

基于系统分类的水力机械 BIM 设计

幸智, 朱亚军, 陈祖嘉, 向思铭, 郭昊然

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川成都 610072)

摘要:随着 BIM 技术的应用,在三维软件中水力机械的设备及管路布置效率更为提高,管路碰撞检查更为便捷,设计方案的呈现更为直观,“一管到底”的设计方式更具人性化。文章基于系统分类的模型管理视角,通过优化模型管理方式和设备及管路施工详图作业流程,大大减少了模型及图纸中的管路接口,提高了设备及管路建模及出图效率、质量,提升业主及施工单位对水力机械设备及管路布置方案的全局视角和读图效率,并将设计通知、设计变更通知及 R 版图纸纳入模型的版本管理,大大减少整合工作量。

关键词:水力机械;BIM;系统分类;设备及管路布置

中图分类号:TV136;TU751+.8

文献标志码:A

文章编号:1001-2184(2024)增 1-0034-04

BIM Design of Hydraulic Machinery Based on System Classification

XING Zhi, ZHU Yajun, CHEN Zujia, XIANG Siming, GUO Haoran

(PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072)

Abstract: With the application of BIM technology, the efficiency of equipment and pipeline layout in 3D software for hydraulic machinery has been greatly improved. Pipeline clash detection is more convenient, and the presentation of design schemes is more intuitive, with a more user-friendly "a pipeline design to the end" approach. From the perspective of model management based on system classification, the optimization of the management of models and the process of detailed drawings for equipment and pipeline construction significantly has reduced pipeline interfaces in models and drawings. This optimization enhances the efficiency and quality of equipment and pipeline modeling and drawing production, improving the overall perspective and drawing efficiency of owners and construction units regarding the layout schemes of hydraulic machinery equipment and pipelines. Additionally, design notices, design change notices and revised drawings are incorporated into model version management, greatly reducing integration workloads.

Key words: Hydraulic machinery; BIM; System Classification; Equipment and piping layout

1 基于区域划分的图纸管理

在技施阶段,设备及管路施工详图是水力机械专业的主要设计产品,构成了工程师的主要工作量。目前,设备及管路图管理方式是基于水电站建筑结构区域划分,统筹考虑混凝土浇筑进度,将水力机械的设备及管路施工详图主要分为尾水管层以下管路布置图、排水泵房设备及管路布置图、水轮机层以下管路布置图(埋管部分)、水轮机层管路布置图(明管部分)、机墩管路布置图、油罐室及油处理室设备及管路布置图、空压机室设备及管路布置图、技术供水泵及管路布置图、主变消

防供水设备及管路图和水轮机层下游墙管路布置图等。依据建筑结构区域拆分,水力机械专业的设备及管路布置图往往超过 20 套。

“基于区域划分的图纸管理”缺点:

(1)按区域拆分导致图纸套数过多,且图纸名称、所含范围难以统一,既增加前期制定图纸计划难度,在执行过程中也常常反复调整,不便于图纸管理;

(2)按区域拆分,往往截断同一根联通管路,造成不同图纸之间的管路接口过多,降低了图纸设计效率及质量。在设计过程中增加核对管路接口工作量,以及相应“错、漏、碰”的风险,图纸中存在“见后续图纸”的指向不明问题;

(3)按照区域划分方式,跨越不同高程区域的

收稿日期:2024-03-11

科技项目:中国电建成都院科研课题(智能机电工程管控系统研发与应用:P51422)

联管路必然被截断,如机坑自流排水管常常被截断到 2~3 套图纸中,需对照不同图纸才能明确管路的完整路径,给业主、监理和施工单位读图造成不便;

(4) 采用分离式管理,“A 版技施图纸”“R 版技施图纸”和“设计通知”均为独立文件,因此,最终版的某区域管路布置图需整合涉及的多个设计通知附图。同时,整个电站水力机械专业的竣工图又由超过 20 套图纸组成,不同图纸间的接口整合工作量巨大。目前,竣工图往往由施工单位制作,图纸质量参差不齐,为业主后期运维及技改管理带来不便;

“基于区域划分的图纸管理”是 CAD 绘图时代的产物,究其原因,是使用 CAD 软件做设备及管路布置效率低、同一套图中难以表达过多管路^[1]。随着 BIM 技术的应用,在三维设计软件中,模型和图纸是合一的,如果沿用传统“基于区域划分的图纸管理”方式,会大大制约 BIM 设计工具的生产力。

2 基于系统分类的模型管理

“基于系统分类的模型管理”定义:在技施阶段,水力机械系统图主要包括供水系统、渗漏排水系统、检修排水系统、透平油系统、绝缘油系统、中压气系统、低压空气系统、厂内消防水系统等。基于系统分类的模型管理,统筹考虑设备及管路布置的便利性,将全厂水力机械设备及管路分为 5 套重点模型,分别为全厂渗漏及检修排水设备及管路模型、全厂机组及主变技术供水设备及管路模型、全厂消防设备及管路模型、全厂油系统设备及管路模型和全厂中低压气系统设备及管路模型。5 套重点模型涵盖了水力机械专业的全厂管网,5 套重点模型之外还有部分零散模型,如桥机轨道图、进人门安装制作图、量测图等,此部分模型与水电站主体管网并无接口,因此也不存在整合工作量。

“基于系统分类的模型管理”优点:

(1) 模型与系统图对应,重点模型数量合并为 5 套,图纸名称及范围明确,减轻模型管理难度,提高模型管理效率;

(2) 按系统划分,消除同一系统内的管路接口,大大减少模型间的接口,多套图纸中的材料量合并为一次统计、整理,大大提升设计出图效率;

全局视角规划全厂管网,布局更为科学合理,减少错漏碰,提升设计产品质量;同时,“一管到底”的呈现方式更为清晰直观,校审对管路布局有整体视角,提升校审效率;

(3) 模型命名直观,方便检索查找,提升读图效率。对任意管路,可从其所属系统,快速定位到对应模型,“一管到底”的呈现方式更为清晰直观,有利于建立业主及施工单位对水力机械设备及管路布置的全局视角,提升沟通协调效率,减少施工单位漏埋管路的风险;

(4) 将繁琐的图纸及设计通知附图纳入同一模型的版本迭代更新管理,无需整合设计通知附图到模型;同时,基于系统分类的模型间几乎不存在管路接口,只需总装最终版的 5 套重点模型即为竣工模型,大大减少管理工作量;

(5) 利于推进水力机械技施工图的标准化设计。基于系统分类的模型管理可适应于不同水电项目,大大提高标准化设计程度。

3 “基于系统分类的模型管理”实施

在 BIM 软件中,水力机械设备及管路布置具体操作较为容易。不过,将传统“基于区域划分的图纸管理”的众多施工图纸,整合到基于系统分类的 5 套重点模型中,每套系统模型包含内容更为丰富,必然历经“复杂管网的建模”“从模型到图纸的设计表达”和“模型的版本管理”。笔者以“基于系统分类的 5 套模型”中,最为复杂的“全厂渗漏及检修排水设备及管路模型”为例,阐述其整体解决方案。

(1) 复杂管网的建模:

管路数量众多,管路布局涉及全厂,往往无法一步到位,需反复调整。可按如下步骤高效地调整管网达到最佳布置方案:

① 建立管路索引表,在“全厂渗漏及检修排水设备及管路模型”中,不同路径及规格的管路超过 60 种,《全厂渗漏、机组检修排水系统设备及管路布置图》索引(部分)见表 1,通过设置管路索引表,标明管路名称、所属系统图和所在视图,可快速定位到管路所在剖面,提高设计和读图效率。

② 管路布置遵从“由大到小”的原则,先确定大管径的初步位置,再调整小管走向。

③ 为方便快速迭代调整管路,在前期布置时,管路尽可能“横平竖直”布置,管路总体布局最终

表 1 《全厂渗漏、机组检修排水系统设备及管路布置图》索引(部分)

序号	管路名称	管径	规格	对应系统图	对应视图
1	单台水泵出水管	DN400	不锈钢无缝钢管 $\phi 406 \times 9$	机组渗漏、检修排水系统图	A1、A2
2	渗漏排水总管	DN600	不锈钢焊接钢管 $\phi 610 \times 10$	机组渗漏排水系统图	B、B1、B2
3	机坑自流排水总管	DN350	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 355.6 \times 8$	机组渗漏排水系统图	B、C、E
4	主厂房上游侧渗漏排水总管	DN350	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 355.6 \times 8$	机组渗漏排水系统图	B、C、E
5	尾水管操作廊道层排水总管	DN350	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 355.6 \times 8$	机组渗漏排水系统图	B、C、E
6	顶盖排水泵排水总管(全厂)	DN350	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 355.6 \times 8$	机组渗漏排水系统图	B、C
7	主厂房下游侧渗漏排水总管	DN350	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 355.6 \times 8$	机组渗漏排水系统图	B、D
8	机组检修排水总管	DN700	不锈钢焊接钢管 $\phi 711 \times 11$	机组检修排水系统图	B、B1、B2
9	蜗壳排水管	DN400	不锈钢无缝钢管 $\phi 426 \times 14$ (东电供)	机组检修排水系统图	C、E
10	压力钢管排水管	DN150	碳钢无缝钢管 $\phi 168 \times 10$	机组检修排水系统图	E
11	顶盖泄压排水管 1、2	DN400	不锈钢无缝钢管 $\phi 426 \times 14$ (东电供)	机组检修排水系统图	K1、K2
12	检修集水井排气管	DN400	不锈钢无缝钢管 $\phi 406 \times 9$	机组检修排水系统图	B
13	盘形阀套管排水管	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	E
14	检修集水井顶部两腔间连气管 1、2	DN400	不锈钢无缝钢管 $\phi 406 \times 9$	机组检修排水系统图	A2
15	主变洞冲洗用水总管	DN50	不锈钢无缝钢管 $\phi 60 \times 4$	机组检修排水系统图	M
16	发电机电层各机组段冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	N
17	电气夹层各机组段冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	N
18	水轮机层各机组段冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	N
19	各技术供水泵房冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	N
20	尾水操作廊道层各机组段冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	N
21	深井泵房冲洗用水	DN15	不锈钢无缝钢管 $\phi 21 \times 3$	机组检修排水系统图	Q
22	蜗壳弹性层排水管(+X 轴侧)	DN50	不锈钢无缝钢管 $\phi 60 \times 4$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 A	E
23	蜗壳弹性层排水管(-X 轴侧)	DN50	不锈钢无缝钢管 $\phi 60 \times 4$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 A	A1、N
24	座环、副底环排水环管及总管	DN200	不锈钢无缝钢管 $\phi 219 \times 10$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 A	H
25	机坑自流排水管 1、2	DN150	不锈钢无缝钢管 $\phi 168 \times 6$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 A	J
26	下轴套(底环)排水环管及总管	DN125	不锈钢无缝钢管 $\phi 140 \times 4$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 A	G
27	下轴套(底环)排水验水管	DN25	不锈钢无缝钢管 $\phi 34 \times 3.5$	机组渗漏排水系统图—图 A	C
28	大轴补气排水管	DN300	不锈钢无缝钢管 $\phi 325 \times 12$ (东电供)	机组渗漏排水系统图—图 B	C、G
29	发电机机坑排水总管	DN200	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 219.1 \times 7$	机组渗漏排水系统图—图 B	C、H
30	下机架坑进人廊道排水管	DN150	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 165.1 \times 6$	机组渗漏排水系统图—图 B	C、F
31	水轮机坑上游进人廊道排水管	DN150	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 165.1 \times 6$	机组渗漏排水系统图—图 B	C、H
32	蜗壳进人廊道排水管	DN150	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 165.1 \times 6$	机组渗漏排水系统图—图 B	N
33	技术供水泵房上游侧排水管	DN200	低压流体输送用焊接钢管 $\phi 219.1 \times 7$	机组渗漏排水系统图—图 B	N

确定后,最后把必要位置改为斜管。

④在必要地方断开管路,完全逻辑联通的管网,调整局部管路易误动众多关联管路,造成三维软件易发生逻辑报错、崩溃^[2-5]。

(2)从模型到图纸的设计表达:
设备及管路模型完成后,可按如下步骤在图

纸视图中清晰直观地表达众多管路:

①增加管路名称标签,由于管路众多,在视图中标明与管路索引表相同的管路名称,方便读图及检索。

②分层表达,同一系统在不同高程的管路,可以采用不同高程。

③一图多管,在不引起表达混乱的前提下,通过控制视图深度,在同一视图中表达更多管路。

④基于区域的管路三维索引图,如需更为直观的把控局部区域的所有设备及管路,可总装 5 套重点模型,按区域划分制作局部空间的三维视图,辅助参建方读图。

(3)模型的版本管理

模型版本管理是该设计方法的重点,模型迭代更新流程见图 1,可有效解决设备定标模型滞后和设计(变更)通知管理问题。

模型分为固化出图版模型和迭代更新状态模型。模型固化出图后,形成 A 版固化出图模型(简称“A 版”),然后,“A 版”进入 A 版迭代更新状态模型(简称“A 迭”)。当设备招标完成,用设备定标模型替换初始设备,更新明管高程定位布置,整理前期设计变更后的明细表,形成 R 版固化出图模型(简称“R 版”)。

①R 版解决设备定标模型滞后问题:A 版的作用是完成系统方案设计和埋管施工详图。A 版中的设备用技术规格相近设备占位,与设备相关的明管高程定位为暂定。待设备定标后,用定标设备模型替换,生成 R 版。

②设计通知及设计变更通知管理:如有设计变更需求,只需在“A 迭”中修改模型,增加设计变更通知附图,此时不整理因变更而产生变化的明细表,而只在设计变更通知中列出变更产生的材料增减量。由此,便把设计变更通知纳入到模型版本管理,而不存在单独的设计变更通知模型文件。

当设备招标完成,用设备定标模型替换初始设备,更新明管高程定位布置整理前期设计变更后的明细表,形成 R 版。此“R 版”即包含了前期所有变更,省去整合设计变更工作量。

同理,“R 版”出版后,可进入“R 版”进入迭代更新状态。一般来说,“R 版”有变更需求可能性较小,只需更新最终版土建模型便是此系统的最终版模型。

最后,总装最终版的 5 套重点模型和其他零散模型,即成为全厂的竣工模型见图 1。

4 结 语

随着 BIM 技术应用,基于系统分类的模型管

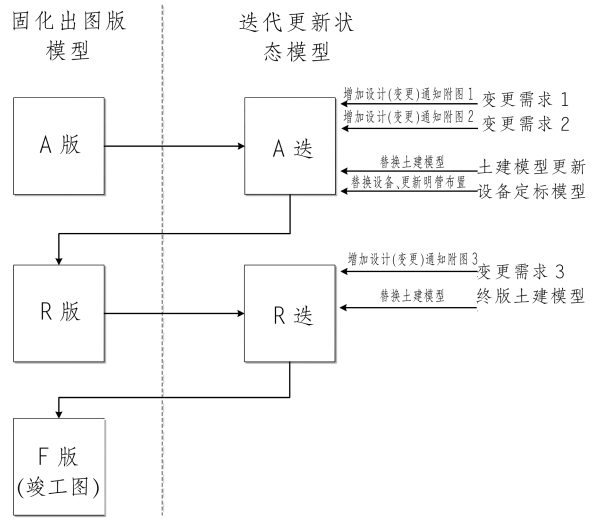


图 1 模型迭代更新流程

理水力机械设备及管路布置提高了建模及出图效率,管路碰撞检查更为便捷,设计方案呈现更为直观,“一管到底”的设计方式更具人性化,提升业主及参建方对水力机械设备及管路布置方案的全局视角和读图效率,值得推广。

参考文献:

- [1] 李云贵. 建筑工程设计 BIM 应用指南(第 2 版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [2] 宦国胜, 王海俊, 沈国华. 水利工程中三维信息模型技术平台的比选和应用[J]. 江苏水利, 2015(1): 40-43.
- [3] 幸智, 朱毅, 孙文彬, 等. 机电工程一体化信息模型构建技术[J]. 水电站设计, 2019, 35(1): 19-21, 35.
- [4] 朱毅, 孙文彬, 陈向东. 水电站水力机械专业 BIM 设计及应用[J]. 大电机技术, 2018(4): 56-60, 71.
- [5] 何关培. BIM 应用决策指南 20 讲[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

作者简介:

幸智(1988-),男,四川自贡人,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,硕士,从事 BIM 设计和水力机械设计工作;

朱亚军(1980-),男,江苏徐州人,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,硕士,从事水力机械技术管理工作;

陈祖嘉(1979-),男,重庆潼南人,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,学士,从事机电设计管理工作;

向思铭(1996-),男,四川蓬安人,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,学士,从事 BIM 设计工作;

郭昊然(1994-),男,四川泸州人,中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,学士,从事 BIM 设计工作。

(编辑:廖益斌)