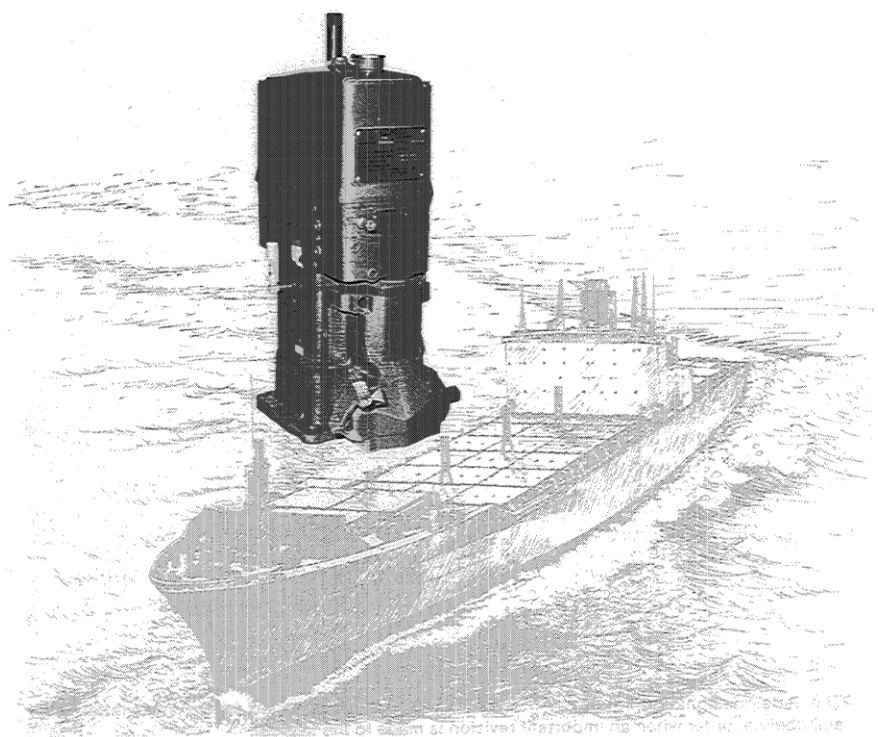




PGA 调速器

安装和操作手册



在安装、操作或维修此设备前，请通读此手册以及所有其他与所执行操作相关的出版物。践行所有的工厂和安全须知以及预防措施。

一般预防措施 如果违反相关规定可能会造成人身伤害和/或财产损失。



修订版

本刊自出版以来可能已经进行了修订或更新。要验证您是否拥有最新版本，请在 Woodward 网站的 *出版物页面* 上查看手册 **26455** “*客户出版物交叉参考与修订状态和分发限制*”：
www.woodward.com/publications

出版物页面 上提供了大多数出版物的最新版本。如果您没有找到所需的出版物，请联系您的客户服务代表以获取最新版本。



正确使用

如对设备进行未经授权的改装或在设备指定的机械、电气或其他操作限值之外使用设备，可能会造成人身伤害和/或财产损失，包括设备受损。此类未经授权的改装包括：(i) 符合产品保修书中指定的“误用”和/或“疏忽使用”，导致的损坏不在保修范围内，以及 (ii) 导致产品认证或名录无效。



出版物的翻译

如果此出版物指明“原始说明的翻译”，请注意：

本刊的原始版本自此翻译版本发布以来可能已经进行了更新。请务必查看手册 **26455** “*客户出版物交叉参考与修订状态和分发限制*”，验证此翻译版本是否为最新。过时的翻译版本会标有 。务必将翻译版本与原始指南进行对比，以了解技术规格，确保妥善和安全的安装和操作流程。

目录

警告和提示.....	IV
注意静电放电	V
第 1 章 基本信息	1
简介.....	1
说明.....	1
参考.....	2
第 2 章 安装.....	9
简介.....	9
接收.....	9
存储.....	9
安装要求	9
液压控制润滑油	10
间隙.....	11
第 3 章 调试.....	13
简介.....	13
补偿针阀调试	13
速度设置调整	14
直接速度设置装置.....	14
降速调节	18
润滑油或水压故障停机装置	18
超速跳闸测试装置.....	18
电磁阀停机装置	19
角式燃油限制器连杆的现场调节	19
第 4 章 故障排除	22
简介.....	22
润滑油.....	22
补偿针阀	22
定义.....	22
初步检测	23
第 5 章 工作原理	27
简介.....	27
基础调速器.....	27
速度设置部分	30
降速拉杆	35
动力缸	35
补偿截止	36
第 6 章 更换部件	39
更换部件信息	39
第 7 章 辅助功能和设备.....	54
简介.....	54
常用的辅助设备	54
其他配件	84

目录

第 8 章 产品支持和维修选项	89
产品支持选项	89
产品维修选项	89
退回设备进行检修	90
更换部件	90
工程服务	91
联系 Woodward 的支持团队	91
技术支持	92

插图和表格

图 1-1. 配有 12 英尺磅线性输出动力缸的 PGA 调速器	3
图 1-2. 配有 12 英尺磅旋转输出动力缸的 PGA 调速器	3
图 1-3. 配有 12 英尺磅旋转伺服和 UG-40 底座的 PGA 的轮廓图	4
图 1-4. 配有 12 英尺磅线性输出、PG 标准底座和具有轴伸的叶片伺服的 PGA 的轮廓图（不要用于施工。）	5
图 1-5. 配有 58 英尺磅旋转输出和 UG-40 底座的 PGA 的轮廓图	6
图 1-6. 配有 58 英尺磅旋转输出、UG-40 底座和负载控制的 PGA 的轮廓 图（不要用于施工。）	7
图 1-7. 底座组件的轮廓图	8
图 3-1. 高速调节分解图	14
图 3-2. 移除上盖的调速器的左侧视图	15
图 3-3. 速度设置汽缸分解图	15
图 3-4. 低速调节分解图	18
图 3-5. 降速连杆原理图	19
图 3-6. PGA 调速器燃油限制器连杆调节	20
图 3-7. 燃油限制器调节的效果图	21
图 5-1. 带直波纹管的 PGA 原理图	37
图 5-2. 12 英尺磅弹簧加载动力缸原理图	38
图 5-3. 29 英尺磅差动动力缸（线性或旋转输出）原理图	38
图 6-1. PGA 长柱分解图	41
图 6-2. PGA 接收器总成分解图	43
图 6-3. PGA 配电盘分解图	45
图 6-4. 分解图，标准 PG 底座总成	46
图 6-5. PG/UG-8、PG/UG-8-90°、PG/UG-40 和 PG 扩展型底座分解图	47
图 6-6. 12 英尺磅弹簧加载动力缸（线性输出）分解图	49
图 6-7. 12 英尺英磅弹簧动力缸分解图（旋转输出）	51
图 6-8. 29/58 英尺英磅差动缸分解图（旋转输出，配有导杆）	53
图 7-1. 配有停机电磁线圈的 PGA	54
图 7-2. 电磁阀停机装置的剖面图	55
图 7-3. 基本 PG 和电磁停机装置的原理图	56

插图和表格

图 7-4. 电磁线圈停机装置分解图	57
图 7-5. 超速跳闸测试装置	58
图 7-6. 超速跳闸测试装置分解图	59
图 7-7. 负载指示开关.....	60
图 7-8. 负载指示开关分解图.....	61
图 7-9. 歧管压力与燃油流量.....	63
图 7-10. 角式歧管表压燃油限制器分解图.....	65
图 7-11. 带歧管压力燃油限制器和速度设置燃油限制器的 PGA 调节器 原理图.....	66
图 7-12. 带速度设置燃油限制器的 PGA 原理图	67
图 7-13. 燃油限制速度设置示例	68
图 7-14. 带叶片伺服的 PGA	69
图 7-15. 内部叶片伺服的时间阀	70
图 7-16. 外部安装叶片伺服的时间阀	70
图 7-17. 叶片伺服时间阀总成（外部型）分解图.....	71
图 7-18. 原理图、燃油限制器和可选负载控制器覆盖拉杆以及叶片伺服	72
图 7-19. 可调整负载控制器拉杆分解图	79
图 7-20. 负载控制器先导阀分解图	81
图 7-21. 燃油限制器分解图	83
图 7-22. 整铸叶片伺服分解图.....	87
图 7-23. 燃料限制器滤油器分解图	88
表 1-1. 调速器油压与动力缸工作量（典型）	1
表 2-1. 润滑油的粘度与工作温度	12
表 4-1. 故障诊断.....	24
表 7-1. 歧管压力燃油限制器故障诊断	74

警告和提示

重要定义



这是安全警告标志。它用于提醒您注意潜在的人身伤害危险。请遵循所有附带这一标志的安全信息，以避免可能的伤亡。

- **危险** — 表示如果不加避免，将造成死亡或严重人身伤害的危险情况。
- **警告** — 表示如果不加避免，可能造成死亡或严重人身伤害的危险情况。
- **注意** — 表示如果不加避免，可能导致轻度或中度伤害的危险情况。
- **提示** — 表示只会导致财产损失的情况（包括对控制器的损害）。
- **重要** — 标明操作提示或维护建议。



警告

超速/超温/超压

发动机、涡轮机或其他类型的原动机必须配备超速停机装置，以避免原动机出现失控或损坏，导致可能的人身伤害、生命或财产损失。

超速停机装置必须完全独立于原动机的控制系统。出于安全考虑，可能还需要超温或超压停机装置。



警告

个人防护设备

本出版物中介绍的产品可能存在导致人员伤亡或财产损失的风险。执行手头的工作时，请始终穿戴合适的个人防护设备 (PPE)。应考虑穿戴的设备包括但不限于：

- 护目用具
- 护耳用具
- 安全帽
- 手套
- 安全靴
- 呼吸罩

在处理操作液时，务必阅读相应的化学品安全数据表 (MSDS)，按规定使用推荐的安全设备。



警告

启动

在启动发动机、涡轮机或其他类型的原动机时，做好随时进入紧急停机的准备，以使原动机免受失控或损害，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。



警告

汽车应用

公路和非公路移动应用：除非 Woodward 的控制器同时具有监视控制功能，否则客户必须安装完全独立于原动机控制系统的系统，用于监控发动机的控制操作（并在监视控制器缺失时采取妥善措施），从而避免发动机控制器出现失控，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。

注意**电池充电设备**

为防止对使用交流发电机或电池充电设备的控制系统造成损害，请务必先关闭充电设备再在从系统断开电池。

注意静电放电

注意**静电预防措施**

电子控制器包含静电敏感部件。请遵守以下预防措施，防止对此类部件造成损害：

- 处理控制器之前释放设备静电（切断控制器电源时，接触接地的表面并在处理控制器的过程中保持与地面的接触）。
- 不要在印刷电路板周围放置塑料、乙烯基塑料和泡沫塑料，防静电材质除外。
- 不要用手或导电设备触碰印刷电路板上的组件或导体。

为防止因操作不当而损坏电子组件，请阅读并遵守 Woodward 手册 **82715** “*电子控制器、印刷电路板和模块的操作与防护指南*”中的预防措施。

请在操作或靠近控制器时遵守这些预防措施。

1. 请不要穿着合成材料制作的衣服，以免在身体上制造静电。请尽量穿着棉或棉混材质的衣服，因为此类面料不会像合成纤维一样存储静电。
2. 除非迫不得已，否则请不要从控制器机箱中取下印刷电路板 (PCB)。如果您必须从控制器机箱中取下 PCB，请遵守以下预防措施：
 - 除边缘外，不要触碰 PCB 的任何部分。
 - 不要用手或导电设备触碰电导体、接头或组件。
 - 更换 PCB 时，一直将新的 PCB 放在塑料材质的防静电保护袋内，直到您做好安装准备时再取出。在从控制器机箱中取出旧的 PCB 后，立即将其放到防静电保护袋内。

第 1 章

基本信息

简介

本手册介绍了 Woodward 模型 PGA（压力补偿空气速度设置）船用调速器。PGA 船用调速器配有由基础 PG 液压调速器组成的长柱，可实现原动机速度和气动速度变化装置的自动调整，从而达到远程控制速度的目的。提供两种类型的动力缸：单作用弹簧复位动力缸或带尾杆的双作用差动活塞式动力缸（参见表 1-1）。12 英尺磅（16 焦耳）类型的弹簧复位动力缸可提供推挽输出或旋转输出。29 英尺磅（39 焦耳）类型的差动动力缸可提供旋转输出。

表 1-1. 调速器油压与动力缸工作量（典型）

调速器工作油压	动力缸工作量	
	12 英尺磅 (16 焦耳) 弹簧复位	29 英尺磅 (39 焦耳) 差动
100 psi (690 kPa)	12 英尺磅 (16 焦耳)	29 英尺磅 (39 焦耳)
200 psi (1379 kPa)	—	58 英尺磅 (79 焦耳)

所有 PGA 船用调速器都配有相同的基础组件，而不管实现完整控制的难易程度如何。下面这些组件在每个 PGA 船用调速器中都可以找到，足以使调速器保持恒定的发动机转速，前提是负载不超过发动机容量：

- 油泵储油器和用于保持统一油压的安全阀
- 轻量级离心转头先导阀组件，可控制流入和流出调速器动力缸组件的油量
- 动力缸组件（有时也称为伺服电机），放置燃料架、燃料阀或原动机的蒸汽阀
- 补偿系统，可稳定调速器系统
- 气动速度设置装置，用于远程调整调速器的速度设置

说明

调速器

调速器通过调整供应给原动机的燃料量或蒸汽量来控制发动机或涡轮机速度。速度控制可以使速度保持同步（在装置的容量范围内，无论负载如何，调速器均保持恒定的稳态速度）或下降（速度随着负载的增加而下降）。

根据气动传送器或控制器的气压信号向调速器速度设置装置供应空气。调速器将针对每种气压以一定的速度控制发动机。调速器最常见的气压范围是 7 至 71 psi (48 至 490 kPa)。正常情况下, 控制气压最小为 3 psi (21 kPa); 最大为 100 psi (690 kPa)。我们建议调速器的运行速度在 250 至 1000 rpm 之间。

气动速度设置装置是一种波纹管式装置。波纹管速度设置允许对类似装置进行负载分配, 还可清楚、准确地提供速度和速度信号之间的关系。速度设置装置可用于不同范围和幅度的空气输入信号。根据调速器中安装的确切配置, 能够以最多 5:1 的比率调整速度。当无法提供气压信号时, 手动速度设置旋钮会整合到装置中以允许手动操作。

底座组件

PGA 调速器上可使用各种底座组件。本手册中提到了五种类型的底座, 以及相应的轮廓图和解图:

- PG 标准
- PG/UG-8 标准
- PG/UG-8-90° (相对于 PG/UG-8 标准, 底座旋转了 90°)
- PG/UG-40
- PG 扩展型底座

这些底座组件基本上都配有相同的基础组件。装置之间的差异在于底座配置和使用的驱动轴类型 (参见图 1-3 到 1-7)。PG 标准底座使用锯齿状或特殊驱动轴: PG/UG-8、PG/UG-8-90° 和 PG/UG-40 底座可能会使用锯齿状或键控驱动轴; PG 扩展型底座仅使用键控驱动轴。

驱动轴通过机械连接到发动机或涡轮机进行驱动, 可旋转调速器油泵驱动齿轮、轻量级转头和先导阀套管。

参考

- 36652 PG 自动安全停机和警报
- 36695 PG 歧管气压偏差燃油限制器
- 36701 PGA 调速器产品规格

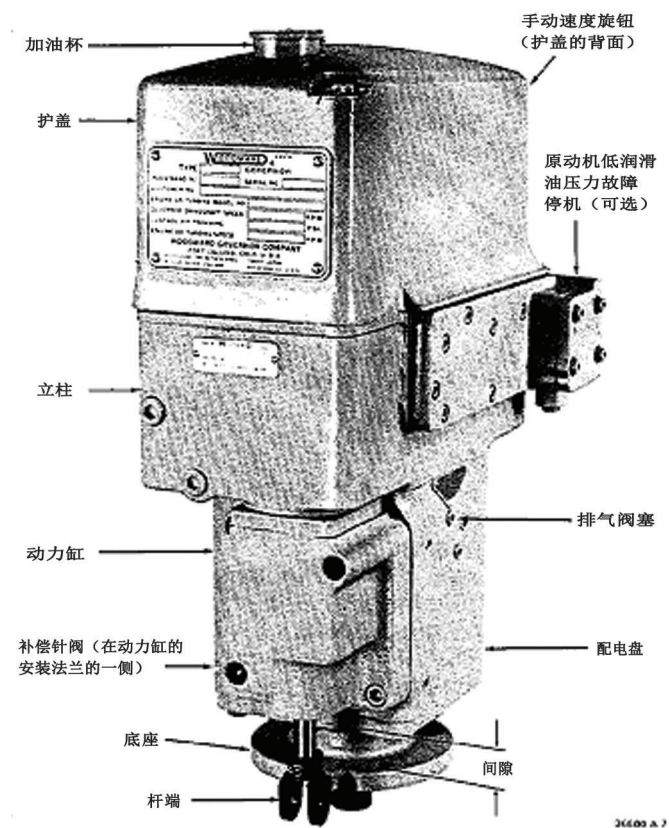


图 1-1. 配有 12 英尺磅线性输出动力缸的 PGA 调速器

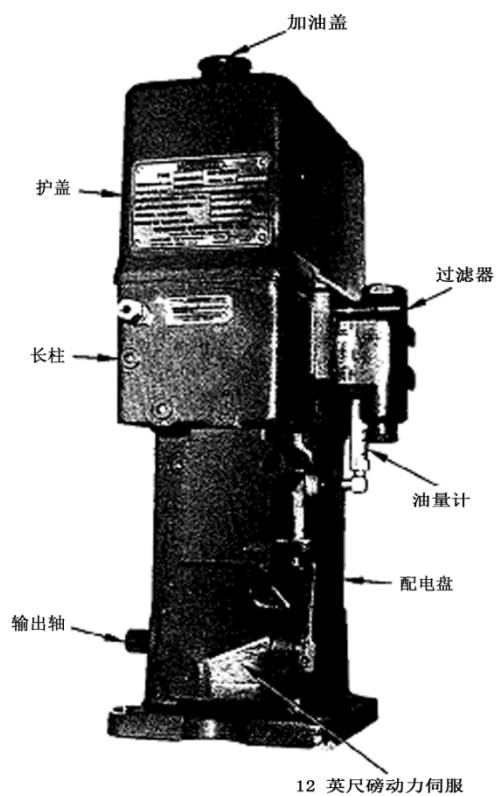


图 1-2. 配有 12 英尺磅旋转输出动力缸的 PGA 调速器

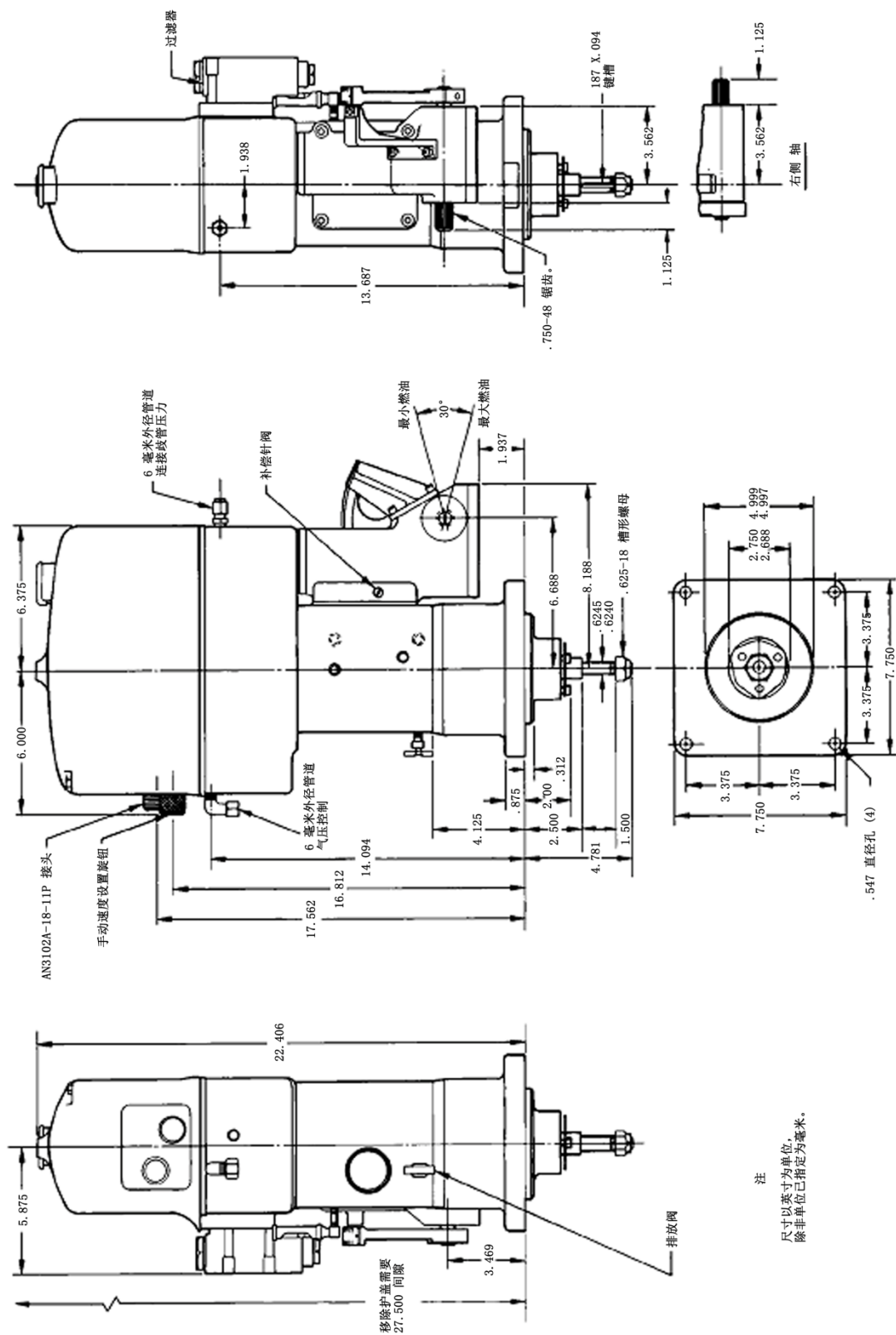


图 1-3. 配有 12 英尺磅旋转伺服和 UG-40 底座的 PGA 的轮廓图
(不要用于施工。)

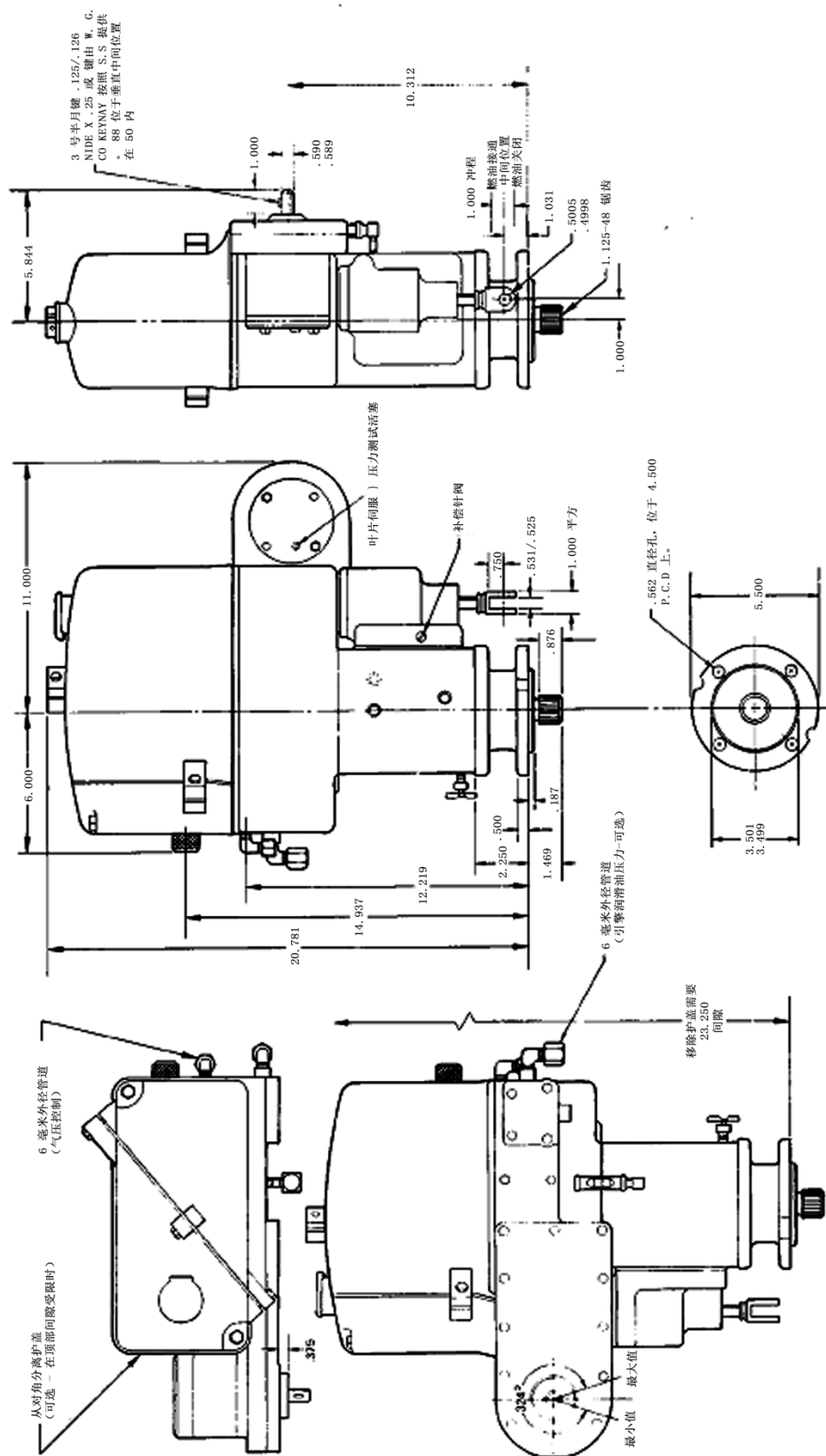
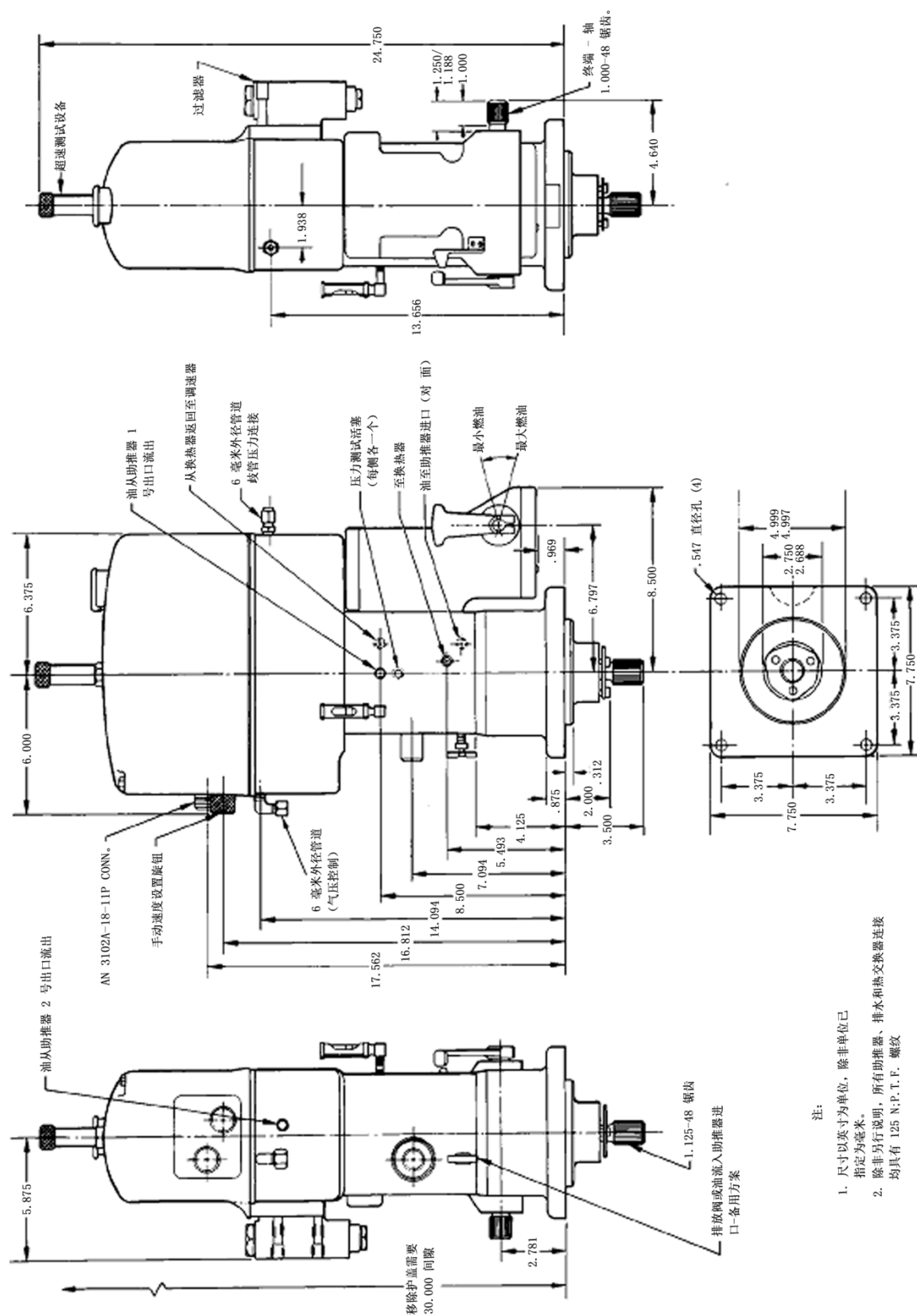


图 1-4. 配有 12 英尺磅线性输出、PG 标准底座和具有轴伸的叶片伺服的 PGA 的轮廓图（不要用于施工。）



- 注:
1. 尺寸以英寸为单位, 除非单位已指定为毫米。
 2. 除非另行说明, 所有助推器、排水和热交换器连接均具有 125 N.P.T.F. 螺纹。

图 1-5. 配有 58 英尺磅旋转输出和 UG-40 底座的 PGA 的轮廓图
(不要用于施工。)

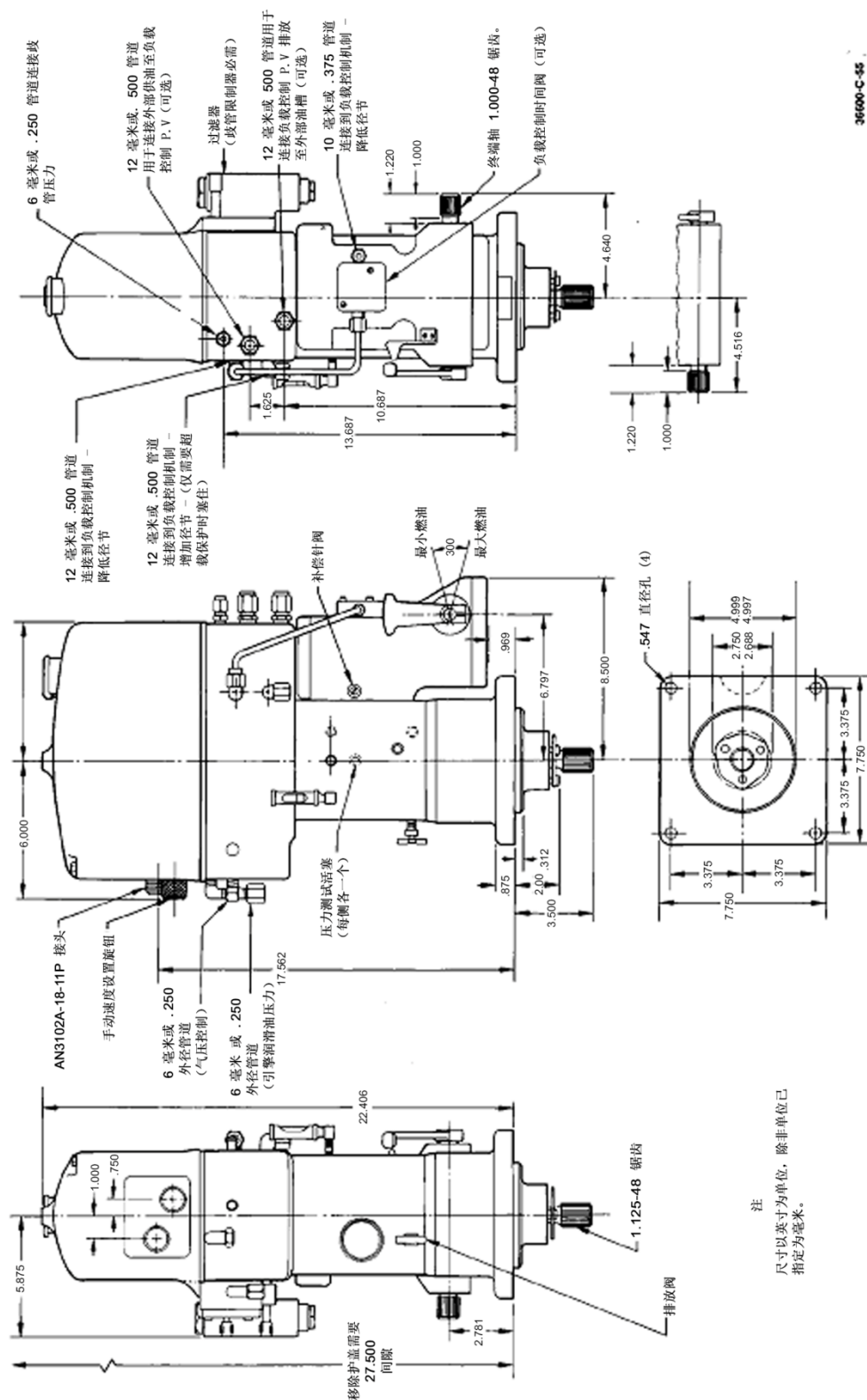
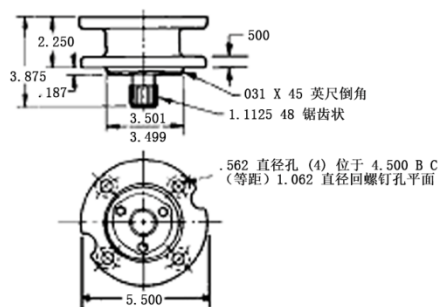


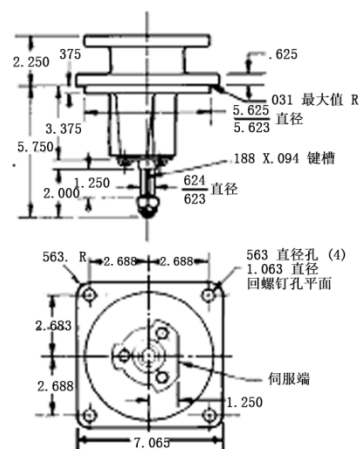
图 1-6. 配有 58 英尺磅旋转输出、UG-40 底座和负载控制的 PGA 的轮廓图（不要用于施工。）



标准底座总成

(锯齿状驱动轴 - 标准, 花键驱动轴 - 特殊)

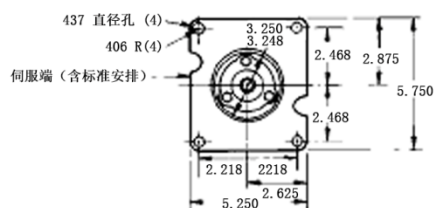
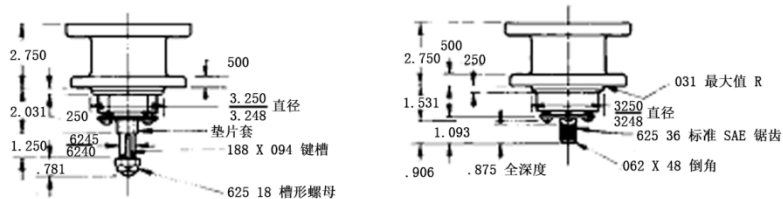
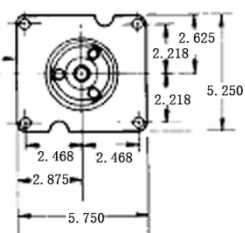
仅键控驱动轴



PG 扩展型底座总成

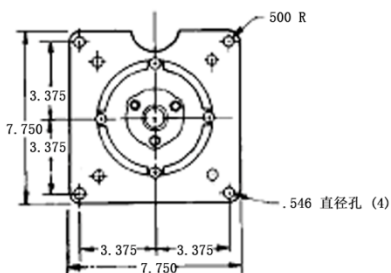
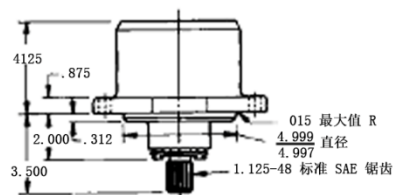
键控驱动轴

锯齿状驱动轴

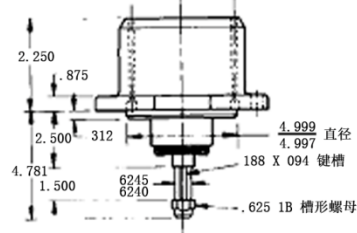
伺服端, 含特殊底座
(已旋转 90 度)

PG-UG8 和 PG-UG8-900 底座总成

锯齿状驱动轴



键控驱动轴



PG-UG40 底座总成

图 1-7. 底座组件的轮廓图
(不要用于施工。)

第 2 章 安装

简介

请参见图 1-3 至 1-7，获取有关 PGA 调速器物理尺寸的信息。

请小心操作调速器，尤其注意不要敲击驱动轴。跌落或放置调速器时请勿用驱动轴支撑。此类操作可能会损坏调速器油泵的齿轮。



警告

发动机、涡轮机或其他类型的原动机必须配备超速停机装置，以避免原动机出现失控或损坏，导致可能的人身伤害、生命或财产损失。

超速停机装置必须完全独立于原动机的控制系统。出于安全考虑，可能还需要超温或超压停机装置。

接收

从工厂收货时，PGA 调速器使用螺栓垂直紧固在木质平台上。经过工厂测试后，调速器里的油已耗尽。这会在内部零件表面留下一层光亮的油膜，防止生锈。无需进行内部清洁。

存储

请垂直存放调速器并装满油。要垂直存放调速器，请用螺栓将其紧固在平台上或放在运输箱中。由于出厂时已经将油倒空，因此存储之前，请将调速器装满油。

安装要求

调速器和附件安装垫之间必须使用一个垫片。将调速器底座安装在附件安装垫上，在调速器与驱动装置之间使用适当长度的联轴器。确保驱动轴组件不存在过紧或过量侧向载荷问题，或者联轴器不会过松。驱动轴应该毫不费力就可以推到调速器中。请垂直安装调速器。

注意

如果安装的调速器被设计为仅朝一个方向旋转，则请确保发动机或涡轮机驱动与调速器驱动的旋转方向相同，否则调速器将会损坏。个别调速器的说明书中指出了此装置是否限制驱动仅朝一个方向旋转以及是否配备止回阀。

正确调整调速器与油泵之间的连杆，以消除过紧和/或过度反弹问题。必须根据发动机制造商的规定调整调速器终端轴角度位置与燃油控制位置之间的关系。许多调速器包含一项称为补偿“截止”的常用功能。由于动力缸中补偿截止端口所在的位置，必须对燃油控制连杆进行调整，以便怠速无负载时，调速器的输出至少为到最低位置的移动距离的 15%。

按照正安装的特定型号的调速器的要求进行液压和电气连接（如果有）。

液压控制润滑油

在选择适合调速器使用的润滑油/液压油时，可使用本手册作为指南。油的等级选择取决于随着调速器工作温度变化而变化的粘性。此外，还可使用本手册来帮助识别和修正与调速器中使用的油相关的常见问题。本手册不仅仅用于选择适用于发动机、涡轮机或其他类型的原动机的润滑油。

在 Woodward 调速器与原动机共用供油系统的情况下，请使用原动机制造商建议的润滑油。

调速器用油既是润滑油也是液压油。该油必须具备能够适应工作温度范围的粘度指数，并且必须与添加剂适当混合，以使其在此温度范围以外保持稳定且可预测。调速器用油必须与密封材料（腈、聚丙烯酸物和碳氟化合物）相容。许多汽车发动机和燃气发动机用油、工业润滑油和其他矿物油或合成油都满足这些要求。Woodward 调速器的设计目标是，当处于工作温度下的液体粘度在 50 到 3000 SUS（赛氏通用粘度秒）之间时，使用大多数油提供稳定工作。理想情况下，正常工作温度下的粘度应保持在 100 到 300 SUS 之间。调速器的响应能力不佳或不稳定往往表明油的粘度过高或过低。

调速器内的组件过度磨损或咬粘表示存在以下可能性：

1. 以下问题导致润滑不足：
 - A. 油在温度较低或启动时缓慢流动。
 - B. 调速器中没有油。
2. 以下问题导致油受污染：
 - A. 不干净的装油容器。
 - B. 调速器暴露在冷热循环中，致使油中含有冷凝水。
3. 以下问题导致油不适合工作条件：
 - A. 环境温度的变化。
 - B. 不正确的油等级造成油存在泡沫、气体。

在超出油温上限的情况下持续运行调速器将导致油氧化。这一点可通过调速器零件上的光漆及污物沉积加以识别。为了减少油氧化，可利用热交换器或其他装置降低调速器的工作温度，或者换用在工作温度下抗氧化能力更强的油。

**警告**

如果粘度超出 50 到 3000 SUS 的范围，则可能影响调速器的稳定性，并可能导致原动机超速，造成人员伤害或死亡。

我们在图表（表 2-1）中提供了具体的油粘度建议。选择一种现成的优质润滑油（矿物油或合成油）并一直使用。请勿混用不同类别的油。符合“S”类或“C”类 API（美国石油学会标准）发动机使用分类标准（以“SA”和“CA”到“SF”和“CD”开头）的润滑油均适用于调速器。符合以下规格的性能要求的润滑油也同样适用：MIL-L-2104A、MIL-L-2104B、MIL-L-2104C、MIL-L-46152、MIL-L-46152A、MIL-L-46152B 和 MIL-L-45199B。

如果发现油被污染或怀疑油导致调速器不稳定，请更换调速器用油。在油仍然处于高温和震动状态时将其排干。使用具有润滑特性的清洁溶剂（煤油）冲洗调速器，然后重新注入新油。如果排放时间短，不足以使溶剂充分排干或挥发，请使用重新加注的同种油冲洗调速器，以免对新油造成稀释或导致可能的污染。为了避免再次污染，更换的润滑油应不含有任何灰尘、水分和其他外来物。应使用洁净的容器储存和输送油。

经过精心挑选，能够符合工作条件并与调速器组件相容的油应当能够保持较长的换油时间间隔。在理想条件下工作的调速器（最小程度地接触灰尘和水分，并且在润滑油的温度界限内），可以将换油间隔延长到两年或更久。在有条件的情况下，对润滑油进行例行分析有助于决定换油频率。

应该向专家咨询任何持续或反复出现的用油问题，以获取解决方案。

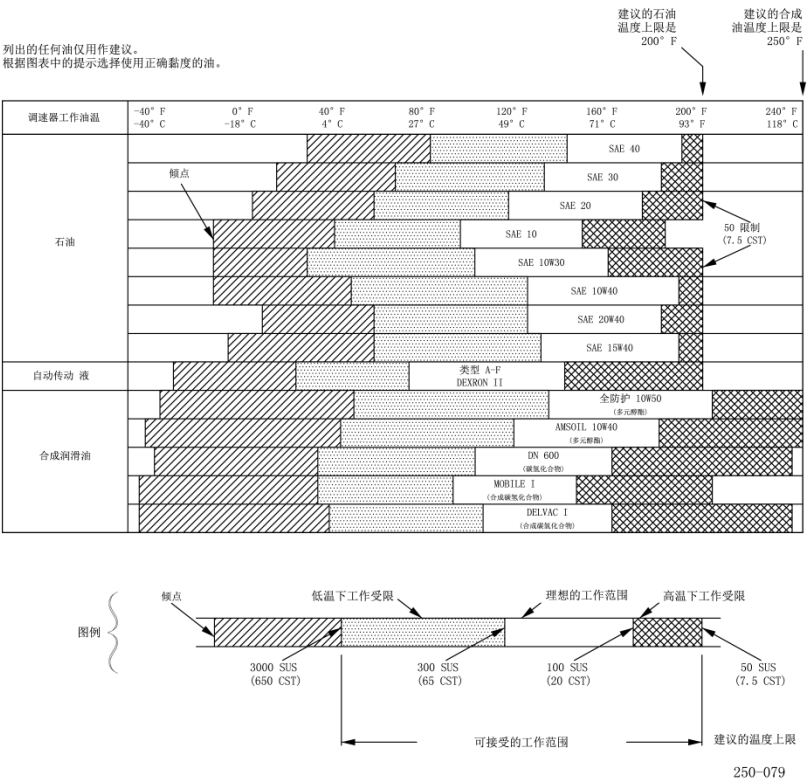
对于连续的调速器工作，建议油温为 140 °F 到 200 °F（60 °C 到 93 °C）。测量位于机壳外部下端的调速器或促动器的温度。实际油温会略高 10 °F（6 °C）左右。环境温度的范围为 -20 °F 到 +200 °F（-29 °C 到 +93 °C）。

重要

重点关注调速器内的液压流体属性。

间隙

请保留足够的间隙，以便连接控制连杆、给调速器注油并移除上盖。



粘度对比				
厘司 (CST、CS 或 CTS)	赛氏通用粘度秒 (SUS) 标称华氏 100 度	SAE 马达 (近似值)	SAE 齿轮 (近似值)	ISO
15	80	5W		15
22	106	5W		22
32	151	10W	75	32
46	214	10	75	46
68	310	20	80	68
100	463	30	80	100
150	696	40	85	150
220	1020	50	90	220
320	1483	60	115	320
460	2133	70	140	460

250-087
97-11-04 skw

表 2-1. 润滑油的粘度与工作温度

第 3 章

调试

简介



警告

在启动发动机、涡轮机或其他类型的原动机时，做好随时进入紧急停机的准备，以使原动机免受失控或损害，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。

可以在现场进行这些调试以获得最佳性能，或在维修后进行调试。在进行任何调试前，务必注意起始点。

通常情况下，将新的或大修后的调速器投入使用的唯一要求是，给调速器注油并调试补偿针阀以获得最大的稳定性。已在工厂测试期间根据发动机制造商的规格进行了所有其他的操作调试，应该不再需要进一步的调试。不要试图对调速器进行内部调试，除非对正确的程序非常熟悉。

补偿针阀调试

补偿针阀是补偿系统的可调部分，它的设置取决于原动机的个体特征，并直接影响到调速器的稳定性。

1. 原动机怠速运行时，将补偿针阀打开几圈以使发动机摆动。在某些情况下，只打开针阀可能不会导致发动机摆动，但手动调节调速器的速度设置可以实现这一目的。让发动机摆动几分钟以排出液压回路中滞留的空气。
2. 逐步关闭补偿针阀，直到摆动消除。使针阀保持打开，尽可能防止调速器反应迟缓。针阀打开设置从 1/16 圈到 2 圈不等。永远不要将其关紧，当存在这种情况时，调速器便不能顺利地运转。
3. 通过手动调节调速器的速度设置，检查调速器的稳定性。当调速器返回至一个略高或略低的速度时，补偿调试可获得令人满意的结果。针阀一旦调整正确，没必要再更改设置，除非是针对影响调速器润滑油粘度的温度的大的、永久性更改。

重要

如果调整后发动机未返回到一个稳定的状态，且针阀几乎是关闭的，则用下一个更高规模的弹簧更换现有的缓冲弹簧。

速度设置调整

气动速度设置装置是一种直接类型，可随着控制气压信号的增强而增加调速器速度设置。执行下列可用于设置调速器最大和最小运行速度的程序。

PG 调速器的建议速度范围是 250 至 1000 rpm，最大速度范围是 200 至 1600 rpm。

直接速度设置装置

(图 3-2)

重要

调速器速度设置调整（尤其是建立调速器速度范围与控制气压范围的调整）是相互作用的，范围的一端发生更改，另一端也会受到影响。因此，无论何时需要更改低速或高速设置，整个调整过程应逐一进行。最好是在调试台上进行速度调整，不过，如果能够做到小心谨慎并避免超速运行原动机的任何可能性，那么也可以在原动机上进行调整。

1. 如果调速器配有一个可选的电磁阀或压力驱动的停机装置：
 - a. 电磁阀型—如果在断电时调整到关闭状态，则必须通电。
 - b. 压力型—如果在低压下调整到关闭状态，则必须加压以高于关闭点的压力。
2. 将手动速度调节旋钮逆时针旋转到底（直到离合器打滑），使之到达最小速度位置。
3. 先放置高速调节定位螺钉（125，图 3-1），使上端与 T 形速度设置螺钉（123）上端齐平。

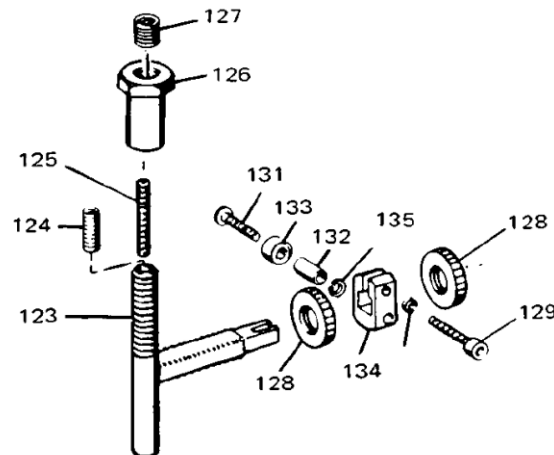


图 3-1. 高速调节分解图

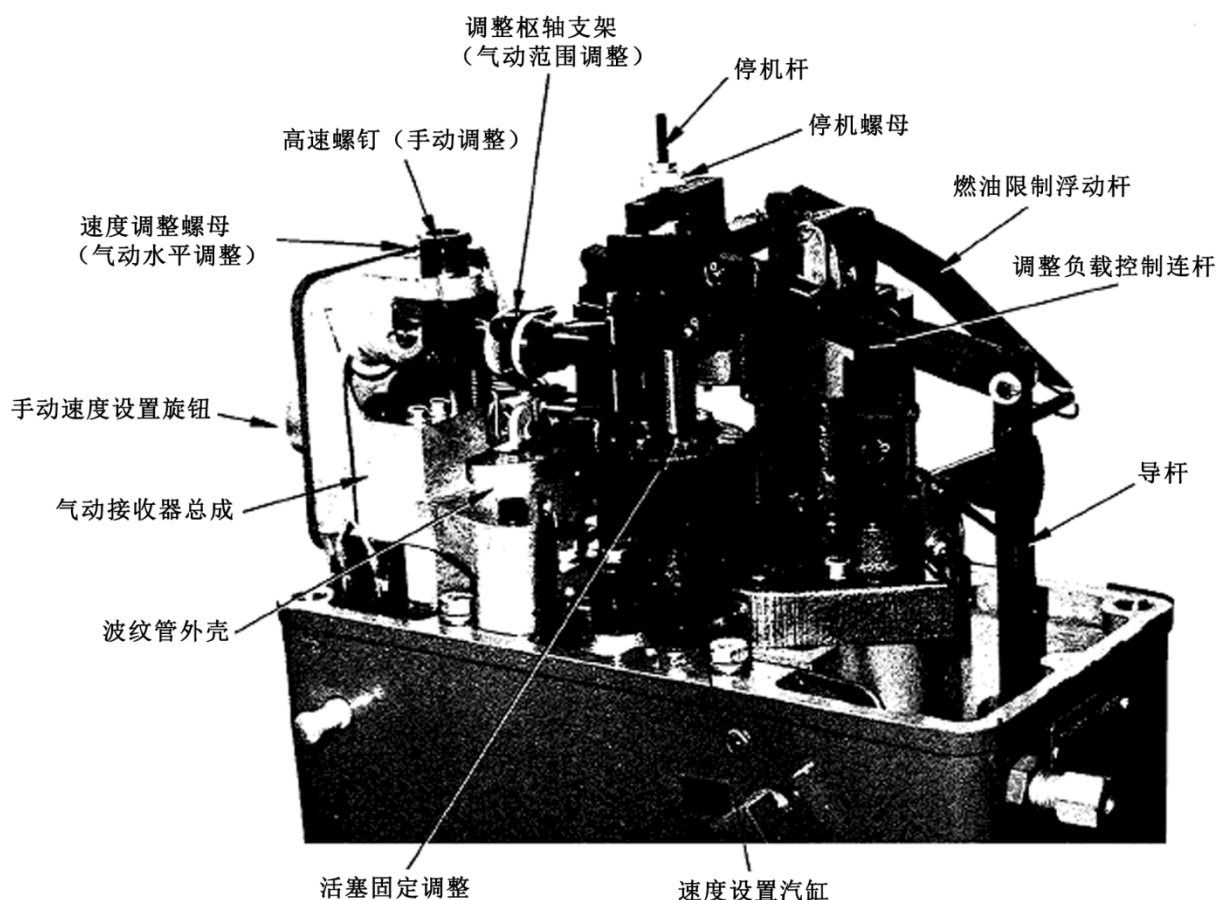


图 3-2. 移除上盖的调速器的左侧视图
(所示调速器带有负载控制和单腔燃油限制器)

4. 先放置速度设置活塞固定螺钉（48，图 3-3），使其伸出速度设置汽缸顶部 1/2 英寸。

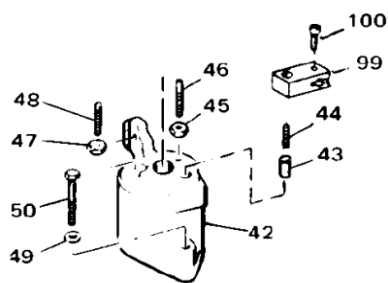


图 3-3. 速度设置汽缸分解图

5. 调整调速器低速设置，如下所示：
 - a. 打开调速器的控制空气，调节至与所需低速（怠速）对应的最低压力。
 - b. 按照要求在速度设置螺钉上旋转速度调节螺母（图 3-2）（逆时针旋转以增加速度），直到在最低控制气压下达到所需的低速。

重要

保证气动低速调节螺钉 (109) 在复位杆处不接触止动销 (106)，而且活塞固定螺钉 (48) 不干扰速度设置活塞的向上移动。

6 根据控制气压范围校准调速器速度范围，如下所示：

- a. 朝所需的最大值慢慢增加控制气压。注意不要使原动机超速。

重要

保证最大速度限制阀调节螺钉 (44，图 3-3) 在速度设置活塞杆处不接触和过早脱离速度设置汽缸顶部的限流止回阀 (43)。

- b. 如果在控制气压调整到所需最大值之前达到所需的高速，朝速度设置汽缸移动滚珠轴承枢轴支架（支点）（134，图 3-1），以减小与控制气压范围相关的调速器速度范围。
 - c. 如果在达到所需高速之前控制气压调整到所需的最大值，朝速度设置汽缸的反方向移动滚珠轴承枢轴，以增加与控制气压范围相关的调速器速度范围。
 - d. 要调整滚珠轴承枢轴，松开速度设置螺钉臂上枢轴支架最上面的螺钉。通过松开支架上适当一边的滚花螺母并拧紧相对边的螺母，调整臂上支架（和滚珠轴承枢轴）的位置。
7. 每次调整枢轴支架后，必须重新调整低速设置。重复步骤 5 和 6，直到所需的低速正好对应所需的最小控制气压，并且同时达到高速和最大控制气压。速度必须立即开始随着超过最小值的控制气压的增加而增大。
8. 将控制气压调至最大值。使原动机速度稳定。顺时针旋转限制阀调节螺钉（44，图 3-3），直到原动机的转速刚开始降低，然后回转 1/4 到 1/2 圈，再锁定到位。这将防止或限制原动机意外超速（如果速度设置活塞由于任何原因超过其高速位置）。
9. 将控制气压减至最小值。
10. 顺时针旋转活塞固定螺钉（48，图 3-3），直到它刚接触速度设置活塞的顶部，然后回转整三圈（3/32 英寸/2.4 毫米），再锁定到位。

重要

活塞固定螺钉通常用来限制停机期间速度设置活塞向上移动至低速活塞位置上的 3/32 英寸（2.4 毫米）处。这使调速器在启动时更快速地打开燃油控制，从而最大限度地缩短启动时间。

一些调速器应用可能需要较低或最低停止速度，在这种情况下，活塞固定螺钉用于限制低速或最低速度点上活塞的向上移动。完成后，调速器将不能用来关闭原动机，为此，必须提供调速器的一些外部装置。

11. 向上抬起停机杆，直至消除任何轴向间隙（空转），但又不至于造成原动机转速降至低速设置以下。在向上举起停机杆时，将停机螺母放在杆上，使之在速度设置活塞杆支点顶端 0.050 英寸（1.27 毫米）处，并用上螺母锁定到位。

重要

在调速器应用不需要停机功能时，通常省去停机螺母。如已包含螺母，但不需要停机，请确保螺母位于停机杆的顶部且与支点保持最大距离。

12. 如果调速器在控制空气关闭或意外中断时关闭原动机，调整气动低速止动螺钉，使之在低速复位杆止动销下方 0.040 至 0.050 英寸（1.02 至 1.27 毫米）处。关闭调速器的控制空气，让原动机关闭。重新调整止动螺钉，使螺钉头和复位杆的止动销之间的间隙为 0.002 至 0.005 英寸（0.05 至 0.13 毫米）。
13. 如果调速器在控制空气关闭或中断时调到低速，调节气动低速止动螺钉，使之在无控制气压的情况下达到所需的速度。速度应该至少比怠速低 20 rpm。

注意

只有当调速器停止时，松开并拧紧锁紧螺母（108，图 3-4）以调整低速止动螺钉（109）。进行此调节时，如果调速器旋转，会导致先导阀柱塞合并到先导阀套管中。

14. 调整手动速度设置旋钮的最大速度设置，如下所示：
 - a. 关闭调速器的控制空气。如果调速器在控制空气中断时调节到关闭状态，顺时针旋转手动速度调节旋钮，直到原动机速度在关闭控制空气之前略有增加。
 - b. 顺时针旋转手动速度调节旋钮，直到原动机高速运行。
 - c. 顺时针旋转速度调节螺钉 123 中的高速调节固定螺钉（125，图 3-1），直到刚接触高速止动销。如果固定螺钉旋转太多，原动机转速就会降低。

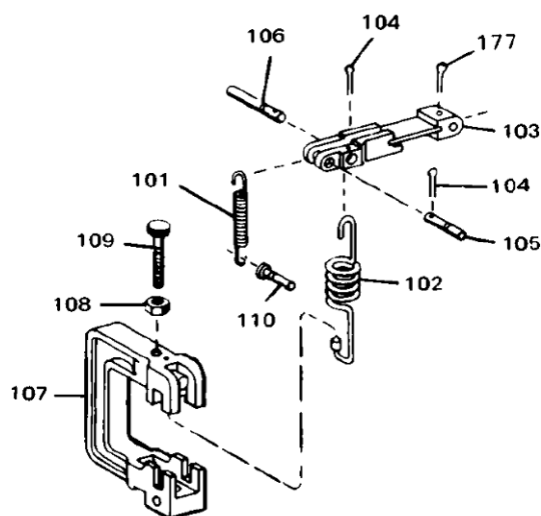


图 3-4. 低速调节分解图

15. 在气动控制下恢复正常运行之前，请确保将手动速度调节旋钮逆时针旋转到底，使之到达最小速度位置。

降速调节

通常情况下，调速器由原动机制造商指定的工厂进行降速调节。原动机的特征或系统要求可能需要重新进行细微的调整。如要调整，顺着支点销的槽松开止动螺钉和滑动凸轮（参见图 3-5）。远离支点销中心线朝着动力活塞尾杆的方向移动凸轮凸角以加快速度的下降，或朝着中心线移动以减缓速度的下降。当凸轮凸角的中心线和支点销重合时（“0”减速），调速器将同步运行。

注意

不要让凸轮超过“0”降速位置，因为会发生“负”降速（原动机速度随着调速器动力活塞向最大燃油或蒸汽位置的移动而增加）。这将导致非常不稳定的调速操作。

要使原动机并行操作，降速设备必须有足够的降速以防止负载在原动机之间交换。

润滑油或水压故障停机装置

请参见手册 36652 “PG 自动安全停机和警报”。

超速跳闸测试装置

请参见第 7 章“辅助功能和设备”。

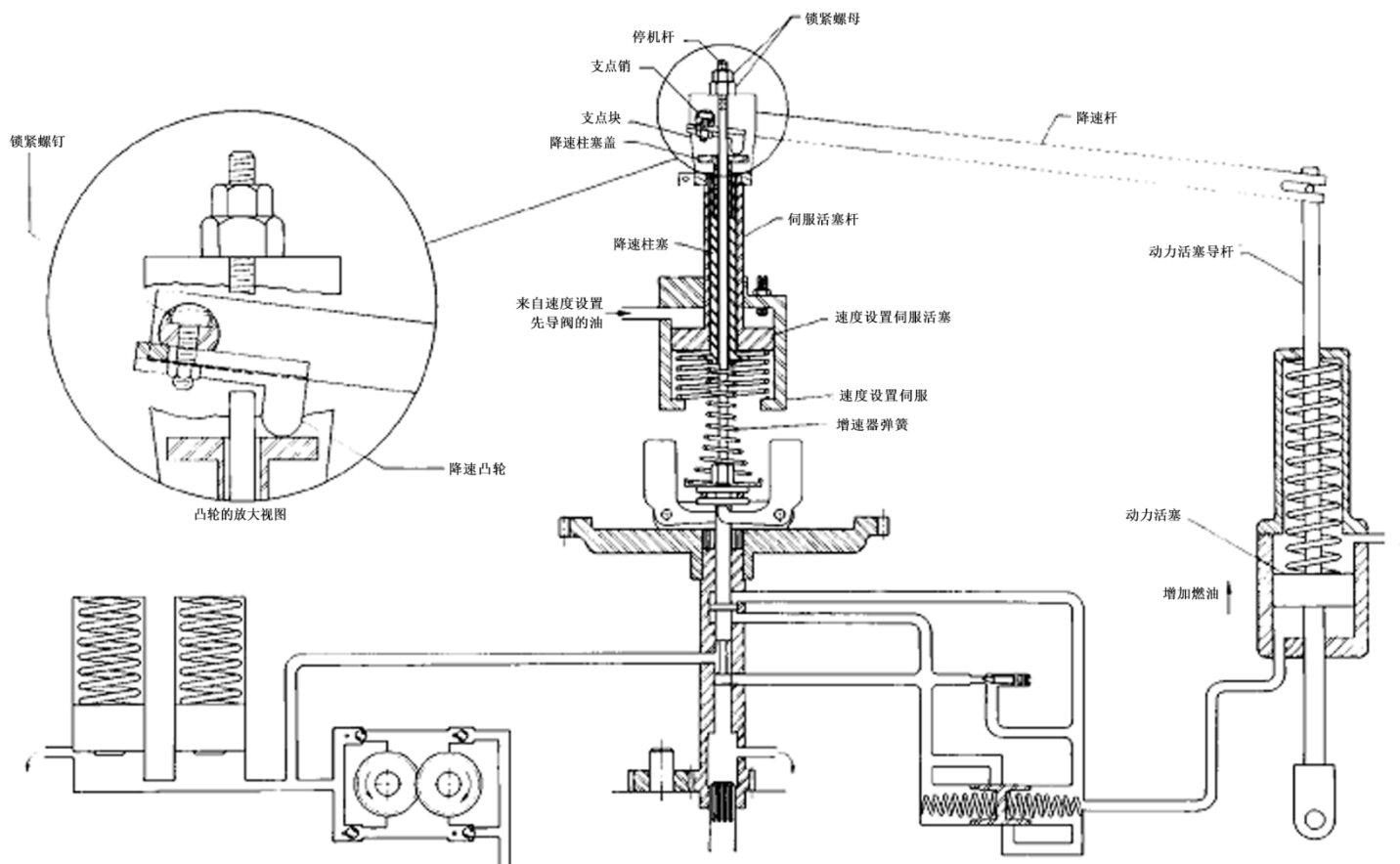


图 3-5. 降速连杆原理图

电磁阀停机装置

请参见第 7 章“辅助功能和设备”。

角式燃油限制器连杆的现场调节

以下信息仅适用于图 3-6 所示类型的歧管压力燃油限制器。

一些调速器配有图 7-21 所示类型的燃油限制器。由于这种类型的限制器的调节只能在调试台上进行，本手册不提供任何说明。有关完整的调试台调节程序，请参见手册 36695 “PG 歧管气压偏差燃油限制器”。

图 3-6 和 3-7 显示了各种调节，并说明了每种调节的效果。

有一点我们必须明白，这些都是大致的说明，因为不同的调速器之间不可避免地会存在差异。调节 (C) 可能会比其他方法更能显示这种变化，因为它接近连杆枢轴销。在燃油限制点根据尾杆移动距离的增量绘制图形（按高于和低于针对特定调速器提供的基准设置的调节单位）。

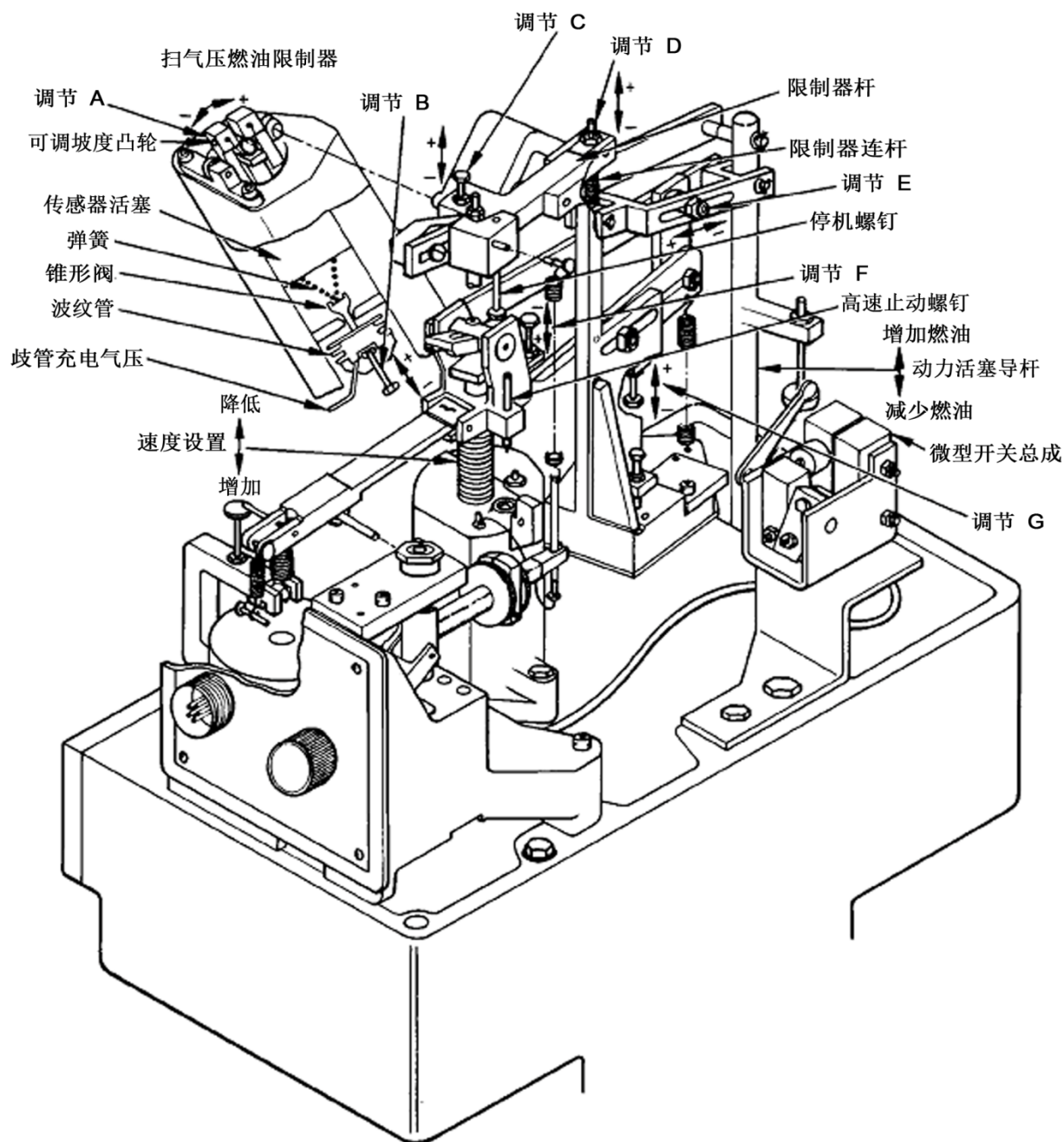


图 3-6. PGA 调速器燃油限制器连杆调节
(与角式燃油限制器和速度设置燃油限制器一并显示)

调节 (A)

此螺钉的调节使充油压力燃油限制器凸轮的角度和燃油限制器特性的斜率发生变化。

进行此调节后，有必要通过调节 (C) 调整限制器曲线的基础，使其恢复到原始值。该图形显示了进行两种调节后，燃油限制点处调速器尾杆移动距离增量之间的关系（按调节单位）。

调节 (B)

这是波纹管基准调节螺钉。它的设置决定了促使燃油限制器活塞开始向下移动的歧管充油压力，增加了发生燃油限制时的调速器尾杆移动距离。其作用是侧向移动限制特性，使之与充油压力轴平行。

调节 (C)

该螺钉的调节可提高或降低整个歧管充油压力的燃油限制特性。

调节 (D)

这是速度设置燃油限制器基准设置螺母。其调整可提高或降低整个限制特性。

调节 (E)

此连杆枢轴销在连杆上的位置调整会改变杠杆比，因此，对于速度设置活塞位置一个固定的前进距离，调速器动力活塞尾杆在燃油限制点的相应移动距离可能会增加或减少（燃油限制特性的斜率可能会改变）。

进行此调节后，有必要通过调节 (D) 调整限制器曲线的基础，使其恢复到原始值。该图形显示了进行两种调节后，燃油限制点处调速器尾杆移动距离增量之间的关系（按调节单位）。

调节 (F)

为低于速度设置（此螺钉接触限低杆）的所有速度保持恒定的燃油限制。

螺钉的调节使速度设置（达到限制特性的倾斜部分）发生变化。其作用是侧向移动特性，使之与速度设置轴平行。

调节 (G)

该调节在低速设置下（即进行调节 (F) 时）改变恒定“燃油限制”的级别。它只影响较低部分的特性。

PGA 调速器燃油限制器连杆调节

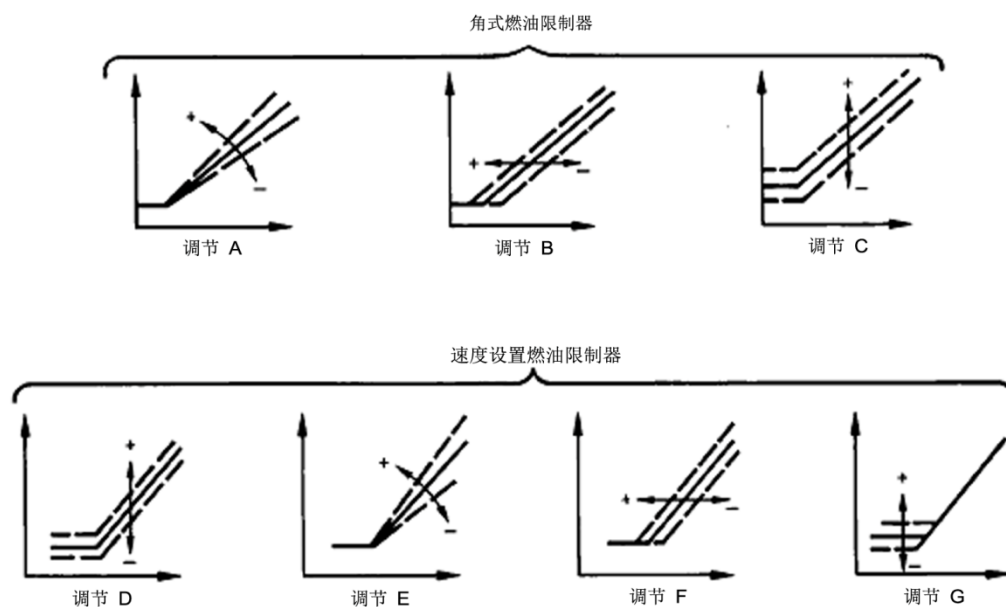


图 3-7. 燃油限制器调节的效果图

第 4 章

故障排除

简介

不可能预测现场遇到的各种麻烦。这涵盖了遇到的最常见问题。差的调速效果可能是由于调速器性能不好，或者是由于调速器试图纠正发动机或涡轮机辅助设备的错误操作。还应考虑任何辅助设备对调速器的整体控制的影响。



警告

在启动发动机、涡轮机或其他类型的原动机时，做好随时进入紧急停机的准备，以使原动机免受失控或损害，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。

润滑油

调速器油面必须保持在装置运行时玻璃油位表上的线条之间。正确位置是配电盘和圆柱的接合线 - 玻璃油位表上的上线 - 不能再高。应严格遵守油表旁贴花上的说明。油污约导致 50% 的调速器问题。使用干净的新油或过滤的油。用于加注调速器的容器应该是非常干净的。受水污染的油会迅速分解，产生泡沫并腐蚀内部调速器零件。

补偿针阀

控制发动机或涡轮机的调速器的补偿针阀必须正确调节，即使补偿针阀可能已在工厂或调速器测试设备上调节过。由于装置以无负载的恒定速度运行，即使调速器的运行可能看起来令人满意，调速器仍有可能没有正确地调节。

高速过量和低速不足，负载变化或速度设置改变后的速度恢复慢，这些都是不正确的补偿针阀设置的结果。

定义

使用下页中的图表来确定错误操作的可能原因，并纠正这些问题。图表中使用的术语的定义如下：

摆动

一种有节奏的速度变化，可以通过手动阻止调速器运行的方式消除，但当调回至调速器控制时会再次出现。

剧烈的振动

一种有节奏的速度变化，一直大幅度震动，可以通过手动阻止调速器运行的方式消除，当调回至调速器控制时不会再出现，除非速度设置改变或负载改变。

微动

调速器燃油杆端（或终端轴）和燃油连杆的高频振动。不要将此与调速器的正常控制操作混淆。

初步检测

调速器问题通常通过原动机的速度变化显示，但这并不表示此类变化是由调速器引起的。当出现不适当的转速变化时，应执行以下步骤。

1. 检查负载以确保速度变化不是负载变化超过原动机容量的结果。
2. 检查发动机操作，以确保所有汽缸正常点火，且燃油喷射器处于良好的工作条件并已正确校准。
3. 检查调速器与燃油控制器或蒸汽控制器之间的拉杆，以确保不存在约束性反弹或过度反弹。
4. 检查调速器补偿针阀的设置。
5. 检查控制气压传送器的操作。
6. 检查调速器油压。可通过调速器配电盘两侧的测试端口完成此操作。
7. 液压调速器的大部分问题都由油污造成。沙砾和其他杂质可能与油一起装入调速器，也可能在油开始分解（氧化）或变成泥状时进入。装置内的油会持续润滑内部的移动部件。由于油内沙粒和杂质导致的过度磨损，阀、活塞和柱塞将粘住，甚至“凝固”在各自的钻孔内。如果出现这种情况，可通过用燃油或煤油冲洗装置的方式解决运行不稳定或响应能力不佳的问题。由于商业溶剂可能损坏密封件或垫圈，不建议使用。

如有可能，请一年换油和冲洗调速器两次。移开上盖，打开排气阀并排出旧油。以在调速器中加满燃油的方式冲洗调速器，并在发动机处于低速运行状态时，让调速器轮转。通过打开针阀两圈或三圈的方式让调速器轮转。让调速器摇摆一两分钟，停止发动机并排干调速器内的油。再次冲洗调速器。为调速器加油，将油倾倒在内部所有可见零件上。启动发动机，并重置补偿针阀。

8. 检查调速器的驱动器，看是否存在任何偏差、粗糙、过度反弹等迹象。

表 4-1. 故障诊断

故障	原因	纠正措施
1. 发动机摇摆或颠簸。	A. 针阀调整不正确。	按调速器手册中的说明调整针阀。
	B. 缓冲弹簧过轻。这种问题可能会出现在新安装设备上，也可能出现在负载条件发生巨大变化的老设备上。	安装更重的缓冲弹簧（请咨询 Woodward）。
	C. 发动机拉杆、燃油泵或气阀发生空转。	维修拉杆、燃油泵或气阀。
	D. 发动机拉杆、燃油泵或气阀过紧。	维修并重新调整拉杆、燃油泵或气阀。
	E. 调速器冲程过短。这种问题可能会出现在新安装设备上。冲程至少应为怠速和满载状态下调速器总行程的 50%。	重新设计燃油拉杆或返工，以获得更长的调速器冲程。（请咨询发动机制造商和 Woodward）。
	F. 油位偏低。如果仍能通过玻璃液位计看到油的顶部，则不会产生危害。	慢慢将油加至液位计中正确的油位。
	G. 调速器中的油受到污染或产生泡沫。	将调速器中的油排干，将其冲洗干净并重新注入适量清洁的油。按调速器手册中的说明排出空气并调整针阀。
	H. 调速器磨损或未正确调整。	尝试不使用调速器，或进行维修和调整。 a. 检查飞锤销和轴承是否磨损。 b. 检查飞锤足是否磨损和/或存在平点。 c. 检查飞锤头推力轴承和调心轴承。 d. 先导阀柱塞可能粘住了。如有必要，请对其进行清洁和抛光。 注意 请勿损坏控制区的角。 e. 检查先导阀柱塞的纵向调整，如有必要请加以纠正。 f. 清洁并抛光所有移动零件，以确保顺畅、无故障的操作。
	I. 伸缩杆中的弹簧太软。	安装更重的弹簧，以便让伸缩杆始终处于牢固状态。
	J. 调速器不适合于发动机。	请咨询 Woodward。
2. 起动发动机时，燃油泵支架无法快速打开。	A. 调速器内油压较低。	a. 检查调速器泵的齿轮和齿轮容器是否过度磨损。除更换磨损的零件外，无其他纠正方法。 b. 冲洗调速器并重新注入清洁的油，以清除泵止回阀中的污垢。 c. 检查泵止回阀。如果泵止回阀不够紧密，请更换新的。
	B. 起动速度过慢。	安装一个助推器伺服电机（请咨询 Woodward）。
	C. 助推器伺服电机（如果使用）运行不正常。	a. 检查自动空气启动阀的操作。 b. 检查空气和油的连接。
	D. 停机电磁阀未正确接线。	查看线路，以了解断电停机类型。启动时必须使用较小的电压。
	E. 停机螺母未正确调整。	拧松螺母并启动发动机。在怠速运行时，重新调整螺母以留出适当的空隙。
	F. 速度设置或歧管压力燃油限制器设置过低。	增加最大启动油量。请咨询发动机制造商了解正确的设置。

故障	原因	纠正措施
3. 调速器的杆端或终端轴轻微晃动。	A. 发动机驱动装置不平滑。	仔细检查驱动装置： a. 检查齿轮的对齐情况。 b. 检查齿轮系中是否存在轮齿粗糙、齿轮偏心或过度反弹的情况。 c. 检查齿轮键以及将驱动齿轮固定到驱动轴的螺母或固定螺钉。 d. 拉紧曲轴和凸轮轴间的链条（如果使用）。 e. 检查发动机减振器（如果使用）。 f. 如果调速器具有锯齿状驱动轴，检查驱动轴和齿型联轴器是否磨损。
	B. 飞锤头内的柔性驱动装置出现故障。	取下飞锤头零件，加以拆卸和清洁。 检查弹簧，根据需要安装新的弹簧联轴器组件。将联轴器安装在中心位置，以使相反方向上的距离相同。
	C. 调速器没有平稳地固定在发动机安装垫上。	松开螺钉，断开燃油拉杆，并反复几次地在安装垫上将调速器按顺时针和逆时针方向旋转 45°。拧紧螺钉。
4. 互相连接的装置间用于船舶推进或类似安装的负载未正确分配。所有装置处于降速状态。	A. 一个或多个装置的降速设置过低。	a. 检查调速器行程是否至少为总行程的 50%。如有必要，通过缩短终端轴杆来增大调速器行程。 b. 调整每个装置的降速设置，直至达到理想的负载分配。 c. 增大降速设置会缩小装置的负载变化幅度。 d. 减小降速设置会加大装置的负载变化幅度。
	B. 调速器的速度设置不同。	a. 使用精密的压力表检查两个调速器的控制气压。 b. 检查两个调速器的手动速度设置旋钮是否旋转至最小值处。 c. 如果发动机间的负载不平衡值固定不变，则通过重置基本速度调节螺母 (125) 加以纠正。顺时针方向旋转以减小速度，反之亦然。 d. 当速度从最小值变为最大值时，如果负载不平衡从一个发动机移至另一个发动机，则重新调整轴承支架 (134)。
5. 因负载变化引起转速偏差后，发动机的恢复速度缓慢，或者对速度设置的变化反应迟钝。	A. 调速器内的缓冲弹簧不正确。	安装正确的缓冲弹簧（请咨询 Woodward）。
	B. 调速器油压较低。	请参见此表格中的 2A 项。
	C. 燃油供给受限。	清洁燃油过滤器和输油管。
	D. 发动机可能超载。	减少负载。
	E. PG 型调速器配备气动液压速度控制器，旨在慢慢地增加速度设置。如果不接受这种方式，也可以使用提供的特殊零件实现快速操作。	请咨询 Woodward。现场更换可能需要调速器工程专家的帮助。
	F. 增压器无法快速达到新的速度，从而无法提供足够的空气来燃烧添加的燃料。	没有简单的现场纠正措施。需要咨询发动机制造商和 Woodward，或彻底检修增压器。

故障	原因	纠正措施
6. 发动机无法达到额定满载状态。	A. 燃料架开口度不足。	a. 检查燃油泵停止位置，根据需要进行调整。 b. 检查调速器与燃油泵之间的拉杆，根据需要进行调整。 c. 某些特殊的 PG 型调速器配备负载限制设备，调速器可能达到了负载限制。如果认为恰当，可进行调整。 d. 油压可能过低，请参见此表格中的 2A 项。
	B. 燃油供给受限。	请参见此表格中的 7C 项。
	C. 增压器无法提供足够的空气。	彻底检修增压器。
	D. 发动机与驱动负载间的离合器（如果使用）滑动。	参见离合器使用说明手册。
7. 发动机无法达到全速和满载状态。	A. 控制气压偏低。	检查气动传送器和空气管路。
	B. 最大速度止动螺钉过低。	在最大控制气压下，止动螺钉 (46) 不应接触球形止回阀 (52)。
	C. 最小和最大转速均过低。	按逆时针方向旋转以重新调整基本速度调节螺母 (125)，从而提高转速水平。
	D. 只有最大转速过低。	重新调整轴承支架 (134)。
	E. 波纹管泄漏。	安装新的波纹管 (118)。
	F. 调速器处于行程末端（位置 10）。	a. 检查燃油拉杆调整。 b. 检查输油管和过滤器。
	G. 速度设置或歧管压力燃油限制器设置过低。	重新调整设置 A–G。（请咨询发动机制造商）。
	H. 螺旋桨过大。	请咨询造船厂。
8. 齿轮传动式发动机间的负载不停摆动。两个调速器均在摇动。	系统固有频率与 0.5 谐次发动机扭振的共振条件。	请咨询发动机制造商。更改调速器特性可能减弱摆动程度。可能需要安装较硬的联轴器或阻尼较大的联轴器。
9. 发动机启动时超速。	A. 调速器速度过慢。	调整针阀以获得最大的开口。如有可能，安装更轻的缓冲弹簧。
	B. 速度设置过高。	减小启动速度设置。
	C. 启动时，调速器内燃油过多。	a. 限制助推器伺服电机的行程。 b. 重新调整速度设置或歧管压力扭矩限制器（请咨询发动机制造商）。
	D. 补偿旁通管响应迟钝。	安装较短的缓冲活塞。
10. 减速时，发动机失速至最小速度。	A. 调速器速度过慢。	调整针阀以获得最大开口。安装较轻的缓冲弹簧。尝试更短的缓冲活塞。
	B. 最小速度过低。	提高最小速度。
	C. 未在怠速时结束补偿。	请咨询 Woodward，了解调速器的构建方式。

第 5 章

工作原理

简介

为了便于描述，我们将 PGA 调速器分为三个主要部分；分别是基础调速器部分、速度设置部分和降速拉杆部分。原理图（图 5-1）以直观的方式让您了解调速器的工作原理。

基础调速器

基础调速器包括一个油泵、两个蓄压器、一个增速器弹簧、一个飞锤头组件、一个推力轴承、一个先导阀柱塞、一个旋转套管、一个缓冲补偿系统和一个动力缸。

调速器驱动轴穿过调速器底座，并与旋转套管啮合。油泵驱动齿轮是套管的组成部分。油泵为基础调速器部分、速度设置部分以及其他所有辅助功能或设备提供压力油以保证运行，但使用远程负载调节器的应用情况除外，在这种情况下，供油对象为负载控制系统。蓄压器提供压力油存储器，而安全阀能使多余的油通过旁通管到达调速器油槽。

如果蓄压器压力超过 100 psi (690 kPa)，则会在主配电盘上安装减压阀。这会减少供给到速度设置装置和辅助设备的油压。在油泵中反复吸入和排出止回阀可按顺时针或逆时针方向旋转调速器，而无需修改或更改调速器。

重要

部分调速器已被塞住，以限制仅朝一个方向旋转，且并未配备止回阀。

基础 PGA 调速器的运行

球头和套管

旋转套管的上端与飞锤头组件啮合，并提供从原动机到飞锤的直接驱动。推力轴承将飞锤的进出运动转换为先导阀柱塞的上下运动，同时允许柱塞相对于旋转的飞锤保持静止状态。套管和柱塞间的相对运动也可最大程度减小静摩擦。共有两种类型的飞锤头组件可用，具体使用哪种类型取决于调速器驱动链的类型。当驱动链相对无扭转振动时，使用实体转头。而弹簧驱动式油阻尼球形转头组件用于减弱扭转振动（可能从原动机传至调速器）的有害程度。这些振动可能来自驱动链以外的其他来源，但能通过驱动连接到达调速器。除非被最小化或消除，否则这些振动会被感知为速度变化，调速器则会不断调整燃油控制以试图保持恒定的速度。

先导阀柱塞

飞锤离心力往往会抬起柱塞，而增速器弹簧弹力则会降下柱塞。两股方向相反的力中较大的一个使得先导阀柱塞向上或向下移动。当原动机达到任何速度设置指定的速度时，这两股力的大小相同，飞锤则会处于垂直位置。在这个位置上，先导阀柱塞上的控制区以旋转套管中的调节孔为中心。除了渗漏的油外，没有油流向缓冲补偿系统或动力缸，或从中流出。改变两股力中的任何一个，柱塞就会偏离中心位置。

在以下情况下，先导阀柱塞位置会降低：

1. 调速器速度设置不变，但额外的负载降低了原动机和调速器的速度（进而减小了飞锤离心力）。
2. 原动机速度不变，但为了增加调速器速度设置而加强了增速器弹簧弹力。

同样，在以下情况下先导阀柱塞位置会升高：

1. 调速器速度设置不变，但原动机上的负载被移除，致使原动机和调速器的速度增加（进而增强飞锤离心力）。
2. 原动机速度不变，但为了减小调速器速度设置而降低了增速器弹簧弹力。

当活塞位置降低时（在低速条件下），压力油流向缓冲补偿系统和动力缸，以提高动力活塞并增加燃油或蒸汽。当活塞位置升高时（在超速条件下），可以将油从这些区域排到油槽，动力活塞向下移动以减少燃油或蒸汽。

缓冲补偿系统

缓冲补偿系统由先导阀柱塞与动力缸间液压回路的缓冲活塞、缓冲弹簧及针阀组成。在调速器速度设置或原动机负载发生变化后，该系统能够最大程度减少随之出现的超速或速度不足情况，从而稳定调速操作。系统会以压差的形式建立一个暂态负反馈信号（暂态转差），该信号应用于先导阀柱塞的整个补偿区域。进出缓冲系统的油流会在流动方向上移动缓冲活塞。缓冲活塞的这种移动将增加一个弹簧的负载，同时减少另一个弹簧的负载，并使活塞两侧的压力产生轻微差异（压缩弹簧的另一侧压力更大）。这些压力被传送至柱塞补偿区域的另一侧，并产生向上或向下的合力，这一合力有助于在校正燃油或蒸汽后恢复柱塞的中心位置。

速度设置或负载增加

增加速度设置或在给定的速度设置下增大原动机负载具有同等效果。不论哪种情况，由于增速器弹簧弹力增强或离心力减弱（由于负载增加后原动机速度降低所致），飞锤会向内移动（速度不足）。飞锤的移动会转化为先导阀柱塞的向下运动。这将导致压力油流入缓冲系统，从而引起缓冲活塞向动力缸移动。因缓冲活塞运动而被移动的油则会推动动力缸以增加动力的方向向上移动。

缓冲活塞两侧的油压同时传送至柱塞补偿区域的对立侧，位置较低的一侧油压较高。这种压力差与缓冲活塞的位移成正比，而位移则取决于缓冲弹簧比率、动力活塞行程比率和针阀设置。新产生的向上力添加到飞锤离心力，有助于恢复各种力之间的平衡以及在原动机快要充分加速之前恢复先导阀柱塞的中心位置。实际上，这使调速器能够在动力活塞达到相应的点时将其停止，使其能够保证在新的较高速度或负载下实现稳定运行所需的燃油量或蒸汽量，从而切断加速所需的额外燃料。随着原动机以设定速度为目标继续加速，补偿力逐渐耗散以抵消飞锤离心力的增强，具体方式是通过针阀平衡补偿区域每一侧的压力，这一操作的速率与持续的加速率成正比。如果补偿力的耗散速率与飞锤离心力的增强速率一致，在飞锤离心力与增速器弹簧力完全相等的瞬间，压差就会减少至零。这会最大程度减少速度超调量，并使调速器能够快速恢复稳定运行。针阀设置决定压差消散的速度，并使调速器与原动机的特性及其负载“相匹配”。压差消散后，压缩缓冲弹簧将使缓冲活塞回到中心位置。

只要速度设置或负载发生大的变化，缓冲活塞就会移动到足够远的位置，以露出缓冲气缸中的旁通口。整个缓冲活塞内的压差受制于某个最大值，而油则直接流入动力缸。动力活塞可快速对较大的速度设置或负载变化作出响应。由于整个补偿区域内的压差受到限制，原动机的超速或速度不足程度可能会比正常情况略大。

速度设置或负载减少

减小速度设置或在给定的速度设置下减小原动机负载也具有同等效果，并会导致与上述相反的操作。飞锤向外移动（超速），抬起先导阀柱塞，并使油排出缓冲补偿系统。缓冲活塞远离动力缸，使油从动力活塞下的区域排出，动力活塞然后以降低动力的方向向下移动。整个补偿区域中的压差产生一股向下的合力，这股合力有助于在原动机快要充分减速之前恢复先导阀柱塞的中心位置。当动力活塞达到相应的点时即会停止运动，使其能够保证在新的较低速度或负载下实现稳定运行所需的燃油量或蒸汽量。补偿力的消散方式与上述相同，在本例中还能最大程度减少速度不足的情况。

速度和负载大幅下降后，动力活塞会移动至“无燃油”位置，并阻塞动力缸与针阀之间的补偿油通道。这会使得补偿压力无法达到正常平衡。缓冲活塞偏离中心，传送到柱塞补偿区域上方的压力水平下降。增加的压差可加强增速器弹簧的效果，会暂时增大调速器的速度设置。一旦原动机速度下降到临时速度设置以下，调速器便开始执行校正操作。这将使动力活塞开始向上移动，以使用足够的时间恢复燃油或蒸汽供给，从而防止出现大片低速瞬态现象。上述操作有时也称为“补偿中断”。当动力活塞的向上移动使补偿油通道重新显露时，将恢复正常的补偿操作，并使原动机的速度稳定保持为调速器的实际速度设置。

速度设置部分

速度设置部分（图 5-1）包括位于压力室内的波纹管、液压速度设置先导阀（先导阀柱塞和旋转套管）、单向作用弹簧复位速度设置液压汽缸、用于恢复先导阀柱塞中心位置的复位拉杆，以及手动速度设置结构。

调速器速度设置与控制气压直接成正比（气压增加时速度设置也会增大）。控制气压下降会导致波纹管收缩，并使先导阀柱塞向下移动（速度提高）。

调速器控制的速度由基础调速器部分的增速器弹簧对飞锤足施加的作用力决定。增速器弹簧施加的作用力由速度设置汽缸中活塞的位置决定。反过来，活塞的位置由活塞上方区域积累的油量决定。对于流进或流出该区域的油，其方向和速率受以机械方式与波纹管连接的速度设置先导阀柱塞控制。如果柱塞向下移动，露出套管中计量孔的上边缘，则压力油可以流入速度设置汽缸。这会使活塞向下移动，进一步增强增速器弹簧弹力并增加速度设置。如果柱塞向上移动，露出计量孔的下边缘，则压力油可以从汽缸中排出。这使活塞弹簧能够抬起活塞，减弱增速器弹簧弹力并降低速度设置。

在整个下行冲程中（怠速到最高速度），速度设置活塞的移动速度会以特定的时间间隔变缓。这一目的通过允许调速器压力油通过一个孔口进入旋转套管实现，套管每旋转一次，该孔口便会与主要供给口重叠一次。这会降低向套管中控制口供油的速率，进而降低油流入速度设置汽缸的速率。孔口直径决定了具体的时间间隔，该时间间隔可以是介于 1 到 50 秒的标称范围内的任意值。因此，在所有操作条件下，速度设置的增加速率都会受到限制。涡轮增压装置通常采用较高的速率，以便使增压器可以与发动机一起加速。在整个上行冲程中（从最高速度到怠速），涡轮增压装置上动力活塞的移动速度也会受到限制，以防止压缩机在减速过程中发生喘振。此时间可能是介于 1 到 15 秒的标称范围内的任意值。在这些情况下，速度设置先导阀柱塞会产生额外的作用区域（图中未显示）来遮挡套管中的排油口。套管每旋转一次，排油区的竖向槽便会与套管中的第二个孔口重叠一次。这会限制从速度设置汽缸中排油的速率。排油区竖向槽的宽度决定了每次旋转期间排油口（孔口）处于打开状态的时间长度，进而决定了具体的减速时间间隔。

直接式气动操作

重要

在气动操作过程中，必须按逆时针方向将手动速度设置旋钮旋转到底，以便将手动速度设置螺钉提升到最高（最低或较低速度）位置。实际上，如果速度设置螺钉（旋钮）处于最低速度以外的其他位置，将会增加调速器的气动低速设置，且无法以低于此设置的速度执行正常的气动操作。

波纹管 and 复位弹簧共同构成了一个力量平衡系统，该系统通过 C 型链环以机械方式连接至速度设置先导阀柱塞。作用于波纹管外部的控制气压会对 C 型链环的下部支管施加向下作用力。与链环上部支管连接的复位弹簧则会施加相反的向上作用力。除速度设置更改期间外，作用于波纹管的气压向下作用力刚好与复位弹簧的向上作用力抵消。当这两股作用力处于“平衡”状态时，先导阀柱塞上的控制区就会遮挡套管中的计量孔，除泄漏的油之外，所有油都不能流入或流出速度设置汽缸。控制气压一旦变化，便会打破这种平衡，引起速度设置变化。

控制气压上升（增加速度设置）后，作用于波纹管的作用力将大于复位弹簧的弹力，波纹管将向下收缩。这会向下推动 C 型链环，并降低先导阀柱塞的位置。然后，间歇性压力油流入速度设置汽缸，迫使活塞向下移动，进一步挤压增速器弹簧，从而增加调速器速度设置。活塞向下移动时，右端与活塞杆上端相连的复位杆则会绕手动速度设置螺钉延伸臂上的可调节滚珠轴承支点按顺时针方向旋转。复位杆的左端与复位弹簧和负载弹簧相连。复位杆的顺时针旋转会使复位弹簧弹力成比例增强，这一弹力通过链环作用，可逐步将波纹管展开至其原始长度，同时提升柱塞。当复位弹簧向上作用力的净增长等于控制气压增加引起的向下作用力的增长时，波纹管和柱塞将借助遮挡套管中计量孔的柱塞控制区重新回到中心位置（恢复）。这将使油不再流入速度设置汽缸，从而在增速器弹簧弹力达到与较高控制气压对应的新的较高值时停止活塞的向下运动。负载弹簧会“加载”复位杆，以便时刻保持复位杆与滚珠轴承支点之间的正接触。

控制气压下降（降低速度设置）后，作用于波纹管的作用力将小于复位弹簧的弹力，波纹管将向上展开。这使得复位弹簧能够抬起 C 型链环和先导阀柱塞。随着油从速度设置汽缸中排出，活塞将升高，从而减弱增速器弹簧弹力并降低调速器速度设置。随着活塞升高，复位杆将按逆时针方向旋转，成比例减弱复位弹簧的弹力。波纹管逐渐收缩到原始长度，同时降下柱塞。控制气压的减弱会减小波纹管的向下压力。当复位弹簧的向上作用力等于波纹管的向下作用力时，速度设置先导阀柱塞的控制区将以套管的计量孔为中心分布。这将使油不再排出速度设置汽缸，从而在增速器弹簧弹力达到与较低控制气压对应的新的较低值时停止活塞的向上运动。

导致速度设置活塞特定运动的复位弹簧弹力变化率由滚珠轴承支点与复位杆和活塞杆的连接点之间的距离决定。缩短此距离可减小对应指定控制气压范围的调速器速度范围；延长此距离可增大对应指定气压范围的速度范围。

在有意或无意中中断控制气压时，或在控制气压降到所需最小值以下时，部分应用情况可能会要求将调速器调到低速。在这些情况下，如果控制气压和原动机速度均处于正常的最小值，则将气动低速调节螺钉设定为与复位杆上突出的止动销接触。如果控制气压失压或下降到最小值以下，复位弹簧会抬起速度设置先导阀柱塞，直至低速调节螺钉与复位杆上的止动销接触。随着速度设置活塞向上移动，复位杆上的止动销会同时向下推动气动低速调节螺钉，使速度设置先导阀柱塞在活塞达到低速位置时重新回到中心位置。设置为在控制气压失压时调到低速的调速器通常配有辅助关机装置。

如果将调速器调整为在控制气压失压时关机，则还需对气动低速调节螺钉进行设置，以便在控制气压下降至零且调速器关机时，气动低速调节螺钉与复位杆上的止动销之间存在明确的间隙。在这种情况下，如果中断控制气压或将其降到最小值以下，速度设置活塞向上移动时产生的复位杆移动不会使速度设置先导阀柱塞重新回到中心位置。因此，活塞会越过低速位置，继续向上移动至关机位置。

正常关机

关机装置包含关机杆，关机杆从速度设置活塞杆的中心向上突出，并连接到基础调速器部分主要先导阀柱塞的顶部。该装置还包含停机杆上端的两个螺母。当控制气压关闭时，速度设置活塞会越过正常低速位置向上移动。移动 1/16 英寸后，活塞杆一端的支点与位置较低的（关机）螺母接触，从而抬起关机杆和先导阀柱塞。油从动力缸中排出，动力活塞向下移动至无油或无蒸汽位置。部分调速器应用可能会要求将速度设置活塞止杆用作主动低速止杆。在这种情况下，由于无法使用或调整调速器以关闭原动机，因此通常不使用停机螺母，必须提供一些不使用调速器的关机方法。

手动速度设置结构

手动速度设置结构包括一个旋钮和摩擦离合器，一个与滑动轴环相连的导向螺丝和螺母，一个速度调节螺母、高速调节固定螺钉和止动销，以及一个带滚珠轴承支点的 T 型手动速度设置螺钉。当控制气压不可用或不希望使用控制气压时，可使用旋钮将速度设置调整为正常速度范围内的任意点。

手动操作

在无控制气压的情况下，复位弹簧使气动低速调节螺钉紧贴复位杆上的止动销。复位杆通过 C 型链环直接连接至速度设置先导阀柱塞。按顺时针方向转动旋钮（增加速度设置）可使导向螺丝的螺母向外移动，并降低速度设置螺钉立轴上的速度调节螺母下方的滑动轴环。这使负载弹簧能够将速度设置螺钉（和滚珠轴承支点）随滑动轴环一起向下移动，直至高速调节固定螺钉接触到高速止动销。

随着速度设置螺钉向下移动到新的位置，受负载弹簧向下拉动，复位杆的左端将向下推动气动低速调整螺钉和链环，使速度设置先导阀柱塞偏离中心位置。压力油流入速度设置汽缸，迫使活塞向下移动，进而增加速度设置。活塞的移动将导致复位杆顺时针旋转。由于复位弹簧使气动低速调节螺钉紧贴复位杆上的止动销，当复位杆旋转时，速度设置先导阀柱塞会向上抬起，直至活塞达到新的高速位置时柱塞重新回到中心位置。

按逆时针方向转动旋钮（减小速度设置）可使导向螺丝的螺母向内移动，并抬起速度调节螺母下方的滑动轴环。这会将速度设置螺钉（和滚珠轴承支点）向上提起，抬起复位杆的左端，从而将速度设置先导阀柱塞抬高到其中心位置之上。随着油从速度设置汽缸中排出，活塞向上移动，从而减小速度设置。按逆时针方向旋转复位杆将使柱塞在活塞达到新的较低速度位置时重新回到中心位置。

最大速度限制阀

最大速度限制阀是一个位于速度设置汽缸顶部的止回阀。只要活塞达到最高速度位置（约比正常高速转速快 5 rpm），速度设置活塞杆上的凸耳中的限制阀调节螺钉便会松开限制阀。松开限制阀后，多余的油会释放到油槽中，不会使速度设置增加到最大速度设置点以上。无论是通过气动还是手动方式更改速度设置，限制阀均有效。

活塞止动螺钉

活塞止动螺钉可将关机时速度设置活塞的向上运动限制至活塞低速位置上方的 3/32 英寸（2.4 毫米）处。由于将活塞向下移动至低速位置所需的油量较少，因此可以最大限度地缩短重新启动原动机时所需的起动时间。

温度补偿

在早期型号的调速器中，复位杆中安装有双金属条，可补偿因温度变化引起的不均匀膨胀和弹簧刚度变化。在新型号的调速器中，使用温度补偿（反向模量）增速器弹簧代替了双金属条。由于将环境温度和/或操作温度的变化降到了最低，因此调速器速度设置更加稳定平滑。

降速拉杆

说明

降速是调速器的一项功能，可使原动机在负载增加时按比例降低运行速度，同时还能增加燃油以补偿增加的负载。降速功能可增加调速器的初稳性，并能在串联运行以驱动共同轴的原动机之间分配负载并实现负载平衡。降速是指调速器动力活塞从最小燃料或蒸汽位置移至最大燃料或蒸汽位置时成比例的速度下降，通常表示为从空载到满载时的转速差，以占最大额定转速的百分比表示。

操作

降速拉杆可根据动力活塞在增加方向上的行程略微减弱增速器弹簧的弹力，从而自动更改调速器的速度设置。反之，当活塞向减少方向移动时，它就会增强增速器弹簧弹力。降速拉杆包含一个与速度设置活塞杆上端连接的支点、一个在支点与动力活塞尾杆之间连接的杠杆和支点销装置、一个与支点销连接的可调凸轮，以及一个位于速度设置活塞杆内部的可移动柱塞。动力活塞的运动通过杠杆装置传送，会引起与柱塞顶部接触的凸轮做旋转运动。这进而导致位于增速器弹簧顶部的柱塞向上（或向下）运动。

凸轮凸角与支点销中心线的相对位置决定了传送到柱塞的杠杆运动所占的比例。当支点销与凸轮凸角的中心线重叠时，不会向柱塞传送杠杆运动。在这种设置（0 降速）下，无论负载如何，调速器都会尝试维持设定的速度（同步操作）。如果凸轮凸角的位置距离支点销的中心线越来越远，则向柱塞传送的杠杆运动的比例也会越来越高（降速操作）。凸轮的确切位置由原动机的特征以及该原动机承担的负载份额决定。不得将凸轮放置在支点销中心线的对侧（朝向气动接收器），因为会出现“负”降速（速度随动力活塞在增加方向上的运动而增加）并导致操作不稳定。

动力缸

12 英尺磅（16 焦耳）

所有的动力缸组件均在相同的基本原则下进行往复（推拉式）操作。带旋转终端轴的动力缸组件可用作替代品，具体取决于安装要求。根据图 5-2 所示的安排，向增加燃料方向移动动力活塞所需的油是在调速器先导阀柱塞下降到其中心或平衡位置以下时获得的。开放式端口允许压力油进入缓冲气缸区域，从而移动缓冲气缸，向动力缸加入等量的油，并强迫动力活塞以向原动机增加燃料的方向移动。

为向减少燃料方向移动动力活塞，调速器先导阀柱塞升高到其中心位置以上。动力缸中滞留的油释放到油槽，动力弹簧强迫动力活塞向减少燃料方向移动。

29 英尺磅（39 焦耳）（旋转输出）

借助旋转输出动力缸，线性运动转化为旋转运动。此动力伺服（图 5-3）会“拉动”以增加原动机的燃料。移动动力活塞所需的油是在调速器先导阀柱塞下降到其中心或平衡位置以下时获得的。开放式端口允许压力油进入缓冲气缸区域，从而移动缓冲气缸，向动力缸加入等量的油，并强迫动力活塞以向原动机增加燃料的方向移动。

为向减少燃料方向移动动力活塞，先导阀柱塞升高到其中心位置以上。当动力活塞下滞留的油释放到油槽时，泵压强迫动力活塞向减少燃料方向移动。

补偿截止

速度设置或负载大幅下降后，动力活塞会移动至“无燃油”位置，并阻塞动力缸与针阀之间的补偿油通道，从而阻止补偿压力达到正常平衡。这会让缓冲气缸偏离中心，并提升传送至柱塞补偿区域上方的压力水平。增加的压差可加强增速器弹簧的效果，会暂时增大调速器的速度设置。一旦发动机速度下降到临时速度设置以下，调速器便开始执行纠正操作，且使动力活塞开始向上移动以在足够的时间内恢复燃油供给，从而防止出现大片低速瞬态现象。上述操作称为“补偿截止”。当动力活塞的向上移动使补偿油通道重新显露时，将恢复正常的补偿操作，并使原动机的速度稳定保持为调速器的实际速度设置。

重要

由于动力缸壁中补偿截止端口的位置，必须调整调速器/燃料架连杆，以使怠速空载状态下的动力活塞“间隙”不超过 1-1/32 英寸（26.2 毫米），或少于最低油量 4°。

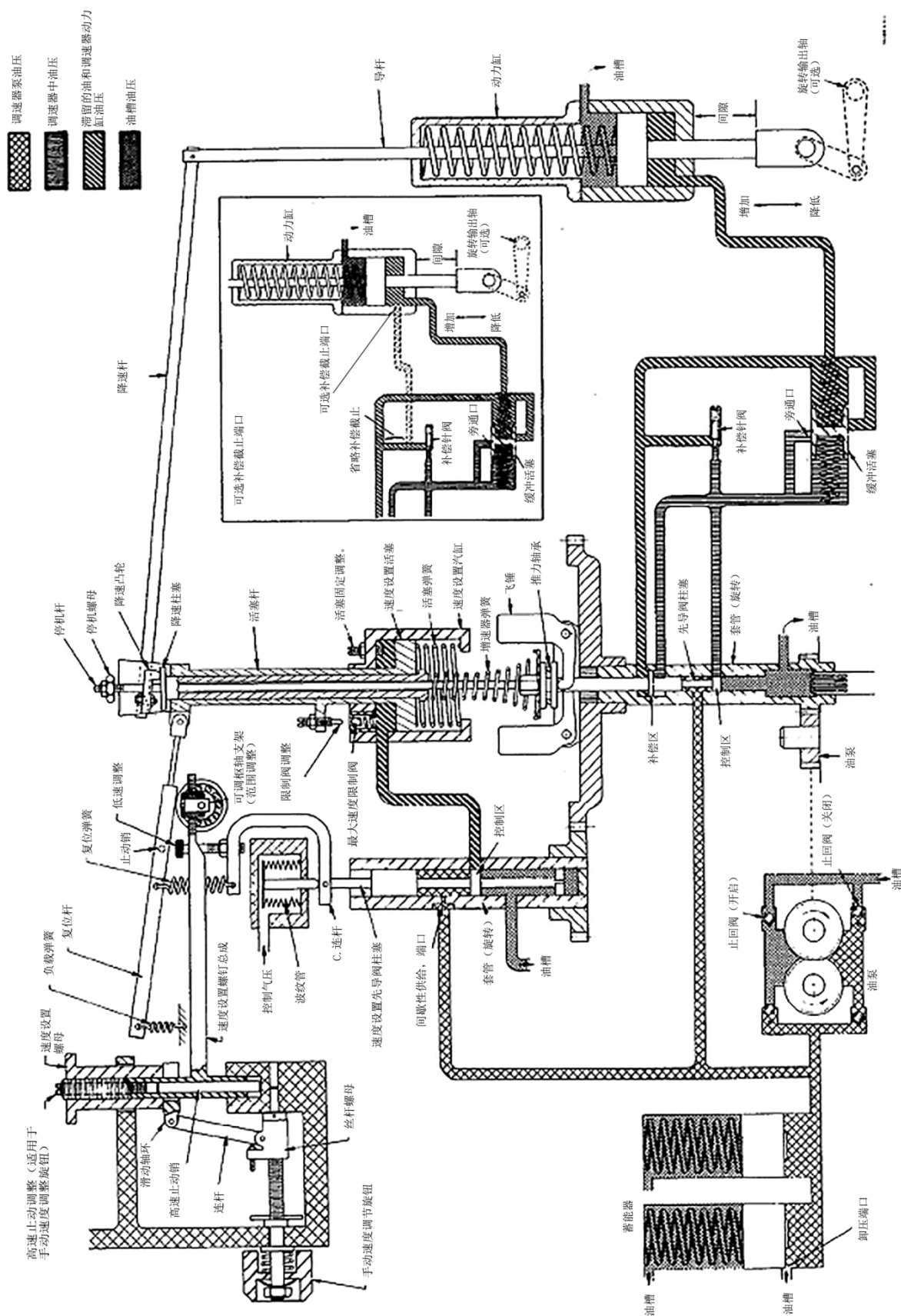


图 5-1. 带直波纹管的 PGA 原理图

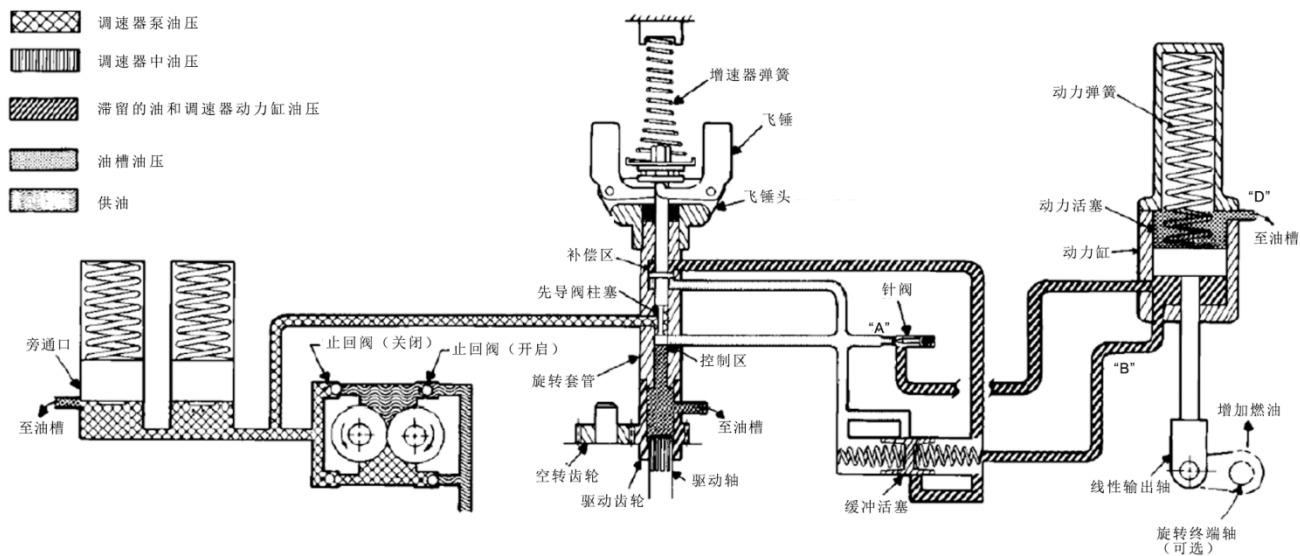


图 5-2. 12 英尺磅弹簧加载动力缸原理图

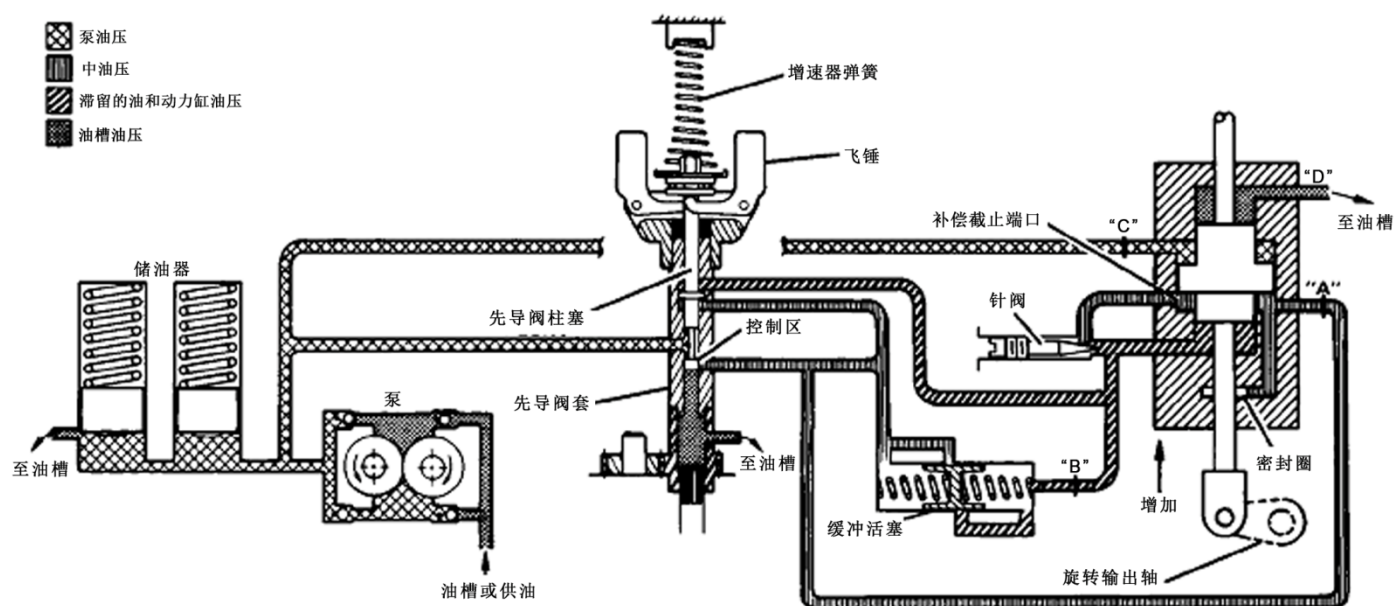


图 5-3. 29 英尺磅差动力缸（线性或旋转输出）原理图

第 6 章

更换部件

更换部件信息

此章节提供 PGA 船用调速器的更换部件信息。订购更换部件时，请说明以下信息：

- 外壳铭牌上的调速器序列号和部件号
- 手册号（这是手册 36604）
- 部件清单中的部件参考编号以及部件或部件名称描述。



警告

在启动发动机、涡轮机或其他类型的原动机时，做好随时进入紧急停机的准备，以使原动机免受失控或损害，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。

图 6-1 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-1	螺钉, 六角头, 钻孔, 5/16-24 x 6-1/4	2	36604-51	速度设置活塞	1
36604-2	平垫圈, 5/16 x 1/2 x 1/32	2	36604-52	速度下降柱塞	1
36604-3	加油杯 (压嵌)	1	36604-53	速度设置活塞复位弹簧	1
36604-4	盖销套管 (压嵌)	2	36604-54	动力活塞支点 (不降速时使用)	1
36604-5	传动螺杆, #2 x 3/16	4	36604-55	指示板	1
36604-6	外壳铭牌	1	36604-56	垫圈	1
36604-7	护盖	1	36604-57	螺钉	1
36604-8	盖衬垫	1	36604-58	六角头, 螺钉, 0.3125-24 x 4.9688	4
36604-9	螺钉, 内六角, 5-40 x 1/2	1	36604-59	开口锁紧垫圈, 0.3125	4
36604-10	开口锁紧垫圈, #5	1	36604-60	平垫圈, 0.3125	4
36604-11	螺钉, 内六角, 1/4-28 x 2	1	36604-61	柱体次级组件 (包括 94 号产品)	1
36604-12	螺钉, 内六角, 1/4-28 x 1-1/4	1	36604-62	O 型环, 0.375	1
36604-13	开口锁紧垫圈, 1/4	2	36604-63	旁路孔塞	1
36604-14	气动接收器总成 (参见图 6-2)	1	36604-64	O 型环, 0.375	1
36604-15	有头螺钉, 0.250-28 x 0.750	1	36604-65	活塞	1
36604-16	调整带套管的护圈弹簧	1	36604-66	内部活塞	1
36604-17	护圈弹簧衬圈	1	36604-67	内六角管塞 0.125	A.R.
36604-18	垫圈, 0.328 x 0.562 x 0.064 厚	1	36604-68	标准配电盘组件 (如图所示) (参见图 6-3)	1
36604-19	调整带套管的护圈	1	36604-69	O 型环	1
36604-20	护圈螺钉	1	36604-70	垫片 (柱体到配电盘)	1
36604-21	垫圈, 0.265 x 0.500 x 0.032 厚	1	36604-71	驱动齿轮轴承螺柱 (压嵌)	1
36604-22	调整套管	1	36604-72	速度设置套管驱动齿轮	1
36604-23	垫片	1	36604-73	弹簧查看活塞	1
36604-24	推力轴承	1	36604-74	垫片	1
36604-25	先导阀柱塞 (速度设置)	1	36604-75	柱体侧板	1
36604-26	旋转套管 (SS PV 柱塞)	1	36604-76	螺钉	10
36604-27	活塞 (压嵌)	1	36604-77	锁紧垫圈	10
36604-28	负载弹簧 (SS 套管)	1	36604-78	底座	1
36604-29	螺母	1	36604-79	六角头, 螺钉, 0.3125-18 x 1	4
36604-30	螺母	1	36604-80	锁紧垫圈, 0.3125	4
36604-31	下垂柱塞帽	1	36604-81	油封	1
36604-32	动力活塞支点总成	1	36604-82	垫片 (动力缸到配电盘)	1
36604-33	速度下降凸轮	1	36604-83	内六角螺钉 0.375-16 x 1	4
36604-34	螺母	1	36604-84	锁紧垫圈, 0.375	4
36604-35	螺钉	1	36604-85	12 英尺磅, 弹簧复位, 线性输出, 动力缸 (参见图 6-6)	1
36604-36	垫圈	1	36604-86	套管垫片	1
36604-37	下垂杆总成	1	36604-87	套管	1
36604-37A	下垂杆	1	36604-88	垫圈, .250 ID x .031 厚, 最大 OD .490	1
36604-38	下垂枢轴杆总成	1	36604-89	内六角有头螺钉 .250-28 x .375	1
36604-38A	枢轴销	1	36604-90	弹簧	1
36604-39	销垫片	1	36604-91	弹簧	1
36604-39A	销垫片	1	36604-92	O 型环	1
36604-40	垫圈	1	36604-93	12 英尺磅, 弹簧复位, 旋转输出, 动力缸	1
36604-40A	垫圈	1	36604-94	螺纹嵌件 (包含在柱体组件中)	1
36604-41	开口销	1	36604-95	活塞	1
36604-41A	开口销	1	36604-96	活塞	1
36604-42	速度设置汽缸	1	36604-97	活塞	1
36604-43	限制阀组件 (最大速度)	1	36604-98	销	1
36604-44	调节螺钉 (最大速度)	1	36604-99	支架	1
36604-45	螺母, 10-32	1	36604-100	螺钉	1
36604-46	导向螺柱	1			
36604-47	螺母, 10-32	1			
36604-48	椭圆形尖端的内六角定位螺钉	1			
36604-49	开口锁紧垫圈, 0.250	2			
36604-50	六角头, 螺钉, 0.250-28 x 1.375	2			

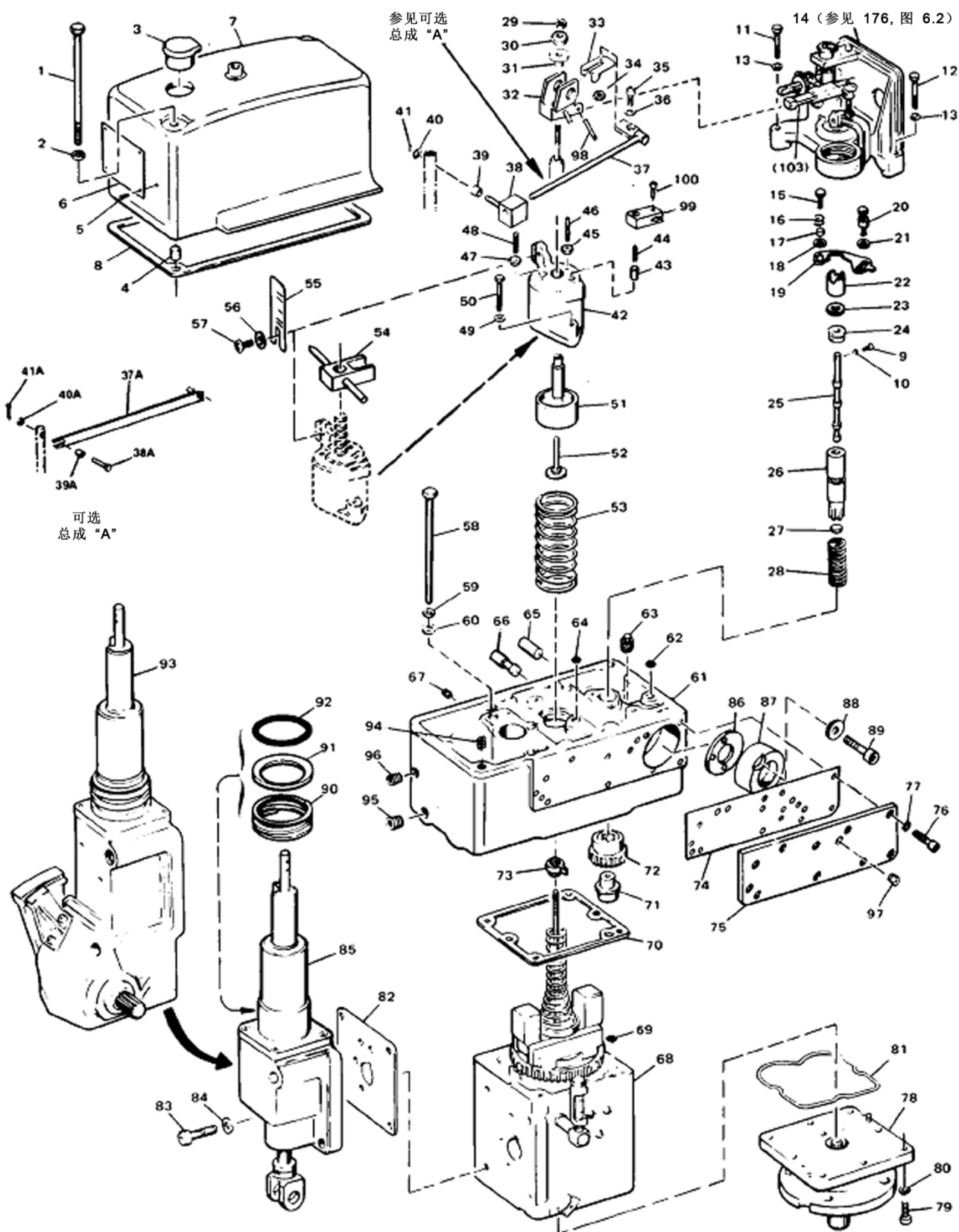


图 6-1. PGA 长柱分解图

图 6-2 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-101	负载弹簧（复位杆）	1	36604-136	到 148 未使用	
36604-102	复位弹簧	1	36604-149	停机电磁线圈	1
36604-103	复位杆	1	36604-150	垫片	1
36604-104	开口销，1/16 x 3/8	A.R.	36604-151	电气连接器	1
36604-105	负载弹簧销	1	36604-152	垫圈	4
36604-106	止动销（气动低速）	1	36604-153	螺钉	4
36604-107	先导阀 C 型链环	1	36604-154	摩擦弹簧	1
36604-108	螺母，10-32	1	36604-155	标示板	1
36604-109	止动螺钉（气动低速调整）	1	36604-156	接收支架垫片	1
36604-110	销钉	1	36604-157	飞利浦圆头螺钉，6-32 x 3/8	4
36604-111	波纹管联轴器	1	36604-158	垫圈，25/64 x 5/8 x 1/16	1
36604-112	固定螺钉，内六方，锥形尖端， 8-32 x 5/16	1	36604-159	内六方，固定螺钉，8-32 x 3/8	1
36604-113	通道螺钉	1	36604-160	中型手柄螺纹嵌件，8-32 x 1/4	1
36604-114	垫圈，软铜	1	36604-161	枢轴销	4
36604-115	接收杯垫片	1	36604-162	丝杆螺母	1
36604-116	固定螺钉，内六方，锥形尖端， 5-40 x 1/4	1	36604-163	弹簧垫圈	1
36604-117	扣环，内部，1 .650 OD	1	36604-164	轴肩垫圈	1
36604-118	波纹管组件	1	36604-165	速度设置连杆	1
36604-119	密封垫，1-1/2 OD	1	36604-166	导螺杆	1
36604-120	气动接收杯	1	36604-167	弹簧辊销，3/32 x 5/8	1
36604-121	速度设置衬圈	1	36604-168	离合器弹簧	1
36604-122	止动销（高速）	1	36604-169	手动速度调节旋钮	1
36604-123	速度设置螺钉	1	36604-170	贝氏垫圈	2
36604-124	螺纹嵌件，10-32 x 3/8，中型手柄	1	36604-171	自锁螺母，1/4-28	1
36604-125	固定螺钉，内六方，椭圆形尖端， 10-32 x 1	1	36604-172	中型手柄螺纹嵌件 8-32 x 1/4	1
36604-126	速度调节螺母（手动低速）	1	36604-173	摩擦弹簧座	1
36604-127	螺纹嵌件，7/16-20 x 7/16，中型手柄	1	36604-174	定位销	2
36604-128	滚花螺母	2	36604-175	垫片	4
36604-129	螺钉，内六方，10-32 x 1-1/8	1	36604-176	接收支架	1
36604-130	锁紧垫圈，高韧性衬圈，#10	2	36604-177	开口销	1
36604-131	螺钉，内六方按钮，10-32 x 1	1	36604-178	二极管	1
36604-132	垫片	1	36604-179	螺钉	1
36604-133	滚珠轴承	1	36604-18	定位螺钉，10-32 x .250	1
36604-134	枢轴支架	1	36604-181	到 200 未使用	
36604-135	锁紧垫圈，#10 高韧性衬圈	1			

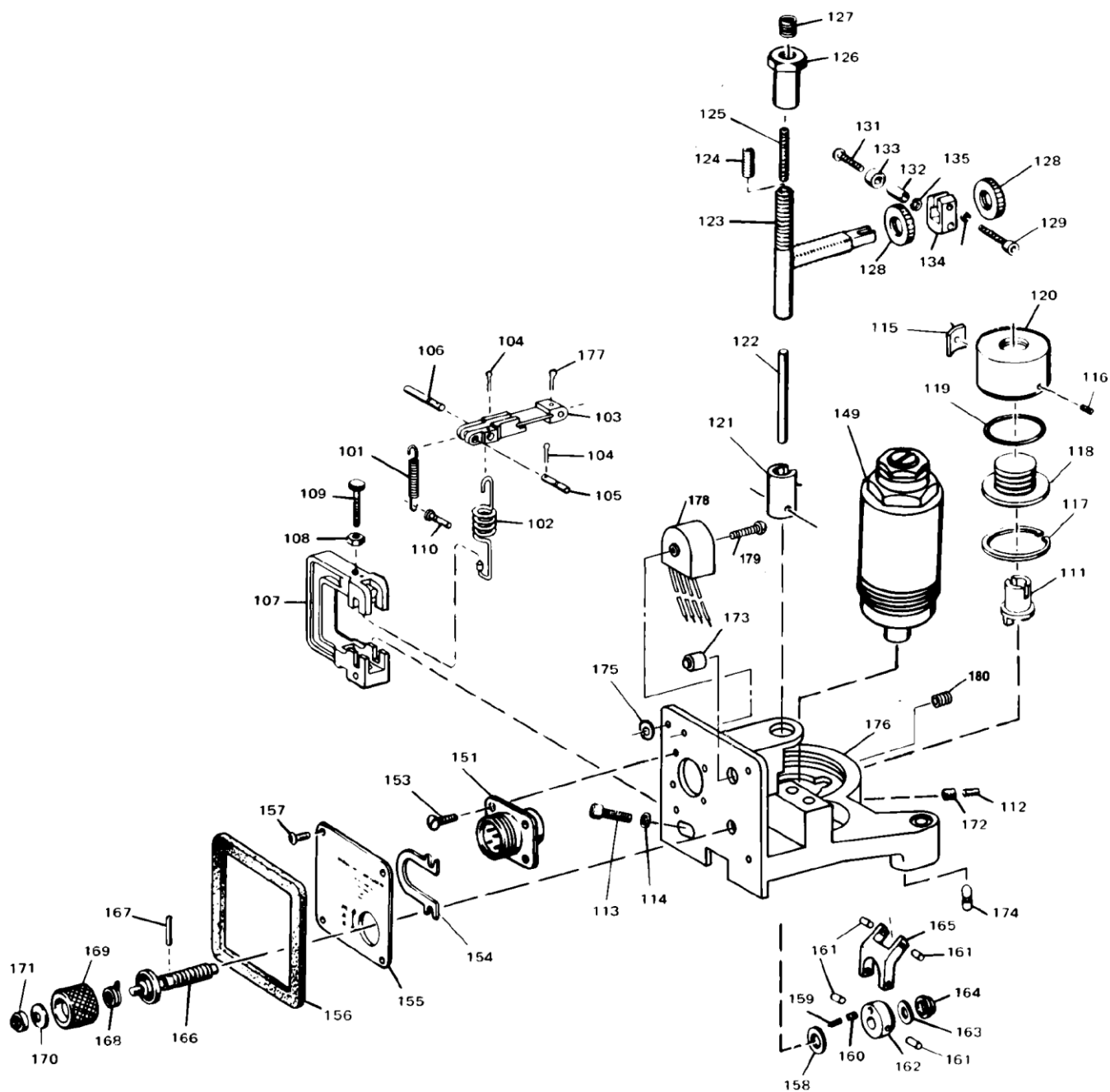


图 6-2. PGA 接收器总成分解图

图 6-3 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-201	管塞, 1/8	4	36604-235	补偿套管	1
36604-202	管塞, 1/16	2	36604-236	扣环	1
36604-203	定位销	2	36604-237	轻量级销	4
36604-204	使用说明牌	1	36604-238	开口销	8
36604-205	传动螺杆	3	36604-239	轻量级帽	1
36604-206	配电盘	1	36604-240	锁紧垫圈, #5	8
36604-207	小型蓄压器弹簧	2	36604-241	有槽六方螺钉, 5-40 x 9/32	8
36604-208	大型蓄压器弹簧	2	36604-242	弹簧联轴器总成	1
36604-209	扣环	2	36604-243	开口锁紧垫圈, #8	1
36604-210	弹簧座	2	36604-244	圆头螺钉, 8-32 x 5/16	1
36604-211	弹簧座	1	36604-245	轻量级	2
36604-212	缓冲弹簧	2	36604-246	轴承	4
36604-213	缓冲气缸	1	36604-247	弹簧	1
36604-214	活塞	1	36604-248	弹簧垫圈	1
36604-215	O 型环	1	36604-249	推力轴承	1
36604-216	扣环	1	36604-250	增速器弹簧座	1
36604-217	油位表	1	36604-251	开口销	1
36604-218	油位表弯管	1	36604-252	先导阀柱塞螺母	1
36604-219	排气阀	1	36604-253	增速器弹簧	1
36604-220	蓄压器活塞	2	36604-254	增速器弹簧查看活塞	1
36604-221	扣环	2	36604-255	未使用	
36604-222	空转齿轮螺柱	1	36604-256	停机杆	1
36604-223	空转齿轮	1	36604-257	停机螺母	1
36604-224	驱动齿轮	1	36604-258	先导阀套管组件 (可选)	1
36604-225	止回阀组件 (平)	2	36604-259	固体轻量级帽组件 (可选)	1
36604-226	止回阀组件 (弹簧加载)	2	36604-260	压力垫片	1
36604-227	扣环	1	36604-261	减压阀套	1
36604-228	活塞	1	36604-262	柱塞	1
36604-229	弹簧座	1	36604-263	扣环, 0.103 ID	1
36604-230	弹簧	1	36604-264	弹簧	1
36604-231	先导阀套管和轻量级顶部齿轮总成	1	36604-265	滚销, 直径 0.062 x 0.438	1
36604-232	油封环	1	36604-266	活塞	1
36604-233	轴承	1	36604-267	弹簧	1
36604-234	先导阀柱塞	1	36604-268	到 280 未使用	

警告

如果突然释放压簧 207 和 208 可能会造成伤害。请使用合适的设备移除弹簧和弹簧护盖。

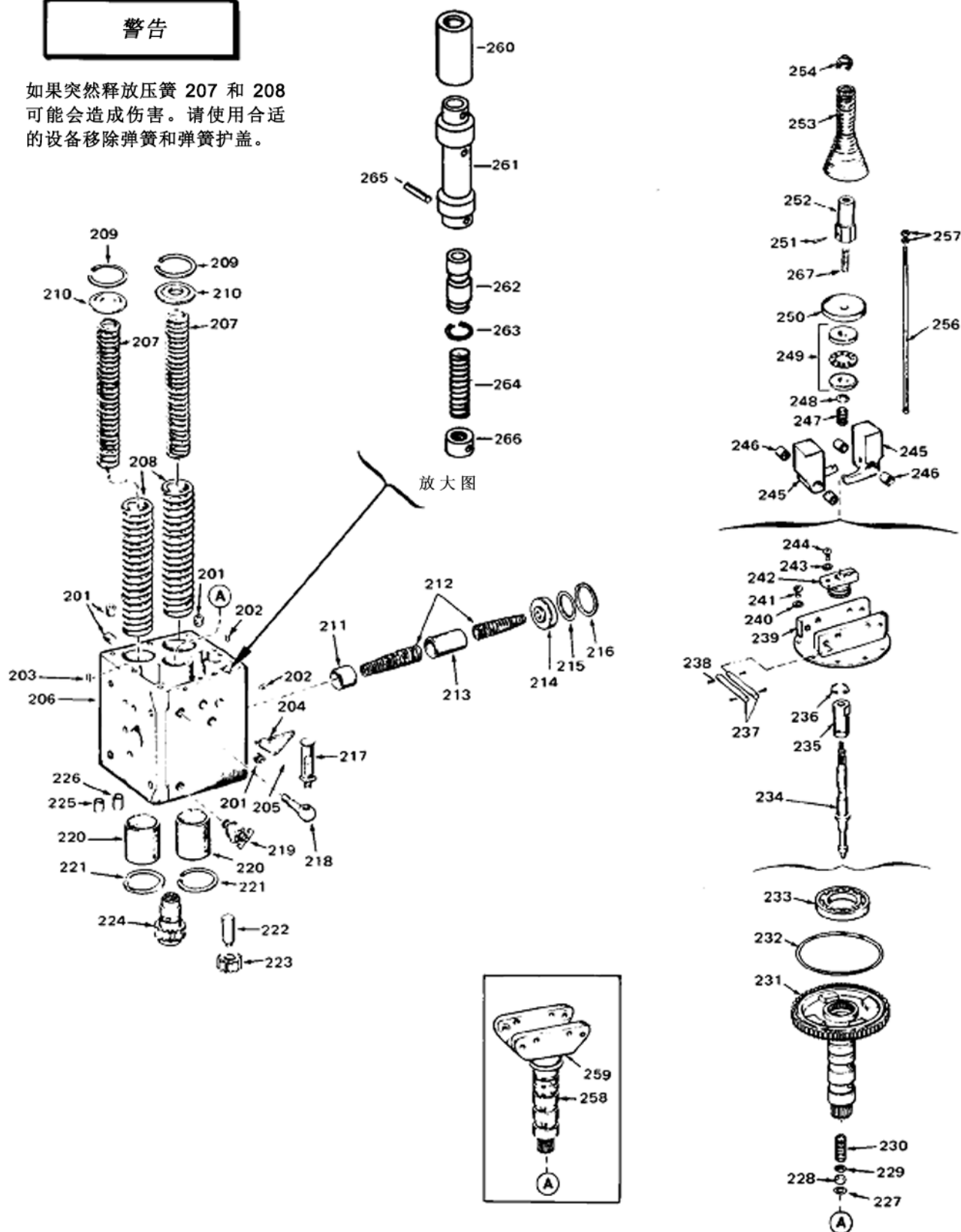


图 6-3. PGA 配电盘分解图

图 6-4 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-281	锁线	A.R.
36604-282	螺钉, 直角帽, 1/4-28 x 5/8	3
36604-283	轴承承托	1
36604-284	垫片	1
36604-285	油封护圈	1
36604-286	油封	1
36604-287	扣环	1
36604-288	轴承	1
36604-289	驱动轴	1
36604-290	销	2
36604-291	底座	1
36604-292	垫圈	4
36604-293	螺钉	4
36604-294	到 300 未使用	

图 6-5 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-301	锁线 (MS9226-3)	A.R.
36604-302	螺钉, 直角帽, 1/4-28 x 5/8 (MS5109-5)	3
36604-303	轴承承托	1
36604-304	开口销 (MS24665-372)	1
36604-305	槽形螺母, 5/8-18 (AN310-10)	1
36604-306	垫片	1
36604-307	轴承	1
36604-308	键	1
36604-309	驱动轴 (键控)	1
36604-310	扣环	1
36604-311	驱动轴 (锯齿状或花键)	1
36604-312	油封护圈	1
36604-313	油封	1
36604-314	垫片	1
36604-315	活塞	2
36604-316	销	2
36604-317	底座, PG/UG-8 标准	1
36604-318	底座, PG/UG-8-90°	1
36604-319	底座, PG/UG-40	1
36604-320	底座, PG 扩展型	1
36604-321	垫圈	4
36604-322	螺钉	4
36604-323	垫圈	4
36604-324	螺钉	4
36604-325	垫圈	4
36604-326	螺钉	4
36604-327	垫圈	4
36604-328	螺钉	4
36604-329	和 36604-330 未使用	

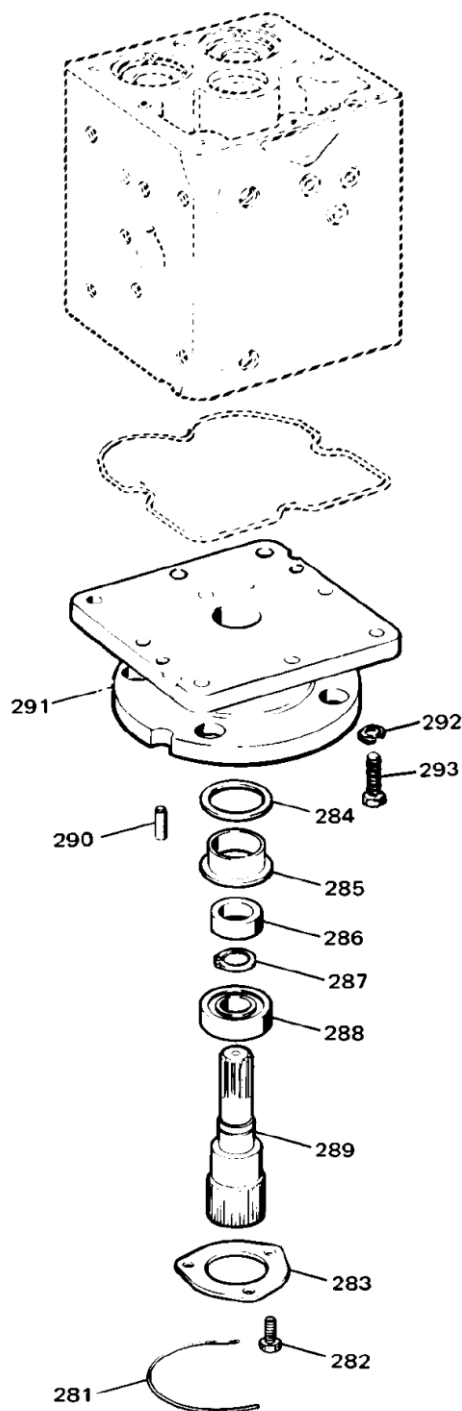


图 6-4. 分解图, 标准 PG 底座总成

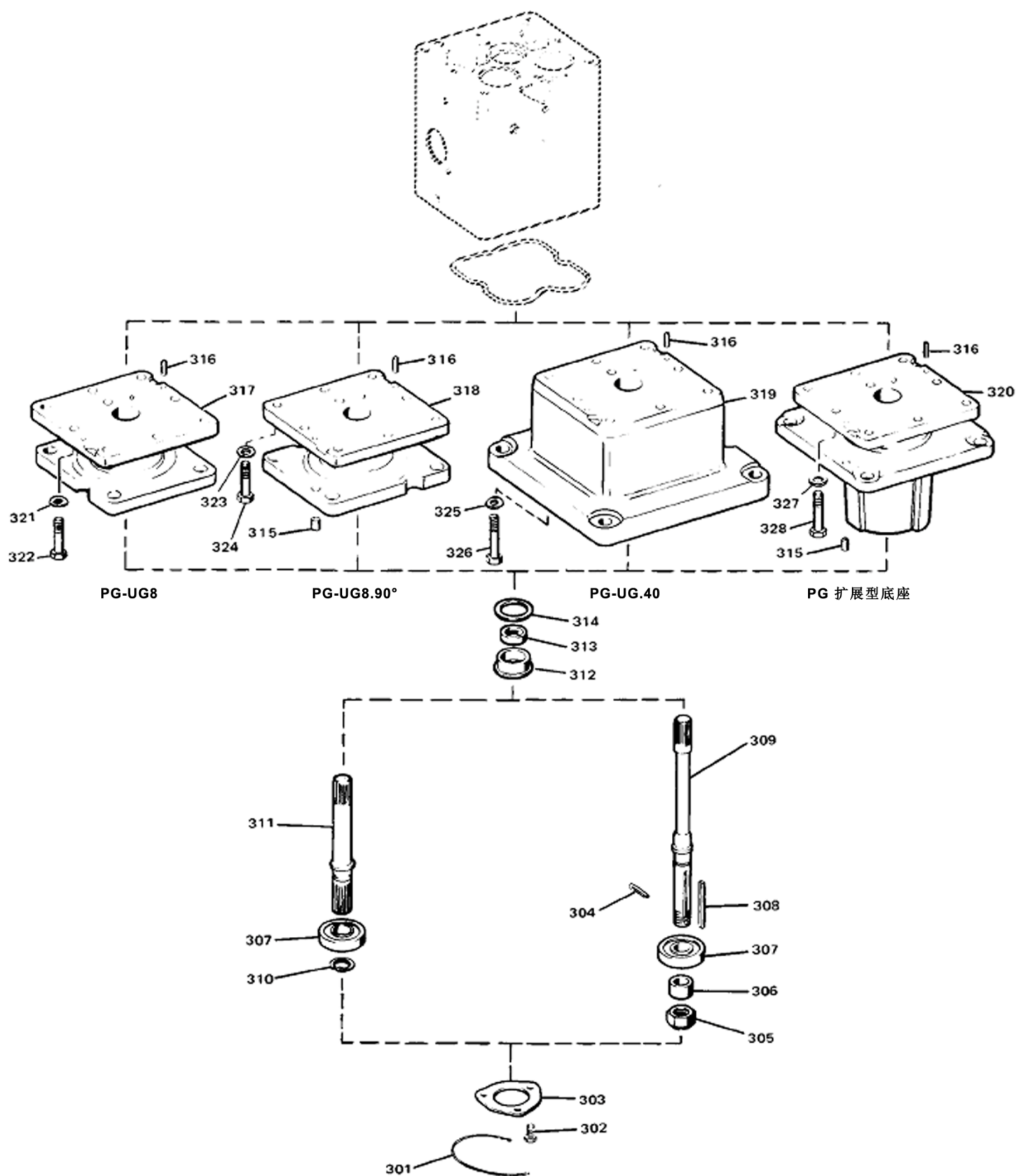


图 6-5. PG/UG-8、PG/UG-8-90°、PG/UG-40 和 PG 扩展型底座分解图

图 6-6 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-331	螺钉帽, 内六方, 1/4-28 x 3/4	4
36604-332	垫圈	4
36604-333	弹簧护板	1
36604-334	弹簧, 动力缸	1
36604-335	垫片	1
36604-336	销	1
36604-337	尾杆	1
36604-338	尾杆自锁螺母	1
36604-339	尾杆升降螺母	1
36604-340	减振垫圈	1
36604-341	活塞和杆总成	1
36604-342	动力缸组件 (线性)	1
36604-343	油封	1
36604-344	油封	1
36604-345	未使用	
36604-346	关节轴承	1
36604-347	未使用	
36604-348	锥形销	1
36604-349	未使用	
36604-350	螺钉	1
36604-351	螺母	1
36604-352	指示板	1
36604-353	垫圈	2
36604-354	螺钉	2
36604-355	弹簧	1
36604-356	弹簧护板封环	1
36604-357	O 型环	1
36604-358	垫片	1
36604-359	垫圈	4
36604-360	螺钉	4
36604-361	O 型环	1
36604-362	针阀	1
36604-363	到 470 未使用	

警告

如果突然释放压簧 334 可能会造成伤害。请使用合适的设备移除弹簧和弹簧护盖。

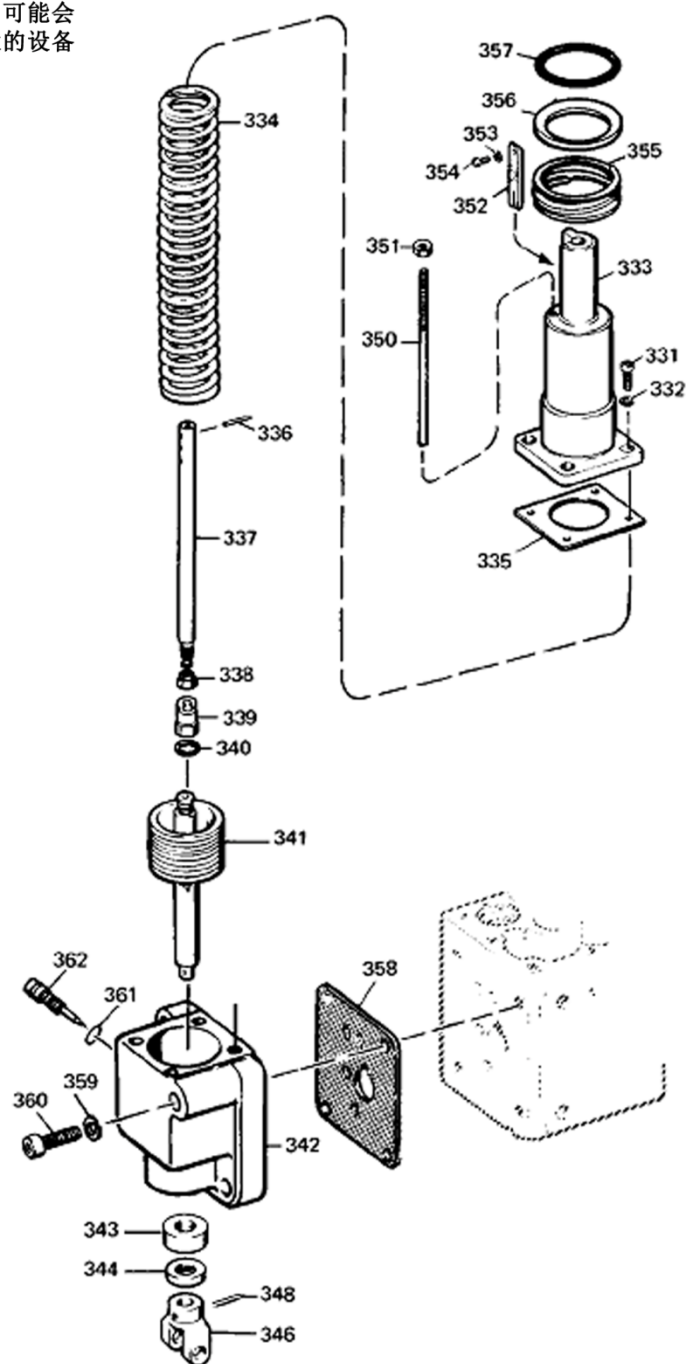


图 6-6. 12 英尺磅弹簧加载动力缸（线性输出）分解图

图 6-7 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-471	O 型环	1	36604-498	指针	1
36604-472	弹簧护板封环	1	36604-499	螺钉	1
36604-473	弹簧	1	36604-500	垫圈	2
36604-474	垫圈	2	36604-501	螺钉	2
36604-475	螺钉	2	36604-502	动力杆销	1
36604-476	指示板	1	36604-503	螺母, 7/16-20	1
36604-477	弹簧护板	1	36604-504	动力活塞连杆	2
36604-478	螺钉	4	36604-505	扣环	2
36604-479	锁紧垫圈	4	36604-506	动力杆销	1
36604-480	垫片	1	36604-507	扣环	2
36604-481	弹簧	1	36604-508	动力杆	1
36604-482	销	1	36604-509	螺钉	2
36604-483	尾杆	1	36604-510	锁紧垫圈	2
36604-484	尾杆自锁螺母	1	36604-511	垫片	1
36604-485	尾杆升降螺母	1	36604-512	下方护盖	1
36604-486	减振垫圈	1	36604-513	活塞	1
36604-487	动力活塞	1	36604-514	螺钉	8
36604-488	动力缸组件 (旋转)	1	36604-515	锁紧垫圈	8
36604-489	滚针轴承 (大型)	1	36604-516	垫片	1
36604-490	油封 (大号)	1	36604-517	滚针轴承 (小号)	1
36604-491	终端轴	1	36604-518	油封 (小号)	1
36604-492	齿条扇形标示板	1	36604-519	针阀	1
36604-493	终端轴标度	1	36604-520	O 型环	1
36604-494	传动螺杆	1	36604-521	螺钉	4
36604-495	螺钉	1	36604-522	锁紧垫圈	4
36604-496	垫圈	1	36604-523	至 600 未使用	
36604-497	指针架	1			

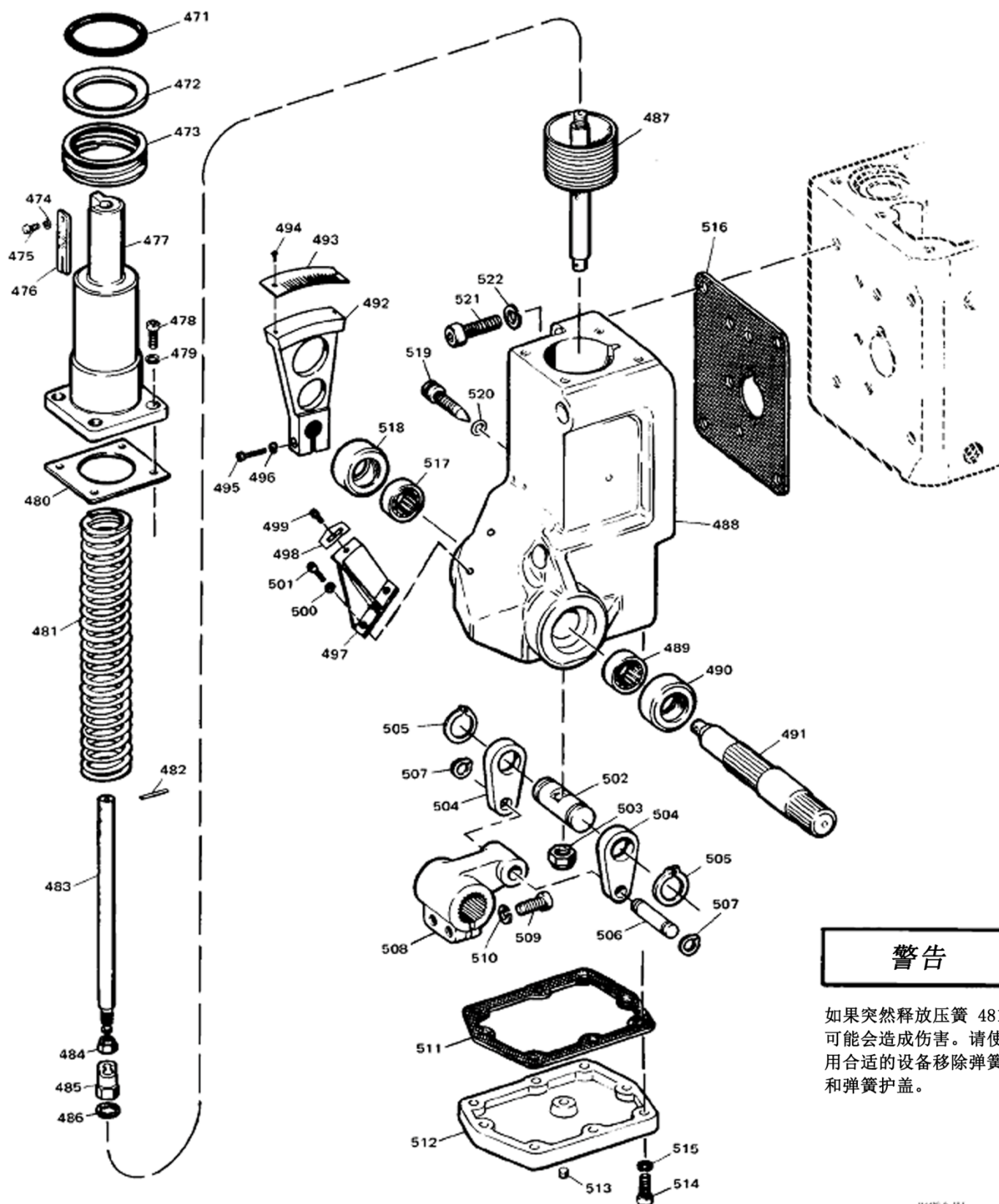
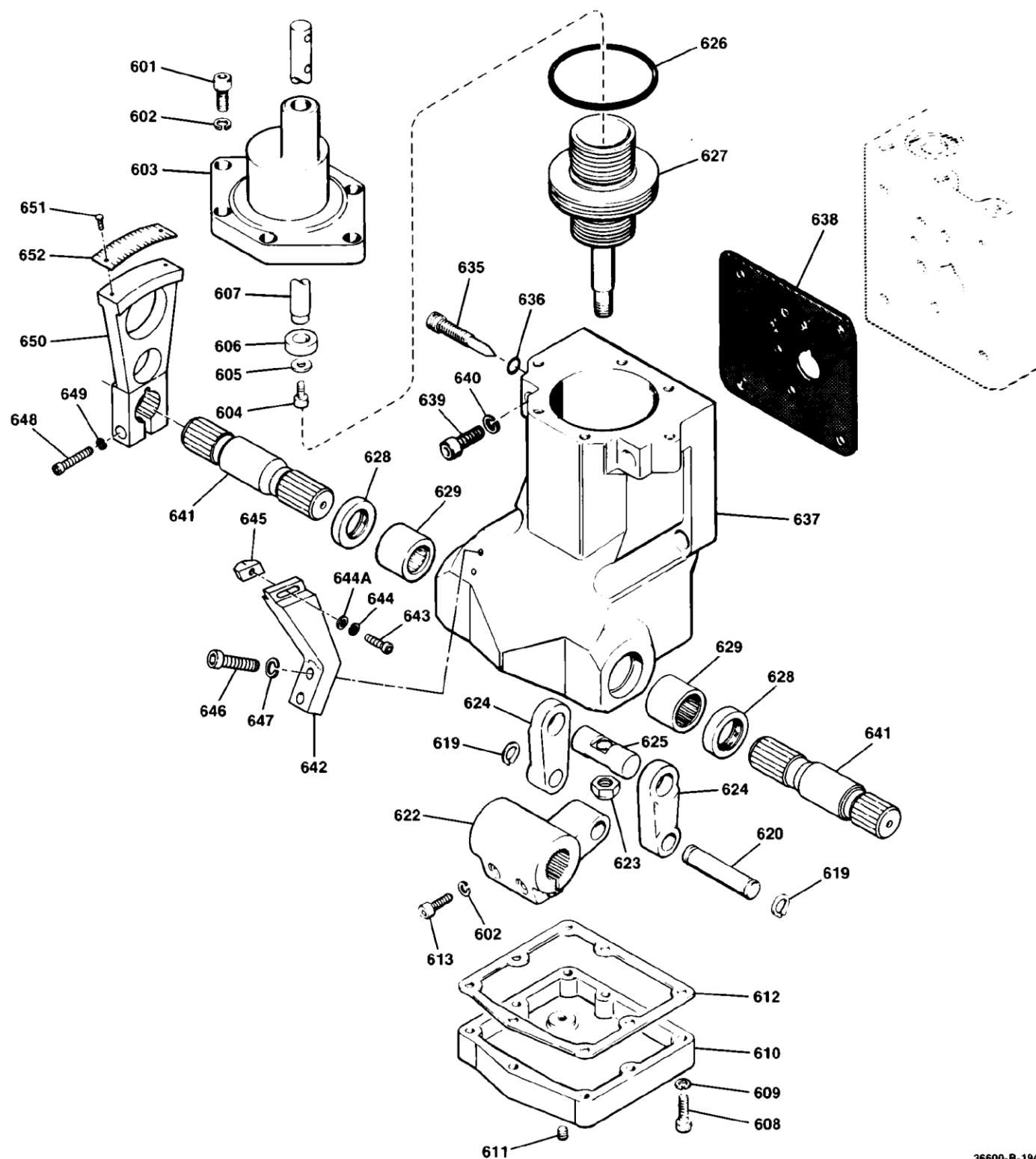


图 6-7. 12 英尺英磅弹簧动力缸分解图（旋转输出）

图 6-8 中的零件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-601	内六方螺钉 5/16-24 英寸	6	36604-628	油封	2
36604-602	开口锁紧垫圈, 5/16	10	36604-629	滚针轴承	2
36604-603	动力缸头	1	36604-630	请勿使用	
36604-604	内六方螺钉, 1/4-28 x 1/2	1	36604-631	请勿使用	
36604-605	平垫圈, 17/64 x 9/16	1	36604-632	请勿使用	
36604-606	导杆关节轴承	1	36604-633	请勿使用	
36604-607	动力活塞导杆	1	36604-634	请勿使用	
36604-608	内六方螺钉, 1/4-28 x 7/8	8	36604-635	针阀	1
36604-609	开口锁紧垫圈, 14 英寸	8	36604-636	O 型环, 438 OD	1
36604-610	动力缸盖	1	36604-637	动力缸	1
36604-611	管塞, 1/8-27 NPT	1	36604-638	垫片	1
36604-612	垫片	1	36604-639	螺钉	4
36604-613	内六方螺钉盖, 5/16-18 x 1	2	36604-640	锁紧垫圈	4
36604-614	请勿使用		36604-641	终端轴	2
36604-615	请勿使用		36604-642	指针支架	1
36604-616	请勿使用		36604-643	螺钉, 8-32 x .625	1
36604-617	请勿使用		36604-644	锁紧垫圈, 8 号	1
36604-618	请勿使用		36604-644A	平垫, 8 号	1
36604-619	扣环	2	36604-645	指针	1
36604-620	动力杆销	1	36604-646	螺钉, .250-28 x 1.000	2
36604-621	请勿使用		36604-647	锁紧垫圈, .250	2
36604-622	动力杆	1	36604-648	螺钉, .250-28 x 1	1
36604-623	螺母, 7/16-20	1	36604-649	锁紧垫圈, .250	1
36604-624	动力活塞连杆	2	36604-650	控制杆	1
36604-625	活塞杆销	1	36604-651	传动螺杆	2
36604-626	密封垫	1	36604-652	刻度	1
36604-627	动力活塞	1			



36600-B-194

图 6-8. 29/58 英尺英磅差动缸分解图 (旋转输出, 配有导杆)

第 7 章

辅助功能和设备

简介

本 PGA 调速器配有一系列可选的辅助功能和设备，它们可以单独或组合使用。这些设备使调速器可以实现其他辅助功能，比如限制发动机负载、控制发动机负载以维持每种转速设置的恒定功率、最大程度降低启动时的过度给油趋势以及允许临时超载、紧急停机和润滑油失压等。辅助设备应该和原调速器设备一起提供。如果需要现场安装的话，建议客户联系 Woodward。

以下段落对可用的辅助设备进行了简要介绍，并列出了可提供详细信息的各个手册。本章节分为两部分：常用的辅助设备和其他附件。

常用的辅助设备

电磁阀停机装置

该设备可设置为通电或断电时自动停机。线圈可调节最常见的直流电压。对于交流电操作，内部的整流器可用于提供所需的直流电压。

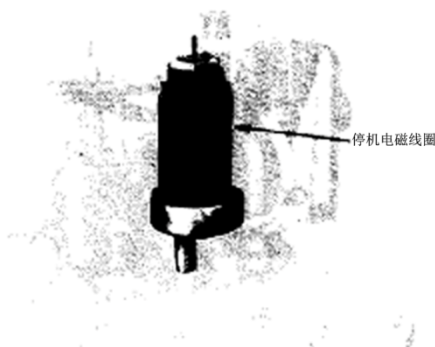


图 7-1. 配有停机电磁线圈的 PGA

说明

图 7-2 中显示的电磁阀停机装置总成几乎可以安装到所有使用液压操作的转速设置伺服总成（直波纹转速设置、电流控制的转速设置等）进行转速设置的 PG 调速器中。电磁线圈由受监控的保护电路中的开关开动。开动后，停机电磁线圈将在调速器内执行一系列操作，使燃油或蒸汽阀联动装置移动到停机或断开位置。

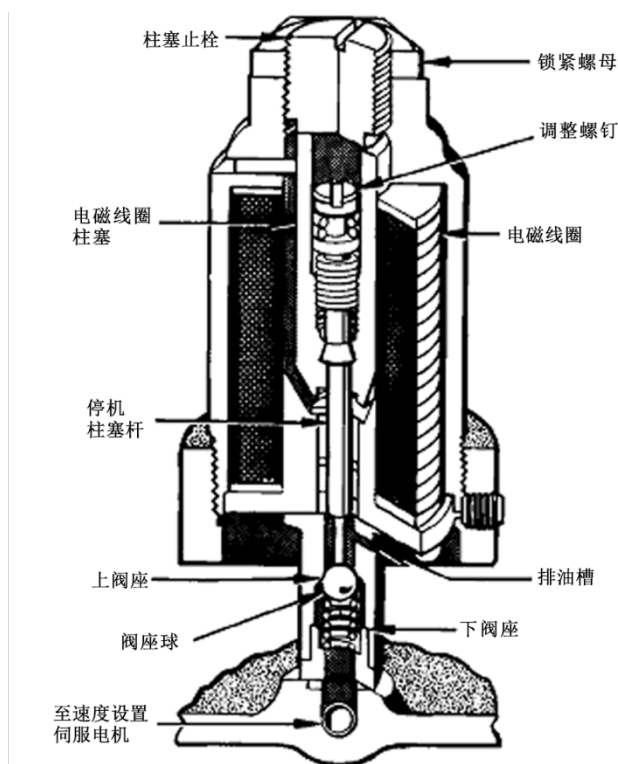


图 7-2. 电磁阀停机装置的剖面图

操作

图 7-3 显示了由止回阀和电磁线圈组成的停机设备。止回阀插入在转速设置伺服总成和转速设置先导阀柱塞及套管之间的液压回路中。当止回阀中的球脱离时，转速设置伺服活塞上方的油就会回到油槽中。这使得伺服活塞弹簧可以将转速设置伺服活塞推上去。当伺服活塞上升到足够的高度时，活塞杆将举起停机螺母和已连接到调速器先导阀柱塞的停机杆。因此，举起停机杆的同时将举起先导阀柱塞。借助中上部的先导阀，油将通过控制油口释放到油槽，调速器的动力活塞将向燃油下降的方向移动燃油联动装置。

止回球（图 7-3）位于两个阀座之间。在装置调整为停机且当电磁线圈通电后，弹簧将在正常操作期间保持止回球靠着上方的阀座。当线圈通电后，柱塞杆向下移动，从止回球处移开。在装置调整为停机且当电磁线圈断电后，当电磁线圈重新通电后，柱塞杆将调整为在正常操作期间保持止回球靠着下方的阀座。当电磁线圈断电后，弹簧向上推动止回球，让其不与任何部件接触。

调节方法

参见图 7-2 并通过以下方式调整“通电到停机”设置：取下锁紧螺母和柱塞止栓；然后给电磁线圈通电。旋转（顺时针）调整螺钉，直到油从停机阀体的槽中渗出。进一步将调整螺钉拧紧 1-1/4 圈。将电磁线圈断电；插入柱塞止栓，然后拧紧止栓，直至触碰到电磁线圈柱塞。将柱塞止栓松开 2 圈，并使用锁紧螺母将其固定。

通过以下方式调整“断电至停机”设置。取下锁紧螺母和柱塞止栓；然后给电磁线圈通电。旋转调整螺钉，直到止回球触碰到下方的阀座。进一步拧紧 1/4 圈（迫使电磁线圈柱塞向上移动）。插入柱塞止栓，然后拧紧止栓，直至触碰到电磁线圈柱塞。将柱塞止栓松开 2 圈，并使用锁紧螺母将其固定。

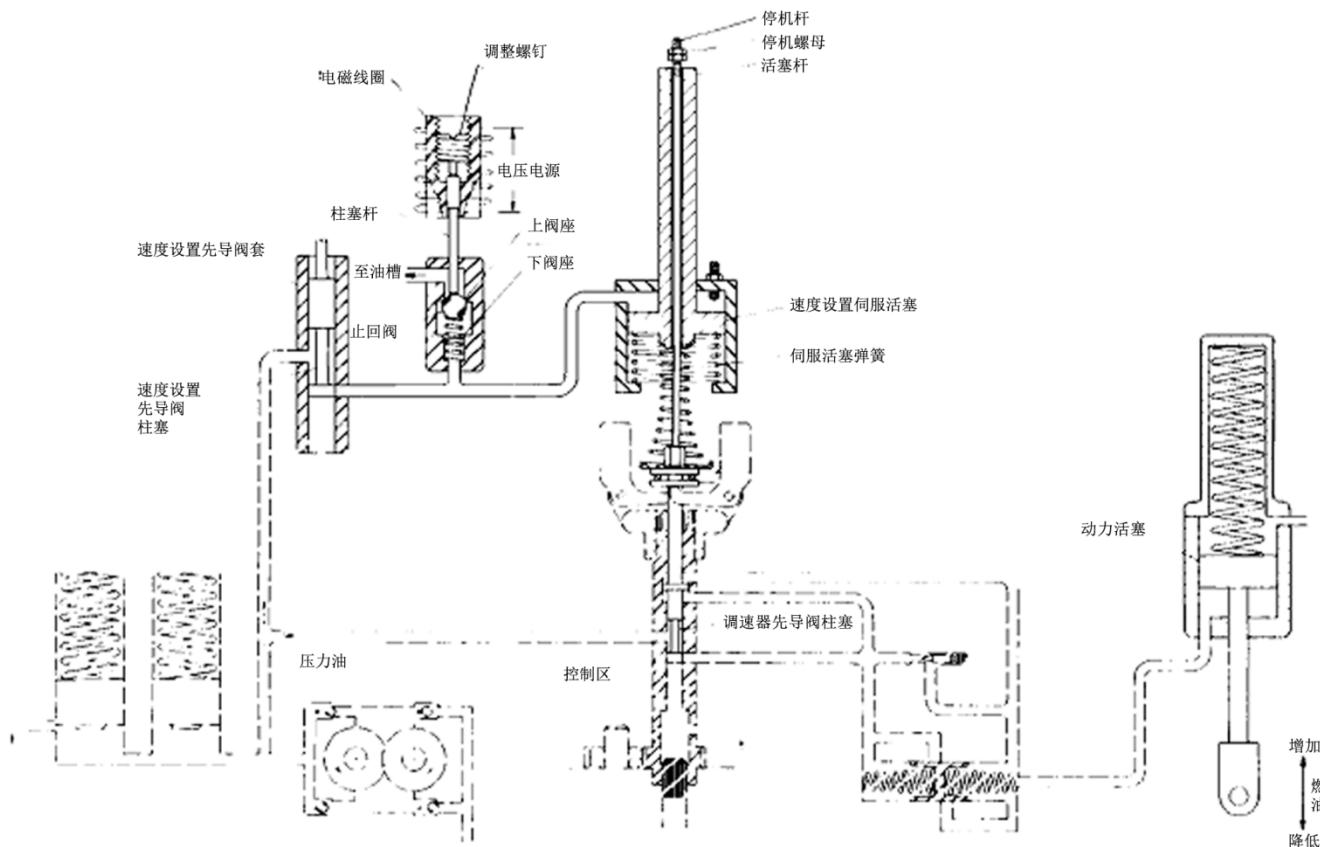


图 7-3. 基本 PG 和电磁停机装置的原理图

图 7-4 中的零件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-701	电磁线圈锁紧螺母	1	36604-720	阀座	1
36604-702	柱塞止栓	1	36604-721	阀座	1
36604-703	电磁线圈柱塞锁销	1	36604-722	滚销	1
36604-704	电磁线圈箱	1	36604-723	弹簧	1
36604-705	负载弹簧	1	36604-724	轴承塞	1
36604-706	绝缘纸	1	36604-725	手动停机柱塞	1
36604-707	电磁线圈	1	36604-726	柱塞止栓	1
36604-708	焊接防护垫圈	2	36604-727	销钉	1
36604-709	O 型环	2	36604-728	插座	1
36604-710	调整螺钉	1	36604-729	连接头 (可选)	1
36604-711	电磁线圈柱塞总成	1	36604-730	耦接头 (可选)	1
36604-712	电磁线圈柱塞垫圈	1	36604-731	垫片	1
36604-713	电磁线圈柱塞杆	1	36604-732	标示板	1
36604-714	电磁线圈柱塞套管	2	36604-733	螺钉, 6-32 x 3/8"	1
36604-715	停机阀体	1	36604-734	垫片	1
36604-716	涂漆油管	2	36604-735	螺钉, 4-40 x 1/4"	1
36604-717	柱塞导承定位销	1	36604-736	O 型环	1
36604-718	钢珠, 直径 1/4"	1	36604-737	二极管总成	1
36604-719	卸荷弹簧	1	36604-738	到 740 未使用	

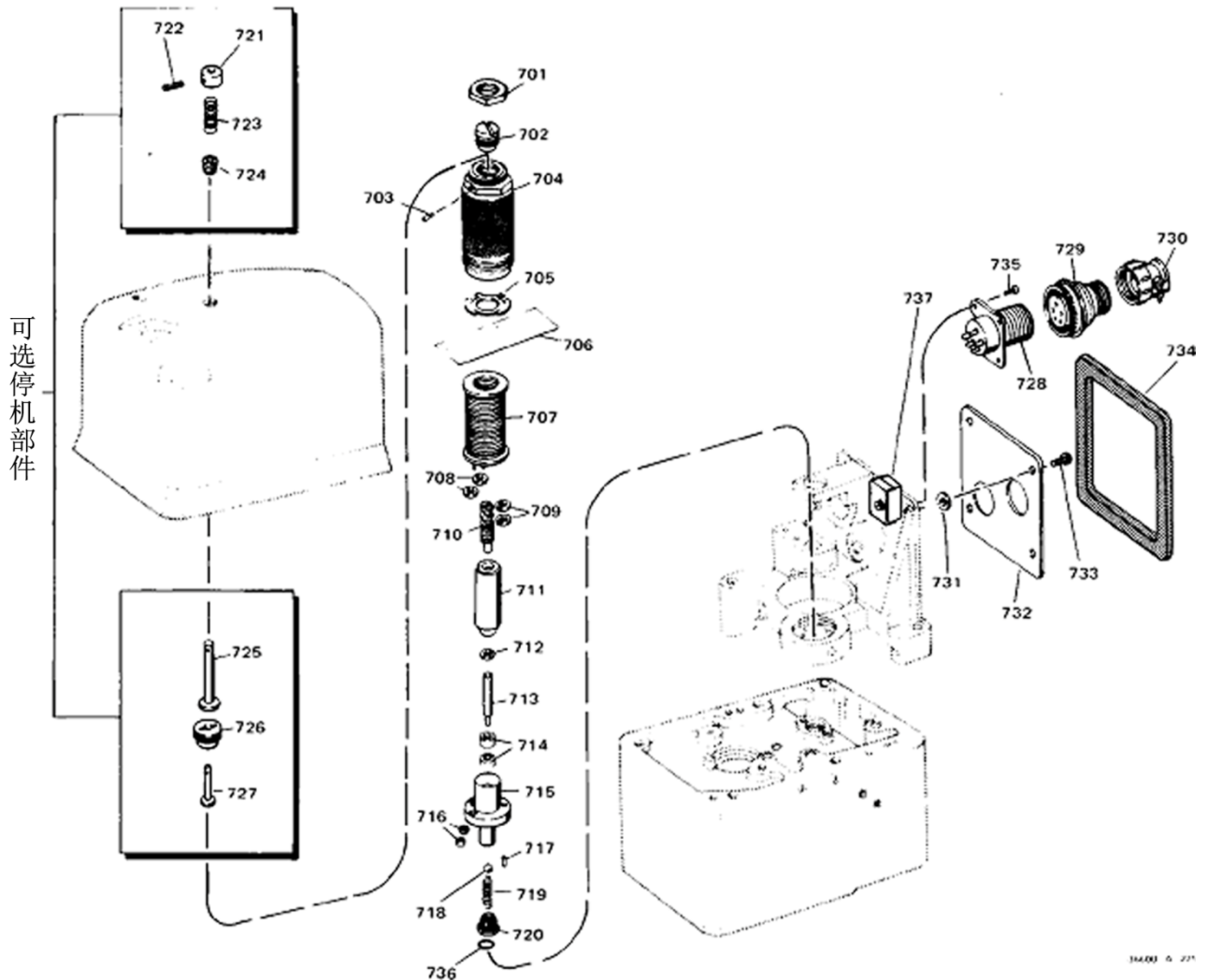


图 7-4. 电磁线圈停机装置分解图

超速跳闸测试装置

(图 7-5 和 7-6)

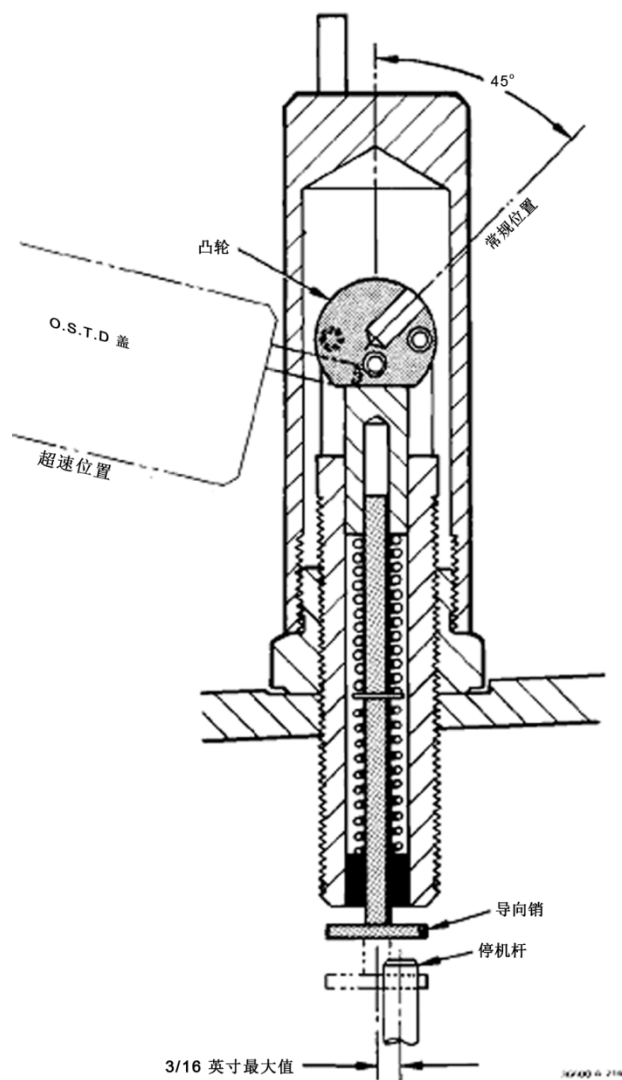


图 7-5. 超速跳闸测试装置

图 7-6 中的零件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-741	调速器盖	1
36604-742	螺母	1
36604-743	导向销	1
36604-744	大套管, 0.314 OD	1
36604-745	弹簧	1
36604-746	扣环	1
36604-747	OST 弹簧	1
36604-748	导向套	1
36604-749	调整套	1
36604-750	凸轮	1
36604-751	滚销, 直径 0.125 x .625	1
36604-752	滚销, 0.135 OD x 0.500	1
36604-753	O.S.T.D. 盖总成	1
36604-754	到 820 未使用	

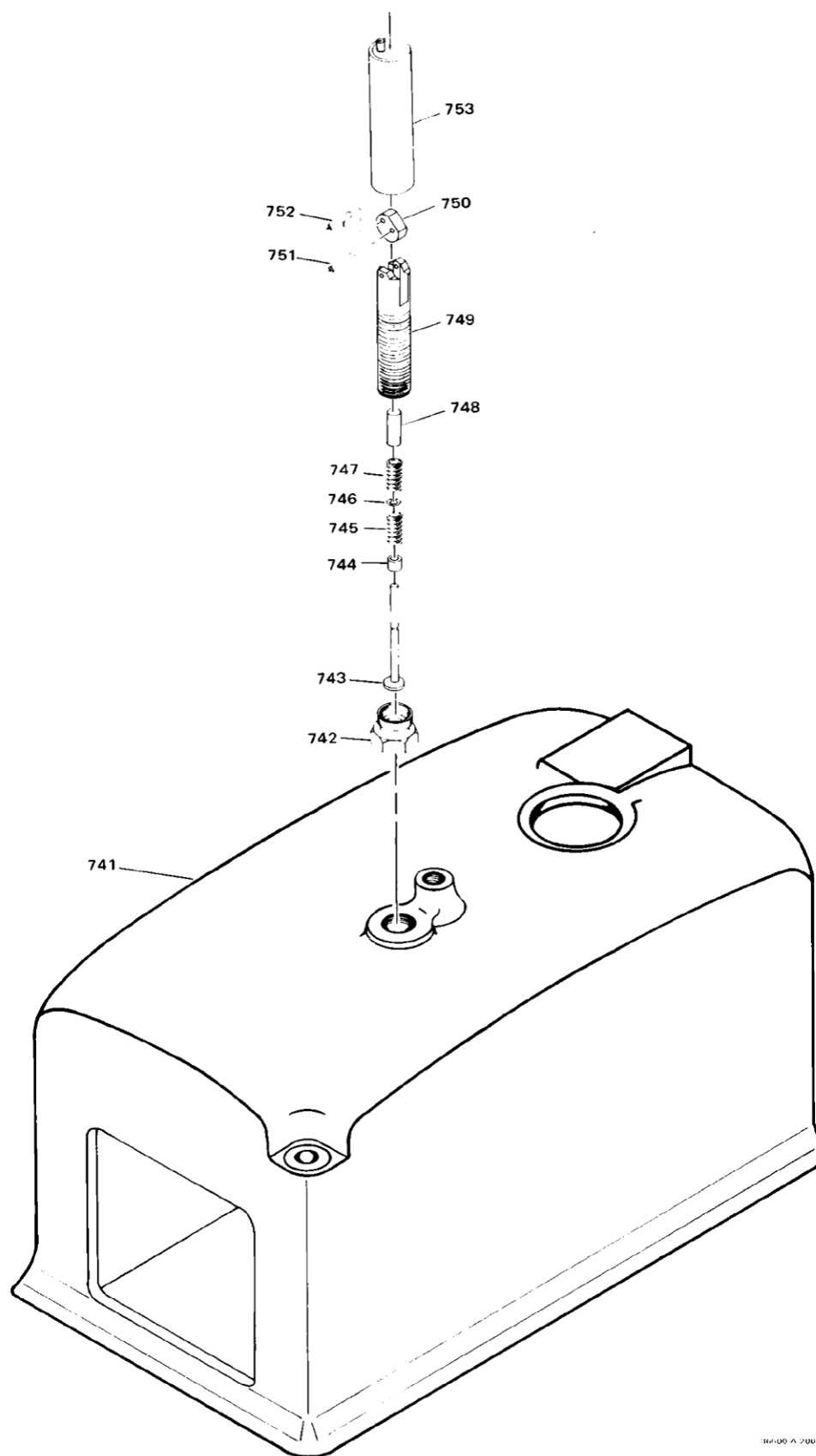


图 7-6. 超速跳闸测试装置分解图

图 7-5 中显示的超速测试装置提供了一种临时提高调速器转速设置以检查发动机超速跳闸装置运行情况的方式。该装置可安装在任何配有停机杆的 PG 调速器上，包括已经在运行中的调速器。

如果要添加超速跳闸测试装置，请将您的调速器退回 Woodward。

操作

为了测试超速跳闸装置，请拆下测试装置的盖子 (753)，然后将盖子顶部的销 (754) 滑动到凸轮表面的插座中。缓慢地将凸轮移动到超速位置。推动导向销 (743) 与停机杆接触，从而打开先导阀套中的控制油口。调速器动力活塞将被迫向“增加燃油”的方向移动，促使发动机转速提升，当达到一定转速时，安装在发动机上的超速跳闸装置即会关闭发动机。



警告

在启动发动机、涡轮机或其他类型的原动机时，做好随时进入紧急停机的准备，以使原动机免受失控或损害，防止一切可能的人身伤害、生命或财产损失。

负载指示（导杆）开关

（图 7-7 和 7-8）

负载指示开关用于表明导杆位置。这些开关随导杆或燃油架的位置而变化。

负载指示器开关由连接到动力活塞导杆的定位螺钉 (825) 以机械的方式操作。给发动机加油，当导杆移动通过预设位置时，负载指示器将通电。该开关可以与警报信号或指示灯相连接。有关特定连接，请参见发动机制造商的说明手册。如果负载超过预设位置，开关将通电。

负载控制指示器开关也可与负载控制联动装置相连接。这样一来，该指示器开关将由转速设置和燃油架位置决定，而不仅仅由导杆位置决定。

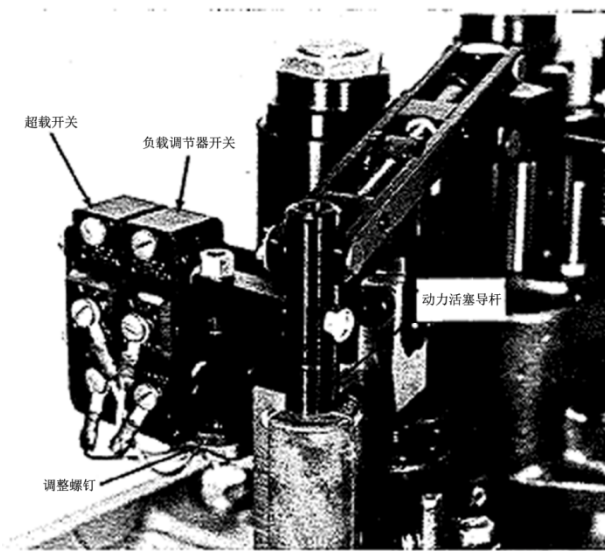


图 7-7. 负载指示开关

图 7-8 中的零件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-821	六角头螺钉, 10-32 x 7/8	1	36604-836	垫片	1
36604-822	内齿锁紧垫圈, #10	1	36604-837	致动器轴	1
36604-823	导杆臂	1	36604-838	开关致动器杆 (超载)	1
36604-824	螺母, 10-32	1	36604-839	螺母, 10-32	1
36604-825	滚花调整螺钉	1	36604-840	内六方定位螺钉, 椭圆形尖端, 10-32 x 5/8	1
36604-826	自锁螺母, 6-32	2	36604-841	开关致动器 (调节器)	1
36604-827	圆螺纹六角头螺钉, 6-32 x 1-7/8	2	36604-842	轴弹簧	1
36604-828	柱塞开关 (微型开关)	2	36604-843	止动销, 1/4 x 7/16	1
36604-829	螺母, 10-32	2	36604-844	套管, 1/4 x 3/8 x 1/4	2
36604-830	内齿锁紧垫圈, #10	2	36604-845	开关支架	1
36604-831	六角头螺钉, 10-32 x 3/4	2	36604-846	圆螺纹六角头螺钉, 8-32 x 3/8	1
36604-832	六角头螺钉, 10-32 x 1/2	2	36604-847	内齿锁紧垫圈, #8	1
36604-833	内齿锁紧垫圈, #10	2	36604-848	电缆夹	1
36604-834	扣环	1	36604-849	到 850 未使用	
36604-835	启动杆	1			

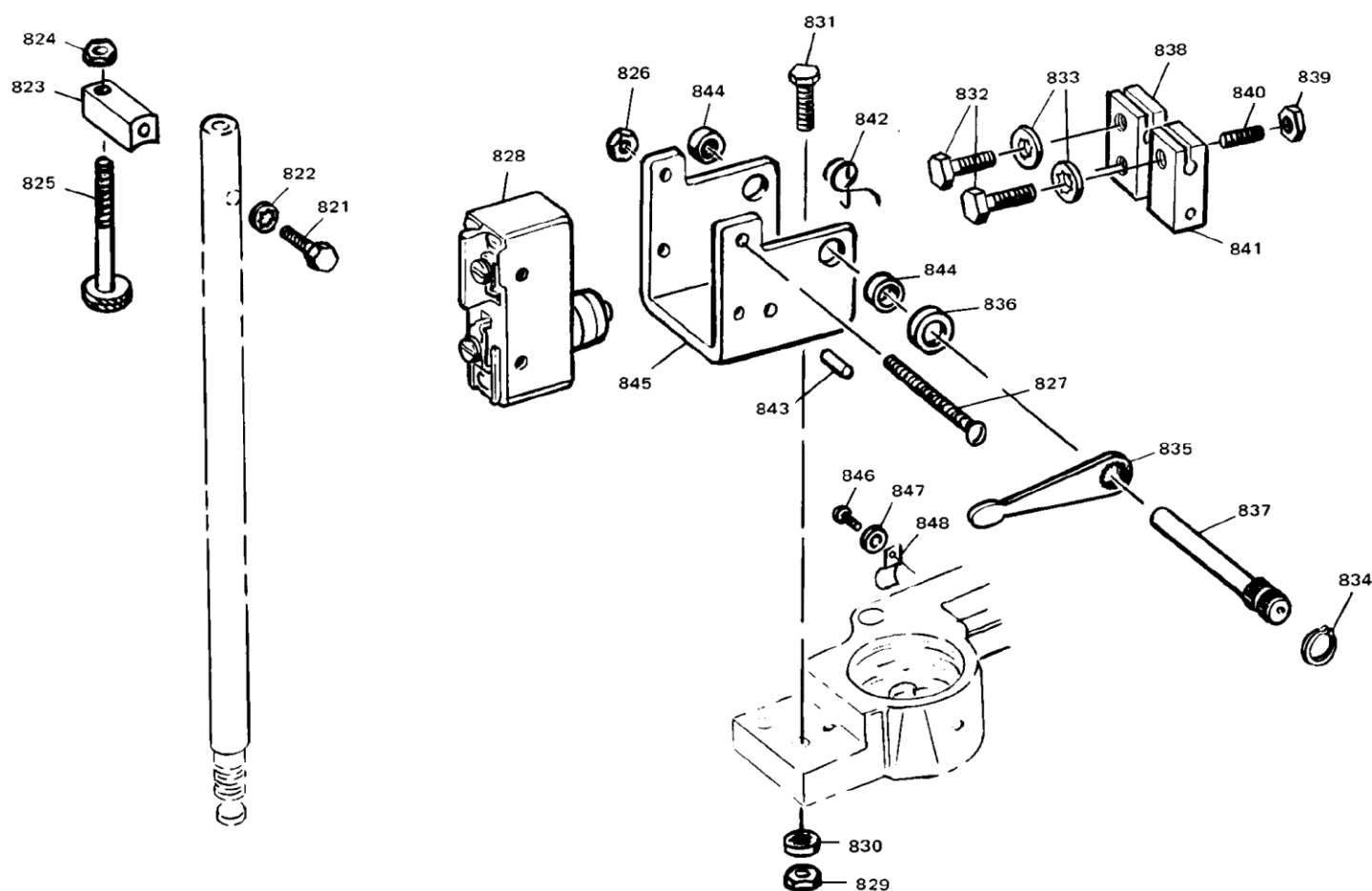


图 7-8. 负载指示开关分解图

调节方法

参见图 7-8 和以下方法。

1. 调整螺钉 (825), 直到其螺纹与导杆臂相契合 (823)。
2. 放置导杆, 以按照发动机规格获取正确的齿条长度。

3. 将开关致动器 (841) 调整到刚好触发负载调节器开关 (828) 的位置。使用螺钉 (832) 固定开关致动器 (841)。
4. 当开关致动器 (841) 中的螺钉 (832) 已经移动到距触发负载调节器开关大约 1/4" 的位置时, 调整开关制动器 (838) 触发超载开关 (828)。该设置也应按照发动机规格执行。

角式歧管表压燃油限制器

本手册介绍了两种类型的燃油限制器。许多旧式 PGA 调速器和一些新式调速器上都安装了角式燃油限制器。这些新式调速器同时也安装了转速设置燃油限制器或其他限制器, 这妨碍了单腔燃油限制器的使用。

单腔燃油限制器是首选的限制器, 因为它包含液压式放大器部件, 可以将低强度传感器输出转换成高强度输出, 从而实现对先导阀增速器弹簧系统加偏压。本章节稍后将介绍该限制器。

角式燃油限制器根据歧管增压空气表压的不同对极限曲线加偏压。

加速期间的负载大大增加, 涡轮增压器转速和发动机转速之间的正常滞后可能导致向发动机提供的燃油多于增压器中空气可燃的燃油量。最后, 燃油和空气的不平衡将导致燃烧不完全和过量黑烟, 并且经常会阻碍发动机在负载变化后回到正常转速的能力。调速器动力活塞被限制了打开方向, 以按照歧管增压空气压力限制发动机燃油。这确保了始终保持足够的空气, 以实现适当燃烧。

燃油限制器主要由压力传感器、凸轮和连接梁组成 (参见图 7-11)。

连接梁的一端连接到调速器动力活塞的导杆。另一端根据凸轮位置进行放置。连接梁从停机模块下穿过。通过升高连接梁将停机模块提升到足够的高度, 并且停机杆也随之升高。由于停机杆是调速器先导阀柱塞的延伸, 因此举起停机杆时也会随之举起先导阀柱塞。

当先导阀柱塞低于其中心位置时, 向上移动调速器动力活塞添加燃油。只有动力活塞向上移动, 使连接梁将先导阀柱塞带回到其中心位置才能添加燃油。凸轮位置确定了在连接梁举起先导阀柱塞之前动力活塞可以提升的高度。因此, 凸轮位置决定了在任何时刻能够向发动机提供的最大燃油量。

凸轮安装在液压操作且连接到力平衡系统的传感器活塞上, 并且所处位置与歧管增压空气表压成正比。凸轮的坡度是可调整的。

歧管增压空气进入波纹管, 将锥形阀推离阀座。这股力量与锥形阀和传感器活塞之间的弹簧为锥形阀提供的力量方向相反。

无限制流动的压力油持续向传感器活塞的上部分施加压力。一连串的管口限制了压力油向活塞的下部分流动。但是，当歧管增压空气压力发生变化时，来自相反方向的弹簧弹力将平衡或抵消波纹管向上推动锥形阀的力量。锥形阀正常会“飘”离阀座，并持续将通过管口体系运输的油释放到油槽。如果波纹管的力量大于对立的弹簧弹力，锥形阀将被迫上升，使油以不断加快的速度从活塞下方流出来。活塞上方的压力油将迫使其向下移动并持续压缩弹簧，直到弹簧弹力与波纹管的力量相等。如果歧管增压空气压力下降，波纹管输出力量减少，弹簧将会把锥形阀推离阀座。活塞下方的油压将向上移动活塞，并减少锥形阀上的弹簧负载，直到与对立的力量再次相等。

波纹管总成内弹簧上的预负载决定了增压空气压力的最大值，当压力低于该值时，设备将保持恒定的最大燃油限制（图 7-9 中的 RS 线）。可通过调整波纹管箱一端的螺钉调节预负载，也可以采用出厂前设置。凸轮的轮廓决定了 ST 线（图 7-9）的坡度。

由于燃油限制器对怠速有效，因此必须设置足够高的燃油限制，以便能够为启动提供足够的燃油。参见图 7-10 了解歧管表压燃油限制器的分解图。

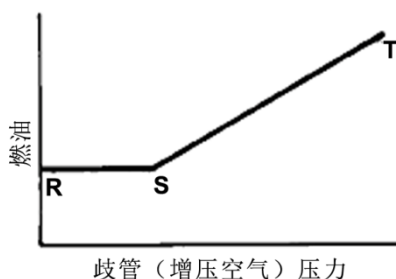


图 7-9. 歧管压力与燃油流量

覆压开关

覆压开关使用的是微型开关。当发动机和调速器正常停机时，压力开关将自动取消错误信号。

燃油限制器微型开关

（图 7-10）

转速设置燃油限制器微型开关（1457）与歧管压力燃油限制器一起使用。这意味着，调速器将按照发动机转速或歧管增压空气压力来限制燃油。

当加强梁（1416）到达其极限位置（水平）时，它将激活微型开关并相继发出声音警报或可见警报。

要调整微型开关，松开螺母（1460）和定位微型开关（1457），直至达到正确设置点。

图 7-10 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-1001	主体	1	36604-1413	弹性六角螺母, .250-20	2
36604-1002	提升阀套	1	36604-1414	开口销	1
36604-1003	阀柱套	1	36604-1415	加强梁止动	1
36604-1004	下弹簧座	1	36604-1416	加强梁总成	1
36604-1005	活塞弹簧	1	36604-1417	枢轴销	1
36604-1006	弹簧座	1	36604-1418	燃油限制梁总成	1
36604-1007	燃油限制器活塞	1	36604-1419	螺钉, 6-32 x 1	1
36604-1008	请勿使用		36604-1420	六角螺母, 10-32 NF 28 R.H.	5
36604-1009	杆支架销	1	36604-1421	枢轴螺钉	1
36604-1010	活塞套	1	36604-1422	速度设置燃油限制器弹簧	1
36604-1011	凸轮导向支架	1	36604-1423	螺钉	1
36604-1012	螺钉	1	36604-1424	导向销, 10-32 UNF 2A	1
36604-1013	弹簧垫圈	1	36604-1425	夹具	1
36604-1014	孔箱	1	36604-1426	弹簧固定器	1
36604-1015	垫圈	2	36604-1427	六角头螺钉	1
36604-1016	垫圈	33	36604-1428	动力活塞支点总成	1
36604-1017	孔板	32	36604-1429	支架	1
36604-1018	孔板包弹簧	1	36604-1430	自锁螺母, 1/4-28 UNF-3B	1
36604-1019	垫圈	1	36604-1431	垫片	1
36604-1020	内部扣环	1	36604-1432	锁紧垫圈, .250 ID	2
36604-1021	止回阀	1	36604-1433	内六角头螺钉, .250-28 x 1.000	1
36604-1022	O 型环	2	36604-1434	垫圈	1
36604-1023	活塞和滤网总成	1	36604-1435	六角螺母, 10-32 NF-2B R.H. 螺纹	1
36604-1024	波纹管总成	1	36604-1436	锁紧垫圈, #10	1
36604-1025	O 型环	1	36604-1437	开口销	1
36604-1026	扣环	2	36604-1438	内六角螺钉, .250-28 x 1.750	1
36604-1027	增速器弹簧动力缸	1	36604-1439	弹性六角螺母, 10-32	1
36604-1028	凸轮随动臂	1	36604-1440	球面垫圈	1
36604-1029	销	1	36604-1441	支架销	1
36604-1030	定位螺钉	1	36604-1442	截止阀弹簧	1
36604-1031	内六角螺钉	1	36604-1443	弹簧	1
36604-1031a	螺母	1	36604-1444	销钉	1
36604-1032	锁紧垫圈	1	36604-1445	调节支点螺钉	1
36604-1033	滚珠轴承	2	36604-1446	速度弹簧缸垫片	1
36604-1034	螺母	1	36604-1447	O 型环	1
36604-1035	螺钉	1	36604-1448	电力系统支点	1
36604-1036	到 1056 请勿使用		36604-1449	请勿使用	
36604-1057	停机杆	1	36604-1450	螺钉	1
36604-1058	到 1067 请勿使用		36604-1451	定位螺钉, 8-32 x .375	1
36604-1068	六角头螺钉	1	36604-1452	扭转弹簧	1
36604-1069	螺母	1	36604-1453	燃油限制凸轮	1
36604-1070	夹具	1	36604-1454	燃油限制凸轮	1
36604-1071	开口锁紧垫圈, 0.250	2	36604-1455	螺钉, 4-40 x 0.562	2
36604-1072	有头螺钉	2	36604-1456	致动器	1
36604-1073	六角头螺钉, 0.250-28	1	36604-1457	微型开关	1
36604-1074	扣环	1	36604-1458	开关座板	1
36604-1076	滚珠轴承	1	36604-1459	垫圈, 0.203 x 0.438 x 0.064 厚	1
36604-1077	销钉	1	36604-1460	螺母, 10-32	1
36604-1078	管道总成	1	36604-1461	压力开关	1
36604-1079	到 1100 请勿使用		36604-1462	压力开关适配器	1
36604-1401	连接梁	1	36604-1463	O 型环, 0.239 ID x 0.070	1
36604-1402	销钉 .185 x 1.094	1	36604-1464	电线, 20 ga 红色	1
36604-1403	开口销, 1/18 x 3/8	5	36604-1465	电线, 20 ga 绿色	1
36604-1404	垫圈, 203 x .438 x .032 厚	5	36604-1466	电线, 20 ga 橙色	1
36604-1405	销垫片	1	36604-1467	定位螺钉, 10-32 x 0.250	1
36604-1406	定位螺钉, 10-32 x 1.000	1	36604-1468	压接端子	3
36604-1407	槽孔链接	1	36604-1469	管道 (收缩) 0.125 x 0.625	3
36604-1408	螺母	2	36604-1470	销	1
36604-1409	枢轴销	1	36604-1471	止回阀	1
36604-1410	梁	1	36604-1472	到 1500 未使用	
36604-1411	垫圈	1			
36604-1412	垫圈, .265 x .500 x .032 厚	2			

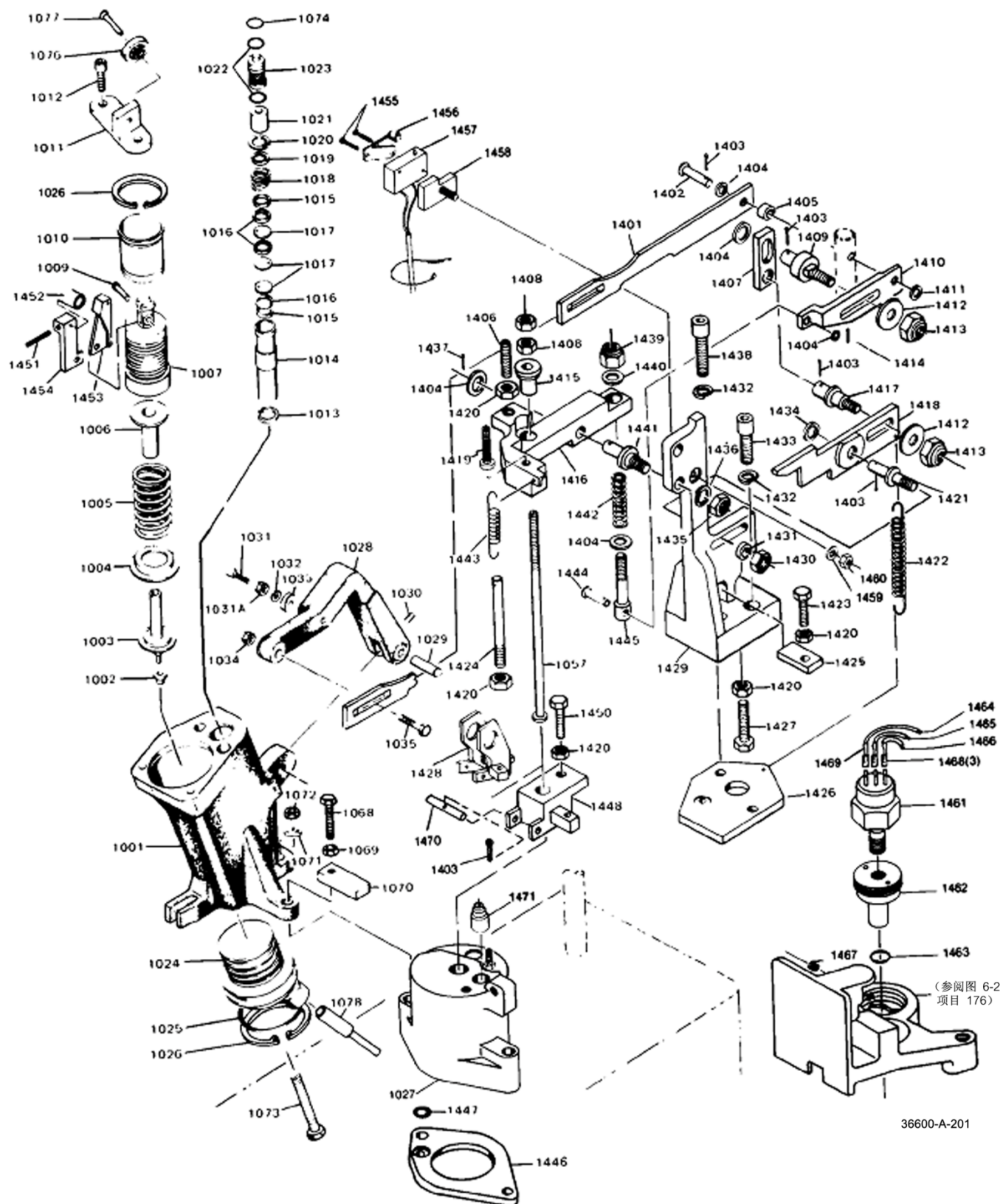


图 7-10. 角式歧管表压燃油限制器分解图
(与燃油限制器微型开关、覆压开关和速度设置燃油限制器一并显示)

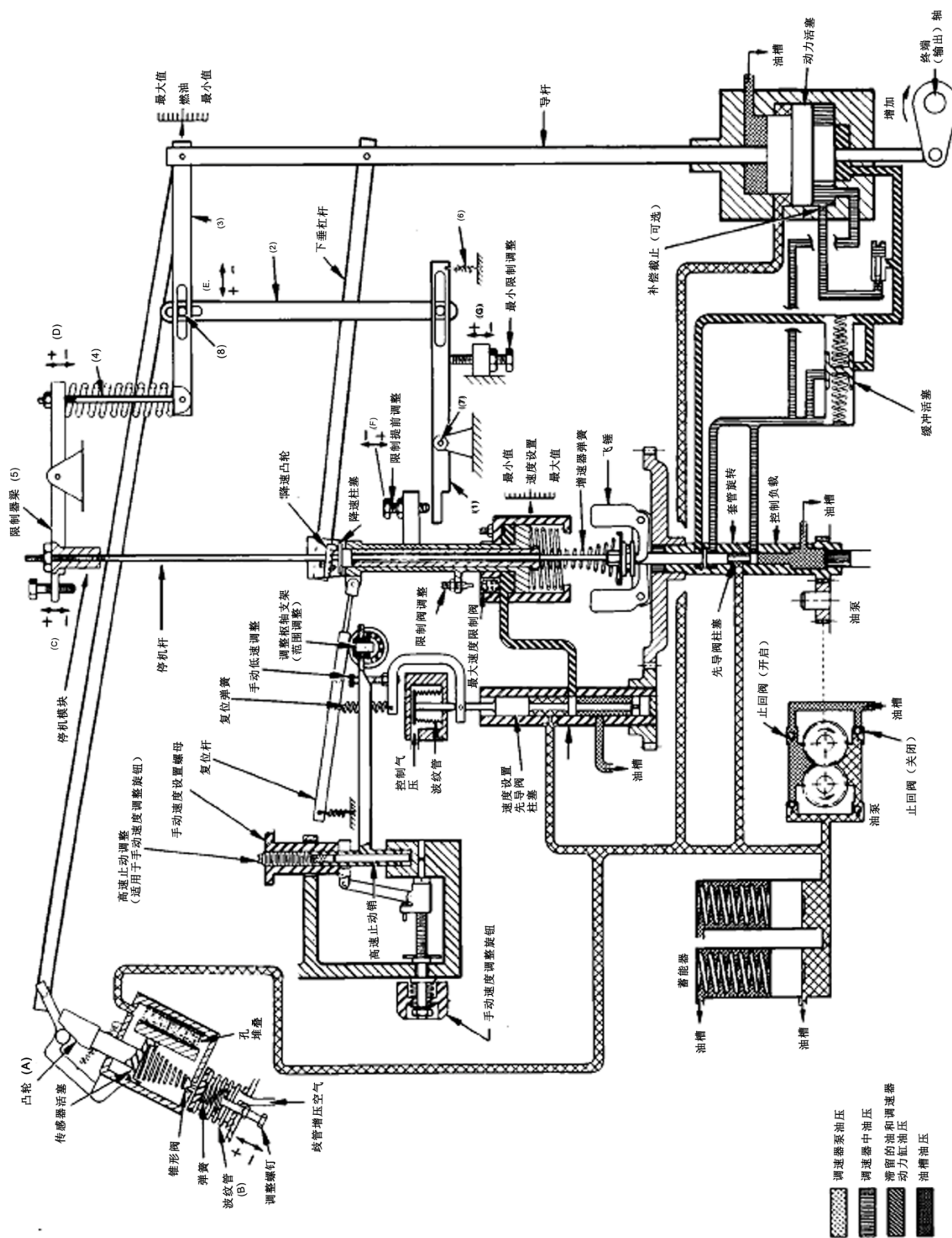


图 7-11. 带歧管压力燃油限制器和速度设置燃油限制器的 PGA 调节器原理图

速度设置燃油限制器

燃油限制器只依赖于调速器速度设置。图 7-12 显示有关基本 PG 调速器的拉杆示意图安排

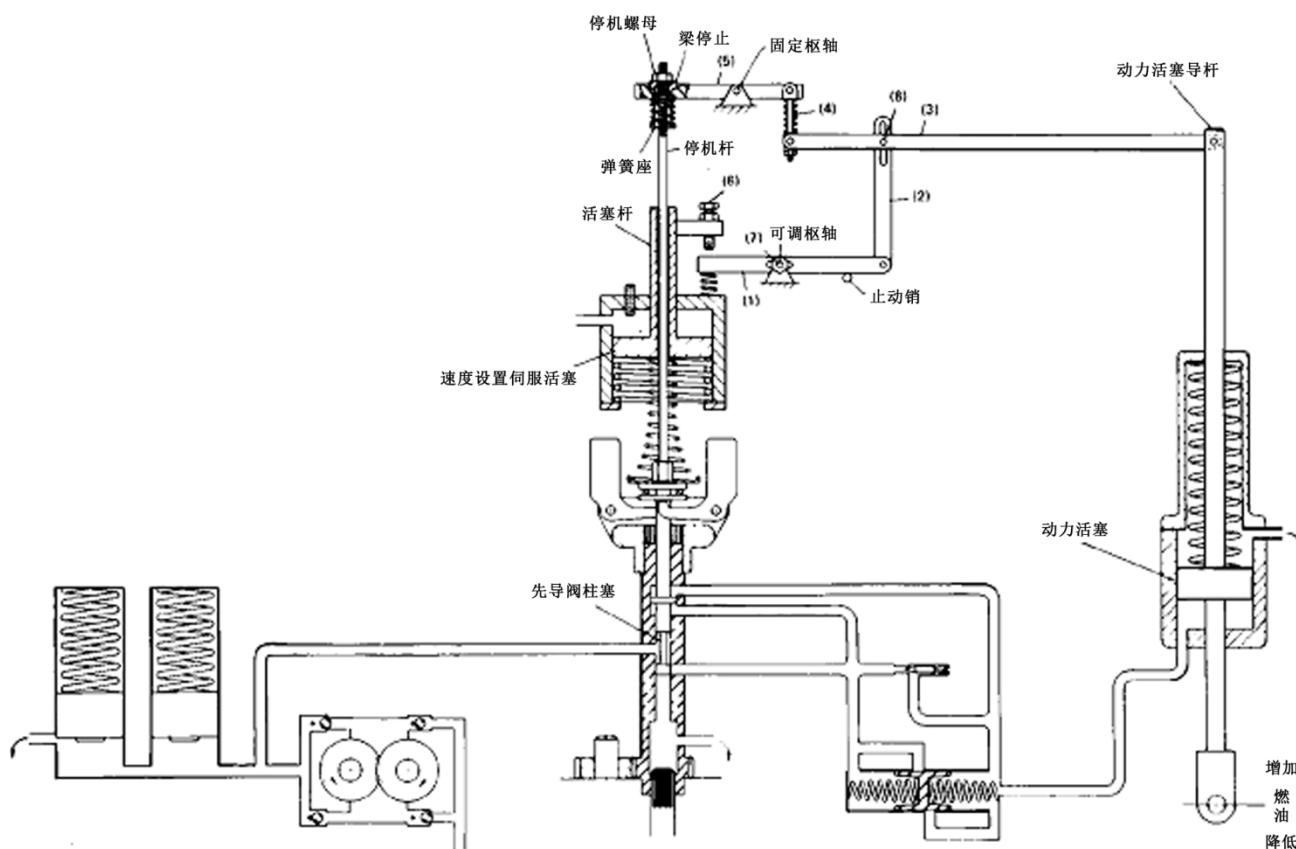


图 7-12. 带速度设置燃油限制器的 PGA 原理图

速度设置伺服活塞位于限制器梁 (1) 的左端。当速度设置伺服活塞向下移动时，螺钉 (6) 强迫梁 (1) 以轴 (7) 为轴心移动。梁 (1) 的右手端向上移动，升高下限制器链接 (2)，从而将槽摆放在与调斜支点自锁螺母 (7) 有关的梁 (2) 的上端。

由于限制器梁 (3) 的右手端连接到动力活塞导杆，其位置根据燃油设置变化。梁 (3) 的左端由上限制器链接 (4) 支撑，其长度是可调节的。当导杆向上移动时，它也移动调斜支点 (8) 直到其到达下限制器链接槽的顶端。限制器梁 (3) 继而以槽端为轴心移动，降低梁 (3) 的左手端。上限制器链接 (4) 向下移动，强迫限制器梁 (5) 的右手端向下。这将导致限制器梁 (5) 的左手端升高连接到主要先导阀的停机杆。燃油从主要伺服活塞的下方倒出排空。因此，燃油的限制通过速度设置活塞位置的变化实现。

典型的速度设置燃油限制安排如图 7-13 所示。

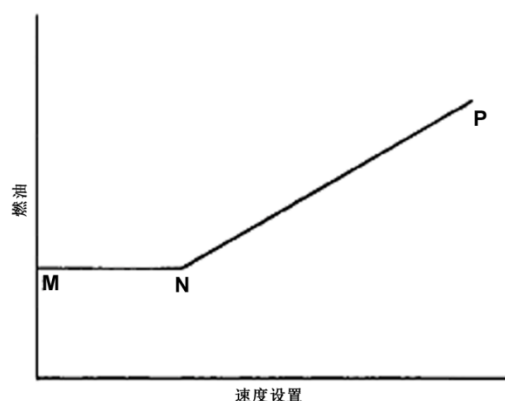


图 7-13. 燃油限制速度设置示例

当限制预先调整螺钉和限制器梁 (1) 左端之间存在间隙时，持续的燃油分配比 M-N 曲线保持不变。

N-P 的坡度是由限制器梁 (图 7-12 中的 2) 中调斜支点 (图 7-12 中的 8) 的位置设定的。

负载控制

简介

调速器的主要功能是为发动机安排足量的燃油，以便在不同负载条件下保持恒定的发动机转速。在一些船舶调速器驱动的可调径节推进器中，调速器的次要目的是维持或限制调速器每个特定速度设置下发动机的一定马力输出。

为了达到这个目标，可以为调速器提供一个负载控制阀或负载控制叶片伺服电机。负载控制功能负责将发动机负载调整到调速器每个特定速度设置下的预定值。

操作

参见图 7-18. 负载控制先导阀柱塞从负载控制浮动杆悬垂下来。浮动杆的一端连接到动力活塞导杆，另一端连接到速度设置活塞杆。任何一个活塞或两个活塞的任何移动都会引起非旋转套管中柱塞的相应移动。

压力油可通过两种方式供应给柱塞，或者通过外部的推进器径节设置机制，或者通过调速器油泵并经过减压阀。先导阀有两个控制区以提供增加负载方向信号和减少负载方向信号。如果发动机负载超过预定的最大值，大多数推进器生产商只使用上方区域的信号来减少径节。在这些调速器上，下方或增加径节燃油管道已堵塞。

少数推进器生产商详细说明我们完整的叶片伺服，如图 7-14 和 7-18 所示。他们在键控轴上安装一个凸轮，该凸轮根据叶片伺服的位置来操作气动传送器以获取不同气压。压力用于逐渐减小径节。经过调速器泵中的减压阀油用于操作该伺服。一启动发动机，阀门将关闭以使用泵中的所有燃油来移动主要调速器伺服电机，从而打开燃油架。

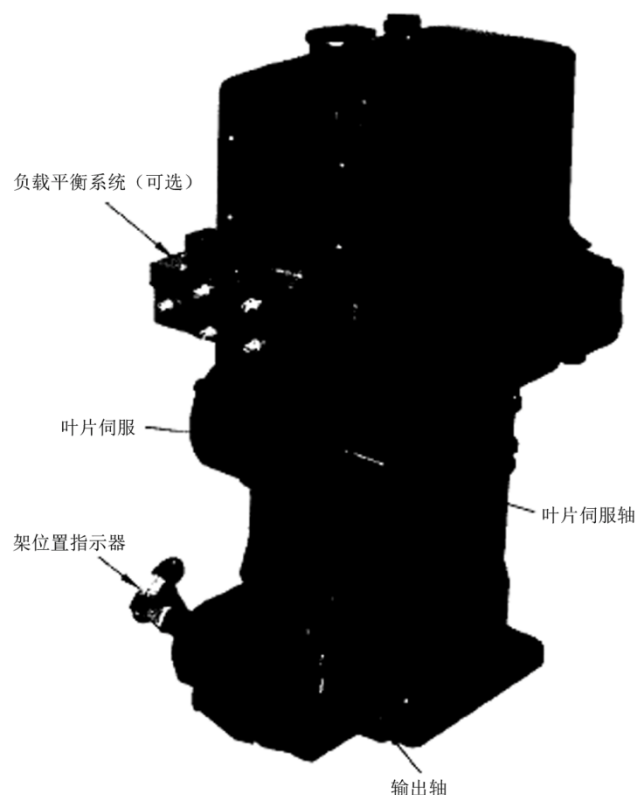


图 7-14. 带叶片伺服的 PGA

由于负载控制阀门主要用于控制径节和负载，已对此条件下的调速器操作进行了描述。从原理图可以看出，固定的线性关系保持负载控制阀门居中。如果对于给定速度设置，发动机需要的燃油比负载控制阀门调节允许的燃油多，动力活塞会将阀门抬高至露出上端油口。推进器生产商使用燃油管道中来自调速器的液压来减小径节，从而通过减少负载来恢复平衡。

如果使用的是叶片伺服，它将旋转凸轮并操作由推进器生产商安装的气动传送器，向推进器径节设置机制发送调节气动信号以减小径节。同时，叶片的另一边逐渐流出，燃油流回到调速器油槽中。

通过结合负载控制浮动杆和链路中的凸轮和出产链接，有可能获得非线性负载控制曲线。请咨询 Woodward。

调节方法

可通过两种方式调节负载（径节）控制线，即距程螺钉（1111）和偏心齿轮（1103）。距程螺钉可影响曲线的坡度。将点从负载控制阀门停止的位置向动力活塞导杆移动可将曲线拉平。这意味着调速器在较低速度时允许更大的负载。调节偏心齿轮可上下移动曲线，影响发动机在各种速度下的负载。如果坡度改变了，通常也需要重新调节偏心齿轮。

时间阀

时间阀（图 7-17）可能位于调速器内部以在内部安装叶片伺服，也可能安装在调速器柱体的外部以在外部安装叶片伺服。这两种配置方式的功能是相同的，即控制叶片伺服在增加方向或减少方向上的运动速率。可根据需要调节这些阀门，从而增加或减少流量。

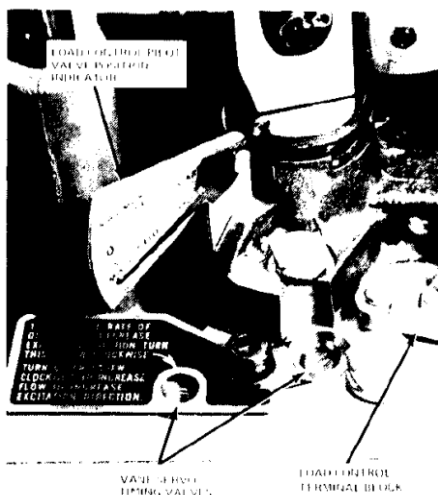


图 7-15. 内部叶片伺服的时间阀



图 7-16. 外部安装叶片伺服的时间阀

单腔燃油限制器

说明

燃油限制器（图 7-18）主要由浮动杆、曲拐、压力传感器和凸轮、液压放大器连同反馈杆和燃油限制浮动杆组成。浮动杆的右端连接到调速器动力活塞的导杆并以曲拐的一条腿为轴心移动。浮动杆的左端停留在液压放大器反馈杆的右端。曲拐以及浮动杆支点的位置是由燃油限制凸轮决定的。歧管气压升高将提升浮动杆支点的位置，允许调速器动力活塞在燃油限制出现之前成比例地向上移动更大的距离。

压力传感器是一个由进油止回阀、孔板包限制、活塞和凸轮总成、复位弹簧、排放阀、表压（或绝对压力波纹管设置）组成的力平衡装置。传感器为每个不同的歧管气压设置了相应的活塞（和凸轮）位置。歧管气压和限制出现的调速器动力活塞支点位置（燃油流）之间的关系是由凸轮的侧面和角度倾斜决定的。取决于发动机和涡轮增压器的不同特征，凸轮可以是线性的，也可以是非线性的。

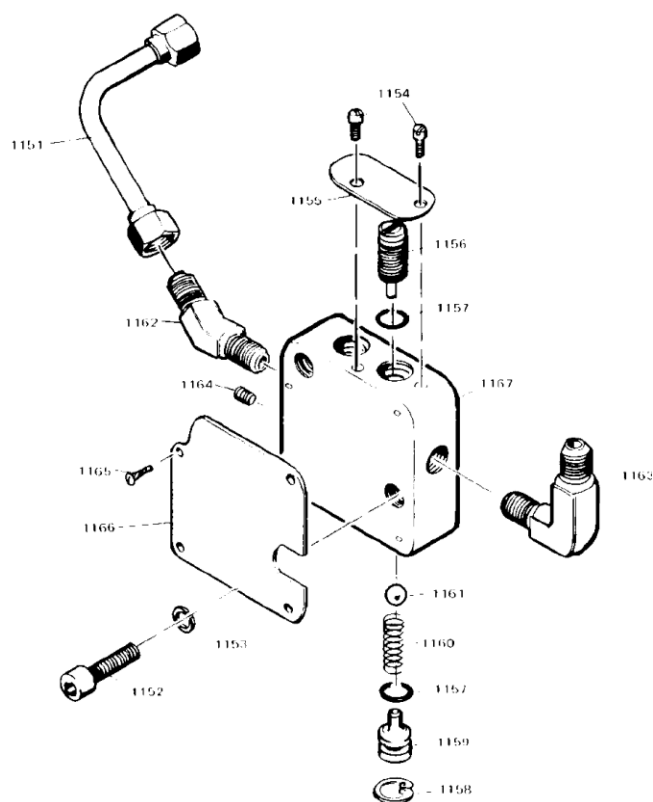


图 7-17. 叶片伺服时间阀总成（外部型）分解图

图 7-17 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-1151	管道总成, 3/8	1
36604-1152	内六方螺钉, 1/4-28 x 1	2
36604-1153	开口锁紧垫圈, 1/4	2
36604-1154	有槽六方螺钉, 8-32x 1/4	2
36604-1155	阀盖	1
36604-1156	针形螺钉	2
36604-1157	O 型环, 0.338 OD	4
36604-1158	扣环	2
36604-1159	活塞	2
36604-1160	球形弹簧	2
36604-1161	止回球, 直径 1/4	2
36604-1162	弯管, 90°, 1/4 NPTF 到 3/8 管道	1
36604-1163	弯管, 90° 1/4 NPTF 到 3/8 管道	1
36604-1164	管塞, 1/16-27 NPTF	1
36604-1165	传动螺杆, #2 x 3/16	4
36604-1166	使用说明牌	1
36604-1167	阀箱	1
36604-1168 到 36604-1180	未使用	

液压放大器是导阀控制的单动式液压汽缸。燃油限制到达给定歧管气压时, 放大器提供克服增速器弹簧阻力所需的力, 从而升高停机杆, 并重定位调速器先导阀柱塞。

排放阀根据歧管气压来调节燃油从传感器活塞下方流向油槽的速率。当排放阀从此区域流出的燃油比流入孔板包的燃油流量大，传感器活塞将向下移动。相反，将分流的油量减少到少于流入的油量会引起传感器活塞向上移动。当流入和流出的油量相等时，活塞保持静止。

表压型燃油限制器的传感元件由一个灵活的金属波纹管组成。表压波纹管的移动直接传送到排放阀销。当复位弹簧力趋向于关闭排放阀时，波纹管力趋向于打开阀门。当这些相反作用力平衡时，排放阀膜片刚好浮起离开其阀座，从而将燃油分流到油槽中。燃油流动速率使传感器活塞下方区域的油量保持不变。

假设调速器速度设置升至更高的速度设定同时歧管气压更高。调速器动力活塞向上移动，从而供应发动机加速所需的额外燃油。由于歧管气压延迟发动机加速，燃油限制器凸轮和曲拐在歧管首先保持静止，直至气压升高。当调速器动力活塞向上移动增加燃油时，燃油限制浮动杆以曲拐上面的一条腿为轴心移动，并按下液压放大器上反馈杠杆的右端。这推动中心下的放大器先导阀柱塞，使压力油流入放大器活塞的下方区域，从而引起活塞上升。活塞上升时，它同时升高燃油限制器杆和反馈杆的左端。当燃油限制杆接触停机套管上的燃油限制螺母时，它开始升高停机杆以重定位调速器先导阀柱塞。燃油限制杆和反馈杆会持续向上移动，直到反馈杆的左端升高到足够高度，重新定位放大器先导阀柱塞并中止燃油向放大器活塞流动。此时，燃油限制器杆会重新定位调速器先导阀柱塞，从而中止调速器动力活塞的向上移动。这将限制油量，从而提供适当的燃油/空气比例以实现高效燃烧。虽然调速器飞锤此时处于低速，但是动力活塞在歧管气压升高之前保持静止。

发动机转速和负载增加时，歧管气压在短时间的间隔后开始升高。歧管气压的升高引起传感波纹管力的成比例增加。波纹管力此时大于复位弹簧力，从而引起排放阀膜片进一步移动至离开阀座。这样一来，流向油槽的燃油量将多于通过孔板包流入的油量。调速器油压作用于传感器活塞的上方，强迫活塞（和凸轮）向下移动，在此过程中，复位弹簧将被进一步压缩。活塞将继续向下移动，直到净增加的复位弹簧力与净增加的波纹管力达到相等。这样可以将波纹管和排放阀膜片恢复至其原始位置。此时，流出的燃油将再次与流入的燃油相等，活塞停止移动。

当传感器活塞和凸轮向下移动以响应歧管气压的升高时，曲拐将按顺时针方向旋转。这让浮动杆支点、浮动杆的左端以及液压放大器先导阀柱塞依次升高。

先导阀柱塞下的负载弹簧可维持柱塞、杆、曲拐和凸轮之间的正面接触。当先导阀柱塞高于中心位置时，放大器活塞下的润滑油会通过柱塞中心的钻孔通道流入油槽。柱塞中的通道可以限制润滑油流向油槽的速率，并降低放大器活塞的移动速率以最大程度减少摆动。当放大器活塞向下移动时，燃油限制杆的左端也会随之向下移动。这会降低停机杆的位置，反过来又会降低调速器先导阀柱塞的位置，并增加发动机燃料。

上述活动会按顺序连续且快速发生。加速瞬变期间正常调速器操作无效，发动机燃料量的安排取决于歧管气压的作用，而无论调速器的速度设置如何。为防止在稳态操作期间干扰正常调节操作，传感器活塞和凸轮会继续向下移动，直至足够低于有效限制点。

表 7-1. 歧管压力燃油限制器故障诊断

故障	可能的原因	纠正措施
关闭相对较长的时间后进行启动时，很难启动和/或短时间内出现过量黑烟。	防虹吸止回阀泄漏 — 传感器活塞在启动时移至最大燃油位置，然后随着壳体加满油返回到最低燃油位置。	更换止回阀。
加速期间出现过量黑烟。	孔板堵塞 — 传感器活塞移至并保持 在最大燃油位置。 燃油限制器调整不正确。 调速器/发动机拉杆调整不正确。 复位弹簧疲劳或破损。	排干调速器润滑油，使用燃油或煤油进行冲洗。重新加满干净的润滑油，运行一小段时间，排干并重新加满。如有必要，卸下燃油限制器孔板包，进行拆卸和清洗。 必须在调试台上调整燃油限制器。 根据制造商的规范调整拉杆。 更换复位弹簧。
加速期间发动机停止运转。	燃油限制器调整不正确。调速器/发动机拉杆调整不正确。	调整燃油限制器。 根据制造商的规范调整拉杆。
工作不稳定。	润滑油受污染或存在泡沫。形成油泥。 调速器油位过低 — 夹杂空气。 歧管气压管路或接头泄漏。 燃油限制器波纹管泄漏。	排干调速器润滑油，使用燃油或煤油进行冲洗。重新加满干净的润滑油，运行一小段时间，排干并重新加满。如有必要，卸下燃油限制器，进行拆卸和清洗。 将油添加至观测计玻璃上指示的正确油位。检查是否有泄漏，尤其是调速器驱动轴油封处。检查歧管空气压力管路，如果发现油迹，则表明燃油限制器波纹管处存在泄漏。 修理泄漏处。 更换波纹管。
燃油限制计划的低端或高端存在死区。	传感器活塞行程未根据歧管气压范围进行正确校准。	在调试台上再次进行调整。

相反，歧管气压下降会按逆时针方向旋转曲拐。这会降低燃油限制杆的位置，压下先导阀柱塞，并将受压燃油释放到放大器活塞的底部。停机杆和调速器先导阀柱塞升起，将燃油从动力活塞汽缸释放到油槽，并减少供应给发动机的燃油。燃油限制浮动杆的左端轴心向上，从而向上释放液压放大器先导阀柱塞。当先导阀柱塞的控制区打开活塞汽缸中的端口时，燃油会通过先导阀柱塞轴中的孔流入油槽。停机杆会下降，从而使调速器先导阀柱塞重新居中。

拆卸

燃油限制器的拆除和拆卸规程各不相同，具体取决于已配置的可选功能和所需的维护程度。完全拆除和拆卸包括基本调速器的部分拆卸，应按以下指定顺序以及分配到分解图（图 7-21）的参考编号顺序执行。丢弃在拆卸过程中取下的 O 型环、垫片、铜密封垫圈、扣环、开口销等。

重要

请忽略不适用于所维修的特定燃油限制器的步骤。除非绝对必要，否则不要进一步拆卸设备。

1. 从传感器壳体 (1280) 拆除调速器负载控制阀的零部件。
2. 拆除调速器速度设置装置和托架组件。
3. 拆除燃油限制杆和附加部件 (1218 到 1221)。
4. 拆除燃油限制浮动杆和附加部件 (1222、1223 和 1224)。保持枢轴 (1225) 静止，拆除杆，然后拆除枢轴和调节螺钉 (1226)。拆除反馈杆 (1227)。
5. 断开连接螺母 (1228)，使配件 (1231) 距调速器柱体足够远，以清洁传感器波纹管 (1267) 的连接管端。拆除传感器组件时，请勿弯曲管道或对管道施加任何压力。
6. 拆除螺钉 (1232 和 1233) 和垫圈 (1234)。将传感器组件 (1235 到 1280) 抬离调速器柱体。从调速器柱体的阀座中拆除 O 型环 (1282)。
7. 按照图 7-21 中分配的参考编号顺序拆卸传感器组件。
8. 汽缸盖 (1278) 压嵌到壳体 (1280) 中。

注意

如果调速器无法从发动机拆除并在调试台上进行调整，那么在拆卸燃油限制器之后再校准调速器可能非常困难。

清洗

将所有部件浸入溶剂，采用超声波或通过搅拌进行清洗。使用非金属刷子或喷射压缩空气清洗槽和孔。清洗后喷射清洁干燥的空气以将部件吹干。

使用过滤溶剂的加压流冲洗孔板包。如果堵塞或油泥堆积明显，拆卸孔板包进行更彻底的清洁。

在所有精细加工表面上涂上一层薄薄的润滑油。将部件保存在无灰尘防潮的容器中，直到再次组装。

检查

目视检查所有部件是否损坏或磨损。尤其要注意以下方面。

1. 啮合面必须无划痕、毛刺、裂纹或其他损坏。
2. 螺钉、活塞和内螺纹必须无腐蚀、裂纹、毛刺槽、圆角或受损螺纹。
3. 所有螺纹区域、孔径和通道都必须没有杂质。
4. 所有拉杆都必须无腐蚀，还必须能够自由移动，而不会间隙太大。
5. 检查传感器活塞（1251，图 7-21）、放大器活塞（1246）和放大器先导阀柱塞（1244）是否有划痕、刮伤或磨损。如果磨损或划伤明显，检查相应活塞或柱塞孔是否有类似损坏。更换所有磨损和划伤的部件。如果活塞或活塞面受影响的长度低于三分之一，那么高度抛光区域上的磨损一般是可以接受的。如果怀疑过度磨损，请检查磨损区域了解失圆情况。如果磨损区域超过 0.001 英寸失圆，请更换活塞。如果平面上的磨损区域超过 0.005 英寸失圆，请更换柱塞。
6. 柱塞面的各个角必须尖锐。如果面角有任何划痕或被磨圆，请更换柱塞。
7. 活塞和柱塞必须能够在各自的塞孔中自由移动。
8. 放泄阀膜片（1254）必须在 0.040 英寸（1.02 毫米）内保持平整。如果膜片中心部分的变窄区域存在任何损坏（如划痕、折痕或深度超过 0.001 英寸 [0.03 毫米] 的其他变形、刮痕等），都需要更换部件。
9. 检查传感器波纹管（1267）是否存在变形、裂纹或其他损坏。无条带（1270）波纹管中心线上所测量的波纹管组件的纵向长度和出厂组装时的气压都标记在波纹管的顶端。如果此长度在特定气压下增加了超过 0.015 英寸（0.38 毫米），则真空波纹管会出现泄漏，必须更换波纹管。插入管道，并将波纹管组件浸入热水中（200 华氏度/93 摄氏度）。如果观察到气泡，则说明波纹管出现泄漏，必须更换组件。
10. 检查滚针轴承（1242）是否能够自由旋转。如果检测到任何粗糙迹象，请更换轴承。

维修或更换

有限维修部件，以去除啮合面上的轻微划痕、毛刺或腐蚀。使用精细的（砂磨抛光 600 目）研磨布或纸张和润滑油擦亮存在轻微腐蚀的区域。如果维修或返工完全不可行，则应更换部件。

注意

处理关键部件时请格外小心，以免损坏啮合边缘和啮合面。使活塞面、活塞槽、计量端口等的边缘保持尖锐。磨圆边缘、划痕或其他损坏会导致过多的内部泄漏，并降低控制敏感度。

润滑

进行重新组装时，使用润滑油充分润滑金属部件。在安装前使用凡士林润滑 O 型环。

重新组装

在无尘工作区域进行重新组装。按照与拆卸说明相反的顺序重新组装并安装燃油限制器和负载控制器覆盖拉杆。尤其要注意以下方面：

1. 获取新的 O 型环、垫片、铜密封垫圈、卡环、开口销等，用于更换那些在拆卸时拆除的部件。
2. 在所施加力的方向安装具有尖锐边缘的扣环。
3. 如果出于任何原因拆卸了孔板包，则交替安装垫片 (1262) 和孔板 (1263)。请务必在孔板和竖管各端的垫圈之间安装垫片。必须交替使用孔板，这样相邻的孔洞就是截然相反的。

图 7-19 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-1101	调整块	1
36604-1102	内六角螺钉。8-32 x .875	1
36604-1103	偏心宽链路	1
36604-1104	开口销, 0.060 x 0.375	2
36604-1105	右侧枢轴阀链接	1
36604-1105a	左侧枢轴阀链接	1
36604-1106	可移动支销	1
36604-1107	销钉	1
36604-1108	开口销。0.060 x 0.375	1
36604-1109	浮动杆调整螺钉	1
36604-1110	链接调整弹簧	1
36604-1111	调整螺钉旋钮	1
36604-1112	滚销	1
36604-1113	开口销, 1/16 x 5/8	1
36604-1114	请勿使用	
36604-1115	请勿使用	
36604-1116	浮动杆组件	1
36604-1117	至 1135 请勿使用	
36604-1136	垫圈	2
36604-1137	浮动杆止动销	1
36604-1138	锁紧螺母	1
36604-1139	开槽定位螺钉, .250-20 x 2.375	1
36604-1140	增速器伺服杆销	1
36604-1141	速度弹簧动力缸	1
36604-1142	六角螺母, 10-32 UNF-2B	2
36604-1143	定位螺钉。10-32 x 1.750	1
36604-1144	导向销	1
36604-1145	停机杆和增速器弹簧动力活塞	1
36604-1146	动力活塞支点	1
36604-1147	下垂柱塞帽	1
36604-1148	下垂杆总成	1
36604-1149	关闭锁紧螺母	1
36604-1150	停机螺母	1
36604-1151	至 1180 参见图 7-17	
36604-1177	枢轴销链接 (可选)	1
36604-1178	沟槽链接销 (可选)	1
36604-1179	扣环 (可选)	4
36604-1180	沟槽调整浮动杆销 (可选)	1
36604-1181	螺钉	1
36604-1182	锁紧垫圈	1
36604-1183	负载控制链接	1
36604-1184	下垂凸轮	1
36604-1165	螺母	1
36604-1186	负载控制链接	1
36604-1187	止动螺钉, 8-32	1
36604-1188	止回阀	1
36604-1189	枢轴销链接 (可选)	1
36604-1190	沟槽拉杆销 (可选)	1
36604-1191	扣环, .145 ID (可选)	4
36604-1192	沟槽调整浮动杆销 (可选)	1
36604-1193	至 1200 未使用	

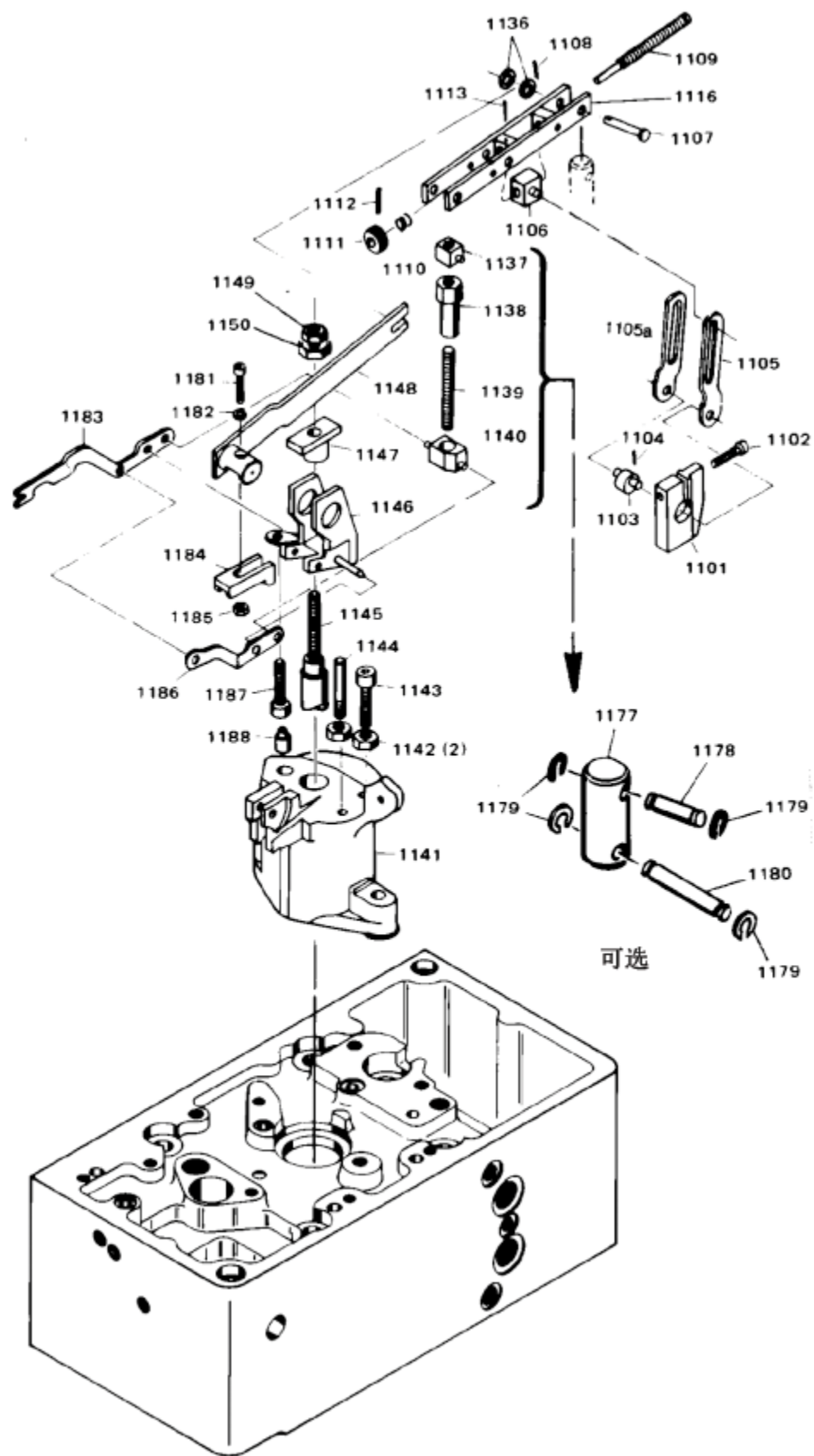


图 7-19. 可调整负载控制器拉杆分解图

图 7-20 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-1501	覆盖汽缸	1
36604-1502	负载控制指示器刻度和指针组件	1
36604-1503	垫圈, 13/64 x 7/16 x 1/32	1
36604-1504	螺钉, 十字槽螺丝帽, 10-32 x 1/4	1
36604-1505	锥形螺钉, 1/4-28	2
36604-1506	开口锁紧垫圈, 17/64	2
36604-1507	有头螺钉, 六角头, 1/4-28 x 1	2
36604-1508	覆盖活塞	1
36604-1509	负载控制阀弹簧挡圈	1
36604-1510	锁紧螺母, 5/16-24	1
36604-1511	内部负载控制阀弹簧	1
36604-1512	外部负载控制阀弹簧	1
36604-1513	负载控制弹簧护圈	1
36604-1514	弹簧衬圈卡环	1
36604-1515	负载控制指示器垫圈	1
36604-1516	覆盖汽缸盖	1
36604-1517	负载控制柱塞油封	1
36604-1518	负载控制油封垫片	1
36604-1519	垫环 (如果没有油封)	1
36604-1520	负载控制先导阀柱塞	1
36604-1521	负载控制先导阀套管弹簧	1
36604-1522	负载控制先导阀套管	1
36604-1523	内部卡环	1
36604-1524	直头半联轴节, 3/8 NPT-1/2 管道	2
36604-1525	柱体和插入组件	1
36604-1526	90 度弯管, 3/8 NPT-1/2 管道	2
36604-1527	至 1600 未使用	

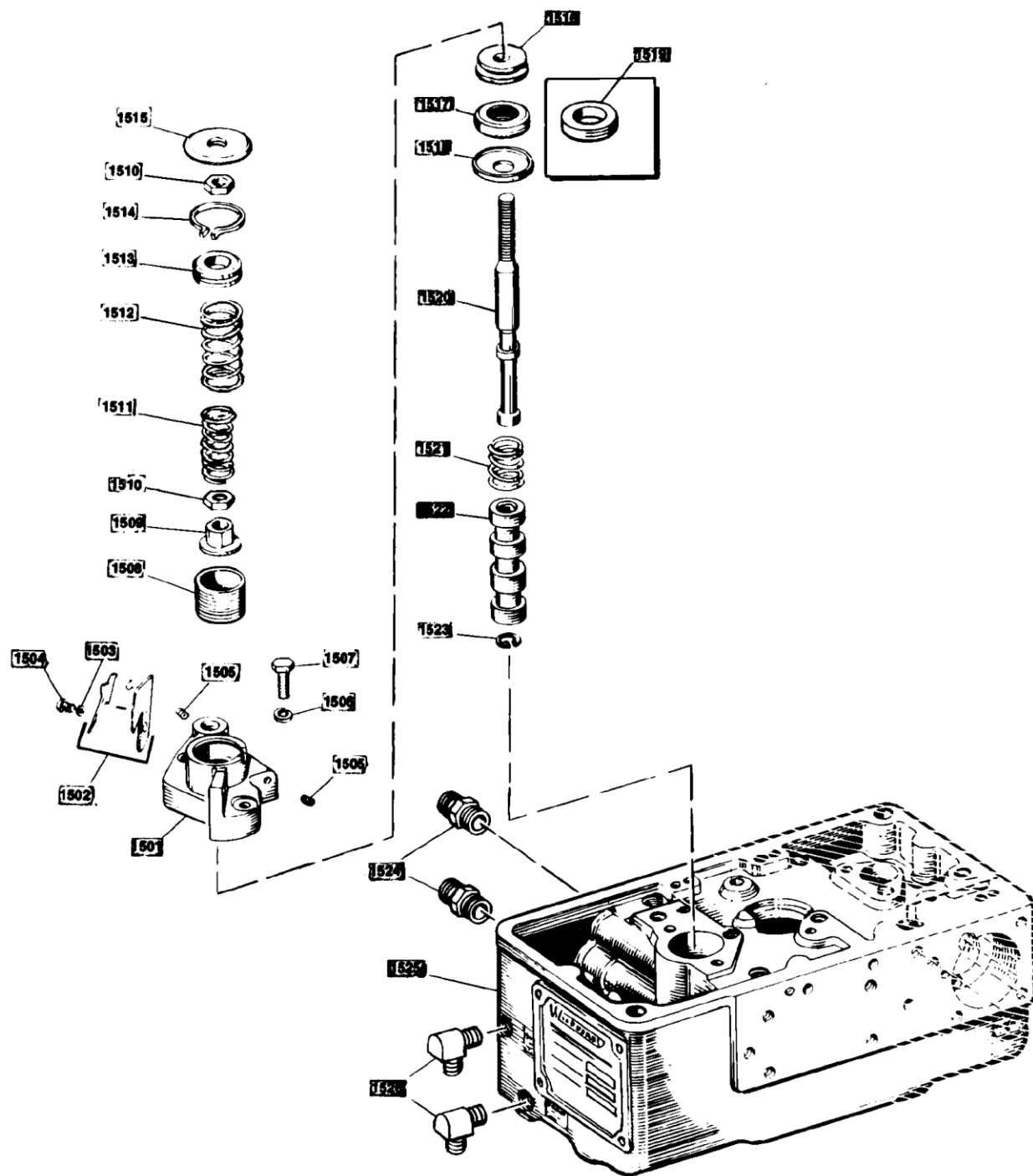
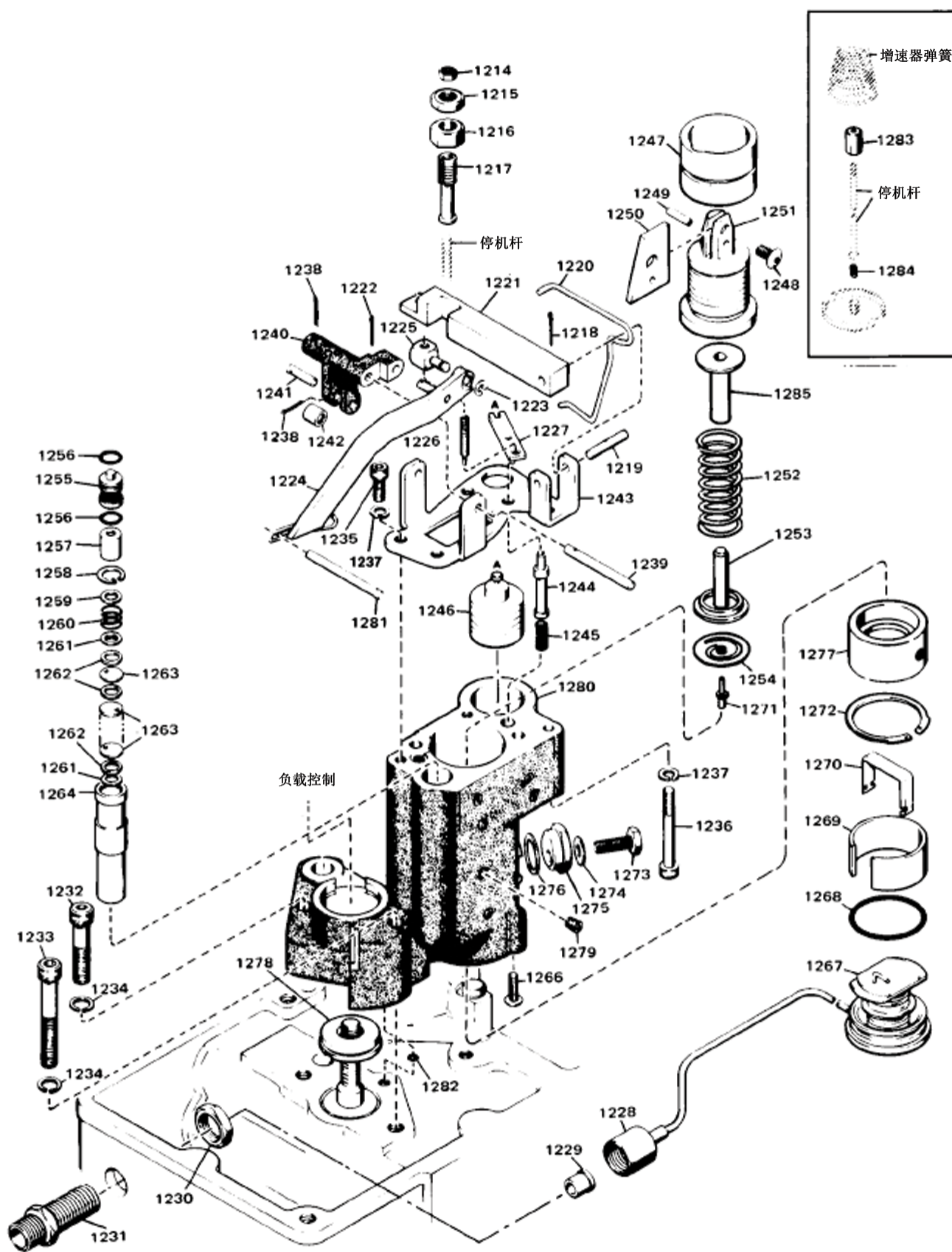


图 7-20. 负载控制器先导阀分解图

图 7-21 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量	参考编号	部件名称	数量
36604-1214	螺母, 六角螺母, 8-32	1	36604-1253	复位弹簧座	1
36604-1215	螺母, 六角螺母, 5/16-24	1	36604-1254	放泄阀膜片	1
36604-1216	螺母, 六角螺母, 5/16-24 (燃油限制)	1	36604-1255	滤网	1
36604-1217	停机套管	1	36604-1256	O 型环, 1/2 OD	2
36604-1218	开口销, 1/16 x 5/8	1	36604-1257	止回阀组件	1
36604-1219	枢轴销 (燃油限制杆)	1	36604-1258	扣环	1
36604-1220	负载弹簧	1	36604-1259	垫圈, 9/64 ID x 3/8 (最大) OD x 1/32	1
36604-1221	燃油限制杆	1	36604-1260	孔板包弹簧	1
36604-1222	开口销, 1/16 x 3/8	1	36604-1261	垫圈, 3/16 ID x 3/8 (最大) OD x 1/16	2
36604-1223	扣环, E 型	1	36604-1262	垫片	33
36604-1224	燃油限制浮动杆	1	36604-1263	孔板	32
36604-1225	枢轴	1	36604-1264	孔箱	1
36604-1226	调节螺钉 (燃油限制)	1	36604-1265	未使用	1
36604-1227	反馈杆	1	36604-1266	Nyloc 按钮内六角螺钉, 8-32 x 3/8	2
36604-1228	连接螺母, 1/2-20	1	36604-1267	传感器波纹管 (表压)	1
36604-1229	套圈, 1/4 管道	1	36604-1268	O 型环, 1-1/4 OD	1
36604-1230	六角螺母, 螺母, 1/2-20	1	36604-1269	波纹管垫环	1
36604-1231	球头联轴节, 1/4 管道	1	36604-1270	波纹管输出带	1
36604-1232	内六角螺钉 1/4-28 x 1-1/8	1	36604-1271	销, .059 x .082 直径 x 0.782 OAL	1
36604-1233	内六角螺钉 1/4-28 x 1-3/4	1	36604-1272	扣环, 内部	1
36604-1234	锁紧垫圈 1/4	2	36604-1273	六角头螺钉, 1/4-28 x 3/4	1
36604-1235	内六角螺钉 10-32 x 1/2	2	36604-1274	软铜垫圈 1/4 ID x 1/2 OD x 1/32	1
36604-1236	内六角螺钉 10-32 x 1-1/2	1	36604-1275	偏心	1
36604-1237	锁紧垫圈 10	3	36604-1276	铜垫片	1
36604-1238	开口销, 1/16 x 5/8	2	36604-1277	阀座	1
36604-1239	枢轴销 (曲拐)	1	36604-1278	汽缸盖 (覆盖)	1
36604-1240	曲拐	1	36604-1279	锥形螺钉	9
36604-1241	钻圆柱销	1	36604-1280	壳体	1
36604-1242	滚针轴承	1	36604-1281	圆柱销 (尾杆)	1
36604-1243	拉杆支架	1	36604-1282	O 型环, 0.338 OD	1
36604-1244	放大器先导阀柱塞	1	36604-1283	先导阀柱塞螺母	1
36604-1245	先导阀负载弹簧	1	36604-1284	负载弹簧	1
36604-1246	放大器活塞	1	36604-1285	弹簧座	1
36604-1247	传感器活塞套	1	36604-1286	至 -1300 未使用	
36604-1248	Nyloc 按钮内六角螺钉 8-32 x 3/8	1			
36604-1249	滚销, 1/8 x 3/8	1			
36604-1250	燃油限制凸轮	1			
36604-1251	传感器活塞	1			
36604-1252	复位弹簧	1			



36600-B-89

图 7-21. 燃油限制器分解图

其他配件

简介

本 PGA 调速器配有一系列其他可选的辅助功能和设备，可以单独或组合使用。这些设备允许调速器执行其他辅助功能，如限制发动机负荷、控制发动机负荷，以维持每种转速设置的恒定功率、最大程度降低启动时过度给油的趋势以及在辅助设备出现故障或损耗润滑油油压等情况时允许临时超负荷、紧急停机。在调速器中将辅助设备作为原设备提供。如果需要现场安装，建议客户联系 Woodward Governor Company。

下面简要介绍了一些可用的其他辅助设备，并列出了可能包含详细信息的手册。

助推器伺服电机

助推器伺服电机可与调速器配合使用，以协助原动机快速启动。此设备可在即时启动空气供应给原动机时向调速器提供加压油，并使调速器立即将拉杆移动到供油位置。请参见手册 36684。

可延展的动力缸尾杆

此设备可用于配备任何类型燃油（或负荷）限制装置的调速器，以允许原动机临时携带超负荷。请参见手册 36640。

调速器热交换器

当调速器安装在产生热量的设备附近，或者高驱动速度产生过多热量使调速器油过热时，可能需要应用热交换器。热交换器可与调速器集成在一起，外部安装在调速器上，也可以处于远程位置。请参见手册 36641。

停机装置

调速器中可安装各种装置来关闭原动机或在设备出现故障时提供警报信号。这些装置可用于各种应用，包括必须配备自动安全装置的安装。停机装置可采用以下安排，以适合特定的操作条件：

压力驱动的停机装置

压力驱动的停机装置（空气、油、水）可提供与电磁阀停机装置相同的保护功能。该装置可设置为出现压力损失或压力过度信号时产生停机作用。请参见手册 36651。

润滑油压力故障停机装置

这是一款自动停机装置，可在原动机润滑油系统出现部分或完全故障时保护原动机。该装置可监控润滑油压力，并且设计为停机压力随着原动机速度的提高而逐渐提高。这使得怠速时安全操作所需的最低油压相对较低，同时速度较快时进行安全操作所需的油压不断升高。其中一些装置还能够监控原动机油泵入口压力，并在发生过量真空（吸力）时实现停机。如果未在预设时间内达到安全压力，延时功能（可在 15–40 秒范围内进行调整）可让原动机在没有润滑油压的情况下启动，还可以防止长期运行。当运行速度超过怠速时，延时通常会被忽略，以便实现立即停机。请参见手册 36652。

负荷平衡系统**气动负载平衡**

PGA 调速器可使用气动负载平衡系统。当两个或更多发动机驱动常见负载（如船的螺旋桨轴）时，将需要该装置。可以对发动机进行一致控制，以便按比例分享所有发动机上的负载。如果转速和负载变化范围较大，这就十分必要。请参见手册 36686。

输送阀

输送阀可与气动负载平衡系统一起使用。有利于对气动负载平衡系统的输送功能实现远程控制。请参见手册 36686。

图 7-22 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-1301	六角螺母, .250-28	2
36604-1302	减振垫圈, .250	2
36604-1303	螺柱	2
36604-1304	旋转伺服端板	1
36604-1305	销	2
36604-1306	活塞	1
36604-1307	圆柱头内六角螺钉	2
36604-1308	平垫圈	2
36604-1309	锁紧垫圈, .250	2
36604-1310	滚针轴承	1
36604-1311	油封环, 2.664 OD	1
36604-1312	旋转伺服外壳	1
36604-1313	定位销	2
36604-1314	内六角螺钉, 8-32 x .500	2
36604-1315	锁紧垫圈, .281 OD	2
36604-1316	旋转伺服	1
36604-1317	叶片插入式弹簧片	2
36604-1318	叶片插入	2
36604-1319	旋转伺服轴组件	1
36604-1320	滚针轴承	1
36604-1321	油封环, 2.664 OD	1
36604-1322	销	1
36604-1323	旋转伺服背板	1
36604-1324	平垫圈	2
36604-1325	锁紧垫圈, .250	2
36604-1326	圆柱头内六角螺钉	2
36604-1327	圆柱销	1
36604-1328	O 型环	1
36604-1329	圆柱销, 0.0638 OD	1
36604-1330	月弧销	1
36604-1331	轴组件	1
36604-1332	O 型环	2
36604-1333	侧板垫片	1
36604-1334	侧板	1
36604-1335	圆柱头内六角螺钉	8
36604-1336	滚珠轴承	1
36604-1337	侧板垫片	1
36604-1338	侧板盖	1
36604-1339	圆柱头内六角螺钉, .250-28 x 1.50	4
36604-1340	油封, 1.125 OD	1
36604-1341	圆柱头内六角螺钉, .250-20 x .625	8
36604-1342	高领锁紧垫圈, .250 ID	22

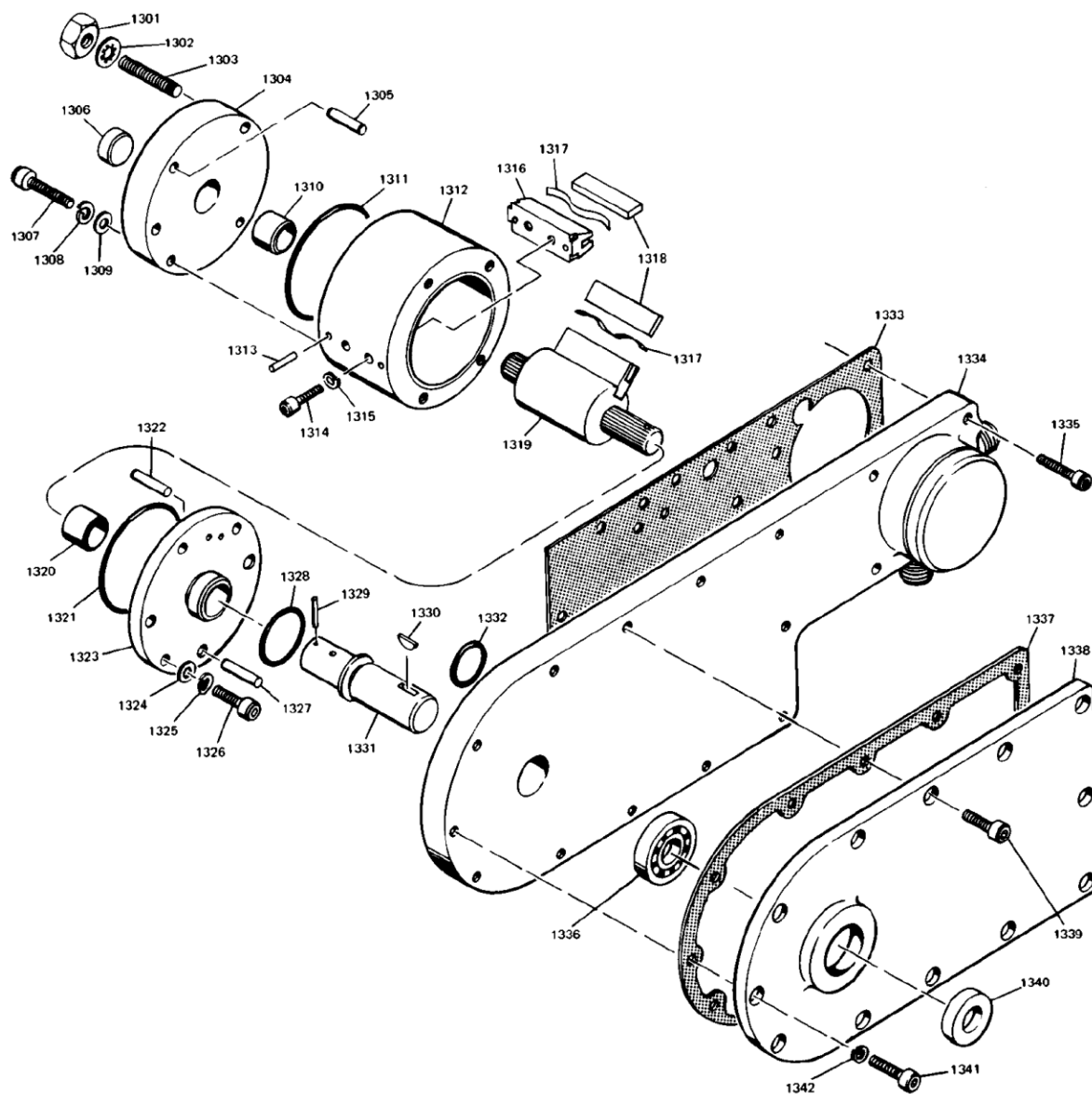


图 7-22. 整铸叶片伺服分解图

图 7-23 中的部件清单

参考编号	部件名称	数量
36604-1381	内六角螺钉, 1/4-28 x 2 3/4	A.R.
36604-1382	开口锁紧垫圈, 1/4	A.R.
36604-1383	密封垫, 7/16 OD	1
36604-1383a	密封垫	1
36604-1384	活塞和过滤器组件	1
36604-1385	密封垫, 11/4 OD	1
36604-1386	密封垫, 11/16 OD	1
36604-1387	活塞	1
36604-1388	软铜垫片	1
36604-1389	3 孔箱	A.R.
36604-1390	4 孔箱	A.R.

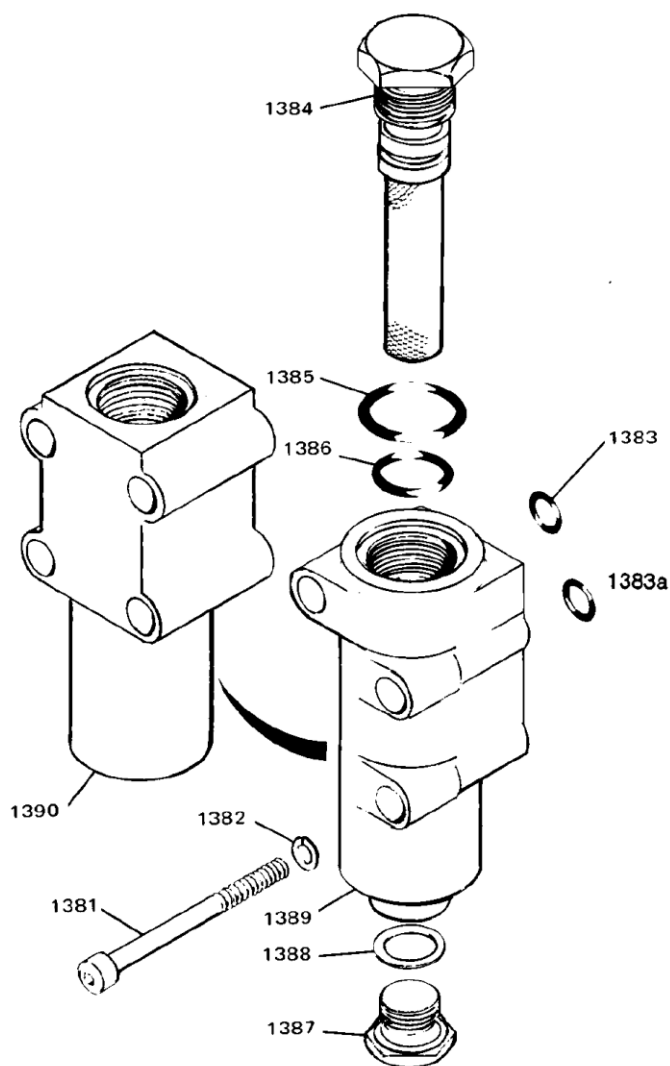


图 7-23. 燃料限制器滤油器分解图

第 8 章

产品支持和维修选项

产品支持选项

如果您在安装过程中遇到困难，或者如果 Woodward 产品的性能不佳，那么您可以选择以下选项：

1. 参考手册中的故障诊断指南。
2. 联系系统的 **OE 制造商或包装商**。
3. 联系您所在区域的 **Woodward 业务合作伙伴**。
4. 通过电子邮件 (EngineHelpDesk@Woodward.com) 联系 Woodward 技术援助，在邮件中注明有关产品、应用和症状的详细信息。您的电子邮件将转发给相应的产品和应用专家，并由其通过电话或回复邮件进行解答。
5. 如果问题未得到解决，您可以根据本章中列出的可用服务选择下一步要采取的行动步骤。

OEM 或包装商支持：很多 Woodward 控制器和控制设备均由原始设备制造商 (OEM) 或设备包装商在工厂中安装到设备系统中并完成编程。某些情况下，OEM 或包装商会设定密码来保护程序，因此他们是产品服务和最佳来源。设备系统附带的 Woodward 产品的保修服务同样需交由 OEM 或包装商处理。请查看设备系统文件以了解详细信息。

Woodward 业务伙伴支持：Woodward 与全球范围内的独立业务伙伴合作并为他们提供支持，这些业务伙伴的目标是按此处所述方式为 Woodward 控制产品的用户提供服务：

- **全方位服务经销商**主要负责在指定地理区域和市场领域内，针对标准 Woodward 产品提供销售、维修、系统整合方案、技术支持和配件市场营销服务。
- **授权的独立维修工厂 (AISF)** 代表 Woodward 提供检修、维修部件和保修等经过授权的服务。维修（而非新装置销售）是 AISF 的主要任务。
- **认可的发动机翻新厂 (RER)** 是改装翻新、升级往复式燃气发动机和实现双燃料转换的独立公司，可为所有 Woodward 系统和组件提供翻新和检修、按排放标准升级、长期维护、紧急维修等工作。

以下网址提供了当前的 Woodward 业务合作伙伴列表：

www.woodward.com/directory。

产品维修选项

您当地的全方位服务经销商或设备系统的 OEM 或包装商可针对不同产品类型提供以下 Woodward 产品维修选项。

- 更换/换货（24 小时服务）
- 固定费率的维修
- 固定费率的再制造

更换/换货：更换/换货是针对需要即时服务的用户的特别计划。您可以申请并在最短时间内获得九成新的替换装置（通常在提交申请后 24 小时内），前提是申请提出时有合适装置可用，从而缩短代价昂贵的停工期。

此选项允许您在出现意外停机时或在计划停机之前，联系全方位服务经销商，申请更换控制装置。如果申请提出时有可用的装置，通常可在 24 小时内送出。您使用九成新的替换装置更换现场的控制装置，并将现场装置退回给全方位服务经销商。

固定费率的维修：固定费率的维修适用于大多数现场标准机械产品和部分电子产品。此计划向您的产品提供维修服务，其优势在于可提前告知维修费用。

固定费率的再制造：固定费率的再制造与固定费率的维修非常相似，区别是装置将以“九成新”的状态退回给您。此选项仅适用于机械产品。

退回设备进行检修

如果控制器（或电子控制器的零件）需要退回进行检修，请提前与您的全方位服务经销商联系，以获得退回授权和运输说明。

装运产品时，请贴上包含以下信息的标签：

- 退回编号；
- 安装控制器的位置和名称；
- 联系人的姓名和电话号码；
- 完整 Woodward 部件号和序列号；
- 问题的描述；
- 描述所需维修类型的说明。

包装控制器

退回完整控制器时使用以下材料：

- 接头上的护盖；
- 所有电子模块均配备防静电保护袋；
- 不会损坏装置表面的包装材料；
- 紧密包装时厚度至少为 100 毫米（4 英寸），且使用行业认可的包装材料；
- 双层包装箱；
- 箱外使用强力胶带绑定，增加强度。

注意

为防止因操作不当而损坏电子组件，请阅读并遵守 Woodward 手册 82715 “*电子控制器、印刷电路板和模块的操作与防护指南*”中的预防措施。

更换部件

为控制器订购更换部件时，请说明以下信息：

- 外壳铭牌上的部件编号 (XXXX-XXXX)；
- 外壳铭牌上的部件序列号。

工程服务

Woodward 的全方位服务供应商为我们的产品提供多种工程服务。要获得这些服务，您可以通过电话或电子邮件与供应商取得联系。

- 技术支持
- 产品培训
- 现场服务

设备系统供应商、您当地的全方位服务经销商或 Woodward 多家分公司都提供针对特定产品和应用的技术支持。在您所联系的 Woodward 机构的正常工作时间内，这些服务可帮助您解决技术问题。

我们在众多经销商的现场都提供**产品培训**，作为标准课程。我们还提供定制课程，可根据您的需求进行调整，然后在某个经销商的现场或您的现场讲授该课程。培训由经验丰富的人员提供，从而确保您可以维护系统的可靠性和可用性。

我们的某个全方位服务经销商可提供**现场服务**工程现场支持，具体取决于产品和所在位置。现场工程师对 Woodward 产品、与产品连接的非 Woodward 设备均有丰富的经验。

有关这些服务的信息，请与任一列在 www.woodward.com/directory 上的全方位服务经销商取得联系。

联系 Woodward 的支持团队

如需了解离您最近的 Woodward 全方位服务经销商或服务机构的名称，请通过网站 www.woodward.com/directory 查询我们的全球目录，该网站还提供了最新的产品支持和联系信息。

您还可以联系下方任一 Woodward 机构的 Woodward 客户服务部门，获取离您最近的机构的地址和电话号码，以便获取相关信息和服务。

用于 电力系统的产品

机构	电话号码
巴西	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
德国:	
肯彭	+49 (0) 21 52 14 51
斯图加特	+49 (711) 78954-510
印度	+91 (129) 4097100
日本	+81 (43) 213-2191
韩国	+82 (51) 636-7080
波兰	+48 12 295 13 00
美国	+1 (970) 482-5811

用于 发动机系统的产品

机构	电话号码
巴西	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
德国	+49 (711) 78954-510
印度	+91 (129) 4097100
日本	+81 (43) 213-2191
韩国	+82 (51) 636-7080
荷兰	+31 (23) 5661111
美国	+1 (970) 482-5811

用于 工业气轮机械系统的产品

机构	电话号码
巴西	+55 (19) 3708 4800
中国	+86 (512) 6762 6727
印度	+91 (129) 4097100
日本	+81 (43) 213-2191
韩国	+82 (51) 636-7080
荷兰	+31 (23) 5661111
波兰	+48 12 295 13 00
美国	+1 (970) 482-5811

技术支持

如果需要联系技术支持，您需要提供以下信息。在联系发动机 OEM、包装商、Woodward 业务合作伙伴或 Woodward 工厂之前，请在此处写下相关信息：

基本信息

您的姓名

现场位置

电话号码

传真号码

原动机信息

制造商

发动机型号

汽缸数量

燃料类型（燃气、气体燃料、
柴油、双燃料等）

额定输出功率

应用（发电、船舶等）

控制器/调速器信息

控制器/调速器 1

Woodward 部件号和版本代码

控制器说明或调速器类型

序列号

控制器/调速器 2

Woodward 部件号和版本代码

控制器说明或调速器类型

序列号

控制器/调速器 3

Woodward 部件号和版本代码

控制器说明或调速器类型

序列号

症状

说明

如果您有电子控制器或可编程控制器，请写下调整设置位置或菜单设置，并拨打电话时放在手边。

我们期待您对我们的出版物内容提出意见和建议。

请将意见和建议发送至: icinfo@woodward.com

请参考出版物 **36604M**。



B36604:M



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

邮件和网址 — www.woodward.com

Woodward 在全球范围内拥有自己的工厂、子公司、分公司、
授权经销商以及其他授权服务和销售机构。

网站上提供完整的地址/电话/传真/邮件信息。