

上海洗霸科技股份有限公司
2019 年第一次临时股东大会
会议资料之议案 1 附件

宝钢湛江钢铁有限公司
外排水综合利用工程
可行性分析

宝钢工程技术集团有限公司
二〇一九年四月

目 录

1	总论.....	1
1.1	项目概况.....	1
1.2	设计指导思想和主要原则.....	1
1.3	设计条件.....	2
1.4	设计主要内容.....	5
1.5	建设规模与目标.....	5
1.6	工程主要技术方案简介.....	6
1.6.1	设计水质条件.....	6
1.6.2	设计产品.....	7
1.6.3	工艺方案简述.....	8
1.7	工程建设进度.....	9
2	工艺技术方案.....	13
2.1	预处理系统工艺设计.....	13
2.1.1	设计参数技术参数.....	13
2.1.2	预处理系统工艺流程.....	13
2.2	膜浓缩处理系统工艺设计.....	13
2.2.1	工艺技术参数.....	13
2.2.2	膜浓缩系统工艺流程.....	14
2.3	浓盐水 COD 吸附系统工艺设计.....	14
2.3.1	工艺技术参数.....	14
2.3.2	浓盐水 COD 吸附工艺流程.....	14
2.4	浓盐水分盐及再浓缩系统.....	15
2.4.1	工艺技术参数.....	15
2.4.2	浓盐水分盐及再浓缩工艺流程.....	15
2.5	MVR 系统.....	15
2.5.1	工艺技术参数.....	15
2.5.2	MVR 工艺流程.....	16
2.6	加药及其他配套系统.....	17
3	主要技术经济指标.....	18
3.1	工程概算.....	18
3.2	技术经济指标.....	18
4	结论.....	19

1 总论

1.1 项目概况

湛江钢铁中央水厂生产废水处理系统主要包括：生产废水常规处理系统、生产废水深度处理系统（以下简称：A 系统）、冷轧废水深度处理系统（含预处理、B 系统、C 系统）等；其中生产废水常规处理系统产水作为全厂生产-消防水使用。

现有一、二高炉系统的 A 系统处理规模为 1 万 t/d，将生产消防水进一步处理成一级反渗透水，作为工业水供水系统的优质补充水。其核心工艺是超滤+反渗透，反渗透浓水产量为 2500t/d，送至冷轧废水深度处理 B 系统进一步浓缩。

现有一、二高炉系统的冷轧废水深度处理系统 B 系统的处理规模为 1 万 t/d，分为 2030 冷轧废水 B 系统（处理规模 8000t/d）及 1550 冷轧废水 B 系统（处理规模 2000t/d），将冷轧废水处理成一级反渗透水，作为工业水供水系统的优质补充水，其核心工艺是超滤+反渗透，浓水产量约为 4000-5000t/d。现有浓水的处理工艺是高级氧化工艺，即 C 系统，主要去除 COD 和氨氮，处理达标后直接排海；其中 2030 冷轧废水 C 系统（处理规模 0.3 万 t/d）核心工艺是芬顿法，1550 冷轧废水 C 系统（处理规模 0.09 万 t/d）核心工艺是臭氧+双氧水。

为建设绿色湛江，加快实现集团公司“固废不出厂、废水零排放、废气超低排”“三治四化”的目标，在湛江钢铁基地内新建一套外排水综合利用工程示范装置，实现废水的资源化利用，拟建设总处理规模为 5000t/d 的浓盐水浓缩提盐零排放工程。

1.2 设计指导思想和主要原则

1. 认真执行国家及有关行业规范、规程和标准，自主创新、自

主集成，提高综合竞争力；

2. 选择技术成熟、运行可靠、投资经济合理的处理工艺，保证废水站达到国内外领先水平；

3. 设计合理、布置紧凑、减少工程占地，节约基建投资，尽可能利用现有设施及构筑物，保证系统设计既能满足目前生产的需要，又为将来的技术进步留有余地；

4. 优化设备选型，采用节能降耗性的技术装备，减少动力消耗，提高废水站国产化程度；

5. 系统自动化控制水平遵循先进、实用、有效和性价比高的原则；

6. 对“三废”排放量的控制满足国家及广东省有关法律法规的要求；

7. 本项目实施过程中，不影响现有 1550C 系统臭氧装置的正常运行，保证排海管道稳定顺畅；

8. 尽量减少工程量，节省工程投资的原则；

1.3 设计条件

1) 地理位置

宝钢广东湛江钢铁基地项目选址在湛江市南部海域的东海岛东简镇及其以东场地内，地理坐标：北纬度 $21^{\circ} 02' 50'' \sim 21^{\circ} 4' 29''$ ，东经度 $110^{\circ} 28' 37'' \sim 110^{\circ} 31' 30''$ 。

湛江市位于广东省西南部，雷州半岛北部，是广东、广西和海南三省的结合部。濒临南海，东邻港澳，北接大西南，区位地理优势突出，是我国南方优良的深水港口之一。

东海岛位于湛江市南部海域，全岛陆域面积约 286km²，人口 16

万，以农、渔业为主。该岛与湛江市霞山区隔海相望，陆距 22km，海距 10~14km。

东简镇（镇政府所在地）系位于该岛东北部，距海岸线约 6km，北距岛海岸线约 3km，南距东海大道约 1.5km，西距龙腾村约 3km，红星水库约 6.0km。该区域提供工业可用场地面积约 36.0km²。

根据湛江市东海岛城市规划，宝钢广东湛江钢铁基地项目厂区建设用地东至衙头村、凤口村，西至东简镇以西 1.0km，北靠湛江港湾，南临那样水库和东简镇。南北宽约 2.1~3.4km，东西最长约 5.5km，厂区用地面积约 12.85km²。

厂区所在区域的场地地形南高（约 10~38m）北低（0~7m），西高（约 35~40m）东低（约 16~22m）。整个场地呈四条地形带，场地西侧约 1.0km 宽的范围内，南段为东简镇，其场地标高一般在 20~40m，北段为浅丘地带，其标高在 15~35m；场地中部偏西约 1.5km 范围内，北部蔚蕓港场地标高在 1~5m，其余场地由北向南标高从 10m 抬升至 30m；场地中部约 2.0km 范围内，有一条从衙头塘向西北至蔚蕓港走向的长约 3.0km，平均宽约 1.5km 的洼地，其地形标高在 2~5m；洼地东北角为标高一般在 1~7m 间的沙地，分布有大面积的虾池，洼地西南角为 7~15m 的坡地；场地东侧约 1.0km 范围内标高在 6~16m。

纵观场地地形，由于受蔚蕓港洼地影响，地势东西两侧高，中部地形低洼，呈“凹”形地形特征。场地东南角的龙水岭为整个东海岛的最高点，标高为 111.10m。

场地东侧为海风积砂堤砂地；中部龙水岭以北长约 6.0km（南北向），宽约 2.2km（东西向）地带为玄武岩台地；场地西侧东简镇以北，沿西北向至湛江港湾为湛江组地层的剥蚀台地；东简镇以西、以南部分场地为北海组地层所组成的冲洪积平原；蔚菴港一带为泥质和砂质海漫滩地貌。

2) 气象条件

湛江市位于北回归线以南，属热带季风区，海洋性季风气候，第 IV 建筑气候区的 IVA 区，该区长夏无冬，温高湿重，气温年较差和日较差均小；雨量丰沛，多热带风暴和台风袭击，易有大风暴雨天气；太阳高度角大，日照较小，太阳辐射强烈。年平均气温 23.1° C，极端最高气温 38.1° C，极端最低气温 3.6° C；年平均降雨量为 1618.5mm，年降雨量最大 2411.3mm，年降雨量最小 743.6mm。

风况：4~9 月多为 E~SE 风，10~3 月多为 N~NE 风。常风向 E 频率为 14.7%，SE 频率为 14%；5~11 月为热带气旋季节，其中 7~9 月较多，平均每年出现台风 5~6 次。年最多风向为东风和东南风。

雾况：据资料统计，雾日多集中在 1~4 月，一般午夜形成，次日 10 时后渐散，年平均雾日 28.8 天，最多 44 天，最少 10 天。

相对湿度：平均相对湿度 85%，最小为 77%，最大为 92%。

潮汐：历年最高潮位 6.79m，历年最低潮位 -0.57m，历年平均高潮位 3.2m，历年平均低潮位 1.03m，最大潮差 4.51m。

3) 地质条件

湛江钢铁地质条件复杂，管网敷设的区域包括回填区、淤泥区、吹沙填海区，砂堤沙地、湛江老土区、玄武岩区。

1.4 设计主要内容

本项目是为湛江钢铁基地新建一座外排水综合利用工程处理装置，设计的主要内容包括预处理系统，膜浓缩系统、浓盐水 COD 吸附去除系统、浓盐水分盐及再浓缩系统、MVR 蒸发结晶系统、加药及其他配套系统。

考虑工程投资、运行成本、占地面积、工期进度等因素，结合目前湛江钢铁全厂水处理 B/C 系统的运行情况以及三高炉项目预留、本项目的实施，拟做出以下方案：

即利旧原有 B/C 系统的膜处理车间、泵房、电气室、机柜间、加药间和污泥脱水间及部分水池，并对原有 1550C 系统脱硫废水调节池、反硝化 A/O 池水系统进行改造，仅仅是新建预处理、MVR 结晶车间厂房以及吸附厂房和部分水池，在三高炉项目配套的 B 系统建成投产后，将现有膜处理车间内的电气柜、仪表控制柜、超滤设备、反渗透设备、膜清洗设备以及污泥脱水设备等设备全部搬迁至新建的三高炉 B 系统装置范围内；本项目用地南侧、水六路以北预留三高炉零排放处理系统。

1.5 建设规模与目标

（1）建设规模

本项目的废水处理设计规模为 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 。并在本项目中预留三高炉项目的 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 的用地范围。

（2）建设目标

a) 通过本项目的实施，废水回用率 $\geq 96\%$ ，实现湛江钢铁水资源利用；

b) 本项目产水进入湛江钢铁工业新水池，产水水质满足湛江钢铁工业水指标要求；

c) 工业盐达到 GB/T 5462-2015《工业盐》标准中精制工业盐中工业干盐二级标准。

1.6 工程主要技术方案简介

1.6.1 设计水质条件

本项目的设计进水为湛江钢铁 C 系统的原水，与本项目相关的较多废水水质项目不常分析，故取样进行了分析，分析数据详见表 1.6-1。

表 1.6-1 日常原水水质分析

序号	项目	单位	水样
1	水量	t/天	5000
2	COD _{cr}	mg/L	78.85
3	pH	-	5.88
4	电导率	us/cm	9037
5	浊度	NTU	1.9
6	悬浮物	mg/L	14.47
7	钙	mg/L	1604
8	镁	mg/L	63
9	氯化物	mg/L	3196
10	硫酸盐	mg/L	163.77
11	钠	mg/L	946.87
12	TOC	mg/L	12.68
13	总铁	mg/L	0.31
14	碱度	mg/L	84.2
15	氨氮	mg/L	0.48
16	总磷	mg/L	0.11
17	TDS	mg/L	5616

依据取样分析数据，制定本系统的进水水质参数详见表 1.6-2。

表 1.6-2 设计进水水质条件

序号	水质项目	单 位	膜处理系统
1	pH		6~9
2	TDS	mg/L	≤6000
3	浊度	NTU	≤3
4	色度		≤5
5	悬浮物	mg/L	≤1
6	全硬度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≤1680
7	Ca 硬度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≤1600
8	M-碱度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≤200
9	氯离子	mg/L (以 Cl ₂ 计)	≤3500
10	硫酸盐	mg/L (以 SO ₄ ²⁻ 计)	≤200
11	全铁	mg/L (以 Fe 计)	≤1.0
12	电导率	μS/cm	≤10000
13	温度	°C	15~35
14	COD _{Cr}	mg/L	≤100
15	氨氮	mg/L	≤1
16	Na	mg/L	≤1000
17	总氮	mg/L	≤60
18	总磷	mg/L	0.08

1.6.2 设计产品

本项目的的设计产品包括 200m³/h 的工业水、0.8t/h 的工业氯化钠。其中工业产水满足湛江钢铁工业水指标要求，详细指标见表 1.6-3。

表 1.6-3 湛江钢铁工业水指标

序号	水质项目	单 位	控制指标
1	pH	-	7.0~8.0
2	悬浮物	mg/l	≤10
3	全硬度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≤100
4	碱度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)	≥50
5	氯离子	mg/l (以 Cl ⁻ 计)	≤60

6	硫酸根离子	mg/L (以 SO ₄ ²⁻ 计)	≤50
7	全铁	mg/L (以 Fe 计)	≤1
8	可溶性 SiO ₂	mg/L (以 SiO ₂ 计)	≤6
9	电导率	μS/cm	<500
10	蒸发残渣 (溶解)	mg/l	<300
11	COD	mg/l	<10

氯化钠达到 GB/T 5462-2015《工业盐》标准中精制工业盐中工业干盐二级标准，详细指标见表 1.6-4。

表 1.6-4 产品氯化钠指标

指标	日晒工业盐			精制工业盐					
				工业干盐			工业湿盐		
	优级	一级	二级	优级	一级	二级	优级	一级	二级
氯化钠 (%) ≥	96.20	94.80	92.00	99.10	98.50	97.50	96.0	95.0	93.3
水分 (%) ≤	2.80	3.80	6.00	0.30	0.50	0.80	3.00	3.50	4.00
水不溶物 (%) ≤	0.20	0.30	0.40	0.05	0.10	0.20	0.05	0.10	0.20
钙镁离子 (%) ≤	0.30	0.40	0.60	0.25	0.40	0.60	0.30	0.50	0.70
硫酸根离子 (%) ≤	0.50	0.70	1.00	0.30	0.50	0.90	0.50	0.70	1.00

1.6.3 工艺方案简述

C 系统原水经过原水提升泵后进入原 1550C 系统脱硫废水调节池，在原有调节池内增加隔墙，并在改造后的池内加入碳酸钠化学药剂、氢氧化钠以及 PAM，带有胶体废水进入新增的高密度沉淀池，通过泥水分离的方式，初步实现降低原水中钙镁硬度的功能。为保证后续的膜处理系统的正常运行，高密度池出水经过中和、过滤后进入超滤系统去除废水中的胶体及颗粒物，超滤产水首先进入弱酸阳离子交换树脂进行深度脱除硬度后，产水通过原水泵和高压泵进入高压反渗透，实现反渗透浓水的脱盐处理以及的浓水第一步浓缩，高压反渗

透产水反渗透产水池，浓水进入后续的浓水 COD 吸附树脂用于去除废水中的有机物，COD 树脂吸附饱和后，通过酸、碱对树脂进行再生处理，再生废液通过臭氧氧化+活性炭+电催化氧化处理后，返回浓盐水调节池。COD 吸附树脂产水进入提纯纳滤进行一二价盐的分离，提纯纳滤产水进入后续反渗透、电渗析处理后，产水进入反渗透产水池进行收集后回用，浓水进入 MVR 进行蒸发结晶处理，生产氯化钠工业盐。提纯纳滤浓水进入高压纳滤进一步浓缩，高压纳滤浓水再进入臭氧催化氧化+活性炭装置处理，处理后送至转炉冲渣利用。

工艺部分此次建设时浓水调节池提升泵出口预留接口，未来三高炉外排水综合利用工程建设时接入该项目浓水调节池，进而实现水量互拨，装置互为备用。

1.7 工程建设进度

2019 年 2 月	完成可研
2019 年 3 月	完成长周期设备采购清单、技术协议招标文件
2019 年 5-6 月	完成土建施工
2019 年 6 月	完成施工图设计
2019 年 8 月底	完成设备安装及单体试车
2019 年 9 月底	完成热负荷试车

项目热负荷试车 6 个月后即达产，达效。

各细节的工程进度详见表 1.7-1。

2 工艺技术方案

2.1 预处理系统工艺设计

2.1.1 设计参数技术参数

表 2.1-1 预处理系统水质参数

类别	钙硬度	镁硬度
单位	mg/L	mg/L
设计进水	≤1600	≤80
化学软化出水	≤150	≤20

2.1.2 预处理系统工艺流程

原水经水泵提升至软化反应池后自流至高密度沉淀池后进入过滤原水池，高密度沉淀池出水经过泵增压至砂过滤器后进入过滤出水池。预处理系统工作流程图详见图 2.1-1。

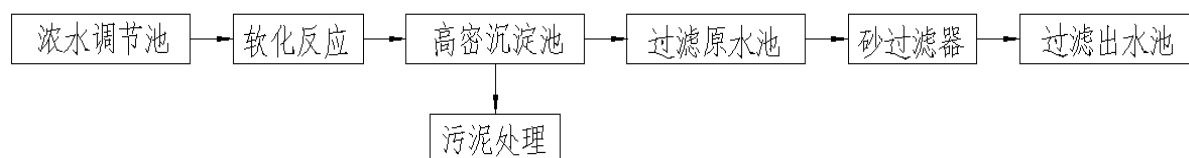


图 2.1-1 预处理系统工艺流程框图

2.2 膜浓缩处理系统工艺设计

2.2.1 工艺技术参数

表 2.2-1 膜浓缩处理系统水质参数

类别	TDS	COD	钙硬度	镁硬度
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
超滤产水	-	-	-	-
离子交换树脂	-	-	≤5	≤3
反渗透产水	≤300	≤10	-	-

反渗透浓水	≤18000	≤300	-	-
提纯反渗透产水	≤50	≤1	-	-

2.2.2 膜浓缩系统工艺流程

过滤出水经超滤设备进一步去除悬浮物质后进入超滤产水池，再通过离子交换树脂进一步去除水中的硬度后流入软化产水池，产水在经过两级反渗透设备脱盐达到工业水标准，流程详见图 2.2-1。

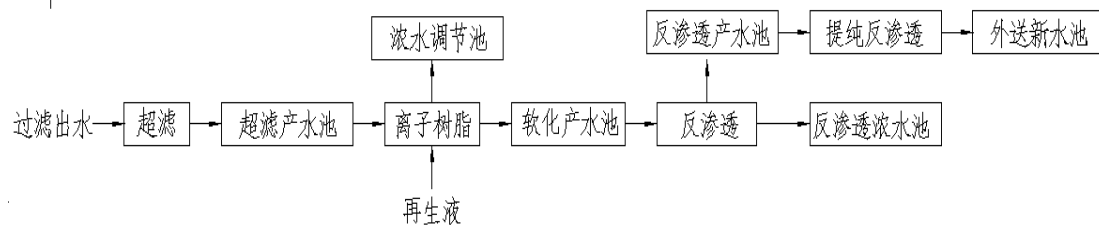


图 2.2-1 膜浓缩系统工艺流程框图

2.3 浓盐水 COD 吸附系统工艺设计

2.3.1 工艺技术参数

表 2.3-1 浓盐水 COD 吸附系统水质参数

类别	COD
单位	mg/L
吸附树脂进水	≤300
吸附树脂产水	≤80
树脂脱附液处理出水	≤100

2.3.2 浓盐水 COD 吸附工艺流程

反渗透浓盐水含有较高的 COD，通过 COD 吸附交换树脂去除水中的 COD，产水再进行后续处理。流程详见图 2.3-1。

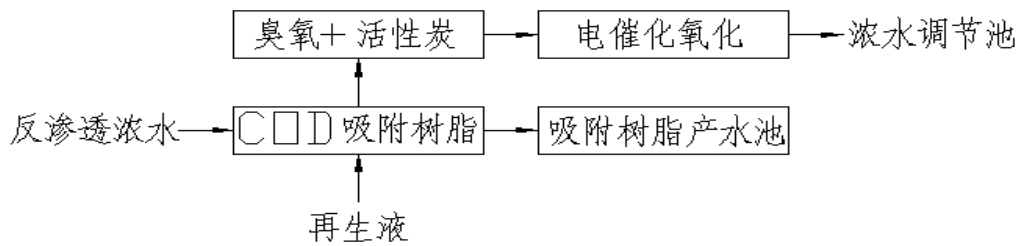


图 2.3-1 浓盐水 COD 吸附系统工艺流程框图

2.4 浓盐水分盐及再浓缩系统

2.4.1 工艺技术参数

表 2.4-1 浓盐水分盐及再浓缩系统水质参数

类别	TDS	COD	氯	硫酸根
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
高压反渗透浓水	≤38000	≤70	≤23000	≤100
高压反渗透产水	≤500	≤10	≤120	-
氯化钠电渗析浓水	≤130000	≤70	≤75000	≤280
高压纳滤浓水		≤200	≤10000	≥13000

2.4.2 浓盐水分盐及再浓缩工艺流程

通过吸附交换树脂去除 COD 的产水经过提纯纳滤去除高价离子，纳滤产水再经高压反渗透进行续处理，高压反渗透产水经过提纯反渗透后达到工业水标准；高压反渗透浓水处理后进入电渗析设备，电渗析产水回至吸附树脂产水池，浓水进入氯化钠浓水调节池。提纯纳滤浓水进入高压纳滤装置进行浓缩，高压纳滤浓水处理完送转炉冲渣。

2.5 MVR 系统

2.5.1 工艺技术参数

表 2.5-1 MVR 系统进出水水质参数

类别	TDS	COD	氯
单位	mg/L	mg/L	mg/L
蒸发结晶进水	≤130000	≤70	≤75000
蒸发冷凝水	≤50	<10	≤10

2.5.2 MVR 工艺流程

氯化钠蒸发结晶采用机械式蒸汽再压缩(MVR)蒸发结晶系统,其原理是利用高效蒸汽压缩机压缩蒸发产生的二次蒸汽,把电能转换成热能,提高二次蒸汽的焓,被提高热能的二次蒸汽打入加热器进行加热,以达到循环利用二次蒸汽已有的热能,通过蒸发器自循环来实现蒸发结晶的目的。

本项目的设计流量为 8m³/h。

MVR 具体工艺流程为:

(1) 物料走向

氯化钠废水依次通过冷凝水换热器和蒸汽换热器进行热交换,然后进入立式强制循环蒸发器,在循环管内与循环物料混合后,经强制循环泵由下往上进入立式加热器,在立式加热器中与蒸汽进行热交换,料液被加热后进入结晶分离器沸腾汽化,并气液分离。分离出的料液在强制循环蒸发器中不断循环浓缩达到饱和状态析出晶体。晶浆由出料泵送入稠厚器,进一步提高固含量后进入离心机进行离心分离,经离心机分离出的氯化钠晶体盐进入干燥系统进行干燥。离心母液经母液罐、母液泵一部分重新打回强制循环蒸发系统继续蒸发结晶,另一部分含杂盐的溶液返回调节池重新进行处理。

(2) 蒸汽走向

对于氯化钠蒸发结晶系统：新鲜蒸汽经过蒸汽减压阀后进入立式加热器的壳程，作为系统的启动热源。结晶分离器产生的二次蒸汽经压缩机增温、增压后，回到立式加热器中作为加热蒸汽循环使用，这是系统正常运行时的热源。立式强制循环蒸发系统和杂盐蒸发釜产生的不凝气送至不凝气换热器与循环水换热后排空。

（3）冷凝水走向

立式加热器壳程内的蒸汽与循环物料换热后冷凝为冷凝水，自流进入冷凝水罐。杂盐蒸发釜盘管内的蒸汽与物料换热后冷凝为冷凝水也自流进入冷凝水罐。冷凝水罐中的冷凝水一部分经冷凝水泵送至冷凝水换热器与原料液充分换热后回用；另一部分经压缩机喷淋泵送至压缩机对二次蒸汽进行过热消除。

（4）干燥和包装系统

离心机出来的氯化钠晶体含水率约 3%，通过斗式提升机送入振动流化床内，利用蒸汽加热空气产生热空气来对氯化钠晶体进行干燥，振动流化床出口的氯化钠颗粒使用冷风机进行冷却，冷却后的氯化钠干盐进入料仓，使用自动包装机进行包装后外卖。干燥过程中会产生含有颗粒物的废气，废气进入旋风分离器进行初步分离颗粒物，之后进入废气水洗塔内进行洗涤，深度去除颗粒，产生的废水排入地坑返回调节池；处理达标的废气排入大气中。

2.6 加药及其他配套系统

加药装置部分与废水深度处理膜系统加药装置合建，其它均新建。

3 主要技术经济指标

3.1 工程概算

本项目资金全部为自有资金，本项目总投资为 10176.04 万元，其中：静态投资额为 9453.89 万元，铺底流动资金为 216.64 万元。

3.2 技术经济指标

本项目的工程技术经济指标详见表 3.2-1。

表 3.2-1 工程技术经济指标 单位：万元

序号	项目名称	数据
1	项目总投资	10176.04
	其中建设规模总投资	9670.53
1.1	建设投资	9453.89
1.2	建设期利息	
1.3	流动资金	722.15
	其中铺底流动资金	216.64
2	资金筹措	10176.04
2.1	项目资本金	10176.04
2.2	项目债务资金	
2.3	其他资金	
3	年均销售收入	5869.68
4	年均总成本费用	4893.57
5	年均销售税金及附加	49.99
6	年均增值税	416.63
7	年均息税前利润（EBIT）	926.12
8	年均利润总额	926.12
9	年均所得税	231.53
10	年均净利润	694.59
11	总投资收益率（%）	9.1
	投资利润率（%）	9.1
12	投资利税率（%）	13.69

13	项目资本金净利润率 (%)	6.83
14	贷款偿还期	
15	平均利息备付率 (%)	
16	平均偿债备付率 (%)	
17	项目投资税前指标	
	财务内部收益率 (%)	12.91
	全部投资回收期 (年)	7.67
18	项目投资税后指标	
	财务内部收益率 (%)	10.02
	全部投资回收期 (年)	8.87
19	资本金内部收益率 (%)	10.02

4 结论

本项目是为建设绿色湛江，加快实现集团公司“固废不出厂、废水零排放、废气超低排”“三治四化”的目标，实现废水的资源化利用的重点环保项目。方案中的反渗透、电渗析、MVR 等新工艺技术方案在煤化工废水零排放等行业已经得到了广泛的运用，并且本项目的工艺技术已经在宝武炭材四期焦化酚氰废水站零排放得到了成功验证，且经济效益能达到预期目的，因此本项目的实施具有可行性。