

# 基于创新能力培养的工程制图测绘与 CAD 建模实践

姚梓轩 王琪\* 王传杏 黄爱维

(南通理工学院, 汽车工程学院, 江苏南通 226001)

摘要:《工程图学》课程教学结束后,为巩固学习效果,培养学生的创新实践能力,需要开展齿轮泵的测绘与 CAD 建模教学实践活动。为此,本文提出了徒手测绘、整理重构、面向投影关系的工程制图、CAD 建模和总结提升“五步走”的测绘实践教学方法,通过教学实训与探索,提高了同学绘图及其创新实践能力,在校级成图大赛中取得优异成绩,验证了教学成果。

关键词:机械零部件测绘;课程实训;CAD 建模;创新能力培养

机械工程领域,零部件测绘是一项重要技能,它不仅涉及到机械部件的精确测量、记录、绘制等知识,而且需要深入了解机械零件的实际构造、作用和工作原理,在测绘中,才能做到“测要测得准、绘要绘得精”。实际课程中,《工程图学》《AutoCAD》与《机械零部件测绘》这三门课往往是分隔开来,缺乏有效结合,导致学习起来比较枯燥且困难。机械设计过程是由一系列的工作任务构成的。本次徒手测绘、整理重构、面向投影关系的工程制图、CAD 建模和总结提升“五步走”训练方法旨在培养学生徒手绘图能力和逻辑视图能力,在实训中有助于架牢基础知识,激发创新思维能力。

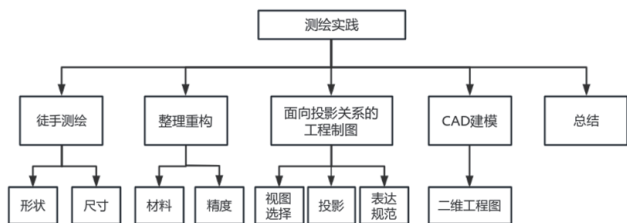


图 1 测绘实践五步走内容

## 一、徒手测绘

徒手绘图既是工程师必备的重要素质和技能,也是提高学生工程素养和职业修养的重要途径。本次测绘以齿轮泵为例,采取以下步骤:

步骤一:了解齿轮泵的工作原理,准确理解各结构间的工作关系。

步骤二:根据齿轮泵零部件特点,确定拆装与测绘中使用工具、量具。

步骤三:确定拆装顺序,依据类别分组放置零部件。

零件的形状是虽然多样,但其形状和结构取决于功用、加工及装配要求。根据齿轮泵的工作原理,相关零部件分为三大类:一是工作件,即安装在泵体上起传动作用的齿轮与齿轮轴部件;二是基础件,即为了使泵体和轴承能在规定的条件下正常运转所必须的结构部件;三是紧固件,也就是起连接固定作用的部件。拆卸时,先从外部附件入手,再将整体拆成部件,最后将部件拆分成零件,并按照上述类型有序地收集摆放。

步骤四:测量与记录

步骤五:徒手绘制

形状与尺寸是徒手绘图过程中需要重点体现出的要素。通过肉眼、手测,以绘制工作件、基础件为主(如:齿轮轴是非标零件,需要测绘,以备后期加工),标准件为辅,高效快速地展现出齿轮泵各零部件的大致形状,并标注必要尺寸。

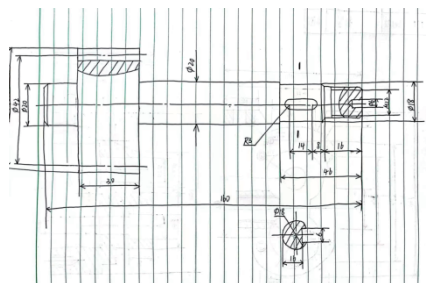


图 2 限时徒手测绘

## 二、整理重构

徒手速绘确定了零部件基本形状和尺寸,但需要对尺寸进行规整。针对实训需要,根据结构功能要求,对材料、尺寸精度以及加工要求,提出采用 A4 纸进行整理重构,以进一步培养徒手绘图与创新思维的工作能力。明确齿轮泵是一种液压传动部件,用于产生并传送液压油,应满足流量、压力、效率、寿命等要求。在整理重构的 A4 草图上需要完善尺寸及精度、加工及形位精度、热处理要求等标注。

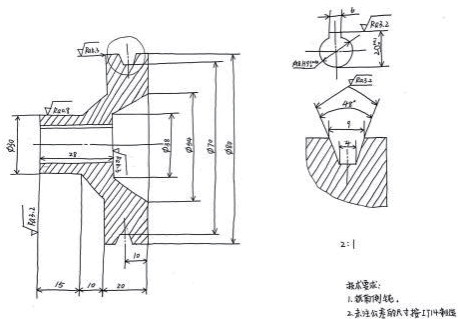


图 3 整理重构的 A4 徒绘

## 三、面向投影关系的工程制图

### (一) 绘制齿轮泵零件图

整理重构后,对学生的成果(草图),采取点对点面批的方式,将问题精确到个人,并针对齿轮泵测绘过程中出现的疑惑、不标准、不规范的典型问题进行解答优化,将理论结合实践,加深理解、充盈测绘体验感。将视图选择、投影关系和规范表达等突出问题,在整理重构过程中加以解决。因此,根据零件的结构和功能形态,采用多元化的方法来表达零件的系列外形。

实际操作中,坚持“长对正,高平齐,宽相等”的绘图基本理念,面对标准件或不确定的零部件表达方法时,要求注意勘查标准与规范,确保工程图纸的准确性,推进标注规范化、标准化,并完善加工和技术要求。同时,对轮廓线、点划线、尺寸线的用笔、

粗细、加粗顺序提出建议,以提高图面整洁与规范。

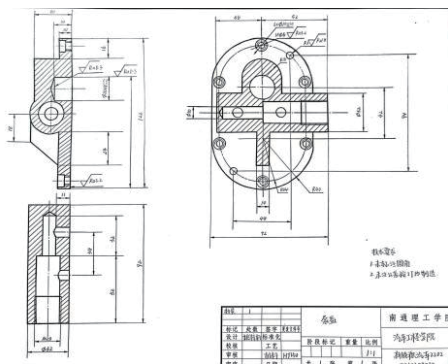


图4 面向投影关系的工程图训练

## (二) 绘制齿轮泵装配图

与零件图相比,装配图需要重视零件间的配合关系、装配要求。在完成齿轮泵零件图的绘制后,需要对齿轮泵进行拆卸、组装,并观察齿轮泵的内部结构和工作原理,同时需要明确理解装配关系。连接螺纹画法是重点问题,不仅要求同学注意内、外螺纹的表达方式,而且要理解螺钉如何连接泵盖、泵体及其加工关系。通过交流讨论,不同维度的思考与见解在理论和实践中展开,汇聚成技巧供学生相互学习、借鉴。

## 四、CAD 数字建模,提高设计创新能力

数字化建模随着时代要求逐步发展,呈现出现在的基于特征的建模方法和参数化建模。通过数字化建模,可以更透彻理解齿轮泵的工作原理、类别、零件间的装配关系等,提供更为清晰、直观、动态的展示效果,显著提升设计创新能力。

### (一) 熟练掌握 CAD 制图技巧

基于 Top down 的设计理念,二维生成图与手工制图类似,在 CAD 制图中,绘图版面讲求布局。秉持量少且精、深入思考的原则,实训最后阶段二维图选择典型零部件:传动轴、泵盖、泵体、带轮以及总装图等五张图纸,要求分三日完成,并进行基于学习通的混合教学与指导。

实训过程中,强调细节在测绘中的重要性,加深“细节决定成败”的道理。本次测绘实训主要凸显以下三个细节问题:①正确适时切换图层:设置合理的图层不仅有利于区分各个线条间的关系,还能充分提高绘图效率,有效规避一键清除的爆炸性错误;②注意点划线尺寸界线外延长度:点划线主要用于展现零件对称关系,应先用点画线确定零件布局,最后确保点画线长度超过对称图形外廓 1-2mm;③绘制装配图时,装配零部件序号应在同一条直线上,统一按逆时针或顺时针顺序标注。

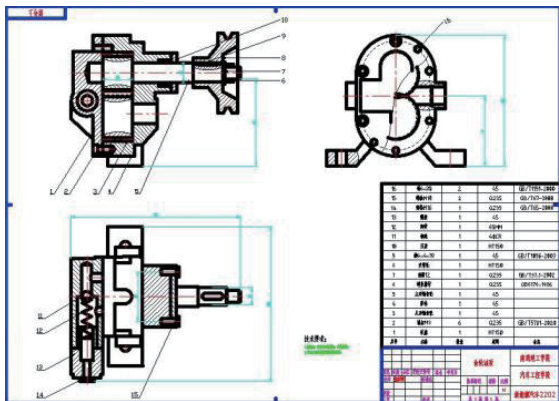


图5 齿轮泵装配图

## (二) 实训成果引导

CAD 制图粗细线条有相应“特征”规范,为设计领域提供了极大的便利,但作为工程师,手工制图仍是必修课。手工制图是沟通设计与现实的桥梁,也是拉近纸质绘图与 CAD 绘图的渠道。

创新比赛是检验实训成果的方式之一。行业内成图大赛以培养应用创新人才为目的,以提高学生的尺规绘图能力和计算机绘图能力为目标。实训期间,恰逢校内选拔如火如荼。同学们积极参与,收获优异成绩,团队同学获得校成图大赛一等奖(第三名)等好成绩。由此可见,绘图时的精确度、创新性、艺术性、技术能力和团队协作都是规范化绘图的必要因素。

## (三) 在实践过程中培养创新能力

“五步走”的测绘实践方式不仅在于巩固基础知识、提高手绘能力,更在于培养同学们的创新思维能力,“精益求精、注重细节、细心、耐心、专心、专业、敬业、奉献”的“工匠精神”。在实训中,既提出了对标准规范的具体要求和理解,在结构材料选择等方面也给同学们充分的想象和创新空间,鼓励提出更多新颖的问题,探讨出独具一格的解决方案。

## 五、结语

功以才成,业由才广。在徒手测绘、工程制图、CAD 建模的训练中,把握教与学的全过程互动,将目光聚焦于创新能力培养,推动观察能力、执行能力、职业能力的萌生与发展。通过“五步走”测绘实践教学方式,在制图过程中多观察、多发现、多思考,将机械制图基础知识的理解运用贯穿于整个实践过程中,用活基础知识,勤查标准与规范,优化版面布局,使工程图纸规范美观,推动思维生动活泼,以此巩固机械制图基础知识框架,提高识图制图逻辑能力。

## 参考文献:

- [1] 王妍,杜秀华,杨蕊等.基于 OBE 的工程图学混合式教学新体系[J].图学学报,2021,42(04):696-702.
- [2] 徐瑞洁.工程制图课程实践教学建设[J].教育教学论坛,2019(25):174-175.
- [3] 许小玲.零部件测绘一体化教学设计——以一级直齿圆柱齿轮减速器主动齿轮轴为[J].内燃机与配件,2022(01):250-252.
- [4] 肖章,彭如恕.新工科背景下机械零件测绘课程的混合式教学实践[J].教育现代化,2019,6(42):33-34.

基金项目:2023 年度南通理工学院博士科研启动基金项目(2023XK(B)02)和教研教改项目(2023JJG003)资助

[作者简介] 姚梓轩:(2003.10-)女,江苏徐州人,本科,研究方向:新能源汽车工程,数字化设计技术;

\*[通讯作者] 王琪:(1962.02-)男,江苏盐城人,博士,教授,研究方向:绿色数字化设计与智能制造技术,车辆工程/新能源汽车工程/特种车辆设计制造技术。