

通过引入最优负荷平衡系统， 实现自用户力发电设备的 CO₂ 减排

东曹以 2050 年实现碳中和为目标，将 2030 年度作为中期目标，提出将温室气体排放量较 2018 年度减少 30% 的计划，正在推进相关措施。作为其中的一环，南阳事业所为具有日本国内最大规模的自用发电能力的六套发电装置引入了最优负荷平衡系统。通过此举，在满足生产现场需求的同时，不仅最大化了装置的发电效率，还实现了 CO₂ 大幅减排。



东曹株式会社 南阳事业所

地址：山口县周南市开成町4560

成立时间：1935年2月11日

业务内容：氢氧化钠、氯乙烯单体、聚乙烯、乙撑胺等的生产



以实现碳中和为目标， 优化大型自用户力发电设施的运行

东曹株式会社成立于1935年，主要从事碳酸钠和氢氧化钠等无机化工产品生产和销售。此后，将业务扩展到石化产品和功能性产品领域，如今作为日本代表性的综合化学制造商而广为人知。

该公司的南阳事业所位于日本本州岛西部地区的山口县的周南联合工厂，占地面积达300万平方米，从事利用电解盐生产氯乙烯单体（VCM）的乙烯基产业链业务和生产氨基甲酸乙酯（MDI）原料的异氰酸酯业务。此外，南阳事业所的最大特点是，作为一个独立的企业或单一事业所，拥有总输出功率为776.3MW的日本最大规模的自用户力发电设备，因此，整个事业所的生产活动全部靠自己的电力供给。

石贺先生说：“东曹于2020年1月制定了整个集团的碳中和方针。以2050年实现碳中和为目标，将2030年度作为中期目标，正在推进将温室气体排放量较2018年度减少30%的措施。其中最重要的课题是自用户力发电设备的CO₂减排。”

南阳事业所为了实现这一目标，重点致力于在由六套装置组成的自用户力发电设备中引入最优负荷平衡（BTG优化*1），以实现发电效率的最大化。

藤永先生说：“目前为止，我们事业所各班班长进行三班倒，根据多年经验来调整各装置的发电量，以满足生产现场的需求。我们希望通过将这种人为判断系统化，实现更高精确度的优化，以减少CO₂的排放量。”

以高精度和细致的应对构筑可靠的信赖关系

在实施措施时，以提供该事业所的监视和控制系统的供应商为中心，委托其提出方案，反复进行了比较和探讨。结果，南阳事业所最终决定采用以多变量模型预测控制SORTiA™-MPC为核心的阿自倍尔的提案。

藤永先生说：“提出方案时，各供应商分别实施了可行性研究*2（FS），具体展示了CO₂的减排效果。其中，阿自倍尔在FS所显示的减排效果的大小及其依据、对本公司咨询的响应速度、以及在该领域的导入实绩等方面，与其他公司相比具有很大的优势。所实施的FS也具有非常高的精确度，报告内容明确，能够有效佐证未来的效果，成为推动投资决策的重要依据。”

石贺先生说：“阿自倍尔通过FS，认真地对与发电装置操作相关的本事业所的各项细节限制逐一进行了确认，经过多次打磨，切实解决了问题。这种真挚的态度也让我们产生了很大的信赖感。”

通过逐步导入积累成果，实现 CO₂ 减排

自用户力发电设备燃烧煤炭、氢气、生物质燃料等来加热水，产生高温高压的蒸汽，使蒸汽涡轮发动机旋转发电，同时将涡轮发动机抽出的蒸汽供给工厂。南阳事业所拥有六套这样的装置，各个装置的可发电量和效率各不相同。

以SORTiA-MPC为核心的CO₂减排措施分两个阶段实施。首先，第一阶段于2019年6月启动。收集各装置的运行数据，根据其运转效率，为了最大限度地抑制CO₂的排放，且提供满足现场需求的电力和蒸汽，为哪个装置在何种负荷分配下运行提供指导（最优发电量和最优抽气量）。操作员参考这些信息，设定各装置的负荷分配，执行运转操作。一直以来，人们在决定如何分配负荷时倾向于留更多的安全余量以防万一，这可能会导致额外的燃料消耗。通过显示指导信息，这一课题得到了改善，每年实现了26,700t的CO₂减排。

接下来，第二阶段自2022年6月启动。在这一阶段，为了在操作员不介入的情况下使各装置始终接近最优负荷分配，构筑了在各装置的控制系统（DCS*³）中自动反映负荷目标值的机制，实现了各装置输出功率调整的完全自动化。通过此举，就不再需要第一阶段中所需的操作员的介入，也消除了输入的时滞。除了第一阶段的效果外，每年还多实现了10,850t的CO₂减排。

石贺先生说：“本事业所的发电装置是整个事业所运行的‘心脏’。因此，通过安全稳定的运行为制造过程提供可靠的电力供应是其最大的使命。我们并没有一鼓作气地推进完全自动化，而是首先通过操作员按照第一阶段中系统显示的各装置的最优值进行运用，慎重地确认了其效果。通过这种方式，我们在抑制风险的同时，得以成功稳步过渡到完全自动化。”

藤永先生说：“还因为重新调整了装置的限制条件，通过第一、二阶段实现的CO₂减排量为37,550t/年，远超FS的估算值。”

现在，南阳事业所正在推进自火力发电设备的新建工作。以往的装置主要以煤炭为燃料，而新的装置则在木质燃料的基础上，主要利用建筑废料、废纸和废塑料等生物质，是一个旨在进一步减少CO₂排放量的设施。

藤永先生说：“我们的目标是将来仅以生物质为燃料进行运转，这样就可以大幅减少CO₂的排放量。当然，新的装置投入运行后，现有装置的负荷平衡也会发生很大变化，因此最优负荷平衡系统将得到更有效的利用。今后，除了对系统进行维护和进一步调整外，我们还期待阿自倍尔通过提出新的节能措施方案，为本事业所的CO₂减排工作提供支持。”



安装在动力科中央监控室内的SORTiA-MPC监控画面



自火力发电设备的6号涡轮发动机

● 最优负荷平衡(BTG优化)系统的阶段性引入及其效果

	【负荷分配判断】 最优计算	【负荷分配操作】 发电、抽气设定值的变更	【减少实绩】 CO ₂ 减排量
本系统 未引入	操作员(人)	操作员(人)	---
STEP1 离线优化 (指导)	BTG优化	操作员(人)	26,700 [t-CO ₂ /年]
STEP2 在线优化 (自动控制)	BTG优化		37,550 [t-CO ₂ /年] (=26,700+10,850)

注释

*1 BTG 优化

针对锅炉 (Boiler)、涡轮发动机 (Turbine)、发电机 (Generator) 等动力设备，在考虑各种制约因素的基础上实现 CO₂ 排放量、能源消耗量和能源成本最小化运转的优化技术。

*2 可行性研究

为确认和探讨计划是否可行、效果如何而事先进行的调查与研究。

*3 DCS (Distributed Control System)

监视和控制装置 / 工厂的制造过程及生产设备等的专业系统。通过各组成设备分散持有在网络上的功能，可分散负载，安全且易于维护。



东曹株式会社
南阳事业所
水泥·动力能源部
动力能源科长
兼 减少和有效利用CO₂南阳特别工作组

石贺 裕辅先生



东曹株式会社
南阳事业所
水泥·动力能源部
部长辅佐

藤永 雄也先生

* SORTiA 是阿自倍尔株式会社的商标。