



WT MICROELECTRONICS

文晔科技 股份有限公司

双有源桥直流变换器助力V2G/L应用



文晔科技

WT MICROELECTRONICS

光储充为应用的主要场景

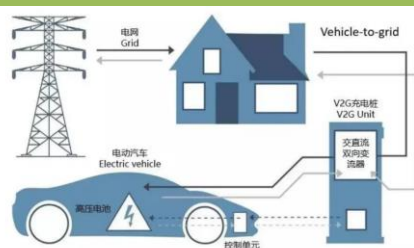
可再生能源系统



储能系统



电动汽车



V2G



V2L



DAB

议程

1

双向直流变换器中DAB的优势

4

ST 25kw DAB 解决方案

2

DAB的工作原理

5

如何支持客户

3

DAB的变压器设计

6

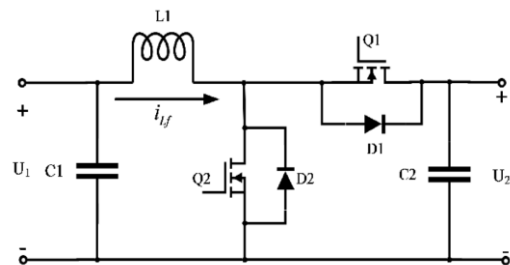
总结

双向DC-DC中常见的拓扑

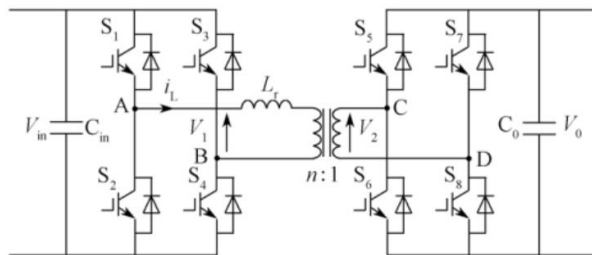
小功率

中大功率

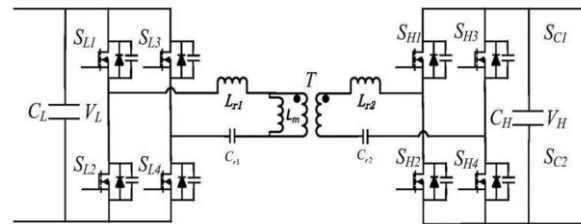
双向Buck-Boost



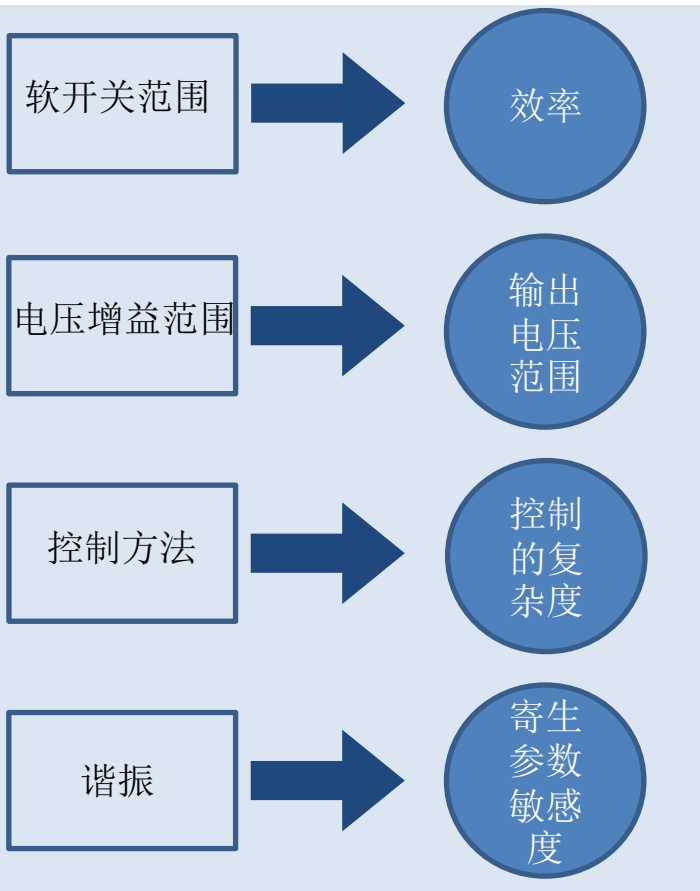
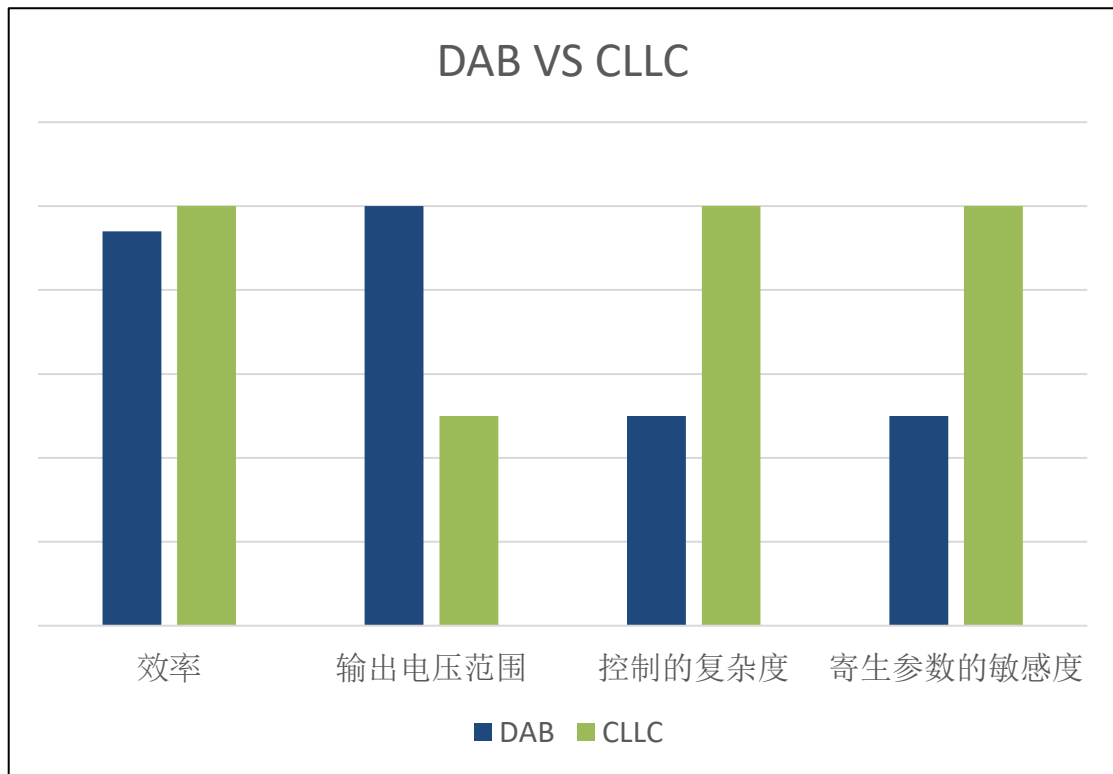
DAB



CLLC

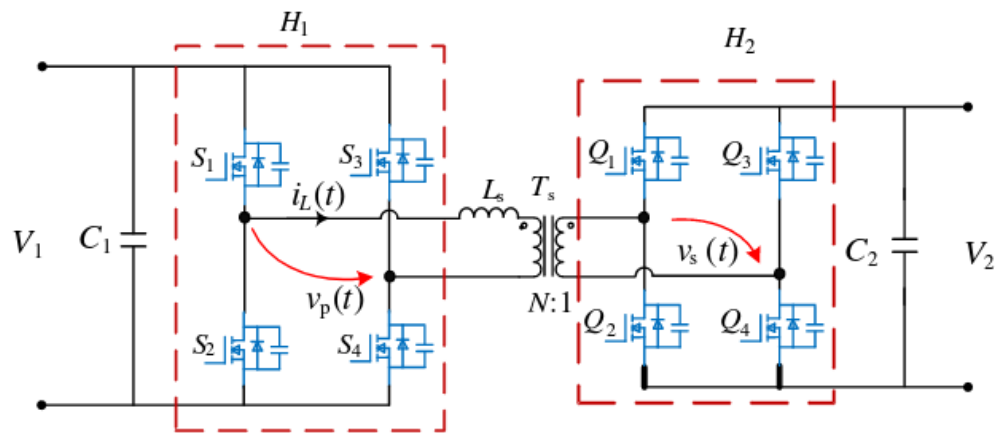


双向直流变换器中DAB的优势



DAB的工作原理

DAB的基本结构



原边全桥

高频变压器

传输电感

副边全桥

滤波电容

DAB的工作原理

DAB的模态分析

例：单移相控制 ($D_0 > 0$, 正向传输)

$[0, t_0]$: 电感放电

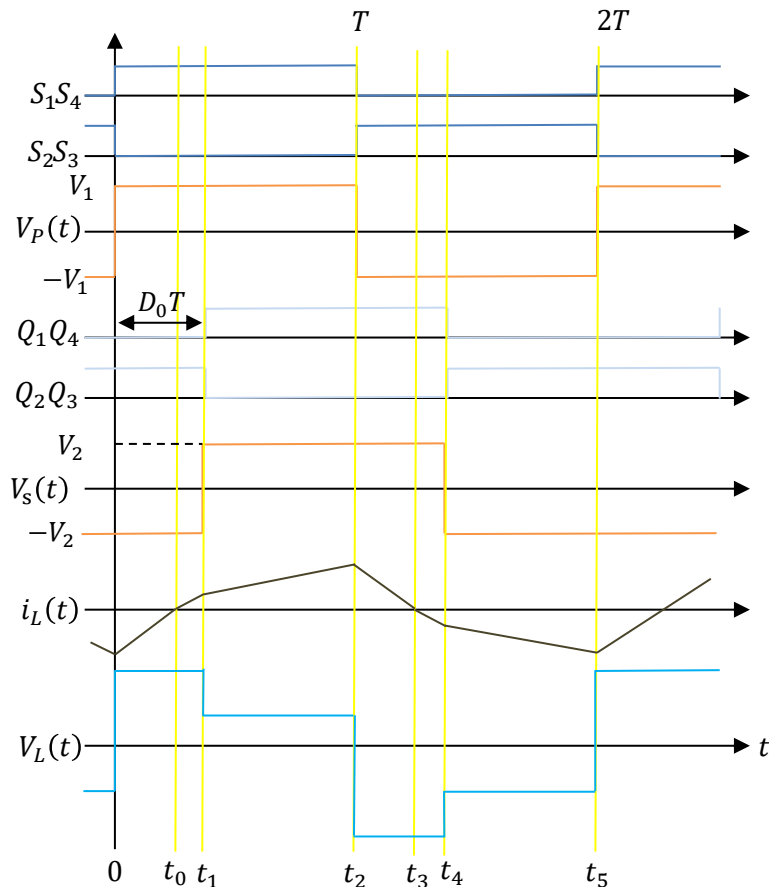
$[t_0, t_1]$: 电感正向充电，实现ZVS

$[t_1, t_2]$: 电感正向电流上升速度减小

$[t_2, t_3]$: 电感反向充电

$[t_3, t_4]$: 实现ZVS

$[t_4, t_5]$: 电感反向电流上升速度减小

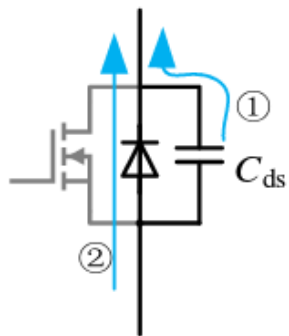


DAB的工作原理

DAB的ZVS分析

ZVS: 零电压导通

例: S_1



电感电流

结电容 C_{ds} 放电

电流流过二极管

沟道两端电压
近似0V 实现
ZVS

各开关器件实现ZVS的电流条件

开关器件	电流方向
$S_1S_4Q_2Q_3$	$i_L < 0$
$S_2S_3Q_1Q_4$	$i_L > 0$

DAB的变压器设计

DAB变压器的特点

高功率
密度

高频性

集成性



DAB变压器的选型

绕线式
变压器

铁氧体
材料

变压器
漏感

DAB的变压器设计

变压器匝数比计算

$$N = \frac{\sqrt{V_{1,max} \times V_{1,min}}}{\sqrt{V_{2,max} \times V_{2,min}}}$$



N : 匝数比

$V_{1,max}$: 原边电压最大值

$V_{1,min}$: 原边电压最小值

$V_{2,max}$: 副边电压最大值

$V_{2,min}$: 副边电压最小值

功率电感传输计算

$$L = \frac{nV_1V_2}{2Pf_s} D_0(1 - D_0)$$



L : 电感值

n : 匝数比

V_1 : 原边电压

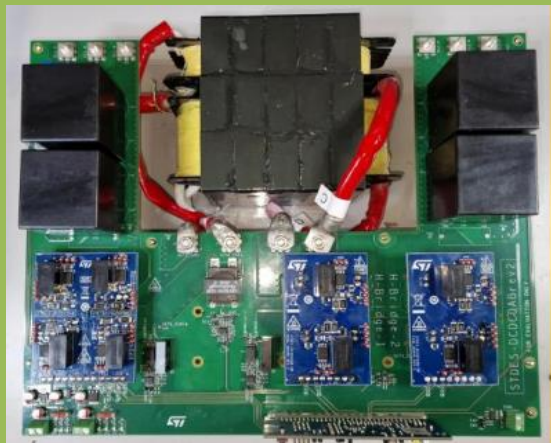
V_2 : 副边电压

D_0 : 占空比

P : 功率

f_s : 开关频率

ST 25kw DAB



主要特点:

输入电压: 800V(720V-880V)

输出电压: 250V-500V

输出功率: 25kW

峰值效率: >98%

开关频率: 100kHz

关键产品:

A2F12M12W2-F1

A2H6M12W3-F

STGAP2SICS

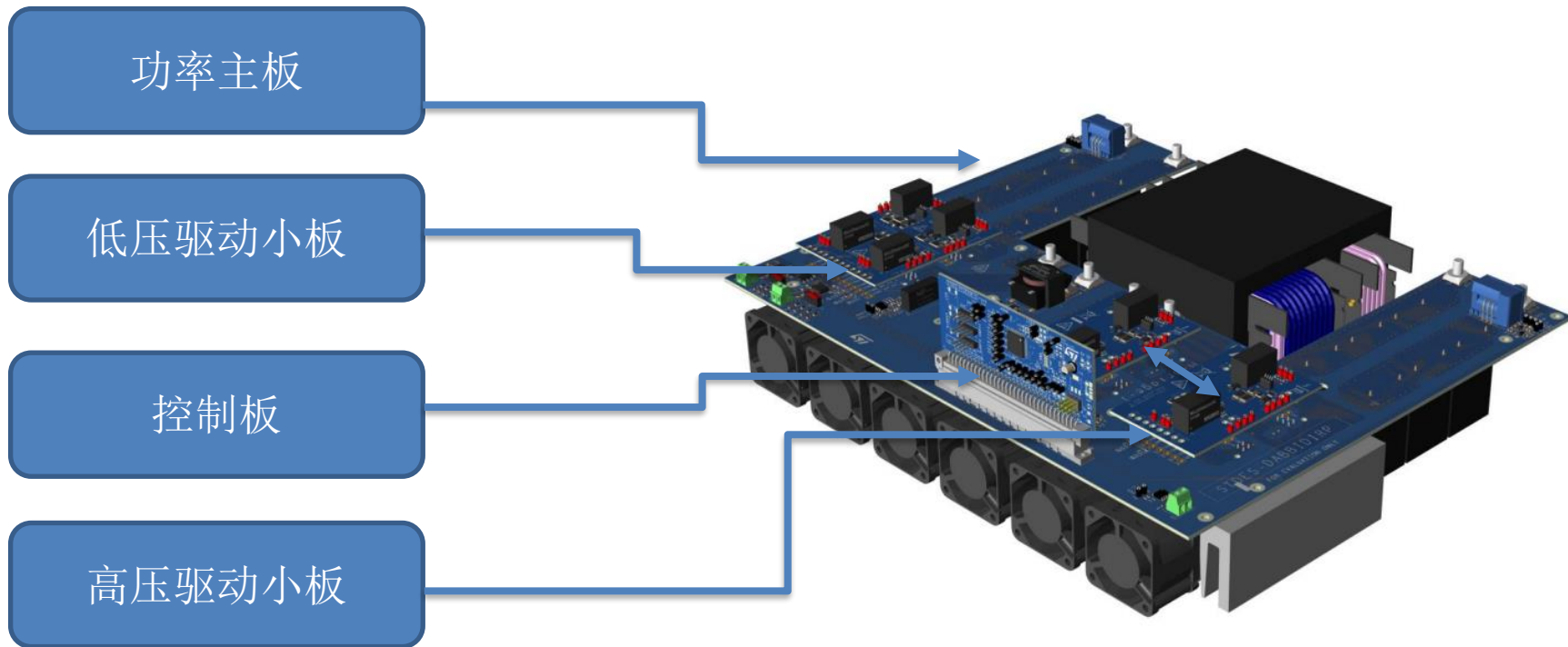
STM32G474

关键优势:

基于SiC模块和全数字控制实现双向DC/DC
拓扑采用的是双有源桥直流变换器—DAB

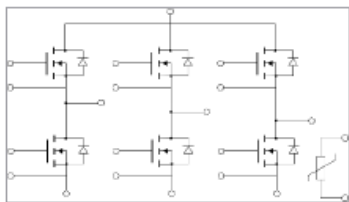


ST 25kw DAB

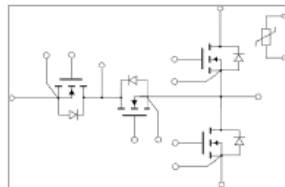


ST SiC Mosfet Moduel

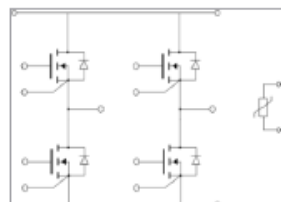
种类



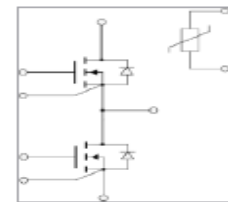
Six-Pack



Three Level



Four Pack

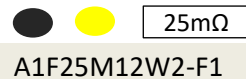


Half Bridge

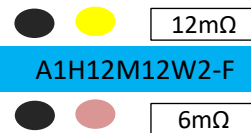
Q4-2022



A1P25M12W2-1



A1F25M12W2-F1



A1H12M12W2-F



A2H6M12W3-F

Q3-2022



A1P18M65W2-1



A2U12M12W2-F1C

A2U12M12W2-F2



A2F12M12W2-F1

Released

ACEPACK 1
33.8 x 48 mm



ACEPACK 2
48 x 56.7 mm

● BV=1200V

● BV=650V

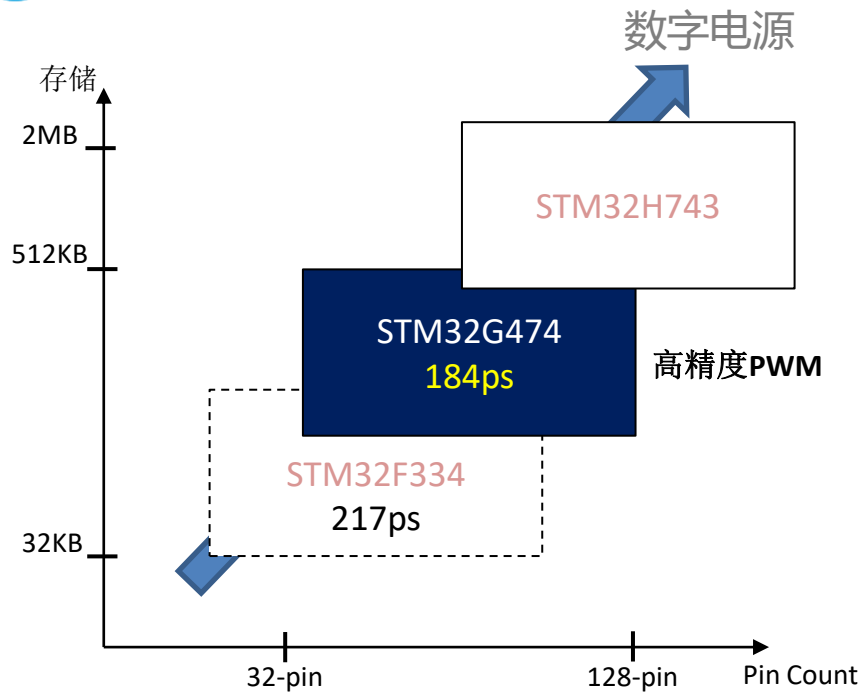
● ACEPACK 2

● ACEPACK 1

STM32 MCU



STM32数字电源平台



STM32G474
ADC + MCU(170MHz) + PWM

STM32H743
ADC + MCU(480MHz) + PWM

高达170MHz Arm®
Cortex® -M4



Configurations of MCU key functions

浮点单元 (FPU)

- 控制环路计算

32-Kbyte CCM-SRAM

- 关键代码执行的零等待状态

用于三角函数加速的 CORDIC

- 软件锁相环

FMAC 滤波器 数学加速器

- 用于环路计算的硬件数字滤波器
(CPU off-load)

高精度PWM 计时器(184ps)

- 主要用于100kHz-300kHz的高频
MOSFET控制

多个 ADCs (4Msps) 最多5个

- 交流电压/电流、直流电压/电流和热点
温度传感

比较器和DACs

- 减少器件数量

UART, SPI, CAN 和 USB

- 内部/外部通信的UART

高达480MHz Arm®
Cortex® -M7



Configurations of MCU key functions

浮点单元 (FPU)

- 控制环路计算

64-Kbyte ITCM RAM
128-Kbyte DTCM RAM

- 关键代码执行的零等待状态

用于三角函数加速的 CORDIC

- 软件锁相环

高精度PWM 计时器

- 主要用于100kHz-300kHz的高频MOSFET控制

多个 ADCs

- 交流电压/电流、直流电压/电流和热点温度传感

比较器和DACs

- 减少器件数量

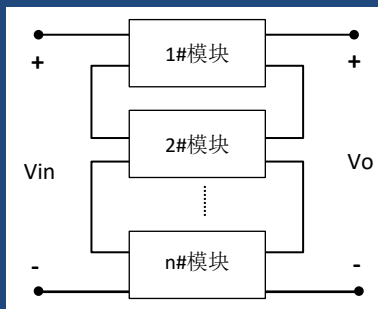
DFSDM 数字滤波器

- 用于环路计算的硬件数字滤波器 (CPU off-load)

UART, SPI, CAN

- 内部/外部通信的UART

50kw DAB 如何实现

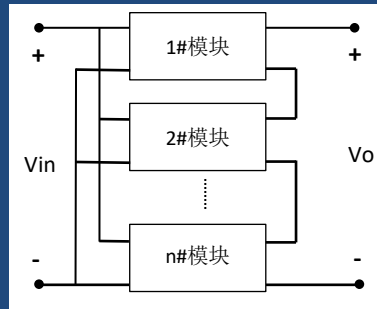


ISOS

输入串联输出串联

应用场景:

高压电源、新能源发电、
高铁等高电压场合

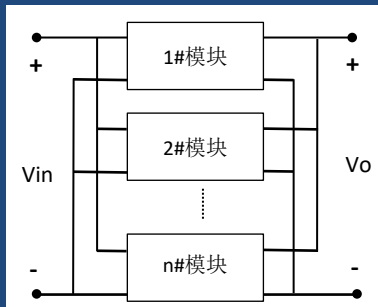


IPOS

输入并联输出串联

应用场景:

太阳能光伏发电、燃料电池等场合

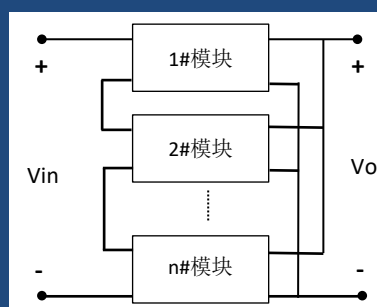


IPOP

输入并联输出并联

应用场景:

多相Buck等结构较为简单的电路



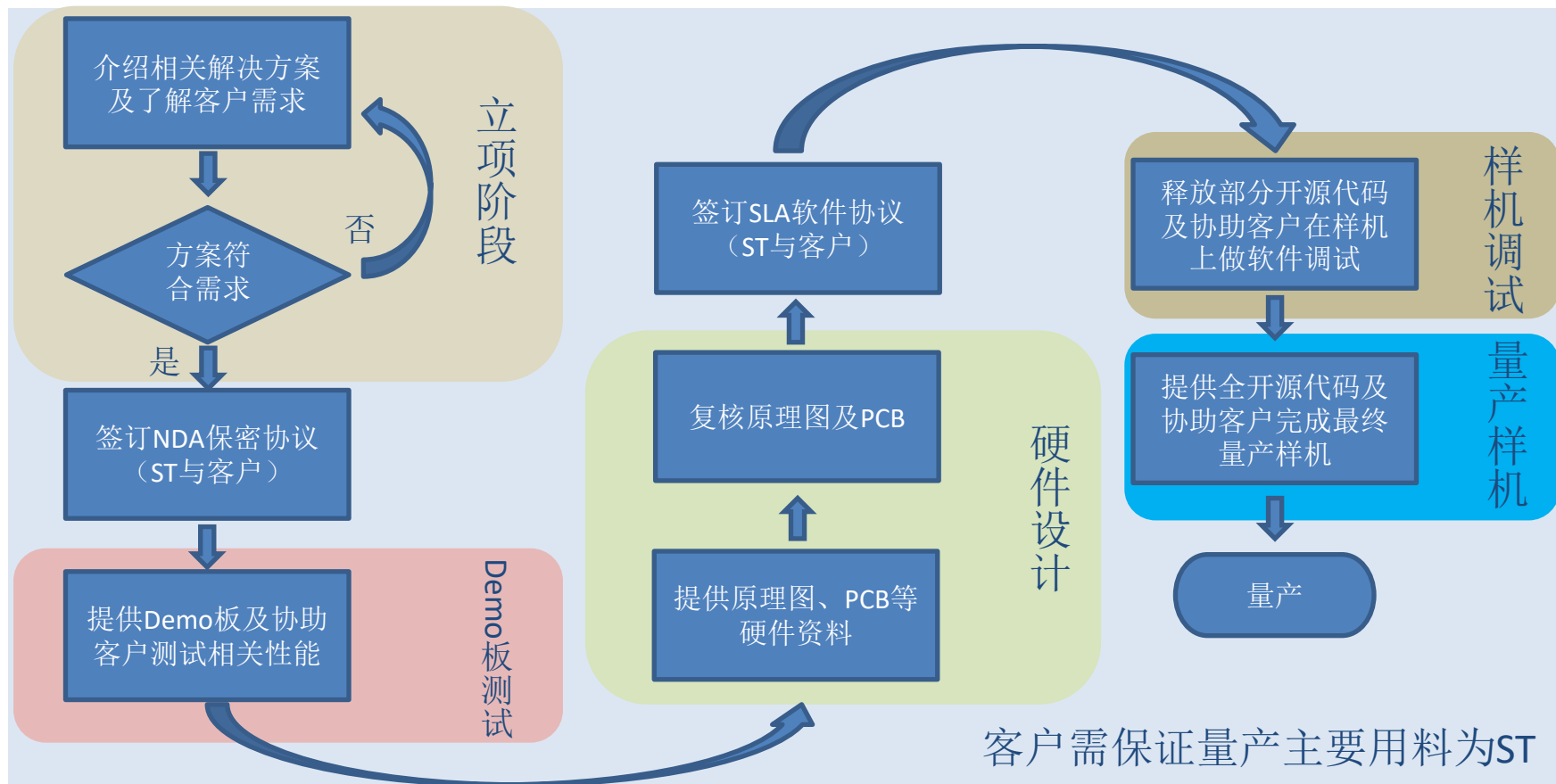
ISOP

输入串联输出并联

应用场景:

高压直流微网、电动汽车
充电

关于解决方案如何去支持客户



总结

DAB在双向直流变换器的优势

关于ST 25kw DAB解决方案

ST在此应用中的优势产品

关于ST的解决方案如何去支持客户



2024

**文晔科技
与您同行**