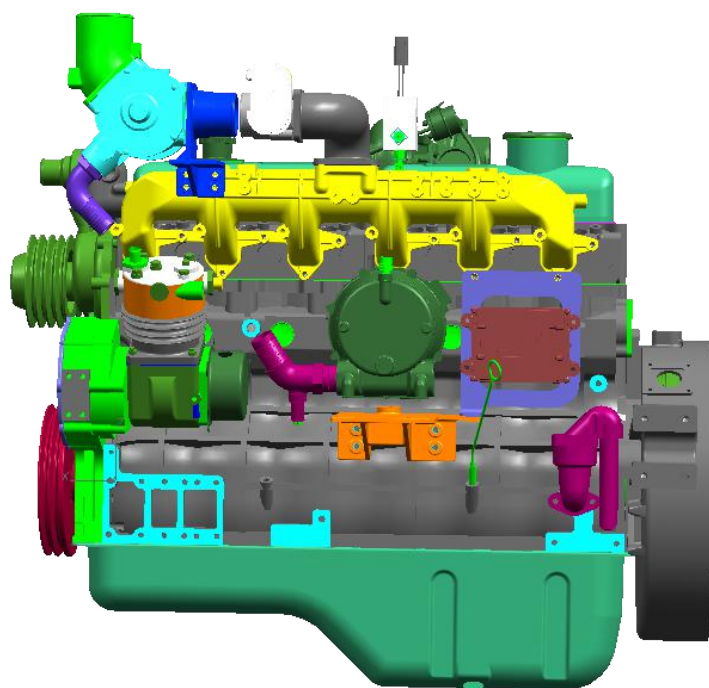


YC6J 系列气体机使用维修及维护说明书

使用前请仔细阅读使用说明书



前言

本说明书介绍了YC6J/6B系列气体发动机的主要结构、技术参数、主要附件的技术规格与数据以及使用和维护方面的基本知识，并对一些常见故障及其排除方法作了初步的介绍。

为了使机器的优越性能得到更好的发挥，并保证机器的安全运行，请您在使用之前首先详细阅读本使用说明书，正确认识、了解与掌握YC6J/6B系列气体发动机的使用和维护要求，并特别注意以下的“安全行车注意事项”。

随着社会不断发展和需要，发动机将不断优化和提高，并不断增加变型设计的产品，除特别重大的设计变型外，本说明书不再作更改，因此过了一定的时间后说明书的介绍可能与实际的发动机有一定的出入，请以实物为准，敬请广大用户加以注意和谅解。

本说明书只对基本型发动机详加说明，变型产品不作列举，请用户注意和谅解。

本说明书的解释权归玉柴。



全行车注意事项！

1. 润滑油压力感应塞、水温感应塞、润滑油压力过低报警器这些零件非常重要，凡有失灵者，须立即更换，以确保这些零件能正常工作。否则会造成因缺油烧坏曲轴或因缺水致使气缸盖过热而开裂。

2. 凡在保养过程中更换润滑油滤清器时，应先将新润滑油滤清器灌满润滑油再安装，而且安装完成后，必须起动发动机，并使其怠速运转，然后下车仔细观察滤清器有无渗漏现象，若有则须及时排除，否则会导致缺油烧坏曲轴、轴瓦等运动副零部件。

3. 每次起动发动机，须怠速运转3~5分钟，待各种仪表正常工作后，方可起步运行。不允许冷车突然加大油门，否则会损坏各种仪表及其相应零件、加速发动机运动件的磨损及损坏增压器，从而缩短发动机的使用寿命。

4. 不允许高速、大负荷运转状态下突然熄火停机，怠速运转3~5分钟后再停机。否则会损坏增压器及其它运动件，从而缩短发动机的使用寿命。

5. 应经常检查进气管路是否漏气、空气滤清器是否堵塞，若有以上现象则必须及时维护，否则会损坏增压器和导致拉缸等故障；同时发动机功率会下降，整车只能以较低的车速行驶，应及时维修。

6. 使用发动机时要一档起步，否则发动机可能会熄火。

7. 凡发现发动机工作不正常时，应及时处理。

8. 发动机运转时严禁靠近旋转部件，严禁直接触摸发动机的高温部件（例如排气管和增压器等）；停机后不要立即打开水箱盖以免烫伤。

9. 发动机须按照用户保修手册的要求及时进行走合保养。

10. 冷却系统必须使用合格的防冻液，否则由此引起的故障，不予实行免费保修。

11. 气体发动机的一些零部件必须严格按照要求进行装配使用，不允许用其它型号的零部件替换。

12. 严禁自行拆卸或维修电控有关的零件。

13. 严禁用户擅自拔插各接插件。

14. 严禁以水或任何清洗液冲洗发动机。

15. 拆卸蓄电池和断开蓄电池主开关之前，确认点火开关已关闭。

16. 发动机起动前应确认故障诊断开关处于关闭位置，然后才能起动和运行。故障诊断开关只供读取故障码时使用。

17. 严禁随意更换排气制动蝶阀。

18. 严禁在燃气没有挥发，现场空气中燃气没有散去时使用电焊，或明火作业。严禁一边放气一边起动发动机，以免引起火灾。

19. 根据包装箱外的注意事项进行吊装、运输，贮存发动机的环境应通风、干燥、清洁、无腐蚀性物质，发动机有效封存期为见发动机包装箱上注明。

20. 发动机的标牌含有发动机的基本信息包括：标定功率、标定转速、系列号、生产日期、执行标准等。YC6J/6B标牌位于缸盖罩顶面。

21. 发动机型号和出厂编号打印在气缸体下缘中间的平台。

22. 安全警告包括：敬告用户、曲轴转向、转动危险及高温危险，分别贴在发动机的缸盖罩、离合器壳、缸盖罩靠排气管侧。

23. 包装箱内随带下列随机文件（使用说明书、随机备件清单、随机工具清单、合格证、装箱清单，用户开箱后应及时清点。

24. 点火线圈、火花塞、高压导线按发动机使用维护说明书要求定期维护保养，不按规定进行维护保养造成的一切后果自行承担。

目 录

图 1YC6J/6B 气体发动机外形安装图	.....
1 概述	.....
2 技术特性	.....
2.1 主要性能（基本型）	.....
2.2 主要螺栓、螺柱、螺母拧紧力矩	.....
3 发动机主要结构及工作原理	.....
3.1 气缸体	.....
3.2 气缸盖与配气机构	.....
3.3 正时齿轮及皮带传动	.....
3.4 曲柄连杆机构	.....
3.5 润滑系统	.....
3.6 燃气系统	.....
3.7 冷却系统	.....
3.8 增压系统、中冷器	.....
3.9 进排气系统	.....
3.10 保安系统	.....
3.11 电器系统	.....
3.12 离合器	.....
3.13 空气滤清器	.....
3.14 后处理系统	.....
4 尺寸、重量	.....
5 发动机的使用	.....
5.1 发动机的使用	.....
5.2 电控发动机的操作	.....
5.3 电控发动机的故障指示灯	.....
5.4 发动机的维护保养	.....
6 发动机常见故障及排除方法	.....
6.1 发动机不能起动、发动机功率不足	.....
6.2 发动机运转时有不正常的声音、排气冒黑烟	.....
6.3 排气冒白烟、蓝烟、润滑油压力异常	.....
6.4 润滑油消耗高、消耗量大、出水温度高	.....
6.5 增压器常见故障、离合器常见故障、发动机自行熄火	.....
6.6 故障灯亮	.....
6.7 电控系统可能有关的故障	.....

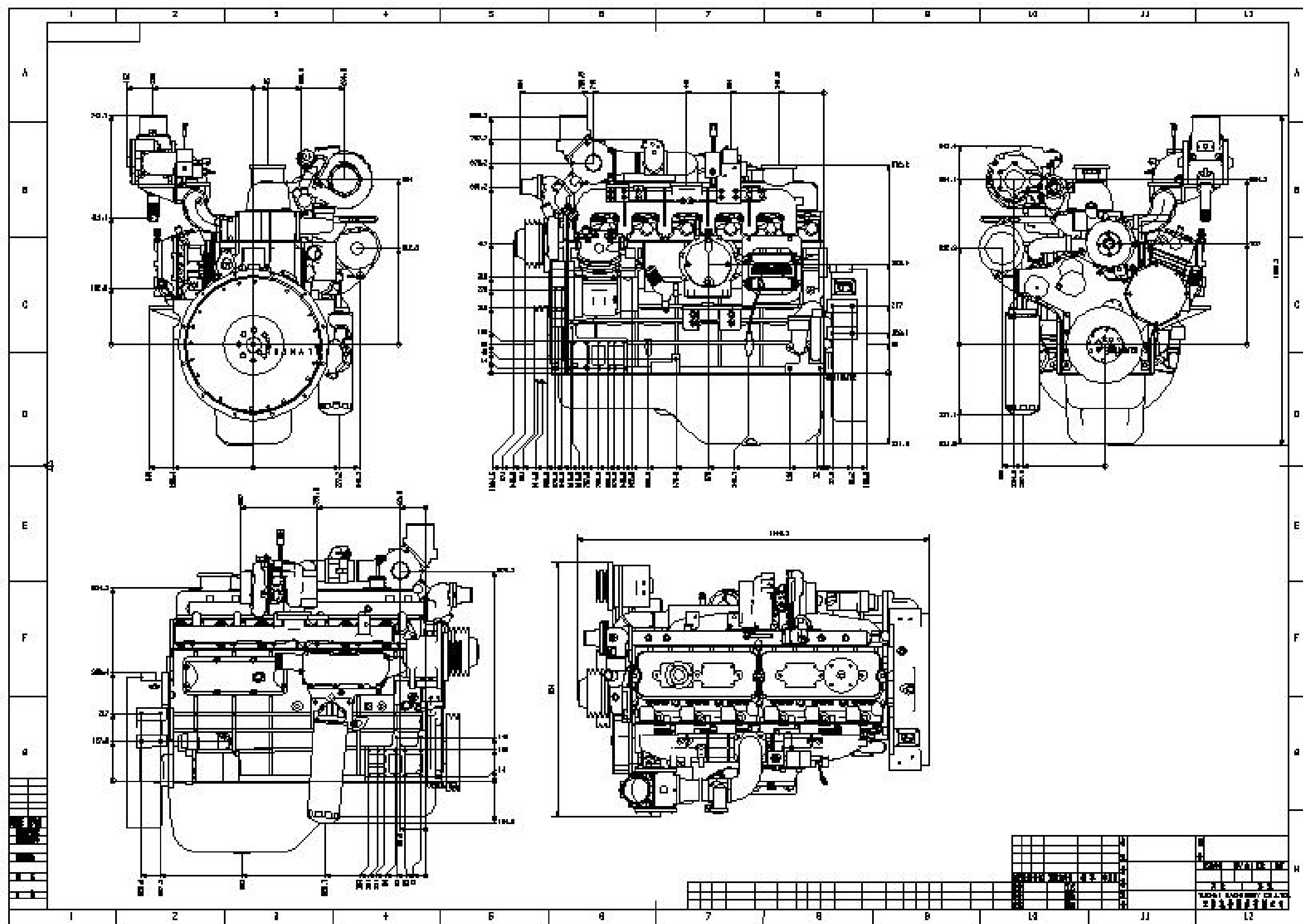


图 1 YC6J/6B 气体机外形安装图 (实际跟配套布置可有差距)

14	最大扭矩 N • m	710	650
15	最大扭矩转速 r/min	1500	
16	最高空载转速 r/min	2775~2825	
17	最低空载转速 r/min	650±20	
18	燃料牌号	CNG	
19	润滑油	气体发动机专用润滑油	
20	发动机净质量 kg	≤760	
21	外形尺寸 （长×宽×高）	1126×803×1012	
22	废气排放水平	国 2	
注：外形尺寸会因配置不同而有所变化。			

序号	名 称	主 要 技 术 参 数		
		J5400	J5500	J3A00
1	型号	YC6J210N-30	YC6J190N-30	YC6J150N-30
2	型式	立式直列、水冷、四冲程、CNG 单燃料发动机		
3	吸气方式	空—空中冷		自然吸气
4	气缸数	6		
5	气缸直径 mm	105		
6	活塞行程 mm	125		
7	活塞总排量 L	6.494		
8	压缩比	11:1		12:1
9	工作次序	1—5—3—6—2—4		
10	机油燃气消耗比 %	≤0.2		
11	外 特 最 低 燃 料 消 耗 率	≤215		≤220
12	标定功率 kW	155	140	110
13	标定转速 r/min	2500		2800
14	最大扭矩 N·m	710	650	430
15	最大扭矩转速 r/min	1500		1400~1600
16	最高空载转速 r/min	2775~2825		3080±25
17	最低空载转速 r/min	650±20		
18	燃料牌号	CNG		
19	润滑油	气体发动机专用润滑油		
20	发动机净质量 kg	≤760		
21	外形尺寸 (长×宽×高)	1126×803×1012		
22	废气排放水平	国 3		

注：外形尺寸会因配置不同而有所变化。

序号	名 称	主 要 技 术 参 数	
		J3B00	B3A00
1.	型号	YC6J180P-30	YC6B170N-30
2.	型式	立式直列、水冷、四冲程、LPG 单燃料发动机	
3.	吸气方式	空—空中冷	自然吸气
4.	气缸数	6	
5.	气缸直径 mm	105	108
6.	活塞行程 mm	125	
7.	活塞总排量 L	6. 5	6. 871
8.	工作次序	1—5—3—6—2—4	
9.	外特最低燃料消耗率 g/(kW·h)	≤210	≤215
10.	标定功率 kW	132	125
11.	标定转速 r/min	2500	2800
12.	最大扭矩 N·m	620	480
13.	最大扭矩转速 r/min	≤1500	1400~1600
14.	最高空载转速 r/min	2800±25	3080±20
15.	最低空载转速 r/min	650±20	
16.	燃料牌号	LPG	
17.	润滑油	气体发动机专用润滑油	
18.	外形尺寸（长×宽×高） mm	1126×803×1012	1200×777×1020
19.	废气排放水平	国 3	
注：外形尺寸会因配置不同而有所变化			

序 号	名 称	主 要 技 术 参 数			
		J4A00	J4G00	J4B00	J4H00
1	型号	YC6J210N-40		YC6J190N-40	
2	型式	立式直列、水冷、四冲程、NG 单燃料发动机			
3	吸气方式	空—空中冷			
4	气缸数	6			
5	气缸直径 mm	105			
6	活塞行程 mm	125			

7	活塞总排量 L	6.494			
8	工作次序	1—5—3—6—2—4			
9	外 特 最 低 燃 料 消 耗 率	≤215			
10	标定功率 kW	155	140		
11	标定转速 r/min	2500			
12	最大扭矩 N·m	710	650		
13	最大扭矩转速 r/min	1500			
14	最高空载转速 r/min	2775~2825			
15	最低空载转速 r/min	650±20			
16	发动机净质量 kg	≤760			
17	燃气牌号	CNG	LNG	CNG	LNG
18	润滑油	气体发动机专用润滑油			
19	外形尺寸 （长×宽×高）	1126×803×1012			
20	废气排放水平	国 4			
注：外形尺寸会因配置不同而有所变化。					

号	名称	主要技术参数					
		J4J00	J4K00	J4L00	J4M00	J4N00	J4P00
1	型号	YC6J225N-50		YC6J210N-50		YC6J190N-50	
2	型式	立式直列、水冷、四冲程、单燃料发动机					
3	吸气方式	空—空中冷					
4	气缸数	6					
5	单缸气门数	2					
6	气缸直径 mm	105					
7	活塞行程 mm	125					
8	活塞总排量 L	6.494					
9	工作次序	1—5—3—6—2—4					
10	外特最低燃气消耗率 g/(kW·h)	≤215					
11	标定功率 kW	166		155		140	
12	标定转速 r/min	2 500					
13	最大扭矩 N·m	750		710		650	
14	最大扭矩转速 r/min	≤1500					
15	最高空载转速 r/min	2800±25					

2.2 主要螺栓、螺柱、螺母拧紧力矩

主要螺栓、螺柱、螺母拧紧力矩

序号	项目名称	螺纹规格	技术条件
1.	连杆螺栓拧紧力矩		第 1 次拧紧: 50~70N. m 第 2 次拧紧: 100~120N. m 第 3 次拧紧: 190~260N. m
2.	主轴承螺栓拧紧力矩		第 1 次拧紧: 60~80N. m 第 2 次拧紧: 160~180N. m 第 3 次拧紧: 230~300N. m
3.	拧紧主轴承及连杆螺栓后曲轴的回转力矩		≤60N. m
4.	缸盖螺栓力矩		按上面的转角法执行
5.	皮带轮减振器螺栓拧紧力矩		第 1 次拧紧: 20~30N. m 第 2 次拧紧: 70~90N. m 第 3 次拧紧: 115~125N. m
6.	飞轮螺栓拧紧力矩		第 1 次拧紧: 30~40N. m 第 2 次拧紧: 100~120N. m 第 3 次拧紧: 180~240N. m
7.	凸轮轴前端螺栓力矩	M12 (10.9 级)	80~100 (N. m)
8.	凸轮轴止推片螺栓拧紧力矩	M8 (10.9 级)	25~35 (N. m)
9.	油底壳螺栓拧紧力矩	M8	20~40 (N. m)
10.	齿轮室盖板螺栓力矩	M8	20~40 (N. m)
11.	齿轮室螺栓拧紧力矩	M8 M10 M14	20~40 (N. m) 40~50 (N. m) 90~110 (N. m)
12.	飞轮壳螺栓拧紧力矩	M6 M12 M14	20~30 (N. m) 100~120 (N. m) 140~160 (N. m)
13.	摇臂座紧固螺柱拧紧力矩	M12 (10.9 级)	40~50 (N. m)
14.	通油管紧固螺栓拧紧力矩	M8 (10.9 级)	20~30 (N. m)
15.	水泵螺栓力矩	M10	35~55 (N. m)

序号	项目名称	螺纹规格	技术条件
16.	起动机螺栓力矩	M12	100~120 (N. m)
17.	充电机调节板紧固螺栓力矩	M8	20~30 (N. m)
18.	充电机固定支撑螺栓力矩	M10	35~55 (N. m)
19.	排气管螺栓拧紧力矩	M8 (10.9 级)	20~30 (N. m)
20.	进气管固定螺钉拧紧力矩	M10	35~55 (N. m)
21.	增压器回油管紧固螺栓力矩	M8	20~30 (N. m)
22.	喷油泵传动齿轮压紧螺母		220~300 (N. m)
23.	喷油泵小盖板螺栓力矩	M8	20~30 (N. m)
24.	空气压缩机的螺栓拧紧力矩		35~55 (N. m)
25.	机油冷却器紧固螺栓力矩	M8	20~30 (N. m)
26.	传感器安装螺栓		8~10

其它螺栓拧紧力矩推荐值

螺 栓		拧紧力矩 (N. m)
公制	英制	
M6	1/4	15
M8	5/16	30
M10	3/8	40
M12	7/16	90
M14	9/16	120

用于水道、油道的螺塞的内外螺纹上都要涂以密封胶，拧紧力矩见下表

螺纹	NPT 1/8	NPT 1/4	NPT 3/8	NPT 1/2	NPT 3/4	NPT 1
拧力矩 (N·m)	8~14	24~34	47~68	68~95	88~102	

没有具体规定的螺栓、螺母的扭紧力矩按下表选用：

螺 纹 直 径				
M6	M8	M10	M12	M14
扭 紧 力 矩（没有括号为 8.8 级，括号中为 10.9 级） N. m				
8~12 (10~15)	18~24 (20~30)	28~45 (35~55)	65~90 (85~100)	90~110 (110~130)

3 发动机主要结构及工作原理

3.1 气缸体

气缸体采用整体式龙门结构，由 HT250 铸造而成，是发动机的基本骨架。

安装主轴承盖时，不能任意互换，方向不能反向。装配主轴承螺栓前，应在螺纹及头部支承面加少量机油，拧紧螺栓时不允许一次拧紧到位，应从中间开始，依次向两端分 3 次轮流均匀拧紧，拧紧程序如下：

第一次拧紧力矩：60~80N. m

第二次拧紧力矩：160～180N.m

第三次拧紧力矩：230～300N.m

每拧紧一次，应回转曲轴，以检查灵活性。

最后应检查力矩，保证螺栓的拧紧力矩为 230 N·m～300N·m。

3.2 气缸盖与配气机构

3.2.1 气缸盖

气缸盖分前后缸盖，不能互换。由于气缸盖螺栓所受的预紧力较大，为减少变形，保证密封可靠，对气缸盖螺栓拧紧力矩的大小及顺序应予严格控制，气缸盖螺栓采用转角法：

第一步：按图示顺序各螺栓分步预拧紧到 140N.m；

第二步：各气缸盖长螺栓 (I) 330-1003019B 反转 180° 松开，拧紧到 100N.m，转 150 ° ；

各气缸盖长螺栓 330-1003013B 反转 180° 松开，拧紧到 100N.m，转 120 ° ；

各缸盖螺栓 330-1003012B 反转 180° 松开，拧紧到 100N.m，转 120 ° ；

各气缸盖短螺栓 330-1003014B 反转 180° 松开，拧紧到 100N.m，转 120 ° ；

各缸盖短螺栓 (II) 330-1003018B 反转 180° 松开，拧紧到 110N.m，转 90 ° 。

+10	+1	+7	+20	+11	+17↺
+22	+6	+3	+24	+16	+13
+25	+4	+5	+21	+14	+15
+8	+2	+9	+18	+12	+19 ↺
					+26↺
					+23↺

3.2.2 气缸罩

缸盖罩内有导流罩，外部连接到油气分离器。油气分离器采用旋风式的油气分离技术能使油、气彻底分离，降低润滑油消耗量，降低直接到大气的油气污染物排放，用户切不可自行取消这一装置。

3.2.3 配气机构

3.2.3.1 凸轮轴组

凸轮轴的轴向间隙靠止推片来控制，装配时小心地将凸轮轴装入机体中，注意不要让轴颈、凸轮与衬套表面碰伤，装上隔圈（倒角的一侧朝向主轴颈）、凸轮轴止推片、凸轮轴正时齿轮、垫圈，上紧螺栓，其拧紧力矩 (80～100)N.m，凸轮轴应转动自如，其轴向间隙为 (0.16～0.26)mm。（如下图）

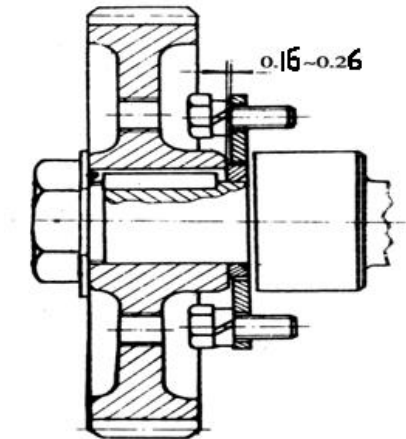
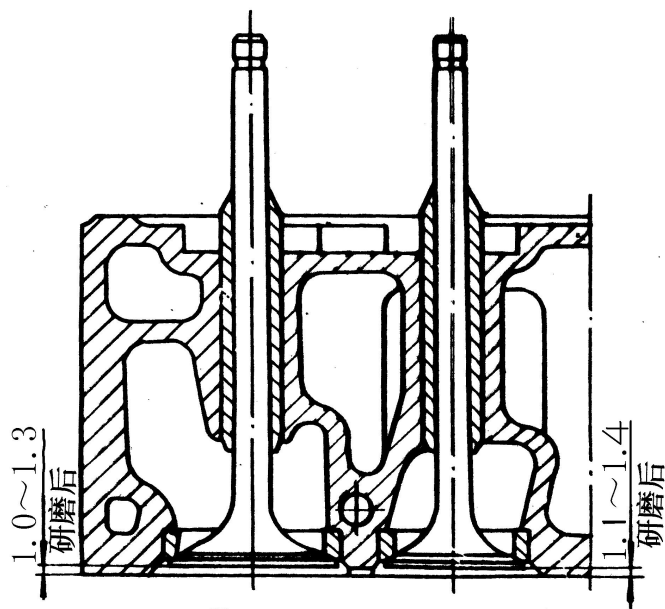


图 凸轮轴前端装置图

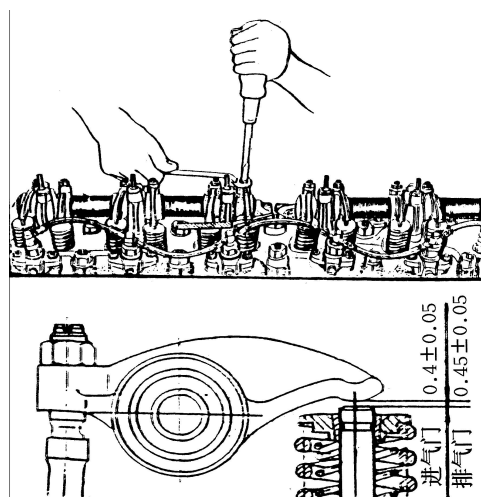
3.2.3.2 气门组

气门组包括气门、气门弹簧、气门锁夹、气门杆油封等零件及气门导管、气门座。为了防止润滑油从气门导管间隙中进入气道，在气门导管上方装有密封装置。气门弹簧座处有转套，可使气门磨损均匀。拆装气门弹簧时，也要使用专用工具。。。

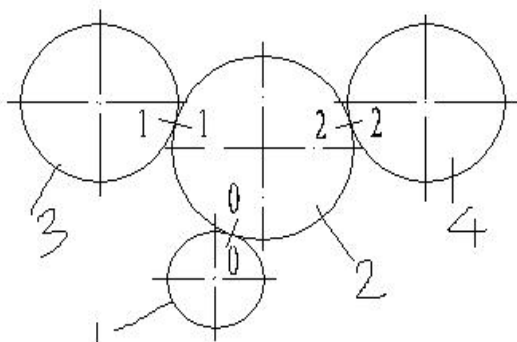
气门装入气缸盖后进排门的下沉量应符合下沉量要求，进气门下沉量为 $1.0 \sim 1.3\text{mm}$ ，排气门下沉量为 $1.1 \sim 1.4\text{mm}$ 。如下图：



为保证发动机的正常工作状态，用户应按要求定期检查调整气门间隙。在冷态时，进气门间隙： $0.50 \pm 0.05\text{mm}$ ；排气门间隙： $0.55 \pm 0.05\text{mm}$ 。气门间隙检查调整的方法是：把曲轴转到第一缸压缩上止点位置，此时可检查调整第 1、2、3、6、7、10 气门，再把曲轴转过 360° ，此时，可检查调整第 4、5、8、9、11、12 气门，气门间隙的调整，可通过调整气门调整螺钉来实现，调整时先把锁紧螺母松脱，用起子把气门调整螺钉按需要旋进或旋出，然后用厚薄规检查摇臂与气门端的间隙，符合要求后拧紧锁紧螺母（见下图）。注意：用厚薄规检查气门间隙时以轻微阻滞为宜。



3.3 正时齿轮及皮带传



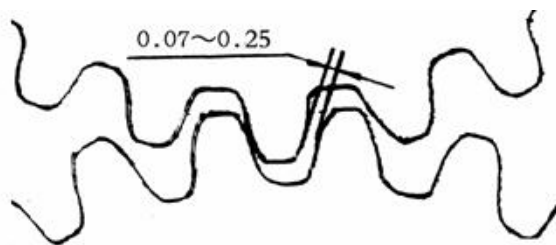
动

齿轮传动

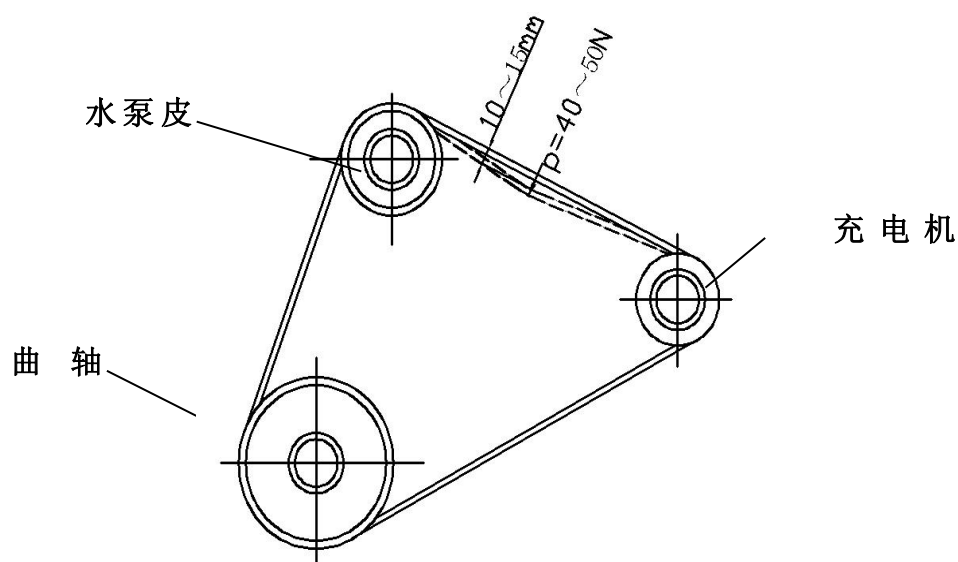
1、曲轴正时齿轮 2、正时惰齿轮 3、凸轮轴正时齿轮4、空压机齿轮

齿轮传动见上图。曲轴正时齿轮为主动齿轮，向上通过惰齿轮传动空压机齿轮和凸轮轴正时齿轮，向下通过润滑油泵中间齿轮传动润滑油泵齿轮，在曲轴正时齿轮、惰齿轮、凸轮轴正时齿轮和空压机齿轮上均有正时记号，安装时，正时记号要注意同时对准。

齿轮的安装须对准装配记号，以免影响使用性能。齿轮侧向间隙要求为 $0.07\sim 0.25\text{mm}$ （见下图），然后在齿面上加润滑油。



外部的传动机构为皮带传动。曲轴上减振器皮带轮通过三角皮带传动发电机和水泵，发电机通过张紧轮由皮带传动。使用过程中应经常检查水泵皮带的张力是否适当。如张力过小（过松），皮带与皮带轮间会打滑，使循环水量不足，水温会过高，同时会加速皮带磨损。如张力过大（过紧），会加速水泵轴承和皮带的磨损，而且多消耗功率，一般在 $(40\sim 50)\text{N}$ 力作用下，皮带挠度在 $(10\sim 15)\text{mm}$ 范围内，见下图：



3.4 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机的主要工作机构。其作用是把活塞的往复直线运动变为曲轴的旋转运动，把燃气作用在活塞上的力转变成曲轴的扭矩并对外输出做功。曲柄连杆机构主要包括活塞、连杆和曲轴（见下图）。



图曲柄连杆机构

活塞销与活塞采用间隙配合，装配时不用加热，注意连杆体凸点方向与活塞顶部箭头方向指向同。活塞连杆组装入缸套时，活塞顶部箭头方向向前，连杆斜切口方向应在高压油泵一侧，即连杆体上的向前标志应指向发动机前端（见下图）。

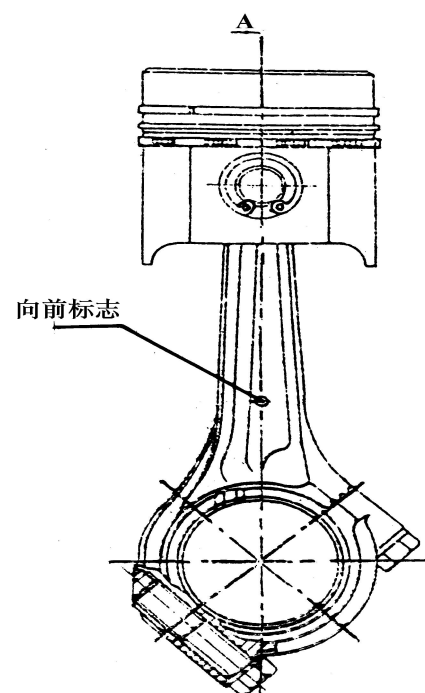
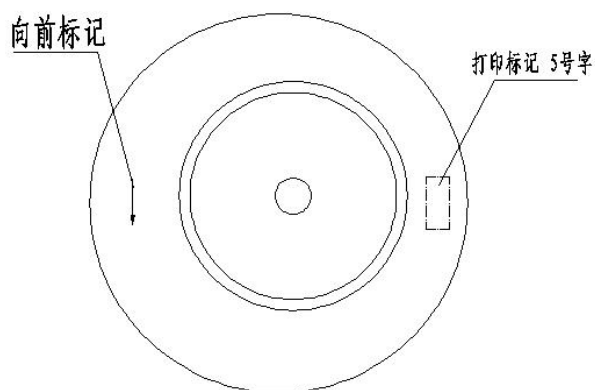


图 活塞连杆组



连杆螺栓的拧紧力矩为 $(190 \sim 260) \text{ N} \cdot \text{m}$ ，需分三次均匀拧紧。

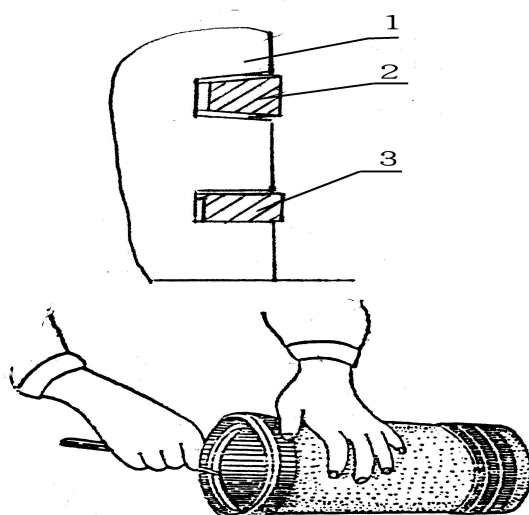
第一次拧紧力矩： $(60 \sim 80) \text{ N} \cdot \text{m}$

第二次拧紧力矩： $(110 \sim 130) \text{ N} \cdot \text{m}$

第三次拧紧力矩： $(190 \sim 260) \text{ N} \cdot \text{m}$

最后应检查力矩，保证螺栓的拧紧力矩为 $(190 \sim 260) \text{ N} \cdot \text{m}$

每个活塞上装有两道气环和一道油环，第一道为双面梯形环，具有很好的抗烧结卡环的效果，安装时标有“TOP”面朝上，第二道为反扭曲环，具有很好的封气封油效果，安装时内倒角向上，第三道为带螺旋弹簧胀圈的组合式油环。闭口间隙测量的方法是将活塞环平放入气缸孔内（可用活塞推平），用厚薄规测量环的闭口处间隙。



1. 活塞 2. 第一道气环 3. 第二道气环

图 活塞环的安装及闭口间隙的测量

活塞连杆组装入缸套时，活塞环开口应置于规定的位置（见下图），以保证密封性能。

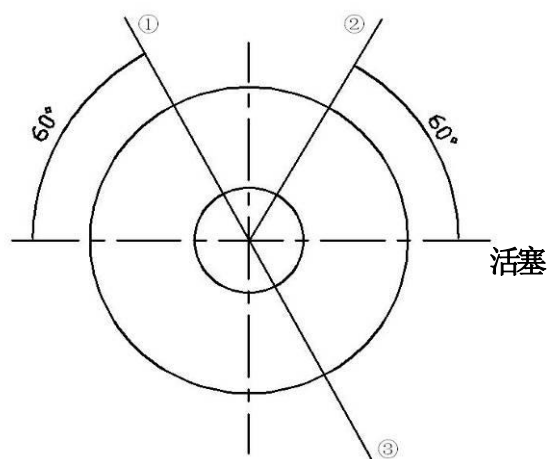


图 活塞环开口安装位

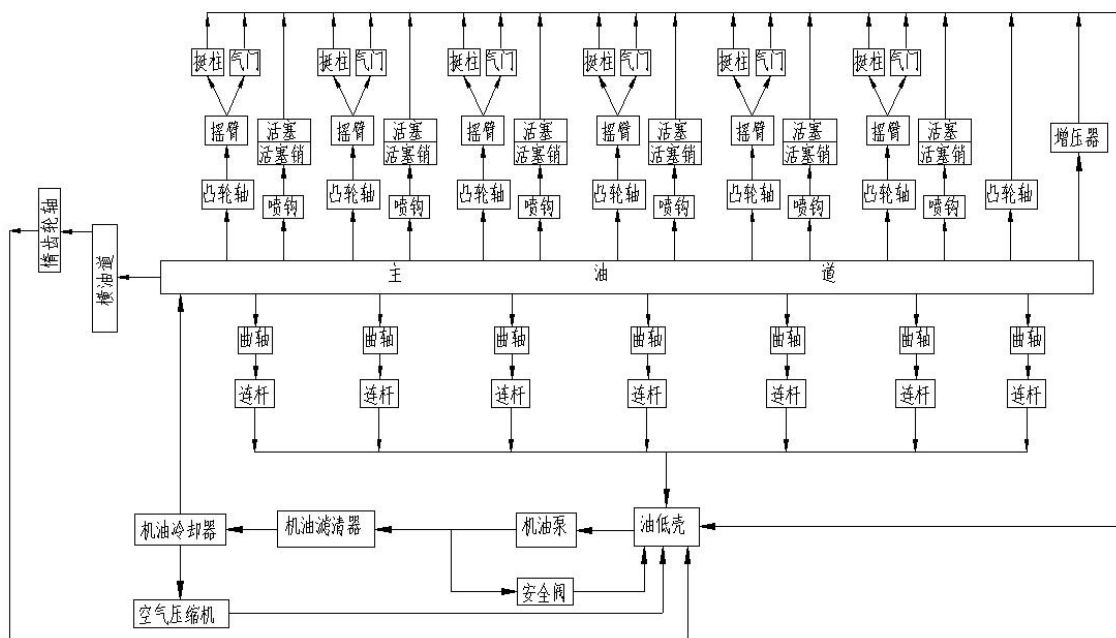
曲轴中间档的要装止推片，防止曲轴前后窜动。必须保证曲轴轴向间隙为 $0.1 \sim 0.27\text{mm}$ 。

连杆轴瓦、主轴瓦与连杆轴颈、主轴颈已实行分组装配，更换连杆轴瓦、主轴瓦和曲轴时，轴瓦上的油漆颜色必须与相对应的连杆轴颈、主轴颈油漆颜色一致；当仅更换轴瓦时，可以不分组。

3.5 润滑系统

润滑系统的任务是把清洁的、压力和温度适宜的润滑油送到各摩擦表面进行润滑，使发动机各零部件能正常工作。发动机的润滑系统如下图。

机油压力报警器从主油道处取信号，要求发动机在怠速时油压不小于 0.15MPa ，标定转速以上不大于 0.6MPa 。如果油压不在上述范围，可通过调节机油滤清器上方的调压阀总成（实际是装在机油冷却器盖上）来进行调整。

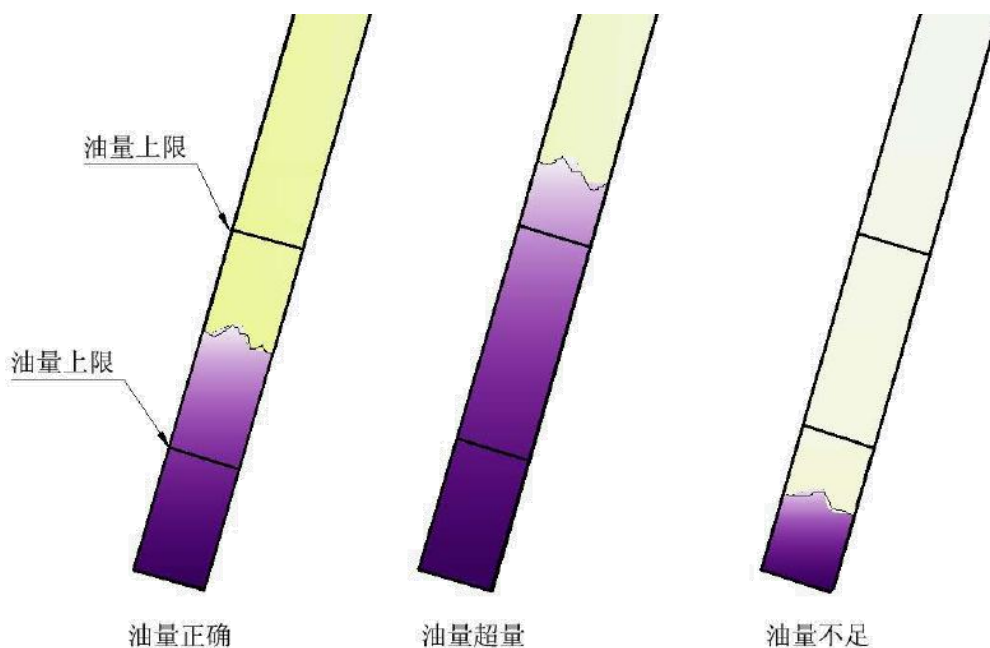


机油由机油泵从油底壳里的吸油盘被吸入，经过机油滤清器滤清后，进入机油冷却器，经冷却后进入主油道，主油道沿气缸体纵向布置，机油在主油道经分油道向主轴承及凸轮轴轴承供油，并分别通过曲轴上的油道润滑连杆轴承；经副油道向冷却喷钩供油。冷却喷钩喷出机油冷却活塞底部和气缸壁，活塞有内冷却油道，连杆小头开有集油孔，收集飞溅的机油润滑活塞销。

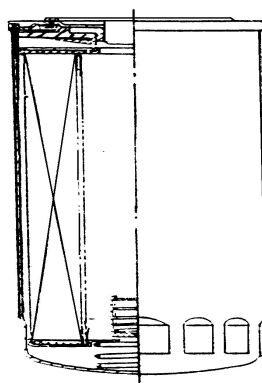
齿轮系为飞溅润滑，机油来自正时惰齿轮轴润滑油及空压机齿轮轴润滑油。

通过凸轮轴轴承处的油孔及气缸盖油孔上到摇臂座，将机油间歇地引向摇臂轴总成，以便润滑摇臂衬套、气门杆端部和气门间隙调整螺钉，然后机油沿推杆向下流至挺柱，多余的机油经过气缸盖、气缸体及油气分离器上的回油孔流回油底壳。

应定期检查油底壳内油面的高度，油面高度应保证置于油标尺上下限刻度之间（见下图）。加机油时不允许加过量，不足时应及时加足。每行驶 10000km（或累计工作时间 250 小时）应更换机油。起动频繁或经常在高速大负荷下运行时应缩短换油周期。油底壳下部设有放油螺塞，供更换机油时放油用。放完油后应注意检查放油螺塞的磁铁内是否吸附有磨合铁屑，如有则清除铁屑后装复再加新机油。如果磁铁吸附有异常铁块，则应请玉柴服务站分析是否为发动机运动件异常磨损或脱落，分析清楚原因并采取相应对策后再加注新机油正常使用。



机油滤清器为纸质滤芯旋转式（如下图）。汽车每行驶里程 10000km（或每累计工作时间 250 小时），应更换滤清器。安装滤清器时，先用清洁的机油加满新的滤清器，然后用少量清洁的机油润滑橡胶密封圈，再安装滤清器。



机油滤清器

敬请用户注意：

1）、发动机放油要求：发动机至少静置30分钟，然后拆下放油螺塞，进行放油，自然放油约8分钟，然后用压缩空气吹呼吸器外通管30秒；在自然放油1分钟，再用压缩空气吹呼吸器外通管30秒；放油结束。

2）、发动机更换零件加机油量请见下表，表格数据仅为参考值，发动机加完机油运行2分钟后静止15分钟，检查油底壳油面高度，油面高度应保证置于油标尺上下限刻度1/2处至上刻度之间。

发动机状态	加机油量 (L)			备注
新发动机	17	21	24	发动机首次加机油
更换机油	15.5	19.5	22.5	即油底壳容量
更换机油滤清器	1.5			新机油滤清器未充满机油

3.6 燃气系统

3.6.1 电控供气系统

取消了原柴油机的燃油喷射系统相关的零部件，增加了高压电磁阀（CNG 专用）、高压减压器（CNG 专用）、汽化器（LNG 专用）、低压电磁阀、电控调压器、混合器等控制天然气喷射量和供给的相关零部件。

3.6.1.1 点火系统

柴油机是压燃式发动机，而气体机由于受燃料特性限制（抗爆震性能）采用的是与汽油机一样的点火式燃烧方式。在取消了喷油器后，将原缸盖上的喷油器孔改为了火花塞孔。在取消了油泵后，在原油泵安装位置装上了一个点火传动装置，通过凸轮轴位置传感器获得发动机的点火正时信号。增加了点火线圈及火花塞等零件组成的点火系统。

3.6.1.2 控制系统

气体发动机是一种电控发动机，与原机械式柴油机相比，各工况点的空燃比、点火提前角、增压压力都实现了更精确的控制，为满足这些控制要求，增加了相应的天然气温度、天然气压力、发动机冷却水温度、进气空气压力和温度、环境压力、湿度、温度、点火正时以及排气氧浓度等传感器。

3.6.1.3 压缩比

压缩比的选取与燃料的抗爆震性能密切相关，抗爆震性能是用燃料的辛烷值来衡量，辛烷值越高抗爆震性能越好，常用的几种燃料按抗爆震性能从高到低排序依次为：柴油、天然气（甲烷）、丙烷、丁烷（LPG 是丙烷和丁烷的混合物）和汽油。根据这种燃料特性，一般天然气发动机压缩比比 LPG 发动机高但比柴油机低，而 LPG 发动机的压缩比又可以比汽油机略高。气体发动机的压缩比为 11（注：J3A00 为 12、J3B00 为 8.5）。

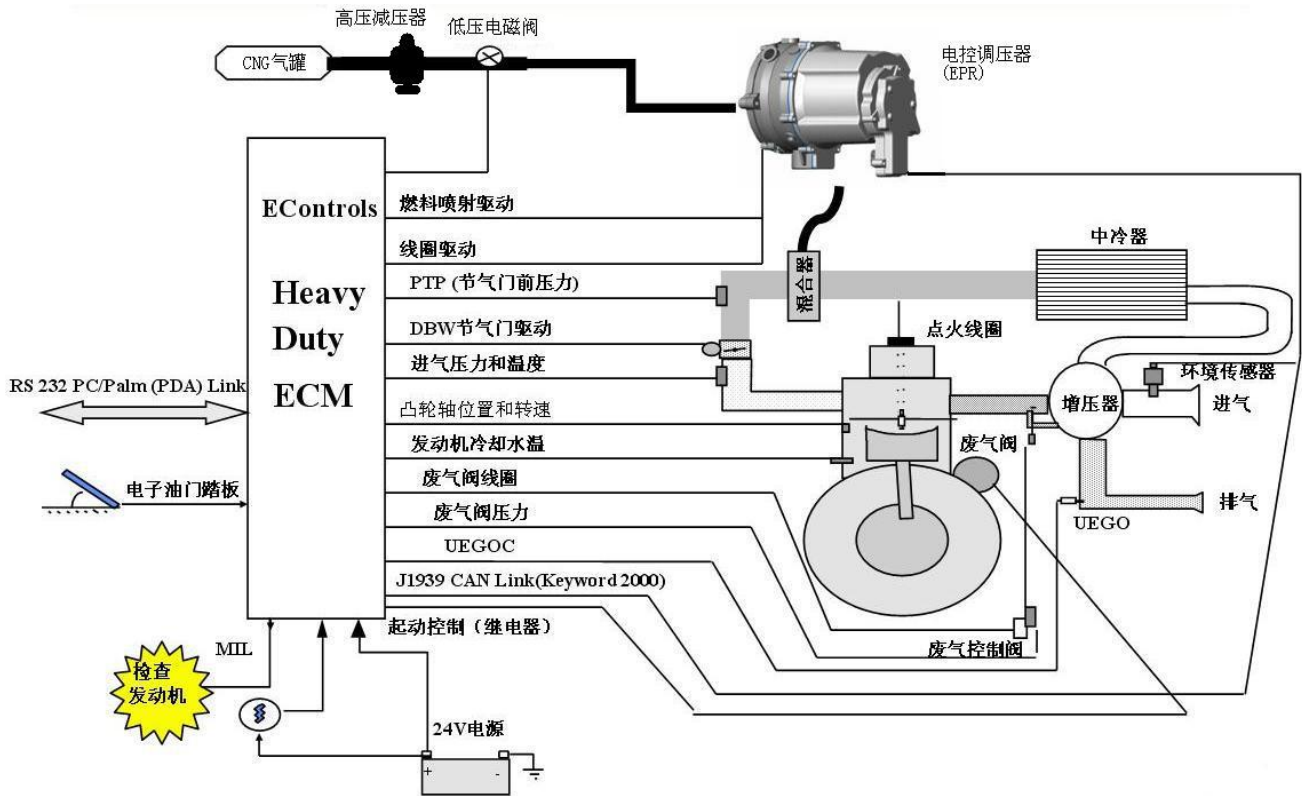
3.6.1.4 空燃比控制

天然气燃烧方式与柴油不同，天然气发动机可通过氧传感器测量发动机排气中氧浓度，从而计算出混合气空燃比。发动机控制系统通过氧传感器的反馈信号，不断修正天然气的供给量，实现全工况闭环控制，精确控制空燃比，使天然气在缸内燃烧最优化。

3.6.2 电控供气系统的基本工作原理

天然气发动机是在原柴油机基础上，通过设计开发、燃气系统匹配、燃烧开发而成功开发出的点燃式天然气发动机。其工作原理与汽油机类似，但又有一定的区别。与汽油机的主要区别在于燃料不同，导致燃料供给系统和燃料控制系统有较大差别。但在控制空气与燃料的比例、点火正时控制、环境修正方面基本类似。

3.6.2.1 CNG 天然气发动机电控供气系统的基本工作原理

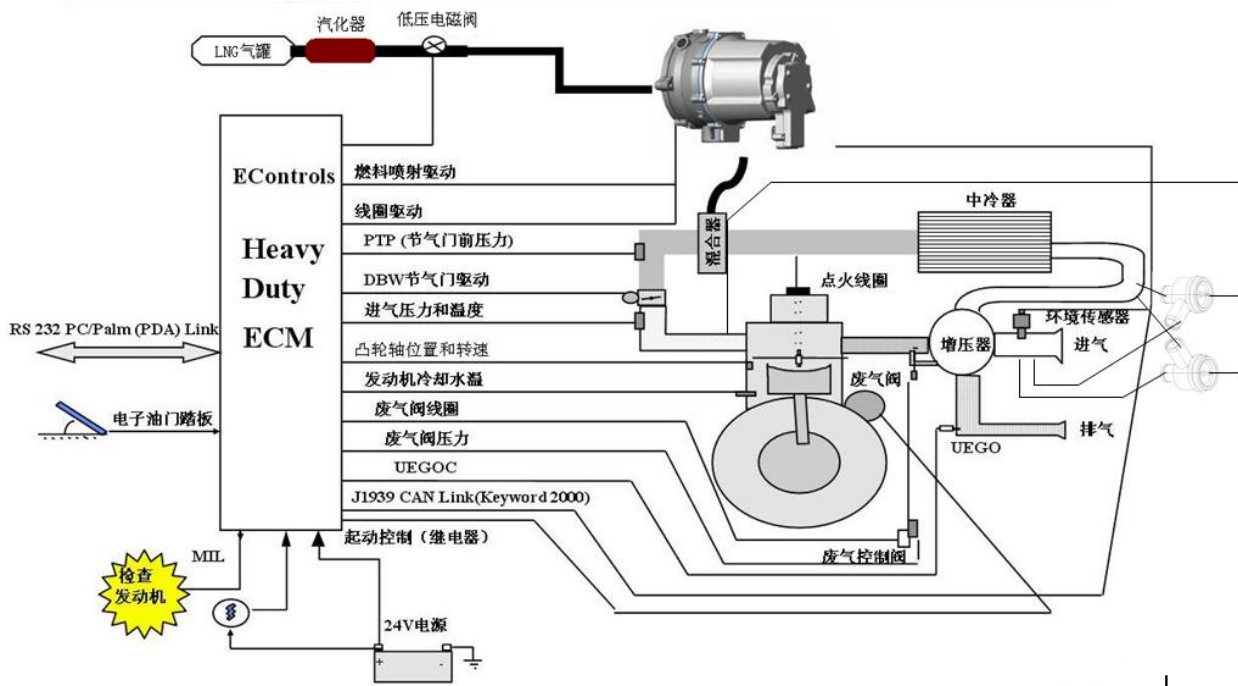


供气系统

从上图 CNG 天然气发动机工作原理图可看出，该发动机基本原理为：

高压的压缩天然气从储气钢瓶出来，经过天然气滤清器过滤后，经高压电磁阀进入高压减压器，高压电磁阀的开合由 ECM 控制，高压减压器的作用是将高压的压缩天然气（工作压力 30bar-200bar）经过减压加热将压力调整至 7bar-9bar。高压天然气在减压过程中由于减压膨胀，需要吸收大量的热量，为防止减压器结冰，将发动机冷却液引出到减压器对燃气进行加热。经减压后的天然气进入电控调压器，电控调压器的作用是根据发动机运行工况精确控制天然气供给量。天然气与空气在混合器内充分混合，进入发动机缸内，经火花塞点燃进行燃烧，火花塞的点火时刻由 ECM 控制，氧传感器即时监控燃烧后的尾气的氧浓度，计算出空燃比，ECM 根据氧传感器的反馈信号及时修正天然气供给量。

3.6.2. 2LNG 发动机电控供气系统的基本工作原理

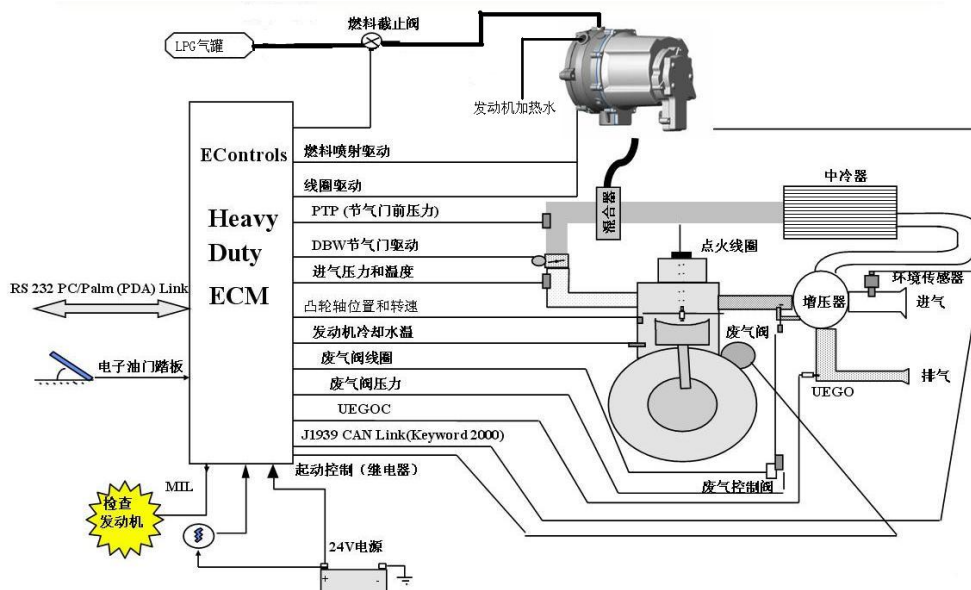


1

上图为 LNG 发动机的供气系统原理图。该发动机与 CNG 发动机的区别仅在于所使用燃料的状态不同，所以在燃料的供应方式上有所区别。基本原理为：液态天然气从储气气罐出来，经过汽化器汽化，液化天然气在汽化过程中由于体积膨胀，需要吸收大量的热量，为防止汽化器结冰，需将发动机冷却液引出到汽化器对燃气进行加热。经汽化后的天然气进入电控调压器，电控调压器的作用是根据发动机运行工况精确控制天然气供给量。天然气与空气在混合器内充分混合，进入发动机缸内，经火花塞点燃进行燃烧，火花塞的点火时刻由 ECM 控制，氧传感器即时监控燃烧后的尾气的氧浓度，计算出空燃比，ECM 根据氧传感器的反馈信号及时修正天然气供给量。

3.6.2.3 LPG 发动机电控供气系统的基本工作原理

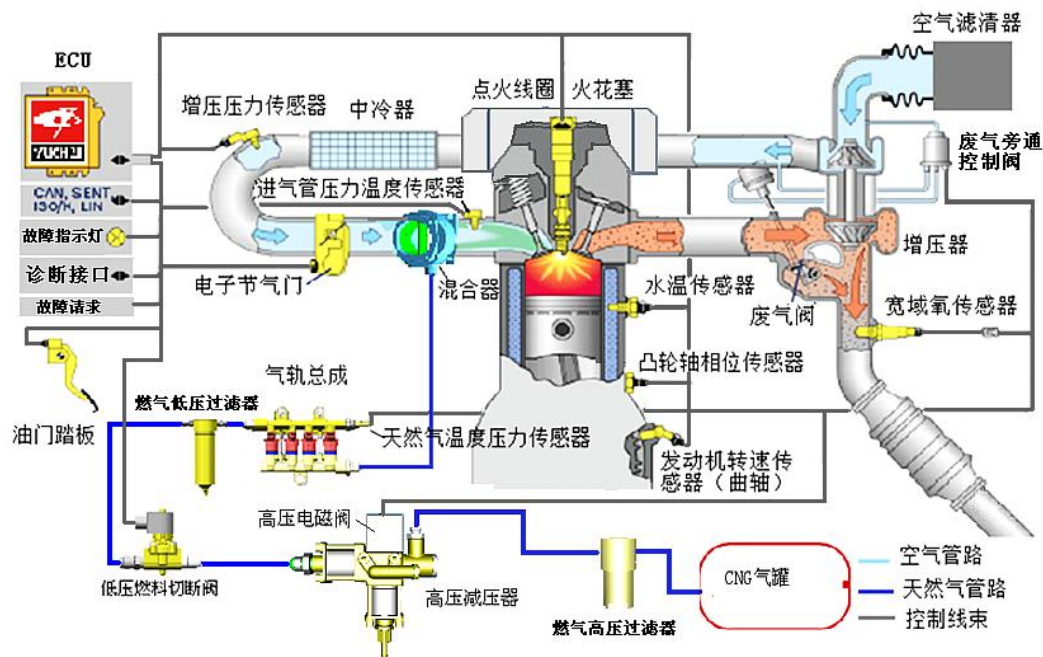
与 NG 发动机的区别，燃料贮存装置是 LPG 气罐，LPG 经过滤清器和燃料截止阀后进入电控调压器蒸发腔，蒸发腔接受来自发动机冷却水的加热气化 LPG，燃料控制系统只能对气态燃料进行控制，后续工作原理同 NG 发动机。原理图如下：



3.6.2.4 玉柴 ESI 系统气体发动机工作原理

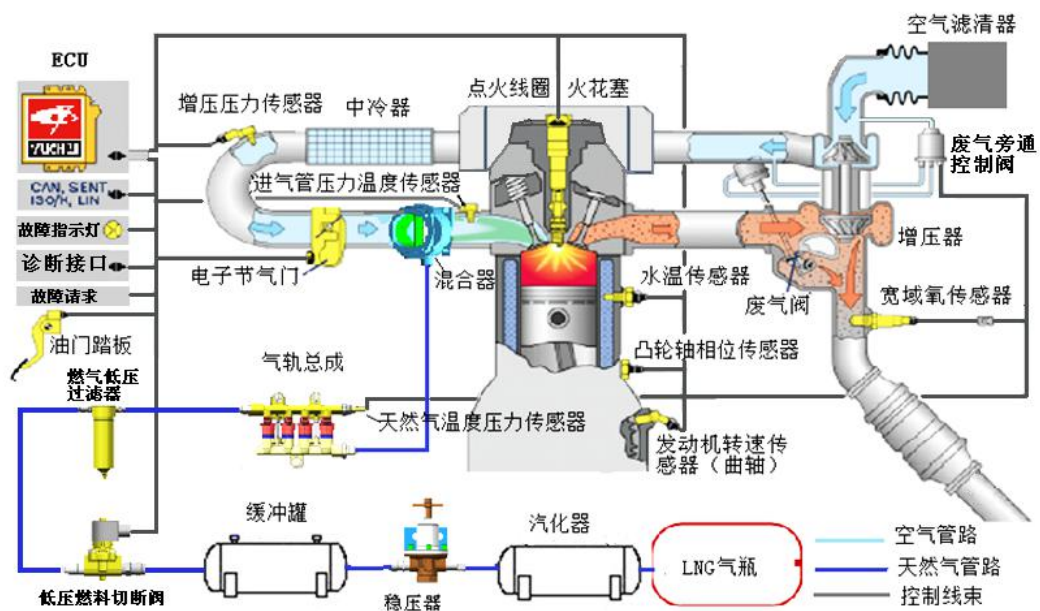
3.6.2.4.1 ESI 系统增压 CNG 发动机工作原理

玉柴ESI系统CNG天然气发动机系统原理图



3.6.2.4.2 ESI 系统增压 LNG 发动机工作原理

玉柴ESI系统LNG天然气发动机系统原理图



特别说明：1、稳压器必须安装在缓冲罐上游；

2、本节原理图中的所显示的零部件可能与发动机实际的配置不同，请以装机配套协议为准。

3.6.2.5 CFV 系统的基本工作原理

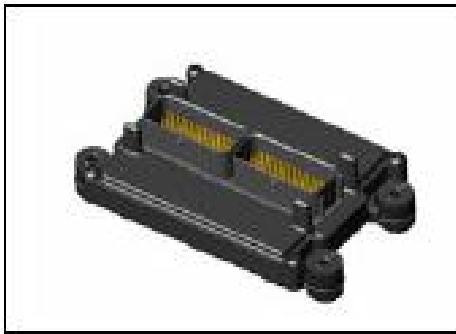
CFV 是一种智能装置，发动机所需的燃料量由装置内部算出。CFV 通过高速 CAN 总线接收到来自 ECM 的燃料质量流量 (g/sec) 命令值后，通过内置的质量流量公式来进行快速精确的闭环运算，再通过不断改变出口压力和阀芯的位置来调整燃料质量流量，并最终使得实际的燃料质量流量能够达到 ECM 发出的命令值。之后 CFV 会通过 CAN 总线返回燃料质量流量实际值。

在运算过程当中，CFV 会从 ECM 读取燃料的压力、温度、成分信息，并进行修正，以确保流量计算的准确性。

CFV 内置故障诊断功能，内部的故障在触发以后，会通过 CAN 总线发送到 ECM，并以故障码的形式显示在标定诊断界面。

3.6.3 电控单元

3.6.3.1 ECI 系统电控单元：



作用：电控天然气发动机管理核心，通过各种传感器监控发动机运行工况，并根据发动机运行工况和控制 MAP 控制各执行器，并且通过 CAN 总线与汽车各子系统通讯。

工作环境：1) 温度：(-40~+105) °C

2) 最大震动：8G@ (10~1000) HZ

工作电压：16~32 V DC

安装要求：

安装 ECM 时，应尽可能将 ECM 安装在振动小的位置，并且要有可靠的防水、防油、散热措施。ECM 最好安装在发动机上，ECM 也可以不安装在发动机上，但是为了最大程度的减少 ECM 和电气线束间的相对运动，在电气线束的布线和固定方面需要达到更高的要求。

ECM 的具体要求：

- a. 最大允许振动级：防震架：20 G；ECM：8 G；
- b. ECM 端部插脚必须水平或朝下摆放。无论端部连接器处于哪个方向，绝对不能允许液体被捕集到连接器组件中。
- c. 4 个防震架全部都必须加以利用。

3.6.3.2 ESI 系统电控单元：

作用：电控天然气发动机管理核心，通过各种传感器监控发动机运行工况，并根据发动机运行工况和控制脉谱控制各执行器，并且通过 CAN 总线与汽车各子系统通讯。

工作电压：18~32 V DC

安装要求：

ECU 可布置在发动机上，也可布置在整车上；如果布置在整车上，整车线束的长度必须满足玉柴提出的要求：

玉柴 ESI 系统的供电电源线束回路的电阻值和电感值的要求如下：

	回路电阻值	回路电感值
蓄电池和 ECU 之间	$R \leq 80 \text{ m}\Omega$	$L \leq 5 \text{ }\mu\text{H}$

注：

- 1) 以上线束长度均为不间断导线长度要求。
- 2) 采用分段连接而成的导线会增大线路阻抗，影响信号特性和可靠性。
- 3) 回路中导线的电阻值，可以根据以下公式计算

$$R = \frac{\rho * l}{A}$$

ρ ：电阻系数（20℃时铜质的材料常数=0.0178 10E-6 ohm/m）

l ：导线长度

A ：导线横截面积

特别提醒：当控制器已经安装在车体上，并与线束联接时，严禁在车体上进行电焊操作！否则会导致控制器烧毁。在车体上进行电焊操作时，必须关闭电源总开关，并断开线束与控制器的联接；ECU 控制器在车辆上的布置位置对整个发动机电控系统的工作性能、使用寿命及运行可靠性有显著影响，因此应妥善考虑 ECU 的布置位置；

3.6.4 电控零件等

3.6.4.1ECI 系统高压燃料切断阀部件（CNG 专用）

工作原理及安装要求：

工作原理：由线圈驱动阀芯，由 ECM 控制其开合，停机状态下处于常闭状态。

作用：及时切断或恢复燃料供给。

安装要求：为有效防止高压电磁阀进气接头与高压电磁阀结合部位漏气，安装该接头时，必须使用螺纹密封胶（如乐泰 262），并且锁紧接头使铜垫略有变形，有效密封，安装时注意区分入口和出口。



压燃料切断阀部件

3.6.4. 2ECI 系统 CNG 低压电磁阀部件（CNG 专用）



工作原理及安装要求：

工作原理：由线圈驱动阀芯，由 ECM 控制其开合，停机状态下处于常闭状态。

作用：及时切断或恢复燃料供给。机电式燃料截止电磁阀用于发动机关闭时将 EPR（电子压力调节器）及所有下游部件与上游的燃料压力阻断。系统机械化要求关闭截止阀的同时也能阻断大功率电子压力调节器（HD EPR）以将下游捕获的燃料量减到最少。

安装要求：

- A、为有效防止高压电磁阀进气接头与高压电磁阀结合部位漏气，安装该接头时，必须使用螺纹密封胶（如乐泰 262）有效密封。
- B、安装时注意区分入口和出口。进气口和排气口：1/4"– 18 NPT 内螺纹。最大夹紧扭矩为：用手拧 2—3 整圈（360°）。
- C、安装位置的选择必须确保燃料切断阀的温度要能始终控制在-40℃—105℃ 范围内。

3.6.4.3 高压减压部件（CNG 专用）



ECI 高压减压部件及低压电磁阀部件

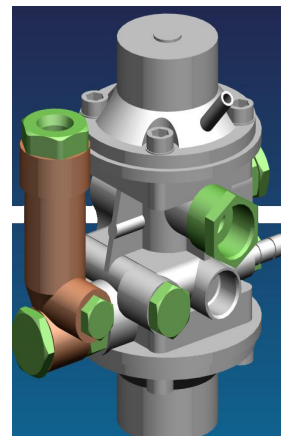
3.6.4.3.1 ECI 系统高压减压部件工作原理及安装要求：

工作原理：通过压力膜片克服弹簧阻力，带动杠杆，调整节流孔的流通面积，从而控制减压后的天然气压力。高压调节器是一个二级装置，用于调低 CNG 供给压力，调节范围为 250bar—8bar。调节器带有一个车载燃料温度传感器，当燃料温度下降到低于容许限度时，用于限制发动机功率以保护下游燃料系统部件。调节器上带有一个可用端口，如应用过程中有需要可用于安放压力计或传感器

作用：通过节流和加热，使高压的压缩天然气减压至 7bar–9bar 的低压天然气。

安装要求：1) 减压部件进气接头螺纹部分必须使用螺纹密封胶，并且使用铜垫进行密封。

2) 减压部件出气接头使用 O 形圈进行密封，出气接头与低压电磁阀、低压电磁阀与电磁阀出气接头采用锥螺纹连接，安装时必须使用螺纹密封胶。



3) 高压减压器通过两根水管与发动机的冷却水循环水路连通, 安装水管时请锁紧环箍, 以免漏水。

4) 高压减压器必须通过一根压力反馈管与进气管连接, 目的是为了根据工况控制调压器出口压力。

5) 根据汽车行业标准 QC/T 245-1998 “压缩天然气汽车专用装置和安装要求” 中的规定, 减压调节器应安装在靠近发动机进气管和振动较小的位置, 但不应直接安装在发动机上。所以减压调节器必须安装在汽车(底盘)大梁上。设计减压调节器支架时, 应注意减压调节器的安装位置不能高于发动机散热器顶部。否则会导致加热水不能流经减压器, 导致减压器结冰冻裂。

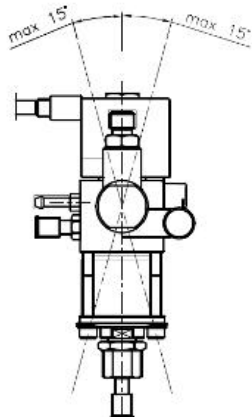
3.6.4.3.2 ESI 系统高压减压器

配套的 Metatron 减压器出口压力设置为: 350kPaG(设定条件: 进气压力: 35barG; 流量为 12kg/h)。

安装要求:

1. 工作温度: -40°C ~ 120°C
2. 根据汽车行业标准 QC/T 245-1998 “压缩天然气汽车专用装置和安装要求” 中的规定, 减压调节器应安装在靠近发动机进气管和振动较小的位置, 但不应直接安装在发动机上。所以减压调节器必须安装在汽车(底盘)大梁上。设计减压调节器支架时, 应注意减压调节器的安装位置不能高于发动机散热器顶部, 易于连接到发动机冷却液回路上; 同时保证减压器的截止阀端朝上, 不能拿偏离垂直位置 $\pm 15^{\circ}$ (如下图)。

高压减压器需要根据进气压力反馈来控制减压后的天然气压力, 因此须从发动机进气管上出一根压力反馈管接到高压减压器上。



3.6.4.4 汽化器部件 (LNG 专用) 此零件由汽车厂提供

汽化器工作原理及安装要求:

工作原理: 通过汽化器内部的一些管路, 使液态天然气经过汽化器内部管路时, 利用汽化器里的发动机冷却液与液态天然气进行热交换, 然后把液态天然气变成气态天然气。

作用: 把液态天然气通过热交换变成气态天然气。

安装要求:

A: 为有效防止高压电磁阀进气接头与高压电磁阀结合部位漏气, 安装该接头时, 必须使用螺纹密封胶 (如乐泰 262) 有效密封。

B: 汽化器应安装在靠近发动机进气管和振动较小的位置, 但不应直接安装在发动机上。汽化器必须安装在汽车(底盘)大梁上

C: 在设计汽化器支架时, 应注意汽化器的安装位置不能高于发动机散热器顶部。否则会导致加热水不能流经汽化器, 导致器结冰冻裂。

3.6.4.5 LNG 低压电磁阀 (LNG 专用)

CNG 低压燃料切断阀工作原理及安装要求:

工作原理: 由线圈驱动阀芯, 由 ECM 控制其开合, 停机状态下处于常闭状态。

作用: 及时切断或恢复燃料供给。机电式燃料截止电磁阀用于发动机关闭时将 EPR (电子压力调节器) 及所有下游部件与上游的燃料压力阻断。系统机械化要求关闭截止阀的同时也能阻断大功率电子压力调节器 (HD EPR) 以将下游捕获的燃料量减到最少。

安装要求:

- A、为有效防止高压电磁阀进气接头与高压电磁阀结合部位漏气, 安装该接头时, 必须使用螺纹密封胶 (如乐泰 262) 有效密封。
- B、安装时注意区分入口和出口。
- C、安装位置的选择必须确保燃料切断阀的温度要能始终控制在 -40°C — 105°C 范围内。

3.6.4.6 电控调压器部件 (EPR 阀)



电控调压器部件

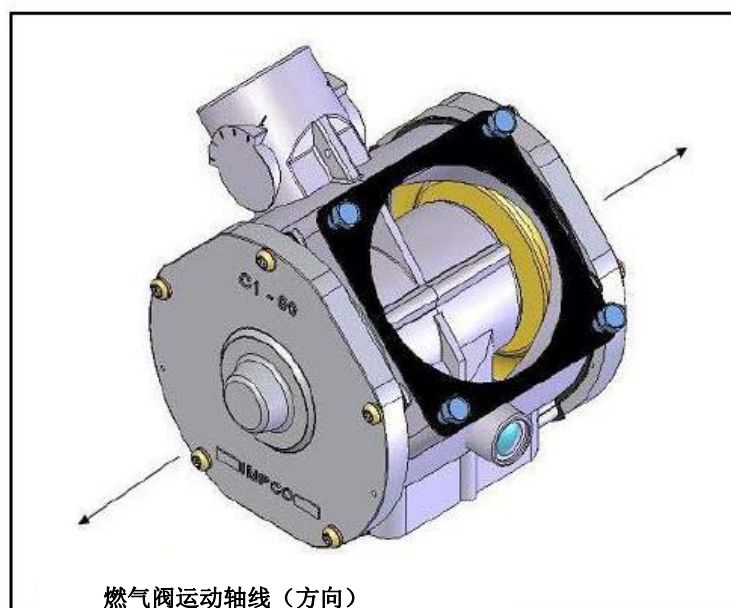
工作原理: ECI 发动机管理系统采用 HD EPR 来控制燃料的输送, 以便准确的进行燃料计量, 实现最优燃烧、燃料的节约和瞬时响应。CNG HD EPR 可以将燃料压力调节到比混合器入口压力高出 -18 英寸 $\sim+13$ 英寸水柱, 能足以控制发动机停车, 而不管发动机是富燃烧还是贫燃烧。采用 CNG 时, 燃料进料压力作用的范围是从 100 psig 到 200 psig。

作用: HD EPR 为微处理器型的两级燃料压力机电调节器, 装有高转速/快动作的致动器。通过控制器区域网 (CAN) 连接与 ECM 通信, 接收燃料压力指令并以广播的方式将 HD EPR 运行参数反馈给 ECM。

当 EPR 接收到来自 ECM 的输出压力指令时, 调节器的第二级在内部的驱动作用下获得目标燃料压力, 然后 EPR 将回路内部闭合, 利用内置的燃料压力传感器维持目标燃料压力/燃料流速, 直到从 ECM 处接收到下一个外部指令为止 (间隔时间 $< 10\text{ ms}$)。

安装要求: 由于该零件内部有控制芯片, 应避免高频振动。该零件自带减震软垫, 切勿自行拆卸。电控调压器天然气出气口离混合器天然气进气口距离要求控制在 500mm 以内。以保证天然气供给响应速度快。

3.6.4.7 混合器部件



ECI 系统混合器部件

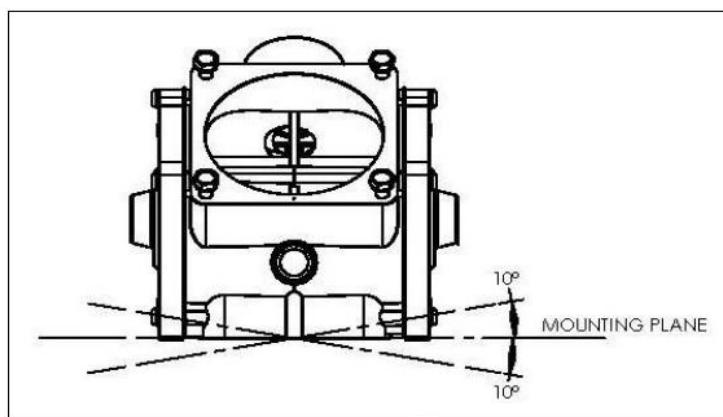
ECI 系统工作原理及作用：

大功率发动机管理系统采用空气/燃料混合器将燃料引入发动机。该混合器是一个可变文丘里管，用来调节进入发动机的燃料与空气的容积比。混合器的规格应确保燃料和空气的流量足以满足功率要求，同时又能合理控制惰转流量。

在 200DM 混合器内部是两个位置相反的气阀，用来控制流量范围内的燃料空气比。这两个气阀沿着如图所示的轴向左移动。当发动机功率增大时，气阀沿着图中所示方向即向外移动。当发动机功率减小时，气阀将沿着相反方向（向内）移动。当向内移动时，气阀的运动通过一对螺旋弹簧来平衡。因此，在安装混合器时必须使气阀的运动轴保持水平。

安装要求：

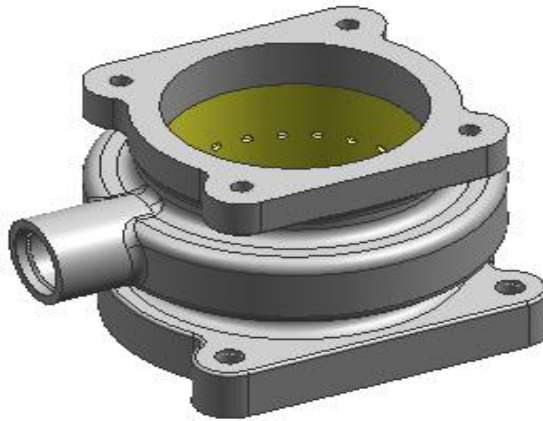
调压器出气管安装在混合器天然气入口处，安装时锥螺纹部分必须使用螺纹密封胶以防止漏气。将混合器垫片 I、混合器垫片 II 安装在混合器接管 I、混合器接管 II 与混合器的结合面，注意拧紧螺栓以防止漏气。混合器的安装应使气阀运动轴保持水平。任何情况下均不得将混合器安装在气阀垂直运动的位置处，以免对混合器的工作产生负面影响，从而降低发动机的性能。



ECI 系统混合器：

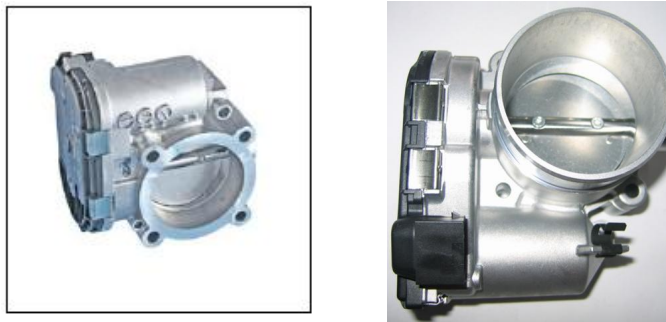
工作原理及作用：将空气和天气均匀混合，使得发动机得到均匀的混合气，实现稳定和安全的燃烧。

安装要求：牢固可靠，不漏气。



ECI 混合器部件

3.6.4.8 电子节气门

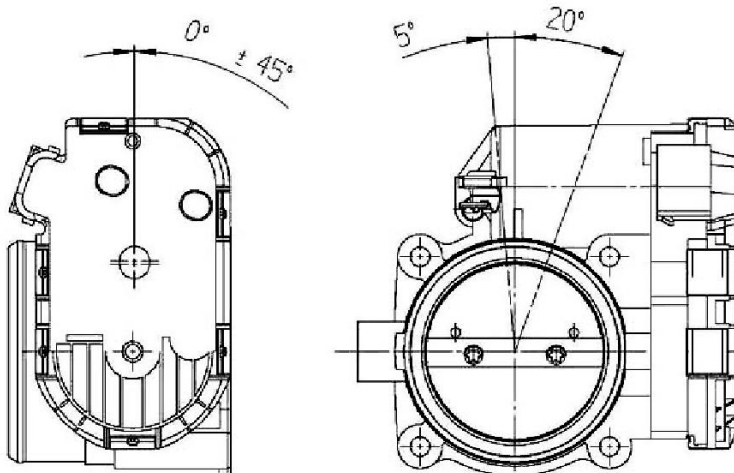


电子节气门

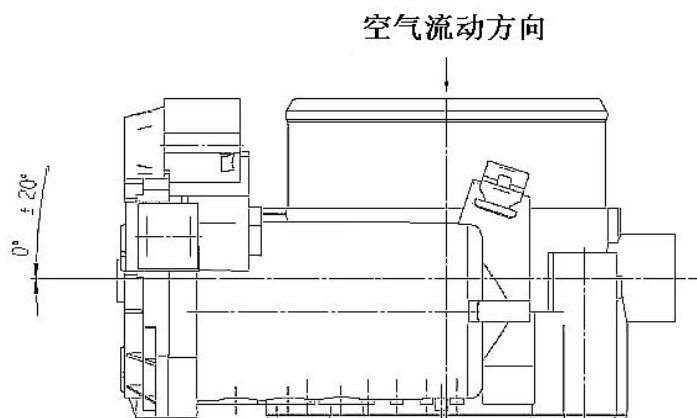
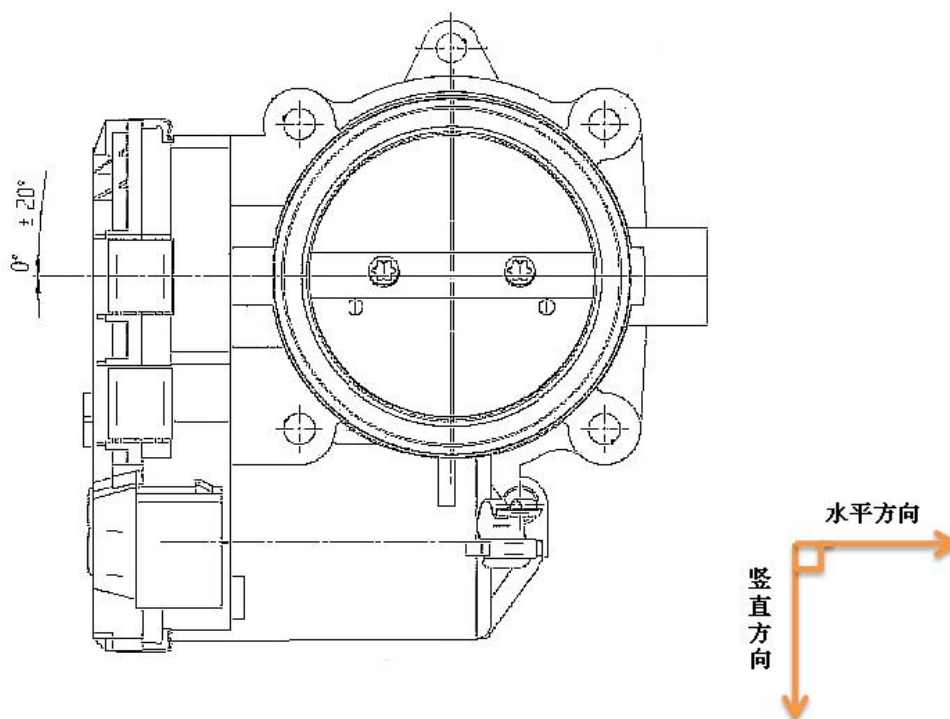
工作原理及作用：通过控制蝶阀的开度，控制进入缸内的混和气的量，从而控制发动机的转速和负荷。驾驶员通过油门踏板，将动力需求传送给 ECM，ECM 接收到油门踏板信号后，根据发动机运行工况控制电子节气门开度。通过控制蝶阀开度，控制怠速转速和调速特性曲线。

安装要求：

- 1)、下图中所示的安装方向（单一和组合的方向）是不允许的；

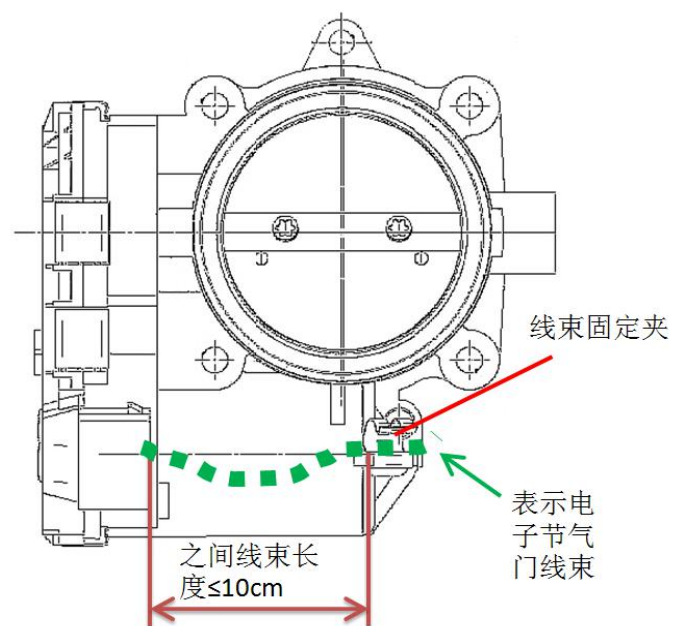


2)、电子节气门蝶阀转轴轴线方位为水平向，允许安装位置：与该水平向成 $\pm 20^\circ$ ，最好是 0° ；如下图

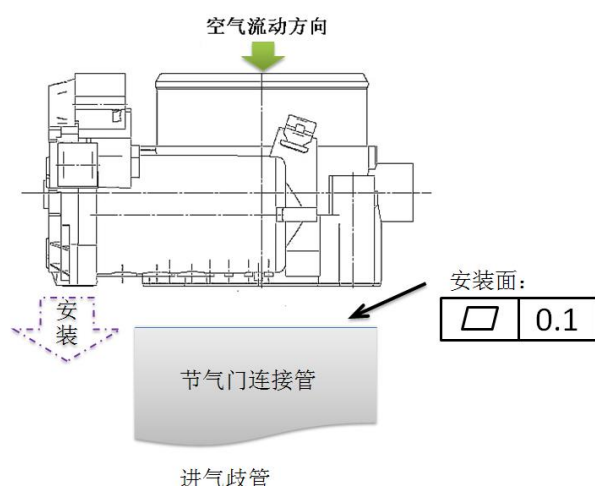


3)、螺栓安装力矩：10Nm (89in-lbs) .紧固螺栓时，采用对角拧紧的顺序，逐步增加拧紧力矩到 10Nm；

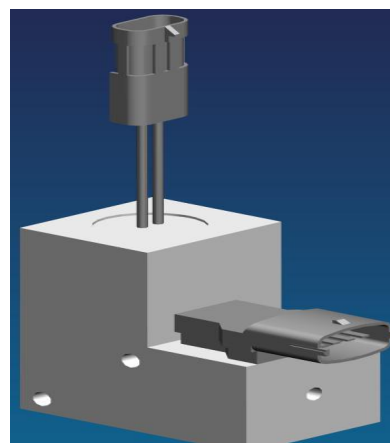
4)、固定电子节气门线束时，电子节气门线束插接器与到线束固定夹之间的线束长度 $\leq 10\text{cm}$ 。必须用电子节气门提供的线束固定夹来夹持电子节气门线束；



5)、歧管的安装面平整度：最大 0.1mm；二次装配时，必须保证法兰安装面的密封性。



3.6.4.9 废气旁通控制阀



ECI 系统废气旁通控制阀

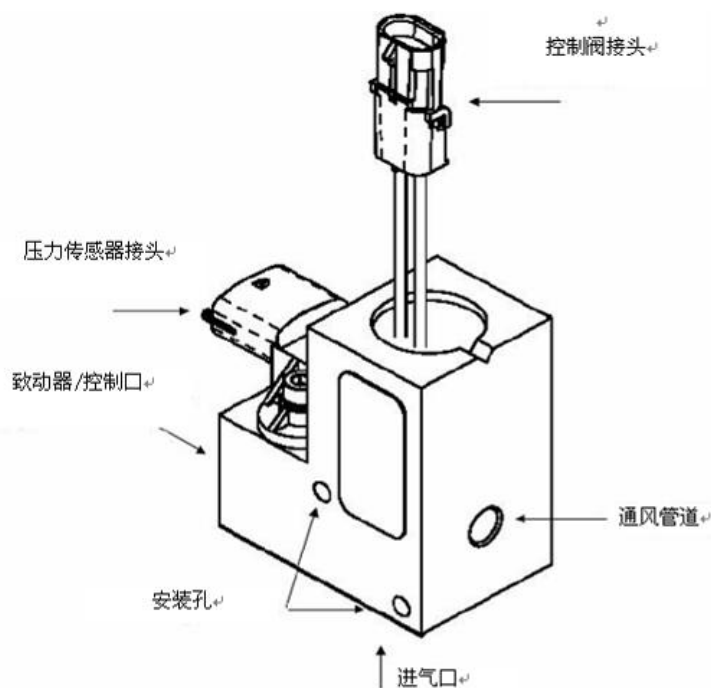
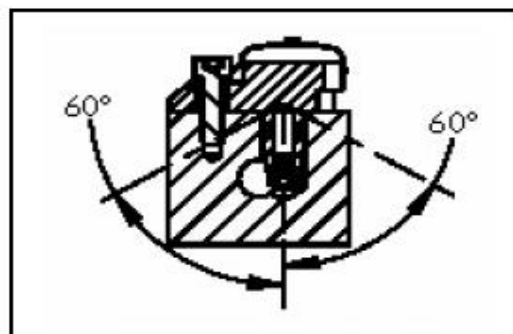
ECI系统废气旁通控制阀工作原理及作用：通过控制废气旁通控制阀的占空比，控制废气旁通控制阀的出口压力，从而控制发动机的增压压力。ECI废气门控制阀相当于一个三路机电电磁阀，由ECM调节脉冲宽度以在任何运行条件下都能提供精确的升压控制。本装置相当于一个单级压力调节器，控制应用于废气门致动器的压力量。车载压力传感器向ECM提供反馈信息，提供闭环反馈回路控制以确保能维持废气门目标位置和增压压力。

首选气源来自汽车车载空气系统。进入阀门的空气的最大流速为 XX。该流速会随着发动机运行条件而发生变化。典型的公车应用要求空气流速为 XY。如果无可利用的车载气源，可使用增压压力来控制致动器，但是这会极大地降低汽车的燃料燃烧效率。采用该技术能有效提升发动机低速扭矩，满足公交车频繁起步的工作要求！

安装要求：安装在散热条件较好的低温区，保证零部件可靠性。

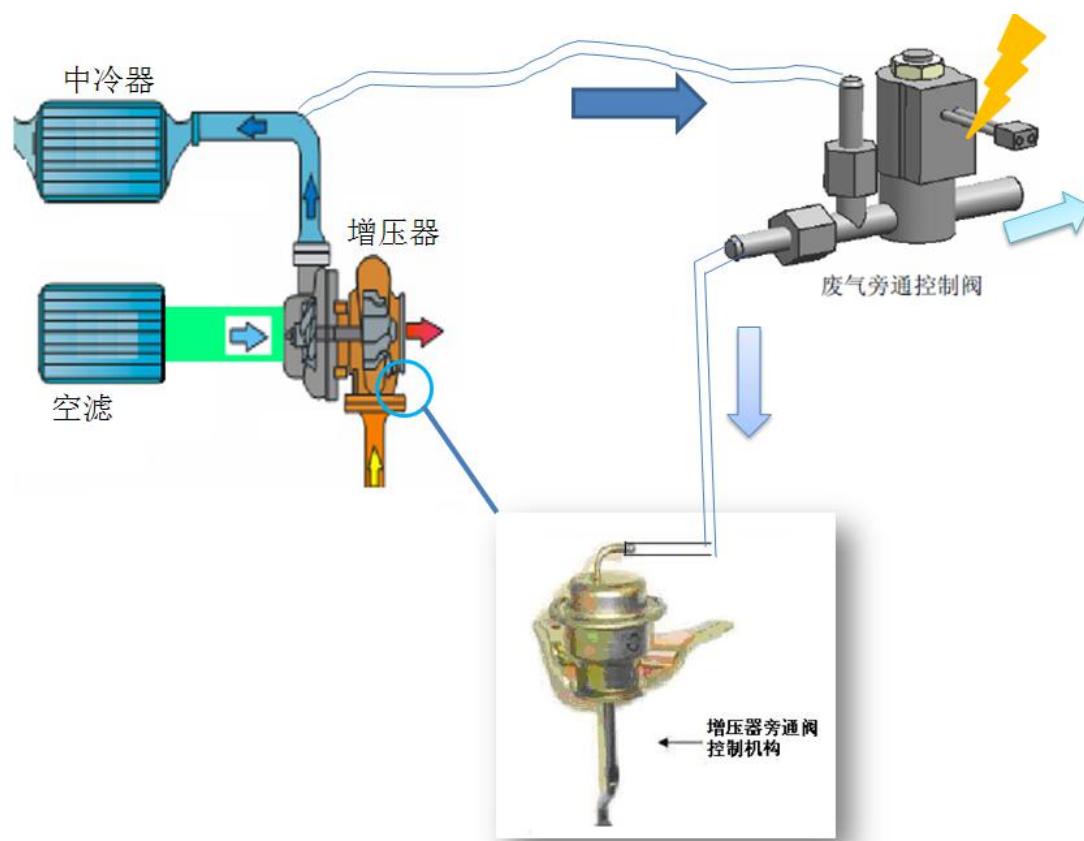
安装废气门控制阀时，要注意以下要求：

- 偏向要求：最好为 0° ，允许朝各方向偏 60° 。见右图。
 - 气源过滤要求：必须在该装置上游安装一个过滤器，额定能力为30微米（效率达95）或更优。
 - 要求供给压力能控制在22磅/平方英寸—25磅/平方英寸。
- 管件安装布置见下图。
- 介质温度范围： -40°C — 130°C 。
 - 安装位置的选择必须确保燃料切断阀的温度要能始终控制在 -40°C — 125°C 范围内。
 - 安装螺栓：使用两个带有平垫圈的6 mm（8.8级或更优）或 $\frac{1}{4}$ "（5级或更优）螺栓或凸缘面螺栓。
 - 进气口：符合SAE J1926的 $\frac{7}{16}$ "—20 UNF 2B。该进气口从空气压力调节器直接连接到供给压力管路。
 - 致动器/控制口：符合SAE J1926的 $\frac{7}{16}$ "—20 UNF 2B。该端口应与废气门致动器垂直。
 - 通风管道：符合SAE J1926的 $\frac{7}{16}$ "—20 UNF 2B。该端口可直接接入大气进行通风。



ESI 系统废气旁通控制阀工作原理及作用：

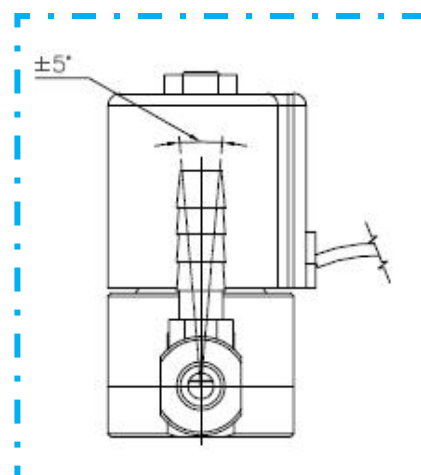
废气旁通控制阀相当于高频开关电磁阀。通过控制废气旁通控制阀的出口压力（ACT 端），来控制增压器废气旁通阀的开度，进而控制发动机的增压压力（如上图）。采用该技术能有效提升发动机低速扭矩，满足公交车频繁起步的工作要求！



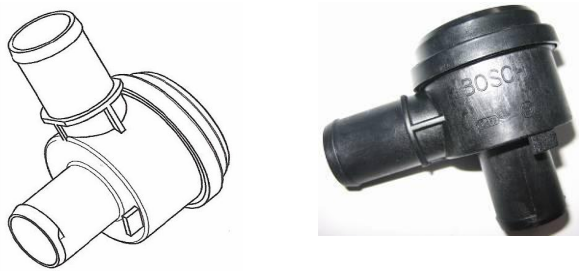
ESI 系统废气旁通控制阀及原理图

安装要求：

- 1、安装在散热条件较好的低温区，保证零部件可靠性。
- 2、安装方向，与竖直向上方向成 $\pm 5^\circ$ 夹角以内的任何角度（如右图）。



3. 6. 4. 10 防喘振阀作用：



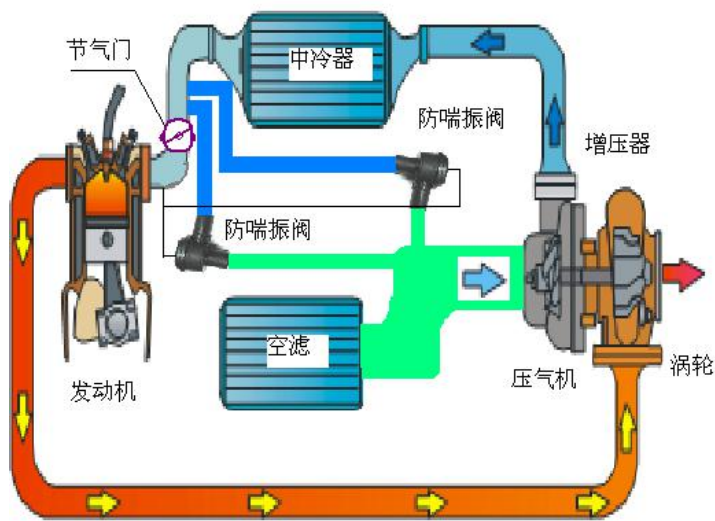
防喘振阀

工作原理及作用：补偿阀作为涡轮增压发动机的保护装置使用。当涡轮增压器在高增压状态下工作并且节流阀关闭时，在涡轮增压器和节流板之间会产生大量的背压，这会使压缩机停止运转。

通常情况下，补偿阀处于关闭状态。打开时，可以使涡轮增压器下游的高压回流进摄入气流，最终防止对涡轮增压器部件产生加速磨损和疲劳。

当发动机突然减速时，通过喘振阀通气软管将节气门后的低压压力传递到防喘振阀压力反馈接头上，打开喘振阀单向截止膜片，使增压器压气机前后压力平衡，避免增压器喘振，保护增压器。

安装要求：该零件共有三个接口。通过喘振阀通气软管连通防喘振阀和进气管压力，另外两个 $\Phi 25$ 外径的接口分别连接增压器前进气管和增压器后进气管。6J 系列 CNG 发动机使用两个防喘振阀，两个防喘振阀安装时进排气口刚好相反，使气流能相互流通。防喘振阀两端内径 $\Phi 25$ 的连接管由汽车厂配备。



3. 6. 4. 11 点火线圈



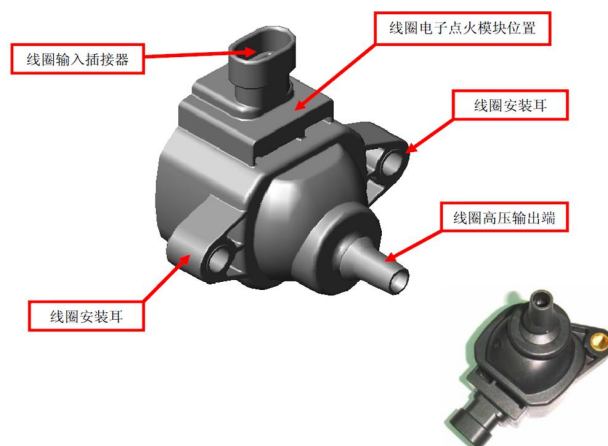
ECI 系统点火线圈

作用：接收来自 ECM 点火指令，产生高电压并将高电压传递给火花塞，产生火花，点燃天然气。点火线圈能根据 ECM 指令控制点火时刻，使发动机实现低排放、低气耗。

ECI 系统点火线圈安装要求：安装时拧紧点火线圈安装螺栓，以保证点火线圈胶套内弹簧与火花塞头部紧密接触。由于高压电源会在接触表面产生电弧，弹簧与火花塞头部接触的部位易受热氧化，导致接触部位电阻过大，分压作用过大导致火花塞点火能量降低，严重时会导致失火。所以安装火花塞和点火线圈时，必须在火花塞头部与点火线圈弹簧结合部位涂抹导电膏。在胶套与火花塞接触的陶瓷部位应该涂抹绝缘润滑油脂，以防止因胶套老化导致火花塞与缸盖之间漏电。

ESI 系统点火线圈安装要求：

- 1)、点火线圈设计适用于装配在线圈支架上，每缸装配一个点火线圈。
- 2)、当点火线圈装配在线圈支架上时，点火线圈通过高压导线将线圈的高压端与缸体内的火花塞相连。
- 3)、点火线圈两个安装耳上各设计有一个通孔，被用于将点火线圈安装在发动机上的线圈支架板装配。其装配需要使用两个 M6 的紧固螺钉直接安装在发动机的线圈支架上。安装螺栓的拧紧力矩：6~9N.m、
- 4)、点火线圈的装配位置应保证其工作时有足够的空气流动量进行散热，实际工作的任何时候，点火线圈外部的温度不允许超过 130℃。



ESI 系统点火线圈

3.6.4.12 火花塞

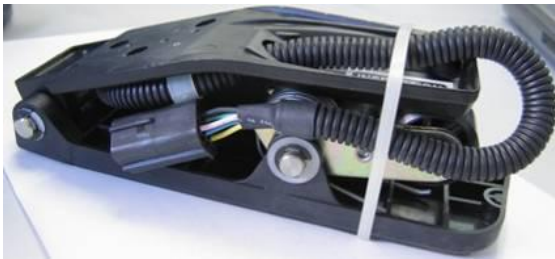


火花塞

作用：接收来自点火线圈的高电压，产生火花，点燃天然气。

安装要求：安装时拧紧火花塞，拧紧力矩：30N.m。拧紧火花塞必须使用专用火花塞套筒。由于高压电源会在接触表面产生电弧，弹簧与火花塞头部接触的部位受热氧化，导致接触部位电阻过大，分压作用过大导致火花塞点火能量降低，严重时会导致失火。所以安装火花塞和点火线圈时，必须在火花塞头部涂抹导电膏。在胶套与火花塞接触的陶瓷部位应该涂抹绝缘润滑油脂，以防止因胶套老化导致火花塞与缸盖之间漏电。

3.6.4.13 电子油门踏板



电子油门踏板

作用：驾驶员通过电子油门踏板驱动和控制发动机运行工况，反映驾驶员的实际动力需求。

安装要求：该油门踏板为接触式电子油门踏板，安装时注意将油门踏板布置在防油、防水、防电磁干扰条件较好的地方。为防止整车电磁干扰影响电子油门踏板传递给 ECM 的信号，要求电子油门踏板至整车接口信号线必须使用屏蔽线，并且屏蔽层要接地牢固可靠。

3.6.4.14 控制线束

作用：通过把所有的传感器信号传递给 ECM/ECU，让 ECM/ECU 即时了解发动机运行工况及各几个控制参数状态，并根据发动机运行工况及时发出控制指令，通过线束传递到每个执行器，实现发动机的精确控制。

安装要求： 发动机线束布置在发动机上时，要求有良好的防水、防油、防振、防磨损、防电磁干扰措施，并且应将线束牢固的固定在发动机上，走线时尽量不靠高温区和湿热环境。发动机导线与波纹管之间需添加填充物以避免导线被波纹管磨破。发动机线束与整车线束接口部分应尽量设计在便于插拔部位，以方便维修。整车线束必须按照发动机厂所提供的电路原理图设计。

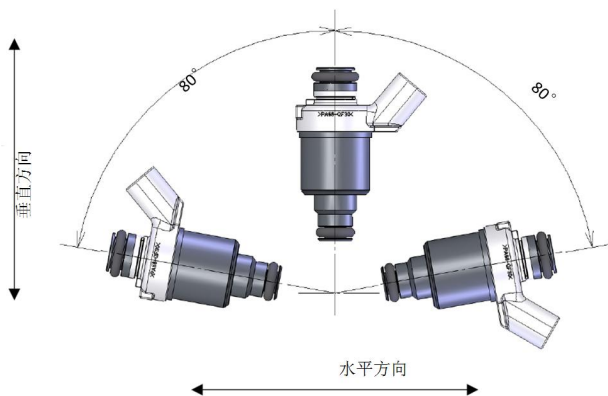
3.6.4.15 ESI 系统燃气喷射部件

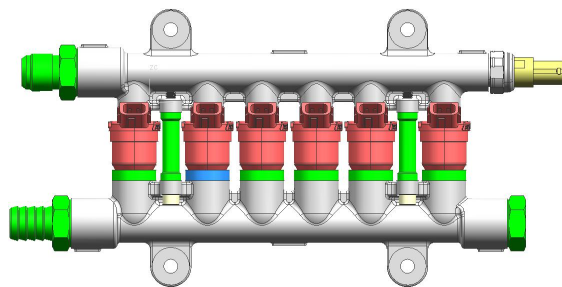
作用：天然气喷嘴的作用是在不同的发动机工况下，根据 ECU 的控制策略，按照控制程序标定参数，喷射适量的天然气。在一定的喷射压力下，喷嘴喷出的天然气量与其开启的时间成线性关系。

安装要求：

喷嘴安装要求，与燃气喷射部件安装要求一致：

- 1)、燃气喷射部件的上、下轨要求水平；
- 2)、并且喷嘴从上向下进行喷射；
- 3)、安装方向：以单只喷嘴为例，允许偏离竖直方向 $\pm 80^{\circ}$ ，最好竖直。见下图
- 4)、振动条件：振动加速度 $\leq 15g$ ，振动频率 50 Hz $\sim$ 400Hz，当燃气喷射部件安装在发动机机体上时，必须增加减振垫。





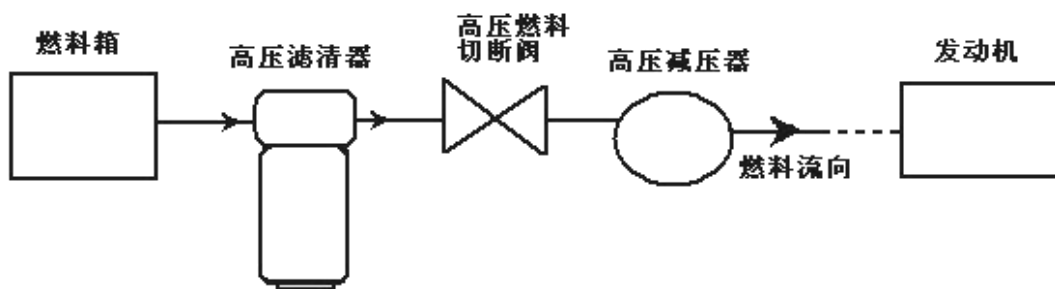
燃气喷射部件

3.6.4.16 ESI 系统燃气高/低压过滤器

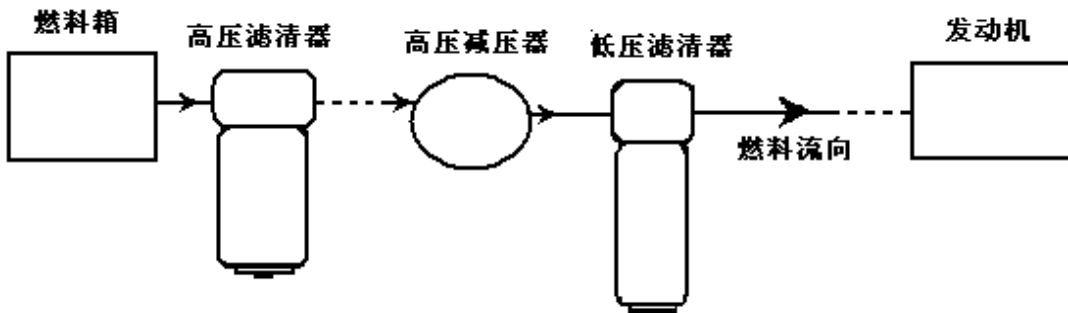
工作原理及作用：燃气高/低压过滤器的主要作用是有效滤除 CNG 中的颗粒、重油、烯烃等，保护下游燃气系统零部件，避免其受到污染。

安装位置：

燃气高压过滤器安装位置要求：



燃气低压过滤器安装位置要求：

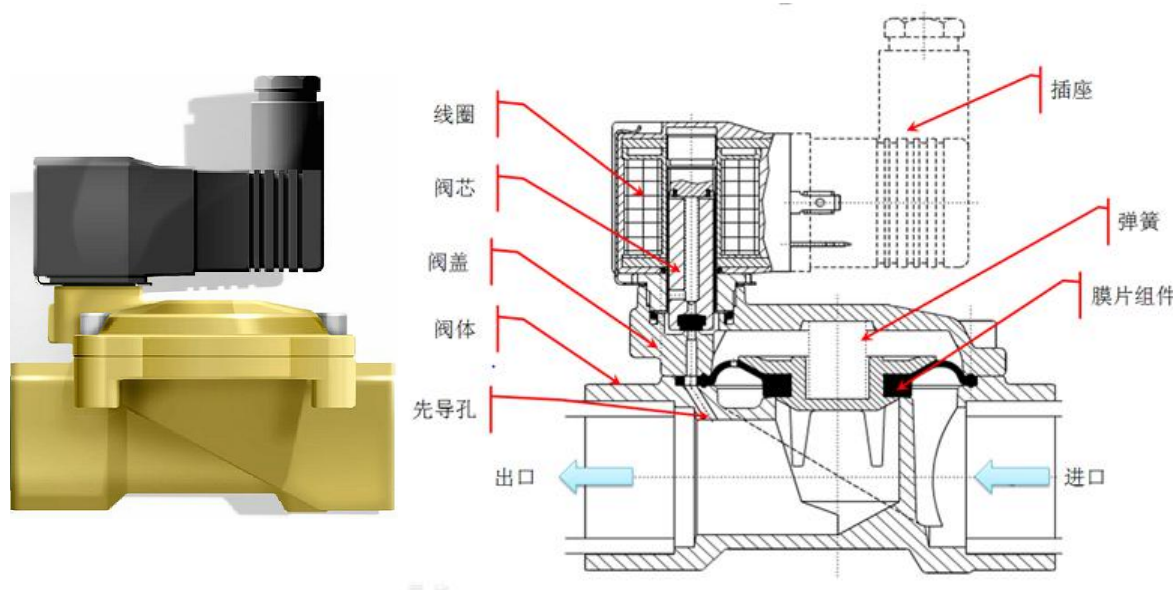


- 1)、CNG 燃料的发动机，燃气供给系统必须集成燃气高压过滤器和燃气低压过滤器；LNG 和 LPG 燃料的发动机，燃气供给系统必须集成燃气低压过滤器，不需要燃气高压过滤器；
- 2)、安装时，保证燃气高、低压过滤器的防水口朝下；

3)、安装时，燃气经过过滤器的流向，必须与零件标识的箭头方向一致；

4)、支架设计时，必须有足够的强度，刚度。

3.6.4.17 ESI 系统低压燃料切断阀

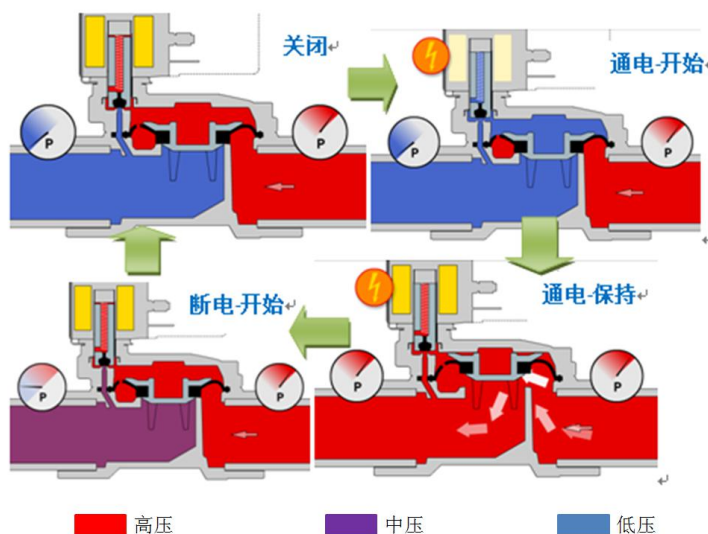


ESI 系统低压燃料切断阀外观图及剖视图

工作原理及作用：

该阀为膜片式先导阀，为常闭式开关阀。用于接通和切断天然气低压管路的燃气供给。在停机过程中保护下游喷嘴；在喷嘴如果出现故障，且在停机过程，起到阻止燃气泄漏的作用，以保证发动机的使用安全。

当电磁线圈接通电源时，线圈励磁回路形成磁场并产生磁力。先导阀阀芯受电磁力的吸引，克服弹簧阻力和自重而上升，从而导通先导阀泄压，使其膜片上方作用力减小并低于膜片下方所受的力，因此膜片在压差力的作用下克服了膜片组件的自重和膜片弹簧力而开启，使阀门主通道形成通路，电磁阀处于开启状态。如下图所示：



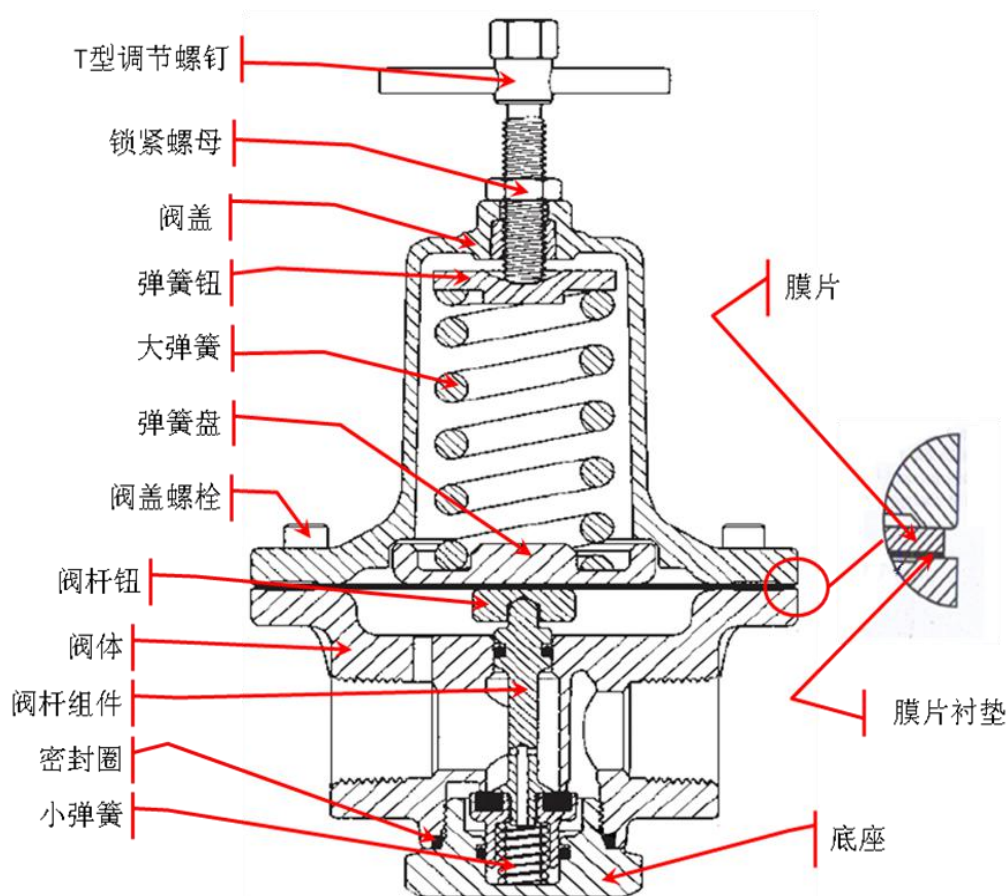
ESI 系统低压电磁阀工作原理

安装要求:

- 1) 工作温度要求: $-40^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$
- 2) 环境温度要求: $-40^{\circ}\text{C} \sim +120^{\circ}\text{C}$
- 3) 振动条件要求: $\leq 30\text{m/s}^2$, $25 \sim 500\text{Hz}$; 整车大梁或车架上;
- 4) 电磁阀安装在气轨总成和低压滤清器之间;
- 5) 电磁阀最佳安装方式是线圈部分竖直朝上。在条件不允许时, 允许线圈在 $\pm 30^{\circ}$ 内倾斜, 否则不能保证正常使用;
- 6) 电磁阀阀体上的箭头应与介质流向一致;
- 7) 安装前请彻底吹扫管道, 以避免异物损伤膜片造成电磁阀损坏或失效;
- 8) 电磁阀用于LNG时, 应安装在汽化器的下游, 以防止低温液体对其的伤害;

安装在电磁阀上的接头体不得使用带状或颗粒状密封剂, 推荐使用螺纹密封胶 Loctite 565、Loctite 567、Loctite 592。安装接头时应小心, 不要把密封剂流入通道内, 造成管道堵塞。

3.6.4.18 ESI 系统 LNG 稳压器



LNG 稳压器

安装要求:

- 1) 为有效防止进出气接头与LNG稳压器结合部位漏气, 安装该接头时, 必须使用螺纹密封胶 (如乐泰262)

进行有效密封；不能使用生料带。

- 2) 为避免水凝结、聚集在稳压器内，安装时要求稳压器的T型压力调节螺钉竖直向下。
- 3) 为保证LNG稳压器输出压力稳定可靠，要求该零件安装在汽车底盘上，并且要采取减震措施。
- 4) LNG稳压器必须安装在汽化器下游，缓冲罐上游。

3.6.4.19 ECI 系统 CFV 阀

CFV (Continuous Flow Valve连续流阀) 是一种燃料供给装置，ECI发动机控制系统使用CFV来精确控制燃料的供给，从而使得发动机能保证良好的缸内燃烧、经济性以及瞬态响应性。跟其他天然气供给方式相比，CFV具有以下优点：

- 1) 连续流
CFV 系统可以输出理想的均质充量，帮助发动机取得最佳的稳态排放水平和燃料经济性，同时拓宽发动机的失火爆震极限。
- 2) 低压音速燃料喷射
发动机本体的振动以及不同的工作环境不会影响燃料供给的精确性，CFV 可以在仅高出增压压力 2-3bar 的供气压力下工作，因此可以在低燃料供给压力的系统（如 LNG）中使用。
- 3) 可靠性好

燃料为连续流供给，CFV 不需要像 PWM 喷嘴一样在一分钟内进行往复运动数百次，燃料供给装置的可靠性也相对传统天然气喷嘴提高了数倍。CFV 对于燃气的品质要求比较低，可以使用无润滑的或者清洁度较低的天然气。

工作环境参数

入口压力范围：60~100psiG (约 410~690kpaG)

喷射流量精度：5%

最大喷射流量：1251b/hr NG (300hp) 约56.7kg/h

1851b/hr NG (450hp) 约83.9kg/h

过滤等级要求：10微米

燃料要求：SAE J1616

响应时间：标准工况>10ms，最大工况>30ms

工作温度：-40~105° C

极限工作温度：125° C，出现比率小于10%，或者持续时间小于5min

振动等级：最大8G



ECI 系统 CFV 阀

3.6.4.20 传感器部件

(1) 氧传感器



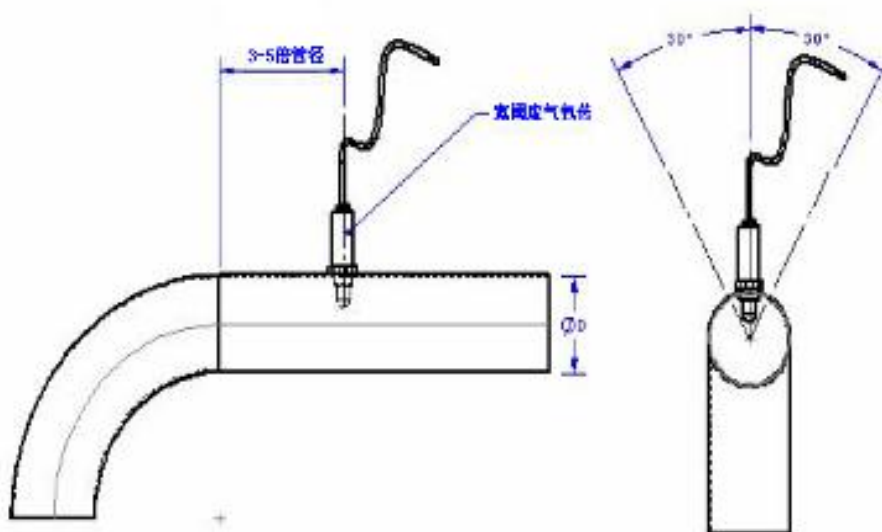
氧传感器

作用：

- 1)、采集传感器的反馈信号。
- 2)、产生泵电流控制信号。
- 3)、通过采集泵电流流经某一特定电阻产生的电压，得知泵电流的大小，再通过AD转换输入到控制芯片。

安装要求：

- 1) 氧传感器要求安装在离增压器涡轮机出口或排气弯管下游3~5倍管径（大约250~400mm）的排气管上，氧传感器探头必须置于废气气流中，见下图所示；
- 2) 氧传感器不能安装在排气管转弯处，安装位置离任何弯管中心的最小距离为3倍管径；
- 3) 氧传感器应安装在排气管远离发动机一侧上方，但竖直方向的偏差不能超过30°（不能安装在排气管下方），如下图所示；
- 4) 氧传感器在满足前面要求的情况下应尽可能靠近涡轮增压器；
- 5) 如果有排气制动阀，废气氧传感器应安装在排气制动阀的下游100~200mm处；
- 6) 氧传感器的安装处不能进雨水；
- 7) 氧传感器和发动机之间最好有隔热罩等隔热装置；
- 8) 氧传感器线束和接插器应必须远离排气管高温区，保证线束及接插器的表面温度 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ 。
- 9) 氧传感器线束走向应尽量远离发动机和排气管，并按线束固定要求，可靠固定；



氧传感器安装要求

(2) 大气温度传感器



大气温度传感器

作用：稀混合器发动机和涡轮增压发动机易受比湿度、温度和大气压变化影响，因此在发动机校准及燃料控制过程中要注意考虑到该问题。ECI专有“Envirotech”传感器安装在曲轴箱通风管道口上游的空气过滤器和增压器发动机间的进气气流中。使用其车载微处理器和传感装置来测量入口气流特性。随后，通过控制器区域网（CAN）向ECM发送信息，从而启动发动机加燃料调节以维持稀薄混合气极限燃烧。

传感器位置：

Envirotech传感器必须位于：

- 进口空气过滤器总成下游；
- 任意燃料或升压部件上游（如，位于升压应用的涡轮增压器前）。
- 曲轴箱通风口上游，以防止感应头被污染。
- 安装位置的选择必须确保调节器的温度要能始终控制在 -40°C — 105°C 范围内。

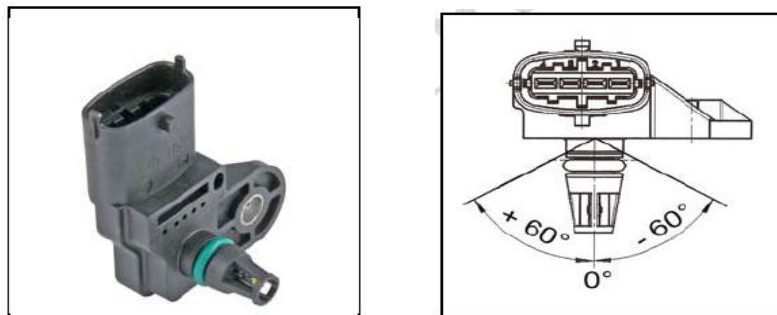
传感器安装

下列各项说明了封装要求，以便正确安装Envirotech湿度传感器：

- 传感器安装时应注意偏向，感应头应垂直向下，偏差为 $\pm 20^{\circ}$ 。
- 感应头必须伸入进口气流中，与气流垂直。
- 传感元件（感应头）必须给予防护，防止受直射光源照射。

该传感器要求安装在空气滤清器和增压器之间的空气管路上，环境传感器安装座由玉柴提供，汽车厂负责将环境传感器安装座焊接在进气管路上，焊接时必须保证焊接部位密封可靠。为保证环境传感器测量值正确，安装时必须保证传感器底面4个湿度测量小孔不被挡住，并且该传感器温度、压力探头必须置于气流中以测量正确值。

(3) 进气压力温度传感器/节气门前压力传感器



作用：通过测量中冷后的压力、温度，结合发动机转速、排量、充气效率，利用速度密度法即可计算出混合气流量。

ECI系统安装要求：TMAP传感器设计用作平面附加装置。压力喷嘴和温度传感器伸入燃料流/气流中，并用环形密封圈密封在大气中。

安装感应头时，必须使其垂直向下，以确保冷凝物或其他任何流体不会聚积在压力盒中。传感器应与燃料流/气流垂直，且从各个方向看与垂直方向的偏离度都不应大于 60° 。感应头应伸进气流约9.7mm—12.7mm。

ESI系统安装要求：

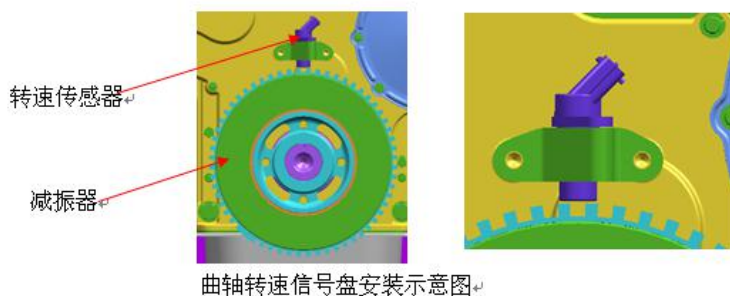
1)、进气压力温度传感器要求安装在电子节气门下游的进气管上，安装时尽可能让传感器温度、压力探头置于混合气气流中，以测量出正确的值。

2)、节气门前传感器要求安装在混合器上游的进气管上，安装时尽可能让传感器温度、压力探头置于混合气气流中，以测量出正确的值。

(4) 曲轴及凸轮转速传感器

作用：通过信号轮的触发信号，将第一缸活塞压缩上止点位置及时准确的传递给ECM同时有测量曲轴转速的功能，ECM根据触发信号及控制MAP来控制发动机的点火提前角、空燃比、增压压力等等参数。

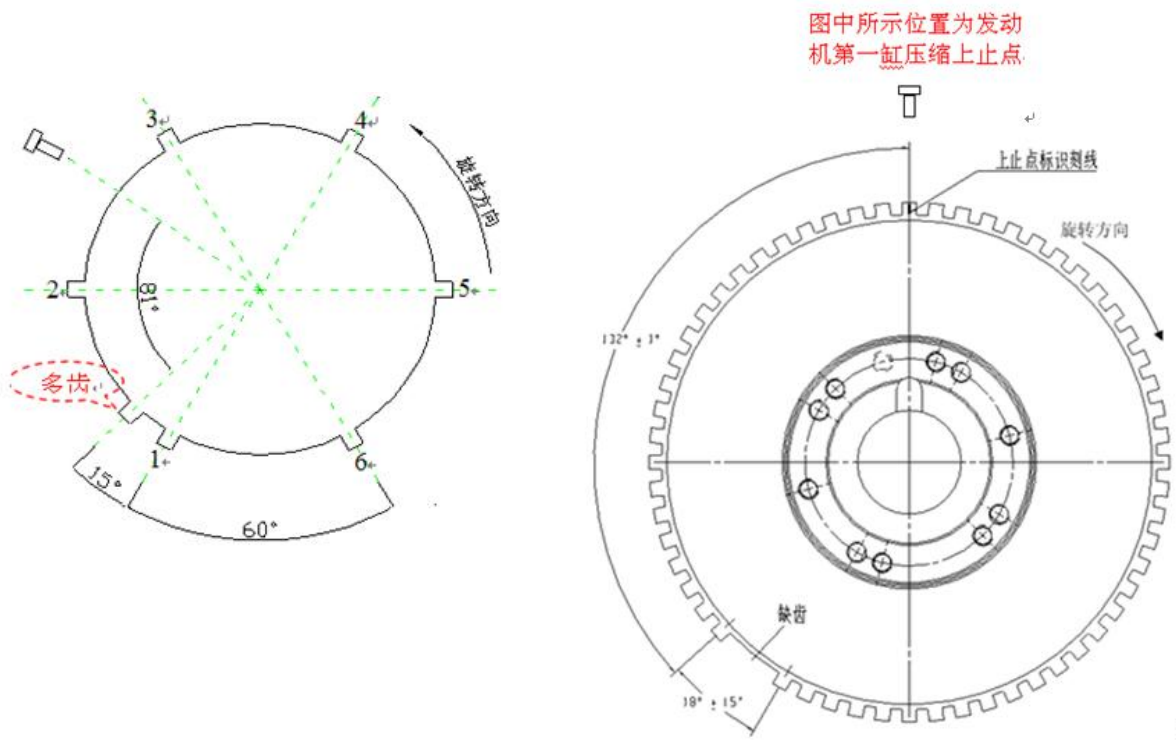
安装要求：首先确保发动机第一缸活塞处于压缩上止点时；面对齿轮室前端，把减振器安装到曲轴皮带轮上，此时减振器端面上的正时刻度线应对准装在齿轮室上的转速传感器安装孔中心；此时的凸轮信号盘上的正时标识也要和凸轮轴转速传感器的探头中心对齐。要求传感器端面与信号盘的空气间隙为 $1 \pm 0.3\text{mm}$ ，若小于此数值，通过垫片调整；在齿轮系安装时，首先确保发动机第一缸活塞处于压缩上止点时；保证齿轮系的正时标记一一对应，即曲轴正时齿轮与正时惰齿轮、正时惰齿轮与凸轮轴正时齿轮、正时惰齿轮与空压机齿轮的标记一一对应。



磁电式：传感器与信号盘之间的间隙要求： $1.0 \pm 0.3\text{mm}$ ；

霍尔式：传感器与信号盘之间的间隙要求： $1.0 \pm 0.3\text{mm}$ ；

两信号盘的安装均应严格控制其相位，安装后两传感器与发动机一缸压缩上止点间应符合与下图所示关系：



1

(5) 水温传感器

作用：将发动机的冷却液温度信号及时准确的传递给 ECM，ECM 根据冷却液温度修正点火提前角、空燃比及怠速车速等参数，同时在水温失控的情况下限制发动机的功率，从而保护发动机。

安装要求：牢固安装在发动机上指定位置，拧紧力矩（15~20）N.m。



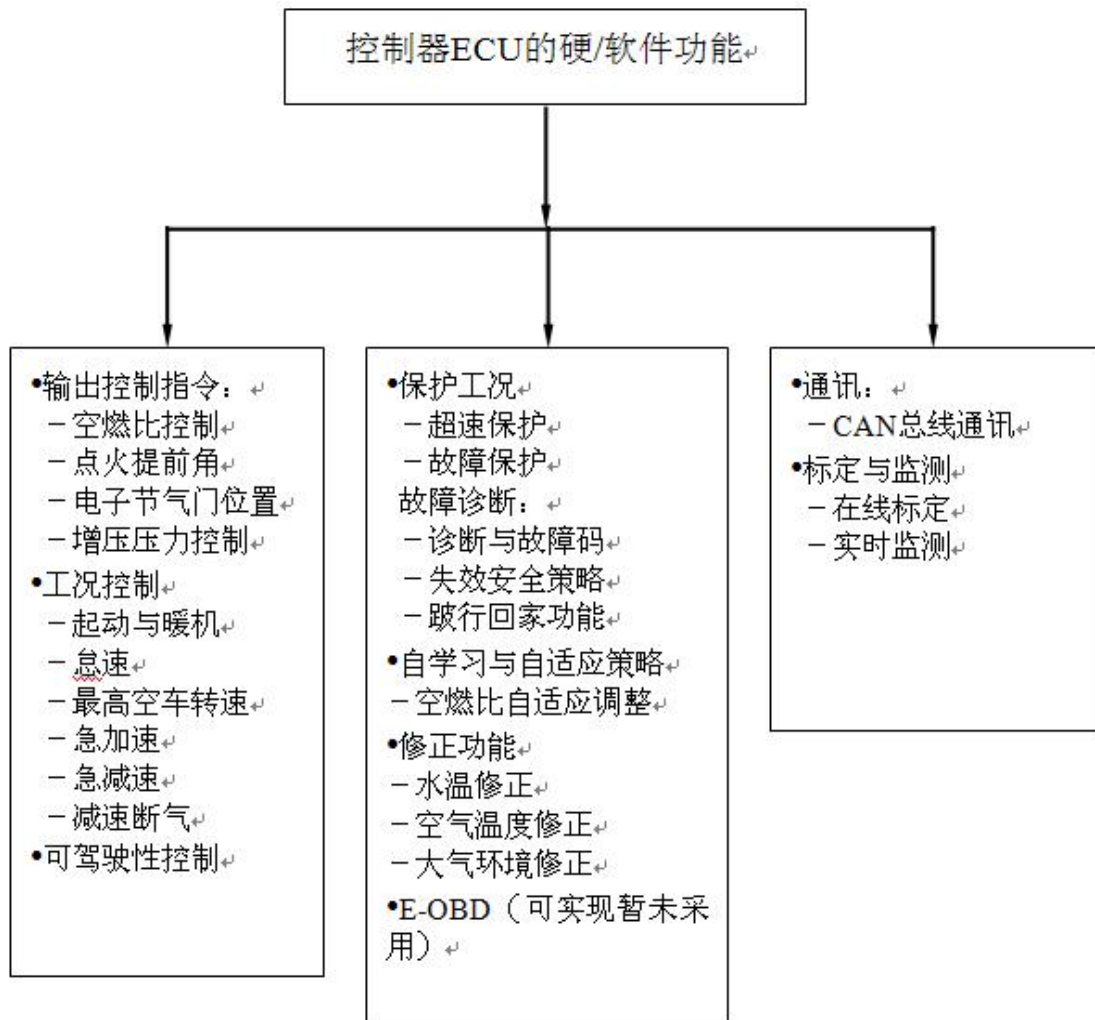
(6) 天然气温度传感器

作用：实时测量电控调压器出口处的天然气温度，ECM 根据测量到的温度、压力等参数以及所需要的目标空燃比计算出需要提供给发动机的天然气供给量。

安装要求：牢固安装在电控调压器上指定位置，要求加密封胶，确保不发生天然气泄漏，拧紧力矩（15~20）N.m。



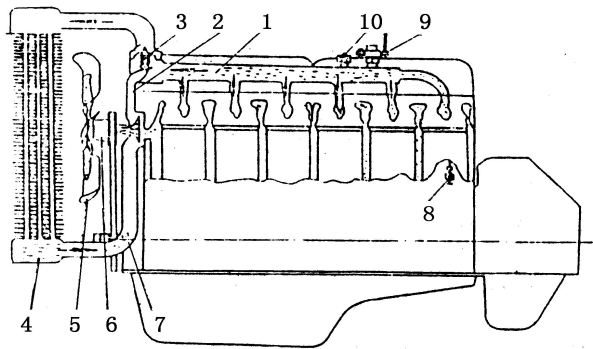
3.6.5 电控系统的主要功能



序号	功能名称	描述
发动机控制功能		
1	空燃比控制	根据发动机转速和空气状态计算空气量，根据标定的空燃比控制参数计算出燃料供给量，并根据氧传感器反馈信号进行闭环修正，并根据闭环修正量进行自适应学习控制。
2	点火提前角控制	与点火线圈匹配标定控制实现高能点火，全工况点火提前角标定控制，适应环境变化的点火提前角修正控制。
3	起动快速暖机控制	启动后通过混合气加浓、加大点火提前角使发动机快速暖机
4	怠速控制	采用闭环控制节气门开度方法使发动机的转速稳定在标定的怠速转速附近，并向其它运行工况的平稳过渡。收到空调信号后加大节气门开度实现空调怠速提升，转速提升量可标定。
5	瞬态加速控制	通过加速加浓、减小提前角、增压延迟补偿、气缸壁温度补偿等功能保证发动机瞬态加速动力性
6	减速断油控制	车辆减速时切断发动机燃料供给，实现好的经济性。
7	最高空车转速调速	采用闭环控制节气门开度方法使发动机的转速稳定在最高空车转速附近，并向其它运行工况的平稳过渡。
8	超速保护	当最高空车转速调速失效时，通过切断燃料供给及点火使发动机停机，从而

		实现超速时对发动机的保护。
9	增压压力控制	通过电控废气旁通控制阀控制增压器废气阀开度，控制发动机所有运行工况的增压压力，从而实现发动机理想的扭矩曲线。
10	自适应及修正功能	对发动机及车辆一致性差异进行自适应控制，对水温、进气温度、大气环境等状态变化进行修正控制。
11	故障指示灯	通过故障显示灯一定频率的闪烁显示故障码，以便于维修。

3.7 冷却系统



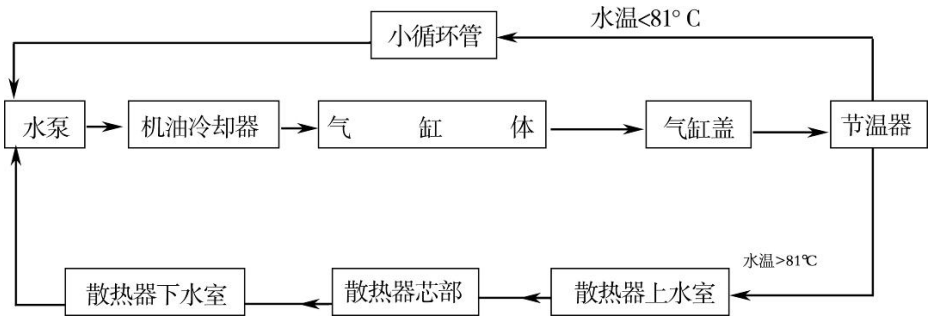
1. 出水总管 2. 小循环管 3. 节温器 4. 散热器 5. 风扇
6. 水泵 7. 水泵进水管 8. 放水阀 9. 暖风进水阀 10. 水温感应塞

图 冷却系统示意图

冷却系统采用强制闭式循环水冷却系统（见上图）。冷却液应按要求采用合格的防冻液。**冷却系统中不允许注入纯水，并且不能注满，不同的冷却液相互之间不可混合。**冷却液循环路线见下图。

水泵及风扇是冷却系统的主要部件。水泵进水口与散热器之间的管路应选用刚性较好的胶管或钢管，以免被吸扁。风扇为轴流吸风式风扇，当水温较低时，风扇转速变慢。发动机使用过程中，不要轻易把节温器拆掉，以免影响发动机的正常工作状态。

汽车应配备有膨胀水箱（副水箱），防止和排除冷却系统中进入空气，减少冷却液的膨胀溢出，同时可提高水泵进水口处静压，避免产生气蚀。膨胀水箱底面至少应该高出发动机水道或散热器上水室的顶部。



冷却液循环路线图

3.7.1 水泵总成：

水泵是冷却系统的主要部件之一，一般汽车每行驶 10000~11000 km 须从水泵上的黄油嘴给水泵轴承腔加注满黄油，以利润滑和避免水泵损坏。YC6J-33 系列柴油机水泵采用轴联轴承，其自身为密封自润滑结构设计，可

靠性高，可免去用户常需加注黄油之劳。水泵结构可靠性主要取决于水封，在使用时要经常检查水泵下部泄水孔是否漏水，若漏水（往往在运转时并不漏水而停车后才漏），说明水封已损坏，应予以更换。

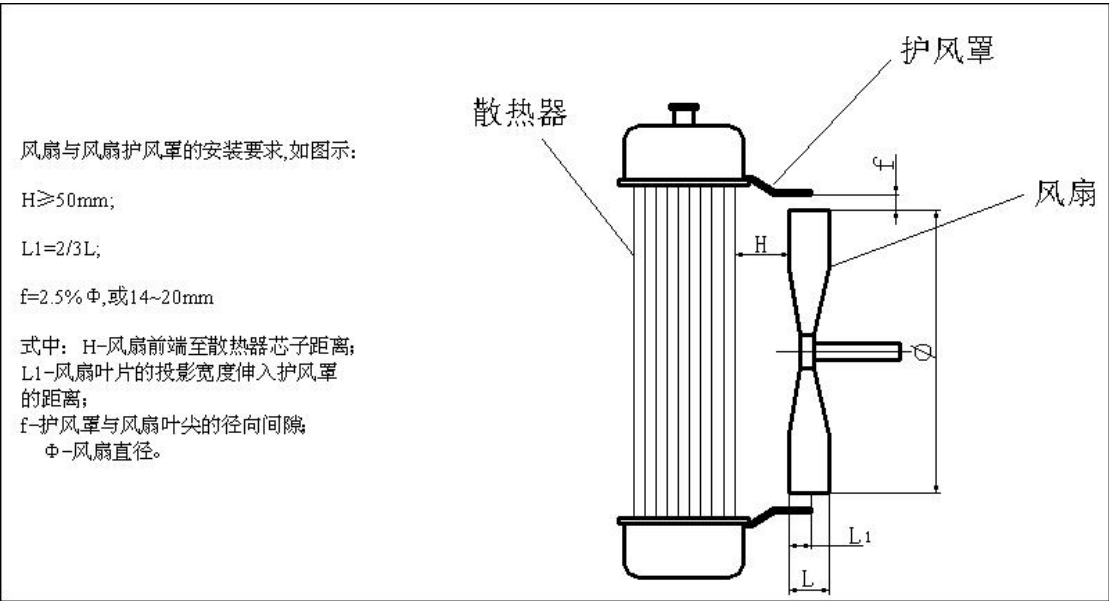
使用过程中应经常检查水泵皮带的张力是否适当。如张力过小（过松），皮带与皮带轮间会打滑，使循环水量不足，水温会过高，同时会加速皮带磨损。如张力大（过紧），会加速水泵轴承和皮带的磨损，而且多消耗功率。

水泵的功用是对冷却液加压，使之在冷却系中加速循环流动。

3.7.2 风扇

风扇通常安装在水散热器后面（整车配置）。当风扇旋转时，对空气产生吸力，使之沿轴向流动。空气流由前向后高速通过散热器芯，使流经散热器芯的冷却水加速冷却，从而加强了冷却系对发动机的冷却作用。

风扇安装要求有导风罩，见下图。



风扇安装的要求

风扇的检修

1) 硅油风扇离合器

(1) 硅油风扇离合器可在发动机两种状态下检查:

冷态下检查。发动机停止运转一段时间后（如一个夜晚）或经相当冷却后，用手拨动风扇叶片，应较为费劲。当发动机起动后并在冷态下以中速运转 1~2min 后停机，再用手拨动风扇叶片，应较为轻松。符合上述两种要求，说明硅油风扇离合器工作正常。这是因为当发动机在正常工作温度下熄火时，风扇工作腔内仍充满硅油，风扇的主、从动盘之间仍保持一定的相对固定连接关系。因此，当发动机停止运转一段时间或经相当冷却后，用手拨动风扇叶片时，应感到较为费劲。但当发动机起动并在冷状态下以中速运转 1~2min 后，由于工作腔内硅油已流回贮油室，而贮油室内硅油因温度低，阀片未能开启而不能流至工作腔内，主、从动盘之间失去连接关系，故用手拨风扇叶片时，感到较为轻松。

热态下检查。将发动机起动后，当其温度接近 90~95℃时，仔细倾听风扇响声，并观察风扇转速的变化，如几分钟内噪声明显增大，转速迅速提高，以致全速转动，表明阀片已开启，出油孔已打开，硅油已流入工作腔

使主、从动板接合，硅油风扇的工作正常。这时，如将发动机熄火，并随即用手拨动风扇叶片，应感到较为费劲。

经检查，如发现硅油风扇离合器失效，应及时更换。

- (2) 正常的硅油风扇离合器在转动时应圆滑无异响。如在使用过程中，觉得轴承有异响或风扇振动较大，说明轴承已损坏，应更换风扇离合器。

2)铁风扇

要求风扇各叶片表面应无裂纹，扇叶角度应符合要求，铆钉不得有松动。如风扇出现裂纹应更换；铆钉松动应重铆；扇叶角度变形，可在压模上矫正。

3.7.3 冷却系统的保养

装在行进车辆或机械上的发动机，在冬季气温降到0℃以下，而又无保温措施且停止工作时，冷却系中的水便会凝结成冰，水结成冰后体积发生膨胀，会发生机体、水箱、缸盖和水泵等冷却系部件被撑裂的情况，因此最好给冷却系加注防冻液。常用的防冻液为乙二醇+水型。

乙二醇是一种无色粘性液体，沸点为197℃，冰点为-21℃。当它与水混合后，混合液沸点会提高，冰点会下降。

防冻液为乙二醇+水型。乙二醇是一种无色粘性液体，沸点为 197℃，冰点为-21℃。当它与水混合后，混合液沸点会提高，冰点会下降。

防冻液使用要求：

- ①. 由于防冻液具有随温度升高体积增大的特点，所以加入量应比冷却系统的总容量少5%~6%，不可加满。
- ②. 乙二醇有毒，若沾染皮肤应迅速用水洗净；乙二醇遇火会燃烧，故切勿在防冻液渗漏的机体附近进行电焊或使用明火；乙二醇沸点为197.4℃，所以防冻液中的水易蒸发，在使用一定时间后要添水。
- ③. 配制防冻液时，乙二醇含量不可超过68%，否则冰点反而上升。

防冻液的更换要求：

年行使里程（Km）	更换次数
≥40000	一年一次
20000~30000	两年一次
≤10000	三年一次

在使用过程中，应注意冷却器防冻液温度是否正常及容量是否足够。

3.7.4 使用注意事项

- (1)、外部的传动机构为皮带传动。曲轴上减振器皮带轮通过三角皮带传动充电机和水泵（风扇与水泵同轴），发电机通过张紧轮由皮带传动。使用过程中应经常检查水泵皮带的张力是否适当。如张力过小（过松），皮带与皮带轮间会打滑，使循环水量不足，水温会过高，同时会加速皮带磨损。如张力过大（过紧），会加速水泵轴承和皮带的磨损，而且多消耗功率，一般在(20~30)N 力作用下，皮带挠度在(10~15)mm 范围内。
- (2)、水泵轴承及张紧轮轴承应定期加注润滑脂，一般运行 200 小时要加一次，每次不要加得过多，防止甩出污染皮带和发动机。（轴联轴承的水泵不用）。
- (3)、水泵结构的可靠性主要取决于水封，在使用时要经常检查水泵下部泄水孔是否漏水，若漏水（往往在运转时不漏而停车后才漏），说明水封已损坏，应予修复或更换。

- (4)、水泵进水口与散热器之间的管路应选用刚性较好的胶管或钢管，以免被吸扁。
- (5)、柴油机使用过程中，不要轻易把节温器拆掉，以免影响柴油机的正常工作状态。

3.8 增压系统、中冷器

3.8.1 增压器

采用废气涡轮增压技术。增压器为带旁通阀的增压器，能有效地提高低速扭矩并兼顾高低速性能的优点。增压中冷机型的工作原理见下图。

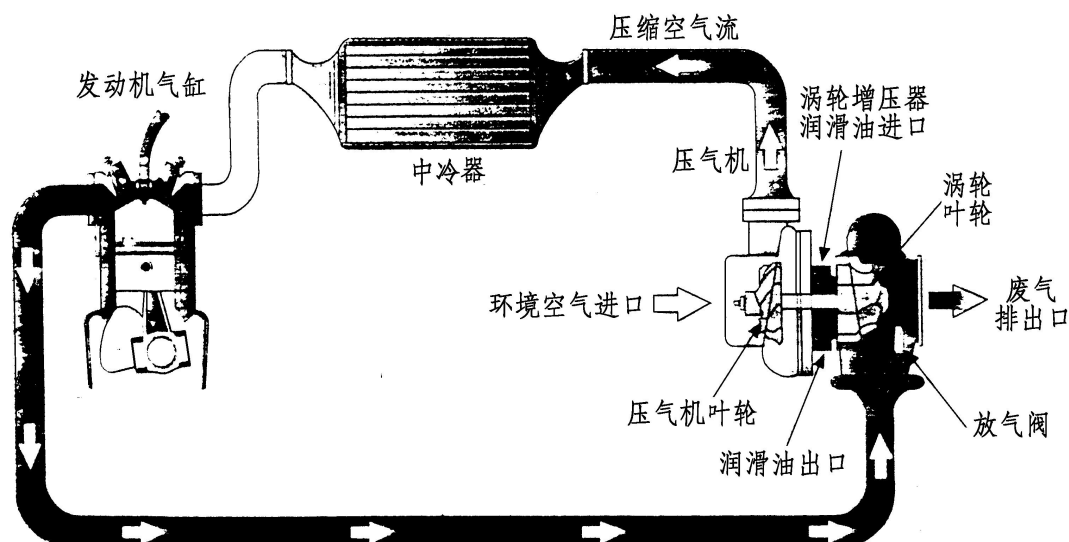


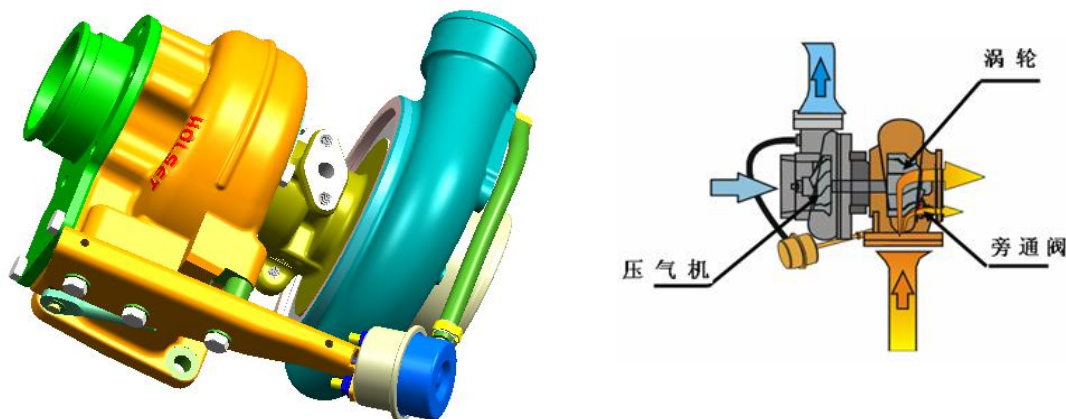
图 增压中冷工作原理

增压发动机工作时，来自发动机排气管的废气进入涡轮，废气压力中的热能使涡轮转动，并使与涡轮同轴的压气机转动。压气机将空气吸入并压缩，然后通过管道进入发动机进气管，离开涡轮的已冷却和膨胀的废气由涡轮壳引向发动机排气系统并进入大气。

进气经压缩后，提高了充入气缸的空气密度，在供气系统的良好配合下，使更多的燃料得以充分燃烧，从而提高了功率，并改善经济性。

增压中冷是将经压缩后的空气冷却，进一步提高空气密度，增加进气量，从而进一步提高功率。同时降低了燃烧室的温度。

该增压器主要是增加了旁通阀这种控制装置。该装置经过精确校准，当它打开时，一部分废气被旁通掉，即不通过涡轮叶轮，这就限制了增压器轴的转速，从而使增压器适应发动机更大的转速；使发动机在较大的转速范围获较经济的油耗。增压器外形图见下图：



增压器

增压器为高速运转的精密机械，不可随意拆动，发生故障应送维修中心修理。使用时应注意以下几点：

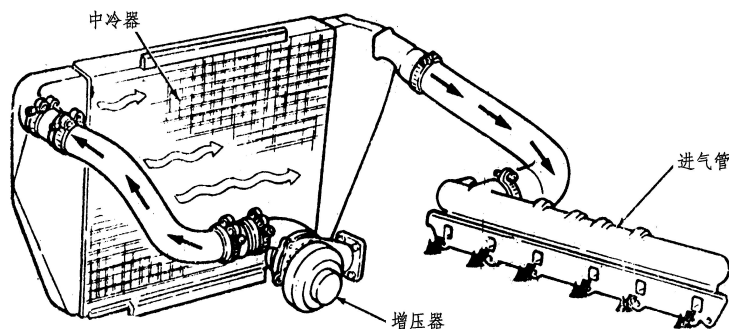
- 在发动机润滑油压力建立以前，必须使发动机保持在怠速状态。
- 在发动机停机之前，要使它的温度和转速逐步地从最大值降下来。一般让它怠速 3 到 5 分钟。
- 预先润滑涡轮增压器。在更换润滑油或做任何维修（包括放出润滑油）之后，涡轮增压器需要进行预先润滑，在发动机启动前要将曲轴盘动几次。启动发动机后，在进入高速运转前，让它怠速 5 到 10 分钟，以建立起整个润滑油循环的压力。
- 低温启动发动机时必须谨慎。当环境温度过低或车辆长时间不用时会影响发动机建立正常的润滑油压力和流量。在这种情况下，发动机启动后必须怠速几分钟才能进入正常工作状态。
- 同时也要避免发动机长时间怠速运转。

3.8.2 中冷器

气体发动机都装有中冷器(整车配置)。增压器压气机出来的空气不是直接进入发动机的进气管，而是用管子将增压空气引至安装在发动机冷却水散热器前面的风—空冷却式中冷器。在这里，压缩空气经过冷却，使其密度进一步提高，有利于提高发动机的性能，风—空中冷器的布置见下图。

增压空气在中冷器扁管中通过，扁管外表面有起散热作用的板翅。

中冷器的故障主要是漏气，漏气将使发动机功率降低，涡轮增压器增压压力下降，并使排气温度升高。应对漏气的中冷器进行焊补。裂缝漏气常发生在扁管与板翅、箱体与集气室焊缝处及箱体等处。检查的最好办法是对中冷器加压至 207KPa，涂肥皂水以找出漏气的准确部位。



中冷器布置图

3.9 进排气系统

3.9.1 空气滤清器

空气滤清器的作用是把进入发动机的环境空气中的灰尘和杂质滤掉，从而保证气缸内的空气清洁，减少气缸与活塞之间，活塞组本身，以及气门组零件的磨损。

空气滤清器在使用一定时间后，滤芯会变脏，空气滤清器的进气阻力也会增大，当空气滤清器的进气阻力增大到一定程度以上时，发动机将因得不到足够的空气供应而将产生排气冒烟、动力不足等问题。

空气滤清器的使用和保养：

绝对禁止发动机在不装空气滤清器或空气滤清器失效的情况下工作。

用户可以通过观察装在空气滤清器后的进气管上的空气阻力指示器来判断空气滤清器堵塞情况，当空气阻力指示器的指示窗口由正常情况下的绿色变成红色，则表明滤清器进气阻力超过限定值，需要对其进行清理或更换。

如果空气滤清器上没有空气阻力指示器，则按照空滤器上使用说明进行保养或更换。一般视环境空气中含尘量的高低来定期检查并清理或更换：

1. 在环境空气中含尘量高的特殊工况下工作的公路用车，如矿用汽车等在行驶 2500~5000km 后检查。
2. 非车用发动机（如发电机组等）在工作 100~200h 后（如环境空气含尘量低可适当延长）。
3. 一旦出现空气滤清器堵塞，应立即停机清理或更换空气滤清器滤芯，而后应按空气阻力指示器端头的橡皮塞复位。

注意：该部件在更换的时候必须严格按照说明书进行，并使用配套玉柴的原厂同一型号空滤器；装配时避免漏气和短路，否则会造成动力下降和早期磨损。正确使用和保养空滤器才可以保证和延长发动机的使用寿命。

3.9.2 进气管

进气管总成的作用是将新鲜、清洁、增压（中冷）后的空气提供给发动机的各个工作气缸。它由进气管、进气管垫片、进气接管、进气接管垫片、安装螺栓、垫圈等组成。

进气管为整体式结构，位于气缸盖的左侧。为了尽可能降低进气阻力，进气管的内通道应流畅。

进气管为铸铝件，进气管垫片材料为非石棉纤维一合成橡胶，更换垫片时，要将气缸盖和进气管的相应部位清洗干净。

进气管拧紧力矩顺序要求从中间到两边分两次上紧。

进气管要确保不漏气，例行保养的时候注意检查保证紧固螺栓力矩。

随着配套车型的不同，进气管的型号以及附近的安装可能有所不同，详情请咨询玉柴服务网络。

3.9.3 排气管

排气管总成的作用是保证发动机燃烧废气通畅地排向大气。

排气管为耐热铸铁件，增压器安装法兰处的垫片为合金钢制，不可用一般材料代替。排气管螺栓拧紧力矩为 85N·m。

排气管外面包围着的是排气管罩，可以降低发动机表面温度，注意维修的时候要等待发动机充分冷却，防止烫伤。

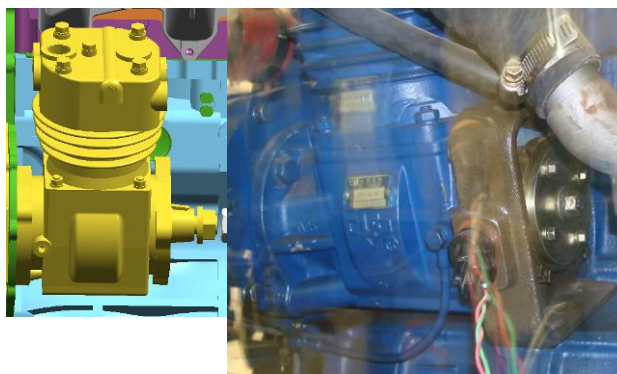
排气管拧紧力矩顺序要求从中间到两边分两次上紧。

排气管要确保不漏气，例行保养的时候注意检查保证紧固螺栓力矩。

3.10 保安系统

3.10.1 空气压缩机

空气压缩机直接安装在齿轮室盖上，后面安装辅助支架、信号盘托板及信号轮。安装信号盘托板和信号轮时注意按前面提及的方法进行装配。



空气压缩机的润滑油来自发动机的润滑系统润滑机体前端轴承处，经进油管接入。发动机运转时，应经常注意检查油路是否通畅，以免空压机失油而损坏。

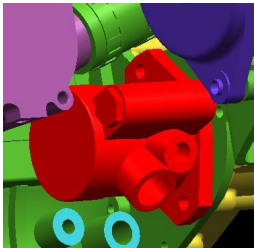
发动机的空气压缩机是水冷型式的，进水来自发动机水泵，回水到发动机节温器。

空气压缩机常见故障及处理

故障现象	可能产生的原因	排除方法
空压机不压缩空气	➤ 阀片变形或断裂 ➤ 进排气口或腔内积炭过多	➤ 更换阀片 ➤ 清理积炭
空气压缩压力不足	➤ 输送管路漏气 ➤ 进气堵塞 ➤ 阀片密封不严 ➤ 空压机缸体、活塞、活塞环磨损严重 ➤ 缸盖缸垫密封不严	➤ 密封漏气部位 ➤ 清理进气管路 ➤ 清理、更换阀片 ➤ 更换磨损零件 ➤ 更换缸盖垫
排气口喷油	➤ 进气阻力大 ➤ 空压机缸体、活塞、活塞环磨损严重 ➤ 油环装反	➤ 清理、更换滤清器滤芯等 ➤ 更换磨损零件 ➤ 重新安装油环
烧瓦、拉瓦	➤ 供油不足 ➤ 润滑油变质 ➤ 杂质过多	➤ 检查、更换进油油路有关零件 ➤ 更换润滑油 ➤ 更换润滑油
异响	➤ 连杆螺栓松动 ➤ 轴承、轴瓦磨损严重 ➤ 活塞顶有异物	➤ 紧固连杆螺栓 ➤ 更换轴承、轴瓦 ➤ 更换、维修有关零件

3. 10. 2 转向泵

转向泵起辅助推动转向机的作用，安装于排气侧齿轮盖板之后，见下图.



3. 10. 2. 1 拆卸注意事项：

- 1). 装拆中，严禁用力敲打、撞击，轻取轻放。
- 2). 管路在拆装更换时，严格保证清洁度，并注意管路 with 泵进出油口密封垫圈的光整性，如变形较大，需及

时更换，否则油路会漏油。

3). 特别注意：因转向泵属汽车安全件，其零件制造及装配有严格的要求，禁止非专业人员自行拆装转向泵内部零件。

3. 10. 2. 2 使用注意事项：

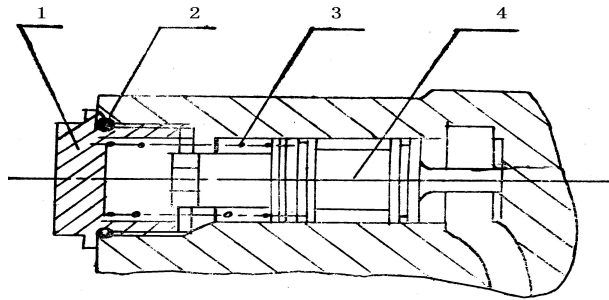
- 1) 环境温度在 0℃ 以上，采用 N68HM、N46HM 抗磨液压油，环境温度在 0℃ 以下采用 N32HM 抗磨液压油。
- 2) 油罐内添新油时，必须经过滤方可注入（过滤精度为 25 μ m）（应具有“新”油并不干净的概念）。
- 3) 转向泵严禁在无油的状态下使用，否则会缩短泵的使用寿命。
- 4) 将方向盘打到死角位置的连续时间不得超过半分钟，否则会缩短泵的使用寿命。
- 5) 新转向泵走合 3000km 及以后每行驶 5000km 需及时更换油液，同时清洗或更换油罐中滤芯。
- 6) 使用中应经常检查油罐中油量是否缺少，油液有无变质，杂质是否过多，如发现不良状况，应及时添加或更换。
- 7) 转向系统排空气，一般在转向油泵的出油口处排空气即可，具体方法是在发动机不转动时，拧松出油接头，待有油漏出来后再拧紧，这时起动发动机，左右扳动方向盘，空气便全部被排到储油罐中，通过呼吸器排到空气中。
- 8) 进回油接头出现漏油现象时不允许采用涂密封胶排除，否则会造成转向泵失效。

3. 10. 2. 3 常见的故障及排除方法：

现象	原因	排除方法
转向缓慢、沉重	油箱内油少	加油至油面高度
	油液粘度大	使用推荐油液（N32—N46）
	吸油不畅	清洗滤油网及管路，根据使用环境定期检查，及时清洗更换
	管路有死角	固定油管，防止死角产生
压力不稳 噪音较大	吸油管漏气	更换吸油管或拧紧管夹
	吸油口密封不良	检查密封铜垫变形情况，去除脏物、毛刺或更换
	骨架密封圈损坏	更换骨架密封圈
漏油	出油口密封不良	更换该处密封件
	流量阀大螺帽处密封不良	更换该处“O”型圈
	后盖密封圈损坏	专业厂家维修
或转向助力压力不足	流量阀卡死	用金相纸抛光阀体表面，清洗阀孔（参照阀卡检修安装示意图）
	内部零件失效所致	专业厂家维修

3. 10. 2. 4 阀卡检修安装图：

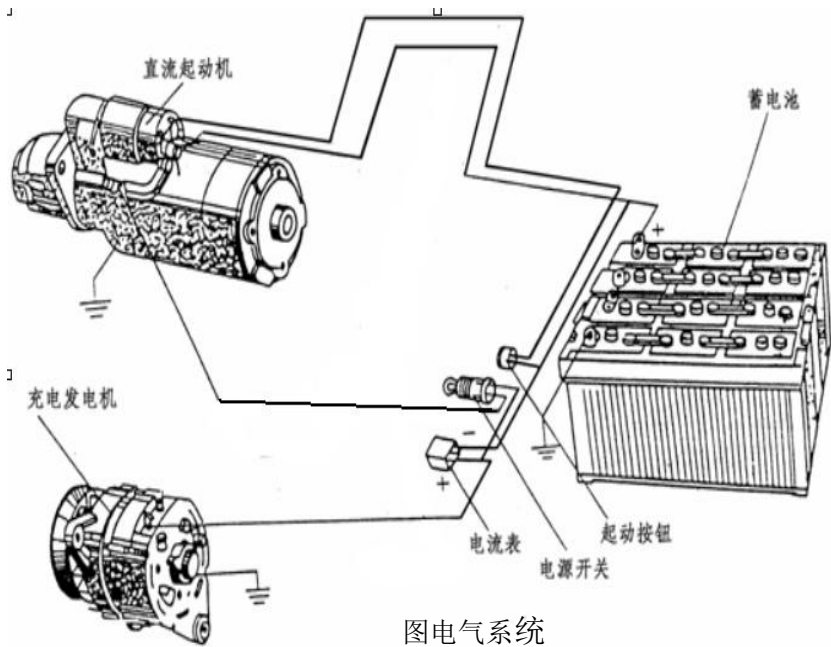
检修时对伐芯 4 表面抛光，清洗伐孔，使阀在孔内运动自如。装配时注意“0”型圈是否切边，否则会漏油。



1、螺帽 2、“0”型圈 3、弹簧 4、伐芯

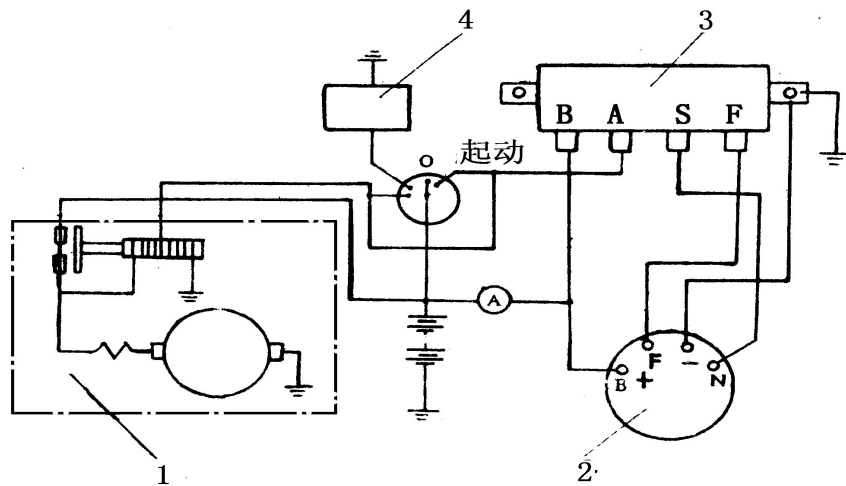
3.11 电器系统

电器系统一般有保证发动机可靠起动的电瓶、直流起动机和保证汽车的用电设备所需要电能的充电发电机，见下图。



图电气系统

电器系统原理图如图所示。



1. 起动马达 2. 发电机 3. 调节器 4. 加热器

图 电器系统

3.11.1 充电发电机

(1) 发动机所使用的充电发电机，皮带传动，额定电压 28V，额定功率为 1000W。电机为负极搭铁（接地），不能接错线，否则将会烧坏发电机（注：电路由于各汽车厂采用不同的调节器将有所变化，请用户注意相应的汽车使用说明书中说明）。

(2) 对发电机正确使用，不但其故障少，而且寿命长。如果使用不当，则很容易造成损坏，所以在使用和维护中应特别注意。**由于配套情况多变，具体操作请根据实际充电机接线图进行，一般电机上会有接线示意图**

发电机传动皮带张力的调整应该适度，既不能过松也不可过紧。过松，易使皮带打滑，造成发电量不足；过紧，容易损坏传动皮带和发电机轴承。调整时，可用手在皮带中间位置向下按，若能降低 10~15mm，则其松紧度合适。

(3) 正确判断发电机充电系统的工作是否正常：

在装有电流表的车辆上，汽车行驶过程中若充电电流由大到小，最后接近零，属于正常现象。因为汽车启动时，蓄电池给起动机提供了大量电能，致使其端电压下降；当发动机运转后，发电机立即向蓄电池进行补充充电，直到蓄电池端电压达到调节器的限额电压值时，电流表指示出的充电电流最小，表明蓄电池已被充足。

在装有充电指示灯的车辆上，可通过发动机由低速到中速的变化过程，分别按下汽车喇叭按钮，或打开前照灯的远光灯，以此来判断充电系统的工作是否正常。若电喇叭发出尖叫声或车灯很亮，则说明发电机电压过高。也可用电压表跨接于蓄电池两端，观察发电机输出电压的高低。

汽车在行驶过程中，若出现电流表始终指示出充电电流很大，或经常烧坏灯泡和保险丝，一般都是由于调压器失调或接线错误而导致输出电压过高。若电流表总是指在“0”位不动或充电电流过小，或夜间开灯其亮度越来越暗，其原因是调压器有故障或发电机本身出了问题。

(4) 不允许私自增加用电设备，否则会造成电机充电不足，损坏发电机。如果经汽车厂同意，必须同时相应增加发电机容量；

(5) 发电机的维护要点

发电机在使用中要经常保持其外部清洁，并注意检查各接线柱有无松动的情況。汽车行驶 30000km 左右应给发电机拆检、维修的内容如下：

- ①. 使用压缩空气吹净发电机内部的尘土，并用汽油清洗各部位存留的油垢。
- ②. 检查发电机各接线柱上的导线是否接触良好、连接牢固。
- ③. 若发现发电机轴承有明显窜动或异响，应更换。在维护中，发电机轴承应加注 1~3 号复合钙钠基润滑脂。

3.11.2 直流起动机

直流起动机的功能是克服发动机气缸压缩、摩擦力及惯性力等阻力，使发动机从静止状态进入到发动机所需要的起动转速，实现发动机着火燃烧和正常运转。

起动电机为 QD2702 型直流电机，工作电压 24V，最大输出功率 6kW（由于配套不同，所选用的参数会有所不同）。外形见下图：

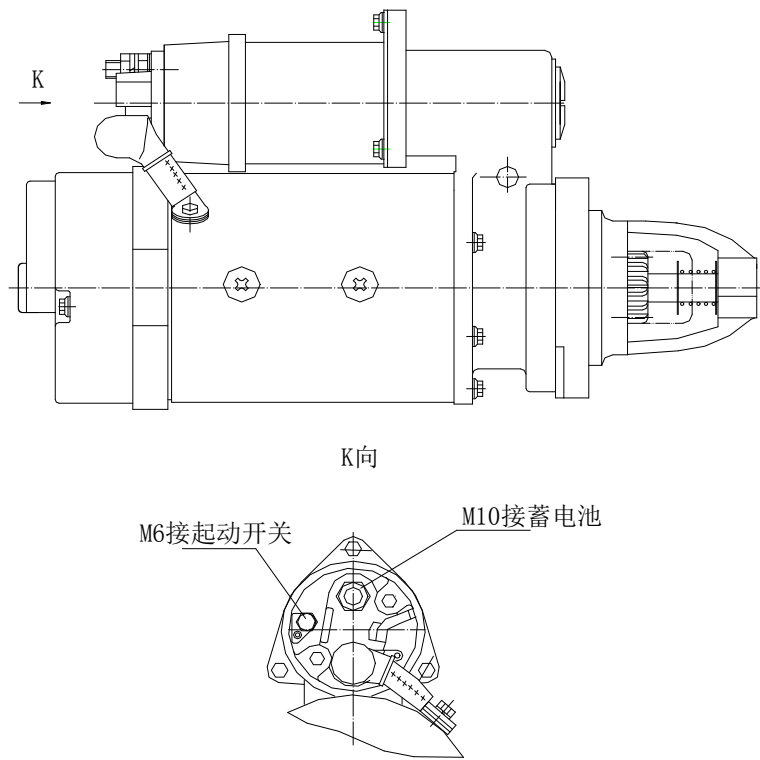


图 起动电机

(1) 工作过程

当司机接通汽车钥匙开关时，起动电机得电，电流流经电磁开关线圈，产生电磁吸拉力，使动铁心在电磁力的作用下移动，动铁心带动拨叉机构，使起动电机单向器齿轮进入工作位置，拖动发动机飞轮齿圈，当发动机被拖动到一定转速时，发动机点火“着车”，这时，司机断开汽车钥匙开关，起动电机被断电，借助发动机反拖力使起动电机单向器齿轮从啮合位置返回初始位置，见下图：

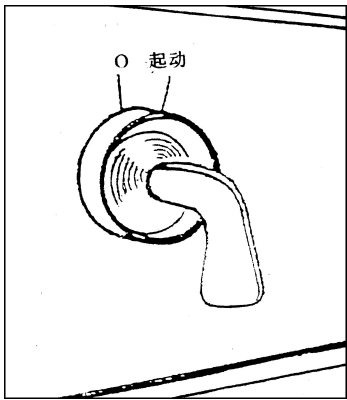


图 起动电机的使用

(2) 使用与维护

●检查蓄电池电力、导线连接、直流起动机安装螺栓是否牢靠。

●启动时应注意，起动机持续工作时间不要超过 10 秒钟，否则容易烧坏。电机连续使用时，每两次的间隔时间应不少于 1 分钟以上。若连续 3 次未能起动，则应查明原因并排除故障后再起动。

●发动机起动成功后，应立即将开关拧回“0”位，否则发动机将会通过飞轮齿圈带动起动机超速运转，使电机烧坏。

●应经常保持直流起动机各部分的清洁和干燥。

●每年应对直流起动机进行一次检查和调整。

3.12 离合器

警告：不管是否在三包范围内，以下情况造成离合器烧片、损坏飞轮和离合器压盘的，用户负全责：1) 踏板没有自由行程；2) 分泵推杆有调节机构而没有调出分泵的自由行程；3) 从动盘到磨损极限不更换的。

3.12.1 离合器的正确使用

1) 踩踏板必须迅速彻底，抬踏板过自由行程后则要缓慢平稳，防止冲击负荷过大损坏离合器；车辆起步不稳时应适当提高起步转速，但尽可能不超 1300 转/分；

2) 汽车正常行驶时不允许脚一直踩在离合踏板上，避免半离合磨损，加速时杜绝猛轰油门，防止离合器滑磨烧片；

3) 接近停车位置前应先踩下离合器再踩死刹车避免离合器的减震系统损坏；

4) 禁止踩离合滑行或发动机熄火滑行，一般情况下不许用汽车滑行来起动发动机；

5) 严禁使用猛加油门再猛抬离合器的方法来通过松软路面、泥泞路段和冰雪路面；

3.12.2 离合器的维护

1) 分离轴承及轴承座的润滑：

分离轴承缺油会烧死或散架，会磨坏离合器分离接触面，分离轴承座缺油会回位不畅，造成飞轮、摩擦片和压盘加速磨损甚至烧裂；一般汽车行驶 4000-5000km 时润滑一次，若没有加油装置，在拆变速箱或更换离合器时必须给分离轴承和分离轴承座加注润滑脂，若分离轴承回位不迅速，必须加挂回位弹簧或增加回位弹簧弹力；

2) 离合器操作系统的检查：

每天出车前应检查离合器踏板的自由行程，没有自由行程或自由行程过小时踩踏板会很快感觉到有阻力，这是不允许的，会造成分离轴承压紧离合器而压力不足，出现打滑和烧片故障。分泵推杆没有调节机构的，踏板的自由行程 3~6，分泵推杆有调节机构的，踏板的自由行程 20~45，不符合要求的必须调整后再使用。

3) 离合器操纵系统的调整：

随着摩擦片磨薄离合器分离指会向变速箱方向后退，踏板的自由行程随之减少，没有自由行程就相当于半离合会打滑和烧片。正确的调整步骤和方法为：

①总泵间隙必须保证为 0.5~1 毫米：间隙过大时会造成踏板行程不够，直接影响到分泵分离行程也不够，表现为离合器分离不清磨损加剧同时很难挂挡，调过头时会使总泵活塞的单向阀关闭，高压油回不来分泵无法回位而烧离合器片；间隙过小时总泵进油不畅，造成油量不足也表现为分泵分离行程不够难挂挡。调整方法：松开总泵调整锁紧螺母，旋转总泵推杆碰到总泵活塞上的球窝后，以锁紧螺母作基准后退 0.5 牙螺纹后锁紧螺母即可。

注：不同的总泵调整方法可能不同，但总泵间隙必须保证。



总泵推杆

总泵调整锁紧螺母

踏板

②可调整分泵间隙必须保证为 5~7 毫米（对应的离合器自由行程为 3~5 毫米）。间隙过大时离合器分离有效行程减少造成分离不彻底难挂挡。间隙过小时分离轴承跟着离合器转会造成分离指和分离轴承滑磨抖动，严重时使离合器一直处于半分离状态，表现为压力不足、磨损和烧离合器片。调整方法：取下分泵上的回位弹簧，松开分泵调整锁紧螺母，旋转分泵推杆使分离轴承前移碰到离合器分离指（轻推分泵推杆不能前后移动）后，以锁紧螺母作基准后退 3.5 牙螺纹后锁紧螺母，再挂上回位弹簧即可。

注：不同的可调整分泵调整方法可能不同，但分泵的间隙必须保证。



调整锁紧螺母

4) 离合器从动盘定时更换

①从动盘接近磨损极限时发生的现象：易发生打滑、起步抖动故障或离合异响；

②从动盘更换时间段：离合器每次离合都会发生滑磨磨损，从动盘直径小于 $\Phi 300$ 的单片厚度允许磨损 2 毫米，离合次数约为 1.2 万次；从动盘直径大于 $\Phi 300$ 的单片厚度允许磨损 3.2 毫米，离合次数约为 1.8 万次；频繁离合的公交车每天离合次数超 500 次以上的，1 个月就需要更换离合器从动盘，每天离合次数约 100 次左右的，

使用半年后更换离合器从动盘；用户可以根据使用频次定时更换。

③不及时更换磨损到极限的从动盘后果：磨损到极限的从动盘会露出铆钉，铆钉会损伤飞轮和离合器压盘，责任是由用户承担的。

3.13 空气滤清器

空气滤清器的作用是把进入发动机的环境空气中的灰尘和杂质滤掉，从而保证气缸内的空气清洁，减少气缸与活塞之间，活塞组本身，以及气门组零件的磨损。其结构见图 41。

车用发动机使用的空气滤清器一般为干式，其滤芯是经过严格的树脂处理的优质滤纸制成的，一般做成波褶状以提供最大的过滤面积，可更换。

空气滤清器的进气口一般通过管子与预滤器连接，出气口则通过管子与涡轮增压器的压气机进气口连接。

而空气滤清器在使用一定时间后，滤芯会变脏，空气滤清器的进气阻力也会增大，当空气滤清器的进气阻力增大到 6.25kPa 以上时，发动机将因得不到足够的空气供应而产生排气冒烟、动力不足等问题。



空气滤清器

空气滤清器的使用和保养：

绝对禁止发动机在不装空气滤清器或空气滤清器失效的情况下工作。

用户可以通过观察装在空气滤清器后的进气管上的空气阻力指示器来判断空气滤清器堵塞情况，当空气阻力指示器的指示窗口由正常情况下的绿色变成红色，则表明滤清器进气阻力超过限定值，需要对其进行清理或更换。如果空气滤清器上没有空气阻力指示器，则视环境空气中含尘量的高低来定期检查并清理或更换：

- 1) ． 在环境空气中含尘量高的特殊工况下工作的公路用车，如矿用汽车等在行驶 2500～5000km 后（如环境空气含尘量低可适当延长）。
- 2) ． 非车用发动机（如发电机组等）在工作 100～200h 后（如环境空气含尘量低可适当延长）。
- 3) ． 一旦出现空气滤清器堵塞，应立即停机清理或更换空气滤清器滤芯，而后应按空气阻力指示器端头的橡皮塞复位。

注意：该部件在更换的时候必须严格按照说明书进行，并使用配套玉柴的原厂同一型号空滤器；装配时避免漏气和短路，否则会造成动力下降和早期磨损。正确使用和保养空滤器才可以保证和延长发动机的使用寿命。

3.14 后处理系统

1) GOC 后处理器的工作原理及要求：

GOC 后处理系统载体采用多孔堇青石，其上涂覆贵金属氧化催化剂，根据气体机国 5 排放控制目标，确保后处理器涂层、贵金属含量及载体规格尺寸满足技术要求，能有效降低甲烷（也属于碳氢的一种）、非甲烷碳氢、一氧化碳的排放量。满足国家对气体机国 5 排放标准要求。

后处理器系统总的压降控制在 10～15kPa，能有效的确保发动机正常工作。

2) 整车排气压力控制：

整车排气系统背压控制 $\leq 20\text{kPa}$;

玉柴推荐催化消声器,可以集成催化转化功能和消声功能于一体,可以优化减少消声器的体积,方便安装,降低排气阻力。

3) 后处理器的安装要求

排气出口方向应避开燃油箱、散热器、中冷器、空滤器进气口及驾驶室舱等。

为减小排气阻力,排气管路应尽可能直,弯道的曲率半径也应尽可能大。

为提高后处理器效率,减小排气阻力,后处理器布置应尽量靠近排气涡轮出口端,距排气涡轮出口距离尽量控制 2000mm 之内,同时在涡轮出口到后处理器入口段排气管外包裹保温材。

4 尺寸、重量

4.1 发动机外形及安装尺寸见本使用说明书的附页;

4.2 发动机重量见发动机标牌。

5 发动机的使用

5.1 发动机的使用

5.1.1 起动前

- 检查油底壳机油油面,确保机油足够,保证润滑,若不够,则应添加到机油标尺规定的位置;
- 检查水箱中的冷却液,保证正常冷却(玉柴系列增压机要求必须使用防冻冷却液);
- 检查排除燃气管路的密封性;
- 检查气瓶,若不够,添加燃气;
- 检查电器系统(各连接线路、开关接线等是否牢固可靠,电瓶电解液是否充足,若不够,加足电解液);
- 检查皮带,松紧度应适宜,皮带过松打滑使水泵、风扇的工作不正常,冷却效果差,发动机水温高,过紧则使皮带轮轴受力过大、皮带寿命缩短;
- 检查汽车底盘和操纵装置,禁止汽车带病行驶。

5.1.2 起动

完成起动前准备工作并确认符合要求后,才可以起动发动机(冬天天气寒冷时需对发动机预热后才能起动),起动发动机时,持续起动时间不能超过 10 秒钟;二次起动的时间间隔不应少于 1 分钟;若连续三次均无法起动,则应检查原因,排除故障,再行起动。起动后检查:

机油压力:在怠速时不能低于 0.1Mpa,压力过低,发动机润滑不良会造成各运动副磨损;

水泵工作情况良好,确认冷却液已进入发动机水套内循环;无“三漏”、异响现象;

各汽车仪表的工作情况。发现有不正常现象,必须立即停车检查排除,必要时送修。

5.1.3 运行

发动机起动之后,依次使发动机在低速和中速下空车暖机,当发动机冷却液温度高于 60℃,机油温度高于 45℃时,才允许带负荷工作。并注意以下各点:

不允许发动机长期在怠速下运转。

怠速时机油压力不得低于 0.1Mpa。

运转期间的机油压力、机油温度及出水温度应正常。

如发现有异响和振动,应立即停车检查。

注意油、气、水的密封情况，如有泄漏，应立即消除。

新的发动机或大修后的发动机不允许一开始就以高速、重负荷工作，在最初的 2500 公里或 60 小时之内，应降低功率使用，负荷应不超过 65%，以保证良好的磨合。

5.1.4 停车

发动机应避免急速停车熄火。停车前应低转速运转 3~5 分钟，以使发动机冷却下来，然后加怠速空转 2~3 分钟，使各部分得到充分的机油，然后停车熄火。

另外应注意在环境气温低于 5℃ 以下时，如果发动机冷却液不能确保不发生冰冻，应及时把冷却液放完，以免冻坏机件。

当气温低于-30℃时，应将蓄电池拆下，搬入暖室内保温，否则难以起动。

5.1.5 蓄电池的选用

随着人们对车辆豪华、舒适的要求不断提高，汽车的用电量不断增加，在采用大容量发电机，大功率起动机，尤其是采用非独立空调装置时，必须要注意加大蓄电池的容量。另一方面，在冬季，特别是在高原与高寒地区和北方寒冷地区（-25℃ 以下），蓄电池放电容量大幅下降，为确保和提高发动机的冷起动性能，必须选用大容量的低温免维护蓄电池。选用举例见下表：

南方一般地区使用		北方与高原、高寒地区使用	
蓄电池容量 (Ah)	冷起动电流 (A)	蓄电池容量 (Ah)	冷起动电流(A)
≥150（165）	450	≥180（195）	540
青藏高原用车、公交车（频繁起动，用电量大），宜选用括号内容量的蓄电池。			

5.1.6 燃气

为了使发动机拥有更高的可靠性和更低气耗，丙烷和丁烷的比例不能低于 5：5。

首先要求使用国家标准规定的车用 CNG 或车用 LNG（主要成分为甲烷，有少量乙烷、丙烷及油），禁止使用家用天然气（杂质含量高，成份不符合车用 CNG 标准）。针对各地区天然气成份略有差别，为保证发动机性能、排放一致，使用时请用户提供其所使用的天然气气体成分，以便于发动机厂家根据其所使用的天然气进行燃料参数调整，使发动机运行在最佳状态。

5.1.7 润滑油

电控发动机的零部件精度很高，因此对润滑油的选用要求也较高，必须选用含灰分（0.4~0.95）%的气体发动机专用润滑油，见下表。

使用条件	夏季	≥0 ℃	≥-15 ℃	≥ -30 ℃
油品牌号	15W/40	15W/30	10W/30	5W/30

本机要求正常工作时润滑油压力为（0.3~0.6）MPa，怠速运转时应不低于 0.15Pa。

选择润滑油时，一定要注意两个指标，一个是润滑油的黏度指标，即所说的 15W—40 或 10W—30。另一个是性能等级指标，如含灰分（0.4~0.95）%的气体发动机专用润滑油等。推荐使用悍虎牌气体发动机专用机油。

玉柴发动机要求使用多级粘度的润滑油，这是因为多级润滑油适合的温度工作范围比较大，这样在早晚温差比较大的地区，发动机工作温度变化比较大的时候，发动机需要跨不同温度地区工作的情况下，以及较长的季节范围内其润滑油的粘度都可以满足发动机正常工作的需要。还有一个重要的因素是，单级润滑油的消耗率比多级润滑油高大约 30%。

润滑油的等级代表了润滑油添加剂的水平，对于重载荷的发动机，对其起保护作用的主要是润滑油中的添加剂，由于添加剂会随着时间的逐渐消耗，因此要选用足够等级的润滑油，才能保证发动机在整个换油周期内都可以得到可靠的保护。

5.2 电控发动机的操作

此处只是列出电控发动机与传统的机械泵发动机不同的或应加以注意的步骤、方法和注意事项，其它步骤、方法和注意事项与传统的机械泵发动机相同。

(1) 起动发动机

- 将车辆的电源总开关闭合（若车辆无此开关则省略此步骤），并关闭故障诊断开关，然后再按常规起动方式与注意事项起动发动机。
- 起动时不需要踩电子油门。
- 冷起动：在较冷的环境下，起动操作与常规一样，但是发动机的控制器会根据环境温度以及车辆上的附件发出一些控制指令，以利于起动顺利，发动机在起动过程中的动作会有所不同。

(2) 发动机和车辆的操作

- 车辆起步：按常规操作，避免高挡位起步。建议起步时发动机转速达到 1100r/min 左右才放离合器起步。
- 加速油门踏板的操作：按常规操作，但在一些条件下，控制器为了保护发动机免受过热、过载的伤害，或为避免发动机冒烟，猛踩油门并不能得到想象中的急速加速。
- 换档点的推荐：为了使发动机获得更好的动力性和经济性，建议发动机的换挡转速应在 1000-1100 转/分钟以上。
- 涉水行驶的注意事项：当车辆过积水路面时，车辆应遵循以下规定，避免电控系统因进水而受到损害 and 失效。原则上控制器控制单元离水的高度应超过 200 毫米，并且在水面接近此高度时车辆应以小于 10 公里的时速通过，在积水较浅时车辆应该慢速通过。一旦涉水行驶发动机熄火，应立即切断点火开关，且在确认控制器控制单元和线束干燥之前不能再接通电源。
- 排气制动：按常规操作，若车辆的排气制动装置由发动机的控制器控制时，必须满足如下条件排气制动才能执行。
- 跛脚回家：在某些不正常的情况下，比如油门踏板传感器失效，曲轴传感器失效，发动机故障指示灯将点亮，控制器让发动机以较低的转速和较小的负荷运行，车辆可以慢速地开到附近的维修站，这就是跛脚回家功能，这是玉柴电控发动机为确保行车安全，并且能让用户方便维修的人性化功能。在跛脚回家的情况下，司机能做的就是耐心地将车开到附近的维修站，踩油门踏板企图正常情况下的加速是没有用的。

(3) 停机

必须在车辆的电源总开关关闭前关闭钥匙开关（若车辆无电源总开关则无此要求），其它操作按常规。

5.3 电控发动机的故障指示灯

(1) 指示灯的位置，熄灭和点亮的说明

气体机燃气控制系统故障诊断方法有两种：

利用手提电脑和监控软件进行诊断, 发动机故障通过故障代码和文字说明显示。维修人员可直接根据故障提示进行故障处理。

利用故障诊断仪。故障诊断仪可直接向玉柴购买。

发动机故障指示灯位于驾驶室前面板处，在无故障的情况下，故障指示灯应该为不亮，在发动机发生故障的时候故障指示灯为强亮闪烁提示。

维修时通过故障指示灯读取故障码：

ECI 系统的 CNG 故障码表：

故障码	故障描述	故障器件	故障名称
108	MAP 压力过高	进气歧管压力传感器	MAP high pressure
107	MAP 压力传感器线路断开或对地短路		MAP low voltage
238	TIP 压力传感器线路故障—电源短路	节气门前压力传感器	TIP high voltage
237	TIP 压力传感器线路故障—对地短路		TIP low voltage
183	燃料温度传感器对电源短路或燃料温度高	FT 燃料温度	FT gasoline high
182	燃料温度传感器对地短路或燃料温度低		FT gasoline low
1131	废气旁通阀线路故障—对电源短路	WGP 废气旁通阀压力	WGP high voltage
1132	废气旁通阀线路故障—对地短路		WGP low voltage
234	增压压力过高	增压压力控制	TIP control overboost
299	增压压力过低		TIP control underboost
118	水温传感器对电源短路	ECT 发动机冷却水温	ECT / CHT high voltage
117	水温传感器对地短路		ECT / CHT low voltage
116	水温高于一级限值故障		ECT higher than expected 1
217	水温高于二级限值故障		ECT higher than expected 2
1521	水温高于一级限值故障		CHT higher than expected 1
1522	水温高于二级限值故障		CHT higher than expected 2
113	进气温度传感器对电源短路	IAT 进气温度	IAT high voltage
112	进气温度传感器对地短路		IAT low voltage
111	进气温度高于一级限值故障		IAT higher than expected 1
127	进气温度高于二级限值故障		IAT higher than expected 2
563	蓄电池电压过高	Battery Voltage	Voltage high

562	蓄电池电压过低	蓄电池电压	Voltage low
643	1#5V 参考电压过高	5V External 5V 电源	5VE1 high voltage
642	1#5V 参考电压过低		5VE1 low voltage
653	2#5V 参考电压过高		5VE2 high voltage
652	2#5V 参考电压过低		5VE2 low voltage
1611	两路参考电压同时故障		5VE1/2 simultaneous out-of-range
123	电子节气门第一路对电源短路	TPS 电子节气门位置	TPS1 high voltage
122	电子节气门第一路对地短路		TPS1 low voltage
223	电子节气门第二路对电源短路		TPS2 high voltage
222	电子节气门第二路对地短路		TPS2 low voltage
221	电子节气门第一路高于第二路信号过大		TPS1 higher than TPS2
121	电子节气门第一路低于第二路信号过大		TPS1 lower than TPS2
2112	目标与实际偏差过大		Unable to reach higher TPS
2111			Unable to reach lower TPS
2135			TPS1/2 simultaneous voltages
2122	油门第一路对电源短路	FPP 油门开度 IVS 怠速开关	FPP1 high voltage
2123	油门第一路对地短路		FPP1 low voltage
2128	油门第二路对电源短路		FPP2 high voltage
2127	油门第二路对地短路		FPP2 low voltage
2115	怠速开关接地时油门一路超上限		FPP1 higher than IVS limit
2139	怠速开关不接地时油门一路超下限		FPP1 lower than IVS limit
2116	怠速开关接地时油门二路超上限		FPP2 higher than IVS limit
2140	怠速开关不接地时油门二路超下限		FPP2 lower than IVS limit
2126	第一路高于第二路		FPP1 higher than FPP2
2121	第一路低于第二路		FPP1 lower than FPP2
2130	IVS 卡滞在怠速位置，第一第二路匹配		IVS stuck at-idle, FPP1/2 match
2131	IVS 卡滞在非怠速位置，第一第二路匹配		IVS stuck off-idle, FPP1/2 match
1121	油门第一路第二路同时线路故障		FPP1/2 simultaneous voltages
2120	FPP1 线路故障，FPP2 与 IVS 不匹配		FPP1 invalid voltage and FPP2
2125	FPP2 线路故障，FPP1 同 IVS 不匹配		FPP2 invalid voltage and FPP1
1122	FPP1 和 FPP2 不匹配，同时 IVS 信号丢失		FPP1/2 do not match each other

	失		
1515	旁通控制阀压力传感器对电源短路	旁通控制阀压力传感器	AUX analog PD1 high
1516	旁通控制阀压力传感器对地短路		AUX analog PD1 low
1511	EPR 天然气温度传感器对电源短路	天然气温度（EPR）	AUX analog PU1 high
1512	EPR 天然气温度传感器对地短路		AUX analog PU1 low
1513	高压减压器天然气温度传感器对电源短路	天然气温度（高压减压器）	AUX analog PU2 high
1514	高压减压器天然气温度传感器对地短路		AUX analog PU2 low
219	发动机转速超速	Engine Speed 发动机转速	Max govern speed override
1111	发动机转速高于燃料限制转速		Fuel rev limit
1112	发动机转速高于点火限制转速		Spark rev limit
1161	LPG 正自适应修正超限	自适应修正超限	AL high LPG
1162	LPG 负自适应修正超限		AL low LPG
1163	NG 正自适应修正超限		AL high NG
1164	NG 负自适应修正超限		AL low NG
1151	LPG 正闭环修正超限	闭环修正超限	CL high LPG
1152	LPG 负闭环修正超限		CL low LPG
1153	NG 正闭环修正超限		CL high NG
1154	NG 负闭环修正超限		CL low NG
134	EGO 传感器开路故障	EGO Sensors 氧传感器	EGO open / lazy pre-cat 1
160	UEGO 内部处理器故障		EGO open / lazy post-cat 2
686	电源继电器控制线路对地短路	Power Relay 主电源继电器	Relay control ground short
685	电源继电器线圈开路		Relay coil open
687	电源继电器控制线路对电源短路		Relay coil short to power
1644	MIL 控制线路对地短路	MIL 故障指示灯	MIL control ground short
650	MIL 线路开路故障		MIL open
1645	MIL 控制线路与电源短路		MIL control short to power
1171	电控调压器出口压力比预期高	Megajector 电控调压器	MegaJector delivery pressure higher than expected
1172	电控调压器出口压力比预期高		MegaJector delivery pressure 'lower than expected
1173	电控调压器通讯丢失		MegaJector comm lost
1174	电控调压器电源电压过高		MegaJector voltage supply high
1175	电控调压器电源电压过低		MegaJector voltage supply low

1176	电控调压器驱动模块故障		MegaJector internal actuator fault detection
1177	电控调压器内部线路故障		MegaJector internal circuitry fault detection
1178	电控调压器通讯故障		MegaJector internal comm' fault detection
1183	电控调压器自关闭故障		MegaJector autozero / lockoff failed
342	凸轮轴输入信号丢失	Cam / Crank 曲轴或凸轮轴	Cam loss
337	曲轴输入信号丢失		Crank loss
341	凸轮轴信号干扰导致重新同步		Cam sync noise
336	曲轴信号干扰导致重新同步		Crank sync noise
16	曲轴和凸轮轴信号启动过程不同步		Never crank synced at start
1626	CAN 通讯报文发送失败	J1939 CAN 网络	CAN Tx failure
1627	CAN 通讯报文接收故障		CAN Rx failure
1628	CAN 设备源地址冲突		CAN address conflict failure

ECI 系统故障码表:LPG 与 NG 故障码有区别的 4 个：

编码	名称
1161	LPG 自适应修正高
1162	LPG 自适应修正低
1151	LPG 闭环修正高
1152	LPG 闭环修正低

CFV 系统故障码表：

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
0	P0108	MAP pressure high	108	106	16
1	P0107	MAP voltage low	107	106	4
2	P0238	TIP/TOP high voltage	238	102	3
3	P0237	TIP/TOP low voltage	237	102	4
4	P0236	TIP/TOP active	236	102	2
5	P0183	FT high voltage	183	174	3
6	P0182	FT low voltage	182	174	4
7	P0188	Gaseous fuel temperature sender high voltage	188	3468	3
8	P0187	Gaseous fuel temperature sender low voltage	187	3468	4

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
9	P1131	WGP voltage high	1131	1192	3
10	P1132	WGP voltage low	1132	1192	4
11	P0234	Boost control over-boost failure	234	102	0
12	P0299	Boost control under-boost failure	299	102	1
13	P0118	ECT voltage high	118	110	3
14	P0117	ECT voltage low	117	110	4
15	P0116	ECT higher than expected stage 1	116	110	15
16	P0217	ECT higher than expected stage 2	217	110	0
17	P0113	IAT voltage high	113	105	3
18	P0112	IAT voltage low	112	105	4
19	P0111	IAT higher than expected stage 1	111	105	15
20	P0127	IAT higher than expected stage 2	127	105	0
21	P2428	EGT temperature high	2428	173	0
22	P2229	BP high pressure	2229	108	0
23	P0129	BP low pressure	129	108	1
24	P0563	Vbat voltage high	563	168	15
25	P0562	Vbat voltage low	562	168	17
26	P0643	Sensor supply voltage 1 high	643	1079	3
27	P0642	Sensor supply voltage 1 low	642	1079	4
28	P0653	Sensor supply voltage 2 high	653	1080	3
29	P0652	Sensor supply voltage 2 low	652	1080	4
30	P1611	Sensor supply voltage 1 and 2 out-of-range	1611	1079	31
31	P0123	TPS1 voltage high	123	51	3
32	P0122	TPS1 voltage low	122	51	4
33	P0223	TPS2 voltage high	223	3673	3
34	P0222	TPS2 voltage low	222	3673	4
35	P0221	TPS1-2 higher than expected	221	51	0
36	P0121	TPS1-2 lower than expected	121	51	1
37	P2112	Unable to reach higher TPS	2112	51	7
38	P2111	Unable to reach lower TPS	2111	51	7
39	P2135	TPS1/2 simultaneous voltages out-of-range	2135	51	31
40	P2122	FPP1 voltage high	2122	91	3
41	P2123	FPP1 voltage low	2123	91	4
42	P2128	FPP2 voltage high	2128	29	3

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
43	P2127	FPP2 voltage low	2127	29	4
44	P2115	FPP1 higher than IVS	2115	91	0
45	P2139	FPP1 lower than IVS	2139	91	1
46	P2116	FPP2 higher than IVS	2116	29	0
47	P2140	FPP2 lower than IVS	2140	29	1
48	P2126	FPP1-2 higher than expected	2126	91	16
49	P2121	FPP1-2 lower than expected	2121	91	18
50	P2130	IVS stuck at-idle, FPP1/2 match	2130	558	5
51	P2131	IVS stuck off-idle, FPP1/2 match	2131	558	6
52	P1531	Gov1/2/3 interlock failure	1531	0	31
53	P1515	AUX analog Pull-Down 1 high voltage	1515	710	3
54	P1516	AUX analog Pull-Down 1 low voltage	1516	710	4
55	P1561	AUX analog Pull-Down 2 high voltage	1561	711	3
56	P1562	AUX analog Pull-Down 2 low voltage	1562	711	4
57	P1563	AUX analog Pull-Down 3 high voltage	1563	712	3
58	P1564	AUX analog Pull-Down 3 low voltage	1564	712	4
59	P1511	AUX analog Pull-Up 1 high voltage	1511	701	3
60	P1512	AUX analog Pull-Up 1 low voltage	1512	701	4
61	P1513	AUX analog Pull-Up 2 high voltage	1513	702	3
62	P1514	AUX analog Pull-Up 2 low voltage	1514	702	4
63	P1517	AUX analog Pull-Up 3 high voltage	1517	703	3
64	P1518	AUX analog Pull-Up 3 low voltage	1518	703	4
65	P1541	AUX analog Pull-Up/Down 1 high voltage	1541	704	3
66	P1542	AUX analog Pull-Up/Down 1 low voltage	1542	704	4
67	P1543	AUX analog Pull-Up/Down 2 high voltage	1543	705	3
68	P1544	AUX analog Pull-Up/Down 2 low voltage	1544	705	4
69	P1545	AUX analog Pull-Up/Down 3 high voltage	1545	706	3
70	P1546	AUX analog Pull-Up/Down 3 low voltage	1546	706	4
71	P1547	AUX analog Pull-Up/Down 4 high voltage	1547	713	3
72	P1548	AUX analog Pull-Up/Down 4 low voltage	1548	713	4
73	P1551	AUX digital 1 high voltage	1551	707	3
74	P1552	AUX digital 1 low voltage	1552	707	4
75	P1553	AUX digital 2 high voltage	1553	708	3
76	P1554	AUX digital 2 low voltage	1554	708	4

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
77	P1555	AUX digital 3 high voltage	1555	709	3
78	P1556	AUX digital 3 low voltage	1556	709	4
79	P0219	RPM higher than max allowed govern speed	219	515	15
80	P1111	RPM above fuel rev limit level	1111	515	16
81	P1112	RPM above spark rev limit level	1112	515	0
82	P0524	Oil pressure sender low pressure stage 2	524	100	1
83	P0521	Oil pressure sender high pressure	521	100	0
84	P0523	Oil pressure sender high voltage	523	100	3
85	P0522	Oil pressure sender low voltage	522	100	4
86	P0520	Oil pressure sender low pressure stage 1	520	100	18
87	P1161	Adaptive-learn LPG high	1161	4237	0
88	P1162	Adaptive-learn LPG low	1162	4237	1
89	P1163	Adaptive-learn NG high	1163	4237	0
90	P1164	Adaptive-learn NG low	1164	4237	1
91	P1151	Closed-loop LPG high	1151	4236	0
92	P1152	Closed-loop LPG low	1152	4236	1
93	P1153	Closed-loop NG high	1153	4236	0
94	P1154	Closed-loop NG low	1154	4236	1
95	P1165	Catalyst inactive on LPG	1165	3050	11
96	P1166	Catalyst inactive on NG	1166	3050	11
97	P0134	EG01 open / lazy	134	3217	5
98	P0154	EG02 open / lazy	154	3227	5
99	P0140	EG03 open / lazy	140	3256	5
100	P0160	EG04 open / lazy	160	3266	5
101	P8901	UEGO microprocessor internal fault	8901	3221	31
102	P8902	UEGO heater supply high voltage	8902	3222	3
103	P8903	UEGO heater supply low voltage	8903	3222	4
104	P8904	UEGO cal resistor voltage high	8904	3221	3
105	P8905	UEGO cal resistor voltage low	8905	3221	4
106	P8906	UEGO return voltage shorted high	8906	3056	3
107	P8907	UEGO return voltage shorted low	8907	3056	4
108	P8908	UEGO pump voltage shorted high	8908	3218	3
109	P8909	UEGO pump voltage shorted low	8909	3218	4
110	P8910	UEGO sense cell voltage high	8910	3217	3

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
111	P8911	UEGO sense cell voltage low	8911	3217	4
112	P8912	UEGO pump voltage at high drive limit	8912	3225	3
113	P8913	UEGO pump voltage at low drive limit	8913	3225	4
114	P8914	UEGO sense cell slow to warm up	8914	3222	10
115	P8915	UEGO pump cell slow to warm up	8915	3225	10
116	P8916	UEGO sense cell impedance high	8916	3222	0
117	P8917	UEGO pump cell impedance high	8917	3225	0
118	P8918	UEGO pump cell impedance low	8918	3225	1
119	P2300	Spark coil 1 primary open or short to ground	2300	1268	5
120	P2303	Spark coil 2 primary open or short to ground	2303	1269	5
121	P2306	Spark coil 3 primary open or short to ground	2306	1270	5
122	P2309	Spark coil 4 primary open or short to ground	2309	1271	5
123	P2312	Spark coil 5 primary open or short to ground	2312	1272	5
124	P2315	Spark coil 6 primary open or short to ground	2315	1273	5
125	P2318	Spark coil 7 primary open or short to ground	2318	1274	5
126	P2321	Spark coil 8 primary open or short to ground	2321	1275	5
127	P2324	Spark coil 9 primary open or short to ground	2324	1276	5
128	P2327	Spark coil 10 primary open or short to ground	2327	1277	5
129	P2301	Spark coil 1 primary shorted	2301	1268	6
130	P2304	Spark coil 2 primary shorted	2304	1269	6
131	P2307	Spark coil 3 primary shorted	2307	1270	6
132	P2310	Spark coil 4 primary shorted	2310	1271	6
133	P2313	Spark coil 5 primary shorted	2313	1272	6
134	P2316	Spark coil 6 primary shorted	2316	1273	6
135	P2319	Spark coil 7 primary shorted	2319	1274	6
136	P2322	Spark coil 8 primary shorted	2322	1275	6
137	P2325	Spark coil 9 primary shorted	2325	1276	6
138	P2328	Spark coil 10 primary shorted	2328	1277	6
139	P0686	Power relay ground short	686	1485	4
140	P0685	Power relay coil open	685	1485	5
141	P0687	Power relay coil short to power	687	1485	3
142	P0616	Start relay ground short	616	1321	4
143	P0615	Start relay coil open	615	1321	5
144	P0617	Start relay coil short to power	617	1321	3

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
145	P1644	MIL control ground short	1644	1213	4
146	P0650	MIL open	650	1213	5
147	P1645	MIL control short to power	1645	1213	3
148	P2618	Tach output ground short	2618	645	4
149	P2619	Tach output short to power	2619	645	3
150	P1171	EPR/CFV delivery pressure higher than expected	1171	520260	0
151	P1172	EPR/CFV delivery pressure lower than expected	1172	520260	1
152	P1173	EPR/CFV comm lost	1173	520260	31
153	P1174	EPR/CFV voltage supply high	1174	520260	3
154	P1175	EPR/CFV voltage supply low	1175	520260	4
155	P1176	EPR/CFV internal actuator fault detection	1176	520260	12
156	P1177	EPR/CFV internal circuitry fault detection	1177	520260	12
157	P1178	EPR/CFV internal comm fault detection	1178	520260	12
158	P1183	EPR/CFV auto-zero / lock-off failure	1183	520803	31
159	P0916	Shift tactuator feedback out-of-range	916	520226	3
160	P0919	Shift unable to reach desired gear	919	520226	7
161	P0920	Shift actuator or drive circuit failed	920	520226	31
162	P1631	PWM1-Gauge1 open / ground short	1631	697	5
163	P1632	PWM1-Gauge1 short to power	1632	697	3
164	P1633	PWM2-Gauge2 open / ground short	1633	698	5
165	P1634	PWM2-Gauge2 short to power	1634	698	3
166	P1635	PWM3-Gauge3 open / ground short	1635	699	5
167	P1636	PWM3-Gauge3 short to power	1636	699	3
168	P1637	PWM4 open / ground short	1637	700	5
169	P1638	PWM4 short to power	1638	700	3
170	P1639	PWM5 open / ground short	1639	924	5
171	P1640	PWM5 short to power	1640	924	3
172	P1661	PWM6 open / ground short	1661	925	5
173	P1662	PWM6 short to power	1662	925	3
174	P1663	PWM7 open / ground short	1663	926	5
175	P1664	PWM7 short to power	1664	926	3
176	P1665	PWM8 open / ground short	1665	2646	5
177	P1666	PWM8 short to power	1666	2646	3
178	P1669	PWM9 open / ground short	1669	2647	5

故障索引	故障码	描述	故障闪码	故障码设置	
				SPN	FMI
179	P1670	PWM9 short to power	1670	2647	3
180	P502	Roadspeed input loss of signal	502	84	8
181	P0342	Loss of CAM input signal	342	723	4
182	P0341	CAM input signal noise	341	723	2
183	P0336	CRANK input signal noise	336	636	2
184	P0337	Crank signal loss	337	636	4
185	P0016	rank and/or cam could not synchronize during start	16	636	8
186	P0606	Microprocessor failure - COP	606	629	31
187	P1612	Microprocessor failure - RTI 1	1612	629	31
188	P1613	Microprocessor failure - RTI 2	1613	629	31
189	P1614	Microprocessor failure - RTI 3	1614	629	31
190	P1615	Microprocessor failure - A/D	1615	629	31
191	P1616	Microprocessor failure - Interrupt	1616	629	31
192	P0601	Microprocessor failure - FLASH	601	628	13
193	P0604	Microprocessor failure - RAM	604	630	12
194	P1625	J1939 shutdown request	1625	1110	31
195	P1626	CAN-J1939 Tx fault	1626	639	12
196	P1627	CAN-J1939 Rx fault	1627	639	12
197	P1628	J1939 CAN address / engine-number conflict	1628	639	13
198	P1629	J1939 TSC1 message receipt loss	1629	695	9
199	P1630	J1939 ETC message receipt loss	1630	91	19
200	P1651	J1939 ETC message receipt loss while in-gear	1651	91	9

ESI 系统的故障码表暂不列出。

(2) 故障指示灯变亮后的处理

一旦故障指示灯变强亮了，驾驶者应将车尽快开到维修站进行检测，不要带故障运行。

注意:电控发动机的故障并不一定是电子或电路的问题，在大多数情况下，故障仍然是与常规发动机相同的机械和燃气管路方面的故障，此时故障指示灯不会点亮，操作者可根据自身的经验进行处理。但当故障指示灯强亮时，一般表示出现了电子或电气方面的故障。此时操作者如非经过专门培训的维修人员，不要擅自维修，而是尽快到玉柴特约维修站进行维修。

在驾驶的过程中发现故障指示灯变亮，在条件允许的情况下，改变一下油门开度使发动机缓慢的加速和减速，如果驾驶感觉与正常情况下的感觉差别不大，那么说明引起故障灯闪亮的故障不属于严重故障，驾驶员可以根据情况决定是否立即维修，但时间不要拖太久，以免故障程度的进一步加重；如果在做发动机加速和减速的测试中，发现转速过渡不平顺、变化速率比平时慢甚至油门不受控制，首先把车辆靠边停下，然后关闭点火开关，下车仔

细观察发动机的油路、气路和电路，看看是否有明显的漏油、漏气和线束的接插件脱落的现象。

如果没有发现明显的故障，请不要自行拔插和拆卸有关部件，应该立即把车辆开到维修站进行专业维修。

如果明显存在以上现象，可以把这些管路重新上紧和插上脱落的线束接插件，最后关闭发动机仓，重新启动发动机，原地测试怠速和加减速，如果问题依然存在，请及时到专业维修站进行维修。

总的原则就是，当故障灯变亮后，如果用户检查发动机发现有明显的油路、气路和电路故障，用户可以自行解决，如果没有发现明显的故障，并且不影响正常的驾驶，可以选择合适的时间去维修站，如果存在的故障影响了正常的驾驶，必须立刻到维修站进行维修，不要自行盲目的检修。

5.4 发动机的维护保养

- 接车后，必须联系当地服务站，进行气体成分确认。
- 首保时，服务站对标定程序进行确认。
- 发动机须按照用户保修手册的要求及时进行首次保养并记录保养情况；
- 发动机在使用期间，还应按以下要求进行例行维护保养，其中的日常保养由用户自行进行，其它各级保养由专业维修保养人员进行；
- 空气滤清器是保证发动机吸入清洁空气的关键零部件，要经常检查进气系统密封情况和保养、更换空滤器，确保发动机不出现早期磨损。

5.4.1 发动机的磨合

新发动机需有磨合期（磨合里程为 3000~5000km），以使各运动件的配合性能进一步提高，保证发动机的工作可靠性及使用寿命。在磨合期间应注意以下事项：

- （1）汽车起步前，发动机要中低速运转暖机至少 5 分钟。
- （2）汽车起步后，不能急剧加大转速，需缓慢加速。
- （3）发动机怠速或满符合负荷运转不要超过 5 分钟。
- （4）要经常变换转速，避免发动机恒速运转时间过长。
- （5）要适当换档，防止发动机低速硬拖。
- （6）经常观察润滑油，水温表，保证发动机的正常工作状态。
- （7）避免高速高负荷运转。

对刚大修好的发动机，也需有磨合期，以保证各摩擦副的配合效果。磨合期结束后，应更换润滑油，更换润滑油滤清器滤芯。

5.4.2 发动机的日常维护保养

正确、及时和仔细地维护保养可以保障发动机长期良好工作，防止发生故障，降低磨损，延长使用寿命。用户应根据要求进行的维护保养：

项目	保养周期	保养项目
日常	每日进行	检查冷却水量

项目	保养周期	保养项目
		检查油底壳内油面高度，不足时应加足；
		检查“三漏”情况（水、油、气）情况；
		检查各种仪表，观察读书是否正常，仪表损坏应及时修理或更换；
		检查冷却水散热水箱冷却液面高度，不足时应加足；
		保持发动机清洁，特别是电器设备不得有油污；
		检查各附件装置的紧固情况；
		对在沙尘暴天气地区、煤矿区、沙漠地区、尘土飞扬的施工工地等恶劣大气环境下使用的发动机，应检查和清洁空气滤清器。
		检查气瓶、电磁阀、压力调节器等部件安装支架的完好与紧固情况,紧固已松动的紧固件。
		检查气量，接通全车电源，打开点火开关（不起动发动机），检查气量显示器指示的气量。
		检查供气系统管路、接头组件等是否有泄漏（可通过周围环境是否有燃气泄漏异味进行判断）；对铰接式汽车，特别要重点检查铰接盘处的高压软管是否有擦伤痕迹，外表有无龟裂、老化等现象。如发现系统有泄漏现象，驾驶员不应擅自解体，应及时通知专业维修厂家派员修理。
		检查点火系统和发电机是否有漏电、跳火现象，如有应及时修理。
		应定期清洁供气系统中的天然气过滤器；
		应定期清洁减压器的加热水循环系统；

5.4.3 保养周期按下表规定：

气体机系列 行驶里程（时间）	YC6JN	
	YC I 类	YC II 类
行驶至 3000~5000km（60~80 小时）	首次保养	首次保养
每 15000km 或 250 小时	二级保养	一级保养
每 30000km 或 500 小时	三级保养	二级保养
每 60000km 或 1000 小时		三级保养

注;根据使用条件对整车分类：

1)、YC I 类：

①、使用条件恶劣（最低气温低于-20℃、或最高气温高于 35℃、或环境含尘量高的沙漠、矿区、工地、煤场等），运距短的工程、自卸、矿用车；

②、或年行驶里程≤25000km（或年工作时间≤600 小时）的商用车；

2)、YC II 类：年行驶里程 $\geq 25000\text{km}$ 的各种用途的商用车。

5.4.4 与柴油机通用保养项目按下表规定：

检查保养项目	日常保养	首次保养	一级保养	二级保养	三级保养
清洁发动机总成外表			△	△	△
检查并调整皮带松紧度		△	△	△	△
检查、清洁空气滤清器滤芯	YC I 类每 2500 公里保养一次, YC II 类每 5000 公里一次。 保养 6 次以后必须整体更换滤芯, 或参考空滤说明书有关规定。				
整体更换空气滤清器滤芯				△	△
检查加速和减速性能及排气状况		△	△	△	△
检查发动机“三漏”情况	△	△	△	△	△
检查机油状况和液面	△	△	△	△	△
更换发动机机油		△	△	△	△
更换机油滤清器滤芯		△	△	△	△
检查冷却液面	△	△	△	△	△
检查电气线路各连接点的接触、干涉、磨损情况			△	△	△
给水泵加注润滑脂（适用于润滑油嘴结构的水泵）				△	△
清洁发动机冷却系					△
检查增压器工作情况（叶轮转动是否灵活、轴向窜动量小于 1mm）					△

说明：1)、YC I 类车型的首次保养及 3 万公里以内的各级保养须到玉柴指定或授权的服务站进行；

2)、YC II 类车型的首次保养及 6 万公里以内的各级保养须到玉柴指定或授权的服务站进行；

5.4.5 电控供气系统保养项目按下表规定：

编号	维护保养内容	每 3000 公里	每 5000 公里	每 10000 公里	每 15000 公里	每 20000 公里	每 30000 公里	每 50000 公里	每 60000 公里	每 100000 公里	每 150000 公里
1	高压精细滤清器：○定期排空；●更换滤芯。	○		●							
2	低压滤清器：○定期排空；●更换滤芯。	○		●							
3	火花塞：○检查、调整火花塞间隙；●更换火花塞。					○			● (6~8 万公里)		
4	废气旁通控制阀（非ECI系统机型）：●保养滤芯（拆下滤芯，用压缩空气吹干净滤芯上的灰尘和杂质，装复使用）。						●				
5	进、排气门：○调整气门间隙。（参考对照表）						○				
6	LNG 稳压器（膜片式）：○检查、调整出口压力；●更换维修包						○		●		
7	LNG 稳压器（活塞式）：○检查是否存在漏气；						○				
8	高压减压器（美塔特龙）：○更换滤芯；●检查漏气情况；				○			●			
9	喷嘴（燃料控制）：○清洗（矿车、工程机械等）；●清洗（客车）			○ (500 小时)				●			
10	高压导线：○检查外观是否有开裂、异常放电现象，若有则及时更换；●更换高压导线					○			●		
11	混合器：○清洗内部；								○		
12	电子节气门：○清洗蝶阀部分的。从发动机拆下检查并酌情清洗；								○		
13	催化器：○检查催化器有无堵塞、破损等，									○	
14	点火线圈：○清理电极氧化物，检查外观是否有开裂、异常放电现象，若有则及时更换					○					
15	线束：○紧固卡口和扎带；							○或 六个		●或 12 个	

编号	维护保养内容	每 3000 公里	每 5000 公里	每 10000 公里	每 15000 公里	每 20000 公里	每 30000 公里	每 50000 公里	每 60000 公里	每 100000 公里	每 150000 公里
	●检查整车接头，油门接插件，处理松动和氧化的接插件。							月		月	

注：○：同一保养条目下的，小里程保养内容。●：同一保养条目下的，大里程保养内容。

5.4.6 维护保养注意事项：

5.4.6.1 一般注意事项：

- 1) 对发动机应进行的检查、保养或维修项目主要按上面的三级保养进行。
- 2) 汽车运行每运行 50000～55000km （或每 800 小时），除一、二级保养项目外，应对发动机总成进行一定的检查评定或视实际情况需要予以调整以消除故障隐患。
- 3) 当发现发动机动力明显不足，燃气耗与排气温度急剧攀升，且严重冒烟与窜气，气缸孔出现不正常早期磨损与拉缸，润滑油压力无法调整达到规定压力等，则必须进行发动机解体和清洗、检查、测量；并对相关零部件进行修复和更换，以恢复发动机的性能。
- 4) 三级保养完成的发动机应有 2500km 磨合期，不能马上高速高负荷运转，以免损伤机件，影响使用寿命。

5.4.6.2 电控系统日常维护注意事项

由于该型发动机采用电控供气系统，因此在日常维护中应该严格注意以下几点：

5.4.6.2.1 电气部分的日常维护

拔插线束及其与传感器/执行器的连接部分之前，切记首先关掉点火开关与蓄电池总开关，然后才可以进行发动机电气部分的日常维护；

- 1)定期用洁净的软布擦拭发动机线束上积累的油污与灰尘，保持线束及其与传感器/执行器的连接部分的干燥清洁；
- 2)当电气部分意外进水后，例如控制器或线束被水淋湿或浸泡，切记首先切断蓄电池总开关，并立即通知维修人员处理，不要自行运转发动机；
- 3)采用压缩空气（≤3bar）定期吹净发动机上的积尘，特别是控制器。
- 4)发动机电控器件一定要保持干燥、无水、无油、无尘。

5.4.6.2.2 蓄电池的日常维护

当蓄电池电压在 18V～34V 的范围之内，电控供气系统仍然可以正常工作，但仍然应尽量保持蓄电池的电压在 22V～26V 之间。

5.4.6.2.3 接通断开蓄电池和点火开关的要求

司机断开蓄电池总开关之前，应先关闭点火开关。一般地，因为电子控制单元（控制器）在点火开关断开后，需要一段时间存储发动机的运行状态参数（例如故障码），因此要求建议在关点火开关闭四十秒钟后再断开蓄电池总开关。

司机接通蓄电池与点火开关时，应先接通蓄电池开关，然后在接通点火开关。

5.4.6.3 燃气系统维护的注意事项:

- 1)燃料系统的定期维护与修理应在经有关部门资质认证取得合格的专业的维修厂(场)进行。
- 2) 执行燃料系统维护和修理的机工，须经过专业培训，并取得培训合格证，其他人员不得擅自维修。
- 3) 维修场地严禁吸烟，场内应有防火消防措施。如气瓶已充气，车辆与周围明火距离不得小于 10m。
- 4) 维修车辆时，严禁敲击、碰撞气瓶、减压阀、管线、钢瓶及各种阀体。
- 5) 在车辆维护和故障排除小修中，如涉及燃气装置的管路接头、阀门、仪表、减压装置的拆装，调整等作业时，维修人员应首先断开蓄电池供电电路，关闭总气阀与瓶阀，打开维修泄压开关，待卸压后方可拆卸故障部位。如漏气或故障部位准确诊断困难，在保证车辆周围 10m 内无明火的前提下，允许开启总气阀进行带压检查。漏气部位明确后，应立即关闭总气阀和全部钢瓶阀，待卸压后方可拆卸、维修。
- 6) 在排除供气系统故障时，必须关闭总气阀和全部钢瓶气阀，进行管路卸压，严禁在带压状态下进行修理作业。
- 7) 禁止随意敲击、扭曲、挪动全车不锈钢管。在故障部位修复后，应严格检查卡套是否完好无损。高压管线、卡套接头只能更换新的，不允许修复使用。在维修好后，应采用气体泄漏检测仪或肥皂水进行泄漏检验。
- 8) 维修人员在维修中必须严格检查高、低压线插头，电脑板及转换开关接线头与导线的绝缘体，严格防止短路，接触不良。点火高压线的绝缘和固定情况应严格检查，避免高压线路漏电跳火现象的发生。全车总成线均不允许与燃气管道相搭、缠绕。

吹管处理：在拆检管路和各种接头后，必须对管路进行吹管处理。

6 发动机常见故障及排除方法

6.1 发动机不能起动、发动机功率不足

6.1.1 发动机不能起动

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	起动机转速过低	检查起动系统，起动转速不得低于 110r/min。
2	燃气管路阻塞	检查供气管路是否通畅
3	起动系统故障： 电路接线错误或接触不良： 蓄电池电力不足：起动机碳 刷与整流子接触不良：	检查接线是否正确、可靠； 向蓄电池充电； 修理或调换电刷，用木砂纸清理整流子表面，并吹净。
4	压缩压力不足： 活塞环过度磨损： 气门漏气：	更换活塞环，视情况更换气缸套。 检查气门间隙，气门弹簧、气门导管及气门座的密封性，密封不好应研磨气门座。
5	燃气电磁阀的接头松动或 脏污、腐蚀：	拧紧、清洗或更换
6	装配正时不正确	检查并调整

6.1.2 发动机功率不足

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	进气堵塞	检查空气滤清器、进气管，清理或更换空气滤清器滤芯
2	排气背压过高	检查气门定时，必要时调整；清理排气管
3	增压系统压力不足	检查并排除管路和连接处的泄漏
4	增压器工作失常：压气机、涡轮气流通道污染堵塞或损坏； 轴承失效； 涡轮、压气机背面间隙处有积碳、油泥：	清洗或更换压气机壳、涡轮壳。 更换。 清洗。
5	中冷器损坏、漏气	修补或更换
6	燃气管路漏油或堵塞	检查气管及接头处的密封情况，检查电控密封件
7	传感器坏	检查、更换
8	增压补偿管损坏漏气	更换
9	配气相位不对	检查并调整配气定时及气门间隙
10	供油提前角提前或迟后	检查并调整
11	活塞环磨损过大，断裂	更换
12	气缸垫漏气	按规定力矩、顺序拧紧气缸盖螺栓或更换气缸垫
13	气门密封不良	研磨或更换重新研磨
14	发动机过热冷却液温度过高	检查并修理散热器、调温器，调整风扇皮带张紧力

6.2 发动机运转时有不正常的声音、 排气冒黑烟

6.2.1 发动机运转时有不正常的声音

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	气缸内有异响	检查装配正时是否正确;检查并调整配气定时
2	连杆轴瓦、主轴瓦磨损过大，在曲轴箱处可听到撞击声	拆检轴瓦，必要时更换，并保持规定的合理间隙
3	减振器损坏，不起减振作用	检查连接螺栓及损坏情况，必要时更换
4	传动齿轮磨损，间隙过大。在正时齿轮室盖处可听到撞击声	检查齿侧间隙，视磨损情况更换齿轮
5	活塞与气缸间隙过大，运转时气缸壁处的撞击声	更换活塞，视磨损情况加修理用缸套，注意保持配缸间隙。
6	增压器轴承损坏，转动件与壳体相碰	更换增压器总成
7	气门间隙过大，在气缸盖处有较大响声	调整气门间隙
8	增压器喘振	清除压气机通道、废气通道的积碳及污物，运行海拔过高。

6.2.2 排气冒黑烟

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	进气堵塞	检查空气滤清器、进气管路并清理
2	配气定时不正确	按规定调整
3	增压系统压力不足	检查并排除管路和连接处的泄漏
4	增压器工作失常	检查更换总成
5	中冷器损坏、漏气	修补或更换

6.3 排气冒白烟、蓝烟、润滑油压力异常

6.3.1 排气冒白烟、蓝烟

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	冷却水温度过低	检查调温器工作温度，必要时更换。
2	配气不正确	检查并调整。
3	压缩压力低、燃烧不完全	检查活塞环及气缸垫，更换。
4	活塞环安装方向不对，开口未错开	检查并重新装配。
5	长期低负荷运转	注意使用适当的工作转速和负荷。
6	增压器密封环磨损	检查并更换。
7	增压器止推轴承磨损	检查并更换。
8	增压器回油管路阻塞	清洗、修理。

6.3.2 机油压力过低

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	机油变稀或所用机油不当	按规定选用作品适的机油。
2	机油泵齿轮磨损或装配间隙过大	更换机油泵。
3	机油滤清器堵塞	更换旋装式滤芯
4	机油滤清器调压失灵	修复。
5	机油泵齿轮损坏或磨损	更换。
6	机油泵进油管有裂缝	修复、更换。
7	机油泵进油管固定螺栓松动	拧紧到规定力矩。
8	轴瓦间隙过大	检查并更换

6.3.3 机油压力过高

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
--------	---------	---------

1	气温过低，机油粘度变大	选用规定牌号的机油，起动后应先低速运转，待油温正常后再检查
2	溢流阀堵塞	检查、清洗

6.4 润滑油消耗高、消耗量大、出水温度高

6.4.1 润滑油消耗高、消耗量大

序号	故障原因	排除方法
1	外部机油管路有泄漏	检查并修复。
2	发动机负荷过重	降低负荷。
3	使用机油牌号不当	按规定选用。
4	活塞环卡死或磨损过大	检查、修复、必要时更换。
5	缸孔磨损过大	镗缸后换加工尺寸的活塞环，或加修理用缸套。
6	气门导管磨损过大，气门杆密封失效	检查、更换。

6.4.2 出水温度高

序号	故障原因	排除方法
1	冷却水量不足，水流量过小	检查冷却水量是否足够，不足就添加；
2	皮带是否过松	调整
3	水泵有漏水	及时进行修理
4	节温器失灵、损坏	检查更换
5	水温表损坏，水温感应塞失灵	检查实际温度与表指示温度是否相符；如不符则更换感应塞或水温表
6	冲缸垫	检查更换
7	改装情况下水箱、风扇匹配问题	重新按要求匹配

6.5 增压器常见故障、离合器常见故障、发动机自行熄火

6.5.1 增压器常见故障

序号	故障原因	排除方法
1	进气系统堵塞	检查空气滤清器与压气机之间的管路、压气机出口与进气管路及进气管、清理通畅。
2	进气泄漏	检查空气滤清器与压气机之间的管路、压气机出口与进气管之间的管路，进气管与发动机连接处等是否有泄漏，可拧紧紧固螺栓、更换垫片等零件。
3	排气系统阻塞	维修或更换有关零件。
4	排气泄漏	检查排气管与发动机、涡轮进口与排气管，涡轮壳与中间壳，涡轮出口至排气管连接处，如有泄漏可更换密封垫片拧紧紧固螺栓。
5	压气机转子与压气机壳	更换总成

	体、涡轮壳相碰	
6	进、回油管漏油	更换

6.5.2 离合器常见故障

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	离合器抖动	校正离合器压盘和从动盘的变形，消除不规则接触
2	油路堵塞或有大量空气进入	清理油污，调整分离轴承位置，更换从动盘总成，减少负荷
3	离合器分离不彻底:压盘或从动盘 变形，传动片变形	消除变形，调整自由行程或更换离合器
4	离合器异常响动:离合器的零件松动，减震弹簧断裂或离合器中有异物	将松动零件铆紧，消除异物或更换从动盘总成

6.5.3 发动机自行熄火

序 号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	燃气用完	检查、添加，
2	气路堵塞或有大量空气进入	检查、清理油路，排除油路中的空气，找出进气的原因并排除
3	发动机润滑油路不通畅，引起烧轴瓦	如水温正常突然停机多属于此种情况，应拆开油底壳检查、维修，更换相应的损坏零件
4	发动机过热拉缸，一般是由于缺水或水温过高引起的	先让机子自行冷却（绝不允许加入冷水或用冷水冲），然后试着转动曲轴，如无卡滞现象可加入冷却水后起动。如转不动则应拆机检查，修复，更换损坏的零部件

6.6 故障灯亮

序号	故 障 原 因	排 除 方 法
1	喷嘴堵塞	检查并清洗
2	电路接线错误或接触不良	检查接线是否正确、可靠
3	传感器损坏	请服务维修人员检查更换
4	系统内部故障	请服务维修人员检查更换

6.7 电控系统可能有关的故障

发动机电控系统常见故障及排除方法

序号	故障现象	故障可能原因及常见表现	维修建议
		电喷系统无法上电： ✧ 通电自检时故障指示灯不亮； ✧ 诊断仪无法连通； ✧ 油门接插件没有 5V 参考电压。	✓ 检查电喷系统线束及保险，特别是点火开关方面。
		蓄电池电压不足：	✓ 更换蓄电池或充电。

1	无法启动 难以启动 运行熄火	✧ 万用表或诊断仪显示电压偏低; ✧ 启动机拖转无力; ✧ 大灯昏暗。	
		无法建立工作时序: ✧ 诊断仪显示同步信号故障; ✧ 示波器显示曲轴/凸轮轴工作 ✧ 相位错误。	✓ 检查曲轴、凸轮轴信号传感器是否完好无损; ✓ 检查其接插件和导线是否完好无损;
		无法建立工作时序: ✧ 诊断仪显示同步信号故障; ✧ 示波器显示工作相位错误。	✓ 检查曲轴信号盘是否损坏/脏污附着 (通过传感器信号孔); ✓ 检查凸轮信号盘是否损坏/脏污附着 (通过传感器信号孔); ✓ 检查曲轴信号传感器以及凸轮相位传感器接线是否完好无损; ✓ 如果维修时进行过信号盘等组件的拆装, 检查相位是否正确。
		预热不足: ✧ 高寒工况下, 没有等到冷启动指示灯熄灭就启动; ✧ 万用表或诊断仪显示预热过程蓄电池电压变动不正常。	✓ 检查预热线路是否接线良好; ✓ 检查预热塞电阻水平是否正常; ✓ 检查蓄电池电容量是否足够。
		ECU 软/硬件或驱动模块故障 ✧ 诊断仪显示无故障; ✧ 存在电磁阀无法驱动的故障。	✓ 检查发动机驱动线路 ✓ 确认后, 更换 ECU 或通知专业人员
		机械组件故障 (参照机械维修经验): ✧ 如气路不畅; ✧ 启动电机损坏; ✧ 阻力过大, 缺机油或者未置空档; ✧ 进排气门调整错误等。	✓ 检查燃气/机油路; ✓ 检查进/排气路; ✓ 检查滤清器是否阻塞等。
2	跛行回家模式 (故障指示灯亮)	仅靠曲轴信号运行: ✧ 诊断仪显示凸轮信号丢失; ✧ 对启动时间的影响较明显或者难以启动。	✓ 检查凸轮传感器信号线路; ✓ 检查凸轮传感器是否损坏。
		仅靠凸轮信号运行 : ✧ 诊断仪显示曲轴信号丢失; ✧ 启动较迅速, 无明显变化。	✓ 检查曲轴传感器信号线路; ✓ 检查曲轴传感器是否损坏。
3	油门失效, 且发动机无怠速 (转速维持在 1500 rpm 左右)	油门故障: ✧ 怠速升高至 1500rpm, 油门失效; ✧ 诊断仪显示油门信号故障; ✧ 诊断仪显示油门不合理故障; ✧ 诊断仪显示油门卡滞。	✓ 检查油门线路 (含接插件) 是否损坏/开路/短路; ✓ 检查油门电阻特性。

4	热保护引起功率/扭矩不足，转速不受限	✧ 水温度过高导致热保护 ✧ 进气温度过高导致热保护 ✧ 进气温度传感器/驱动线路故障： ✧ 水温传感器/驱动线路故障	✓ 检查发动机冷却系 ✓ 检查发动机供气系 ✓ 检查水温传感器本身或信号线路是否损坏 ✓ 检查气温传感器本身或信号线路是否损坏
5	机械系统原因导致功率/扭矩不足	✧ 进排气路阻塞，冒烟限制起作用； ✧ 增压后管路泄漏，冒烟限制起作用； ✧ 增压器损坏（例如旁通阀常开） ✧ 进排气门调整错误 ✧ 机械阻力过大； ✧ 其余机械原因。	✓ 检查进排气系统； ✓ 参照机械维修经验进行。
6	运行不稳 怠速不稳	信号同步间歇错误 ✧ 诊断仪显示同步信号出现偶发故障。	✓ 检查曲轴/凸轮轴信号线路； ✓ 检查曲轴/凸轮传感器间隙； ✓ 检查曲轴/凸轮信号盘
		油门信号波动： ✧ 诊断仪显示松开油门后仍有开度信号； ✧ 诊断仪显示固定油门位置后油门信号波动。	✓ 检查油门信号线路是否进水或磨损导致油门开度信号飘移； ✓ 更换油门。
		机械方面故障： ✧ 进气管路/进排气门泄漏； ✧ 低压油路阻塞/油路进气； ✧ 缺机油等导致阻力过大；	✓ 参照机械维修经验进行。
7	冒黑烟	雾化不良： ✧ 诊断仪显示怠速气量增大； ✧ 诊断仪显示怠速转速波动。	✓ 根据机械经验进行判断，例如断缸法等； ✓ 确认后拆检。
		机械方面故障： ✧ 气门漏气，进排气门调整错误；	✓ 参照机械维修经验进行。
8	加速性能差。	前述各种电喷系统故障原因导致扭矩受到限制； ✧ 诊断仪显示相关故障码。	✓ 按故障代码提示进行维修
		负载过大： ✧ 各种附件的损坏导致阻力增大； ✧ 缺机油/机油变质/组件磨损严重； ✧ 排气制动系统故障导致排气受阻；	✓ 检查风扇等附件的转动是否受阻； ✓ 检查机油情况； ✓ 检查排气制动。
		油门信号错误： ✧ 诊断仪显示油门踩到底时开度达不到 100%。	✓ 检查线路 ✓ 更换油门

