统,也可采用机械密封。

7.2 离心、轴流压缩机

7.2.1 石油化工单轴离心、轴流压缩机应符合现行行业标准《石油化工离心、轴流压缩机工程技术规范》SH/T 3144 的有关规定,并宜设计成卧式,壳体应采用水平或径向剖分、单缸或多缸、剖分面应为金属对金属密封。

7.2.2 级间隔板应适应所有规定的运行条件、启动、停车、跳闸、回复稳定及瞬间喘振。

7.2.3 轴宜为整体锻制的经热处理的合金钢件。轴上可能与其他零件接触或摩擦的表面应抛光。

7.2.4 叶轮可采用由轮盘、叶片和轮盖组成的闭式叶轮或由轮盘和叶片组成的半开式叶轮。叶轮可采用焊接、铣制或铸造结构。

7.2.5 轴承应采用流体动压径向轴承和止推轴承。

7.2.6 包括启动和停车在内所有规定的运行条件范围内,轴封应能阻止或防止工艺气体向大气泄漏或密封气体(或液体)向工艺气体泄漏。轴封应适于在启动、停车、带压停车和其他规定的特殊操作工况下进口条件的变化。最高密封压力应大于或等于滞留压力。轴封及轴封系统应设计成在压缩机投运前启用并使压缩机安全增压,且能适应压缩机操作压力的迅速下降。轴密封和轴套应便于检查和更换,且可不拆卸轴向剖分的上机壳或径向剖分的端盖。

7.2.7 机组应配备控制、监测系统和防喘振系统。

7.2.8 压缩机的流量可通过转速、进口节流、进口导叶进行调节,

并应适应所有规定的工艺操作条件以及启动、停车、跳闸、瞬间喘振等状况。调节进口导叶或进口节流来控制压缩机流量的方法宜用于恒转速压缩机,变转速压缩机可采用固定进口导叶。

7.2.9 压缩机应配备独立的密封系统和润滑油系统,被驱动机和驱动机宜共用润滑油系统。

7.3 往复压缩机

7.3.1 往复式压缩机可分为活塞式(含柱塞式)和隔膜式,除高压且流量特别小的场合可采用隔膜式压缩机外,其他场合宜采用活塞式压缩机。

7.3.2 活塞式往复压缩机宜选用对称平衡型,且应符合本规范第 7.3.3 条~第 7.3.16 条的要求。

7.3.3 石油化工用往复压缩机应符合现行行业标准《石油化工往复压缩机工程技术规范》SH/T 3143 的有关规定。

7.3.4 空气压缩机、氧气压缩机以及需要与空气有再生工况的碳氢流程气体应采用气缸、填料无油润滑压缩机。

7.3.5 当要求压缩机输送的介质不含矿物油或合成润滑油时,宜采用气缸、填料无油润滑。

7.3.6 无毒和要求组分精确的气体介质,宜采用迷宫压缩机。被选用的该类压缩机应在有成功运行经验的标准机型范围内。

7.3.7 在气缸有油润滑的情况下,压缩机转速和对应的压缩机最大允许活塞平均速度应符合表 7.3.7 的规定。

表 7.3.7 压缩机最大允许活塞平均速度

压缩机功率(kW)	最大曲轴转速(r/min)	最大活塞平均速度(m/s)
25~150	500	5.0
150~250	428	5.0
≥250	375	4.0

7.3.8 当压缩介质为饱和烃类气体或气缸为无油润滑时,往复式

活塞环压缩机平均活塞速度应小于或等于 3.6m/s。

7.3.9 对于分子量小于或等于 12 的富氢气体介质,气缸有油润滑时,在规定的工况点和负荷条件下,预期排气温度宜小于或等于 135℃。在气缸无油润滑的情况下,当排气压力大于或等于 7MPa(G)时,在规定的工况点和负荷条件下,预期排气温度宜小于或等于 130℃。

7.3.10 在任何工况包括冷态启动时,气缸夹套冷却系统应确保防止气体冷凝。冷却水的供水温度应至少比进气温度高 5℃,冷却水的回水温度不应高于进气温度 17℃。

7.3.11 对于易燃、有危害、湿气体介质,或 H₂S 含量超过 5%(摩尔百分数)的介质,压力填料和中间填料盒均应充氮气。

7.3.12 机型规格大于或等于 150kW 的机组,应配备电动机驱动的辅助油泵。当油压低时,辅助油泵应能自动启动。机组停车时辅助油泵应能提供足够的润滑。

7.3.13 机型规格小于 150kW 的机组,当不配备电动机驱动的辅助油泵时,应配备手摇油泵。

7.3.14 在重要场合使用且无备用机组的压缩机组,润滑油系统应符合下列规定:

- 1 不宜采用轴头泵。
- 2 两台电动机驱动的油泵应采用独立的电源,或采用囊状蓄能器。
- 3 应配置带连续稳定流切换阀的双联油过滤器和双联油冷却器。

7.3.15 当所需电动机功率小于或等于 600kW 时,宜采用异步电动机;功率大于 600kW 或电网不允许采用异步电动机时,宜采用无刷励磁同步电动机。

7.3.16 往复压缩机组的脉动和振动计算及相关管道的机械应力分析应包括压缩机组范围内气路的所有管道和各个附属设备以及机组上游和下游紧邻的容器、支撑等。

7.3.17 压缩机功率小于或等于 450kW 和许用活塞力小于或等于 160kN 的单列或两列机组,可提供手动盘车机构。压缩机功率大于 450kW,或者许用活塞力大于 160kN,或者压缩机列数超过两列,应提供气动盘车或电动盘车机构。

7.4 回转式压缩机

7.4.1 石油化工回转式压缩机应为同步齿轮驱动的双螺杆压缩机,并应符合现行行业标准《石油化工回转式压缩机工程技术规范》SH/T 3157 的有关规定。

7.4.2 回转式压缩机组最大允许工作压力和温度应予以明确。

7.4.3 当介质允许时,可采用在压缩机入口喷入液体的方法来降低出口温度。

7.4.4 对于变转速驱动机,应明确机组允许的操作转速范围,并提供相关的安全保护系统。变转速驱动机速度调节范围宜为最大连续转速到所有工况的最低操作转速的 90%或者最大连续转速到额定转速的 65%,应取范围大者。

7.4.5 任何操作点的排气温度加 20℃ 应小于或等于最大允许工作温度。

7.4.6 对于湿气体场合,回转式压缩机进出口宜布置成上进下出。

7.4.7 回转式压缩机转子应有足够的刚度,在包括最低进气压力下,排气压力为安全阀设定值在内的最苛刻操作工况下,对于有同步齿轮的结构,应能防止转子之间以及转子和壳体之间发生接触。转子和轴宜采用整体锻造,当采用组合式转子时,组合转子应采用全焊透连续焊,并按材料处理的规定消除应力。

7.4.8 喷液螺杆压缩机宜采用接触式机械密封。

7.4.9 当轴封采用干气密封时,密封体应为整体集装式结构。串联式干气密封宜采用中间段带迷宫密封的结构。

7.4.10 回转式压缩机转子应为刚性转子,转子一阶临界转速应

大于或等于最大允许转速的 120%。

7.5 离心风机

7.5.1 石油化工用离心风机应符合现行行业标准《石油化工离心风机工程技术规范》SH/T 3170 的有关规定。

7.5.2 离心风机不宜并联或串联使用。

7.5.3 在满足所需风量和风压的前提下,应选用效率高、噪声低的新型离心风机。

7.5.4 离心风机宜用于风机出口压力小于或等于 200kPa(G),单级压升小于或等于 25kPa 的场合。

7.5.5 符合如下任一条件,宜采用两端支撑的离心风机,且轴承应安装在独立的支撑基架上:

- 1 叶轮直径大于 1500mm。
- 2 驱动器额定功率大于或等于 200kW。
- 3 转速大于 1800r/min。
- 4 设计温度大于或等于 220℃。
- 5 输送可能导致转子不平衡的含沉淀污垢的介质。

7.5.6 离心通风机的喘振点宜小于风机额定流量的 60%;离心鼓风机的喘振点宜小于风机额定流量的 80%。

7.5.7 在工作条件下,转子的第一横向临界转速应大于或等于最高运行转速的 120%。

7.5.8 转子动平衡精度应达到现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1 的 G2.5 级。

7.5.9 通风机壳体的最小厚度应为 4.75mm;引风机壳体的最小厚度应为 6.4mm。

7.5.10 离心风机宜采用实心轮毂;当介质温度小于 150℃ 或风机转速小于 6000r/min 时,可采用空心轮毂。

7.5.11 当风机轴功率大于 75kW 时,不应采用皮带传动。

7.6 罗茨风机

- 7.6.1 罗茨风机进排气口宜设置消声器。
- 7.6.2 罗茨风机进排气口宜设置软连接或波纹管。
- 7.6.3 罗茨风机轴承部位的振动速度应小于或等于 6.3mm/s 。
- 7.6.4 转子动平衡精度应达到现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1的 G6.3 级。
- 7.6.5 同步齿轮应由齿圈和齿毂组合而成,并应采用圆锥销定位。
- 7.6.6 同步齿轮的精度应高于或等于现行国家标准《圆柱齿轮 精度制 第1部分:轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》GB/T 10095.1 的 10 级精度。
- 7.6.7 齿圈应采用高强度耐磨材料制造。
- 7.6.8 同步齿轮的最小服务系数应为 1.8。
- 7.6.9 机壳与墙板的结合处,剖分机壳、墙板的结合处错边量应小于或等于 5mm 。

8 汽轮机、膨胀机和燃气轮机

8.1 一般规定

8.1.1 应根据工厂的公用工程条件(包括用电负荷、蒸汽平衡、燃料等,以及被驱动设备类型),选择汽轮机、膨胀机、燃气轮机、液力透平、电动机和燃油发动机等作为驱动机或回收能量机组。

8.1.2 当有多种选择时,应根据安全、可靠、环保及技术经济指标等因素来选择驱动机的类型。

8.2 汽轮机

8.2.1 符合下列全部条件时,宜选用一般用途汽轮机,并应符合现行行业标准《石油化工一般用途汽轮机工程技术规定》SH/T 3149 的有关规定;不符合下列任一条件时,宜选用特殊用途汽轮机,并应符合现行行业标准《石油化工特殊用途汽轮机工程技术规范》SH/T 3145 的有关规定。

1 被驱动设备设有备机。

2 被驱动设备所需的驱动功率较小。

3 被驱动设备属于非关键设备。

4 蒸汽条件为进汽压力不超过 4.8MPa(G),且进汽温度不超过 400℃。

5 汽轮机转速小于或等于 6000r/min。

8.2.2 在正常蒸汽条件下,汽轮机输出轴功率应大于或等于被驱动设备额定工况点所需轴功率的 110%。

8.2.3 在蒸汽最低进汽压力和最低进汽温度与最高排汽压力和最高排汽温度同时出现时,汽轮机应能在额定转速下输出被驱动设备额定工况点所需轴功率的 104%,该轴功率应包括各种机械损失。

8.2.4 电子式调速器应具有双重速度传感系统,并应保证其中一套系统发生故障不会导致调速器失效。

8.2.5 汽缸及其他所有承压零件应按最大允许工作压力设计。汽缸最大允许工作压力应大于或等于安全阀的设定压力。凝汽式汽轮机排汽缸最大允许工作压力应大于或等于 0.07MPa(G),且应按全真空设计。

8.2.6 汽缸的水平和垂直剖分面应采用金属对金属的结合面,并应采用螺栓紧固密封。

8.2.7 转子应保证在任何规定的工作温度下瞬时转速达到最高连续转速的 121%时安全运行。

8.2.8 当最高连续转速下叶片顶部速度超过 250m/s 或进口蒸汽温度超过 440℃时,应采用整体轮毂。

8.2.9 转动部件的主轴、叶轮、联轴器、齿轮、平衡盘等主要零件,均应单独进行动平衡。平衡精度应达到现行国家标准《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1 的 G1.0 级。

8.2.10 汽轮机宜设置独立的机械和手动紧急脱扣装置。

8.2.11 凝汽式汽轮机的表面冷凝器宜采用循环水冷却,也可采用空气冷却。

8.3 膨 胀 机

8.3.1 膨胀机设置应符合下列原则:

1 以获取冷量为目的的膨胀机,应按可能回收的功率及为回收功率所需增加设备的投资来确定是否设置。

2 对于回收余压、废热等能量为目的的膨胀机,当回收功率小于或等于 75kW 时,可不设置。

3 当膨胀机作为压缩机的驱动机时,膨胀机的转速应与压缩机的转速相互协调。

4 当介质中含有固体颗粒或液体时,应在膨胀机前设置分离

设备；当膨胀比较大，介质在膨胀机出口有可能结冰时，应在膨胀机前对介质进行加热。

5 膨胀机组应结合其配置情况，配备完善的控制系统，特别是超速保护系统。

6 当膨胀机与其驱动设备采用膜片式或膜盘式联轴器联接时，应采用带有备齿保护的联轴器。

8.3.2 膨胀机选型应遵循下列基本原则：

1 膨胀机的型式应按膨胀机的进口流量、膨胀比进行选择。在以回收能量为目的的大型工业装置中，宜选用轴流式膨胀机；在空气分离装置中，根据规模的不同，宜选用向心径流式或轴流式膨胀机。膨胀机型式的选择可按表 8.3.2 执行。

表 8.3.2 膨胀机型式的选择

膨 胀 比	膨胀机型式
$\leq 40 : 1$	部分进气轴流式
$\leq 30 : 1$	径流式或全进气冲动轴流式
$\leq 5 : 1$	全进气反作用式轴流式

2 当介质在透平膨胀机内的膨胀过程中有可能形成气液两相流时，应采用径流式透平膨胀机。

3 轴流式膨胀机宜选用反作用式膨胀机。

4 轴承应根据膨胀机的转速选择合适的型式。小型空分装置的小型高速膨胀机宜选用气体轴承；中大型空分装置、工业装置能量回收膨胀机宜选用流体动压轴承；油田天然气膨胀机等特殊要求的场合宜选用磁力轴承。

8.3.3 膨胀机的流量调节应根据实际操作工况，选择下列方法中的一种或数种：

- 1 降低进口压力。
- 2 部分进气调节。
- 3 转动喷嘴叶片调节。
- 4 改变喷嘴高度调节。

8.4 燃气轮机

- 8.4.1 燃气轮机应能适用于数据表所规定的燃料种类。
- 8.4.2 单轴燃气轮机宜用于载荷无变化或变化不大的场合；双轴或多轴燃气轮机宜用于载荷变化的场合。
- 8.4.3 燃气轮机压气机宜采用轴流式压缩机、离心式压缩机或轴流加离心式压缩机。燃烧室应符合下列原则：
- 1 燃烧效率高。
 - 2 点火可靠，燃烧稳定。
 - 3 压力损失少。
 - 4 出口温度均匀。
 - 5 燃烧强度高。
 - 6 排气污染少。
 - 7 寿命长。
- 8.4.4 燃气轮机开车启动装置宜采用电动机、汽轮机等。
- 8.4.5 燃气轮机设计寿命和不间断连续运行周期除应符合本规范第 3.1.1 条的要求外，其热区应进行定期检查，时间间隔应小于或等于 8000 操作小时。
- 8.4.6 燃气轮机应设置措施抑制 NO_x 、CO 以及不易燃烧的碳氢化合物的排放。
- 8.4.7 燃气轮机及其被驱动设备组成的系统，整体噪声水平应符合本规范第 3.5.2 条的规定。
- 8.4.8 燃气轮机烧嘴宜采用可拆卸型。当采用液体燃料烧嘴时，烧嘴应设计成不易被侵蚀、堵塞或结碳型，并应缩短维修时间间隔。
- 8.4.9 燃气轮机应说明进气条件和排放条件所界定的位置。
- 8.4.10 燃气轮机受环境温度、海拔、湿度的影响及齿轮箱、传动装置的传动损失应明确列出。
- 8.4.11 机械设备驱动用燃气轮机的功率应在输出轴端测量。

8.4.12 燃气轮机在任何一次紧急停车后应能够热启动。当该要求不能实现时,应提供在任何操作条件下两次启动之间的预冷却措施。

8.4.13 空气进气系统应符合下列规定:

1 干燥环境,空气过滤系统宜为自洁型;湿热环境,空气过滤系统宜为静态型。

2 压气机入口法兰处应设置压力表和压力传感器,且应将信号传到控制系统。

3 入口消音器应采取防腐措施。当需要采用防腐涂层时,应采用无锌涂层。

8.4.14 燃料系统应符合下列规定:

1 机组内燃气管线材料应至少为 316L 不锈钢,管线焊接应做 100%无损探伤。

2 应提供带差压表的燃气过滤器,该过滤器内件应为不锈钢。

8.4.15 燃气轮机及其被驱动设备的控制和保护系统应符合下列规定:

1 燃气轮机控制功能应包括机组的启动、运行、停车、保护、检测和清洗等。

2 燃气轮机应设有超速保护、超温保护、消防保护和气体及 H_2S 检测系统。

3 除燃料调节或控制阀外,燃料调节系统还应安装一个单独的截止阀或切断阀。对于气体燃料,应采用适当的排空阀。

4 在每根独立的轴系上都应配备超速调节器和超速停车装置。

5 对双轴或多轴燃气轮机,或带热交换器的燃气轮机可设一个附加超速保护。

6 机组应提供一个熄火时切断燃料的装置。

7 燃料调节系统应包括一个越限控制系统。

9 离 心 机

9.1 一 般 规 定

9.1.1 离心机型式应根据悬浮液的性质、分离目的、要求和操作方式选用。

9.1.2 当悬浮液中固相浓度较高,固相颗粒是刚体或晶体,且粒径较大时,宜选用过滤离心机;当悬浮液中固相浓度较低,颗粒呈塑性或粒径较细时,宜选用沉降离心机。

9.2 过滤离心机

9.2.1 过滤离心机宜用于固相浓度 5%~80%,颗粒粒径 $10\mu\text{m}$ ~5mm 的液固二相悬浮液的分离。

9.2.2 卧式刮刀卸料离心机宜用于固相浓度 25%~60%,颗粒粒径大于 $10\mu\text{m}$,液相粘度小于 $0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$,且颗粒允许被破碎的悬浮液分离。刮刀卸料离心机应符合现行行业标准《刮刀卸料离心机》JB/T 7220 的有关规定。

9.2.3 活塞推料离心机宜用于固相浓度 30%~60%,颗粒粒径 0.1mm ~3mm,液相粘度小于 $0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$,且滤饼层有一定刚度,颗粒不易被破碎的悬浮液分离。对于滤饼层刚度不够的物料,不宜选用单级活塞推料离心机或多级活塞推料离心机。活塞推料离心机应符合现行行业标准《活塞推料离心机》JB/T 447 的有关规定。

9.3 沉降离心机

9.3.1 沉降离心机可用于固相浓度 2%~70%,颗粒粒径 $5\mu\text{m}$ ~5mm,液相粘度 $0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$ 左右的悬浮液分离。

9.3.2 螺旋卸料沉降离心机应符合现行行业标准《螺旋卸料沉降

离心机》JB/T 502 的有关规定。

9.3.3 螺旋卸料沉降离心机的选型应符合下列规定：

1 固相浓度低，固相粒子细，固液两相密度差较小的物料，且要求液相澄清度高时，宜选用转鼓长径比 L/D 大于或等于 3 的柱形或锥形转鼓的并流型螺旋卸料离心机。

2 固相浓度较高，固液两相密度差较大的物料，当要求沉渣的产率高，且分离所得的沉渣含湿率低时，宜选用转鼓长径比 L/D 大于或等于 2 的柱形或锥形转鼓的逆流型螺旋卸料离心机。

3 对于粗颗粒物料的脱水，当要求离心机有较高沉渣生产能力及较低沉渣含湿率时，宜选用带有过滤直段的沉降过滤复合型螺旋卸料离心机。

9.3.4 螺旋卸料沉降离心机宜选用单头螺旋叶片。当要求处理量大，且允许分离液中含固量、沉渣含湿量适当增加时，可选用双头螺旋叶片或提高转鼓与螺旋输送器之间的转速差和扭矩。

10 机泵辅助设备

10.1 驱 动 机

10.1.1 电动机的额定功率应大于或等于机泵的额定轴功率(包含传动损失)乘以电动机功率裕量系数 K 。电动机功率裕量系数 K 应按表 10.1.1 的规定选取。

表 10.1.1 电动机功率裕量系数 K

电动机铭牌功率 P_a (kW)	功率裕量系数 K
<22	125%
$22 \leq P_a \leq 55$	115%
>55	110%

10.1.2 电动机宜满足在 80% 额定电压条件下能直接启动。

10.1.3 对于汽轮机驱动的机组,汽轮机功率应符合本规范第 8.2.2 条和第 8.2.3 条的规定。

10.1.4 对于汽轮机、燃气轮机等变速驱动机,应在调速器调节范围内的任何转速下都能连续运转,调速器的调节范围应根据被驱动机来确定。

10.2 齿轮变速箱和液力耦合器

10.2.1 齿轮变速器、液力耦合器等功率传动设备,其额定功率应大于驱动机的最大输出功率。

10.2.2 对于有备机或非关键工况的设备宜采用一般用途齿轮箱。

10.2.3 对于无备机的离心压缩机、轴流压缩机、大型离心风机等,宜采用特殊用途齿轮箱。

10.3 联轴器和护罩

10.3.1 联轴器应符合现行行业标准《石油化工挠性联轴器工程技术规范》SH/T 3171 的有关规定,其规格应大于或等于驱动机额定功率乘以 1.2,且所有传递扭矩部件的安全系数应大于或等于 1.15 倍。

10.3.2 不宜采用皮带传动;当采用皮带传动时,皮带应进行防静电处理。

10.3.3 机泵的联轴器、传动轮等外置的转动部件应设置全封闭的可拆式安全防护罩。危险场合使用的机泵,其防护罩应由不产生火花的材料制成。

10.4 润滑油、密封油、控制油系统

10.4.1 对于采用流体动压滑动轴承的泵、一般用途汽轮机、往复压缩机或仪表空气整体齿轮式压缩机,其油系统应采用石油、化工和天然气工业一般用途油系统。

10.4.2 对于石油化工离心压缩机、回转式压缩机、特殊用途汽轮机、膨胀机和燃气轮机,其油系统应采用石油、化工和天然气工业特殊用途油系统。

10.4.3 包括驱动机在内的整个机组宜共用一个油系统。

10.5 底 座

10.5.1 整个机组宜安装在一个公用底座上,底座宜采用整体钢制构件,带凸缘和放净口,并应设置起吊点和吊耳。除下列零部件外,主机和驱动机及相关设备在纵向和横向上均不宜超出底座范围:

- 1 电动机的接线盒。
- 2 油脂润滑轴承的电动机的机架端。

10.5.2 对于大型机组,当整个机组无法安装在一个公用底座上

时,可允许主机、主驱动机安装在各自独立的底座上,但其他辅助设备宜布置在同一个底座上。相互连接的撬块和设备应在工厂组装试验,标注配合面,并应在现场组装完毕。

10.5.3 底座刚度在不灌浆条件下应能满足机泵对中的精度要求,以及管口许用力和力矩的要求。

10.5.4 机泵设备与底座之间应采用螺栓连接。螺栓应能承受机泵在起动和运转时的管口反作用力,其规格应大于或等于 M12。

10.5.5 对于泵类设备,当驱动机重量大于 200kg 时,应设置横向和轴向找正定位用的调整螺钉;对于压缩机机组,应对所有设备提供轴向、横向和垂直方向的调整螺钉;当设备太重不能使用调整螺钉时,应提供其他方法。

10.5.6 设备支腿和底座之间的间隙应采用不锈钢调隙垫片进行调整,调隙垫片的厚度应为 3mm~13mm。所有垫片应跨装在固定螺栓和垂直调整螺钉上,并应超出设备外边缘至少 5mm。

10.5.7 底座的外周应在靠近地脚螺栓处设置等间距的水平调整螺钉,其数量应大于或等于 6 个。

10.5.8 底座至少应有 4 个起吊点并配置吊耳,在起吊安装有全部设备的底座时,应保证底座及安装在底座上的设备不会产生永久变形或损坏。

10.5.9 地脚螺栓应足以承受住机泵在起动和运转时的管口反作用力。地脚螺栓、螺母、垫片宜随机组提供。

10.5.10 底座应至少对置设置 2 个接地耳。

10.6 控制和仪表

10.6.1 机泵应设置仪表监测、控制及安全联锁两个系统,并应根据机泵性能特点及其在流程中的作用不同进行配置。具体要求应符合下列规定:

1 往复压缩机、螺杆压缩机、泵及电动机驱动的离心和轴流压缩机等可不设置独立的机组监控联锁系统,监测、控制部分可由

装置分散型控制系统(DCS)完成,安全联锁部分可由装置安全仪表系统(SIS)实施。

2 大型重要机组宜设置独立或多台共用的机组控制及安全联锁系统,该系统选型及技术要求应与装置一致。

3 当有规定时,大型重要机组还应设置在线状态监测系统。

10.6.2 用于联锁保护的仪表信号,宜采用三取二方式,且信号应是采自同一位置的相同信号。

10.6.3 转速大于 3000r/min,功率大于 1000kW,且采用流体动压滑动轴承的螺杆压缩机、离心或轴流压缩机、大型离心泵宜采用 X、Y 方向位移探头及相位探头监测轴的振动;其他机组可监测轴承座振动速度或加速度;往复压缩机机身振动宜监测加速度。

10.6.4 强制润滑系统的调节阀宜采用自力式调节阀。当采用带控制器的调节阀时,其控制器应能在 100ms 内完成其被要求的控制算法。

10.6.5 强制润滑系统的仪表宜就地安装。当有规定时,可配开架式就地仪表盘,且应安装用于仪表接线的接线盒。

10.6.6 机组振动、轴位移、相位、压力、温度、液位等的所有测量仪表需接线至底座边接线盒,接线盒应按信号种类分别设置。

10.6.7 机组成套包内仪表的设计、选型和安装应符合装置相应的仪表设计技术规定。

10.7 辅助管道及其附件

10.7.1 冷却水、蒸汽、排气、放空、放净和其他辅助管道系统,以及所有的附件如仪表、阀门等,应完全装配好,并应彻底清洗和经液压试验合格后,整齐地安装在机泵上或在其底座范围内。管道和设备的设计和布置应便于拆卸和维护。

10.7.2 机组与外部连接的同一类辅助管道应只设一个进口和一个出口,并应布置在底座的边缘。

10.7.3 冷却水管路系统总管的进出口管道和每一支管的进出口

管道均应设截止阀,且每一支管的出口管道上应设流量视镜。

10.7.4 辅助管道还应符合下列规定:

1 碳钢和低合金钢管道的腐蚀裕量应大于或等于 1mm,高合金钢、奥氏体不锈钢和有色金属管道可不留腐蚀裕量。

2 辅助管道系统的进、出口法兰应取相同压力等级。

11 检测与试验

11.1 一般规定

11.1.1 需要进行的检测和试验项目应在技术文件中规定,应包括需要见证或观察的检验和试验项目,以及要求提交检验报告的项目。见证或观察检验和试验项目的实施计划、详细试验程序及验收标准应提前提交。

11.1.2 本规范和引用文件及合同技术附件或经审核过的数据表中没有规定的检验和试验的项目和内容,应按工厂标准程序进行。

11.1.3 见证试验前可不进行初步试验。

11.2 检测

11.2.1 机泵关键部件以及主要辅助设备承压部件应提供材料质量证明文件,内容应包括材料的化学成分、力学性能及热处理状态等,并应符合相应材料产品标准的规定。

11.2.2 所有热处理措施应有书面证明其已在正常制造过程中或作为返修程序的一部分被正确地实施。

11.2.3 对于承压钢铸件的修补应符合下列规定:

1 检查发现的一般表面缺陷应予以清除,重要缺陷应修补,并应重新检测以证明该缺陷已经完全排除。

2 重要缺陷修补前应绘制修补简图,简图应清楚地说明需要修补的缺陷和位置,及缺陷的详细修补程序。

3 缺陷修补后,所有补焊焊缝经加工后的表面应进行磁粉检测或渗漏试验;对承压铸件的重要缺陷焊接修补部位应进行应力释放、焊后热处理和射线检测。

11.2.4 应对机泵进行外观检查,并应符合下列规定:

1 承压铸件表面不得有夹砂、气孔、结疤、裂纹、热裂或其他类似的铸造缺陷。

2 焊缝不得有裂纹、咬边或其他有害缺陷。

3 机械加工面的粗糙度应符合要求。

4 机壳的内、外侧都应清理干净。

5 机械试运转过程中不得有漏油现象,当出现漏油时,应即时排除。

11.2.5 应根据审核后的图纸和数据表检查下列项目:

1 机泵的转向。

2 所有铭牌内容。

3 管口方位。

4 辅助管道布置。

5 辅机及备品备件等的数量。

11.2.6 尺寸检查至少应包括下列项目:

1 底座尺寸,包括地脚螺栓的尺寸和位置。

2 维修和装配所需的间隙值和尺寸。

3 现场连接或安装所需的外形尺寸包括法兰规格、型式。

4 机壳的实际壁厚。

11.3 试 验

11.3.1 机泵的试验应包括液压试验、转子动平衡试验、超速试验、性能试验、机械运转试验、整机试验和噪声试验等。

11.3.2 机泵常规试验应包括下列项目:

1 泵和液力透平:液压试验、转子动平衡试验、性能试验和机械运转试验。

2 搅拌器:机械运转试验。

3 往复压缩机:液压试验和机械运转试验。

4 回转式压缩机:液压试验、转子动平衡试验和机械运转试验。

5 离心压缩机、汽轮机、膨胀机、燃气轮机：液压试验、转子动平衡试验、叶轮超速试验和机械运转试验。

6 润滑油站：应在其制造工厂进行运转试验。

7 干气密封：应随机泵进行机械运转试验。

11.3.3 当要求进行压缩机组整机试验时，压缩机和组成整个机组的辅助设备和系统，以及变速器、驱动机、轴封系统及控制系统等，应一同进行机械运转试验。

12 油漆、标志、包装和运输

12.1 油漆

12.1.1 除机加工表面外,设备外表面应完成底漆和面漆,面漆颜色应符合现行行业标准《石油化工设备管道钢结构表面色和标志》SH 3043 的有关规定。

12.1.2 机泵本体及辅助设备上的法兰及配对法兰密封面上均不得喷涂防锈漆。

12.1.3 机加工的外表面应涂以适当的防锈涂层。

12.1.4 设备内部应用合适的防锈液清洗冲刷,防锈液应能用溶剂清除。防锈液应在设备缓慢转动时注入。

12.1.5 除不锈钢材质外,与油接触的轴承座内件,以及润滑油系统零部件应涂以合适的油溶性防锈涂层。

12.2 铭牌和转向箭头

12.2.1 机泵铭牌应用不锈钢材料制成,并应牢固地固定在设备主要部件的醒目之处。

12.2.2 铭牌上的文字,国内制造的机泵宜采用中文。国外制造的机泵宜采用英文。计量单位应采用国际(SI)单位。

12.2.3 铭牌上应包含下列内容:

- 1 位号或设备编号。
- 2 机泵制造厂名称。
- 3 机泵出厂系列号。
- 4 型号和规格。
- 5 主要性能参数。
- 6 出厂日期。

12.2.4 主机、驱动机、齿轮变速器以及润滑、冷却系统的机泵等主要设备均应有转向箭头。转向箭头可以铸出,或用奥氏体不锈钢制作,并应牢固地固定在设备的醒目之处。

12.3 标 志

12.3.1 需精确复位和易装错的可拆卸部件应作好配对标记。

12.3.2 所有仪表、辅助设备、单独发运的零部件以及备品备件均应带上适当的标牌或作出相应的标记。标牌应为不锈钢材质。

12.4 包装和运输

12.4.1 设备及辅助设备上,所有带法兰的开口均应用相应的金属盖板加以封闭,并应带有橡胶垫和至少 4 个螺栓。

12.4.2 所有不带法兰的开口均应用相应的堵头加以封闭。

12.4.3 发运前应清洗所有的部件,并应对其做适当的防腐处理和保护措施,防腐和保护措施应使得机组发运到现场后在不采取另外的保护措施的条件下至少可以存放 6 个月而不会产生任何损坏。

12.4.4 机泵宜以整体形式包装和运输。

12.4.5 各项设备或材料应妥善包装,可靠固定,并提供防潮保护。

12.4.6 设备运输、装卸所需的托架、支架、索具等应随机组提供。临时托架、支架应注明或涂成黄色以表明在永久安装后拆除。

附录 A 法兰标准和公称压力等级对照

A.0.1 钢制管法兰标准和压力等级对照应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 钢制管法兰标准和压力等级对照

		公称压力等级							标 准
美洲体系	中国	PN	20	50	110	150	260	420	GB/T 9112, HG/T 20615, SH/T 3406
	美国	Class	150	300	600	900	1500	2500	ASME B16.5 (DN15 ~ 600) ASME B16.47 (DN650 ~ 1500) A\B 系列*
欧洲体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250							GB/T 9112, HG/T 20592
	欧洲								EN 1092-1

A.0.2 灰铸铁管法兰标准和压力等级对照应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 灰铸铁管法兰标准和压力等级对照

		公称压力等级				标 准
美洲体系	中国	PN	20	50	-	GB/T 17241
	美国	Class	125	250	800	ASME B16.1
欧洲体系	中国	PN2.5, 6, 10, 16, 25, 40				GB/T 17241
	欧洲					EN 1092-2

A.0.3 球墨铸铁管法兰标准和压力等级对照应符合表 A.0.3 的规定。

表 A. 0. 3 球墨铸铁管法兰标准和压力等级对照

		公称压力等级			标 准
美洲体系	中国	PN	20	50	GB/T 17241
	美国	Class	150	300	ASME B16. 42
欧洲体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40			GB/T 17241
	欧洲				EN1092-2

注:1 ASME B16. 47(DN650~1500)A,B 系列,对应的中国标准为 HC 20623 (DN650~1500)A,B 系列。

2 表中 PN(工程压力)后的数值相当于为巴(bar)。

3 《钢制管法兰》GB/T 9112。

4 《铸铁管法兰》GB/T 17241。

5 《钢制管法兰(PN 系列)》HG/T 20592。

6 《钢制管法兰(Class 系列)》HG/T 20615。

7 《大直径钢制管法兰(Class 系列)》HG 20623。

8 《石油化工钢制管法兰》SH/T 3406。

9 ASME B16. 1《灰铸铁管法兰和法兰连接件:25、125 和 250 等级》“*Gray Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings;Classes 25,125,and 250*”。

10 ASME B16. 42《球墨铸铁管法兰和法兰连接件:150 和 300 等级》“*Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings;Classes 150 and 300*”。

11 ASME B16. 47《大尺寸钢法兰:NPS 26 至 NPS 60》“*Large Diameter Steel Flanges;NPS 26 through NPS 60*”。

12 ASME B16. 5《管法兰和法兰连接件:NPS 1/2 至 NPS 24》“*Pipe Flanges and Flanged Fittings;NPS 1/2 through NPS 24*”。

13 EN 1092-1《法兰及其连接件—管道、阀门、管件和附件用圆盘法兰,第 1 篇:钢铁法兰》“*Flanges and their Joints-Circular Flanges for Pipes, Valves, Fittings and Accessories-Part 1 Steel Flanges*”。

14 EN 1092-2《法兰及其连接件—管道、阀门、管件和附件用圆盘法兰,第 2 篇:铸铁法兰》“*Flanges and their Joints-Circular Flanges for Pipes, Valves, Fittings and Accessories-Part 2 Cast Iron Flanges*”。

本规范用词说明

1 为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:

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”。

引用标准名录

- 《钢制管法兰》GB/T 9112
- 《机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分:规范与平衡允差的检验》GB/T 9239.1
- 《铸铁管法兰》GB/T 17241
- 《石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分:选择抗裂纹材料的一般原则》GB/T 20972.1
- 《圆柱齿轮 精度制 第1部分:轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》GB/T 10095.1
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》GBZ 2.2
- 《工作场所物理因素测量 第8部分:噪声》GB/T 189.8
- 《石油化工设备管道钢结构表面色和标志》SH 3043
- 《石油化工重载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3139
- 《石油化工中、轻载荷离心泵工程技术规范》SH/T 3140
- 《石油化工往复泵工程技术规范》SH/T 3141
- 《石油化工计量泵工程技术规定》SH/T 3142
- 《石油化工往复压缩机工程技术规范》SH/T 3143
- 《石油化工离心、轴流压缩机工程技术规范》SH/T 3144
- 《石油化工特殊用途汽轮机工程技术规范》SH/T 3145
- 《石油化工无密封离心泵技术规定》SH/T 3148
- 《石油化工一般用途汽轮机工程技术规定》SH/T 3149
- 《石油化工搅拌器工程技术规定》SH/T 3150
- 《石油化工转子泵工程技术规范》SH/T 3151
- 《石油化工离心泵和转子泵用轴封系统工程技术规范》SH/T 3156

《石油化工回转式压缩机工程技术规范》SH/T 3157
《石油化工液环真空泵和压缩机工程技术规范》SH/T 3162
《石油化工离心风机工程技术规范》SH/T 3170
《石油化工挠性联轴器工程技术规范》SH/T 3171
《石油化工钢制管法兰》SH/T 3406
《钢制管法兰(PN 系列)》HG/T 20592
《钢制管法兰(Class 系列)》HG/T 20615
《大直径钢制管法兰(Class 系列)》HG 20623
《活塞推料离心机》JB/T 447
《螺旋卸料沉降离心机》JB/T 502
《旋片真空泵》JB/T 6533
《刮刀卸料离心机》JB/T 7220
《罗茨真空泵》JB/T 7674
《往复真空泵》JB/T 7675

中华人民共和国国家标准

石油化工用机泵工程设计规范

GB/T 51007-2014

条 文 说 明

制 订 说 明

《石油化工用机泵工程设计规范》GB/T 51007—2014,经住房和城乡建设部 2014 年 6 月 23 日以第 457 号公告批准发布。

本规范在编制过程中,编制组开展了专题研究,进行了比较广泛的调研,总结了近十年来石油化工工程建设的实践经验,以多种形式征求了有关设计、制造、使用、施工等方面的意见,对其中主要问题进行了多次讨论,最后经审查定稿。

为便于广大设计、采购、制造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,《石油化工用机泵工程设计规范》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。

目 次

1	总 则	(57)
2	术 语	(58)
3	基本规定	(60)
3.1	一般规定	(60)
3.2	机泵的允许工作压力和允许工作温度	(60)
3.4	材料	(60)
3.5	噪声	(60)
3.6	备件	(61)
4	泵和液力透平	(62)
4.1	一般规定	(62)
4.2	离心泵	(62)
4.3	往复泵、计量泵和转子泵	(62)
4.5	液力透平	(63)
5	搅拌器	(64)
6	真空泵	(65)
6.1	一般规定	(65)
7	压缩机和风机	(66)
7.1	一般规定	(66)
7.2	离心、轴流压缩机	(66)
7.3	往复压缩机	(66)
8	汽轮机、膨胀机和燃气轮机	(67)
8.2	汽轮机	(67)
8.3	膨胀机	(67)
8.4	燃气轮机	(67)

9	离心机	(69)
9.1	一般规定	(69)
9.2	过滤离心机	(69)
9.3	沉降离心机	(69)
10	机泵辅助设备	(70)
10.2	齿轮变速箱和液力耦合器	(70)
10.4	润滑油、密封油、控制油系统	(70)
10.5	底座	(70)
10.6	控制和仪表	(71)
11	检测与试验	(72)
11.2	检测	(72)

1 总 则

1.0.1 石油化工用机泵(含压缩机、汽轮机和泵等)通常位于危险区域,输送介质多为易燃、易爆、毒性,且要求连续运转周期达到三年以上,因此石油化工用机泵的可靠性要求很高。而石油化工用机泵种类多,相关标准多,如何合理选择合适的泵标准,并满足节能、环保的要求,目前缺乏统一的工程设计规范。为保障石油化工机泵长周期、稳定、安全运行,并满足节能、环保的需要,制定本规范。

2 术 语

2.0.1 本规范中的机泵是指在石油化工装置中各类工艺流程及公用工程系统中的转动设备,主要包括以下几类:

- (1)泵。
- (2)液力透平。
- (3)机械搅拌器。
- (4)真空泵。
- (5)压缩机。
- (6)风机。
- (7)汽轮机。
- (8)膨胀机。
- (9)燃气轮机。
- (10)离心机。

(11)其他成套设备,如制冷机组、化学药剂注入系统等。

2.0.2 本规范涉及的石油化工装置用泵主要有:离心泵(含无密封离心泵)、计量泵、往复泵、转子泵和气动隔膜泵等。

2.0.5 本规范涉及的石油化工真空泵主要有:往复真空泵、旋片真空泵、螺杆真空泵、罗茨真空泵和液环真空泵等。

2.0.6 本规范涉及的石油化工压缩机有:离心压缩机、轴流压缩机、回转式压缩机和往复压缩机等。

2.0.7 本规范涉及的石油化工风机为离心风机和罗茨风机。

2.0.8 本规范涉及的石油化工汽轮机主要用于驱动各种泵、风机、压缩机等,也叫工业驱动用汽轮机。

2.0.9 石油化工工业中常用的膨胀机有透平型膨胀机、螺杆膨胀机等。

2.0.10 燃气轮机由压气机、燃烧室、膨胀透平和启动装置组成。膨胀透平做功所产生的能量一部分用于驱动压气机本身,一部分用于驱动各种泵、压缩机、发电机等。

2.0.11 石油化工工业中,应用最广泛的是过滤离心机和沉降离心机。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.3 设置备机或采用离线备用部件的目的是为了避免机泵的意外停车造成整个装置的停车或降负荷运行。

3.1.5 机泵制造厂不但应对供货范围内设备、管线、阀门、管件、电气、仪表及控制等负责,而且应对机泵的整体性能负全部责任,并应负责它们之间的合理匹配。

3.1.8 对于复杂设备,如果买方有要求,可在技术合同中要求泵制造厂负责现场组装指导。

3.2 机泵的允许工作压力和允许工作温度

3.2.1 工艺操作条件包括机泵开车、运行、超速或停车时可能出现的各种极端工况。

3.4 材料

3.4.4 PN50 法兰等同于 ASME B16.42《球墨铸铁管法兰和法兰连接件:150 和 300 等级》“*Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings:Class 150 and 300*”的 Class 300 法兰。

3.4.6 空分装置中膨胀机的主轴材料合金结构钢可选 40Cr, 40CrNi, 12CrNi3 等牌号;铸铝可选 ZL201、ZL403 等牌号,锻铝可选 LD2、LD5 等牌号。

3.5 噪声

3.5.2 根据现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素》GBZ 2.2—2007 第 11.2 条款规定,噪声限值可

按现行国家标准《工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声》GBZ/T 189.8—2007 的公式(2)计算。为便于直观使用,按下式分别计算了日接触时间 0.5、1、2、4、8 小时时的噪声限值,见表 3.5.2。

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg \frac{T_e}{T_0} \quad (1)$$

式中: $L_{EX,8h}$ ——一天实际工作时间内接触噪声强度规格化到工作 8h 的等效声级[dB(A)];

$L_{Aeq,Te}$ ——实际工作日的等效声级[dB(A)];

T_e ——实际工作日的工作时间(h);

T_0 ——标准工作日时间(8h)。

3.6 备 件

3.6.1 备件应确保不作任何修整,就能顺利安装在机器上,并且不会影响机泵的正常运行和造成性能的下降。

3.6.3 机泵制造厂应提供安装和开车备件清单,以及操作备件清单,注明件号、名称、规格、材质、数量、供应商,并根据备件的复杂性,提供零部件安装、运行所需的技术资料(如零部件的剖面图、流程简图、零部件清单、材料表以及组合件组装图等)。如果需要,机泵制造厂还应提供关键备件清单,供用户或工程公司选用。安装和开车备件的内容和数量由机泵制造厂确定,其价格一般应包含在机泵总价中,正常安装和开车中损耗的其他易损部件,一般应由卖方及时负责调换。

4 泵和液力透平

4.1 一般规定

4.1.2 容积式泵的类型有转子泵、往复泵等。

4.1.3 高速离心泵指整体齿轮增速离心泵。

4.2 离心泵

4.2.1 危险介质指毒性为中度及以上的介质、强氧化性介质、强腐蚀性介质、爆炸和火灾危险性介质等。

4.2.4 当单蜗壳泵用于出口直径大于或等于 DN100(4in)时,应提交相关业绩证明供批准。

4.2.6 PN20 法兰等同于 ASME B16.5(《管法兰和法兰连接件: NPS 1/2 至 NPS》“*Pipe Flanges and Flanged Fittings: NPS 1/2 through NPS 24*”)的 Class150 法兰,PN50 法兰等同于 ASME B16.5 的 Class 300 法兰。

4.2.8 美国石油协会标准 API 610—2009《石油、石化和天然气工业用离心泵》“*Gentrifugal Pumps for Petroleum, petrochemical and Natural Gas Industries*”规定:叶轮、平衡鼓以及类似的主要转动部件平衡精度应符合 G2.5 级的要求,如果用户有要求,还可提高到 G1.0 级。但 G1.0 级的转子如果拆卸后将无法复现。因此本规范确定的动平衡精度要求是 G2.5 级。只有对平衡要求高的高速离心泵或旋壳泵,提出了 G1.0 级的要求。

4.3 往复泵、计量泵和转子泵

4.3.4 低剪切力的转子泵包括凸轮泵、单螺杆泵等。

4.5 液 力 透 平

4.5.1 采用液力透平回收能量的典型装置包括天然气净化厂脱硫装置、炼油厂加氢装置、合成氨和环氧乙烷/乙二醇装置的脱碳工序等。

4.5.8 流量调节阀一般布置在液力透平的进口管线上,以使机械密封能够在液力透平出口低压力下工作。

5 搅 拌 器

5.0.3 防松措施包括双螺母、弹簧垫圈、防松销、金属丝防松等，或同时采用两种以上方法。

6 真 空 泵

6.1 一 般 规 定

6.1.2 一般根据真空室对油污染要求的不同来选择不同类型的真空泵,如有油、无油、半无油、干式、湿式真空泵等。

7 压缩机和风机

7.1 一般规定

7.1.3 离心压缩机常见的变转速驱动机包括汽轮机、双速电机、变频调速电机,或液力耦合器等。

7.1.6 常见的整体齿轮增速离心压缩机应用场合有合成氨厂空压机、PTA 装置空压机、动力风、仪表风压缩机,以及惰性气和清洁的无腐蚀性气体压缩机(如 LNG 工厂的再生气压缩机)。

当输送介质为其他工艺气体时,除非卖方能够提供足够的成功使用业绩,且得到买方的批准,才可选用整体齿轮增速多级压缩机。

7.2 离心、轴流压缩机

7.2.1 我国现行行业标准《石油化工离心、轴流压缩机工程技术规范》SH/T 3144 不包含整体齿轮式压缩机的相关内容,如果选用整体齿轮式压缩机,可采用美国石油协会标准《石油、化学和气体工业用离心、轴流压缩机(*Axial and Centrifugal Compressors and Expander-compressors for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services*)》API Std 617 或《石油、化学和气体工业用整体齿轮式离心压缩机(*Packaged, Integrally Geared Centrifugal Air Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services*)》API Std 672。

7.3 往复压缩机

7.3.16 附属设备包括进气过滤器、缓冲罐、级间冷却器、汽液分离器、后冷却器等。

8 汽轮机、膨胀机和燃气轮机

8.2 汽 轮 机

8.2.1 一般用途汽轮机功率通常不超过 4000kW。

8.3 膨 胀 机

8.3.1 根据用途的不同,膨胀机可分为两类。一类以回收余压、废热等能量为主要目的,如用于回收高炉煤气、硝酸尾气膨胀机及催化裂化烟气膨胀机等;一类以获取低温冷量为目的,如用于空气分离、天然气液化、乙烯冷箱、氢氮液化的膨胀机等。

8.3.3 膨胀机常用的流量调节方法及其原理如下:

1 降低进口压力,即在膨胀机进口管道上装设气动或电动调节阀,控制进口压力。此方法可与多机组调节联合使用。

2 部分进气调节,即关闭部分喷嘴。此方法宜用于冲动式透平膨胀机的调节。

3 转动喷嘴叶片调节,改变喷嘴叶片倾斜角,可以改变喉部宽度、喷嘴总通流面积和工质流量。此方法宜用于大中型透平膨胀机的调节。

4 改变喷嘴高度调节,即通过转动机构轴向移动喷嘴压盖,实现导流器叶片宽度的改变,从而调节流量。

8.4 燃 气 轮 机

8.4.2 单轴燃气轮机因其压气机、透平膨胀机与负载共轴,负载的转速变化直接影响压气机转速,使压气机的吸入空气量发生变化,甚至使压气机喘振而发生事故。因此单轴燃气轮机宜用于载荷没有变化或变化不大的场合,如用于驱动发电机。因为双轴或

多轴燃气轮机输出轴转子与压气机分开,宜用于载荷变化的场合。

8.4.3 燃气轮机可采用美国石油协会标准《石油、化学和气体工业用燃气轮机(*Gas Turbines for the Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services*)》API Std 616。

8.4.9 一般来说,进气口条件在压缩机入口法兰处测量;排放口条件在透平排放口法兰处测量。

8.4.15 燃料调节系统安装一个单独的截止阀或切断阀目的是停机时可切断燃气轮机的燃料供应;在起动过程中,全部点火条件未得到满足以前阀门不予打开。对于气体燃料,排空阀用于减少停机后气体燃料漏至燃气轮机内的危险。附加超速保护用于防止机内贮存的热量或大量贮存的高压空气(或两者皆有)所造成的超速。这种保护可采取排气阀或负载电阻的形式,它们的动作是由主调速器或超速保护装置(或两者同时)控制。越限控制系统用于防止超过透平额定进口温度。

9 离 心 机

9.1 一 般 规 定

9.1.1 离心机分为过滤离心机和沉降离心机等机型。

9.2 过滤离心机

9.2.1 过滤离心机是借助离心力和过滤介质进行固液分离的设备,对分离的固液二相没有密度差的要求。石油化工常用的过滤离心机有:滤饼层固定的卧式刮刀卸料离心机和滤饼层移动的卧式活塞推料离心机。

9.2.2 卧式刮刀卸料离心机是一种连续运转、间歇卸料的固液分离设备,用于化工、制药、制盐、食品、轻工等行业。

9.2.3 活塞推料离心机是一种连续运转、脉动卸料的固液分离设备,用于纯碱、烧碱、制盐、硫铵、碳铵及有机化工等行业。该种机型对物料固液比较敏感,稀物料进离心机前应进行浓缩以达到合适的浓度。当滤饼层刚度不够时,推料过程会发生滤饼易产生堆积和隆起,因此对于饼层刚度不够的物料应谨慎选用活塞推料离心机。

9.3 沉降离心机

9.3.1 沉降离心机是利用固液二相密度差,在离心力的作用下,进行固液分离的设备。石油化工常用的沉降离心机主要为螺旋卸料沉降离心机,常用于分离 PTA、硫铵、氯化钾、硫酸亚铁、硫酸铜、尿酸、ABS 树脂、聚氯乙烯等。

10 机泵辅助设备

10.2 齿轮变速箱和液力耦合器

10.2.2 一般用途齿轮箱可采用美国石油协会标准《石油、化工和气体工业用一般齿轮装置(*General—Purpose Gear Units for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services*)》API Std 677。

10.2.3 特殊用途齿轮箱可采用美国石油协会标准《石油、化学和气体工业专用齿轮箱(*Special Purpose Gear Units for Petroleum, Chemical and Gas Industry Services*)》API Std 613。

10.4 润滑油、密封油、控制油系统

10.4.1 采用流体动压滑动轴承的泵、一般用途汽轮机、往复压缩机或仪表空气整体齿轮式压缩机,其油系统可采用美国石油协会标准《石油、化学和气体工业用润滑油、密封油、控制油系统及辅助设备(*Petroleum, Chemical and natural Gas Industry—Lubrication, Shaft-sealing and Oil-control Systems and Auxiliaries (ISO10438:2007, Identical)*)》API Std 614 的 Part1 和 Part3。

10.4.2 石油化工离心压缩机、回转式压缩机、特殊用途汽轮机、膨胀机和燃气轮机,其油系统可采用美国石油协会标准《石油、化学和气体工业用润滑油、密封油、控制油系统及辅助设备(*Petroleum, Chemical and natural Gas Industry—Lubrication, Shaft-sealing and Oil-control Systems and Auxiliaries (ISO10438:2007, Identical)*)》API Std 614 的 Part1 和 Part2。

10.5 底 座

10.5.2 如果买方有要求,可在技术合同中要求机泵制造厂负责

现场组装指导。

10.6 控制和仪表

10.6.2 用于联锁保护的仪表信号,宜采用三取二方式,且信号必须是采自同一位置的相同信号,需要说明的是,机组振动的 X、Y 方向属不同信号。本标准要求的联锁保护是为了在异常运行状况下,最大限度保证机组的安全,三取二是常用的方式,可最大限度避免仪表故障产生的误报警和不报警。二取二方式,可以实现与三取二一样的避免仪表故障产生的误报警功能,但如果有其中一个仪表发生不报警故障时,逻辑上无法完成联锁动作,不利于保护机组的安全,因此,不应采用二取二方式。

10.6.4 调节阀控制器完成的控制算法包括输入扫描时间、逻辑执行和输出改变等。

11 检测与试验

11.2 检 测

- 11.2.1 机泵关键部件包括如承压壳体、转子、轴、轴套等。
- 11.2.2 热处理措施包括消除应力集中或焊后热处理等项目。

S/N:1580242·481



统一书号:1580242·481

定 价: 16.00 元