

国際協力事業団

中華人民共和國

貴州省科学技術委員会

貴州省環境保護局

中 国

貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）

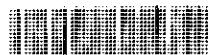
流域環境総合対策計画調査

最終報告書

緊急対策事業計画

主 報 告 書

JCR LIBRARY



J 1153885 I71

平成 11 年 7 月

セントラルコンサルタント株式会社

千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社

社 庫

30

58.721

国際協力事業団

中華人民共和国
貴州省科学技術委員会
貴州省環境保護局

中 国

貴州省猫跳河(紅楓・百花湖水域)

流域環境総合対策計画調査

最 終 報 告 書

緊急対策事業計画

主 報 告 書

平成11年7月

セントラルコンサルタント株式会社
千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社



注) 為替レートは 1998 年 5 月の公定レートの平均値を用いた
(100US\$ = 827.9 人民元、100 日本円 = 6.15 人民元)

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）流域環境総合対策計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年12月から平成11年7月までの間、4回にわたり、セントラルコンサルタント株式会社の橋本宏氏を団長とし、同社及び千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。また、平成9年12月から平成11年7月までの間、国立環境研究所小野川和延氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年7月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝達状

国際協力事業団
総裁 藤田公郎殿

今般、中華人民共和国における中国貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）流域環境総合対策計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、セントラルコンサルタント株式会社及び千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社で構成された私を団長とした調査団が、1997年12月より1999年7月にわたり実施してまいりました。

今回の調査に際しましては、中華人民共和国の現況を十分に踏まえ、本調査の対象とする計画の必要性和有効性を検証すると共に、中華人民共和国貴州省、猫跳河流域の現状に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、本計画調査の実施期間中、貴事業団をはじめ、外務省その他、関係機関の方々には多大のご協力を賜りました。ここに厚く御礼を申し上げます。また、中国における現地調査期間中は、中国側関係機関、貴事業団中華人民共和国事務所並びに中華人民共和国日本大使館の皆様方に貴重なる御助言と御協力を頂きましたことも付け加えさせていただきます。

本計画の一日も早い実現に向けて、関係方面に本報告書が大いに活用されることを切望いたす次第であります。

平成11年7月

中華人民共和国
貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）
流域環境総合対策計画調査団

団長 橋本 宏

橋本 宏

中 国
貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）
流域環境総合対策計画調査

緊急対策事業計画

主報告書

目 次

1 調査概要	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 調査対象工場	1-2
1.4 調査項目	1-2
1.5 調査工程	1-3
2 貴州有機化学総工場	2-1
2.1 工場診断	2-1
2.1.1 製造過程	2-1
2.1.2 排出負荷量	2-2
2.1.3 工場廃棄物	2-8
2.1.4 現状の問題点	2-10
2.2 施設計画と設計	2-12
2.2.1 施設計画	2-12
2.2.2 設計	2-14
2.3 運転管理計画	2-19
2.3.1 運転計画	2-19
2.3.2 管理計画	2-19
2.4 事業費と財務計画	2-21
2.4.1 事業建設費	2-21
2.4.2 事業費	2-22
2.4.3 財務計画	2-22
2.5 事業評価	2-24
2.5.1 環境改善効果による評価	2-24
2.5.2 財務評価	2-24
2.5.3 経済・社会評価	2-25

2.5.4	財務分析.....	2-25
2.6	実施計画.....	2-26
2.6.1	実施体制、組織.....	2-26
2.6.2	運転要員計画.....	2-26
2.6.3	実施工程.....	2-27
3	酢酸合成設備.....	3-1
3.1	まえがき.....	3-1
3.2	水銀法酢酸製造工場の現状.....	3-1
3.2.1	設備能力.....	3-1
3.2.2	水銀法プロセス.....	3-1
3.2.3	水銀法による酢酸製造工程.....	3-2
3.3	更新計画の概要.....	3-2
3.3.1	設備更新の必要な理由.....	3-2
3.3.2	更新設備の内容と能力.....	3-4
3.3.3	採用技術の概要.....	3-5
3.3.4	酢酸合成技術の選択： メタノールカルボニル化法（海外導入技術）.....	3-5
3.3.5	製品市場予測.....	3-8
3.3.6	環境影響評価.....	3-9
3.3.7	建設計画と操業人員.....	3-10
3.3.8	投資金額の推算と資金調達.....	3-11
3.3.9	財務分析.....	3-12
3.4	更新計画の評価及び提言.....	3-13
3.4.1	更新計画の必要性.....	3-13
3.4.2	採用技術.....	3-15
3.4.3	製品市場.....	3-17
3.4.4	環境評価.....	3-17
3.4.5	資金調達と財務分析.....	3-17
3.4.6	総合評価と提言.....	3-18
3.5	水銀法酢酸工場解体計画.....	3-20
3.5.1	対象設備の範囲.....	3-20
3.5.2	設備解体手順.....	3-20
3.5.3	水銀汚染廃棄物処分先.....	3-21
3.5.4	所要工程.....	3-21

4	貴州化学肥料工場	4-1
4.1	工場診断	4-1
4.1.1	製造過程	4-1
4.1.2	排出負荷量	4-4
4.1.3	工場廃棄物	4-6
4.1.4	現状の問題点	4-7
4.2	施設計画と設計	4-9
4.2.1	施設計画	4-9
4.2.2	設計	4-15
4.3	運転管理計画	4-25
4.3.1	運転計画	4-25
4.3.2	管理計画	4-25
4.4	事業費と財務計画	4-27
4.4.1	事業建設費	4-27
4.4.2	事業費	4-28
4.4.3	財務計画	4-28
4.5	事業評価	4-29
4.5.1	環境改善効果による評価	4-29
4.5.2	財務評価	4-29
4.5.3	経済・社会的評価	4-31
4.5.4	財務分析	4-31
4.6	実施計画	4-32
4.6.1	実施体制、組織	4-32
4.6.2	運転要員計画	4-33
4.6.3	実施工程	4-33
5	平バイ化学肥料工場	5-1
5.1	工場診断	5-1
5.1.1	製造過程	5-1
5.1.2	排出負荷量	5-3
5.1.3	工場廃棄物	5-4
5.1.4	現状の問題点	5-5
5.2	施設計画と設計	5-6
5.2.1	磷安工場排水処理設備	5-6
5.2.2	合成アンモニア工場排水処理設備	5-7

5.3	運転管理計画	5-8
5.3.1	運転計画	5-8
5.3.2	管理計画	5-8
5.4	事業費と財務計画	5-9
5.4.1	財務計画	5-9
5.4.2	財務評価	5-9
5.4.3	経済・社会評価	5-9
5.5	事業評価	5-9
5.6	実施計画	5-10
5.6.1	実施体制、組織	5-10
5.6.2	運転要員計画	5-10
5.6.3	実施工程	5-11
6	清鎮発電所	6-1
6.1	工場診断	6-1
6.1.1	製造過程	6-1
6.1.2	排出負荷量	6-4
6.1.3	工場廃棄物	6-4
6.1.4	現状の問題点	6-6
6.2	施設計画と設計	6-8
6.2.1	施設計画	6-8
6.2.2	中和処理設備設計	6-9
6.3	運転管理計画	6-13
6.3.1	運転計画	6-13
6.3.2	管理計画	6-13
6.4	事業費と財務計画	6-15
6.4.1	事業建設費	6-15
6.4.2	事業費	6-15
6.4.3	財務計画	6-16
6.5	事業評価	6-16
6.5.1	環境改善効果による評価	6-16
6.5.2	財務評価	6-16
6.5.3	経済・社会評価	6-17
6.5.4	財務分析	6-17

6.6 実施計画.....	6-18
6.6.1 実施体制、組織.....	6-18
6.6.2 運転要員計画.....	6-18
6.6.3 実施工程.....	6-19
7 環境影響評価.....	7-1
7.1 目的及び評価指針.....	7-1
7.2 環境影響評価の対象.....	7-1
7.3 環境影響要因と環境影響項目の選定.....	7-1
7.3.1 環境影響要因の抽出.....	7-1
7.3.2 環境影響項目の選定.....	7-2
7.4 環境の現況補足調査.....	7-3
7.4.1 貴州有機化学総工場.....	7-3
7.4.2 貴州化学肥料工場.....	7-6
7.4.3 清鎮発電所.....	7-8
7.5 予測及び評価.....	7-9
7.5.1 予測及び評価を行う環境影響項目の選定.....	7-9
7.5.2 貴州有機化学総工場.....	7-11
7.5.3 貴州化学肥料工場.....	7-12
7.5.4 清鎮発電所.....	7-13
7.5.5 平バイ化学肥料工場.....	7-14
8 結論と提言.....	8-1
8.1 結論.....	8-1
8.2 提言.....	8-1

表リスト

1 調査概要

2 貴州有機化学総工場

表 2.1.1	調査対象工場及び分析項目一覧表 (負荷量)	2-5
表 2.1.2	各工場提供資料による分析項目一覧表 (負荷量)	2-6
表 2.1.3	OECC 資料との比較表 (負荷量)	2-7
表 2.2.1	機器リスト	2-18
表 2.3.1	排水処理設備人員配置計画	2-20
表 2.3.2	年間維持管理費一覧表	2-20
表 2.4.1	中国向金融機関融資条件	2-23
表 2.6.1	工程表	2-28

3 酢酸合成設備

表 3.5.1	水銀法酢酸工場 解体処分計画	3-22
---------	----------------------	------

4 貴州化学肥料工場

表 4.1.1	生産量実績表	4-1
表 4.1.2	石炭滓、集塵灰の発生量	4-6
表 4.2.1	脱室方式比較表	4-11
表 4.2.2	機器リスト	4-18
表 4.2.3	機器リスト	4-22
表 4.3.1	排水処理設備人員配置 (各処理設備共通)	4-26
表 4.3.2	年間維持管理費一覧表 (炭酸アンモニア排水処理設備)	4-26
表 4.3.3	年間維持管理費一覧表 (凝集沈殿処理設備)	4-26
表 4.4.1	総投資額	4-28
表 4.4.2	維持管理費	4-28
表 4.4.3	資金調達計画	4-28
表 4.5.1	年間期待収益	4-29
表 4.6.1	計画工程表	4-35

5 平バイ化学肥料工場

表 5.1.1	生産能力及び将来計画	5-1
表 5.2.1	排水水質と国家基準の比較	5-7
表 5.6.1	排水処理設備人員配置 (各処理設備共通)	5-11
表 5.6.2	工程表	5-12

6 清鎮発電所

表 6.1.1	建設の規模と生産能力	6-1
表 6.1.2	石炭灰の発生量	6-5
表 6.2.1	機器リスト	6-12
表 6.3.1	排水処理設備人員配置計画	6-14
表 6.3.2	年間維持管理費一覧表	6-14
表 6.5.1	排污費削減額	6-17
表 6.6.1	計画工程表	6-20

7 環境影響評価

表 7.3.1	環境影響項目	7-2
表 7.4.1	貴州有機化学総工場 大気質観測結果	7-4
表 7.4.2	貴州有機化学総工場 騒音測定結果	7-5
表 7.4.3	貴州有機化学総工場 振動測定結果	7-5
表 7.4.4	貴州化学肥料工場 大気質観測結果	7-7
表 7.4.5	貴州化学肥料工場 水質観測結果	7-7
表 7.4.6	清鎮発電所 大気質観測結果	7-9
表 7.4.7	養魚場底質測定結果	7-9
表 7.5.1	磷安工場における環境改善対象・ 対策並びにその効果	7-15
表 7.5.2	合成アンモニア工場の環境対策	7-16

8 結論と提言

図リスト

1 調査概要

図 1.3.1	F/S 対象 4 工場位置図.....	1-4
図 1.5.1	調査工程図.....	1-5

2 貴州有機化学総工場

図 2.1.1	貴州有機化学総工場・排水系統図.....	2-4
図 2.2.1	貴州有機化学総工場・推奨排水系統図.....	2-15
図 2.2.2	貴州有機化学総工場・重金属除去設備系統図.....	2-16
図 2.2.3	貴州有機化学総工場・ 重金属除去設備配置図 (TA-2 を除く)	2-17

3 酢酸合成設備

図 3.3.1	酢酸製造フロー.....	3-8
---------	--------------	-----

4 貴州化学肥料工場

図 4.1.1	貴州化学肥料工場・排水系統図.....	4-5
図 4.2.1	ガス製造設備排水処理系統図.....	4-13
図 4.2.2	貴州化肥工場・炭酸アンモニア処理設備系統図.....	4-16
図 4.2.3	貴州化肥工場・炭酸アンモニア処理設備配置図.....	4-17
図 4.2.4	集塵排水処理設備系統図.....	4-20
図 4.2.5	集塵排水処理設備配置図.....	4-21
図 4.2.6	凝集沈殿装置の固形物収支.....	4-23
図 4.2.7	脱水ケーキの減容設備.....	4-24

5 平バイ化学肥料工場

図 5.1.1	既存の排水系統.....	5-3
図 5.2.1	排水処理計画案.....	5-6
図 5.2.2	処理計画フロー.....	5-8

6 清鎮發電所

図 6.1.1	現況排水系統図.....	6-2
図 6.1.2	現況排水及び排水量.....	6-4
図 6.2.1	清鎮發電所・中和処理設備系統図.....	6-10
図 6.2.2	清鎮發電所・中和処理設備配置図.....	6-11

7 環境影響評価

8 結論と提言

1 調査概要

1.1 調査の背景

猫跳河は貴州省の省都である貴陽市（人口 166 万人：1990 年）の西部を流れ、その中流域に位置するダム湖である紅楓湖と百花湖は、貴陽市およびその周辺へ飲料水や工業・農業用水を供給する重要な水源であると同時に、猫跳河水力発電所の動力源でもある。また、紅楓湖は風光明媚なことより、国家級風景名勝区に指定されている。

紅楓・百花湖の建設に伴い、両湖周辺には発電所、工業基地が形成された。現在、有機化学総工場、化学肥料工場等の周辺工場等からの水銀等の重金属を含む排水や生活排水の流入により、両湖の水質汚濁や富栄養化が深刻化している。また、1994 年 9 月には養殖魚が大量死する等、水資源としての安全性が脅かされている状況にある。中央・省政府は、汚染源である工場に対し製造工程の改善を命令したが、資金面及び技術面での問題があり、改善できないのが現状である。また、周辺の水田土壌からは水銀が検出されていることから、湖の底泥にも水銀が蓄積されている恐れがあり、蓄積された汚染物質による被害をいかに食い止めるかも重要な課題となっている。

このような背景のもと、中国政府は 1996 年 11 月、紅楓・百花湖水域の環境保全と水質改善に資する抜本的対策を策定すべく本件調査を我が国に対し要請した。これを受けて、JICA は 1997 年 8 月に事前調査団を派遣して実施細別を締結し、本格調査を 1997 年 12 月から開始した。

1.2 調査の目的

本格調査においては、猫跳河流域（紅楓湖・百花湖）の汚染源となっている主な周辺 4 工場（貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、清鎮発電所、平バイ化学肥料工場）の排水処理プロセス改善による緊急対策事業に関する F/S を実施し、併せて水質汚濁・富栄養化に対する対策の提言を含む対象流域の流域環境保全計画（M/P）を策定することとした。

本報告書では、緊急対策が必要な F/S 対象 4 工場の排水処理プロセス改善について工場診断等の結果と工場排水処理施設を検討する。また、貴州有機化学総工場の水銀触媒を用いた酢酸合成設備を水銀を使用しない新しい酢酸合成設備への更新計画内容について検証する。

1.3 調査対象工場

調査対象は下記の4工場であり、その位置を図1.3.1に示す。

- 貴州有機化学総工場
- 貴州化学肥料工場
- 平バイ化学肥料工場
- 清鎮発電所

1.4 調査項目

調査は次の8 Stageに分けて実施することとした。各 Stageでの項目は以下に示すとおりである。

Stage-I : 国内準備作業

- 既存資料の収集・分析
- 調査の基本方針・内容・方法の検討
- 着手報告書の作成

Stage-II : 第1次現地調査

- 着手報告書の提出・説明・協議
- 既存資料・情報の追加収集と分析
- 流域環境の現況把握 (その1)
- 既存・計画中の環境プロジェクトの把握
(酢酸製造設備更新計画内容の把握)
- 工場診断

Stage-III : 第2次現地調査

- 既存資料の補足的収集・整理・分析
- 流域環境の現況把握 (その2)
- 施設計画・概略設計 (その1)
- 運転・管理計画
- 現地報告書(1)の作成

Stage-IV：第1次国内作業

- 施設計画・概略設計（その2）
- 概算事業費積算・財務計画
- 緊急対策事業評価
- 実施計画
- 中間報告書の作成

Stage-V：第3次現地調査

- 中間報告書（1）の提出・協議
- 環境影響評価（EIA）
- 現地報告書（2）の作成

Stage-VI：第2次国内作業

- 最終報告書（案）の作成

Stage-VII：第4次現地調査

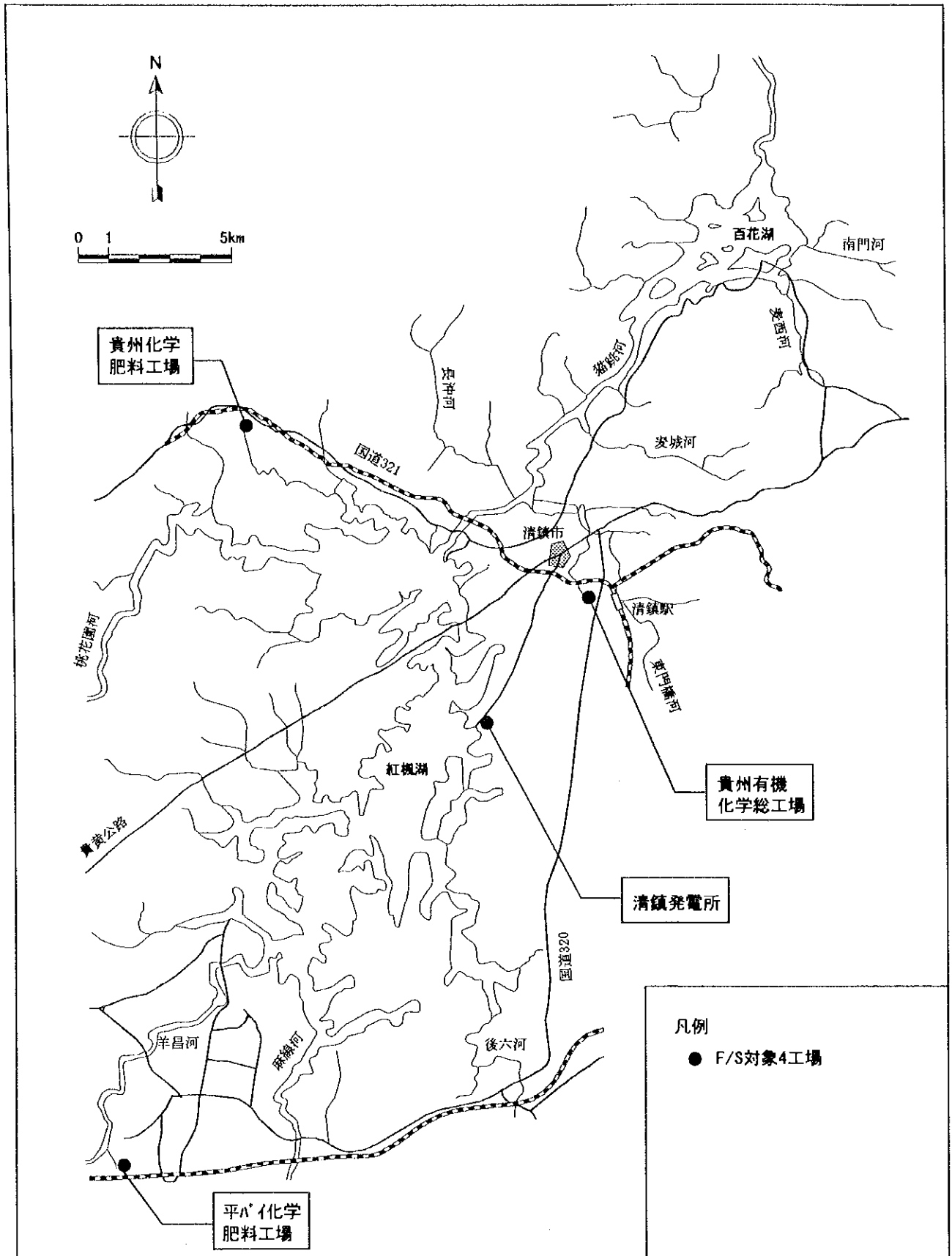
- 最終報告書（案）の提出・協議

Stage-VIII：第3次国内作業

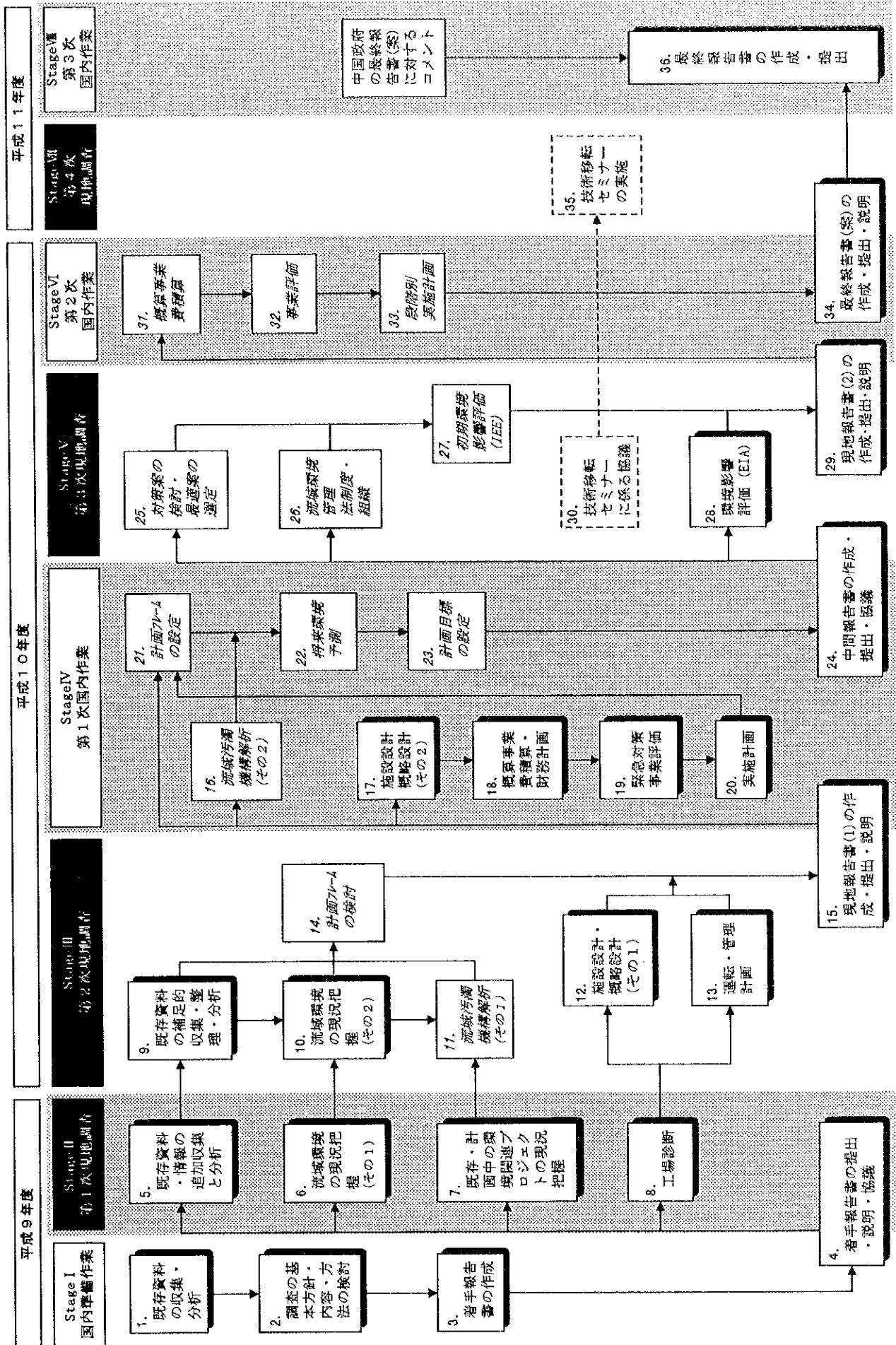
- 最終報告書の作成

1.5 調査工程

本調査全体の調査工程を図 1.5.1 に示す。



猫跳河（紅楓湖・百花湖）流域環境総合対策計画調査	中華人民共和国 貴州省科学技術委員会 貴州省環境保護局	国際協力事業団 セントラルコンサルタント(株) 千代田デイムス・アンド・ムーア(株)
図1.3.1 F/S対象4工場位置図		



注) 影付きはF/SIにおける調査項目を示す

図1.5.1 調査工程図

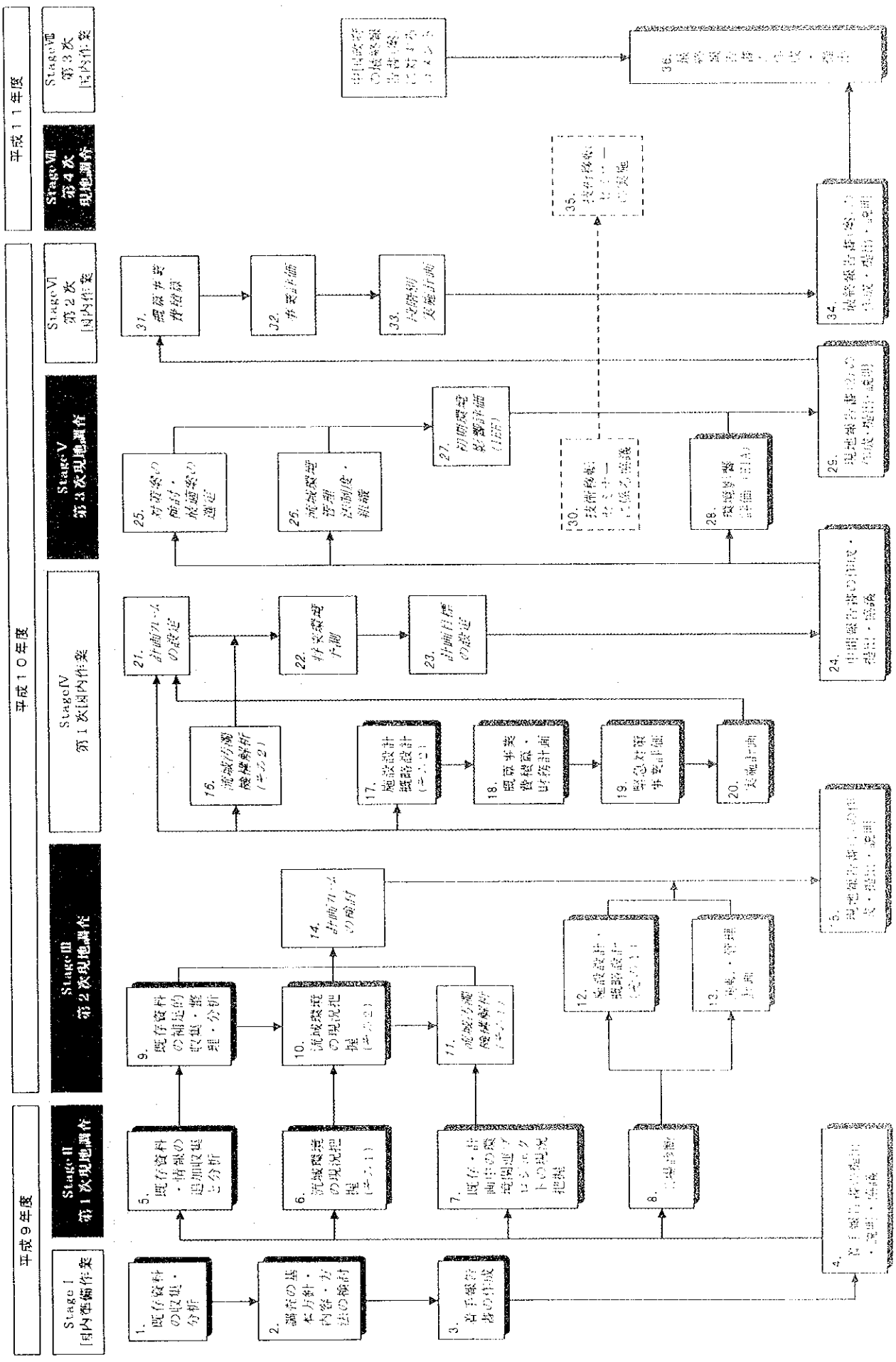


図1.5.1 調査工程図

2 貴州有機化学総工場

2.1 工場診断

2.1.1 製造過程

(1) 概要

当該工場は、化学製品 30 種類を生産する国家 1 級の大型工場である。工場排水は動力工場を含む 7 工場内分工場より窒素・磷等の水質富栄養化物質および BOD、COD、SS 等の汚染物質さらに無機・有機水銀等の有害物質等を含む排水が排出される。

無機・有機水銀は酢酸工場より排出されるが、現状は排出量削減のため、水銀系の生産規模縮小、回収設備（水銀排水処理設備）の運転等の努力をしている。

しかし、水銀排水問題の根本的解決策は、水銀を使用しない酢酸生産プラントを導入することである。総合排水水質の改善には、既設排水処理設備の活用を含む排水処理設備の増強を行うことが必要である。

(2) 基本諸元

本工場は、酢酸を出発原料とする有機化学製品生産工場として中国西南部最大である。水銀 (Hg) 法酢酸生産プロセスは中国唯一、世界でも最後のプラントである。新酢酸製造法への転換が急がれており、現在 UOP/千代田法に転換すべく F/S レポートが完成し、中央政府に申請中である。

① 工場規模

- 従業員数 : 約 8,000 人 (家族合計約 25,000 人)
- 工場敷地 : 4km² 工場内建家数 13 棟

② 工場組織機構

姚 永理 董事長・総経理の下に運営され、各分工場長が操業の責任を負っている。環境保全に関しては、総工場長の指揮下に環境保護安全処があり、工場全体の環境保全に責任を持っている。環境保全の基本的対応は汚染を出した部門が自ら汚染の対策をとるという原則に基づき各分工場にそれぞれ排水管理者を設け実施している。

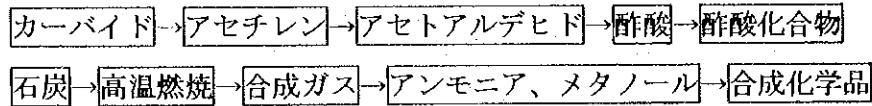
③ 財政状況

財務諸表の開示は無かった。

(3) 工場の現況

① 原料

基本的には資源立地形の工場（中国の場合多い）で、当該工場では石炭と石灰石を使用しており、



の流れで、事業の基本は酢酸化学であり、それゆえに水銀（Hg）法酢酸生産プロセスの転換は投資収益と事業継続の観点から安易に実行出来ない状況にある。

② プロセス

製品製造プロセスの詳細は開示されなかったが、コークス、カーバイド、有機合成などの工場が操業中である。

新酢酸プラント計画の詳細は次項酢酸合成設備に記述する。

(4) 現在までに行った公害対策

- ペンタ・エリストール母液の回収で排水中の COD を大幅に減少させた。
- 1985 年 FT 装置（活性炭吸着装置）を設置し、排水中の Hg を大幅に減少させた。
- 湿式集塵機排水系に二次沈殿池を設置し、排水中の SS を大幅に減少させた。
- フライアツシュとカーバイド滓を利用しレンガを作っている。
- 集塵装置をサイクロンより電気集塵機と湿式集塵機に切り替えた。

2.1.2 排出負荷量

(1) 現状の排水系統および排水量

工場でのヒアリング結果を取りまとめた排水系統および排水量を図 2.1.1 に示す。

なお、本図に総合排水口の現地流量測定結果を併記した。

工場からの排出先は図 2.1.1 に示す通り百花湖および百花湖下流の二箇所であり、食堂、学校、医院等の生活排水口は工場排水口と合流後、百花湖へ排出されている。また、新酢酸工場よりの排水は百花湖下流へ放流予定である。

(2) 現状の排水処理設備と排水水質

ヒアリングの結果、全工場の総合排水処理設備は設置されておらず、各工場汚染源毎に処理設備を設置している（図 2.1.1 参照）。しかし、カーバイド工場排水は沈殿池と塩素処理を行ってもシアンと硫化物が規制値を満足出来ずにいる。他の項目は規制値以内であるとの事であった。

1998年3月8日～9日および4月14日に実施したサンプリングの分析結果を表 2.1.1 調査対象工場及び分析項目一覧表（負荷量）に示す。また、工場より提供された結果を表 2.1.2 各工場提供資料による分析項目一覧表に示し、1997年 OECC が実施した分析結果と表 2.1.1 および表 2.1.2 との比較を表 2.1.3 に示す。

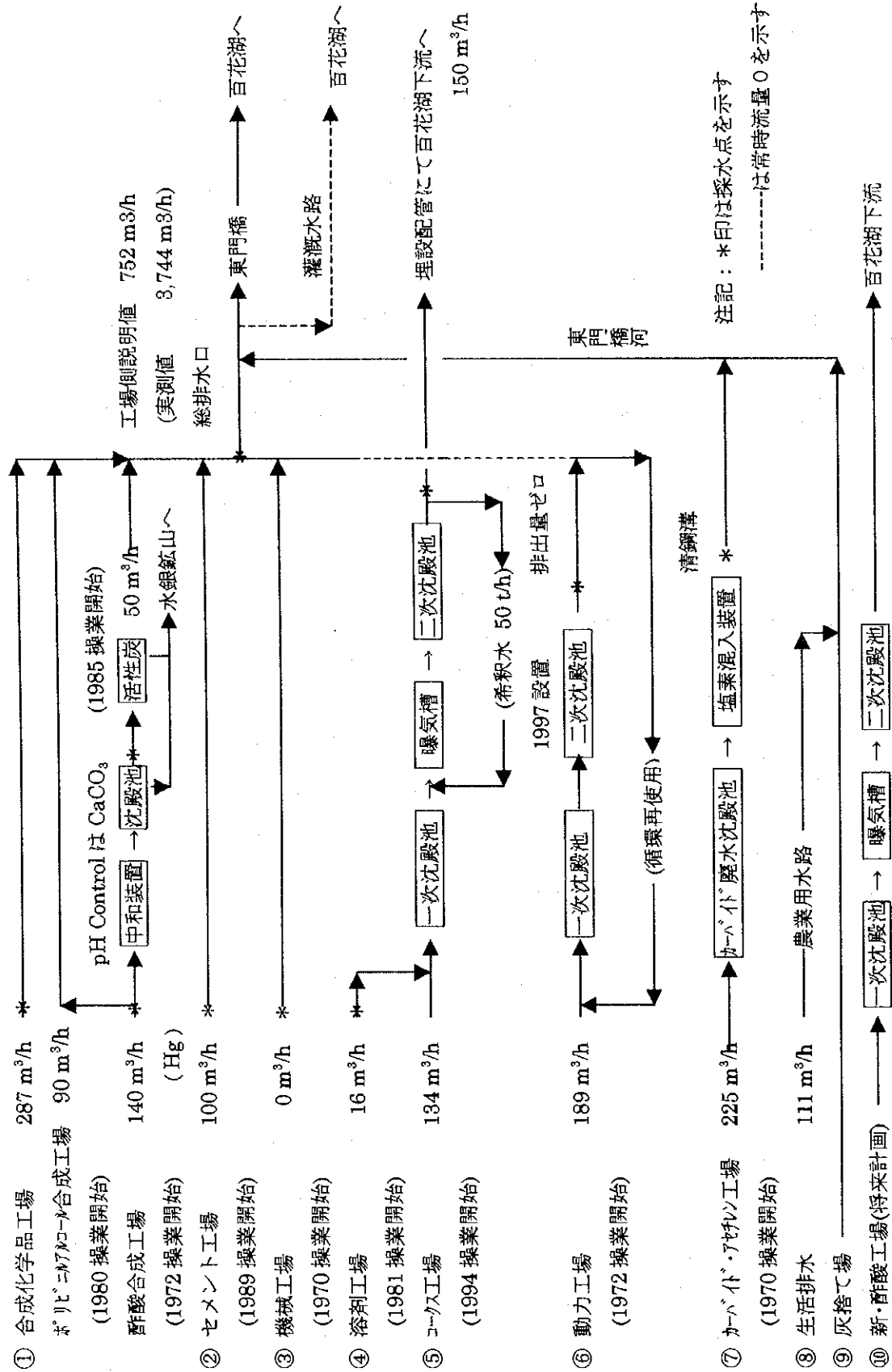


図 2.1.1 貴州有機化学総工場・排水系統図

表 2.1.1 調査対象工場及び分析項目一覧表 (負荷量)

分析項目	濃度 mg/L	pH	BOD		COD		SS		T-N		T-P		NH ₃ -N		F		CN		Phenol		T-Hc		農薬 kg/d		
			mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d		mg/L	kg/d
1) 貴州化学肥料工場	96	10.1	0.8	2	7.21	17	24.5	56	165.8	382	0.064	0	0.005	0	0.06	0	0.003	0	0.03	0	0.003	0	0	0	0
・ 原料工場	2,630	9.0	4.6	293	18.96	1,159	38.8	2,448	45.0	2,840	0.134	8	0.758	48	0.005	0	0.03	2	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
・ 総合排水口																								14	
2) 清瀬浄水所	1,824	8.9	1.1	36	6.54	212	30.7	988	3.1	101	0.163	5	0.4	13	0.003	0	0.24	8	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
・ 浄水場排水	66,132	7.9	2.0	3,190	5.69	9,548	0.5	784	3.2	5,079	0.072	114	0.6	971	0	0.23	365	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	
3) 平八化学肥料工場	4	9.7	3.2	0	27.21	3	21.6	2	325.8	31	0.413	0	0.009	0	0.014	0	12.92	1	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
・ 原料アンモニウム工場	11	7.4	2.2	1	7.65	2	19.3	5	23.8	6	17.2	5	3	18.5	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
・ 操縦工場	206	8.1	7.4	37	40.04	198	31.6	463	705.5	3,488	0.091	0	11.8	57	0.025	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
・ 加工排水	332	8.4	4.5	36	4.92	39	0	15.4	123	0.165	1	6.7	53	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0		
・ 循環冷却水	792	8.0	2.3	44	26.26	499	66.4	1,262	296.9	5,643	0.936	18	284.8	5,414	0.9	17	5.63	105	0.016	0	1.93	37	0.0	16	
・ 総合排水口																								0	
4) 貴州有機化学肥料工場	44	8.1	15,863.5	16,762	26,208	27,676	29.1	31	34.4	36	0.268	0	2835.5	2,994	0	0	0	0	1.022	0	5.95	6.3	0.3	0	
・ 新設工場-1(中取)	44	6.1	7,963.8	8,410	11,990.20	12,662	14.8	16	34.9	37	0.22	0	1724.5	1,187	0	0	0	0	0.562	0	8.1	5.6	0.2	0	
・ 新設工場-2(付入口)	44	6.7	9,782.2	9,274	13,698.20	14,391	6.6	7	39.2	41	0.987	0	1134.4	1,198	0	0	0	0	0.216	0	1.15	1.2	0.1	0	
・ 新設工場-3(付出口)	255	11.3	0.1	1	47.88	289	42.6	261	17.6	100	0.083	1	11.2	68	0	0	0	0	42	0	0	0.0	0.0	0	
・ パーパド7号中心工場	63	11.4	14.2	22	59.26	90	816.3	1,234	7.6	11	0.134	0	6.8	10	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	
・ セメント工場	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
・ 機械工場	23	2.5	374.6	207	360.83	199	6.4	4	2.5	1	0.103	0	1.4	1	0	0	0	0	0	0	2.16	1	0.0	0	
・ 合成化学工場	6	10.3	1812.9	281	4,197.60	604	83.1	12	95.2	14	8.937	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	56.10	8	0.0	0	
・ 清浄工場	50	7.8	1.9	2	236.72	283	7.4	9	346.7	415	1.505	2	344.0	413	0	0	0	0	0.113	8	1.49	2	0.0	0	
・ 2-メチル(2次沈澱法)	104	7.0	174.9	437	247.57	618	37.5	94	8.6	22	0.326	1	8.2	20	0.017	0	0.338	8	0.05	0	3.98	8	0.0	0.6	
・ 動力工場(2次沈澱法)	3,744	7.6	149.3	13,414	266.91	32,569	59.1	5,310	14.5	1,299	0.437	38	10.4	932	1.2	105	0.023	2	0.94	84	10.90	979	0.099	8.9	
・ 総合排水口(工場出口)																								45	
分析項目																									
調査対象工場(調査)	6~9		80 以下	80 以下	150 以下	200 以下	100 以下	100 以下	1.0 以下	2.0 以下	1.0 以下	2.0 以下	25 以下	40 以下	0.5 以下	0.5 以下	15 以下	15 以下	1.0 以下	1.5 以下	15 以下	20 以下	0.05 以下	2.0 以下	
調査対象工場(調査)	6~9		80 以下	80 以下	200 以下	250 以下	250 以下	250 以下	1.0 以下	2.0 以下	1.0 以下	2.0 以下	40 以下	40 以下	0.5 以下	0.5 以下	15 以下	15 以下	1.0 以下	1.5 以下	15 以下	20 以下	0.05 以下	2.0 以下	

注 記
 1. 分析は4時間毎に一日6回排水し、その混合排水で行った。
 2. 上記以外の基準はCa, Zn, Mn, LAS, Cd, Cr, As, Pb, Hg等が対象。
 3. 貴州有機化学肥料工場、新設工場は外調査により正確な値ではなく、異常値である。

表 2.1.3 OECC資料との比較表 (負荷量)

分析項目	濃度	pH	BOD		COD		SS		T-N		T-P		NH ₃ -N		F		CN		Phenol		油分		重金属(T-Hg)		炭化率	備考
			mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d		
1) 工場排水(第1次調査)	2,630	9.0	4.6	253	15.36	1,159	35.9	2,449	45.0	2,840	0.134	8	38.3	2,416	0.0	0.758	48	0.005	0	0.03	2	0.0	0.2	1.4	紅尾湖へ	
・ 総合排水(工場提供)	2,300	8.7	4.6	256	58	3,202	198.1	10,592	139.9	7,722	0.194	7	38.3	2,113	0.0	0.15	8	0.005	0	3.84	212	0.0	0.2	12		
・ 総合排水(1997年8月)	2,164	8.2	4.7	243	10.11	525	137.1	7,120	29.3	1,523	0.26	14	15.1	784	0.5	0.022	1	0.001	0	176.20	9,151	2.6E-05	0.0	0		
・ 総合排水(1997年11月)	2,448	8.3	2.8	163	5.32	313	9.8	576	76.9	4,517	0.139	11	78.7	4,621	0.8	0.058	3	0.0003	0	201.20	11,821	0.0001	0.0	0		
2) 清瀬浄水所	1,354	8.9	1.1	36	6.54	213	36.7	998	3.1	101	0.163	5	0.4	13	11.5	374	0.001	0	0.24	8	0.0	0.0	0.0	0	紅尾湖へ	
・ 調整排水(第1次調査)	600	9.5	1.1	15	14.02	259	18.4	265	3.1	45	0.163	2	0.4	6	11.5	166	0.001	0	0.24	3	0.0	0.0	0.0	0		
・ 調整排水(工場提供)	1,735	10.1	0.2	10	2.09	87	14.7	612	3.6	149	0.147	6	0.2	6	10.4	403	0.001	0	0.03	1	2.6E-05	0.0	0.0	0		
・ 調整排水(1997年7月)	2,236	10.0	0.5	28	4.06	219	83.4	4,476	2.2	117	0.154	8	0.2	10	12.8	89.1	0.001	0	0.332	178	2.3E-05	0.0	0.0	0		
4) 貴州茶機化学工場	3,744	7.0	145.3	13,414	366.91	32,989	59.1	5,310	14.5	1,299	0.437	39	10.4	932	1.2	0.023	2	0.94	84	10.90	979	0.039	8.9	45	百尾湖へ	
・ 調整排水(第1次調査)	752	7.5	145.3	2,694	92.8	1,675	166.4	3,003	14.5	261	0.437	8	10.4	187	1.2	0.47	8	0.158	3	10.90	197	0.026	0.5	2.1	38	
・ 調整排水(工場提供)	4,000	7.3	137.5	13,188	39	3,726	28.1	2,698	15.9	1,522	0.273	26	1.8	168	0.8	1.32	127	0.024	2	21.06	2,022	0.00121	0.1	0.3	26	
・ 調整排水(1997年6月)	3,769	7.4	135.3	12,601	53.30	4,821	46.5	3,653	14.6	1,321	0.232	26	16.5	1,490	0.9	1.98	179	0.098	9	774.20	70,031	0.00219	0.2	0.7	20	
分析項目	濃度	pH	BOD		COD		SS		T-N		T-P		NH ₃ -N		F		CN		Phenol		油分		重金属(水銀)		炭化率	

注記
 1. OECCデータは、1998年7月付一貫検査結果、百尾湖浄水処理場調査・研究、原始検査値より
 2. OECC測定値のCODはmg/Lに換算した値、単位は%を

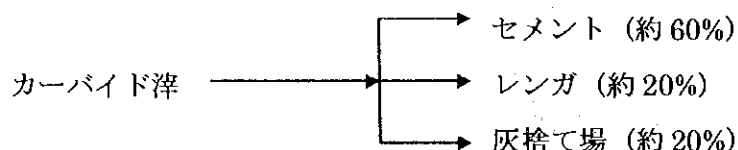
2.1.3 工場廃棄物

(1) 排水処理設備からの汚泥廃棄物

① カーバイド、アセチレン工場の廃水沈殿池

- 発生源：処理水量 225m³/h、直径 18m 高架沈殿槽（RC 製）× 2 槽
- 運転方法：2 槽の交互運転
- 発生汚泥量：カーバイド滓年間約 1.1 万トン（日間約 44 トン）

再資源化、廃棄処分の現状は次の通り。



② 酢酸合成工場の F T 設備

(a) 中和沈殿池、汚泥乾燥床

- 発生源：中和沈殿池（処理水量 50m³/h）からの汚泥を乾燥する汚泥乾燥床
- 運転方法：間歇的に汚泥受入・天日乾燥を繰り返す。
- 廃棄処分：水銀を含む乾燥汚泥は、年数回水銀鉱山へ搬出している。

(b) 活性炭吸着塔

- 発生源：活性炭吸着塔（処理水量 50m³/h）直径 1.5m×高さ 7m（概略）×8 塔
- 運転方法：中和沈殿池の運転に合わせ 4 塔ずつ交互運転。
- 廃棄物：1～2ヶ月に 1 塔、新炭入れ替えて発生する水銀を吸着した廃活性炭 FT 設備が稼動した 1985 年から約 500 トン発生
- 廃棄処分、資源化：(a)の汚泥とともに水銀鉱山に運ばれ水銀は回収される。

③ コークス工場

- 発生源：油水分離槽、曝気槽＋二次沈殿池、凝集沈殿池（処理水量 134m³/h）
- 運転方法：連続
- 発生汚泥：沈殿汚泥、浮上スカム、量は少ない。
- 廃棄処分：トラックで搬出、石炭に混ぜてボイラ燃料にしている。
- その他：百花湖下流への処理水の放流前に、自然ばっ気・沈殿処理する横流式沈殿池で汚泥が発生するが、発生量は少なく、汚泥の抜き出しは行っていない。

④ 動力工場

- 発生源：一次沈殿池、二次沈殿池（いずれも横流式沈殿池）
- 再資源化：沈殿した石炭滓はバケットクレーンですくい出し、野積み乾燥後、石炭に混ぜて燃料にしている。

(2) その他工場廃棄物

その他の工場廃棄物として石炭灰がある。

- 発生源：発電ボイラ（35～75 トン/時）
- 発生量：170 トン/日（石炭滓 85.5 トン/日、集塵灰（乾式） 85.5 トン/日）
年間約 5.5 万トン
- 有効利用の現状：石炭灰とカーバイド滓を利用して、年間約 3 万トン（1～1.5 千万個）のレンガを作っている。
- 廃棄処分の現状：余剰の石炭灰は灰捨て場へスラリー状で圧送・排出している。

(3) 灰捨て場の現況

- 工場東側を走る鉄道との間に南北約 600m×東西 100～200m×高さ 7～15mの石積みと一部カーバイドで土手を築いた灰捨て場と、その南側二つの山の間に長さ約 100m×高さ約 20mの石積みコンクリート製の堰堤を築いた直径約 150mの 2 つの広い灰捨て場がある。
- 圧送（管径 150～200mm）されてきたスラリー状のカーバイド滓、石炭灰はここで沈殿分離・固化し、堆積される。
- 石炭灰、カーバイド滓スラリーの上澄水と雨水は溝を流れ下り、処分場下を東西に横切る排水管で線路を横断し、東門橋河へ排出されている。
- 現在の灰捨て場が一杯になったら、更に嵩上げを行う。セメント、レンガの原料の一部として廃棄物発生量の約 80%を利用するようになって灰捨て場の残余年数は増え、しばらくは問題ない。

2.1.4 現状の問題点

(1) 酢酸合成工場排水

アセトアルデヒド水和器残液の硫酸水銀廃液を排液槽に集め、排水の水質を均一化したのち中和槽へ定量送水し、中和・凝集沈殿処理にて浮遊物質を除去後、活性炭充填の吸着塔（1系列は吸着塔2本を直列に通水、2系列で合計 50m³/h）を通して水銀化合物を吸着処理している。工場側は本処理装置で水銀の95%を除去回収出来、処理水中の水銀濃度は 0.328mg/L、工場総合排水路では希釈効果で 0.0026mg/L であるとの発言であった。その他、アセトアルデヒド水和工程および酢酸製造工程排水は水銀除去工程を経由せず、直接排水系統に合流する。

1998年4月14日の測定実績によると水銀濃度はFT装置出口にて 1.15mg/L（4時間間隔・6回サンプリングの混合排水を分析）、工場総合排水路では 0.099mg/L（混合排水）であり国家排水基準値 0.05mg/L の約2倍の水銀濃度であった。

さらに、BOD、COD、NH₃-N等の負荷量は総合排水負荷量の過半数を占め問題点の多い排水である。今後とも水銀法酢酸プラントの運転を続行するのであれば、水銀対策として硫化物沈殿またはキレート樹脂系重金属捕集剤等の処理を行い水銀の大部分を除去し、活性炭への水銀負荷を減少させたのち活性炭処理をする必要がある。さらに、本系統排水は多量の有機物を含有しているため活性炭は有機物を吸着し、活性炭の吸着能力は急激に減少し、短時間で排水中の水銀がリークする可能性がある。従って、本格的に酢酸合成排水を処理するためには、水銀除去工程前に微生物処理を設置する必要がある。

しかし第二次現地調査の結果、水銀法酢酸プラントは1999年末迄に運転停止、廃棄処分され、2001年より新酢酸プラント（水銀法以外）の運転となる予定であり、新プラントよりの排水対策を策定する方が現実的と考えられる。しかし、水銀排水は社会的に問題となる排水であり、運転停止迄の緊急対策を講じることが望まれる。

(2) コークス工場排水

1994年に操業開始した中国製のコークス工場であり、直列に2系列 42×2=84 炉からなり、年55万トンのコークスを生産している。このコークス冷却排水はフェノールその他有機物を含む排水であり、有機物を大量に含む溶剤工場排水と混合して処理場に集め、微生物処理（曝気処理および沈殿処理）をしている。本処理水は1998年5月より百花湖下流の猫跳河へ単独で放流している。

測定実績結果を見ると COD、NH₃-N、CN 等が国家基準を越えている。処理水の BOD 値から見ると微生物処理は充分機能を發揮しているが、難分解性 COD が多いようである。処理対策としては脱窒装置、塩素処理装置および活性炭吸着装置等の設置が必要である。

(3) 動力工場排水

発電用として 5 基の大型ボイラがあり、排ガスの除塵設備は 1 基が乾式電気集塵機であり、他の 4 基は湿式洗浄（水膜除塵）設備である。湿式洗浄設備よりの排水は 25m×60m×2.8m（深さ）の沈殿池に流入し、浮遊物質を自然沈殿分離させる。沈殿池へ堆積した浮遊物質はバケット・クレーンで定期的に排除し、上澄水を排出している。

第一次現地調査の測定結果を見ると BOD、COD 等が国家基準を越えている。SS は国家基準以下であるが、総合排水口では黒色を呈していた。汚濁物質や BOD、COD 等は浮遊物質中の未燃石炭に起因するものと思われるので、凝集沈殿装置により汚濁物質を除去する必要がある。

しかし、第二次現地調査の時点では沈殿池の上澄水を全量回収再使用しており、排出量ゼロの状態であり、今後ともこの状態であれば排水処理強化対策は必要ない。

(4) 廃棄物処理

① 水銀含有汚泥、廃活性炭

中和沈殿池は 1 槽で汚泥抜き出し装置がなく、汚泥乾燥床も 1 槽のため、沈殿汚泥の抜き出し、乾燥の管理を十分行うことができないのではないかとと思われる。また、活性炭の交換基準（水銀吸着量）もないようで、廃活性炭発生量も把握されていない。

② コークス工場最終沈殿池

いまだ沈殿汚泥を抜き出したことがないとのことであるが、沈殿池では浮遊物が沈殿し、いずれ沈殿汚泥の抜き取りが必要になる。堆積汚泥の抜き出しを行わないと、常時は問題なくても豪雨時に汚泥の流出が起こる可能性がある。

③ 灰捨て場

豪雨時に、雨水に混じって集塵灰など微粉が流出することが懸念されていたが、灰捨て場からの流出水は濁りはなく問題はなさそうである。また、総工場敷地内にレンガ工場、セメント工場があり、カーバイド滓、石炭灰の発生量の 80～90%を再利用し、廃棄物の削減に努めており、当面処分場について問題はない。

2.2 施設計画と設計

本工場は本来国家第1級基準（現有）が適用される。しかし、本工場は既設設備であり、かつ、国家に対する貢献度が大きいいため、現在国家第2級基準（現有）が適用されている。従って、施設計画に当たっては国家第2級基準（現有）が適用されるものとして計画する。

施設改造または施設新設案を図 2.2.1 に示す。

2.2.1 施設計画

(1) 酢酸合成工場排水

2001 年より新酢酸プラント(水銀法以外)の運転となる予定であるが、水銀排水は社会的に問題となる排水であり、運転停止迄の緊急対策を講じる必要がある。当然緊急対策案における増強排水処理設備の運転も短期間運転となるため建設期間が短く、建設費が安価であり、運転管理の容易な設備を選定する必要がある。

水銀処理方法には重金属捕集剤・凝集沈殿法、硫化物凝集沈殿法、活性炭吸着法、イオン交換法、フェライト法等があるが、以下の理由により重金属捕集剤・凝集沈殿法を推奨する。

- 水銀を効果的に除去出来る
- 生成フロックが大きく、フロックの沈降分離性が良い
- 沈殿分離後のスラッジから水銀の再溶出がない
- 運転管理が容易である
- 起動・停止が容易である
- 建設期間が短い
- 建設費が安価である

中国国内にて重金属捕集剤が入手不可能な場合は硫化物・凝集沈殿法を適用する必要がある。硫化物凝集沈殿法は硫化ソーダ等を使用して不溶性塩の硫化水銀(HgS)の形にして分離する方法である。この方法は水銀当量に対して当量以下では処理が不十分であり、当然当量以上の硫化物が必要とされる。さらに、排水中の水銀濃度も常に変化するので最高水銀濃度に合わせて注入する必要があり、常に過剰の硫化物が必要となる。過剰の硫化物は可溶性チオ錯イオン(HgS²⁻)を形成し、水銀が流出し水銀の処理が不完全になる可能性がある。また、排水中に酸化剤等が含まれると凝集した

ものが再溶解し水銀が流出する可能性もあり、運転管理上十分な注意が必要である。

この様な問題解決策として過剰な硫化物を鉄塩と反応させる方法がある。しかし、本法は重金属捕集剤を使用した場合と比較すると水銀の除去率は劣り、薬品注入設備は硫化物と鉄塩の2系列が必要であり、設備投資額が増加すると共に運転管理も煩雑となる。従って、運転期間が短いことを考慮すれば重金属捕集剤を輸入するほうが得策と考えられる。

(2) コークス工場排水

第一次現地調査の測定実績結果を見ると COD、NH₃-N、CN 等が国家基準を越えていた。第二次現地調査において、工場側提示の資料によると COD は 60.96～338mg/L、平均 187.31mg/L であり、平均値で見れば国家第2級基準 200mg/L を下回っている。しかし、同資料から基準値合格率は 41.7% であり、放流水の半分以上は基準値以上の排水水質で放流されていることになり問題となる排水である。既設活性汚泥設備の運転性能を処理水質から判断すると、処理水 BOD 値 1.86mg/L と微生物処理設備の機能は十分に発揮されている。問題は難分解性 COD が多い上に、処理水を原排水の希釈水として循環利用しているため難分解性 COD が循環・蓄積し、処理水の COD 値を上げているようである。

問題解決には

- 第一案：希釈水は他の工場排水を使用する。
- 第二案：百花湖下流への単独排出用ポンプより動力工場へ送水し、湿式集塵機給水に利用する（湿式集塵機用必要給水量：189m³/h、コークス工場排水：134m³/h）。
- 第三案：難分解性 COD 処理用活性炭吸着設備、NH₃-N 対策の脱窒設備および CN 対策の塩素処理設備設置

の3案がある。

以上の検討結果、コークス工場排水処理対策は下記理由により第二案を推奨する。

- 排水量が減少出来る、動力工場での給水量が減少する。
- 既設活性汚泥設備の運転状況の良否に左右されない。
- 運転管理費が必要ない。
- 既設ポンプ、配管の一部等が転用出来、設備費が少ない。

2.2.2 設計

(1) 酢酸合成工場排水

①設計条件

- 処理方式 : 重金属捕集剤・凝集沈殿法
- 処理量 : 50m³/h (1998.7.9 貴州省環境保護局楊所長より)
- 重金属捕集剤注入率 : 20~35mg/L
- 重金属捕集剤槽 : 4日分貯留 (25mg/L 注入時)
- 重金属捕集剤槽濃度 : 1%
- 重金属捕集剤ポンプ : 125L/h (25mg/L 注入時)
- 年間運転時間 : 3,000~5,000 時間

②重金属除去設備系統図

図 2.2.2 参照。

③重金属除去設備配置図

図 2.2.3 参照。

④重金属除去設備機器リスト

表 2.2.1 参照。

(2) コークス工場排水

工場配置図、機器配置図、配管図等詳細資料が工場側より提供されないため概略設計は行っていない。

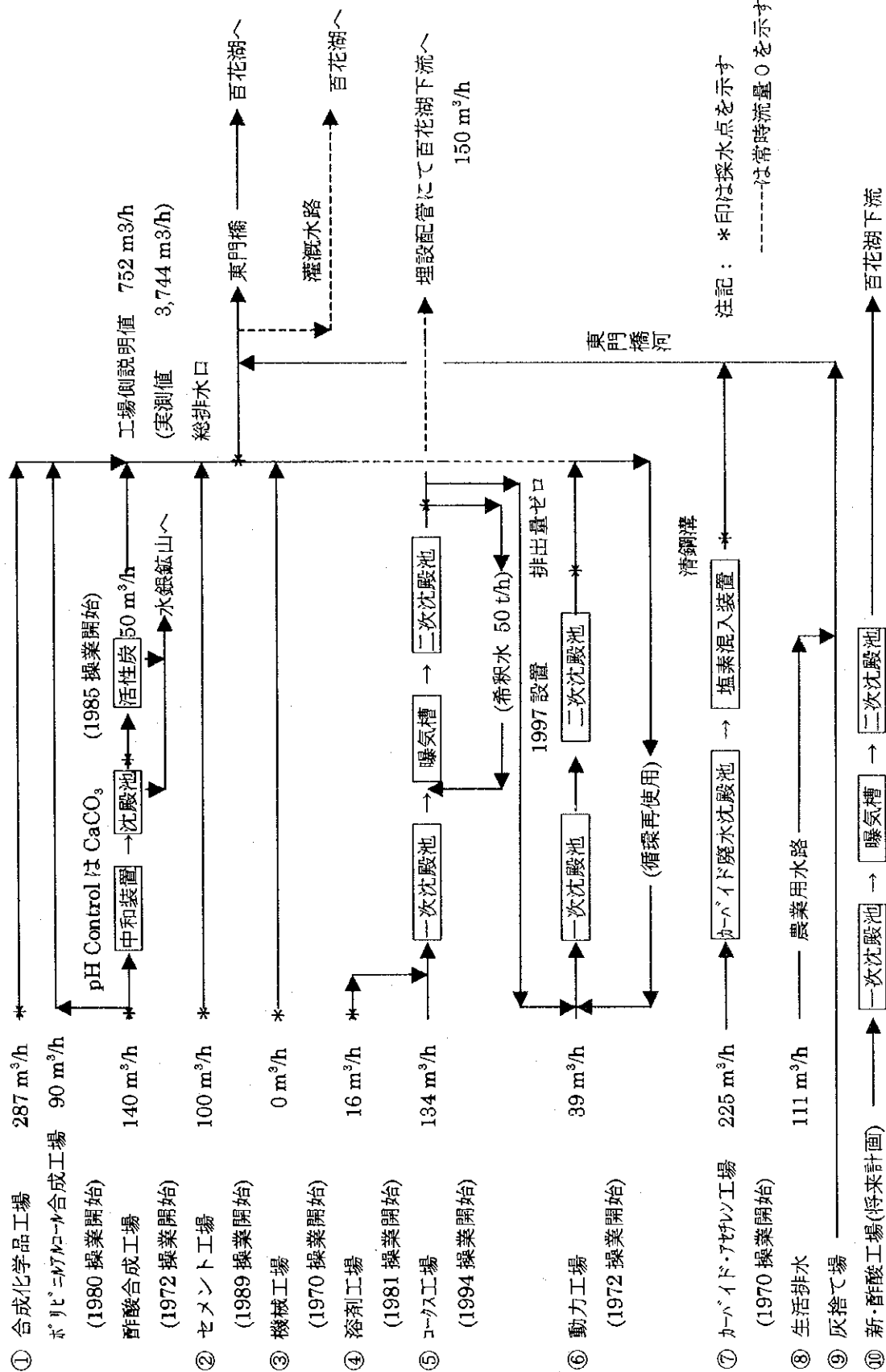


図 2.2.1 貴州有機化学総工場・推奨排水系統図

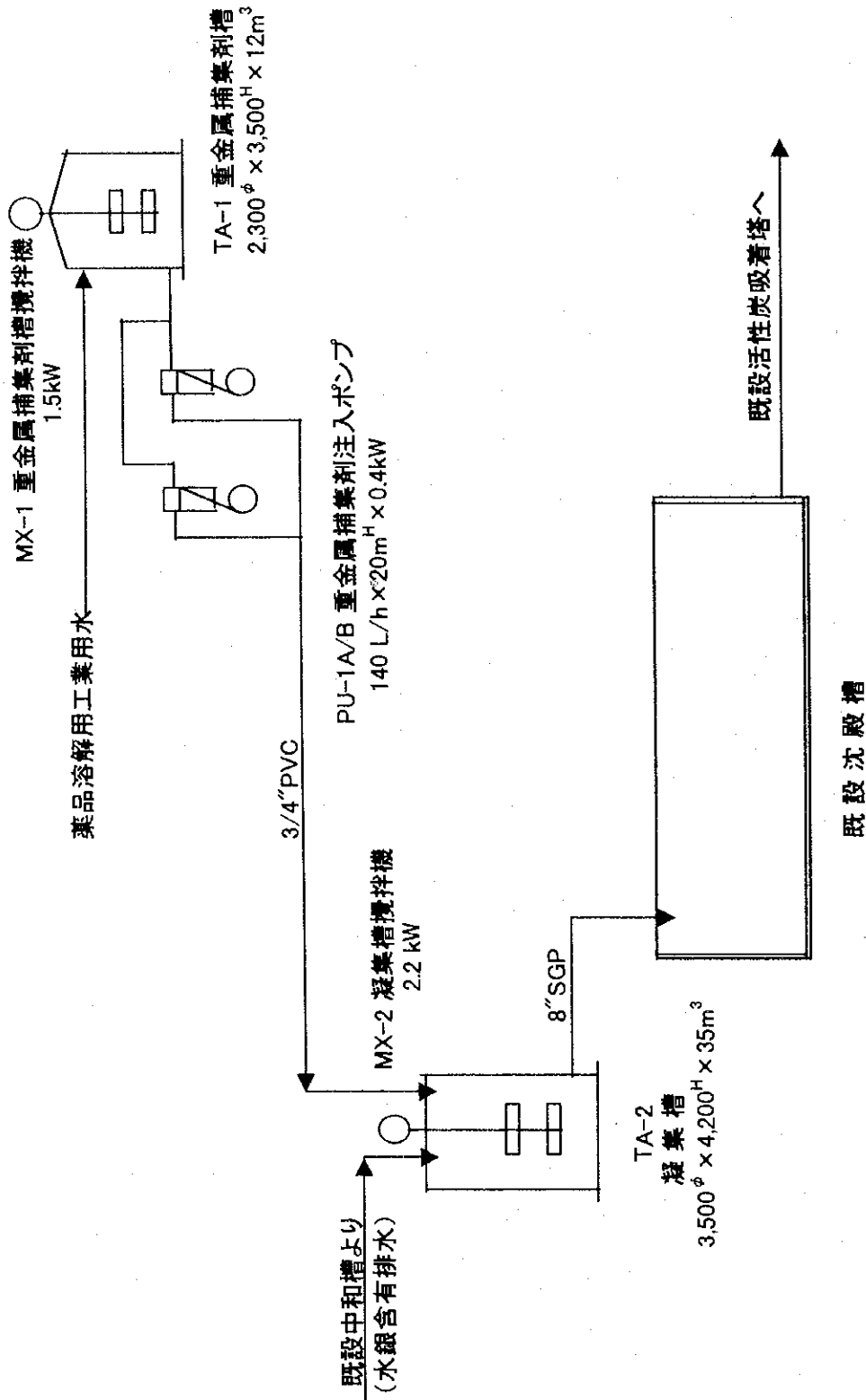


図 2.2.2 貴州有機化学総工場・重金屬除去設備系統図

機器番号 機器名称
 TA-1 重金属捕集槽
 PU-1A/B 重金属捕集剤注入ポンプ

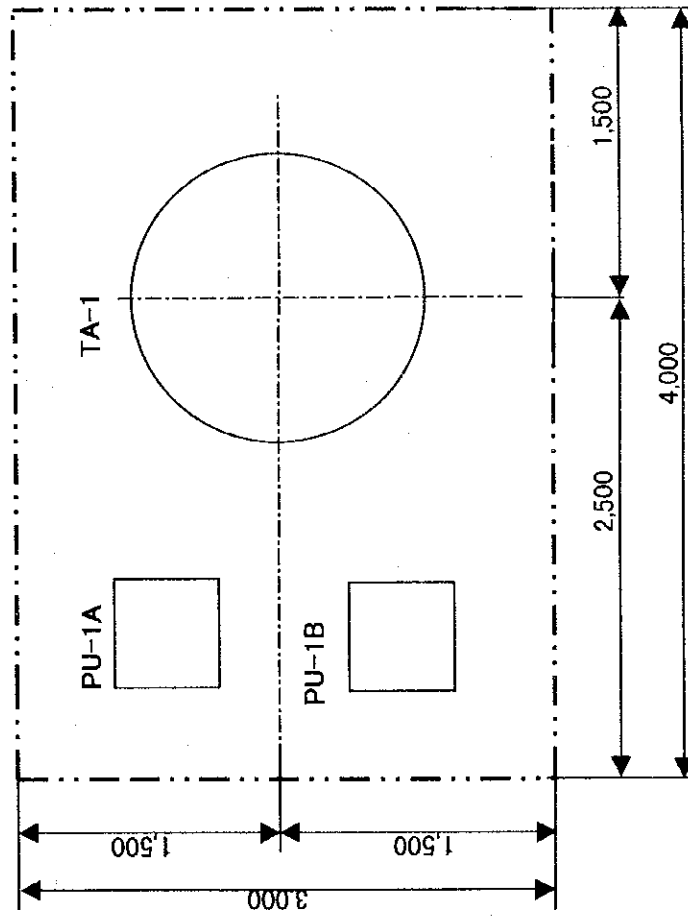


図 2.2.3 貴州有機化学総工場・重金属除去設備配置図(TA-2を除く)

表 2.2.1 機器リスト

工場名	貴州有機化学総工場		訂正日	1	2	作成日	
分工場名	合成化学品工場		訂正者			作成	
装置名称	重金属除去設備		点検			点検	
排水名称	酢酸製造工程排水		承認			承認	
機器番号	機器名称	基数	仕様		備考		
TA-1	重金属捕集剤槽	1	2,300 ^φ ×3,500 ^H ×12m ³		FRP製、円筒型		
MX-1	重金属捕集剤槽攪拌機	1	1.5kW		SUS304製		
PU-1A/B	重金属捕集剤注入ポンプ	2	140L/h×20m ^H ×0.4kW		制御容量往復動、接液部PVC		
TA-2	凝集槽	1	3,500 ^φ ×4,200 ^H ×35m ³		FRP製、円筒型		
MX-2	凝集槽攪拌機	1	2.2kW		SUS304製		
注記	<p>設計条件 1. 排水：水量 50m³/h(1998.06.15工場よりの受領資料による) 水銀濃度 8.1 mg/L(1998.04.14貴州省環境保護科学研究所カブリング・分析)</p> <p>2. 重金属捕集剤注入率 20~35 mg/L</p> <p>3. 沈殿池は既設沈殿池を利用。FT装置の前処理として、活性炭の負荷を減少させ処理水の水銀濃度を減少させる。</p>						

2.3 運転管理計画

2.3.1 運転計画

重金属除去設備は酢酸製造工程に合わせ運転する必要があるため、酢酸製造工程の運転計画に合わせ年間稼働日数およびシフト数を設定し、熟練度や専門領域によるレベル毎の必要運転員の確保、運転期間中に必要な重金属捕集剤の確保等の計画を立て円滑な運転を計る必要がある。合わせて、既設 FT 装置の運転も同様な配慮が必要である。

また、運転に先立ち運転員の訓練・技術習得、習得技術レベルの評価・確認を行い運転に備える必要がある。

2.3.2 管理計画

運転に当たっては、責任体制が明確になるよう設備の管理・組織構成表を作成し、運転管理上に必要な人材構成を形づくる。特に、業種別の作業内容を明確にし、運転員業種別の谷間がないようにする必要がある。

設備運転に関しては下記の項目を確認・管理する必要がある。

- 適正重金属除去剤注入率の確認 : 1 回/日
- 沈殿槽の汚泥堆積状況の確認 : 1 回/日
- 重金属捕集剤槽のレベル確認 : 1 回/日
- 沈殿池入口・出口水銀濃度 : 1 回/週
- 活性炭出口水銀濃度 : 1 回/週
- 沈殿槽堆積汚泥の抜き出し : 堆積状況に応じ

運転・管理の人員配置計画は表 2.3.1 参照のこと。

表2.3.1 排水処理設備人員配置計画

区分	名称	直接要員 (人)	直数 (回)	単位	計 (人)	備考
運転・管理	運転作業員	0.5	3	人/日	1.5	8時間、3交代
	分析要員	0.5	1	人/日	0.5	
	小計			人/日	2.0	
設備・保全	設備保全員	0.5	1	人/日	0.5	
	小計			人/日	0.5	
合計				人/日	2.5	

- 注：1) 人員配置計画は運転・管理上で必要な最低の人数とする。
 2) 処理設備の運転時間は生産設備の運転時間にあわせ、一日 24 時間とする。
 3) 運転作業員は 3 交代制とする。

処理設備の年間維持管理費は表 2.3.2 参照のこと。

表2.3.2 年間維持管理費一覧表

名称	消費量	単位	単価 (元)	単位	時間当たり 維持費 (元)	年間当たり 維持費 (元)
金属捕集剤	0.25	kg/h	80.0	元/kg	20.0	100,000
電力	2.0	kWh	0.138	元/kWh	0.276	1,380
人件費	2.5	人	7,600	元/年		11,875
合計						113,255

- 注：1) 運転時間は一日 24 時間とし、年間で 3,000～ 5,000 時間とする。
 2) 各数値は第二次現地調査にて、収集した資料に基づいている。
 3) 金属捕集剤は日本製のものとする。

2.4 事業費と財務計画

2.4.1 事業建設費

事業建設費の試算においては、排水処理の概略設計にしたがい、以下の積算条件の基で行った。その際の積算項目は処理設備本体費、付属設備（配管、電気等）費、土木工事費、諸経費とする。

(1) 事業建設費（概算）

総建設費		51.0 万元
内訳	処理設備	25.0 万元（処理設備本体、据え付け工事）
	付属設備	5.5 万元（配管工事、電気工事）
	土木工事	6.0 万元
	諸経費	14.5 万元

(2) 積算条件

- 処理設備本体の金額は基本的にメーカーの見積によるものとする。
- 建設範囲内の地盤改良は積算範囲外とする。
- 排水処理設備建設用地は 3.0m×4.0m する。
- 積算範囲は処理設備建設予定地内とする。
- 凝集槽は排水処理設備の範囲外に設置する。ただし、凝集槽本体、据え付け、基礎工事は積算範囲内とする。
- 電気設備は二次側以降を積算範囲内とする。ただし、一般照明は考慮しない。
- 中国で入手できない設備は日本製のものとする。
- 諸経費率は中国の関連規定で定められた率で設定する。
- 換算レートは 1998 年 5 月の公定レートの平均値とする。

（100 米ドル=827.9 元、100 日本円=6.15 元）

2.4.2 事業費

2.4.1 に記載の概略建設費、及び表 2.3.2 の維持管理費より、重金属除去設備建設及び維持管理に必要な事業費は次の様になる。

• 総投資額	建設費	:	51.0 万元
	流動資金	:	1.5 万元
	計	:	52.5 万元
• 維持管理費 (年間)		:	12.6 万元

(上記2.4.1に記載の数字に修繕費、保険代を加えた)

2.4.3 財務計画

(1) 資金の調達

借入金	:	40 万元
自己資金	:	12.5 万元
計	:	52.5 万元

新規投資に対する自己資本比率は総投資額の 30%以上との国家基準があるが、西南部地区優遇策により 20%を超えていれば投資が認められる。本事業における期待出来る便益は後述の通り非常に大きいので、当工場の自己資本比率を出来るだけ押さえるようにし、20%強 (23.8%) とした。

(2) 資金調達源

本事業の実現は急を要しており、かつ小規模プロジェクト故借入金を国内で調達する事を提案する。

しかし、参考の為本事業で資金を調達可能な海外の金融機関名と融資条件を表 2.4.1 に示す。融資条件は日本の O E C F や日本輸出入銀行のそれが有利と言えるが、資金の調達に時間がかかるのが難点である。

表 2.4.1 中国向金融機関融資条件

金融機関名	金利	期間 (据置)	保証	備考
世界銀行 (IBRD)	年約 6.7%	20 年 (5 年)	中央政府の保証	<ul style="list-style-type: none"> 通貨は US\$ ベース 世銀債発行にて調達 変動/固定金利あり 競争入札 全世界地域プロジェクトとの競合
アジア開発銀行 (ADB)	年 6.79%	10 年～30 年 (2 年～7 年)	有 (保証内容は協議 による)	<ul style="list-style-type: none"> アジア銀債発行にて調達 競争入札 アジア地域とのプロジェクトでの競合
日本輸出入銀行 (EXIM)	長期プライムレート マイナス 0.2% (1998 年 10 月現在 で 2.1%)	10 年 (建設期間中)	中国銀行の保証状	<ul style="list-style-type: none"> 頭金 (自己資金) 15%が必要 一般金融機関との協調融資 (Max.70%EXIM の貸付分担) 協調部分は貿易保険とのセット 協調部分の金利は EXIM と同率 貿易保険料率は建設契約額の 3～4% アンタイトバシクローン 競争入札 国家計画委の作業の時間がかかる
海外経済協力基金 (OECF) (環境円借款)	年 2.1% (但し、金利は交渉 により下げること も可能)	30 年 (10 年)		<ul style="list-style-type: none"> 一般アンタイト 単一プロジェクトへの融資は少額 4 省庁合議のため時間がかかる 外交文書の取り交わしが必要

2.5事業評価

2.5.1 環境改善効果による評価

酢酸合成工場における当面の排水処理対策により、排水に含まれる水銀の含有量が大幅に削減され、水環境の改善に貢献することが期待される。

2.5.2 財務評価

(1) 水銀対策の効果

本重金属除去設備の運転期間は、計画されている新酢酸合成設備の操業開始までの期間、僅か 2 年間である。短い期間ではあるが工場外に排出される水銀量を削減する意義は大きい。

本設備が稼動することにより期待できる収益の改善は、下記の通りであり合計で年間約 1,717 万元の節約となる。

• 水銀回収量の増加：1.2 トン×4 万元/トン	4.8 万元/年
• 廃活性炭処分量の減量：20 トン減少と仮定。	9.5 万元/年
• 汚染排出費の軽減(年間運転時間：5,000)	1,703 万元/年
• 合計	1,717.3 万元/年

本設備稼動による大きなメリットは、何と云っても汚染排出費が大幅に軽減される事である。

即ち水銀の排出濃度を基準値以下に下げることにより、年間約 1,700 万元の節約になる。

上述の汚染排出費の計算は表 2.1.1 のデータ及び、汚水総合排出基準 (GB8978-96) に基づき行った。その結果、現状の汚染排出費は年間約 1,920 万元となった。重金属除去設備設置後の汚染排出費は約 218 万元となり、その差約 1,700 万元が本装置設置による軽減となる。実際には工場排水の濃度は運転状況により変化する為、汚染排出費の計算は毎月の水質調査の結果に基づき行われ、これをベースに毎月或いは 4 半期毎に汚染排出費が徴収されている。従って上記の様に 1 回の測定値を用いて計算した年間の汚染排出費は、実際に支払った金額とは必ずしも一致しないが、上記計算結果を今回の FS 検討データとして採用した。当工場において、汚染排出費の計算対象となる基準超過物質は T-Hg、BOD、COD の 3 種類である。この中で T-Hg の基準超過費用徴収単価 (B 級) は汚染物質の中でもっとも高く、BOD、COD の 20 倍である。T-Hg の高い徴収単価がこの工場の汚染排出費を高くしており、Hg の排

出濃度を規準値以下に下げることにより、上記の通り汚染排出費を大きく下げることができる。

(2) 財務評価

まず本設備は規定値(0.05mg/l)以上の水銀 (0.099mg/l) 含む排水 (BOD, COD も規定値を超えているがここでは対象外) を原料として、製品 (規定値以下の水銀を含む排水-汚染排出費の削減, 水銀-回収による, 廃活性炭処分費の削減) を製造する設備と想定した。

上記の収益の改善による軽減額合計約 1,717 万元を、本設備稼動による年間収入と考え財務評価を行った。総投資額 52.5 万元, 年間維持管理費 12.6 万元 (変動費分: 電力代, 金属補集剤, 固定費分: 人件費, 修繕費, 保険費), 自己資金 12.5 万元, 借入金 40 万元 (国内で調達, 金利年 7.65%, 返済期間 3 年-1998 年 7 月末現在の中国工商銀行のデータによる), 固定資産の償却年数 3 年, 残存価値 0, 法人税 33%, 運転期間 2 年, 年間運転時間 5,000 時間, を前提として計算した結果、内部収益率 (IRR) 2,185%を得た。汚染排出費の軽減は年間約 1,700 万元と巨大な値となり、総投資額 52.5 万元の 32.4 倍にも相当するので、当然と言えば当然である。

以上の結果より、本設備は運転期間が短いが財務的に非常にフィージブルである。

2.5.3 経済・社会評価

水銀排出量の減少に伴い水質改善が期待できるが、流域の水銀汚染による被害は今まで蓄積された水銀によるものが大きい。本事業により排水水銀量が減少し、流域住民が持つ水銀汚染に対する不安を少しでも和らげる事が期待され、社会的評価は高い。

廃活性炭処分量の減少による廃活性炭輸送量の減少により交通公害の減少に僅かながら貢献が期待される。

2.5.4 財務分析

当工場は過去に環境保全プロジェクト 15 件 (1 件当たりの投資金額は 10~745 万元)、合計 3,500 万元をすべて自己調達で実行してきた。また当工場の総資産は約 6.6 億元 (1997 年度) と大きく、当事業のような小型プロジェクトに対し、過去の実例からも理解できるように、当工場は資金の調達を自工場で行う力と実績があり、本事業への投資はなんら問題ないと判断される。

2.6 実施計画

2.2 施設計画と設計および現地調査に基づき重金属除去設備の導入に必要な組織、および実施スケジュール等より構成される実施計画を策定した。

2.6.1 実施体制、組織

(1) 水銀排水対策委員会の設立

現在、総工場長の指揮下に環境保護安全処があり、工場全体の環境保全に責任を持って運営されている。従って、重金属除去設備導入のための組織は現有組織を利用し構成するのがよい。

- 総工場長
- 環境保護安全所長
- 酢酸合成工場長
- 金融関連責任者
- 猫跳河流域住民代表者

(2) 委員会編成の期間および実施内容

① 期間

実行計画の検討開始から試運転、試運転結果の評価までの期間とする。

1998年11月～1999年8月

② 実施内容

- 工場の公害再調査：水銀問題の実態を把握し、環境アセスメントを実施する
- 実施計画書の作成：本報告書記載内容を評価し、実施計画書（設備内容、総合工程、融資計画等を含む）を作成する
- 助成措置および資金融資の確保の推進：税金、補助金の折衝、融資金の確保
- 実施計画の推進および工程管理：工場の実施計画を確認し、工事の進行状況の確認を行う
- 工場への技術的確認：工場の実施計画のアドバイスをを行い、分析を含めた技術指導を行う

2.6.2 運転要員計画

運転要員計画は表 2.3.1 を参照のこと。

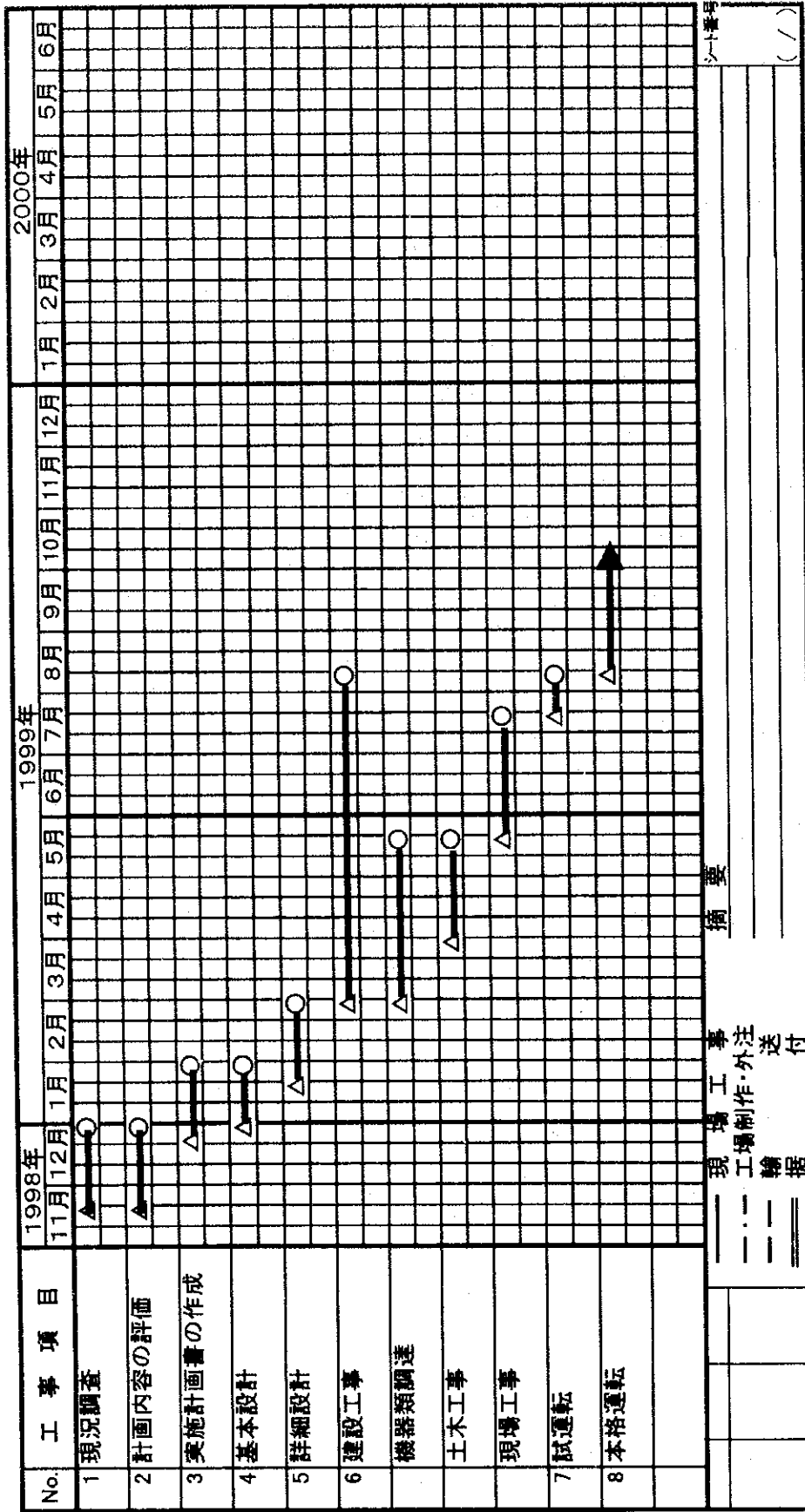
2.6.3 実施工程

本計画の実施工程は以下の通りである。計画工程を表 2.6.1 に示すが、日程等の概要は次の通りである。

(1) 現況調査	1998年11月～1998年12月
(2) 計画内容の評価	1998年11月～1998年12月
(3) 実施計画書の作成	1998年12月～1999年01月
(4) 基本設計	1998年12月～1999年01月
(5) 詳細設計	1999年01月～1999年02月
(6) 建設工事	1999年02月～1999年06月
(7) 試運転	1999年06月～1999年07月
(8) 本格運転	1999年08月～

表 2.6.1 工程表

顧客名：貴州有機化学総工場
 プロジェクト名称：環境総合対策計画調査
 設備名称：重金除去設備



3 酢酸合成設備

3.1 まえがき

貴州有機化学総工場は 1965 年中国東北部吉林省吉林化学公司から水銀を使用する酢酸製造プロセス技術を導入して、1971 年に完成して以来の 27 年間、酢酸及び酢酸を出発原料とする各種有機化学製品を生産している。しかしながら、現在、水銀法酢酸製造プロセスによる製造工場は、世界では例が無く、中国でも 1987 年に化学工業部が全国の水銀法酢酸製造工場の廃止を決定した。したがって、現在、水銀法を使用して酢酸を製造しているのは、この貴州有機化学総工場が世界でも唯一である。

貴州省及び貴州有機化学総工場では、水銀を使用しない酢酸の新製造法による設備の更新計画を、既に、10 年前の第 7 次 5 カ年計画時から提案しているが、資金事情から実現出来ずに今日に到っている。しかし、水銀の流出による環境汚染の拡大をこれ以上防ぐ意図からも、国家・化学工業部と省政府からの命令で、この工場の水銀法設備を 1999 年末には、完全に廃止することを決定している。したがって、工場では、酢酸合成設備の更新計画を見直し、改めて中央政府に認可を申請するために、新たに開発された酢酸合成プロセスの検討などを含めて、F/S 作業を成都の化工部第 8 設計院に依頼して実施した。以下は、中国が実施しようとしている更新計画の内容をレビューして報告する。

3.2 水銀法酢酸製造工場の現状

3.2.1 設備能力

1971 年に操業を開始した水銀法酢酸製造設備は、当初は年間 1 万 8 千トンの設備能力を有していたが、水銀流出による被害の拡大に伴い、1987 年から新たに、アルコール法による酢酸製造設備を新設することによって、水銀法設備の生産を逐次縮小している。現在の酢酸製造設備の能力は以下の通り。

- 水銀使用法 : 6,000 トン/年
- アルコール法 : 12,000 トン/年

3.2.2 水銀法プロセス

旧ソ連からの技術を導入したとされる吉林化学公司から技術移転されたプラントであるが、ドイツのワッカーヘミー社で開発されたアセチレン循環法と類似した合成

法である。日本でも硫酸水銀反応液循環法等の類似技術がドイツに先立ち開発され「大阪工研法、チッソ法」等として、かつては数社で工業化されていたが、その後はアセチレン循環法も導入されて工業化されていた。

貴州有機化学総工場の方法は、触媒として金属水銀を希硫酸と接触して生成した硫酸水銀水溶液を反応母液として、この反応液にアセチレンを吹き込みアセトアルデヒドを生成する。反応器から生成したアセトアルデヒドを過剰のアセチレンガスと共にスクラバーに送り、10～15%の濃度のアルデヒド水溶液を回収する。これを蒸留塔に送り精製して製品アセトアルデヒドを得る。この過程で大気中に蒸発した水銀による環境汚染、排水中に流出する有機水銀による汚染が発生することになる。

3.2.3 水銀法による酢酸製造工程

この工場では、基本原料が石炭と石灰石であり、まずカーバイドが製造されて、カーバイドに水を加えてアセチレンを生産して、アセチレン原料により、上記の水銀法プロセスによりアセトアルデヒドを製造し、さらに酸化工程を経由して酢酸が合成される。尚、アルコール法の場合は、アセチレンの代わりにエタノールが原料となり、酸化法によりアセトアルデヒドが生産され、あとの工程は、水銀法の場合と同じくアセトアルデヒド法で酢酸が合成される。しかし、アルコール法は原料のエタノールが農作物からの発酵法により製造されているために、原料入手に制約があり、生産コストも割高になっている。

3.3 更新計画の概要

以下の酢酸合成設備の更新計画は、貴州有機化学総工場が成都の化学工業部第8設計院に委託して実施した、F/Sに関する報告書から、その要点の開示を受けて、内容の一部を引用したものを参考としている。但し、このF/S報告書は、1998年5月作成のもので、それ以降に設備投資金額等に若干の変更の可能性もあるが、貴州有機化学総工場では、国内での申請用のF/S報告書としては完成されたものであるとの見解である。

3.3.1 設備更新の必要な理由

既存設備であるカーバイドアセチレンを原料とする水銀法酢酸製造設備を廃棄して、水銀を使用しない新設備に更新することは、環境汚染の改善の上からは当然必要

なことと思われる。しかし現実には、比較的小規模の酢酸製造設備を原料のメタノール生産設備までを含めて、自力で貴州省の既存工場内に建設することの経済的妥当性について、F/S 報告書の中で、以下のように四つの理由を示している。

(1) 酢酸を外部から購入する場合との経済性の比較

酢酸を外部から購入する場合は、現在、隣接省の四川省重慶市に建設中である四川ビニロンの15万トン/年の工場が対象になる。四川ビニロンから貴州有機化学総工場までの現時点での輸送費は、トン当たり200元、仮に、現在の酢酸の外部購入平均価格は4,600元/トンとして、新設酢酸設備が2001年に完成して生産開始から3年目100%負荷時の製造コストは、F/S報告書での財務計算から4,600元/トンとなっている。その時点(今から6年後)での市場価格は年9%の物価上昇率で計算すると7,715元/トンになる、さらに輸送費を335元(200元から物価上昇込み)を加えて8,050元/トンが6年後の工場の仕入れ価格となる。この価格は、新設の酢酸製造設備での製造コストと比較してトン当たり3,590元高くなる。従って、毎年3.6万トンの酢酸を購入すると年間約1.3億元を余分に支払う計算になる。これがプロジェクト寿命の14年間で計算すると、酢酸の外部からの購入する場合は、約14.2億元になる。この総額は、設備の新設の総投資額6.5億元を大きく上まわることから、明らかに経済性の上からは自力で設備建設の妥当性を証明出来るとしている。この計算には、原料メタノールの一部外販分と副生する硫黄の販売クレジットは含まれていない。

(2) 原料メタノール購入の可能性

原料メタノールを自家生産しないで外部から購入することについては、貴州省内では現在、メタノールを生産している工場は皆無であり、購入先としての最寄り工場は、酢酸の場合と同じく四川省重慶市となる。重慶市は天然ガスが豊富に利用できるために、有利にメタノールが生産出来る。

しかし、この可能性は、輸送条件によって否定されている。報告書によると、重慶市の四川ビニロン工場から貴州有機化学総工場までは600km離れており、輸送は港から鉄道の駅まで数回の積み替えが必要とのことで、更に、鉄道輸送は多年来過負荷で満杯状況のため必要なメタノール量の50%しか輸送は出来ない状況で、結局、メタノール外部購入は不可能との結論になっている。貴州省内の別の場所でのメタノール生産については別途提案する。

(3) 既存工場設備の有効利用

本計画による新設酢酸製造設備は、完成後、既設工場のユーティリティ設備及び付帯設備の一部を有効利用することが可能である。

(4) 石炭化学を発展させる省の技術政策

貴州省にある資源の中で、豊富に存在する石炭を利用して付加価値の高い多種類の化学品を生産する石炭化学工業を発展させる、国家・省の政策とも一致する計画になる。貴州省は天然ガスと石油は不足しているが、石炭資源は埋蔵量が491.4億トン、現在の生産量が年間3,200万トン、省外への輸出が900万トンに達している。

注) 中国政府の国家計画委員会が第9次5カ年計画の中での化学工業分野の重点目標の一つに、この石炭化学工業の発展をあげている。しかも、生産する重点化学品の一つに酢酸を取り上げている。

3.3.2 更新設備の内容と能力

本計画において新設される設備内容と主要な能力は以下の通り。設備能力の選定の原則は、あくまでも貴州有機化学総工場が生産する酢酸誘導品のための原料需要を満足させると共に、貴州省内の酢酸需要を充たすことにある。省外への外販はメタノールも含めて考えていない。同様に、石炭ガス化設備とCO精製設備の能力は、酢酸生産のための必要な需要と合わせて決定している。

設備	生産・処理量
• 石炭ガス化設備	: 原料石炭処理能力 8.96万トン/年
• CO精製設備	: CO生産量 3万トン/年
• メタノール合成設備	: メタノール生産量 3万トン/年
• 酢酸製造設備	: 酢酸生産量 3.6万トン/年
• 用役設備	: ボイラ・熱供給設備、 : 給排水設備 : 受配電設備 : 圧縮空気・不活性ガス設備・冷凍機
• 環境改善設備	: 汚水処理設備 : 廃棄物処理設備

3.3.3 採用技術の概要

(1) 石炭ガス化技術：固定床常圧ガス化法（中国国産技術）

この分野で世界的に現在通用するプロセスは、海外技術であるルルギ法（加圧固定床）、テキサコ法（加圧噴流床）、ダウ化学法（加圧噴流床）、シェル法（加圧噴流床）までであるが、中国の場合は全国に散在する中・小型のアンモニア肥料工場（900以上の工場がある）のほとんどが石炭ガス化技術は国産の固定床常圧ガス化炉を使用しているため、その実績は膨大であり十分に確立された技術といえる。上記の先進技術に比較して、設備費が著しく安い。今回の計画では、設備能力も小さいので、この国産技術を採用することは妥当な選択と考えられる。この F/S では、MQ3,2m 炉（中国国産のガス化炉の標準タイプ）を 4 基設置する計画となっている。

この計画では、ガス精製は後続のメタノール合成が低圧法を採用しているために、銅系触媒が使用されていて、硫黄に対する被毒が厳しく、メタノール合成への入口で硫黄含有量を 0.1ppm 以下に抑える必要がある。この F/S では、中国国産技術の湿式脱硫法と乾式脱硫法の組み合わせが採用されている。

(2) 一酸化炭素（CO）精製技術：PSA 法（国産技術）

この目的で、従来から採用されている技術は、深冷分離法、銅液洗浄法、COSORB 法と吸着法である PSA 法であるが、中国は PSA 法について、吸着剤も自身で開発して、最近では実績を重ねているようである。従って、この計画でも国産技術の PSA 法を採用している。

(3) メタノール合成技術：低圧合成法（国産技術）

メタノール合成技術は、現在では ICI、ルルギ法で代表される低圧法が中心となっているが、反応器の形式から急冷式、自己熱交換式、外部冷却式の 3 形式で、数社のプロセスライセンサーが特徴を出している。今回の計画では、中国国産技術である低圧法の合成プロセスが採用されている。触媒も国産とのことで、反応器の形式は熱交換式で、ルルギ法に類似のプロセスのようである実績も確立されているとのことである。

3.3.4 酢酸合成技術の選択：メタノールカルボニル化法（海外導入技術）

本計画の心臓部工程である酢酸合成設備の採用技術の選択は、この F/S の中でも、重要な部分を占めている。従って、この技術の内容について、特に詳しく以下に報告する。

(1) 世界の酢酸製造技術の現状

酢酸製造の技術は、現在では世界でその生産能力の 60%を占める第一のプロセスがメタノールと CO が原料となるメタノールカルボニル化法であり、16 基が操業中である。第二のプロセスは、アセトアルデヒド経由エチレン酸化法であり、その生産能力の 25%を占め、現在も 24 基が操業中である。残りの生産能力の 10%を占めているのが、ブタン、ナフサの直接酸化法であり、米国、英国、カナダに大型設備が操業されている。また、最近、日本の昭和電工がエチレンの直接酸化法（アセトアルデヒドを経由しない）を開発して、年産 10 万トンの設備を完成させた。この他に、無水酢酸、アスピリン等を生産する際に副生するもの、比較的小規模ではあるが、エタノールからアセトアルデヒド経由のプロセス（貴州有機化学総工場が使用しているアルコール法）が中国の場合は多く、公表されているもので 6 工場ある。

(2) メタノールカルボニル化法の概要

本計画における酢酸製造の原料は、貴州省が資源として石油、天然ガスが少なく、石炭が豊富なことから、石炭原料が条件となるので、前項であげたプロセスの中から必然的に、石炭をガス化して合成出来るメタノールと CO が原料となるメタノールカルボニル化法が選択される。

メタノールカルボニル化法の工業化に成功したのは、1960 年にドイツの BASF 社で、コバルト系触媒を使用して、圧力 700bar、温度 210~250℃で反応を行うものであった。しかし、その後、世界的にメタノール製造の大型化によるコストダウンで、この方法が見直され、技術開発が行われた結果、1970 年に米国モンサント社が低圧で活性、選択性に優れたロジウム系触媒を開発して工業化に成功した。このモンサント法は BASF 法に比較して、反応圧力が大幅に低下して (28~70 bar)、更に収率も向上して副生物も少なく、優れた特徴を有していた。

現在、メタノールカルボニル化法酢酸製造技術で、世界で工業化されているプロセスは、高圧法の BASF 法と低圧法の BP/モンサント法*であるが、BP 法が圧倒的にシェアを独占している。高圧法の BASF 法は、既に過去のプロセスで、開発者の BASF 社とルーマニアに設備を残すだけの状態になっている。

注* BP Chemicals 社が技術所有権をモンサント社から買収した。

最近、低圧法の改良技術として、日本の千代田化工建設が米国の UOP 社の協力で開催されたプロセス (ACETICA 法) が注目されている。工業実績は未だ無いが、触

媒が改良されて、腐食性も緩和されたと言われる。

(3) 酢酸製造技術の選択

本計画に関して、当初は、BP 社に技術移転（ライセンス）の申し入れを行った。しかし、BP 社は、通常、ライセンスが可能な装置の最低能力は年間 10 万トンといわれ、貴州有機化学総工場の場合は対象外でライセンスを拒否された。次に高圧法の BASF 法について検討したが、この技術は 60 年代の技術で、90 年代の今日では競争力に欠ける。UOP/千代田法は開発に成功してライセンスが可能になっている。但し、工業実績が未だ無いために、中国政府は四川省・成都にある西南化工研究設計院に中国・日本・米国の合作により中間試験装置を建設して、1999 年 1 月 3 日から実証試験運転を開始した。この試験装置は酢酸の製造能力が年間 10 トンで、商業装置に必要な反応、精製、回収からなる工程を備えていて、原料のメタノールと CO を供給すれば、高純度の酢酸を連続して製造することが可能である。一ヶ月間の連続試験運転の結果、触媒性能等の確認が得られた他、純度が 99.8% 以上の酢酸製品を合成することが出来たといわれている。また、UOP 社はアジア地区で本法による年産 20 万トンの設備の商談が進行しているとのことである。

第 8 設計院では 3 法の技術比較を詳細に行っているが、その結果によると、原料及び用役原単位が BASF 法は大幅に劣るが BP 法と UOP/千代田法は著しく接近しており、報告書の中での評価は若干、UOP/千代田法が優れているとの結果になっている。（注・詳細な比較数値は、各法の秘密保持の関係で省略する。）

以上の技術比較の結果、報告書では結論として UOP/千代田法を採用して本計画のために技術移転を受けることを提案している。

(4) 酢酸製造全系・ブロックフロー

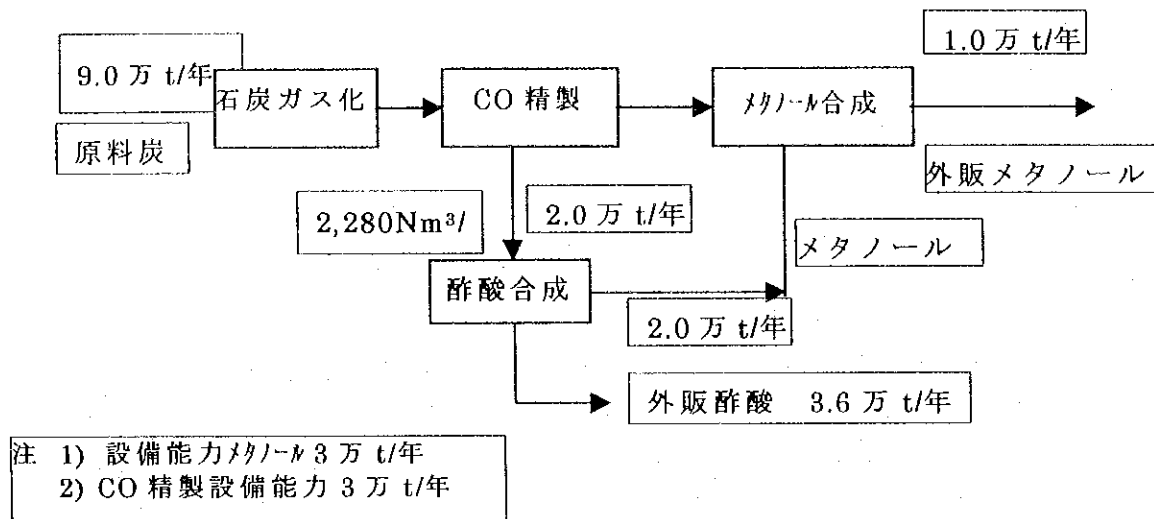


図 3.3.1 酢酸製造フロー

3.3.5 製品市場予測

(1) 中国国内の酢酸の需給状況

中国における酢酸の生産量は1993年に41万トン、96年に46万トンが実績である。1996年10月には上海呉経酢酸公司に中国初のメタノールカーボニル化法による年産10万トンの酢酸製造設備が竣工した。国内の酢酸設備の年間生産能力は1990年には28工場で約42万トンであったが、1995年には50工場で74.5万トンになった。その内訳はエチレン酸化法が27.5万トン、アルコール法が35万トン、メタノールカーボニル化法が10万トンで、アセチレン法が2万トン（貴州有機化学総工場で実際は6,000トンに減少している）となっている。

中国における酢酸の需要の現状と将来予測は、1990年に36万トンの需要が95年には51.6万トン、2000年での予測は73.8万トンになる。需要の伸びが最も著しいのはポリエステル用で14.5万トンと予測している。

(2) 貴州省における酢酸の需給

貴州省内での酢酸の需要量は第9次5カ年計画の末期には約4万トン、そのうち、貴州有機化学総工場での需要量が2.6~3.0万トン、その他の工場が1.0~1.4万トンである。現状では、省内で有機化学総工場が唯一の酢酸生産工場であり、1995年の生産量が1.53万トン、96年は1.42万トンであり、生産が需要に追いつかないのが実状である。

貴州有機化学総工場では、酢酸誘導品の製造のために年間 1~1.5 万トンの酢酸を消費している。更に、酢酸エチルの増産（年間 1 万トン进行建設中）、無水酢酸の生産（基本的に完成）および酢酸エステル類の新規開発等に伴い、予測では 2000 年までに有機化学総工場だけの酢酸消費量は年間 2.6 万トンに達し、市場に外販出来るのは年間 1 万トンにすぎない。貴州有機化学総工場は、従来から西南地区における最大の酢酸工場で、水銀法酢酸製造設備によって生産した酢酸を自家消費以外に毎年約 1 万トンを西南地区に販売してきている。調査によると、将来、この地区での需要は四川省、重慶市は除いて 2.5 万トンになるとのことで、本計画での酢酸製品は省内だけで十分に消化出来る見通しとのことであった。

(3) 製品価格の予測

酢酸の市場価格は 1994 年~1996 年にかけて国際的に大幅に変動した。中国の場合、1994 年末にはトン当たり安値 3,500 元から高値 8,000 元まで値上がりした。更に、1995 年には最高値が 14,500 元まで達した。96 年からは値下がり傾向となり、4,000~7,000 元に、更に、1997 年 6 月には 3,700~5,700 元まで下落している。これは化学工業全般の不振が要因で、酢酸誘導品の不振が原料酢酸価格の下落を招いたものと考えられる。中国では、現在は一部の製品が値上がり傾向にあり、予測では国内の酢酸価格は近々安定する見込みである。

本計画は 2001 年中期に生産開始するものとし、財務計算の基準となる酢酸価格は現状価格を 4,600 元、物価上昇率を年 9%として、その時点での酢酸価格は 6,200 元/トンと仮定している。

3.3.6 環境影響評価

本計画における新設備が建設される貴州有機化学総工場周辺の大気、水環境の現況については、本調査の別項目で報告されるので省略する。ここでは、更新計画が実施された場合に排出される主要な三廃とその処理方法について取り上げる。

(1) 主要汚染源及び汚染物

新設される設備はプロセス主要 4 設備の他に、ボイラ、循環水、受配電設備、排水処理場、フレア等の補助設備を含んでいる。これらの設備から排出される三廃は、排ガスが 8 種類、排水・廃液が 7 種類、固形廃棄物が 5 種類ある。その詳細は省略するが次項に、主な処理方法について示した。

(2) 環境保護の処理方策

① 排ガスの処理

本計画のために新たに設置されるボイラは循環流動床タイプを使用しており、石灰石を使用して系内脱硫を行ったあと、電気集塵機で処理されて、60mの高さの煙突から大気に放出されるので、排出基準値以下に抑えている。また、プロセスからの排ガスは回収して燃料にする他は、フレアで燃焼して大気に放出している。

② 排水、廃液の処理

本計画のために新たに排水処理場を設置する。この処理場で主に処理するのは、石炭ガス化設備からのガス洗浄後のフェノール、シアン化合物を含む排水と集塵装置からの排水及びメタノールプラントからのプロセス排水である。また、酢酸合成設備の蒸留塔の塔底残液は蟻酸を含んでいるが、高温焼却炉で焼却して無害なCO₂として大気に放出される。

③ 固体廃棄物の処理

本計画による固体廃棄物は、年間約2.6万トン排出される。これは全工場の排出量の26%になる。固体廃棄物の主体は石炭滓で、用途としては煉瓦の原材料とセメントの混合材として利用される。いずれにしても全工場ですべて処理される。

(3) 環境保護関連投資の推算

本計画の環境保護に関する投資金額は総額2,500万円で、これは全設備投資の3.9%になる。

(4) 環境影響評価

本計画による設備の更新が実現した後は、既設の水銀法の酢酸製造設備は生産を停止して廃棄される。しかも、新たに建設される設備から排出される三廃は、上記の通り、いずれも処理されて無害な形で放出されるか、または有効利用される。従って、周囲の環境を汚染することはなく、従来の水銀による汚染源が完全に撤去されて環境は改善されることになる。

3.3.7 建設計画と操業人員

(1) 建設工程

本計画の実行スケジュールは以下の通り

- 事前準備 1998年～1999年
- 設計・建設 1998年～2001年
- 試運転 2001年9月
- 操業開始 2001年末

(2) 操業所要人員

- 管理・技術職員 112名
- 作業員 490名

3.3.8 投資金額の推算と資金調達

以下の数値は1998年5月作成のF/S報告書からの引用であり、若干の変更の可能性はある。

(1) 投資推算

• 総投資額 (万元)	
• 固定資産投資	
建設投資	; 55,747
建設期利息	; 6,369
計	; 62,116
流動資金概算	; 2,926
合 計	; 65,042

(2) 資金の調達 (万元)

① 固定資産投資分

• 自己調達資金	; 12,600
自己資金	; 5,600
貴州省技術改造資金	; 7,000
• アジア開銀・省エネ環境保護借款	; 27,721* (金利年 8.35% 返済期間 14年)
• 中国商工銀行・技術改造専門資金	; 21,795 (金利年 10.35%)
計	; 62,116

注*) 27,721 万元=3,348 万 US\$×8.2789 元/US\$

② 流動資金分

- 自己資金 (30%) ; 878
- 中国商工銀行 (70%) ; 2,048 (金利年 7.92%)
- 計 ; 2,926

• 資金合計①+②=65,042

• 自己資金比率 ; $12,600 \div 65,042 = 0.194$ (19.4%)

注) 西南部地区優遇策により、本計画では自己資金が30%未満でも認められる。

3.3.9 財務分析

(1) 財務分析の前提

- プロジェクトライフ 建設期間 ; 3年 生産期間 ; 14年 合計 ; 17年
- 生産負荷 初年度 80% 2年度 90% 3年度 100%
- 製造コスト推算基準

原料単価 原料炭 135 元/トン 燃料炭 130 元/トン

電力単価 0.35 元/kWh

労務費 8,000 元/年 福利厚生費は総額の 14%

修繕費 固定資産原価の年 4%

償却 14 年定額 5%残存

一般管理費 製造コストの年 4%

借入金の金利 3.3.8 投資金額の推算と資金調達の項を参照

- 販売収入推算基準

製品の種類と販売量 (万トン/年)

酢酸 3.6 メタノール 1.0 硫黄 0.01152

製品販売価格 酢酸 6,200 元/トン メタノール 2,000 元/トン

硫黄 800 元/トン

税金と税率 製品付加価値税 17%

都市維持建設税 付加価値税の 7%

教育付加税 同上の 3%

所得税率 利益の 33%

(2) 財務評価

●生産コスト推算値	年平均総コスト	;	14,293 万元
●販売収入推算値	年平均販売収入	;	23,808 万元
●販売税金推算値	年平均増値税及び付加	;	726 万元
●利潤総額	年平均税引後利潤	;	5,888 万元
●全投資財務内部利益率	税引前	;	19.51%
	税引後	;	16.06%

感度分析 (税引前)

販売収入 10%減	16.38%
生産コスト 10%増	18.81%
建設投資額 10%増	16.52%

(3) 財務評価の結論

内部利益率が感度分析で販売収入を 10%減少させても税引前で 16.38%となり、依然として、この同業種での基準値 12%より高い。この結果、本計画の実現性は高いと判断している。

3.4 更新計画の評価及び提言

本計画に対する評価と提言は、中国側の F/S 作業が採用技術の変更が原因で遅れたために、計画内容の開示を受けたのが本調査の開始以来 7 ヶ月後であったことから、必ずしも検討する時間が充分になかった。この点を考慮して、主に採用技術の評価に重点をおいているが、また、製品市場、資金手当、財務分析に関してもレビューの結果についてのコメントを記述してある。

3.4.1 更新計画の必要性

前項でも述べたように、酢酸の新設備を建設することは環境汚染の改善の目的からは当然のことで、酢酸誘導品を多く生産している貴州有機化学総工場にとっても原料酢酸が供給されないことは死活問題である。従って、問題は生産規模と原料入手の方法による経済性によって新設備を自力で建設するか、または酢酸を外部から購入するかにある。

(1) 原料メタノールの問題

原料のメタノールの場合、現在、世界の大型プラントの能力は天然ガスを原料に使用して最低能力でも年間30万トン以上であり、最近では80万トンの大型設備も出現している。このような時代に年間3.6万トンの酢酸プラントとその原料供給となる3.0万トンのメタノールプラントが、果たして経済的に成り立つものなのかという疑問が当然出てくる。これに対する答えとして、メタノールに関しては中国特有の国情の違いが見られる。最近の資料によると、中国国内でメタノールを生産中、または新增設を計画している企業数が91工場、そのうち、生産規模が3万トン以下が57工場、1万トン以下が14工場、10万トン規模の工場は僅かに4工場であった。すなわち、次項で述べるように石炭原料でガス化、メタノール合成までを一貫して中国国産技術で小規模のメタノールを生産している例が多く、また、その多くがアンモニアとの併産をしている。

この中国特有の事情によるメタノール生産の評価は他の國での基準では判断し難い問題である。

ただし、一般的な評価として石炭を常圧ガス化炉でガス化して精製してメタノール合成ガスを生産することは、天然ガス原料のメタノール製造に比較して不利なことは当然である。ここで、一つの代替えの提案をしたい。

最近、中国では炭坑・坑内ガスからのメタン（コールベッドメタン）を回収して有効利用する計画が多数あり、既に実行に移されたものもある。これは地球温暖化防止の効果があり、地球環境問題の改善計画と未利用エネルギーの有効利用の一貫として日本政府（通産省）は、中国における炭鉱メタンガス回収利用プロジェクト可能性調査を実施することになり、その一つとして、中国・貴州省に、1998年12月に調査団を派遣した。これは省内の六盤水市周辺の炭坑（盤江炭鉱）を対象として、現在未利用の炭坑メタンガスを回収して、都市ガス、発電や化学工業原料としての利用計画を立案しようとするもので、化学工業用としては、メタノールの生産を計画に入れることになった。。従って、将来、盤江炭鉱で生産したメタノールを清鎮まで輸送して、貴州有機化学総工場で酢酸の原料として使用する案も考えられる。

(2) 酢酸製造の問題

現在、世界でメタノールカルボニル化法により建設、操業されている設備の殆どは年産 10 万トン以上の能力を持っている。中国でも上海呉経酢酸会社の 10 万トンと建設中の四川ビニロンが 15 万トンと、いずれも年産 10 万トン以上になっている。

本計画の 3.6 万トンの規模については問題があるところであるが、F/S 報告書によると、外部から購入する場合との経済性比較では輸送上の問題もあり、自社生産が有利との結論になっている。ただし、生産規模については貴州省内ででの需要を考慮すると年産 3.6 万トン（内、貴州有機化学総工場が 2.6 万トン）が当面の市場規模となり、むしろ外販を考えなくてもよい無理のない規模である。一方、経済性を考えた酢酸の最小生産規模であるが、BP 法の場合は年産 10 万トンといわれている。中国の場合、現在、操業中の酢酸工場は 4 万トン以上の能力の工場が 5 工場、3 万トン以下が 20 工場以上、しかも 2～3 万トン規模が 4 工場、残りは 1 万トン以下の生産規模といわれている。従って、メタノールの場合と同様に中国の国情に基づけば年産 3.6 万トンは中型規模の工場で、ごく一般的と考えるべきである。

3.4.2 採用技術

(1) 石炭ガス化・ガス精製、CO 精製、メタノール合成・蒸留技術

更新計画の概要でも述べたように、これらの技術は中国国産技術として特に実績の多い分野の技術であり、化工部の指令の基に全国規模で技術改造と省エネルギーにも努めていることは信頼できる。ただし、設備能力が今回の計画規模の範囲内であることが条件で、大型設備の場合は技術選択の範囲も異なってくる。石炭ガス化の中国技術は原料炭として良質の無煙炭かコークスを使用する事が条件で、本計画では省内の炭坑で無煙炭が十分に供給出来ることも有利な条件になっている。メタノール合成の高圧法は実績も多いが、低圧法による国産技術での実績は必ずしも多くないと推測される。この関連でメタノール合成ガスの脱硫技術（0.1ppm までの脱硫）は、湿式法と乾式法の組み合わせを採用していることは評価出来るが、湿式法についての技術の信頼性については情報が不十分であり、さらに調査する必要がある。

(2) 酢酸合成技術

省内での原料の入手制約からメタノールカルボニル化技術を選定することが避けられない条件となる。メタノールカルボニル化法プロセスとして低圧法（BP 法と UOP/千代田法）の選定は、高圧法（BASF 法）は既に過去のプロセスといっても良く、特に 700 気圧の反応圧を使用することは、運転、保守両面から問題であり、収率も低く、対象から外すのは当然の選定と考えられる。

低圧法として UOP/千代田法の選定は、BP 法は米国モンサント社が高圧法の改良技術として開発した画期的なプロセスで、世界の大型酢酸プラントを完全に独占しが、今回の計画では BP Chemicals 社から小規模設備のため、ライセンスを拒否されたので、選択の余地は無く、30 年ぶりに低圧法の改良技術として開発された UOP/千代田法が選定された。既に、モンサント社の基本特許は切れているので、プロセスの基本原理は全く類似で、触媒も同じロジウム系を使用しているが、触媒の形態に改良が加えられて反応系に進歩が認められるのと、この技術の開発で最も困難な問題である激しい腐食性が緩和されたといわれる。UOP/千代田法の唯一の問題点は、工業実績がないことで、中国は本来、実績のない技術は採用しないのが通例であったが、今回は、前述の通り、中央政府の旧化工部が意欲的に直轄の西南化工研究設計院（四川省成都）で中間試験設備を建設して触媒の性能試験等の試験運転を行っている。連続試験運転の結果は、特に問題は無く、所期の目的の性能試験結果が確認されている。本来、このプロセスは、実績が多数ある BP 法と原理的に全く同一であり、更に、開発者の米国の UOP 社および日本の千代田化工建設は、この種の技術の開発には多くの実績があることは、よく知られている。例えば、過去における試験装置から商業装置への設備能力のスケールアップの比率は、UOP 社が最大 78,000 倍、千代田化工が 120,000 倍他多数の実績がある。（今回は 3,600 倍）この試験装置の運転は 1999 年 5 月末まで継続実施される。

以上の状況から、酢酸合成技術については、メタノールカルボニル化法の改良技術である UOP/千代田法の現時点の選択は妥当であると評価される。

3.4.3 製品市場

更新計画が実施された場合は、その酢酸の年間生産量3.6万トンの内、貴州有機化学総工場内での原料としての自家消費が少なくとも2.6万トン/年以上を占めており、販売市場を考える上で有利である。しかし、後続の酢酸誘導品の市場競争力をつけるために製造コストの低減に努める必要がある。

西南地区の酢酸の総需要量（貴州有機化学総工場の自家消費分と四川省と重慶市分は除く）の将来予測が年間2.5万トンとのことである。化学工業部が第9次5ヶ年計画の重点目標にあげている化学品は石炭原料のアンモニア、メタノール、さらに酢酸である。酢酸は酢酸繊維素にして利用するという政策がある。この地域（貴州省）ではタバコ産業が盛んで、1994年度の実績では全国の4.3%という数値があり、省内の工業部門の構成でも11.3%で1位を占めている。酢酸セルローズがタバコのフィルター（他に写真フィルム用）としての需要があり、更に拡大する方向が期待できるのではないかと考えられる。

3.4.4 環境評価

本計画が実施されることによって、既設の水銀法酢酸製造設備は完全に生産を停止して廃棄される。従って、水銀流出の汚染は新たに発生しなくなる。一方、新設される設備は計画によると酢酸合成工程自身は廃液、排ガスが少量しか排出されない上に、他工程には環境改善設備が完備していて、三廃は排出量も既設より低減している上に、排水のリサイクル利用、排ガス、廃液の燃料としての利用が計られている点は評価出来る。

3.4.5 資金調達と財務分析

以下にレビューの結果についてのコメントを記す。

- 投資金額の中の設備建設費については、生産設備費の約40%を占める原料生産工程が全て中国国産技術と機器に基づいているために評価が難しいが、常識的な日本国内での建設費に比較して安く見積もられている。
- 財務評価については、財務計算に必要な数値、指標等が開示された報告書の中で必ずしも十分に説明されていないために計算の詳細について理解出来ない点、矛盾する箇所もあるが、結論に影響するほどの問題はないと考えられる。

- なお、計算結果の内部利益率の16%（税引き後）は、この種の事業分野では12～16%の範囲内に入ることが政府認可の条件となるので上限に近い数値である。
- 資金調達の中での外国借入金は、アジア開発銀行の省エネ環境保護借款を想定しているが、これはF/Sを開始するに際して（昨年度）中央政府から指定されたもので、金利の利率も規定されている。8.35%の利率は現時点では高すぎることは明らかであるが、F/Sを実施する側では選択を変更する事は出来ない事情にある。

3.4.6 総合評価と提言

本計画に関する総合評価を現時点で要約すると、以下の通りとなる。

本計画は、基本的には深刻な水銀汚染を止めることを目的とした環境改善計画であり、また、この計画によって生産される酢酸及びメタノールは貴州有機化学総工場における基幹原料であることから、計画の早急な実現は当然望まれるところである。採用を予定されている技術も、原料生産工程は実績の多い中国国産技術であり、酢酸合成技術は海外の第一級技術から選択しようとしている点が評価できる。

本計画の財務分析結果によれば、内部利益率が税引き後で16%と高く、中国国内での同業種の認可基準値を大きく超えているし、感度分析からも良好な結果が出ている。製品の販売市場についても、生産される製品の大半が工場の主力製品である酢酸誘導品、メタノール誘導品の原料として消費され、外販量を少なく出来ることは評価好材料である。

本計画の唯一の不安材料である設備の規模が過小であることについては、既述のように中国特有の国情の違いから、輸送等の問題に起因する地域に分散する需要を充たすためにやむを得ない事情にあると判断される。勿論、石炭資源に恵まれている貴州省には、将来、大型石炭化学コンプレックスの建設を是非実現されることを念願するものである。なお、この問題も含めて若干の提言を最後に附記しておく。

(1) 原料メタノールの代替生産

原料メタノールについては、石炭原料と生産能力が小規模である不利を考慮して、省内で安価に購入出来る可能性を常に検討すべきである。その例としては、

- 1) 炭坑坑内メタンガスの有効利用によるメタノール生産
- 2) 省内の化学肥料工場でのアンモニアとの併産が考えられる。

(2) 海外ソフトローンの調達

本計画は、F/Sにおける財務分析の良好な結果にかかわらず、原料、設備規模の面から酢酸の世界的な市場経済における競争力の点では、必ずしも充分とは考えられない。従って、資金の調達における外資部分での海外からのソフトローンをより低金利など有利な条件で借り入れることが必要である。

(3) 大型石炭化学基地の建設

中国政府は、第9次5ヶ年計画において貴州省内に大型化学基地を建設する計画を開始しているようである。本計画は、石炭ガス化を中心とした石炭化学基地の一部を構成するものであるが、規模も小さく品目も少ないのが現状である。しかし、将来はこの計画を基礎にして大型石炭ガス化設備を中心に、メタノール、酢酸、アンモニア、尿素の各設備と、その他の化学品製造、更には、都市ガス、電力等のエネルギー供給をも含む国際的な市場競争力を有する石炭化学コンプレックスへ発展させることを推奨する。

3.5 水銀法酢酸工場解体計画

有機化学総工場の水銀触媒法による酢酸工場は停止後、解体をすることとなる。
その解体計画を下記にまとめる。

3.5.1 対象設備の範囲

解体対象設備範囲は次の通りである。

- (1) 酢酸工場建物 : 屋根、天井、柱、壁、窓、床、排水溝 等
- (2) 酢酸プラント : 塔槽類、配管、架台、機械類、電気機器・計器類 等
- (3) 排水処理設備 : コンクリート槽、塔槽類、配管、架台、ポンプ、計器、床、排水溝等
- (4) 設備周辺 : 酢酸工場・採水処理設備周辺道路、排水溝、隣接土壌 等
- (5) その他 : 水銀貯蔵庫

上記内容については表 3.5.1 を参照のこと。

3.5.2 設備解体手順

設備解体時における水銀による汚染を最小限にするため、解体作業は次の手順で実施する。

- (1) 酢酸プラント；水銀汚染可能部分（塔槽、配管）の水洗浄*¹
- (2) 酢酸工場建物、酢酸プラント解体・搬出
- (3) 工場建物、酢酸プラント解体跡地の水洗浄*¹
- (4) 排水処理設備周辺床水洗い*¹
- (5) 中和装置
 - ① 装置内部水洗い
 - ② 水抜き
- (6) 中和沈殿池
 - ① 沈殿池内排水を FT 装置で処理する。
 - ② 沈殿汚泥を完全に乾燥池へ抜き出す。
 - ③ 沈殿池内の水洗浄
- (7) FT 装置（活性炭吸着塔）の水抜き

(8) 廃棄物抜き出し搬出

① 中和槽内中和剤 (CaCO₃) 残塊

② FT 装置廃活性炭

(9) 装置解体搬出

① 中和装置；槽類、配管、架台、機械類、電気機器・計器類等

② FT 装置；同上

(10) 装置解体跡地清掃

(11) 排水溝（酢酸工場周辺、排水処理設備地区内）底泥を浚渫し乾燥池へ貯留する。

(12) 乾燥池の堆積汚泥は乾燥後、水銀鉱山へ搬出する。

(13) 中和沈殿池、乾燥池及び周辺コンクリート床解体

注(*1)：既設の排水処理設備へ直接送水出来ない場合には、仮設の集水ピットに集め、ポンプ・配管で既設排水処理設備へ送水・処理すること。

3.5.3 水銀汚染廃棄物処分先

万山水銀鉱山

3.5.4 所要工程

着工後 約2～3ヶ月

注) 乾燥池の汚泥が固形物として取り扱い可能となる期間を除く。

表 3.5.1 水銀法酢酸工場 解体処分計画

設備名	部所・品名	材質	処分方法	行先
1. 水銀貯蔵庫	残水銀タンク	水銀+容器(?)	製造工場返品又は工場外搬出	製造工場又は水銀鉱山
2. 酢酸工場	①工場建物 屋根、天井、壁、窓	鉄骨、スレート、ガラス、木片、レンガ等	解体：そのまま処分 一部：再資源化	再資源化 廃棄物処分場
	②コンクリート床	コンクリート	・十分に洗浄後、破碎 そのまま処分一部再資源化 ・洗浄水	再資源化 廃棄物処分場 排水処理設備
	③水銀接触 塔槽・配管類	鋼板、鋼管等	・液を完全に抜き出す ・塔槽、配管内を十分水洗する ・解体再資源化、一部廃棄処分	排水処理設備 再資源化 廃棄物処分場
	④水銀非接触 塔槽、配管類、 架台、階段、 サポート	鋼板、鋼管等	・液を完全に抜き出す ・解体再資源化、一部廃棄処分	排水処理設備 再資源化 廃棄物処分場
3. 排水処理設備	①中和槽	鋼板、鋼管等	・中和剤(CaCO ₃)抜き出し ・槽内を十分水洗する	水銀鉱山 排水処理設備
		中和剤	・解体、再資源化、一部処分	再資源化 廃棄物処分場
	②接液ポンプ、配管、弁、計器等	鋼又は鋳物、鋼管	・十分に水洗する	排水処理設備
			・再資源化、一部処分	再資源化 廃棄物処分場
	③非接液部 架台、ダクト、 電線	鋼板、電線	・解体、再資源化、一部処分	再資源化 廃棄物処分場
	④中和沈殿池	鉄筋コンクリート	・池内の排水	FT装置
・堆積汚泥の抜き出し			乾燥池(1)	
・池内の水洗			FT装置	
・解体、破碎、一部再資源化 他処分			再資源化 廃棄物処分場	
⑤活性炭吸着塔 及び鉄架槽等	鋼板、鋼管等	・槽内水洗、水抜き	排水溝	
		・廃活性炭の抜き出し、搬出	水銀鉱山	
		・塔、配管等の解体、搬出	再資源化 廃棄物処分場	
⑥乾燥池	鉄筋コンクリート 堆積泥	・乾燥後、汚泥搬出 コンクリート槽解体、搬出	水銀鉱山(1)	
4. 設備周辺	①排水溝	堆積泥	・浚渫	乾燥池(1)
		鉄筋コンクリート	・不要の場合、解体・搬出 又は埋め殺し	再資源化 廃棄物処分場
5. その他	②周辺土壌	土	・原則としてそのまま放置	(1)
	①水銀貯蔵庫	形式不明(?)	・非汚染とする	
	②運搬容器等	形式不明(?)	・破碎し、搬出	水銀鉱山

注：(1)は強制的分離処理方法が採用された場合は、土・汚泥はその設備で処理が可能である。

4 貴州化学肥料工場

4.1 工場診断

4.1.1 製造過程

(1) 概要

当該工場は地域資源の石炭（コークス）を活用する化学肥料工場で、すなわち石炭を常圧ガス化炉で一部分酸化燃焼し、原料ガス水素（ H_2 ）を造り、窒素（ N_2 ）と反応させてアンモニアを合成する。さらに、このアンモニアから尿素肥料を生産する。技術的には完成された技術であるが、現在では原料が石炭から石油や天然ガスに代わり先進国ではほとんど採用されていない。年間生産量は、尿素原料用アンモニア 7 万トン、製品尿素 10 万トンである。年間排水量は 2,000 万トンである。排出汚染物質等は SS、COD、BOD、pH、油分、 NH_3-N 、CN 等で、排水処理設備があるが設備能力と運転管理が不十分で、国家第 1 級基準（現有）の水質には SS、窒素（ NH_3-N ）が不合格である。他の項目は基準に合格するものの希釈効果であり、設備改善と汚濁物質を減少させる対策が今後の課題である。ただし、工場排水処理計画の基本構想は作成済みで、総額 8,094 万人民元の資金援助を期待し、中日環境開発モデル都市構想・中日専門家委員会に提出した。本調査では、基本構想のレビューと既設処理設備の活用を含む工場総合排水処理設備の検討、策定を行う。

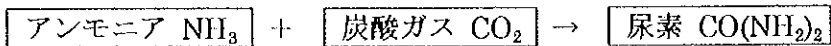
(2) 基本諸元

本工場は 1968 年に建設を開始し、1978 年完成・操業開始した尿素肥料生産工場で、現在は当初の生産規模を拡大している。

表4.1.1 生産量実績表

生産能力と実績	当 初	1997 年の実績	将来計画
合成アンモニア（原料として）	60,000 トン/年	74,000 トン/年	180,000 トン/年
尿 素（肥 料）	99,000 トン/年	125,000 トン/年	300,000 トン/年

(b) 尿素合成



③ 主要生産品

尿素肥料 : 120,000 トン/年

(4) 現在までに行った公害対策

1978年の建設当初は環境問題を重視せず運転開始したが、1980年代より環境保護に取り組み、1991年には3,000万円を環境保護に投資した。

① 共通改良項目

- 循環水系を整備した。その結果、排水量を 3,000 m³/h 減少でき、現在の水使用量は合成アンモニア系と尿素系で 3,000 m³/h である。
- 集塵機洗浄排水系処理設備の一次沈殿池に二次沈殿池を増設した。
- ボイラの集塵機をサイクロンより湿式集塵に切り替えた。
- ボイラ&排ガス系に除塵装置を設け、粉塵対策をした。その結果、排ガス中の SS は 500 mg/N m³ から 100 mg/N m³ に減少した。

② 合成アンモニア系

- 合成アンモニア系のアンモニアを全量尿素系へ送水、再利用。
- 銅洗浄排水系を全量回収、再利用。
- アンモニア洗浄水を全量回収、再利用。

以上の改良により排水中のアンモニア含有量は 40~50 mg/L となった。

③ 尿素系

- アンモニア含有水を循環水に利用することにより、排水中のアンモニアは 5~10 mg/L となった。
- ガス洗浄排水中の CN、Phenol は Tower 式 Trickle Filter (散水ろ床方式) にて処理。
- ろ床仕様：充填塔高さ 24m、充填物高さ 8m、直径 5m
- 排ガス中の有害物質を全量回収し 製品としている。
- 480 万円投資し CO₂ を回収し、3,000 トン/年を販売している。

(5) 今後の公害対策姿勢

- 今後プラント増設をしても汚染が増加しない方向で努力する。
- 生産設備増設には7億円投資し、公害対策には7,000万円投資の予定
- ボイラ排ガスを統合し、1系列とする予定。
- アンモニアと尿素系排水には高度処理（イタリアの技術、脱窒）を設置予定。
- 排ガス中の水素回収設備を設置予定。
- 従業員8,000人対象の生活排水処理設備を建設予定。

4.1.2 排出負荷量

(1) 現状の排水系統および排水量

工場でのヒアリング結果および1998年3月4日の現地流量測定結果を図4.1.1に示す。

工場からの排出先は紅楓湖であり、総排水量は1,800～2,300 m³/h、実測期間の平均値は2,630 m³/hであった。

(2) 現状の排水処理設備と排水水質

図4.1.1に示す通り、基本的には全工場の総合排水処理設備は設置されておらず、各工場に個別の排水処理設備が設けられている。1998年3月4日に現地で実施した流量測定結果および排水採水・分析結果を表2.1.1に示す。

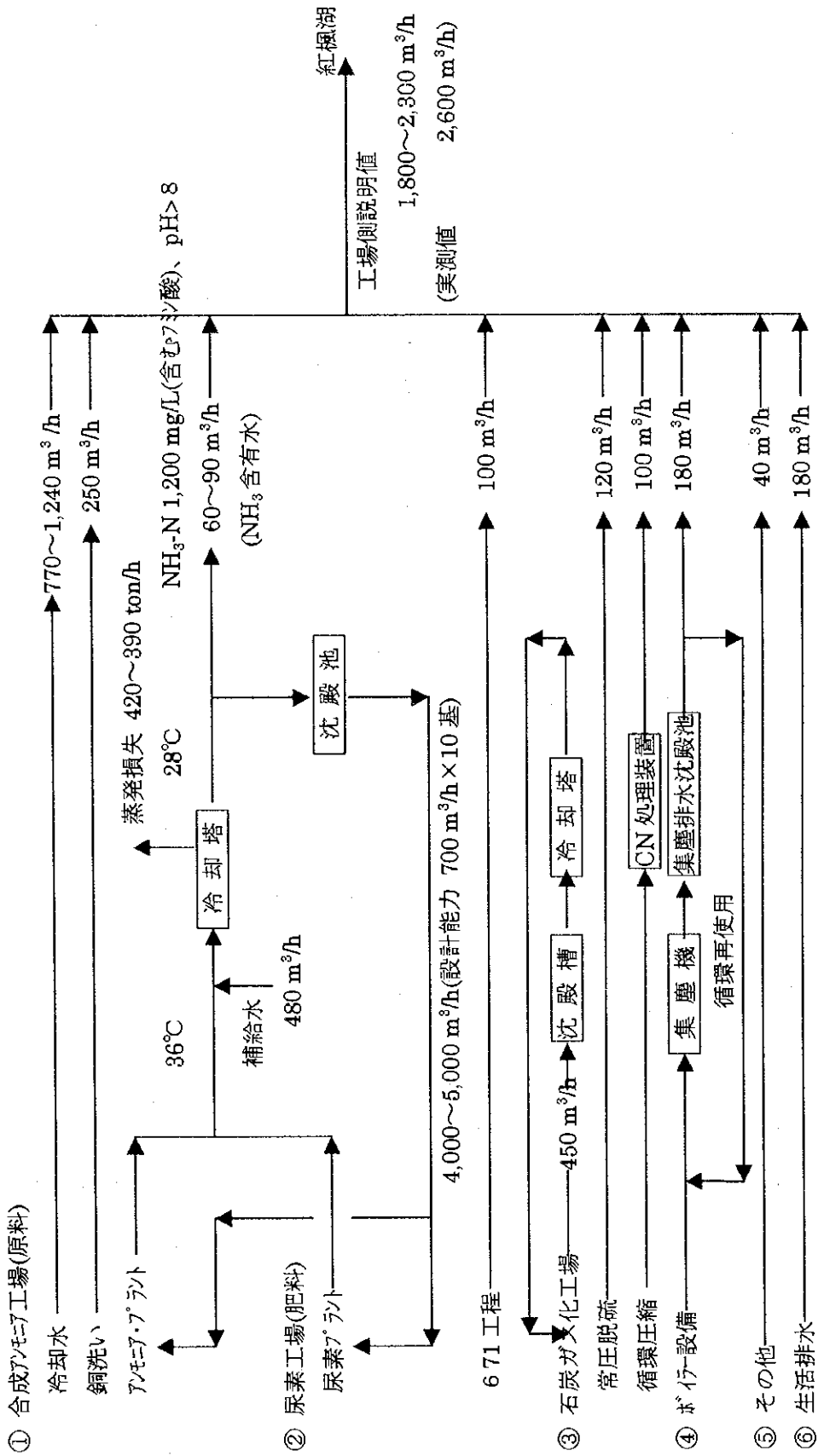


図 4.1.1 貴州化学肥料工場・排水系統図 (1977 操業開始)

4.1.3 工場廃棄物

(1) 排水処理設備からの汚泥

① ボイラ設備

沈殿池で沈殿分離した集塵灰をバケットクレーンですくい取り、トラックで山間地の処分場に埋め立てている。

② 石炭ガス工場

沈殿池（処理量 450m³/h）に沈殿した汚泥（石炭滓）をバケットクレーンですくい出し、乾燥後、石炭に混ぜて燃料としている。

回収量： 8～10トン/日＝月間約 300 トン

③ CN排水生物処理装置（処理量100m³/h）の余剰汚泥

発生量が少なく、定修時に排出、畑の肥料にしている。

(2) その他の工場廃棄物

①廃棄物発生量

表4.1.2 石炭滓、集塵灰の発生量

発生源	1号ボイラ	2号ボイラ	水性ガス発生炉
処理量	30t/h	35t/h	7000m ³ /h
基数	2基	2基	7基
石炭滓 [t/日]	49.6	85.0	118.0
乾式集塵灰[t/日]	—	—	15.0
湿式集塵灰[t/日]	12.4	16.0	8.0
合計 [t/日]	62.0	101.0	141.0

②有効利用、処分の現状

- 未燃物の多い石炭滓（燃え殻）は 10 メッシュ以下に粉碎し、1部はそのまま、年間約 4.5 万トン石炭に混ぜて燃料に使用している。
- 残りの石炭滓（燃え殻）とボイラ排水沈殿池の沈殿汚泥（集塵灰）を合わせて年間約 5 万トン石炭に混ぜて燃料に使用している。山間処分場に埋め立てている。

(3) 灰捨て場

工場の裏山（工場から約 500m、紅楓湖までは約 3km）の谷間を灰の処分場として、ダンプトラックで運び込み埋め立てている。約 150～200m四方の広さがあり、石炭滓を捨てている最先端での谷の深さは約 25mある。谷の奥行きはまだ 200m以上あり、残余年数は 10 年以上あるので心配はしていない。

(4) その他

資金があれば、石炭灰を原料にして煉瓦、カラータイル等の製造設備を設置し、石炭灰の全量を有効利用したい。

古い型のボイラ（1974 年に稼動）は燃焼効率が悪いので、効率のいい最新のボイラに更新し、石炭滓の発生量を削減したい。

4.1.4 現状の問題点

(1) 合成アンモニア工場排水および尿素工場排水

アンモニア・プラントおよび尿素プラントよりのアンモニア含有排水を冷却塔利用によりアンモニアを大気中へ放散しているがアンモニア含有量がやや高く、 $\text{NH}_3\text{-N}$ が基準値を越えている。1998 年 3 月 4 日の現地サンプリング結果でも尿素工場排水単独で見ると $\text{NH}_3\text{-N}$ が基準値を越えていた。装置上の問題点はアンモニア排水処理対策として、アンモニア排水を循環再使用することによって腐食問題を起こしている。これらの問題点解決のため排水処理対策を検討する必要がある。

(2) ボイラ工場排水

湿式洗浄（水膜除塵）設備よりの排水は集塵排水沈殿池に流入し、ここで固液分離し、上澄水を排出している。沈殿池の容量が小さく上澄水中の SS 分は多いが、総合排水としては他の排水により希釈され問題とはなっていない。しかし、総合排水の黒色の原因であり凝集沈殿処理が必要と思われる。

(3) 石炭ガス化工場排水

石炭ガス化工程から CN が発生する。処理設備はあるものの、処理効果は充分でなく総合排水でも基準値を満足していない。微生物処理または塩素処理等の排水処理設備の設置が必要と思われる。

(4) 生活排水

現在未処理にて放流されているが、微生物処理設備の設置が必要と思われる。

(5) 廃棄物処理

豪雨時に灰捨て場から集塵灰などの微粉が流出することを懸念していたが、灰捨て場に捨てられている石炭灰の外観、紅楓湖までの距離を考えると、灰捨て場から紅楓湖へ石炭灰（滓）が流出するとは考えられない。むしろ、工場内道路、貯炭場、集塵灰沈殿池周辺に飛散した微粉炭、石炭灰や工場内の降下ばいじんなどが雨水とともに排水口から流出する影響の方が大きいものと思われる。

4.2 施設計画と設計

本工場の施設計画は国家第1級基準（現有）が適用されるものとして計画する。

4.2.1 施設計画

(1) アンモニア排水

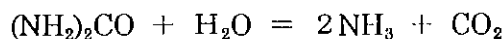
総合排水中の $\text{NH}_3\text{-N}$ の大半を占めるアンモニア排水処理対策として、現在冷却塔を利用し NH_3 を大気へ放散している。処理効果は有るものの、冷却水の循環再使用系で腐食問題を起こしている。また、アンモニアを大気放散しているため、アンモニアの回収が出来ない等の問題点がある。

問題解決のアンモニア処理法にはスチーム・ストリッピング法、生物脱窒法、不連続点塩素処理法等がある。アンモニア処理法の比較は表 4.2.1 に示すが、下記理由によりスチーム・ストリッピング法を推奨する。

- 排水中のアンモニアが回収出来る
- 汚泥発生がない
- 排水中のアンモニア濃度が高くても問題なく処理出来る
- 処理水中のアンモニア濃度が 5 mg/L 以下で安定している
- 処理工程が簡単で運転に関する信頼性が高い
- 建設費が生物脱窒法等より安価である

スチーム・ストリッピング法にて回収した炭酸アンモニアは尿素装置に付属しているデソープション装置にかけて CO_2 （炭酸ガス）と NH_3 （アンモニア・ガス）として利用出来る。

アンモニア排水中に $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ （尿素）が混入した場合、混入尿素は現計画のスチーム・ストリッピング法では処理出来ない。尿素は高温水の中で加水分解を受けて、徐々にアンモニアと炭酸ガスに分解する。



現計画のスチーム・ストリッピング法では温度レベルが 120°C であり、温度が低いので反応速度が遅く加水分解反応は進まない。

尿素を分解するには、 $16\sim 20\text{ kg/cm}^2\text{G}$ スチームを使用し 190°C レベルに昇温する必要がある。加水分解塔は、操作圧力 $16\sim 20\text{ kg/cm}^2\text{G}$ 、塔材質ステンレス、塔断面積は炭酸アンモニア用スチーム・ストリッパーの約3倍となる。加水分解塔を設けれ

ば尿素も処理出来、処理水中のアンモニア濃度は5 mg/L 以下となるが設備が大掛かりとなるので今回は F/S 対象外とした。

(2) 固体炭酸アンモニア装置

一般に固体炭酸アンモニアの製造は塩化アンモニウムまたは硫酸アンモニウムと炭酸カルシウムをレトルトで加熱し気相とし、気相から直接固体・炭酸アンモニアを冷却面に結晶させて掻き落とす方法が取られている。

スチーム・ストリッピング法にて回収した炭酸アンモニアを蒸発濃縮し、固体炭酸アンモニアとして回収・販売（肥料として）することを検討したが技術的に不可能なことが判明した。

(3) 集塵排水

現在、ボイラ設備の排煙は湿式集塵装置により処理されている。集塵排水は集塵機排水沈殿池により処理され、処理水中の SS は約 80mg/L となり、一部は循環再使用され大部分は紅楓湖へ排出されている。第一次現地調査の結果では総合排水口で国家第1級基準の SS 100 mg/L 以下であったが、過去の工場測定値および OECC 調査（1997年8月）では基準値を越す 198 mg/L および 137 mg/L を示しており、SS の基準値を越す原因が集塵排水である事が判明した。工場側は集塵排水を SS 20 mg/L 以下に処理し、処理水の全量を湿式集塵装置に返送・再使用する予定である。

SS の処理（固液分離）には沈降分離法、浮上分離法、ろ過分離法、遠心分離法等があるが、排水 SS 濃度 200 mg/L を SS 20 mg/L 以下に処理する為には下記理由により沈降分離法のうち凝集沈殿装置を推奨する。

- SS の除去率が高い
- 原水の SS 濃度変化に対しては薬品注入率で対応でき、常に安定した処理水が得られる
- 設置面積が比較的少ない
- 設備費が比較的少ない

表 4.2.1 脱窒方式比較表

項目	アンモニア・ストリッピング法	生物脱窒法	不連続点塩素処理法
システムの構成	段塔・熱交換器・凝縮器・処理水槽等	硝化槽・脱窒槽・酸化槽・汚泥システム	反応槽・塩素供給施設
基本的原理 (処理方式)	蒸気により温度を沸点近くまで上げ、NH ₃ をストリッピングする。 アンモニアを含む水蒸気を凝縮させ、アンモニアを回収する。	好気性状態でNH ₄ ⁺ 硝化菌による酸化(硝化作用)および生成したNO ₃ ⁻ またはNO ₂ ⁻ を嫌気条件下で脱窒菌によるN ₂ ガスへの還元反応(脱窒作用)との工程で構成される。 生物自体が水中を浮遊してそれぞれの代謝が行われる。	排水に塩素または次亜塩素酸ソーダを添加してNH ₄ ⁺ と反応させN ₂ に酸化して除去する。 NH ₄ ⁺ + Cl ₂ → N ₂ ↑ + HCl NH ₄ ⁺ + NaClO → N ₂ ↑ + NaCl + H ₂ O
概略フロー			
除去対象窒素	アンモニア性窒素	アモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、有機態窒素	アンモニア性窒素
除去形態	アンモニア・ガス	窒素ガス	窒素ガス
性能	入口濃度(mg/L) 500以上 出口濃度(mg/L) 1~5 除去率(%) 99~99.8	窒素ガス 50~3,000 5~15 93~95	30~300 1~5 95~98
運転管理	SSの除去 高い程良い 11~12 スケール対策、回収アンモニア水の用途	重金属、Caの除去(600 mg/L以下) 10~30 7.5~8.5 低水温対策、微生物の維持、汚泥濃度維持	重金属、SSの除去 影響なし 6~8 アモニア濃度と注入塩素の比率、残留塩素対策
ユーティリティ消費量等	排水中のアンモニア濃度に関係無く、処理水水質は一定。ユーティリティ消費量は排水中のアンモニア濃度に関係無く一定。	排水中のアンモニア濃度に応じ、濃度調節用品を調節する必要がある。汚泥濃縮および脱水の薬品が必要。	アモニア濃度により塩素注入量が増加。 塩素は危険物で取り扱いに注意が必要。 大量の場合は中和設備が必要。
除去効率	高濃度排水向き、除去効率高い	全ての窒素化合物を除去、除去効率高い	窒素除去効率高い、アモニア以外は除去不可能
運転性	スケール対策、運転停止が容易	生物および汚泥濃度管理が必要	塩素注入比率設定が難しい
後処理	アンモニアとしての回収が可能、汚泥発生無し	汚泥処理が必要	残留塩素の除去必要

(4) その他の工場排水

1998年3月25日から27日まで、北京において日中環境開発モデル都市構想・日中専門家委員会第1回会議が開催された。会議の結果、大連、貴陽、重慶を日中環境開発モデル都市構想の実施都市とすることに決定した。その席上、貴陽市より提出された“中日環境合作モデル1999～2000年プロジェクト一覧表”中当該工場関係プロジェクトとして下記5項目が提案された。

- ガス洗浄排水の生化学処理による循環再利用設備
- 合成アンモニア装置の循環水システム
- 尿素製造装置の循環水システム
- アンモニア性窒素含有排水処理設備
- ボイラの技術的総合改善対策

上記設備への投資額は自己資金8,041万元、融資8,094万元、合計16,135万元とされている。設備完成後はSS：3,143.3トン/年、NH₃-N：2,245.36トン/年、COD：200トン/年、尿素アンモニア：184.1トン/年、CN：2.75トン/年、フェノール：167トン/年、S：2.4トン/年、大気中のSO₂：4,860トン/年および煤塵5,000トン/年が減少する予定である。

本プロジェクト構想は1997年12月20日付「貴州化肥工場・クリーン生産施設建設プロジェクト提案書—編成：貴州省化工設計院、貴州化肥工場」で提案されたプロジェクト中から環境関係のみを選定している。その他、1995年4月付「貴州省環境保護対策外資導入項目案内状—貴州省環境保護局」および某既刊紙に同様な項目が上げられており、ここでは上記項目の他に生活排水処理、調整池建設の2項目が加えられていた。予想投資金額および排水処理対策項目等発刊物により差異があるが、中日環境開発モデル都市構想・日中専門家委員会は日・中政府の公式機関である点から、本会議に提出された資料が正しいものと判断し、以下に工場側の排水処理計画案をレビューする。

① ガス洗浄排水の生化学処理による循環再利用設備

現在、工場内にはガス製造炉が 8 基あり、6 基運転、2 基予備である。ガス洗浄排水量は 372 万 m³/年、循環水量は 223.2 万 m³/年、排水排出量は 148.8 万 m³/年であり、図 4.2.1 に示すガス洗浄排水系のクローズド化を計る。

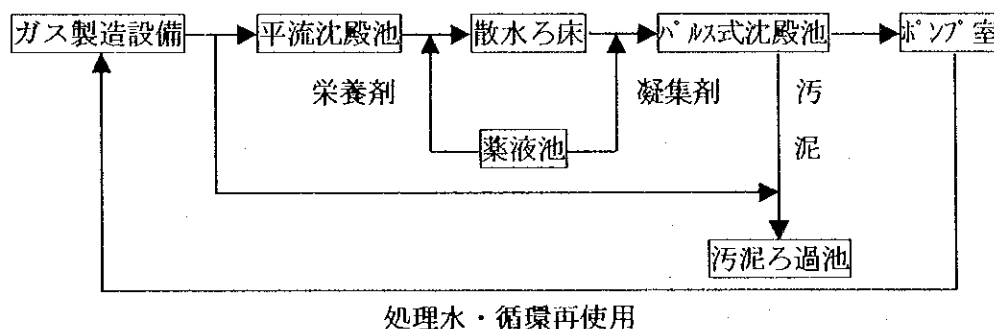


図4.2.1 ガス製造設備排水処理系統図

[レビュー結果]

- プロセス・フローの考え方は正しく、上記プロセスにより BOD、COD、SS の 90～95%は除去出来る。
- 散水ろ床（微生物処理装置）は約 20 年前日本等で多くの実績を作ったが、その後接触曝気法が開発され、現在これが主流となっている。接触曝気法は散水ろ床法と同様、汚泥の濃度管理が不要、返送汚泥がない等の特徴を持っている。散水ろ床法より優れている点は汚泥発生量が少ない（散水ろ床法：BOD 値の 35%、接触曝気法：BOD 値の 25%）、外気温度変化の対応性が安定している、設備設置面積が小さい、運転停止時でも汚泥乾燥（微生物の死滅）がなく直ちに再運転が可能である等の特徴を持っている。これらの特徴を考慮し接触曝気法の起用を推奨する。なお、排水の温度条件は不明であるが、散水ろ床では排水の降温効果はあまり期待出来ず、降温が必要であれば冷却塔を別途設置するべきである。特に微生物処理の最適温度は 20℃～30℃であり、この範囲を外れると微生物の活性度が落ちる。特に、35℃を越える排水を散水ろ床にて冷却・処理を期待しても、冷却効果も処理効果も期待出来なくなる点を考慮する必要がある。
- パルス式沈殿池は 1950 年代にフランスの Degremont 社により浄水場向けに開発された。日本ではオルガノ(株)が 1960 頃 Degremont 社と技術提携し子会社を

設立したが、特許有効期限が切れると同時に技術提携を解除し、会社も解散した。本設備は浄水場向に開発されたので、処理量が一定の場合は比較的問題が無いが、機械的集泥装置が無く、装置内への給水が装置底部よりおこなわれるため、装置底部に汚泥が堆積する場合がある。特に、給水流量が減少するとこの傾向は顕著に表れ、装置内への給水の分布が悪化し処理水質が悪化する場合がある。従って、沈殿池は中心駆動または周辺駆動の機械的集泥装置を持つ沈殿池を設置すべきである。

② 合成アンモニア装置の循環水システム

現在、合成アンモニア装置の循環水システムは 3,040 m³/h の能力であるが、工場改造拡張に伴い、さらに 6,322 m³/h の循環水システムが必要となる。

[レビュー結果]

- 排水処理設備ではなく、単純な冷却塔の設置であり、特にコメントは無い。

③ 尿素製造装置の循環水システム

現在、尿素製造装置の循環水システムは 5,096 m³/h の能力であるが、工場改造拡張に伴い、さらに 2,000 m³/h の循環水システムが必要となる。

[レビュー結果]

- 排水処理設備ではなく、単純な冷却塔の設置であり、特にコメントは無い。

④ アンモニア性窒素含有排水処理設備

現在イタリアのスナム・プロゲッティ社の技術を採用の予定である。

[レビュー結果]

- スナム・プロゲッティ社の技術内容は機密保持のため工場側より開示されなかった。調査団としては 4.2.1 (1) 項に記載のスチーム・ストリッピング法を推奨する。

⑤ ボイラの技術的総合改善対策

環境対策ではないので、特にレビューは行わない。

その他、給電、ボイラ改造、生活排水処理、輸送関連、調整池 (3,000m³) 建設等の計画があるようであったが、中日環境開発モデル都市構想・中日専門家委員会には提示されなかった。

4.2.2 設計

(1) 炭酸アンモニア排水処理設備

① 設計条件

(a) 排水条件

- 排水流量 : 80 m³/h
- アンモニア濃度 : 0.7~1.0%

(b) 処理水条件

- アンモニア濃度 : 5 mg/L 以下

(c) 回収炭酸アンモニア

- 炭酸アンモニア濃度 : 15 %以上

(d) その他

- 蒸気 : 1 kg/cm²・G
- 蒸気費 : 37 元/トン
- 電力費 : 0.138 元/kWh (参考—住宅用 0.32 元/kWh)
- 他 : CO₂ は回収不要

② 炭酸アンモニア排水処理設備系統図

図 4.2.2 を参照。

③ 炭酸アンモニア排水処理設備配置図

図 4.2.3 を参照。

④ 炭酸アンモニア排水処理設備機器リスト

表 4.2.2 を参照。

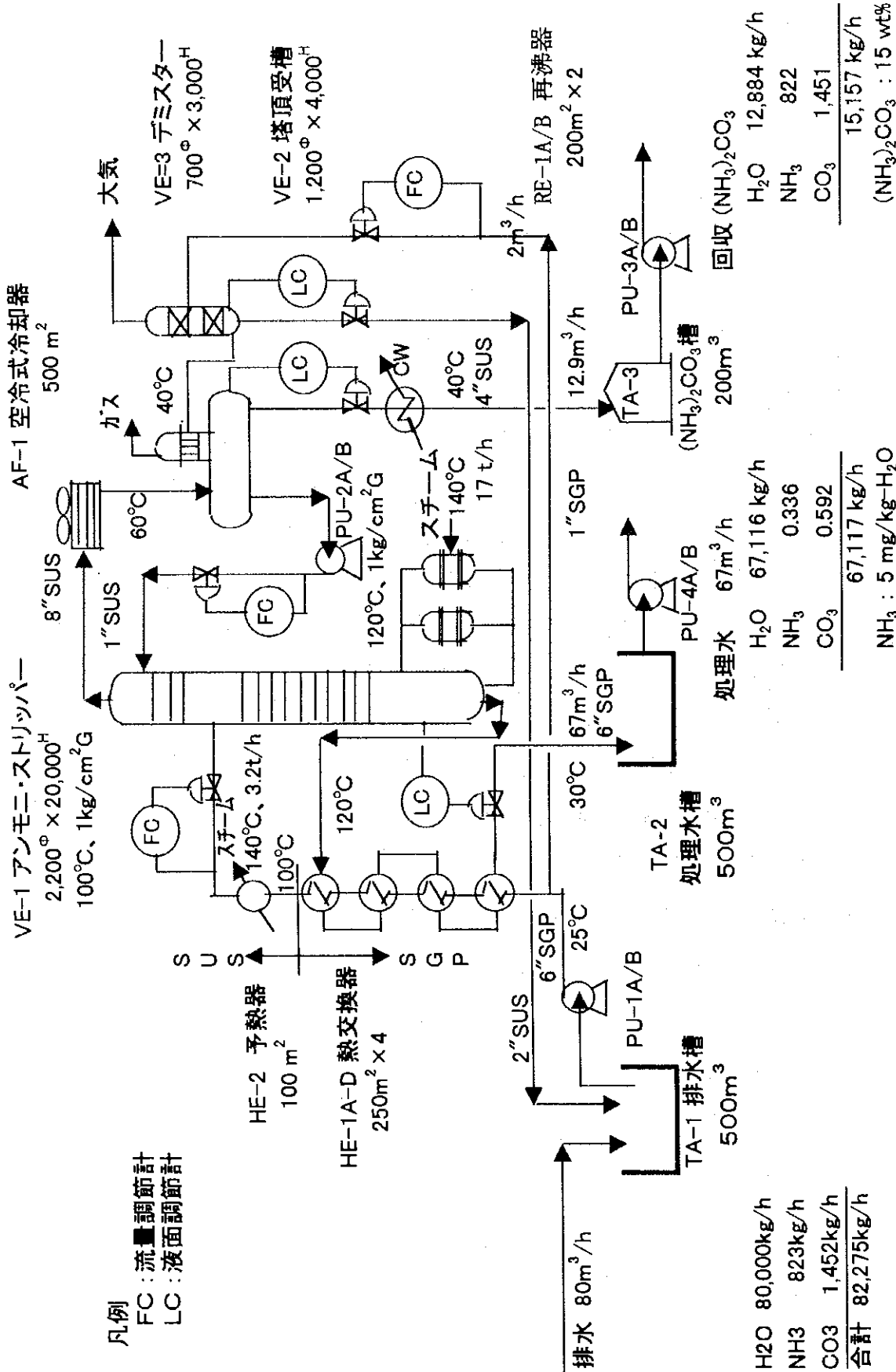
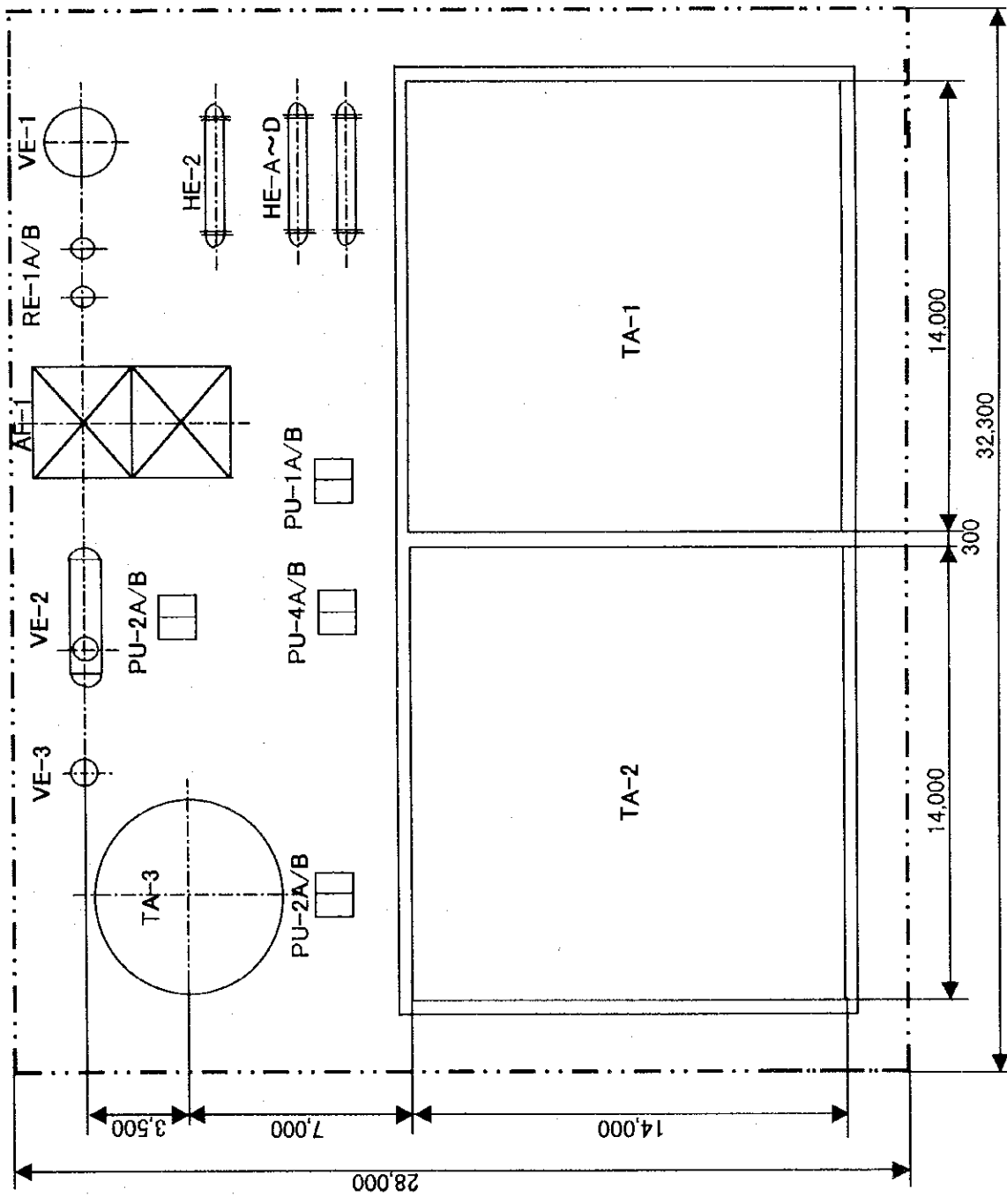


図 4.2.2 貴州化学肥料工場・炭酸アンモニア排水処理設備系統図



機器番号	機器名称
VE-1	アンモニア・ストリッパ
HE-1A-D	熱交換器
HE-2	予熱器
RE-1A/B	再沸器
AF-1	空冷式冷却器
VE-2	塔頂受槽
VE-3	デミスター
PU-1A/B	排水ポンプ
PU-2A/B	循環ポンプ
PU-3A/B	(NH ₃) ₂ CO ₃ ポンプ
PU-4A/B	処理水ポンプ
TA-1	排水槽
TA-2	処理水槽
TA-3	(NH ₃) ₂ CO ₃ 槽

図 4.2.3 貴州化学肥料工場・炭酸アンモニア排水処理設備配置図

表 4.2.2 機器リスト

工場名	貴州化学肥料工場		訂正日	1	2	作成日	
分工場名	—		訂正者			作成	
装置名称	炭酸アンモニア排水処理設備		点検			点検	
排水名称	炭酸アンモニア排水		承認			承認	
機器番号	機器名称	基数	仕様		備考		
VE-1	アンモニア・ストリッパー	1	2,200 ^φ ×20,000 ^H		トレイ 20段、SUS製		
HE-1A-D	熱交換器	4	250 m ²		鋼板製		
HE-2	予熱器	1	100 m ²		鋼板製 (Tube Side SUS)		
RE-1A/B	再沸器	2	200 m ²		鋼板製		
AF-1	空冷式冷却器	1	500 m ² (45 kW×2)		SUS製		
VE-2	塔頂受槽	1	1,200 ^φ ×4,000 ^H		SUS製		
VE-3	デミスター	1	700 ^φ ×3,000 ^H		SUS製		
PU-1A/B	排水ポンプ	1+1	82 m ³ /h×35 m ^H ×15 kW		FC製		
PU-2A/B	循環ポンプ	1+1	2 m ³ /h×35 m ^H ×0.75 kW		SCS製		
PU-3A/B	(NH ₃) ₂ CO ₃ ポンプ	1+1	10 m ³ /h×20 m ^H ×1.5 kW		SCS製		
PU-4A/B	処理水ポンプ	1+1	67 m ³ /h×20 m ^H ×7.5 kW		FC製		
TA-1	排水槽	1	14,000 ^L ×14,000 ^W ×3,000 ^H		Concrete製 (500 m ³)		
TA-2	処理水槽	1	14,000 ^L ×14,000 ^W ×3,000 ^H		Concrete製 (500 m ³)		
TA-3	(NH ₃) ₂ CO ₃ 槽	1	5,730 ^φ ×9,000 ^H		SUS製 (200 m ³)		
注記	設計条件 1. 排水：炭酸アンモニア濃度 0.7~1.0% 水量 80m ³ /h 2. 処理水：アンモニア濃度 5 mg/L 3. 回収炭酸アンモニア濃度 15%						

(2) 集塵排水処理設備

① 設計条件

(a) 排水条件

- 排水流量 : 360 m³/h
- 排水 SS 濃度 : 200 mg/L

(b) 処理水SS濃度 : 20 mg/L

(c) 薬品注入率

- 凝集剤 : 30 mg/L
- 消石灰 : 20 mg/L
- 凝集助剤 : 1 mg/L

② 集塵排水処理設備・系統図

図 4.2.4 を参照。

③ 集塵排水処理設備・配置図

図 4.2.5 を参照。

④ 集塵排水処理設備・機器リスト

表 4.2.3 を参照。

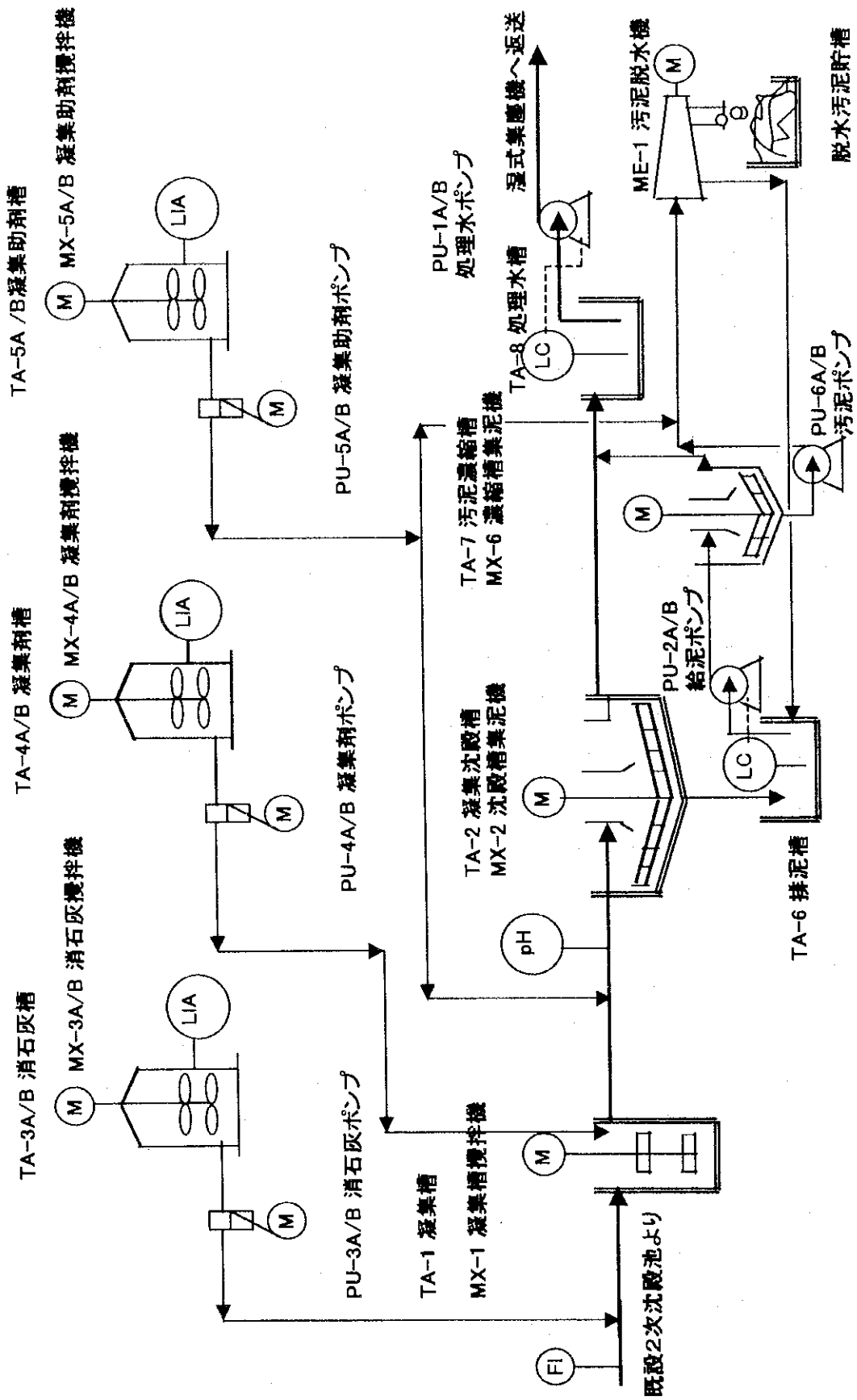
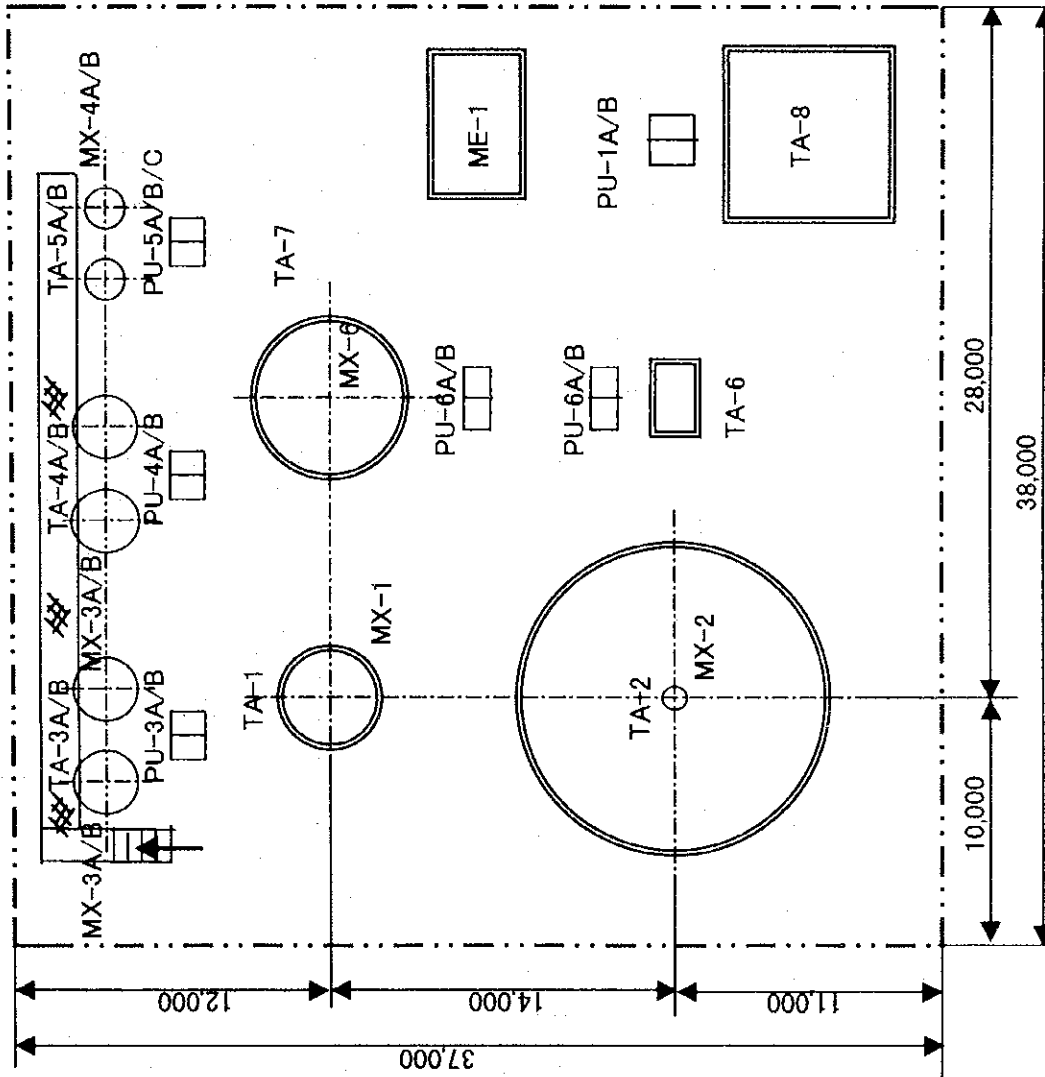


图 4.2.4 貴州化学肥料工場・集塵排水処理設備系統図



機器番号	機器名称
TA-1	凝集槽
TA-2	凝集沈殿槽
TA-3A/B	消石灰槽
TA-4A/B	凝集剤槽
TA-5A/B	凝集助剤槽
TA-6	排泥槽
TA-7	汚泥濃縮槽
TA-8	処理水槽
PU-1A/B	処理水ポンプ
PU-2A/B	給泥ポンプ
PU-3A/B	消石灰ポンプ
PU-4A/B	凝集剤ポンプ
PU-5A/B/C	凝集助剤ポンプ
PU-6A/B	汚泥ポンプ
MX-1	凝集槽攪拌機
MX-2	沈殿槽集泥機
MX-3A/B	消石灰攪拌機
MX-4A/B	凝集剤攪拌機
MX-5A/B	凝集助剤攪拌機
MX-6	濃縮槽集泥機
ME-1	汚泥脱水機

縮尺 : 1/300

図 4.2.5 貴州化学肥料工場・集塵排水処理設備配置図

表 4.2.3 機器リスト

工場名	貴州化学肥料工場		訂正日	1	2	作成日	
分工場名			訂正者			作成	
装置名称	集塵排水処理設備		点検			点検	
排水名称	湿式集塵機排水		承認			承認	
機器番号	機器名称	基数	仕様		備考		
TA-1	凝集槽	1	4,400 ^φ × 5,000 ^H		コンクリート製		
TA-2	凝集沈殿槽	1	13,000 ^φ × 5,000 ^H		コンクリート製		
TA-3A/B	消石灰槽	1+1	2,380 ^φ × 2500 ^H × 10m ³		FRP製、円筒型、5%溶液		
TA-4A/B	凝集剤槽	1+1	2,380 ^φ × 2500 ^H × 10m ³		FRP製、円筒型、10%溶液		
TA-5A/B	凝集助剤槽	1+1	1,430 ^φ × 2,000 ^H × 3m ³		FRP製、円筒型、1%溶液		
TA-6	排泥槽	1	2,000 ^W × 3,000 ^L × 2,500 ^H × 12 m ³		コンクリート製		
TA-7	汚泥濃縮槽	1	6,500 ^φ × 3,500 ^H		コンクリート製		
TA-8	処理水槽	1	7,000 ^W × 7,000 ^L × 2,500 ^H × 90 m ³		コンクリート製		
PU-1A/B	処理水ポンプ	1+1	360 m ³ /h × 20 m × 30 kW		遠心ポンプ、要部FC/FC		
PU-2A/B	給泥ポンプ	1+1	10 m ³ /h × 15 m × 1.5 kW		遠心ポンプ、要部FC/FC		
PU-3A/B	消石灰ポンプ	1+1	200 L/h × 1 kg/cm ² G × 0.2 kW		制御容量往復動、接液部PVC		
PU-4A/B	凝集剤ポンプ	1+1	200 L/h × 1 kg/cm ² G × 0.2 kW		制御容量往復動、接液部PVC		
PU-5A/B/C	凝集助剤ポンプ	2+1	60 L/h × 1 kg/cm ² G × 0.2 kW		制御容量往復動、接液部PVC		
PU-6A/B	汚泥ポンプ	1+1	3 m ³ /h × 15 m × 0.4 kW		遠心ポンプ、要部FC/FC		
MX-1	凝集槽攪拌機	1+1	11 kW		縦型		
MX-2	沈殿槽集泥機	1+1	0.4 kW		センタードライブ		
MX-3A/B	消石灰攪拌機	1+1	1.5kW		可搬式		
MX-4A/B	凝集剤攪拌機	1+1	1.5kW		可搬式		
MX-5A/B	凝集助剤攪拌機	1+1	0.75kW		可搬式		
MX-6	濃縮槽集泥機	1	0.4 kW		センタードライブ		
ME-1	汚泥脱水機	1	3 m ³ /h × 11kW		遠心分離型		
注記	設計条件 1. 処理水量 : 360 m ³ /h 2. 排水SS濃度 : 200 mg/L 3. 処理水SS濃度 : 20 mg/L以下 4. 凝集剤注入率 : 30 mg/L、消石灰注入率 : 20 mg/L、 凝集助剤注入率 : 1 mg/L						

(4) 集塵排水汚泥処理設備

湿式集塵排水を凝集沈殿装置で処理した場合の固形物収支を図 4.2.6 に示す（ただし、汚泥脱水機に添加する凝集剤は微量であるから無視）。この装置から1日約 10 m³の脱水ケーキが発生する。この脱水ケーキの含水率は 80~85%となるので、固形物としての取り扱いができる。また、汚泥の成分は炭塵であるため腐敗の心配がない。これらを考慮して、汚泥の処理・処分方法としては次の方法が考えられる。

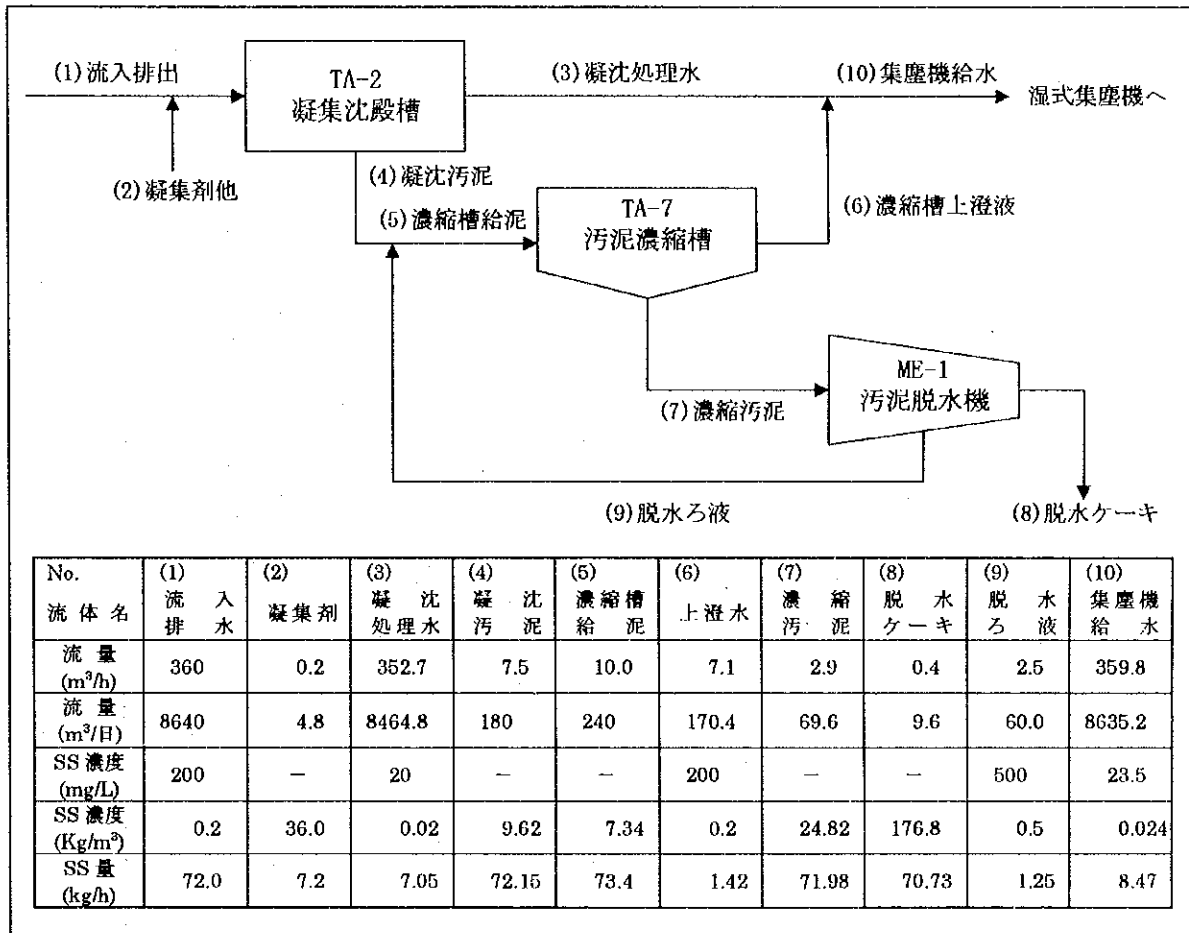


図4.2.6 凝集沈殿装置の固形物収支

① 直接投棄

脱水汚泥貯槽に貯まった脱水ケーキは、ダンプトラックに積んで石炭灰と一緒に灰捨て場へ投棄する。

② 減容化処理

投棄量を減らすため、脱水ケーキを乾燥・焼却、または直接焼却し、残灰を灰捨て場へ投棄する。焼却灰の量は約 1/10 の 1 日約 1 m³となる。

③ 再資源化

固形分は石炭燃焼灰の微粉が主体であるから、石炭灰と混ぜてレンガ、ブロックの原料の一部として再利用が可能と考えられる。

本 F/S においては、簡易な①直接投棄を行うものとして、焼却炉等の追加は考えない。参考までに、②減容化処理を行った場合のフロー、固形物収支を図 4.2.7 に示す。

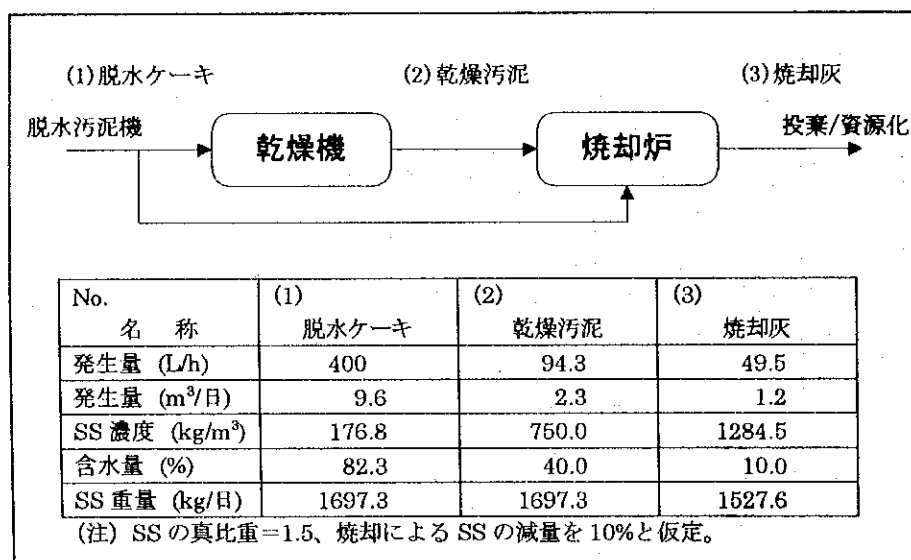


図4.2.7 脱水ケーキの減容設備

4.3 運転管理計画

4.3.1 運転計画

炭酸アンモニア排水処理設備での回収炭酸アンモニアは尿素工場のデソープション装置にて $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ ガスとして利用するため尿素工場およびアンモニア工場の年間運転計画に合わせ、集塵排水処理設備はボイラの年間運転計画に合わせ年間稼働日数およびシフト数を設定し、熟練度や専門領域によるレベル毎の必要運転員の確保、運転期間中に必要なユーティリティの確保等の計画を立て円滑な運転を計る必要がある。

また、運転に先立ち運転員の訓練・技術習得、習得技術レベルの評価・確認を行い運転に備える必要がある。

4.3.2 管理計画

運転に当たっては、責任体制が明確になるよう設備の管理・組織構成表を作成し、運転管理上に必要な人材構成をかたち作る。特に、業種別の作業内容を明確にし、運転員業種別の谷間がないようにする必要がある。

各処理設備運転に関しては下記の項目を確認・管理する必要がある。

- 排水水質の確認 : 1回/日 (共通項目)
- 処理水水質の確認 : 1回/日 (共通項目)
- 各所流量・圧力・液面の確認 : 1回/シフト (共通項目)
- 回収炭酸アンモニアの性状確認 : 1回/日 (炭酸アンモニア排水処理設備)
- 凝集状況の確認 : 1回/日 (集塵排水処理設備)
- 薬品注入率の確認 : 1回/シフト (集塵排水処理設備)

炭酸アンモニア排水処理設備および集塵排水処理設備の運転・管理の人員配置計画は表 4.3.1 を参照のこと。

表4.3.1 排水処理設備人員配置（各処理設備共通）

区分	名称	直接要員(人)	直数(回)	単位	計(人)	備考
運転・管理	運転作業員	1.0	3	人/日	3.0	8時間、3交代
	分析要員	1.0	1	人/日	1.0	
	管理者	1.0	1	人/日	1.0	
	小計			人/日	5.0	
設備・保全	設備保全員	1.0	1	人/日	1.0	
	管理者	0.5	1	人/日	0.5	
	小計			人/日	1.5	
合計				人/日	6.5	

- 注：1) 人員配置計画は運転・管理上で必要な最低の人数とする。
 2) 処理設備の運転時間は生産設備の運転時間にあわせ、一日24時間とする。
 3) 運転作業員は3交代制とする。

処理設備の年間維持管理費は表 4.3.2 および表 4.3.3 を参照のこと。

表4.3.2 年間維持管理費一覧表（炭酸アンモニア排水処理設備）

名称	消費量	単位	単価(元)	単位	時間当たり維持費(元)	年間当たり維持費(元)
蒸気	20.3	t/h	37.0	元/t	751.1	6,008,800
冷却水	41.0	t/h	0.02	元/t	0.82	6,560
電力	81.0	kWh	0.138	kW	11.178	89,424
人件費	6.5	人/日	8,000	元/年		52,000
合計					763.098	6,104,784

- 注：1) 運転時間は一日24時間とし、年間で8000時間とする。
 2) 各数値は第二次現地調査にて、収集した資料に基づいている。

表4.3.3 年間維持管理費一覧表（凝集沈殿処理設備）

名称	消費量	単位	単価(元)	単位	時間当たり消費金額(元)	年間当たり消費金額(元)
凝集剤	10.8	kg/h	0.9	元/kg	9.828	78,624
消石灰	7.2	kg/h	1.2	元/kg	8.64	69,120
凝集助剤	0.4	kg/h	43.0	元/kg	15.48	123,840
電力	34.0	kWh	0.138	元/kW	4.692	37,536
人件費	6.5	人/日	8,000	元/年		52,000
合計					38.64	309,120

- 注：1) 運転時間は一日24時間とし、年間で8000時間とする。
 2) 各数値は第二次現地調査にて、収集した資料に基づいている。

4.4 事業費と財務計画

4.4.1 事業建設費

排水処理設備の施設計画と設計に従い、以下の条件の基で、事業費を算出した。その際の算出項目は処理設備本体費、付属設備（配管、計器、電気等）費、土木工事費、諸経費とした。

(1) 事業建設費（概算）

① 炭酸アンモニア排水処理設備の事業建設費

総建設費		1360.0 万元
内 訳	処理設備	700.0 万元 (処理設備本体、据え付け工事等)
	付属設備	178.0 万元 (配管工事、計器工事、電気工事等)
	土木工事	122.0 万元
	諸経費	360.0 万元

② 凝集沈殿処理設備の事業建設費

総建設費		283.0 万元
内 訳	処理設備	171.0 万元 (処理設備本体、据え付け工事等)
	付属設備	25.0 万元 (配管工事、計器工事、電気工事等)
	土木工事	12.0 万元
	諸経費	75.0 万元

(2) 積算条件

- 処理設備本体の金額は基本的にメーカーの見積によるものとする。
- 建設範囲内の地盤改良は積算範囲外とする。
- 炭酸アンモニア排水処理設備と凝集沈殿処理設備の建設用地は 32.3m×28.0m と 37.0m×38.0mの範囲内とする。
- 電気設備は二次側以降を積算範囲とする。ただし、一般照明は考慮しない。
- 中国で入手できないものは日本製のものとする。
- 換算レートは 1998 年 5 月の公定レートの平均値とする。
(100 米ドル=827.9 元、100 日本円=6.15 元)
- 諸経費率は中国の関連規定で定められた率で設定する。

4.4.2 事業費

当工場に対する F/S では2つの事業が提案されており、その事業の組み合わせは次の通りとする。

- 炭酸アンモニア排水処理設備 (プロジェクト1、P1 と呼ぶ)
- 炭酸アンモニア排水処理設備+凝集沈殿設備 (プロジェクト2、P2 と呼ぶ)

前項で述べた概略建設費、及び表 4.3.3 に示す維持管理費に流動資金等を加え整理すると、事業費は次の様になる。

表4.4.1 総投資額

単位：万元

項目	炭酸アンモニア排水処理設備 (P1)	炭酸アンモニア排水処理設備+凝集沈殿設備 (P2)
建設費	1,360	1,643
流動資金	40	50
計	1,400	1,693

表4.4.2 維持管理費

単位：万元

項目	炭酸アンモニア排水処理設備 (P1)	炭酸アンモニア排水処理設備+凝集沈殿設備 (P2)
維持管理費*	650	693

注*)維持管理費は表 4.3.2 及び表 4.3.3 に示す年間維持管理費に修繕費・保険費を加えたものである。

4.4.3 財務計画

(1) 資金の調達

表4.4.3 資金調達計画

単位：万元

項目		P1	P2
借入金	海外	700	850
	国内	280	333
自己資金		420	510
合計		1,400	1,693

新規投資に対する自己資本比率は総投資額の 30%以上必要であり最低限の 30%とした。しかしながら南西地区優遇策により 20%を超えていれば投資が認められる。。

(2) 資金調達源

上記 (1) の通り総投資額の 30%を自己資金、残り 70%の内 20%を中国国内で調達、50%を海外から調達することを提案する。

海外から資金を調達可能な金融機関名と融資条件を表 2.4.1 に示す。

財務計算では海外からの借入分はアジア開発銀行（ADB）から融資を受けるベースで行った。ADB の金利は日本の金融機関のそれに比べ高く、中国国内金融機関の貸し出し金利に近いので ADB の融資条件を採用した。

表 2.4.1 の 4 機関の中で、日本の金融機関の融資条件、特に金利が他機関のそれに比べ低く有利であり、これらの機関からの融資は財務上好ましく、計画中の他のプロジェクトの海外資金調達と併せ検討する事を薦める。

4.5 事業評価

4.5.1 環境改善効果による評価

当該工場における $\text{NH}_3\text{-N}$ の最大負荷源であるアンモニア合成工場に炭酸アンモニア排水処理設備が設置されることで、窒素の排出が大幅に削減される。これにより、栄養塩負荷の削減による水域の富栄養化進行の抑制への貢献が期待できる。石炭ガス工場のシアンについては、特別な対策は考慮されず、依然として問題が残っている。

4.5.2 財務評価

(1) 年間期待収益

提案する 2 つのプロジェクトが完成し稼動を開始すると表 4.5.1 に示す収益が期待される。

表 4.5.1 年間期待収益

単位：万元

項目	炭酸アンモニア排水処理設備 (P1)	炭酸アンモニア排水処理設備+凝集沈殿設備 (P2)
炭酸アンモニア回収	1,000	1,000
水資源回収	1.1	6.8
汚染排出費の軽減	* -3.5	* -2.0
合計	997.6	1,004.8

*：-3.5 とは上記設備稼動により汚染排出費が増加する事を意味する。

表 4.5.1 に記載した数字は次に述べる計算により求めた。

①炭酸アンモニア回収 (P1、P2 共通)

- 炭酸アンモニア回収量 : 2,274kg/h (100wt%換算)
- 炭酸アンモニアの市場価格 : 550 元/トン
- 年間回収金額 : $2,274\text{kg/h} \times 8,000\text{h} \times 550 \text{ 元/トン}$
=10,000,600 元 (約 1,000 万元)

②水資源の回収

[P1]

- 回収冷却水量 : $67\text{m}^3/\text{h}$
- 工業用水の単価 : 0.02 元/ m^3 (P2 も同様)
- 年間回収金額 : $67\text{m}^3/\text{h} \times 8,000\text{h} \times 0.02 \text{ 元}/\text{m}^3 = 10,720 \text{ 元}$ (約 1.1 万元)

[P2]

- 回収冷却水量 : $427\text{m}^3/\text{h}$
- 年間回収金額 : $427\text{m}^3/\text{h} \times 8,000\text{h} \times 0.02 \text{ 元}/\text{m}^3 = 68,320 \text{ 元}$ (約 6.8 万元)

③汚染排出費

汚染排出費の計算は汚水総合排出基準 (GB8978 - 96) に基づき表 2.1.1 のデータを用いて行った。これによると対策前の当工場の汚染排出費は、年間約 113 万元となった。P1 及びP2 対策後工場からの排出量は減少する。このため排水量に課せられる汚水排出費は減少するものの、汚水排出量の減少により排水中のCNの濃度が相対的に上がり、これによる基準超過汚染物質排出費の増加が汚水排出費の減少分を上回り、当対策後かえって汚染排出費が僅かながら増える結果となった。

(2) 財務評価

P1 及びP2 其々に付いて、次のデータを前提条件として財務計算を行った。

P1 : 年間収益 997.6 万元, 総投資額 1,400 万元, 年間維持管理費 650 万元 (変動費分 : 蒸気, 冷却水, 電力, 固定費分 : 人件費, 修繕費, 保険費), 自己資金 420 万元, 借入金 980 万元 (①700 万元を海外より調達, 金利 6.79%, 返済期間 15 年, 据置期間 7 年, ②280 万元を国内で調達, 金利年 8.01%, 返済期間 15 年—1998 年 7 月末現在の中国工商銀行のデータによる), 固定資産の償却年数 15 年, 残存価値 5%, 法人税 33%, 運転期間 15 年, 年間運転時間 8,000 時間

P2：年間収益 1,004.8 万元，総投資額 1,693 万元，年間維持管理費 69 万元（変動費分：蒸気，冷却水，電力，消石灰，凝集剤，凝集助剤，固定費分：人件費，修繕費，保険費）自己資金 510 万元，借入金 1,183 万元（①850 万元を海外より調達，融資条件は P1 と同じ，②333 万元を国内より調達，融資条件は P1 に同じ）。

その結果得られた税引き後の内部収益率(IRR)は下記の通りである。

- 炭酸アンモニア設備 : 18.86%
- 炭酸アンモニア設備＋凝集沈殿設備 : 13.41%

上記の数字はプロジェクト評価指標 12%を超えており、財務的にファイジブルと判断できる。

4.5.3 経済・社会的評価

(1) 炭酸アンモニア排水処理設備

- 排出する $\text{NH}_3\text{-N}$ を削減し湖水の富栄養化の防止に貢献
- 省資源（水資源 $67\text{m}^3/\text{h}$ の節約）に貢献

(2) 炭酸アンモニア排水処理設備＋凝集沈殿処理設備

- 排出する $\text{NH}_3\text{-N}$ を削減し湖水の富栄養化の防止に貢献
- 浮遊物質の減少に貢献—流域の浮遊物による汚れを減少
- 省資源（水資源 $427\text{m}^3/\text{h}$ の節約）に貢献

以上より当事業は経済・社会的に貢献度大であり、評価される事業と判断される。

4.5.4 財務分析

当工場ではアンモニア尿素プラントの改造及び増産計画（総投資額 5.8 億元）やクリーン生産施設建設計画（総投資額 1.6 億元、なお、本報告書で提案している当事業はこの計画の 1 設備を構成する）等当工場の総資産約 3 億元を超える大きなプロジェクトが計画されている。

本事業の財務計画は上記の大プロジェクトを考慮して検討されねばならないが、関係データが不足の為、当事業単独での検討となった。しかし今後関係者は当事業を含めた全投資計画について検討する必要がある。

入手した当工場の総資産や売上げ高（過去 5 年）の推移を見ると、1997 年度の売

上げ高は 1996 年の 70%迄落ち込んだ事が分かる。安い輸入品にマーケットが食われ、生産調整をした為と言う。

しかし中国に於いては食料増産は国の第一優先課題であり、肥料の需要は増大すると予想されている。また輸入関税の見直しも行われたそうで、今後当工場では売上げが増大すると予想され、借入金の返済は問題ないと推測される。

4.6 実施計画

「4.2 施設計画と設計」および現地調査に基づき排水処理設備の導入に必要な組織および実施工程等より構成される実施計画を策定した。

4.6.1 実施体制、組織

本工場で冷却水系の腐食問題を起こしているアンモニア排水系および浮遊物質(SS)が流出する集塵排水系には早急に処理設備の導入を計り、公共用水域の汚染防止に努力する必要がある。今回の取進めに関しては、以下に述べる委員会を編成して実行することを提案する。

(1) 排水対策委員会の設立

処理設備導入にあたっては下記組織を構成するのがよい。

- 工場長または工場長に相当する者
- 環境保護安全所長
- 環境保護安全担当者
- 金融関連責任者

(2) 委員会編成の期間および実施内容

① 期間

- 実行計画の検討開始から試運転、試運転結果の評価迄の期間とする。
- 1998年11月～1999年12月

② 実施内容

- 工場の公害再調査 : 排水問題の実態を把握、環境アセスメントの実施
- 実施計画書の作成 : 本報告書記載内容の評価、実施計画書（設備内容、総合工程、融資計画等を含む）の作成
- 助成措置および資金融資確保の推進 : 税金、補助金の折衝、融資金の確保
- 実施計画の推進および工程管理 : 工場の実施計画の確認、工事の進行状況の確認
- 工場への技術的確認 : 工場の実施計画のアドバイス、分析を含めた技術指導の実施

4.6.2 運転要員計画

運転要員計画は表 4.3.1 排水処理設備人員配置計画を参照のこと。

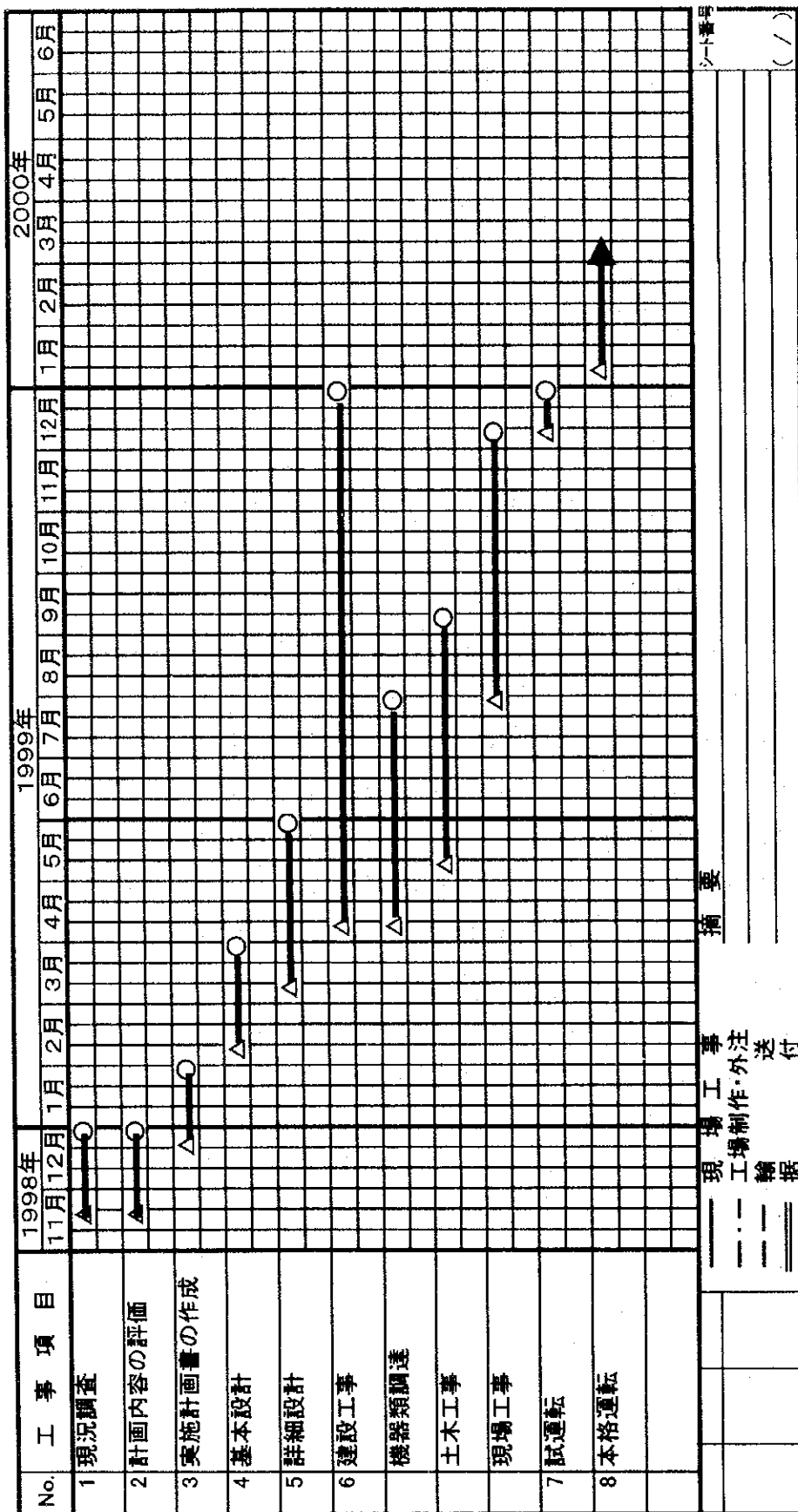
4.6.3 実施工程

本計画の実施工程は以下の通りである。計画工程を表 4.6.1 に示すが、日程等の概要は次の通りである。

(1) 現況調査	1998年11月～1998年12月
(2) 計画内容の評価	1998年11月～1998年12月
(3) 実施計画書の作成	1998年12月～1999年01月
(4) 基本設計	1999年02月～1999年03月
(5) 詳細設計	1999年03月～1999年05月
(6) 建設工事	1999年04月～1999年12月
(7) 試運転	1999年12月～1999年12月
(8) 本格運転	2000年01月～

表 4.6.1 工程表

顧客名：貴州化学肥料工場
 プロジェクト名：環境総合対策計画調査
 設備名称：炭酸アモニア・集塵排水処理設備



摘要

現場工事
 工場制作・外注
 輸送
 据付

△ 着手予定 ○ 竣工予定

5 平バイ化学肥料工場

5.1 工場診断

5.1.1 製造過程

(1) 概要

平バイ化学肥料工場は赤水天然気化工集団に買収され、1998年4月18日貴州大順化工有限責任公司（合成アンモニア、炭酸アンモニア肥料、磷酸アンモニア肥料、複合肥料）と貴州天峰化工責任有限公司（Ca・Mg 磷酸肥料、硫酸）に分離・運営されている。

当該工場は分離・運営後も平バイ化学肥料工場時代同様、地域資源の石炭、磷鉱石、石灰石、硫黄等を利用する磷酸系化学肥料工場に変わりはなく、石炭をガス化炉で部分燃焼し、生成した水素（H₂）と窒素（N₂）を反応させてアンモニアを合成する。一方、磷鉱石に硫酸を反応させて磷酸水溶液と石膏（硫酸カルシウム化合物）を得て、この磷酸水溶液にアンモニア・ガスを吹き込み磷安肥料を生産する。また、磷鉱石に珪酸マグネシウム分原料（蛇紋岩、石綿母岩等）を混合し、熱溶解して水で急冷粉砕し乾式磷酸肥料とする。これがカルシウム（Ca）・マグネシウム（Mg）・磷酸混合肥料＝（溶成磷肥）である。その他高濃度複合肥料、工業用硫酸等総計32万トンの肥料、化学薬品生産工場である。

主な排水は合成アンモニア工場から年間450万m³で、汚染物質はアンモニア性窒素（NH₃-N）であるが、その他磷、油分、シアン等が羊昌河を経て紅楓湖に排出されている。

(2) 基本諸元

本工場（平バイ化学肥料工場として）は1964年に設立・操業開始した資源立地形の肥料工場であり、現在の生産能力と実績および将来計画は表5.1.1の通り。

表 5.1.1 生産能力及び将来計画

単位：万トン/年

製品名	生産能力	実績	2000年	用途
合成アンモニア	1.0	1.0	2.5	原料
Ca-Mg-磷酸混合肥料	10.0	10.0	—	農業用
磷アン(磷酸アンモニア)肥料	3.0	3.0	6.0	農業用
硫酸	4.0	4.0	8.0	工業用
高濃度複合肥料	10.0	—	—	農業(タバコ)用
炭酸水素アンモニア肥料	4.0	—	—	農業用

工場規模（貴州大順化工有限責任公司および貴州天峰化工責任有限公司）は以下の通り。

- 従業員数 : 1,278 人（家族合計 約 1,700 人）
管理者 …………… 24 人
技術者 …………… 306 人
生産従事者 …… 958 人

- 工場敷地 : 約 35.5 万 m²

- 工場組織機構

貴州大順化工有限責任公司	・ 総経理	— 万 健康
同上	・ 生産技術部長	— 雷 強
貴州天峰化工責任有限公司	・ 生産技術部長	— 余 光榮

- 財政状況

財務状況資料は公開されなかった。

(3) 工場の現況

① 原料

主原料は石炭、燐鉱石、硫黄、その他（Mg 原鉱石）である。

購入先	燐鉱石	: 貴州省・開陽燐鉱山
	その他原料	: 貴州省内各地

② プロセス

- アンモニア

石炭 → 常圧ガス化炉 → 水素 (H₂) + 炭酸ガス (CO₂)
→ 合成ガス (H₂ (水素) + N₂ (窒素)) → NH₃ (アンモニア)

- 燐アン (燐酸アンモニア)

燐鉱石 + 硫酸 → 燐酸 (H₃PO₄) + 石膏 (CaSO₄)
→ 燐酸 (H₃PO₄) + NH₃ ガス (アンモニア) → 燐酸アンモニア・(NH₄)₂HPO₄

- Ca-Mg-燐酸混合肥料

燐鉱石 + 粉碎蛇紋岩 → 平炉熱溶解 → 注水急冷破砕
→ 燐酸混合肥料 + F 化合物

この過程で水中に弗素 (F) イオンが混入し、大気中に弗素化合物が揮発する。

(4) 現在までに行った公害対策

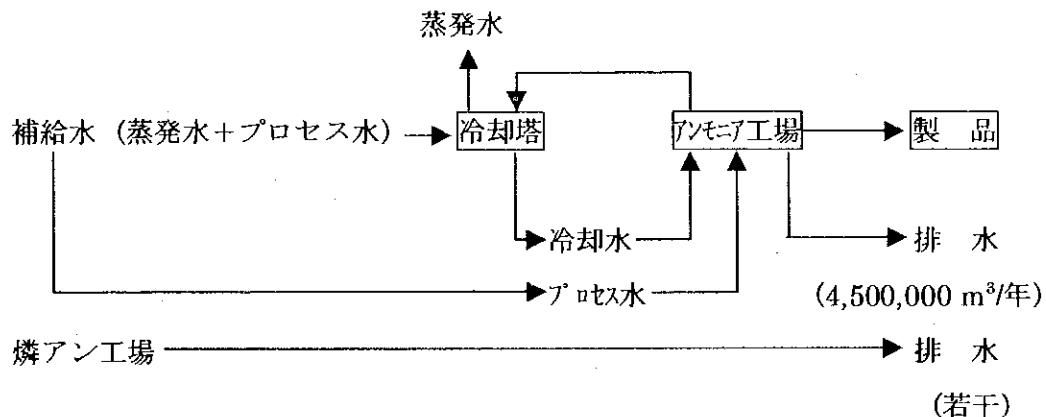
- 環境保護局より排水量を減少するようとの勧告を受け、アンモニア工場排水を循環冷却水系に入れ、冷却塔でアンモニアを大気中に放散させている。
- 排水量は 640 m³/h であり、排水水質上問題となる項目は硫化物及びアンモニア性窒素のみである。
- 環境保護局より 1999 年迄に上記 2 項目の水質改善をするよう勧告を受けている。
- 2000 年に合成アンモニアを 25,000 トン/年にする予定であり、その際排水のクローズド化をする予定である。

合成アンモニア拡張計画は国に申請中であり、費用約 1 億円。

5.1.2 排出負荷量

(1) 現状の排水系統および排水量

現状の排水系統および工場でのヒアリング結果と 1998.3.6 現地流量測定結果を図 5.1.1 に示す。



1998.3.6 現地流量測定結果： 6,336,000 m³/年 (年間 8,000 時間運転と仮定)

図 5.1.1 既存の排水系統

(2) 現状の排水処理設備と排水水質

上記排水系統に示す通り特別な排水処理設備は無い。アンモニア含有排水を冷却塔を通してアンモニア含有量を減少させた後、排水している。

ヒアリング結果の排水水質は SS 28 mg/L、S 1.98 mg/L、COD 20.99 mg/L、CN 0.08 mg/L、T-P 0.0589、As 0.017 mg/L、NH₃-N 52.48 mg/L、F 0.37 mg/L、phenol 0.007 mg/L、NO₂-N 0.112 mg/L、NO₃-N 1.04 mg/L であった。

なお、内項目が放流基準値を越えている。

1998年3月6日の現地サンプリング・分析結果を表2.1.1に示す。

5.1.3 工場廃棄物

(1) 排水処理設備からの汚泥

排水のほとんどを冷却塔に送って冷却再循環しており、冷却塔で揮散性の物質を大気中に放出しているだけで、排水処理設備はない。従って、冷却塔下部水槽に堆積する汚泥を定修時に清掃・除去する程度である。

(2) その他の工場廃棄物

① 石炭殻

(a) 発生量

- 6.5 トン ボイラ : 7.2 トン/日
- 石炭ガス発生炉 : 18.0 トン/日

(b) 有効利用、処分の現状

- 農民たちが篩で選別し、土壌改良材として使用している。
- 粒子径の大きな物は、道路の路盤材に使用している。

(c) 灰捨て場

工場から2 km離れた所に灰捨て場(約4,000m²)があり、トラックで搬出し捨てている。

(d) その他

2,000年計画では、ボイラを沸騰型に変え、石炭灰の発生量を減らすとともに、ボイラ燃料に混ぜて使用する計画になっている。

② 硫酸カルシウム(石膏)粉末

(a) 発生量

年間約9万トン

(b) 有効利用、処分の現状

現在はトラックで搬出し、灰捨て場に埋め立てている。将来、これを有効利用したいが、設備にかかる費用が問題である。なお、中国では硫酸カルシウムから硫酸を回収するプロセスが開発されているとのことである。

5.1.4 現状の問題点

(1) 排水

第1次現地調査の総合排水分析結果、NH₃-Nは295 mg/L、CNは5.5 mg/L、油分は77 mg/Lと排水基準値を越える項目があった。1998年6月18日工場訪問時に確認したところ、工場側のデータは、NH₃-Nは安順地区環境保護局の分析結果では68.42 mg/L、CNは工場側の分析値平均は1.3 mg/Lおよび安順地区環境保護局分析結果は0.128 mg/L、油分は工場側の分析値で平均16 mg/Lと調査団の分析結果より低い値であり、問題はNH₃-Nのみであった。排水処理対策は製品増産計画の2000年計画に織り込み済みであり、使用水量2,000m³/hに対し150 m³/hを排出する計画であると説明された。しかし、具体的な説明はされず内容は全く不明である。

現状を見る限り、NH₃-N排出源をつきとめ、NH₃-N濃度の高い(NH₃-Nを希釈し処理対象水量が増加する前)時点で処理する必要がある。濃度の高い排出源をつきとめられれば、NH₃-N対策は貴州化肥工場と同一の対策(スチーム・ストリッピング)を取り、アンモニアを回収するのが得策であり、現状のように濃度が低く、水量が大量であれば、一般的な生物脱窒法または不連続点塩素処理法を取る必要がある。しかし、現状の排水状況で対策を取った場合はアンモニアの回収は困難であり、運転経費は高くなるものと思われる。また、2000年計画まで排水処理対策を取らないのであれば、プラントの運転管理を十分に行い、NH₃-N排出源からの負荷を出来るだけ減少させる必要がある。

(2) 廃棄物処理

①排水処理廃棄物

排水中の汚染物質は、冷却塔から大気中へ放散され、また冷却水とともに希釈放流されていて排水系統からは廃棄物が発生していない。しかし、実際には冷却塔下部水槽や排水溝に汚泥が堆積していて、定修時や豪雨時に排水と一緒に工場外へ排出されているため、平常時に汚泥としての発生はないのではないかとと思われる。

②硫酸カルシウム

大量に発生している硫酸カルシウム(石膏)は、資源として利用価値があり積極的に再利用を図る必要がある。日本では、石膏ボード、セメント原料に硫酸カルシウムの約90%が利用されており、その他、石膏プラスター(表面塗布材)、石膏ブロック、石膏パネル、焼石膏などの用途がある。

5.2 施設計画と設計

工場より 2000 年製品増産計画の具体的な計画は提示されなかった。したがって、プロセス関係は勿論のこと排水処理計画も全く不明であるが、平バイ化学肥料工場時代に貴州省化工設計院にて計画作成された"磷安 3 万トン/年を 6 万トン/年への増産に関する F/S 報告書および合成アンモニア 1 万トン/年を 2.5 万トン/年への増産に関する F/S 報告書—1997 年 10 月"をもとに排水処理施設計画をレビューする。

5.2.1 磷安工場排水処理設備

当該工場の弗素 (F) 含有排水量は $5.2 \text{ m}^3/\text{h}$ であり、排水中には弗素 (F) を $8\text{kg}/\text{h}$ 含み、F 濃度としては $1,540 \text{ mg}/\text{L}$ である。計画排水処理設備は図 5.2.1 の通り。

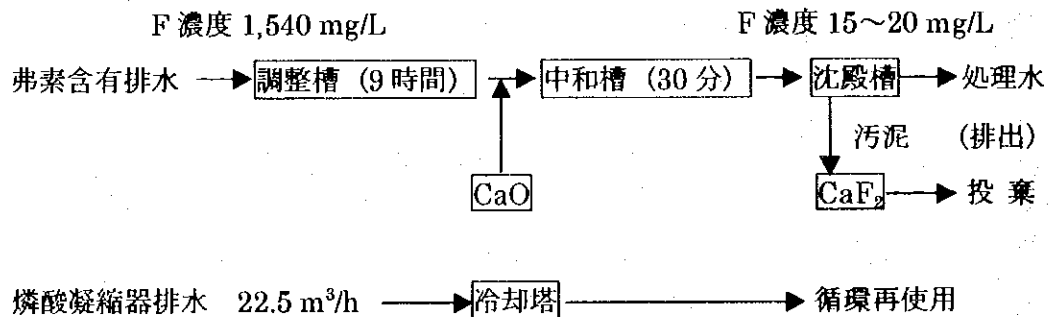


図 5.2.1 排水処理計画案

拡張計画による排水基準は国家排水基準・Ⅱ類一級・新拡改が適用され、F 濃度は $10 \text{ mg}/\text{L}$ 以下が要求される。しかし、上記設備では国家排水基準を満たすことが出来ないため、処理水中の F 濃度を $25 \text{ mg}/\text{L}$ と想定し、洗浄排水等で希釈放流するよう計画している。環境関連投資額は全体で 104 万円を予定している。

[レビュー結果]

- 弗素処理設備は一般的処理フローであり問題はない。弗素を弗化カルシウムとして沈殿除去する場合、理論的には弗素濃度 $7 \sim 8 \text{ mg}/\text{L}$ 迄処理出来ることになるが、実際には妨害イオンの働きにより $50\text{mg}/\text{L}$ 前後までしか処理出来ないことが多い。
- 日本の排出基準は弗素濃度 $15\text{mg}/\text{L}$ 以下と規定している。そのため単純な弗化カルシウムとしての弗素除去のみでは排出基準値を守れない。そのため、日本の水処理業界各社は独自の弗素除去システムを開発した。開発システムの基本は

CaCO₃、Mg(OH)₂、Al(OH)₃等との共沈現象を利用したものであり、各社パテントを取得している。排水は基本的に希釈放流するべきではなく（希釈放流では汚濁物質の絶対量は減少しない）、共沈現象を利用したシステムを採用し国家排水基準を守ることを推奨する。

また、弗素含有排水中に硫酸根(SO₄)が存在する場合は石膏(CaSO₄・2H₂O)の生成による配管系および各装置へのスケール付着に十分な配慮が必要である。

- 磷酸凝縮器排水には排水処理設備が付帯しないので、特にコメントはない。

5.2.2 合成アンモニア工場排水処理設備

現状の排水量は 191 m³/h、143 万 m³/年であり羊昌河へ放流している。排水水質は表 5.2.1 に示す通りであり、国家排水基準・Ⅱ類一級には達していない。

表 5.2.1 排水水質と国家基準の比較

項目	NH ₃ -N	pH	CN	硫化物	Phenol	油
実測値 (mg/L)	16.8	6.8	1.3	10.54	<0.5	10.6
国家基準(mg/L)	15	6~9	0.5	1.0	0.5	10

2.5 万トン/年・合成アンモニア装置建設と同時に下記の排水処理対策を行い、国家排水基準・Ⅱ類一級をクリアーする予定である。

(1) 循環再使用

工場排水と一般排水を分離し、各々の系統に冷却塔を設けて排水を循環再使用する。

- ① ガス製造工程からのシアン含有排水は調整槽へ集水ののち処理場へ送水し、処理後再使用する。

- 排水水量 : 516 m³/h、
- 排水水質 : SS 400~ 600 mg/L
CN 1.1~ 6.6 mg/L
S 0.5~ 2.5 mg/L
Phenol 0.01~ 0.05 mg/L

- ② 計画処理フローは図5.2.2のような系統が想定される。

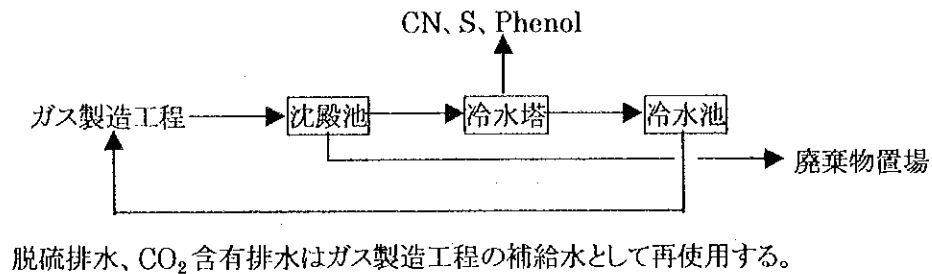


図 5.2.2 計画処理フロー

(2) 建設費予定額

- ガス製造工程排水関連 : 120.27 万元
- アンモニア合成排水関連 : 183.33 万元

(3) レビュー結果

- 基本的にガス製造工程内でのクローズド・システムであり、排水処理設備はなく、系外への排水もない。

5.3 運転管理計画

5.3.1 運転計画

弗素含有排水処理設備は燐安工場に、シアン含有排水処理設備は合成アンモニア工場にと夫々の年間運転計画に合わせ、年間稼働日数およびシフト数を設定し、熟練度や専門領域によるレベル毎の必要運転員の確保、運転期間中に必要なユーティリティの確保等の計画を立て円滑な運転を計る必要がある。

また、運転に先立ち運転員の訓練・技術習得、習得技術レベルの評価・確認を行い運転に備える必要がある。

5.3.2 管理計画

運転に当たっては、責任体制が明確になるよう設備の管理・組織構成表を作成し、運転管理上に必要な人材構成をかたち作る。特に、業種別の作業内容を明確にし、運転員業種別の谷間がないようにする必要がある。

各処理設備運転に関しては下記の項目を確認・管理する必要がある。

- 排水水質の確認 : 1回/日 (共通項目)
- 処理水水質の確認 : 1回/日 (共通項目)

- 各所流量・圧力・液面の確認 : 1回/シフト (共通項目)
- 凝集状況の確認 : 1回/シフト (弗素含有排水処理設備)
- 薬品注入率の確認 : 1回/シフト (弗素含有排水処理設備)

5.4 事業費と財務計画

工場より入手の F/S 報告書 (排水処理設備を含む合成アンモニアおよび炭酸水素アンモニウム増産設備計画) の第 12 章投資の推算と資金調達、および第 13 章投資、経済評価および社会効果の評価についてレビューした。

5.4.1 財務計画

固定資産投資の内 3,575 万元、および生産流動資金の 70%を銀行借款申請予定であり、その年利率は夫々 9.9%と 8.64%である。これは資金を国内より調達するものと思われる。表 2.4.1 に示すごとく資金を海外より調達すると、国内調達に比べ金利ばかりでなく、融資条件が良いので、海外からの調達も資金の調達源の 1 つに考える必要がある。

5.4.2 財務評価

内部収益率 (税引後) は 18.45%で 12%をクリアしており、また投資回収期間 4.24 年 (建設期間 1 年を含まず) と短く、本プロジェクトは投資に値するプロジェクトといえる。

5.4.3 経済・社会評価

- 排水がクローズド化され、汚染物質の減少により河川の汚染防止に貢献する。
- 技術改良により工場の生産効率が上がり、製品のコストは改造前に比べ 20~30% 下がる。中国では食糧増産が国の第 1 優先であり、肥料をより安く消費者に供給することは、国および消費者への貢献度が大きい。

5.5 事業評価

合成アンモニア工場排水のクローズド化により、流域に対する汚濁負荷が軽減される。当該工場は、羊昌河を経由して紅楓湖南湖に排出する主要汚染源の 1 つであり、特に当該工場排水上問題となっていた $\text{NH}_3\text{-N}$ が削減される。栄養塩負荷量の削減により、水域の富栄養化進行の抑制への貢献が期待できる。

5.6 実施計画

排水処理設備の導入に必要な組織および実施工程等より構成される実施計画を策定した。

5.6.1 実施体制、組織

製品増産計画の 2000 年計画に合わせ排水処理設備の導入を計り、公共用水域の汚染防止に努力する必要がある。今回の取進めに関しては、以下に述べる委員会を編成して実行することを提案する。

(1) 排水対策委員会の設立

処理設備導入にあたっては下記組織を構成するのがよい。

- 工場長または工場長に相当する者
- 環境保護安全所長
- 環境保護安全担当者
- 金融関連責任者

(2) 委員会編成の期間および実施内容

① 期間

実行計画の検討開始から試運転、試運転結果の評価までの期間とする。1998 年 11 月～1999 年 12 月

② 実施内容

- 工場の公害再調査 : 排水問題の実態を把握し、環境アセスメントを実施する
- 実施計画書の作成 : 本報告書記載内容を評価し、実施計画書（設備内容、総合工程、融資計画等を含む）を作成する
- 助成措置および資金融資の確保の推進 : 税金、補助金の折衝、融資金の確保
- 実施計画の推進および工程管理 : 工場の実施計画を確認し、工事の進行状況の確認を行う
- 工場への技術的確認 : 工場の実施計画のアドバイスをしない、分析を含めた技術指導を行う

5.6.2 運転要員計画

運転要員計画は下記表 5.6.1 排水処理設備人員配置計画を参照のこと。

表 5.6.1 排水処理設備人員配置（各処理設備共通）

区分	名称	直接要員(人)	直数(回)	単位	計(人)	備考
運転・管理	運転作業員	1.0	3	人/日	3.0	8時間、3交代
	分析要員	1.0	1	人/日	1.0	
	管理者	1.0	1	人/日	1.0	
	小計			人/日	5.0	
設備・保全	設備保全員	1.0	1	人/日	1.0	
	管理者	0.5	1	人/日	0.5	
	小計			人/日	1.5	
合計				人/日	6.5	

注：1) 人員配置計画は運転・管理上で必要な最低の人数とする。

2) 処理設備の運転時間は生産設備の運転時間にあわせ、一日 24 時間とする。

3) 運転作業員は 3 交代制とする。

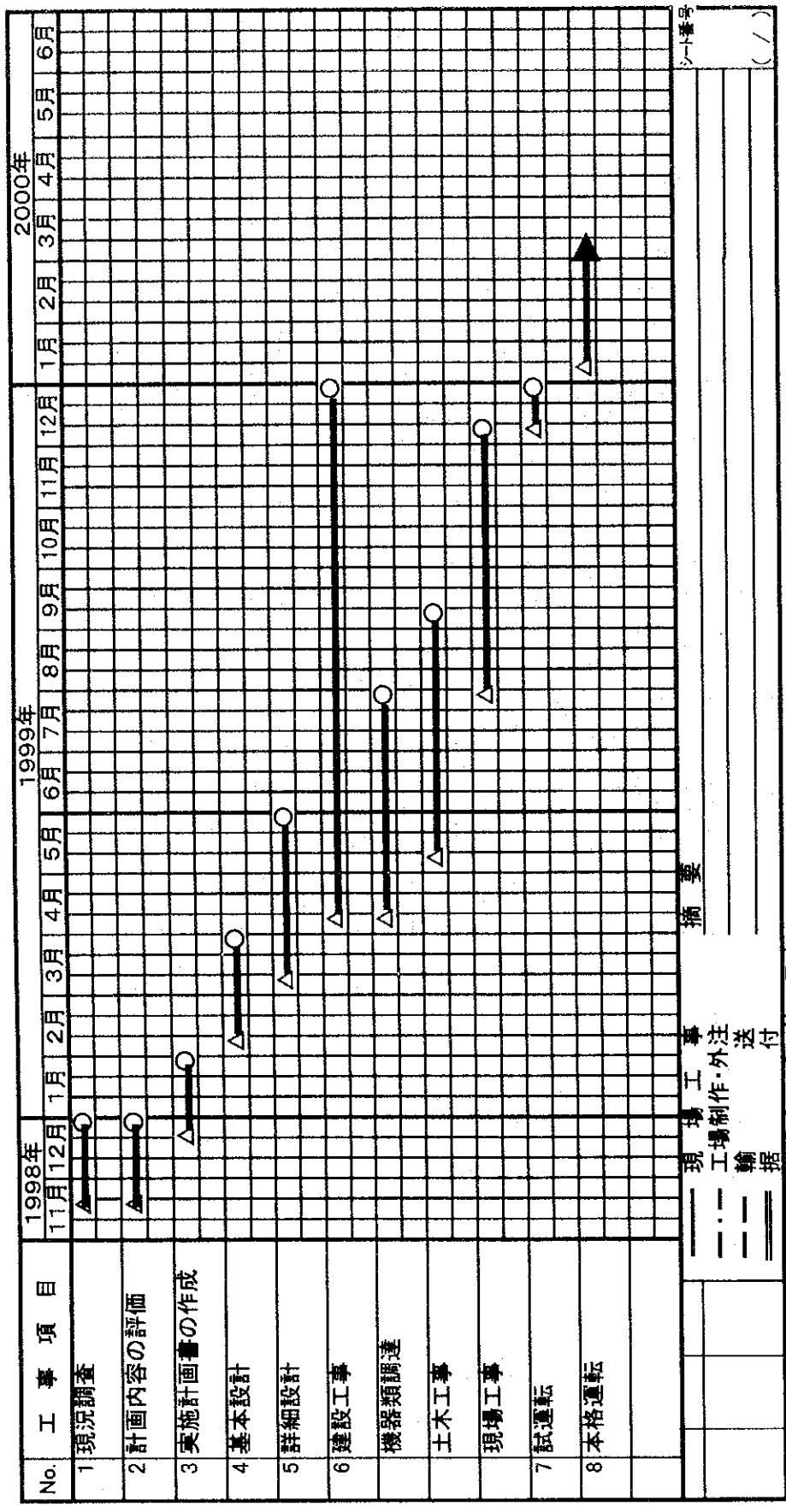
5.6.3 実施工程

本計画の実施工程は以下の通りである。計画工程を表 5.6.2 に示すが、日程等の概要は次の通りである。

- | | |
|--------------|-------------------|
| (1) 現況調査 | 1998年11月～1998年12月 |
| (2) 計画内容の評価 | 1998年11月～1998年12月 |
| (3) 実施計画書の作成 | 1998年12月～1999年01月 |
| (4) 基本設計 | 1999年02月～1999年03月 |
| (5) 詳細設計 | 1999年03月～1999年05月 |
| (6) 建設工事 | 1999年04月～1999年12月 |
| (7) 試運転 | 1999年12月～1999年12月 |
| (8) 本格運転 | 2000年01月～ |

表 5.6.2 工程表

顧客名： 平バイ化学肥料工場
 プロジェクト名称： 環境総合対策計画調査
 設備名称： 弗素&シアン含有排水処理設備



現場工事
 工場制作・外送付
 輸据
 摘要

△ 着手予定 ○ 竣工予定

6 清鎮発電所

6.1 工場診断

6.1.1 製造過程

(1) 概要

1978 年以降限定資金の中で環境対策に注力し、徐々に改善されて来たが大気汚染対策は遅れている。石炭燃焼灰の量が膨大（最大 2,000 トン/日）で、この対策の妙案はない。現状は紅楓湖岸に投棄中で、第一次湖岸廃棄場は満杯で試験的に水田とし、第二次廃棄場も満杯で、現在近くの第三次湖岸廃棄場に投棄中である。

排水はタービン冷却水（温排水）、炭灰沈降分離水（シックナー分離水）、生活排水の 3 種類である。炭灰沈降分離水の pH が水質基準を外れているが、他はすべて基準値を満足している。これまでの環境改善投資は全て自己資金で対応してきたが、今後の主力は大気汚染対策で、排水対策への投資は少ない。

(2) 基本諸元

発電能力は表 6.1.1 の通り。

表 6.1.1 建設の規模と生産能力

建設期	台数	能力
第一期（1965～1970）	32 MW×4	128 MW
第二期（1972～1978）	65 MW×2	130 MW
第三期（1988～1989）	200 MW×2	400 MW
合計	3 系列 8 台	658 MW

① 工場規模は以下の通り。

- 従業員数 : 2,698 人 (家族合計 約 4,500 人)
- 工場敷地 : 280 万 m²

② 工場組織機構

工場組織機構は入手出来なかった。

③ 財務状況

財務諸表の開示はなかった。

今回の現地ヒアリングの結果、これまでの環境改善投資は全て自己資金で対応して

いと考えられるので、特に財務面の心配をする必要はないものと考えられる。

(3) 工場の現況

① 原料

当該工場の主原料は石炭、補助軽・重油、ボイラ用水質改良剤等である。

購入先 石炭 : 貴州省、六枝鉱務局、他鉱山
 補助軽・重油 : 湖北省、荊門
 その他原料 : 貴州省

② プロセス

紅楓湖からの水を脱イオン処理後ボイラに給水し、ボイラの熱源とし石炭を燃焼し高圧蒸気を発生させる。発生蒸気でタービンを回転させ発電をする。

発電プロセスおよび排水処理系統を図 6.1.1 に示す。

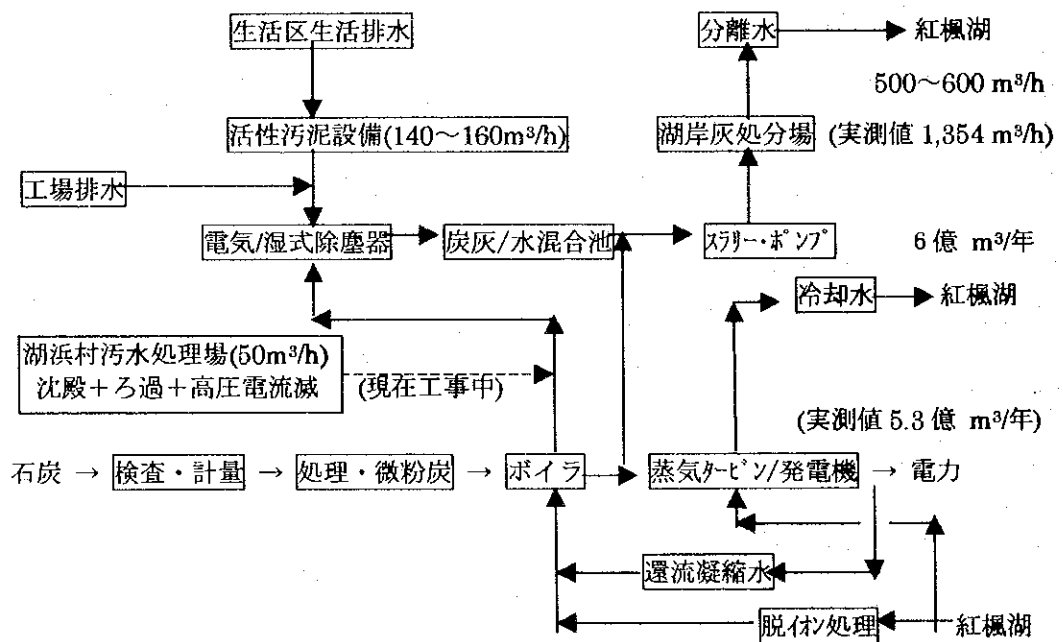


図 6.1.1 現況排水系統図

③ 主要生産品と今後の需要予測

発電所の今後の拡張計画に関しては工場担当者からの回答はなかったが、“改善環境的電力項目—貴州清鎮発電廠・四期擴建工程”によると貴州省の経済発展率は

12.7%であり、従って2010年には600MW×2系列の拡張を計画している様子である。

(4) 現在までに行った公害対策

① 1期、2期装置よりの集塵灰はスラリー状で紅楓湖際灰捨て場へ送り、灰捨て場満杯後、灰捨て場の上部へ客土をし、造林又は畑とする。

3期装置よりの集塵灰は建材に転用。

② 最近1～2年で大幅な環境対策を行った。

- 昨年環境対策費 2,300 万元
- 本年環境対策費 1,000 万元
- 来年環境対策費 1,000 万元(予定)

③ 排水処理関係改善点

- 工場敷地内生活排水+工場排水処理用活性汚泥設備 (140～160 m³/h) の沈殿池の処理水は湿式除塵用水に再使用。
- 工場敷地外生活排水は集水し、沈殿+ろ過+高圧電流滅菌後、湖へ放流 (50 m³/h、800人対象)。沈殿汚泥は灰捨て場に投棄。
- 工場排水 100 m³/h (施設内排水、冷却水等) は回収再使用。
- 集塵排水は沈殿処理し再使用。沈殿灰はスラリー状 (500～600 m³/h) にて灰捨て場へ。灰捨て場の上澄水は紅楓湖へ放流。除塵後 pH4.5、放流時点 pH9.0。

④ その他

- タービン冷却水は8℃の温度差で6億 m³/年を紅楓湖へ放流。
- 石炭の購入価格は120～160 元/トン、4,000～5,000 Kcal/kg、S分3～5%。
- 水道使用量は3,500～4,000 m³/h。
- ボイラは合計670 トン/h、140 kg/cm²G。
- 電力料金は、0.15～0.16 元/kWh (発電所)、0.25 元/kWh (卸)、0.3 元/kWh (一般向)。
- 2010年の発電量予定は45億 kWh (発電所の規模が現状のままの場合)。
- 水温拡散資料はあり、環境保護局が保存している。

(5) 今後の公害対策姿勢

- 水質モニタリングは取水、冷却水、灰捨て場放流口、生活排水処理水、水路の 5ヶ所を週 1 回継続的に行う。
- 水質分析項目は pH、SS、COD、F、Cr⁺⁶、S、Oil、BOD、As の 9 項目を継続的に行っている。
- 粉塵は 46～47ヶ所を年 4 回継続的にモニタリングしている。
- 騒音は工場内で 103ヶ所を継続的モニタリングしている。
- 1998 年に 7 号ボイラに簡易排煙脱硫装置を設置した。

6.1.2 排出負荷量

(1) 現状の排水系統および排水量

工場のヒアリング結果及び 1998 年 3 月 7 日の現地流量測定結果は図 6.1.2 に示す。

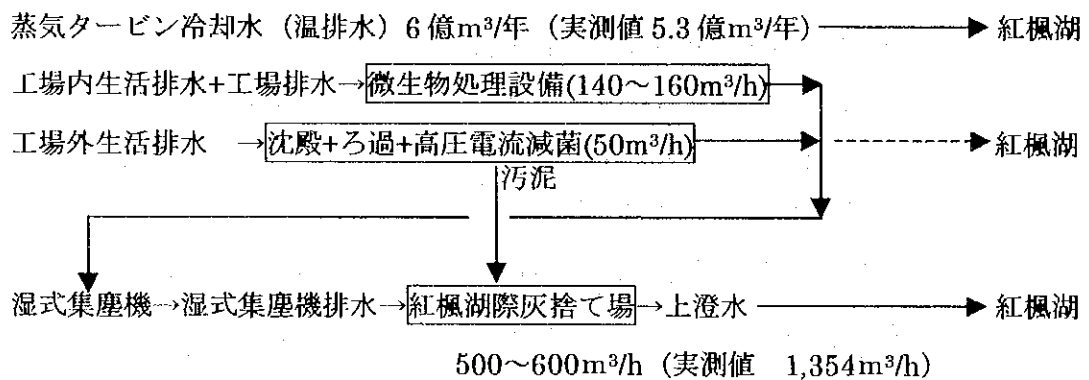


図 6.1.2 現況排水及び排水量

(2) 現状の排水処理設備と排水水質

図 6.1.1 に示す通り排水処理設備としては生活排水処理設備と紅楓湖際灰捨て場の自然沈殿池のみである。放流口の排水水質は表 2.1.1 に示す。

6.1.3 工場廃棄物

(1) 排水処理設備からの汚泥

発電設備から大量の温排水が排出される以外排水はなく、排水処理設備からの汚泥は発生しない（石炭灰、集塵灰を除く）。

(2) その他の工場廃棄物

下記のような石炭滓、集塵灰が大量に発生している。

① 発生量

表 6.1.2 石炭灰の発生量

設備名 (発電量)	単位 [トン/日]		
	一期発電設備 (32MW x 4 基)	二期発電設備 (65MW x 2 基)	三期発電設備 (200MW x 2 基)
石炭滓	52.8	48.9	114.7
乾式集塵灰 (集塵効率)	191.9 (43.5%)	250.3 (60.8%)	978.0 (98.3%)
湿式集塵灰 (集塵効率)	230.0 (92.5%)	147.4 (91.2%)	—
合計	475.3	446.6	1,092.9

② 処分の現況

下記のパイプラインにより集塵灰をスラリー状で灰捨て場へ送っている。

- 1、2 期用 : 426mm配管×3 本 (常用 1 本)、Max 600m³/h
スラリー濃度 集塵灰 : 水 = 1 : (14~15)
- 3 期用 : 325mm配管×2 本 (常用 1 本)、Max 500m³/h
スラリー濃度 集塵灰 : 水 = 1 : 4
- 年 1 回、配管内部をピグクリーニング実施している。

③ 灰捨て場

(a) 塘邊炭灰処分場 (第2、3期処分場)

発電所から約 4、5km 離れた紅楓湖東岸の入り江を堰堤で仕切り、その内側を灰捨て場としている (容量は紅楓湖の約 3%)。

- 灰捨て場総面積 : 121.40 万 m²
- 設計貯灰量 : 1,692.14 万トン
- 現在貯灰量 : 1,088.32 万トン
- 残余年数 : 約 9 年

紅楓湖の入り江を仕切った貯灰池 (灰捨て場) に送られてきたスラリー状の集塵灰を自然沈殿分離し、上澄水は紅楓湖へ排出されている。浸出水 (灰) が湖へ直接浸出することを防止するため、湖岸堰堤から 280m 陸側に中仕切堤を設け、この間の空地を「石炭灰 (6m) + 盛土 (0.5~0.8m)」で埋立てが完了しており、既に省政府へ

返還された。跡地利用の具体的な計画はまだない。

中仕切り堤の両端付近にゲートを設け、上澄水は紅楓湖へ放流されている。放流水路の途中に、流出した炭塵を沈殿させるトラップが設けられている。また、飛灰防止対策として灰捨て場周辺に植栽を実施している。

なお、灰捨て場が満杯になると、さらに嵩上げ（2～3m）を行う計画である。

(b) 肖家炭灰処分場（第1期処分場）

既に埋立てを完了し、盛土（40～50cm）を行い省政府へ返還した。300 ムー（20ha）を水田化し稲作を行っている。さらに150 ムー（10ha）の水田化を計画中である。

④ 有効利用（年間）

石炭灰の資源化用途、利用量は次の通り。1日の石炭灰の発生量は約2,000トンであるから1ヶ月分にも満たず、残りは炭灰処分場へ排出されている。

- レンガ : 2,052 トン
- ダム建設築材 : 21,481 トン
- フライアッシュ : 123 トン
- 埋立て材 : 14,000 トン
- 乾灰 : 5,308 トン

6.1.4 現状の問題点

(1) ボイラ・集塵排水処理設備

第1、2期設備の排ガス処理は湿式ガス洗浄法で石炭灰を含むガス洗浄水は沈殿池に送られ、濃縮処理され、炭灰と水が分離され、炭灰を含む濃縮水は紅楓湖際灰捨て場へ送水される。一方、沈殿池での分離水は湿式集塵機の集塵水として再使用される。第3期設備の排ガス処理は電気集塵機で、集塵灰はサイロに貯蔵しコンクリート混合剤、道路資材用等に販売される（約10,000トン/年）。他の大部分は湿式法の沈殿池に混入される。

沈殿池での分離水は、分離直後はガス中のSO₂を吸収し酸性を示すが、灰捨て場で長時間貯留するうちに集塵灰からアルカリ成分が溶出し、紅楓湖へ上澄水が流出する時点で国家基準のpH値を超える場合がある。

対策は紅楓湖への放流口にpH調節装置（薬品としてはH₂SO₄またはHCl）を設置すればよい。工場側では、近い将来実施する大気汚染対策の脱硫ガス洗浄水が酸性であり、これを混入してアルカリ性を中和する計画がある。

(2) 冷却排水

主として復水器冷却水であり、温度差+6~8℃で排水している。湖岸排水口に養魚場が集中しており、大量の養魚用飼料と魚糞が紅楓湖に対し富栄養化の原因になると共に紅楓湖から取水の冷却水中の BOD を上昇させ冷却水系に藻類の発生を促進させた。対策としては塩素系殺藻剤の使用が考えられるが現在は定期的なクリーニングで対応している。

問題は養魚用飼料の適正投与であるが、養魚業者は多数あり、少しでも早く魚の成長を望んでおり、全業者に養魚用飼料の適正投与を徹底させる事は困難である。

(3) 廃棄物処理

① 石炭灰の流出防止

現地調査時（1998年6月）、紅楓湖堰堤外に流出した石炭灰を人力で取り除いていた。説明では石炭灰が湖へ流出し、湖岸に高さ6m、幅20m、長さ200m（概略）にわたり堆積したため住民が騒ぎ問題になり、除去作業を実施したとのことであった。上澄水の外観から判断し（分析値をみても）、常時の石炭灰の流出は ppm オーダーであり、中仕切り堤ができた現在は、豪雨時以外は問題ないものと思われる。

また、湖岸から280mの所に中仕切堤ができ、上澄水を抜き出す排水路にはゲートと途中トラップが設けられ改良されたが、効果を期待するためには豪雨時を含めゲート、排水路の適切な維持管理が要求される。トラップは小さく、その効果はあまり期待できないだろう。

② 紅楓湖岸の沈積石炭灰

1回目（1998年7月）の調査は湖側から行ったが、岸边に近づくと船のスクリューで底から石炭灰が巻き上がり、真っ黒に濁った。灰捨て場の岸边の底には、未だかなりの石炭灰の堆積があるものと思われる。このような底質の水域では、自然生態系の水生生物、底生生物、水生植物、魚貝類の生息は期待できないであろう。また、既に埋立てが完了し省政府に引き渡した湖岸側埋立て地が自由に遊べる遊園地等（既に八角の休憩亭が2ヶ所できている）になった時、子供たちが湖に入って水遊びすることが考えられる。湖岸底堆積泥の浚渫も検討する必要があるだろう。

③ 石炭灰の有効利用率の向上

発電所から発生する石炭灰のうち、現在、ダム建設築材などに年間約 4.3 万トンが再利用されているが、1 日の発生量が約 2,000 トンであるから、1 ヶ月分にも満たない量である。もちろん、需要との関係があるが、貴州有機化学総工場のようにセメント、レンガ材料など積極的に再資源化を行い、埋立て廃棄量を削減し、灰捨て場の延命を図る必要がある。

④ 生活系生ごみ捨て場

灰捨て場の途中で生活系の生ごみが捨てられているところがあり、悪臭とハエが多く車の中まで入ってきた。近隣住民の投棄と思われるが、衛生上の問題があり、市当局が解決に当たる予定である。

6.2 施設計画と設計

6.2.1 施設計画

紅楓湖、百花湖および猫跳河流域は国家第 1 級の排水基準が適用され、本発電所も国家第 1 級の排水基準が適用される。

発電所排水での大きな問題点はないが、炭灰輸送スラリーの分離水が湖岸廃棄場より排出される際、pH が高くなる場合がある。炭灰輸送中はガス洗浄の際に SO_2 を吸収し酸性を示すが、フライアッシュ中のアルカリ成分が次第に溶出し、アルカリ性を呈するようになる。日本の石炭火力発電所でもフライアッシュの粉塵飛散対策としてフライアッシュを水中に投棄・貯留する場合が多い。この場合、投棄フライアッシュ量に見合う排出水が発生する。フライアッシュ投棄当初の排出水 pH は問題ないが、灰処分場内でのフライアッシュの滞留時間が長くなるにしたがい排出水の pH が上昇(アルカリ性が強くなる)し、最終的には国家第 1 級の排水基準の pH 9 を越える場合が生じる。日本ではフライアッシュ貯留水の放流に関しては公害対策上必ず中和処理設備を設けている。清鎮発電所の湖岸灰廃棄場は非常に大きな貯留量を持っており、廃棄場内でのフライアッシュの滞留時間が長いためフライアッシュ中のアルカリ成分が溶出し pH が国家第 1 級排水基準値を越えるおそれがある。現に、1997 年 OECC が測定した結果では pH10 を示していた。対策として、簡単な中和処理設備を設けることを推奨する。中和剤は 98% H_2SO_4 または 35% HCl が一般的であるが設備材料および取り扱い上から 98% H_2SO_4 を推奨する。硫酸注入に際し、98% H_2SO_4 を直接

排水経路に注入しても攪拌・分散が充分に行われないので希釈した後注入する必要がある。pHの調節は排水溝上流でpHと流量を測定し硫酸注入量を算定する。さらに、排水溝下流でpHを確認し、その情報を調節計にフィードバックし注入量を制御するシステムとする。

6.2.2 中和処理設備設計

(1) 設計条件

- 処理方式 : 中和処理法
- 処理量 : 400～1,200 m³/h (常時 600 m³/h)
- 硫酸注入率 : 20～35 mg/L
- 硫酸貯留量 : 10日分貯留 (600 m³/h で 35 mg/L 注入時)
- 硫酸濃度 : 98%
- 硫酸ポンプ : 12 L/h (600 m³/h で 35 mg/L 注入時)
- 希釈水ポンプ : 3 m³/h

(2) 中和処理設備系統図

図 6.2.1 を参照。

(3) 中和処理設備配置図

図 6.2.2 を参照。

(4) 中和処理設備機器リスト

表 6.2.1 を参照。

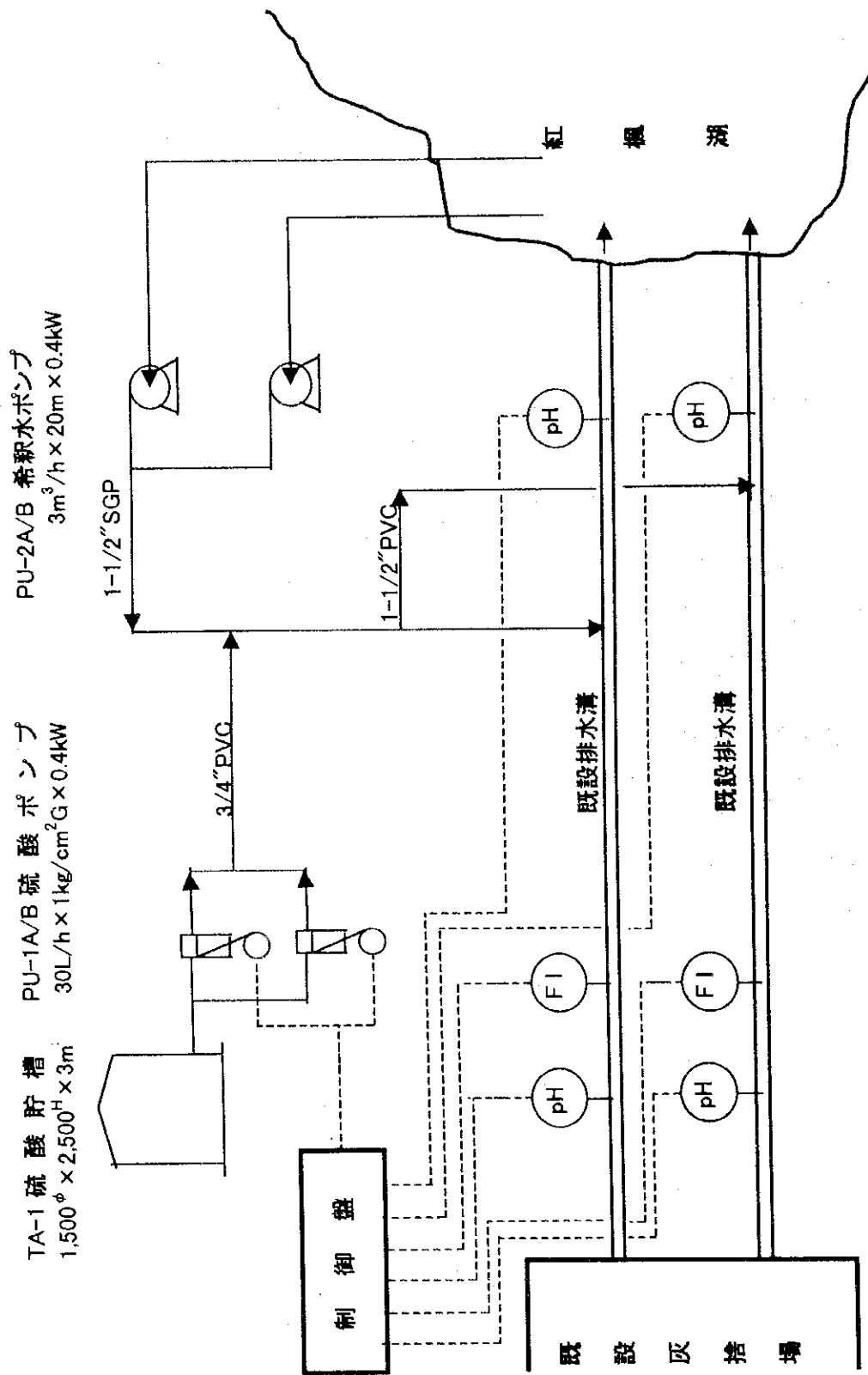


図 6.2.1 清鎮発電所・中和処理設備系統図

機器番号 機器名称
 TA-1 硫酸貯槽
 PU-1A/B 硫酸ポンプ
 PU-2A/B 希釈水ポンプ

単位 :mm

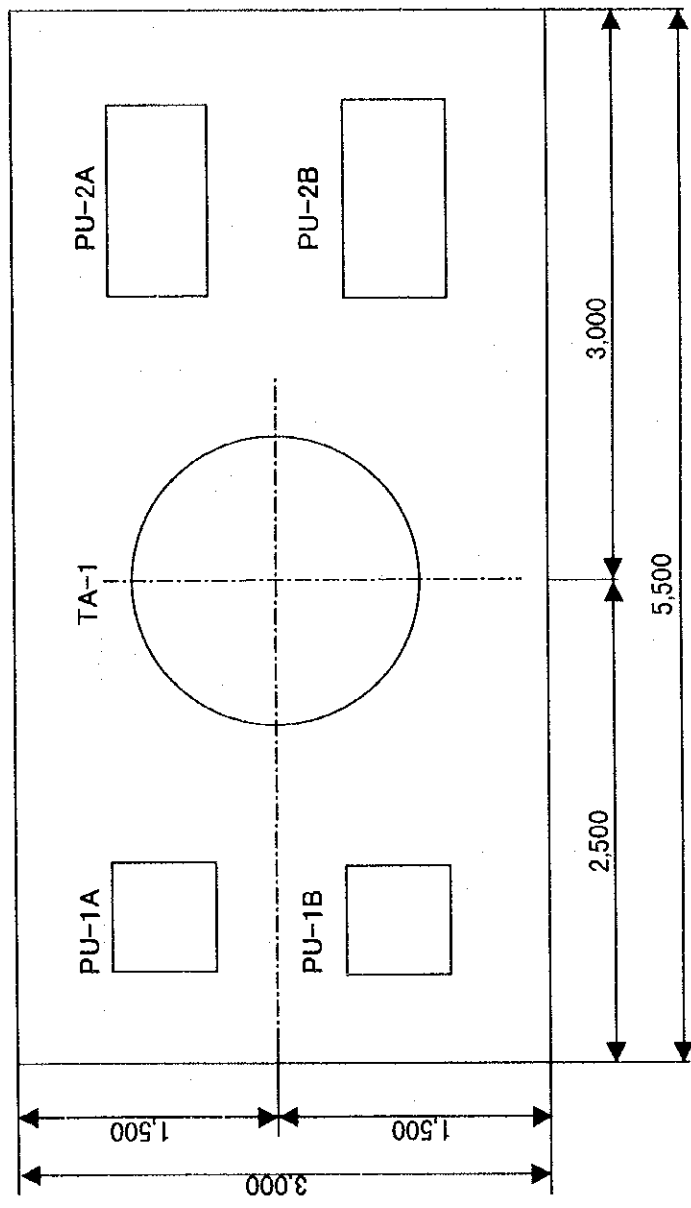


図 6.2.2 清鎮発電所・中和処理設備配置図

表 6.2.1 機器リスト

工場名	清鎮発電所		訂正日	1	2	作成日	
分工場名			訂正者			作成	
装置名称	中和処理設備		点検			点検	
排水名称	湿式集塵機排水		承認			承認	
機器番号	機器名称	基数	仕様		備考		
TA-1	硫酸貯槽	1	1,500 ^φ ×2,500 ^H ×3 m ³		鋼板製、98%-H ₂ SO ₄ 貯蔵		
PU-1A/B	硫酸ポンプ	2	30 L/h×1 kg/cm ² G×0.4 kW		制御容量往復動、接液部PVC		
PU-2A/B	希釈水ポンプ	2	3 m ³ /h×20 m×0.4 kW		自給式遠心ポンプ、FC/FC製		
注記	設計条件 1. 排水：水量 600m ³ /h、最大1,200m ³ /h 2. 中和処理水pH 6～9						

6.3 運転管理計画

6.3.1 運転計画

中和処理設備は発電所の運転計画に合わせ年間稼働日数およびシフト数を設定し、熟練度や専門領域によるレベル毎の必要運転員の確保、運転期間中に必要な硫酸の確保等の計画を立て円滑な運転を計る必要がある。

また、運転に先立ち運転員の訓練・技術習得、習得技術レベルの評価・確認を行い運転に備える必要がある。

6.3.2 管理計画

運転に当たっては、責任体制が明確になるよう設備の管理・組織構成表を作成し、運転管理上に必要な人材構成を形成する。特に、業種別の作業内容を明確にし、運転員業種別の谷間が無いようにする必要がある。

設備運転に関しては下記の項目を確認・管理する必要がある。

- 硫酸注入率の確認 : 1回/日
- 硫酸貯槽の液面確認 : 1回/日
- 排出水の pH : 1回/日

本設備は灰捨て場の紅楓湖岸に設置予定であり、設置予定場所は発電所より約5km離れており、運転管理上特に下記の点に注意する必要がある。

- 中和剤として使用する薬品は濃硫酸（98% H_2SO_4 ）であり、人体に触れれば火傷をし、金属材料には腐食作用がある。硫酸受け入れ時には十分な保護対策（ゴム手袋および保護眼鏡着用）を取ること。
- 硫酸貯槽には危険薬品である事を明記した看板を立てること。
- 原則として無人運転であるので、関係者以外が設備に手を触れぬよう、また、機器類の盗難防止の上からも設備全体を覆う運転管理室を設けるのが好ましい。
- 計器類および機器類は各々の運転説明書に従い運転管理・保守を行なうこと。
- ポンプ類は排水性状（排水 pH）により長期間停止状態が続く場合がある。ポンプ類は長期間運転停止の場合自動信号で起動しない場合があり、定期的な保守点検が必要である。

運転管理の所要人員を下記表 6.3.1 に示す。

表 6.3.1 排水処理設備人員配置計画

区分	名称	直接要員(人)	直数(回)	単位	計(人)	備考
運転・管理	運転作業員	0.5	3	人/日	1.5	8時間、3交代
	分析要員	0.5	1	人/日	0.5	
	計			人/日	2.0	
設備・保全	設備保全員	0.5	1	人/日	0.5	
	計			人/日	0.5	
合計				人/日	2.5	

- 注：1) 人員配置計画は運転・管理上で必要な最低の人数とする。
 2) 処理設備の運転時間は生産設備の運転時間にあわせ、一日 24 時間とする。
 3) 運転作業員は 3 交代制とする。

処理設備の年間維持管理費は表 6.3.2 を参照のこと。

表 6.3.2 年間維持管理費一覧表

名称	消費量	単位	単価 (元)	単位	時間当たり 維持費(元)	年間当たり 維持費(元)
硫酸	30.0	kg/h	1.2	元/kg	36	216,000
電力	0.7	kWh	1.6	元/kWh	1.12	6,720
人件費	2.5	人	20,000	元/年		50,000
合計						272,720

- 注：1) 運転時間は一日 24 時間とし、年間で 6,000 時間とする。
 2) 各数値は第二次現地調査にて、収集した資料に基づいている。

6.4 事業費と財務計画

6.4.1 事業建設費

排水処理設備事業建設費の積算を処理設備本体、付属設備（配管、電気等）、土木工事費、諸経費に分け、以下の条件で行った。

(1) 事業建設費（概算）

総建設費		87.0 万元
内 訳	処理設備	24.0 万元（処理設備本体、据え付け工事）
	付属設備	40.0 万元（配管工事、計器工事、電気工事）
	土木工事	9.0 万元
	諸経費	14.0 万元

(2) 積算条件

- 処理設備本体の金額は基本的にメーカーの見積によるものとする。
- 建設範囲内の地盤改良は積算範囲外とする。
- 中和処理設備建設予定地は 3.0m×5.5mの範囲内とする。
- 設備の動力用電源はディーゼル発電とする。
- 中国で入手できない設備は日本製のものとする。
- 為替レートは 1998 年 5 月の公定レートの平均値とする。
(100 米ドル=827.9 元、100 日本円=6.15 元)
- 諸経費率は中国の関連規定で定められた率で設定する。

6.4.2 事業費

6.4.1 に記載の概略建設費及び、維持管理費から中和処理設備の建設及び、維持管理に必要な事業費は次の通りとなる。

(a) 総投資額	建設費	: 87.0 万元
	流動資金	: 2.6 万元
	計	: 89.6 万元
(b) 維持管理費(年間)		: 13.3 万元

(表 6.3.2 に記載の数字に修繕費及び保険代を加えた)

6.4.3 財務計画

(1) 資金の調達

借入金：71.6 万円

自己資金：18.0 万円

計：89.6 万円

新規投資に対する自己資本比率は総投資額の 30%以上でなければならないが、南西地区優遇策により 20%を超えていれば投資が認められる為 20%とした。

(2) 資金調達源

本事業の緊急性と規模を考え、借入金は中国国内で調達することを提案する。

しかし参考のため、本事業で資金を調達可能な海外の金融機関名と、融資条件を表 2.4.1 に示す。融資条件は OECF と日本輸出入銀行のそれが有利と言えるが、資金の調達に時間がかかるのが難点である。

6.5 事業評価

6.5.1 環境改善効果による評価

中和処理施設により基準を超えるアルカリ性の排水が排出されることが無くなるので、pH 的に安定した環境となる。現状では灰捨て場周辺の湖底に残留・堆積している石炭灰の影響で移動性に乏しい水生動植物の生息は困難な状況にあり、pH の安定による生態への影響はほとんどないと考えられる。灰処分場跡地の利用に際し、水遊び等の親水機能を考慮する場合は、その効果が期待できる。

6.5.2 財務評価

(1) 汚染排出費の改善

本設備の運転（年間 6,000 時間運転）により得られる直接便益は汚染排出費の軽減である。これが収益を改善するものと期待され、その金額は表 2.1.1 のデータ及び汚水総合排出基準（GB8978-96）に基づき計算すると、表 6.5.1 の通り年間約 44.7 万円の軽減となる。現実には工場排水の濃度は運転状況により変化する為、汚染排出費の計算は毎月の水質調査結果に基づき行われ、これをベースに毎月或いは 4 半期毎に汚染排出費が徴収されている。従って上記の様に 1 回の測定結果を用いて計算した年間の汚染排出費は、実際に支払った金額とは必ずしも一致しないが、上記計算結果を

今回の F/S 検討用データとして採用した。

表 6.5.1 排污費削減額

項目	改善前 (計算値)	改善後	削減額
金額 (万元)	76.3	31.6	44.7

(2) 財務評価

まず本設備は pH10.11 の除塵排水 (原料) を pH が規定値 9.0 以下の除塵排水 (製品) に製造する設備と想定した。

そこで表 6.5.1 の汚染排出費削減額 44.7 万元を本設備稼動による年間収入とし、総投資額 89.6 万元、年間維持管理費 29.8 万元 (変動費分: 硫酸、電力代、固定費分: 人件費、修繕費、保険代)、自己資金 27 万元、借入金 62.6 万元 (中国国内で調達、金利年 8.01%、返済期間 15 年—1998 年 7 月末現在の中国工商銀行のデータによる)、固定資産の償却年数 15 年、残存価値 5%、法人税 33%、運転期間 15 年、年間運転時間 6,000 時間を前提として計算した結果、税引き後の内部収益率 (IRR) 12.08% を得た。この計算結果はプロジェクト評価指標 12% を僅かながら超えており、本事業は財務的にフィージブルと判断できる。

6.5.3 経済・社会評価

今後湖周辺利用計画が進むと環境基準が厳しく適用され、この設備の必然性が高まる。

6.5.4 財務分析

訪問時対応した発電所の担当者によると、当発電所では今迄環境投資を内部留保で賄ってきたと言う。このことは当発電所の財務体質が健全である事を示すものであり、本事業のような小型プロジェクトにおいては、資金の調達に関係なく実行しても、次のような理由で当発電所は実行する力と実績があり、問題ないと判断される。

- 当事業の採算性が良く、軽減される汚染排出費で維持管理費と減価償却費を賄う事が出来る。
- 当発電所の推定総資産に比べ本事業の総投資金が非常に小さい。
- 経営状態が将来にわたって健全と推定される。経済成長の著しい中国において電力需要は旺盛で、電力事業の将来は明るいと予想される。

6.6実施計画

"6.2 施設計画と設計"および現地調査に基づき排水処理設備の導入に必要な組織および実施スケジュール等より構成される実施計画を策定した。

6.6.1 実施体制、組織

(1) 排水対策委員会の設立

処理設備導入にあたっては下記組織を構成するのがよい。

- 工場長または工場長に相当する者
- 環境保護安全所長
- 環境保護安全担当者
- 金融関連責任者

(2) 委員会編成の期間および実施内容

① 期間

実行計画の検討開始から試運転、試運転結果の評価迄の期間とする。

1998年11月～1999年12月

② 実施内容

- 工場の公害再調査：排水問題の実態を把握し、環境アセスメントを実施する
- 実施計画書の作成：本報告書記載内容を評価し、実施計画書(設備内容、総合工程、融資計画等を含む)を作成する
- 助成措置および資金融資の確保の推進：税金、補助金の折衝、融資金の確保
- 実施計画の推進および工程管理：工場の実施計画を確認し、工事の進行状況の確認を行う
- 工場への技術的確認：工場の実施計画のアドバイスをしない、分析を含めた技術指導を行う

6.6.2 運転要員計画

運転要員計画は表 6.3.1 排水処理設備人員配置計画を参照のこと。

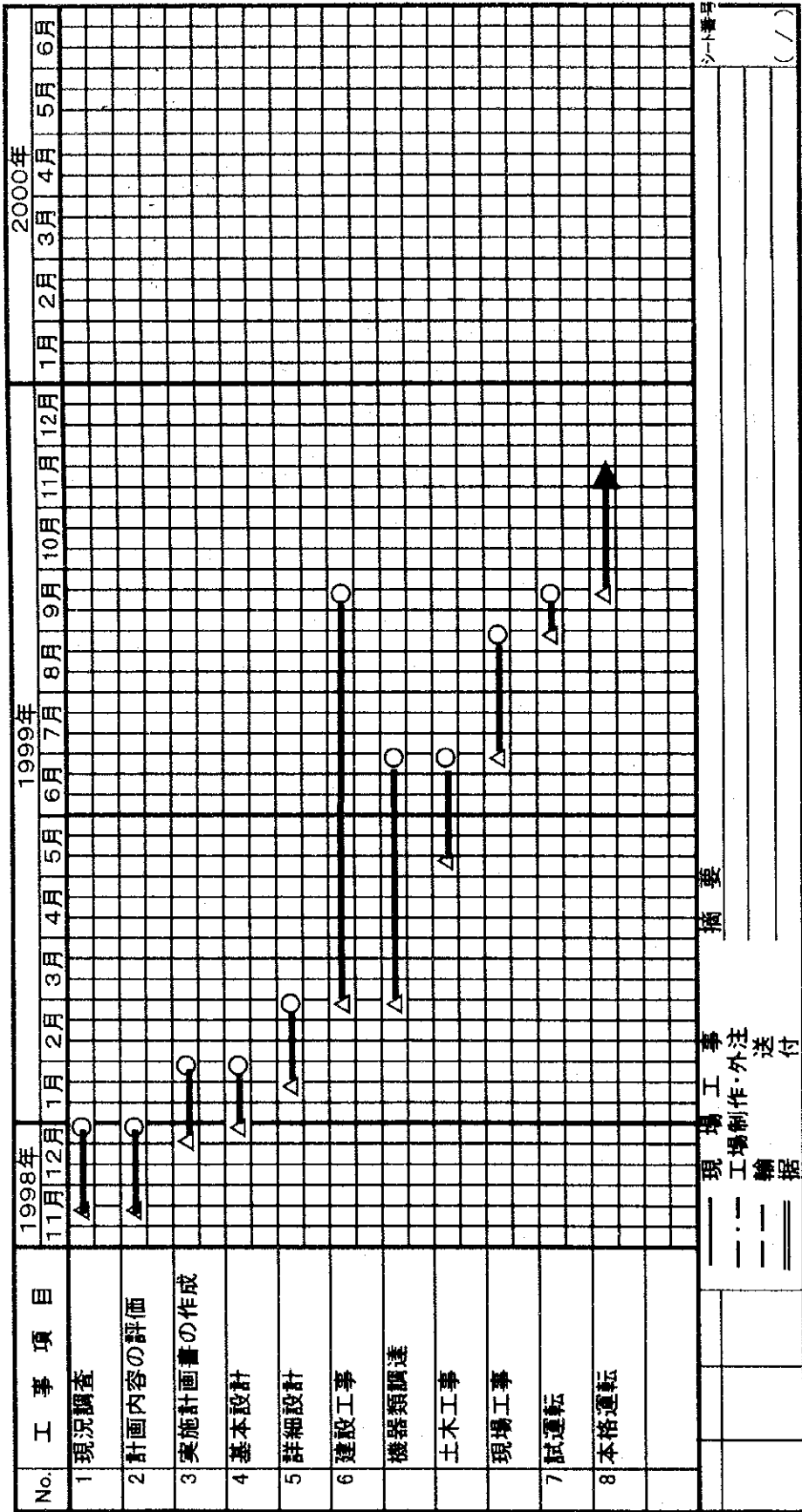
6.6.3 実施工程

本計画の実施工程は以下の通りである。計画工程を表 6.6.1 に示すが、日程等の概要は次の通りである。

- | | |
|--------------|-------------------|
| (1) 現況調査 | 1998年11月～1998年12月 |
| (2) 計画内容の評価 | 1998年11月～1998年12月 |
| (3) 実施計画書の作成 | 1998年12月～1999年01月 |
| (4) 基本設計 | 1999年01月～1999年01月 |
| (5) 詳細設計 | 1999年01月～1999年02月 |
| (6) 建設工事 | 1999年03月～1999年09月 |
| (7) 試運転 | 1999年09月～1999年09月 |
| (8) 本格運転 | 1999年09月～ |

表 6.6.1 工程表

顧客名： 清鎮発電所
 プロジェクト名称： 環境総合対策計画調査
 設備名称： 中和処理設備



摘要

現場工事
 工場制作・外注
 輸 送 付
 据

シート番号
 (/)

7 環境影響評価

7.1 目的及び評価指針

本調査においては、貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所の4工場について排水設備改善に関するF/Sを実施し、これに関連して環境影響評価を行う。

ただし、平バイ化学肥料工場は工場全体の増産計画であり、そのF/Sの中で環境影響評価を行なっている。本調査においてはレビューを行なうものとする。

なお、環境影響評価の技術指針は、中国建設項目環境保護管理弁法とする。

7.2 環境影響評価の対象

平バイ化学肥料工場を除く各工場のF/Sに対する環境影響評価は以下の3項目について実施する。

- 貴州有機化学総工場・貴州化学肥料工場・清鎮発電所の排水設備改善
- 貴州有機化学総工場の酢酸合成工場の解体
- 清鎮発電所の石炭灰埋立て

7.3 環境影響要因と環境影響項目の選定

7.3.1 環境影響要因の抽出

3工場のF/Sにおける環境影響要因として以下が考えられる。

(1) 排水処理設備の新設（工事中）

- 排水処理設備の工事に起因する、大気汚染、騒音、振動への影響

(2) 排水処理設備の稼働

- 排水設備の稼働に伴う、大気汚染、騒音、振動への影響

(3) 排水設備の稼働による排水量・汚濁負荷量等の変化

① 貴州有機化学総工場

- 重金属除去設備による水銀排出の改善による水質への影響
- コークス工場排水の再利用による水質への影響

② 貴州化学肥料工場

- 排水中のアンモニア態窒素の減少による水質への影響
- 排水中のSS濃度減少による水質への影響
- アンモニア回収による大気放散量の減少による大気への影響

③ 清鎮発電所

- 中和処理後の排水の紅楓湖流入による水質への影響

(4) 貴州有機化学総工場の酢酸合成工場の解体・撤去

- 工事中の大気・騒音・振動への影響
- 水銀が付着している機器・建物類の撤去に伴う影響
- 工場跡地の水銀汚染による影響

(5) 清鎮発電所の石炭灰処分地

- 中和処理施設の立地による景観への影響
- 堤の嵩上げ、埋立て進行による景観への影響

7.3.2 環境影響項目の選定

各工場における環境影響要因に対する、環境影響項目は下表のとおりである。

設備の新設においては、工事中の建築機械の稼働・運行による大気・騒音・振動、並びに施設の存在に係る景観の影響が考えられる。供用後は設備機器の稼働による大気・騒音・振動、並びに排水変化による水質・土壌の影響が考えられる。

表 7.3.1 環境影響項目

工場	影響要因	影響項目					
		大気	水質	土壌	騒音	振動	景観
貴州有機化学総工場	設備の新設	○			○	○	○
	設備機器の稼働	○			○	○	
	設備稼働による排水変化		○	○			
	酢酸合成工場の解体	○	○	○	○	○	
貴州化学肥料工場	設備の新設	○			○	○	○
	設備機器の稼働	○			○	○	
	設備稼働による排水変化		○				
清鎮発電所	設備の新設	○			○	○	○
	設備の稼働	○	○		○	○	
	灰処分場の埋立・嵩上						○

7.4 環境の現況補足調査

貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、清鎮発電所の環境の現況について、前節で選定した環境影響項目の中で必要と思われるものについて補足調査を行った。各工場の調査内容および調査結果を以下に示す。

7.4.1 貴州有機化学総工場

(1) 調査内容

① 調査項目

大気質、騒音、振動

② 大気質

(a) 調査項目

- 一般項目： 気温、風向、風速
- 環境項目： NO_x 、 SO_2

(b) 調査方法

既存資料調査（1998.3.31～4.4、当該工場招待所における観測結果）

③ 騒音・振動

(a) 調査項目

- 騒音： 等価騒音レベル L_{eq} (dB(A))
- 振動： 振動加速度レベル VL_{weq} (dB)

(b) 調査方法

- 調査地点： 当該工場の工場区と生活区の隣接地で3点
- 調査期間： 3日間
- 調査回数： 2回/日（昼間、夜間）

(2) 調査結果

① 大気質

大気質の観測結果は表 7.4.1 に示すとおりである。 SO_2 の濃度は、期間平均値で $0.111\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、日平均値では $0.062\sim 0.151\text{ mg}/\text{Nm}^3$ であった。 NO_x の濃度は、期間平均値で $0.013\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、日平均値では $0.001\sim 0.023\text{ mg}/\text{Nm}^3$ であった。

表 7.4.1 貴州有機化学総工場 大気質観測結果

測定日	測定時間	風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	SO ₂ 濃度 (mg/Nm ³)	NO _x 濃度 (mg/Nm ³)
1998.3.31	1:00	C	0.0	19	0.076	0.010
	7:00	C	0.0		0.140	0.018
	13:00	C	0.0		0.097	0.013
	19:00	C	0.0		0.119	0.015
	日平均					0.108
1998.4.1	1:00	C	0.0	23	0.106	0.015
	7:00	C	0.0		0.196	0.027
	13:00	C	0.0		0.136	0.019
	19:00	C	0.0		0.166	0.023
	日平均					0.151
1998.4.2	1:00	C	0.0	18	0.086	0.011
	7:00	C	0.0		0.160	0.021
	13:00	C	0.0		0.111	0.014
	19:00	C	0.0		0.139	0.018
	日平均					0.124
1998.4.3	1:00	C	0.0	17	0.076	0.001
	7:00	C	0.0		0.140	0.001
	13:00	C	0.0		0.097	0.001
	19:00	C	0.0		0.119	0.001
	日平均					0.108
1998.4.4	1:00	C	0.0	20	0.043	0.008
	7:00	C	0.0		0.081	0.014
	13:00	C	0.0		0.056	0.010
	19:00	C	0.0		0.069	0.012
	日平均					0.062
期間平均					0.111	0.013

② 騒音・振動

騒音および振動の測定結果は表 7.4.2 及び表 7.4.3 に示すとおりである。

騒音は夜間では 42.8~54.2dB(A)、昼間では 51.4~72.9dB(A)であった。振動は、夜間では 54.0~60.8dB、昼間では 51.8~63.6dB であった。

表 7.4.2 貴州有機化学総工場 騒音測定結果

観測地点	観測日	観測時間	測定値
東	1998.11.25	00:30~00:40	47.5
		15:30~16:30	51.4
	1998.11.26	00:27~00:37	47.5
		15:00~16:00	57.7
	1998.11.27	02:36~02:46	43.6
		11:00~12:00	57.4
中央	1998.11.25	01:10~01:20	47.9
		12:32~13:32	78.5
	1998.11.26	01:00~01:10	54.2
		11:30~12:30	72.9
	1998.11.27	02:58~03:08	43.6
		09:50~10:50	58.5
西	1998.11.25	02:00~02:10	42.8
		09:59~10:59	63.3
	1998.11.26	01:50~02:00	43.1
		09:00~10:00	64.6
	1998.11.27	03:31~03:41	43.7
		12:05~13:05	60.4

表 7.4.3 貴州有機化学総工場 振動測定結果

観測地点	観測日	観測時間	測定値
東	1998.11.25	00:31~00:51	55.3
		15:31~15:51	56.5
	1998.11.26	00:28~00:48	57.4
		15:00~15:20	63.6
	1998.11.27	02:36~02:56	60.2
		11:00~11:20	57.2
中央	1998.11.25	01:10~01:20	60.5
		12:32~12:52	51.8
	1998.11.26	01:00~01:20	56.0
		11:30~11:50	57.9
	1998.11.27	02:58~03:18	60.8
		09:50~10:10	62.2
西	1998.11.25	02:00~02:20	56.8
		09:59~10:19	61.6
	1998.11.26	01:50~02:10	54.0
		09:00~09:20	57.0
	1998.11.27	03:31~03:51	57.7
		12:05~12:25	61.4

7.4.2 貴州化学肥料工場

(1) 調査内容

① 調査項目

大気質、水質

② 大気質

(a) 調査項目

- 一般項目： 気温、風向、風速
- 環境項目： NH_3

(b) 調査方法

- 調査期間： 1998.11.24～27
- 調査回数： 6回/日
- 調査個所： 1個所（工場地区と居住区の境界地点）
- 調査方法： 1回当たり28lを吸気、溶液中の濃度を計測

③ 水質

(a) 調査項目

- 一般項目： 気温、水温、流速、流量
- 環境項目： pH、SS、 BOD_5 、 COD_{Mn} 、T-N、D-TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、
T-P、D-TP、 $\text{PO}_4\text{-P}$

(b) 調査方法

- 採水時期： 1998.11.24
- 採水個所： 2個所（上流部、及び伏流地点直前）

(2) 調査結果

① 大気質

大気質の観測結果は表 7.4.4 に示すとおりである。 NH_3 の濃度は、期間平均値で $0.0089\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、観測値では $0.0020\sim 0.0378\text{mg}/\text{Nm}^3$ であった。

表 7.4.4 貴州化学肥料工場 大気質観測結果

測定日	風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	NH ₃ 濃度 (mg/Nm ³)
1998.11.24	190	0.52	15.0	32	0.0033
	180	0.68	16.9	26	0.0020
	190	0.24	14.0	37	0.0024
	265	0.00	14.4	39	0.0029
1998.11.25	90	0.20	9.8	63	0.0267
	295	0.10	11.0	60	0.0129
	85	1.34	13.0	53	0.0030
	140	1.00	16.2	39	0.0040
	270	0.60	16.0	41	0.0033
	140	1.30	14.8	47	0.0057
1998.11.26	180	0.80	12.2	66	0.0050
	170	0.31	10.3	73	0.0198
	115	0.51	12.5	63	0.0057
	140	0.82	15.6	59	0.0080
	260	0.50	18.2	47	0.0044
	130	0.80	17.4	53	0.0378
1998.11.27	270	0.94	11.2	85	0.0035
	330	1.60	11.2	82	0.0098
期間平均					0.0089

注) 風向は東を0°とした時の時計周りの角度

② 水質

水質の観測結果は表 7.4.5 に示すとおりである。調査対象河川は、貴州化学肥料工場の排水がほとんどを占めているので非常に汚濁されている。SSが300mg/L以上、COD_{Mn}が15mg/L以上、TNが40mg/L弱、NH₃-Nが25mg/L以上と、懸濁物及び窒素の汚濁が顕著である。

表 7.4.5 貴州化学肥料工場 水質観測結果

・一般項目

調査地点	採水日時	気温 (°C)	水温 (°C)	平均流速 (m ² /s)	流量 (m ³ /s)
w-2 (中流)	1998.11.24 11:30	14.5	28.0	1.176	1.277
w-3 (下流)	1998.11.24 11:00	14.5	25.0	1.715	1.995

・環境項目

調査地点	pH	SS	BOD ₅	COD _{Mn}	TP	PO ₄ ²⁻	D-TP
w-2	8.08	314	3.80	16.14	0.182	0.04	0.054
w-3	8.16	388	5.37	18.03	0.180	0.04	0.046

調査地点	TN	D-TN	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
w-2	39.92	35.99	26.51	1.799	1.347
w-3	39.48	34.68	29.93	2.472	2.026

単位 : mg/L

7.4.3 清鎮発電所

(1) 調査内容

① 調査項目

大気質、底質

② 大気質

(a) 調査項目

- 一般項目： 気温、風向、風速
- 環境項目： TSP（浮遊粒子状物質）

(b) 調査方法

- 調査期間： 1998.11.24～26
- 調査回数： 1回／日
- 調査個所： 1個所（灰処分場付近の民家）
- 調査方法： 1回当たり12時間連続吸気、集塵量を計測

③ 底質

(a) 調査地点

- 2地点： 養魚場、灰処分場

(b) 調査項目

- 養魚場： COD、T-P、T-N
- 灰処分場： 比重

(2) 調査結果

① 大気質

大気質の観測結果は表 7.4.6 に示すとおりである。TSP の濃度は、期間平均値で $0.1649\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、観測値では $0.1311\sim 0.2162\text{mg}/\text{Nm}^3$ であった。

表 7.4.6 清鎮発電所 大気質観測結果

測定日	風向	風速 (m/s)	気温 (°C)	湿度 (%)	TSP 濃度 (mg/Nm ³)
1998.11.24	300	1.07	14.6	93	0.1473
	160	0.79	12.2	88	
1998.11.25	310	0.66	14.8	67	0.1311
	170	0.74	12.6	77	
1998.11.26	105	0.58	11.2	65	0.2162
	210	0.70	17.8	61	
期間平均					0.1649

注) 風向は東を0°とした時の時計周りの角度

② 底質

養魚場における底質の測定結果は下表のとおりである。

表 7.4.7 養魚場底質測定結果

項目	CODsed (mg/g)	TN (mg/g)	TP (mg/g)	水分 (%)
測定結果	71.38	10.30	4.12	53.28

また、灰処分場の底質の比重は、642g/L(dry)であった。

7.5 予測及び評価

7.5.1 予測及び評価を行う環境影響項目の選定

各工場における予測及び評価を行う環境影響項目とその選定理由は下表に示すとおりである。

① 貴州有機化学総工場

影響項目	選定	選 定 理 由
大気	×	現況濃度については、大気質環境基準の三級基準（主に城鎮、工業地帯、主要幹線道路沿線に適用される）の日平均及び任何一次の基準値（SO _x は日平均0.25、任何一次0.70 mg/m ³ 、NO _x は日平均0.15、任何一次0.30 mg/m ³ ）をおおむね満足している。 排水処理設備の新設の工事に係る影響については、工事の規模が極めて小さいため、影響は軽微であると判断した。 酢酸合成工場の解体に係る工事の影響については、解体の詳細計画が明らかになり投入される重機類の数量が確定した段階で改めて検討する。

影響項目	選定	選 定 理 由
水質	○	重金属除去設備による水銀排出量の減少と、溶剤・コークス工場排水の再利用による汚濁物質排出量の変化がある。また、酢酸合成工場の解体における水銀含有水の発生による影響がある。
土壌	○	酢酸合成工場の解体における排水の発生と、跡地の残留水銀の影響が考えられる。
騒音	×	現況の騒音レベルは、都市区域環境騒音基準（GB3096-93）の3類（工業地区）、昼間 65dB(A)、夜間 55dB(A)をおおむね満足している。 排水処理設備の新設の工事中及び供用後に係る影響については、設備の規模が極めて小さいため、影響は軽微であると判断した。 酢酸合成工場の解体に係る工事の影響については、解体の詳細計画が明らかになり投入される重機類の数量が確定した段階で改めて検討する
振動	×	現況の振動レベルは、都市区域環境騒音基準（GB10070-88）の工業集中地区の基準値、昼間 75dB、夜間 72dB を充分満足している。 排水処理設備の新設の工事中、供用後及び酢酸合成工場の解体については騒音に同じ。
景観	×	新設または解体される施設は工場敷地内にあり、周辺地域への影響はほとんどない。

② 貴州化学肥料工場

影響項目	選定	選 定 理 由
大気	○	炭酸アンモニア排水処理設備の改善により、これまで大気中に放散されていたアンモニアが回収されることによる改善効果が考えられる。
水質	○	現況の排水水質が極めて汚れており、排水処理設備の稼働により、汚濁負荷量の軽減と総排水量の減少が予想される。
騒音	×	排水処理設備の新設の工事中及び供用後に係る影響については、設備の規模が極めて小さいため、影響は軽微であると判断した。
振動	×	騒音に同じ
景観	×	新設または解体される施設は工場敷地内にあり、周辺地域への影響はほとんどない。

③ 清鎮発電所

影響項目	選定	選 定 理 由
大気	×	現在、調査対象地域で問題とすべき汚染物質は TSP のみであると考えられるが、その濃度も一級基準（日平均 0.15、任何一次 0.30mg/m ³ ）をおおむね満足している。その他の物質についても排水処理設備の新設に係る工事、並びに供用中の影響については、設備の規模が小さいため、影響は極めて軽微であると判断した。
水質	○	中和処理設備により、これまでよりも pH の小さい排水が湖沼に流入することになる。
騒音	×	排水処理設備の新設の工事中及び供用後に係る影響については、設備の規模が小さいため、影響は極めて軽微であると判断した。
振動	×	騒音に同じ
景観	○	未利用地に新たな施設が出現する。また、灰処分場の埋立、堤の嵩上げによる景観への影響が考えられる。

各工場に関して、影響評価項目に関して、現状の環境を調査し影響を概略評価した結果によると次のようになる。

7.5.2 貴州有機化学総工場

貴州有機化学総工場における影響評価項目としては、水質に関して重金属除去設備による水銀排出量の減少と、溶剤・コークス工場排水の再利用による汚濁物質排出量の変化がある。また、酢酸合成工場の解体に際しての水銀含有水の発生による影響がある。土壌に関しては、酢酸合成工場の解体による跡地の、残留水銀の影響が考えられる。

(1) 水質

重金属除去設備の設置による水銀排出量は現況に比較すると除去効率が 99.2% であることより、FT 装置を通過する排水に於ける水銀の流出は著しく減少する。ただし、重金属除去設備を通過しない排水に含まれる水銀に関しては改善の効果が無く、また、工場内の排水路等に堆積していた水銀が排水と共に流出する可能性がある。

重金属除去設備の設置により排水中の水銀濃度は総量的には低下すると予測される。このことより、下流河川の水銀濃度の低下、灌漑水を使用している水田の水銀蓄積の抑制が期待できる。

有機溶剤工場とコークス工場の排水再利用による水質への影響としては、現在は有機溶剤工場からは BOD と COD が、またコークス工場からは COD、アンモニア性窒素が主要汚濁物質として排出されている。当該工場の排水は、動力工場の循環水として再利用されることにより、系外への直接排水は行われなくなる。したがって、この項目に関して排水が基準を満足するようになり、排水先河川の水質の改善が期待できる。

酢酸合成工場の解体に伴う影響としては、残留水及び洗浄水等の水銀含有水の発生が考えられる。これら水銀含有水は、重金属除去設備により水銀を除去することになり、工場排水の基準値以下となる。したがって、水質の水銀汚濁に対する新たな負荷が発生するが、そのほとんどが除去されることにより、影響は極めて軽微であると考えられる。

したがって、水質に関しては既存の排水系においては現況と比較して改善される状況となり、また、工場解体に伴う影響は短期的で極めて軽微であることから、下流河川への悪影響はほとんどないと考えられる。

(2) 土壌

酢酸合成工場の解体に関して、工場跡地周辺土壌の残留水銀の影響が考えられる。現在の水銀濃度を調査することが出来なかったが、周辺地区の調査結果から考えて汚染されている可能性が高い。

しかし工場跡地に限定すれば、これは工場内用地であるために、周辺住民への影響は極めて小さい。ただし、工場としてこの跡地を利用するときに問題を生じると考えられる。したがって、監視や封じ込める対策を必要に応じて採る必要がある。

7.5.3 貴州化学肥料工場

貴州化学肥料工場における影響評価項目として、大気に関しては、炭酸アンモニア排水処理設備の改善により、これまで大気中に放散されていたアンモニアが回収されることによる改善効果が考えられる。水質に関しては、排水処理設備の稼働により、汚濁負荷量の軽減と総排水量の減少が予想される。

(1) 大気

炭酸アンモニア処理設備の稼働により、排水中の非イオンアンモニアの放散を含めて大気に排出するアンモニアはほとんどなくなることで、大気汚染が生じなくなり、悪影響はほとんど無い。

(2) 水質

炭酸アンモニア処理設備の稼働により排水のアンモニア性窒素の濃度が現況の 30mg/L から 5mg/L に低下することにより、排水は基準を満足し、排水路下流の河川の水質が改善される。したがって、本設備の稼働による悪影響はないと考えられる。

7.5.4 清鎮発電所

清鎮発電所に関する影響評価項目として、水質に関しては、中和処理設備により、これまでよりも pH の小さい排水が湖沼に流入することになる。また、景観に関しては未利用地に新たな施設が出現し、また、灰処分場の埋立、締め切り堤の嵩上げによる景観への影響が考えられる。

(1) 水質

中和処理設備を稼働することにより、排水口周辺の湖水の pH は低下し、基準を満足する。中和処理による設定 pH は 8.8 程度と、湖水の pH より依然としてアルカリ度の強い排水ではあるが、その絶対量は小さく、影響は排水口周辺に限られる。したがって、環境への悪影響はほとんどないと考えられる。

(2) 景観

施設の設置により人工構造物が出現し、景観への影響が考えられるが、規模が小さいことより、影響はほとんどない。中仕切堤の嵩上げについては、特に湖水面からの眺望に対する影響が考えられるが、①嵩上げが 2~3m に対し最も近景になる湖岸堰堤付近から中仕切堤まで 280m 程度あることから嵩上げによる変化は認知できないほど極めて小さい。また、②湖水面から眺望した場合は湖岸堰堤とほとんど連続した景観であり、変化はほとんど見られない。したがって、嵩上げによる影響はほとんどないと考えられる。

埋め立てに関しては、規模が大きいことより影響を与える。少なくとも、覆土等の修景対策が必要となるものと思われる。

7.5.5 平バイ化学肥料工場

平バイ化学肥料工場の増産計画における環境影響及びその対策については、平バイ化学肥料工場時代に貴州省化工設計院で計画作成された「燐安 3 万 t/年から 6 万 t/年への増産に関する F/S 報告書」及び「合成アンモニア 1 万 t/年から 2.5 万 t/年への増産に関する F/S 報告書」をもとにレビューする。

(1) 燐安工場

燐安工場の増産計画において環境保全対策が必要な汚染物質として、大きく排ガス、排水、廃棄物がある。排ガスの主要汚染物質としては弗素並びに粉塵、排水では弗素、廃棄物では燐石膏が問題となる。

対策前の排出量、対策処置、対策後の排出量及び排出基準は下表に示すとおりである。排ガスについては、主に除塵及び洗浄による対策を採用しており、最終的に大気に放出している。弗素、粉塵の両物質ともに排出基準を満足している。

排水については、一部排水については循環利用、再利用によって系外への排出を抑制している。文丘里洗浄塔の弗素については他の排水との混合希釈により排出濃度基準を満足している。

(2) 合成アンモニア工場

合成アンモニア工場の増産計画における汚染源と、対策前の負荷量及びその対策は下表に示すとおりである。対策の実施対象としては、排ガス、排水、廃棄物、騒音がある。対策としては、回収・再利用が主体であり、具体的な実施効果は明らかにされていないが、これら対策が十分に行われれば、環境に対して特に問題となる項目はない物と思われる。

表 7.5.1 燐安工場における環境改善対象・対策並びにその効果

汚染物	汚染源	排出方式	対策前	対策	対策後	排出基準	最終排出先
排気	燐安部分 回収槽	連続	ガス量：～27000m ³ /h SiF ₄ 含有：～200mg/m ³ CO ₂ 少量	洗浄処理 →大気放出 弗素除去率：～90%	ガス量：～26000m ³ /h SiF ₄ 含有：～20mg/m ³ CO ₂ 少量、 排気中弗素量：0.51kg/h	40m 排気塔許容弗素量 2.95kg/h	大気
	燐安部分 噴漿造粒 乾燥機	連続	ガス量：～21000m ³ /h NH ₃ ：5.6kg/h ～200mg/m ³ 粉塵：502kg/h ～25.9mg/m ³	拡散式旋風除塵器 →ガス洗浄 →大気放出 除塵効率：～90% 洗浄効率：～95%	ガス量：～20000m ³ /h NH ₃ ：微量 粉塵：150mg/m ³ 以下 (119mg/m ³)	粉塵許容排出濃度 150mg/m ³	大気
	噴霧乾燥	連続			ガス量：～30000m ³ /h 粉塵：150mg/m ³ 以下		
排水	文丘里 洗浄塔	間断 (正常時 不排出)	排水量：5.2m ³ /h 弗素含有：8kg/h pH：1～2	石灰乳による中和	pH：6～9 中和後の弗素濃度 25mg/l を工場洗浄排水と混合 し、 10mg/l 以下にする	弗素：10mg/l	水系
	燐酸部分 冷却凝集 器	連続	排水量：22.5m ³ /h H ₂ SiF ₆ 含有：1mg/l 以下	循環利用			
	水循環式 真空ポンプ ・空圧器	連続	清浄水：20m ³ /h	全量を他の生産プロセス で再利用			
燐石膏	円盤式 濾過器	連続	燐石膏：20万t/年 (増産前：10万t/年) 遊離イオン：～30% 結晶水：～17.88% P ₂ O ₅ (残)：0.84% P ₂ O ₅ (液)：0.4% F：0.07%	1) 燐石膏廃棄場への搬送 (計画年数5～10年) 2) 総合的な利用方法の 検討			

表 7.5.2 合成アンモニア工場の環境対策

汚染物	汚染源	排出方式	対策前	対策
排気	ボイラー 排気	連続	ガス量：55000Nm ³ /h 煤煙：225g/Nm ³ SO ₂ ：0.495g/Nm ³ CO：3.26g/Nm ³ NO ₂ ：0.88g/Nm ³	脱硫除塵装置 除塵効率：98.5% 脱硫効率：80% 45m 高煙突による排出
	ガス製造 炉吹風気	連続	ガス量：8900Nm ³ /h SO ₂ ：0.057%、CO：3% CO ₂ ：15.2%、 煤煙：1.78kg/h	熱回収 →旧システム →32m 高煙突による排出
	脱炭 解吸気	連続	ガス量：1768Nm ³ /h CO ₂ ：93.50%、 H ₂ +N ₂ ：6.28kg/h	CO ₂ 回収装置 →旧システム →高煙突による排出
	銅洗浄 再生ガス	連続	ガス量：224Nm ³ /h CO：61.5%	NH ₃ 回収（二級処理） →“両気回収”に低濃度 アンモニア水送水 →高濃度化 NH ₃ 回収後の排ガスに ついては、脱硫プロセス の原料ガスとして再利用
	アンモニア 合成工場	連続	ガス量：616Nm ³ /h NH ₃ ：7.2%、CH ₄ ：16.2% H ₂ ：57.9%	アンモニア回収後、沸騰 炉の燃料ガスとして利用
	液体アン モニア貯 留槽	連続	ガス量：154Nm ³ /h NH ₃ ：43.1%、CH ₄ ：17.1% H ₂ ：28%	アンモニア回収後、沸騰 炉の燃料ガスとして利用
排水	全工場			清水・汚水の分流を行い、 新しいシステムの冷却水 は循環利用を考慮する
	ガス製造 工場排水	連続	第5章 5-7~5-8を参照	第5章 5-7~5-8を参照
廃棄物	ガス炉		石炭残滓：7920 t/y	処理能力 20t/h の循環硫 化床沸騰ボイラーを 1 台 新設し、ガス炉の石炭殻 を碎破し燃料として利用 する。沸騰炉の石炭灰は 煉瓦の原料として再利用 する。
	ボイラー		石炭残滓：4722 t/y	
	脱硫装置			一部は沸騰炉の燃料とし て再利用する。 余りは、他の廃棄物と併 せて処理する。
騒音			圧縮機類：90~100dB(A) 送風機類：80~85dB(A) ポンプ類：60~90dB(A)	・遮音扉、遮音壁 ・防音操作室の設置 ・低騒音設備の設置 等

8 結果と提言

8.1 結論

貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所の4工場は猫跳河流域の水質汚濁や紅楓湖・百花湖の富栄養化に大きな影響を与えている。したがって、緊急的に排水処理対策を行う必要があり、そのために排水処理設備に関してF/Sを実施した。

貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所の工場排水処理設備は技術的に実施可能であり、経済的にも成り立ち、猫跳河流域の環境改善にも大きな効果を発揮するものである。

貴州有機化学総工場からの水銀を含む排水は、下流の河川、湖沼、水田の汚染源であり、早急な対策が求められている。水銀を用いない酢酸合成設備の更新計画は技術的にも問題はなく、経済的に妥当であり、水銀汚染の防止には欠くことの出来ないものである。

今後、これらの計画が実現することを期待する。また、これら緊急対策に加え、別途報告するM/Pの対策を実施することにより、流域全体の水環境の保全、社会経済の発展に寄与するものと期待できる。

8.2 提言

- (1) 緊急対策F/Sは、4工場の排水処理設備の改善と酢酸合成設備の更新とに大別できる。4工場の排水処理設備改善事業は、直ちに実施設計を行い、建設に着手すべきである。
- (2) 貴州有機化学総工場の酢酸合成設備更新計画の実行に当っては、投資金額が高額であるため、資金計画を十分検討の上、早急に実施すべきである。
- (3) F/S対象4工場の緊急対策だけでは、猫跳河流域の環境を改善することはできないので、別途報告するM/Pで提案する対策のF/Sを実施し、その実行について準備する必要がある。

JICA