

现代汽车发动机维修与再生

黄天桂 林启瑞 马焕功 等编译
李 敏 陆炎德 校 订

北京科学技术出版社

前 言

本书系根据在各国深有影响，并在多国出版发行的“Automotive Engine Rebuilding”最新版本一书编译而成的。作者James G. Hughes几十年从事汽车修理实践与培训，对现代汽车发动机的维修与再生，积累了丰富的经验。读者可从中一睹美国汽车修理业的状态、水平及控制质量的关键。本书对机件的损坏规律、特征、以及因错误的修理方法所带来的危害进行了分析，深入浅出，通俗易懂。本书还对类似我国现行的某些修理方法，提出了不同的见解，很有借鉴价值。书中从简单的专用手工具到检测仪器，都作了介绍，这些仪器大多实用、简便，有不少可直接借鉴与研制，有利于提高修理质量。所以是一本很有价值的参考书。

全书约45万字。附图近900幅。由黄天桂、林启瑞、马焕功、牛志东、陈音、杜贺君、周志红、宋兵、杨瑞峰等人翻译，李敏、陆炎德校。最后由黄天桂对全书进行了整理。

本书在编译过程中，得到了汽车运输学会保修学组、工程机械维修研究会信息中心和北京设备管理与维修信息中心的大力支持，陈斯洁高级工程师也对本书某些章节进行了校核，并在技术上给予指导。对本书进行审核的有陈光中副教授、顾斌副教授、朴钟铉高级工程师、瞿名扬高级工程师和陈盘学副编审等人。在此一并表示衷心的感谢！

本书根据国家有关部门的规定，仍保留了原书所采用的英制单位。在参阅时请读者注意。

由于我们翻译水平有限，错误之处在所难免，欢迎读者批评指正，并希望能函告我们。

编译者

1988年12月

内 容 提 要

本书系根据“Automotive Engine Rebuilding”一书编译而成,该书全面介绍了现代汽车发动机的维修与再生的过程与要点。从中可一睹美国汽车修理业的现状与水平,本书对机件的损坏规律,维修与再生的方法,专用工具和检测仪器都进行了详细的介绍。全书附图约900幅,图文并茂,深入浅出,通俗易懂,理论联系实际,是一本很有价值的参考书。

本书可供汽车、拖拉机、工程机械修理企业的技术人员和工人阅读,也可以作为高、中等专业学校相应专业的参考书。

现代汽车发动机维修与再生

黄天桂 林启瑞 马焕功 等编译

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 18.625印张 453千字

1989年6月第一版 1989年6月第一次印刷

印数1—10000册

ISBN 7-5304-0460-1/T·88 定价: 7.20元

目 录

前言

第一章 安全生产与车间作业

人身安全	1
防止燃烧和火灾	3
安全工作区	5
工具与设备安全	6
维修作业中的安全	8
拆卸螺母与螺栓的安全	9

第二章 工具和设备

一般的手工具	16
专用手工具及其附件	16
部分测量量具与仪表	28
机加工和动力设备	39
清洗设备	40

第三章 是否需要拆卸发动机的判断

造成发动机油耗高的几种情况	41
发动机噪声的诊断	52
冷却系统的问题	56
发动机压缩的问题	58
诊断已磨损的正时链条和链轮	59
快速检查烧蚀的气门与磨损过量的气门导管	60

第四章 发动机的拆卸

发动机外部和上部的拆卸要点	62
发动机盖拆卸要点	65
发动机前部的拆卸要点	66
发动机底部的拆卸要点	68

第五章 清洗零件

手工清洗	72
高压喷射	76
冷浸泡	76
浸泡液加热箱	77
蒸汽清洗	79
玻璃珠清理	81
不用压缩空气的喷丸清理	82
热解炉清洗	83
发动机零件清理后的标记	83

第六章 测量与检查

气缸的磨损	84
-------------	----

活塞的测量 86

曲轴的测量 87

连杆和活塞销的测量 88

气门杆和气门导管的测量 90

凸轮轴的测量 91

气门弹簧的测量 92

主轴承孔的测量 92

气缸盖的测量 93

发动机拆卸和装配指南 93

第七章 裂纹检测和修理

裂纹的检测 102

裂纹的修理 106

用螺圈修理损坏的螺纹 109

取出损坏的螺栓 110

第八章 缸体修复

整修螺纹 111

对中镗孔 113

对中珩磨 114

缸体平面的修整 114

镗削气缸 116

珩磨气缸 121

刚性珩磨时常见的问题 123

第九章 气缸盖表面加工

进气管底面的表面加工 126

表面加工的几种方法 127

顶置式凸轮轴发动机缸盖的表面加工 130

第十章 气门导管和摇臂螺柱的维修

确定气门导管的磨损量 133

气门导管滚花 134

气门导管孔银套 136

旋装青铜螺线管 136

铰气门导管孔 138

研磨气门导管 139

检查摇臂至螺柱的间隙 142

气门导管倒角 143

第十一章 气门和气门座的维修

气门及各部分的名称 147

气门的检查 150

气门的研磨 151

气门座的磨削 157

气门座的修理 161

确定气门座下降量的快速检查法	165
气门损坏分析	166
第十二章 气门机构	
摇臂	171
推杆	178
气门弹簧座圈	179
气门弹簧	180
第十三章 气缸盖组装	
安装芯堵	184
检查弹簧组装高度	185
组装气缸盖的几项指示	189
第十四章 凸轮轴与挺杆	
凸轮轴	193
气门挺杆	193
凸轮轴与挺杆的关系	197
凸轮轴的维修	200
气门正时机构	203
第十五章 曲轴和飞轮	
曲轴一般的检查方法	210
有关加工的几点建议	212
曲轴的修复	213
曲轴的失效分析	216
飞轮检查	218
第十六章 连杆和活塞销	
连杆	221
活塞销	225
活塞与连杆的装配	230
第十七章 活塞和活塞环	
活塞各部名称	234
活塞失效分析	239
活塞环	242
活塞和活塞环安装提示	245
活塞环失效分析	248
湿式缸套发动机中活塞/活塞环问题	250
第十八章 轴承	
精密轴承	251
轴承失效及其原因	255
轴承更换数据	257
轴承装配提示	260
第十九章 机油泵	
压力供油系统	262

机油泵出现的故障	264
机油泵安装指示	266

第二十章 发动机的密封

密封垫的特性与材料	268
气缸盖垫	270
支管垫	275
更换气门盖垫	277
更换油底壳垫	279
油封	280

第二十一章 发动机装配与磨合

发动机装配提示	282
建议更换的零部件	285
新水泵的安装	285
气门的调整步骤	287

安全生产是每个人应该关心的事，养成安全生产的习惯可以预防发生事故。
本章将讨论安全生产中的六个问题。其中包括人身安全，防止燃烧和火灾，安全作业区，工具和设备的安全，维修中的安全，以及拆装螺栓和螺母的安全。

第一章 安全生产和车间作业

不安全的操作，危险的环境，或者两者兼而有之，是发生事故之前，必然存在的因素。其中，大约90%的事故都是由于不安全的操作所造成的。导致操作者犯错误的最常见的因素如下：

1. 缺乏工作培训。每个工作人员都必须知道如何高效、安全地工作；
2. 没有经验。没有察觉到危险性，缺乏工作经验、知识或通信联系，都会引起不测事件；
3. 漫不经心。这是由于缺乏工作热情，或者和管理人员或工作伙伴间缺少联系而引起的；
4. 鲁莽。鲁莽的行为是不能容忍的。它会使在作业时无视实际上存在的危险；
5. 过份仓促。由于急于求成，有可能忽略了一些重要的工步或工序；
6. 懒惰。当操作者感到疲劳，想偷懒或敷衍了事时，就容易发生事故。例如，搬起重物时只是弯腰而不曲膝即是；
7. 学了其他人的不良习惯。如果工作习惯不良的人老是得不到纠正，其他人就会仿效他的行为。对于那些缺乏工作经验的新工人，这种行为影响更大。

人身安全

每个人的外表、衣着和行为，均能有助于本人或他人避免发生不测事件。

外表

首先观察一下您的头发。如果头发过长，就有可能卷入旋转着的机器中。下面是最近在报纸上披露的关于这类事件的报道：

一个加里福尼亚人成为美国第一个失去头皮，后又重植头皮成功的人。原来当这个人在发动着的卡车下面爬行时，风将其24英寸长的头发吹到正在旋转的驱动轴上，驱动轴卷住了他的头发，并将眉毛和耳朵以上部位的头发全部扯下。一位朋友将他从卡车下面拖了出来，用救护车将他和他的10×16英寸的头发一起急送医院。医生们用了17个小时对伤员施行了微外科手术，用比眼睫毛还细的线将头皮和头部的血管缝合。

如果您留着长发，应将它向后挽起，或者将它拢在帽内，以免头发影响视线和工作。

观察一下您的衣着。衬衣的下摆、带子或者未扣上的袖口，都有可能被缠到机器上（图1-1）。

修理汽车时不要戴珠宝饰物，它们会妨碍作业或与机器磕碰，甚至会严重伤及四肢或手指。金属饰物又是电的良导体，为了安全起见，要摘去手表、手镯和长项链。很多重大火灾事故和永久性伤害，往往是由电路突然短路所造成的（图1-2）。



图1-1 这种衣着方式是不安全的



图1-2 摘掉珠宝饰物(手上戴了戒指)

保护你的眼睛和脸部

使用劳动保护眼镜或者护目镜，可以避免最常见的工伤事故，而又花费不多。

不少作业都可以引起伤及眼睛的事故。如：磨削，钻削，锉削，焊接，蒸气清洗，使用加热箱，蓄电池充电和排放空调致冷剂等。每次进行这类操作时，均须佩戴适当的眼镜和脸部防护用具。

当您需要检查一副眼镜是否为安全镜片时，可以利用偏光镜的方法来做快速检验（图1-3）。

人的动作行为

适宜的动作可有助于避免事故，而胡闹则往



图1-3 将镜片放到偏光镜中，便可观察光线通过时生成的图线判明是否为安全镜片



图1-4 搬起重物的正确方法

往会使人受伤住院。要注意遵守起重规程。搬起重物时应曲膝蹲下，注意不要扭伤腰部（图1-4）。搬动很重的物件时，要请他人帮助，并且使用手推车或独轮车。

为了一旦出现紧急情况时能够迅速和医生、医院、消防队以及公安局取得联系，应在

电话机旁的醒目处清楚地贴出有关的电话号码。每个工人都应知道急救箱放在何处。急救箱中应配有无菌纱布，绷带，剪刀以及治疗较轻创伤所需的其它物品。要知道车间灭火器放置地点和使用方法。还应知道车间里有何设施可冲洗眼睛。

防止燃烧和火灾

易燃液体

良好的工作习惯可以有助于防火，整洁有序的车间可减少火灾危险。要熟悉使用和存储燃料或易燃材料的常识。当将极易燃着的液体从一个金属容器倒入另一个金属容器时，您应该将它们靠在一起并接地，以免由于静电反应而产生火花。

一旦发生火灾时，应该采取什么措施呢？灭火器从外观看，往往是相同的。但它们在很多方面会有差异。要认真阅读灭火器所附的使用说明书，掌握正确的使用方法，否则，会引起火势蔓延甚至爆炸。

禁止试图用嘴通过虹吸管将汽油吸出。如果吞吸了汽油或者油气，可能会引起中毒。一旦吞了汽油，应该让受害者喝牛奶，促其呕吐，并立即请内科医生来治疗。

用过的工作抹布应存放到指定的金属箱内。如果将被油、油脂或油漆泡过的工作抹布杂乱地堆放，一旦条件具备，有可能会引起自燃。

蓄电池

根据一位权威眼科医生的统计，在过去三年中，由汽车蓄电池引起的各种眼伤事故增加了一倍以上。最常见的是眼球表面的化学灼伤。这是由于溅入了酸性物质等而造成的。在某些条件下（特别是在充电时），蓄电池会产生气态的氢和氧，这种极易爆炸的混合气遇到香烟、火柴或者火花时，以及使用蓄电池充电器不当时，都很容易被燃着。在偶然情况下，旧的蓄电池或检测蓄电池由于各单电池之间的连接导体裂开，也会引起自然爆炸。

禁止利用导线将蓄电池对其外壳作短路试验。从汽车上卸下蓄电池时，均应首先拆除地线；而将蓄电池装到汽车上时，则应最后联接地线。

当使用“跨接导线”发动不能正常工作的汽车时（图1-5），请遵守下列“跨接启动”安全规程：

1. 检查电压：不要使用24V蓄电池去“跨接”12V的系统；
2. 联接正极电缆：将充过电的蓄电池的正极和不能正常工作车辆的蓄电池正极接线柱相联接；

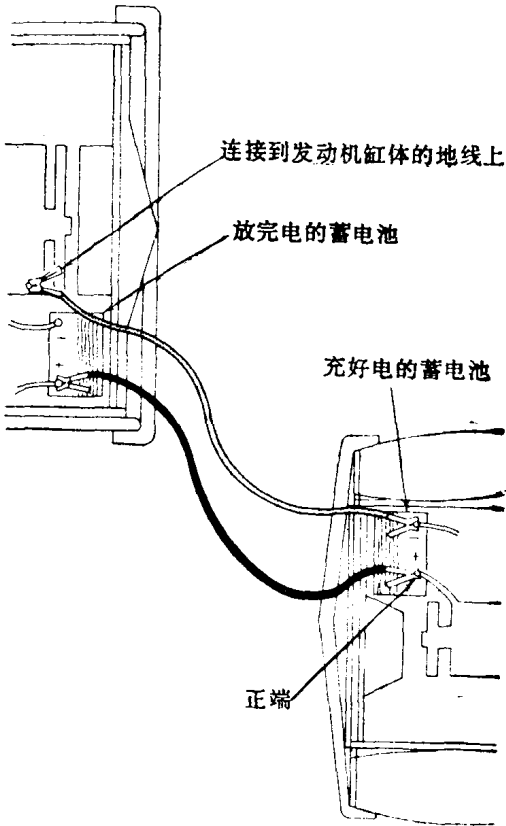


图1-5 跨接启动的正确联接方法

3.联接负极电缆：将充好电的蓄电池的负极电缆连接到不能正常工作车辆的发动机机体上。如果直接和蓄电池的负极接线柱相联接，当“跨接导线”断开时产生的火花，可能引起爆炸；

4.“跨接启动”之前，请接通热吹风马达的开关。当发动机启动之后，让吹风器马达继续转动。在“跨接导线”拆除之前，不要断开此开关。采用这种操作方法，可以避免断开跨接导线时引起的冲击电压损坏某些电子元件；

5.如果跨接启动的车辆装备有计算机，在联接或断开跨接导线之前，一定要将点火装置的开关断开，否则，会有损坏计算机的危险。

注意：如果电解液溅入到眼中，要立即用清水冲洗15分钟，然后采取药物治疗。

氧乙炔焊接设备

当使用氧乙炔焊接设备时，要远离任何可燃物。禁止将焊枪靠近乙炔筒或输气管线。

贮藏压缩气体钢瓶时，应使用适宜的盖子旋在阀门上面，并用安全链或皮带将钢瓶固定在直立位置上（图 1-6）。这些地方应备有专用的扳手，并放在规定的位置上，以便一旦发生紧急情况时，可迅速关闭阀门，切断气源。

进行氧乙炔焊接操作时，一定要佩戴规定的保护眼镜。面对焊接产生的灼热飞溅颗粒，以及红外线和紫外线的照射，操作者的眼睛必须得到保护。

火灾（级别与灭火器类型）

火灾可分为几种（图1—7），规定的火灾级别有4种。应该使用什么灭火器呢？图1—8指出了各种灭火器的使用范围。

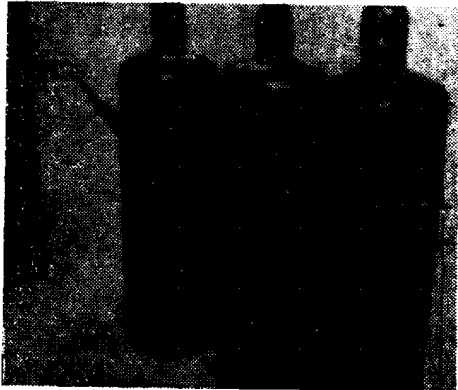


图1-6 焊接用的氧气瓶必须要安全可靠地直立放置

A 类火灾	一般可燃烧材料，如纸张、木料、纺织品及废物。
B 类火灾	可燃液体，如润滑油、润滑油、油漆和汽油。
C 类火灾	电气火灾。
D 类火灾	某些易反应发热的材料，如镁、钛、锆和钾等。

图1-7 4类火灾级别

火灾等级	灭 火 器 类 型								
	碱 酸	泵容器	带压水	气 水	装入射流	泡 沫	二氧化碳	干化学制品	多种用途的干化学制品
A	是	是	是	是	是	是	否	否	是
B	否	否	否	否	有限	是	是	是	是
C	否	否	否	否	否	否	是	是	是
D	否	否	否	否	否	否	否	否	否

图1-8 使用的灭火器类型

安全工作区

保险公司的现有统计数字表明，工作中发生的致残事故数约为大街上和高速公路上发生的二倍多。

汽车修理工每天都面临着许多潜在的危险。为了减少工伤事故，每个人都必须形成“安全意识”。作业区和存贮区是开始形成安全习惯的好地方。

地面和走道

所有的地面和走道都应该保持清洁、干燥和整齐。地板上的机油和黄油，会使人滑倒受伤。必须立即擦去洒出的机油和黄油。工业用机油吸附剂能有效地清除大面积的油污。要肯定通道是清洁的，并且有足够的空间。无用的零部件应及时清理掉，养成良好的安全风气。

尽可能地保持车间清洁的最好理由之一，是亨利·福特提出的。曾经有人问他，作为一个企业的负责人，如果他发现自己由于生产成本太高而陷入困境时应该怎么办？他立即回答说：“首先要看看工厂和设备是否清洁。极大的可能是它太脏了，我要采取的措施是将它加以清理。没有比肮脏的车间更让人泄气的了。肮脏的车间只能排斥好样的而吸引差劲的人。”

个人的工作环境

保持工作间清洁、整齐。不要在长凳和工作台上乱放东西，以免造成事故。

要检查所有的下水通道是否都已盖好（图1-9）。如未加盖或盖不严，都会引起挫伤脚踝及脚等事故。一个训练有素的汽车技工，所有的每一件工具都应放在适当的地方。安排有序的工具箱可节省许多不必要的寻找工具时间。千斤顶，架子和在小车等均应放好，不要堆在过道上。



图1-9 下水道上均应加盖



图1-10 在尾管接到废气排出系统之前，不要在车间里启动车辆

一氧化碳

在美国，每年有2000人以上死于一氧化碳中毒，10000多人受到伤害。警告：一氧化碳气体是致命的，它无味，无色，事先很难察觉，并足以在几分钟内将人致死。一氧化碳气体侵入血液中的血色素，并使人缺氧窒息而死。一氧化碳中毒后，早期征兆包括：头痛，恶心，呼吸困难，疲倦，昏昏入睡及注意力不能集中。如果继续吸入一氧化碳，会变得迷糊、昏晕以致死亡。一定要使工作间保持通风流畅。如果工作间没有排气管道系统（图1-10），

不可启动发动机。

压缩空气

压缩空气也很危险，有时甚至是致命的。用 40lb/in² 的空气，从 4 吋远的地方吹来能破坏耳鼓膜。在同样的压力下，金属屑和其它碎片能以 70 英里/小时的速度在车间里飞动；如果将压缩空气吹进嘴里，它可以破坏肺和肠；如果对准眼睛，能把眼吹瞎。

OSHA 认为：当压缩空气作为清扫工具使用时，就是在喷嘴被封住的情况下，压力也不能超过 30lb/in²。图 1-11 所示为两种可满足此安全要求的可行方法。

接地

任何由电力驱动的工具或设备，都必须正确地接地并绝缘（图 1-12）。

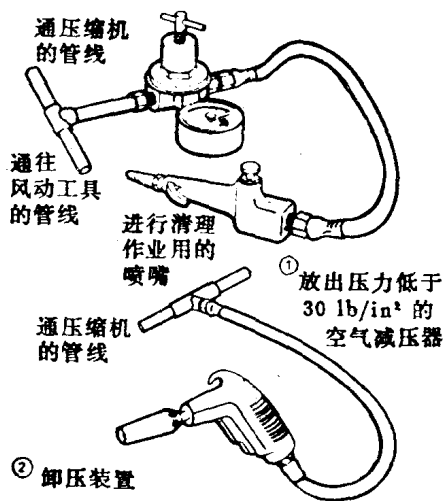


图 1-11 空气减压装置

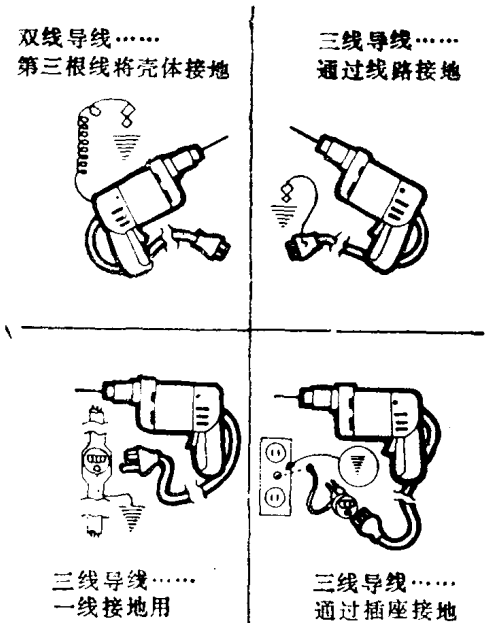


图 1-12 所有的便携式电动工具均需正确接地并绝缘

使用电动工具时，绝不可站在潮湿的地面上。如果地面不能弄干，就必须在脚下垫上胶皮或木板。在将电动工具接上电源之前，务必将开关断开；等到使用工具时，再把开关合上。

工具与安全

活动扳手

设计这种工具的目的是一件多用，而不是用它来取代固定扳手。下面就正确使用活动扳手的问题作几点说明：

- 1. 活动扳手的钳口必须与螺母或螺栓头部紧贴，拧动时应使固定的钳口受力。（图 1-13）
- 2. 不要用手锤打击这种扳手。
- 3. 应定期检查扳手，看看钳口滚花及销子是否损坏，以便更换。

套筒扳手

套筒扳手比普通扳手更有用，和所有工具一样，它必须正确使用才行，下面是有关套筒扳手用法的几点指示：

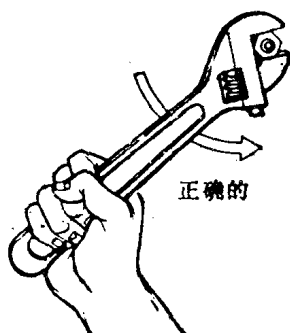


图1-13 正确使用扳手

- 1.不要在电动或机动扳手上使用手拧的套筒。
- 2.不要用手握住快速旋转的机动套筒。
- 3.不要滥用连接装置（图1-14）。注意：当采用大手把和小套筒，会形成很大的潜在扭矩；当采用小手把和大套筒时，就会损失转动力。永远不要超过安全极限。
- 4.定期清洗，检查套筒，尽量延长使用寿命。
- 5.套筒表面如出现裂纹、碎点时应更换。



图1-14 不要滥用连接装置。

为了能正确地完成工作而又节省时间，正确选择套筒扳手（齿杆、调节棒和速动手柄）和加长接杆是至关重要的。对于可分式和不可分式扳手，有各种各样的附件及套筒可与之组合。下面就正确使用套筒附件的问题作几点说明：

- 1.套筒扳手不能太长，也不能太小，要与所干的活相适应；
- 2.尽量使用一节套筒扳手接杆，避免使用多节短接杆；
- 3.定期清洗和检查套筒扳手。

砂轮

使用砂轮时应注意以下各点：

- 1.应随时对照机器的速度检查砂轮所达到的最高运行速度；
- 2.检查安装法兰盘的直径是否一致和正确，至少应为砂轮直径的 $\frac{1}{4}$ ，并能夹住孔的周围。在任何情况下，必须使用与砂轮一起提供的缓冲纸垫；
- 3.工作支架应调整到恰好在砂轮的中心线上或高于中心线，到砂轮轮缘的距离应不超过 $\frac{1}{8}$ ”；
- 4.使用的护罩至少应能罩住砂轮的一半；
- 5.新换上的砂轮应在护罩内，至少以运行速度空转1分钟后方可使用；

6. 使用砂轮时须戴安全镜；
7. 停机前应关掉冷却液，以免形成不平衡状态；
8. 不应使用报废的砂轮；
9. 除非是专门设计的特殊砂轮，一般不要用砂轮的侧面磨；
10. 开机前不要站在砂轮的正前方。

电动工具的使用

1. 保持电线干燥，凡有损破或磨伤时应立即更换；
2. 浸涂有塑料的工具手把是为了使用舒适而设计的，并非是为了达到电绝缘，不应与高绝缘性能的工具相混淆；
3. 不可超负荷使用电动工具，应使用能力相当的工具；
4. 电动工具和导线都应接地，并在规定电压下工作；
5. 约每隔 400 小时便应检查一次电机的电刷，当磨损到不足原来长度的 $\frac{1}{3}$ 时应更换；
6. 保持空气出入口（通风口）清洁，以保证电机在运转时得到冷却。

千斤顶

使用千斤顶顶起汽车时，应首先检查顶架托轮是否牢固。汽车应停在相当平坦的地面上。松开手闸，在变速杆处于空档位置时将汽车升起。顶起后，应在车轮两侧垫上挡块（图 1-15）。在对汽车进行作业前，应在车下放好支架，决不要在只用千斤顶支承的情况下进入车底。

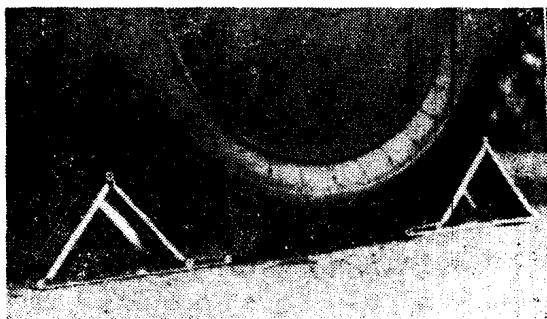


图1-15 将车辆的另一端顶起后正确垫上挡块

维修作业中的安全

本节所述为汽车修理工在维修中可能遇到的某些潜在危险。

风扇的安全

当发动机工作时，在汽车底下工作的人员必须特别小心风扇，因为风扇的叶片有很大的危险性。应注意以下几点：

1. 检查一下叶片是否损坏、松动、断裂（图 1-16），如果发现问题，在着手工作之前必须更换风扇。如果发现扇叶已弯曲，不要试图去调直，使用调直的扇叶往往引起伤亡事故；
2. 不要站在扇叶容易甩出的方向上，应尽可能远离风扇；
3. 对挠曲的扇叶应特别小心；
4. 应清理风扇附近的电线和检测仪器的线头；
5. 不要结领带和穿宽松的衣服。

使用启动喷雾器（助燃剂）

在使用启动喷雾器（助燃剂）发动发动机时，要谨慎小心（图 1-17）。如果这种具有极强挥发性的液体过多，会引起剧烈的爆炸，并将炸坏机件。

启动助燃剂被用来降低气体混合物的燃点。只要助燃剂的用量适当，燃烧时不会超过正常燃爆力。但如注入的助燃剂过多，就会发生强烈爆炸。这是很危险的。为了避免因喷

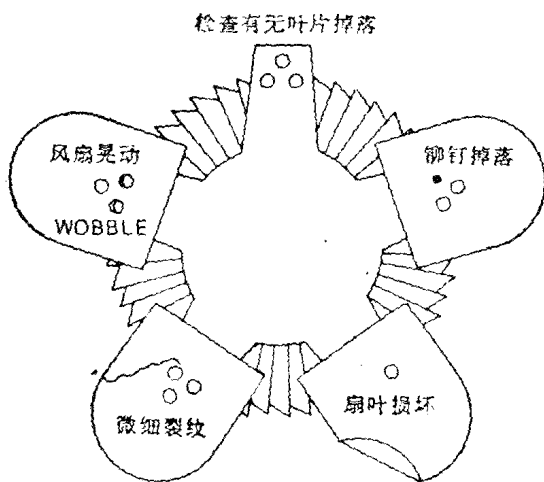


图1-16 如须在发动机运转的情况下，靠近风扇工作，应检查图示的各项内容



图1-17 使用发动机启动喷雾器时要谨防危险

注过量的启动助燃剂而产生危险，使用时应严格遵守筒上所印的使用说明。

空调装置

装卸、擦洗空调系统以及更换致冷剂时，一定要戴护目镜。致冷剂的挥发性很强，能使与它相接触的物质迅速冷却。致冷剂被释放入大气时，在 -22°F 的温度下将迅速气化。万一致冷剂溅入到眼内，注意不要去擦眼睛，而要立即去请医生处置。作为药物治疗之前的应急措施，可用冷水冲洗眼睛，以免眼睛冻伤。

装有致冷剂的容器遇热会发生爆炸。因此，要将它们放在远离阳光、暖气片以及焊接的地方。

拆装螺母和螺栓的安全

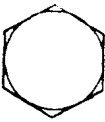
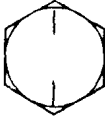
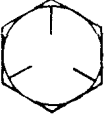
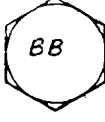
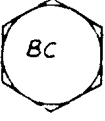
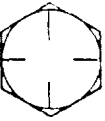
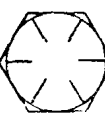
当紧固件失效时，会造成人身伤害 费用高昂的损坏和生产损失。然而，螺母和螺栓或许是车间中最常被滥用和认为是无足轻重的东西。

1. 尽管多数修理工都知道螺栓或螺帽会由于过分拧紧而断裂，但只有很少的修理工会想到，当螺栓或螺帽未充分拧紧时，同样会在使用过程中断裂；
2. 使用不适当的螺栓会导致螺帽松脱；
3. 平垫圈装反会引起螺栓失效；
4. 每当螺帽被重新使用时，尽管扭力扳手显示出拧紧程度是适宜的，但它毕竟已经变形，会使装配摩擦力增大而降低承载能力；
5. 多数扭力扳手数值表只适用于新螺栓、清洁的螺帽和螺纹。

下面，我们来看一下有关螺栓和螺帽的一些使用要点。

怎样鉴别紧固件的质量

可以说，汽车是靠紧固螺钉和螺栓连结在一起的。任何一个紧固螺钉或螺栓的质量，都可以通过其头部所标的符号来判明，它还指明了制造时使用的材料种类（图1-18）。

等级标记	规格	材 料	物 理 性 能		
			螺 栓 尺 寸 (in)	试验载荷 最小值 (lb/in ²)	拉伸强度 最小值 (lb/in ²)
 (无标记)	SAE-0	钢	所有各种尺寸		
	SAE-1	低碳钢	所有各种尺寸		55,000
	ASTM-A307	低碳钢	所有各种尺寸		55,000
	SAE-2	低碳钢	1/2"以内	55,000	60,000
			1/2"~3/4"	52,000	64,000
			3/4"~1 1/2"	28,000	55,000
	SAE-3	中碳钢 冷加工	1/2"以内	85,000	110,000
			1/2"~5/8"	80,000	100,000
	SAE-5	中碳钢 淬火、回火	3/4"以内	85,000	120,000
			3/4"~1"	78,000	115,000
			1"~1 1/2"	74,000	105,000
	ASTM-A325		3/4"以内	85,000	120,000
			3/4"~1"	78,000	115,000
			1"~1 1/2"	74,000	105,000
			1 1/2"~3"	55,000	90,000
	ASTM-354 等级BB	经过淬火和回火的低 碳 合 金 钢 (可能情况下可用经过淬火和 回火的中碳钢代替)	2 1/2"以内	80,000	105,000
			2 1/2"~4"	75,000	100,000
	ASTM-354 等级BC		2 1/2"以内	105,000	125,000
			2 1/2"~4"	95,000	115,000
	SAE-6	经过淬火和回火的中碳钢	5/8"以内	110,000	140,000
			5/8"~3/4"	105,000	123,000
	SAE-7	经过淬火和回火的中碳钢，热处理后滚出螺纹	1 1/2"以内	105,000	133,000
	SAE-8	经过淬火和回火的中碳钢	1 1/2"以内	120,000	150,000
	ASTM-A354 等级BD				

ASTM 规格:

A307——低碳钢内、外螺纹标准紧固件。

A325——淬火和回火钢的螺栓和双头螺柱，带有相应的螺母和普通硬度的垫圈。

A354——淬火和回火合金钢螺栓和双头螺柱，带有相应的螺母。

图 1-18