



dena-背景文本

# 通过智能用电赚取利润

电力需求侧管理（DSM）的介绍及德国的实践经验

# 出版说明

## 出版方

德国能源署 (dena)

Chausseestrasse 128 a

10115 柏林, 德国

电话: +49 (0)30 66 777 - 0

传真: +49 (0)30 66 777 - 699

网站: [www.dena.de/en](http://www.dena.de/en)

## 作者

Carolin Schenuit, dena

Lukas Vogel, dena

封面图片版权: ©shutterstock.com/tonton

版本: 2018 年 12 月

保留所有权利。未经德国能源署同意不得擅用。

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag

# 内容

出版说明 .....	2
序言 .....	4
<b>1 电力需求侧管理 (DSM) 介绍: .....</b>	<b>5</b>
1.1 DSM 定义 .....	5
1.2 DSM 潜力 .....	5
1.3 DSM 市场 .....	6
1.3.1 调节容量市场 .....	7
1.3.2 现货市场上的 DSM 销售 (当日冲销) .....	11
1.3.3 平衡单元管理中的平衡能源及 DSM .....	12
1.3.4 电网瓶颈管理 .....	12
1.4 当前 DSM 市场情况 .....	13
<b>2 dena 的 DSM 示范项目 .....</b>	<b>14</b>
2.1 巴登符腾堡州 DSM 示范项目 .....	14
2.2 巴伐利亚州 DSM 示范项目 .....	15
2.3 示范项目成果 .....	15
2.3.1 参与行业及流程 .....	15
2.3.2 DSM 路线图 .....	17
2.3.3 后续行动需求 .....	17
<b>图表 .....</b>	<b>19</b>
<b>表格 .....</b>	<b>20</b>

## 序言

随着近年来可再生能源发电规模快速增长，发电侧弃风、弃光、弃水问题日益突显，灵活的用户侧是能源系统向可再生能源转型的重要支撑。需求侧管理（DSM）作为提升需求侧灵活性的重要手段，将对提升我国能源效率、降低综合用能成本、提升环境影响重要价值。我国正在快速布局的先进电能计量基础设施（AMI）也为推广 DSM 奠定了硬件基础。

然而，目前我国 DSM 建设整体滞后，电网更多采取行政手段对特定用户下达用电调整指令，而非采用市场化方式。诸如竞争性电力市场缺失和商业模式不清晰等问题从根本上制约了我国 DSM 的发展，相关价格和体制机制政策有待完善。

虽然 DSM 在中国具有巨大发展潜力，但相关融资、电价及其与电力市场改革的协同关系等问题仍需进一步理清。本报告介绍了德国不同的 DSM 市场，尤其围绕德国南部两个 DSM 示范项目的经验做了详细介绍，对 DSM 未来在中国的发展有重要借鉴意义。该报告为德国能源署（dena）和国家可再生能源中心合作项目的一部分，该项目由德国经济部（BMWi）和英国儿童投资基金会（CIFF）共同支持，在此对参与该报告编写的各国专家致以诚挚感谢。

王仲颖

副所长，国家发展和改革委员会能源研究所

主任，国家可再生能源中心

# 1 电力需求侧管理 (DSM) 介绍:

德国及欧盟的能源及气候政策目标要求彻底改变德国的供电体系。通过扩建可再生能源以及由此带来的电力波动,使得电力系统灵活性的需求越来越大。让电力系统更具灵活性的一个途径是,让电力消耗(需求)更适应电力生产,也就是所谓的电力需求侧管理(DSM)。

电力需求侧管理(DSM),也称为跨企业负荷管理,是基于价格信号来切断和接通负荷,从而有针对性地管理用电需求。这有助于把间歇性可再生能源融合到电网系统中,平衡电力供需波动,提供平衡能源及调节能源,并减轻超载电网部分的负荷。同时,DSM 还为企业创造额外收益来源。这是因为电力用户,尤其是工业和商业用户可将其灵活的负荷投放到不同的市场领域进行销售。

自行管理平衡单元的大型企业及高耗能企业可自行将其灵活的负荷部分投放市场。规模较小的负荷可通过一个负荷池(库)与其他企业捆绑销售。池的创建及销售则由专业服务公司承担(集成商)

下文给出“电力需求侧管理”及 DSM 潜力的定义,并介绍 DSM 市场。

## 1.1 DSM 定义

电力需求侧管理的定义并不统一。根据国家和机构的不同,需求响应、集成用电需求或负荷管理等相似概念间的不同界限并不清晰,这些概念常常被视为是同义词或被当做从属类别来应用。销售(如电网相关措施)亦或信号(例如外部自动干预)的形式也被部分包含在定义中。在当前市场领域及目标背景下,为了尽可能多地开拓 DSM 市场,有必要尽可能开放地定义该概念显得是有意义的。

一般可如下定义:

*电力需求侧管理是个体主动调整或影响电力负荷来响应外部价格信号或合同规定的负荷需求。*

此外必须注意,企业(自有)发电设备及气体和蒸汽轮机发电厂、热电联产或应急发电机是否包含在 DSM 之内。大中型工业企业通常自备发电设备,这些发电机常常比电力消费侧过程更便于灵活销售。若把企业看做封闭个体,则从供电商及电网运营商角度来看,电网传输节点上的负荷非常关键。如此一来,是否通过降低或升高电力负荷亦或降低或升高企业自发电量来改变负荷就不重要了。因此,更广泛地来说,DSM 也包括自发电过程,因为在 DSM 潜力挖掘过程中,自发电过程可以作为往往难以销售的电力消费侧环节的跳板。

## 1.2 DSM 潜力

DSM 潜力这一概念的界定往往也不十分清晰,这导致公开讨论、研究及文献中的定义出现较大差异。对企业来说,消费侧流程管理的技术可能性并不意味着这一流程可灵活销售。原则上,各工艺流程的输入功率都可调节。但流程的可销售性往往取决于许多其他因素,如下图所示。



图 1: DSM 潜力

**理论上的 DSM 潜力**是涵盖范围最广的概念，描述了一个流程的长期灵活性，包括通过更改生产计划及通过采购新的生产设备形成的灵活性。

**技术上的 DSM 潜力**是一个流程当前可用的、技术上可灵活变化的容量。因此，技术上的 DSM 潜力也包括现存的生产流程。这在短期内往往不可改变，限制灵活化，因此，一个流程技术上的 DSM 潜力通常要小于理论上的 DSM 潜力。

技术上的 DSM 潜力中还包含**经济上的 DSM 潜力**及**可接受的 DSM 潜力**。经济上的 DSM 潜力指的是在当前市场条件下并考虑到所有销售及机会成本情况下经济上可销售的 DSM 潜力。可接受的 DSM 潜力则是指单个企业主观角度看来可用于灵活销售的潜力。通常存在某些经济上的 DSM 潜力是企业未释放出来销售的，例如因为关系到质量相关流程或因为企业对某些销售途径有保留，比如当这一途径伴随有对独立生产过程的外部干涉时。

**可实现的 DSM 潜力**是被接受的和经济上的 DSM 潜力的交集部分，因而表明了企业可灵活销售且在给定的市场条件下可获得销售利润的实际灵活性范围。

### 1.3 DSM 市场

原则上，拥有能源采购专业流程的大型企业和高能耗企业可以自行销售其灵活负荷。负荷较小时，销售最好通过 DSM 销售商的池子与其他企业捆绑。

目前，德国有下列途径销售用电需求方面的灵活性（也参见下图）：

- 调节能源：作为调节能源销售，用于平衡用电及发电之间比重的不平衡，通过基于招标的调节容量市场。
- 可中断负荷条例：根据可中断负荷条例（AbLaV）第 18 条规定销售有针对性地接通或关闭的负荷，从而稳定电网运行，例如在电网瓶颈管理框架下。
- 现货市场：通过以较低电价销售以小时计算的电能，来参与欧洲能源交易所 EEX 的当日冲销现货市场。
- 平衡能源：作为平衡单元的平衡能源来销售给平衡单元管理者，用以弥补短期的流通计划偏差。这一市场领域（AbLaV 除外）形成时未考虑到电力消耗过程的巨大差异性，而主要考虑发电设备（尤其是大型发电厂）。直到最近几年，它也向灵活负荷开放了。下文将简短介绍上述市场领域、其在实践中对 DSM 的意义及 DSM 在未来的前景。

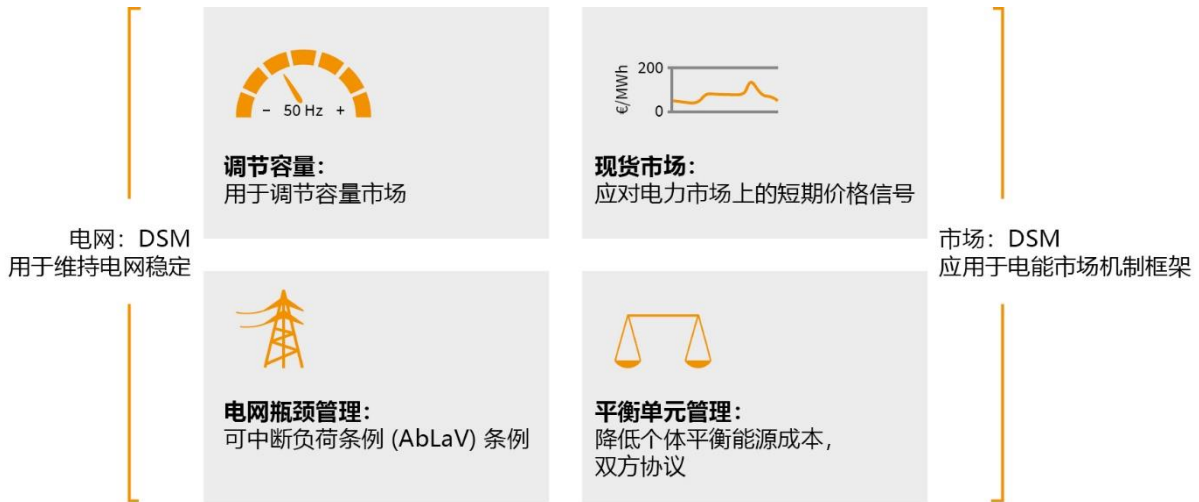


图 2: DSM 市场领域

### 1.3.1 调节容量市场

调节容量是重要的系统服务，用于保持系统稳定，尤其是保持电网的频率稳定。这意味着，有多少发电量就必须有同样多的耗电量。原则上，这一数量平衡在电力市场交易活动中实现，但是，在现实中，交易电量与电能实际消耗量之间当然会出现偏差，这就必须在短时间内弥补。

藉助调节容量，输电网运营商弥补计划和实际数量之间的此类偏差，这在数量上是除掉所有平衡单元后的剩余量。需要调节容量的主要原因：

- **负荷干扰:** 由于许多不同电能用户的行为不可控，导致负荷波动。
- **发电厂故障:** 发电厂技术故障不能完全避免。
- **可再生能源预测错误:** 可再生发电的实际数量与预测有偏差。
- **负荷预测错误:** 意料外事件导致与负荷预测有偏差。
- **时刻表跳跃:** 由于电能交易仅以 15 分钟为单位发生，发电厂的启停波动及时刻表必须通过调节能源来平衡。

#### 调节容量产品

根据属性及其启动速度，调节容量有三种不同类型。2018 年 6 月，德国电网机构 (BNetzA) 的一项新规定生效，从而缩短并部分协调了招标时间段及产品时间分片。

	一级调节容量 (PRL)	二级调节容量 (SRL)	分钟各转容量 (MRL)
招标时间段	每周	每日	每日
招标时间点	通常是前一周的周二	招标开始: 提供日前 7 天 招标结束: 提供前一天, 8 点	招标开始: 提供日前 7 天 招标结束: 提供前一天, 10 点
产品时间分片	整周	每 4 小时时间分片	每 4 小时时间分片

产品差异	针对正向和负向 PRL 的产品	各用于正向和负向的产品	各用于正向和负向的产品
最小产品规模	1 MW	5 MW 例外: 在一定前提下, 1 MW 起	5 MW 例外: 在一定前提下, 1 MW 起
建池	在同一调节区域允许	在同一调节区域允许	在同一调节区域允许

表 1: 调节容量产品概览

调节容量类型按等级调取, 意思是, 出现偏差时, 首先使用一级调节容量 (PRL), 但其容量有限, 因此接下来使用二级调节容量 (SRL) 来补充。之后又使用分钟备转容量 (MRL), 并在较长时间内取代另外两种调节容量, 直至通过交易市场或平衡单元弥补再次建立平衡为止。

**一级调节容量 (PRL)** 会在 30 秒内作用于电网频率偏差, 现在常常通过传统发电厂来准备, 达到一定容量规模的发电站有义务提供初级调节容量。最近, 也有少数的首台设备通过电池组来提供 PRL。

**二级调节容量 (SRL)** 必须在 5 分钟内全部提供, 这首先也同样由传统发电厂提供, 不过最近也已经能够通过几个信息及控制技术对接较好的需求侧流程来提供。

**分钟备转容量 (MRL)** 在 15 分钟内提供, 可以通过较长的预告时长及当前较小的时间分片由明显更多的供应商来提供。

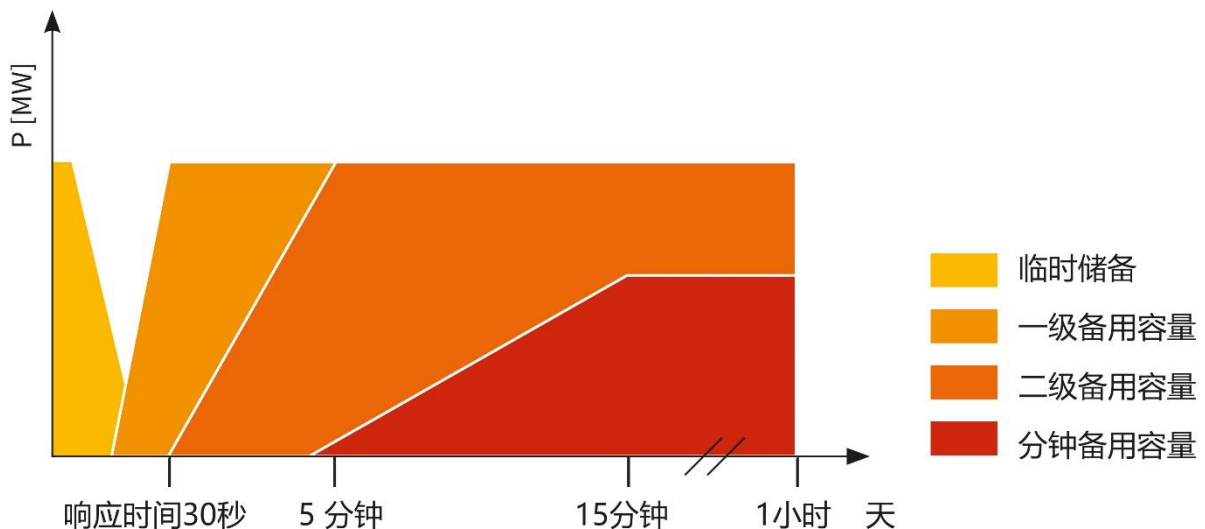


图 3: 调节容量产品的时间匹配

电网频率的偏差有正向的和负向的, 因此有正向和负向产品用于 SRL 和 MRL。对于发电厂来说, 正向调节容量意味着, 在调取调节容量时调高其发电量并向电网输入更多电能。对于电力用户来说, 这意味着, 在调取调节容量时降低其用电负荷。与此相应, 对于发电方来说, 负向调节容量意味着减少发电量, 相反的, 对用户来说, 这意味着从电网消耗更多电力。对于 SRL 及 MRL 来说, 存在分开的正向及负向产品, PRL 目前仅可对称 (即提供等量的正向及负向产品) 提供。



### 调节容量招标

输电网运营商把他们的调节容量需求一同放在网络平台 [www.regelleistung.net](http://www.regelleistung.net) 上招标。德国电网机构常常调整这一市场的招标条件，尤其是为了向新供货商开放市场，例如灵活负荷，从而使其能够参与。为了能够参与各个市场，每台参与的技术设备必须提前完成**预认证**。预认证是由输电网运营商证明该设备在技术上具备满足各个调节容量类型要求的能力。然后，供货商就可将其经过预认证的设备提供给定期发布的招标了。想将多个技术设备捆绑在一个虚拟发电厂中的集成商必须同样完成预认证。其中会检验其 IT 系统的性能及所提供调节容量的可调取性证明。公布出来的调节容量数量依据输电网运营商预测的需求来制定。目前，初级调节容量每周招标一次，次级调节容量及分钟备转容量每日招标一次。次级调节容量及分钟备转容量都是每 4 小时 6 个时间分片。初级调节容量照常招标。

招标 SRL 及 MRL 时，提供两个价格要素，容量价格和工作价格。容量价格说明了在时间分片中保持容量的价格。工作价格说明了以 €/MWh 为单位实际调取容量的价格。附加费以所提供的容量价格为基础，之后用于向收取附加费的供货商支付在提供时间段内保持其容量的费用。实际调取则按照所提供工作价格的优先次序来算。意思是，首先调取工作价格最低的容量，只有在调节容量需求较大时需要工作价格较高的供货商来提供容量。PRL 仅有容量价格，酬金与实际发生的调取无关。

### 调节容量销售中的参与者角色

到目前为止，调节容量主要由传统发电厂提供。随着能源转型进一步发展，传统电厂作为调节容量供应商规模逐渐下降，同时，对可再生能用电厂及电力用户的系统稳定性活动的需求会升高。灵活负荷作为调节容量进行销售，对市场参与者角色及参与者互动提出新的课题。图 4 显示，哪些参与者角色之间存在联系及互动。

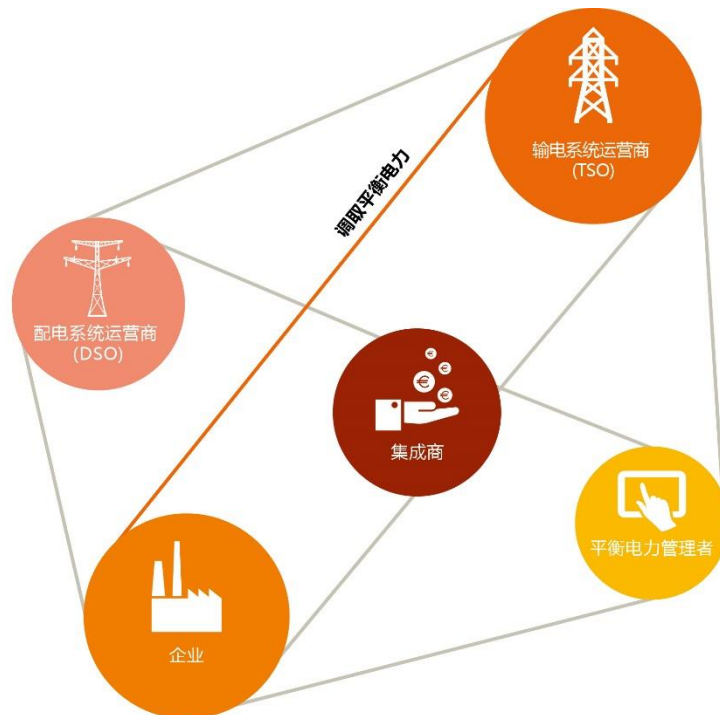


图 4：市场参与者概览

## 平衡单元管理人

向客户提供电能发生在平衡单元内。平衡单元是一个虚拟的电力或天然气数额账户，其中包括所有取用及回馈，并加以结算。平衡单元管理人（BKV）有责任确保每 15 分钟测量时间段内平衡单元的容量平衡是均衡的。容量平衡结算耗电量与馈电量。

BKV 的一项重要任务是预测每一发电方在其平衡单元中产出的及每一电能消耗方消耗的电量。这些预测，也就是所谓的时刻表，必须在时刻表管理中每十五分钟精确制定一次，并把下一天的发送给每个输电网运营商。通过其平衡单元中的灵活负荷来提供调节容量时，BKV 有不同任务，例如：

- 开立用于调节容量供给的平衡单元
- 在输电网运营商调取平衡容量时制定时刻表调节

## DSM 经销商/集成商

大多数 DSM 经销商多是电能供货商或直接经销商，与 DSM 销售一起开发出一个新的商业领域。提供少量电能的 DSM 经销商始终需要与各个 BKV 签订双边协议，以便能够把一个耗电方的灵活性作为调节容量来销售。电能供货商大多还有双重功能，还可作为 BKV。DSM 经销商在电力需求侧管理方面的任务例如：

- 辅助识别灵活电流负荷
- 把不同企业的负荷汇集到一个池子中
- 销售池子，参与输电网运营商招标
- 在调取调节容量时管理企业的预认证设备

正如在调节容量市场描述中说到的（参见上文），对某些销售途径的要求往往无法通过单独的需求侧流程满足（例如：最低容量）。因此，可以将一个或多个企业的不同流程综合起来。这一过程称为**建池（库）（pooling）**。例如，可以将多个在一次调节容量调取的整个时间段内单独可用的负荷或者无法独自满足参与调节容量市场最低容量限制的容量放在一起销售。

灵活负荷池的销售通常由（DSM）经销商或池运营商负责。他们将更多流程捆绑到池中，为确保各流程而保留容量，并承担池在调节容量市场上的销售，例如。这样就在不同灵活性供货商及像输电网运营商这样的需求方之间建立了连接。原则上，负荷的池化可用于所有销售途径，其中许多其他销售途径对参与者提出的要求较低，如现货销售，并且不需要建池的情况。建池有助于销售小规模、一般较难销售的需求侧流程。

## 配电网运营商

灵活负荷通常连接在电网的配电网层级上。配电网运营商（VNB）必须保证调节容量可由配电网提供。配电网运营商开具所谓的连入电网运营商确认证明（VNB 确认书），企业需要此证明作为调节容量的预认证。

## 输电网运营商

输电网运营商负责输电网的稳定运行，例如调取调节容量。输电网运营商针对 DSM 的主要任务是：

- 为用于提供调节容量的灵活负荷做预认证
- 调节容量需求预测招标
- 频率波动时调取调节容量

## 企业（负荷所有人）

企业作为所谓的负荷所有人，通过销售其灵活负荷获得新的盈利可能，并通过提供调节容量对稳定电网做出贡献。有独立平衡单元的大企业可独立销售灵活负荷，或者借助 DSM 经销商（池运营商）销售。

### 调节容量对 DSM 的意义

对 DSM 来说，调节容量是目前量最大的销售形式，因此，许多企业对此有兴趣。此外，计酬制度也颇具吸引力，因为，在工作价格较高时，调取极少，通过容量价格计酬时，负荷灵活化的意愿提高。这样一来，供货商就可以实现部分控制，调取频率保持较低，就只需在消费测流程中做少量调整。同时，为了参与这些市场所需的技术要求和信息技术投入对许多消费测流程来说是非常高的。在大多数消费测流程中，尤其是在控制技术连接方面需要在参与调解容量市场前进行改进升级。消费测流程的销售途径主要有 SRL 及 MRL。企业销售 SRL 及 MRL 的主要挑战是：

- **可调节容量的规模。**对于 MRL 及 SRL，最低参与规模为 5 MW。不过，通过与其他耗电设备或发电方共同提供（所谓建池），小规模容量的流程也能参与提供。
- **流程的信息及控制技术连接。**为了销售调节容量，流程最好可以中央控制，在 SRL 情况下，最好可以远程控制。其前提通常需要有中央的流程主控装置且各个流程能单个连接到其上。然后在技术上实现远程控制就不复杂了。然而，远程控制可能在企业内部遇到很大阻力，因为对企业内部流程的外部干涉不受欢迎。
- **调取前预先通知时长较短。**对于 MRL 来说，容量必须在 15 分钟内提供，SRL 响应时间为 5 分钟内。这对许多消费测流程来说是无法实现的，或仅在有限规模可以实现。
- **预测单个流程在招标时间点的运行状态。**根据实时负载情况，许多企业完全可以灵活化短期用电流程。然而，为了销售调节容量，企业必须能够预告其用电流程在未来某一时间点（企业想在该时间点提供调节容量）的运行状态，以便确保能够承担所需的负荷调节。这对许多流程来说并不可能。特别是在 SRL 情况下，预测的交付周期为一周，对销售调节容量的要求难以实现。

### DSM 在调节容量市场上的前景

许多因素支持用户侧流程更多地参与到调节容量市场上。因此，近几年已经降低了对最低提供规模的要求。包括德国电网机构最新的磋商流程及 2016 年 7 月发布的旨在进一步发展电能市场的法律（电能市场法）都以进一步对新供货商和灵活消费侧流程打开市场为目标。同时，越来越多的企业实施能源管理体系，信息技术发展也促进了不同消费测的连网，这也推动了调节容量销售市场的发展。然而，对许多小规模消费测流程来说，调节容量销售的成本过高，预期收益相对太低。

## 1.3.2 现货市场上的 DSM 销售（当日冲销）

在电力现货市场上销售消耗流程包括根据电价短期调节电能负荷。通过扩建可再生能源，同时降低传统发电厂容量，未来的电力市场将一方面更多地出现高电价的紧缺情况，另一方面出现电价很低甚至为负的剩余情况。因此，针对当前电价调节消耗有助于优化企业的购电成本。

对于此类灵活销售，企业必须在其与供电商之间的供电协议中接受相应的灵活销售规定。例如，企业与供电商签署协议，规定在价格高点的时段不运行事先确定的流程，从而获得电价折扣。相对的，供电商通过价格高点降低了采购风险。他能相应地减少采购需求，不再必须购买昂贵的电量，或者甚至可以用高价把长期预先采购的可用电量销售出去。

与受到较强监督的调节容量市场相反，企业与供电商之间的双边协议可自由协商，原则上不受任何技术限制。

### 现货市场（当日冲销）销售对 DSM 的意义

电价构成的大部分对电力用户来说是固定的，不受交易所电价波动的影响。例如，其中就包括电网补偿或可再生能源法税及其他与消耗时点无关而按照每 MWh 来征收的税款。按照个体减免额度不同，固定电价构成部分可超过个体家庭电价中的 2/3。这造成当前的多数企业没有足够动力，以当前交易所电价为主要依据来调节用电。此外，当前交易所电价总体在非常低的水平。

### 现货市场（当日冲销）销售的前景

灵活的现货市场由于实施相对简单，还是成为企业供电协议有意义的补充，这能够为他们未来更灵活的销售途径带来希望。长期来看，通过进一步扩建可再生能源，且缩小传统发电规模，电价的波动将更为剧烈。此外，在电能市场法框架下自由组合价格已是能源经济法的固定目标，这意味着，价格波动将不受外界影响。这将更多地发出存在灵活性需求的价格信号。

## 1.3.3 平衡单元管理中的平衡能源及 DSM

德国电力市场由很多单个的平衡单元组成，其中包括交易技术上的电能用户及电力生产方。每一个平衡单元有一位平衡单元管理人（BKV），要是其本身不在电能交易所中，那么他常常也是电力供应商。平衡单元管理人结合其平衡单元参与者的时刻表及预测，通过电能交易确保其平衡单元始终保持平衡。意思是，平衡单元消耗电量与发电量或购电量永远一样多，并将多余电量及时在电能交易所卖出。若预测偏差导致平衡单元比重不均衡，且平衡单元管理人无法通过短期交易来实现平衡的话，就由传输电网运营商为这一偏差向平衡单元负责人提供平衡能源。与上文所描述的调节容量相比，调节容量是确保电网系统的物理平衡，而平衡能源首先是收支平衡上的弥补。涉及 DSM 的是，平衡单元管理人可以在其平衡单元中做相应调节，以避免平衡能源成本。

在合约方面，运作方式与现货销售市场类似，通过平衡单元管理人及电能消耗企业间的双边合同来实现。这样一来，企业就使平衡单元管理人能够短期调节消耗或生产，来达到弥补平衡单元的目标。

### 平衡能源销售对 DSM 的意义

当前，平衡能源价格大多相对较低，因此，平衡单元管理人在其平衡单元中建立 DSM 措施结构的动力较小。不过，和在现货销售一样，这种销售方式的技术门槛较低，因此，在相应经济刺激下，为企业提供平衡能源完全可能变成有吸引力的选项。

### 平衡能源销售对 DSM 的前景

借助电能市场法，可再生能源经济法将强化平衡单元及强化平衡单元推进措施列为明确目标，以便提高系统稳定性。为此，德国电网机构早在 2015 年底开启了一个以进一步发展平衡能源体系为目标的讨论过程，这引入了平衡能源系统调整的确立流程。这可能会提高平衡能源价格，例如对平衡能源偏差罚款，或提高 传输电网运营商 方面的平衡能源价格。这样就能给予平衡单元管理人更大的刺激，使其在其平衡单元内形成更强的灵活性选项，并通过协议确保 DSM 潜力。

## 1.3.4 电网瓶颈管理

电网瓶颈管理指的是在输电网中找到并排除电网瓶颈。长期来看，这主要通过调节和扩建电网来实现，短期则通过传输电网运营商干预发电厂投入（再分配）。

这样就可能发生电力传输容量不足以传输已售出电能数量的情况。当德国北部的传统发电厂与可再生能源发电厂的发电量较高，而同时德国南部的电能需求较大时，就可能发生这种情况。此时就必须把大量

电能从北部传输到南部，这可能造成电缆负荷极大，甚至超载，目前尤其是在巴伐利亚州和图林根州之间。出于这个原因，输电网运营商必须对此加以干预，以防电缆超载，并避免受损结果。比如，在所描述的例子中，就可以考虑接通本来未发电或发电量极小的德国南部传统发电厂，或者下调德国北部馈电的发电厂。

#### 电网瓶颈管理对 DSM 的意义

目前，DSM 在德国电网瓶颈管理中起到的作用非常小。这主要是因为，目前市场上有足够的发电设备和灵活性，因此，只有在极少数例外情况下需要为再分配下调负荷。对于长期的电网瓶颈管理来说，作为扩建电网的一种选择，目前输电网运营商尚未看到对 DSM 的需要。

#### 电网瓶颈管理对 DSM 的前景

到目前为止，再分配措施的计酬机制基于边际成本。这一规定在 2015 年春天被杜塞尔多夫州法院的一项判决所取缔，现在正在修改。预计，原先针对这一干涉的补偿金未来将会提高，不再仅仅依据边际成本、而是也基于所失去的收益。在其他电能市场上，例如美国东北部的 PJM 市场，DSM 措施如今已经作为瓶颈地区电缆的电网瓶颈长期管理的一个选项，成功参与到容量市场上。

### 1.4 当前 DSM 市场情况

DSM 对于许多工业领域仍比较陌生，仅在大型能耗工业中得到部分使用。进一步推广 DSM 的决定性要素在于，让其能够不受偏见地自由进入现存的及未来的市场领域。除了这些监管方面，尤其有必要在企业中继续尝试及结合排除技术难题。

近几年，灵活性市场有了明显发展。许多经销商建立并提供池，调节能源市场上的 DSM 准入条件已被改进或正在改进，由于竞争加剧使得供电协议更灵活，能源管理系统（EMS）在企业中的应用更广泛。同时，较低水平的电能批发价格及其价格框架导致工业企业灵活化其用电的动力较小。<sup>1</sup> 中期来看，更多传统发电厂容量退出市场，并伴随可再生能源的进一步扩建，将出现明显的市场价格信号。向这一目标前进的步骤比如就有 2017 年开始的容量保留及德国到 2022 年为止逐步退出核能。

---

<sup>1</sup> 一个重要例外是高点负荷管理形式的电网计酬优化，由于强烈的经济刺激效果，这在许多工业领域都有应用。

## 2 dena 的 DSM 示范项目

2013 年至 2016 年，德国能源署（dena）在德国南部的巴伐利亚州及巴登符腾堡州开展了两个“电力需求侧管理”主题示范项目。项目和针对输电网扩建的政策讨论相结合，电网扩建的目的在于更好地匹配德国北部的发电中心与德国南部的负荷中心，并在 2011 年启动了调节容量市场及与之相关的企业收益潜能。

两个示范项目的目标是支持巴伐利亚和巴登符腾堡州的企业发现现存的灵活负荷潜力并加以销售获益。同时还应根据实践经验调查，如何帮助在德国架构 DSM 市场。为此，对中型企业、工业及商业的 DSM 潜力做了跨行业的研究。接下来还帮助企业检验将已获取的灵活负荷做商业销售的途径并在必要时加以实施。

### 2.1 巴登符腾堡州 DSM 示范项目

从 2014 年 6 月到 2016 年 12 月间，德国能源署（dena）在巴登符腾堡州环保、气候及能源经济部的协助下实施了一个 DSM 示范项目。

巴登符腾堡州是德国最发达的工业区域之一，因此，可利用灵活负荷潜力对该地区具有重要意义。根据巴登符腾堡州能源计划 2020，可再生能源载体在发电量中的占比至少要提高到 20%。通过自 2018 年起关闭核电厂（2018 年关闭容量为 1.4 GW 的 Philippsburg 核电厂，2022 年关闭装机容量为 1.3 GW 的 Neckarwestheim 核电厂）并把火力发电厂逐步过渡为气候储备，该地区将有大量传统发电容量消失。同时，由于其强大的经济规模，巴登符腾堡州需要大量电力。在这一背景下，分析该州企业 DSM 潜力可能的贡献尤其有益。

#### 项目参与者

巴登符腾堡州 DSM 示范项目的构成是跨学科的。为了能够从科学和政治角度为实际可行的项目方案提供帮助，dena 请到了不同的参与者。

**项目顾问：**作为核心管控委员会的项目顾问，其作用是通过把专业当局、电网运营商、专业协会及科研机构拉进来，为项目提供专业支持，并在监管及流程相关主题方面讨论内容发展需要。项目顾问由巴登符腾堡州的环保、气候及能源经济部（UMBW）成员、巴伐利亚州经济及媒体、能源及科技国务部成员、德国电网机构成员、电网运行商成员及不同协会成员构成。在协会方面有地区企业协会、巴登符腾堡州能源及水体经济协会 VFEW、巴登符腾堡工业州协会及化工业协会（VCI）。

**科研机构：**除市场及立法层面外，弗劳恩霍夫制造技术及自动化研究所从科研角度参与示范项目。其目标是，分析当前的 DSM 框架条件，识别市场融合的挑战，为进一步开拓市场提出解决方案建议。

**DSM 经销商：**DSM 经销商在 DSM 潜力使用方面起到核心作用。他们帮助企业分析潜力，让小企业能够通过把灵活负荷集中到池中销售其负荷转移潜力。在示范项目框架下，不同 DSM 经销商针对发现的 DSM 潜力给出了商业报价，进一步为有兴趣的企业提供咨询，并部分协助实施 DSM 销售。

**企业：**在项目中，巴登符腾堡州企业的灵活负荷潜力得到分析，并帮助企业进入销售。为此，dena 引导不同行业的企业参与其中，帮助识别并进一步分析企业 DSM 潜力。这样就可以通过观察真实的企业需求、设备及流程，获得用于市场进一步发展的重要认识。

## 2.2 巴伐利亚州 DSM 示范项目

从 2013 年到 2016 年，德国能源署（dena）在巴伐利亚州经济、能源及科技部的资助下实施了巴伐利亚州 DSM 示范项目。项目目标在于协助巴伐利亚州的企业识别并成功销售灵活负荷潜力。在多方市场参与者的加入下，凭借从项目中获得的认识制定了针对已发现问题的解决方案和电力需求侧管理实施的实际帮助。

### 项目参与者

示范项目招募了巴伐利亚州的不同工业企业作为项目参与者，帮助其发现其灵活性潜力，dena 和参与项目的电能直接经销商帮助销售这些潜力。

在实践相关的这一过程中，同时还有专业的项目顾问为项目提供支持。项目顾问由工业企业、DSM 经销商、技术供货商、公益事业服务机构、传输及配电网运营商（VNB）、德国电网机构、巴伐利亚州经济、能源及科技部、行业协会、能源经济研究所（FfE）及 dena 代表构成。

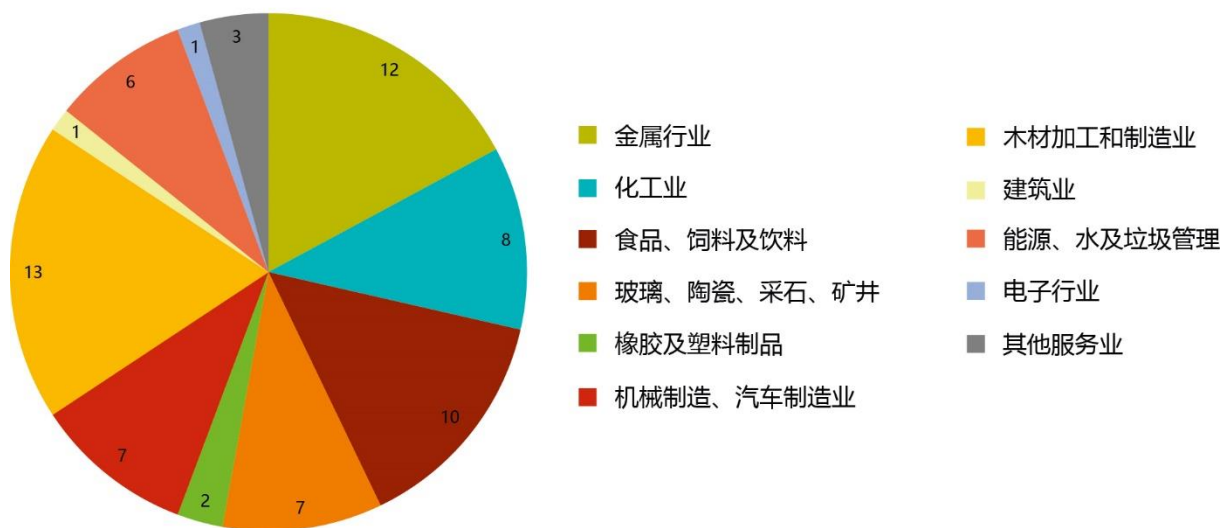
## 2.3 示范项目成果

许多企业中都存在 DSM 潜力。而且，这些潜力基本都有销售途径。但是，不同灵活性市场领域的框架条件要求仍然很高，并且是为诸如发电厂等企业设置的。这阻碍了没有相应专业知识的企业更广泛地参与市场。

### 2.3.1 参与行业及流程

在示范项目中，企业中可以识别许多合适的消费测流程。特别在机械加工流程及冷、热工艺流程中，经常存在 DSM 潜力。另一个重要发现是，DSM 潜力并不是行业特有的。几乎所有行业内均可发现，无论企业规模大小。不过，DSM 潜力能否在现实中发掘出来，这不仅取决于流程，也同样取决于参与人员、企业结构及经济条件。

### 行业概览及参与企业数量：



### 工艺类型概览及数量

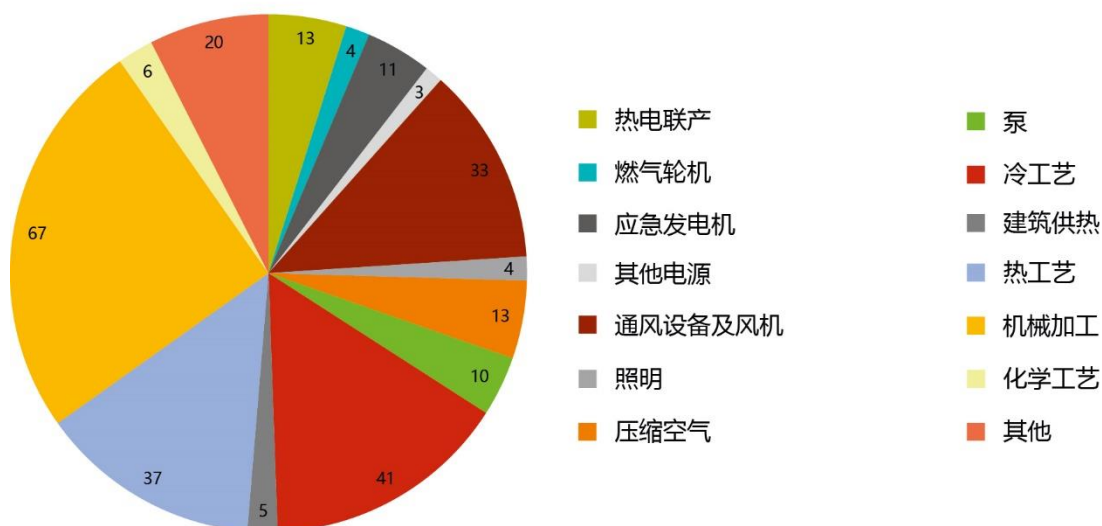


图 5：巴登符腾堡州及巴伐利亚州 DSM 示范项目参与行业及流程概览

#### 实际案例：斯图加特机场出售调节能源

在巴登符腾堡州 DSM 示范项目中，斯图加特机场作为首家企业出售其灵活电负荷。该企业除了热电联产和应急发电机外，还有一系列储能途径。其中包括蓄热及蓄冷器。潜力分析检验了应急发电机、空调和热电联产站的控制装置潜力和节能潜力。制冷系统和通风系统的使用尤其适用于 DSM，因为这些系统可以短暂关闭，而不会显著影响制冷性能。自 2015 年 12 月 16 日起，该机场经由巴登符腾堡能源公司 EnBW 的虚拟电厂通过应急发电机首次产生了 3.2 MW 的调节容量。



### 2.3.2 DSM 路线图

在“巴伐利亚州 DSM”示范项目中，德国能源署（dena）制定了一个路线图，给出了现有挑战概览及具体的操作建议。

- **信息及数据情况**的挑战在于，把 DSM 销售可能告知企业，并从企业获取特定流程的能源数据，以便确定现存灵活性潜力。
- **经济挑战**首先是集中在灵活性市场的现有监管规定。
- **企业运营挑战**包括企业开拓及销售 DSM 的必要成本及成本和可达成收益的对照。
- **技术挑战**在于工业流程的灵活使用及切换。
- 除了以上挑战外，在 DSM 领域尚有问题等待回答，需要**进一步研究**。

这一路线图（参见图6）从示范项目经验中发现操作建议，从而能够更好地开发德国现存的 DSM 潜力。这一路线图的首要目标是说明操作需要，从而也能用灵活负荷来开拓未来出现的灵活性需求。所描述的挑战基于参与企业及 DSM 经销商在开发及销售灵活性时的经验，由项目伴随研究及项目顾问成员的经验及评估辅助得出。得出的操作建议是对挑战的讨论成果及在这一广泛成员圈对这些合适解决途径的阐述。

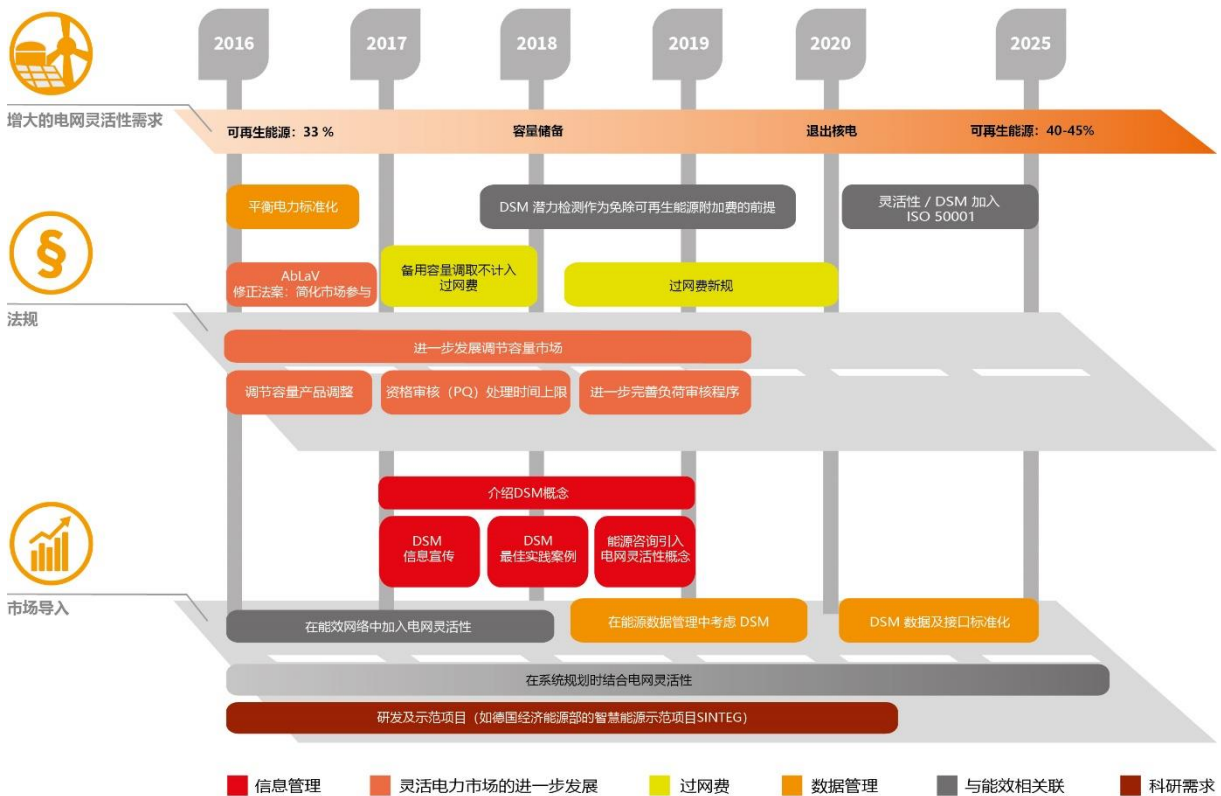


图 6: DSM 路线图

### 2.3.3 后续行动需求

挑战存在于不同领域。基于“巴伐利亚州 DSM”示范项目的经验，并和项目顾问密切商讨后，dena 总结出了每一个操作领域的操作建议，以应对 DSM 潜力开发及销售过程中存在的挑战。



图 7：“巴伐利亚州 DSM” 示范项目得出的 DSM 挑战概览

从巴伐利亚州 DSM 示范项目的经验中可以得出德国当前 DSM 市场情况图：DSM 对许多工业领域尚较为陌生，仅在大能耗工业中得到部分应用。进一步推广 DSM 的决定性要素在于，让其能够不受偏见地自由进入现存的及未来的市场领域。除了这些监管方面，尤其有必要在企业中继续尝试及结合排除技术难题。

近几年，灵活性市场有了明显发展。许多经销商建立并提供池，调节能源市场上的 DSM 准入条件已被改进或正在改进，由于竞争加剧使得供电协议更灵活，能源管理系统（EMS）在企业中的应用更广泛。同时，较低水平的电能批发价格及其价差导致工业企业灵活化其用电的动力较小。中期来看，更多传统发电厂容量退出市场，并伴随可再生能源的进一步扩建，将出现明显的市场价格信号。向这一目标前进的步骤比如就有 2017 年开始的容量保留及德国到 2022 年为止逐步退出核能。

进一步开发德国 DSM 潜力的最重要操作建议是：

面向工业企业展开 **DSM 信息宣传** 并把 DSM 加入到**能效网络**的交流主题中。

**公平竞争环境**，即力求对所有灵活性要求提出同样的市场参与前提，并去除现存的市场准入障碍。

**检验当前电网过网费制度**，特别是**特殊的过网费**，要考虑到其对灵活电力市场及 DSM 的效果。

**DSM 潜力检测**作为硬性要求加入德国联邦经济与出口管理局（BAFA）关于免除可再生能源法税的要求清单中，从长远看，还可加入 DIN EN ISO 50001 能源审计标准。

# 图表

图 1: DSM 潜力.....	6
图 2: DSM 市场领域.....	7
图 3: 调节容量产品的时间匹配.....	8
图 4: 市场参与者概览.....	9
图 5: 巴登符腾堡州及巴伐利亚州 DSM 示范项目参与行业及流程概览 .....	16
图 6: DSM 路线图.....	17
图 7: “巴伐利亚州 DSM” 示范项目得出的 DSM 挑战概览 .....	18

# 表格

表 1：调节容量产品概览.....8

