

# 微电网运行与控制

— 第一学期

# 微电网运行与控制

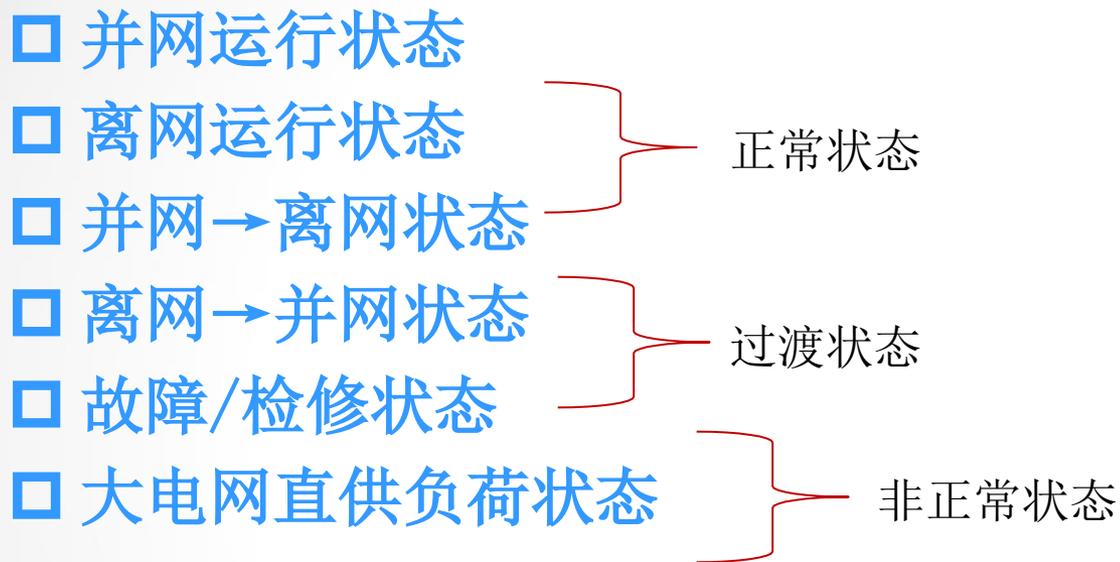
- 第一章 微电网概述
- 第二章 微电网构成元件
- 第三章 微电网基本控制措施
- 第四章 微电网多代理优化控制措施
- 第五章 微电网保护

# 第三章 微电网基本控制措施

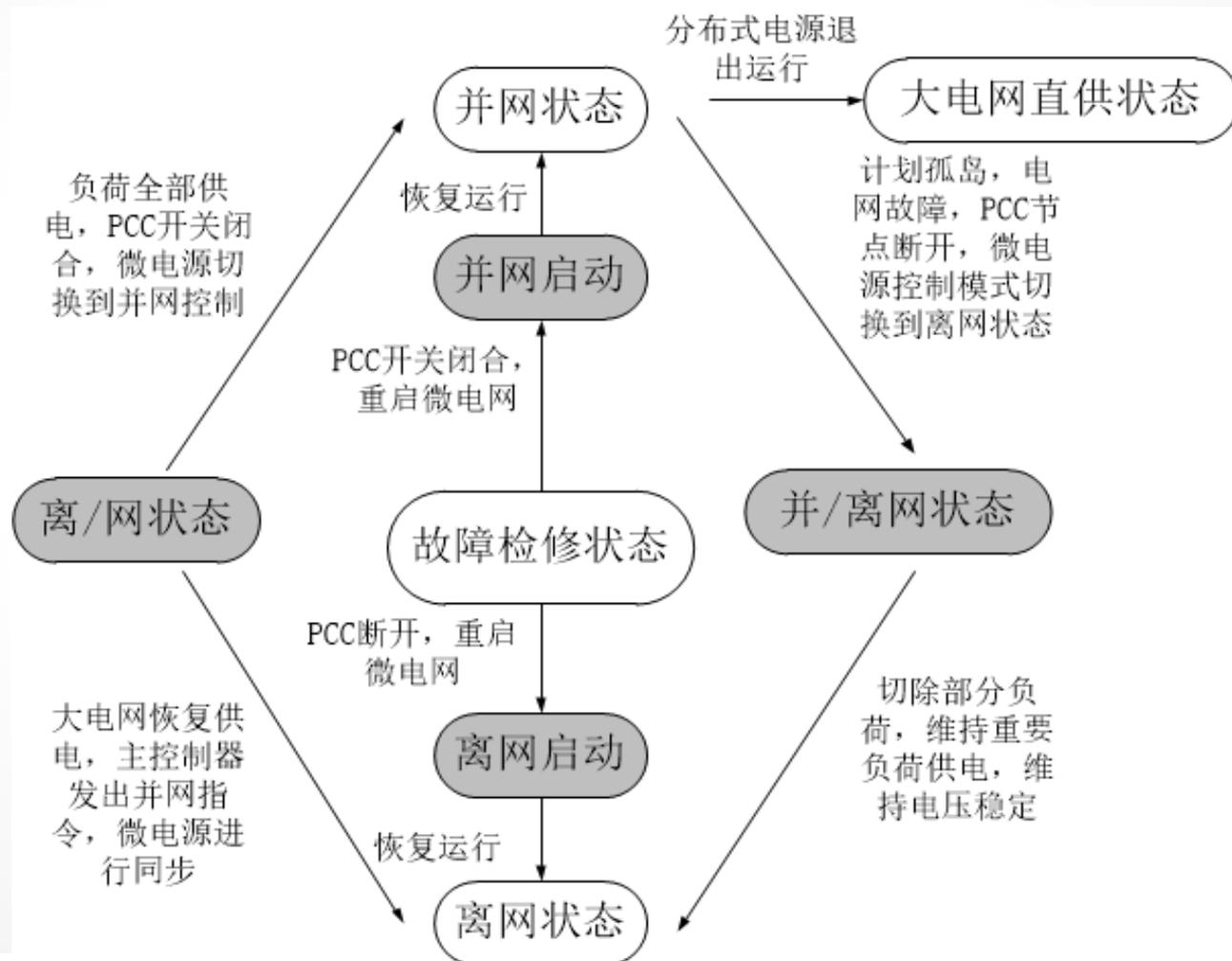
## 3.1 微电网的运行状态

## 3.2 微电网控制方式

# 3.1 微电网运行状态



# 3.1 微电网运行状态



# 3.1 微电网运行状态

- 并网状态
- 运行于联网模式时，母线电压频率和负载由大电网支撑。微网一般被规定控制为一种“好公民”或者“模范公民”。
- 作为“好公民”时，微网在与配电网连接时需满足配电网的接口规定，同步不参与主电网的操作。此时，微网应能实现减少电能短缺、提高当地电压质量和不导致电能质量的恶化等目的。
- 作为“模范公民”时，规定微网能为大电网提供某些辅助操作，例如：参与大电网的电压和频率调整，参与维持整个电网稳定运行，提高故障承受能力等等

# 3.1 微电网运行状态

- 离网状态
- 运行于孤岛模式时，微网必须能维持自己的电压和频率。在老式电网中，频率能通过大型发电厂内拥有大惯性的发电机来维持，电压通过调整无功功率来维持。在微网中，由于采用大量电力电子设备作为接口，其系统惯性小或无惯性、过载能力差、以及采用可再生能源发电的分布式电源输出电能的间歇性和负载功率的多变性增长了微网频率和电压控制的难度。并且配电网线路阻抗呈阻性，使电压不仅与无功功率有关也与有功功率有关，控制电压需要通过控制有功和无功功率两个方面来完毕。

# 3.1 微电网运行状态

- 切换状态
- 微网运行在两种模式之间切换的暂态时，维持微网稳定是其最重要的问题。
- 假如微网在联网运行时吸取或输出功率到电网，当微网忽然从联网模式切换到孤岛模式时，微网产生的电能和负荷需求之间的不平衡将会导致系统不稳定，此时设计合理微网构造和采用恰当的控制措施是非常重要的。
- 当微网从孤岛模式重连到大电网，怎样与电网同步是其重要问题。目前，储能装置对缺乏惯性的微网是维持其暂态能量平衡的必要元件。

# 第三章 微电网基本控制措施

## 3.1 微电网的运行状态

## 3.2 微电网控制方式

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

- 1、以分布式电源作为主控制器
- 2、以中心控制器作为主控制器

### (二) 对等控制

- 1、分层协调控制
- 2、自治协调控制

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

主从控制就是微网的控制系统中存在某一种控制器为主控制器，其他为从控制器，主从控制器之间一般需要通信联络，且从控制器服从主控制器。

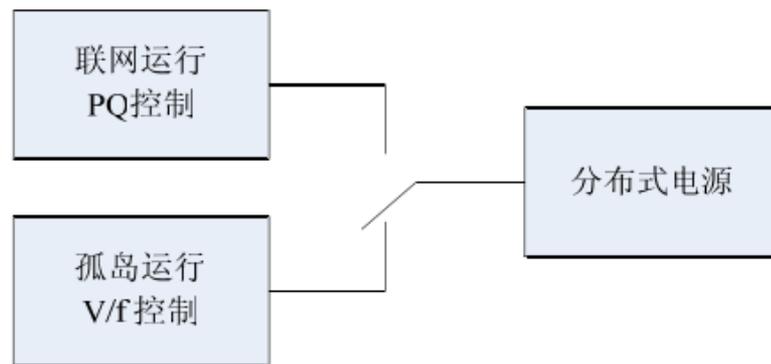
以分布式电源作为主控制器

以中心控制器作为主控制器

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

- 以分布式电源作为主控制器
- 微网底层分布式电源的控制是一种主从控制构造。由于这种主从控制存在于分布式电源层，因此其通信联络是强联络，一旦通信失效，微网将无法正常工作。



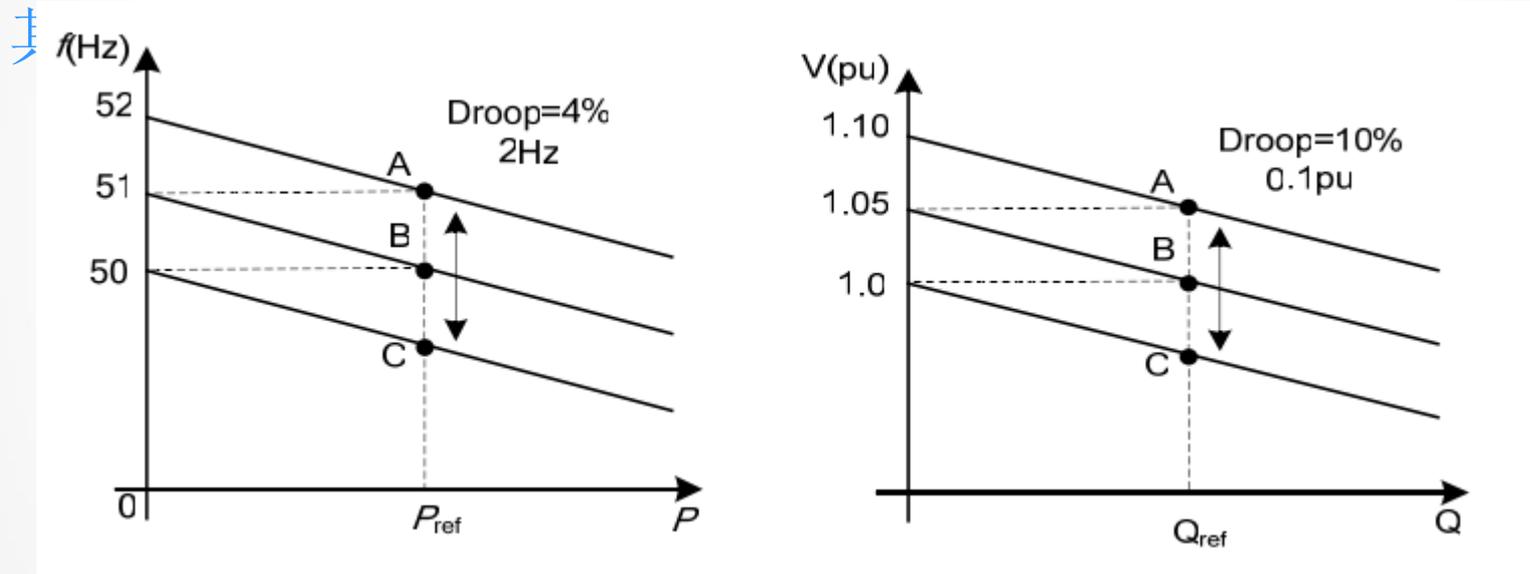
联网运行时微网中所有分布式电源采用PQ控制，即微网不参与系统频率调整，只输出指定的有功和无功功率；  
在孤岛运行时主单元采用 V/f 控制维持系统的电压和频率恒定。

# 3.2、微电网控制方式

## (一) 主从控制

□ 恒功率控制

□ 控制目的是使分布式电源输出的有功功率和无功功率等于

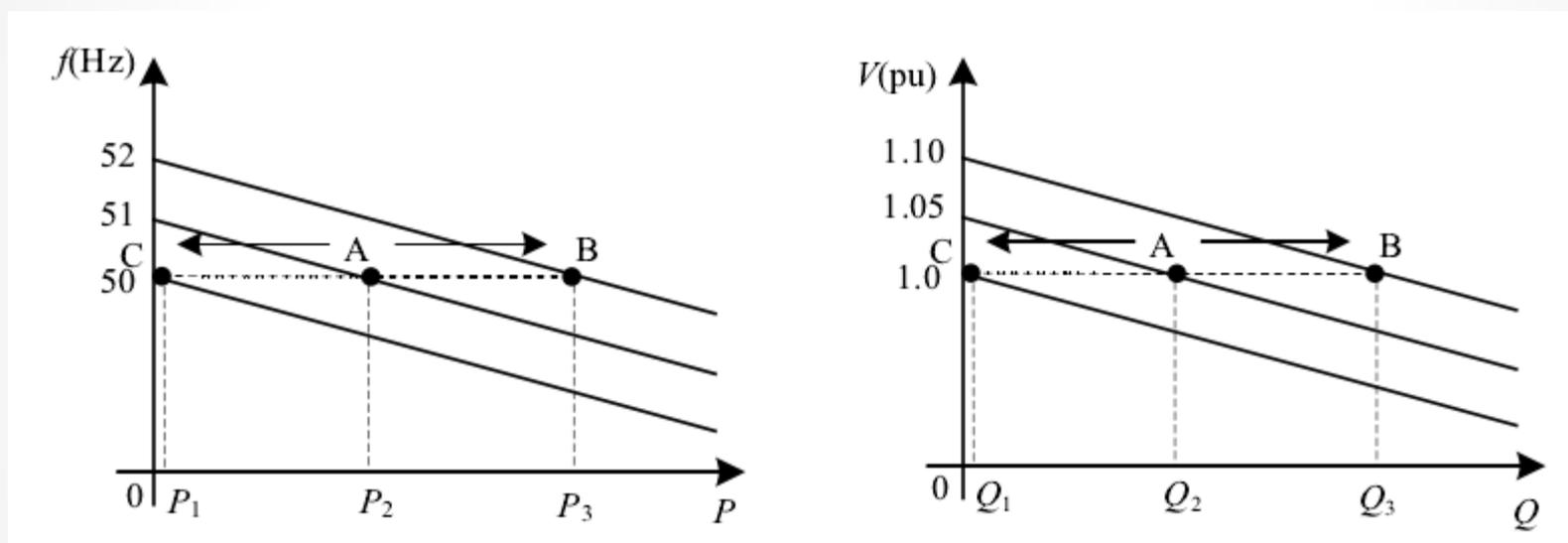


有功功率控制器调整频率下垂特性曲线使分布式电源输出的有功功率一直维持在参照值附近；无功功率控制器则调整电压下垂特性曲线使无功功率也维持在对应的参照值附近。

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

- V/f 控制



V/f控制原理

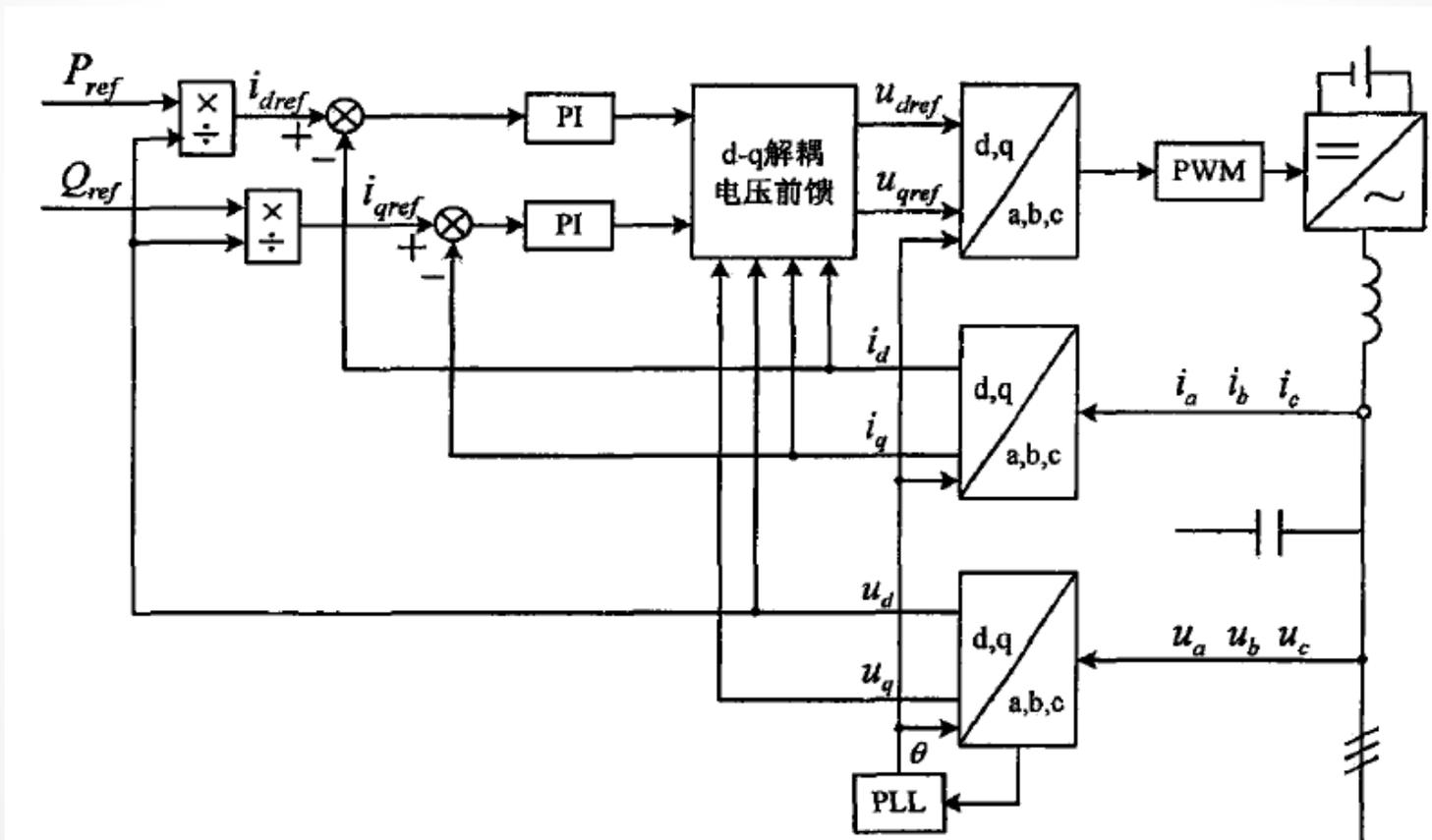
分布式电源输出的有功功率从  $P_1$ 变化到  $P_3$ ，无功功率从  $Q_1$ 变化到  $Q_3$ ，其输出的频率一直为 50Hz，电压幅值为额定值。

基本思想：输出电压的幅值和频率一直维持不变

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

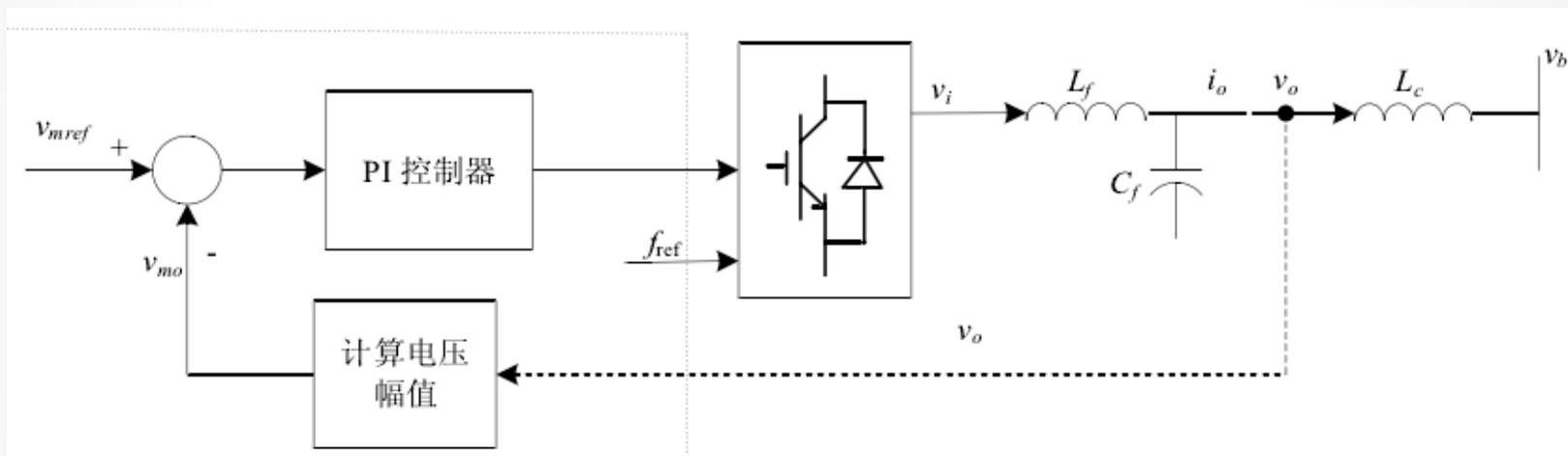
#### □ 恒功率控制



## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

- V/f 控制措施1

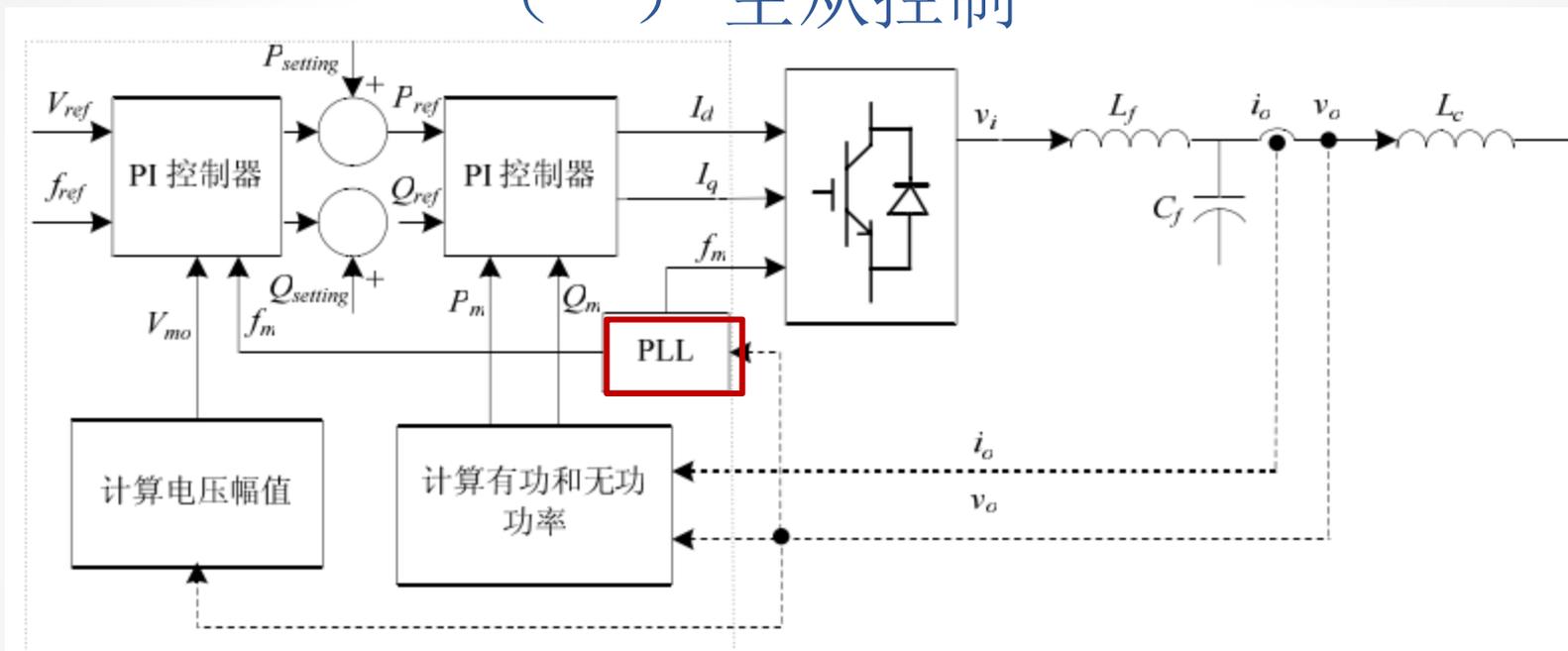


分布式电源不管系统负荷功率怎样变化，其端口输出的电压和频率一直维持恒定

- ❑ 当负荷需求量不不小于发电量时，主单元吸取剩余电能；
- ❑ 负荷需求量不不小于发电量时，主单元则提供更多电能；

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制



主单元相称于无穷大母线；在动态过程中，由于这种措施使用锁相环（PLL）检测系统频率作为逆变器频率的参照输入，因此采用这种控制措施电压的幅值在动态过程中变化更小。

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

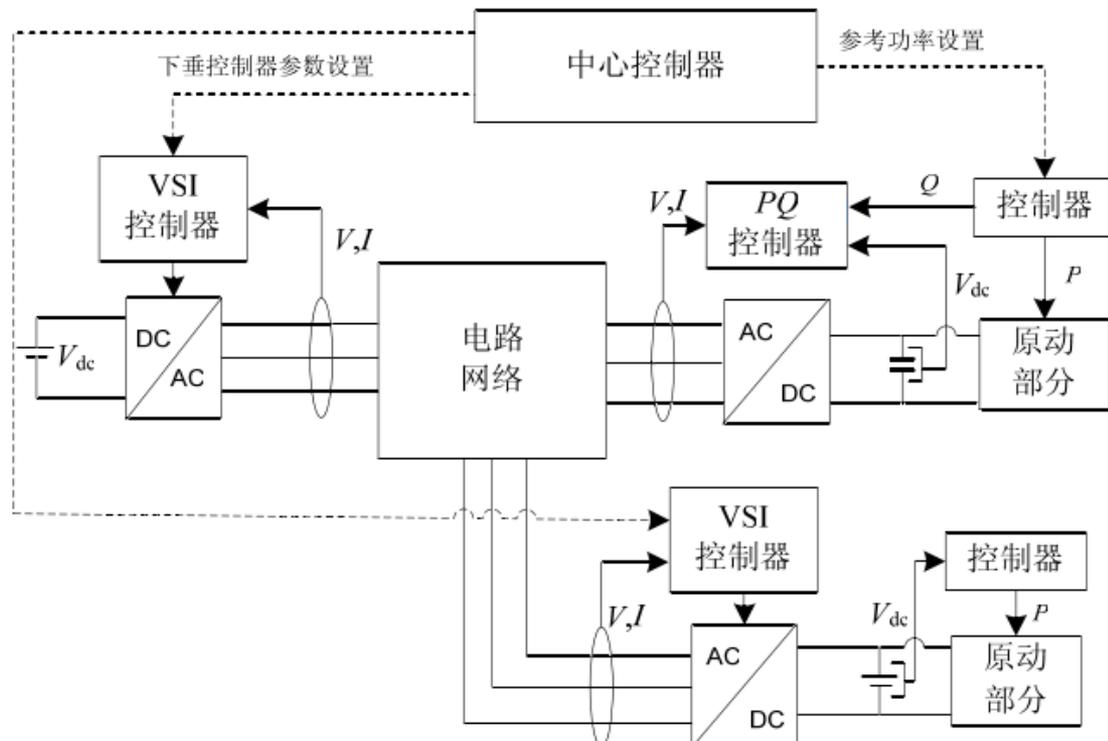
- 恒功率控制
- 当系统频率为 50Hz、分布式电源的端口电压为额定值，分布式电源运行在 B 点，输出的有功功率和无功功率分为  $P_{ref}$ 、 $Q_{ref}$ ；
- 当系统的频率增长，且分布式电源的端口电压幅值增大，此时分布式电源运行点将由 B 点向 A 点移动，输出的有功和无功仍然为  $P_{ref}$ 、 $Q_{ref}$ ；
- 当系统的频率减小，且分布式电源的端口电压幅值减小，分布式电源运行点将由 B 点向 C 点移动，输出的有功和无功仍然为  $P_{ref}$ 、 $Q_{ref}$ ；
- 该控制措施需要系统中有维持电压和频率的分布式电源或电网

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

□ 以中心控制器作为主控制单元

□ 上层管理系统管理底层多种分布式电源和各类负荷的一种控制措施，因此底层分布式电源与上层管理系统之间亦需通信联络。不过这种通信联络且是联络，虽然短时间通



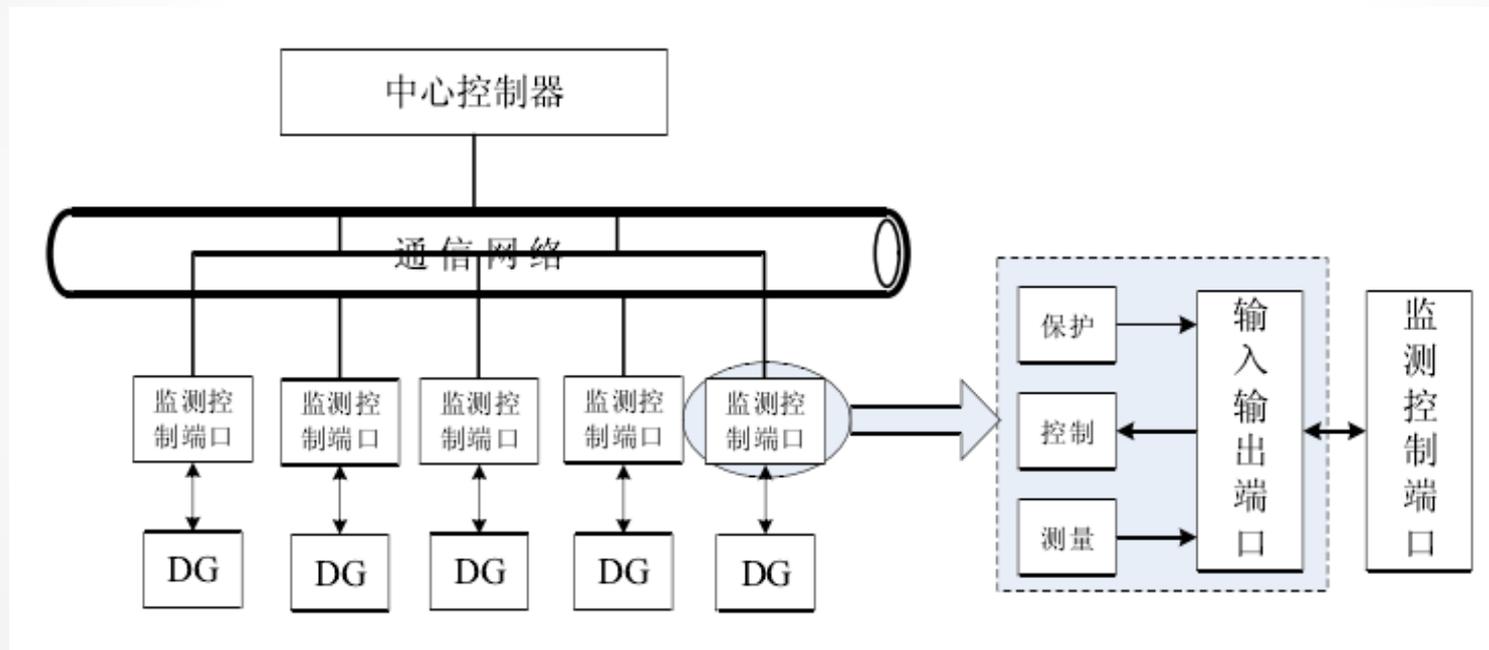


## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

□ 以中心控制器作为主控制单元

□ 日本微网展示项目分层控制



中心控制器首先对发电单元的发电量和负荷需求量进行预测，然后制定对应实时运行计划，控制分布式电源、负荷和储能装置的起停，同步控制微网内的电压和频率并为系统提供有关保护功能。

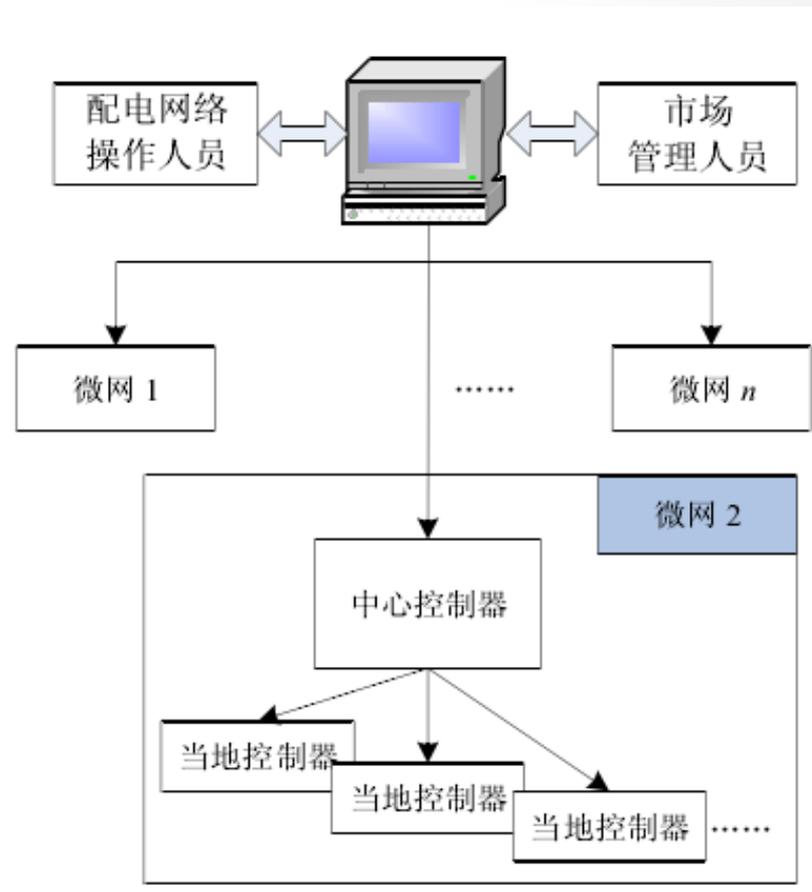
## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

#### □ 以中心控制器作为主控制单元

#### □ 欧盟多微网项目三层控制措施

- 最上层为中压配电网监控中心
- 中间层是单个微网的中心控制器（MGCC, micro grid central controller）
- 分布式电源和负荷的当地控制器（LC）



## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

#### □ 以中心控制器作为主控制单元

##### □ 欧盟多微网项目三层控制措施

- 中压配电网监控中心

配电网操作人员（DNO）和市场管理人员（MO）可在此层完成对应的调度管理。重要负责根据市场和调度规定来管理和调度系统中的多种微网

- 中压配电网监控中MGCC

微网中心控制器负责最大化微网价值的实现和优化微网操作，它的功能主包括：

- 1) 根据市场电价、配电网操作人员的规定及负荷预测并优化微网中分布式电源的发电量；
- 2) 通过变化分布式电源有功功率和无功功率的输出设置点和切联负荷实现二次频率调整。

## 3.2、微电网控制方式

### (一) 主从控制

#### □ 以中心控制器作为主控制单元

##### □ 欧盟多微网项目三层控制措施

- 分布式电源和负荷的当地控制器（LC）

负责分布式电源的正常运行，而负荷控制器则按照中心控制器的指令断开或重联负荷，需要具有自治控制能力

分层控制方案的软件采用**多agent技术**实现

# 二、微电网控制方式

## 2.1 主从控制

- 以分布式电源作为主控制器
- 以中心控制器作为主控制器

## 2.2 对等控制

- 分层协调控制
- 自治协调控制

## 3.2、微电网控制方式

### (二) 对等控制

定义：

每个分布式电源有相等的地位，没有一种单元像主控制单元或中心储能单元那样对微网有着尤其重要的作用。同步这种控制措施能让微网具有“即插即用”的功能。

“即插即用”：能量平衡的条件下，微网中的任何一种分布式电源在接入或断开时，不需要改变微网中其他单元的设置

- 规定分布式电源采用当地变量进行控制，不一样分布式电源之间没有通信联络。
- 离网运行时，DG采用相似的控制措施，母线电压幅值和频率由所有分布式电源和当地负荷控制共同决定

## 3.2、微电网控制方式

### (二) 对等控制

逆变器接口控制方略:

下垂控制

$f$ - $P$ ,  $V$ - $Q$ 下垂控制

$P$ - $f$ ,  $Q$ - $V$ 下垂控制

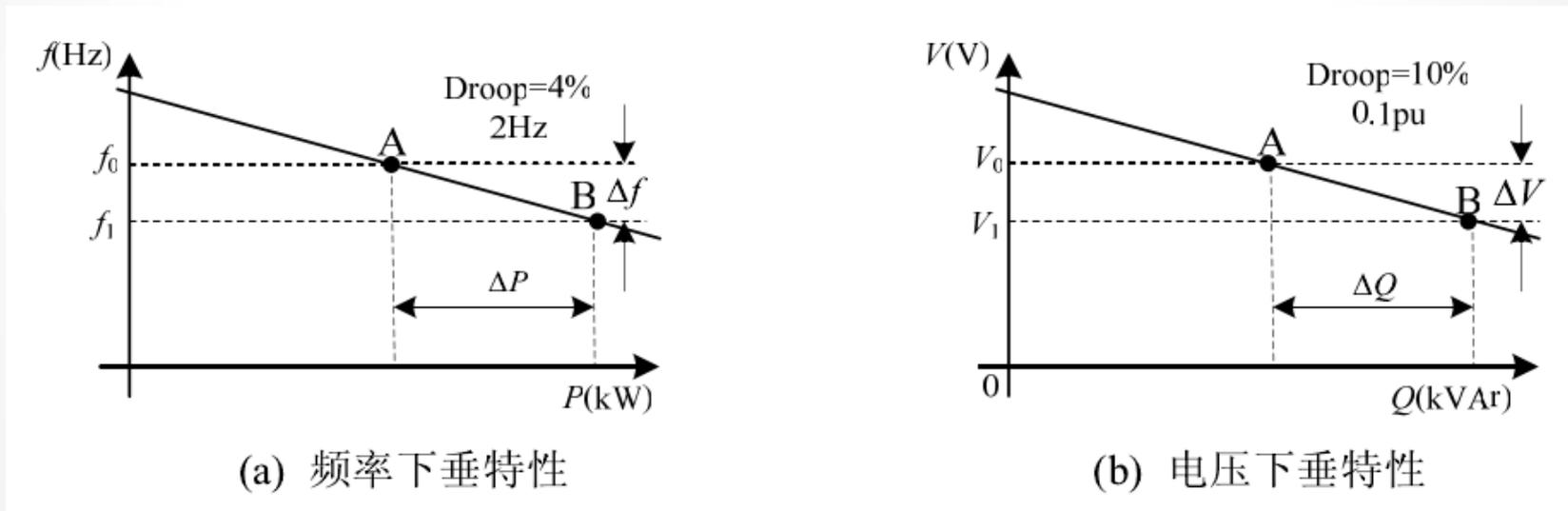
虚拟发电机控制

# 3.2、微电网控制方式

## (二) 对等控制

### □下垂控制

它运用分布式电源输出有功功率和频率呈线性关系而无功功率和电压幅值成线性关系的原理而进行控制。

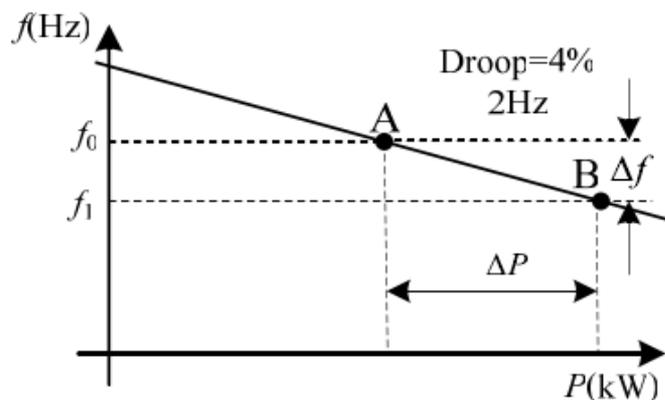


分布式电源输出有功和无功功率分别增长时，分布式电源的运行点由A点向B点移动。该控制措施由于其具有不需要分布式电源之间通信联络就能实行其控制的潜力

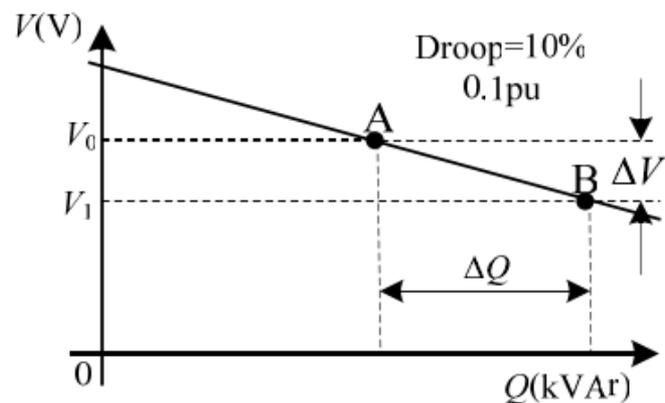
# 3.2、微电网控制方式

## (二) 对等控制

### □下垂控制



(a) 频率下垂特性



(b) 电压下垂特性

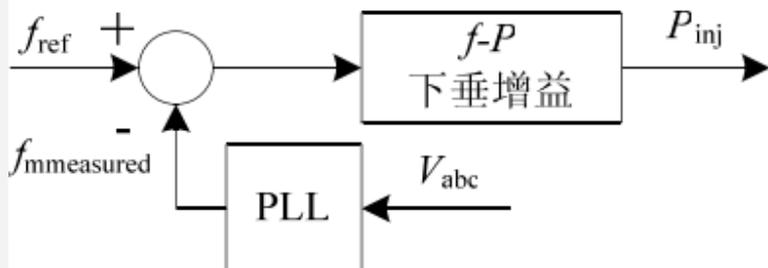
$$\begin{cases} f = f_0 - mP \\ E = E_0 - nQ \end{cases}$$

# 3.2、微电网控制方式

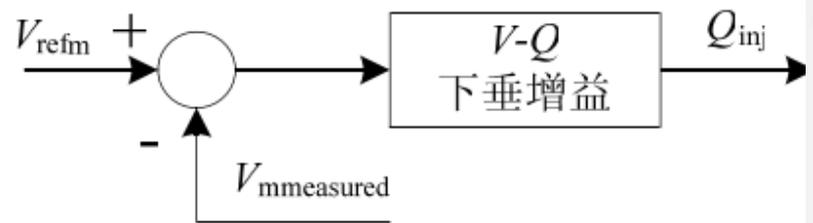
## (二) 对等控制

### □下垂控制

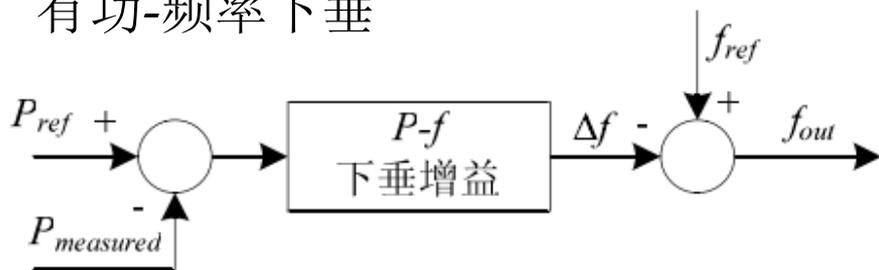
频率-有功下垂



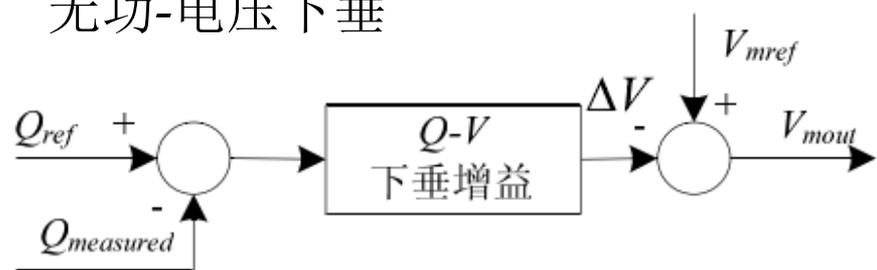
电压-无功下垂



有功-频率下垂



无功-电压下垂

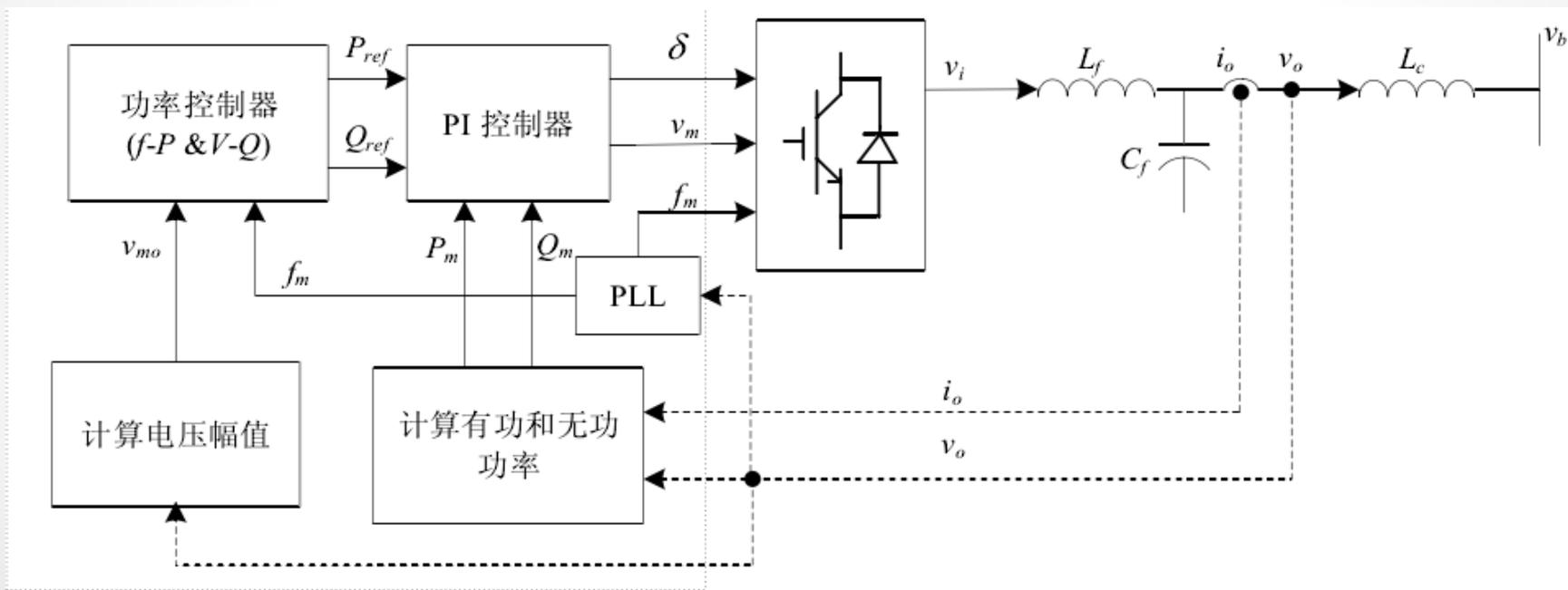


# 3.2、微电网控制方式

## (二) 对等控制

### □下垂控制

### □频率-有功 电压-无功 控制实现

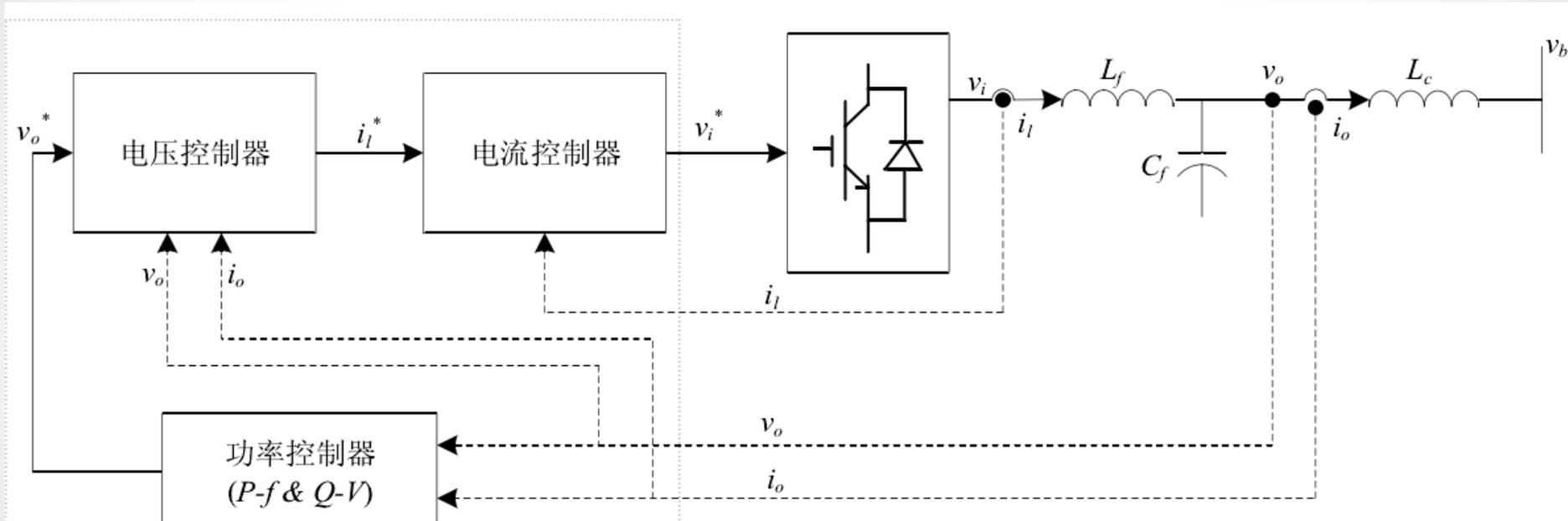


对于 f-P 和 V-Q 下垂控制，由于其输出为分布式电源参照有功和无功功率，因此必须增长内环控制器才也许控制其接口逆变器。

# 2.2 对等控制

## □下垂控制

## □有功-频率 无功-电压控制实现



对于 f-P 和 V-Q 下垂控制，由于其输出为分布式电源参照有功和无功功率，因此必须增长内环控制器才也许控制其接口逆变器。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/366024022000010142>