

基于三维设计的钢筋图自动标注

杨新军 朱爱林

(长江水利委员会长江勘测规划设计研究院 湖北 武汉 430010)

摘要 :为将人从琐碎的制图活动中解脱出来 ,在水工结构三维可视化系统中 ,研究了钢筋自动标注技术 ,建立了标注抽象模型和标注实体信息模型 ,详细叙述了钢筋图自动标注及标注干涉自适应调整的实现方法 ,形成了一套标注干涉检查程序 .系统在工程中的应用表明 ,运用该方法自动生成的钢筋图标注信息正确、清晰、合理 ,达到了施工图的要求 .

关键词 :三维 CAD ;钢筋图 ;自动标注 ;自适应调整 ;干涉处理

中图分类号 :TU511.3+2 文献标识码 :B 文章编号 :1006-764X(2005)06-0082-03

Automatically dimensionmarking drawings of reinforcing steel bar based on 3-D design//YANG Xin-jun ,Zhu Ai-lin
(Changjiang Institute of Survey , Planning , Design and Research , Changjiang Water Resources Commission , Wuhan 430010 , China)

Abstract :The technique of automatically dimension marking dimensioning drawings of reinforcing steel bars in 3-D visualized system of hydraulic structure was studied to free engineers from tedious drawing activities . The methods for automatically dimensionmarking drawings of reinforcing steel bar and realization of the self-adaptative adjustment of marking collision were expounded . A standard abstract model and a dimension marking model were established , and a set of standard marking collision detection program was formed . The application of the system shows the method is correct , clear , and reasonable in automatic generation of drawings of reinforcing steel bars and related marking information , and the requirement of construction design can be met .

Key words :3-D CAD ; drawing of reinforcing steel bar ; automatically dimension marking ; self-adaptative adjustment ; dealing with marking collision

在传统的水工结构设计中 ,设计人员通常利用二维绘图软件工具 ,在计算机屏幕上“一笔一画”地进行设计 .人的思维被禁锢在绘图上 ,创造性潜能不能得到最大发挥 .由于水工结构体型复杂多变 ,用传统方法开发的二维绘图软件适用面有限^[1~3] .三维 CAD 技术经过近 40a 的研究 ,技术上现已很成熟 ,并在机械、航天等行业得到广泛而深入的应用^[4] .借鉴这些行业的成功经验 ,针对水工结构形式多样性的特点 ,笔者提出了“三维设计、二维出图”的方案 ,并以水工结构三维造型为起点 ,开发了一套水工结构三维可视化设计系统 .运用该系统 ,工程师进行三维建模和三维配筋设计 ,建立钢筋混凝土实体模型 ;在定义剖切面位置后 ,系统将自动生成可用于施工的配筋图和信息表 .整个系统由三维配筋设计、数据转换和工程图生成组成 .水工结构三维模型经过这 3 个模块的处理 ,最终生成二维施工图纸 .在工程图的自动生成中 ,需要解决一系列技术难题 ,其中钢筋图是否正确、清晰、合理 ,能否达到施工图要求 ,直接影

响系统的使用效果 .本文重点讨论视图中钢筋自动标注实现 ,以及标注体干涉处理方法 .

1 钢筋自动标注技术

1.1 标注实体表达

1.1.1 钢筋的标注类型

钢筋在二维视图中的表示形式决定其标注方式^[5] .钢筋在二维视图中的表示有 3 种基本类型 :①点筋 ,钢筋表示为点 ;②面筋 ,一组钢筋表示为多条钢筋线 ;③线筋 ,一组钢筋表示为一条钢筋线 .每种基本类型又可分别派生出很多子类型 .

1.1.2 标注抽象模型

通过分析标注类型可以看到 ,钢筋图实体包括标注线(K)、标注引线(L)、箭头(A)、标注文本(W)三部分 ,因此标注几何信息可以用一个三元组表示 :

$$D \mid \text{Geo} = \{ K , L / A , W \}$$

若以 T 表示标注类型 , S 表示被标注的钢筋实体 , P 表示标注控制点 ,则标注拓扑信息可表示为

$$D \mid \text{Topo} = F(T, S, P)$$

上述 3 个自变量不是完全独立的,它们之间是一种网状的联系. 设用 O 表示标注的其他因素(如钢筋线之间的关系、点筋所在结构面的形状、干涉判断结果等),则标注类型及位置可表示为

$$T = G(S, O)$$

$$P = G(S, T, O) = G'(S, O)$$

由此建立标注抽象模型如图 1 所示. 自动标注时,通过自变量 S 及 O 结合标注规则判断出标注类型 T (表现为被标注的钢筋实体对标注类型的约束),同时,由 S, T, O 以及一组用于标注位置求解的约束方程顺序求解得到标注控制点 P . 根据标注类型 T 和标注控制点 P ,再结合数据库中的钢筋属性信息(如钢筋直径、等级等),就确定了标注体的几何信息和拓扑信息.

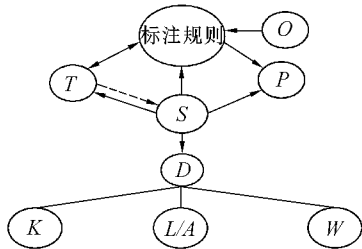


图 1 标注抽象模型

1.1.3 标注实体信息模型

钢筋的标注实体信息模型包括标注实体的属性信息和几何信息、钢筋组属性信息和钢筋视图相关信息 4 个部分内容,如图 2 所示. 其中,标注体号用来惟一标识一个标注实体,标注几何信息具体说明标注实体以及标注实体各图素的位置及区域.

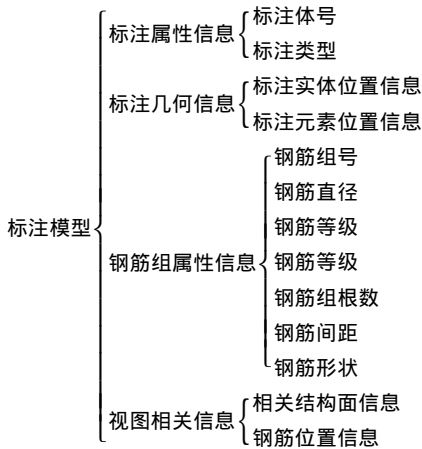


图 2 标注实体信息模型

1.2 自动标注实现

1.2.1 标注实体的生成

通过分析标注抽象模型和信息模型,按如下步骤生成标注实体(见图 3)。

a. 根据钢筋信息和标注规则,确定标注基本类

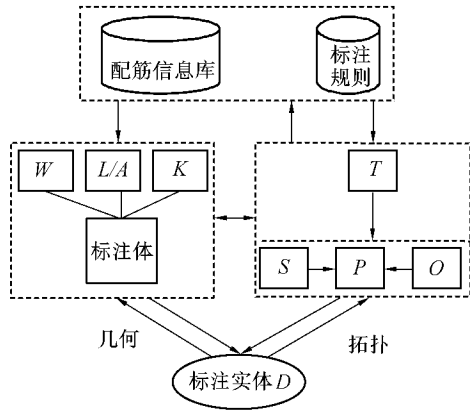


图 3 标注实体的生成

型,并初定标注控制点;

b. 确定标注文本内容:以“钢筋组号 + 钢筋所属视图号 + 钢筋段所属结构面号”作为关键字在工程数据库中查询当前要标注钢筋组的属性数据,与已标注的钢筋组进行匹配产生标注编号,再将标注编号和钢筋属性数据合并为标注文本;

c. 根据初定的控制点,初定文本位置,并在数据库中记录区域信息,以备编辑、调整、访问用,至此已形成标注实体的雏形;

d. 根据标注文本和当前位置得到标注体包容盒 BOX,与前面的标注体进行包容盒判断,调整并确定当前标注体的位置;

e. 在当前位置生成标注线、标注引线、箭头等元素,完成标注.

1.2.2 干涉调整

自动标注会带来标注文本重叠的问题,即所谓干涉现象.这时需要大量的人工后处理,影响了系统使用效率.为解决这一问题,需要在标注实体初步生成后进行智能检查,调整位置或标注形式,避免重叠.

1.2.2.1 可标注域及其约束因素

钢筋标注时,标注文本位置可以在钢筋附近一定范围内选择.此范围称为可标注域.图 4 所示虚线区域即为 3 种基本标注形式(点筋标注、面筋标注和线筋标注)的可标注域.标注文本可沿箭头方向在可标

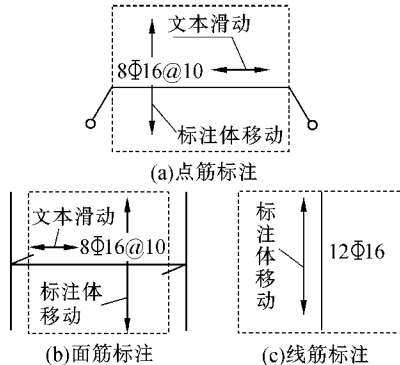


图 4 钢筋图体的可标注域

注域内“滑动”(标注引线也随之变化),处理干涉,就是通过“滑动”,寻找新的标注位置和区域,使当前标注文本同其他图素在区域上无重叠,从而消除干涉。

钢筋图实体的位置是可变但又受约束的,一般受到两类约束,即内部约束和外部约束。内部约束包括被标注钢筋线的位置、钢筋投影类型、标注类型和标注文本包容盒4个约束;外部约束是图中已有图素如已标注体、结构线、钢筋线等对当前可标注域的影响。

在内部约束中,钢筋线位置、钢筋投影类型的解可直接从二维信息库中得到,标注类型和标注文本包容盒可在标注体的形成过程中通过计算和分析满足。因此,在标注实体初步生成后,内部约束已经满足。在此基础上,求解外部约束即可得到有效可标注域。因此,干涉处理的实质是外部约束求解,即通过一定方法,在可标注域内寻求一个满足外部约束条件的标注位置。

1.2.2.2 干涉分类处理

根据引起干涉的图素不同,干涉可分为两个层次:①标注与标注:当前标注文本同已有标注文本的干涉;②标注与结构线(钢筋线):当前标注体同已有标注体结构线(钢筋线)发生干涉。笔者将前一个层次置于优先地位,为必须满足的条件;后一个层次处于次要地位,若干涉检查到一定次数仍未满足,就放弃该条件,否则代价太大。标注干涉的检查,主要以标注文本包容盒和其他图素的包容盒不重叠或重叠程度小为依据。通过标注控制点和标注文本定位点在其可标注域内的移动、再定位,进行检查判断,直到最终找到合适的控制点和区域。

标注基本类型不同,处理方法也不尽相同。按如下3种情况分别处理。另外,为不使图面过于呆板,在干涉调整过程中,标注具体形式可能会有变化。

a. 点筋标注干涉。如图4(a)所示,其处理包括两种方式:标注文本滑动和标注体移动。区别是前者

仅调整标注文本的位置,标注线“静止”;后者在调整标注文本的位置后,标注线也随之相应“扯”动。在实际处理中,将这两种方式结合运用:先在标注底线上逐步滑动标注文本,寻找理想位置,如未找到,再移动标注体,在新的底线上滑动标注文本。如此反复,直到找到理想位置为止。

b. 面筋标注干涉。如图4(b)所示,面筋标注干涉处理同点筋类似,也是标注文本滑动结合标注体移动。区别是标注线不是“扯”动,而是沿钢筋线在钢筋线的范围内移动。

c. 线筋标注干涉。如图4(c)所示,线筋标注形式较简单。其调整方式主要是标注体沿被标注钢筋线镜像或滑动。即按“镜像→滑动→新位置镜像→再滑动”的规则,直到找到理想的标注位置为止。

在上述处理过程中,要不断根据新的位置点检查判断是否还会发生干涉。干涉检查程序的流程如图5所示。

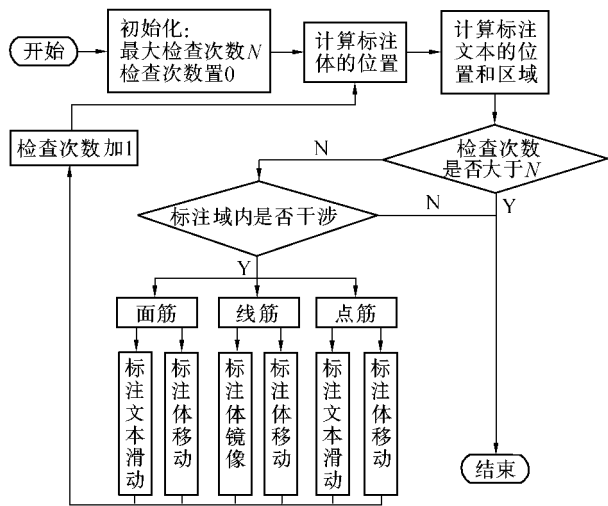


图5 干涉检查程序流程

2 钢筋自动标注实例

本系统已在三峡工程、皂市水利枢纽工程等工程中运用,取得较好的应用效果。图6和图7为某

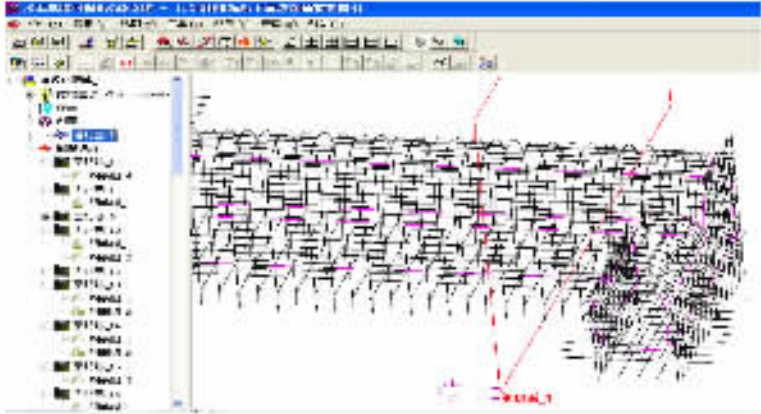


图6 某工程廊道三维配筋模型

(下转第94页)

最大流速 3.3 m/s. 水流经竖井后, 未能及时扩散而形成射流进入出水流动末端, 在竖井后形成很大的脱流区, 并扩散至流道外. 流道出口处最大流速达 2.0 m/s, 最大流速与最小流速之比达 18^①.

分别计算两装置流道局部水力损失摩擦系数, $S_{前置} = 30.906 \times 10^{-4} \text{ s}^2/\text{m}^5$, $S_{后置} = 34.56 \times 10^{-4} \text{ s}^2/\text{m}^5$, 后置略差于前置^②. 前置式装置中, 竖井尾部收缩、水流转向、出水流动扩散三部分合计水力损失占 $S_{前置}$ 的 90.46%; 后置式装置中, 竖井段(含竖井末端脱流)损失占 $S_{后置}$ 的 88.98%. 可见影响前置式泵装置水力性能的主要因素是水泵进口前水流转向与收缩和出水流动扩散, 影响后置式泵装置水力性能的主要因素是出水流动竖井两侧水流的转向、扩散及流动能量回收特性.

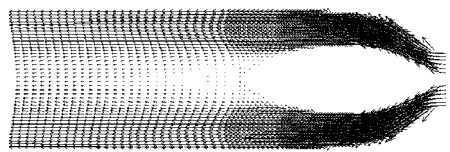


图 6 后置式竖井出水流动平面流场

3.2 竖井尺寸

本工程水泵直径 2.0 m, 竖井内径最大距离是 1.9 m. 机组安装完成后发现周围剩余的空间较小. 运行时, 受空间限制, 电机通风困难, 定子运行温度最高达 89.5 ℃. 对于采用此装置的其他工程建议适当加大竖井径向及横向尺寸, 对机组采用强迫进、出风和水冷却方式, 以保证电机正常运行.

4 结 语

梅梁湖泵站已建成并投入运行, 机组运行平稳, 达到了设计要求. 工程的成功建成, 拓宽了低扬程卧式泵机组选型范围, 可供南水北调东线工程 9 座拟采用卧式机组泵站的设计参考.

参考文献:

[1] 梅瑞松, 杨富昌. 我国泵站工程的现状与发展[J]. 水利水电科技进展, 2000, 20(1): 21—23.
 [2] 阮复兴, 许跃华. 大型低扬程轴流泵的评述[J]. 排灌机械, 2002, 22(5): 13—14.
 [3] 刘超, 汤方平, 袁家博, 等. 高性能低扬程轴流泵水力模型开发与应用[J]. 水泵技术, 2001(3): 3—6.
 [4] 颜红勤, 葛强. 基于 Excel 的大型泵站水泵装置选型优化[J]. 中国农村水利水电, 2004(4): 80—82.

①扬州大学水利与建筑工程学院. 无锡市梅梁湖泵站进、出流道优化水力设计研究报告, 2002.
 ②江苏省水利工程科技咨询中心. 无锡市梅梁湖泵站枢纽工程初步设计咨询报告, 2003.

[5] GB/T50265-97 泵站设计规范[S].
 [6] 陆林广. 泵站进水流道设计理论的新进展[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2001, 29(1): 40—45.
 [7] 成立, 刘超, 周济人. 泵站前池底坝整流数值模拟研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2001, 29(3): 42—45.
 (收稿日期 2004-08-20 编辑 骆超)

(上接第 84 页) 在建工程中廊道三维配筋模型及自动标注配筋视图. 图中标注信息正确完备, 标注文本清晰, 基本无重叠, 达到了施工图的要求. 通过运用本系统, 工程师从琐碎的制图和统计活动中解脱出来, 可将主要精力用于创意性设计.

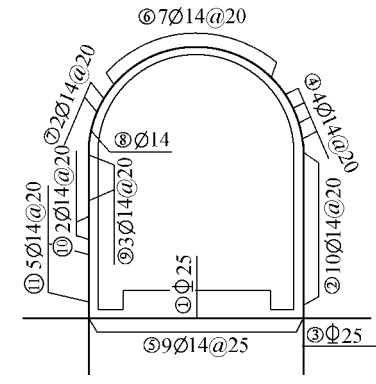


图 7 剖切面视图(自动标注后)

参考文献:

[1] 阮建新, 张茨兰. 坝内斜交廊道钢筋 CAD 软件研究[J]. 武汉水利水电大学学报, 1995, 18(5): 488—493.
 [2] 刘农, 张振鑫, 黄俊友, 等. 多孔水闸 CAD 系统[J]. 河海大学学报, 1998, 26(6): 21—25.
 [3] Ahart J R. Computer-aided building-design system(CADBDS). Journal of Computing in Civil Engineering[J]. 1997, 11(1): 4—5.
 [4] 孙江宏, 黄小龙, 罗坤. Pro/ENGINEER 2001 中文版[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
 [5] 方庆, 徐约素. 画法几何与水利工程制图[M]. 北京: 高等教育出版社, 1991.
 (收稿日期 2004-08-30 编辑 骆超)

