

基于3D打印模型的装配式安装消防泵房管道设备施工工法

1、前言

目前国内的装配式建筑市场正在快速发展，而机电安装工程及装修工程也逐渐进入到装配建造阶段。国内一些著名的安装企业如中建安装、中建三局安装公司等央企以及上海安装、山西安装、广东安装等省级安装企业已经开始了机电装配式施工的探索。在上海环球金融中心、上海国际博览中心、华润深圳湾国际商业中心、青岛丽东化工有限公司芳烃装置、神华煤直接液化装置、上海东方体育中心、南京雨润大厦等一批工业、民用机电安装工程项目已经开始了机电管线及设备工厂化预制技术应用，“BIM+装配式施工”成为机电安装行业的技术趋势。

2、工法特点

2.1 消防泵房管道设备施工采用“基于DFMA的设备机房深化设计+移动式加工厂预制+现场装配”施工技术。

2.2 基于DFMA的设备机房深化设计技术

2.2.1 基于BIM技术的设备+管道+支架的深化设计。采用BIM技术对设备机房进行深化设计，确定设备管线安装走向及标高，明确各个预制管段和预制支架的形式及安装位置，减少后期返工及材料浪费。

2.2.2 采用三维激光扫描技术校正BIM模型。运用红外线测距仪和三维激光扫描技术对机房现场结构进行实测，将现场导出的三维点云模型与建模模型进行重合对比，确保模型与现场误差在±10mm以内。

2.2.3 运用MagicCAD支架荷载计算软件进行支架荷载复核。

2.2.4 将消防泵房按安装顺序划分四大区域，水泵设备及引上管部分、消防及喷淋给水管部分、减压阀组部分、消防水箱及水泵进水管部

分。并以此为基础，以便于运输和安装为原则进一步细分构件拆分。

2.2.5 运用3D打印技术对设备机房进行施工次序模拟。用3D打印机打印出每一段预制管道和构件，采用模块化方式进行分段拼装，实体模拟水泵房现场的施工安装顺序，提前进行施工问题分析和纠错。同时该三维实体模型可对现场水泵房安装起到指导性作用，现场施工人员可参照模型进行同步作业。

2.3 在项目加工场内使用移动式加工厂对管段和支架进行预制，既节约原有工厂化预制的运输时间和费用，又可缩短机房内整体施工作业时间。

2.4 移动式加工厂有着操作简单，可拆装式的特点，适用于工艺管道安装现场的流水化批量预制，无需固定厂房，适合各个项目间移动作业。

3、适用范围

适用于施工质量要求高，现场施工作业周期较短，采用工厂化预制成本过高的设备机房。

4、工艺原理

4.1 采用BIM软件创建建筑、结构、暖通、给排水和电气等专业的BIM模型并优化整体管线走向及空间位置，利用三维激光扫描技术复核土建和管件及设备实物尺寸参数，对所用支吊架进行载荷计算，形成高精度BIM深化模型。

4.2 再根据详细划分的管道及支吊架预制加工段，绘制预制加工大样图，并使用移动式生产线加工厂对预制管段及构件进行制作，完成后把成品运输到机房施工现场。

4.3 利用3D打印技术对水泵房进行模拟建造，严格还原现场施工装配，模拟现场的施工安装顺序。最后根据3D打印模型和现场装配图

高效准确地进行设备及管段拼装施工。

5、施工工艺流程及操作要点

5.1 施工工艺流程

图纸审核→基于DFMA的深化设计→现场复测→BIM模型高精度深化→构件拆分→移动式加工厂预制加工→项目3D模型制作→施工实施准备→现场运输→现场安装→水压试验

5.2 工艺操作要点

5.2.1 图纸审核

1、熟悉图纸：组织参与项目的技术人员对图纸进行审核，熟悉并掌握该机房的特点和技术要求，提出可优化的建议及方案，以满足使用需求的前提下对设备摆放和管线走向进行深化，提高施工及运营效率。

2、收集已定板的水泵设备、流量计、减压阀组、止回阀、闸阀等的尺寸参数。

3、图纸会审：对于图纸表达不清的地方提前与设计进行沟通，确认设计本身意图，提出优化意见需要经设计核实后再进行下一步工作。

应从施工难易程度、方便运维操作性、净空、控制电柜安装位置等方面对消防泵房图纸进行审核。特别注意处理以下问题：

1) 消防水池（箱）开孔位置、水泵安装位置。
2) 设备机房内管线走向、分层是否合理。
3) 消火栓与喷淋主干横管道排布能否与水泵安装高度及出水口高度匹配。

4) 报警阀组、旁通泄压阀组、减压阀组安装位置是否有足够空间操作。

5) 控制电柜安装位置上方是否有管道经过。

5.2.2 基于DFMA的深化设计

采用BIM技术对泵房整体管线进行深化设计，并实现管段构件及支架拆分和装配式拼装

1、深化设计流程，见图5.2.2-1：

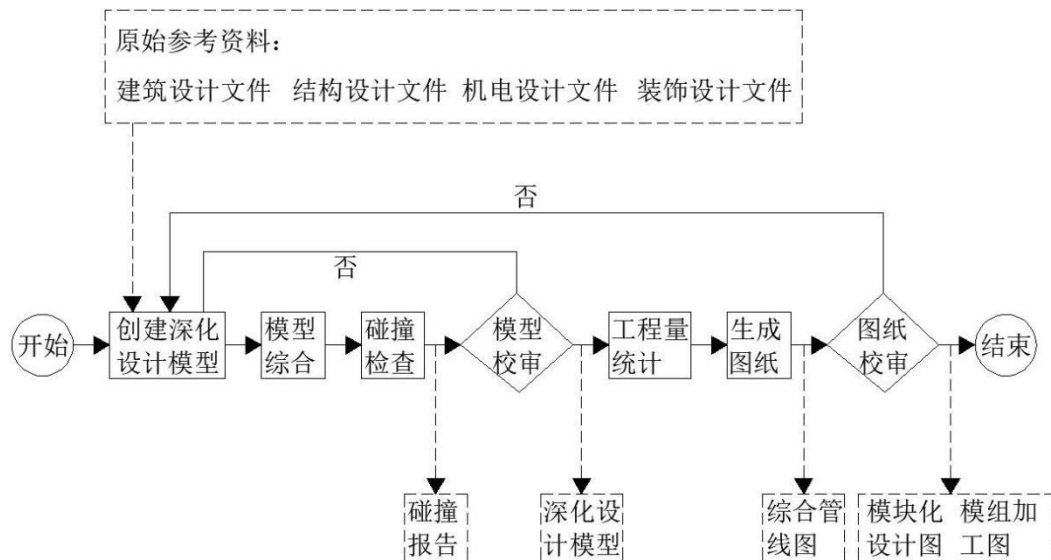


图5.2.2-1 深化设计流程图

2、创建深化设计模型要点

1) 根据项目结构图纸、建筑图纸、机电管线图纸，通过Revit软件分别创建结构、建筑墙体、机电管线的模型。

2) 创建施工模型需要对每个专业有统一的规则和要求，要采用统一的坐标系、原点和度量单位，各专业的模型应协调一致，并能够集成应用。

3) 当发生变更时，要及时收集信息，更新模型、模型元素及相关信息，并记录好相关的变更。

3、深化设计要点：

1) 根据厂家提供的管件、设备等资料，调整修正通用族库模型的模型参数，确保整体模型精度达到LOD400，即可指导现场施工

的精度。

2) 报警阀组、旁通泄压阀组、减压阀组安装位置应有足够空间操作。符合消防给水及消火栓系统技术规范（GB50974-2014）施工标准。

3) 控制电柜安装位置上方不应有管道经过。

4) 电缆梯架、托盘、槽盒和管道可同一高度水平布置；与管道上下布置时，桥架在上，管道在下；在管道下方时，其正上方不宜有管道平行布置。

5) 通过软件进行碰撞检查，检查各专业模型之间是否有冲突，生成碰撞报告，优化模型和生成综合管线图。

6) 最终的BIM模型图应在原始模型元素的基础上，明确具体的标高、定位。

7) 最终的BIM深化设计模型及综合管线图完成后，需复核各系统参数，包括管线截面尺寸、支架受力、检修空间等。

4、以xxxxxxx项目为例，原设计图纸经审核问题如下：（见图5.2.2-2）

1) 原设计减压阀组安装位置较难操作。

2) 消防水泵出管段过长，影响运维操作空间。

3) 消防与喷淋给水管采用了分层并排布置的方法，影响水泵房的净空高度且不方便阀门的安装和使用。

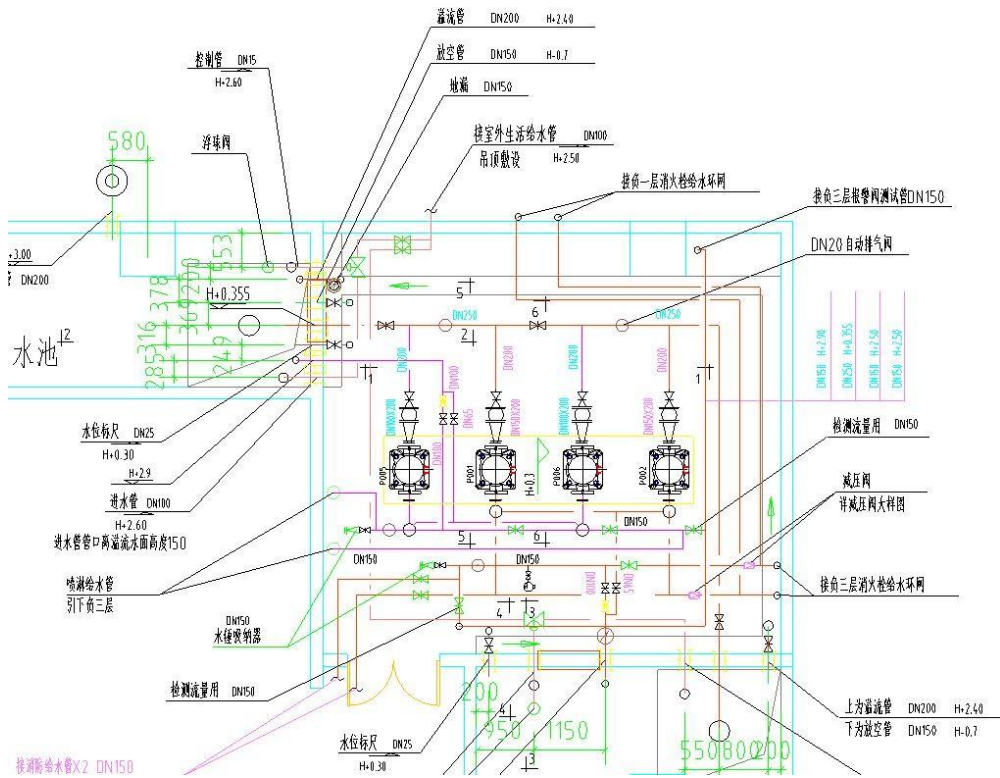


图5.2.2-2 消防水泵房原设计方案

5、机房深化设计结果如下

- 1) 减压阀组位置改为并排在侧墙安装，既节省空间又便于操作。
- 2) 水泵出水管段采用喷淋管与消防管交叉布置的形式，使水泵出管段长度均衡，保证水泵房必要的运维空间。
- 3) 消防与喷淋给水管水平并排布置，确保净空空间，提高观感的同时方便支架及阀门的安装。
- 4) 模型精度为LOD400，达到可指导现场施工的精度。上述深化设计要点经设计同意后，按此思路建立机房深化模型，优化设备布局和管线排布，尽量在运维管理及维修空间上得到最大优化，保证管线整齐美观。（见图5.2.2-3）

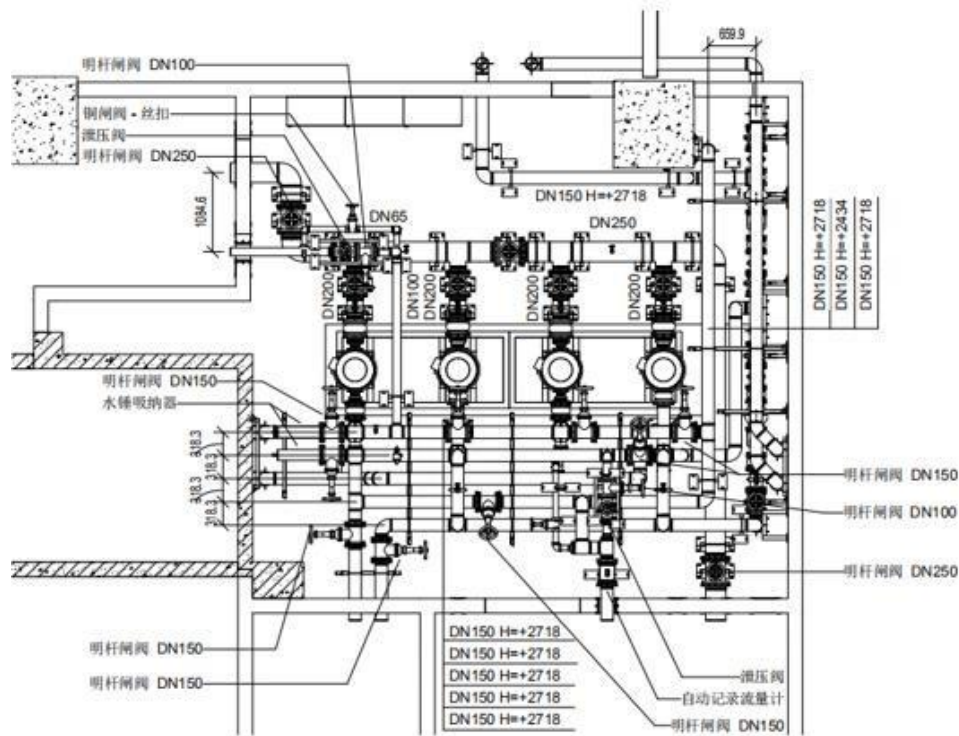


图5.2.2-3 机房深化设计图

5.2.3 现场复测

常规建模使用的设备及管件的族库模型为通用模型，未必满足现场实物的尺寸及安装精度需求，在装配式施工中，需要尽可能采集到构件的实际尺寸数据，保证安装的精确度。

1、现场结构复测：

1) 运用红外线测距仪对现场整体结构进行测量，特别需要注意的是土建预留孔洞位置的偏差会影响管线整体布局，需要确保其精确度。（见图5.2.3-1）



图5.2.3-1 使用红外线测距仪对基础及地面进行高度和找平度测量

2) 运用三维激光扫描仪进行现场复测，生成效果图及现场误差报告。（见图5.2.3-2）



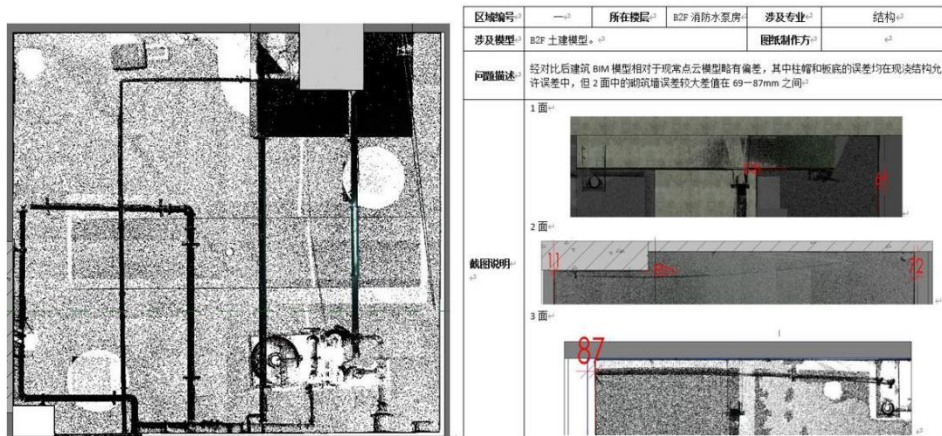
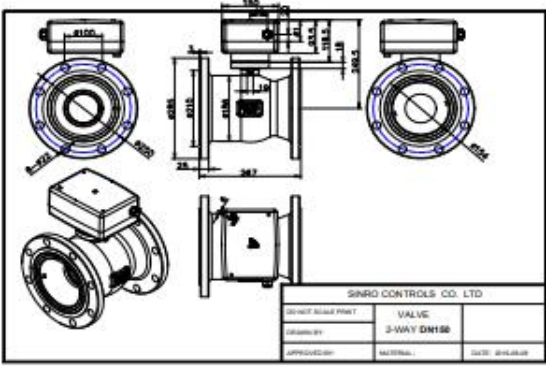
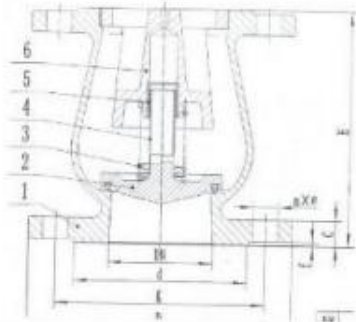
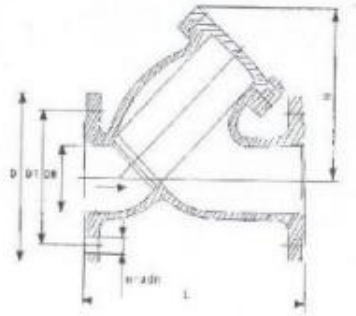
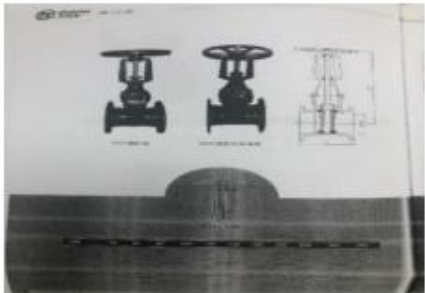


图5.2.3-2 三维激光扫描效果图及现场偏差报告

2、设备、管件实物尺寸复测

提前与项目使用的设备及管件厂家沟通，获取构件实物参数，保证模型中所有构件尺寸均与实物一致，确保模型准确度。（见表 5.2.3）

表5.2.3 主要管件参数表

序号	材料名称	参数		备注								
1	流量计 DN150	 <table border="1" data-bbox="925 560 1189 638"> <tr> <td colspan="2">SINRO CONTROLS CO. LTD</td> </tr> <tr> <td>PRODUCT RANGE POINT</td> <td>VALVE</td> </tr> <tr> <td>DESIGNED BY</td> <td>3-WAY DN150</td> </tr> <tr> <td>APPROVED BY</td> <td>NATIONAL DATE: 2014.08.08</td> </tr> </table>		SINRO CONTROLS CO. LTD		PRODUCT RANGE POINT	VALVE	DESIGNED BY	3-WAY DN150	APPROVED BY	NATIONAL DATE: 2014.08.08	
SINRO CONTROLS CO. LTD												
PRODUCT RANGE POINT	VALVE											
DESIGNED BY	3-WAY DN150											
APPROVED BY	NATIONAL DATE: 2014.08.08											
2	静音止回 阀	DN150	L=207									
3	Y型水过 滤器	DN150	L=348									
4	明杆闸阀	DN65	L=180									
5		DN100	L=229									
6		DN150	L=267									
7		DN200	L=292									
8		DN250	L=330									

9	减压阀	DN150	L=400																																																								
10	泄压阀	DN150	L=420																																																								
11	橡胶软接	DN100	L=155	<p>KST-F型可曲挠双球体橡胶软接头</p> <p>公称直径、长度、橡胶球体与法兰主要参数表</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>公称直径 (mm)</th> <th>长度 (mm)</th> <th>橡胶球 直径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> <th>橡胶球直 径 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>155</td> <td>8</td> <td>14</td> <td>23.8</td> <td>35</td> <td>50</td> <td>65</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>180</td> <td>8</td> <td>22</td> <td>34.8</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>90</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>200</td> <td>8</td> <td>24</td> <td>39.8</td> <td>55</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>225</td> <td>12</td> <td>28</td> <td>45.8</td> <td>65</td> <td>95</td> <td>120</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>250</td> <td>12</td> <td>32</td> <td>51.8</td> <td>75</td> <td>105</td> <td>135</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table> 	公称直径 (mm)	长度 (mm)	橡胶球 直径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	100	155	8	14	23.8	35	50	65	80	150	180	8	22	34.8	50	70	90	110	200	200	8	24	39.8	55	80	100	120	250	225	12	28	45.8	65	95	120	150	300	250	12	32	51.8	75	105	135	170	
		公称直径 (mm)	长度 (mm)		橡胶球 直径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)	橡胶球直 径 (mm)																																																
		100	155		8	14	23.8	35	50	65	80																																																
150	180	8	22	34.8	50	70	90	110																																																			
200	200	8	24	39.8	55	80	100	120																																																			
250	225	12	28	45.8	65	95	120	150																																																			
300	250	12	32	51.8	75	105	135	170																																																			
DN150	L=180																																																										
DN200	L=200																																																										
12	水锤吸纳器	DN150	L=575		安装在给水管末端																																																						

5.2.4 BIM模型高精度深化

1、导入现场结构参数

运用红外线测距仪和三维激光扫描技术对机房现场结构进行实测，将现场导出的三维点云模型与建模模型进行重合对比，确保模型与现场误差在±10mm以内。特别需要对土建预留孔洞位置进行复检，保证模型中的高度及尺寸与现场一致。（见图5.2.4-1）

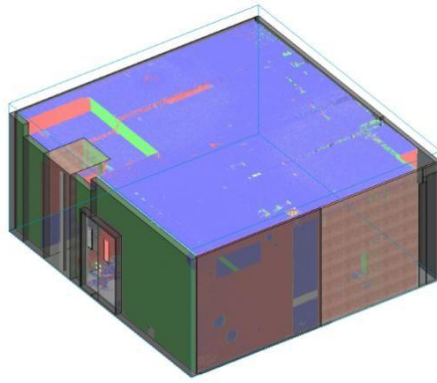


图5.2.4-1 三维激光扫描效果三维导出图和结构模型重合对比

2、对各个设备、管件、支架等进行单独深化

1) 导入实际构件数据：收集消防水泵房内使用设备、管件（水泵、阀门、卡箍三通等）的厂家技术指标及规格尺寸，把参数导入到深化模型中，保证模型构件与实物一致。

2) 支架深化

支吊架的布置和选型：按照管道的数量、规格进行布置，运用MagicCAD支架荷载计算软件进行审核。（见图5.2.4-2）

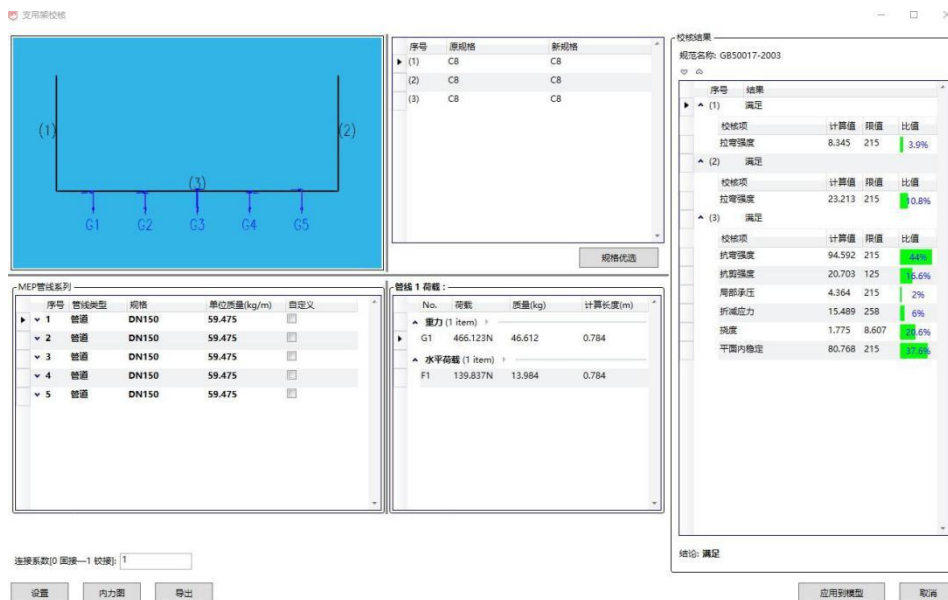


图5.2.4-2 MagicCAD软件校核管道支架荷载

3) 水泵支座深化：如果现场土建预留孔洞位置与图纸标注高度相差较大，需要在原有的水泵混凝土基础上增加水泵支座以确保

水泵进水管高度与孔洞高度平齐，因此在深化模型中添加水泵支座并绘制大样图提交现场制作。（见图5.2.4-3）

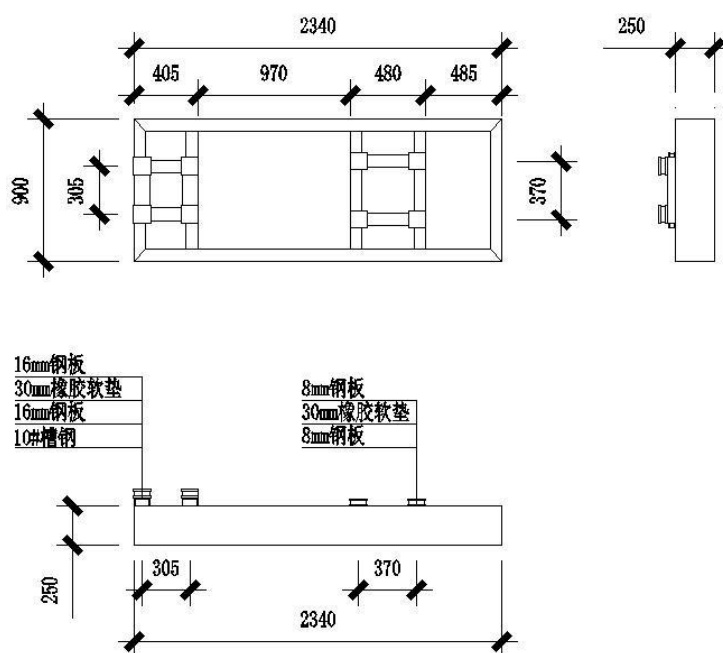


图5.2.4-3 水泵支座深化大样图

5.2.5 构件拆分

1、安装区域拆分：根据消防水泵房设备管线排布情况及计划施工顺序，把水泵房划分为若干个区域进行安装，分别为消防及喷淋给水管部分、减压阀组部分、水泵设备及引上管部分、消防水箱及水泵进水管部分（见图5.2.5-1~5.2.5-4）

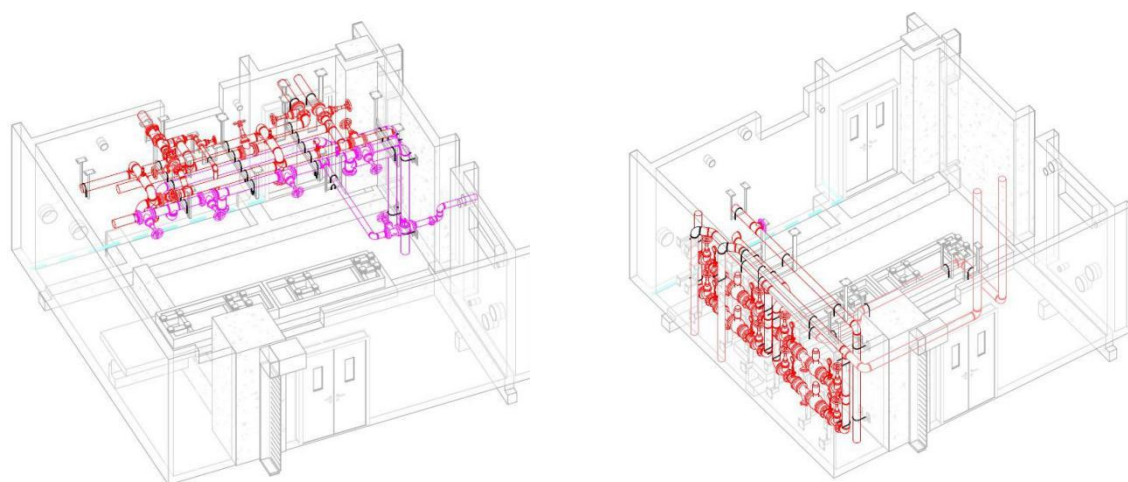


图5.2.5-1 消防及喷淋给水管部分

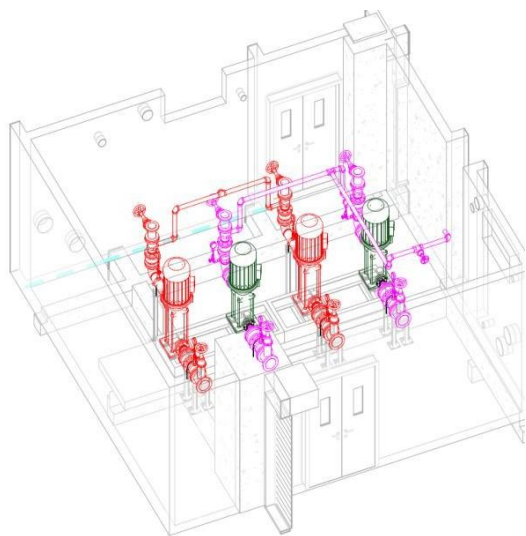


图5.2.5-2 减压阀组部分

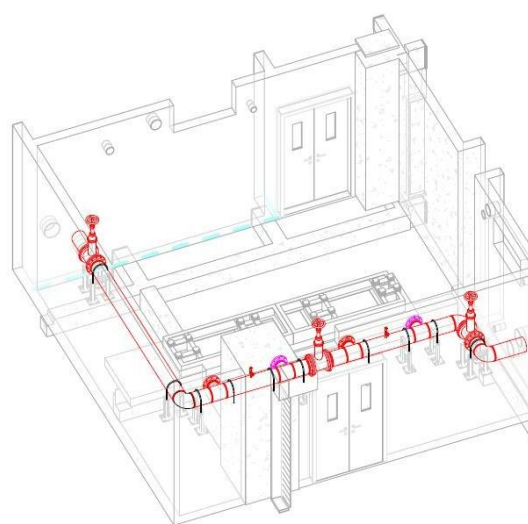


图5.2.5-3 水泵设备及引上管部分

图5.2.5-4 消防水箱及水泵进水管部分

2、模块化拆分：即将设备、管路、配件、阀部件、支架等“化整为零”组合形成预制模块，改变传统方式下“边量、边焊、边改”的施工模式，预制模块整体运输至施工现场后，只需施工人员进行“乐高式”装配即可。

3、模块化选择

适合于进行模块化拆分的预制模块要求：

- 1) 与组对部位较少，可减少因安装精度或装配精度不足引起的二次修改。
- 2) 模块应具备可移动性，吊装和运输应较为方便。
- 3) 模块应具备独立性，便于单独进行保存和搬运。

根据上述原则其他模块，我司选择水泵设备及引上管部分进行模块式安装。

(见图5.2.5-5)

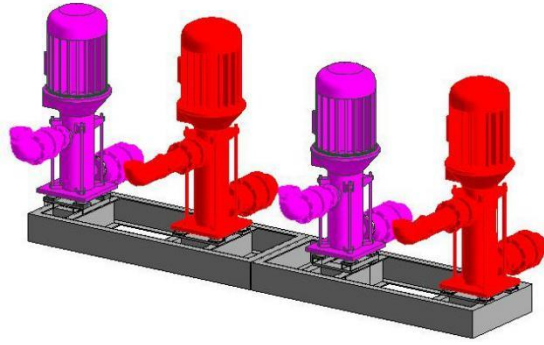


图5.2.5-5 模块化泵组设备三维示意图

4、模块化编号及出图

对需要进行模块化安装的构件进行编号并出图。（见图5.2.5-6~7）

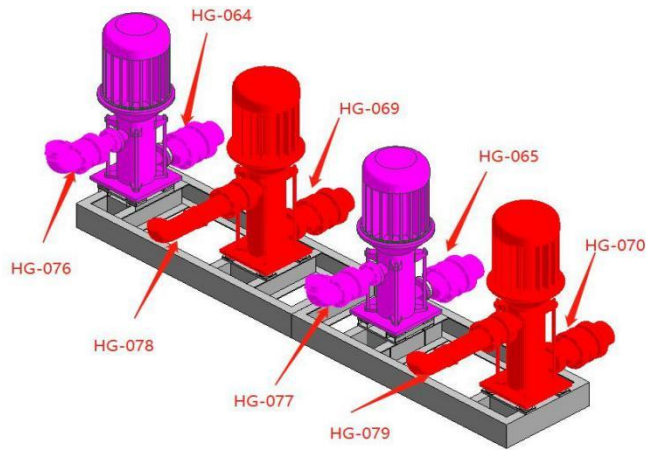


图5.2.5-6 模块化泵组编号图

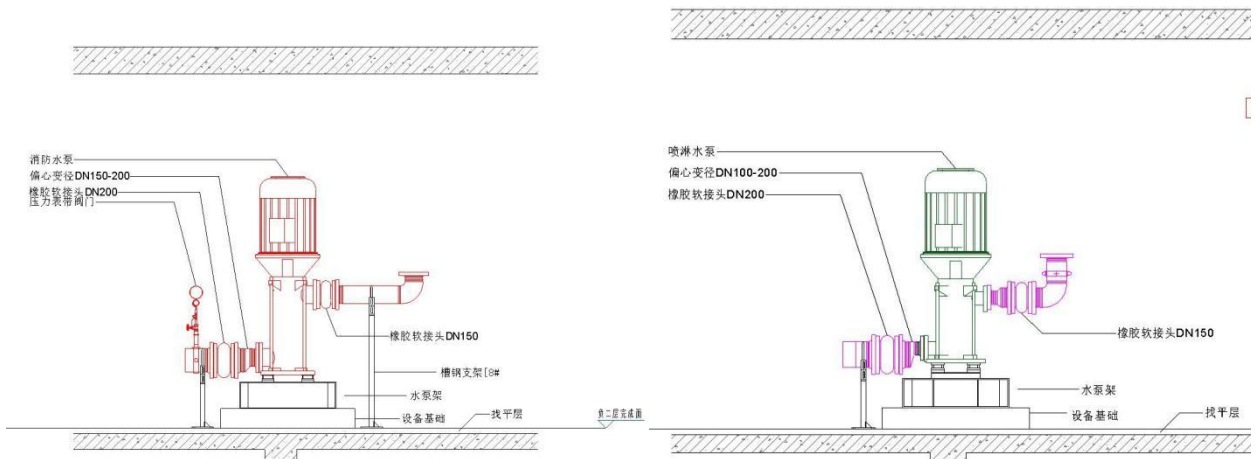


图5.2.5-7 模块化泵组大样图

5、现场模块化制作

对现场施工班组进行模块化泵组图纸交底，确定主要的施工方式、管段连接控制要点、要领、质量控制、安全措施等。（见图5.2.5-8~9）



图5. 2. 5-8 模块化泵组现场交底及安装图



图5. 2. 5-9 模块化泵组实物图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/308053113070006030>