



安装及操作手册



2301ALSSC 速度及负荷控制器

9907/9905 系列

手册 **CH82389 (Revision J)**

警告—伤亡危险



警告—遵守指导

在安装、操作或者检修这种设备之前务必全文阅读这本手册和与这项工作相关的所有相关出版物。熟悉全部设备的安全说明以及注意事项。如果不按说明操作可能引起人身伤害或财产损失。



警告—过期的刊物

本刊物生成之后可能有过修改或更新。要确认是否是最新版本请登录伍德沃德网站：

www.woodward.com/pubs/current.pdf

版本等级在封面的底部版本号的后面。大多数出版物的最新版本可以在下面网址下载：

www.woodward.com/publications

如果网站上没有你需要的出版物，请联系我们的客户服务代表。



警告—超速保护

发动机、透平机以及其它类型的原动机必须安装超速停机装置，以防止由于超速或原动机损坏造成的人身伤亡或财产损失。

超速停止装置必须独立于原动机的控制系统。超温或是超压停机装置也必须安全和适当。



警告—正确使用

Any such unauthorized modifications: (i) constitute "misuse" and/or "negligence" within the meaning of the product warranty thereby excluding warranty coverage for any resulting damage, and (ii) invalidate product certifications or listings. 对此设备的超出规格的机械、电气或其它工作限制的任何非授权的修改或使用可能会导致人员伤亡或财产损失。非授权修改的例子：

(i)。(ii)。

注意—可能会损坏设备或造成财产损失



注意—电池充电

为了避免对使用交流发电机或电池充电装置的控制系统损坏，在断开充电装置之前请确认电池已经与系统断开。



注意—消除静电

电子控制器包含静电敏感元件。阅读下面的预防措施，防止损坏这些元件。

- 在用手接触这些控制器之前消除身体上的静电（关闭控制器的电源，接触接地的金属物体，并且在接触控制器时保持接地）。
- 印刷电路板周围不能有塑料、乙烯基和聚苯乙烯泡沫塑料（抗静电类型除外）。
- 不要用手或导体接触印刷电路板上的元件或导体。

重要定义

- **危险**—如果不遵守会导致死亡或严重伤害。
- **警告**—如果不遵守会导致设备损坏。
- **注意**—提供另外有用的信息不会导致危险或警告提到的情形。

修改—文字修改会在旁边用黑线表示出来。

伍德沃德控制器公司保留随时对这本出版物任何部分修改的权利。伍德沃德控制器公司提供的信息是正确和可靠的。但是，除非另有明确的担保，否则伍德沃德控制器公司不负任何责任。

© 伍德沃德 2006版权所有

目录

第一章 概述.....	1
描述.....	1
应用.....	1
参考文献.....	3
第二章 静电防护常识.....	5
第三章 安装.....	6
拆包.....	6
电源要求.....	6
安装位置考虑.....	6
电气接线.....	6
屏蔽线.....	6
PT（电压变换器）接线.....	11
CT（电流变换器）接线.....	11
有差触点开关与负载分配线.....	11
电源.....	12
最小限油.....	12
转速信号丢失保护功能的屏蔽.....	12
怠速/额定速度选择.....	13
执行器输出.....	13
外部转速微调.....	13
同步器的连接.....	13
速度传感器.....	13
安装检查步骤.....	13
第四章 操作和调整.....	15
介绍.....	15
预起机初始设置.....	15
起机调整.....	15
稳态调整.....	16
设定转速调整.....	17
动态调速特性调整.....	17
执行器补偿调整.....	17
低怠速调整.....	17
RampTime 调整.....	19
起动限油调整.....	19
速度传感器检查.....	19
CT 电流变换器相位检查.....	19
相位校准步骤.....	20
Load Gain 调整.....	22
Droop 有差调节.....	22
第五章 原理描述.....	26
速度控制.....	26
外部接线端脚.....	27

并车操作	30
第六章 故障排除指导	32
故障排除步骤	32
第七章 服务信息	39
附言:	43

插图目录

图 1-1 2301A 速度及负荷控制器(低压型).....	2
图 1-2 2301A 速度及负荷控制器(高压型).....	3
图 1-3 控制器铭牌	3
图 3-1 屏蔽线缆剥线和接线示意	7
图 3-2 开关 S1	8
图 3-3 电气接线图 (低压型)	9
图 3-4 电气接线图 (高压型)	10
图 3-5 有差触点开关和 C.B 辅助触点	11
图 4-1 柴油发动机的调速性能曲线	18
图 4-2 CT 相位检查用临时接线	21
图 4-3 Droop 有差调节	23
图 4-4 2301A 速度负荷控制器外形图	24
图 4-5 60HZ, 3% Droop	25
图 5-1 速度控制系统框图	27
图 5-2 速度控制调整电位器	27
图 5-3 2301A 速度负荷控制器的接线端子	29
图 5-4 并车控制原理示意图	30
图 5-5 并车调试用电位器	31

2301A 速度及负荷控制器 9905/9907 系列—表 ii

低压型(20-40 Vdc)

P/N(零件号)	执行器工作电流	正向/反向动作	执行器级联/单个	降速时间可调
9905-020	0-200 mA	Forward(正向)	单个	No
9905-021	0-200 mA	Reverse(反向)	单个	No
9905-022	0-400 mA	Forward	单个	No
9905-023	0-400 mA	Reverse	单个	No
9905-024	0-200 mA	Forward	级联	No
9905-025	0-200 mA	Reverse	级联	No
9905-026	0-20 mA	Forward	单个	No
9905-027	0-20 mA	Reverse	单个	No
9905-028	0-200 mA	Forward	单个	Yes
9905-029	0-200 mA	Reverse	单个	Yes
9907-018	0-200 mA	Forward	单个	Yes
9907-019	0-200 mA	Reverse	单个	Yes
9907-023	0-200 mA	Forward	单个	Yes
9907-024	0-200 mA	Reverse	单个	Yes

高压型(88-132Vac, 或 90-152Vdc)

P/N(零件号)	执行器工作电流	正向/反向动作	执行器级联/单个	降速时间可调
9905-030	0-200 mA	Forward	单个	No
9905-031	0-200 mA	Reverse	单个	No
9905-032	0-400 mA	Forward	单个	No
9905-033	0-400 mA	Reverse	单个	No
9905-034	0-200 mA	Forward	级联	No
9905-035	0-200 mA	Reverse	级联	No
9905-036	0-20 mA	Forward	单个	No
9905-037	0-20 mA	Reverse	单个	No
9905-038	0-200 mA	Forward	单个	Yes
9905-039	0-200 mA	Reverse	单个	Yes
9907-020	0-200 mA	Forward	单个	No
9907-021	0-200 mA	Reverse	单个	No

公司声明

2301 A 控制器是伍德沃德调速器公司按照 EMC 89/336/EEC 条例及其修订版的指导而生产的，仅作为原动机系统中的一个部件参与系统工作。伍德沃德调速器公司声明：用户如果按产品手册的安装和操作说明使用本设备，将保证其满足标准 EN50081-2 和 EN50082-2 的要求。

注意：本设备仅作为原动机系统中的一个部件使用，和系统共同作用，在这个前提下，其本身满足上述条例要求，符合 CE 标志。

速度范围

以上这些 2301A 控制器，都可以通过内部的拨码开关选择下列速度信号频率范围之一：

500~1500 Hz 1000~3000 Hz 2000~6000 Hz 4000~12000 Hz

电源电压

伍德沃德控制器有两种工作电源可选择：高压型和低压型。低压型需要的工作电源为直流：20~40 Vdc；高压型为交直流两用：88-132Vac（交流）或 90-150 Vdc（直流）。

第一章 概述

介绍

本手册分七个章节内容：概述、静电防护常识、安装、操作及调整、运行描述、故障排除以及修理和更换新品步骤。

描述

伍德沃德 2301A 控制器 9905 系列应用于柴油机、汽油机、汽轮机或燃气机等驱动发电机组的速度及负荷分配控制。这些类型的发动机在本手册中统称为原动机。

控制器外壳是金属材质的壳体，内部是电路板，所有可调电位器均在面板上。

2301A 控制器提供两种工作模式：无差调节 (Isoch.)、有差调节 (Droop)。

无差调节用于原动机的恒定速度控制，适用范围如下：

- 单机操作或
- 两台或两台以上的原动机通过伍德沃德调速器公司出品的负荷分配控制系统控制，共同作用于孤立电网的情况。
- 无限网（市电网）的基本负荷控制：应用一系列伍德沃德设备—功率自动转移 (APTL)、输入输出控制器、发电机负荷控制器、过程控制器、或其他的负荷控制装置。

有差模式是基于负荷功能的速度控制，适用范围如下：

- 用于单机并无限网的操作或者
- 两台或两台以上发电机组的并车运行

单机操作的速度负荷控制系统由以下设备组成：

- 2301A 控制器
- 外部供电电源：低压型 20~40 Vdc；高压型 88-132Vac 或 90-150 Vdc。
- 转速传感器
- 用于燃油或燃气计量控制的比例式执行器
- 用于测定发电机负荷的电流 (CT) 和电压 (PT) 变换器

应用

9905 系列 2301A 控制器有四个转速信号频率范围，通过内部拨码开关选择。可针对具体应用选择合适的工作范围：

- 500 ~1500 Hz
- 1000~3000 Hz
- 2000~6000 Hz
- 4000~12000 Hz



警告

产品出厂时转速信号频率设置为：**2000-6000 Hz**。请参考内部设置改变设定范围，并兼顾到超速值；如果设置不当有可能造成起机超速，由此可能导致人机伤亡事故。

控制器有正相输出型和反向输出型；有接单个执行器，也有的可以接两个执行器，使其作级联控制；针对驱动电流不同要求的执行器，2301A 控制器有三种不同的电流输入范围；工作电源分：高压型 88-132Vac（交流）或 90-150 Vdc（直流）和低压型 20~40 Vdc。高压型控制器的外形和封皮一样。

反向输出型系统即：当输出到执行器上的电压降低时，执行器动作结果为增大供油；当电压信号消失，执行器输出最大；它允许备用机调及时替代电调切入控制，而不是象正相输出型的控制器那样非得停机才能转换。

有的 2301A 控制器还提供降速速率调节特性。从额定工况切换到怠速工况的过程时间接近 20 秒。如果没有此特性，过渡过程瞬间完成。

插入的表格 ii 列举了所有 9905 系列的 2301A 速度和负荷控制器的零件号和上述特征。



注意

反向输出特性的控制器的外部接线和正相的一样。

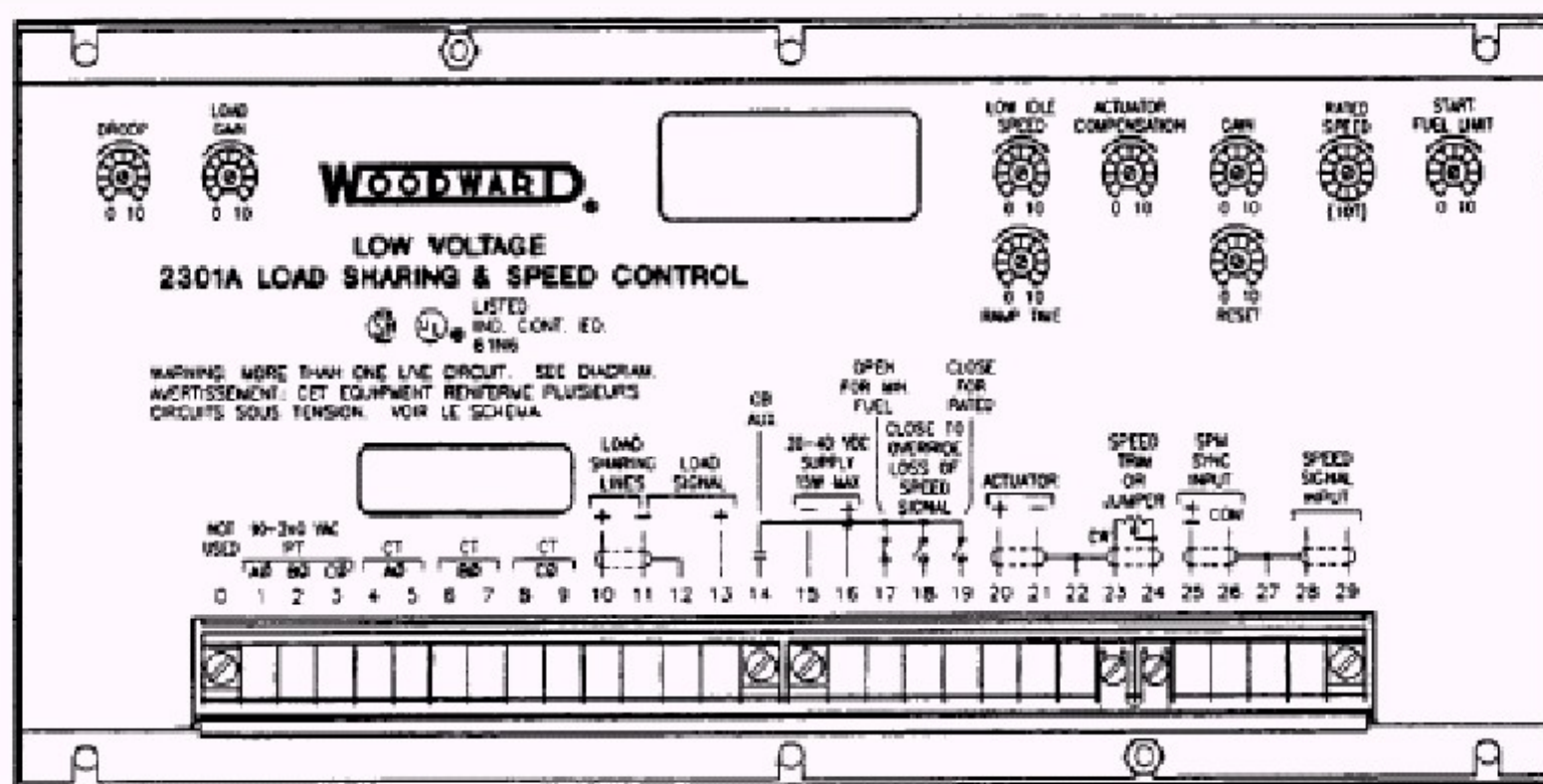


图 1-1 2301A 速度及负荷控制器(低压型)

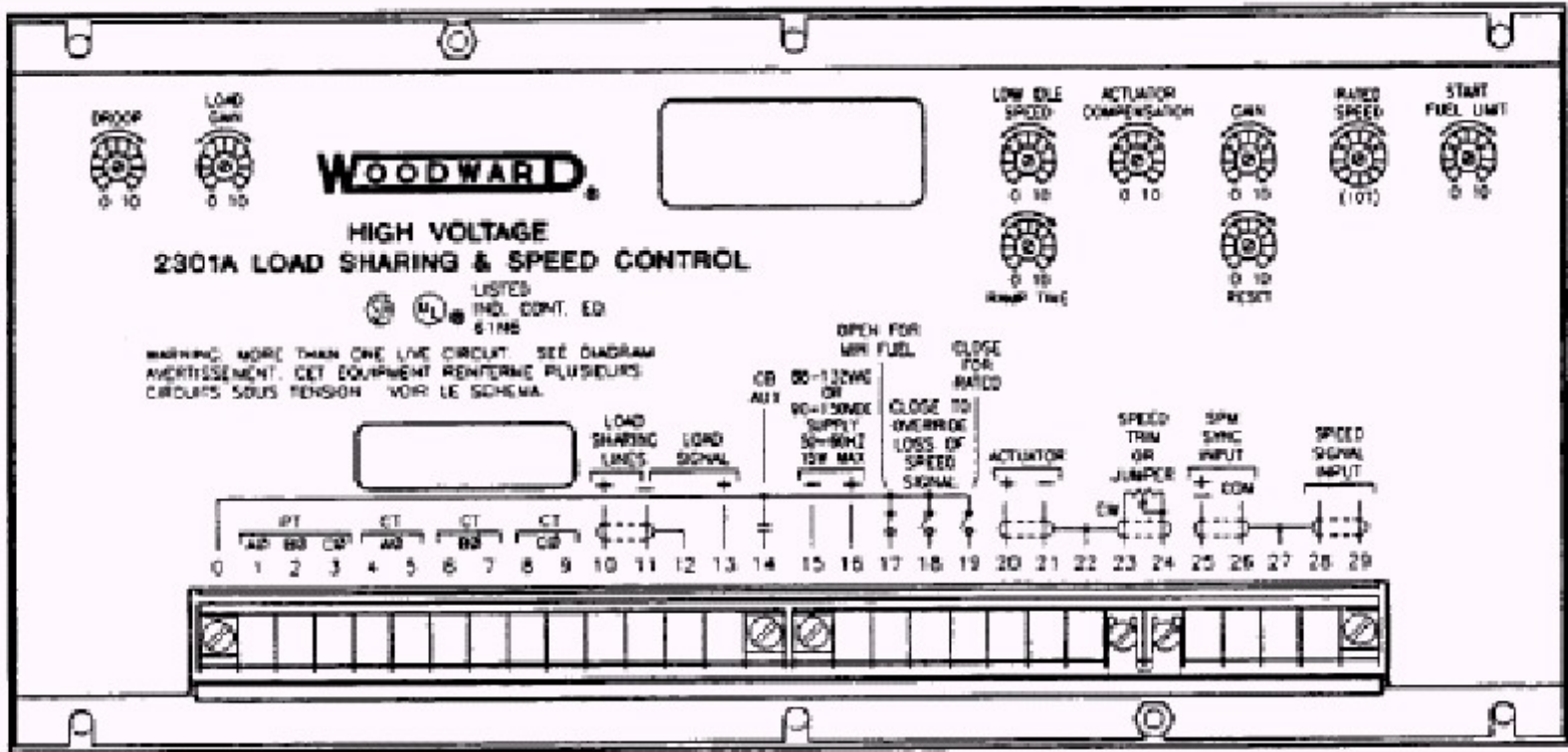


图 1-2 2301A 速度及负荷控制器(高压型)

原动机的转速与速度传感器信号频率的关系用公式表示如下： $f = n \cdot N / 60$ （Hz）
n— 发动机转速，单位：rpm ,N—感应飞轮盘的齿数，f— 转速信号频率，

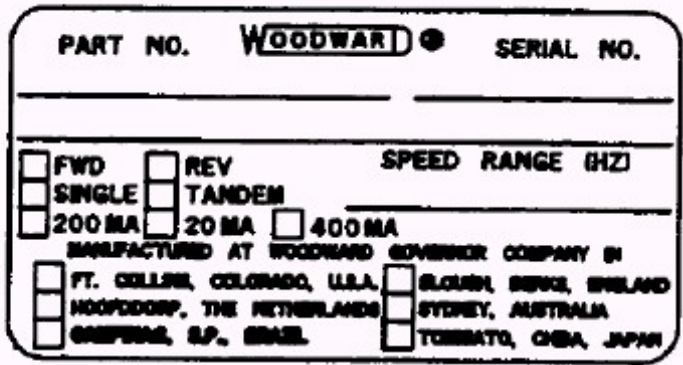


图 1-3 控制器铭牌

伍德沃德调速器公司的应用工程师随时支持用户对控制器的选型、或解答安装、操作、或标定等使用过程中的问题。中国地区的用户可与伍德沃德（天津）控制器有限公司的工程师取得联系。

参考文献

下列文献包括与 2301A 控制器相关的速度和负荷分配控制设备以及安装说明等资料。用户如果需要，可以向伍德沃德定购，也可以从伍德沃德网站上浏览或下载：

www.woodward.com/ic/

<u>手册号</u>	<u>名称</u>
25031	
第三部分	交流发电机的并车操作
25070	电子调速器的安装指导
82384	SPM-A 同步器 9905-001~9905-004
82510	电调的磁电式转速传感器
82514	2301A 应用的速度设定电位器
82715	电子控制器,印刷电路板操作和保护指南

<u>产品简介说明</u>	<u>名称</u>
82390	9905 系列 2301A 速度和负荷分配控制器
82383	SPM-A 同步器 9905-001~9905-004
82457	输入输出控制器
82516	EG-3P 和 EG-3PC 执行器
82575	EGB-2P 调速器/执行器

第二章 静电防护常识

所有的电子控制设备都有对静电敏感的器件，有些器件表现得尤为突出。为保护这些器件免除静电损伤，请您一定采取一些有效的保护措施，尽量排除静电对设备造成的伤害：

1. 在实施控制器维修之前，必须采取以下措施使人体接地，清除身体静电。
 - 通过触摸或手持接地的金属物体（管子、台面、或某些设备）
 - 如果操作者的服装是化纤材料，在接触控制器之前尤其要注意排除人体静电。如果可能的话，尽量穿棉质工作服，这种面料不像化纤那样容易产生和储存过多静电荷。
2. 不要取下控制器内的电路印刷板，除非特别需要。如果取下印制板，请注意事项：
 - 除了印制板的边沿外，不要触摸板子上的其他任何部分。
 - 不要用手或感性工具触摸板子上的感性元器件、接线端脚、或印制板的元器件。
 - 需要换板子时，新板子不要急于从防静电袋中取出。旧板子取下后应立即放进装新板子用的袋中。
3. 使所有的塑料、乙烯基、聚苯乙烯（除非是抗静电的）等材料远离控制器内的印制电路板。因为这些材料制品容易产生静电。
 - 这些材料包括：塑料或泡沫聚苯乙烯喝水杯及杯托、香烟盒、玻璃糖纸、乙烯基印制的书、文件夹，瓶或塑料烟灰缸等。

第三章 安装

本章节综述了 2301A 控制器的安装说明，包括：电源要求、使用环境以及安装位置，以确保控制器最合适的安装。另外还补充了包装开启、电气接线及安装检查等注意事项。

拆包

在进行拆包之前，请阅读第二章关于静电防范说明，务必小心操作。包装打开后，请仔细检查控制器外壳有无变形、刮碰、松动或部件损坏等现象。如果出现上述问题，请立即与供货商取得联系。

电源要求

- 2301A 控制器需要的供电电源：低压型 20~40 Vdc；高压型 88-132Vac 或 90-150 Vdc。如果使用蓄电池给控制器供电，必须配备充电装置以维持稳定的电源电压。



注意

如果使用蓄电池供电，在拆下蓄电池电缆之前，请务必先关掉充电装置，以免交流发电机或其他充电设备对控制器造成损坏。

安装位置考虑

选择控制器的安装位置时,请考虑以下要求：

- 考虑适当的通风散热
- 留有适当的空间便于操作和检修
- 避免安装在靠近水源或浓缩溶性物质的环境
- 远离高压或强电流电缆，或产生电磁场干扰的设备
- 安装位置不能有剧烈振动
- 周边的环境温度在规定的范围之内：
-40°C~+85°C

控制器切勿安装在发动机上。

电气接线

对于典型安装的控制器的，其对外电气接线及屏蔽线的要求，请参照图 3-3，本章节也对这些要求做了详细讨论。

屏蔽线

所有屏蔽线缆必须是双绞线。不要给屏蔽层上锡。所有的信号线应该使用屏蔽线，以防止从邻近设备中拾取电磁干扰信号。屏蔽线的接线方法见图 3-1 和电气接线图 3-3。接线时，去掉屏蔽层的导线要尽可能短，不要超过 5 厘米；屏蔽线应在控制器一端接地，屏蔽线另一头保持开路。布置信号屏蔽线时，应避开携带强电流的电缆，有关这方面的详细论述，请参阅文献 PMCC821D “电调系统的防干扰控制”。

当需要使用屏蔽线时，应按要求截取线缆长度，并参照图 3-1，按以下步骤安装接线。

1. 剥开线缆两头的外部绝缘层，露出屏蔽层
2. 用尖一点的工具小心挑开屏蔽层
3. 取出里面的导线，如果屏蔽层是编织网状，将它扭成一股。
4. 接内部导线时，剥出 6 毫米长的裸线
5. 屏蔽层和导线的接线方式见图中所示。

如果安装环境电磁干扰很严重，应采取使用穿线管、双屏蔽线、或其他保护措施。如果需要，可以与伍德沃德取得联系。

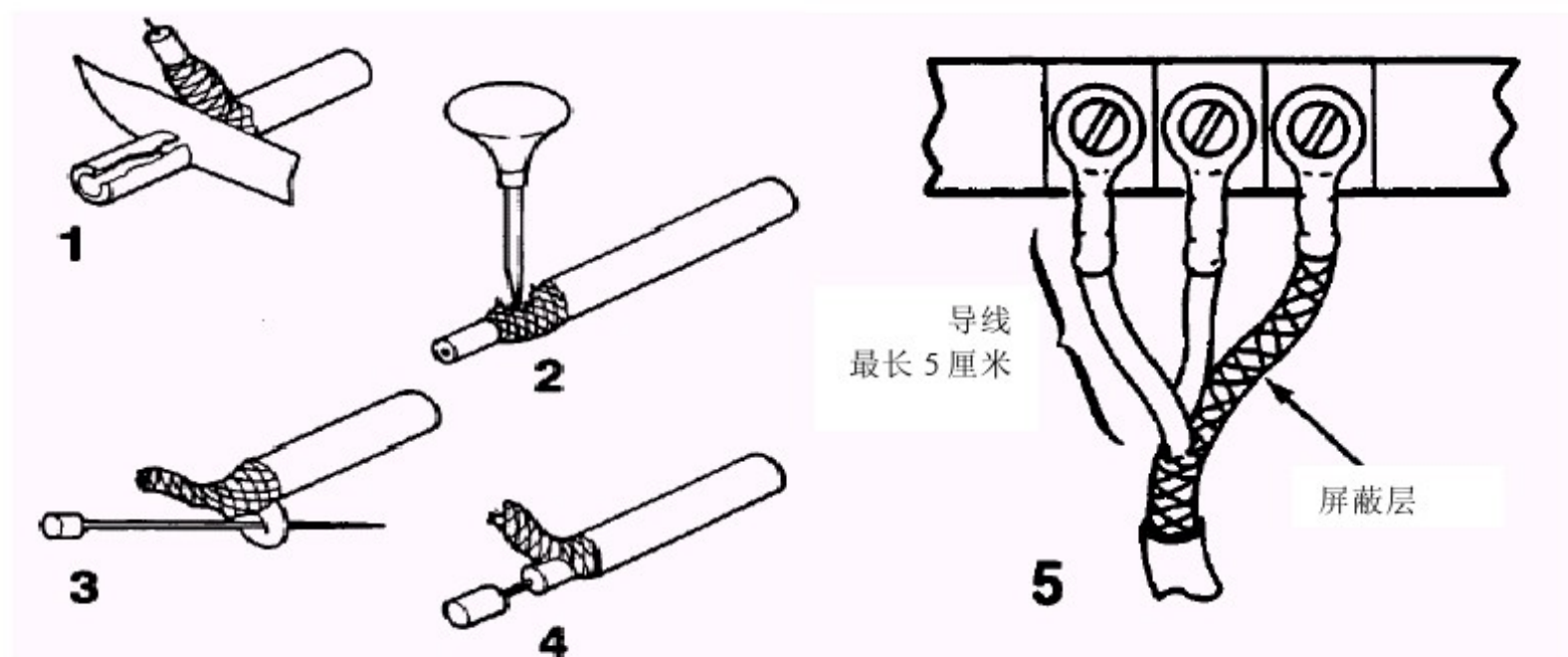


图 3-1 屏蔽线缆剥线和接线示意

速度设定范围

工作速度范围的选择是由发动机的最高转速所决定。速度传感器的信号频率与转速的关系计算公式如下：

$$f = n \times N / 60 \text{ (Hz)}$$

n 是转速，单位 rpm， N 是飞轮盘齿数

选择包含发动机最高转速的最低速度范围。

图 3-2 是 2301A 控制器内部的四个拨码位置的速度选择开关 S1 以及对应的信号频率范围。选择的位置请置于 ON，其他位置置于 OFF。

**警告**

产品出厂时转速信号频率设置为：**2000-6000 Hz**。请参考内部设置改变设定范围，并兼顾到超速值；如果设置不当有可能造成起机超速，由此可能导致人机伤亡事故

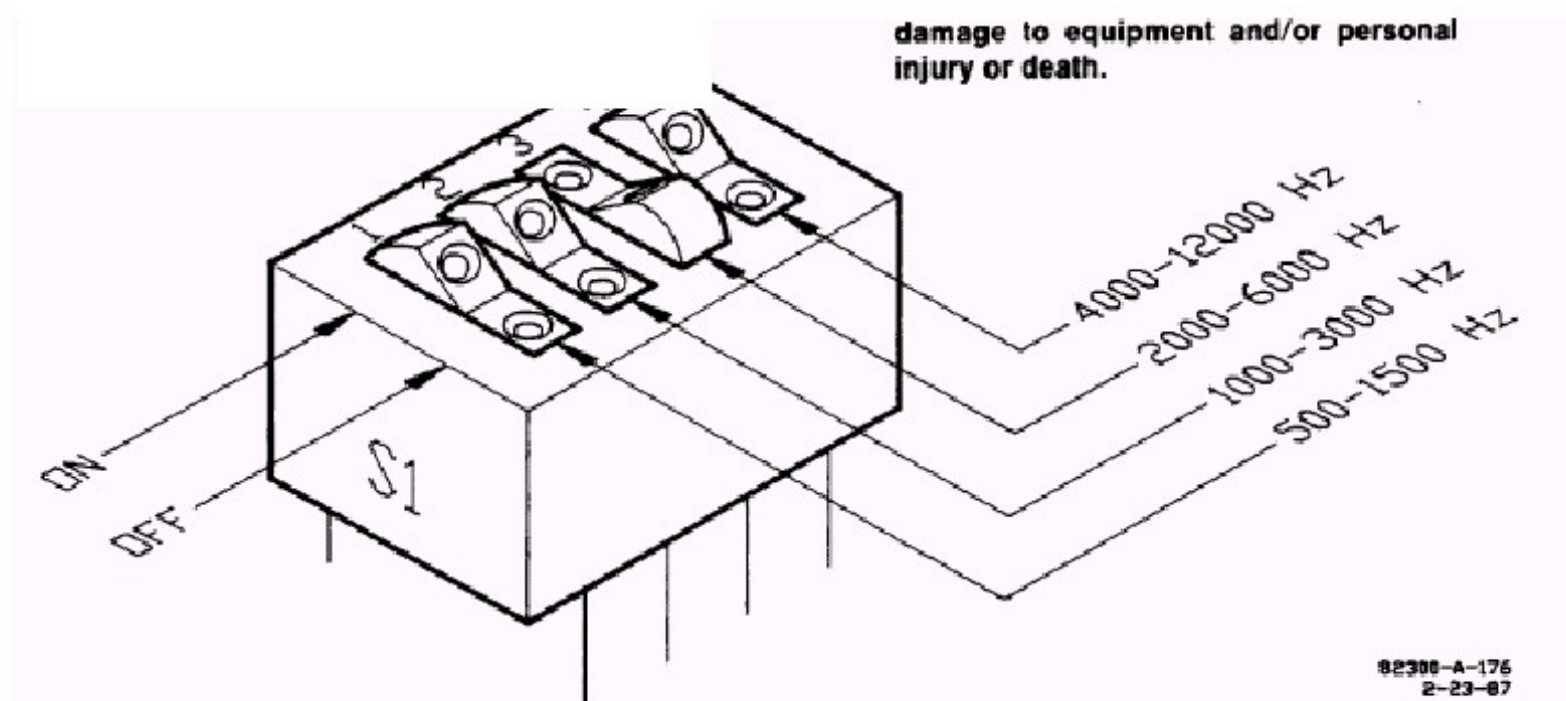


图 3-2 开关 S1

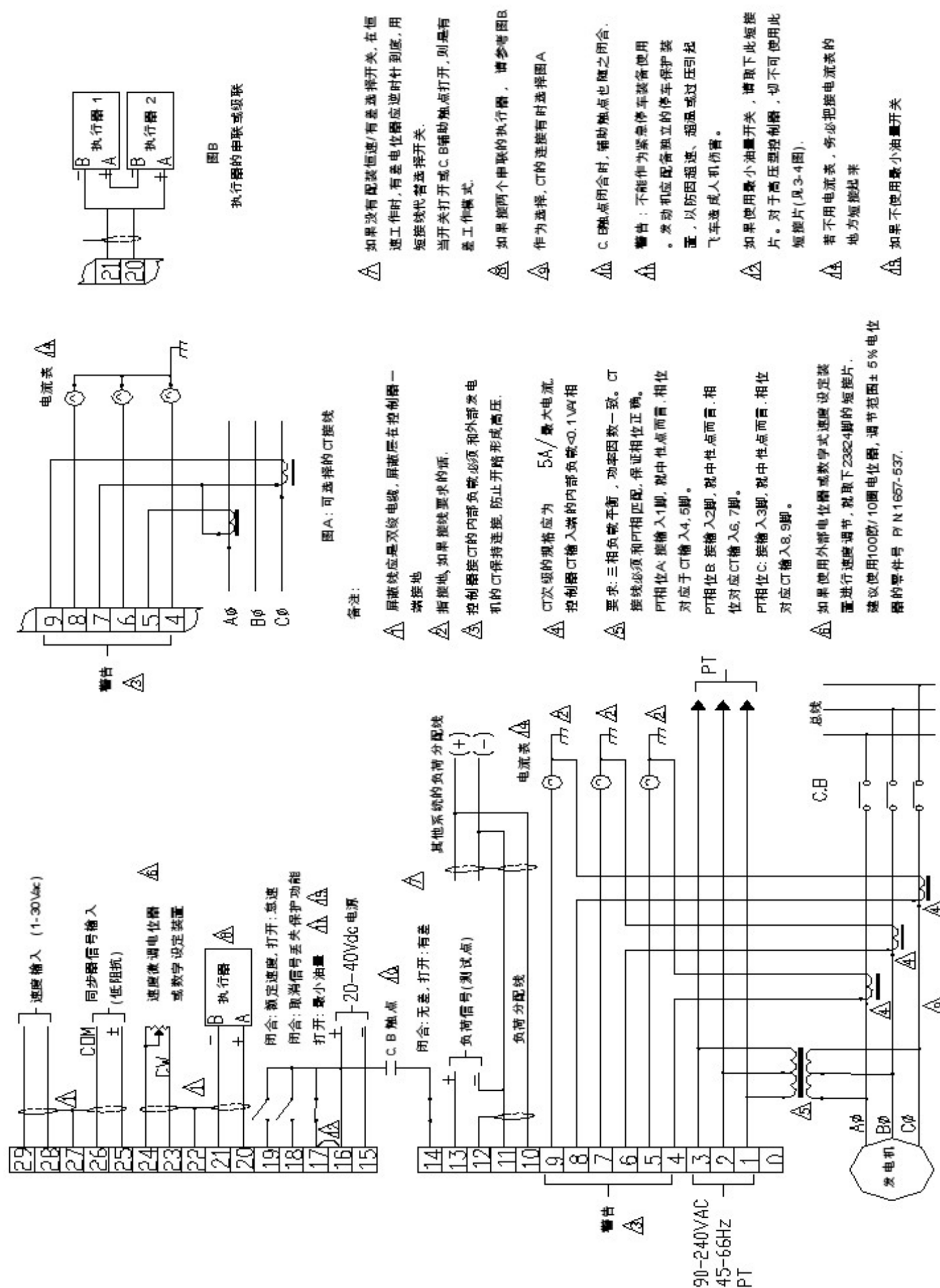


图3-3 电气接线图 (低压型)

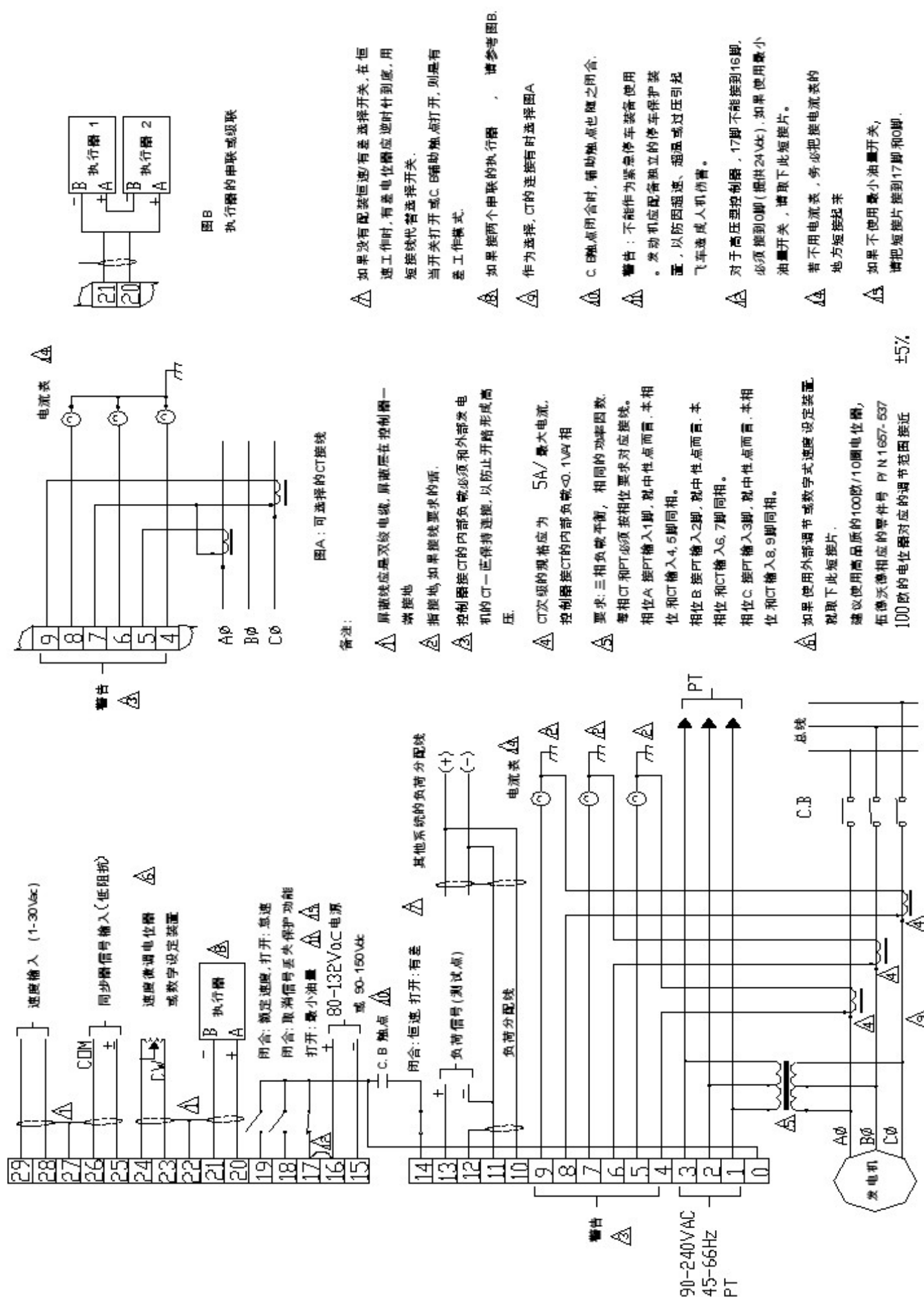


图3-4 电气接线图 (高压型)

PT（电压变换器）接线**Potential Transformer**

PT 次级线请接到以下控制器的接线端脚上：

- 相位 A 线接端脚 1
- 相位 B 线接端脚 2
- 相位 C 线接端脚 3

PT 次级线线间的电压一定在 90~240Vac（RMS,交流有效值）范围内,参考接线图 3-3。

CT（电流变换器）接线**Current Transformer**

CT 标准的接线方式见图 3-3。在图中上方还插入另外一种接线方式（OPEN DELTA）。

有差触点开关与负载分配线**Droop Contact(Isoch-Droop) and Load Sharing**

控制器内部设有负载分配线控制继电器，所以外部无需再设置继电器。负载分配用的屏蔽电缆线直接接到端脚 10（+）和 11（-），屏蔽层

接到端脚 12；如果并车系统各机组的控制器都是 2301A 类型，那么屏蔽层可以连续连接；否则不同种类的控制器的负载分配线的屏蔽层不能接到同一点。

有差触点开关用于无差/有差调节模式的选择，它和外部的 C.B 辅助触点串联起来，接到端脚 14 和 16（+，高压型为 0 端脚）。当这两个触点开关都闭合时，既选择无差调节模式，如图 3-5A，这种模式下内部电路激活负载分配线控制继电器，取消有差调节模式，使外部负载分配线连接有效。

有差调节模式下，有差触点开关或 C.B 辅助触点有一个是断开的，如图 3-5B。即使 C.B 辅助触点闭合，只要有差触点开关打开，控制器仍然工作在有差调节模式。

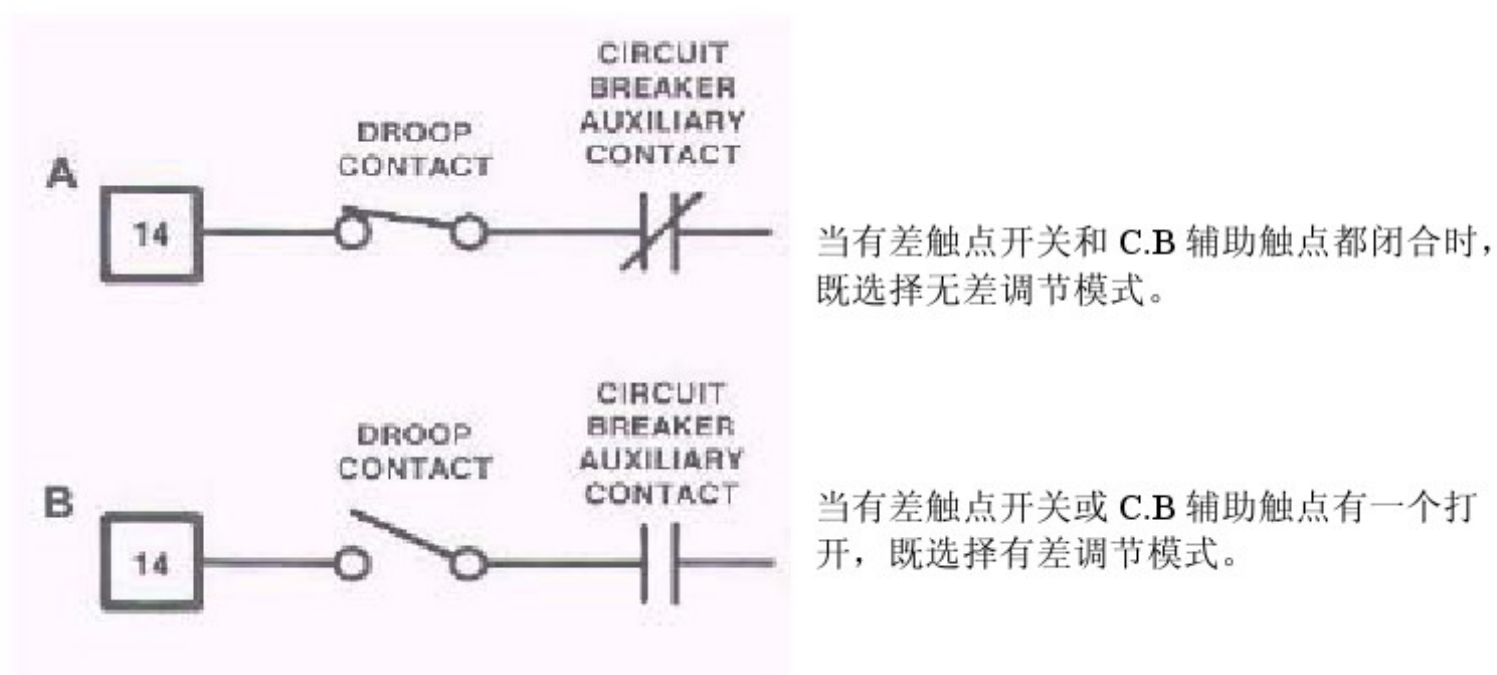


图 3-5 有差触点开关和 C.B 辅助触点

**说明**

无论何时，只要有差触点开关或 **C.B** 辅助触点任一个打开，控制器即工作在有差调节模式。在这种情况下，如果是单机运行带孤立负荷、选择无差调节模式，就要把 **Droop** 电位器逆时针关到底。

需要有差调节模式的情况：机组需要并入无限网（市电网），同时没有配置以下：发电机负荷控制器、过程控制器、功率自动转移/负荷控制器、输入输出控制器或其他负荷控制装置；或者并车机组之间的调速器不匹配时（伍德沃德所有负荷控制装置都是兼容的）。如果是单机并网运行模式，并使用一台发电机负荷控制器或过程控制器，那么必须将 14 脚接到 16 脚（高压型为 0 脚）以连接负荷分配线到负荷匹配电路，负荷分配线必须接到发电机负荷控制器或过程控制器，然后将 **C.B** 辅助触点接到发电机负荷控制器或过程控制器，而不是 2301A 控制器。

电源

请将电源线直接从蓄电池或其他供电电源接到控制器上，负极接到 15 脚，正极接到 16 脚。如果使用蓄电池，一定得备上交流发电机或其他蓄电池充电设备。

**警告**

现在请不要给控制器加电。
在没有完成控制器接线之前，请不要送电。否则会造成控制器损坏。

最小限油***Minimum Fuel Contact***

最小限油触点开关控制可选作为正常停车控制。控制器端脚 17 和 16（+，高压型为 0 端脚）之间接有一短接片，如图 3-3 所示。记住：请不要随意取下此短接片，除非采用外接的触点开关控制。要知道，端脚 17 上如果没有加上 20~40VDC 工作电压，控制器将不会工作的。只有当端脚 17 和 16（+）之间触点闭合，端脚 17 有了工作电压，控制器才能使执行器按要求动作。

**警告**

请勿将最小限油控制作为紧急停车使用

转速信号丢失保护功能的屏蔽***Failed Speed Signal Override***

控制器端脚 18 和电源输入正（端脚 16）之间可接一开关。起机时，短暂闭合此开关可暂时屏蔽速度信号丢失保护功能，使控制器能在没有转速信号的情况下起机；打开触点开关，立即恢复速度信号监测功能。利用此功能可以调节起机限油值的大小。

起机之前，原动机的速度是不存在的，在原动机拖动过程中会产生一个有效的速度信号激活速度控制，所以，通常情况下是不需要启用这个屏蔽功能的。不过，有些透平汽轮机的工作模式规定：必须得使用这个功能，使执行器先动作，以便进汽起机。

启用这个功能仅仅是起机过程瞬间动作，一旦完成起机，控制器就立即恢复速度信号丢失保护功能。

怠速/额定速度选择

连接一个单刀单掷开关到控制器 19 脚和 16 脚 (+) 之间，开关闭合即选择额定转速，打开即选择怠速工况。有时往往采用油压信号控制它。开关闭合时，20~40Vdc 电压加到 19 脚，原动机立即转入额定速度工况；开关打开 19 脚失去电压电源，原动机立即降速到怠速工况。

执行器输出

端脚 20 (+) 和 21 (-) 接执行器。请使用屏蔽线缆，屏蔽层接到 22 脚。从控制器到执行器屏蔽层必须连续，不能有中断，并且要与其他导体表面绝缘。如果想进一步了解这方面论述，请参考本手册前面参考目录中列出的有关执行器安装的说明书。

外部转速微调

Speed Trim

控制器端脚 23 和 24 之间必须保留短接片，除非选用外接的远程速度微调电位器。如果使用外接电位器，屏蔽线的接法请参照图 3-3；其中，屏蔽层接到 22 脚。从控制器到执行器屏蔽层必须连续，不能有中断，并且要与其他导体表面绝缘。使用一只 100Ω 的电位器，可得到额定转速±5%的调节量；如果调节量不需要很宽，就选用阻值小一点的电位器。建议使用多圈电位器。

同步器的连接

Speed and Phase Matching (SPM) Synchronizer

控制器端脚 25 (+) 和 26 (-) 接同步器（可选设备）信号线。请使用屏蔽线缆，屏蔽层接到 27 脚；从控制器到同步器屏蔽层必须连续，不能有中断，但不要将屏蔽层接到同步器上，屏蔽层要与其他导体表面绝缘。

速度传感器

Speed Sensor

28 (+) 和 29 (-) 接速度感应设备，比如磁电式速度传感器。使用屏蔽线缆，屏蔽层接到 27 脚。从控制器到传感器屏蔽层必须连续，不能有中断，并且要与其他导体表面绝缘。

安装检查步骤

如果您按本章节说明完成所有接线，在进行第四章的“起机调整”步骤前，应作如下检查：

1. 目视检查

A. 检查执行器和发动机之间的连杆是否松动或卡滞。有关连杆的详细讨论请参考相应的执行器说明书和手册 25070 “电调安装指导”。



警告

执行器摆臂应这样调整：使其最小位置接近、但不能到燃油齿条或汽轮机汽阀连杆的最小位置。

如果在完全关断燃料之前，执行器摆臂却已到达最小位置，那么发动机有可能无法停机，由此可能会造成机器损坏或人员受伤事件。

B. 参照图 3-3 检查接线

C. 检查接线端脚有无断开或接触不牢

D. 检查一下转速传感器的外观。如果是磁电式传感器，查看传感器磁头和信号飞轮盘感应面之间的间隙大小，正常范围应该是：**0.25~1.0mm**，必要的话调节一下；信号飞轮盘加工的不圆度误差不能大于 **0.5mm**。相关说明参考说明书 82510 “电调的磁电式传感器”。

2. 检查接地

确认电源已关闭。测量：端脚 11 和外壳、15 脚和 11 脚之间的阻值，应该为无穷大。如果不是无穷大，而是一定的阻值，就需要一个一个端脚接线拆下检查，直到阻值为无穷大，而后检查拆下的这根线的故障。

第四章 操作和调整

介绍

本章节介绍控制器的标定。包括预起机、起机设置及调整，以及 CT 的相位检查步骤。



警告

起机之前，一定要阅读此章节说明。

预起机初始设置

1. **Rated Speed** 额定转速
 - A. 额定转速电位器逆时针旋到底（最小位置）。
 - B. 如果使用外部微调电位器，将其置于中间位置。
2. **Reset**—复位电位器, 置于中间位置
3. **Gain**—增益电位器, 置于中间位置
4. **Ramp Time**—斜坡发生器, 顺时针旋到最大位置。
5. **Low Idle Speed**—低怠速电位器, 顺时针旋到最大位置。
6. **Load Gain**—负荷增益，置于中间位置。
7. **Droop**—有差调节，逆时针旋到最小位置。
8. **Actuator Compensation**—执行器补偿，
 - A. 对于柴油机、燃气机或燃油喷射的汽油机，电位器设置在刻度 2，0~10%的范围。
 - B. 如果是化油器式燃气发动机或汽油机、汽轮机，调在刻度 6。
9. 起动限油—顺时针调到接近最大。
10. 确认执行器的线 20 和 21 已接好。

起机调整

1. 完成第三章安装步骤和上述起机前的预设，确认一切正常。



注意

务必保证控制器的速度设定范围符合实际发动机的工作需要。

2. 选择额定转速运行工况；合上有差触点开关，选择无差控制模式。

**说明**

这是初次起机设置。正常投入运行时，应该是先选择怠速工况。

3. 给控制器上电
4. 预调额定速度：

如果没有信号发生器，请将额定速度电位器至于最小位置。

如果使用信号发生器，需要计算出对应额定速度的频率值 ($f = n \cdot N / 60$)，然后把此频率的正弦波信号输出到控制器的 28、29 脚来模拟转速信号，同时把万用表接到控制器的 20、21 脚，用直流电压档测其到执行器的电压信号。

如果电压值很小，几乎为零，则慢慢顺时针调大额定速度电位器（如果是反向输出的执行器，应逆时针调），直到执行器刚好有增大到头的趋势。

如果电压值很大，则慢慢逆时针调小速度电位器（如果是反向输出的执行器，应顺时针调），直到执行器有输出最小的势头。

然后继续慢慢调电位器，使执行器的电压处于最小和最大之间，当电压信号变化缓慢至停，说明此位置比较接近理想的额定速度。当发动机运转时，稍微再调一下额定电位器，即可达到额定转速。

5. 检查转速传感器

对于控制器，转速传感器信号幅值至少 **1Vac**（交流有效值），这个最小有效幅值对应的速度为起机速度或最小控制转速。试验中，测量连接到控制器的传感器接线端的电压，来确定信号电压，测试前先不要起机。起机过程中一旦速度升到最小控制速度（转速范围下限的 5%），信号丢失保护电路就进入监视状态。所谓最小控制速度：比如，转速信号设定范围为：**2000~6000Hz**，则最小识别频率为： **$2000 \times 5\% = 100\text{Hz}$** ，由此计算出的速度既为最小控制转速。当起机拖动转速达到该值，控制器即投入控制。

**警告**

为了安全起见，一定要保证发动机配置独立的紧急停车装置，并检查其可靠性，以免因发动机飞车、超速等故障给机器和人身造成不可估量的损失。

6. 起机

稳态调整

起机后如果发动机比较稳定，就跳到“设定转速调整”说明。

如果起机后发动机快速飞车，就慢慢减小 **Gain** 电位器（逆时针），直到发动机稳定。调的过程中速度会产生变化，要缓慢地调。

如果飞车很慢，则顺时针增大 **Reset** 电位器，直到发动机稳定。若调整后还是不稳，再做以下调整：

- 慢慢减小增益（逆时针）或
- 慢慢减小增益，再增大电位器 **Actuator Compensation**。

设定转速调整

如果发动机运行稳定, (如果使用外接微调电位器, 请将之调到中间), 然后慢慢调整额定转速电位器, 直到发动机运行在额定转速上。

动态调速特性调整

系统负荷的变化为速度控制的动态过程。调整 **Gain** 和 **Reset** 以获得最佳的动态特性。

把万用表表笔接到控制器的 20 (+) 和 21 (-), 用直流电压档测执行器的电压信号。



说明

调**Gain**的过程速度会产生变化, 所以要缓慢地调。

增大 **Gain** 可获得快速的动态响应、减小调速率。先进行预调: 慢慢增大 **Gain**, 直到发动机开始不稳, 然后再反方向慢慢退回一点, 直到发动机重新稳定; 然后试着突加负荷或人为干扰一下执行器连杆, 观测转速变化的幅度、过冲及恢复情况; 如果有明显过冲, 应适当增大 **Reset**。

如果 **Reset** 电位器在 0~3 刻度低范围区, 适当地增大同时减小 **Gain**, 可获得稳定的特性。如果发动机恢复过程较长, 则适当调低 **Reset** 电位器 (逆时针)。

图 4-1 示意了在斜坡发生器 (**RAMP** 调到最大) 关掉的情况下, 四种效果不同的发动机起机过程和动态调速特性。这些典型特性是针对自然吸气柴油机而言。



说明

没有必要把**Gain**调到最大以获取最佳动态特性。有时, 为了使发动机获得较宽范围的适应稳定, 不得不稍微减小**Gain**。

执行器补偿调整

Actuator Compensation

一般情况下按初始设定调整位置后, 无须再调该电位器。如果发动机出现周期性的慢游车, 则将它稍调大 (顺时针), 然后重调 **Gain** 和 **Reset**, 反复调整直到发动机稳定。

如果是快速游车或执行器很敏感, 则稍调小此电位器 (逆时针)。必要的话, 关到最小 (当发动机发生扭振引起油泵齿条过度运动时)。

低怠速调整

1. 先把 **IdleSpeed** 电位器顺时针调到最大, 使发动机速度接近额定速度运行。打开怠速/额定速度开关。
2. 逆时针调低, 直到规定的怠速位置。

注意

务必确认: 发动机低怠速时执行器的输出在发动机齿调行程范围之内, 机械停机位之上。

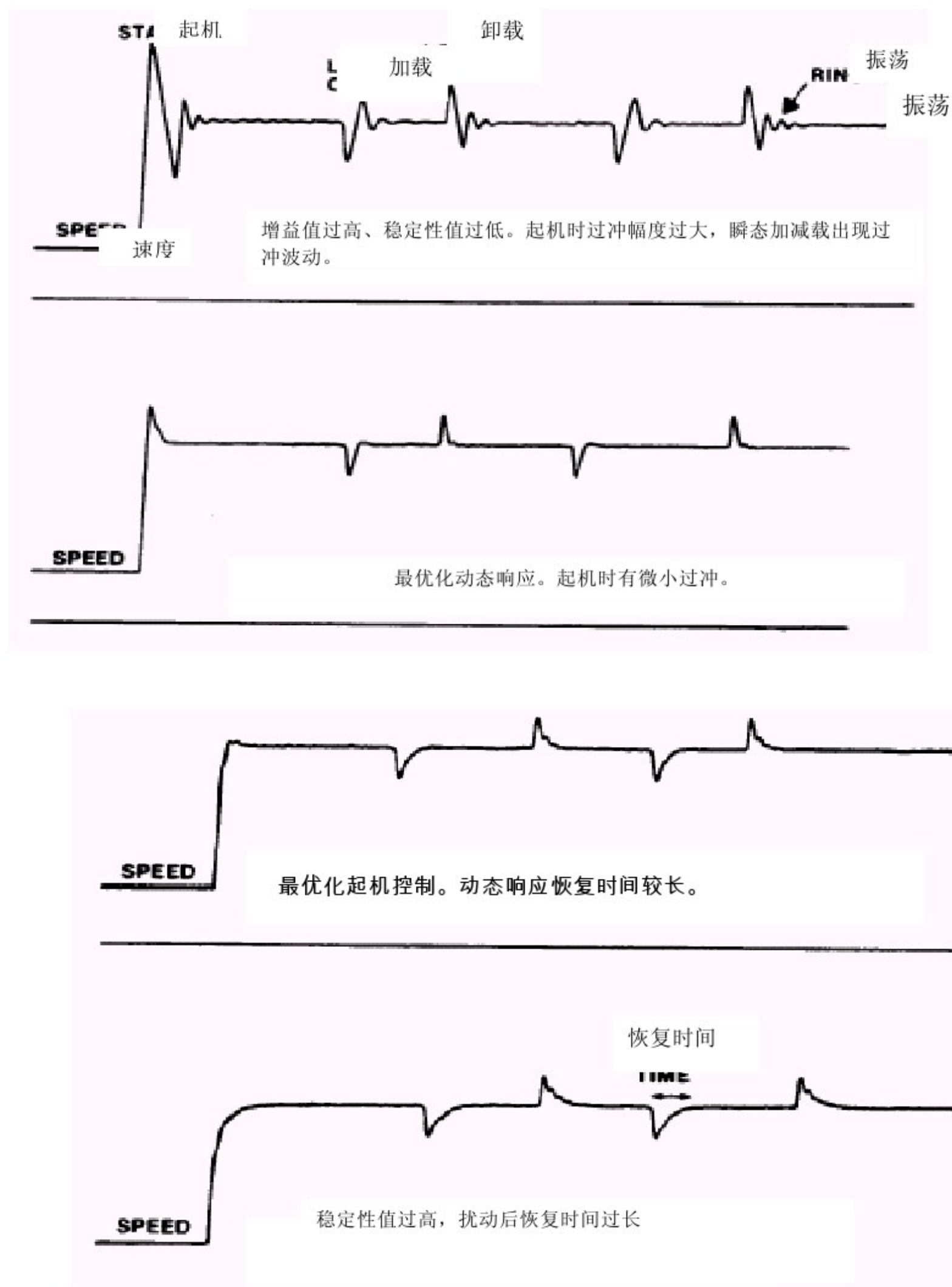


图 4-1 柴油发动机的调速性能曲线

RampTime 调整

适当调节 **Ramp Time** 电位器，使主机从怠速工况向额定工况过渡时过冲最小，得到满意的升速过程。首次起机，可将其调到最大，然后再回调直到满意为止。

起动限油调整



说明

对反向输出特性的控制器不推荐启用此功能。因为反向输出特性控制器当速度信号为 **0** 时输出最大，以便备用机调切入控制。如果这时转速信号丢失保护功能的屏蔽有效，那么当速度信号丢失的情况下，控制器将按起动限油电位器设定的大小定位执行器。该电位器顺时针调到头即取消起动限油功能。

发动机额定转速空载运行时，记录执行器的电压信号（**20** 脚和 **21** 脚），然后停机。合上控制器 **18** 脚上的开关，屏蔽信号丢失保护功能，调起动限油电位器，同时测量到执行器的输出值。对于正向输出特性的控制器，调到比额定速度空载时的电压高 **10%** 为适宜。若是反向控制器，则调到低 **10%**。如果不需要通过屏蔽信号丢失保护功能来起机，则断开 **18** 脚上的开关，恢复发动机自起机。

起机，观察起机过程转速的过冲情况和发动机的排烟情况；如果满足要求，说明起动限油值比较合适。否则，应适当减小。



说明

如果不需要起动限油功能，应将电位器调到最大位置（顺时针）。

速度传感器检查

如果传感器是磁电式的，测量 **28** 和 **29** 脚之间的电压：起机过程，传感器信号幅值至少 **1Vac**；额定速度对应的信号幅值最大不超过 **30Vac**，如果超过 **30Vac**，则增大传感器磁头和信号飞轮盘之间的间隙，但要保证起机过程的信号幅值不低于 **1Vac**。

CT 电流变换器相位检查



说明

控制器接 **CT** 的输入端内部是低阻抗，所以输入端短路不会有多大影响。如果需要拆下 **CT** 接线，必须在外部对其短接。



警告

当发动机运行时，不能把端脚 **4 — 9** 的 **CT** 输入线拆掉，除非按图 **4-2** 临时接上 **1 欧姆/5 瓦** 的电阻，并且卸掉所有负荷后才能拆线。否则，**CT** 输入线的开路会发展成高压，造成危险。

1. 万用表打到直流电压档，表笔接到控制器 **11** 和 **13** 脚，准备测负荷信号电压。

2. 起动发动机，让发电机工作在无差、单机运行模式，尽可能加满载荷。测量记录满载时的负荷信号电压值。
3. 卸载，停机。拆下 5 脚上的线，将 A 相 CT 的这两根线都短接到 4 脚。
4. 再起机，加满载（或加到和步骤 2 相同的负荷），测量负荷信号电压。如果电压值大于步骤 2 时的 1/3，说明相位接法有错。卸载、停机，把 A 相 CT 线从 4 脚重新接回 5 脚，维持原来的极性。

如果相位不对，请继续下面的“相位校准步骤”。

如果相位没有问题，则跳过“相位校准步骤”，直接到“Load Gain 负荷增益调整”步骤。



说明

如果完成了负荷增益（**LoadGain**）和 **Droop** 调整之后，当并车运行中负荷控制表现得极易受功率因数的变化影响，那就需要进行以下的相位校对。

相位校准步骤



说明

该步骤需要功率因数至少为**0.9**，如果达不到，只能通过检查接线来校对**CT**相位。

如果三个相位 **CT** 输入线的相位和极性都没有问题，测得的负荷信号电压值将为正向最大值。按下面步骤检查，能确保 **CT** 输入线的正确连接。当然只有当 **CT** 输入相位不对，或者发现负荷稳定性对功率因数特别敏感时，才需要进行相位校准工作。

试着将第一对 **CT** 输入线分别逐次接到控制器的负荷传感器的输入端，然后交换输入线极性，再作如上接线，共计六次。每次接线完成后都要进行加满载试验，测量并记录各次的负荷信号电压。找出对应的负荷信号电压为正向最高的那对相位输入端和极性。

再将第二对 **CT** 输入线分别逐次接到控制器的负荷传感器的输入端，然后交换输入线极性，方法同上，找出正确的相位输入端和极性。

上述检查和校对步骤，需要多次卸载停机操作。为方便起见，可按图 4-2 所示接上 3 只 1Ω/5w 的电阻，做临时接线。这种接法允许卸载后发动机不停机更换接线。



警告

当发动机运行时，切勿拿掉端脚 4 - 9 的接线，除非临时接上 1 欧姆/5 瓦的电阻，并且卸掉所有负荷。否则，会造成电流变换器开路，由此积聚高压，造成危险。

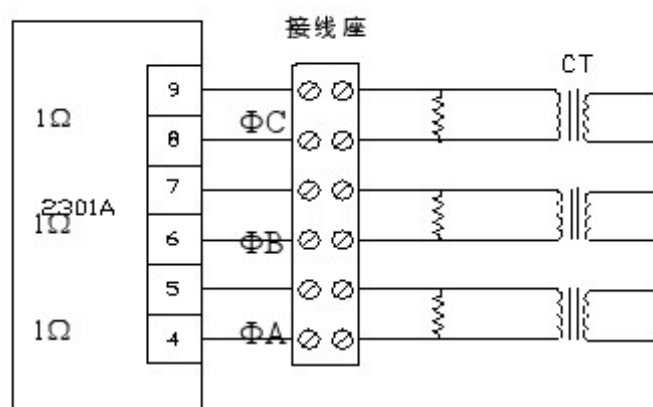


图 4-2 CT 相位检查用临时接线

如果不使用上述图 4-2 推荐的临时电阻接线,按下列步骤操作时每次换线都要停机。

在下面操作中,使用万用表直流电压档,表笔接到控制器的 11 和 13 脚,测量负荷信号电压。

1. 停机
2. 给每一相 CT 输入线做好相位和极性标记。即使这次标的是错误的,但这次校对步骤中是必须要做的一步。
3. 把 B 相 CT 输入线从 6、7 脚上拆下,然后用一个螺钉、螺帽将它们短接在一起,用胶布包好。
4. 把 C 相 CT 输入线从 8、9 脚上拆下,处理方法同上。
5. A 相 CT 输入线接到 4、5 脚。
6. 起机,加满载荷,测量负荷信号,列表记录此电压值。
7. 卸载,交换 4、5 脚线*。
8. 加满载荷,测量负荷信号,记录电压值。
9. 卸载,将 A 相 CT 输入线从 4、5 脚拆下,接到 B 相输入端 6、7 脚上*。
10. 加满载荷,测量负荷信号,记录此电压值。
11. 卸载,交换 6、7 脚线*。
12. 加满载荷,测量负荷信号,记录此电压值。
13. 卸载,将 A 相 CT 输入线从 6、7 脚拆下,接到 C 相输入端 8、9 脚上*。
14. 加满载,测量并记录负荷信号电压。
15. 卸载,交换 8、9 脚线*。
16. 加满载,测量并记录负荷信号电压。
17. 卸载,比较刚才记录的六个电压读数。
18. 将 A 相 CT 输入线从 8、9 脚拆下,接到上述电压值呈正向最高的对应的输入端,再找出电压值也为正向最高的极性,完成最终接线。
19. 揭开包 B 相输入线的胶布,接到剩余的两相 CT 输入端中的一对。
20. 加满载,测量负荷信号电压,并列表记录此电压值。
21. 卸载,交换两线再接上*。
22. 加满载,测量并记录负荷信号电压。
23. 卸载,将接线拆下,接到另一对输入端脚上*。
24. 加满载,测量并记录负荷信号电压。
25. 卸载,交换两线再接上*。
26. 加满载,测量并记录负荷信号电压。
27. 卸载。比较刚才记录的电压读数,将 B 相 CT 输入接线拆下,接到上述电压值呈正向最高的对应的输入端,再找出电压值也为正向最高的极性,完成最终接线。
28. 揭开包 C 相输入线的胶布,把它们接到剩余的那对 CT 输入端。

29. 加满载，测量并记录负荷信号电压。
30. 卸载，交换两线再接上*。
31. 加满载，测量并记录负荷信号电压。卸载，停机。比较两次的电压值。
32. 将 C 相 CT 输入线拆下，按上述正向电压值最高的极性重新接线。
33. 至此，所有 CT 输入相位检查完毕，重新给各相输入线作标记。
34. 移走临时负荷电阻和接线座。

* 如果没接临时电阻，必须停机换线。

Load Gain 调整

针对这个步骤，机组必须工作在无差模式单机运行。准备一块万用表，测量控制器 11 和 13 脚之间的负荷信号电压。

起机，进入额定工况后发动机加满负荷，测量负荷信号电压，并慢慢调大 **Load Gain** 负荷增益，直至负荷信号达到 6 伏*。如果加不了最大负荷，则按比例调低电位器；比如，50%的负荷对应 3 伏的负荷信号电压。

当无差模式下进行并车操作或并入孤立电网时，必须保持本机和其他机组或网上的频率一致。否则，在负荷分配过程中，将出现负荷分配不均衡。如果出现这种情况，可以稍微调一下负荷增益电位器；增益增加会减少发电机的负荷。如果在某一个负荷信号电压值上进行并车时出现发动机不稳定，应逆时针减小负荷增益降低电压值，其他机组也应作相应的调整，使负荷信号电压保持一致。不过，这样以来，有可能因为降低了负荷分配增益而影响负荷分配的灵敏度。

**如果满载时负荷信号电压调不到 6 伏，并且 CT 输入线的相序也没问题，有可能是 CT 电流变换器的规格选的不对，正常输出应为 5A(满载范围：3-7A)*

如果系统动态特性很差，有必要把系统中的每一台机组的负荷信号电压调低到 3Vdc。需要的话，争取伍德沃德的帮助。

Droop 有差调节

当发电机组工作在有差模式时，有必要调整有差(Droop)电位器。通常用 **Droop%**来表示额定转速在满负荷时的下降程度，计算公式如下：

$$\text{Droop}(\%) = \frac{\text{空载稳定转速} - \text{满载稳定转速}}{\text{空载稳定转速}} \times 100$$

有差率的设定方法取决于发电机组的负荷是孤立负荷还是无限网。

孤立负荷的 Droop%调整

1. 打开控制器 14 脚上的有差触点开关，选择有差工作模式。
2. 起机，空载运行，调额定转速电位器使发动机运行在额定速度。
3. 加满载，转速将按一定的 **Droop%**下降。
4. 调整 **Droop** 有差电位器，使转速回到额定速度。
比如，空载时机组运行频率为 60 Hz，假设 **Droop%**为 5%，满载时频率会降低为 57Hz；

**如果负荷只可能加 50%，对应 5%的 Droop%频率为 58.5 Hz，见图 4-3。*

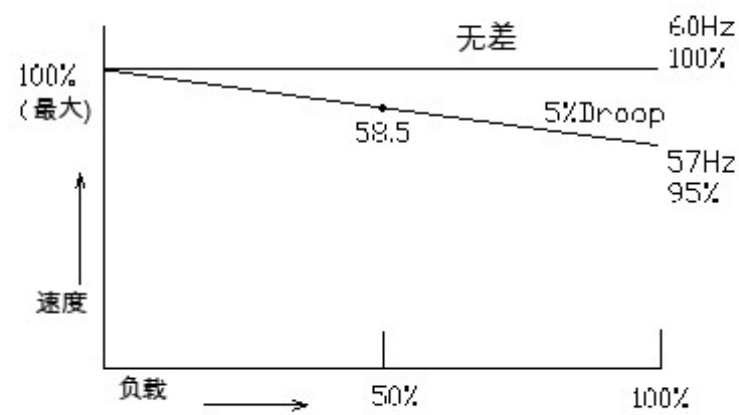
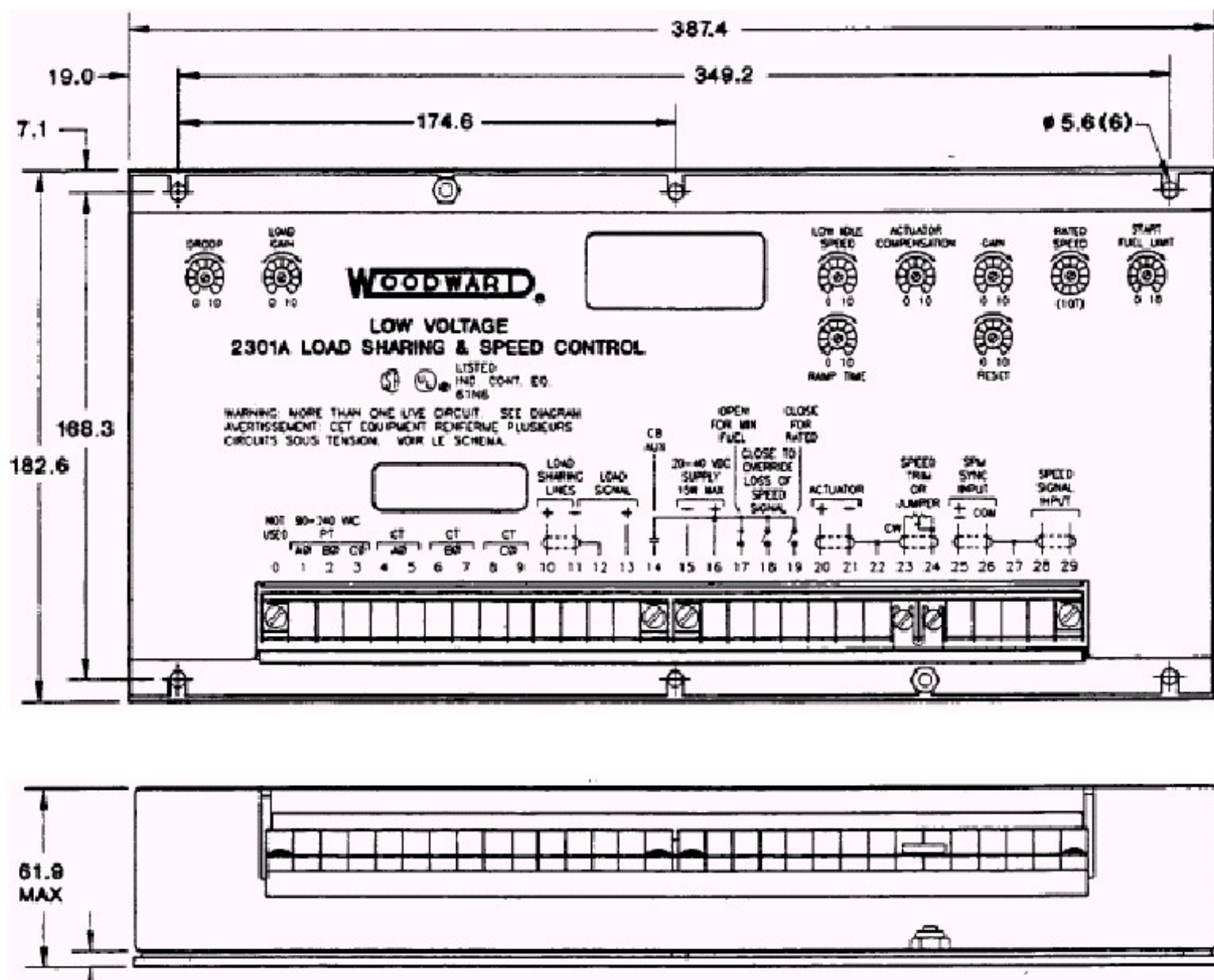


图 4-3 Droop 有差调节



4.8

MM	INCH
4.8	.188
5.6	.219
7.1	.279
19.0	.748
61.9	2.437
168.3	6.625
174.6	6.874
182.6	7.188
349.2	13.748
367.4	15.251

图 4-4 2301A 速度负荷控制器外形图

并电网（**Utility**）时的 **Droop** 有差调节

针对电网（**Utility**）作为唯一负荷的使用情况，按下列步骤，进行 **Droop** 和 **Load Gain** 电位器的调整。

1. 根据规定的 **Droop%**，计算空载运行时的发电机工作频率：

空载工作频率=额定频率×（1+ **Droop%**）

比如：满载时额定频率=60Hz，
要求的 **Droop %**=3%（0.03）

空载时的工作频率= 60×（1+ 3%）
=61.8 Hz

2. 让发电机组按上述计算的空载工作频率运行，并记录对应的额定速度电位器的调整位置：
 - 电位器——如果用控制器本身的 **Rated Speed** 电位器调整，当调到位后，用笔在刻度位置上做个标记。
 - **MOP**——如果采用远程速度设定 **MOP** 或其他设定输入设备，则记录此时对应的电压值。
3. 然后，调速度设定电位器，使转速回到额定工作频率。
4. 预置 **Load Gain** 和 **Droop** 电位器顺时针打到头。

**警告**

当闭合 **C.B** 触点时, 如果出现发电机负荷迅速增加, 应立即打开触点并停车, 检查发电机的 **CT**、**PT** 各输入线的相位。如果出现问题不对其检查, 仍然进行加载或其他运行操作, 有可能会引发事故。

5. 实现同步后, 闭合 **C.B** 触点开关, 按步骤 2 做的标记增加机组运行频率, 这时负荷会随之增加。

**注意**

下面**6,7**两个步骤是非线性调整, 要慢慢调。调得过快, 会引起过载。

6. 逆时针调整 **Droop** 电位器, 继续增加负荷, 直到负荷信号电压值达到 **6Vdc**。
7. 逆时针调整 **Load Gain** 电位器, 继续增加负荷, 直到满负荷为止。

***说明**

如果没有加满负荷, 负荷信号的大小将与负荷百分比成正比。假设负荷只能加 **50%**, 对应的负荷信号电压则为 **3Vdc**。

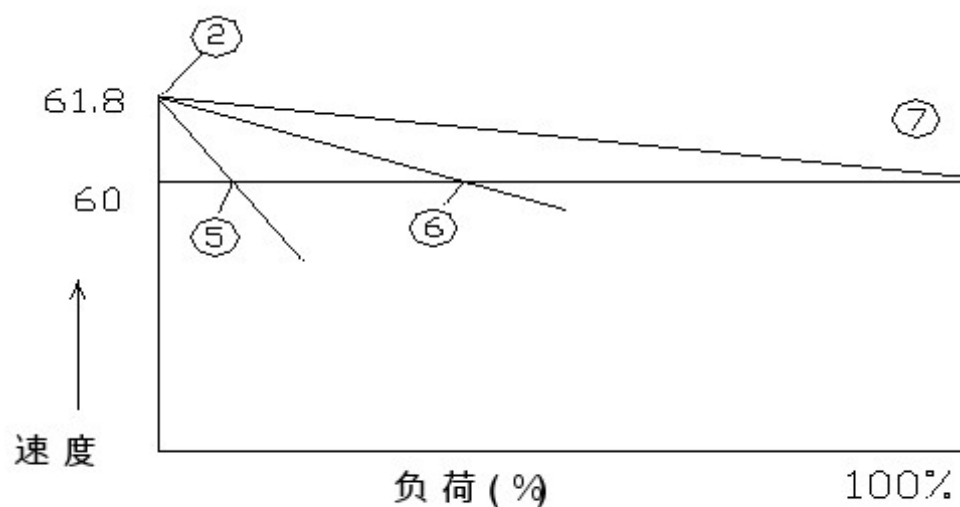


图 4-5 60HZ, 3% Droop

第五章 原理描述

本章节主要论述 2301A 控制器的控制和保护监控这两大功能。

速度：速度控制电路的作用是使发动机按所要求的速度稳定运行。

负荷分配：当两台或两台以上的机组并车使用时，负荷分配电路感应发电机的负荷大小，并按比例均匀地分配系统负荷。

速度控制

速度控制见图 5-1，由以下部分组成：

- 发动机转速感应设备（1）
- 频率电压转换（f/v）电路（2）
- 速度设定电路（3）
- 速度信号汇总/放大电路，产生一个比例控制信号控制发动机的给油，使其在一定的负荷下按要求供油、维持一定的速度（4）
- 执行器（5）

转速感应设备，比如磁电式转速传感器，感应发动机的转速，然后转换成与转速成正比的交流信号。

f/v 转换电路收到上述速度频率信号，然后转换成对应的直流电压信号给下一级电路。

速度设定电路产生一个转速设定参考信号，提供给后级的比较电路。

速度信号和设定信号在速度信号汇总/放大电路进行比较。如果速度信号大于或小于设定信号，由此产生的偏差信号送到放大电路，输出相应的增速或减速信号。

执行器响应来自控制器放大电路的控制命令，重新调节发动机油泵齿条，达到发动机的速度控制。

控制器内部设有速度信号丢失保护电路，以监视速度信号输入。一旦监测不到信号，就立即启动最小燃油控制命令，执行器使油泵齿条回到最小位置，迫使发动机停车。不过，如果连杆设置不当，有可能在最小限油位置仍不能使发动机停机。

如果执行器的驱动电流范围为：**20-160mA**，最小限油定义为：

- 对正向型控制器而言，执行器电流低于 **10 mA**。
- 对反向型控制器而言，执行器电流高于 **180 mA**。

如果执行器的驱动电流范围为：**40-320mA**，最小限油定义为：

- 对正向型控制器而言，执行器电流低于 **20 mA**。
- 对反向型控制器而言，执行器电流高于 **360 mA**。

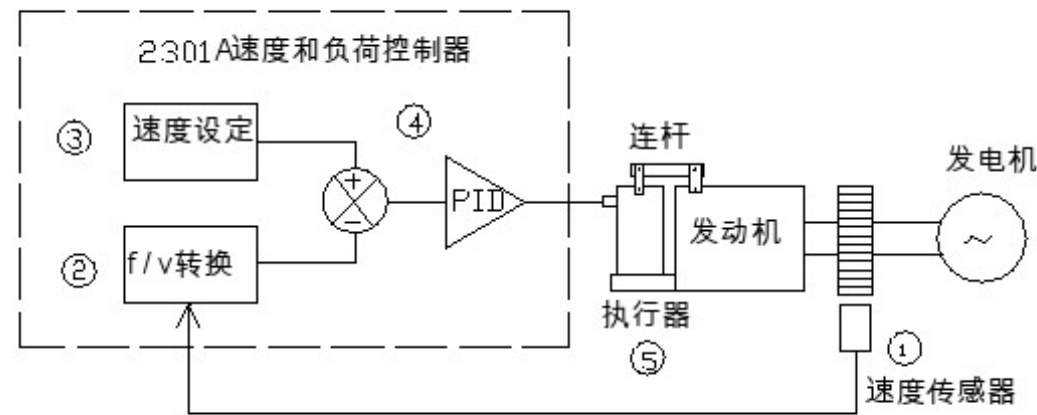


图 5-1 速度控制系统框图

速度信号丢失保护电路的功能可以通过以下操作屏蔽掉：闭合 18 脚和 16 脚（高压型控制器为 0 脚）之间的触点开关（如果安装的话），这样可以在没有速度信号的情况下直接起机。

由于安装条件的差别以及系统和器件的差异，每个发动机系统要想达到最佳特性，都必须予以调整。设定和调整用的电位器位于控制器面板的右上方，如图 5-2 所示。它们包括：

- **Rated Speed**——额定速度设定电位器
- **Start Fule Limit**——起动限油电位器
- **Reset, Gain, ActuatorCompensation**
- **Ramp Time** 和 **Low Idle Speed** 电位器

Rated Speed 电位器给出设定速度，在这一值上，速度和设定信号相等。

Start Fule Limit 电位器提供起机限油手段。具体调整为执行器最大供油位。该功能在发动机起机过程自动启用，起机过程完成后这一功能会被速度控制功能自动替代。

Reset, Gain 及 Actuator Compensation 这三个电位器用于调整放大电路的控制特性，以适应不同形式的原动机。**Reset** 调整影响动态过程的恢复时间；负荷突变后速度波动的最大幅度通过 **Gain** 电位器调整；而 **Actuator Compensation** 用于补偿执行器和原动机的响应。

原动机从怠速到额定速度工况的升速时间及低怠速设置分别通过 **Ramp Time** 和 **Low Idle Speed** 这两个电位器调整。



图 5-2 速度控制调整电位器

外部接线端脚

接线端脚位于控制器外壳的下面。一些附加的外设接线如图 5-3 所示。补充解释如下：

- 端脚 1,2,3——三相电动势 **PT** 的输入；输入范围：90~240Vac

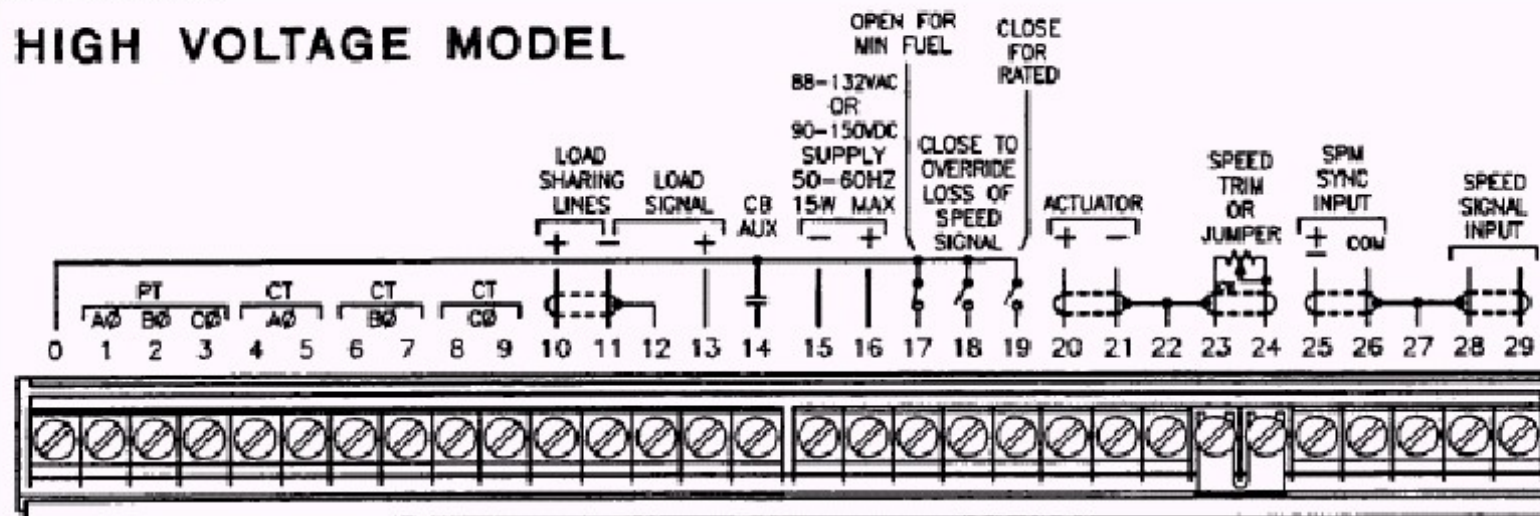
- 端脚 4,5—A 相电流 CT 的输入；输入范围：0~5A
 - 端脚 6,7—B 相电流 CT 的输入，输入范围：0~5A
 - 端脚 8,9—C 相电流 CT 的输入，输入范围：0~5A
 - 端脚 10(+),11(-),12(屏蔽层) —负荷分配线，并接到其他同类控制器的负荷分配线。
 - 端脚 13—负荷信号测试端 (+)，与脚 11 (-) 结合测。
 - 端脚 14—当这个触点开关闭合时，既选择无差调节模式，激活负载分配线，使外部负载分配线连接有效。开关打开，既选择有差调节模式，负载分配线连接失效。
 - 端脚 15,16—电源输入负极、正极
 - 端脚 17—最小限油触点开关。用于使执行器开度趋于最小，可作为正常停机信号*。对于高压型控制器，切勿使用该触点开关。
 - 端脚 18—转速信号丢失保护功能的屏蔽开关。用于无信号起机或起机限油值标定。
 - 端脚 19—怠速/额定速度选择开关输入。开关闭合，发动机将从怠速切换到额定速度。
 - 端脚 20、21—到执行器的控制输出
 - 端脚 22—执行器和外接转速微调位器的屏蔽层接线端
 - 端脚 23，24—转速微调电位器接线端。有差调节模式下，也可以用它完成手动同步或加载。
 - 端脚 25，26—提供给同步器使用，用于速度和相位匹配调节。有这样一个输入，同步器会自动产生偏差信号去调节原动机的速度或发电机的频率，使其与总线保持相位频率一致。
- ***
- 端脚 27—为同步输入线和速度信号输入的屏蔽层接线端。
 - 端脚 28，29—转速信号输入端，接收范围：1~30Vac（交流有效值）。

* 不能利用最小限油开关作为紧急停车设备

** 有关同步器，请参考相关文献。

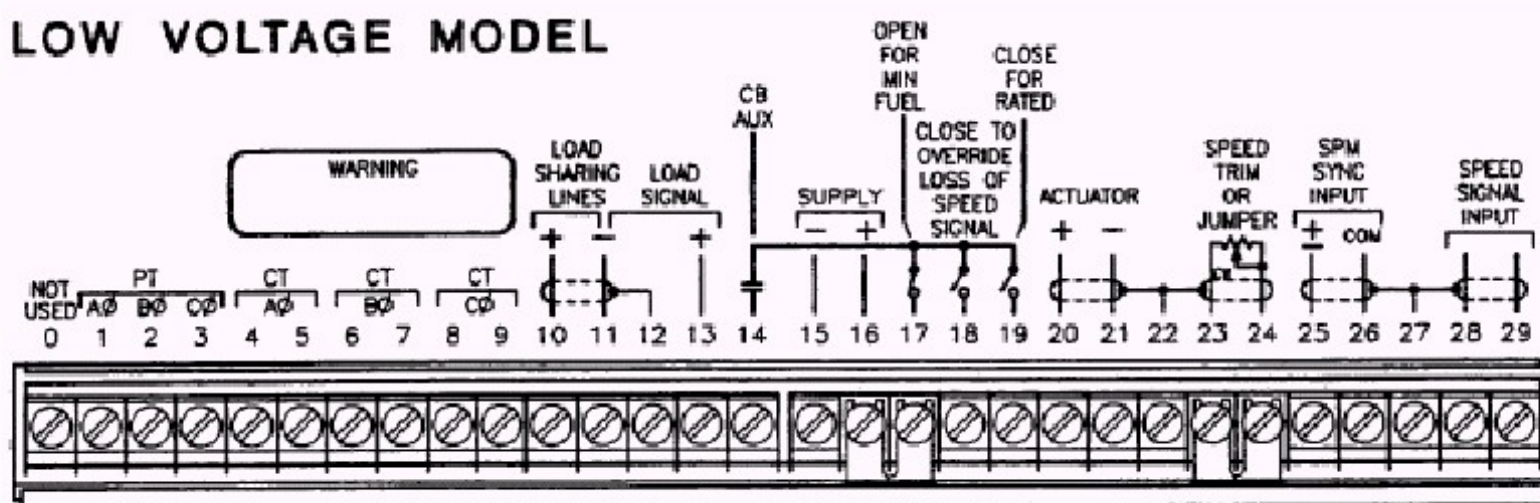
高压型控制器

HIGH VOLTAGE MODEL



低压型控制器

LOW VOLTAGE MODEL



TERMINAL 14 - WHEN CONTACT IS CLOSED, CONTROL IS IN ISOCHRONOUS AND THE LOAD SHARING LINES ARE ACTIVE. WHEN OPEN, CONTROL IS IN DROOP AND LOAD SHARING LINES ARE DISABLED.

TERMINAL 17 - A CONTACT TO DRIVE THE OUTPUT TO MINIMUM FUEL WHEN REQUIRED FOR SHUTDOWN.* THE JUMPER MUST NOT BE USED ON HIGH VOLTAGE MODELS.

TERMINAL 18 - A CONTACT TO OVERRIDE THE FAILED SPEED PROTECTIVE CIRCUIT FOR START-UP AND START FUEL SET UP CALIBRATION.

TERMINAL 19 - A CONTACT TO ACCELERATE FROM IDLE TO RATED SPEED WHEN THE CONTACT IS CLOSED.

TERMINALS 23 AND 24 - AN EXTERNAL MEANS OF REMOTELY FINE TUNING THE SPEED SETTING. IT ALSO MAY BE USED FOR MANUAL SYNCHRONIZATION OR FOR LOADING THE GENERATOR WHEN OPERATING IN THE DROOP MODE.

TERMINALS 25 AND 26 - PROVIDE FOR USE OF AN OPTIONAL SPEED AND PHASE MATCHING (SPM) SYNCHRONIZER. AN SPM SYNCHRONIZER AUTOMATICALLY GENERATES A SIGNAL TO BIAS THE SPEED OF THE PRIME MOVER OF AN OFF-LINE GENERATOR SO ITS FREQUENCY AND PHASE MATCH THOSE OF THE BUS.**

* DO NOT USE THE MINIMUM FUEL CONTACT OPTION AS PART OF ANY EMERGENCY STOP SEQUENCE.

** SEE REFERENCE TABLE FOR MORE INFORMATION ON SPM SYNCHRONIZERS.

图 5-3 2301A 速度负荷控制器的接线端子

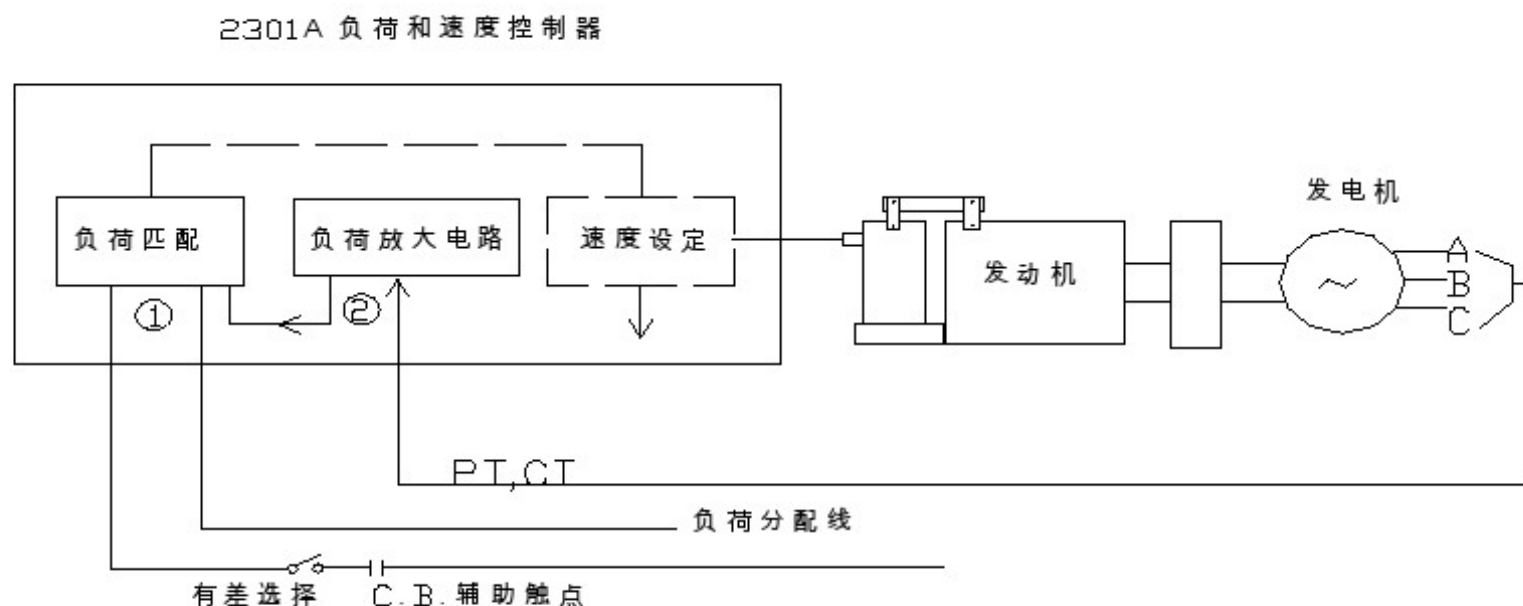


图 5-4 并车控制原理示意图

并车操作

有两种方法用于并车操作：有差调节(Droop)——发动机转速随负荷的增加而下降；无差调节(Iso.)——转速保持恒定不受负荷变化影响。如图 5-4 所示，控制器用于并车操作的控制系统由两部分组成：

- 负荷匹配电路(1)
- 负荷放大电路(2)

控制器 14 脚和 16 脚（高压型为 0 脚）之间的连接一个辅助触点开关，开关闭合既为无差调节负荷分配工作模式。如果将有差触点开关和发电机 C.B Aux 辅助触点结合使用，可用于有差和无差两种模式的选择。

有差触点开关和 C.B Aux 辅助触点只要一个打开，即选择了有差调节；两个都闭合，既选择无差负荷分配控制。

当第一台机组在额定工况带上负荷稳定运行无差调节模式，如果其他机组并上去，控制器内部的负荷匹配电路（1）会自动按机组应得的负荷比例调节执行器的输出。

负荷感应电路中的放大电路（2）计算 CT 输入所反映的发电机各相负荷。每相负荷电流乘以 $\cos\Delta\Phi$ （ $\Delta\Phi$ 为同相的电流电压相位差），然后三相相加，由此计算出发电机整个负荷。

放大电路（2）的输出大小通过调整面板上的 LoadGain 负荷增益电位器来控制，见图 5-5。并车应用时，每台机组的 LoadGain 都要标定一致（补充：见第四章的 LoadGain 调整）。不管各机组的功率是否一致，得到的负荷分配率应该是一样的；如果有微小差别，最后可调节一下各机组的 LoadGain。

正如本手册第一章“概述”所提到的：有差调节模式用于单机并无限网，或者与其他使用机械液压调速器的发电机组并车运行。有差调节模式下，原动机速度随机组负荷的变化而变化，负荷增加，转速则下降。通常用加载前后速度变化的百分率，也称为 Droop% 来表达这种调节模式。这个参数可通过调 Droop 电位器来设定，见图 5-5。

2301A 速度和负荷分配控制器使用直流隔离电源供电，允许使用的电源电压范围较宽，不会产生过热。这种电源隔离设计可以避免接地干扰，尤其是通过负荷分配线引进的干扰，允许和伍德沃德早期的负荷控制器匹配使用。

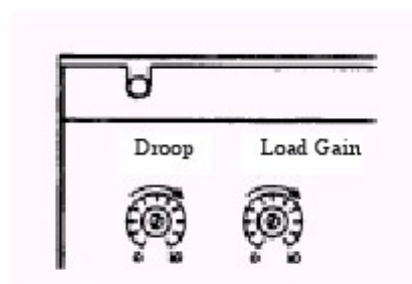


图 5-5 并车调试用电位器

第六章 故障排除指导

为了帮助用户分析和解决出现的有关控制器、执行器或接线等方面孤立的问题或故障，我们汇总了故障排除指导，仅供参考。



注意

更换控制器时一定要注意电源或蓄电池的极性和电压大小。电源接入不合适，有可能损坏控制器。

故障排除步骤

表 6-1 对于系统中出现的孤立问题作了综合指导，其前提是系统接线、接头焊接、开关和继电器触点以及输入输出等都正常，并且一切检查工作就绪。



警告

为防止发动机、汽轮机或其它类型的原动机起机过程中有可能出现超速而由此引发人员伤亡事故，原动机应配备完全独立的超速（超温或超压）停车保护装置，以防止机械—液压调速器或电子控制器、执行器、燃料控制器、传动机构、连杆或被控设备发生故障。

表 6-1 故障排除指导

故障现象	可能的原因	解决方法
原动机起不了机，执行器没有开到起动位置。 注意： 如果执行器已开到起动位，有可能是原动机供油系统的问题	电源极性接反了或没给电源	测量控制器的输入脚 16(+) 和 17(-)，检查电源电压和极性
	执行器对输入信号没有响应 注意： 如果是电液执行器,体内要建立一定的油压、运动齿轮件要工作正常。	测量控制器 20(+), 21(-)脚上的电压输出；如果有信号, 但执行器没动作，则查一下执行器的电气接线，一般执行器的内阻<50Ω。 如果是全电执行器，也可能是驱动器的问题。
	起动限油值太低。	调大起动限油值，直到原动机能起来。
	执行器或连杆的问题。	检查执行器及连杆的安装和动作情况。问题可能是供油、旋向、回油不够、连杆、零件磨损或连杆调整不当。

	控制器 20 和 21 脚之间没有控制信号输出。	停机，拆掉 20, 21 脚上的接线，检查执行器接线有无短路或接地情况。 如果一切正常，则合上 18 脚上的开关，屏蔽信号丢失保护功能，短接 23 和 24 脚。起机，检测 20 和 21 脚的输出电压，对于正向输出的控制器应为 18-22V；反向输出为 0-1V。 如果正常，检查转速传感器信号。测 28,29 脚间的信号幅值至少有 1Vac，对应的转速应至少为额定速度范围最小频率的 5%。
故障现象	可能的原因	解决方法
原动机起不了机，执行器没有开到起动位置（继续）。	起机时速度设定值太低。	控制器的速度设定范围可能不合适，速度设定值可能低于起机转速或最小控制速度。核对 P/N 和相应的频率范围。 顺时针调大额定转速设定值。 注意：如果调整速度设定电位器并没有排除故障，则应恢复原来的速度设定位置。
	怠速设置可能太低。	顺时针调怠速电位器
	最小供油触点开关打开了。见第三章相关内容。	检查控制器 17 脚上的短接片是否被打开了，15 脚(-) 和 17 脚之间的电压应为: 20~40Vdc。
	速度传感器信号有问题，信号丢失保护电路起作用。	检查转速传感器的接线及屏蔽线安装情况。测量 28,29 脚间的速度信号，应至少有 1Vac，否则应检查磁头与信号盘的间隙，如果太大应适当调小。另外，确保磁头表面的清洁度，不能有铁屑等金属杂质。 如果测不出速度信号，应检查一下传感器接线，有可能开路。传感器的正常阻值为:100~300Ω。 为排除控制器的故障，也可以把 18 脚与 16 脚(+,高压型 0 脚)直接短接，屏蔽掉“信号丢失保护电路”的作用，直接起机。 警告 为防止起机飞车或超速造成意外事故，务必备好独立的紧急停车装置。
	23 和 24 脚之间的接线开路。	如果不用外部电位器微调，应保留这两脚之间的短接片。

(针对高压型控制器) →	速度微调电位器有问题。	断电, 检查外部电位器的阻值。
	2301A 控制器坏了。	更换同一型号的控制器。
	端脚 14,17,18,19 的公共电源(+)接到了 16 脚。	对高压型控制器, 这些触点开关的公共电源(+)应接到 0 脚。
原动机一起机, 就超速。	RampTime 调整问题。	适当顺时针增大 RampTime, 降低升速率 (详见第四章)。
	额定速度设定太高。	逆时针调小额定速度电位器
	控制器放大电路的 PID 参数调整不当。	适当增大 Gain, 加强 PID 控制作用。也可能 Reset 调的太低, 适当调大。
	确认是否是原动机问题	确认齿条连杆的状态, 有无卡滞或调整不当现象, 检查超速保护装置。
故障现象	可能的原因	解决方法
起机时超速或冒浓烟	起机限油功能无效	控制器应在起机前加电, 否则会旁路起机限油功能
	2301A 控制器	如果起机过程中, 20-21 脚的输出电压一直没有回落, 即使把额定速度电位器打到最小, 或者说调到任何位置, 执行器都不减油, 说明控制器有问题; 否则, 应检查连杆机构或执行器。
额定工况运行一段后, 原动机出现超速	原动机问题	检查原动机供油系统。超速期间, 如果执行器已经回到最小位置, 可能是原动机供油出问题了
	传感器和控制器	检查传感器的输出, 怠速时应至少有 1Vac 幅值; 如果转速传感器有问题, 且无法屏蔽信号丢失保护功能, 则控制器将输出最大。
	2301A 控制器放大器	手动控制原动机: 把额定转速电位器逆时针调到底, 测量到执行器的信号, 如果信号电压不为零, 就检查一下速度设定范围是否正确 (见第三章); 如果没问题, 就更换控制器。
当调 Gain 时, 原动机瞬间速度有较大变化。	Gain 调得太快。	慢慢调 Gain。正常情况下, 速度有微小变化。

用 Idle Speed 调不出低怠速。	注意 对于化油器式原动机，齿条最小位的设定会随温度变化而不同。热机时如果设定的最小位置是按冷机时的量给定，则会影响低怠速工况。	低怠速设定可能低于执行器或原动机齿条的最小位置或停车位，这种情况下输出给执行器的输出电压为零(20 和 21 脚)。 这种情况下,在执行器或连杆机构的作用下原动机维持在最小供油位置或最小停车位。这种情况应该通过调整连杆（柴油机）来减小原动机的最小位置,或调整低怠速螺钉(汽油机)提高低怠速定义。 如果以上措施仍解决不了问题，那就是控制器有问题。
	低怠速电位器。	如果调整此电位器引起不稳定情况，可能是电位器有问题，请更换控制器确认。
当怠速/额定速度转换开关打开时, 原动机速度没有下降。	开关动作有误。	检查此开关动作。拆掉 19 脚上的接线，原动机应减速。
	怠速调到了最大位置。	打开怠速/额定速度开关，逆时针缓缓调低怠速电位器，直到原动机稳定在希望的怠速值上。
故障现象	可能的原因	解决方法
当怠速/额定速度转换开关打开时，原动机没有降速(继续)。	控制器的 Ramp 部分电路问题。	怠速/额定速度转换开关动作有误，控制器可能还维持在升速位置。否则，可能是电路问题造成怠速丢失。 总之，在怠速位，调怠速电位器应该影响转速。但在额定速度位,改变怠速电位器是不会影响额定转速的。 注意 速度设定的控制能力很强,即使在怠速工况,它足以越过 Ramp 时间,使发动机从怠速一直升到额定速度。所以,在怠速工况时,不要去调额定速度电位器,否则,当瞬间切换到额定速度工况时,即使开关闭合时间不长,也可能引起超速。
原动机空载时稳定不下来，不稳定情况也可能发生在带载工况。控制不太正常。	控制器的参数调整。	按第四节的“稳态调整和动态调整”，重新调整 Gain, Reset, Actuator Compasation 。

	速度设定控制。	如果调外部速度微调电位器会引起原动机转速不稳,应停机检查此电位器。必要时用非润滑油电器清洗剂清洗。如果是控制器本身的电位器有问题,应更换控制器。
	连杆调整不合适。	确认从空载到满载,执行器的行程大致为全程范围的 $2/3$ 。 对于汽轮机、柴油机以及燃油喷射原动机,确证连杆机构呈线性关系;对化油器原动机连杆为非线性关系。有关这部分的论述,请参阅执行器说明书。
	必要的屏蔽线没有接好。 如果屏蔽线接地不合适的话,控制器很容易从携带交流信号的线缆或周围变压器的散射磁场中拾取电噪声;如果由此形成的干扰信号恰好被一些与速度偏差控制节点相关的输入信号线拾取,如:负荷分配线、转速传感器、同步输入等,就会造成原动机转速不稳定。	下列试验可隔离电噪声和干扰。 <i>注意</i> <i>只能在一台机组上做此试验</i> 用短接片直接短接 19 脚和 16 脚(+, 高压型为 0 脚), 去掉 19 脚原来的接线。 如果外接速度细调电位器,请拆下接线,用短接线连接 23 脚和 24 脚。
故障现象	可能的原因	解决方法

发动机空载时稳定不下来，或带载时不稳定（继续）。	必要的屏蔽线没有接好。（继续）	<i>注意</i> 不能在原动机运行时完成上述操作，否则会造成超速。 将以下接线全部拆掉：10,11,12脚(负荷分配线)、13脚(负荷信号)、14脚(有差触点)及 25,26脚(同步输入)；14和16脚之间接一短接片，形成无差、单机孤立运行模式。 取下17脚最小限油开关接线。确信开关控制柜外壳、调速器外壳与原动机之间有一个公共接地点。临时拆下给蓄电池充电的电缆。 重新起机，如果原动机稳定性有明显改进，就逐个信号输入线地查找干扰源。 外部接线可能要另外屏蔽或重新布线，远离强电流电缆或设备。 如果上述检查不能解决问题，有必要将 2301A 控制器从开关柜中拆下，临时安装在原动机附近，单独接一蓄电池电源。控制器只接传感器、执行器。起机后，短接19和16脚，使原动机工作在额定速度。必要的话，适当加点载荷，以检验其稳定性。 如果上述结果很好，重新将 2301A 控制器安置在原开关控制柜里，更换所有线缆，通过穿线管布线。所有的屏蔽层都接到控制器外壳的接地点。
	原动机可能没有得到应有的供油量。	检查到油泵齿条的执行器连杆，有无松动等机械故障，确认有稳定的供油压力。对照说明书，检查执行器。
	原动机操作不当。	确认是原动机的问题还是调速器的毛病。检查供油连杆调节是否适当。
	电源电压太低	如果是低电压型控制器，电源至少是 18Vdc，高压型应是 90Vdc 或 88Vac。
故障现象	可能的原因	解决方法

速度设定控制不起作用。	外接的速度微调电位器有问题。	用短接片短接 23 和 24 脚，用控制器面板上的额定速度设定电位器替代外接电位器。
原动机没能得到应有的负荷分配。	原动机可能没有得到应有的供油量。	如果测得的 20 和 21 脚之间的执行器电压值最大(输出反向特性的控制器为最小)，这时目测执行器的输出是否为最大。若不是，说明执行器有问题，或连杆、供油部分有问题。
	并车的各机组的速度设定不一样。	确保：所有机组空载时的设定速度一致。
	负荷信号电压不一样。	各机组单独运行时，LoadGain 的标定都一致：使对应的满载负荷信号电压(13 和 11 脚)为 6Vdc，详见第四章“Load Gain 调节”。
	C.B 辅助触点或有差触点打开了。	检查 14 和 15 脚之间的电位电压，如果是 20-40Vdc（低压型控制器），说明：14 脚上的触点开关的确没有闭合，控制器实际工作在有差调节模式。 注意 对于高压型控制器，如果 18 脚上没有安装触点开关，检查 14 脚的开关电位电压应测量 14 脚和 18 脚。
	负荷感应输入相位不合适。	按第四章检查 CT 输入线相位。
	机组之间构成了电流回路	参阅电压调节器手册。
原动机不能维持无差恒速运行。 (要求：无差模式)	执行器	如果执行器备有机械液压调速器，确认它的液压、调速部分、速度设定及有差调节是否合适(请参考机调说明书)。
	原动机	如果在接近满载时出现速度有差，有可能是原动机功率不够或过载，这时看一下执行器的输出是否在最大位置。

第七章 服务信息

产品服务

从伍德沃德购买的产品按照《伍德沃德标准产品和服务承诺》（5-01-1205），可提供下列服务：

- 更换 (24小时服务)
- 统一费用维修
- 统一费用大修

如果你遇到安装问题或对已安装的系统运行情况不满意，可以：

- 参考手册中的问题指南
- 联系伍德沃德技术支持（见“怎样联系伍德沃德”，在后面章节）讨论你的问题，多数情况下，你的问题可以通过电话解决，否则，你可以选择本节列出的适用服务选项。

更换

更换可以保证用户在最短的时间内得到最可靠的服务。它可以使您得到一个几乎全新的替换件（通常在客户提出要求24小时内），前提是在您提出要求时有合适的备件，这样尽量缩短了停机时间。这也是一项统一收费的程序包括全部伍德沃德产品承诺，依照《伍德沃德标准产品和服务承诺》（5-01-1205）。

在您打电话前可以考虑好运输环节时间花费。如果打电话时有现货，备品可在24小时内发出。您更换过新的备品后，请将旧件发回伍德沃德（见本章后面“返回件修理”部分）。

更换服务的费用是统一收费加运费。发货时您会收到收费通知。

返回发货授权标记

为了保证收到替换下的原件，避免额外费用，包装必须做正确标记。在每一个发出的备品中都包括“返回授权标记”，在原件包装上应该附上标记。没有授权标记，可能会延期收到原件并产生额外费用。

统一收费维修

统一收费维修适用于多数在现场应用的标准产品。该程序让您在得到服务前知道将要发生的费用。所有维修工作包括换零件和劳务都遵循《伍德沃德标准产品和服务承诺》（5-01-1205）。

统一收费大修

该项与维修程序基本一致，并使您收到的部件几乎全新且完全执行《伍德沃德标准产品和服务承诺》（5-01-1205）。该服务只适用于机械产品。

工程服务

伍德沃德工业控制器服务为伍德沃德全线产品提供服务。如果需要服务，您可以通过电话、电子邮件或者伍德沃德网站联系我们。我们可以为您提供以下服务：

- 技术支持
- 产品培训
- 现场服务

您通过我们在世界各地的分枝机构或授权机构可以得到技术支持。这种服务可以在工作日帮助你解决技术问题。通过我们的免费电话您也可以在非工作日报告您遇到的紧急问题。您可以通过电话、电子邮件或我们的网站得到技术支持。在我们的网站上，您可以先点击“客户服务”，再点击“技术支持”。

从我们世界各地的分公司您可以得到关于产品的培训（标准的）。我们也可以根据用户的实际需要进行产品培训，这种培训的内容是根据用户的实际情况选取的，可以在用户的公司或现场进行。这种培训由专业人员提供，使您能够自己维护系统，保证系统的可靠性。您可以通过电话、电子邮件或我们的网站得到培训信息。在我们的网站上，您可以先点击“客户服务”，再点击“产品培训”。

根据产品类型和所在的位置，我们可以从世界各地的分公司和授权维修商处派服务工程师到现场进行服务。服务工程师对伍德沃德产品和相关的非伍德沃德产品都很熟悉。您可以通过电话、电子邮件或我们的网站得到服务工程师的帮助。在我们的网站上，您可以先点击“客户服务”，再点击“技术支持”。

技术协助

如果你需要通过电话得到技术协助，需要提供以下信息，在打电话前请先把它写下来：

基本信息

你的名字 _____
地址 _____
电话号码 _____
传真号码 _____

发动机信息

发动机/透平机的型号 _____
发动机制造商 _____
发动机缸数 (如果有的话) _____
燃料类型(天然气、汽油、蒸汽，等等) _____
额定值 _____
应用 _____

控制器/调速器信息

请列出在您的系统中所有的伍德沃德调速器、执行器和电子控制器：

伍德沃德产品零件号和版本号

控制器描述或调速器类型

序列号

伍德沃德产品零件号和版本号

控制器描述或调速器类型

序列号

伍德沃德产品零件号和版本号

控制器描述或调速器类型

序列号

如果是电子产品或程序控制器，请在打电话前把设定值或菜单写下来。

附言：

本说明书初稿日期：**2002-04-08**。经过用户反馈，我们进行了重新编译。遵照用户的意见，这次修订基本上按照原英文说明书的内容编译、排序。

由于编译者的水平有限，说明书编译难免出错。如用户有疑问，或发现不正确的地方，请与我们联系，或参考随机附带的伍德沃德公司正式出版的英文说明书。本中文说明仅供参考。

为方便用户调整使用，我们补充了“面板调整电位器的中文解释”，见最后附页，仅供参考。

控制器面板上的调整电位器的中文解释

- **DROOP**—有差率调整；调整范围：额定速度的 **0-10%**，顺时针为增大方向。
- **LOAD GAIN**—负荷增益调整；提供机组的最大负荷标定。顺时针为负荷增益增大、负荷减小方向。
- **LOW IDLE SPEED** —怠速调整；调整范围：额定转速的 **30%-100%**，顺时针为速度增大方向。
- **RAMP TIME**—斜坡发生器。调节从怠速工况到额定速度工况的过渡时间，顺时针为过渡时间增大方向。
- **RATED SPEED** —额定速度设定；顺时针为额定速度增大方向。
- **ACTUATOR COMPENSATION**—执行器补偿调整。
- **GAIN**—速度控制的增益调整；影响动态过程的调速率大小，顺时针为增益增大、调速率减小方向。
- **RESET**—速度控制的复位调整；影响动态过程的恢复时间；顺时针为时间增大方向。
- **START FULE LIMIT**—起动限油，调整范围：执行器输出的 **25%-100%**，顺时针为执行器输出增大方向。

欢迎您对我们的出版物提意见和建议

请把您的意见和建议发送到: icinfo@woodward.com

请在你的信中包含本手册的编号, 本手册编号在封面上。



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, USA
Phone +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058

网站—[**www.woodward.com**](http://www.woodward.com)

伍德沃德在世界有工厂、附属公司和分公司, 也有授权经销商、授权服务机构和销售机构。

关于它们的详细地址/电话号码/传真号码/电子邮箱都公布在我们的网站上。

2007/4/Tianjin