

ICS XX. XXX

CCS X XX

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 00XX—20XX

液化烃球罐注水设施安全技术规范

Code for safety technology water injection facilities of liquefied

hydrocarbon spherical tanks

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会

发布

征求意见稿

目 次

前言.....II

1 范围.....2

2 规范性引用文件.....2

3 术语和定义.....2

4 总体要求.....3

5 设计要求.....3

6 运行管理.....5

7 检维修管理.....6

8 应急管理.....6

征求意见稿

征求意见稿

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

征求意见稿

液化烃球罐注水设施安全技术规范

1 范围

本文件规定了全压力式液化烃球罐注水设施的总体要求、设计要求、运行管理、检维修管理、应急管理。

本文件适用于全压力式液化烃球罐注水设施。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3215 石油、石化和天然气工业用离心泵
GB/T 20801.2 压力管道规范 工业管道 第2部分:材料
GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
GB/T 34875 离心泵和转子泵用轴封系统
GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50160 石油化工企业设计防火标准
SH/T 3007 石油化工储运系统罐区设计规范
SH 3012 石油化工金属管道布置设计规范
SH/T 3059 石油化工管道设计器材选用规范
SH 3136 液化烃球罐安全技术规范
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
TSGD7005 压力管道定期检验规则—工业管道
API 598 阀门的检查和试验
API 607 防火阀门耐火试验标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液化烃 liquefied hydrocarbon

在 15℃时，蒸汽压力大于 0.1MPa 的烃类液体及其他类似的液体。

3.2

全压力式液化烃球罐 fully pressurized storage hydrocarbon tank

在常温 and 较高压力下盛装液化烃的球罐，其储存压力随环境温度相应变化。

3.3

注水设施 water injection facilities

全压力式液化烃球罐底部发生泄漏后，通过该设施向球罐注水使液化烃液面升高，将泄漏点置于水

面下，可减少或防止液化烃泄漏。

4 总体要求

4.1 液化烃球罐注水设施的设计应安全、快速、可操作性强。

4.2 液化烃球罐注水设施工程设计除应执行本文件外，尚应符合 GB 50160、GB 50058、SH/T 3007、SH 3012、SH/T 3059、SH 3136 的要求及其他有关现行国家和行业标准的规定。

4.3 具有以下情况之一时，不应选择注水，应采用其他措施阻止泄漏：

- a) 物料能与水发生化学反应导致严重后果的；
- b) 物料易溶于水且导致通过注水达不到预期防止泄漏效果的，如环氧乙烷、液氨等；
- c) 物料储存温度低于 0℃ 的储罐。

5 设计要求

5.1 注水水源

注水水源可采用稳高压消防水系统作为事故状态下的注水水源。

5.2 注水水量的确定

5.2.1 在进行稳高压消防水系统管网的设计时需考虑球形储罐泄漏状态下 50t/h~100t/h 的用水需求。

5.2.2 通过注水管道向储罐内注入的水量应大于或等于从泄漏处流出的水量，并满足一处法兰泄漏所需注水量，实际泄漏量按缠绕式垫片的破损裂缝不超过圆周的 1/7（对应于圆心角约 51°）进行计算。

5.2.3 泄漏点按法兰密封破损考虑，泄漏量可按公式（1）计算，C4、丙烯泄漏量计算表详见附录 A。

$$Q = 5091 \mu A \sqrt{\{(P - P_0 + \rho gh) / \rho\}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q — 泄漏量，m³/h；
- P — 气相饱和蒸汽压，Pa（a）；
- P₀ — 大气压，Pa；
- ρ — 密度，kg/m³；
- μ — 流量系数，0.62；
- g — 重力加速度，9.8m/s²；
- h — 从罐的最高液位到泄漏点的高差，m；
- A — 破损处泄漏面积，m²。

5.3 注水方案

5.3.1 液化烃球罐可以采用消防水直接注水或设置专用注水泵的间接注水的方案，如下：

a) 直接注水方案

对于储存介质操作压力 ≤ 0.4MPa（G）的液化烃球罐，当环罐组四周的高压消防水系统压力 ≥ 0.7MPa 时，可直接采用消防水完成注水。

b) 专用注水泵方案

对于储存介质操作压力 > 0.4MPa（G）的液化烃球罐，应设置专用注水泵对消防水进行增压后完成注水。

5.3.2 注水方案应根据事故状况下高压消防管网压力和液化烃罐的压力进行综合判断后确定。注水设施工艺流程详见附录 B。

5.4 注水设施与消防系统的接点处工艺流程

- 5.4.1 注水设施与消防系统应采用快速接头的半固定式连接。
- 5.4.2 快装接头及连接软管应采用 LPG 装卸车专用系列产品。
- 5.4.3 与水源连接的注水点应在储罐防火堤以外，水源的甩头应设在注水点附近，距离不大于 5m。水源为移动供水时，水源接点靠近路边布置。
- 5.4.4 泵入口阀组由切断阀、检查阀、止回阀、检查阀、切断阀构成；泵入口阀组止回阀前后应设置就地压力表。详见附录 B

5.5 注水设施与液化烃工艺系统接入点处工艺流程

5.5.1 注水设施与液化烃工艺系统接入点处工艺流程可以采用单罐单隔离方案或罐组整体隔离方案，如下：

- a) 单罐单隔离方案注水设施由两部分构成，包括注水阀组和单罐单隔离阀组。
- b) 罐组整体隔离方案注水设施只设置注水阀组。

5.5.2 具体方案应根据罐组内的各储罐之间的物料性质确定。

5.5.3 注水阀组设置要求如下：

- a) 注水阀组应由远程控制阀、检查阀、止回阀、切断阀（LO）构成，详见附录 B。
- b) 注水阀组远程控制阀应具有控制室遥控关闭和现场手动关闭功能。

5.5.4 单罐单隔离阀组由切断阀、检查阀、8 字盲板（盲断）、切断阀构成，详见附录 B。

5.6 注水泵

- 5.6.1 注水泵的排量应大于或等于从泄漏处流出的水量。
- 5.6.2 注水泵应具备足够的压力将消防水送入球罐，此压力应大于沿程摩阻、局部摩阻、破损处的压力（为液化烃在操作温度下的饱和蒸气压+该处的位能差引起的压力）之和。
- 5.6.3 注水泵应选用离心泵，按照 GB/T 3215 进行设计、制造和检验；轴封应按 GB/T 34875 设计制造和检验。
- 5.6.4 注水泵出口应设双止回阀，并在泵出口设置远程控制阀。
- 5.6.5 注水泵应具备远程开阀启动功能。

5.7 平面布置

- 5.7.1 注水设施应露天布置，平面布置应满足 GB 50160、SH 3012、SH/T 3007 中的有关规定要求。
- 5.7.2 注水泵应布置在防火堤外，宜与液化烃罐组配套机泵集中布置；液化烃球罐与专用注水泵的防火间距不应小于 15m；液化烃球罐与共用注水泵的防火间距不应小于 35m。
- 5.7.3 液化烃球罐注水设施应纳入液化烃球罐区的整体封闭管理。
- 5.7.4 注水阀组应靠近储罐安装；单罐单隔离阀组应安装在防火堤外，靠近消防道路布置。

5.8 管道材料及连接方式

- 5.8.1 液化烃球罐注水的管道材料选用应满足 GB/T 20801.2 的相关限制要求。
- 5.8.2 液化烃球罐注水管线上的阀门不应采用对夹连接方式。
- 5.8.3 液化烃球罐注水管线上的 DN50 及以下的分支连接件应选用支管台或三通连接形式。
- 5.8.4 注水设施管路等级与需注水的工艺物料的管路等级应保持一致。
- 5.8.5 寒冷地区的注水管道应采取保温、伴热等必要的防冻措施。

5.8.6 正常状况下注水管线应无物料及水进入，并用氮气维持较高的压力。

5.9 结构耐火保护

处于爆炸危险区域内支撑液化烃球罐注水管线的管架，其地面以上 9m 内的支撑管道的梁、柱、承重斜撑，应进行耐火保护。

5.10 供电

5.10.1 液化烃球罐注水设施应为一级负荷供电。

5.10.2 注水泵、注水阀等液化烃球罐注水设施的电源电缆应采用防火堤外桥架或埋地敷设，防火堤内埋地敷设，出地面至用电设备的部分电缆，应采用防火槽盒或保护钢管接至用电设备，保护钢管需采取防火保护措施。

5.11 自动控制

5.11.1 控制室远程控制系统应根据安全完整性等级评估结果要求采用基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）。

5.11.2 远程控制阀阀体宜选用球阀，耐火等级应满足 API607 要求。

5.11.3 远程控制阀泄漏等级应满足 API598 要求。

5.11.4 远程控制阀执行机构应采用耐火保护，火灾时应能够远程遥控关闭或自动关闭控制阀。

5.11.5 远程控制阀执行机构上应配置手动开阀或关阀按钮、开关、手轮；手动执行机构应有防止误操作的措施。

5.11.6 远程控制阀故障模式宜为故障保位型（FL）。

5.11.7 远程控制阀防爆、防护和其它性能、功能要求应符合 SH/T 3005 的相关要求。

6 运行管理

6.1 一般要求

6.1.1 液化烃球罐注水设施应纳入液化烃罐区所建立的安全风险分级管控与隐患排查治理机制中。

6.1.2 液化烃球罐注水设施应纳入液化烃罐区的操作规程及应急预案中，操作规程及应急预案应定期进行评审、修订，工艺、设备发生变更应及时补充完善。

6.1.3 液化烃球罐注水设施应纳入液化烃罐区的巡检管理制度中，包括巡检内容、巡检路线和巡检频率，储罐区停工期间应进行正常巡回检查，直至交付检修。

6.1.4 操作人员在执行注水作业时，应按照相关操作规程执行。

6.1.5 液化烃球罐注水设施应有明显的标志和告知牌。

6.2 运行维护

6.2.1 液化烃球罐注水设施入口快装接头应定期进行密封性测试。

6.2.2 液化烃球罐注水设施上的压力表、温度计等出现数值偏差应及时进行原因分析并处理。

6.2.3 注水泵的一、二级密封均应处于完好状态。

6.2.4 日常工作应对注水泵的接地线的完好性进行检查。

6.2.5 管线穿过防火堤处的缝隙应封堵严实，破损的应采用耐火胶泥等材料修补。

6.2.6 定期检查应急注水管线中无液化烃倒窜。

6.2.7 严寒地区入冬前应对注水管线进行防冻胀检查。

6.2.8 注水泵、液化烃球罐注水设施上的阀门执行机构、铜套、轴承及盘根应定期维护，确保无泄漏；

6.2.9 定期进行常规分析，保证润滑油品质合格。

6.2.10 SIS、GDS 等控制系统组态文件应定期备份，组态变化时应及时备份。

6.2.11 每年应进行至少 2 次防雷检测工作，应委托具有雷电防护装置检测甲级资质的单位进行检测并出具检测记录。

6.2.12 应定期对防火保护涂层进行检查，以保证防火保护材料始终保持粘结强度，不得有脱落、鼓泡、松动等情况。

6.3 检验检测

6.3.1 注水管道应按照 TSG D7005 的要求进行定期检测。

6.3.2 注水远程控制阀应每季度测试 1 次。

6.4 其他操作要求

6.4.1 液化烃罐区内注水设施操作不应使用非防爆工具。

6.4.2 不应使用明火或其他不安全方式进行管线解冻。

7 检维修管理

7.1 液化烃球罐注水设施的动土、动火、吊装、临时用电、高处及抽堵盲板等特殊作业应严格执行 GB 30871，并做好作业计划管控、开展针对性作业安全分析（JSA）、落实安全技术措施、规范工器具使用、监管作业全过程和验收作业完工质量等工作。

7.2 液化烃球罐注水设施安装、改造和检维修的单位应具备相应资质，涉及特种设备的改造与重大维修应当向使用地特种设备监管部门报备。

7.3 液化烃球罐注水设施检维修应编制施工方案，方案中应包括作业风险评估、编制作业方案、合理配备作业和监护人员，并经过相关方联合会签。

7.4 液化烃球罐注水设施检维修应符合以下规定：

- a) 施工前应进行作业风险评估并编制作业方案，应选用符合资质要求的检维修或施工单位。
- b) 施工前应组织针对施工内容、作业环境及技术要求内容进行交底。参与施工人员应清楚施工过程安全风险及内容。
- c) 涉及特种设备的检维修应满足 TSG 21 的规定。
- d) 液化烃球罐注水设施回装应采用定力矩紧固。
- e) 应落实防错拆（动）误拆（动）措施，管线设备打开部位、盲板抽堵部位及拟拆除的废旧管线设置警示标识。
- f) 作业环境及技术要求内容进行交底与反交底。

7.5 检维修完成后检维修（施工）单位应向属地单位进行完工确认。

8 应急管理

8.1 企业应在风险评估、应急资源调查和案例分析基础上，按照 GB/T 29639 的要求编制罐底泄漏典型事故场景及罐底注水操作规程，并进行培训和演练。

- 8.2 应按照 GB 30077 的要求配备应急物资及装备，建立使用档案，定期检测和维护。
- 8.3 抢维修队伍应配备堵漏应急专用设施及堵漏卡具。
- 8.4 企业应制定应急演练计划，每半年至少组织 1 次罐底注水实战演练。
- 8.5 现场操作人员应熟悉液化烃球罐注水设施的工作原理和操作规程，应掌握现场布置。
- 8.6 险情期液化烃球罐注水设施中的远程控制阀，应采取远程操作模式。

征求意见稿

附录 A
(资料性)

C4 泄漏量计算表、丙烯泄漏量计算表

C4 泄漏量计算、丙烯泄漏量计算见表 A.1、A.2。

表 A.1 C4 泄漏量计算表

储罐容积 m^3	球形储罐直径 m	最高液位到泄 漏点的高差 m	泄漏管 DN150 泄漏量 m^3/h	泄漏管 DN200 泄漏量 m^3/h	泄漏管 DN250 泄漏量 m^3/h
1000	12.3	11.29	25.5	34.06	42.57
2000	15.7	14.02	25.9	34.65	43.31
3000	18	15.87	26.25	35	44.00
注 1: 以 C4 为例, 物料密度为 $580\text{kg}/\text{m}^3$; 罐底和管线的高差确定为 1.4m, 罐的操作压力 0.35MPa(g)。					

表 A.2 丙烯泄漏量计算表

储罐容积 m^3	球形储罐直径 m	最高液位到泄 漏点的高差 m	泄漏管 DN150 泄漏量 m^3/h	泄漏管 DN200 泄漏量 m^3/h	泄漏管 DN250 泄漏量 m^3/h
1000	12.3	11.29	53.79	71.71	89.6
2000	15.7	14.02	54	72	90
3000	18	15.87	54.21	72.3	90.36
注 1: 以 C ₃ 丙烯物料为例, 物料密度为 $512\text{ kg}/\text{m}^3$; 罐底和管线的高差确定为 1.4m, 罐的操作压力 1.57MPa(g)。					

附录 B
(资料性)
注水设施工艺流程

注水设施工艺流程见图 B.1、B.2、B.3、B.4。

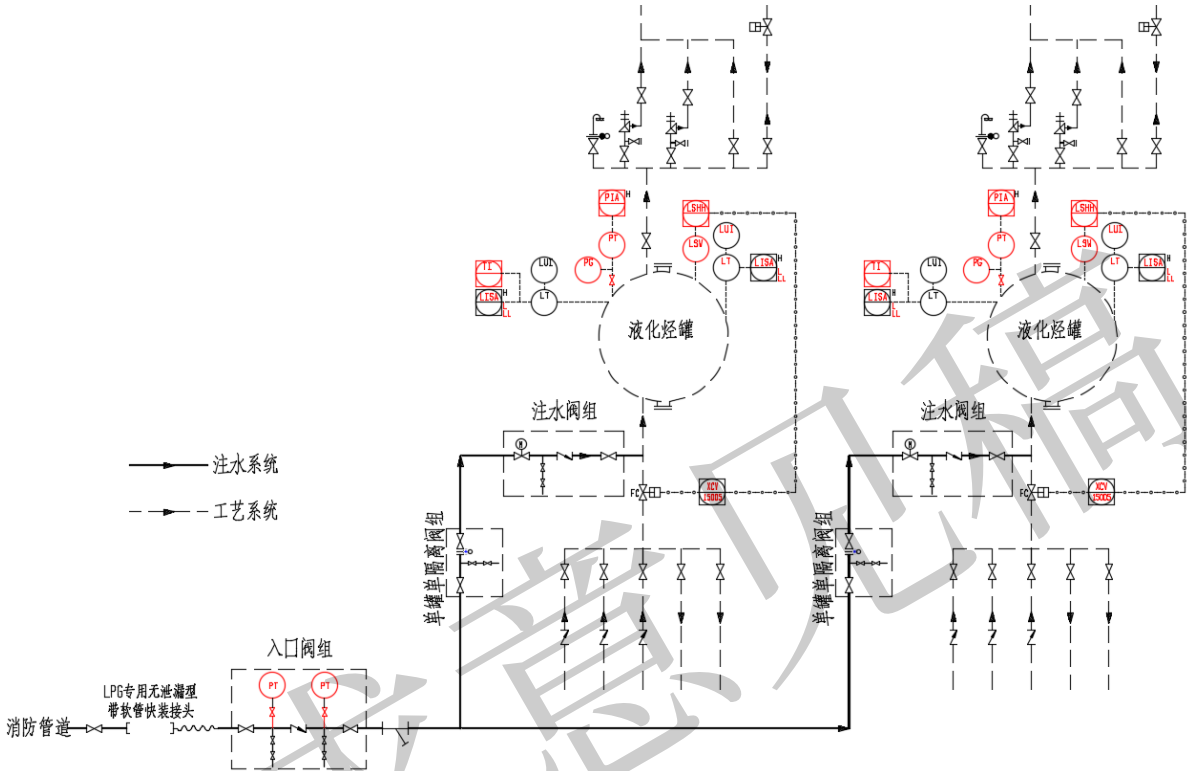


图 B.1 直接注水方案——单罐单隔离方案示意流程

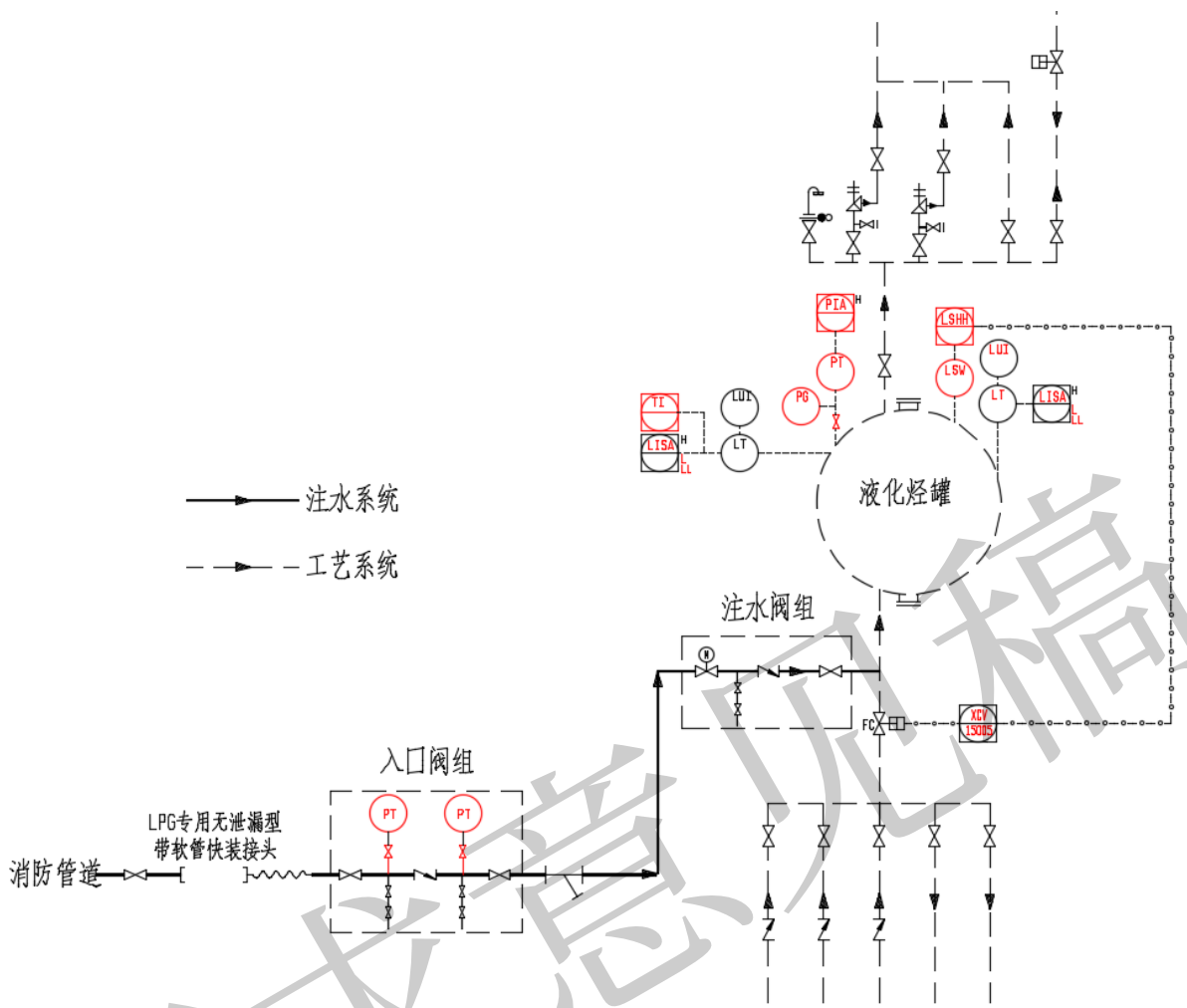


图 B.2 直接注水方案——罐组整体隔离方案示意流程

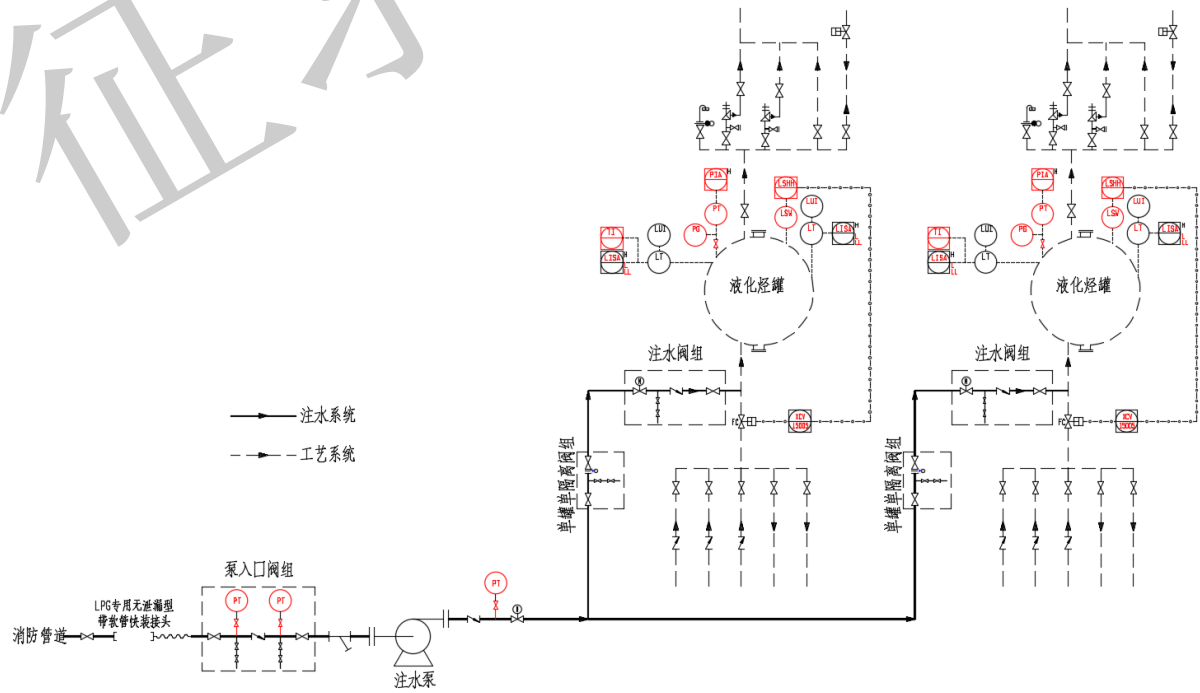


图 B.3 专用注水泵方案——单罐单隔离方案示意流程

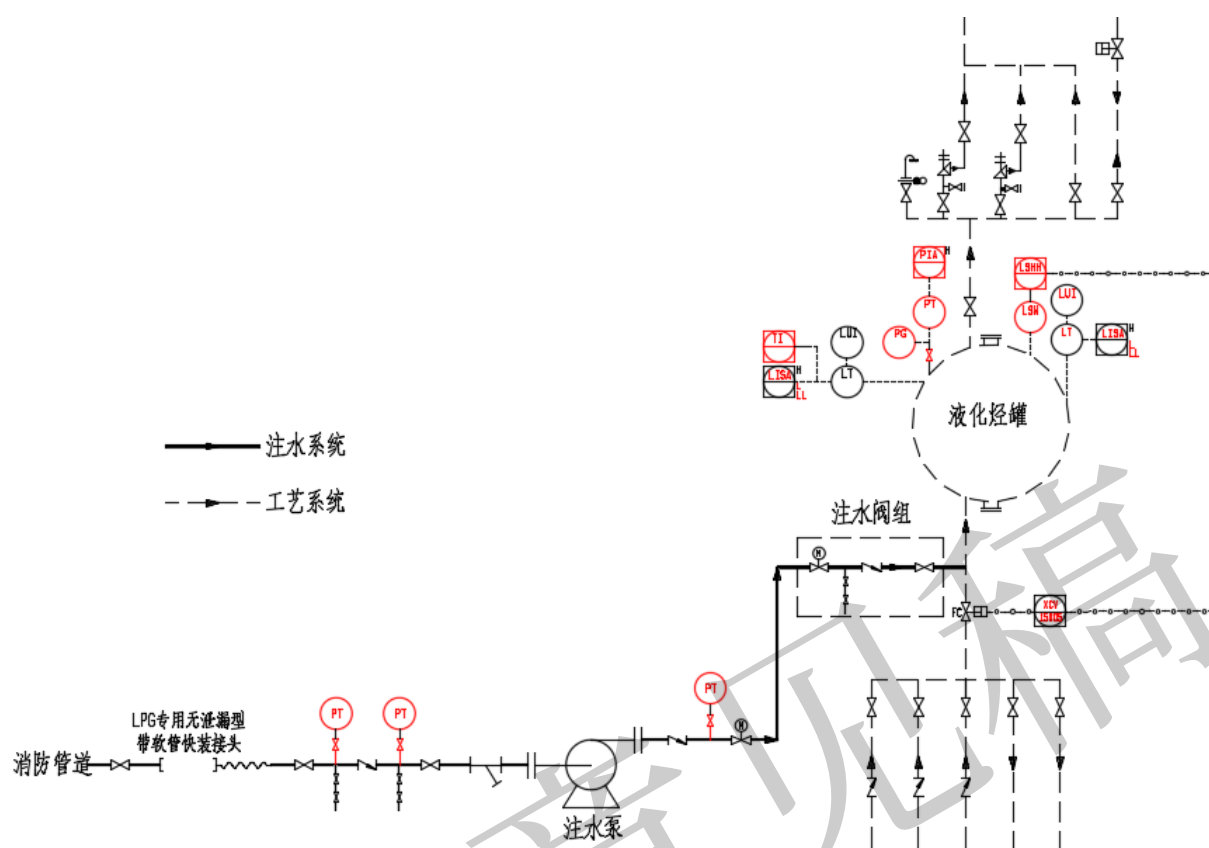


图 B.4 专用注水泵方案——罐组整体隔离方案示意流程