



项目编号	zxz25152
设计阶段	施工图
版本号	0

大榭石化码头结构修复项目

施工图

设计说明

南京水科院瑞迪科技集团有限公司

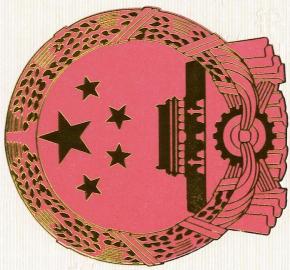
2025年8月

工 资 质 证 书

证书编号: A132030506

有效日期: 至2028年12月22日

中华人民共和国住房和城乡建设部制



企 业 名 称: 南京水科院瑞迪科技集团有限公司

经 济 性 质: 有限责任公司(非自然人投资或控股的法人
(独资))

资 质 等 级: 水运行业甲级; 水利行业乙级;
水利行业(水库枢纽、河道整治)专业甲级; 海洋
行业(沿岸工程)专业乙级。



No AZ 0104768

设计单位：南京水科院瑞迪科技集团有限公司

设计资质证书编号：A132030506

资质等级：水运行业甲级、水利行业乙级

发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部

发证日期：2023年12月28日

院 长：柯敏勇 教授级高工

分管 院长：曹宏生 教授级高工

分管 总工：古 浩 教授级高工

主办所负责人：范平易 高级工程师

项目负责人：钱 伟 高级工程师

主要参加人员：

杨文浩 高级工程师

荀 绚 高级工程师

郦 凯 工 程 师

江世海 工 程 师

于 洋 助理工程师

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 项目背景	1
1.2 设计标准和依据	2
1.3 设计范围和主要内容	3
第 2 章 设计条件	4
2.1 地理位置	4
2.2 气象	5
2.3 水文	9
2.4 冰况	11
第 3 章 码头检测结论与使用现状	12
3.1 5 万吨级油品码头检测结论	12
3.2 3 千吨级油品码头检测结论	27
3.3 3 万吨级液体化工码头检测结论	35
3.4 3 千吨级燃料油码头检测结论	51
第 4 章 码头修复加固方案	58
4.1 修复加固方案	58
4.2 修复加固施工技术要求	64
4.3 修复加固材料	82
4.4 主要工程量表	90
第 5 章 工程实施	94
5.1 施工原则	94
5.2 施工工期	94
5.3 施工风险点分析	94
5.4 对策措施建议	96

第 6 章 工程质量检验标准	97
第 7 章 使用和维护要求	98
7.1 使用要求及注意事项	98
7.2 码头维护建议	98

第1章 概述

1.1 项目背景

中海石油宁波大榭石化有限公司油码头工程位于宁波大榭岛的东部，码头位于大榭岛东北面扫箕山与猫头岩之间海域，距宁波市区 40km。大榭岛东临穿鼻、大猫岛，北濒金塘、舟山岛，西与北仑港区隔海相望，南与穿山半岛仅一江之隔。

由于建设时间较早且经过多年运营，码头长期频繁承载加上波浪、潮流等自然因素综合作用，5 万吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头、3 千吨级燃料油码头均呈现出不同程度的损坏，码头混凝土结构、桩基及附属设施的安全性、使用性和耐久性受到极大影响，其中水位变动区的腐蚀破损问题尤为突出，导致船舶靠泊、码头生产作业等方面存在严重的安全隐患。因此，针对码头不同的损伤情况，亟需采取相应有针对性的合理措施对各受损部位进行修复加固处理，以恢复其功能，延长其使用寿命，确保码头自身结构和港口生产作业安全。

上海港湾工程质量检测有限公司于 2024 年 7 月对中海石油宁波大榭石化有限公司 5 万吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头、3 千吨级燃料油码头及引桥的混凝土结构、桩基及附属设施进行了逐个、逐面排查，检测内容包括各类构件的破损状况，测定各类缺陷的破损位置、数量、分布、形态等，并对其中主要缺陷问题进行了统计分析与技术类别鉴定。由排查检测结论可知，部分泊位破损严重，已影响到码头的正常运营，建议尽快采取有效措施对其加以维修，以消除安全隐患。受业主单位委托，由我司负责上述泊位维修项目的设计工作。

根据各码头检测结论、使用现状以及业主维修要求，本项目拟对 5 万

吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头、3 千吨级燃料油码头所存在的破损问题进行修复加固处理，以改善上述码头各构件设施的技术状态，提高码头结构耐久性，消除安全隐患，从而保障各码头泊位的正常生产运营以及港区的健康可持续发展。

1.2 设计标准和依据

- 1、《水运工程水工建筑物检测与评估技术规范》（JTS 304-2019）；
- 2、《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》（JTJ 235-2016）；
- 3、《港口设施维护技术规范》（JTS 310-2013）；
- 4、《码头结构设计规范》（JTS 167-2018）；
- 5、《水运工程混凝土结构设计规范》（JTS 151-2011）；
- 6、《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）；
- 7、《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145-2013）；
- 8、《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS 153-2015）；
- 9、《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》（JTS 275-2000）；
- 10、《港口水工建筑物修补加固技术规范》（JTS/T 311-2023）；
- 11、《码头结构施工规范》（JTS 215-2018）；
- 12、《水运工程混凝土施工规范》（JTS 202-2011）；
- 13、《水运工程混凝土质量控制标准》（JTS 202-2-2011）；
- 14、《水运工程质量检验标准》（JTS 257-2008）；
- 15、《码头附属设施技术规范》（JTS 169-2017）；
- 16、《大榭石化码头水工主体结构检测评估报告》（上海港湾工程质量检测有限公司，2024 年 7 月）；
- 17、《中海石油宁波大榭石化有限公司 3000 吨级油码头工程初步设计》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2008 年 4 月）；

- 18、《中海石油宁波大榭石化有限公司 3000 吨级油码头工程竣工图》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2008 年 6 月）；
- 19、《大榭利万石化有限公司 5 万吨级油码头工程竣工图》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2003 年 5 月）；
- 20、《宁波大榭中海石油码头有限公司 3 万吨级沥青码头工程初步设计》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2010 年 4 月）；
- 21、《宁波大榭中海石油码头有限公司 3 万吨级沥青码头工程竣工图》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2013 年 10 月）；
- 21、《大榭利万石化有限公司 3 千吨级油码头工程竣工图》（中交上海港湾工程设计研究院有限公司，2002 年 4 月）；
- 22、其他现行国家、行业有关法律、法规及标准、规范；
- 23、业主单位提供的其他资料。

1.3 设计范围和主要内容

受业主单位委托，本项目我司主要负责中海石油宁波大榭石化有限公司 5 万吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头、3 千吨级燃料油码头及引桥面层、板、梁、墩台、桩基等混凝土结构以及护舷、护轮坎等附属设施的修复加固方案设计，主要涉及内容为修复加固方案设计、工程概算等。

第2章 设计条件

2.1 地理位置

中海石油宁波大榭石化有限公司油码头工程位于宁波大榭岛的东部，码头位于大榭岛东北面扫箕山与猫头岩之间海域，距宁波市 40km。大榭岛东临穿鼻、大猫岛，北濒金塘、舟山岛，西与北仑港区隔海相望，南与穿山半岛一江之隔。

5 万吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头位于大榭岛东北侧；3 千吨级燃料油码头位于大榭岛东南侧。上述各维修泊位具体分布位置详见图 2.1-1。





图 2.1-1 码头位置示意图

2.2 气象

本工程位于浙江省中部，属于北亚热带季风气候区。气温适中，四季分明，雨量充沛，空气湿润。冬季受北方冷高压控制，盛行西北风，寒冷干燥；夏季在西北太平洋副热带高压笼罩下，多东南风，暖热湿润；春秋是季风的转变期，多阴雨天气。冬夏长，春秋短。由于所处纬度常受冷暖气团交汇影响，天气多变。根据宁波市北仑区气象站（地理坐标为 $29^{\circ} 58'$ N, $121^{\circ} 45'$ E）1983~2005 年实测气象资料，分析得出工程区气温、降水、风况、能见度、相对湿度、雷暴等气象特征如下。

1、气温

多年平均气温	17.2°C (1995~2005 年)
累年极端最高气温	40.5°C (2005 年 7 月 5 日)
累年极端最低气温	-5.7°C (1983 年 2 月 21 日)

累年最高月平均气温 33.4℃ (1994 年 7 月)

累年最低月平均气温 1.7℃ (1986 年 1 月)

2、降水

全年降水分布呈双峰型，有两个相对雨季：3~7 月为第一个雨季，其中 3~5 月为春雨期，6~7 月为梅雨期。第二个雨季出现在 8~9 月，主要决定于台风活动，台风影响多的年份，易多狂风暴雨，否则易出现伏旱加秋旱。

多年平均年降水量 1341.3mm (1995~2005 年)

累年最大年降水量 1625.6 mm (1997 年)

累年最小年降水量 869.5mm (2003 年)

累年最大月降水量 431.4 mm (2005 年 8 月)

累年最大日降水量 190.4mm (2005 年 8 月 6 日)

根据 1995~2005 年统计资料，累年降雨日数统计如下：

多年平均 $\geq 10.0\text{mm}$ 的降雨日数 37.8d

多年平均 $\geq 25.0\text{mm}$ 的降雨日数 12.5d

多年平均 $\geq 50.0\text{mm}$ 的降雨日数 2.7d

北仑地区最长连续降水日数为 19d，各月最长连续降水日数最多的为 4 月和 9 月，分别为 19d 和 18d。

3、风况

工程区处于亚热带季风气候区，风向的季节性变化明显。冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，春秋两季是南北气流交替季节。

根据北仑气象站 1995~2005 年统计资料，工程区年常风向为 SE、S 向，统计频率为 9%；次长风向为 N、NW 向，统计频率为 8%；强风向为偏北向，N、NW 向最大风速分别为 24m/s、22m/s，次强风向为偏东向，E、ESE 向最大风速均为 20m/s。

工程区风况统计情况详见表 2.2-1，风玫瑰图详见图 2.2-1。

表 2.2-1 工程区风速、频率特征值统计一览表

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	
最大风速 (m/s)	24	15	19	14	20	20	16	13	
平均风速 (m/s)	6.2	5.3	4.6	4.2	4.7	4.4	4.5	4.1	
频率 (%)	8	4	5	3	6	7	9	6	
风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
最大风速 (m/s)	12	10	9	9	19	19	22	19	
平均风速 (m/s)	3.3	3.1	3.3	2.7	4.2	7.3	8	6.9	
频率 (%)	9	7	4	1	3	6	8	7	4

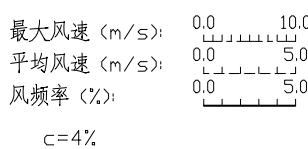
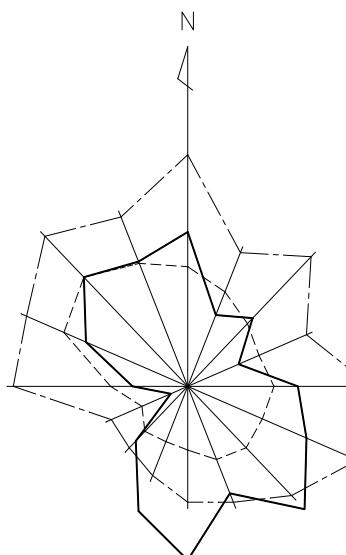


图 2.2-1 北仑气象站风玫瑰图 (1995~2005 年)

4、雾

北仑站累年平均雾日为 38.1d (1995~2005 年)，最多雾日 49d (1997 年)，最少雾日 20d (2003 年)。冬春季雾日较多，且多生在早晨，夏季雾日较少。

雾持续时间按白天纪录的起、止时间统计，持续时间以小于 3 小时最

多, 占出现次数的 77.6%, 持续时间为 9~12 小时的占 1.6%, 持续时间大于 12 小时的占 0.6%。

5、相对湿度

工程区空气湿润, 年平均湿度为 78.9%, 年内各月平均湿度分布呈单峰型。6 月的平均湿度最大, 可达 84.6%, 12 月的平均湿度最小, 仅为 73.5%。

6、暴

累年平均雷暴日数 27.7d (1995~2005 年)

年最多雷暴日数 39d (1998 年)

年最少雷暴日数 19d (2001 年)

雷暴发生的持续时间 ≤ 1.5 小时最多, 持续时间 ≥ 4 小时的雷暴出现频率很少。

7、台风

本工程区为台风多发地, 一般发生在 5~11 月, 主要集中在 7~9 月, 占总数的 80%, 8 月份是台风活动的高峰期, 占总数的 35%。

浙江中、南部登陆和中心接近穿山半岛沿岸的海上掠过型台风对工程地区影响较大。历史上造成严重影响的台风约 23 个, 占总数的 14%。2000 年以前, 影响最严重的为 5612 和 9711 号台风。5612 号台风于 1956 年 8 月 1 日在石浦附近登陆, 登陆中心气压为 923 hPa, 石浦站最大风速 >40 m/s; 9711 号台风于 1997 年 8 月 18 日在温岭石塘登陆, 登陆中心气压为 960hPa, 最大风速 >40 m/s, 大陈岛最大风速达 56m/s, 当时正值天文大潮, 风、潮、雨“三碰头”, 造成浙江沿海出现超警戒潮位, 损失非常严重。2000 年以后, 影响最严重的台风有 0608 号“桑美”、1211“海葵”、1323 号“菲特”、1509 号“灿鸿”台风。0608 号“桑美”于 2006 年 8 月 10 日在苍南马站登陆, 登陆中心气压为 960hPa, 最大风速 >40 m/s, 登陆中心气压为

920hPa, 实测极大风速达 81m/s, 适逢天文大潮, 中心附近最大风力达 60m/s, 破坏巨大; 台风“海葵”于 2012 年 8 月 8 日象山县鹤浦镇登陆, 中心气压为 965hPa, 近中心风力达 14 级, 是自 1956 年以来在宁波市登陆时强度最强的台风, 局部平均降雨量超过 500mm, 超过历史最高纪录; 台风“菲特”于 2013 年 10 月 7 日在福鼎沙埕镇登陆, 登陆时中心附近最大风力达 14 级 (42m/s), 中心最低气压为 955hPa; 2015 年 7 月 11 日, 9 号台风“灿鸿”以强台风级别在浙江省舟山朱家尖登陆, 登陆时中心附近最大风力达 14 级, 风速为 45m/s, 中心最低气压为 955hPa, 具有强度强、生命史长、体积庞大等特点。9 号台风“灿鸿”影响范围很广, 造成巨大的经济损失。

2.3 水文

2.3.1 潮汐

(1) 基准面

本工程高程基面采用 85 国家高程, 各基面换算关系见图 2.3-1。

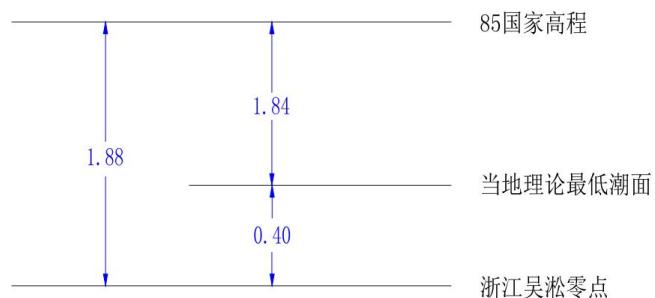


图 2.3-1 基面关系

(2) 潮汐特性

根据大榭岛孚竹村临时验潮站 (1998 年 2 月 26 日~3 月 28 日) 验潮资料, 由潮汐调和常数判别值: $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}=0.58$, $H_{M4}/H_{M2}=0.05$, 另外根据北仑水文站的验潮资料分析, 潮汐调和常数判别值: $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}=0.53$, 本海区属于潮汐属于不规则半日潮。海区潮汐浅海分潮较大,

潮汐不等现象也较为明显，有高潮不等、低潮不等和涨落潮不等，因此本海区潮汐性质属于不规则半日浅海潮。

(3) 潮汐特征值

潮汐特征值见下表 2.3-1。

表 2.3-1 潮汐特征值表 (单位: m)

项目	以 85 国家高程为基准
最高潮位	3.21
最低潮位	-1.83
平均高潮位	1.07
平均低潮位	-0.75
平均潮位	0.26
最大潮差	3.36
最小潮差	0.30
平均潮差	1.82
平均涨潮历时	5h47min
平均落潮历时	6h38min

(4) 设计水位

设计高水位: 1.69m (高潮累计频率 10%)

设计低水位: -1.19m (低潮累计频率 90%)

极端高水位: 3.04m (重现期 50 年一遇)

极端低水位: -1.99m (重现期 50 年一遇)

2.3.2 波浪

大榭岛本身处于一个多岛屿环抱的海域，外海的大浪对大榭岛海域的影响较小。

据 1993 年 10 月~1994 年 9 月的一年实测资料，本海域波浪以风浪为主;风浪频率 94%，涌浪出现频率仅为 10%。本区波浪的基本特点为波高小 (最大波高 1.8m，对应周期 3.1s，波向 NE)，周期短 (最大周期 4.4s，对应波高 0.2m，波向 NNW)。常浪向为 NW~N，三向频率为 44%，平均

波高为 0.2m，其次为 ESE~SSE 向，三向频率为 32%。强浪向为 NE，最大波高 1.8m，其次为 N 和 NNE，其最大波高分别为 1.7m 和 1.5m。

表 2.3-2 不同水位下 50 年一遇设计波要素

水位	方向	H1%(m)	T(s)	L(m)	C(m/s)
设计高水位 (1.69m)	N	3.38	6.3	56.4	9.0
	E	3.28	6.1	56.3	9.2
设计低水位 (-1.19m)	N	3.31	6.3	53.1	8.4
	E	3.15	6.1	50.7	8.3
极端高水位 (3.04m)	N	3.41	6.3	57.5	9.1
	E	3.24	6.1	54.6	9.0

2.3.3 潮流

本码头工程旁边的恒信二期码头当初设计时参照邻近的宁波港 25 万吨级原油码头工作船泊位资料，数年来使用情况良好，故本工程也参照工作船泊位有关资料，即采用“海港水文规范”的计算方法取设计流速为 1.21m/s。

2.4 冰况

本工程海域属于无海冰区域，港口和航道水域全年无冰冻，因此本工程可不考虑海冰。

第3章 码头检测结论与使用现状

以下根据《大榭石化码头水工主体结构检测评估报告》（上海港湾工程质量检测有限公司，2024年7月），论述分析本项目加固修复泊位破损和使用现状。

3.1 5万吨级油品码头检测结论

5万吨级油品码头平面为蝶形布置，结构采用高桩墩式结构，泊位长度330m，码头前沿水深-18.00m，码头可停靠一艘1~5万吨级油轮或可同时停靠两艘1~5千吨级油轮（两油轮之间净距35m以上），码头引桥通过抛石引堤与后方陆域相连。

经检测，5万吨级油品码头主要存在缺陷问题如下：

(1) 面层有小于10%的板块有龟裂；(2) 大部分墩台面层存在裂缝，部分墩台存在混凝土破损；(3) 共1根靠船构件存在混凝土破损；(4) 桩基存在涂层脱落，部分桩基水上部分存在裂缝缺陷，个别桩基水上部分存在混凝土破损缺陷；(5) 引桥面板底局部涂层脱落，部分面板存在裂缝；(6) 部分引桥墩存在裂缝；(7) 墩台及工作平台前沿护轮坎钢护边普遍存在锈蚀情况，局部存在破损缺陷；(8) 前沿靠船板存在锈蚀、破损、缺失等缺陷、部分靠船铁链锈蚀；(9) 个别系船柱存在混凝土基础破损缺陷；(10) 伸缩缝填充物普遍缺失，部分伸缩缝存在高差现象。具体缺陷情况详见表3-1-1。

表3-1-1 5万吨级油品码头检测结论一览表

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
----	------	------	------	---------

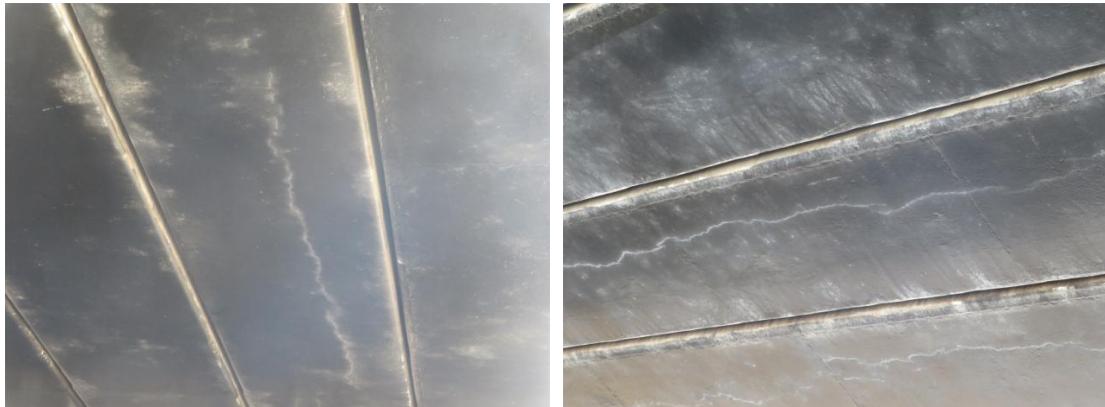
项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
码头	面板	部分面板底部存在裂缝缺陷	岸侧第 2 块面板底部 (L=1.9m、W=0.24mm)	B 级
			岸侧第 1 块面板底部 (L=1.9m、W=0.15mm)	B 级
			岸侧第 3 块面板底部 (L=1.9m、W=0.17mm)	B 级
			岸侧第 4 块面板底部 (L=1.9m、W=0.18mm)	B 级
	1#系缆墩	1#系缆墩	面层有网状裂缝 (3.9m×1.8m)	B 级
			底部东南角混凝土破损 (0.45m×0.3m)	
	2#系缆墩	1#人行桥墩	墩台岸侧竖向裂缝 2 条 (L=1.75m, W=0.19mm; L=1.9m、 W=0.34mm)	C 级
		2#系缆墩	面层有网状裂缝 (4.5m×1.2m)	C 级
			墩台南侧有竖向裂缝 (L=2.3m、W=0.26mm)	
	墩台	1#靠船墩	墩台海侧有竖向裂缝 3 条 (L=1.2m、W=0.18mm; L=1.5m、 W=0.20mm; L=1.6m、W=0.48mm)	
			南侧护轮坎跨中处面层有南北走向裂 缝 1 条 (L=6.5m、W=0.26mm)	C 级
			面层有东西走向裂缝 1 条 (L=5.2m、W=0.23mm)	
			墩台岸侧有竖向裂缝 6 条，长度介于 110cm~165cm 之间。宽度介于 0.21mm~0.32mm 之间	
			墩台北侧有竖向裂缝 2 条 (L=1.1m、W=0.37mm; L=1.2m、 W=0.43mm)	
	2#靠船墩	2#靠船墩	面层近海侧处混凝土起壳 (2.6m×1.4m)	C 级
			面层近北侧护轮坎处有裂缝 1 条 (L=3.9m、W=0.35mm)	
			墩台岸侧有竖向裂缝 4 条长度介于 220cm~240cm 之间，宽度介于 0.35mm~0.48mm 之间	
			墩台南侧有竖向裂缝 2 条	

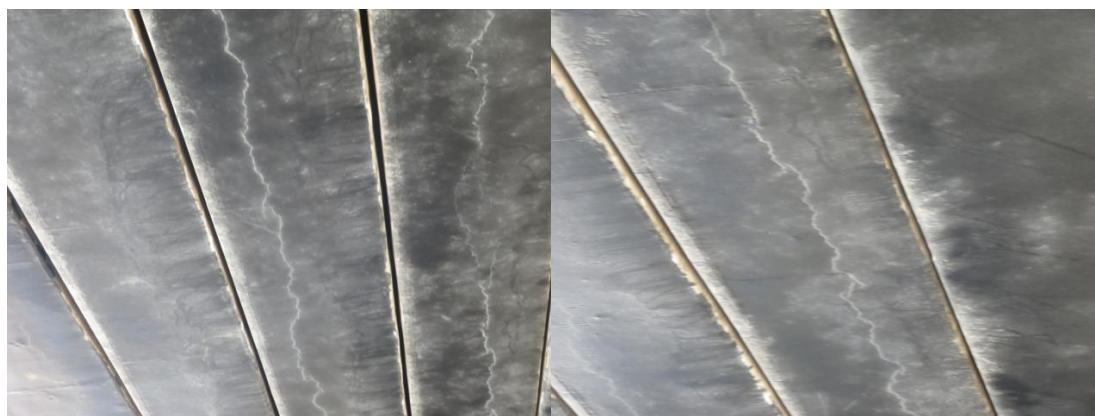
项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
1#靠船墩	3#靠船墩		(L=2.4m、W=0.24mm; L=2.1m、W=0.21mm)	
		万吨级工作平台	平台海侧有竖向裂缝3条 (L=1.3m、W=0.25mm; L=1.2m、W=0.35mm; L=1.4m、W=0.26mm)	C 级
		3#靠船墩	墩台岸侧有竖向裂缝4条, (L=2.4m、W=0.26mm; L=2.45m、W=0.33mm; L=2.35m、W=0.39mm; L=2.54m、W=0.54mm)	C 级
	4#靠船墩		面层修复后沿缝再次开裂。最大裂缝深度大于30cm。	C 级
			墩台南侧有竖向裂缝2条 (L=2.4m、W=0.24mm; L=2.1m、W=0.21mm)	
			墩台海侧底部混凝土破损, 面积 (0.2m×0.3m)	
			墩台岸侧有竖向裂缝5条, 长度介于220cm~240cm之间, 宽度介于0.27mm~0.41mm之间。	
	4#系缆墩		墩台底部东北角混凝土破损, 面积 (0.3m×0.45m)	B 级
			墩台南侧有竖向裂缝1条 (L=2.4m、W=0.28mm)	
			墩台岸侧有竖向裂缝2条, 长度分别为 (L=2.3m、W=0.21mm; L=1.8m、W=0.22mm)	
靠船构件	1#靠船构件	1根靠船构件岸侧混凝土破损, 面积为 0.3m×0.65m, 其余靠船构件基本完好, 未发现明显缺陷		B 级
桩基	2#桩基	码头大部分基桩存在涂层脱落现象, 部分基桩水上部分存在裂缝缺陷, 个别基桩水上部分存在混凝土破损, 其余基桩基本完好		
引桥	面板	引桥面板底部局部涂层起壳脱落, 部分面板存在裂缝缺陷	第7块面板底部近岸侧 有纵向裂缝1条 (L=3.8m、W=0.22mm)	B 级

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
附属设施	墩台	2#引桥墩	第 7 块面板底部近岸侧 有纵向裂缝 1 条 (L=5.6m、 W=0.19mm)	
			第 7 块面板底部有纵向裂缝 1 条 (L=1.3m、 W=0.18mm)	
	3#引桥墩		海侧北端有竖向裂缝 1 条，长度为 100cm， 宽度为 0.22mm。	B 级
			南侧有竖向裂缝 1 条 (L=1.0m、 W=0.19mm)	
	桩基	引桥基桩基本完好，未发现明显缺陷。	海侧南、北两端各有竖向裂缝 1 条， (L=0.9m、 W=0.20mm； L=1.0m、 W=0.24mm) 长度分别为 90cm、100cm，宽度分别为 0.20mm、0.24mm。	
	护轮坎	墩台及工作平台前沿护轮坎钢护边普遍存在锈蚀情况，局部存在破损缺陷		
	护舷	前沿靠船板存在锈蚀、破损、缺失等缺陷、部分靠船铁链锈蚀		
	系船柱	个别系船柱存在混凝土基础破损缺陷		
	伸缩缝	伸缩缝填充物普遍缺失，部分伸缩缝存在高差现象		

注：编号规则如下：为方便描述，现将引桥面板由北侧至南侧方向编为 1~7#面板。

1、面层缺陷现状





(1) 面层破损图（5万吨级油品码头检测结论）

2、墩台缺陷现状



(1) 1#系缆墩破损、开裂



(2) 1#人行桥墩开裂

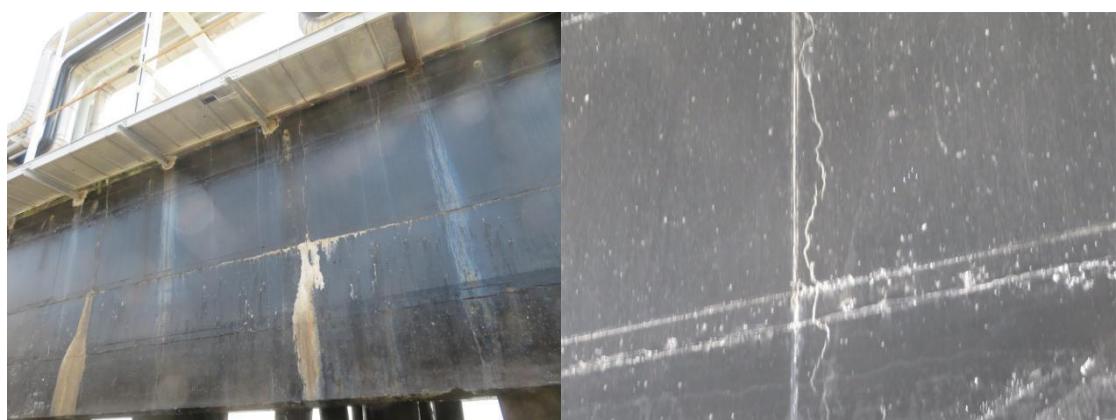


(2) 1#人行桥墩开裂





(4) 1#靠船墩开裂



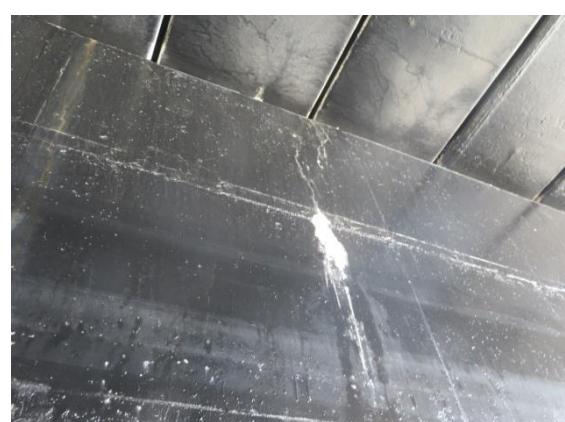
(5) 2#靠船墩破损、开裂



(6) 万吨级工作平台开裂

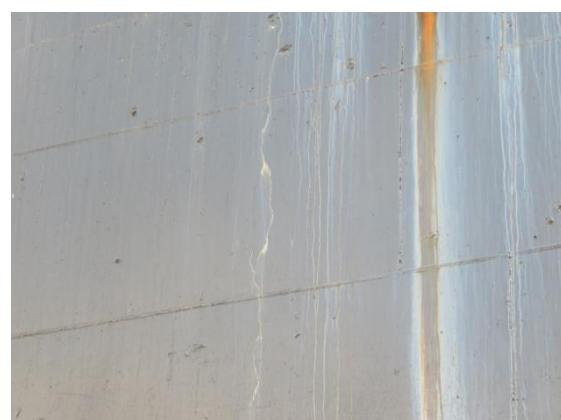


(7) 3#靠船墩开裂



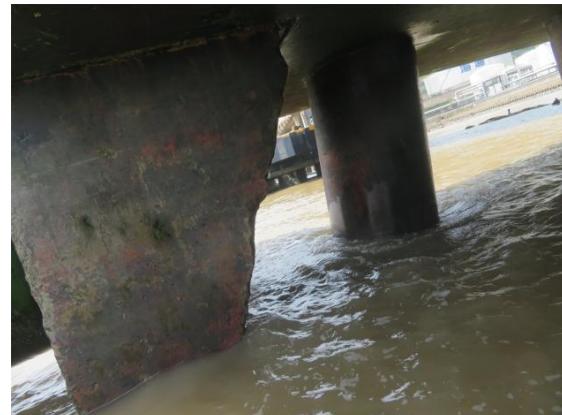


(8) 4#靠船墩破损、开裂



(9) 4#系缆墩破损、开裂

3、靠船构件缺陷现状

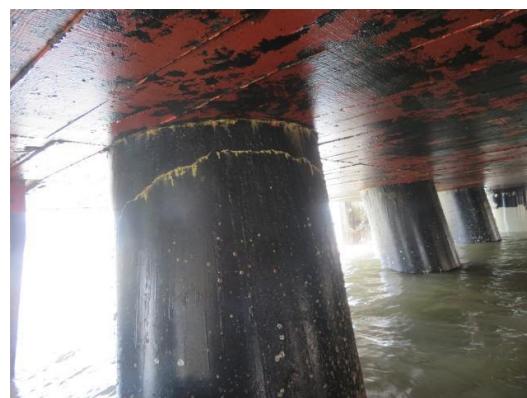


(1) 万吨级工作平台靠船构件破损

4、码头桩基缺陷现状



(1) 1#靠船墩桩基涂层脱落、开裂



(2) 2#靠船墩桩基涂层脱落、开裂



(3) 工作平台桩基涂层脱落



(4) 3#系缆墩桩基涂层脱落、开裂



(5) 2#人行桥墩桩基破损



(6) 4#系缆墩桩基涂层脱落、开裂

5、引桥面板缺陷现状



(1) 引桥 4~5 排架面层开裂

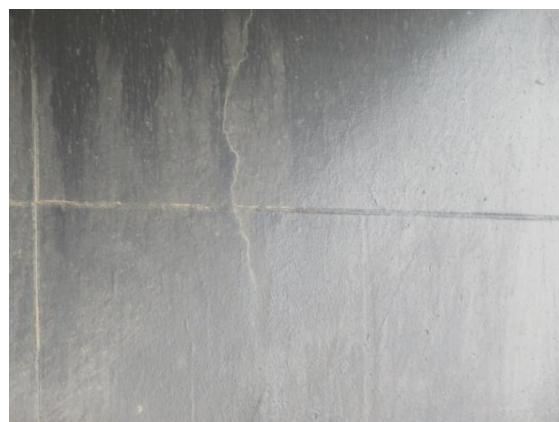


(2) 引桥 5 排架~工作平台面层开裂



(3) 引桥面板局部涂层脱落

6、引桥墩缺陷现状

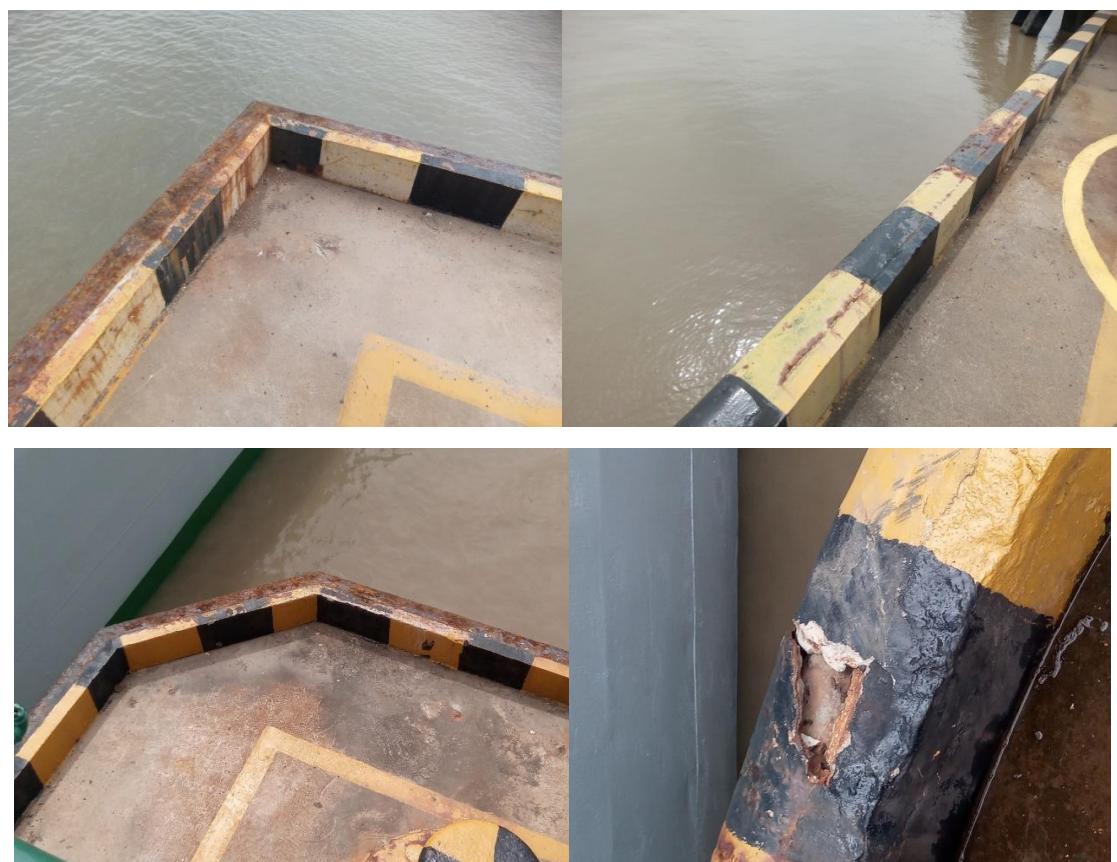


(1) 2#引桥墩开裂



(2) 3#引桥墩开裂

7、护轮坎缺陷现状



(1) 部分护轮坎锈蚀破损

8、护舷缺陷现状



(1) 部分护舷靠船板破损、缺失、锈蚀、铁链锈蚀

9、系船柱缺陷现状



(1) 1#系缆墩基础局部混凝土破损

10、伸缩缝缺陷现状



(1) 部分伸缩缝填充物缺失、高差

3.2 3千吨级油品码头检测结论

3千吨级油品码头平面为蝶型布置，位于5万吨级泊位北面，泊位长度135m，码头前沿泥面标高-12.00m，通过人行桥与5万吨级码头相连。码头采用高桩梁板式结构，可靠泊3千吨级以下油轮一艘，码头设计年吞吐量为51.4万吨。

经检测，3千吨级油品码头主要存在缺陷问题如下：

- (1) 码头面板基本完好，未发现明显缺陷；
- (2) 大部分墩台面层存在裂缝，部分墩台存在混凝土破损；
- (3) 共1根靠船构件存在混凝土破损；
- (4) 桩基存在涂层脱落，部分桩基水上部分存在裂缝缺陷，个别桩基水上部分存在混凝土破损缺陷；
- (5) 引桥面板底局部涂层脱落，部分面板存在裂缝；
- (6) 部分引桥墩存在裂缝；
- (7) 墩台及工作平台前沿护轮坎钢护

边部分存在锈蚀情况；（8）前沿靠船板存在锈蚀、缺失情况、前沿部分橡胶护舷缺失，靠船铁链普遍锈蚀，局部靠船铁链断裂。具体破损情况详见表 3-1-2。

表 3-1-2 3 千吨级油品码头检测结论一览表

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
码头	面板	码头面板基本完好，未发现明显缺陷		
	墩台	6#系缆墩	墩台东南角底部混凝土破损 (0.43m×0.3m)	B 级
		7#系缆墩	墩台东南角混凝土破损 (1.3m×0.52m)	B 级
	横梁	1#横梁	B 桩上方横梁北侧有竖向裂缝 1 条 (L=0.7m、W=0.20mm)	B 级
		2#横梁	南侧有竖向裂缝 2 条 (L=1.25m、 W=0.16mm； L=1.17m、W=0.15mm)	B 级
		4#横梁	B 桩上方横梁北侧有竖向裂缝 1 条 (L=0.9m、W=0.22mm)	B 级
		5#横梁	南侧有竖向裂缝 1 条 (L=0.65m、W=0.17mm)	B 级
			横梁后沿南、北两侧分别有网状裂缝， 面积均为 120cm×98cm，裂缝最宽处 为 0.20mm。	
		6#横梁	北侧有斜向裂缝 1 条 (L=1.67m、W=0.15mm)	B 级
	7#横梁		横梁底部 A 桩上方处，混凝土破损 露筋缺陷 (0.8m×0.6m)	B 级
	纵梁	1~2#排架	2#纵梁海侧混凝土破损露筋 (0.15m×0.1m)	B 级
	靠船构件	靠船构件基本完好，未发现明显缺陷		
	桩基	码头大部分基桩水上部分存在 涂层脱落现象，部分基桩水上 部分存在裂缝、混凝土开裂现 象，其余基桩基本完好		

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
	防撞桩	防撞桩普遍锈蚀		
附属设施	护轮坎	墩台及工作平台前沿护轮坎钢护边部分存在锈蚀情况		
	护舷	前沿靠船板存在锈蚀、缺失情况、前沿部分橡胶护舷缺失，靠船铁链普遍锈蚀，局部靠船铁链断裂		

1、墩台缺陷现状



(1) 6#系统墩破损情况 (3千吨级油品码头检测结论)



(2) 7#系统墩破损情况

2、横梁缺陷现状



(1) 1#横梁开裂



(2) 2#横梁开裂



(3) 5#横梁开裂



(4) 6#横梁开裂



(5) 7#横梁破损情况

3、纵梁缺陷现状



(1) 1~2#排架 2#纵梁破损

4、码头桩基缺陷现状



(1) 5#系缆墩桩基开裂





(2) 工作平台桩基涂层脱落、开裂



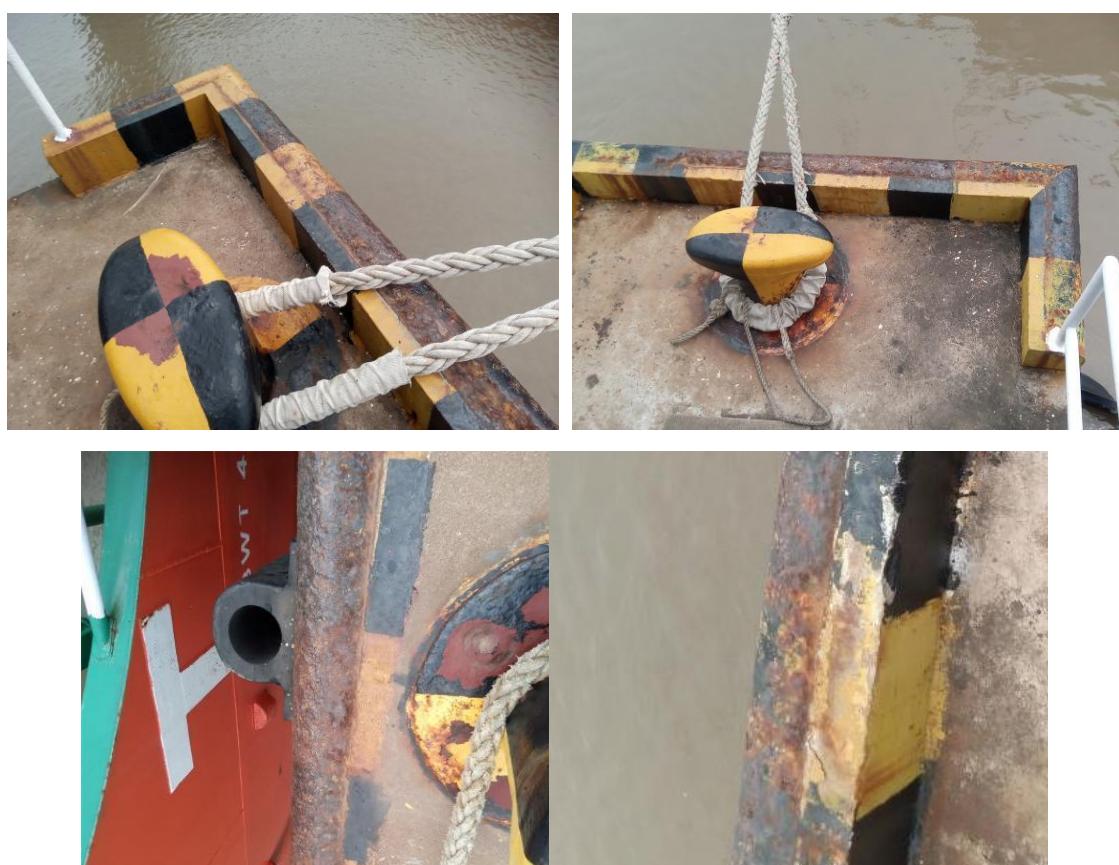
(3) 6#系统缆墩桩基涂层脱落

5、防撞桩缺陷现状



(1) 防撞桩锈蚀

6、护轮坎缺陷现状



(1) 护轮坎锈蚀

7、护舷缺陷现状



(1) 护舷靠船板缺失、锈蚀；铁链锈蚀、断裂

3.3 3 万吨级液体化工码头检测结论

3 万吨级液体化工码头平面为蝶形布置，结构采用高桩墩式结构，泊位长度 330m，码头前沿水深-16.00m，码头可停靠一艘 1~3 万吨级船舶或可同时停靠两艘 1~5 千吨级船舶，码头引桥通过抛石引堤与后方陆域相连。

经检测，3 万吨级液体化工码头主要存在缺陷问题如下：

- (1) 面层有小于 10% 的板块有破损；(2) 大部分墩台存在裂缝缺陷，部分墩台存在混凝土破损缺陷；(3) 靠船构件基本完好，未发现明显缺陷；
- (4) 码头大部分基桩涂层存在脱落现象，个别钢管桩水上部分存在涂层局部脱落、锈蚀缺陷；(5) 引桥部分面板底部存在裂缝缺陷；(6) 引桥墩基本完好，未发现明显缺陷；(7) 引桥个别基桩水上部分存在混凝土涂层

脱落现象，钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀，其余基桩基本完好，未发现明显缺陷；（8）墩台及工作平台前沿护轮坎钢护边部分存在锈蚀情况，护轮坎局部存在混凝土破损缺陷；（9）前沿靠船板存在锈蚀、破损、缺失等缺陷、部分橡胶护舷螺帽缺失；（10）部分伸缩缝填充物缺失，部分伸缩缝存在高差现象。具体破损情况详见表 3-1-3。

表 3-1-3 3 万吨级液体化工码头检测结论一览表

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级	
码头	面板	7#靠船墩~8#靠船墩间工作平台	海侧第 4 块面板底部混凝土破损 (0.52m×0.31m)	B 级	
		8#系缆墩	墩台北侧与人行桥连接处混凝土破损 (1.4m×0.35m)	B 级	
		3#人行桥墩	墩台底部混凝土破损 (0.66m×0.39m)	B 级	
	墩台	9#系缆墩	墩台岸侧有竖向裂缝 5 条 (L=1.3m、W=0.22mm；L=1.35m、W=0.25mm；L=2.5m、W=0.28mm；L=2.5m、W=0.26mm；L=2.45m、W=0.28mm)	B 级	
		5#靠船墩	前沿面层有东西走向裂缝 1 条 (L=0.935m、W=0.31mm)	/ C 级	
			后沿面层有网状裂缝，面积 880cm×430cm，裂缝最宽处为 0.31mm		
			墩台岸侧有竖向裂缝 7 条，长度介于 180cm~250cm 之间，宽度介于 0.26mm~0.38mm 之间。		
			墩台西北角混凝土破损 (2.57m×0.4m)		
			墩台南侧有竖向裂缝 1 条 (L=1.5m、W=0.16mm)		
	6#靠船墩		墩台北侧有竖向裂缝 1 条 (L=1.5m、W=0.17mm)		
			面层有大面积网状裂缝，面积为 2280cm×840cm，裂缝最宽处为 0.39mm，最大裂缝深度大于 30cm		
			墩台岸侧有竖向裂缝 3 条 (L=2.3m、W=0.27mm；L=2.25m、W=0.28mm；L=2.2m、W=0.28mm)	B 级	

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
	3 万吨级工作平台	3 万吨级工作平台	墩台北侧有竖向裂缝 1 条 (L=1.1m、 W=0.16mm)	B 级
			南侧有竖向裂缝 1 条 (L=1.7m、 W=0.23mm)	
			海侧有竖向裂缝 8 条， 长度介于 185cm~ 250cm 之间， 宽度介于 0.17mm~0.28mm 之间。	
			海侧底部混凝土破损 2 处 (0.45m×0.4m； 0.38m×0.38m)	
	7#靠船墩	7#靠船墩	面层有大面积网状裂缝， 面积为 1620cm×1640cm， 裂缝最宽处为 0.36mm， 最大裂缝深度大于 30cm	/
			墩台岸侧有竖向裂缝 4 条 (L=2.2m、 W=0.23mm;L=1.7m、 W=0.18mm;L=1.1m、 W=0.19mm； L=2.2m、 W=0.26mm)	B 级
			海侧底部混凝土破损 (0.58m×0.3m)	
			南侧有竖向裂缝 1 条 (L=2.3m、 W=0.28mm)	
	8#靠船墩	8#靠船墩	面层有大面积网状裂缝， 面积为 1.28m×1.23m， 裂缝最宽处为 0.25mm	/
			前沿护轮坎钢护边锈蚀， 锈蚀长度为 5.6m	
			南侧有竖向裂缝 3 条 (L=2.15m、 W=0.26mm;L=2.3m、 W=0.27mm;L=1.9m、 W=0.28mm)	B 级
	10#系缆墩	10#系缆墩	前沿护轮坎钢护边锈蚀， 面积 (5.8m×0.25m)	/
			前沿护轮坎混凝土破损， 面积 (3.4m×0.06m)	
			面层有大面积网状裂缝， 面积为 950cm×980cm， 裂缝最宽处为 0.42mm	
	11#系缆墩	11#系缆墩	面层有大面积网状裂 缝， 面积为 800cm×780cm， 裂缝最宽处为 0.33mm。	/
靠船构件	靠船构件基本完好， 未发现明显缺陷。			B 级
桩基	码头大部分基桩涂层存在脱落现象； 个别钢管桩水上部分存			

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
		在涂层局部脱落、钢管桩锈蚀缺陷，其余基桩基本完好		
引桥	面板	1~2#排架	第2块面板底部有纵向裂缝1条 (L=8.1m、W=0.24mm)	B 级
		2~3#排架	第1块面板底部有纵向裂缝1条， (L=5.5m、W=0.12mm)	B 级
			第2块面板底部有纵向裂缝1条 (L=3.8m、W=0.18mm)	
			第7块面板底部有纵向裂缝1条 (L=9.2m、W=0.10mm)	
		3~4#排架	第7块面板底部有纵向裂缝1条 (L=20m、W=0.20mm)	B 级
		4~5#排架	第1块面板底部有纵向裂缝1条 (L=20m、W=0.25mm)	B 级
			第3块面板底部有纵向裂缝1条 (L=20m、W=0.24mm)	
			第8块面板底部近岸侧有纵向裂缝1条 (L=4.5m、W=0.25mm)	
		5~6#排架	第1块面板底部有纵向裂缝1条 (L=20m、W=0.2mm)	B 级
			第8块面板底部有纵向裂缝1条 (L=4.5m、W=0.23mm)	
	墩台	引桥墩基本完好，未发现明显缺陷。		
	桩基	个别基桩水上部分存在混凝土涂层脱落现象，钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀，其余基桩基本完好，未发现明显缺陷		
附属设施	护轮坎	墩台及工作平台前沿护轮坎钢护边部分存在锈蚀情况，护轮坎局部存在混凝土破损缺陷		
	护舷	前沿靠船板存在锈蚀、破损、缺失等缺陷、部分橡胶护舷螺帽缺失		
	伸缩缝	部分伸缩缝填充物缺失，部分伸缩缝存在高差现象		

注：编号规则如下：为方便描述，现将引桥面板由北侧至南侧方向编为1~8#面板。

1、面层缺陷现状



(1) 7#靠船墩~8#靠船墩间工作平台面层破损 (3万吨级液体化工码头检测结论)

3、墩台缺陷现状



(1) 8#系统墩破损



(2) 3#人行桥墩破损



(3) 9#系缆墩开裂





(4) 5#靠船墩开裂、破损

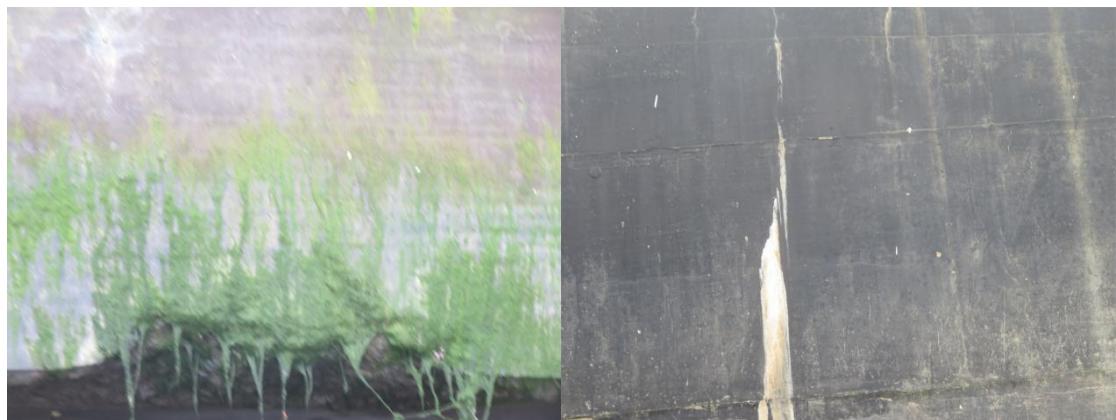


(5) 6#靠船墩开裂

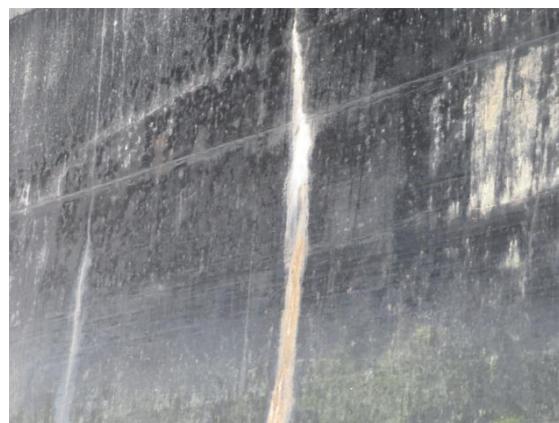
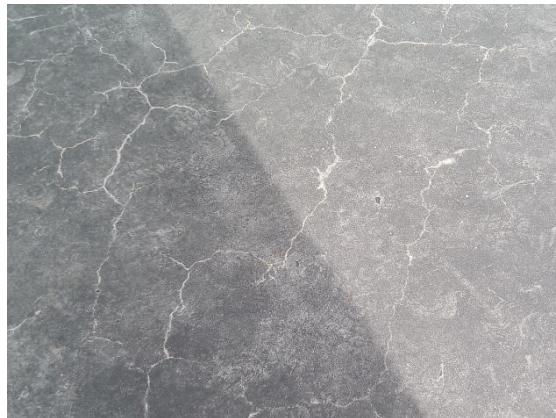




(6) 3 万吨级工作平台开裂



(7) 7#靠船墩开裂、破损



(8) 8#靠船墩开裂、锈蚀





(9) 10#系缆墩开裂、锈蚀

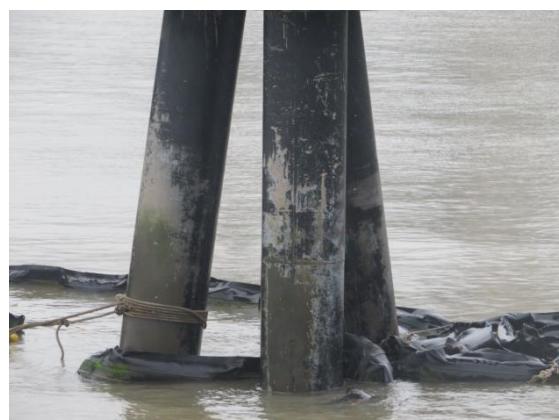


(10) 11#系缆墩开裂

3、码头桩基缺陷现状



(1) 8#系统缆墩桩基涂层脱落



(2) 3#人行桥墩桩基涂层脱落、开裂



(3) 9#系统缆墩桩基涂层脱落



(4) 综合楼桩基涂层脱落



(5) 7#靠船墩 9#钢管桩涂层脱落、锈蚀

4、引桥面板缺陷现状



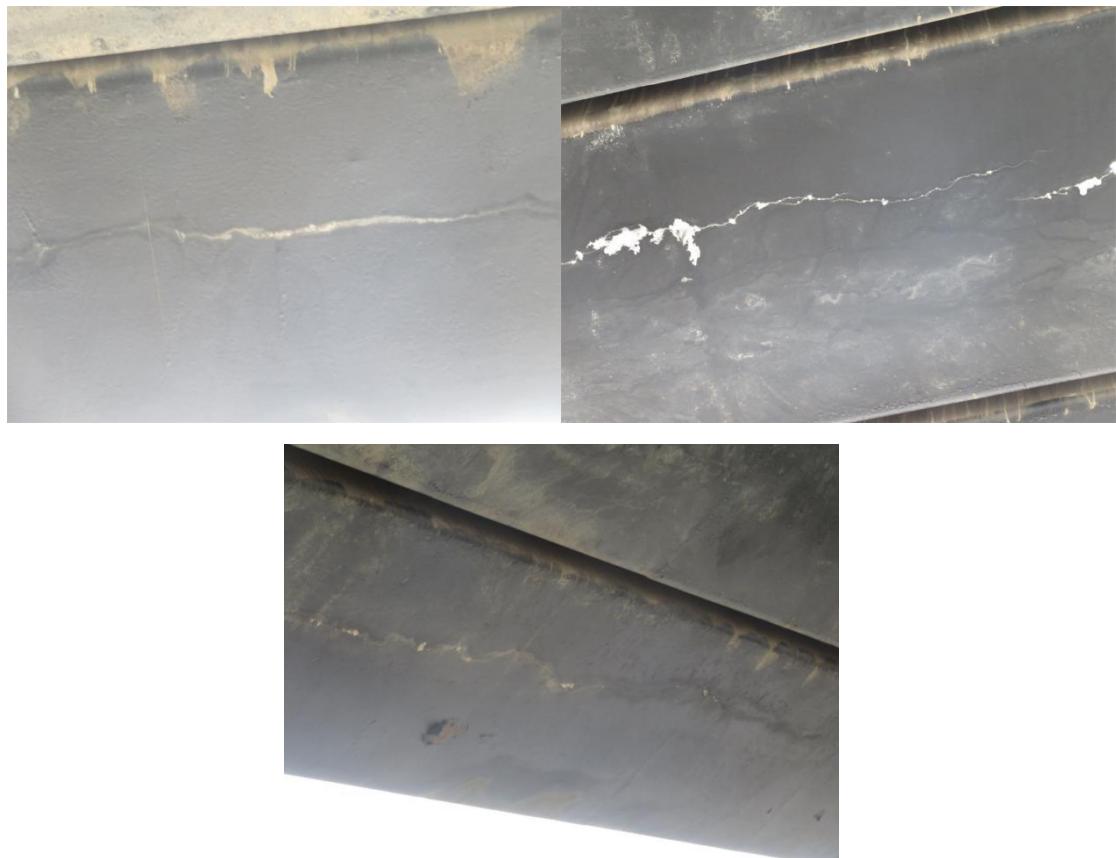
(1) 引桥 1~2#排架面层开裂



(2) 引桥 2~3#排架面层开裂



(3) 引桥 3~4#排架面板开裂



(4) 引桥 4~5#排架面层开裂

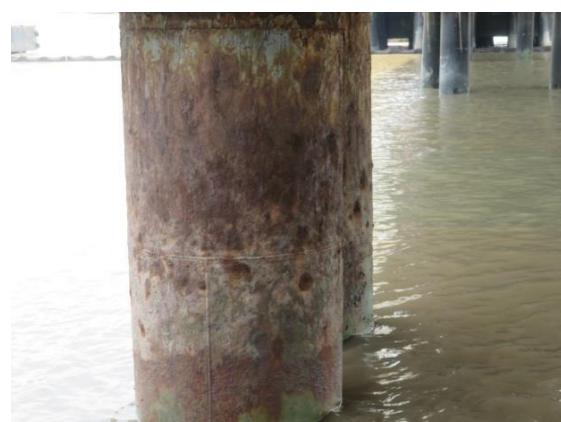


(5) 引桥 5~6#排架面层开裂

5、引桥桩基缺陷现状



(1) 4-1#桩桩顶混凝土涂层脱落



(2) 引桥钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀

6、护轮坎缺陷现状





(1) 护轮坎锈蚀、混凝土破损

7、护舷缺陷现状



(1) 护轮坎靠船板、螺帽部分缺失、护舷局部破损

8、伸缩缝缺陷现状



(1) 伸缩缝部分填充物缺失、高差

3.4 3千吨级燃料油码头检测结论

3千吨级燃料油码头泊位长度150m，码头前沿线泥面标高为-9.5m，码头由引桥、4个系缆墩和1个工作平台组成。引桥长约255m，宽6.5m，为高桩墩式结构，有12个引桥墩组成，墩间距24m。

经检测，3千吨级燃料油码头主要存在缺陷问题如下：

(1) 面层有小于10%的板块有破损；(2) 部分墩台存在混凝土破损缺陷；(3) 个别横梁存在裂缝缺陷；(4) 个别纵梁存在混凝土破损缺陷；(5) 码头靠船构件基本完好，未发现明显缺陷；(6) 码头基桩水上部分基本完好，未发现明显缺陷；(7) 引桥面板基本完好，未发现明显缺陷；(8) 部分引桥墩存在混凝土破损缺陷；(9) 引桥钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀，混凝土基桩水上部分基本完好；(10) 码头前沿部分橡胶护舷存在破损、开裂等缺陷；(11) 前沿爬梯存在锈蚀情况；(12) 引桥部分伸缩缝填充物缺失。具体缺陷情况详见表3-1-4。

表3-1-4 3千吨级燃料油码头检测结论一览表

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
码头	面板	1#排架悬挑板	海侧悬挑板底部混凝土破损，面积为(0.7m×0.25m)	B级

项目	构件名称	检测部位	破损位置	外观劣化度等级
引桥	墩台	8#排架悬挑板	北侧悬挑板底部有水平裂缝 3 条, (L=0.8m、W=0.18mm; L=0.8m、W=0.2mm; L=0.8m、W=0.25mm)	B 级
		2#系缆墩	墩台底部海侧北侧角混凝土破损, 面积为 (0.6m×0.4m)	B 级
		4#系缆墩	墩台岸侧北侧角混凝土破损, 面积 (0.85m×0.42m) 海侧北侧角混凝土破损, 面积为 (1.08m×0.38m)	B 级
	横梁	6#横梁	1~2 纵梁间上横梁北侧有竖向裂缝 1 条 (L=0.45m、W=0.21mm)	B 级
	纵梁	1~2#排架	1 纵梁海侧底部混凝土破损, 面积为 (0.62m×0.08m)	B 级
附属设施	墩台	1#引桥墩	岸侧顶部与面板交界处混凝土破损, 面积为 (5m×0.2m)	B 级
		3#引桥墩	海侧底部 4#桩上方处混凝土破损, 面积为 (0.52m×0.18m)	B 级
		5#引桥墩	横梁海侧底部 3#桩上方处混凝土破损, 面积为 (0.83m×0.27m)	B 级
	桩基	引桥钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀		
注: 编号规则如下: 为方便描述, 现将码头纵梁由海侧-岸侧编为 1~4 纵梁。				

1、面层缺陷现状



(1) 1#排架悬挑板破损 (3千吨级燃料油码头检测结论)



(2) 8#排架悬挑板破损

2、墩台缺陷现状



(1) 2#系统墩破损



(2) 4#系统墩破损

3、码头横梁缺陷现状



(1) 6#横梁开裂

4、码头纵梁缺陷现状



(1) 1~2#排架破损

5、引桥墩台缺陷现状



(1) 1#引桥墩破损



(2) 3#引桥墩破损



(3) 5#引桥墩破损

6、引桥桩基缺陷现状



(1) 引桥钻孔灌注桩钢套筒普遍锈蚀

7、橡胶护舷缺陷现状



(1) 橡胶护舷开裂、破损

8、锚链爬梯缺陷现状



(1) 锚链爬梯锈蚀

9、引桥伸缩缝缺陷现状



(1) 引桥伸缩缝填充物缺失

第4章 码头修复加固方案

4.1 修复加固方案

4.1.1 修复加固方案

本项目修复加固内容包括码头面层、板、梁、墩台、桩基等混凝土结构以及系船柱、护舷、护轮坎等附属设施，具体修复加固方案如下：

1、码头上部结构修复加固方案

码头面层、板、梁、墩台等上部结构修复加固措施详见表 4-1-1。

表 4-1-1 码头上部结构修复加固措施一览表

构件名称	序号	破损类型		破损程度	修复加固措施	措施编号	
面层	1	大面积破损 (不露筋)		破损长度> 300mm	凿除+清洗+专用界面粘结剂(海工) +钢筋网片+聚丙烯纤维+丙乳砂浆或 丙乳细石混凝土	措施 1	
梁、墩台、面板	3	裂缝	静止 裂缝	宽度≤0.3mm	封闭法修补+涂层防腐	措施 2	
				宽度>0.3mm	化学灌浆法修补+涂层防腐	措施 3	
	4	小面积破损 (不露筋)		破损长度≤ 300mm	凿除+清洗+专用界面粘结剂(海工) +丙乳砂浆+涂层防腐	措施 4	
	5	大面积破损 (不露筋)		破损长度> 300mm	凿除+清洗+专用界面粘结剂(海工) +丙乳砂浆或丙乳细石混凝土+涂层 防腐	措施 5	
	6	锈胀裂缝或 层裂或露筋			凿除+钢筋除锈+清洗+补筋+钢筋防 腐处理+专用界面粘结剂(海工)+ 丙乳砂浆或丙乳细石混凝土+涂层防 腐	措施 6	

本工程所检测码头在面板、梁、墩台等混凝土结构修复加固完成后，须对码头上部混凝土结构表面全面涂覆涂层进行防护，涂层系统的设计使用年限应不少于 10a。混凝土表面防腐涂层共分为 3 道，由 50 μm 环氧树脂封闭漆（底层）、250 μm 环氧树脂漆（中间层）和 50 μm 聚氨酯磁漆

漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为 $350 \mu\text{m}$ 。

2、码头桩基修复加固方案

码头桩基修复加固措施详见表 4-1-2。

表 4-1-2 码头桩基修复加固措施一览表

序号	桩基类型	破损特征	修复加固措施	措施编号
1	预应力混凝土管桩、方桩、灌注桩	桩顶附近混凝土破损、有锈斑，与横梁连接节点混凝土破损、露筋	破损处注浆+4 层碳纤维布加强	措施 7
		桩身混凝土有裂缝、局部破损	破损处丙乳砂浆修复+碳纤维加强。竖向粘贴碳纤维布 4 层，水平向桩身粘贴碳纤维布环绕一周，共粘贴 2 层	措施 8
2	钢管桩、钢护筒	桩顶锈蚀	除锈+涂层防腐	措施 9

上述桩基修复加固措施中应先对局部破损部位的疏松混凝土进行凿除（不松动粗骨料、不破坏钢筋）并清理干净，如露筋，则需除锈并刷阻锈剂，然后再采取相应的修复措施。

3、码头附属设施修复加固方案

（1）橡胶护舷

对所检测码头护舷缺失及破损部位进行更换维护。

（2）护轮坎

若护轮坎存在混凝土破损、露筋等缺陷，需对该处护轮坎混凝土进行凿除并重新浇筑混凝土予以修复。若护轮坎破损处钢筋锈蚀损伤或变形严重，须在混凝土凿除后进行补筋，再浇筑混凝土予以修复。

（3）系船柱

若系船柱基础存在混凝土破损、露筋等缺陷，需对该处混凝土进行凿除并重新浇筑混凝土予以修复。若破损处钢筋锈蚀损伤或变形严重，须在

混凝土凿除后进行补筋，再浇筑混凝土予以修复。

4.1.2 修复加固内容和措施

根据码头检测结论及现场踏勘情况，确定本项目修复加固内容和措施如下：

1、码头上部结构修复加固内容和措施

表 4-1-3 码头上部结构修复加固内容和措施一览表

泊位编号	修复加固内容	构件编号	破损特征	修复加固数量	修复加固措施
5 万吨级油码头	靠船构件	—	混凝土破损	1	措施 5 (靠船构件修复采用水下混凝土施工)
	面板	1#千吨级工作平台岸侧第 2 块面板	底面开裂	4	措施 2
		1#连接平台岸侧第 1 块面板			
		1#连接平台岸侧第 3 块面板			
		1#连接平台岸侧第 4 块面板			
	面板 (引桥)	4~5#排架第 7 块面板	底面开裂	2	措施 2
		引桥 5#排架~码头工作平台第 7 块面板	底面开裂	1	措施 2
	墩台	1#系缆墩	面层开裂、底部破损	9	措施 2、措施 5
		1#人行桥墩	侧面开裂		措施 3
		2#系缆墩	面层、侧面开裂		措施 2、措施 3
		1#靠船墩	面层、侧面开裂		措施 2、措施 3
		2#靠船墩	面层、侧面开裂；面层混凝土破损		措施 2、措施 3、措施 5
		万吨级工作平台	侧面开裂		措施 3
		3#靠船墩	侧面开裂		措施 3

泊位编号	修复加固内容	构件编号	破损特征	修复加固数量	修复加固措施
3千吨级油码头	4#靠船墩	4#靠船墩	面层、侧面开裂；底部混凝土破损	2	措施2、措施3、措施5
		4#系缆墩	侧面开裂；底部混凝土破损		措施2、措施5
	引桥墩	2#引桥墩	侧面开裂	2	措施2
		3#引桥墩	侧面开裂		措施2
3万吨级液体化工码头	墩台	6#系缆墩	底部混凝土破损	2	措施5
		7#系缆墩	东南角混凝土破损		措施5
	横梁	1#横梁	侧面开裂	6	措施2
		2#横梁	侧面开裂		措施2
		4#横梁	侧面开裂		措施2
		5#横梁	侧面开裂		措施2
		6#横梁	侧面开裂		措施2
		7#横梁	底部破损露筋		措施6
	纵梁	1#~2#排架 2#纵梁	侧面破损露筋	1	措施6
	面板	7#靠船墩~8#靠船墩间工作平台海侧第4块面板	底部破损	1	措施3
	面板(引桥)	1~2#排架第2块面板	底面开裂	8	措施2
		2~3#排架第1块面板	底面开裂		
		3~4#排架第7块面板	底面开裂		
		4~5#排架第1块面板	底面开裂		
		4~5#排架第3块面板	底面开裂		
		4~5#排架第8块面板	底面开裂		
		5~6#排架第1块面板	底面开裂		
		5~6#排架第8块面板	底面开裂		

泊位编号	修复加固内容	构件编号	破损特征	修复加固数量	修复加固措施
3千吨级燃料油码头	墩台	8#系缆墩	墩台北侧与人行桥连接处混凝土破损	10	措施 5
		3#人行桥墩	底部混凝土破损		措施 5
		9#系缆墩	侧面开裂		措施 2
		5#靠船墩	面层、侧面开裂、西北角混凝土破损		措施 3、措施 5
		6#靠船墩	面层、侧面开裂		措施 2、措施 3
		3万吨级工作平台	侧面开裂、底部混凝土破损		措施 2、措施 5
		7#靠船墩	面层、侧面开裂、底部混凝土破损		措施 2、措施 3、措施 5
		8#靠船墩	面层、侧面开裂		措施 2
		10#系缆墩	面层开裂		措施 3
		11#系缆墩	面层开裂		措施 3
3千吨级燃料油码头	面板	1#排架悬挑板	底部混凝土破损	2	措施 5
		8#排架悬挑板	底部开裂		措施 2
	墩台	2#系缆墩	底部海侧北侧角混凝土破损	2	措施 5
		4#系缆墩	侧面混凝土破损		措施 5
	墩台(引桥)	1#引桥墩	顶部混凝土破损	3	措施 5
		3#引桥墩	底部混凝土破损		措施 5
		5#引桥墩	底部混凝土破损		措施 5
	横梁	6#横梁	侧面开裂	1	措施 2
	纵梁	1~2#排架 1 纵梁	底部混凝土破损	1	措施 5

2、码头桩基修复加固内容和措施

表 4-1-4 码头桩基修复加固内容和措施一览表

泊位编号	修复加固内容	破损位置	破损特征	修复加固数量	修复加固措施
5 万吨级油码头	Φ1200 大管桩	桩顶附近	桩顶混凝土开裂	5 根	措施 8
	混凝土方桩	桩顶附近	桩顶混凝土开裂	1 根	措施 8
	混凝土方桩	桩顶附近	桩顶混凝土破损	2 根	措施 7
3 千吨级油码头	混凝土方桩	桩顶附近	桩顶混凝土开裂	4 根	措施 8
	混凝土方桩	桩顶附近	桩顶混凝土破损	3 根	措施 7
	防撞桩	-	锈蚀	1 根	措施 9
3 万吨级液体化工码头	钢管桩	靠船墩	桩顶锈蚀	1 根	措施 9
	钻孔灌注桩	引桥墩	钢护筒锈蚀		措施 9
3 千吨级燃料油码头	钻孔灌注桩	引桥墩	钢护筒锈蚀		措施 9

3、码头附属设施修复加固内容和措施

表 4-1-5 码头附属设施修复加固内容和措施一览表

泊位编号	修复加固内容	破损特征	修复加固数量	修复加固措施
5 万吨级油码头	护轮坎	钢护边锈蚀、局部破损；混凝土破损露筋；	116m	除锈；补充破损部位钢护边；混凝土破损处凿除+重新浇筑混凝土(若破损处钢筋锈蚀损伤或变形严重，须在混凝土凿除后进行补筋)
	鼓形护舷	靠船板锈蚀、破损；局部缺失；铁链锈蚀	9 套	除锈；补充更换 1250H 鼓形护舷缺失、破损靠船板(18 块)；更换铁链
	系船柱	基础混凝土破损	1 座	措施 5
	伸缩缝	填充物缺失	工作平台、靠船墩、系缆墩、人行桥	补充填充物
3 千吨级油码头	护轮坎	钢护边锈蚀、局部破损；混凝土破损露筋	10m	除锈

	护舷	靠船板锈蚀、破损；局部缺失；橡胶护舷缺失；铁链锈蚀	6套	除锈；补充更换 1250H 鼓形护舷缺失、破损靠船板（12 块）；更换铁链；补充 1 套 GD280H×2000L 拱形护舷
3 万吨级液体化工码头	护轮坎	钢护边锈蚀；混凝土破损	10m	除锈；混凝土破损处凿除+重新浇筑混凝土（若破损处钢筋锈蚀损伤或变形严重，须在混凝土凿除后进行补筋）
	护舷	靠船板锈蚀、破损；局部缺失；橡胶护舷破损，螺帽缺失；铁链锈蚀	5套	除锈；补充更换 1250H 鼓形护舷缺失、破损靠船板（4 块）；更换铁链；补充 GD280H×2000L 拱形护舷螺
	伸缩缝	填充物缺失	工作平台、靠船墩	补充填充物
3 千吨级燃料油码头	护舷	橡胶护舷开裂、破损	4套	更换 B400H×2000L 拱形护舷
	锚链爬梯	锈蚀	2套	更换 2 套
	伸缩缝	填充物缺失	引桥	补充填充物

4、其他修复加固内容和措施

施工中若发现其他破损问题应一并维修，修复加固措施需根据破损特点选取。

4.2 修复加固施工技术要求

4.2.1 裂缝修补施工技术要求

裂缝修补应根据裂缝的破损程度、破损范围和破损位置进行针对性处理。裂缝的破损情况由现场监理工程师签认确定后再根据处理原则进行施工，凡有情况不明、成因不明或与原检测调查不相符者，应重新申报。

根据裂缝宽度，按下列原则处理：

凡裂缝宽度 $\leq 0.3\text{mm}$ 时，采用环氧胶泥封闭处理，在粘贴碳纤维布区域不做处理。

凡裂缝宽度 $>0.3\text{mm}$ 时，采用“壁可法”（化学灌浆法）封闭处理。

1、宽度≤0.3mm 的裂缝采用封闭法修补

裂缝封闭就是将宽度≤0.3mm 的裂缝采用环氧胶泥进行封闭以达到恢复并提高结构耐久性和抗渗性的目的。

（1）裂缝的检查及标注

依据裂缝的检查报告中所标记的需修补部位的位置，现场核实其裂缝数量、长度及宽度，标注出需要进行封闭的裂缝。宽度<0.3mm 的裂缝用蓝色标注；宽度≥0.3mm 的裂缝用红色标注。对裂缝的标注应醒目以防施工疏漏和统计差错。

（2）表面清理

对用蓝色标注裂缝先用铲刀、凿子清除裂缝周边杂物、尘土。

（3）切 V 型槽及清理

用云石机或角磨机沿裂缝切宽 5mm，深 5~10mm 的 V 型槽。先用高压风枪吹去 V 型槽槽内及四周的粉尘，再用丙酮对槽内进行仔细清洗，确保清除槽内松散层、油污、浮灰和其他不牢附着物，并对缝两边 5~6cm 内进行清洗。

（4）配置环氧树脂胶泥

准确称量、拌制封缝材料。环氧树脂胶泥的设计推荐配比：环氧树脂：乙二胺：邻苯二甲酸二丁脂：水泥 100: 10: 25: 400。按照配比对以上材料进行力学试验，试验要求：试件抗压强度大于 60MPa，抗压弹性模量大于 4.0×10^4 MPa，抗剪强度大于 11MPa，粘结抗拉强度大于 3.4MPa。

（5）涂刷环氧树脂胶液

在裂缝 V 型槽上（宽度 30mm）均匀涂刷一层环氧树脂胶液。

(6) 裂缝封闭及表面处理

待环氧树脂胶液半干时，用配置好的环氧树脂胶泥一次或分次填入 V 型槽内使其略高出槽面，压实、将外表面抹平修整。

胶泥厚度不得小于 1mm，宽度不小于 30mm。

(7) 检查

表面封缝材料固化后应均匀、平整，不出现裂缝，无脱落。如达不到要求，需铲除重新封闭。

2、宽度>0.3mm 的裂缝采用“壁可法”（化学灌浆法）修补

采用化学灌浆修补裂缝，一方面是靠粘结剂的粘结力将结构内部组织尽可能地结合为整体，使其恢复应有的强度。另一方面，阻断空气和水分进入梁体，避免腐蚀钢筋和风蚀混凝土，提高结构耐久性。具体施工工序为：

(1) 检查裂缝，并进行标注。对照检测报告现场核实需灌压环氧浆处理的裂缝数量、长度和宽度，并根据实际情况进行增减。

(2) 将裂缝构成一个密闭空腔，有控制的预留进出口，借助专用灌压环氧浆泵（灌缝器）将浆液压入缝隙并使之填满。

(3) 灌压环氧浆施工工艺流程按下图所示进行。

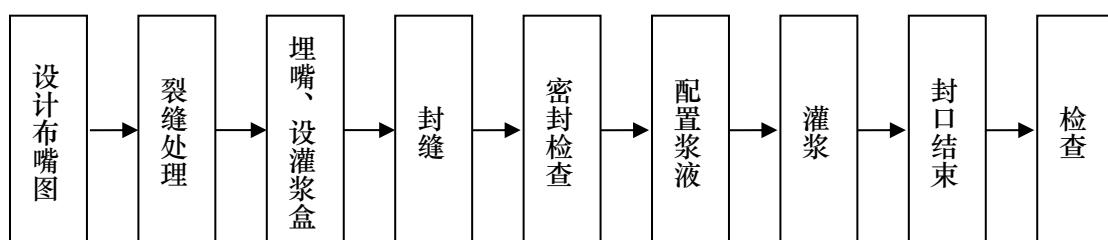


图 4-2-1 灌压环氧浆工艺流程图

(4) 灌压环氧浆前先对裂缝周边用磨光机或钢丝刷的工具进行处理，清理结构裂缝处混凝土表面的灰尘、白灰、浮渣及松散层等污物；然后再用毛刷蘸丙酮、酒精等有机溶液，把裂缝两侧各20~30mm范围擦洗干净并保持干燥。

(5) 粘贴注浆口（灌浆嘴）

应采用专用粘接剂将注浆口（灌浆嘴）与裂缝对齐粘贴。注浆口（灌浆嘴）的间距应根据裂缝长度及宽窄合理布置，以30~100cm为宜，一般宽缝可稀布，窄缝需密布，每一道裂缝至少须各有一个进浆口和一个排气孔。裂缝的端部、裂缝交叉处及贯穿裂缝的两个侧面均需埋设注浆口（灌浆嘴）。注浆口（灌浆嘴）应粘贴牢靠，且必须对中，以保证导流畅通。

埋设注浆口（灌浆嘴）使用钻孔法沿缝的两侧斜向成孔，孔深交叉穿过裂缝，并使注浆口（灌浆嘴）密封胶垫有足够的埋置深度，确保密封效果。

(6) 按试验的配比准确称量配制灌浆液，根据灌浆液的固化时间和灌浆速度随配随用。

(7) 裂缝表面封闭

为使混凝土裂缝缝隙内完全充满浆液，并保证压力，同时又保持浆液不大量外渗，必须对已处理过的裂缝（除孔眼及注浆口（灌浆嘴）外）表面用环氧浆液沿裂缝走向均匀涂刷两遍进行封闭，形成封闭带，宽度约6cm。

(8) 压气试验

环氧封闭带硬化后，需进行压气试验，以检查封闭带是否封严。将压缩气体通过灌压环氧浆嘴充入裂缝内，气压控制在0.2~0.8MPa，此时，在

封闭带上及注浆口（灌浆嘴）周围涂上肥皂水，如发现封闭带上由气泡出现，说明该部位漏气，对漏气部位需再次封闭。试气时沿裂缝由低端向高端进行。

（9）灌压环氧浆操作

按竖向缝自下而上、水平缝自一端向另一端的顺序进行压力灌浆，灌浆压力为0.2~0.8MPa。灌压环氧浆应由低端向高端进行。从一端开始压浆后，另一端的灌压环氧浆嘴在排出裂缝内的气体后喷出浆液，待喷出的浆液与压入的浆液浓度相同时，即可停止压浆，将灌压环氧浆嘴封堵。贯通缝须在一侧表面裂缝处进行封缝处理，从另一表面进行灌缝。对于已灌压环氧浆的裂缝，待浆液固化后将灌压环氧浆嘴拆除，并将灌压环氧浆嘴处用环氧胶泥抹平，并对混凝土表面进行修整。

（10）质量检查

灌压环氧浆过程中，监理必须全过程旁站并做好相关记录。

灌压环氧浆结束后，应检查补强效果和质量。检查方法如下：

修补完成后可采用目测、敲击等方法全部进行外观检验，构件修补连接处应结合紧密，发现有缝隙、夹层和空腔等修补缺陷时应及时采取补救措施。

当注入裂缝的修补胶达到7d固化期时，应采用取芯法对注浆效果进行检验，芯样检验应采用劈裂抗拉强度测定方法。当检验结果符合下列条件之一时为符合设计要求。

- 1) 沿裂缝方向施加的剪力，其破坏应发生在混凝土部分（即内聚破坏）；
- 2) 破坏虽有部分发生在界面上，但其破坏面积不大于破坏面总面积的

15%。

另外，对于面板、纵向、横梁、桩基等进行取芯抽样检查，检查灌浆饱满度，数量为每种构件不少于 5 个芯样。芯样应骑缝钻取，但应避开内部钢筋，不得因取芯对结构钢筋造成影响；芯样直径不应小于 50mm；取芯造成的孔洞，应凿毛清洗后，并涂刷界面剂，界面剂固化前，应立即采取强度等级较高一级的丙乳细石混凝土填实。

4.2.2 丙乳砂浆及丙乳细石混凝土施工技术要求

1、丙乳砂浆使用注意事项

(1) 丙乳需贮存在 0℃以上的环境中，丙乳砂浆施工要求气温高于 5℃。

(2) 一般使用 32.5 级以上的硅酸盐或普通硅酸盐水泥，砂子需过 2.5mm 筛，水泥及砂子均需满足有关规范规定。

(3) 施工前须清除基底表面污物、尘土和松软、脆弱部分，并对基面加以喷砂或人工凿毛（深度 1~2mm），然后用清水冲洗干净。

(4) 根据工程要求，选定灰砂比及丙乳掺量，应选灰砂比 1: (1.5~2) 砂浆，丙乳掺量为水泥用量 25~30%。施工前根据现场水泥和砂子及施工和易性要求通过试拌确定水灰比。

(5) 丙乳砂浆 7d 抗压强度不小于 30MPa，28d 抗压强度不小于 29.6Mpa，28d 抗折强度不小于 6.5Mpa，28d 抗拉强度不小于 3.5Mpa，7d 干缩值不大于 $300 \mu \varepsilon$ ，28d 干缩值不大于 $500 \mu \varepsilon$ 。

(6) 丙乳砂浆拌制时，先将水泥、砂子拌均匀，再加入经试拌确定的水量及丙乳，充分拌和均匀，材料必须称量正确，尤其是水和丙乳，拌和过程中不能随意扩大水灰比，每次拌制的砂浆，根据气温和风力情况要求

能在一定时间内使用完（常温下 1 小时），不宜一次拌和过多数量。

(7) 在涂抹或喷射砂浆时，修补面上需先用专用界面剂或丙乳净浆打底，净浆配比为 1kg 丙乳加 2kg 水泥拌制成浆，在专用界面剂或净浆未硬化前，涂抹或喷射丙乳砂浆。仰面和立面施工，涂层厚度超过 3cm 时，需分二次喷射或抹压，以免重垂脱空，砂浆铺筑到位后，用力压实，随后就抹面，注意向一个方向抹面，不要来回多次抹，不需第二次收光。修补面积较大时，可隔块跳开分段施工。

(8) 丙乳砂浆早期干缩偏大，应特别注意加强早期养护，丙乳砂浆表面略干后，宜用农用喷雾器喷雾养护。一昼夜后再洒水养护七天即可自然干燥，在阳光直射或风口部位，注意遮光、保湿。

(9) 如果施工面为斜面或曲面，施工应从较低部位开始，然后依次施工到较高部位，修补面积较大宜分段分块间隔施工，以避免砂浆干缩开裂。

2、丙乳细石混凝土施工方法及注意事项（破损修复厚度大于 5cm 时）

(1) 采用丙乳细石混凝土配合比参照前述丙乳砂浆配合比由实验室确定，7d 抗压强度不小于 30MPa，28d 抗压强度不小于 29.6Mpa。应注意在丙乳细石混凝土中添加 10% 的 UEA 膨胀剂，预防早期收缩引起的裂缝。

(2) 修补施工程序

1) 首先将疏松区劣质混凝土凿除，其周边宜凿成规则的多边形，开凿范围以见新鲜、坚实混凝土为止，开凿区以及孔洞四周边宜做成台阶状，台阶高差以不小于 3cm 为宜。

2) 剔除开凿表面（新旧混凝土结合面）的浮石，并清洗开凿表面，饱水 24 小时。

3) 涂刷界面剂或丙乳净浆，喷射丙乳细石混凝土，分层喷射，完成后

2h 开始喷雾养护，24h 后喷水养护，保持潮湿 7 天。

4) 喷射混凝土完成后及时进行外观检查，喷射外观密实均匀，无裂缝和孔洞，用锤敲击无哑声。

4.2.3 水下混凝土施工技术要求

水下混凝土施工采用导管法或泵压法，水下不分散混凝土也可采用吊罐法。

水下混凝土应连续浇筑，浇筑时间不得超过首批混凝土的初凝时间。施工应在能防止水流影响的模板内进行。

水下不分散混凝土应采用强制式搅拌机搅拌，搅拌时间应较普通混凝土延长 60s 以上，且搅拌机的搅拌能力应能满足在规定时间内浇筑完毕。

泵送水下不分散混凝土时，宜采用泵送能力较大的活塞式混凝土泵，并宜适当增大管径，减少弯头和减小输送距离。

1、导管法施工

导管法施工应采用刚性导管，导管内径宜为 200~350mm。导管使用前除应对其规格、质量和拼接构造进行检查外，还应进行水密承压和接头抗拉试验。

首批混凝土采用专用储料斗进行储备，其储量应能确保距基底面 200~400mm 的导管底口一次性埋入混凝土内不少于 1m。

导管平面布置的位置和数量应按混凝土浇筑范围和流动半径而定，并应考虑基底面的平整度及障碍物的影响。混凝土流动半径不宜大于 3m，当采用减水剂或导管管径较大时，可适当加大。

需要采用多根导管浇筑时，每根导管首批混凝土的坍落度不宜太大。

各导管首批混凝土的浇筑顺序，应根据现场实际情况进行统计，先低处后高处。混凝土进入正常浇筑阶段时，应对各导管及时、合理补料，使混凝土面同步上升。

在正常浇筑过程中，应经常测探混凝土面的位置，及时调整导管埋深。导管埋深应与混凝土需浇筑的总高度、深度和导管的间距相适应，宜控制在 2~6 m。

混凝土面的最终浇筑标高应略高于设计标高哦值，可在混凝土硬化后清除超高部分，清除超高部分后的混凝土强度应达到设计强度。

2、泵压法施工

泵压法施工宜采用 100~150mm 内径金属输送管，每根浇筑面积宜为 3~5m²，灌注范围较广时，可用柔性软管由潜水员移动浇筑位置。

混凝土泵的输送管不得透水。泵压混凝土前应排除管内积水。泵送管前端应安装阀门。泵送管出口宜伸入混凝土 300~400mm。

水下不分散混凝土施工时，水下浇筑落差不宜大于 500mm，且流动半径不宜大于 3m。

3、吊罐法施工

吊罐法施工可用于混凝土运距短的中小型水下工程

吊罐的结构应保证混凝土能顺畅装入和排出，罐的有效容积不宜小于 0.5m³。

吊罐施工应按顺序快速浇筑，不得中途停顿。

4.2.4 新旧混凝土结合面处理施工技术及质量检验要求

(1) 齿除破损部位松散混凝土至露出坚硬部分，用压力不小于 20MPa

的高压淡水清除混凝土表面浮灰、松散物和其他不牢附着物。

(2) 新老结合面处使用界面结合剂, 界面结合剂材料性能满足《港口水工建筑物修补加固技术规范》(JTS 311-2011) 第 4.2.6 条要求。

(3) 新增混凝土的浇注质量不应有严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

(4) 新老混凝土结合面粘结质量采用锤击检测判定为结合不良的测点数不应超过总测点数的 10%, 且不应集中出现在主要受力部位。

(5) 在新增混凝土 28d 抗压强度达到设计要求的当日, 进行新老混凝土正拉粘结强度的见证抽样检验, 其新老混凝土正拉粘结强度不小于 2.0MPa, 且应为正常破坏。取样数量为不少于 5 处。

(6) 新增钢筋的保护层厚度抽样检验结果应为合格。其抽样数量、检验方法以及验收合格标准应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257) 的有关规定。

(7) 新增混凝土拆模后, 应对构件的尺寸偏差进行检查。其检查数量、检验方法以及允许偏差值应按现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257) 的有关规定执行。对于水下混凝土修补工程, 可采用潜水员水下探摸和水下录像进行外观检验。

4.2.5 粘贴碳纤维布施工技术及质量检验要求

1、工艺程序

施工准备→混凝土表面处理→配置并涂刷底层树脂→配置找平材料并对不平整处进行处理→配置并涂刷浸渍树脂或粘贴树脂→贴碳纤维布→养护→涂装

2、工艺要求

整个工艺的关键在于碳纤维粘贴的紧密、牢固性，保证与原结构形成整体，能够共同工作。施工过程为满足上述要求，需正确地掌握工艺流程，每道工序都要有利于保证碳纤维布粘贴紧密。

(1) 粘贴前应对混凝土构件表面进行必要的处理，仔细清除破损劣化部分，修补裂缝、露筋除锈、削平凸出部分和棱角等，使碳纤维布粘贴后能与构件牢固紧密结合。

(2) 在处理好的混凝土构件表面涂刷能渗透到混凝土内的底层涂料，然后填平表面凹陷部位，达到表面平整，使碳纤维粘贴后能够与构件粘贴紧密，并避免粘贴后起鼓。

(3) 处于浪溅区、水位变动区构件的加固应采用湿固化胶粘剂粘贴施工。

(4) 严格掌握碳纤维布的位置与搭接长度，注意进行脱泡和浸渍操作。

(5) 掌握好每道施工工序的时间间隔，防止碳纤维布起鼓、脱离和错位。

3、施工操作要点

(1) 混凝土基底处理

1) 将混凝土梁表面的残缺、破损清理干净达到结构密实层，对外露锈蚀的钢筋除锈，清理干净，并用环氧胶泥进行修补、复原。

2) 由于渗水等原因造成的构件污垢，应用清水冲洗干净，不宜用化学试剂清洗。

3) 对构件的剥落，疏松，蜂窝，腐蚀等劣化混凝土，应凿除表面直至

露出混凝土结构层，并用丙乳细石混凝土或环氧胶泥进行修补、复原。

4) 裂缝的修补同前述。

5) 对构件粘贴部位的棱角，用打磨机打磨成半径不小于 20mm 的圆角。

(2) 涂刷底层树脂

1) 按产品生产厂提供的工艺规定配制底层树脂。一次调和用量应在规定时间内用完。

2) 采用滚筒刷将底层树脂均匀涂抹于混凝土表面。在底层树脂表面指触干燥后，尽快进行下一工序的施工。

(3) 找平处理

1) 按产品生产厂提供的工艺规定配制找平材料。

2) 对混凝土表面凹陷部位用找平材料填补平整，不应有棱角。

3) 角处采用找平材料修理成为光滑的圆弧，半径不小于 20mm。

4) 在找平材料表面指触干燥后，尽快进行下一工序的施工。

(4) 粘贴碳纤维布

应按下列步骤和要求粘贴碳纤维布：

1) 按设计要求的尺寸裁剪碳纤维布，且裁剪后碳纤维布宽度不小于 150mm。

2) 按产品生产厂提供的工艺规定配制浸渍树脂，把浸渍树脂的主剂和固化剂按规定比例进行混合，并用搅拌器充分搅拌均匀，一次调和量以在规定的时间内用完为准，并均匀涂抹于粘贴部位。

3) 将碳纤维布用手轻压贴于需粘贴的位置，采用专用的滚筒顺纤维方

向多次滚压，挤除气泡，使浸渍树脂充分浸透碳纤维布，直到碳纤维丝之间有浸渍树脂渗出时为止。滚压时不得损伤碳纤维布。

4) 进行空鼓检查，凡有空鼓的位置可采用注入浸渍树脂法、割刀切入填充树脂修补法或补丁修补法进行处理。

5) 多层粘贴时，重复以上①~④步。等待时间超过 60min 时，则在 12h 后重新涂刷胶粘剂。最后一层碳纤维布表面涂一道浸渍胶。

(5) 养护

1) 粘碳纤维布后需自然养护 12h 以达到初期固化，并保证固化期间不受干扰。

2) 在每道工序之后和树脂固化之前，用塑料薄膜遮挡表面以防止风沙和雨水的影响。

3) 纤维布粘贴后达到设计强度所需要的自然养护时间大约为：

平均气温 10℃ 以下为 14 天；

平均气温 10℃~20℃ 以下为 7~14 天；

平均气温 20℃ 以上约为 7 天。

(6) 涂装

在最外一层碳纤维布外表面的浸渍树脂（上面撒黄砂）固化以后，用 20mm 厚的丙乳砂浆防护，并在其外表面涂装。

4、注意事项

(1) 所有材料必须有生产厂家的出厂合格证、质量保证书，必须满足国家有关规范要求；对进口材料还必须有进口许可证等国家强制要求的各

种证书及资料。

(2) 碳纤维布在运输、储存和施工过程中，不得受挤压、阳光直晒、雨淋和撞击等，胶结材料应密封保存于阴凉处。

5、验收

(1) 粘贴碳纤维加固可采用目测或用放大镜对接头进行外观检验，外观应平整且不得有裂纹、鼓泡。

(2) 碳纤维布与混凝土之间的粘结质量可用锤击法或其他有效方法进行检查，按检查结果确认的总有效粘结面积不小于总粘结面积的 95%。

(3) 碳纤维布与基材混凝土的正拉粘结强度，必须进行见证抽样检验。在选择测点时，应避开受力的主要部位。测点数量不少于 5 处。检验完毕后，应对纤维织物被切割处进行修补。

4.2.6 混凝土表面防腐施工技术及质量检验要求

本工程 5 万吨级油品码头、3 万吨级液体化工码头、3 千吨级油品码头、3 千吨级燃料油码头在板、梁、墩台等混凝土结构修复加固完成后，须对码头上部混凝土结构表面全面涂覆涂层进行防护，具体范围见“第 3 章 码头现状检测”内容和“4.1.2 修复加固内容和措施”。

1、防腐方案

(1) 混凝土表面防腐涂层共分为 3 道，由 $50 \mu m$ 环氧树脂封闭漆（底层）、 $250 \mu m$ 环氧树脂漆（中间层）和 $50 \mu m$ 聚氨酯磁漆漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为 $350 \mu m$ 。

(2) 混凝土表面涂层涂料必须满足规范要求，厂商需按批次提供产品质量保证书，且必须提供专业检测鉴定单位出具的产品使用年限证明。

(3) 涂层最小厚度应满足规范要求, 厂商应根据其产品的特性提出涂层系统的组成和各层的厚度要求。

2、涂层范围

码头面板、纵梁、横梁的底面、侧面采用混凝土表面涂层保护。

3、设计使用年限

涂层系统的设计使用年限应不少于 10a, 使用过程中涂层系统如有损坏, 应及时修补。当涂层系统达到设计使用年限或者防护失效时, 应根据码头的使用要求再次涂装或采取其他防腐蚀措施。

4、涂层系统要求

(1) 满足规范关于表面涂层中的有关规定。特别应注意: 涂层保护时, 混凝土的龄期不应少于 28d, 并通过验收; 涂层与混凝土表面的粘结力不得小于 1.5MPa, 并通过验收。涂装工艺、质量控制、检查、验收及维修应符合规范相关规定。

(2) 根据本工程防腐的部位, 要求涂料适用于在浪溅区和水位变动区。

(3) 涂装前, 原部分涂层、油污、海生物等附着物应进行处理, 处理后监理进行验收合格后, 方可涂装。

(4) 涂料涂装之后, 要求在使用年限之内涂层具有一定的延伸性。

(5) 防腐蚀范围涂层损坏时涂料应可修补。

5、施工技术要求

(1) 混凝土表面检查与处理

电动砂轮或钢铲刀清除混凝土构件表面松动砂浆、碎屑及表面附着物。

用水泥砂浆或涂层涂料相容的填充料修补蜂窝、露石等明显的缺陷。

如混凝土表面有油污，应用适当的溶剂抹除油污。

最后用清洁淡水冲洗去混凝土表面，使处理后的混凝土表面无露石、蜂窝、碎屑、油污、灰尘及不牢附着物等。

（2）涂装方法

采用刷涂、滚涂、喷涂均可，但要保证涂装质量。

（3）涂装工艺

经过表面处理后的砼构件，应保持整洁干燥，并及时进行底漆涂装。

涂料配制按设计方案中规定的涂料产品的说明书进行配制。

配料搅拌均匀后，在 20℃经 20 分钟左右熟化时间才可以进行涂刷（温度变化，熟化时间相应变化）。

底漆、中间漆、面漆涂装间隔时间按产品性能表中规定进行，以 24 小时为好，如超过 5 天，表面建议进行打毛处理后方可复涂。

因受气温、风浪等因素影响现场施工时，涂装间隔时间也可由现场技术人员和质量监督人员根据现场涂装情况另行拟定。

（4）施工质量控制

因混凝土构件表面呈碱性，新修复的混凝土构件一般在养护 28 天后方可进行涂装施工。

应选择有经验的专业施工队进行施工。

所用材料必须是业主和设计单位认可型号的产品。施工前施工单位应检查材料的品种、型号及规格是否与设计文件一致。

施工单位必须有专职技术员负责管理，并认真做好施工日记。

如更改所用材料或工艺需经设计人员和技术人员认可方可执行。

施工单位做好每道涂装工序自检工作，所有隐蔽工程需监理认可签证。

严格控制稀释剂添加量，稀释剂应是涂料配套的专用稀释剂。

（5）质量检查

在涂装前应检查经表面处理后的混凝土表面应无松散物、海生物、污物、盐份和无缺损，经监理工程师认可后方可进行涂装施工。

混凝土涂层干膜厚度不易检测，可在施工前用实际施工涂装方法涂装在钢片试件上用湿膜测厚卡及磁性测厚仪测定湿膜和干膜厚度，实际施工时即可用湿膜测厚卡测定湿膜厚度以此控制涂层的干膜厚度。

施工涂装厚度检测范围：

施工单位自测：每涂装面积 $100m^2$ 测试 5 个点；第三方检测：每涂装面积 $500m^2$ 测试 5 个点；每次检测 2 点达不到设计厚度应补涂。

涂装三天后检查涂层外观质量，涂层应无气泡、起皱、龟裂及漏涂等。

6、其它要求

（1）正式防腐蚀涂装前，应先进行完整的防腐涂装试验，提前进行工艺评定，并确定质量控制要求，在验收合格后，再实施批量防腐蚀施工。

（2）在防腐蚀涂装中，必须对所有工序进行全过程质量控制，并做好质量检查记录，以备跟踪和查考。

（3）涂料生产厂商应依据本技术要求提供有关防腐蚀涂料的涂装工艺、施工注意事项、质量检查验收标准等有关技术文件。若文件中的要求高于本“技术要求”，应按涂料生产厂商的实施。

(4) 涂料生产厂商在施工开展前应进行技术交底, 对施工单位操作人员进行技术培训, 同时在防腐蚀涂装试验时及施工过程中有必要时提供现场技术服务和指导。

4.2.7 钢管桩桩顶防腐施工技术及质量检验要求

1、防腐方案

本工程拟对 3 千吨级油码头防撞桩、3 万吨级液体化工码头缺陷钢管桩桩顶进行涂层防腐, 涂层范围为平均潮位至墩台底面之间区域, 涂层系统的设计使用年限为 20 年。

钢管桩防腐涂层共分为 3 道, 由 $75 \mu\text{m}$ 湿固化环氧底漆 (底层)、 $400 \mu\text{m}$ 环氧云铁防锈漆 (中间层) 和 $300 \mu\text{m}$ 湿固化环氧防腐漆 (面层) 构成, 涂层干膜总厚度为 $775 \mu\text{m}$, 总防腐涂层面积为 15.07m^2 , 具体详见表 4-2-1。

表 4-2-1 钢管桩涂层防腐工程量一览表

码头	部位	桩基 编号	墩台底部高 程 (m)	防腐起始高 程 (m)	单桩防腐面 积 (m^2)	桩基数量 (根)	总防腐面 积 (m^2)
3 万吨级液体 化工码头	2#靠 船墩	9#	2m	0.26	3.77	1	3.77
3 千吨级油码 头	-	-	-	0.26	11.3	1	11.3

2、施工技术要求

钢管桩桩顶防腐施工方法和要求如下:

(1) 施工前应对涂料的名称、型号及质量进行检查, 是否符合出厂标准, 是否与设计规定相符, 确保防腐涂料的可靠性。

(2) 在涂装之前应清除钢管桩表面的铁锈、氧化层、油污、水气及杂物等, 除锈工艺采用人工除锈, 除锈等级应达到 St2 级。

(3) 由于防腐漆中各成分密度的差异可能会有沉淀现象出现，使用前应充分搅拌均匀才可使用，且保证随调随用。

(4) 在防腐涂层施工过程中，不得有流淌、剥落、透底、反锈、漏刷、结皮、流坠、起皱等问题出现。

(5) 涂层厚度经检测不符合设计要求时，应采用增加漆膜厚度的方法来补足干膜总厚度的设计要求，最后总厚度不足时应用面漆补足。

(6) 若现场发现防腐涂层破损，应对破损区域进行打磨，并按照同等的涂层要求对其进行修补。

(7) 防腐施工应选择合适天气，若遇大风、雨等不利情况应停止作业。

4.3 修复加固材料

4.3.1 混凝土材料

1、水泥

配制混凝土采用的水泥应是硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，严禁使用火山灰质硅酸盐水泥。水泥的标号不得低于 42.5。

2、混凝土骨料

骨料应符合设计要求及交通运输部港口工程技术规范关于混凝土和钢筋混凝土施工的使用要求，细骨料宜选用质地坚固、级配良好、细度模数为 2.6~3.2 的中粗砂。

粗骨料宜选用质地坚硬、级配良好、针片状少、空隙率小的碎石，其岩石抗压强度宜大于 100MPa 或碎石压碎指标不大于 10%，骨料的最大粒径不宜大于 25mm（引桥预应力空心板混凝土骨料最大粒径不得大于 20mm）。

粗骨料的总含泥量不应大于 0.5%（按质量计）。

应对所有骨料进行碱活性检验，海水环境中严禁采用碱活性骨料。

3、混凝土掺合料

施工中在混凝土中掺加磨细矿渣等掺合料，总量不宜大于凝胶材料总量的 70%，必须按照规范的规定作配合比试验，并得到监理工程师同意后方可使用。

4、外加剂

工程中使用外加剂时，应严格控制使用量。假如在同一次拌合中，使用了多于一种以上的外加剂，需要仔细查明其中一种外加剂对立另外一种外加剂的影响，防止离析。

外加剂中氯离子的含量不应大于水泥重量的 0.02%。

在钢筋混凝土和预应力混凝土中不得掺入氯盐外加剂。

高性能混凝土采用的高效减水剂减水率不小于 25%。

冷天施工时，素混凝土中可掺入氯化钙作为防冻剂，但掺量不得大于 2%(无水氯化钙与水泥重量之比)。掺入氯化钙时，水灰比应酌减。

在天气炎热时，为推迟混凝土凝固，可以使用混凝土缓凝剂，但要经监理工程师同意。

5、拌和用水

用于搅拌混凝土和钢筋混凝土的水应为淡水，按照国家标准要求，水中不应含有影响水泥正常凝结、硬化或促使钢筋锈蚀的物质，不得采用包含有害杂质（如油、酸、糖、盐等）的水。用于钢筋混凝土的拌合水中的氯化物的含量，以及添加剂的氯化物含量应使混凝土拌和物中氯盐含量（以

氯离子重量计) 不大于 200mg/L (占水泥重量的 0.01%)。

钢筋混凝土和预应力混凝土均不得采用海水拌和。全部构件均不得采用海水养护。

6、其他

水灰比的选择应同时满足混凝土强度和耐久性的要求。

普通混凝土氯离子含量不得超过 0.10%，渗透性不得超过 1000 (电通量法)。

4.3.2 钢筋材料

1、钢筋型号

- (1) 普通热扎圆钢筋, HPB300 (Φ) ;
- (2) 热轧钢筋, HRB400 (Φ) 。

2、钢筋应堆存在离地面至少 30cm 的干燥、通风、水平的托架上。不同型号的钢筋应分别堆存，避免混用。

3、图纸上钢筋表中给出的尺寸为理论数值，钢筋的下料长度应由施工单位另行计算。

4、钢筋接头应布置在应力较低的区域。受压钢筋接头面积在同一截面内不得大于 50%，受拉钢筋对绑扎、搭接接头不得大于 25%，对焊接接头不得大于 50%。钢筋的绑扎接头搭接长度应满足《水运工程混凝土结构设计规范》的要求。

两根直径不同的钢筋相互搭接时，其搭接长度按其中较粗钢筋的直径计算。

5、浇注混凝土前，钢筋表面的氧化皮铁锈，油脂或其他有害物质均需彻底清除。在浇注混凝土时，漏撒、粘附在外露钢筋上已凝固的混凝土也同样需要清除。

4.3.3 现浇混凝土材料

- 1、钢筋混凝土保护层厚度应符合设计要求。
- 2、混凝土拌合物倾落自由高度不宜超过 2m。
- 3、现浇面层混凝土采用优质海工混凝土，现浇面层混凝土掺加聚丙烯混凝土增强纤维，建议掺量每立方混凝土 1.0kg，纤维混凝土技术要求如下。

（1）掺和物

聚丙烯混凝土纤维，其物理化学性能见下表：

表 4-3-1 聚丙烯混凝土纤维物理化学性能一览表

纤维横截面	圆形
纤维直径	34um
强度 N/mm ²	>275
延伸性%	>80
切割长度 mm	12
纤维比率 mill/kg	89
纤维分布	优
表面密度 g/cm ³	0.91

掺量：每立方混凝土掺 1.0kg。

出厂产品应有出厂产品合格证书、产品使用说明，并附有相应的质量检测报告。

（2）施工要求

- 1) 根据周围已施工工程的施工情况，在总结引桥施工经验、施工技术

后，再在码头现浇面层混凝土中运用。

2) 搅拌机械：要求采用有浆板的搅拌机，且浆板不能有过度的磨损。

3) 程序和搅拌时间：在砂、石、水泥填装的同时分散投入纤维后干拌2min，再放水湿拌，时间按不掺纤维的混凝土要求。

4) 搅拌好的纤维混凝土应及时投入使用。

5) 若使用混凝土罐装车运输，则应按照额定量运输，如小于额定量，纤维会粘附在罐壁，减少混合配比量，影响纤维混凝土的使用效果。

6) 泵送：可用混凝土罐装车注入混凝土泵车进行水平、垂直管道运送。因泵车斗进口有防大块石的格栅阻拦，纤维易挂住、堆积在上面而堵塞格栅孔，以至会堵塞管道，应在泵送的同时密切注意把悬挂的纤维及时清理掉。

7) 抹平时长纤维会随抹泥板、抹平盘、抹平辊拖出面层，应在抹平操作时，把纤维压平，浆水拖光，使面层表面感光洁。

8) 混凝土浇注后，应按常规进行混凝土养护。

4、宜用低水化热水泥。

5、新老混凝土的结合，应将原混凝土表面的水泥浆和软弱层凿除后，用压力不小于 20MPa 的高压淡水清洗，结合面处应使用界面结合剂，其材料和性能应满足《港口水工建筑物修补加固技术规范》第 4.2.6 条要求。

6、现浇磨耗层应分段、分块浇注，浇筑磨耗层时应注意放水坡，适时进行面层的割缝灌浆工艺。

7、应尽量避免在雨天和高温天气浇筑混凝土。

8、混凝土浇筑和养护必须严格按施工规范的要求进行。养护用水应符合对混凝土用水的要求，并且在水中不含有会使混凝土表面受到污染的化学物质或其他物质。

9、混凝土浇注完工后，表面应密实和完整，没有蜂窝、麻面或其他缺陷，如有缺陷应予修补。

10、混凝土浇筑过程中及强度未达到设计强度前严禁碰撞模板。

11、应进行连续浇筑，如因故中断，其允许间歇时间应根据混凝土硬化速度和振捣能力经试验确定。如间歇时间过长，应在现场进行重塑试验，如混凝土不能重塑时，应按施工缝处理。

12、应避免高温或降雨天气浇筑，适宜的浇筑气温为10~25℃。夏季施工，砂、石骨料应进行遮盖以降低混凝土入仓温度。冬季施工，应采用保温措施，防止冷击。

4.3.4 水下不分散混凝土性能

根据《水运工程混凝土施工规范》（JTS 202-2011），水下不分散混凝土基本性能应符合下表要求。

表 4-3-2 水下不分散混凝土性能一览表

工作性能	扩展度 (mm)		400~500
	30min 扩展度损失 (mm)		≤50
水下抗分散性	水陆成型试件抗压强度比 (%)	7d	≥65
		28d	≥75
	悬浮物含量 (mg/L)		<180
	PH 值		<12
力学性能	满足结构强度要求		

4.3.5 封缝和灌浆材料性能

混凝土修补用的封缝材料和灌浆材料性能应符合表 4-3-2 的规定, 其测定方法应符合现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》(GB/T 2567) 的规定。

表 4-3-3 封缝和灌浆材料性能一览表

胶体抗压强度 (MPa)	胶体抗拉强度 (MPa)	与干表面混凝土正拉粘结 强度 (MPa)	与湿表面混凝土正拉粘结 强度 (MPa)
≥50	≥10	不小于原混凝土抗拉强度 标准值	不小于原混凝土抗拉强度 标准值

4.3.6 聚合物水泥砂浆性能

用于填充修补的聚合物水泥砂浆性能应符合表 4-3-3 的规定, 其测定方法应符合《港口水工建筑物修补加固技术规范》(JTS 311-2011) 附录 A.4 的规定。

表 4-3-4 聚合物水泥砂浆性能一览表

抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	砂浆与老混凝土粘结 强度 (MPa)	干缩值 (με)	
7d	28d	28d	28d	28d	7d	28d
≥30.0	比原构件强度等级提高一级, 且不得低于 C30	≥6.5	≥3.5	不小于原混凝土抗拉强度标准值	≤300	≤500

4.3.7 界面粘结材料性能

对混凝土界面进行预处理的界面粘结材料和性能应符合表 4-3-4 的规定, 其测定方法应符合现行国家标准《树脂浇铸体性能试验方法》(GB/T 2567) 的规定。

表 4-3-5 界面粘结材料性能一览表

胶体抗压强度	胶体抗拉强度	与湿表面混凝土正拉粘结强度
≥50.0MPa	≥5.0MPa	≥2.5MPa, 且为混凝土内聚破坏

4.3.8 碳纤维布性能指标

碳纤维复合材料用的纤维必须为连续纤维，其性能应符合下列规定。

结构加固用纤维复合材料的性能指标必须符合表 4-3-5 的要求。碳纤维复合材料的抗拉强度标准值应具有 95% 的保证率。

表 4-3-6 高强度碳纤维布性能指标一览表

种类	抗拉强度 标准值 (MPa)	受拉弹性 模量 (MPa)	伸长率 (%)	弯曲强度 (MPa)	层间剪切 强度 (MPa)	仰贴条件 下纤维复 合材料与 混凝土正 拉粘结强 度 (MPa)	单位面积 质量 (g /m ²)
高强度碳 纤维布 (I 级)	≥3400	≥2.4×10 ⁵	≥1.7	≥700	≥45	≥2.5MPa, 且为混泥 土内聚破 坏	≤300

4.3.9 结构胶粘剂性能指标

浸渍、粘结碳纤维复合材料的胶粘剂的性能指标必须符合表 4-3-6 的规定，不得使用不饱和聚酯树脂、醇酸树脂等。

表 4-3-7 碳纤维复合材料浸渍、胶粘剂性能指标一览表

性能项目		性能要求 (A 级胶)
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥40
	受拉弹性模量 (MPa)	≥2500
	抗弯强度 (MPa)	≥50 且不得呈脆性破坏
	抗压强度 (MPa)	≥70
	伸长率 (%)	≥1.5
粘结能力	钢—钢抗剪拉伸强度标准 (MPa)	≥14
	钢—钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥20
	与干、湿表面混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏
	不挥发物含量 (固体含量) (%)	≥99

注：表中性能指标，除标有强度标准值外，均为平均值。

底胶和修补胶应与浸渍、胶粘剂相适配，其性能应满足表 4-3-7 的规定。

表 4-3-8 底胶与修补胶性能指标一览表

性能项目		性能要求 (A 级胶)
底胶	钢—钢抗剪拉伸强度标准 (MPa)	≥14
	与干、湿表面混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏
	不挥发物含量 (固体含量) (%)	≥99
	混合后初粘度 (23°C 时) (MPa.s)	≤6000
修补胶	胶体抗拉强度 (MPa)	≥30
	胶体抗弯强度 (MPa)	≥40, 且不得呈脆性破坏
	与干、湿表面混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏

注：表中性能指标均为平均值。

粘贴在混凝土构件表面的碳纤维复合材料表面应采取涂层防护措施，所采用的涂层应与碳纤维复合材料具有良好的相容性。

4.4 主要工程量表

本项目各泊位修复加固工程量详见表 4-4-1。

表 4-4-1 本项目各泊位修复加固工程量一览表

(一) 5 万吨级油码头修复加固工程量					
编号	构件	项目	单位	工程量	备注
1	面板	裂缝修补	封闭法	98.4	宽度≤0.3mm
2	墩台	裂缝修补	封闭法	57.75	宽度≤0.3mm
			化学灌浆	40.5	宽度>0.3mm
		混凝土凿除	m ³	0.40	
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.40	C40
3	靠船构件	混凝土凿除	m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.1	C40, 水下立模浇筑混凝土
4	护轮坎	钢护边	m	1	护轮坎尺寸 250×250mm
		钢护边除锈	m	115	除锈等级 St2 级
		钢护边防腐	m	115	防锈漆
		混凝土凿除	m ³	0.1	
		钢筋除锈	m ²	0.1	除锈等级 St2 级
		补焊钢筋	t	0.01	
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.1	C35

5	护舷	护舷靠船板更换	块	18	1250H 鼓形护舷靠船板局部更换
		铁链更换	条	4	
6	系船柱	混凝土凿除	m ³	0.1	
7		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.1	C40
8	伸缩缝	补充填充物	m	80	泡沫板
9	Φ1200 大管桩	粘贴碳纤维布	m ²	203	展开面积
10	混凝土方桩	粘贴碳纤维布	m ²	102	展开面积
		注浆修补	m ³	0.3	桩顶破损处注浆修补, 厚度 0.15m
11		混凝土表面防腐	m ²	809	防腐设计使用年限应不少于 10a。涂层共分为 3 道, 由 50μm 环氧树脂封闭漆(底层)、250μm 环氧树脂漆(中间层)和 50μm 聚氨酯磁漆漆(面层)构成, 涂层干膜总厚度为 350μm。

(二) 3千吨级油码头修复加固工程量

1	墩台	混凝土凿除	m ³	0.2	
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.2	C40
2	纵梁	混凝土凿除	m ³	0.1	
		钢筋除锈	m ²	10.79	除锈等级 St2 级
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.1	C40
3	横梁	裂缝修补	m	8.75	宽度≤0.3mm
		混凝土凿除	m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土	m ³	0.1	C40
4	Φ1200 大管桩	粘贴碳纤维布	m ²	28.5	展开面积
5	方桩	粘贴碳纤维布	m ²	69.5	展开面积
		注浆修补	m ³	0.1	桩顶破损处注浆修补, 厚度 0.15m
6	防撞桩	除锈	m ²	12	除锈等级 St2 级
		防腐涂层	m ²	12	
7	橡胶护舷	护舷修复	套	6	1250H 鼓形护舷靠船板局部更换; 补充 1 套 GD280H×2000L 拱形护

					舷
8	护轮坎	钢护边除锈	m	9.6	除锈等级 St2 级
	护轮坎	钢护边防腐	m	9.6	防锈漆
9	混凝土表面防腐		m ²	364	防腐设计使用年限应不少于 10a。涂层共分为 3 道, 由 50μm 环氧树脂封闭漆(底层)、250μm 环氧树脂漆(中间层)和 50μm 聚氨酯磁漆漆(面层)构成, 涂层干膜总厚度为 350μm。

(三) 3 万吨级液体化工码头

		裂缝修补	封闭法	m	116	宽度≤0.3mm
1	面板	混凝土凿除		m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.1	C40
2	墩台	裂缝修补	封闭法	m	68	宽度≤0.3mm
			化学灌浆	m	81	宽度>0.3mm
		混凝土凿除		m ³	0.2	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.4	C40
3	钢管桩	除锈		m ²	3.77	除锈等级 St2 级
		防腐涂层		m ²	3.77	
4	灌注桩	除锈		m ²	98	除锈等级 St2 级
		防腐涂层		m ²	98	
5	护轮坎	钢护边除锈		m	8	除锈等级 St2 级
		钢护边防腐		m	8	防锈漆
		混凝土凿除		m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.1	C35
6	橡胶护舷	护舷修复		套	5	1250H 鼓形护舷靠船板局部更换; 补充 GD280H×2000L 拱形护舷螺栓
7	伸缩缝	补充填充物		m	30	泡沫板
8	混凝土表面防腐			m ²	661	防腐设计使用年限应不少于 10a。涂层共分为 3 道, 由 50μm 环氧树脂封闭漆(底层)、250μm 环氧树脂漆(中间层)和

					50μm 聚氨酯磁漆漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为 350μm。	
(四) 三千吨级燃料油码头						
1	面板	裂缝修补	封闭法	m	2.4	宽度≤0.3mm
		混凝土凿除		m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.1	C40
2	墩台	混凝土凿除		m ³	0.3	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.5	C40
3	横梁	裂缝修补	封闭法	m	0.45	宽度≤0.3mm
4	纵梁	混凝土凿除		m ³	0.1	
		现浇丙乳细石混凝土		m ³	0.1	C40
5	灌注桩	除锈		m ²	30	除锈等级 St2 级
		防腐涂层		m ²	30	
6	橡胶护舷	护舷更换		套	4	更换 B400H×2000L 拱形护舷
7	伸缩缝	补充填充物		m	46	泡沫板
8	锚链爬梯	更换		套	2	
9	混凝土表面防腐			m ²	304	防腐设计使用年限应不少于 10a。涂层共分为 3 道，由 50μm 环氧树脂封闭漆（底层）、250μm 环氧树脂漆（中间层）和 50μm 聚氨酯磁漆漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为 350μm。

第5章 工程实施

5.1 施工原则

(1) 为保证码头修复加固效果,构件维修须在完全卸载状态下进行施工。

(2) 码头前沿靠船构件、水平撑等设施修复加固须在混凝土强度达到设计要求、护舷更换维护完成后,方可允许到港船舶停靠和生产作业,避免已修复加固设施再次破损。

(3) 码头修复加固过程中,若水、电管线等配套设施如需临时拆除,施工结束后应原样恢复。

(4) 项目实施过程中,须统筹协调码头维修施工和生产作业之间的关系,避免相互间产生不利影响,尽可能将潜在风险降至最低,以策安全。

5.2 施工工期

根据工程建设内容、施工条件和施工技术要求,计划本项目施工总工期按6个月控制。

5.3 施工风险点分析

5.3.1 施工环境

本项目修复加固施工大都在码头面下方进行,主要存在以下特点: (1)受码头上部结构影响,操作空间狭小; (2)施工环境恶劣,受潮汐、风浪影响大,大量修复加固工作须赶潮实施,可施工时间较短; (3)修复加固构件零星分布,施工机械需要频繁移动,对施工组织要求高; (4)港区生

生产运营繁忙，施工受到港靠泊作业船舶影响较大，对现场安全和统筹协调管理要求高。

为确保施工安全，施工正式开展前施工单位须制定详尽可行的施工组织计划并报业主和监理审批，便于业主统筹协调码头的生产作业和维修施工，有序推进和保障工程实施，尽可能避免相互之间的不利影响。同时，在整个维修施工过程中，建议业主配备专门现场管理人员，主要对码头维修施工和生产作业之间可能产生的突发问题能够及时处理和协调，从而将潜在风险降至最低。

5.3.2 维修施工要求

为保证码头修复加固效果，部分构件维修须在完全卸载状态下进行施工。在此过程中，严禁一切活荷载使用修复加固区。此外，码头前沿靠船构件、水平撑等设施修复加固须在混凝土强度达到设计要求、护舷更换维护完成后，方可允许到港船舶停靠和生产作业，避免已修复加固设施再次破损。

业主须根据上述施工要求，统筹协调码头的维修施工和生产作业，确保码头各类构件设施修复加固达到设计要求并取得良好的恢复效果。

5.3.3 施工风险点分析

1、码头前沿海测维修施工风险点分析

5 万吨级油码头靠船构件修复及所有码头橡胶护舷更换维护宜根据施工期间港区正常的生产需求制定分段施工计划，修复施工段靠船构件、水平撑以及橡胶护舷在未达到设计要求前严禁船舶停靠，现场应设置可靠的安全警示或防护措施，并及时告知到港船舶停靠注意事项，避免船舶意外靠岸撞击造成修复失败。

2、人工除锈施工风险点分析

3 万吨级液体化工码头钢管桩涂刷防腐材料前拟采用人工除锈进行表面处理，除锈等级须达到 St2 级（彻底的手工和动力工具除锈），该施工工艺具有效率较慢、耗时间、清理周期较长等特点，一般需要进行打磨、刷、铲、敲击等操作，在此过程中将产生火花，考虑到 3 万吨级液体化工码头，多为易燃、易爆、有毒性或腐蚀性等危险货种，除锈施工存在一定的安全隐患。因此，在钢管桩除锈过程中，应严禁码头区船舶停靠和任何生产作业，避免发生安全事故。

5.4 对策措施建议

- 1、为确保维修质量和施工安全，在整个项目实施过程中应加强维修施工和船舶停靠、码头生产作业之间的交叉管理，合理组织安排维修施工和港区运营，避免相互不利影响，尽可能将潜在风险降至最低。
- 2、鉴于本项目施工环境的特殊性和危险性，在施工正式开展前，施工单位应编制详尽可行的施工组织计划，并由业主、监理、设计等各参建单位对施工方案进行可行性、全面性和安全性评价，尤其是钢管桩除锈等对码头区安全影响较大的施工工艺应高度重视，确保施工能够有序高效进行。
- 3、施工正式开展前，应加强对现场施工和管理人员的安全教育，增强防火、防触电意识和现场管理力度，保证安全文明施工，避免导致意外事故发生。
- 4、实际施工过程中，施工现场应高度重视危险源辨识和监控，做好风险评估和风险控制。

第6章 工程质量检验标准

工程质量检验标准按交通运输部颁布的《水运工程质量检验标准》（JTS257-2008）及其他相关标准的相关要求执行。

其他未尽事宜参照国家和交通运输部相关规定执行，如有冲突应从严控制。

第7章 使用和维护要求

7.1 使用要求及注意事项

按照“科学管理、合理使用、定期养护、适时维修”的使用维护原则，保持码头设施处于良好技术状态，确保码头的安全运行。

1、使用要求

- (1) 必须严格按照设计规定或核定的荷载标准使用，严禁超载。
- (2) 船舶靠泊时，不应超设计规定的靠岸控制速度和角度限值。
- (3) 使用部门不得任意在水工结构构件上打洞凿眼、安装设备等。
- (4) 码头护舷脱落、破损时，应及时修复，无用的外露铁件应及时割除。
- (5) 定期检查构件的防腐措施，如发现损坏应及时修补。

2、测量管理

码头工程管理部门应通过对码头设施的监测，掌握设施现状及技术状态，应建立测量网点、控制点的技术档案。

应加强对平面控制点与高程控制点的永久性埋设标示、测点的保护。

7.2 码头维护建议

1、检测要求

码头工程维护管理应通过对设施在使用过程中的检查、鉴定和维修，维持其使用功能。设施检测内容及周期应根据码头的技术状态、变形特点等确定，采取定期和不定期检测相结合，以确定技术状态类别，建议委托

专业监测单位进行检测。设施管理部门应加强资料管理工作，建立维护档案。

码头检测内容及检测周期详见表 7-2-1。

表 7-2-1 码头检测项目、内容与周期一览表

序号	检测项目	检测内容	周期 (a)
1	整体稳定性	沉降和位移	3~5
2	面层	裂缝、局部损坏	3
3	上部结构混凝土构件	破损、裂缝	3
		钢筋锈蚀	3~5
		混凝土劣化	3~5
4	桩帽、墩台	破损、裂缝	3
		混凝土劣化	3~5
	混凝土桩、管桩	破损、裂缝	3
		混凝土劣化	3~5
	钢管桩	涂层劣化	3
		钢板厚度	3~5
5	接岸结构	结构损坏、差异沉降、位移	3~5
6	岸、边坡、棱体	结构损坏、差异沉降、位移	3~5
7	附属设施	护舷、系船柱、铁爬梯等	1

注：如遇到特殊情况发生后（如地震、破坏性大风大浪等），应及时对支座进行检测。

此外，根据《港口水工建筑物修补加固技术规范》（JTS 311-2011），经修补或加固的结构，应定期跟踪检查，检查时间间隔应满足下列要求：

（1）破损修补每 2a 至少检查一次。

（2）加固每 1a 至少检查一次。

2、维护、维修

（1）根据检测结果按不同的技术状态类别采取不同的维护、维修措施。

(2) 维护、维修应建立各类技术档案，保管好竣工资料，作为今后使用和以后维护的依据。

(3) 港口设施非自然损失时，设施管理部门应及时组织现场鉴定和损坏登记，提出索赔资料，并及时组织修复。

其他未尽事宜详见《港口设施维护技术规范》（JTS 310-2013）。



大榭石化码头结构修复项目施工图

设计编号 zxz25152

档案号

日期 2025. 08

水运甲级 A132030506

图纸目录

(版次) 第1页 共1页

编 制

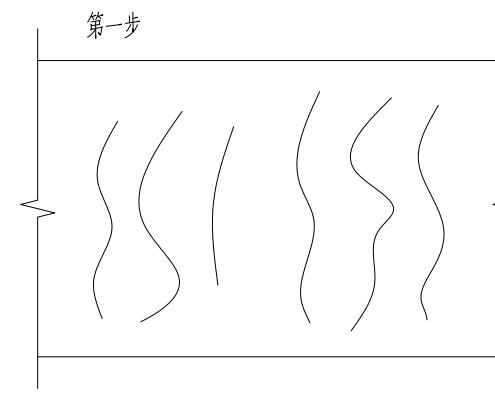
日期

核 核

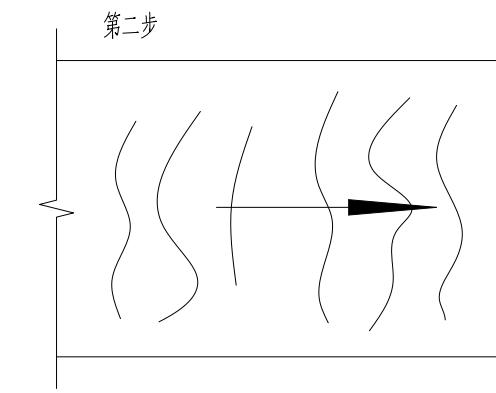
日期

审 核

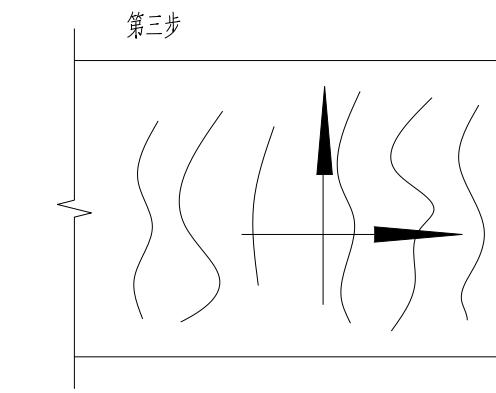
日期



表面处理：清楚砼表面粉尘、油垢，并用水湿润砼表

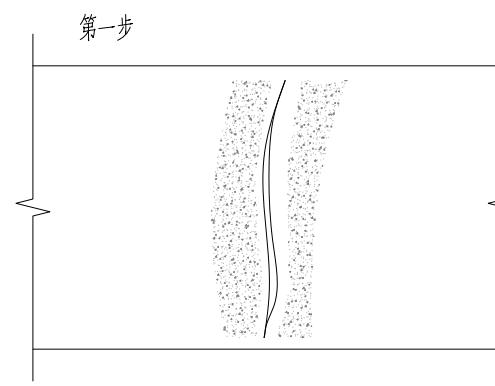


封闭裂缝：配制封缝胶，配制时尽量将颜色调到与原砼接近，垂直裂缝方向涂刷第一道

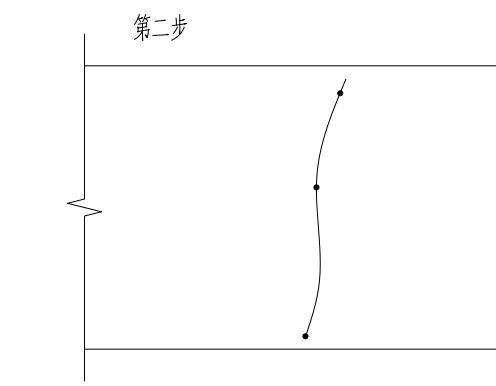


封闭裂缝：前一道干后再涂刷第二道，涂刷方向与第一次互相垂直。

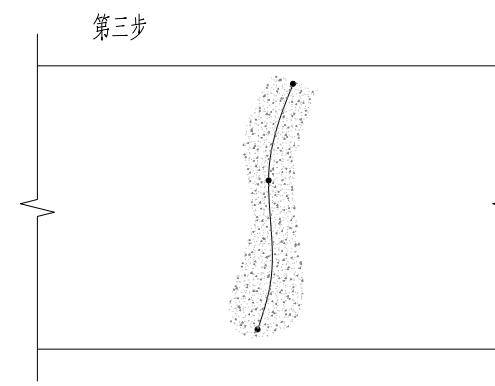
裂缝封闭法修补施工步骤



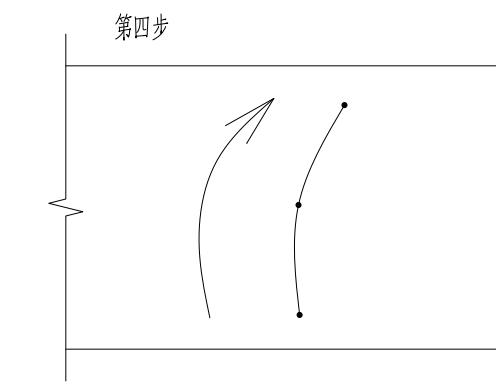
表面处理：清除混凝土表面裂缝两侧粉尘油污，用水清洗表面，测量裂缝宽度。



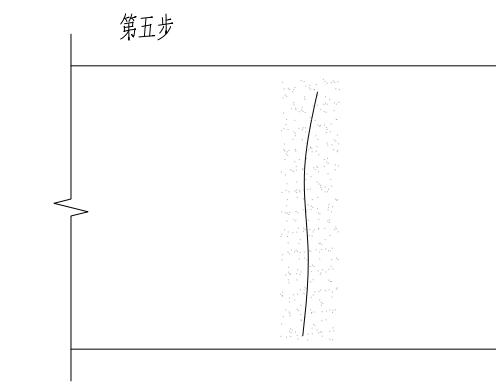
确定注浆嘴位置：当裂缝宽度在0.3~1.0mm时嘴间距15~35mm，按裂缝越细间距越小的原则考虑，每条裂缝不得少于2个注浆嘴。



封闭裂缝：配置封缝用浆，用刷子涂刷在裂缝上，封闭裂缝对于贯通的裂缝，要同时对两侧进行封闭。

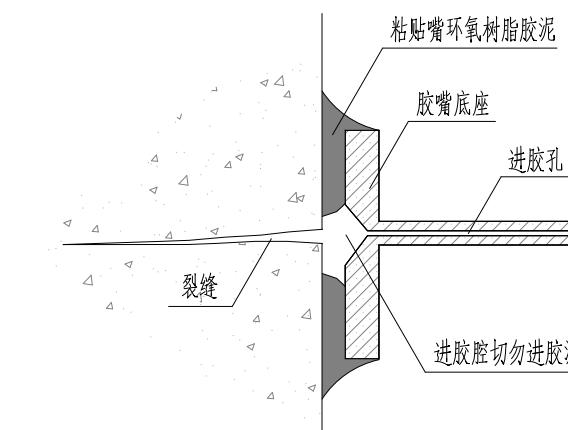
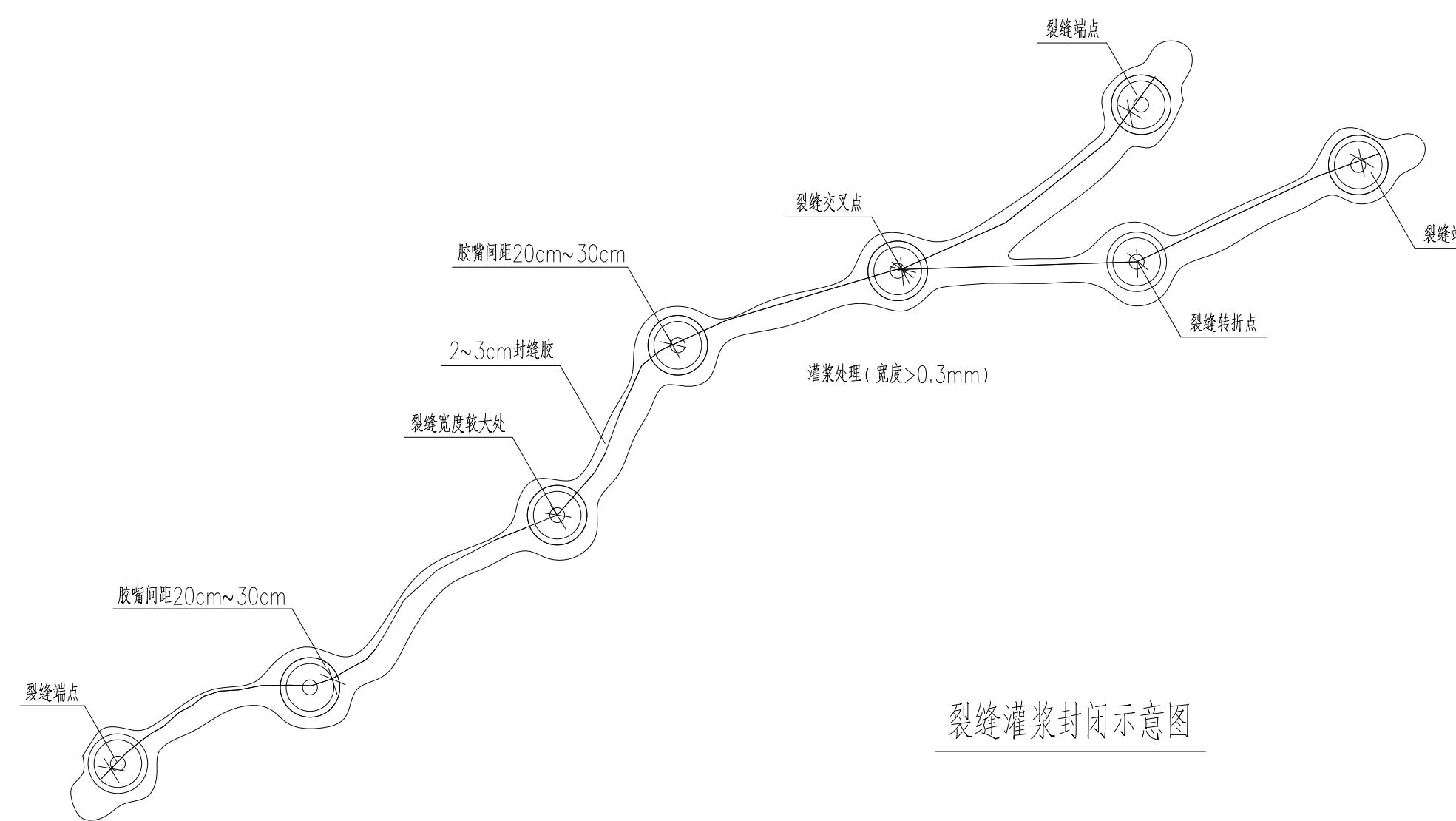


灌注裂缝：配置灌注裂缝用浆，
按从下向上的注浆次序对裂缝进行灌注



表面清理：铲去表面注浆嘴和缝材料，清理裂缝表面。

裂缝化学灌浆法修补施工步骤



裂縫灌漿封閉示意圖

说明：

1、裂缝修补需满足《港口水工建筑物修补加固技术规范》(JTS311-2023相关要求。

2、裂缝修补应根据裂缝的破损程度、破损范围和破损位置进行针对性处理。裂缝的破损情况由现场监理工程师签认确定后再根据处理原则进行施工，凡有情况不明、成因不明或与原检测调查不相符者，应重新申报。根据裂缝宽度，按下列原则处理：

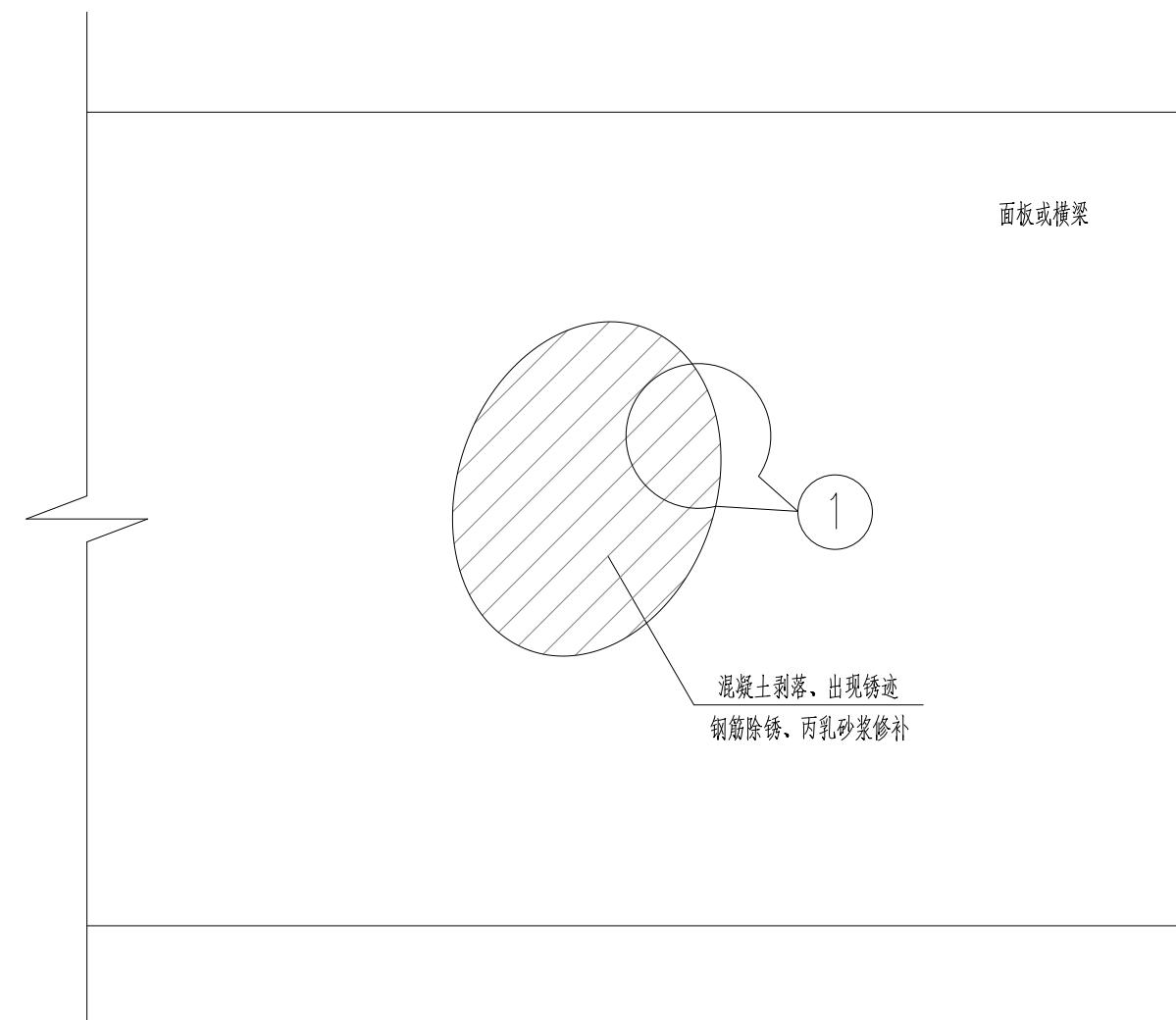
(1) 凡裂缝宽度 $\leq 0.3\text{mm}$ 时, 采用环氧胶泥封闭处理, 在粘贴碳纤维布区域不做处理。

(2) 凡裂缝宽度 $>0.3\text{mm}$ 时, 采用“壁可法”(化学灌浆法)封闭处理。

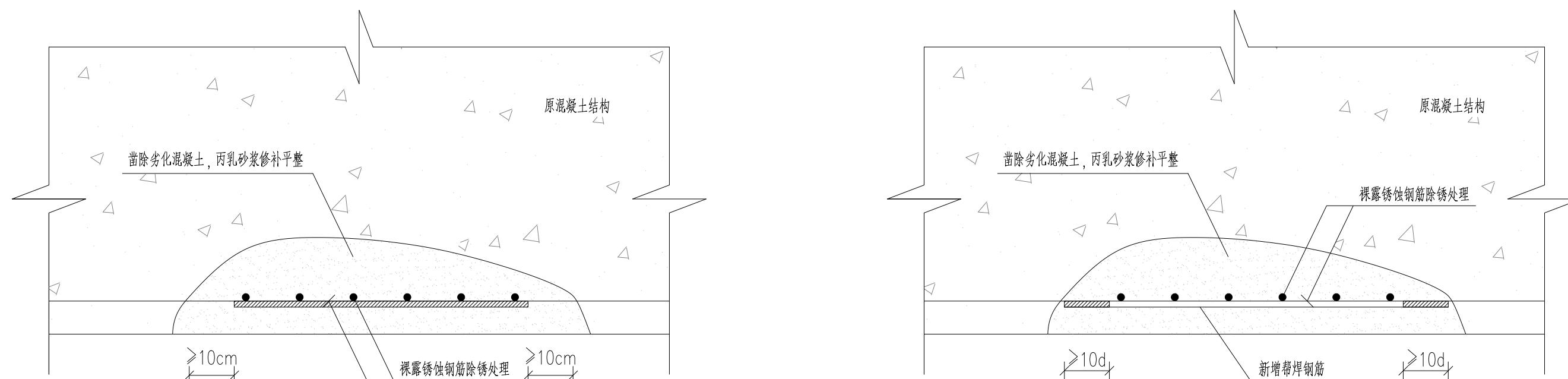
3、本图纸裂缝灌浆封闭法对应设计说明措施2；裂缝化学灌浆法对应设计说明措施3；

4、其他未尽事宜详见“施工方案设计说明”

 南京水科院瑞迪科技集团有限公司 NHRI R&D Tech Group Co., Ltd. 设计资质证书编号: A132030506, A232030503 中国南京广州路223号	审定		项目编号	zxz25152
	审核		子项	
	项目负责		专业	
	专业负责		设计阶段	SGT
	校核		比例	1:3
项目名称 大榭石化码头结构修复项目	设计	版次	0	
	制图	日期	2025.08	
	图号	SG-01		
图纸内容	裂缝修补示意图			



局部缺陷修复示意图



① 大样图 (钢筋截面锈蚀10%以内)

① 大样图 (钢筋截面锈蚀10%以上)



南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国南京广州路223号

项目名称

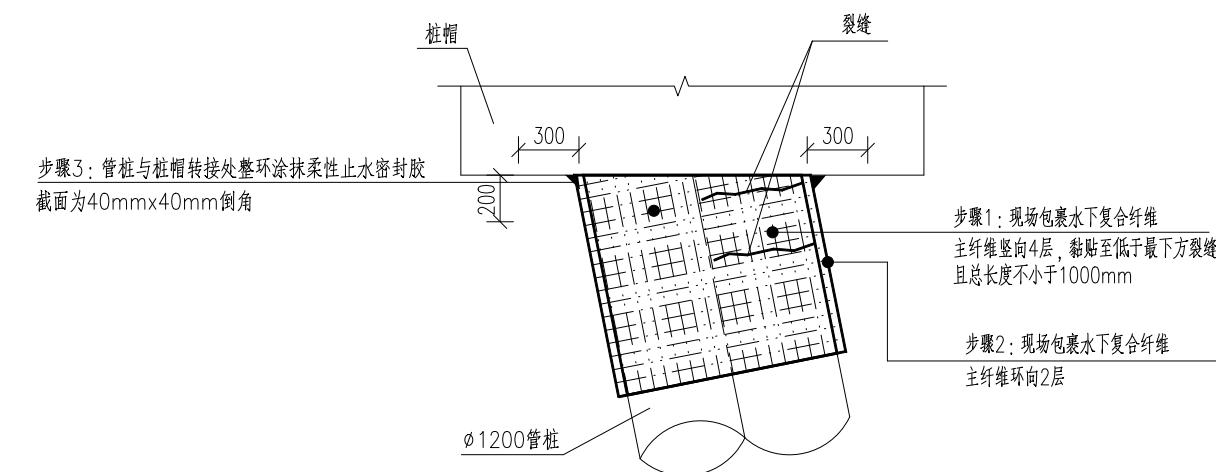
大榭石化码头结构修复项目

图纸内容

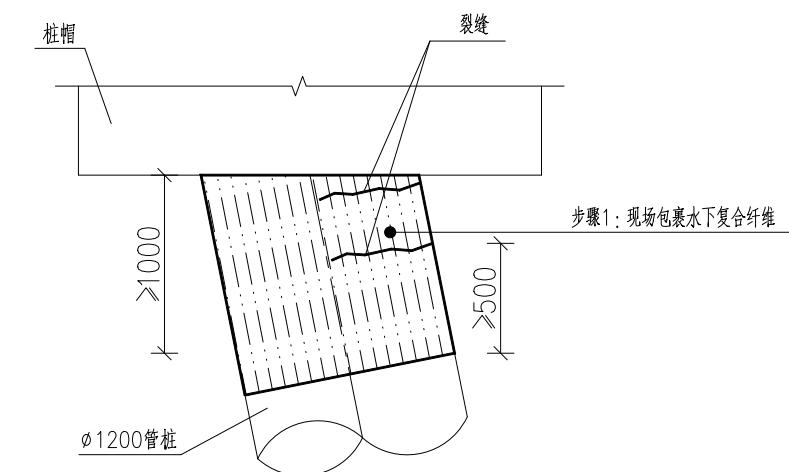
局部缺陷修补示意图

- 说明:
- 1、裂缝修补需满足《港口水工建筑物修补加固技术规范》(JTS311-2023)相关要求。
- 2、修补流程如下:
- (1) 局部凿除: 凿除破损处混凝土保护层, 并适当扩大凿除面积, 露出未锈蚀的钢筋10cm以上; 人工剥除钢筋背后已被氯离子污染的混凝土及锈蚀产物, 具体凿除深度和广度由现场氯离子含量快速测定仪检测确定, 原则上将已锈蚀钢筋背后10~20mm的混凝土凿除。
- (2) 钢筋除锈、处理: 钢筋除锈至St2级, 钢筋表面全面涂刷掺加阻锈剂的丙乳水泥净浆; 对于锈蚀损失面积>20%的钢筋, 采用同径同质钢筋焊筋补强, 两端的控制搭接长度≥10d, 详见大样图。
- (3) 刨面处理: 先清基, 再采用高压淡水冲洗干净, 晾干后于混凝土刨面上涂刷WT-III型混凝土专用界面剂, 分层压抹丙乳水泥砂浆修复至构件原断面, 保护层不足处应增加压抹道数, 确保修复处的保护层厚度≥65mm。
- (4) 及时养护, 到达龄期后采用钻芯取样方式抽检其修复质量和修复砂浆与基本混凝土间的粘结强度。
- 4、本图纸局部缺陷修补方法对应设计说明措施4/5/6。
- 5、图中缺陷位置仅为示意, 施工时应仔细检查, 重新核对锈蚀情况并相应处理。锈蚀处理的工程量是根据检测报告而定, 实际发生量由业主和监理确认的实际数量为准。

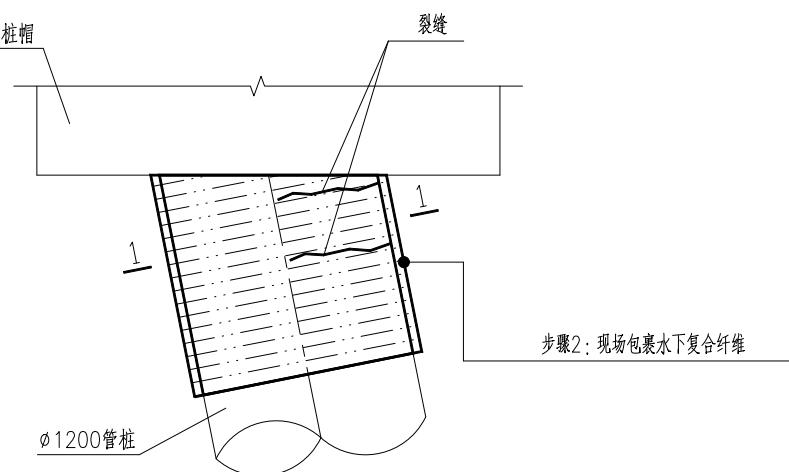
审定		项目编号	zxz25152
审核		子项	
项目负责		专业	
专业负责		设计阶段	SGT
校核		比例	1:2
设计		版次	0
制图		日期	2025.08
图号			SG-02



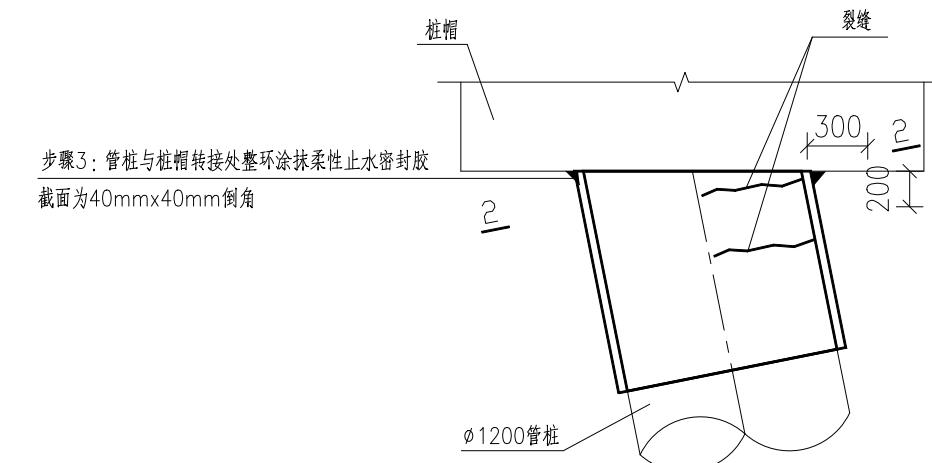
桩基裂缝包覆立面图1
措施一



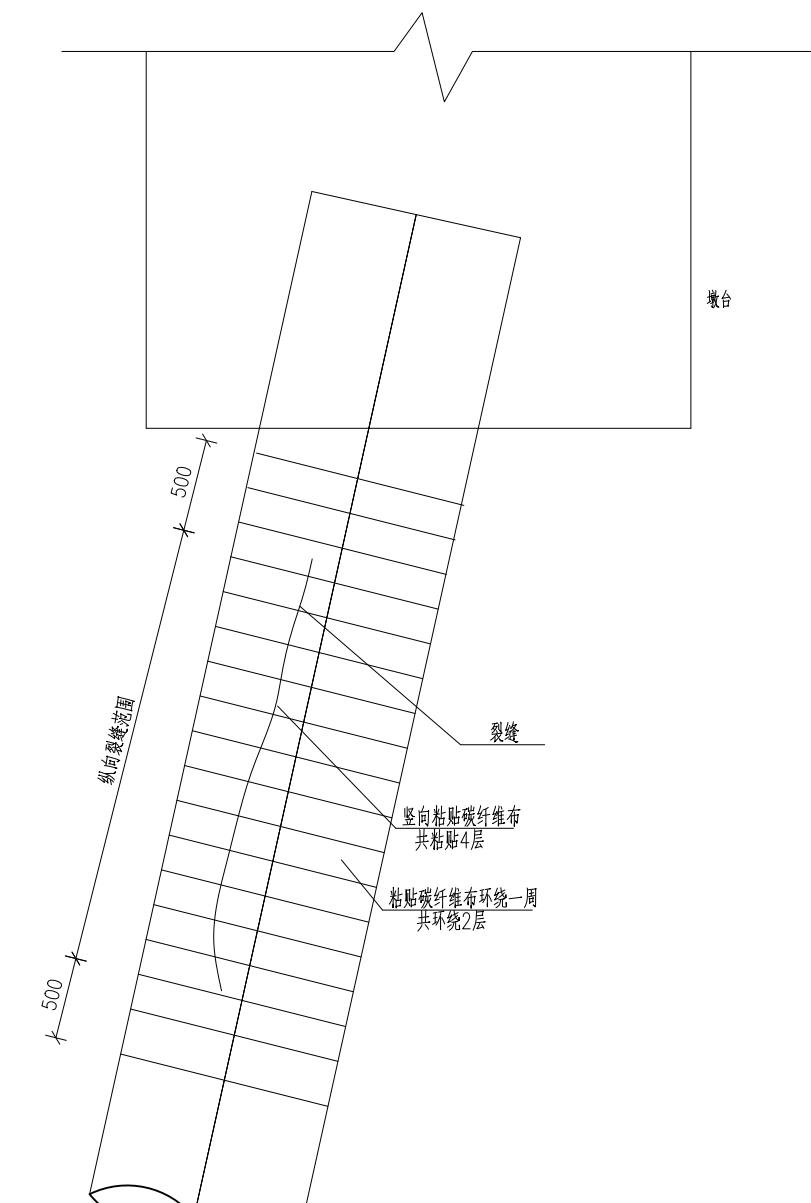
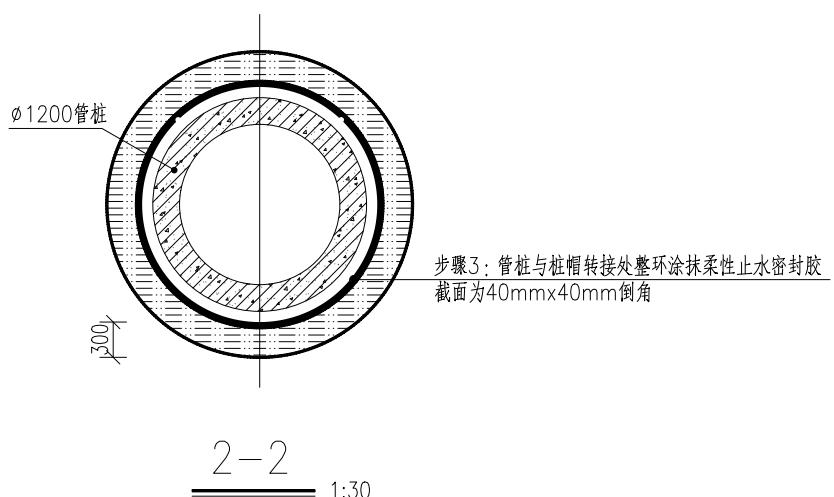
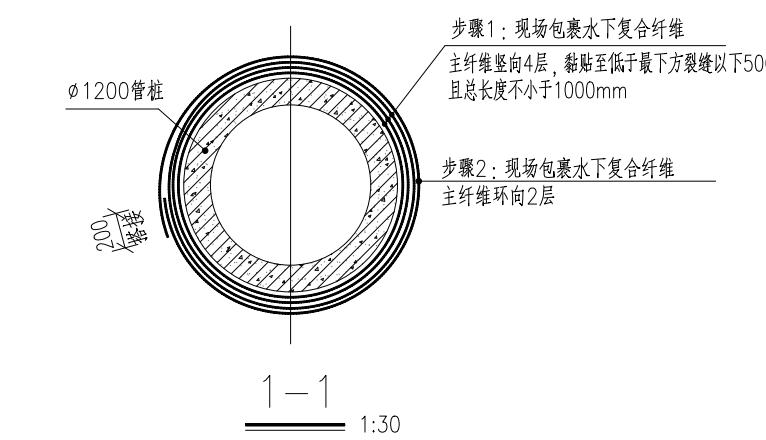
施工步骤分解图(一)
步骤1



施工步骤分解图(二)
步骤2



施工步骤分解图(三)
步骤3



大管桩裂缝修复示意图2
措施二

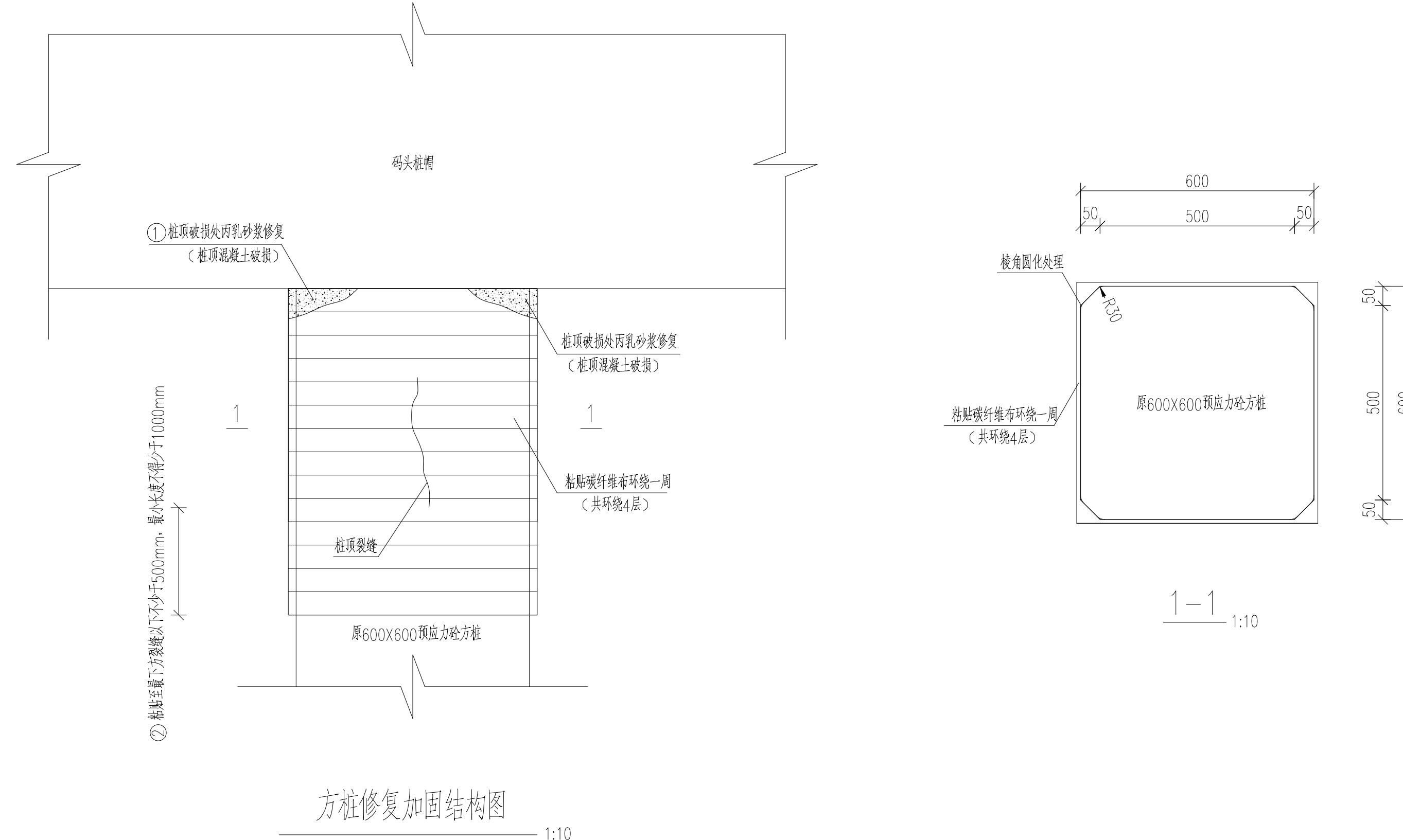


南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国南京 广州路223号

项目名称
大榭石化码头结构修复项目

图纸内容
大管桩裂缝修补示意图

审定		项目编号	zxz25152
审核		子项	
项目负责		专业	
专业负责		设计阶段	SGT
校核		比例	1:30
设计		版次	0
制图		日期	2025.08
图号			SG-03



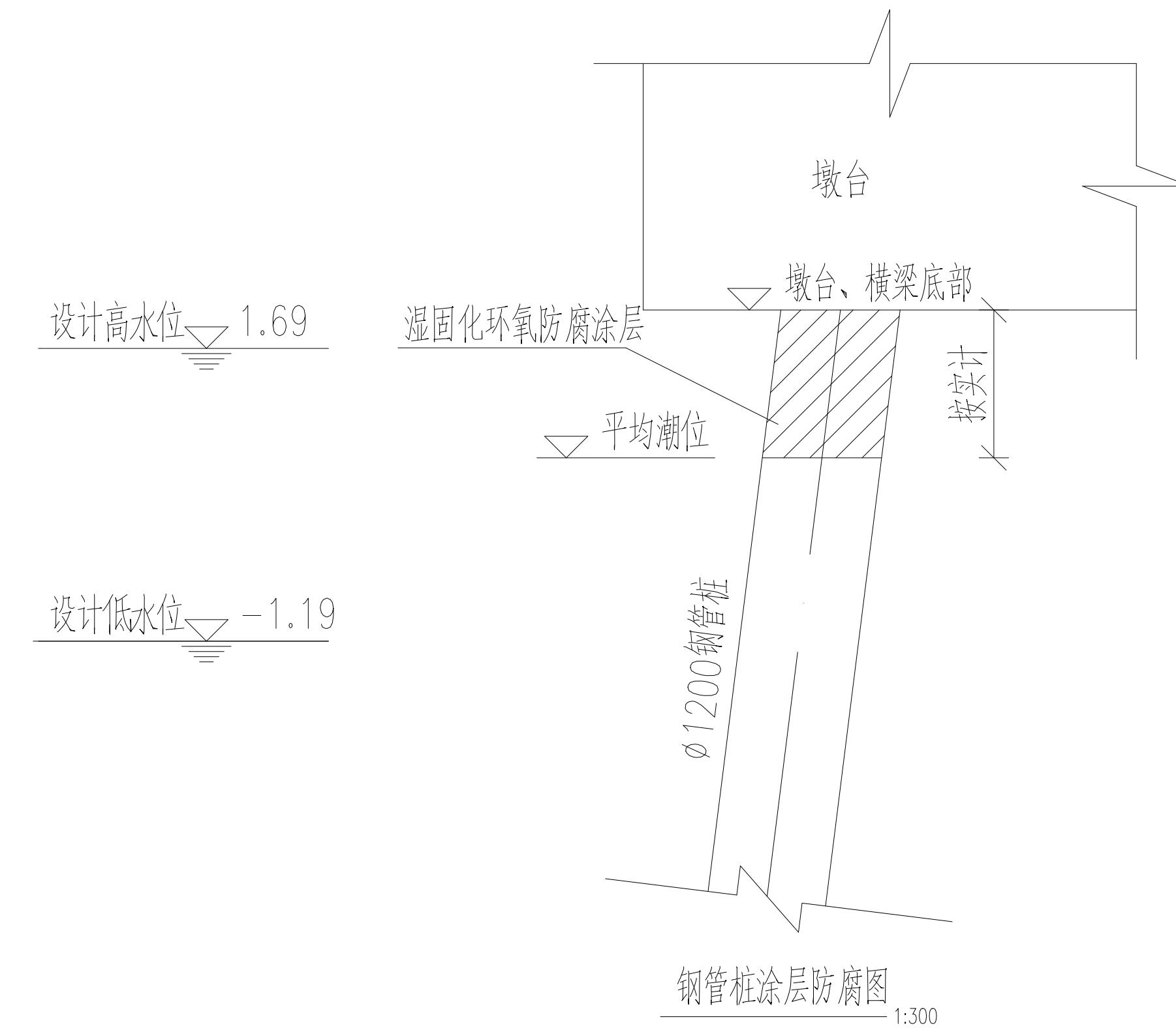
方桩修复加固结构图

1:10

说明:

- 1、图中尺寸以毫米计。
- 2、本图纸方桩缺陷修补方法对应设计说明措施8。
- 3、其他说明详见“方案设计说明”。

 <p>南京水科院瑞迪科技集团有限公司 NHRI R&D Tech Group Co., Ltd. 设计资质证书编号: A132030506, A232030503 中国南京 广州路 223 号</p>	审定		项目编号	zxz25152
	审核		子项	
	项目负责		专业	
项目名称	专业负责	设计阶段	SGT	
	校核	比例	1:10	
图纸内容	设计	版次	0	
方桩裂缝及局部缺陷修补示意图	制图	日期	2025.08	
	图号			SG-04



说明：

- 1、图中尺寸以毫米计。
 - 2、平均潮位至墩台底面之间钢管桩段采用湿固化环氧漆防护，共分为3道，由75 μm 湿固化环氧底漆（底层）、400 μm 环氧云铁防锈漆（中间层）和300 μm 湿固化环氧防腐漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为775 μm 。在涂装之前应清除钢管桩表面的铁锈、氧化层、油污、水气及杂物等，除锈等级应达到St2级。
 - 3、本图纸对应设计说明措施9。
 - 4、其他说明详见“施工图设计说明”。



南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国南京广州路223号

项目名称

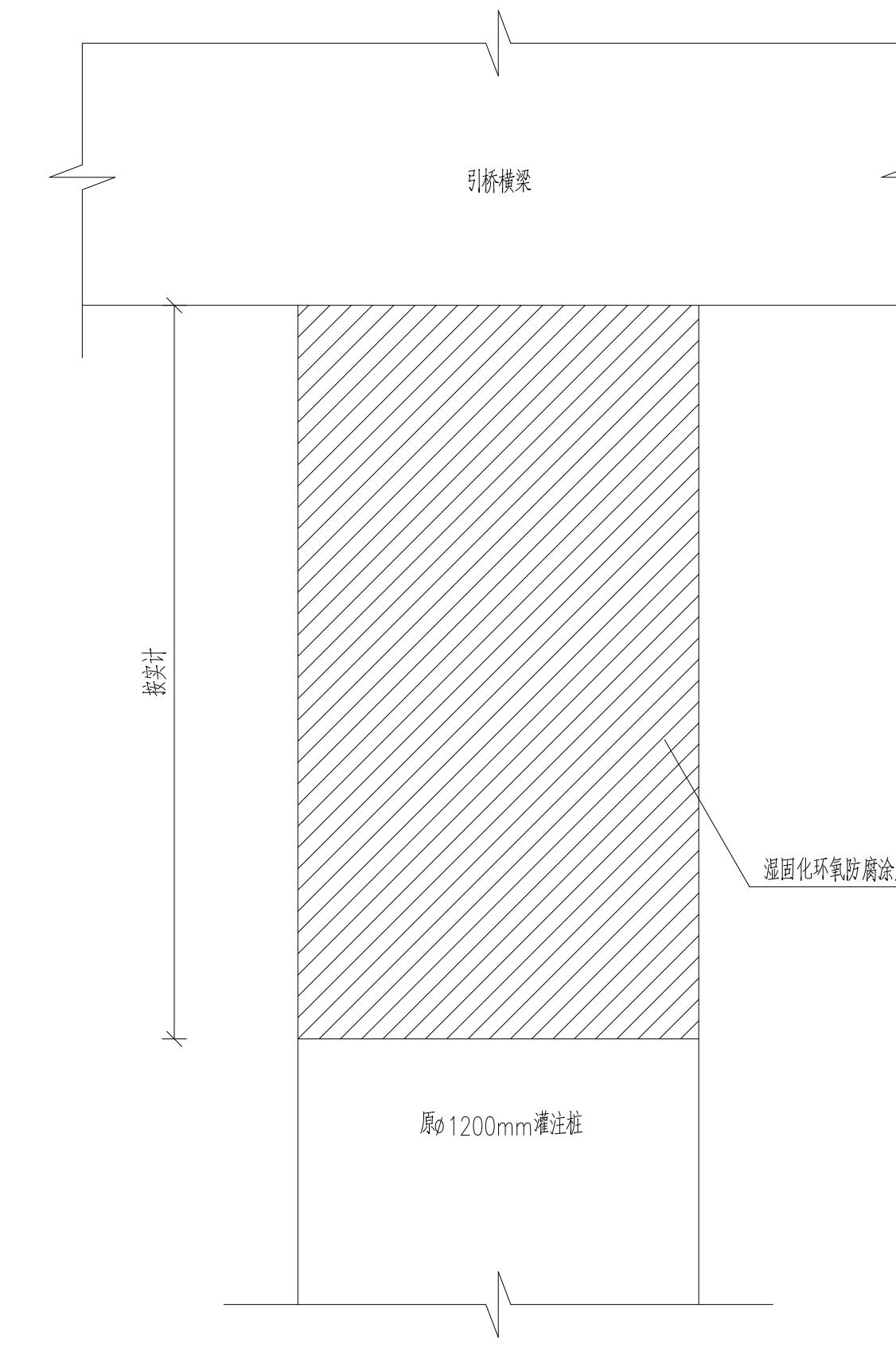
土壤工业化项目结构修复项目

图纸内容

1000

钢管柱修复第二章图

审定		项目编号	zxz25152
审核		子项	
项目负责		专业	
专业负责		设计阶段	SGT
校核		比例	1:15
设计		版次	0
制图		日期	2025.08
图号		SG-05	



灌注桩修复结构

1:1

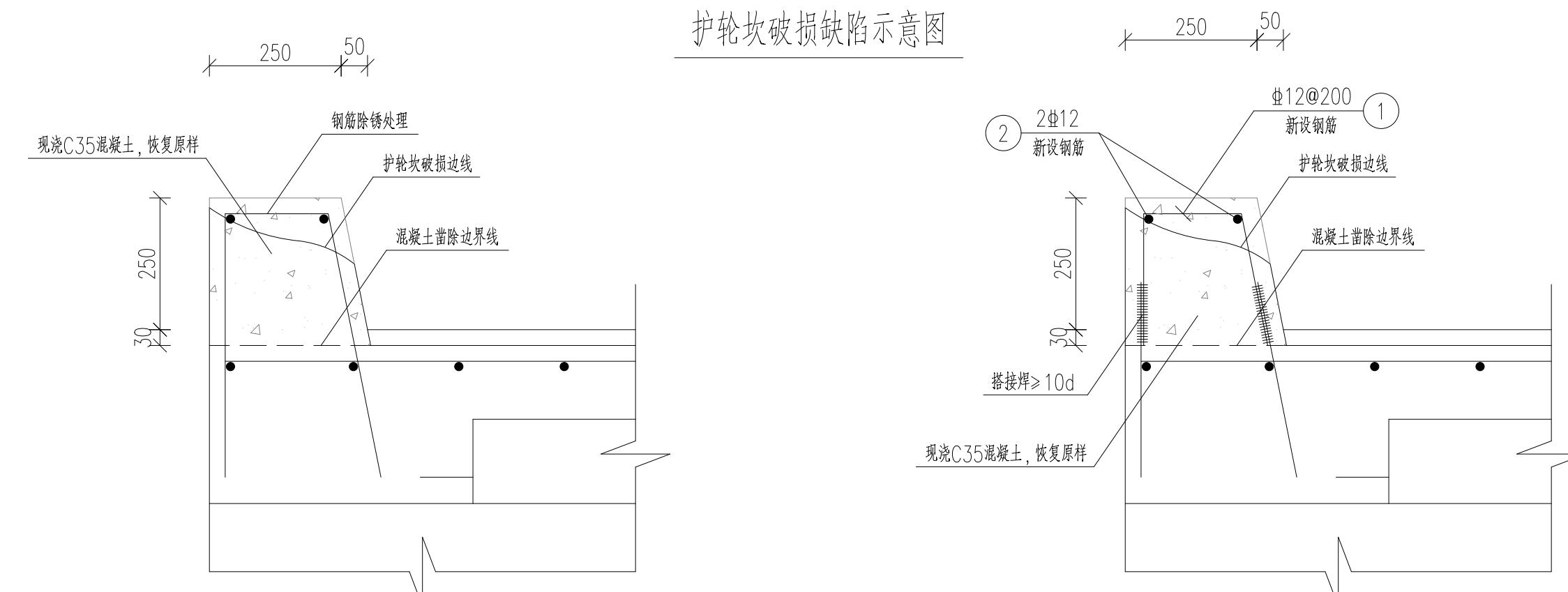
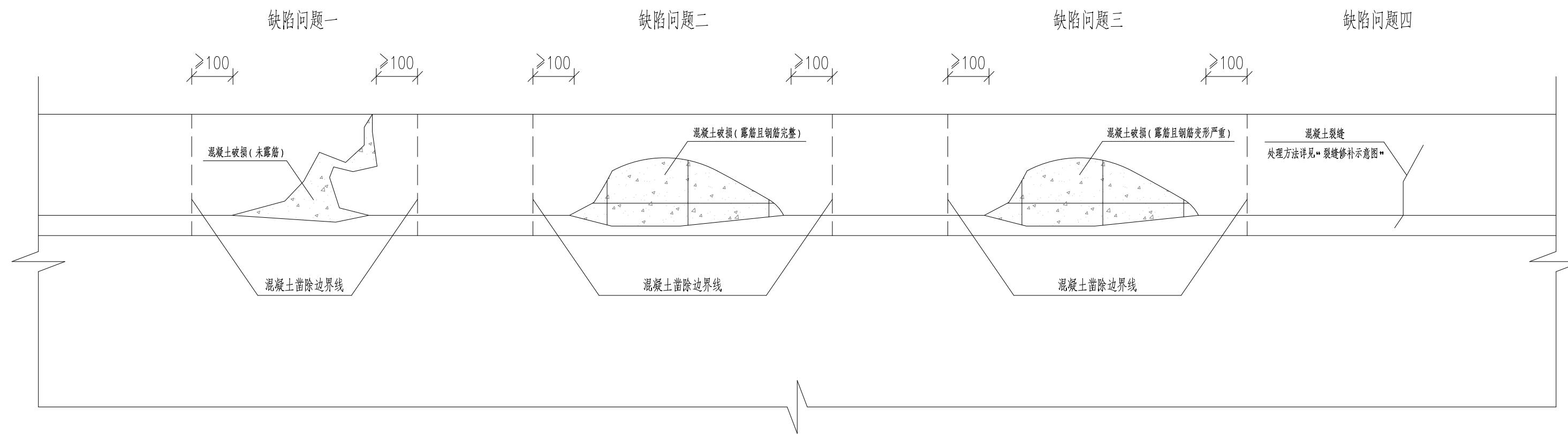
说明：

- 1、图中尺寸以毫米计。
- 2、平均潮位至墩台底面之间灌注桩钢护筒段采用湿固化环氧漆防护，共分为3道，由 $75\mu\text{m}$ 湿固化环氧底漆（底层）、 $400\mu\text{m}$ 环氧云铁防锈漆（中间层）和 $300\mu\text{m}$ 湿固化环氧防腐漆（面层）构成，涂层干膜总厚度为 $775\mu\text{m}$ 。在涂装之前应清除钢管桩表面的铁锈、氧化层、油污、水气及杂物等，除锈等级应达到St2级。
- 3、本图纸修补方法对应设计说明措施9。
- 4、其他说明详见“施工图设计说明”



南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国 南京 广州路 223 号

 <p>南京水科院瑞迪科技集团有限公司 NHRI R&D Tech Group Co., Ltd. 设计资质证书编号: A132030506, A232030503 中国南京广州路223号</p>	审定		项目编号	zxz25152
	审核		子项	
	项目负责		专业	
	专业负责		设计阶段	SGT
	校核		比例	1:15
<p>图纸内容</p> <p>灌注桩修复示意图</p>	设计		版次	0
	制图		日期	2025.08
	图号	SG-06		



缺陷问题一、二处理断面图

缺陷问题三处理断面图

材料表(单件按m计)

编号	型 式		规 格	单根长(mm)	数 量	总 长(m)	总 重(kg)	备 注
1			ø12	654	6	3.92	3.48	@200
2			ø12	1000	2	2.00	1.78	
合计	C35现浇混凝土用量: 0.07m ³ , 钢筋用量: 5.26kg.							

说 明:

1. 图中尺寸以毫米计。
2. 其他说明详见“施工图设计说明”。

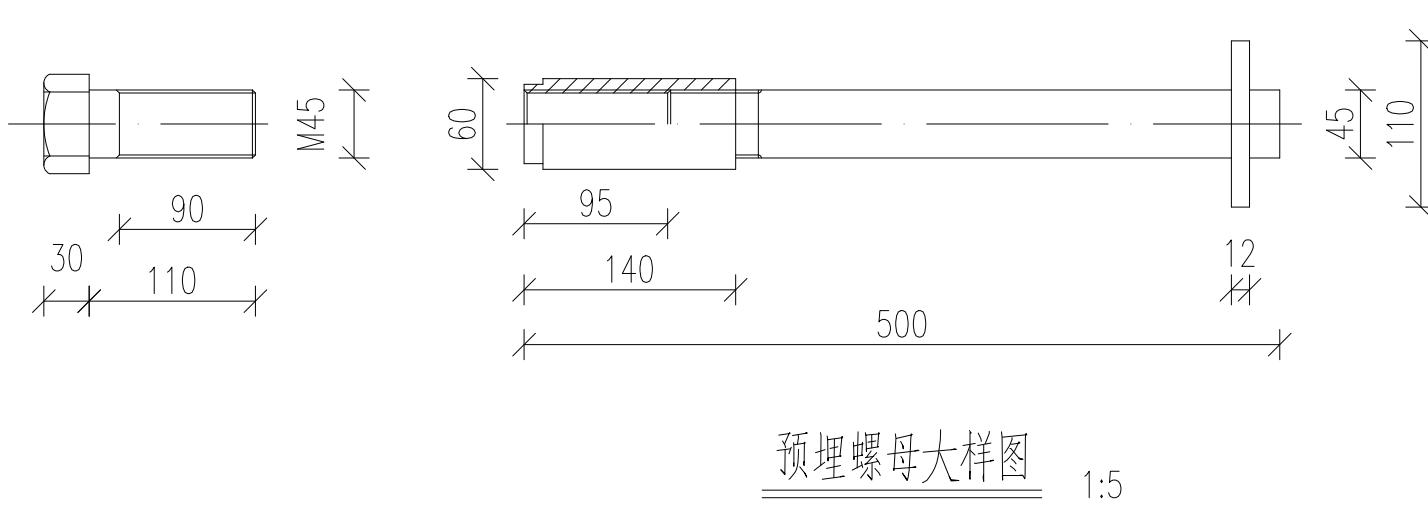
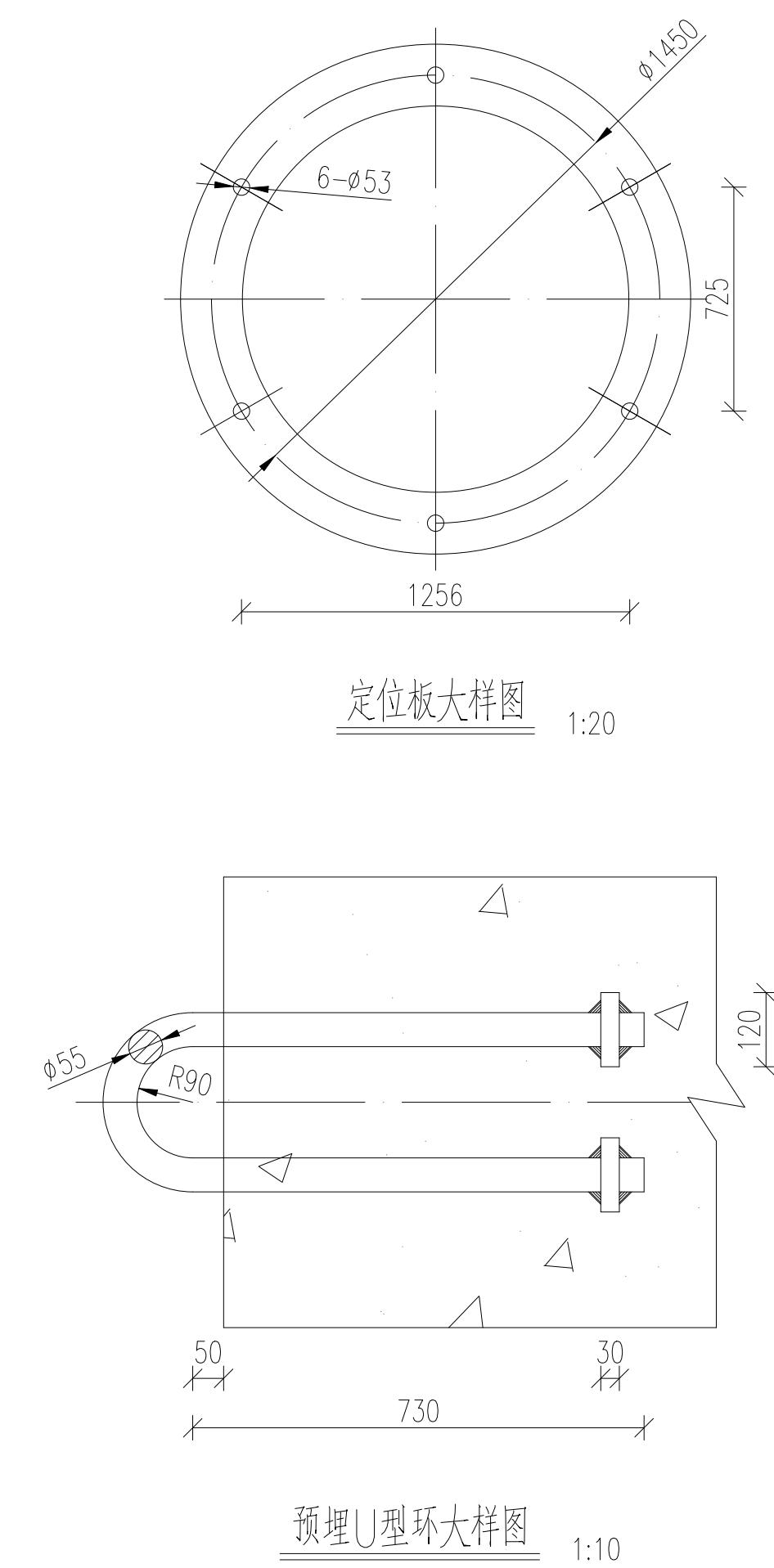
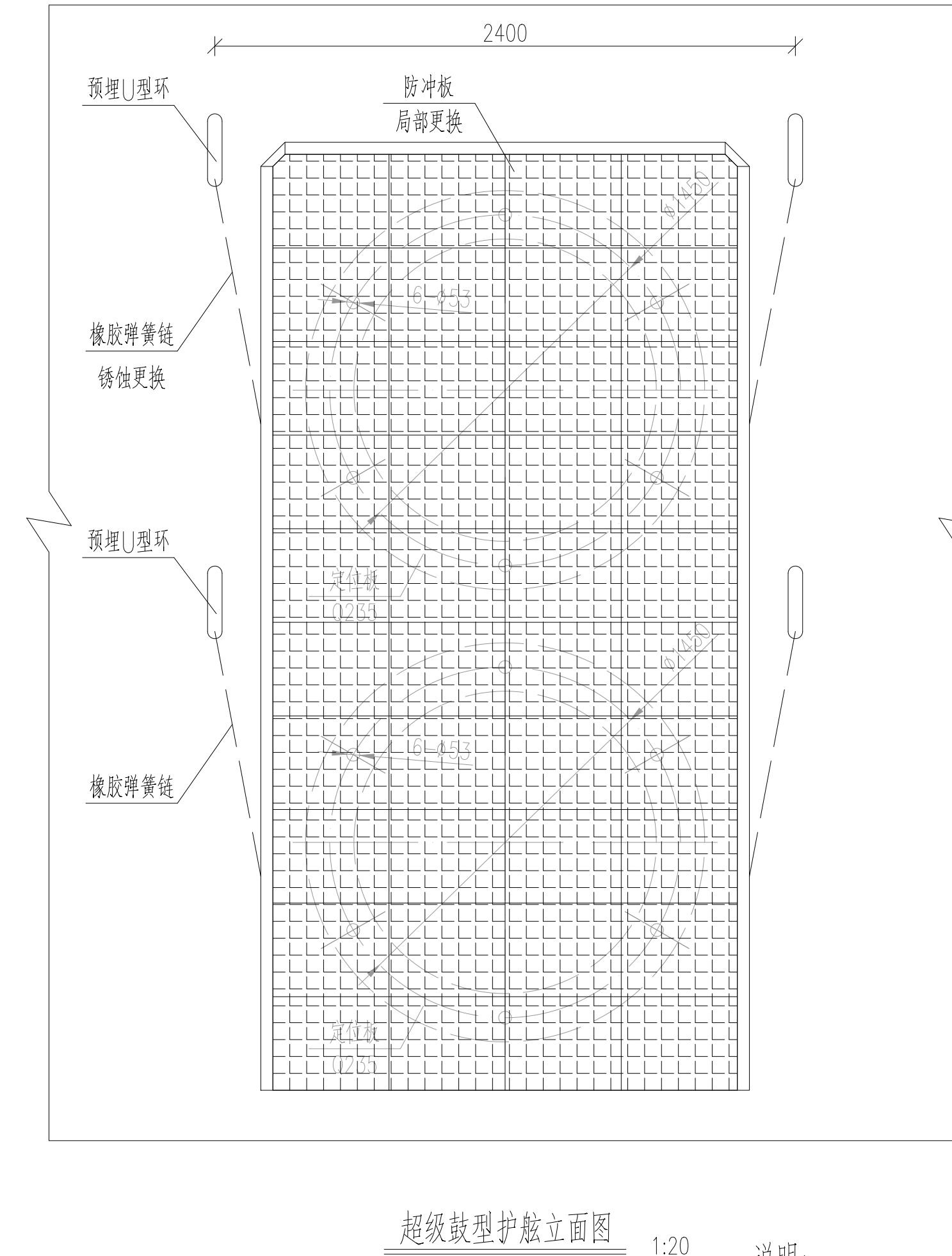
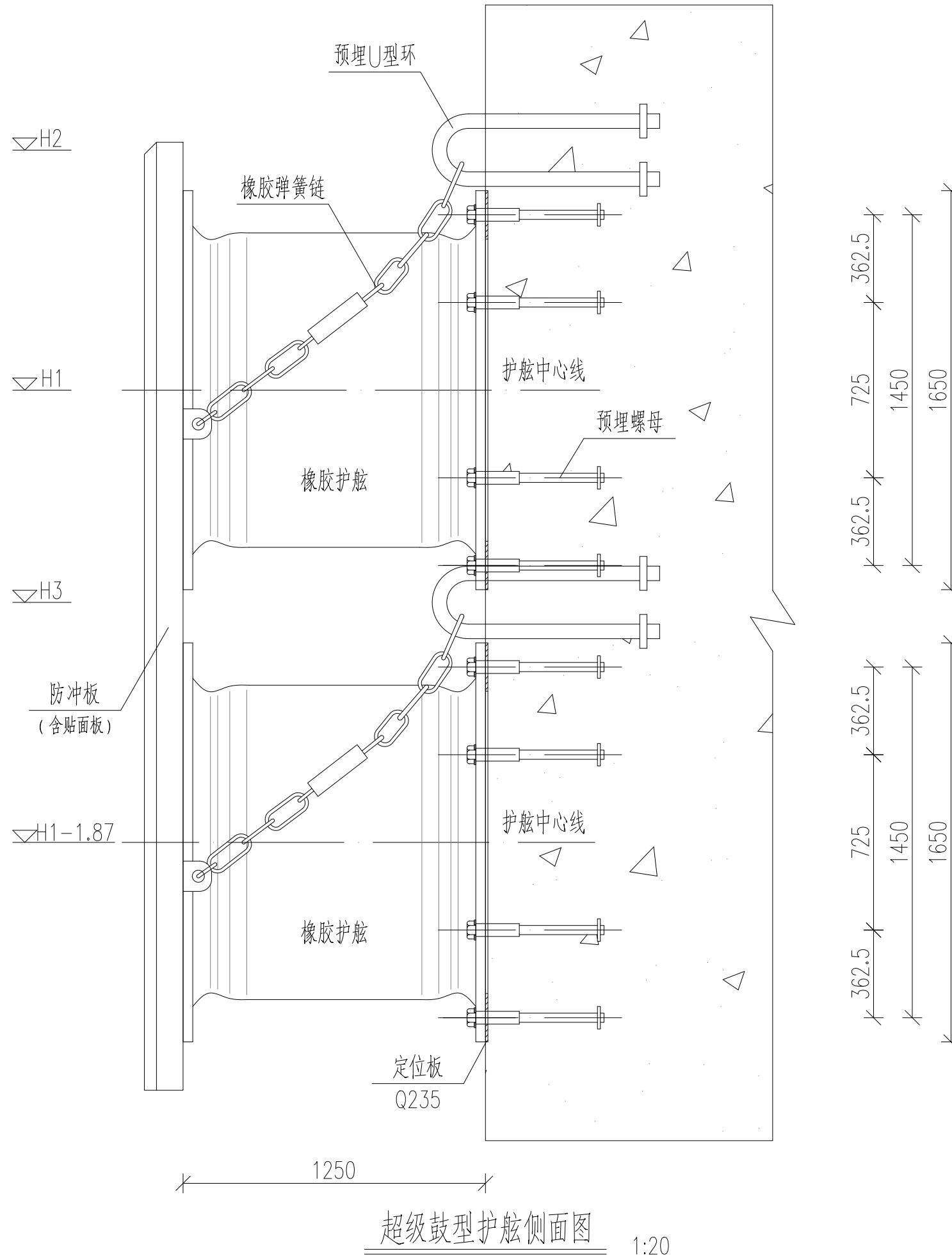


南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国南京 广州路 223 号

项目名称
大榭石化码头结构修复项目

审定
项目编号 zxz25152
项目负责
专业
设计阶段 SGT
校核
比例 1:10
设计
版次 0
制图
日期 2025.08
图号 SG-07

图纸内容
护轮坎修复结构图

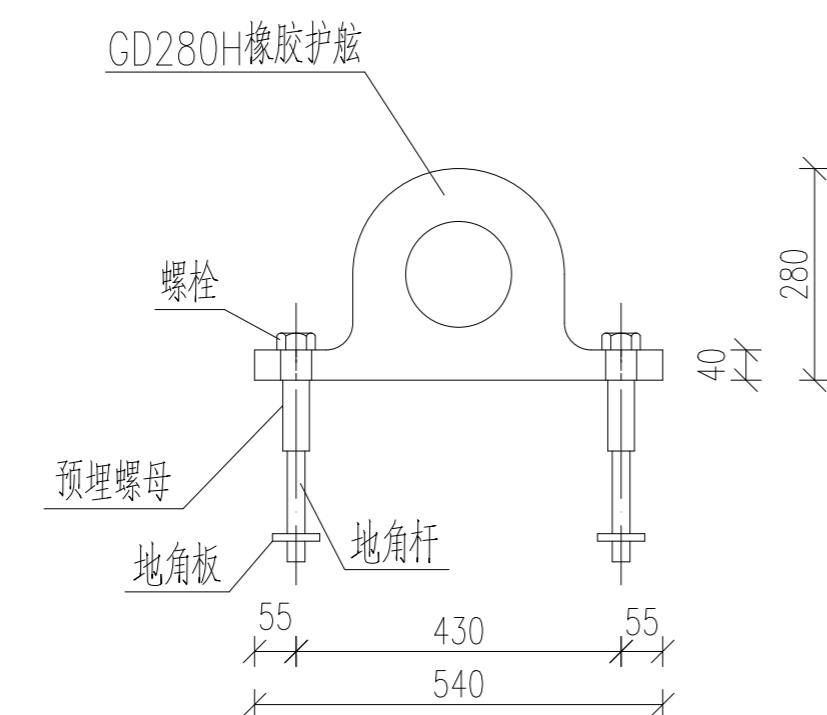
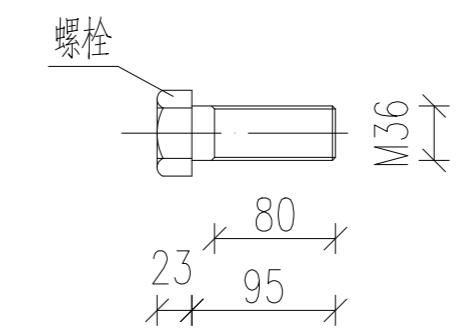
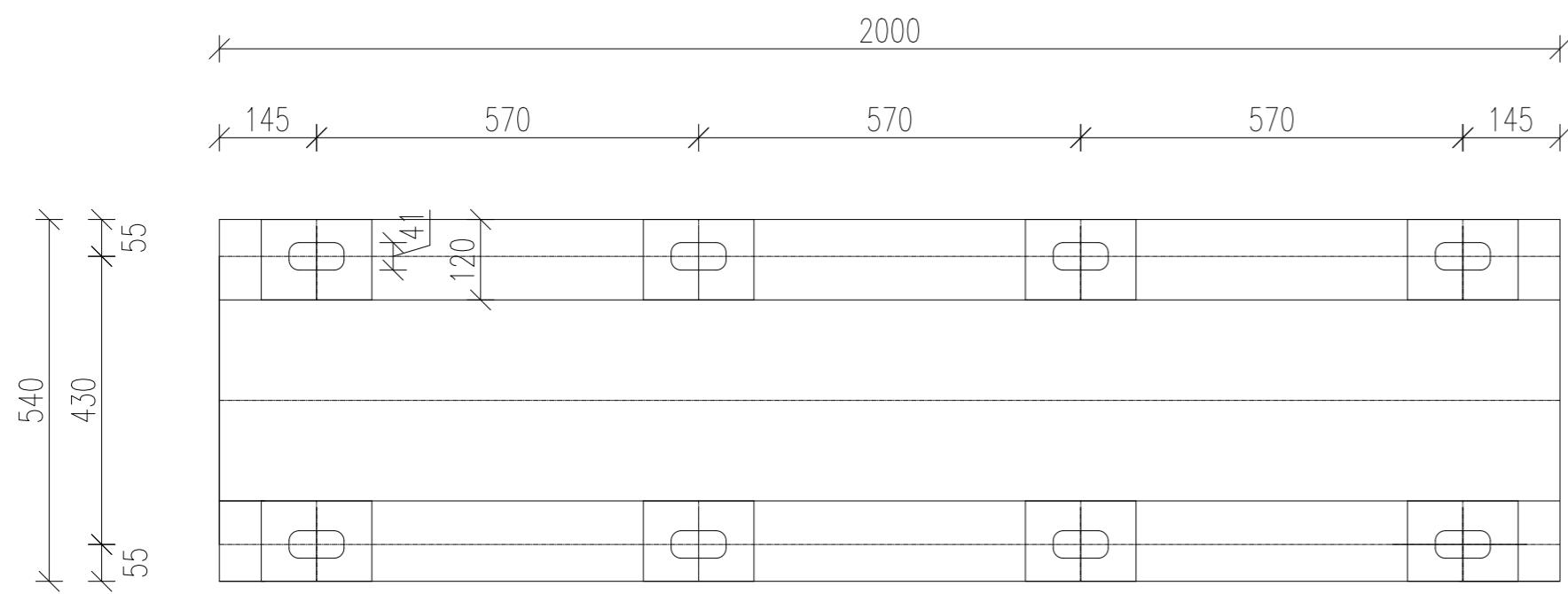


说明:

1. 本图尺寸以mm计。
2. 单个标准反力型SC1250H橡胶护舷设计压缩52.5%，最大吸能量382.0kJ，最大反力696.0kN。
3. 护舷本体及其预埋件均由护舷生产厂家提供，具体结构及其规格以厂家提供的设计图纸为准。
4. 所有外露铁件均做热镀锌处理。
5. 如预埋螺栓与混凝土中钢筋冲突，钢筋可做适当调整。
6. 如选择非反力型护舷，安装图与此相同，具体选型见相关图纸。
7. 本图为标准图集，本项目涉及修复项目为防冲板、锚链更换；埋件、锚栓利旧使用，安装高程由实际现状具体确定。

 南京水科院瑞迪科技集团有限公司 NHRI R&D Tech Group Co., Ltd. 设计资质证书编号: A132030506, A232030503 中国南京 广州路223号	审定		项目编号	zxz25152
	审核		子项	
	项目负责		专业	
项目名称	专业负责	设计阶段	SGT	
	校核	比例	1:3	
图纸内容	设计	版次	0	
	制图	日期	2025.08	
	图号			SG-08

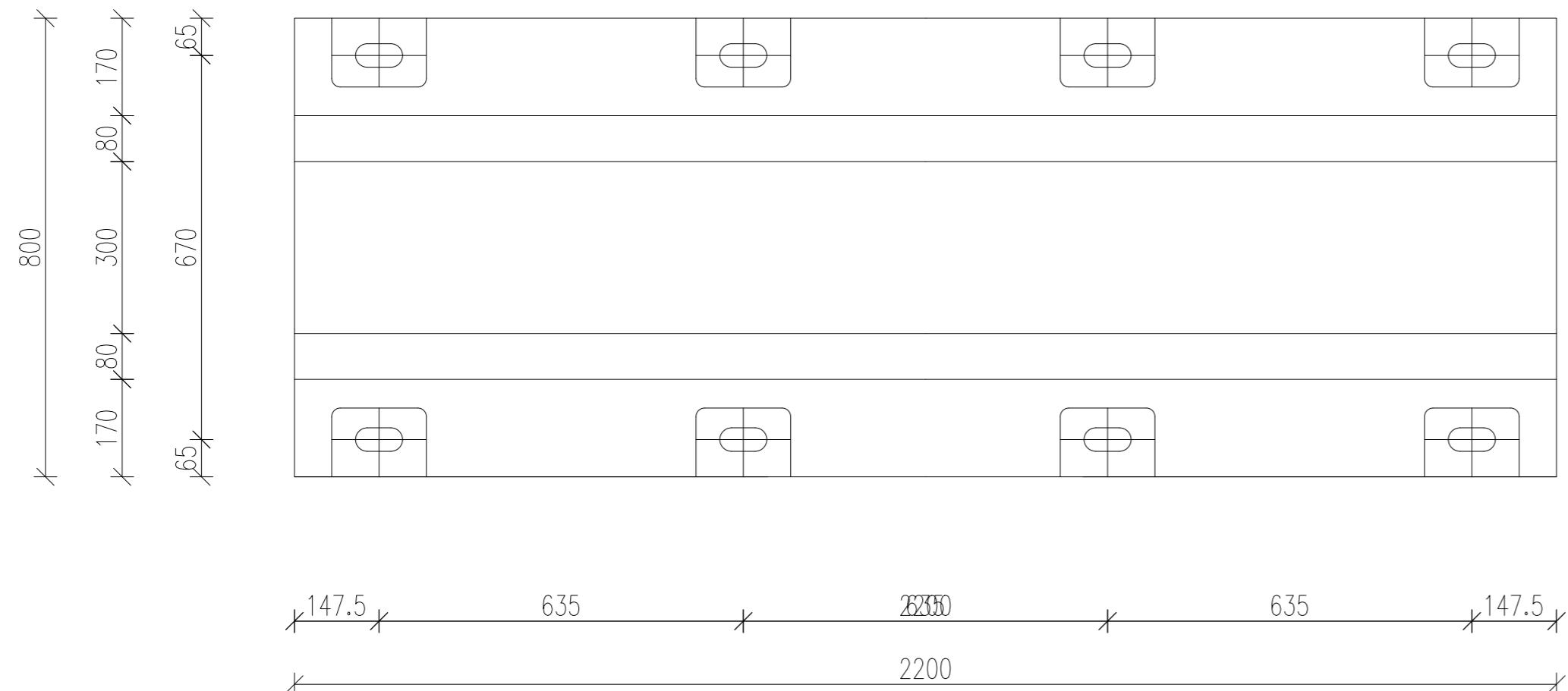
鼓形护舷修补示意图



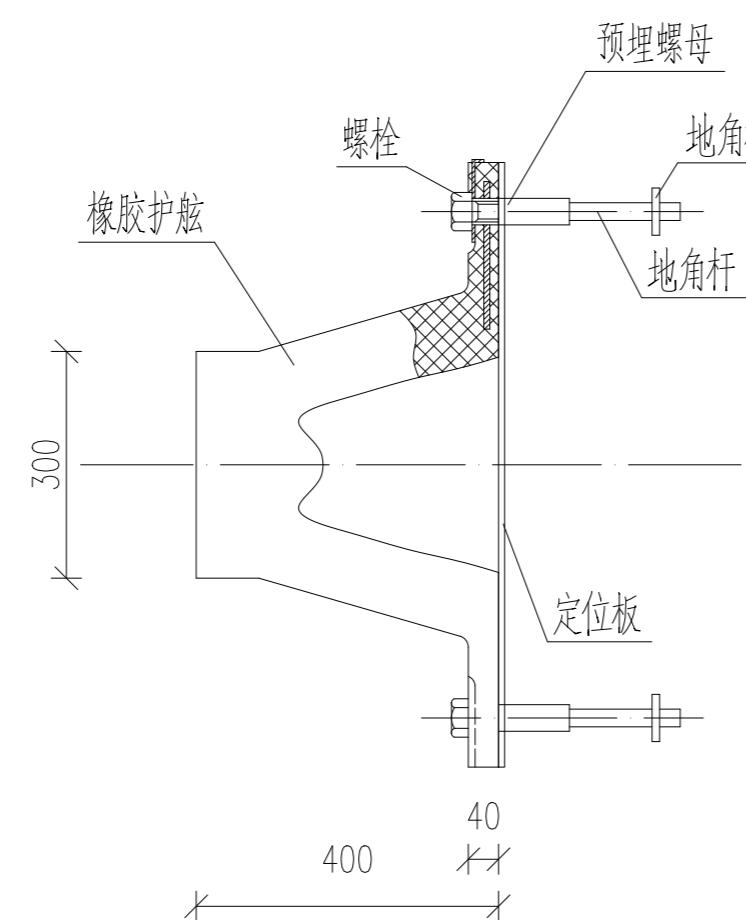
说明:

1. 本图尺寸以mm计。
2. 本项目涉及修复补充的GD280H护舷，已预埋螺母、地角杆等埋件利旧使用。
3. 所有外露铁件均做热镀锌处理。
4. 本图纸为标准结构图纸。实际现场预埋件位置若发生因施工误差、使用位移等发生偏位，螺栓位置以现场已建结构为准进行微调。

<p>南京水科院瑞迪科技集团有限公司 NHRI R&D Tech Group Co., Ltd. 设计资质证书编号: A132030506, A232030503 中国 南京 广州路 223 号</p>	审定		项目编号	zxz25152
	审核		子项	
	项目负责		专业	
	专业负责		设计阶段	SGT
项目名称		校核	比例	1:10
大榭石化码头结构修复项目		设计	版次	0
图纸内容		制图	日期	2025.08
GD280 护舷结构示意图		图号		SG-09



B400H拱型护舷平面图 1:1



B400H拱型护舷侧面图 1:1

说明

1. 本图尺寸以mm计。
 2. 本项目涉及修复补充的B400H护舷，已预埋螺母、地角杆等埋件利旧使用。
 3. 所有外露铁件均做热镀锌处理。
 4. 本图纸为标准结构图纸，实际现场预埋件位置若发生因施工误差、使用位移等发生偏位，螺栓位置以现场已建结构为准进行微调。



南京水科院瑞迪科技集团有限公司
NHRI R&D Tech Group Co., Ltd.
设计资质证书编号: A132030506, A232030503
中国 南京 广州路 223 号

项目名称

大榭石化码头结构修复项目

图纸内

B400H拱形护舷结构示意图

审定		项目编号	zxz25152
审核		子项	
项目负责		专业	
专业负责		设计阶段	SGT
校核		比例	1:10
设计		版次	0
制图		日期	2025.08
图号		SG-10	