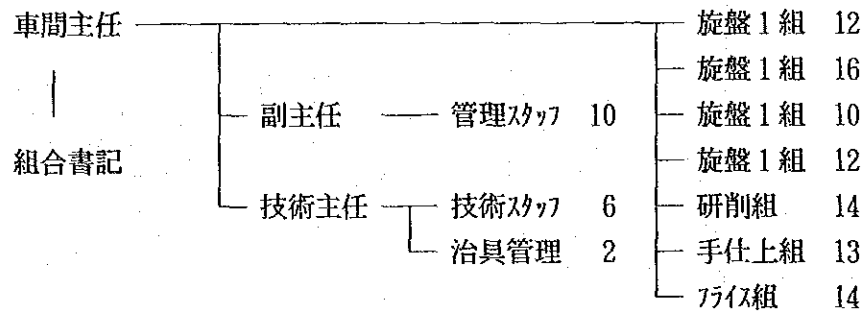


4.4.7 作業組織と人員構成

現 状

1) 加工車間

加工車間の人員は車間主任・管理スタッフ・技術スタッフを含めて総勢112名（1991年3月）、その内女子は55名である。組織と人員を次に示す。



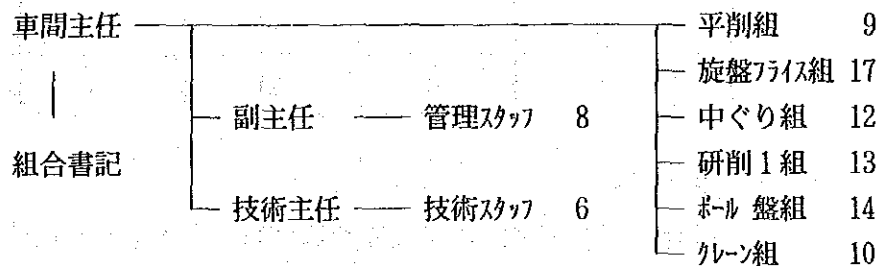
図II-89 加工車間 組織図

表II-100 加工車間 職種別・経験年数別人数

職 種	3 年以内	4 ～ 9 年	10年以上	合 計
旋 盤	27	21	10	58
ボール盤	3	2	2	7
形削	1	1	1	3
フライス	4	6	3	13
研削	2	3	7	12
立削	1			1
補 助		2		2
合 計	38	35	23	96

2) 大物部品車間

大物部品車間の人員は車間主任・管理スタッフ・技術スタッフを含めて総勢91名（1991年3月）、その内女子は19名である。組織と人員を次に示す。



図II-90 大物部品車間 組織図

表 II-101 大物部品車間 職種別・経験年数別人数

職 種	3 年以内	4 ～ 9 年	10年以上	合 計
旋 盤	3		1	4
ボール盤	2	1	2	5
仕上穴明け	6		3	9
フライス	4	1	1	6
研 削	5	5	3	13
平 削	4	5	3	12
形 削		1		1
中ぐり	2	1	6	9
けがき	1	1		2
補 助	4	8	4	16
合 計	31	23	23	77

3) 歯車車間

歯車車間の人員は車間主任・管理スタッフ・技術スタッフを含めて総勢42名(1991年3月)、その内女子は23名である。組織と人員を次に示す。

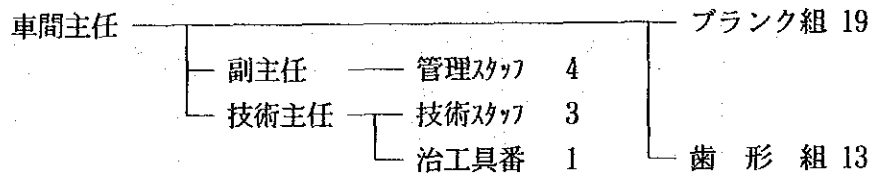


図 II-91 歯車車間 組織図

表 II-102 歯車車間 職種別・経験年数別人数

職 種	3 年以内	4 ～ 9 年	10年以上	合 計
旋 盤	7	7	4	18
歯 切		5		5
フライス	1	1		2
研 削	1	1	1	3
ボール盤	1	5		11
ブローチ	1	1		12
補 助	1	1		2
合 計	12	21	5	53

4) 専用機車間

専用機車間は、組織上専用機分工場に属し、人員は分工場長以下副工場長・技術主任・管理スタッフ・技術スタッフを含めて総勢 125名(1991年3月)で

ある。ただし、この中には組立部門が含まれている。女子は34名である。組織と人員を次に示す。

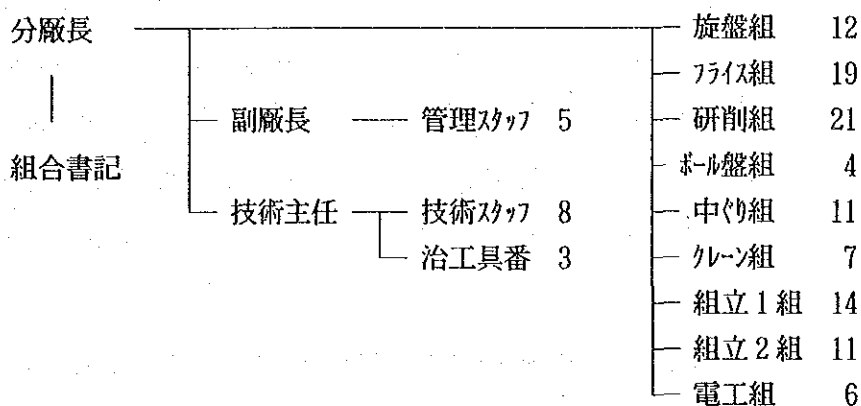


図 II - 92 専用機車間 組織図

図 II - 103 専用機車間 職種別・経験年数別人数

職 種	3 年以内	4 ～ 9 年	10 年 以上	合 計
旋 盤	10	5	2	17
仕上穴明け	4			4
平 削	3	2	1	6
フライス	9	2	2	13
研 削	9	3	3	15
中ぐり	5	1	1	7
マシセン	1	1		2
組立・電気	26	2	8	36
補 助	2	4	1	7
合 計	69	20	18	107

5) 勤務形態

加工作業の配置は原則1人1台であるが、次の機械は2人作業としている。

門型平削盤・平削フライス盤・案内面研削盤・門型研削盤

2交代による夜間勤務は、加工車間では旋盤作業主体に約10名、大物部品車間では大型機械5～6台を対象に約10名（技術指導者1、クレーン2を含む）、専用機車間では同様に約10数名が行っている。歯車車間では必要に応じて行うことにしている。

女子も交代勤務の対象になり得るが、既婚者は除外される。

考 察

- a) 作業組織は職種別に構成され、設備レイアウトと一致している。今後設備レイアウトがライン化されれば、管理組織も当然変わることが求められる。
- b) 経験年数の分布は、10年未満が圧倒的に多く全車間を通じて78%である。とりわけ歯車車間は85%に達する。女子の比率が高いことと関連がある。

この内3年以内の未熟練者は、全車間を通じて48%である。専用機車間では64%を占める。

このような熟練度の低い人員構成のもとでは、指導体制も重要であるが、できるだけ類似作業の反復によって習熟を図るような作業分担、すなわちライン化が有効である。

4.4.8 職場管理と環境

1) 作業場の所見

作業場の清掃、工具箱の整頓などは比較的良好である。しかし、加工過程の部品の保管は改善の余地が大きい。例えば、丸物に歯止めが無い、床面に直置きしている、通路にはみ出しているなど。

作業日程に関する掲示の類が全く見られない。ジョブショップではとかく能率が先行して日程管理がなおざりになり勝ちである。今後は日程管理の重要度が増すと考えられるので、管理グラフなどを通じて職場の意識を誘導する必要がある。

2) 作業環境

乾式研削あるいはドレッシング時に粉塵が発生している。人への影響と機械設備への両面で有害である。主な発生個所は次のとおりである。なお工場では集塵装置の設置を計画中である。

表 II-104 主な粉塵発生設備

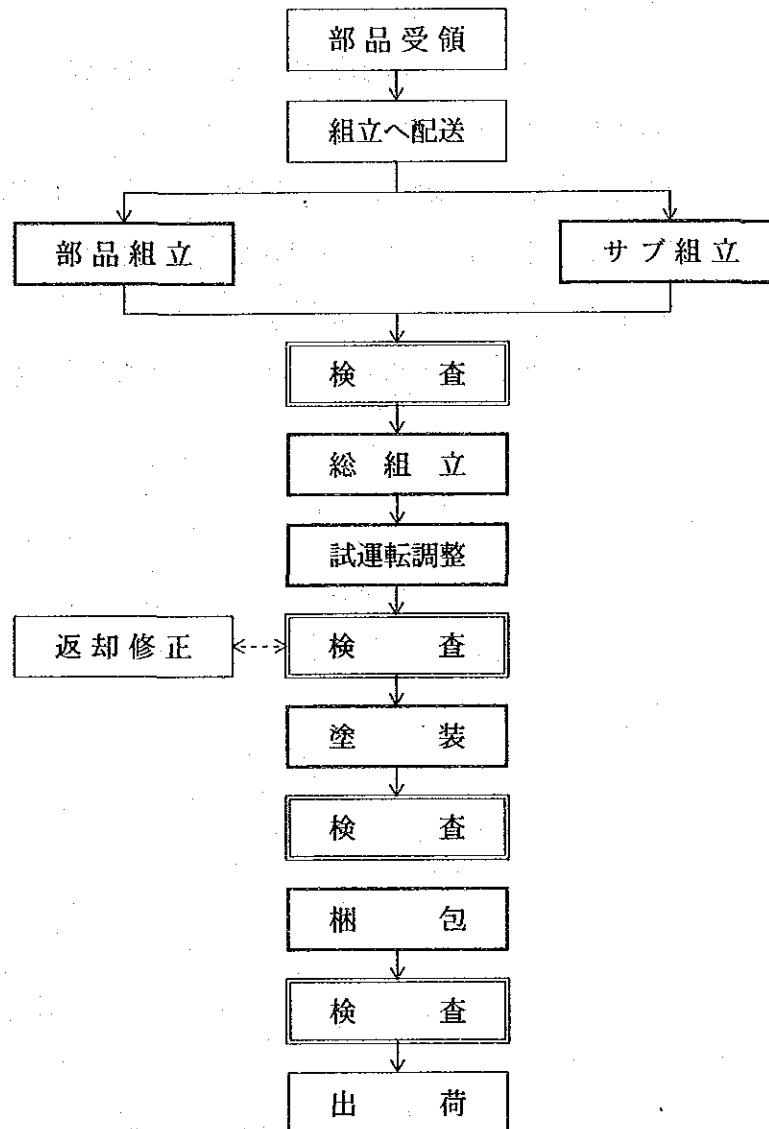
場 所	設 備 名
専用機車間	天津製・案内面研削盤
大物部品車間	案内面研削盤
〃	2 m 門型平面研削盤
〃	3 m 門型平面研削盤

4.5 組立

4.5.1 組立工程の概要

現状

全ての製品に共通の基本工程は、図Ⅱ-93のとおりである。



図Ⅱ-93 組立基本工程

問題点

- a) 工場自身が持っている組立の問題意識は、次のような事項である。
- (1) 前工程から不良部品が持ち込まれ、組立中に発見されて返却・手直しするため、正常な工期が守れない。
 - (2) 生産機種が多様さ・新しさに作業者が適応できず、要求する水準を満足できない。
 - (3) 負荷が変動するため、ある時は忙しく、ある時は暇で、これが品質にも影響を及ぼしている。
- b) 工場が持っている問題意識は、工場調査を通じて調査団が捉えた問題点と良く一致している。これらの諸問題は、組立車間だけで解決する問題ではない。組立を中心として、組立方式の改革と組立をサポートしていく部品加工工程および生産管理方式の改革が、工場近代化の重要な課題である。

4.5.2 旋盤の組立工程

1) 工法・手順

現 状

CA6140の組立手順の例を、図Ⅱ-94に示す。

CA6140の組立手順と方法は、概ね次のとおりである。

- ① ベッド（床身）に脚を付けて床に据えつける。
- ② ベッドの上に往復台（床鞍）を載せて（Z軸の）案内面の当たりをつける。次に往復台に横送り台（下部刃架）を載せて（X軸が）Z軸方向と正しく直交するように摺り合わせる。これによってX軸とZ軸の方向が決まる。
- ③ 一方でベッドに送り歯車箱（進給箱）を取付け、他方では往復台にエプロン（溜板箱）を取付け、両方の心を出して親ねじと送り軸を通す。これによってZ軸方向の運動にかかわる各部の関係位置が決まる。
- ④ ベッドに主軸台（床頭箱）を載せ、往復台（Z軸）と横送り台（X軸）に合わせて 取付け姿勢を正しく決める。
- ⑤ 心押台（尾架）を載せて、主軸台の心に合わせる。
残り部品の搭載・配管をおこなって機械本体部完成。
- ⑥ モーター（電機）・制御箱などを取付け。
- ⑦ 試運転によって機能・性能を確認。
- ⑧ 全面塗装して完了。

以上のとおり、前工程の結果を証にしながら逐次後工程を進める方法である。

上記の主軸台・往復台・エプロン・送り歯車箱・心押台・刃物台は、何れも内蔵部品を予め組み込み、無負荷回転試験をおこなって「サブ組立品」として供給している。



図 II - 94 旋盤CA6140 組立工程図

問題点

- a) 部品（サブ組立品）を組付ける時、必ず現物合わせすることを前提にしている。現物合わせは、組付け誤差を調整することが目的であるが、そのために組付け基準が順次移動して、累積誤差が生じるという悪循環を起している。このことが、いたずらに技能を要求するか、または作業時間が不安定となる原因となっている。

本来、これらの部品はベッドを基準にして独立に位置・姿勢を決めることが可能な構造になっている。

例えば、心押台は主軸台が搭載された後、これに心を合わせることになっているが、この2つは直接ベッドに載っており、しかも互いに分離しているから、それぞれ単独並行に搭載することも可能な筈である。

- b) 現物合わせのもう一つの弊害は、本来自由度のある作業順序を拘束してしまうことである。ラインバランシングのためには、工程手順に自由度のあるほうが有利であるが、このメリットが失われている。

- c) 作業過程で細かな配慮が欠けているため、最終品質に重大な影響が及ぶ恐れがある。例えば次のとおり。

- (1) サブ組の際、部品を組込みの前に洗浄することをせずに、完成時に初めて内部を洗浄している。しかも、何回も使った汚れた油を使っている。
また、作業中断時にはカバーなどで塵埃を防ぐことが必要であるが、これも殆ど行われていない。
- (2) ベアリングは常に清浄を保ち、組付け直前まで包装を開けないようにするなどの注意が必要であるが、守られていない。
- (3) 作業台の天板に鉄板を張ったものが一部に使われている。部品に傷が付きこれが振れ・発熱・焼付きなどの原因になる可能性がある。
- (4) 部品に打痕・錆・塵埃の付着などが点検し、手入れ・洗浄することが励行されていない。事実、組付けられた部品に錆・塗料などが付着しているものがある。
- (5) 部品組付けのとき、回転部・はめあい部・案内面などに軽く注油すること必要であるが、行われていない。

2) 作業用具・治具

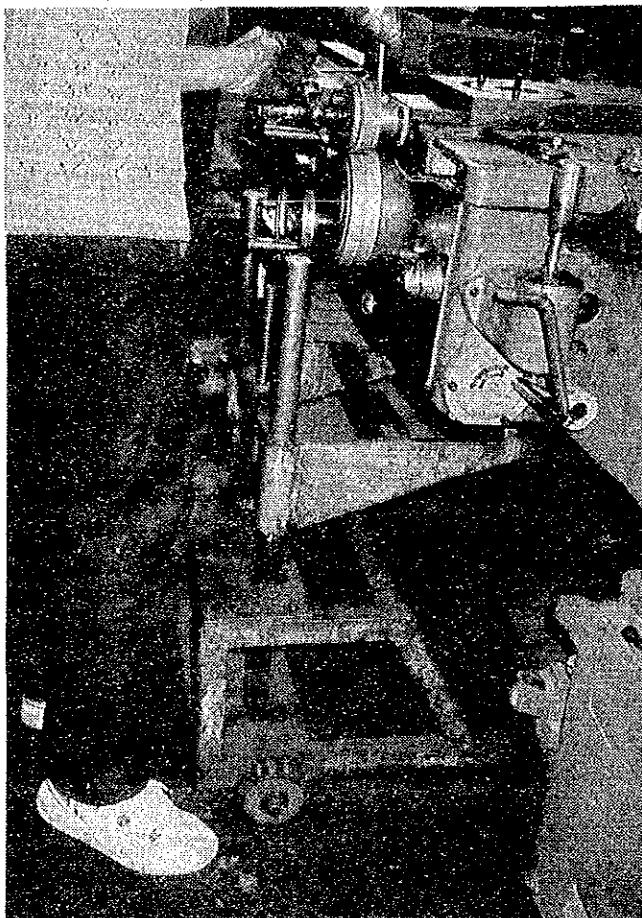
現 状

専用に工夫された作業用具・ジグの例としては、

- ・ベアリングの圧入用具
- ・エプロンを往復台に組付けるためのリフト兼用運搬車 (図Ⅱ-95)

などが目についたが、全般に少ない。

例えば、エプロンのサブ組立では、反転を人手で行っている。



図Ⅱ-95 エプロンを往復台に組付けるリフト兼用運搬車

また、寸法調整の為の平面研削盤、あるいは簡単な加工ができるように、旋盤・ボール盤などが一通り設備されていて、専門の作業員も配置されている。

問題点

- a) 洗浄装置が1ヵ所しか無い。サブ組立品の種類に応じて、必要な場所に必要容量の洗浄装置を設置すべきである。
- b) 試運転時に、潤滑油の吸い込み側に、オイルフィルターを用いていない。歯車箱などに付着していた異物が、混入する恐れがある。
- c) 専用の反転用具・仮組立用ジグ・現合穴明け用支え具・専用ハンドル・ベアリング組込みジグ等の、組立作業を安全に、かつ容易にする組立用具がほとんど無い。作業に適したものを製作すべきである。
- d) 主軸軸受の組込みなど、適正な“はめあい”を与えるために、清浄で、かつ一定温度の環境のもとで行う必要があるが、空調が用いられていない。

3) 性能の検証

現 状

準拠する国家基準は、CA6140の場合、次の2つである。

- ・GB 4 0 2 0 (精度標準)
- ・GB 5 2 2 6 (電気標準)

検査項目は多岐にわたっているが、工程の段階によって区分すると、表II-105のように整理できる。

表II-105 検査項目

工程段階		検査項目	
サブ組立		組付け状態・各部の機能	
総組立	組立過程	組付け状態 機 能	接合面の当たり・結合部の隙間 動きの滑らかさ・ハンドルの遊び・ハンドルの重さ
		静的精度 剛 性	ベッド真直度・主軸の振れ・主軸と送りの平行度 主軸・心押台のたわみ
	運転試験	無負荷状態	軸受温度・所要電力・電気系統確認・油漏れ有無
		負 荷 状 態	加工精度 (真円度・円筒度・平面度・ねじ精度) 所要動力・振動・騒音
	出荷前	塗装・外観 仕様確認 (付属品・特殊仕様) 梱 包	

合否の判定基準は、所定の検査記録表に予め記載されている。

静的精度・剛性および加工精度に対する公差は「合格品」と「一級品」の2水準になっている。「合格品」は、日本工業規格 (J I S : B 6202) と比べて同等あるいはやや甘く設定されているが、「一級品」は十分にクリアできる。

検査記録表は検査員が記入するが、組立作業員も最後に署名している。

実際の検査成績を見ると、概ね「一級品」と判定できる。図II-96, 97に、検査記録表の例を示す。

湖北机床厂 产品检验原始记录表

型号: CA6140
规格: 450x1000
图号: 90022C

完工日期
90年8月30日

检验项目	技术标准	实际	检验项目	技术标准	实际
各部外观	无锈蚀 无污迹 表面平整 螺帽螺帽 螺线清晰	无	大刀架导轨、螺旋	刮研25x25 6点 轨全长上≥100%	无
门盖尺寸	≤500mm		小刀架导轨、轴承 (滑道导轨面)	加全宽上≥50% 0.04毫米插入深度 ≤20mm	无
轴颈尺寸	≤1mm ≤2mm		刀架底座与床身结合面 (滑道导轨面)	刮研25x25 3点 轨全长上≥80% 加全宽上≥40%	无
机床上各种标牌	位置正确 字迹牢固	无	大刀架手前空程量	≤1/30倍(3.2小径)	无
止承与床身结合面	平面度0.04毫米 不得侵入	无	小刀架手前空程量	≤1/20倍(6小径)	无
床脚与床身结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	免磁手轮接轴力	3kg	无
进给箱与床身结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	大刀架手前接轴力	5kg	无
溜板箱与床身结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	小刀架手前接轴力	8kg	无
床身与床身结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	刀架纵向进给轴刀及开合螺母手前接轴力	有快速12kg 10kg	无
刀架与小刀架结合面	1. 两面刮研≥6点 2. 爬磨加工≥5点 (刮研75%) 3. 机加全长≥80% 全宽≥35% 4. 床面后0.04毫米不 得插入	无	一切横纵机构	空载、空滑、空转 无噪声或杂音	无
转塔与快刀架结合面	刮研25x25 10点 轨全长上≥70% 加全宽上≥50% 0.04毫米插入深度 ≤20mm	无	床身主轴承前轴孔	靠近大轴 工作长度75% 30,000转/分	无
尾座体与尾座底座结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	高速度轴孔	工作正常、不涉轴 工作正常、不涉轴	无
特别重要固定结合面	位置正确 平面度0.04毫米	无	冷却系统	工作正常、牢固可 靠、不泄油	无
床身与床身结合面 (滑道导轨面)	位置正确 平面度0.04毫米	无	电气设备	工作正常、牢固可 靠、不泄油	无
主轴光洁度	公差75% 一等85% 优等90%	无			
材料	45#		材料	45#	
直径	φ58~φ80		直径	φ58~φ80	
长度	250±50		长度	250±50	
公差	IT8~IT9		公差	IT8~IT9	

三、主轴承空运转达到稳定温度时，检验机床精度 G7, G11, G13和 P, P, P, P.														
主轴承空运转 时间(分钟)	前		后		前		后		前		后		后	
	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温
主轴承空运转 100转/分														
主轴承空运转 1000转/分														
主轴承空运转 10000转/分														

四、主轴承空运转达到稳定温度时，检验前后如床体温度和升温时间及步距														
主轴承空运转 时间(分钟)	前		后		前		后		前		后		后	
	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温	空	温
主轴承空运转 100转/分														
主轴承空运转 1000转/分														
主轴承空运转 10000转/分														

五、主运动、空运转功率试验																																	
电机额定功率					主电机空运转功率					机床空运转功率																							
7.5KW					<1KW					1.25KW																							
六、机床空运转试验(成本扭矩、最大初期五分钟力试验)																																	
试验项目	材料	试件	空转		空转速度 长度/分	空转功率 长度/分	空转扭矩		空转力矩	空转扭矩	空转力矩	空转扭矩	空转力矩	空转扭矩	空转力矩																		
			直径	长度			空转	空转																									
2/3 扭矩试验	45#	φ140	500	120	40	1.59	4.5	3.7																									
最大扭矩试验	45#	φ200	300	130	40	1.59	4.3	5.5																									
超25% 扭矩试验	45#	φ200	300	130	40	1.59	6	7																									
七、机床空运转的测量(带卡盘空运转条件下进行测定)																																	
本底噪声, dB(A)																																	
主轴转速		63		80		100		125		160		200		250		320		400		450		500		560		710		910		1120		1400	
正转	转速																																
反转	转速																																
后面	转速																																
前面	转速																																

注: 1. 现场测量时, 将测器距地面1.5米, 离机床水平投影1米的轨道上进行。
2. 若测机床空运转噪声≤85 dB(A), 出口机床噪声级≤83 dB(A)。
3. 测空转噪声级在10 dB(A)以上有效, 对于噪声级的偶然变化可不计。
4. "空"和"温"取得连接进给和开进给。

检测员: 李...
装配工人: 李...

图二-96 旋床 CA6140 检查记录表

序 号	检 查 项 目	允 差		实 测	
		合 格 品	一 等 品	冷 检 (中 温)	热 检 (热 温)
G ₁	G—圆刀架 轴刀架纵向移动对主轴轴线的 垂直度 偏差方向 $\alpha \geq 90^\circ$	0.02/300 0.015/300	0.003~ 0.010/300	0.005 0.010	0.010
G ₂	H—丝杠 丝杠的轴向移动	0.015	0.008	0.010	
G ₃	由丝杠所产生的螺旋线误差 任意300长 任意60长	0.04 0.015	0.035 0.014	0.04 0.03	
P ₁	精车外圆的精度 a圆度 b圆柱度	0.01 0.03 L=3000.024 L=500	0.008 0.012	0.008 0.012	
P ₂	精车端面的平面度 任意300长	0.02	0.001~0.018	0.02	
P ₃	精车螺旋线的螺旋误差 任意50长	0.04 0.015	0.035 0.014	0.04 0.015	

注: 1. G, 导轨只许凸出, 导轨两端1/4测量长度处的局部公差允许加倍;
2. G₁, G₂, G₃的平行度只许向上, 向所偏, G₁只许后超差;
3. P, 任何位置都应当大直径处取头道, P, 端面的平面度只许凹, P, 螺旋表面超差, 允
许与总超差;
4. P, P, 表面粗糙度不低于Ra_{1.6}; P, 两个相带右的直径差不应大于总外圆面两个直径误差的
75%;
5. G₁, G₂, G₃, 几何精度P₁, P₂, P₃工布精度或在通升温后进行;

步 骤	1. 位置丝杠两端轴承轴线和开合螺母轴线的等距度	$\frac{a}{b}$	0.15	$\frac{a}{b}$	0.15
项 目	1. 位置丝杠的轴向跳动	≤ 1000	0.15	≥ 1000	0.16

按图 G₁ 水平仪测量位置公差等在垂直平面内的直线度曲线图

二、机床精度检验 (GB420-83)					
所 号	检 查 项 目	允 差		实 测	
		合 格 品	一 等 品	冷 检 (中 温)	热 检 (热 温)
	导轨平面度 ±3倍	0.02	0.002~0.018	0.02	0.02
	A—床身 任意250	0.0075	0.0065	0.0075	0.0075
	a、纵向 任意500	0.025	0.003~0.025	0.025	0.025
	b、纵向导轨的平行度 >500~1000	0.015	0.013	0.015	0.015
	>1000	0.04/1000	0.024/1000	0.04/1000	0.032
	B—溜板 >500~1000	0.02	0.012	0.02	0.02
	>1500	0.023	0.02	0.023	0.023
	溜板移动对面板移动的 平行度	a和 b a和 b	a和 b a和 b	a b	a b
	G ₁ —在垂直平面内 b、在水平平面内	a和 b a和 b	a和 b a和 b	a b	a b
	任意500	0.03	0.024	0.03	0.03
	C—主轴 加 F力	0.01	0.008	0.008	0.008
	a、主轴的轴向移动 b、主轴轴承发承面的跳动	0.02	0.015	0.02	0.02
	G ₂ —主轴轴承的轴向跳动 加 F力	0.01	0.008	0.008	0.008
	a、轴承轴端 b、距300长处	0.01	0.008	0.01	0.01
	G ₃ —主轴轴承的轴向跳动 平行度	0.02	0.016	0.02	0.02
	在300 长度上	a b	0.002~0.018 0.002~0.014	0.018 0.014	0.018
	G ₄ —床身的跳动 加 F力	0.015	0.012	0.015	0.015
	D—底座 长度上	a b	0.002~0.014 0.001~0.009	0.014 0.009	0.014
	G ₅ —尾座套筒孔轴线的相对移动 平行度	0.03	0.003~0.027	0.03	0.03
	在300长 度处	a b	0.002~0.027	0.027	0.027
	G ₆ —两顶尖 床身和底座两顶尖的等高度	0.04	0.008~0.038	0.04	0.04
	G ₇ —小刀架、小刀架移动对 主轴轴线的平行度	0.04	0.032	0.04	0.04

图 II-97 旋盘 CA6140 检查记录表

問題点

- a) 工程で品質を作り込むという観点でみると、各段階での品質保証がすべて検査という形で行われていることは、適切な品質管理の方法とは言えない。作業員も最終的に署名するのであれば、むしろ作業員による自主点検の方向を検討すべきである。
- b) 工場側が指摘しているように、組立工程の問題点の一つは、前工程から不良部品が組立の過程で発見され、対策のために日程が混乱することである。しかし現状ではこれに対する具体的な対策が見られない。
- できるだけ組立の初期に問題を発見できるような対策が必要である。
- また、量産の場合は、ある程度予備在庫を持つことも必要である。

4.5.3 スライドユニットの組立工程

スライドユニット (SEME. 400)の組立工程を、図II-98に示す。

《組立工程》	《部品・ユニット番号》	工程順	所要時間 10台ロット	標準時間 Hr/台	配置 人員/台
1 テーブルとベッドの組付		1	35.00	7.00	2
2 軸受支持座取付け	11002-41449	2	70.00	7.00	1
3 ストッパーの取付け	11002-17510	3	30.00	3.00	1
4 ナット受け座の取付け	11000-17643	4	70.00	7.00	1
5 ドッグ座取付け	11000-41720	5	30.00	3.00	1
6 ボールスクリュの仮組立		6	50.00	5.00	1
7 ボールスクリュの組立と検査		7	70.00	7.00	1
8 チップスクレーパーの取付け		8	20.00	2.00	1
9 潤滑油分配器取付け		9	70.00	7.00	1
10 ドッグ・リミットスイッチサポート取付		10	40.00	4.00	1
11 伝動装置組付け	SEME. 400-F41	11	10.00	2.00	2
12 電気配線・導電試験		12	20.00	2.00	1
13 無負荷運転試験		13	15.00	3.00	2
14 負荷運転試験		14	50.00	10.00	2
15 組立品質の検査		15	20.00	2.00	1
16 精度検査		16	20.00	4.00	2
17 塗 装		17	70.00	7.00	1
18 銘板・保護カバー取付け		18	60.00	6.00	1
19 梱 包		19	30.00	6.00	2

図II-98 スライドユニットSEME. 400 組立工程図

1) 組立方法

組立方式は、旋盤と同じく、生産計画に基づくロット数の全台数のスライドベッドを並べて、一斉に組み立てていく方式である。

組立の方法も、基本的には旋盤の組立方法と同様に、前工程の結果を基準として、積み上げて行く方法が採られている。

ベッドとテーブルの組合せ手順（摺動面に対するテーブル上面の平行度を出す順序。送りねじのアライメントの出し方等）は、要領書によって支持されているが、具体的な作業内容は曖昧である。

摺動面は、摺り合わせがおこなわれている。

完成試運転は、第14工程で負荷運転となっているが、作動の確認だけしか行われていない。

2) 性能検査

性能検査は、「SMBE。系列機械滑台精度検査単」、および「SMBE, SMBE。機械滑台性能検査単」に基づいて行われている。検査項目は、次のような事項になっている。

a) 精度検査

検査定盤の上に置き、スライドユニットの下面と検査定盤の隙間を0.02 mmの隙間ゲージで検査し、隙間ゲージが5mm以上入らないことを確認した上で、次の事項を検査する。

- (1) テーブル上面の平面度（凸面は不可）
- (2) テーブル上面のベッド底面に対する平行度
- (3) テーブル上面の摺動方向の平行度
- (4) テーブル移動の、水平面内の直線度
- (5) テーブル移動の、垂直面内の直線度
- (6) テーブル移動の振じれ度

b) 性能検査

- (1) 早送りから切削送りへの切替え位置精度（30回）
- (2) 送り方向の反転時の位置決め精度（30回）
- (3) 最大推力の変動（gibを最小限に挿入した状態で、30回測定した測定値

中の最大値の百分率を計算し、最大規格推力の30%以下)

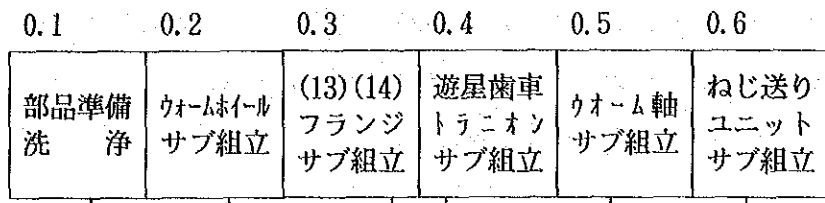
- (4) オーバートルク保護装置の作用の変化 (30回計測し、15%以下)
- (5) ストロークエンドの停止精度 (0.03mm)
- (6) テーブル運動の平穩性 (ショックは不可)
- (7) 騒音検査 (制動器の“うなり音”がない。停止後の騒音) 78dB(A)以下
- (8) i) 伝動装置の油温上昇 $\leq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
ii) 環境温度38°C以下の時、油温の最高温度 $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (9) 最大工程、早送り速度、切削送り速度の実測
- (10) 潤滑油の供給状況と油漏れの有無
 - ・摺動面の潤滑状態は充分であること
 - ・油配管、分配器、ギヤボックスの油漏れが無いこと

4.5.4 伝動装置の組立工程

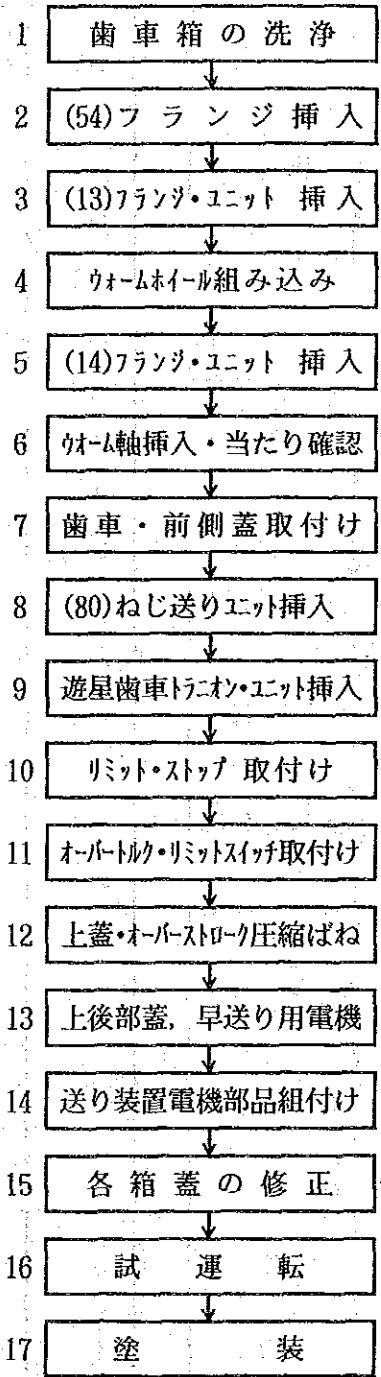
伝動装置 (SEME。400-F41)の組立工程を、図II-99に示す。

予め、内蔵物である歯車やウォーム歯車等をサブ組立しておき、歯車箱へ順次挿入していく組立方法を採用している。

単体運転 (性能の確認、騒音・油漏れの確認、初期当たり付けなど)は、現在行われていない。



《組立工程》



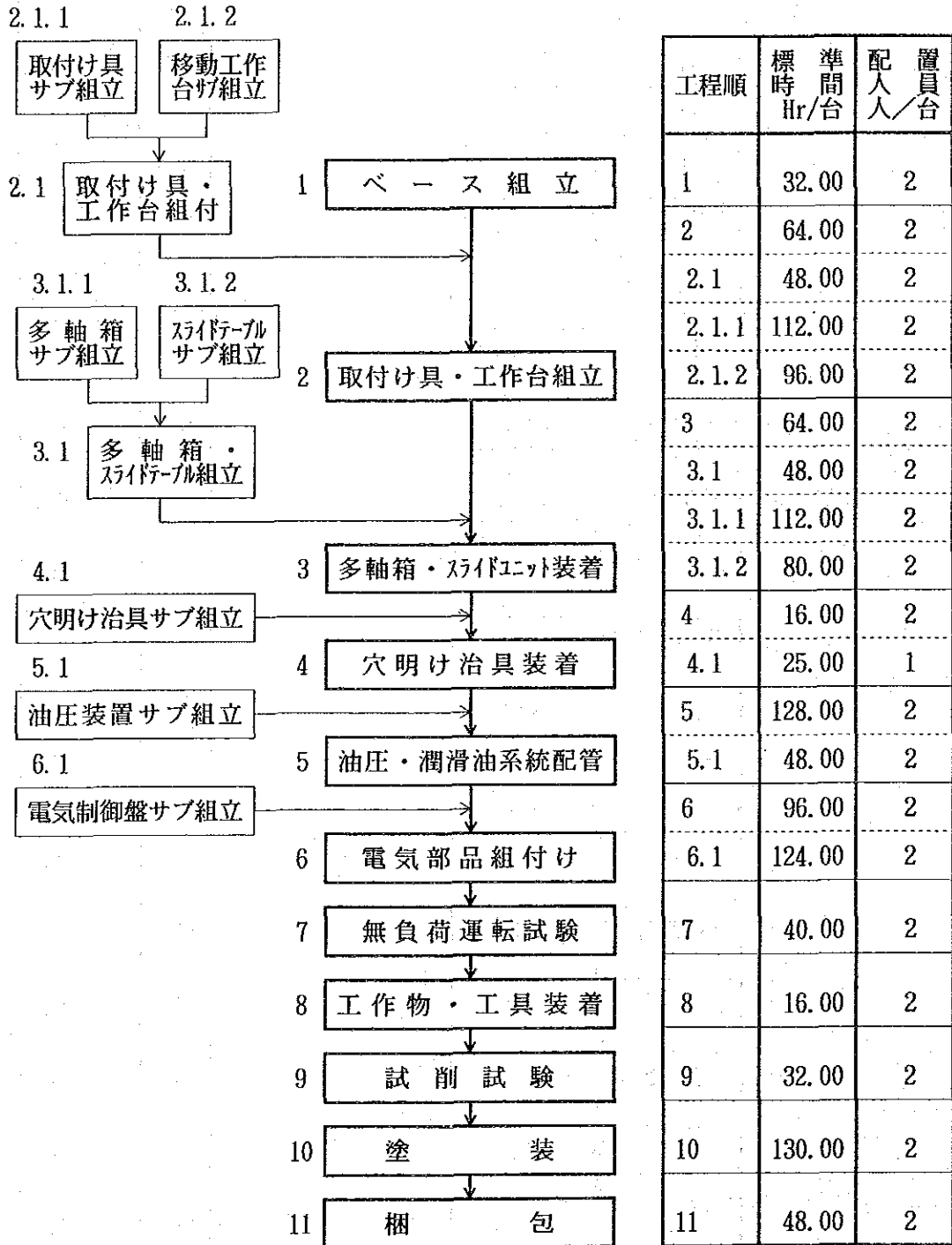
工程 順序	標準時間 (Hr/台)	配 員 人/台
0.1	2.00	1
0.2	0.50	1
0.3	1.00	1
0.4	0.50	1
0.5	0.67	1
0.6	0.67	1
1	0.50	1
2	0.33	1
3	0.50	1
4	0.67	1
5	0.67	1
6	2.00	1
7	1.00	1
8	0.50	1
9	0.50	1
10	0.50	1
11	0.67	1
12	0.33	1
13	1.00	2
14	1.00	2
15	1.50	1
16	2.00	1
17	4.00	1

図 II - 99 伝動装置 (SEMC. 400-F41)組立工程図

4.5.5 専用機の組立工程

専用機は、汎用スライドユニット等を組み合わせて専用の目的に構成したもので、仕様が個別的であり、計画的な生産準備ができない点で、旋盤やスライドユニットと相違がある。組立工程は、この特徴を反映している。

図II-100に、専用機(HBU-141)組立工程を示す。



図II-100 専用機(HBU-141)組立工程図

1) 工法・設備・用具

現 状

組立の手順と方法は、工芸科で立案される。細部は、車間所属の4人の工芸員に依存している。

独自に工夫された治工具・吊具などは見当たらない。

現地での据え付け工事は、有る場合と無い場合がある。

問題点

- a) 加工ヘッドと取付け具との高さ調整、あるいはスライドユニットの水平調整にシム・ライナーやカラーを多用している。この方法は安定性が無く恒久的に精度を保持できない。
- b) 計測器（水準器など）が少なく、老朽化している。また、組立車間には、測定用の定盤が無い。

考 察

- a) 工法・設備・用具は事前に計画するだけでなく、工程の進行にともなって即応的に対処することが必要である。この点、車間に4人の工芸員が配属されていることは、実戦的な体制であると言える。
- b) 組立過程では、調整作業、あるいは緊急の部品製作が必要になることが多い。そのため、同じ車間に加工職場があることは有利である。
- c) 以上のように、状況への適応策はある。しかし、専用機組立の特徴である次の点に対して、有効かつ特徴的な方策はまだ打たれていない。
 - (1) 専用機の場合、分解して客先工場に搬入し、再組立・性能確認試験を行うことが通例である。これを前提とした合理的な工法が必要である。
 - (2) 形状・寸法が大きく、完成重量も重い。従って組立場所・搬送手段などに制約がある。
 - (3) 一体結合することによって大型化する構造が多い。従って、アライメント計測への依存度が高い。
 - (4) 構造が複雑で、配管・配線、あるいは板金作業への依存度が高い。

2) 精度検査と性能の検証

現 状

専用機の性能試験は、国家基準「組合机床質量分等規定」(JB/GQ・F1089～1092-88)に準拠して行われている。

検査結果、出荷時に「合格証明書」が発行される。

フライス専用機(HBU-136)の合格証明書を例にとると、次のような検査項目について、出荷前の試験と検査が行われ、実測値が記載されることになっている。

- (1) スライドユニットの摺動面の振じれ度 $0.04 \text{ mm}/1,000 \text{ mm}$
- (2) 主軸外径における、半径方向のランアウト(runout) $\leq 0.016 \text{ mm}$
- (3) 主軸端面における、軸方向のランアウト(runout) $\leq 0.016 \text{ mm}$
- (4) 主軸の軸方向“あそび” $\leq 0.010 \text{ mm}$
- (5) 主軸内径の、同軸度(テストバーを装着し、主軸端から20mmをa点、同じく150mmの点をb点として、テストバー外径における半径方向のランアウト(runout)を測定する)
a点: $\leq 0.016 \text{ mm}$
b点: $\leq 0.016 \text{ mm}$
- (6) ワークテーブルの摺動の真直度 $0.03 \text{ mm}/300\text{mm}$
- (7) 主軸とワークテーブルの摺動方向との直角度
垂直平面内 $0.07 \text{ mm}/300\text{mm} < 90^\circ$ (下向き)
水平平面内 $0.03 \text{ mm}/300\text{mm}$
- (8) 連続15件の切削試験による、テストワークの加工精度
- (9) 生産能率

考 察

- a) 専用機における品質保証は、旋盤などと異なり、対象ワークの加工品質とサイクルタイムを最終的に満足する必要がある。すなわち機械(ハード)だけでなく、加工技術(ソフト)を保証する必要がある。

4.5.6 組立方式と流し方

旋盤とスライドユニットは、ロット生産方式である。従って組立ラインの構成はロットの流し方すなわち

- ・何種類の製品を、
- ・どれだけのロットサイズで、どれほどのピッチで流すか
- ・1ロットは並行して進めるのか、順送りするのか

と密接に関係している。

以下、主として旋盤ラインについて説明する。スライドユニットも共通の問題を持っている。

1) 旋盤の組立方式

現 状

a) 組立方式

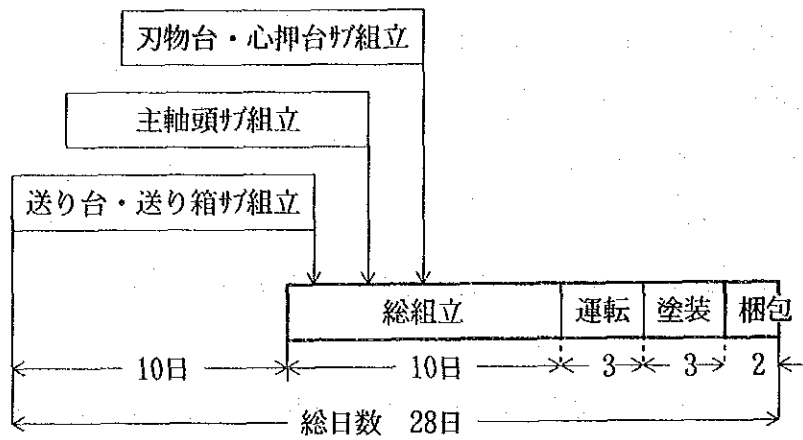
組立の方式は、次のようである。

- (1) ロットサイズは、通常 20 ±5 台である。
- (2) 1ロット全数を工場内に並べ、同時並列に組立を進める方式で、タクト組立方式は、採用されていない。
- (3) サブ組立と総組立は区分されていて、それぞれ専用の作業場を設けている。
- (4) サブ組立も、総組立と同様に、1ロット分を全部並べて、一斉に組み立てる方式である。
- (5) 作業員の配置は、原則として1人に1台を担当させ、始めから最後まで一貫して責任を持たせる方式である。

b) 組立基準日程

組立計画の指示は、現在1回/月である。(本来は2回/月)

1ロットの組立基準日程は、旋盤CA6140の場合、図Ⅱ-101 に示す通りである。



図II-101 旋盤CA6140組立基準日程 (単位=日)

c) 組立作業の所要時間

旋盤(CA6140)の組立作業の所要時間は、表II-106 に示す通りである。

表II-106 旋盤CA6140組立所要時間 (単位=時間)

組立作業区分		所要時間	
サブ組立	送り台・送り歯車箱	57.0	
	主 軸 頭		
	刃物台・心押台		
総組立	組立・電装	66.7	77.6
	運 転 試 験	10.9	
塗 装		17.0	
合 計		151.6	

d) 作業班の編成

旋盤組立の作業班は、作業の段階と対象によって区分され、表II-107 のように編成されている。

作業員の配置は、原則として1人に1台を担当させているが、内容によっては、2人を配置することがある。これは、工芸科が発行する組立工程表に指示されている。

表 II - 107 旋盤組立作業班編成 (単位=人)

組立作業区分		人数	
サブ組立	送り台・送り歯車箱	10	27
	主 軸 頭	7	
	刃物台・心押台	10	
総組立	総 組 立	22	28
	電 装	6	
塗 装		19	
合 計		74	

e) 組立作業場

作業場の配置は、総組立を中心にしてサブ組立が周囲に配置されている。

図 II - 102 に、組立車間内の作業場レイアウトを示す。

大物の運搬は天井クレーンによっているが、台数は2台である。

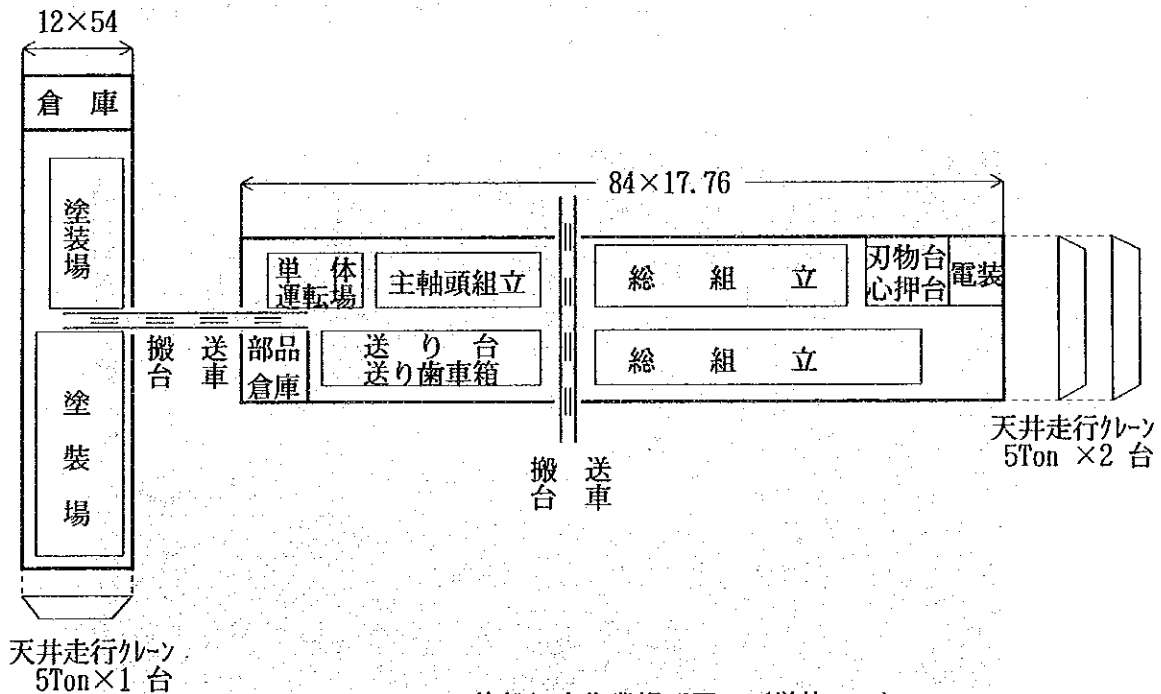


図 II - 102 旋盤組立作業場配置 (単位=m)

作業面積は、それぞれ作業単位毎に最低 25 台分を、同時に並べられるだけ広さが確保されている。

表 II - 108 に旋盤組立作業場 (組立車間) の作業区画の広さを示す。

表 II - 108 旋盤組立作業場 (単位=m, mf)

組立作業区分		作業区画の広さ
		区画の広さ
サブ組立	送り台・送り歯車箱	$6 \times 23 = 138$
	主 軸 頭	$5 \times 16 = 80$
	刃物台・心押台	$6 \times 10 = 60$
	電 装	$5 \times 7 = 35$
総組立	運 転 試 験	$7 \times 25 = 175$
		$4 \times 35 = 140$
塗 装		$54 \times 12 = 648$

サブ組立用の作業台は、少なくとも 20 台分は準備されている。図 II - 103 に、旋盤主軸頭のサブ組立作業場の様子を、写真で示す。

主軸頭・送り歯車箱などの単体運転試験に用いる運転台は、4 台を共用している。精度検査に必要なテストバーは 5 本が用意されているだけである。

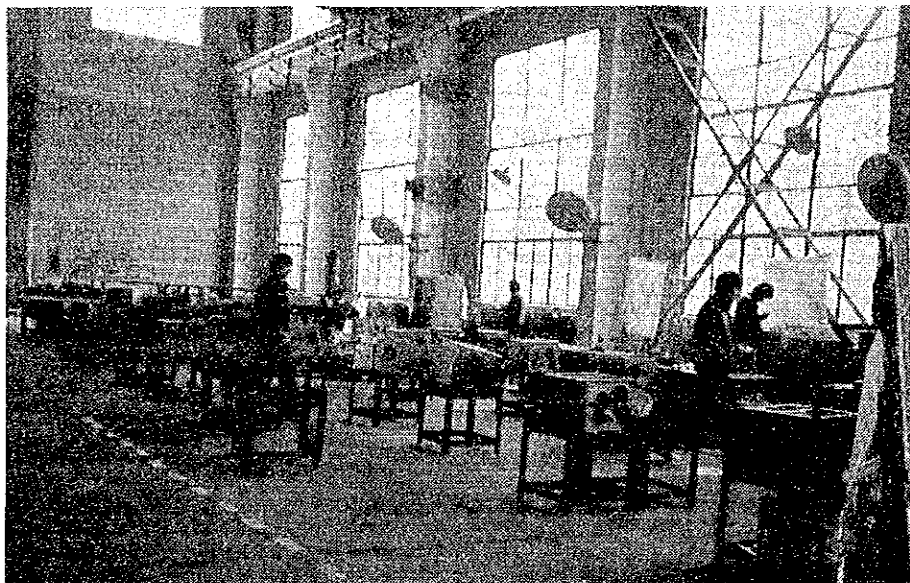


図 II - 103 旋盤主軸頭のサブ組立作業場

考 察

CA6140を1ロット20台で組み立てる場合について考察する。

a) 負荷と能力を対比する。

(1) サブ組立

負 荷： $57.0\text{Hr} \times 20\text{台} = 1,140 \text{ Hr}$

能 力： $27\text{人} \times 10\text{日} \times 8\text{H} \times 0.8 = 1,728 \text{ Hr}$

(2) 総組立（電装・運転試験を含む）

負 荷： $77.6\text{Hr} \times 20\text{台} = 1,552 \text{ Hr}$

能 力： $28\text{人} \times 15\text{日} \times 8\text{H} \times 0.8 = 2,688 \text{ Hr}$

(3) 塗 装（組立後の全体塗装）

負 荷： $17.0\text{H} \times 20\text{台} = 340 \text{ H}$

能 力： $19\text{人} \times 3\text{日} \times 8\text{Hr} \times 0.8 = 364.8 \text{ Hr}$

結局すべての作業で能力が、負荷を上回っているので基準日程どおりに作業を終了させることができる。

b) 1ロットに対する作業班の稼働日数は、言うまでもなく

・各サブ組立：10日

・総組立：15日

・塗 装：3日

である。従って1ヶ月に2回転させることができる。

c) 以上の数値から、生産能力を推定すると、

(1) ロットサイズ：人員能力・作業面積ともほぼ25台分に相当する。

(2) ロット数：24回/年流すことが可能である。

すなわち、年間能力 $25 \times 24 = 600\text{台}$ となる。

これは、過去最高の実績（1988年における599台）と一致する。

裏返せば、現行のラインは、年間最高600台を想定して構成したものと言える。

問題点

a) 現行の組立方式のもとでは、同時並列に作業を進めるために、

- ・ピーク時を想定した人員
- ・ロットサイズに見合う作業面積
- ・ロットサイズに相当する用具

を確保する必要がある。これは大きい負担である。

b) 運転台・計測用テストバーあるいは天井クレーンのように、数台で共用する設備・用具もある。競合によって手待ちロスが発生する可能性がある。

c) 繁忙時を頭に置いた現行の流し方では、負荷が低下するとたちまち効率が低下する。

現状のように1ヶ月に1ロットの場合は、有効な作業期間が月間に半分しかない。残り日数は作業員・作業面積・用具すべてを遊休させざるを得ない。

このことは、繁忙の差があるという工場側の証言によっても裏付けられる。

d) 作業員が1台ずつ始めから最後まで受け持つ方式は、作業員一人当たりの担当スパンが広い。

反面、作業員1人が担当する回数は、1ロットに1回すなわち年間にして12回に過ぎない。仮にロット毎に型式の異なった旋盤が流れれば、その都度初めてということになる。

反復回数が少ない上に担当範囲が広いから、習熟が進み難い。工場側は、技能水準の不足は作業員の資質によると言っているが、むしろこのような流し方のほうにより大きな原因がある。

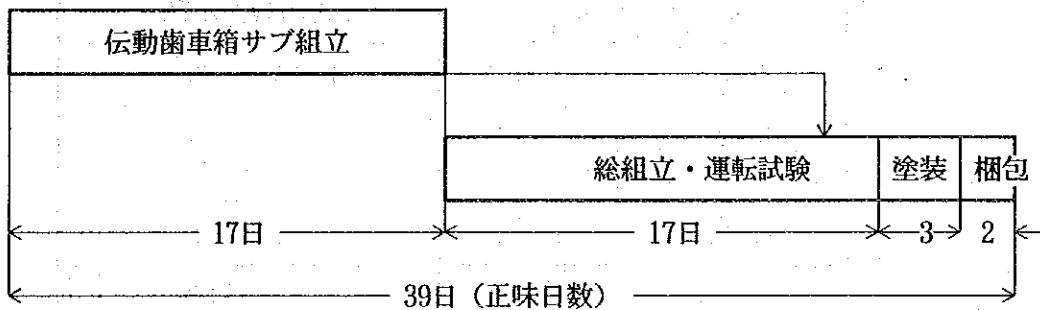
2) スライドユニットの組立方式

現 状

a) 組立方式

組立の方式は、旋盤と同様である。

- (1) ロットサイズは、通常 20 ± 5 台であり、1ロット分全数を同時並行して進める方式である。
- (2) ロット投入ピッチは、現在 1 回 / 月程度。
- (3) 1ロット20台の場合の基準日程は、図Ⅱ-104 のとおりである。



図Ⅱ-104 スライドユニットSEMEc400組立基準日程 (単位=日)

- (4) 作業班は 1 班だけで 14 名である。すなわち伝動歯車箱サブ組立と総組立・運転試験の間の流動は適宜可能である。
- (5) 所要時間 (実績) はつぎの通り。
 - ・伝動歯車箱サブ組立 19 H/台
 - ・総組立・運転試験 50.5H/台
 - ・塗 装 7 H/台
- (6) 作業負荷を能力と比較すると、能力が負荷を十分に上回っているので、日程は確保できることがわかる。(表Ⅱ-109)

表Ⅱ-109 スライドユニット(SEMEc400)組立ライン負荷/能力

工 程	負 荷	能 力
伝動歯車箱サブ組立	19 Hr/台×20台= 380Hr	14人×17日× 8Hr×0.8 =1523Hr
総組立・運転試験	50.5Hr/台×20台=1010Hr	14人×17日× 8Hr×0.8 =1523Hr
塗 装	7 Hr/台×20台= 140Hr	19人× 3日× 8Hr×0.8 = 365Hr

b) 組立作業場

スライドユニットの組立は、専用機車間で行われている。専用機車間の建物には、機械加工の作業区画もあり、その中スライドユニットの組立専用作業場の広さは、6m×20mで、同時に最低20台の総組立が可能である。

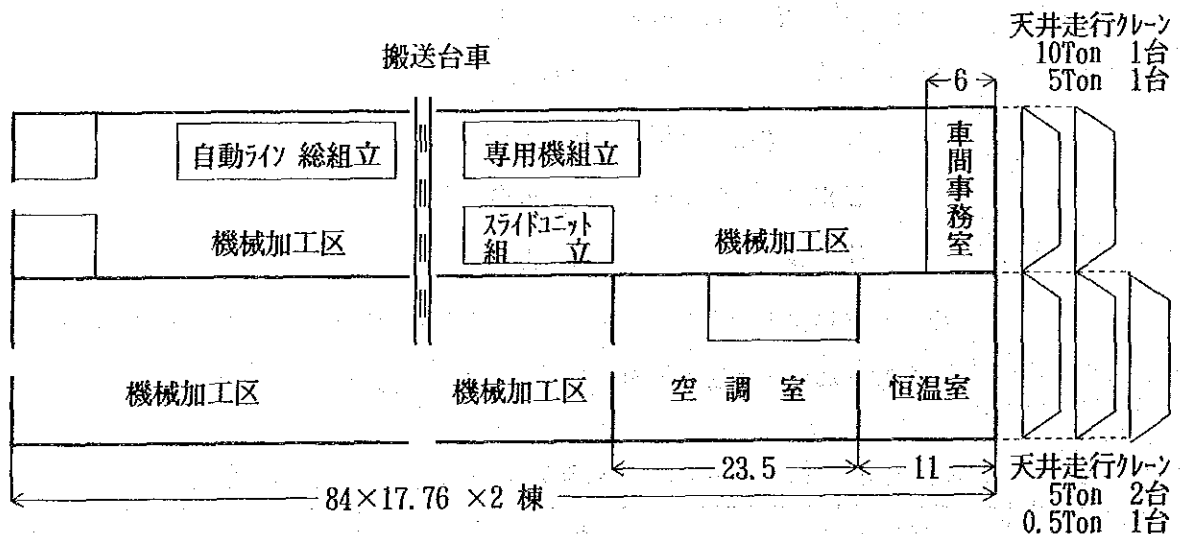
これ以外に、これの約2.5倍の専用機組立場があり、これを融通することも可能である。

表II-110に、スライドユニットと専用機の組立作業場の広さを示す。

また、図II-105に、専用機車間のレイアウトを示す。

表II-110 スライドユニットと専用機組立場 (単位: m, m²)

組立作業区分	作業区画の広さ
スライドユニット組立	6 × 20 = 120
専用機総組立・試運転	6 × 21 = 126 5 × 17 = 85
自動ライン総組立・試運転	6 × 21 = 126
合計	457



図II-105 専用機車間の組立作業場配置 (単位: m)

図II-106に、スライドユニットの組立作業場の様子を示す。

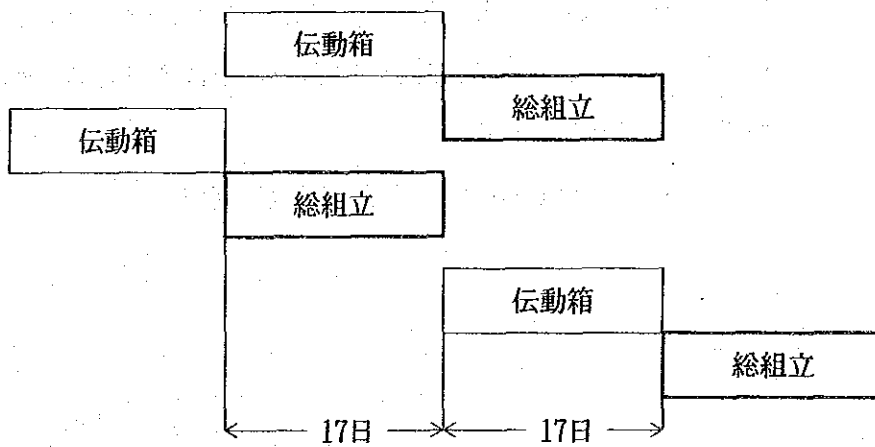


図II-106 スライドユニットの組立作業場

考察

- a) 伝動歯車箱サブ組立と総組立・運転試験とを、図II-107 に示すように重複させると、負荷が巨視的に平準化し、かつ能力と均衡する。

これから現在の陣容は、正味17日ピッチで（2ヶ月に3回）20台ずつ流す前提で構成されているものと理解できる。



図II-107 スライドユニットSEMEc400の流し方（単位=日）

$$\frac{\text{負荷}}{\text{能力}} = \frac{380 + 1010}{1,523} = \frac{1,390}{1,523} = 0.91$$

問題点

- a) 現状のように、20台ロットを1ヶ月に1回流す場合は、適正負荷の60%程度にしかならないが、日程確保のために陣容を落とすわけにいかない。

ロット流しの問題点については、旋盤ラインで詳しく述べたことと同様である。

3) 専用機の組立方式

a) 組立方式

専用機は、個別受注製品であり、定置式の組立方式が採られている。

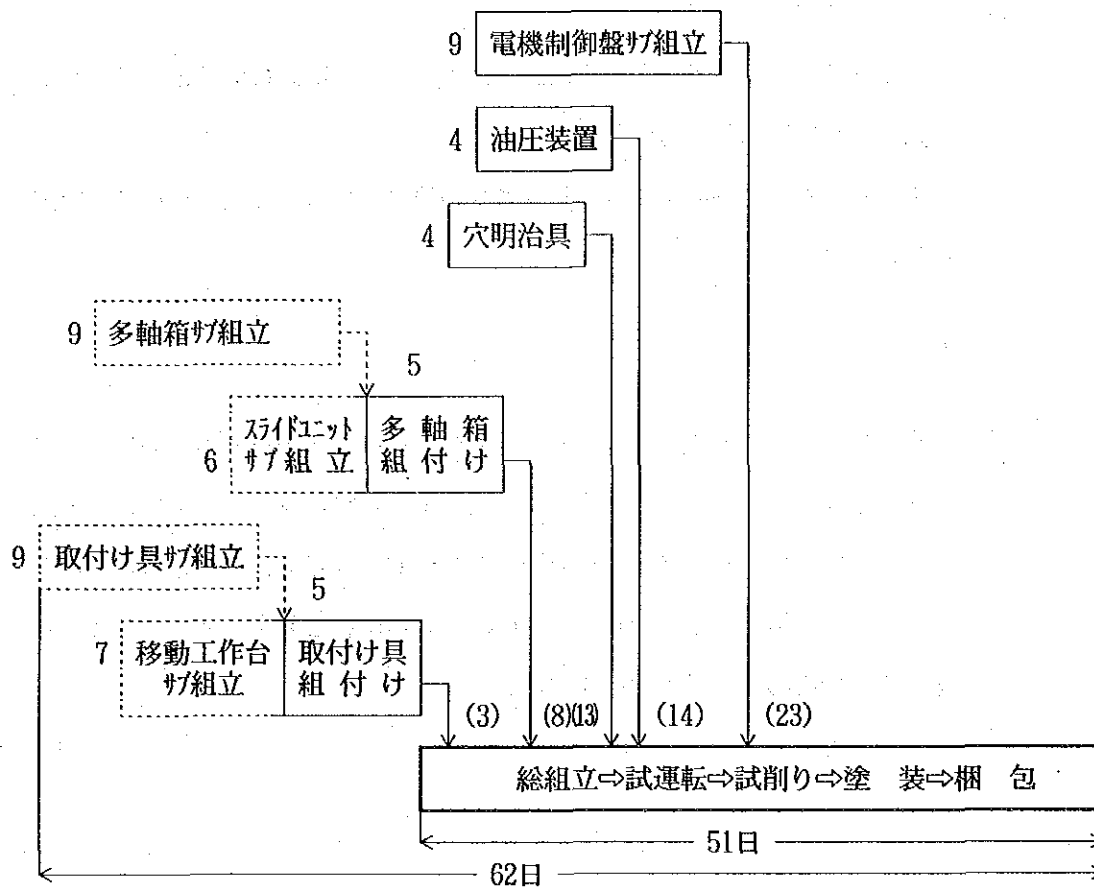
端的に言えば、積木を積み上げて行く方式で、先ず専用機本体となるベースを据付け、それを基準に、量産しているスライドベースを据え、それらの上に、サブ組みされたワークテーブル、取付け具、加工ヘッド等を組付けていく。その後に、配線、配管をし、カバーやダクトを取りつけて完成する。

現在も、ユニットとしてサブ組立を出来るものは、サブ組立と単体機能試験を終わって、総組立場に供給されている。

b) 組立基準日程

組立工期は流動的で、顧客の希望する納期から逆算して、材料～部品加工～組立の日程が決められる。したがって、旋盤やスライドユニットのような基準日程は無く、顧客の希望納期が短ければ、組立のみならず極めて厳しい工期での作業を強いられる。

図Ⅱ-108 に、標準的な組立工程と、日程を示す。



注) (1)本図は、図Ⅱ-111 HBU-141の組立工程から作成した。
 (2)図中の数字は、所要日数
 (3) ()付の数字は、総組立の日順

図Ⅱ-108 専用機組立の標準手順と日程

c) 組立の標準時間

組立標準時間を、表Ⅱ-111 に示す。

表Ⅱ-111 専用機(HBU-141) 組立所要時間

組立作業区分		所要時間	
サブ組立	取付け具・工作台	256	693
	多軸箱・スライドユニット	240	
	穴明け治具	25	
	油圧装置	48	
	電気制御盤	124	
総組立	組立・電装	304	488
	運転試験	184	
塗装・梱包		178	
合計		1,359	

d) 組立作業場

組立作業場は専用機車間の中にあり、その広さと配置は前述の表Ⅱ-110と図Ⅱ-105に示したとおりである。

専用機を繋いで構成する、自動ラインの組立場には、5 m×18mの床定盤が敷設されている。

問題点

- a) 専用機は構造が大型となるため、所要の天井高さ・揚重能力・面積などによって組立場所の制約を受ける。また、調整・試験が長くなりがちである。
- b) オーダー毎に仕様が異なるため繰り返し作業を通じて習熟を図ることが難しい。また、組立期間中の負荷の変動が大きいのが、これを平準化することが難しく、即応的な配員管理を要する。

4.5.7 部品供給・運搬

現 状

組立作業場として、現在使用されている建屋の大きさと運搬設備は、表Ⅱ-112に示すとおりである。（組立作業区域のみ）

表Ⅱ-112 組立車間および専用機車間の大きさと運搬設備

項 目		専用機	組 立	塗 装	合 計	
建 屋	床面積 (組立用)	幅(南北)	17.76m	17.76m	54.00m	総面積 2,850.24㎡
		長さ	40.00m	84.00m	12.00m	
		面積	710.40㎡	1,491.84㎡	648.00㎡	
		高さ	12.54m	12.54m	10.40m	
運 搬 設 備	天井走行クレーン		5 Ton 10 Ton	5 Ton 5 Ton	5 Ton	5 台
	運搬台車		1 台	1 台	1 台	3 台

専用機車間では、スライドユニットと専用機の部品加工も担当しており、組立と機械加工が混在している。

組立車間での旋盤の組立作業場では、サブ組立場を設けている。前述の如く、20台前後のロットを全数並べて一斉に組立作業する方式のため、かなりの面積を占有している。

車間での組立作業における、重量物のハンドリングは、主に天井走行クレーンが使用されている。また、工場の棟間移動には、軌道式の運搬台車を使用する。

クレーン作業に用いる、ワイヤーロープは、毎月1回（土曜日）に点検をしている。

小物部品は、部品倉庫から生産計画に基づいて、一括払出しを受け、一旦工場内の部品倉庫に保管し、必要の都度生産調度員によって供給される。

大物部品は、大物部品車間から直接搬入される。また、専用機に組み込まれる切削工具類は、工具車間から搬入される。

在庫している旋盤の完成品の置き場がなく、組立車間および専用機車間内の外に、屋外・塗装場などが在庫品の保管場として利用されている。

問題点

- a) 生産調度科の部品倉庫との距離が離れていて、部品供給の効率が悪い。
- b) 組立前の部品の手入れ（バリ取り・面取り等）と洗浄が良くない。
- c) 製品完成後、発送までの製品仮置き場が不足している。
- d) サブ組立場が広く、分散して非効率である。組立の方式から改善する必要がある。

4.5.8 塗装・梱包

現状

塗装色は、標準色についてもペイントを調合し、色合わせしており、調合は塗装作業者の“勘”によっている。

塗装の方法は、エアガンを使用している。

塗装は全て、総組立・試運転完了の後で全面塗装している。

塗装室には、作業環境改善の為の環境設備が整備されている。しかし、いずれも故障中等の理由で、現在使用されていない。

- ・ベッド18台同時塗装可能な吸い込みダクト付専用台
- ・バフ磨きで発生する粉塵を除去するため、除塵装置1台

また、塗装ミストの集中吸引排気装置が2台設置されている。しかしながら、ロットサイズが大きく、工期が短く、かつ移動台が故障しているという理由で、現在使用されていない。

問題点

- a) 部品内部の塗装の前の手入れ（面取り・砂落とし）が不十分である。
- b) 軸受部をシールせずにユニットの塗装をしている。パテの粉がベアリングに侵入する。
- c) 塗装は全て、総組立・試運転完了の後で全面塗装している。部品段階での塗装を、もっと増やす必要がある。
- d) 作業環境改善の為の設備が、活用されていない。

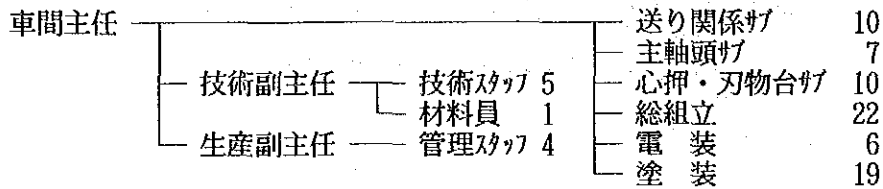
4.5.9 作業組織と構成人員

現状

1) 組立車間

組立車間は主任・副主任・スタッフを含めて総勢87名（1991年3月）である。

そのうち女子は20名である。組織と人員構成は次のとおりである。



図II-109 組立車間 組織図

表II-113 組立車間 職種別・経験年数別人数

職種名	3年以内	4～9年	10年以上	合計
組立	17	16	11	44
塗装	2	8	9	19
電装		1	4	5
修正加工		1	1	2
補助		3	2	5
合計	19	29	27	75

2) 専用機車間

専用機車間については〔4.4.7〕図II-92,表II-10 に記載した。

3) 勤務形態

原則として昼間勤務（交代なし）である。

問題点

- a) 専用機は1台毎に仕様が異なり、応用的な作業が求められるため、できるだけ経験豊富な作業員が望ましい。しかし実情はむしろ反対で、組立職33名の内経験3年以下の者が24名（73%）を占めている。それだけに指導・管理面の充実が重要である。

4.5.10 組立車間と専用機車間の日常的問題点

これまで既に指摘した問題点と重複する事項も有るが、現場を見て、組立車間と専用機車間に共通する日常的問題点を整理しておく。

(職場管理)

組立現場は、絶えず上流から持ち込まれる何らかのノイズによって、作業を混乱されている。例えば、

- ・組立中に突然発見される部品不良による日程の混乱
- ・前工程の遅れによる日程のしわ寄せと過大な負荷
- ・技能者の不注意による組立ミスの発生
- ・負荷の変動

(作業計画の指示)

- ・最終期日のみで、途中の詳細な組立日程が作成されていない。
- ・作業者に対して日割作業の詳細指示がない。
- ・途中の作業進捗が表示されていない。

(品質・技能)

- ・部品の洗浄が不足し、傷の有無を確認することをせずに組み込んでいる。
- ・洗浄油が汚れている。
- ・作業終了時、組立中の製品・洗浄後の部品に防塵カバーがされていない。
- ・回転部や摺動面に注油して組付けることが行われていない。
- ・重要な部分の組立でも、手袋をはめたままでやっている。

(安全)

- ・ハンドリング設備は無く、かなりの重量物も人手によって組み込み作業が行われている。

4.6 治工具製作

4.6.1 治工具の概要

現 状

1) 治工具の範囲

治工具に含まれるものは次のとおりである。

(1) 切削工具

・刃具（ドリル・バイト・エンドミル・正面フライス等）。ただし、刃先材料は購入する。

・保持具（中ぐりホルダー・コレットチャック等）。

(2) 取付け具

・中ぐり加工用・フライス加工用等各種の取付け具。

(3) 治 具

・穴明け治具（治具プレート・ガイドブッシュ等）。

(4) 測定具

・リミットゲージ類（プラグゲージ・幅ゲージ・テーパゲージ等）。

・テンプレート類（Rゲージ・角度ゲージ等）。

治工具の用途は次の2つに大別される。

i 自家用

ii 専用機の付属品として客先に納入

前者の場合の手配については〔4.1.5, 3〕に記載した。後者の場合も基本的に同様であるが、製品の一部として手配される点で異なる。

2) 要求品質

専用機に付属する治工具は、専門メーカーの製作品としての品質が求められる。

治具・取付け具は、通常それを用いて加工する部品の許容誤差の1/2以下が求められる。

測定具はそれで測定する部品の加工精度より1桁高いことが求められる。

このように、治工具の要求品質は他の車間の加工精度より一段高い。

4.6.2 製作設備と工程

現 状

1) 工具車間

治工具の製作と、自家用に供する治工具の整備は工具車間が担当している。

工具車間の建屋は次のとおりである。場所が他の車間から離れているため、連絡に不便さがある。

表Ⅱ-114 工具車間建屋の主要寸法とクレーン能力
(単位=m)

	長さ	幅	高さ	クレーン能力
工具車間	63.3	14.5	6.4	2×3Ton

2) 製作・整備用設備

工具車間が保有する設備は〔2.3.1〕に記載したとおり、治工具の製作用として工作機械17台・溶接機1台、切削工具の研磨用として研磨盤7台である。

工作機械は小型の汎用機である。

主な工具研磨設備は次のとおりである。

表Ⅱ-115 主要工具研磨設備

種 類	台数	型 式	対 象 工 具
万能工具研磨盤	3	M6025C 2台、M6025D	ピニオンカッター他
ホブ研磨盤	1	M64200, φ200	ホブ
ブローチ研磨盤	1	M61100, φ100	ブローチ
正面フライス研磨盤	1	M6565, φ650	正面フライス

切削工具の再研磨のため、工具車間以外に出先を9箇所設け、作業員を配置して現地で作業を行うか又は工具車間への取次を行っている。

3) 製作工程

治工具の製作工程には熱処理・加工・組立・仕上げ・検定などを含むために工程数が多くなる。その中で特に重要なのは、次の工程である。

(1) 切削工具

- ・刃先材料のろう付け・外径研削・刃付け研磨

・保持具の熱処理・研削・角度の精密割出し・精密中ぐり

(2) 治具および取付け具

・加工物の案内面の精密仕上げ・精密中ぐり
・ブッシュ類の焼入れ・焼戻し・精密研削
・完成品の検査・測定

(3) 測定具

・焼入れ・研削・ラッピング
・完成品の検査・測定

これらの重要工程の中で熱処理（調質・焼入れ・焼戻し）・精密中ぐりおよび完成品の検査・測定は工具車間に設備が無いのでできない。従って熱処理は鍛熱車間、精密中ぐりは専用機車間、完成品の検査・測定は品質検査科に依存している。

加工品の大きさに対して保有設備の容量が不足することも少なくない。この場合の加工は専用機車間で行っている。

工具車間で加工が可能な工程でも品質的に問題のある工程がある。

例えば、刃先に超硬材料をろう付けする工程で剝離・亀裂などの不良が多発する。肉厚の薄い焼入れブッシュの研削工程で歪みのために真円度が出ない。また研削工程全般に仕上げ面粗さが良くないなどである。

機械加工で達成できる精度が不足しているため、最終的にラッピング仕上げするなど手作業の比重が高くなっている。

また精密な治具・測定具の検査・測定は検査科の現有設備ではできないことがあり、武漢計量局などの外部機関に依頼している。

問題点

- a) 工程能力が不安定である。上述のとおり、ろう付け割れが多発、研削面の粗さあるいは幾何的精度が要求を満足しないなど。
- b) 完成した治工具の品質を保証できない。例えば、現有設備では再研磨した後のホブの歯形精度を測定することができない。完成した治具・取付け具あるいは測定具の精度を工場内で直ちに測定することが困難など。
- c) 工具車間の場所が離れているために物・情報の両面で流れの障害となっている。治工具の製作工程では鍛熱車間など他の車間との往復が必要であり、

切削工具の再研磨では歯車車間など工具を使用する車間との間の連絡が必要であるが、現状の場所では効率が悪い。

4.6.3 作業組織・人員構成および職場管理

現 状

工具車間は車間主任以下スタッフを含めて総勢49名である（1991年3月）。その内24名が女子である。

組織と人員構成は次のとおりである。

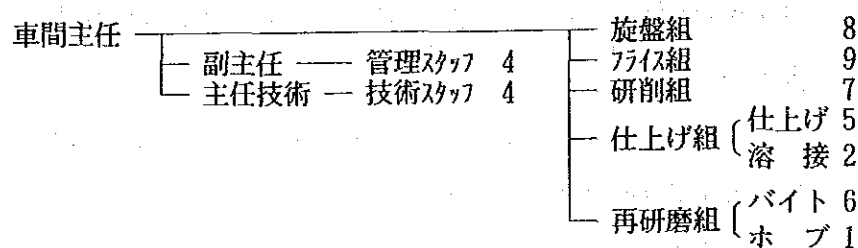


図 II - 110 工具車間 組織図

表 II - 116 工具車間 職種別・経験年数別人数

職種名	3年以内	4～9年	10年以上	合計
旋盤	10	3	2	15
フライ	2	4	3	9
二番取		1		1
研削	1	3	4	8
溶接	1		1	2
合計	14	11	10	35

注) 旋盤工の中には工具再研磨工を含む（日本側の推定）

交代勤務は行っていない。

問題点

工具の乾式研削あるいは溶接中の粉塵が衛生上の問題である。工場では除塵装置を設けてはいるが十分でない。

4.7 用役およびその他の補助設備

工場で使用される用役は、電力、水、圧縮空気、蒸気であるが、このうち蒸気は主に生活地区の使用に供し、また用水には余裕を持っている。

ここでは、生産に直接関連する電力と、圧縮空気を重点に現状を記す。

4.7.1 電力供給設備と供給の現状

現 状

1) 電力供給設備

電力供給設備（受配電設備）は、電力局からの買電用と自家発電用があり、それらの容量は次のとおりである。

・買電	10KV, 750KVA 変圧器	1基
	10KV, 315KVA 変圧器	1基
・自家発電	160KW ディーゼル発電機	2基

工場の配電系統は、750KVA 変圧器に接続する「関卓線」と、315KVA 変圧器に接続する「曹字線」の2系統である。「曹字線」は一類負荷線で停電は少ないが、「関卓線」は普通の給電線で停電が比較的多い。電力局の規定により、これら2系統を同時に使用することは禁じられていて、この2系統の間に連節装置を設けている。

停電の無い時は、750KVA 変圧器に接続する「関卓線」を、生産と照明電源に当てている。変圧器の定格容量は1082Aであるが、平時には最大約900Aに抑えている。しかしながら、生産と生活地区の所要電流は、1200Aである。

また、配電設備は設置後すでに17年を経過しており、故障が絶えず、修理に苦労している。また、無効電力は962varで設備の利用効率は100%の状態にあり供給能力に余裕の無いぎりぎりの状態にある。

自家発電設備も、設置後13年を経過していて、利用効率は50%に過ぎず、「関卓線」(750KVA)が停電の際に、「曹字線」(315KVA)へ切替えた時の不足分をカバーできないのが実情である。

2) 設備の電力容量

工場内の各車間および科の設備の電力容量は、表Ⅱ-117 に示すとおりでありその合計は 4,879.718 KW である。

表Ⅱ-117 設備の電力容量

車間・科	電力容量(KW)	車間・科	電力容量(KW)
鑄造車間	420.9	工具車間	207.1
鍛造・熱処理車間	1,162.0	機械修理車間	64.3
歯車車間	254.8	設備科	595.8
加工車間	500.1	品質検査科	10.8
大物部品車間	872.7	その他科・室	71.9
専用機車間	527.4		
組立車間	191.9	合計	4,879.7

3) 電力消費実績

1990年における工場全体の消費電力量は、1,774,922Kwhであり、各車間・科の月別電力使用量から使用状況を見ると、表Ⅱ-118 に示すような状況であった。

表Ⅱ-118 各車間・科の電力消費状況

部門	年間使用量		月当たり使用量		
	年間合計	使用比率	平均使用量	最大	最少
鑄造車間	111,288	6.3	9,274	16,968	1,200
鍛造車間	91,880	5.2	7,657	13,040	2,160
熱処理車間	126,880	7.1	10,573	18,120	4,680
高周波焼入れ	163,920	9.2	13,660	30,360	3,360
歯車車間	106,560	6.0	8,880	16,000	4,400
加工車間	125,600	7.1	10,467	16,240	3,840
大物部品車間	146,276	8.2	12,190	26,276	3,720
専用機車間	248,320	14.0	20,693	38,800	2,880
組立車間	57,840	3.3	4,820	6,000	2,520
塗装車間	20,160	1.1	1,680	5,920	240
工具車間	46,880	2.6	3,907	6,240	1,440
設備科	34,424	1.9	2,869	6,684	1,240
空気圧縮機	139,680	7.9	11,640	18,640	3,200
照明用	320,670	18.1	26,723	36,060	12,450
損失	34,544	1.9	2,879	4,746	1,176
工場全体	1,774,922	100.0	147,910	184,376	78,346

4) 電力事情

湖北省は水利資源に恵まれて、中華人民共和国の中でも電力事情の良い方であるが、武漢市は重工業を中心とした工業地帯であり、電力は不足してしばしば計画停電がある。特に、夏期に多い。

問題点

(1) 1日の稼働時間を8時間と見て、年間の消費電力量から、1日の平均使用電力を試算すると、

$$1,774,922 \text{ (kwh)} / (8 \times 25.5 \times 12) = 725.0 \text{ (kw)}$$

となり、通常使用する「関卓銭」(750KVA)の供給能力一杯を使用している。

年間で最大量使用した月で同様の試算をしてみると、

$$184,376 \text{ (kwh)} / (8 \times 25.5) = 903.8 \text{ (kw)}$$

が予測され、ピーク時には生産に影響が出ていることが判る。

また、表Ⅱ-119は、設備の利用度を電力使用量から試算したものであるが、非常に低い。電力供給が、逼迫した状態であることが判る。

表Ⅱ-119 設備利用率の試算

部 門	設備所要 電力容量	年 間 使 用 電 力			月 間 最 大 使 用 電 力		
		年間電力量	平均kw	利用率	最大電力量	平均kw	利用率
鑄造車間	258.3	111,288	26.0	10.1	16,968	47.5	18.4
鍛造車間		91,880	21.4		13,040	36.5	
熱処理車間	1,162.0	126,880	29.6	7.7	18,120	50.8	14.8
高周波焼入れ		163,920	38.3		30,360	85.0	
歯車車間	254.8	106,560	24.9	9.8	16,000	44.8	17.6
加工車間	500.1	125,600	29.3	5.9	16,240	45.5	9.1
大物部品車間	872.7	146,276	34.1	3.9	26,276	73.6	8.4
専用機車間	527.4	248,320	58.0	11.0	38,800	108.7	20.6
組立車間	191.9	57,840	13.5	9.5	6,000	16.8	17.4
塗装車間		20,160	4.7		5,920	16.6	
工具車間	207.1	46,880	10.9	5.3	6,240	17.5	8.5
設備科	595.8	34,424	8.0	1.3	6,684	18.7	3.1
空気圧縮機		139,680	32.6		18,640	52.2	
照明用		320,670	74.9		36,060	101.0	
損 失		34,544	8.1		4,746	13.3	
工場全体	4,879.7	1,774,922	414.3	8.5	184,376	516.5	10.6

注) ①平均kw: 1日の平均使用電力(kw)を次の式により試算したものである。

$$\text{年間平均電力 (kw)} = [\text{年間電力量 kwh}] / (14 \times 25.5 \times 12)$$

$$\text{月間平均電力 (kw)} = [\text{最大電力量 kwh}] / (14 \times 25.5)$$

②利用率: 設備の利用効率(%)を、次の式から試算したものである。

$$[\text{①で求めた平均電力 (kw)}] \times 100 / [\text{設備所要電力容量 (kw)}]$$

- (2) 各車間の使用電力量を見ると、表Ⅱ-②に示すように、使用量のばらつき（最も多い月と最も少ない時との使用量の差）が非常に大きい。生産の平準化の必要がある。受配電設備の増強とともに、解決すべき重要な課題である。

4.7.2 圧縮空気の供給設備と供給の現状

現 状

1) 圧縮空気の供給設備

現在の工場用圧縮空気の供給設備は、次のとおりである。

型 式 名	吐出量	吐出圧力	保有台数
31-10/8	10 m ³ /min	8 kg/m ²	1 台
V-6/8	6 m ³ /min	8 kg/m ²	3 台 (内 1 台は予備)

31-10/8 型圧縮機（1台）は、設置後4年で新しい圧縮機である。

一方、V-6/8 型圧縮機は、すでに老朽化し、3台中2台使用できない状態である。

通常は、主として31-10/8 型圧縮機（1台）とV-6/8 型圧縮機1台を連結して全工場の需要を賄っている。V-6/8 型圧縮機のもう1台は予備用で、交代で使用している。

供給系統は2系統に分け、1系統は鑄造車間へ、もう1系統は大物加工車間、組立車間、専用機車間へ供給している。

2) 供給の現状

圧縮空気の供給先は、鑄造車間の造型作業のエア-工具用、大物部品車間の部品加工における清掃作業、組立車間の塗装作業、専用機車間のマシニングセンター用である。

現状の供給量は不足の状況にあり、鑄造車間と塗装車間での不足は深刻で、鑄造車間を満足すれば、塗装は困難となり、マシニングセンターへは供給できなくなるのが現状である。

また、空気圧力は5～6 kg/m²迄しか上がらず、特に鑄造車間の造型作業では

圧力不足を感じている。要因は、電力供給事情によるものとしている。

問題点

(1) 工場エアーの供給不足が、生産に直接影響している。

今後、工場エアーを使用する生産設備の増設、ならびに組立作業におけるエアー工具の使用の拡大等が予測され、電力供給能力の増強と併せて空気圧縮機の増設を検討する必要がある。

4.7.3 給水設備

主として公共上水道に依存している。しかし断水があるため、工場内に井戸を設け、揚程72m、流量35m³/hのポンプで汲み上げて使用している。汲み上げた水は、給水塔に蓄え工場各所へ供給している。

給水系統は、3つのレベルになっており、第1レベルで生産用水と生活用水に分け、第2レベルで各車間等の部門へ、第3レベルで各部門の所属職場へ分配供給するようにしている。この各レベルで計量をしている。

年間の使用量は、公共上水から 285,300 Ton、自家水源によるものが40,000 Ton である。

現在、用水は、当工場の必要量を満足している。

4.7.4 空調設備

現有する空調設備は、12台で、そのうち7台は専用機車間の精密加工用の恒温温室に使用し、3台は分析計量室の恒温設備として使用している。残り2台は現在使用せず、保管している。

これら空調設備により、冷房・除湿と暖房・加湿を行って、恒温・恒湿に保っている。

5 作業環境の保護

現 状

5.1 作業環境の保護

作業環境の保護と改善は、安全とともに安全環境保護科が担当している。作業環境上、重点的に管理している個所と管理事項は、表Ⅱ-120 に示す通りである。

表Ⅱ-120 作業環境の重点管理点

部 門	管理項目	作 業 名	個 所	環境保護装置
歯 車 車 間	粉 塵	・歯車研削盤	3 台	集塵機設置
大物部品車間	粉 塵	・門型, ベッドウエイ研磨機	3 台	
専用機車間	粉 塵	・ベッドウエイ研磨機	1 台	集塵機設置
組 立 車 間	粉 塵	・Dovetail研磨盤 ・塗装前グラインダー作業	1 台 4 カ所	集塵機設置
	ベンゼン・メチルベンゼン キシレン	・噴霧塗装作業	3 カ所	ミストリッカー設置
工 具 車 間	珪 塵	・工具研磨盤	6 台	集塵機設置
	粉 塵	・二番とり旋盤	1 台	集塵機設置
	ヒューム	・電気溶接作業	1 台	
機械修理車間	ヒューム	・電気溶接作業	1 台	
	騒 音	・空気圧縮機 ・発電機	2 台 2 台	
鍛 熱 分 廠	電磁輻射	・高周波・中周波焼入れ装置	2 台	
	騒 音	・エアーハンマー	3 台	
	高 温	・加熱炉	1 台	
	ヒューム	・電気溶接作業	1 台	
鑄 造 分 廠	珪 塵	・砂処理設備, 粉炭供給設備 型ばらし作業 等	5 台	集塵装置設置
	ヒューム	・電気溶接作業	1 台	
	粉 塵	・木工用鉋	2 台	
行政基礎建設科	ヒューム	・電気溶接作業	1 台	

これらの管理個所については、定期的な計測を実施するとともに、安全管理の一環として、毎年改善目標をたて、改善事項、担当部門、担当者、完成期限を決めて改善活動が実施されている。

5.2 作業環境保護設備

作業環境保護の為の大型設備は、3台稼働している。そのうち2台は組立車間の塗装場で使用されており、1台は除塵、1台は塗装ミストの捕獲装置である。またもう1台は铸造車間の溶解炉の消煙と除塵の為に設置されている。

また、研削作業で発生する粉塵、珪塵の除去用として小型の集塵機を、それぞれの機械に設置している。

問題点

(1) 作業環境改善の努力は良く実施しており、環境も良く整備している。

しかし、铸造車間の型ばらし作業場や整品作業場は、まだ粉塵が多く改善を要する。

また、大物部品加工車間の大型研磨盤には、集塵機が設置されていない設備がある。さらに、溶接作業のヒュームについては、無防備である。

6 公害防止

現 状

6.1 公 害

公害については、大気汚染と水質汚濁の規制がある。

大気汚染については、すでに鑄造工場の生産量の規制を受けており、その規制の下で生産量の維持・拡大の為に、鑄造外注の拡大に努力している。

水質汚濁については、工場の排水処理設備を設置して排水の浄化を行っている。

6.2 公害防止設備

鑄造工場の排煙については、現在公害防止設備を有していない。

排水は、油水分離池（面積 30 m²）を設置し、表Ⅱ-121 に示す状態にまで処理して放水している。

表Ⅱ-121 排水の水質規制値と実測値

汚 濁 指 標	規 制 値	実 測 値
(1) 化学的酸素要求量 (COD)	<40 mg/t	35.2 mg/t
(2) PH値	6.5 ~ 7.5	6.98
(3) 油 分	< 5 mg/t	4.8 mg/t
(4) フェノール量	< 0.05 mg/t	0.02 mg/t

問題点

- (1) 景勝地東湖に放水する排水は、更に厳しい水質汚濁防止規制を受ける可能性がある。
- (2) 大気汚染防止の上から、すでに生産量の規制と増産設備投資の凍結を受けている鑄造については、鑄物品の確保の為に根本的な対策を要する状態にある。

第 III 編

近代化計画

第 III 編 近代化計画

1. 近代化計画の対象とその内容

湖北機械工場は、1995年を目標年度として、「自動車等製品の部品加工専用工作機械および自動生産ライン」とその「スライドユニット」の開発計画に基づき、生産能力の増強並びに製品品質の向上を目標として、工場近代化を図る計画である。

本近代化計画調査団は、この目標を前提として、湖北機械工場の調査を実施し、現状の把握と問題点の抽出を行い、第II編工場概況に記述した。

本編では、工場が対象としている製品・機種について、目標の生産能力と開発計画に基づく高精度の新製品の生産を可能とする、工場の近代化計画について記述する。

市場経済の導入が、急速に進行している現状に鑑み、第II編では、意図して企業の外部環境と工場の体質とのギャップを明らかにした。近代化計画に当たっては、特にこの点に注目し、「市場経済に対応していける、工場体質の確立」を近代化計画の基本方針として、工場体質の改革を提案することを目的にしている。

従来の計画経済下での企業運営とは異なり、国際市場における市場の要求と、変動する需要に対応していける、柔軟で、且つ活力のある体質作りが必要であり、生産管理、生産工程の根本的な革新に迫られている。

この体質作りに、まず組立工程における品質と日程の安定化を目標に掲げた。組立工程は、最も顧客に近く、最終の製品品質と納期を決定づける重要な工程であり、また、生産工程全般の品質と日程の問題点が、全て皺寄せとなっている工程であるからで、換言すれば、組立工程が混乱しないような生産の仕組みと管理の仕組みが、近代的な工場に求められる重要な要件である。

また、湖北機械工場が、中華人民共和国において、基幹産業たる工作機械メーカーとして、とりわけ自動車産業を中心とした専用機のサプライヤーとして重要な位置づけに有ることを念頭において計画した。

第III編に記述する近代化計画は、概ね次のとおりであるが、湖北機械の目標達成のために、「何をすべきか」を示すとともに、でき得る限り「如何にすべきか」についても提案することに意を用いた。

1) 生産管理面の近代化

1995年の生産計画に示された目標生産量を前提として、生産方式と日程・負荷管理の改善策を提案している。

また、工場が新しく開発する計画となっている新製品については、日本の経験を基にした目標精度を設定し、その品質を確保するための品質管理の仕組みを提案した。

設計管理においては、工作機械事業の中で、個別受注製品の典型である専用機の開発と設計業務をどう改善すべきかを提案している。

2) 生産工程面の近代化

生産工程では、組立工程を近代化の中心に据えて、生産工程全般の製造品質の安定化と、日程を確保できる生産方式を提案している。

生産工程は、生産の方式の改革と生産設備の近代化が必要であり、1995年の生産綱領に示された目標生産量と品質目標を前提として、

(1) 製造の方式

(2) 生産能力

(3) 品質向上の為のプロセスと生産設備、検査設備

の3つの観点から現状を分析、考察し、素形材部門、機械加工部門、組立・試運転部門の部門別に、改善策と提案している。

3) 生産能力面の近代化

工場の1995年の生産目標を達成するために、生産工程面の近代化で必要とする設備内容も織り込んで、設備投資計画を策定した。

4) 近代化への過程

本編に記述する近代化計画は、1992年から目標年度である1995年までの4年間の近代化へのマスタープランを提示した。

5) 近代化計画実施上の留意点

近代化計画を実施に移すにあたって、考慮すべき、あるいは近代化をより効果あらしめるために、手を打つべき事項を示した。

2. 近代化計画の構想

2.1 工場側の近代化構想

工場側の近代化構想は、次のとおりである。

2.1.1 基本構想

1) 新製品の開発

- (1) 精密で、フレキシブルな専用機の開発
- (2) 数値制御方式（NC）クロス・スライドユニットの開発
- (3) 交流サーボ方式スライドユニットの開発

2) 製品品質（性能、機能）の向上と改良

製品の精度と等級を向上し、新しい製品機種を開発する。

- (1) 専用機は、単体から自動ラインへ発展
- (2) 普通等級から、精密で、可変・フレキシブル型へ発展
- (3) 機械式スライドユニットは、精密級へ精度向上
- (4) 新型スライドユニット（動力伝動装置を含む）とNCスライドユニットの開発

3) 生産管理面の改善計画

- (1) コンピューターを採用して、設計と製造を支援する。（CAD/CAM）
- (2) 専業化協力体制を強化する。

4) その他の改善強化目標

- (1) 環境保護設備と「三廃処理」（水、大気、油の廃棄処理）の改造
- (2) 公共設備（水、電気、ガス）の改造

2.1.2 生産能力面の改造目標

- (1) 1995年の年間生産能力を1,950台とし、そのプロダクトミックスは、専用機150台、スライドユニット1,000台、旋盤800台とする。
- (2) 1991年～1995年の製品生産台数は、表Ⅲ-1に示すとおりとする。

表Ⅲ-1 1991年～1995年の製品生産計画 (台)

製品名	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
専用機	40	60	100	120	150
スライドユニット	260	340	600	780	1,000
旋盤	300	400	500	600	800
合計	600	800	1,200	1,500	1,950

2.1.3 近代化実現の為に必要な設備と設備投資

(1) 設備投資の基本構想

・治具中ぐり盤の増設	5～8台	・三次元測定器	1台
・ガイドウェイ研削盤	1～2台	・ガス浸炭炉	1台
・マシニングセンター	1台	・超音波焼入れ装置	1台

等の重要設備

(2) 必要投資額の予測

2,500万元～3,000万元

(3) 投資効果の概算

専用機とスライドユニットによる増加利益を、次のように見込む。

1991年	120万元	1994年	400万元
1992年	170万元	1995年	500万元
1993年	300万元		

2.1.4 近代化推進の為に考慮すべき条件

- (1) 投資額を確保し、年度計画に従って実施する。
- (2) 精密・可変・フレキシブル専用機に関し、設計、検査、制御の技術を導入する。
- (3) 先進的な生産管理技術および生産技術を推進する。

2.2 工場側の近代化構想に対する対処策

工場側から示された近代化構想は、近代化計画に当たっての与件と理解して、目標達成の為の方策を検討し、具体策を示すことにする。しかし、ここに示された目標については、一応考察を加え、必要な対処策について以下に記述しておく。

2.2.1 生産計画

今回の近代化計画は、中華人民共和国に於ける専用機の需要に応ずる為に、中華人民共和国機械電子工業部のバックアップを受けて、専用機の主要供給工場として、専用機設計技術の技術導入をも含めた、抜本的な専用機供給対策の一貫として実施に移されるものである。

従って、表Ⅲ-1に示された生産計画は、需要予測に基づいて策定されたもの

と理解している。しかし、生産量の裏付けとなる販売量を確保していく為には、顧客ニーズに適合した新製品の開発に、早急に着手する必要がある。

特に、近代化計画の対象製品となっている、スライドユニットと専用機は、現状の製品レベルから見て、新しい技術の導入が必要である。

2.2.2 利益計画

スライドユニットと専用機の拡販による見込み増加利益は、予想投資額に比べて少なすぎる。従って、次のような施策が必要である。

(1) 高付加価値製品の投入と新製品の開発

一つは、スライドユニット単体よりも専用機を、単体専用機よりも自動ライン等の高付加価値製品を受注する努力であり、もう一つは、顧客が要求する高機能、高精度の新製品開発である。

(2) 原価低減

徹底した原価低減によって、利益率を向上することである。設計の改善と生産性の向上により達成しなければならない。

2.2.3 製品品質の目標レベル

近代化計画構想における「新製品の開発と現製品の高精度化」には、達成すべき品質目標（精度の目標値）を明確にしておく必要がある。

しかし、湖北機械工場では未経験のものであることから、近代化計画に当たって目標とすべき製品精度の設定を、日本側へ委ねられた。

そこで、日本の経験と実績を基に、スライドユニット（テーブル幅 400mm）について、目標とすべき精度を、表Ⅲ-2に示すように設定した。ここに示した検査項目と検査方法は、日本のものである。また、許容値（目標値）は、出荷時の保証精度であり、日本の経験のよれば社内検査の合格基準は、許容値の70%を目標にしている。また、機械加工精度は、更に高精度を求められ、許容値の約50%が基準となっている。

また、表Ⅲ-2に示した現状の許容値は、湖北機械工場の検査記録表、および加工工程作業指導表に示された精度範囲を引用している。

従って、近代化計画における、加工および検査設備の選定には、これらの点を考慮して選択した。

表III-2 スライドユニットの精度目標

単位：mm

精度項目	測定方法	許容値(目標値)	現在の許容値
部品 単体 精度	スライドベースの下面に対する、摺動面上面の平行度と平面度	定盤上にスライドベースを置き、テストインジケータを摺動面の上面に当て、少なくとも4カ所測定して、その最大値	全面で ≤ 0.020 (加工精度)
	スライドベースの案内面の平行度	基準案内面にL型ブロックを乗せ、反対側案内面にテストインジケータを当てて移動し、読みの最大値を測定値とする	1,000 mmにつき ≤ 0.015 (加工精度)
	スライドベースの摺動面の上面と裏面との平行度	摺動面上基準で、裏摺動面にテストインジケータを当てて移動し、読みの最大値を測定値とする(左右スライド面とも)	1,000 mmにつき ≤ 0.015 (加工精度)
	スライドベースの摺動面の焼入れ硬度	摺動面の前後端面から、それぞれ15mmの4カ所を測定	HRC 55° 以上 HRC 45° ~50°
組合 せ 精 度	スライドユニットの高さ	定盤上に置き、フックゲージまたはバイトゲージとの比較測定	± 0.2
	スライドテーブル上面の平行度	定盤上に定置したテストインジケータをスライドテーブル上面に当て、少なくとも両端6カ所以上測定して、その最大値	全面にて ≤ 0.020 平面度 ≤ 0.032
	スライドベースの裏側摺動面とスライドテーブルの裏板との隙間	摺動面上基準で、テストインジケータをスライドテーブル上面に当て、テコでスライドテーブルの片側を持ち上げた時の、読みの最大値	スライドテーブル上面4カ所とも ≤ 0.020 (テコ長と荷重) 1000/50mm×50Kg
運 動 の 精 度	全ストロークで移動した時のテーブル上面の平行度	定盤上に定置したテストインジケータをスライドテーブル上面に当てて全ストローク往復運動させて、その読みの最大値	≤ 0.015 ≤ 0.017 (テーブル上に置いたストレートエッジ上面)
	全ストロークで移動した時の、摺動面の平行度	スライドテーブル上に定置したテストインジケータを、各摺動面に当て全ストローク往復運動させて、その読みの最大値	≤ 0.015 (スライドベース摺動面の上面、内側側面)
	スライドテーブルの前後運動の真直度	定置したストレートエッジの上面にテーブル上に定置したテストインジケータを当て、テーブルを移動させた時の読みの最大値	全ストロークにおいて ≤ 0.010
	スライドテーブルの前後運動の蛇行	定置したストレートエッジの側面にテーブル上に定置したテストインジケータを当て、テーブルを移動させた時の読みの最大値	全ストロークにおいて ≤ 0.010 ≤ 0.014
	スライドテーブルの停止精度	定置したテストインジケータをスライドテーブルの端面に当て、10回繰り返し停止位置を読み、その最大値を測定値とする	≤ 0.010 ≤ 0.030 (30回)

注) 組立後の精度測定は、ギブを締め付けトルク 35Kgf・cmで締め付けた状態で行う。

3. 近代化計画の重点課題

工場近代化計画に当たり、工場側から示された近代化目標と、現地調査によって把握した状況を分析・整理して、目標と現状のギャップ分析を行い、それを基にして近代化目標達成の為の「基本的な打ち手と具体的課題」を検討した。

表Ⅲ－3「工場近代化の方策」にその内容を示す。

第4章からの具体的な近代化計画は、この近代化の方策に基づいて計画したものである。

近代化の目標	問題点(ギャップ分析)	方 策	具体的な改善課題
<p>【製品品質のレベル】</p> <p>・専用工作機械と汎用エトに関し、以下の新製品開発を実現するための生産体制(生産工程、生産管理)を確立する。</p> <p>(a)精密、可変、汎用な専用工作機械を開発する</p> <p>(b)単体専用工作機械から、自動ラインへ発展させる</p> <p>(c)汎用スライドエトは精密化し、交流サーボ・スライドエト、およびNCクロス・スライドエトを開発する</p>	<p>〔鑄造〕①鑄物性状のばらつきが大きく、廃品率が16%に達する。 ②高・中周波焼入れの品質が安定しない。(硬度に“むら”がある)</p> <p>〔熱処理〕③切削工具(手研磨)や加工方法が不適切で、仕上げ面に“びびり”や“むしれ”が有る</p> <p>〔機械加工〕④部品の完成度が低い。(加工精度が低く、組立工程で手入れ、追加加工、現物合わせ) ⑤加工完成品に打ち疵や錆が多い。 ⑥加工精度を確保するための、工法、工順の工夫が不足している。 ⑦設備の精度維持が不十分である。</p> <p>〔歯車加工〕⑧一般に歯形精度が悪い。 ⑨高精度、かつ重要な歯車を外注している。 ⑩ヘリカル歯車の加工技術、検査設備が無い。</p> <p>〔組立〕⑪高精度を要する重要ユニットの清浄度が悪い。組立作業環境や取扱い方法が悪い。 ⑫現物合わせが常套化し、品質に“むら”がある。 ⑬組立完成、試運転後の解体、再組立が見られる。</p> <p>〔運転試験〕⑭試運転、試験の結果が、工程改善へフィードバックされていない。技術の積み上げが低い。</p> <p>〔品質管理〕⑮検査中心(結果管理)で、プロセス管理が甘く、工程の改善に繋がっていない。 ⑯品質不具合の発生時、事後処理だけで再発防止対策がとられていない。</p> <p>〔設計管理〕⑰専用機設計の技術力が低い。</p> <p>〔職場管理〕⑱作業者の品質意識、改善意欲が低い。 ⑲罰則制度の為に、作業者に強い不信感が見られ、改善への協力が得にくい。 ⑳作業中心で、製品、部品を取りまとめる意識が低い。 ㉑3年未満の新人作業者が、34%を占める。専用機車間は機械62%、組立68%である。</p>	<p>〔基本とする考え方〕</p> <p>(1) 組立方式を改善し、「組立を中心とした、生産方式と管理システムの確立」を図る。</p> <p>(2) 組立を、品質、日程面でバックアップする為に、部品加工工程の品質向上、日程管理の改善を図る。</p> <p>〔生産方式〕</p> <p>(1) 部品中心、ユニット中心の生産形態に改め、ライン化を拡大する。</p> <p>(2) 「小ロット・順送り生産方式」に改める</p> <p>〔生産計画、日程管理〕</p> <p>(3) 「組立計画基準の日程計画」にする</p> <p>(4) 進捗管理を導入、強化する。</p>	<p>①原材料の管理と操業方法を改善 ②焼入れ条件と作業方法の改善 ③工具と加工方法の改善 ④工法と設備の改善 ⑤防錆処理、取扱方法、容器の改善 ⑥工法、工順の改善 ⑦構成修理、設備更新の計画的実施 ⑧設備取扱方法と歯切り工具の改善 ⑨設備精度の向上と加工法の改善 ⑩検査設備の新設 ⑪サブ組立場の作業環境の整備 ⑫部品精度向上と工法の改善 ⑬部品精度の向上と検査制度の改善 ⑭品質を工程で作り込む方式へ転換 ⑮歯車加工と歯車組立の接近 ⑯責任追求中心を改め、原因追求 ⑰再発防止対策の仕組み作り ⑱専用機技術の導入、派遣研修 ⑲製品知識教育、改善制度の強化 ⑳責任追求を廃止、改善を重視 ㉑GTグループ化と製品知識教育 ㉒OJT教育の強化、方針の採用</p>
<p>【生産能力のレベル】</p> <p>・生産能力は1995年に目標に合計1950台/年とし、</p> <p>(a)旋盤 800台/年</p> <p>(b)専用工作機械 150台/年</p> <p>(c)汎用スライドエト 1,000台/年</p> <p>を生産できる能力にする</p> <p>・コンピュータ支援により、設計および製造を補佐する体制を確立する。</p> <p>・専門化を図る。</p>	<p>〔鑄造〕①生産量を1500Ton/月に制約を受け、外注の拡大が必要である。 ②エア供給不足で、整品作業の作業能率に支障をきたしている。</p> <p>〔鍛造〕③レイアウトが悪く、非能率である。</p> <p>〔熱処理〕④レイアウトが悪く、非能率である。</p> <p>〔機械加工〕⑤工作機械と作業員が不足する。(1995年に、能率向上を見込まない場合) 旋盤 34台、ヤムル 5台、ルナー 7台、フライス盤 22台、スリッパ 1台、研削盤 13台、中ぐり盤 6台 不足 作業員 総計 697名(含む、歯車)が不足する。</p> <p>⑥機械配置、班構成がジョブ型形態であり、バリエーションが多く、日程管理が煩雑である。 ⑦製品機種により車間が区分されていて、設備の融通がしにくい。 ⑧NCマシニングセンター稼働率が低い。 ⑨平削り盤、形削り盤に依存し、高能率のフライス加工が採用されていない。 ⑩標準時間の精度が低い。 ⑪加工条件が低い。若年作業者の教育、訓練が不足している。 ⑫切削工具、切削技術の新技術導入が遅れていて、加工能率が低い。 ⑬切削工具の再研磨が、作業による手研ぎで、能率、品質の低下要因になっている。</p> <p>〔歯車加工〕⑭製品高精度化に伴い、高精度歯車加工設備の不足が予測される。</p> <p>〔組立〕⑮大ロットの一斉組立(よーい、ドン!)方式で、荷変動が大きく、非能率である。 ⑯サブ組立と総組立は分離されているが、組立手順の細分化と専門化がされていない。 ⑰一人の作業者が受け持つ作業工程が長い為に、習熟が遅く、個人差が出やすい。</p> <p>〔設計管理〕⑱専用機の設計技術力が低い。また、新製品設計の人員が不足している。 ⑲標準設計のメリットが生かされていない。</p> <p>〔生産計画〕⑳大ロット生産のため、荷変動が大きい。かつ、工期が長い。 ㉑生販在計画の展開が早い為、製品在庫が多い。</p> <p>〔日程管理〕㉒日程計画が粗く、スケジュールが不明確で小日程が車間任せの為、工程間の整合性に欠ける。 ㉓ネットワーク方式であるため、機種全体の日程調整、荷調整が出来ない。</p> <p>〔運搬管理〕㉔仕掛り部品の保管の活性度が低く、積替え、バリエーションの無駄が多い。</p> <p>〔進捗管理〕㉕バケツリレー方式の管理のため、物のバリエーションや事務作業が多い。 ㉖帳票が単機能で、転記が多い。</p> <p>〔原価管理〕㉗標準原価と実績の差異分析が不十分で、原価責任が不明確である。</p>	<p>(5) 管理項目を削減、帳票類の機能の一元化を図り、転記作業を無くす。</p> <p>(6) 工場内物流・運搬方式を改善する。</p> <p>〔品質管理〕</p> <p>(7) 加工工程での部品精度と完成度を高める。</p> <p>(8) 完成品精度検査、試運転結果が、製品の改良に結びつく仕組みを確立する。</p> <p>(9) 再発防止対策の仕組みを確立する。</p> <p>(10) 品質向上の為に設備を投入する。</p> <p>〔生産能力増強〕</p> <p>(11) 設備と人員の増強を図る。</p> <p>〔職場管理〕</p> <p>(12) 結果管理からプロセスの管理へ変更</p> <p>〔教育・スキルアップ〕</p> <p>(13) 新技術の導入と、従業員の教育・訓練を強化する。</p>	<p>①内外作の見直しと外注拡大 ②作業平準化と小型コックパ 設置 ③レイアウト見直し、変更 ④レイアウト見直し、変更 ⑤改善による能率向上を織り込み、必要設備の増設と、人員増強</p> <p>⑥GTライン化、部品別班編成 ⑦対象部品の類似性によりライン化 ⑧NCプログラマー、オペレーターの育成、強化 ⑨工法の見直し、TAフライス工具採用 ⑩標準時間制度の見直し ⑪工具改善と技能訓練の強化 ⑫新工具、新加工法の導入 ⑬スローアウェイ工具化 ⑭工法の転換と設備増強 ⑮定置式タクト組立方式の採用 ⑯ASCによる組立作業の専門化 ⑰タクト方式採用に伴い作業細分化 ⑱専用機技術の導入と要員増強 ⑲編集設計方式の導入 ⑳小ロット順送り生産方式の採用 ㉑小ロット見込み生産方式の採用 ㉒組立日程基準のスケジュール管理の採用 ㉓ガントチャートの採用 ㉔バリエーションの採用、中間支庫の廃止 ㉕小ロット化による仕掛り削減 ㉖帳票機能の拡大、複写機の採用 ㉗原価管理方式の改善 ⑳電算機導入の土壌整備</p>

4. 生産管理面の近代化

4.1 組織の機能面の改善

工場の組織は、工場が果たすべき機能に対して、担当すべき職務を設計して、それに組織を当てはめて行くべきもので、流動的に組織を改革することによって、工場の活性化を図っていくものである。

国情の違いや、工場運営のシステムの違いもあって、組織と機能については、特にその組織の面からの改善案を提示することは、極めて困難でもあり、慎重を期さなければならない。

しかし、生産活動の活性化という視点から、現在の各部門の機能を診たとき、工場の近代化に欠かせない、要改善事項が見られる。

当工場は、近代化計画で目標とする生産量と、品質を達成する為の生産設備は、概ね保有している。しかし、それを生かしていくのは、結局は人であり、人の面から組織と機能を見直して見る必要がある。

企業に於いて、従業員の素質や人数もさることながら、寧ろ各従業員一人一人が自分の能力を充分に発揮し、成長し、また集団の中でその力を発揮し、そして集団として成長していくと言う発展の仕組みが、企業内に作用してこそ企業に活力が生まれる。

湖北機械工場の場合、組織体制と機構は、近代化に際して変更を必要とするものは見当たらない。しかし、運営面で見ると、各組織と階層には、お互いの業務範囲と責任に固執するあまり、業務の遂行上相互に壁の存在を感じ取ることができる。工場の近代化に当たり、人員の増強や業務遂行能力（含む、技術力や技能）の向上とともに、組織と階層が相互に連携と融和を図り、組織の活力を醸成することこそ重要な課題である。

このような観点から、生産活動と業務の遂行面から、業務区分と機能の改正を、次のとおり取りまとめ提案する。

(1) TQC事務室と品質検査科の役割

両科室の共通の役割は、製品品質の保証と向上である。品質検査課は、製品自体の品質を保証し、TQC事務室は、製品の品質を保証して行くための体制や仕組みを適合させていくことが、両科室の本来の役割である。従って、両科室は、目的を一つにし、お互いに協力関係にななければならない。

このような認識の基に、TQC事務室と品質検査科は、一人の指導者の統制下に置くことが望ましく、出来得れば新たな品質保証部門として統合することを提案する。

ちなみに、日本では、品質保証部がこれらの機能を担っている。

念のため付言しておけば、品質保証部門は直接生産に従事していないのであって、製品品質の向上には、生産に直接関係する科・車間の業務や作業、あるいは生産工程を審査し、改善を提案し、その実行を働き掛け、実務に協力していく役割を果たしていかなければならない。

(2) 工程設計と標準時間見積り機能の統合

現在の標準時間は、「定額工時」の名の通り、作業者のノルマとして奨励給の査定基準の意味合いが強い。

本来、標準時間は、日程の計画や統制、製造原価の見積りや原価低減、工程・工法の改善等の基準として活用されるべきであって、工法の改善によって変更されるべきものである。したがって、標準時間の見積りは、工程や工法と深く関連する製造技術の一部であり、技術的色彩の強い業務である。

このような見方に基づけば、現在労働人事科が担当している標準時間見積り業務は、工芸科へ移管して、工法設定業務と密接な連携を取れるように、統合するのが適当である。

そのことによって、標準時間の精度が向上し、日程管理や原価予測の精度が向上し、生産工程の改善が促進される。

一方これが、現状の奨励給査定基準としての機能を損なうことにはならない。

(3) 製品機種による設計科の分割

今回の近代化において、専用機と汎用ユニットの増産が見込まれている。

特に、専用機は個別受注品であり、客先からの引き合いの都度、仕様決定や価格の見積りから設計までの業務が発生する。標準仕様の旋盤とは、根本的に設計業務の内容と手順が異なっている。

今後、この性格の異なる機種を、一つの設計科で担当し続けることは、事業の発展の支障になると思える。少なくとも2つの設計科に分割し、専門化を図ることが望ましい。

一つの科は、旋盤の開発設計と量産機の改造を担当せしめる。他の一つの科は専用機設計の科とし、内部を2つのグループに分けて、第1のグループは、汎用ユニットの開発設計と改良を担当し、第2のグループは、専用機の仕様検討、価格見積り、設計を担当することを提案する。

(4) 工芸科について

現在、工芸科は、設計科と共に総工程師の管理の下に在り、他には見られない当工場の組織上の特徴である。

工芸科の担当業務内容から見れば、一方で、製造各車間との関連が疎遠になる危惧が有るものの、専用機の開発や設計面からは、逆にこれが強みとも言える。

組織を変更する必要はなく、設計部門と製造部門との相互の技術移転と、専用機設計に必要な製造技術のノウハウ蓄積に関し、その要としての重責を果たして行くべきである。

(5) 車間機能の強化

これまで述べた中では、製品そのものの専門技術者の所在が不明確である。

つまり、車間においては、部品の加工や組立固有の専門技術は、現状の体制で支障は無い。しかし、製品の要求する技術は、製品それぞれに異なっており、製品に精通した技術者の必要性を、無視することはできない。この種の技術者の存在が、製品の品質とコストに大きな影響力を持っている。

特に現在、専用機については未だ未熟で、今後新しい技術の導入が図られると予測される。設計科や工芸科だけでなく、製造車間においても製品を取りまとめていく専門技術者の育成と配置が必要である。

4.2 新製品の研究・開発

4.2.1 工場内の組織及び体制の強化

1) 改善の考え方

今後、当工場を中国国内有数の専用工作機械専門工場として特化していくための課題の一つは、技術開発力の強化である。

現在、当工場は独立した研究開発職制がないため、先取的な独自要素技術の開発に遅れを取る可能性はあるものの、西独シェル社の技術を導入、発展させ新製品へ展開する実力は高く評価出来る。

工作機械製品に関する技術は、先進国ではある程度成熟した要素技術の組み合わせの段階にあり、人をかければ革新的な技術を発明・開発できるという環境には無い。

従って、独立した技術研究所を設立し、専門技術者を集中し、新技術開発を狙うよりも、むしろ海外の先進技術を導入し、応用技術の強化・発展を狙い、並行して技術開発力を養成することが得策である。

このような観点から、改善は工場内の現在の開発体制を大きく変更せずに実施できるものでなければならない。

2) 改善策

a) 設計者の業務範囲・責任範囲の見直し

現在、設計者は機種別に割当てられ、技術的課題の解決から図面の素描まで一連の業務を担当している。

エンジニア級の専門技術者が2%しか在籍しない現実を考慮すれば、比較的単純な設計業務（例えば「標準部品の選定」「部品目録の作成」「図面の素描」「車間図面庫での青図修正」等）は、設計科内に専門グループ（作業班）を設置、集中的に処理、高級技術者に余力を生み出し、新製品開発へ振り向けることを提案する。

b) 工場内人員の設計科への再配置と技術力の強化

工場全体の人員規模は、国営企業としての枠組みがあり、増員できないとしても、工場内での人員再配置は是非実施すべきである。

特に、「車間の若年労働者を設計業務に抜擢する」「同様に、工芸業務に抜擢し、代わりに工芸科要員を設計科へ再配置する」等の思い切った人員再配置の実施を提案する。

特に、a)で抽出した設計の補助的業務を担当させる要員は、車間の労働者の再配置を前提に強化を図ることが必要である。

いずれも、車間労働者には徹底した職種転換教育と実際の業務を通じた訓練 (OJT : On the Job Training)が必要であり、愛情ある人材の育成を期待したい。

c) 設計科の試験研究目論見と開発費用の確保

当工場の開発課題の多くは、客先からの受注製品に直結したものであり、総工務師事務室から下達 (トップダウン Top-down)される方式になっている。

この方式では、設計科が開発に受け身になり易く、技術上の独創的発想が生まれにくい。

従って、設計科自ら将来的な研究課題を設定させ、工場が開発費用を提供する仕組みが必要である。

資金の確保や権限委譲の範囲に問題はあると考えられるが、設計科への動機付け (Motivation) の観点から、制度化と予算枠の確保を提案する。

この場合、設計人件費に加えて、資材費、車間人件費等、全ての費用について設計科が責任を持ち、管理することは言うまでも無い。

4.2.2 技術導入による開発力の強化

1) 改善の考え方

当工場で成功した西独シェル社からの技術導入に関する契約形態は、図面の有償支給（一括買い取り）であった。

図面だけの供与は、供与元では生産しなくなった比較的古い技術の提供に限られる場合が多い。

しかし、通常の技術導入（供与）契約の形態は、実施工場に於ける独占的、又は非独占的製造権の獲得（許可）であり、製造した製品を供与元に納入することを前提として技術指導を受ける場合が多い。

また、供与元への納入条件が付かない場合でも、製品銘板に供与元の企業名や製品型式を刻印することを条件とする場合が多い。

従って、供与元は自社の信用の観点から、供与先の製造技術力、特に完成品の品質予想に関して、厳しい審査を行うことが一般的である。

この難関を突破できれば、製造技術力に応じて、かなり高度な技術の範囲まで供与を受けることができる。

このように、技術導入では、設計・開発力よりも製造技術力の方が重要視される場合が多いことに留意すべきである。

2) 推進の方法

技術導入の前に品質・安全・車間環境等を含む総合的な製造技術力を高める必要があるため、最新の製品技術を導入できるまでには、若干の時間がかかると予想される。

従って、西独シェル社との契約（図面の一括買い取り）方式の技術導入を増やすことから出発し、応用新製品の開発を進めながら、さらに高度な技術の獲得を目指すことを提案する。

具体的な技術項目の選択は、工場の今後の製品展開計画に従うことになるが、当工場にとっては、数値制御（Numerical Control）機構に関する要素技術（製品技術）の導入が不可欠となろう。

4.2.3 新製品開発に於ける品質保証体制

当工場の品質保証（管理）体制は、図Ⅱ-31「品質管理体系図」に示された通り、総工務師事務室が中心となり、開発各段階での関係職制による品質検証手順が確立している。

しかし、専用工作機械の実質的な開発期間を考慮すれば、この手順通りの厳密な検証・審議は難しく、設計科・工芸科に対し、技術事項決定の権限が大幅に委譲されていると判断される。

即ち、新製品開発段階での品質保証体制の強化とは、各科の自主的な品質検証活動を強化することであると言える。

また、スライエットや旋盤機械などの標準化された汎用製品の量産体制から、客先要求による個別製品生産体制への移行期では、計画仕様に対する検証手段を設計段階で確立しておき、試作以降の混乱を防止することが重要である。

4.3 設計管理

4.3.1 設計体制の改善

1) 改善の考え方

4.2「新製品の研究・開発」項では、設計の補助的業務を集中的に処理する作業班を設計科内に設置し、専門技術者が技術開発に専念できる体制を作ること提案した。

一方、設計作業では、一般的に基本計画業務よりも製図を含む補助的業務の方が時間比率が高い場合が多い。

従って、設計管理の改善は補助的業務、特に製図業務に狙いを絞って実施することが効率的である。

組織体制・業務の流れ・図面を含む技術資料の取扱い等については、国家標準として制度化されている部分が多いと考えられるが、実施できる所から少しずつ改善していくことを期待したい。

2) 具体的な改善策

a) 製図業務の効率化と重複排除

製図業務は、設計科が鉛筆書きした素描図面を総工務室事務室直属の製図組が墨入れ仕上げする仕組みになっている。

複写機技術が進歩した今日では、墨入れ原図を取り扱う必要性は低いと考えられるため、墨入れ工程の廃止と製図組織の再編成を提言する。

b) 完成図面登録（档案）制度の簡素化

完成図面を含む技術資料を第三者の立場で厳重に管理する図面登録制度は、技術に対する責任の明確化や機密保護の観点から理解できる。

しかし、新製品や客先要求に基づいて設計する専用工作機械では、試作機が完成した時、又は客先に製品を引き渡す時まで、設計作業が継続するため、早い時期での資料管理室への登録は意味が無いものになる。

また、登録済み図面の貸出手続きが厳重すぎると、図面が適時適切に更改されない可能性が強く、また、類似製品の設計に過去の図面が簡単に流用できない等の問題が発生する。

従って、現在の資料管理室とは別に、一時保管庫を設置し、仕掛り中の図面・技術資料を自由に閲覧・借り出しできる体制を作ることを提言する。

尚、現在の資料管理室は技術資料の長期保管庫と位置づけ、原図のマイクロフィルム(Micro Film)化による小規模化や検索情報の整備を推進することを推奨する。

c) 設計日程管理の改善（出図管理の改善）

現在、設計日程は、前出の図Ⅱ-15・16に示したネットワーク(Network)方式で計画されており、同方式に対する問題点は 3.1.5項で述べた通りである。

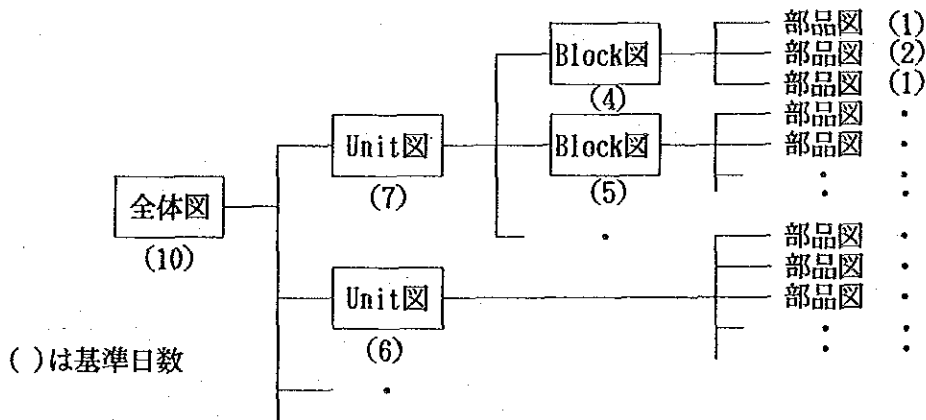
実際の設計作業では、各種の図面が並行的に作成される場合が多く、また、製造車間は図面一式が揃わなくとも作業に着手出来ることが多い。

特に、短納期が要求され易い専用工作機械では、設計部門と製造部門の柔軟な生産体制の実現が不可欠である。

この意味から、設計日程計画は、並行可能な作業が目視できるよう、また、図面単位に作業の遅れ進みが把握できるよう立案する必要がある。

この方法として、次の改善項目を提言する。

① 図面体系の細分化と基準日程の制定

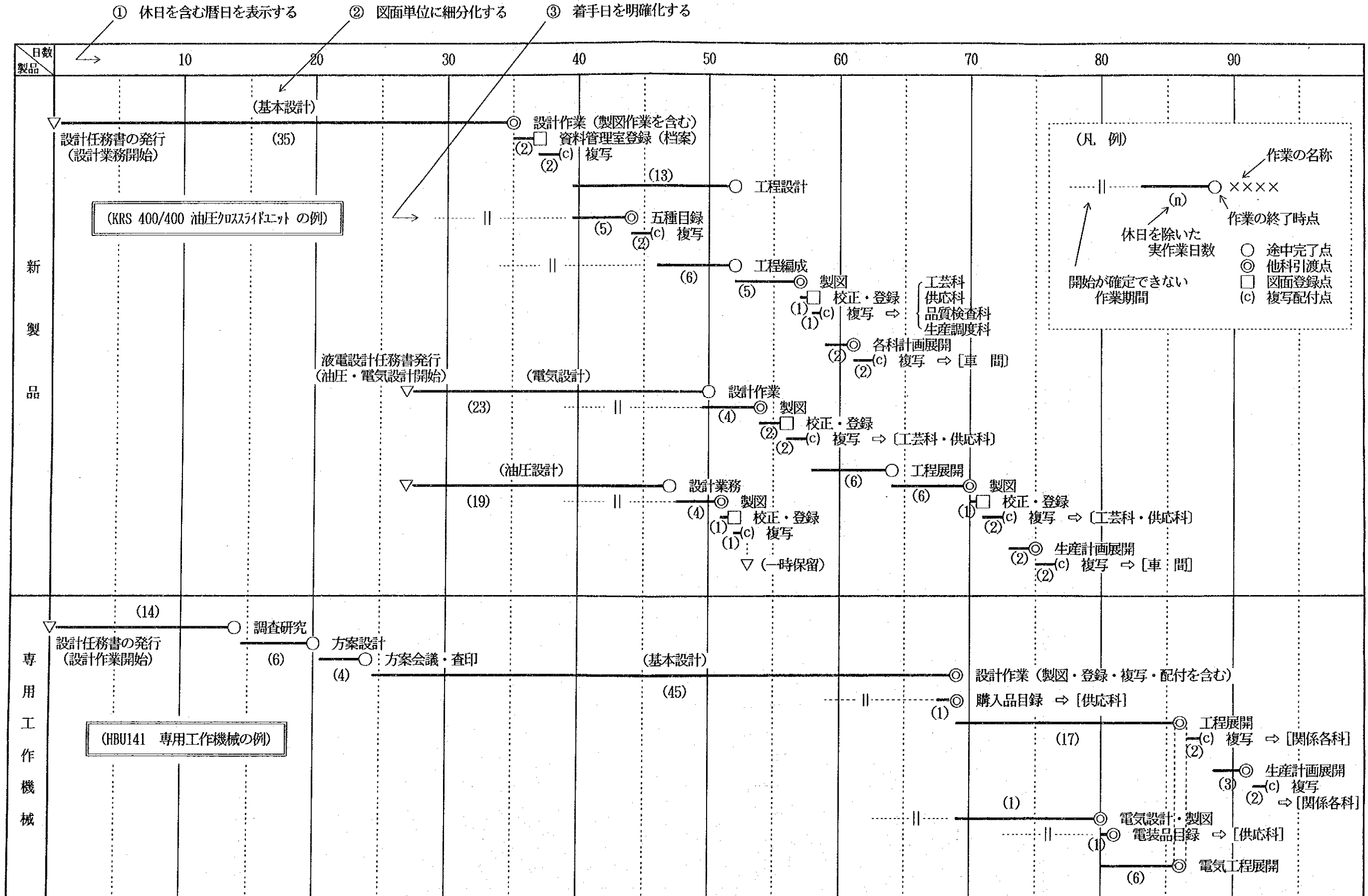


② 設計日程表の線表 (Bar-chart)表示

現在の設計日程表を線表表示に書換え、作業の着手日と完了日を明示する。

図Ⅲ-1 に現在の Network図を線表表示に変更した例を示す。

また、同線表を基に、上記の図面単位に細分化し、出図計画線表や図Ⅲ-2 に示す設計管理用の諸帳票を展開する。



図III-1 新製品開発・専用機設計の日程線表 (ネットワーク日程表から展開)

(作成日 年月日)		図面管理表(出図管理表)										査印
図面番号	変更番号	図面名称		出図日		承認日		発行日		重量	担当者	
				予定	実績	備考	予定	実績	備考			予定

(作成日 年月日)		設計時間管理表										査印
図面番号	変更番号	図面名称		発行日		基本設計時間		製図時間		サイズ	枚数	AI判換算枚数
				予定	実績	備考	予定	実績	予定			

(作成日 年月日)		客先承認図管理表										査印
図面番号	変更番号	図面名称		承認図提出日		承認・返却日		客先図面番号		備考		
				予定	実績	備考	予定	実績	備考			

図三-2 設計日程管理用の各種帳票

4.3.2 CADによる設計手順の改善

1) 改善の考え方

設計業務におけるコンピュータは、電気/電子産業・造船/原動機産業・自動車工業など、あらゆる産業分野で積極的に活用されている。

しかし、工作機械工業では、設計者のノウハウ(Know-how)や勘と経験が重要視され易く、総合的なコンピュータシステム化の段階までには至っていない。

先進的な工作機械工業の設計部門では、下記表Ⅲ-4 に示す業務にコンピュータが部分的に活用されている。

表Ⅲ-4 設計業務でのコンピュータ活用分野

(凡 例) ◎: 活用大 ○: 部分活用 △: 開発中

	適用業務	実用度
C A E	基本計画図(総合図)の自動製図	△
	設計計算要素(諸元)の自動生成	△
	静的・動的・熱的特性の計算	○
	計算結果の3次元モデル表示	△
C A D	詳細図面データの自動生成	△
	sub-unit組立図の作画(対話型)	△
	部品図の作画(対話型)	◎
	部品表(目録)の自動作成	◎
	原価予測情報の生成	△
C A M	工程設計の自動化	△
	部品加工用NCデータの自動生成	○
	部品加工用NCデータの生成(対話型)	◎
	部品加工軌跡の検証	△

C A E : Computer Aided Engineering
 C A D : Computer Aided Design
 C A M : Computer Aided Manufacturing

当工場の設計部門でのコンピュータ利用を考える場合、情報処理技術者の不足を考慮し、ソフトウェア(Software)が完成品で提供され、操作が簡単な製図用CADシステムから出発し、徐々に高度な情報処理システムに進むことを提案する。

2) 具体的な改善策

a) CADシステムの処理手順と準備作業

現在行われている工作機械の自動製図の主な方式は、編集設計方式を利用した2次元図面の作成である。

図Ⅲ-3に、^{gear box}歯車箱を例にした製図システムの利用手順を示す。

この方式では、歯車箱(ユニット)を構成する主軸系(サブユニット)の組立図を分析し、製図に必要な機能要素を抽出するという事前作業が必要になる。

例えば、主軸台サブユニットでは、軸受装置・安全装置・動力伝達機構・密封装置等、6つの機能要素で、全体の約70%の部分が構成できる。

(西独企業での例では、約400枚の工作機械の組立図から6,800の機能要素を抽出している。)

さらに、機能要素は複数のサブパーツ(sub-parts: 数個の部品が集合して一つの機能を持つもの)に分解し、各サブパーツと個々の部品の連結関係(link-chain)を明確化する。

その上で、個々の部品の形状データ(2次元座標情報)と連結情報をコンピュータに登録する。

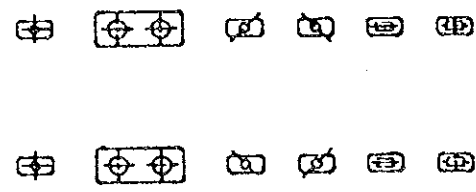
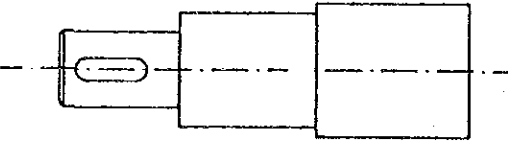
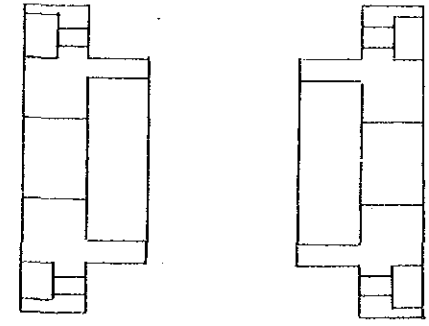
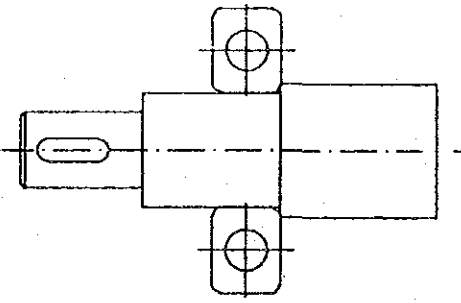
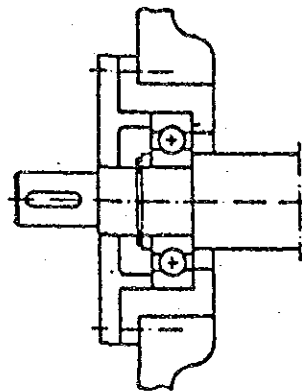
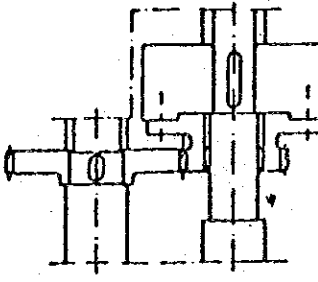
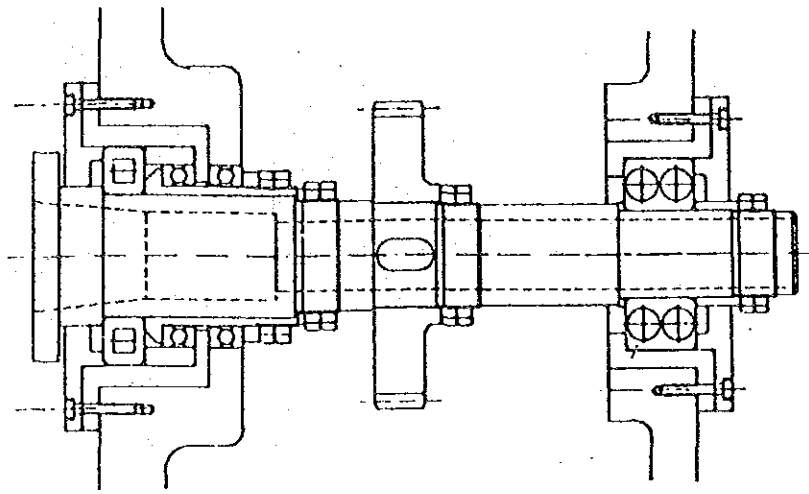
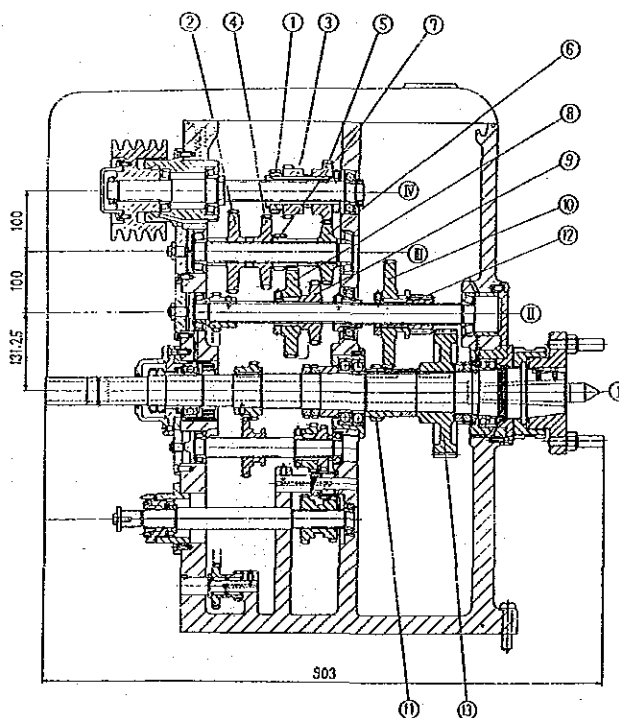
このようにして登録されたデータを、グラフィックディスプレイ(図形表示)機能をもったコンピュータ端末機、又は独立した小型コンピュータと対話しながら編集し、最終結果をプロッター(plotter:自動製図機)で作画・製図する。

その他の準備作業として、各種製図記号や注記文字の標準化と登録、各種登録データの呼び出し用メニュー(menu)の定義などが必要である。

また、個々の部品データには、部品名・材質等の属性を付加して登録しておけば、部品表等の管理帳票を出力することもできる。

尚、データの登録様式、属性の定義方法、メニューの作り方、作図用の基本的機能(線要素の書き方)等は後述する汎用CADソフトウェアの規定に従ったものになる。

当工場では、部品の標準化は完成された状態にあり、上記の一連の分析作業は、時間をかければ比較的簡単に終了できると考えられる。

部品形状の選択と定義	複数部品の組合せ定義	機能要素 (module) の形成	完成図面の編集
<p>(標準化部品の選択・定義)</p>  <p>—穴形状の選択—</p>  <p>—軸部品の定義—</p>  <p>—軸受部品の定義—</p>	 <p>—軸受の位置決め—</p>	 <p>—軸受機構の設計—</p>  <p>—動力伝達機構の設計—</p>	 <p>—主軸系部分の組立図—</p>  <p>—全体計画図—</p>

図III-3 CADによる図面編集の手順と歯車箱設計事例

b) ソフトウェアの選択

製図業務を中心としたCADシステムを支援する汎用的なソフトウェアが数多く市販されている。

従来のCADシステムは、中～大型コンピュータとそのグラフィック端末機で処理されてきたが、電子技術の発展により、最近では安価で小型の独立したコンピュータを使用することが主流となってきた。

例えば、米国 ロッキード社が開発し IBM社が販売している「CADAM」システムは、IBM社の PS/55 (日本の商品名) ^{personal-computer} パーソナルコンピュータ 向きに移植され、「micro-CADAM」としても利用できるし、仏国ダウ社¹の「CATIA」システムは、RS6000 ^{engineering-workstation} エンジニアリングワークステーション (POWBR-STATION) でも利用できるようになった。

その他、コンピュータカーやソフトウェア開発販売会社が各種のターキーシステム (turn-key system: ソフトウェアとハードウェアを導入すれば即使用できるシステム) を多数販売しているし、大企業では自社の製品に適した独自のシステムを開発・使用している。

ターキー CAD システムは、プリント基盤設計用・電気回路設計用・フラット配管設計用・金型設計用・機械加工部品設計用等、対象となる製品によって線画記号、作画方法、属性定義方法等に特徴があり、正しい選択が必要である。

また、通常は基本的なソフトウェアを購入し、使用者側がカスタマイズ (customize: 部分修正や機能追加) するので、使用者側にコンピュータの専門家が若干必要である。

当工場の場合、先ず、機械加工部品に的を絞って、ターキーシステムを導入し、部分的に試行しながら実力を養成していく方法を推奨する。

汎用ターキーシステムとしては、比較的完成度が高く、中国国内向けの支援が得易い「micro-CADAM」システムを前提として改善策を提案する。

尚、表Ⅲ-5 に参考として日本国内の機械・金型工業分野で導入されているパーソナルコンピュータ向け CADシステムを紹介する。

価格は、基本ソフトウェアのみで 100万円～ 150万円 (廉価版は 5万円～15万円)、オプション(option) 機能ソフトウェアは 50万円～ 100万円 (いずれも 1台当たり価格) である。

表III-5 日本の機械・金型工業で使用されている代表的なパーソナルコンピュータCADシステム (点数は5点満点の実績評価)

製品名	開発企業		特徴・その他	機能		性能			その他	
	会社名	国名		使い易さ 製図機能	操作性	信頼性 処理速度	software 信頼性	hardware 信頼性	customize 容易性	after- service
MICRO-CADAM	CADAM SYSTEM	米国	<ul style="list-style-type: none"> 汎用大型コンピュータ用 CADAM とテークの互換性を持つ本格的システム。・上位システムへの移行容易。・NC 有。 MS-DOS 版・OS/2 版有り。・IBM PS/55 機種向け。 	3.63	3.52	2.95	3.80	3.71	2.74	3.08
Auto CAD	Autodesk	米国	<ul style="list-style-type: none"> マクロ命令やコンピュータ言語を備え customize 機能に優れる。販社が対象製品向き機能を付加し販売。 欧米では圧倒的な share。・PS/55, UNIX, BWS 向け。 	3.34	3.38	2.58	3.75	3.68	3.45	2.73
CADUPER	フナボル	日本	<ul style="list-style-type: none"> 日本製パソコン CAD の代表製品の一つ。1990 年日本 SOFTWARE PRODUCTS OF YEAR 受賞。リアルタイム機能に優れる。・日本電気 PC98 系機種中心。 	3.79	3.92	3.38	3.79	3.65	3.57	3.55
CADPAC	アインオートメーション	日本	<ul style="list-style-type: none"> 日本製パソコン CAD の代表製品の一つ。応答性や命令のきめ細かさにも優れる。高速性が特徴。 日本電気 PC98 系機種向け。 	3.74	3.78	3.78	3.16	3.35	2.59	2.73
GMM	日立製作所	日本	<ul style="list-style-type: none"> 日本製パソコン CAD の代表製品の一つ。メニューとマクロ命令を活用して自社業務向けに customize 容易。・MS-DOS 版, OS/2 版有り。・日立機種向け。 	3.18	3.38	2.94	3.33	3.46	2.80	2.79
Generic CADD	Generic Software	米国	<ul style="list-style-type: none"> auto-CAD の 80% の機能を持つ低価格システム。米国では良く売れている。・MS-DOS 系の各種パソコンで使用可能。 	3.20	3.07	2.73	3.42	3.67	1.92	3.42
PC-CAD	大家システム研究所	日本	<ul style="list-style-type: none"> グラフィック・メニューで操作できるパソコン CAD。複数のメニューをネットワーク接続できる点が特徴。グラフィック・メニューが準備されている。・日本電気 PC98 系機種向け。 	2.83	3.83	2.42	3.30	3.40	2.89	3.56
CANDY	フナキ	日本	<ul style="list-style-type: none"> 元はお絵描きソフトとして売出した低価格システム。設計仕様書や簡単な図面作成用として活用。 日本電気 PC98 系機種向け。 	2.56	3.11	2.22	3.81	3.63	3.31	3.19

c) ハードウェアの選択

(i) 機種

製図を中心としたCADシステムの主流は、パーソナルコンピュータ（パソコン）やエンジニアリングワークステーション（EWS）に移りつつある。

この理由は、機器が安価であることに加えて、限定された適用分野から出発し、対象分野の拡大に従って機器を増設し通信網で接続する、即ち、段階的な投資が可能と言う点であり、当工場のCADを推進していく上で理想的な機器であるといえる。

また、パソコン自身を制御するオペティングシステム(OS)はMS-DOSからOS/2への移行時期にはあるものの、いずれも米国 micro-soft 社・IBM 社の製品であり、これが世界の主流として確定した感がある。

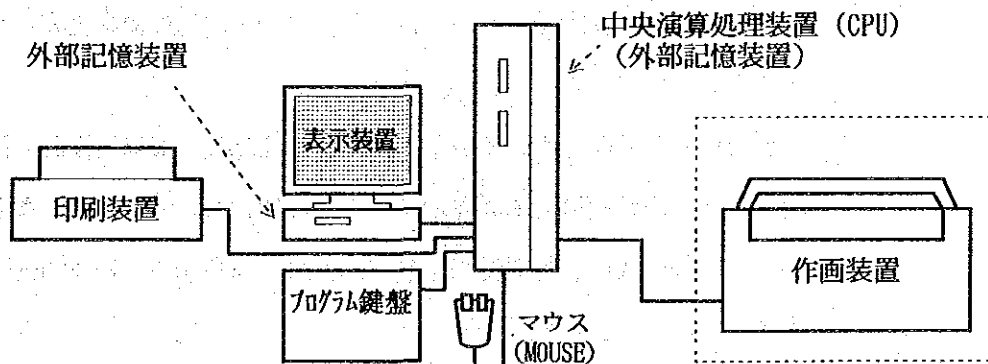
一方、EWSのOSはUNIX系であるが、各社によって仕様に相違があり、世界的な標準化には至っていない。

EWSのこのような状況では、CADソフトウェアのみを開発するメーカーや弱小ハードウェアメーカーが推奨する機種は将来性や拡張性に不安が残る。

従って、当工場へ提案するシステムは、パソコン・EWSのオペティングシステムの世界的な標準化に対して影響力を持ち、汎用大型コンピュータを生産し上位機種への発展が容易なIBM社のパソコンを前提とした機種構成としたい。

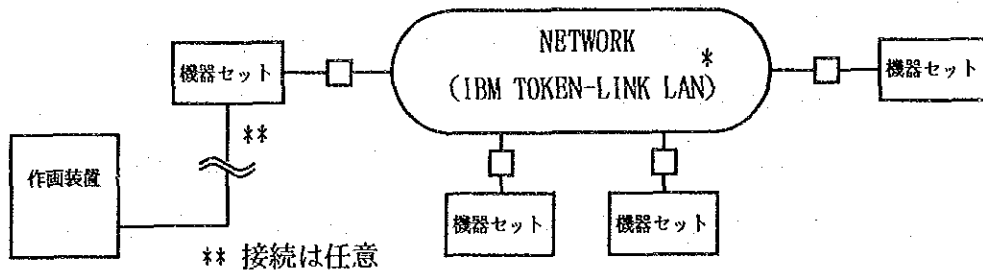
(ii) 機器構成

パソコンCADに使用されているハードウェアの基本構成は、パソコン本体(CPU)に外部記憶装置(HARDDISK)・表示装置(DISPLAY)・印刷装置(PRINTER)・作画装置(PLOTTER)・プログラム鍵盤機構・その他を接続したものである。



パソコンの場合、CPU と表示装置が1対1の関係になるため、業務量が増加すると、作画装置を除く全ての機器を一式（セット）増設することになる。

また、複数のセットを使用する場合、通信制御機能でお互いを接続（network化）し、データや作画装置を共用する仕組みにする。



* IBM社の NETWORKシステム (LAN : Local Area Network)

(iii) データ量/業務量とシステムの規模

表III-6 に「CA6140型普通旋盤機械」の部品点数と図面枚数を示す。

同機種種の「部品種」は約 1,200種、図面枚数は「総合図」約30種、「部品図」は約 700種である。

部品の内、汎用標準部品は約 450種、他は当機種専用部品、購入部品であるが、当機種のような汎用製品では、ほぼ 100%が標準化された部品を使用している。

従って、汎用製品（普通旋盤と汎用スライドエット）の CAD化では、初期の段階で「標準化した部品図」の登録（コンピュータでの部品図形定義）作業と部品図の出力は発生するものの、日常の製図作業は殆ど発生しない。

即ち、生産高が増加しても CADコンピュータの使用量は殆ど変化しない。

一方、専用工作機械については、全体の70~90%に標準化済み部品が採用されている。

新機種として開発される専用工作機械の部品数・部品図枚数・総合図の枚数は普通旋盤機械の約40%増と考え、CAD化した場合の「未標準化部品図」の製図枚数は、1機種当たり $700 \text{枚} \times 1.4 \times 0.3 = \text{約 } 300 \text{枚}$ と仮定する。

また、総合図は全て新規に製図するとし、約40枚と仮定する。

表III-6 旋盤CA6140 (専用・標準・共用) 部品総合明細表

注: 資料管理室登録目録から抜粋
行別合計不一致は無視

部品番号	部品名称		専用部品		当機種汎用部品		他機種汎用部品		標準部品		購入部品		総計		図面・明細書件数		部品重量 (kg)	備考	
	種類	件数	種類	件数	種類	件数	種類	件数	種類	件数	種類	件数	種類	件数	総合図	部品図			明細書
00		全体図(構成図)													2				
01		ベ	39	63					23	60	2	2	61	122				908	
		1000	38	63					23	63	2	2	61	125	1	65	13	988	
		1500	38	64					23	70	2	2	61	133				1,138	
		2000	38	73					23	87	2	2	63	162				1,488	
02		主軸台 (床頭)	109	243					127	272	19	30	323	541	2	190	19	445	
03		心押台-リスト(床尾)	28	30					22	33	1	1	51	64	1	28	5	92	
04		刃物台 (刀架)	23	30					23	38			46	68	1	23	4	26	
05		在後台/枠 (床枕)	38	46	2	2			30	76			68	121	1	36	7	96	
06		溜板	129	145	6	10			113	212	10	44	260	414	5	131	15	110	
07		送り装置 (進級)	116	145	2	3			62	147	9	22	190	315	3	121	12	98	
08		ギヤボックス (掛輪)	17	17					7	10			22	25	1	16	3	16	
09		取付具/チャック (卡接盤)	3	3					3	17	1	1	7	21	2	3	4	42	
10		取付具/その他 (中心深選り刀架)	18	45					10	22			28	67	2	18	3	29	
13		工具							13	13	1	1	14	14			3	9	
14		冷却装置	6	6					12	17	1	1	19	24	1	8	4	4	
15		電動装置	52	64	1	1			44	85	3	6	94	147	1	53	8	45	
16		電気系統	25	20					48	180	27	43	95	245	3	22	10	90	
総		750	665	839	11	16			440	1182	69	151	1,185	2,190				2,010	
		1000	665	839	11	16			440	1185	69	151	1,185	2,191				2,191	
		1500	665	840	11	16			440	1192	69	151	1,185	2,199	26	714	110	2,240	
計		2000	667	852	11	16			440	1209	69	151	1,187	2,228				2,590	

操作に習熟し、類似製品データの流用が可能になった段階でのパソコン1台当たりの機械部品関係の製図可能枚数は、概ね次のようになる。

部品図 15枚/日

総合図 2枚/日

従って、1台の専用工作機を設計する期間（実働約90日）の内、CADによる製図期間は「部品図」20日間、「総合図」20日間、余裕期間10日間、合計50日間となる。

即ち、理想的には、パソコン1台当たり年間5製品程度の製図能力を見込むことができる。（習熟後の活用目標としては、これ以上を設定する必要がある。）

表Ⅲ-7 に1995年迄の生産計画を示す。

この計画によると、CAD化の対象となる専用機（組合機械）の生産量は、以下のようになっている。

年 度	1991	1992	1993	1994	1995
生産台数	40	60	100	120	150

1992年から1993年は、システムのcustomize と操作の習熟、標準部品データの登録期間とし、生産高とは無関係に2台のパソコンCAD で対応する。

（本格的な活用は1994年以降とし計画する。）

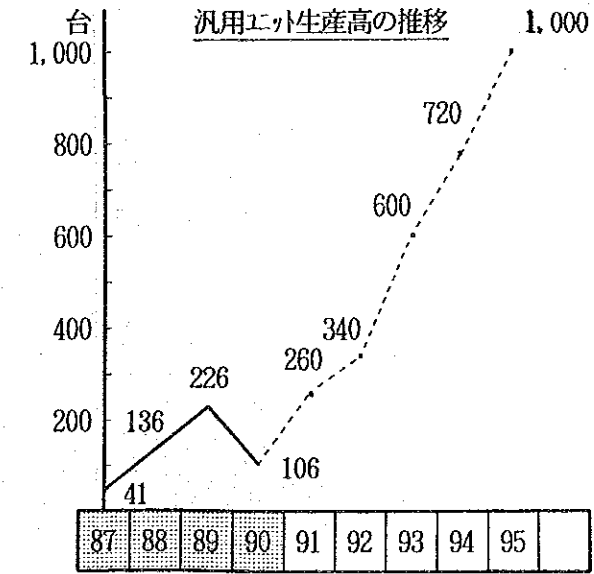
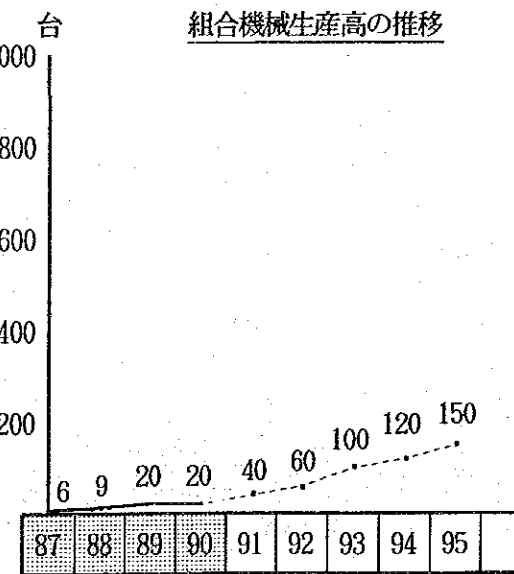
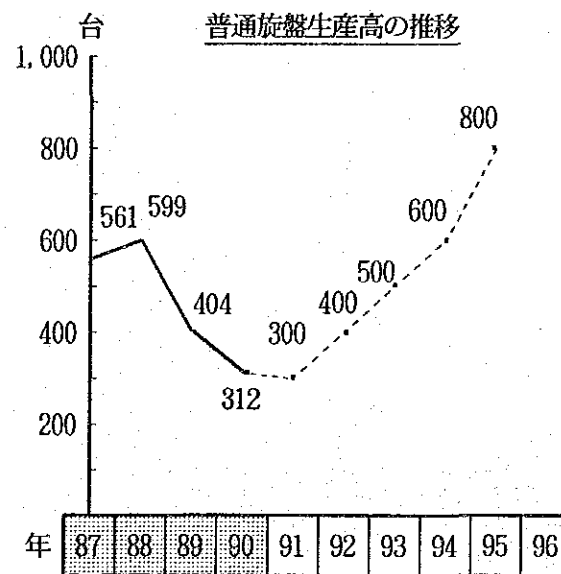
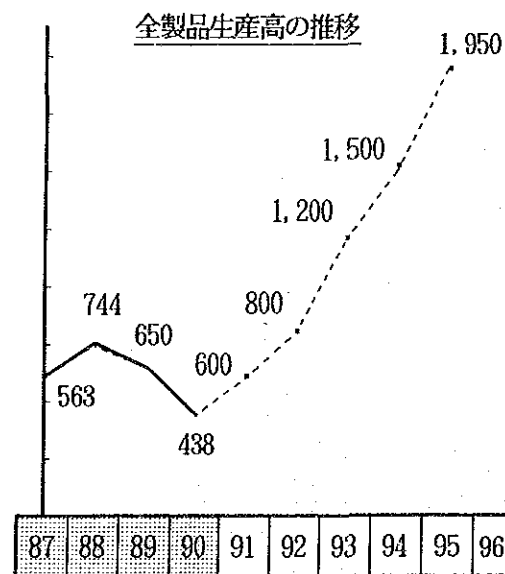
生産台数の内、CAD化製図を要する新機種製品の比率は、若干多めに20%と想定し、1994年は約25機種、1995年は約30機種と仮定する。

以上により、年度毎に必要なパソコンの台数は以下のようになる。

	計画期間	事前準備期間		実施期間	
年 度	1991	1992	1993	1994	1995
パソコン台数	—	2	2	5	6

表III-7. 1987年~1995年 生産・売上実績と事業計画

製品名称	1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995	
	生産量 販売量	売上高	利潤	生産量 販売量	売上高	利潤	生産量 販売量	売上高	利潤	生産量 販売量	売上高	利潤	生産量 販売量	売上高	利潤	生産量 販売量	売上高	利潤
	台	万元	万元	台	万元	万元	台	万元	万元	台	万元	万元	台	万元	万元	台	万元	万元
製品合計	608 563	1,145		744 800	1,468		650 481	1,360		438 536	1,482		600 120+α	800 170+α	1,200 300+α	1,500 400+α	1,950 520+α	
内、金属切削機械	567 545	1,124		608 665	1,295		424 296	1,028		332 433	1,277		340 120	460 170	600 300	720 400	950 520	
内、普通旋盤	561 534	936		599 661	1,253		404 271	668		312 415	957		300	400	500	600	800	
内、専用機(組合机床)	6 11	188		9 4	42		20 25	360		20 18	320		40	60	100	120	150	
内、汎用動力部品	41 18	21		136 135	173		226 185	332		106 103	205		260 α	340 α	600 α	780 α	1,000 α	
内、HJ系列普通滑台	35 18	21		10 31	20		94 33	33		28 25	30							
内、SEMC精密滑台	6 0	0		126 104	154		132 152	299		78 78	176							



(iv) システム価格の見積り

表Ⅲ-8 に機器、及びソフトウェアの購入価格（見積価格）を示す。

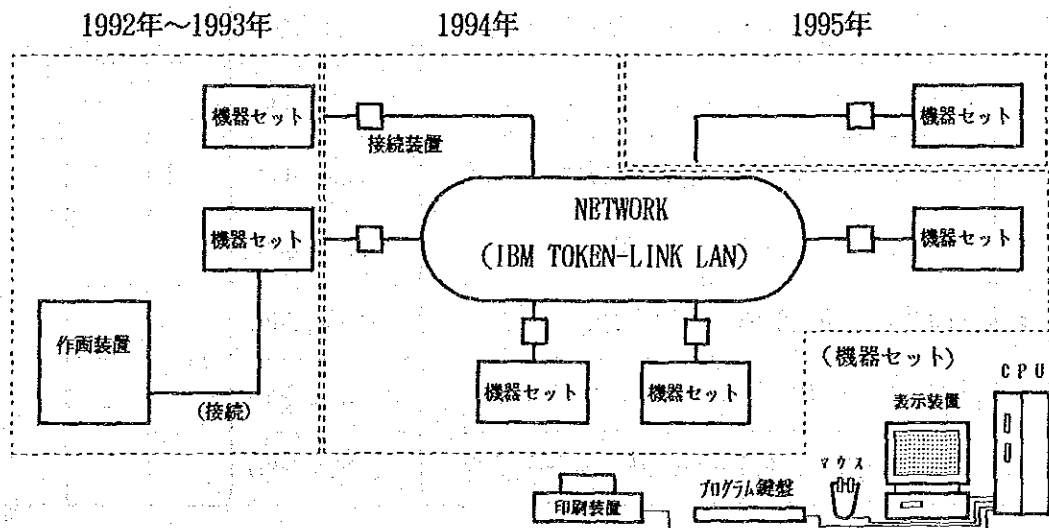
これによると、1992年から1995年迄の投資額は以下のようなになる。

単位：千円

年 度	計画期間	事前準備期間		実施期間	
	1991	1992	1993	1994	1995
発生費用	—	14,621. ⁶		20,427. ⁴	6,583. ⁸
累計費用	—	14,621. ⁶		35,049. ⁰	41,632. ⁸

〔前提条件〕

- ・ 機器（hardware）は、1992年～1993年は独立したパソコンCAD 2セット、1994年以降に増設しネットワーク接続する。
- ・ パソコン機種は、中国国内で 1991.7.1 現在入手可能なものとする。
- ・ 湖北省武漢市の電力事情を考慮し、停電対策として各CPU には無停電電源装置を付設する。
- ・ 空調／電源／回線工事費・設備費・器具備品費等の付帯費用は除く。
- ・ ソフトウェアは、パソコン本体に必要なオペティングシステムと若干の言語処理ソフトウェア及び CADの基本ソフトウェアのみとし、市販されているoptionソフトウェアは含まない。（optionソフトウェアの購入／ソフトウェアのcustomize費用は基本的な機器及びソフトウェアの購入合計費用と同額程度と言われている。）



表Ⅲ-8 パーソナルコンピュータ・その他機器・ソフトウェア価格見積り表(1)

名 称		単 価	導入時期・数量		
			1993	1994	1995
パ ー ソ ナ ル コ ン ピ ュ ー タ 本 体	IBM PS/55 モデル5551V28(64KB キヤッシュメモリ付き)	1,225,000	2	3(2)	1
	80387/25MHz 数値演算プロセッサ (option)	300,000	2	3	1
	4MB システム・ボード 記憶拡張キット (option)	160,000	2	3(2)	1
	キーボード (鍵盤)	43,000	2	3(2)	1
	マウス	18,000	2	3(2)	1
	16インチ カラー ディスプレー (表示装置)	370,000	2	3(2)	1
	ワイヤードット プリンター (印刷装置)	265,000	2	3(2)	1
	印刷装置ケーブル (2.4m)	5,000	2	3(2)	1
	自動給紙機構	85,000	2	3(2)	1
	プログラム 鍵盤機構 (micro CADAM 用)	ソフトウェアに付随	2	3	1
ネ ッ ト ワ ー ク	トークン・リンク・ネットワーク 16/4 アダプター/A	142,000		5	1
	多手順通信アダプター	66,000		5	1
	非同期TTLアダプター	40,000		5	1
	トークン・リンク・ネットワーク アダプター ケーブル	11,000		5	1
	トークン・リンク・ネットワーク 同軸回線 (及び工事費)	(別 途)		1	
そ の 他 の 機 器	簡易無停電電源装置 (サンケン電気㈱ 5分間用)	39,800	2	3(2)	1
	自動製図機 (プロッター) 鉛筆/ペン書き A0版	1,900,000	1		
	(例1) 武藤工業㈱ XP-600	(1,900,000)			
	(例2) 岩崎通信㈱ SR-7010	(1,980,000)			
	(例3) ㈱ ミヤマ エンジニアリング MX-10P II	(1,600,000)			
	(例4) 横河ヒューレットパッカド 静電プロッター C1627A	(5,774,000)			

表III-8 パーソナルコンピュータ・その他機器・ソフトウェア価格見積り表(2)

名 称		単 価	導入時期・数量			
			1993	1994	1995	
ソ フ ト ウ ェ ア	共通ソフト	日本語 DOS/BASIC K3.4	40,000	2	3(2)	1
		拡張辞書(文節変換用)(option)	30,000	2	3(2)	1
		連文節辞書(option)	160,000	2	3(2)	1
		C言語(IBM C/2*32 version J1.1)	110,000	2	3(2)	1
		Graphics Base Library	35,000	2	3	1
C A D	micro CADAM 基本モジュール	1,300,000	2	3	1	
	"	フロッピー サポート	200,000	2	3	1
	"	ディスク サポート	50,000	2	3	1
	"	カー サポート	100,000	2	3	1
C A M	micro CADAM 図形インターフェイス	300,000	2	3	1	
	"	NCモジュール	1,000,000	2	3	1
	"	NCポストプロセッサ モジュール	500,000	2	3	1
ネットワーク ソフトウェア MS-NETWORKS*12		25,000		5	1	
生 産 管 理 用	Lotus 1-2-3(表計算・グラフ作成用ソフト)	98,000		(2)		
	d-BASE III(data-base ソフト)	268,000		(2)		
	Personal Editor(プログラム開発用編集ソフト)	25,000	2	(2)		

- (注) 1. 上記ハードウェア/ソフトウェアは、全て日本語仕様を基準にしている。
 2. 上記ハードウェア/ソフトウェアの中国国内での販売の可否・中国語版の有無、価格等は、各メーカーへの確認が必要である。
 3. ()は、生産調度科・供給科に設置する生産管理用 パーソナルコンピュータ向けで、導入時期は、1994年と仮定している。
 4. Lotus 1-2-3 は、米国 Lotus Development社の商品名。
 d-BASE IIIは、米国 ASHTON TATE社の商品名。
 Personal Editor は、米国 IBM社の商品名。

4.3.3 CAMによる生産設計の改善

1) 基本的な考え方

当工場の近代化計画では、数値制御加工機械の増設が不可欠であり、また、専用工作機械の多品種生産を狙いとしており、生産設計部門では、現在以上にNCデータ の量産に対して考慮を払う必要がある。

本項では、生産設計へのコンピュータの活用について紹介する。

一般的に、コンピュータを利用して NC データ を作成するシステムは CAM システム と呼ばれている。

また、それらのデータを副次的に活用して、機械加工時間の把握や工具計画 (Tool Schedule) の立案など、生産技術的業務を効率化することも CAM システム の範疇に含まれている。

コンピュータを利用して NC データ を作成する方法は、大別すると次のようになる。

- ① 専用の機器とソフトウェアを使用する方法(カーキシステム) --- FANUC/PG
- ② 汎用CADシステムと汎用CAMシステムを使用する方法 --- micro CADAM/NC
- ③ 専用CADシステムと専用CAMシステムを使用する方法 --- 自家製システム
- ④ 汎用NC言語を使用する方法 --- APT/EXAPT 言語

上記①～④は、使用する機器・ソフトウェア・定義方法等は異なるものの、いずれも、部品の形状と加工条件を入力情報とし、各工作機械に適した数値制御データ (cutter path data) を出力するシステムである。

上記は、コンピュータの発展の経緯に追従して、④から①へと発展しているが、部品形状の特殊性や加工の複雑性から③・④を使用している企業も多い。

特に、④は古典的なシステムではあるが、CAM システム の基本的事項を備えており、一度は学習しなければならないシステムである。

また、③は、造船や原動機など、製品性能計算と CAD システム を同時に扱うような製品に適している方法である。

従って、当工場のように、短期間にNCシステム技術を習得する場合は、① カーキシステム、又は ② CAD/CAM汎用システムの導入を推奨する。

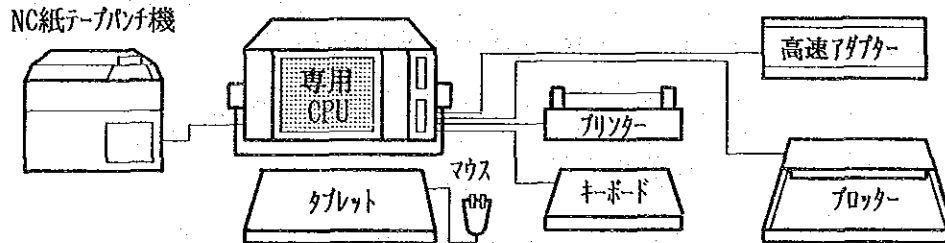
2) 具体的な改善法

a) CAMターンキーシステム

同システムの日本の代表的な製品として、ファナック株式会社製の「NC自動プログラミング装置」(NC Automatic Programming System)、通称 FANUC System P (G model) がある。

このシステムは、FAPTと呼ばれる NC プログラミング 言語で、部品形状・加工条件等を定義し、グラフィックディスプレイ装置で部品や工具軌跡のプロファイル (profile)を確認しながら NC テープを自動生成することを狙いとしている。

尚、本システムの機器、及び オプション機能は下図のようになっている。



単位：円

内 容		価 格	内 容		価 格
ハードウェア	(FAPT ハードウェア)		ソフトウェア	(FAPT ソフトウェア)	
	本体			TURN (旋削)	(本体に含む)
	キーボード (key board)	(本体に含む)		MILL (フライス)	
	NC紙テープパンチ機	(本体に含む)		DRILL (穴明)	
	タブレット (tablet/A3)			DIGITIZER (タブレット入力)	
	マウス (mouse)	(タブレットに含む)		TRACER (軌跡表示)	(本体に含む)
	プロッター (plotter/A3)			TEACHER (学習用)	(本体に含む)
	プリンター (printer)			DOCTOR (診断用)	(本体に含む)
				POST-PROCESSER作成	(別 途)
	現地調整費	(別 途)			
合 計	約 5, 100, 000	合 計	1, 200, 000		

(注) 1. 価格は中国向けメーカー概算値。
 2. ソフトウェアの内、TURN, MILL, DRILL は言語入力用。図形入力用は別。(約500千円)

b) 汎用CAMシステム

汎用CAMシステムは、一般的に、上位の汎用CADシステムで作られた図形定義データを活用することを目的として、CAD/CAM一貫システムと称し、市販されている場合が多い。

その他の場合は、前出のFANUCシステムと同様の独立したNC自動プログラミング用のソフトウェアを汎用コンピュータ上で稼働させる形式のシステムである。

先進的な企業の一部では、前出④の形でCAD/CAM一貫システムを自力で完成させているところもあるが、一般的には、生産設計部門がCADシステムで定義された部品形状データを設計部門から貰い受け、CAMシステムの入力データとして利用している。

前項ではIBM社のmicro CADAMシステムを紹介したが、本システムにもNCオプションが準備されている。(ソフトウェア価格は表III-8参照)

しかし、複雑な部品の加工条件を定義するには機能不足であり、これを補うようなCAMシステムが市販されている。

一例として、日本のタム株式会社から販売されている「TAMBOY/I」システムを紹介する。

このシステムは、micro CADAMで定義されたCAD図形より、輪郭・断面・切削方向を選択し、TAM言語と呼ぶNCプログラミング言語の図形定義文に自動変換する機能(DSIGNER FUNCTION)とTAM言語で定義された図形・加工条件文をNCデータに翻訳する機能からなる。

		micro CADAM	単位：円
			価格
TAMBOY / I	DESIGNER FUNCTION	<ul style="list-style-type: none"> micro CADAMで作られた情報ファイルの管理 図形作成・図形編集 拡大・縮小・移動・並行・回転・対称 輪郭ごとのTAM言語生成 出力データ管理 (Library管理) 	(二次元版) 4,980,000
	POST-PROCESSOR FUNCTION	<ul style="list-style-type: none"> 工具軌跡データ(cutter-location)翻訳 cutter-path simulation、干渉check 各種post-processor作成 NCデータ生成 NCデータ修正、編集 切削時間、切削長計算 	(三次元版) 13,800,000

(注) 本項に示したソフトウェアの中国国内での入手の可否はメーカーの確認を得ていない。

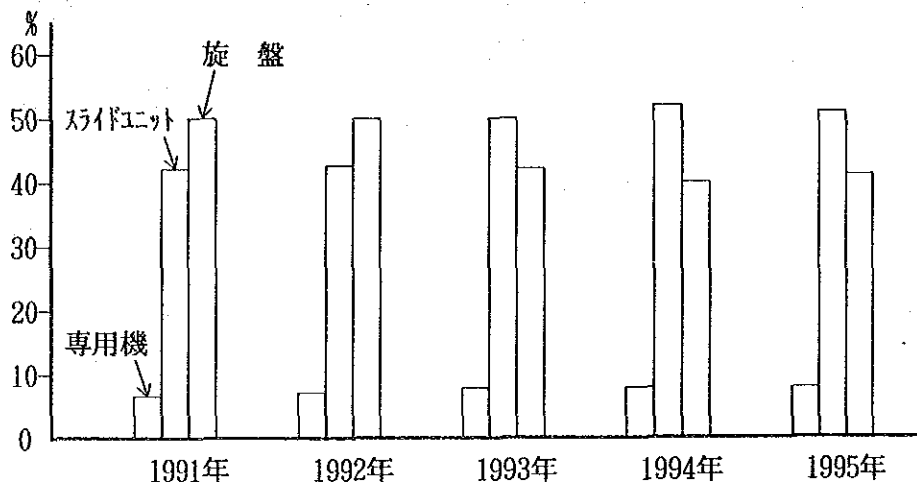
このような補助的ソフトウェアを導入しない場合、難易度の高い図形翻訳ソフトウェアや、各種post-processor（相対的な cutter-locationを個別のNC機械のlocationに翻訳するためのソフトウェア）を自主開発する必要がある。

また、補助的ソフトウェアを導入しても、特殊な加工条件やNC機械固有の特性を自動プログラミングシステムに自力で組み込む必要があり、入手したCAMソフトウェアの解析力とソフトウェア開発力が要求される。

最後に、当工場にとって、比較的高度なコンピュータ技術者の採用（養成）が重要な課題であることを付言したい。

4.4 生産形態と生産方式

経済環境は、既に市場経済体制に移行しているが、工場の生産体制は、残念ながらそれに追従できていないので、それにふさわしい生産形態と生産方式、生産管理方式を採用する必要がある。



図Ⅲ-4 今後の製品別台数比率

図Ⅲ-4のように、1995年までの製品構成は、汎用製品である旋盤とスライドユニットが、台数比率で90%を占めている。従って、今後本工場として専用機を伸ばすと言う方針としても、生産形態としては、見込み生産がかなりのウェイトを占めた受注生産形態をとることになる。

4.4.1 生産形態

顧客を意識し、生産管理面・品質管理面で、顧客単位に個々に管理できる個別受注生産対応の生産形態が必要である。

個別受注生産の生産形態は、本来受注が決定してから、生産に着手するものであるが、旋盤やスライドユニットのような汎用製品は売れる見込みで生産に着手する。これを見込み生産と称するが、この場合でも部品加工や組立の途中までに顧客が決定することもある。見込み量が多過ぎると、組立完成後も受注がなく製品在庫として残るので、見込み量はできるだけ小ロットで行う必要がある。

汎用機と言えども、最終的には顧客との対応がつくものであることを認識しなければならない。

4.4.2 生産方式

現状の生産方式は、生産計画が固定的な計画経済体制下での、

- ① 汎用製品・部品を対象とした大ロット生産
- ② 機械加工等の部品加工工程はジョブショップタイプの設備機種別配置
- ③ 組立工程は定置式一括組立

である。

計画経済体制下では、計画は固定的であり、生産対象は汎用的な部品・製品であった。しかし、市場経済体制下では、顧客の要求（必要時期、必要価格、必要品質）は多岐にわたり、より柔軟性のある生産体制を求められる。

したがって、生産方式として、

生産の工期ができるだけ短い

計画がたてやすい

生産の現状が誰にでもわかりやすい

姿に改める必要がある。

即ち、生産現場での物の停滞が最少になるように、物の流れをつくることが必要である。具体的には、

- ・生産ロットサイズを、できるだけ小さくして、作業量の平準化と仕掛・在庫を削減するとともに、顧客への製品供給のサービス度を平均化
- ・機械加工等の部品加工工程に対しては、部品形状毎のGTライン
- ・組立工程については、組立タクト方式
- ・汎用機については、当面小ロット生産

に移行する必要がある。

これらのイメージ図を、図Ⅲ-5 に示す。