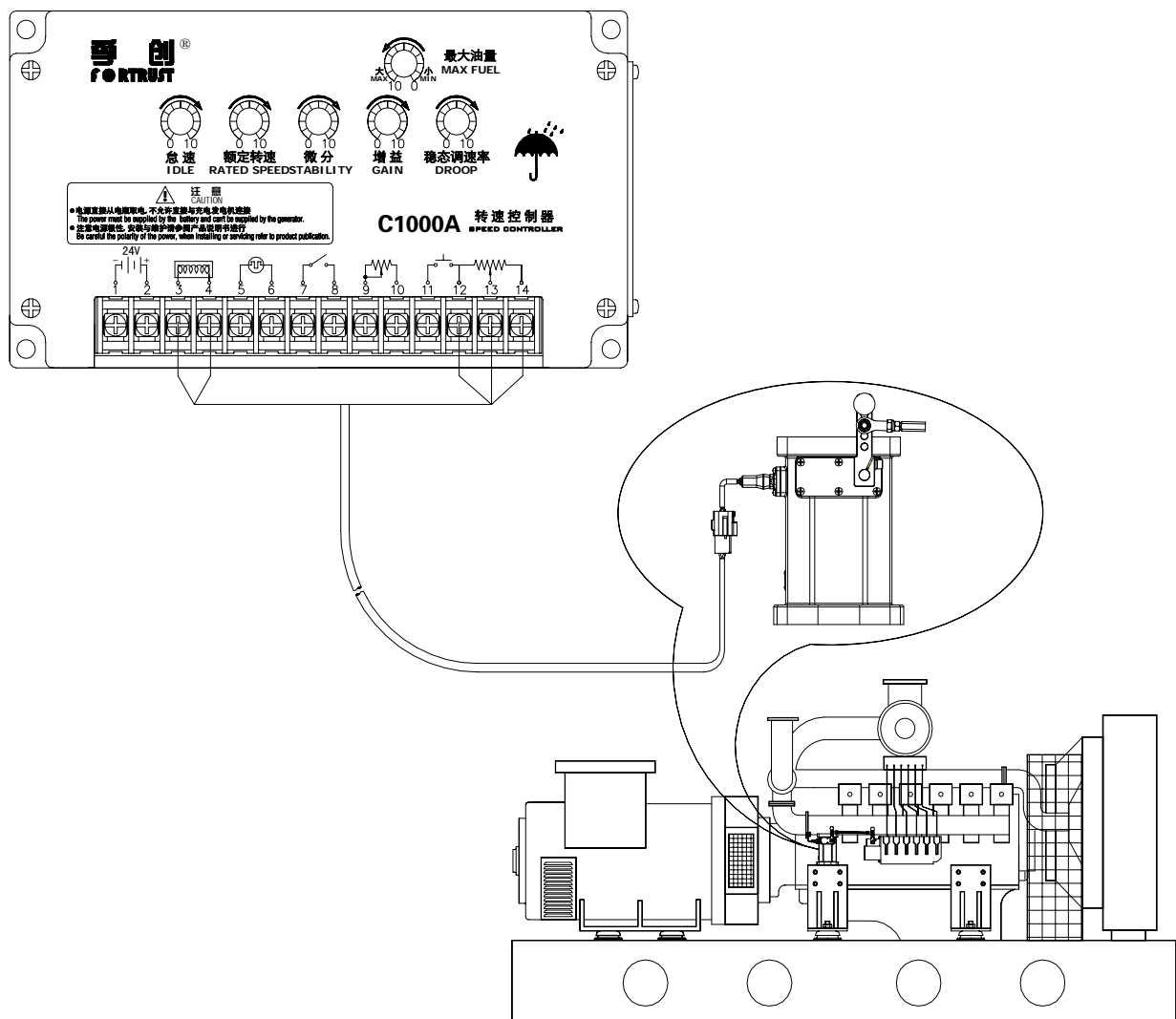




ESG1000B8-F3 电子调速器

使用维护说明书



上海孚创动力电器有限公司

目 录

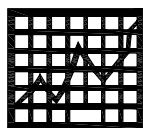
1 阅读指南	1
2 工作原理	2
2.1 调速系统简介	2
2.2 ESG1000B8-F3 电子调速器基本组成	4
2.3 电子调速原理	4
3 调速器部件特性与应用	8
3.1 转速控制器	8
3.2 电磁执行器	10
3.3 转速传感器	13
4 安装	14
5 初次起动规程	18
6 调试	19
7 故障判断与处理	21
8 维护与使用注意事项	26



1 阅读指南

为了节省您的时间，可根据您的阅读目的和自身情况(比如：技术专业、工作岗位)有选择或有重点的阅读本说明书，满足您的使用需要。

- 了解电子调速器一般性知识请阅读第二章
- 电子调速器应用技术请阅读第二章、第三章、第四章
- 安装与调试请阅读第四章、第五章、第六章
- 故障判断与处理请阅读第七章
- 操作使用与日常维护请阅读第五章、第八章



2 工作原理

阅读并理解本章内容，您需要具备必要的发动机知识；如果您还具备初步的电子和自动控制理论知识，仔细阅读本章有助于您系统了解电子调速器有关知识。

2.1 调速系统简介

发动机调速器是将发动机稳定控制在设定的工作转速下运行的精密控制装置，根据其实现方式的不同可分为机械调速器、液压调速器、电液调速器、电子调速器以及复合式调速器等，在控制原理上，各种调速器都具有转速设定、测速、比较、运算、驱动输出、执行元件、调节系数设定、保护或限制等机构或部件，各机构或部件经过有效组合形成一个闭环控制系统：

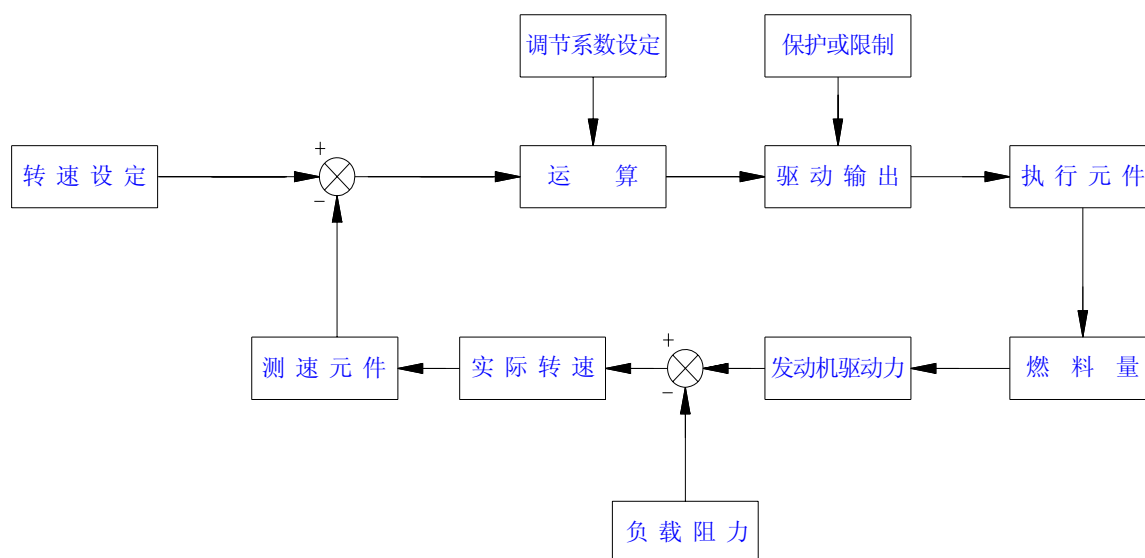


图 2.1 调速器原理示意图

调速器工作原理是：调速器将设定工作转速与测速元件测得的发动机实际转

速进行比较，比较的结果（即偏差）包含两部分信息：偏差“正、负”信息和偏差幅度信息：

偏差“正、负”信息的作用是：如果发动机实际转速大于设定的工作转速，偏差为“负”，调速器将输出“负向”控制，通过执行元件减小燃料量，发动机转速随之降低；如果发动机实际转速小于设定的工作转速，偏差为“正”，调速器将输出“正向”控制，通过执行元件增大燃料量，发动机转速随之升高。

偏差幅度信息的作用是：偏差幅度经过运算机构的处理，确定输出控制量的大小，即增加或减少燃料量的多少，在偏差幅度一定的情况下，输出控制量的大小必须是合适的，过大或过小都会导致发动机转速不稳或达不到调速精度要求。输出控制量的大小是由下面将要说明的“运算”环节确定的。

根据调速器种类的不同，“运算”环节的运算方法具有其特有的物理实现方式：

机械调速器：由机械杠杆支点的变化实现简单的“比例调节”运算（P 运算）；

液压调速器：由机械杠杆支点的变化、具有节流作用的油缸以及针阀实现“比例调节”、“积分调节”和“微分调节”等运算（PID 运算）；

电子调速器：由模拟电路或计算机软件实现 PID 运算或更加复杂的智能控制。

只有当调速器的各项调节作用与发动机装置的控制特性相适应时，才能使发动机稳定运转；与调速器相关的发动机装置控制特性包括：油门阻力、转动惯量、发火不均匀性、加速性能、负载阻力扰动特性、转动系统固有频率等；调节系数通过人工的方式设定在“运算”环节中，用以加强或减弱调速器某项调节作用，使之与发动机装置特性实现最佳匹配，这个过程就是配机调试。为了得到理想的调速特性，调速器都需要配机调试。

对调速器有了系统的初步了解后，有助于进一步理解孚创公司电子调速器产品各部件的原理功能。

2.2 ESG1000B8-F3 电子调速器基本组成

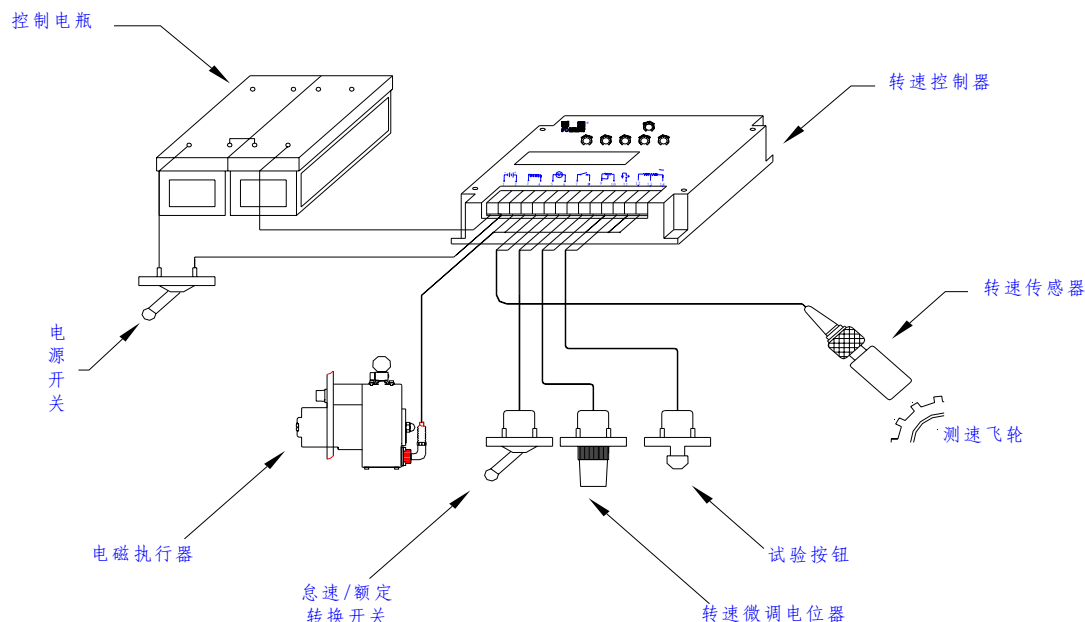


图 2.2 孚创 ESG1000 系列电子调速器基本系统组成图

2.3 电子调速原理

2.3.1 电子调速原理

电磁执行器是电子调速器的执行元件，通过控制电磁执行器的线圈电流，可以控制执行器的输出位移。电磁执行器直接驱动柴油机的高压油泵齿条或汽油机节气门，从而控制发动机的燃料供给量。通过热力转换，发动机将化学能转化为动能输出动力扭矩，动力扭矩与负载阻力矩相互作用形成发动机的转速输出。因此，控制电磁执行器的电流大小即可控制发动机的转速。

发动机的理想转速由转速设定电位器和外接微调电位器设定，发动机的实际转速由安装于飞轮齿圈部位的磁电式转速传感器所感受，其输出信号为频率与发动机转速成比例的交流电压信号；该信号经 F/V 电路转换为直流电压，与转速设定值比较后得到转速偏差量；该偏差经 PID1 调节器运算放大后得出发动机燃料供给量位置值，即执行元件稳态输出指令位置，该指令位置与当前电磁执行器

实际输出位置比较后，得到位置偏差量，该偏差再经过 PID2 调节器运算放大后，转化成 PWM 电流控制方式，向电磁执行器输出驱动电流，以改变电磁执行器的输出位置，驱动发动机喷油泵齿条、节气门或燃料控制阀向减小转速偏差的方向运动，从而控制发动机在所设定的转速下稳定运行。

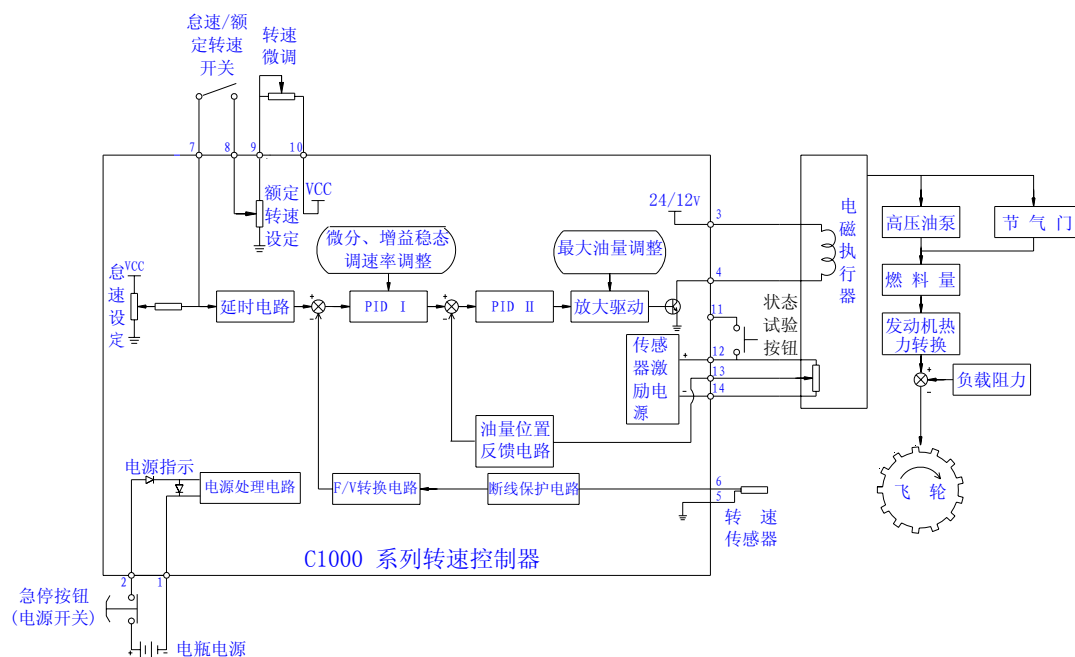


图 2.3 孚创 ESG1000 系列电子调速器控制系统原理图

2.3.2 电磁执行器原理

ESG1000B8-F3 电子调速器使用 A8000B 电磁执行器。输出达 8NM、输出运动方式为旋转式，可与 300 千瓦以上的较大功率发动机匹配。

A8000B 电磁执行器结构及工作原理参见图 2.4。

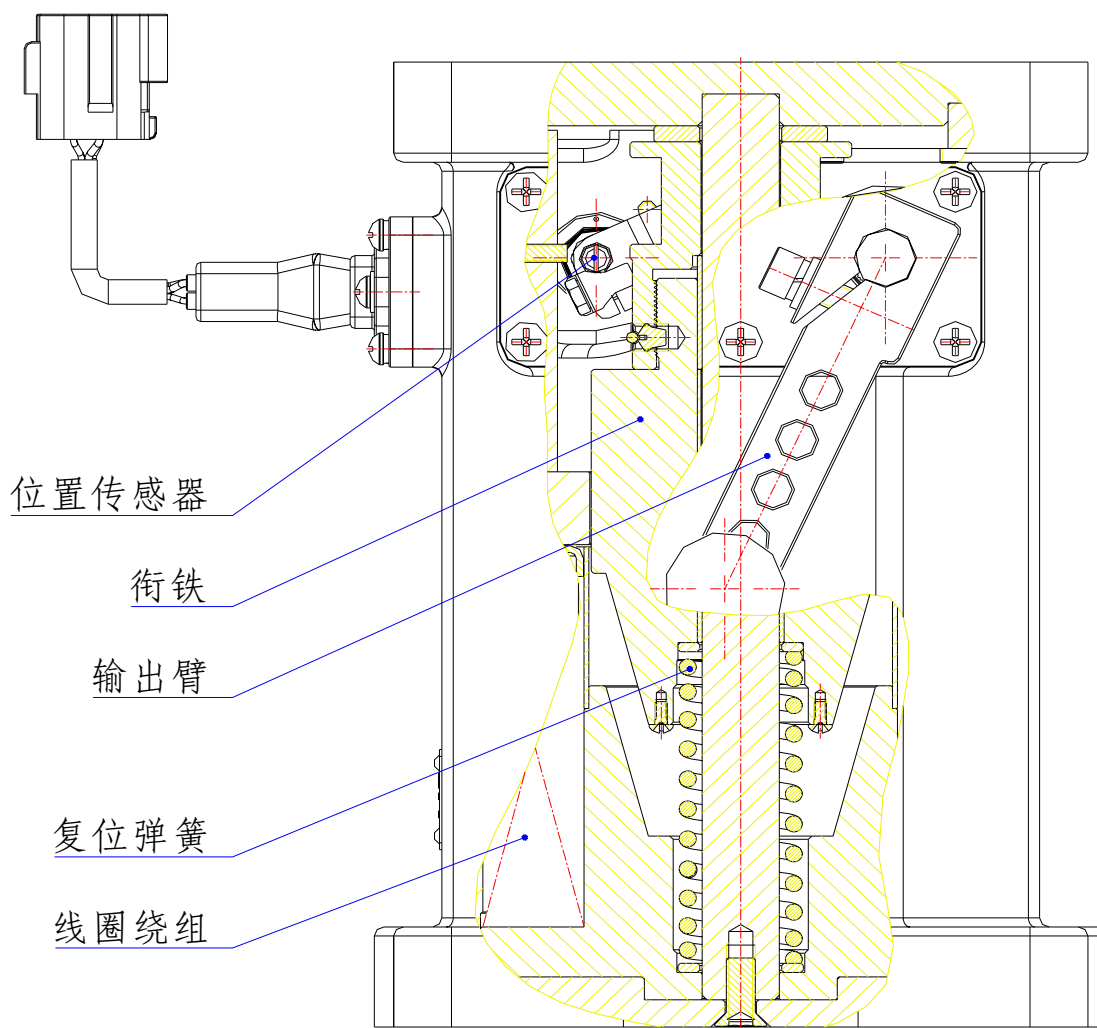


图 2.4 A8000B 电磁执行器结构及原理图

电磁执行器为铠装式直流比例电磁铁，其加油方向驱动力与线圈绕组内控制电流成比例，减油方向复位力由复位弹簧产生，当二力相等时，输出轴位于相应平衡位置；如果增大控制电流，则输出轴向加油方向运动；反之则向减油方向运动；对双闭环控制方式的转速控制器，电磁执行器的实际输出位置可通过位置传感器反馈给转速控制器。

2.3.3 转速传感器原理

电子调速器采用的转速传感器是磁电式转速传感器，内部结构由导磁探头、线圈、磁钢组成，转速传感器结构及原理参见图 2.5。

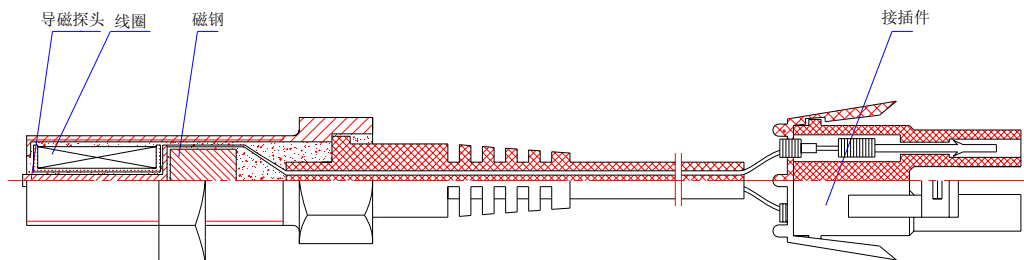


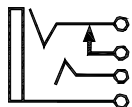
图 2.5 孚创转速传感器结构及原理图

磁钢产生的磁力通过导磁探头形成闭合的磁力线，线圈缠绕在导磁探头上，当发动机飞轮齿圈上的一个齿切割导磁探头前的磁力线时，引起通过线圈的磁通量的变化，并在线圈上形成感生电势，该感生电势近似于正弦波信号。当发动机飞轮齿圈连续运转通过转速传感器的导磁探头时，即在线圈两端产生连续的正弦波转速信号。

感生电势的大小取决于磁钢产生的磁场强度、线圈匝数、飞轮齿圈的线速度以及导磁探头至齿顶的距离（转速传感器安装间隙）。

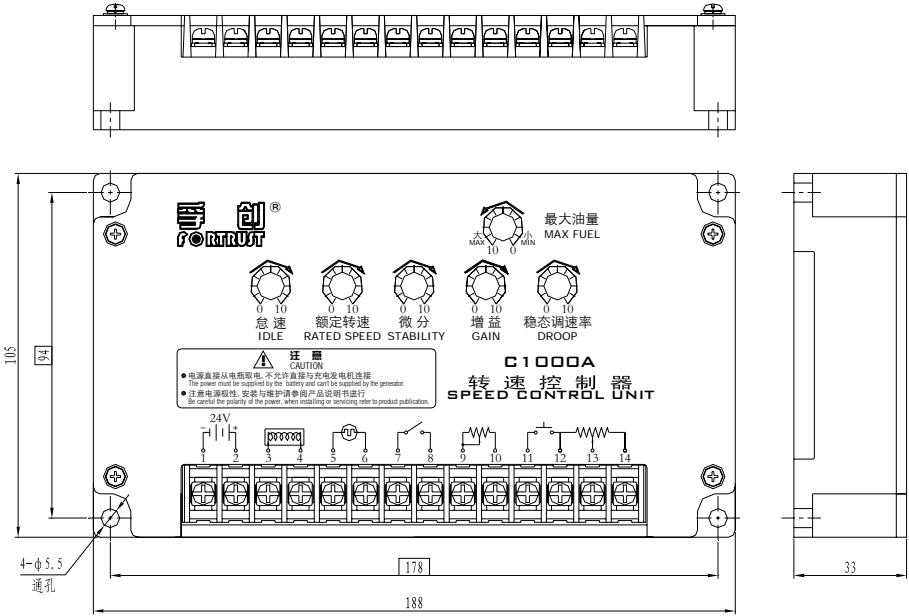
注意：

- 转速传感器电缆不宜过长，并需采用屏蔽电缆。否则，可能产生信号衰减和干扰。
- 转速传感器是电子调速器至关重要的传感元件，供调速器独用，不能同时连接其它测速装置。



➤ 重量： 0.68kg。

3) 外形安装尺寸



图

3.1 C1000A 转速控制器外形安装尺寸图

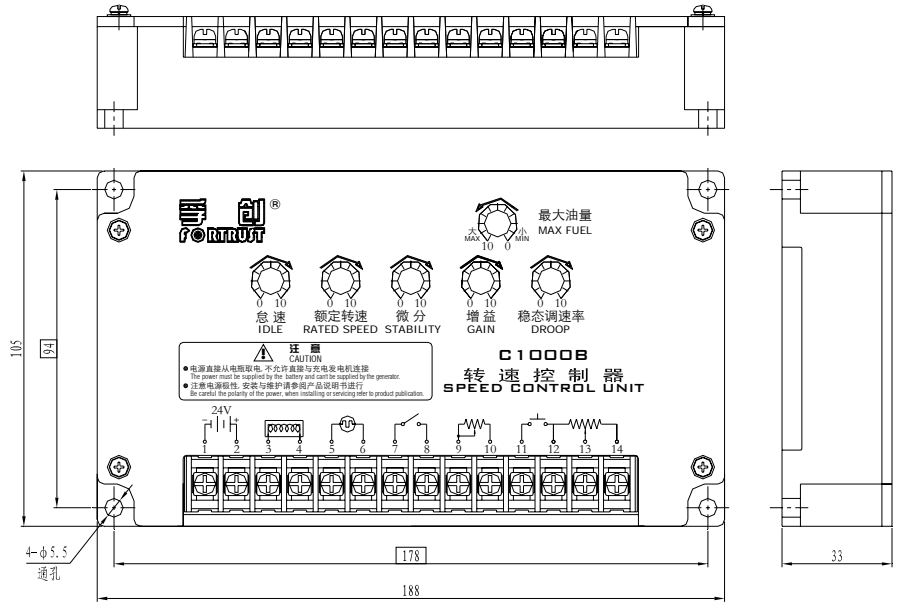


图 3.2 C1000B 转速控制器外形安装尺寸图

4) C1000 系列转速控制器接线图

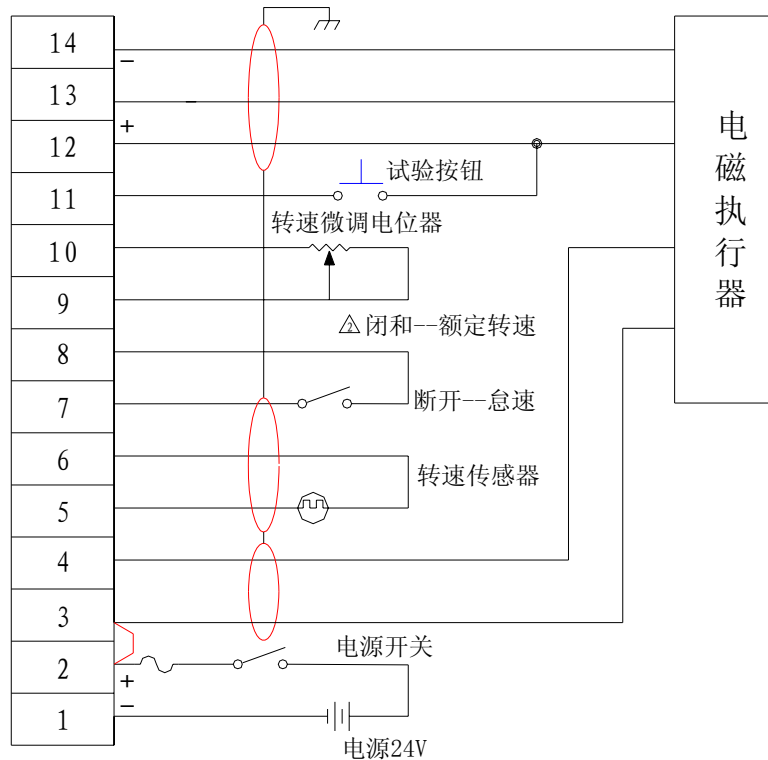


图 3.3 C1000 系列转速控制器接线图

3.2 电磁执行器

1) 基本特性

- 控制电流： 9A（瞬间最大值）
 < 2.5A（24V 平均值）
- 环境温度： -40℃ ~ +100℃
- 相对湿度： < 95%
- 防护等级： IP44
- 振动： 2 ~ 25HZ、位移幅度 1.6mm; 25 ~ 100Hz、加速度幅值 40m/s²

2) 外形安装尺寸

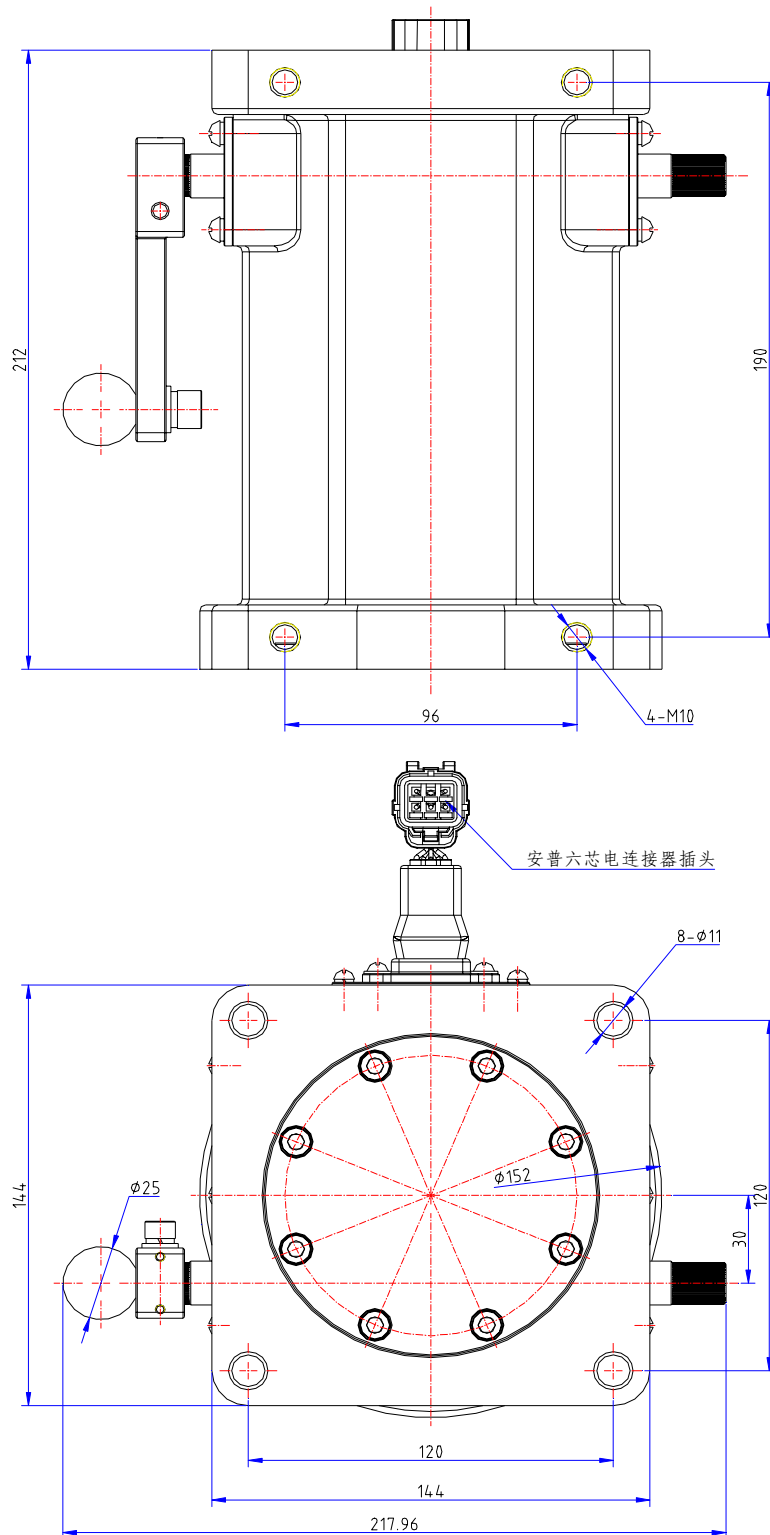


图 3.4 A8000B 电磁执行器安装尺寸图

3) 接线端口定义

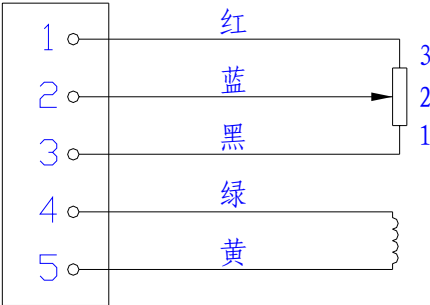


图 3.5 电磁执行器安普五芯接插件端口定义示意图

3.3 转速传感器

1) 转速传感器基本特性

- 输出电压：1 ~ 18V(有效值)
- 环境温度：- 5℃ ~ + 100℃
- 相对湿度：< 95%

2) 转速传感器外形

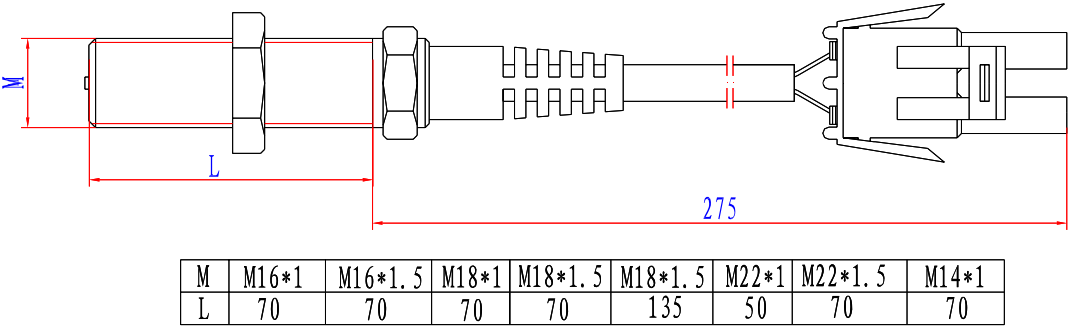


图 3.6 转速传感器安装尺寸图



4 安装

阅读并理解本章内容，您需要具备必要的发动机知识；有助于您正确使用和调试电子调速器。

4.1 转速传感器

转速传感器推荐安装于发动机齿圈部位，传感器与齿顶之间的间隙应为 0.4mm ~ 0.8mm 之间，安装时可先将传感器旋至齿顶，然后退出约 1/3 圈（螺距 1.5mm）或 1/2 圈（螺距 1mm），再锁紧螺母紧固即可。如无飞轮齿圈，也可利用其它传感齿轮，但材质必须为导磁材料，并要保证在发动机工作转速范围内，传感器输出频率不少于 1000Hz，发动机转速与传感器输出频率之间的对应关系为：

$$f = nz/60(\text{Hz})$$

式中：f、n、z 分别表示传感器输出频率、发动机转速和测速飞轮齿数。

注意：转速传感器仅供电子调速器独用，避免与其它测速系统共用。

4.2 电磁执行器

电磁执行器安装在发动机上，其安装位置与安装方式根据具体情况确定，孚创电子调速器推荐采用与油泵一体化安装方式，但在特殊情况下或有特定要求时，也可采用外置式安装方式。

执行器输出轴与发动机喷油泵齿条之间直接对接，直线输出，输出行程 20-30mm。油泵齿条行程与电磁执行器工作行程应能良好配合，一般应保证使发动机断油至满载之间的行程为执行器工作行程的 75% 左右。

联接器联接方法：联接器可绕轴线转动，上面有腰形销孔，通过 $\phi 6$ （或 $\phi 5$ ）的联接销与油泵齿条（或其附件）安装联接。由于联接器的独特设计，由加工、安装误差造成的齿条阻、卡现象均可消除。安装时，将弹簧压缩露出整个销孔，圆柱销插入腰形销孔，再插入蝴蝶销防止腰形销孔滑脱，弹簧复位后将销压紧，达到与油泵齿条无间隙传动的目的。

一体化安装方式应注意的问题：

- 执行器输出端与发动机喷油泵之间安装封闭的防护壳体——中间体，这样可以避免污物进入而导致执行器轴承卡死或过早磨损。一体化安装方式首先应

注意的问题是电磁执行器零位与油泵零位（停机断油位置）的匹配，即：当电磁执行器断电输出行程为零时，能保证油泵齿条可靠断油。

- 对强制润滑高压油泵，油泵凸轮轴应加油封，运行过程中渗漏的润滑油应通过油管导入油底壳，中间体内部不能存油；否则将会严重影响电子调速器工作。
- 对非强制润滑高压油泵，中间体内部应有存油，设计油位不超过齿条位置。
- 对工作温度较高的应用环境，执行器与中间体之间应涂以适量密封胶后直接安装，而不应采用密封垫，以改善其导热性能。
- 中间体应开设观察孔，在试验、调试过程中可通过观察孔观察齿条运动情况，调试完毕后盖上观察孔盖板。
- 齿条与执行器联接机构连接后运行应平稳、无卡阻现象，

4.3 转速控制器

转速控制器应安装在无强烈冲击振动及电磁干扰的保护箱内，并需留有足够的空间供安装维护和散热之用，其外壳需妥善接地。

转速控制器的安装尺寸参见图 3.1、图 3.2，控制器接线参见图 3.3，其中转速传感器、转速微调电位器与控制器间连线应采用屏蔽电缆，屏蔽层仅在控制器一点接地。

为防止用户不慎将电源极性接反而损坏控制器电路，控制器内部装有保护二极管，但该二极管长时间工作发热量较大，因此在系统安装调试完毕后，可以用短接线将控制器接线端子 2、3 端短接起来，这样对减小控制器发热量、提高系统的可靠性将更为有利。

4.4 系统电源

孚创电子调速器的工作电压为直流 24V（特殊订货 12V），可利用发动机的控制电瓶、起动电瓶或采用其它稳压及非稳压电源供电，但要保证系统的峰值功耗和电压波动范围的要求。当采用起动电瓶供电时，必须设置充电装置以保证电瓶电量充足。在发动机起动时，电瓶短时间的输出电压跌落不会影响调速器正常工作。

孚创电子调速器电源接线设计注意事项：

- 1) 孚创电子调速器转速控制器正电源端（2 脚）通过电源开关（或停机开关）、必要时可加保险丝串连直接接至 24V 电瓶正极，即直接从电瓶正极取电。
- 2) 孚创电子调速器转速控制器负电源端（1 脚）必须从电瓶负极直接引线。如果电源负极需接地，则电源负极在电瓶负极端接大地，不能从控制器负极（1 脚）端接大地。

3) 电源线长如果小于十米，选用电源线应大于等于 1.5 平方毫米；如果大于十米，电源线还需相应加粗。

4) 正确的电源接线：

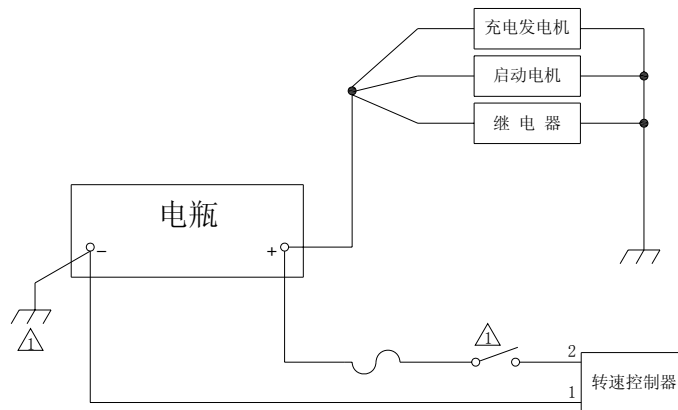


图 4.1 正确的电源接线图

5) 不正确的电源接线：

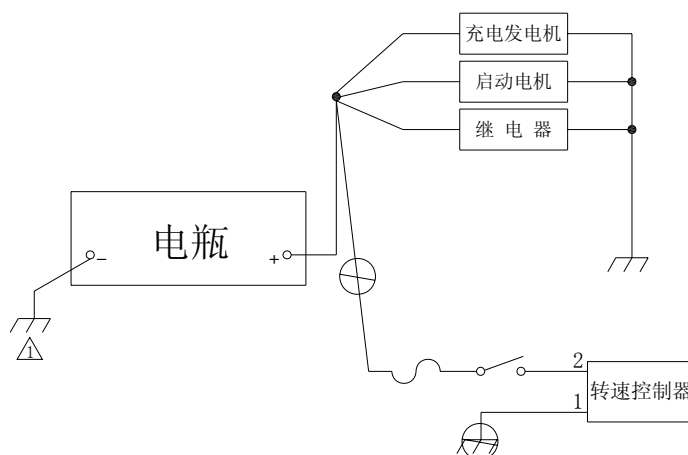


图 4.2 不正确的电源接线图

4.5 系统线路

如果有安装空间，可在正电源线与转速控制器 2 脚之间串接一个 10A 的保险丝。

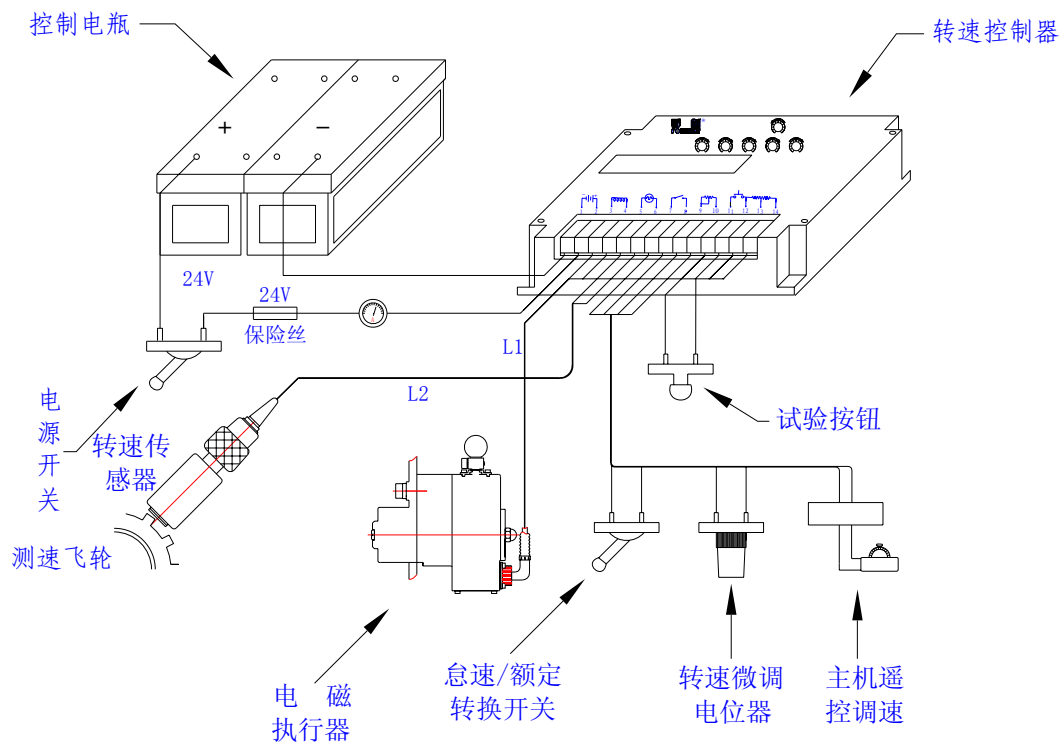


图 4.3 ESG1000 系列电子调速器系统接线图



5 初次起动规程

对初次使用孚创电子调速器的用户，必须详细阅读本章内容。

5.1 安装与系统检查

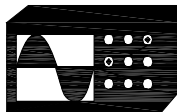
在发动机安装孚创电子调速器首次起动之前，应进行下列检查和初调工作：

- 1) 参照系统接线图，确认各部分电气连接正确无误，机械传动环节无任何阻卡现象，转速传感器已正确安装并紧固。断电时电磁执行器输出轴位置为发动机零供油位置，必要时可拆下中间体观察孔盖板以便于观察。
- 2) 将“怠速/额定”开关断开，即置于怠速位。
- 3) 打开调速器电源开关，观察执行器输出轴是否停留在零供油位置。
- 4) 用导电材料短接 11、12 脚，此时执行器输出轴将拉至最大供油位置；然后断开“试验”触头，执行器输出轴应快速回复零位。

5.2 起动操作

以上各项检查确认无误后，方可起动发动机。按下列步骤操作：

- 1) 起动发动机，首先调节“微分”和“增益”电位器，使发动机在怠速工况稳定运转，暖机数分种后拨“怠速/额定”开关到额定档，使之逐渐升速至额定转速，调节“额定”电位器，达到所需的额定转速，必要时调节“微分”和“增益”电位器以保证发动机运转稳定。
- 2) 分段突加、突卸负载，观察调速系统的响应，微调“微分”和“增益”电位器，使系统的动态性能和稳态性能达到最佳状态。
- 3) 卸除负载，改变发动机转速，观察在全速范围内，系统均能保持稳定并具有满意的动态性能为止。
- 4) 将“怠速/额定”转换开关置于“怠速”位置，发动机转速降至怠速；关闭调速器电源开关（即停车开关），发动机应迅速停车。



6 调试

阅读并理解本章内容，您需要具备必要的发动机知识；如果您还具备初步的电子和自动控制理论知识，仔细阅读本章有助于您成为电子调速器应用方面的专家。

6.1 转速稳定性调整

电子调速器与发动机构成转速闭环控制系统，其稳定性取决于发动机转动惯量、系统时间常数、发动机环节增益、调速器环节增益、扰动等因数。调整电子调速器即调整调速器环节增益。任何闭环控制系统均具有稳定域，超出稳定域，系统就不稳定。

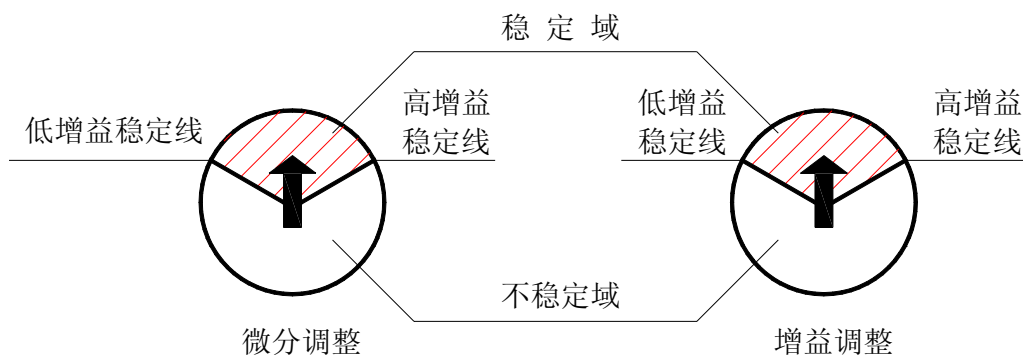


图 6.1 稳定域示意图

在稳定域示意图中，微分和增益在阴影区域时，表示系统稳定，小于低增益稳定线，系统将发生低频游车；大于高增益稳定线，系统将发生高频游车。在保证系统具有一定稳定余度的前提下，微分和增益应接近高增益稳定线，确保电子调速器具有优良的动稳态调速指标。

一般情况下，若发动机大幅度剧烈高频游车，将微分置于 11 点钟方向，逆时针适当减小增益；若发动机缓慢低频游车，将微分置于 12 点钟方向，顺时针适当增大增益。

由于控制对象——发动机的特性差异很大，在电子调速器稳定性调整时参考下述方法：

- 1) 对气缸数等于或小于四缸的小功率柴油机，微分置于 9 点至 11 点钟方向，将增益从 10 点钟方向开始逐渐增大至 2 点钟方向，在此范围内寻找稳定工作点。

2) 对气缸数等于或大于六缸的柴油机, 微分置于 11 点至 1 点钟方向, 将增益从 11 点钟方向开始逐渐增大至 3 点钟方向, 在此范围内寻找稳定工作点。

3) 对气体发动机、转动惯量较大的多缸柴油机、或当负载转动惯量较大时, 微分置于 12 点至 2 点钟方向, 将增益从 10 点钟方向开始逐渐增大至 3 点钟方向, 在此范围内寻找稳定工作点。

为检验上述调整是否达到系统的稳定工作点, 应对调速系统施加扰动, 视其能否迅速恢复稳定, 简单的办法是: 适当用力触动一下电磁执行器输出端连接器, 发动机转速出现剧烈波动后应能迅速稳定。否则, 应适当减小增益。

发动机额定转速调整稳定后, 将发动机置于怠速, 怠速时的调整方法与额定转速时相同。稳定性调整应兼顾怠速和额定转速, 如不能兼顾, 应优先保证额定转速的调速性能。如果怠速转速过低引起游车, 适当将发动机怠速升高。

6.2 转速动态指标调整

当发电机组配电子调速器要求达到 II 级或 III 级电站调速指标时, 在进行 100% 额定负载至 0% 额定负载突卸时, 应通过对微分、增益的精细调整, 寻找系统最佳工作点。寻找该工作点时, 可参考下述方法:

先将微分置于 10 点钟方向, 将增益置于 2 点至 3 点钟方向, 发动机很可能出现高频游车现象, 此时, 逆时针逐渐减小微分, 直至发动机稳定为止。

如果上述调整仍然不能达到调速指标要求, 可适当再增大增益, 重复上述步骤。

6.3 稳态调速率调整

发电机组的稳态调速率通过转速控制器上的“稳态调速率”电位器调节, 其顺时针方向为稳态调速率增大方向。在调节时, 可将该电位器预调至一定位置, 然后分别观察发动机空载与满载时的转速变化, 按照图示稳态调速率计算公式, 计算稳态调速率, 如不符合要求, 按照其趋势调整“稳态调速率”电位器, 重复上述加载试验, 反复数次直到满足要求为止。

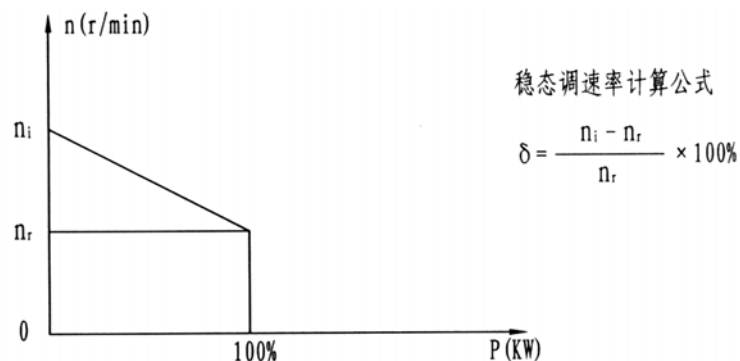
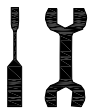


图 6.2 稳态调速率特性曲线



7 故障判断与处理

阅读并理解本章内容，您需要具备必要的发动机知识；如果您还具备初步的电子和自动控制理论知识，仔细阅读本章有助于您成为电子调速器应用方面的专家。

电子调速器故障将引起发动机性能下降，以至于发动机不能运行，如果能明确判断为电调故障，更换电调即可；如果是发动机及其辅助系统故障，有可能通过发动机转速达不到使用要求表现出来，更换电调也不能解决问题。因此，电调的故障应通过对系统的综合分析、逐项验证排查来判断。

本章对以下典型故障提供了判断与处理的程序流程：

- 发动机不能起动
- 发动机转速不稳
- 发动机运行中自动停车
- 发动机加载后转速急剧下跌
- 发动机超速

7.1 发动机不能起动

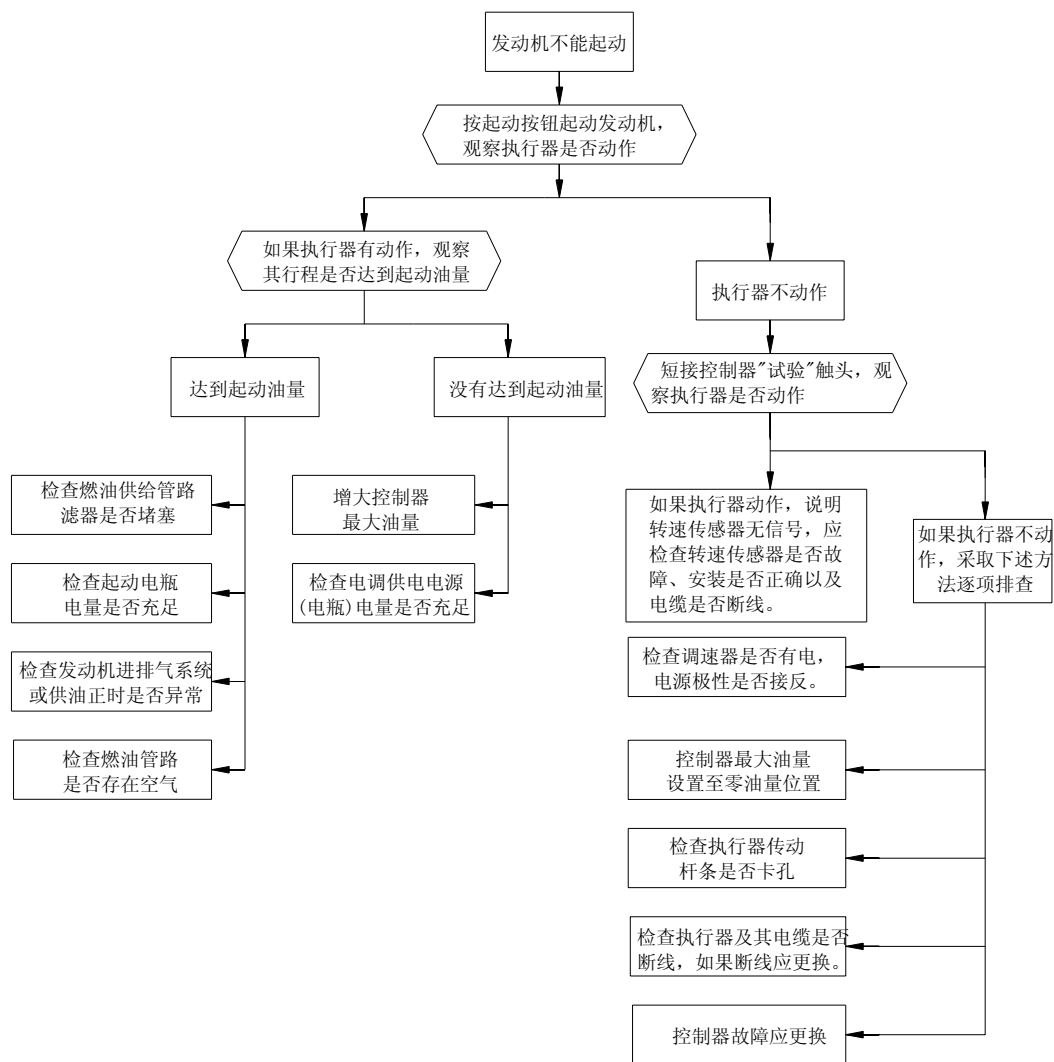


图 7.1 发动机不能起动故障判断与处理程序流程

7. 2 发动机转速不稳

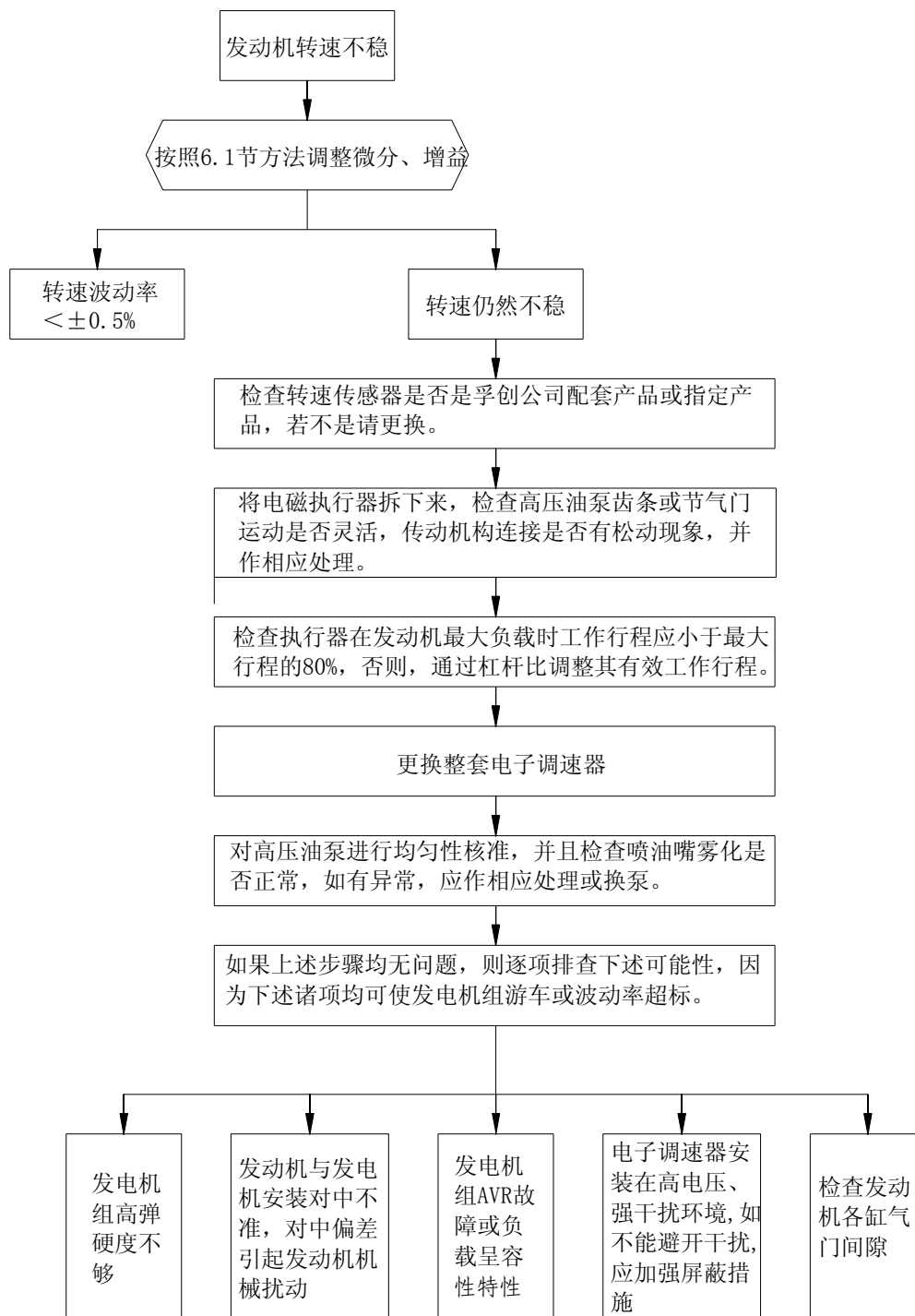


图 7.2 发动机转速不稳故障判断与处理程序流程

7.3 发动机运行中自动停车

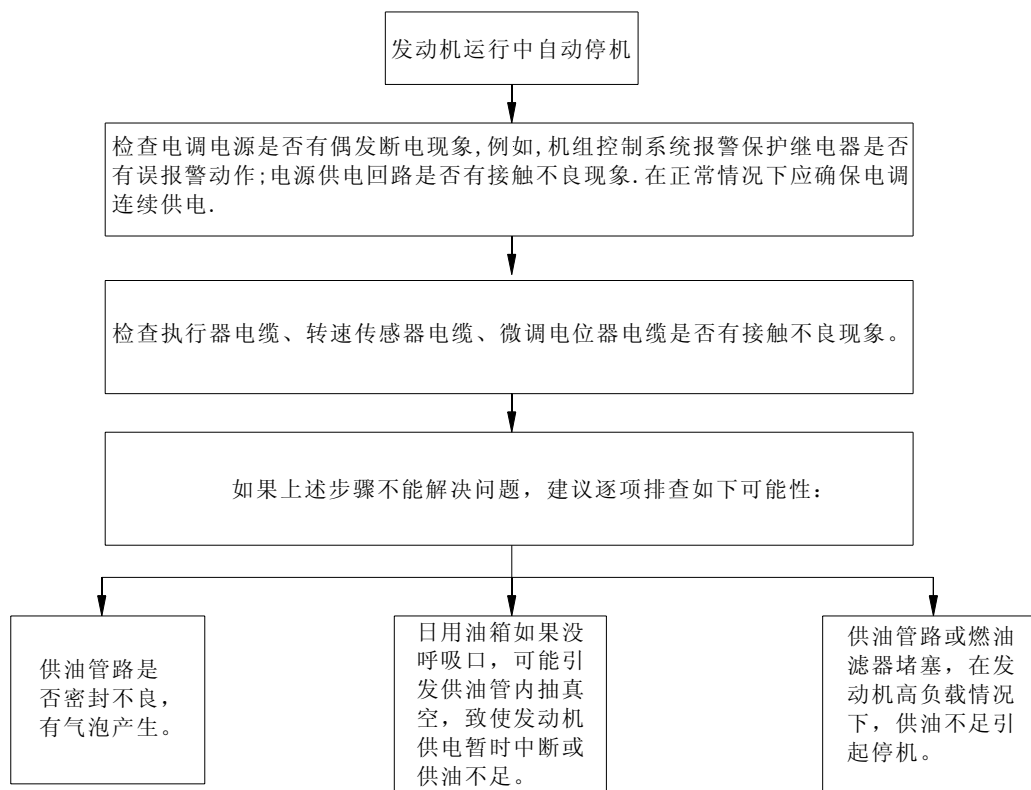


图 7.3 发动机运行中自动停车故障判断与处理程序流程

7.4 发动机加载后转速急剧下跌

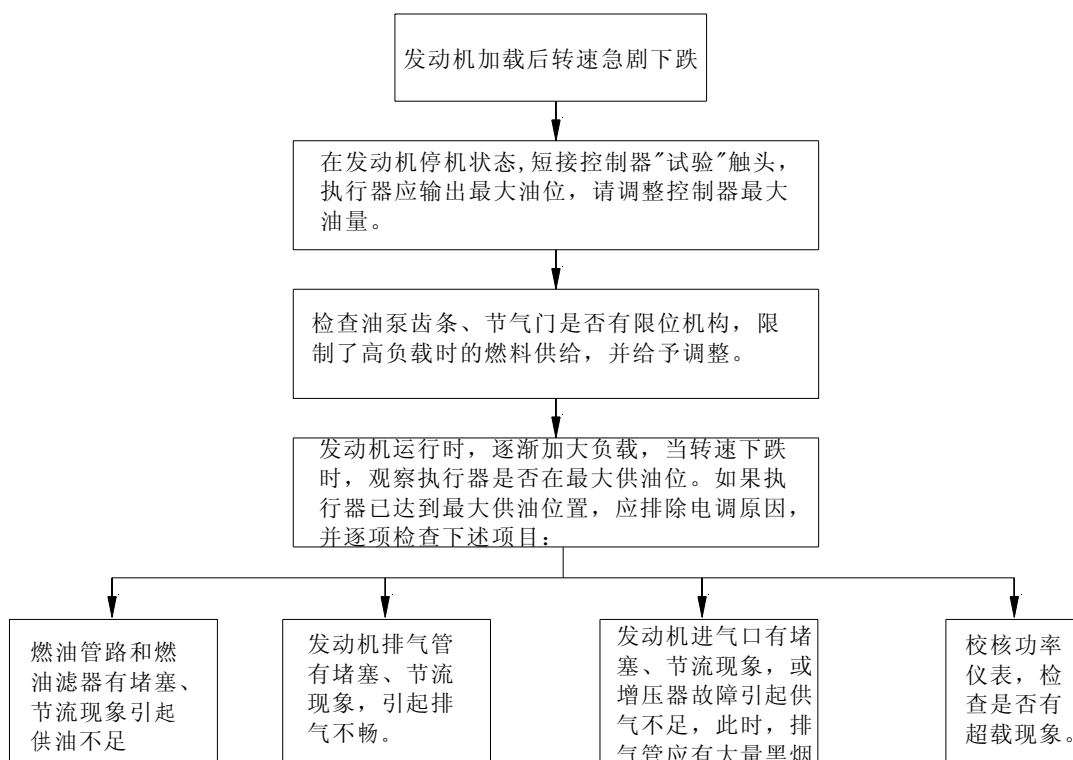


图 7.4 发动机加载后转速急剧下跌故障判断与处理程序流程

7.5 发动机超速

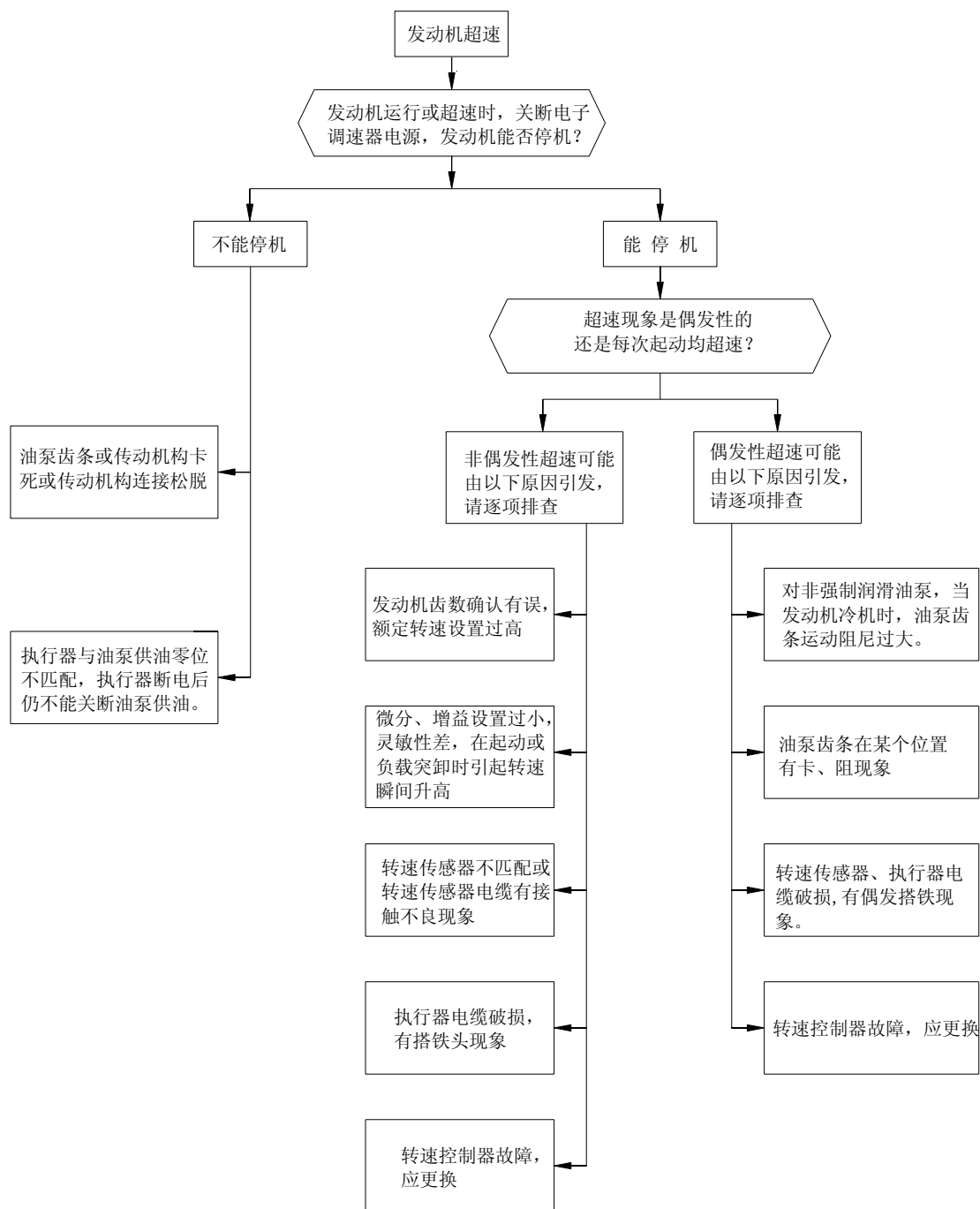


图 7.5 发动机超速故障判断与处理程序流程

注意: 若按上表检查处理后故障现象仍未排除, 并确认发电机组系统无问题, 则可能是调速器内部出现故障, 可送交维修部门检修, 请不具备维修条件的用户不要盲目拆修, 以免扩大故障。



8 维护与使用注意事项

对实际操作发动机的用户，阅读本章是必须的。

8.1 电子调速器维护

8.1.1 日常维护

- 检查电缆是否有破损现象，并及时处理。电缆沿布置路线应捆扎紧固，避免电缆晃动与机体发生磨损；布置电缆时应避免电缆靠近高温部件（如增压器、排气管等）。
- 检查执行器安装紧固件是否松动，有松动现象应及时处理。
- 检查执行器接插件、传感器接插件以及电缆紧固螺丝是否有油污或松动，并作相应处理。
- 检查电瓶电量是否充足，充电装置工作是否正常。
- 对非强制润滑油泵，应检查高压油泵润滑油油位，并按时更换油泵润滑油。
- 在低温环境起动发动机，应先用手推动执行器摇臂数次，感觉运行平滑，无卡滞现象，再起动机。
- 观察执行器是否有渗油现象，如有渗油现象，应及时更换高压油泵凸轮轴油封。

8.1.2 运行 2000 小时维护

- 转速传感器探头部位可能形成积垢，应拆下清理。
- 打开中间体上的观察孔盖板，检查执行器联接器与油泵齿条的连接紧固件、销是否松动或松脱，有松动现象应及时处理。

8.1.3 运行 6000 小时维护

- 从高压油泵上拆下执行器，检查油泵齿条是否灵活。
- 在油泵校验台上检查高压油泵各缸供油均匀性以及喷油器喷油雾化情况是否正常。
- 更换转速传感器。
- 对强制润滑油泵，应更换高压油泵凸轮轴油封，以确保润滑油不向执行器侧泄漏。

8.2 使用注意事项

- 转速传感器仅供孚创电子调速器独用，不能与其它测速装置共用。
- 为了确保发动机系统安全，电子调速器的调速功能不能代替超速保护功能，必须安装独立的超速保护装置。
- 超速保护装置的紧急停机执行机构必须独立，不能用电调执行器代替。
- 每次起动发动机前，需确认“怠速/额定”转换开关处于“怠速”位置。
- 控制器各调节电位器已经出厂整定，非专业人员不得随意调整。
- 不能在发动机停机状态调整（尤其是增大）转速控制器额定转速设定电位器以及转速微调电位器，避免在起动时由于转速设置过高而引起超速。
- 发动机封存较长时间后重新起用，或在低温环境起动发动机时，应先用手推动执行器摇臂（或尾轴）数次，感觉运行平滑，无卡滞现象。在有卡滞现象的情况下，不能起动发动机。
- 发动机封存较长时间后重新起用，在起动发动机之前短接控制器 11、12 脚，执行器输出至最大油量，断开 11、12 脚执行器输出应快速回复零位，如有异常，应及时处理，不能贸然起动发动机。