

杨智勇 程晓鹰 主编



图解汽车

发动机维修

TUJIE QICHE FADONGJI WEIXIU

★ 双色版 ★



化学工业出版社

杨智勇 程晓鹰 主编



汽车

发动机维修

TUJIE QICHE FADONGJI WEIXIU



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

图解汽车发动机维修 / 杨智勇, 程晓鹰主编. —北京:
化学工业出版社, 2016.6

(零起点就业系列)

ISBN 978-7-122-26722-1

I. ①图… II. ①杨…②程… III. ①汽车-发动机-
车辆修理-图解 IV. ①U472.43-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第070877号

责任编辑: 周 红
责任校对: 陈 静

文字编辑: 张燕文
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张9³/₄ 字数282千字
2016年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00元

版权所有 违者必究

目前,中国汽车工业已有了飞速的发展,汽车的生产能力、市场占有率和社会保有量均有大幅度的提高。随着机动车数量的增多,汽车服务前景广阔。汽车使用与维修技术人员尤其是初学汽车维修人员迫切需要学习相关的汽车专业知识。为了使广大初学汽车维修人员全面系统地了解汽车发动机的基础知识,增强维护修理、排除故障的实际能力,掌握汽车发动机维修技巧等知识,特编写此书。

本书以大众桑塔纳、凯越等主流车型为主,以通俗易懂的语言,围绕初学汽车维修人员所关心的问题,以图解的形式讲述了汽车发动机的结构、简单工作原理、维修及常见故障诊断方法,内容包括发动机维修基础知识、曲柄连杆机构、配气机构、润滑系统、冷却系统、汽油机电控燃油喷射系统、柴油机燃油供给系统等知识。

本书内容丰富,可读性强,实用性强,既可作为初学汽车发动机维修人员的入门指导,也可供广大汽车爱好者、驾驶人员以及大中专院校相关专业的师生阅读和参考。

本书由杨智勇、程晓鹰主编,周磊、程相宽副主编。参加编写的还有王恒志、范渝诚、李川峰、李丁年、于宏艳、张宁、高继生、李旭、栾宏宇、王鹏、陈剑飞、张喜平、李艳玲、胡明、崔志刚、蔡宝辉等。

在编写过程中,我们参考并引用国内外一些汽车厂家的技术资料及有关出版物,在此对参考文献的作者和为本书编写过程提供帮助的同志表示衷心的感谢。

由于水平所限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者





第一章 知识准备 /001

第一节 安全操作规程 /001

- 一、工作准备 /001
- 二、车辆的举升 /002
- 三、安全操作守则 /004
- 四、作业安全 /006

第二节 认识发动机 /009

- 一、发动机的分类 /009
- 二、发动机的基本结构 /011

第三节 了解发动机基本工作

原理 /015

- 一、发动机的基本术语 /015
- 二、发动机基本工作原理 /016
- 三、发动机的工作顺序 /017

第四节 工具与量具 /019

- 一、常用工具 /019
- 二、常用量具 /031

第二章 曲柄连杆机构维修 /039

第一节 认识曲柄连杆机构 /039

- 一、曲柄连杆机构的作用 /039
- 二、曲柄连杆机构的组成 /040

第二节 机体组的维修 /041

- 一、机体组的结构 /041
- 二、机体组的检修 /046

第三节 活塞连杆组的维修 /051

- 一、活塞连杆组的结构 /051
- 二、活塞连杆组的检修 /057

第四节 曲轴飞轮组的维修 /066

- 一、曲轴飞轮组的结构 /066
- 二、曲轴飞轮组的检修 /068

第五节 曲柄连杆机构常见故障诊断 /072

- 一、曲轴主轴承响 /072
- 二、连杆轴承响 /073
- 三、活塞敲缸响 /074

四、活塞销响 /076

五、活塞环响 /077

第六节 曲柄连杆机构维修实例 /078

一、夏利轿车车辆大修后，发动机运转时气缸内有异响 /078

二、凯越轿车发动机大修后车辆行驶无力，运转时有杂音 /079

三、凯越轿车车辆行驶过程中突然熄火，发动机捣坏 /080

四、波罗轿车发动机转速较高时有异响，但中低速时响声不明显 /081



目录

第三章 配气机构维修 / 082

第一节 认识配气机构 / 082

- 一、配气机构的作用与组成 / 082
- 二、配气机构的工作原理 / 084
- 三、配气机构的类型 / 084

第二节 气门组的维修 / 087

- 一、气门组的结构 / 087
- 二、气门组的检修 / 090

第三节 气门传动组的维修 / 098

- 一、气门传动组的结构 / 098
- 二、气门传动组的检修 / 106
- 三、气门间隙的检查与调整 / 115

第四节 配气机构常见故障

诊断 / 119

- 一、凸轮轴响 / 119
- 二、气门脚响 / 120

三、气门弹簧响 / 121

四、气门座圈响 / 121

第五节 配气机构维修实例 / 122

- 一、桑塔纳轿车排气管长时间冒蓝烟, 并且滴机油 / 122
- 二、捷达轿车冷车不易启动, 热车时加速无力 / 122
- 三、乐风轿车更换正时齿带后发动机运转状况差 / 123
- 四、夏利轿车在行驶途中, 突然感到发动机动力不足且伴有异响 / 124
- 五、爱丽舍轿车发动机气缸垫几次冲坏 / 125
- 六、别克凯越轿车润滑油消耗过快 / 125

第四章 润滑系统维修 / 127

第一节 认识润滑系统 / 127

- 一、润滑系统的作用 / 127
- 二、润滑方式 / 129
- 三、润滑系统的组成 / 129
- 四、润滑系统的工作原理 / 130

第二节 润滑系统的维修 / 131

- 一、润滑系统的结构 / 131
- 二、润滑系统的检修 / 134

第三节 润滑系统的维护 / 136

- 一、检查润滑油油面位置 / 136
- 二、更换润滑油 / 137
- 三、更换机油滤清器 / 137
- 四、检查机油压力 / 138
- 五、疏通油道 / 139

第四节 润滑系统常见故障

诊断 / 139





- 一、机油压力过低 / 139
- 二、机油压力过高 / 141
- 三、机油消耗异常 / 142
- 四、机油变质 / 143

第五节 润滑系统维修实例 / 143

- 一、帕萨特轿车机油压力警告灯

闪亮,蜂鸣器报警 / 143

- 二、捷达轿车更换机油泵后机油压力警告灯闪亮,气门有异响 / 144

- 三、丰田花冠轿车新车保养后发动机出现异响 / 145

第五章 冷却系统维修 / 147

第一节 认识冷却系统 / 147

- 一、冷却系统的作用 / 147
- 二、冷却系统的分类 / 148
- 三、冷却系统的组成 / 149
- 四、冷却系统的工作原理 / 150

第二节 冷却系统的维修 / 151

- 一、冷却系统的结构 / 151
- 二、冷却系统的检修 / 154

第三节 冷却系统的维护 / 158

- 一、冷却液液面位置的检查 / 158
- 二、风扇传动带松紧度的调整 / 158
- 三、冷却液的更换 / 159

- 四、冷却系统压力的检查 / 160

第四节 冷却系统常见故障诊断 / 161

- 一、冷却液消耗异常 / 161
- 二、发动机过热 / 161
- 三、发动机工作温度过低 / 162

第五节 冷却系统维修实例 / 163

- 一、奇瑞轿车冷却液温度警告灯闪亮,发动机过热 / 163
- 二、吉利轿车发动机水温高,易开锅,车辆行驶无力 / 164
- 三、捷达轿车车辆在行驶过程中发动机开锅 / 164

第六章 汽油机电控燃油喷射系统维修 / 166

第一节 认识汽油机电控燃油喷射系统 / 166

- 一、汽油机电控燃油喷射系统的作用 / 166

- 二、汽油机电控燃油喷射系统的分类 / 166

- 三、汽油机电控燃油喷射系统的组成与主要部件布置 / 169



目录

第二节 空气供给系统的

维修 / 171

一、认识空气供给系统 / 171

二、空气供给系统的检修 / 173

第三节 燃油供给系统的

维修 / 176

一、认识燃油供给系统 / 176

二、燃油供给系统的检修 / 177

第四节 控制系统的维修 / 186

一、认识控制系统 / 186

二、控制系统的检修 / 188

第五节 汽油机电控燃油喷射系统

常见故障诊断 / 217

一、汽油机电控燃油喷射

系统故障诊断与检修

注意事项 / 217

二、汽油机电控燃油喷射系统故

障诊断与检修方法 / 219

三、汽油机电控燃油喷射系统万

用表的检测 / 220

四、汽油机电控燃油喷射系统常

用故障诊断方法 / 221

五、汽油机电控燃油喷射系统的

故障自诊断 / 226

六、汽油机电控燃油喷射

系统线路故障和相关

组件的检测 / 228

七、汽油机电控燃油喷射系统

常见故障的诊断 / 232

第六节 汽油机电控燃油喷射系统

维修实例 / 243

一、北京现代索纳塔轿车

发动机在怠速运转时间

歇性熄火 / 243

二、昌河北斗星汽车发动机怠速

高, 油耗大 / 244

三、中华轿车发动机不能

启动 / 244

四、长安羚羊轿车发动机

怠速高达 1200r/min,

油耗增加 / 245

五、广州本田奥德赛多功能轿车

发动机怠速不稳且排气管严

重冒黑烟 / 247

六、广州本田飞度轿车行驶过程

中发动机突然熄火, 无法再

启动 / 247

七、广州本田雅阁轿车发动机拆

装后故障指示灯亮, 发动机

怠速不稳 / 248

八、上海别克 GL 型轿车高速行

驶时发动机故障指示灯闪烁,

排放的尾气呛人 / 249

九、别克君威 3.0 轿车发动机熄

火后不能正常启动 / 251

十、红旗世纪星 7200E3 型轿车

冷车启动怠速不稳 / 251

十一、红旗 CA7220E 型轿车发

动机加速不良, 行驶中车辆

窜动不稳定 / 252





- 十二、帕萨特B5发动机冷车不易启动,热车启动正常 / 254
- 十三、桑塔纳轿车在冷却液高温行驶时,发动机突然熄火 / 255
- 十四、桑塔纳轿车发动机启动困难,启动后转速不稳 / 256

第七章 柴油机燃油供给系统维修 / 258

第一节 认识柴油机燃油供给系统 / 258

- 一、柴油机燃油供给系统的作用与组成 / 258
- 二、柴油机燃油供给系统的工作过程 / 260

第二节 柴油机燃油供给系统的维修 / 260

- 一、活塞式输油泵 / 260
- 二、柴油滤清器 / 264
- 三、喷油泵 / 266
- 四、调速器 / 273
- 五、喷油器 / 274
- 六、转子分配式喷油泵(VE泵) / 278

第三节 柴油机电控系统的维修 / 281

- 一、认识柴油机电控系统 / 281

- 二、认识蓄压式共轨柴油发动机 / 285
- 三、柴油机电控系统的传感器和执行器 / 292
- 四、柴油机电控系统的检修 / 295

第四节 柴油机燃油供给系统常见故障诊断 / 297

- 一、传统柴油机燃油供给系统常见故障诊断 / 297
- 二、共轨燃油喷射系统发动机常见故障诊断 / 300

第五节 柴油机燃油供给系统维修实例 / 301

- 一、捷达SDI柴油发动机突然熄火后再也无法启动 / 301
- 二、捷达SDI柴油发动机怠速运转不稳 / 302

第一章



知识准备

第一节 安全操作规程

一、工作准备

汽车维修工作准备内容如图 1-1 所示。

① 着装：进行汽车修理时，务必穿着干净的工作服，必须戴好帽子，穿好安全鞋。

② 车辆保护：修理作业开始前，准备好散热器格栅罩、翼子板保护罩、座椅护面、地板垫、转向盘罩及挡位杆罩等物品。

③ 举升设备的安全操作：两个或两个以上人员一起工作时，一定要相互检查安全情况；发动机运转的情况下进行工作时，确保工作间通风，以排出废气；维修高温、高压、旋转、移动或振动的零件时，

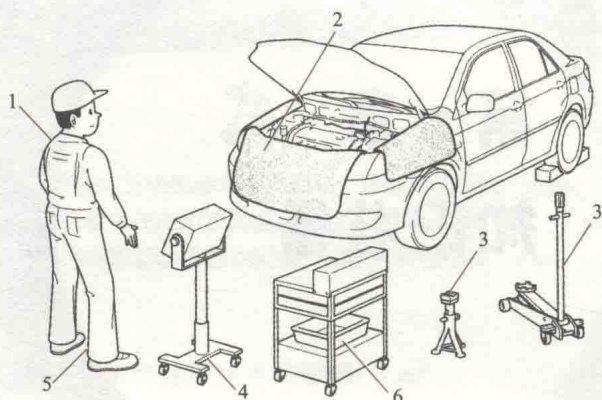


图 1-1 汽车维修工作准备内容

1,5—着装；2—车辆保护；3—举升设备；4—测量仪器；6—工具

一定要佩戴适当的安全用具，并且格外注意不要碰伤自己或他人；顶起车辆时，一定要使用安全底座支撑规定部位；举升车辆时，使用适当的安全设备。

④ 准备工具和测量仪表：开始操作前，准备好工具台、通用工具、专用工具、仪器仪表、耗材和更换的零件。

⑤ 拆卸和安装、拆解和组装操作：拆下零件前，检查总成的总体状况以确认是否变形或损坏；对于复杂的总成，要做记录，例如记录拆下的电气连接、螺栓或软管的总数，并做上装配标记，以确保重装时各零部件装到原位置上，必要时，可对软管及其接头进行临时标记；如有必要，清洗拆下的零件，并且在全面检查后进行组装。

⑥ 拆下零件的处理：应将拆下的零件放在一个单独的盒子内，以免与新零件混淆或弄脏新零件；对于不可重复使用的零件，如衬垫、O形圈、自锁螺母，要按照维修手册中的说明用新件进行更换。

二、车辆的举升

1 举升支撑部位

许多维修工序需要将汽车升离地面，在升起车辆前应确保汽车已

被正确支撑，并应使用安全锁以免汽车落下。在用千斤顶支起汽车时，应确保千斤顶支撑在汽车底盘大梁部分或较结实的部分。

注意，在举升车辆前，应先查找维修手册，找到车辆正确的支撑点，错误的支撑点不仅会带来危险，而且会破坏汽车的车身结构。

图 1-2 所示为典型轿车的举升支撑部位。

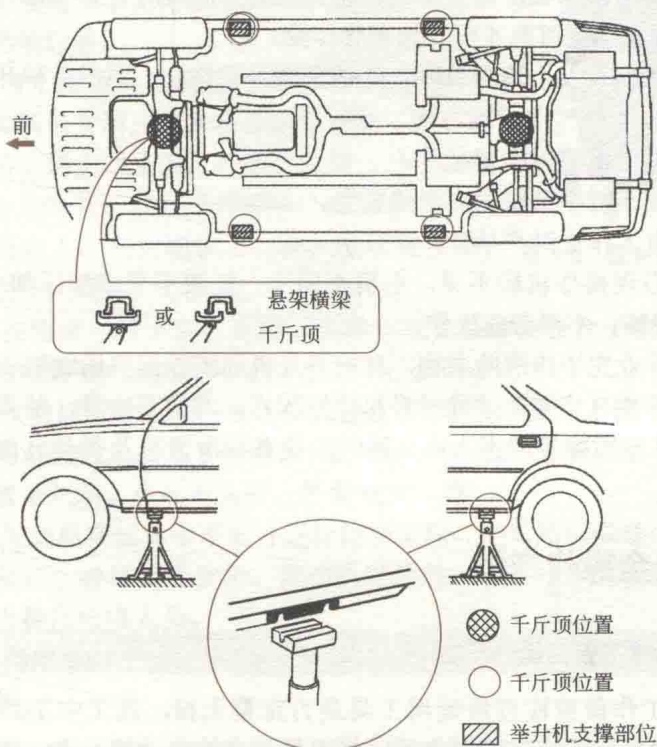


图 1-2 典型轿车的举升支撑部位

2 举升机安全操作规程

① 使用前应清除举升机附近妨碍作业的器具及杂物，并检查操作手柄是否正常。

② 操作机构灵敏有效，液压系统不允许有爬行现象。



③ 支车时，四个支角应在同一平面上，调整支角胶垫高度使其接触车辆底盘支撑部位。

④ 支车时，车辆不可支得过高，支起后四个托架要锁紧。

⑤ 待举升车辆驶入后，应将举升机支撑块调整移动对正该车型规定的举升点。

⑥ 举升时人员应离开车辆，举升到需要高度时，必须插入保险锁销，并确保安全可靠才可开始车底作业。

⑦ 除低保及小修项目外，其他繁琐笨重作业，不得在举升机上操作修理。

⑧ 举升机不得频繁起落。

⑨ 支车时举升要稳，降落要慢。

⑩ 有人作业时严禁升降举升机。

⑪ 发现操作机构不灵，电机不同步，托架不平或液压部分漏油，应及时报修，不得带病操作。

⑫ 作业完毕应清除杂物，打扫举升机周围以保持场地整洁。

⑬ 定期（半年）排除举升机油缸积水，并检查油量，油量不足应及时加注相同牌号的压力油。同时应检查润滑情况及举升机传动齿轮和链条。

三、安全操作守则

1 机修工安全操作守则

① 工作前应检查所使用工具是否完整无损，施工中工具必须整齐，不得随地乱放，工作完后应将工具清点检查并擦干净，按要求放入工具车或工具箱内。

② 拆装零部件时，必须使用合适工具或专用工具，不得大力蛮干，不得用锤子直接敲击零件，所有零件拆卸后要按一定顺序整齐排放，不得随地堆放。拆装车辆做到油、水、零件不落地，保持双手、零件、工具、场地的清洁。

③ 如图1-3所示，废油应倒入指定的废油桶收集，不得随地倒泼

或倒入排水沟内，防止废油污染。

④ 修理作业时应注意保护汽车漆面光泽及装饰，对地毯及座位必要时使用保护垫布、座位套，以保持修理车辆的整洁。

⑤ 在车上进行修理作业及用汽油清洗零件时，不得吸烟；不允许在修理汽车的旁边烘烤零件或点燃喷灯等。

⑥ 用千斤顶进行底盘作业时，必须选择平坦、坚实场地并用三角木将前后轮塞稳，然后用搁车凳将车辆支撑稳固，严禁单纯用千斤顶顶起车辆在车底作业。放松千斤顶时，要先看车下及周围是否有人，只有确认人员都在安全位置时，才能放松千斤顶。



图 1-3 废机油回收桶

⑦ 在修理过程中应认真检查原零件或更换件是否合乎技术要求，并严格按修理技术规范精心进行施工和检查调试。

⑧ 发动机进行启动检验前应先检查各部位的装配工作是否已全部结束，是否按规定加足了润滑油、冷却水，启动时置变速器于空挡位置，拉紧手制动。车底有人时，严禁发动车辆。

⑨ 发动机在运转中不允许进行检修工作。汽车路试后进行底盘检修时，要防止被排气管烫伤。发动机过热时，不能打开水箱盖，谨防沸水喷出烫伤检修人员。

⑩ 指挥车辆行驶、移位时，不得站在车辆正前与后方，并注意周围障碍物。

2 检验试车员（质量检验员）安全操作守则

① 路试起步前，首先检查保修项目完成情况及车轮周围情况，检查油、水，拉紧驻车制动器，挂入空挡并踏下离合器踏板后方可发动，待发动后慢慢松离合器踏板，注意仪表工作是否正常。

② 起步前必须关好车门。检试制动系统时，气压制动系统的气压不得低于 294 ~ 392kPa。

③ 倒车时必须前后看清通道情况，并与指挥倒车人员取得联系，



按手示进行。

④ 试车车辆必须前后挂试车牌，并在指定地点进行路试，参加路试随车人员不得超过3人。

⑤ 试踏制动踏板时应先与车上人员示意后再进行试验。

⑥ 试车完好后，应按规定检查有关部位，待全部合格后，由检验人员签名批准出场，将车辆停放在指定地点，将电源总开关关闭，挂低挡，拉紧驻车制动器，并通知车主前来接车。

四、作业安全

1 发动机拆卸安全操作规程

① 发动机的拆卸必须在完全冷却的状态下进行，以免机件变形。

② 发动机拆卸前必须排放冷却液和机油，并且释放燃油压力。

③ 拆卸燃油管时，因燃油管中有压力，在松开软管接头前，应先抹布放到分离点处，然后小心地拔下软管以卸压，并用抹布擦净流出的燃油。

④ 拆卸蓄电池接线柱引线时，应拉动插座本体，以免损坏引线。

⑤ 在拆开真空软管时，必须在其端头做出安装位置标记，以保证安装的准确性；在脱开真空软管时，只能拉动软管的端头，不允许拉软管的中部。

⑥ 在拆卸线束连接器时，只能用手握住连接器并拉开，不允许拽动线束。



图 1-4 发动机的起吊

⑦ 拆卸和安装散热器时，切勿拉伸、扭曲或弯折制冷剂管路和软管，以免损坏这些管路及冷凝器。

⑧ 发动机起吊时必须连接牢固，以确保起吊的安全性，如图1-4所示。

⑨ 使用千斤顶等举升机具

时,必须确保支撑点的正确无误,并使支撑稳固可靠,否则不得进入车下进行操作。

⑩ 吊装发动机等总成时,必须由专人负责指挥,操作过程中不可将手脚伸入易被挤压的部位,以免发生危险。

⑪ 汽车总成解体时,应使用专用工、机具按照分解顺序进行;对较难拆卸的零件,必须采用合理有效的方法,不得违反操作规程。

⑫ 对于螺纹连接件的拆卸,应选用合适的呆扳手、梅花扳手或套筒扳手及专用工具,不可使用活扳手或手钳,以免损伤螺母或螺栓头的棱角。

⑬ 对重要件的拆卸,首先要熟悉其结构,并按照合理的工艺规程进行。

⑭ 在任何零件的加工面上锤击时,都必须垫以软金属或垫棒,不可用锤子直接敲打。

⑮ 所有零件在组装前必须经过彻底清洗并用压缩空气吹干,经检验确认合格后方可装配。

⑯ 凡是螺栓、螺母所使用的平垫圈、弹簧垫圈、锁止垫圈、开口销、垫片及其他金属索线等,必须按照规定装配齐全;主要螺栓紧固后螺纹杆部应伸出螺母1~3扣;一般螺栓要求螺纹不低于螺母上平面,在不妨碍使用的情况下,允许高出螺母。

⑰ 对于螺栓、双头螺柱,如有变形则不可再用;如果螺纹断扣、滑牙不可修复时,都应更换。

⑱ 使用砂轮机、空气压缩机等机具时,必须严格遵守有关安全操作规程,防止发生安全事故。

2 发动机装配安全操作规程

① 装配前必须认真清洗零件,保持设备、工具、工作场地的清洁,应注意仔细检查和彻底清洗气缸体、曲轴上各润滑道,并用压缩空气吹净。

② 不可互换的机件,如气缸体与飞轮壳,各活塞连杆组与其对应的气缸等,应按照其原位安装,不得错乱。

③ 对于相互位置有记号的零部件,如曲轴与飞轮、配气点火正时



等，必须按照标记对准，不得错位。

④ 各螺栓、螺母所用的锁止件，如开口销、垫圈、锁片等，应按规定装配齐全可靠，不得遗漏和损伤。

⑤ 关键部位的重要间隙必须合理地给予保证，如活塞与气缸壁的间隙，主轴颈、连杆轴颈的间隙，曲轴、凸轮轴的轴向间隙，气门间隙等。

⑥ 滑动轴承与轴颈以及有相对运动的摩擦表面在装配时应涂以机油。

⑦ 装配过程中，应随时检查各运动零部件之间有无运动不协调现象。

⑧ 必须明确零件配合性质和要求，掌握过盈配合及间隙配合的技术标准。对过盈配合和间隙配合的零件，应严格按照规定的装配工艺进行装配。

⑨ 严格按照规定的拧紧力矩和拧紧顺序进行螺纹连接件的紧固。例如，连杆螺栓、主轴承螺栓、缸盖螺栓等重要螺栓应按规定力矩进行紧固；螺栓组必须分次交叉均匀拧紧，如缸盖螺栓应从中央到四周按对角线分次交叉均匀拧紧。

⑩ 制动零件应牢固可靠。螺栓、螺母、锁片、开口销、锁丝等凡是一次性使用的零件，不能重复使用。锁片的制动爪和倒边应分别插入轴槽和贴近螺母边缘；弹簧垫圈的内径要与螺栓直径相符，张距近似为垫片厚度的2倍；对于成对成组的固定螺栓，可在每个螺栓头上的每一个面钻上通孔，当拧紧后，用钢丝穿过螺栓头上的孔，使其互相互锁。

⑪ 密封部分应防止“三漏”，即漏油、漏气和漏水。三漏的原因一般是装配工艺不符合要求，或由密封件磨损、变形、老化、腐蚀所至。密封的质量往往与密封材料的选用、预紧程度、装配位置有关。凡是一次性使用的密封件，一经拆卸必须更换。

⑫ 曲轴的配重不能互换；各缸活塞、活塞连杆组的质量差不能大于允许值，以免造成运行时的剧烈振动。

⑬ 对于出厂前已涂有密封紧固胶的零件，在重新安装时必须除净残胶、油污，涂上所规定的密封紧固胶加以密封或紧固。