

国际标准分类号 ICS

中国标准文献分类号 CCS

中国石油和化工勘察设计协会标准

T/HGJ XXXX—XXXX

化工压缩机和膨胀机用干气密封 工程技术规范

Engineering specification of dry gas sealing systems of compressors and
expanders in chemical industry

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化工勘察设计协会发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 替代设计	5
5 基本设计	5
5.1 一般要求	5
5.2 主要零件技术要求	5
5.3 干气密封控制系统配置要求	6
6 辅助设备	6
6.1 增压单元	7
6.2 除液单元	7
6.3 加热单元	7
6.4 气体过滤器	8
6.5 控制和仪表	8
6.6 管路	8
6.7 专用工具	9
7 检验、试验和发货准备	9
7.1 一般规定	9
7.2 检验	9
7.3 试验	9
7.4 发货准备	11
8 保证	12
8.1 机械保证	12
8.2 性能保证	12

9 卖方的资料	12
9.1 一般规定	12
9.2 资料清单	12
1	1

Contents

前言

本规范是根据 XXX 文件要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规范。

本规范共分 XX 章和 XX 个附录。

本规范主要内容包括：干气密封系统的术语和定义、技术要求、仪表及控制系统要求、检验与试验要求及卖方的资料要求。

本规范由中国石油和化工勘察设计协会设备专业委员会管理，由中石化上海工程有限公司负责解释。

本规范在实施过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位，以便今后修订时参考。

管理单位：中国石油和化工勘察设计协会设备专业委员会

通讯地址：上海市北京西路1910号

邮政编码：200040

电 话：021—62086970

传 真：021—62087902

主编单位：中石化上海工程有限公司

通讯地址：上海市浦东新区张杨路769号

邮政编码：200120

参编单位：中国石化工程建设有限公司

中石化洛阳石化工程公司

中石化宁波工程有限公司

中石化南京工程有限公司

中密控股股份有限公司

主要起草人：XXXXXX

主要审查人：XXXXXX

本规范 20XX 年首次发布。

化工压缩机和膨胀机用干气密封工程技术规范

1. 范围

本规范规定了化工压缩机和膨胀机用干气密封系统在设计、选用、制造、检验和试验等方面的要求。
本规范适用于化工压缩机和膨胀机用干气密封工程技术规范的工程设计和采购。

2. 规范性引用文件

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

SH/T 标准体系的通用提纲

JB/T 11289 干气密封技术条件

JB/T 13407 透平机械干气密封控制系统

DEP-T-RE2002 干气密封系统技术规定

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1184-1996 形状和位置公差未注公差值

GB/T 1804-2000 一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 3452.1-2005 液压气动用 O 形橡胶密封圈 第 1 部分：尺寸系列及公差

GB/T 9239.1-2006 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

JB/T 11107 机械密封用圆柱螺旋弹簧

JB/T 7757.2 机械密封用 O 形橡胶圈

SH/T 3059-2012 石油化工管道设计器材选用规范（附条文说明）

SH/T 3406 石油化工钢制管法兰

SH/T 3501-2011 石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范（附条文说明）

SH/T 3521-2013 石油化工仪表工程施工技术规程（附条文说明）

GB 150.4-2011 压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收（附第 1 号勘误表）

GB 3836.1 爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求

GB 3836.2 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备

GB 3836.3 爆炸性环境 第 3 部分：由增安型“e”保护的的设备

GB 3836.4 爆炸性环境 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的的设备

GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管

GB/T 20801.5 压力管道规范 工业管道 第5部分:检验与试验
HG/T 20505 过程测量与控制仪表的功能标志与图形符号
HG/T 20592~20614 钢制管法兰、垫片、紧固件 (PN 系列)
HG/T 20615~20635 钢制管法兰、垫片、紧固件 (Class 系列)
NB/T 47013.2 承压设备无损检测, 第2部分:射线检测
NB/T 47013.5 承压设备无损检测, 第5部分:渗透检测
TSG D0001 压力管道安全技术监察规程-工业管道
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

3. 术语和定义

3.1 干气密封

气体润滑端面密封, 属于非接触式气体润滑机械密封, 简称干气密封。

3.2 串联式布置

压缩机干气密封一种结构形式, 由两级密封组成, 前级密封为主密封, 后级密封为安全密封, 前级密封承受压力高于后级密封 (参见附录 A 图 A.3)。

3.3 带中间迷宫的串联式布置

压缩机干气密封的一种结构形式, 由两级干气密封及其中间设置的迷宫密封组成 (参见附录 A 图 A.4)。

3.4 背靠背布置

一种双端面密封结构形式, 一组或两组弹性元件位于两对密封端面之间。

3.5 面对面布置

一种双端面密封结构形式, 两对密封端面位于两组弹性元件之间。

3.6 隔离密封

压缩机干气密封为避免轴承润滑油污染密封本体所采用的一种密封形式, 位于干气密封本体和轴承箱之间。常用结构为迷宫密封或碳环密封。

3.7 迷宫密封

一种由一系列节流齿隙和齿间空腔构成的非接触式密封, 主要用于密封气体介质。迷宫密封俗称梳齿密封 (见附录 A.5)。

3.8 碳环密封

用碳石墨作浮动环、依靠环形间隙内的流体阻力效应而达到阻漏目的的一种密封形式, 可用于密封

气体介质和液体介质（参见附录 A 图 A.6）。

3.9 平衡直径

密封介质压力在补偿环辅助密封圈处的有效作用直径。

3.10 密封气

在压缩机单端面干气密封中指引入密封端面处的气体。

在压缩机用双端面干气密封中指引入两对密封端面之间的气体。

3.11 前置气

压缩机双端面干气密封中引入介质侧密封端面与压缩机工艺气腔室之间的气体。

3.12 隔离气

压缩机干气密封中引入隔离密封之间的气体。

3.13 一级密封气

压缩机串联式或带中间迷宫密封的串联式干气密封中引入介质侧密封端面处的气体。

3.14 二级密封气

压缩机带中间迷宫的串联式干气密封中引入的大气侧密封端面处的气体。

3.15 泄漏气

压缩机单端面干气密封的密封端面 and 隔离密封之间的泄漏气体，由经干气密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

压缩机双端面干气密封中的大气侧密封和隔离密封之间的泄漏气体，由经大气侧干气密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

3.16 一级泄漏气

压缩机串联式干气密封中的介质侧密封和大气侧密封之间的泄漏气体，由经介质侧密封端面漏出的气体组成。

压缩机带中间迷宫密封的串联式干气密封中的介质侧密封和大气侧密封之间的泄漏气体，由经介质侧密封端面漏出的气体和经中间迷宫漏出的气体组成。

3.17 二级泄漏气

压缩机串联式干气密封或带中间迷宫密封的串联式干气密封中的大气侧密封和隔离密封之间的泄漏气体，由经大气侧密封端面漏出的气体和经隔离密封内侧漏出的气体组成。

3.18 集装式结构

将密封的旋转组件和静止组件全部组合成一个整体的密封（包括摩擦副零件、弹性元件、压盖和轴套），装配时已经预先调整好密封压缩量。

3.19 最大静态密封压力

压缩机在停止运行时，密封腔可能出现的最大压力。

3.20 最大动态密封压力

压缩机在运行状态下，密封腔可能出现的最大压力。

3.21 最大连续转速

压缩机所能连续运转的最高转速。

3.22 最大工作压力

压缩机在规定的流体和最高工作温度下工作时，制造商设计的最高持续压力。

3.23 除液单元

除去密封气中的雾状液体的一种设备单元，通常采用聚合式内件，并配有差压监测及液位监测装置。

3.24 增压单元

在机组开机、滞止等工况机组进出口没有足够差压的情况下，保证密封气供给的一种设备单元，核心元件为气体驱动增压泵、电动往复压缩机或电动离心压缩机。

3.25 加热单元

为确保进入干气密封的密封气温度高于露点以上 20℃而设置的一种气体加热单元，核心设备是电加热器或蒸汽加热器。

3.26 流量控制

密封气控制的一种方式。通常通过限流孔板或针阀与流量计实现，流量大小是根据相应的迷宫内径、迷宫与轴间隙、通过间隙的流速、气体压力、温度等参数计算确定的。

3.27 差压控制

密封气控制的一种方式，压差通常为密封气与参考气之间的差压，一般是通过气动薄膜调节阀实现的。

3.28 差压与流量组合控制

密封气控制的一种方式，为流量控制与差压控制的组合形式。

3.29 参考气

压缩机平衡腔内的气体

4. 替代设计

卖方可以根据经验，提供对有关各方（买方/卖方）都有利的替代设计。卖方提供的替代设计的信息应包括详细技术说明、使用业绩和应用的标准规范。买方应评估此替代设计方案，决定是否采用。

5. 基本设计

5.1 一般要求

5.1.1 干气密封的设计应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.1.2 干气密封用材料性能和各项技术指标应符合技术文件及有关标准的规定。

5.1.3 干气密封应设计成集装式结构。

5.1.4 干气密封控制系统的设计应符合本标准的规定，并按经过规定程序批准的图样和技术文件制造，除非用户特殊规定，全部图样应符合 HG/T 20505 的规定。

5.1.5 干气密封控制系统所用材料性能、各项技术要求应符合相应技术标准和设计要求，以及流通介质的需要，并适用于相应的使用场合。

5.2 主要零件技术要求

5.2.1 O 形橡胶圈尺寸系列及公差按 GB3452.1-2005 的规定，胶料的物理化学性能要求按 JB/T7757.2 的规定，O 形橡胶圈的表面应光滑平整、无气孔、夹渣及裂纹等缺陷。特殊工况条件下密封圈可采用特殊的结构和材料。

5.2.2 弹簧的技术要求应符合 JB/T11107 的规定，同一套密封中各弹簧之间的自由高度差不大于 0.5mm，其工作高度下的弹力差值不大于设计值的 $\pm 10\%$ 。

5.2.3 碳石墨密封环需做气压试验，试验压力 0.3MPa，持续 10min，不应有破裂和渗漏现象。

5.2.4 密封环压槽的槽底表面粗糙度 Ra 值应不大于 $0.8\ \mu\text{m}$ 。

5.2.5 硬质材料密封环密封端面平面度不大于 $0.6\ \mu\text{m}$ ，粗糙度 Ra 值应不大于 $0.1\ \mu\text{m}$ ；软质材料密封环密封端面平面度不大于 $2\ \mu\text{m}$ ，粗糙度 Ra 值应不大于 $0.2\ \mu\text{m}$ 。

5.2.6 与静止环辅助密封圈接触部位的零件表面粗糙度 Ra 值应不大于 $0.8\ \mu\text{m}$ ，其余与辅助密封圈接触部位的零件表面粗糙度 Ra 值应不大于 $1.6\ \mu\text{m}$ ；轴套内孔与轴配合的表面粗糙度 Ra 值应不大于 $0.8\ \mu\text{m}$ 。

5.2.7 轴套与轴配合公差为 F7/h6；轴套与压紧套配合公差为 F7/h6；密封座体（或压盖、弹簧座）与安装干气密封的压缩机腔体的配合公差为 H7/e8；其它零件未注尺寸公差按 GB/T1804-2000 的 f 级规定。

5.2.8 旋转环端面与旋转环支撑面的平行度公差应符合 GB/T 1184-1996 的 4 级精度要求，静止环端面与静止环支撑面的平行度公差应符合 GB/T 1184-1996 的 5 级精度要求，旋转环外圆与内孔的同轴度公差应符合 GB/T 1184-1996 的 5 级精度要求；其它零件未注形位公差按照 GB/T 1184-1996 的 H 级规定。

5.2.9 旋转环须做超速试验，超速试验转速为压缩机最大连续转速的 1.15 倍，转速达到规定值后持续运行 1 分钟，超速试验后旋转环不得有任何损坏现象。

5.2.10 干气密封的旋转零部件组装后必须进行动平衡试验，动平衡精度等级应达到 GB/T 9239.1-2006 的 G2.5 级，试验后做动平衡标记。

5.3 干气密封控制系统配置要求

5.3.1. 干气密封系统控制结构通常为整体开架式的盘站，采用单独底座，配膨胀螺栓、垫片，支架宜采用不锈钢。

5.3.2. 干气密封系统控制盘内使用的管子、管件、法兰、阀门、流量计、工艺过滤器等工艺管路用元器件材料应为 S30408 或 S31608 不锈钢。用于海上平台时，宜选用 S31603 不锈钢。所有与现场及压缩机连接的管路应提供配对法兰，并带螺栓、螺母、垫片。除非另有规定，对外接口法兰应符合 HG/T 20592、HG/T 20615 的规定。压力等级不大于 Class 600 或 PN100 的法兰密封面型式代号为 RF，且法兰密封面配不锈钢缠绕垫；压力等级大于 Class600 或 PN100 的法兰密封面型式代号为 RJ，且法兰密封面配金属环垫。

5.3.3. 干气密封系统控制盘内的管线焊接应采用氩弧焊或氩弧焊打底，管线及焊缝应进行酸洗、钝化处理并吹扫干净。

5.3.4. 带中间迷宫串联式干气密封控制系统参见图 B.1 和图 B.2。正常运行时，宜采用机组出口端工艺气作为一级密封气气源，根据机组工况特点，可选用差压控制、流量控制或差压与流量组合控制方案。对选用流量控制或差压与流量组合控制方案的，一级密封进气应设远传流量计。按需求配置除液单元、增压单元或加热单元。采用现场低压氮气并通过自力式减压阀稳压后作为二级密封气、隔离气气源。

5.3.5. 双端面干气密封控制系统参见图 B.3 和图 B.4。宜采用现场低压氮气作为干气密封的前置气、主密封气及隔离气，选用自力式减压阀控制主密封气压力或选用自力式差压阀控制主密封气与前置气（或平衡管）差压；前置气气源宜采用现场氮气，根据机组工作介质特点，也可采用机组出口端工艺气作为前置缓冲气；隔离气气源宜采用现场低压氮气。

5.3.6. 单端面干气密封控制系统参见图 B.5。正常运行时，宜采用机组出口端工艺气作为密封气气源，根据机组工况特点，可选用差压控制、流量控制或差压与流量组合控制方案。对选用流量控制或差压与流量组合控制方案的，密封进气应设远传流量计。按需求配置除液单元、增压单元或加热单元。隔离气气源宜采用现场低压氮气。

5.3.7. 串联式干气密封控制系统：正常运行时，宜采用机组出口端工艺气作为一级密封气气源，根据机组工况特点，可选用差压控制、流量控制或差压与流量组合控制方案。对选用流量控制或差压与流量组合控制方案的，一级密封进气应设远传流量计。按需求配置除液单元、增压单元或加热单元。隔离气气源应采用现场低压氮气。

5.3.8. 干气密封泄漏气管线的公称尺寸应不小于 DN25 或 NPS1。

5.3.9. 干气密封控制系统应采用气体过滤器（一开一备）对密封气过滤。过滤精度应不低于 $3\ \mu\text{m}$ ，过滤效率应不低于 99.5%。工艺气过滤器应为不锈钢外壳，氮气过滤器可为铝合金外壳。气体过滤器的滤芯应能承受至少 500kPa 的压差而不会损坏。除非特殊要求，工艺气过滤器不宜采用自动排液。

5.3.10. 密封气在工作温度和压力下有可能出现凝液时，应对密封气管线伴热保温，伴热可采用电伴热或蒸汽伴热，当管线伴热不能使进入干气密封的密封气温度高于露点 20°C 以上时，应采用加热单元。

5.3.11. 干气密封控制系统应避免采用承插焊阀门及承插焊管件。

6. 辅助设备

6.1 除液单元参见图 B.6 和图 B.7

6.1.1. 处理量按照机组迷宫处最大间隙量考虑，并且最大流量不低于正常流量 2 倍。

6.1.2. 设有滤芯型式内件的除液罐应设置差压监测。

6.1.3. 除液罐应设置液位监测。

6.1.4. 除液单元的材料应为 S30408 或 S31608 不锈钢，采用锻件或管材。

6.1.5. 除液单元不宜采用自动排液。

6.2 增压单元参见图 B.8 和图 B.9

6.2.1. 处理量按照机组迷宫处最大间隙确定，应保证在开停车、滞止工况下通过机组迷宫的流速不低于 3m/s 。

6.2.2. 增压泵要求中间带隔离腔，增压单元需具有放火炬设施。

6.2.3. 增压泵在正常维护使用的条件下寿命应不低于 1000 万次循环（往返一次为一个循环），平均无故障运行次数应不低于 150 万次。

6.2.4. 接触工艺气部分的材料应为 S31608 或 S31603 不锈钢。

6.2.5. 增压单元启停由一级密封气流量或差压控制。

6.3 加热单元参见图 B.10 和图 B.11

6.3.1. 加热器宜采用电加热形式。

6.3.2. 接触工艺气部分的材料应为 S30408 或 S31608 不锈钢。

6.3.3. 功率计算依据：正常工况，提升温度到密封腔工作压力下露点温度 20°C 以上；滞止工况，按照环境温度提升到滞止压力下的露点温度 20°C 以上。功率按上述两者的较大值选取。

6.3.4. 电加热单元配备单独控制箱，采用 SSR 控制功率，具有远程设定、一键 PID 调节、加热管过温保护等功能。

6.4 气体过滤器

- 6.4.1. 过滤精度应不低于 $3\ \mu\text{m}$ ，过滤效率应不低于 99.5%。
- 6.4.2. 干气密封控制系统应采用气体过滤器（一开一备）对密封气过滤。
- 6.4.3. 工艺气过滤器应为不锈钢外壳，氮气过滤器可为铝合金外壳。
- 6.4.4. 对于差压控制系统或压差与流量组合控制系统，在流量为机组最大迷宫密封设计间隙和设计差压下计算的气体流量的 2 倍时，过滤器的初始压降应不大于 21kPa；对于流量控制系统，在流量为正常流量的 3 倍时，过滤器的初始压降应不大于 10kPa。
- 6.4.5. 气体过滤器的滤芯应能承受至少 500kPa 的压差而不会损坏。
- 6.4.6. 除非特殊要求，工艺气过滤器不宜采用自动排液。

6.5 控制和仪表

- 6.5.1. 干气密封控制系统连续信号仪表选用本安型（ExiaIICT4），带 HART 协议，接点信号仪表选用隔爆型（ExdIICT4），接线盒选用隔爆型（ExdIICT4）或增安型（ExeIICT4），防护等级 IP65。
- 6.5.2. 所有仪表电源规格均为 24VDC。
- 6.5.3. 变送器、定位器应采用智能型，4-20mADC 叠加 Hart 通讯信号。所有的变送器应带指示表头，指示表头应显示工程量或百分数，工艺接口采用 NPT。
- 6.5.4. 就地压力指示仪表，刻度盘直径选用 100mm。
- 6.5.5. 选用压力表应保证介质的正常工作压力在压力表量程的 1/3 至 2/3 之间，精度等级不低于 1.5。
- 6.5.6. 接线箱所有进/出线口采用螺纹接口，接线箱位于控制系统底板边缘，通常采用侧进下出。
- 6.5.7. 干气密封系统控制盘上仪表，以盘站上接线箱为界，盘站上的仪表选型、设计、供货和安装由供货商负责。

6.6 管路要求

- 6.6.1. 干气密封控制系统的工艺管路应采用符合 GB/T14976 规定的不锈钢管。
- 6.6.2. 除非另有规定，法兰、垫片和紧固件应符合 HG/T20592~20635 的规定。
- 6.6.3. 控制系统工艺管路壁厚应符合 SH/T3059-2012 中 7.1.4 的规定。
- 6.6.4. 控制系统管路上需要拆卸的设备宜采用法兰连接。
- 6.6.5. 工作压力大于 10MPa 的管路，过滤器排液系统，仪表取压阀，可拆卸设备的上下游切断阀应设置双阀。
- 6.6.6. 仪表安装应符合 SH/T3521-2013 中第 4 篇，第 6 篇，第 7 篇要求。

6.7 专用工具

- 6.7.1 干气密封本体安装拆卸应提供专用装拆工具，专用工具应包括在报价中并作为设备初次供应的一部分。
- 6.7.2 对于多台机专用工具的数量由买方和卖方商定。
- 6.7.3 专用工具的操作说明通常由卖方提供。

7. 检验、试验和发货准备

7.1. 一般规定

- 7.1.1 干气密封出厂前参照 JB/T11289 标准及供货商企业内控标准进行台架试验。
- 7.1.2 干气密封旋转组件须做动平衡校验，平衡精度不低于 G2.5 (ISO1940)。
- 7.1.3 试验用气体可采用压缩空气或氮气，温度为常温，压力及转速按设计值。
- 7.1.4 试验用仪器仪表应采用经三级或三级以上计量部门校验并出具合格证且在有效期内的仪器仪表。
- 7.1.5 试验所用仪器仪表应符合表 1 的规定。

表1 试验用仪器仪表

测量内容	仪表	准确度
压力	指针压力表或其他测量仪器	±1%
温度	玻璃温度计或其它温度测量仪器	±1℃
转速	机械转速表、光电测速仪或其它转速测量仪器	±1%
泄漏	玻璃转子流量计、金属浮子流量计或其它测量仪器	±1.5%

- 7.1.6 每套干气密封控制系统出厂前均应按本标准规定的试验方法进行检验，检验合格后方可出厂。
- 7.1.7 所有焊口、螺纹接口、阀门、管件及其他元器件应无损坏和泄漏。除液单元和电加热器罐体应符合 GB/T150.4 和 TSG21 的规定。
- 7.1.8 经射线检测的焊缝应达到 II 级；经渗透检测的焊缝应达到 I 级。

7.2. 检验

- 7.2.1 干气密封须经企业质检部门逐套检验合格并签发合格证后方可出厂，检验项目参照 5.2 和 7.3 的要求。
- 7.2.2 若泄漏量在规定值以内、且密封解体后目测密封面无明显摩擦痕迹，其它零件无异常状况则视为合格。

7.2.3 目视检查控制系统管道、仪表、阀门，无外观质量问题；各阀门操作应灵活可靠；检查仪表、阀门等的合格证、铭牌齐全。

7.2.4 无损检测

在压力及气密性试验前，按如下要求进行无损检测：

- a) 对于输送有毒、可燃介质管道，设计压力大于 4MPa 且不大于 10MPa 时，焊缝应按 NB/T 47013.5 进行 100%渗透检测；设计压力大于 10MPa 时，焊缝应按照 NB/T 47013.2 进行 100%射线检测；
- b) 对于输送一般气体管道，设计压力大于 10MPa 时，按 GB 150.4 上对焊缝进行分类，A、B 类焊缝应按 NB/T 47013.2 进行 100%射线检验，射线透照质量不低于 AB 级；C、D 类焊缝按照 NB/T 47013.5 进行 100%渗透检测；
- c) 除液单元和电加热器罐体的无损检测应符合 GB 150.4 和 TSG R0004 的规定。

7.3. 试验

7.3.1 压缩机用干气密封及控制系统应包括以下试验：

项目	见证试验	非见证试验
动环超速试验		√
旋转组件动平衡试验		√
密封静态试验	√	
密封运转试验	√	
密封超速试验	√	
密封启停试验	√	
试验之后的解体检查和记录	√	
密封系统控制盘气密试验		√
工艺管路焊口检测		√

7.3.2 干气密封试验程序按照 JB/T 11289《干气密封技术条件》中 6.2 条规定执行。（注：此试验规程适用于串联式干气密封。对其它结构的干气密封，可参照此规程的试验方法做出相应的调整。）

7.3.3 干气密封控制系统设计压力不大于 10MPa 的管路，采用气压试验，试验压力为设计压力的 1.15 倍，试验方法按 SH/T 3501-2011 中的 8.1.13~8.1.15 执行。

7.3.4 干气密封控制系统设计压力大于 10MPa 的管路，采用液压试验，试验介质采用纯净水，水中氯离子含量不大于 25mg/L，且水温不低于 15℃，试验压力为设计压力的 1.5 倍，在做液压试验前要摘除全部过滤器的滤芯，试验方法按 SH/T 3501-2011 中 8.1.12 执行。液压试验合格后，应使用洁净的压缩空气将管线吹扫干净，再安装滤芯；当不具备液压力测试条件时，征得用户同意后，可按 7.3.3 进行气压试验。

7.3.5 气密性试验

- a) 经气压试验合格的产品，可不再进行气密性试验。
- b) 液压试验合格的产品，须进行气密性试验，试验压力为设计压力，试验方法按 SH/T 3501-2011 中 8.3 的规定执行。

7.3.6 清洁度检查

控制系统压力及气密性试验合格后，要进行空气吹扫，吹扫气体压力不低于 0.7MpaG。吹扫时管道内的空气流速不低于 20m/s，吹扫时间不低于 5min。在吹扫过程中，在排出口用白布或涂白油漆的靶板检查，无铁锈或其它杂质。

7.4. 发货准备

- 7.4.1. 干气密封产品集装后应在产品适当部位刻商标、产品型号、工程编号及旋向等标志。
- 7.4.2. 产品的包装要保证干气密封能够承受流通过程（包括装卸、运输、储存）中可能遇到的各种危害条件。
- 7.4.3. 产品出厂时，包装箱内应附有产品合格证，合格证上应注明产品型号、名称、数量和检验人员的签章及日期、产品执行标准号以及生产许可证号。
- 7.4.4. 包装箱内应有必须的随机附件及装箱清单、发货清单等文件。
- 7.4.5. 包装标志的收发货标志应包括产品名称、规格、型号、箱号、生产商、发货单位和收货单位。
- 7.4.6. 包装标志的储运指示标志应符合 GB/T 191 的规定。
- 7.4.7. 有关技术文件、装箱清单和使用说明书等文件应装在防潮的袋内，并与产品一起装在包装木箱内。

7.5. 运输与存储

- 7.5.1. 根据合同规定运输可采用任何方式。
- 7.5.2. 干气密封验收后应在室温不低于-15℃和不高于 40℃的通风、避光、干燥的室内存放。
- 7.5.3. 密封以完整的集装方式封存在原始包装箱中，集装板将在运输期间起到安全保护作用。
- 7.5.4. 自出厂之日起，产品贮存时间为 3 年。超过 3 年的产品，使用前应发回原生产厂家对密封进行检测，更换辅助易损件并重新试验。
- 7.5.5. 干气密封控制系统验收后应在室温不低于-15℃和不高于 40℃的通风、避雨处存放。

8. 保证

8.1. 机械保证

8.1.1 干气密封保证在机组正常运行和工艺条件稳定的情况下及在正常操作规程操作情况下,能至少五年(或一个大修周期)连续运行不需进行拆卸维护。

8.1.2 质保期内因产品质量问题,供货商负责免费维修或更换。质保期为到货后 18 个月或密封首次投用后 12 个月,两者期限先到者为准,随主机供货的质保期与主机一致。

8.1.3 干气密封维修两次后不宜再进行维修。

8.1.4 干气密封控制系统的设计使用寿命应不少于 20 年。

8.2. 性能保证

8.2.1 性能指标应满足 JB/T 11289 《干气密封技术条件》的规定。

9 卖方的资料

9.1 一般规定

卖方应提供必要的图纸和资料,使买方能够安装、操作和维护所采购的设备。

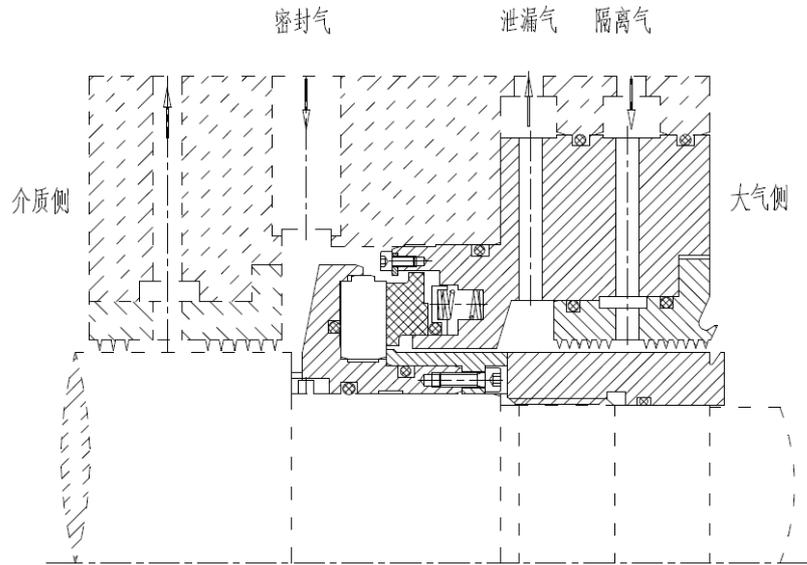
9.2 资料清单

卖方应按要求分期分批提供以下所列的图纸和资料:

序号	项目
1	干气密封装配图
2	干气密封控制系统 P&I 图
3	干气密封控制系统仪表接线图
4	干气密封控制系统报警、联锁逻辑图
5	干气密封仪表清单(含仪表阀门清单,逻辑报警表,法兰接口清单)
6	干气密封控制系统仪表管路布置图
7	干气密封及控制系统操作、维护使用说明书
8	公用工程消耗
9	相关计算书(例如露点计算书及图表等)
10	合格证及相关证明

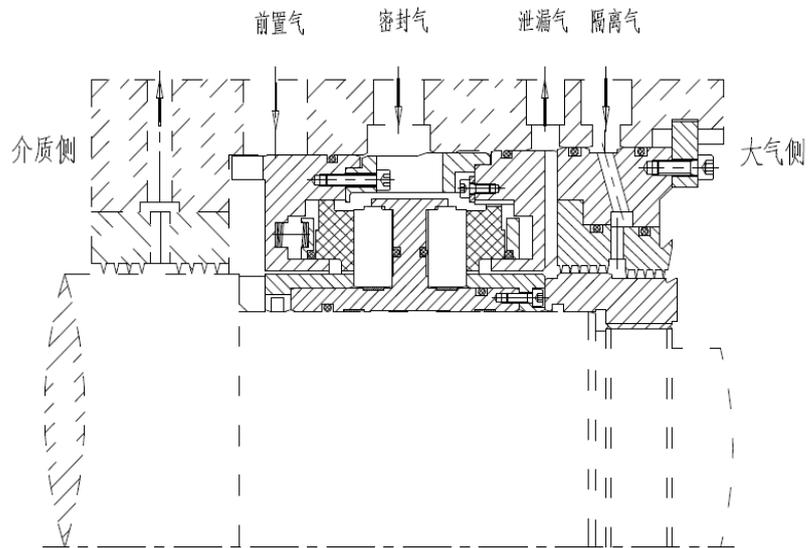
附录 A
(资料性附录)
干气密封典型结构型式

A.1 单端面干气密封



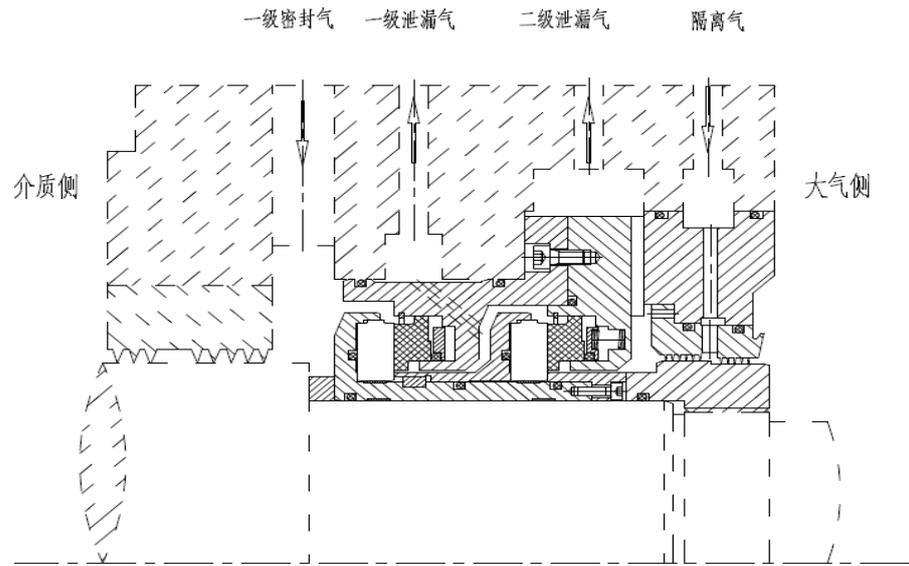
图A.1 DGS/C-A 单端面干气密封

A.2 双端面干气密封



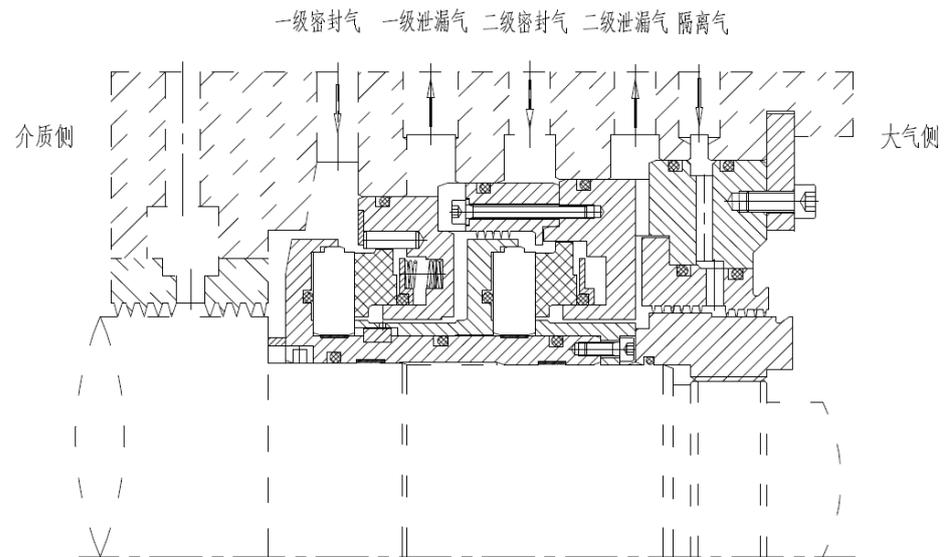
图A.2 DGS/C-B 双端面干气密封

A.3 串联式干气密封



图A.3 DGS/C-C 串联式干气密封

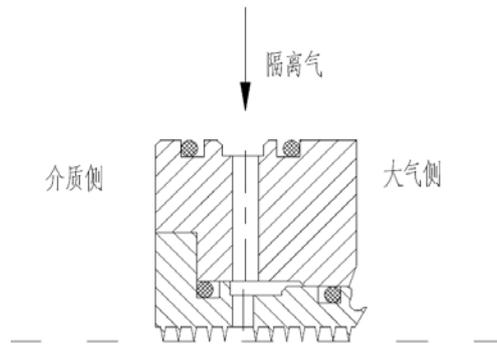
A.4 带中间迷宫密封的串联式干气密封



图A.4 DGS/C-D 带中间迷宫密封的串联式干气密封

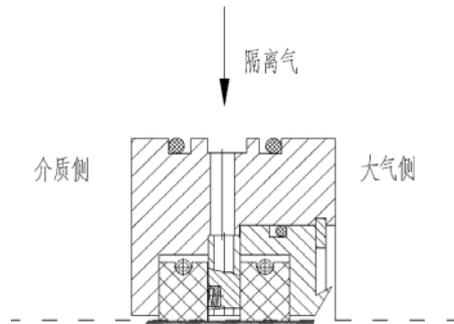
A.5 隔离密封

A.5.1 梳齿密封



图A.5 迷宫密封

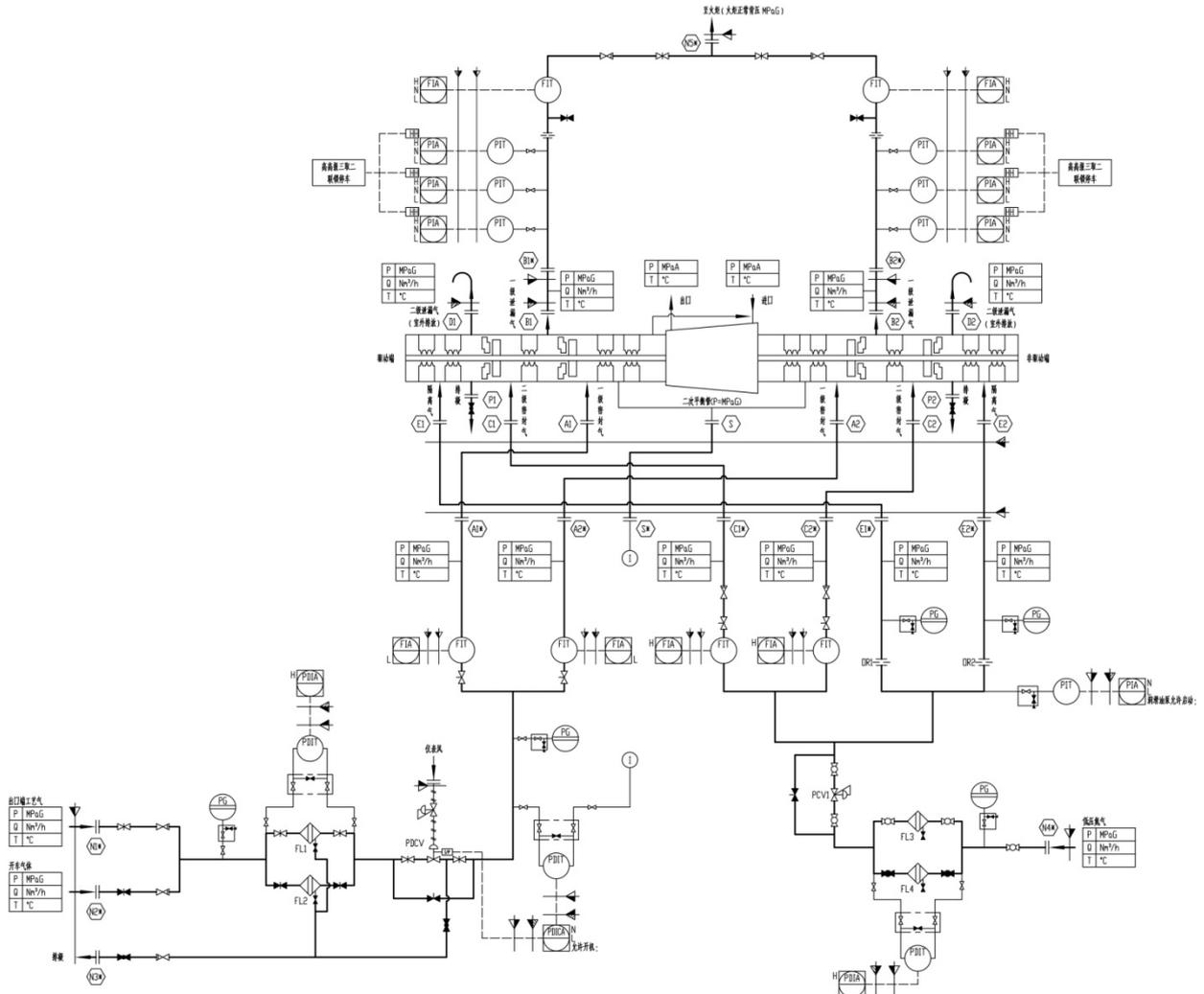
A.5.2 碳环密封



图A.6 碳环密封

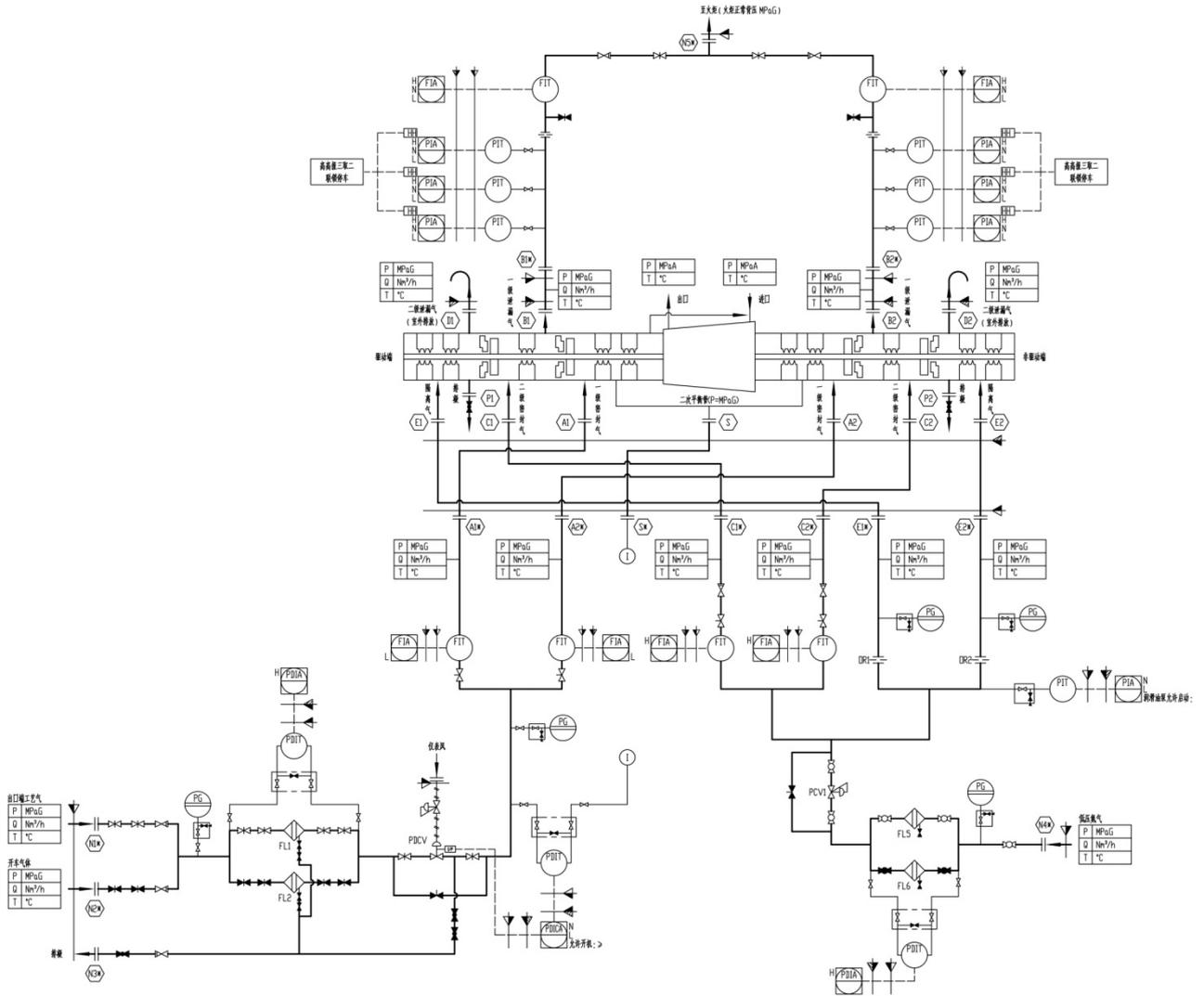
附录 B
(资料性附录)
干气密封控制系统典型布置方式

B.1. 带中间迷宫串联式干气密封控制系统图-常规



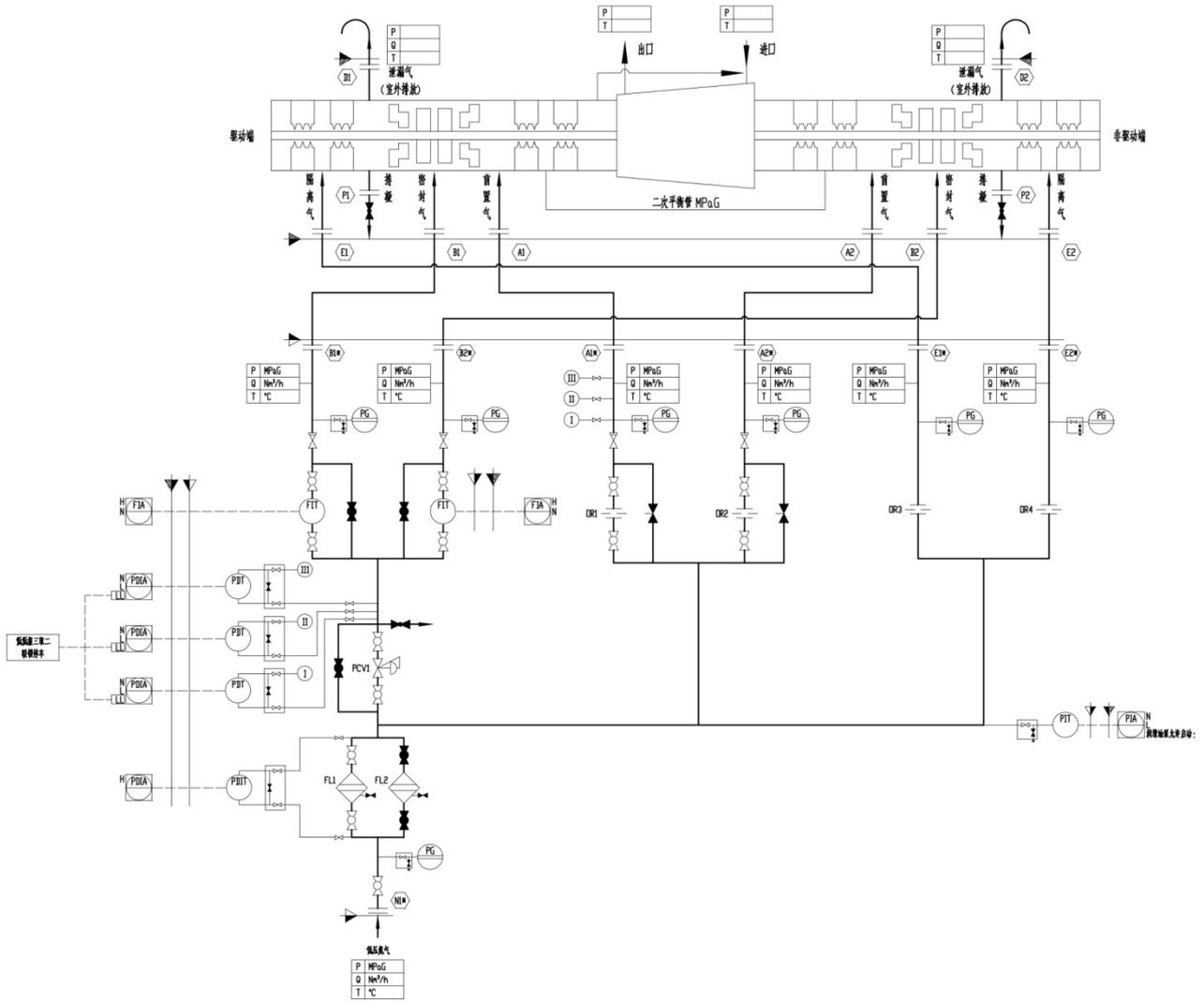
图B.1. 带中间迷宫串联式干气密封控制系统图-常规

B.2. 带中间迷宫串联式干气密封控制系统图-高压



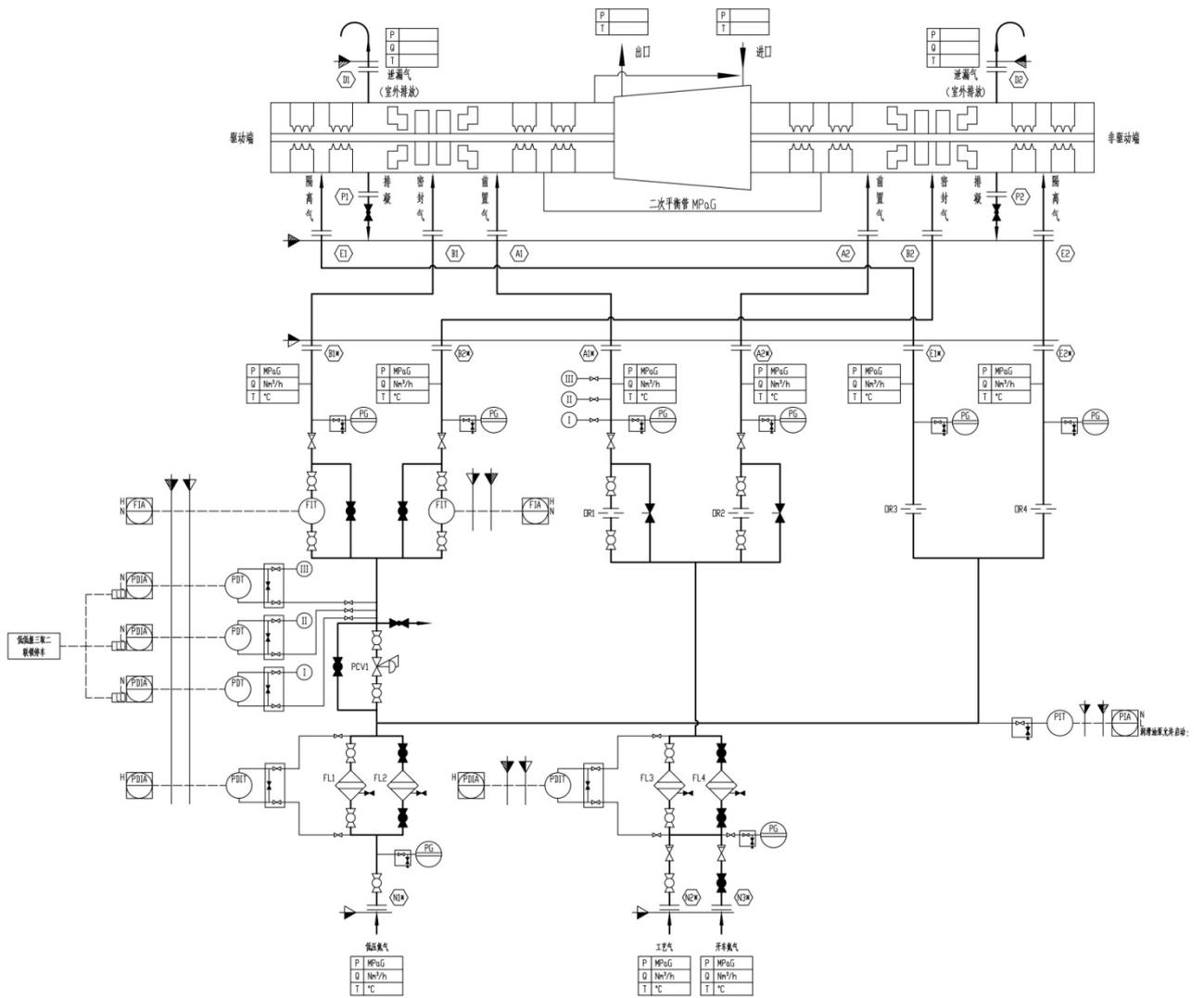
图B.2. 带中间迷宫串联式干气密封控制系统图-高压 ($\geq 10\text{MPa}$)

B.3. 双端面干气密封控制系统图-低压氮气做前置气



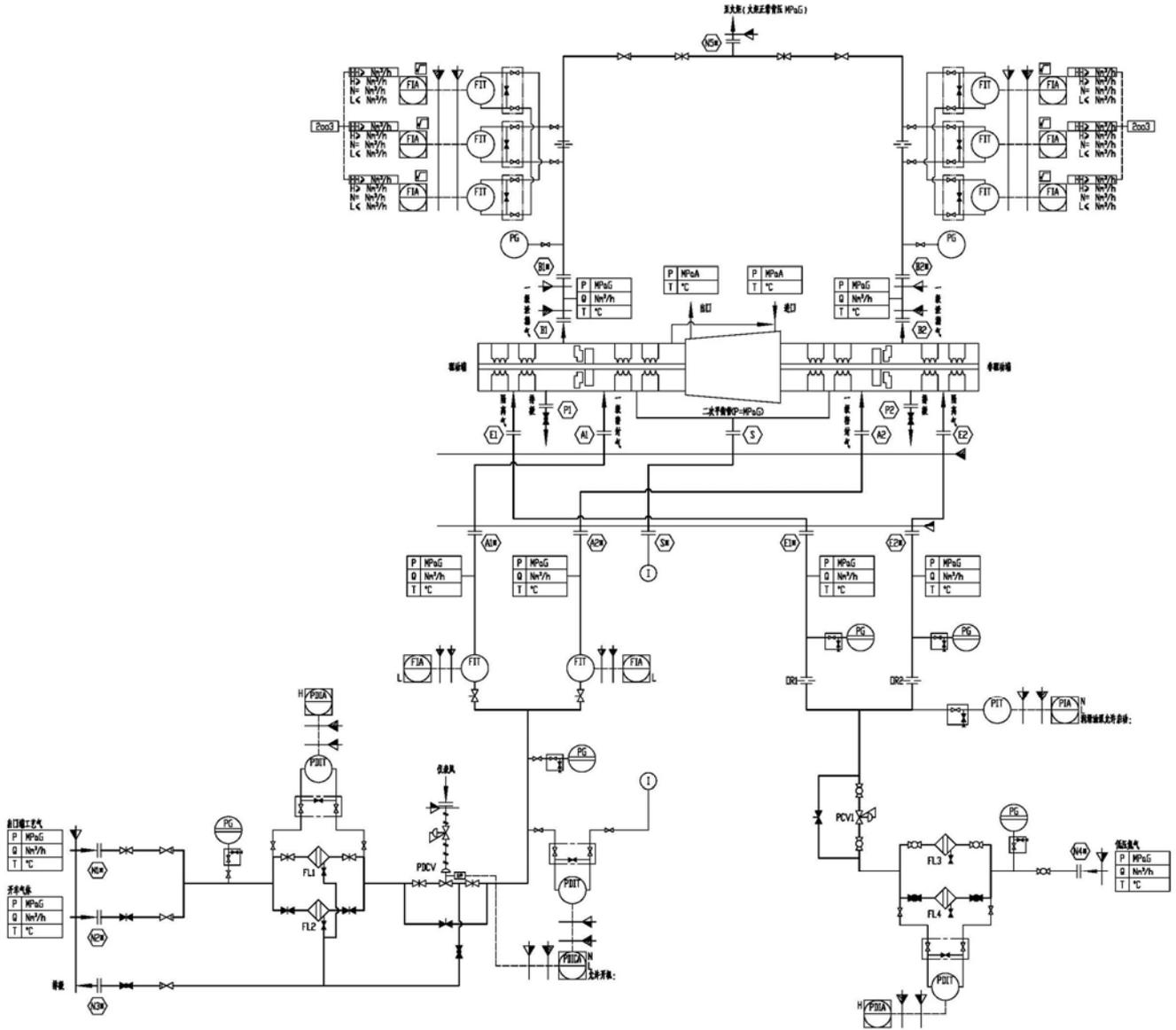
图B.3. 双端面干气密封控制系统图-低压氮气做前置气

B. 4. 双端面干气密封控制系统图-工艺气做前置气



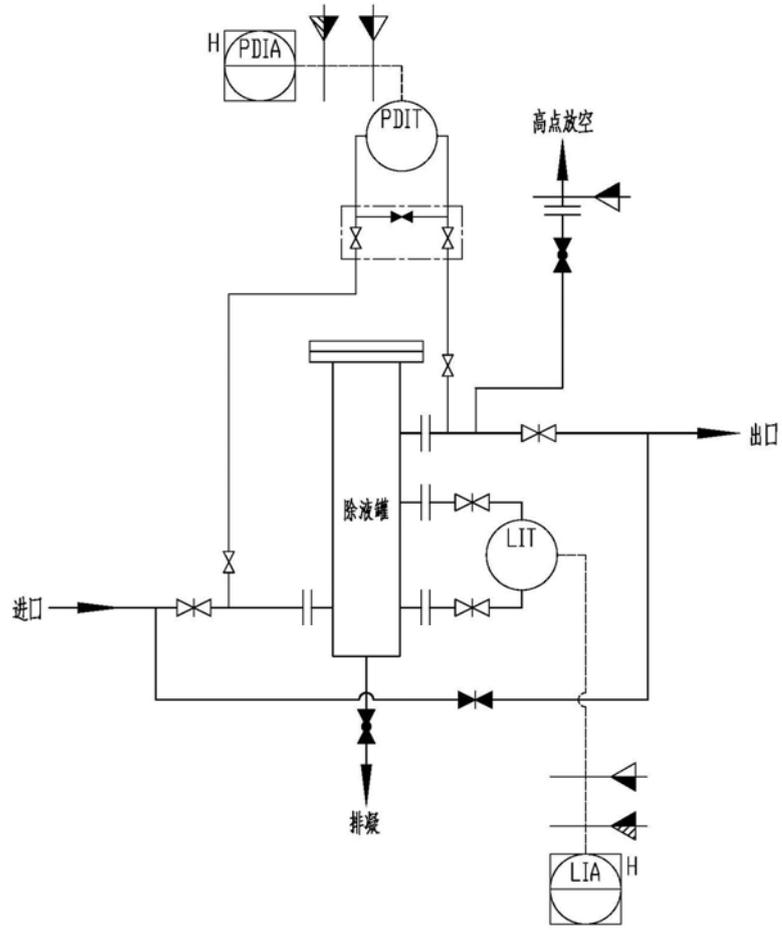
图B. 4. 双端面干气密封控制系统图-工艺气做前置气

B.5. 单端面干气密封控制系统图



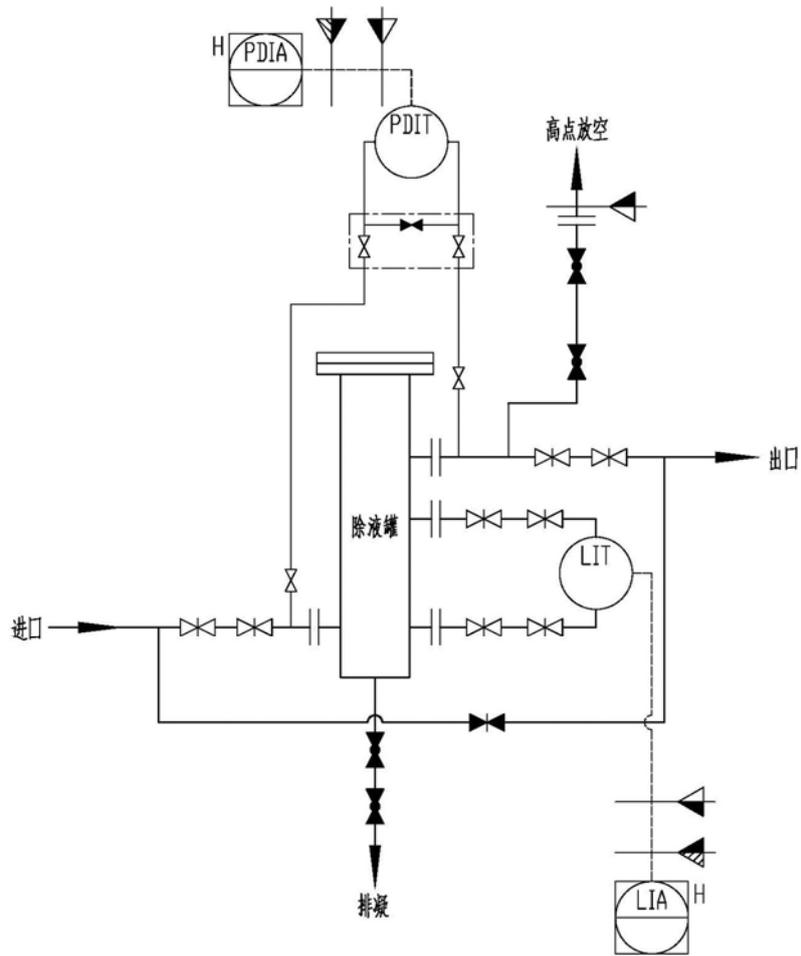
图B.5. 单端面干气密封控制系统图

B. 6. 除液单元图-常规



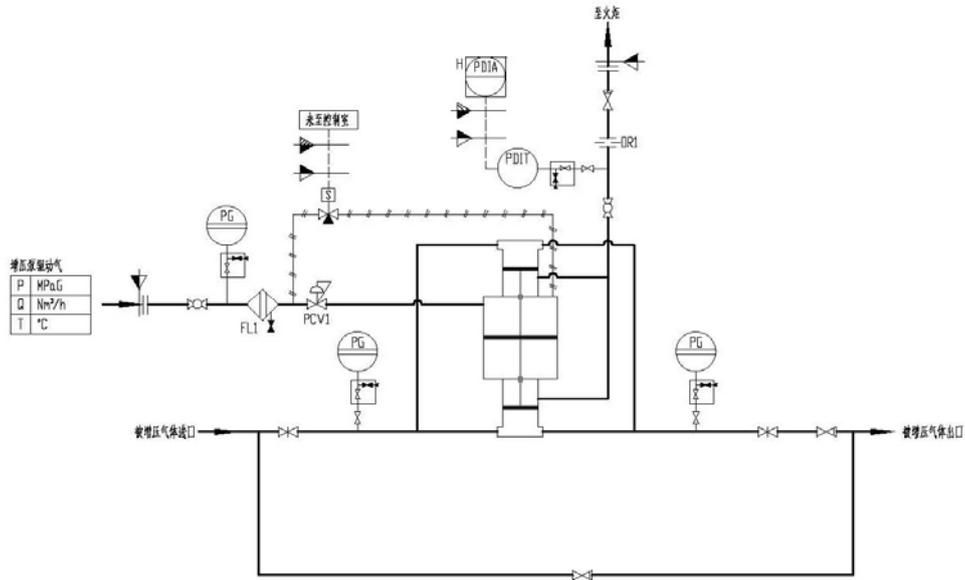
图B. 6. 除液单元图-常规

B. 7. 除液单元图-高压



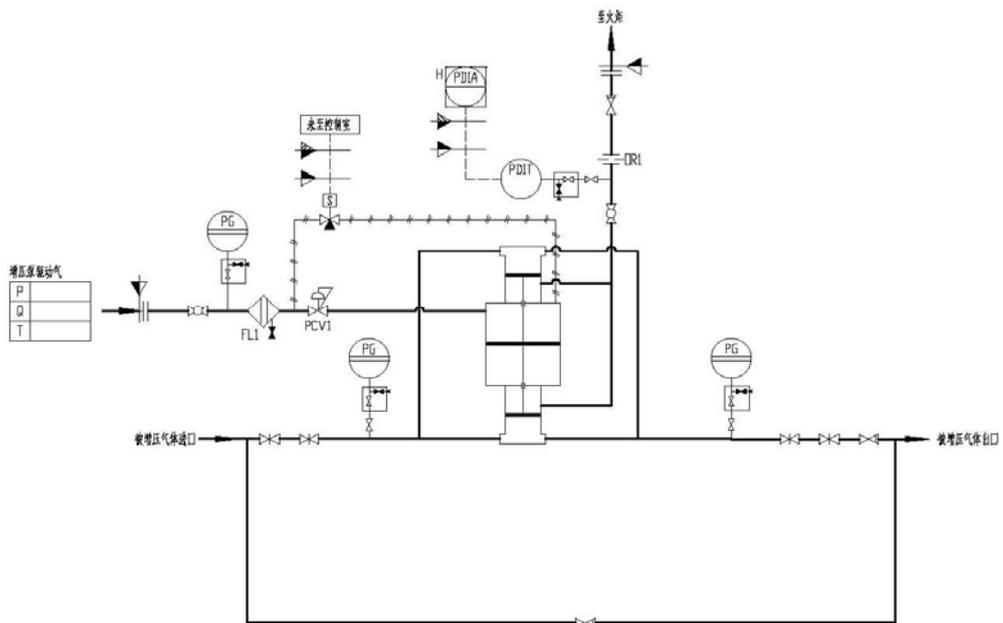
图B. 7. 除液单元图-高压 ($\geq 10\text{MPa}$)

B. 8. 增压系统图-常规



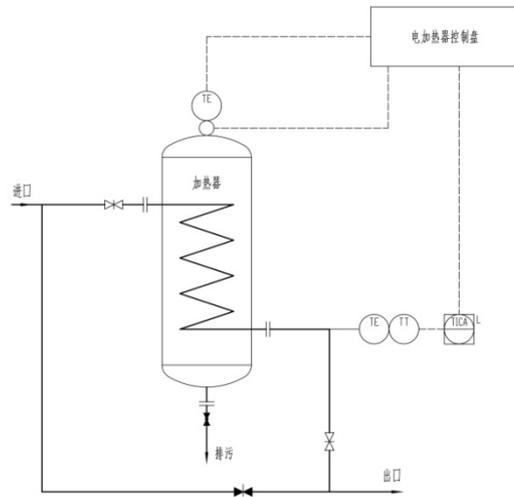
图B. 8. 增压系统 P&I 图-常规

B. 9. 增压系统图-高压



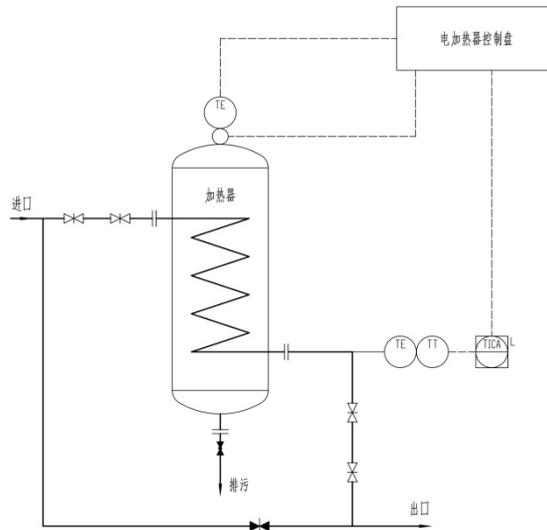
图B. 9. 增压系统-高压

B. 10. 加热单元图-常规



图B. 10. 加热单元图-常规

B. 11. 加热单元图-高压



图B. 11. 加热单元 P&I 图-高压

附录 C
(资料性附录)
主要材料对照

C.1 表 C 给出了主要材料对照。

表 C 主要材料对照

材料等级	类型	ASTM 牌号		德国	中国 GB、JB 牌号	
		标准号	牌号		标准号	牌号
碳钢	铸件	A 216	Gr. WCB	1. 0619	GB/T 16253	ZG240-450AG
	锻件	A 266	Class 2	1. 0426	NB/T 47008	16Mn
	棒料	A 696	Gr. B	1. 0481	GB/T699	25、30
		A 576	Gr. 1045	1. 0503	GB/T 699	45
12%铬钢	铸件	A 217	Gr. CA15	1. 4107	GB/T2100	ZG15Cr12
		A 487	Gr. CA6NM	1. 4317	GB/T 2100	ZG06Cr12Ni4
	锻件	A 182	Gr. F6a Class1	1. 4006	GB/T 1220	12Cr13
		A 182	Gr. F6NM	1. 4313	按 ASTM 牌号	
	棒料	A 479	Type 410	1. 4006	GB/T 1220	12Cr13
304 不锈钢	铸件	A 351	Gr. CF8	1. 4301	GB/T 2100	ZG07Cr19Ni9
	锻件	A 182	Gr. F304	1. 4301	NB/T 47010	06Cr19Ni10
	棒料	A 276	304	1. 4301	GB/T 1220	06Cr19Ni10
304L 不锈钢	铸件	A 351	Gr. CF3	1. 4309	GB/T2100	ZG03Cr18Ni10
		A 743	Gr. CF3	1. 4309	GB/T2100	ZG03Cr18Ni10
	锻件	A 182	Gr. F304L	1. 4306	NB/T 47010	022Cr19Ni10
	棒料	A 479	304L	1. 4306	GB/T 1220	022Cr19Ni10
	板	A 240	Gr. F304L	1. 4306	GB/T 4237	022Cr19Ni10
316 不锈钢	铸件	A 743	Gr. CF8M	1. 4401	GB/T 2100	ZG07Cr19Ni11Mo2
	锻件	A 182	Gr. F316	1. 4401	NB/T 47010	06Cr17Ni12Mo2
	棒料	A 276	316	1. 4401	GB/T 1220	06Cr17Ni12Mo2

表 C (续) 主要材料对照

材料等级	类型	ASTM 牌号		德国	中国 GB、JB 牌号	
		标准号	牌号		标准号	牌号
316L 不锈钢	铸件	A 351	Gr. CF3M	1.4409	GB/T2100	ZG03Cr19Ni11Mo2
		A 743	Gr. CF3M	1.4408	GB/T2100	ZG03Cr19Ni11Mo2
	锻件	A 182	Gr. F316L	1.4404 1.4571	NB/T 47010	022Cr17Ni14Mo2
	棒料	A 479	316L	1.4404 1.4571	GB/T 1220	022Cr17Ni12Mo2
	板	A 240	Gr. F316L	1.4404 1.4571	GB/T 4237	022Cr17Ni12Mo2
AISI 4140 钢	棒料	A 434	Class BB/BC	1.7225	GB 3077	42CrMo
双相钢	铸件	A 890	Gr. 3	1.4468	GB/T 2100	ZG03Cr26Ni5Mo3N
		A 351	Gr. CD4MCu	1.4517	GB/T 2100	ZG03Cr26Ni5Cu3Mo3N
	锻件	A 182	Gr. F51	1.4462	NB/T 47010	022Cr22Ni5Mo3N
	棒料	A 276	S31803	1.4462	GB/T 1220	022Cr22Ni5Mo3N
	板	A 240	S31803	1.4462	GB/T 4237	022Cr22Ni5Mo3N
哈氏 B	铸件	A 494	Gr. N-12MV 或 Gr. N-12M	2.4810	按 ASTM 牌号	
		A 743	Gr. N-12M		按 ASTM 牌号	
	板	B 333	Gr. N 10665	—	YB/T 5353	YB/T 5353
哈氏 C (哈氏 276)	铸件	A 494	Gr. N-12MW 或 Gr. CW-7M	2.4686	按 ASTM 牌号	
		A 743	Gr. CW-7M	2.4610	按 ASTM 牌号	
	板	B 564	Gr. N10276	—	YB/T 5353	NS334

附录 D
(资料性附录)
管法兰标准和压力等级对照

D.1 表 D 给出了钢制管法兰标准和压力等级对照。

表 D 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
	美国	Class	150	300	600	900	1500	2500	ASMEB16.5 (DN15~600) ASMEB16.47 (DN650~1500) A\B 系列
欧洲体系	中国	PN6, 10, 16, 25, 40, 63, 100, 160, 250							GB/T9112, HG/T20592
	欧洲								EN1092-1
注: ASMEB16.47 (DN650~1500) A, B 系列, 对应的中国标准为 HG/T20623 (DN650~1500) A, B 系列。									

附录 E
(资料性附录)
配管材料对照

E.1 表 E 给出了配管材料对照。

表 E 配管材料对照

组成件	中国 GB 牌号	美国 ASTM 牌号	日本 JIS 牌号
法兰用紧固件	GB/T3077 35CrMo GB/T699 45	ASTMA193Gr. B7 ASTMA194Gr. 2H	G4107SNB7 G4051S45C
管件、阀和法兰 用碳钢锻件	NB/T47008—2010 16Mn	ASTMA105 或 A181	G4051S25C
管件、管接头用 可锻铸铁（镀锌）	GB/T9440 KTH300-06	ASTMA338 和 A197 Class150 可锻铸铁（镀锌） ^a	—
管件、管接头用 不锈钢锻件	NB/T47010—2010 022Cr17Ni12Mo2	ASTMA182 F316L	G3214 SUSF316L
垫片	06Cr17Ni12Mo2/石 墨缠绕垫	316 不锈钢缠绕垫	SUS316 缠绕垫
碳钢管 (Pipe)	GB/T8163 20 或 GB/T9711. 1L245	ASTMA106, Gr. B 或 ASTMA524 或 API5L, Gr. A or B	G3456 STPT370 或 STPT410
镀锌碳钢管 (Pipe)	GB/T3091Q235A (ERW), 镀锌	ASTMA53Gr.B (E) (镀锌) ^a	—
不 锈 钢 管 (Pipe)	GB/T14976 022Cr17Ni12Mo2	ASTMA312TP316L	G3459 SUS316LTP
不锈钢管 (Tube)	GB13296 0Cr17Ni12Mo2	ASTMA269 TP316	G3463 SUS316TB
^a 镀锌执行 ASMEA153 标准。			

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（**must**）。

（二）表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（**shall**）；

反面词采用“不应”或“不得”（**shallnot**）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（**should**）；

反面词采用“不宜”（**shouldnot**）。

（四）表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（**may**）；

反面词采用“不必”（**neednot**）。