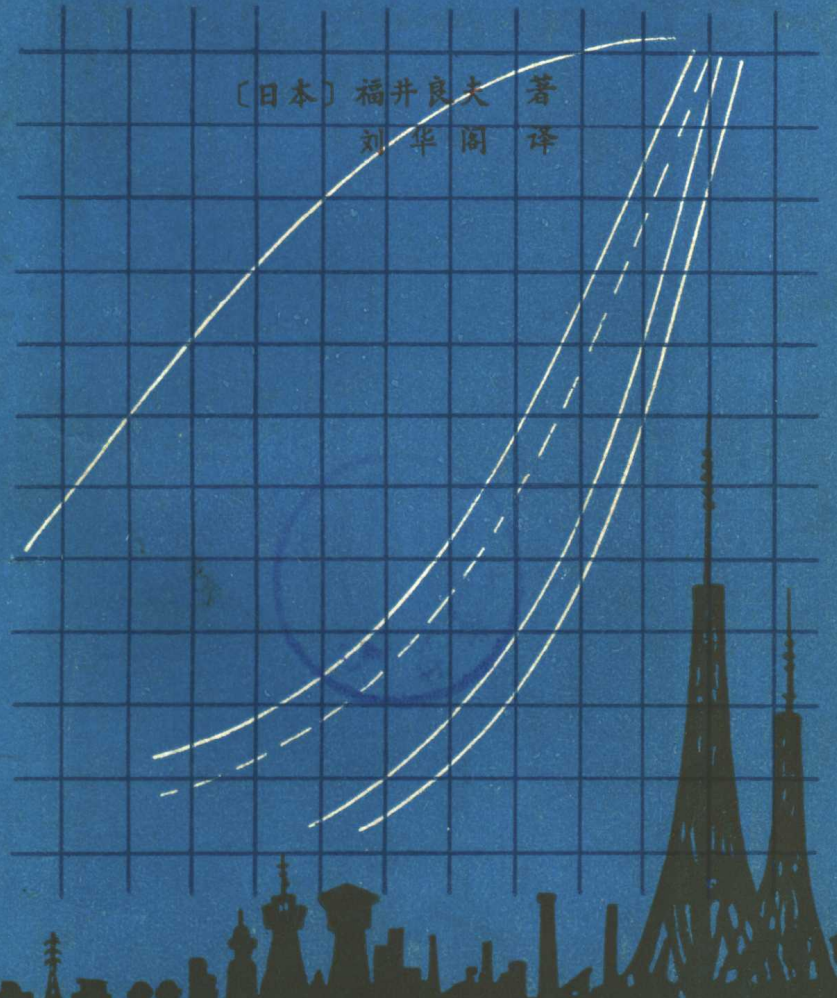


工厂实用节电技术

〔日本〕福井良夫 著
刘 华 阁 译



广东科技出版社

工厂实用节电技术

〔日本〕 福井良夫 著
刘 华 阁 译

广东科技出版社

工厂实用节电技术

【日本】福井良夫 著

刘 华 阁 译

•

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 9.125印张 190,000字

1984年5月第1版 1984年5月第1次印刷

印数1—10,000册

统一书号15·18261 定价1.15元

内 容 简 介

本书由日本川崎制铁·千叶钢铁厂设备技术室主查福井良夫先生在日本电气杂志(OHM)上连续刊登的十五篇文章编成。内容涉及照明设备、变配电设备、变压器、送风机、水泵、空调器、电动机等工厂常用设备的实用节电措施,以及实施这些措施时在技术上、经济效益上需要考虑的问题。原著是工企业节电经验的总结,理论与实际结合得比较好。因此,本书是厂矿企业节电工作的较好的参考书。只要结合本企业的实际情况,灵活运用,就会收到良好的经济效果。

本书适合各类厂矿企业的管理、技术人员及具有高中文化程度的工人阅读。

作者简介

作者福井良夫，昭和21年（1946年）1月21日生于日本京都府。1970年3月在京都大学研究生院修完电气工程专业的硕士课程。同年4月进入日本川崎制铁株式会社服务，在千叶钢铁厂动力部工作。从1977年1月开始任厂设备部技术室主查。1974年之前负责轧钢电气设备维护技术，主要是在现场担任自动控制装置的故障排除和技术改进工作。1974年4月至1977年7月在第三炼钢车间担任基建工作，负责电气方面（从电源设备到控制装置）的计划和施工。从1977年7月开始总管炼铁、炼钢方面电气设备技术工作（基建、技术开发、设备改造和节电）。

1975年参加日本电气主任技术人员国家考试第一种合格。喜欢下围棋和读书。此外，还有三千米长跑等爱好。

译者前言

能源问题是世界各国共同瞩目的重大问题。能源短缺往往成为经济发展的严重障碍。因此，世界各国都积极致力于能源的开发工作，同时大力采取各种节能措施。不少国家已把节能看作是新的资源开发，给以足够的重视。

能源是我国社会主义四个现代化建设的重要物质基础，认真解决能源问题，是今后二十年内经济发展的战略重点之一。我国已把节能工作提到重要议事日程。中央提出开发与节约并重，近期把节约放在优先地位的方针。目前正以节能为中心实行国民经济结构改革。机械行业正在改进产品设计，用高效低耗节能型的机电产品和设备代替过去的低效高耗费能型的机电产品和设备。各厂矿企业也都在进行设备更新改造，节电活动正在向着纵深方面发展，迫切需要一些行之有效的节能技术和资料。为适应当前节能形势的需要并满足广大现场节电人员的要求，进一步推动节能工作，我们翻译了日本福井良夫的有关文章十五篇。这些文章系统地介绍日本工厂企业节电的经验和技術。

日本是一个资源和能源都非常贫乏而工业高度发达的国家。他们把节能作为国策提出来，千方百计地节能。无论是组织机构，能源法规，还是节能技术方面，都有十分成功的

经验和相当有效的措施。他们的许多做法都很值得学习和借鉴。

福井良夫先生是日本川崎制铁·千叶钢铁厂设备技术室主查，本书的十五篇文章是他应日本电气杂志(OHM)编辑部之邀，为推动现场节电工作而写的连载文章。这些文章是企业节能经验的总结，理论与实际结合得比较好，内容十分丰富，既有实用价值，又有理论根据。文章在日本连载时，受到普遍的好评，引起了热烈的反响。文章中所阐述的问题具有普遍性，可供我国厂矿企业开展节电工作参考。只要我们结合本企业实际情况，灵活运用，就可收到良好的效果。

本书在翻译和出版过程中，承宁夏大武口洗煤厂刘林阁副总工程师对译文作了全面的技术校正，并提出了许多宝贵的意见，在此表示深切的感谢！

1982年3月5日

目 录

节电的基本想法	(1)
一、连载前言	(1)
二、节电的基本想法	(2)
变压器节电	(12)
一、从节电观点来看的变压器特性	(12)
二、节电方法	(19)
三、节电实例	(22)
四、实施时的注意事项	(27)
照明设备的节电	(28)
一、灯与照明器的特性	(28)
二、节电方法	(38)
三、实例	(47)
送风机节电之一	(52)
一、送风机的特性	(52)
二、节电方法	(62)
送风机节电之二——运行的接通和断开	(66)
一、电动机的接通和断开	(66)
二、由传动装置进行接通和断开	(80)
送风机节电之三——降低风量的方法(固定式)	(87)
一、基本想法	(87)

二、合适的风量的确定	(88)
三、各种节电方法的概要和特征	(92)
四、实例	(100)
送风机节电之四——可变风量控制	(105)
一、各种方式的概要	(105)
二、各种方式的比较	(113)
三、方案选择	(122)
四、应用实例	(131)
变配电设备的节电	(134)
一、概要	(134)
二、主要负荷的功率因数	(142)
三、改善功率因数的方法	(149)
四、效果计算实例	(156)
泵节电之一	(160)
一、泵的基础知识	(160)
二、节电方法	(168)
泵节电之二	(171)
一、节电方法	(171)
二、实例	(181)
空调设备节电之一	(185)
一、空气调节的概念	(185)
二、空调器的基本原理	(188)
三、基本术语	(199)
空调设备节电之二——节电要素	(203)
一、空调系统的结构	(203)
二、节电要素	(210)
空调设备节电之三——节电方法	(226)
一、空调设备内的状态变化	(226)

二、负荷比例	(229)
三、节能方法	(230)
电动机节电之一	(240)
一、电动机的特性	(240)
二、负荷特性	(248)
三、节电方法	(255)
电动机节电之二	(264)
一、直流机与感应机的比较	(264)
二、可控硅——电动机系统与变频系统的比较	(265)
三、实际应用的研究	(275)
四、术语解释	(278)
结束语	(280)

节电的基本想法

刚刚结束“现场设备自动控制的实际应用”连载，本来想松一口气，回顾一下连载完成的情况。而此时《电气杂志》编辑部又继续委托写这个连载，虽一再推辞，终未获准，只好决定接受下来。

本连载的总题目叫做“工厂实用节电技术”，将就现场中怎样节电（即节电方法）及如何实施、注意事项、节电成果等问题，结合具体实例来加以叙述。此外，还想逐次介绍一些新技术和节能设备等。

一、连载前言

开展节电工作无论对于哪个工厂，都是降低成本的主要途径。在笔者服务的川崎制铁·千叶钢铁厂里，也在毫无例外地开展着节约挖潜活动，并且第一年就取得了明显的效果。

在这一活动中，如果查看一下已经实施或正在计划中的节电项目，就会发现，如去掉一些照明用灯，离去随手闭灯，停用负载轻的变压器，电动机的间歇运行和更换等等节电措施，都是常识性的，而且首先进行的多数是低技术水平的项目。然而象这样一些技术上容易实施的措施，要想在日常工作中始终如一地执行也是非常困难的事情。原因在于：

（1）虽是常识性的技术，但是大家并不真正有透彻的了解。

(2) 没有明确规定把节能作为指导方针；或者只是空喊，而没有制定具体的目标。

(3) 开展节能工作，缺乏健全的组织体系。

(4) 节能缺乏宣传、交流的机会，或者缺乏有益的竞争思想，如此等等。

总之，为了积极地推动节能工作并期望取得丰硕成果，就需要有全公司或者全厂性的节能思想和节能的组织体系。在这样的节能机构和高涨的节能思想基础上，当然能够把节能工作推动起来。但是还必须事先掌握节能技术。

因此，在本连载里着重介绍现场中实际采用的节能技术。

有关节能的著作和文章已有很多，我也不打算多涉及新技术方面的问题。我认为即使是众所周知的技术，为了用于生产实际，也还有许多值得探讨的地方；同时也准备介绍一些设备制造厂所决不予以提倡的想法和作法。因此本连载决定把这样一些问题作为重点加以叙述，相信必定会有参考价值。此外，也想介绍一些实用的新技术和新产品(节电设备)。

二、节电的基本想法

1. 什么是节电

所谓节能，简而言之就是不使用白费的能量。比如，从午休时关灯等自身周围的点滴小事，到作为生产过程的副产物如煤气、热等的有效利用；从目前技术水平马上就能实行的项目，到需要经过相当长时间的研究开发才能实行的项目，对象和范围是极其广泛的。

另外，节能的含意也有两种。一种是包含有节省资源的广义节能；另一种是按字面来说的节约石油、煤炭、天然气

和电力等能源，谋求其有效利用的狭义节能。而节电则属于后者，这就是：

- (1) 节约电力消耗；
- (2) 减少无用的电力（损失）。

我们决定把以上两点作为主要的节电措施。

2. 电能的传输路径

图1表示出了电能从生产到消费的传输路径。

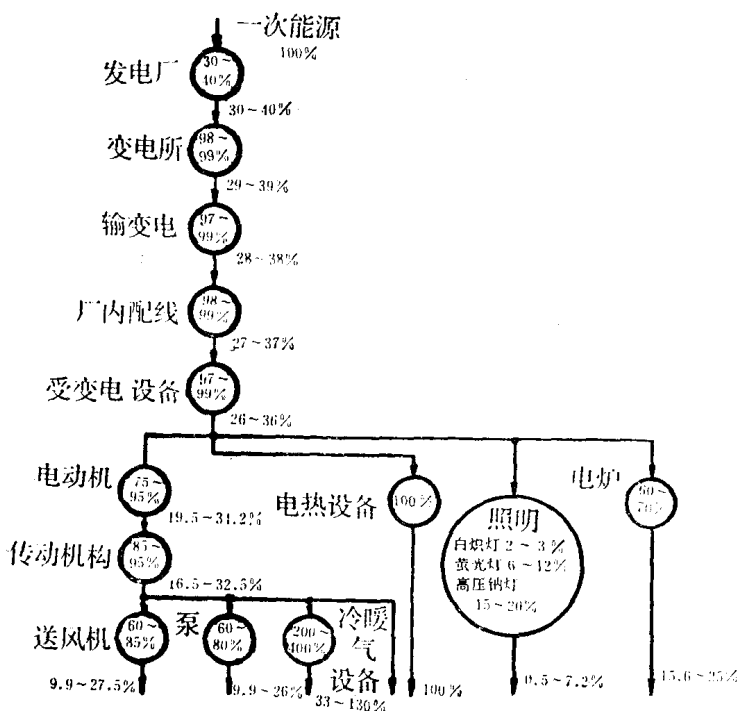


图1 电能的传输路径和转换效率

电力是在水力、火力和原子能等发电站里，由水力、石油、煤炭、天然气和铀等一次能源转换而来的。目前总发电量的约70%来自火电，而发电端的热效率只是30~40%。也

就是说，一次能源只有30~40%转变成电能。为把电能送到用户，需通过变电所，输配电线路等，其中约损失2%，送到用户就剩下一次能源的28~38%了。

在用户，按不同的使用目的，电又转换成动力、热和光等等。其转换效率是：电动机75~95%；风机、泵60~85%；照明的效率是极低的，即使是高效的高压钠灯，也只有15~20%。就是说，如果换算到一次能源，最大限度也只有30%左右被有效利用。

电能虽然不能储存，但使用起来非常简捷，只要一通电，马上就可使用。而且利用的形式也多种多样，有动力、照明、通讯和热等等，非常广泛而方便。但是从能量的观点来看，电是一种高价能源，它只利用了一次能源的30%，要牢牢记住这一点，务必引起注意以制止电的浪费。

3. 进行节电时的前提条件

在进行节电时，有如下一些前提条件：

(1) 必须不降低产品质量、性能和产量

制造厂的目标在于用最低的成本造出具有满意的质量和性能的产品，而且还必须确保所需要的产品产量。节电活动必须在这种限制条件下进行。

(2) 必须不导致环境恶化

必须尽力避免生产环境的恶化。例如在减少照明器具时，据说会大大降低人的注意力，因此必须考虑对长期工作于这种环境下的操作人员的影响，慎重地处理。至于环保设施，由于排放物限制在标准值以内是最先决的条件，所以务须同环保部门协商后再实施。

(3) 必须在短期内收回投资费用

我认为，不同的公司，规定的回收期限应是不同的。为

节电而花费的投资，必须能用节电费在2～8年内收回。

另外，由于实行节电措施而使设备寿命缩短时（例如连续运行的电动机作间歇运行用），必须在考虑扣除更新和维检费后还有足够的利益。

（4）必须不导致其他费用的上升，也不增加额外的工作量

虽然能够节电，但却增加了维护保养工或设备操作人员的工作量时，也是不好的。

最满意的节电措施，就是同时带来其他费用的降低。至少应该用原有的操作量和维修量就能够应付得了。

4. 推动节电工作的体制

体制是关系到全面节能的大事。为了有力地推动节能工作并取得丰硕的成果，必须有下列的节能体制。

（1）来自工厂最高领导人的鼓励、奖励并制定具体的节约目标

把推动全公司、全厂性的节能工作作为最高领导人的意见，明确地提出来，同时还要规定出具体的节约目标。在基层单位，则在每个科或每个股里都要规定出节约定额（例如，节电多少日元或多少度）。

（2）组织机构

确定全公司、全厂性的节能负责人，把推动节能工作当作自己的经常工作。在基层的每个科、股和班组里，都要确定节能负责人。在他们的领导下，在全生产现场的范围内，建立能够推动节能工作的合理的体制。

（8）题目的登记与工作程序

如果节能措施有了某种程度的具体化，就把这个题目向代表机关登记。其内容包括：节能措施概况、投资金额、效益和预定实施的日期等。根据登记，把实施题目内容作为经

常的义务。此外,进展情况必须逐月按工作程序的规定执行。

(4) 节电成果和事迹的交流与宣传

要经常培植有益的竞争思想,期望某个节电实例能用于其他设备并且有所发展,每隔一定时间举行交流会也很重要。此外,还必须宣传和推广其他公司的节电事迹和新技术一类情报资料。

5. 节电的方法

(1) 减少电气设备、配电线路和机械装置等的损失

这里有:采用高效设备,减少负荷电流(改善功率因数,提高电压,改变配电方式等)。

(2) 节减用电

这里有:削减用电负荷(去掉一些照明器具,停止不必要运行的电动机),削减机械负荷(水量,风量,机械转矩)等。

节电的技术水平是广泛的。在工厂里一般总是从技术水平低且容易作到的项目开始进行。效益大而花钱多的项目,施工上用的时间也较长,往往是在新建时采用。

在装设新设备时,节能比较容易。电气设备及其控制方法,或者生产工艺本身,每年都有技术进步。如果采用这些新设备,与原有的设备相比,节能就是理所当然的了。新装设备在预算上会有富余,而且限制条件也不太多。但是,在已有的设备上进行节能改造就不容易了。时间受限制(生产设备在运行,不易得到停止的时间),场地受限制(安装场地受限制),方法受限制(现时的负荷状况不容易改变),预算受限制(例如,投资必须在两年内收回)。在各种限制条件下,实行节能措施,这是现场技术人员的可取之处,当然也带来许许多多的困难。

表1就是各种节电方法的汇集,以后将加以具体地叙述。

表 1

节 电 方 法

	节 电 方 法	节电特点	备 考	对象设备	川铁 实施 例
受变电 设备配 电设备	1. 停止轻载变 压 器	减少铁 损、铜 损	要进行节电效果的计算，有时提高了负荷的变压器所增加的铁损和铜损要比停用的变压器的损失大。当配电线路迂回时，往往会增加线路电阻损失。遮断器的寿命问题需要很好地研究	原有	○
	2. 控制变压器 运行台数	减少铁 损、铜 损	同 上	原有	○
	3. 提高配电电 压	减少配 电线路 损失	因为在原有设备上很难进行改造，所以在新装和增加设备时逐步改造	新装	
	4. 改变配电方 式（例如单 相二线改成 三相三线）	减少配 电线路 损失	同 上	新装	
	5. 采用高效变 压 器	减少铁 损、铜 损	必须研究能否和投资金额相抵	新装	
	6. 改善功率因 数	减少配 电线路 损失 减少变 压器铜 损		新装 原有	○
	7. 需量管理	限制使 用无用 的电力	必须研究适当的技术	原有 新装	○