



专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

电机装配工

DIANJI ZHUANGPEIGONG

(初级技能 中级技能 高级技能)

劳动和社会保障部 组织编写
中国就业培训技术指导中心

 中国劳动社会保障出版社

中国工程教育认证标准
高等职业院校专业教学标准

机械类专业教学标准编制组

电机装配工

DIJIAN ZHUANGLANG

（机械类 中国工程教育认证标准）

机械工业出版社



专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

电 机 装 配 工

(初级技能 中级技能 高级技能)

劳 动 和 社 会 保 障 部
中国就业培训技术指导中心 组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电机装配工：初级技能 中级技能 高级技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2004

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4355-1

I. 电… II. 劳… III. 电机-装配 IV. TM305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 015232 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

新华书店经销

中国青年出版社印刷厂印刷 北京助学印刷厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20 印张 496 千字

2004 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 2 次印刷

印数：2000 册

定价：34.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

国家职业资格培训教程

电机装配工

编审委员会

主 任 陈 宇

副主任 陈李翔 李 玲

委 员 王宝金 陈 蕾 袁 芳 葛 玮 沈照炳

应志梁 楼一光 秦克本 朱安祥 马剑南

焦恒昌 吕一飞 徐文彦 陈寿龙 朱庆敏

李智康 吴伟年 何春生 朱初沛 张海英

吴以平 王一飞 应国强

本书编审人员

主 编 沈大时

副主编 陈 彪

编 者 沈大时 陈 彪 王承南 徐瑞璋

主 审 田伦甲

审 稿 袁悦松 瞿 明

前 言

为推动电机装配工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在电机装配从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——电机装配工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——电机装配工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上，力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，针对电机装配工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写。《教程》的基础知识部分内容涵盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——电机装配工（初级技能 中级技能 高级技能）》适用于对初级、中级、高级电机装配工的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由沈大时、陈彪、王承南、徐瑞璋编写，陈彪副主编，沈大时主编；田伦甲、袁悦松、瞿明审稿，田伦甲主审。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 初级电机装配工工作技能

第一章 工艺准备	(1)
第一节 读图	(1)
第二节 加工工艺	(16)
第三节 设备使用及维护保养	(19)
第四节 安全文明生产	(24)
第二章 加工与装配	(28)
第一节 电机嵌线	(28)
第二节 绝缘浸渍处理	(43)
第三节 电机装配	(56)
第三章 检测工作	(74)
第一节 常见嵌接线质量问题与检测	(74)
第二节 常见装配质量问题与检测	(75)
第三节 常用仪表的选择、使用和维修保养	(78)

第二部分 中级电机装配工工作技能

第四章 工艺准备	(82)
第一节 读图	(82)
第二节 加工工艺	(94)
第三节 设备使用及维护保养	(98)
第四节 安全文明生产	(105)
第五章 加工与装配	(110)
第一节 电机嵌线	(110)
第二节 绝缘浸渍处理	(127)
第三节 电机装配	(154)
第六章 检测工作	(186)
第一节 电机的机械检查	(186)

第二节 绕组的检查..... (189)

第三部分 高级电机装配工工作技能

第七章 工艺准备..... (195)

第一节 读图与绘图..... (195)

第二节 加工工艺..... (202)

第三节 设备使用及维护保养..... (214)

第八章 加工与操作..... (227)

第一节 电机嵌线..... (227)

第二节 绝缘浸渍处理..... (255)

第三节 电机常见故障分析..... (270)

第九章 检测工作..... (301)

第十章 培训与指导..... (309)

第一部分 初级电机装配工工作技能

第一章 工 艺 准 备

第一节 读 图

一、零件图的识读

在通常情况下,设计、制造一台电机(或制造机器)的过程为:先进行产品设计,绘制出装配图,然后根据装配图了解各个零部件在电机中的作用、位置、装配关系,再设计、绘制出零件图。当然,由于电机制造的特殊性,往往还附有接线图和绕组展开图。零件图是工程图样中最基本的图样,用来表达零件的结构形状、尺寸和技术要求,并根据零件图生产零件。零件图是指导生产的主要技术资料之一。

1. 零件图的内容

(1) 标题栏 栏中填写零件的名称、数量、材料、比例、图号及设计、制图、校核人员的姓名和日期。

(2) 一组视图 该视图能完整、清晰地表示出零件的结构形状。

(3) 完整的尺寸 标注尺寸应完整、清晰、正确,既满足设计要求,同时又便于加工和检测。

(4) 技术要求 表明制造和检验零件时的工艺要求,如尺寸公差、形位公差、表面粗糙度、热处理等其他要求。

2. 零件图的视图表达和尺寸标注

(1) 视图的选择 图 1—1 所示为一轴类零件,主要在车床上加工,为便于对照图样进行加工,在选择主视图时,应使其主视图符合车削加工位置。由于轴的各段都由回转体组成,所以只采用一个基本视图。为了表示轴上的局部结构,再增加一些辅助图形,如轴肩处砂轮越程槽,采用局部放大图 I、II,键槽深度采用移出剖面,这样便于标注尺寸。

(2) 尺寸标注

1) 尺寸标注的基本要求零件图中的尺寸标注应符合下列要求:

①完整。尺寸标注必须做到尺寸数量完整(不重复、不遗漏)。

②正确。尺寸标注必须符合《技术制图与机械制图》国家标准中的规定,做到标注规范、正确。

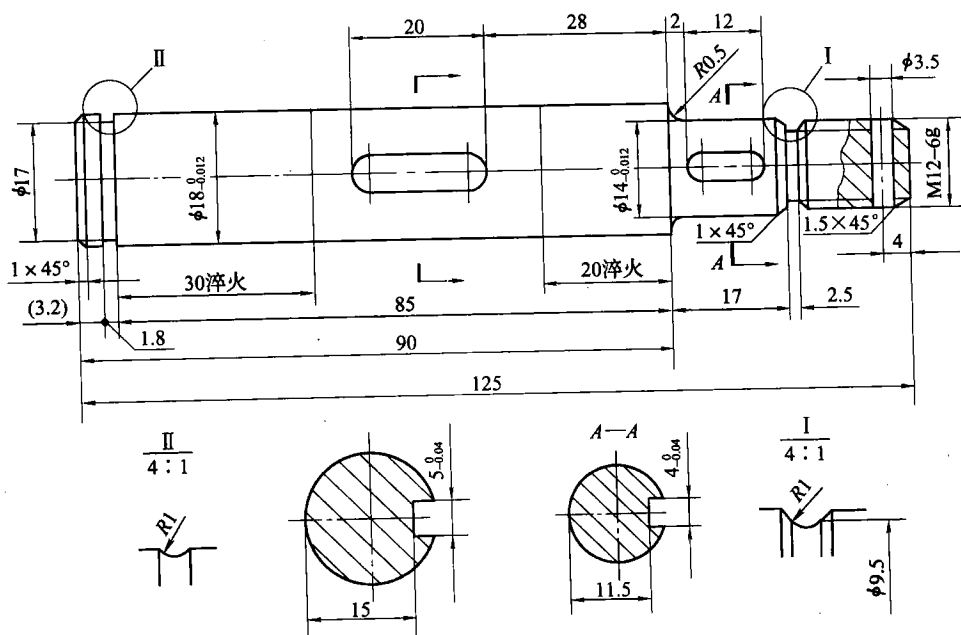


图 1—1 轴类零件的表达方法

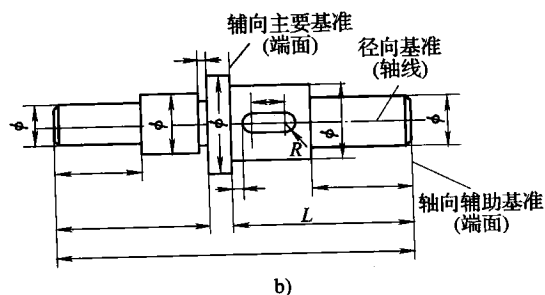
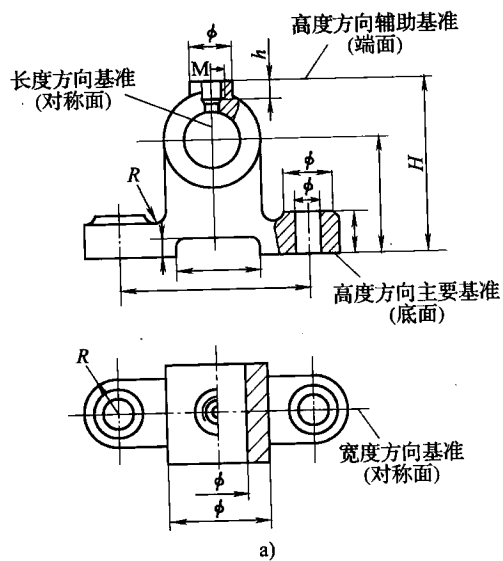


图 1—2 尺寸基准的选择

③清晰。尺寸标注必须做到尺寸排列整齐、注写清晰和便于视图。

④合理。标注尺寸必须做到尺寸基准选择合理。标注的定形尺寸、定位尺寸和总体尺寸既能保证设计要求，又便于加工和测量。

2) 尺寸基准的选择。基准是标准尺寸的起点。要使尺寸标注符合上述要求，首先应根据零件的功能、形状结构确定合理的尺寸基准。零件图中通常用与其他零件相接触的表面（装配时的配合面、安装基面）、零件的对称平面、回转体的轴线和点等几何元素作为尺寸基准。

每个零件一般均有长、宽、高三个方向的尺寸，因此每个方向至少有一个尺寸基准。有时根据零件的功能、加工和测量的需要，在同一方向要增加一些尺寸基准，但同一方向只有一个是主要基准，其他都是辅助基准，如图 1—2 所示。

从图 1—2b 中可看出，径向尺寸以轴线为标注尺寸起点（基准）；长度方向以轴承定位端面为主要尺寸基准，把轴的两端面作为

辅助基准，这样，加工、测量就方便了。

3. 零件图上的技术要求

在零件图上，除了具有表达零件结构形状的视图和表达其大小的尺寸外，还必须具有制造零件应达到的技术要求。一般包括以下几个方面：表面粗糙度、尺寸公差、表面形状及位置公差及零件的一些其他技术要求。

4. 识读零件图的基本步骤

(1) 看标题栏 通过读标题栏了解零件的名称、材料、比例、质量等，对零件有一个初步概念。

(2) 分析视图 想像形状、看懂零件的形状，是看零件图的主要环节。通过几个基本视图大致看出零件的基本形状；结合剖视图的剖切位置和投影关系，看清内部形状；结合局部视图、斜视图以及剖面等看清局部形状；对于零件上一些结构的作用和要求也有所了解。

(3) 分析尺寸 综合分析视图和形状，找出零件长、宽、高三个方向尺寸的主要基准，然后从基准出发，以结构形状分析为线索，找出形体的定形、定位尺寸及总体尺寸，并弄懂各个尺寸的主要作用。

(4) 看技术要求 读图时弄清楚零件表面粗糙度、尺寸公差、形位公差和其他技术要求，如热处理、表面修饰等，以便合理选用加工方法。

看零件图的步骤可简单概括为：一看标题，二析视图、想形状，三读尺寸，四识要求，最后综合。

二、读图举例

1. 识读轴类零件图（见图 1—3）

(1) 看标题栏 从标题栏中可知，零件名称是轴，采用 1:2 缩小的比例绘制，也就是说轴的实际大小比图形大一倍，材料是 45 优质碳素结构钢。

(2) 分析视图 采用一个基本视图——主视图，轴线水平位置，主视图除反映轴的结构特点外，还便于车削和磨削时看图。中心孔用了局部剖视图表示；键槽用剖面图和局部视图表示；退刀槽采用局部放大图，以便标注尺寸。这些都是表达阶梯轴常用的方法。

(3) 分析尺寸 从图中可以看出，径向尺寸（各段直径）是以轴线为尺寸基准；长度方向以 $\phi 44$ mm 左端面（安装轴承时定位端面）为主要尺寸基准， $\phi 44$ mm 右端面等作辅助尺寸基准，便于加工、检测。

(4) 看技术要求 图上注有偏差的尺寸都是重要尺寸。例如 $\phi 35_{+0.020}^{+0.003}$ mm，其中 $\phi 35$ mm 是基本尺寸，偏差值是 $_{+0.003}^{+0.020}$ mm，即轴径尺寸在 35.003 mm~35.020 mm 范围之内是合格的，而大于 35.020 mm 或小于 35.003 mm 的尺寸都不合格，这个尺寸的公差为 0.017 mm。公差大小和表面粗糙度有一定的关系。安装轴承的轴径公差较小，则它的表面粗糙度为 $R\sqrt{3}$ ，在视图中未注表面粗糙度处，均按图样右上角“其余 $R\sqrt{3}$ ”的要求进行加工。

图中的形位公差框格

$\odot$	$\phi 0.01$
---------	-------------

 表示轴上直径为 $\phi 35_{+0.020}^{+0.003}$ mm，两图样的轴线的同轴度公差为 0.01 mm；框格

$\odot$	$\phi 0.02$	A-B
---------	-------------	-----

 表示 $\phi 25_{-0.014}^0$ mm 圆柱体轴线对 A、B 公共基准轴心线的同轴度公差值为 0.02 mm。

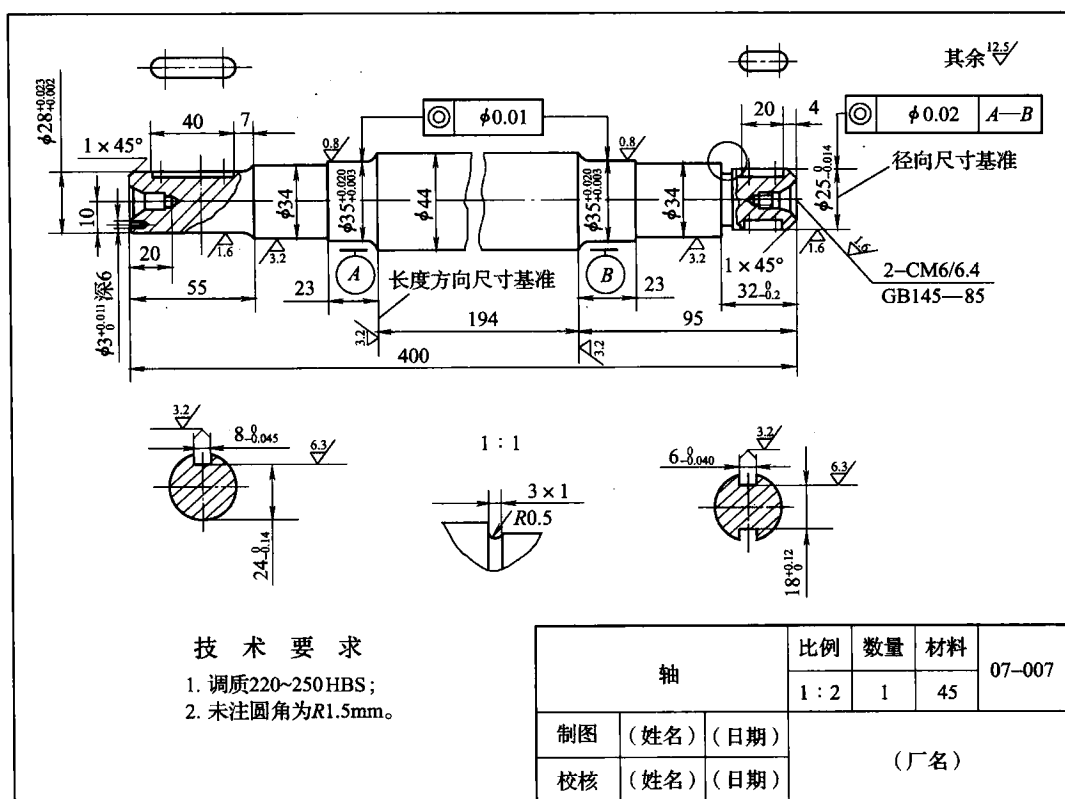


图 1—3 轴零件图

图样上文字说明中的调质“220~250HBS”表示零件需要进行调质处理，调质硬度为220~250HBS。

2. 读电机端盖零件图（见图 1—4）

（1）看标题栏 由标题栏可知零件的名称是端盖，在电机中起支撑转子铁心和密封作用，材料为灰铸铁 HT200，比例是 1:2 等。

（2）分析视图 电机端盖零件采用两个基本视图表示。主视图按加工位置投影，轴线水平放置，并作全剖视，以表达端盖上孔及内部结构。左视图则表达端盖的基本外形和 $\phi 12$ mm、 $\phi 10$ mm的圆孔、加强筋、三个耳子的分布情况。通过视图表明该零件为具有同一轴线的回转体，其整体轴向尺寸小于径向尺寸，端盖右端有与主体同轴、孔径为 $\phi 45^{+0.170}$ mm的密封槽，由于表示不清采用局部放大视图 M1:1，B—B 是表示加强筋移出剖面剖视图。由于端盖外沿圆周是一个圆锥面，在加工装夹时很困难，所以，为了工艺需要，在端盖外沿圆周上铸出 3 个 120° 分布的凸台（或称搭子），如左视图上三个虚线框。另有倒角、圆角等工艺结构。

（3）尺寸分析 该零件的公共回转轴线为径向尺寸的主要基准，由此标出 3- $\phi 12$ mm，3- $\phi 10$ mm孔的定位尺寸 $\phi 280$ mm、 $\phi 117$ mm。 $\phi 263$ mm端面为重要配合面，应视为长度方向尺寸的主要基准，由此标出圆柱体 $\phi 252 \pm 0.024/0.023$ mm和轴承内孔 $\phi 100 \pm 0.023/0.012$ mm的定位尺寸，定形尺寸 5 mm。为满足工艺要求，把 $\phi 252 \pm 0.024/0.023$ mm的一端定为长度方向尺寸的辅助基准，其他为定形尺寸。

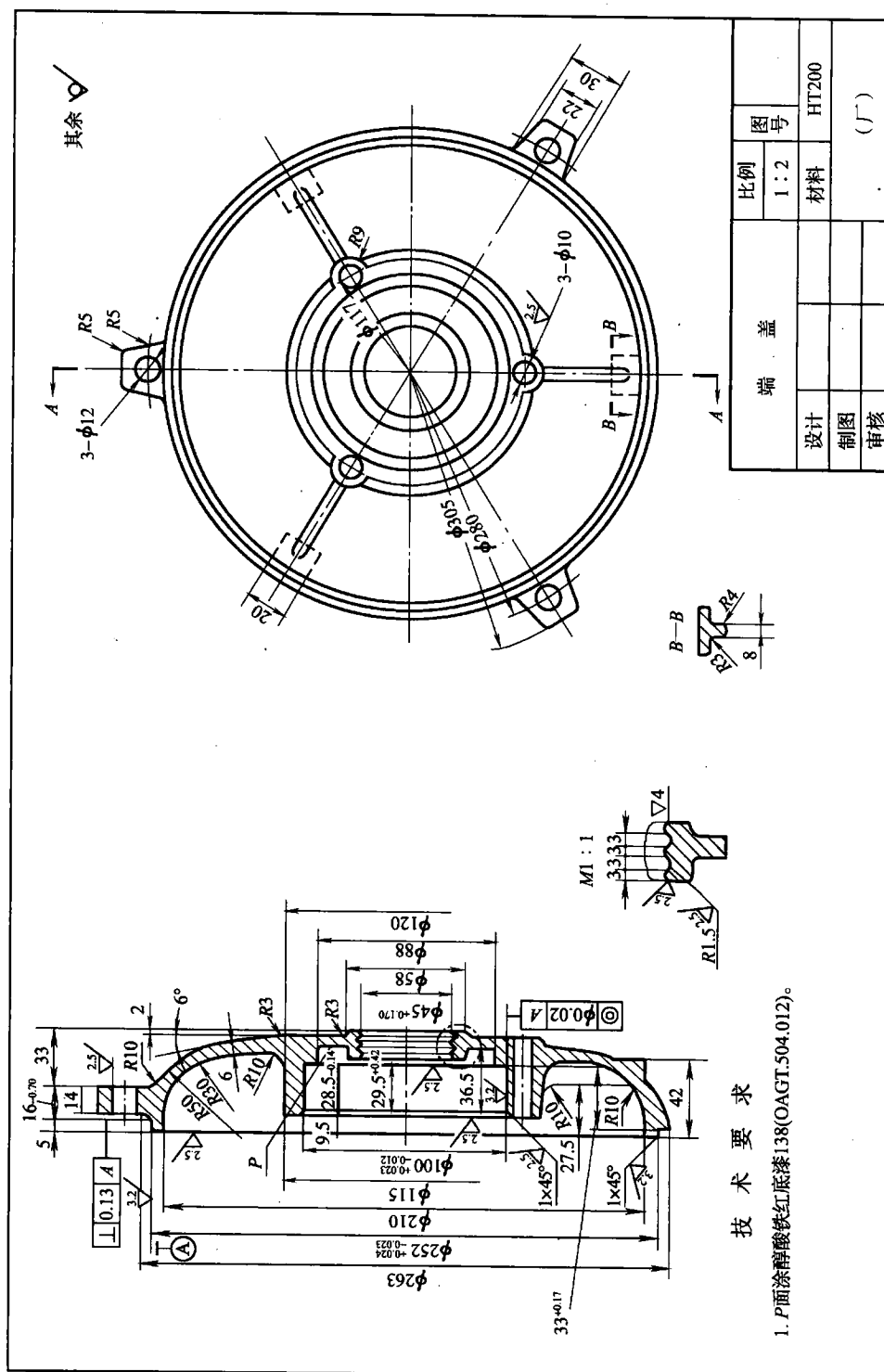


图 1—4 电动机端盖零件图

(4) 看技术要求 在 $\phi 252 \pm 0.024_{-0.023}$ mm、 $\phi 100 \pm 0.023_{-0.012}$ mm 均为配合尺寸，其表面粗糙度 R_a 值为 $3.2 \mu\text{m}$ ， P 面保持原铸造状态，表面涂醇酸铁红底漆。

此外，对有配合要求的 $\phi 263$ mm 端面有形位公差要求， $\phi 252 \pm 0.024_{-0.023}$ mm 轴线的垂直度公差为 0.03 mm。 $\phi 100 \pm 0.023_{-0.012}$ mm 轴承孔形位公差为 $\begin{matrix} \textcircled{\text{◎}} & 0.02 & A \end{matrix}$ ，其含义是 $\phi 100 \pm 0.023_{-0.012}$ mm 轴承孔对止口 $\phi 252 \pm 0.024_{-0.023}$ mm 圆周面的同轴度为 0.02 mm，其余表面粗糙度 $\checkmark$ 为不加工面。

3. 识读螺纹及标记

在圆柱或圆锥外表面上的螺纹称为外螺纹，在圆柱或圆锥内表面上的螺纹称为内螺纹。

(1) 螺纹的结构要素 内、外螺纹总是旋合成对使用，只有在牙型、公称直径、螺距、线数、旋向五个要素完全相同时，内、外螺纹才能旋合，如图 1—5 所示。

1) 牙型。在通过螺纹轴线的剖面上，螺纹的轮廓形状为牙形。常见的螺纹牙型有三角形 (M)、梯形 (Tr)、锯齿形 (B)。

2) 公称直径。螺纹的直径分大径 (d)、中径 (d_2)、小径 (d_1) 三种，如图 1—5 所示。

3) 线数 (n)。指螺纹件上螺旋线的条数，有单线和多线之分，如图 1—6 所示。

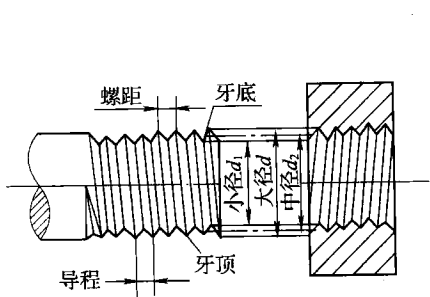


图 1—5 螺纹的直径要素名称

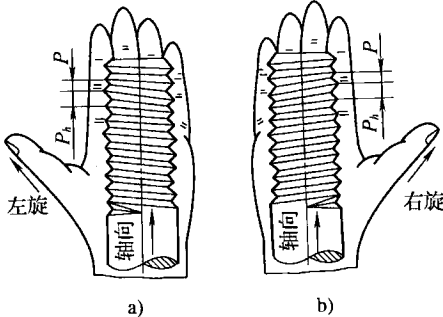


图 1—6 螺纹的线数、螺距、导程及旋向
a) 单线螺纹 b) 三线螺纹

4) 导程和螺距。导程是指同一条螺纹线上的相邻两牙在中径线上对应点间的轴向距离 (Pn)。螺距是相邻两牙在中径上对应点间的轴向距离 (P)，如图 1—6 所示。由图可见，单线螺纹导程和螺距相等，而多线螺纹时，两者不同。

5) 旋向。螺纹的旋向有左旋和右旋两种，当螺纹顺时针方向旋转为旋进时，称右旋螺纹，反之为左旋螺纹。

(2) 螺纹图形的表示方法

1) 内、外螺纹图形的规定画法见表 1—1。

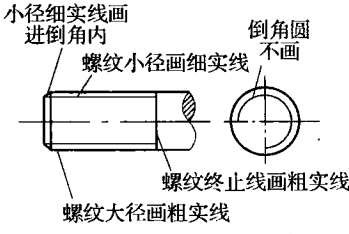
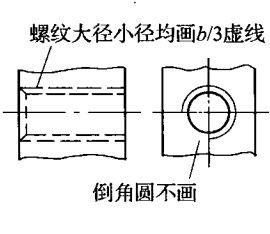
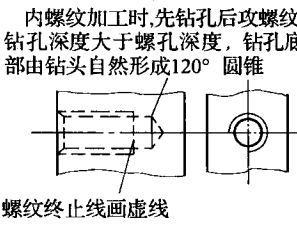
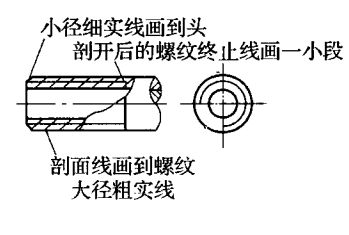
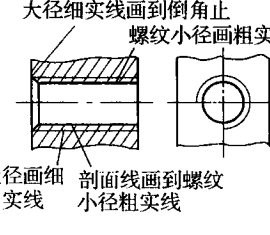
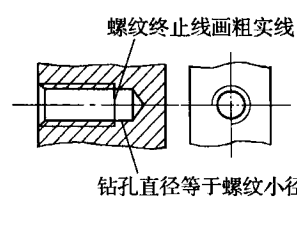
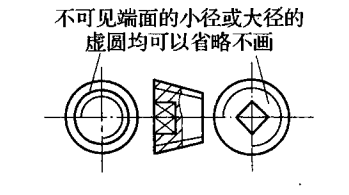
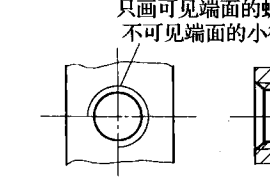
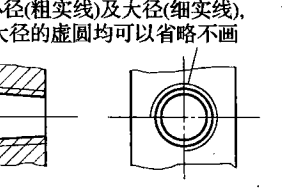
2) 螺纹连接的规定画法，在剖视图中，内外螺纹旋合时，其旋合部分按外螺纹的规定画法画。

(3) 螺纹的标注

1) 普通螺纹的标注是，牙型代号，公称直径 $\times$ 螺距或导程、旋向—中径，顶径公差带代号—旋合长度 (数字或代号)。

表 1—1

外螺纹和内螺纹的画法

各种情况	外螺纹的画法	内螺纹的画法	
		穿通的内螺纹	未穿通的内螺纹
不剖切时	 小径细实线画进倒角内 螺纹小径画细实线 倒角圆不画 螺纹终止线画粗实线 螺纹大径画粗实线	 螺纹大径小径均画$b/3$虚线 倒角圆不画	 内螺纹加工时,先钻孔后攻螺纹,钻孔深度大于螺孔深度,钻孔底部由钻头自然形成120°圆锥 螺纹终止线画虚线
剖切时	 小径细实线画到头 剖开后的螺纹终止线画一小段 剖面线画到螺纹 大径粗实线	 大径细实线画到倒角止 螺纹小径画粗实线 大径画细实线 剖面线画到螺纹 小径粗实线	 螺纹终止线画粗实线 钻孔直径等于螺纹小径
剖切时	 不可见端面的小径或大径的虚圆均可以省略不画	 只画可见端面的螺纹小径(粗实线)及大径(细实线),不可见端面的小径或大径的虚圆均可以省略不画	

标注和识读应注意：粗牙螺纹不标螺距；细牙螺纹要标螺距；右旋螺纹不标注，左旋螺纹要标“左”字；中径、顶径公差带号分别由基本偏差代号和公差等级数字组成，如 6H、6g。基本偏差代号大写表示内螺纹，小写表示外螺纹。基本偏差和公差等级的确定可查有关标准。螺纹公差的标注形式及其极限偏差值与尺寸公差的标注形式及其极限偏差值均不一样，两者不能混淆。如 H7 是尺寸公差带代号，7H 是螺纹公差带代号；中径、顶径公差带代号不同时，中径公差带代号注在前，顶径公差带代号注后。中径、顶径公差带代号相同时，只需注出同一个代号；内、外螺纹旋合在一起时，其公差带代号应用斜线隔开，左边是内螺纹公差带代号，右边是外螺纹公差带代号；旋合长度代号中 S 为短旋合长度，N 为中旋合长度，L 为长旋合长度。通常选用中旋合长度，标注时可以省略不标。旋合长度也可直接注出数字。

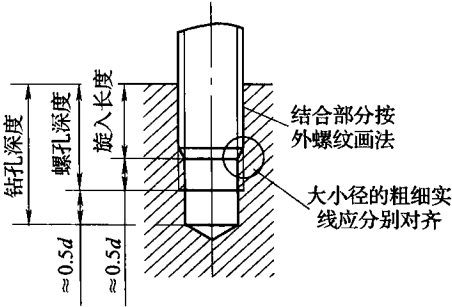


图 1—7 螺纹连接的画法

螺纹的标注形式如：M20×2 左—6H/5g6g—24；M20—6H5H/5g—L。

2) 梯形螺纹的标注形式是：牙型代号，公称直径×螺距旋向—中径公差带代号。梯形螺纹只标中径公差带代号，如 Tr×4LH—7H。多线螺纹用“公称直径×导程（P 螺距）”表示，如 Tr40×14（P7）。如为左旋时需在尺寸规格之后加注“LH”。

(4) 识读螺纹零件图 如图 1—8 所示为阀杆螺母零件图，从图中可以看出，阀杆螺母共用了主视图、左视图和一个局部放大图。由这三个图形可知，阀杆螺母的基本形状是空心圆柱体。在这个空心圆柱体的左端加工了一个宽 4 mm、深 4 mm 的方槽，用来旋动阀杆螺母。在阀杆的外圆柱面上，有三个均匀分布的骑缝螺孔 M6，是装配时加工的。同时，外圆柱面上还加工了“M48×1.5—6g”的细牙螺纹，它的公称直径（即大径）是 48 mm，螺距是 1.5 mm，螺纹的大径、中径的公差等级是 6 级，基本偏差代号都是 g。在空心圆柱的内孔上，加工“Tr36×6LH”梯形螺纹，Tr 是梯形螺纹的代号，36 是公称直径，螺距是 6 mm，“LH”表示螺纹旋向是左旋。加工和检验梯形螺纹时，可以看 2：1 局部放大图。梯形螺纹的大径是 $\phi 36$ mm，中径是 $\phi 33^{+0.450}_0$ mm，小径是 $\phi 30^{+0.500}_0$ mm，梯形螺纹的牙型角是 30° ，而表面粗糙度的微观轮廓算术偏差 R_a 的值为 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

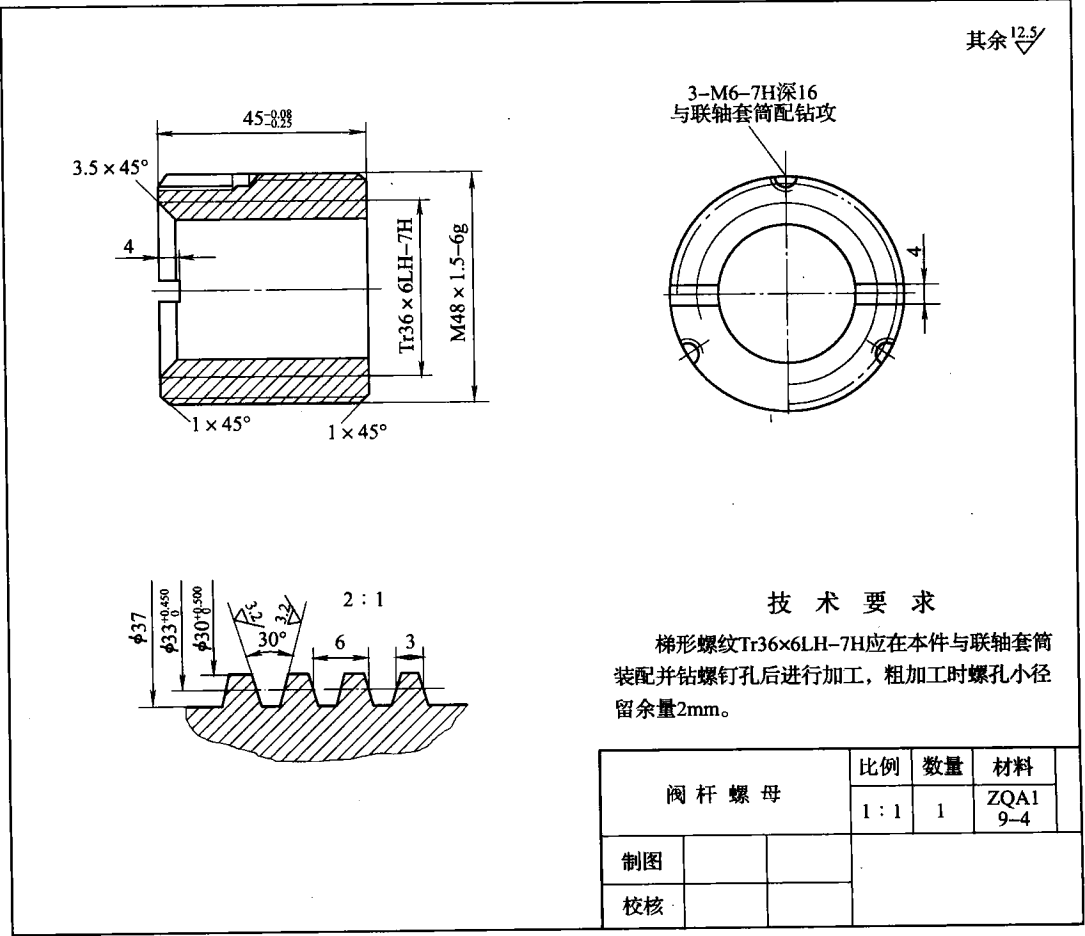


图 1—8 阀杆螺母的零件图

三、识读一般交流异步电机的接线图

1. 绕组的分类

(1) 三相单层绕组 其特点是每个槽内只有一个线圈边，整个绕组的线圈数等于总槽数的一半。单层绕组的优点是嵌线比较方便、槽的利用率高；缺点是节距的选择受限制、电动机的电磁性能不够理想，常用于小功率电机中。

单层绕组根据端部连线的不同，可分为三种形式：同心式绕组（见图 1—9a）、链式绕组（见图 1—9b）和交叉式绕组（见图 1—9c）。交叉式绕组又可分为交叉链式绕组和交叉同心式绕组，如图 1—10 所示。

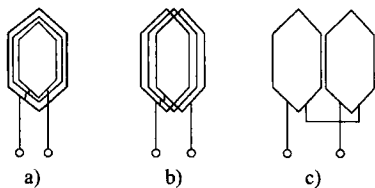


图 1—9 绕组的形式

a) 同心式 b) 链式 c) 交叉式

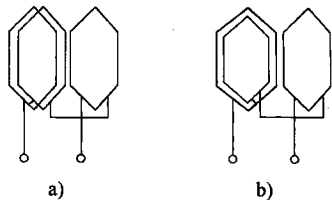


图 1—10 交叉式绕组

a) 交叉链式 b) 交叉同心式

(2) 三相双层绕组 双层绕组即每个槽内放两个有效边，一个在上层，一个在下层。

双层绕组的优点主要有：所有绕组元件具有同样的形状和尺寸，便于制造，绕组的端部较整齐美观，选择合适的节距，削弱磁场中的高次谐波、改善电动势及磁场波形，提高电动机的电气性能，可组成多个并联电路。但每个槽上、下两层之间用绝缘隔离，槽利用率较低，嵌线较费时。

三相双层绕组有叠绕组和波绕组两种，经常使用的双层绕组是双层叠绕组。

(3) 单、双层绕组 单、双层绕组是指有的槽内嵌放一个有效边，有的槽内分上、下层，嵌放两个有效边。

2. 绕组的接线

三相电机定子绕组的三个首端，分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示，三个尾端分别用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示，中心点用 N 表示。这六个头固定在出线盒的接线板上，其首端与首端之间（或尾端与尾端之间）互错 120° 电角度。

按接线方式的不同，有 Y 形和 D 形两种接法，如图 1—11 所示。

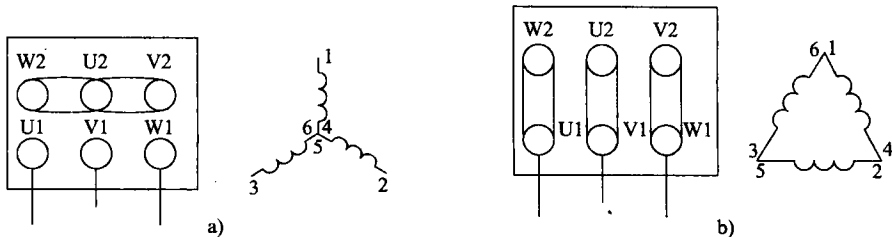


图 1—11 三相定子绕组的接法

a) Y 形连接 b) D 形连接