

石油化工项目管线综合设计的初步探讨

王敬奎 朱祥忠 何波 (中海油石化工程有限公司, 山东 青岛 266021)

摘要: 管线综合设计, 是石油化工项目设计中的一项重要内容。管线综合设计的内容、原则和要求等, 在国家及行业标准中都有明确的规定。但不同的设计单位, 因专业分工、专业配合及深度要求不同, 致使管线综合设计质量及在项目中的价值体现有较大的差异。合理的专业分工以及程序化的专业配合, 是做好管线综合设计的基础, 也是本文探讨的主要内容。

关键词: 管线综合设计; 设计程序; 设计深度; 总图运输

0 引言

石化企业厂区内主要有工艺管线、供热供风管线、消防管线、生产生活给水管线、循环水管线、生活污水管线、生产污水管线、雨水管线、动力电缆、照明电缆、仪表电缆及通讯电缆等, 涉及到储运、热工、给排水、消防、电气、自控、总图等专业。因此, 目前阶段要做好管线的综合设计, 设计单位必须有合理的专业分工, 明确的设计管理程序, 这是保证管线综合设计顺利实施, 体现管线综合设计价值的必要条件。随着设计技术的不断提升和进步, 数字化、三维设计工作的推进和完善, 将使管线综合设计工作变得更加简单, 管线之间的碰撞打架等问题, 在三维设计平台上就能更加直观地暴露出来, 方便修改和调整, 大大减少了施工阶段各种管线之间的矛盾。

1 管线综合设计的作用

以一个实际案例说明管线综合设计在项目建设中的重要作用。某 300 万方石油储库项目, 在储罐单元施工时, 项目进展比较顺利; 但到库区管网施工时, 施工界面混乱, 矛盾问题频出, 导致整个项目进度计划严重滞后。主要问题如下: ①已经施工完成的项目, 例如道路旁边的排水明沟, 在消防管线施工时, 约 2000m 排水沟遭到了毁坏; ②地下自流管线施工时, 约 1500m 已施工完成的给水、循环水、消防水管线需要拆除, 重新调整位置, 为自流管线让路; ③埋地电缆施工时, 有 40 处与地下管线交叉, 不得不重新规划路径; ④有 40 座给排水检查井、10 座阀门井、30 处管架基础以及路灯基础等与管线布置矛盾交叉, 不得不重新拆除移位等。这些问题不仅加大了现场施工的难度, 导致项目进度计划滞后, 也造成了几百万元的成本费用增加。

对上述问题分析发现, 在基础设计和详细设计阶段, 设计单位没有对库区管线进行综合设计, 该设计公司管理制度中没有管线综合设计方面的相关规定,

也就是说这家设计单位没有做过管线综合设计。因为没有设计管理文件的支持, 施工标段划分时, 又没有考虑各种管线的空间布局及施工次序, 仅按管线的类别简单划分。各中标单位只负责本标段的管线施工, 不会考虑到其他管线的布置情况, 于是就出现了多种管线的施工前后次序颠倒, 出现了很多埋深浅的先施工, 埋深大的后施工, 小管径的先施工, 大管径的后施工的问题, 人为地造成了各种管线之间的施工矛盾, 成品保护不力, 部分管道受到损坏, 出导致了项目现场不断地拆除、移位、重建等。

2 管线综合设计的管理

厂区管线综合的设计管理, 主要是理清专业分工、理顺专业配合的程序, 建立起完整的管线综合设计的管理制度。石化类设计院有很多专业部室, 涉及到厂区管线的专业就多达七八个, 该由哪个专业负责组织完成管线综合呢? 目前国内大型石化设计院的一般做法, 都是由总图运输专业负责厂区管网综合设计的组织工作。在石化设计专业分工中, 总图运输专业除了承担厂区竖向排水沟的设计外, 几乎不涉及其他管线的设计工作, 那为何还要由总图专业组织管线综合设计的工作呢? 根据本人的从业经历, 我认为这是石化行业设计院总结了无数个石化项目的设计经验而做出的正确选择。

我们知道, 石化企业厂区内有工艺生产装置、储运罐区、动力站、空压站、消防泵站、循环水场、污水处理场、变配电室、中心控制室等单元, 这些单元都不能单独发挥作用, 只有通过管线、电缆把它们连接成一个整体才能正常运转。总图运输专业负责厂区总平面及竖向规划布置, 确定各生产单元的占地大小和厂区通道宽度; 按照工艺流程, 规划厂区运输道路和管道线路的走向, 尽可能最短路径、最短距离, 以提高土地利用率。厂区通道, 是指考虑单元边界线之间单元边界线和厂区围墙之间的道路和系统管网敷

设的地带，设置厂区通道宽度，是总图运输专业设计的一项主要内容，除了考虑单元之间的卫生防护、防火、运输要求外，还必须考虑系统管线的占地需求。

因此，与其他专业相比，总图运输专业设计人员更有全厂整体观念和系统性思维；在中石化《厂区管线综合技术规定》中，就明确规定“本标准规定了总图运输设计中厂区管线综合的一般规定、布置原则和布置要求”，并且要求“管线综合应与厂区的总平面布置、竖向布置、道路布置、铁路布置和绿化布置相结合，统一规划、合理布局”。石油化工设计单位在进行专业分工时，应遵循石化行业的一般规则，明确总图运输专业是管线综合设计的责任专业，并建立起相应的设计管理规定和程序，规定各相关专业在管线综合设计工作的设计配合，共同完成厂区管线综合设计工作。

3 管线综合设计的做法

在工程项目的基礎设计和详细设计阶段，中石化《厂区管线综合技术规定》中，只简单规定了总图运输专业的工作内容，那就是“在基础设计阶段，仅做管线综合规划，并在需要时绘制主要通道断面图；在详细设计阶段，绘制管线综合图，明确各类地下管线的位置，协调各类管线的交叉，避免碰撞”。上述技术规定中，并没有制定各个专业之间的配合步骤和要求。那么，该如何做好管线综合设计工作呢？各家设计院可能会有不同的管理规定，根据个人工程项目的经验，提出了管线综合设计的工作步骤和专业配合的程序，供设计单位参考。

3.1 基础设计阶段

在基础设计阶段，管线综合设计的深度和表现形式，基本处于方案规划阶段。总图运输专业按照厂区管线综合设计的原则和规定，依据工艺流程和总平面及竖向布置图，根据给排水、消防、供电、电信、仪表、储运、燃气及配管等专业的设计资料，编制厂区管线综合的规划方案。方案中需要确定地上管线及其附属设施与建构筑物的最小水平净距，系统管廊的最小净空高度、走向和占地大小，地下管线的路由、布置顺序和空间距离等，地下管线、管沟，不应布置在建构筑物基础压力影响线以内，管线施工要考虑对建筑物基础造成的影响问题，满足厂内交通、运输、消防安全和检修的需要；在寒冷地区，还应满足管线埋深的需要。

总图运输专业编制完成初版的管线综合规划方案后，还应提交储运、给排水、消防、热工、配管、电

气、电信、自控等相关专业会审，根据各专业反馈意见，总图运输专业确定最终的管线综合布置方案，这时可称之为“管线综合规划图”，必要时也可绘制主要通道标准断面图。

“管线综合规划图”确定后，各个专业的管线走向、路由就基本确定，其他专业应在“管线综合规划图”的基础上，重新进行专业管线的工艺计算和设计工作，并据此核算各专业管线及附属设施的工程量，作为项目概算的编制依据。

在基础设计阶段，体现总图运输专业设计工作量的就是一张“管线综合规划图”及部分通道标准断面图。虽然只是一张“管线综合规划图”，但要求总图专业人员必须具备很高的专业素养，有丰富的工程经验，熟练了解各类管线的布置形式、布置要求和布置原则，掌握工程项目基本的管线类别和选择确定最佳的布置方案，为此，需要总图运输专业人员做大量的细致的选择对比工作，几乎重新绘制一遍各个专业的管线设计方案，工作量很大；此外，还要求总图运输专业人员要有很好地组织和协调能力，善于与各专业设计人员进行沟通协调。

3.2 详细设计阶段

工程基础设计审查完成后，就进入到项目的详细设计阶段。根据基础设计审查意见，总图运输专业调整修改总平面布置图、竖向布置图及厂区管线综合规划图，作为设计中间资料，提交给相关专业；相关专业据此完成本专业管线设计方案后，再提交总图运输专业。

总图运输专业将所有相关专业的管线设计方案综合在一张图纸上，在这个过程中，就会发现各类管线大量的矛盾碰撞的地方，这时，总图专业就需要组织召开管线协调会议，报告各专业管线的矛盾之处。通过协调，明确避让的专业和管线类别，重新调整个别管线走向，为其他管线让路。避让的原则一般为新建的让现有的，压力流的让重力流的，管径小的让管径大的，易弯曲的让不易弯曲的，工程量小的让工程量大的等。

当管线避让过程中出现专业之间的矛盾时，总图运输专业应及时报告设计经理，由设计经理负责协调解决。

根据总图专业在“综合管线”过程中发现的问题和建议，相关专业应重新调整管线设计方案，并返回总图运输专业，最后由总图专业根据各管线最终设计方案完成“全厂管线综合图”及主要通道管线断面图。

专业管线设计图纸完成后,还须经过相关专业的图纸会签程序,再次确定各专业管线之间没有矛盾碰撞问题。总图运输专业解决的是管线平面布置的问题,专业会签解决的是不同专业管线之间竖向标高的问题。

管线综合设计,是一项综合性的、多专业配合的设计工作,由总图专业牵头组织、多专业共同参与完成。在个别项目上,有人将“全厂管线综合图”作为专业管线的施工图使用,还有人将管线施工中存在的问题,归责于总图运输设计专业,甚至有人认为管线综合设计是总图运输专业一个专业可独立完成的,这些都是不了解管线综合设计的本质和内容而产生的误解。

要做好厂区管线综合设计,设计院必须重视该项工作,建立完整的设计管理程序,明确专业分工和配合步骤。“全厂管线综合图”并不是专业管线的施工图,只能作为管线施工的参考依据,以了解管线布局的整体环境。

3.3 竣工图编制阶段

近年来,在厂区维修扩建施工中,经常出现挖断地下管线,引起生产中断,甚至发生安全事故的现象,因此,越来越多的石化企业,越来越重视总图管理工作,特别是隐藏地下的各种管线的管理工作。

厂区总图管理工作,离不开一套完整的厂区管线竣工图。厂区管线施工安装完成后,应委托设计单位编制“管线综合竣工图”,将施工过程中发生的所有设计变更,在竣工图中完整地体现出来。管线综合竣工图,不仅是一份完整真实的图纸资料,满足工程项目资料存档需要,更是今后生产过程中各种管线保护、维修、改造、扩建的重要依据。

管线综合图的编制,仍由总图运输专业牵头组织完成。各相关专业依据施工过程中发生的设计变更资料,编制本专业的管线竣工图,明确管线及附属设施的坐标和标高以及管径大小和附属设施的施工尺寸,编制完成后,提交总图运输专业,总图专业依据各专业管线竣工图,编制全厂性的管线综合竣工图。管线综合竣工图,依旧是各专业共同参与完成,工作程序和专业之间的配合,与详细设计阶段基本相同。相应地,竣工图阶段的设计管理程序,可据此编制完成。

3.4 三维数字化设计阶段

目前,各家设计院已经开始了三维数字化设计的全面探索阶段。在当前阶段,三维设计还基本停留在一个装置或者单元为基本单位的设计阶段,采用三

维数字化设计的全厂性项目还很少见。三维数字化设计的全厂性项目,总图运输专业必须参与其中,并且是非常重要的角色。任何三维设计的基础,是全厂总图布置和竖向设计。在三维设计平台下,管线综合设计工作仍然应须由总图运输专业做出管线综合规划图,相关专业才能开展专业管线的设计工作。

目前很多设计院的三维设计,将总图运输专业排斥在外,简单地以一个工艺装置(单元)为基本单位,当三维设计扩大到全厂设计时,没有总图运输专业参与,将会出现很多无法解决的矛盾。

采用三维数字化设计,各类管线的布置和交叉可以在平台模型上立体地展现出来,各种管线发生矛盾碰撞的地方将会更加直观,这样总图运输专业的协调工作量将会大幅减少,其他专业的配合也将会更加简单。

4 结论

面对石化项目厂区内种类繁多的地上地下管线、纵横交错的管沟电缆沟,需要多专业参与配合,经过多次反复调整修改,才能做好厂区管线的空间布局,合理利用场地,避免施工过程中出现问题。因此管线综合设计是一项复杂的工作,不管是目前的单机设计阶段还是未来的三维平台设计模式,协调管理是完成管线综合设计工作的关键因素。从公司层面,必须制定完善的设计管理程序,合理进行专业分工,明确管线综合的牵头组织专业,并明确相关配合专业的职责,制定管线综合相关专业互提条件标准,专业管线避让原则和矛盾处理程序等。这是管线综合设计工作的基础。

参考文献:

- [1] GB 50542-2009. 石油化工厂区管线综合设计技术规范[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2009.
- [2] GB/T36763-2018. 化工园区公共管廊管理规程[S]. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2018.
- [3] 段玮璐. 石油化工厂区管线综合规划设计[J]. 山东化工,2021(11).
- [4] 张创团,方剑杰. 石油化工工艺管线安装关键技术的研究[J]. 华东科技,2021(9):1.
- [5] 王乐天,史舸. 石油化工工艺管线安装技术及质量控制[J]. 建筑工程技术与设计,2017(24):2472-2472.

作者简介:

王敬奎(1972-),男,汉族,山东单县人,大学本科,高级工程师,长期从事地下水封洞库工程设计。