ECOVI电动自行车控制器规格书

**V3.4**

目录

[**1.** **设计要求** 3](#_Toc310514009)

[**2.** **设计方案** 3](#_Toc310514010)

[**3.** **功能** 3](#_Toc310514011)

[**3.1.** **电机无极变频调速** 3](#_Toc310514012)

[**3.2.** **36V/48V兼容** 3](#_Toc310514013)

[**3.3.** **60/120度电机霍尔角全兼容** 3](#_Toc310514014)

[**3.4.** **限速** 3](#_Toc310514015)

[**3.5.** **防盗和防抢** 4](#_Toc310514016)

[**3.6.** **巡航（自动、手动、自动带选择）** 4](#_Toc310514017)

[**3.7.** **电子刹车** 4](#_Toc310514018)

[**3.8.** **反充电** 4](#_Toc310514019)

[**3.9.** **倒车（仅三轮车适用）** 5](#_Toc310514020)

[**3.10.** **助力（手动选择）** 5](#_Toc310514021)

[**3.11.** **两速/三速/多速** 5](#_Toc310514022)

[**3.12.** **自学习** 5](#_Toc310514023)

[**3.13.** **显示** 5](#_Toc310514024)

[**4.** **保护:** 6](#_Toc310514025)

[**4.1.** **母线过电压保护** 6](#_Toc310514026)

[**4.2.** **母线欠压保护** 6](#_Toc310514027)

[**4.3.** **过流保护** 6](#_Toc310514028)

[**4.4.** **温度保护** 7](#_Toc310514029)

[**4.5.** **防飞车** 8](#_Toc310514030)

[**4.6.** **电机短路，缺相** 8](#_Toc310514031)

[**4.7.** **HALL损坏保护** 8](#_Toc310514032)

[**4.8.** **手柄信号异常** 9](#_Toc310514033)

[**4.9.** **电机堵转保护** 9](#_Toc310514034)

[**4.10.** **同步关闭保护** 9](#_Toc310514035)

[**4.11.** **仪表短路，控制器保护** 9](#_Toc310514036)

[**4.12.** **倒退启动保护** 9](#_Toc310514037)

[**4.13.** **电喇叭干扰保护** 10](#_Toc310514038)

[**4.14.** **倒车线保护** 10](#_Toc310514039)

[**4.15.** **助力线保护** 10](#_Toc310514040)

[**4.16.** **刹把故障保护** 10](#_Toc310514041)

[**4.17.** **上电检测MOSFET及相线保护** 10](#_Toc310514042)

[**5.** **故障显示** 10](#_Toc310514043)

[**6.** **控制器输入输出汇总** 10](#_Toc310514044)

1. **设计要求**

* 可100%替代新大洋D9控制器
* 通用设计
* 品质,返修率：内控目标<1000PPM，向客户承诺<5000PPM
* 成本,目标与竞争对手基本同一水平
* 材料成本

6管 - rmb38含税

9管 - rmb45含税

12管 - rmb58含税

* 软件加密设计
* 测试工具软件 --- 快速测量不同电机匹配参数

1. **设计方案**

* 通用设计，功能上可以满足绝大部分客户的要求
* 设计成三种硬件（6管、9管、12管），基于成本考虑
* 180°正弦波控制，提高电机性能（在热设计无法满足要求是可以采用120°方波控制）

120度优势 温升小

180度优势 噪音,电机效率高,抖动小,电机成本降低

目前控制器样品测试发现均为方波方案，未发现180度方案。新大洋D9标示为矢量控制实测为方波控制，赛盈控制器为优化过的方波控制，全负载时波形最好。

电机的反电动势经测试均为正弦波？待测。

* 36V和48V电池通用设计（控制器兼容）
* 更可靠的电源方案
* 改进的热设计方案
* 线束采用接插件，防呆设计
* 完备的软硬件保护方案
* 预留在线可编程端口
* 预留串口通讯接口

1. **功能**
   1. **电机无极变频调速**

**功能描述：**根据手柄信号无极变频调速电动车转速。

* 1. **36V/48V兼容**

**功能描述：** 对于36V或48V蓄电池电源，控制器完全一样，可以通用。

**实现功能：**控制器上电复位后，延迟200ms检测当前母线电压，当取得当前母线电压值后，如母线电压 <= 41V，置位36V工作电压标志；如母线电压 > 41V，置位48V工作电压标志。

如果采用自学习功能设置36V或48V，则不需每次上电时检测和设置。

* 1. **60/120度电机霍尔角全兼容**

**功能描述：**霍尔角为三相霍尔相位差。需自学习功能才能自动识别。霍尔角度全兼容为在自学习功能中，控制器根据霍尔反馈的不同时序，自动识别60度或是120度的霍尔角度。并可根据不同的霍尔角度来实现控制。

具体实现见自学习功能。

* 1. **限速**

**功能描述：**控制器外部有选择开关（空中对接插头）输入，当插头接上连通时，限制最大目标速度为20Km/h。骑行期间改变此信号有效。

**进入和退出条件：**硬件实现，无需软件参与。

**实现功能：**当外部限速线短接时，即表示选择限速，硬件钳位手柄信号电平到一固定值（钳位电平，如3V）。当外部限速线开路时，即表示未选择限速，硬件不钳位手柄信号。

钳位电平对应整车目标时速20Km/h（国标要求）。

控制器根据手柄信号设置目标速度，目标速度=手柄电平X速度控制系数

分0-钳位电平、钳位电平-手柄满电平两档，用两个不同的速度控制系数。

* 1. **防盗和防抢**

**功能描述：**防盗和防抢功能需同外部防盗器配合使用，当防盗器检测到异常时，声光报警，并给控制盒供给36V/48V电源及锁电机信号，控制器在检测到此信号后，停止驱动电机，速度为零后，抱死电机。

**进入条件：**变频器接收到防盗器输出的锁电机信号

**退出条件：**变频器未收到防盗器输出的锁电机信号

**实现功能：**进入后，停止驱动电机，电子刹车（负力矩刹车）至速度<10km/h后，抱死电机（负力矩刹车状态），要保证即使零速也不能推动电动车。退出后恢复到正常工作状态。

* 1. **巡航（自动、手动、自动带选择）**

**功能描述：**巡航功能分三种设计

1. **自动巡航功能**

进入巡航后，保持当前速度，无需手柄信号控制，可提高骑行舒适性。手柄信号故障时无效。

**进入条件：** 当车辆运行速度 > S2 （厂家要求）时，手柄在固定位置（AD值波动范围小于+/- a0），保持 t0（8S） 时间后，可自动进入巡航功能。

**退出条件：** 当检测到刹车信号时；或

当手柄输入回零后再次达到s0（10km/h?）目标速度以上时；或

当手柄输入信号目标速度大于当前保持速度时。

**实现功能：**进入巡航后，保持当前速度输出，控制器不再根据手柄信号进行速度调整。

1. **手动巡航功能**

当车辆运行速度 > S2 （厂家要求）时，巡航按键按下一定时间（3-4s，时间可调整），立即进入巡航功能，保持当前速度行驶，并不再理睬手柄信号。

**进入条件：** 当正常行驶时，检测到巡航按键按下。

**退出条件：** 当检测到刹车信号时；或

当巡航按键再次按一下时。

**实现功能：**同自动巡航实现功能。

1. 自动巡航带选择功能：

当拨动选择开关（短路）时，进入自动巡航功能。当再次拨动选择开关（开路）时，退出自动巡航功能。

* 1. **电子刹车**

**功能描述**：电子刹车功能为辅助功能，电动车刹车的安全性由机械刹车保证。在刹车信号故障（例如刹车线断开）时电子刹车功能无效。

有无电刹可以软件设置

**进入条件：**当检测到刹车信号时。

**退出条件：**当检测到当前为零速或刹车信号消失时。

**实现功能：**根据当前运行速度，进行负力矩刹车处理，缓慢降低车速，直到零速。刹车信号优先于其他任何信号。

电子刹车考核：以10km/h运行时，要求电子刹车的力矩达到一定值。

* 1. **反充电**

**功能描述：**当刹车、下坡、滑行时，电机发电给电瓶充电。

**进入条件：**实际速度-控制目标速度>=5km/h。

**退出条件：**实际速度-控制目标速度<5km/h。

**实现功能：**36V/48V电源直接连接到MOSFET两端，当实际速度大于控制目标速度时，电机发电自动给电瓶充电。进入反充电功能时，点亮反充电指示灯。

这个功能作为厂家的可选功能。

客户：“当无此功能时，不能在滑行时反充电，不能有制动感、阻力感。”

硬件如何兼容有反充电和无反充电？硬件只有一种可反充电的电路方案，无反充电功能时，软件在滑行时不输出；有反充电功能时，软件在滑行时轻微地负力矩刹车让用户感觉到。

反充电的电流和电压必须受控，最大 ?A，？V。硬件有正反电流检测电路（有偏置电路），软件做闭环控制。

母线正反电流要有输出。用一路PWM和一路I/O输出。

* 1. **倒车（仅三轮车适用）**

**功能描述：**当前速度为零速时可以进入此功能，然后根据手柄信号进行倒车，倒车时最大时速为5Km/h？。倒车时速由客户决定，原最大速度的60%还是80%等。

**进入条件：**手柄输入信号为零速，并实际运行速度为零速时，并倒车开关按下。

**退出条件：**手柄输入信号为零速，并实际运行速度为零速时，并倒车开关断开。

**实现功能：**进入倒车功能后，根据当前手柄输入值，进行反向驱动电机。手柄最大输入值对应最大倒车时速。退出倒车功能时，恢复到正常前行工作状态。

有速度时，倒车开关按下，不执行倒车，继续运行。

倒车时有喇叭警示。

* 1. **助力（手动选择）**

**功能描述：**脚踏骑行时，电机助力与人力以1：1功率输出，达到节省体力效果。

**进入条件：**按下助力开关。（有选择的助力功能，助力优先于手柄）

**退出条件：**断开助力开关。

**实现功能：**进入助力功能后，手柄信号无效，检测车速 > 3km/h 时，检测脚踏速度，并按照当前速度电机以1：1电功率输出。即软件有两张不同V/F表（正常V/F、助力V/F）控制电机输出。

退出助力功能时，马上切换到正常手柄控制状态。

保留码盘脉冲信号输入IO口。

* 1. **两速/三速/多速**

**功能描述：**根据多路开关选择或单个按键循环选择，设置不同的最高目标速度。

**进入和退出条件：**无，软硬件自动识别。

**实现功能：**多路开关（或单个按键）接入一路AD输入，不同的开关设置对应不同的AD值，软件根据AD值和限速设置开关查表确定最高目标速度。

* 1. **自学习**

**功能描述：**在变频器与电机和系统进行匹配时，可以通过自学习功能自动设定正确的电机转向、Hall角、Hall电角度、电池电压（36V/48V）等。生产线上可能出现同款控制器进行不同电机的组装生产。可自己设计具体流程，通知客户即可。

**进入条件：**控制器上电（开启电门锁）时，手柄在最大输出状态，同时自学习按键按下。是否可以用其他组合方法代替自学习按键？暂时不考虑组合按键，产线检测不方便。

**退出条件：**自学习按键关闭时间达到3秒。

**实现功能：**进入自学习功能后，先检测电池电压，再开环控制电机以一定的低转速运行，然后自动识别有无正常霍尔信号（见HALL损坏保护功能一节的定义），如有，则检测电机霍尔电相位。

然后，目视检查电机运行方向是否正确。如果目视发现电机反方向运行，则关闭自学习按键后3s内再次按下，然后控制器自动换向再次开环控制电机低速运行，然后再次自动识别有无正常霍尔信号，如有，则检测电机霍尔电相位。如果目视发现电机正方向运行，则关闭自学习按键大于3s，退出自学习功能。

退出时控制器自动存储当前电机控制方向、Hall角、Hall电角度、电池电压，如果无正常霍尔信号，则存储霍尔故障标志。

* 1. **显示**

**输出内容：**~~电量不足、~~反充电、故障、最高速度（多速）、助力（脚踏车）、倒车（三轮车）等。

**输出方式：** 有通讯方式实现，也有线输出方式。

1、1路DC—DC输出（PWM信号）：用于实时速度显示，有短路保护和高压保护，负载能力1k的内阻或设计到100mA电流，输出电压0～24v最大到30v或电源电压，另一端接地。

2、1路串口通讯：非标准通讯，如164串入并出等，I/O模拟，5v

3、至少4路I/O输出：共阴5v 包括：三速、巡航、倒车、故障、助力、反充电等

4、1路双向UART：接上位机，可用于维修，可与普通I/O口复用，通过输入信号的组合进入UART通讯模式。

* 1. **最高转速设置**

通过软件设置电机的最高转速。

* 1. **电池电压补偿**

电机的最高转速控制根据电池电压进行修正，电压高速度高。

软件实现：电机最高转速=电机最高转速设置值X电池电压系数

1. **保护:**
   1. **母线过电压保护**

**功能描述：**对母线过电压进行保护，防止母线电压过高引起功率器件损坏。出现母线过电压的情况：

- 正常运行期间刹车时，反电动势电压保护。

- 高速滑行时，电门锁关闭，反电动势电压保护。

- 异常电压接入时，母线电压保护。

**处理方案**：软件实时监控母线电压，硬件母线电压保护需在MCU掉电时仍有效。（硬件暂时无法实现，但反电动势在60km/h时大概为100V,暂定不考虑掉电保护功能。）电压采集做低通滤波处理。对于 <100ms（可调整）以内的脉冲变化不予保护。

1、**进入保护条件：**

当母线电压Vbus > V1时

**实现功能：**

停止驱动电机处理。

2、**进入报警条件：**

当母线电压Vbus > V2（V1 < V2）时

**实现功能：**

停止驱动电机，报母线过压故障。

**退出条件：**

当母线电压Vbus < V3 时，解除保护和故障状态，恢复驱动电机。

* 1. **母线欠压保护**

**功能描述**：对母线欠电压进行保护，防止母线电压过低时运行而引起电池损坏。不同的电池要求不同的保护电压，用软件设置来实现，不做硬件选择。

**处理方案1**：根据母线电压，线性控制母线电流。当母线电压低于保护电压时，停止电机驱动，做母线欠压故障显示。当母线电压高于解除电压时，恢复电机驱动，取消欠压故障显示。

**处理方案2**：电压采集做低通滤波处理。对于 <100ms（可调整）以内的脉冲变化不予保护。

1、**进入预警点条件：**

在电压降低到第一预警点（欠压保护点电压+2V）及以下时

**实现功能：**

控制驱动电流输出在 A3 A以下。

2、**进入保护条件：**

在达到欠压保护点及以下时

**实现功能：**

停止电机驱动。做母线欠压故障显示。

**退出条件：**

当电压返回到欠压保护解除点（欠压保护点电压+3V）以上后，解除保护状态。

* 1. **过流保护**

**功能描述：**实时监控母线电流，硬件+软件保护，保证不会因电流过大而引起功率器件损坏或电池输出电流过大而造成损毁。

**处理方案：**硬件保护电路关断MOS管输出，同时给出过流信号到MCU中断口。软件通过相应中断信号立即响应保护及AD接口实时监控电流值进行保护。

1、**进入瞬时过流保护条件：**

当过流中断口有中断信号时

**实现功能：**

软件进入中断处理，关闭所有PWM控制输出，过电流故障次数+1。然后继续监控母线电流，如果母线电流恢复正常（为零），则延时100ms？恢复输出。

如果5S内过电流故障次数>10次？，则不再恢复输出，并报警。

~~软件进入中断处理，关闭所有PWM控制输出。过电流故障次数+1；再按照‘上电检测MOSFET及相线方法’进行检测， 具体处理见 上电检测MOSFET及相线检测保护~~

~~如在固定时间内（如1分钟）连续检测到3次硬件过流中断发生时~~

~~再次启动时，降低驱动输出电流为2A 以下。~~

2．**进入平均电流过流保护条件：**

软件实时检测母线平均电流，当超过电池限流值时。

**实现功能：**

进行限流处理，通过控制变频器功率输出，使母线平均电流始终小于等于电池限流值。

* 1. **温度保护**

**功能描述：**现有产品都是使用贴片热敏电阻，软件实时检测热敏电阻，判断当前温度，对功率输出进行限制，避免MOSFET过热。新大洋产品都是在120或125度（mosfet外侧控制盒的温度）保护。采样时间由以后实际实验确定。

热敏电阻安装与PCB的何处？热敏电阻处温度与mosfet外侧控制盒的温度是何关系？

**分段保护方案：**

1. **进入条件：**

当检测当前温度 > 100℃ （可修改）时。

**实现功能：**

降低输出功率，将输出电流控制在当前额定电流的80%。

**退出条件：**

当检测当前温度 < 90℃ （可修改）时。

1. **进入条件**：

当检测当前温度 > 110℃ （可修改）时

**实现功能：**

降低输出功率，将输出电流控制在当前额定电流的40%。

**退出条件：**

当检测当前温度 < 100℃ （可修改）时。

1. **进入条件**：

当检测当前温度 > 125℃ （可修改）时。

**实现功能：**

停止PWM输出。

**退出条件：**

当检测当前温度 < 90℃ （可修改）时。

**~~目标温度保护方案：~~**~~设置目标温度保护点，当检测温度高于此温度时，降低输出功率系数，当检测温度低于此点时，恢复功率系数到1。~~

**~~具体为：~~**~~设置Ts为目标温度点，当前检测温度为Tc。~~

~~当Ts >= Tc 时，温度功率系数为1。~~

~~当Ts < Tc 时，温度功率系数为 1 -（Tc – Ts）/15 。~~

~~实际输出电功率 ＝ 目标电功率 × 温度功率系数。~~

* 1. **防飞车**

**功能描述：** 避免在非主观希望的情况下，电动车突然启动、加速或刹车造成人身伤害。在以下情况下出现：

* 手柄在非零位置，尤其是最大位置，然后电门锁上电
* 骑行时，手柄线掉线，信号突然剧烈变化
* 骑行时，手柄线霍尔短路，信号突然剧烈变化

**处理方案：**手柄输入采集使用低通滤波处理。

1. **进入条件：**

控制器上电瞬间，手柄在非零开度（ > AD 4）

**实现功能：**

判定当前为故障状态，

**退出条件：**

手柄信号归零后可解除此故障状态。

1. **进入条件**：

车辆运行期间，手柄信号检测判断为故障（ > 4.5V 或 < 0.8V）

**实现功能：**

执行停车处理，不再按照手柄输入信息进行调速，助力功能继续有效。

**退出条件：**

控制器断电。

* 1. **电机短路，缺相**

**功能描述：**电机相线或内部定子绕组短路或开路，停止驱动电机并报警。

由此引起的电流问题，请参照过流保护部分。

1. 控制器上电时，分别给UV及UW两相输入短时直流，检测是否有母线电流。

**进入条件：**当UV或UW 两相通电时，没有检测到母线电流时

**实现功能：**判定为电机缺相故障，不再驱动电机，并报警。

**退出条件：**控制器断电。

1. 当发生电流过流保护后，立即判断当前反电动势电压。

**进入条件：**当反电动势电压有一相或两相没有变化，而另一相或两相正常时

**实现功能：**判定为电机缺相故障，不再驱动电机。

**退出条件：**控制器断电。

* 1. **HALL损坏保护**

当检测到HALL损坏后，迅速切换到无HALL驱动模式。

针对此问题目前先进行单HALL损坏兼容。三霍尔损坏时，需增加硬件芯片及电路。

霍尔全兼容模式目前了解一般是采用LM339采样电流模拟霍尔方式。此方式实现有以下问题：1、启动时会有可能出现反向转动一定角度。

-> 在可接受范围内

2、上坡时或负载大时，会出现错误判断。

-> 调试期间注意此问题

**处理方案：**

1、当单霍尔损坏时，估算霍尔信号继续按照霍尔信号驱动。

2、当>=2个霍尔损坏时，切换到无霍尔状态运行。

ECOVI 的目标是先做180°方案，然后再做无霍尔方案，最后实现兼容。

无霍尔方案需要增加两个互补PWM输出管脚用于检测反电动势过零信号。

* 1. **手柄信号异常**

**功能描述：**对以下干扰或故障进行保护处理：

手柄信号突然开到最大开度，或输出突然成为最小开度。

手柄信号干扰。

手柄信号突变。

**处理方案**：AD采样不允许突变，检测到突变不予立即执行。做低通滤波处理，避免高频干扰信号对AD采样的影响。

手柄跟随速度要适当，避免出现频繁推背现象。具体跟随系数需实际试验确认。

* 1. **电机堵转保护**

**功能描述：**当电机机械堵转或大负载起步时，保护电机及控制器不会损坏。

**处理方案：**

1、由此问题引起的过电流情况，参考过流保护部分。

2、在未造成硬件过流情况下，软件处理：

**进入条件：**

当大电流输出情况下，检测霍尔反馈信号没有有效变化时

**实现功能：**

判定为电机堵转或负载过大，继续控制驱动输出，此时需控制输出电流大小，进入堵转状态第一秒保持最大电流输出，第二秒降低输出电流为60%，第三秒继续降低为20%；当未有有效霍尔变化时间持续到达3s时，判定当前负载超过驱动能力，停止驱动输出，电机堵转故障次数+1。

**退出条件：**

当手柄信号回零后可退出保护状态，再次启动。

当再次连续检测到正常霍尔信号变化一个机械周期时，退出保护状态。

* 1. **同步关闭保护**

**功能描述：**对骑行中反复开关电门锁，有可能会造成的车速失控、反电动势过高烧毁功率器件、驱动信号异常烧毁功率管等问题进行保护。主要问题是失电后的控制信号关闭处理、失电过程中又得电的处理、以及上电复位时的处理方法问题。

**处理方案：**

车速失控问题参考手柄信号异常保护及防飞车保护功能。

反电动势过高问题参考母线电压过高保护功能。

驱动信号异常问题参考母线电压过低保护功能。

* 1. **仪表短路，控制器保护**

**功能描述：**仪表短路时，不允许控制器出现影响。

**处理方案：**

1、软件处理：在不造成过电流的情况下，仪表短路后，控制器可正常运行。有电压保护时，可按照电压保护程序运行。

2、硬件电路设计时，考虑隔离及输出功率限制问题。特别是模拟量输出部分。

* 1. **倒退启动保护**

**功能描述：** 上坡后退中启动手柄，会造成启动电流的过大，以及启动力矩变大，并由于后退速度引起反电动势问题，此时控制器不应出问题

**处理方案：**启动时，应检测反电动势，如反电动势过高按照过压保护处理。如启动力矩过大或启动时有很大反向速度，应注意控制输出电流大小，避免过流过压。

* 1. **电喇叭干扰保护**

**功能描述：**对电喇叭造成的干扰进行保护。喇叭干扰问题有两种情况：一是喇叭线同控制器手柄及电机（实际是电机霍尔）的干扰，二是喇叭冲击电流对电池电源（特别是地线）的影响。

**处理方案：**

1. 电源电压问题参考母线低电压保护部分。
2. 干扰问题参考手柄信号异常部分。
3. 硬件滤波处理
   1. **倒车线保护**

**功能描述：**避免骑行期间因为振动或外力造成倒车开关或线束失效，引起行车安全问题。

**处理方案：**

骑行期间对倒车线信号不予响应。

* 1. **助力线保护**

**功能描述：**避免骑行期间因为振动或外力造成助力开关或线束失效，引起助力信号异常问题。

**处理方案：**

马上响应助力线信号，不保护。

* 1. **刹把故障保护**

功能描述：对上电复位后的刹把电平进行检测，避免刹把故障影响行车。

**进入条件：**上电复位后，立即检测当前刹把电平；如当前电平为刹车有效时

**退出条件：**刹把电平回复无效状态。

**实现功能：**报刹把故障。不能响应其他信号驱动电机。

* 1. **上电检测MOSFET及相线保护**

**功能描述：**测试MOSFET是否正常。如果不正常，进行故障显示，不予启动。如正常，可相应控制信号驱动电机。

**处理方案：**

分别给UV、UW、VW正反方向通电两次，检测各MOSFET是否正常，电机相线是否正常；如没有问题，可允许正常驱动。如不正常，通过判断确定是那个MOSFET故障或是那相电机相线故障。报相应MOSFET故障或相线故障。

单MOSFET通入短时脉冲，检测母线电流大小以确定MOSFET是否短路。

1. **故障显示**

当有故障产生时，用故障灯闪烁显示当前故障代码。闪烁次数对应故障代码，间隔2s。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 故障代码 | 故障名称 |  |
| 1 | 手柄输入故障 |  |
| 2 | 母线过压故障 |  |
| 3 | 母线欠压故障 |  |
| 4 | 过电流 |  |
| 5 | 霍尔故障 |  |
| 6 | 电机堵转故障 |  |
| 7 | 电机缺相故障 |  |
| 8 | 刹把故障 |  |
|  |  |  |

1. **控制器输入输出汇总**

**管脚需求一览:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需功能口 | 共计数量 | 必需数量 | 扩展数量 |
| PWM | 9 | 6 | 3 |
| INT | 8 | 7 | 1 |
| AD | 4 | 3 | 1 |
| UART/ I2C | 2/1 | 1/1 | 1/0 |
| I/O | 16/18 | 2 | 14/16 |
| 共计 |  | 22 | 21/23 |

**管脚定义明细：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **输入 共11个** | | | **输出 共22个** | | | **INT 共 10个** | | |
| 刹车 | 1 | IN | 电机控制 | 6 | PWM | 过流 | 1 | INT |
| 电压检测 | 1 | AD | 语音/164 | 2 | Uart | HULL | 6 | INT |
| 调速 | 1 | AD | 上位机通讯 | 2 | Uart | 助力脉冲 | 1 | INT/TIMER |
| 电流检测 | 1 | AD | Hull调制信号 | 2 | PWM |  |  |  |
| 自学习 | 1 | IN | 实时速度 | 1 | PWM |  |  |  |
| 防盗 | 1 | IN | **显示** | | | **E2 共2个** | | |
| 两速/三速 | 1 | AD | 倒车 | 1 | OUT | CLK | 1 | OUT |
| 倒车 | 1 | IN | ~~自学习~~ | ~~1~~ | ~~OUT~~ | SDA | 1 | IN |
| 助力 | 1 | IN | 助力 | 1 | OUT |  |  |  |
| 巡航选择 | 1 | IN | 速度 | 3 | OUT |  |  |  |
|  |  |  | 故障 | 1 | OUT |  |  |  |
|  |  |  | 巡航 | 1 | OUT |  |  |  |
|  |  |  | 反充电 | 1 | OUT |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | **共计：** | **43** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能 | | 所需I/O数量 | I/O描述 | 备注 |
| **共计22**  7--PWM  7—INT  2--I/O  4--AD  2--I2C | 基本功能 | 9 | 2--I/O  4--AD  1--INT  2--I2C | 刹车、调速、防盗、电压检测、电流检测、温度检测、过流中断、E2 |
| 电机控制 | 13 | 7--PWM  6--INT | 6路PWM  6路HULL  1路霍尔调整PWM+外部 |
| **共计10或12**  1--AD  1--INT  +  12--I/O  或  9--I/O  1--PWM | 自学习 | 1 | I/O | 自学习开关  ~~自学习显示~~ |
| 两速/三速 | 2或4 | 1--AD  3--I/O或  1--PWM | 选择开关  速度指示 |
| 倒车 | 0 | I/O与助力复用 | 倒车开关  倒车显示 |
| 助力 | 3 | 2--I/O  1--INT | 助力开关  助力显示  助力码盘信号（180°预留） |
| 巡航 | 2 | I/O | 巡航选择  巡航显示 |
| 反充电 | 1 | I/O | 反充电显示 |
| 故障 | 1 | I/O | 故障指示灯 |
| 6  需复用 | 语音 | 2 | Uart |  |
| 164驱动 | 2 | I/O |  |
| 上位机通讯 | 2 | Uart |  |