

1 双闭环直流电机控制

1.1 电路分析

电路如图 1所示，主电路架构为 AC-DC-AC，由 H 桥和不控整流实现，控制回路可实现电机的正反转操控。

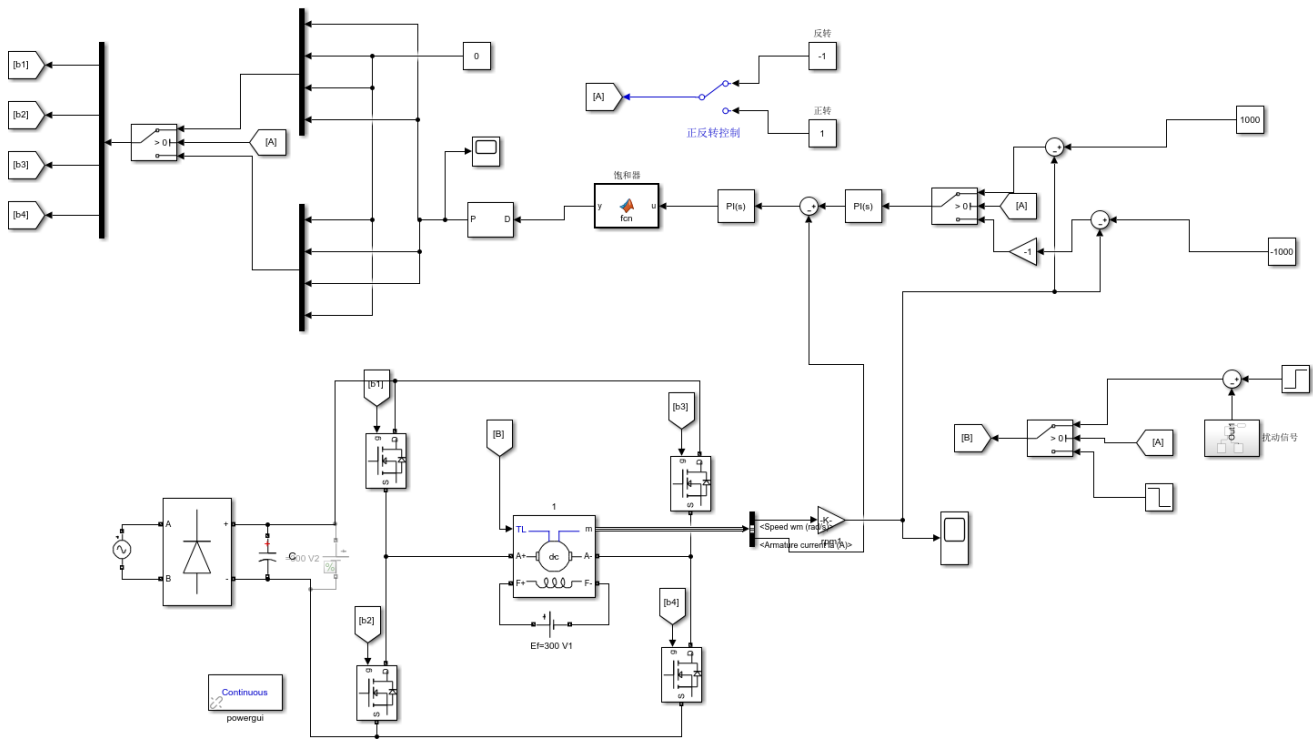

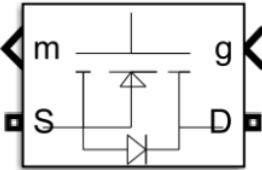

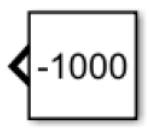
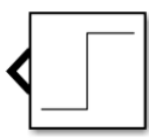




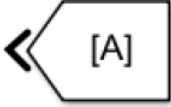
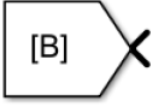
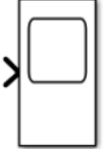

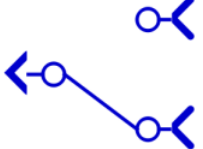
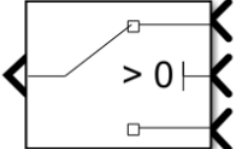
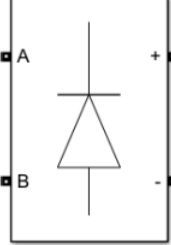



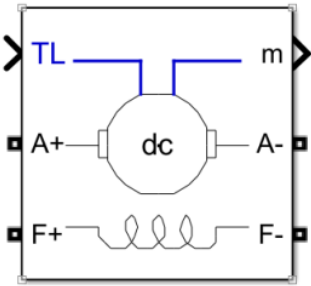

图 1: 主电路

1.2 器件分析

| | | |
|---------------------------|--|-----------------------------|
| PWM generator PWM 波发生器 | | 根据 D 接口输入信号的大小值来判断产生多大的占空比。 |
| PID control PID 控制器 | | 用于控制回路，调节系统的快速性、稳定性、准确性性能。 |

| | | |
|------------------------------|---|---|
| 直流电源 |  | 提供直流电 |
| MOSFET 开关管 |  | 控制信号从 g 口输入 控制开关管的导通， 通过 m 接口可测量流 过开关管的电流以及 加在两端的电压 |
| Gain 增益 |  | 控制回路的信号通过 增益器件同比例放大 或缩小 |
| Constant 常数信号 |  | 输出一个稳定的信号 |
| Step 阶跃信号 |  | 输出一个阶跃信号， 阶跃时间、信号大小 都可调整 |
| RLC Branch RLC 并联支路 |  | 为电路提供电阻、电 容、电感 |
| Powergui |  | 电力系统仿真所必须 的，可调整为连续或 是离散，具有 FFT 等 分析功能 |
| MATLAB Function MATLAB 函数 | 饱和器1  | 用户可自行编辑程序 实现某些器件功能， 在本电路中，它作为 饱和器件。 |
| Subsystem 子系统 |  | 为了让电路的更容易 理解，各个功能更加 分明，用户可自行对 某一复杂功能封装。 本电路中是对扰动信 号的发生进行了封装。 |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| From |  | 与 Go to 器件一起使用，减少过多复杂的线路，让电路看的更清晰明了 |
| Go to |  | 同上 |
| Scope 示波器 |  | 可观察器件的电流、电压、转矩、转速等信号。 |
| Sum 比较点 |  | 用于控制回路，将两回路的信号进行比较后输出。 |
| Switch1 开关 |  | 手动切换信号路径 |
| Switch2 开关 |  | 根据>0 接口的正负来自动判断信号路径 |
| Universal bridge 通用桥 |  | 为用户提供 MOSEFT、IGBT、GTO、Diode 等全桥。本电路采用的是二极管不控整流桥 |
| Voltage measurement 电压表 |  | 示波器不能直接测量强电回路的信号，需要通过电压表转换成可测量的信号 |

| 器件名称 | 图例 | 作用 |
|------|---|--|
| 直流电机 |  | 需要在 F+, F-接口加上励磁电源, 从 TL 接口输入转矩, 在 A+, A-接口加上直流电源驱动电机运转。电机输出转速、电枢电流等通过 m 接口输出。 |
| 交流电源 |  | 提供交流电 |

1.3 波形分析

直流电机输出波形如图 2所示, 当电机从 0 正转到设定转速 $1000r/min$ 时, 转速几乎无超调, 稳定后的转速波动小于 1%; 在 2.4 秒时刻改变电机转动方向, 电机从 $1000r/min$ 变为 $-1000r/min$ 时, 电机超调量小于 3%, 稳定后的转速波动远小于 1%。

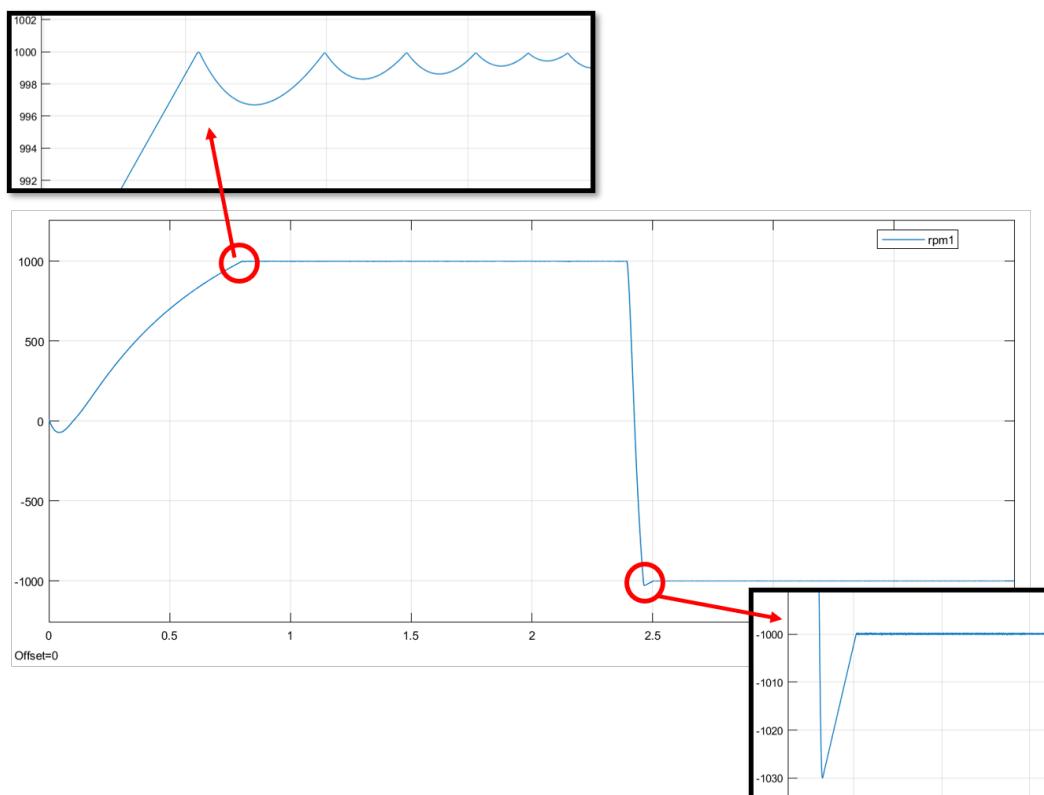


图 2: 输出转速

控制 H 桥开关管的 PWM 波形如图 3所示。其中 0—0.6 秒时刻为了使输出转速快速上升, PWM

恒为 1，驱动 H 桥的 1，3 开关管持续导通。

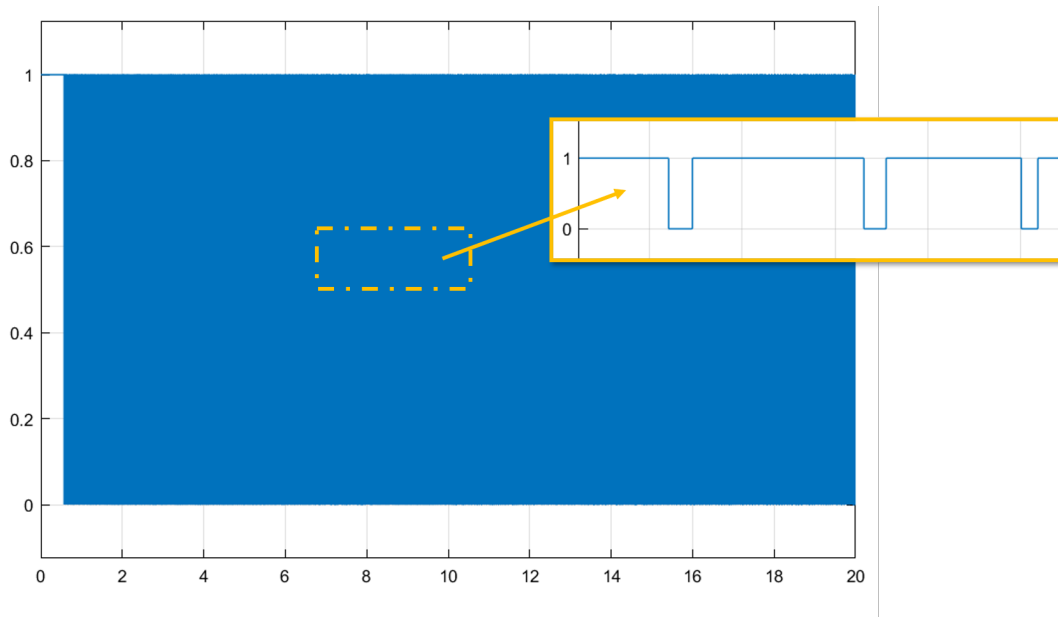


图 3: PWM 波形

二极管不控整流桥的输出如图 4所示，电压不断趋近于 220V。

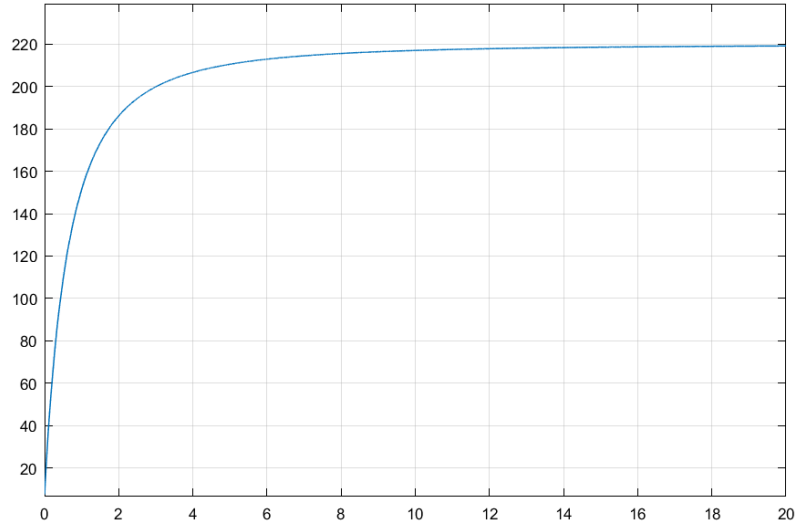


图 4: 不控整流桥输出电压

2 任务拓展

2.1 负载扰动分析

在正转稳定后，在 1 秒时刻加入一个持续 0.5 秒的 $10Nm$ 的转矩波动，其输出转速仍很好的维持在 $1000r/min$ ，扰动引起的转速波动很小。

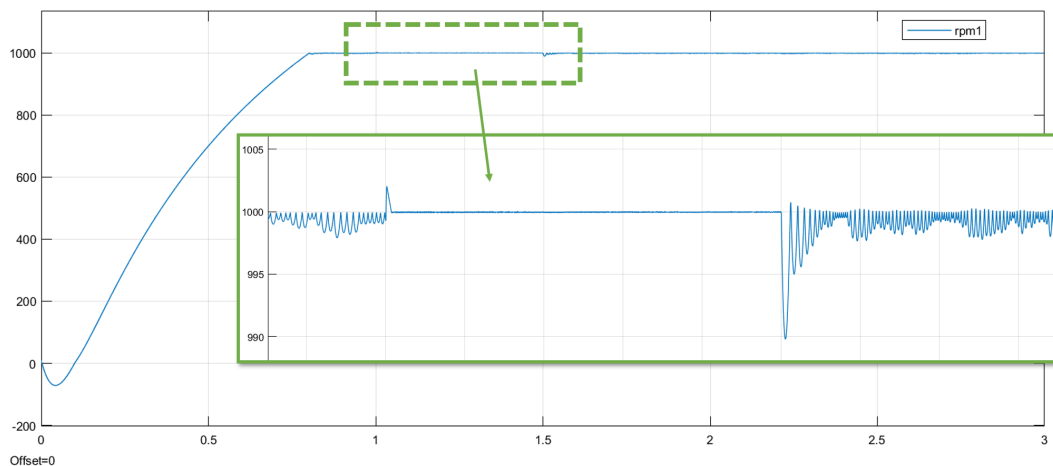


图 5: 负载扰动

2.2 负载突变（20% 负载、50% 负载、满载）

负载从 20% 负载突变到半载后再突变到满载的曲线如下图所示。发现负载有较大突变后，系统仍能快速稳定的维持在 $1000r/min$ 。

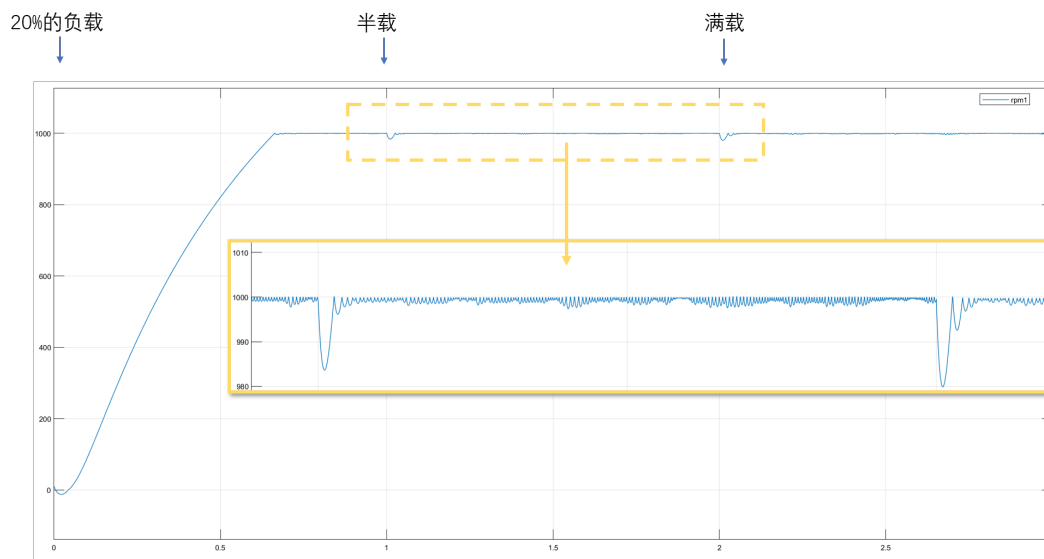


图 6: 负载突变

3 总结

该模型快速性、准确性、稳定性, 抗干扰能力指标都很优异。能快速切换方向, 来满足不同的工艺需要。