

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50677 – 2011

空分制氧设备安装工程 施工与质量验收规范

Code for construction and acceptance of
oxygen plant equipment installation engineering

2011 – 02 – 18 发布

2012 – 05 – 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

空分制氧设备安装工程
施工与质量验收规范

Code for construction and acceptance of
oxygen plant equipment installation engineering

GB 50677 - 2011

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

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 2 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 945 号

关于发布国家标准《空分制氧设备 安装工程施工与质量验收规范》的公告

现批准《空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范》为国家
标准,编号为 GB 50677—2011,自 2012 年 5 月 1 日起实施。其
中,第 3.0.4、3.0.14、9.1.1、11.1.1、13.8.1、14.2.10 条为强
制性条文,必须严格执行。

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

二〇一一年二月十八日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标函〔2007〕126 号)的要求,由中冶天工集团有限公司会同有关单位编制而成。

本规范在编制过程中,规范编制组学习了有关现行国家法律、法规及标准,进行了调查研究,总结了多年来空分制氧设备工程安装质量验收的经验,对规范条文反复讨论修改,并广泛征求了有关单位和专家的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 14 章和 4 个附录,主要内容包括:总则,术语,基本规定,设备基础、地脚螺栓和垫板,设备和材料进场,原料空气压缩设备,空气预冷、净化设备,空气分离设备,产品压缩系统设备,低温液体储备系统,稀有气体提取设备,常温吸附空气分离设备,设备试运转,安全环保等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国冶金建设协会负责具体管理,由中冶天工集团有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,随时将有关的意见和建议反馈给中冶天工集团有限公司(地址:上海市宝山区铁力路 2469 号,邮政编码:201999, E-mail: office@13shmcc.cn, 传真:021—56600177),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中冶天工集团有限公司

参 编 单 位: 宝山钢铁股份有限公司

武汉钢铁(集团)公司氧气有限责任公司

冶金工业工程质量监督总站宝钢监督站
杭州杭氧股份有限公司
中冶南方工程技术有限公司
宝钢工程技术集团有限公司
上海宝钢建设监理有限公司
中国二十二冶集团有限公司

主要起草人：郑永恒 宋建伯 王振智 孙兴利 高丽华
葛明伟 武 丽 周学民 张银锋 梁晓忠
马永春 邵伟征 周化来 白 力
主要审查人：郭启蛟 杨湧源 李永康 马大方 叶必楠
傅 强 吴景刚 夏乃木 史湘林 邓 文
张志义 赵 聪 鲁福利 颜 钰

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(5)
4	设备基础、地脚螺栓和垫板	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	设备基础	(9)
4.3	地脚螺栓	(10)
4.4	垫板	(11)
5	设备和材料进场	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	设备	(12)
5.3	原材料	(13)
6	原料空气压缩设备	(15)
6.1	活塞式空气压缩机安装	(15)
6.2	螺杆式压缩机安装	(20)
6.3	透平式压缩机安装	(20)
6.4	空气增压机、循环氮压机安装	(26)
6.5	附属设备安装	(27)
7	空气预冷、净化设备	(31)
7.1	空冷塔、水冷塔设备	(31)
7.2	冷冻水泵及冷却水泵	(32)
7.3	冷冻机设备	(32)
7.4	分子筛吸附器设备	(33)
7.5	再生加热器	(33)

7.6	蓄热器	(34)
8	空气分离设备	(36)
8.1	整体冷箱设备	(36)
8.2	冷箱工艺钢结构	(37)
8.3	塔器设备	(41)
8.4	阀门设备	(45)
8.5	膨胀机设备	(46)
8.6	低温液体泵	(48)
8.7	冷箱管道预制	(50)
8.8	冷箱管道安装	(53)
8.9	试压	(59)
8.10	吹扫	(60)
8.11	膨胀珍珠岩充填	(62)
9	产品压缩系统设备	(65)
9.1	氧气压缩机安装	(65)
9.2	氮气压缩机安装	(68)
9.3	附属设备安装	(70)
10	低温液体储备系统	(71)
10.1	一般规定	(71)
10.2	整体安装的低温液体储罐	(71)
10.3	大型低温常压平底液体储罐	(72)
10.4	大型低温粉末绝热组合储罐	(80)
10.5	蒸发器	(81)
10.6	真空管安装	(82)
11	稀有气体提取设备	(84)
11.1	氦氖提取设备	(84)
11.2	氖氦提取设备	(86)
11.3	管道安装	(89)
12	常温吸附法空气分离设备	(91)

12.1	空气压缩机	(91)
12.2	罗茨鼓风机、罗茨真空泵	(91)
12.3	离心式鼓风机	(92)
12.4	水环式真空泵	(93)
12.5	吸附塔	(93)
12.6	产品压缩机	(94)
12.7	附属设备	(94)
13	设备试运转	(96)
13.1	一般规定	(96)
13.2	空气压缩机	(96)
13.3	空气增压机	(101)
13.4	冷冻水泵及冷却水泵设备	(101)
13.5	冷冻机	(102)
13.6	膨胀机	(105)
13.7	低温液体泵	(106)
13.8	氧气压缩机	(107)
13.9	氮气压缩机	(107)
13.10	贫氦氩泵	(108)
13.11	稀有气体真空泵	(108)
13.12	膜式压缩机	(109)
13.13	罗茨鼓风机	(110)
13.14	离心式鼓风机	(111)
13.15	罗茨真空泵	(112)
13.16	水环式真空泵	(112)
13.17	裸冷试验	(113)
14	安全环保	(115)
14.1	一般规定	(115)
14.2	安全	(115)
14.3	环境保护	(117)

附录 A	空分制氧设备工程安装分项工程质量验收 记录表	(118)
附录 B	空分制氧设备工程安装分部工程质量验收 记录表	(119)
附录 C	空分制氧设备工程安装单位工程质量验收 记录表	(120)
附录 D	空分制氧设备安装无负荷试运转 记录表	(123)
本规范用词说明		(125)
引用标准名录		(126)
附:条文说明		(127)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(5)
4	Equipment foundation, anchor bolt and shim plate ...	(9)
4.1	General requirement	(9)
4.2	Equipment foundation	(9)
4.3	Anchor bolt	(10)
4.4	Shim plate (pad)	(11)
5	Equipment and material in site	(12)
5.1	General requirement	(12)
5.2	Equipment	(12)
5.3	Raw materials	(13)
6	Air compressor equipment	(15)
6.1	Piston type reciprocating compressor	(15)
6.2	Screw compressor	(20)
6.3	Turbo compressor	(20)
6.4	Booster air compressor and circle nitrogen compressor	(26)
6.5	Ancillary equipment	(27)
7	Air purity equipment	(31)
7.1	Water wash tower and water chiller tower	(31)
7.2	Chilling water pump and cooling water pump	(32)
7.3	Refrigerating machinery(unit)	(32)
7.4	Air purification vessel	(33)
7.5	Defrosting heater	(33)

7.6	Regenerator	(34)
8	Air separation unit	(36)
8.1	Cold box	(36)
8.2	Coldbox steel structural	(37)
8.3	Column equipment	(41)
8.4	Valve	(45)
8.5	Expander	(46)
8.6	Cryogenic liquid pump	(48)
8.7	Prefabrication of piping for cold box	(50)
8.8	Installation of piping for cold box	(53)
8.9	Pressure test	(59)
8.10	Purging	(60)
8.11	Filling perlite	(62)
9	Production compression system	(65)
9.1	Oxygen compressor	(65)
9.2	Nitrogen compressor	(68)
9.3	Ancillary equipment	(70)
10	Cryogenic liquid storage system	(71)
10.1	General requirement	(71)
10.2	Non-assembled cryogenic liquid storage tank	(71)
10.3	Large-scale flat low-pressure cryogenic liquid storage tank ...	(72)
10.4	Large-scale cryogenic liquid storage tank with vacuum powder insulation	(80)
10.5	Vaporizer	(81)
10.6	Delivery pipe with vacuum insulation	(82)
11	Rare gas recovery system	(84)
11.1	Ke-Xe recovery equipment	(84)
11.2	He-Ne recovery equipment	(86)
11.3	Piping installation	(89)

12	Pressure swing adsorption	(91)
12.1	Air compressor equipment	(91)
12.2	Roots blower and roots vacuum pump	(91)
12.3	Centrifugal blower	(92)
12.4	Water ring vacuum pump	(93)
12.5	Adsorber tower	(93)
12.6	Production compressor	(94)
12.7	Ancillary equipment	(94)
13	Equipment run test	(96)
13.1	General requirement	(96)
13.2	Air compressor run test	(96)
13.3	Booster air compressor run test	(101)
13.4	Chilling water pump and cooling water pump run test	(101)
13.5	Refrigerating machinery(unit) run test	(102)
13.6	Expansion machine run test	(105)
13.7	Cryogenic liquid run test	(106)
13.8	Oxygen compressor run test	(107)
13.9	Nitrogen compressor run test	(107)
13.10	Poor krypton and poor xenon pump run test	(108)
13.11	Vacuum pump of rare gas recovery equipment run test	(108)
13.12	Membrane compressor run test	(109)
13.13	Roots blower rust test	(110)
13.14	Centrifugal blower rust test	(111)
13.15	Roots vacuum pump rust test	(112)
13.16	Water ring vacuum pump run test	(112)
13.17	Cold test	(113)
14	Safety and environment protection	(115)
14.1	General requirement	(115)
14.2	Safety	(115)

14.3	Environment protection	(117)
Appendix A	A subdivision works quality acceptance record of oxygen plant equipment installation	(118)
Appendix B	Division works quality acceptance record of oxygen plant equipment installation	(119)
Appendix C	Unit works quality acceptance record of oxygen plant equipment installation	(120)
Appendix D	No-load commissioning record of oxygen plant equipment installation	(123)
	Explanation of wording in this code	(125)
	List of quoted standards	(126)
	Addition: Explanation of provisions	(127)

1 总 则

1.0.1 为加强空分制氧设备装置工程施工与质量控制,规范施工过程,统一验收标准,确保工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于低温法空气分离设备装置工程和常温吸附法空气分离设备装置工程的施工与质量验收。

1.0.3 空分制氧设备装置工程中采用的工程技术文件、承包合同对安装质量的要求不得低于本规范的规定。

1.0.4 空分制氧设备装置工程的施工与质量验收,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 低温法空气分离设备 cryogenic air separation unit

以空气为原料,经过滤、加压、预冷、净化、膨胀制冷后,采用深冷精馏技术把空气分离成氧、氮、氩及其他稀有气体的成套设备。

2.0.2 常温吸附法空气分离设备 pressure swing adsorption

以空气为原料,在常温状态下,采用变压吸附法把空气分离成氧气或氮气的成套设备。

2.0.3 空气压缩机组 air compressor unit

从入口过滤器吸入常温常压的原料空气,经压缩机压缩后,产生压缩空气的装置。由入口过滤器、入口消音器、排放消音器、驱动装置、压缩机、级间管道、冷却系统(冷却器等)、润滑系统、仪表空气系统等组成。

2.0.4 空气增压机组 booster air compressor unit

将经原料空气压缩机组加压预冷净化后的部分工艺空气继续压缩至所需压力的装置。

2.0.5 循环氮压机组 circle nitrogen compressor unit

将经换热器复热后的下塔顶部的气态氮压缩成高压氮气的压缩设备,使压缩后的高压氮气进入高压换热器液化后再循环进入精馏塔精馏。

2.0.6 空气预冷装置 air pre-cooling equipment

通过空冷塔、水冷塔、冷却水泵、冷冻水泵、冷冻机组等设备,降低空气压缩机出口压缩空气的温度和含水量,清洗吸收压缩空气中的机械杂质、可溶于水的化学杂质的装置。

2.0.7 空冷塔 air cooling tower

利用常温水 and 较低温度的水来冷却和清洗压缩空气的设备。

2.0.8 水冷塔 water chiller tower

利用空气分离设备中排出不含水量的干燥污氮与水在塔内进行充分接触吸湿,以降低冷却水温度的设备。

2.0.9 分子筛吸附器 air purity equipment

指低温法空气分离中,将预冷后的空气通过分子筛吸附,去除空气中的水分、二氧化碳、氮氧化合物和乙炔等潜在有害的碳氢化合物的装置。

2.0.10 吸附塔 adsorber tower

指常温吸附法空气分离中,通过分子筛变压吸附将空气分离提取氧、氮的设备。

2.0.11 整体冷箱设备 cold box unit

集冷箱壳体、内部容器、设备及管道为一体的整体设备。

2.0.12 膨胀机 expander

利用压缩气体膨胀降压时对外做功使气体温度降低的原理以获得冷量的设备。

2.0.13 主换热器 main heat exchanger

空气分离设备中用来回收产品气体的冷量进行正流空气和返流气体热交换的设备。

2.0.14 下塔 lower column

在双级精馏中对空气进行一次精馏的塔,也称压力塔。

2.0.15 上塔 upper column

在双级精馏中对空气进行二次精馏的塔,也称低压塔。

2.0.16 管道预制 prefabrication of piping

管道在安装之前,依据单线图,对一些管线的部分管段进行加工焊接。

2.0.17 铝/不锈钢转换接头 Al/SS transition joint

用于铝和不锈钢材质的管道之间的焊接接头。

2.0.18 仪表管 instrument piping

主要用于采集压力、压差、温度、液位、流量等数据,并进行检

测、控制、分析等管路的总称。

2.0.19 膨胀珍珠岩 expanded perlite

一种导热系数低、堆积密度小的高效保温绝热材料,用于冷箱、绝热套管、低温液体罐等低温设备的填充材料,俗称珠光砂。

2.0.20 氧气压缩机组 oxygen compressor unit

将空气分离出的低压氧气压缩至用户所需压力的设备。由驱动装置、压缩机、级间管道、冷却系统(冷却器等)、润滑系统、启动氮气系统、仪表空气系统等组成。

2.0.21 氮气压缩机组 nitrogen compressor unit

将空气分离出的低压氮气压缩至用户所需压力的设备。由驱动装置、压缩机、级间管道、冷却系统(冷却器等)、润滑系统、仪表空气系统等组成。

2.0.22 低温液体储备系统 cryogenic liquid storage system

用于液氧、液氮、液氩等低温液态产品储存的装置,包括低温液体储罐、液体泵、蒸发器等设备。

2.0.23 低温真空管道 cryogenic vacuum-insulated piping

采用双层不锈钢金属管,夹层中添加专用多层绝热复合材料并保持高真空状态,内层管道用于输送液氧、液氮、液氩等低温液体,现场连接方式主要为法兰式和焊接式。

2.0.24 稀有气体提取设备 rare gas recovery equipment

用于提取氦、氩、氖、氪等气体产品的设备。

2.0.25 裸冷 cold test

在冷箱内尚未填充保冷材料的情况下进行的开车冷冻试验,对空分设备进行低温考核,目的在于检验空分设备、管道及阀门的安装质量和在低温状态下冷变形情况及补偿能力。

3 基本规定

3.0.1 空分制氧设备安装工程的施工单位应具备相应的工程施工资质和相应级别压力管道安装资格。施工现场应有相应的施工技术标准,健全的质量管理体系、质量控制及检验制度,应有经审批的施工组织设计、施工方案等技术文件。

3.0.2 施工图纸变更应有设计单位的设计变更通知书或技术核定签证。

3.0.3 空分制氧设备安装工程施工、质量检查和验收,应使用经计量检定、校准合格的计量器具。

3.0.4 空分制氧设备安装工程中从事施焊的焊工必须经考试合格并取得合格证书,同时应在其考试合格项目及其认可的范围内容施焊。

3.0.5 空分制氧设备安装应按规定的程序进行,相关各专业工序之间应交接检验,并应形成记录;本专业各工序应按施工技术标准进行施工和质量控制,每道工序完成后,应进行检查,并应形成记录。上道工序未经检验认可,不得进行下道工序施工。

3.0.6 空分制氧设备安装工程中设备的二次灌浆及其他隐蔽工程,在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收,并应形成记录。

3.0.7 空分制氧设备安装工程应在施工单位自检合格基础上,按分项工程、分部工程、单位工程进行质量验收。分部工程及分项工程划分宜按表 3.0.7 的规定执行。单位工程可按工艺系统划分为空气预处理系统安装工程、空气分离系统安装工程、产品气体压缩系统安装工程、低温液体储备系统安装工程、稀有气体提取安装工程。

表 3.0.7 空分制氧设备安装工程分部工程及分项工程划分

序号	分部工程名称	分项工程名称
1	原料空气压缩设备安装	活塞式压缩机、螺杆式压缩机、透平式压缩机(底座、下机壳、转子、上机壳、增速机、驱动装置)、空气增压机、循环氮压机、附属设备(级间管道、入口过滤器、润滑系统、冷却器、消音器)
2	空气预冷、净化设备安装	空冷塔、水冷塔、冷冻水泵及冷却水泵、冷冻机、分子筛吸附器设备、再生加热器设备、蓄热器、真空泵
3	空气分离设备安装	整体冷箱设备、冷箱工艺钢结构、塔器设备(上塔、下塔、冷凝蒸发器、粗氩塔、精氩塔、过冷器、板式换热器)、阀门设备、膨胀机设备、低温液体泵、冷箱管道预制(氧气管道、液氧管道、氮气管道、液氮管道、氩气管道、液氩管道、空气管道、液空管道)、冷箱管道安装(氧气管道、液氧管道、氮气管道、液氮管道、氩气管道、液氩管道、空气管道、液空管道)、试压、吹扫、膨胀珍珠岩充填
4	产品气体压缩设备安装	氧气压缩机(底座、下机壳、转子、上机壳、增速机、驱动装置)、氮气压缩机(氮气压缩机、驱动装置)、附属设备(级间管道、润滑系统、冷却器、消音器)
5	低温液体储备系统设备安装	整体安装的低温液体储罐、大型低温常压平底液体储罐(内罐、外罐)、大型低温粉末绝热组合储罐(内罐、外罐)、蒸发器、真空管、液体泵
6	稀有气体提取设备安装	氦氖提取设备、氦氖提取设备、管道安装
7	常温吸附空气分离设备安装	空气压缩机、罗茨鼓风机、离心式鼓风机、罗茨真空泵、水环式真空泵、吸附塔、氧气压缩机、氮气压缩机、附属设备

3.0.8 分项工程质量验收合格应符合下列要求：

- 1 主控项目检验应符合本规范质量标准要求；
- 2 一般项目检验中机械设备应全部符合本规范的规定，工艺钢结构应有 80% 及以上的检查点(值)符合标准，最大值不应超过其允许偏差值的 1.2 倍；
- 3 质量验收记录及质量合格证明文件应完整。

3.0.9 分部工程质量验收合格应符合下列要求：

- 1 分部工程所含分项工程质量均应验收合格；
- 2 质量控制记录应完整；

- 3 设备单体无负荷试运转应合格。
- 3.0.10 单位工程质量验收合格应符合下列要求：
 - 1 单位工程所含的分部工程质量均应验收合格；
 - 2 质量控制资料应完整；
 - 3 设备无负荷试运转应合格；
 - 4 观感质量验收应合格。
- 3.0.11 单位工程观感质量检查项目应符合下列要求：
 - 1 连接螺栓、螺母与垫圈应按设计配置齐全，紧固后螺栓应露出螺母或与螺母齐平，外露螺纹应无损伤，螺栓拧入方向除构造原因外应一致；
 - 2 密封状况应无明显漏油、漏水、漏气现象；
 - 3 管道敷设应合理，排列应整齐美观；
 - 4 隔声与绝热材料敷设层厚均匀，绑扎牢固，表面较平整；
 - 5 油漆涂层应均匀，应无漏涂、脱皮、明显皱皮和气泡，色泽应基本一致；
 - 6 走台、梯子、栏杆应固定牢固，应无明显外观缺陷；
 - 7 焊缝的焊波应较均匀，焊渣和飞溅物应清理干净；
 - 8 切口处应无熔渣；
 - 9 设备应无缺损，裸露加工面应保护良好；
 - 10 施工现场应管理有序，设备周围应无施工杂物；
 - 11 本条第 1 款～第 10 款各项随机抽查不应少于 10 处。
- 3.0.12 空分制氧设备安装工程安装质量验收记录，应符合下列要求：
 - 1 分项工程质量验收记录应按本规范附录 A 进行；
 - 2 分部工程质量验收记录应按本规范附录 B 进行；
 - 3 单位工程质量验收记录应按本规范附录 C 进行；
 - 4 设备无负荷试运转记录应按本规范附录 D 进行。
- 3.0.13 工程质量不符合要求，应及时处理或返工，并应重新进行验收。

3.0.14 工程质量不符合要求,且经处理和返工仍不能满足安全使用要求的工程,严禁验收。

3.0.15 空分制氧设备安装工程质量验收应按下列程序组织进行:

1 分项工程应由监理工程师(建设单位项目技术负责人)组织施工单位项目专业技术负责人、质量检查员等进行验收;

2 分部工程应由总监理工程师(建设单位项目负责人)组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收;

3 单位工程完工后,施工单位应自行组织有关人员进行检查评定,并向建设单位提交工程验收报告;

4 建设单位收到工程验收报告后,应由建设单位(项目)负责人组织施工(含分包单位)、设计、监理等单位(项目)负责人进行单位工程验收;

5 单位工程有分包单位施工时,总包单位应对工程质量全面负责,分包单位应按本规范规定的程序对所承包的工程项目检查评定,总包单位应派人参加。分包工程完成后,应将工程有关资料交总包单位。

4 设备基础、地脚螺栓和垫板

4.1 一般规定

4.1.1 设备安装前应进行基础的检查验收,未经验收合格的基础,不得进行设备安装。

4.1.2 空分制氧主要设备基础应做沉降观测,并形成沉降记录。

4.2 设备基础

I 主控项目

4.2.1 设备基础强度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查基础交接资料。

4.2.2 分馏塔的抗冻抗渗基础应具有检验合格记录,抗渗等级不应小于 P12,抗冻等级不应小于 F100。当采用膨胀珍珠岩混凝土时,其抗压强度不应小于 7.5MPa,导热系数不应大于 836J/(m·h·℃),并不应有裂纹。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查基础交接资料。

4.2.3 分馏塔的基础采用通风管自然通风形式时,通风管的排列位置、尺寸、标高应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查基础交接资料。

4.2.4 分馏塔的基础采用电加热形式加温时,电加热设施的布置应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查基础交接资料。

4.2.5 设备就位前,应按施工图并依据测量控制网绘制中心标板及标高基准点布置图,按布置图设置中心标板及标高基准点,并应测量投点。主体设备应埋设永久中心标板和标高基准点。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查测量成果单、观察检查。

II 一般项目

4.2.6 设备基础轴线位置、标高、尺寸和地脚螺栓位置,应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查复查记录。

4.2.7 设备基础表面和地脚螺栓预留孔中的油污、碎石、泥土、积水等,均应清除干净;预埋地脚螺栓和螺母应保护完好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

4.3 地脚螺栓

I 主控项目

4.3.1 地脚螺栓的材质、规格和紧固应符合设计技术文件的规定。

检查数量:抽查 20%,且不少于 4 个。

检验方法:检查质量合格证明文件,尺量,检查紧固记录,力矩扳手,锤击螺母检查。

II 一般项目

4.3.2 地脚螺栓上的油污和氧化皮等应清除干净,螺纹部分应涂适量油脂。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

4.3.3 预留孔地脚螺栓应安设垂直,任一部分离孔壁的距离应大于 15mm,且不应碰孔底。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

4.4 垫 板

I 主 控 项 目

4.4.1 座浆法设置垫板,座浆混凝土 48h 的强度应达到基础混凝土的设计强度。

检查数量:逐批检查。

检验方法:检查座浆试块强度试验报告。

II 一 般 项 目

4.4.2 设备垫板的设置应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:抽查 20%。

检验方法:观察检查,用尺量、塞尺检查、轻击垫板。

4.4.3 研磨法放置垫板的混凝土基础表面应凿平,混凝土表面与垫板的接触点应分布均匀。

检查数量:抽查 20%。

检验方法:观察检查。

5 设备和材料进场

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于空分制氧设备安装工程安装设备和材料的进场验收。

5.1.2 设备搬运和吊装时,吊装点应在设备或包装箱的标识位置,应采取保护措施,不应因搬运和吊装而造成设备损伤。

5.1.3 设备安装前,应进行开箱检查,并应形成检验记录,设备开箱后应注意保护,并应及时进行安装。

5.1.4 原材料进入现场,应按规格堆放整齐,并应采取防损伤措施。

5.2 设 备

5.2.1 设备的型号、规格、质量、数量应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查设备质量合格证明文件。

5.2.2 空分设备的铜制件不得接触氨气,铝制件不得接触碱液,充氮气保护的设备在保管期间应维持一定的正压,压力应符合设备技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

5.2.3 材质为不锈钢、铝合金的空分设备、材料,在储存期间不应与碳素钢直接接触。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

5.3 原 材 料

I 主 控 项 目

5.3.1 原材料、标准件等的型号、规格、质量、数量、性能,应符合设计技术文件和现行国家产品标准的要求。进场时应进行验收,并应形成验收记录。

检查数量:质量合格证明文件全数检查。实物抽查 1%,且不少于 5 件。设计技术文件或国家现行有关标准规定有复验要求的,应按规定进行复验。

检验方法:检查质量合格证明文件、复验报告及验收记录,外观检查或实测。

5.3.2 吸附剂和绝热材料应保持干燥,不得混有杂物。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

5.3.3 涂料、稀释剂和固化剂等材料的型号、规格、性能,应符合设计技术文件和现行国家产品标准规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查产品质量合格证明文件、检验报告。

II 一 般 项 目

5.3.4 用于氩弧焊焊接的氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的有关规定,且氩气纯度不应低于 99.99%。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查出厂质量合格证明文件。

5.3.5 焊接材料的品种、规格、性能及与母材的匹配,应符合设计技术文件和国家现行标准的规定。焊条、焊剂、焊丝、熔嘴等,在使用前应按产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查出厂质量合格证明文件、焊条烘焙记录。

5.3.6 涂料的型号、名称、颜色及有效期应与其质量证明文件相

符。开启后,不应存在结皮、结块、凝胶等现象。

检查数量:每种规格抽查 5%,且不应少于 3 桶。

检验方法:观察检查。

6 原料空气压缩设备

6.1 活塞式空气压缩机安装

6.1.1 整体出厂的压缩机安装时,设备的清洗应符合设计技术文件的规定,无规定时应符合下列要求:

1 整体出厂的活塞式空气压缩机应对活塞、连杆、气阀和填料进行清洗和检查,气阀、填料和其他密封件不得采用蒸汽清洗;

2 保护主机和附属设备的防锈油在安装前应清洗洁净,并应除尽清洗剂和水份。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.1.2 整体出厂的压缩机安装的允许偏差应符合表 6.1.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 整体出厂的压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水水平仪测量
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	2.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

6.1.3 联轴器装配后,联轴器两端面间隙值、两轴心径向位移、两轴线倾斜度,应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查安装质量记录,用百分表、塞尺、千分尺测量或

激光对中仪。

6.1.4 解体出厂的空气压缩机安装前,设备的拆卸和清洗应符合设计技术文件的规定。无特殊要求时,应拆卸活塞、连杆、气阀和填料,并应将设备表面和拆下的零、部件清洗干净。气阀、填料和其他密封件不得采用蒸汽清洗。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.1.5 活塞式空气压缩机机身安装的允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应按表 6.1.5 的规定执行。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.1.5 的规定。

表 6.1.5 活塞式空气压缩机机身安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.05/1000	
3	标高	±0.5	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	2.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

6.1.6 曲轴的堵油螺塞和平衡块的锁紧装置应紧固;轴瓦钢壳与轴承合金层粘合应牢固。

检查数量:全数检查。

检验方法:轻击、着色法检查。

6.1.7 轴瓦与主轴颈之间的径向和轴向间隙应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:压铅法、用塞尺测量。

6.1.8 对开式厚壁轴瓦的下瓦与轴颈的接触弧面夹角不应小于 90°,接触面积不应小于接触弧面面积的 70%;四开式轴瓦的下瓦

侧瓦与轴颈的接触面积不应小于每块瓦面积的 70%。

检查数量:全数检查。

检验方法:用着色法检查。

6.1.9 薄壁瓦的轴瓦外圆直径小于或等于 200mm 时,其接触弧面的面积不应小于瓦背面积的 85%;当轴瓦外圆直径大于 200mm 时,其接触面面积不应小于瓦背面积的 70%,且接触应均匀;薄壁瓦的组装间隙应符合设计技术文件的规定;瓦面的合金层不宜刮研。

检查数量:全数检查。

检验方法:用着色法、塞尺检查。

6.1.10 曲轴安装的水平度偏差应在曲轴每转 90°的位置上,用水平仪在主轴颈上测量,曲轴安装的水平度偏差、曲柄轴线对滑道轴线的垂直度偏差、各曲柄之间上下左右四个位置的距离允许偏差,应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 6.1.10 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.1.10 的规定。

表 6.1.10 曲轴安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	曲轴安装水平度	0.1/1000	曲轴每转 90°用精密水准仪检查
2	曲轴轴线对滑道轴线垂直度	0.1/1000	挂钢丝线、用摇臂和内径千分尺测量
3	各曲柄之间上下左右四个位置的距离允许偏差	0.1L/1000	用内径千分尺或百分表测量

注:L为活塞行程。

6.1.11 连杆组装应符合下列要求:

1 厚壁的连杆大头瓦与曲柄轴颈的接触面积不应小于大头瓦面积的 70%;薄壁的连杆大头瓦不宜刮研,其连杆小头轴套与十字销的接触面积不应小于小头轴套面积的 70%;

2 连杆大、小头轴瓦与曲柄轴颈、十字销的径向间隙、轴向间隙,应符合设计技术文件的规定;

3 连杆螺栓的紧固力矩应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用着色法检查、用塞尺测量、力矩扳手。

6.1.12 十字头组装应符合下列要求:

1 十字头滑履与滑道接触面面积不应小于滑履面积的 60%;

2 十字头滑履与滑道间的间隙在行程的各位置上,均应符合设计技术文件的规定;

3 对称平衡型压缩机的十字头组装时,应按制造厂所作的标记进行,活塞杆轴线与滑道轴线应重合;

4 十字头销的连接螺栓和锁紧装置,均应拧紧和锁牢。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量、着色法检查。

6.1.13 卧式气缸倾斜方向应与滑道倾斜方向一致。在调整气缸轴线时,不得在气缸与中体连接处端面加放垫片。气缸水平度、气缸轴线对滑道轴线同轴度的允许偏差,应符合表 6.1.13 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.1.13 的规定。

**表 6.1.13 气缸水平度、气缸轴线对滑道轴线同轴度的
允许偏差和检验方法**

项次	项目(mm)		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	气缸直径 ≤100	径向位移	0.05	用内径千分尺、百分表、塞尺测量
2		整体倾斜	0.02	
3	气缸直径 >100 且 ≤300	径向位移	0.07	
4		整体倾斜	0.02	
5	气缸直径 300~500	径向位移	0.10	
6		整体倾斜	0.04	
7	气缸直径 500~1000	径向位移	0.15	
8		整体倾斜	0.06	
9	气缸直径 >1000	径向位移	0.20	
10		整体倾斜	0.08	
11	气缸水平度		≤0.05/1000	用水平仪测量

6.1.14 立式气缸安装时,活塞在气缸内四周的间隙应均匀,其最大与最小间隙之差不应大于活塞与气缸间平均间隙的 $1/2$,气缸的水平度、气缸轴线对滑道轴线同轴度的允许偏差,应符合表 6.1.13 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:塞尺检查,应符合本规范表 6.1.13 的规定。

6.1.15 活塞组件安装应符合下列要求:

1 活塞杆与活塞、活塞杆与十字头应连接牢固,并应锁紧;

2 相邻活塞环开口的位置应互相均匀错开,并应避开气缸的阀门孔;

3 活塞与气缸镜面之间的间隙和活塞在气缸内的内、外止点间隙,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺、角度尺、钢尺测量。

6.1.16 刮油器中的刮油环、挡油环的刃口应保持完整,不得有碰伤,刮油环的刃口应朝向来油方向。刮油器与活塞杆的接触面积应符合设计技术文件的规定;无规定时,其接触面积不应小于该组环理论面积的 70%,且接触应均匀。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用着色法检查。

6.1.17 填料函组装应符合下列要求:

1 填料环间接触面、填料环与填料盒端面接触应均匀,其接触面积不应小于端面理论面积的 70%;

2 填料环与活塞杆的接触面积应符合设计技术文件的规定;无规定时,其接触面积不应小于该组环理论面积的 70%,且接触应均匀;

3 填料压盖的锁紧装置应锁牢。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用着色法测量、用塞尺测量。

6.1.18 气阀组装时,各气阀弹簧的自由长度应一致,阀片和弹簧应无卡阻和歪斜,阀片升程应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢板尺测量。

6.1.19 盘车装置可在曲轴就位后组装,并应符合设计技术文件的规定,应调整操作手柄的各个位置,其动作应正确可靠。

检查数量:全数检查。

检验方法:盘动手柄检查、观察检查。

6.2 螺杆式压缩机安装

6.2.1 螺杆式空气压缩机安装前,主机和附属设备的防锈油封应清洗洁净,工作腔内不得有异物。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.2.2 螺杆式空气压缩机安装允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 6.2.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 螺杆式空气压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水准仪测量
2	横向水平度	0.05/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	2.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

6.2.3 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

6.3 透平式压缩机安装

6.3.1 透平式压缩机的各零件、部件应清洗洁净,带调整垫结构

的组件拆洗时,应做好标记,并不得互换组别或位置。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.3.2 机组底座安装允许偏差应符合表 6.3.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 机组底座安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.05/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	-2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

6.3.3 压缩机底座上的导向键与机体间的配合间隙应均匀,并应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、百分表、游标卡尺测量。

6.3.4 单轴型压缩机组的增速机和整体齿轮型压缩机的齿轮箱的装配,应符合下列要求:

1 轴瓦与轴颈的径向间隙、轴向间隙、接触长度,应符合设计技术文件的规定;

2 齿轮轴组间的中心距、平行度、齿侧间隙、齿顶间隙和齿面接触面积应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、内径千分尺、着色法、压铅法测量。

6.3.5 压缩机和齿轮箱(增速机)的底面应与底座紧密贴合,连接螺栓、滑动键的间隙及膨胀方向,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺测量。

6.3.6 压缩机齿轮箱(增速机)安装允许偏差应符合表 6.3.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.3.6 的规定。

表 6.3.6 齿轮箱(增速机)安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.04/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

6.3.7 压缩机安装允许偏差应符合表 6.3.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.3.7 的规定。

表 6.3.7 压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

6.3.8 压缩机轴承的安装应符合下列要求:

1 瓦背与轴承座孔应紧密均匀贴合,厚壁瓦的接触面积不应小于 50%;可倾瓦、薄壁瓦、球面瓦的接触面积不应小于 75%;径向轴承轴瓦与轴颈的径向接触应均匀,轴向接触长度不应小于 80%;推力轴承与推力盘应均匀接触,接触面积不应小于 75%;

2 轴瓦与轴承座和轴承盖之间的过盈量、轴承间隙,应符合设计技术文件的规定;

3 可倾瓦轴承装配后瓦块能自由摆动,不得有卡涩现象。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,涂色法检查,用塞尺测量。

6.3.9 单轴型压缩机的转子主轴颈与浮环密封配合处轴径的间隙、叶轮外圆和叶轮进口处的端面跳动和径向跳动、推力盘的端面跳动、平衡盘的径向跳动量,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、百分表测量。

6.3.10 整体齿轮型压缩机的转子叶轮与蜗壳之间的间隙,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用直尺、塞尺测量。

6.3.11 轴流式压缩机的调节缸位移、静叶角度值、转子跳动值、动叶和静叶的叶顶间隙值、转子与机壳端面间隙,应符合设备技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用钢尺、塞尺、外径千分尺、百分表测量。

6.3.12 迷宫密封各密封片应无裂纹、卷曲等缺陷,镶装应牢固,安装方向应正确;轴端密封、叶轮进口处密封、平衡盘密封的间隙,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用着色法、塞尺测量。

6.3.13 机械密封各零件不应有损伤、变形,密封面不应有裂纹、擦痕等缺陷;密封系统应保持清洁,动环及静环的密封面应无灰尘和异物;密封环的平行度偏差不应大于0.01mm,端面垂直度偏差不应大于0.05mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

6.3.14 机壳闭合时,机壳内各腔道应清洁、无异物;结合面应清

洁,并应无破损;耐高温橡胶密封条应无漏设,密封剂应涂抹均匀。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.3.15 机壳连接螺栓的螺纹部位应涂防咬合剂,螺栓的紧固力矩应符合技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查紧固记录。

6.3.16 汽轮机的汽缸与座架接触面应紧密贴合,接触面积应达75%以上,自由状态下两面之间用0.04mm塞尺检查不得塞入;连接螺栓与螺孔的相对位置、座架与螺帽间的自由间隙,应符合技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

6.3.17 汽轮机各部位的滑销位置及间隙应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

6.3.18 汽轮机安装允许偏差应符合表6.3.18的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表6.3.18的规定。

表 6.3.18 汽轮机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.05/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	挂钢线、用卷尺测量
5	横向中心线	2.0	
6	转子水平度	0.02/1000	用水平仪测量
7	转子与汽缸中心线的重合度	0.03	用塞尺测量

6.3.19 汽轮机的径向轴承和推力轴承的安装应符合本规范第 6.3.8 条的规定。

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

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺测量。

6.3.21 汽轮机的转子装入汽缸前,隔板、静叶片、通道、汽封等应清洗干净,疏水口应畅通;转子就位后,转子与缸内部件的相对位置及间隙,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺、钢尺测量。

6.3.22 汽缸闭合时机壳内部应清洁无异物;汽缸闭合后盘动转子,内部应无异常音响和摩擦及卡涩现象,转动应灵活,螺栓的紧固力矩应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.3.23 电机安装允许偏差应符合表 6.3.23 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.3.23 的规定。

表 6.3.23 电机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.10/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

6.3.24 内置式冷却器安装前应清洗干净;底座上表面水平度不应大于 0.25/1000;上下盖之间的密封应严密,螺栓的紧固力应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用水平仪测量。

6.3.25 电机与齿轮箱(增速机)间的联轴器端面间隙,应按电机的实际磁力中心线调整。

检查数量:全数检查。

检验方法:用游标卡尺、塞尺测量。

6.3.26 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

6.4 空气增压机、循环氮压机安装

6.4.1 空气增压机设备清洗和检查应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.4.2 空气增压机安装的允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 6.4.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 空气增压机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	2.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

6.4.3 空气增压机驱动装置底板安装允许偏差应符合设计技术文件的规定。无规定时,应符合表 6.4.3 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 驱动装置底板安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水准仪测量
2	横向水平度	0.05/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	1.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	1.0	

6.4.4 空气增压机驱动装置为电机驱动时,其安装允许偏差应符合本规范第 6.3.23 条的规定。

6.4.5 空气增压机驱动装置为汽轮机驱动时,其安装应符合本规范第 6.3.16 条~第 6.3.22 条的规定。

6.4.6 空气增压机电机转子中心线与磁力中心线偏差应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用游标卡尺、塞尺测量。

6.4.7 空气增压机齿轮接触面、齿顶、齿侧间隙应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、压铅、着色法检查。

6.4.8 空气增压机联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

6.4.9 循环氮压机的安装应符合本规范第 9.2 节的规定。

6.5 附属设备安装

6.5.1 入口过滤器的安装应符合下列要求:

1 吸风室的焊接应采用密封焊,焊缝应符合设计技术文件或现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 三级焊缝的有关规定;

2 高效过滤筒安装前过滤器内部应保持清洁;

3 过滤器平台、栏杆、爬梯的安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定;

4 过滤筒、过滤网的连接螺栓应紧固牢靠。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺、水准仪、焊接检验尺测量。

6.5.2 入口消音器的安装应符合下列要求:

1 消音器安装前应对消音板锚固钉牢固程度进行检查;

2 消音板与外壳连接螺栓紧固力矩应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定;

3 消音器的清洁度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用手锤敲击、用力矩扳手检查。

6.5.3 排放消音器的消音板支架应安装牢固;管道上排放孔的位置应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.5.4 采用氮气密封或其他惰性气体密封的冷却器,应保持气封的压力。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.5.5 冷却器的滑动支座安装应符合下列要求:

1 滑动支座上的开孔位置、形状及尺寸,应符合设计技术文件的规定;

2 地脚螺栓与相应的长圆孔两端的间距,应符合设计技术文件的规定;

3 滑动支座的螺母与支座板面间应留有 1mm 左右的间隙,并应安装锁紧螺母。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

6.5.6 带弹簧支座的冷却器,弹簧支座调整高度应符合设计技术文件的规定,冷却器密封环的厚度应符合密封的要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:用游标卡尺、外径千分尺、角度尺测量。

6.5.7 冷却器安装允许偏差应符合表 6.5.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.5.7 的规定。

表 6.5.7 冷却器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	水平度(卧式)	1/1000	用平尺、水准仪、水平仪检查
2	垂直度(立式)	$H/1000$	挂线锤,用钢尺检查
3	标高	± 2.0	用水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	挂钢线检查、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

注: H 为立式冷却器高度。

6.5.8 淋水式冷却器排管的水平度和排管立面的铅垂度,均应符合设计技术文件的规定;无规定时,均不应超过 1.0/1000。

检查数量:全数检查。

检验方法:用水平仪、线锤、钢尺测量。

6.5.9 与设备连接的管道安装前,应将设备内部及管道清洁干净。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

6.5.10 管道与设备连接的配对法兰在自由状态下,应与设备法兰平行且同心,其偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,平行度允许偏差应符合表 6.5.10 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 6.5.10 的规定。

表 6.5.10 法兰平行度允许偏差和检验方法

项次	项 目	允 许 偏 差	检 验 方 法
1	管径<400mm	1/1000	用塞尺、游标卡尺检查
2	管径≥400mm	0.5/1000	

6.5.11 机体管道的焊接、安装、试压、吹扫应符合设计技术文件的规定或现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用百分表、钢尺、内径千分尺测量。

6.5.12 润滑管道的安装、清洗应符合设计技术文件的规定或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看油样污染度报告。

6.5.13 空气压缩机、空气增压机等设备试车完成后应进行隔音罩的安装,隔音罩的安装应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

7 空气预冷、净化设备

7.1 空冷塔、水冷塔设备

7.1.1 空冷塔、水冷塔的安装方位应符合设计技术文件的规定，安装允许偏差应符合表 7.1.1 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合表 7.1.1 的规定。

表 7.1.1 空冷塔、水冷塔安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.0/1000,且不应大于 10.0	用经纬仪检查
2	标高	±10.0	用水准仪检查
3	纵向中心线	5.0	用经纬仪、卷尺检查
4	横向中心线	5.0	

7.1.2 空冷塔、水冷塔填料充填前，与空冷塔相连的管道压力试验、吹扫应合格，空冷塔内应清理干净，填料支承板、盖板、水分布器连接应牢固可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

7.1.3 填料的规格、型号、填充量应符合设计技术文件的规定，填料表面应平整。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

7.1.4 空冷塔、水冷塔的绝热保温应符合设计技术文件或现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185 的有关规定。

检查数量：抽查不少于 5 处。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

7.2 冷冻水泵及冷却水泵

7.2.1 泵的安装允许偏差应符合表 7.2.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 泵安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±10.0	用水准仪检查
4	纵向中心线	5.0	用卷尺检查
5	横向中心线	5.0	

7.2.2 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

7.3 冷冻机设备

7.3.1 冷冻机组的安装允许偏差应符合表 7.3.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 7.3.1 的规定。

表 7.3.1 冷冻机组安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	1.0/1000	用水平仪、水准仪测量
2	横向水平度	1.0/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪测量
4	纵向中心线	5.0	用卷尺测量
5	横向中心线	5.0	

7.3.2 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

7.4 分子筛吸附器设备

7.4.1 吸附器的安装方位应符合设计技术文件的规定,安装允许偏差应符合表 7.4.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 7.4.1 的规定。

表 7.4.1 吸附器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度(立式)	1.0/1000 且 ≤ 10.0	用经纬仪检查
2	水平度(卧式)	1/1000	用水平仪检查
3	标高	± 5.0	用水准仪检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线检查
5	横向中心线	5.0	

7.4.2 吸附剂的填充应符合下列要求:

1 各类吸附剂填充高度应符合设计技术文件的规定;

2 在每种型号的填料填充完后,其表面应平整;

3 卧式吸附器内部筛网应平整,筛网与容器壁之间的间隙应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

7.4.3 吸附器的隔音保温应符合本规范第 7.1.4 条的规定。

7.5 再生加热器

7.5.1 再生加热器的安装允许偏差应符合表 7.5.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 7.5.1 的规定。

表 7.5.1 再生加热器的安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	水平度(卧式)	1.0/1000	用水平仪检查
2	垂直度(立式)	1.0/1000	吊线锤,用钢尺检查
3	标高	±2.0	用水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	挂钢线检查、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

7.5.2 蒸汽再生加热器应按设计技术文件的规定做压力试验;无规定时,应符合下列要求:

1 蒸汽通道应做水压试验,试验压力应为工作压力的 1.5 倍,在试验压力下稳压 10min,再将试验压力降至工作压力,停压 30min,检查压力无下降,无渗漏为合格;

2 水压试验应使用洁净水,环境温度不应低于 5℃,当环境温度低于 5℃时,应有防冻措施;

3 污氮通道应做气压试验,试验压力应为工作压力的 1.15 倍,并应保压 10min,再将试验压力降至工作压力,停压 30min,检查压力无下降,无泄漏为合格;

4 气压试验介质应为干燥无油空气或氮气。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查压力试验记录。

7.6 蓄 热 器

7.6.1 蓄热器的安装方位应符合设计技术文件的规定,安装允许偏差应符合表 7.6.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 7.6.1 的规定。

表 7.6.1 蓄热器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.0/1000,且应不大于 10.0	用经纬仪检查
2	标高	±10.0	用水准仪检查
3	纵向中心线	5.0	用经纬仪、卷尺检查
4	横向中心线	5.0	

7.6.2 蓄热器填料的规格、型号、填充量应符合设计技术文件的规定。

检查数量:抽查 10%。

检验方法:观察检查,用尺测量。

8 空气分离设备

8.1 整体冷箱设备

I 主控项目

8.1.1 整体冷箱设备安装验收合格后,应按下列规定进行气密性试验:

1 试验用气源应为无油、干燥、洁净的压缩空气或氮气,当采用氮气时应采取防窒息措施;

2 冷箱安全阀应处于工作状态;

3 应按不同的压力等级分别进行试压及检漏,气密性试验压力应为各系统工作压力;

4 各主要设备气密性试验应符合设计技术文件的规定;无规定时,允许压力降应符合表 8.1.1 的规定。

表 8.1.1 气密性试验允许压力降

项次	系统压力(MPa,表压)	保压时间(h)	允许压力降(MPa,表压)
1	$5 < P \leq 10$	1.0	0.20
2	$2.5 < P \leq 5$	1.0	0.10
3	$1.2 < P \leq 2.5$	1.0	0.075
4	$0.6 < P \leq 1.2$	2.0	0.05
5	$0.06 < P \leq 0.6$	4.0	0.02
6	$P \leq 0.06$	8.0	0.01

注: P 为系统压力。

5 压力降应按下式计算:

$$\Delta P = P_1 - \frac{T_1}{T_2} P_2 \quad (8.1.1)$$

式中: ΔP ——压力降(MPa);

P_1 ——起始绝对压力(MPa);

T_1 ——起始热力学温度(K);

P_2 ——终点绝对压力(MPa);

T_2 ——终点热力学温度(K)。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查压力试验记录。

II 一般项目

8.1.2 整体冷箱设备安装的允许偏差应符合表 8.1.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.1.2 的规定。

表 8.1.2 整体冷箱设备安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	基板	纵向水平度	0.5/1000	用水平仪检查
		横向水平度	0.5/1000	
		标高	±3.0	用水准仪、钢直尺检查
		纵向中心线	5.0	挂线用尺量检查
		横向中心线	5.0	
2	整体冷箱设备	垂直度	1.0/1000 且 不应大于 20.0	用经纬仪、钢尺检查
		标高	+5.0 -8.0	用水准仪、钢直尺检查
		纵向中心线	5.0	用经纬仪或 挂线用尺量检查
		横向中心线	5.0	

8.2 冷箱工艺钢结构

I 主控项目

8.2.1 冷箱结构使用的高强螺栓安装,应符合现行国家标准《钢

结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

检查数量:按节点数抽查 20%。

检验方法:检查质量合格证明文件、复验报告和安装质量记录,观察检查。

8.2.2 冷箱结构的焊接应有相应的焊接工艺评定报告,并应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查焊接工艺评定报告和焊接作业指导书。

8.2.3 框架型冷箱钢结构柱子的对接焊缝内部质量应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中 B 类Ⅲ级的规定。

检查数量:焊缝数量的 20%,探伤长度不应小于 200mm。

检验方法:检查超声波探伤报告或实测。

8.2.4 预制板型冷箱钢结构角柱焊缝的内部质量应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中 B 类Ⅲ级的规定。

检查数量:抽查焊缝总长 20%。

检验方法:检查超声波探伤报告或实测。

II 一般项目

8.2.5 冷箱钢结构焊缝外观质量应符合设计技术文件的规定或现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中三级焊缝的规定。

检查数量:按同一类型的焊缝应随机抽查 10%。

检验方法:观察或用放大镜检查,焊接检验尺测量。

8.2.6 预制板型冷箱结构安装的允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 8.2.6 的规定。

检查数量:基板与底层箱体全数检查,其他各项目均抽查

20%。

检验方法:应符合表 8.2.6 的规定。

表 8.2.6 预制板型冷箱结构安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	基板	标高	± 2.0	用水准仪、钢直尺检查
		纵向中心线	5.0	用经纬仪或挂线 用直尺量检查
		横向中心线	5.0	
		纵向水平度	0.5/1000	用水平仪检查
		横向水平度	0.5/1000	
2	底层箱体	标高	± 5.0	用水准仪、钢直尺检查
		纵向中心线	3.0	用经纬仪或 挂线坠用直尺量检查
		横向中心线	3.0	
		垂直度	$H/1000$	用经纬仪、尺量检查
		箱体上平面对角线差	5.0	用尺量检查
		箱体顶面高差	5.0	用水准仪、钢直尺检查
3	其余各层 箱体	垂直度	$H/1000$	用经纬仪、尺量检查
		同层箱体上平面 对角线差	5.0	用尺量检查
		同层箱体顶面高差	5.0	用水准仪、钢直尺检查
		相邻箱体接头错位	3.0	用钢直尺测量
4	冷箱总体垂直度		$H/1000$ 且不应大于 25.0	挂线坠、用直尺测量
5	冷箱总体高度		$H/1000$ 且不应大于 25.0	用钢卷尺测量

注: H 为冷箱高度。

8.2.7 框架型冷箱结构安装的允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 8.2.7 的规定。

检查数量:基板全数检查,其他各项目均抽查 20%。

检验方法:应符合表 8.2.7 的规定。

表 8.2.7 框架型冷箱结构安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	柱子	柱底标高	±2.0	用水准仪、钢直尺检查
		纵向中心线	5.0	用经纬仪或挂线用尺量检查
		横向中心线	5.0	
		垂直度	$h \leq 3\text{m}$	用经纬仪、钢尺检查
			$h \leq 10\text{m}$	
2	横梁	标高	±5.0	用水准仪、钢直尺检查
		侧向弯曲	±3.0	挂线用尺量检查
3	同层框架对角线差		8.0	用盘尺量
4	整体垂直度	$H \leq 30\text{m}$	10.0	用经纬仪、钢尺检查
		$H \leq 40\text{m}$	15.0	
		$H \leq 50\text{m}$	20.0	
		$H > 50\text{m}$	25.0	
5	面板平面度		4mm/m ²	用直尺、钢卷尺检查

注: h 为单层柱子高度, H 为冷箱总高度。

8.2.8 塔梯、平台、栏杆安装允许偏差应符合表 8.2.8 的规定。

检查数量: 基板全数检查, 其他各项目均抽查 20%。

检验方法: 应符合表 8.2.8 的规定。

表 8.2.8 塔梯、平台、栏杆安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	塔梯立柱垂直度	$h/1000$ 且全高不应大于 35.0	用经纬仪、钢尺检查
2	平台标高	±15.0	用水准仪、钢尺检查
3	平台梁水平度	$L/1000$ 且不应大于 20.0	用水平仪检查
4	栏杆高度	±15.0	用钢尺检查
5	栏杆立柱间距	±15.0	
6	直梯垂直度	$H/1000$ 且不应大于 15.0	用吊线和钢尺检查

注: h 为单层柱子高度, L 为平台梁长度, H 为直梯高度。

8.2.9 冷箱钢结构防腐涂料、涂装遍数、涂层厚度应符合设计技术文件的规定；当涂层厚度无规定时，每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为 $-5\mu\text{m}$ 。

检查数量：按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。

检验方法：用干漆膜测厚仪检查，每个构件检查 5 处，每处的数值为 3 个相距 50mm 测点涂层干漆膜厚度的平均值。

8.2.10 冷箱箱体上附件安装应符合设计技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.3 塔器设备

I 主控项目

8.3.1 压力容器在安装前，应按下列规定做强度试验和气密性试验：

1 压力容器（多腔、多通道容器除外）在保证期内，应具有合格证，且包装应完好，氮封气压应正常，在安装前可不再单独做强度和气密性试验，若氮封气压消失，应做气密性试验；

2 多腔、多通道容器应对各腔、各通道做气密性试验；

3 压力容器在保证期外，应具有合格证，且包装应完好，应做气密封试验；

4 若发现压力容器有损伤，应单独做强度和气密性试验；

5 试验介质应为干燥无油洁净空气或氮气，严禁使用氧气做试验介质；

6 强度试验压力应为设计压力的 1.15 倍，且不应小于 0.1MPa，并应保压 10min~15min，无泄漏、无异常现象应为合格；气密性试验压力应为设计压力，且不应小于 0.1MPa，并应保压 30min~60min，无泄漏、无异常现象应为合格。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，查看压力试验报告。

8.3.2 主换热器的吊架与换热器冷箱顶部结构框架焊接时,焊缝质量等级应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 中 B 类 II 级的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查超声波探伤报告或实测。

8.3.3 主换热器的吊架与换热器冷箱顶部结构框架焊接时,焊缝的外观质量符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中二级焊缝的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察或用放大镜检查,焊接检验尺测量。

8.3.4 塔器现场组对焊接应有相应的焊接工艺评定报告,不锈钢塔器焊接工艺评定应符合现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的有关规定,铝镁合金塔器焊接工艺评定应符合现行行业标准《铝制焊接容器》JB/T 4734 的有关规定,并应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查焊接工艺评定报告和焊接作业指导书。

8.3.5 塔器现场组对接焊缝质量等级应符合设计技术文件的规定。无规定时,焊缝质量应符合下列要求:

1 当采用对接接头时,焊缝应进行射线检测,焊缝质量等级应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》JB/T 4730.2 中的 II 级规定,仅因气孔缺陷超标的可放宽至 III 级合格;

2 当采用搭接接头双面角焊时,焊缝应进行着色渗透检测,焊缝质量等级应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分 渗透检测》JB/T 4730.5 中的 I 级规定;

3 当塔器组对坡口采用嵌入环式不锈钢垫板时,如因结构原因不能进行射线检测时,应进行着色渗透检测,焊缝质量等级应符

合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分 渗透检测》JB/T 4730.5 中的 I 级规定。

检查数量:100%检查。

检验方法:检查射线检测报告、着色检测报告。

8.3.6 现场组对塔器焊缝外观质量应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中焊缝质量分级标准的 II 级规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察或用放大镜检查,焊接检验尺测量。

8.3.7 现场组装塔器设备组对焊接后应按设计技术文件的规定进行强度试验和严密性试验。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看压力试验报告。

II 一般项目

8.3.8 塔器支座的安装方位应符合设计技术文件的规定,安装允许偏差应符合表 8.3.8 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.3.8 的规定。

表 8.3.8 塔器支座安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.5/1000	用水准仪检查
2	横向水平度	0.5/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪、钢直尺检查
4	标高差	1.0	用水准仪检查
5	纵向中心线	3.0	挂线用尺量检查
6	横向中心线	3.0	

8.3.9 塔器设备安装的允许偏差应符合表 8.3.9 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.3.9 的规定。

表 8.3.9 塔器设备安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	上塔、下塔、 粗氩塔、精氩塔、 冷凝器	纵向中心线	2.0	挂线用尺量检查
		横向中心线	2.0	
		标高	± 3.0	用水准仪、 钢直尺检查
		垂直度	0.5/1000 且不应大于 10.0	经纬仪或挂线 用尺量检查
	上塔和下塔组合、 粗氩塔组合	垂直度	0.5/1000 且不应大于 12.0	
2	蒸发器、过冷器	纵向中心线	3.0	挂线用尺量检查
		横向中心线	3.0	
		标高	± 3.0	用水准仪、钢直尺检查
		垂直度	2.0/1000 且不应大于 10.0	挂线用尺量检查
3	主换热器	纵向中心线	3.0	
		横向中心线	3.0	挂线用尺量检查
		标高	± 3.0	用水准仪、钢直尺检查
		垂直度	1.5/1000 且不应大于 10.0	用钢尺检查

8.3.10 塔器设备安装方位应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.3.11 主换热器与支座或悬挂架应相对滑动。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.3.12 分段出厂的上塔、下塔、氩塔等塔器现场组装的几何尺寸、允许偏差,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用直尺、钢钢尺、水平仪测量。

8.3.13 填料塔的分配器的水平度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用水平仪测量。

8.3.14 筛板塔内部的筛板的水平度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用水平仪测量。

8.4 阀门设备

I 主控项目

8.4.1 阀门安装前,应按现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中规定的要求进行强度试验和气密性试验。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看压力试验报告。

8.4.2 需现场脱脂、解体检查的手动阀,其填料函、阀体法兰密封面应做泄漏检查,应无泄漏。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看试验报告。

8.4.3 自动调节阀在安装前的检查应符合下列要求:

1 分别在气动、手动两种模式下进行泄漏量检查,泄漏量应符合设计技术文件的规定;

2 按规定的气源压力作定位器动作试验,应符合设计技术文件的规定;

3 填料函、阀体法兰密封面做泄漏检查,应无泄漏。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看试验报告。

8.4.4 安全阀在安装前应做起跳试验,开启压力与回座压力应符

合设计技术文件规定并加铅封,安全阀应垂直安装。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看试验报告。

II 一般项目

8.4.5 冷箱面板低温阀阀杆向上倾斜度、阀杆相对冷箱开孔偏移量,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺量。

8.4.6 阀门与管道采用焊接方式连接时,焊接时阀体温度不应高于 200℃。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

8.4.7 阀门安装前应按设计技术文件核对型号,并按介质流向确定其安装方向。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.4.8 阀门安装完成后,应标注流程位号。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.4.9 管路装配完毕后,阀门应启闭灵活,并应无阻滞现象。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.4.10 冷箱内低温阀门安装完毕后,其执行机构悬挂吊架的安装应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查安装记录。

8.5 膨胀机设备

8.5.1 透平膨胀机安装的允许偏差应符合表 8.5.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.5.1 的规定。

表 8.5.1 透平膨胀机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±3.0	用水准仪、钢直尺检查
4	纵向中心线	2.0	挂线用尺量检查
5	横向中心线	2.0	

8.5.2 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

8.5.3 整体出厂的活塞式膨胀机安装时,设备的清洗应符合设计技术文件的规定,无规定时应符合下列要求:

1 应对活塞、连杆、气阀和填料进行清洗和检查,气阀、填料和其他密封件不得采用蒸汽清洗;

2 保护主机和附属设备的防锈油在安装前应清洗洁净,并应除尽清洗剂和水分。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.5.4 活塞式膨胀机进、排气阀杆与顶杆间的间隙、气缸的余隙,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

8.5.5 活塞式膨胀机应进行气密性试验,管路和接头应无泄漏;进、排气阀杆和活塞杆的填函处均不宜泄漏。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.5.6 活塞式膨胀机安装的允许偏差应符合表 8.5.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.5.6 的规定。

表 8.5.6 活塞式膨胀机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±3.0	用水准仪、钢直尺检查
4	纵向中心线	2.0	挂线用尺量检查
5	横向中心线	2.0	

8.5.7 膨胀机附件安装应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.5.8 进出口管道接口法兰平行度及同心度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、直尺测量。

8.5.9 膨胀机润滑系统、冷却系统及密封系统安装应符合设计技术文件的规定;无规定时应符合现行国家标准《机械设备安装工程 施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.6 低温液体泵

I 主控项目

8.6.1 低温液体泵安装前,机械零件、部件、管道组成件及仪表的脱脂,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

II 一般项目

8.6.2 低温液体泵底座与支撑板之间的滑动板安装时,连接螺栓

与纵向长圆孔两端的间距及松紧程度,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用直尺测量。

8.6.3 离心式低温液体泵安装的允许偏差应符合表 8.6.3 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.6.3 的规定。

表 8.6.3 离心式低温液体泵安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±3.0	用水准仪、钢直尺检查
4	纵向中心线	2.0	挂线用尺量检查
5	横向中心线	2.0	

8.6.4 柱塞式低温液体泵安装的允许偏差应符合表 8.6.4 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.6.4 的规定。

表 8.6.4 柱塞式低温液体泵安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	横向水平度	0.2/1000	用水平仪测量
2	纵向水平度	0.1/1000	
3	标高	±3.0	用水准仪、钢直尺检查
4	纵向中心线	2.0	挂线用尺量检查
5	横向中心线	2.0	

8.6.5 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

8.6.6 液体泵进液管的坡度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用水平仪测量。

8.6.7 低温液体泵进出口管道上的补偿器安装及调节,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.6.8 低温液体泵进出口管道接口法兰平行度及同心度,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺、直尺测量。

8.7 冷箱管道预制

I 主控项目

8.7.1 管道脱脂宜设专用的脱脂场所,且应符合下列要求:

- 1 所有阀门和管道及管道附件应进行脱脂处理;**
- 2 脱脂剂的选用应符合设计技术文件的规定;无规定时,宜用四氯乙烯或三氯乙烯等溶剂,严禁使用四氯化碳溶剂;**
- 3 脱脂后的阀门、管道应及时采取保护措施。**

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查产品说明书。

8.7.2 阀门、管道清洗脱脂要求应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:脱脂后的检验应选用下列方法之一:

- 1 滤纸擦拭法,用清洁干燥的白色滤纸擦抹脱脂件表面,纸上无油脂痕迹为合格;**
- 2 紫光灯照射检查法,脱脂后用波长 320nm~380nm 的紫外光检查脱脂件表面,无油脂荧光为合格;**
- 3 樟脑检查法,用蒸汽吹扫脱脂时,盛少量蒸汽冷凝液于器**

皿内,并放入数颗粒度小于 1mm 的纯樟脑,以樟脑不停旋转为合格;

4 溶剂分析法,用有机溶剂脱脂时,取样检查合格后的脱脂剂,油脂含量不超过 $125\text{mg}/\text{m}^2$ 为合格。

8.7.3 冷箱内管道对接焊缝内部质量应符合设计技术文件或现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》JB/T 4730.2 承压设备熔化焊对接焊接头射线检测质量分级中的 II 级的规定。

检查数量:焊缝条数的 100%。

检验方法:检查射线探伤报告、射线底片或实测。

II 一般项目

8.7.4 冷箱管道的焊接应有相应的焊接工艺评定报告,不锈钢管道焊接工艺评定应符合现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014 的有关规定,铝镁合金管道焊接工艺评定应符合现行行业标准《铝制焊接容器》JB/T 4734 的有关规定,并应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查焊接工艺评定报告和焊接作业指导书。

8.7.5 冷箱内的管道预制应符合下列要求:

1 管道预制宜按系统单线图施工,预制好的管道应按图纸管线条号进行编号;

2 管道上仪表一次部件等开孔、焊接宜在预制时进行,开孔应避免焊缝;

3 预制完毕的管段内部应清理干净,并应及时封闭管口。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查预制记录。

8.7.6 管道切口表面应平整,并应无裂纹、重皮、毛刺。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.7.7 冷箱内管道焊接坡口形式及尺寸应符合设计技术文件或现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

检查数量:按同种类型抽查 20%。

检验方法:观察检查,用焊接检验尺测量。

8.7.8 坡口加工时,应清除管道坡口表层氧化物,并应将凹凸不平处打磨平滑直至露出金属光泽。

检查数量:按同种类型抽查 20%。

检验方法:观察检查。

8.7.9 冷箱管道预制允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 8.7.9 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 8.7.9 的规定。

表 8.7.9 冷箱管道预制允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	切口端面倾斜		$D/100$,最大不超过 3.0	用直尺、角尺测量
2	管道下料尺寸		± 3.0	用钢卷尺测量
3	冷弯管弯曲半径		$8D\%$	拉线、用钢卷尺测量
4	仪表一次部件安装位置		± 5.0	用钢卷尺测量
5	法兰面与管中心线垂直度	$DN < 100$	0.5	用角尺、直尺测量
		$100 \leq DN \leq 300$	1.0	
		$DN > 300$	2.0	
6	直管段两环焊缝间距		> 100.0	用直尺测量

注:DN 为管道公称直径,D 为管道公称外径。

8.7.10 冷箱内管道焊缝外观质量应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 8.7.10 的规定,并不应允许出现裂纹、表面气

孔、表面夹渣、未焊透的缺陷。

检查数量:应抽查 10%,且不得少于 3 处。

检验方法:应符合表 8.7.10 的规定。

表 8.7.10 冷箱管道焊缝外观质量允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检验方法
1	内壁错边量	壁厚>5mm	$\leq 10\delta\%$,且不应大于 2.0	用焊接检验尺检查
		壁厚 $\leq 5\text{mm}$	≤ 0.5	
2	外壁错边量		$< 15\delta\%$,且不应大于 3.0	
3	焊缝余高		$\leq 1+0.1b$,且不应大于 3.0	
4	咬边	深度	≤ 0.5	
		长度	小于焊缝全长 5%,且不应大于 50.0	
5	根部收缩		$\leq 0.2+0.02\delta$,且不应大于 0.5	在距接口中心 200mm 处,用楔形塞尺和样板尺检查
6	对接接头平直度	$DN < 100\text{mm}$	1.0	
		$DN \geq 100\text{mm}$	2.0	

注: b 为焊缝宽度, δ 为管道壁厚。

8.7.11 冷箱内管道宜采用氩弧焊焊接,焊接时应设引弧板。

检查数量:抽查 20%。

检验方法:观察检查。

8.7.12 不锈钢管道焊接后应对焊缝表面进行脱脂、钝化处理,处理后的焊缝表面和热影响区不得氧化变色。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.8 冷箱管道安装

I 主控项目

8.8.1 管道脱脂应符合本规范第 8.7.1 条、第 8.7.2 条的规定。

8.8.2 冷箱内管道对接焊缝内部质量应符合本规范第 8.7.3 条的规定。

II 一般项目

8.8.3 冷箱内管道焊缝外观质量应符合本规范第 8.7.10 条的规定。

8.8.4 铝镁合金管道固定口焊接时,大于或等于 $DN100mm$ 的管道可采用嵌入式复合衬圈;小于 $DN100mm$ 的管道可采用嵌入式不锈钢衬圈。

检查数量:按同种类型抽查 20%。

检验方法:观察检查。

8.8.5 冷箱管道安装坡向、坡度及走向应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,拉线、用钢尺测量。

8.8.6 管道与冷箱壁、容器、基础及管道间的最小距离应符合设计文件的规定;无规定时,应符合下列要求:

- 1 低温液体管道外壁与冷箱内壁距离不应小于 400mm;
- 2 低温气体管道外壁与冷箱内壁距离不应小于 300mm;
- 3 低温气体管道外壁距液体容器外壁的间距不应小于 100mm;
- 4 低温液体管道外壁距基础表面的间距不应小于 300mm;
- 5 加热管道外壁与低温液体管道、液体容器外壁的间距不应小于 300mm;
- 6 冷热管道外壁之间的距离不应小于 200mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:用钢尺测量。

8.8.7 冷箱管道安装允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 8.8.7 的规定。

检查数量:同一介质管道抽查不少于 5 处。

检验方法:应符合表 8.8.7 的规定。

表 8.8.7 冷箱管道安装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	坐标		10.0	用水平仪、直尺、 水平仪和拉线检查
2	标高		±10.0	
3	水平管道 弯曲度	DN≤100	2.0/1000,且不应大于 30.0	用直尺和拉线检查
		DN>100	3.0/1000,且不应大于 50.0	
4	立管铅垂度		3.0/1000,且不应大于 20.0	用吊线检查
5	成排管道的间距		10.0	用拉线和直尺检查
6	交叉管外壁间距		10.0	

8.8.8 管路上波纹节应按设计文件的规定进行预拉伸或压缩,允许偏差为±10mm。组装时不应有拉伸、扭曲和错位。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

8.8.9 冷箱管道支架安装应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合下列要求:

- 1 与冷箱壁接触的支撑管支架内应充填干燥的保温材料;
- 2 支架不得直接焊在塔器外壳或管道上;
- 3 滑动支架的接触面应洁净平整,不得有歪斜和卡涩现象;
- 4 框架式导向支架与管道外壁应留有活动间隙;
- 5 支架的焊接质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中Ⅳ级的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用焊接检验尺测量。

8.8.10 冷箱内不锈钢管道固定焊口焊接时应分系统充气保护。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.8.11 不锈钢管道焊接后应对焊缝表面进行脱脂、钝化处理,处理后的焊缝表面和热影响区不得氧化变色。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.8.12 铝/不锈钢转换接头安装、焊接应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合下列要求:

1 焊接时应先焊接铝合金部分,并应采取限温措施,最高温度应低于 120°C ;

2 接头应与所在管道系统一起进行强度及严密性试验。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温计测量。

8.8.13 冷箱仪表测量、分析管路的安装应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合下列要求:

1 仪表管路安装前应进行清洗、脱脂处理;

2 仪表管应安置在托架内,并应绑扎牢固,不得采取焊接固定,水平部件托架可按图 8.8.13-1 安装,垂直部件托架可按图 8.8.13-2 安装;

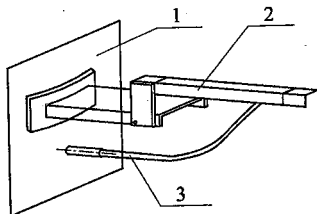


图 8.8.13-1 水平部件托架

1—容器或管道;2—托架;3—仪表管

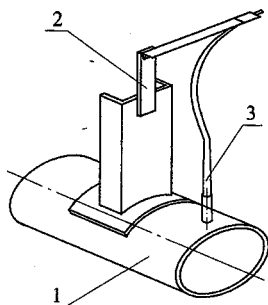


图 8.8.13-2 垂直部件托架

1—容器或管道；2—托架；3—仪表管

3 仪表管路的支托架安装应稳固，测点至冷箱壁间支托架应具有一定的活动量；

4 仪表测量、分析管路应从测点以 10%~20% 的坡度向上倾斜引出，并应以最短路径至冷箱内壁处；

5 仪表测量、分析管路不应与设备或管道接触，其外壁间距不应小于 100mm；

6 当冷箱壁上安装的阀门位置低于测点位置时，液体测量、分析管路至冷箱壁后再沿冷箱内壁水平方向敷设长度应大于 1m，而后应向上弯成倒 U 形，并应通向阀门，水平管上表面到倒 U 形最高点的垂直距离应大于 500mm；当阀门位置高于测点位置时，仪表测量、分析管路至冷箱壁后再沿冷箱内壁水平方向敷设长度应大于 1m，并应通向阀门；

7 仪表测量、分析管路终端在阀门上部应呈 P 形弯形式与阀门连接，P 形弯弯曲半径不应小于管外径的 5 倍。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，拉线、用尺量。

8.8.14 冷箱排放管路的安装应符合设计技术文件的规定；无规定时，应符合下列要求：

1 排放管路应从测点以均匀的坡度向上倾斜引出，并应以最

短路径至终端阀门处；

2 气体排放管路应带有膨胀弯且弯曲半径不应小于管子外径的 5 倍。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用尺量。

8.8.15 冷箱仪表测量、分析、排放管路与支托架间应采用玻璃纤维带进行保护。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.8.16 冷箱仪表测量、分析、排放管路起点和终端连接前应进行通气检查，并应确保其畅通和密封良好。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.8.17 加温吹除管的安装应符合下列要求：

1 应避免与其他各种管路和支架等接触，其外壁间距离不应小于 200mm；

2 气体吹除管的坡度应符合设计技术文件的规定；无规定时，应设 10% 的坡度向吹除阀方向下降倾斜，并应无下凹死区。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，拉线、用尺测。

8.8.18 冷箱外氧、氮、氩等液态产品管道，当采用隔热套管保冷时，应先安装内部管道，焊缝经射线检查和压力试验合格后，再装隔热套管并充填绝热材料，绝热材料充填应密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查射线探伤报告、压力试验记录。

8.8.19 冷箱外氧、氮、氩等液态产品管道采用真空管形式时，安装应符合本规范第 10.6 节的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

8.9 试 压

I 主控项目

8.9.1 冷箱内管道应做强度试验,试验介质宜采用干燥无油的压缩空气、氮气,试验压力应符合设计技术文件的规定;无规定时,试验压力应为工作压力的 1.15 倍,稳压 10min,压力不降为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.9.2 冷箱内管道应在强度试验合格后做严密性试验,并应将强度试验后的压力降至工作压力,稳压 30min,用发泡剂检验,不泄漏为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.9.3 冷箱内管道应做泄漏量试验,试验压力应为工作压力,停压 12h,在试验压力稳定 30min,开始记录起点压力、起点温度,泄漏率不应大于 2.5%为合格,泄漏率应按下式计算:

$$Q = \left(1 - \frac{P_2 \times T_1}{P_1 \times T_2} \right) \times 100\% \quad (8.9.3)$$

式中: Q ——泄漏率(%);

P_1 ——起始绝对压力(MPa);

T_1 ——起始热力学温度(K);

P_2 ——终点绝对压力(MPa);

T_2 ——终点热力学温度(K)。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查压力试验记录。

II 一般项目

8.9.4 试压前应具备下列条件:

- 1 冷箱内管道、仪表测量管线及支架安装验收合格;
- 2 管道焊缝无损检验合格;

- 3 压力试验前所有控制阀经过调试,满足压力试验要求;
- 4 试压管道与无关系统已用盲板或采取其他措施隔开;
- 5 管道上的安全阀、爆破板、仪表元件及过滤器等已经拆下或加以隔离。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查试压方案。

- 8.9.5 试验应采用洁净、干燥、无油压缩空气或氮气,当采用氮气时,应采取防窒息措施。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查试压方案。

- 8.9.6 冷箱内所有仪表取源管线应参与各自所在系统工艺管线的试压。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查试压方案。

- 8.9.7 各系统压力试验合格后,应将盲板拆除、复原,并按工作压力进行整体通气检查。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10 吹 扫

一 般 项 目

- 8.10.1 吹扫前应具备下列条件:

- 1 管道试压,严密性试验合格;
- 2 不参与吹扫的设备(尤其是旋转设备)及管道应隔离;
- 3 设备、管道支、吊架应牢固可靠;
- 4 管道排放口应牢固,排放气体不应损坏和污染附近设备及材料;

- 5 膨胀机和低温液体泵的进、出口管应断开,所有的流量计孔板和入口管过滤器滤芯应拆除。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10.2 吹扫可逆式换热器时,低压侧自动阀孔应用盲板封堵,吹扫后应立即将自动阀复位。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10.3 空分系统吹扫时,应先吹板式换热器及其上的仪表管、后吹其他设备和管路。仪表导压管路的吹刷,应在吹刷后期进行。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10.4 吹扫气源应采用洁净、干燥、无油的压缩空气。当采用空压机吹扫时,空气预冷、净化系统应投入运行。吹扫压力不得超过容器和管道的工作压力,流速不应小于 20m/s。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10.5 空分系统的吹扫应先吹扫冷箱外系统、后吹扫冷箱内系统;冷箱外管道吹扫时,凡与冷箱内相连接的阀门应关闭。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.10.6 各系统的吹扫应反复多次进行,吹扫时间不应小于 4h;采用沾湿的白色滤纸或白布放在吹扫出口处,经 5min 后,在纸或白布上应无机械杂质为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查吹扫记录。

8.10.7 吹扫后系统恢复应符合清洁度要求,不得再进行影响管内清洁的其他作业。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11 膨胀珍珠岩充填

I 主控项目

8.11.1 膨胀珍珠岩充填应在系统裸冷试验合格后进行,充填前应拆除冷箱内所有脚手架及临时设施,冷箱内应干燥、洁净。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

II 一般项目

8.11.2 膨胀珍珠岩充填前,冷箱上所有人孔应封闭,且接触面处应密封严密。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.3 膨胀珍珠岩充填前,冷箱内的法兰连接部位应用玻璃纤维带捆扎牢固紧密。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.4 膨胀珍珠岩充填前,低温阀绝热隔套内应充填矿渣棉严实(图 8.11.4)。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

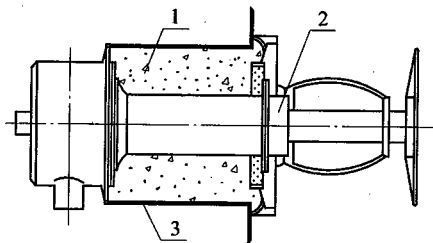


图 8.11.4 低温阀矿渣棉充填

1—矿渣棉;2—低温阀;3—阀罩

8.11.5 无绝热套管的冷蝶阀,应在补偿器内填实矿渣棉,靠近冷箱内壁约 300mm 段,应用矿渣棉毡包扎,并应用扣件紧固。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.6 膨胀珍珠岩充填前,冷箱内所有温度测量线路及感温元件性能应检查良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.7 膨胀珍珠岩充填前,管道引出冷箱内壁处应安装波纹管(橡胶伸缩性补偿器),密封应良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.8 膨胀珍珠岩充填前,冷箱和冷箱、泵箱、膨胀机箱间连接处,应填充矿渣棉,且应用玻璃纤维布捆扎牢固紧密。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.9 膨胀珍珠岩充填前,冷箱内测温电缆引出冷箱内壁处密封应良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.10 膨胀珍珠岩充填前,测量管线引出冷箱内壁处应安装保护罩,并应在保护罩内充填矿渣棉。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.11 整个冷箱填充应密实,不得有空穴,充填完毕后,装入口应密封良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.12 膨胀珍珠岩充填过程中,冷箱各容器和管道内均应充

气,压力宜为 40kPa~50kPa,并微开各仪表管终端阀门通气,同时各温度计均应通电。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

8.11.13 膨胀珍珠岩充填完毕,应向冷箱内充入干燥氮气保护。运行约一周后,应打开冷箱顶部人孔进行检查,必要时应补充膨胀珍珠岩。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

9 产品压缩系统设备

9.1 氧气压缩机安装

I 主控项目

9.1.1 氧气压缩机安装前,凡与氧气接触的机械零件、部件、管道组成件及仪表必须进行脱脂。

检查数量:全数检查。

检验方法:滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

9.1.2 氧气压缩机设备安装前、后均应充氮气保护。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

II 一般项目

9.1.3 活塞式氧气压缩机的安装应符合本规范第 6.1 节的规定。

9.1.4 离心式氧气压缩机底座安装的允许偏差应符合表 9.1.4 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.1.4 的规定。

表 9.1.4 底座设备安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.10/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±1.0	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.1.5 离心式氧气压缩机的底面应与底座紧密贴合,连接螺栓、

滑动键的间隙及膨胀方向,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺测量。

9.1.6 单轴型氧气压缩机增速机安装允许偏差应符合表 9.1.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.1.6 的规定。

表 9.1.6 增速机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.04/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.1.7 单轴型氧气压缩机安装允许偏差应符合表 9.1.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.1.7 的规定。

表 9.1.7 单轴型氧气压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.1.8 整体齿轮型压缩机安装允许偏差应符合表 9.1.8 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.1.8 的规定。

表 9.1.8 整体齿轮型压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.04/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.1.9 电机的安装允许偏差应符合表 9.1.9 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.1.9 的规定。

表 9.1.9 电机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.1.10 电机的磁力中心线应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用游标卡尺、塞尺测量。

9.1.11 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

9.1.12 离心式氧气压缩机在转动压缩机轴之前,应拆除压缩机上的运输锁定装置和保护装置,并应清洗轴承、加入润滑剂。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

9.1.13 氧气压缩机氮气或无油空气试运转完毕后,应对压缩机进行开盖检查,各部位间隙、密封应符合设计技术文件的规定,壳体内部部件应无锈蚀,且应清洁干净。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查记录。

9.2 氮气压缩机安装

9.2.1 活塞式氮气压缩机的安装应符合本规范第 6.1 节的规定。

9.2.2 离心式氮气压缩机清洗和检查应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

9.2.3 氮气压缩机底座安装的允许偏差应符合表 9.2.3 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.2.3 的规定。

表 9.2.3 氮气压缩机底座设备安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.10/1000	用水准仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±1.0	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.2.4 离心式氮气压缩机的底面应与底座紧密贴合,联接螺栓、滑动键的间隙及膨胀方向,应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用塞尺测量。

9.2.5 单轴型氮气压缩机增速机安装允许偏差应符合表 9.2.5 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.2.5 的规定。

表 9.2.5 增速机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.04/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.2.6 单轴型氮气压缩机安装允许偏差应符合表 9.2.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.2.6 的规定。

表 9.2.6 单轴型氮气压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.2.7 整体齿轮型氮气压缩机安装允许偏差应符合表 9.2.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.2.7 的规定。

表 9.2.7 整体齿轮型氮气压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.04/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.04/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.2.8 电机的安装允许偏差应符合表 9.2.8 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 9.2.8 的规定。

表 9.2.8 电机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.10/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.10/1000	
3	标高	±0.5	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

9.2.9 电机的磁力中心线应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:用游标卡尺、塞尺测量。

9.2.10 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

9.3 附属设备安装

9.3.1 级间管道的安装应符合本规范第 6.5.9 条~第 6.5.12 条的规定。

9.3.2 冷却器的安装应符合本规范第 6.5.4 条~第 6.5.8 条的规定。

10 低温液体储备系统

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于低温液体储备系统设备安装工程施工及质量验收,包括整体安装的低温液体储罐、大型低温常压平底液体储罐、大型低温粉末绝热组合储罐、蒸发器和真空管的安装和质量验收。

10.1.2 低温液体泵的安装应符合本规范第 8.6 节的规定。

10.2 整体安装的低温液体储罐

10.2.1 整体供货的真空粉末绝热圆筒型低温液体储罐安装允许偏差,应符合表 10.2.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.2.1 的规定。

表 10.2.1 真空粉末绝热圆筒罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.0/1000 且 ≤ 10.0	用经纬仪检查
2	标高	± 5.0	用水准仪、直尺检查
3	纵向中心线	5.0	用钢卷尺检查
4	横向中心线	5.0	

10.2.2 整体供货的真空粉末球型低温液体储罐安装允许偏差,应符合表 10.2.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.2.2 的规定。

表 10.2.2 真空粉末球型储罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	支柱垂直度	2.0/1000	用经纬仪检查
2	标高	±5.0	用水准仪、直尺检查
3	纵向中心线	5.0	用钢卷尺检查
4	横向中心线	5.0	

10.3 大型低温常压平底液体储罐

I 主控项目

10.3.1 低温液体储罐内、外罐体焊接应有相应的焊接工艺评定报告,并应根据焊接工艺评定报告编制焊接作业指导书。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查焊接工艺评定报告和焊接作业指导书。

10.3.2 内、外罐底板所有焊缝应采用真空箱法进行严密性试验,试验负压值不得低于 53kPa,应用发泡剂检查,无渗漏为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:真空箱泄漏检查法。

10.3.3 内罐底板三层钢板重叠部分的搭接接头焊缝和对接底板的 T 字焊缝,应进行渗透检测,焊缝内部质量应符合现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730 质量分级中的 I 级规定。

检查数量:每个 T 字形焊缝在沿三个方向各 200mm 的范围内,100%检查。

检验方法:检查渗透检测报告。

10.3.4 内罐壁板和顶板所有对接焊缝质量应符合设计技术文件规定;无规定时,内部质量应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》JB/T 4730.2 承压设备熔化焊对接接头射线检测质量分级中的 II 级规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查射线底片或探伤报告。

10.3.5 内罐底圈罐壁与罐底 T 型接头的罐内角焊缝、内罐接管角焊缝、人孔颈部角焊缝、颈部与法兰的角焊缝,以及补强板角焊缝,应进行渗透检测。焊缝内部质量应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分 渗透检测》JB/T 4730.5 质量分级中的 I 级规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查渗透检测报告。

10.3.6 外罐的对接焊缝和影响密封的角焊缝应进行渗透检查,焊缝内部质量应符合现行行业标准《承压设备无损检测 第 5 部分 渗透检测》JB/T 4730.5 质量分级中的 I 级规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查渗透检测报告。

10.3.7 内罐应进行强度及严密性试验,强度试验时,内罐应充水到设计最高液位,24h 后缓缓充入无油干燥空气,空气压力应为设计压力的 1.25 倍,保压 1h,无异常变形、无渗漏和无泄漏为合格;严密性试验时,应将试验压力降到设计压力,保压 1h,无渗漏、无泄漏为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看压力试验报告。

10.3.8 内罐应做真空度试验,真空试验压力应符合设计技术文件的规定,内罐达到试验负压时,应持压 30min,罐顶无异常变形为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,查看试验报告。

10.3.9 内罐应进行脱脂,脱脂剂的选用应符合设计技术文件的规定;无规定时,应采用三氯乙烯等对人体无害的有机溶剂进行擦洗,严禁使用四氯化碳溶剂。

检查数量:抽查脱脂面积的 30%。

检验方法:滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

10.3.10 内罐气密性试验后内罐内表面应干燥,应用干燥无油的空气或氮气对内筒进行吹除,排出气体的露点不高于 -40°C 时为合格;内罐干燥后应进行充氮保护,氮气压力应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测露仪检查、检查气密性试验报告。

II 一般项目

10.3.11 储罐基础应从圆心向外向下倾斜 5/1000,在离边缘 300mm 范围的圆周上应保持水平,同一圆周上任意两点高差不得大于两点间距的 0.1%,且不应超过 12mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:用盘尺、水准仪测量。

10.3.12 储罐基础各个部位尺寸允许偏差应符合表 10.3.12 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.3.12 的规定。

表 10.3.12 基础各个部位尺寸允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	基础中心圆的 尺寸 D_i	储罐容积 $<1000\text{m}^3$	± 5.0	用盘尺测量
		储罐容积 $\geq 1000\text{m}^3$	$D_i/2000$	
2	基础方位		1°	用经纬仪测量
3	相邻支柱基础中心距 S		± 2.0	用盘尺测量
4	采用预埋锚固 带固定基础	各支柱基础锚固 带上表面标高	0.0 -6.0	用水准仪、直尺测量
		相邻支柱基础 锚固带标高差	3.0	

注: D_i 为储罐设计内径。

10.3.13 检查内、外罐壁板曲率应符合设计技术文件的规定;无规定时,壁板与样板允许间隙不得大于 4mm(图 10.3.13)。

检查数量:壁板数量的 20%,且每带不应少于 2 块。

检验方法:当壁板弦长大于或等于 2m 时,应选用弦长 2m 的样板;当壁板弦长小于 2m 时,应选用与壁板弦长相同的样板。

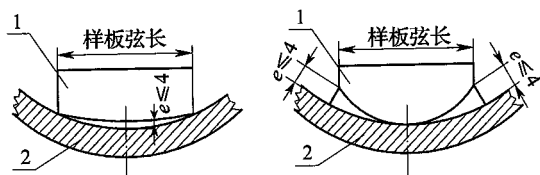


图 10.3.13 壁板曲率检查(mm)

1—样板;2—壁板

10.3.14 检查内、外罐壁板几何尺寸允许偏差应符合表 10.3.14 的规定。

检查数量:壁板数量的 20%,且每带不应少于 2 块。

检验方法:应符合表 10.3.14 的规定。

表 10.3.14 壁板几何尺寸允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	长度方向弦长	± 2.5	用直尺测量
2	宽度	± 2.0	
3	对角线弦长	± 3.0	用钢卷尺测量
4	对角线差	3.0	

10.3.15 检查内、外罐底板边缘板几何尺寸允许偏差应符合表 10.3.15 的规定(图 10.3.15)。

检查数量:边缘板数量的 20%,且不应少于 5 块。

检验方法:应符合表 10.3.15 的规定。

表 10.3.15 边缘板尺寸允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	长度 AB、CD	± 2.0	用钢卷尺测量
2	宽度 AC、BD、EF	± 2.0	
3	对角线 AD、BC	≤ 3.0	

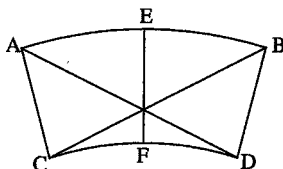


图 10.3.15 扇形边缘板测量偏差

10.3.16 底板中幅板采用对接接头时,中幅板的尺寸允许偏差应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 10.3.16 的规定。

检查数量:抽查数量的 20%,且不应少于 5 块。

检验方法:应符合表 10.3.16 的规定。

表 10.3.16 中幅板尺寸允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	宽度	± 1.0	用钢卷尺测量
2	长度	± 1.5	
3	对角线之差	≤ 2.0	
4	宽度方向直线度	≤ 1.0	
5	长度方向直线度	≤ 2.0	

10.3.17 检查内、外罐顶板及加强肋弧度应符合设计技术文件的规定;无规定时,顶板与样板允许间隙不得大于 10mm;加强肋与样板允许间隙不得大于 2mm。

检查数量:抽查数量的 20%,且不应少于 5 块。

检验方法:用弧度样板与直尺测量。

10.3.18 抗风圈、加强圈、包边角钢等弧形构件的弧度应符合设计技术文件的规定,若无规定时,其与样板允许间隙不得大于 2mm。

检查数量:抽查数量的 20%,且不应少于 5 块。

检验方法:用弧度样板与直尺测量。

10.3.19 检查坡口形式及尺寸应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行国家标准《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1 的有关规定。

检查数量:按同种类型抽查 20%。

检验方法:观察检查,用焊接检验尺测量。

10.3.20 内、外罐底板组装时,焊接接头的形式、接头间隙应符合设计技术文件的规定。底板焊接后局部凹凸变形的深度不应大于变形长度的 2%,且不应大于 50mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用尺量。

10.3.21 内、外罐储罐壁板组装允许偏差应符合表 10.3.21 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.3.21 的规定。

表 10.3.21 储罐壁板组装允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	同一带相邻两壁板高度差		≤ 2.0	用水准仪检查
2	整个圆周上任意两点高度差		≤ 6.0	
3	每带壁板的垂直度		≤ 3.0	用磁力线坠、钢板尺检查
4	内表面纵向焊缝 错边量	$\delta \leq 10$	≤ 1.0	用钢卷尺检查
		$\delta \geq 10$	$\leq 0.1\delta$ 且不应大于 1.5	
5	内表面横向焊缝 错边量	$\delta \leq 8$	≤ 1.0	
		$\delta \geq 8$	$\leq 0.2\delta$ 且不应大于 2.0	

注: δ 为板厚,单位为 mm。

10.3.22 内罐的组装,罐壁、罐底及附件不得打焊工号,并应防止划痕和撞伤。组装工卡具宜采用不锈钢材质,碳素钢工卡具不应与不锈钢罐接触及焊接。如需要接触及焊接,应在卡具上焊上不锈钢隔离垫板。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.3.23 焊接后的罐壁几何尺寸检查应符合表 10.3.23 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.3.23 的规定。

表 10.3.23 焊接后的罐壁几何尺寸允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	内罐壁高度		$5H_1/1000$	用钢盘尺检查
2	外罐壁高度		$5H_2/1000$	
3	内罐壁垂直度		$4H_1/1000$ 且 ≤ 50.0	用挂线、钢卷尺检查
4	外罐壁垂直度		$4H_2/1000$ 且 ≤ 50.0	
5	壁板焊缝 角变形	$\delta \leq 12$	≤ 12.0	纵焊缝用 1m 长的弧形 样板检查;环焊缝用 1m 长的直线样板检查
6		$\delta > 12$ 且 ≤ 25	≤ 10.0	
7	壁板局部 凹凸变形	$\delta \leq 12$	≤ 12.0	用样板规检查
8		$\delta > 12$ 且 ≤ 25	≤ 10.0	
9	底圈内表面 半径	$D \leq 12.5$	± 13.0	用盘尺检查
10		$D > 12.5$	± 19.0	

注: δ 为板厚,单位为 mm; D 为储罐直径,单位为 m; H_1 为内罐设计高度; H_2 为外罐设计高度。

10.3.24 内、外罐储罐组装相邻焊缝间距不得小于 500mm,任意焊缝间距不得小于 200mm。

检查数量:抽查焊缝数量的 20%。

检验方法:用钢尺测量。

10.3.25 顶板的局部凹凸变形应符合设计技术文件的规定,应用样板规检查,间隙不得大于 15mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用尺量。

10.3.26 内罐的绝热基础泡沫玻璃砖同层与不同层均应严格错缝,上表面应平整并用耐低温防潮膜覆盖严实。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.3.27 均压板钢筋混凝土型号应符合设计技术文件的规定,上表面应平整,任意点的标高差不应大于 6mm。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.3.28 内罐开孔的补强板焊接后,应由信号孔通入 100kPa~200kPa 压缩空气,应检查焊缝的严密性,无渗漏为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查试压报告。

10.3.29 内罐所有焊缝的外观质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中质量分级的 II 级标准。

检查数量:焊缝条数的 20%。

检验方法:观察或用放大镜检查,焊接检验尺测量。

10.3.30 外罐所有焊缝的外观质量应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中质量分级的 III 级标准。

检查数量:焊缝条数的 20%。

检验方法:观察或用放大镜检查,焊接检验尺测量。

10.3.31 内罐焊接完成,所有附件及其他与罐体焊接的构件应安

装完毕,并检验合格后应进行充水试验,充水试验应符合下列要求:

1 试验用水中氯离子含量不得超过 25mg/L,试验水温不得低于 5℃;

2 充水应达到设计最高液位;

3 充水试验中应进行基础沉降观测,沉降量应符合设计技术文件的规定;

4 充水和放水过程中,应使储罐内部与大气相通,且不得使基础浸水。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查水质报告、沉降观测记录。

10.3.32 内外罐夹层在填充膨胀珍珠岩之前应洁净、干燥。充填应密实,不得有空穴,充填口应密封良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.3.33 外罐的防腐涂料的规格、型号、涂装遍数、涂层厚度,应符合设计技术文件的规定;无规定时,每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为 $-5\mu\text{m}$ 。

检查数量:各种构件按比例抽查 10%。

检验方法:观察检查和用漆膜测厚仪检查,每种构件检查 5 处,每处的数值为 3 个相距 50mm 测点涂层干漆膜厚度的平均值。

10.4 大型低温粉末绝热组合储罐

10.4.1 大型低温粉末绝热组合储罐内罐的定位方式应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.4.2 内罐的安装允许偏差应符合表 10.4.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.4.2 的规定。

表 10.4.2 内罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	标高	± 5.0	用水准仪检查
2	纵向中心线	5.0	用钢卷尺检查
3	横向中心线	5.0	
4	垂直度	$H/200$ 且 ≤ 15.0	用经纬仪检查

注: H 为内罐高度。

10.4.3 外罐的组装、焊接和安装的允许偏差应符合本规范第 10.2 节的有关规定。

10.4.4 内罐的压力试验、严密性试验应符合本规范第 10.2 节的有关规定。

10.4.5 内外罐夹层在填充绝热材料之前应洁净、干燥,充填应密实,不得有空穴,充填口应密封良好。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.5 蒸 发 器

10.5.1 蒸发器安装允许偏差应符合表 10.5.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 10.5.1 的规定。

表 10.5.1 蒸发器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	标高	± 5.0	用水准仪检查
2	纵向中心线	5.0	用钢卷尺检查
3	横向中心线	5.0	
4	垂直度	$1.5/1000$ 且 ≤ 5.0	用经纬仪检查

10.5.2 蒸发器的压力试验应按本规范第 7.5.2 条规定采用。

10.6 真空管安装

I 主控项目

10.6.1 真空管对接焊缝内部质量应符合设计技术文件的规定；无规定时，应符合现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730.2 承压设备熔化焊对接接头射线检测质量分级中的Ⅱ级规定。

检查数量：焊缝数量的 100%。

检验方法：检查射线探伤报告、射线底片。

II 一般项目

10.6.2 真空管表面应无划痕，安装前检查允许偏差应符合表 10.6.2 的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：应符合表 10.6.2 的规定。

表 10.6.2 真空管安装前检查允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	管段长度	± 3.0	用钢卷尺测量
2	法兰面与管 中心线垂直度	$DN < 100$	用角尺、直尺测量
		$100 \leq DN \leq 300$	
		$DN > 300$	

注：DN 为管道公称直径，单位为 mm。

10.6.3 真空管安装前应进行脱脂处理。

检查数量：全数检查。

检验方法：滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

10.6.4 真空管坡口形式及尺寸应符合设计技术文件或现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。

检查数量：按同种类型抽查 20%。

检验方法：观察检查，用焊接检验尺检查。

10.6.5 真空管安装允许偏差应符合本规范第 8.8.7 条的规定。

10.6.6 真空管安装坡度及走向应符合设计文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

10.6.7 真空管焊接工艺评定应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合现行行业标准《承压设备焊接工艺评定》JB 4708 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查焊接工艺评定报告。

10.6.8 真空管焊接的焊缝外观质量应符合本规范第 8.7.10 条的规定。

10.6.9 真空管试压应符合本规范第 8.9.1 条~第 8.9.5 条的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查试压报告。

10.6.10 真空管试压合格,真空管接头部位充填材料应密实,不得有空穴,绝热包扎应牢固、严密。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11 稀有气体提取设备

11.1 氦氖提取设备

11.1.1 精馏塔底部加热器安装前应进行脱脂。

检查数量:全数检查。

检验方法:滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

11.1.2 贫氦氖储罐、液氮储罐等低温液体储罐表面应无损伤,如有明显损伤时,应做真空度检查。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.1.3 储罐应进行充氮保护,氮气压力应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.1.4 低温储罐安装的允许偏差,应符合表 11.1.4 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.1.4 的规定。

表 11.1.4 低温储罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.5/1000	挂钢线用直尺或经纬仪测量
2	标高	±5.0	用水准仪标高尺检查
3	纵向中心线	5.0	挂钢线直尺检查
4	横向中心线	5.0	

11.1.5 贫氦氖泵安装允许偏差应符合表 11.1.5 的规定。

检查方法:全数检查。

检验方法:应符合表 11.1.5 的规定。

表 11.1.5 贫氮氩泵安装偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.10/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.20/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、标高尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.1.6 换热器安装允许偏差应符合表 11.1.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.1.6 的规定。

表 11.1.6 换热器安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	立式换热器垂直度	1.0/1000	挂钢线用直尺测量或经纬仪测量
2	卧式换热器水平度	1.0/1000	用水平仪测量
3	标高	±5.0	用水准仪直尺测量
4	纵向中心线	5.0	用挂钢线直尺测量
5	横向中心线	5.0	

11.1.7 卧式换热器滑动支座的地脚螺栓与相应的长圆孔两端的间距,应符合设计技术文件的规定;换热器的工艺配管完成后,应松动滑动端支座的螺母,螺母与支座面板间应留有 1mm~3mm 的间隙。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

11.1.8 氮氩系统换热器绝热应符合设计技术文件或现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.1.9 除甲烷装置安装允许偏差应符合表 11.1.9 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.1.9 的规定。

表 11.1.9 除甲烷装置安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、标高尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.1.10 除甲烷装置的吸附器、催化器在装填前应干燥、洁净,吸附剂、催化剂的规格和填充量应符合设计技术文件的规定,吸附剂、催化剂应按设计技术文件的规定进行活化。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.1.11 氮氙分离冷箱安装应符合本规范第 8.1 节的规定。

11.1.12 加热器与精馏塔间的铜密封圈应进行淬火处理,加热器的连接螺栓紧固力矩应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用力矩扳手检查。

11.1.13 冷箱内管道阀门执行机构的门型框架应垂直安装。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.1.14 冷箱膨胀珍珠岩填充符合本规范第 8.11 节的规定。

11.2 氮氙提取设备

11.2.1 除氢装置安装允许偏差应符合表 11.2.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 除氢装置安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、标高尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.2.2 除氢装置的吸附器、催化器在装填前应干燥、洁净,吸附剂、催化剂的规格和填充量应符合设计技术文件的规定,吸附剂、催化剂应按设计技术文件的规定进行活化。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.2.3 氮氢储气罐安装允许偏差应符合表 11.2.3 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.3 的规定。

表 11.2.3 氮氢储气罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	立式储罐垂直度	1.0/1000	挂钢线用直尺测量或用经纬仪检查
2	卧式储罐水平度	0.2/1000	用水平仪检查
3	标高	±5.0	用水准仪、直尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.2.4 氮氢储气罐安装前内部应干燥、洁净,安装后应作气密性试验,试验压力应为工作压力,停压 24h 不应泄漏。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用压力表测量。

11.2.5 除氮装置允许偏差应符合表 11.2.5 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.5 的规定。

表 11.2.5 除氮装置安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、标高尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.2.6 真空泵安装允许偏差应符合表 11.2.6 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.6 的规定。

表 11.2.6 真空泵安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	横向水平度	0.2/1000	用水平仪检查
2	纵向水平度	0.1/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、标高尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.2.7 氩氦气体压缩机安装(膜式压缩机)安装允许偏差,应符合表 11.2.7 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.7 的规定。

表 11.2.7 膜式压缩机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵、横向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
2	横向水平度	0.1/1000	用水平仪检查
3	纵向水平度	0.2/1000	
4	标高	±5.0	用水准仪、直尺检查

11.2.8 氮氮分离装置安装允许偏差应符合表 11.2.8 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 11.2.8 的规定。

表 11.2.8 氮氮分离装置安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪、直尺检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线用直尺检查
5	横向中心线	5.0	

11.3 管 道 安 装

I 主 控 项 目

11.3.1 除润滑油、冷却水、蒸汽加热系统管路外,其余管路均应作脱脂处理,管路中的阀门、过滤器等管件也应脱脂。

检查数量:全数检查。

检验方法:滤纸擦拭法、溶剂分析法、樟脑检查法、紫光灯照射检查法。

11.3.2 稀有气体预制管段在安装前应进行吹扫,安装阀门前应对阀门进出口的管段进行吹扫,管道安装结束后应进行整体吹扫,吹扫采用粘湿的白色滤纸或白布放在吹扫出口处,经 5min 后,滤纸或白布上无杂质为合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

II 一 般 项 目

11.3.3 管道安装应符合本规范第 8.8 节的规定。

11.3.4 管道压力试验应符合本规范第 8.9 节的规定,稀有气体装置应充氦气进行气密性试验,并应用氦检漏仪检漏。

检查数量:全数检查。

检验方法:用氦检漏仪测量。

11.3.5 管道压力试验过程中与管道连接的容器设备不应参与试验,安全阀、爆破片、过滤器等应拆除或加以隔离。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.3.6 稀有气体管道绝热应符合设计文件或现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185 的有关规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.3.7 低温液体管道绝热套管安装应符合下列要求:

- 1 绝热套管安装前,管道应完成压力试验并验收合格;
- 2 套管的规格和型号应符合设计技术文件的规定;
- 3 法兰连接的套管应密封严密,焊接连接的套管应进行密封焊;焊接质量应符合设计文件要求或现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 中的Ⅳ级焊缝要求;
- 4 管道穿出套管的位置应加不锈钢穿墙板;
- 5 绝热套管安装完成后应填充绝热材料,绝热材料的规格、型号应符合设计技术文件的规定,填充应密实。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

11.3.8 稀有气体管道采用真空管连接时,应符合本规范第 10.6 节的规定。

12 常温吸附法空气分离设备

12.1 空气压缩机

12.1.1 活塞式空气压缩机设备安装应符合本规范第 6.1 节的规定。

12.1.2 螺杆式空气压缩机设备安装应符合本规范第 6.2 节的规定。

12.1.3 离心式空气压缩机设备安装应符合本规范第 6.3 节和现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

12.2 罗茨鼓风机、罗茨真空泵

12.2.1 罗茨鼓风机、罗茨真空泵安装的允许偏差应符合表 12.2.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.2.1 的规定。

表 12.2.1 罗茨鼓风机、罗茨真空泵安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪测量
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±2.0	用水准仪或平尺、内径千分尺测量
4	纵向中心线	2.0	拉钢丝线、吊线锤、用钢尺测量
5	横向中心线	2.0	

12.2.2 电机安装允许偏差应符合表 12.2.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.2.2 的规定。

表 12.2.2 电机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.2/1000	用水平仪、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±2.0	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

12.2.3 罗茨鼓风机、罗茨真空泵与电机间联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

12.3 离心式鼓风机

12.3.1 整体离心式鼓风机安装允许偏差应符合表 12.3.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.3.1 的规定。

表 12.3.1 整体离心式鼓风机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.05/1000	用水平尺、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±2.0	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

12.3.2 电机安装允许偏差应符合表 12.3.2 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.3.2 的规定。

表 12.3.2 电机安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平尺、精密水准仪检查
2	横向水平度	0.1/1000	
3	标高	±2.0	用精密水准仪检查
4	纵向中心线	2.0	用挂线法检查
5	横向中心线	2.0	

12.3.3 联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

12.3.4 分体安装的离心式鼓风机应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的有关规定。

12.4 水环式真空泵

12.4.1 水环式真空泵的安装允许偏差应符合表 12.4.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.4.1 的规定。

表 12.4.1 泵的安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	纵向水平度	0.1/1000	用水平仪检查
2	横向水平度	0.2/1000	
3	标高	±5.0	用水准仪检查
4	纵向中心线	5.0	挂钢线检查
5	横向中心线	5.0	

12.4.2 驱动机轴与泵轴、驱动机轴与变速器轴以联轴器连接时,联轴器的装配应符合本规范第 6.1.3 条的规定。

12.5 吸 附 塔

12.5.1 吸附塔的安装方位应符合设计技术文件的规定,安装允许偏差应符合表 12.5.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.5.1 的规定。

表 12.5.1 吸附塔安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.0/1000 且 ≤ 10.0	用经纬仪检查
2	标高	± 5.0	用水准仪检查
3	纵向中心线	5.0	挂钢线检查
4	横向中心线	5.0	

12.5.2 吸附剂填充的规格、数量、高度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用钢尺测量。

12.5.3 吸附塔的隔音保温应符合本规范第 7.1.4 条的规定。

12.6 产品压缩机

12.6.1 氧气压缩机的安装应符合本规范第 9.1 节的规定。

12.6.2 氮气压缩机的安装应符合本规范第 9.2 节的规定。

12.7 附属设备

12.7.1 缓冲罐的安装允许偏差应符合表 12.7.1 的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:应符合表 12.7.1 的规定。

表 12.7.1 缓冲罐安装允许偏差和检验方法

项次	项 目	允许偏差(mm)	检 验 方 法
1	垂直度	1.0/1000,且不应大于 10.0	用经纬仪检查
2	标高	± 10.0	用水准仪检查
3	纵向中心线	5.0	用经纬仪、卷尺检查
4	横向中心线	5.0	

12.7.2 入口消音器的安装应符合下列要求：

1 消音器安装前应对消音板锚固钉牢固程度进行检查；

2 消音板与外壳连接螺栓紧固力矩应符合设计技术文件或现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的有关规定；

3 消音器的清洁度应符合设计技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用手锤敲击、用力矩扳手检查。

12.7.3 排放消音器的消音板支架应安装牢固；管道上排放孔的位置应符合设计技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13 设备试运转

13.1 一般规定

13.1.1 本章适用于空气压缩机、空气增压机、氧气压缩机、氮气压缩机、冷冻机、真空泵、冷冻水泵、冷却水泵、膨胀机、低温液体泵等设备单体试运转和裸冷试验。

13.1.2 试运转前,应编写试运转方案,并应经审批后再进行试运转。

13.1.3 试运转需要的能源、介质、材料、工机具、检测仪器等,均应符合试运转的要求。

13.1.4 试运转的设备及其周围环境应清理干净,周围不得有粉尘和噪音较大的作业。

13.1.5 设备及其附属装置、管路等均应全部施工完毕,施工记录和资料应齐全。

13.1.6 设备的安全保护装置应符合设计技术文件的规定,在试运转中需要调试的装置,应在试运转中完成调试,其功能应符合设计技术文件的规定。

13.1.7 每次试运转结束后,应及时做好下列工作:

- 1 应切断电源和其他动力源;
- 2 应进行必要的放气、排水、排污;
- 3 设备、管道内有余压的应卸压。

13.2 空气压缩机

13.2.1 活塞式压缩机试运转前应符合下列要求:

- 1 全面复查气缸盖、气缸、机身、十字头、连杆、轴承盖等紧固件,应已紧固和锁紧;

2 仪表和电气设备应调整完毕;

3 润滑剂的规格、数量应符合设计技术文件的规定,润滑系统试运转应完毕,供油应正常;

4 进、排水管路应畅通,冷却水质应符合设计技术文件的规定,冷却水系统试运转应完毕;

5 密封气、仪表气、反吹氮气等供气应正常;

6 安全阀应经校验、整定,其动作应灵敏、可靠;

7 手动盘车,应灵活无阻滞现象。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,检查校验记录。

13.2.2 活塞式压缩机空负荷试运转应符合下列要求:

1 压缩机空负荷连续试运转时间不得少于 4h;

2 试运转中油压、油温、轴承的温升和各摩擦部位的温度、转速等,均应符合设计技术文件的规定;

3 试运转中各部位运动部件应无异常声响,各紧固件应无松动。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、计时器测量。

13.2.3 活塞式压缩机空气负荷试运转应符合下列要求:

1 空气负荷试运转前,应先装上空气滤清器,并应逐级装上吸、排气阀,再启动压缩机进行吹扫;应从一级开始,逐级连通吹扫,每级吹扫不应少于 30min,直至排出的空气清洁为止;

2 吹扫后,应拆下各级吸、排气阀,并应清洗洁净;

3 升压运动的程序、压力和运转时间应符合设计技术文件的规定;无规定时,其排气压力为额定压力的 $1/4$ 时,连续运转不应少于 1h;排气压力为额定压力的 $1/2$ 时,连续运转不应少于 2h;排气压力为额定压力的 $3/4$ 时,连续运转不应少于 2h;在额定压力下连续运转不应少于 3h;

4 运转中油压应符合设计技术文件的规定,曲轴箱或机身内

润滑油的温度不应大于 70℃；

5 各级排水温度应符合设计技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、计时器测量。

13.2.4 活塞式压缩机在空气负荷试运转中，应进行下列检查，并应做相关记录：

- 1 润滑油的压力、温度和各部位的供油情况；
- 2 各级吸、排气的温度和压力；
- 3 各级进、排水的温度、压力和冷却水的供水情况；
- 4 各级吸、排气阀的工作应无异常现象；
- 5 运动部件应无异常响声；
- 6 连接部位应无松动、无漏气、漏油或漏水现象；
- 7 气量调节装置应灵敏；
- 8 主轴承、滑道、填函等主要摩擦部位的温度；
- 9 电动机的电流、电压、温升；
- 10 自动控制装置应灵敏、可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、计时器、转速仪测量。

13.2.5 螺杆式压缩机的试运转前应符合下列要求：

1 在润滑系统清洗洁净后，加注润滑剂的规格和数量应符合设计技术文件的规定；

2 冷却水系统进、排水管路应畅通，并应无渗漏；冷却水水质应符合设计文件的规定；供水应正常；

3 机组安全连锁装置应调试合格。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.2.6 螺杆式压缩机空负荷试运转应符合下列要求：

1 润滑系统运转应正常，油温应达到设计要求，油泵运转不应少于 15min。

2 单独启动驱动机,其旋转方向应与压缩机相符;当驱动机与压缩机连接后,盘车应灵活、无阻滞现象。

3 启动压缩机并运转 2min~3min,无异常现象后其连续运转时间不应少于 30min;再次启动压缩机,应连续进行吹扫,并不应少于 2h,轴承温度、转速应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、计时器测量。

13.2.7 螺杆式压缩机空气负荷试运转应符合下列要求:

1 各种测量仪表和有关阀门的开启或关闭应灵敏、正确、可靠;

2 压缩机空负荷运转不应少于 30min;

3 应按设计技术文件规定的升压程序和运转时间逐级升压、缓慢升温;前一级升压运转期间无异常现象后,应将压力逐渐升高,升压至额定压力下连续运转的时间不应少于 2h。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

13.2.8 螺杆式压缩机在额定压力下连续运转时,应进行下列检查,并应每隔 0.5h 记录一次:

1 润滑油压力、温度和各部分的供油情况;

2 各级吸、排气的温度和压力;

3 各级进、排水的温度和冷却水的供水情况;

4 各轴承的温度;

5 电动机的电流、电压、温度。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

13.2.9 透平式空气压缩机试运转前应符合下列要求:

1 加注润滑油的数量和规格应符合设计技术文件的规定;

2 密封气系统、冷却系统、润滑系统、排污系统、仪表气系统、入口过滤系统等,应按设计技术文件的规定投入使用;

- 3 启动压缩机时的油温应符合设计技术文件的规定;
- 4 润滑、密封和控制等系统的连锁装置、机组的防喘振装置、冷却系统的调节装置等以及阀门、仪表,均应灵敏可靠,并应符合设计技术文件的规定;
- 5 应关闭排气阀、入口阀或入口导叶,并应全开放空阀;
- 6 压缩机的进气管和与其连接的有关设备应洁净。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

13.2.10 透平式压缩机试运转应符合下列要求:

- 1 电机的转向应与压缩机的运转方向相符。
- 2 压缩机试运转时,检测压缩机、驱动装置的振动、转速、轴承温度及各测量点的水温、油温、气温、油压、气压、油流量、油过滤器差压、冷却水流量,应符合设计技术文件的规定。
- 3 试运转中,在轴颈附近测得的轴振动双振幅值,应符合设计技术文件的规定;若机组中无此仪器可采用接触式测振仪在轴承壳上检测轴承振动速度有效值,该值应符合设计技术文件的规定;无规定时,应符合表 13.2.10 的规定。

表 13.2.10 轴颈附近轴振动双振幅值

项次	种 类	允 许 值
1	轴承壳振动速度有效值(mm/s)	$\leq 7400/n$
2	轴振动双振幅值(μm)	$\leq 25.4\sqrt{12000/n}$

注: n 为额定工作转速(r/min)。

4 试运转时,压缩机的紧停试验、防喘振试验应符合设计技术文件的规定。

5 在未测定和整定防喘振曲线之前,不得靠近性能曲线的喘振区运行。

6 压缩机启动达到额定转速后,入口导叶应及时调整到最小工作角度,不得在入口导叶关闭状态下运行。

7 试运转期间,压缩机应缓慢升压,应远离喘振区域运行,并

逐步达到设计工况。

8 试运转的时间应按设计技术文件的规定执行;无规定时,设备连续试运转不应少于 4h。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪测量。

13.3 空气增压机

13.3.1 设备试运转之前,应具备下列条件:

- 1 冷却水和润滑系统冲洗完毕,正常投入使用;
- 2 密封气、仪表气按设计技术文件的规定能正常投入使用;
- 3 监控系统模拟试验完毕,能正常运行。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.3.2 设备试运转时,应符合下列要求:

1 第一次启动过程中应观察启动时间、启动电流、电网在电机启动过程中的电压降及变化、振动等参数,应符合设计技术文件的规定;

2 压缩机的振动、转速、轴承温度、油压、油温、油流量、油过滤器的压差、冷却水流量、冷却水温度,应符合设计技术文件的规定;

3 空气增压机进口导叶的开启度应符合设计技术文件的规定;

4 设备运行过程中,防喘振、紧停等试验应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

13.4 冷冻水泵及冷却水泵设备

13.4.1 泵的试运转前应符合下列要求:

1 驱动机的转向应与泵的转向相符;
2 各固定连接部位应无松动,各连接部位应严密、无泄漏现象;

3 各润滑部位加注润滑剂的规格和数量应符合设计技术文件的规定;

4 各指示仪表、安全保护装置及电控装置均应灵敏、准确、可靠。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.4.2 泵的试运转应符合下列要求:

1 泵的连续试运转不得少于 2h;

2 试运转过程中,轴承的温度和温升应符合设计技术文件的规定;

3 应无异常振动、噪声。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、计时器测量。

13.5 冷 冻 机

13.5.1 活塞式压缩机试运转前应符合下列要求:

1 气缸盖、吸排气阀及曲轴箱盖等应拆下,应检查其内部的清洁及活塞与缸体的配合情况;气缸内壁面应加少量冷冻机油;

2 盘动压缩机数转,各运动部件应转动灵活,应无过紧及卡阻现象;

3 加入曲轴箱冷冻机油的规格及油面高度,应符合设计技术文件的规定;

4 冷却水系统供水应畅通;

5 压力、温度、压差等继电器的整定值应符合设计技术文件的规定;

6 点动电动机,转向应正确。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、塞尺、游标卡尺测量。

13.5.2 活塞式压缩机和压缩机组的空负荷试运转应符合下列要求:

- 1 应先拆去气缸盖和吸、排气阀组,并应固定气缸套;
- 2 启动压缩机,连续运转不应少于 10min,各部位的润滑和温升应无异常;
- 3 连续运转不应少于 2h,运转应平稳,应无异常声响和剧烈振动;
- 4 油泵供油应正常,油封处不应有油的滴漏现象;
- 5 停车后,检查气缸内壁面应无异常的磨损。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪、计时器测量。

13.5.3 活塞式压缩机的空气负荷试运转应符合下列要求:

- 1 吸、排气阀组安装固定后,调整活塞的止点间隙,间隙应符合设计技术文件的规定;
- 2 压缩机的吸气口应加装空气滤清器;
- 3 启动压缩机,吸气压力为大气压力时,对于有水冷却的排气压力应为 0.30MPa(绝对压力),对于无水冷却的排气压力应为 0.20MPa(绝对压力),连续运转不得少于 2h;
- 4 油压调节阀的操作应灵活,调节的油压宜高于吸气压力 0.15MPa~0.30MPa;
- 5 运转应正常,应无漏气、漏油、漏水现象,并应无异常声响和振动,各部位的允许温升应符合设计技术文件的规定;
- 6 空气负荷试运转后,应拆洗空气滤清器和油过滤器。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺测量。

13.5.4 活塞式压缩机和压缩机组的抽真空试验应符合下列要求:

1 应关闭吸、排气截止阀,并开启放气通孔,开动压缩机进行抽真空;

2 曲轴箱压力应迅速抽至 0.015MPa(绝对压力);

3 油压不应低于 0.10MPa(绝对压力)。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.5.5 活塞式压缩机和压缩机组的负荷试运转应在系统充灌制冷剂后进行。试运转中除应符合本规范第 13.13.3 条第 4 款~第 6 款的规定(油温除外),尚应符合下列要求:

1 对使用氟利昂制冷剂的压缩机,启动前应按设计技术文件的规定将热曲轴箱中的润滑油加热;

2 运转中润滑油的油温应符合设计技术文件的规定;

3 最高排气温度应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用塞尺、测温仪测量。

13.5.6 螺杆式压缩机组试运转前应符合下列要求:

1 电动机应单独试运转,转向应正确;

2 盘动压缩机应无阻滞、卡阻等现象;

3 应向油分离器、储油器或油冷却器中加注冷冻机油,油的规格及油面高度应符合设计技术文件的规定;

4 油泵的转向应正确,油温、油压应符合设计技术文件的规定;

5 各保护继电器、安全装置的整定值应符合设计技术文件的规定,其动作应灵敏、可靠。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用百分表、塞尺、钢尺测量。

13.5.7 螺杆式压缩机组的负荷试运转应符合下列要求:

1 应按要求供给冷却水;

2 试运转中,油压和精滤油器前后压差应符合设计技术文件

的规定;

3 冷却水温度、压缩机排气温度和冷却后的油温应符合设计技术文件的规定;

4 运转中应无异常声响和振动;

5 压缩机轴承体处的温升应正常。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪测量。

13.6 膨 胀 机

13.6.1 透平膨胀机试运转前应具备下列条件:

1 设备及其附属装置、管路等均应安装完毕并经检查合格;

2 电机制动的透平膨胀机手动盘车应灵活、无异常现象;

3 润滑、密封气、电气、仪表控制系统均应调试完毕;

4 运动部件和导流叶片的调节机构应灵活、无阻滞现象;

5 冷箱系统应试压、吹扫完毕并经检查合格。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.6.2 透平膨胀机试运转应符合下列要求:

1 试运转前应进行加温吹扫,试运转后应加温解冻吹扫;

2 膨胀机轴承的温度、轴向、径向振幅值,应符合设计技术文件的规定;

3 润滑油的压力、温度应符合设计技术文件的规定;

4 膨胀机进出口压力、温度和流量及膨胀机转速,应符合设计技术文件的规定;

5 超速控制宜采用模拟方法试验,试验不应少于三次,动作应正确无误;

6 紧急切断阀的开闭试验应动作灵活、准确;

7 转动导流叶片的调节机构,应灵活,无卡阻现象;

8 安全保护和电仪控制装置应灵敏、正确、可靠;

- 9 连续试运转时间应符合设计技术文件的规定；
- 10 试运转过程中应平稳，并应无异常振动及噪声；
- 11 防喘振试验合格应符合设计技术文件的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、振动仪、计时器、转速仪测量。

13.6.3 活塞式膨胀机试运转前应具备的条件应符合本规范第 13.6.1 条的规定外，进、排气管路不应存有压缩空气。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.6.4 活塞式膨胀机试运转应符合本规范第 13.6.2 条的规定。

13.7 低温液体泵

13.7.1 低温液体泵试运转前应符合下列要求：

- 1 设备及其附属装置、管路等均应安装完毕并经检查合格；
- 2 润滑、密封气、电气、仪表控制系统均应调试完毕；
- 3 试运转前应用无油干燥空气或氮气对泵体进行加温吹扫；
- 4 泵体及连接管道应充分预冷，预冷后各运动部件应灵活、无阻滞现象；

5 塔内应形成液体并达到液位要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.7.2 低温液体泵试运转应符合下列要求：

- 1 驱动机的转向应与泵的转向一致，转速应符合设计技术文件的规定；
- 2 转子及各运动部件运转应平稳正常，并应无异常振动及噪声；
- 3 滑动轴承温度、温升应符合设计技术文件的规定；
- 4 泵的进出口压力、温度、均应符合设计技术文件的规定；
- 5 泵体的密封、管道连接处应无渗漏；

6 安全保护和电仪控制装置应灵敏、正确、可靠；

7 连续试运转时间不应少于 2h。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、计时器、测振仪、转速仪测量。

13.7.3 低温液体泵停止运转后应及时排净泵内积存的液体，并应进行加温解冻处理。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.8 氧气压缩机

13.8.1 氧气压缩机的氧气试运转必须在氮气或无油空气试运转合格后进行，严禁采用氧气直接试运转。

13.8.2 活塞式氧气压缩机的试运转应符合本规范第 13.2.1 条～第 13.2.4 条的规定。

13.8.3 透平式氧气压缩机的试运转应符合本规范第 13.2.9 条～第 13.2.10 条的规定。

13.8.4 氧气压缩机氮气或无油空气试运转合格后，应对压缩机进行开盖检查，壳体内部部件应清洁干净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.8.5 氧气压缩机开盖检查合格后，应再进行氮气或无油空气试运转，确认运转正常后，应再进行氧气试运转。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.8.6 氧气压缩机氧气试运转应符合本规范第 13.8.2 条～第 13.8.3 条的规定。

13.9 氮气压缩机

13.9.1 活塞式氮气压缩机的试运转应符合本规范第 13.2.1 条～

第 13.2.4 条的规定。

13.9.2 透平式氮气压缩机的试运转应符合本规范第 13.2.9 条、第 13.2.10 条的规定。

13.10 贫氦氙泵

13.10.1 贫氦氙泵试运转前应符合下列要求：

- 1 应按设计技术文件的规定加注低温润滑油；
- 2 吸入液体前应确认脱脂完成，气缸内应进行干燥处理；
- 3 活塞和气缸应充分预冷，运动部件应灵活、无阻滞现象；
- 4 安全保护和电仪控制装置应灵敏、正确、可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.10.2 贫氦氙泵试运转应符合下列要求：

- 1 驱动机的转向应与泵的转向一致，转速应符合设计技术文件的规定；
- 2 贫氦氙泵不得在无液体状态下试运转，连续试运转时间不应少于 2h；
- 3 转子及各运动部件运转应平稳正常，并应无异常振动及噪声；
- 4 轴承温度和温升应符合设计技术文件的规定；
- 5 泵的进出口压力、温度均应符合设计技术文件的规定；
- 6 泵停止运转后，应及时进行充氮干燥处理。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、计时器、测振仪、转速仪测量。

13.11 稀有气体真空泵

13.11.1 稀有气体真空泵试运转前应符合下列要求：

- 1 各润滑部位加注润滑剂的规格和数量应符合设计技术文件的规定；

- 2 泵试运转前应盘车灵活,并应无阻滞;
- 3 驱动机的转向应与泵的转向相符;
- 4 各指示仪表、安全保护装置及电控装置均应灵敏、准确、可靠。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.11.2 稀有气体真空泵试运转应符合下列要求:

- 1 稀有气体真空泵连续试运转时间不应少于 30min;
- 2 轴承的温度和温升应符合设计技术文件的规定;
- 3 试运转中应无异常的声响和振动,各连接部位应严密无泄漏;
- 4 检查泵的极限真空度,真空度应符合设计技术文件的规定;
- 5 停泵前应关闭吸气口处阀门,并应使泵与真空系统隔绝;
- 6 抽吸气体中含有较多的可凝性蒸汽时,应打开泵的气镇阀。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、计时器、真空计测量。

13.12 膜式压缩机

13.12.1 膜式压缩机试运转前应符合下列要求:

- 1 与压缩气体相接触的进气阀、排气阀、缸盖及膜片应进行清洗脱脂;
- 2 润滑剂的规格、数量应符合设计技术文件的规定,润滑系统经试运转应符合要求,供油应正常;
- 3 活塞与膜片之间的油腔应充满油液,油腔内不得有空气残留;
- 4 压缩机的冷却系统应运行正常。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.12.2 膜片式压缩机试运转应符合下列要求,并应做相关记录:

- 1 压缩机连续试运转时间不得少于 2h;
- 2 试运转中油压、油温、轴承的温升和各摩擦部位的温度、转速、冷却水温度等,均应符合设计技术文件的规定;
- 3 试运转中各部位运动部件应无异常声响,各紧固件应无松动,并应无漏气、漏油或漏水现象;
- 4 升压运动的程序、压力应符合设计技术文件的规定。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、计时器、转速仪测量。

13.13 罗茨鼓风机

13.13.1 罗茨鼓风机试运转前应符合下列要求:

- 1 加注润滑油的规格、数量应符合设计技术文件的规定;
- 2 冷却水系统应投入使用;
- 3 应全开鼓风机进气和排气阀门;
- 4 盘动鼓风机转子,应转动灵活,并应无异常声响;
- 5 电机转向应与风机转向相符。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.13.2 罗茨鼓风机试运转应符合下列要求:

- 1 进气和排气口阀门应在全开的条件下进行空负荷运转,运转时间不得少于 30min;
- 2 空负荷运转正常后,应逐步缓慢地关闭排气阀,直至排气压力调节到额定压力时,应进入负荷试运转,连续负荷试运转时间不应少于 2h;
- 3 在负荷试运转状态下,电动机的电流不得超过其额定电流值;

4 负荷试运转中,轴承温度不应超过 95°C ;润滑油温度不应超过 65°C ;振动速度有效值不应大于 13mm/s ;并应无异常噪声;

5 负荷试运转中,不得完全关闭进气、排气口的阀门,不应超负荷运转,并应在逐步卸荷后停机,不得在满负荷下突然停机。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪测量。

13.14 离心式鼓风机

13.14.1 离心式鼓风机试运转前应符合下列要求:

1 加注润滑油的数量和规格应符合设计技术文件的规定;

2 冷却系统、润滑系统、入口过滤系统等应按设计技术文件的规定投入使用;

3 启动鼓风机时的油温应符合设计技术文件的规定;

4 润滑和控制等系统的连锁装置、机组的防喘振装置、冷却系统的调节装置等以及阀门、仪表,均应灵敏可靠,并应符合设计技术文件的规定;

5 阀件和控制装置应处于设计技术文件所规定的使风机为最小负荷时的启动位置;

6 电机的转向应与压缩机的运转方向相符。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪测量。

13.14.2 离心式鼓风机试运转应符合下列要求:

1 启动润滑、密封和控制油系统应符合设计技术文件的规定;

2 小负荷试运转时间应符合设计技术文件的规定;无规定时,连续试运转时间不应少于 2h ,转子与定子应无摩擦和异常声响,轴承温升应正常;

3 小负荷试运转正常后,应缓慢升压至额定压力,进入负荷试运转,连续负荷试运转时间不应少于 2h ;

4 风机不得在喘振区域内运行;

5 负荷试运转时,应检测鼓风机的转速、轴承温度及各测量点的水温、油温、气温、油压、气压、冷却水流量,应符合设计技术文件的规定;

6 负荷试运转时,振动速度有效值不得大于 6.3mm/s 。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪测量。

13.15 罗茨真空泵

13.15.1 罗茨真空泵试运转前应符合下列要求:

- 1 加注润滑油的规格、数量应符合设计技术文件的规定;
- 2 冷却水系统应投入使用;
- 3 应全开吸气和排气阀门;
- 4 盘车应灵活,并应无异常现象;
- 5 电机转向应与泵转向相符。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查。

13.15.2 罗茨真空泵试运转应符合下列要求:

1 应在罗茨真空泵的入口压力达到许可压力后,再启动罗茨真空泵;

2 吸气和排气口阀门应在全开的条件下进行试运转,运转时间不得小于 2h ;

3 在试运转状态下,电动机的电流不得超过其额定电流值;

4 轴承温度不应超过 95°C ;润滑油温度不应超过 65°C ;

5 振动速度有效值不应大于 13mm/s ;并应无异常噪音。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查,用测温仪、振动仪测量。

13.16 水环式真空泵

13.16.1 水环式真空泵的试运转应符合下列要求:

- 1 盘车应灵活、无阻滞；
- 2 真空度调节阀应调整至合适的开度；
- 3 泵填函处的冷却水管路应畅通；
- 4 启动前应将泵体内清洗干净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，手动盘车检查。

13.16.2 泵试运转时应符合下列要求：

1 泵应在规定的转速下和工作范围内进行运转，连续试运转时间不应少于 30min；

2 泵的供水应正常，水温和供水压力应符合设计技术文件的规定；

3 轴承的温升不应高于 30°C ，且温度不应高于 75°C ；

4 各连接部位应严密，并应无泄漏现象；

5 运转中应无异常噪声和振动。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用测温仪、计时器测量。

13.16.3 试运转结束后，应放净泵内积水，再用清水将泵冲洗洁净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

13.17 裸冷试验

13.17.1 裸冷试验前应具备下列条件：

1 电气控制系统及安全保护装置应调试完毕；

2 仪表控制系统、分析系统应安装、调试、校准完毕；

3 空气压缩机、空气增压机、循环氮压机、膨胀机应调试完毕，并应投入运行；

4 空气预冷、净化系统应投入运行；

5 冷箱内管道系统应试压、吹扫完毕并经检查合格；

6 冷箱外解冻、排放及外网成品排放管道系统应试压、吹扫并经检查合格；

7 试验前应对冷箱内系统进行全面加温干燥。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，检查试压、吹扫记录及电气、仪表调试记录、设备试运转记录。

13.17.2 裸冷试验应符合下列要求：

1 裸冷试验应按设计技术文件的规定进行；

2 裸冷试验应至膨胀机进、出口温度不再下降，设备、管路外表面上结白霜后，保持时间不应少于 4h；

3 在结白霜状态下，系统各部位应无变形、无泄漏；

4 裸冷试验结束后和化霜前应对冷箱内所有法兰、阀门及支架的连接螺栓进行紧固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查，用计时器测量。

13.17.3 裸冷试验结束后应对整个冷却系统加温解冻。系统恢复到常温后，应以工作压力对整个系统进行通气检查，有泄漏时应消除故障，必要时应再次进行裸冷试验。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察检查。

14 安全环保

14.1 一般规定

14.1.1 从事空分制氧设备安装工程的施工单位应取得安全生产许可证。

14.1.2 施工现场应建立健全安全生产保证体系和环境保护体系,应完善安全生产和环境保护管理制度,应配备专职安全环保管理人员。

14.1.3 施工单位应按相应的技术标准、操作规程组织施工。

14.1.4 施工单位应有经审批的施工组织设计、施工现场临时用电方案、安全技术措施、安全专项方案。

14.1.5 从事空分制氧设备安装工程的安全管理人员应持有安全管理相应资格证书,特种作业人员应持有效证件上岗。

14.1.6 安装前,施工单位负责项目管理的技术人员,应当向施工作业班组、作业人员进行安全技术措施交底,并应经双方签字确认。

14.2 安 全

14.2.1 高空作业应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的有关规定。

14.2.2 脚手架的搭拆应符合现行行业标准《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 的有关规定。

14.2.3 施工现场临时用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定,冷箱内及容器内的临时照明宜采用 12V 电压。

14.2.4 起重机械的使用应符合现行行业标准《建筑机械使用安

全技术规程》JGJ 33 的有关规定。

14.2.5 大件设备的运输道路和放置场地、吊车站位处应满足承载要求。容器吊装时,应采取防止容器变形及损伤油漆层的保护措施,塔器就位后应采取防风措施。

14.2.6 管道脱脂工作应在室外或有通风装置的室内进行,脱脂区域内应设必要的防火设施,无关人员不得进入脱脂区域,脱脂作业人员应配备必要的防腐蚀、防毒、防灼伤劳动保护用品。

14.2.7 铝镁合金管道的吊装宜采用吊装带吊装,采用钢丝绳进行吊装时应对管道采取保护措施。

14.2.8 铝制容器(含板式换热器)在切割封头、管口前,应拆除前后充气阀门,并应通入空气置换后再作业。

14.2.9 管道焊接应采取防火措施,并应设监护人,冷箱内高处管道焊接时应采取防止焊渣掉落侵蚀下部的管道和设备的措施。

14.2.10 进入冷箱或密闭容器作业,必须采取通风措施,在作业过程中氧气含量始终不得低于 19.5%。

14.2.11 在缺氧危险作业场所施工,应按现行国家标准《缺氧危险作业安全规程》GB 8958 的有关规定采取防护措施。

14.2.12 油漆涂料应设专用场所妥善保管,涂装人员应配备必要的防护用品。

14.2.13 管道系统压力试验及吹扫应设置禁区,充气时应缓慢逐级升压,升压过程中应设专人监视压力表和开闭气源阀门,如发现异常,应及时卸压处理,严禁带压补漏与紧固螺栓,管道系统卸压、吹扫排气应朝向无人区,严禁对着设备、人员、道路和出入口。

14.2.14 膨胀珍珠岩的填充作业人员应配戴防尘口罩、护目镜等防护用品,填补膨胀珍珠岩时应采取防氮气窒息措施。

14.2.15 膨胀珍珠岩充填应自下而上分层充填,充填口应加设防护措施。

14.2.16 裸冷试验检漏、紧固螺栓时应采取防冻、防滑措施。

14.2.17 设备试运转时应设置禁区,试车过程中严禁吸烟和明火

作业,严禁随意操作开关、阀门等控制件,如发现问题,应停机后再进行处理。

14.2.18 氧气压缩机的试运转应使用氮气或无油干燥空气,试运转合格后应用氧气置换,严禁使用氧气直接试运转。

14.2.19 现场进行射线检测时,应符合国家现行有关工业 X 射线探伤卫生防护标准和工业 γ 射线探伤卫生防护标准的规定。

14.2.20 现场储存、运输、使用氧气和相关气体时,应符合现行国家标准《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912 的有关规定。

14.2.21 氧气压缩机安装应在清洁的环境中进行,安装人员的劳动保护用品、工机具应保持清洁,不得有油污。

14.3 环境保护

14.3.1 膨胀珍珠岩填充过程中,应采取防粉尘飞扬措施。

14.3.2 管道的酸洗液、化学熔剂、设备、管道的冲洗油,应进行无害化处理,严禁直接随处倾泻。

14.3.3 施工固体废弃物应统一分类处理,危化品的固体废弃物应交具有相应资质的消纳单位进行处理,严禁焚烧、掩埋。

附录 A 空分制氧设备工程安装分项工程 质量验收记录表

表 A 分项工程质量验收记录

单位工程名称			分部工程名称		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
分包单位			分包单位负责人		
执行标准名称					
检查项目			质量验收规范 规定	施工单位 检验结果	监理(建设)单位 验收结果
主 控 项 目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
一 般 项 目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
14					
15					
16					
17					
施工单位检验 评定结果		专业技术负责人： 质量检查员： 年 月 日 年 月 日			
监理(建设)单位 验收结论		监理工程师(建设单位项目技术负责人)： 年 月 日			

附录 B 空分制氧设备工程安装分部工程 质量验收记录表

表 B 分部工程质量验收记录

单位工程名称				
施工单位			分包单位	
序号	分项工程名称	施工单位检查评定	监理(建设)单位验收意见	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
设备单体无负荷联动试运转				
质量控制资料				
验收单位	施工单位	项目经理： 年 月 日	项目技术负责人： 年 月 日	项目质量负责人： 年 月 日
	分包单位	项目经理： 年 月 日	项目技术负责人： 年 月 日	项目质量负责人： 年 月 日
	监理(建设)单位	总监理工程师(建设单位项目负责人)： 年 月 日		

附录 C 空分制氧设备工程安装单位工程 质量验收记录表

C.0.1 空分制氧设备工程安装单位工程质量验收应按表 C.0.1 进行记录。

表 C.0.1 单位工程质量验收记录

工程名称					
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		交工日期	
序号	项 目	验收记录		验收结论	
1	分部工程	共 ____ 分部, 经查 ____ 分部, 符合规范及设计要求 ____ 分部			
2	质量控制资料	共 ____ 项, 经审查符合要求 ____ 项			
3	观感质量	共抽查 ____ 项, 符合要求 ____ 项, 不符合要求 ____ 项			
4	综合验收结论				
验收 单 位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位	
	(公章)	(公章)	(公章)	(公章)	
	单位(项目)负责人	总监理工程师	单位负责人	单位(项目)负责人	
	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	

C.0.2 空分制氧设备工程安装单位工程质量控制资料应按表 C.0.2 进行记录。

表 C.0.2 单位工程质量控制资料核查记录

工程名称		施工单位	
序号	资料名称	份数	核查意见
1	图纸会审		
2	设计变更		
3	竣工图		
4	洽谈记录		
5	设备基础中间交接记录		
6	设备基础沉降记录		
7	设备基准线基准点测量记录		
8	设备、构件、原材料质量合格证明文件		
9	焊工合格证编号一览表		
10	隐蔽工程验收记录		
11	焊接质量检验记录		
12	设备、管道吹扫、冲洗记录		
13	设备、管道压力试验记录		
14	设备、管路脱脂记录		
15	设备安全装置检测报告		
16	设备无负荷试运转记录		
17	分项工程质量验收记录		
18	分部工程质量验收记录		
19	单位工程观感质量检查记录		
20	单位工程质量竣工验收记录		
21	工程质量事故处理记录		
结论： 施工单位项目经理： 总监理工程师： （建设单位项目负责人） 年 月 日 年 月 日			

附录 D 空分制氧设备安装无负荷试运转记录表

D.0.1 空分制氧设备安装单体无负荷试运转应按表 D.0.1 进行记录。

表 D.0.1 空分制氧设备安装单体无负荷试运转记录

单位工程名称		分部工程名称		分项工程名称	
施工单位		项目经理			
监理单位		总监理工程师			
分包单位		分包项目经理			
试运转项目		试运转情况		试运行结果	
评定意见：	项目经理：		技术负责人：		质量检查员：
	年 月 日		年 月 日		年 月 日
	监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）				
年 月 日					

D.0.2 空分制氧设备安装无负荷联动试运转应按表 D.0.2 进行记录。

表 D.0.2 无负荷联动试运转记录

单位工程名称			
施工单位		项目经理	
监理单位		总监理工程师	
分包单位		分包项目经理	
试运转项目	试运转情况		试运行结果
评定意见：	项目经理：	技术负责人：	质量检查员：
	年 月 日	年 月 日	年 月 日
	监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）		
年 月 日			

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

- 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231
《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236
《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T 985.1
《氩》GB/T 4842
《缺氧危险作业安全规程》GB 8958
《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345
《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912
《承压设备焊接工艺评定》NB/T 47014
《承压设备无损检测 第2部分 射线检测》JB/T 4730.2
《承压设备无损检测 第5部分 渗透检测》JB/T 4730.5
《铝制焊接容器》JB/T 4734
《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130

中华人民共和国国家标准

空分制氧设备安装工程
施工与质量验收规范

GB 50677 - 2011

条文说明

制 定 说 明

《空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范》GB 50677—2011,经住房和城乡建设部 2011 年 2 月 18 日以第 945 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组对国内外空分制氧生产工艺、机械设备的现状和发展趋势进行了深入的调查研究,总结了我国空分制氧设备安装工程建设的实践经验,同时参考了国外相关先进技术法规、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,《空分制氧设备安装工程施工与质量验收规范》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、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(135)
3	基本规定	(136)
4	设备基础、地脚螺栓和垫板	(140)
4.1	一般规定	(140)
4.2	设备基础	(140)
4.3	地脚螺栓	(140)
5	设备和材料进场	(141)
5.1	一般规定	(141)
5.2	设备	(141)
5.3	原材料	(141)
6	原料空气压缩设备	(143)
6.1	活塞式空气压缩机安装	(143)
6.2	螺杆式压缩机安装	(143)
6.3	透平式压缩机安装	(144)
6.4	空气增压机、循环氮压机安装	(144)
6.5	附属设备安装	(144)
7	空气预冷、净化设备	(146)
7.1	空冷塔、水冷塔设备	(146)
7.2	冷冻水泵及冷却水泵	(146)
7.3	冷冻机设备	(146)
7.4	分子筛吸附器设备	(146)
8	空气分离设备	(147)
8.1	整体冷箱设备	(147)
8.2	冷箱工艺钢结构	(147)

8.3	塔器设备	(148)
8.4	阀门设备	(148)
8.5	膨胀机设备	(149)
8.6	低温液体泵	(149)
8.7	冷箱管道预制	(149)
8.8	冷箱管道安装	(150)
8.9	试压	(150)
8.10	吹扫	(151)
8.11	膨胀珍珠岩充填	(151)
9	产品压缩系统设备	(153)
9.1	氧气压缩机安装	(153)
10	低温液体储备系统	(154)
10.3	大型低温常压平底液体储罐	(154)
11	稀有气体提取设备	(155)
11.1	氦氖提取设备	(155)
11.2	氖氦提取设备	(155)
11.3	管道安装	(156)
12	常温吸附法空气分离设备	(157)
12.1	空气压缩机	(157)
12.2	罗茨鼓风机、罗茨真空泵	(157)
12.4	水环式真空泵	(157)
13	设备试运转	(158)
13.1	一般规定	(158)
13.2	空气压缩机	(158)
13.5	冷冻机	(158)
13.6	膨胀机	(158)
13.7	低温液体泵	(159)
13.8	氧气压缩机	(159)
13.10	贫氦氖泵	(159)

13.12	膜式压缩机	(160)
13.17	裸冷试验	(160)
14	安全环保	(161)
14.2	安全	(161)

1 总 则

1.0.1 本条文阐明了制定本规范的目的。

1.0.2 本条文明确了本规范适用的对象。

1.0.4 本条文反映了其他相关标准、规范的作用。空分制氧设备工程安装涉及的工程技术及安全环保内容很广,且空分制氧设备工程安装中除专业设备外,还涉及液压、气动和润滑设备,通用设备,各类介质管道制作安装,工艺钢结构制作安装、防腐、绝热等。因此,空分制氧设备安装工程施工及验收除应执行本规范外,尚应符合现行国家及行业有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 空分制氧设备安装是专业性很强的工程施工项目,为保证工程施工质量,本条文规定对从事空分制氧设备工程安装的施工企业进行资质和质量管理内容的检查验收,强调市场准入制度。

3.0.2 施工过程中,经常会遇到需要修改设计的情况,本条文明确规定,施工单位无权修改设计图纸,施工中发现的施工图纸问题,应及时与建设单位和设计单位联系,修改施工图纸必须有设计单位的设计变更正式手续。

3.0.4 本条是强制性条文,必须严格执行。空分制氧设备工程安装中的焊接质量关系工程的安全使用,焊工是保证焊接质量的关键因素之一。本条文明确规定从事本工程施焊的焊工,必须经考试合格,方能在其考试合格项目认可范围内施焊,担任压力管道、容器受压元件安装焊接的焊工必须经基础知识及操作技能考试合格,并取得相应项目的合格证。从事冷箱内不锈钢管道和容器焊接的焊工考试应符合《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》(国质检锅[2002]109号)的规定,从事冷箱内铝镁合金管道和容器焊接的焊工考试应符合现行行业标准《铝制焊接容器》JB/T 4734 的规定,从事钢结构焊接的焊工考试应符合现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定,从事现场其他设备及管道焊接的焊工考试应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定。

3.0.5 与空分制氧设备安装工程相关的专业很多,例如土建专业、电气/仪表专业等。各专业之间应按规定的程序进行交接,例如土建基础完工后交设备安装,设备安装完工后交电气/仪表专业,各专业之间交接时,应进行检验并形成记录。

3.0.6 空分制氧设备工程安装中的隐蔽工程主要是指设备的二次灌浆、空冷塔、水冷塔、吸附器等容器的封闭、冷箱的封闭、低温介质管道保冷套管的封闭等。二次灌浆是在设备安装完成并验收合格后,对基础和设备底座间进行灌浆,二次灌浆应符合设计技术文件和现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的规定。

3.0.7 本条文强调工程质量验收是在施工单位自检合格的基础上按分项工程、分部工程及单位工程进行。根据现行国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB 50252 的规定,结合空分制氧设备安装工程具体情况,空分制氧设备安装工程可划分为几个独立的单位工程;分部工程按专业划分,提高了质量验收的专业性和可操作性;分项工程按设备的台(套)划分,大型设备安装工程的分项工程可按工序划分,如大型透平式压缩机组可按工序划分为底座、下机壳、转子、上机壳、增速机、驱动装置等分项工程,管道安装分项工程按类别划分,如冷箱管道预制可划分为氧气管道、液氧管道、氮气管道、液氮管道、氩气管道、液氩管道、空气管道、液空管道等若干分项工程。

3.0.8 分项工程是工程验收的最小单位,是整个工程质量验收的基础。分项工程质量检验的主控项目是保证工程安全和使用功能的决定性项目,必须全部符合工程验收规范的规定,不允许有不符合要求的检验结果。一般项目的检验也是重要的,其检验结果也应全部达到规范要求。

3.0.9 分部工程验收在分项工程验收的基础上进行。构成分部工程的各分项工程验收合格,质量控制资料完整,设备单体无负荷试运转合格,分部工程则验收合格。

3.0.10 单位工程的验收除构成单位工程的各分部工程验收合格、质量控制资料完整、设备无负荷联动试运转合格外,还需由参加验收的各方人员共同进行观感质量检查。

3.0.11 观感质量验收,往往难以定量,只能以观察、触摸或简单

的量测方法,由个人的主观印象判断为合格、不合格的质量评价,不合格的检查点,应通过返修处理。

在空分制氧设备工程安装中,螺栓连接极为普遍,数量很多,工作量大。在一些现行国家规范中,对螺栓连接外露长度有不同的规定,常常成为工程验收的争论点。螺栓连接的长度通常是经设计计算,按规范优选尺寸确定的,外露长度不影响螺栓连接强度,因此本规范对螺栓连接的螺栓型号、规格及紧固力作出严格要求,而对外露长度不作量的规定,仅在工程观感质量检查时提出螺栓、螺母及垫圈按设计配备齐全,紧固后螺栓应露出螺母或与螺母平齐,外露螺纹无损伤的要求。

3.0.12 分项工程质量验收记录(附录 A),也可作为自检记录和专检记录。作为自检记录或专检记录时,需有相关质量检查人员签证。

3.0.14 本条为强制性条文,必须严格执行。单位工程、分部分项工程存在严重的质量缺陷,经返修或返工处理仍不能满足安全使用要求的,严禁验收。

3.0.15 本条规定了工程质量验收的程序和组织,分项工程质量是工程质量的基础,验收前,由施工单位填写“分项工程质量验收记录”,并由项目专业质量检验员和项目专业技术负责人分别在分项工程质量检验记录中相关栏目签字,然后由监理工程师组织验收。

分部工程应由总监理工程师(建设单位项目负责人)组织施工单位的项目负责人和项目技术、质量负责人及有关人员进行验收。

单位工程完成后,施工单位首先要依据质量标准,设计技术文件等,组织有关人员进行自检,并对检查结果进行评定,符合要求后向建设单位提交工程验收报告和完整的质量控制资料,请建设单位组织验收。建设单位应组织设计、施工单位负责人或项目负责人及施工单位的技术、质量负责人和监理单位的总监理工程师参加验收。

单位工程有分包单位施工时,总承包单位应按照承包合同的权利与义务对建设单位负责,分包单位对总承包单位负责,亦应对建设单位负责。分包单位对承建的项目进行检验时,总包单位应参加,检验合格后,分包单位应将工程的有关资料移交总包单位。建设单位组织单位工程质量验收时,分包单位负责人应参加验收。

有备案要求的工程,建设单位应在规定的时间内将工程竣工验收报告和有关文件,报有关行政部门备案。

4 设备基础、地脚螺栓和垫板

4.1 一般规定

4.1.1 空分制氧设备安装的基础工程,由土建单位施工,土建单位应按现行国家有关标准验收后,向安装单位进行中间交接,未经验收和中间交接的设备基础,不得进行设备安装。

4.1.2 本条主要是指空分装置、空气压缩机、氧气压缩机、氮气压缩机、低温液体储罐等主要设备应进行基础沉降观测。

4.2 设备基础

I 主控项目

4.2.5 设备安装前,应按施工图和测量控制网确定设备安装的基准线。所有设备安装的平面位置和标高,均应以确定的安装基准线为准进行测量。主体设备应埋设永久中心线标板和标高基准点,使安装施工和维修均有可靠的基准。

II 一般项目

4.2.6 本条规定的检查项目应在设备吊装就位前完成。

4.3 地脚螺栓

I 主控项目

4.3.1 空分制氧设备安装的地脚螺栓,在设备生产运行时受冲击力,涉及设备的安全使用功能,因此将地脚螺栓的规格和紧固应符合设计技术文件的规定列入主控项目。设计技术文件明确规定了紧固力值的地脚螺栓,应按规定进行紧固,并有紧固记录。

5 设备和材料进场

5.1 一般规定

5.1.3 设备安装前,设备开箱检验是十分重要的,建设、监理、施工及厂商等各方代表均应参加,并应形成检验记录。检验内容主要有:箱号、设备名称、设备型号、设备规格、数量、表面质量、随机文件、备品备件、专用工具、混装箱设备清点分类登记等。

5.2 设 备

5.2.1 设备必须有合格证明文件,进口设备应通过国家商检部门的查验,具有商检证明文件。以上文件为复印件时,应注明原件存放处,并有抄件人签字和单位盖章。

5.3 原 材 料

I 主控项目

5.3.1 空分制氧设备安装安装工程中所涉及的原材料、标准件等进场应进行验收,产品质量合格证明文件应全数检查。证明文件为复印件时,应注明原件存放处,并有经办人签字,单位盖章。实物宜按1%比例且不少于5件进行抽查,验收记录应包括原材料规格,进场数量,用在何处,外观质量等内容。

设计技术文件或现行国家有关标准要求复验的原材料、标准件,应按要求进行复验。

5.3.3 涂料的进场验收除检查资料文件外,还要开桶抽查。开桶抽查除检查涂料结皮、结块、凝胶等现象外,还要与质量证明文件对照涂料的型号、名称、颜色及有效期等。本规范第5.3.6条条文说明同本条。

II 一般项目

5.3.5 本条强调焊接材料的选择应同母材相匹配,其选用必须符合设计文件和国家现行标准的要求。焊接材料对焊接的质量有重大影响。对于进场时经验收合格的焊接材料,产品的生产日期、保存状态、使用烘焙等也直接影响焊接质量。本条即规定了焊条的选用和使用要求,尤其强调了烘焙状态,这是保证焊接质量的必要手段。

6 原料空气压缩设备

6.1 活塞式空气压缩机安装

6.1.1 整体出厂的压缩机在防锈保证期内可不拆卸清洗,但如果发现压缩机内部有锈蚀,必须清除。

6.1.2 本条规定了整体出厂的压缩机安装允许偏差,压缩机的允许偏差宜在下列部位进行测量:卧式压缩机、对称平衡型压缩机应在机身滑道面或其他基准面上测量;立式活塞式压缩机应拆去气缸盖,并在气缸顶平面上测量;其他型式的压缩机应在主轴外露部分或其他基准面上测量。

6.1.4 本条规定了解体出厂的空气压缩机安装前设备清洗的部位,尤其规定了气阀、填料和其他密封件不得采用蒸汽清洗。

6.1.5 本条规定了活塞式空气压缩机机身安装允许偏差。机身安装的允许偏差宜在下列部位测量:卧式压缩机、对称平衡型压缩机的横向安装水平应在机身轴承孔处测量,纵向安装水平应在滑道的前后两点或气缸镜面位置上进行测量;立式压缩机应在机身与气缸的结合面上测量;L型压缩机应在机身法兰面上测量。

6.1.13 本条阐述了气缸轴线对滑道轴线的同轴度是由制造厂保证的,在组装时应注意按规定装配完整,以保证其装配精度。

6.2 螺杆式压缩机安装

目前螺杆式压缩机均为整体出厂,因此本节规定均按整体出厂制定。

本节阐述了螺杆式压缩机安装一般情况下的规定,如有特殊技术要求,应按设计技术文件的规定执行。

6.3 透平式压缩机安装

6.3.1 清洗是安装前必须进行的工作,主要是将产品出厂时防锈油脂、脏物清洗掉,如发现锈蚀亦应将锈除去。

6.3.3 导向键有用于纵向和横向两种,导向键安装不正确,机组在运转中热胀冷缩时,可能发生卡死现象,从而导致事故的发生,因此,本条对其安装要求加以明确规定。

6.3.18 汽缸的纵向水平度宜以汽轮机后端轴承座孔或轴颈为准,横向水平应以前、后轴承座水平剖分面为基准。转子安装的水平度应以汽轮机排汽侧轴颈为基准,进汽侧的轴颈水平度,应参照转子的挠度值确定。

6.3.24 目前内置立式冷却器的安装多有设计技术文件的规定,无规定时,按本条执行,本条规定主要是考虑确保冷却器与压缩机之间的密封。冷却器下盖、冷却器、冷却器上盖安装前,应确认方向及钢印编号,确保其编号与机壳编号一致。

6.3.25 本条强调电机与齿轮箱之间的联轴器的端面间隙调整前应确认电机的实际磁力中心线,这是为了避免因电机磁力中心线不对导致电机振动,造成设备的损坏。磁力中心线一般是在现场测量确定的,对制造厂已标牌注明的磁力中心线,也应在现场校准其准确度。

6.4 空气增压机、循环氮压机安装

6.4.1~6.4.3 目前空气增压机本体多为整体供货,故本节适用于整体供货空气增压机设备的施工及验收。

6.5 附属设备安装

6.5.1 目前常用的过滤器的型式主要有多级过滤器、自洁式空气过滤器、立式布袋式过滤器,主要作用是除去灰尘和其他机械杂质。由于袋式过滤器和多级过滤器不能停机更换滤芯,维护量较

大,目前正逐渐被自洁式过滤器所取代。自洁式空气过滤器由高效过滤筒、文氏管、自洁专用喷头、反吹系统、控制系统、净气室和出风口、框架等组成。本条主要描述自洁式空气过滤器的验收要求。

6.5.4~6.5.8 冷却器的型式有:管壳式、套管式、空冷式、板片式、板翅式等,现阶段制氧机组的空气净化系统的冷却器一般采用管壳式冷却器,这四条以管壳式冷却器为准说明其施工及验收的相关要求。冷却器的支座有滑动式和弹簧式,第6.5.5条和第6.5.6条分别对两种不同型式的支座的安装进行了阐述。表6.5.7中冷却器的标高、中心线和水平度应以气体进出口法兰面为测量基准面。

6.5.9~6.5.11 与设备连接的管道指压缩机进、出口阀,放散控制阀与设备本体之间的管道、各级之间的连接管道。与设备连接的管道连接时,应采用百分表监控联轴器的移动。

7 空气预冷、净化设备

7.1 空冷塔、水冷塔设备

7.1.1 空冷塔、水冷塔的安装允许偏差系参考林德、法液空、杭氧等标准,并结合多年的施工经验而制定。塔的方位是指入口空气管的中心与基准中心线的偏差。

7.1.3 填料的规格、型号、填充量等在设计图纸及相关资料中有详细的图和说明。

7.2 冷冻水泵及冷却水泵

7.2.1 冷冻水泵和冷却水泵一般均为整体供货,其结构型式基本相同,其清洗、安装允许偏差、试运转等要求均相同。

7.3 冷冻机设备

7.3.1 本条适用于整体出厂的单台和带有公共底座的离心式、活塞式、螺杆式冷冻机组的安装。

7.4 分子筛吸附器设备

7.4.1 卧式分子筛吸附器应检测其水平度,立式分子筛吸附器应检测其垂直度。

8 空气分离设备

8.1 整体冷箱设备

I 主控项目

8.1.1 本条强调整体冷箱安装后,应进行气密性试验,以检验在运输、吊装和调整过程中是否对整体分馏塔系统造成损坏。冷箱安全阀是指保护冷箱壳体、防止冷箱内系统泄漏造成壳体损坏的阀门。

II 一般项目

8.1.2 本条规定的整体冷箱指出厂前冷箱壳体及内部容器、管道已组装成整体,现场只需吊装就位、进行调整即可。

8.2 冷箱工艺钢结构

I 主控项目

8.2.2 由于冷箱钢结构焊接过程中,不可能进行现场实物取样检验,无法确定接头的理化性能。为保证工程焊接质量,应在钢结构安装焊接前进行焊接工艺评定,并根据焊接工艺评定的结果,结合现场的施工环境条件编写作业指导书。

II 一般项目

8.2.5 冷箱结构焊缝主要包括对接焊缝、角柱焊缝、冷箱密封焊。

8.2.9 冷箱钢结构防腐涂料涂装应在钢结构安装及密封焊接施工质量验收合格后进行,漆装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求,当无要求时,应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 中的相关规定。

8.2.10 冷箱箱体上附件主要包括安全阀、呼气筒、膨胀珍珠岩排放装置等,其在冷箱上的分布位置及连接方式应符合设计要求。

8.3 塔器设备

II 一般项目

8.3.10 本条强调塔器设备安装方位应符合设计文件的规定,塔器设备就位前,一般选定主管口中心应与理论基准线对齐。

8.3.13 填料塔液体分配器的水平度直接影响填料表面喷淋液体的均布度,也即影响填料塔的工作性能。由于运输等因素,在车间组装调整后的液体分配器的水平度并不能作为填料塔现场安装就位后的最终依据,因而空分填料塔在现场安装就位后,应对填料塔液体分配器的水平度再次进行调校。

8.3.14 筛板塔的筛板不水平,筛板上液体层的厚度就不均匀。薄处通过的气体量过多,流速高,和液体接触时间很短,蒸汽中的氧不能得到充分的冷凝,相应放出的冷凝热就少,液体中氮分子就得不到充分的蒸发,影响氧、氮分离;液层厚处的上升蒸汽量少,气体中的氧虽冷凝很充分,但因量少,冷凝潜热也很少,液体中的氮蒸发量也就少,影响精馏。因此,筛板的水平度直接影响筛板塔的精馏效率和氧、氮纯度。由于运输等因素,在车间组装调整后的筛板水平度并不能作为筛板塔现场安装就位后的最终依据,因而空分筛板塔在现场安装就位后,应对筛板塔筛板的水平度进行再一次的调校。

8.4 阀门设备

II 一般项目

8.4.5 本条考虑到阀门在低温状态下冷收缩会有一定沉降量,防止与穿墙套筒内表面接触,故需向上提升一定距离,并强调偏移量应按设计技术文件的规定执行。

8.4.6 焊接时控制阀体温度不应高于 200°C ,是为了防止阀门密封件变形,影响阀门正常使用。

8.4.8 阀门安装完成后应根据工艺流程图在其附近标注位号,以

便于辨识和操作阀门。

8.4.10 冷箱外侧部分低温阀门的执行机构较重,容易引起阀杆弯曲变形,从而影响其正常使用,故需安装吊架保持其稳定性。

8.5 膨胀机设备

8.5.1 本条适用风机制动、油制动、电机制动和增压机制动的各类透平膨胀机的安装。

8.5.7 本条是针对切断阀、调节阀的执行机构和入口过滤器等膨胀机附件需现场安装时制定的。由于各制造厂生产的膨胀机,其结构形式各不相同,故强调附件应按设计技术文件的规定进行安装。

8.6 低温液体泵

I 主控项目

8.6.1 若低温液体泵出厂前已经脱脂,并有脱脂合格记录,现场可不再进行脱脂。检验方法可详见本规范第 8.7.2 条。

II 一般项目

8.6.2 本条强调液体泵运行过程中轴向可以正常的移动范围。

8.6.7 本条强调补偿器安装及调节应按设计技术文件的规定执行,不应有拉伸、扭曲和错位。

8.6.8 管道与泵连接后,应重新检查泵的安装精度。

8.7 冷箱管道预制

I 主控项目

8.7.1 脱脂剂或用于配制脱脂剂的化学制品应具有合格证,已由制造厂作过脱脂处理者,在安装时应进行检查,检查合格可不再脱脂,如被油脂污染,则应再作脱脂处理。阀门、管道脱脂检查合格后,应用干净的白布包好,妥善存放,防止脏物和杂物沾染或侵入。

脱脂现场要求通风良好,不受雨水、尘土等的侵染。

II 一般项目

8.7.9 本条是结合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的相关内容及现场实践经验编写的。

8.8 冷箱管道安装

II 一般项目

8.8.5 本条强调冷箱管道安装的坡向、坡度按设计技术文件的规定执行,防止盲目施工产生气阻或液阻现象,不利于管内液体或气体的流动。

8.8.6 本条第 1 款、第 2 款是针对低温液体、气体管道与冷箱内壁距离太近导致保冷效果差而制定的;第 3 款~第 6 款制定是为了防止冷状态下设备、管道收缩变形相互冲突或与基础相碰。

8.8.7 本条是根据现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的相关内容改写的。由于冷箱管道属超低温管道,考虑其实际运行中热胀冷缩现象,故安装的精度要求要比普通室内管道高一些。

8.8.10 由于冷箱管道系统庞大,不锈钢管道焊接时,为保证焊接质量应分成不同的系统进行充气保护。

8.8.12 本条强调接头焊接时应控制其温度,防止过热导致双金属结合面毁坏。

8.8.13 本条第 3 款目的是使仪表管路的支托架能承受绝热材料的荷载及温度变化所产生的变形。

8.8.17 本条主要目的是防止水分在管内冻结。

8.9 试 压

I 主控项目

8.9.3 做泄漏性试验时应重点检验阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀等。

II 一般项目

8.9.7 本条规定在工作压力下进行整体通气检查,其目的是为了检查各系统恢复部位是否泄漏以及各系统压力试验时可能存在的漏检部位。

8.10 吹 扫

一般项目

8.10.1 结合多套大型空分装置施工经验,对吹扫前应具备的条件作了规定。

8.10.4 本条是结合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 和现场实践编写的。吹扫气源应洁净、干燥、无油主要是防止已脱脂的设备和管路被再次污染。当采用装置中的空压机吹扫时,空气预冷、净化系统投入运行是为了保证进入冷箱的空气是干燥、洁净的。

8.10.5 本条是吹扫的常规程序,目的是为了防止冷箱外管道内的脏物吹入冷箱内。

8.10.6 本条规定的吹扫时间是一个考核参数,同时还应以检查白纸或白布上无机械杂质为是否合格的标准。

8.10.7 本条规定强调系统恢复时需经过严格清洗、脱脂。

8.11 膨胀珍珠岩充填

II 一般项目

8.11.6 拆除冷箱内的脚手架及临时设施时,可能造成温度测量线路及感温元件的损坏,故在拆除结束后应对其进行检查、确认。

8.11.8 本条规定是为隔绝各箱体,检修和处理问题时不会影响与其相连的其他箱体。

8.11.10 本条规定是为了防止珍珠岩积压引起测量管线引出冷箱内壁处 P 形弯的变形采取的保护措施。

8.11.12 本条规定十分重要,其目的是观察充填过程中,冷箱容

器、管道、测量管路、测温线路是否损坏。

8.11.13 冷箱内充入一定流量的干燥氮气是为了保证冷箱内有一定的内压,避免大气中的潮气进入冷箱,并应调整其流量和压力达设计技术文件的规定。系统投入运行一段时间后,填料振实后在冷箱顶部会出现空隙故需及时补充填料,使冷箱内的珍珠岩始终处于满实状态。

9 产品压缩系统设备

9.1 氧气压缩机安装

I 主控项目

9.1.1 本条为强制性条文,必须严格执行。氧气压缩机是将冷箱中分离出的低压氧气进行压缩产生中压、高压氧气的装置。氧气压缩机输送介质为高温高压的高纯度氧气。高压氧($\geq 2.94\text{MPa}$)在高速回转的高温状态下遇到油脂就会产生自燃和爆炸,导致机毁人亡的重大事故发生。因此,本条强调凡直接或可能与氧气接触的机械零件、部件、管道组成件及仪表,必须进行脱脂处理。

9.1.2 本条强调在氧气压缩机安装前、安装后都应充氮气保护,目的是为使氧气压缩机在整个安装过程中免于侵蚀。

10 低温液体储备系统

10.3 大型低温常压平底液体储罐

II 一般项目

10.3.21 本条强调各圈板的纵向焊缝宜向同一方向逐圈错开焊缝。

11 稀有气体提取设备

11.1 氦氖提取设备

11.1.1 本条为强制性条文,必须严格执行。氦氖原料液体含氧丰富,所以与其接触的加热器应进行脱脂。

11.1.2 低温储罐的保温效果由真空度保证,储罐表面有划伤应进行真空度检查。

11.1.6 氦氖系统的换热器包括管壳卧式换热器、翅片立式换热器。

11.1.7 本条对卧式换热器滑动支座的地脚螺栓与相应的长圆孔两端的间距及螺母与支座面板间的间隙的要求,是为了防止换热器运行时产生热膨胀而损坏设备。

11.1.10 吸附剂、催化剂都是对工艺条件要求很高的物质,装填前应对容器进行干燥。吸附剂活化有加热方法,真空吸附法等,应按照设计要求进行活化。催化剂还要防止中毒、沾污、烧结。稀有气体吸附器、催化器如果在室外下雨天气不能进行装填。

11.1.13 氦氖冷箱部分阀门直径小,阀门的阀芯容易被破坏。为了避免在运输过程中受到损伤,执行机构需要在现场安装。执行机构门型框架垂直安装是为了更好地保护中心的阀芯。

11.2 氦氖提取设备

11.2.5 氦氖系统采用冷凝吸附法除氮,装置是由吸附器、换热器、气液分离器、杜瓦容器(负压液氮储槽)组成的整体装置。

11.2.6 真空泵是除氮装置的附属设备,负压液氮储槽需要抽真空。

11.2.7 膜式压缩机使被压缩的气体不与任何润滑剂接触,可保

证气体的高度纯洁,适于压缩少量不允许被润滑剂污染的气体,特别适用于珍贵且纯度高的稀有气体的压缩输送或装瓶。

11.3 管道安装

I 主控项目

11.3.2 稀有系统冷箱内阀门公称直径很小,很容易堵塞,影响稀有系统的调试,整个系统的管道应有很高的清洁度,多次吹扫能清除杂质,保证系统清洁。

II 一般项目

11.3.7 稀有气体系统低温液体管道采用套管绝热,套管的连接方式有法兰连接、焊接连接两种方式。为了保证绝热效果,套管连接要求很好的密封。

12 常温吸附法空气分离设备

12.1 空气压缩机

12.1.1~12.1.3 常温吸附法空气分离是利用气体在吸附剂上吸附特性的差异以及吸附量随压力变化而变化的特性,通过周期性的压力变换过程实现氧气和氮气的分离的一种非低温空气分离技术;根据吸附剂再生方法不同变压吸附又可分为:加压吸附常压解析的 PSA 工艺和加压吸附真空解析的 VPSA 工艺。本节适用于加压吸附常压解析的 PSA 工艺中的空压机的安装与验收,加压吸附的压力一般为 $0.2\text{MPa}\sim 0.6\text{MPa}$,空压机一般采用活塞式、螺杆式和离心式空气压缩机。

12.2 罗茨鼓风机、罗茨真空泵

12.2.1、12.2.2 这两条适用于加压吸附真空解析的 VPSA 工艺中的动力系统的安装与验收。VPSA 工艺中常压吸附的压力一般为 $0\text{kPa}\sim 50\text{kPa}$,鼓风机一般采用罗茨式鼓风机;抽真空解吸的解析压力一般为 $-50\text{kPa}\sim -80\text{kPa}$,真空泵一般选用罗茨真空泵。

12.4 水环式真空泵

12.4.1 本条适用于真空变压吸附 VPSA 工艺中的水环式真空泵的安装与验收。

13 设备试运转

13.1 一般规定

13.1.6 本条文规定试运转前,安全保护装置应按设计的规定完成安装,例如联轴器的安全保护罩等。在试运转中需调试的装置,例如压缩机应根据设备性能要求设防喘振、振动、轴位移、油压、油温、水压、水量、轴承温度及排气温度等报警联锁装置等应在试运转中完成调试,其功能应符合设计要求,本条的目的在于保证设备运转安全。

13.2 空气压缩机

13.2.6 本条第2款强调螺杆式压缩机不允许反转,试运转时必须单独启动驱动器,确认方向后再连接联轴器。

13.5 冷冻机

13.5.2~13.5.4 活塞式压缩机的空负荷试运转、空气负荷试运转、抽真空试验为重要试运转内容,压缩机的抽真空试验是指压缩机本体的抽真空试验。

13.5.6 螺杆式压缩机不允许反转,在检查电动机的转向时必须强调脱开联轴器,对电机单独进行转向确认。

13.6 膨胀机

13.6.1 由于膨胀机试运转一般是配合裸冷试验进行,因此试运转前冷箱系统应试压、吹扫完毕并经检查合格。

13.6.2 本条第1款规定的目的为防止泵内的空气、水分在运转时结冰造成事故,所以应用干燥的氮气把里面的空气置换出来(即

除湿处理);第3款、第4款为最高转速下的安全操作试验,防止发生人身或设备事故。

13.7 低温液体泵

13.7.1 本条所阐述的低温液体泵试运转包括空气分离系统液体泵、低温液体储备系统液体泵、稀有气体提取系统液体泵。为了防止泵内的空气、水分在运转时结冰造成事故,所以在试运转前应将泵内及管道内的水分除净,并用干燥的氮气把里面的空气置换出来(即除湿处理),然后进行泵体冷却,预冷时应防止急剧局部冷却。

13.7.3 低温液体泵停止运转后排净泵内积存的液体并进行加温解冻处理,为了防止锈蚀和冻裂。

13.8 氧气压缩机

13.8.1 本条是强制性条文,必须严格执行。氧气压缩机的试车先用氮气或无油空气作为试车气源,氮气或无油空气试车主要用于设备最终安装完成后,进入氧气运转之前,确认设备的性能良好,防止直接使用氧气试运转造成燃烧、爆炸事故。

13.8.5 本条强调氧气压缩机在开盖检查后仍应再次进行氮气或无油空气试运转。试运转稳定、一切正常后,打开氧气进口阀,氮气进口阀自动关闭,放空阀进入自调状态。当氧气的浓度经由取样分析合格后,排气压力上升到需要的送氧压力,打开氧气出口阀,放空阀自动关闭,完成氧气压缩机的启动过程。

13.10 贫氦氙泵

13.10.1 贫氦氙泵输送介质为贫氦氙,贫氦氙90%以上成分为氧,为了确保安全试车设备应完成脱脂;贫氦氙泵润滑油应使用设备厂家提供专用低温润滑油;泵应干燥,水遇低温液体会结冰,会破坏泵体;氦氙液体的温度非常低,必须对泵进行预冷,才能确保

泵各个部件能正常运转;贫氦氙泵泵体较小,很容易因为杂质堵塞阀门、活塞,与泵体连接的管道较长,里面的杂质很容易堆积在泵体里,阻塞泵的运转,开始运行一段时间后必须对泵体里面进行杂质清理。

13.12 膜式压缩机

13.12.1 为了保证压缩机在运输及储存过程中不被锈蚀,出厂前已做好油封,压缩机在安装前必须进行脱脂。辅助油泵能帮助膜片在行程终了时排净压缩介质,试车前必须调整辅助油泵使其供油可靠;残留的空气会使气缸产生余隙容积而降低压缩机的效率。

13.17 裸冷试验

13.17.2 本条第1款规定裸冷试验应按设计技术文件的规定进行,工艺流程不同,调试程序和方法也不同,防止盲目进行试验。试验过程中应控制各精馏塔和换热器不应有过大的温差,否则会导致热应力产生而损坏设备,冷却过程应缓慢进行。第2款规定冷状态下检查,可根据结霜的情况判断有无泄漏,并将泄漏点的位置作出标记。第4款规定在冷态下重新紧固螺栓,是为防止螺栓低温下松动。

13.17.3 通气检查后,当有补焊、密封面处理和局部改装时,必要时应再进行裸冷试验。

14 安全环保

14.2 安 全

14.2.8 本条是强调铝制容器应在通入空气置换后方可进行切割作业,是为了防止铝制容器封头、管口切割时可能发生的氢爆炸事故。铝制容器在受潮、遇到空气中的二氧化碳等情况下会产生氢气,在密闭容器的某个地方积聚起来,切割时可能引起氢爆炸。

14.2.10 本条是强制性条文,必须严格执行。条文强调在进入冷箱或密闭容器作业前,必须采取通风措施,确保在作业过程中氧气含量始终不得低于 19.5%,以免造成人员窒息甚至死亡。若氧气含量降低,身体和智力效率将大大降低。如果由于氮气和氩气等含量增加而引起缺氧,人将感觉不到身体和智力效率的降低。由于有毒气体引起的缺氧事故,其毒性引起的危害将远远大于单纯性缺氧。

S/N:1580177·727



9 158017 772708 >



统一书号:1580177·727

定 价:33.00 元