

工业 节电 手册

GONGYE JIEDIAN SHOUCE



[苏] Ю. В. 柯培多夫 编
Б. А. 楚拉诺夫
张 盖 楚 译

冶金工业出版社

工业节电手册

[苏] Ю.Б.柯培多夫 Б.А.楚拉诺夫 编

张盖楚译 朱百里校

冶金工业出版社

内 容 提 要

本手册是根据苏联 1978 年出版的《Экономия электроэнергии в промышленности (Справочник)》翻译的。手册概括地叙述了工业企业节电的组织工作；介绍了节电措施及其经济效果的计算方法，并列举了许多计算实例；说明制订能耗定额和计算电能消耗量应注意的主要事项；指出各种电气设备节约电能的潜力。此外，附录中还列出了苏联各种主要轻重工业产品的平均耗电定额和实际消耗定额。

本手册可供工业企业、设计机构、电业管理、能源管理和计划管理部门的技术人员（包括电气、工艺、技术经济和技术管理等人员）使用。对有关院校的工业企业供电、工程技术和企业管理专业的师生，也有一定参考价值。

工 业 节 电 手 册

〔苏〕Ю.В.柯培多夫 Б.А.楚拉诺夫 编

张盖楚 译 朱百里 校

责任编辑 林 聪

*

冶金工业出版社出版

（北京灯市口 74 号）

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张 3 7/8 字数 81 千字

1983 年 7 月第一版 1983 年 7 月第一次印刷

印数 00,001~18,500 册

统一书号：15062·3971 定价 0.42 元

前 言

合理和经济地利用燃料——动力资源——具有日益重要的意义。苏联的所有工业企业，均以多种组织形式大力开展节约燃料——动力资源(特别是节约电能)——的工作。在这方面，无论是企业的工作人员或动力监察机构的监察人员，对企业规划的或已实现的节电措施，要在经济上作出评价，都是不易的。

关于降低电气设备中的电能损失、改进工艺过程以节约电能以及提高工艺设备的生产率的方法，都散见于各个专题学术报告、杂志论文和各种手册中。因此，要查找使用这些资料是有困难的。至于大家所熟知和广泛采用的许多节电措施，一般还没有关于经济效果的计算方法。

因此，国家动力监察委员会和动力出版社接到许多询问节电效果计算方法的来信，这些读者建议出版一本介绍节电措施经济效果计算方法的专门手册。

编写这本《工业节电手册》的主要目的，是收集计算节电措施经济效果的通用方法；其次，是对某些尚无统一计算方法的节电措施提出确定预期经济效果的方法。

电能的用途是很广泛的，它应用于许多场所和国民经济的各个部门，实际上不可能把所有各种可能的节电措施都考虑到。因此，本手册仅介绍一般工业装置的节电措施和大多数工业企业已经实现的节电措施的经济效果的计算方法。

作者认为，本手册所提供的资料还有许多欠缺之处。有时采用所介绍的方法，难以找到所需的原始数据。而采用平

均系数或经验公式，有时可能会造成差错。本手册仅是初步尝试提供有益参考资料。作者认为，本手册所介绍的计算方法(虽然这些方法都有缺点)，在节电工作中是可以采用的。

应用本手册所介绍的方法来计算节电措施的经济效果所发现的问题，可作为本书将来修订的依据，以便在技术理论和实践经验统一的基础上得出计算节电措施经济效果的方法。

作者

绪 论^①

优先发展动力工业是所有国民经济部门高速发展的一个极重要的条件。

电能逐年地、日益普遍地应用于我们的日常生活中，它减轻我们的劳动强度，为科学技术的进步、为我们社会的生产力的全面发展和提高劳动人民的福利创造有利的条件。

在技术不断进步的基础上所取得的各种重大成就，为增加发电量提供了极大的可能性。这些重大的成就是：提高了发电机组的单位容量、增加了热电站的容量、建立了大型水电站、电网实行远距离输电和联合成全国统一的动力系统。

目前，各个技术领域（如生产、运输、通信的综合机械化和自动化，化学化以及原子能在生产中的应用）的理论研究，日益广泛发展。因此，进一步研究全国动力和燃料的平衡问题，寻找更好地利用天然动力资源的途径，对统一动力系统作出科学论证，开辟新的能源，研究将热能、原子能、太阳能和化学能直接变为电能的方法，便有着特别重要的意义。

在建设新的工业企业和改建现有企业时，应在技术一经经济计算的基础上采用先进的供电方案：简化的变电所系统、110~220千伏高压线深入厂区、硅整流变流站以及大型成套配电装置的自动化和供电的遥控化。

合理使用能源不仅能降低单位能耗，而且由于采用先进

① 对原绪论作了删节。——译者

的工艺过程，还能提高工业企业的动力装备水平，从而劳动生产率得以提高。此外，还可改善产品质量和提高文明生产水平，并最后降低产品成本。

应该指出，截至目前为止，某些企业中的能耗定额和能耗的统计计算，是不能令人满意的。

在许多情况下，电耗定额毫无根据的高于已经达到的低消耗水平。在个别企业中，由于单位能耗定额的组成结构不统一，造成单位产品的实际耗电量不实、降低定额所规定的某些环节应有的用电量和另一些部门无控制的消耗能源。在所有各工业部门中应从速研究关于制定燃料——动力资源——消耗定额的基本原则，而每一工业部门则应发布关于制定燃料、热能和电能消耗定额的部颁详细办法。

只有在综合地组织企业的经济工作的基础上，包括制定先进的单位电能消耗定额、在实际条件下掌握这些定额和对用电情况进行经常的检查以及全面分析动力平衡问题，才能确定节电的主要方向和防止企业中所有用电环节滥用和浪费电能的现象。

如果企业的动力师和工艺师能共同主动地制订和实现节能的技术组织计划，并把这一计划与工艺合理化计划和改善生产组织的计划联系起来，则节电问题就可以得到有效的解决。

分析最近五年来的工业用电情况表明，在现有工艺条件下，所有国民经济部门中都存在很大的节电潜力。

目前，在节电方面，工艺因素具有主要意义。工艺因素可以分为两类：

1. 在大多数情况下，工艺制和动力制是互相联系的。此时，在许多情况下，合理的动力制是一方面单位能耗最低，

另一方面又适应工艺设备的最大生产率。因此，强化生产过程，改善生产组织通常是能够节约电能的。所以，使现有工艺合理化，采用新工艺的节电措施，能够增加产品数量和提高生产的质量指标。在这一意义上，单位耗电量是整个生产的技术——经济水平的综合指标。因此，就其实质来说，节电工作便转到了一个新阶段：在组织上与现有工艺的合理化和采用新工艺以及与改善每一工业部门的生产组织都密切地联系起来。

2. 在许多生产中，只有全部或部分减少某些能耗很大的工艺过程以改变工艺才能生产出必需质量的产品。这在多数情况下可以从动力平衡中降低耗电量，而且，所减少的装机容量，其价值比电气设备本身合理化所能节约的电能的值要大许多倍。

动力部分在工业产品的成本中所占的比重，在提高所耗动能的利用效果方面起着很大的作用。在个别工业部门中，各种动力费用在产品成本中所占的比例达50%以上，在钢铁生产中占40%，在机器制造业中占20~30%。但是，即使动力部分在产品成本中所占的比重不大，也不应忽视下述情况：节约地使用电能，能多生产产品，而在能源不足的情况下，浪费能源的损失，比能源本身的生产费用要大许多倍。因此，节约电能的意义远远地超过降低产品的成本这一界限。损失电能就是无益的白白地烧掉煤、石油、泥煤和煤气。

所有国民经济部门的用电量的增大，不只是由生产的绝对增长值所引起的，而且还因为工艺上发生了根本的质的变化：工艺过程的组织作了变动，从而大大地提高劳动生产率。

现在大家都懂得这样的道理：合理使用电能与有效地利

用发电厂和工业企业的设备所采取的措施有着直接的关系。因此，进一步提高电力装备水平、加速生产步伐和改善企业工作的技术经济指标，为节约电能奠定了坚实的基础。所以，工业企业的动力师和工艺师以及运输和建筑部门的工作人员，不仅应合理地使用每一度（千瓦·小时）电，而且还应经常发现和挖掘所有用电环节的节电潜力。

电气设备管理部门的工艺师和工作人员以及全体生产人员的创造性思维，应经常考虑进一步改进工艺过程和改善生产组织，为在具体的生产工作中最有效地利用设备创造条件。

为节电而努力不是一个短时的运动，而是所有工业部门、运输部门和建筑部门的动力师、工艺师和生产人员的一项经常的、实际的工作。

目 录

前言

绪论.....	V
---------	---

第一部分 概论	1
---------------	---

一、对国民经济合理利用动力的监督	1
------------------------	---

二、技术经济计算方法的基本原理	9
-----------------------	---

第二部分 预期节约电能的计算方法	14
------------------------	----

三、室外和室内的供电线路	14
--------------------	----

线路和网路中的电能损失的计算.....	14
---------------------	----

室外和室内的供电网路向高电压过渡及网路的改建.....	14
-----------------------------	----

备用输电线路带负荷合闸.....	15
------------------	----

四、变压器	15
-------------	----

双绕组变压器的电能损失的计算.....	15
---------------------	----

三绕组变压器的电能损失的计算.....	17
---------------------	----

变压器的经济工作制.....	18
----------------	----

五、电动机	21
-------------	----

工作机械负荷的增加.....	21
----------------	----

限制工作机械空转的自动限制器的应用.....	24
------------------------	----

采用容量较小的电动机代替容量较大而负荷不足的电动机.....	27
--------------------------------	----

六、电炉	30
------------	----

(一) 电弧炼钢炉	30
-----------------	----

概述.....	30
---------	----

增加装料量和改进炉料准备工作.....	31
---------------------	----

降低电能损失.....	35
-------------	----

降低热能损失.....	41
-------------	----

缩短停炉时间.....	45
电炉的电工制和热工制的合理化.....	47
(二) 电阻炉	49
概述.....	49
降低热能损失.....	50
提高电炉的生产率.....	52
减少蓄热损失和预热金属制品.....	55
电炉的电工制和热工制的合理化.....	60
七、生产和使用压缩空气或其他含能体时电能的节约	61
空压机所需功率的计算.....	62
降低空气压缩装置的额定工作压力.....	65
活塞式空压机采用直流阀.....	66
活塞式空压机实行谐振增压.....	67
在风动受气器前将压缩空气预热.....	68
用效率较高的新式空压机替换老式空压机.....	68
压缩空气、工业用水、氧气、其他液体和气体由于管道、 连接阀和关闭阀的状况不良而产生的漏损.....	69
减少压缩空气的漏损量.....	70
采用其他含能体代替压缩空气.....	71
采用电动工具代替风动工具.....	72
采用鼓风机强制送风代替压缩空气.....	72
八、水泵装置.....	73
概述.....	73
提高水泵的效率.....	75
改善水泵的负荷和改进对水泵工作的调整.....	75
减少水的消耗量和损失.....	78
九、通风装置.....	79
概述.....	79
用新式通风机替换老式通风机.....	80
采用经济的方法调整通风机的生产率.....	81

I

热风幕通风机与门的开闭装置实行联锁.....	81
改善通风机的工作.....	82
消除通风装置运转中的缺陷.....	82
通风装置采用自动控制系统.....	83
十、电焊装置.....	84
概述.....	84
合理选择电焊方法.....	85
消除或减少电焊机组的空载现象.....	87
改进电焊工艺.....	87
十一、合理利用照明装置	88
正确选择灯泡和照明器的型式.....	89
白天接通光源.....	91
增大照明装置的安装容量.....	91
照明器的污染.....	93
保持照明网路的额定电压水平.....	94
十二、降低生产设备的机械损失	94
十三、在电气化运输工具的运行中节约电能	95
十四、节电的技术组织措施计划的编制步骤	97
附录 1 节电技术组织措施计划表.....	101
附录 2 关于完成节电技术组织措施计划的决算表.....	101
附录 3 节电技术组织措施计划 (示例)	102
附录 4 第Ⅲ季度完成节电技术组织措施计划的决 算 (示例)	103
附录 5 能量换算系数 (当量)	103
附录 6 消耗能量最多的制品和工业品的平均耗电 定额和实际耗电定额.....	104
参考文献	109

第一部分 概 论

一、对国民经济合理利用动力的监督

根据《苏联国家动力监察条例》，以预先检查和日常监督的方式来进行动力监察工作。其目的是督促各部局、工业和运输部门的各企业、建筑机构、公用事业和生活用户、农业用户和其他用户遵守现行《电气装置安装规程》、《电气装置和热力装置技术管理规程》、《电气装置和热力装置安全运行技术规程》及《电能和热能使用规程》。此外，还监察输出的电能是否符合质量标准及国民经济中是否合理使用电能和热能。

国家动力监察机关通常进行下列监察工作：

1. 各地区的动力管理部门是否采取对用户连续供电和保证供电质量的措施；
2. 电气装置和热力装置是否合理使用电能和热能及其所处的技术状态；
3. 是否执行电能和热能的单位消耗定额，是否遵守所规定的用电计划和用电制度；
4. 各企业和机关是否采取节约电能和热能的措施；
5. 工业电气装置的以及与此类似用户的无功功率的补偿措施，是否保证得以顺利执行；
6. 热能用户的回水质量标准 and 回水量规定得是否正确以及执行这项规定的情况；
7. 各企业和机关是否遵守《电气装置安装规程》、

《电气装置和热力装置技术管理规程》以及《电气装置和热力装置安全运行技术规程》；

8. 电能和热能消耗量的计算情况，所采用的电能和热能的现行计费标准是否正确，由于用户采取补偿电气装置无功功率的措施而获得的电费折扣率，或用户对电气装置的无功功率补偿不力而应支付的电费加成率是否合理；热能用户超额完成所规定的回水定额而获得的热能费用折扣率，或未完成回水定额而应支付的热能费用加成率是否妥当。

对动力使用情况进行监察的主要方式是**企业考察**。

当用户的新电气装置和改装的电气装置投入运行时以及在用户的动力装置的运行过程中都应进行**企业考察**。动力装置运行过程中的考察，按照日常的动力监察工作的内容进行。

考察可以分为：

1. 综合性考察。在考察过程中检查与动力装置所处状态有关的所有问题以及电能和热能的利用情况；

2. 有目的的考察。考察的范围包括动力监察工作各方面的问题：动力装置所处的技术状态；维护动力装置时是否遵守安全规程；动力的合理使用情况。

考察包括考察整个企业、个别车间、个别工段或个别工作对象。

考察的周期、种类和范围，由年度计划（考察指示图表）确定。

为了检查电能利用情况而对企业进行考察时，考察的主要目的是发现能源利用中存在的缺点、在制订节能的具体措施时给予企业以实际帮助和确定先进的单位能耗定额。

在考察过程中，应采取了解技术文件、查阅总结资料、查阅测量和试验数据以及察看工艺装置和电气装置等方法来

检查下列各项：

1. 企业计划的和实际的动力平衡情况；
2. 企业耗电定额制定情况；
3. 企业耗电统计情况；
4. 节电的技术-组织措施计划的制订和执行情况；
5. 补偿无功功率以及降低和调整无功负荷的情况；
6. 节电的群众组织工作的进行情况；
7. 所确定的电能使用计划的完成情况；
8. 在动力系统最大负荷时间内调整企业负荷的情况。

在考察过程中，应发现企业的主要生产中电网内所存在的技术上能避免的电能损失。

根据统计的总结资料分析企业计划的和实际的动力平衡情况时，必须确定整个企业的用电量（考察的上一年用电量），其中包括：生产用电和非生产用电以及通过企业电网输往厂外的电能（其中包括公用事业和生活用电）。

生产用电包括有用电定额的生产用电和无用电定额的生产用电两种。

考察时应编制有用电定额的车间和办公室一览表及无用电定额但属于该企业管辖的辅助车间、办公室、实验室、所有工作场所和工段一览表。厂内运输所消耗的能量和网路中的损失应单独统计。这些一览表中应指出每一工段（工作场所）的年用电量。

对每一用电项目的耗电统计情况应进行分析。

收集和分析用电统计资料的主要目的，是为了能为更多的用电单位制定出用电定额。无用电定额的生产用电应降低到最低限度，且只有那些不能制定出单位耗电定额的场所（例如，设计室、试验站等）才允许无用电定额。

检查耗电量定额的制定情况 应查明有无该工业部制订和批准的该部门耗电定额标准。如果有耗电定额标准，则下一步的监督工作便是根据该定额标准检查用电定额制定情况。如果没有耗电定额标准，则为设计书中的所有加工机械制订出单位耗电定额，分析所制订的定额是否符合苏联国家计划委员会批准的《编制能耗定额主要条例》，若发现与上述《条例》有出入，则应提出适当的建议。

检查能耗定额时应着重检查定额的内容、批准这一内容的时间和机构。根据原始的总结表报检查总结资料与所批准的定额内容是否相符。

检查定额的制订情况时，应特别注意所制定的定额在技术上是否有根据，是否与生产过程、现有电能和产品（耗电定额所规定生产的产品）的统计数据相适应。

单位耗电定额方案应考虑：

1. 工艺过程的改变、生产设备的更换、原料或准备再加工的半成品的改变，亦即生产条件的改变；

2. 在节电方面所计划采取的技术-组织措施能达到的预期经济效益；

3. 消除上次考察所发现的或企业工作人员所发现的非生产耗电现象。

此外，还必须分析上一年和本年度各季执行电能消耗定额的情况。进行这种分析时，应说明未执行电能消耗定额（耗电量高于定额所规定的标准）的原因，节电的原因，对耗电定额的实际可行性作出评价，检查关于降低单位耗电量的指示的执行情况。

检查企业耗电定额的制订情况的主要目的，是为制订适应于最合理工艺过程的、可以实现的单位耗电定额创造条

件，以及制订出这样的单位耗电定额：采取进一步改进生产工艺或将现有生产设备换上新的更经济的设备的具体措施后，就可以达到节电的目的。

检查节电的技术-组织措施计划的制订情况 审查技术-组织措施计划时，应对该计划作出评价。此时应考虑以下各项：

1. 计划应包括所有生产工段；
2. 计划的效果，应通过计算来加以证实；
3. 计划所采取的措施，在技术上应有根据；
4. 应在资金、设备和材料方面保证所计划的措施得以实现；
5. 计划应包括改进生产工艺和使生产过程自动化的措施；
6. 计划应包括全苏节约电能和热能的合理化建议竞赛所一致赞同的建议；
7. 计划应包括为了消除已发现的电能损失现象所采取的措施。

对节约能源的主要计划和补充措施计划都应进行这样的分析。主要措施计划应在考察的上一年编制。这一计划的效果，亦即所计划节约的电量，应在制订单位能耗定额时加以计算。单位能耗定额应减去技术-组织措施计划所节约的能量值。技术-组织措施的补充计划应在本年度的过程中制订和补充。补充计划的效果，亦即所计划节约的能量，应保证降低单位能耗定额的任务得以完成和符合节能的总结数据。

然后检查节能的技术-组织措施的主要计划和补充计划的完成情况。进行这种检查时，应确定实现所计划的措施的结果实际达到的节能量。