

PowerLink 普联

CAC 交流电力测功机

性能简介



长沙高新技术产业开发区
湘仪动力测试仪器有限公司

目录

一、概述.....	3
二、主要技术参数.....	6
三、测功机安装.....	9
四、电缆.....	10
五、布线.....	12
六、产品使用的工作条件和环境条件.....	13
七、测功机控制仪表.....	14
1、FC2011 电力测功机控制仪.....	14
2、测功机标定.....	15
3、选择控制模式.....	16
4、转速、扭矩设定.....	17
八、配套产品性能简介.....	18
1、外围仪器的接入.....	18
2、FC2020 数据采集系统.....	19
3、FC2210 智能油耗仪.....	21
4、FC2410 电喷发动机回油处理装置（电喷发动机用）.....	22
5、FC2310 油门执行器.....	22
6、系统的保护功能.....	23
7、FC2420 冷却液恒温控制装置.....	24
8、FC2430 机油温度恒温控制装置.....	25
9、FC2430 机油温度恒温控制装置.....	26
10、FC2422 发动机冷热冲击试验装置.....	27
10、软件功能简介.....	30
九、应用实例.....	32
1、发动机性能试验.....	32
2、变速箱性能、寿命试验.....	33

一、概述

CAC 系列交流电力测功机是动力机械功率试验的负载。标准的 CAC 系列交流电力测功机由一台交流电机，一套转矩、转速测量传感器、底座及与动力机械连接的法兰，一套可四象限运行的 ACS 交流变频调速与配电系统，一台交流电力测功机测控仪组成。其工作原理是将交流电机发出的交流电经 ACS 变频器逆变为直流电然后再逆变为交流电上网。ACS 交流变频调速系统调节电机的上网电流来控制原动机的转速和扭矩。如与我公司生产的 FC2000 系列测控系统配套使用时除了可以对各种旋转动力机械的转速、扭矩进行精确测量和控制，还可以对温度、压力、流量、电流、电压-----等参数进行测量、控制。

交流电力测功机有两个重要特点：

其一、运用直接转矩控制技术对电力测功机实行转矩控制；

其二、电力测功机处于发电状态时将电能送回电网。

直接转矩控制以转矩为中心来进行磁链、转矩的综合控制。直接转矩控制简单地通过检测电机定子电压和电流，借助瞬时空矢量理论计算电机的磁链和转矩，并根据与给定值比较所得差值，实现磁链和转矩的直接控制。

直接转矩控制技术，是利用空间矢量、定子磁场定向的分析方法，直接在定子坐标系下分析异步电动机的数学模型，计算与控制异步电动机的磁链和转矩，采用离散的两点式调节器（Band—Band 控制），把转矩检测值与转矩给定值作比较，使转矩波动限制在一定的容差范围内，容差的大小由频率调节器来控制，并产生 PWM 脉宽调制信号，直接对逆变器的开关状态进行控制，以获得高动态性能的转矩输出。它的控制效果不取决于异步电动机的数学模型是否能够简化，而是取决于转矩的实际状况，它的控制结构简单、控制信号处理的物理概念明确、系统的转矩响应迅速且无超调，是一种具有高静、动态性能的交流调速控制方式。直接转矩控制磁场定向所用的是定子磁链，它采用离散的电压状态和六边形磁链轨迹或近似圆形磁链轨迹的概念。只要知道定子电阻就可以把它观测出来。直接转矩控制强调的是转矩的直接控制与效果、把转矩直接作为被控量，既直接又简化。

负载电机由变频器驱动。变频器为一台带整流/回馈单元的变频器，它由整流/回馈单元，逆变器组成。整流/回馈单元由两个反并联能在两个方向上有电能流动，即能够将电能送回电网(四象限工作)。发电工作桥通过一台自耦变压器和电网相连接。当电动机处于发电状态

时，电能可通过其回馈单元回馈电网。

CAC 系列交流电力测功机与传统的水力、电涡流、直流测功机相比较具有非常明显的优势：

1、节能

水力、电涡流测功机的基本原理是将原动机产生的机械能转化为热能由水冷却后把热量带走，原动机发出的能量不能回收，转换过程中亦需耗费能量。而电力测功机却可以把原动机产生的机械能转换为电能回馈到内部电网，供其他设备使用。

2、加载特性

CAC 系列交流电力测功机的加载特性从零转速至额定转速为恒扭矩特性，额定转速至最高转速为恒功率特性，完全符合动力机械的负载特性。通常水力测功机只能在一个方向加载，电涡流测功机虽然可以双向加载但不可以作为动力倒拖原动机，而电力测功机却可以方便的实现双向加载且可以作为动力倒拖原动机。

3、可靠性

CAC 系列交流电力测功机的主机由 SIEMENS 公司或国内著名品牌配套，转矩、转速传感器由湘仪动力测试仪器有限公司或 HBM 公司制造，交流变频调速器由 ABB 或 SIEMENS 公司配套。电机与传感器均经国家权威部门严格检测，完全符合相关标准。

4、可维护性

由于采用了完全符合国家标准的配套件，用户在维护时不必依赖制造商，完全可以自行进行日常的维护保养，甚至在需要更换主机和传感器时亦可独立完成。

CAC 系列交流电力测功机由于其具有结构简单免维护，除了具有卓越的调速控制性能之外，还有显著的节能作用，是企业测试设备技术改造最理想的换代产品。

CAC 系列交流电力测功机主机结构如图 1 所示，测控系统组成如图 2 所示。

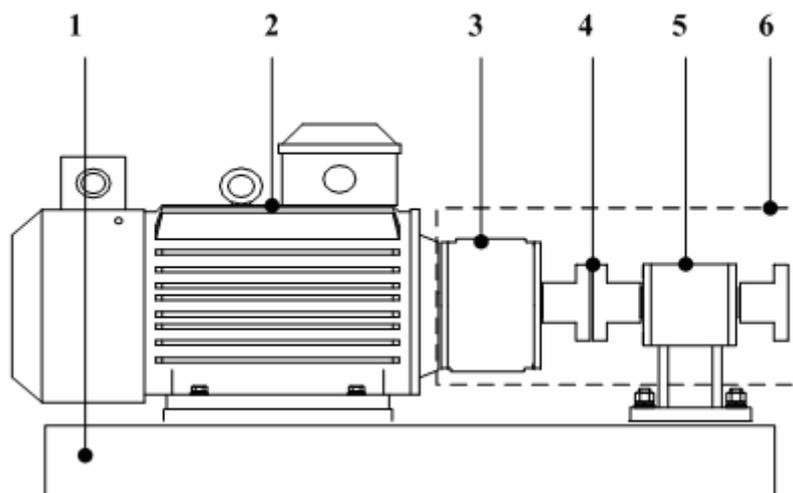


图 1 交流电力测功机结构简图

- 1、底座 2、交流电机轴承座 3、转矩、转速传感器 4、连轴器 5、轴承座 6、防护罩

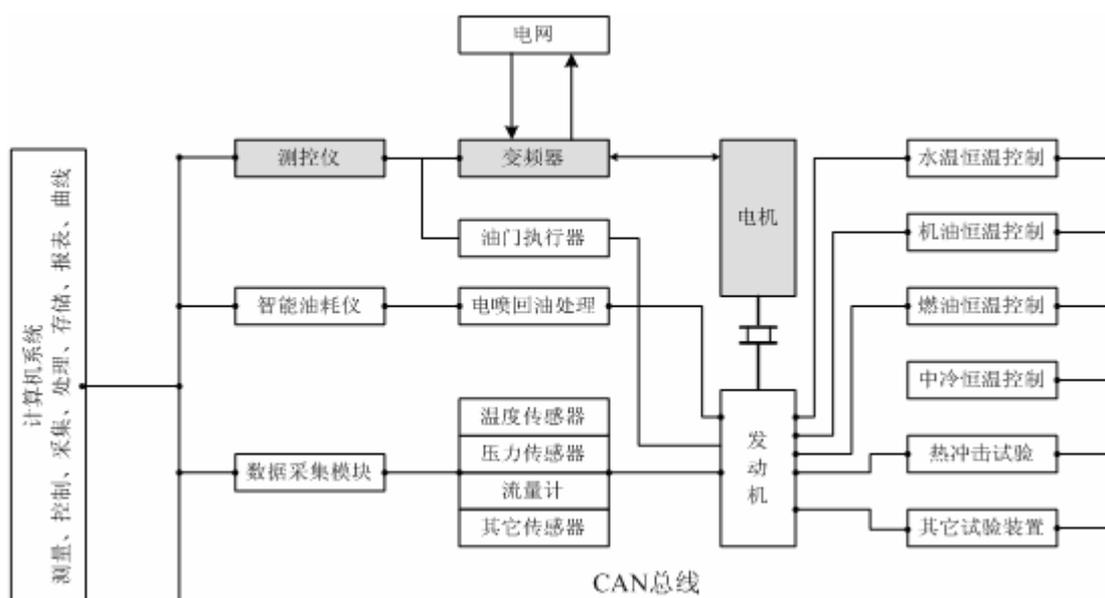


图 2 测控系统组成框图

框图中灰色显示的为 CAC 交流电力测功机基本配置，白色显示为测功机用于发动机试验时的可选配置。

二、主要技术参数

- 1、转速测量精度： $\pm 1\text{r/min}$ ， ± 1 个字
- 2、扭矩测量精度： $\pm 0.1\%FS$
- 3、转速控制精度： $\pm 5\text{r/min}$ （恒转速控制模式）
- 4、扭矩控制精度： $\pm 0.2\%FS$
- 5、动态响应速度： $< 5\text{ms}$
- 6、变频控制方式：DTC 直接转矩控制
- 7、特性曲线见图 3
- 8、外形尺寸见图 4，表 2
- 9、技术数据见表 1
- 10、电机绝缘等级 F
- 11、控制柜防护等级 IP22

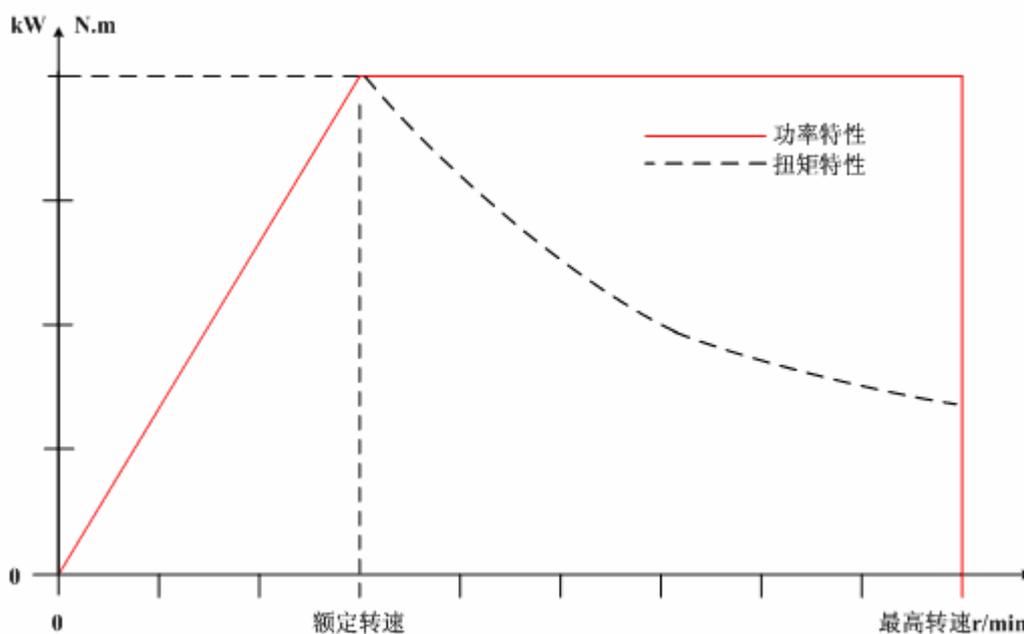


图 3 CAC 交流测功机特性曲线

图 3 表示 CAC 系列交流电力测功机的功率吸收范围和扭矩吸收范围。凡被试动力机械的特性曲线落在这个区域内，均能用本机进行试验。CAC 交流测功机在额定转速以下为恒扭矩特性，额定转速以上为恒转速特性，用户在选购时可参考下列技术数据表。

技术数据表

型号	额定功率	额定扭矩	额定转速/最高转速	额定电压	中心高度	基频
	kW	N.m	r/min	V	H	Hz
CAC-75	75	470	1500/3000	380	500	50
CAC-110	110	700	1500/3000	380	500	50
CAC-160	160	1000	1500/3000	380	500	50
CAC-200	200	1270	1500/3000	380	500	50
CAC-250	250	1600	1500/3000	380	500	50
CAC-350	350	2280	1500/3000	380	500	50
CAC-400	400	2570	1500/3000	380	600	50
CAC-500	500	3200	1500/3000	690	600	50
CAC-630	630	4000	1500/2500	690	600	50
CAC-800	800	5100	1500/2500	690	600	50
CAC-16G	16	60	3000/9000	380	320	83
CAC-37G	37	117	3000/9000	380	350	50
CAC-75G	75	120	6000/10000	380	350	100
CAC-110G	110	175	6000/10000	380	500	100
CAC-160G	160	250	6000/10000	380	500	100
CAC-200G	200	315	6000/10000	380	500	100
CAC-250G	250	400	6000/10000	380	500	100
CAC-350G	350	740	4500/7500	380	500	75
CAC-400G	400	960	4500/6500	380	600	75

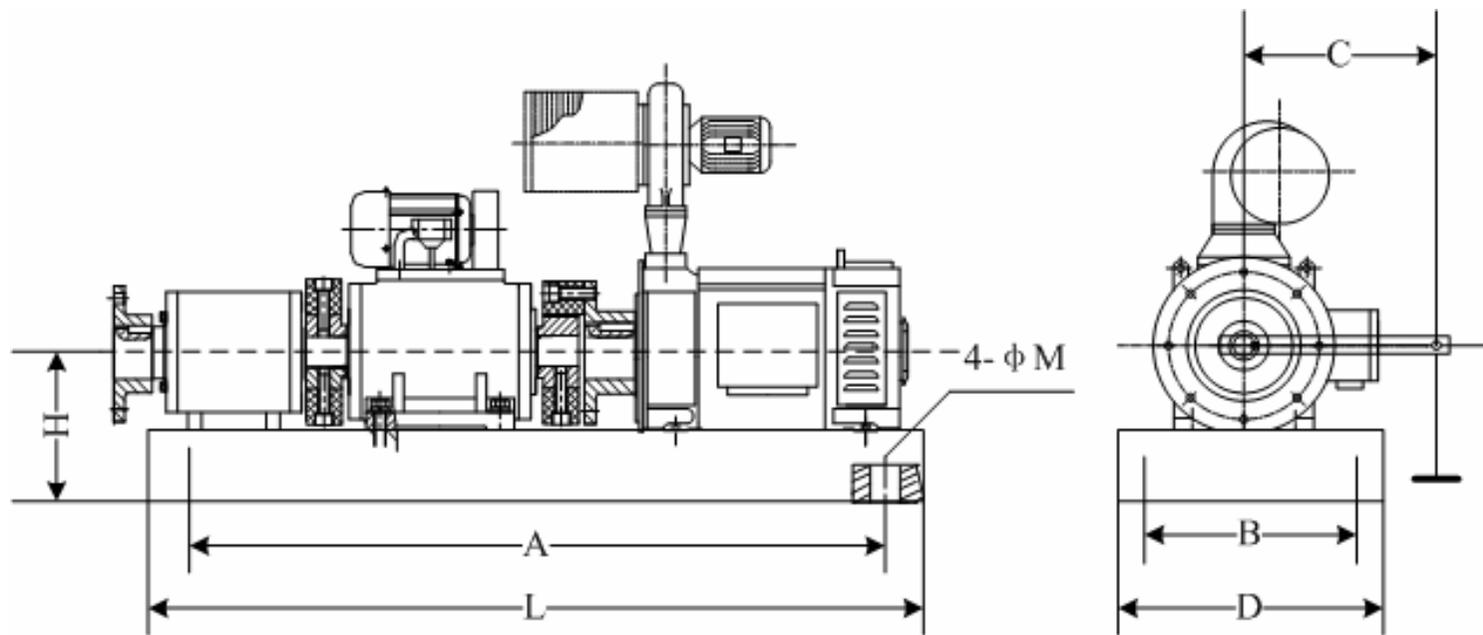


图4 CAC 交流电力测功机安装尺寸

三、测功机安装

测功机应安装在牢固的混凝土基础上，基础的厚度根据测功机的功率确定。基础四周要有电机动力电缆槽和信号电缆槽，动力电缆槽必须与信号电缆槽隔开，以免引起干扰，正确的布线方式如图 6 所示。

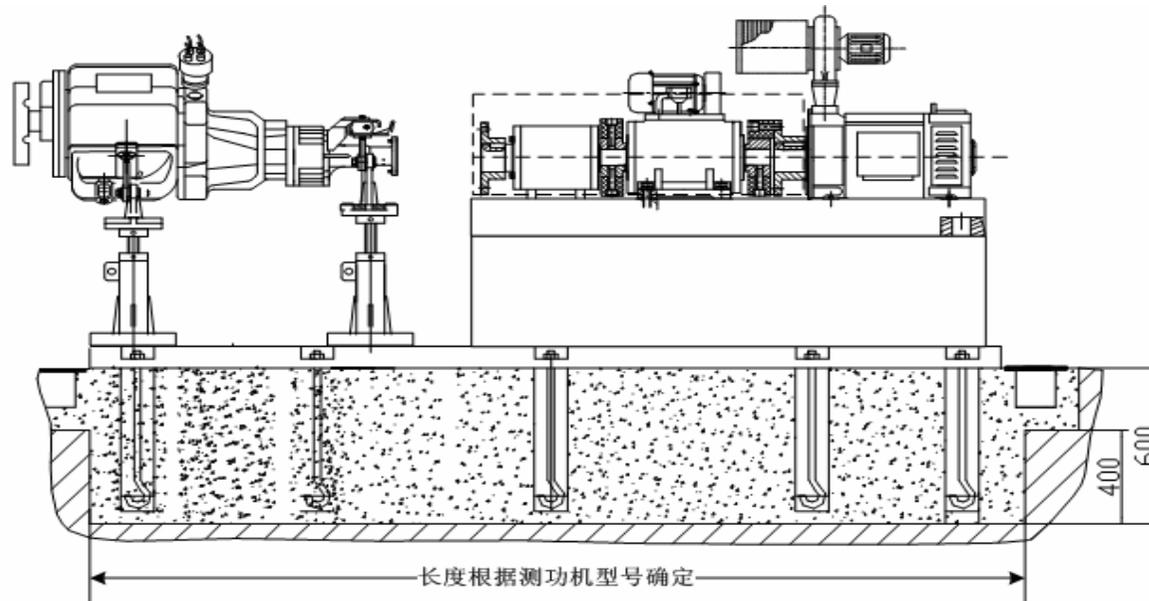


图5 测功机安装基础示意图

技术要求

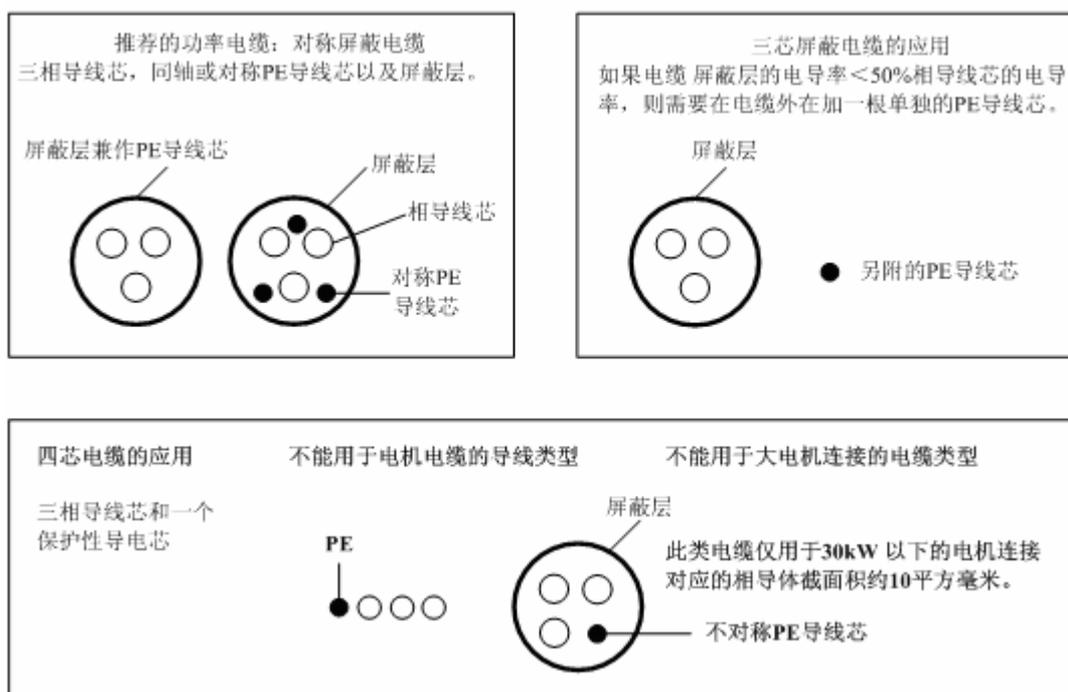
- 1、浇注混凝土基础时按图要求预留若干 100×100 深400mm的孔，待硬固后将20×500地脚螺栓安装在平板上
 - 2、将平板安装在基础上并浇注地脚螺栓孔，硬固后调整平板水平，然后紧固螺栓
- 此图尺寸仅供参考

四、电缆

标准的 CAC 交流电力测功机在出厂时不配带主电源(输入电源)动力电缆和机电缆，用户必须根据规范来选择主电源和机电缆的型号：

- 电缆必须能够承受 ACS 调速单元的负载电流（参见测功机技术数据中关于额定电流的内容）。
- 在连续使用的条件下，电缆至少应耐 70 的温度。
- PE 导线芯/电缆(接地线)的电感阻抗必须根据出现故障时允许的接触电压来选择。（这样，才能在发生接地故障的情况下，故障点电压不会过分增大）
- 600V 等级的电缆可以用在 500V 的电压下。连接 690V 设备的电源电缆的额定电压至少 1kV。

当测功机功率大于 30kW，则机电缆建议使用对称屏蔽电缆（下图所示）。



- 电缆槽架必须连在一起，且要保证良好的导电性，还要将槽架连接到控制柜的外壳上，输入电源、电机和控制电缆应分别使用单独的槽架，不要在同一槽架上放置多条电机电缆。
- 控制电缆和信号电缆不能与主电缆布置在同一电缆槽内

电缆规格

下表给出了不同负载电流下铜电缆和铝电缆的规格。电缆选型是在一个电缆槽架内最多并排放置 9 根电缆。环境温度 30℃，PVC 绝缘，表面耐受温度 70℃ 的条件下得出的（EN60304-1 和 IEC60364-5-2/2001）。如果与上述使用条件不同，电缆选型要根据国家相应的安全法规，相应的输入电压和传动的负载电流来决定。

带铜屏蔽层的铜电缆		带铜屏蔽层的铝电缆	
最大负载电流 A	电缆规格 mm ²	最大负载电流 A	电缆规格 mm ²
62	3 × 16	61	3 × 25
79	3 × 25	75	3 × 35
98	3 × 35	91	3 × 50
119	3 × 50	117	3 × 70
153	3 × 70	143	3 × 95
186	3 × 95	165	3 × 120
215	3 × 120	191	3 × 150
249	3 × 150	218	3 × 185
284	3 × 185	257	3 × 240
335	3 × 240	274	3 × (3 × 50)
358	3 × (3 × 50)	285	2 × (3 × 95)
371	2 × (3 × 95)	331	2 × (3 × 120)
431	2 × (3 × 120)	351	3 × (3 × 70)
459	3 × (3 × 70)	382	2 × (3 × 150)
498	2 × (3 × 150)	428	3 × (3 × 95)
557	3 × (3 × 95)	437	2 × (3 × 185)
568	2 × (3 × 185)	496	3 × (3 × 120)
646	3 × (3 × 120)	515	2 × (3 × 240)
671	2 × (3 × 240)	573	3 × (3 × 150)
746	3 × (3 × 150)	655	3 × (3 × 185)
852	3 × (3 × 185)	772	3 × (3 × 240)
1006	3 × (2 × 240)		

表 2 电缆选型

五、布线

测功机电机电缆应独立于其它电缆走线,多台测功机同时使用时机电缆可以一台一台地并行布线。推荐机电缆、输入电源电缆和控制电缆安装在不同的槽架中,以避免机电缆和其它电缆长距离的并行走线,进而减少调速器输出电压瞬变产生的电磁干扰。

当控制电缆与电源电缆必须交叉走线时应使交叉角度为 90 度,其它额外电缆不要穿过控制柜。

电缆槽之间及电缆槽与接地电极之间必须有良好的电气连接,铝槽系统可以用来提高局部电压的均衡性。

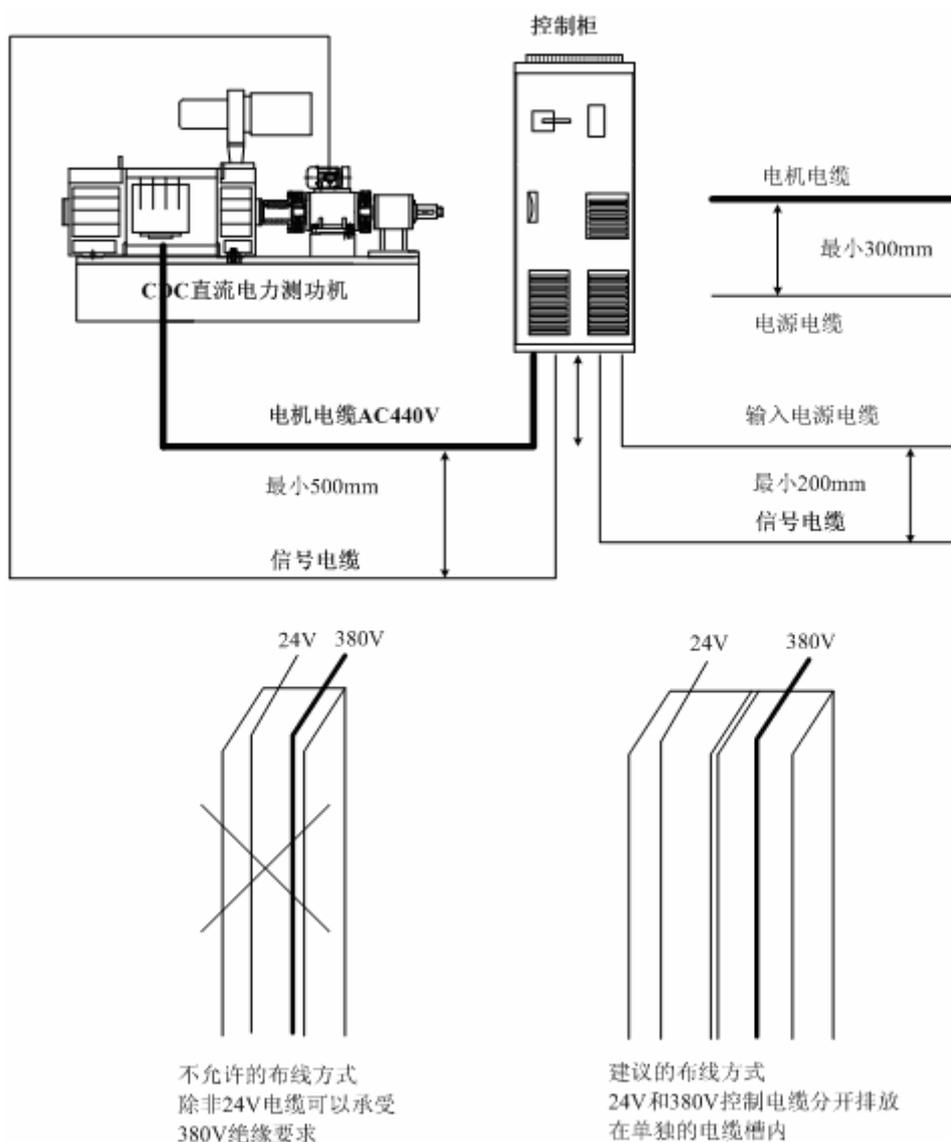


图 6 电缆布线示意图

六、产品使用的工作条件和环境条件

	运行 固定安装	存储 在有保护的包装中	运输 在有保护的包装中
安装现场的海拔高度	海拔高度为 0-4000m 海拔高度超过 1000m,每 升高 100m, 额定功率减 少 1%		
空气温度	-15~50 , 无霜冻 空气温度在 40~50 之 间, 每升高 1 , 额定输 出电流就要减少 1%	-40~70	40~70
相对湿度	5-95%	最大 95%	最大 95%
	无凝露。在存在腐蚀性气体的情况下, 最大允许相对湿度为 60%		
污染等级	不允许有导电性粉尘存在。		
大气压	70-106kPa 0.7-1.05 大气压	70-106kPa 0.7-1.05 大气压	70-106kPa 0.7-1.05 大气压
振动	最大值 1mm (0.04in.) (5-13.2Hz) , 最大值 7m/s ² (23ft/s ²) (13.2-100Hz)正弦振动	最大值 1mm (0.04in.) (5-13.2Hz) , 最大值 7m/s ² (23ft/s ²) (13.2-100Hz)正弦振动	最大值 1mm (0.04in.) (5-13.2Hz) , 最大值 7m/s ² (23ft/s ²) (13.2-100Hz)正弦振动
冲击	不允许	最大 100m/s ² (330ft/s ²) 11ms	最大 100m/s ² (330ft/s ²) 11ms
自由下落	不允许	不允许	不允许
电网频率	50Hz ± 1%		
进线电压	380V ± 5%		
供电系统连接	手动操作的分断设备		
安全保护	快速熔断器		

七、测功机控制仪表

CAC 系列交流电力测功机采用 ABB 公司生产的 ACS800 系列全数字交流变频调速装置，作为电机驱动及负载电流上网控制单元，再生能量可以 100% 回馈电网，电力上网符合 IEEE519-1992 标准（技术参数详见 ACS800 系列全数字交流变频调速装置使用说明书）。测功机控制仪表采用我公司研制的“FC2011 电力测功机控制仪”

1、FC2011 电力测功机控制仪

FC2011 电力测功机控制仪由前面板、后面板和集成电路板组成。集成电路板安装在一个宽 440mm，高 178mm，深 400mm 的全钢标准机箱内。机箱的前部安装了一块控制面板；由液晶显示屏、一组参数设置按键、一组控制方式按键、远程控制键、数字控制设定旋钮等几个部分组成。机箱后部的面板上安装了各种测量、控制信号的输入、输出插座，电源插座和保险丝座。控制仪前面板见图 8。

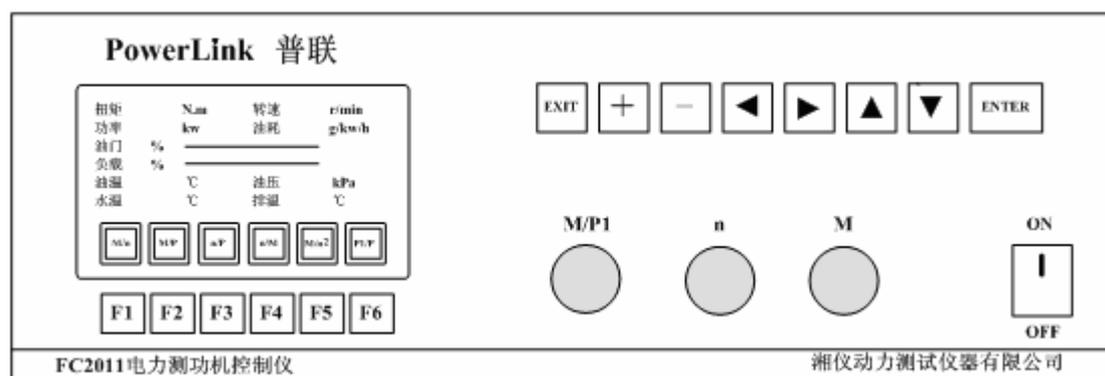


图 8 控制仪前面板

FC2011 电力测功机控制仪可以与各种型号的交流电力测功机、交流电力测功机配套使用。在进行发动机试验时，配上油门执行器，可以对发动机的油门和电力测功机的上网电流进行双闭环自动控制，满足发动机的台架性能试验和耐久性试验的需要。

FC2011 电力测功机控制仪具有五种预设的自动控制模式和手动控制模式，预设的五种自动控制模式可以在发动机不停车的情况下进行无扰动切换，同时还具备“本地自动控制/程序控制”和“计算机远程自动控制/程序控制”多种工作方式。系统具备了手动控制功能，即使脱开计算机也完全能正常工作。

2、测功机标定

测功机在出厂时已标定完毕。使用时只需正确连接传感器与“FC2011 电力测功机控制仪”的信号电缆，参照测功机铭牌正确输入量程、系数、齿数即可，如用户需要自行标定，可按以下方法进行。

- 1、拆下防护罩，在电机与传感器的连接法兰上装上专用的标定装置。
- 2、将标定臂杆安装在轴承座的法兰上，旋转标定装置上的螺旋千斤顶将臂杆调至水平，启动传感器顶部的小电机。

注意：小电机的旋转方向必须与传感器主轴旋转方向相反

- 3、在 FC2011 电力测功机控制仪设置为“单点调零”在“传感器参数”窗口输入扭矩量程，进入“传感器标定”，光标选择“记录零点”，待左边测量数据稳定时，按“ENTER”
- 4、在标定臂杆上加上满量程砝码并保持，旋转千斤顶将臂杆调至水平（以后每加一块砝码需要调整一次）。
- 5、光标选择“计算系数”，待左边测量数据稳定时，按“ENTER”，系数便显示出来。
- 6、光标选择“保存返回”，按“ENTER”回到测量窗口，卸下砝码，再次调零。
- 7、在标定臂杆上逐步加砝码至满量程，扭矩窗口显示的值即实际测量值，显示值与砝码值的误差在允许范围内即为合格。
- 8、在标定臂杆上逐步减砝码至零，如显示值与砝码值的误差在允许范围内即为合格。

3、选择控制模式

FC2011 电力测功机控制仪具有六种预设的自动控制模式和手动控制方式，图 9 是控制仪液晶显示面板的测量、控制显示窗口，在此窗口下可以无扰动切换控制仪的控制方式以满足发动机各种特性的试验。

- M/n — 测功机恒扭矩、油门恒转速控制方式
- M/P — 测功机恒扭矩、油门位置控制方式
- n/P — 测功机恒转速、油门位置控制方式
- n/M — 测功机恒转速、油门恒扭矩控制方式
- M/n^2 — 测功机恒扭矩(设定扭矩= $K \times n^2$)、油门位置控制方式，即推进特性控制
- P1/P — 测功机恒位置、油门恒位置控制方式

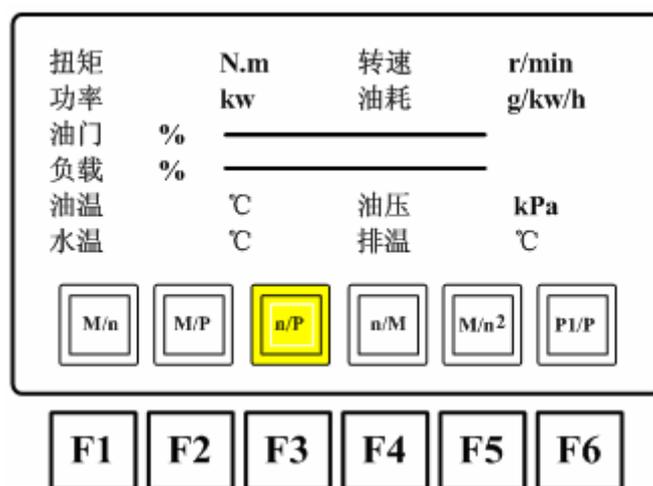


图 9 液晶显示面板

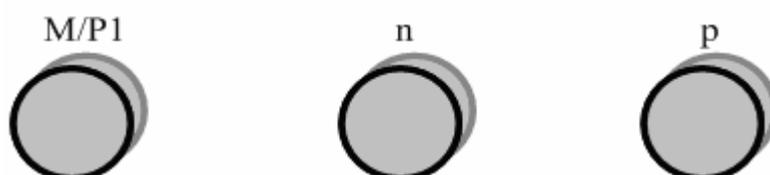
在液晶显示面板的下方有六个功能键（F1—F6）对应显示窗口内的控制模式，按下相应的功能键可以在六种控制模式中自由切换控制模式。

4、转速、扭矩设定

FC2011 电力测功机控制仪以全数字方式控制转速和扭矩。在控制仪的面板上安装了三个数字控制旋钮（如下图所示），它们分别表示了：

- M/P1：扭矩设定旋钮
- n：转速设定旋钮
- P：油门开度设定旋钮

数字控制旋钮有效的工作状态与面板上控制模式键盘对应，顺时针方向转动旋钮，增加设定值，逆时针方向转动旋钮，减小设定值。设定值增加或减小的速度与转动旋钮的快慢有关，缓慢的转动旋钮可以得到很精细的数值。



在 M/n、n/P、n/M、M/n² 或 P1/P 控制模式下，旋转 n 旋钮，液晶显示窗口内“转速”即反色显示设定值，连续旋转 n 旋钮使显示值为预期的设定值，停止旋转 n 旋钮，反色消除，控制仪根据控制模式自动调节转速至设定值。



转速设定

扭矩设定

在 M/n、M/P、n/M、M/n² 或 P1/P 控制模式下，旋转 M 旋钮，液晶显示窗口内“扭矩”即反色显示设定值，连续旋转 M 旋钮使显示值为预期的设定值。停止旋转 M 旋钮，反色消除，控制仪根据控制模式自动调节扭矩至设定值。

FC2011 电力测功机控制仪的其它功能详见仪表使用说明书，扩展功能见“FC2000 发动机自动控制系统”使用说明书。

八、配套产品性能简介

1、外围仪器的接入

发动机在进行台架试验时，根据试验标准和试验规范，需要在系统中接入一些专用的测试仪器，这些专用仪器往往是由不同的专业厂家或国外公司提供的。用户在试验时需要把这些仪器测量得到的各种参数集中在测控系统的计算机显示器上或数字显示器上显示，并希望将测量结果嵌入试验报告中，而 FC2000 测控系统完全可以满足这方面的要求。外围仪器测量得到的数据可以通过导线以各种信号形式接入 FC2020 数据采集系统（数字信号可直接接入计算机），通过对采集系统模块的初始化设置，即可将不同形式的信号处理成数字信号并通过 CAN 总线向显示单元和计算机终端传输，显示并打印。

系统通过总线网络可以方便的接入下述外围仪器

烟度计

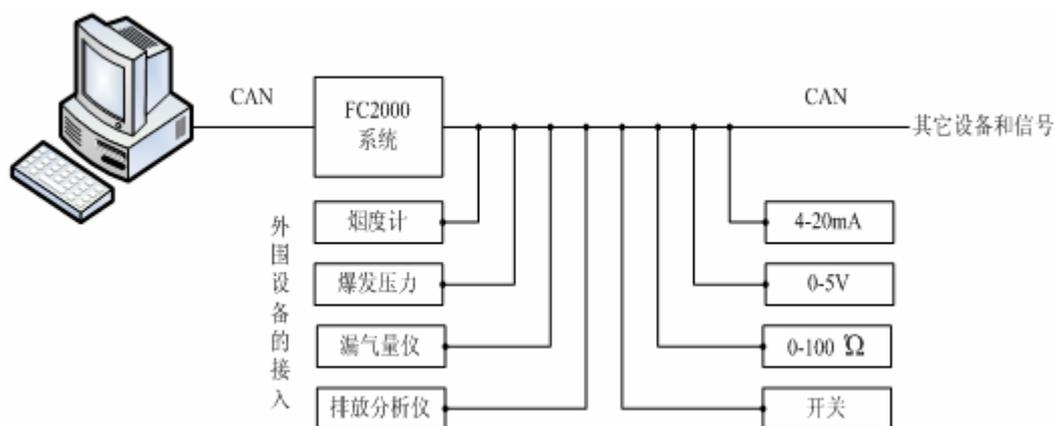
排放分析仪

漏气量测量仪

供油提前角仪

爆发压力测量仪

涡轮增压器转速测量仪



外围仪器输出的信号形式可以是：

电流—4-20mA

电压—0-5V,0-40mV

电阻—0-100Ω

频率

开关

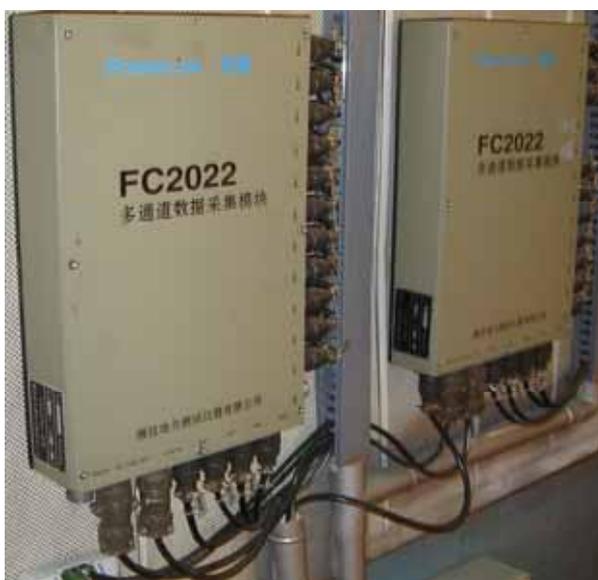
RS232-C

RS485C

USB

以上所列的仪器设备中的《爆发压力测量仪》，《活塞漏气量测量仪》由我公司生产，用户可根据实际情况选购。《烟度计》，《排放分析仪》建议选用“厦门海腾”代理 AVL 公司的产品，用户可以直接向相关厂家订购，亦可由我公司代购。

2、FC2020 数据采集系统



FC2020 数据采集仪设计时采用了国际先进的 CAN 现场总线技术，其通讯协议符合国际标准。ISO11898 (CANBUS) CAN 现场总线是一种串行数据通信协议，是一种多主总线，通信介质是双绞线，通信速率可达 1Mbps，数据采集系统采用一根双绞线连结现场 CAN 智能模块，智能模块将各种传感器的模拟信号转换成数字信号通过网络方式传送故而现场的连线很少。每个采集仪配用 16 个标准智能模块，模块可以单独使用，当需要增加新的现场

长沙高新技术产业开发区湘仪动力测试仪器有限公司
电话：0731-28422178 传真：0731-2842217 http://www.xydc.xydcweb.com E-mail:xydc@web.com

测量设备，可就近接在原有的 CAN 智能模块上。

- 该仪器是以单片机 89C52 为核心，利用高速 A/D 转换器，最大可对 128 路（每 16 路为 1 单元）模拟量进行数据采集（如发动机的进水温度、出水温度、机油温度、各缸的排气温度以及机油压力、进气真空度-----等），每一路都可根据用户要求设置为报警（声、光报警方式）或自动控制（继电器输出），各通道的报警值和控制值可由面板上的小按键设定，设定值可永久保存。
- 含有 16 路数字输入、输出口，2 路脉冲计数通道。单片机将采集的数据经各项数据处理后送至数码管循环显示，同时将所有的数据通过 CAN 网络送计算机屏幕显示、存盘、打印，也能够通过 CAN 网络接受上位机的各参数的报警、程控设定值。

性能特点

- 采用数字化标定技术，使标定简单、快捷，并取消了传统的电位器标定方式，实际上内部电路无电位器可调，保证了零点、满度不发生漂移
- 内部存储了可编辑的线性化表格，适应各种非线性特性传感器
- 高智能化，丰富的自检、提示和参数设置功能
- 模块化设计使结构简化，可靠性提高，可维护性好
- CAN 网络通信

3、FC2210 智能油耗仪

FC2210 系列智能油耗仪用于测量各种汽油机、柴油机的燃油消耗，按量程计算在 0-40kg 范围内共有 16 个规格。油耗测量采用定时间测重量的方法（也可定重量测时间），同时具备测量平均油耗和瞬时油耗的双重功能。油耗仪在设计时采用了一体化设计的技术，油耗测量与显示仪表集于一体，可以独立的完成燃油消耗的测量，并可通过 CANBUS 总线或 RS232 串行接口向测控仪或计算机发送数据。油耗仪的外壳采用铝合金铸造加工而成，造型美观。油杯采用全密封设计，即使在电磁阀完全失控的状态下燃油也不会溢出，保证了使用的安全性。油耗仪的电磁阀采用德国“宝德”公司产品，提高了电磁阀的使用寿命和可靠性。在测量过程中，测量时间和油耗的量程可以根据发动机的负荷大小随时修改，油耗变送器的油杯充油、油杯供油、测量状态自动转换并显示，油杯内的油量自动显示，测量错误自诊断。



4、FC2410 电喷发动机回油处理装置（电喷发动机用）



电喷发动机在试验过程中由于回油温度高，油料中混有大量气泡，直接导致油耗测量重复性差，油耗偏小，当燃油温度高到一定程度时甚至无法进行正常的油耗测量。FC2410 电喷发动机回油处理装置主要功能是对高温燃油进行冷却、消泡处理，使回油降温，气泡得以排除，从而提高油耗测量的准确性和重复性。该装置对发动机回油的处理过程完全由单片机系统实现，包括燃油温度的测量、消泡排放阀的开启等。该系统与 FC2210 智能油耗仪配套使用时的油耗测量精度可以达到 $\pm 0.4\%FS$ 。

5、FC2310 油门执行器

油门执行器是 FC2000 测控系统中的执行机构，通常与测控仪配套使用，用于自动控制发动机的油门开度，完成发动机的各种特性试验。



6、系统的保护功能

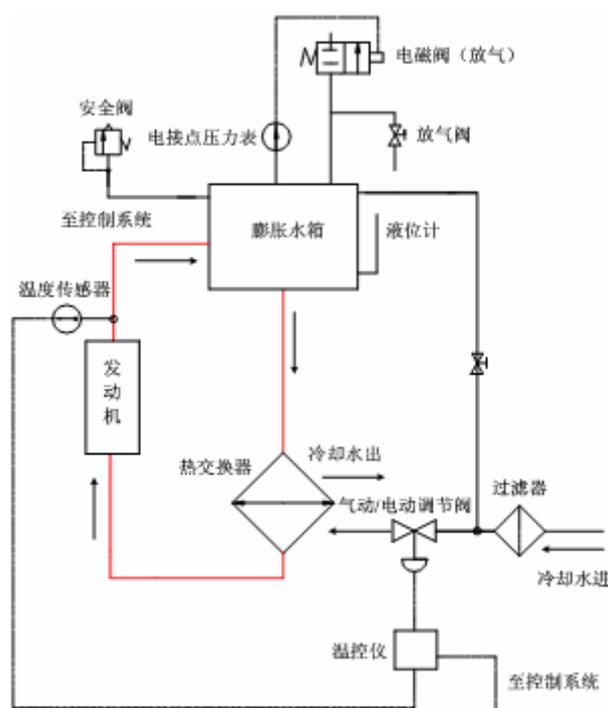
系统设有发动机保护电路，测功机保护电路和温度压力报警保护电路。

发动机保护——任意设置转速超速保护，测功机温度、过电压和过电流保护，其它参数的保护可以通过键盘任意设置。系统具有三级保护功能并根据报警，保护，紧急处理的顺序，操作人员可以通过键盘输入任一参数的报警条件，上限报警的参数依次递增，下限报警的参数依次递减。当报警条件产生时，仪器自动按以下步骤处理：

- 报警：任一报警条件产生时，仪器发出声音报警，越限的参数闪烁提示。报警后按回车键可取消报警声音，但该参数依然会闪烁，直至报警条件消除。
- 保护：任一保护条件产生时，仪器将自动关闭油门，并将负荷（电流或水门）设置在 30% 左右。待转速回 0 时保护解除。
- 紧急处理：仪器上备有 2 个继电器输出触点 J1、J2，将 J1 常开触点接至油门紧急处理电磁铁，J2 常开触点接至进气门或油泵断油手柄紧急处理电磁铁。任一紧急处理条件产生时，继电器 J1 常开触点闭合，持续 2 秒，再判断转速是否开始下降。如果转速下降到紧急处理设定转速的 80% 以下，继续维持 J1 常开触点闭合状态，直到转速下降至 0 再断开。如果转速没有下降到紧急处理设定转速的 80% 以下，则 J1 常开触点断开，继电器 J2 常开触点闭合并维持，直到转速下降至 0 再断开以保证发动机安全。

7、FC2420 冷却液恒温控制装置

在发动机做性能、可靠性试验时，由于试验时间较长，实验过程中发动机的冷却液温度会不断的升高，为保证试验的正常进行，需要对发动机的冷却液进行恒温控制。恒温控制装置结构如图所示。主要由热交换器、膨胀水箱、管道泵、调节阀与控制仪、加热水箱、电器箱和机架等组成。工作原理如图 2 所示，发动机出水进入膨胀水箱分离空气后经管道泵送入热交换器，冷却到设定的温度后再送入发动机内。安装在发动机出水口的温度变送器将信号送输入控制仪（与调节阀连成一体），控制仪根据设定的温度调节其阀门的开度，即控制冷却水进入热交换器的流量大小，达到恒定的设定温度目的。加热水箱将冷却液加热到 80 后，再通过热循环泵进入膨胀水箱，即发动机。膨胀水箱上设有压力表，安全阀、手动放气阀。管道泵的设置主要用于改善发动机冷却液循环，防止气阻现象。



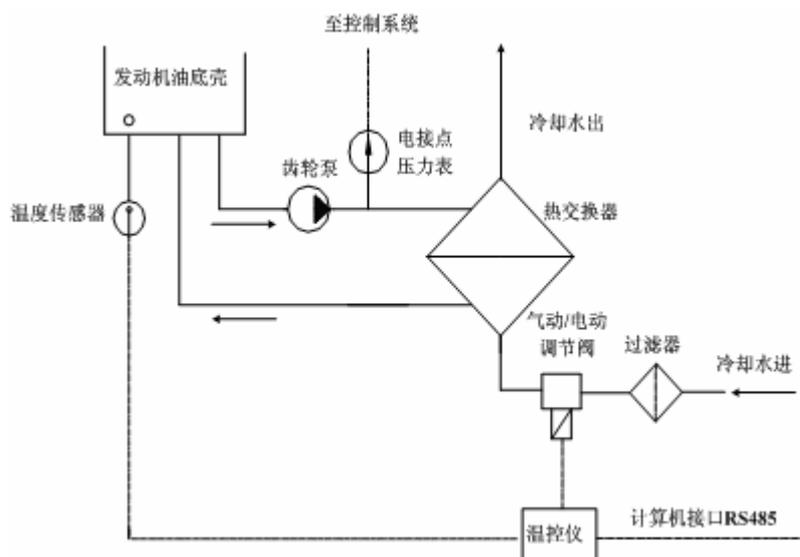
FC2420发动机水温恒温调节装置工作原理图

● 主要技术指标：

- 适用发动机功率： 0-300kW
- 调节精度： 50- 130 ± 2
- 最高工作温度： 130
- 冷却水温度： 不高于 45
- 冷却水压力： 0.25MPa ~ 0.5MP

8、FC2430 机油温度恒温控制装置

机油温度恒温控制装置用于对发动机的机油温度进行恒温控制，其结构原理如下图所示：



机油温度恒温控制装置的管路是串接在发动机润滑油的管路上。发动机上台架后将恒温装置的管路接入恒温装置后加注润滑油，使热交换器内充满机油且发动机的油标达到要求。发动机启动后，机油通过热交换器循环，装置通过调节进入热交换器的冷却水流量来控制机油温度。

• 温度控制

当温度传感器测量到的油温达到温控仪表设定值时，伺服器根据温控仪表的指令开启气动调节阀，来自外部的冷却水对热交换器进行冷却，并根据温度的变化控制调节阀的开度，改变冷却水的流量实现对机油的恒温控制。

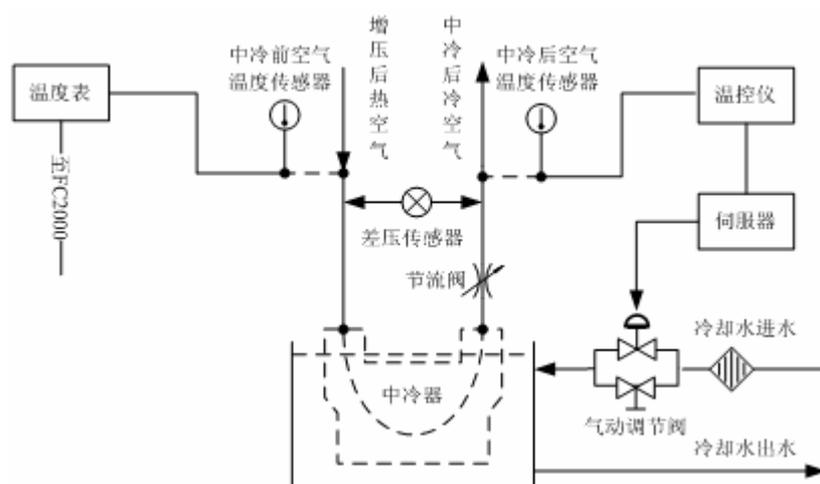
• 报警控制

当温度超过紧急报警值、机油压力低于紧急报警值时，系统将信号反馈回 FC2000 总系统，通过执行机构强制发动机停车

- 调节精度： 50-130 ± 2
- 最高工作温度： 130
- 冷却水温度： 不高于 45
- 冷却水压力： 0.25MPa ~ 0.5MP

9、FC2430 机油温度恒温控制装置

由于柴油发动机的增压比高，压气机后的空气温度可能达到 120-150℃，为把空气温度控制在一定的范围内，柴油机制造厂家经常采用中冷器对压气机后空气进行冷却。由于发动机有不同的试验规范，即增压后进气温度进气阻力有不同要求，要求试验装置对进气温度和阻力设定可调，以适应不同试验规范的发动机试验要求。中冷空气恒温调节装置机构原理见下图。



本装置的用途是把增压后的气体引入中冷器，通过中冷器与冷却水交换热量达到控制温度的目的。温控仪表根据中冷后空气温度传感器测量得到的实际温度与温控仪设定的温度进行比较，当实际温度与设定温度有差异时，温控仪即发出指令，通过伺服器控制气动调节阀通过开度的变化调节进入中冷器内的冷却水流量，将增压后气温度控制在预设的范围内。另外在引出气体的管路上安装了差压传感器，通过节流阀调节中冷后的空气流量，以满足不同发动机的试验需要。

热冲击试验装置主要有以下部分组成：

- 温控仪表、传感器：测量、控制冷热循环时的水温
- 气动分流阀：切换冷热循环工况
- 热交换器：冷循环时对热水进行冷却
- 气动/电动调节阀，
- 电磁阀：控制冷却水流量
- 膨胀水箱：补充水量、存储排放空气
- 快速排气阀：快速排出空气，避免气阻发生

10、FC2422 发动机冷热冲击试验装置

FC2422 型发动机热冲击控制仪是在发动机试验台架上使发动机受到较大的实际交变机械负荷及热负荷，并提高单位时间内的交变次数，以期在较短的时间内考核发动机的一种试验装置。试验方法依据 GB/T19055-2003 汽车发动机可靠性试验方法。它采用计算机和 PLC 控制，仪器抗干扰能力强，能实现对发动机冷热冲击试验控制。该试验装置不仅可做发动机冷热冲击试验，同时可以用来做发动机性能试验时的水温控制。

冷热冲击试验规范见下冷热冲击试验规范示意图（实线表示油门全开）及表 1（GB/T19055-2003 汽车发动机可靠性试验方法（摘录）之-----9.4 冷热冲击试验规范）。

表中工况 1 到 2，到 3 的转换在 5s 之内完成；工况 3 到 4，4 到 1 的转换在 15s 以内完成，均匀地改变转速和负荷。每循环历时 6min。-----

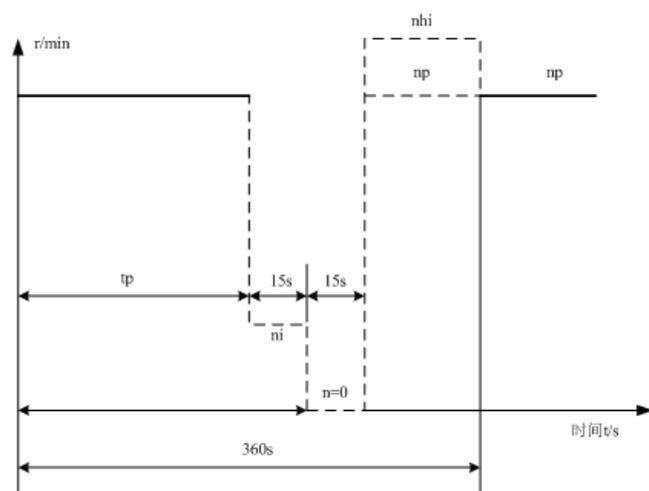
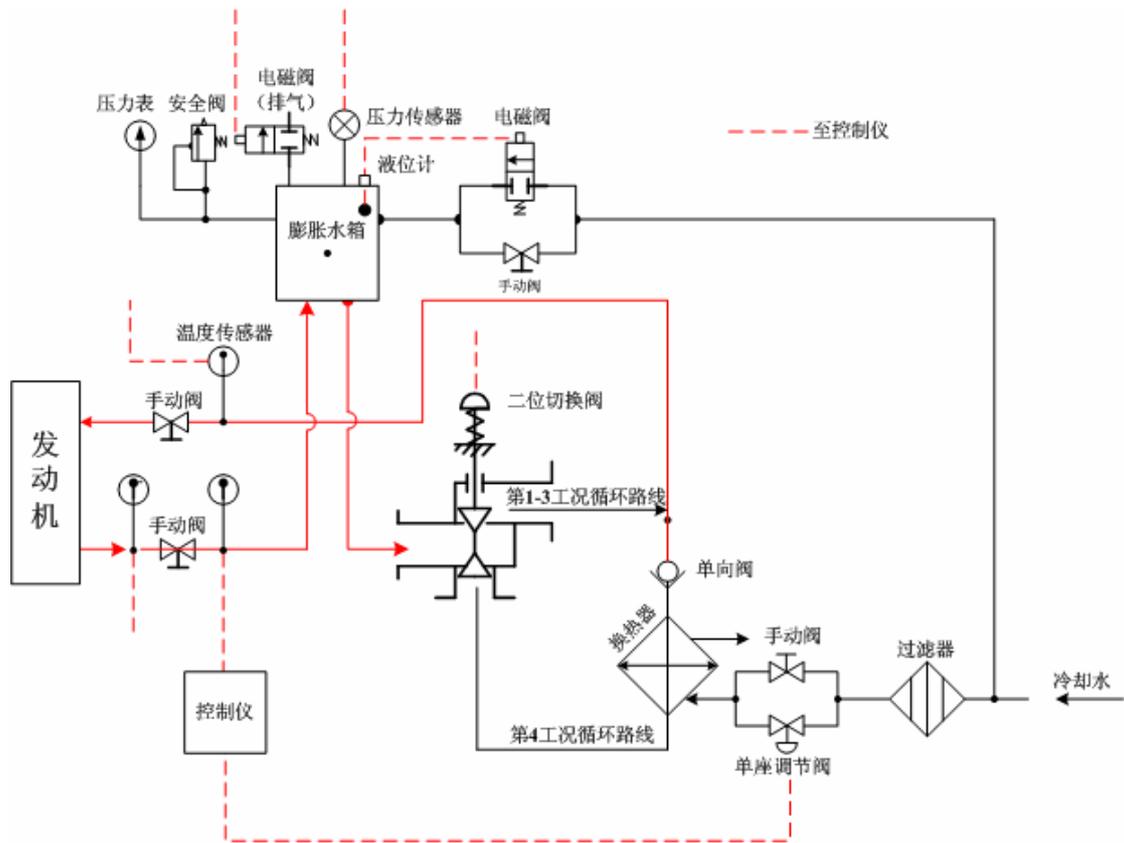


表 2 冷热冲击试验规范

工况序号	转速	负荷	冷却水出口温度 K	工况时间 s
1 (热)	最大净功率的转速 n_p	油门全开	升至 $378 \pm 2^\circ$ 或 $385 \pm 2^\circ$	t_p
2	怠速 n_i	0	自然上升	15
3	0	0	自然上升	15
4 (冷)	最大净功率的转速 n_p 或高怠速 n_{hi}	0	降至 311	360- t_p -15-15
<p>a 散热器盖在绝对压力 150kpa 放汽时，冷却水温升至 $378 \pm 2K$，或按发动机制造厂的规定。</p> <p>b 散热器盖在绝对压力 190kpa 放汽时，冷却水温升至 $385 \pm 2K$，或按发动机制造厂的规定。</p> <p>c t_p系发动机自行加热至出水温度所需的时间。</p>				

以上摘录 GB/T19055-2003 汽车发动机可靠性试验方法



汽车发动机冷热冲击试验装置工作原理图

水路工作原理如上图所示。试验工况 1~3 (热冲击) 时, 发动机出水经膨胀水箱和管道泵加压后, 通过三通换向阀直接回到发动机。此时, 发动机在最大净功率的转速下运行, 迅上升到 378K~385K, 冷却液沸腾并产生大量水蒸气, 冷却系统内压力上升。安装在膨胀水箱上的压力变送器将信号传送到控制仪表, 当其压力上升至 150KPa~190KPa 时则自动开启。另外也可手动漏斗下的阀门 6 排气。

试验工况 1~3 结束计算机将试验自动换向到工况 4, 冷却液流动方向改变到通向板式换热器的线路, 冷却液经板式换热器进行热变换。安装在发动机出水口处的温度传感器 I 将信号传输给调节阀及控制仪, 其调整阀开度即控制冷却水至板式换热器的流量, 使其降温达到工况 4 所需温度 311K~315K。

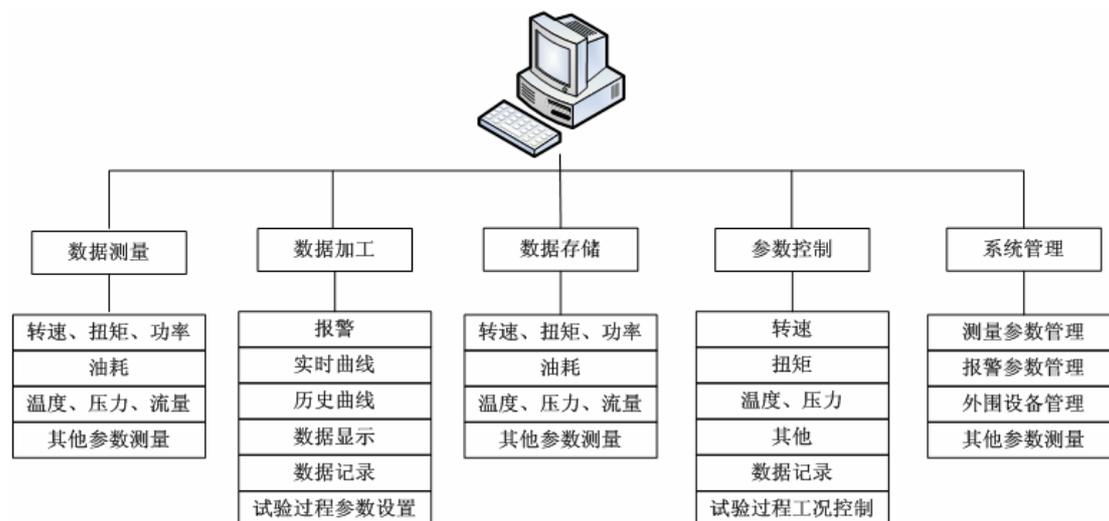
10、软件功能简介

FC2000 测控系统软件，是一套运行于 WIN2000 环境、适用于内燃机、变速箱、变矩器、驱动桥性能试验和数据处理的软件。该软件操作方便、功能完备、使用灵活，主要用于内燃机生产厂商进行各种内燃机性能的测控试验和数据处理工作，本系统软件完全按照软件工程专业标准开发，并采用面向对象的程序设计方法。在本系统中，按照系统的运行环境和操作习惯，采用单机版的本地数据库体系结构。

本系统的前台开发工具为 Delphi 7，其主要功能和技术特点包括：

- 采用 DDE（动态数据交换）技术，实现软件与硬件的模块化分离；
- 利用基于元件开发的技术，实现由用户增删测量参数、编辑测量参数、调整参数显示界面等功能；
- 实时采集并显示扭矩、转速、功率、温度、压力等各项测量参数值；
- 可进行油耗测量和烟度测量；
- 可实时绘制转速、扭矩、功率和排温的变化趋势曲线；
- 具有单点控制功能，按设定的控制方式和设定值控制发动机工况；
- 具有程序控制功能，按预设的步骤自动完成负荷特性、速度特性等试验；
- 参数越限时报警并保护，记录报警保护的时间和状态；
- 采用 BDE 作数据库引擎，以 dbf 格式保存试验数据；
- 按国标规定的修正算法公式进行修正运算；
- 对试验数据可进行查阅、修改；
- 可灵活生成和打印试验数据报表，报表分标准和自定义两种；
- 自动生成各种试验特性曲线并打印输出；
- 可灵活绘制并打印万有特性曲线；
- 对重要操作进行了授权处理，保证了软件的安全性。

本系统软件实现的主要功能是通过动力——发动机和负载——测功机以及对发动机油温、水温的控制，对发动机各种经济性参数（油耗）机械参数（转速、扭矩、功率、压力、流量）热工参数（各种温度）的测量来考核发动机的各种工作状况和性能指标；围绕着完成这些功能还需提供报警、保护、数据处理、数据存储等辅助功能。

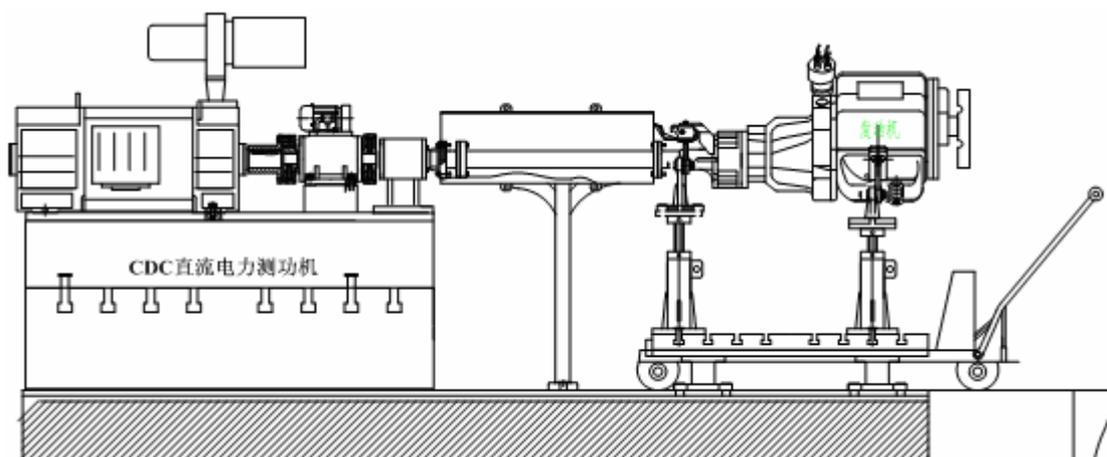


九、应用实例

CAC 系列电力测功机应用范围十分广泛，但主要还是应用在发动机性能、出厂试验及汽车传动部件（变速箱、驱动桥、传动轴、同步器）的性能、寿命试验。

1、发动机性能试验

发动机作为动力，测功机作为负载。电机发出的交流电通过 ACS 逆变为交流电回馈电网。测功机可以倒拖发动机启动，冷磨合及进行机械损耗试验。



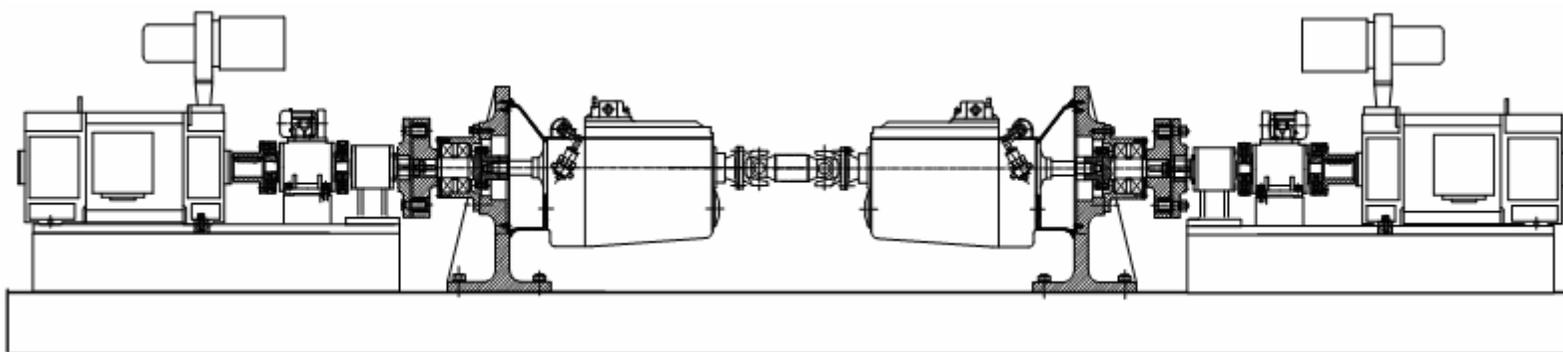
在进行发动机试验时可以配用我公司研发的 FC2000 发动机自动测控系统和试验保障系统，测量、控制发动机的转速、扭矩、功率、水温、油温、排气温度、机油压力、燃油消耗率-----等参数。

CAC 交流电力测功机还可以用于混合动力发动机的性能试验（需要混合动力测试软件支持）。

2、变速箱性能、寿命试验

在做变速箱性能或寿命试验时，通常需要两台 CAC 交流测功机，一台作为驱动，一台作为负载。

通过测量输入、输出端的功率比可以计算出机械效率（需要软件支持）



两台测功机亦可以通过共电枢电压的工作方式直接将负载电机发出的交流电回馈至驱动电机。



电力测功机在桥箱试验台上应用



电力测功机在变速箱试验台上应用