

汽车专项维修技术精华丛书

康明斯柴油机 结构与维修



张凤山 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车专项维修技术精华丛书

康明斯柴油机 结构与维修

主 编 张凤山

副主编 金福盛 赵树刚



机械工业出版社

本书从使用维修的角度出发,以常用的康明斯柴油机机型为例,介绍康明斯柴油机的结构性能指标、机体和曲柄连杆机构、气缸盖和配气机构、进气系统、PT 燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、附件装置的装配、调整、使用与修理技术要求以及 ISC 蓄压器高压共轨柴油机故障诊断维修方法。

本书可以作为康明斯柴油机使用与维修人员的培训教材,也可作为大专院校及职业院校有关专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

康明斯柴油机结构与维修/张凤山主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 8

(汽车专项维修技术精华丛书)

ISBN 978-7-111-39546-1

I. ①康… II. ①张… III. ①汽车—柴油机—构造②汽车—柴油机—车辆修理 IV. ①U464. 172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 198317 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:齐福江

版式设计:霍永明 责任校对:于新华

封面设计:陈 沛 责任印制:乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16.25 印张·2 插页·404 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-39546-1

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

康明斯柴油机是美国康明斯发动机公司生产的柴油机。康明斯发动机公司创建于1919年，为世界最大的专门生产柴油机的制造商之一。自柴油机诞生百年以来，唯有康明斯柴油机于1964年创造性地配装了独特的PT燃油系统，大大地改进了柴油机的动力性、经济性和适应性。因此，康明斯柴油机应用范围极广，不仅用在矿用汽车上，而且还用在客车、特种车、推土机、挖掘机、起重机、铲运机、装载机、平地机、发电机组、船舶等机械设备上。

改革开放以来，我国引进了康明斯柴油机生产技术，重庆发动机厂和东风康明斯发动机厂先后生产了康明斯柴油机B、C、D/L系列机械式和ISD e、ISL e、ISZ系列全电控柴油机，B系列天然气发动机，D系列船用发电机，包括排量为3.9L、4.5L、5.9L、6.7L、8.3L、8.9L、13L等多种机型。

随着机型的变化以及技术的不断推陈出新，维修人员对新型发动机维修新技术不熟悉，十分渴望了解和掌握康明斯柴油机结构特点、故障诊断和排除方法等。为满足维修技术人员的需求，我们组织编写了本书。

本书共分13章，主要介绍康明斯柴油机的结构性能指标、机体和曲柄连杆机构、气缸盖和配气机构、进气系统、PT燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、附件装置的装配、调整、使用与修理技术要求以及康明斯ISC蓄压器高压共轨柴油机故障码诊断。

本书紧紧围绕康明斯柴油机维修这个中心，采取图文并茂的形式，以深入浅出的方法介绍了柴油机的结构特点、工作原理及维修方法，实用性强，特别适合维修技术人员使用。

本书由张凤山任主编，金福盛、赵树刚任副主编，参加编写的有：王璇、张春华、金福盛、王蕾、张力言、佟荣长、杨卫东、张炎、林志柏、王宝友、王宏臣、张立常、刘士春、崔秀梅、王玥、袁绍武、张磊、朱德禄、王颖、白雪、王新、白俊杰等。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 康明斯柴油机结构简介

与性能指标 1

- 一、总体结构 1
- 二、增压型柴油机简介 3
- 三、B 系列发动机性能指标 4

第二章 机体和曲柄连杆机构 8

第一节 机体组 8

- 一、气缸体 8
- 二、气缸套 10
- 三、气缸垫 11

第二节 气缸体与缸套的维修 11

- 一、气缸体的维修 11
- 二、气缸套的维修 23

第三节 活塞连杆组的构造 26

- 一、活塞 27
- 二、活塞环 28
- 三、连杆组 29

第四节 活塞连杆组的维修 30

- 一、活塞的检查 30
- 二、活塞环开口间隙的测量 32
- 三、连杆的检查 33
- 四、连杆的修理 36

第五节 曲轴飞轮组的结构 36

- 一、曲轴的结构 38
- 二、轴承的结构 40
- 三、减振器 41

第六节 曲轴飞轮组的维修 42

- 一、曲轴的主要损伤 42
- 二、曲轴的检查 and 修理 42
- 三、轴瓦的检查 and 修理 45
- 四、减振器的检查和修理 46
- 五、飞轮的检查 48

第三章 气缸盖和配气机构 49

第一节 气缸盖 49

- 一、气缸盖的结构 49

- 二、气缸盖的维修 51

第二节 配气机构的构造 54

- 一、配气机构的组成与
工作过程 54
- 二、气门组的结构 54
- 三、气门传动组的结构 55
- 四、机械式定时调节
机械工作原理 58

第三节 配气机构的维修 64

- 一、气门组的维修 64
- 二、气门传动组零件的维修 68

第四章 进气系统 75

第一节 进气系统的构造 75

- 一、KTTA 型柴油机的
进气系统 75
- 二、空气滤清器 75
- 三、废气涡轮增压器 78
- 四、空气中间冷却器 80

第二节 进气系统的大修 81

- 一、增压器修理注意事项 81
- 二、增压器的大修 82
- 三、6BT 柴油机中冷器的修理 88

第五章 PT 燃油供给系 90

第一节 PT 供油系的基本原理 90

- 一、PT 供油系的组成 90
- 二、PT 供油系的基本原理 90

第二节 PT 泵 92

- 一、齿轮输油泵和膜片
式稳压器 93
- 二、燃油滤清器 93
- 三、调速器 93
- 四、旋转式油门 98
- 五、停油阀（断流阀） 98
- 六、冒烟限制器 99

第三节 PT（D）型喷油器 99

第四节 PT 供油系的维修	101	三、活塞和连杆的装配	146
一、PT (G) VS 型		四、凸轮轴的装配	147
燃油泵的维修	102	五、气缸盖的装配	147
二、PT (D) 型喷油器的维修	105	六、燃油跨接管的装配	148
第六章 润滑系统	108	七、燃油管接头和管路的装配	148
第一节 概述	108	八、凸轮随动臂和推杆的装配	148
一、润滑系的组成及作用	108	九、燃油泵的安装	149
二、机油的选择	108	十、机油泵的装配	149
第二节 润滑系统的油路	110	十一、正时齿轮盖的装配	149
第三节 润滑系统的主要总成	112	十二、附件传动带轮的安装	149
一、机油泵	112	十三、空压机的安装	150
二、机油滤清器	116	十四、曲轴前凸缘和扭	
三、机油冷却器	118	转减振器的安装	150
第四节 润滑系统的维修	120	十五、水泵的安装	151
一、机油泵的检查 and 修理	120	十六、后盖和油封的装配	151
二、机油高压卸压阀		十七、飞轮壳的装配	152
的检查 and 修理	124	十八、飞轮的装配	153
第七章 冷却系统	126	十九、油底壳的装配	153
第一节 冷却系统的主要总成	126	二十、喷油器的安装	153
一、水泵	126	二十一、节温器壳和出	
二、水滤器	127	水歧管的安装	153
三、节温器	128	二十二、摇臂室的安装	153
四、膨胀水箱	129	二十三、风扇毂和带轮、	
五、风扇	130	传动带的安装	153
第二节 冷却系统的维修	132	二十四、摇臂罩的安装	154
一、水泵的检修	132	二十五、进气管和中	
二、节温器的检查	134	冷器的安装	154
三、风扇的检修	134	二十六、冒烟限制器的安装	154
第八章 附件传动装置	137	二十七、燃油滤清器的安装	154
第一节 6BT 型柴油机附件		二十八、柴油机其他	
传动装置的维修	137	部件的安装	155
一、燃油泵传动装置	137	第三节 柴油机的调整	156
二、附件传动装置的检查	137	一、配气机构丁字压板的调整	157
第二节 KTTA 型柴油机		二、PT 喷油器柱塞落座	
传动装置的维修	138	压力的调整	157
一、附件传动装置	138	三、配气机构的气门	
二、附件传动装置的维修	140	间隙的调整	162
第九章 装配和调整	144	四、喷油正时的检查和调整	163
第一节 概述	144	第十章 使用与修理技术要求	168
第二节 6BT 型柴油机的装配	144	第一节 使用	168
一、曲轴和主轴承的装配	145	一、新的或大修过的	
二、气缸套的装配	146	柴油机的走合	168
		二、新的或大修过的柴油机起动前的	

工作——首次起动	168	二、冷却液液位传感器电路	
三、柴油机的起动	169	(故障码 422)	218
四、寒冷气候下的起动	170	三、冷却液液位传感器电路	
五、柴油机的走热	171	(故障码 515 或 516)	220
六、机油的温度	172	四、发动机位置传感器 (EPS)	
七、冷却液的温度	172	电路 (故障码 121)	220
八、柴油机的排气	172	五、发动机速度传感器电路	
九、高原地区的使用	172	(故障码 283 或 284)	222
十、带有 PT (G) VS 型燃油泵时		六、进气歧管温度传感器电路	
取力器的使用	172	(故障码 155)	224
十一、柴油机的停车	173	七、进气歧管压力传感器电路	
十二、寒冷气候下的防护措施	173	(故障码 122 和 123)	224
第二节 6BT 型柴油机的		八、进气歧管压力传感器电路	
修理技术要求	174	(故障码 124)	226
一、柴油机装配	174	九、进气歧管压力传感器电路	
二、气缸体	182	(故障码 433)	226
三、摇臂装配尺寸	195	十、机油压力传感器电路	
四、凸轮从动件装配尺寸	195	(故障码 415)	227
五、润滑系装配尺寸	196	十一、油门位置传感器电路	
六、冷却系装配尺寸	200	(故障码 131 或 132)	227
第十一章 制动装置	204	十二、电磁式车辆速度传感器	
第一节 压缩制动	204	(故障码 241)	230
一、压缩制动的工作原理	204	十三、数字式车辆速度传感器电路	
二、压缩制动装置的安装	205	(故障码 242)	232
三、随动活塞的调整	206	十四、燃油温度传感器电路	
四、离合器开关的安装	208	(故障码 263 或 265)	233
五、燃油泵开关的安装	208	十五、燃油压力传感器电路	
六、压缩制动装置控制阀	209	(故障码 268)	235
七、压缩制动装置电磁阀	209	第三节 蓄压共轨式电子	
八、压缩制动装置主活塞	210	控制喷油系统	236
九、压缩制动装置随动活塞	210	一、蓄压共轨式电控喷油系统	236
第二节 排气制动	211	二、电子控制预行程可控制	
一、排气制动的工作		式喷油泵	237
原理及其应用	211	三、柴油机电子调速器	241
二、进气管抑制器	211	第十三章 康明斯电控柴油机电路	243
第十二章 康明斯 ISC 蓄压器高压共轨		一、康明斯 ISDe 柴油机电控	
柴油机故障码诊断	213	系统原理图	243
第一节 康明斯 ISC 柴油机简介	213	二、康明斯 OEM50#针脚	
第二节 ISC 柴油机燃油系统传感器		标准接线图	243
易发故障诊断与检修	216	三、康明斯柴油机 CM570 电器系统	
一、大气压力传感器电路		技术部件接线图	243
(故障码 221 或 222)	216	四、康明斯 ISB 柴油机	
		接线图	251

第一章 康明斯柴油机结构简介与性能指标

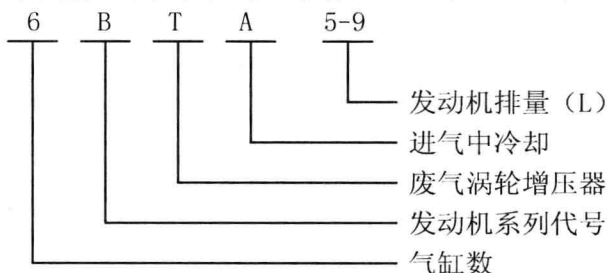
一、总体结构

在引进美国康明斯公司 20 世纪 80 年代中期开发的 B 系列柴油机的基础上，经过 20 多年的不断改进，现在我国生产的康明斯全系列柴油机有 4 缸和 6 缸机型，按吸气方式又分为自然吸气、增压、增压中冷三种机型。近年来生产的康明斯柴油机已改进为电控高压共轨，新技术含量很高，广泛应用于汽车、工程机械、发电机组和船舶动力领域。国内主要的挖掘机生产厂家使用的动力是康明斯柴油发动机。

此系列柴油机采用直接喷射式燃烧系统，具有动力性好、燃油消耗低、噪声小、质量轻、可靠性好、使用范围广等优点。康明斯柴油机主要机型有：4BTAA、6B、6BJ、6BJA 等。

康明斯发动机公司生产的柴油机有 A、B、C、L、N、V、K 等 10 个系列，我国目前引进生产的有 B、C、N、V、K 5 个系列，主要用于载重汽车和工程机械上。

康明斯 6 缸发动机的型号有：6B5-9、6BT5-9、6BTA5-9 三种，其型号含义为：



1. 整体结构设计的特点

- 1) 进气增压，加大了进气量，燃料燃烧完全，减少污染。
- 2) 将水泵壳、机油泵壳、机油冷却器壳、进气歧管、节温器座、冷却水小循环等设计在缸体或缸盖内，减少了许多零件。
- 3) 不镶气缸套、气门座、气门导管及凸轮轴后 6 道衬套，但均有镶套余地，以供维修时选镶。
- 4) 广泛采用了结构简单、体积小的附件总成，如分配式高压油泵、转子式机油泵、组合轴承式水泵等。
- 5) 较多地采用了铝铸件和冲压件，如齿轮室盖、飞轮壳等为铝铸件，挺杆室盖等为冲压件。
- 6) 关键零件的材料工艺讲究，强度储备充足。

6BT 柴油发动机为直列、4 冲程、水冷、增压直喷式，由曲柄连杆机构、配气机构 2 个机构和供给系统、润滑系统、冷却系统、起动系统 4 个系统组成。

- 1) 曲柄连杆机构主要包括气缸体、曲轴箱、气缸套、气缸盖、气门室罩、活塞、连

杆、曲轴、飞轮和扭转减振器等机件。它是发动机进行能量转换和传递动力的机构。

2) 配气机构主要包括进气门、排气门、气门弹簧、摇臂、推杆、凸轮轴和凸轮轴驱动器等机件。它是发动机的换气机构。

3) 供给系统主要包括燃油箱、输油泵、燃油滤清器、喷油泵、调速器、喷油器、空气滤清器、进气歧管、排气歧管、排气消声器等机件。它适时供给清洁的、高质量的空气和燃油,并负责废气的排出。

4) 润滑系统主要包括机油泵、集滤器、机油滤清器、限压阀、润滑油道和机油散热器、油温表、油压表等机件。它负责发动机各摩擦表面的润滑、冷却和清洗。

5) 冷却系统主要包括风扇、水泵、散热器、节温器、水套等。它能吸收发动机受热零件的多余热量,并散发到大气中,以保证发动机正常工作的温度。

6) 起动系统主要包括起动机、附属电器设备和冷起动装置。它担负发动机的起动任务。

2. B 系列柴油机的特点

4 冲程柴油发动机和汽油发动机一样,每个工作循环也经历进气、压缩、做功和排气 4 个行程;但由于柴油发动机用的燃料是柴油,其粘度比汽油的粘度大,不易蒸发,而其自燃温度却比汽油低,因而可燃混合气的形成及点火方式都与汽油发动机的不同。

(1) 进气行程 柴油发动机在进气行程吸入气缸的是空气,而且吸入空气量的多少与发动机的燃油消耗和产生的动力直接相关。因此,康明斯 6BT 柴油机上增设了废气涡轮增压器,以保证进气行程中能吸入足够的空气量。

(2) 压缩行程 活塞上行时将吸入气缸的空气进行压缩,由于柴油机气缸压缩比较汽油机的高(一般为 16~22,康明斯 6BT 柴油机为 17.5),因而压缩终了气缸内的空气压力可达 3.5~4.5 MPa,温度则高达 423~673℃,大大超过了柴油的自燃温度(约 327℃)。

(3) 做功行程 由于压缩行程终了时缸内空气的温度远远超过柴油的自燃温度,故当柴油喷入气缸后,在很短的时间内与空气混合后立即自行发火燃烧,并使气缸内的气压急速上升到 6~9 MPa,温度则上升到 2000~2500K,活塞即被高压气体推动而向下运动,带动曲轴旋转做功。

(4) 排气行程 当做功行程接近终了时,排气门开启,此时,一部分废气靠压力自动排出气缸,其余废气则在活塞到达下止点后再向上止点移动时被强制排到废气涡轮增压器中。因为排出的废气具有一定的压力,能推动废气涡轮增压器的涡轮高速旋转,带动增压叶轮将新鲜空气压入气缸,与更多的柴油混合燃烧,保证发动机发出大的功率。通过涡轮的废气最后经排气管排入大气。

增压发动机与自然吸气发动机相比,其功率可提高 25% 左右。

B 系列柴油发动机是高涡流直接喷射式,其增压度高而零部件负荷余量大,柴油机输出功率覆盖面为 42~132kW。由于采用了直喷式燃烧室,气缸盖铸件结构简单,并能减少冷却液带走的热量,因此可采用效率好、噪声小的风扇和体积小、质量轻的散热器。康明斯公司在设计 B 系列柴油机时,广泛采用了有限元模拟和模态分析等现代化的分析和验证手段,从而使各零件的应力较低,零件数量较少;同时,还采用较多 O 形密封圈和具有双作用的整体构件,因而降低了故障率,达到了较高的可靠性,并减小了发动机的总质量。685.9 型柴油机的零件只有 180 种 760 个,与同类型柴油机相比,零件种类减少了 15%,数量也明显减少。

二、增压型柴油机简介

1) 发动机依靠缸内燃烧发出功率。因此,进入缸内的燃油和空气是最基本的两大要素,两者要合理调配,燃烧才能完全,使之达到功率大而燃油省的目的。

2) 燃油的输入量是可以控制的,关键是空气吸入量。一般发动机靠自然吸气,空气吸入量受发动机进气系统阻力的限制,仅能吸入 70% ~ 80% (以 1 个大气压计,吸入气缸的空气体积与气缸容积的百分比),因此功率难以提高。

3) 增压型柴油机的基本特征就是采用了“增压器”。因此,进入气缸的空气不是依靠自然吸气,而是由增压器强制将空气压入或“填入”气缸,从而使空气量增多,喷射的燃油量也可相应增加,不但发动机功率大大提高,而且由于燃烧完全,相应降低了耗油量,尾气烟度也有所改善。

4) 废气涡轮增压器利用发动机排气压力推动涡轮,带动另一端的叶轮压气机“鼓充”进气,叶轮转速每分钟一般达 10 万转左右。采用这种内燃机增压技术的发动机为增压型,其功率比自然吸气型提高 20% ~ 40%,燃油消耗率也显著下降。

5) 进入气缸的空气通过废气涡轮增压器后,由于受压缩功的影响,其温度大幅度提高(全负荷时一般达到 120℃ 左右),空气密度却明显下降,限制了功率的进一步提高,因此出现了“增压中冷”技术。“增压中冷”是将发动机的冷却液或汽车前端的进风通过“中冷器”(即热交换器)对已增压过的发动机进气进行“中间冷却”。水冷型可将进气温度降至 90℃ 左右,空气冷却型可将进气温度降至 50℃ 左右。采用增压中冷技术的发动机为增压中冷型,其功率比增压型进一步提高,油耗也相应地进一步减少,其工作原理如图 1-1 所示。

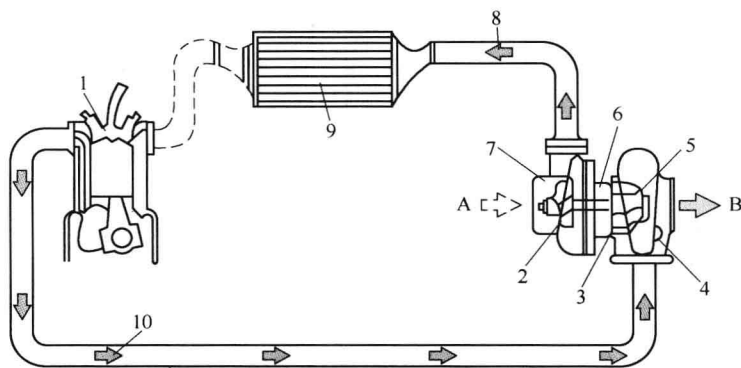


图 1-1 增压中冷型柴油机工作原理

1—发动机气缸 2—压气机叶轮 3—润滑油出口 4—放气阀 5—涡轮 6—涡轮增压器润滑油进口 7—压气机
8—压缩空气流 9—中冷器 10—废气 A—环境空气进口 B—废气排出口

6) B 系列柴油机有 3 种吸气形式——自然吸气型、增压型和增压中冷型。依靠这种技术, B 系列柴油机在缸径、冲程和转速不变的情况下,可逐级提高它的功率和转矩,因而明显扩大了系列内柴油机的功率范围。以 B 系列 6 缸机为例:自然吸气型(代号 6B)的额定功率为 96kW,增压型(代号 6BT)的额定功率为 118 kW,增压中冷型(代号 6BTA)的额定功率为 140 kW,它们的转矩和燃油消耗量也分别不同程度地逐级得到提高和减少。

7) B 系列柴油机是通过采用增压和增压中冷技术来扩大功率范围,而不是通过采用扩大

缸径的方法来达到的。由于缸径不变,缸体、缸盖等零部件完全通用,就大大降低了工厂生产成本,减少了市场备件品种;又由于设计时不必考虑保留扩大缸径的余地,使发动机能尽量紧凑,体积和质量明显减小;更由于增压技术的优点,不仅提高了动力性和经济性,而且有利于降低噪声和使排放达标。此外,如在高原地区使用,动力可保持不变或损失较少。B系列柴油机的结构强度是按最大功率和转矩的需要设计的,因此保证了全系列机型的可靠性和耐久性。

8) 东风柴油发动机配 HIC 增压器主要按中、高速端匹配,因而低速端增压压力不足。为了不使烟度排放性能等恶化,不得不限制供油量(通过冒烟限制器),从而牺牲了低速转矩并影响整车低速行驶性能。这种匹配主要适于汽车经常高速行驶的使用条件。

旁通涡轮增压器正是针对解决低速动力性不足而开发的,它以低速端进行最佳匹配,低速增压压力高,冒烟限制器不起作用,因此低速转矩大、排放低,并通过旁通阀来解决由此产生的高速端增压压力过高的问题,从而兼顾了高速端的性能,如图 1-2 所示。

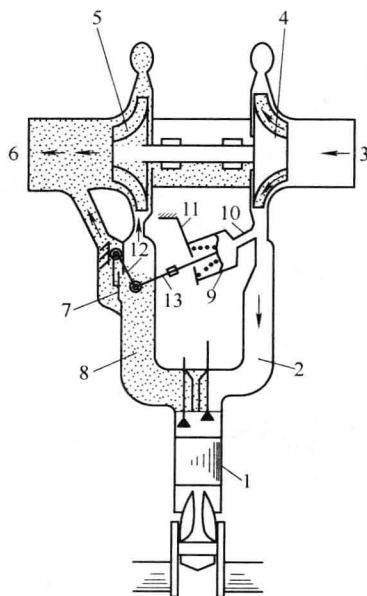


图 1-2 旁通增压器示意图

1—发动机 2—进气(增压压力) 3—空气 4—压气机 5—涡轮机 6—废气 7—旁通阀
8—排气 9—执行器 10—软管 11—支架 12—曲柄 13—推杆

从图 1-2 中可以看出,旁通阀与曲柄连成整体转动,并通过推杆与执行器(用支架固定在增压器壳体上)中弹簧的一端相连,执行器的另一端则通过软管与压气机出口增压压力相通。当旁通阀处于关闭状态时执行器中的弹簧具有一定的预紧力。

当增压压力达到一定程度而足以克服弹簧预紧力时,作用力将通过推杆、曲柄使旁通阀打开,将进入涡轮的部分废气经旁通阀流入总排气管,从而减少了进入涡轮的能量,使转速和增压压力随之下降。

三、B 系列发动机性能指标

1. 动力性

B 系列发动机动力性能参数见表 1-1 所示。

表 1-1 B 系列发动机动力性能参数

B 系列	吸气形式	机型代号	额定功率 /kW	额定功率转速 /(r/min)	最大扭矩 /N·m	最大扭矩转速 /(r/min)
6 缸机 (排量 5.9 L)	自然吸气型	6B	96	2800	387	1600
	增压型	6BT	118	2600	558	1600
	增压中冷型	6BTA	140	2600	638	1600
东风汽油发动机		EQ6100	99	3000	353	1400

2. 经济性

B 系列发动机经济性能见表 1-2 所示。

表 1-2 B 系列发动机经济性能参数表

车 型	载质量/t	总质量/t	装用发动机 机型	100km 等速油耗率/(L/100km)						以 50km/h 车速时计		
				车速/(km/h)						每吨货每 100km 油耗/L	百分比 (%)	
				20	30	40	50	60	70			
EQ1092	5	9.3	EQ6100 汽油机	22	22.7	23.6	24.7	26.5	28.9	4.94	100	
EQ4D1092	5	9.3	6B 柴油机	10.9	11.8	13	14.9	16.4	17	2.98	60.3	100
EQ1141	8	14	6BT 增压柴油机	1	12.3	12.7	14.5	16.7	19.5	1.8125	36.7	60.8

3. 可靠性

产品的可靠性是由产品设计保证的。产品设计部门在产品开发期内,要进行大量的、严格的、全面的、深入的和反复的试验和改进,直至把暴露的问题或隐患彻底消除,把一切可能发生的故障全部排除,然后才能定型投产。根据东风汽车公司的开发过程和设计试验结果,这一点确实已获得了保证。

(1) 清洁 清洁是指吸入的空气、燃油、机油及冷却液的清洁。必须保证空气滤清器、燃油滤清器和机油滤清器的精心保养和定期更换滤芯,冷却液内不得含有不清洁的液体。

(2) 冷却 冷却是指保证冷却系统不过热。为此,平时要加满冷却液,并注意放气,防止泄漏;保证水泵工作正常及蒸气引出管畅通,以防止水流被“堵塞”。使用中经常注意冷却液温度警报信号,不允许冷却系统发生过热现象。

(3) 油品 要求使用规定牌号的润滑油,即正宗 CD 级、15W/40 号的发动机润滑油。

(4) 水质 规定 B 系列柴油机冷却系统不得使用普通水,而是要用冷却液。该冷却液不但可以防冻(冬天可不放水),而且能提高水的沸点,还可以防锈,以减轻冷却系统管路的结垢和堵塞。

4. 耐久性

按东风汽车公司的规定,缸孔磨损直径超过 102.116mm 时,就要镗缸大修。B 系列柴油机缸孔直径的出厂标准值是 102.00mm,所以大修磨损极限值是 0.076mm,同时规定大修行驶里程应不少于 30 万 km。

5. 发动机的技术参数

6BT5-9 柴油发动机的主要技术参数如下:

机型

6BT5-9

形式	6 缸、直列、水冷、4 冲程、废气涡轮增压直喷式柴油机
缸径/mm	102
冲程/mm	120
排量/L	5.88
压缩比	17.5 : 1
点火次序	1-5-3-6-2-4
气门间隙：进气阀/mm	0.25
排气阀/mm	0.50
旋向（从发动机前端看）	顺时针方向
最大功率/kW(r/min)	118 (2600)
最大扭矩/N·m(r/min)	583 (1400)
最低燃油消耗率/g/(kW·h)	212
空车最大允许转速/(r/min)	3000
怠速转速/(r/min)	675 ~ 725
怠速最小机油压力/kPa	69
额定转速最小机油压力/kPa	207
调压阀开启压力/kPa	414
机油滤清器旁通阀开启压差/kPa	138
冷却液容量/L	10.5
节温器工作温度：开启温度/℃	83
全开温度/℃	88
散热器盖蒸汽阀开启压力：系统温度 104℃ 时/kPa	103
系统温度 99℃ 时/kPa	48
在额定转速和负荷时最大允许进气阻力/kPa	6.2
在额定转速和负荷时最大允许排气阻力/kPa	0.75
燃油滤清器较脏时输油泵最大允许阻力/kPa	0.93
燃油滤清器较脏时回油管最大允许阻力/kPa	5.1
起动电路最大允许电阻/ Ω	0.002
柴油机机油牌号	CD 级
带轻附件起动电流/mA	400
带重附件起动电流/mA	475
柴油发动机质量（除飞轮和发电机）/kg	399

6. 发动机维修参数

6BT5-9 型发动机的大修条件是机燃比大于 0.5%。机燃比为相同测定里程范围的机油消耗量 (L)/燃油消耗量 (L)。一般记录 1000 ~ 3000km 的机油、燃油消耗量，计算后即可确认。例如：行驶 3000km 的消耗量分别为机油 6L、燃油 916L，其机燃比为 0.65%，超过 0.15%，即可确认发动机需要大修。

图 1-3 ~ 图 1-5 所示分别为 B 系列柴油机进气、排气、润滑系统图。

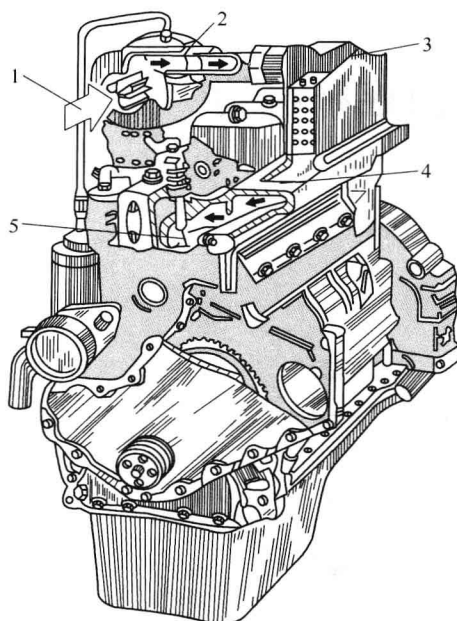


图 1-3 B 系列柴油机进气系统图

1—增压器进气口 2—增压器至中冷器导管
3—中冷器 4—进气歧管 5—进气门

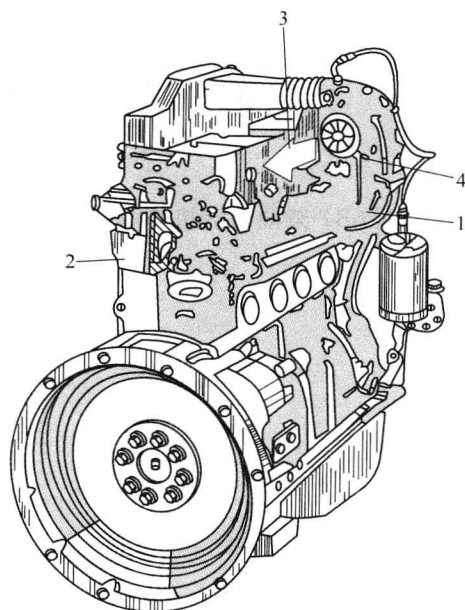


图 1-4 B 系列柴油机排气系统图

1—排气歧管 2—排气门 3—增压器排气口
4—从双通道进入增压器

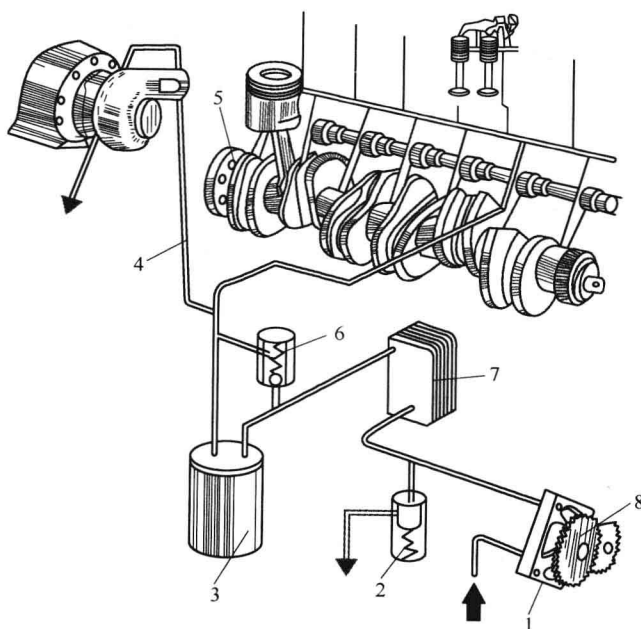


图 1-5 B 系列柴油机润滑系统图

1—机油泵 2—限压阀 3—机油滤清器 4—增压器供油管 5—活塞冷却喷嘴
6—滤清器旁通阀 7—机油冷却器 8—机油泵惰轮

第二章 机体和曲柄连杆机构

康明斯 6BT 柴油机的机体和曲柄连杆机构零件分解图如图 2-1 所示。

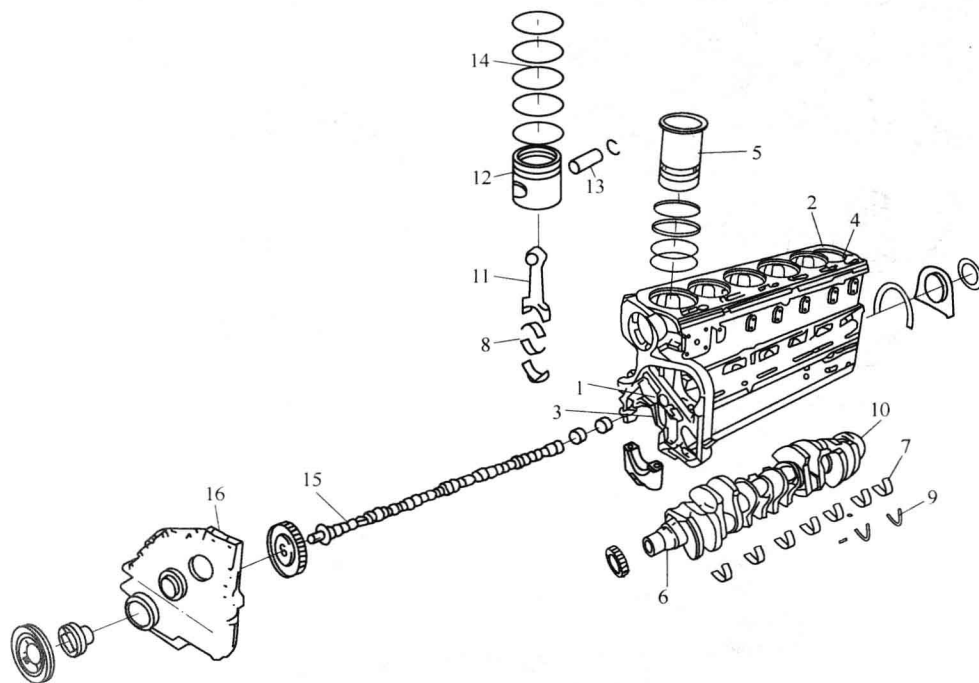


图 2-1 6BT 柴油机机体和曲柄连杆机构零件分解图

1—凸轮轴孔 2—缸套止口 3—主轴承孔 4—机体 5—缸套 6—曲轴 7—主轴承 8—连杆轴承 9—曲轴止推环
10—曲轴轴向间隙 11—连杆 12—活塞 13—活塞销 14—活塞环 15—凸轮轴 16—齿轮室盖

第一节 机 体 组

机体组包括气缸体、曲轴箱、气缸套、气缸垫、机油盘（俗称油底壳）、前齿轮室和齿轮室盖及后盖等不动件。一般柴油机的气缸体与曲轴箱合为一体，总称为机体。发动机工作时，机体承受着大小和方向作周期变化的气体压力、惯性力和力矩的作用，并将所受的力和力矩通过机体传给机架。发动机各机构和系统都装在机体上。

一、气缸体

康明斯 6BT 柴油机气缸体用来安装气缸套以及支撑曲轴和凸轮轴等。

气缸体为灰铸铁铸造，结构形式为整体龙门式，即上曲轴箱和气缸体连成一个整体。上曲轴箱是组装发动机的基础件，发动机各运动件在工作中保持一定的相对位置。

曲轴箱内铸有 5 个横隔板, 除前后 2 个主轴承座孔外, 其他 5 个轴承座孔就在横隔板上。曲轴箱的右下方制有凸轮轴轴承座孔, 在曲轴箱的右上方制有活塞喷油嘴孔。在气缸体的上部有 6 个缸套座孔, 其上制有装缸套的止口。在缸套座孔之间有加强筋 (加强筋下部与曲轴箱的隔板连成一体), 以加强气缸体的结构强度。在加强筋上有孔使缸套座孔之间相通, 气缸体内铸造有润滑油道 (主油道在气缸体的右边)、水套及冷却水道。在气缸体的前边有齿轮室, 并有齿轮室盖密封, 后面装有后盖。

气缸体的硬度按进气方式不同而不同。对于增压发动机, 铸造件试棒硬度为 207 ~ 285HBW, 自然吸气为 179 ~ 201HBW。增压发动机最低抗拉强度为 220MPa。柴油机气缸座孔具有可装厚法兰尺寸气缸套的缸套座孔, 并带有一个缸套座孔垫环, 称为厚型顶壁的气缸体, 如图 2-2 所示。所有的 6BT 型柴油机均采用这种结构。

气缸体上制有主轴承座孔和凸轮轴座孔, 为了安装水泵惰轮轴, 气缸体上有安装水泵惰轮轴的孔。为了轴承的润滑和气缸的冷却, 在缸体上钻有主油道和水道孔。为了防止泄漏, 在老式气缸体的某些部位制有安装管塞的螺纹孔。而在新式气缸体上润滑油道不用管塞螺纹孔, 而是用一种膨胀铆紧型堵塞 (组合式孔塞), 如图 2-3 所示。这种组合式孔塞是由一个钢制的杆塞和一个铝制的衬套组成。在将组合式孔塞安装到油道时, 靠装配工具以足够的力量拉紧杆塞, 使衬套扩张, 从而获得一个紧密的密封, 然后杆塞在凹槽处折断。

曲轴箱通风装置安装在进气歧管上。在气缸体上, 靠近右排气缸的后端处和左排气缸的前端处还有一孔, 它是用来连接增压器回油软管的。

在气缸体的前端安装有齿轮室和齿轮室盖。

康明斯柴油机上有两种不同类型的齿轮室盖。一种是在船用柴油机上的齿轮室盖开有一孔, 以便安装海水泵。这种齿轮室盖也用某些工程机械的发动机上, 这时可用一盖板盖住海水泵安装孔, 可以利用这个孔拆卸凸轮轴和凸轮轴齿轮。另一种是整体式齿轮室盖, 如图 2-4 所示。这种整体式齿轮室用于大多数柴油机上。

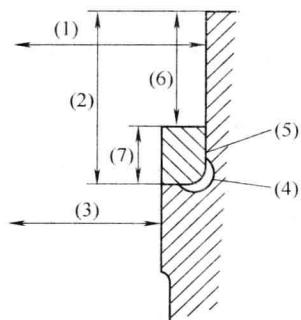


图 2-2 厚型顶壁气缸体

- 1—上缸套座孔内径 2—缸套座孔深度
3—下缸套座孔内径 4—缸套座孔圆弧
5—座孔垫环 6—座孔垫环深度
7—座孔垫环厚度

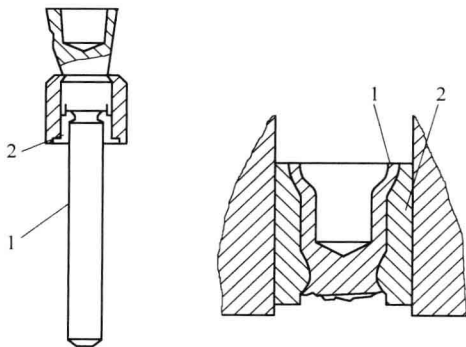


图 2-3 组合式孔塞

- 1—杆塞 2—衬套

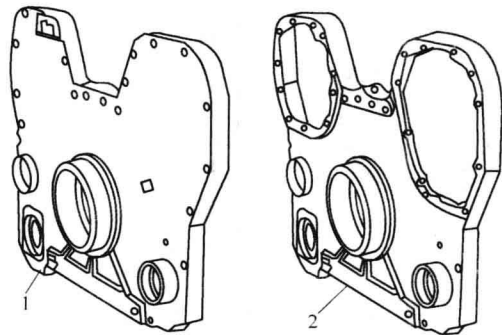


图 2-4 两种不同类型的齿轮室盖

- 1—整体式前齿轮室盖 2—另一种前齿轮室盖

齿轮室盖和齿轮室与气缸体的对中是利用定位销实现的。老式的发动机有 2 个主定位销和 2 个菱形定位销，它们的长度为 25.4mm。新式发动机有一个主定位销和一个菱形定位销，它们的长度为 63.5mm。

在拆卸发动机时，要注意检查定位销的布置形式，如果不更换气缸体，就不要变动定位销的布置形式。新的齿轮室盖和齿轮室可以用任一种定位销的布置形式进行安装，在新的气缸体上，定位销孔深度为 15.00mm，老式气缸体上的定位销孔的深度为 9.88mm。要注意：在修理时不允许将老式的气缸体上的定位销孔任意加深。

新式的齿轮室盖和齿轮室的定位销孔直径比老式的齿轮室盖和齿轮室的定位销孔要大。如果要将老式的齿轮室盖和齿轮室安装到新式的气缸体上，就必须将齿轮室盖和齿轮室上的定位销孔重新铰大到所需的尺寸。其中对于主定位销孔必须重新铰大到直径为 15.900 ~ 15.929mm；对菱形定位销则必须重新铰大到直径为 15.925 ~ 15.950mm。若不铰大定位销孔，当将齿轮室盖和齿轮室强制压入新定位销时，就会导致齿轮室盖和齿轮室破裂。

二、气缸套

康明斯 6BT 型柴油机的气缸套均采用单体可拆卸湿式缸套，如图 2-5 所示。这种湿式缸套外圆表面直接和冷却液相接触，冷却效果好。为了提高缸套的耐磨性，缸套内表面有磷化物涂层。

气缸套的径向定位是在缸套外表面上、下部位有两个凸出的圆环带，分别称为上支撑定位带和下支撑密封带。上支撑定位带和气缸套为过盈配合，过盈量为 0.02 ~ 0.04mm，位于下支撑（6BT 型柴油机）的上边。第一道密封圈为矩形圈，材质为腈橡胶密封环，装入后，部分和冷却液接触，既能防止配合面生锈，便于拆装，又能借其吸振，减轻穴蚀，表面呈蓝色；中间一道为圆形圈，材质为乙烯丙烯合成橡胶密封环，抗热性和耐压缩性好，表面为黑色；底部一道也是圆形圈，材质为硅树脂橡胶，耐油性好，表面为红色。三种圈的相互位置在维修更换时不能装错。

6BT 型柴油机气缸套下部的密封圈如图 2-6 所示。

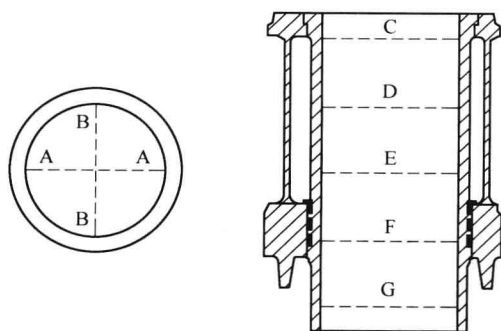


图 2-5 湿式缸套及其测量点

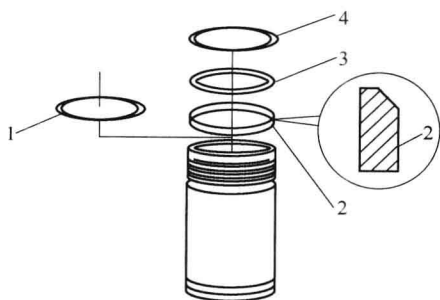


图 2-6 6BT 型柴油机气缸套下部的密封圈

1—垫圈 2—缝隙密封圈 3—黑的圆形密封圈
4—红的圆形密封圈