CDC 直流电力测功机

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.....5
三、测功机安装.....8
四、电缆.....9
五、布线.....11
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
1.1、测功机标定.....15
1.2、选择控制模式.....16
1.3、转速、扭矩设定.....17
八、应用实例.....18
1、发动机性能试验.....18
2、变速箱性能、寿命试验.....19

一、概述

CDC 系列直流电力测功机是动力机械功率试验的负载。标准的 CDC 系列直流电力测功机由一台直流电机，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 DCS 直流调速系统，一台直流电力测功机测控仪组成。其工作原理是将直流电机发出的直流电经 DCS 直流调速系统逆变为交流电，并通过 DCS 直流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。

CDC 系列直流电力测功机与传统的水力、电涡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

CDC 系列直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

CDC 系列直流电力测功机的主机由上海南洋或西安西玛电机有限公司配套，转矩、转速传感器由湘仪动力测试仪器有限公司制造，直流调速器由西门子公司配套。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。

CDC 系列直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。

CDC 系列直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。

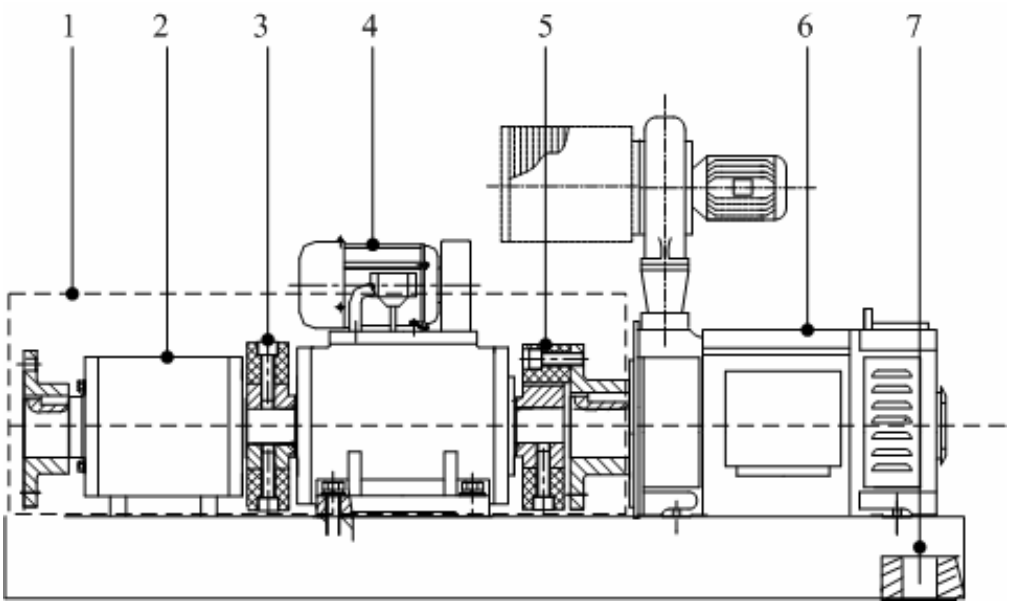


图 1　直流电力测功机结构简图

1、防护罩 2、轴承座 3、连轴器 4、转矩、转速传感器 5、连轴器 6、直流电机 7、底座

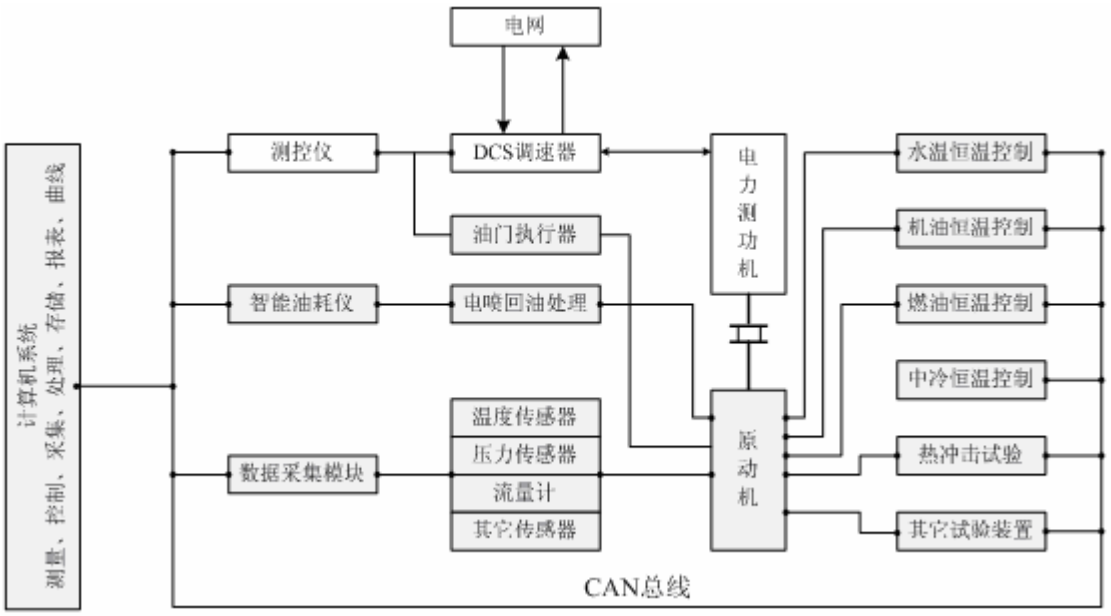


图 2　测控系统组成框图

框图中白色显示的为 CDC 直流电力测功机基本配置，反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：±1r/min，±1 个字

2、扭矩测量精度：±0.1%FS

3、转速控制精度：±5r/min（恒转速控制模式）

4、扭矩控制精度：±0.2%FS

5、特性曲线见图 3

6、外形尺寸见图 4，表 2

7、技术数据见表 1

8、电机绝缘等级 F

9、控制柜防护等级 IP22

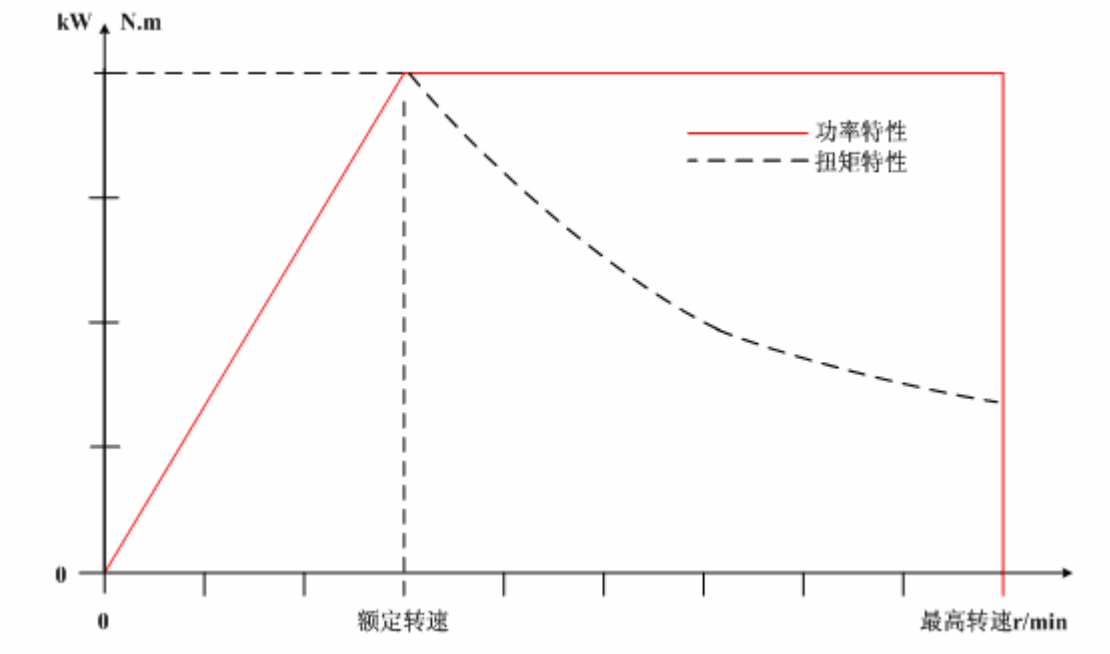


图 3 CDC 直流测功机特性曲线

图 3 表示 CDC 系列直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。CDC 直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

Technical Data

型号 Type	额定功率 Rated Power	额定扭矩 Rated Torque	额定转速/最高转速 Rated/max Speed	额定电流 Rated Current	额定电压 Rated Voltage	励磁功率 Exciting power	电枢回路电阻 Armathrecircuit Resistance	电枢电感 Armature inductance	磁场电感 Magnetic field inductance	效率 Efficiency	惯性矩 GD^2 Moment ofinertia
	kW	N.m	r/min	A	V	kW	Ω（20℃）	mH	H	%	kg .m^2
CDC22	22	68	3090/3600	55.3	440	0.56	0.223	3.65	10	88.3	0.4
CDC45	45	140	3000/3500	113	440	0.73	0.183	2.7	10	89.1	0.76
CDC75	75	230	3000/3400	137	440	1.372	0.064	1.2	6.67	90.7	1.72
CDC90	90	280	3000/3200	221	440	1.28	0.0504	0.82	8.16	91.3	1.92
CDC110	110	350	3000/3000	270	440	1.315	0.0373	0.78	7.91	91.6	3.68
CDC132	132	420	3000/3200	332	440	1.495	0.0318	0.74	7.79	92.4	4.2
CDC160	160	1000	1500/2100	397	440	2.735	0.0392	0.83	4.97	90.3	8.8
CDC185	185	1170	1500/2400	459	440	2.7	0.0325	0.86	5.73	90.5	10
CDC220	220	1400	1500/2400	540	440	2.73	0.0235	0.69	6.74	91.7	12.8

表 1 技术数据表

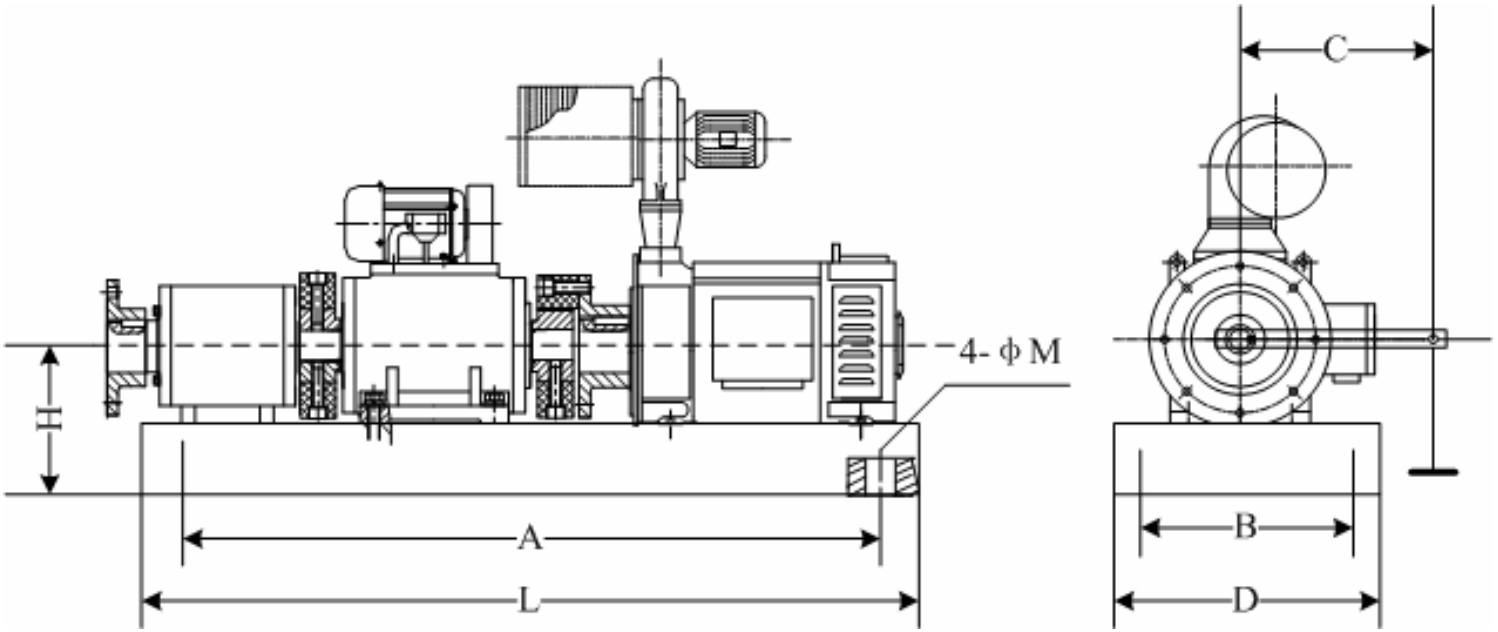


图 4　CDC 直流电力测功机安装尺寸

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。

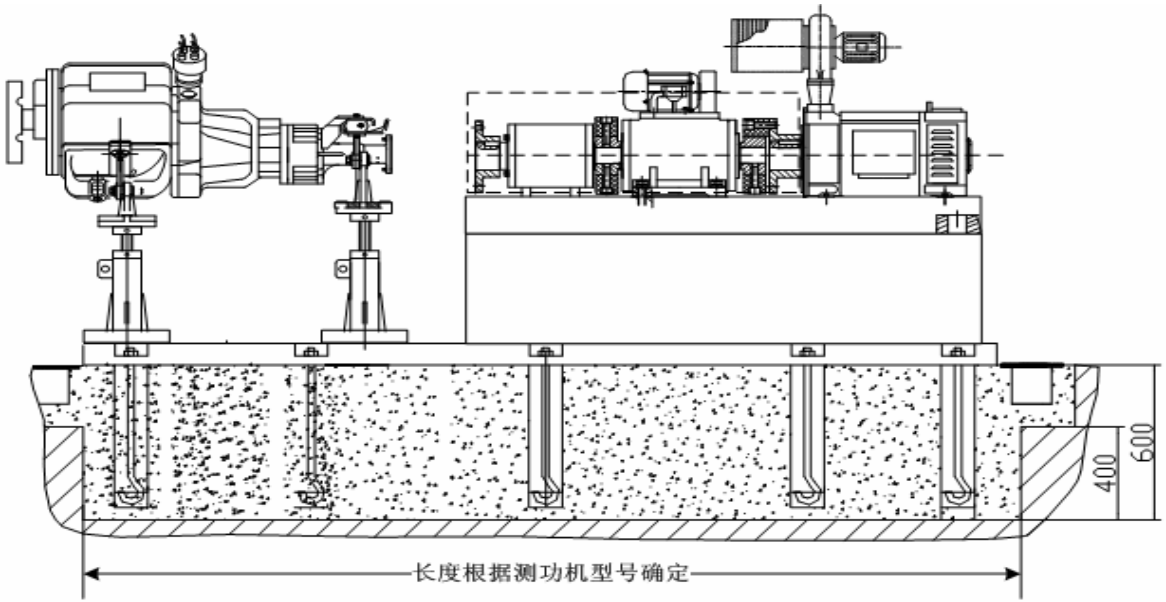


图5　　测功机安装基础示意图

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

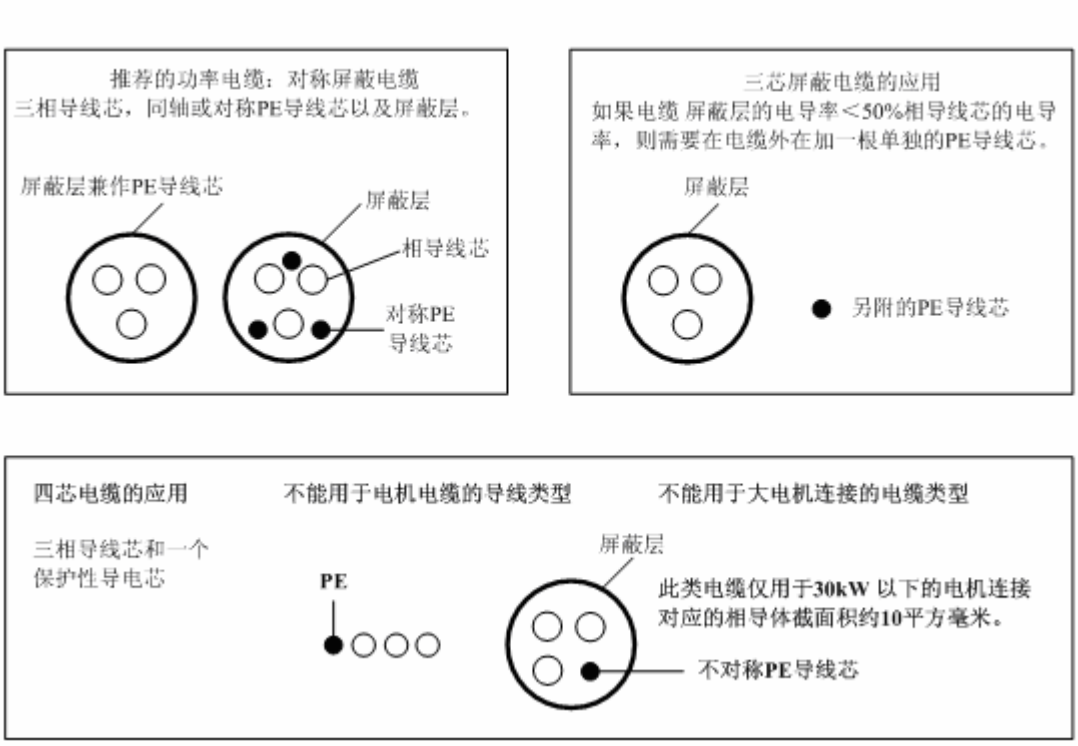
此图尺寸仅供参考

四、电缆

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

- 电缆必须能够承受 DCS 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，则电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得槽架，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)		

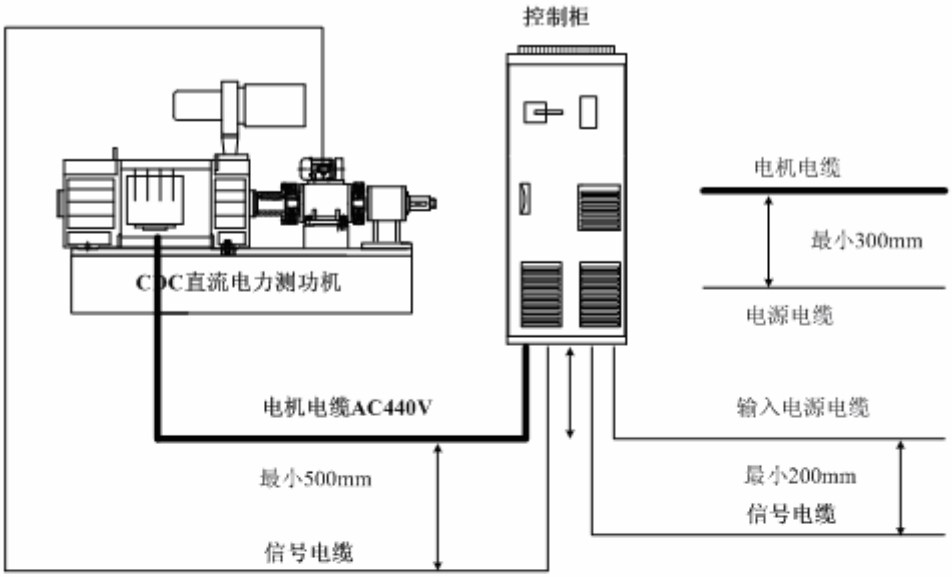
表 2 电缆选型

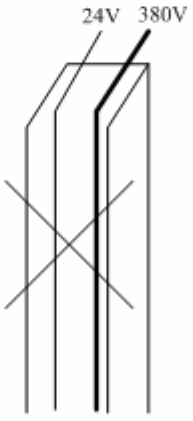
五、布线

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电机电缆可以一台一台地并行布线。推荐电机电缆、输入电源电缆和控制电缆安装在不同的槽架中，以避免电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。

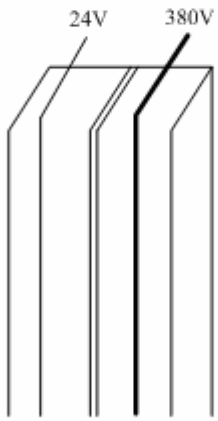
当控制电缆与电源电缆必须交叉走线时应使交叉角度为 90 度，其它额外电缆不要穿过控制柜。

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。





不允许的布线方式
除非24V电缆可以承受
380V绝缘要求



建议的布线方式
24V和380V控制电缆分开排放
在单独的电缆槽内

图 6 电缆布线示意图

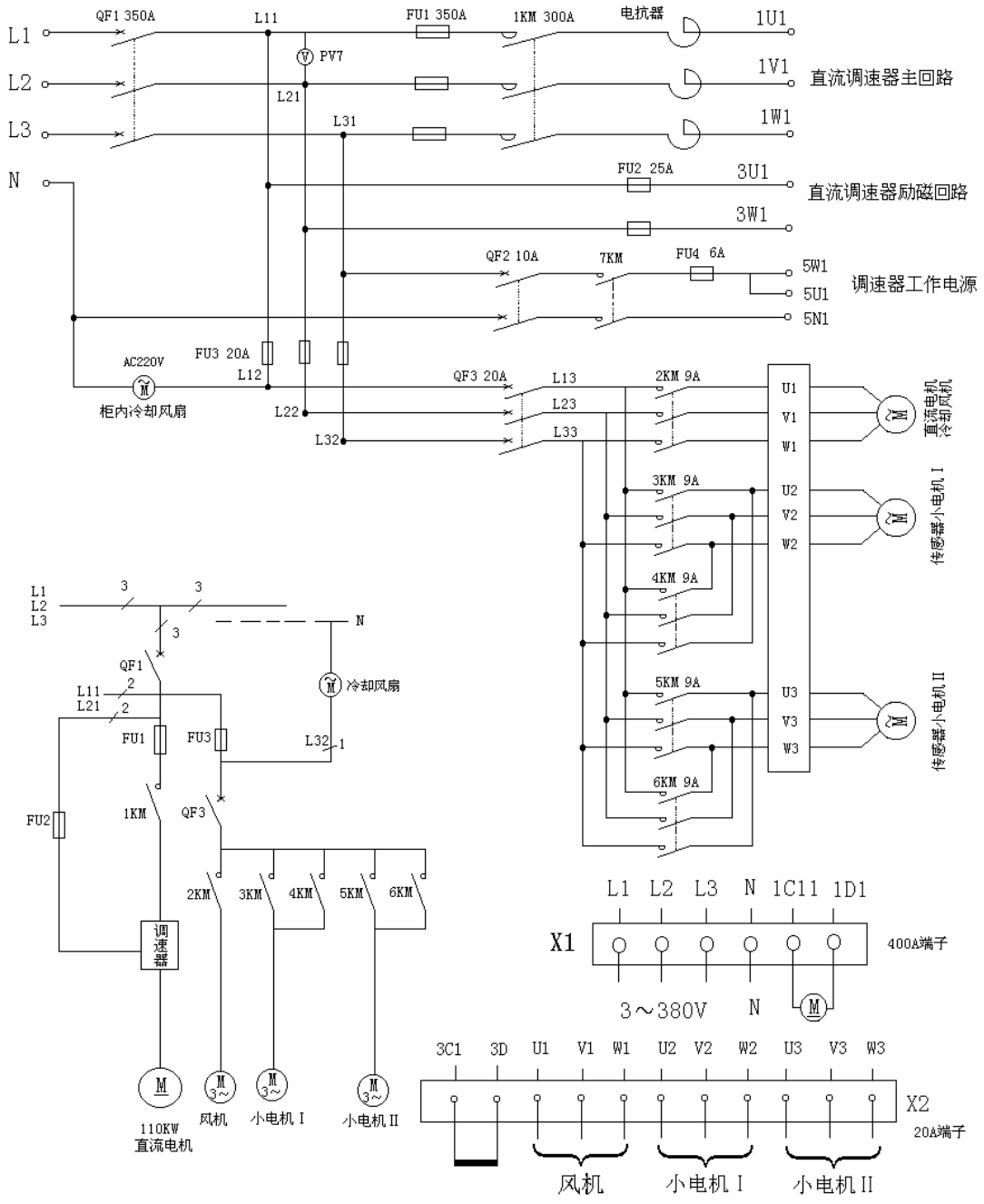


图 7 控制柜主回路图

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/s2(330ft/s^2) 11ms	最大 100m/s2(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% 220V±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

CDC 系列直流电力测功机采用 SIEMENS 公司生产的 6RA70 系列全数字直流调速装置，作为电机驱动及负载电流逆变上网控制单元，再生能量可以 100% 回馈电网，电力上网符合 IEEE519-1992 标准，（技术参数祥见 6RA70 系列全数字直流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。

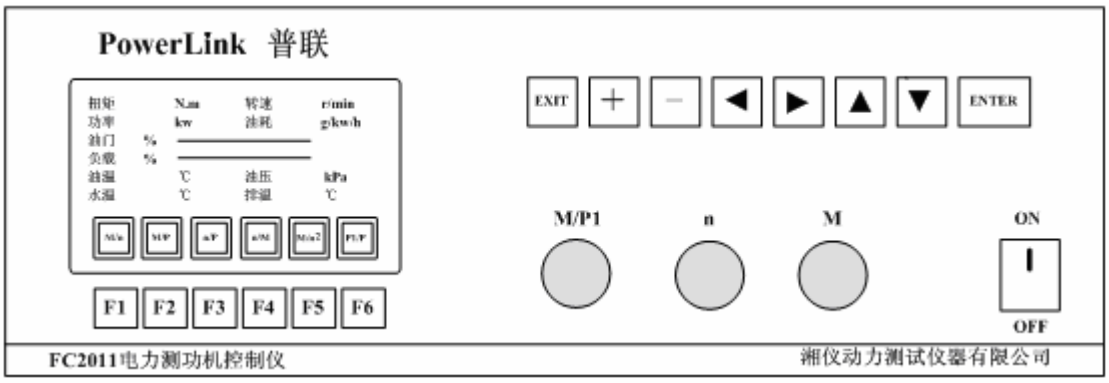


图 8　控制仪前面板

FC2011 电力测功机控制仪可以与各种型号的直流电力测功机、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、油门位置控制方式键
- 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键
- M/n^2 — 测功机恒扭矩(设定扭矩=K×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

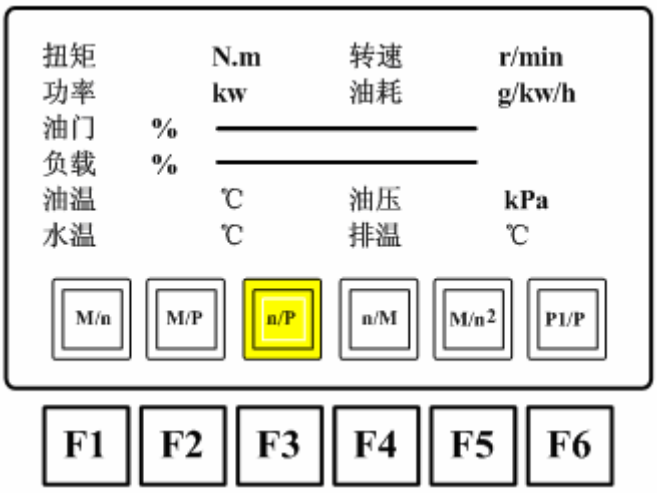


图 9 液晶显示面板

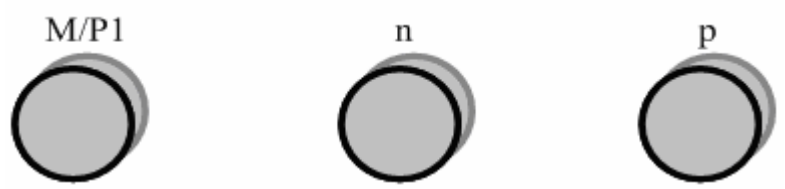
在液晶显示面板的下方有六个功能键（F1—F6）对应显示窗口内的控制模式，按下相应的功能键可以在六种控制模式中自由切换控制模式。

4、转速、扭矩设定

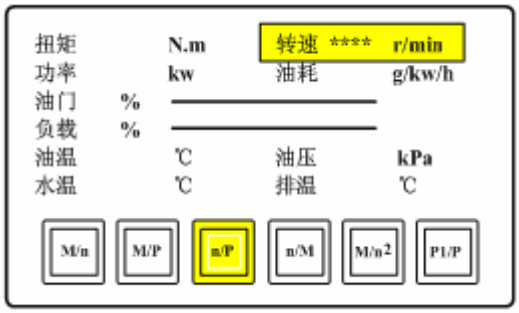
FC2011 电力测功机控制仪以全数字方式控制转速和扭矩。在控制仪的面板上安装了三个数字控制旋钮（如下图所示），它们分别表示了：

- M/P1：扭矩设定旋钮
- n：转速设定旋钮
- P：油门开度设定旋钮

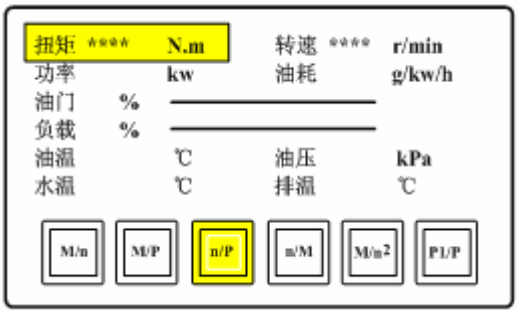
数字控制旋钮有效的工作状态与面板上控制模式键盘对应，顺时针方向转动旋钮，增加设定值，逆时针方向转动旋钮，减小设定值。设定值增加或减小的速度与转动旋钮的快慢有关，缓慢的转动旋钮可以得到很精细的数值。



在M/n 、n/P、n/M 、M/n^2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/n^2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。

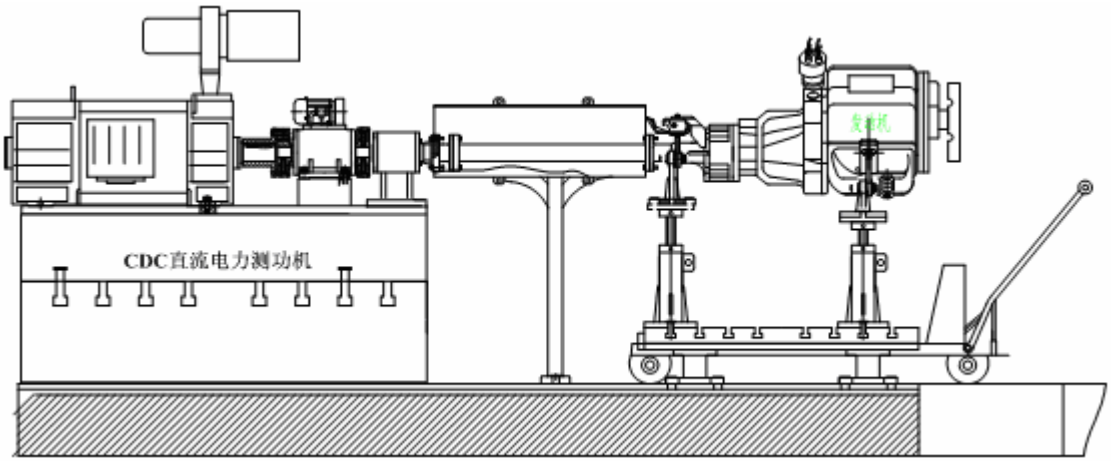
FC2011 电力测功机控制仪的其它功能祥见仪表使用说明书，扩展功能见“ FC2000 发动机自动控制系统 ”使用说明书。

八、应用实例

CDC 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。电机发出的直流电通过 DCS 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。



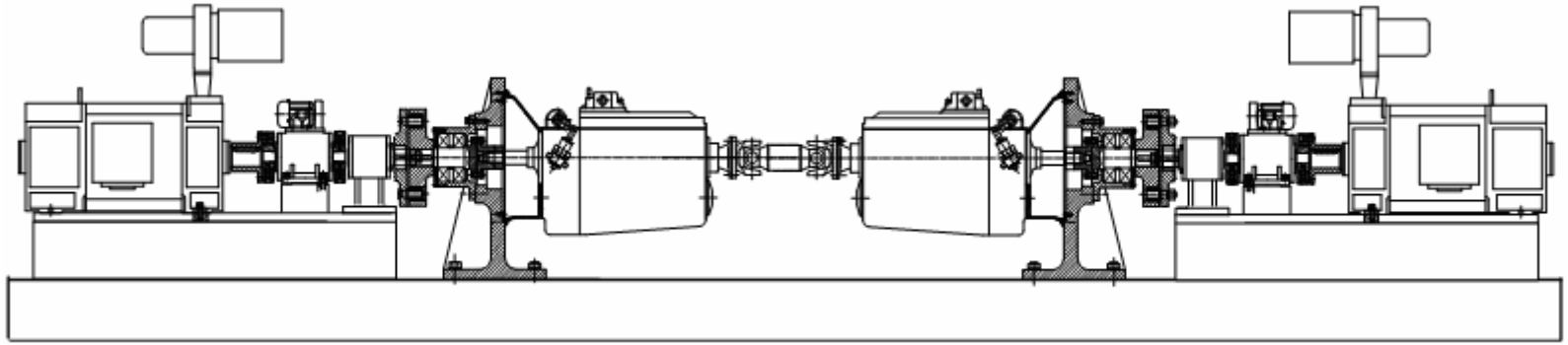
在进行发动机试验时可以配用我公司研发的FC2000 发动机自动测控系统和试验保障系统，测量、控制发动机的转速、扭矩、功率、水温、油温、排气温度、机油压力、燃油消耗率--------等参数。

CDC 直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 CDC 直流测功机，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直流电回馈至驱动电机。