

中華人民共和国工場（無錫工作機械）近代化計画調査報告書

1993年11月

国際協力事業団

中華人民共和国工場 （無錫工作機械） 近代化計画調査 報告書

1993年11月

ユニコ インターナショナル株式会社

105
632
MPI
LIBRARY
00 104

| |
|--------|
| 鉦調工 |
| C R(3) |
| 93-162 |

27648

JICA LIBRARY



1119692101



国際協力事業団

7648

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国工場
(無錫工作機械)
近代化計画調査
報告書

1993年11月

ユニコ インターナショナル株式会社

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の工場（無錫工作機械）近代化計画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しました。

当事業団は、1993年2月から10月まで二回にわたり、ユニコインターナショナル株式会社の大久保勇氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、中国政府関係者と協議を行うとともに、近代化対象工場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。

終わりに、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。

1993年11月

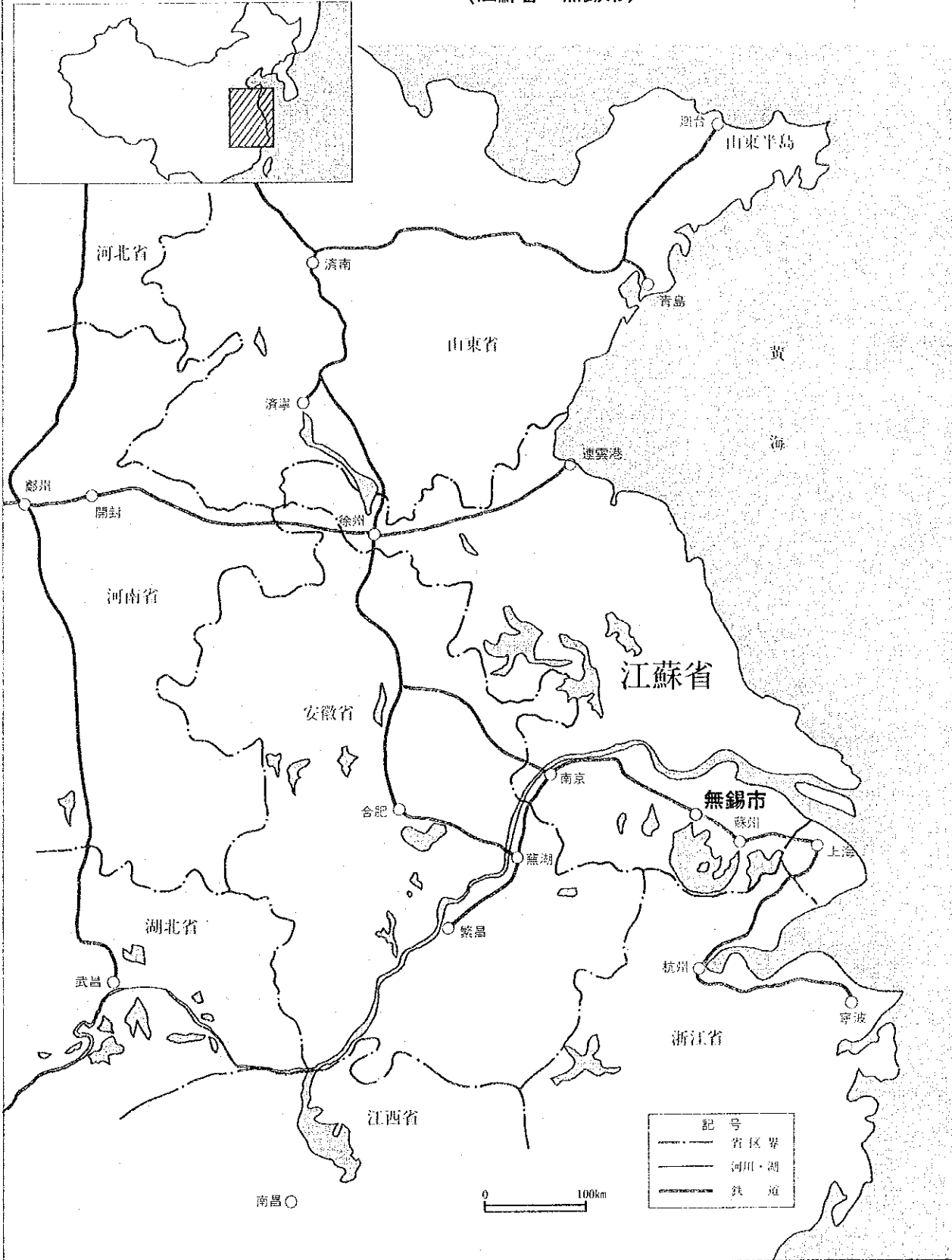
国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

柳谷 謙介

調查地区案内図

(江蘇省 無錫市)



目 次

頁

第1部 大要

| | |
|---------------------|------|
| 1. 調査の背景 | S-1 |
| 2. 調査の目的 | S-1 |
| 3. 工場概要 | S-3 |
| 4. 近代化計画の構想 | S-7 |
| 5. 生産工程の近代化計画 | S-9 |
| 6. 生産管理の近代化計画 | S-18 |
| 7. 実施スケジュール | S-19 |
| 8. 所要資金の見積 | S-21 |
| 9. 実施上の留意点 | S-21 |
| 10. 結論と勧告 | S-22 |

注：表及び図の番号は参照の便を考慮して本文と同じとした。

第2部 本文

| | |
|-------------------------|-----|
| まえがき | 0-1 |
| 1 調査の背景 | 0-1 |
| 2 調査の目的 | 0-2 |
| 3 調査の対象工場及び製品 | 0-2 |
| 4 調査の対象範囲 | 0-3 |
| 5 現地調査団の編成及び日程 | 0-3 |
| 第1章 工場の概要 | 1-1 |
| 1.1 江蘇省及び無錫市の概要 | 1-1 |
| 1.1.1 江蘇省の概況 | 1-1 |
| 1.1.2 無錫市の地理と気候 | 1-4 |
| 1.1.3 無錫市の行政区画と人口 | 1-4 |
| 1.1.4 無錫市の産業 | 1-4 |
| 1.1.5 無錫市の投資環境 | 1-6 |

| | | |
|-------|------------------------------|------|
| 1.2 | 工場の概要 | 1-7 |
| 1.2.1 | 基本的事項 | 1-7 |
| 1.2.2 | 工場配置 | 1-8 |
| 1.2.3 | 組織及び人員 | 1-14 |
| 1.2.4 | 製品及び生産 | 1-16 |
| | | |
| 第2章 | 工場近代化計画の目標 | 2-1 |
| 2.1 | 中国側の「第8次5カ年計画」 | 2-1 |
| 2.2 | 工場近代化計画の方針と目標 | 2-3 |
| 2.3 | 診断要請に基づく重点検討項目(22項目)の報告書での対応 | 2-5 |
| | | |
| 第3章 | 生産工程の現状と問題点 | 3-1 |
| 3.1 | 材料受け入れの現状と問題点 | 3-1 |
| 3.1.1 | 材料受け入れの現状 | 3-1 |
| 3.1.2 | 材料受け入れの問題点 | 3-2 |
| 3.2 | プレス及び溶接工程の現状と問題点 | 3-4 |
| 3.2.1 | プレス及び溶接工程の現状 | 3-4 |
| 3.2.2 | プレス及び溶接工程の問題点 | 3-7 |
| 3.2.3 | 8.5計画でのプレス機のNC化 | 3-8 |
| 3.2.4 | 溶接工程の強化 | 3-9 |
| 3.2.5 | 板材のロールの納入管理対策 | 3-12 |
| 3.2.6 | 設備のNC化計画の逼迫 | 3-12 |
| 3.3 | 鋳造工程の現状と問題点 | 3-16 |
| 3.3.1 | 鋳造工程の現状 | 3-16 |
| 3.3.2 | 鋳造工程の問題点 | 3-19 |
| 3.4 | 鍛造工程の現状と問題点 | 3-28 |
| 3.4.1 | 鍛造工程の概要 | 3-28 |
| 3.4.2 | 鍛造工程の設備 | 3-28 |
| 3.5 | 熱処理工程の現状と問題点 | 3-30 |
| 3.5.1 | 熱処理工程の現状 | 3-30 |
| 3.5.2 | 熱処理工程の問題点 | 3-33 |
| 3.6 | 塗装工程の現状と問題点 | 3-34 |
| 3.6.1 | 塗装工程の現状 | 3-34 |
| 3.6.2 | 塗装工程の問題点 | 3-37 |

| | | |
|--------|---|-------|
| 3.6.3 | 塗装工程の改善計画 | 3-37 |
| 3.7 | 機械加工工程の現状と問題点 | 3-48 |
| 3.7.1 | 機械加工合理化のための基本的考え方 | 3-48 |
| 3.7.2 | 工場側提出の問題点に対する回答 | 3-53 |
| 3.7.3 | グループテクノロジー (GT) 化を中心とした問題点 | 3-57 |
| 3.7.4 | 8.5計画の機械加工設備の早期稼動のための重点実施事項 | 3-74 |
| 3.7.5 | 効率的な機械加工実施のための FMC (FLEXIBLE MANUFACTURING CELL) の実例 | 3-95 |
| 3.7.6 | 検討依頼を受けた部品の加工時間算定結果報告 | 3-105 |
| 3.7.7 | FMCによる能率的機械加工のシミュレーション | 3-105 |
| 3.7.8 | 日本における近代的工作機械工場の紹介 | 3-110 |
| 3.8 | 組立工程の現状と問題点 (組立工程での品質保証) | 3-111 |
| 3.8.1 | 組立工場の作業管理と組立レイアウトの問題点 | 3-111 |
| 3.8.2 | 高周波砥石軸組立職場の問題点 | 3-114 |
| 3.8.3 | 組立工場に於ける部品の取扱いと保管の問題点 | 3-114 |
| 3.8.4 | 8.5計画に於ける組立工場設備の重点実施事項 | 3-115 |
| 3.8.5 | 品質保証における客先クレーム (苦情) の取扱い | 3-128 |
| 3.9 | 検査工程の現状と問題点 | 3-133 |
| 3.9.1 | 検査工程の現状 | 3-133 |
| 3.9.2 | 検査工程の問題点 | 3-136 |
| 3.9.3 | 検査工程の改善計画 | 3-137 |
| 3.10 | 現有製品 (研削盤) の性能に関する現状と問題点 | 3-141 |
| 3.10.1 | センターレス研削盤 (MG10100) | 3-143 |
| 3.10.2 | 内面研削盤、軸受内輪溝研削盤 | 3-150 |
| 3.10.3 | 摺動面の構造と送り精度 | 3-160 |
| 3.10.4 | 機械の数値制御化 | 3-165 |
| 3.10.5 | CBN砥石への対応状況 | 3-167 |
| 3.10.6 | CBN砥石による加工実績 (日本国内での) | 3-171 |
| 3.10.7 | 新しい研削方法を応用した研削盤 | 3-172 |
| 3.10.8 | むすび | 3-173 |
| 3.10.9 | CNC機拡販についての一般注意事項 | 3-177 |

| | |
|-----------------------------------|------|
| 第4章 生産管理の現状と問題点 | 4-1 |
| 4.1 設計管理の現状と問題点 | 4-1 |
| 4.1.1 研究所の組織と新製品開発の流れ | 4-2 |
| 4.1.2 設計期間短縮のための標準化 | 4-6 |
| 4.1.3 開発段階での試験・研究の効率化 | 4-10 |
| 4.1.4 設計部門以降の工程における開発期間の短縮 | 4-12 |
| 4.1.5 8.5 計画で導入する CAD設備の早期実用化 | 4-13 |
| 4.2 調達管理の現状と問題点 | 4-27 |
| 4.2.1 調達管理の現状 | 4-27 |
| 4.2.2 調達管理の問題点 | 4-30 |
| 4.3 在庫管理の現状と問題点 | 4-31 |
| 4.3.1 在庫管理の現状 | 4-31 |
| 4.3.2 在庫管理の問題点 | 4-31 |
| 4.4 工程管理の現状と問題点 | 4-33 |
| 4.4.1 工程管理の現状 | 4-33 |
| 4.4.2 工程管理の問題点 | 4-34 |
| 4.5 品質管理の現状と問題点 | 4-35 |
| 4.5.1 品質管理の現状 | 4-35 |
| 4.5.2 品質管理の問題点 | 4-36 |
| 4.6 安全管理の現状と問題点 | 4-39 |
| 4.6.1 安全管理の現状 | 4-39 |
| 4.6.2 安全管理の問題点 | 4-41 |
| 4.7 設備管理の現状と問題点 | 4-42 |
| 4.7.1 設備管理の現状 | 4-42 |
| 4.7.2 設備管理の問題点 | 4-43 |
| 4.8 コンピュータ支援生産管理の現状と問題点 | 4-44 |
| 4.8.1 コンピュータ支援生産管理の趨勢 | 4-44 |
| 4.8.2 先進企業におけるコンピュータ支援生産管理の現状 | 4-44 |
| 4.8.3 無錫工作機械工場におけるコンピュータ支援生産管理の現状 | 4-45 |
| 4.8.4 コンピュータ支援生産管理の効率を上げる方法 | 4-46 |
| 4.9 教育・訓練の現状と問題点 | 4-49 |
| 4.9.1 教育・訓練の現状 | 4-49 |
| 4.9.2 教育訓練の問題点 | 4-51 |

| | <u>頁</u> |
|--|----------|
| 4.10 環境対策の現状と問題点 | 4-53 |
| 4.10.1 環境対策の現状 | 4-53 |
| 4.10.2 環境対策の問題点 | 4-55 |
| | |
| 第5章 工場近代化計画 | 5-1 |
| 5.1 生産工程の近代化計画 | 5-1 |
| 5.1.1 概要 | 5-1 |
| 5.1.2 プレス及び溶接工程 | 5-1 |
| 5.1.3 鑄造工程 | 5-5 |
| 5.1.4 熱処理工程 | 5-39 |
| 5.1.5 塗装工程 | 5-43 |
| 5.1.6 機械加工工程 | 5-43 |
| 5.1.7 組立工程 | 5-45 |
| 5.1.8 検査工程 | 5-47 |
| 5.2 生産管理の近代化計画 | 5-48 |
| 5.2.1 加工設備の配置、工場内の物流、工作物の運搬方法(2.6) | 5-48 |
| 5.2.2 多品種小ロット生産方式に適した生産管理と生産性の向上(2.17) .. | 5-52 |
| 5.2.3 工場内の工作物の保管と運搬方式、その管理と品質保証(2.19) | 5-54 |
| 5.2.4 外注品と外部協力品の品質保証と管理(2.20) | 5-67 |
| 5.2.5 現在の品質管理体系の診断(2.21) | 5-74 |
| 5.3 近代化計画の実施スケジュール | 5-76 |
| 5.3.1 前提条件 | 5-76 |
| 5.3.2 実施スケジュール | 5-76 |
| 5.4 近代化計画の所要資金 | 5-78 |
| 5.4.1 見積の前提条件 | 5-78 |
| 5.4.2 近代化計画の所要資金 | 5-79 |
| 5.5 近代化計画設備投資の財務分析 | 5-87 |
| 5.5.1 財務分析の目的 | 5-87 |
| 5.5.2 財務分析の前提条件 | 5-87 |
| 5.5.3 近代化計画の所要資金と生産計画、売値 | 5-88 |
| 5.5.4 近代化計画実施後の生産計画と販売予測価格 | 5-89 |
| 5.5.5 財務分析の結果 | 5-89 |
| 5.5.6 中国の管理会計 | 5-98 |
| 5.6 近代化計画実施上の留意点 | 5-102 |

| | | |
|-----|-------------|-----|
| 第6章 | 結論と勧告 | 6-1 |
| 6.1 | 結論 | 6-1 |
| 6.2 | 勧告 | 6-1 |

添付資料

| | |
|-------|-------------------------------|
| 添付資料1 | 内面研削盤（3MZW205）全閉カバーの板金加工工数の見積 |
| 添付資料2 | 電気ボックス（TE63-7）の板金加工工数の見積 |
| 添付資料3 | 部品の機械加工時間の見積 |
| 添付資料4 | FMCによる能率的機械加工のシミュレーション |
| 添付資料5 | 日本における近代的工作機械工場の紹介 |
| 添付資料6 | 鋳物工程技術資料 |

表目次

| | 頁 |
|--|---------|
| 表 1.1.1 主要経済指標 | 1 - 3 |
| 表 1.2.1 工場のおもな職場における人員構成 | 1 - 14 |
| 表 1.2.2 主力製品の生産 | 1 - 16 |
| 表 1.2.3 軸受内面研削盤の国際仕様比較 | 1 - 17 |
| 表 1.2.4 内輪溝研削盤の国際仕様比較 | 1 - 18 |
| | |
| 表 2.1.1 各種研削盤の国内需要 | 2 - 1 |
| | |
| 表 3.6.1 ウレタン樹脂による塗装仕様 | 3 - 46 |
| 表 3.8.1 クリーンルーム、米国連邦規格の要旨 | 3 - 126 |
| 表 3.10.1 新型研削盤の基本仕様 | 3 - 142 |
| 表 3.10.2 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覧表(1/3) | 3 - 174 |
| 表 3.10.3 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覧表(2/3) | 3 - 175 |
| 表 3.10.4 無錫工作機械工場の主要製品構造性能一覧表(3/3) | 3 - 176 |
| | |
| 表 4.8.1 コンピュータによる運営管理のシステム概略表 | 4 - 47 |
| | |
| 表 5.1.1 近代化計画主要項目 | 5 - 2 |
| 表 5.5.1 将来的生産計画 | 5 - 90 |
| 表 5.5.2 製造売上予測 | 5 - 92 |
| 表 5.5.3 製造原価計算書 | 5 - 93 |
| 表 5.5.4 損益計算書 | 5 - 93 |
| 表 5.5.5 資金運用表 | 5 - 94 |
| 表 5.5.6 貸借対照表 | 5 - 94 |
| 表 5.5.7 内部収益率(対投資額)計算書 | 5 - 95 |
| 表 5.5.8 貸借表 | 5 - 99 |
| 表 5.5.9 損益計算表 | 5 - 100 |

図目次

| | 頁 |
|---|---------|
| 図 0.1 無錫工作機械工場近代化計画調査現地調査日程実績表 | 0 - 5 |
| 図 1.1.1 工業生産額の主要省市のシェア | 1 - 2 |
| 図 1.2.1 工場配置 | 1 - 11 |
| 図 1.2.2 増改築終了後の物流概略図 | 1 - 13 |
| 図 1.2.3 工作機械工場組織図 | 1 - 15 |
| 図 3.2.1 炭酸ガスアーク溶接システム | 3 - 10 |
| 図 3.3.1 標準掛け堰 | 3 - 26 |
| 図 3.7.1 生産システムの分区 | 3 - 52 |
| 図 3.7.2 無錫工作機械工場の工程配置図 | 3 - 59 |
| 図 3.7.3 罫引き廃止のための代表的セッティングゲージ | 3 - 66 |
| 図 3.7.4 グループテクノロジーでの分類表 | 3 - 71 |
| 図 3.7.5 パーマネントツーリングによるNC旋盤の加工例 | 3 - 79 |
| 図 3.7.6 NC旋盤で使用されるスルーアウェー工具の具体例 | 3 - 79 |
| 図 3.7.7 取付具図面(1) | 3 - 83 |
| 図 3.7.8 取付具図面(2) | 3 - 85 |
| 図 3.7.9 取付具図面(3) | 3 - 87 |
| 図 3.7.10 マニュアルプログラミングによるNCテープ作成手順 | 3 - 92 |
| 図 3.7.11 自動プログラミングによるNCテープ作成手順 | 3 - 93 |
| 図 3.7.12 FMCシステムの概要 | 3 - 96 |
| 図 3.7.13 FMCシステム平面図 (モデルA) | 3 - 99 |
| 図 3.7.14 FMCシステム平面図 (モデルB) | 3 - 101 |
| 図 3.7.15 FMCシステム平面図 (モデルC) | 3 - 103 |
| 図 3.7.16 FMCシステムの一例 | 3 - 107 |
| 図 3.8.1 組立工程のライン構成 | 3 - 119 |
| 図 3.8.2 一般組立部品の洗浄装置 | 3 - 127 |
| 図 3.8.3 多点式自動温度測定器による温度特性グラフの実例 | 3 - 129 |
| 図 3.8.4 原因別客先クレーム | 3 - 130 |
| 図 3.8.5 責任部門別客先クレーム | 3 - 131 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|---------|
| 図 3.10.1 | 高速主軸におけるオイルエア潤滑法 | 3 - 153 |
| 図 3.10.2 | インプロセスゲージ、ポストプロセスゲージ の組合せによる計測の自動化 | 3 - 155 |
| 図 3.10.3 | 寸法測定装置と連動したCNC研削盤の自動サイクル | 3 - 156 |
| 図 3.10.4 | 円筒研削盤砥石台のクローズドタイプ角型静圧摺動面 | 3 - 162 |
| 図 3.10.5 | CBN砥石の砥石突出量と砥石摩耗量 | 3 - 170 |
| | | |
| 図 4.1.1 | 無錫内面研削盤研究所（製品開発部門） 組織及び人員構成一覧表 | 4 - 3 |
| 図 4.1.2 | 新製品開発の流れ図 | 4 - 4 |
| 図 4.1.3 | 設計開発の製品コストに対する寄与の重要性 | 4 - 5 |
| 図 4.1.4 | 設計業務の標準化を中心とした主な流れ | 4 - 7 |
| 図 4.1.5 | 工法提供のしくみ | 4 - 9 |
| 図 4.1.6 | 全社的規格運営の流れ | 4 - 11 |
| | | |
| 図 5.1.1 | 現在の鑄造工場のレイアウト | 5 - 9 |
| 図 5.1.2 | 鑄造工場レイアウト変更案 | 5 - 11 |
| 図 5.1.3 | 台車式焼鈍炉計画図 | 5 - 14 |
| 図 5.1.4 | エアープラスト外形図 | 5 - 25 |
| 図 5.1.5 | ピット型ガス浸炭窒化炉 | 5 - 40 |
| 図 5.1.6 | バッチ型浸炭炉 | 5 - 42 |
| 図 5.2.1 | リードタイムと仕掛品の関係図式 | 5 - 53 |
| 図 5.2.2 | 木製平パレット | 5 - 60 |
| 図 5.2.3 | ドライインラック | 5 - 72 |
| 図 5.3.1 | 近代化計画の実施スケジュール | 5 - 77 |
| 図 5.5.1 | 感度（投資額IRR、税引後） | 5 - 96 |

写真目次

| | 頁 |
|--|---------|
| 写真 3.2.1 炭酸ガスアーク溶接例 | 3 - 11 |
| 写真 3.2.2 アルゴンガスアーク溶接例 | 3 - 13 |
| 写真 3.2.3 アルゴンガスアーク溶接例 | 3 - 13 |
| 写真 3.6.1 無錫工作機械工場の塗装部品 | 3 - 39 |
| 写真 3.6.2 板金部品の収納整理の例 (1) | 3 - 39 |
| 写真 3.6.3 板金部品の収納整理の例 (2) | 3 - 40 |
| 写真 3.6.4 板金部品の収納整理の例 (3) | 3 - 40 |
| 写真 3.6.5 塗装部品の移動例 | 3 - 41 |
| 写真 3.6.6 乾燃炉 | 3 - 42 |
| 写真 3.7.1 摺動面にTURCITE接着後の最終仕上げの状態 | 3 - 54 |
| 写真 3.7.2 門型平削り盤のタレット刃物台及び拡大写真 | 3 - 61 |
| 写真 3.7.3 無錫工作機械工場の大物機械工場での 門型平削り盤によるベッド加工 | 3 - 63 |
| 写真 3.7.4 無錫工作機械工場の大物機械工場での放置 | 3 - 63 |
| 写真 3.7.5 無錫工作機械工場で機械の周りに仕掛品が多い様子 | 3 - 64 |
| 写真 3.7.6 無錫工作機械工場の一部で通路が 仕掛品の置場になっている状態 | 3 - 64 |
| 写真 3.7.7 日本の工作機械工場における補助テーブルの活用例 | 3 - 67 |
| 写真 3.7.8 マシニングセンターで使用しているセッティングゲージ | 3 - 68 |
| 写真 3.7.9 調整式のスルアウエー化したボーリングバー | 3 - 70 |
| 写真 3.7.10 無錫工作機械工場で最良のGT職場 | 3 - 72 |
| 写真 3.7.11 スルアウエー工具による協力切削 | 3 - 80 |
| 写真 3.7.12 マシニングセンターで使用するスルアウエー化 された切削工具の代表例 | 3 - 80 |
| 写真 3.7.13 工具室内の工具プリセッター利用状況 | 3 - 81 |
| 写真 3.7.14 工具室内の工具の保管状況 | 3 - 89 |
| 写真 3.7.15 角柱型取付具素材 | 3 - 90 |
| 写真 3.7.16 FMCシステムの例 | 3 - 109 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------|-------|
| 写真 3.8.1 | 無錫工作機械工場の組立工場(1) | 3-112 |
| 写真 3.8.2 | 無錫工作機械工場の組立工場(2) | 3-112 |
| 写真 3.8.3 | 無錫工作機械工場の組立途中のセンターレス研削盤 | 3-113 |
| 写真 3.8.4 | 無錫工作機械工場の組立職場における 購入部品の保管状況(1) | 3-116 |
| 写真 3.8.5 | 無錫工作機械工場の組立職場における 購入部品の保管状況(2) | 3-116 |
| 写真 3.8.6 | マシニングセンタータクト生産方式の状況 | 3-118 |
| 写真 3.8.7 | エアースケーター | 3-120 |
| 写真 3.8.8 | 測定のための計器類 | 3-121 |
| 写真 3.8.9 | 進度管理図 | 3-123 |
| 写真 3.9.1 | 無錫工作機械工場の検査済み部品 | 3-138 |
| 写真 3.9.2 | 部品を部品棚に保管する例 | 3-138 |
| 写真 3.9.3 | レーザー測長器 | 3-140 |
| 写真 3.9.4 | 多点温度記録専用台の例 | 3-140 |
| 写真 3.10.1 | 高精度センターレス研削盤の両持式 砥石軸、調整車軸を示す | 3-144 |
| 写真 3.10.2 | マルチフォーム研削の実例 | 3-148 |
| 写真 3.10.3 | センターレス研削盤MG10100に取付けられた振動計 | 3-149 |
| 写真 3.10.4 | 高速マシニングセンターのX、Y軸 に用いた直動型軸受の実例 | 3-163 |
| 写真 3.10.5 | 治具研削盤X、Y軸に用いた直動型軸受の実例 | 3-164 |
| 写真 5.2.1 | フローショップ型歯車加工ライン(1) | 5-51 |
| 写真 5.2.2 | フローショップ型歯車加工ライン(2) | 5-51 |
| 写真 5.2.3 | 天狗付パレット(1) | 5-55 |
| 写真 5.2.4 | 天狗付パレット(2) | 5-55 |
| 写真 5.2.5 | キャスター付手押車(1) | 5-56 |
| 写真 5.2.6 | キャスター付手押車(2) | 5-56 |
| 写真 5.2.7 | ハンドパレットトラック | 5-57 |
| 写真 5.2.8 | フォークリフトトラック | 5-58 |
| 写真 5.2.9 | バッテリー牽引車 | 5-58 |
| 写真 5.2.10 | プラスチック製平パレット | 5-61 |
| 写真 5.2.11 | プラスチック製平パレットのカットサンプル | 5-61 |

| | | |
|-----------|--------------------------|------|
| 写真 5.2.12 | 平パレット上のプラスチック製コンテナー | 5-62 |
| 写真 5.2.13 | メッシュボックスパレット | 5-62 |
| 写真 5.2.14 | メッシュボックスパレット (折り畳み状態) | 5-63 |
| 写真 5.2.15 | メッシュボックスパレット (工作物あり) (1) | 5-63 |
| 写真 5.2.16 | メッシュボックスパレット (工作物あり) (2) | 5-64 |
| 写真 5.2.17 | プラスチックコンテナー(1) | 5-65 |
| 写真 5.2.18 | プラスチックコンテナー(2) | 5-65 |
| 写真 5.2.19 | 傾斜ラック(1) | 5-66 |
| 写真 5.2.20 | 傾斜ラック(2) | 5-66 |
| 写真 5.2.21 | 専用キャスター付傾斜ラック | 5-68 |
| 写真 5.2.22 | 購入部品用傾斜ラック(1) | 5-69 |
| 写真 5.2.23 | 購入部品用傾斜ラック(2) | 5-70 |
| 写真 5.2.24 | 高架式自動倉庫 | 5-71 |
| 写真 5.2.25 | 無錫工作機械工場の木型の保管 | 5-71 |

第 1 部 大 要

第 1 部 大 要

1. 調査の背景

中華人民共和国は1979年以来、新しい社会主義経済体制の基で経済開発に取り組み、工業の活性化を目指し、1982年の党大会で、2000年までに農工生産を1980年の4倍に拡大するとの目標を発表した。この目標達成の一環として、投資効果の高い既存工場の近代化を図るため、我が国に対し技術的協力を要請してきた。

今回の調査は、中国の産業近代化にとり重要な基幹産業である工作機械工場、この中でも軸受研削盤の分野で指導的位置にある無錫工作機械工場の近代化計画に関するものである。

中国は長年の工作機械産業に対する振興努力により、工作機械産業は順調に発展し、特にこの10年間は改革開放政策の実施により、発展が加速され、著しい成果を収めている。最近の中国の工作機械産業の現状は次のとおり推察できる。

1. 中国の開放経済政策の下、産業振興が積極的に行われ重要な基幹産業である工作機械の生産が急速に伸びている。
2. 工作機械（切削型）の輸出は1987年より2年間に台数、金額とも約3倍に伸びている。
3. 外国との技術提携は大幅に増えており、特に欧州のメーカーとの提携が多い。

無錫工作機械工場は、1948年に実業家、栄徳生によって、同氏の所有する紡績会社、製粉会社への補修部品の供給や、修理を行うことを目的として設立された。その後、同工場は順調に発展を続け、1956年からは、内面研削盤、軸受研削盤、芯無し研削盤の3種の研削盤の専業工場として正式に国家からの指定を受け、中国工作機械工業18重点企業の一つとなった。同工場は、積極的な海外からの技術導入を図るとともに技術革新を押し進め、現在では中国機械工業界における大型優良企業としての評価を受けている。

2. 調査の目的

無錫工作機械工場の調査対象製品を中心にして、既存設備の有効利用に重点を置いた上、製品設計開発能力、生産技術及び生産管理の向上と改善に関する近代化計画を提案することにある。

調査対象工場：無錫工作機械工場（江蘇省無錫市湖濱路11号）

主要製品

軸受研削盤（BEARING GRINDER）

芯無研削盤（CENTERLESS GRINDER）

内面研削盤（INTERNAL GRINDER）

年産量： 2,009台/1989年

（合計） 1,689台/1990年

1,706台/1991年

調査対象製品

名称

軸受研削盤（Bearing grinder machine）：

内径 100mm以下の研削を行う各種NC高精度軸受研削盤

年産量： 768台/1898年

1,148台/1990年

1,194台/1991年

調査の対象範囲

1. 製品の数値制御、高精度、高効率を目標として、NC類の研削盤と軸受研削加工自動ラインを重点的に発展させ、軸受、自動車などの業界に中、高級工作機械及びプラント設備を提供する。
2. コンピュータのCAD/CAPP/CAM技術を採用して、製品の設計、技術開発レベルと能力を高める。
3. 先進的な高効率NC工作機械とプラント技術を採用して、軸プッシュ類、研削ヘッドのヘッド軸類、ケーシング、ベッド類などの部品の生産でフレキシブル生産を実現できるようにする。
4. 部品の加工品質と組立検査の水準を高め、近代的な製品の開発能力を強化して、多品種小ロット生産への適応性を高める。

調査対象製品はベアリング用軸受研削盤であるが、無錫工作機械工場は、その他の各種研削盤も主力製品とする大型工場の一つである。上記調査対象製品を重点的に発展させようと計画していることをふまえて、その他の製品の生産工程についても、関連する問題は調査対象に含めることとする。

3. 工場概要

現在、無錫工作機械工場は、多品種少量生産方式の採用によって、約70種、1,800台/年の研削盤を生産している。主要生産品目は、内面研削盤、芯無し研削盤、軸受け研削盤、軸受け超仕上げ研削盤、高周波スピンドルヘッドなど5種類である。国内市場占有率は、60-80%であり、国内主要の研削盤製造工場となっている。

1993年1月末現在の全従業員数は4,042人、総敷地面積が30万平方メートル、建築面積が20万平方メートル、総固定資産が約9,500万元となっている。1992年における総売上額は19,000万元である。

工場内には空地はほとんど無いが、工場近代化計画に対しては、老朽建て屋の取り壊し等による工場再配置により十分対応できると考えられる。また、今後の増産は下請け企業の利用により対応していく方針でもある。

なお、現在「第8次5カ年計画」（以下8.5計画）での工場建屋再配置を実施中で、1994年末の完成を目指して建物の一部を改装または改築している。従って、工場配置図として“1994年末完成予定計画図”を図1.2.1に示す。

主力製品の1991年と1992における生産計画と生産実績を表1.2.2に示す。

表1.2.2 主力製品の生産

(単位：台/年)

| 製品 | 1991年 | | 1992年 | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| | 計画 | 実績 | 計画 | 実績 |
| センタレス研削盤 | 328 | 278 | 393 | 542 |
| 内面研削盤 | 245 | 231 | 299 | 252 |
| 軸受研削盤 | 1,197 | 1,091 | 1,188 | 1,044 |
| 軸受超仕上げ盤 | 160 | 106 | 144 | 124 |
| 合計 | 1,930 | 1,706 | 2,024 | 1,962 |
| 大型研削盤 | 112 | 57 | 129 | 84 |
| 高精度研削盤 | 230 | 147 | 260 | 209 |
| 普通研削盤 | 1,538 | 1,502 | 1,635 | 1,669 |
| 合計 | 1,930 | 1,706 | 2,024 | 1,962 |
| 上記の内NC機械 | | 53 | | 110 |

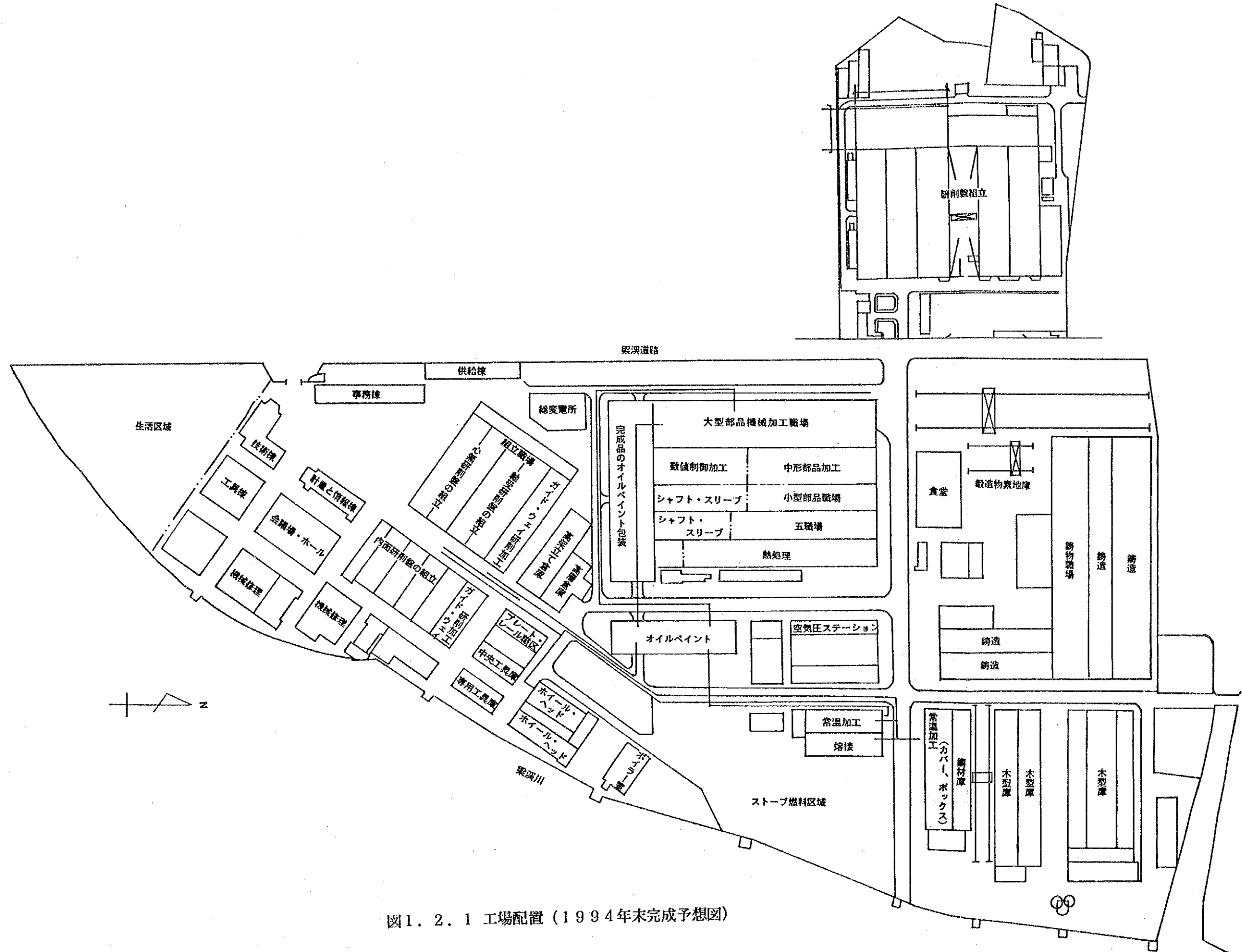


図1. 2. 1 工場配置 (1994年末完成予想図)

4. 近代化計画の構想

(1) 中国側の「第8次5カ年計画」

中国側では、無錫工作機械工場に於いて、「第8次5カ年計画」による工場近代化計画が以下のように策定されている。

この計画は政府の計画より1年先行して1994年に終了する。製品を改良して、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」が主要な目標になっている。製品のレベルを、現在の70年代末から80年代初めの段階の世界レベルから80年代初めから80年代中間の段階に引き上げるのが目標である。生産量の増加は、むしろ2次的な目標で、付加価値の向上を意図している。無錫工作機械工場は研削盤の国内需要に対して8.5計画の最終年度に於いて64%の供給能力しか達成できないと推定している。また、最終年度での各種研削盤の輸出は210台を見込んでおり、外貨獲得額は500万元となる。

上記目標を達成するために、工場では6400万元を投資して技術改良を行う計画である。

経済効果として、年間売上高増分は7000万元、年間税金増分は454万元、年間利潤増分は915万元、年間外貨獲得額増分は500万ドルと見込んでいる。

主要導入機器とその使用開始時期は次の通りである。ほぼ94年中に使用開始可能である。

| | | |
|-----|---------------------------------------|-------|
| 輸入品 | 5面加工機(2m x 9m) | 94年6月 |
| | NCプレス(30ton) | 93年末 |
| | NCたわみ機(100ton) | 93年末 |
| | 倍周波レーザー干渉計 | 93年末 |
| | CADコンピューター・ステーション、7台 | 93年末 |
| 国産品 | 横型マシニングセンター(500mm, 630mm, 800mm)計3台 | 94年下 |
| | NC旋盤(630mm 2台、500mm 2台、400mm 14台)計18台 | 93年下 |
| | 板金用NCせん断機 | 94年上 |
| | 直読式スペクトラム・アナライザー | 93年末 |
| | ギア・ピッチ測定機 | 93年末 |

(2) 工場近代化計画の構想

無錫工作機械工場は現在「第8次5カ年計画」を実施中であり、主要な設備は1994年までに導入される予定である。製品、各種研削盤を改良して、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」が計画の主要な目標になっている。

更に、同工場は軸受研削盤及び関連工作機械に関して、品質及び市場占拠率の上から中国国内で指導的立場にある工場であるが、更に、早急に製品の機能と品質を改良して、国

際的水準まで高め、輸出競争力のあるものにしたいという企業戦略を持っている。

この様な環境のもとで工場近代化計画の方針と目標をどう定めるべきかを考える。

無錫工作機械工場は現状改善と併せて 8.5計画の早期稼働のための方策に関する診断を強く希望している。下記の22の診断項目は「事前調査」に於いて先方からの要請に基づき重点検討項目として取り上げたものである。

1. 工場の現有製品（軸受研削盤）の工作機械の構造、制御、測定、効率、性能、信頼性等の改善方法
2. 新製品の開発期間を短縮するための手段
3. 第8次5カ年計画で導入するCAD及び関連するコンピューター利用技術の早期実用化
4. 製品開発に於けるモジュール化設計法の採用
5. 製品開発に於けるテストの効率的実施
6. 加工設備の合理的配置、工場内の物流の合理化、工作物の運搬方法
7. グループテクノロジーの応用方法
8. 多品種小ロット生産方式に於いて、部品（ベッド、テーブル、ボックス類、スピンドル、スリーブ、各種小部品、油圧部品）の効率的な機械加工と品質保証
9. 最近導入したレジンサンド鑄型技術を活用して、鑄物の生産能力を上げる方法
10. 鑄物の品質向上と、不合格率の低下
11. 鑄造後のクリーニング方式の選択
12. 鑄物の時効テクノロジーの合理化
13. スピンドル、スリーブ、鋼案内面等の部品に適用する可制御雰囲気熱処理法の合理化
14. 工作機械の全密封カバー、電気ボックス等の板金溶接部品の品質向上と技術改良。
15. 工作機械の組立行程での品質管理
16. 塗装技術と塗料の合理的選択
17. 多品種小ロット生産方式に適応する生産管理体系の樹立、生産性の向上
18. コンピューター支援生産管理の有効性と実施方法
19. 工場内の工作物の保管と運搬方法、また、その管理と品質保証
20. 外注品、外部協力品の品質保証と管理
21. 現在の品質管理体系の診断
22. 工場近代化計画の規模と資金需要、国際的に通用する手法による設備投資の財務分析を行う。中国側は、この財務分析に必要なデータ、技術データ、マーケットデータ、財務データを提示する。

以上はおおよそ次のように大別される。

1. 軸受研削盤の性能向上と新製品の開発、その開発期間の短縮のための手法
2. 加工設備の配置、工場内の物流、多品種小量生産での機械加工、組立ライン等とこれに伴うの生産管理的な問題
3. 鋳造、板金、塗装、の各工程の技術的未解決問題

一方、検討対象を時系列で分けると次のようになる。

1. 製品または生産設備について、現在問題を抱えており、大がかりな設備投資をしなくても解決できる問題、生産管理や作業の合理化で解決できる問題
2. 8.5計画で導入する設備の早期稼働と新製品開発のスピードアップ
3. 8.5計画以降の長期計画として、新鋭設備を導入して実施する近代化計画

この報告書では、近代化計画の代替案を、1.を短期計画、2.を中期計画、3.を長期計画としてとらえ、実施計画を作成することとする。中国側では8.5計画に引き続いて「第9次5カ年計画」がひかえており、工場近代化計画の長期計画は、実施時期がこれとほぼ重なることになる。長期計画は工場の長期経営方針に沿ったものとして、われわれは、「第9次5カ年計画」が8.5計画の方針、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」を更に展開していく方針であることを先方と確認し同意した。また、工場の敷地、生産設備、人材等の現有する経営資源を有効活用出来る範囲内で、投資の規模を制限した。

5. 生産工程の近代化計画

(1) 概要

近代化計画の主要項目は表5.1.1に示す通り全体で80項目にのぼる。この内生産工程に関するものは68項目で、短期計画では、機械加工工程、鋳造工程を主に23項目、中期計画では、機械加工工程、製品性能の改良の問題を中心に22項目、設備投資を伴う長期計画では、金額的に機械加工工程、鋳造工程を主に23項目となる。

所要資金の外貨分は約15億円と推定される。大口は五面加工機 2台、FMC（フレキシブル・マニファクチュアリング・セル） 1台、横型マシニング・センター 5台のNC工作機械群、熱風式キュボラである。

表5.1.1 近代化計画主要項目 (1/2)

| No | 代替案 | 工/管 | 工程 | 項目 | 参照 |
|----|-----|-----|------|--------------------------|----------|
| 1 | 短期 | 工程 | 材料受入 | 良質スクラップの入手 | 3.1.2(1) |
| 2 | 短期 | 工程 | 材料受入 | コークス粒度の統一(80mm以上) | 3.1.2(2) |
| 3 | 短期 | 工程 | 材料受入 | 原子吸光分光光度計に依る金属材料の分析 | 3.1.2(3) |
| 4 | 短期 | 工程 | 鑄造 | 木型の保管と移動方法の改善 | 3.3.2(1) |
| 5 | 短期 | 工程 | 鑄造 | フラン樹脂鑄型に全面移行 | 3.3.2(2) |
| 6 | 短期 | 工程 | 鑄造 | 鑄物原料砂の粒度分布改良 | 3.3.2(2) |
| 7 | 短期 | 工程 | 鑄造 | CEメーターによる溶湯の分析 | 3.3.2(3) |
| 8 | 短期 | 工程 | 鑄造 | かけ堰の改良 | 3.3.2(3) |
| 9 | 短期 | 工程 | 鑄造 | 焼鈍工程の順序変更(荒加工前の焼鈍) | 3.3.2(4) |
| 10 | 短期 | 工程 | 塗装 | 当て物による塗装部品の傷防止 | 3.6.3(1) |
| 11 | 短期 | 工程 | 塗装 | 専用吹き付け塗装室の新設 | 3.6.3(2) |
| 12 | 短期 | 工程 | 塗装 | ウレタン、エポキシ樹脂塗料の採用 | 3.6.3(4) |
| 13 | 短期 | 工程 | 機械加工 | セッティングゲージの使用(野引き廃止) | 3.7.3(1) |
| 14 | 短期 | 工程 | 機械加工 | ロットサイズの縮小 | 3.7.3(1) |
| 15 | 短期 | 工程 | 機械加工 | 門型平削り盤の精度維持(定期点検) | 3.7.3(3) |
| 16 | 短期 | 工程 | 機械加工 | 門型平削り盤でスルーアウェー工具採用 | 3.7.3(3) |
| 17 | 短期 | 工程 | 機械加工 | 案内面研削盤でCBN砥石の採用 | 3.7.3(3) |
| 18 | 短期 | 工程 | 機械加工 | 横型中ぐり盤でスルーアウェー・ボーリングバー採用 | 3.7.3(3) |
| 19 | 短期 | 工程 | 組立 | 組立レイアウトの改良 | 3.8.1 |
| 20 | 短期 | 工程 | 組立 | 高周波砥石軸のスピンダル試運転時間見直し | 3.8.2 |
| 21 | 短期 | 工程 | 組立 | 部品の取扱いと保管の改善 | 3.8.3 |
| 22 | 短期 | 工程 | 組立 | パレット函化による客先クレームの管理 | 3.8.5 |
| 23 | 短期 | 工程 | 検査 | 検査規格の強化 | 3.9.3(4) |
| 24 | 短期 | 管理 | 調達 | 調達組織の一元化 | 4.2.2 |
| 25 | 短期 | 管理 | 在庫 | 工場内の工作物の保管と運搬方式の改良 | 5.2.3 |
| 26 | 短期 | 管理 | 在庫 | 定量発注方式の採用 | 4.3.2(2) |
| 27 | 短期 | 管理 | 設備 | NC, CNC工作機械に対応した補修体制の整備 | 4.7.2(1) |
| 28 | 中期 | 工程 | 機械加工 | NC機の能力見合いの公差の設定 | 3.7.4(2) |
| 29 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 工具の標準化を考慮した設計 | 3.7.4(2) |
| 30 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 工具数の制限を考慮した設計 | 3.7.4(2) |
| 31 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 工具の破損、工具寿命を考慮した設計 | 3.7.4(2) |
| 32 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 重量物部品の取付を考慮した設計 | 3.7.4(2) |
| 33 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 同一加工工程での高精度な基準面(穴)の加工 | 3.7.4(2) |
| 34 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 工具の標準化と管理 | 3.7.4(3) |
| 35 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 工具室の機能の強化 | 3.7.4(3) |
| 36 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 切削条件の標準化 | 3.7.4(3) |
| 37 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 取付具の標準化 | 3.7.4(3) |
| 38 | 中期 | 工程 | 機械加工 | 素材寸法の精度管理 | 3.7.4(3) |
| 39 | 中期 | 工程 | 機械加工 | NCテープ自動プログラミング装置の採用 | 3.7.4(3) |
| 40 | 中期 | 工程 | 組立 | タクト生産方式の採用 | 3.8.4 |
| 41 | 中期 | 工程 | 組立 | 進捗管理図による混流生産 | 3.8.4 |
| 42 | 中期 | 工程 | 組立 | エア-洗浄用フィルターの設置 | 3.8.4 |
| 43 | 中期 | 工程 | 組立 | 多点式自動温度計の採用 | 3.8.4 |
| 44 | 中期 | 工程 | 製品性能 | 数値制御(CNC)による機械系の制御 | 3.10 |
| 45 | 中期 | 工程 | 製品性能 | 砥石軸、工作主軸の軸受構造の精度、高速化、信頼性 | 3.10 |
| 46 | 中期 | 工程 | 製品性能 | 摺道面の構造と送り精度、制御方法 | 3.10 |

表5.1.1 近代化計画主要項目 (2/2)

| No | 代替案 | 工/管 | 工程 | 項目 | 参照 |
|----|-----|-----|------|-------------------------|----------|
| 47 | 中期 | 工程 | 製品性能 | インプロセスゲージ、ポストプロセスゲージの活用 | 3.10 |
| 48 | 中期 | 工程 | 製品性能 | 適応制御(AC)の開発 | 3.10 |
| 49 | 中期 | 工程 | 製品性能 | CBN砥石への対応 | 3.10 |
| 50 | 中期 | 管理 | 設計 | 設計段階での製品コストの認識 | 4.1.1 |
| 51 | 中期 | 管理 | 設計 | 機能のモジュール化の推進 | 4.1.2 |
| 52 | 中期 | 管理 | 設計 | 設計、製図に限定したCAD化 | 4.1.2 |
| 53 | 中期 | 管理 | 設計 | 新製品開発のための専用ラインの設置 | 4.1.3 |
| 54 | 中期 | 管理 | 設計 | 開発用部品の重点先行手配方式の採用 | 4.1.4 |
| 55 | 中期 | 管理 | 設計 | CAD,プロッターの接続方法の変更 | 4.1.5(4) |
| 56 | 中期 | 管理 | 設計 | CAD,開発言語の統一 | 4.1.5(4) |
| 57 | 中期 | 管理 | 設計 | CAD,実績のあるソフトメーカーの選定 | 4.1.5(4) |
| 58 | 長期 | 工程 | プレス | NCプレスブレーキの導入 | 3.2.6 |
| 59 | 長期 | 工程 | プレス | NCタレットパンチプレスの導入 | 3.2.6 |
| 60 | 長期 | 工程 | プレス | NCシャーの導入 | 3.2.6 |
| 61 | 長期 | 工程 | 溶接 | 炭酸ガス溶接機の導入 | 3.2.4(3) |
| 62 | 長期 | 工程 | 溶接 | アルゴンガス溶接機の導入 | 3.2.4(3) |
| 63 | 長期 | 工程 | 鑄造 | 熱風式キューボラの導入 | 5.1.3(1) |
| 64 | 長期 | 工程 | 鑄造 | クレーンタイプ・ショットブラストマシンの導入 | 5.1.3(1) |
| 65 | 長期 | 工程 | 鑄造 | エアブラストシステムの導入 | 5.1.3(1) |
| 66 | 長期 | 工程 | 鑄造 | 温度制御付きガス燃焼方式の焼鈍炉の導入 | 5.1.3(1) |
| 67 | 長期 | 工程 | 鑄造 | 鑄物工場のレイアウト変更 | 3.3.2(2) |
| 68 | 長期 | 工程 | 熱処理 | バッチ型浸炭炉の導入 | 5.1.4(1) |
| 69 | 長期 | 工程 | 熱処理 | ピット型ガス浸炭窒化炉の導入 | 5.1.4(1) |
| 70 | 長期 | 工程 | 塗装 | 空焼き乾燥炉の導入 | 3.6.3(3) |
| 71 | 長期 | 工程 | 機械加工 | 五面加工機の導入 | 5.1.6(1) |
| 72 | 長期 | 工程 | 機械加工 | FMC、モデルAの導入 | 5.1.6(1) |
| 73 | 長期 | 工程 | 機械加工 | 横型マシニングセンターの導入 | 5.1.6(1) |
| 74 | 長期 | 工程 | 組立 | スピンドル室の空調とクリンルームの設置 | 3.8.2 |
| 75 | 長期 | 工程 | 組立 | 自動倉庫設置と組立工場の一体化 | 3.8.4 |
| 76 | 長期 | 工程 | 組立 | 組立工場の空調設備の強化 | 5.1.7(1) |
| 77 | 長期 | 工程 | 組立 | 部品洗浄設備の導入 | 5.1.7(1) |
| 78 | 長期 | 工程 | 組立 | 超音波洗浄装置の導入 | 5.1.7(1) |
| 79 | 長期 | 工程 | 検査 | 三次元測定器の導入 | 3.9.3(1) |
| 80 | 長期 | 工程 | 検査 | レーザー測長器の導入 | 3.9.3(4) |

注

工程：生産工程

管理：生産管理

(2) 材料受入工程

短期計画として改善すべき問題点として、下記の 3点を指摘した。

良質スクラップの入手

コークス粒度の統一(80mm以上)

原子吸光分光光度計に依る金属材料の分析

(3) プレス及び溶接工程

板金加工品の品質向上、及び効率向上のためには、設備機械のNC化は不可欠である。

8.5計画にて、NC付きシヤー、ベンダー、タレット、パンチプレス各 1台を導入し、加工の自動化を計画している。しかし、全閉カバー、電気ボックス等、大型の主要部品のほとんど全部の加工にNC化を推し進めるためには、更に、同仕様のプレス設備を追加して導入する必要がある。

一方、溶接工程では、タイプの異なる溶接機を用意して、目的に応じて使い分けを行うことが重要である。従来交流アーク 1種での場合と比較すると、スパッタの飛散及び熱歪による変形が小さくなるので清掃、修整時間が短縮し、組立時の総合精度の向上になる。

□主要導入設備

NCタレットパンチプレス

プレス能力 30ton

加工サイズ 1000 × 2540mm

NCプレス ・ プレーキ

プレス能力 110ton

曲げ長さ 2550mm

NCシヤー (中国製)

切断長さ 2500mm

アルゴンガス溶接機 (3セット)

定格出力電流 200A

炭酸ガス溶接機 (6セット)

定格出力電流 180A

(4) 鑄造工程

造型プロセスについては、現在、粘土砂乾燥型、粘土砂生型及びフラン樹脂自硬性鑄型

が混合して使用されているが、全部フラン樹脂自硬性鑄型に切り替え、統一する。更にフラン樹脂自硬性鑄型の品質を向上するために、主要構成材料の珪砂は品質のよりよいものを使う。また、珪砂回収再生装置を使用し、経済性を向上させる。幸い当工場には、既にフラン樹脂自硬性鑄型造型設備及び自硬性鑄型砂回収再生設備を備えているので、その有効活用を図ることを提案する。

工作機械の主要構造材であるベッド、コラム、テーブル等の鑄物素材の材質は、未だFC200(JIS)程度の、低級な材質が使われているが、いずれ近い将来、高級材質への転換を迫られるものと思われる。

FC300程度の強靱鑄鉄鑄造の場合は、キュポラに装入するスチールスクラップの比率が高くなり、溶解温度も上がる。このような操業条件では現有の半熱風キュポラでは不十分であるので、風量自動制御装置付き熱風水冷キュポラと材料自動定量供給装置を新たに導入する。

溶湯は、注湯前にCEメーター、発光分光分析装置等で成分分析を行い、温度を測定し、FeSi、CaSi等で接種を行った後、大型かけ堰を通して鑄型に注入することが推奨される。そのためには、8.5計画で導入予定の発光分光分析装置に加えてCEメーターを導入する。

鑄仕上工程では、現有の hidroプラスト及びターンテーブル型ショットプラストに替えて、クレーンタイプショットプラスト及びエアープラストを導入する。また、反発係数が高く高強度のスチールショットを使用することとする。

焼鈍については、工程順序を機械加工を施す前に行うよう変更する。併せて、焼鈍炉を現在の固体燃料燃焼方式から自動温度制御可能な都市ガス(COガス)燃焼方式のものに入れ替える。

上記の製造プロセス変更に併せて、設備の更新の際、プロセスフローを合理化するため、鑄造工場のレイアウトを変更する。

なお、短期計画として、木型の保管と移動方法の改善、鑄物原料砂の粒度分布改良、かけ堰の改良を提案する。

□主要導入設備

熱風式キュポラ

溶解速度：6トン/時

操業時間：10時間/日 max.

操業回数：毎日操業（2基交互使用）

操業法：熱風（450℃）シャワー(SHOWER)水冷

風量：70~80Nm³/min

風圧：800~1000mm Aq

コークス：床込 800kg

: 追込コークス比 11~13%

目標出湯温度 : 1520°C以上 (出湯樋にて)

クレーンタイプ・ショットブラストマシーン

エアープラストシステム

温度制御付きガス燃焼方式の焼鈍炉

(5) 熱処理工程

現在の下記の点を留意して、ガス浸炭炉を制御可能な炉に改造し、浸炭層の品質を向上する。

炉内温度分布の均一性

温度検知の熱電対

塩浴焼入の取り止め

調質部品の処理

□主要導入設備

ピット (PIT) 型ガス浸炭窒化炉

炉内有効寸法 $\phi 600 \times 1,200\text{mm}$

バッチ型浸炭炉

炉内有効寸法(W)600 x (H)600 x (L)1,200mm

(6) 塗装工程

短期計画としては、当て物による塗装部品の傷防止、専用吹き付け塗装室の新設、ウレタン、エポキシ樹脂塗料の採用を提案する。

アルミ鋳物の塗装がはがれるという問題に対しては、基本的には、洗浄不足に起因する問題と考えられる。脱脂後の空焼きが有効な手段であると考えられるので、このための乾燥装置を導入する。

□主要導入設備

乾燥装置

内 寸 : W 2,500 × H 2,000 × D 2,000mm

内容量 : 10m³

熱 源 : シーズ ヒーター 48kw

(7) 機械加工工程

機械加工工程における改善の基本は、設備機械の改良、及び更新と、技術面、生産面で、これを運用するための総合的な管理体制の早急な確立と実施が必要となる。これは本文で述べた“機械加工合理化のための基本的な考え方”に沿ったものでなくてはならない。

具体的方策として、本文で述べた 8.5計画の機械加工設備早期稼動のための重点実施事項に関しては、全社的協力体制の中で、具体的な検討をすることにより、より大きな効果が発揮できるもので、工場長直属の、プロジェクトチームの編成を再度提案する。

8.5計画完成時点が、無錫工作機械工場の近代化への出発点と考えられるので、8.5計画を成功させて、工場全体の生産効果を把握することが、次の工場近代化計画のベースになることを十分理解し、8.5計画達成のための営利サークル、すなわち“PLAN→DO→CHECK→ACTION”を徹底して、次のステップ（9.5計画）に対する流れをつくること、設備の近代化を推進する上で、最も重要事項である。

長期的な観点より、製品の質、量、コストを達成するための新鋭設備の導入が更に必要であり、下記のとおり設備の導入を提案する。

1. 大型機械加工部品の高効率加工のための五面加工機（門型マシニングセンター）の導入、GTグループ番号[5]（長期計画）
2. 中型機械加工部品の自動加工のため、FMC（モデルA）の導入、GTグループ番号[4]（長期計画）
3. 汎用フライス盤、形削り盤等の設備更新のために横形、又は立形マシニングセンターの導入、GTグループ番号[3]等（長期計画）

短期計画としては、次の改善の実施を提案する。

セッティングゲージの使用（野引き廃止）

ロットサイズの縮小

門型平削り盤の精度維持（定期点検）

門型平削り盤でスルーアウェー工具採用

案内面研削盤でCBN砥石の採用

横型中ぐり盤でスルーアウェー・ボーリングバー採用

また、中期計画としては、次の改善の実施を提案する。

NC機的能力見合いの公差の設定

工具の標準化を考慮した設計

工具数の制限を考慮した設計

工具の破損、工具寿命を考慮した設計
 重量物部品の取付を考慮した設計
 同一加工工程での高精度な基準面（穴）の加工
 工具の標準化と管理
 工具室の機能の強化
 切削条件の標準化
 取付具の標準化
 素材寸法の精度管理
 NCテープ自動プログラミング装置の採用
 マシニングセンター、NC旋盤等の有効活用を図るための近代的切削工具の設備と、
 これの管理保管のための設備、及び取付具の整備
 品質向上のための専用工作機械の活用

□主要導入設備

五面加工機（門型大形マシニングセンター）（2台）

自動パレットチェンジャ付き

機械門幅 2050mm

テーブル面積 1500×3100mm

FMC、モデル A（1ロット）

横形マシニングセンター 2台

搬送車 1台

横形マシニングセンター主任様

テーブル左右方向（X軸） 1250mm

主軸上下方向（Y軸） 1050mm

コラム前後方向（Z軸） 810mm

横形マシニングセンター（自動パレットチェンジャ付き）（5台）

テーブル左右方向（X軸） 635mm

主軸上下方向（Y軸） 560mm

コラム前後方向（Z軸） 510mm

（8）組立工程

組立工程における改善の最も重要なことは、組立ラインの構成の合理化である。タクト生産方式や、機種ごとのライン構成の確立はその一例である。

組立作業は作業者の技術の個人差による問題、責任範囲の問題、の2点が解決できるラ

イン構成が必要である。

また、工場環境を整備することに重点を置いて、工場の空調設備、クリーンルームの設置と超音波洗浄装置、多点式自動温度測定装置等の導入を図り、品質保証を実施すべきである。

短期計画に於いては、次の改善を提案する。

- 組立レイアウトの改良
- 高周波砥石軸のスピンドル試運転時間見直し
- 部品の取扱いと保管の改善
- パレット図化による客先クレームの管理

中期計画に於いては、次の改善を提案する。

- タクト生産方式の採用
- 進捗管理図による混流生産
- エアー洗浄用フィルターの設置
- 多点式自動温度計の採用

長期計画に於いては、下記の主要設備を導入する。設備はいずれも国産でよい。

□主要導入設備

1. 組立工場の空調設備と合理化のための設備
2. 大型機械加工工場の空調設備の拡大
3. 高周波砥石軸組立工場の空調と 1部クリーンルームの設置
4. 高周波砥石軸組立工場の超音波洗浄装置の設備
5. 高周波砥石軸組立工場の多点式自動温度測定装置の採用
6. 部品洗浄設備
7. マシニングセンター、NC旋盤等の近代的な切削工具の設備と取付具の整備
8. 自動倉庫と組立工場の一体化
9. 精度を確保するための専用機

(9) 検査工程

検査規格の強化と製品のNC化に対応した効率の良い検査体制に移行するための検査道具として、三次元測定機とレーザー測長器を導入する。

□主要導入設備

三次元測定機

測定範囲 (X、Y、Z) 700 × 1000 × 600mm
レーザー測長器

(10) 製品性能の改良

現有製品（研削盤）の改良は近代化計画の重要なテーマである。近代的なセンターレス研削盤、内面研削盤、軸受研削盤として具備すべき基本項目に対する着眼点は以下のとおりである。

数値制御 (CNC)による機械系の制御
砥石軸、工作主軸の軸受構造の精度、高速化、信頼性
摺動面の構造と送り精度及び、制御方法
インプロセスゲージ(INPROCESS GAUGE)、ポストプロセスゲージ
(POST PROCESS GAUGE)の活用状況
適応制御(AC)の開発状況
CBN砥石への対応状況

これらの着眼点に基づき、下記の最新型の研削盤について詳細な調査を行なった。

センターレス研削盤（高精度）： MG10100
内面研削盤（汎用）： MBD2110
内面研削盤（軸受専用）： 3MZ202, 3MZW205
軸受内輪溝研削盤（軸受専用）： 3MZS135

6. 生産管理の近代化計画

(1) 概要

近代化計画の主要項目は表5.1.1 に示す通り全体で80項目にのぼる。この内生産管理に関するものは12項目で、短期計画では、調達、在庫等の4項目、中期計画では、製品の設計開発の問題8項目となる。なお、長期計画に於いては、コンピューター支援の生産管理や、設計のための設備は、現有、あるいは8.5計画で導入予定の設備の消化期間が必要であるとの考えのもとに、あえて計画に含めなかった。

(2) 調達及び在庫管理

中国側の「診断要請」22項目に対応することに主眼を置いて調査した。下記の項目について改善の提案をする。最終的には付加価値生産性及び品質を向上し、コストを引き下げることを目指した。

加工設備の配置、工場内の物流、工作物の運搬方法
多品種小ロット生産方式に適した生産管理と生産性の向上
工場内の工作物の保管と運搬方式、その管理と品質保証
外注品と外部協力品の品質保証と管理

(3) 設計管理 (製品の設計開発)

新製品の開発期間 (リードタイム) を短縮することは、市場の要求に対応してタイミングよく新製品や改良製品を投入していくために解決すべき重要な問題である。特に 8.5計画の早期稼働や近代化計画の実施にとって重要である。

研究開発体制の現状を総合的に診断した上、新製品の品質目標とコスト目標の設定、CADの利用、機能のモジュール化等の標準化、試験の効率化、試作段階の体制等の問題を指摘した。

主要な問題は次の通りである。

設計段階での製品コストの認識

機能のモジュール化の推進

設計、製図に限定したCAD化

新製品開発のための専用ラインの設置

開発用部品の重点先行手配方式の採用

また、8.5計画で導入するCADシステムについて、次の問題点を指摘した。

CAD, プロッターの接続方法の変更

CAD, 開発言語の統一

CAD, 実績のあるソフトメーカーの選定

7. 実施スケジュール

近代化計画の実実施スケジュールを図5.3.1に示す。

このスケジュールは以下の前提条件のもとに作成した。

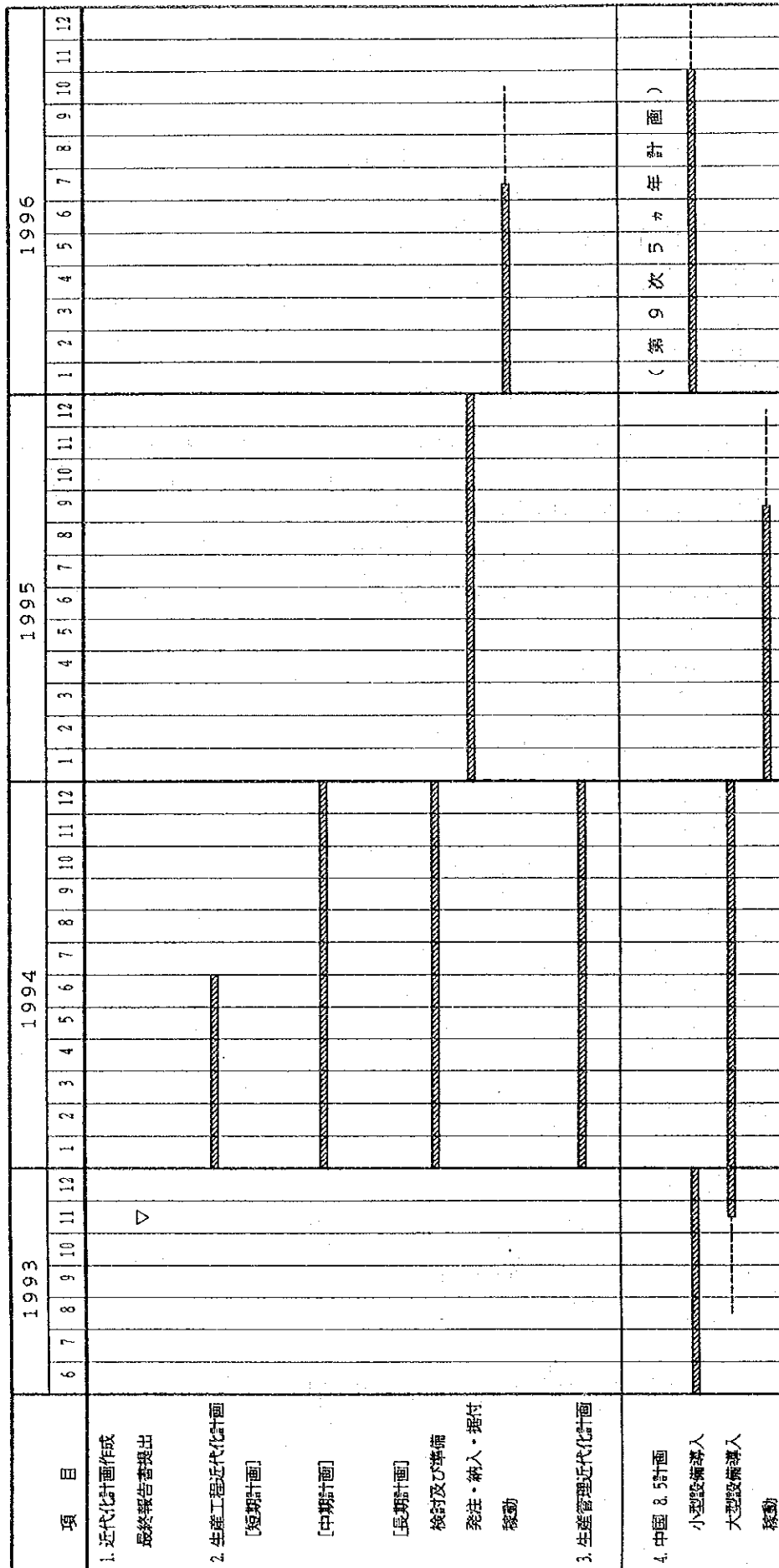
中国側は直ちに実施計画の検討を開始する。

8.5計画の設備は1995年始めから稼働する。

長期計画に関して、準備作業を1994年末までに終了しておく。

輸入品の大型工作機械の納期は最長1年と想定する。

図5.3.1 近代化計画の実施スケジュール



8. 所要資金の見積

工場近代化の設備、機器の所要資金の見積は、輸入機械に関して以下のとおりである。

(単位：1,000日本円)

| 工 程 | FOB価格 | 海上輸送費 | 保険料 | CIF(上海) |
|-----------|-----------|--------|--------|-----------|
| プレス及び溶接工程 | 69,195 | 865 | 519 | 70,579 |
| 鑄造工程 | 188,400 | 2,355 | 1,413 | 192,168 |
| 熱処理工程 | 69,000 | 863 | 518 | 70,380 |
| 塗装工程 | 4,800 | 60 | 36 | 4,896 |
| 機械加工工程 | 1,083,080 | 13,539 | 8,123 | 1,104,742 |
| 検査工程 | 15,000 | 188 | 113 | 15,300 |
| 合 計 | 1,429,475 | 17,868 | 10,721 | 1,485,065 |

この内、高額設備の含まれる機械加工工程について、以下に内訳を示す。

五面加工機（門型大形マシニングセンター）（2台）

¥233,160,000/台

FMC、モデル A（1ロット）

¥328,160,000

横形マシニングセンター（自動パレットチェンジャ付き）（5台）

¥ 57,720,000/台

なお、参考までに内貨分所要資金の総額を推算すると以下のようになる。（日本円換算）

| | |
|---------|--------------|
| 設備機器、機器 | ¥104,101,000 |
| 内陸輸送費 | ¥ 7,436,000 |
| 合計 | ¥111,537,000 |

9. 実施上の留意点

(1) プロジェクト・チームの編成

近代化計画の長期計画は、8.5計画の思想の延長線上で、更に大規模な合理化計画となる。このような状況で特に長期計画を順調に、総合的なとらえ方で遂行して行くためには、強力なプロジェクト組織を作ることを提案する。

(2) 実行予算の作成

本報告書に示した輸入機器の価格は1993年 6月現在の日本FOB 価格である。中国側の費

用、輸入機器の国内輸送費、国内調達機器費、現地工事費等を中国側で算出して総予算を見積もる必要がある。

(3) 実行スケジュールの作成

本報告書に示したスケジュールは、いわゆる、マスタープランであるので、中国側で実行スケジュールを作成して頂きたい。

(4) 中国の市場経済化に対応したマーケット調査の実施

本近代化計画は、今後開発する高機能の新製品が売上予想の主力となるので、慎重なマーケット調査が必要になるろう。

(5) 生産設備のNC化に対する管理体制

従来の汎用型工作機械とNC工作機械とは、使用方法、管理方法、等に基本的な違いがある。加工部品の品質、作業者の技術要求度、品質管理の手法等を見直さねばならない。

また、8.5計画後、近代化の長期計画稼働後といえども、工場内は汎用型工作機械とNC工作機械が混在した生産形態となるので、多面的な管理体制が要求されるであろう。

(6) 製品の原価管理

本近代化計画には直接的には製品のコストダウン計画は含まれていない。また、現在準備中のコンピューター支援生産管理システムにも製品原価管理の項目が見あたらない。

競争原理に基づいた市場経済に対応するためには、製品原価管理は製品の品質とともに重要課題となる。

10. 結論と勧告

結論

- (1) 機械加工工程に五面加工機、FMC（フレキシブル・マニファクチュアリング・セル）、横型マシニング・センターを導入して、部品の加工能率を高める。
- (2) 鋳造工程に熱風式キュボラを導入して、鋳造部品の材質を高級化する。
- (3) 鋳造工程にガス式焼鈍炉を導入して、鋳造部品の応力除去を改良する。
- (4) その他、長期計画で示した様に、各種の設備の導入とレイアウトの変更により軸受研削盤及び関連製品の品質向上と生産効率を高める。
- (5) 第4章で述べたように、コスト、機能のモジュール化、CADの推進、専用ライン、部品の先行手配等の種々の施策を実施することにより、製品開発期間を短縮する。
- (6) 第3章で述べたように、各種研削盤について種々の技術を組み込むことにより、製品の性能と信頼性を向上する。

- (7) 第3章で述べたように、機械加工工程で種々の標準化を実施することにより加工能率を向上する。
- (8) その他、中期計画で示した種々の施策を実施することにより、第8次5カ年計画の早期稼働を実現する。
- (9) 鋳造、板金、塗装の工程について、種々の提案を実施することにより、技術的問題を解決する。

勧告

- (1) 長期計画の実施に当たっては、プロジェクト・チームを編成して、総合的に、強力に計画を遂行することを勧告する。
- (2) 軸受研削盤及び関連する工作機械の内外の市場調査を継続的に行い、今後中国国内で急速に変貌するであろう各種機械工業のニーズを捉えて、新製品の概念設計に反映させることを勧告する。

第2部 本 文

第 2 部 本 文

まえがき

1 調査の背景

中華人民共和国は1979年以来、新しい社会主義経済体制の基で経済開発に取り組み、工業の活性化を目指し、1982年の党大会で、2000年までに農工生産を1980年の4倍に拡大するとの目標を発表した。この目標達成の一環として、投資効果の高い既存工場の近代化を図るため、我が国に対し技術的協力を要請してきた。

今回の調査は、中国の産業近代化にとり重要な基幹産業である工作機械工場の中でも、軸受研削盤の分野で指導的位置にある無錫工作機械工場の近代化計画に関するものである。

中国は長年の工作機械産業に対する振興努力により、工作機械産業は順調に発展し、特にこの10年間は改革開放政策の実施により、発展が加速され、著しい成果を収めている。近年の切削型工作機械の国内生産台数は年間10～15万台の水準にあるが、生産金額では1988年は1981年に比べて倍増している。NC工作機は既に商品化及び実用化の段階に入ってはいるものの、NC化率は、1988年において、台数基準で1.3%、金額基準で6.1%とまだまだ僅かである。1990年の切削型工作機械の生産高は6.1億ドル、国別シェアは2.0%、世界12位であり台湾に次ぐ規模となっている。輸出は1987年から1989年にかけて3倍近い伸びを示し、旧ソ連、東欧の他西欧、アメリカ向けが増加している。

以上をまとめると最近の中国の工作機械産業の現状は次のとおり推察できる。

1. 中国の開放経済政策の下、産業振興が積極的に行われ重要な基幹産業である工作機械の生産が急速に伸びている。
2. 工作機械（切削型）の輸出は1987年より2年間に台数、金額とも約3倍に伸びている。
3. 外国との技術提携は大幅に増えており、特に欧州のメーカーとの提携が多い。

無錫工作機械工場は、1948年に実業家、栄徳生によって、同氏の所有する紡績会社、製粉会社への補修部品の供給や、修理を行うことを目的として設立された。その後、同工場は1952年に工作機械の製造、1954年には内面研削盤、軸受研削盤および芯無研削盤、更に1956年からはこれら3種の研削盤の専門工場として正式に国家からの指定を受け、中国工作機械工業18重点企業の一つとなった。同工場は、積極的な海外からの技術導入を図るとともに技術革新を押し進め、現在では中国機械工業界における大型優良企業としての評価を受けている。

第8次5カ年計画では工場近代化の総予算として4,642万元が計上され、内3,000万元

は国家からの保証をベースに有利な条件での融資が行われた。この資金を基にして海外から最新鋭設備を導入し、製品の品質向上と市場の求める、より加工精度の高い製品の製造を押し進めている。

現在、多品種少量生産方式の採用によって、約70種、1,800台/年の研削盤を生産している。主要生産品目は、内面研削盤、芯無し研削盤、軸受け研削盤、軸受け超仕上げ研削盤、高周波スピンドルヘッドなど5種類である。国内市場占有率は、60-80%であり、国内主要の研削盤製造工場となっている。

1993年1月末現在の全従業員数は4,042人、総敷地面積が30万平方メートル、建築面積が20万平方メートル、総固定資産が約9,500万元となっている。1992年における総売上額は19,000万元である。

工場内には空地はほとんど無いが、工場近代化計画に対しては、老朽建て屋の取り壊し等による工場再配置により十分対応できると考えられる。また、今後の増産は下請け企業の利用により対応していく方針である。

2 調査の目的

無錫工作機械工場の調査対象製品を中心にして、既存設備の有効利用に重点を置いて、製品設計開発能力、生産技術及び生産管理の向上と改善に関する近代化計画を提案することにある。

3 調査の対象工場及び製品

調査対象工場：無錫工作機械工場（江蘇省無錫市湖濱路11号）

主要製品

1. 軸受研削盤 (BEARING GRINDER)
ベアリング製造業のために、高効率で先進的なプラント及び生産設備を供給する。
2. 芯なし研削盤 (CENTERLESS GRINDER)
機械、電子、軽工業、自動車などの業界に生産設備を供給する。
3. 円研削盤 (INTERNAL GRINDER)
機械、電子、軽工業、自動車などの業界に生産設備を供給する。

年産量（合計）： 2,009台/1989年
1,689台/1990年
1,706台/1991年

調査対象製品

1. 名称

軸受研削盤 (BEARING GRINDER)

内径 100mm以下の研削を行う各種NC高精度軸受研削盤

2. 年産量： 768台/1898年

1,148台/1990年

1,194台/1991年

4 調査の対象範囲

1. 製品の数字制御、高精度、高効率を目標として、NC類の研削盤と軸受研削加工自動ラインを重点的に発展させ、軸受、自動車などの業界に中、高級工作機械及びプラント設備を提供する。
2. コンピュータのCAD/CAPP/CAM技術を採用して、製品の設計、技術開発レベルと能力を高める。
3. 先進的な高効率NC工作機械とプラント技術を採用して、軸プッシュ類、研削ヘッドのヘッド軸類、ケーシング、ベッド類などの部品の生産でフレキシブル生産を実現できるようにする。
4. 部品の加工品質と組立検査の水準を高め、近代的な製品の開発能力を強化して、多品種小ロット生産への適応性を高める。

調査対象製品はベアリング用軸受研削盤であるが、無錫工作機械工場は、その他の各種研削盤を主力製品とする大型工場の一つで、上記調査対象製品を重点的に発展させようと計画していることをふまえて、その他の製品の生産工程についても、関連する問題は調査対象に含めることとする。

なお、第2章でふれる22項目の先方の要請に基づく重点検討項目を重点的に調査する。

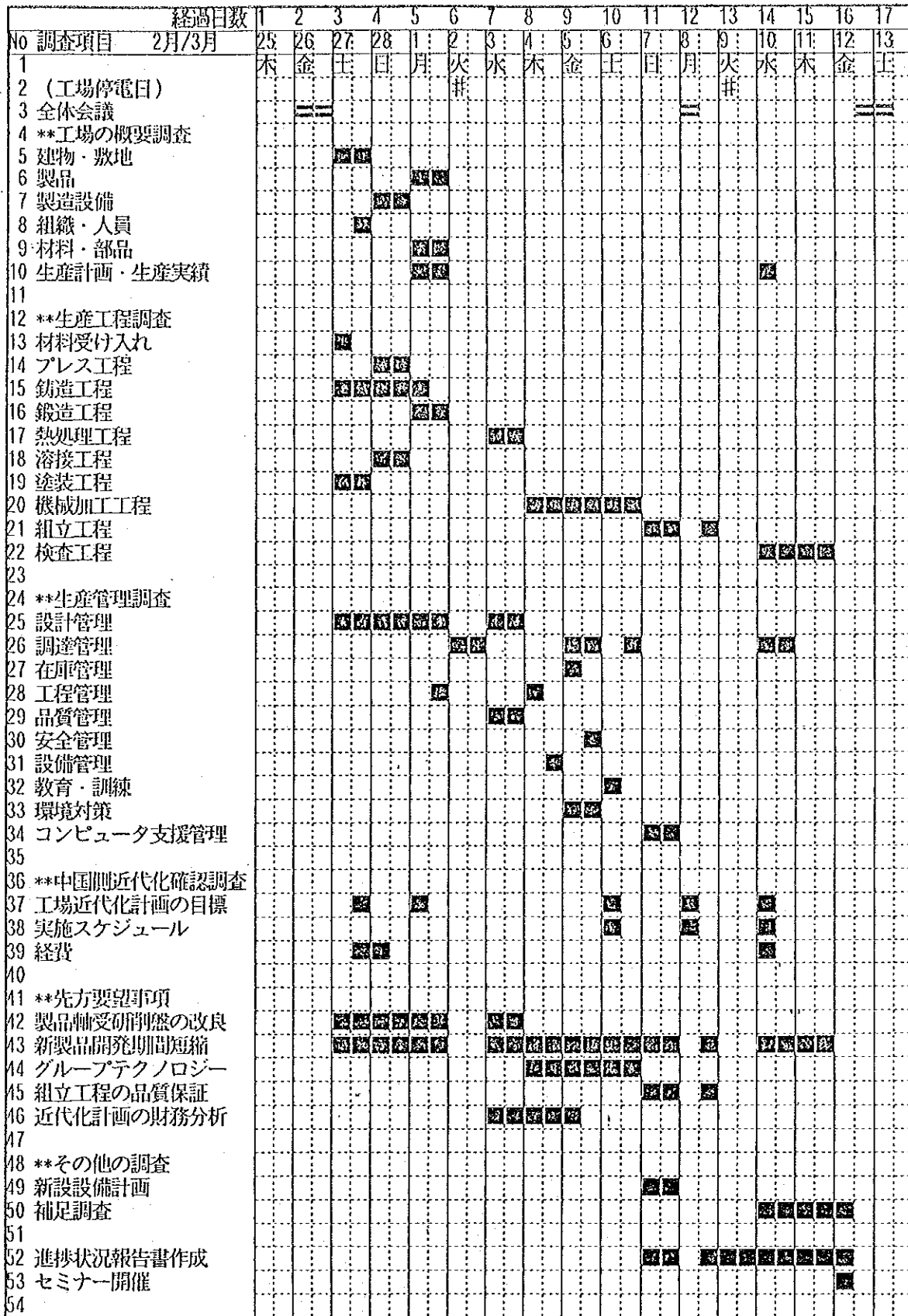
5 現地調査団の編成及び日程

1993年 2月26日より 3月13日まで16日間 6名の調査団員により無錫工作機械工場において現地調査を実施した。

現地調査団の構成は次の通りです。

| 氏名 | 担当 | 業務内容 |
|-------|-------|---|
| 大久保 勇 | 団長・総轄 | 調査団を統括し、代表する。 工場近代化計画の目標、実施スケジュール等の確認を行う。 |
| 岡村 忠一 | 生産工程 | 鑄造工程を除く生産工程の生産技術を調査する。一部は、内田と合同で調査する。 |
| 内田 二郎 | 生産工程 | 製品軸受研削盤の性能改善について調査する。 新製品開発の効率化の手法、組立工程の品質保証についても担当する。 |
| 井上 猛 | 生産管理 | 生産管理全般を調査する。鑄造工程の生産技術を調査する。 |
| 山内 博文 | 設備積算 | 近代化経費の積算を担当する。工場の概要調査を行う。 近代化計画の財務分析を行う。 コンピュータ支援管理を担当する。 |
| 柞山 峰子 | 通訳 | 先方との協議に際して通訳を務める。収集資料の翻訳を行う。 |

個別調査の詳細な日程は次ページの図 0.1 に示す。



BarChart1

図 0.1 無錫工作機械工場近代化計画調査
現地調査日程実績表

第1章 工場の概要

1.1 江蘇省及び無錫市の概要

1.1.1 江蘇省の概況

江蘇省は北緯31度から35度、東経 116度から 123度の間に位置し、東は黄海に面する。省全体としては、西日本と同様の温帯多雨夏高温気候に属する。

省都は南京である。同省の市数は24、県級数51、市管轄区が42となっている。総人口は1990年現在で 6,700万人、人口増加率は年間10.8%、人口密度は654人/km²である。

江蘇省は上海や浙江とともに長江デルタ経済地区を形成している。この地区は、国家からハイテク産業や、電子機器産業を始めとした先端技術産業の推進地区、更には、人材育成、貿易・金融、情報ネットワーク整備の開発地区として指定されている。

また、江蘇省を含む沿海部 6省市（江蘇、山東、広東、上海、遼寧、浙江）は工業生産の盛んな都市であり、これらの省市で中国における全工業生産額の48.3%（1990年）を挙げている（図1.1.1 参照）。江蘇省の工業生産は、1984年以降この 6省市でも群を抜いている。この要因として、郷鎮企業の活性化が挙げられている。

江蘇省における郷鎮企業は総収入でこれら省市中 1位、企業数で遼寧省に次いでいる。

表1.1.1 に江蘇省と北京、上海の両市および全国合計・平均の主要経済指標を示す。

江蘇省は全国の人口の 5.9%を占め、GNPの 7.4%（1,314億元）を占める。1人当たり GNPは全国平均より24%高いが、北京や上海市の半分にも満たない。工業生産は1990年実績で 2,764億元、これは全国の11.5%に当たる。ところが、輸出は他省市と比較して特に勝っていることはなく、金額にして 287,280億元、全国の 5.9%となっている。工業生産の総額と輸出の総額からみると、江蘇省は工業生産が盛んでも、全般に国際競争に打ち勝つだけの品質レベルに達していないため、輸出の割合が低くなっている。この理由として、郷鎮企業の典型である中小企業が多く、技術の革新が遅れているせいであると言われている。

産業別就業者率は、全国と比較して第一次産業従事者が13%も少なく、逆に二次産業従事者は11%も多くなっている。一次産業従事者が二次産業に移動していることが明確に示されている。

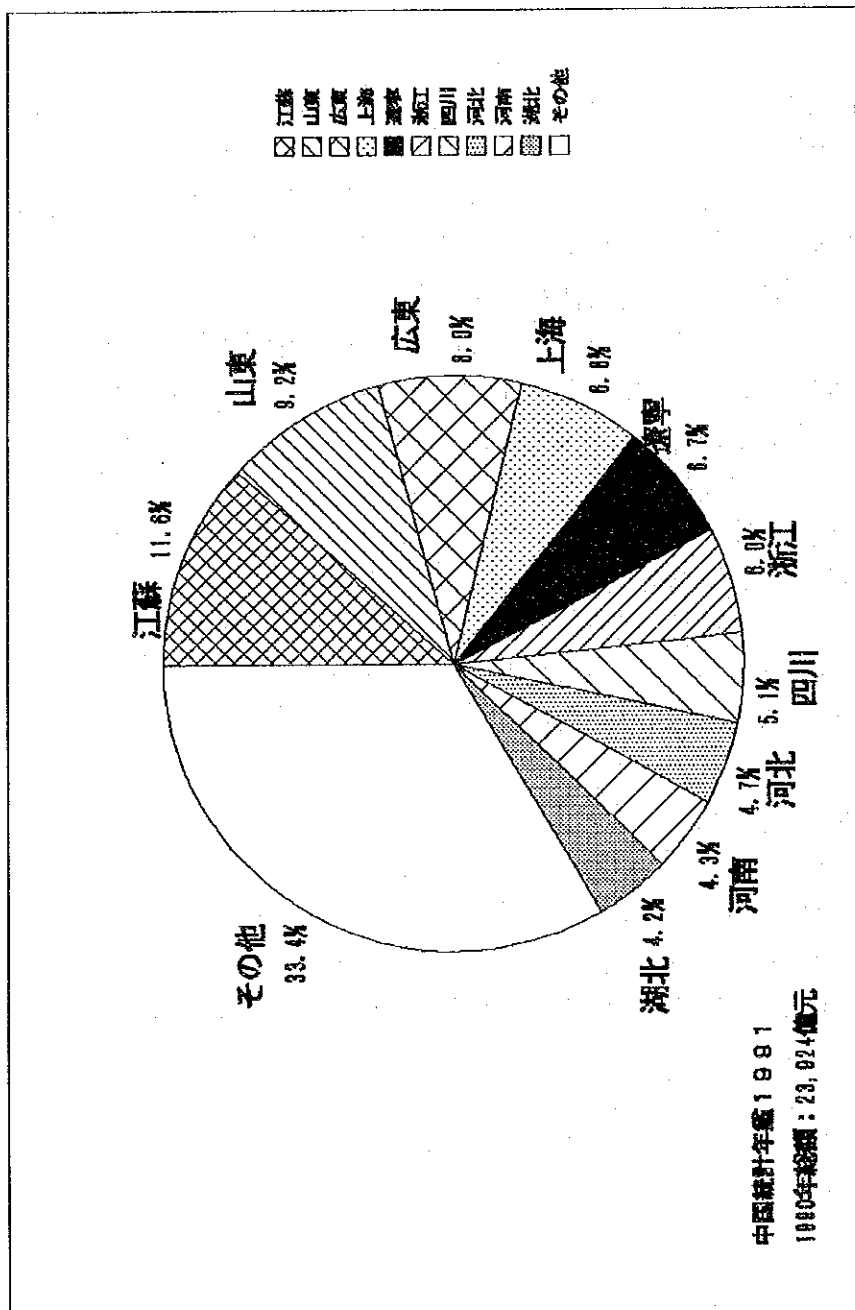


図 1.1.1 工業生産額の主要省市のシェア

表 1.1.1 主要経済指標

| 項目 | 江蘇省 | 北京 | 上海 | 全国 |
|------------------------|----------|---------|---------|-----------|
| 年末人口(万人) | 6,767 | 1,086 | 1,337 | 114,333 |
| 対前年人口増加率(%) | 14.0 | 7.2 | 3.7 | 14.4 |
| '80-'90年平均増加率(%) | 13.2 | 20.6 | 15.5 | 14.8 |
| 面積(Km ²) | 102,600 | 16,808 | 6,341 | 9,633,755 |
| 人口密度 人/Km ² | 660 | 646 | 2109 | 188.6 |
| GNP(億元) | 1,314.39 | 500.72 | 744.67 | 17,686.10 |
| 対前年成長率(%) | 4.4 | 5.4 | 3.5 | 5.2 |
| '80-'90年平均成長率(%) | 10.5 | 9.0 | 7.4 | 8.9 |
| 一人当たりGNP(元) | 1,942 | 4,611 | 5,570 | 1,558 |
| 対前年成長率(%) | 3.0 | 4.6 | 3.1 | 3.7 |
| '80-'90年平均成長率(%) | 9.1 | 6.8 | 5.7 | 7.3 |
| 国民収入(億元) | 1,138.31 | 366.95 | 617.22 | 14,429.00 |
| 対前年成長率(%) | 5.3 | 5.8 | 2.8 | 4.8 |
| 一人当たり国民収入(元) | 1,630 | 3,321 | 4,624 | 1,271 |
| 農業生産額(億元) | 580.5 | 70.2 | 68.2 | 7,662.1 |
| '80-'90年平均伸び率(%) | 6.5 | 7.7 | 4.2 | 6.4 |
| 食料生産(万トン) | 3,230.8 | 264.6 | 239.5 | 44,624.3 |
| 一人当たり食料生産(Kg) | 478 | 244 | 179 | 390 |
| 工業生産額(億元) | 2,764.1 | 734.7 | 1,632.9 | 23,924.4 |
| '80-'90年平均伸び率(%) | 17.1 | 8.6 | 7.1 | 13.2 |
| 1990年輸出額 | 287,280 | 134,404 | 552,365 | 4,845,543 |
| 対前年伸び率% | 20.5 | 18.6 | 10.1 | - |
| 対GNP比% | 10.5 | 12.8 | 35.5 | - |
| 一次産業就業者率 | 47.5 | 14.1 | 11.7 | 60.2 |
| 二次産業就業者率 | 32.7 | 43.5 | 56.7 | 21.4 |
| 三次産業就業者率 | 19.8 | 42.4 | 31.6 | 18.4 |

Source: 中国情報ハンドブック1992年版(三菱総合研究所)

1.1.2 無錫市の地理と気候

無錫市の中心は北緯31度31分、統計 120度19分に位置する。また東は上海に 128キロ、西は南京に 183キロ、南は太湖に望み、北は揚子江また天然港の張家港に42キロの都市である。

無錫市は江蘇省でも南に位置する。同市は亜熱帯季節風海洋性気候に属し、年間を通じて温暖・湿潤である。年平均気温は15.5℃、年平均降水量は 1,000ミリ、年平均日照時間が約 2,000時間となっている。

1.1.3 無錫市の行政区画と人口

無錫市は江蘇省の直轄市である。無錫市の総面積は 4,650km²、人口は 421万人 (1991年現在) である。同市は、宋安、北塘、南張、馬山、郊外の 5つの区と、江陰市、宜興市、無錫県の 3つの県や市で構成されている。

1.1.4 無錫市の産業

(1) 産業の概要

無錫市は工業の盛んな都市である。中でも、豊富な水資源に支えられた紡績と電子工業および、機械、軽工業が主力となっている。その他、冶金、石油化学工業、建築材料、食品および医療関連工業も盛んに行われている。市内の全工業生産企業数は1991年現在 14,000、これら企業の総生産高が 555.5億元 (約11,670億円：1元=21円) である。ここ数年、生産高は年平均15%の成長を続けている。総生産高全体に占める第 2次産業の割合は約68%となっている。

軽工業と重工業との企業数比率は52対48である。大・中規模企業は全体の32%、小型企業が48%である。

無錫市における工業のもう一つの特徴は、郷鎮企業が多い点である。郷鎮とは、行政区画の小単位であり、したがって、郷鎮企業とは郷や鎮の経営する企業のことである。これら郷鎮企業の生産高は全市の工業生産高の 2/3を占め、年平均成長率は約22%である。

市の「機械工業局」が管理する企業数は38社で、42,000人を雇用する。これら企業で製造される機械は約 3万種に上り、一部は輸出されている。同市は、中央政府より、15の経済中心都市のうちの一つに指定されており、工業生産額及び一人当たり GNPは全国の 4-5位である。

(2) 無錫市のインフラストラクチャー

1) 電力供給

同市の近隣に35万kWの発電所が完成し、また第2、第3の発電所として計140万kWを計画している。これらの発電所が完成すれば、市内の電力事情は一応解決する見込みである。

2) 交通・運輸

無錫市は近隣都市との間は道路ネットワークが整備されている。交通ネットワークの内側は県、郷、村を結んでおり、外側は経済基地上海、南京および杭州と接続している。寧杭（南京－杭州）、滬寧（上海－南京）の両国道線が無錫に乗り入れており、また無錫－江陰、無錫－宜興、無錫－常熟、無錫－沙州、および無錫－張家港など9本の幹線道路を通じて全国へアクセスすることが可能である。無錫－上海間は基本的に片側一車線であること、トラクターを改造した運搬車が大量に走って、交通の妨げとなっていること、上海市内の慢性的交通渋滞から移動に4時間以上掛かるのが実状であり、経済損失が大きい。これを解消するために現在、滬寧高速道路を建設中であり、1996年に南京までの全線が開通予定になっており、これによって、上海－無錫間所要時間が一時間に短縮される見通しである。

鉄道は、滬寧鉄道が東の上海、西の南京を結んでおり、無錫はこの経由地点に当たる。無錫－上海間を2時間で結ぶ。年間の貨物取扱能力が50万トンの国際コンテナ中継ステーションが無錫市の南に新設された。ここを通じて北は「ヨーロッパ・アジア大陸橋」という国際総合運輸基地を経由することによってヨーロッパ大陸へ貨物を直接輸送することが可能である。

無錫市は江南地域の水運センターであり、京杭大運河が北は北京、南は杭州までを貫いている。また、7本の水運幹線が太湖水域と揚子江港をつなぎ、国際航路と国内遠距離航路として利用されている。無錫から43kmの距離にある張家港は不凍港であり、6万トン級が停泊可能な水深の埠頭、5万平米の貨物置き場、1万平米の倉庫が併設されている。ここからは、香港、日本への定期航路が開設されているとともに、西北ヨーロッパ、米国、カナダ、シンガポール、オーストラリアを始めとして世界27の港を結んでいる。無錫内の江陰港は揚子江の南北につながっており、国内11の省と地域と直結し、また揚子江を通じて外洋へもアクセスが可能であり、國務院からの認可を受けて外国船籍の停泊もできるようになった。

無錫市の東郊外には無錫空港があり、市内から20kmの距離である。無錫空港から海外への航空路線は開かれていないものの、国内の大都市との身近な足として利用されている。

1.1.5 無錫市の投資環境

(1) 無錫市発展の方向

無錫市では1990年代の発展の方向を次のように定めた。

1. 現在主流となっている電子、機械、紡績、軽工業の近代化を図ることによって更に発展させる。
2. 高度、精密、先端技術など新規の工業を重点的に導入する。
3. 運輸・通信工業と第3次産業の急速的発展を促す。

これらの目標を達成するために、市で選択した項目に対する重点的投資と、外国資本の積極的誘致を図っている。

(2) 外資優遇政策

外国投資に対する優遇政策は、1986年10月11日に国務院が公布した外国投資奨励に関する規定が基礎となっている。江蘇省人民政府では、この国務院規定に準じながら、投資環境外国投資奨励に関する補足規定（若干規定）を同年11月11日に公布した。

無錫市では、国務院と省政府による公布規定を実行し、投資環境のより良い整備によって外国投資を多く誘致することを目的とした実施意見書をまとめた。意見書の中では、中央政府の公布規定遵守確認に加え、無錫市に特有な奨励措置が規定されている。

無錫市に特有な奨励措置には次のものがある。

1. 生産と及び経営に必要な資材、水、電力の優先的割当
2. 省と市の規定する各種補助金、分担金の免除
3. 製品輸出企業および先進技術企業のプロジェクト費用の内、外貨投資を越えた額に対する中国側からの現金による出資保証
4. 先進技術企業の製品国産化に伴うプロジェクト費用の内、外貨部分に対する協力・援助
5. 市の信託投資公司以特別基金を設置し、企業の中国側の株式資本の貸付金を確保する

1.2 工場の概要

1.2.1 基本的事項

無錫工作機械工場は、1948年に設立された工場である。

同工場は、実業家榮徳生によって設立され、同氏が所有する紡績工場、製粉工場への補修部品の供給、修理を行うことが目的であった。その後、同工場は1952年に工作機械の製造に乗り出し、1954年には内面研削盤、軸受研削盤および芯無研削盤の製造に着手した。1956年にはこれら研削盤の専門工場として、国家からの正式な指定を受けると共に中国工作機械工業18重点企業の一つと成った。同工場は、積極的な海外からの技術導入を図りながら技術改革を押し進め、現在では中国工作機械工場における大型優良企業としての評価を受けている。

現在、多品種少量生産方式の採用によって約70種、1800台/年の研削盤を生産する。主要生産品目は、内面研削盤、芯無し研削盤、軸受研削盤、軸受け超仕上研削盤、高周波スピンドルヘッドなど5種類である。同工場の製品の国内占有率は60-80%となっている。

1993年現在の全従業員数は4,042人、固定資産が約9,500万元である。1992年における総売上額は19,000万元（約3,990百万円）である。

以下に工場の概要を要約する。

1. 所在地 江蘇省無錫湖濱路11号
2. 主要管理部門
中央：機械電子工業部
市：無錫市機械工業局
3. 設立年月 1948年4月
4. 総敷地面積 22.25万平方メートル
建築面積 12.77万平方メートル
生産用建屋面積 7.67万平方メートル
5. 固定資産 7,000万元
流動資産 7,800万元
年間総売上 190百万円(1992年)

6. 従業員数 4,042人 (1993年2月現在)

7. 主要製品

1992年生産実績 (台)

| | |
|----------|-------|
| センタレス研削盤 | 542 |
| 内面研削盤 | 252 |
| 軸受研削盤 | 1,044 |
| 軸受超仕上盤 | 124 |
| 大型研削盤 | 84 |
| 高精度研削盤 | 209 |
| 普通研削盤 | 1,669 |
| 合計 | 1,962 |

1.2.2 工場配置

(1) 現状の工場配置

工場の主要建物は西側を梁溪路に面し、東側は梁溪運河に面している。梁溪道路を挟んで西側は研削盤組立工場と新製品試作工場が位置しており、残りの全てが（いわゆる工場の本体）梁溪運河に接する西側に位置する。

工場の総敷地面積は30万平方メートル、建築面積は20万平方メートル、その内職場ゾーンの敷地が22.3万平方メートル、生産職場の建築面積が12万平方メートルである。

無錫工作機械工場が大工場と言われる由縁は、従業員規模、敷地の広さもさることながら同工場が素形材から最終機械製品までほぼ一貫生産を行っているところにもある。また、測定具及び工具の校正も自工場内の検査室で実施しており、技術的にカバーする領域が広いのが特徴である。

素形材工場の内、鑄造工場は敷地内の北端に位置し、鑄造工程で排出される粉塵の影響を他の生産工場が受けない配置となっている。

測定具及び工具校正室は敷地内南端の計量と情報棟に位置し、室内は恒温恒湿に保たれると共に2重扉で塵埃の進入を抑え、出来るだけ校正誤差を抑える配慮はなされている。

梁溪道路の東地域は、最南端が技術棟および工具棟、その北側に事務、計量・情報、会議場、機械修理の各棟が位置し、さらにその北側にはセンタレス・軸受け・内面研削盤の各組立職場が位置している。本東地域のほぼ中央には大型部品職場、中型部品加工職場、小型部品加工職場、熱処理職場、塗装職場などが位置している。

(2) 近代化計画と建物の造改築計画

第8次5ヶ年計画中の1994年末の完成を目指して建物の一部を改装または改築する。この改造計画は、老朽建屋の改築と改装によって新たな職場面積を確保することと、近代化に向けて設備と加工工程の移転を図ることを目的としている。改装、改築の対象となっているのは、次の建物である。

| 現在 | 改築後 |
|-------------------------|--|
| 大型部品機械加工職場 心無研削盤組立工場 | → 心無研削盤、軸受研削盤組立職場 案内面研削盤職場 (5,400m ²) |
| 軸受研削盤組立職場 大型部品機械加工職場 | → 大型、中型部品機械加工職場 NC機械職場(7,450m ²) |
| 内面研削盤組立職場 | → 1階、内面研削盤組立職場 2階、電気制御組立職場 |

改装・改築を予定している建物の工事は全て着工しているので、工場配置図としては”1994年末完成予定計画図”を掲載する。(図1.2.1参照)

(3) 工場配置と物流

本工場は、工場が成長していく過程で必要な作業工程を敷地内の適当な空き地に増設して行った。従って、生産工程の流れと工場の配置に脈絡がなく、半製品や材料、部品の物流が停滞したり交叉するなどの不都合が生じている。更に、「計画量を上回った生産実績を挙げた職場に対しては報償金が与えられる」という給与システムを採用しているために、仕掛かり品が各職場にどんどん溢れていく一方で、半製品・部品倉庫の容量が小さく、これら全てを収容できないという不都合が生じている。

現在の工場配置は、組立職場が分散しているために加工職場と組立職場が物流で交差しており、不都合な状況である。また、金物品倉庫と加工職場が南北に離れており、運搬距離が長すぎる。

これら物流に関する現状の不都合は、来る1994年末完成の配置計画ではかなり解決される予定になっている。この新配置計画によって物流は、以下の概略図のように比較的スムーズなものとなる。(図1.2.2参照)

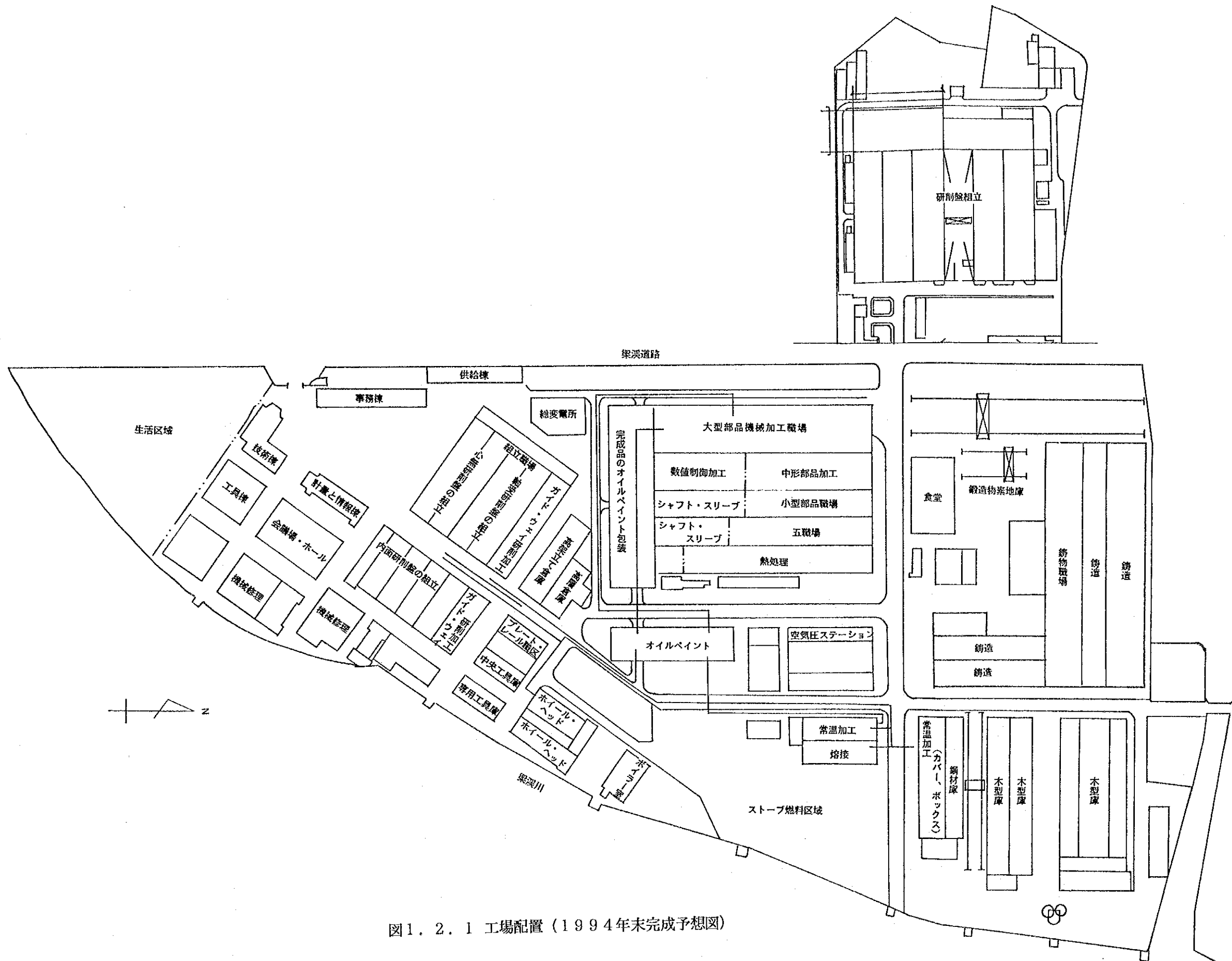


図1. 2. 1 工場配置 (1994年末完成予想図)

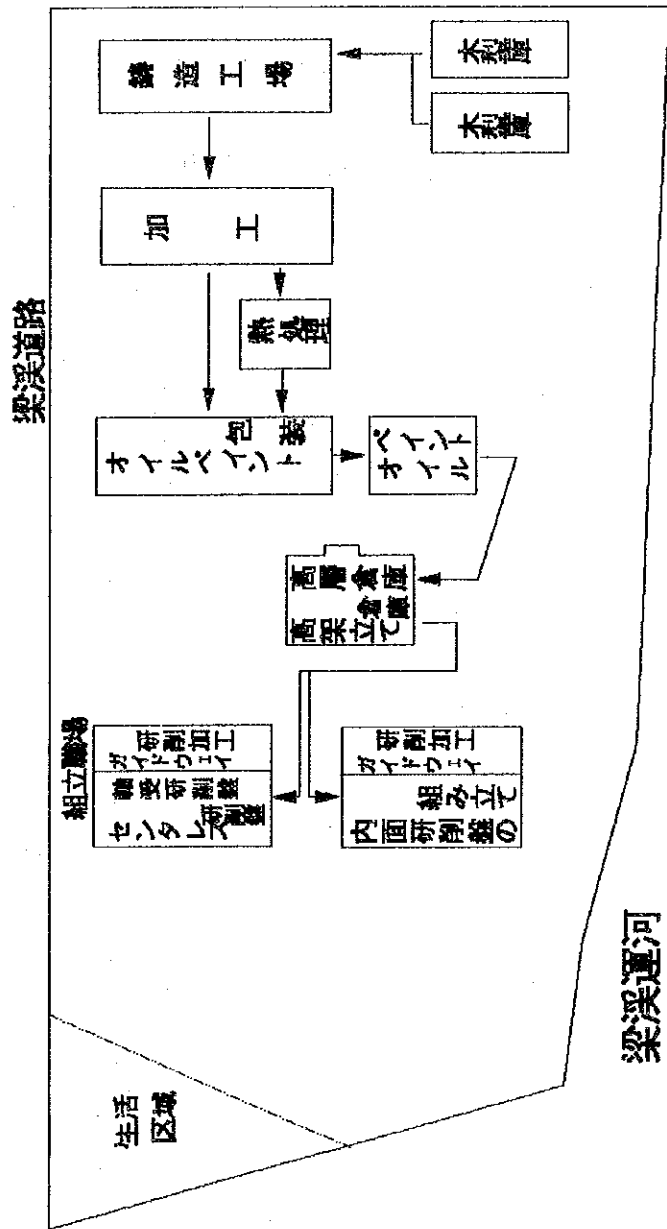


図 1.2.2 増改築終了後の物流概略図

1.2.3 組織及び人員

生産部門、管理部門、福利・厚生部門全体を含めた従業員数は1993年2月末現在4,042人となっている。工場の主な職場における人員構成を表1.2.1に示し、組織図および職場毎の人員配置を図1.2.3に示す。

表1.2.1 工場のおもな職場における人員構成

| 職場名 | 直接生産労働者 | 間接生産労働者 | 管理及びその他 | 合計 |
|------------|---------|---------|---------|------|
| 1 塗装職場 | 82 | 25 | 8 | 115 |
| 2 組立職場 | 203 | 47 | 31 | 281 |
| 3 試作職場 | 171 | 42 | 40 | 253 |
| 4 大物加工職場 | 95 | 65 | 14 | 174 |
| 5 軸・スリーブ職場 | 90 | 13 | 17 | 120 |
| 6 第5職場 | 77 | 10 | 15 | 102 |
| 7 小物加工職場 | 91 | 9 | 12 | 112 |
| 8 砥石ヘッド職場 | 78 | 17 | 12 | 107 |
| 9 木型職場 | 47 | 14 | 9 | 70 |
| 10 鑄造職場 | 174 | 200 | 38 | 412 |
| 11 熱処理職場 | 43 | 14 | 11 | 68 |
| 12 鑄造・板金職場 | 71 | 17 | 10 | 98 |
| 13 電気・電装職場 | 36 | 5 | 8 | 49 |
| 14 工具職場 | 57 | 21 | 12 | 90 |
| 15 修理職場 | 39 | 86 | 14 | 139 |
| 合計 | 1354 | 585 | 251 | 2190 |

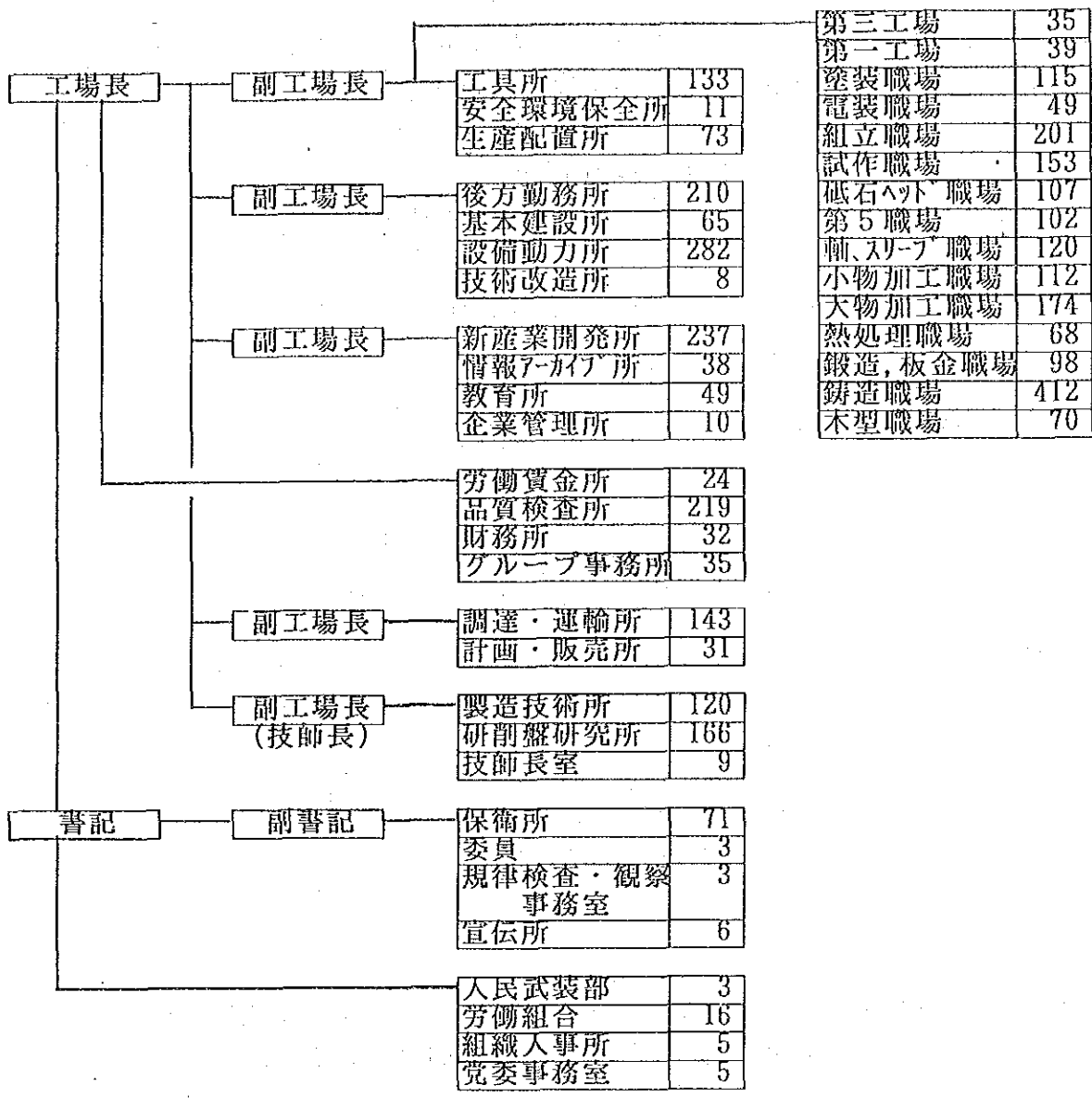


図 1.2.3 工作機械工場組織図

1.2.4 製品及び生産

工場の可給製品は全123機種に及ぶが、現在の主力製品は約70種、1,800台/年である。主力製品の1991年と1992における生産計画と生産実績を表1.2.2に示す。

表1.2.2 主力製品の生産

(単位：台/年)

| 製品 | 1991年 | | 1992年 | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| | 計画 | 実績 | 計画 | 実績 |
| センタレス研削盤 | 328 | 278 | 393 | 542 |
| 内面研削盤 | 245 | 231 | 299 | 252 |
| 軸受研削盤 | 1,197 | 1,091 | 1,188 | 1,044 |
| 軸受超仕上盤 | 160 | 106 | 144 | 124 |
| 合計 | 1,930 | 1,706 | 2,024 | 1,962 |
| 大型研削盤 | 112 | 57 | 129 | 84 |
| 高精度研削盤 | 230 | 147 | 260 | 209 |
| 普通研削盤 | 1,538 | 1,502 | 1,635 | 1,669 |
| 合計 | 1,930 | 1,706 | 2,024 | 1,962 |
| 上記の内NC機械 | | 53 | | 110 |

工場内の生産設備は1980年代に導入されたものが最も多く、全体の38.5%を占め、次いで1970年代に導入されたものが30.9%であり、全体としては次の通りである。

(1) 製品の現状

現有する軸受研削盤は43種類である。これらは以下のように、軸受内面研削盤と軸受内輪研削盤の2種類に分類可能である。

1) 軸受内面研削盤

本工作機械工場の軸受内面研削盤は15品種である。その研削可能内径範囲は、 $\phi 6$ ($\phi 10$) - $\phi 80$ ($\phi 160$) mmである。

(a) 軸受外輪溝研削盤

軸受外輪溝研削盤には11品種あり、研削可能外径は $\phi 18$ ($\phi 30$) - $\phi 200$ ($\phi 300$) mmである。

(b) 軸受外輪鏝研削盤

軸受外輪鏝研削盤は 2品種あり、研削可能外径は $\phi 35$ ($\phi 100$) - $\phi 100$ ($\phi 200$) mmである。

(c) 軸受内輪研削盤

軸受内輪研削盤には10品種ある。研削可能内径範囲は $\phi 27$ ($\phi 50$) - $\phi 60$ ($\phi 200$) mmである。

注： ()内は各々の機種での最大径

(2) 無錫工作機械工場製品と外国製品との違い (無錫工作機械工場からの提出資料)

当工場製品と外国製品との違いは、以下に示す仕様の比較表で理解することができる。
(表1.2.3、表1.2.4 参照)

表1.2.3 軸受内面研削盤の国際仕様比較

| 項目 | 無錫工場 | イタリア | イタリア | 日本 |
|-------------------------|----------|-------------|---------|----------|
| | 3MZ202 | A社製 | B社製 | C社製 |
| 研削可能内径(mm) | 10-25 | 10 | 7-10 | 7 |
| 加工物の外径(mm) | 15-40 | 62 | 52 | 40 |
| テーブル・ホルト幅(mm) | | 3-7 | 0-20 | 0-3 |
| テーブル・ホルト回数(回/min) | 473,592 | 560,700,850 | 450,150 | 360 |
| 主軸回転数 (r/min) | 900-3170 | 345-1910 | | 200-1150 |
| テーブルストローク(mm) | 140 | 90 | 130 | 114 |
| 真円度(μm) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 円筒度(μm) | 1-2 | 2-3 | 1-2.5 | 1-3 |
| 内厚差(μm) | 1.5-3.5 | | 2-4 | 2-4 |
| バラツキ(μm) | 6 | | | 7 |
| 表面粗Ra (μm) | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.20 |

表1.2.4 内輪溝研削盤の国際仕様比較

| 項目 | 無錫工場 | イタリア | イタリア |
|----------------------------|---------|------|------|
| | 3MZ135A | A社製 | B社製 |
| 研削可能最小内径(mm) | 10 | 10 | 10 |
| 加工物最大外径(mm) | 8-27 | 150 | 120 |
| 砥石直径(mm) | 500 | 508 | 508 |
| 砥石用モータ(kW) | 5.5 | 14 | 11 |
| 砥石周速(m/s) | 60 | 80 | 80 |
| バラツキ(μm) | 15 | 14 | 14 |
| 真円度(μm) | 1-2 | 1-2 | 1.5 |
| 溝横振れ(μm) | 2-4 | 5 | 5 |
| 溝位置差(μm) | 10 | 10 | 12 |
| 表面粗さ R a (μm) | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

第2章 工場近代化計画の目標

2.1 中国側の「第8次5カ年計画」

中国側では、無錫工作機械工場に於いて、「第8次5カ年計画」による工場近代化計画が以下のように策定されている。

1993年2月、現地調査実施時点で、工場はこの計画に従って近代化工事を着手しており、工場建家の再配置工事が行われていた。この工事は政府の計画より1年先行して1994年に終了する。

製品を改良して、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」が主要な目標になっている。製品のレベルを、現在の70年代末から80年代初めの段階の世界レベルから80年代初めから80年代中間の段階に引き上げるのが目標である。生産量の増加は、むしろ2次的な目標で、付加価値の向上を意図している。

(1) 製品の需要予測

無錫工作機械工場の製品は、ベアリング製造業、自動車産業、紡績機械産業、工作機械産業等に広く使用されており、製品の機種、レベル、品質、特に、コンプリート・セットで製品を供給できる能力は、国内でも一二のシェアと品質を争う工場である。

「第8次5カ年計画」（最終年度）での各種研削盤の国内需要を表2.1.1に示す。

表2.1.1 各種研削盤の国内需要 (台/年)

| ユーザー | 芯無研削盤 | 内面研削盤 | 軸受研削盤 | 超仕上盤 | 円筒研削盤 | 合計 |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| ベアリング | 826 | - | 4589 | 1430 | - | 6845 |
| 自動車 | 250 | 250 | - | - | - | 500 |
| 紡績機械 | 800 | - | 200 | - | - | 1000 |
| 軽工業 | 800 | 200 | - | - | - | 1000 |
| 工作機械 | 160 | 240 | - | - | - | 400 |
| 軍需産業 | 240 | 360 | - | - | - | 600 |
| 鉄道交通 | - | 210 | 90 | - | 25 | 325 |
| 業種合計 | 3076 | 1260 | 4879 | 1430 | 25 | 10670 |

コンプリート・セット (オート・ライン) 約 100セットを含む。

しかしながら、以上の国内需要に対して、無錫工作機械工場は 64%の供給能力しか達成

できないと推定している。

また、「第8次5カ年計画」（最終年度）での各種研削盤の輸出は210台を見込んでおり、外貨獲得額は500万ドルとなる。

(2) 工場改良計画

上記目標を達成するために、工場では6400万元を投資して技術改良を行う計画である。この内4400万元（外貨224万ドルを含む）は国家特定発展プロジェクトであるNC研削盤と軸受加工オート・ライン用に投資される。

(3) 製品の技術改良の目標

精密高能率のNC研削盤及び軸受研削加工オート・ラインを重点的に発展させ、80年代初、中期の国際レベルをの新型の研削盤を66種類開発する。この中にCNC、CAC製品を36種類含める。また、170種類の製品を改良する。

年間工場生産能力は、各種研削盤1800台、軸受研削加工オート・ライン12セットにする。製品のNC化率は機種ベースで32.9%、生産量ベースで26.9%とする。

(4) 生産技術の改良目標

NC研削盤及び軸受研削加工オート・ラインを重点的に発展させるために、機械加工の技術レベルを高め、フレキシブル生産を採用し、大型部品の組立工程を改善し、物流を合理化し、倉庫管理を改善する。新設の設備と計器は80台、この内切削用工作機械は25台、NC設備は27台を見込んでいる。

詳細は下記の通りである。

- 1) 機械加工の技術レベルを高め、フレキシブル化を進め、設備のNC化率を7%に上げる。NC門型フライス中ぐり盤を使用してベッド、テーブル等の重要部品を加工する。マシニングセンター4台を導入して、箱型部品を加工する。スピンドル、スリーブはグループテクノロジーを採用して加工する。NC旋盤を使用して、スピンドル、スリーブの加工精度と加工能率を上げる。
- 2) 大型部品加工職場と組立職場の配置を調整して、鋳物職場から大型部品加工職場への部品運搬経路を短縮する。軸受研削加工オートラインのテスト工場を新設する。
- 3) 板金職場では、全密閉カバーと電気ボックスの加工精度向上のために、NCせん断機、

プレス、折りたわみ機を導入する。

- 4) 倍周波レーザー干渉計、直読スペクトラムアナライザー、ギアピッチ測定器を増加して、検査レベルを向上する。
- 5) コンピュータ支援設計(CAD, CAPP)を推進し、部品、ユニットの設計をする。
- 6) 4,370m² の高架多層倉庫を新設して、外注品と部品の集中貯蔵する。

(5) 改良後の経済効果の見積

近代化計画後の経済効果として、年間売上高増分は7000万元、年間税金増分は 454万元、年間利潤増分は 915万元、年間外貨獲得額は 500万ドルと見込んでいる。

(6) 主要導入機器と使用開始時期

主要導入機器とその使用開始時期は次の通りである。ほぼ94年中に使用開始可能である。

| | | |
|-----|---------------------------------------|-------|
| 輸入品 | 5面加工機(2m x 9m) | 94年6月 |
| | NCプレス(30ton) | 93年末 |
| | NCたわみ機(100ton) | 93年末 |
| | 倍周波レーザー干渉計 | 93年末 |
| | CADコンピューター・ステーション、7台 | 93年末 |
| 国産品 | 横型マシニングセンター(500mm, 630mm, 800mm)計3台 | 94年下 |
| | NC旋盤(630mm 2台、500mm 2台、400mm 14台)計18台 | 93年下 |
| | 板金用NCせん断機 | 94年上 |
| | 直読式スペクトラム・アナライザー | 93年末 |
| | ギア・ピッチ測定機 | 93年末 |

2.2 工場近代化計画の方針と目標

無錫工作機械工場は現在「第8次5カ年計画」(以下8.5計画)を実施中であり、主要な設備は1994年までに導入される予定である。製品、各種研削盤を改良して、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」が計画の主要な目標になっている。

更に、同工場は軸受研削盤及び関連工作機械に関して、中国国内で、品質及び市場占拠率の上から指導的立場にある工場であるが、早急に製品の機能と品質を改良して、国際的

水準まで高め、輸出競争力のあるものにしたいという企業戦略を持っている。

このような環境のもとで工場近代化計画の方針と目標をどう定めるべきかを考えなければならない。

無錫工作機械工場は現状改善と併せて 8.5計画の早期稼働のための方策に関する診断を強く希望している。下記の22の診断項目は「事前調査」に於いて先方からの要請に基づき重点検討項目として取り上げたものである。

1. 工場の現有製品（軸受研削盤）の工作機械の構造、制御、測定、効率、性能、信頼性等の改善方法
2. 新製品の開発期間を短縮するための手段
3. 第8次5カ年計画で導入するCAD及び関連するコンピューター利用技術の早期実用化
4. 製品開発に於けるモジュール化設計法の採用
5. 製品開発に於けるテストの効率的実施
6. 加工設備の合理的配置、工場内の物流の合理化、工作物の運搬方法
7. グループテクノロジーの応用方法
8. 多品種小ロット生産方式に於いて、部品（ベッド、テーブル、ボックス類、スピンドル、スリーブ、各種小部品、油圧部品）の効率的な機械加工と品質保証
9. 最近導入したレジンサンド鑄型技術を活用して、鑄物の生産能力を上げる方法
10. 鑄物の品質向上と、不合格率の低下
11. 鑄造後のクリーニング方式の選択
12. 鑄物の時効テクノロジーの合理化
13. スピンドル、スリーブ、鋼案内面等の部品に適用する可制御雰囲気熱処理法の合理化
14. 工作機械の全密封カバー、電気ボックス等の板金溶接部品の品質向上と技術改良。
15. 工作機械の組立行程での品質管理
16. 塗装技術と塗料の合理的選択
17. 多品種小ロット生産方式に適應する生産管理体系の樹立、生産性の向上
18. コンピューター支援生産管理の有効性と実施方法
19. 工場内の工作物の保管と運搬方法、また、その管理と品質保証
20. 外注品、外部協力品の品質保証と管理
21. 現在の品質管理体系の診断
22. 工場近代化計画の規模と資金需要、国際的に通用する手法による設備投資の財務分析を行う。中国側は、この財務分析に必要なデータ、技術データ、マーケットデータ、財務データを提示する。

これらの項目を整理すると、おおよそ次のように大別される。

1. 軸受研削盤の性能向上と新製品の開発、その開発期間の短縮のための手法
2. 加工設備の配置、工場内の物流、多品種小量生産での機械加工、組立ライン等とこれに伴うの生産管理的な問題
3. 鋳造、板金、塗装、の各工程の技術的未解決問題

一方、検討対象を時系列で分けると次のようになる。

1. 製品または生産設備について、現在問題を抱えており、大がかりな設備投資をしなくても解決できる問題、生産管理や作業の合理化で解決できる問題
2. 8.5計画で導入する設備の早期稼働と新製品開発のスピードアップ
3. 8.5計画以降の長期計画として、新鋭設備を導入して実施する近代化計画

この報告書では、近代化計画の代替案を、1.を短期計画、2.を中期計画、3.を長期計画としてとらえ、実施計画を作成することとする。中国側では8.5計画に引き続いて「第9次5カ年計画」がひかえており、工場近代化計画の長期計画は、実施時期がこれとほぼ重なることになる。この意味で、長期計画は工場の長期経営方針に沿ったものとした。われわれは、「第9次5カ年計画」が8.5計画の方針、高機能製品に切り替えていく「質的な発展」を更に展開していく方針であることを先方と確認し同意した。また、工場の敷地、生産設備、人材等の現有する経営資源を有効活用出来る範囲内で、投資の規模を制限した。

長期計画での製品販売予測については、今後開発する新製品の販売を含めたものとなるため、問題が多いが、先方と協議した数字に基づいた。これをもとに投資の財務分析をおこない、計画の妥当性を検証する。

2.3 診断要請に基づく重点検討項目(22項目)の報告書での対応

22の診断項目は「事前調査」に於いて先方からの要請に基づき重点検討項目として取り上げたものである。この重点検討項目について報告書の中で主にどの章に対応しているかを下記に示す。特別な索引として利用して下さい。

1. 工場の現有製品(軸受研削盤)の工作機械の構造、制御、測定、効率、性能、信頼性等の改善方法
第3章 3.10.1--8 に記述する。
2. 新製品の開発期間を短縮するための手段
第4章 4.1.2--4 に記述する。

3. 第8次5カ年計画で導入するCAD及び関連するコンピューター利用技術の早期
実用化
第4章 4.1.5 に記述する。
4. 製品開発に於けるモジュール化設計法の採用
第4章 4.1.2 に記述する。(項目1の一部として)
5. 製品開発に於けるテストの効率的実施
第4章 4.1.3 に記述する。(項目1の一部として)
6. 加工設備の合理的配置、工場内の物流の合理化、工作物の運搬方法
第5章 5.2.1 に記述する。
7. グループテクノロジーの応用方法
第3章 3.7.3 に記述する。
8. 多品種小ロット生産方式に於いて、部品(ベッド、テーブル、ボックス類、スピ
ンドル、スリーブ、各種小部品、油圧部品)の効率的な機械加工と品質保証
第3章 3.7.4-8, 添付資料3,4,5, に記述する。
9. 最近導入したレジンサンド鑄型技術を活用して、鑄物の生産能力を上げる方法
第3章 3.3.2 (2) 及び 第5章 5.1.3 (1) に記述する。
10. 鑄物の品質向上と、不合格率の低下
第3章 3.3.2 及び 第5章 5.1.3 に記述する。
11. 鑄造後のクリーニング方式の選択
第3章 3.3.2 (5) 及び 第5章 5.1.3 (4) 2) 3) に記述する。
12. 鑄物の時効テクノロジーの合理化
第3章 3.3.2 (4) 及び 第5章 5.1.3 (4) 1), (2) に記述する。
13. スピンドル、スリーブ、鋼案内面等の部品に適用する可制御雰囲気熱処理法の合
理化
第5章 5.1.4 に記述する。
14. 工作機械の全密封カバー、電気ボックス等の板金溶接部品の品質向上と技術改良
第3章 3.7.3, 3.2.6 及び 添付資料2 に記述する。
15. 工作機械の組立行程での品質管理
第3章 3.8 に記述する。
16. 塗装技術と塗料の合理的選択
第3章 3.6.2 に記述する。
17. 多品種小ロット生産方式に適応する生産管理体系の樹立、生産性の向上
第3章 3.7.1, 第5章 5.2.2 に記述する。
18. コンピューター支援生産管理の有効性と実施方法
第4章 4.8 に記述する。
19. 工場内の工作物の保管と運搬方法、また、その管理と品質保証

- 第5章 5.2.3 に記述する。
20. 外注品、外部協力品の品質保証と管理
第5章 5.2.4 に記述する。
21. 現在の品質管理体系の診断
第5章 5.2.5 に記述する。
22. 工場近代化計画の規模と資金需要、国際的に通用する手法による設備投資の財務分析を行う。中国側は、この財務分析に必要なデータ、技術データ、マーケットデータ、財務データを提示する。
第5章 5.5 に記述する。

第3章 生産工程の現状と問題点

3.1 材料受け入れの現状と問題点

3.1.1 材料受け入れの現状

無錫工作機械工場で生産される工作機械の部品は、大別して鑄造部品、鋼製部品、モーター、ベアリング、制御関係機器等があるが、ここでは、内製される部品に使われる材料、すなわち鑄造用材料、鋼材、非鉄金属材料の受け入れについて述べる。

(1) 鑄造用材料

鑄物製造に必要な主原料は、銑鉄、スチールスクラップと返り材(RETURN SCRAP)である。

銑鉄は本溪、河南、徐州等の製鉄所より購入している。1992年には約 5,000トン購入し、そのうち約 3,200トンが内製に使用され残りは外注先に支給された。銑鉄の納入に当たっては、国家規格に規定された主要化学成分(C, Si, Mn, P, Sの5元素)の分析値が添付される。この分析値は信用できるものであるが、工場としては、検査基準に基づき抜取検査をしている。

銑鉄と並んでもう一つの主要溶解原材料であるスチールスクラップは、年間、約 2,000～3,000トン使用する。1992年には 2,437トン使用した。このうち 1,000トンは無錫地区で調達しているが、残りは他地区より調達しなければならなかった。中国においてはスチールスクラップの国内発生が少ないので、良質のものを安定して調達するのは難しいようである。今後、鑄鉄の材質が高級化すれば、溶解装入材料としてのスチールスクラップの使用量が 50%以上になり、その使用量が増加するので調達先の多様化が必要となる。

以上の主要原材料の他、鑄造には多くの副原料、補助材料が使われる。その主なものについて下記にいくつか述べる。

キュポラ溶解には、燃料としてコークスを使用するが、鑄物溶解に使われるコークスは高炉に使われる製鉄用コークスより仕様が厳しい。工場で使用している鑄物用コークスは 2種類あり、“初込めコークス”(BED COKE)用には鎮江焦化廠製のコークスを使い、“追い込めコークス”(SPLIT COKE)には北京焦化廠製のコークスを使っている。コークスに含まれる灰分は8～10%で、製鉄コークスより良質である。ただ、“追い込め”に使用されるコークスの粒度が40mm以上となっているが、このキュポラで使用するには小さすぎる。

“初込めコークス”と同じように80mm以上の粒度のものを使う方がよい。1992年度のコークス総使用量は 1,477トンである。

鑄造型に用いられる砂は、江西省都昌県の砂廠より購入している。粘土砂型に使用する砂は洗浄せず、そのまま使用するが、フラン樹脂鑄型用珪砂は水洗して粘土分を落とし、

濡れたままで搬入される。搬入された珪砂は当工場のロータリードライヤー (ROTARY DRYER) で水分を除去して使用される。受け入れ検査の基準はSiO₂含有量 90%以上、粒度分布45メッシュ、55メッシュ、75メッシュの3ピーク 80%残留以上である。また、PH値も7以下に管理されている。ただ、この粒度分布では研削盤ベッドをつくる鑄型用砂としては粒度が細かすぎる。

フラン樹脂 (FURAN RESIN) は山東恒合有機化工廠よりフルフリールアルコール (FURFURYL ALCOHOL) 含有量90%、N₂含有量2%以下の良質のものが納入されている。フラン樹脂鑄型の硬化触媒にはパラトルエンスルホン酸水和物 (P-TOLUENESULFONIC ACID MONOHYDRATE) 等の有機酸が使われているが、これは浙江省の武進馬抗助劑廠より購入している。

(2) 鋼材

工場で使用される鋼材は、板材、形鋼、丸棒、管材と多種多様で、材質も珪素鋼板、炭素構造用鋼、炭素工具鋼、合金構造用鋼、合金工具鋼、ばね鋼、軸受鋼、ステンレス鋼と多岐にわたり、その種類は549種類に及ぶという。1992年には、1,310トンの鋼材を使用した。

鋼材は中国各地にある製鉄所より購入している。各製鉄所より送られてくる鋼材は、国家規格に基づいて検査され、品質保証書が添付されている。鍛造用、熱処理用鋼材については、受け入れ検査規格に基づいて抜き取り検査をする。鍛造用鋼材は撫順製鉄所のものが主体である。

(3) 非鉄金属材料

使用される非鉄金属材料の主要なものは、内製している高周波スピンドルに組み込まれるモーターの固定子 (STATOR) 巻き線用銅線と、回転子 (ROTOR) 製作過程にアルミニウムダイカスト工程 (ALUMINUM DIE CASTING PROCESS) の鑄造原材料のアルミニウムインゴットである。1992年度に各々25トン、11トンが消費されている。

3.1.2 材料受け入れの問題点

この工場における材料受け入れ体制はよく整備されている。また受け入れた鋼材などの保管、払い出しの体制もよく整備されていて、大きな問題はないが、下記の点については今後の改善が望まれる。

(1) 良質のスクラップの入手

良質のスチールスクラップの入手が困難である。これは工作機械鋳物の高級化には必要欠くべからざる原材料で、一企業での対応は難しいであろうが、優先的に入手できるように手を打つべきである。

(2) コークスの粒度

キュボラ溶解用のコークスは、現在粒度の異なる、2種類のものが使用されている。粒度40mm以上のコークスは、この工場のキュボラ装入用としては小さすぎるので、粒度80mm以上のものに統一した方がよい。

(3) 金属材料の機器分析

金属材料の受け入れ検査の一つとして、抜き取りでその化学成分の分析を行っているが、当工場試験室には、まだ機器分析の設備がなく、人手による湿式化学分析で分析を行っている。湿式化学分析では分析値を得るのに長時間を要するので、一時に多くの試料を短時間に処理することは難しく、正確な分析値を得るためには熟練技術を必要とする。

将来使用金属材料の高級化に伴い、合金要素元素のみならず有害微量含有元素の分析を必要とするようになる。そのときは現在の湿式化学分析のみでは対応ができなくなる恐れがあるので機器分析の採用が望ましい。

8.5計画で国産の発光分光分析装置(EMISSION SPECTROMETER)の導入が決まっている。しかし、この装置は鉄鋼材料の迅速分析には適しているが、非鉄金属の分析には適さない。

一般に、原子吸光フレイム分光光度計(ATOMIC ABSORPTION/FLAME SPECTROPHOTOMETER)が鉄鋼、非鉄金属両方の分析に使用されている。これは発光分光分析装置のように極めて短い時間内に分析結果を得ることができないので、製造過程における化学成分調整には使えないが、受け入れ金属材料の化学成分分析や出荷製品の品質保証に必要な化学成分分析には発光分光分析装置よりこちらの方が適しているといえる。

8.5計画で導入を予定している発光分光分析装置は鑄造工場の溶解炉キュボラに近接して設置し、主としてキュボラ溶湯の管理に使う計画のようである。

将来湿式化学分析に代わる機器分析装置として、原子吸光分光光度計を試験室に設置し、金属材料の受け入れ検査と、当工場製品に使われる金属材料の品質保証の手段として使用することが望ましい。

3.2 プレス及び溶接工程の現状と問題点

3.2.1 プレス及び溶接工程の現状

プレス及び溶接工程の人員数は合計53名で、内、生産労働者は35名である。

生産状況は次のとおりである。この職場では研削盤に使われる様々な板金類部品が作られている。主要な品種として、油タンク、水タンク、小型・大型電気制御ボックス、防護カバー、機械の全閉カバー等であり、小型・大型電気制御ボックスと全閉カバーが主要な加工品である。

8.5計画では、平均1年間に電気ボックスを2,880個、全閉カバーを1,061個生産することになっている。現状をみれば、板金工場の設備は能力不足である。

(1) 生産方式

下記の方式で板金部品の生産のための作業が行われている。

1) 材料取り

プレート・ストレートニング・マシン（板材の平滑矯正）、シャーププレス、パンチプレス、振動式シャー、ガス切断機等がある。

2) 成形

曲げ、丸曲げ、打抜き、及び仕上げ修整の作業を含み、主な設備として板曲げ機、油圧プレス、曲げロール機、組立型等がある。

3) 組立、溶接

電気溶接、スポット溶接、ガス溶接等の作業を含む。この作業は手作業である。

4) 工作物の品質及び測定状況

生産方式や設備が古く、完成した板金物特に成形品の精度を上げることはできない。今までの主な測定方法はスチールスケールやノギス等であり、成形物組立溶接物に対する測定は難しく、専用測定工具もない。

(2) 設 備

使用される設備は下記のとおり 7種類計29台がある（電気溶接設備を含む）。

| 規 格 | 名 称 | 台数 | 使用始め年 |
|----------------|-------------------|----|--------------|
| Q11-13 X 2500 | シヤーリング | 1 | 70年代初 |
| Q11-6 X 2000 | シヤーリング | 1 | 70年代初 |
| Q11-6.3 X 2000 | シヤーリング | 1 | 80年代初 |
| JC23-63 | クランク・プレス | 3 | 80年代初 |
| JH11-100 | クランク・プレス | 1 | 80年代初 |
| JB21-100 | クランク・プレス | 1 | 80年代初 |
| J23-100 | クランク・プレス | 1 | 70年代初 |
| CY-48 | プレート・ストレートニング・マシン | 1 | 72年 |
| W67-80 | ベンダー | 2 | 71年 1台83年 1台 |
| YB71(250T) | 油圧・プレス | 1 | 81年 |
| Z3035B | ラジアル・ドリル | 1 | 80年代中 |
| Z512B | ベンチ・ドリル | 5 | 70年代2台80年中2台 |
| DN200-4 | スポット溶接機 | 1 | 70年代初 |
| AX4-300 | 直流機 | 2 | 70年代初 |
| BX3-500 | 交流機 | 6 | 80年代初・中 |
| M7475 B | 平面研削盤 | 1 | 50年代初 |

(3) 基本的な工程

板金溶接作業の基本的な工程は下記のとおりである。

1) 平面矯正

- ・ 原料と大きな未完成品は、プレート・ストレートニング・マシンでやや小さなものは手仕事で行う
- ・ 厚板・ガス切断物は油圧機械あるいは手仕事で矯正する。
- ・ 型材の平滑矯正は手仕事である。

2) 切 断

- ・ 厚さ $\leq 13\text{mm}$ の板材はシヤー・プレスで材料取りをする。最大切断寸法は $2,000\text{mm}$ である。
- ・ 形の複雑な薄板や量の少ない薄板工作物については振動式シヤーマシンあるいは手仕事で切断する。

3) 打抜き

- ・ ポンチプレスと各種の型を使って行う。一般的に板厚は 5mm 以下である。

4) 丸曲げ

- ・ 円柱類部品は曲げロール機で成形しておいて手仕事で補助整形する。

5) 曲 げ

- ・ 各種のベンダーで行う。最大曲げ寸法は $3,000\text{mm}$ である。
- ・ 一部の曲げ部品、例えばプーリー防護カバー等は、ベンダー油圧プレス及び手仕事で行う。
- ・ 一部分の型材（例えば丸鋼 $\Phi 6\text{mm}$ 以下、アングル）もベンダーで成形する。

6) 成 形

- ・ 口広げ、口絞り、縁曲げ（フランジング）の作業は油圧プレス機で専用工具を併用して行う。
- ・ 簡単な成形や単種類部品は手仕事で行う。

7) 整 形

- ・ 成形と溶接後の成形を含む。普通は手仕事である。

8) 溶 接

- ・ 電 気 溶 解：単種類部品と組立部品の溶接を行う。
今持っているものは通用の溶接設備である。板厚は 1mm をこえること。
- ・ ガ ス 溶 接：薄板の溶接（厚さは 1mm 以下）。

- ・ スポット溶接：外観に対する要求の薄板の溶接に用いる（例えば電気制御ボックス）。
- ・ ガス切断：厚板や型材の切断、材料取りに用いる。

9) 仕上げ

成形、ドリリング、かえり取り、角取り等の作業がある。

3.2.2 プレス及び溶接工程の問題点

1) 製品精度が低い。

現在では冷間加工の位置決め作業は、スケール、巻尺、三角定規、インデキサー等、簡単な工具でやっているから精度が低く、効率も悪い。板金加工品の質にかなり影響を及ぼしている。

2) 設備が古い。

現有設備は構造が古く、機能が少なく、効率と精度が低く、操作しにくいから多品種、小量生産に適応しない。

3) 設備が使用年数（20年）を超えて使われている。

72%の設備は規定の使用年数より10年も超えて使われているため、設備は本来の使用に満足できなくなり、工具、型を増加して部品の質を確保しているが、部品、品質は不安定な状態になっている。

4) 溶接工程が弱い。

主に交流アーク溶接材を用いて手溶接しているので、工作物のひずみがひどく、溶接の質が悪い。現有の溶接、切断設備はステンレスや非鉄金属板材（アルミ材）に対しては加工できない。

5) 安全面に問題がある。

板材のロールが一度に数個納入され、通路上で開梱が行われている。安全上からも良くない。

3.2.3 8.5計画でのプレス機のNC化

8.5計画において前記の問題点解決策としてプレス機械のNC化が計画されている。その設備は下記のとおりである。

- 1) NC切断機 (中国製) 加工幅 2.5m
- 2) NCTパンチ・プレス (輸入) 30ton
- 3) NCプレス・プレーキ (輸入) 100ton

現在の加工法に比し、NC付機 3機種を導入により、板金部品の精度の向上及び生産効率の向上が期待でき、下記の作業が可能となる。

1) NCTパンチ・プレス

a) 加工内容

- ・ 丸、角、長丸、長角等の金型による単発抜き加工
- ・ 丸型、角型等の金型による連続追い抜き (ニブリング(NIBBLING)) 加工
- ・ ねじ、下穴加工 (バーニング)
- ・ ルーバー、ランス加工 (同窓加工)
- ・ ひも出し加工という板材補強のために行うビード加工

b) 加工能力

- ・ プレス能力 20~50トン、軟鋼板 0.8~6mmまで加工可
- ・ 加工精度 $\pm 0.1\text{mm}$
- ・ 穴あけ頻度数 25mmピッチの場合 200~240 hit/min

c) 生産上のメリット

- ・ 生産性の向上 (工数計算参照)
- ・ コストの低減 (工数計算参照)
- ・ 精度の向上
- ・ 安全性の向上

d) 材料上のメリット

- ・ 生産ロット数の縮小に対応
- ・ 材料歩留まりの向上

e) 作業上・設計上のメリット

- ・ 設計変更の対応が容易
- ・ 従来機に比し、多くの工作物保持用取付具が不要
- ・ 正確な繰り返し作業による製品の均一化
- ・ 製品見積が容易となる

2) NCプレス・ブレーキ

従来機では曲げ線をけがいて、このけがき線を目印に曲げを行う“けがき合わせ法”と、所定寸法の曲げ位置にセットしたバックゲージに板材を当てて曲げる“バックゲージ法”がある。バックゲージは材料端から曲げ位置までを決めるものであるが、曲げが2工程以上になると、その都度バックゲージの位置を変えないと次工程の曲げができない。特に同一製品を複数枚曲げる場合においては、段取り時間が多くなり、効率的な曲げができない。この対策として、同一製品の第1工程をすべて終了した後、第2工程の曲げ位置へバックゲージを移動した後、全製品の第2工程を曲げるというように進めていけば、バックゲージの位置決め時間は短縮できる。しかし、仕掛かり品が多くなったり、材料の取付、取外しでキズがつくなどの問題があった。

NCプレスブレーキの開発により一工程ごとに自動的にバックゲージが移動できるようになり、段取り時間は大幅に減少、仕掛品はなくなり、製品の精度は格段に向上し、能率の向上、作業の安全化に大いに貢献が期待できる。

3.2.4 溶接工程の強化

現在は交流アーク溶接が主に使われているが、全閉カバー、電気ボックス等の2～3mm板厚材の主溶接には炭酸ガス溶接を、溶接部品の仮付作業、及び力のかからない薄物、及びアルミニウム、ステンレスにはアルゴン溶接を行うことを推奨する。

(1) 炭酸ガスアーク溶接 (CO₂ GAS SHIELDED ARC WELDING) (図3.2.1、写真3.2.1参照)

主として炭酸ガス雰囲気の中で行う半自動（溶接ワイヤーは自動送給で溶接トーチの移

動は手動で行うアーク溶接の総称) のガスシールドアーク溶接。炭酸ガスはシールド溶接中で最も広く用いられている。ただし、アルゴンアーク溶接の MIG (METAL ELECTRONE INERT GAS) よりスパッタは大きい。交流アーク溶接と比較すると、スパッタは少なく、スパッタ除去時間も少ない。また熱による歪みも小さい。一般に溶着速度が大きく、高能率(半自動)である。

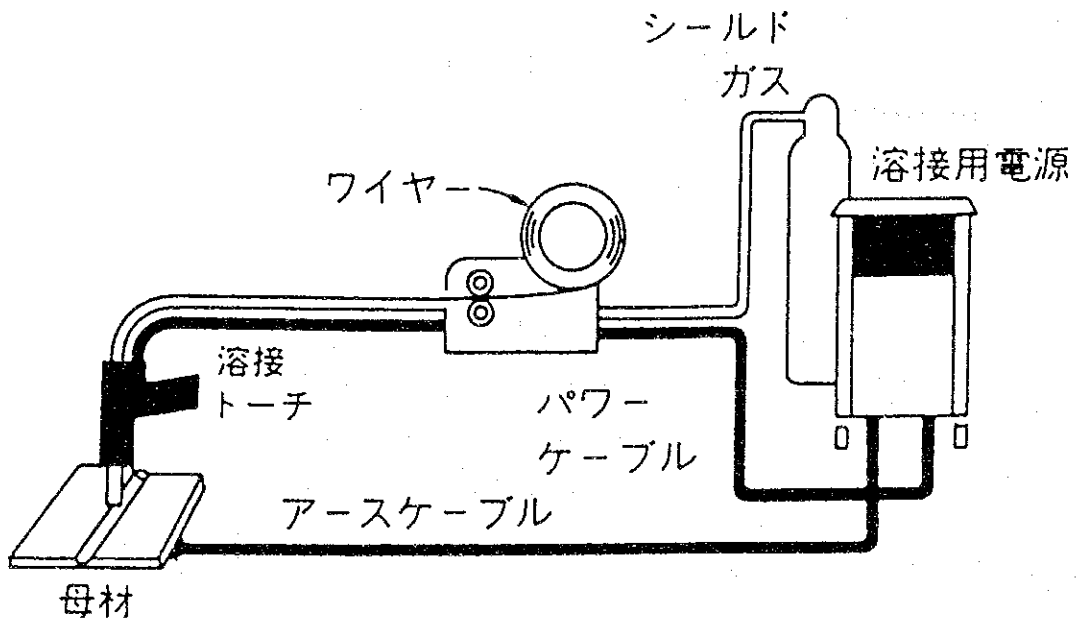


図 3.2.1 炭酸ガスアーク溶接システム

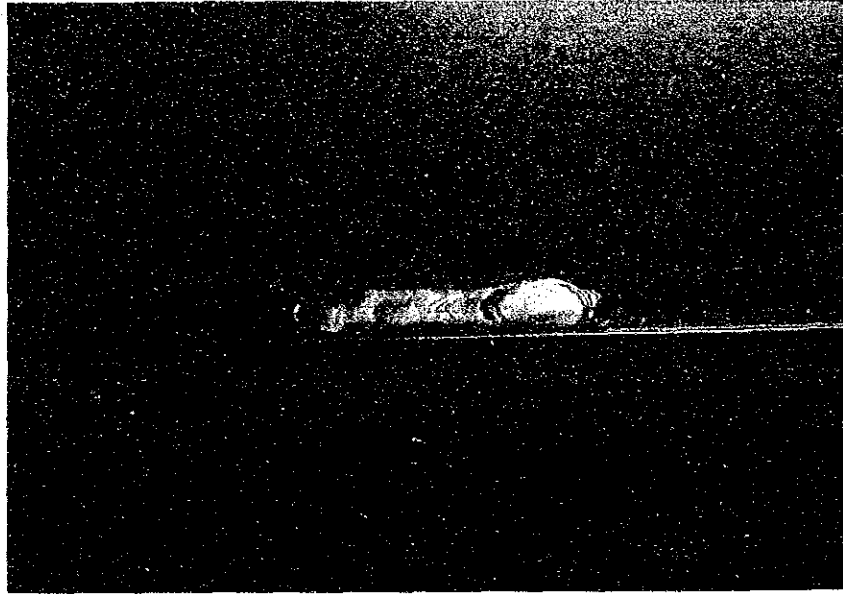


写真 3.2.1 炭酸ガスアーク溶接例
(軟鉄材、板厚 2mm)

(2) アルゴンアーク溶接 (ARGON ARC WELDING) (写真3.2.2、写真3.2.3参照)

アルゴンガス雰囲気内で行うガスアーク溶接。軟鋼薄板の本溶接、仮付溶接、及びアルミニウム、ステンレスの溶接に用いる。スパッタ及び熱による歪みは炭酸ガスより少ない。

(3) 交流アーク溶接

溶け込みが炭酸ガス、アルゴンに比し大きく、したがって強度の必要な個所に、また水もれを嫌う個所に使用する。

溶接機を3種類用意して、それぞれの目的に応じて使い分けを行う。溶接職場の数に応じて3種類を用意することとなるが、全閉カバー、電気ボックス類の溶接には炭酸ガス溶接機の使用頻度が一番高くなる。このように、3種類を使い分けることにより、従来の交流アーク1種での場合と比較すると、スパッタの飛散及び熱歪による変形も小さくなるので清掃、修整時間が短縮し、組立時の総合精度の向上にもつながるものである。

溶接機の必要台数は下記のとおり見積もれる。

| | | |
|----------------|------|----|
| 炭酸ガス溶接機 | 180A | 6台 |
| アルゴンガス溶接機(MIG) | 200A | 3台 |

3.2.5 板材のロールの納入管理対策

板材のロールが一度に数個納入され、通路上で開梱が行われている。安全上からも良くない。現在の納入状況はロールのような大きいものについては倉庫がなく、そのまま受注された数が現場へ持ち込まれている。倉庫を用意するか、納入についても分割するとかした納入管理対策が必要である。

3.2.6 設備のNC化計画の逼迫

板金加工品の品質向上、及び効率向上のためには、設備機械のNC化は不可欠である。

8.5計画にて、NC付きシャー、ベンダー、タレット、パンチプレス各1台を導入し、加工の自動化が図られ、正確な寸法形状の製品が作られるものと期待できる。更に、将来NC化を押し進めるため下記仕様の設備が必要であると考えます。

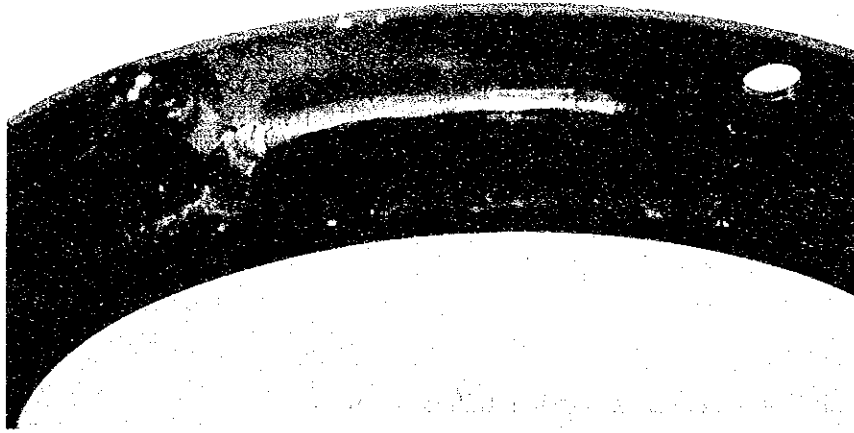


写真 3.2.2 アルゴンガスアーク溶接例
(軟鉄材、板厚 1.6mm、部品直径 200mm)

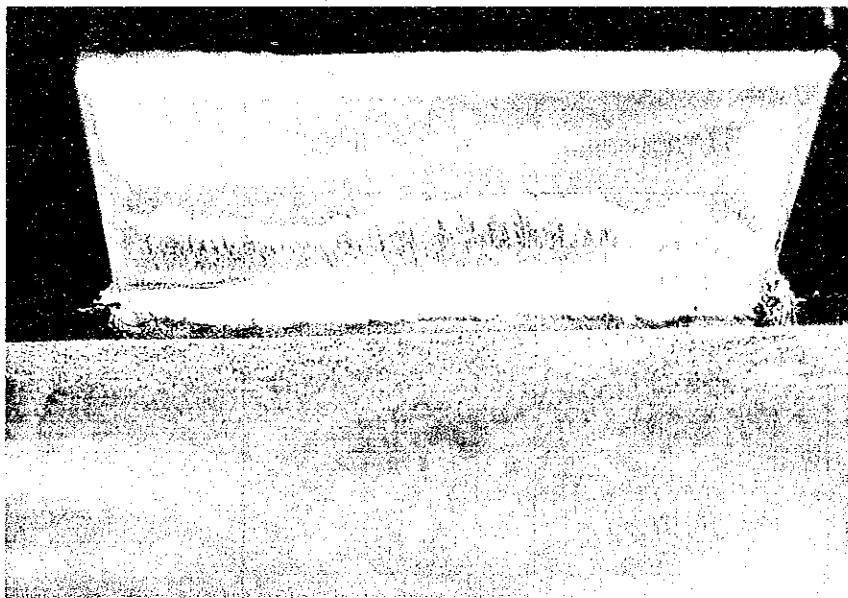


写真 3.2.3 アルゴンガスアーク溶接例
(材質：ステンレス)

- 1) NCシヤー 1台
- 切断長さ 2,500mm
 切断板厚 (軟鋼、引張強さ45kg/mm²) 6mm
- 2) NCプレス・ブレーキ 1台
- 能 力 110ton
 曲げ長さ 2,500mm
- 3) NCタレットパンチプレス 1台
- プレス能力 30ton
 最大加工サイズ(Ymm x Xmm) 1,000 x 2,500mm

NC化による加工時間を具体的に比較して、加工効率の向上を推定するため、現在生産している主力部品の電気ボックスTE 63-7及び全閉カバー3MZW205の図面に基づき、加工時間を見積もった。結果は下記のとおりで、その詳細は添付資料2に示す。

別冊電気ボックス、全閉カバー時間見積参照

TE 63-7 電気ボックス加工時間比較

| 工 程 | 現在の方法 (時間) | NC化後 (時間) |
|------|------------|-----------|
| 板金切断 | 5.86 | 2.65 |
| 板金加工 | 8.08 | |
| 仕上げ | 3.66 | 9.18 |
| 部分溶接 | 6.45 | |
| 全体溶接 | 3.00 | |
| スポット | 0.165 | |
| ガス切断 | 0.07 | |
| 合 計 | 27.81 | 11.83 |

(歪取り時間含まず)

3MZ205 全閉カバー加工時間比較

| 工 程 | 現在の方法 (時間) | NC化後 (時間) |
|------|------------|-----------|
| 板金切断 | 39.60 | 7.44 |
| 板金加工 | 109.38 | |
| 仕上げ | 13.07 | 48.88 |
| 部分溶接 | 40.83 | |
| 全体溶接 | 55.46 | |
| ガス切断 | 0.62 | |
| 合 計 | 258.96 | 56.32 |

(歪取り時間含まず)

以上の作業結果から、NC導入の効果は次のとおりである。

(1) 生産効率の向上

以上のごとき条件で見積もった結果、下記のとおり大幅に加工時間の短縮が見込める。

TE 63-7 電気ボックス 258.96時間→56.32時間

3MZ205 全閉カバー 27.81時間→11.83時間

見積の前提条件：

- ・ 一部図面がなく、組立図、溶接図からの想定時間として見積もった。
- ・ 歪取り修理時間は含まない。
- ・ 移動、運搬時間は含まない。
- ・ 定尺板 (914mm x 1,821mm) を使用したので、材料準備及び切断時間はゼロである。

(2) 板金部品の精度向上

板金単品のNC加工 (切断、穴明け、打抜き等) の寸法精度は $\pm 0.1 \sim \pm 0.2\text{mm}$ であり、けがき線を基準とする現在の方法に比し、格段の精度向上が望める。全閉カバーのように機械本体に取り付ける部品については、取付穴、接合部の一致度 (すき間) の向上も見込めるので、本体へ取付の際の手直し時間、現在は40台について 3人、一週間かかっている作業も大幅な短縮が期待できる。

3.3 鑄造工程の現状と問題点

3.3.1 鑄造工程の現状

無錫工作機械工場の鑄造工場で生産される鑄造品は、本工場及び第1、第3分工場で生産されている軸受研削盤、センターレスグラインダー、内面研削盤等の主要構造部材のベッド、コラム、テーブル等の鑄造素形材である。通常の生産スケジュールでは、単重2～3トンの研削盤ベッドが最大重量であるが、そのほかに単重17～18トンの大型ベッドを年間4～5個、単重33トンの立型内面研削盤のコラム(2,000mm角 x 4,000mmL)を年間1個生産する。

この鑄造工場の生産能力は最大10,000トン/年であるが、1992年は約7,000トンの生産をした。従業員数は、木型工場70名、鑄造工場412名である。鑄造工場は週6日制の変則3交代制を実施しており、第1シフト(07:15～16:00)では造型、鑄仕上を、第2シフト(16:00～00:30)では溶解、注湯を、第3シフト(00:30～07:15)では解砕、シェークアウトを、それぞれ行なっている。

(1) 模型製作工程

鑄造工場で使用する模型はもちろんのこと、鑄造を外注する際に外注先に支給する模型も含めてすべて内製している。模型の修理も外注分を除いてここで行なっている。模型の設計は製造技術処(工芸処)が担当している。

模型の材質の主流は木型であるが、一部金型、プラスチック型も製作している。木型に使用する木材は、国産あるいはアメリカから輸入の松材で、使用時の変形を押さえるため蒸気乾燥を行なっている。木型加工に使う木工機械の設置は少ないが、もともと木型製作は、熟練技能の手作業に頼る部分が多いので、現時点では問題がないようである。

(2) 砂処理・造型工程

1991年にドイツECO社より、珪砂にフラン樹脂と硬化触媒を添加して鑄型をつくる自硬性鑄造型設備を導入した。この設備は、20トン/時の混練能力を有する連続ミキサー1台、10トン/時の混練能力を有する連続ミキサー1台、振動造型機2台、5トン反転型抜機1台、15トン/時の能力を有する流動床型フラン樹脂砂回収再生装置1台、回収砂、新砂の空気輸送装置一式、ローラーコンベアー一式等よりなる。連続ミキサーには、寒冷時に粘結剤の化学反応を促進するための電気加熱装置も付設している。

この装置を使ったフラン樹脂砂鑄型で、年間5,000トンの鑄物を生産する計画であったが、現在は本格稼働するまでに至っておらず、1992年は、この造型プロセスで1,900トン

の鑄造品が作られただけである。したがって、現在の造型プロセスの主流は依然として従来の粘土砂を使った乾燥型で、本工場主製品の研削盤ベッドの鑄物は、まだ、この造型プロセスで作られている。また、小物の鑄物製造には、乾燥型ではなく、生型が使われている。

粘土砂鑄造型設備は、 25m^3 /時の投砂能力を有するサンドスリンガー(SAND SINGER)が1台稼働しているが、その他はニューマチックランマー(PNEUMATIC RAMMER)を使って手込めで造型をしている。

フラン樹脂砂に使用される珪砂は、水洗して粘土分を除去した新砂を専門の工場より購入し、 3m^3 /時の乾燥能力を有するロータリードライヤーで乾燥して使っている。粘土砂型に使われる砂は、洗浄せず納入され、粘土分と水分の添加量を調整して、当工場に設置されたサンドミル(SAND MILL)で混練して造型場に供給されている。

鑄造型に使われた鑄物砂は、一般的には回収再生装置に投入してリサイクル(RECYCLE)されるが、当工場ではそれが行なわれていない。

(3) 溶解工程

鑄鉄の溶湯を得るための溶解設備は1967年製のキュポラが2基あり、通常の作業日は毎日交互にその1基を操業している。そして、操業を休んでいる残りの1基は翌日の操業に備えてキュポラ内面の耐火材の補修を行う。しかし、特別に重量のある大型鑄物を鑄造する時は、2基とも同時に操業して一時に大量の溶湯を得るようにしている。

キュポラ1基の溶解能力は6トン/時で、半熱風操業である。キュポラの廃ガスの顕熱を利用して熱交換を行い、約 200°C に予熱された空気は送風機で2段羽口よりキュポラ内部に圧送される。風量は $96\sim 98\text{m}^3$ /分で、風圧は $110\sim 116\text{mmHg}$ に制御されている。2基のキュポラ中1基は、送風量、風圧および廃ガス中のCOガス、CO₂ガス量は、マイクロコンピュータによる自動制御である。しかし、現在は自動制御装置の故障のため、風量、風圧のみ手動で制御している。

キュポラに投入する原材料は、銑鉄、戻り屑(RETURN SCRAP)、スチールスクラップ、フェロアロイおよびコークス、石灰石等であるが、その入手には制約が多い。しかし、そのわりにはよく材料管理がなされている。コークス比は、平常操業時で $10\sim 11\%$ で、出湯温度は $1,450^\circ\text{C}$ 以上に管理されている。出湯温度は浸漬式熱電対で測定してチェックしている。

溶解時にキュポラの出滓口から排出される溶滓も比較的透明な緑色を呈し、正常な溶解操業が行われていることを証明している。

注湯前に、溶湯の性状を調べるため楔型の試験片をつくり、その破面のチル(CHILL)の深さを測るチルテスト(CHILL TEST)を行なっている。

通常の接種剤として、フェロシリコン(FeSi)が使用されている。HT300とか、HT350の

ような強靱鑄鉄をつくる場合にのみ、カルシウムシリサイド(CaSi)を接種剤として用いている。この溶解方式で作りに出している鑄鉄の材質は、一部の高級材質、すなわち、研削盤用油圧シリンダーのHT300(JIS FC300相当)、シンシナティミラクロン社向け鑄鉄部品のHT350(JIS FC350相当)、及び研削盤用スピンドルのダクタイル鑄鉄等を除けば、鑄鉄鑄物の主流のベッドの材質がHT200(JIS FC200相当)、その他はほとんどがHT150(JIS FC150相当)で、機械鑄物としては比較的low級な材質である。

(4) 注湯工程

鑄造欠陥の少ない健全な鑄物を作るためには、注湯は“静かに速く”が原則である。そうすれば、溶湯は層流状態で鑄型空隙を満たしていき、鑄型壁を洗い流すこともなく鑄物中に異物を巻き込むことも防げる。今回の現地調査の際、単重 2トンの研削盤ベッドの注湯に80秒を要していると聞いたが、これは日本における工作機械鑄物の鑄込速度に較べてかなり遅い。ちなみに、日本の工作機械鑄物の鑄込速度の事例として、

単重 4,500kgの旋盤ベッドの鑄込時間：43秒

単重 7,350kgの旋盤ベッドの鑄込時間：47秒

単重20,000kgの旋盤ベッドの鑄込時間：65秒

等が報告されている。なお、この時間の鑄込温度はそれぞれ、1,385°C、1,380°C、1370°Cである。

(5) 焼鈍工程

鑄造品は、注湯凝固時にその内部に応力を生じ、残留する傾向がある。そして、半年、1年、2年と時間の経過につれ、その残留応力の一部が自然に解放されて変形を生ずる。したがって、寸法精度の維持を必要とする工作機械鑄物、例えば、ベッド、テーブル、コラム等の主要鑄物部品は、予め熱処理によってこの残留応力を除去する必要がある。

日本の工作機械鑄物工場で一般に行われている鑄物の応力除去焼鈍は、加熱方式に電熱あるいは都市ガス(液化天然ガス)燃焼の焼鈍炉を使用している。この焼鈍炉は、PCで所定の温度曲線を指定して、炉内の温度を自動制御できるようになっているものがほとんどである。そして、炉内の温度分布を均一にするため、炉の天井にファンを設置したりしている。また、焼鈍をする時期は鑄造工程の砂落とし後、ショットブラスト処理の前で、その後、防錆塗装を施して機械加工工程に送っている。

これに対して、無錫工作機械工場で実施されている焼鈍の現状は、まず、焼鈍を行う時期であるが、機械加工の荒仕上げ後行なっている。このため、これらの鑄物は、鑄造工場