

CAXA 三维 CAD 软件在掘进机设计中的应用

煤炭科学研究院太原分院 郝建生

摘要：本文结合煤炭科学研究总院太原分院 EBJ-120TP 型掘进机的设计，重点介绍了 CAXA 三维实体设计软件在掘进机设计中的应用情况。

前言

2005 年 1 月，煤炭科学研究总院太原分院研制的 EBJ-120TP 型掘进机荣获国家科技进步二等奖（是我国煤机行业大型设备第一次获此奖项）！该机在 2003 年还荣获中国煤炭工业科学技术特等奖！此掘进机的研发全部采用国内具有自主知识产权三维创新设计软件——CAXA 实体设计完成！这台掘进机一共有 8200 多个零部件，所有的零部件都是利用 CAXA 实体设计来完成的，并且利用 CAXA 实体设计完成了所有零部件的装配。

2005 年 9 月，国家“十五”重大科技成果展上，EBJ-120TP 型掘进机作为国家三维 CAD 系统的重大科技成果在展会上展出，吸引了众多参观嘉宾和观众的目光。CAXA 实体设计是由 CAXA 自主研发并具有自主知识产权的三维 CAD 软件，是“三维 CAD 系统”项目的重要成果，是国家“十五”重点支持的三维 CAD 系统。

煤炭科学研究总院太原分院是按照国家科技体制改革的方针政策首批转制的科技型企业，是原中国煤炭工业部建立的大型专业科研开发单位之一。太原分院是专门从事煤炭工业用采煤、掘进、输送、支护等煤矿井下机电成套设备及其元部件的开发研制单位。太原分院建院近四十年来，承担过国家和省部级科研项目 393 项，共取得国内先进水平以上的科研成果 215 项，获得国家级、省部级奖励 81 项，批准授权的专利 30 余项。开创了我国煤炭开采设备的十数个第一台。太原分院现有职工 692 人，其中研究员和教授级高工 35 人，高级工程师 206 人，现设有科技产业中心、掘进机公司、神东创新基地、机电产品开发中心等一批科研型产业体，分院还拥有 4 个大型试验室和产业基地，成为以采、掘、运、支为主导、专业配套的、具有较强技术创新能力和产业化规模的新型企业。

掘进机是煤炭科学研究总院太原分院的主导产品。通常，由于掘进机机型庞大，结构复杂并且缺乏先进的设计手段，使得掘进机设计周期较长，一般需用半年左右或者更长的时间。EBJ-120TP 型掘进机是我分院 2001 年开发设计的新产品，由于在设计中广泛采用了 CAD 辅助设计技术，特别是首次应用了 CAXA 三维实体设计软件，因而有效地缩短了设计周期，从方案设

计到交付生产图纸仅用了3个月的时间。

1. CAXA三维实体设计软件简介

CAXA三维实体设计软件是分院于2001年引进的全中文可视化三维设计软件。它提供从二维到三维的创新设计，帮助完成产品的概念、外观、总体、结构和零部件设计等功能。CAXA实体设计具有友好的设计界面（如图1所示）和清晰简单的操作，我们不必学习大量的抽象概念和掌握变化多端的专门技能，就可以进行设计。

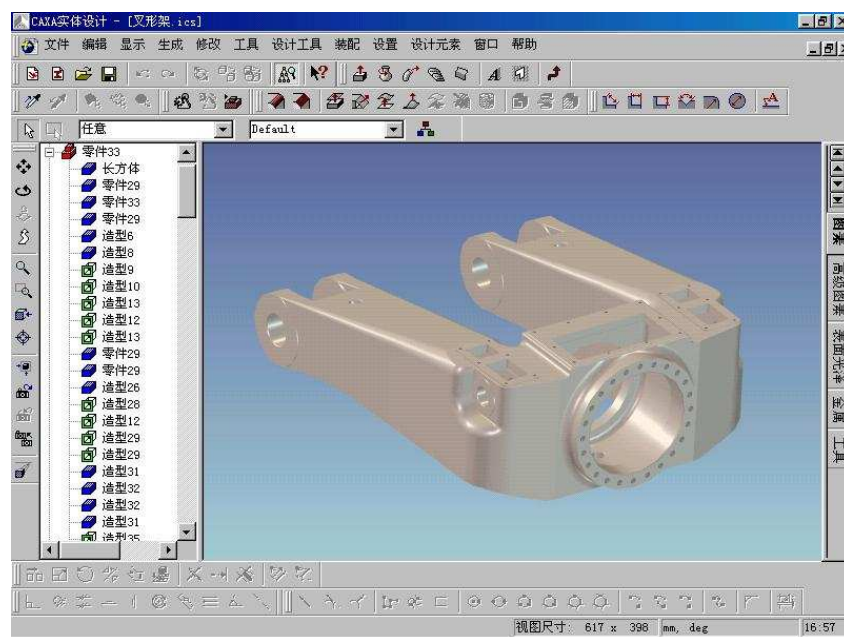


图1 CAXA实体设计软件界面

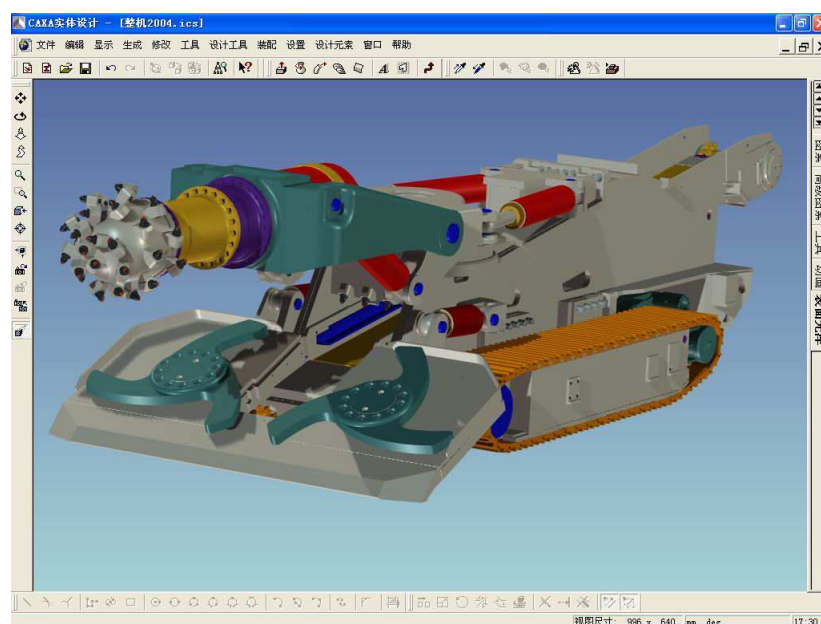


图2 CAXA实体设计完成的掘进机设计效果图

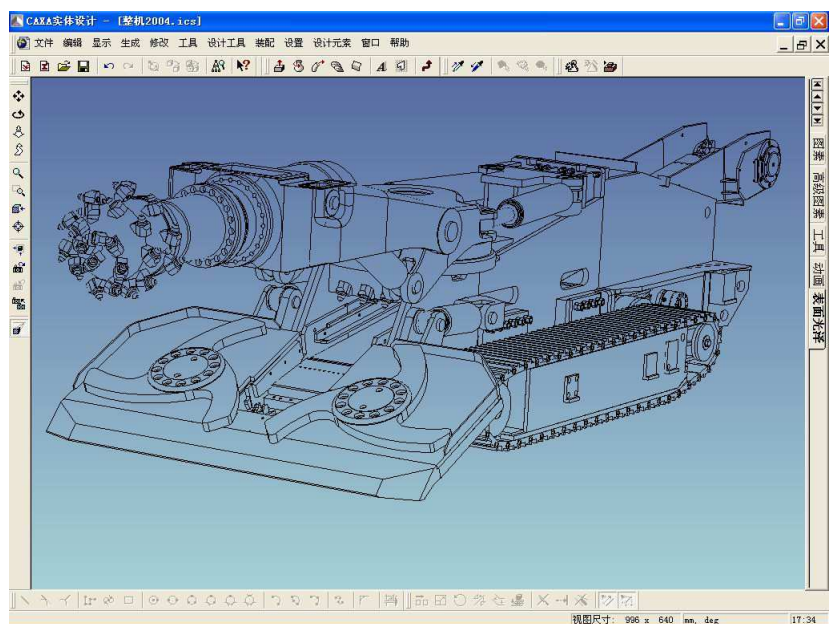


图3 CAXA实体设计软件中掘进机框架图

2. CAXA实体设计在EBJ-120TP型掘进机设计中的应用

2.1 方案设计

在签定产品开发合同后，往往需组织多次方案讨论会。按以往的方式，主管工程师需准备大量的设计方案图，并提供计算书供大家讨论，经过论证、修改、再论证的多次反复，方案才能最后定稿。在 EBJ-120TP 型掘进机设计中，为了节省方案设计和方案汇报的周期，我们把由 CAXA 三维实体软件设计的掘进机样机模型以及开目 CAD 辅助设计软件绘制的零部件二维图形，储存于电脑中，供方案讨论调用。在现场讨论会上，根据与会者的要求，我们将每一个结构、每一层装配关系都清晰、直观地显示了出来，并在讨论会当场作出修改后的模拟显示，以及需增加的零件模型和装配关系，保证了修改后结构的合理性和准确性。

2.2 结构设计及工程图的绘制

EBJ-120TP 型掘进机中使用了相当数量的各种标准件，在传统的图纸设计绘制过程中，这无疑将耗去设计者大量的精力。在应用 CAXA 实体设计软件后，由于它提供丰富的标准库（如图 4），包括螺钉、螺栓、螺母、垫圈、销钉、键、滚动轴承、弹性密封件、钢型材以及齿轮、板金的设计等，同时提供各种标准查询、搜索和添加与预览功能，在完成零件的三维设计后，通过布局图输出符合国标的二维工程图，因而极大地方便了掘进机零部件设计过程，使设计人员可以将更多的精力用在创造性构思上。

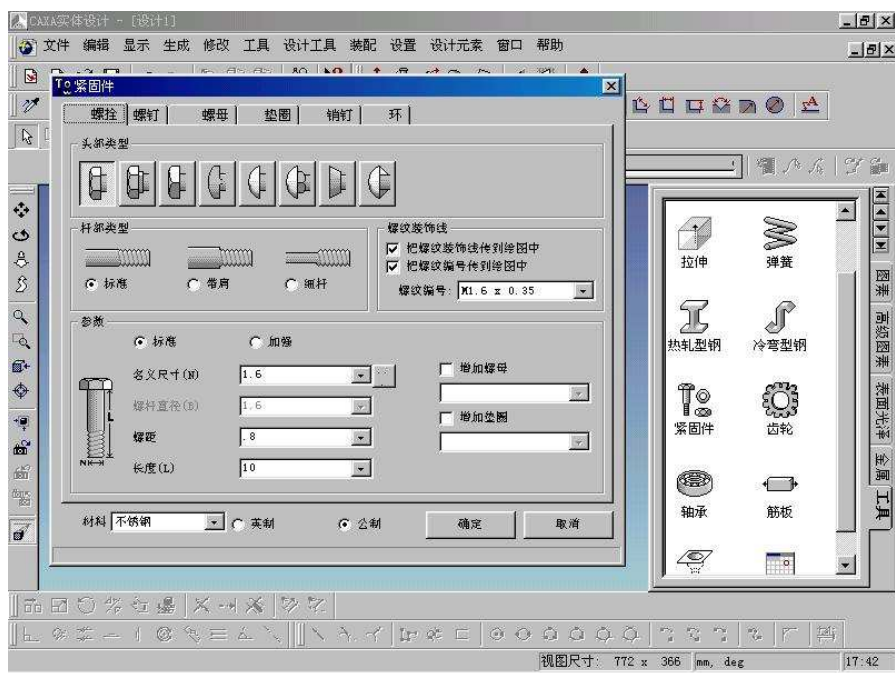


图4 CAXA实体设计提供了丰富的标准件库

在 EBJ-120TP 型掘进机机架和装载铲板体等结构件等设计过程中,就引入了 CAXA 三维实体设计软件的装配设计。

图 5 所示, 是利用 CAXA 软件设计的 EBJ-120TP 型掘进机机架三维模型, 它直观的将设计者的意图反映出来, 可以很方便地进行结构设计以及干涉检查、物性计算、零件列表等其它工作, 提高了设计效率和设计质量。

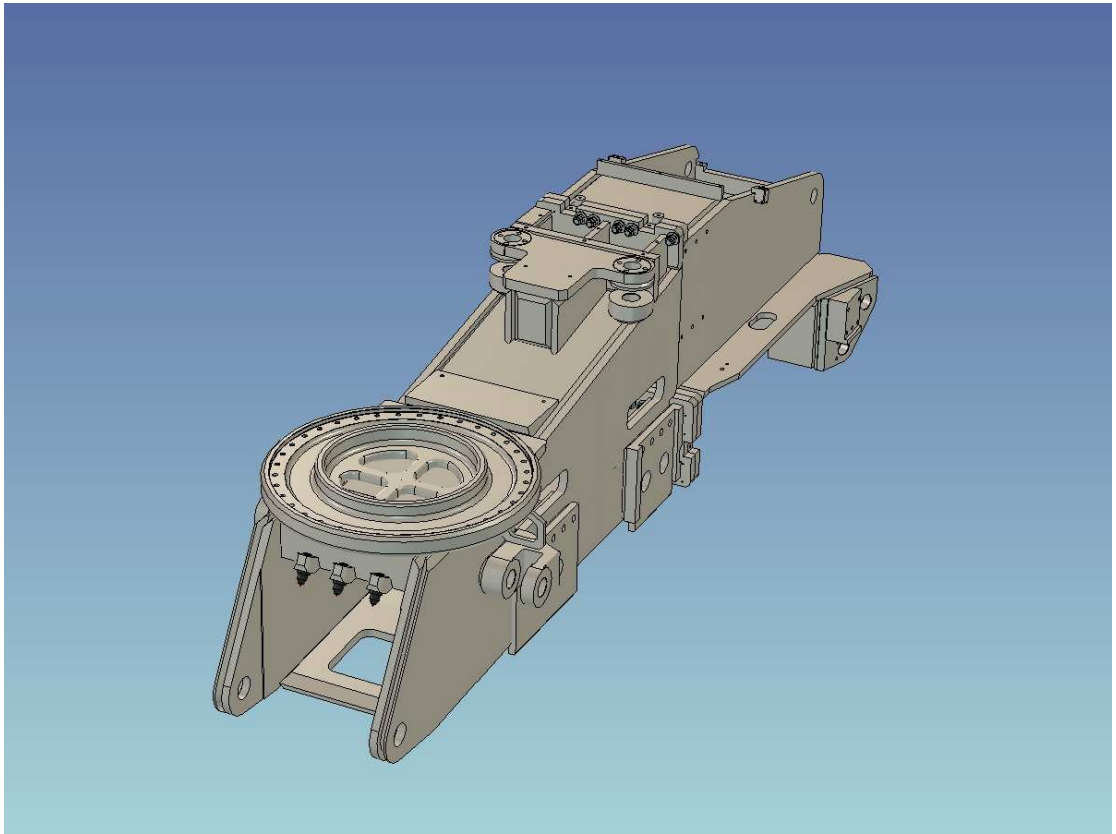
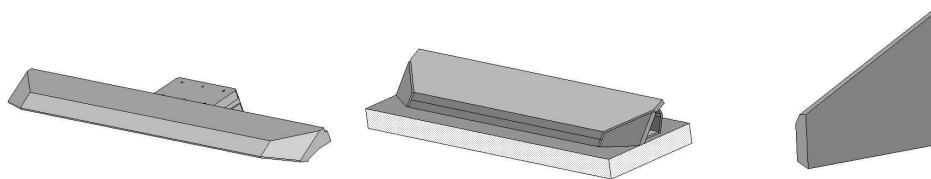


图5 EBJ-120TP型掘进机机架

图6 所示的是 EBJ-120TP 型掘进机装载机构的铲尖。以前它是铸件，由于批量小、成本高，且工序多、生产周期较长，所以改成了焊接组件。改动过程中，由于侧板设计形状复杂，一般的设计工具设计不够准确，采用 CAXA 设计，首先建立板件模型，通过修改符合设计要求后，输出二维布局，转换至我们熟悉的二维绘图工具，完成准确的二维工程图。



(a) 原铸造铲尖

(b) 改焊接件后CAXA简易模型

(c) 形状复杂的侧板

图6 CAXA在铲尖改型设计中的应用

装配图册作为一种工艺指导性文件，是对操作者进行规范化的指导性文件。运用 CAXA 完成具有独立功能的部件模型，按照装配顺序，以爆炸图方式，并标注装配要求与工序控制以及零件的图号和数量完成的装配工艺书，具有规范的格式、清晰的视图、详细的工艺要求，给人们耳目一新的感觉。图7 是掘进机截割部悬臂段的三维爆炸模型。

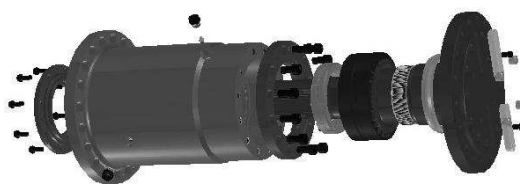


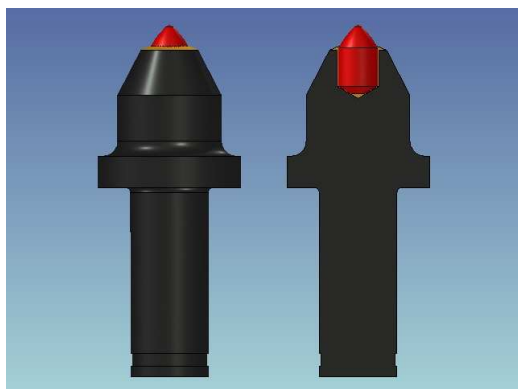
图7 掘进机截割部悬臂段装配爆炸图

2.3 快速变型设计

EBJ-120TP 型掘进机主要用于煤及半煤岩巷的掘进。由于各个矿区井下地质条件不同，为满足不同客户的要求以及增强产品自身的适应性和竞争能力，产品的变型设计，便成为一项经常性工作。在已建立掘进机数字样机的基础上，根据客户的不同要求、或修改、或增加、或删除各种结构和零部件。基于参数化建模的 CAXA 三维实体设计软件，能够更快速、更经济地完成所要进行的工作，它的装配检查，也可避免以往变型设计中容易产生的碰撞等不合理结构，使变型产品的设计更趋完美。

2.4 辅助产品宣传

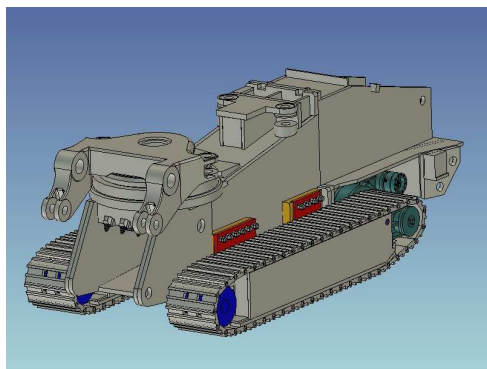
利用 CAXA 三维实体设计软件的高级渲染功能，我们把已经设计出的 EBJ-120TP 型掘进机各零部件模型，输出成具有照片级真实感的效果图，在各煤矿现场向客户和供货商宣传中进行了实际应用，起到了很好的效果，并且免去了以往利用技术图纸进行产品描述所带来的不便。



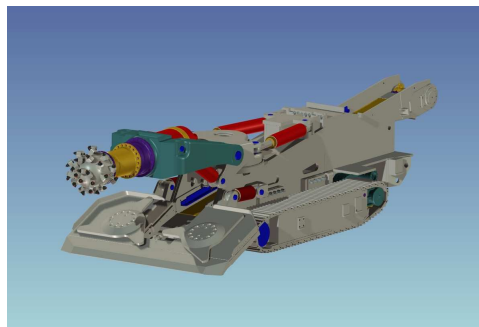
(a) 截齿剖切图



(b) 截割头



(c) 连接



(d) 掘进机

图 8CAXA 三维实体设计软件的高级渲染

3. 结束语

EBJ-120TP 型掘进机自 2002 年 5 月鉴定以来,已推广应用 150 台。2004 年 6 月 EBJ-120TP 型掘进机月产量已达 15 台,先后平顶山煤业集团、潞安矿业集团、神东煤炭有限责任公司、兖州矿业集团、汾西煤业集团、西山煤电集团、双鸭山矿业集团、晋城王坡等十几个煤炭生产企业使用。其市场占有率达到掘进机总市场的 17%,半煤岩掘进机市场占有率达到 80%,2003 年同类机型国内销量第一。

例如,平顶山煤业集团已购入 25 台,该机分别在平煤集团一矿、四矿、六矿、八矿、十矿、十一矿等半煤岩巷道中使用,截止 2004 年 5 月底已累计进尺近 29000 米。至少保证了五个工作综采面提前 2~3 个月接替。根据各项统计,使用该设备,在半煤岩巷道中与其他机型相比,每月可多进尺 150m 左右,节省材料费 3~5 万元,截齿损耗、配件及油脂损耗等方面每月可节约 6~8 万元,具有可观的经济效益。目前,该机已成为平顶山煤业集团、潞安矿业集团、汾西煤业集团等煤炭生产企业的主力机型。

EBJ-120TP 型掘进机的研制成功,标志着我国综掘机械的研究制造水平迈上了一个新台阶,对提高我国综掘机械化程度、提高劳动生产率及缓解采掘比例失调具有积极的促进作用,为我国煤矿中型断面煤及半煤岩巷掘进机械化提供了理想的换代机型。截止 2004 年 6 月,该项目共实现经济效益 3.806 亿元,其中新增利润 1.3 亿元,新增税收 6446 万元。

CAXA 实体设计专注于产品创新工程,为用户提供三维创新设计的 CAD 平台,支持概念设计、总体设计、详细设计、工程设计、分析仿真、数控加工的应用需求,已成为企业加快产品上市与更新速度、赢取国际化市场先机的核心工具。它在提供了通常的参数化设计的同时,将类似 Windows 中的拖放操作方法加以扩展,提供了一种全新的三维环境中的拖放设计操作方法。CAXA 三维实体设计软件的应用,对缩短 EBJ-120TP 型掘进机的设计周期,提高

设计质量，降低成本起到了重要作用，同时也为太原分院设计人员更新设计观念和推广先进的工程设计手段作了有效的尝试。



图9 单头掘进机和双头掘进机产品