



节能中心会长奖



通过和生产完全同步的压缩空气供应而进行的减少单位能耗活动

日产汽车 追浜工厂

工务部工务科

环境能源系

关键词： 电气动力、热交换的合理化(电力应用设备、电气加热设备等)

主题概要

将日产生产方式(NPW)的特征“和客户需求完全同步，明确众多问题点并对之进行改革”付诸于实践，实现了“使到目前为止所执行的节能活动更上一层楼”这一目标。也就是说，以高于现有水准的生产现场和能源供应之间的一体化部署，找出问题所在。本次活动就压缩空气供应，以实现不受生产数量影响的压缩空气单位能耗为目标，对找到的问题制定对策，通过和生产同步的压缩空气供应，有效减少压缩空气单位能耗。

该事例的实施期间

- 企划立案期间 (2003 年 10 月 1 日～2004 年 3 月 30 日、历时 6 个月)
- 对策执行期间 (2004 年 4 月 1 日～2005 年 4 月 30 日、历时 13 个月)
- 对策确认期间 (2005 年 5 月 10 日～2005 年 8 月 31 日、历时 4 个月)

该工厂、事业所的概要

- 生产品种 汽车制造 (Tiida、March、Cube)
- 职工人数 4800 人
- 年能源使用量(2004 年实际使用量)
电量 : 131,231Mwh

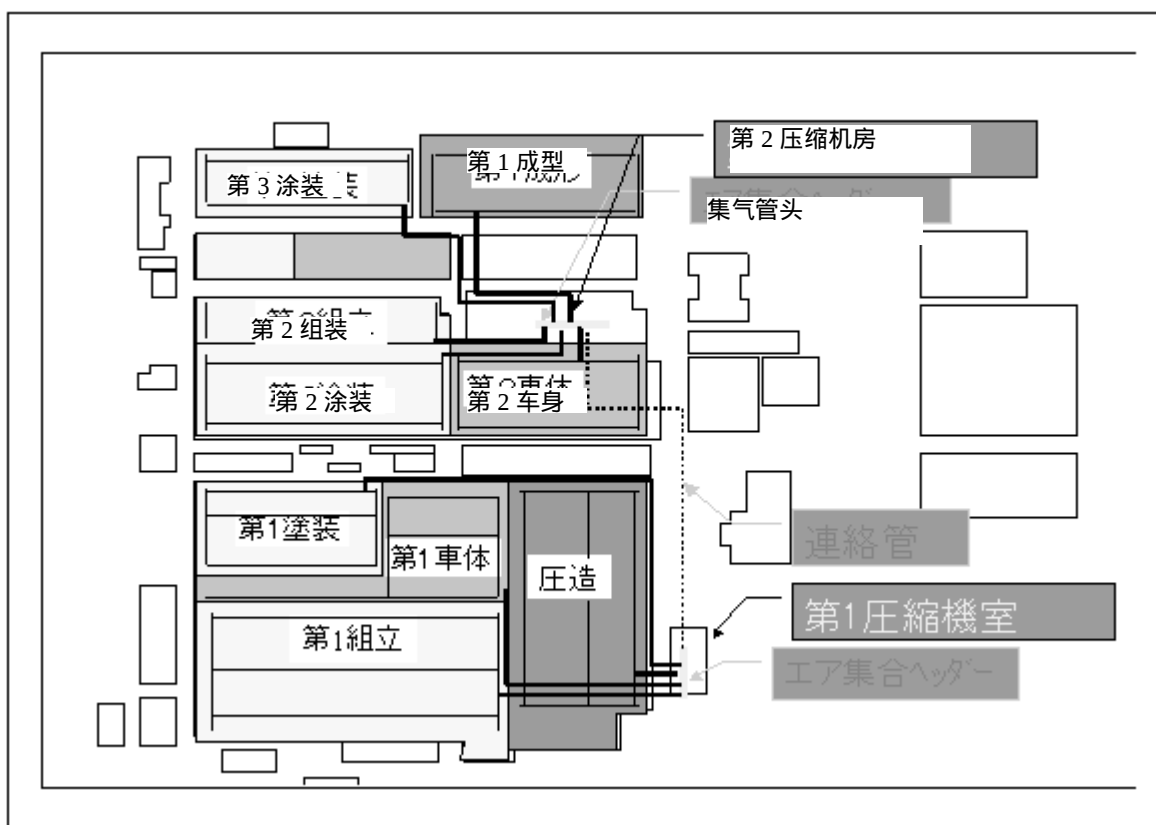
管道煤气 : 21,513km³N

灯油量 : 1,094kl

A 重油 : 151kl

对象设备的工序

向工厂内全部工序供应压缩空气的设备整体图:



(图-1 压缩空气控制)

1. 主题选定理由

空气压缩机的电量约占工厂总电量的 16%，虽长期致力于削减单位能耗(表-1)，但从 03 年度的单位能耗来看，尽管空气吐出量电力单位能耗(kwh/m³N)有所减少，平均每台的单位能耗(kwh/台)却受减产影响呈增加趋势。如能实现按生产数量供应压缩空气(同步)，则可不受生产数量影响，维持一个较低水准的单位能耗。基于上述考虑，选定了本项主题。

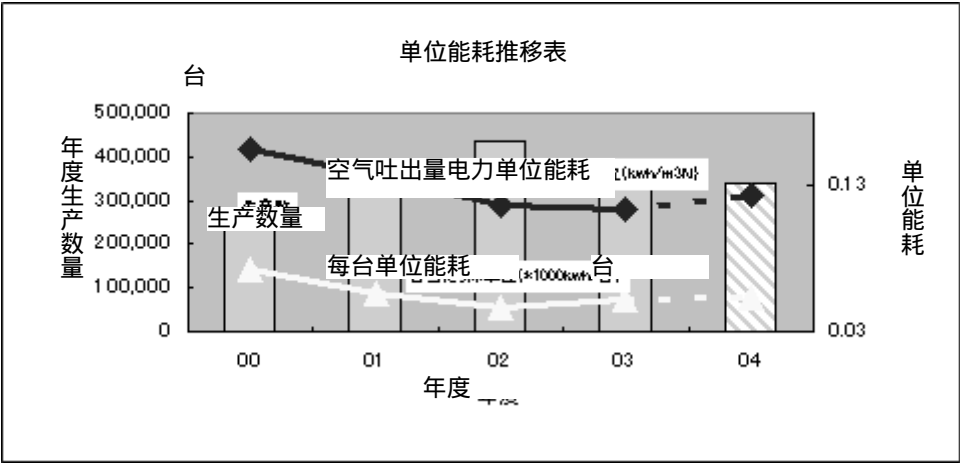


图-2 空气单位能耗的变化趋势

对策科目	年度							
	96	97	98	99	00	01	02	03
降低压力	-----			-----				
引进管末压力控制		-----						
引进台数控制			-----					
减少配管电阻对策				-----				
设备一次阀封闭对策					-----		-----	
减少空气外漏量						-----		
缩短送气时间					-----			
设立无耗能日			-----	-----	-----	-----	-----	-----
引进间隙式鼓风机				-----	-----			
空气机器的电动化								-----

表-1 减少空气单位能耗对策

2. 掌握及分析现状

2-1 掌握现状

2-1-1 压缩空气供应设备的概要

压缩机设置在 2 处压缩机房内，第 1 压缩机房内设置了 2 台高压机和 5 台低压机，总容量为 3280kw。第 2 压缩机房内设置了 4 台低压机，总容量为 2190kw。

各工序的送气分为高压系统和低压系统 2 部分，各道工序后通过闭路系统将送气压力降至最低许容值。

控制包 [1] 测定各系统的管末压力，并从中控制设别最低压力的管末压力。

括： [2] 控制第 1、第 2 压缩机房内设置的全部压缩机进行负荷调整的台数。

[3] 高压用压缩机按固定负荷运行，在接收器处通过压力调整阀控制剩余部分使用低压。

[illegible]

```

graph LR
    A[送信信号] --> S1(( ))
    S1 --> B[コンプレッサ]
    B --> S2(( ))
    S2 --> C[受信信号]
    S2 --> D[復調及び低域フィルタ]
    D --> E[低域相関処理]
    E --> S1
    subgraph Label
        F[コンプレッサ低域相関処理]
    end

```

依据上述内容，可归纳如下：

- [1] 生产结束时，压力暂时急剧上升。
- [2] 未进行生产时的压力要高于生产时的压力。
- [3] 各工序的管末压力不同，有些工序的管末压力高于设定压力。
- [4] 管头压力变动范围大，甚至高于估值。

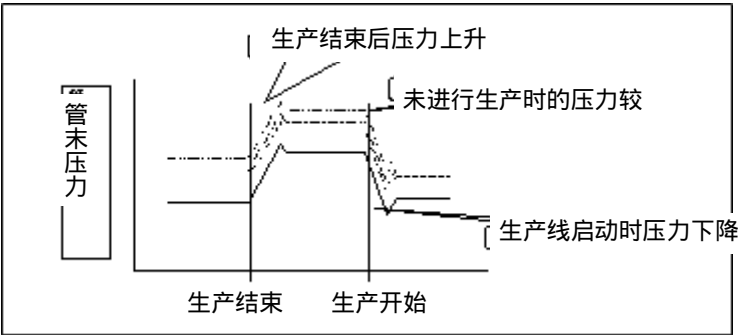


图-5 管末压力的情况

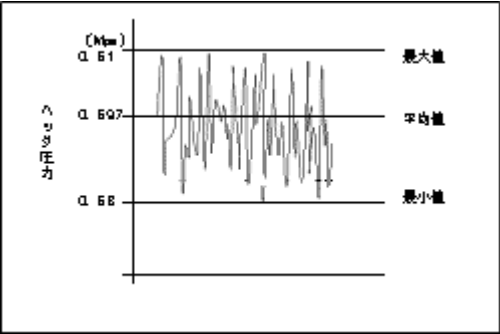


图-6 管头压力的变动情况

2-2 现状分析

生产开始和结束时压缩空气流量及压力的关系如图-7 所示。生产结束时，压缩空气流量急剧减少，压力呈一时上升。同时，由于未进行生产时的流量较小，故可维持较高压力。另外，生产开始时，压缩空气流量急剧增加，压力呈一时下降。因此，压缩空气的流量变动导致了压力变动。通过对该变动情况进行分析，可以得出生产设备侧的需求和供应侧的控制不同步这一结论。

生产和压缩空气供应不同步是个重大问题点。

进而，考虑到压力下降而以较高压力进行运行时，还易发生压缩机轴动力能量损耗。

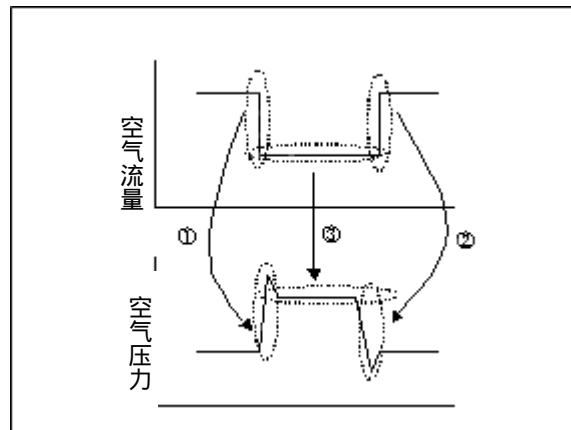


图-7 空气流量和空气压力的关系

3. 活动过程

3-1 操作体制（一体化活动）

要达到和生产同步，从生产现场获取的信息尤为重要。通过原先各工序的一体化活动(制造、保全、技术、物流和能源供应各部门)，为从压缩空气使用侧了解供应情况而作的进一步探讨，在定期协商情况下得以执行。

3-2 目标设定

通过达到不受生产数量影响，通常情况下最低水准的单位能耗这一目标，

“实现压缩空气供应和生产同步，零损耗”。

{ 02 年度单位能耗(过去最大生产数量时的最小单位能耗)年均低于 46.82(kwh/台)
(03 年度同比约减少 12%)

3-3 问题点及其检讨

3-3-1 生产线启动、停止时的压力控制分析

由于压缩空气供应设备仅从 2 处向范围宽广的全工厂供应压缩空气，故具备供气距离长、容量大、负荷变动时的应对性差等特点。为此，当生产线启动、停止过程中发生较大压力变动时，为了避免压力低下导致的供应障碍，而设定较高的压力、或设置多个负荷调整机。另外，还较早启动基础机器。这样就导致了卸载状态下待机时间加长和非生产时间段单位能耗增加等不良后果。

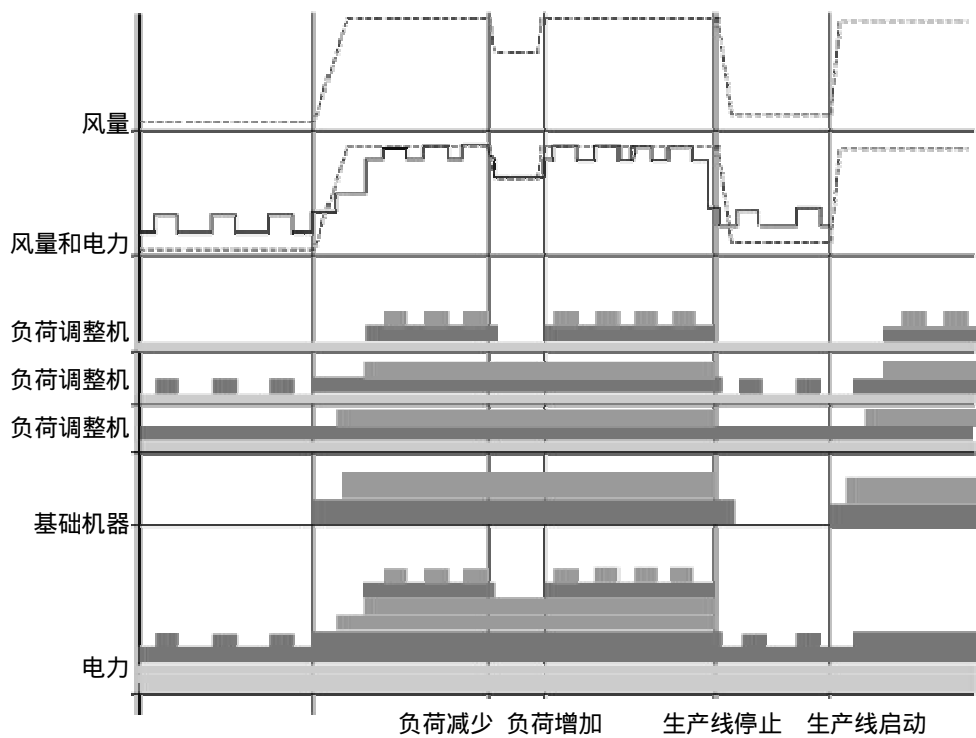


图-8 压缩机运转和待机情况

3-3-2 明确生产条件

- [1] 生产时间方面，依据日生产方式设定各工序中的生产线开始、完工时间。
- [2] 生产中和到生产结束后全部设备停机为止，需确保生产用压力。但是，设备停机后进行的设备维修保养、调整等，可使用保全用低压。

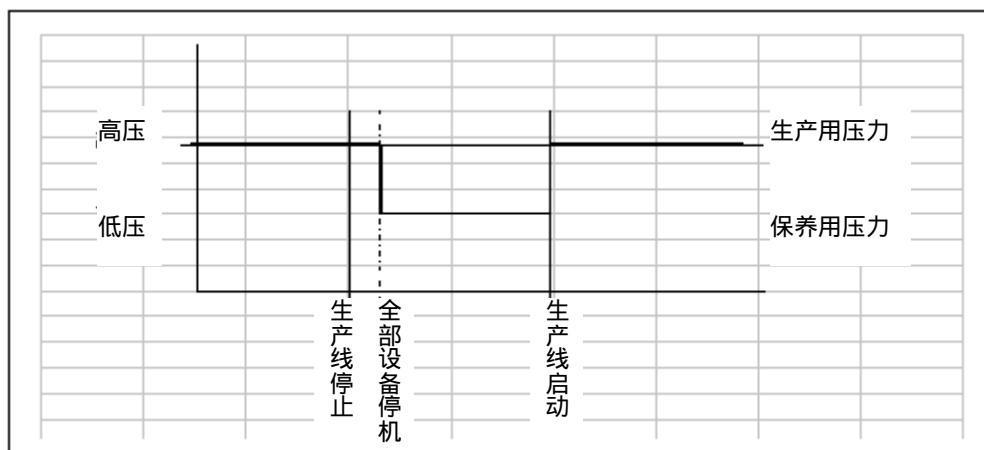


图-9 所需压力

3-3-3 明确设备条件

各工序分高压系(压造)和低压系(13道工序)。低压系中的各道工序要求压力相同,但正如表-2所示,各工序的流量差距很大,并且配管电阻、负荷等情况也各不相同。在此情况下,目前向低压全部工序采用同系统、同时供应方式。(图-3)

因此,虽低压全部工序的要求压力相同,但各工序管末压力以满足最低压力工序的要求压力进行供应,而其他工序的压力则高于要求压力。

工序	保证压力 (mpa)	空气使用 (m ³ N/h)
压造	0.60	2500
第一车体	0.55	2990
第一组装	0.55	3550
第二车体	0.55	1660
第二组装	0.55	1560
第一成型	0.55	570
三地区	0.55	210
第二第三成型	0.55	1200
总研	0.55	250
实验部	0.55	120
第一涂装	0.50	8950
第二涂装	0.50	6540
第三涂装	0.50	5640

表-2 各工序流量和压力

3-3-4 明确课题

- [1] 仅控制目前的压力信息,并不能很好的应对负荷变动。
- [2] 不具备正确控制各工序压力的操作体制和设备规格。

因此,需大范围的改进现有控制体系。但由于现有控制体系的通融性较低,故打算更新整个体系。

4. 对策内容

在更新整个控制体系之际,必须充分考虑下列现存问题:

为实现和生产同步供应压缩空气,[1]将控制信息纳入生产信息,以生产变动制约压力变动。[2]控制供应到各道工序的压缩空气。

4-1 对策1 控制压缩空气供应和生产同步(仅生产必要的)

- 前馈生产信息。

控制信息中确立并引进依据生产计划制定的计划输入和依据计划变更信息修正的机制。这样,可进行时间管理、也可在判断了生产开始、结束后,对基础负荷机及负荷调整机的运行和生产同步作出自动控制。

其结果，可实现稳定管头压力、降低管头压力和减少卸载待机时间等。

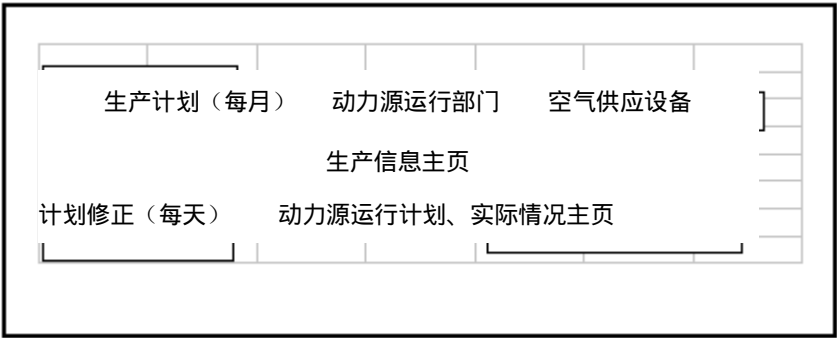


图-10 生产信息的确认

控制对象压缩机

用途	地点	压缩机	风量（m3/h）	容量（kw）	风量控制方法		
低压	1 原	2c 往复式	6300	480	负荷调整	0-50-100%	启动-停止
低压	1 原	3c 往复式	6300	480	负荷调整	0-50-100%	启动-停止
低压	1 原	4c 往复式	6300	480	负荷调整	0-50-100%	启动-停止
低压	2 原	8c 往复式	10530	720	基础负荷	0-100%	启动-停止
低压	2 原	9c 往复式	10530	720	基础负荷	0-100%	启动-停止
低压	2 原	11c 螺杆式	6300	500	基础负荷	0-100%	启动-停止
低压/高压	1 原	1c 涡轮式	4250	400	基础负荷	0-100%	启动-停止
低压/高压	1 原	5c 往复式	6300	480	负荷调整	0-50-100%	启动-停止
高压	1 原	6c 往复式	6300	480	基础负荷	0-50-100%	启动-停止
高压	1 原	7c 往复式	6300	480	基础负荷	0-50-100%	启动-停止
高压	2 原	10c 涡轮式	5000	500	单独	0-100%	启动-停止

表-3 生产线启动时负荷变动应对型

4-2 对策2 各部门和生产同步送气(仅送必要的)

・各工序和生产同步送气。

有效活用原有的各工序配管末端压力计测系统，为确保按各工序的要求压力可送出控制后的压缩空气，在各工序的供气配管上设置压力控制阀，实现了各工序同时控制各管末压力。这样，可使各工序和生产同步以必要压力送气，并且无损耗。

另外，为提高对各工序供应压力控制的应对性，对管头压力的控制及其稳定性非常重要，故对该管头的压力信息进行了控制。

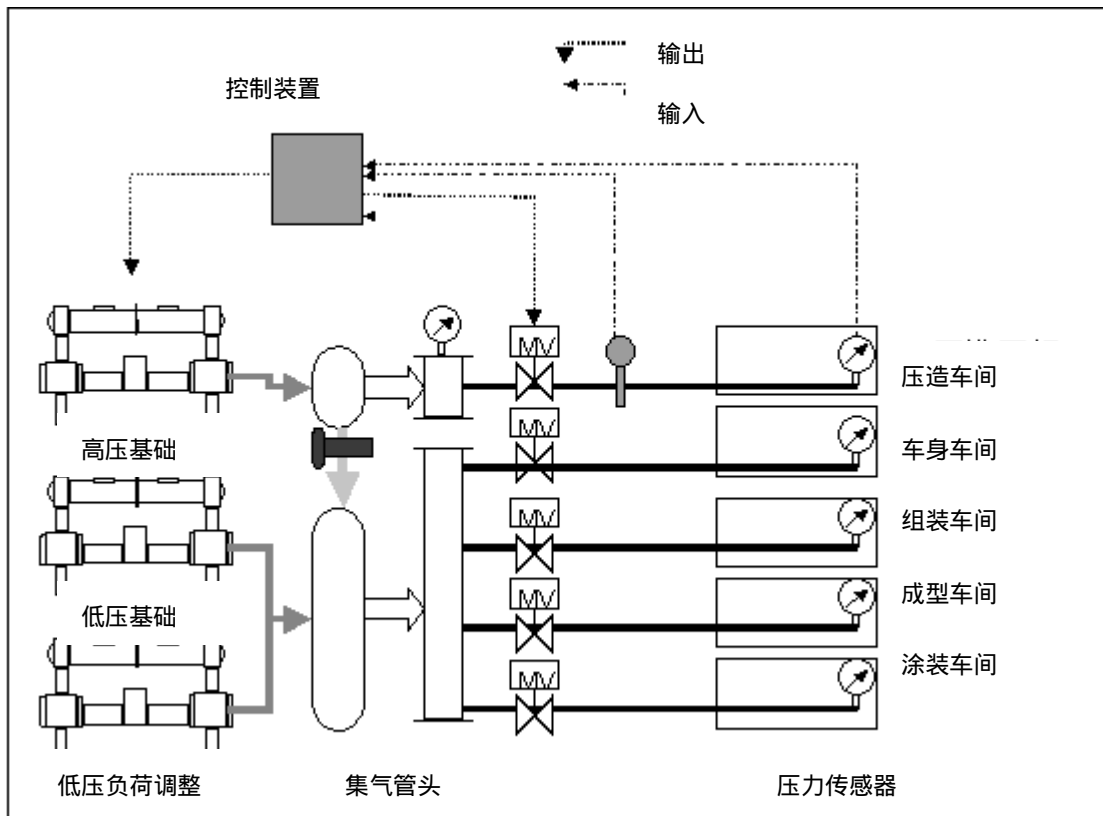


图-11 各部门送气体系

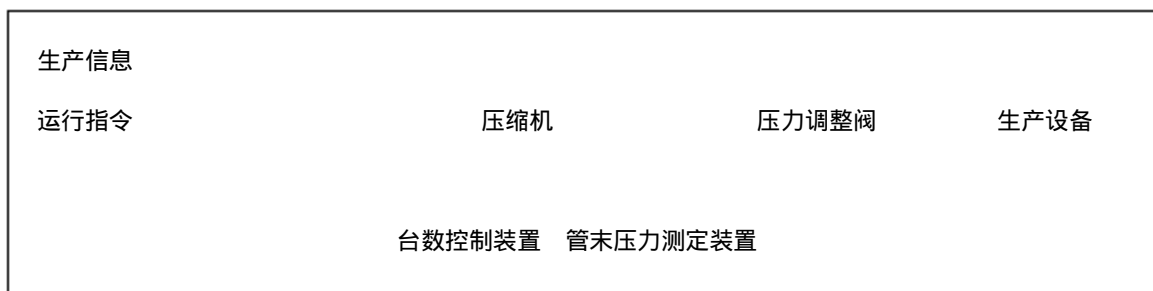


图-12 生产信息前馈流程图

4-3 其他对策(以最小资源生产)

控制等和改造结合，通过一体化活动，同时也进行了下列改进：

[1] 降低管路电阻

- 调整除湿机能力

· 调整配管容量和变更回路

[2] 调整计测机器

[3] 配置图或设备变更时，调整压缩空气使用方法和使用量等

[4] 再次确认各工序的要求压力和调整管末位置

[5] 压缩空气泄漏对策

4-4 进一步的追加对策

(引进汽轮机驱动压缩机)

4-4-1 找出全部问题点

虽为实现和生产的完全同步，而不断进行控制和设备的改进，但正如图-13 所示，在非生产时间段仍使用较多的压缩空气。改压缩空气供应中的基本部分(固定部分)，是生产数量变动时单位能耗也随之变动的最主要因素。虽各工序共同就如何减少该固定部分的对策进行了探讨，但想进一步减少确实存在一定的难度。

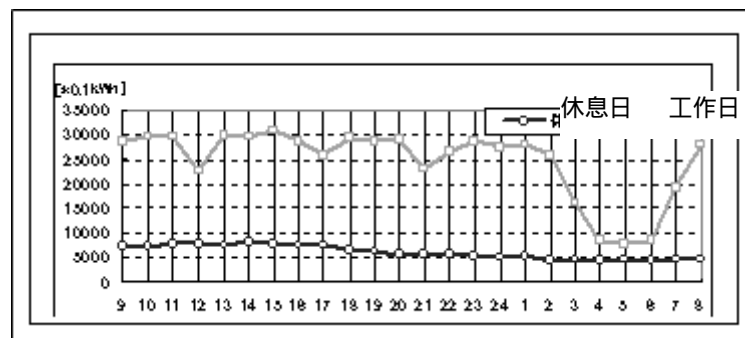


图-13 各时间段压缩机电力

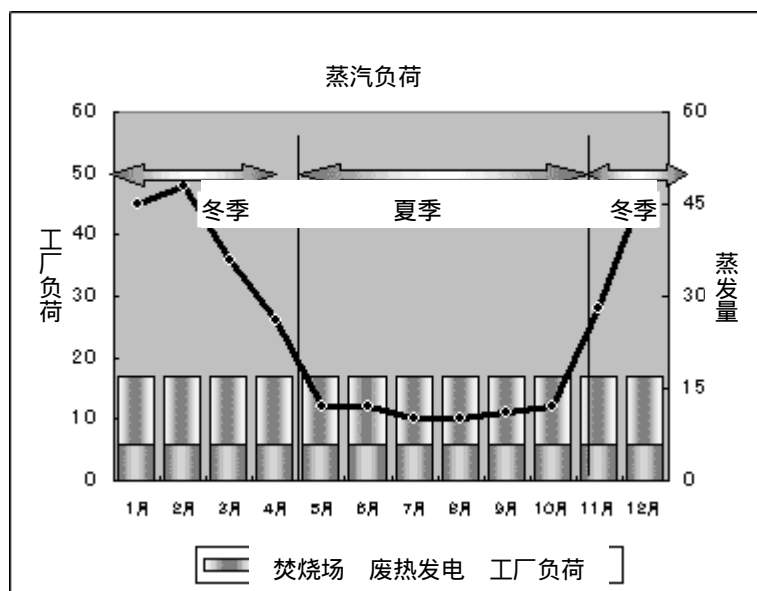


图-14 发生蒸汽和负荷

4-4-2 换位思考

为减少该固定部分的影响，就是否可利用其他剩余能源等进行了探讨。

其结果显示：[1]夏季废弃物处理场的排热回收蒸汽有剩余、[2]夏季废热发电后的蒸汽使用对象未定，故就引进蒸汽驱动式压缩机的可能性进行了研究。冬季开暖气时，虽然存在蒸汽不足现象，但暖气用蒸汽属低压蒸汽，故通过减压阀进行减压。并且，也就该减压能源或用于压缩机动力源进行了探讨。

依据模拟结果和对投资效果的预测，图-15 所示的系统中引进了蒸汽驱动式压缩机，作为基本部分用的压缩机使用。其结果表明有效降低了压缩空气单价。此项改进对策，不改变压缩空气使用量，但通过有效利用回收热能，同时降低了压缩空气的单位能耗。

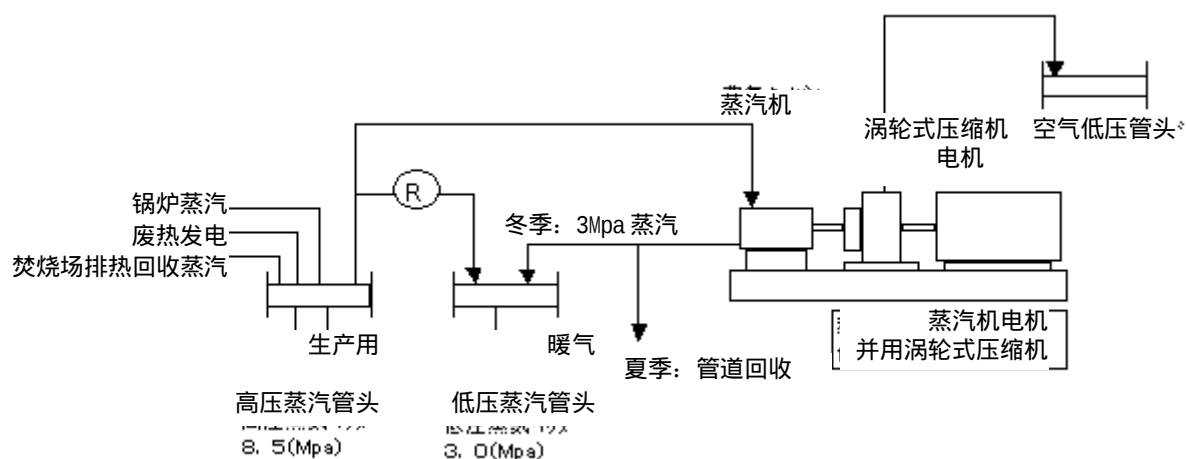


图-15 蒸汽驱动式压缩机

5. 效果确认

5-1 单位能耗的减少和年度效果

执行了上述对策后，从 05 年 5 月至 8 月的实际情况来看，平均每台的单位能耗(kwh/台)如图-16 所示，和 03 年度相比减少 12.6%为 47.99kwh/台。

(和之前单位能耗最低的 02 年度相比，生产台数减少，单位能耗也减少。目标完成)

年度效果 电费 27,700〔千日元/年〕

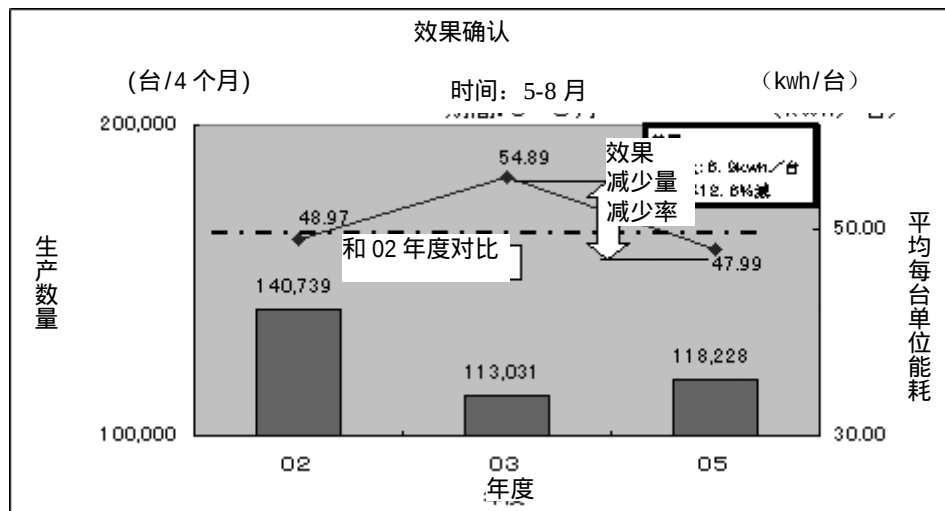


图-16 平均每台单位能耗的减少量

5-2 单位能耗减少的验证

如图-17 所示，单位时间的单位能耗中，生产时的单位能耗比较稳定，在下降过程中，在非生产时间段的单位能耗呈大幅下降态势(执行生产和压缩空气供应的同步化中)。另外，管头压力也稳定下降。

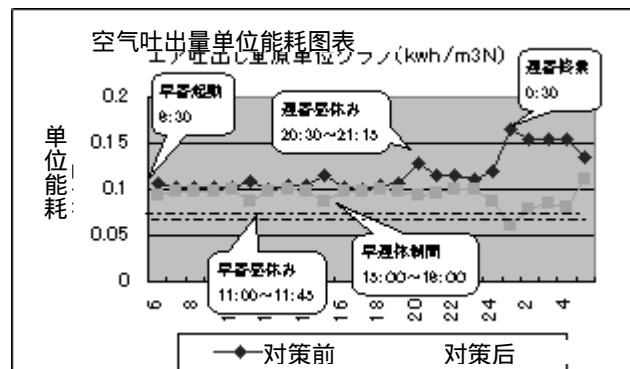


图-17 通过送气改善确保和生产同步

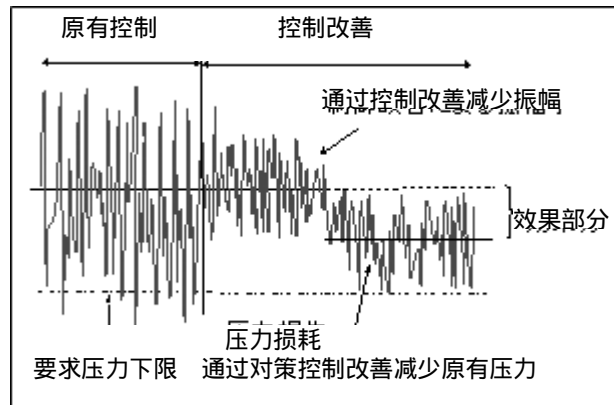


图-18 通过控制改进确保和生产同步

6. 总结和今后面临的课题

- 依据日生产方式进行的改进，实现了压缩空气供应的稳定性和节能两方面目标。
- 今后，为确保和日益变化的生产工序同步供应能源，参考本次事例，在进行生产线变更和引进新设备之时，必须切实确认一体化节能的执行情况。

完