

◀ 电力职业教育生产技能训练丛书 ▶

动力设备检修 技能训练

赵鸿逵 舒广奇 主编



突出规范操作
强调技能训练
教师现场演示



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

动力设备检修

张其成 主编

机械工业出版社

电力职业教育生产技能训练丛书

动力设备检修 技能训练

赵鸿逵 舒广奇 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要讲述发电厂动力设备检修的基础工艺及其技能训练方法。其内容包括设备检修过程中的拆卸、修理、装配和测量；重点突出各类设备在检修时的共性工艺及其测量工作；同时对新工艺、新机具及新的测量仪器也作了较详细的叙述。

本书除作为电力工业学校、电力技工学校、电力高等职业教育的实训教材外，也可作为发电厂动力设备检修、安装人员的培训和自学用书，还可供其他相关专业的检修人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

动力设备检修技能训练/赵鸿逵，舒广奇主编. —北京：中国电力出版社，2007

(电力职业教育生产技能训练丛书)

ISBN 978-7-5083-5205-3

I. 动… II. ①赵…②舒… III. 发电厂-动力设备-检修-技术培训-教材 IV. TM62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 016136 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.625 印张 429 千字

印数 0001—4000 册 定价 34.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

编审委员会

主编 赵鸿逵 舒广奇

参编 牛建国 许庆海 高梅芳 戴鸿举

赵志宏 张冠民 王富春 陈书耕

罗 洁

主审 敬 勇

参审 熊 娟 孙为民 曾 嫣

前 言

《动力设备检修技能训练》是电力职业教育生产技能训练丛书之一。按照电力职业教育生产技能训练丛书的编写要求和电力行业职业技能鉴定规范,本书力求做到符合职业教育的教学规律,既遵从以能力为基础的培训,又能满足生产技能人员培训的针对性需要,采用了“单元—模块—训练项目”结构,体现“以能力培养为核心、以操作训练为重点、以技能提升为目标”的职业(培训)教育思想,努力做到内容新、标准(规范、规程)新、表达形式新。

使用本书时,应注意以下几点:

(1) 根据培养(培训)目标和培养(培训)对象的实际需要,教学(培训)内容可进行恰当选择。

(2) 遵循人的技能提升之客观规律,宜采用“讲练结合”、“少讲多练”、“精讲严练”的教学方法。

(3) 全书共分十二个单元,原则上每单元就是技能培训的一个实训课题。

(4) 实现全部课题的操作训练,其训练时间不得少于6周(即30天);

(5) 操作训练内容是根据电力行业职业技能鉴定规范的要求进行编写的,可作为职业技能鉴定相应工种的技能考试内容。

(6) 本书的工艺讲解可以将单元内容分别与实训同步进行,也可采用集中授课;

(7) 电工常识、急救及消防未编入本教材中,但在校内实习时,应列为实习内容。

(8) 为了克服纸质教材对技能训练表达方式上的局限,本书配备了《动力设备检修技能训练教学辅助光盘》(CDROM)。光盘须与教材配合使用,除以图片或照片方式更清晰地表达教材的相关内容外,还以视频方式对部分技能训练的操作方法进行了示范。

本书由赵鸿逵、舒广奇主编,牛建国、许庆海、高梅芳、戴鸿举、赵志宏、张冠民、王富春、陈书耕、罗洁参编,敬勇主审,熊娟、孙为民、曾嫣参审。在编写过程中得到了重庆市电力公司、重庆电力技师学院、重庆电力高等专科学校、保定电力职业技术学院、山西电力职业技术学院、四川电力职业技术学院、郑州电力高等专科学校、云南省电力学校、长沙电力职业技术学院、上海电力工业学校、广东省电力工业学校、兰州电力学校、哈尔滨电力职业技术学院鼎力和重庆电力技师学院谢焰老师的协作。特别是在《动力设备检修技能训练教学辅助光盘》的制作过程中,重庆电力技师学院、重庆电力高等专科学校的领导和教师给予了大力支持,特别是陈书耕和谭德见教师为此付出了辛勤的劳动,在此致以衷心的感谢。

对于书中存在的疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

二〇〇六年十二月

目 录

前 言

第一单元 工具与量具

模块一 常用工具	1
模块二 量具	6
模块三 工具、量具保养及其使用注意事项	15
操作训练 1 常用工具使用	16
复习题	17

第二单元 起 重

模块一 索具及拴连具	18
模块二 起重机具	24
模块三 重物的拖动及撬棍的使用	31
模块四 起重作业中应注意的事项	33
操作训练 1 起重	36
复习题	36

第三单元 通用件装配工艺

模块一 机械设备拆装通则	37
模块二 轴上套装件的拆卸与装配	38
模块三 螺纹连接及螺栓的拆装	44
模块四 键、销装配与取出	57
模块五 V 带（三角皮带）传动装置检修	59
模块六 齿轮与蜗杆传动装置检修	62
模块七 联轴器检修	66
操作训练 1 齿轮减速箱检修	68
复习题	69

第四单元 直轴及晃动测量

模块一 直轴	70
--------------	----

模块二 晃动与瓢偏测量	82
操作训练 1 轴弯曲测量	85
操作训练 2 转体瓢偏、晃动的测量	86
复习题	87

第五单元 滚动轴承检修

模块一 概述	88
模块二 滚动轴承的分类, 代号及轴承钢	89
模块三 滚动轴承的轴向固定及配合	92
模块四 滚动轴承安装与拆卸	97
模块五 滚动轴承的检查及损坏原因	102
模块六 滚动轴承的润滑及密封	108
操作训练 1 温差法装配滚动轴承	113
操作训练 2 调整滚动轴承间隙	114
复习题	114

第六单元 滑动轴承检修

模块一 概述	116
模块二 滑动轴承的缺陷及检查	122
模块三 轴瓦刮削	126
模块四 轴瓦间隙与紧力测量	129
模块五 轴承合金及瓦的补焊	133
模块六 滑动推力轴承及非金属滑动轴承检修	137
操作训练 1 测量滑动轴承紧力	139
操作训练 2 测量圆筒形轴瓦顶隙、侧隙、油挡间隙	139
操作训练 3 轴瓦的修刮	140
复习题	141

第七单元 管道检修与胀管

模块一 管道支吊架的分类与检修	143
模块二 管道检修	147
模块三 弯管	155
模块四 管道金属监督及高温高压管道检修的特殊要求	159
模块五 铜管胀接	162
操作训练 1 法兰连接管道检修	166

复习题	167
-----------	-----

第八单元 阀门检修

模块一 阀门的拆装与修理	169
模块二 阀门研磨及盘根	178
模块三 高压阀门自密封装置检修	185
模块四 阀门水压试验	188
模块五 阀门密封材料	189
操作训练 1 普通阀门检修	191
复习题	191

第九单元 对轮找中心

模块一 概述	193
模块二 找中心的准备工作	194
模块三 找中心的操作方法和步骤	196
模块四 转子中心状态分析	200
模块五 转子状态图的绘制	204
模块六 对轮找中心质量标准及注意事项	205
模块七 可调式轴承调整量的计算	206
模块八 对轮找中心例题	207
操作训练 1 联轴器找中心	209
复习题	209

第十单元 转子找平衡

模块一 概述	211
模块二 转子找静平衡	214
模块三 刚性转子低速找动平衡	219
模块四 刚性转子高速找动平衡	224
模块五 试加重的计算及平衡块的配制与固定	231
模块六 查找机组振动的原因	233
操作训练 1 转子找静平衡	234
操作训练 2 转子找动平衡	235
复习题	235

第十一单元 泵与风机的检修

模块一 火力发电厂常用多级给水泵的典型结构	237
-----------------------------	-----

模块二	多级泵检修	239
模块三	单级泵的基本构造	246
模块四	单级离心泵的检修	249
模块五	离心式风机的构造	250
模块六	风机检修	253
操作训练 1	多级水泵检修	255
操作训练 2	离心风机检修	257
复习题		258

第十二单元 水位计与安全门检修

模块一	水位计检修	259
模块二	安全门检修	265
操作训练 1	水位计检修	271
操作训练 2	弹簧式安全门检修	272
复习题		273
参考文献		274

第一单元

工具与量具

学习训练目标 知道检修常用工具、量具的结构、适用范围、使用注意事项及保养知识，能用正确的工艺使用工具、量具。

模块一 常用工具

一、电动工具

电动工具是由电力驱动、用手操纵的一种便携式工具的统称。这类小型化电动工具由电动机、传动机构和工作头三部分组成。

电动工具使用的电动机要求体积小、质量轻、超载能力大、绝缘性能好。最常用的电动机有：交直流两用串激电动机，转速在 10000r/min 以上；三相工频电动机（鼠笼型异步电动机），转速在 3000r/min 以下。

传动机构的作用是改变电动机转速、扭矩和运动形式。运动形式可分为：

（1）旋转运动。电动机通过齿轮减速，带动工具轴作旋转运动，如电钻、电动扳手等。也有电动机不经过减速直接带动工具的，如手提式砂轮机。

（2）直线运动。电动机经减速后带动曲柄连杆机构，使工具轴作直线运动，包括振动、往复运动和冲击运动，如电锯、电冲剪、电铲等。

（3）复合运动。工具作冲击旋转运动，如电锤、冲击电钻等。

工作头是直接对工件进行各种作业的刀具、磨具、钳工工具的统称，如钻头、锯片、砂轮片、螺帽套筒等。

在热力设备检修工作中常用的电动工具有以下几种。

1. 手电钻

手电钻的结构如图 1-1 所示。它分为手提式和手枪式两种电钻。手电钻除用来钻孔外，还可用来代替作旋转运动的手工操作，如研磨阀门等。手枪式电钻钻孔直径一般不超过 6mm。

2. 角向砂轮机

角向砂轮机的结构如图 1-2 所示。它有多种规格，以适应不同场合的需要。它主要用于金属表面的磨削，去除飞边毛刺、清理焊缝及除锈、抛光等作业，也可以用来切割小尺寸的钢材。

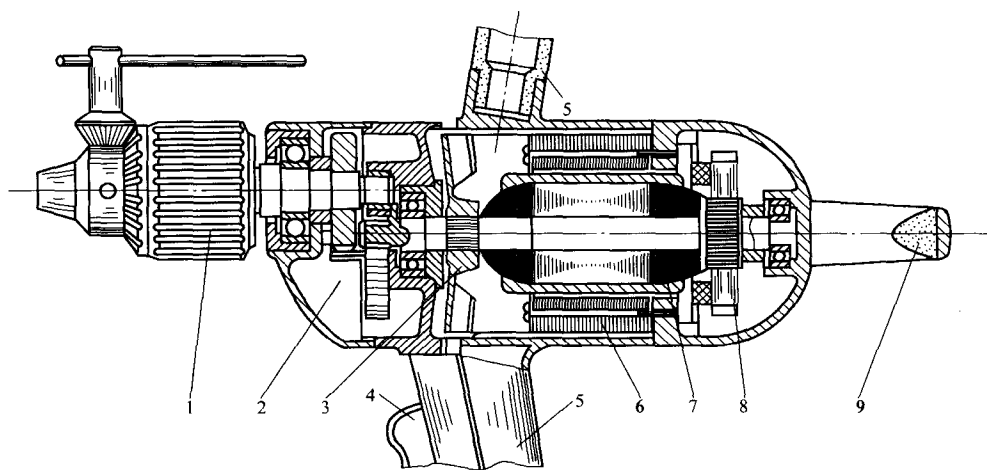


图 1-1 手电钻结构

1—钻夹头；2—减速机构；3—风扇；4—开关；5—手柄；6—静子；7—转子；8—整流子；9—顶把

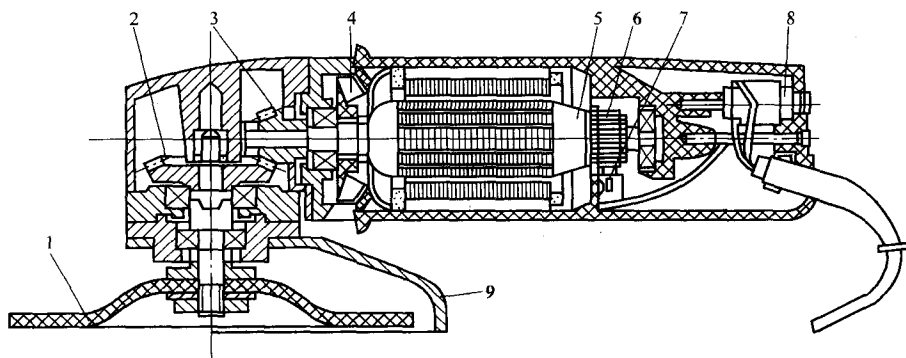


图 1-2 角向砂轮机结构

1—砂轮片；2—大伞齿轮；3—小伞齿轮；4—风扇；5—转子；
6—整流子；7—炭刷；8—开关；9—安全罩

在使用角向砂轮机时，砂轮机应倾斜 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ [见图 1-3 (a)]，并按图 1-3 (b) 所示方向移动，以使磨削的平面无明显的磨痕，且电动机也不易超载。当用来切割小工件时，应按图 1-3 (c) 所示的方法进行。

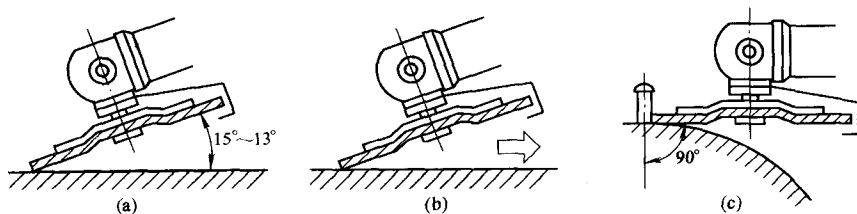


图 1-3 角向砂轮机的使用方法

3. 电动扳手

在检修中,由于螺栓类别繁多且地点分散,一般不采用电动扳手,但对大扭矩、高强度的螺栓可采用定扭矩电动扳手。用这种扳手当扭矩达到某一定值后,则自动停机。

4. 电锤与冲击电钻

电锤用于清除铁锈、水垢、锅炉打焦、地面开孔等作业。其工作原理如图 1-4 所示。电锤作冲击—旋转运动,冲击力靠活塞 4 产生的压缩空气带动锤头往复运动,锤头 3 冲击钻杆。若将钻杆换成短杆,由于压缩空气从排气孔 2 排出,锤头处于不动作状态,此时电锤则仅作旋转运动。

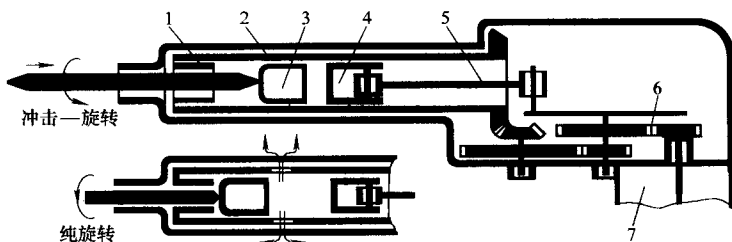


图 1-4 电锤工作原理

1—旋转空心轴（内部为气缸）；2—排气孔；3—锤头；4—活塞；
5—曲柄机构；6—减速齿轮；7—电动机

冲击电钻主要用于开孔作业。其结构如图 1-5 所示。冲击电钻的冲击作用是靠机械式冲击,无缓冲机构,故冲击装置易磨损。在只需作旋转运动的作业时就不要使冲击装置投入工作状态。

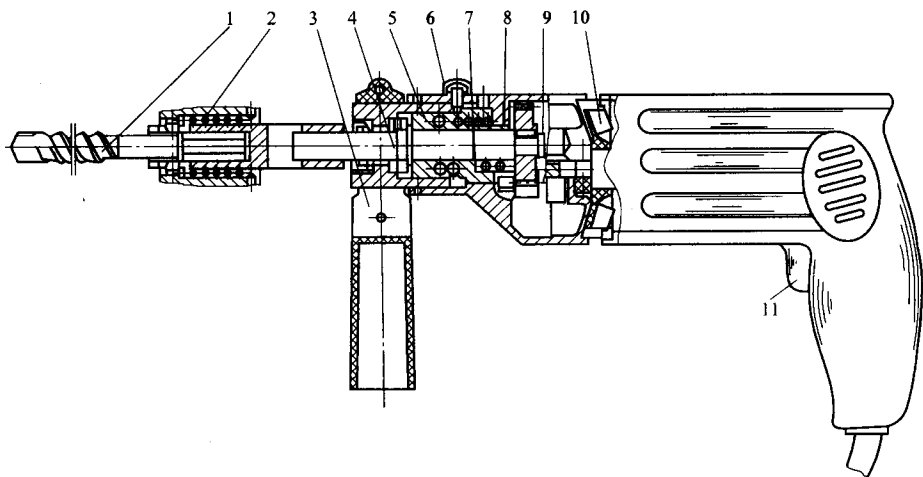


图 1-5 冲击电钻结构

1—硬质合金钻头；2—钻套；3—把手；4—钻轴；5—冲击块；6—调节环；
7—固定冲击块；8—机壳；9—主轴；10—风扇；11—开关

使用电动工具时应注意的事项:

(1) 定期检测电动机的绝缘性能(用摇表测量),若绝缘不合格或已漏电的电动工具,则严禁使用。

(2) 使用前检查电源电压是否与工具的使用电压相符;橡皮电缆、工具上的电气开关是否完好。

(3) 使用时待工具的转速到达额定转速后, 方可进行作业并施加压力。

(4) 使用电动工具是靠人力压着或握持着的, 在工具吃力时要特别注意工具的反扭力或反冲力; 使用较大功率的电动工具或进行高空作业时, 必须要有可靠的防护措施。

(5) 在工作中发现电动工具转速降低时, 应立即减小压力; 若突然停转, 则应及时切断电源, 并查明原因。

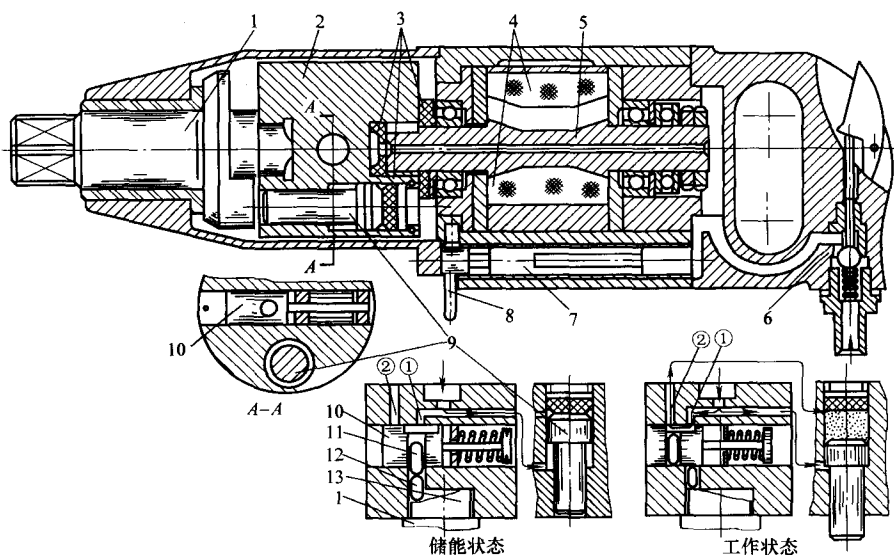
(6) 移动电动工具时, 应握持工具手柄并用手带动电缆。不允许拉橡皮电缆拖动工具。

二、风动工具

在热力设备检修工作中, 使用电动工具、风动工具可以大大减轻劳动强度, 提高工效。如用人工紧固一台高压加热器的汽侧法兰螺栓 (M45) 需四个强劳动力工作 8h, 使用风扳机或电扳机只要一个人 2h 就可以完成, 且紧力均匀, 螺栓也不承受弯矩。又如凝汽器更换铜管, 使用风动或电动胀管机平均 3~4s 即可胀一个管口, 比手工操作快 10 倍, 并能自动控制胀口紧力, 保证胀接质量。

风动工具的动力是压缩空气, 工作气压一般为 0.6MPa。由于风动工具的动力部分无传动机构、活动件少, 故工作可靠、维护方便、使用安全。这对于情况复杂的检修场地是非常可取的。

现以风扳机为例, 简述旋转类风动工具的工作原理。图 1-6 为 SB 型储能风扳机结构与



SB 型储能风扳机主要技术性能

型 号	螺栓直径 (mm)	最大扭矩 (N·m)	使用气压 (MPa)	机 重 (kg)
SB5	50	5000	0.4~0.6	17
SB6	100	12000	0.4~0.6	28

图 1-6 SB 型储能风扳机结构与动作原理

1—扳轴; 2—飞锤; 3—橡皮垫; 4—滑片; 5—转子; 6—进气阀; 7—倒顺阀芯;
8—倒顺手柄; 9—冲击销; 10—离心阀; 11—定时销; 12—顶杆; 13—扳轴凸缘

动作原理。

压缩空气经进气阀 6 进入机体后分两路：一路通过变向阀进入气缸驱动转子 5 旋转，并带动飞锤 2 旋转；另一路通过转子中心孔进入飞锤。当转子的转速达到一定值时，飞锤中的离心阀 10 克服弹簧张力向外滑出，滑到一定位置后，气道①与气道②接通，压缩空气推动冲击销 9 伸出飞锤。并冲动扳轴 1 上的挡块带动扳轴转动，从而将螺帽拧紧。在拧紧螺帽的过程中，随着阻力的增加，飞锤能量耗尽而转子的转速降低，离心阀 10 也因离心力减小被弹簧拉回原位，气道①与气道②被切断，此时冲击销下部的压缩空气将冲击销压回飞锤内。这样，飞锤不断地重复上述动作，直至拧紧螺帽。

扳轴头部有一凸缘 13，飞锤每转一周，定时销 11 被凸缘顶起一次；被定时销锁住的离心阀只有当定时销被顶起的瞬间方可滑出；凸缘与挡块间错开一定的角度，从而保证冲击销在伸出后再冲动挡块。

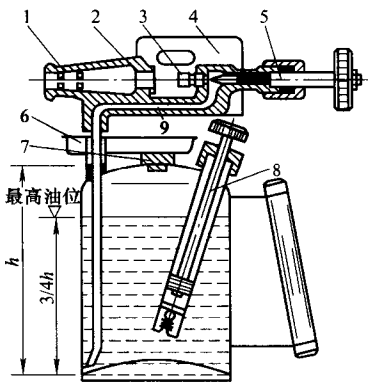


图 1-7 喷灯结构

三、其他工具

1. 喷灯

喷灯是一种加热工具，其结构如图 1-7 所示。喷灯是将燃油汽化后与空气混合喷出点燃的，会产生高温火焰。

喷灯的使用方法：从加油孔把燃油注入油桶，油量只能加到油桶高度 h 的 $3/4$ ，余下的油桶空间贮存压缩空气。将一小团浸泡了燃油的棉纱放入预热盘中，然后点燃，加热汽化管。待预热盘中的油棉纱快燃尽时，用气筒打几下气，将桶中燃油压入已灼热的汽化管，再拧开调节阀，燃油汽化气经喷嘴喷入火焰管，与空气混合后燃烧，成为火焰。火焰必须由黄红色逐渐变成蓝色时，方可将气打足投入使用。

熄灭喷灯时，应先关闭调节阀，使火焰熄灭；待冷却数分钟后再旋松加油螺帽，放出桶内空气。

喷灯常用的燃油是汽油或煤油，但注意这两种油不能混合使用。同时，用煤油的喷灯也不允许用汽油作燃油。使用时注意防火，加完油或放完气后，应将加油螺帽拧紧。点喷灯时，喷火口的正前方要求宽敞，更不能对着人或易燃物。

2. 射钉枪

射钉枪是一种快速安装工具。该枪利用火药爆发时产生的高压气体推动活塞，由活塞顶杆将尾部有螺纹（或平头等其他形状）的钢针射入钢板、混凝土或其他构件，以代替打眼、钻孔、预埋螺钉等复合作业。它具有不损坏构件、效率高、强度高的优点。其结构示意图如图 1-8 所示。

目前国产的射打枪有多种规格，常用的枪口径为 8mm，钢钉直径 4~8mm。子弹由制造厂供货，子弹的爆发能量级别用弹壳的颜色区分（红、黄、绿、白），这样便于施工时选择。钢针从枪口直接装入，针尖处可用非金属垫定心。

使用时，将枪口对准安装位置并压紧，要求枪的中心线垂直于工作面，然后扣动枪机，即将钢钉射入。

还有一种无活塞的射钉枪，可将直径 8~10mm 钢针射入两层 10mm 厚钢板，其强度高

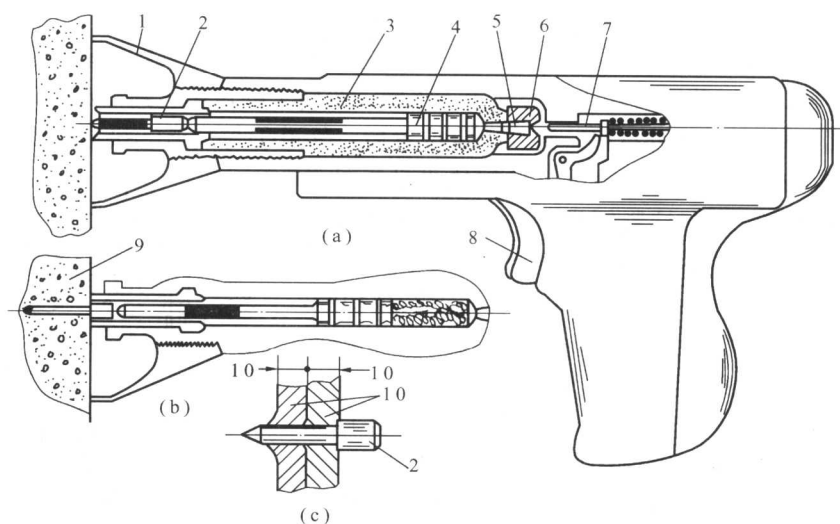


图 1-8 射钉枪结构示意图

(a) 结构示意图; (b) 爆发后状态; (c) 钢钉穿钢板后状态

1—安全罩; 2—钢钉 (高强度钢); 3—枪膛; 4—活塞; 5—子弹;

6—枪栓; 7—撞针; 8—枪机; 9—混凝土; 10—钢板

于铆接 [见图 1-8 (c)]。

模块二 量 具

一、测速仪

测速仪是专门用来测量旋转机械转速的。常用的测速仪有机械式、光学式、电磁式三类。

1. 机械式转速表

图 1-9 是国产机械式手持转速表, 测转速范围为 $30 \sim 4800 \text{ r/min}$, 并可测量转体的线速度。

在测转速前, 应先将转速表上的调速盘转到所需要的测速挡位。若被测物的转速不能预估, 则可用高速挡位试测, 切不可用低速挡位测高速。测速头接触被测物时动作要缓慢, 同时应使两者保持在同一旋转中心。测速头顶在被测物上不要过紧, 其松紧程度以不产生相对滑动即可。测速时间一般不要超过 1 min 。

2. 闪光测速仪

闪光测速仪是由可调的频率发生器和闪光灯组成的, 如图 1-10 所示。其原理是利用当光源的闪光频率与转体的旋转频率相同时, 转体就处于相对的静止状态。

使用时, 先接上电源使测速仪预热几分钟, 并将测速仪的旋钮拨到所需待测的速度挡位, 再将闪光灯打开并对准照射转轴上或转体上易于辨认的一点 (可事先做一明显记号)。然后慢慢调整速度微调旋钮, 直到轴上测点 (记号) 处于静止状态。此时仪表指针的指数即为转体的旋转频率。当光源闪光频率为转体旋转频率的两倍时, 轴上会出现两个静止测点

(相对 180°)。因此,在测速时要注意上述现象。

3. 测速电机

测速电机是由永磁式直流发电机和电压表组成的测速装置。其原理是利用直流发电机的电压与该机的转子转速成正比的关系,即根据电压表的指数得出转子的转速。在测速时,将永磁式直流发电机的轴与被测转体的轴用挠性联轴器对接,同时将发电机的引出线接在刻有转速刻度的电压表上。当被测转体带动测速电机旋转时,测速电机的电压值就反映了被测转体的转速。

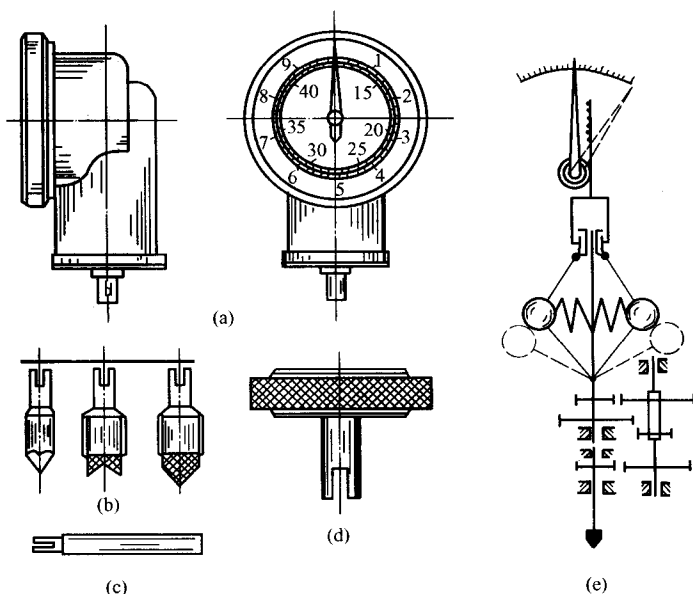


图 1-9 机械式手持转速表及其原理

(a) 转速表外形; (b) 测速头; (c) 加长杆;
(d) 测线速度滚轮; (e) 转速表动作原理

二、测温仪

温度测量仪(计)种类较多,但从测量方法上分,只有接触式和非接触式两大类。

1. 红外测温仪

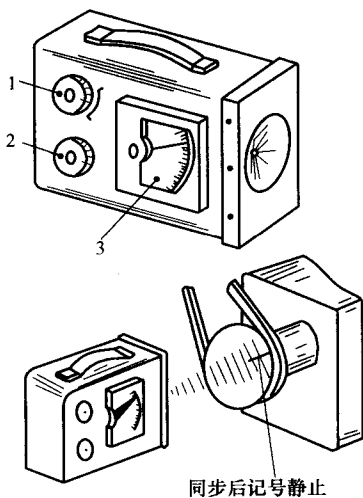


图 1-10 闪光测速仪

1—速度挡位旋钮; 2—速度微调旋钮; 3—速度指示表

红外测温仪属非接触式测温仪,适用于高温测量。它是以检测物体红外线波段的辐射能来测量温度的。由于所测温度会受到物体辐射率的影响,所以需要对测量结果进行修正,操作时可将修正电位器调整到对应辐射率指示刻线处,即可得出正确的温度值。

红外测温仪的种类也较多,但大同小异,其基本结构如图 1-11 所示,主要由光学系统、红外探测器、调制器、显示器等部分组成。

2. 数字式测温笔

数字式测温笔属接触式温度计。它是一种新颖的电子温度计,测量范围一般为 $-15 \sim 150^\circ\text{C}$ 。使用时,只需将其探头端部轻压在被测点上,待显示值稳定之后,即为被测温度值。该测温笔具有保持显示值的功能,特别适用于设备管理人员与维修人员对设备进行点检。其外形如图 1-12 所示。