

Accuracy Control of Facility Foundation in Oil Gas Construction Field in Saudi Project

Fengdong Diao^{1*}, Guofang Jing¹, Rujiang Zhao¹, Dongshe Yang²

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

²Equipment Service Division, Bureau of Geophysical Prospecting INC, Yinchuan Ningxia

Email: *diaofengdong@cnpc.com

Received: Sep. 14th, 2020; accepted: Nov. 5th, 2020; published: Dec. 15th, 2020

Abstract

This article introduces the accuracy control measures according to examples such as the second set of anchor bolts, the mismatch of original coordinates between the existing station and the new station, the mismatch between anchor bolts and structural holes, and the foundation re-chipping based on Saudi oil and gas pipeline project, and also sums up experience and lesson for future project.

Keywords

Saudi Oil and Gas Pipeline, Foundation Installation, Accuracy Control

*通信作者。

沙特油气管道站场土建基础安装精度控制

刁凤东^{1*}, 荆国防¹, 赵如江¹, 杨冬社²

¹中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊

²东方物探装备服务处长庆作业部, 宁夏 银川

Email: *diaofengdong@cnpc.com

收稿日期: 2020年9月14日; 录用日期: 2020年11月5日; 发布日期: 2020年12月15日

摘要

本文以沙特阿美油气管道项目为例, 从地脚螺栓二次套丝、新旧站坐标不匹配、地脚螺栓和钢结构孔位置不匹配、基础二次凿毛等案例对土建现场安装精度控制措施进行了介绍, 总结了相关经验和教训, 为后续项目提供借鉴。

关键词

沙特油气管道, 基础安装, 精度控制

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着国内外油气管道建设的飞速发展, 石油天然气场站站内设备安装的数量和质量要求越来越高, 而土建基础安装是设备安装的重要前道工序, 直接影响着最终生产运行的质量和使用寿命, 目前国内均流行采用大型基础进行现场浇筑, 小型基础为了节约时间, 降低成本而采取预制场集中预制、现场进行安装的施工方法[1]。

沙特油气管道场站施工一般都采用测量定位、现场基坑开挖、垫层施工、装配式基础装安装、标高复核、换填土回填夯实、钢结构安装、工艺管道及设备安装的工序进行施工。其中装配式基础标高和尺寸的控制是安装精度控制的重要内容, 它关系下一步钢结构及工艺管道和设备的安装尺寸和标高控制, 在实际施工过程中经常出现因为现场基础标高误差过大而导致基础预埋地脚螺栓重新套丝、混凝土表面基础凿毛深度额外增加、钢结构尺寸重新修改、新基础和原有站内基础位置冲突无法安装等现象, 由此带来的返工和额外工作导致施工进度滞后、成本增加, 对整个项目的目标管理增加了很大的难度[2]。在日常施工和技术管理中需要高度注意土建基础外形尺寸和标高的控制, 是提高施工效率、有效保证施工进度、降低项目成本的重要控制措施。

沙特油气管道项目场站工艺设备大部分为工艺管道和阀门, 场站内小型基墩比较多, 对基墩的整体性、刚度要求低。站场处于沙漠腹地, 气候干燥, 沉降小, 综合考虑, 站内除了大型设备采用现浇整体式外, 其他小型基础都采用装配式基墩, 基墩生产质量好, 效率高, 安装施工进度快, 是经常采用的基

础施工方式。本文对项目施工中装配式基墩安装案例进行分析和研究，总结施工过程中常见的技术和管控措施，为后续项目提供借鉴。

2. 现场土建基础安装常见问题分析

现场实际施工过程中，多发生的质量问题有预埋基础地脚螺栓标高超高、新旧基础标高不匹配、钢结构地脚螺栓孔与预埋基础地脚螺栓孔不匹配、基础标高超高等问题，发生问题的原因既有设计图纸问题，也有现场的安装精度质量控制问题，下面结合本项目具体案例进行分析，分析施工现场中常见的质量问题及相应的预防控制措施[2]。

2.1. 预埋螺栓二次套丝

现场实际施工过程中，经常发生基础的预埋螺栓标高超高现象，导致螺栓重新套丝来降低标高满足钢结构安装需要，经过现场多个重新套丝的案例分析和总结，现以某操作平台的基础地脚螺栓重新套丝为例来分析原因和提出预防改进措施[3]。

2.1.1. 图纸数据

以平台基础为例，如图 1(a)和图 1(b)所示，使用的螺栓规格为 4-AB-2-M20-130-410-(2)，地脚螺栓详细说明见图 2 所示，其中 Projection = 130 表示基础顶面到地脚螺栓顶的高度。

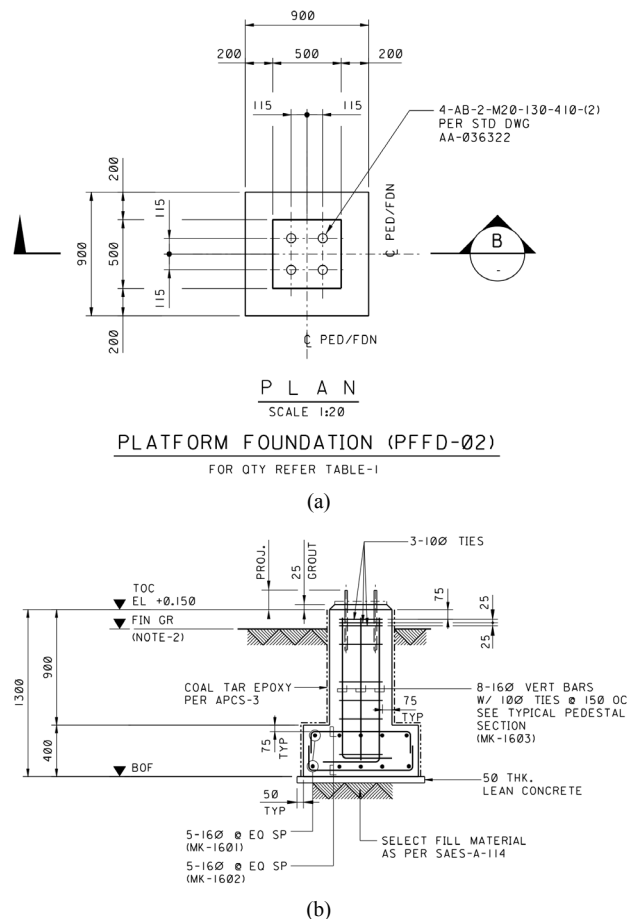


Figure 1. (a) The vertical view size of foundation; (b) The front view size of foundation
图 1. (a) 基础的俯视图详细尺寸；(b) 基础的正视图详细尺寸

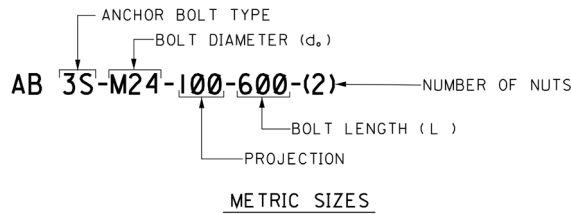


Figure 2. The detail information of anchor bolt
图 2. 地脚螺栓的表示方式

由图纸可查出，钢结构底板厚度为 20 mm，同时考虑到灌浆层 25 mm，即从钢结构底板上板面到地脚螺栓顶的距离为 $L_1 = 130 - 25 - 20 = 85$ mm，螺纹长度 $B = 4d = 4 \times 20 = 80$ mm。即地脚螺栓螺纹底部距离钢结构底板上板面为 $L_2 = L_1 - 80 = 5$ mm，垫片厚度约 3 mm，依据图纸所给尺寸，完全满足个要求。与如图 3 所示。

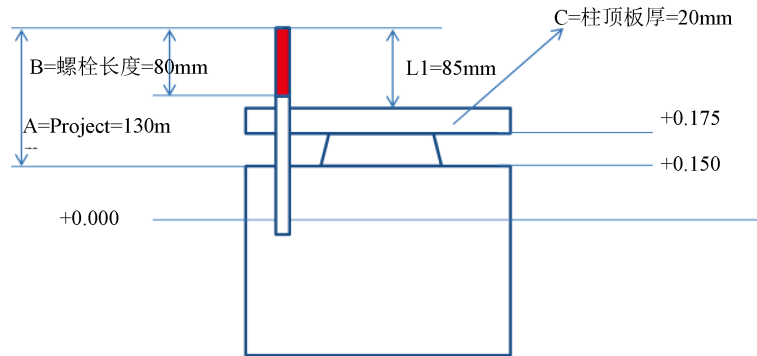


Figure 3. The detail information of every part of anchor bolt as per drawing
图 3. 由图纸计算得地脚螺栓各部分尺寸

2.1.2. 现场测量数据

通过现场检查发现，基础在预制时 $A = \text{Projection}$ 大部分为 140~150 mm。通过测量发现螺纹根部到钢结构底板上板面的距离 $L_2 = 150 - 25 - 20 - 80 = 25$ mm 或者 $L_2 = 140 - 25 - 20 - 80 = 15$ mm。需要现场套丝长度为 10 mm~20 mm，才能满足现场螺栓紧固需求。

2.1.3. 主要原因分析

- 1) 混凝土基础预制时，未严格按照图纸确定 Projection 长度；
- 2) 基础安装前，未与钢结构图纸匹配，未及时调整基础埋深。

2.1.4. 主要预防和改进措施

- 1) 混凝土基础预制时，现场工程师和施工人员必须严格按照图纸施工，基础尺寸和预埋地脚螺栓外露长度必须符合设计图纸要求[4]；
- 2) 基础出厂前和到达现场后必须由预制单位和施工单位办理交接验收手续，合格基础方可进场；
- 3) 基础安装前必须与配套的钢结构进行尺寸核对，根据实际需要适当调整基础的顶部标高；
- 4) 严格控制基础垫层标高，垫层的表面平整度必须符合规范要求。

2.2. 新站老站连接处坐标不匹配

在沙特阿美部分场站改扩建项目施工中，多个场站涉及到连头施工，即新建管线与老站原有工艺管

线连接。而在现场施工过程中经现场测量发现，新站与老站处部分基础坐标和高程偏差较大，如表 1 所示，某一场站连头处新建管线与已建管线高程对比，平均偏差 129 mm，最大高程偏差达 264 mm。以 SPS (小型管道支撑)基础为例，如图 4 所示，主要问题在于基础安装时标高错误，导致后续多次返工处理。

Table 1. The elevation deviation of tie-in location

表 1. 连头处标高偏差

序号	已建管线		新建管线		偏差(mm)
	TOP OF PS	管线号	TOP OF PS	基础编号	
1	100.999	6"-P-0089	101.116	PS-109、110、180A	117
2	100.581	1"-BD-0161	100.707	SPS-02-532-183	126
3	100.982	6"-P-0141	101.116	PS-108A、119A、005A	134
4	100.59	1"-BD-0244	100.744	SPS-02-569-183	154
5	100.978	4"-P-0086	101.142	PS-108、119、005、118A	164
6	100.583	1"-BD-0158	100.791	SPS-02-616-183	208
7	100.974	6"-P-0094	101.11	PS-004、107、118	136
8	100.511	1"-BD-0166	100.701	SPS-02-526-183	190
9	100.989	8"-P-0090	101.09	PS-003、106、117	101
10	100.591	1"-BD-0162	100.707	SPS-02-532-183	116
11	100.993	8"-P-0093	101.09	PS-002、105、116	97
12	100.587	1"-BD-0165	100.707	SPS-02-532-183	120
13	100.997	8"-P-0092	101.09	PS-001、104、115	93
14	100.592	1"-BD-0164	100.707	SPS-02-532-183	115
15	101.024	8"-P-0088	101.09	PS-099	66
16	100.591	1"-BD-0160	100.707	SPS-02-532-183	116
17	100.95	8"-P-0091	101.116	PS-100、188	166
18	100.52	1"-BD-0163	100.784	SPS-02-609-183	264
19	101.072	6"-P-0087	101.09	PS-101、102	18
20	100.654	1"-BD-0159	100.734	SPS-02-562-183	80
21	100.98	8"-P-0095	101.09	PS-103、187	110
22	100.565	1"-BD-0167	100.707	SPS-02-532-183	142

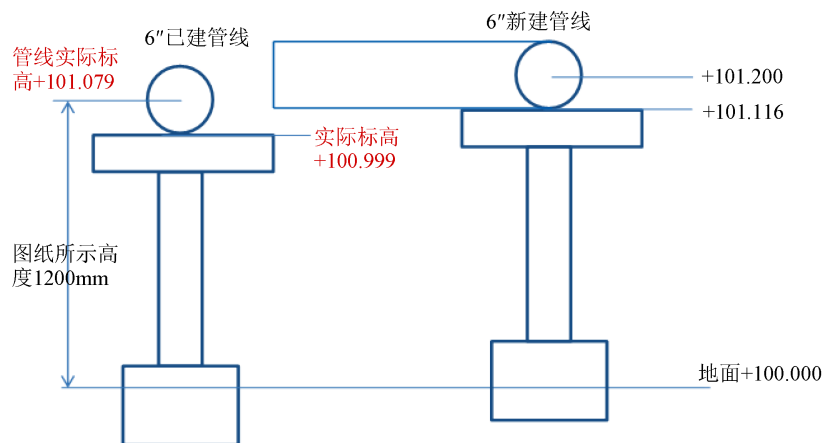


Figure 4. The deviation of piping between old and new facility

图 4. 新站与老站坐标偏差

由图 4 可见,按照设计图纸进行基础安装之后,新建与老站工艺管线安装后发现,高程偏差 80 mm,而站外工艺和基础坐标基本匹配。

2.2.1. 主要原因分析

- 1) 已有管线的标高和坐标与业主竣工资料不符;
- 2) 设计单位在项目设计初期,未到现场进行实地测量老站内坐标;
- 3) 在施工图纸审核阶段,施工单位设计和技术人员未到现场进行设计踏勘,基础数据不全[5];
- 4) 经与设计沟通,已建管线图纸高程标注为管线到地面的相对坐标,未标明绝对坐标,而新建管线图纸标注均为管中心绝对坐标,两者计算基数不同也是造成后续安装不能很好匹配的原因。

2.2.2. 采取应对措施

- 1) 对已安装基础进行重新开挖和调整;
- 2) 对未施工点进行重新测量,按照实测数据安装基础;
- 3) 必要时,安排管工现场核实工艺尺寸,对预制件进行实时调整;
- 4) 采取“宁低勿高”原则,对基础偏低的基础,加垫板或垫块,较少基础调整量[6]。

2.2.3. 主要预防和改进措施

- 1) 在设计图纸审核阶段,施工单位设计和技术人员需要对图纸的土建标高和已有设施的标高进行实际核对,发现问题及时向业主进行澄清;
- 2) 施工前施工单位技术人员要根据设计单位给的坐标参考点对新建和已有设施的坐标和标高进行复核,发现问题及时进行现场纠正;
- 3) 利用 3D 模型对各个基层、钢结构、工艺设备的标高进行复核[7];
- 4) 对图纸的标高和坐标进行复核算,发现问题及时向设计进行澄清。

2.3. 地脚螺栓和钢结构孔不匹配

在钢结构安装过程中,发现钢结构底板预留孔与基础地脚螺栓不匹配,无法正常安装。见图 5 所示。由于钢结构底板设有筋板,导致修改钢结构底板预留螺栓孔非常困难,另外修改基础地脚螺栓位置更加困难。

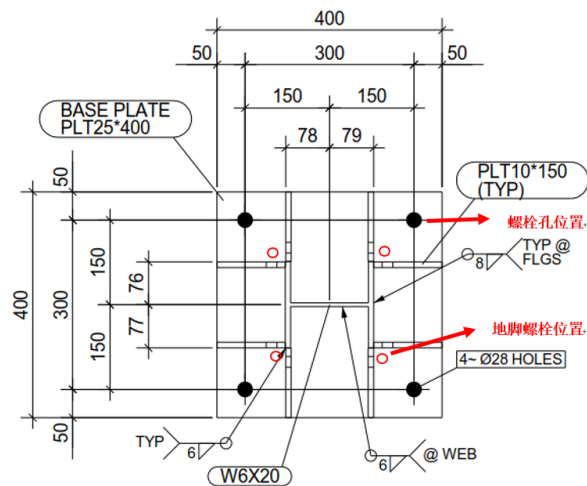


Figure 5. The comparison between bolt from structure and anchor bolt
 图 5. 钢结构底板螺栓孔与基础地脚螺栓位置比较

2.3.1. 主要原因分析

- 1) 初期设计错误，钢结构专业和土建专业之间设计数据不匹配；
- 2) 钢结构和基础与之前，各专业人员未对图纸进行校核。

2.3.2. 采取应对措施

- 1) 由于基础地脚螺栓处理较困难，同时改变地脚螺栓位置会导致地脚螺栓预埋张力变化，故采取调整钢结构底板预留螺栓孔位置[8]；
- 2) 将已有钢结构底板螺栓孔填埋，对校正之后的部位重新开孔；
- 3) 对于涉及到底板筋板的修改，需要和设计沟通，确定受力计算满足设计要求。

2.4. 基础二次凿毛

在实际施工过程中，经常发现基础毛面标高超高，需要重新凿毛降低标高，返工造成了进度滞后和费用增加，以某项目收发球筒和阀门的基础表面再次凿毛为例进行分析。

查询图纸可得，沙特哈拉德项目某场站发球筒及相邻阀门支撑钢板顶高分别为 $TS03/04 = 100.836$ ， $VS05/06 = 100.720$ 。

现场基础安装完成后，经测量可得螺栓顶标高 $TS03/04 = 100.878$ ， $VS05/06 = 100.755$ 。所有螺栓顶至混凝土基础顶面(未凿毛前)的距离约为 $Projection = 45\text{ mm}$ 。可计算得混凝土基础顶面标高为 $TS03/04 = 100.878 - 0.045 = 100.833$ ， $VS05/06 = 100.755 - 0.045 = 100.710$ 。可以看出，现场混凝土基础顶标高与图纸给出的支撑钢板顶标基本一致，相差无几。

为使设备正常安装，现场需对基础凿毛最小深度 = 25 mm (钢板厚度) + 20 mm (螺母厚度) + 5 mm (套丝富余量) + 10 mm (套丝螺杆富余量，便于套丝施工) = 60 mm 。如图 6 所示。

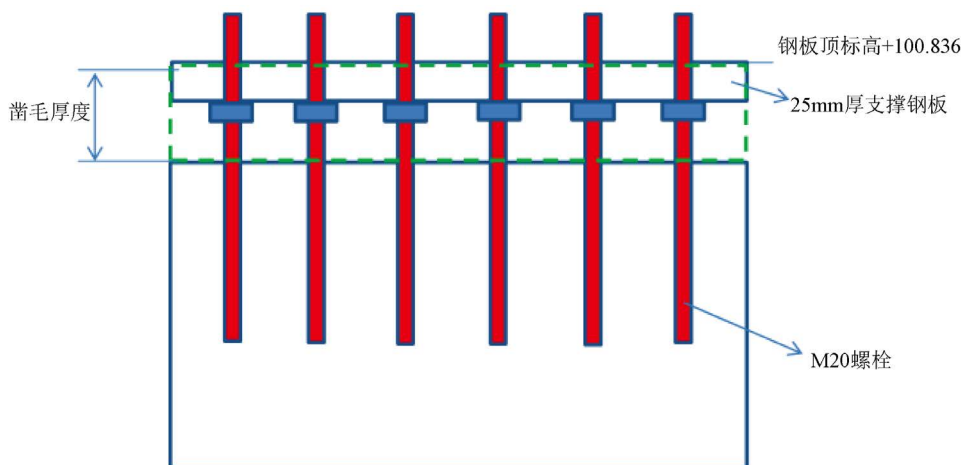


Figure 6. The thickness of chipping for scraper launcher
图 6. 发球筒凿毛厚度

2.4.1. 主要原因分析

- 1) 基础坑开挖时，未能准确计算高程；
- 2) 基础安装前，工艺人员未与测量人员进行现场核对。

2.4.2. 采取应对措施

- 1) 对于砂垫层基础，移除基础，重新深挖；

2) 对于混凝土垫层, 由于无法移除混凝土, 只能二次凿毛, 并对地脚螺栓进行套丝处理。

2.4.3. 主要预防和改进措施

- 1) 在进行基坑开挖前, 需要对测量和土建技术人员进行技术交底, 明确各项技术参数要求;
- 2) 基础安装前, 组织对各个基础的混凝土垫层或者砂垫层基础表面标高进场复核;
- 3) 安装前对于整个土建和工艺的坐标参考点坐标进行复核, 确保工艺和土建设计采用统一坐标系和参考坐标相同[9]。

3. 总结

经上述案例分析, 沙特项目中的土建基础相关施工问题, 主要集中在基础二次处理、基础坐标不符、基础钢结构不匹配、基础二次凿毛等问题, 发生此类问题的原因主要来自于设计问题, 其次来自于施工过程中的技术参数控制。

在今后的类似项目中, 首先要注重项目的前期设计, 尤其是土建、钢结构、工艺各个专业之间的坐标是否匹配; 其次在施工前, 要安排技术人员进行设计核对, 重点核对现场容易发生的安装问题, 尤其涉及到现场交叉专业的工作, 在施工前期发现问题, 及时采取有效措施; 再次加强现场施工过程技术管理, 对于基础垫层标高、坐标尺寸等关键技术参数加强管理和控制, 总结类似施工经验, 开展技术交底和图纸复核工作, 举一反三, 避免类似情况在后续施工中再次出现, 节约工期与成本[10]。

参考文献

- [1] 王进强. 装配式建筑施工质量问题与质量控制[J]. 绿色环保建材, 2017(1): 109.
- [2] 杨全. 石油天然气管道场站土建施工常见质量问题分析[J]. 江西建材, 2018(2): 95, 98.
- [3] 于洪彬, 蒋鑫. 石油天然气管道场站土建施工常见质量问题分析[J]. 石化技术, 2018, 25(7): 232.
- [4] 吴强明, 郑南雄. 建筑施工测量的精度控制[J]. 建材与装饰: 中旬, 2011(6): 450-451.
- [5] 刘勇华. 建筑工程测量中精度控制的技术措施分析[J]. 建材发展导向(下), 2014(3): 331.
- [6] 魏宗富. 工程测量中精度控制的技术措施分析[J]. 城市地理, 2015(6): 68.
- [7] 任丽明. 石油天然气管道场站土建施工常见质量问题分析[J]. 消费导刊, 2018(40): 120.
- [8] 蔡永强. 浅谈锅炉基础螺栓组安装精度控制[J]. 工程技术(文摘版)-建筑, 2016(3): 258.
- [9] 冯灏. 石油天然气管道场站土建施工常见质量问题分析[J]. 消费导刊, 2019(10): 198.
- [10] 刘吉军. 石油天然气管道场站土建施工常见质量问题分析[C]//中国管道完整性管理技术大会, 2014.