

矿山企业的

侯运生 编著

节电潜力与途径

KUANGSHAN QIYE DE
JIEDIAN QIANLI YU TUJING

煤炭工业出版社

矿山企业的节电潜力与途径

侯运生 编著

煤炭工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

矿山企业的节电潜力与途径/侯运生编著. —北京:
煤炭工业出版社, 2007. 6

ISBN 978—7—5020—3048—3

I. 矿… II. 侯… III. 矿山电工-电能-节能
IV. TD609

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 032104 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn
北京房山宏伟印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 850mm×1168mm^{1/32} 印张 4^{1/2}

字数 112 千字 印数 1—2,600

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

社内编号 5847 定价 21.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书共分 10 章内容：第 1 章矿山企业的电力需求侧管理及电能节约；第 2 章矿山企业变配电系统的节电潜力与节电措施；第 3 章矿井提升系统的节电潜力与措施；第 4 章矿井运输系统的经济运行与电能节约；第 5 章矿井排水系统的经济运行与电能节约；第 6 章矿井通风系统的经济运行与电能节约；第 7 章压缩空气动力系统的节电潜力与节电措施；第 8 章电动机的经济运行及节电效益；第 9 章企业照明节电的途径；第 10 章矿山企业用电调荷的效益与措施。

本书可供矿山企业的技术人员和管理人员以及相关专业院校的师生和参考。

前 言

能源是十分重要的战略资源。我国能源资源相对贫乏，人均占有量不及世界平均水平的一半。权威预测，我国未来几十年的发展与能源供应及储量需求之间存在巨大缺口，能源问题已经成为制约我国国民经济快速发展的重要因素。目前，我国能源利用效率仅为 33%，比发达国家低 8~10 个百分点，单位产值能耗比世界平均水平约高 2.4 倍。能源消费结构粗放、能效低、能源使用增幅大、能源消耗污染排放严重也是我们面临的现实问题。这些已经引起党和国家的高度重视。党的十六届五中全会明确提出，要以科学发展观统领经济工作的全局。国家“十一五”规划提出，“在优化结构、提高效益和降低消耗的基础上，实现 2010 年人均国内生产总值比 2000 年翻一番；资源利用率显著提高，单位国内生产总值能源消耗比‘十五’期末降低 20% 左右”。这标志着我国经济增长模式的转变，除了要考虑发展，一定还要注重节约，要把节约与发展放在并重的位置。

节能工作的外延比较宽，但电能利用是最重要的能源消耗方式，节电与优化用电方式是节能工作的重点和关键。因此，我们应该把节约用电工作放在全局的高度、政治的高度、发展的高度加以重视。

矿山企业是我国电力需求侧十分重要的用户，对国家节能目标的实现具有重大影响，是我们建设节约型社会的一个重要方面。同时，调荷节电也是矿山企业控制电费成本，提高经济效益，增强企业竞争能力的有效措施。因此，搞好矿山企业的节电工作，提高电能利用效率，不仅是国家和社会发展的要求，也是企业自身壮大发展的需要。

为了帮助矿山企业正确认识自身的能效水平，分析节电潜

力，找准着力点，进而有的放矢地做好节电工作，作者通过广泛地调查，深入地分析研究，完成了本书的编写，以冀对矿山企业有一定的参考价值。

本书在编写过程中，得到了河北金牛能源集团及邯郸矿业集团公司领导的大力支持，吸纳了邯郸矿业集团各专业技术人员大量的宝贵意见和建议，学习与借鉴了多方面专家的技术资料。在此，一并表示衷心感谢！

由于作者水平有限，本书难免有不完善和不妥之处，敬请读者提出宝贵意见。

作 者

2007年2月

目 录

1 矿山企业的电力需求侧管理与电能节约	1
1.1 先进的管理理念是做好 DSM 管理 工作的前提	1
1.2 切实、合理的目标和计划是矿山企业 DSM 管理工作的航标	3
1.3 高效的目标责任体系是矿山企业 DSM 管理 工作的关键	6
1.4 科学的考核与评价体系是矿山企业建立长效 DSM 管理机制的可靠保证	8
1.5 大用户电力负荷监测与管理系统及其对 DSM 管理工作的强大推动作用	9
2 矿山企业变配电系统的节电潜力与节电措施	14
2.1 矿山企业变配电系统的特点与节电潜力	14
2.2 矿山企业配电网络的优化及节电效益	15
2.3 变压器的更新换代与经济运行	25
2.4 矿山企业配电网络的无功治理及节电效益	35
3 矿井提升系统的节电潜力与措施	44
3.1 矿井提升系统运行参数的合理整定及 节电效益	44
3.2 矿井提升系统拖动与控制技术的发展及 节电效益	48
3.3 矿井提升系统的运行维护与电能节约	51

3.4	矿井提升装载系统的节电机机会	53
4	矿井运输系统的经济运行与电能节约	55
4.1	矿井主运输方式的优选与节电措施	55
4.2	矿山架线电机车电力拖动与调速控制方式的 改进及节电效益	57
5	矿井排水系统的经济运行与电能节约	60
5.1	影响矿井排水系统电耗的因素分析	60
5.2	矿井排水系统的工况调整	61
5.3	提高水泵效率, 实现节约用电的途径	64
5.4	提高排水管网效率的节电措施	70
5.5	矿井涌水的治理与电能节约	73
6	矿井通风系统的经济运行与电能节约	76
6.1	通风网络的优化及与通风机械的合理匹配	77
6.2	通风机更新改造及节电效果	79
6.3	矿井风量调节方法及耗电情况的分析与比较	83
6.4	矿井通风系统的运行管理与节电措施	88
7	压缩空气动力系统的节电潜力与节电措施	92
7.1	提高空压机运行效率的途径	92
7.2	减少压缩空气气流动能损失的途径	95
7.3	单台空压机的调节控制与变频调速技术的 应用	96
7.4	空压机群组综合自动化调节与控制系统	98
8	电动机的经济运行及节电效益	101
8.1	三相异步电动机的更新改造及节电效果	102
8.2	电动机的容量选择与经济运行	104

8.3	异步电动机软启动的节电效益	105
8.4	电动机轻载调压的节电效果	108
8.5	新型电动机智能综合控制器简介	111
8.6	电动机节能改造和经济运行方案的 选择建议	113
9	企业照明节电的途径	115
9.1	照明光源的节电机会	115
9.2	照明系统的智能控制与电能节约	123
10	矿山企业用电调荷的效益与措施	126
10.1	企业用电调荷的效益分析	126
10.2	矿山企业用电调荷的途径与措施	128
	参考文献	132

1 矿山企业的电力需求侧管理与 电能节约

矿山企业是我国电力系统需求侧十分重要的用电行业，是电力需求侧管理（以下简称 DSM 管理）的重要参与方，同时也是电力需求侧管理的受益者。通过采用合理的用电方式，切实提高电能利用水平，可以有效地抑制电价，节约用电量，从而降低电费成本，提高企业经济效益。因此，矿山企业的 DSM 管理（电力需求侧管理）是整个企业管理体系中的一个重要方面。

然而，受矿山企业供用电系统特点和计划经济时期管理模式的影响，多数企业管理水平低，管理粗放，管理漏洞多。通过加强 DSM 管理，提高矿山企业的电能利用水平，实现节约用电，进而降低生产经营成本，具有较大的潜力。

1.1 先进的管理理念是做好 DSM 管理工作的前提

“理念优先于制度，制度重于技术”，“理念是风向标，理念导向错误不仅影响组织管理体系的工作效率，有时还会导致适得其反的效果”。这是现代企业管理理论十分推崇的观点。

先进的管理理念首先强调的是明确管理工作的内容、对象、任务和目标，进而再研究实现目标的措施和手段。我们应树立以下几个观点：

（1）就管理的概念来讲，管理是“管”和“理”这一对矛盾的有机统一体。所谓“管”，就是监督和控制；所谓“理”，就是指导和服务。管理过程更应注重“理”，高明的管理应该是寓“管”于“理”之中。

(2) 就管理的对象来讲,是居民和职工。我们应当树立“以人为本”的思想,决不能靠牺牲居民和职工的切身利益来实现所谓的节电,而应当以提高电能利用水平来实现电能的节约。

(3) 就管理的目标来讲,在于让组织的每一位成员通过参与到管理的过程来,最大限度地发挥自身的潜力,成为企业竞争力的一个有机组成部分。因此,DSM 管理绝对不仅仅是企业少数领导和用电管理者的事,而且是企业全体成员和居民的事情,要求每一个员工都能适得其所,最大限度地发挥工作积极性和自身的潜力。否则,缺乏员工的积极参与或参与不到位,管理工作就难以收到应有的效果。

具体到 DSM 管理,就是“通过采取有效的激励措施,引导电力用户改变用电方式,提高终端用电效率,优化资源配置,改善和保护环境,实现最小成本电力服务所进行的管理活动”。

偏于“管”而疏于“理”,靠少数用电管理人员的检查,靠拉闸限电和经济处罚来实行粗暴的“管”,“头疼治头、脚疼治脚”,其效果只能是事倍功半。不少矿山企业都有这方面的教训和经验。

我国矿山企业普遍存在以下特点:

(1) 多数矿山企业远离城市,为解决职工生活问题,大都存在企业办社会情况,因此,在用电方面存在居民生活用电,非居民照明用电,学校、医院等服务性行业用电。计划经济时期,各种性质的用户在配电系统交织,难以理清,用电也缺乏计量,发生的电量和电费主要靠企业承担。有的单位象征性地收缴电费,但收费难度较大。

(2) 为照顾与当地农村的关系,有的矿山企业不得不对农村转供电,收取用电费用困难。

(3) 有的矿山企业为解决富余劳动力的就业问题,还开办了不同性质的三产厂点,它们往往也享受着企业给予的电费补贴。

(4) 矿井井下采掘用电计量困难,所用电量无法考核。

(5) 计划经济时期的管理模式给企业留下了较深的烙印。

由于上述情况的存在，较长时间内甚至到现在企业内部还存在用电“大锅饭”现象，用电管理较为粗放，主要表现在以下方面：

(1) 管理工作过于务虚、表面化，空泛的宣传口号难以打动广大职工和居民。

(2) 职工或居民争抢用电“大锅饭”，节电意识淡漠，设备空运转，电炉子常开、照明灯常亮等电能浪费现象屡禁不止。

(3) 用电管理人员靠巡视检查用电浪费漏洞，对发现的问题采取罚款、拉闸限电等简单、粗暴的方式，效果甚微，还一定程度上造成了职工群众的对立情绪。

(4) 粗放式用电管理给企业造成了严重的电费负担。

近年来，随着向市场经济的转型过渡，矿山企业切实转变观念，更新管理理念，逐步建立和规范了企业内部电力市场。首先对企业内部配电系统进行调整，将动力用电系统与照明用电系统分离。生活用电由社区管理机构统一管理，完善用电计量，取消用电补贴，严格按当地电网目录电价执行统一收费；生产用电完善计量与考核，并取消“大锅饭”，使用电情况与区队、班组乃至职工个人的经济利益密切挂起钩来。

通过上述措施，使企业的用电节电管理产生了可喜变化。广大职工和居民调荷节电的意识和积极性、自觉性得到明显增强，为企业减轻了电费负担；职工通过采取节电措施也得到了实实在在的实惠；进一步激发了干部职工对节电新技术的接收兴趣，促进了学习型企业的建设；更加直接的效益是节电量的增加和单位产品电耗的显著降低。

事实证明，树立先进的管理理念，做好职工和居民的全员发动，是矿山企业做好 DSM 管理工作，提高电能利用水平的前提。

1.2 切实、合理的目标和计划是矿山企业 DSM 管理工作的航标

企业管理也就是为实现企业经营目标，公司调动其所有资源（包括人力资源、财务资源、机械装备等）而组织进行的一系列

有机组合的行动。“目标”的近期化、具体化、量化就是“计划”。因此，目标和计划很重要，好的目标和计划可以为职工鼓舞士气，可以协调公司运作；反之，不好的目标和计划会挫伤职工的积极性，目标不明确还会导致企业管理混乱。

DSM 管理作为企业管理体系的一个重要方面，同样如此。作为管理目标量化的用电、节电计划，如果做得先进、切实可行，不仅能起到规范管理的作用，而且对进行用电、节电管理工作也具有较好的指导意义。粗放的管理模式往往不重视计划工作，经验至上，随意性强，缺乏权威，常常失去计划的意义。

然而，真正做好企业尤其是矿山企业的用电、节电计划决非轻而易举的事。这不仅需要有较高素质的管理人员队伍，而且，还要做深入细致的数据积累和分析研究工作。

1.2.1 用电、节电计划是 DSM 管理目标的量化、数据化、具体化

对一般企业而言，最能反映其用电水平的数据主要是用电负荷峰谷比例和单位产品电耗。这是因为企业生产的产品在正常情况下与其耗电量成正比。矿山企业则不然，不少耗电环节基本与产品的产量无关。比如，排水耗电量主要决定于矿井涌水量；矿井通风耗电量主要决定于井下巷道网络布置；采掘工作面的地质结构不仅影响产量，也直接影响开采耗电量等。这就造成了不同矿井之间、同一矿井不同开采阶段的单位产品耗电量差异较大，没有可比性。

因此，矿山企业要做好用电、节电计划，绝不能凭经验拟订，那是粗放的管理模式。矿山企业应该从最小的用电单元做起，自下而上逐级进行统计、分析，研究总结规律，科学预测并汇总。比如，预测矿井排水用电量，首要关心的是矿井涌水量与吨水百米电耗，一般情况下吨水百米电耗的可比性和规律性比较明显。预测矿井主提升用电量，需要关注的是矿井的产量和吨煤百米电耗。再如，预测矿井通风用电量，就要根据矿井通风网络结构测算用风量，再根据通风效率测算用电量。只有这样作出的

计划、制定的目标，才是准确的、切合实际的，才具有权威性。

1.2.2 为了增强“目标”和“计划”的先进性和可操作性，应对各用电环节的现状、节电潜力作进一步的研究分析

(1) 在用设备的节电潜力分析。用电管理人员必须了解国家有关强制执行的标准、同类设备制造技术动态，了解在用设备的能效水平与先进水平之间的差距。如 JO 系列、JO2 系列电动机与 Y 系列甚至 YX 系列电动机的能效比较，S7、S9、S11 系列变压器的损耗情况比较等。再根据设备效率比较情况以及设备实际负荷率便可计算出节电潜力。

(2) 技术环节的潜力分析。任何设备都是在一定的工况范围内才能高效率地发挥其效能。比如，水泵、通风机等都有最佳工况点，一旦偏离工况范围，效率就会下降；变压器有最佳负载率，负载率不当，同样会造成能耗的增加；电动机“大马拉小车”，也会造成电能浪费等。因此，从技术角度进行认真分析，通过工况及负荷率的调整，是挖掘节电潜力的有效手段，而且也是成本最低、效果十分显著的手段。另一方面，新技术、新工艺如变频调速技术、绿色照明技术等为矿山企业挖掘节电潜力，提高电能利用水平提供了新的手段和方法。

(3) 设备运行管理及维护方面的潜力。及时对用电设备进行检修维护，并做好运行管理工作，防止带病运转，减少或避免设备空运转及其他跑冒滴漏现象，也是提高企业用电效能的行之有效的方法。

(4) 其他方面。一些间接措施往往也是矿山企业有效降低矿井用电的方法。比如，通过“封”“堵”措施可以有效降低矿井涌水量，从而减少排水用电。

1.2.3 进一步研究并客观评价节电潜力的实际效益、必要性及可行性

估测节电效益和必要性的方法，可以用投资回报率法或全面评价电气设备能效费用法。

可行性研究就是要综合考虑企业的技术水平、资源状况，如

资金、人员、装备等状况是否允许计划和目标得以实施。为了做到先进性，要积极考虑尽可能多的可利用因素，如政府政策性辅助与补贴、合同能源服务管理项目的实施等。

节电项目效益好、回报率高而且企业现有条件允许的，应当列入年度计划。节电项目效益显著但企业目前存在能力不足、实现较困难的，可以列为长远目标和规划。

1.2.4 做好用电、节电目标和计划的执行说明

“预则立，不预则废”，好的用电、节电计划就要事先对所布置的工作进行全面规划，让执行者知道做什么（工作职责）、为什么做（工作的意义）、怎样做（做事的方法）以及做到什么程度（工作标准），只有这样，才能保证执行者达到让管理者满意的工作效果。因此，应做好用电、节电目标和计划的执行说明。

好的用电、节电计划应当做到数据客观准确，指标先进，可操作性强，并对实现计划或目标提出切实的指导意见。这需要用电管理人员清楚了解相关技术发展状况、装备制造水平；及时掌握国家或上级提出的有关要求和标准；对本企业各用电环节的特点了如指掌，并善于做好相关数据的统计分析与积累；善于分析、总结发现规律性，并有一定的判断能力；要在制定计划的过程中体现“精细化”。

1.3 高效的目标责任体系是矿山企业 DSM 管理工作的关键

如果说用电、节电目标和计划的制定过程，是一个自下而上逐级统计、分析、汇总的过程，那么，计划和目标制定后，为了保证计划和目标的实现，还需要自上而下逐级分解目标，下放管理权限，落实责任。也就是要建立一个完善的目标责任管理体系，借助于目标和计划把人和工作结合起来，把管理者与被管理者统一起来，用自我控制的管理代替压制性的管理，推动企业员工自觉完成所担负的责任。这是实现目标和计划的关键。

目标责任管理体系建立的第一步就是建立完善的用电管理体系，即建立不同层级的管理机构。比如，可建立集团公司，矿厂级，车间、区队和班组层面四级管理网络。

目标责任管理体系建立的第二步就是明确体系中每一机构在目标实现过程中的职能和责任。

(1) 集团公司用电管理机构（有的矿山企业称为 DSM 管理办公室）侧重于宏观管理，主要负责国家或上级有关法律、法规、政策、指令以及标准在本集团内部的贯彻执行；负责本集团内部管理制度、方法草案的制定，提交职代会通过后执行；审查并汇总各用电单位的用电、节电计划，制定本集团长远规划与年度计划；搭建交流平台，负责新产品、新技术在集团内部的推广应用、信息交流、咨询服务和宣传培训工作；负责示范性项目的跟踪管理以及效果评价；负责对本集团内部各企业 DSM 管理工作进行指导、检查、考核与评价。

(2) 矿（厂）级用电管理机构是矿山企业 DSM 管理的关键环节，其职能更侧重于针对性、实务性。除了宣传、教育、交流的职能外，更是管理目标或计划的策划者，目标和计划分解方案的制定者，计划执行中的督促、协调者和考核与评价工作的完成者。实践证明，若该级机构完善、人员素质高、职能发挥好，所属企业 DSM 管理工作就主动，效果就明显。

(3) 车间、区队和班组是企业最小的用电管理单元，其职能侧重于执行力的提高，负责将用电、节电目标直接分解到职工个人，使各种用电管理制度、措施得到不折不扣的执行。

目标责任管理体系建立的第三步就是在各层级管理部门、管理环节的职能、责任和工作目标明确后，为了管理活动的协调与配合，建立和完善相应的管理行为规则，即管理制度，做到以制度管事，及时纠正职工或部门在执行计划和目标工程中的不良或错误行为，以制度保证管理系统的有序运作。

目标责任管理体系建立的第四步就是要建立与企业 DSM 管理相配套的激励机制，就是高层要向基层承诺支持实现目标所需

的资源投入和实现目标后的各种奖励；基层要向高层承诺对目标的认同和为实现目标付出的努力，并甘愿在目标未如期实现时承担相应的责任并接受相应的处罚。通过激励机制打破平庸化的管理氛围，形成对各级人员的压力，并将压力转化为动力，有效促进执行力的提升。

通过上述步骤建立起来的目标责任管理体系，应该是一个各层级、各部门及每个职工或居民有机组合，朝向企业总体 DSM 管理工作目标和计划，步调一致、协调配合的管理体系，为企业总体节电目标的实现提供可靠的体制和制度保证。

1.4 科学的考核与评价体系是矿山企业建立长效 DSM 管理机制的可靠保证

目标考核与评价的作用，一是为企业奖励先进、鞭策后进提供客观依据；二是及时分析企业在节电计划执行过程中的经验教训，为下一时期企业的用电、节电目标和计划的制定、实施提供参考。不受约束的权力往往产生不公正甚至腐败，科学的考核与评价体系应该建立、健全环环相扣、相互监督的考核链，使企业内部人人受考核、人人被监督、相互制约、相互促进，以确保考核与评价的结果。具体到供用电系统，考核与评价体系应该形成这样的闭环。

(1) 集团公司用电管理机构负责对下属企业的用电、节电工作进行考核与评价，并接受集团公司及职代会的考核与评价。需要每年度提交节电报告，汇报本集团电能利用率完成的实际情况及职责履行情况。

(2) 矿（厂）级用电管理机构负责对所属车间、区队进行考核与评价，并接受集团公司用电管理机构及本单位职代会的考核与评价。

(3) 车间、区队负责对各班组进行考核与评价，并接受矿（厂）级用电管理机构的考核与评价。

(4) 各班组负责对职工个人进行考核与评价，并接受车间、