

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车装调与检修/徐程际,胡宁,谭海波主
编.—成都:电子科技大学出版社,2020.12(2026.1重印)
ISBN 978-7-5647-8587-1

I. ①新… II. ①徐… ②胡… ③谭… III. ①新能源-汽车-装配(机械)-高等职业教育-教材②新能源-汽车-车辆修理-高等职业教育-教材 IV. ①U469.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第239870号

新能源汽车装调与检修

XINNENGYUAN QICHE ZHUANGTIAO YU JIANXIU

徐程际 胡宁 谭海波 主编

策划编辑 罗雅 卢莉

责任编辑 卢莉

责任印制 梁硕

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestcp.com.cn

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 廊坊市颖新包装装潢有限公司

成品尺寸 210mm×285mm

印 张 14

字 数 440千字

版 次 2020年12月第1版

印 次 2026年1月第3次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-8587-1

定 价 62.80元

版权所有,侵权必究

前

言

为深入贯彻全国职业教育大会和全国教材工作会议精神，落实教育部《“十四五”职业教育规划教材建设实施方案》和《四川省职业院校教材管理实施细则》等有关部门署，按照《四川省教育厅关于做好“十四五”职业教育省级规划教材建设工作的通知》（川教函〔2022〕458号）要求，本书入选为“十四五”职业教育国家规划教材、四川省“十四五”职业教育省级规划教材。本书全面贯彻落实党的二十大精神和党的教育方针，深入实施科教兴国战略，坚持为党育人、为国育才，落实立德树人根本任务，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。

我国正在贯彻“资源节约型，环境友好型”发展战略，国家对新能源汽车实施重点扶持政策。新能源汽车产业作为新兴行业，具有广阔的发展前景。随着油价不断升高，能源与环保问题日益突出，新能源汽车无疑会成为未来汽车产业的发展方向。因此，新能源汽车装调与检修专业所培养的人才将是未来的稀缺人才。

新能源汽车装调与检修专业是中华人民共和国教育部确定的《中等职业学校专业目录》增补的新专业。为了培养专业化人才，本书系统地介绍了新能源汽车装调与检修的作业流程。

《新能源汽车装调与检修》是四川省示范中等职业学校建设项目汽车类专业的模块化教材，该书分为七个模块，分别是生产管理知识，汽车常用螺栓、拆装的工具认识及拆装练习，车门分装，仪表分装，汽车内饰装调，底盘装调，整车下线检测。书中使用了大量的工艺卡片，便于学生在实践操作中更好地掌握专业技能。

本书是编者通过大量的企业调研，采用企业技术资料作为理论支撑，并结合自身多年的教学经验编写而成，旨在使教材更具实用性，为新能源汽车装调与检修这一新专业提供教学参考。

在本书的编写过程中，编者借鉴了诸多国内外学者的理论和教学成果，并得到成都融畅易和科技有限公司的技术支持，在此一并表示感谢。由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请读者不吝赐教。

目 录

CONTENTS

模块一	生产管理知识	1
	◎ 任务一 认识汽车装调及工艺文件学习	1
	◎ 任务二 生产管理知识学习与练习	29
模块二	汽车常用螺栓、拆装的工具认识及拆装练习	43
	◎ 任务一 汽车螺栓连接件的分类及认识	43
	◎ 任务二 螺栓拆装工具分类及使用注意事项	49
	◎ 任务三 汽车螺栓拆装练习	61
模块三	车门分装	67
	◎ 任务一 车门分装工艺流程学习	67
	◎ 任务二 车门分装装调实训练习	80
模块四	仪表分装	109
	◎ 任务一 仪表分装工艺流程学习	109
	◎ 任务二 仪表分装装调实训	116
模块五	汽车内饰装调	129
	◎ 任务一 汽车内饰装调工艺流程学习	129
	◎ 任务二 汽车内饰装调实训	137
模块六	底盘装调	161
	◎ 任务一 底盘区域装调工艺流程学习	161
	◎ 任务二 底盘区域装调实训	181
模块七	整车下线检测	207
	◎ 任务 整车下线检测工艺流程学习	207
参考文献	215

2

CHAPTER

模块二

汽车常用螺栓、拆装的工具认识及拆装练习

知识目标

- (1) 了解拆装工具的种类，以及各种工具的使用注意事项。
- (2) 了解各种类型螺栓的特点、用途。
- (3) 了解螺栓材料和螺栓标准使用力矩。

技能目标

- (1) 能对汽车常用螺栓进行准确分类。
- (2) 能根据螺栓的类型和规格选择合适的拆卸工具和力矩。
- (3) 能熟练拆装螺栓。

素质目标

- (1) 认真谨慎，积极主动，安全生产，文明施工。
- (2) 能与小组成员、同学进行合作交流、协调工作。
- (3) 积极主动与小组成员交流、讨论学习成果，取长补短，完成自我提升。

任务一 汽车螺栓连接件的分类及认识



【任务描述】

2020年10月，小A和同学一起参观了一家大型的汽车螺栓连接件加工工厂。在工厂里，他们见到了多种螺栓，有三角形的、矩形的、梯形的、锯齿形的，同一种形状的螺栓又有向左旋转的螺栓和向右旋转的螺栓两种不同类型。在上篇任务中，小A和其同学已经了解了各种螺栓拆装工具，学会了如何分类。那么，现在他们又该怎样去对这些螺栓进行分类呢？又该从怎样的角度去认识它们呢？

(1) 螺栓的分类标准：_____

(2) 螺栓的其他特性：_____



【任务分析】

要完成螺栓的分类，首先需要了解有哪些分类标准，然后再根据这些不同的标准进行详细分类；要全方位认识螺栓，首先需要从其材料入手，了解其性质，然后还可以了解其标准使用力矩。



【任务分组】

表 2-1 学生任务分配表

班级			小组名称	
指导教师			组长	
组员	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
任务分工				
(就组织讨论、工具准备、数据采集、数据记录、安全监督、成果展示等工作内容进行任务分工)				



【相关知识】



螺栓分类及型号

螺栓是一种机械零件，配用螺母的圆柱形带螺纹的紧固件。由头部和螺杆（带有外螺纹的圆柱体）两部分组成的一类紧固件，需与螺母配合，用于紧固连接两个带有通孔的零件。这种连接形式称为螺栓连接。这种连接一般用于被连接零件不太厚的情况，其结构简单，加工简便，拆装方便，成本低，所以成为最基本、最常用的一种形式。如把螺母从螺栓上旋下，又可以使这两个零件分开，故螺栓连接属于可拆卸连接。

一、螺栓分类及型号

螺栓根据螺纹的旋转方向分为左旋螺纹和右旋螺纹两种，如图 2-1 所示。绝大多数的螺纹都是右旋螺纹，极少数的特殊部位会使用左旋螺纹。

按螺纹的螺旋线数目可以分为单线螺纹、双线螺纹及三线螺纹，其中单线螺纹（见图 2-2）多用于连接，其他多用于传动。

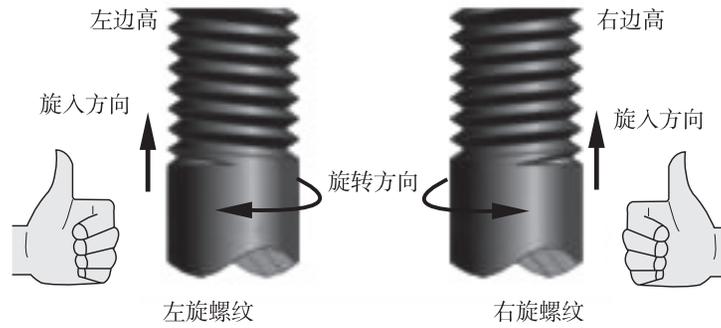


图 2-1 左旋螺纹和右旋螺纹

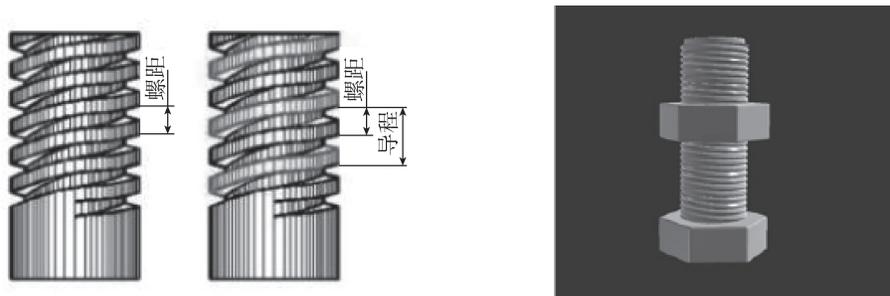


图 2-2 单线螺纹

按螺纹的形状分为三角螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹，如图 2-3 所示。其中的三角螺纹自锁性好，螺纹牙强度高，一般用于连接，是使用最广泛的螺纹。

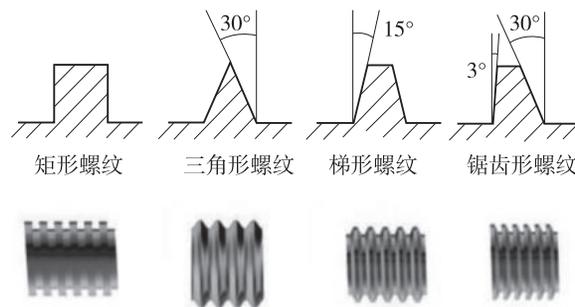


图 2-3 不同形状的螺纹

按螺距分为粗牙螺纹和细牙螺纹两大类，粗牙螺纹是基本螺纹，细牙螺纹螺杆强度高，但螺纹牙的强度较粗牙螺纹低，一般用于薄壁管件、轴类零件及精密机构的调整件上。当螺杆直径大于 70 mm 时，只能用细牙螺纹。

普通螺栓按照制作精度可分为 A、B、C 三个等级，A、B 级为精制螺栓，C 级为粗制螺栓。对于钢结构用连接螺栓，除特别注明外，一般为普通粗制 C 级螺栓。不同的级次加工的方法存在差异，通常对应加工方式如下。

①A、B 级螺栓的栓杆由车床加工而成，表面光滑，尺寸精确，其材料性能等级为 8.8 级，制作安装复杂，价格较高，很少采用。



②C级螺栓用未加工的圆钢制成，尺寸不够精确，其材料性能等级为4.6级或4.8级。抗剪连接时变形大，但安装方便，生产成本低，多用于抗拉连接或安装时的临时固定。

二、螺栓材料

目前，市场上标准件主要有碳钢、不锈钢、铜三种材料。



螺栓材料及热处理

(一) 碳钢

以碳钢料中碳的含量区分低碳钢、中碳钢、高碳钢、合金钢。

1. 低碳钢

低碳钢的碳含量小于等于0.25%，国内通常称为A3钢。国外基本称为1008、1015、1018、1022等。主要用于4.8级螺栓及4级螺母、小螺丝等无硬度要求的产品（注：钻尾钉主要用1022材料）。

2. 中碳钢

中碳钢的碳含量大于0.25%、小于0.45%。国内通常称为35号钢、45号钢，国外基本称为1035、CH38F、1039、40ACR等。主要用于8级螺母、8.8级螺栓及8.8级内六角产品。

3. 高碳钢

高碳钢的碳含量大于0.45%，目前市场上基本没有使用。

4. 合金钢

合金钢是指在普碳钢中加入合金元素，以增加钢材的一些特殊性能。常见的合金钢有35CrMo、40CrMo、SCM435、10B38等。芳生螺丝主要使用SCM435铬钼合金钢，主要成分有C、Si、Mn、P、S、Cr、Mo。

(二) 不锈钢

性能等级：45、50、60、70、80，主要为奥氏体（18%Cr、8%Ni），耐热性好，耐腐蚀性好，可焊性好；A1、A2、A4马氏体（13%Cr），耐腐蚀性较差，强度高，耐磨性好；C1、C2、C4铁素体不锈钢（18%Cr），锻造性较好，耐腐蚀性强于马氏体。目前市场上进口材料主要是日本产品。按级别主要分为SUS302、SUS304、SUS316。

钢结构连接用螺栓性能等级分为3.6、4.6、4.8、5.6、6.8、8.8、9.8、10.9、12.9等10余个等级（见表2-2），其中8.8级及以上螺栓材质为低碳合金钢或中碳钢并经热处理（淬火、回火），通称为高强度螺栓，其余通称为普通螺栓。螺栓性能等级标号由两部分数字组成，分别表示螺栓材料的公称抗拉强度值和屈强比值。例如：性能等级4.6级的螺栓，其含义是：

- (1) 螺栓材质公称抗拉强度达400MPa级；
- (2) 螺栓材质的屈强比值为0.6；



(3) 螺栓材质的公称屈服强度达 $400 \times 0.6 = 240$ MPa 级，性能等级达 10.9 级，其材料经过热处理后，其抗拉强度达 1000 MPa 级，其屈强比值为 0.9，其屈服强度能达到 $1000 \times 0.9 = 900$ MPa 级。

螺栓性能等级的含义是国际通用的标准，相同性能等级的螺栓，不管其材料和产地的有多大差异，其性能是相同的，设计上只选用性能等级即可。

强度等级是指螺栓的抗剪切应力，如 8.8 级和 10.9 级的强度的螺栓是指其抗剪切应力等级为 8.8 GPa 和 10.9 GPa。一般的螺栓是用“X、Y”表示强度的， $X \times 100 =$ 此螺栓的抗拉强度， $X \times 100 \times (Y/10) =$ 此螺栓的屈服强度（因为按标识规定：屈服强度/抗拉强度 = $Y/10$ ）。如：4.8 级的螺栓代表此螺栓的抗拉强度为 400 MPa，屈服强度为 $400 \times 8/10 = 320$ MPa。

表 2-2 螺栓性能等级

性能等级	机械性能																
	抗拉强度		维氏硬度		布氏硬度		洛氏硬度				表面硬度	屈服点		屈服强度		保证应力 SP (MPa)	
	σ_b (Mpa)		HV ₃₀		$P=30 D^2$ HB ≤ 140 h $P=10 D^2$		min		max		HV _{0.3}	σ_s (MPa)		$\sigma_{0.2}$ (MPa)			
	公称	min	min	max	min	max	HRB	HRC	HRB	HRC	max	公称	min	公称	min		
3.6	300	330	95		90		52	—		—	—	180	190	—	—		180
4.6	400	400	115	206	109	209	67	—	95	—	—	240	240	—	—	230	
4.8		42	121		113		70	—		—	—	320	340	—	—	310	
5.6	500	500	148		134		80	—		—	—	—	300	300	—	—	280
5.8		520	154		140		83	—		—	—	—	400	420	—	—	380
6.8	600	600	178	227	181	225	89	—	99	—	—	480	480	—	—	440	
8.8	$\leq M16$	800	800	234	304	232	298	—	22	—	32	324	—	—	640	640	580
	$> M16$	800	830	252	329	248	323	—	25	—	35	349	—	—	640	660	600
9.8	900	900	274	347	269	341	—	28	—	37	367	—	—	720	720	660	
10.9	1000	1040	318	388	312	380	—	34	—	41	408	—	—	900	940	830	
12.9	1200	1220	372	423	365	413	—	39	—	44	443	—	—	1080	1100	970	

注：(1) 本表适用于由碳钢或合金钢制造的、任何形状的、螺纹直径为 3~39 mm 的螺栓、螺钉和螺柱。不适用于紧定螺钉。

(2) 性能等级的标记代号由“.”隔开的两部分数字组成：第一部分数字（“.”前）表示公称抗拉强度的 1/100；第二部分数字（“.”后）表示公称屈服点或公称屈服强度与公称抗拉强度比值（屈服比）的 10 倍。

(3) 由低碳马氏体钢制造的产品，应在性能等级代号下加一横线，即 8.8_9.8。

(4) 9.8 级仅适用于螺纹直径 ≤ 16 mm 的规格。

(5) 规定性能等级的螺栓、螺母在图纸中只标出性能等级，不应标出材料牌号。



(三) 铜

常用材料为黄铜、锌铜合金。市场上主要用 H62、H65、H68 铜做标准件。

H62 表示平均含铜量为 62% 的普通黄铜带，其中，H 为汉字“黄”的拼音的第一个字母，62 为铜元素的平均含量。H62 黄铜带具有良好的力学性能，热态下塑性好，冷态下塑性也可以，切削性好，易钎焊和焊接，耐蚀，但易产生腐蚀破裂。此外，它价格便宜，是应用广泛的一个普通黄铜品种。

H65 铜是由铜和锌组成的合金，Cu 的含量在 63.5%~68.0%，其余为 Zn 和少量的 Pb、P 等。H65 铜的性能介于 H68 和 H62 之间，价格比 H68 便宜，也有较高的强度和塑性，能良好地承受冷、热压力加工，有腐蚀破裂倾向。有良好的力学性能，热态下塑性好，冷态下塑性也可以，切削性好，易钎焊和焊接，耐蚀，但易产生腐蚀破裂。此外，它价格便宜，是应用广泛的一个普通黄铜品种。

H68 即 H68 普通黄铜，Cu 的含量在 67%~70%，其余为 Zn 和少量的 Pb、P 等。H68 有极为良好的塑性（是黄铜中最佳者）和较高的强度，可切削加工性能好，易焊接，非常稳定，不易被腐蚀，但在氨气气氛中易腐蚀开裂。H68 是黄铜中应用最为广泛的一个品种，H68A 中加有微量的砷，可防止黄铜脱锌，并提高黄铜的耐蚀性。



【任务实施】

- (1) 了解螺栓的各种分类标准，判断在此标准下螺栓的类型。
- (2) 认识螺栓的材料，了解不同材料的不同性质。
- (3) 了解不同公称直径、不同强度螺栓的使用力矩。



【检查评议】

通过以上学习，你能帮助小 A 及其同学完成任务描述中的任务了吗？如果能，请和同学互相交流，谈谈你的看法。活动结束后，完成表 2-3 中的自我评价、小组评价和教师评价。专业收获和能力素质收获根据实际情况填写。



表 2-3 学习效果评价

专业（班级）：	姓名：	学号：		
专业（知识/技能）收获		（非专业）能力素质收获		
评价考核项目	分值（分）	自我评价	小组评价	教师评价
已掌握螺栓的不同分类标准	15			
已掌握螺栓在不同分类标准下的各种型号	15			
已掌握不同材料螺栓的性能及特点	15			
已掌握不同公称直径、不同强度螺栓的使用力矩	15			
课外学习时间（学时）	5			
收集相关资料的程度	5			
工作任务（课堂、课后任务完成情况）	10			
合作意识及协调能力	5			
正确表达及沟通能力	5			
自律能力（缺勤、旷课、迟到、违纪次数）	10			



【思考与练习】

- (1) 螺栓按照制作精度可分为哪几个等级？不同等级的螺栓有什么特点？使用范围是什么？
- (2) 当螺栓材料为不锈钢时，其性能有什么特点？
- (3) 螺栓的强度等级是指什么？
- (4) 当螺栓的强度等级为 6.8，公称直径为 12 mm 时，其拧紧力矩是多少？

任务二 螺栓拆装工具分类及使用注意事项



【任务描述】

某天，小 A 的同学拿来了一大袋形状各异的工具想请教小 A 帮忙讲解。这些工具中，有手动扳手、气动扳手、电动扳手，还有气动螺丝刀和电动螺丝刀。原来，小 A 的同学在上节实验课中接触到了各种螺栓拆装工具，老师布置的课后作业便是完成各种拆装工具的分类，并填写其使用注意事项（见表 2-4）。



表 2-4 螺栓拆装工具的分类及使用注意事项

名称	类别	使用注意事项
手动扳手		
气动扳手		
电动扳手		
气动螺丝刀		
电动螺丝刀		

**【任务分析】**

要完成对螺栓拆装工具的分类，必须了解它们的工作原理；要了解各拆装工具的使用注意事项，除工作原理外，还必须掌握它们的结构特点、操作方法、安装方法等。

**【任务分组】**

表 2-5 学生任务分配表

班级			小组名称	
指导教师			组长	
组员	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
任务分工				
(就组织讨论、工具准备、数据采集、数据记录、安全监督、成果展示等工作内容进行任务分工)				



大国工匠

“大国工匠”徐小平：“汽车心脏”的守护者

在近四十年的从业经历中，他对设备维修倾注了自己全部的热情和智慧。他勤于学习、善于思考、乐于奉献、勇于创新，从一名普通维修工逐步成长为技术专家。他带领团队为企业贡献了十几项发明专利，创造了数以亿计的经济效益。他创新的技术突破国外垄断，为实现设备的自主维修赢得主动。他就是上汽大众汽车有限公司发动机厂维修科高级经理徐小平。

徐小平在平凡的岗位上创造出了不凡的业绩。他先后获得“上海市十大工人发明家”“上海市劳动模范”“全国五一劳动奖章”“机械工业技能大师”“中国机械工业科学技术一等奖”等荣誉。他于2005年、2010年、2015年三次荣获“全国劳动模范”称号，2013年被授予“全国道德模范提名奖”。

资料来源：中国日报网，2016年07月25日。（有删改）



【相关知识】

一、拆装工具种类

拧紧螺栓常用的工具是各种规格的扳手和螺丝刀等，这类工具按动力供给形式可分为手动工具、气动工具、电动工具和液压工具等，其中最常用的是手动工具、气动工具及电动工具。

（一）手动工具

汽车装配线上常用的手动工具是扭矩扳手，如图2-4所示。



(a) 定值式扭矩扳手



(b) 可调式扭矩扳手

图 2-4 扭矩扳手



扫一扫

螺栓拆装工具的种类及使用



1. 扭矩扳手类型

手动扭矩扳手的种类很多，按结构和应用可分为机械式、电子式、电动式，按使用场合不同又可以分为定值式、可调式、表盘式及数显式等不同形式。其中常用的是定值式扭矩扳手和可调式扭矩扳手。

(1) 定值式扭矩扳手。

定值式扭矩扳手又称“预置式扭矩扳手”，其扭矩的大小应使用专用仪器调至所需的扭矩，此种扳手适用于大批量生产的工厂企业。定值式扭矩扳手的优点是体积小、精度高、经久耐用、使用方便，达到扭矩值能自动报警；缺点是对操作人员的技术要求比较高，当接近整定扭矩值时，用力不能太猛，应平稳地施加旋转力矩，否则可能会产生较大的误差。

(2) 可调式扭矩扳手。

可调式扭矩扳手的结构原理与定值式扭矩扳手的原理基本相同，主要是增加了手动调节机构。可调式扭矩扳手的手柄上带有刻度，使用人员可以根据需要调整扭矩的大小。此种扳手主要用于维修及单件生产场合使用。可调式扭矩扳手的主要优点是体积小、使用方便，和定值扳手一样达到最大扭矩值时能报警。主要缺点是经过一段时间的使用以后精度容易降低。

2. 扭矩扳手的使用方法

操作时手握在扭矩扳手手柄的中间刻度线位置，如图 2-5 所示。套筒与螺母或螺栓应稳固连接，即插入到位。操作时施力方向应与螺母的底平面平行，其误差在水平方向和垂直方向都不超过 $\pm 15^\circ$ ；用力应缓慢平稳，切忌使用冲击力，当听到“咔嗒”声后应立即停止。

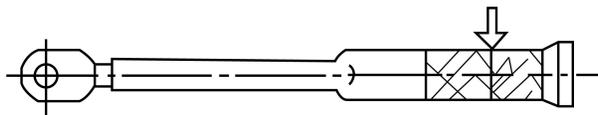


图 2-5 手握位置

(二) 气动工具

汽车装配线上常用的气动工具有拧紧或旋松螺栓、螺母用的气动扳手及拧紧或旋松螺钉用的气动螺丝刀。

1. 气动扳手

气动扳手是以压缩空气作为动力的工具，广泛应用于汽车及各种机械设备的制造业和修理业。

气动扳手的类型较多，按其功能分为普通的冲击式气动扳手、定扭矩气动扳手及棘轮气动扳手等；按其结构形式分为弯头式气动扳手、直柄式气动扳手和手枪式气动扳手



等三种。下面简要介绍冲击式气动扳手和定扭矩气动扳手。

冲击式气动扳手。冲击式气动扳手用开关调节进气量的大小来控制转速或扭力的大小，其外形结构有手枪式和直柄式两种，如图 2-6 所示。冲击式气动扳手结构简单、耐用，通常用于螺栓尺寸较大且拧紧扭矩要求不严格的场合。冲击式气动扳手的型号与参数可查阅 JB/T 8411—2016，见表 2-6 所列。



图 2-6 冲击式气动扳手

表 2-6 冲击式气动扳手的型号与参数

基本参数	产品系列											
	6	10	14	16	20	24	30	36	42	56	76	100
拧紧螺纹范围 /mm	5~6	8~10	12~14	14~16	18~20	22~24	24~30	32~36	38~42	45~56	58~76	78~100
最小拧紧扭矩 /N·m	20	70	150	196	490	735	882	1350	1960	6370	14 700	34 300
最大拧紧时间/s	2				3			5		10	20	30
最大负荷耗气量 /L·s ⁻¹	10	16		18	30		40	25	50	60	75	90
最小空转转速 /r·min ⁻¹	8000	6500	6000	5000	5000	4800	4800	—	2800	—		
	3000	2500	1500	1400	1000		800					

定扭矩气动扳手。定扭矩气动扳手通过调整气体压力来控制扭矩大小，并根据工艺需要设定扭矩，工作时达到设定扭力后即自动停止运转。其外形结构有弯头式、直柄式和手枪式三种，如图 2-7 所示。定扭矩气动扳手具有体积小、重量轻、单位重量输出功率大、可以实现大扭矩输出、反作用力小、环境污染小及成本低等优点，但其结构相对复杂。定扭矩气动扳手广泛用于拧紧小型螺栓且扭矩要求较严格的场合，特别是用于产品生产装配线。

2. 气动螺丝刀

气动螺丝刀是通过压缩空气进行驱动的螺丝刀，其外壳常采用金属材料，防静电性能较好，但手感比电动螺丝刀稍差。



图 2-7 定扭矩气动扳手

(1) 气动螺丝刀的分类及用途。

气动螺丝刀的类型较多，按功能不同可分为定扭矩气动螺丝刀和打滑式气动螺丝刀；按其外形结构不同可分为弯角式、直柄式及手枪式气动螺丝刀，如图 2-8 所示。



图 2-8 气动螺丝刀

①定扭矩气动螺丝刀。

定扭矩气动螺丝刀可通过开关调节进气量的大小来控制转速或扭力的大小。其特点是噪声小、重量轻、反作用力小、运转平稳、拧紧精度较高，扭矩误差为 $\pm 7\%$ ，但适用扭矩范围小。常用于扭矩小于 $20 \text{ N} \cdot \text{m}$ 且扭矩要求高的场合，如汽车内饰件装配线。

②打滑式气动螺丝刀。

打滑式气动螺丝刀不能调节转速与扭矩，其主要靠自身的打滑来保证一定的拧紧扭矩。其特点是噪声小、重量轻、反作用力小、运转平稳，但拧紧精度较低，扭矩误差一般为 $\pm 15\%$ ，适用扭矩范围小。常用于扭矩小于 $20 \text{ N} \cdot \text{m}$ 且扭矩要求较低的场合。

③弯角式气动螺丝刀。

弯角式气动螺丝刀有 90° 弯角式、鸭嘴扁头式和开口棘轮式等，一般为定扭矩气动螺丝刀。其特点是拧紧精度较高，扭矩误差为 $\pm 7\%$ ，常用扭矩为 $9 \sim 60 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，空间适应性强，但反作用力大、价格昂贵。适用于作业空间受限制、中小力矩且有一定精度要求的场合。

(三) 电动工具

在汽车总装作业中常用的电动工具有电动扳手和电动螺丝刀。电动扳手就是以电源



或电池为动力的扳手，是一种拧紧螺母或螺栓的工具，主要分为冲击扳手、扭剪扳手、定扭矩扳手、转角扳手和充电式电动扳手等。电动螺丝刀是以电源或电池为动力的拧紧螺丝钉的工具，可分为全自动螺丝刀和半自动螺丝刀等。

1. 电动扳手

在汽车总装工作中常用的电动扳手主要有电动冲击扳手和电动定扭矩扳手。

(1) 电动冲击扳手。电动冲击扳手如图 2-9 所示，其特点是具有旋转切向冲击机构，工作时反作用扭矩小，操作简便。电动冲击扳手主要用于初紧螺母或螺栓。

(2) 电动定扭矩扳手。电动定扭矩扳手是可以设定扭矩值的电动扳手，也叫“定扭矩电动扳手”，如图 2-10 所示。电动定扭扳手分为电流式和动态扭矩传感器式两种，由控制器和拧紧轴组成。电流式定扭矩扳手根据电动机拧紧过程中电流值的变化来判断扭力值，当达到预定扭力时，电动机停止工作。动态扭矩传感器式定扭矩扳手在拧紧轴上安装有传感器，时刻监测扭力值的变化，当达到预定扭力时，电动机停止工作。电动扭矩扳手具有精度高（ $\pm 2\%$ ）、故障率低、寿命长、可编程、可对扭力和角度控制、可选择多种扭力的优点，其缺点是价格较高。

电动定扭矩扳手既可进行螺母或螺栓的初紧，又可进行终紧，广泛应用于装配线。



图 2-9 电动冲击扳手



图 2-10 电动定扭矩扳手

2. 电动螺丝刀

电动螺丝刀类型较多，按使用电源分类可分为直流螺丝刀和交流螺丝刀；按控制方式可分为全自动螺丝刀和半自动螺丝刀；按螺钉拧紧力矩的控制方式可分为电子控制式电动螺丝刀和机械控制式电动螺丝刀；按手持方式可分为手枪式电动螺丝刀和直柄式电动螺丝刀（见图 2-11）等。

3. 手持电动工具的维护与保养

(1) 定期对工具进行维护，保障机具的整体清洁，并保持机器与通风孔及运转顺畅，使其处于良好的工作状态。

(2) 定期更换新碳刷和电源线，以确保其导电性能良好；及时填补作业中机身上丢失的螺钉。



图 2-11 电动螺丝刀类型

(3) 电动工具的绝缘电阻应定期用 500 V 的兆欧表进行测量，如带电部件与外壳之间绝缘电阻值达不到 $2\text{ M}\Omega$ 时，必须进行维修。

(4) 电动工具的电气部分经维修后，必须进行绝缘电阻测量及绝缘耐压试验，试验电压为 380 V，试验时间为 1 min。

(5) 定期检查传动部分的轴承、齿轮及冷却风叶是否灵活完好，适时对转动部位加注润滑油，以延长机具的使用寿命。

(6) 非金属壳体的电动机和电器，在存放和使用时应不受压、受潮，并不得接触汽油等溶剂。

(7) 机具使用完毕后应及时归还至工具库妥善保管，杜绝将工具放在个人工具柜。

二、工具使用注意事项

(一) 扭矩扳手

- (1) 工作开始前，应检查工具，特别是应检查扭矩扳手的扭矩设定值是否正确。
- (2) 操作时用力应缓慢平稳，听到扭矩扳手信号响后，应立即停止转动。
- (3) 坚决杜绝在扭矩扳手手柄处增加加长力臂。

(二) 气动扳手

- (1) 使用前要进行检查，如发现缺少机件或有损坏处，应及时进行修理。
- (2) 套头没完全套住螺母之前，严禁按动开关。
- (3) 套头连接必须用特制销钉连接并用胶圈密封。
- (4) 禁止带风装卸气动扳手套头和清洗气动扳手。
- (5) 使用时不要超负荷，不要高速空转，以防机械过早磨损。
- (6) 在使用中如发现二次冲击，应立即停机检查，禁止在现场拆卸，应及时送交修理部门检修。



(7) 扳手使用完毕后，应用棉纱擦拭干净，并放入支架。

(三) 气动螺丝刀

- (1) 严禁摔打螺丝刀，以免螺丝刀产生杂音及出现起子头晃动现象。
- (2) 严禁用胶纸或布缠住螺丝刀的出风孔，以免影响螺丝刀的扭力。
- (3) 操作时应使螺丝刀纵向轴线与螺钉轴线在同一条直线上。
- (4) 刀头与螺钉头部形状应匹配，力度要与生产工艺相符，以免打滑或损伤螺钉头部。

(四) 其他气动工具

1. 压缩空气的供给

(1) 气动工具必须采用压缩空气作为动力源，严禁使用氧气、乙炔等其他压缩气体作为动力源。所有的工具、配件和空气管线都必须符合空气压力与容积的要求，连接导管的接头必须连接牢固可靠。

(2) 供给工具使用的空气必须干净、干燥，否则空气中的水分会导致工具内部金属生锈而造成损坏。

(3) 使用的气动工具必须按照说明书规定的气压（一般不应超过 630 kPa）工作，严禁使用超过规定压力的空气动力源。

(4) 空气动力源管线不应相互缠绕或折弯，否则会导致严重的事故。

(5) 使用气动工具时，要精力集中、紧握操作手柄，经过点动试验确认转向正确后，方可缓慢按动开启按钮进行工作。

2. 润滑及保养

(1) 每班必须从接管内孔注入润滑油 3~4 次，夏天可用 20 号机油，冬天用 10 号机油。

(2) 扭矩扳手每拆装螺丝约 8 000 次或工作 40 h 后，应拆下工具上注油位置的注油螺钉注入黄油来润滑电机组，润滑后需再将此螺钉装上旋紧。

(3) 棘轮扳手每拆装螺丝约 3 000 次后，需将棘轮头上的扣环拆下，将传动轴拿出来擦拭干净抹上黄油后再将棘轮组装回去。

(4) 拆卸棘轮头组时需小心扣环及钢珠弹出。

(五) 电动扳手

1. 电动扳手的检验及保养

(1) 电动扳手的金属外壳应可靠接地，并应有定期检验合格证，且合格证在有效期内。

(2) 检查电动扳手机身安装螺钉紧固情况，若发现螺钉松脱，应立即拧紧，否则会导致电动扳手故障。



(3) 检查手持电动扳手手柄完好，不开裂或破损，安装牢固。

2. 电动扳手的使用和操作注意事项

(1) 根据螺母大小选择合适的套筒，并正确安装。

(2) 在送电前应确认电动扳手上开关处于断开状态，若未关闭，则插头插入电源插座时电动扳手会突然转动，可能导致人员伤害。

(3) 尽可能在使用时找好反向力矩支撑点，以防反作用力伤人。

(4) 使用时发现电动机碳刷火花异常时，应立即停止工作，进行检查并排除故障。此外，碳刷必须保持清洁干净。

(六) 电动螺丝刀

(1) 选择刀头时应使刀头形状与螺钉头形状吻合，以免损伤螺钉头。

(2) 拧紧扭矩应符合装配要求，扭矩过大会损坏螺钉或使电动机过载；扭矩过小则会使螺钉拧不紧，从而达不到螺纹夹紧力的要求。

(3) 作业时，螺钉、刀头应保持在一条直线上，且垂直于螺纹孔，并应连续缓慢、平稳地施加压力。

(七) 电动工具安全防护

1. 电动工具安全防护类型

I类工具安全防护：工具中设有接地装置，绝缘结构中全部或多数部位有基本绝缘。如果绝缘损坏，由于可触及的金属零件通过接地装置与安装在固定线路中的保护接地或保护接零导线连接在一起，故不致成为带电体，可防止操作者触电。

II类工具安全防护：这类工具的绝缘结构由基本绝缘和附加绝缘构成的双重绝缘或加强绝缘组成。当基本绝缘损坏时，操作者由附加绝缘与带电体隔开，不致触电。II类工具必须采用不可重接电源插头，不允许接地。

III类工具安全防护：这类工具由安全电压电源供电。安全电压是指导体之间或任何一个导体与地之间空载电压有效值不超过 50 V；对于三相电源，导体与中线之间的空载电压有效值应不超过 29 V。安全电压通常由安全隔离变压器或具有独立绕组的变流器供给。III类工具上不允许设置保护接地装置。

2. 电动工具使用前的检查项目

(1) 外壳、手柄有无裂缝、破损。

(2) 电缆或软线是否完好，保护接地线或接零线连接是否正确、牢固，电气保护装置是否完好，机械防护装置是否完好。

(3) 插头是否完好，开关动作是否正常、灵活、无缺损，转动部分是否灵活。



3.手持式电动工具使用注意事项

(1) 移动式电动机械和手持式电动工具的单相电源线必须使用三芯软橡胶电缆，三相电源线必须使用四芯橡胶电缆；接线时，缆线护套应穿进设备的接线盒内并予以固定。

(2) 当工具正在被使用时，工具上的安全防护装置不能去掉。

(3) 电动机具的操作开关应置于操作人员触手可及的部位。当休息、下班或工作中突然停电时，应切断电源开关。

(4) 一般场所应选用Ⅱ类手持式电动工具，并装设额定触电动作电流不大于 15 mA、额定动作时间小于 0.1 s 的漏电保护器。若采用Ⅰ类手持式电动工具，还必须做接零保护。操作人员必须戴绝缘手套、穿绝缘鞋或站在绝缘垫上。

(5) 禁止使用塑料花线。移动工具时，不得只提着工具搬动。

(6) 机具启动后，应空载运转，并检查和确认机具联动灵活无阻。作业时，加力应平稳，不得用力过猛。

(7) 严禁超载使用。在作业时间过长、机具温升超过 60℃ 时，应停机，自然冷却后再进行作业。作业中应注意响声及温升，发现异常应立即停机检查。

4.使用电动工具的安全注意事项

(1) 连接电动机械及工具的电气回路应单独设开关或插座，并装设漏电保护器，金属外壳应接地；严禁一闸接多台设备。

(2) 电流型漏电保护器的额定漏电电流不得大于 30 mA，动作时间不得大于 0.1 s；电压型漏电保护器的额定漏电电压不得大于 36 V。

(3) 电动工具应使用双重绝缘或者接地保护。

(4) 手持式电动工具的负荷线必须采用橡皮护套铜芯软电缆，并不得有接头。

(5) 工具不用时要把插头拔下，拔插头时不要猛拽电线。

(6) 工作地点应有充足的照明。



【进行决策】

(1) 各组选派代表阐述拆装工具名称、具体操作步骤和注意事项。

(2) 各组就各自的查询结果进行交流并分享技巧。

(3) 教师结合各组完成情况进行点评并选出最佳方案。



【任务实施】

- (1) 仔细观察各拆装工具，可通过实际操作判断各工具的工作原理。
- (2) 将有相同或类似工作原理的工具归为一大类。
- (3) 通过查阅相关资料、观察实物、动手实践等方法了解各工具的结构特点、操作方法等，以此判断其使用注意事项。



【检查评议】

通过以上学习，请完成表 2-7 中的自我评价、小组评价和教师评价。专业收获和能力素质收获根据实际情况填写。

表 2-7 学习效果评价

专业（班级）：	姓名：	学号：			
专业（知识/技能）收获		（非专业）能力素质收获			
评价考核项目		分值（分）	自我评价	小组评价	教师评价
已掌握扭矩扳手的使用及注意事项		12			
已掌握气动工具的使用及注意事项		12			
已掌握电动工具的使用及注意事项		12			
课外学习时间（学时）		10			
收集相关资料的程度		10			
工作任务（课堂、课后任务完成情况）		12			
合作意识及协调能力		10			
正确表达及沟通能力		10			
自律能力（缺勤、旷课、迟到、违纪次数）		12			



【思考与练习】

- (1) 简述定值式扭矩扳手和可调式扭矩扳手的优缺点。
- (2) 安装电动螺丝刀的方法是什么？
- (3) 试简述电动工具的安全防护类型。



任务三 汽车螺栓拆装练习



【任务描述】

在进行汽车螺栓的拆装练习时，不同类型、规格的螺栓应选用不同的拆装工具，用不同的拆装方法。小 A 在一次螺栓拆装过程中，发现一个面积较小的圆盘用了 6 颗三角螺栓、螺母连接，于是他挑选了一个长柄手动扳手，按照顺时针方向依次紧固每颗螺栓，却发现效果不好，于是他又按照逆时针的方向依次紧固，但最终还是失败了。

【想一想】：在小 A 这次练习中，是什么原因导致了实验失败。



【任务分析】

想要知道小 A 这次失败的原因，需要回到最根本的原因上分析，即从选用的拆装工具、力矩是否合适，拧紧螺栓的顺序是否正确等方面来分析。



【任务分组】

表 2-8 学生任务分配表

班级			小组名称	
指导教师			组长	
组员	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
	姓名		组内职务	
任务分工				
(就组织讨论、工具准备、数据采集、数据记录、安全监督、成果展示等工作内容进行任务分工)				



【相关知识】

一、螺栓拧紧训练

1. 准备螺栓的动作

螺栓准备：螺栓头部垂直朝向自己，用三个手指灵活地运送螺栓，如图 2-12 所示。

捻出螺栓：露出螺栓头部，如图 2-13 所示。



图 2-12 螺栓准备



图 2-13 捻出螺栓

2. 扳手上螺栓的动作

将螺栓对准扳手孔中心，如图 2-14 所示。

用三个手指夹紧螺栓，插入扳手中心，如图 2-15 所示。



图 2-14 安装螺栓



图 2-15 用力方法

3. 拧紧螺栓

垂直安装：拧紧螺栓时扳手应垂直于安装平面，如图 2-16 所示。

垂直拔出扳手：拧紧螺栓后拔出扳手时也要垂直于安装平面，如图 2-17 所示。



图 2-16 垂直安装



图 2-17 垂直拔出

4. 螺钉、螺母的装配

螺钉、螺母应按一定的顺序旋紧，如图 2-18 所示。并且不要一次完全旋紧，应按顺序分两次或三次旋紧，即第一次先旋到一半，然后再完全旋紧。

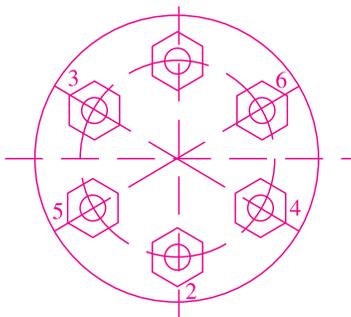


图 2-18 螺母的拧紧顺序

在安装垂直面上的成组螺钉、螺母时，应按从上到下的顺序进行，在拆垂直面上的成组螺钉螺母时，应按照从下到上的顺序进行。

二、对拧紧工作的要求

(1) 螺纹有公制和英制之分，紧固螺纹时应注意工具的选用。不同规格的螺母应选用相应规格的扳手，扳手手柄的长度禁止任意接长，避免造成螺栓性拉长，或者损坏螺母、扳手。

(2) 在紧固好螺纹后，发现螺栓松动的点检方法，最简单的就是使用记号。在检修完成后，用油漆或者记号笔做好记号，以后根据记号判别松动的情况。如果发现记号线偏移，应及时紧固。

(3) 安装螺丝时，螺母与贴合的表面之间应保持光洁、平整，螺孔内的污物、油脂等应清理干净。

(4) 螺栓紧固应优先采用呆扳手、梅花扳手或套筒扳手，以保证螺栓可靠拧紧。如使用活扳手紧固螺栓时，应让其固定钳口承受主要作用，如图 2-19 所示，否则容易损坏扳手。

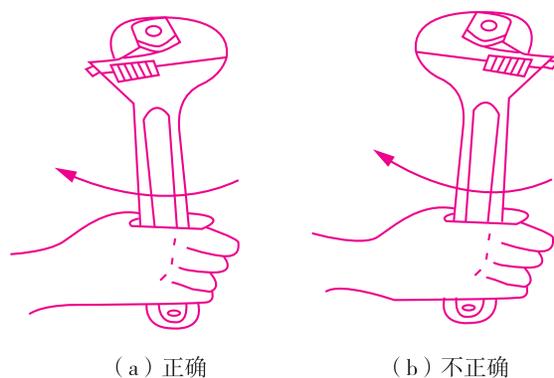


图 2-19 螺栓紧固方法图示

(5) 在螺栓组连接中, 为保证每个螺栓预紧力的一致性, 必须按照一定的顺序分次逐步拧紧 (一般分 2~3 次拧紧)。在拧紧方形或圆形布置的成组螺栓时, 必须对称进行, 如图 2-20 所示; 在拧紧长方形布置的成组螺栓时, 应从中间开始, 逐渐向两边对称地扩展, 如图 2-21 所示。

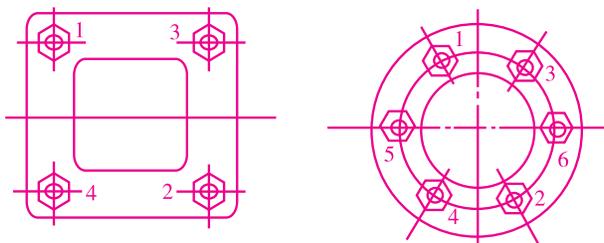


图 2-20 拧紧方形、圆形布置的成组螺栓的顺序

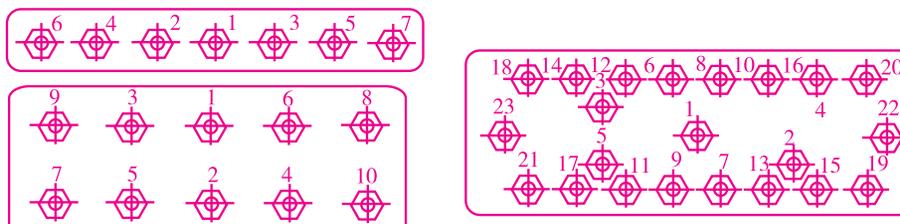


图 2-21 拧紧长方形布置的成组螺栓的顺序

三、对拧紧力矩的要求

由于拧紧力矩对结构静强度和疲劳强度均有一定影响, 只有合适的拧紧力矩才能提供结构所需的最佳预紧力, 才能在一定程度上增加结构安全和可靠性, 达到低成本、高寿命的要求。



螺栓拧紧力矩

安装螺栓时应考虑拧紧力矩要求, 当拧紧力矩大时, 可选用高扭矩紧固件。如 U 形螺栓、地脚螺栓、双头螺栓等。

首先, 受拉螺栓连接和不活动的受剪螺栓连接都需要拧紧, 由于拧



紧的作用，在螺栓中产生预紧力。预紧力的大小要恰当，过大影响螺栓强度，过小则影响螺栓的疲劳强度，而且还会影响到连接的正常工作。

其次，对于重要的连接螺栓（受拉或受剪）必须定力，在图样或技术条件中应规定拧紧力矩的大小。在螺栓连接处用定力扳手拧紧螺母，螺母的工作高度不高于 0.8 倍螺栓直径时，螺栓的最大拧紧扭矩按 HB 6586—1992（《螺栓螺纹拧紧力矩》）规定，或按工厂现行使用的螺栓拧紧力矩标准执行。



【任务实施】

- (1) 仔细分析需要拆装的圆盘和所用螺栓，选择合适的拆装工具。
- (2) 根据螺栓的类型和规格，选择合适的力矩。
- (3) 仔细分析，选择正确的拆装顺序。



【检查评议】

通过以上学习，请完成表 2-9 中的自我评价、小组评价和教师评价。专业收获和能力素质收获根据实际情况填写。

表 2-9 学习效果评价

专业（班级）：	姓名：	学号：		
专业（知识/技能）收获		（非专业）能力素质收获		
评价考核项目	分值（分）	自我评价	小组评价	教师评价
能目测辨认螺栓的类型和规格	10			
能对不同类型、规格的螺栓选用正确的拆卸工具	10			
能对不同类型、规格的螺栓选择合适的力矩	10			
能正确拆装螺栓	10			
课外学习时间（学时）	10			
收集相关资料的程度	10			
工作任务（课堂、课后任务完成情况）	10			
合作意识及协调能力	10			
正确表达及沟通能力	10			
自律能力（缺勤、旷课、迟到、违纪次数）	10			



【思考与练习】

- (1) 依据螺栓选择拆装工具的要点是什么？
- (2) 拧紧呈长方形形状布置的成组螺栓的顺序是怎样的？
- (3) 断头螺栓的拆装方法有哪些？