

# 工程缺陷在总图设计中的分析和预防

张 炯, 余 翔, 田 静

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

**摘 要:** 针对石油天然气工程建设中总图设计的特点, 分析设计缺陷产生的原因, 提出预防设计缺陷的方法和措施。

**关键词:** 总图设计; 质量; 缺陷; 分析; 预防

**文章编号:** 1006-5539(2008)01-0057-04

**文献标识码:** A

## 0 概述

在石油天然气工程设计中, 总图专业存在涉及面广、受专业外因素干扰大, 非技术问题多等特点, 要争取“设计零缺陷”有很大的困难。实际上, 从管理学的角度来看, 产品质量不是检验出来的, 而是设计和生产出来的<sup>[1]</sup>。因此, 合理地设计过程中的每个步骤进行分析, 合理控制设计缺陷, 可以节省工程投资, 大幅提高建设水平。

本文中的“缺陷”, 限定在石油天然气工程中设计需要进行变更、整改或导致运行不便的各种情况。缺陷的产生是多方面的, 包括设计质量问题、施工质量问题以及外部其他因素对项目建设的限制等情况。

## 1 导致设计缺陷的原因

一般, 工程项目的组成包括业主、施工、设计、监理、供货等单位。我们将项目组内造成设计缺陷的主观原因划分为内因, 其余为外因。

### 1.1 外因

#### 1.1.1 与政府职能部门沟通不足

石油天然气工程的建设是企业行为, 必然受到地方各职能部门的监管和审查。随着国家法制建设的日益加强, 项目申报及备案手续将日趋完善。与总图设计密切相关的主要是申报规划和用地许可、

收集必要的外部条件资料, 如城市规划、公路规划、地类划分、气象、水文、水利、工程地质、地下矿藏、外部依托条件等。当沟通和协调不足时, 会造成设计图纸无法达到相关要求。即使建成投产, 也可能因为交通、供电等外部依托条件不配套, 造成站场相关功能不足, 形成缺陷。

#### 1.1.2 当地社会环境的干扰

工程建设过程中, 当地方关系协调不到位时, 可能出现地方居民与建设、施工或者运行单位在噪声、排污、道路使用等方面发生冲突, 进而导致原定设计方案无法实现的情况, 形成缺陷。

#### 1.1.3 工程建设周期过长

一般长输管道工程从可研开始到施工图设计完成历时时间较长, 管道沿线的各个地区会在这一期间内发生建设环境的改变, 如城市规划修编、道路规划调整、项目建设优惠政策的改变等。如果设计不进行必要修改, 往往造成站场内外关系不协调、预留场地被挤占等情况, 形成缺陷。

### 1.2 内因

#### 1.2.1 项目组成内沟通不足

##### 1.2.1.1 与业主方沟通不足

业主方是工程建设的主体, 对项目进行宏观规划和细部规定。项目组成内的其他单位, 包括设计方的首要目的是实现业主方对该项目的预期目标。如果与业主方沟通不足, 这一目标是无法达到的。

实际工作中, 由于很多建设项目采取“建管分离”的模式, 业主单位组织项目经理部负责项目建

收稿日期: 2007-04-27

作者简介: 张 炯 (1975-), 男, 重庆人, 工程师, 主要从事石油天然气行业总图设计工作。电话: (028) 86014445

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

设时期的管理,竣工后又由业主单位委托的劳务承包商进行生产运行和维护。在工程建设思路,业主单位会以投资控制为重点,项目经理部会以施工质量为重点,运行单位则要求功能的最大化,而这三者在通常情况下是相互矛盾的,这样对设计承包商提出了更高的要求,设计承包商有义务确定该工程项目对各方利益的平衡点,否则也将形成缺陷。

#### 1.2.1.2 与运行单位沟通不足

运行单位是检验工程项目技术是否先进、操作是否便利、安全条件是否恰当的直接体验人和最终发言人,他们往往有一套完整的操作、维护、HSE规程。但运行单位在竣工投产前一般不介入项目运作,这就造成了“设计师”不与“用户”见面,尽管设计成果满足各项规范、章程,也通过了业主的验收,但可能无法适应运行单位的作业习惯,由此形成的缺陷往往导致“竣工即改造”的尴尬局面。

#### 1.2.1.3 与施工单位沟通不足

施工方是设计成果的实现者,但土建施工队伍的素质千差万别,个别队伍并不能完全理解图纸中关键内容,盲目施工所造成的错误会导致严重的工程缺陷。

### 1.2.2 设计管理问题

#### 1.2.2.1 统一技术规定不完善

长输管道线路长,站场多,参建单位多,可能又有多家设计单位参与设计,为了实现设计风格和水平的统一,编制“统一技术规定”是非常重要的,但是如果统一技术规定不完善,条款不严密,落实不到位,将导致设计成果五花八门。当各家设计单位专业配置不统一,分工有区别时,会造成设计漏项的严重后果。

#### 1.2.2.2 专业间协调不力

站场设计需要配置大量专业设计人员,必须是分工明确,接口清晰,协调充分。总图专业在设计工程中几乎会与所有站场设计专业打交道,协调工作尤为重要。在管线综合设计中,各专业所有设备、埋地管道、基础都需要总图专业汇总、协调,任何一处出现疏漏,都会影响相关专业的技术方案的实施。

#### 1.2.2.3 专业内确定方案不慎重

总图设计中总平面布置方案的确定是重要的环节,不合理的方案尽管能满足防火安全等各项规范和要求,不会在投产运行后出现什么问题,但当站场需要扩建或改造时,各方面的矛盾就会集中暴露出来。这样的设计缺陷是隐性的,往往被设计人员忽

略。

#### 1.2.2.4 对设计输入资料的审查不严格

总图设计输入资料主要是地形图和各专业接口资料。地形图资料容易出现的问题是遗漏现场存在的水沟、架空线路、机耕道等,会导致设计漏项。各专业接口资料中容易出现的问题是设备使用条件或防火防爆要求不明确,造成选用规范条款不当,形成设计缺陷。

### 1.2.3 工程项目过程控制的问题

#### 1.2.3.1 出现问题处理不及时

现场施工具有时效性,出现问题及时处理,或延误工期,或错过最佳整改时机,从而造成整改费用增加,严重的形成永久性的缺陷。

#### 1.2.3.2 解决问题的方法选择不当

实际工程中出现的问题,总会有多种解决的方法和措施,合理选择,既能节省费用,也会达到治本的效果,否则也会形成永久性的缺陷。

### 1.2.4 工程技术水平的限制

#### 1.2.4.1 理论研究

人类的认知水平是不断发展的,这也导致了目前我们使用的设计手段和技术措施必然存在一定的局限性。因此设计中应使用成熟的,通过实践证明有效的方法。创新的方法应论证,并应有限制条件地使用,否则缺陷不可避免。

#### 1.2.4.2 计算机软件水平

目前的设计大量使用计算机软件辅助设计,但软件受编程技术等因素限制不可能万无一失,特别是土石方计算等软件存在较大误差,如果设计中忽视软件的计算误差,可能形成设计缺陷。

## 2 缺陷在设计过程中的预防与控制

当分析了工程建设各个环节可能产生缺陷的潜在因素后,设计应有针对性地采取预防措施,避免缺陷的产生,或者将缺陷的程度控制在合理的范围内。

### 2.1 设计准备阶段

#### 2.1.1 统一技术规定

项目统一技术规定由主体工艺专业编写,其中应强调工程设计内容,单项工程统一名称、分布情况、功能配套。这一项对长输管道工程有重要意义,这类项目站场数量大,各站功能配置不一,容易出现遗漏。陕京二线工程在编写规定时遗漏了永清分输

站的清管功能, 结果除总图专业, 其余专业全部出现设计漏项, 幸好在专家组评审时发现了问题, 否则将导致严重后果。

专业统一技术规定编制应按设计内容分类、详细、合理地规定, 避免不完善, 条款不严密的情况出现。在陕京二线榆林压气站工程设计中, 总图专业对电缆沟盖板的统一规定中, 忽略了荷载分类, 结果全站所有电缆沟均使用了汽车荷载作用下的重型盖板, 施工难度大, 也浪费了投资。

专业统一技术规定中重要的内容还包括对建设条件的分析。石油天然气工程多建设在荒僻地区, 气候、地质、水文、社会环境千差万别, 如严寒地区、沙漠地区、江南水网地区在总图专业内有不同的设计要求, 设计人员应事先根据设计委托书相关内容, 熟悉项目的建设条件, 根据实际情况确定设计要点, 并通过后续设计工作逐一解决落实。

对于统一技术规定的控制措施应包括专业内集中讨论、专家组评审。

同时, 设计经理或项目总工程师应负责检查项目统一技术规定的落实情况, 而专业负责人和审定人应负责检查专业统一技术规定的落实情况, 其检查结果成为设计质量评价的重要指标。

### 2.1.2 人员培训

石油天然气行业的设计工作针对性很强, 一般由专业设计院完成, 这容易造成忽略人员培训的情况出现, 实际上, 目前的工程在项目性质、内容、建设地点等因素不同时, 对设计的要求也不同。若不经必要的培训, 让设计人员按惯性思维进行设计, 可能无法达到业主要求, 形成缺陷。

对于人员培训的控制措施应包括集中学习统一技术规定, 设计回访, 学习类似工程的设计总结, 尤其要提倡案例分析, 将已建工程中出现的缺陷进行仔细研究, 在广泛调查的基础上编写分析报告, 作为后续工程实践的技术指南。

## 2.2 现场选址及调研阶段

### 2.2.1 调研资料准备

总图专业是站场选址工作的主角, 尤其在油气处理厂工程中需要完成大量的站址比选工作。在长输管道工程中, 站场沿管线布置, 选址工作一般由线路专业带队, 这容易造成总图专业准备不充分, 对沿线地形地貌条件没有整体认识, 一般以场地是否满足设计要求为判断标准, 选址优化工作不到位。实

际工作中, 总图设计人应根据测绘图对站场附近的线路走向、区域地形地貌、居民区分布、道路交通条件、河流水系分布有清晰的认识。改变工作流程, 先在图上确定 2~3 个拟选站址, 再进行现场复核、踏勘比选, 方能确定条件较为优越的站址方案。

另外, 调研还需要确实做好气象、水文、地质、交通资料的收集、存档工作。陕京一线榆林压气站周边有长庆气田多个集输站场, 但该区域每个站场放空立管与站场的方位关系都不一致, 这显然是气象资料收集有误造成的缺陷。

对于调研资料准备的控制措施是编制完善的调研提纲, 其中应包括指导现场调研的文字和资料, 如: 调研范围、工作程序、站址拟选方案及测绘图、要点提示、各类协议的通用格式; 以及对调研工作的规定和要求, 如: 现场资料收集清单、调研汇报制度、调研报告编制规定等内容。

在以往的工程中, 站场资料收集清单很长, 各项数据的重要性不明确。受调研时间和地方有关因素的限制, 收集的资料总不完整。资料收集的途径和方法也由调研人员自行掌握, 同样一个地温资料, 有可能在县志中找到, 也可能在气象局资料室购买到, 而这两组数据的可靠性是完全不同的。如何对这类重要资料做有效的收集, 首先应明确项目, 规定哪些是必须在气象局收集的、哪些可以在县志中查找; 然后还应规定数据的统计周期, 以保证数据的可靠性。最后, 在所有数据收集完成后, 应纳入全面质量管理的范畴, 由专业的档案人员验证、归纳、存档。

### 2.2.2 调研专业人员的配置

站场的选址和调研由多个设计专业共同完成, 但往往会遗漏勘察和测量专业, 而勘察专业的现场调研可以落实站址区域是否存在不良地质灾害, 意义是重大的。而测量专业可以在现场及时与设计人员沟通, 明确测量作业范围和内容, 而保证测量图纸达到设计要求。

因此, 人员齐备对于调研专业的配置是有效的控制措施。

### 2.2.3 协议的签署

选址和调研工作需要与地方职能部门签署必要的协议, 包括规划、用地、供水、排污、供电、通讯协议。相关协议应使用完善的条文和附图, 以避免不必要的纠纷。

对于协议签署的控制措施是在调研提纲中规定统一的协议格式, 该格式应结合设计深度体现站址

用地规模、地点、坐标、边界等内容。同时,签署完成的协议应尽快提供给业主地方协调部门,以便进一步确定该协议的落实。

### 2.3 设计输入资料的验证阶段

总图设计的设计输入资料包括地形图资料、勘察资料以及各设计专业接口资料,当输入资料不正确或不完整时,必然造成总图设计的缺陷或严重错误。

要预防和控制验证过程的失误导致的缺陷,需要做到从资料的真实性和完整性两方面着手,其中完整性是容易忽略的。为了保证验证工作的质量,需要采取以下措施:

#### 2.3.1 验证的程序化

对设计输入资料的验证应有章可循,实现程序化,设计承包商内部应有统一的接口资料提交格式,该格式应涵盖上述验证要点的所有内容。对不符合格式要求或填写不完整的,应返回重作。

#### 2.3.2 验证与反馈

接口资料提交下游专业后,下游专业除了有义务验证该资料是否合格外,还应在后续设计完成后将设计文件返回上游专业,用以核对原接口资料所含内容是否准确落实。

### 2.4 设计交底阶段

设计交底是设计方与施工方最重要的沟通,为了保证施工方严格落实设计成果,避免由于理解上的偏差造成的工程缺陷,应做好以下工作:

#### 2.4.1 表达方式

总图由土建施工单位承担施工,而土建施工单位地域性较强,而不同地区对于施工方法和原材料名称有不同的名称,比如对于级配碎石,在新疆的戈壁地区被称为“土戈壁”或“净戈壁”,而在南京被称为“山皮土”。块石挡土墙的凸缝在江苏地区被称为“皮带缝”;如果设计方能使用施工人员容易理解的表达方式,将是保证设计意图在施工现场被如实体现的前提。

#### 2.4.2 提示重点

设计方应根据不同的施工阶段提示和说明重点,针对总图,施工前期应强调施工放线的方法和原

则,施工中期应强调各类基础和埋地构筑物的标高控制,施工后期则强调场地二次平整的方法和铺砌做法。

另外,根据工程性质的不同,重点也应不同,例如,改造工程中施工放线应以已建工艺设备为基准,标高需根据已建设的实际高程作必要调整。而新建站则应严格将测量控制桩作为基准点进行放线,同时做好基准点的保护。

## 3 缺陷的处理

任何一个工程项目的实施都是各种专业技术和工程措施相融合的过程,当出现了缺陷需要处置时,绝不会只有一种方法,因此如何选择最有效的方法来弥补或消除缺陷,是个涉及广泛的问题。

工程实践中曾出现过线路施工过程所预留的干线与压气站的接口位置不满足设计要求的情况,由于该接口位置下游管线材质与普通线路不同,所以若调整接口位置以满足站场设计,将造成下游数根钢管的切割更换,费用较大,而变更站场位置的费用会减少很多,只是重新勘察会消耗较长的时间。最后,为了保证整个工程的工期要求,业主仍选择了管线整改方案。

由此可见,缺陷的处置需要从投资、技术、进度等方面综合考虑,确定的处置方案必须满足项目最高层次的利益。

## 4 总结

总图是设计的一部分,而设计是工程项目的一部分,全过程的质量控制是减少工程缺陷的必要手段,本文以总图设计为切入点分析了可能导致缺陷的因素,也提出了解决的思路,但详尽的方法和手段还需要进一步在工程实践中总结。总体来说,事前的缺陷预测和防范,是解决问题的最佳途径。

参考文献:

- [1] 梁世连,惠恩才. 工程项目管理学[M]. 大连:东北财经大学出版社, 2004: 9.