



# HIDAS三维智能化出图设计技术

何家俊, 肖玉芳, 张 熙, 杨锡塗

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 研究了一种全新的二三维一体化的出图设计技术——HIDAS三维智能化出图设计技术。介绍了该出图技术的系统架构, 阐述了系统管理功能, 包括二三维数据集成管理、三维操作模式管理、子图对象管理、图纸数据更新管理、图元标注管理等。HIDAS出图系统采用三维模型与二维图元相结合的出图方式, 二维子图通过操作三维模型得到, 二三维对象实现数据关联, 建立起内在的对应关系。还阐述了图纸的自动更新机制, 当设计方案变更导致模型发生变化时, 更新数据从模型传递到图纸, 图纸中的二维子图、图元属性、图元标注、统计图表等信息自动实现更新操作。

**关键词:** HIDAS; 三维出图; 数据关联; 图纸更新

中图分类号: TV 222.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)02-0210-06

## HIDAS three-dimensional intelligent drawing design technology

HE Jia-jun, XIAO Yu-fang, ZHANG Xi, YANG Xi-liu

(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

**Abstract:** This paper presents a new drawing design system, which is the integration of two and three dimension, HIDAS three-dimensional intelligent drawing system. The paper introduces the framework of the drawing system, and describes system management functions, including the integration of two and three dimension data management, three-dimensional operation mode management, sub-graph object management, drawing data update management, graph tagging management. Drawing system uses the plotting way, which is the combination of three-dimensional model and two-dimensional graphs. Sub-graph is obtained by operating the model, which leads to the data association of the model and the graphs, and they establish internal correspondence. The paper also describes the auto-update mechanism of drawing, when the model changes, the update data passes from the model to the drawings, and the sub-graph, graph tagging, charts and other information will automatically update.

**Key words:** HIDAS; three-dimensional drawing; data association; drawing updating

当前, 二维图纸的生成是通过设计人员用CAD软件绘制出来的, 软件只是提供了作图平台, 并不知道每个图元的意义, 图元间没有任何关联。工程对象的设计数据以离散的方式存在于不同的二维子图和数据表格中, 缺乏内在的对应关系, 对其中一个地方进行修改, 需要设计人员逐个修改相关的子图, 工作量大且容易发生错漏。因此, 传统的平面设计模式很大程度上使CAD软件的主要作用只是代替手工绘图, 在改善

设计质量、提高设计效率方面并没有多大的帮助。

本文研究了二、三维集成出图方式, 通过把三维模型导入二维图纸中, 常规的二维工程图设计可以直接由实体模型通过各种三维操作得到, 设计人员只需对视图个别线条进行调整, 并标注工程符号, 即可满足工程图纸的要求。二、三维集成出图模式具有以下优点: 1) 二维子图如实反映实体模型信息, 子图实际上是模型的剖面

收稿日期: 2013-11-12

作者简介: 何家俊(1984—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事港口工程设计软件系统研发。

图或平面投影图,通过操作模型得到,与传统绘制工程图的方式相比,省时并且准确<sup>[1]</sup>;2)出图对象标注时,系统自动区分图元对象所表示的实体模型的物理属性,自动完成图元标志,不需要设计人员手动绘制标注内容,提高标注效率<sup>[2]</sup>;3)系统可以提取实体模型的数据参数,自动完成工程对象物理数据的统计工作,提高数据统计效率;4)三维模型与二维图纸数据关联,当设计方案变更导致模型变化时,图纸自动实现更新,保证了设计修改在模型和工程图中的一致性,以及各视图的准确性;5)系统出图参数统一,不同设计人员很容易形成统一的出图风格,使项目图纸规范、美观。

## 1 HIDAS三维出图系统架构

### 1.1 基础层

HIDAS三维智能化出图设计系统是建立在HADP平台上的系统,基础层包括HOOPS绘图核心、ACIS造型核心<sup>[3-5]</sup>、HADP框架核心。基础层为上层设计模块提供图形三维数据存储、模型显示、对象生命周期管理、历史管理、任务与命令管理等功能。

### 1.2 三维出图设计系统

三维出图系统建立在基础层之上,与用户交互,用户在系统上进行图纸出图。出图系统由出图基础以及出图系统管理两部分组成。出图基础模块包括HIDAS字库文件、PHLV5、OPENDWG等,基础模块为上层系统管理模块提供字库文件支持、基本的三维投影操作支持、转换为AutoCAD文件的接口。出图系统管理模块是出图系统的核心,与用户交互,为用户提供各种系统管理功能,通过这些功能,用户可以非常方便地操作三维模型,生成完整的二维图纸。

HIDAS三维智能化出图技术系统架构见图1。

## 2 三维出图技术

### 2.1 二三维集成出图

在HIDAS出图系统中,二维图元与三维模型结合出图,需要在图纸中导入模型建模模块设计好的构件模型、配筋模型或者结构装配模型。图

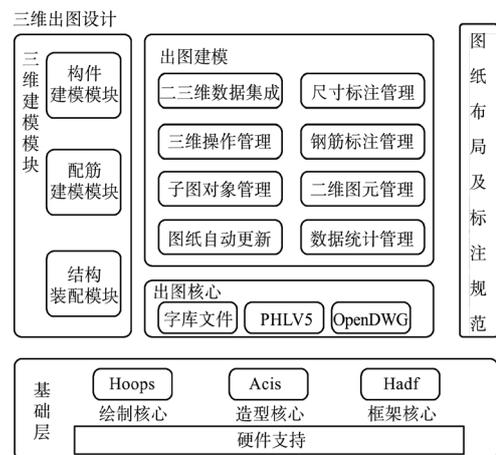


图1 HIDAS三维出图系统架构

纸中二维子图的生成、尺寸标注、钢筋标注、数据信息的统计等,都与三维模型的数据相关联,因此,图纸中的点、线等图元并不是孤立的,而是被系统赋予了与三维模型对应的物理意义。

### 2.1.1 三维模型

#### 1) 三维构件模型。

构件设计是指根据真实构件的结构、尺寸、材料等信息,在系统中搭建虚拟的三维构件模型,是真实组件在三维平台上的展示,非常直观准确。用户可以在构件模型的基础上,进行分析、装配、配筋、出图等各种应用。构件设计包括草图设计、特征设计、线框设计等。

#### 2) 三维配筋模型。

在三维模式下实现配筋设计,配筋模型集成了构件模型和钢筋的各种参数信息,是真实配筋结构在三维平台上的展示,钢筋位置与现实无异,真实反映了钢筋配置情况。

#### 3) 三维结构装配模型。

三维结构装配技术,是把各种已经设计好的构件模型装配成一个工程结构模型,通过导入各种构件,并对它们进行空间定位操作,如移动、旋转等,加上各种约束手段,如网格约束、三维几何约束等,可以把这些构件的相对位置严格确定下来,完成结构装配工作。

### 2.1.2 三维模型与二维图纸数据关联

在三维模式下,通过把三维实体模型导入二维图纸中,实现模型与图纸的数据关联,二维图

纸中的图元不再是孤立的点、线、标注等图元，而是与三维模型数据建立起对应关系。

常规的二维工程图设计可以直接由三维模型通过剖切、投影等各种操作得到<sup>[6]</sup>，只需对视图中的个别线条进行调整，并标注工程符号，即可满足工程图纸的要求，简化了原来需要在二维图纸上一笔一线进行工程图绘制的设计方式。由于三维模型包含了设计对象完整的几何结构信息，因此除基本的三视图外，还可以生成轴测图、各种剖视图和局部视图等。预制箱梁钢绞线配筋见图2。

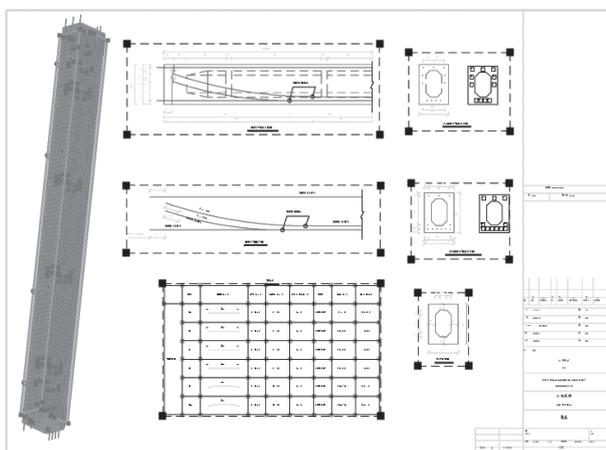


图2 预制箱梁钢绞线配筋

## 2.2 二维子图生成

在设计平台中，构件或结构是三维的，而工程图纸大部分是二维的，这就必须开发一些手段进行三维模型到二维图纸的转换，从而形成工程对象的出图操作。二维子图的生成不再是通过传统的画图方式得到，而是通过对构件模型进行三维操作得到。在图纸中，对三维模型主要有剖切和投影两种操作方式。通过这两种子图生成方法，可以任意地从三维模型中得到实际尺寸的二维子图，对模型对象剖切和投影的过程由系统自动完成，快捷并且准确，只需要确定子图放置位置及平面坐标即可。

### 2.2.1 剖切出图

剖切出图是指通过选定平面剖切三维模型的方式得到模型的剖面图。平面剖切构件模型得到的即为构件轮廓，剖切到的钢筋即为点钢筋，用户选择投影到剖切平面的钢筋即为线钢

筋，该出图方式通常用来出含有点钢筋的二维子图<sup>[7]</sup>。

以预制轨道梁断面图为例说明剖切出图方式的用法。轨道梁三维模型建好以后，把配筋模型导入图纸，通过选择模型的边确定剖切边，得到与之垂直的剖切平面，剖切平面与构件进行交运算，得到构件剖面图，构件轮廓可以通过剖切模型或者投影模型到剖切平面两种方式得到；再通过选择需要剖切和投影的钢筋，分别得到点钢筋和线钢筋；最后，对二维子图中的构件轮廓进行尺寸标注，对点钢筋和线钢筋进行尺寸标注及钢筋标注，得到预制轨道梁断面图。预制轨道梁断面见图3。

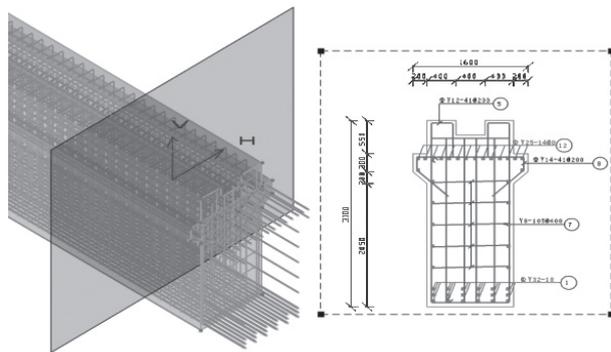


图3 预制轨道梁断面

### 2.2.2 投影出图

投影出图是把单个或多个构件模型，或者结构装配模型，以及它们的钢筋进行投影，生成构件投影图<sup>[8]</sup>。生成投影图的方式有两种，一种是屏幕投影，另一种是平面投影。屏幕投影是指用户调整模型在三维视图中的位置到合适的视角后，把模型投影到当前屏幕位置生成投影子图，该投影方式在图纸中通常用来显示模型三维轮廓结构。平面投影是指选定某个平面，把模型投影到该平面生成投影子图，该出图方式通常用来出模型的平面图、立面图等。

以预制轨道梁立面图为例说明投影出图方式的用法。轨道梁三维模型建好以后，把配筋模型导入图纸中，通过选择模型按哪个平面进行投影、是否显示轮廓隐藏线，确定投影平面内的坐标轴等功能，得到构件轮廓投影图；再选择要进行投影的钢筋，得到线钢筋；最后，对子图中的

构件轮廓进行尺寸标注,对线钢筋进行尺寸标注和钢筋标注,得到预制轨道梁立面图。预制轨道梁立面见图4。

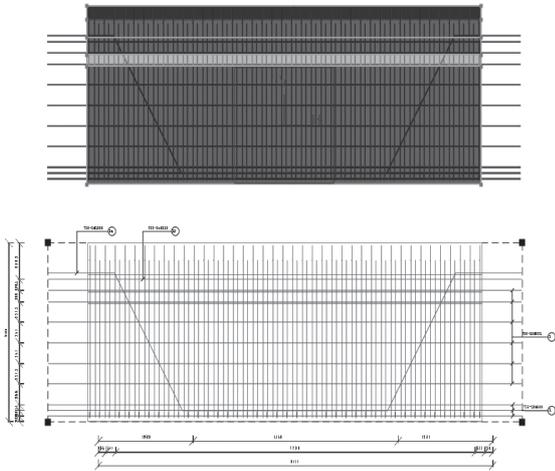


图4 预制轨道梁立面

### 2.3 出图对象标注

在HIDAS出图系统中,通过操作三维模型生成的二维子图是与三维模型数据关联的,它们之间有内在的联系,出图对象标注就是要把这种内在的对应关系标注出来。在出工程图时,很多情况下都需要这种对应关系,当真实的工程对象比较难理解时,就需要用多个二维子图来表达实际的工程对象,这时就需要二、三维对象的内在联系来维护二维图元和真实模型之间的关系。并且需要把这种内在关系在二维图纸中表示出来,使得施工人员可以理解到工程对象的结构、尺寸等信息,这就需要出图对象标注,把图纸中二维图元所代表的三维模型的物理意义标注出来。

在三维出图系统中,尺寸标注可以分为长度型标注、半径型标注、角度型标注等。进行尺寸标注时,系统会自动捕捉顶点、交点、延长线等,由设计人员确定标注位置,来完成尺寸标注。

在传统配筋图的绘制过程中,通常需要标注大量钢筋,工作量非常大。而在HIDAS三维出图系统中,钢筋点和钢筋线并不是孤立的二维图元,它们的生成是通过剖切或者投影配筋模型得到的,图元与三维模型数据关联,因此,当进行钢筋标注的时候,不需要手动绘制钢筋标注内容,系统会自动区分图元的实际意义,标出钢筋编号、钢筋直径、钢筋等级等属性<sup>[9]</sup>。

### 2.4 数据统计

传统操作模式下,构件信息的统计,包括材料用量、长度、钢筋数量等信息,都需要设计人员统计,工作十分繁琐,也很容易出错。在HIDAS三维出图系统中,由于三维构件模型已经存在,构件和钢筋的物理信息在建立的时候已经赋予给它们,因此,在出图阶段,设计人员可以根据自身需要,选择统计的信息,系统自动完成所需信息的统计工作,真正做到一键完成数据的自动统计。并且数据统计管理器把统计表格与模型数据关联起来,当模型发生修改时,统计表格自动更新数据。

### 2.5 二维基本图元

在HIDAS出图系统中,通过剖切和投影三维模型生成的二维子图不能完全满足视图表达方案的要求,因此,系统除了提供二三维出图关联的操作外,还提供了点、线、圆、多段线、样条线、文字、表格等基本图元的绘制操作,以及图元移动、修剪、缩放、倒角、圆角等二维图元操作,还有图元样式、线条样式、文字样式、标注样式等样式修改操作,类似于普通的CAD作图软件,用户可以方便地在图纸上进行必要的修改补充。

## 3 图纸自动更新

在设计的过程中,方案的反复修改是经常发生的事情,如果模型修改后,图纸都要重新进行生成,重新标注,那会是一个繁琐的过程。在出图系统中,通过操作三维实体对象,得到的二维子图,是与三维模型数据相关联的。当三维模型修改后,二维子图会自动进行更新操作,用户在子图上的标注也会自动更新尺寸。钢筋表、材料表、方格图等也会自动更新统计数据<sup>[10]</sup>,保证了设计修改在三维模型和二维工程图中的一致性。

### 3.1 三维模型更新

出图过程中,设计方案发生变化,三维构件模型或者结构模型需要修改的时候,设计人员从出图任务返回模型设计任务,进行模型修改设计。在图纸中,三维模型与二维图元并存,模型修改完成后,重新回到出图任务,把原来的三维

模型更新为修改后的模型，其他的二维图元自动更新，完成模型更新操作。

### 3.2 三维模型更新时数据传递顺序

由于三维模型与二维图纸数据关联，因此，模型修改后，更新数据会传递到引用该模型的二维子图及数据统计图表。

模型更新数据传递到二维子图时，子图会根据新模型的形状、结构、位置等信息，重新对模型进行剖切、投影等三维操作，得到新的点线图元集合的二维子图。然后更新数据会传递到子图中的尺寸标注、钢筋标注、子图数据、备注信息等，它们根据更新后子图的图元属性及位置信息，进行标注更新及其他图元更新，完成图纸的更新操作。

当模型更新数据传递到数据统计图表时，统计图表清空原模型的统计数据，再根据图表需要统计的内容，重新统计新模型数据，来完成统计图表的更新。三维模型更新时，更新数据传递过程见图5。

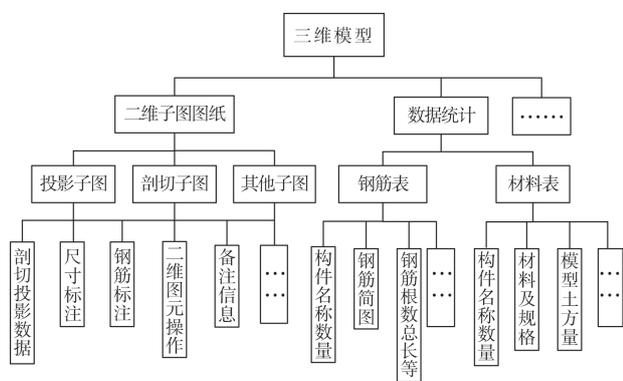


图5 更新数据传递过程

### 3.3 图纸数据更新

在出图系统中，通过模型操作得到的二维子图与三维模型有对应关系。当模型发生改变时，系统向与模型相关联的子图发送更新消息，子图对象自动完成更新操作。各种视图之间通过三维模型建立起内在的对应关系<sup>[11]</sup>，不但保证了视图的正确性，而且对三维模型的修改更新能自动反映在各种视图上。

在预制轨道梁配筋图设计过程中，已经完成了轨道梁断面图的绘制，轨道梁预制部分高度为

2 550 mm。但由于设计方案的变更，预制部分的高度需要变化为3 450 mm，这种情况下，设计人员不需要重新做一遍剖切模型、选择钢筋、进行尺寸标注及钢筋标注这个出图过程，只需要在原图基础上进行更新即可。

更新前的预制轨道梁配筋断面见图6，预制部分高度为2 550 mm。

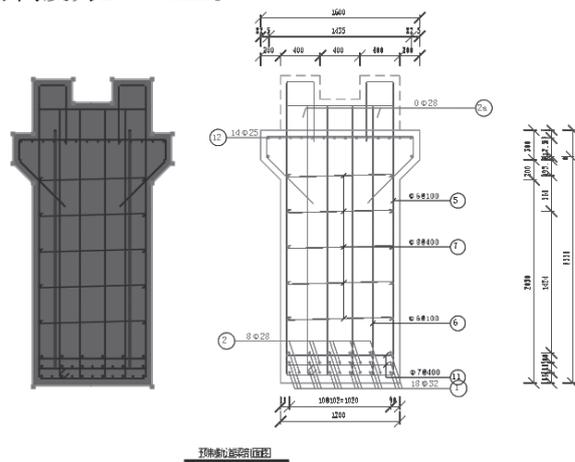


图6 更新前的预制轨道梁配筋断面

当轨道梁配筋模型修改完成后，设计人员把图纸中的旧模型更新为新模型，由于二维子图与三维模型数据关联，因此，当三维模型发生了变化，二维子图中的图元对象自动更新，尺寸标注及钢筋标注也会自动更新，设计人员只需要根据出图要求，移动部分标注位置即可完成更新后的轨道梁断面图绘制。更新后的预制轨道梁配筋断面见图7，预制部分高度为3 450 mm。

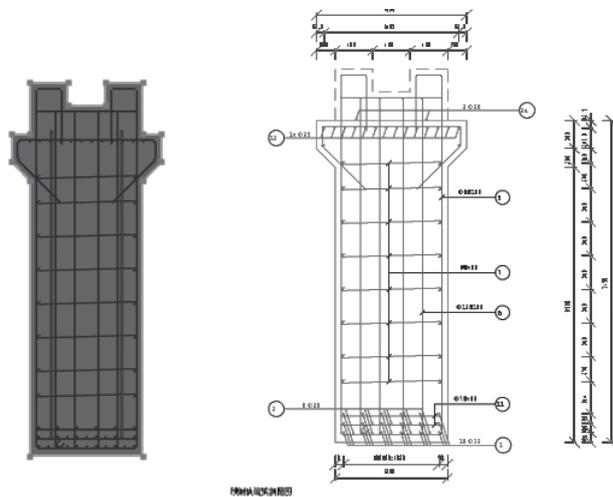


图7 更新后的预制轨道梁配筋断面

