

压缩空气供给设备的节能

大发工业株式会社

车辆生技部设备安装工程室

- ◎ 关键字： 向电气的动力、热能等转换的合理化
(电力应用设备、电气加热设备等)

◎ 主题概要

在落实节能对策已经成为当务之急的工厂，我们着眼于滋贺第一工厂约占电气消费量 25%的压缩空气供给设备，通过对设备效率的改善达到了节能目的。其结果是，成功地使滋贺第一工厂总体消费电量削减了 2%。

◎ 上述相关事例的实施时间 2005 年 6 月～2007 年 3 月

- | | |
|-----------|-----------------------|
| 1)计划期限 | 2004 年 8 月～2005 年 5 月 |
| 2)实施时间 | 2005 年 6 月～2006 年 9 月 |
| 3)效果的确认期限 | 2005 年 7 月～2007 年 3 月 |

◎ 工厂概要

生产项目 汽车发动机

职工人数 3752 名

年度能源使用量(第一类能源管理指定工厂)

电力 447,047 MWh

燃料 96,554 kL

◎ 对象设备的概要

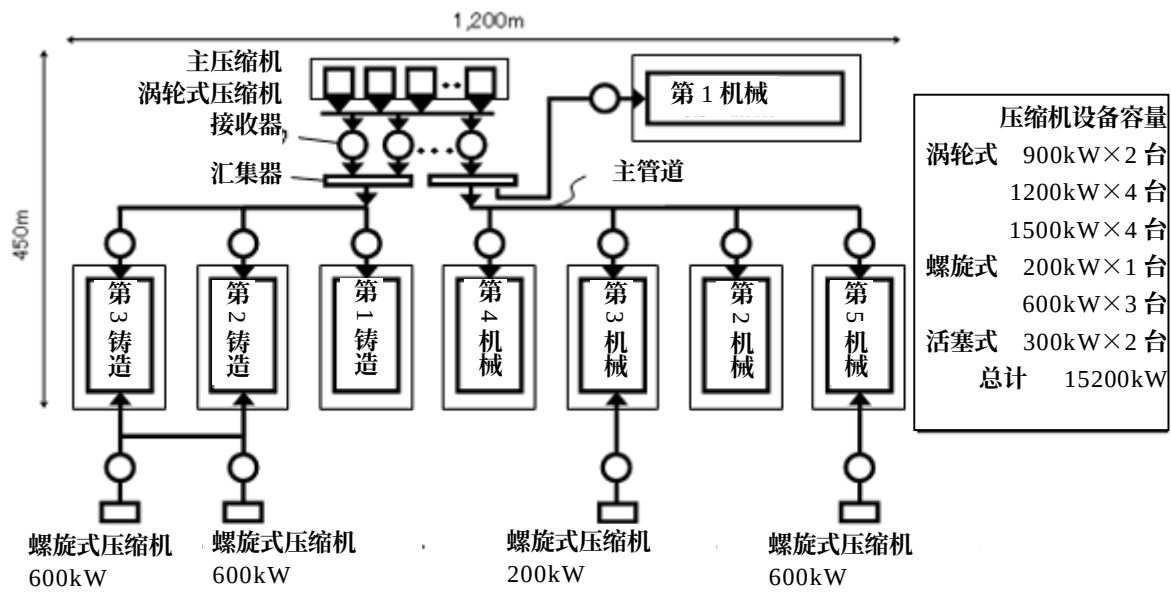


图-1 压缩空气供给设备

1. 主题选定理由

着眼于压缩空气设备的能源消费量

理由

在生产汽车发动机的滋贺第一工厂，压缩空气设备的消费电量约占工厂总体消费电量的 25%。因此，希望通过对压缩空气设备效率的改善来达到节能的目的。

2. 现状的掌握及分析

(1)现状的掌握

滋贺第一工厂的一次能源中，电气约占 60%(图-2)，而消费电量中约有 25%为压缩空气设备的消费电量。(图-3)。

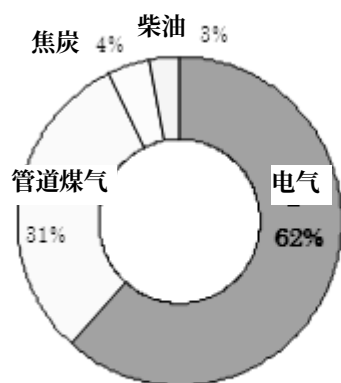


图-2 (滋 1)一次能源费比率

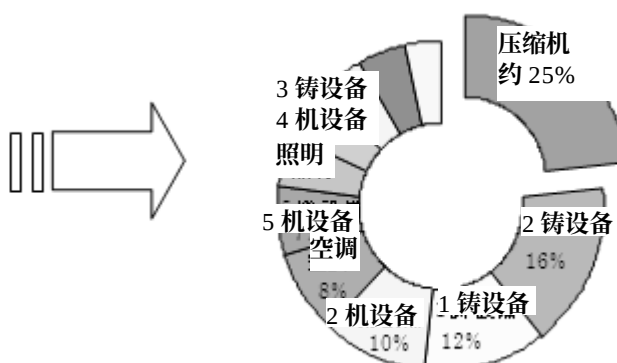


图-23(滋 1)消费电量比率

(2)现状分析

滋贺第一工厂的压缩机之所以消耗电力的比率高，压缩机效率低下应该是原因之一。因此，我们通过图-4 的特性要因图示对压缩机效率低下的原因进行了分析。其结果表明主要有以下 3 点原因：[1]到工厂段的压力损耗过大[2]未使用合理压力的设备[3]除湿机动力过大，我们着眼于上述原因并对其进行了改善。

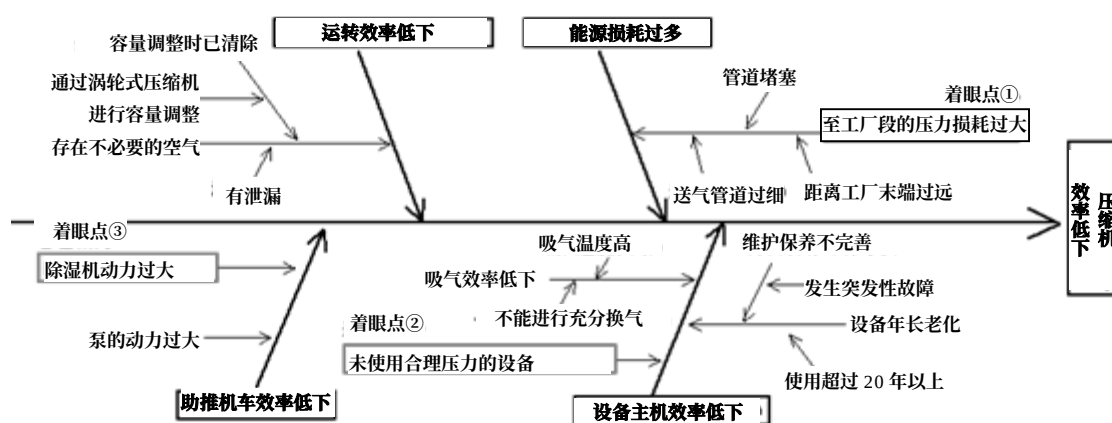


图-24 根据特性要因图示分析原因

3. 活动经过

(1) 管理体制

滋贺第一工厂拥有很多压缩空气供给设备，但设备总体效率低下，正在致力于效率的改善。

(2) 目标设定

将改善前的效率 $8\text{N m}^3 / \text{kW}$ 提高至 10N m^3 作为推进目标。

(3) 问题点及其研究

着眼于通过现状分析了解到的 3 个原因，制定了以下相关对策。

- 降低能源成本及改善设备效率
- 选定和设置高效率设备
- 开发压缩空气的除湿装置

4. 对策内容

4-1 降低能源成本及改善设备效率(着眼点[1][2])

(1) 现状及改善的着眼点

[1] 现状

压缩机集中设置在面积达 $658,000\text{ m}^2$ 的滋贺第一工厂中央区域，必须经由很长的管道方可连接到使用端进行供给。因此，考虑到管道流动阻力可能造成压力低下，故而设定了较高的压缩机压力。

[2] 着眼点

着眼于压缩空气供给压力与使用端压力所产生的偏差、以及至工厂末端的压力损耗较大这两点，在削减压力损耗方面下功夫。

(2) 改善内容

在位于现有压缩空气供给管道末端附近的第 5 机械工厂增设了压缩机。通过该压缩机从末端进行压缩空气的供给，确保了末端压力的设定值。通过上述措施，实现了降低主压缩机组供给压力的目标。

同时，主压缩机组设定压力的降低、加之对原有涡轮式压缩机($1,200\text{kW} \times 4$ 台)叶轮的更换，使压缩机主机的设计压力由 0.69MPa 降低至 0.56MPa ，有效提高了设备的效率。(图-5)

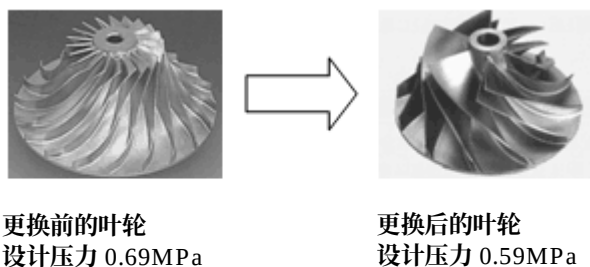


图-5 更换为低压型叶轮

(3)结果

更换了 4 台涡轮式压缩机的叶轮、并成功地将设计压力由 0.69Mpa 降低至 0.56Mpa，降低后的设备效率对比如表-1 所示，更换叶轮后的性能曲线变化如图-6 所示。通过上述对策，在消费电力基本保持原有状态下成功地增加了供给风量，并将设备效率提高了 12%。

将设计压力由 0.69Mpa 降低至 0.56Mpa，
并将叶轮更换为低压型，由此将效率提高了 12%。

	更换叶轮前	更换叶轮后
设计压力	0.69 (MPa)	0.56 (MPa)
供给风量	11,270 (Nm ³ /h)	12,810 (Nm ³ /h)
消费电力	1,160 (kW)	1,180 (kW)
效率	9.7 (Nm ³ /kWh)	10.9 (Nm ³ /kWh)

表-1 通过更换叶轮提高性能

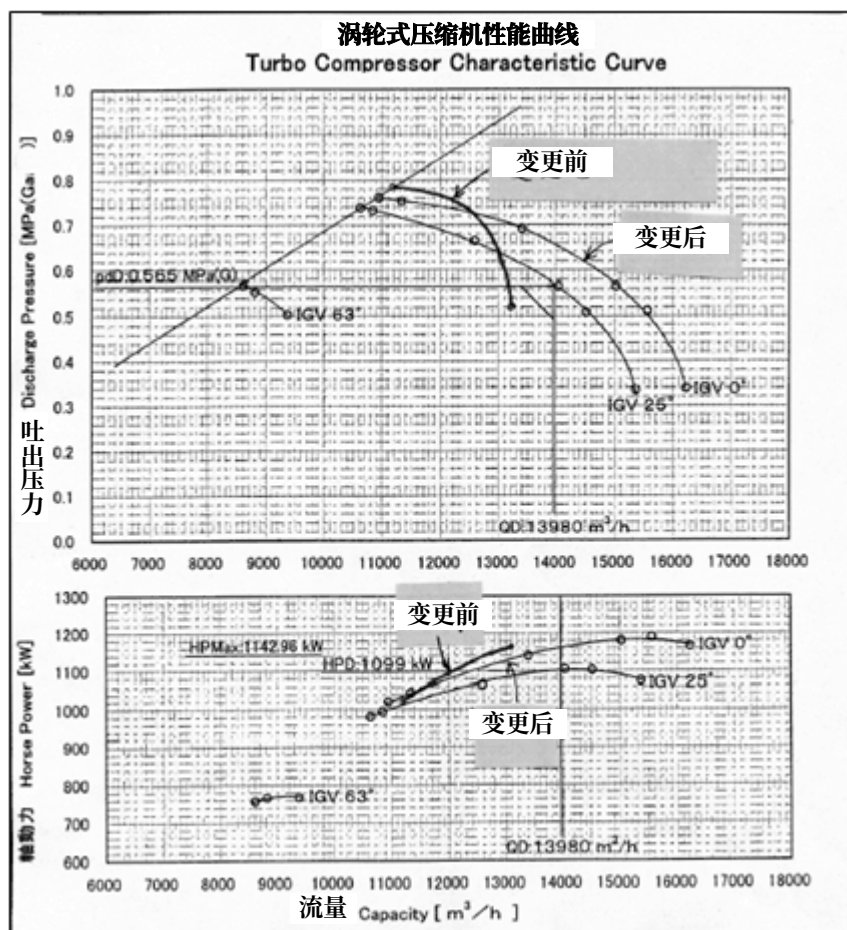


图-6 更换涡轮式压缩机叶轮后的性能变化

4-2 选定和设置高效率设备(着眼点[2])

(1)现状及改善的着眼点

[1] 现状

作为滋贺第一工厂主力压缩机的涡轮式压缩机自设置以来大多已达 20 年以上。因此设备老化且设备自身效率低下。

[2] 着眼点

着眼于引进高效率的大型涡轮式压缩机、以及通过 4-1 的改善而成功降低了供给压力这两点，引进适合供给压力的压缩机，使高效率化更上一层楼。

(2)改善内容

涡轮式压缩机越是大型效率越高，因此我们引进了 1,500kW 的大型机用于基础运转，并将 0.69MPa 规格的标准产品更换为 0.59MPa 的特殊规格产品，有效地提高了设备效率。通过上述对策，成功地提高了压缩

机的总体效率。

(3)结果

通过使用高效率涡轮式压缩机及降低设计压力，有效地提高了设备效率。与原有压缩机的对比如表-2 所示。由此，设备效率由 10.5Nm³ / kWh 上升至 11.3Nm³ / kWh，效率提高了 7.5%。此外，工厂总体效率变化如图-7 所示。

通过高效率机种的引进及设计压力的低压化，
使压缩机的设备效率提高了 7.5%。

	原有机种	本次引进机种
设计压力	0.69 (MPa)	0.59 (MPa)
供给风量	12,800 (Nm ³ /h)	15,600 (Nm ³ /h)
消费电力	1,223 (kW)	1,381 (kW)
效率	10.5 (Nm ³ /kWh)	11.3 (Nm ³ /kWh)

表-2 涡轮式压缩机的效率对比

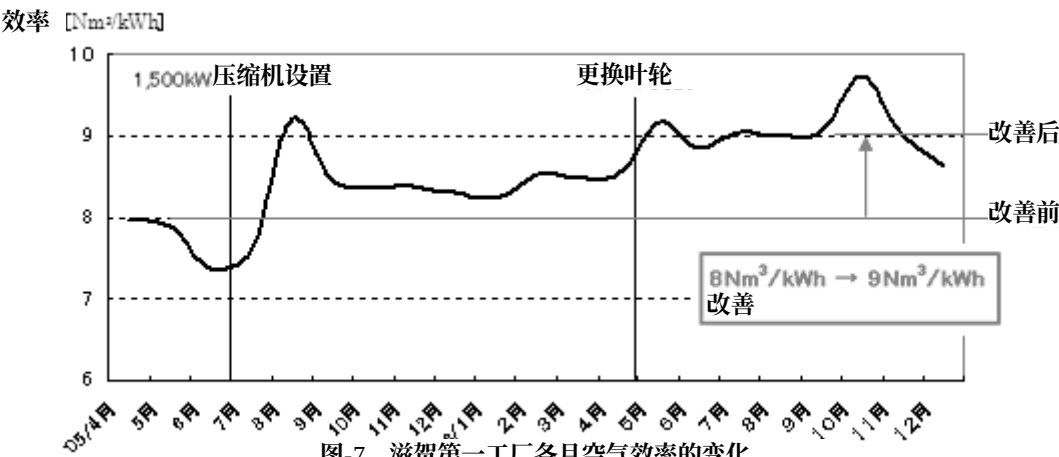


图-7 滋贺第一工厂各月空气效率的变化

4-3 开发压缩空气的除湿装置(着眼点[3])

(1)现状及改善的着眼点

[1] 现状

为了防止压缩空气中所含水分发生结露现象，使用了装有冷冻机的除湿机。

在压缩空气使用端进行除湿以保持该部位不发生结露状态时，容易除湿过度而产生浪费。

[2] 着眼点

工厂内部温度一般高于外部温度，如果冷却至外部温度左右则可以防止结露，因此，我们着眼于这一点，就使用外气进行冷却的冷却塔方式进行研究和讨论。

(2)改善内容

停止在除湿中作为冷却手段使用的冷冻机的使用，开发并引进使用了冷却塔的“外气直接冷却式除湿装置”取而代之(图-8)。在冷却塔内部用于热能转换的管道内直接输送压缩空气，并一边喷水一边通入外气，由此可以冷却至接近外气湿球温度左右。

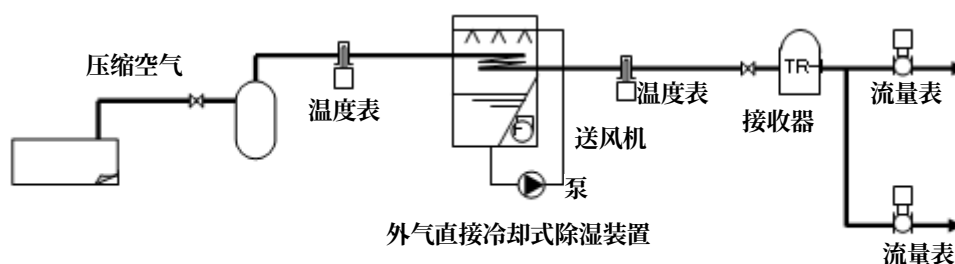


图-8 压缩空气供给系统流程图

(3)结果

如图-9所示，通过外气直接冷却方式可以实现冷却至低于外气温度的冷却效果，图中充分展现了该项性能。与使用了冷冻机的相同设备(600kW 压缩机)的电量对比结果如图-10所示。电力削减量约占包括除湿机在内的助推机车功率总量的31%。

使用冷却塔代替除湿用冷冻机并通过外气进行冷却除湿，
削减了31%的助推机车动力。

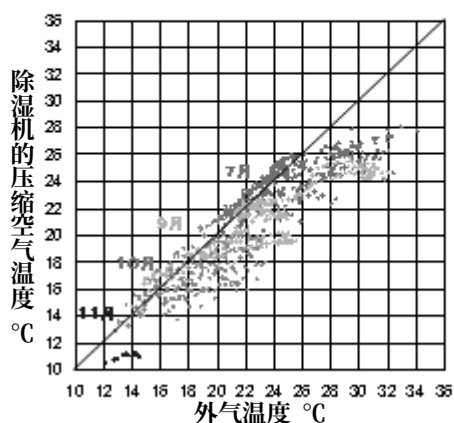


图-9 压缩空气的冷却效果

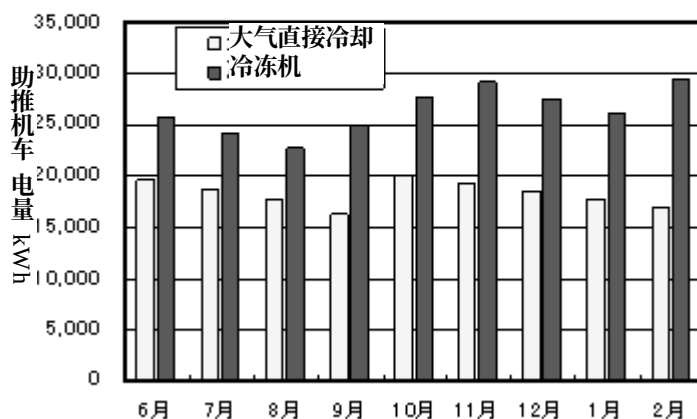


图-10 助推机车动力的削减效果(600kW 压缩机)

5. 对策实施后的效果

[1] 节能量: 3,485t-CO₂/年

[2] 效果金额: 95,855 千日元/年

[3] 投资金额: 78,500 千日元(节能目的的追加设备投资)

[4] 回收年数: 0.82 年

6. 总结

作为推进工厂节能进程的基本手段,从所列出的设备中按从大到小的顺序着手进行改善。本次即是根据上述基本步骤进行了改善。

[1] 不进行、停止多余运转。

[2] 更改设定值。

从无需成本且灵活多样的改造方式着手、降低了压缩空气设定压力的即归属[2]。近年来,随着[1][2]

的不断改善,使得改善已经逐步走向极限。因此,本次着手于设备投资型的改善。

[3] 对效率良好的设备进行更新、改造

本次的 4-1 压缩机的叶轮改造等即归属这一项,目前面临的现状是,已经进入第[3]阶段、且设备投资回收年数也早期化的项目越来越少。配合设备的性能强化及老化更新而进行的投资将不断成为主流趋势。

[4] 改变。停止。

本次通过 4-3 对策,转换为不使用除湿机之冷冻机进行冷却的方式。

最终的变更目的是为了在不使用能源效率低下的 2 次能源-压缩空气或、蒸气的状态下也可以建立良好的生产工序,不过今后我们的工作将转移到建立和完善不使用能源的、简单且精简的生产工序上去。

7. 今后的计划

继续完善消耗压缩空气的生产现场,在开展降低消费能源绝对值活动的同时,更加积极地进行生产现场设备与供给方压缩机之间的信息交流,以提高压缩空气系统的总体使用效率、生产效率为目标,不断开展相关活动。

如果单纯降低压缩空气的压力,那么只能削减压缩空气所持的能源潜力,而且导致消费空气量的增加。我们并不是为了获得供给方单方面的表面单位能耗或效率,而是要通过与消耗的生产设备相互协调,由此来达到节

能效果倍增的目的，并努力实现 10N m²/kWh 的目标。