 中国石化 SINOPEC	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.2
中石化广州工程有限公司		顾客要求编号:
业主名称:	福建福海创石油化工有限公司	地址: 中国 福建省 漳州市
项目名称:	原料适应性技改项目	项目号: 413211B\D
设计阶段	基础设计\详细设计	


福建福海创石油化工有限公司

原料适应性技改项目

结构专业设计统一规定

中石化广州工程有限公司

Rev.2	2022.11	2 版发布	邓朝林	包 凯	郑荣忠
版本	日期	说明	编制	校对	审核

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

目 录

1 适用范围 2

2 设计依据 2

3 工程概况 2

4 自然条件 3

5 地震 4

6 工程地质及水文地质 4

7 设计执行标准规范 6

8 材料 13

9 荷载及荷载组合 17


10 结构设计一般规定 20

11 地基基础设计 23

12 混凝土结构设计 27

13 钢结构设计 29

14 防渗 35

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

1 适用范围


- 1.1 本规定适用于福建福海创石油化工有限公司原料适应性技改项目基础设计\详细设计阶段结构专业的设计。
- 1.2 工程设计过程中，各有关设计人员应严格遵守国家标准、行业标准、企业标准和地方特定的标准、规范。在执行各有关标准、规范的前提下，为了保证各装置在共性方面设计的统一性、一致性，同时也为了方便项目设计管理，特编制本规定。
- 1.3 本规定中执行或应用的相关标准和规范应以国家、行业或地方最新颁布的版本为准。
- 1.4 本规定仅提供原则性要求，各设计单位设计人员应依据具体情况判定做出最佳设计的选择。
- 1.5 本规定如需要调整，应以福海创石油化工有限公司和广州工程有限公司共同确认的有效文件为准进行修改。必要时，广州工程有限公司将根据项目执行情况对统一规定进行调整升版，各有关单元注意执行有效版本。

2 设计依据

- 2.1 《福建省能源石化集团有限责任公司关于福建福海创石油化工有限公司原料适应性技改项目总体设计的批复》，闽能化战略[2022]273 号；
- 2.2 《福建省能源石化集团有限责任公司关于福建福海创石油化工有限公司建设原料适应性技改项目主体装置工程的批复》，闽能化战略[2022]61 号；
- 2.3 《福建石化集团关于福海创公司投资建设原料适应性技改项目一期工程之装置消缺改造项目的批复》，闽石化集政发[2021]130 号；
- 2.4 建设单位提供的工程设计基础资料（BEDD）；
- 2.5 古雷开发区“气候可行性论证”区域评估报告；
- 2.6 福建漳州古雷炼化一体化项目百万吨级乙烯及下游深加工装置地震安全性评价报告；
- 2.7 各装置（单元）岩土工程详细勘察报告；

3 工程概况

福建福海创石油化工有限公司成立于 2017 年 10 月 27 日，位于福建省漳州古雷港经济开发区，注册资本 90 亿元人民币，占地面积约 290 公顷。公司由福建福化古雷石油化工有限公司（由福建石化集团公司和漳州市九龙江集团公司共同出资设立）

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

与腾龙翔鹭集团（富能控股有限公司、华利财务有限公司、翔鹭石化股份有限公司、腾龙特种树脂（厦门）有限公司等四家企业）共同投资设立，其中福建省福化古雷石油化工有限公司以现金出资持股 90%，原台方股东以重组标的净资产出资持股 10%。公司于 2018 年 1 月 28 日股权重组和债务重组协议生效后，正式运作。

公司按照福建石化集团统一部署，创新拓展发展思路，整合集团优势资源，做大做强古雷石化产业。目前完成腾龙翔鹭 PX/PTA 项目重组，已引进世界 500 强企业 SABIC 公司，与其合资建设的乙烯及下游深加工项目（代号芒果项目）。但福海创石化公司生产的石脑油、液化气等乙烯原料产量无法满足芒果项目的需求。为满足芒果项目乙烯原料需求，拓宽福海创现有 160 万吨/年 PX 工厂原料选择范围，同时也为了消除现有生产装置存在的瓶颈问题，提升企业经济效益，实施原料适应性技改项目。

4 自然条件

4.1 气温

最热月平均温度	27.7℃
最冷月平均温度	13.5℃
极端最高温度	38.2℃
极端最低温度	2.5℃

4.2 湿度

年平均相对湿度	80%
夏季相对湿度	87%
冬季相对湿度	72%


4.3 降雨

历年最大降雨量	2125.6 mm
历年最小降雨量	674mm
历年平均降雨量	1296.2 mm

4.4 风

全年主导风向	东北
年平均风速	5.7 m/s
最大瞬间风速	48 m/s（1980年9月19日）
基本风压值	$W_0=1.02 \text{ kN/m}^2$
地面粗糙度	A 类

4.5 气压

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

年平均气压	1007.6hPa
月平均最低气压	999.7hPa
月平均最高气压	1014.9hPa

5 地震

根据《中国地震参数区划图》(GB18306-2015),《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 年版) 及地震安全性评价报告地震参数如下:

工程场地抗震设防烈度:	7 度
工程场地设计基本地震加速度值:	0.15g
设计地震分组:	第三组
工程场地类别:	II 类
水平地震影响系数最大值:	0.138
特征周期:	0.65s

6 工程地质及水文地质

6.1 场地位置及地形地貌


拟建场地位于福建省漳州市古雷开发区,是国家重点发展的七大石油化工基地之一。古雷开发区东临浮头湾、台湾海峡,西靠东山湾,面对东山县、云霄县,三面环海。地势平坦开阔,地貌单元属海相沉积平原。

(以下为2#芳烃抽提装置地勘资料, 其余装置以相应详勘报告为准)

6.2 场地内土层分布

本场区地层自上而下划分为如下:

- ①层填砂:主要由中细砂回填而成,成分无规律,系近期整平回填而成,整体结构松散,密实性均匀性较差。
- ②层细砂:主要由石英砂颗粒组成,颗粒级配良好,磨圆度较差,颗粒多呈次棱角状。
- ③层中砂:主要由中粗石英砂颗粒组成,颗粒级配较差,磨圆度较差,颗粒多呈次棱角状。
- ④层黏土:主要由粘粉粒组成,土质均匀性较好,土样干强度中等,韧性中等。
- ⑤1层粉质黏土:主要由粘粉粒组成,土质均匀性较好,土样干强度中等,韧性中等。
- ⑤2层中粗砂:主要由中粗石英砂颗粒组成,颗粒级配较差,磨圆度较差,颗粒多呈次棱角状。
- ⑥层黏土:主要由粘粉粒组成,土质均匀性较好,土样干强度中等,韧性中等。
- ⑦层残积砂质黏性土:系中细粒花岗岩原地风化残留物,成分主要由长石风化的粘粉粒,石英颗粒及少量云母等组成,土样干强度中等,韧性中等。
- ⑧层全风化花岗岩:系中细粒花岗岩原地风化形成,岩石完全风化,岩石坚硬程度属极

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

软岩,岩体完整程度属极破碎.岩体基本质量等级为V类。

⑨1层散体状强风化花岗岩:系中细粒花岗岩原地风化形成,散体状结构,岩石坚硬程度属极软岩,岩体完整程度属极破碎.岩体基本质量等级为V类。

⑨2层碎裂状强风化花岗岩:系中细粒花岗岩原地风化形成,碎裂状结构,岩石坚硬程度属软岩~较软岩,岩体完整程度属破碎.岩体基本质量等级为V类。

各层土承载力特征值及压缩模量建议值见下表:

层号	地层名称	承载力特征值 kPa	压缩模量 Mpa	
			Es1-2	Es2-4
①	填砂	60	5	
②	细砂	150	8	
③	中砂	200	8	
④	黏土	200	4.8	7.6
⑤1	粉质黏土	200	6	10.1
⑤2	中粗砂	220	9	
⑥	黏土	200	5.6	8.8
⑦	残积砂质黏性土	200	6.2	10.4
⑧	全风化花岗岩	350	18	
⑨1	散体状强风化花岗岩	500	50	
⑨2	碎裂状强风化花岗岩	800		

6.3 水文地质

地下水类型按其埋藏条件主要为孔隙水,孔隙网状裂隙水,基岩裂隙水三种类型.根据场地地势及周边查询本场地近 3~5 年最高水位标高一般为 5m 左右,历史最高水位标高一般为 5.5m 左右.

6.4 地下水、场地土的腐蚀性


场地地下水对混凝土结构具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水状态下具微腐蚀性,在干湿交替状态下具中等腐蚀性.场地土对混凝土结构具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

6.5 不良地质作用

场地无滑坡、泥石流、岩溶、危岩和崩塌等明显不良地质作用及地质灾害。场地内及附近无活动性断裂带通过。

6.6 地震液化

填砂①土层为严重液化,细砂②土层为中等液化,中砂③土层为轻微液化。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--


7 设计执行标准规范

7.1 法规、规定


序 号	编 号	法规、规定名称
1	SPMP-STD-EM2005-2016	石油化工装置详细工程设计内容规定
2	SPMP-STD-EM2003-2016	石油化工装置基础工程设计内容规定
3	建办质[2018]31号	关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知
4	中华人民共和国住房和城乡建设部令(第37号)	危险性较大的分部分项工程安全管理规定(根据住房和城乡建设部令第47号修改)

7.2 国家标准/规范

序号	标准编号	标准名称
1	GB/T228.1-2021	金属材料拉伸试验第1部分: 室温试验方法
2	GB4053.1-2009	固定式钢梯及平台安全要求 第1部分: 钢直梯
3	GB4053.2-2009	固定式钢梯及平台安全要求 第2部分: 钢斜梯
4	GB4053.3-2009	固定式钢梯及平台安全要求 第3部分: 工业防护栏杆及钢平台
5	GB/T5210-2006	色漆和清漆 拉开法附着力试验
6	GB/T5267.2-2021	紧固件非电解锌片涂层
7	GB/T8923.1-2011	涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分: 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
8	GB/T8923.2-2008	涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第2部分: 已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级
9	GB/T8923.3-2009	涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第3部分: 焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷处理等级
10	GB/T9286-2021	色漆和清漆 划格试验
11	GB/T10431-2008	紧固件横向振动试验方法
12	GB/T13452.2-2008	色漆和清漆 漆膜厚度的测定
13	GB/T13912-2020	金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
14	GB18306-2015	中国地震动参数区划图
15	GB/T26106-2010	机械镀锌层技术规范和试验方法
16	GB/T50001-2017	房屋建筑制图统一标准
17	GB50003-2011	砌体结构设计规范
18	GB50007-2011	建筑地基基础设计规范
19	GB50009-2012	建筑结构荷载规范
20	GB50010-2010	混凝土结构设计规范(2015年版)

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1


21	GB50011-2010	建筑抗震设计规范（2016年版）
22	GB50016-2014	建筑设计防火规范(2018年版)
23	GB50017-2017	钢结构设计标准
24	GB50018-2002	冷弯薄壁型钢结构技术规范
25	GB50021-2001	岩土工程勘察规范（2009年版）
26	GB50040-2020	动力机器基础设计标准
27	GB/T 50046-2018	工业建筑防腐蚀设计标准
28	GB50051-2021	烟囱工程技术标准
29	GB50068-2018	建筑结构可靠性设计统一标准
30	GB/T50082-2009	普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
31	GB/T50104-2010	建筑制图标准
32	GB/T50105-2010	建筑结构制图标准
33	GB50108-2008	地下工程防水技术规范
34	GB50119-2013	混凝土外加剂应用技术规范
35	GB50135-2019	高耸结构设计标准
36	GB50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018年版）
37	GB50191-2012	构筑物抗震设计规范
38	GB50223-2008	建筑工程抗震设防分类标准
39	GB50330-2013	建筑边坡工程技术规范
40	GB50351-2014	储罐区防火堤设计规范
41	GB50367-2013	混凝土结构加固设计规范
42	GB/T50448-2015	水泥基灌浆材料应用技术规范
43	GB50453-2008	石油化工建(构)筑物抗震设防分类标准
44	GB50473-2008	钢制储罐地基基础设计规范
45	GB50475-2008	石油化工全厂性仓库及堆场设计规范
46	GB/T50476-2019	混凝土结构耐久性设计标准
47	GB50496-2018	大体积混凝土施工标准
48	GB50661-2011	钢结构焊接规范
49	GB50702-2011	砌体结构加固设计规范
50	GB/T50756-2012	钢制储罐地基处理技术规范
51	GB/T50779-2022	石油化工建筑物抗爆设计标准
52	GB/T50783-2012	复合地基技术规范
53	GB/T50934-2013	石油化工工程防渗技术规范

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1


54	GB51006-2014	石油化工建（构）筑物结构荷载规范
55	GB51022-2015	门式刚架轻型房屋钢结构技术规范
56	GB51249-2017	建筑钢结构防火技术规范
57	GB/T51320-2018	建设工程化学灌浆材料应用技术标准
58	GB55001-2021	工程结构通用规范
59	GB55002-2021	建筑与市政工程抗震通用规范
60	GB55003-2021	建筑与市政地基基础通用规范
61	GB55004-2021	组合结构通用规范
62	GB55006-2021	钢结构通用规范
63	GB55007-2021	砌体结构通用规范
64	GB 55008-2021	混凝土结构通用规范
65	GB 55016-2021	建筑环境通用规范
66	GB 55017-2021	工程勘察通用规范
67	GB55021-2021	既有建筑鉴定与加固通用规范

7.3 行业标准规范

序号	标准编号	标准名称
1	SH/T3029-2014	石油化工排气筒和火炬塔架设计规范
2	SH/T3030-2009	石油化工塔型设备基础设计规范
3	SH/T3031-2013	石油化工逆流式机械通风冷却塔结构设计规范
4	SH/T3043-2014	石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定
5	SH/T3055-2017	石油化工管架设计规范
6	SH/T3057-2017	石油化工落地式离心泵基础设计规范
7	SH/T3058-2016	石油化工冷换设备和容器基础设计规范
8	SH/T3061-2019	石油化工管式炉基础设计规范
9	SH/T3062-2017	石油化工球罐基础设计规范
10	SH/T3066-2017	石油化工反应器再生器框架设计规范
11	SH/T3067-2017	石油化工钢筋混凝土冷换框架设计规范
12	SH3076-2013	石油化工建筑物结构设计规范

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1


13	SH/T3077-2012	石油化工钢结构冷换框架设计规范
14	SH/T3080-2013	石油化工横流式机械通风冷却塔结构设计规范
15	SH/T3091-2012	石油化工压缩机基础设计规范
16	SH/T3132-2013	石油化工钢筋混凝土水池结构设计规范
17	SH 3137-2013	石油化工钢结构防火保护技术规范
18	SH3147-2014	石油化工构筑物抗震设计规范
19	SH/T3159-2019	石油化工岩土工程勘察规范
20	SH/T3603-2019	石油化工钢结构防腐蚀涂料应用技术规程
21	SH/T3604-2019	石油化工灌浆材料应用技术规程
22	JGJ8-2016	建筑变形测量规范
23	JGJ13-2014	约束砌体与配筋砌体结构技术规程
24	JGJ18-2012	钢筋焊接及验收规程
25	JGJ52-2006	普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
26	JGJ55-2011	普通混凝土配合比设计规程
27	JGJ63-2006	混凝土用水标准
28	JGJ79-2012	建筑地基处理技术规范
29	JGJ82-2011	钢结构高强度螺栓连接技术规程
30	JGJ94-2008	建筑桩基技术规范
31	JGJ106-2014	建筑基桩检测技术规范
32	JGJ107-2016	钢筋机械连接技术规程
33	JGJ116-2009	建筑抗震加固技术规程
34	JGJ123-2012	既有建筑地基基础加固技术规范
35	JGJ138-2016	组合结构设计规范
36	JGJ145-2013	混凝土结构后锚固技术规程

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1


37	JGJ/T178-2009	补偿收缩混凝土应用技术规程
38	JGJ/T192-2009	钢筋阻锈剂应用技术规程
39	JGJ/T200-2010	喷涂聚脲防水工程技术规程
40	JGJ/T251-2011	建筑钢结构防腐蚀技术规程
41	JGJ 339-2015	非结构构件抗震设计规范
42	JGJ 340-2015	建筑地基检测技术规范
43	JGJ/T406-2017	预应力混凝土管桩技术标准
44	XF/T714-2007	构件用防火保护材料快速升温耐火试验方法

7.4 材料标准


序号	标准编号	标准名称
1	GB/T41-2016	1型六角螺母 C级
2	GB/T95-2002	平垫圈 C级
3	GB175-2007	普通硅酸盐水泥
4	GB/T700-2006	碳素结构钢
5	GB/T702-2017	热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
6	GB/T706-2016	热轧型钢
7	GB/T709-2019	热轧钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差
8	GB/T711-2017	优质碳素结构钢热轧钢板和钢带
9	GB748-2005	抗硫酸盐硅酸盐水泥
10	GB/T799-2020	地脚螺栓
11	GB/T1228-2006	钢结构用高强度大六角头螺栓
12	GB/T1229-2006	钢结构用高强度大六角螺母
13	GB/T1230-2006	钢结构用高强度垫圈
14	GB/T1231-2006	钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

15	GB/T1499.1-2017	钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋
16	GB/T1499.2-2018	钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
17	GB/T1499.3-2010	钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网
18	GB/T1591-2018	低合金高强度结构钢
19	GB/T1596-2005	用于水泥和混凝土中的粉煤灰
20	GB/T2585-2021	铁路用热轧钢轨
21	GB/T3091-2015	低压流体输送用焊接钢管
22	GB/T3274-2017	碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
23	GB/T3994-2013	黏土质隔热耐火砖
24	GB/T3995-2014	高铝质隔热耐火砖
25	GB/T5117-2012	非合金钢及细晶粒钢焊条
26	GB/T5118-2012	热强钢焊条
27	GB/T5293-2018	埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
28	GB/T5313-2010	厚度方向性能钢板
29	GB/T5780-2016	六角头螺栓 C级
30	GB/T5781-2016	六角头螺栓 全螺纹C级
31	GB/T5782-2016	六角头螺栓
32	GB/T5783-2016	六角头螺栓 全螺纹
33	GB 8076-2008	混凝土外加剂
34	GB/T8162-2018	结构用无缝钢管
35	GB/T8488-2008	耐酸砖
36	GB/T9437-2009	耐热铸铁件
37	GB/T 11263-2017	热轧H型钢和剖分T型钢

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

38	GB/T 11264-2012	热轧轻轨
39	GB/T12470-2018	埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
40	GB/T12755-2008	建筑用压型钢板
41	GB/T14684-2011	建设用砂
42	GB/T14685-2011	建设用卵石、碎石
43	GB14907-2018	钢结构防火涂料
44	GB/T14981-2009	热轧圆盘条尺寸、外形、重量及允许偏差
45	GB/T14982-2008	粘土质耐火泥浆
46	GB/T17395-2008	无缝钢管尺寸，外形，重量及允许偏差
47	GB/T 17639-2008	土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布
48	GB/T 18173.2-2014	高分子防水材料 第2部分：止水带
49	GB/T18736-2017	高强高性能混凝土用矿物外加剂
50	GB/T19879-2015	建筑结构用钢板
51	GB/T21835-2008	焊接钢管尺寸及单位长度重量
52	GB/T23446-2009	喷涂聚脲防水涂料
53	GB/T 33814-2017	焊接H型钢
54	GB/T33974-2017	热轧花纹钢板及钢带
55	JG/T163-2013	钢筋机械连接用套筒
56	JG/T223-2017	聚羧酸系高性能减水剂
57	JG/T224-2007	建筑用钢结构防腐涂料
58	JC/T984-2011	聚合物水泥防水砂浆
59	CJ/T 234-2006	垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜
60	YB/T4001.1-2019	钢格栅板及配套件第1部分：钢格栅板

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

61	YB/T4212-2010	结构用热轧宽扁钢
62	YB/T 5055-2014	起重机用钢轨

7.5 标准图集

序 号	图集编号	图 集 名 称
1	22G101-1	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板）
2	22G101-2	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（现浇混凝土板式楼梯）
3	22G101-3	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础）
4	20G329-1	建筑物抗震构造详图（多层和高层钢筋混凝土房屋）
5	11G329-2	建筑物抗震构造详图（多层砌体房屋和底部框架砌体房屋）
6	11G329-3	建筑物抗震构造详图（单层工业厂房）

8 材料

材料除需满足以下要求外，尚应满足相关国家标准及设计文件的要求。

8.1 水泥

采用强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥，有特殊要求时可选用其他品种的水泥。

8.2 钢筋

8.2.1 普通钢筋

除图中特别说明外，钢筋按以下要求选用：

直径 $<12\text{mm}$ ，且 $\geq 6\text{mm}$ HPB300钢筋

直径 $\geq 12\text{mm}$ HRB400E钢筋

注：钢筋HRB400E中的“E”是要求：

- 钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；
- 钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于1.3；
- 钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9%


8.2.2 预应力钢筋

采用预应力钢绞线、钢丝，也可采用热处理钢筋。

8.2.3 选用标准图时，按原图执行。如有修改，在单体设计图中说明。

8.3 混凝土骨料

除图中特别说明外混凝土骨料采用中粗砂、碎石（卵石），混凝土用的粗骨料，其最大颗粒粒径不得超过构件截面最小尺寸的 $1/4$ ，且不得超过钢筋最小净间距的 $3/4$ 。对混凝土实心板，骨料的粒径不宜超过板厚的 $1/3$ ，且不得超过 40mm ，并应符合《建设用砂》GB/T14684-2011 和《建设用卵石、碎石》GB/T14685-2011 的规

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

定。

8.4 混凝土

8.4.1 混凝土结构环境类别

建构筑物中与大气环境长期接触的构件（含女儿墙、挑檐、雨棚板等）： 三b类
 封闭建构筑物室内干燥环境中的构件： 一类
 卫生间等室内潮湿环境中的构件： 二a类
 基础、池类等与地下水、土、介质直接接触的构件： 五类

8.4.2 混凝土强度等级

建构筑物最低混凝土强度等级应满足 GB 50010-2010 关于结构混凝土耐久性的要求和《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046-2018 的要求。除单体设计图中特别说明外，混凝土强度等级按以下要求选用：

基础混凝土垫层：	C20
现浇钢筋混凝土基础	C40
现浇钢筋混凝土结构	C40
素混凝土基础	C30
现浇钢筋混凝土池	C40, 抗渗等级不小于 P8
现浇混凝土或钢筋混凝土井或沟	C40


8.4.3 C40 混凝土基本要求：水胶比小于 0.40, 最小胶凝材料用量 340kg/m³, 氯离子含量(胶凝材料用量的百分比) < 0.1%, 碱含量 < 3kg/m³.

8.5 砌体材料

墙体防潮层以下砌体结构的墙体采用 MU20 烧结普通砖，M10 水泥砂浆砌筑。

8.6 钢筋混凝土烟囱耐火材料

- 1) 钢筋混凝土烟囱内衬可采用轻质隔热耐火砖或隔热耐火浇筑料，当采用轻质隔热耐火砖时，其理化指标应符合《粘土质隔热耐火砖》GB/T 3994-2013 的要求。
- 2) 砌筑轻质隔热耐火砖内衬所采用的耐火胶泥应符合《粘土质耐火泥浆》GB/T 14982-2008 的要求。
- 3) 隔热耐火砖及配套的耐火胶泥应选用有可靠质量保证的产品，不同厂家、不同品种的耐火砖与耐火胶泥严禁混用。
- 4) 烟囱隔热层采用水泥珍珠岩制品、膨胀珍珠岩（松散体）。
- 5) 水泥珍珠岩制品最高使用温度 ≤ 600℃，烘干表观密度 < 350kg/m³，抗压强度 > 0.5MPa，抗折强度 > 0.3MPa，常温下导热系数 0.058~0.16 W/(m·K)，要求施工时防潮防湿。
- 6) 松散膨胀珍珠岩最高使用温度 ≤ 750℃，常温下导热系数 0.052~0.076 W/(°C·K)，要求：原料出厂到施工现场要求防雨防潮，施工前原料的干容重控制在 65kg/m³，施

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

工前应做试验，保证捣实后的干容重达到 100kg/m³。

8.7 二次浇灌层

水泥基灌浆料应采用有可靠质量保证的生产厂家提供的产品，并应符合《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448-2015 检验要求，抗压强度、竖向膨胀率和流动度应满足以下指标：

抗压强度（MPa）			3 小时竖向 膨胀率（%）	截锥流动度（mm）		灌浆层厚 度（mm）
1 天	3 天	28 天		初始值	30 分钟	
≥20	≥40	≥60	0.1~3.5	≥340	≥310	25~40

8.8 钢材

8.8.1 一般要求

- 1) 所有钢材应按国家有关规定进行质量检验，合格后方可使用。
- 2) 承重结构的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证，对接结构尚应具有碳含量的合格保证。
- 3) 焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。
- 4) 对需要验算疲劳的焊接和非焊接结构的钢材，冲击韧性应符合GB 50017-2017的规定。

8.8.2 H型钢采用Q355-B，其余结构用钢采用Q235B，对于荷载较大或承受较大动力荷载的结构，当钢结构构件截面由强度控制时，可采用Q355B，其质量应分别符合《碳素结构钢》GB/T 700和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

8.8.3 抗震钢结构的钢材应符合下列要求：

- 1) 钢材的屈服强度实测值与抗拉强度实测值的比值不应大于0.85；
- 2) 钢材应有明显的屈服台阶，且伸长率不应小于20%；
- 3) 钢材应有良好的焊接性和合格的冲击韧性。

8.8.4 型钢的选用应符合下列要求：


- 1) 应尽可能选用常用的规格；
- 2) 同一构架的型钢应尽可能简化并统一；
- 3) 首选热轧型钢。对于H型钢，当热轧H型钢不适用时，可采用焊接H型钢；

8.9 钢平台铺板

8.9.1如主体专业无特殊要求，钢平台铺板优先选用钢格栅板。当需要采用花纹钢板时，优先选用5mm厚花纹钢板。

8.9.2 钢格板选型如下：

- 1) 一般构架平台铺板采用G255/30/100FG格栅板；
- 2) 空冷平台及主体专业特别指定的平台采用G255/30/100FG格栅板加3mm厚花纹钢板的复合格栅板。

 <p>中国石化 SINOPEC</p> <p>中石化广州工程有限公司</p>	<p>结构专业设计统一规定</p>	<p>编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1</p>
---	-------------------	--

8.9.3 当主体专业要求采用封闭平台、无泄漏平台时,可选用复合型钢格板,并采用密封措施。

8.10 连接材料

8.10.1 焊条

1)手工焊接采用的焊条,应符合GB/T 5117和GB/T 5118的规定。焊条型号宜选用E43、E50系列,并应与主体金属力学性能相适应。当不同强度的钢材连接时,宜采用与低强度钢材相适应的焊接材料。

2)自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂应与主体金属力学性能相适应,并应符合国家标准的的规定。

3)对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构,宜采用低氢型焊条。

4)焊缝强度的设计值应符合GB 50017的规定。

8.10.2 螺栓

8.10.2.1 普通螺栓应符合下列要求:


- a) 普通螺栓性能等级分为4.6级(C级)和5.6级、8.8级(A、B级);
- b) C级普通螺栓宜用于沿其杆轴方向受拉的连接,在下列情况下可用于受剪连接:
 - 1) 承受静力荷载或间接承受动力荷载结构中的次要连接;
 - 2) 承受静力荷载的可拆卸结构的连接;
 - 3) 临时固定构件用的安装连接。
- c) 对直接承受动力荷载的普通螺栓受拉连接应采用双螺帽或其它能防止螺帽松动的有效措施;
- d) 普通螺栓技术要求应分别符合GB/T 5780-2000和GB/T 5782-2000的规定;
- e) 普通螺栓连接的强度设计值应符合GB 50017-2003的规定。

8.10.2.2 高强度螺栓应符合下列要求:

- a) 大六角头高强度螺栓规格为M12~M30,其性能等级为10.9级;
- b) 高强度螺栓承压型连接不得用于下列各种构件连接中:
 - 1) 直接承受动力荷载的构件连接;
 - 2) 承受反复荷载作用的构件连接;
 - 3) 冷弯薄壁型钢构件连接。
- c) 高强度螺栓质量及技术要求应分别符合JGJ 82、GB/T 1228、GB/T 1229、GB/T 1230和GB/T 1231的规定;
- d) 高强度螺栓连接的强度设计值应符合GB 50017的规定。

8.10.3 地脚螺栓

采用未经冷加工的Q235B,必要时可采用Q355B,其质量应分别符合《碳素结构钢》GB/T 700和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定,并带双螺帽和垫片。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

8.11 预埋件

预埋件的锚筋应采用HPB 300级、HRB 400E级钢筋，严禁采用冷加工钢筋。埋件锚板一般采用Q235B钢制作。

9 荷载及荷载组合

9.1 永久荷载

9.1.1 一些主要工程材料的自重如下所示：

钢材	78.5 kN/m ³
钢筋混凝土	25 kN/m ³
素混凝土	22~24 kN/m ³
水泥砂浆	20 kN/m ³
地下水	10 kN/m ³
基础及基底上部回填材料(土)均值	20 kN/m ³

其他常用材料和构件的自重见《建筑结构荷载规范》GB50009。

9.1.2 其余静荷载按有关标准或相关专业委托取值。


9.2 活荷载

9.2.1 楼面/工业平台活荷载

建筑物楼面活荷载的取值应符合《工程结构通用标准》GB 55001-2021 和《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 中的有关规定。

对构筑物工业平台、楼梯的均布或集中活荷载标准值，可按实际情况采用，但不应小于下表所列值。

平台类型	计算部位	活荷载标准值
冷换框架等支承设备的构架	平台板、平台梁	4 kN/m ²
	设备梁	2 kN/m ²
	框架梁、柱、斜撑、基础	2 kN/m ²
	空冷器平台的各构件	2 kN/m ²
塔及容器平台	平台各构件	3 kN/m ²
走道、休息平台、无固定设备的操作平台	平台各构件	2 kN/m ²
楼梯间、反应器构架	平台板、平台梁	2 kN/m ²
	钢桁架杆件、基础	1 kN/m ²
钢楼梯	梯梁(按梯段水平投影面积承受的活荷载计算)	3.5 kN/m ²
	踏步(按每级踏步中点承受的集中荷载计算)	2 kN
注：		

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

1. 支撑设备平台的平台板及次梁，应按检修或安装时的实际荷载确定，检修或安装时，由设备、管道及其它工具等产生的局部荷载，可按《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012 附录 B 的规定，换算成等效均布活荷载，但不得小于 4 kN/m^2 。
2. 楼梯间布置有固定设备的楼层，其活荷载标准值，应按检修或安装时的实际情况确定，但不得小于 2 kN/m^2 。
3. 楼梯间平台活荷载标准值，在与风组合时，取为零。

9.2.2 屋面活荷载、屋面积灰荷载、施工和检修荷载及栏杆水平荷载、吊车荷载

取值应符合《工程结构通用规范》GB55001-2021、《建筑结构荷载规范》GB50009-2012、《石油化工建（构）筑物结构荷载规范》GB51006-2014 中的有关规定。

9.2.3 汽车荷载

可按《公路桥涵设计通用规范》JTG D60-2015 采用。

9.2.4 正常操作工况荷载

操作荷载应包括设备及管道操作介质重，介质温度作用和设备振动荷载（包括因催化剂波动产生的振动力、空冷器风机和电机的当量荷载）等。空冷器竖向和水平向当量荷载，取值应符合 SH/T3058-2016、SH/T3077-2012、GB51006-2014 的有关规定。

9.2.5 设备/管道充水试压荷载

试压荷载应包括设备、管道充水试压时充水水重或液压试压时的液体重及气压试压时对结构的作用。对于需要在现场进行充水试验的结构，应考虑设备充水对结构产生的最不利状况，当支承两台以上设备时，支承结构的计算还应考虑最不利的一台设备的充水重量。

9.2.6 管道推力及设备热膨胀摩擦力、弹性力

管道推力包括管道在支承面上产生的热膨胀摩擦力、管道补偿器弹力、斜管推力等等；设备热膨胀摩擦力、弹性力指卧式设备内介质温度变化在设备支承面上引起的摩擦力、弹性力。荷载取值应符合 SH/T 3055-2017、SH/T 3058-2016 等的有关规定。摩擦系数的取值为：


钢与钢表面 0.3（滑动），0.1（滚动）

钢与混凝土表面 0.4（滑动）

9.2.7 卧式设备停产检修抽芯力

当需要考虑抽芯力时，抽芯力标准值的取值应符合以下原则和 SH/T3058-2016 的规定：

a) 抽芯力标准值一般取设备管束自重标准值。但当有工程经验或有合适的抽芯设备时，抽芯力的标准值可根据实际情况确定；

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

b)重迭式布置的冷换设备，仅考虑最上一台设备的抽芯力，而不考虑其同时抽芯；

c)同一层有多台冷换设备时，只考虑最不利的一台抽芯。

9.2.8 动荷载

振动荷载包括设备或管道内介质波动产生的振动力和动力设备（如泵、压缩机）产生的振动荷载。

9.2.9 爆炸荷载

建筑物抗爆设计的峰值入射超压和正压作用时间等参数应按爆炸安全评估确定，并应在设计文件中注明。

9.3 风荷载

9.3.1 基本风压

基本风压 1.02kN/m^2

地面粗糙度 A 类

9.3.2 建筑物风荷载

计算石油化工建筑物结构承受的风荷载时，基本风压值、体型系数、风压高度变化系数、风荷载放大系数应根据结构类型分别按 GB 50009-2012 、 GB55001-2021 的有关规定采用。

9.3.3 构筑物风荷载

1) 构筑物基本风压值应符合下列规定：

a) 正常操作、停产检修工况下，基本风压值不得小于 0.35kN/m^2 ；

b) 充水试压工况，基本风压值宜取 0.15kN/m^2 ；

c) 考虑室外吊车荷载时，基本风压值宜取 0.30kN/m^2 。

2) 构筑物应按照 GB 50009-2012 的要求，考虑顺风向风振的影响；烟囱、落地高耸立式设备宜按照 GB 50009-2012 和 GB 50135-2019 的有关要求，考虑横风向风振的影响；并满足 GB55001-2021 中风荷载放大系数的要求。

3) 风荷载的计算应符合 GB 50009-2012、GB 51006-2014、GB 50135-2019、GB55001-2021 的相关规定。


9.4 地震作用

建、构筑物结构的抗震设计应符合 GB55002-2021、GB50011-2010(2016 年版) 及 GB50191-2012、SH 3147-2014 的有关规定。

9.5 荷载组合

9.5.1 结构设计应根据使用过程中在结构上可能同时出现的荷载，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行荷载（效应）组合，并应取各自的最不利的效应组合进行设计。

9.5.2 承载能力极限状态荷载（效应）组合

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

- 1) 对于承载能力极限状态, 应按荷载效应的基本组合或偶然组合进行荷载 (效应) 组合,
- 2) 对于建筑物的基本组合, 荷载效应组合的设计值取最不利值确定。
- 3) 对于石油化工构筑物结构和构件的荷载效应组合, 应根据不同的单体结构形式, 按相应的石油化工行业规范中的有关规定执行。
- 4) 对于偶然组合, 荷载效应组合的设计值宜按下列规定确定:

偶然荷载的代表值不乘分项系数; 与偶然荷载同时出现的其他荷载可根据观测资料和工程经验采用适当的代表值。各种情况下荷载效应的设计值公式, 可由有关规范另行规定。

9.5.3 正常使用极限状态荷载 (效应) 组合

对于正常使用极限状态, 应根据不同的设计要求, 采用荷载的标准组合、频遇组合或准永久组合。

10 结构设计一般规定

10.1 结构设计的基本原则

- 设计应严格执行有关规范/标准。
- 设计应符合技术先进、经济合理、安全适用、方便施工。
- 建 (构) 筑物及基础的设计工作年限为 50 年。

10.2 计量单位


除特殊注明者外, 本项目结构设计计量单位应采用国际单位制 (S. I.), 规定如下:

长度	m, mm
面积	m ² , mm ²
体积	m ³
质量	kg, t
力、重力	N, kN
强度、应力	kPa=kN/m ² , MPa=N/mm ²
温度	°C
角度	°
时间	h, s

10.3 建构筑物结构设计原则

10.3.1 一般原则

- 1) 建构筑物结构设计, 应符合规范 GB 50068-2018、GB 50003-2011、GB 50009-2012、GB 50010-2010 (2015年版)、GB 50011-2010 (2016年版)、GB 50191-2012、GB 50017-2017 的规定。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

2) 建构筑物结构设计, 应从工程实际情况出发, 合理选用材料、结构方案和构造措施, 满足结构在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求, 并符合防火、防腐蚀、防振要求。

3) 建构筑物的结构分析, 宜根据结构类型、构件布置、材料性能和受力特点等选择适合的结构分析方法。对于直接承受动力荷载的构件, 以及要求不出现裂缝或处于侵蚀环境等情况下的结构, 不应采用塑性设计分析方法。

4) 除疲劳计算外, 建构筑物结构均采用以概率理论为基础的极限状态设计方法, 用分项系数设计表达式进行计算。

5) 建构筑物的结构设计应符合抗震概念设计的要求, 不应采用严重不规则的设计方案。

6) 建构筑物结构进行地震作用验算时, 应符合下列规定:

a) 一般情况下, 应在建构筑物结构的两个主轴方向分别计算水平地震作用并进行抗震验算, 各方向的水平地震作用应由该方向抗侧力构件承担;

b) 有斜交抗侧力构件的结构, 当相交角度大于 15° 时, 应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用;

c) 质量和刚度分布明显不对称的结构, 应计入双向水平地震作用下的扭转影响; 其他情况, 应采用调整地震作用效应的方法计入扭转影响。

7) 建构筑物抗震变形验算应执行 GB 50011-2010 (2016年版)、GB 50191-2012、GB55002-2021 的有关规定。

8) 对有特殊设计要求和在特殊情况下的建、构筑物结构设计, 尚应符合专门标准的规定。

10.3.2 建构筑物的结构布置

10.3.2.1 建筑物平面及竖向结构布置原则:

a) 建筑物平面及其抗侧力结构的平面布置宜规则、对称, 并应具有良好的整体性;

b) 建筑的立面和竖向剖面宜规则, 结构的侧向刚度宜均匀变化, 竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小, 避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。


10.3.2.2 构筑物的平面、立面布置原则:

a) 构筑物的平、立面布置宜规则、对称; 质量分布和刚度变化宜均匀, 相邻层的层间刚度不宜突变, 平面内宜减小刚度中心与质量中心间的偏心距;

b) 相邻层的抗侧力结构或构件的承载力不宜突变, 平面内同类抗侧力构件的承载力宜均匀;

c) 不宜采用自重大的悬臂结构。

10.3.2.3 建构筑物抗震结构体系应符合下列要求:

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

- a)应具有明确的计算简图和合理的地震作用传递路线；传递路线中的构件及其节点不应发生脆性破坏；
- b)应具备必要的抗震承载力、良好的变形能力和消耗地震能量的能力；
- c)宜采用多道抗震防线；
- d)应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个体系丧失承载能力；
- e)对可能出现的薄弱部位，应采取措施提高抗震能力。

10.4 主要建筑物结构选型原则

10.4.1 结构选型

- 1) 主要建筑物(如配电间、机柜间、中心控制室、中央化验室)和 GB 50223-2008 中的乙类建筑及腐蚀严重的建筑应采用钢筋混凝土结构。
- 2) 带轻型屋盖的建筑物采用钢结构或钢筋混凝土结构。
- 3) 抗爆建筑物根据委托的爆炸荷载采用钢筋混凝土抗爆结构(爆炸荷载大于 6.9kPa)或钢筋混凝土框架+配筋砌体结构(爆炸荷载不大于 6.9kPa)。
- 4) 符合 GB 50003-2011 及 GB 50011-2010(2016年版) 有关规定的小型、次要且无侵蚀性的建筑物可采用砌体承重结构。

10.4.2 楼面结构

- 1) 多层砌体承重结构的辅助生产用房及生活、办公等建筑，楼面宜采用现浇钢筋混凝土结构，并符合 GB 50003-2011 的有关规定。
- 2) 多层配电间、总变电所和中心控制室等采用现浇钢筋混凝土楼面。


10.4.3 屋盖结构

- 1) 钢结构压缩机厂房和仓库应采用轻型屋盖(如有檩式压型钢板屋盖)。
- 2) 对于有防爆要求的屋盖，宜采用可泄压的轻型屋盖(如有檩式压型钢板屋盖)。
- 3) 其它钢筋混凝土或砌体承重结构建筑物宜采用现浇钢筋混凝土屋盖或无檩体系的钢筋混凝土屋盖(空心板及屋面梁或屋架)。

10.4.4 吊车梁

- 1) 按悬挂吊车、单梁或桥式吊车等不同形式、不同吨位、不同工作制，吊车梁可选择钢结构、钢筋混凝土结构。
- 2) 建筑物悬挂吊车起重量不大于10t时，吊轨应采用工字型钢。
- 3) 桥式吊车
 - a) 钢结构厂房采用钢吊车梁；
 - b) 钢筋混凝土结构厂房的吊车梁应采用钢结构或钢筋混凝土结构。

10.5 主要构筑物结构选型原则

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

- 1) 反应器、立式换热器、塔及卧式容器的支架采用现浇钢筋混凝土结构或钢结构，应符合SH/T3058-2017的规定。支架上部的操作平台构架采用钢结构，构架宜设置柱间支撑。
- 2) 钢结构冷换构架、空冷构架、落地式反应器的操作平台构架以及设备承重构架宜设置柱间支撑和水平支撑，应符合SH/T3077-2012的规定。
- 3) 管桥采用钢结构。主管廊应采用纵梁式管架，每个温度区段应至少设置一道上下柱间支撑，其它管架可按独立管架设计，管架横梁与柱连接采用刚接，纵梁与柱宜采用铰接。带空冷的平台宜设置水平支撑，应符合SH/T3055-2017的规定。
- 4) 楼梯间宜采用平面为矩形或正方形的有支撑钢框架结构，应符合SH/T3066-2017的规定。
- 5) 管架下机泵的防雨棚可采用轻钢结构、压型钢板，应符合GB 51022-2015 门式钢架轻型房屋钢结构技术规范 的规定。
- 6) 钢筋混凝土烟囱采用现浇钢筋混凝土结构，应符合 GB/T 50051-2021 的规定。
- 7) 系统管架设计应符合 SH/T 3055-2017 的规定，采用钢结构或钢筋混凝土结构。跨越道路的管架采用钢结构。管墩采用现浇混凝土或钢筋混凝土结构。
- 8) 火炬塔架采用钢桁架结构，杆件选择钢管、圆钢等风阻较小的断面，基础采用现浇钢筋混凝土结构。火炬塔架设计尚应符合 SH.T 3029-2014 和 GB 50135-2019 的规定。
- 9) 汽车装卸平台，采用钢结构，其防雨棚可采用轻型钢屋架、压型钢板；大鹤管装卸油台的鹤管轨道支承系统采用钢结构；当装卸油台采用钢结构时，平台铺板采用钢格板。

10.6 计算机辅助设计


各承包商和制造商应使用适合的计算机分析/设计程序进行结构分析及结构设计并应符合下列要求：

- a) 计算模型的建立、必要的简化计算与处理，应符合结构的实际工作状况；
- b) 计算机软件的技术条件应符合有关规范及标准的规定，并应阐明其特殊处理的内容和依据；
- c) 复杂结构（即计算模型复杂的结构）进行多遇地震作用下的内力和变形分析时，应采用不少于两个不同的力学模型，并对其计算结果进行分析比较；
- d) 所有计算机计算结果，应经分析判断确认其合理、有效后方可用于工程设计。

11 地基基础设计

11.1 地基方案（根据各装置或单元详勘报告分别评审决定）

一般建、构筑物的基础拟用天然地基，以细砂层作为持力层。场地回填土较厚

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

或浅层土承载力较低时采用强夯处理或复合地基。当天然地基或处理后地基不能满足设计要求或不经济时，采用钻孔灌注桩。

11.2 基础

11.2.1 基础埋深

主要建、构筑物基础：2.0 m

其它建、构筑物及设备基础：1.5 m

重要的高耸类构筑物应结合计算结果，选用合适基础埋深。

11.2.2 设备基础结构形式

- 1) 塔基础按《石油化工塔型设备基础设计规范》SH/T 3030-2009第4.5条选用。
- 2) 冷换设备、卧式容器、立式容器按《石油化工冷换设备和容器基础设计规范》SH/T 3058-2016第4.1条选用。
- 3) 小型落地设备基础、机泵基础，采用素混凝土基础或钢筋混凝土基础。

11.2.3 压缩机基础的设计应符合下列规定：

11.2.3.1 压缩机基础设计应满足规范《石油化工压缩机基础设计规范》SH/T 3091-2012，《动力机器基础设计标准》GB 50040-2020 的要求。


11.2.3.2 大块式压缩机基础应按相关规范进行体型设计、静力计算、动力计算、配筋设计，且应符合下列规定：

- 1) 设计基础外形时，应做到基组重心、基础重心、底板形心三心合一，机组重心与底板形心之间偏差不得超过 3%；
- 2) 基础的振动应同时控制顶面的最大振动线位移和最大振动速度。基础顶面的最大振动线位移不应大于 0.20mm，最大振动速度不应大于 6.30mm/s。
- 3) 如果电机为定频高速电机，在按规范进行动力计算时，可以不考虑二阶以上的扰力作用。

11.2.3.3 构架式压缩机基础应按相关规范进行静力计算、动力计算、配筋设计。构造应符合下列规定：

- 1) 基础顶板厚度不宜小于其净跨度的 $1/5 \sim 1/4$ ，且不应小于 800mm。
- 2) 柱截面宜设计成方形或矩形，截面最小宽度不宜小于柱净高的 $1/10$ ，并不得小于 450mm。
- 3) 底板宜设计成矩形平板，底板厚度可取底板长度的 $1/12 \sim 1/10$ ，但不得小于柱截面高度和顶板厚度的较大值。

11.2.3.4 压缩机基础应与厂房结构或其它构筑物基础分开，当基础埋置深度相同时，

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

其净距不应小于 100mm；活塞式压缩机基础上部附属钢操作平台、离心式压缩机基础顶板均应与厂房楼板保留 30mm～50 mm 的缝隙；应明确振动管线布置位置，并与管道设计专业协商减振措施。

11.2.4 储罐基础设计要求

储罐基础设计应符合 GB50473-2008, GB/T50756-2012 的规定要求，一般储罐采用钢筋混凝土环墙式或筏板式基础。

11.2.4.1 地基承载力

- 1) 天然地基或经处理后的地基应满足地基承载力特征值的要求，以保证在储罐自重、正常操作状态时储罐内最大介质重以及罐体附件等的作用下，不发生整体或局部土体剪切破坏。
- 2) 不设置地脚螺栓的非桩基罐基础，可不进行抗震计算，但应满足抗震构造措施。
- 3) 设置地脚螺栓的罐基础，应按照 SH/T 3147-2014 的规定进行水平地震作用效应计算。

11.2.4.2 地基变形

- 1) 所有预估的地基变形和基础沉降量均应经过承包商专门指派的储罐（设备）工程师及管道工程师等人的审查，以便确认该地基变形和基础沉降量是否满足储罐和管道连接件的设计要求。
- 2) 总沉降全部完成后，储罐底板应至少高出设计地面 300mm。
- 3) 地基变形观测应符合 SH/T 3123-2017 及 SH/T 3528-2014 的规定。

11.2.5 池类构筑物


采用现浇钢筋混凝土池底和池壁，预制或现浇钢筋混凝土盖板，有特殊要求时可采用钢盖板；池体按规范要求设变形缝或后浇带；当需采取抗浮措施时，可采用毛石混凝土平衡层；池顶雨棚采用轻型钢结构，池类构筑物设计尚应符合 SH/T 3132-2013 的规定。

11.2.6 炉基础等：采用钢筋混凝土独立或联合结构。

11.2.7 电缆沟、管沟：室内采用现浇钢筋混凝土结构，钢盖板；室外采用钢筋混凝土结构，钢筋混凝土盖板。

11.3 二次浇灌层

基础顶面二次灌浆层均采用自流型高强无收缩水泥基灌浆料。二次灌浆层厚度应符合下表要求：

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

基础类别	二次灌浆层材料	二次灌浆层厚度	备注
泵及小型设备基础	水泥基灌浆料	40mm	
冷换及卧式容器基础	水泥基灌浆料	40mm	
塔基础	水泥基灌浆料	40mm	
较大的立式容器基础	水泥基灌浆料	40mm	
压缩机及大型的机泵基础	水泥基灌浆料	≥ 50mm	见单体设计
钢柱下基础	水泥基灌浆料	40mm	

11.4 基础的防腐蚀

（以下为2#芳烃抽提装置做法，其余装置根据相应详勘报告修改，满足《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046-2018的要求。）

地面以下基础表面、垫层上表面刷环氧沥青涂层，厚度≥300 μm，

基础梁表面刷环氧沥青涂层，厚度≥500 μm。

11.5 地基变形观测

11.5.1 建筑物

根据 GB 50007-2011 的要求，下列建筑物应在施工期间及使用期间进行地基变形观测：


- a) 地基基础设计等级为甲级的建筑物；
- b) 复合地基或软弱地基上的设计等级为乙级的建筑物；
- c) 受邻近深基坑开挖施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑物。

11.5.2 构筑物

根据 GB 50007-2011 中规定的地基基础设计等级及相关行业规范的要求，下列构筑物应在施工期间及使用期间进行地基变形观测：

- a) 规范中规定需要进行地基变形验算的自立塔型设备基础、炉基础、冷却塔及其他构筑物基础；
- b) 钢筋混凝土烟囱、火炬塔架及大型罐基础(包括储罐和球罐)；
- c) 超长的池类结构；
- d) 重要的或对沉降有严格要求的动力设备，应在其基础上设置永久的沉降观测点；
- e) 规范中明确要求需进行变形观测的构筑物。

以上要求进行地基变形观测的建(构)筑物，必要时应在设计图纸上注明变形观测技术要求。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

12 混凝土结构设计

12.1 基本设计规定

12.1.1 结构构件应根据承载能力极限状态及正常使用极限状态的要求，分别进行承载力及稳定（必要时应进行结构的倾覆、滑移及漂浮验算）、疲劳、变形、抗裂及裂缝宽度的计算和验算。

12.1.2 结构及结构构件的承载力(包括失稳)计算和倾覆、滑移及漂浮验算，均应采用荷载设计值；疲劳、变形、抗裂及裂缝宽度验算，均应采用相应的荷载代表值；直接承受吊车的结构构件，在计算承载力及验算疲劳、抗裂时，应考虑吊车荷载的动力系数。

12.1.3 预制构件尚应按制作、运输及安装时相应的荷载值进行施工阶段的验算。预制构件吊装的验算，应将构件自重乘以动力系数，动力系数可取1.5，但可根据构件吊装时的受力情况适当增减。

12.1.4 对现浇混凝土结构，必要时应进行施工阶段的验算。

12.1.5 当结构构件进行抗震设计时，地震作用应符合GB 50011-2010（2016年版）和GB 50191-2012的规定。

12.2 混凝土构件配筋率限值

12.2.1 钢筋混凝土结构构件不得设计成少筋或超筋构件。

12.2.2 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率应符合《混凝土结构设计规范》（2015年版）GB 50010-2010中第8.5条的规定。

12.2.3 抗震设计中，钢筋混凝土框架结构梁端纵向受拉钢筋的配筋率不应大于2.5%，框架梁纵向钢筋配置，尚应符合GB 50010-2010中第11.3条的规定。


12.2.4 钢筋混凝土框架结构柱的纵向钢筋配置，应符合下列要求：

- 1) 柱中全部纵向受力钢筋配筋率不应大于5%；
- 2) 抗震设计中柱纵向钢筋的最小总配筋率应按《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB 50011-2010表6.3.7-1采用，同时每一侧配筋率不应小于0.2%。

12.3 除特殊说明外，受弯构件的挠度限制要求应遵照GB 50010-2010第3.4.3条中的规定执行：

手动吊车梁	$L_0/500$
电动吊车梁	$L_0/600$
$L_0 < 7\text{m}$ 的屋盖、楼盖及楼梯构件	$L_0/200$
$7\text{m} \leq L_0 \leq 9\text{m}$ 的屋盖、楼盖及楼梯构件	$L_0/250$
$L_0 > 9\text{m}$ 的屋盖、楼盖及楼梯构件	$L_0/300$

12.4 多层框架结构在地震荷载作用下，楼层层间侧移的限制应符合GB 50011-2010第5.5中的规定。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

12.5 高度大于24m的混凝土框架，其楼层层间最大位移与层高限值应符合JGJ 3-2010表3.7.3相关规定。

12.6 抗爆建筑物

- 1) 抗爆建筑物的抗爆设计，应根据抗爆要求和受力情况做到结构各个部位抗力相协调。
- 2) 抗爆建筑物的结构在爆炸荷载作用下，应验算结构承载力及变形，对结构裂缝可不进行验算。
- 3) 抗爆建筑物的基础设计应进行地基承载力验算、基础抗倾覆及抗滑移验算。

12.7 池类结构

12.7.1 材料

- 1) 水池受力构件混凝土的强度等级不应低于C40。当储存腐蚀性介质时，尚应符合GB 50046-2008的规定；
- 2) 水池混凝土中使用活性骨料时，骨料中碱含量应符合SH/T 3132-2013的规定；
- 3) 当水池混凝土中使用外加剂时，外加剂质量应符合SH/T 3132-2013的规定；
- 4) 当水池需设置变形缝时，变形缝所用材料的质量应符合SH/T 3132-2013的规定。


12.7.2 基本设计原则

- 1) 池类结构的设计，应符合GB 50010-2010（2015年版）、GB 50011-2010（2016年版）、GB 50191-2012、SH/T 3132-2013的规定。
- 2) 石油化工常用水池的结构安全等级为二级，结构重要性系数取1.0，按丙类构筑物进行抗震设计。
- 3) 当水池内介质的酸碱度（PH值）低于6或其它介质组分对钢筋混凝土产生强、中、弱等级腐蚀时，应按GB 50046-2008或进行专门试验确定并采取防腐措施。当介质温度超过40℃时，尚应考虑温度对防腐层材料的影响。
- 4) 钢筋混凝土的抗渗等级应符合SH/T 3132-2013和防渗结构的规定。
- 5) 水池地基的沉降应能满足正常生产要求，一般情况下，地基的最大沉降值不宜大于300mm。
- 6) 水池结构的计算应按SH/T 3132-2013中的规定分别验算强度、抗裂及裂缝宽度验算，必要时尚应进行抗浮稳定设计。
- 7) 所有贮液池均应进行闭水试验，闭水试验应符合GB 50141-2008的规定。
- 8) 当池类有防渗要求时，水池设计还应符合GB/T 50934-2013的有关规定。

12.7.3 池类结构的构造应符合SH/T 3132-2013的规定；当储存腐蚀性介质时，在构造上尚应符合GB 50046-2008的规定。

12.8 构造要求

- 1) 钢筋混凝土结构伸缩缝的最大间距宜符合GB 50010-2010（2015年版）中的规定。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

2)主要承重构件的纵向受力钢筋直径不宜小于16mm。

12.9 裂缝控制等级和最大裂缝宽度允许值

根据环境类别、结构类型按照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010（2015年局部修订）相关条款确定。

12.10 钢筋的混凝土保护层最小厚度

除满足相关规范标准外，不低于下表数值：

结构构件类型	混凝土保护层厚度	备注
钢筋混凝土柱	50 mm	
钢筋混凝土梁	35 mm	
钢筋混凝土板	20 mm	
钢筋混凝土墙	40 mm	
池类结构的池壁、池顶板	35 mm	
池类结构的池底板	50 mm	
混凝土沟壁、沟底、沟盖板	35 mm	
基础	50 mm	
基础梁	50 mm	

13 钢结构设计

13.1 基本要求

13.1.1 钢结构的设计，应从工程实际情况出发，合理选用材料、结构方案和构造措施，满足结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求，并符合防火、防腐要求。宜采用通用的和标准化的结构和构件。


13.1.2 在钢结构设计文件中，应注明建筑结构的设计使用年限、钢材牌号、连接材料的型号，还应注明所要求的焊缝形式、焊缝质量等级、端面刨平顶紧部位及对施工等的要求。

13.1.3 除疲劳计算外，钢结构的设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数的设计表达式进行计算。

13.1.4 承重结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。按承载能力极限状态设计钢结构时，应考虑荷载效应的基本组合，必要时还应考虑荷载效应的偶然组合；按正常使用极限状态设计钢结构时，应考虑荷载效应的标准组合。

13.1.5 计算结构或构件的强度、稳定性以及连接的强度时，应采用荷载设计值（荷载标准值乘以荷载分项系数）；计算疲劳和正常使用极限状态的变形时，应采用荷载标准值。

13.1.6 焊缝等级要求

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

在承受动荷载且需要进行疲劳验算的构件的对接焊缝均应焊透，当作用力垂直于焊缝长度方向的横向对接焊缝或T形对接与角接组合焊缝，受拉时应为一级，受压时应为二级；作用力平行于焊缝长度方向的纵向对接焊缝不应低于为二级。

不需要进行疲劳验算的构件的对接焊缝均宜焊透，其质量等级受拉时不应低于二级，受压时不宜低于为二级；

梁柱拼接焊缝为二级，其余均采用三级。钢结构连接的焊缝等级尚应按照GB50017-2017 第11.1.6条执行。

13.2 框架

13.2.1 钢框架结构宜采用框架支撑体系，应符合GB 50011-2010（2016年版）、GB 50017-2017、SH/T 3077-2012和SH 3147-2014的规定。

13.2.2 结构布置应力求体型简单，质量和刚度对称均匀，避免平面和立面突变和形状不规则。结构布置应根据设备布置的要求，宜采用横向承重结构，当采用纵向承重结构时，应加强横向刚度(如将框架横向布置成桁架式或在适当的位置加设斜撑)。当框架平面尺寸为正方形或接近正方形时，宜采用单向承重结构，但对非承重结构方向应设置斜撑。

13.2.3 框架立面垂直支撑的布置应考虑人员通行、管线布置、冷换设备检修抽芯等因素的影响。

13.2.4 设备钢平台在平面内宜设置水平支撑。

13.2.5 框架层间梯子的设置，应根据生产操作和防火的要求确定，并应考虑人员通行、设备和管线布置等因素的影响。

13.2.6 框架钢柱的柱脚应设计成双向刚接、单向刚接或铰接，柱脚均应设置加劲肋：柱脚底板的长度、宽度、厚度除应按计算确定外，尚应满足构造要求，且厚度应大于等于柱中较厚板件的厚度；加劲肋的高度和厚度应由计算确定，但一般高度不宜小于250mm，厚度不宜小于10mm；地脚螺栓的直径应按计算确定，并留有2mm的腐蚀裕量。地脚螺栓直径不宜小于24mm。


13.2.7 柱脚底板水平力，应由柱脚底板与其下部的二次灌浆层之间的摩擦力来抵抗，并应符合下式的要求。当不能满足时，应设抗剪键。

$$0.4N \geq Q$$

式中： Q —— 柱脚底板处水平力设计值； N —— 柱的轴心压力设计值。

13.3 管架

13.3.1 装置主管架采用钢结构，应设计成纵梁式管架，横向梁与柱应设计成刚接。在每一温度区段内，管架每侧至少有一根纵向梁连续设置，纵向梁与柱宜铰接，且应设置纵向柱间垂直支撑，并符合SH/T 3055-2017 和GB 51019-2014的规定。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

13.3.2 纵梁式管架纵向温度区段长度(伸缩缝的间距), 不宜超过120m。纵梁式钢管架伸缩缝处纵梁与柱应采用可滑动的支座连接。

13.3.3 柱间垂直支撑的布置应考虑人员通行、管线布置和设备检修等因素的影响。

13.3.4 柱脚可设计成刚性连接或铰接连接柱脚。刚性连接柱脚应满足第13.2.6和13.2.7条的规定。铰接连接柱脚底板厚度除按计算确定外, 尚应大于等于柱中较厚板件的厚度且不小于20mm, 地脚螺栓直径不宜小于24mm, 同时应满足第13.2.7条的规定。

13.4 钢结构厂房

13.4.1 钢结构厂房应设置支撑体系, 支撑体系的布置, 除应符合GB 50011-2010(2016年版)的规定外, 尚应符合下列要求:

a) 在每个温度区段或分区建设的区段中, 应分别设置能独立构成空间稳定结构的支撑体系;

b) 在设置柱间支撑的开间, 应同时设置屋盖横向支撑;

c) 在刚架转折处(柱顶和屋脊), 应设置刚性系杆, 必要时还可设置屋盖纵向支撑。

13.4.2 构件在可能产生塑性铰的最大应力区内, 应避免焊接接头; 对于厚度较大无法采用螺栓连接的构件, 可采用对接焊缝等强度连接。

13.4.3 屋盖横梁与柱顶铰接时, 宜采用螺栓连接。

13.4.4 柱间支撑杆件宜采用整根材料, 超过材料最大长度规格时可采用对接焊缝等强拼接。

13.4.5 钢结构厂房内动力设备基础附属的操作平台应与厂房主体结构脱开。

13.4.6 压缩机缓冲罐进、出口管线及其他振动较大的管线, 应与厂房主体结构脱开, 并应设置独立的支撑体系, 若个别管线脱开确有困难时, 应采取减振措施; 振动较小的管线不应挂置(或搁置)在平台梁上, 可支在平台柱或厂房柱上, 但也应采取减振措施。

13.4.7 压缩机厂房设计中, 在楼盖平面内宜设置水平支撑, 且应加强钢格板与梁的连接。


13.4.8 钢结构厂房的柱脚宜采用刚性连接柱脚或铰接连接柱脚, 应符合第13.2.6和13.2.7条的规定。

13.5 钢结构构件连接设计

13.5.1 钢结构构件的连接设计, 当不考虑地震作用时, 应符合GB 50017-2017和GB 51022-2015的规定, 进行弹性设计; 当考虑地震作用时, 应符合GB 50011-2010(2016年版)的规定, 按地震组合内力进行弹性设计, 并应进行极限承载力验算。

13.5.2 钢结构主要构件的连接采用焊接或高强螺栓连接。

13.5.3 当连接节点采用螺栓连接时, 应采用高强度螺栓, 符合JGJ 82-2011的规定。螺栓连接设计时, 对于主要的承重构件的拼接和节点连接, 应采用高强度螺栓; 所有

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

直接承受振动或重复应力作用的构件的拼接和节点连接，当采用高强度螺栓连接时应采用摩擦型连接，且应在施工图中说明在高强度螺栓连接范围内构件接触面的处理方法。螺栓的抗滑移系数按完成后钢结构连接处表面情况取用。高强度螺栓的最小直径为16mm，每个连接节点的最少螺栓数量为2个。

13.5.4当连接节点采用焊接连接时，应符合GB 50661-2011的规定。

13.6 刚度及变形规定

13.6.1 构件刚度规定

钢管架构件的长细比应符合GB 51019-2014以及SH/T 3055-2017的规定。其余受压及受拉构件容许长细比应符合GB 50017-2017、GB 50011-2010（2016年版）、SH/T 3077-2012及GB 51022-2015的规定。

13.6.2 结构或构件变形规定

1) 建筑物容许变形应符合GB 50017-2017的规定。.


2) 钢框架结构，梁、板最大允许挠度为：

平台板	L/150
平台次梁	L/200
平台主梁	L/250
支承设备梁	L/350
框架梁	L/400
管架柱上的钢横梁	L/250
纵梁及桁架上的钢横梁	L/250
支撑中间横梁的钢纵梁	L/400
钢桁架	L/500
单轨吊车梁	L/400
轻轨吊车梁	L/800
中级吊车梁	L/1000
重级吊车梁	L/1200
用于检修吊车梁	L/500
悬臂梁	L/200

注：以上L为受弯构件计算跨度，（对悬臂梁和伸臂梁为悬伸长度的2倍）。

3) 在风荷载标准值作用下，结构柱顶水平位移不应大于以下数值：

可拆卸式火炬塔架	H/300
钢楼梯间	H/250
框架	H/300
管架	H/200

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

压缩机厂房

H/300

注：以上H为基础顶面至柱顶的高度

4) 吊车水平荷载作用下，结构柱顶水平位移不应大于以下数值：

压缩机厂房柱的横向位移

$H_c/600$

注： H_c 为基础顶面至吊车梁或吊车桁架顶面的高度。

5) 采用轻钢结构时，构件最大允许挠度及柱顶水平位移应符合GB 51022-2015中3.3条的要求。

6) 多层框架结构在风荷载标准值作用下，框架柱顶水平位移和层间相对侧移的限值应符合GB 50017-2017附录B的规定。

7) 跨度桁架需要预先做起拱处理时，有关起拱的要求应符合GB 50017-2017的规定。

13.7 钢结构梯子及栏杆设计规定

13.7.1 钢结构梯子及栏杆的设计应符合GB 4053.1-2009、GB 4053.2-2009及GB 4053.3-2009的规定。

13.7.2 钢斜梯的高度不宜大于6m。当钢梯的高度大于6m时，宜设梯间平台，分段设梯。

13.7.3 钢直梯梯段高度不宜大于9m。超过9m时宜设梯间平台，以分段交错设梯。攀登高度在15m以下时，梯间平台的间距为5m~8m；超过15m时，每5m设一个梯间平台。平台应设安全防护栏杆。

13.7.4 钢直梯梯段高度大于2.5m时，应采用有护圈的钢直梯；有护圈的钢直梯宜采用侧面入口的型式。对于靠近平台边缘的钢直梯，当直梯位于距地面或下层平台面高于6m的平台上，且直梯中心线距平台栏杆小于0.9m或直梯踏步距平台栏杆小于1.2m时，均应采用有护圈的钢直梯，且直梯护圈的竖向扁钢带应延伸至平台栏杆顶面，并与之牢固连接。

13.7.5 钢直梯在平台入口处应设置安全门。


13.7.6 钢栏杆高度分为1050mm、1100mm和1200mm三种，当平台离地高度大于等于20m时，应选用1200mm高的栏杆。

13.8 钢结构防腐

13.8.1所有钢结构（镀锌表面处理的结构除外）均需做涂装处理。

13.8.2钢结构构件在涂装前应除锈，除锈等级应符合下表规定。基层处理后，应及时刷防锈底漆，间隔时间不应超过4小时。

构件种类	最低除锈等级
框架梁柱、柱间支撑、设备梁、使用中维修困难的构件	Sa2.5 级

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

其余构件	St3 级
------	-------

13.8.3外露钢结构防腐涂层配套、干膜厚度和涂层厚度应符合以下规定：

涂层结构	涂料类型	最小干膜厚度(um)	最小涂层总厚度 (um)	涂层使用年限
底涂层涂料	环氧富锌底涂料	70	280	≥ 10 年
中涂层涂料	环氧云铁中间涂料	110		
面涂层涂料	聚氨酯面涂料	100		

13.8.4涂层与钢铁基层的附着力不宜低于**5MPa**，附着力的测试方法为拉开法，应符合现行国家标准的规定；

13.8.5设置防火层的构件应涂刷底漆、中间漆和一道面漆（耐碱漆）。

13.8.6防腐涂料应选用有可靠质量保证的产品，不同厂家、不同品种的涂料严禁混用。

13.8.7防腐保护施工及验收应满足《石油化工钢结构工程施工质量验收规范》**SH/T3507-2011**第12章及防腐涂料制造厂产品施工说明的要求，同时应满足其它国家、行业和地方相关施工质量验收规范的要求。

13.9 钢结构防火

13.9.1 钢结构防火设计应符合 **GB 50160-2008(2018 年版)**，**GB 51249-2017** 和 **SH 3137-2013** 的规定。


13.9.2 钢结构防火涂料应满足 **GB 14907-2018** 的性能要求。室外钢结构构筑物、敞开及半敞开钢结构建筑物选用特种钢结构非膨胀型防火涂料；封闭式钢结构建筑物根据建筑物可能发生的火灾类别分别选用室内膨胀型特种钢结构防火涂料、室内膨胀型普通钢结构防火涂料。

13.9.3 非膨胀型防火涂层包括：基层除锈、底漆和耐碱中间漆、防火涂料层、面漆保护层。施工时，钢构件表面应设锚固钉，加挂镀锌铁丝网，再喷涂或手工涂抹非膨胀型防火材料。

13.9.4 膨胀型防火涂层包括：基层除锈、防腐底漆和中间漆、防火涂料层、防腐面漆保护层。

13.9.5 防火涂料应有国家权威检测机构的检测报告和生产合格证，并满足《钢结构防火涂料》**GB14907-2018** 的要求。特种钢结构防火涂料的耐火性能应按烃类（HC）火灾升温条件进行试验，且检测合格；不得采用未按烃类（HC）火灾升温条件进行试验或按此升温条件检测不合格的防火涂料。

13.9.6 防火保护涂层的底漆、防火涂料及面漆尽量由同一生产厂提供，否则应保证底

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

漆、防腐面层与防火涂料相适应，并具有良好的结合力。

13.10 钢结构的刷色

根据《石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定》SH3043-2014，本项目结构部分钢结构刷色规定如下：

- | | |
|-------------------|------|
| a) 梁、柱、支撑、吊柱： | 蓝灰色； |
| b) 铺板、踏板： | 蓝灰色； |
| c) 栏杆（含立柱）、护手、扶手： | 淡黄色； |
| d) 栏杆挡板： | 蓝灰色； |
| e) 压型钢板顶： | 天蓝色； |
| f) 压型钢板底： | 乳白色。 |

14 防渗

14.1 防渗设计原则

14.1.1 防渗设计应根据防渗主体的设计工作年限、结构形式、地下水和土壤环境条件、污染介质类型和污染物含量、施工和维护条件及全寿命周期成本等因素进行。

14.1.2 防渗设计应满足现行国家标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600、《石油炼制工业污染物排放标准》GB 31570、《石油化学工业污染物排放标准》GB 31571、《无机化学工业污染物排放标准》GB 31573 等标准中水污染物排放限值、土壤污染风险管制值的要求。

14.1.3 防渗设计应保证在防渗主体的设计工作年限内，地下水和土壤环境中的污染物含量不超过法律法规和规范规定的水污染物排放限值和土壤污染风险管制值。


14.1.4 防渗设计应优先采取提高防渗主体自身抗渗能力的措施，地下设备和管道应将腐蚀设计与防渗设计相结合，防止和减少污染介质跑、冒、滴、漏；当自身抗渗能力不能满足防渗要求时应采取设置防渗层等防渗措施。

14.1.5 防渗层采用材料的挥发性有机化合物（VOC）含量、有害物质含量应符合现行国家标准《工业防护涂料中有害物质限量》GB 30981、《建筑用墙面涂料中有害物质限量》GB 18582、《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》GB/T 38597 的规定。

14.1.6 污染介质的腐蚀等级判定和防腐防渗层的设计及性能要求应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的规定。

14.2 防渗层的耐久性要求

14.2.1 防渗层的耐久年限应根据环境条件、污染介质类型、污染物含量、接触污染介质的时间、装置（单元）和防渗主体的检维修周期和维护条件等进行综合对比后确定。

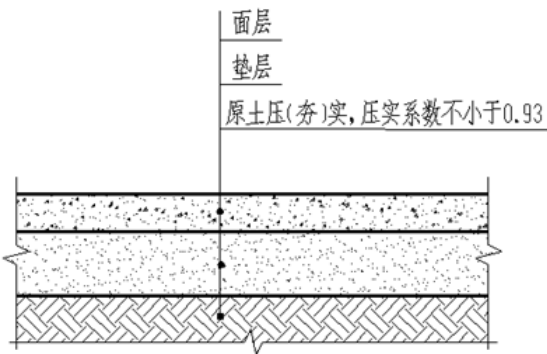
 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

14.2.2 防渗层的耐久年限应符合下列规定：

- 防渗层的耐久年限不应低于装置、单元和防渗主体的检维修周期；
- 易维护和更换的防渗层，其耐久年限宜为 10～15 年；
- 不易维护和更换的防渗层，其耐久年限宜为 20～25 年；
- 地面以下及无法维护的防渗层，其耐久年限不应低于防渗主体或内部设备的设计工作年限。

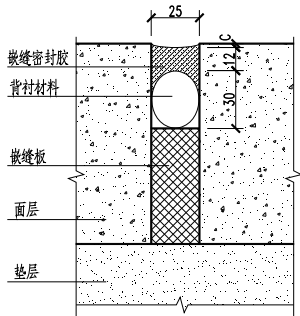
14.3 围堰内地面防渗

14.3.1 围堰硬化地面：

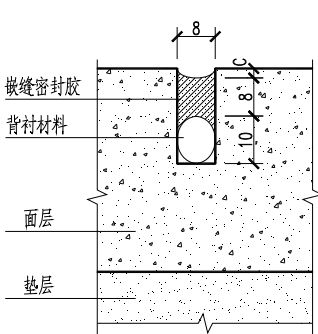


图中要求如下：

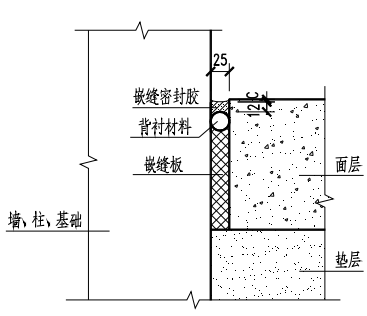
- 面层： 根据场地条件选用抗渗素混凝土或抗渗合成纤维混凝土。
抗渗混凝土强度等级 C30，抗渗等级 P6。 抗渗合成纤维混凝土的混凝土强度等级 C30，抗渗等级 P6，内掺高强度、高延展复合阻裂纤维，纤维长度为 16～19mm，掺量为每立方混凝土 1.1kg～1.2kg。
 - 垫层： 采用 100mm 级配碎石，垫层压实系数不小于 0.94。
- 14.3.2 混凝土防渗层应设置缩缝、胀缝，在与墙、柱、基础交接处设衔接缝。



胀缝构造




缩缝构造



墙、柱、基础衔接缝构造

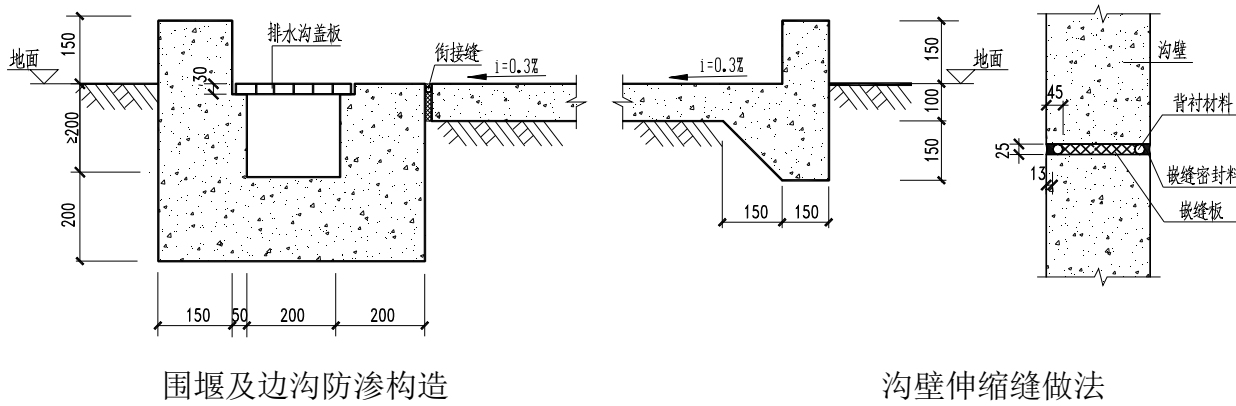
图中要求如下：

- 纵、横向缩缝、胀缝间距：缩缝间距 4m，胀缝间距 24m；
- 嵌缝密封料采用道路用硅酮密封胶；
- 嵌缝板采用闭孔型聚乙烯泡沫塑料板或纤维板；

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

- 4 背衬材料采用闭孔膨胀聚乙烯、聚氯乙烯或弹性聚丙烯泡沫棒，泡沫棒直径不应小于缝宽的 1.25 倍；
- 5 嵌缝密封胶与混凝土表面的距离 C 在气温不大于 20℃施工时取 2mm，气温大于 20℃施工时取 1mm。

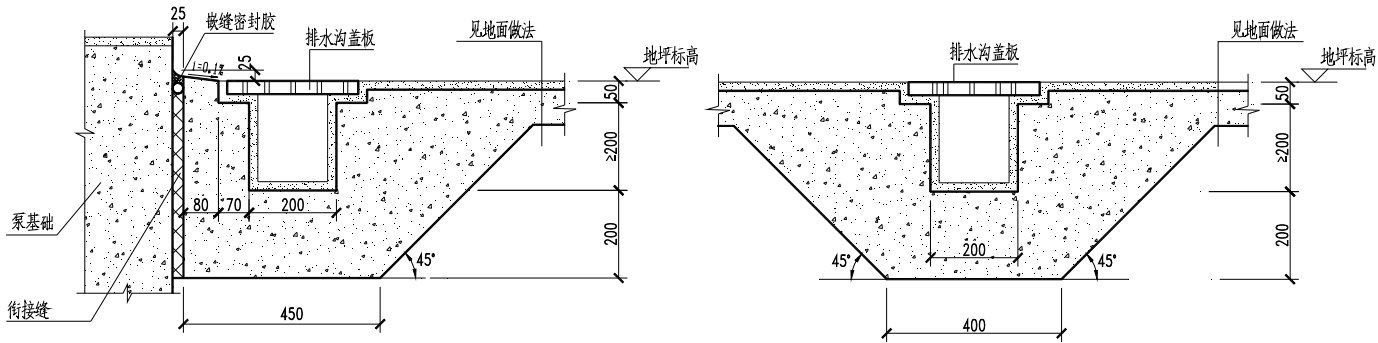
14.3.3 围堰及边沟防渗构造。



图中要求如下：

- 1 围堰材料同地面；
- 2 边沟采用 C30 混凝土，抗渗等级 P8，边沟尺寸应满足单体设计要求；
- 3 边沟伸缩缝间距 21m。

14.3.4 机泵边沟防渗构造。




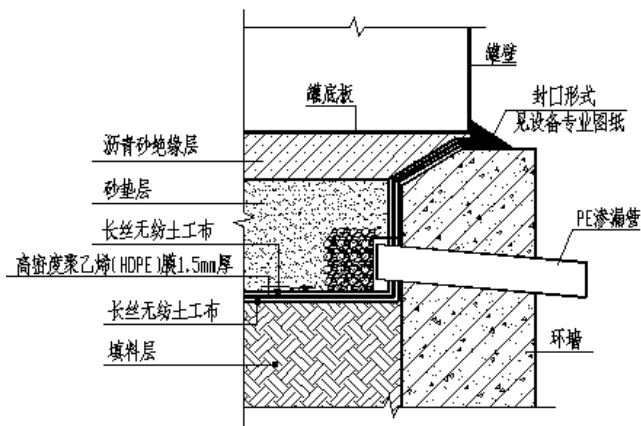
图中要求如下：

- 1 边沟采用 C30 混凝土，抗渗等级 P6。
- 2 边沟伸缩缝间距 21m。
- 3 边沟内表面抹聚合物水泥防水砂浆，厚度不小于 15mm。

14.4 罐区防腐与防渗

环墙式罐基础防渗构造见下图，其中 HDPE 膜及其上下层长丝无纺土工布可先宽出罐底板，待底板施工完后将宽出部分切除；也可在沥青砂范围内固定在环墙上。HDPE 膜顶部应由中心坡向四周，坡度同基础顶部。

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--



14.5 池、井、污水沟防腐与防渗

14.5.1 地下和半地下池类、沟、井内污染介质的腐蚀等级为弱、中、强时，其内表面应设置防腐防渗层。

14.5.2 池、沟、井内污染介质的腐蚀等级低于弱腐蚀、介质渗漏可能造成地下水、土污染时，池类、沟、井与地下水、土接触构件的内表面应设置防水层，设置范围应高出地面不小于 500mm，内部与地下水、土不接触的构件表面可不设置防水层。

14.5.3 防腐防渗层、防水层应采用柔性涂层。

14.5.4 防腐防渗层可采用水性高分子树脂、无溶剂高分子树脂、水性氟树脂、速凝橡胶沥青、喷涂聚脲、聚合物水泥砂浆等。

14.5.5 防水层可采用水性高分子树脂、水性氟树脂、速凝橡胶沥青、聚氨酯、聚合物水泥等防水涂料和聚合物水泥防水砂浆。


14.5.6 混凝土水池、污水沟和井的防渗做法详见单体设计。当单体设计中未说明时，采用以下防渗做法：

- 1) 混凝土强度等级不宜低于 C40，抗渗等级不应低于 P8。
- 2) 污水管线上的检查井、水封井、阀门井、污水沟的内表面抹聚合物水泥防水砂浆，厚度不小于 15mm。
- 3) 存储腐蚀介质水池的内表面防腐防渗层宜采用水性高分子树脂或水性氟树脂、喷涂速凝橡胶沥青、喷涂聚脲防水涂料。涂层厚度：强腐蚀时厚度不小于 3mm；中腐蚀时厚度不小于 2mm；弱腐蚀时厚度不小于 300um。
- 4) 水池、污水沟和井的变形缝、不完全缩缝均设止水带。变形缝处采用镀锌钢边橡胶止水带，橡胶选用氯丁橡胶或三元乙丙橡胶，施工缝、不完全缩缝、后浇带采用镀锌钢板止水带。

14.6 防渗地面范围内的电缆沟盖板缝填聚合物水泥砂浆，盖板顶面抹聚合物水泥砂浆 15mm 厚，抹面后与地面平，盖板与防渗地面间交接处按胀缝处理。

14.7 防腐防渗材料

14.7.1 抗渗混凝土用材料

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

1) 抗渗混凝土用的水泥采用普通硅酸盐水泥。

2) 抗渗混凝土用的砂、石应符合国家现行标准《建设用砂》GB/T 14684-2011、《建设用卵石、碎石》GB/T 14685-2011 的有关规定。

3) 抗渗混凝土用的外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076-2008、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2013 和《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011 的有关规定。


14.7.2 抗渗合成纤维混凝土内掺高延展、高强度复合阻裂纤维，纤维的弹性模量不小于 1×10^4 MPa，断裂强度不小于 500 MPa，耐碱性能不小于 98%，并应符合国家现行标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的其他要求。

14.7.3 镀锌钢边橡胶止水带中的橡胶止水带应符合国家现行标准《高分子防水材料第二部分 止水带》GB/T 18173.2 的有关规定，镀锌钢板、镀锌钢边止水带的镀锌涂层尚应满足《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912 的要求。

14.7.4 聚合物水泥砂浆的基本性能应满足下表要求。

聚合物水泥砂浆的基本性能

项 目		指 标
凝结时间	初凝 (min)	≥ 45
	终凝 (h)	≤ 24
抗渗压力 (MPa)	7d	≥ 1.0
	28d	≥ 1.5
粘结强度 (MPa), 28d		≥ 2.0 (潮湿基面 ≥ 1.0)
抗压强度 (MPa), 28d		≥ 25.0
抗折强度 (MPa), 28d		≥ 8.0
拉伸强度 (MPa), 28d		≥ 3.0
柔韧性 (横向变形能力) (mm)		≥ 1.0
耐热性		无开裂、起皮、脱落
抗冻性		无开裂、起皮、脱落
干缩率 (%) 28d		≤ 0.15
1 吸水率 (%)		≤ 4.0
耐水性, 浸水后粘结强度和抗渗性保持率 (%), 168h		≥ 80
耐化学腐蚀性	饱和 CaOH_2 溶液, 168h	无开裂、剥落
	硫酸, PH=2, 720h	无脱落、无渗漏
	2% 盐酸, 720h	无脱落、无渗漏
	10% 氢氧化钠, 720h	无脱落、无渗漏

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

化学腐蚀后抗压强度保持率 (%) 180d	工业汽油、乙醇	≥ 80
	饱和 Na ₂ SO ₄ 、Na ₂ CO ₃ 溶液	≥ 80
	0.5% H ₂ SO ₄ 溶液	≥ 80
	2% HCl、2% HNO ₃ 溶液	≥ 50
	饱和尿素溶液、工业氨水	≥ 80
	饱和 NH ₄ Cl、NH ₄ NO ₃ 溶液	≥ 80
注：聚合物水泥砂浆的性能检验与试验方法应符合国家现行标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212、《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB/T 50224、《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984 的规定。		

14.7.5 水性高分子树脂防腐涂料的主要性能指标应满足下表的要求。


水性高分子树脂防腐涂料的主要性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	不挥发物含量 (%)		≥95	GB/T 1725
2	干燥时间	表干时间 (h)	≤1	GB/T 1728
		实干时间 (h)	≤10	
3	粘结强度 (MPa)		≥ 1.5	GB/T 16777
4	拉伸强度 (MPa)		≥ 5.0	GB/T 16777
5	断裂伸长率 (%)		≥ 250	GB/T 16777
6	不透水性		0.4MPa, 4h, 不透水	GB/T 16777
7	低温弯折性		-35℃, 无裂纹	GB/T 16777
8	耐冲击性 (kg.m)		≥ 0.6	GB/T 20624.2
9	耐化学 介质性能	5% H ₂ SO ₄ , 168h	不起泡、不开裂、不剥落	GB/T 30648.1
		5% NaOH, 168h		
		5%NaCl, 168h		
		矿物油, 168h		
10	耐盐雾性, 1000h		不起泡、不开裂、不剥落	GB/T 1771
11	人工加速老化, 4000h		不起泡、不开裂、不剥落、不粉化	GB/T 1865

14.7.6 喷涂速凝橡胶沥青防腐涂料的主要性能指标应满足下表的要求。

喷涂速凝橡胶沥青涂料的主要性能指标

序号	项 目	指 标	试验方法
1	固体含量 (%)	≥55	GB/T 16777
2	凝胶时间 (s)	≤5	GB/T 23446
3	耐热性 (140±2℃)	无流淌、滑动、滴落	GB/T 16777
4	不透水性 (0.4MPa, 4h)	无渗水	
5	粘结强度 (MPa)	≥0.6 (干、湿基面)	
6	弹性恢复率 (%)	≥85	
7	低温柔性, (-20℃)	无裂纹、断裂	


 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1

8	拉伸强度（MPa）		≥1.2	
9	断裂伸长率 （%）	无处理	≥1000	GB/T 23457
		碱处理	≥800	
		酸处理		
		盐处理		
		热处理		
		紫外线处理		
10	耐化学介质 性能	5% H ₂ SO ₄ （720h）	涂层完好	GB/T 30648.1
		5% NaOH（720h）		
		3%NaCl（720h）		
11	耐冲击性（kg.m）		≥1.0	GB/T 20624.2
12	耐盐雾性，1500h		不起泡、不开裂、不脱落	GB/T 1771
13	耐臭氧老化，3000h		不起泡、不开裂、不脱落、 不粉化	GB/T 18244
14	人工加速老化，4000h			

14.7.7 水性氟树脂防腐涂料的主要性能指标应满足下表的要求

水性氟树脂防腐涂料的主要性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	不挥发物含量 (%)		≥ 65	GB/T 1725
2	基料中氟含量 (%)		≥ 12	HG/T 4104
2	干燥时间	表干时间 (h)	≤ 2	GB/T 1728
		实干时间 (h)	≤ 8	
3	粘结强度 (MPa)		≥ 1.5	GB/T 16777
4	拉伸强度 (MPa)	无处理	≥ 1.5	GB/T 16777
		浸泡矿物油 (720h)	≥ 1.45	
5	断裂伸长率 (%)	无处理	≥ 180	GB/T 16777
		浸泡矿物油 (720h)	≥ 200	
6	不透水性 (0.4MPa, 4h)		不透水	GB/T 16777
7	耐冲击性 (kg.m)		≥ 0.6	GB/T 20624.2
8	耐化学介质性能	10% H ₂ SO ₄ (720h)	不起泡、不开裂、不脱落	GB/T 30648.1
		10% NaOH (720h)		
		10% HCl (720h)		
		35%NaCl (720h)		
		矿物油 (720h)		
9	耐盐雾性, 1000h		不起泡、不开裂、不脱落	GB/T 1771
10	人工加速老化, 2000h		不起泡、不开裂、不脱落、不粉化	GB/T 1865

 中国石化 SINOPEC 中石化广州工程有限公司	结构专业设计统一规定	编号: 413211-0000-GPEC-ENXX-MPR-0001Rev.1
--	-------------------	--

11	耐臭氧老化（50pphm，40℃，720h）	不起泡、不开裂、不脱落、不粉化	GB/T 18244
----	------------------------	-----------------	------------

14. 7. 8 喷涂聚脲防水涂料的基本性能应符合下表的规定

聚脲的基本性能

序号	项 目	指 标
1	固体含量（%）	≥96
2	凝胶时间（s）	≤45
3	表干时间（s）	≤120
3	硬度（邵A）	70~80
4	拉伸强度（MPa）	≥15
5	断裂伸长率（%）	≥400
6	撕裂强度（kN/m）	≥60
7	附着力（MPa）	混凝土 ≥3，钢 ≥5
8	不透水性	0.4MPa，4h，不透水
9	吸水率（%）	≤5.0
10	低温弯折性（℃）	≤-40
11	热、酸、碱、盐处理、人工气候老化后， 断裂伸长率（%）	≥300
12	热、酸、碱、盐处理、人工气候老化后， 拉伸强度保持率（%）	80~150
13	热、酸、碱、盐处理、人工气候老化后， 低温弯折性（℃）	≤-35
14	耐磨性（750g/500r）/mg	≤30
15	耐冲击（kg·m）	≥1.0
16	耐盐雾性，2000h	不起泡，不开裂、不剥落
17	耐水性，720h	不起泡，不开裂、不剥落
18	耐油性（柴油、汽油、煤油），720h	不起泡，不开裂、不剥落
19	耐液体介质（20% H ₂ SO ₄ 、10% HCl、20% NaOH、3% NaCl），720h	不起泡，不开裂、不剥落
注 1：表中所列指标均基于纯聚脲材料，不适用于聚氨酯脲（又称聚酯脲或半聚脲）。 注 2：聚脲防腐涂层的底涂层应采用喷涂聚脲用底涂和腻子，技术指标应符合国家现行标准《喷涂聚脲用底涂和腻子》JC/T 2252 的规定。 注 3：对外观颜色有要求，需在聚脲涂层上增加面涂层时，面涂层应采用弹性涂料。 注 4：聚脲防腐涂层超过规定复涂时间再次施工时，应先涂刷层间处理剂，层间处理剂的技术指标应符合国家现行标准《喷涂聚脲用层间处理剂》JC/T 2254 的规定。 注 5：聚脲防腐涂层采用的材料、施工、质量检验和检验方法应符合国家现行标准《喷涂型聚脲防护材料涂装工程技术规范》HG/T 20273、《喷涂聚脲防护材料》HG/T 3831、《喷涂聚脲防水工程技术规程》JGJ/T 200、《喷涂聚脲防水涂料》GB/T 23446 的规定。		

14. 7. 9 高密度聚乙烯（HDPE）膜应采用环保用光面高密度聚乙烯土工膜，宽度尺寸应不小于 6.0m，厚度偏差、外观质量、技术性能指标及试验方法应符合现行国家标准《土工合成材料 聚乙烯土工膜》GB/T 17643 的规定。

14. 7. 10 土工布应采用长丝纺粘针刺非织造土工布并符合以下规定：

- 1) 土工布纤维种类宜采用 PP-丙纶、PET-涤纶；
- 2) 土工布的标称断裂强度不宜小于 30kN/m，单位面积质量不宜小于 450g/m²；用于盲沟的土工布标称断裂强度不宜小于 20kN/m；
- 3) 土工布的其余技术指标和外观质量、试验方法应符合现行国家标准《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》GB/T 17639 的规定。