

应热由水汽化带走，经由非接触式换热器传给循环水（没有溶解损失），电石的粒径小于 3mm，电石水解率大于 99.0%。

干法乙炔的发生反应机理：电石加入发生器，遇水反应生成乙炔气和氢氧化钙，同时放出大量的热。因工业电石含有其它杂质，它们也能与水反应生成相应的气体，其公式如下：



由此上可以看出，副反应生成大量气体，容易使下游生产工序催化剂中毒或使生产控制异常，必须在送入合成工序之前加以清净。

（2）工艺流程简述

①乙炔发生

采用干法乙炔工艺，发生装置 2 套，装置能力 $10 \times 10^4 \text{t/aBDO}$ 。电石（粒径 $\leq 40\text{mm}$ ）送入粗料仓，再用盘式给料机送至复合式破碎机，粉碎后的电石经混料斗提机进入滚筒筛；筛分合格的物料进入细料仓，不合格的则返回破碎机；细料仓中的物料经细料斗提机提升至缓冲料仓；电石经由计量给料机均匀可控地加入乙炔发生器，再经布料器均匀地分布在发生器隔板上，水经过比值调节后由喷嘴均匀地以雾态喷在电石粉上使之水解；产生的粗乙炔由发生器顶部出气管排出，洗涤后经洗涤冷却塔、正水封（乙炔气温度 $\leq 35^\circ\text{C}$ ）和固定板式换热器进入乙炔气外总管，洗涤冷却塔下固相反应物由塔底排渣泵排至沉降池，沉淀后部分水经渣浆回用泵送回反应器复用，其余经气相管洗涤水泵一部分用于乙炔气相洗涤，另一部分送至电石渣仓上部清洗器清洗后再返回沉淀池；含水量 3% 以下的电石渣由 FU 输送器和斗提机输送至电石渣仓。

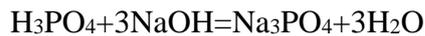
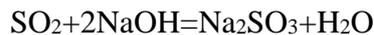
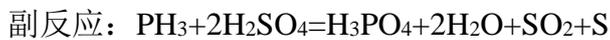
为了安全生产，系统设有安全水封和逆水封。当发生器的压力过高时，安全水封自动排气，以降低发生器的压力；当发生器的压力过低时，为了避免在负压时空气进入发生器和管道，形成爆炸性气体，气柜的乙炔气经过逆水封进入发生

器，以维持发生器的压力。

气柜设置高、低位报警，根据气柜的高低手动控制电石振动加料器，调节加入发生器的电石量，气柜容积为 2500m³。

②乙炔清净

乙炔装置中的乙炔清净一般采用次钠清净或硫酸清净。次钠工艺技术成熟可靠，操作简单稳定，但水消耗大，如果要做到装置零排放，需要对废次氯酸钠进行单独处理后回用。硫酸清净工艺从根本上减低了水消耗及废水排放，但操作控制相对复杂，产生的废酸不容易处理。确定采用硫酸清净工艺取代原工程的次钠清净工艺，产生的废酸外送有资质单位处理。乙炔硫酸清净生产原理如下：



发生岗位送来的粗乙炔进入乙炔升压机进行加压，加压后的粗乙炔(0.182MPa)进入乙炔冷却塔冷却降温，然后乙炔气(~10℃)进入硫酸清净塔，除去粗乙炔气带来的硫化氢、磷化氢等杂质，出硫酸清净塔精乙炔气送下游 BDO 装置使用。清净用浓硫酸由界区外送入，装置内设有浓硫酸贮槽。从硫酸清净塔出来的废硫酸送出界区外。

(3) 产排污及污染去向分析

①废气

乙炔发生工段 G3 电石粗料仓顶排气，主要污染物粉尘，15m 高烟囱排放；
G4 电石细破碎及混料斗提机排气，主要污染物粉尘，15m 高烟囱排放；
G5 电石细料仓及细料斗提机排气，主要污染物粉尘，15m 高烟囱排放；
G6 乙炔发生器安全水封排气，主要污染物乙炔（速率 12.5kg/h），至全厂乙炔火炬；

②废水

W6 乙炔循环压缩机密封水 0.11t/h，去有机废水处理站；
W7 乙炔清净碱洗塔含碱废水 0.4t/h，去无机废水处理站；

③固体废物

S8 电石渣 12×10⁴t/a，用于自备电站脱硫；

S9 乙炔清净工段废硫酸（78%）2228t/a，外售。

本工段工艺流程及产排污节点见图 4.2-2 和图 4.2-3。

（4）主要设备选型

乙炔发生器设计用 Φ3200 的发生器，一共 3 台，高度约 7462mm，六层耙齿，搅拌转数 1.6~2 r/min，搅拌功率 5~6kw，电机选用 11kw。

乙炔压缩机采用液环式压缩机，一共 3 台，两开一备。

硫酸清净塔采用填料塔，填料采用陶瓷带马鞍环。

主要工艺设备见表 4.2-2。

表 4.2-2 乙炔工段主要设备

序号	名称	型号规格	生产厂家	数量
1	缓冲料仓	Φ3000x4500, 29.5m ³ 2.3t	/	4
2	正水封罐	Φ1600x2620, 4.5m ³ , 1.5t	/	4
3	逆水封罐	Φ1400x2420	/	4
4	安全水封罐	Φ1000x2800 2.1m ³ 0.83t	/	4
5	缓冲水罐	介质：工业水	/	1
6	溢流水罐	介质：上清液	/	1
7	洗涤排水泵	介质：渣水	强大泵业	8
8	塔循环泵	介质：清水	强大泵业	12
9	发生器注水泵	介质：工业水	强大泵业	2
10	发生器渣浆回用泵	介质：渣水	强大泵业	2
11	气相管洗涤泵	介质：上清液	强大泵业	2
12	事故水泵	介质：浓渣浆	强大泵业	2
13	回料管除铁器	/	/	4
14	乙炔总管冷却器	/	/	1
15	沉降池及搅拌组件	/	/	1
16	除尘风机	/	江苏安必信	2
17	脉冲布袋除尘器	/	江苏安必信	2
18	电石渣仓	100m ³	/	2
19	仓顶布袋除尘器	/	/	1
20	细料仓	300t	甲方承担现场制作（混凝土结构）	1
21	粗料仓	300t		1

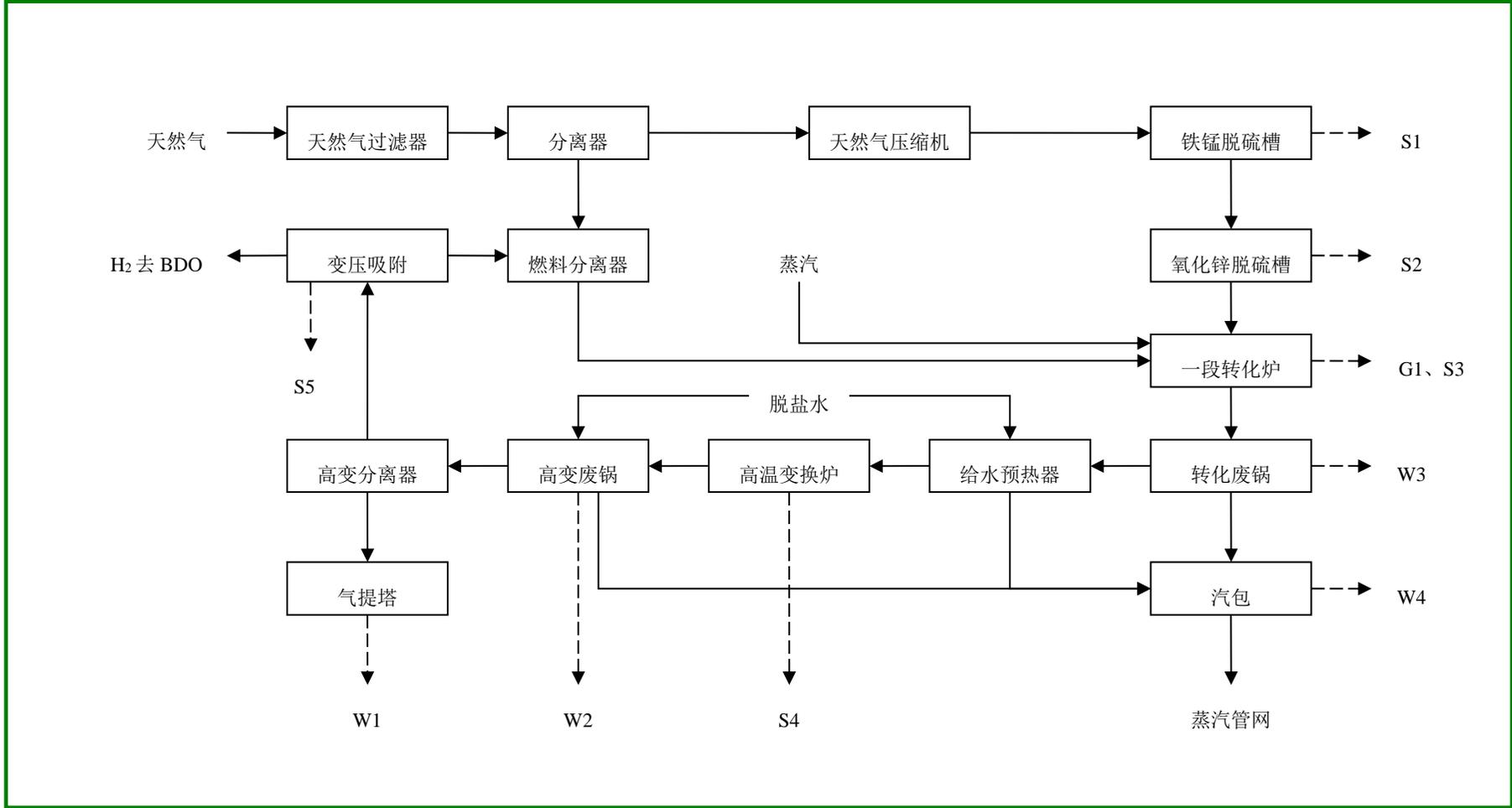


图 4.2-1 制氢装置工艺流程及排污节点图

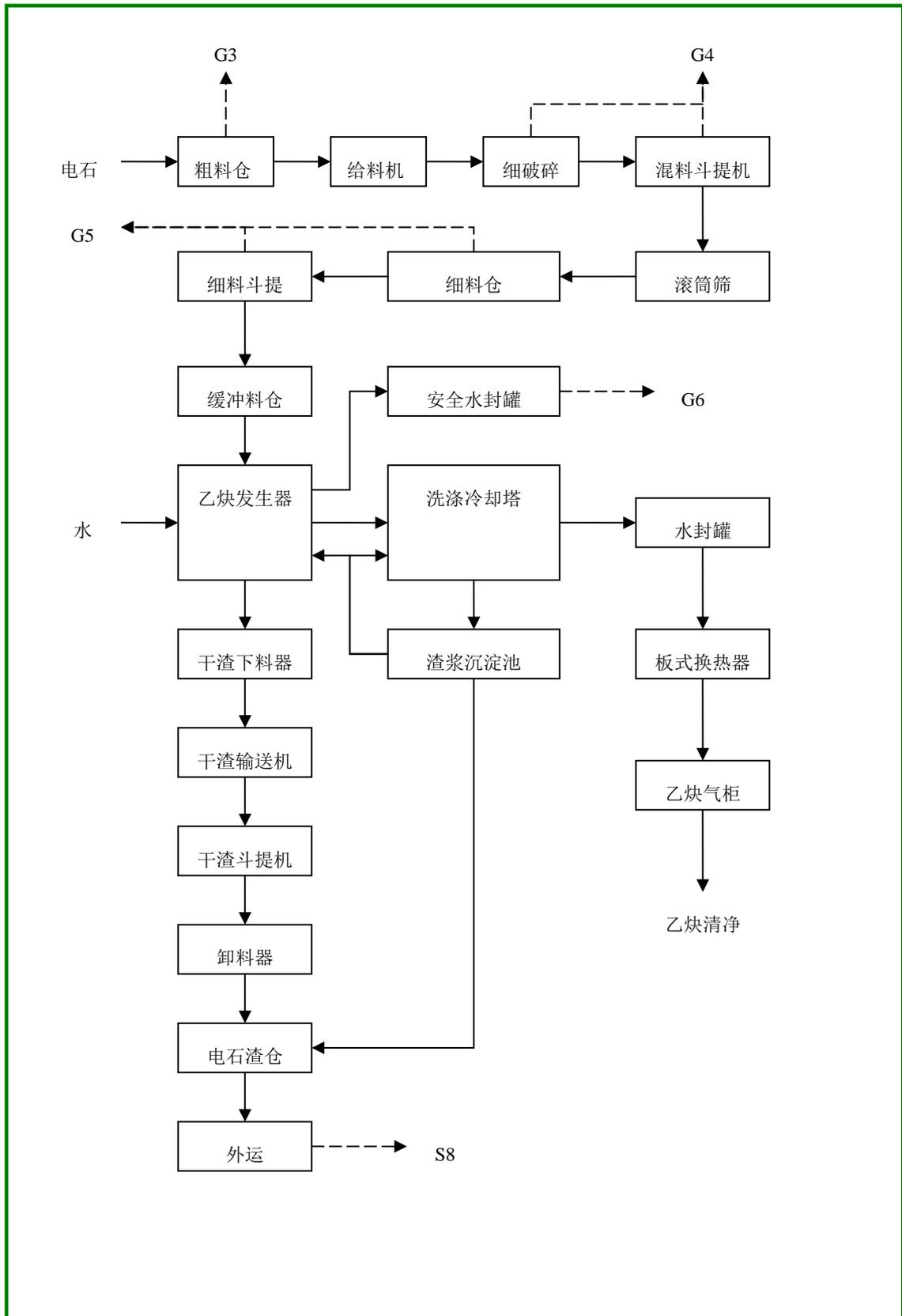


图 4.2-2 干法乙炔发生装置工艺流程及排污节点图

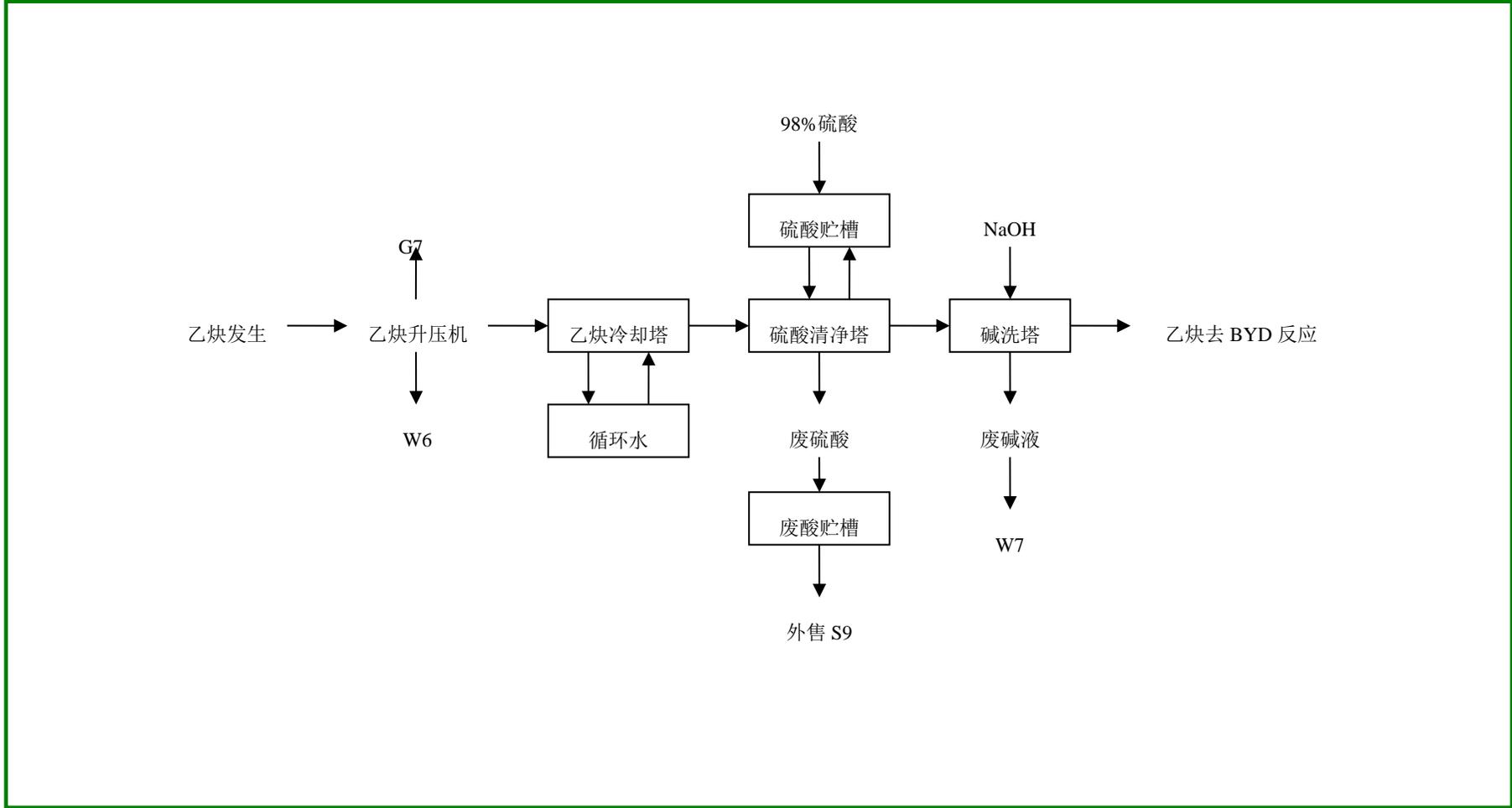


图 4.2-3 乙炔清净工艺流程及排污节点图

4.2.2.3 甲醛装置工段

(1) 工艺技术方案

项目采用铁钼法制备甲醛，主要工艺过程为：空气压缩工序、反应工序、甲醛吸收工序和蒸汽发生工序组成。

(2) 产排污及污染去向分析

①废气

G2 ECS 转化炉排气，主要污染物 CO₂、H₂O，废气量 49500Nm³/h，30m 高烟囱排放；

②废水

W5 甲醛工段废热锅炉排水 1.0t/h，去有机废水处理站；

③固体废物

S6 转化废催化剂 12t/a，厂家回收处理；S7 为 ECS 转化废催化剂 0.25t/10a，厂家回收处理。

(3) 主要设备选型

甲醛装置的设备除了风机属于引进设备以外，其余设备均为国内采购，最大程度地实现了设备国产化。

①循环风机

采用 ROOTS / DRESSER / RGS，设备体积小，噪音低。

②反应器

反应器采用 DBW 图纸国内制造，材料为 304 不锈钢，14955 反应管，采用立式壳体和 20psig，650°F，16BWG 管子，符合 ASME 规范，为管式固定床反应器，管间采用导热油撤出反应热。

③吸收塔

采用单塔吸收方式。φ 168"×1468"，材料 304 不锈钢，设计压力 15 psig。

表 4.2-3 甲醛工段主要设备

序号	设备名称	材料	数量
1	循环风机	组合件	3
2	新鲜风机	铝合金	1
3	甲醛反应器	SS	3

序号	设备名称	材料	数量
4	后冷却器	SS	3
5	蒸发器	SS	3
6	催化转化炉	SS	1
7	导热油冷凝器	SS	3
8	填料段 2 换热器	SS	1
9	甲醇预热器	SS	1
10	导热油电加热器	SS	3
11	填料段 4 换热器	SS	1
12	催化转化炉开车电加热器	SS	2
13	锅炉给水预热器	SS	1
14	填料段泵	SS	6
15	工艺冷凝液槽泵	SS	3
16	25%碱液泵	SS	3
17	填料段备泵	SS	2
18	吸收塔	SS	1
19	循环气除雾器	SS	1
20	出口消音器	SS	3
21	电导率取样冷却器	SS	3
22	导热油冷凝器排放槽	SS	3
23	装置排放槽	SS	1
24	循环风机取样冷却器	SS	1
25	工艺冷凝液槽	SS	1
26	入口消音器	SS	3
27	电加热器	组合件	4
28	喷射器	SS	1
29	55%甲醛贮槽搅拌器	组合件	3
30	不合格甲醛贮槽搅拌器	组合件	1
31	55%甲醛输送泵	SS	3
32	不合格甲醛产品泵	SS	2
33	甲醛地下排放槽泵	SS	1
34	水洗塔循环泵	SS	2
35	水洗塔	SS	1
36	55%甲醛贮槽	SS	3
37	不合格甲醛贮槽	SS	1
38	甲醛地下排放槽	SS	1

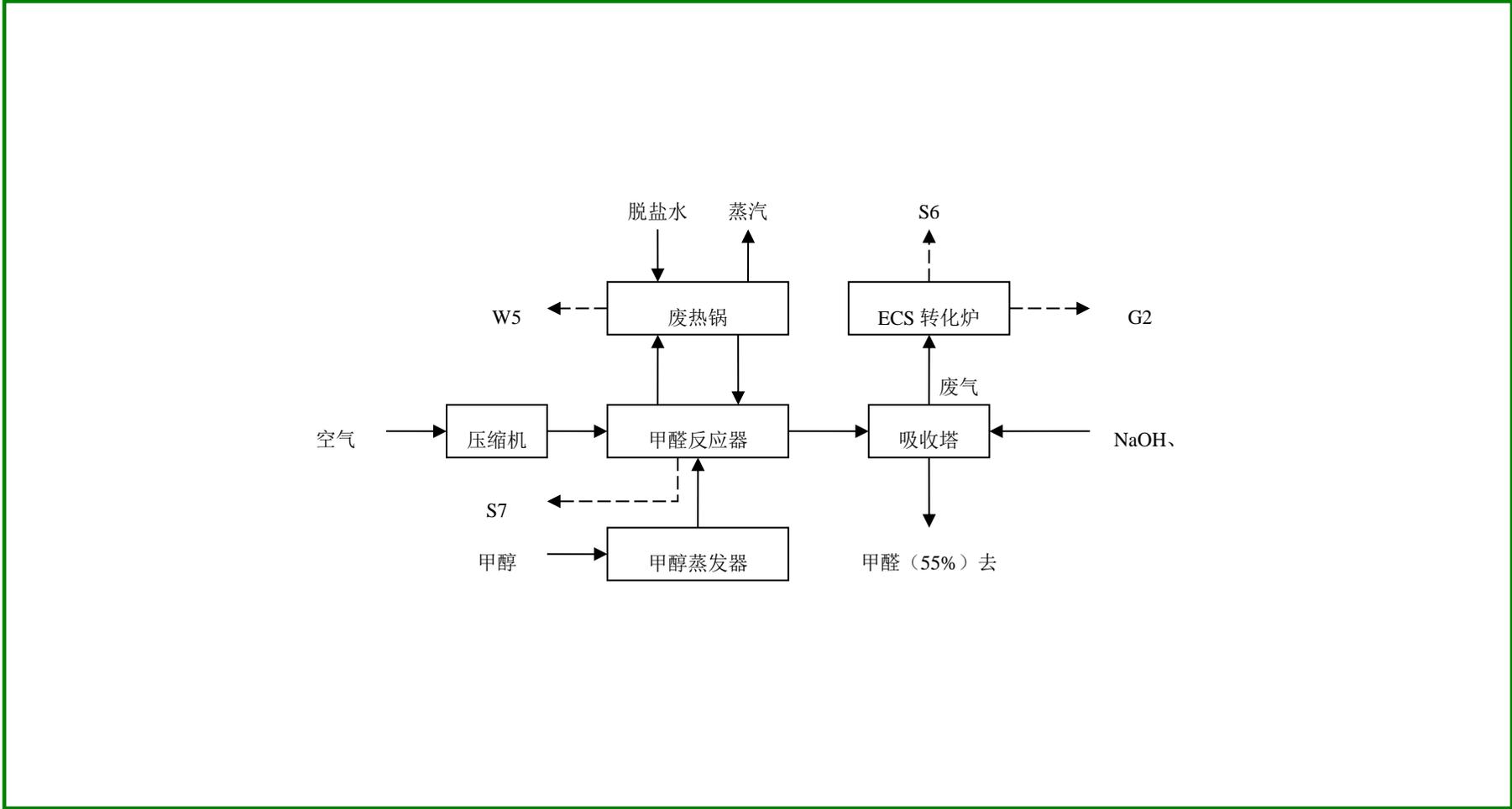


图 4.2-4 甲醛装置工艺流程及排污节点图

4.2.2.4 BDO 装置工段

(1) 工艺技术方案

项目选用以乙炔为原料的炔醛法生产路线生产 1,4-丁二醇。

(2) 产排污及污染去向分析

① 废气

G7 乙炔升压机水封罐排气，主要污染物乙炔（29kg/h），送乙炔火炬；

G8 粗 BYD 储槽呼吸尾气，主要污染物乙炔（0.1kg/h），废气量 0.1Nm³/h，送公用火炬；

G9 甲醇循环塔尾气，主要污染物乙炔（33.8kg/h×6.5%）、甲醛（33.8 kg/h×3.5%）、甲醇（33.8 kg/h×6.5%），废气量 15Nm³/h，送公用火炬；

G10 甲醇塔尾气，主要污染甲醛（6 kg/h×0.1%），废气量 2.5Nm³/h，送公用火炬；

G11 尾气洗涤塔循环尾气，主要污染甲烷（89.8 kg/h×2%）、乙炔（89.8 kg/h×60%），废气量 35Nm³/h，送乙炔火炬；

G12 脱气器洗涤尾气，主要污染乙炔（4.6 kg/h×20%），废气量 2Nm³/h，送乙炔火炬；

G13 循环 H₂ 分离排气，主要污染物 H₂（5kg/h×98.74%）、CH₄（5kg/h×0.4%）、丁醇（5kg/h×0.8%）、甲醇（5kg/h×0.3%），废气量 26.5Nm³/h，送公用火炬；

G14 BDO 出料脱气洗涤尾气，主要污染物 H₂（92.4kg/h×92.4%）、甲烷（92.4kg/h×1.8%）、甲醇（92.4kg/h×0.3%）、丙醇（92.4kg/h×0.2%）、丁醇（92.4kg/h×0.3%），废气量 0.1Nm³/h，送公用火炬；

G15 丁醇塔冷凝器尾气，主要污染物甲烷 0.2 kg/h，废气量 0.1Nm³/h，送公用火炬。

② 废水

W8 BYD 工段入口洗涤塔排水 0.31t/h，去有机废水处理站；

W9 BYD 反应器冲洗水 14.6t/次，一年三次（合计全年 0.005t/h），废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理站；

W10 BYD 反应器排水 0.545t/h，废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理

站；W11 BYD 过滤器冲洗水 2.5t/h，废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理站；

W12 BYD 工段接触冷凝器排水 0.125t/h，废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理站；

W13 BDO 工段进料过滤器冲洗废水 2.5t/h，去有机废水处理站；

W14 BDO 氢化反应器活化及脱活废水 90.5t/h，15h/一次，一年一次，去无机废水处理站；

W15 BDO 工段分离罐排水 0.25t/h，去有机废水处理站；

W16 BDO 工段辅助反应器活化脱活废水 45.5t/h，15h/一次，一年一次，去无机废水处理站；

W17 丁醇塔底废水，12.66t/h，去有机废水处理站。

③固体废物：

S10 BYD 反应器废催化剂 90t/a，由厂家回收处理；

S11 BYD 过滤器废催化剂 15t/a，由厂家回收处理；

S12 甲醇塔底焦油 280t/a，外售处理；

S13 BDO 反应器废催化剂 78t/a，由厂家回收处理；

S14 BDO 工段薄膜蒸发器产焦油 493.5t/a；

S15 BDO 工段低沸塔产焦油 8000t/a；

S16 BDO 工段高沸塔产焦油 6000 t/a，焦油均外售。

(3) 主要设备选型

①BYD 反应器：BYD 反应器为气液固三相反应的淤浆反应器，反应器内带有自动反冲洗的蜡烛型过滤器，该反应器材质为 CS+316SSCLAD。

②BDO 反应器：BDO 反应器为固定床反应器。该反应器内带有液体分布器，该反应器材质为 CS+304SSCLAD。

③氢气压缩机：该压缩机为往复式压缩机，出口压力高达 310BarG，需要从国外进口。

④薄膜蒸发器：薄膜蒸发器用于从高沸物中回收 BDO，有利于提高 BDO 的产率，该薄膜蒸发器为固定刮板式，材质为 CS+316SS。

表 4.2-4 BDO 工段主要设备

序号	设备名称	材料	数量
1	稀酸洗涤塔	20合金	1
2	浓酸洗涤塔	20合金	1
3	第二碱洗塔	CS	1
4	硫酸气提塔	CS	1
5	入口洗涤塔	304SS	1
6	乙炔循环压缩机	CI+316SS衬	2
7	BYD反应器	CS+316SS衬	1
8	脱气器洗涤塔	304SS	1
9	出口洗涤塔	304SS	1
10	尾气洗涤塔	304SS	1
11	甲醛循环塔	CS/304SS	1
12	甲醇塔	CS/304SS	1
13	粗BYD进料预热器	304SS/304SS	1
14	催化剂收集池	混凝土	1
15	BDO一级反应器	CS/SS304L衬	1
16	BDO二级反应器	CS/SS304L衬	1
17	进料氢气分离器	CS	1
18	循环气分离器	CS	1
19	BDO提浓塔	CS/304SS	1
20	丁醇塔	CS/304SS	1
21	BDO一级反应器开车加热器	CS/CS	1
22	BDO二级反应器加热/冷却器	CS/CS	1
23	催化剂脱活液池	混凝土	1
24	盐塔	CS	1
25	低沸塔	CS	1
26	高沸塔	304LSS	1
27	BDO产品过滤器	CS	1
28	冷冻系统	组合件	1

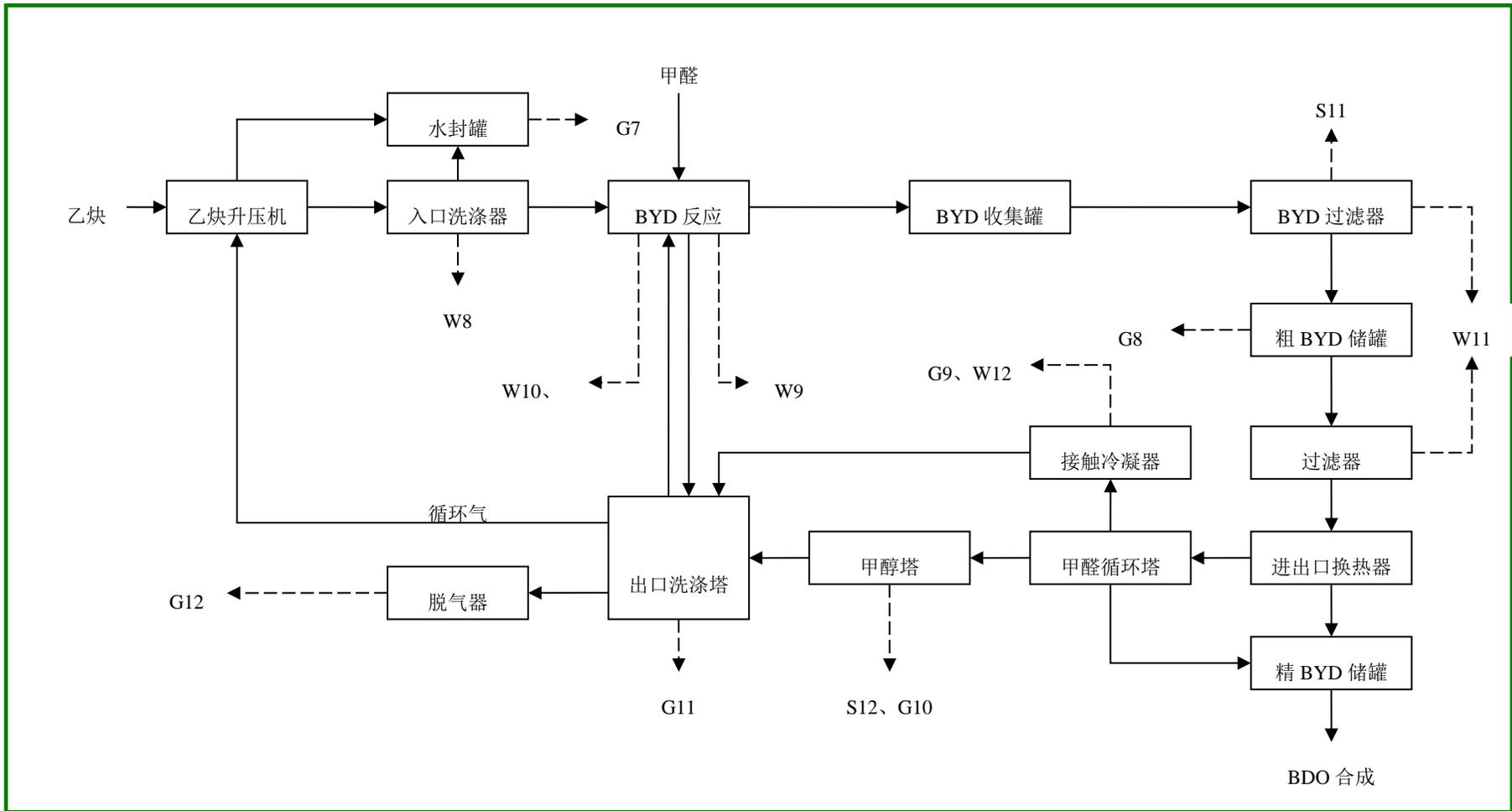


图 4.2-5 BYD 合成工艺流程及排污节点图

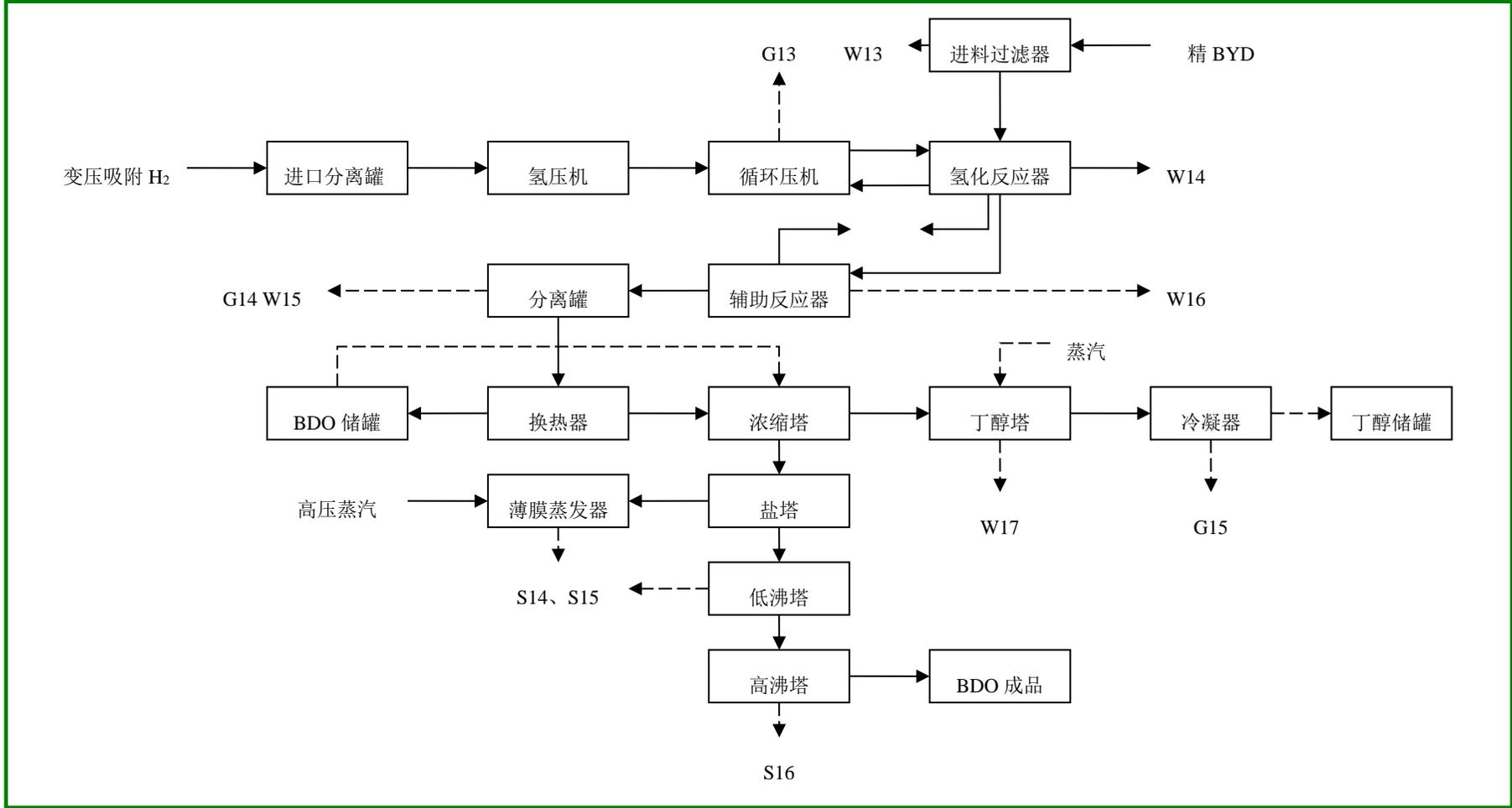


图 4.2-6 BDO 合成工艺流程及排污节点图

4.2.2.5 污水处理装置

根据污水性质污水处理站分为有机污水处理和无机污水处理两个部分。有机污水采用气浮+纳米微电解+厌氧+SBR生化法处理+臭氧氧化+生物碳滤工艺，处理规模为 40m³/h；无机污水采用絮凝沉淀+酸中和物理化学法处理，处理规模 110m³/h，详细的工艺流程见 4.2.4.2 章节。

1,4-丁二醇项目废水排放主要为：各装置产生的有机废水、废热锅排水、洗涤水和厂区生活污水以及循环水排水等，主要污染物为 COD_{Cr}、BOD₅、SS、NH₃-N、S²⁻、磷酸盐、甲醇、甲醛等。

各类废水按其性质分送厂内不同的污水处理设施处理达到《综合污水排放标准》一级标准要求后再排至乌达经济开发区污水处理厂作进一步处理；在全厂污水处理站排口及高盐水排口分别设置 2 套氨氮在线监测及 COD 在线监测仪，以随时可对排放口进行监控。污水处理站主要构筑物及设施见下表。

表 4.2-5 污水处理站主要构筑物及设施

单元名称	规格及型号	材料或结构	数量	备注
一、高浓度有机废水预处理				
高浓度废水调节池	12.0×11.20×5.5	钢砼	1 座	埋地，池顶覆土 1.5m
PH 调节池	1.5×1.35×3.0m	钢砼	1 座	耐酸碱玻璃钢防腐，地上布置
絮凝反应池	1.50×1.35×3.00m	钢砼	1 座	耐酸碱玻璃钢防腐，地上室内布置
混凝反应池	2.00×3.00×3.00m	钢砼	1 座	耐酸碱玻璃钢防腐，地上室内布置
气浮池	6.0×3.0×3.0m	钢砼	1 座	耐酸碱玻璃钢防腐，室内布置
中间水池	11.2×3.5×5.5m	钢砼	1 座	埋地，池顶覆土 1.5m
纳米微电解	NEP-33	SS316L	3 台	江苏江华
UASB	12.5×10.0×9.0m	钢砼	2 座	半埋地式（地上 5.0m，地下-4.0m）
厌氧出水池	10.0×4.8×9.0	钢砼	1 座	半埋地式（地上 5.0m，地下-4.0m）
二、低浓度有机废水预处理				
格栅	5.0×1.0×3.0m	钢砼	1 座	1.00m（暂定进水标高为-2.00m）
隔油池	9.0×4.0×5.10m	钢砼	1 座	/

单元名称	规格及型号	材料或结构	数量	备注
油渣池	2.0×2.0×5.10m	钢砼	1座	/
集水井	4.7×4.0×5.10m	钢砼	1座	/
低浓度废水调节池	31.00×13.0×5.5m	钢砼	1座	埋地，池顶覆土1米
pH调节池	3.0×3.0×3.0m	钢砼	1座	室内地上布置
絮凝反应池	3.0×3.0×3.0m	钢砼	1座	室内地上布置
混凝反应池	5.4×3.0×3.0m	钢砼	1座	室内地上布置
气浮池	12.0×3.0×3.0m	钢砼	1座	耐酸碱玻璃钢防腐，室内布置
三、混合生化处理系统				
混合水池	14.5×11.2×5.5m	钢砼	1座	埋地，池顶覆土1米
SBR池	35.0×15.0×7.6m	钢砼	3座	半埋地式（地上4.1米，地下3.5米）
四、臭氧及碳滤				
臭氧接触氧化池	15×10.0×3.0m	钢砼	1座	/
活性炭过滤器	GJT250-200	Q-235A 衬胶	4台	江苏江华
监测排放池	25.0×10.0×5.5m	钢砼	1座	埋地式，池顶覆土1.5米
五、污泥处理				
污泥收集池	10.0×4.0×5.5m	钢砼	1座	埋地式，池顶覆土1米
污泥脱水机	HTB-1500	/	1台	上海海巴
六、加药系统				
硫酸加药装置	φ1.8×2.0m	HDPE	1只	江苏江华
氢氧化钠加药装置	φ1.8×2.0m	304SS	4台	江苏江华
PAC加药装置	JY3.0	SS304	2套	江苏江华
PAM加药装置	JY-30	SS304	1套	江苏江华
磷盐加药装置	/	/	1套	江苏江华
营养盐加药装置	/	/	1套	江苏江华
七、其他				
甲醛废水收集池	/	/	1个	/

4.2.3 污染物排放

4.2.3.1 废气

企业外排废气主要为：乙炔工段电石料仓及破碎排气、制氢装置一段转化炉烟气、甲醛装置催化焚烧炉烟气以及装置区乙炔火炬、常规火炬等，主要废气污染物为：SO₂、NO_x、烟尘、粉尘及甲醇、甲醛等有机物。具体废气排放如下：

G1: 一段转化炉烟气, 由过滤后的部分作燃料的天然气和变压吸附尾气燃烧所产, 主要污染物为 SO_2 ($0.5\text{mg}/\text{Nm}^3$)和 NO_2 ($240\text{mg}/\text{Nm}^3$), 废气量 $26000\text{Nm}^3/\text{h}$, 经由 40m 高烟囱排放。

G2: ECS 转化炉排气, 主要污染物为 CO_2 和 H_2O , 废气量 $49500\text{Nm}^3/\text{h}$, 经 18m 高烟囱排放;

G3: 电石粗料仓顶排气, 主要污染物为粉尘, 15m 高烟囱排放;

G4: 电石细破碎及混料斗提机排气, 主要污染物为粉尘, 15m 高烟囱排放;

G5: 电石细料仓及细料斗提机排气, 主要污染物为粉尘, 15m 高烟囱排放;

G6: 乙炔发生器安全水封排气: 当发生器的压力过高时, 安全水封会自动排气以降低发生器的压力, 排气主要污染物乙炔 (速率 $12.5\text{kg}/\text{h}$), 送至全厂乙炔火炬;

G7: 乙炔升压机水封罐排气, 主要污染物乙炔 ($29\text{kg}/\text{h}$), 送至乙炔火炬;

G8: 粗 BYD 储槽呼吸尾气, 主要污染物乙炔($0.1\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $0.1\text{Nm}^3/\text{h}$, 送公用火炬;

G9: 甲醛循环塔尾气, 主要污染物为乙炔 ($2.2\text{kg}/\text{h}$)、甲醛 ($1.18\text{kg}/\text{h}$)、甲醇 ($2.2\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $15\text{Nm}^3/\text{h}$, 送公用火炬;

G10: 甲醇塔作用是蒸馏出甲醇, 故尾气中主要污染物为甲醇 ($0.003\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $2.5\text{Nm}^3/\text{h}$, 送至 ECS 催化焚烧系统的焚化炉中燃烧;

G11: 尾气洗涤塔循环尾气, 主要污染物为甲烷 ($1.8\text{kg}/\text{h}$)、乙炔 ($53.88\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $35\text{Nm}^3/\text{h}$, 送至乙炔火炬燃烧;

G12: 脱气器洗涤尾气, 主要污染物为乙炔 ($0.92\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $2\text{Nm}^3/\text{h}$, 送至乙炔火炬;

G13: 循环 H_2 分离排气, 主要污染物 H_2 ($4.94\text{kg}/\text{h}$)、 CH_4 ($0.02\text{kg}/\text{h}$)、丁醇 ($0.04\text{kg}/\text{h}$)、甲醇 ($0.015\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $26.5\text{Nm}^3/\text{h}$, 送至公用火炬;

G14: BDO 出料脱气洗涤尾气, 主要污染物 H_2 ($85.38\text{kg}/\text{h}$)、甲烷 ($1.66\text{kg}/\text{h}$)、甲醇 ($0.28\text{kg}/\text{h}$)、丙醇 ($0.18\text{kg}/\text{h}$) 和丁醇 ($0.28\text{kg}/\text{h}$), 废气量 $0.1\text{Nm}^3/\text{h}$, 送至公用火炬;

G15: 丁醇塔冷凝器尾气, 主要污染物甲烷 $0.1\text{kg}/\text{h}$, 废气量 $0.1\text{Nm}^3/\text{h}$, 送公

用火炬。

表 4.2-6 主要污染物排放情况统计单位 t/a

序号	装置名称	污染源	污染物	产生量	自身削减量	排放量
1	制氢装置	蒸汽转化炉烟道气	SO ₂	0.11	0	0.11
			NO _x	49.92	0	49.92
2	乙炔装置	电石料仓及破碎排气	粉尘	206	204.97	1.03
3	BDO	乙炔火炬燃烧废气	烟尘	7.2	0	7.2
			烃类	12.0	0	12.0
		普通火炬燃烧废气	烟尘	14.4	0	14.4
			烃类	24.0	0	24.0
4	无组织排放	甲醇罐区	甲醇	198.4	0	198.4
		甲醛中间罐区	甲醛	99.2	0	99.2

4.2.3.2 废水

企业废水排放主要为：各装置产生的有机废水、废热锅排水、洗涤水和厂区生活污水以及循环水排水等，主要污染物为 CODCr、BOD₅、SS、NH₃-N、S²⁻、磷酸盐、甲醇、甲醛等。各类废水按其性质分送厂内不同的污水处理设施处理达到《综合污水排放标准》一级标准要求后再排至乌达经济开发区污水处理厂作进一步处理。主要废水产生工段、排水量及排水去向如下述：

W1：制氢工段工艺冷凝液气提后排水 12.44t/h，去有机废水处理站；

W2：制氢工段高变废锅排水 0.25t/h，去有机废水处理站；

W3：制氢工段转化废锅排水 0.25t/h，去有机废水处理站；

W4：制氢工段汽包排水 0.5t/h，去有机废水处理站。

W5：甲醛工段废热锅炉排水 1t/h，去有机废水处理站；

W6：乙炔循环压缩机密封排水 0.11t/h，去有机废水处理站；

W7：乙炔清净碱洗塔含碱废水 0.4t/h，去无机废水处理站；

W8：BYD 工段入口洗涤塔排水 0.3125t/h，去有机废水处理站；

W9：BYD 反应器冲洗水 14.6t/次，3 次/a（合计全年 0.01t/h），废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理站；

W10：BYD 反应器排水 0.545t/h，废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理

站；

W11: BYD 过滤器冲洗水 2.5t/h, 废水需经过甲醛预处理再去有机废水处理

站；

W12: BYD 工段接触冷凝器排水 0.125t/h, 废水需经过甲醛预处理再去有机
废水处理站；

W13: BDO 工段进料过滤器冲洗废水 2.5t/h, 去有机废水处理站；

W14: BDO 氢化反应器活化及脱活废水 90.5t/h, 15h/一次, 1 次/a, 去无机
废水处理站；

W15: BDO 工段分离罐排水 0.25t/h, 去有机废水处理站；

W16: BDO 工段辅助反应器活化脱活废水 45.5t/h, 15h/一次, 1 次/a, 去无
机废水处理站；

W17: 丁醇塔底废水 12.66t/h, 去有机废水处理站；

W18: 生活用水按 150L/d·人, 全厂 461 人, 生活用水量为 2.88t/h, 按 80%
排放计, 生活污水为 2.31t/h, 送至有机废水处理站。

表 4.2-7 废水排放情况一览

装置名称	序号	废水来源及名称		排放量 (m ³ /h)	污染物组成	排放规律	排放方式及方向
制氢	W1	低浓度有机废水	工艺冷凝液汽提排水	12.44	微量 CO ₂ 及氢	连续	送有机污水处理站处理
	W2		高变废锅排水	0.25	含微量 TDS、磷酸盐	连续	
	W3		转化废锅排水	0.25	含微量 TDS、磷酸盐	连续	
	W4		中压汽包排水	0.5	TDS 86ppm, 磷酸盐16ppm	连续	
甲醛	W5		废热锅排水	1.0	含微量 TDS、磷酸盐	连续	
乙炔	W6		乙炔循环压缩机密封水	0.11	含 CH ₂ O, CH ₃ OH, 丁醇, BYD, TOD 5850ppm	连续	
	W7		无机废水	乙炔清浄碱洗塔含碱水	0.4	15%NaOH, 7.93%NaSO ₄	
BDO	W8	高浓度有机废水	BYD 入口洗涤塔排水	0.3125	含 CH ₂ O, CH ₃ OH, TOD 5000ppm	连续	送有机污水处理站处理
	W9		BYD 反应器冲洗废水	14.6m ³ /次 (折合 0.01)	TOD15400ppm, 甲醛 5000ppm, BYD2650ppm, COD7700ppm	4月1次	经过甲醛预处理再去有机废水处理站
	W10		BYD 反应器排水	0.545	含 CH ₂ O, CH ₃ OH, BYD	连续	
	W11		过滤器冲洗废水	2.5	BYD246ppm, TOD26500ppm, COD8000ppm, 其它甲醇、甲醛微量	连续	
	W12		BYD段接触冷凝器排水	0.125	含 CH ₂ O, CH ₃ OH, BYD	连续	
	W13		BDO进料过滤器冲洗水	2.5	BYD246ppm, TOD440ppm, COD220ppm	连续	送有机污水处理站处理

装置名称	序号	废水来源及名称		排放量 (m ³ /h)	污染物组成	排放规律	排放方式及方向
	W17		丁醇塔底废水	12.66	TOD2200ppm, 丁醇 4100ppm, 甲醇800ppm	连续	送有机污水处理站处理
	W14	无机废水	BDO氢化反应器活化及 脱活废水	90.5m ³ /h, 15h/次	微量 NaOH, NaAlO ₂	1次/a	送无机污水处理站处理
	W15	低浓度有机废水	BDO分离罐排水	0.25	丁醇, BDO	连续	送有机污水处理站处理
	W16	无机废水	BDO工段辅助反应器 活化脱活废水	45.5m ³ /h, 15h/次	微量 NaOH, NaNO ₃	1次/a	送无机污水处理站处理
公辅设施	W18	低浓度有机废水	生活污水	2.31	COD,BOD ₅ ,SS,NH ₃ -N	连续	送有机污水处理站处理

4.2.3.3 固体废物

企业所产生的固废主要有：电石渣、废脱硫剂、废触媒、废催化剂、废焦油、乙炔清净废硫酸和有机残液等。其中铁锰脱硫槽废铁锰脱硫剂 6.48t/a，氧化锌脱硫槽废氧化锌脱硫剂 3.51t/2a，均送原供应厂家回收处理；一段转化炉废转化触媒 4t/3a，高温变换炉废变换触媒 12.75t/3a，均送原供应厂家回收处理；转化废催化剂 12t/a，ECS 转化废催化剂 0.25t/10a，BYD 反应器废催化剂 90t/a，BYD 过滤器废催化剂 15t/a，废水沟/槽废物 29t/a，亦含有 BYD 废催化剂，均送原供应厂家回收处理。

电石渣年产 12×10^4 t，用于自备电站脱硫；甲醇塔底排出的焦油 280t/a，BDO 工段薄膜蒸发器产焦油 493.5t/a，BDO 工段低沸塔产焦油 8000t/a，BDO 工段高沸塔产焦油 6000t/a，这些焦油均外售给宿迁市瑞优赛福资源科技有限公司。

乙炔清净工段废硫酸（78%）2228t/a，外售给具有危废处理资质的宿迁市瑞优赛福资源科技有限公司处理；各种有机残液（高沸残液、低沸残液、中间塔及成品塔残液）763.5t/a，送包头危废处理中心处理；污水处理压滤污泥和气浮渣不具有易燃性、反应性、腐蚀性、急性毒性、浸出毒性和毒性物质含量的危险特性，属于一般固体废物。进入公司固废填埋场填埋处置。

生活垃圾按每人每天产生 0.5kg 生活垃圾计，约产生 76.76t/a 的生活垃圾，由园区环卫部门统一清运。废渣排放情况见下表 4.2-8。

表 4.2-8 固体废物排放一览表

装置名称	序号	废渣来源及名称	排放量 t/a	污染物组成	排放规律	排放方式及方向
制氢	S1	铁锰脱硫槽 废铁锰脱硫剂	6.48	FeS, MnS	间断	送原供应厂家 回收处理
	S2	氧化锌脱硫槽 废氧化锌脱硫剂	3.51t/2a	ZnS	间断	
	S3	一段转化炉 废转化触媒	4t/3a	NiO	间断	
	S4	高温变换炉 废变换触媒	12.75t/3a	Fe ₂ O ₃	间断	
	S5	PSA 装置废吸附剂	110t/5a	废活性炭、分子筛	间断	
甲醛	S6	转化废催化剂	12	Fe、钼氧化络合物	间断	送原供应厂家 回收处理
	S7	ECS 催化废催化剂	0.25t/10a	贵金属催化剂	间断	

装置名称	序号	废渣来源及名称	排放量 t/a	污染物组成	排放规律	排放方式及方向
乙炔	S8	电石渣	120000	一般固废 Ca(OH) ₂ Mg(OH) ₂ ,CaC ₂	连续	用于自备电站脱硫
	S9	乙炔清净废硫酸	2228	78%的 H ₂ SO ₄	连续	送宿迁市瑞优赛福资源科技公司
BDO	S10	BYD 反应器废催化剂	90	H ₂ O ~49%wt BYD,CH ₂ O,CH ₃ OH	间断	送原供应厂家回收处理
	S11	BYD 过滤器废催化剂	15	H ₂ O ~80%wt BYD反应催化剂	间断	
	S12	甲醇塔底焦油	280	主要为高沸点焦油和醇醛类等有机物	间断	送宿迁市瑞优赛福资源科技公司
	S13	BDO 反应器废催化剂	78	Al ~50.9%wt Ni ~49.1%wt	间断	送原供应厂家回收处理
	S14	薄膜蒸发器产焦油	493.5	主要为高沸点焦油和醇醛类等有机物	间断	送宿迁市瑞优赛福资源科技公司
	S15	低沸塔产焦油	8000	主要为高沸点焦油和醇醛类等有机物	间断	
	S16	高沸塔产焦油	6000	主要为高沸点焦油和醇醛类等有机物	间断	
	S17	废水沟/槽废物	29	H ₂ O ~52%wt BYD 反应催化剂	间断	送原供应厂家回收处理
S18	各种残液	763.5	有机物~60%wt	间断	送包头危废中心	
污水处理	S19	污泥	1000	含水 60~80%	间断	污水处理压滤污泥和气浮渣不具有易燃性、反应性、腐蚀性、急性毒性、浸出毒性和毒性物质含量的危险特性,属于一般固体废物。进入公司固废填埋场填埋处置
		气浮渣	502	含水 20~40%	间断	
其它	S20	生活垃圾	76.76	一般固废	间断	园区处置

4.2.4 污染物治理

4.2.4.1 废气治理措施

项目外排废气主要为：制氢蒸气转化炉烟道气、电石料仓转存及破碎排气、甲醛装置催化焚烧炉烟气以及装置区乙炔火炬、常规火炬等，主要废气污染物为：SO₂、NO_x、烟尘、粉尘及甲醇、甲醛等有机物。

(1) 制氢工段燃料气燃烧烟气

制氢装置一段转化炉所需反应热由顶部烧嘴燃烧燃料气提供，燃料气由变压吸附提氢后的尾气和天然气组成。燃料气主要成分（v%）：CO₂：7.8%；CH₄：42.9%；H₂：47.1%；N₂：0.2%；CO：1.9%；Ar：0.1%，燃烧后主要生成CO₂和H₂O。为了回收烟气的热量，一段转化炉对流段依次设有混合气预热器、原料气预热器、烟道气废锅，使烟气温度降至约170℃，经引风机由1根40m高的排气筒高空排放。

（2）乙炔工段电石料仓排气

该工段废气主要为电石粗料仓排气、电石细破碎及混合提升机排气、电石细料仓及细料斗提机排气，在加料时间断排放，主要污染物为电石粉尘。采用3套布袋除尘器除尘，除尘效率达99.5%，经处理后粉尘排放浓度为30mg/Nm³，由3根15m高排气筒高空排放。粉尘排放浓度符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中新污染源120mg/Nm³的限值要求。

（3）甲醛工段尾气催化焚烧烟气

甲醛工段的吸收塔尾气中污染物有CO、甲醇、甲醛和二甲醚，采用ECS催化焚烧炉处理（企业在引进甲醛装置同时，配套引进一催化焚烧炉，专用于转化处理甲醛装置有机废气）。

ECS系统是一个催化焚烧系统，预装填有Pt和Pa催化剂。该系统由ECS预热器、ECS开工加热器、ECS反应器、ECS蒸汽发生器组成。进入ECS反应器中的贫气含有甲醛，一氧化碳，二甲醚和未反应的甲醇。这些有机物在贵金属催化剂上氧化生成水和二氧化碳。发生如下反应：



进入ECS的贫气与ECS预热器中的尾气换热，然后进入ECS反应器，在贵金属催化剂床层上进行氧化。由于贫气在ECS反应器中完全氧化，放出大量的反应热，尾气的温度升高，尾气在ECS蒸汽发生器中与锅炉给水换热，然后进入预热器，经与贫气换热后，排入大气。

焚烧后的废气成分为（v%）：N₂:90.1%，O₂:3.41%，H₂O:4.19%，CO₂:2.3%，无有害成分，经一根18m高排气筒排放。

(4) 乙炔火炬系统

① 乙炔火炬燃烧烟气

乙炔及 BDO 工段会产生较多含有乙炔气体的尾气，如乙炔发生器安全水封排气(12.5kg/h)、乙炔升压机水封排气(29kg/h)、尾气洗涤循环尾气(53.88kg/h)、脱气器洗涤尾气(0.92kg/h)等，污染物为乙炔。采用设置一座乙炔火炬进行燃烧处理。企业在引进 1,4-丁二醇装置同时配套引进一套乙炔火炬系统，用于燃烧处理以上含乙炔废气。乙炔火炬(高 45m)燃烧烟气主要污染物为烟尘和非甲烷总烃，其排放浓度分别为 30mg/m³和 50mg/m³，烟尘排放浓度符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中新污染源 120mg/Nm³的限值要求。

②乙炔火炬设置

乙炔气化学性质活泼，不安全，不稳定，爆炸范围较大，易发生爆炸，国际上还没有用含乙炔气作锅炉燃料的先例。

BDO 项目中乙炔气的放空主要是调节控制反应所需的稳定循环乙炔气浓度以及紧急状态和开停车的系统置换的排放，正常运行时排放量一般小于 10m³/h，紧急状态排放时关系到装置人员设备的安全问题，在极短时间内必须立即放出大量乙炔、置换氮气。

由于乙炔气的爆炸极限在 2.1-84.2%，极易发生爆炸。使用的乙炔气放空浓度都在爆炸极限范围内，一般在浓度在 50%左右，这个浓度的乙炔气稍有一点静电都会引起爆炸，也因为其爆炸危险性，其运行压力控制非常低，乙炔放空系统的压力仅有几千帕，所以不可能使放空乙炔气回收作为锅炉燃料。

美国英威达公司提供的工艺设计资料中，放空乙炔采用高空火炬(58m)燃烧排放。火炬用天然气作为燃气点火，采用高空电子自动点火、手动点火、地面爆燃装置点火三种点火措施保证火炬正常点火运行；火炬为防止乙炔积聚产生爆炸危险，还设置有点火前氮气置换火炬程序，确保火炬点火安全；火炬采用 4 只不同位置的长明灯，以确保乙炔放空气正常燃烧不熄灭；火炬还采用中压蒸汽(2.4Mpa)做喷射气流，可以根据乙炔放空气量大小变化及时调整蒸汽，以确保放空乙炔气完全燃烧并防止产生积碳，放空乙炔气在蒸汽流的作用下完全混合燃烧，转化为 CO₂和 H₂O。

(5) 常规火炬系统

企业 BDO 装置各种有机废气排放点较多。有甲醛循环塔尾气、甲醇塔尾气、