



华南理工大学  
广州学院

Guangzhou College South China University of Technology

## 本科毕业设计（论文）说明书

### 应用 Solidworks 软件进行“CH1 型小提琴琴柄 铣床设计”

学 院 机械工程学院

专业班级 09 机械 7 班

学生姓名 邓子豪

学生学号 200930042150

指导教师 梁松坚 颜建

提交日期 2013 年 6 月 3 日



## 摘 要

本文详细介绍了运用 SolidWorks 软件（3D 机械设计软件的标准）进行 CH1 型小提琴琴柄铣床的设计。由于 SolidWorks 软件无论对零件设计，还是对整个机构设计都起了一个模拟仿真的作用，在 SolidWorks 软件中，我们可以直观，清楚地了解整个设计的外形，运作甚至是材料的分析。

借助 SolidWorks，将产品更快地投入市场。SolidWorks 提供无与伦比的性能和价值，它是技术创新的领先者，并且还拥有最大的用户群。没有其他 CAD 系统可以帮助您快速准确地完成产品设计工作。

小提琴琴柄（音乐专业领域上称为琴头），此处制作的是琴头上的旋首，琴头不仅与琴身有一定的比例，它本身也应匀称，如果旋首过小或过大，会使琴头不协调，并使整个琴也不美观。

本文先对 SolidWorks 软件作出简介，对此三维软件作出一系列的说明，而后对小提琴进行各方面的介绍，从而让读者通过了解小提琴后，再认识 CH1 型小提琴琴柄铣床，并结合 SolidWorks 软件，将二者融会贯通，但求让一位对小提琴了解不深的工程师读者在读此说明书后能清楚地知道此铣床是如何运作，是如何做出一个琴头，并懂得操作此铣床，高效，完美地制作出一个小提琴琴柄。

通过 SolidWorks 软件设计，从二维的 AUTOCAD 零件图纸，到三维的 SolidWorks 整个模拟机床，大大地提高了设计的效果和效率，避免了工程师们在现实中出现的错误，切切实实地展现出三维软件的强大性能。

**关键词：**SolidWorks；小提琴琴柄铣床；琴头；旋首

## Abstract

This paper describes the use of SolidWorks software (3D mechanical design software standard) the design of the CH1 violin shank milling. SolidWorks software whatever in the part design, or the design of the entire organization, play the role in a simulation. In SolidWorks software, we can intuitive and clear understanding of the shape of the entire design, even analysis of the material.

With SolidWorks, products will be marketed faster. SolidWorks offers unmatched performance and value. It is a leader in technological innovation, and also has the largest user base. There is no other CAD system can help your product design to accomplish quickly and accurately.

Violin handle (music on specialized areas known as the Wirbel-kasten), In this paper we just research the Schnecke, There is a certain proportion Wirbel-kasten with the violin, which it should also be well-proportioned, if the Schnecke is too small or too big, it will make the Wirbel-kasten uncoordinated, and it is not beautiful for the whole violin.

First, it is a brief description of SolidWorks software, and this three-dimensional software a series of instructions, then introducing all aspects of the the violin, so that the reader through the understanding of the violin, and recognize the the CH1 violin p handle milling. And with SolidWorks software, After a engineers readers which not know violin deeply reading this specification, he can clearly know the milling is how to work, how to make a Wirbel-kasten, and know how to operate the milling, and efficient, perfect produce a violin piano handle.

With SolidWorks software design, from the two-dimensional AutoCAD part drawings to 3D SolidWorks simulation machine, greatly improve the effectiveness and efficiency of the design, in the other hand, engineers avoid the errors in the real world. In short, it show a three-dimensional software powerful performance.

**Key words:** SolidWorks; the CH1 violin shank milling; Wirbel-kasten; Schneck

## 目录

摘 要 .....	I
Abstract .....	II
<b>第 1 章 绪 论</b> .....	1
1.1 课题研究的背景 .....	1
1.2 课题研究的意义 .....	1
1.2.1 小提琴的特点 .....	1
1.2.2 业余制作小提琴 .....	2
1.2.3 现今小提琴制作 .....	3
1.3 课题研究的内容 .....	3
1.3.1 SolidWorks 设计基础 .....	3
1.3.2 草图绘制 .....	4
1.3.3 基准特征-参考几何体的创建 .....	4
1.3.4 拉伸、旋转、扫描和放样特征建模 .....	4
1.3.5 工程图设计 .....	4
1.3.6 装配设计 .....	4
<b>第 2 章 SolidWorks 的详细介绍</b> .....	5
2.1 关于 SolidWork .....	5
2.2 SolidWorks 的发展和荣誉 .....	5
2.3 Solidworks 软件特点 .....	6
2.4 本章小结 .....	7
<b>第 3 章 小提琴制作历史与发展</b> .....	9
3.1 小提琴史话 .....	9
3.2 著名小提琴制造家 .....	10
3.3 小提琴的构造 .....	10
3.4 小提琴旋首手工制作 .....	11
3.4.1 旋首的制作—两侧 .....	11
3.4.2 弦首的制作—正面 .....	11
3.4.3 旋首的制作—背面 .....	12
3.5 本章小结 .....	12
<b>第 4 章 琴柄铣床设计</b> .....	13
4.1 琴柄铣床的情况和特点 .....	13
4.2 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床零件图设计 .....	14
4.2.1 关于零件 CH1-6 机座建模 .....	14

4.2.2 关于零件 CH1-7-9 轴座建模步骤 .....	20
4.3 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床工程图设计 .....	24
4.3.1 关于零件 CH1-16 琴头夹具工程图设计 .....	24
4.4 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床装配图设计 .....	26
4.4.1 关于装配体 CH1-7-0 摆臂机构装配图设计 .....	26
4.5 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床指定零件受力分析 .....	27
4.5.1 CH1-9 支承座零件受力分析过程 .....	27
4.5.2 CH1-7-9 轴座零件受力分析 .....	33
4.6 本章小结 .....	37
<b>第 5 章 三维建模的概述</b> .....	<b>39</b>
5.1 零件图设计要点 .....	39
5.2 零件图出工程图要点 .....	39
5.3 装配图安装要点 .....	40
5.4 受力分析要点 .....	40
<b>总    结</b> .....	<b>41</b>
一、三维软件设计要点 .....	41
二、设计感言 .....	42
<b>参考文献</b> .....	<b>43</b>
<b>附    录</b> .....	<b>44</b>
<b>致    谢</b> .....	<b>74</b>

## 第1章 绪论

### 1.1 课题研究的背景

SolidWorks 软件作为重要的三维软件之一,凭借其友好的界面、良好地装配、仿真等优秀性能,极大地减轻了设计者的负担,使设计者更专注于设计,在机械设计上的应用越来越广泛,对机械行业的发展有非常大的促进作用。但是要掌握好一个工具,需要理论联系实际不断摸索才能不断发挥其设计优势。应用 Solidworks 软件设计“CH1 型小提琴琴柄铣床设计”正是基于这个考虑进行选题。

小提琴之所以能够达到今日的如此完美,我们应该感谢数百年传统的制琴理事。据历史记载,在 17, 18 世纪时,意大利的克雷莫纳及布莱斯家两地和奥地利、法国等欧洲国家,陆续出现了许多有名的小提琴制作家,在诸名家中首推意大利的斯特拉迪瓦里最负盛名,它制作的琴价值最高。而我国小提琴制造也有 70 多年的历史。

### 1.2 课题研究的意义

#### 1.2.1 小提琴的特点

小提琴属于擦奏弦鸣乐器,是现代管弦乐队弦乐组中最重要的乐器。作为现代弦乐器中最小、声音最高的乐器,小提琴主要的特点在于其辉煌的声音、高度的演奏技巧和丰富、广泛的表现力。

现代的乐器大多数都是历经历史的考验而幸存下来的。人们从先人那里继承乐器的制作和操持技术,然后自己作出种种改进。中世纪的欧洲,在还没有出现正式的乐队之前,对乐器的标准化没有要求,于是人们对自己手里的乐器不断地进行着试验,一种又一种新式的东西被制造出来。

制造各种弓弦乐器的工匠对当时各种各样的提琴类乐器无一例外地进行了改革,直至 17 世纪初,现代意义上的四种提琴才诞生在意大利巴尔干半岛上的一个毫不起眼的小镇——克雷莫纳。小提琴张四根弦,从细到粗依次是 E 弦, A 弦, D 弦, G 弦。每一根空弦之间相差的音程都是纯五度。每根空弦都能在不同的把位上奏出完整的音列。每根空弦能奏出的音域都在两个八度左右。小提琴能自如地演奏音阶,音程跳动和各种装饰音,熟练的演奏者可以在速度允许的情况下演奏半音阶。在速度不快的情况下,小提琴还可以演奏双音,较容易演奏的有:大六度,小六度,减七度,大三度,小三度。比较困难的有:纯四度,增四

度，增五度，减五度，八度，大二度。演奏有困难的双音有：小二度，纯五度。在把位和空弦运用合理的情况下，小提琴还可以演奏 3 个音或者 4 个音组成的和弦。并能轻松演奏各种调的音乐作品。除了用常规的弓法来演奏外，小提琴还可以用拨奏，跳弓，击弦，加弱音器等色彩性奏法来表演。特别的情况下，小提琴还可以通过改变定弦音高来获得特殊的音色色彩。这时，小提琴声部的乐谱就要进行移调处理。小提琴的每一根弦都有自己的特点，在音乐作品中，经常标明单独用 G 弦来演奏，G 弦的特点是音响丰满，浑厚。

小提琴的音色具有人声的特点，演奏灵活，携带方便，表现力十分丰富，既能演奏抒情的旋律，也能演奏充满技巧性的华彩乐段，也可以作为节奏乐器来使用。无论是在管弦乐队中还是在喜爱音乐的人家中，小提琴都成为一件不可取代的乐器，被人称之为乐器中的皇后。

小提琴之所以能发出优美动人的旋律，是由于声波的产生，声波源于振动，振动源于力。力是物体间的相互作用，是物体获得加速度和发生形变的外因。由于物体之间相互作用的方式不同，力有很多种，如摩擦力、压力、引力等等。小提琴的声波无疑是产生于摩擦力。弓毛在弦上来回摩擦，改变了弦的形态，即由静止状态的直线变成不断变化的弧线，由此产生振动。

声波的物理表象是一种脉冲能，它总是带有频率的。琴弦的振动频率受琴弦质量、张紧度和长度的控制。小提琴的四根弦直径、张紧度不同，左手指压在弦上不断改变琴弦的振动长度，在摩擦力作用下，琴弦就产生了若干不同振动频率的声波。

琴弦产生的声波是小提琴的母波，其振动特性将直接影响小提琴其它部位的振动特性，理想的声波应该是极有规律的谐波而不是噪波。琴弦材质、密度和密度分布的均匀度对声波的振动特性有决定性的作用，所以琴弦的选材、生产工艺至关重要。值得一提的是，琴弦与琴存在一定的搭配关系，就一把具体的琴而言，只有一种品牌的弦最适合，而这个品牌的弦不一定就是价格高的，买弦应该只买对的，不买贵的。

琴弦的振动源于弓毛的摩擦，摩擦力越大，振动越充分。摩擦力好的弓毛应该是健康的马尾（色白，毛径充实不瘪）。买琴弓是可以买贵一点的，摩擦好，弹性好。

### 1.2.2 业余制作小提琴工具

业余小提琴制作是非常吸引人的，许多小提琴爱好者都把业余执勤作为自己的又一爱好。为此音响物理学家和工程技术人员对小提琴的发音原理也在孜孜不倦地加以研究。

业余制作工具比较简单，1、普通锯子一把，又来断料。2、窄锯一把，用来

锯出曲线。用大一点的钢丝锯也可以，3、平口凿、小圆口凿、大圆口凿各一把的凿柄可以同废宽钢锯条改制。圆凿的凿柄部分要承铲形弯曲，以便切削。4、木柄小刀一把 5 木刨子 6、粗细砂皮若干 7、钢卷尺一把 8、金工用外卡钳一把。这些是测量工具。9、熬胶小铝碗或铁碗一个，适用的锅子一口；10、木棒一根，捣胶时用，11、可封口玻璃瓶一个，制备琴漆用。12、约 6 英寸到 1 英寸宽的软毛油画笔一支，涂漆用。13、1000-1200 号水砂纸若干。主要工具大致这些。

### 木料

小提琴面板用料是云杉，也可以是鱼鳞松或工业上制木模的东北松（红松）也是可以。小提琴木材的开料方法是等分料法。有点像是切西瓜那样开料，所得到的板材在截面方向上看，年轮始终是垂直于木料平面，所以面板的木纹是直线状的。一般来说，最适宜的木纹宽度是约每公分 5 到 7 条年轮，超出这个数字也可以。平时我们遇到的木料都是平行开料的，这样就只有穿过圆木木芯的料才符合需要，其他板料上的年轮线都有倾斜和云纹，不适合应用。面板的木料需要两块，大小是：长 360×宽 105×厚 16（单位：毫米）。把木料木纹较密的侧面用刨子刨平直，然后胶合起来，这样就形成了中间木料密度大，边上木料密度略小，这样符合振动原理的小提琴面料坯料。

背板木料用枫木或槭木，尺寸比面板长 13 毫米，即长 373×宽 105×厚 16，也要把一边“直缝”后胶合，以形成背板坯料。如果木料宽度够大，用独块的背板也可以。<sup>[1]</sup>

### 1.2.3 现今小提琴制作

如今，专业制作小提琴已经拥有了完善，自动化，高效的一套设备，而“CH1 型小提琴琴柄铣床设计”是小提琴琴柄生产的重要设备，对小提琴的音色及减轻工人劳动强度有重要作用。之前的设计都是应用 AutoCAD 等二维软件进行，本设计应用三维软件 Solidworks 进行设计，既能保证整机设计中的关联性（无论是零件图与工程图的关联，还是零件图与装配图的关联，Solidworks 软件都能非常好的解决），又能应用相关的应力分析软件对所设计的设备关键零件进行受力分析及优化设计，是先进技术的具体应用。

## 1.3 课题研究的内容

本论文主要研究运用 SolidWorks 对 CH1 型小提琴琴柄铣床进行设计。在设计过程中，了解 SolidWorks 的各种功能。

### 1.3.1 SolidWorks 设计基础

熟悉 SolidWorks 的工作环境；掌握在 SolidWorks 工作环境中文件的打开、

保存等基本操作，掌握三维建模流程。

### 1.3.2 草图绘制

掌握点、直线、矩形、弧度圆等基本集合图形的绘制方法；掌握样条、文字等高级几何图形的绘制方法；理解集合约束的概念并在草图绘制中熟练应用几何约束；熟练应用阵列、实体转换等草图绘制工具；能综合应用各种草图绘制实体和利用草图绘制工具完成草图绘。

### 1.3.3 基准特征-参考几何体的创建

理解基于特征的建模方式、参数化思想、单一数据库等概念；掌握基准面的各种建立方法；掌握基准轴的各种建立方法；掌握基准点的各种建立方法；掌握坐标系的建立方法；能根据建模需要综合应用各种参考几何体。

### 1.3.4 拉伸、旋转、扫描和放样特征建模

掌握拉伸特征的概念与建立方法；掌握旋转特征的概念与建立方法；掌握扫描特征的概念与建立方法；掌握放样特征的概念与建立方法；通过实践能够准确分析零件的特征，灵活运用拉伸和旋转也正建立三维模型。综合应用扫描、放样、弯曲、镜向、阵列等特征建立各种实体。

### 1.3.5 工程图设计

熟练掌握用户自定义工程图格式文件的方法；熟练掌握建立标准三视图，剖视图，断面图，局部图，辅助图等方法；熟练掌握各种注释的方法。

### 1.3.6 装配设计

熟练掌握自底向上的装配设计方法；熟练掌握生成装配体爆炸图的方法；掌握 SolidWorks 自能装配技术；熟练掌握装配体零部件的状态和属性控制，并能够在装配体中设计子装配体；熟练掌握干涉检查；熟练掌握自顶向下的装配设计方法；熟练掌握在装配模型工程图中添加零件序号；熟练掌握生成装配体材料明细表的方法。

## 第2章 SolidWorks 的详细介绍

### 2.1 关于 SolidWork

SolidWorks 公司成立于 1993 年,由 PTC 公司的技术副总裁与 CV 公司的副总裁发起,总部位于马萨诸州的康克尔郡(Concord, Massachusetts)内,当初的目标是希望在每一个工程师的桌面上提供一套具有生产力的实体模型设计系统。从 1995 年推出第一套 SolidWorks 三维机械设计软件至今,至 2010 年已经拥有位于全球的办事处,并经由 300 家经销商在全球 140 个国家进行销售与分销该产品。1997 年, Solidworks 被法国达索(Dassault Systemes)公司收购,作为达索中端主流市场的主打品牌。

### 2.2 SolidWorks 的发展和荣誉

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统,由于技术创新符合 CAD 技术的发展潮流和趋势, SolidWorks 公司于两年间成为 CAD/CAM 产业中获利最高的公司。良好的财务状况和用户支持使得 SolidWorks 每年都有数十乃至数百项的技术创新,公司也获得了很多荣誉。该系统在 1995-1999 年获得全球微机平台 CAD 系统评比第一名;从 1995 年至今,已经累计获得十七项国际大奖,其中仅从 1999 年起,美国权威的 CAD 专业杂志 CADENCE 连续 4 年授予 SolidWorks 最佳编辑奖,以表彰 SolidWorks 的创新、活力和简明。至此, SolidWorks 所遵循的易用、稳定和创新三大原则得到了全面的落实和证明,使用它,设计师大大缩短了设计时间,产品快速、高效地投向了市场。

由于 SolidWorks 出色的技术和市场表现,不仅成为 CAD 行业的一颗耀眼的明星,也成为华尔街青睐的对象。终于在 1997 年由法国达索公司以三亿一千万美元的高额市值将 SolidWorks 全资并购。公司原来的风险投资商和股东,以一千三百万美元的风险投资,获得了高额的回报,创造了 CAD 行业的世界纪录。并购后的 SolidWorks 以原来的品牌和管理技术队伍继续独立运作,成为 CAD 行业一家高素质的专业化公司, SolidWorks 三维机械设计软件也成为达索企业中最具竞争力的 CAD 产品。

由于使用了 Windows OLE 技术、直观式设计技术、先进的 parasolid 内核(由剑桥提供)以及良好的与第三方软件的集成技术, SolidWorks 成为全球装机量最大、最好用的软件。资料显示,目前全球发放的 SolidWorks 软件使用许可约

28 万，涉及航空航天、机车、食品、机械、国防、交通、模具、电子通讯、医疗器械、娱乐工业、日用品/消费品、离散制造等分布于全球 100 多个国家的约 3 万 1 千家企业。在教育市场上，每年来自全球 4, 300 所教育机构的近 145, 000 名学生通过 SolidWorks 的培训课程。

据世界上著名的人才网站检索，与其它 3D CAD 系统相比，与 SolidWorks 相关的招聘广告比其它软件的总合还要多，这比较客观地说明了越来越多的工程师使用 SolidWorks，越来越多的企业雇佣 SolidWorks 人才。据统计，全世界用户每年使用 SolidWorks 的时间已达 5500 万小时。

在美国，包括麻省理工学院（MIT）、斯坦福大学等在内的著名大学已经把 SolidWorks 列为制造专业的必修课，国内的一些大学（教育机构）如清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、上海教育局等也在应用 SolidWorks 进行教学。

## 2.3 Solidworks 软件特点

Solidworks 软件功能强大，组件繁多。Solidworks 功能强大、易学易用和技术创新是 SolidWorks 的三大特点，使得 SolidWorks 成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。SolidWorks 能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高产品质量。SolidWorks 不仅提供如此强大的功能，同时对每个工程师和设计者来说，操作简单方便、易学易用。

对于熟悉微软的 Windows 系统的用户，基本上就可以用 SolidWorks 来搞设计了。SolidWorks 独有的拖拽功能使用户在比较短的时间内完成大型装配设计。SolidWorks 资源管理器是同 Windows 资源管理器一样的 CAD 文件管理器，用它方便地管理 CAD 文件。使用 SolidWorks，用户能在比较短的时间内完成更多的工作，能够更快地将高质量的产品投放市场。

在目前市场上所见到的三维 CAD 解决方案中，SolidWorks 是设计过程比较简便而方便的软件之一。美国著名咨询公司 Daratech 所评论：“在基于 Windows 平台的三维 CAD 软件中，SolidWorks 是最著名的品牌，是市场快速增长的领导者。”

在强大的设计功能和易学易用的操作（包括 Windows 风格的拖/放、点/击、剪切/粘贴）协同下，使用 SolidWorks，整个产品设计是可百分之百可编辑的，零件设计、装配设计和工程图之间的是全相关的。

## 2.4 本章小结

SolidWorks 在现今社会阶段逐渐广泛应用，并且 SolidWorks 公司对中国市场重点开发，日后 SolidWorks 应用将会更加完善，更加普遍。通过前文对 SolidWorks 的深入了解后，往后会对 SolidWorks 进行个别应用的分析，如建模，装配，工程图，力学分析等。



## 第3章 小提琴制作历史与发展

### 3.1 小提琴史话

小提琴有着悠久的历史。相传在 2000 多年前，埃及有一个叫莫可里的音乐爱好者，在尼罗河边散步时，偶尔踢到一个乌龟壳，他拾起来敲一敲，壳内空气受到振荡，发出好听的音乐声，于是他就把这个能发出美妙声音的乌龟壳带回家里，终日拿在手上沉思默想。后来，他终于发明一种既能弹奏又能拉奏的乌龟壳琴。据说这就是当时的小提琴。也有另一种说法，小提琴是从一种名为维奥尔(Viol)的古提琴演变而来，到 16, 17 世纪时期，其构造就固定下来，和现在的小提琴很相似。<sup>[1]</sup>

如果你站在意大利的萨伦诺打教堂的圆形拱顶向上看，你的目光会在法拉利所画的壁画上，它们可以追溯到大约 1535 年，壁画上画的是天使们在演奏乐器，在这些乐器中，有最早被人所知的现代弦乐器家族代表小提琴，中提琴，大提琴。它们看起来有三根弦，而记录的证据显示，在中世纪的室友，已经出现了四弦乐器。这些证据中得许多都证实，随谈小提琴家族迅速普及欧洲，但它们的原产地还是意大利。小提琴最初的故事源于意大利北部，主要是米兰地区和威尼斯。这些地方在接下来近两个世纪中保持了在制造小提琴的显著地位。第一个为世人所知的小提琴制造家是安德烈亚斯·阿玛蒂 (Andreas Amati)，他是著名的克莱莫纳 (Cremona) 学校的创始人。他于 16 世纪初期出生在那个地方。<sup>[2]</sup>

小提琴是一种构造与声音都十分完善的弓弦乐器，在音乐表演艺术中占有非常重要的地位。它有宽广的音域、声音优美、色彩多变等特点，有高度的、极丰富的艺术表现力，可演奏抒情、宽广、缓慢的旋律，也可演奏技巧高、深、难的华彩乐章。在众多独奏乐器中，除了钢琴以外，尚没有其他乐器能与之相匹敌。自 17 世纪以来，它在西欧兴起的室内乐与大型管弦乐合奏中，亦居领导地位。

但小提琴这个乐器也并非是在欧陆本土的产物。在回教兴盛的 9 世纪，它的前身伴随着阿拉伯人闯进欧洲世界，几百年来，经过重重进化，直到 16 世纪中叶，加了第四根弦，成为五度定音后，才定性为现今的面貌。在此之前曾经出现了几种相似的弓弦乐器，主要在社交场合里营造欢愉的气氛。因此在小提琴还难登大雅之堂的时代，称不上是精致艺术的一环，这和今日我们对小提琴的演奏印象有着天壤之别。

## 3.2 著名小提琴制造家

### 阿玛蒂家族

他们在长达两个多世纪的时间里在意大利制造弦乐器领域保持领先地位。这个家族中最先被记入史册的是安德烈亚·阿玛蒂（Andreas Amati）（1505-1580），他是小提琴史上克里莫纳王朝的创始人，或者说弦乐器制造者。他的孙子尼古拉（1596-1684）是阿玛蒂家族中最著名的一位，他的小提琴因体型较他父亲和伯父的琴要大而不同，而且它们的声音也更有穿透力。

### 瓜奈里家族

克里莫纳第二个小提琴制造王朝的最卓著的人是安德烈亚斯·瓜奈里（Andreaas Guarneri）（1625-1690），他受到尼古拉·阿玛蒂的教育并曾住在他家，当过他的徒弟。

### 斯特拉迪瓦里家族

安东尼奥·斯特拉迪瓦里（Antonio Stradivari）（1644-1737）声称从1667-1679年之间是尼古拉·阿玛蒂的学生。

## 3.3 小提琴的构造

虽然自16世纪以来，小提琴经历了几次修正和改造，但它的结构基本上保持不变。前端（琴身）、后部和中间部分用一块软木（如云杉）的不同部分支承。而底部、顶部还有琴肋的角都要用木块再加固。琴身部分打了两个形似弯曲的“f”的洞，它的下面附加了一个低音梁，与低一点的弦平行，位置由支持弦的琴马的一脚决定。在琴马另一脚的下面是音柱，朝乐器背面纵向放置。在琴颈一端特别用硬木制成，那是旋首，上面有调音弦轴。弦从这里开始通过指板、在琴颈顶部固定，越过琴马到尾部的拉弦板，拉弦板被缠绕在底部的小钮上。指板的起始处是弦枕。在琴身和琴背边缘的装饰叫做“花边”。

## 3.4 小提琴旋首手工制作

### 3.4.1 旋首的制作—两侧

旋首的侧面是由一个螺旋展开线和两条 S 形的琴头身曲线构成的，在用锯锯去多余的木料后，大多数工作是用圆铲来完成的。对螺旋线而言，为了使作品显得生动，制作家们很少用正统的螺旋展开线，而是在螺旋展开线中有意识地制造一些偏离，这种偏离是螺旋线的一些部分拉长，而另一些部分被压缩，于是就出现了千姿百态的各种表现风格。配合螺旋线的另一个表现手段是凹面的制作，凹面的深浅、角度和形状也是许多制作家表现个性的重要手段，琴头身的曲线不仅关系到审美和趣味，也关系到琴轴之间的关系，因此需要在不影响弦和弦轴的使用前提下进行设计。



图 3-1 旋首两侧加工

### 3.4.2 弦首的制作—正面

弦首的正面有弦槽，是安装弦轴张紧琴弦的地方，为了美观而又兼顾到牢固，弦槽的两壁一般是制作成上薄下厚的，弦槽壁厚 5mm~5.5mm 上下，宽度一般在 27mm~21mm 之间，弦槽的形状和厚度是很具有表现力的。形状可以是直的，也可以略向外突出，可以较薄来表现轻巧，也可以较厚表现厚重，除美观外，弦槽的功能是很重要的。其深度应该是使弦轴上弦时不会摩擦槽底，但槽底又有一定的厚度以保证琴头的强度。



图 3-2 旋首正面加工

### 3.4.3 旋首的制作—背面

琴头旋首的背面的形状，如一滴正在下滴的水珠，每个学派对旋首的背面形状，和两条凹槽的处理都独具匠心，用不同手法来表现各自的风格和审美趣味，比如：尼古拉·阿马蒂的琴头的背面形状，使略呈三角形的，为不是一个完整的半圆，向上延伸时很快收缩，顶部比较窄小。而安·斯特拉迪瓦里的琴头背部的两侧线条，有一部分几乎是平行的。只是到了很



图 3-3 旋首背面加工

高的位置才突然收缩，在收缩出形成折角，他的琴头背面的尾部是一个略带方形的半圆弧，这个形状又使用在背部下凹的两条凹槽里，和琴头正面的弦首凹槽里，这些细节的设计都体现出那些艺术巨匠们在创作时刻意表现的一种个性。他们要求自己的作品的每一个细节，都与其他人截然不同。

## 3.5 本章小结

小提琴由古至今，无论在皇室，还是民间，都是一种不可或缺的乐器。通过时间的推移，技术的不断积累，师傅对小提琴的不断改进。从手工到机械生产，从单件到批量生产，小提琴制作业犹如百花盛开般迅猛发展。下一章将会讲述小提琴琴柄铣床工作原理以及制作过程。

## 第4章 琴柄铣床设计

### 4.1 琴柄铣床的情况和特点

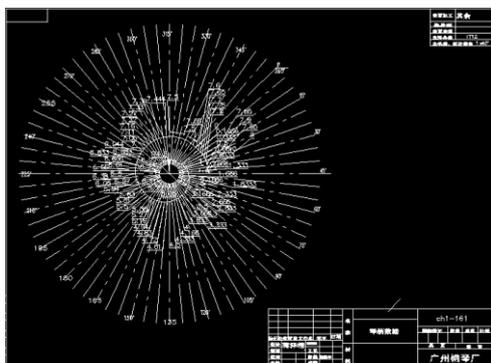


图 4-2 琴柄旋首数据

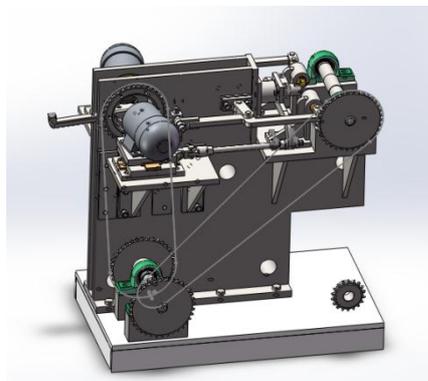


图 4-1 琴柄铣床外观图

根据上一章所提到的手工制作旋首，由于手工制作效率比较低，而且加工精度不够高，制作出来的旋首，人为偏差比较大。另外，一般的普通机床加工旋首的工序比较复杂，而且由于旋首自身加工难度大，形状与贝壳的螺旋弧度相似，贝壳的外形是流动的，递进的，哪怕是到了最细小的地方，这个递进依旧持续着，所以针对琴柄旋首的精密加工需要一套专用的机械设备。通过专用琴柄铣床的加工后，不但提高了出产的效率，而且加工精度稳定，实现可持续性发展。

本琴柄铣床主要通过一个特别的凸轮来决定旋首的形状，跟配钥匙的原理相似，凸轮的正面与侧面边缘在滚动过程中不断变化，在此变化过程中通过纵进机构的纵向移动和摆臂机构的横向移动来控制电机的运动，并通过2级的链传动使琴头夹具实现同步转动，在电动机和夹具不停运动的过程中，通过刀具的铣削，实现对旋首的完美加工。这就是整个琴柄铣床的工作原理。

## 4.2 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床零件图设计

### 4.2.1 关于零件 CH1-6 机座建模

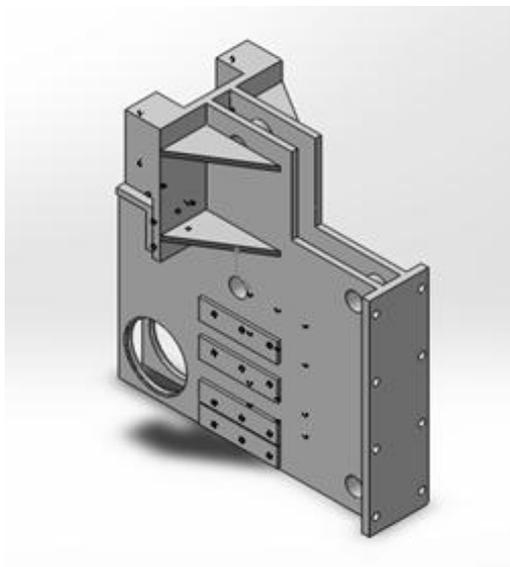


图 4-3 零件 CH1-6 机座

- (1) 以前视面为草绘平面，选择【直线工具】 进行绘图(如图 4-4)。
- (2) 选择【拉伸凸台】 命令，拉伸深度为 16mm（如图 4-5）。

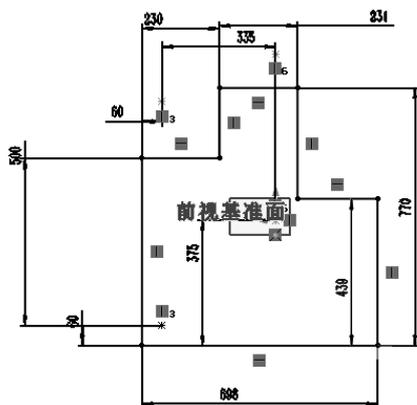


图 4-4 草图轮廓



图 4-5 拉伸特征设置

- (3) 根据图纸，以该所在平面为草绘图面，拉伸出两筋板，并选择拉伸切除命令切除成下图形状（如图 4-6）。
- (4) 在筋板侧面拉伸一长为 315mm，宽为 165mm，深度为 20mm 的凸台（如图 4-7）。

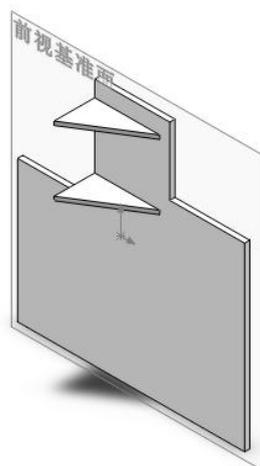


图 4-6 生成筋板

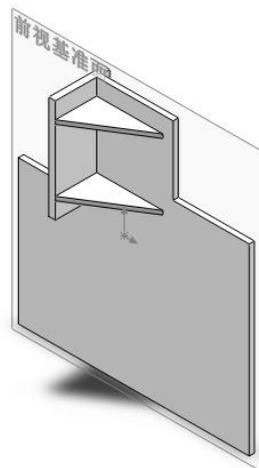


图 4-7 生成固定板

- (5) 在凸台的正面拉伸一个长为 174mm，宽为 84mm，深度为 74.1 的凸台，并选择【异型孔】命令，在其表面打上两个 M12 的螺纹孔（如图 4-8）。

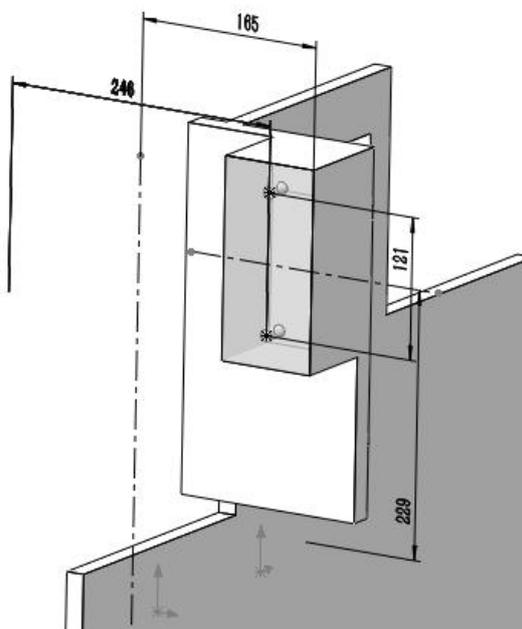


图 4-8 轴承座安装位

- (6) 零件上部分基本完成，之后以第一个拉伸的凸台作为草绘平面，根据图纸画出该图形，并拉伸，深度为 8mm（如图 4-9）。

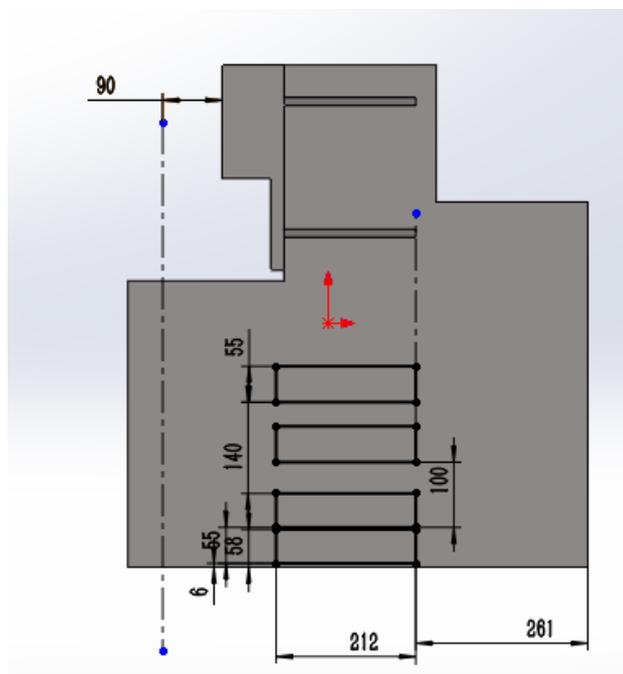


图 4-9 侧面支承座安装板位置

- (7) 在同一平面上拉伸切除一个直径为 162mm，圆心位置如图，深度为完全贯穿的圆柱，并在该平面拉伸切除一个直径比此圆柱大 8mm，且同心，深度为 4mm 的圆柱。（如图 4-10、图 4-11）

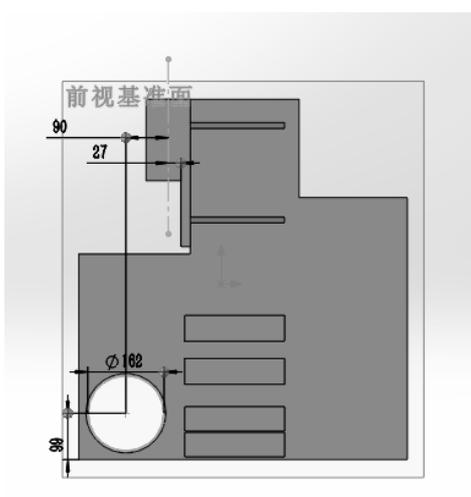


图 4-10 旋转套安装位

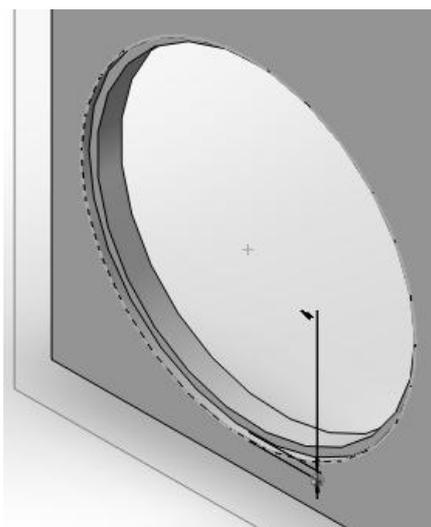


图 4-11 局部放大图

- (8) 在步骤 6 中拉伸的凸台上,各打上 3 个 M12 的螺纹孔。(如图 4-12, 图 4-13)

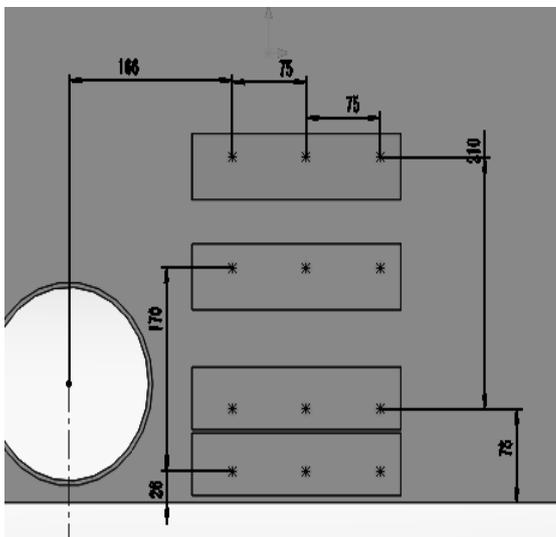


图 4-12 侧面支承座安装孔位置



图 4-13 侧面支承座安装孔位置

- (9) 在步骤 7 的平面上拉伸一薄壁圆柱, 深度为 48mm, 并将贯通内圆 (如图 4-14、图 4-15)。

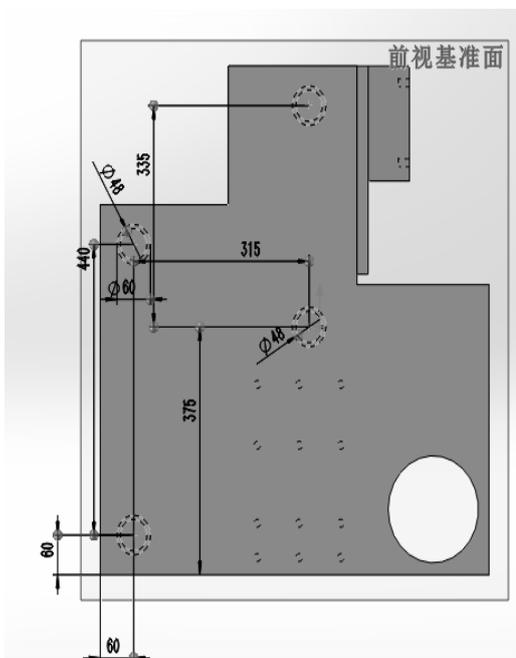


图 4-14 无缝管位置

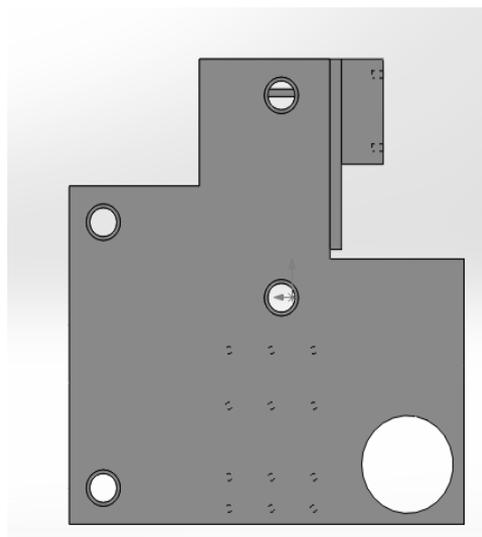


图 4-15 通孔切除

- (10) 在步骤 7 的平面上拉伸一长为 90mm，宽为 40mm，深度为 6mm 的凸台，并在该凸台上打 2 个 M12 的螺纹孔，深度为 20mm(如图 4-16)。

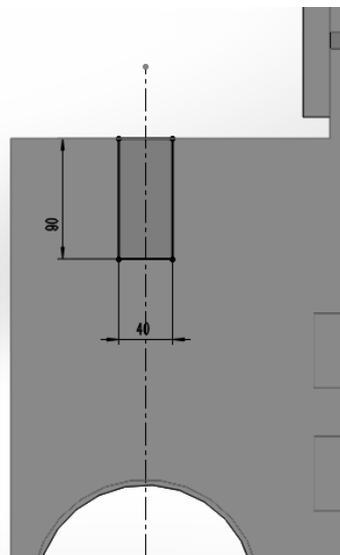


图 4-16 摆臂机构安装位

- (11) 整个零件雏形已出，通过运用【镜向】命令，将以上所作的特征，以一个面为中心面，镜像复制出零件的另一部分(如图 4-17, 图 4-18)。

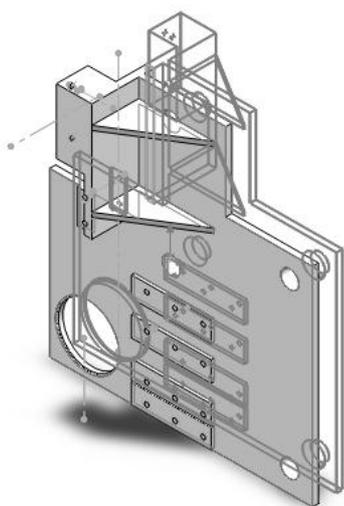


图 4-17 镜向命令效果



图 4-18 镜向面与镜向特征设置

- (12) 在步骤 1 中拉伸的凸台侧面,紧贴步骤 4 中拉伸的凸台的下方拉伸一凸台,并打上 4 个 M10 的螺纹孔(如图 4-19、图 4-20)。

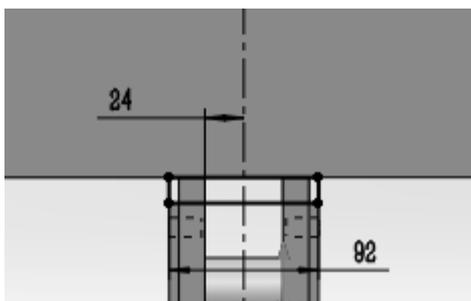


图 4-19 纵进机构安装板

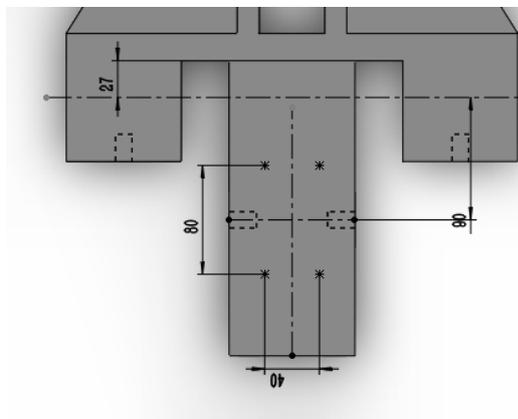


图 4-20 螺纹孔位置

- (13) 在步骤 1 中拉伸的凸台另一侧面,拉伸宽为 160mm,并与该边缘等高的凸台。深度为 20mm,并在其表面拉伸切除出 8 个直径为 18mm 的孔(如图 4-21)。

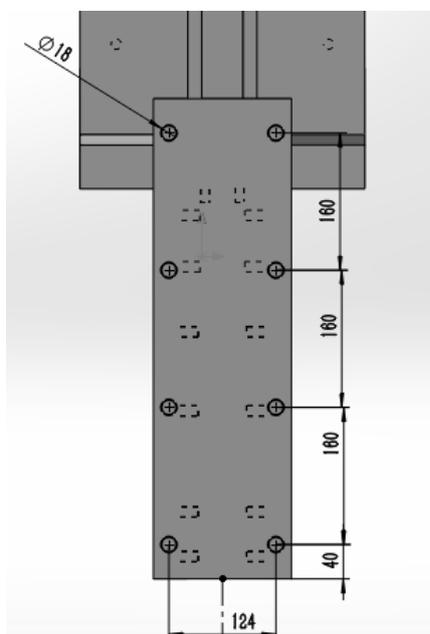


图 4-21 底座安装孔位置

#### 4.2.2 关于零件 CH1-7-9 轴座建模步骤

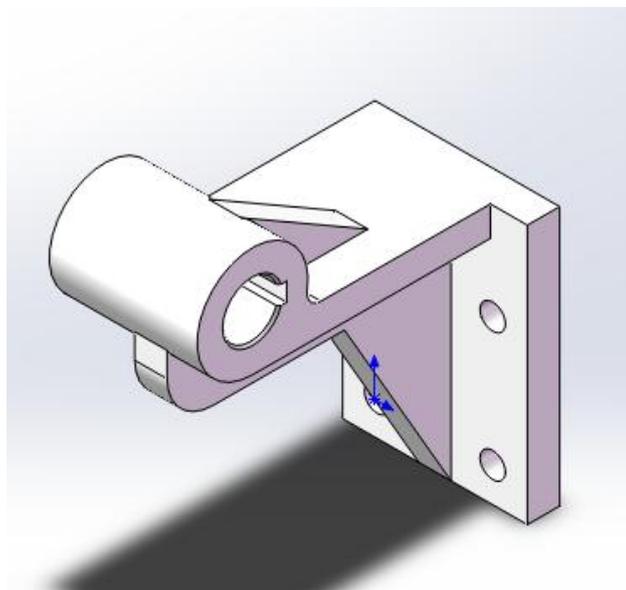


图 4-22 零件 CH1-7-9 轴座

- (1) 以右视面为草绘平面，选择【直线工具】进行绘图，并选择部分轮廓进行拉伸（如图 4-23、图 4-24）。

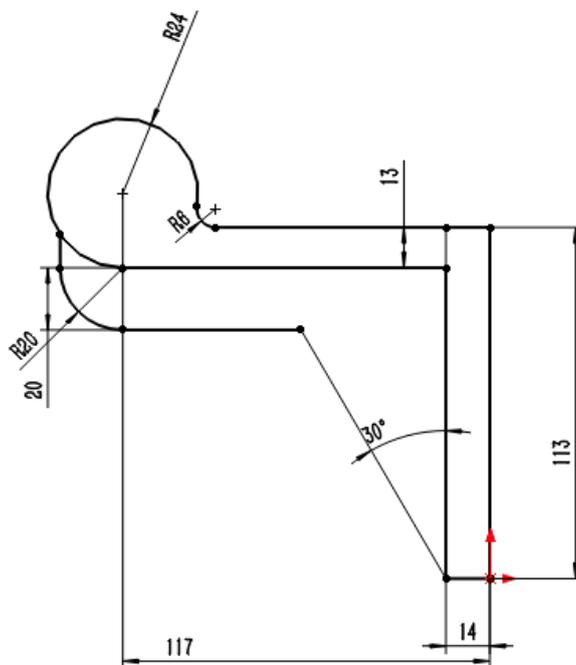


图 4-23 轮廓草图

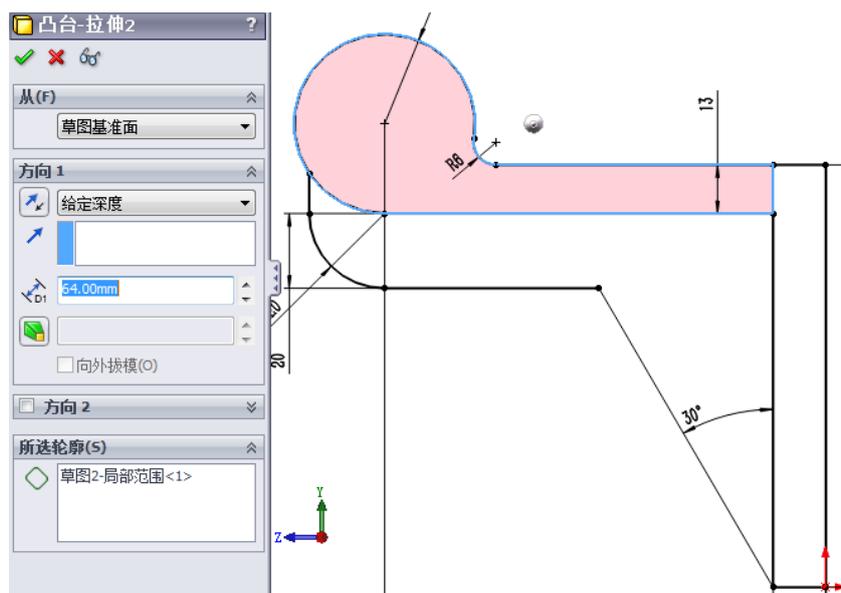


图 4-24 拉伸特征设置

- (2) 选择【拉伸凸台】 命令，并运用图 1 草图，选择其他部分拉伸凸台（如图 4-25）

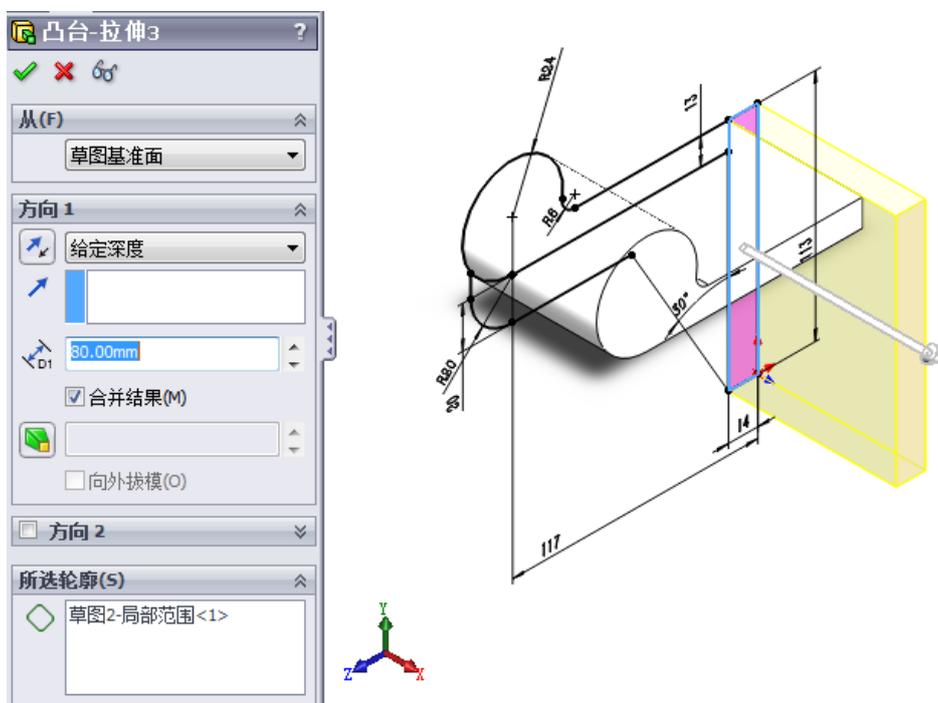


图 4-25 拉伸特征设置

- (3) 选择【基准面】命令，新建一个基准面 1，并以该平面为草绘平面（如图 4-26）。

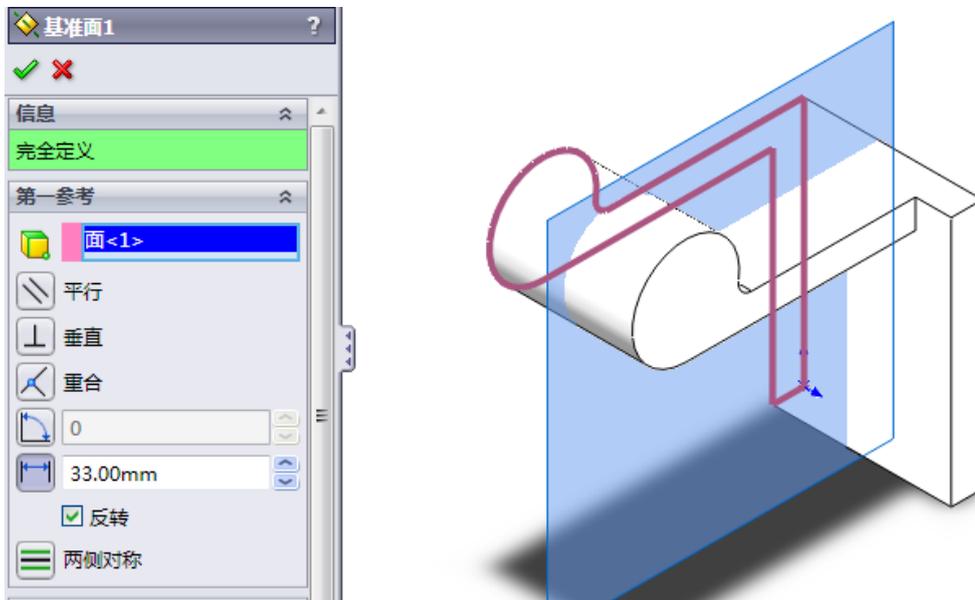


图 4-26 拉伸特征设置

- (4) 运用【转换实体引用】命令，将图 1 的草图复制到基准面 1，并运用步骤 2 的方法拉伸实体（如图 4-27）

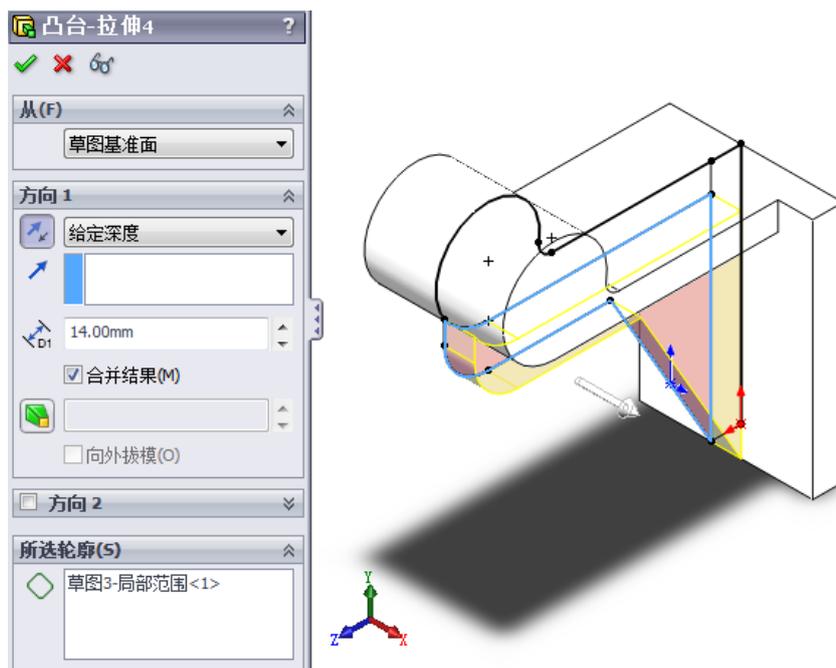


图 4-27 拉伸特征设置

- (5) 在步骤 1 拉伸的实体平面上，绘出草图，选择【拉伸切除】命令，切除实体，并运用倒角命令做出两边倒角（如图 4-28）。

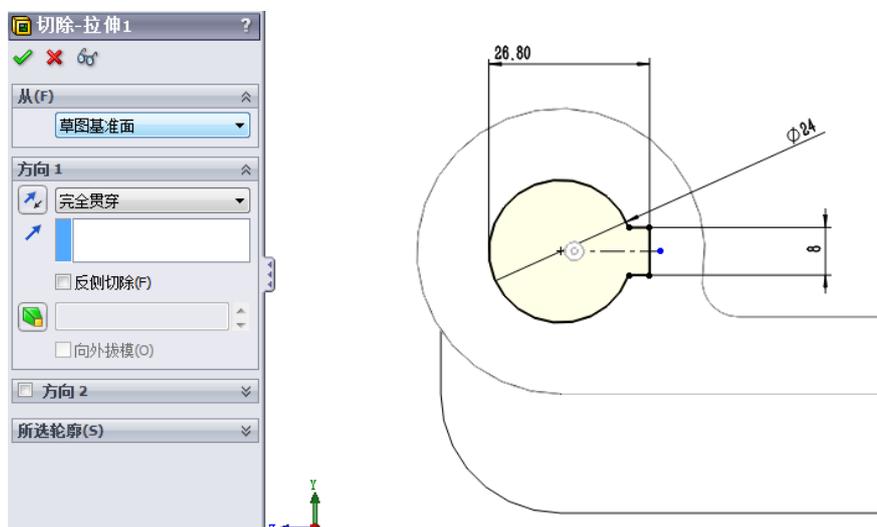


图 4-28 拉伸切除草图及设置

- (6) 在步骤 2 拉伸的实体的上表面上，绘出四个直径为 11mm 的圆，选择【拉伸切除】命令，切除实体（如图 4-29）。

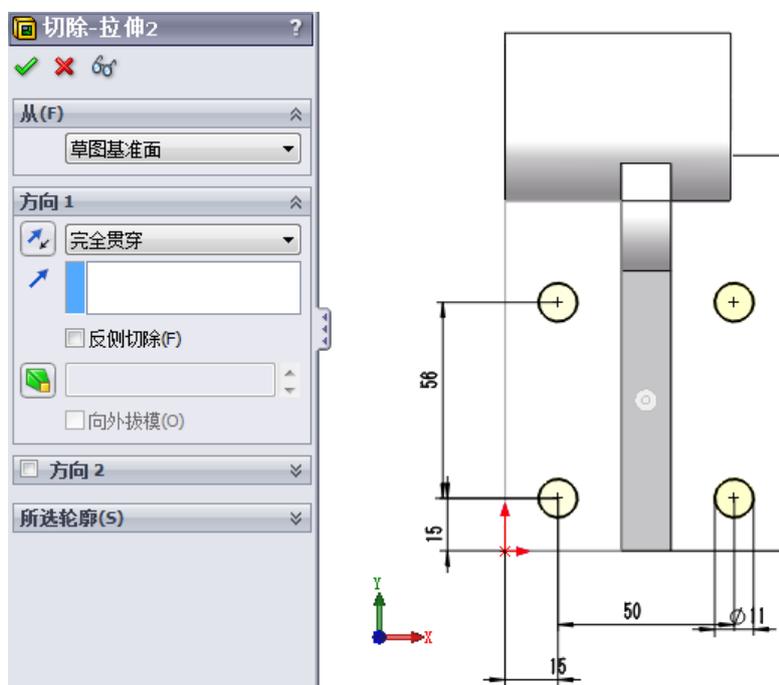


图 4-29 安装孔位置

(7) 最后选择【筋】命令，在基准面 1 上绘出一条直线，做出筋板（如图 4-30）。

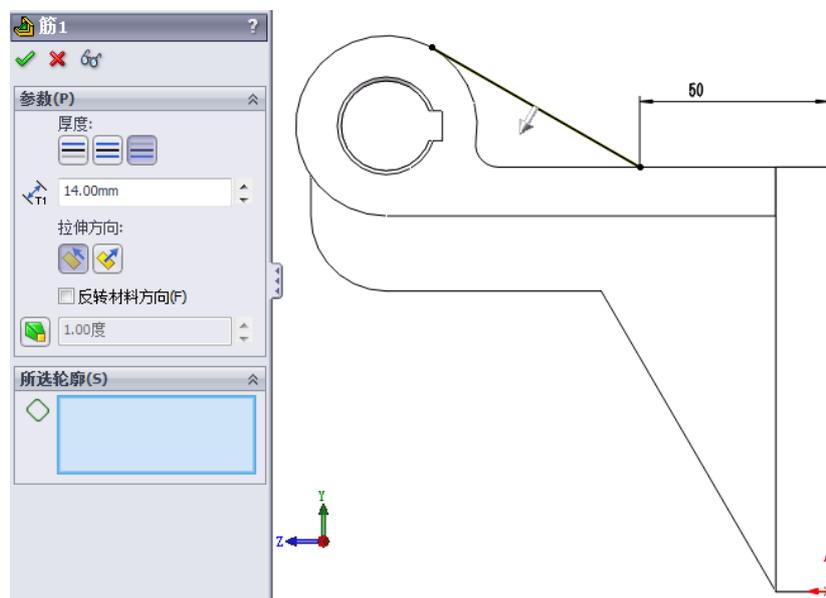


图 4-30 生成筋板

## 4.3 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床工程图设计

### 4.3.1 关于零件 CH1-16 琴头夹具工程图设计

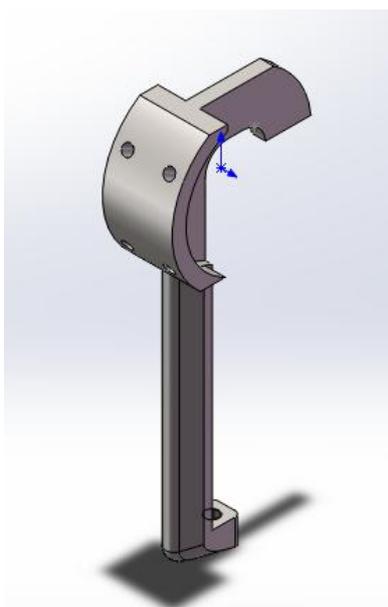


图 4-31 CH1-16 琴头夹具

- (1) 选择一个正视图方向；
- (2) 生成投影视图，点击【投影视图】命令，在正视图右侧单击左键，完成右视图放置；
- (3) 当前两个视图还不能完全表达零件特征，所以此时需要作出一个剖面视图，选择【剖面视图】命令后，会有出现【草图直线】命令，并在合适位置作出直线，并将剖面视图放到合适的位置；
- (4) 根据三维零件图可知，夹具左右两边有 4 个安装孔，和 1 个定位孔，所以此时还需要运用【断开的剖视图】命令，在右视图上完成剖视图；
- (5) 零件特征已经完全表达清晰后，此时开始对零件进行尺寸标注、公差标注、孔标注和表面粗糙度。
- (6) 检查工程图是否出现错误后，填写完整右下角的标题栏。（如图 4-32）

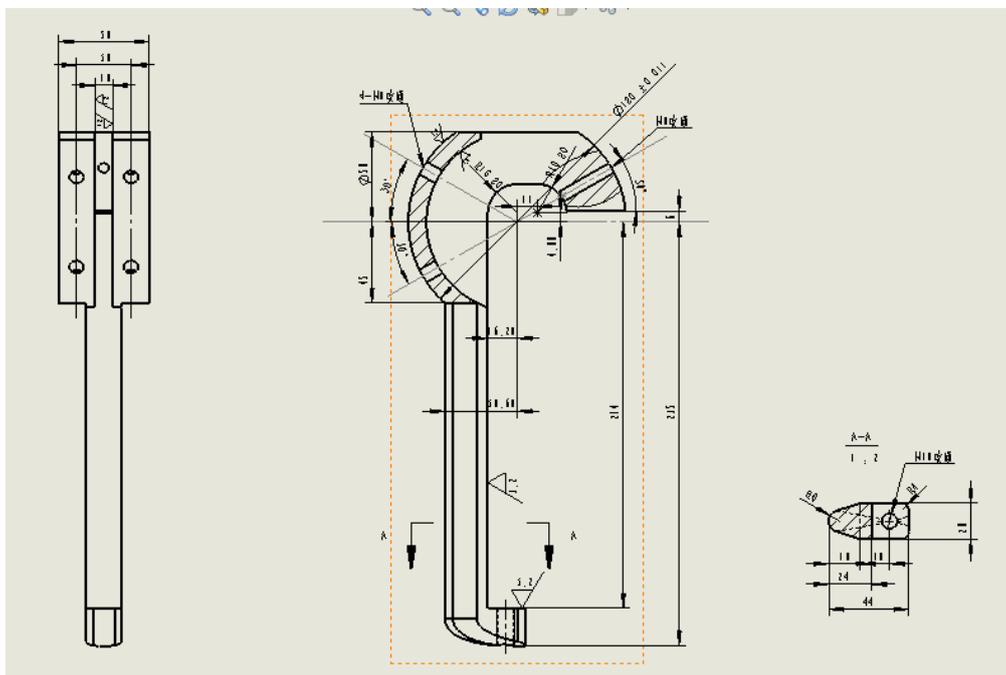


图 4-32 CH1-16 琴头夹具工程图

## 4.4 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床装配图设计

### 4.4.1 关于装配体 CH1-7-0 摆臂机构装配图设计

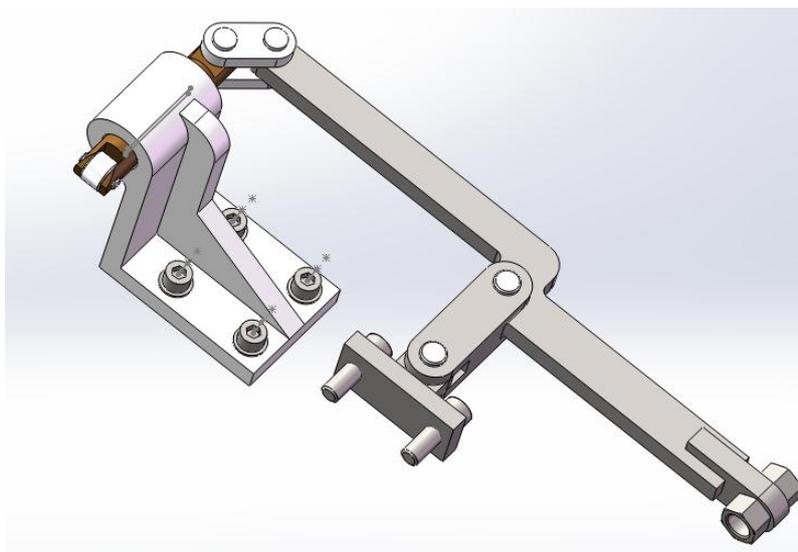


图 4-33 CH1-7-0 摆臂机构

- (1) 插入零部件，首先将第一个零件“轴座”的原点与装配体的原点重合，此时此零件被视为固定，然后再插入其他需要的零部件。
- (2) 零部件插入完成后，开始进行零件配合，单击【配合】命令，再选择轴座的轴孔和销轴的外圆柱面，点击确认后 SolidWorks 自动地将这两个零件添加上同轴心的关系，随后，将销轴移动到合适的位置。
- (3) 点击销轴图示上左端的孔，及滚轮的内孔，添加【同轴心】关系，然后选择高级配合上的【宽度配合】，分别选择销轴左端上的两平面，再点击薄片参考，选择滚轮左右两平面，点击确认后 SolidWorks 自动地将这两个零件添加上宽度的关系。随后选上销的圆柱面和销轴上的孔，添上【同轴心】的关系。
- (4) 点击销轴上右端平面，使得与铰链板的一平面重合，并将各自的孔添上同轴心的关系。下铰链板如是。并将销安装上。
- (5) 铰链板的另一个孔是连接摆臂，将铰链板的孔与摆臂的孔赋予【同轴心】配合关系，并运用宽度配合使摆臂居于两铰链板中间。
- (6) 摆臂的中部连接铰链臂，铰链臂连接支承座，同样是运用【同轴心】与宽度完成配合，最后将销安装上。

- (7) 成功装配好后，点击评估中得干涉检查，确认没干涉后，选择文件中得【从装配体制作工程图】。
- (8) 选择合适的投影视图作为主视图，并放置到图纸上，运用【智能尺寸】命令，标上装配体的整体尺寸。
- (9) 运用注解上的【表格】命令上的【材料明细表”】，点击主视图，生成明细表，并运用【零件序号】命令，给各零件标上序号及部分零件名称。
- (10) 检查工程图是否出现错误后，填写完整右下角的标题栏。

## 4.5 应用 Solidworks 软件进行琴柄铣床指定零件受力分析

### 4.5.1 CH1-9 支承座零件受力分析过程

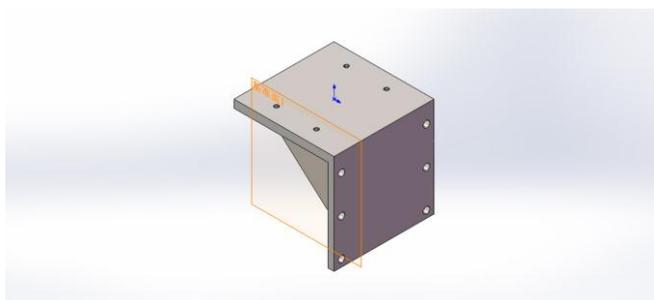


图 4-34 CH1-9 支承座

- (1) 在支承座的侧面 6 个安装孔添加夹具，则此 6 个孔将被视为固定点。

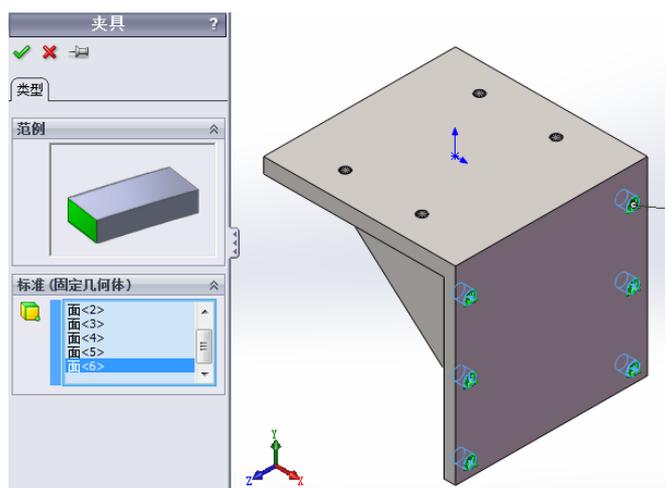


图 4-35 添加夹具

(2) 在支承座的上表面添加一个近似导轨板、导轨、滑块以及电机对上表面的重力的载荷，此载荷约为 300N。

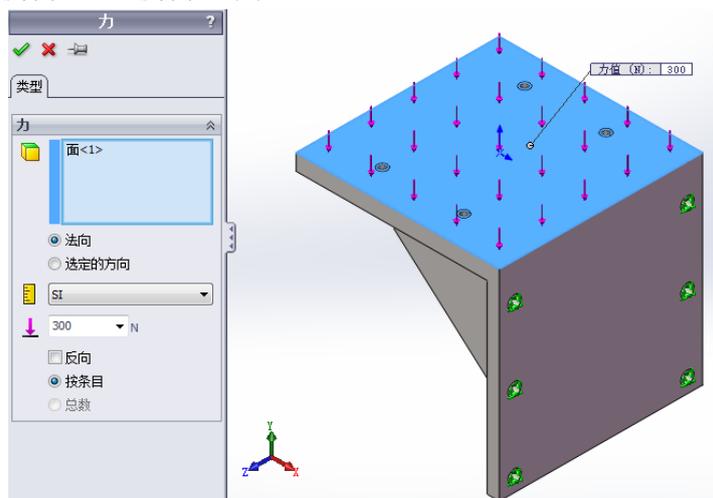


图 4-36 添加载荷

(3) 指定零件材质后，点击【下一步】，确认无误后点击【运行模拟】。

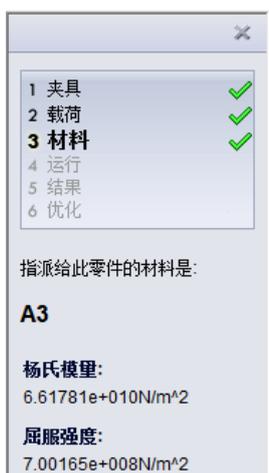


图 4-37 材料指定

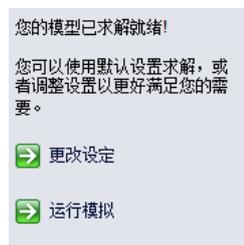


图 4-38 运行模拟

(4) 点击【显示 von Mises 应力】和【显示位移】查看结果

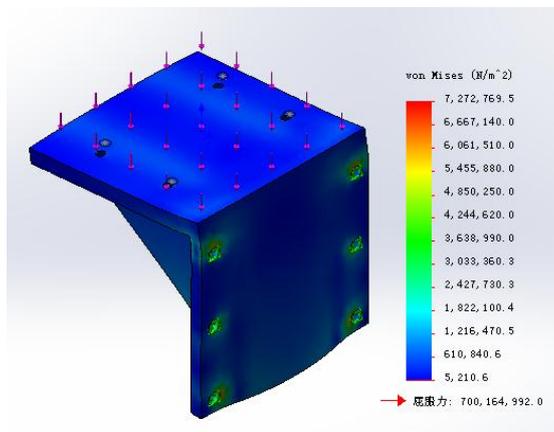


图 4-39 CH1-9-SimulationXpress Study-应力-Stress

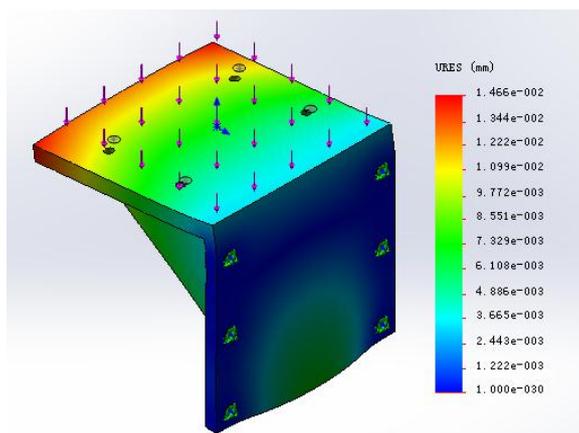


图 4-40 CH1-9-SimulationXpress Study-位移-Displacement

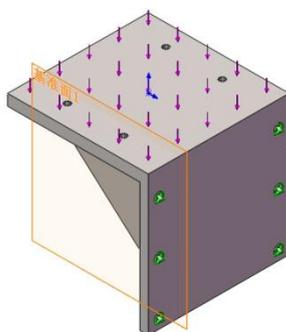
(5) 点击【查阅结果完毕】后，点击【生成报表】，系统将会自动生成一个 Work 文档。以下陈述的为报表内容。

### CH1-9 支承座零件受力分析报表

#### 说明

此为支承座，上方放置导轨板，导轨，滑块以及电机。

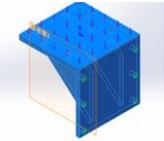
表格 4-1 模型信息



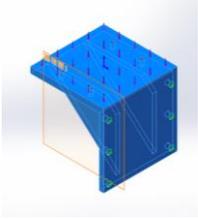
模型名称: **CH1-9**

当前配置: **默认**

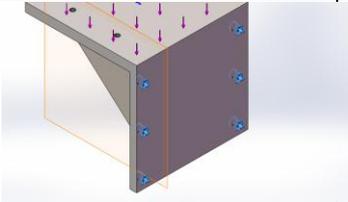
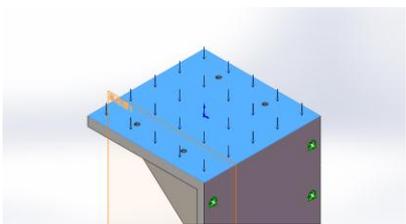
实体

文档名称和参考引用	视为	容积属性	文档路径/修改日期
<b>镜向 1</b> 	<b>实体</b>	质量:10.901 kg 体积:0.00137987 m <sup>3</sup> 密度:7900 kg/m <sup>3</sup> 重量:106.83 N	E:\毕业设计 \ch1\CH1-9.SLDPR T <b>May 01 15:09:32</b> <b>2013</b>

表格 4-2 材料属性

模型参考	属性	零部件
	名称: <b>A3</b> 模型类型: <b>线性弹性同向性</b> 默认失败准则: <b>未知</b> 屈服强度: <b>7.00165e+008</b> <b>N/m^2</b> 张力强度: <b>1.51658e+008</b> <b>N/m^2</b>	<b>SolidBody 1(镜向1)(CH1-9)</b>

表格 4-3 载荷和夹具

夹具名称	夹具图像	夹具细节
<b>固定-3</b>		实体: <b>6 面</b> 类型: <b>固定几何体</b>
载荷名称	装入图像	载荷细节
<b>力-3</b>		实体: <b>1 面</b> 类型: <b>应用法向力</b> 值: <b>300 N</b>

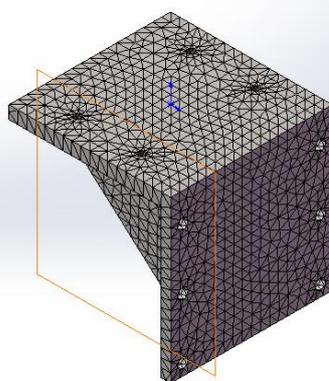
表格 4-4 网格信息

网格类型	实体网格
所用网格器:	标准网格
自动过渡:	关闭
包括网格自动环:	关闭
雅可比点	4 点
单元大小	11.1355 mm
公差	0.556773 mm
网格品质	高

表格 4-5 网格信息 - 细节

节点总数	17229
单元总数	9562
最大高宽比例	5.0969
单元 (%), 其高宽比例 < 3	98.9
单元 (%), 其高宽比例 > 10	0
扭曲单元(雅可比)的 %	0
完成网格的时间(时;分;秒):	00:00:02
计算机名:	PC-201208032247

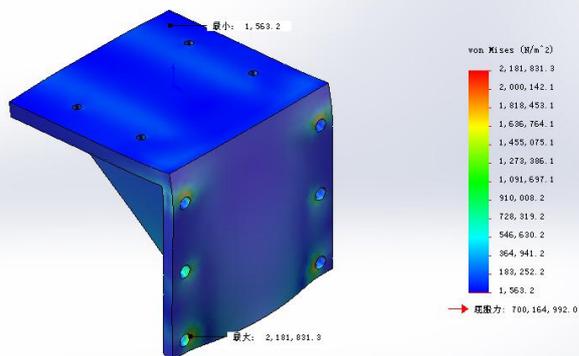
模型名称: CH1-9  
 算例名称: SimulationXpress Study  
 网格类型: 实体网格



表格 4-6 算例结果

名称	类型	最小	最大
<b>Stress</b>	VON: von Mises 应力	1563.18 N/m <sup>2</sup> 节: 242	2.18183e+006 N/m <sup>2</sup> 节: 66

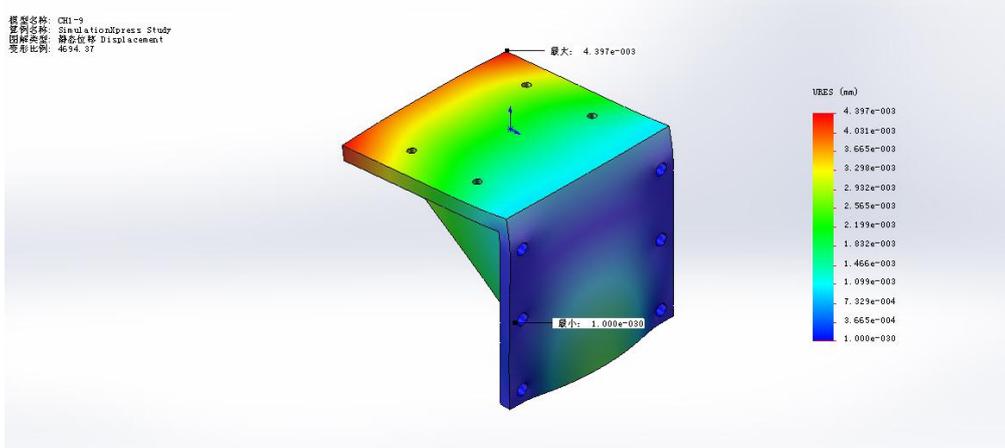
模型名称: CH1-9  
 算例名称: SimulationXpress Study  
 图例名称: 应力 Stress  
 变形比例: 4634.37



CH1-9-SimulationXpress Study-应力-Stress

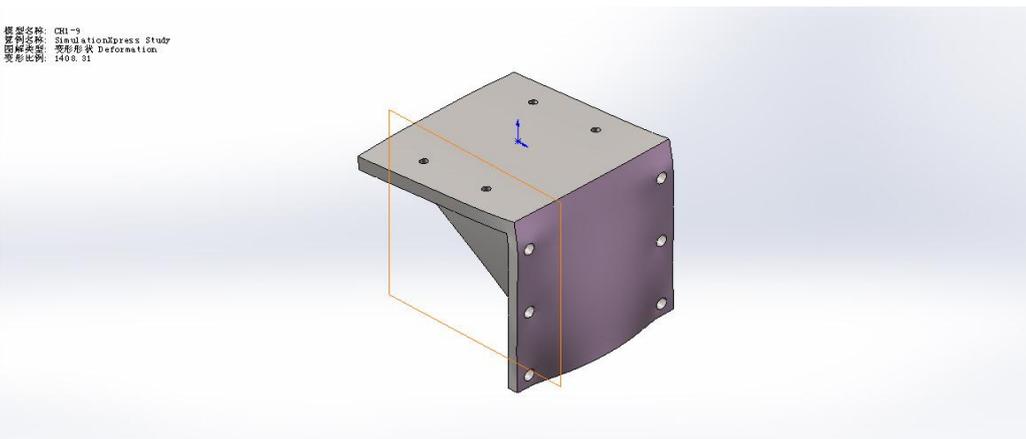
表格 4-7 算例结果（续）

名称	类型	最小	最大
<b>Displacement</b>	URES:合位移	0 mm 节: 1	0.00439744 mm 节: 923



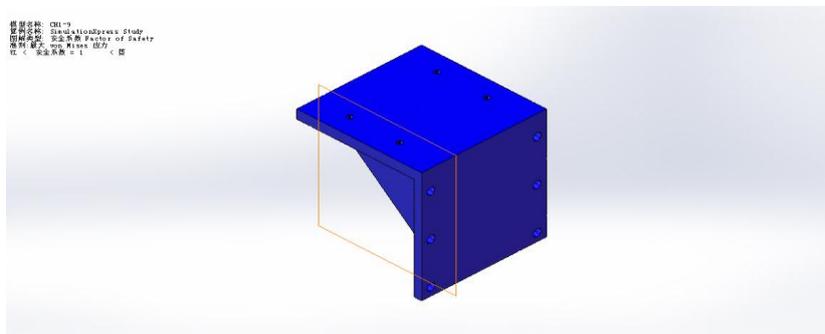
CH1-9-SimulationXpress Study-位移-Displacement

名称	类型
<b>Deformation</b>	变形形状



CH1-9-SimulationXpress Study-位移-Deformation

名称	类型	最小	最大
<b>Factor of Safety</b>	最大 von Mises 应力	320.907 节: 66	447911 节: 242



CH1-9-SimulationXpress Study-安全系数-Factor of Safety

### 4.5.2 CH1-7-9 轴座零件受力分析

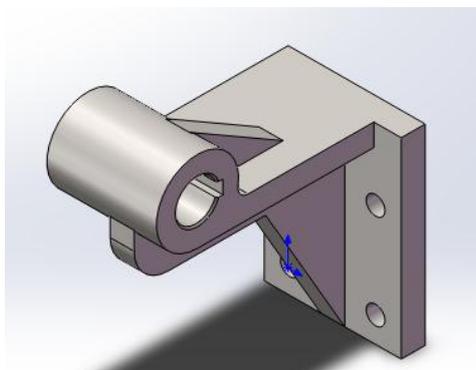
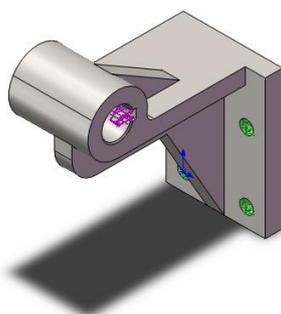


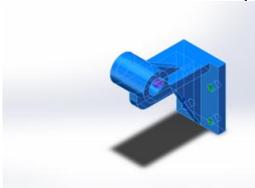
图 4-41 CH1-7-9 轴座

图表 4-7 模型信息

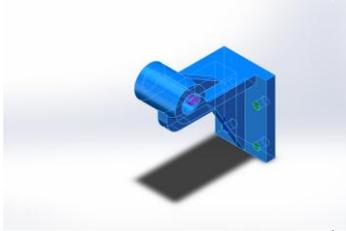


模型名称: **CH1-7-9 左**

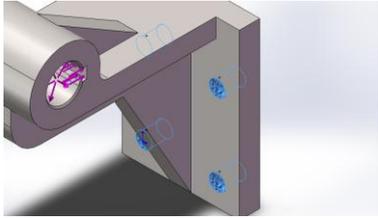
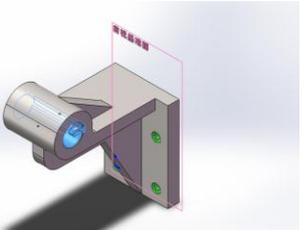
当前配置: **默认**

实体			
文档名称和参考引用	视为	容积属性	文档路径/修改日期
<b>筋 1</b> 	<b>实体</b>	质量:2.4377 kg 体积:0.000348243 m <sup>3</sup> 密度:7000 kg/m <sup>3</sup> 重量:23.8894 N	E:\毕业设计 \ch1\CH1-7-9 左.SLDPRT <b>May 24 13:44:00                      2013</b>

图表 4-8 材料属性

模型参考	属性	零部件
	名称: 灰口铸铁 模型类型: 线性弹性同向性 默认失败准则: 未知 屈服强度: 7.00165e+008 N/m <sup>2</sup> 张力强度: 1.51658e+008 N/m <sup>2</sup>	SolidBody 1(筋1)(CH1-7-9 左)

图表 4-9 夹具与载荷

夹具名称	夹具图像	夹具细节
固定-1		实体: 4 面 类型: 固定几何体
载荷名称	装入图像	载荷细节
力-1		实体: 2 面, 1 基准面 类型: 应用法向力 值: 50 N

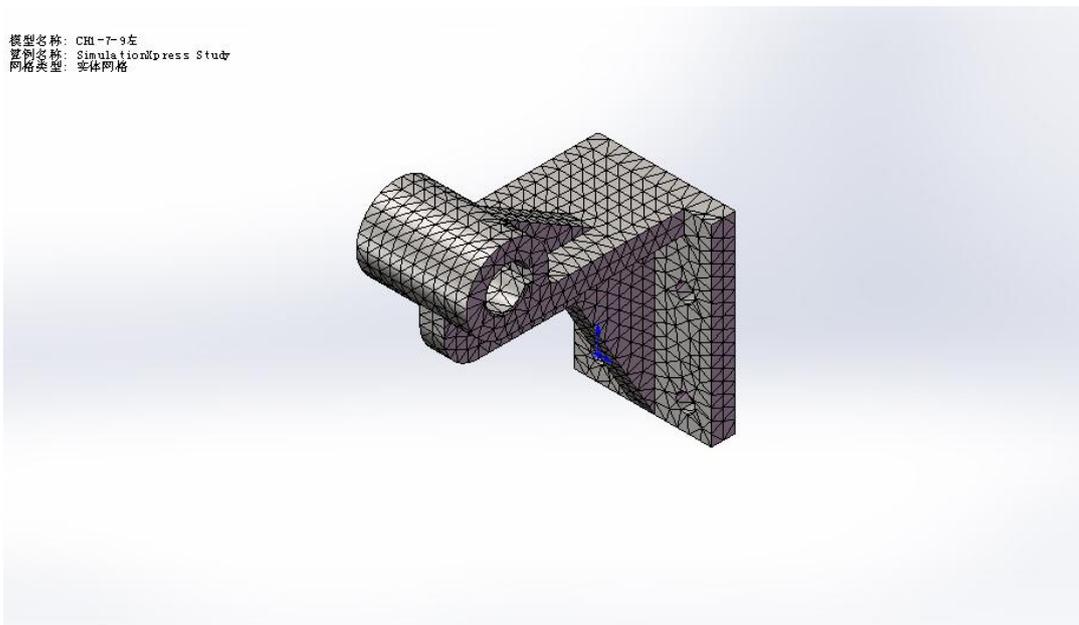
图表 4-10 网格信息

网格类型	实体网格
所用网格器:	标准网格
自动过渡:	关闭
包括网格自动环:	关闭
雅可比点	4 点
单元大小	7.03735 mm
公差	0.351868 mm
网格品质	高

图表 4-11 算例结果

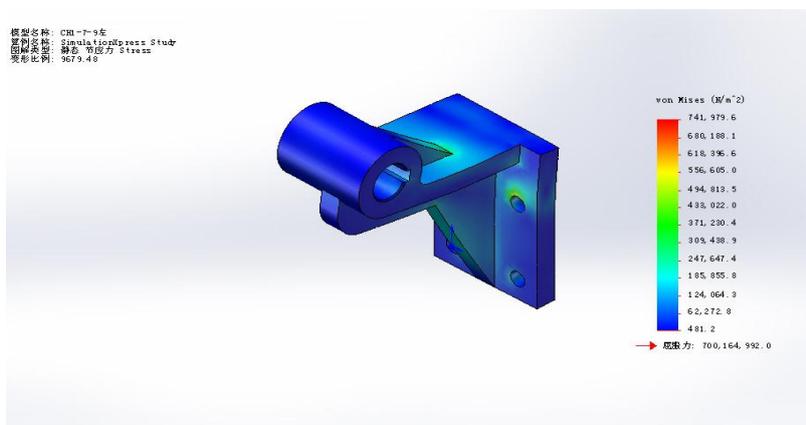
节点总数	13413
单元总数	7918
最大高宽比例	11.525
单元 (%), 其高宽比例 < 3	97.9
单元 (%), 其高宽比例 > 10	0.0126
扭曲单元(雅可比)的 %	0
完成网格的时间(时;分;秒):	00:00:03
计算机名:	PC-201208032247

模型名称: CH1-7-9左  
算例名称: SimulationXpress Study  
网格类型: 实体网格



名称	类型	最小	最大
Stress	VON: von Mises 应力	481.214 N/m <sup>2</sup> 节: 779	741980 N/m <sup>2</sup> 节: 943

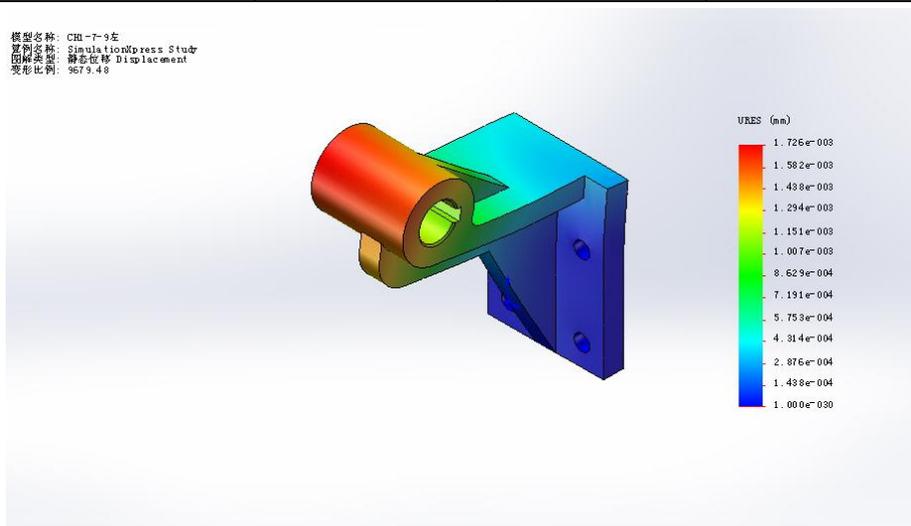
模型名称: CH1-7-9左  
算例名称: SimulationXpress Study  
分析类型: 静态, 带应力 Stress  
变形比例: 1079.40



CH1-7-9 左-SimulationXpress Study-应力-Stress

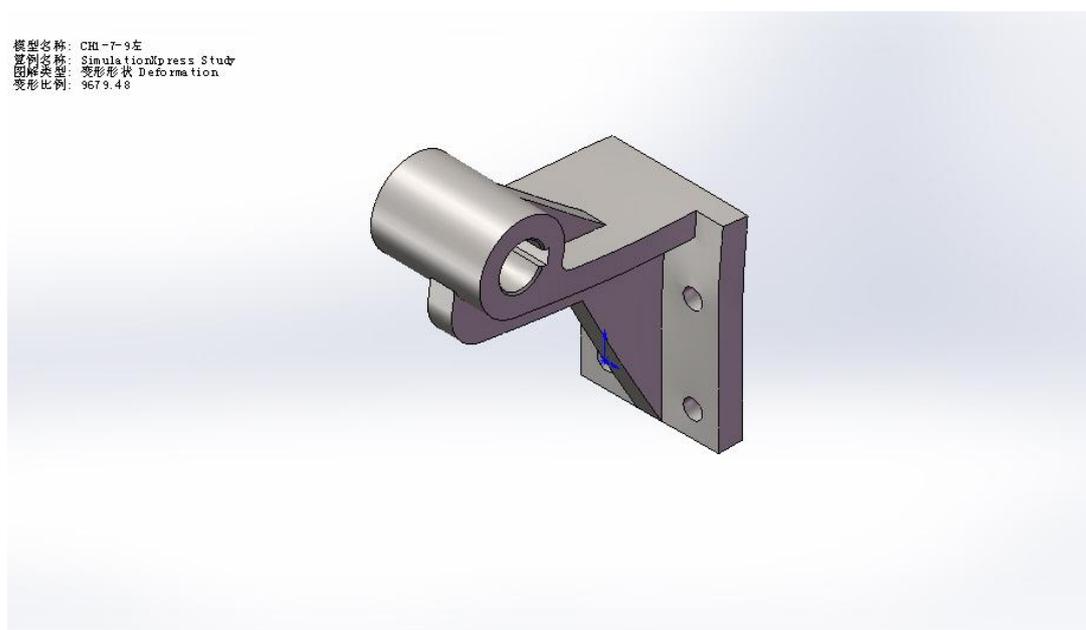
图表 4-11 算例结果(续)

名称	类型	最小	最大
Displacement	URES:合位移	0 mm 节: 1	0.00172579 mm 节: 189



CH1-7-9 左-SimulationXpress Study-位移-Displacement

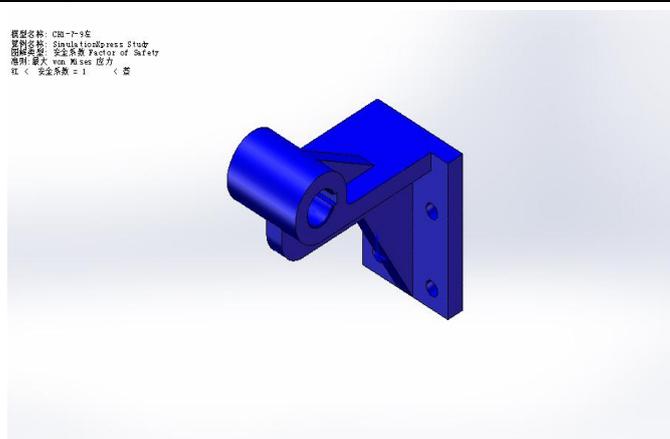
名称	类型
Deformation	变形形状



CH1-7-9 左-SimulationXpress Study-位移-Deformation

图表 4-11 算例结果(续)

名称	类型	最小	最大
Factor of Safety	最大 von Mises 应力	943.644	1.455e+006
		节: 943	节: 779



CH1-7-9 左-SimulationXpress Study-安全系数-Factor of Safety

## 4.6 本章小结

通过工作原理, 建模, 装配, 工程图, 力学分析五部分的讲述, 对 SolidWorks 应用和小提琴琴柄铣床的有了进一步认识, 清楚明白了总的设计思路, 灵活地运用各 SolidWorks 命令实现小提琴琴柄铣床的加工, 提高铣床加工的可能性。



## 第5章 三维建模的概述

### 5.1 零件图设计要点（根据已有 AutocAD 图纸，出三维图要点）

进行零件建模前，一般应进行深入的特征分析，搞清楚零件是由那几个特征组成，明确各个特征的形状，他们之间的相对位置和表面连接关系，然后按照特征的主次关系，按一定的顺序进行建模。一个复杂的零件，可能是许多个简单特征经过相互之间的叠加、切除或相交组成。所以零件建模时，特征的生成顺序十分重要，不同的建模过程虽然可以构造出同样的实体零件，但其造型过程及实体的构型结构却直接影响到实体模型的稳定性、可修改性、可理解性及实体模型的应用。

尤其在二维图纸上，我们能看到的只是零件的平面图，而内部特征则以虚线给予表示，另外还有零件的相贯线，这表示了各个特征相交时出现线段。在零件的草图绘制过程中，必须要选好第一个草绘平面，这很关键，这个平面决定了往后建模的所用到的命令，简单的说，一个圆柱可以作一个圆形然后拉伸，也可以作一个长方体旋转，虽然他们的结果都一样，但所用的草绘平面和命令就截然不同。如果我们要的是一条轴，那我们就应该选择第二种方法为好了。

由于此设计的零件都是比较规则的零件，所用到的命令大部分是拉伸命令和旋转命令，而且很多零件都是拥有对称关系，所以为了节省时间，提高效率，经常会用到镜向特征命令。

### 5.2 零件图出工程图要点

一张完整的工程图应具备以下 4 方面的内容。

- (1) 一组视图：用一组视图（其中包括视图、剖视图、断面图、局部放大图）正确、完整、清晰地表达零件各部分的结构形状。
- (2) 尺寸：确定零件各部分形状的大小和位置
- (3) 技术要求：表明零件在制造和检验是应达到的一些要求，如表面粗糙度、尺寸公差、形位公差、材料热处理方式和指标等。
- (4) 标题栏：注明零件名称、材料、数量、图样比例以及图号等内容。

### 5.3 装配图安装要点

零件的装配步骤如下：

- (1) 单击【新建文件】图标，系统显示新建 SolidWorks 文件对话框，双击该对话框中得装配体选项，即可进入装配体工作模式。
- (2) 调入第一个零件模型并放置在装配体的原点处，即零件原点与装配体原点重合。
- (3) 调入一个与第一个零件模型有装配关系的零件模型。分析两个零件之间的装配约束关系，然后选取相应的约束选项进行零件操作。
- (4) 调入其他与已装配零件有装配关系的零件模型并进行装配。
- (5) 全部零件装配完毕后，将装配体模型存盘。

### 5.4 受力分析要点

本次受力分析是运用 SolidWorks 软件中的 SimulationXpress 应力分析应用。选择【SimulationXpress】菜单命令，弹出【SimulationXpress】对话框。

- (1) 【夹具】选项卡：应用约束到模型的面。
- (2) 【载荷】选项卡：应用力和压力到模型的面。
- (3) 【材料】选项卡：指定材质到模型。
- (4) 【运行】选项卡：可以选择使用默认设置进行分析或者更改设置。
- (5) 【结果】选项卡：根据特定准则优化模型尺寸。

使用 SimulationXpress 完成分析需要以下五个步骤

- (1) 应用约束。
- (2) 应用载荷。
- (3) 定义材质。
- (4) 分析模型。
- (5) 查看结果。<sup>[3]</sup>

## 总 结

### 一、三维软件设计要点

通过此次设计，又一次提升了运用三维软件的水平，并吸收了不少经验，总结为以下几点。

- (1) 有零件图纸作图与空想设计作图不同，零件尺寸已经给出，作图时先不考虑尺寸是否真的合适，根据尺寸作出零件的三维图，但到装配时必须要考虑尺寸是否合适，由于 AutoCAD 图纸效果不好，导致尺寸会有出错，甚至有出现欠定义尺寸，所以，此时必须通过配合后在衡量尺寸，再进行修改，直到满足配合要求。
- (2) 工具集的确方便了作图，通过选择零件类型，输入数据，就能生成出标准零件，但有时需要用到的零件在工具集上也未必能找到，所以此时要随机应变，运用其他零件代替并通过修改或添加零件使其满足要求。
- (3) 作三维图时要灵活变通，解决问题的方法总比问题多，当一种方法不能正常作图时，试试另一种方法，这不但能完成零件制作，同时也可以培养出更好的作图思路，和打破规矩的新想法。
- (4) 规则的零件，要学会使用一些能够节省时间的命令，如镜向，阵列等，“能省则省”。
- (5) 关于装配，曾经带给我很大的阻碍，花了很多时间才弄清原因所在。在一可活动子装配体上，即使活动范围会产生干涉，也不能对其设定活动范围，如高级配合里的距离范围，和角度范围，即使在该活动范围并不影响父装配体，也不可设定。因为一旦设定范围后，在父装配体上会将子装配体视为完全定义的模型，这样会对子装配体之间的配合产生矛盾，将不能完成装配。
- (6) 看懂图是作图的首要任务，看图就是了解零件的工具，没有工具则无法制出零件，所以画图不能急于下笔，想透了零件的结构，想透图中的虚实线，这才是高效作图的重中之重。

## 二、设计感言

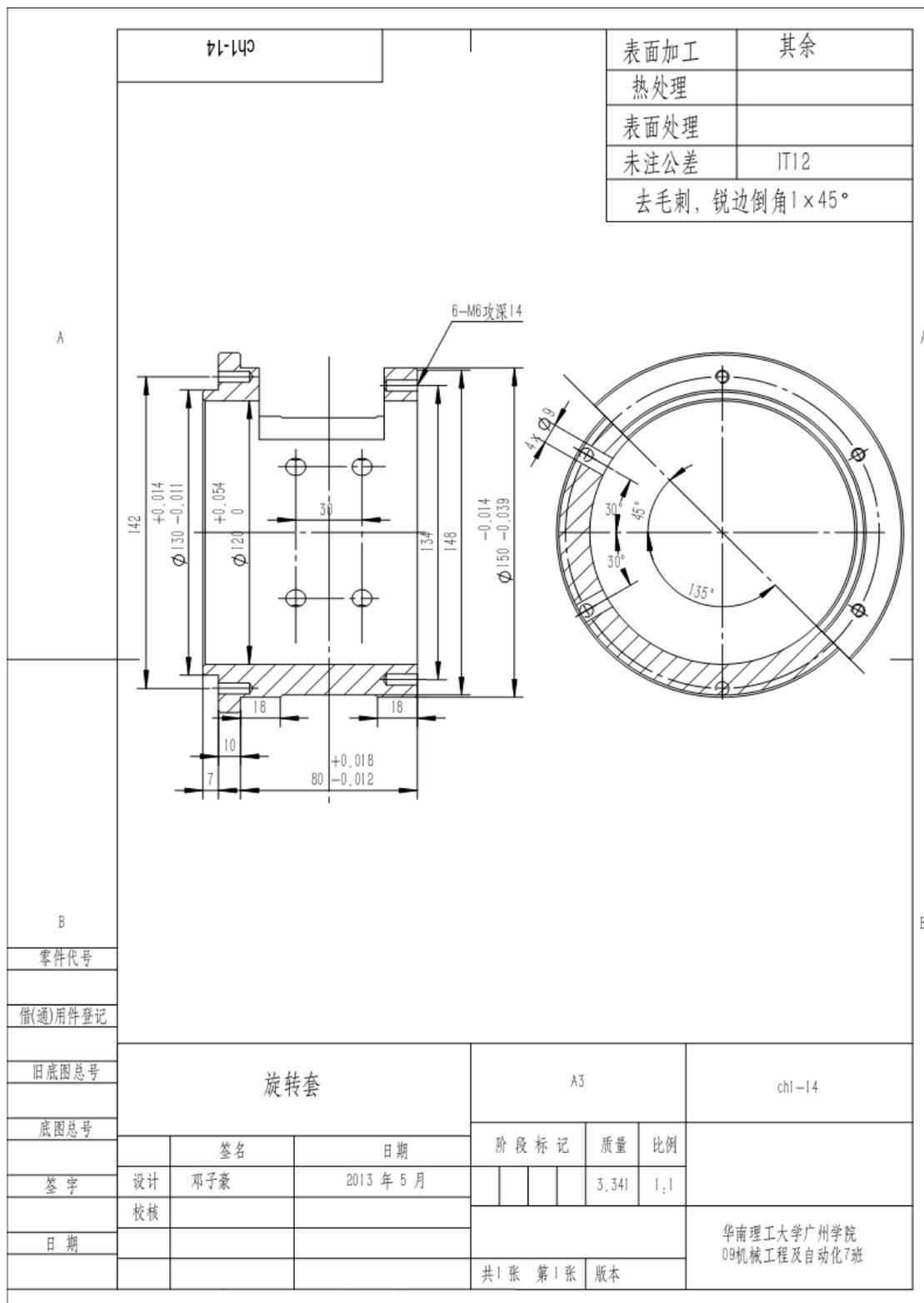
本次设计的主要涉及到乐器制造方面的知识，通过本次设计不但提高了对三维软件的应用，而且在查找资料，绘图的过程中，了解到不少乐器的历史，发展以及制造工艺上的知识。由于本次设计通过二维图纸绘制出三维零件，虽然大部分零件的构造都比较简单，但由于此次设计未真正接触过琴柄专用铣床，而且一直都不清楚琴柄机床是制作小提琴的哪一部分，所以还有很大程度上需要一直探讨，一直摸索。通过老师和同学的大力协助下，终于完成了此课题的研究。

## 参考文献

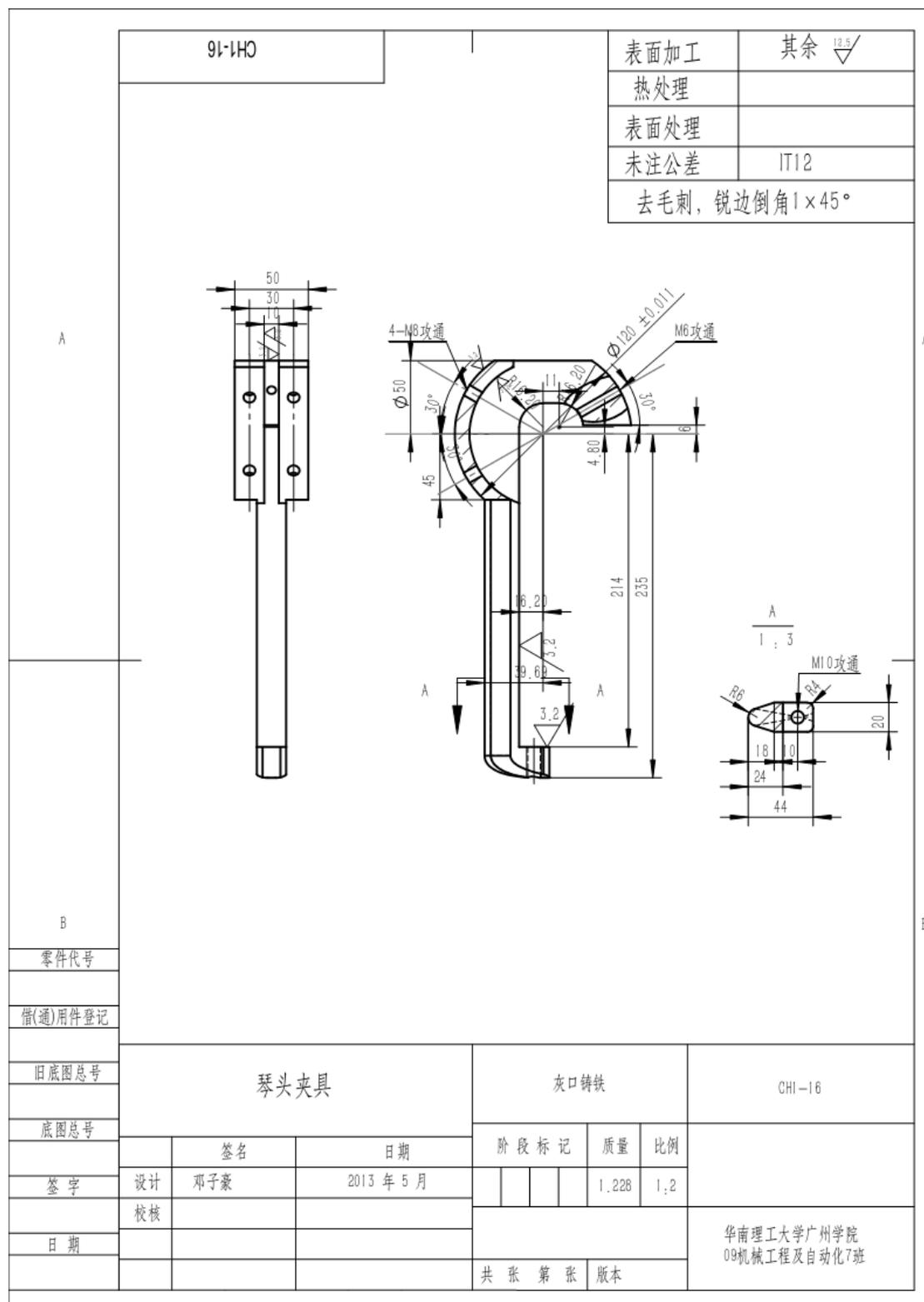
- [1]徐先玲, 李相状.现代乐器指南.北京.中国戏剧出版社
- [2]罗伯特·迪尔林[英].你不可不知道的世界乐器.北京.中国旅游出版社
- [3]赵果, 杨晓晋, 刘玥.SolidWorks2012 中文版机械设计实例入门与应用.北京.电子工业出版社
- [4]戴向国, 谷诤巍, 贾志新.SolidWorks2003 基础及应用教程.北京.人民邮电出版社
- [5]魏峥, 赵功,宋晓明.SolidWorks 设计与应用教程.北京.清华大学出版社
- [6]刘杨, 王静, 焦永和.北京.机械工业出版社
- [7]李琳, 李杞仪, 机械原理[M].北京: 中国轻工业出版社, 2009.
- [8]陈锦昌.计算机工程制图[M].广州: 华南理工大学出版社, 2006.
- [9]崇凯, 李楠, 郭娟, 机械制造技术基础课程设计指南[M].北京: 化工工业出版社, 2010.
- [10]刘登平.机械制造工艺及机床夹具设计[M].北京: 北京理工大学出版社, 2010.
- [11]濮良贵, 纪名刚, 机械设计.北京.高等教育出版社
- [12]梁耀能.机械工程材料.广州.华南理工大学出版社
- [13]何庭蕙, 黄小清, 陆小芳.广州.华南理工大学出版社
- [14]李育锡.机械设计.北京.高等教育出版社
- [15] W. Widhiada. Design and control of three fingers motion for dexterous assembly of compliant elements. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING, SCIENCE AND TECHNOLOGY

# 附录

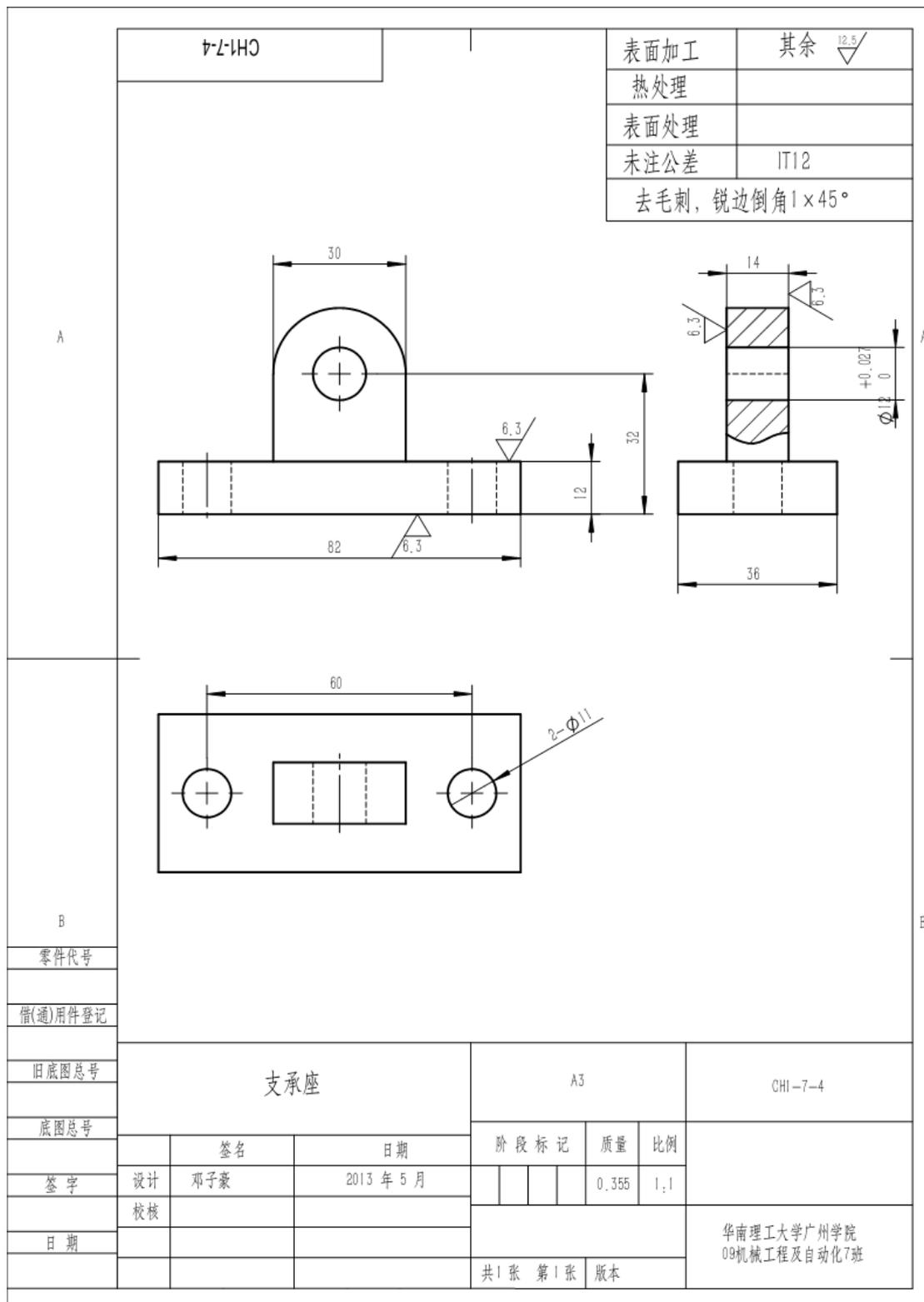
## 1、旋转套工程图



2、琴头夹具工程图

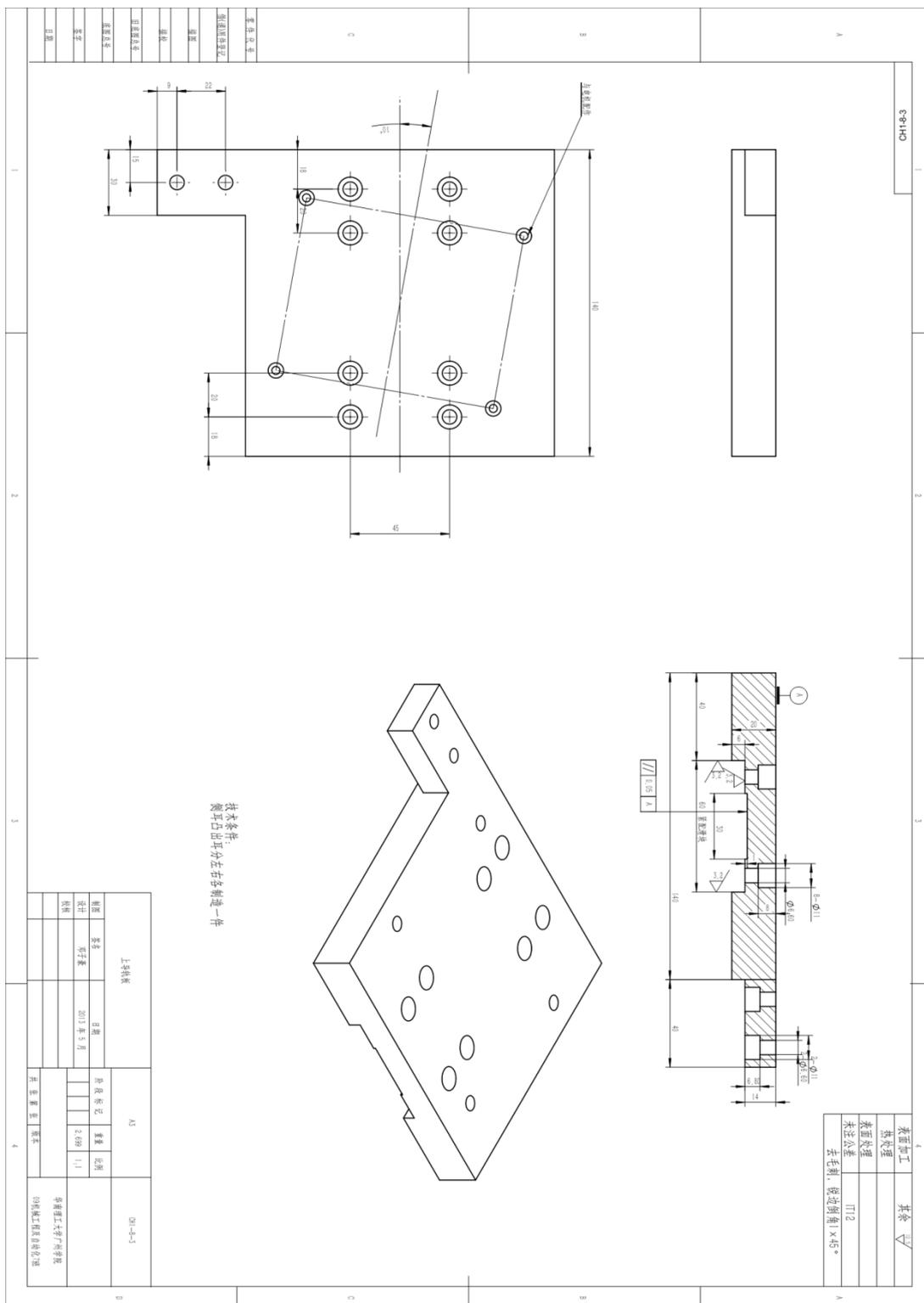


3、支承座工程图

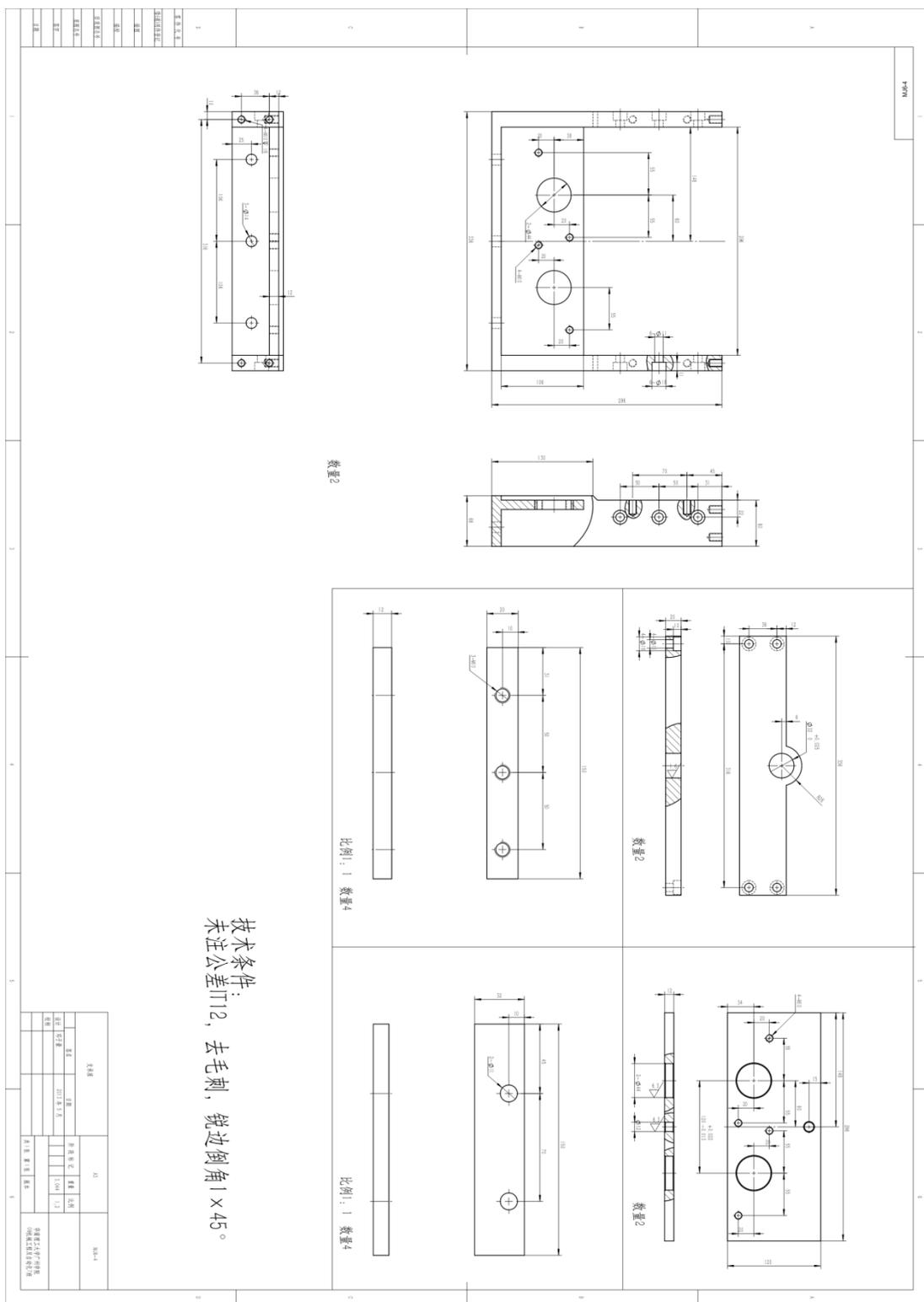




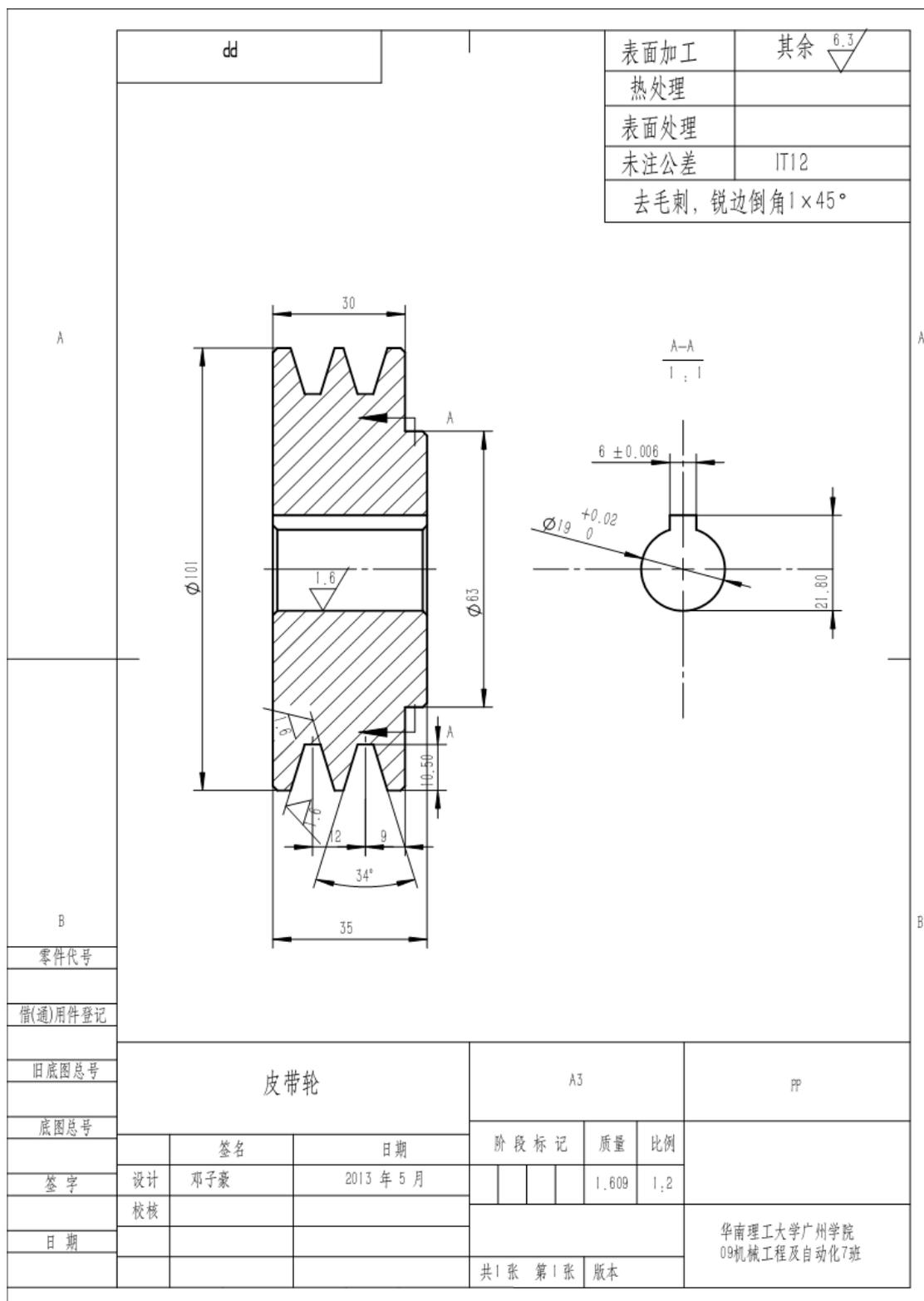
5、上导轨板工程图



6、支承座工程图

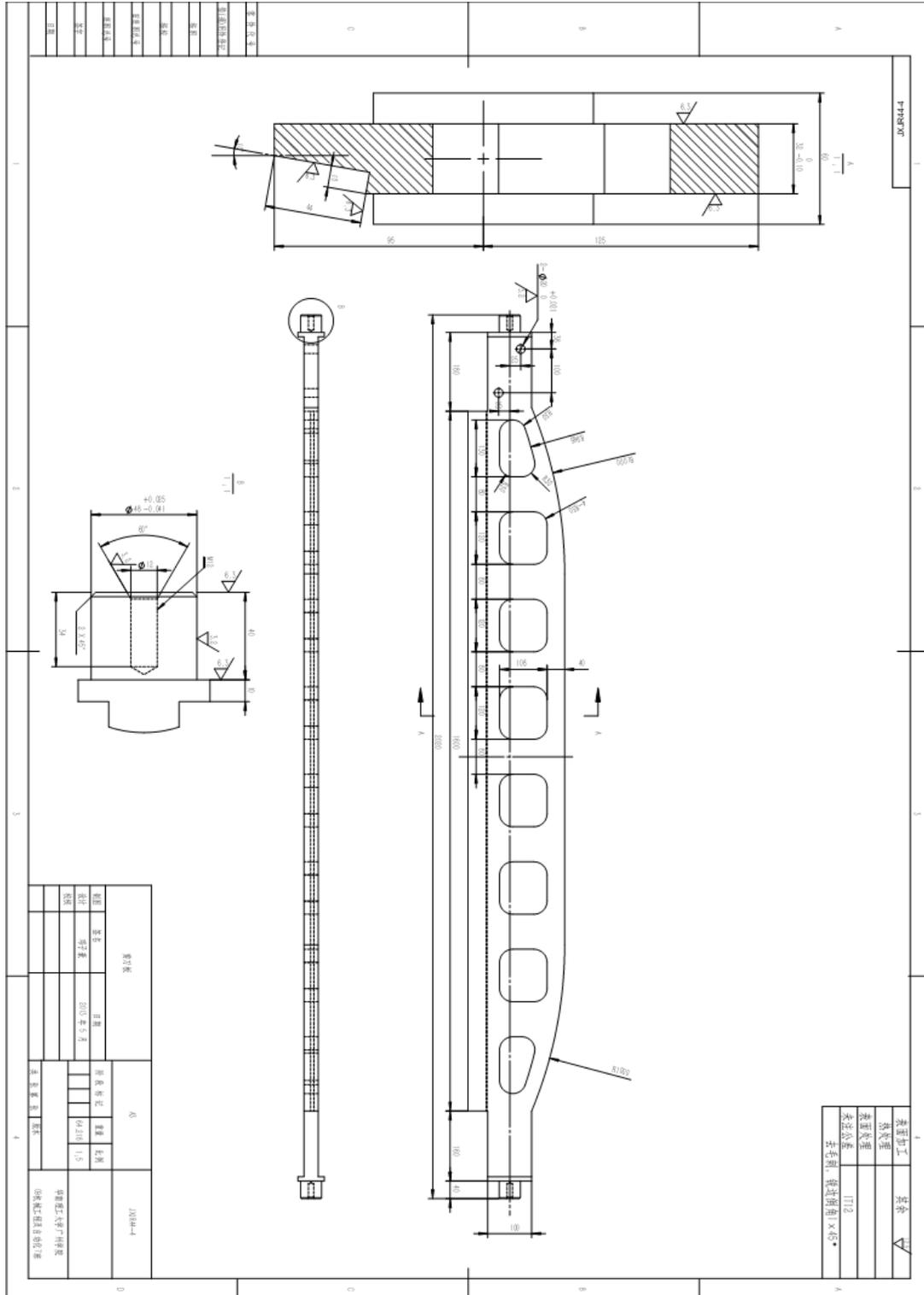


7、皮带轮工程图

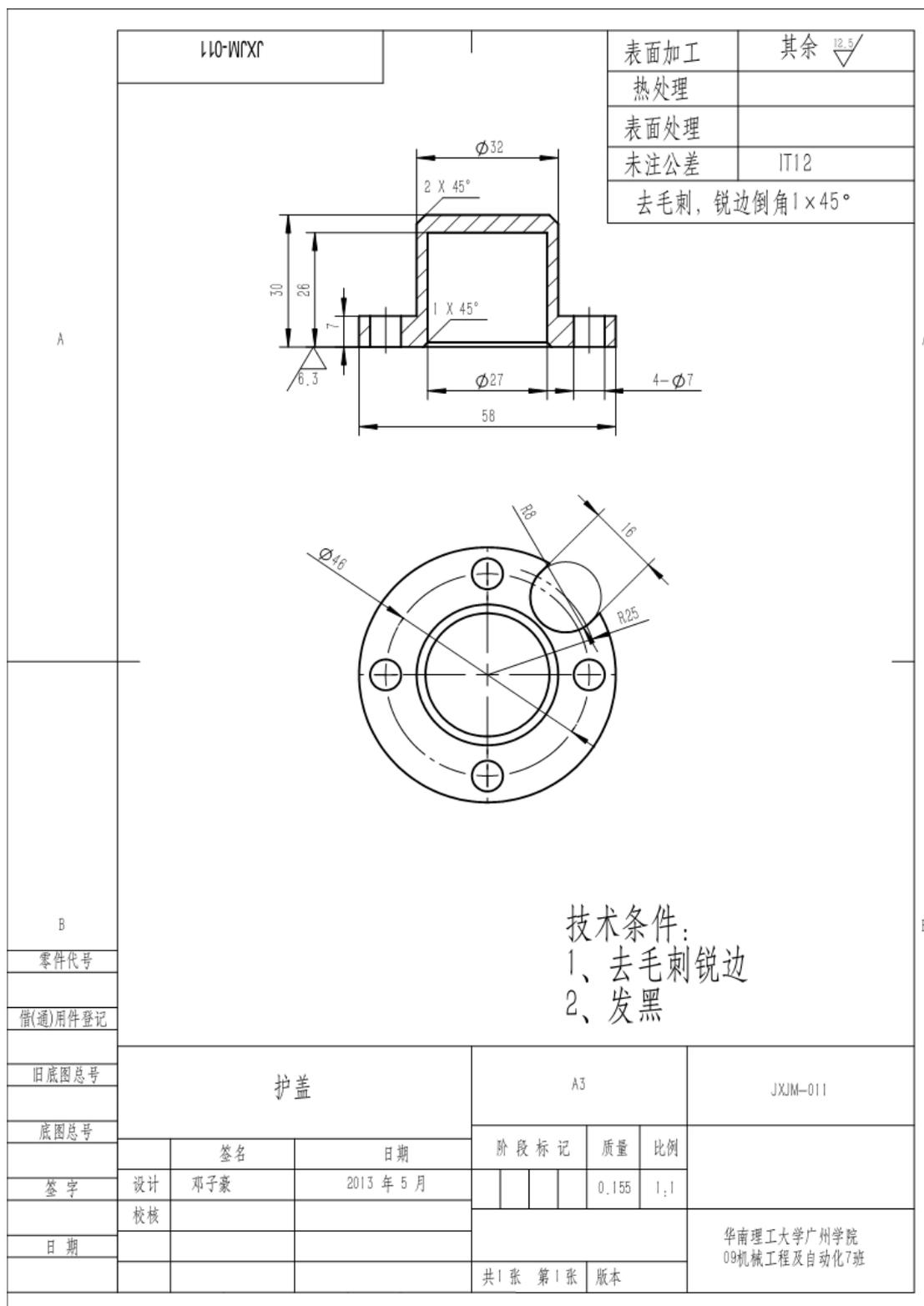




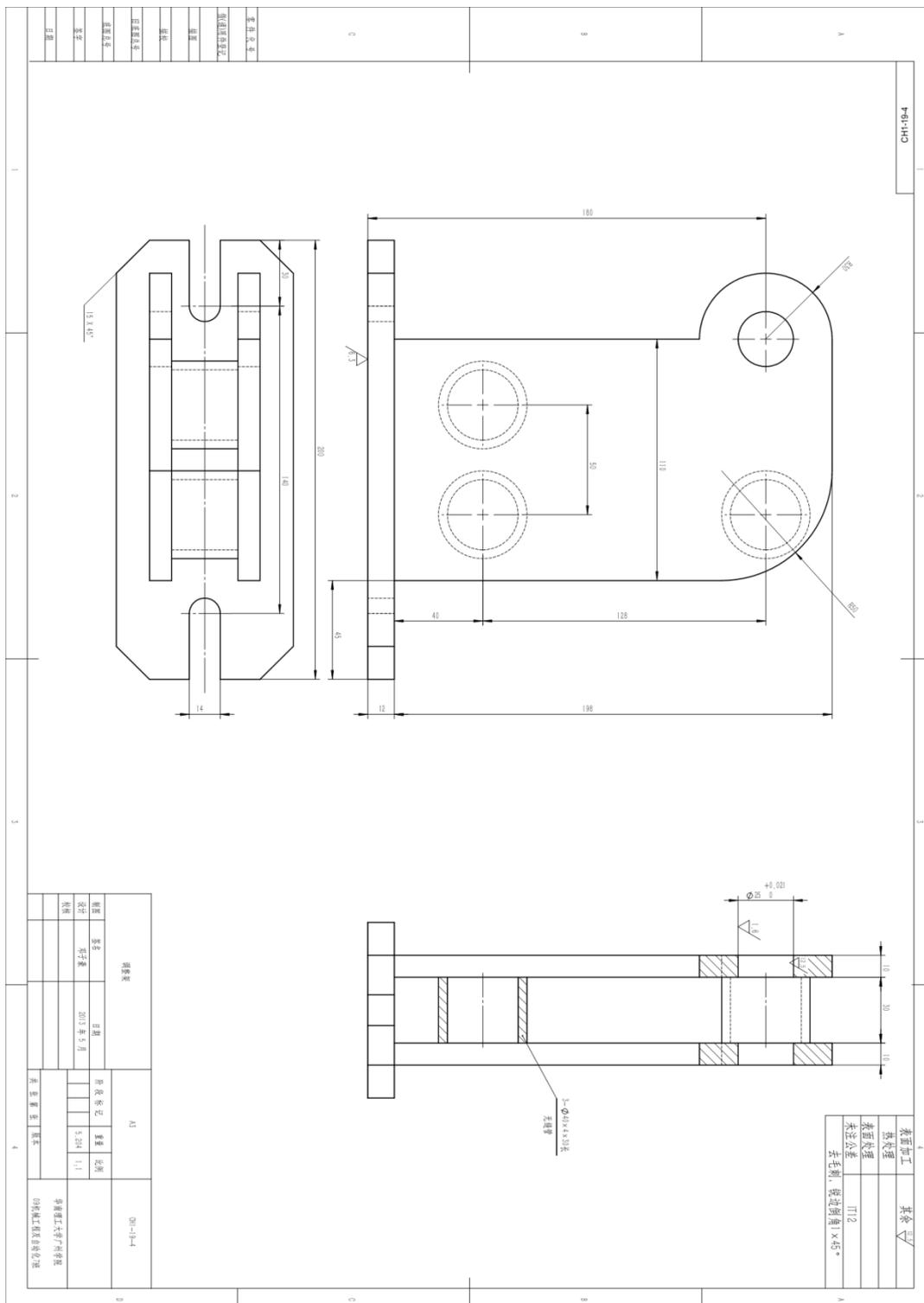
9、剪刀板工程图



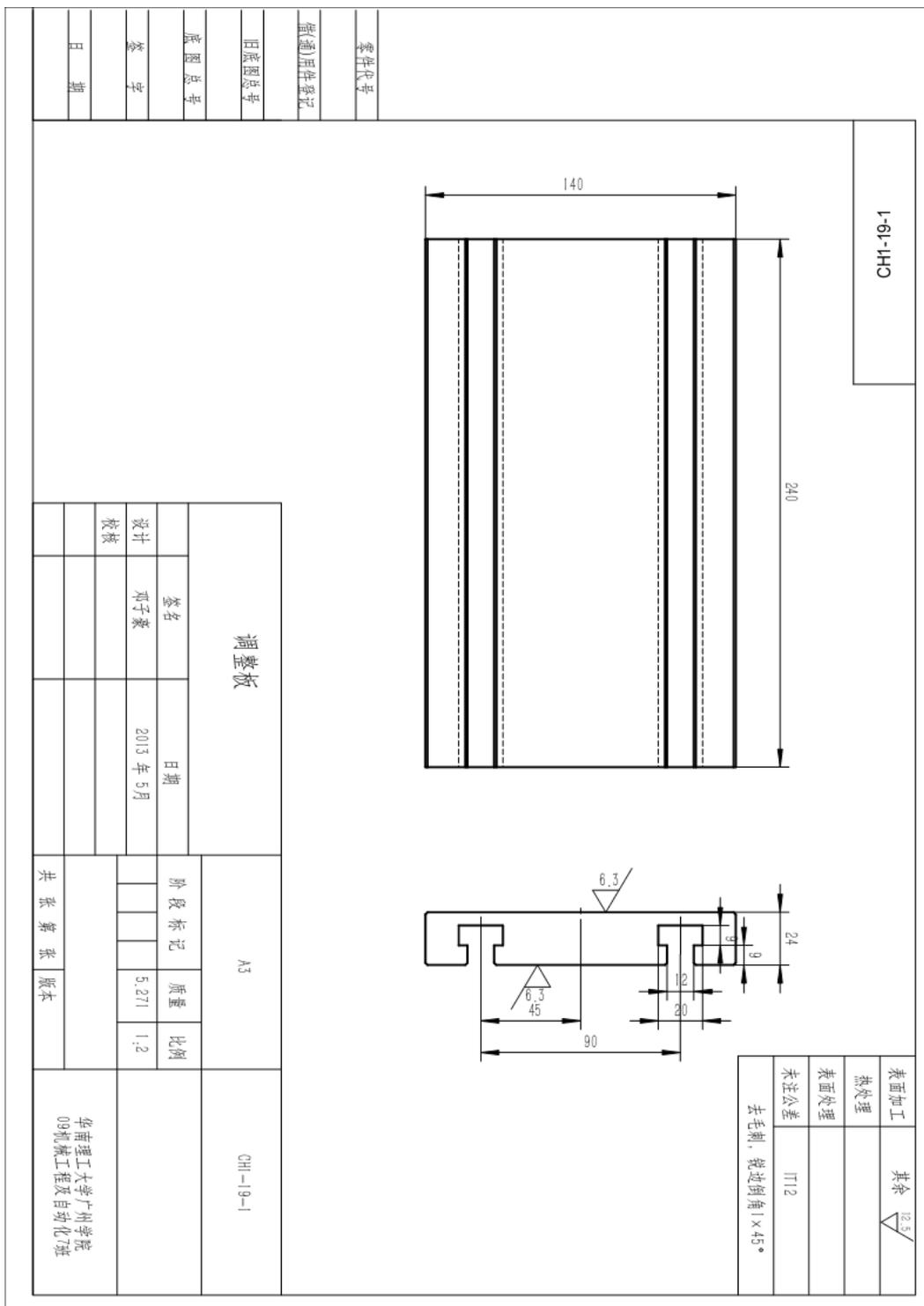
10、护盖工程图



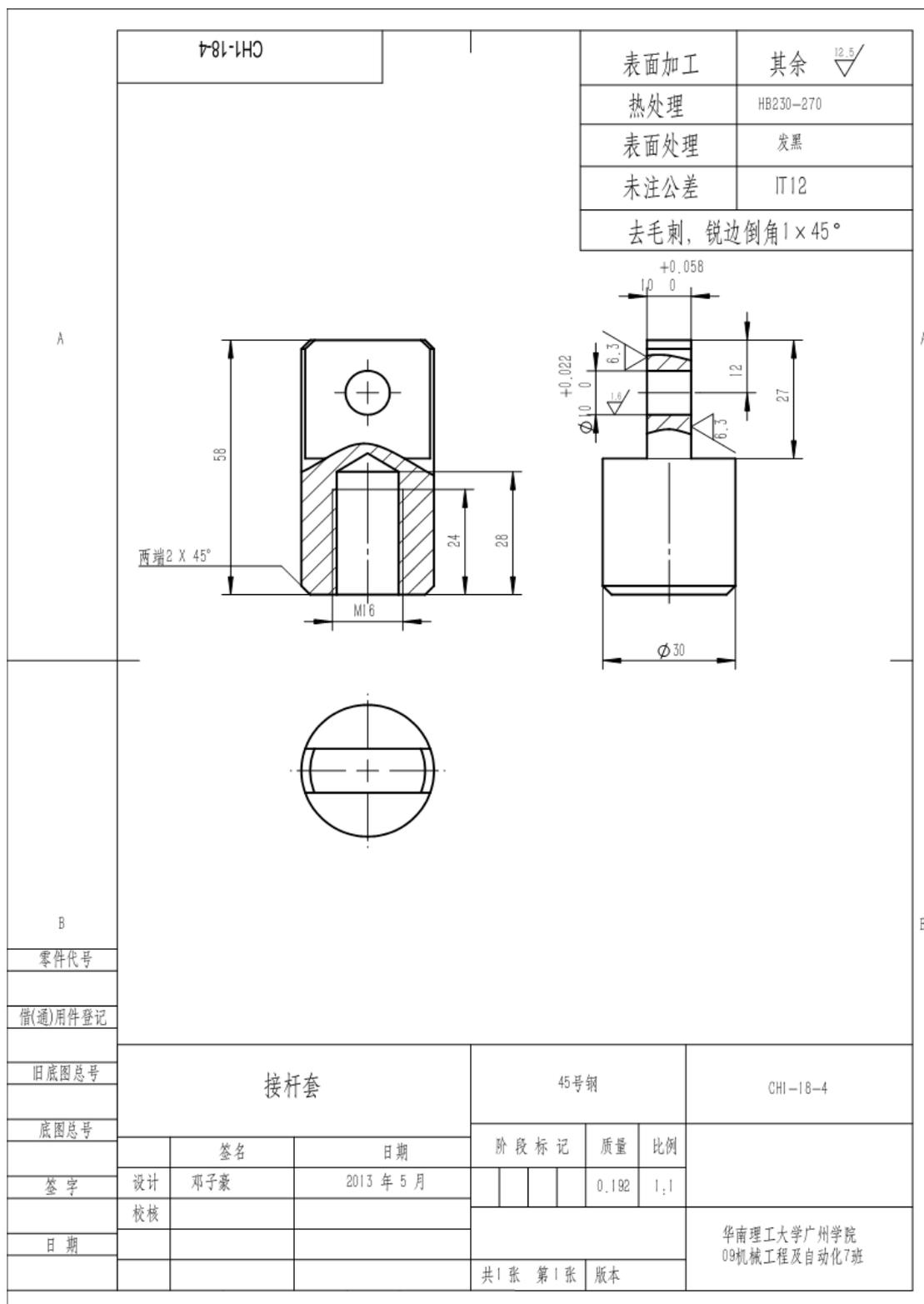
11、调整座工程图



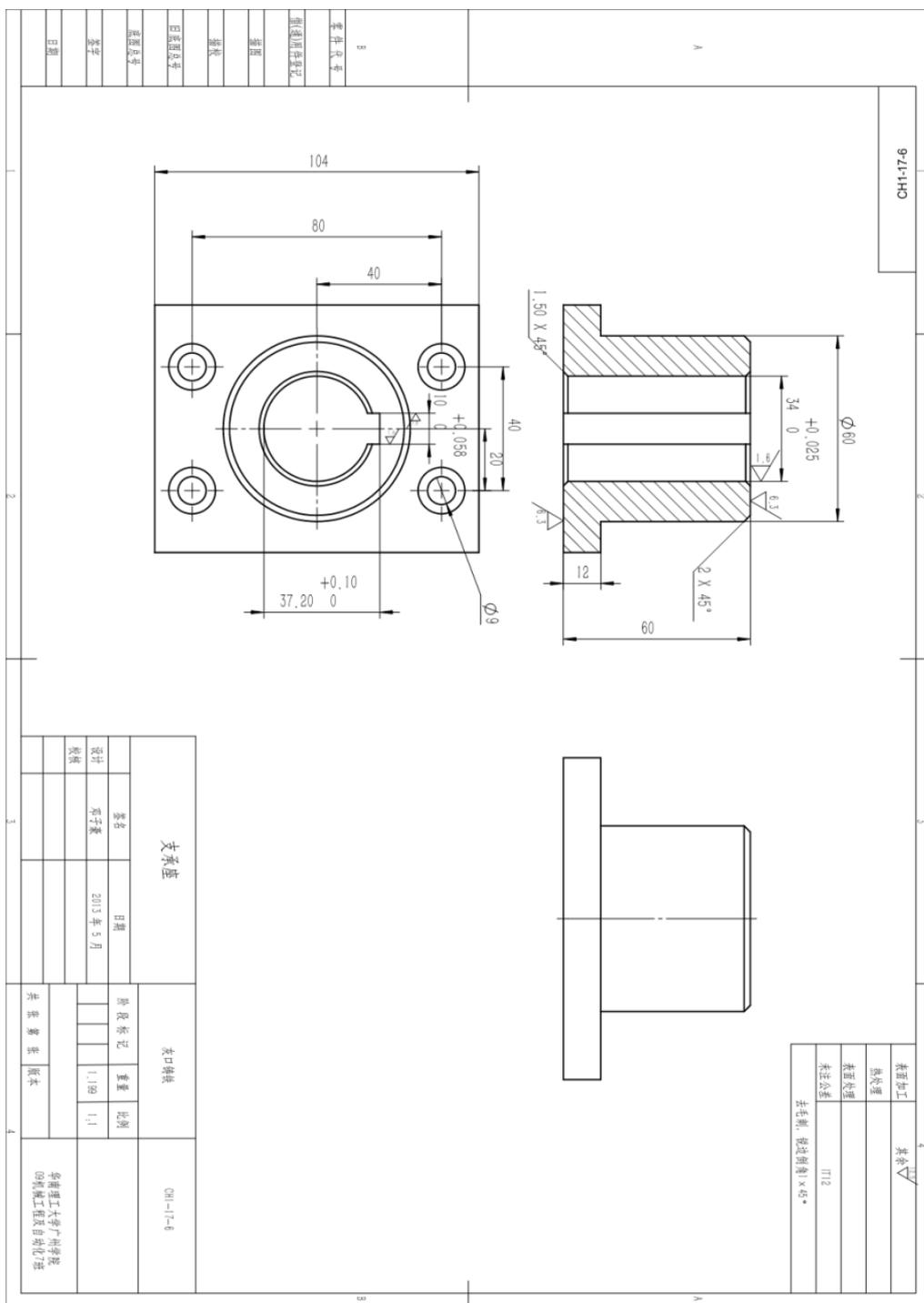
12、调整板工程图



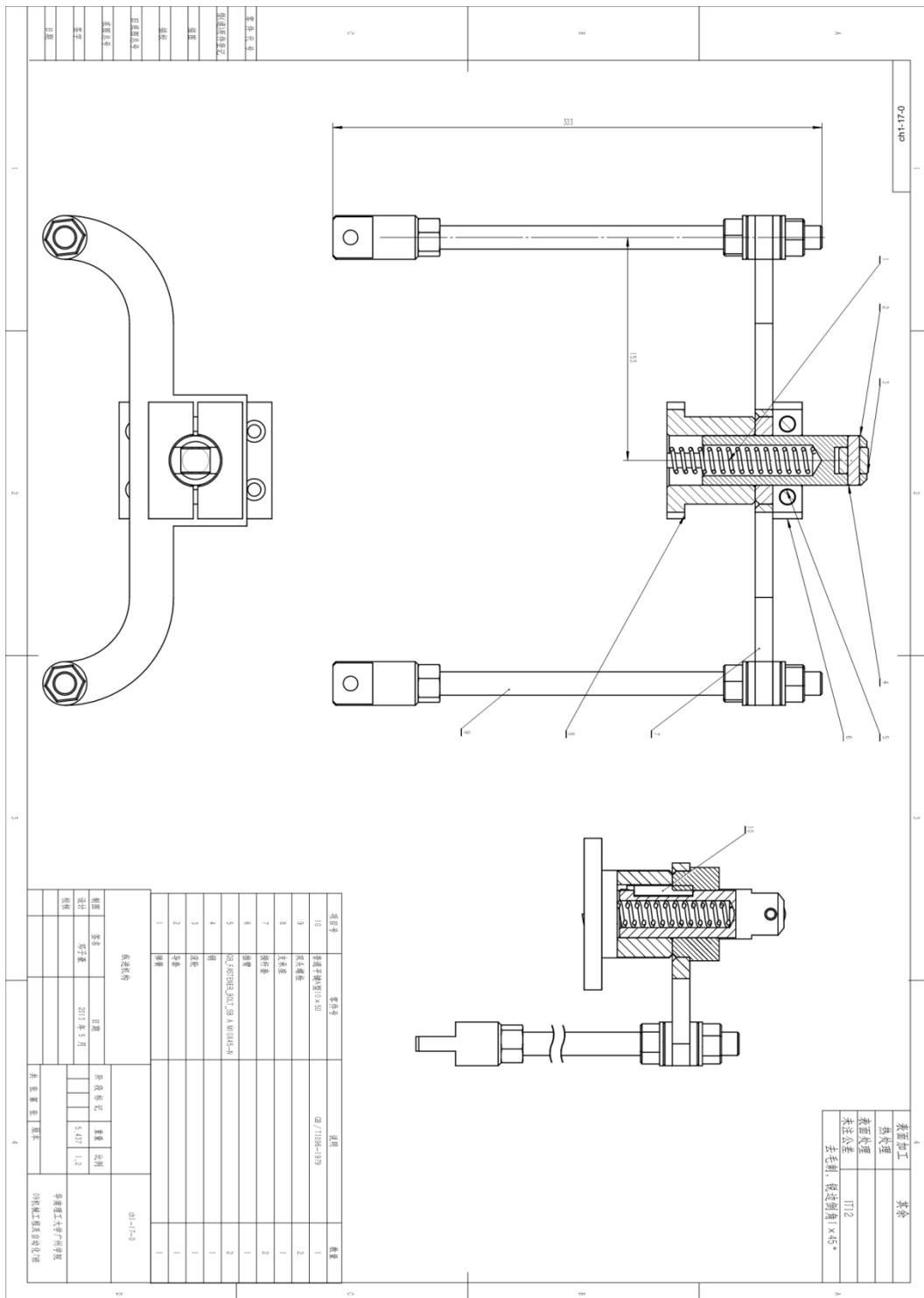
13、接杆套工程图



14、支承座工程图

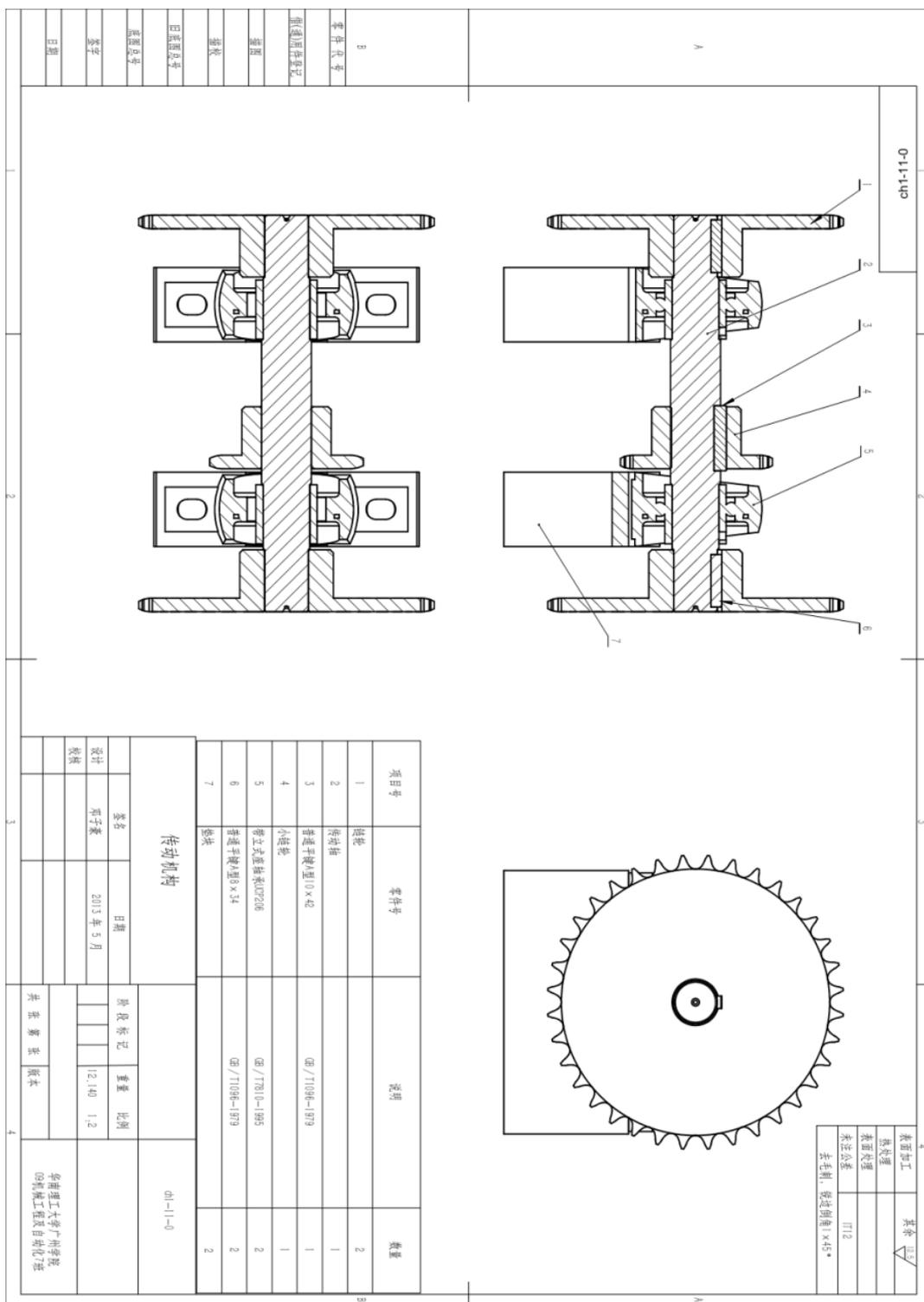


15、导套工程图



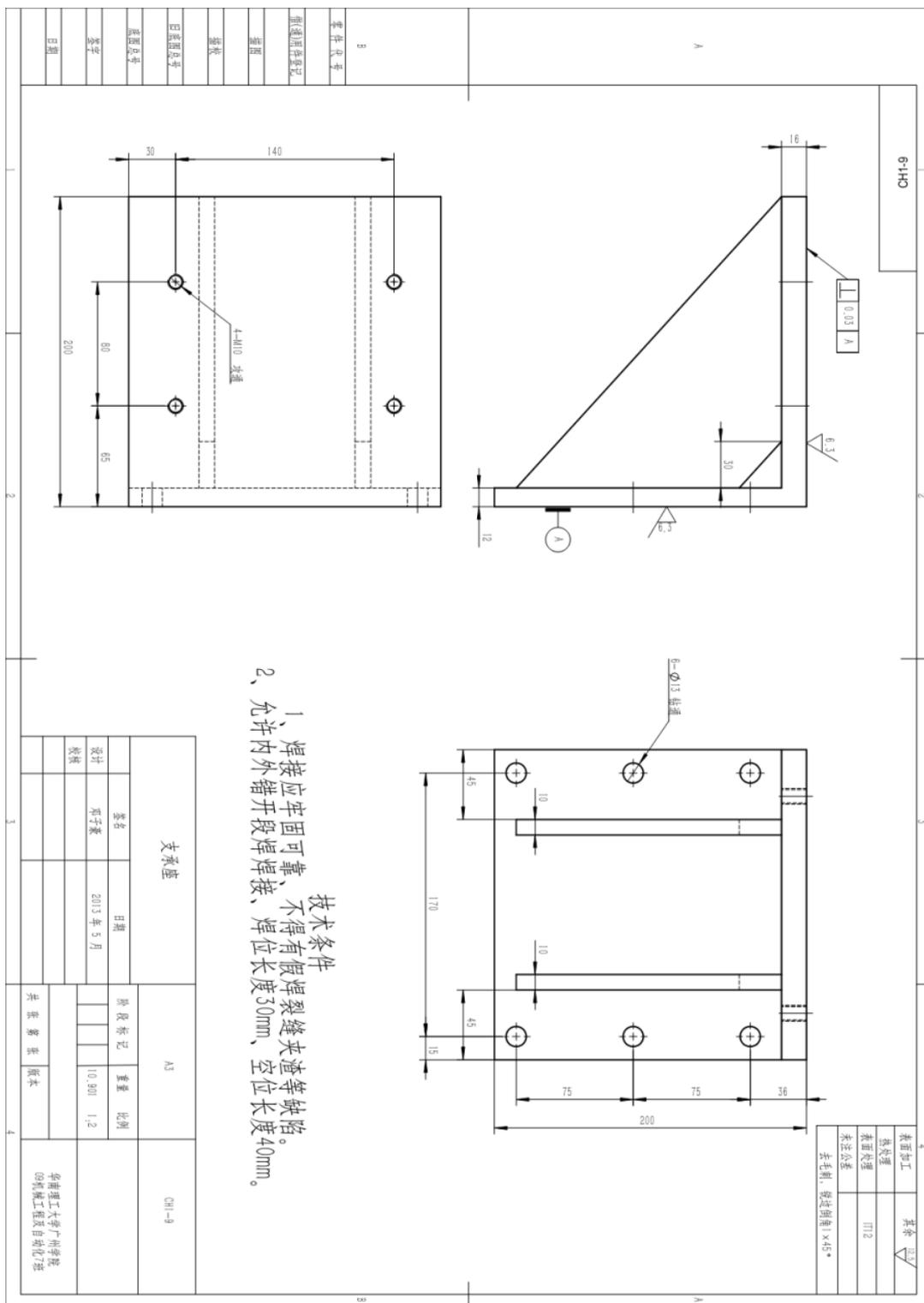


17、传动机构工程图

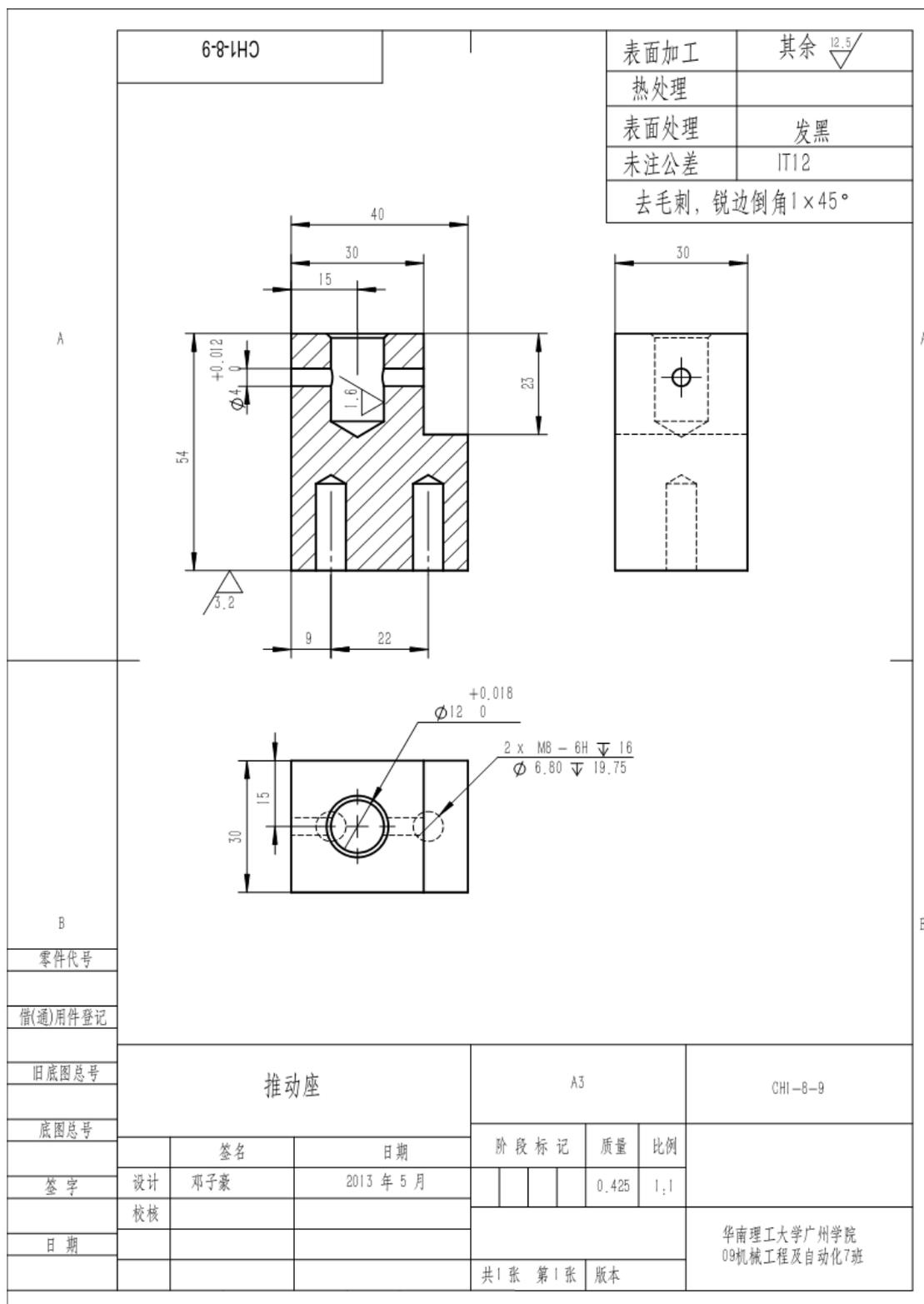




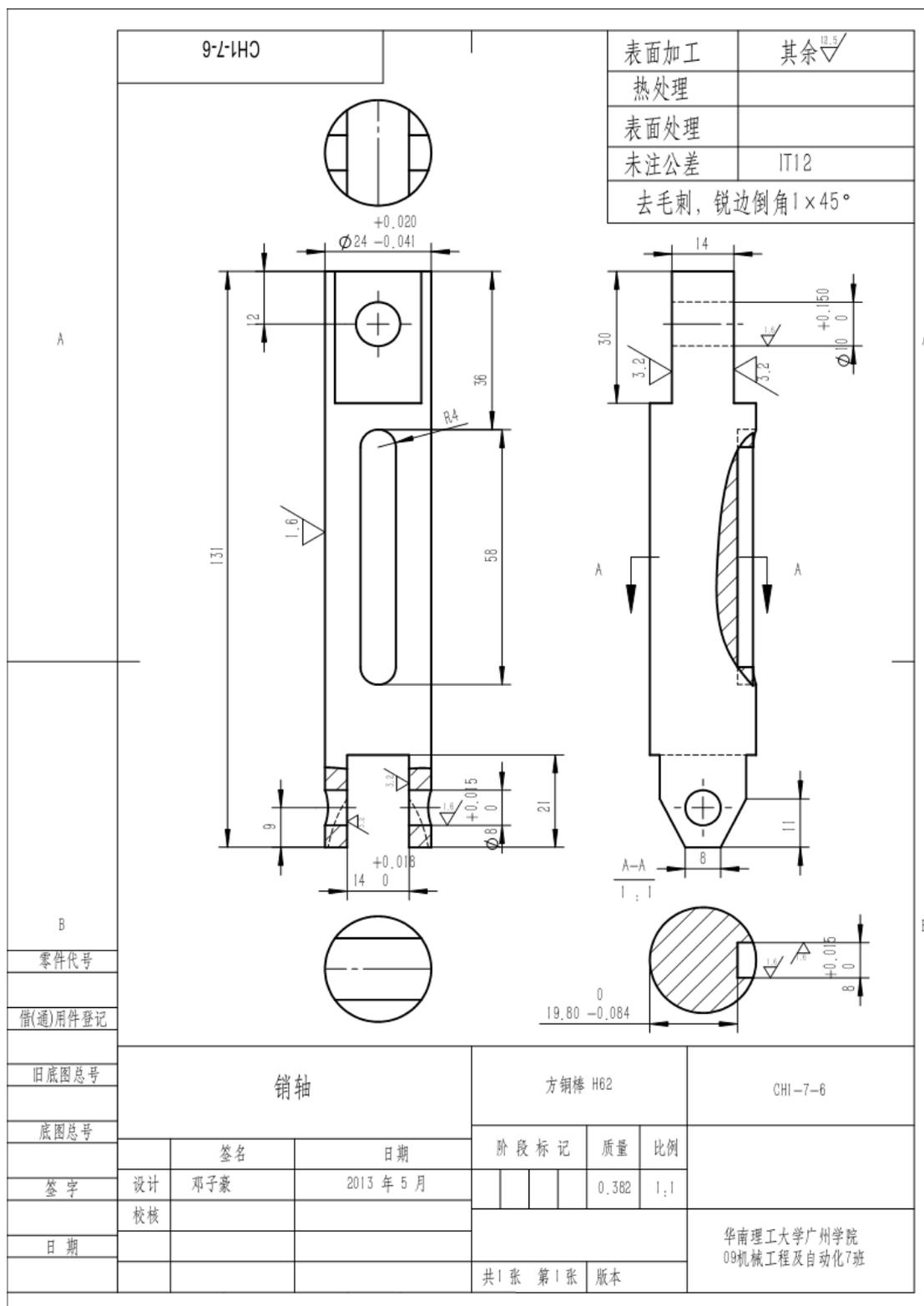
19、支承座工程图



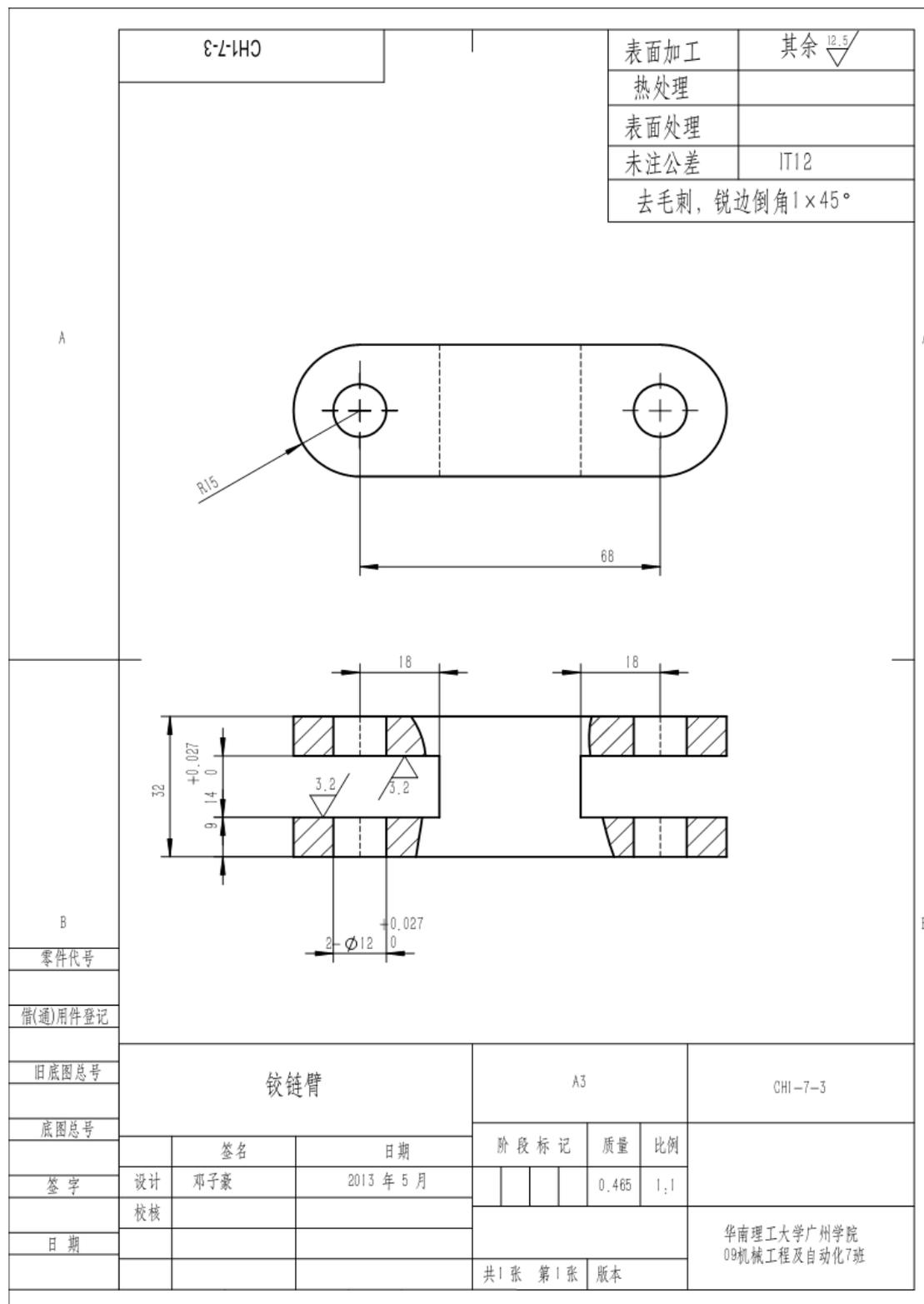
20、推动座工程图



21、销轴工程图

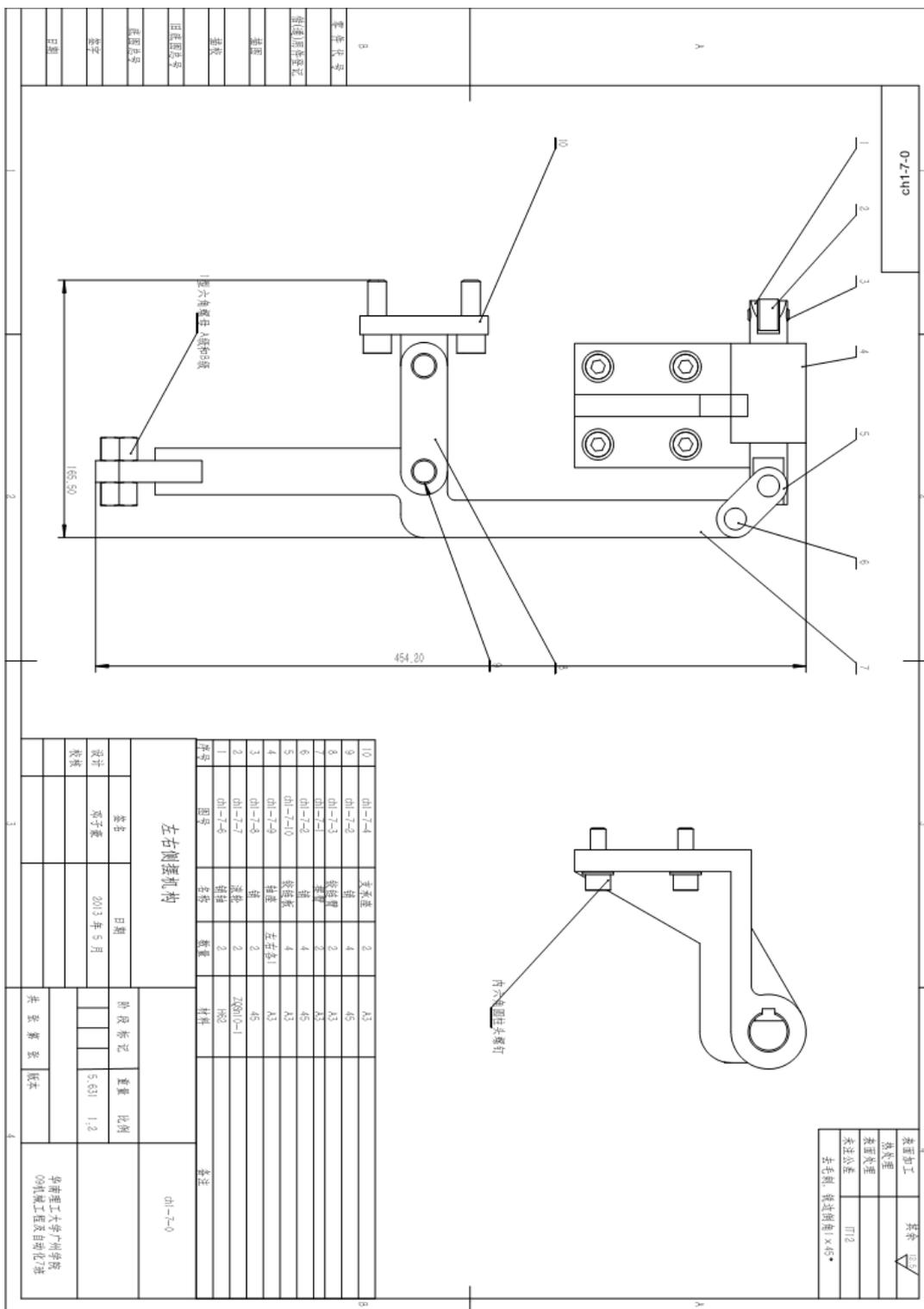


22、铰链臂工程图





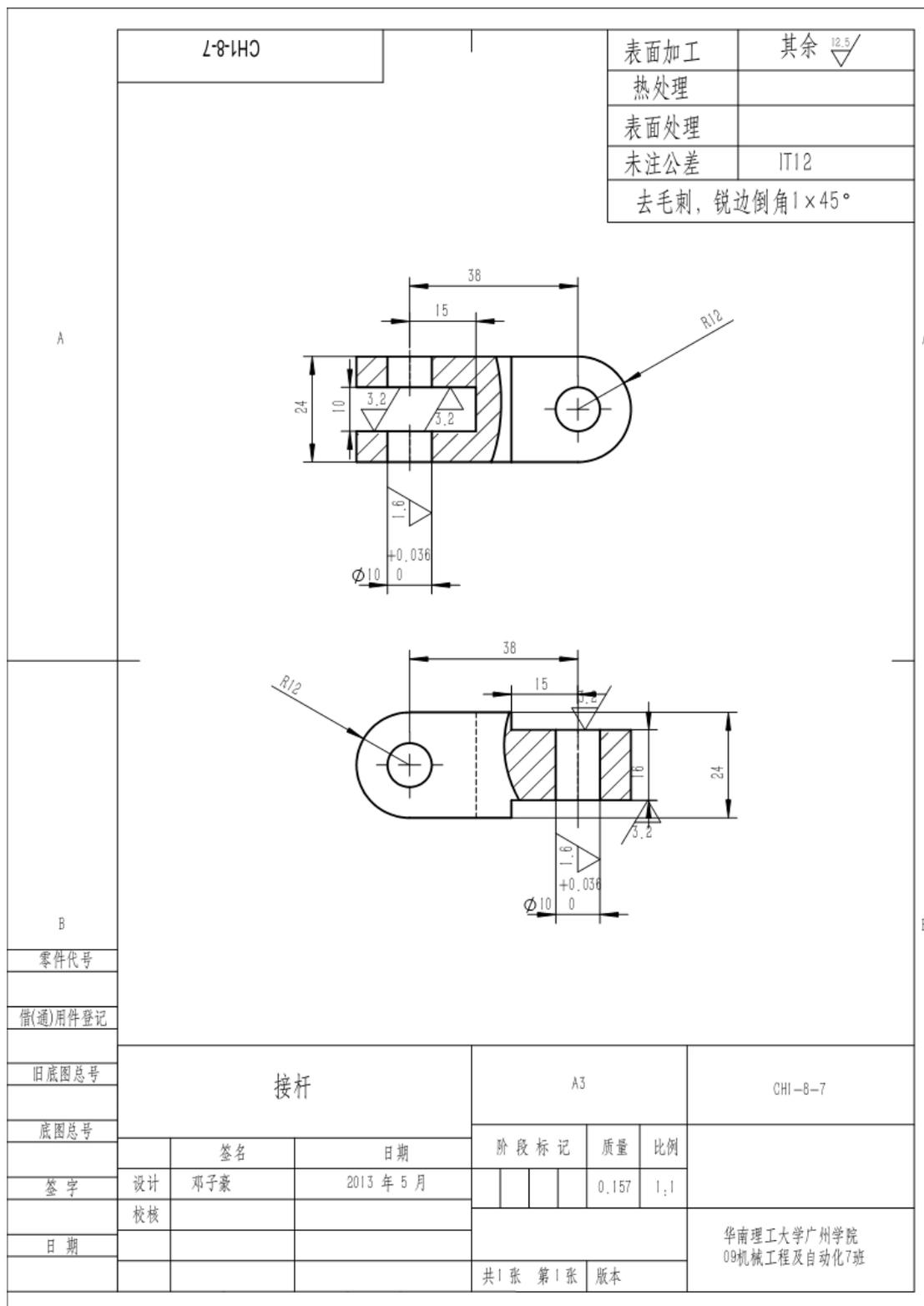
24、左右侧摆机构工程图







27、接杆工程图

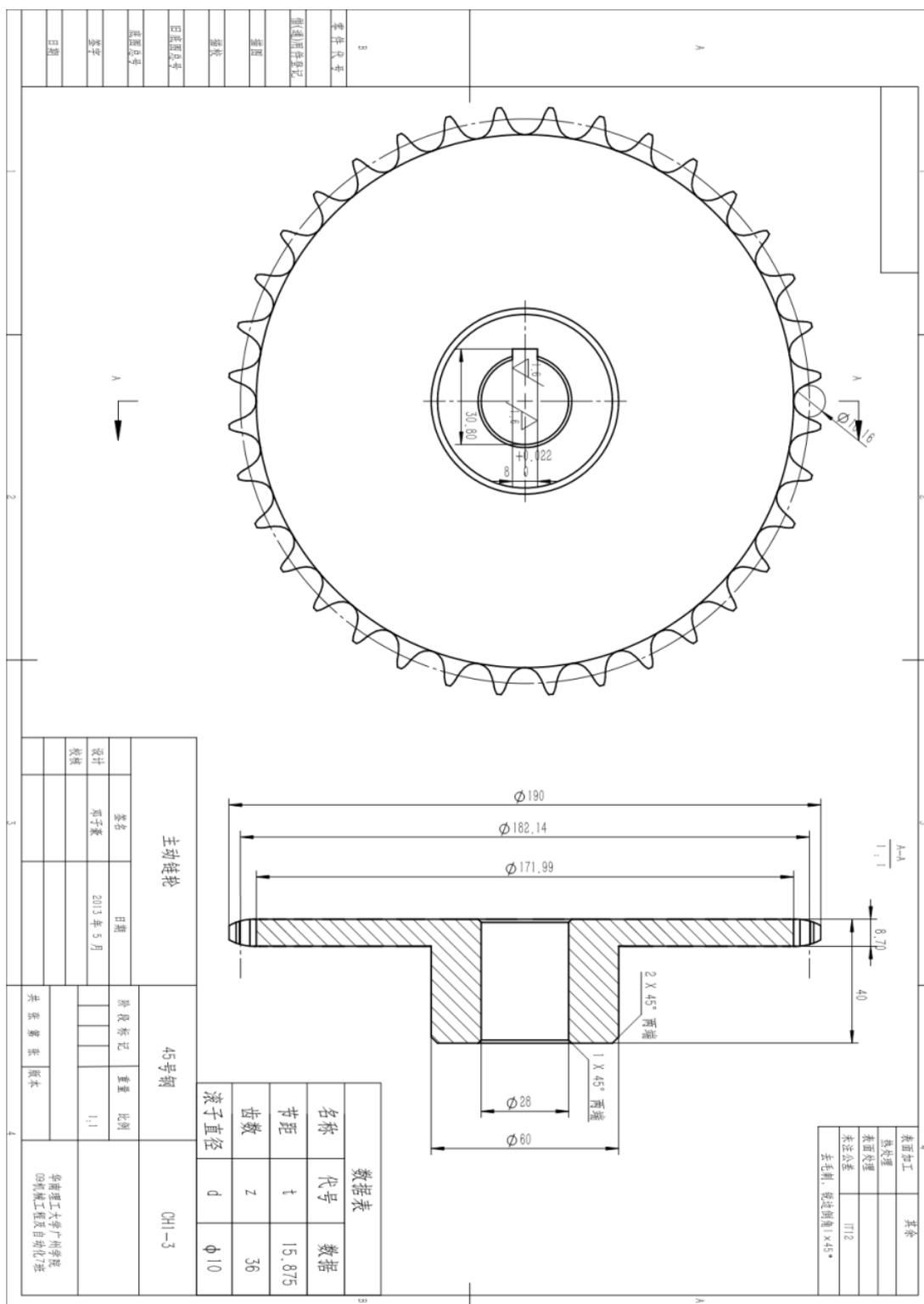


零件代号									
借(通)用件登记									
旧底图总号	接杆			A3			CHI-8-7		
底图总号									
签字	设计	邓子豪	日期	2013年5月			阶段标记	质量	比例
日期	校核							0.157	1:1
				共1张 第1张 版本			华南理工大学广州学院 09机械工程及自动化7班		





30、主动链轮工程图



## 致 谢

当毕业季将临，很多大学生总会叹言，“大学，学到了什么呢！那些高数，那些工程力学，我都忘了，现在，高中时的数学题都忘得一干二净了！这大学，还有用吗？”或许大家曾经也有类似感慨，也有过曾经的疑惑。坦白的说，那假如没上大学四年，那这毕业设计还能做得出来吗？大学学到的东西都放到里面去了。我可以自豪地说，我的大学真没白过，我将会成为社会成功的一份子，全赖于大学给予我一段有一段印象深刻的教育。学习、人生、感情，这段无比珍贵的记忆，将在我的人生中占据不可替代的位置，大学的成功、失败，不会在我的青春中画上句号，无论是挑灯夜战准备考试，还是在球场上挥洒汗水，这都将与我的满腔热血一同送到青春的下一站。最后感谢梁松坚老师和颜建老师对我的支持和指导，给我大学上了最后的一课，这份毕业设计并不是大学里的任务，而是对母校，对自己的最后一份完美的答题卷。