

责任编辑 冯兴 责任校对 严颖 封面设计 阿丁

汽车发动机电控系统检修



“十四五”职业教育国家规划教材

“十四五”职业教育国家规划教材

QICHE FADONGJI
DIANKONG XITONG JIANXIU

汽车发动机 电控系统检修

主编◎张永栋 黄景鹏

主编◎张永栋
黄景鹏

高职部分

- 汽车底盘电控系统检修
- 汽车发动机电控系统检修
- 汽车车身电控系统检修

中职部分

- 汽车美容与装饰
- 汽车底盘机械检修
- 汽车发动机机械检修
- 汽车配件销售与管理



定价：45.00元

广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

“十四五”职业教育国家规划教材

QICHE FADONGJI
DIANKONG XITONG JIANXIU

汽车发动机 电控系统检修

现代职业教育体系建设系列教材

编委会名单 (排名不分先后)

主任	李海东			
副主任	杜怡萍	邓文辉		
委员	漆军	卓良福	郭海龙	邱志华
	余明辉	许凤萍	王龙	丁立刚
	王树勋	林良颖	郭盛晖	黄珩
	王明刚	黄及新	孟军齐	徐馥
	张凯	张立波	林晓	张莉
	魏敏			

主编 张永栋 黄景鹏
副主编 李波 李军 曹华

广东高等教育出版社
Guangdong Higher Education Press

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控系统检修/张永栋, 黄景鹏主编. —广州: 广东高等教育出版社, 2018. 12 (2023. 7 重印)

现代职业教育体系建设系列教材

ISBN 978-7-5361-6235-8

I. ①汽… II. ①张… ②黄… III. ①汽车-发动机-电子系统-控制系统-检修 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 182315 号

出版发行	广东高等教育出版社 社址: 广州市天河区林和西横路 邮编: 510500 营销电话: (020) 87554152 87553735 http://www.gdgjs.com.cn
印 刷	东莞市雅达彩印有限公司
开 本	787 毫米×1 092 毫米 1/16
印 张	18.75
字 数	430 千
版 次	2018 年 12 月第 1 版
印 次	2023 年 7 月第 4 次印刷
定 价	45.00 元

(版权所有, 翻印必究)



目 录

学习项目一 发动机电控系统维修人员的基本素养	1
思政融入	1
素质目标	1
学习目标	1
知识准备	2
任务 为发动机电控系统维修工作做准备	9
评估反馈	11
案例分析	12
练习题	12
学习项目二 汽车发动机电控系统认识与维修基础	13
思政融入	13
素质目标	14
学习目标	14
知识准备	14
一、电控系统的基本概念	14
二、发动机电控系统发展历史	16
三、发动机电控系统组成与原理	18
四、电控发动机自诊断系统	27
五、发动机电控系统电路图的识读	33
六、万用表的使用	37
七、汽车诊断仪的使用	39
八、电控发动机维修基本步骤与方法	41
九、电控发动机维修注意事项	50
任务 1 电控系统组成及相关传感器认识	52



任务2 发动机电子控制单元(ECU)电源(+)故障检修	55
任务3 发动机启动继电器断路故障检修	59
评估反馈	63
案例分析	63
练习题	64
学习项目三 汽车进排气系统故障诊断与维修	65
思政融入	65
素质目标	65
学习目标	65
知识准备	66
一、汽车发动机进排气控制系统历史及其发展过程	66
二、电子节气门控制系统	67
三、电子节气门控制系统故障分析与自学习	73
四、怠速控制系统	74
五、进气增压系统	82
六、可变正时控制系统	86
七、进气管长度可变系统	93
八、废气再循环系统	94
九、燃油蒸发控制系统	97
任务1 驾驶踏板位置传感器故障诊断与维修	99
任务2 节气门位置传感器故障诊断与维修	106
任务3 怠速控制系统故障诊断与维修	112
任务4 燃油蒸发控制系统故障诊断与维修	116
任务5 废气再循环系统故障诊断与维修	121
评估反馈	126
案例分析	127
练习题	127
学习项目四 发动机燃油喷射系统故障诊断	128
思政融入	128



素质目标	128
学习目标	129
知识准备	129
一、电子控制燃油喷射系统组成与工作原理	129
二、燃油供给系统的基本结构	136
三、电动燃油泵及其控制电路原理与检修方法	140
四、喷油器及其控制电路原理与检修	147
五、燃油供给系统的拆装与故障检测	153
六、空气计量系统与电控系统	158
七、温度传感器	171
八、启动信号与空挡启动开关信号	175
九、氧传感器	178
十、电控单元	182
任务1 奥迪 A6L 2.0TFSI 燃油系统介绍及故障检修	183
任务2 奥迪燃油低压系统故障检修	190
任务3 空气流量传感器/进气歧管压力传感器故障诊断与维修	197
任务4 曲轴（凸轮轴）位置传感器故障诊断与维修	202
任务5 氧传感器故障诊断与维修	207
评估反馈	211
案例分析	212
练习题	212
学习项目五 发动机电控点火系统故障诊断	214
思政融入	214
素质目标	214
学习目标	215
知识准备	215
一、点火系统的功用	215
二、点火系统的发展	215
三、电控点火系统分类	222
四、电控汽油喷射发动机的点火控制	226



五、电控点火系统故障	230
任务1 宝来1.8T轿车点火系统的检测及故障分析	237
任务2 丰田卡罗拉1.6LGT轿车点火系统的故障诊断	244
评估反馈	251
案例分析	252
练习题	252
学习项目六 柴油机燃油共轨管理系统的检修	254
思政融入	255
素质目标	255
学习目标	255
知识准备	256
一、柴油发动机工作原理	256
二、共轨发动机管理系统	273
三、传感器和执行机构检测,以共轨柴油发动机(MB E320 CDI)为例 ...	280
四、带有泵嘴单元的柴油发动机	287
任务1 柴油机无法启动	294
案例分析	297
任务2 发动机故障灯点亮	300
评估反馈	304
案例分析	305
练习题	306
参考文献	309

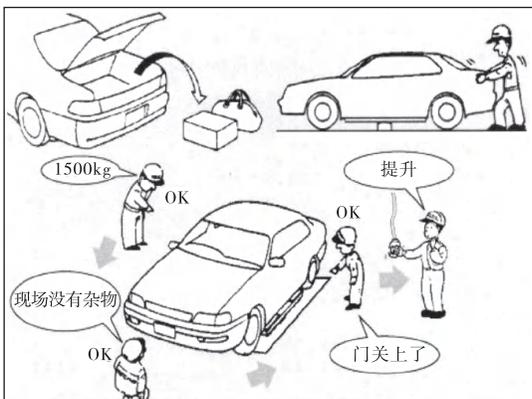


学习项目一

发动机电控系统维修人员的基本素养

维修车间内，一辆小轿车正在接受检测，接近完工时，一名维修工没有观察周围情况，也没有取得别人许可，就踩下了油门，造成汽车突然冲出，致使车侧方人员受伤，车辆前挡风玻璃破损。为此，该维修工失去了工作岗位。

那么，要想成为一名合格的汽车维修人员，都需要具备什么样的职业素养呢？



思政融入

与制造强国梦想相拥，伴随着青春的激情与呐喊，中华人民共和国第一届职业技能大赛于2020年12月10—13日在广州举办，86个比赛项目同步“开战”，为全国36个代表团的2557名选手提供了前所未有的竞技殿堂和表演舞台。

观看第一届全国技能大赛，体会大国工匠精神，激发爱国主义情怀和民族自豪。

素质目标

1. 树立“安全第一、生命至上”的安全意识。
2. 培养诚实守信、规范操作、环境保护的职业道德和高度的职业责任感。
3. 培养团队意识、协作精神、服务意识、精益求精的工作作风。

学习目标

课时建议：2课时

1. 熟悉车间实训场地。
2. 知道车间安全作业保护措施。
3. 了解车间7S管理。
4. 掌握汽车维修车间安全操作规程。
5. 养成良好的职业素养，形成规范操作、安全生产、认真负责的职业精神。



知识准备

汽车技术越先进，则维修工作越复杂。汽修人员必须掌握一定的理论基础，熟练掌握检测仪器和检测手段，根据技术资料，遵守操作规范，才能快、精、准完成检修作业。

一名汽车检修人员的专业素养不仅仅体现在对知识的掌握，更体现在具有牢固的安全意识，时刻恪守工作场所的行为规范。

（一）车间安全作业保护措施

汽车维修车间的每一个人必须遵守车间安全规则，以避免车间内发生危险，避免人身伤害和汽车损坏等事故。

1. 汽车维修车间的主要危险

- (1) 汽油和油漆等易燃液体必须适当处理和储存，否则容易引起火灾。
- (2) 易燃材料（如浸油的抹布）必须适当存放，以免火灾。
- (3) 蓄电池含有硫酸溶液，充电时会产生易爆炸的氢气。
- (4) 松动的排水沟（井）盖可能引起脚或脚趾损伤。
- (5) 腐蚀性液体（如清洗液等）对皮肤和眼睛有害。
- (6) 车间压缩空气系统的高压空气如果穿透皮肤进入血管是非常危险的。
- (7) 电器设备或电灯导线破损可导致严重的触电事故。
- (8) 危险废料如废旧蓄电池必须正确处理，以免造成人身伤害。
- (9) 汽车排出的一氧化碳是有毒的。
- (10) 宽松的衣服和长发可能缠绕在设备或汽车的旋转部件上，导致严重的人身伤害。
- (11) 某些修理作业产生的粉尘和蒸气是有害的，如维修制动盘、制动鼓以及离合器摩擦衬片时产生的石棉粉尘是导致肺癌的原因之一。
- (12) 某些设备（如气动扳手）发出的高分贝噪声可能伤害听力。
- (13) 洒在车间地面上的机油、润滑剂、水或零件清洗液可能导致人滑倒，造成严重的伤害。

2. 人身保护措施

- (1) 在车间内一定要戴安全眼镜或面罩，车间常用保护人身的安全装备如图 1-1 所示。
- (2) 如果在高噪声环境下工作时应戴耳塞或耳罩。
- (3) 一定要穿保护脚的靴子或鞋子。在汽车维修车间工作时，适合穿厚底靴子或足尖处有钢板盖的鞋子，能够防止重物下落、火花飞溅以及腐蚀性液体对脚的伤害。
- (4) 在进行汽车维修作业时，不要戴手表、戒指等，避免将电路搭铁短接引起火灾。
- (5) 不要穿宽松的衣服，长发要束在脑后，宽松的衣服和长发容易缠绕到旋转的部件上。
- (6) 当在粉尘环境下工作时应戴呼吸器以保护肺部。

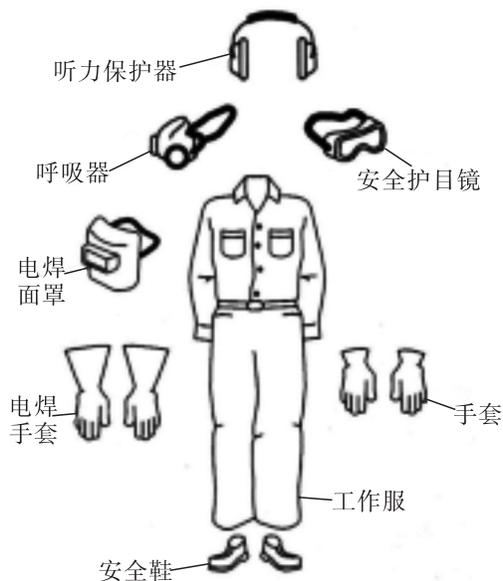


图 1-1 安全装备图

3. 汽车维修车间安全守则

- (1) 保持车间地面清洁，有任何东西污染了地面都应立即进行清洁。
- (2) 油漆或其他易燃液体应储存在密闭的储存器内。
- (3) 沾上了油的抹布必须放在安全、有盖的废物箱内，避免产生自燃，引起火灾。
- (4) 保持车间整洁，不要将重物（如用过的零件等）留在工作台上。

4. 维修车间基本操作规范

在汽车维修车间里进行工作时，遵守基本的操作规范是非常重要的。

(1) 着装（见图 1-2）。

- ① 务必穿着干净的工作服。
- ② 必须戴好帽子，穿好安全鞋。



图 1-2 车间内的着装



(2) 车辆保护：开始维修前，准备好散热器格栅罩、翼子板保护罩、座椅护面及地板垫（见图 1-3）。

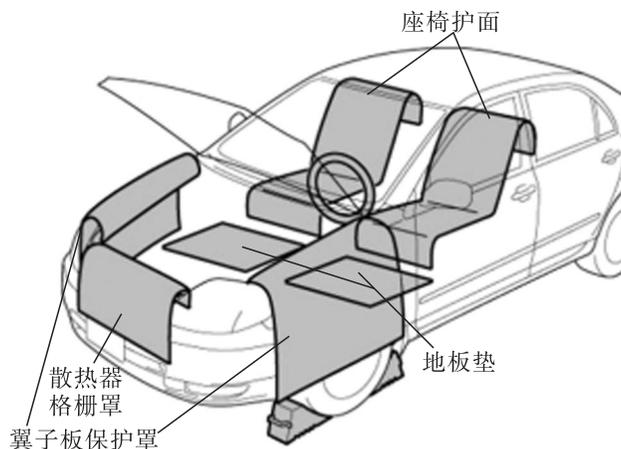


图 1-3 维修前对车辆的保护

(3) 安全操作。

- ① 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。
- ② 在发动机运转情况下进行工作时，应确保工作间通风，以排出废气。
- ③ 维修高温、高压、旋转、移动或振动的零件时，一定要佩戴适当的安全装备，并且格外注意不要碰伤自己或他人。

(4) 安全顶起和支撑车辆。

① 顶起和支撑车辆时要小心，一定要在正确的位置顶起和支撑车辆；一定要使用安全底座支撑规定部位。如丰田威驰汽车，顶起和支撑的位置如图 1-4 所示。

② 举升车辆时，使用适当的安全设备。

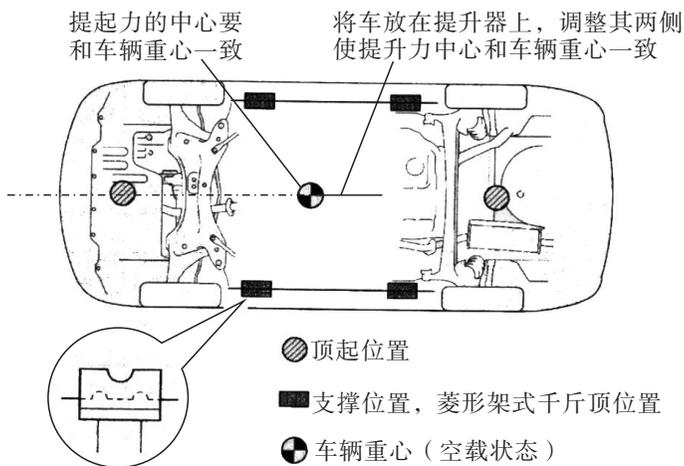


图 1-4 车辆顶起和支撑位置



5. 准备工具和测量仪表

开始操作前,准备好工具台、专用工具、仪表、机油和更换的零件。

6. 拆卸和安装、拆解和组装操作

(1) 充分了解正确的维修步骤后,对故障进行诊断。

(2) 拆下零件前,检查总成的总体状况以确认是否变形或损坏。

(3) 对于复杂的总成,要做记录。例如,记录拆下的电气连接件、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,可对软管及其接头做临时标记。

(4) 如有必要,则清洗拆下的零件,并且在全面检查后进行组装。

7. 处置拆下的零件

(1) 应将拆下的零件整齐摆放在工具车内,以免与新零件混淆或弄脏新零件。

(2) 对于不可重复使用的零件,如衬垫、O形密封圈、自锁螺母,要按照维修手册中的说明用新件进行更换。

(3) 若客户有要求,则保留拆下的零件以备客户检查。

(二) 汽车维修车间 7S 管理

7S 就是整理 (Seiri)、整顿 (Seiton)、清扫 (Seiso)、清洁 (Seiketsu)、素养 (Shitsuke)、安全 (Safety)、节约 (Saving) 七个项目,简称 7S。7S 要义详见表 1-1。

表 1-1 7S 要义

1	整理 (Seiri) ——把用和不用的物品分开来,并把不用的物品舍去,在岗位上只放置必需物品	目的:提高工作效率
2	整顿 (Seiton) ——把物品摆放位置明显标识出来	目的:消除“寻找”现象及寻找物品的时间浪费;工作场所一目了然;消除寻找物品的时间;使工作秩序井井有条
3	清扫 (Seiso) ——将环境打扫整洁、设备擦拭干净	目的:提升作业品质;保持良好的工作情绪;稳定品质;达到零故障、零损耗
4	清洁 (Seiketsu) ——经常保持环境美观的状态	目的:营造清洁现场
5	素养 (Shitsuke) ——养成好习惯、好风度,遵守规定	目的:使命令、纪律贯彻执行;让员工遵守规章制度;培养良好素质习惯的人才;铸造团队精神
6	安全 (Safety) ——发现安全隐患并及时消除或采取有效的预防措施	目的:作为以上“5S”实施的前提;确保遵守标准作业;塑造安定感;培养危险预知的能力
7	节约 (Saving) ——时间、空间、能源等合理利用,发挥最大效能	目的:对整理工作的补充、指导。养成勤俭节约的习惯

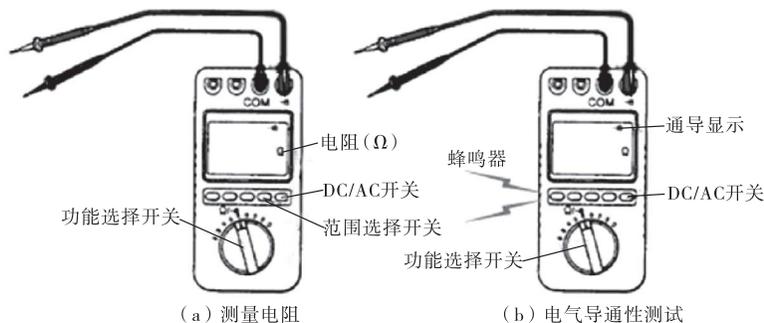
(三) 常用电控发动机维修设备和仪器认识

1. 万用表

万用表可以在不同的量程检测直流电压、交流电压、电阻、电流的值。汽车用万用表如图 1-5 所示。汽车用万用表有更多的功能,如检测二极管的导通性、频率、温度、



发动机转速、点火闭合角等。测量电阻时的操作如图 1-5 (a) 所示, 电气导通性测试的操作如图 1-5 (b) 所示。



IMIB-R2 万用表的使用

图 1-5 汽车用万用表

2. 试灯

试灯通常用于检测电路的断路、短路和搭铁, 可分为无源试灯和有源试灯。

(1) 无源试灯。如图 1-6 所示, 通常情况下, 将无源试灯搭铁夹子连接到汽车的搭铁部位, 探针连接到电路中以测试该处是否存在电压。如果探针接触的电路处有电压, 试灯就会点亮。

(2) 有源试灯。有源试灯看起来与无源试灯类似, 但有源试灯有内部电池。检测电路时应先将电路的正极与电源断开, 然后将有源试灯的探针连接到电路的正极端, 有源试灯的另一端连接在搭铁上, 此时试灯应点亮, 如试灯不亮则说明电路断路。



图 1-6 无源试灯

3. 听诊器

听诊器用来确定发动机或其他设备噪声的声源, 如图 1-7 所示。听诊器的拾音器放到要检测的设备上, 听诊器的接收器戴在技师的耳朵上。



图 1-7 听诊器



图 1-8 真空压力表



诊断仪介绍

4. 真空压力表

真空压力表 (见图 1-8) 可用来检查进气歧管真空度。真空压力表通常包括真空软管和各种接头等。



5. 燃油压力表

燃油压力表用来检测燃油喷射系统的燃油压力。燃油压力表通常包括连接燃油压力表与燃油系统的接头和软管，如图 1-9 所示。

6. 喷油器清洗检测仪器

喷油器清洗检测仪器，如图 1-10 所示，可以模拟发动机的工作状况对各种形式的喷油嘴进行检测，可以直观地看到喷油器的工作情况。喷油器清洗检测仪器一般都是采用超声波清洗技术与微处理器油压控制清洗技术。



图 1-9 燃油压力表



图 1-10 喷油器清洗检测仪器

7. 点火正时测试仪

如果汽车使用了分电器电控点火系统，就需要用点火正时测试仪进行基本的点火正时设置。点火正时测试仪如图 1-11 所示。



图 1-11 点火正时测试仪



8. 故障检测仪

故障检测仪又常称为解码仪（见图 1-12），用于测试汽车电控系统。故障检测仪可以从发动机电控单元的存储器读取故障代码，并将故障代码以数字的形式显示在检测仪上。故障检测仪通常需要定期进行更新升级。



(a) 金德 KT600 智能检测仪

(b) 元征 X431 智能检测仪

图 1-12 常用的国产故障检测仪

9. 示波器

示波器可以把电压的变化在显示屏上显示出来，用于分析、判断和储存。模拟示波器和数字示波器如图 1-13 所示。



(a) 模拟示波器

(b) 数字示波器

图 1-13 示波器

示波器的使用

10. 废气分析仪

废气分析仪用来检测汽车的尾气排放，常用的五气体废气分析仪（见图 1-14）可以检测 HC、CO、CO₂、O₂ 及 NO_x 的气体浓度。



图 1-14 常用的五气体废气分析仪



任务 为发动机电控系统维修工作做准备

任务目标

培养发动机电控系统维修准备工作的能力。

任务描述

进入维护车间工作前，需要认识各种维护电控发动机的检测仪器和设备，并且需要保证自己及车间安全。

想一想

在维修车间工作时，你是怎样做到保护自己和保证车间安全的？试列举一些必要的措施。

任务实施

1. 在维修车间的专用工具保管员那里，认识关于维护电控发动机的检测仪器和设备，并记录 5 种仪器或设备的名称、型号和用途，并完成表 1-2。

表 1-2 电控发动机检测仪器填写表

(1) 仪器名称： 用途：	型号：
(2) 仪器名称： 用途：	型号：
(3) 仪器名称： 用途：	型号：
(4) 仪器名称： 用途：	型号：
(5) 仪器名称： 用途：	型号：



2. 根据车辆信息, 查找与电控发动机维护相关的资料, 并列出它们的存放位置, 完成表 1-3。

表 1-3 相关资料填写表

资料名称	存放位置



任务考核

每个任务完成后, 由教师对学生考核, 完成任务考核表 (表 1-4)。

表 1-4 任务考核表

一级指标	分数	二级指标	分数	评分		
				自我评价	小组互评	教师评价
职业素养	20	1. 设备操作规范性	4			
		2. 实操场地 7S 管理	4			
		3. 现场安全、文明生产	4			
		4. 爱护工量具、资料及相关物品	4			
		5. 团队分工协作	4			
作业过程	40	1. 实操前准备	5			
		2. 正确使用维修手册	5			
		3. 设备使用 (正确、熟练程度)	10			
		4. 正确识别电控元件	10			
		5. 操作规范	10			
分析报告	40	实车部分	1. 准确描述故障现象	4		
			2. 充分列举故障原因	8		
			3. 故障确诊过程记录	8		
			4. 分析故障机理, 提出维修建议	8		
		电路部分	电路图绘制的完整性	4		
电路 (波形) 测量结果的分析判断	8					
总分	100					
最终得分 (自评 * 10% + 互评 * 40% + 教师评价 * 50%)						



 评估反馈

学习了本项目，由教师、学生、各小组共同完成评估反馈表（见表1-5）。

表 1-5 评估反馈表

序号	评价指标	评价内容	分值	学生自评	小组评价	签名	教师评价	签名		
1	结构认识	总体结构熟悉情况	10							
		电控系统部件查找	10							
2	诊断设备使用	使用诊断电脑读取和清除制动防抱死系统故障代码	10							
		使用诊断电脑检查制动压力调节器	10							
3	工作原理分析及故障排除	识读系统电路图，并可根据电路图进行系统电路检查	10							
		分析思路是否正确	10							
4	安全规范与提问	是否符合安全操作规范	10							
		工作页填写完整性	10							
		活动参与积极性	10							
		回答问题是否准确	10							
总 分			100							
总结与反思 (记录任务实施中出现的问题和采取的解决方法)										



案例分析

维修车间安全事故

2012年某月职工甲与职工乙一块去领氧气、乙炔。在装车时，由于领的氧气和乙炔数量多，剩下最后两瓶氧气时，职工甲对职工乙说：“你扶着架子车，把车压平，扶好别松手就行。”职工乙答应好。就在职工甲搬起氧气瓶往架子车上放时，职工乙由于一时疏忽、心不在焉，手一松，氧气瓶滑下来，砸在职工甲的脚上，造成脚损伤。

事故原因分析：职工乙没有扶好架子车，架子车失去平衡，是造成事故的直接原因；职工甲在向车上搬运氧气瓶时站的位置存在安全隐患，安全意识不强，对事故负有主要责任。

练习题

1. 简述“7S”管理。
2. 汽车维修车间常见的危险有哪些？
3. 简述汽车维修车间安全守则。
4. 简述汽车维修车间基本操作规范。
5. 常见的汽车维修工具、设备有哪些？