

工人岗位培训教材

内燃机钳工

中国铁道出版社

工 人 岗 位 培 训 教 材

内 燃 机 钳 工

铁道部基本建设总局组织编写

中 国 铁 道 出 版 社

1996年·北京

(京)新登字063号

内 容 简 介

本书是为适应工人岗位培训需要,根据铁道部劳人局、教育局文件精神,以铁路基建部门《工人技术等级标准》为依据,结合施工生产技术发展的实际情况而编写的工人岗位培训教材。全书共分九章,主要叙述了内燃机的基本构造原理、故障和排除方法,也适当的介绍一些进口工程机械用内燃机的新结构、新技术。

本书除作为铁道系统内燃机钳工岗位技术培训用书外,也可供有关技术人员和管理人员学习参考。

工人岗位培训教材

内 燃 机 钳 工

铁道部基本建设总局组织编写

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 杨宾华 钟加栋

北京顺义燕华印刷厂印

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 28.5 字数: 720千

1994年9月第1版 1996年6月第3次印刷

印数: 4001—7000册

ISBN 7-113-01323-6/U·408 定价: 22.50元

前 言

本书是铁道部统编的技术工人岗位培训教材之一。是根据铁道部“铁路工人技术标准 TB/T2147.10-90内燃机钳工”的要求编写的，是内燃机钳工进行岗位培训的教材。

全书共九章，比较全面地叙述了内燃机的基本构造原理、故障和排除方法，也适当的介绍了一些进口机械和运输机械用内燃机的新结构、新技术、修理工艺等。内容切合实际，并深入浅出，对从事内燃机械修理工作的技术工人和技术人员有一定的启发和指导意义。

本书由张天君编写，白路军主审（第三章由白路军编写）。在编写过程中，承蒙石家庄铁道学院毛贵民、长沙铁道学院李飞鹏、天津工程机械研究所孙志杰以及夏桂镇、贾光礼、张彪、曹阳、丁力、陈英娥等同志帮助收集资料和审阅，并提供许多宝贵意见，谨此表示衷心谢意。

由于时间仓促和编者水平所限，书中谬误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1994年

组 编 说 明

当前职工教育已转向岗位培训为主。为适应按岗位职务要求进行对技术工人培训的需要，铁道部原基建总局商同工程指挥部和通号公司组编了这套《工人岗位培训教材》。第一批出版的有线路工、混凝土工、钢筋工、石工、瓦工、木工、装吊工、隧道（开山）工、通信工、信号工、电力工、测量工、焊接工、铆工、机床工、机械钳工、内燃机钳工、汽车司机、推土机司机和各工种通用的政治与职业道德教育读本共二十种。编写的依据是铁道部原基建总局组织编制的相应工种的《工人岗位职务规范》。教材内容着重实作，以本工种生产技术及理论知识为主，系统地阐述了技术等级标准中的“应知”、“应会”要求。本书可做为该工种技术等级考试的主要依据。在使用中若发现有不妥之处，敬希来信指出，以便再版时修订。

铁道部原基本建设总局

目 录

第一章 概 述	1
第一节 内燃机钳工的工作范围	1
第二节 工作场地与常用设备	1
第三节 内燃机修理工作的安全技术	7
第二章 内燃机的工作原理和构造	9
第一节 概 述	9
第二节 四冲程柴油机的工作原理和总体构造	11
第三节 柴油机的机体组件	16
第四节 柴油机的曲柄连杆机构	18
第五节 柴油机的配气机构和排气系统	35
第六节 柴油机的燃烧和供给系统	38
第七节 柴油机的润滑系统	101
第八节 柴油机的冷却系统	107
第九节 四冲程汽油机的工作原理和总体构造	109
第十节 汽油机的燃料供给系统	111
第十一节 内燃机的增压	119
第十二节 内燃打桩机的工作原理和技术参数	126
第十三节 内燃夯土机的基本结构和工作原理	128
第十四节 内燃凿岩机的基本结构和工作原理	129
复习题	130
第三章 电器设备	131
第一节 电源	131
第二节 交流发电机及其调节器	137
第三节 起动机	147
第四节 点火系	151
第五节 太脱拉 T815 汽车电器	153
复习题	155
第四章 内燃机钳工常用基础知识	156
第一节 常用材料知识	156
第二节 机械制图与公差配合	164
第三节 齿轮的计算知识	201

复习题	205
第五章 内燃机的故障和修理制度	206
第一节 故障	206
第二节 修理和保养制度	209
第三节 检查验收制度	224
第四节 机械修理的工艺流程	227
复习题	229
第六章 旧件修复工艺	230
第一节 分类与选择	230
第二节 手工耐磨堆焊	232
第三节 振动电堆焊	235
第四节 埋弧堆焊	246
第五节 氢—氧焰、氧—乙炔焰金属粉末喷焊	253
第六节 等离子喷焊	260
第七节 二氧化碳保护堆焊	264
第八节 铝合金焊补	273
第九节 铸铁焊补	275
第十节 金属喷涂	283
第十一节 氧—乙炔焰金属粉末喷涂	292
第十二节 等离子喷涂	297
第十三节 镀 铬	317
第十四节 镀 铁	329
第十五节 合成粘接剂粘接	337
第十六节 无机粘接	346
第十七节 压力加工修复	348
第十八节 铸 补	353
第十九节 机械加工修复	354
第二十节 金属电刷镀和“W”技术（内燃机无间隙过盈装配技术）.....	358
第七章 典型零件的修理	360
第一节 气缸体修理	360
第二节 气缸盖的修理	370
第三节 凸轮的修理	372
第四节 离合器的修理	373
第五节 齿轮的修理	375
第六节 液压系统的修理	379
第七节 走行系统的修理	403
复习题	413

第八章 发动机的总装及磨合试验	414
第一节 发动机的总装	414
第二节 磨合与试验	419
第三节 发动机的常见故障及其排除方法	426
复习题	438
第九章 零件修复工艺规程及机械修理组装交验规范的制订	439
第一节 零件修复工艺的选择	439
第二节 零件修复工艺规程的制订	444
第三节 机械修理组装和交验规范的制订	445
第四节 修理规范的举例	446
复习题	448

第一章 概 述

第一节 内燃机钳工的工作范围

内燃机修理是一项较复杂的综合性技术，又是一项实践性较强的行业，它包含着多种技术知识，繁多的工艺内容和管理知识。

内燃机修理工艺与制造工艺不同。其特点表现在生产数量上往往是单件的，其原始技术资料也常常是不全，甚至是完全没有的，以及对内燃机的修理技术要求较高等等，再加上内燃机的类型繁杂，其特征各不相同，因此对内燃机的修理工艺方法很难作统一规定，必须按照各个具体施修对象的结构特点和使用技术要求采用不同的具体工艺进行修理。由于历史的原因，我国各行各业拥有的内燃机品种规格繁杂，而各国机械所使用的标准又往往各不相同，这样就给我国内燃机修理工作增加了难度。但是，随着我国内燃机制造工业的发展，国产内燃机所占的比例越来越大，内燃机制造工厂将提供大批的修理配件和总成如活塞、活塞环、气缸套、轴承、高压油泵等，这给内燃机修理工作提供越来越好的条件，使内燃机修理厂可减少设备投资，提高修理质量和生产效率，降低了修理成本。

内燃机修理的全部生产过程，应按照一定顺序进行。从送修机械交接开始到完工出厂，它具体应包括：解体检查，修前技术鉴定，制定零、部件修复加工工艺，零、部件施修，装配前鉴定，总成与整机装配，调试与试运转，修竣交验以及油漆、包装等各个方面。

一个内燃机修理工厂为了完成内燃机修理生产过程，除了设置有关部门和车间（或专业组）外，还要配备有经验的技术人员和有关修理、加工技术工种的工人。

内燃机钳工是内燃机修理厂中不可缺少的重要工种，它的工作范围很广，要求也比较高。

内燃机钳工是从事机械修理工作的，其主要工作对象是内燃机及其配套的工作机械。内燃机如柴油机、汽油机、柴油打桩机、内燃夯土机等。工作机械如推土机、铲运机、挖掘机、平地机、汽车、空气压缩机及发电机等。

内燃机钳工的基本工作，就是运用所掌握的内燃机理论知识，对零件进行修理的基本操作技能，对内燃机及其配套机械进行合理的拆卸、修复、装配和调试工作，以恢复其工作性能和耐久性能。

因此，要求内燃机钳工应有较熟练的钳工基本操作技能，如划线、凿削、锉削、锯割、弯曲、矫正、铆接、钻孔、扩孔、铰孔、攻丝、套丝，刮削和研磨等操作技术和加工方法，而且还要熟悉各种内燃机及其配套机械的构造原理、结构特性、调试方法；以及各种连接件的结构特点和配合关系等等。同时对内燃机的零部件和通用件的修理工艺，应具有一定的分析与解决问题的能力。

第二节 工作场地与常用设备

工作场地是一人或多人工作的固定地点。在工作场地内进行内燃机修理工作，尤其在大

修工作实施机械全部解体时，往往要配备相应的辅助设施，这些辅助设施，除了在修理工作中进行钳工加工所经常用到的钳台与虎钳、台钻、砂轮、平板外，还需要清洗零件的设备，拆卸后零、部件放置的格架等。对大型零、部件进行拆装时，往往离不开起重设备。

一、起重设备

在拆卸或装配时，起重设备用以升降重量较大的零、部件。起重设备常见有以下几种：

1. 千斤顶

是一种简单的起重工具，其顶升高度一般为100~300毫米，起重能力为5~500吨，因此在升降高度不大时，可用来升降重型零、部件。千斤顶也常用作压装配合件，对轴类零件矫直及进行其它安装工作。

千斤顶结构轻巧，搬运方便，维护简易，因而应用广泛。按结构可分三类：

(1) 螺旋千斤顶 (图 1—1) 它的起重能力达25吨。主要由螺杆和螺母及底座组成。使用时，扳动摇柄，联动螺杆或螺母，就能使螺杆作升降运动。

(2) 齿条千斤顶 其起重能力一般为3~5吨，由金属外壳、装在壳体内的齿条、齿轮和星形轮及手柄等组成。使用时，转动手柄，通过齿轮的传动系统带动齿条升降。

(3) 液压千斤顶 (图 1—2) 液压千斤顶的起重范围较大(1.5~500吨)，由钢的壳体(贮液缸)、活塞、油泵和阀等组成，利用液体压力使活塞举起重物。

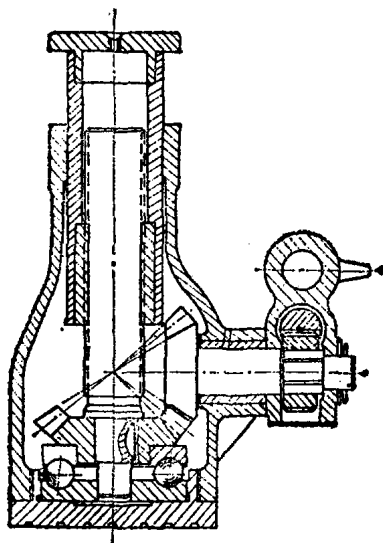


图 1—1 螺旋千斤顶

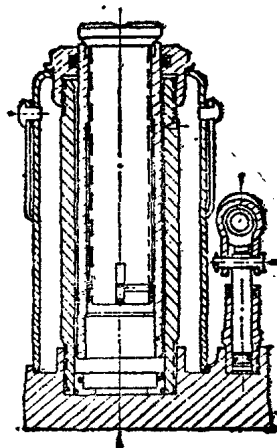
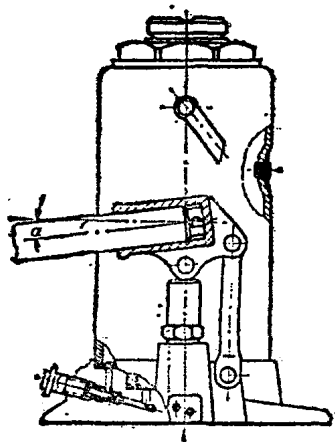


图 1—2 液压千斤顶

2. 倒链滑车

俗称“神仙葫芦”，是一种轻便省力的起吊设备，用来在固定地点升降重物。

倒链滑车在构造上有齿轮传动和蜗杆蜗轮传动两种。蜗杆蜗轮传动式倒链滑车效率较低，工作速度也不如齿轮传动式。因此在修理机械设备中拆卸和装配零、部件时，常使用齿轮倒链滑车。尤其是采用行星齿轮减速机构的环链手拉葫芦，结构紧凑、密封性好，手拉力小。目前我国生产的倒链滑车的起重重量有0.5~10吨多种。

修理时，常将倒链滑车和龙门吊架配用（图 1—3），主要用来起吊中、小型机械的零、部件。使用时，先将手链反拉，将起重链倒松，使葫芦有最大的起重距离，然后慢慢拉紧，起吊重物。

3. 吊车 常见的是电动吊车（电动葫芦）。有的装在固定的导轨上，有的装在可绕一头回转的悬臂导轨上，并可在导轨上来回移动。其载重量一般不超过 5 吨，由起重钢索滚筒、减速器和凸缘式电动机等构成。

工作时，电动机带动钢索滚筒，通过钢索带动吊钩，提起重物，这种起重设备在修理车间用途非常广泛。

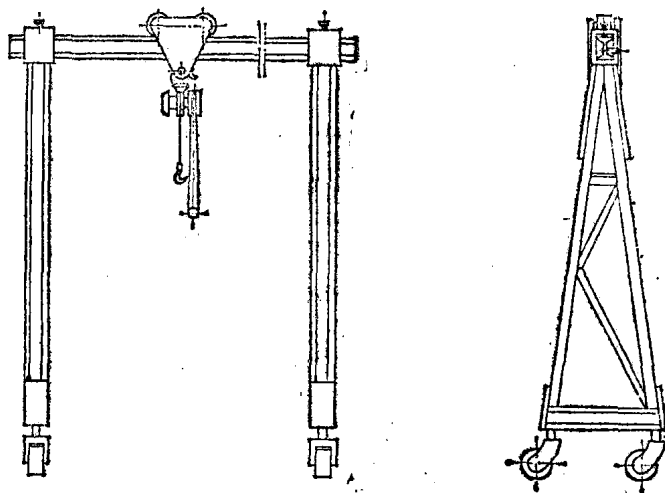


图 1—3 龙门吊架

二、起重用的绳索

绳索在设备的拆卸和拼装过程中起吊重型零、部件时是不可缺少的，常用的有麻绳和钢丝绳两种。

1. 麻绳

麻绳具有轻便，容易捆绑等优点。但其强度较低，易磨损和受大气影响，所以往往用来移动或吊装质量小于 500 公斤的设备或零、部件。按照拧成的股数，麻绳可分为三股、四股和九股三种。机修工作中，常采用不浸油白麻绳，其质地较软，柔曲性较好。

（1）白麻绳的允许拉力 在选用白麻绳吊装工作时，应考虑其允许拉力的大小，可按下式计算：

$$\text{允许拉力} = \text{破断拉力} \div \text{安全系数}$$

安全系数一般取 3 ~ 6，视白麻绳新旧程度和吊装作业的具体情况而定。我国生产的旗鱼牌白麻绳，它的破断拉力随绳的粗细不同，可参见表 1—1。

国产旗鱼牌白麻绳的规格

表 1—1

麻 绳 直 径		破 断 拉 力 (牛)	允 许 拉 力 (牛)	
毫 米	英 寸		安全系数 $K = 5$	安全系数 $K = 3$
11	7/16	5635	1127	1878
13	1/2	7840	1568	2613
14	9/16	9310	1862	3103
16	5/8	11270	2254	3757
19	3/4	12740	2548	4247
20	13/16	15680	3136	5227
22	7/8	17640	3528	5880
25	1	23520	4704	7840
29	1 1/8	25480	5096	8493
33	1 5/16	28420	5684	9473

对于表 1—1 所示直径的白麻绳，在机修中吊装机械设备时，它的允许拉力由下式粗略估算

估算:

$$P' = \frac{d^2}{1.3}$$

式中 P' —— 允许拉力, 牛;

d —— 白麻绳直径, 毫米。

例如: 直径25毫米的白麻绳, 它的允许拉力, 可粗略估算为:

$$25 \times 25 \div 1.3 = 4711 \text{ 牛}$$

(2) 使用白麻绳应注意事项

① 使用前应进行仔细检查, 对其缺陷予以适当处理, 如有局部触伤和局部腐蚀情况严重的, 应截去受损部分, 插接好后方可继续使用。对均匀磨损超过直径30%和大部分已经被腐蚀的麻绳, 应予报废, 切忌使用。

② 在起吊时, 应采用结扣方便, 不会滑脱, 容易解扣的绳扣。并且在麻绳和零件转角处接触的部位上, 应垫上软性的或木板之类的垫块, 以增大该处的接触面或过渡圆弧, 不使麻绳局部受力集中而损坏。

③ 麻绳用毕应除去表面污物, 卷好后挂在通风良好, 远离化学物品或含酸、含碱腐蚀品的木架或木钉上。

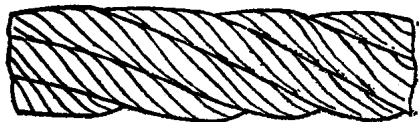


图 1—4 普通结构钢丝绳

2. 钢丝绳

钢丝绳是由高强度钢丝搓拧而成的。具有耐磨、抗拉、不怕潮湿、使用寿命长和安全等优点, 为修理大型机械设备时的主要吊装绳索。最常用的是普通结构钢丝绳 (图 1—4)。国产 $6 \times 19 + 1$ 普通结构钢丝绳实际破断拉力和允许拉力参数见表 1—2。

$6 \times 59 + 1$ 普通结构钢丝绳参数

表 1—2

直 径 (mm)		破断拉力 (N) 不小于 (钢丝 $\sigma_b = 155 \times 10 \text{ kPa}$)	允 许 拉 力 (N)	
钢 丝 绳	钢 丝		安全系数 $K = 3.5$	安全系数 $K = 5$
11	0.7	55927	15979	11185
12.5	0.8	73060	20874	14612
14	0.9	92261	26360	18452
15.5	1.0	114091	32597	22818
17	1.1	137980	39423	27596
18.5	1.2	164340	46954	32868
20	1.3	192760	55074	38552
21.5	1.4	223650	63900	44730
23	1.5	257013	73432	51403
24.5	1.6	292434	83553	58487

(1) 普通结构钢丝绳的允许拉力, 在修理现场往往不便查表得到钢丝绳的允许拉力和破断拉力值, 而是用下列两个公式作粗略估算:

$$P = 50d^2$$

式中 P —— 破断拉力, 10牛;

d —— 钢丝绳直径, 毫米。

$$P' = 9d^2$$

式中 P' —— 允许拉力, 10牛;

d —— 钢丝绳直径, 毫米。

例 18.5毫米(3/4")钢丝绳的破断拉力和安全起吊零件重量为多少?

解 破断拉力 P

$$P = 50d^2 = 50 \times 18.5 \times 18.5 = 171120 \text{ 牛}$$

允许拉力 P'

$$P' = 9d^2 = 9 \times 18.5 \times 18.5 = 30000 \text{ 牛}$$

(2) 使用钢丝绳应注意事项

① 使用前, 应作外观检查, 尤其是断丝数和断丝位置, 锈蚀和磨损程度及其位置, 变形情况等。从直径估计是否能安全起吊所拆装的零、部件。对断丝过多的钢丝绳应避免使用, 否则不安全, 易扎伤人。

② 选择合适的捆钩位置, 以免打滑。无论吊钩端还是工件上均应采用合适的绳扣, 以免吊装过程中, 工件重心偏移造成倾倒。

③ 久置不用的钢丝绳应涂油, 盘卷后适当安置。

(3) 绳扣 绳扣又称绳结, 在起重吊装操作中, 应用很广。绳扣的种类很多, 但所有绳扣都是利用绳索相互间的摩擦力和绳索本身拉力来压紧, 或收紧它的尾端以达到固定的目的。好的绳扣, 必须是结扣方便, 不会滑脱, 而且解扣方便。麻绳的一般结扣方法有: 打平结(图1-5)、结死圈扣(图1-6)、结琵琶扣(图1-7)、结背扣(图1-8)和倒背扣(图1-9)、打吊钩结(图1-10)和双式吊钩结(图1-11)、结抬扣(图1-12)等。

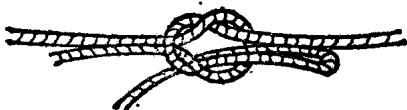


图1-5 平结

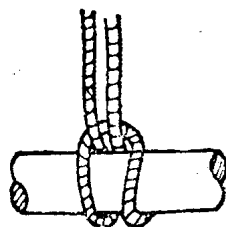


图1-6 死圈扣

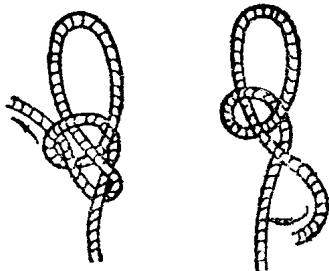


图1-7 琵琶扣

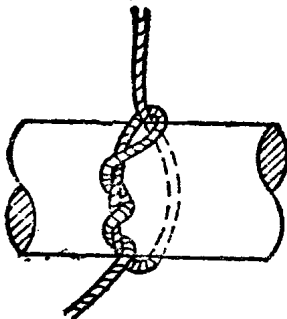


图1-8 背扣

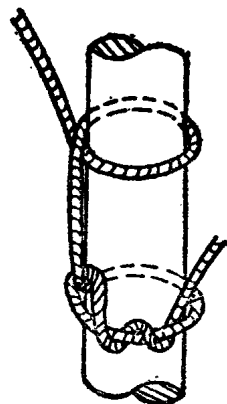


图1-9 倒背扣



图 1—10 吊钩结



图 1—11 双式吊钩结

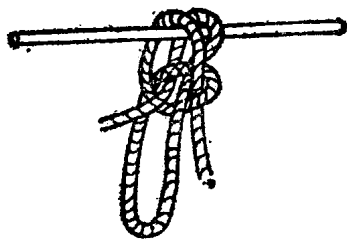


图 1—12 抬扣

其中琵琶扣牢固可靠,打结迅速,解扣方便;背扣的特点是愈拉愈紧,打扣及解扣方便迅速。而倒背扣用作垂直起吊圆柱形工件,这种结不易打滑,较安全;吊钩结的结法方便、牢靠,绳套不易滑出钩外;当需用人力卸下较重的零、部件时,往往打抬扣。

三、压力机

在修理工作中,压力机常用作过盈连接件的拆卸压出和装配压入,有时也用来矫正调直弯曲变形的轴类零件。是在修理工作中经常用到的辅助设备。

压力机分手动和液动两类(图 1—13)。手动压力机又有螺旋式、齿条式和杠杆式等类型。

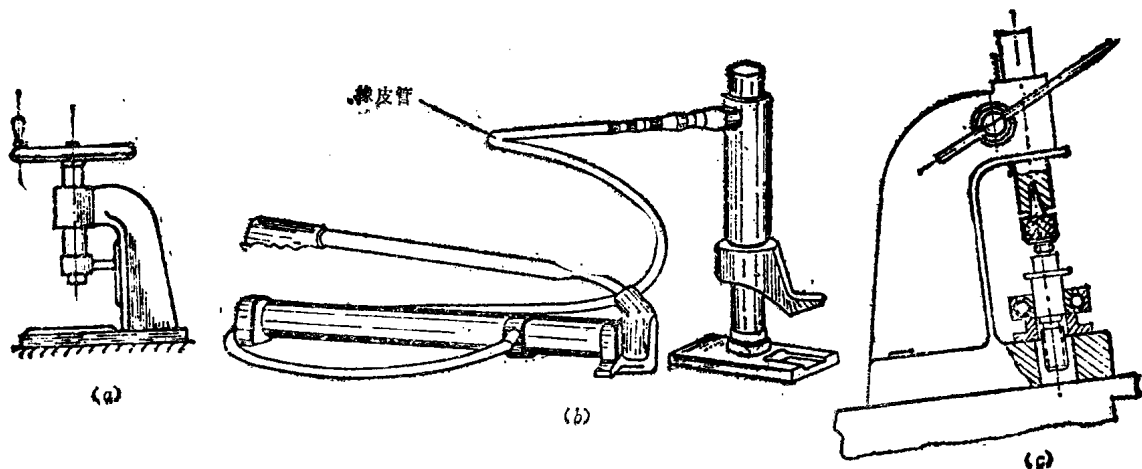


图 1—13 压力机
(a) ——螺旋式; (b) ——液动式; (c) ——齿条式。

四、零件存放盘

修理钳工在拆装设备后,为防止零件混杂而影响装配,应按部件将零件分别存放在相应的零件存放盘中。零件存放盘的外形结构和尺寸可按零件的大小而定,通常用铁皮做成。有的还可以放入防锈油,使零件浸没在油中而防锈。

零件存放盘不仅可以存放零件,而且还可以作零件清洗盘用。如果做成可逐层叠起来的结构,还可以缩小放置面积而充分利用修理场地。

五、拆、装工作台

修理工作中拆卸或拼装中小型部件时,常在如图 1—14所示的拆、装工作台上进行。这种工作台可由角铁焊接制成架子,铺上厚木板作台面。

六、清洗设备

在机械设备进行修理的过程中，对拆卸解体后的机件必须进行全面的清洗，以便对机件各部尺寸和形位精度按技术要求作详细检查并记录在案。在拼装前，更应清洗干净，以免灰尘或油污带入而影响装配质量。

图1—15为采用轻柴油作清洗液的清洗槽。油液由齿轮泵从油池中吸入，直接从塑料管中喷出，对机件进行清洗。其上部为一多孔油盘，机件置于其上进行冲刷。连同油污和机械杂质冲刷而下的油液，从油盘的小孔中流下，顺斜盘流入油池后，经多层隔板使油污及机械杂质逐步沉淀，在油泵端又获较为清洁的清洗液。这种加压喷洗法的清洗效率较手工擦洗高，且清洗液的消耗也较手工清洗节约。

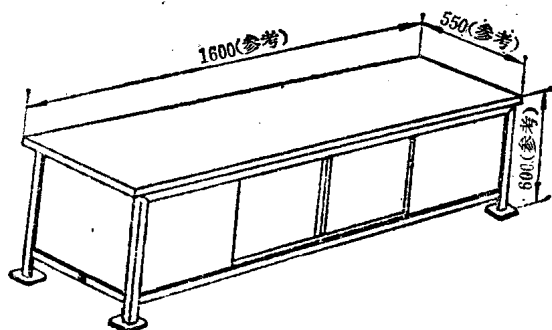


图 1—14 拆、装工作台

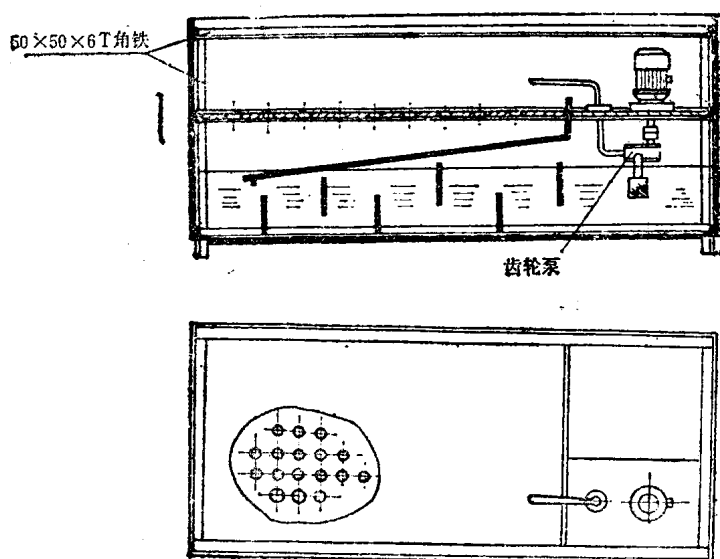


图 1—15 清洗设备

第三节 内燃机修理工作的安全技术

安全为了生产，生产必须安全，这是一个非常值得注意的问题。

内燃机钳工在工作过程中，由于大部分是依靠专用或通用的手工工具，对内燃机械进行拆卸、修理、装配和调试。因此，为避免发生人身和机械事故，必须特别重视安全生产问题，必须自觉地遵守安全操作规程。下述的安全技术操作规程是每个内燃机钳工所必须严格遵守的。

1. 开工前，应首先研究好合理的施修方案。组织好工作场地，对工具、量具和辅助设施进行检查，不合格者禁止使用，性能完好时，方可开工。
2. 工作前应按规定穿戴好防护用品。

3. 工作时,如用手电钻或电动扳手,应检查是否可靠接地或接零。如用手持照明灯,其电压不能越过36伏。

4. 使用钻床时,严禁戴手套或围巾,留长发者应按规定戴好工作帽。

5. 工具、量具和零件,不准抛扔。

6. 不许在易燃品附近吸烟或明火,以免发生火灾。

7. 二人以上同时拆装机械时,必须相互照看与协调。

8. 拆装弹簧时,应注意弹簧的弹力,以免弹伤。

9. 需用力扳撬工作时,两脚应前后站稳,用力不可过猛。

10. 所有击打工具不得有油及裂缝,锤头、扁铲、铜棒等不准有卷边或飞刺。

11. 所选用的扳手一定要符合螺帽或螺栓的要求,不得过大,不准锤打或加过长套管,不准反向使用。

12. 试车前,必须将内燃机稳固,检查一切紧固件是否拧紧;各润滑油路加好油;先用手攀动,确认无卡死现象;工具杂物收拾干净;擦干内燃机外的燃油和机油;无关人员离开机械附近后,方能开始试车。如果发现异常响声或问题,应立即停机处理。

13. 发动内燃机前应加好油、水,停机后应及时放水(尤其在冬季更应及时)。

14. 内燃机运转时,不准调整风扇皮带,固定水泵及风扇附近的一切工作。

15. 机动车辆试车前,应检查刹车、转向及各连接部。

16. 无照或驾驶证明者,不可开动车辆。

17. 如遇在车下检查或维修时,必须先将内燃机熄火,拉紧刹车手柄,进行制动,并在轮前、轮后加楔块挡死。不可在斜坡上停车。

18. 使用起重设备时,要统一指挥。应遵守起重工安全操作规程。

19. 下班前,应断开电源。

20. 下班前,应整理好工具、量具和机件。清理工作场地后,方能离开。

第二章 内燃机的工作原理和构造

第一节 概 述

一、内燃机的分类

将自然界中的一种能量转变为机械能的机器，统称为发动机（或动力机）。有风力发动机、水力发动机和热力发动机（热机）等。

内燃机是利用燃料直接在发动机内部燃烧，使产生的热能转变为机械能的一种热机。

内燃机按其基本工作原理分：有往复式活塞式（简称活塞式）内燃机、旋转活塞式（转子式）内燃机和涡轮式内燃机（燃气轮机）等。

按所使用的燃料分：有柴油机、汽油机和天然气机等。按工作循环过程分：有四冲程和二冲程。

活塞式柴油机和汽油机由于具有功率范围广和适应性能好等主要特点，目前在国民经济各部门得到日益广泛的应用。它在工程机械、汽车、船舶、农业机械以及电站等动力装置的应用方面则尤为广泛。

二、内燃机的型号编制

为便于内燃机的管理和使用，国家对内燃机的型号编制方法作了统一规定（详见GB725-65）。

1. 气缸数

表示一台内燃机所具有的气缸数目。

2. 机型系列

表示内燃机气缸直径（毫米）和冲程型式。

3. 变型符号

表示该机型经改型后，在结构和性能上发生变化。

4. 用途和结构特点

表示内燃机的主要用途和不同结构特点。

内燃机的型号由数字和汉语拼音字母组成，排列顺序和符号所代表的意义规定如下：

