

实用

SHIYONG CHANGSHUGUANDAO
HANJIE JISHU

长输管道 焊接技术

李颂宏 主编



化学工业出版社

实用

SHIYONG CHANGSHUGUANDAO
HANJIE JISHU

长输管道 焊接技术

李颂宏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用长输管道焊接技术/李颂宏主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-122-03639-1

I. 实… II. 李… III. 长输管道-焊接 IV. TG457.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 135604 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 项 激

责任校对: 凌亚男

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 448 千字 2009 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

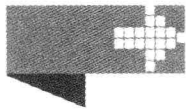
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

版权所有 违者必究



前言

管道运输与铁路、公路、水运、航空运输合称为五大运输方式，它在国民经济和社会发展中起着十分重要的作用。管道运输是利用管道将原油、天然气、成品油、矿浆、煤浆等介质从产地输送到使用地的运输方式。

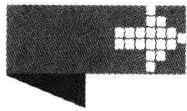
长输管道主要承担着石油及石油产品和天然气的输送，是重要的能源通道。长输管道通常输送距离长、管径大、压力高，管道的安全运行尤其重要。长输管道是由一根根的钢管焊接而成的，焊接是长输管道工程施工最重要的工序。从焊接试验、焊接工艺评定、焊接工艺规程、焊工的培训及考试、焊接的实施、焊接材料管理、焊接设备管理、焊接检验、施工标准的理解和执行情况等，这每一项、每一环节对工程的质量和工期都会产生直接的影响。这就要求参加长输管道施工的焊接技术人员、焊工以及施工管理者，对上述内容要有深刻而全面的认识和掌握。

本书共分为 15 章，介绍了长输管道工程施工焊接管理的内容及要求，焊工培训及考试的内容和培训措施，管道工程用焊接材料的分类、管理，管道工程用焊接设备的性能、特点及操作使用方法，管道工程上向焊、下向焊和药芯焊丝半自动焊的操作方法和应注意的事项，STT 焊接特点及操作方法，并简要介绍了 RMD 焊接技术，双管联焊作业的特点、工装设备和焊接作业，管道自动焊工作原理、焊接设备和焊接工艺，管道工程用射线检测和超声波检测方法，管道常用施工标准。另外，对我国建设的几条重要管道和一条国际管道工程建设用的焊接工艺方法进行了简要介绍。

本书第 1 章~第 4 章、第 10 章、第 12 章、第 14 章由李颂宏编写，第 5 章由张萍编写，第 6 章由刘开健和李颂宏编写，第 7 章~第 9 章由曹晓军编写，第 11 章由丁英立编写，第 13 章由徐进、熊二剑、宁孝文编写；第 15 章由王纪、李颂宏编写。本书由张萍、张西雷进行校对。

由于编者水平有限，书中如有不当之处，望读者指正。

编者



目 录

第 1 章 长输管道施工工艺简介	1	1.4.2 钢管的组装	6
1.1 长输管道施工工艺流程	1	1.4.3 钢管的焊接	6
1.2 施工准备	1	1.4.4 表面的清理及外观检查	7
1.2.1 公共关系准备	1	1.4.5 焊接接头的无损检测	7
1.2.2 人员准备	2	1.4.6 焊缝的返修	8
1.2.3 设备及物资准备	2	1.5 管道的防腐补口	8
1.2.4 编制施工进度计划及对施工 任务进行划分	2	1.5.1 金属腐蚀的基本原理和分类	8
1.2.5 技术准备	3	1.5.2 埋地管道的腐蚀	8
1.2.6 对施工地区的自然状况进行 调查	3	1.5.3 防腐前对钢管表面的处理	9
1.2.7 营地建设	3	1.5.4 管道防腐的常用涂料	9
1.3 测量放线及作业带清理	4	1.5.5 防腐涂层的主要特性	9
1.3.1 接桩	4	1.5.6 管道防腐补口的一般步骤	10
1.3.2 补桩	4	1.5.7 管道防腐的一般要求	10
1.3.3 测量放线及设立标志桩	4	1.6 管沟的开挖、管道下沟回填及地 貌恢复	10
1.3.4 移桩	5	1.6.1 管沟的开挖	10
1.3.5 施工作业带的清理	5	1.6.2 管道的下沟	10
1.3.6 施工便道的修筑	5	1.6.3 管道的回填及地貌的恢复	11
1.4 管道的组装焊接	5	1.7 压力试验及通球扫线	11
1.4.1 布管	5	1.7.1 压力试验	11
		1.7.2 通球扫线	11
<hr/>			
第 2 章 长输管道施工焊接管理 ...	12	2.3.4 焊工档案管理	17
2.1 焊接性试验及焊接工艺评定	12	2.4 材料及设备管理	18
2.1.1 焊接性试验	12	2.4.1 钢管管理	18
2.1.2 焊接工艺评定	12	2.4.2 焊接材料管理	18
2.2 焊接工艺规程的制定	14	2.4.3 设备管理	19
2.2.1 通用性焊接工艺规程	15	2.5 焊接过程控制	19
2.2.2 专用性焊接工艺规程	15	2.5.1 焊前技术要求	19
2.2.3 焊接工艺规程的内容	15	2.5.2 环境监测	20
2.3 焊工管理	16	2.5.3 预热、后热和焊后保温 缓冷	20
2.3.1 焊工培训	16	2.5.4 施焊工艺参数	21
2.3.2 焊工考试方法	17	2.5.5 层间清理及层间温度	21
2.3.3 焊工资格证管理	17		

2.6 焊缝检查	22	2.6.3 焊缝标志	23
2.6.1 外观检查	22	2.7 焊缝的修补及返修	23
2.6.2 无损检测	23	2.8 焊接资料的归档	24

第3章 管道工程焊接工艺评定 及焊接工艺规程 25

3.1 工程概况	25	3.3.2 安全要求	28
3.1.1 国外某天然气管道工程 概况	25	3.3.3 环境保护要求	28
3.1.2 工程要求的焊接工艺评定 项目	25	3.3.4 对焊接材料的要求	29
3.1.3 焊接工艺评定检验项目	26	3.3.5 钢管的管理	29
3.1.4 编制焊接工艺评定程序 文件	26	3.3.6 管口的组装	30
3.2 人员组织及设备配备	26	3.3.7 焊前预热	30
3.2.1 人员组织	26	3.3.8 焊接	30
3.2.2 对人员的基本要求	26	3.3.9 焊接工艺评定参数的测定和 记录	32
3.2.3 设备配备	27	3.3.10 无损检测	32
3.3 工艺评定用场地及对安全和环境 保护的要求	28	3.3.11 试样的切取	33
3.3.1 焊接工艺评定场地要求	28	3.3.12 试样的加工	33
		3.3.13 力学性能试验	33
		3.3.14 焊接工艺评定报告	34
		3.3.15 全过程接受监理的监督	34
		3.3.16 几点体会	34

第4章 管道焊接材料 36

4.1 管道焊接材料的分类	36	4.2.6 出库	44
4.1.1 焊条的分类	36	4.2.7 使用过程中的管理	44
4.1.2 焊丝的分类	38	4.3 管道施工常用焊接材料型号、牌 号表示方法	45
4.1.3 焊剂的分类	40	4.3.1 焊条的型号、牌号表示 方法	45
4.1.4 保护气体	41	4.3.2 焊丝的型号、牌号表示 方法	52
4.2 焊接材料的采购与验收、保管与 管理	42	4.3.3 埋弧焊焊剂型号、牌号表示 方法	58
4.2.1 总则	42	4.4 管道施工常用焊接材料标准 目录	60
4.2.2 采购	43		
4.2.3 验收	43		
4.2.4 入库	43		
4.2.5 库存保管	44		

第5章 管道焊接设备 62

5.1 焊接设备的分类及型号	62	方法	62
5.1.1 焊接设备的分类	62	5.2 常用弧焊电源及其技术特性	64
5.1.2 我国焊接设备型号中表示 方法	62	5.2.1 焊接电源的空载电压和电源 的外特性	64

5.2.2	弧焊电源的主要技术指标	66	5.4.3	对弧焊电源调节特性的要求	75
5.2.3	弧焊电源类型	66	5.4.4	对弧焊电源动特性的要求	75
5.3	焊接设备的特点及应用	70	5.4.5	对弧焊电源结构的要求	76
5.3.1	手工电弧焊设备	70	5.5	DC-400 焊接电源与 LN-23P 送丝机	76
5.3.2	气体保护焊设备	71	5.5.1	DC-400 焊接电源	76
5.3.3	埋弧焊设备	71	5.5.2	LN-23P 送丝机	78
5.3.4	电阻焊设备	71	5.6	常用弧焊电源的选择、使用与维护	83
5.3.5	焊接机器人简介	72	5.6.1	弧焊电源的特点	83
5.3.6	专用成套焊接设备	72	5.6.2	弧焊电源的选择	84
5.3.7	管道全位置自动焊	72	5.6.3	弧焊电源的正确使用与维护	84
5.4	手工电弧焊对电源的要求	73			
5.4.1	对外特性的要求	73			
5.4.2	对弧焊电源空载电压的要求	75			

第 6 章 焊条上向焊焊接工艺 85

6.1	焊条上向焊原理、特点及工艺参数的选择	85	6.3.1	板件的平焊	89
6.1.1	焊条上向焊的原理	85	6.3.2	板件的立焊	92
6.1.2	焊条上向焊的特点	85	6.3.3	板件的横焊	95
6.1.3	焊接工艺参数的选择	86	6.3.4	板件的仰焊	96
6.2	焊条上向焊的基本操作技术	87	6.4	管件的焊接	98
6.2.1	引弧、运条和收弧	87	6.4.1	水平固定小径管对接焊	98
6.2.2	单面焊双面成形技术	88	6.4.2	垂直固定小径管对接焊	100
6.3	板件的焊接	89	6.4.3	45° 倾斜固定小径管的对接焊	102
			6.4.4	水平固定大径管对接焊	104

第 7 章 焊条下向焊焊接工艺 107

7.1	概述	107	7.4	低氢型焊条下向焊操作技术	114
7.1.1	焊条下向焊技术的应用与发展	107	7.4.1	焊接设备、焊接材料及母材的选择	115
7.1.2	焊条下向焊的特点	108	7.4.2	管口组对尺寸	115
7.1.3	管道下向焊工艺过程	108	7.4.3	焊接工艺参数	115
7.2	培训管口的组对方法及清理	109	7.4.4	焊接技术要领	115
7.2.1	培训用管圈的加工方法	109	7.5	焊条下向焊常见缺陷的危害及预防	117
7.2.2	管圈的组对方法	110	7.5.1	焊缝成形缺陷	117
7.2.3	焊前清理	110	7.5.2	未熔合	119
7.3	纤维素型焊条下向焊操作技术	111	7.5.3	气孔与夹渣	119
7.3.1	根焊道操作技术	111	7.5.4	裂纹	120
7.3.2	热焊、填充、盖面焊道操作技术	113			

第8章 药芯焊丝焊接工艺 121

- 8.1 药芯焊丝气体保护焊接工艺 121
 - 8.1.1 工艺原理 121
 - 8.1.2 工艺特点 121
 - 8.1.3 气体保护药芯焊丝焊接工艺 122
- 8.2 自保护药芯焊丝焊接工艺 125
 - 8.2.1 自保护药芯焊丝半自动焊的工艺特点 125
 - 8.2.2 自保护药芯焊丝半自动焊接工艺参数 126
 - 8.2.3 自保护药芯焊丝操作技术 126

- 8.3 自保护药芯焊丝焊接常见缺陷及防止方法 129
 - 8.3.1 气孔的产生原因及防止方法 129
 - 8.3.2 夹渣的产生原因及防止方法 129
 - 8.3.3 未熔合的产生原因及防止方法 130
 - 8.3.4 咬边的产生原因及防止方法 130
 - 8.3.5 焊缝成形不良的产生原因及防止方法 130

第9章 STT 焊接技术 132

- 9.1 STT 焊接技术的原理及特点 132
 - 9.1.1 STT 焊接技术的工作原理 132
 - 9.1.2 STT 焊接技术的特点 132
- 9.2 STT 焊接设备 133
 - 9.2.1 焊接电源 133
 - 9.2.2 气瓶 133
 - 9.2.3 气管 133
 - 9.2.4 气体流量计 133
 - 9.2.5 送丝机 133
 - 9.2.6 焊枪 133

- 9.2.7 连接导线 134
- 9.3 STT 操作方法及焊接工艺 134
 - 9.3.1 坡口准备 134
 - 9.3.2 焊前预热 134
 - 9.3.3 根焊道的焊接 134
 - 9.3.4 填充焊道的焊接 135
 - 9.3.5 盖面焊道的焊接 136
 - 9.3.6 焊接工艺参数 136
- 9.4 RMD 焊接技术简介 136
 - 9.4.1 RMD 的控制原理及特点 136
 - 9.4.2 RMD 焊接工艺参数 137

第10章 双管联焊技术 138

- 10.1 双管联焊施工工艺简介 138
 - 10.1.1 国内外双管联焊施工概况 138
 - 10.1.2 双管联焊施工的优势 138
 - 10.1.3 双管联焊施工的局限性 139
- 10.2 双管联焊焊接工艺 139
 - 10.2.1 手工电弧焊 (SMAW)+埋弧

- 自动焊 (SAW) 139
- 10.2.2 STT+埋弧自动焊 (SAW) 143
- 10.2.3 双面埋弧自动焊接工艺 147
- 10.3 双联管的运输 151
 - 10.3.1 一次倒管 151
 - 10.3.2 二次倒运 152
 - 10.3.3 布管 152

第11章 管道自动焊技术 153

- 11.1 管道自动焊的分类及特点 153
 - 11.1.1 管道自动焊概述 153
 - 11.1.2 管道自动焊的分类 154

- 11.1.3 管道自动焊的特点 154
- 11.2 焊接坡口的制备及组装要求 156
 - 11.2.1 V形坡口 156
 - 11.2.2 U形坡口 156

11.2.3	复合形坡口	157	11.4.2	管道自动外焊(根焊)设备	163
11.2.4	X形坡口	158	11.4.3	焊接操作及焊接工艺	163
11.2.5	I形坡口	159	11.5	管道自动外焊(填充、盖面)设备及工艺	165
11.3	管道自动内焊机及焊接工艺	159	11.5.1	概述	165
11.3.1	概述	159	11.5.2	焊接设备	166
11.3.2	管道自动内焊设备	159	11.5.3	焊接操作及焊接工艺	167
11.3.3	管道自动内焊坡口的准备	161	11.6	双焊枪焊接工艺简介	169
11.3.4	管道内焊机焊接工艺	161	11.6.1	双焊枪焊接工艺的特点	169
11.4	管道自动外焊(根焊)设备及工艺	162	11.6.2	机组设备配备	169
11.4.1	概述	162	11.6.3	机组人员组织	170

第12章 管道无损检测方法 171

12.1	无损检测概论	171	12.3.5	底片评定	183
12.1.1	无损检测的定义与分类	171	12.3.6	辐射防护	183
12.1.2	无损检测的目的	171	12.4	管道的超声波检测	184
12.1.3	无损检测的应用特点	172	12.4.1	超声波的发生及其性质	184
12.2	管道焊缝中常见缺陷及其产生原因	173	12.4.2	超声波检测原理	186
12.2.1	外观缺陷	173	12.4.3	超声波检测方法的分类	187
12.2.2	气孔	174	12.4.4	超声波试块	188
12.2.3	夹渣	175	12.4.5	超声脉冲显示波检测程序	189
12.2.4	裂纹	175	12.5	管道的全自动超声波检测	190
12.2.5	未焊透	176	12.5.1	全自动超声波简介	190
12.2.6	未熔合	176	12.5.2	全自动超声波检测原理	191
12.3	管道的射线检测	176	12.5.3	长输管道全自动超声波检测	191
12.3.1	射线检测的基本原理	176	12.6	其它检测方法	195
12.3.2	通用射线检测设备	179	12.6.1	磁粉检测	195
12.3.3	管道爬行器	180	12.6.2	渗透检测	200
12.3.4	射线检测操作步骤	182			

第13章 长输管道典型焊接工艺

	简介	204		艺简介	206
13.1	陕京输气管道工程焊接工艺简介	204	13.2.1	工程简介	206
13.1.1	工程概况	204	13.2.2	管道全位置自动焊工艺	207
13.1.2	焊接工艺的选择	204	13.2.3	药芯焊丝半自动焊工艺	209
13.1.3	焊接工艺参数	205	13.2.4	连头返修焊工艺	211
13.2	西气东输一线管道工程焊接工		13.2.5	焊接工艺应用情况及影响	212
			13.3	西气东输冀宁支线工程焊接工	

艺简介	213	影响	216
13.3.1 工程简介	213	13.4 国外某天然气管道工程	216
13.3.2 Noreast 内焊机根焊+Noreast 外焊机填充、盖面焊工艺 ...	213	13.4.1 工程简介	216
13.3.3 连头焊工艺 (焊条上向根焊+ 焊条下向填充、盖面焊) ...	215	13.4.2 药芯焊丝半自动焊	217
13.3.4 返修焊工艺 (焊条上向根焊+焊 条下向填充、盖面焊)	215	13.4.3 手工焊接工艺	218
13.3.5 焊接工艺应用情况及		13.4.4 手工焊返修工艺	219
		13.4.5 焊接工艺应用情况及 影响	220

附录	221	2002)	254
附录 1 焊工培训考试及管理	221	附录 5 现场设备工业管道焊接工程施 工及验收规范 (摘要) (GB 50236—1998)	259
附录 2 油气长输管道工程施工及验收 规范 (摘要) (GB 50369— 2006)	231	附录 6 锅炉压力容器压力管道焊工考 试与管理规则 (摘要) (国质 检锅 [2002]109 号)	265
附录 3 管道及有关设施的焊接 (摘要) (API Std 1104—2001)	244	附录 7 钢质管道焊接及验收 (摘要) (SY/T 4103—2006)	276
附录 4 石油天然气金属管道焊接工艺 评定 (摘要) (SY/T 0452—			

参考文献	286
-------------------	------------

第1章 长输管道施工工艺简介

在管道运输、公路运输、铁路运输、水运和空运五大运输方式中，公路运输方便、灵活，但运输成本高；铁路运输的价格较公路低，但灵活性较差，大部分的货物不能直接到达目的地；水运的价格低，但灵活性更差，没有水道的地方无法采用水运方式；空运的速度快，但运费高，一般不能直接送达目的地；液态和气态的物质通常采用管道运输的方式。在运量大且较为稳定的情况下，采用管道运输的方式运送液态和气态的物质，运输成本最低。但管道运输也存在如下缺点：一是，通常只能运输液态和气态的物质（经过改造后也可运输煤浆和矿浆等）；二是，运量必须足够大且要求比较稳定。但随着人类对能源的需求越来越多，特别是对石油和天然气需求量的增加，管道的建设也在迅速增加。管道在向着大口径、长距离、高压力和钢材的高强度方向发展，对管道的建设质量和建设速度要求越来越高。本章对管道施工的工艺进行简要的介绍。

1.1 长输管道施工工艺流程

长输管道的施工工艺流程，由于管道输送介质的不同、施工方法的不同、施工地形的不同，施工工艺流程存在着一定的差异。如长输管道一般地段的施工是先进行管道的组装焊接，后进行管沟的开挖，而石方地段、山区地段，由于管沟的爆破和管道整体下沟困难等原因，则是采用先开管沟，后组装焊接的工序。还有输送气体介质的管道，需对管道进行干燥处理，而输送液体的管道一般不需对管道进行干燥处理。常规长输管道工程施工的工艺流程如图 1-1 所示。

1.2 施工准备

施工准备是在工程开工前，为工程施工做的所有工作。施工准备是一项非常重要的工作，一定要认真细致地进行。施工准备直接影响着工程质量、施工安全和施工进度。

1.2.1 公共关系准备

公共关系准备包括以下几个方面。

(1) 处理好与地方政府和上级主管部门的关系

调查地方政府和上级主管部门下发的与本工程施工有关的法规、文件等，并认真阅读，将重要条款摘录下来严格遵守。

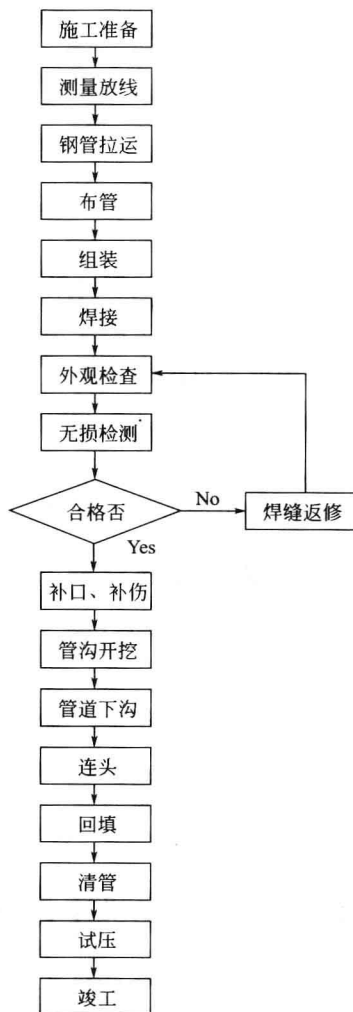


图 1-1 长输管道施工工艺流程

与当地政府和上级主管部门签订与工程施工有关的合同、协议。

积极与当地政府和上级主管部门沟通、联系，征求他们的意见和建议，争取他们的理解和支持。

(2) 民俗民情调查

调查当地居民的风俗习惯、生活和生产情况，避免违背风俗习惯的事情发生。在施工过程中，尽量减轻对居民生活和生产的影响。

(3) 对当地的资源进行调查

对劳动力资源和物资资源进行调查，以备工程需要时，可以征用。

(4) 办理水、电、路和通信使用证

用水包括生活用水和施工用水，电也包括生活用电和施工用电，道路的通行许可和通信的使用许可，都需要办理相应的手续和使用证。

(5) 办理施工许可证

一个施工企业不论到哪里施工，都要到工程所在地办理施工许可证。无施工许可证，绝不允许施工。

(6) 办理开工报告

工程开工前必须办理开工报告，并经有关部门批准后方能开工。

1.2.2 人员准备

人员准备具体有以下几个方面的工作。

(1) 根据工程情况编制劳动力组织计划

(2) 对所有参加施工的人员进行身体检查

(3) 对施工人员进行培训

- ① 对所有人员进行 HSE 知识的培训；
- ② 对特种作业人员进行安全技术培训，并应取得相应的资格证书；
- ③ 对焊工进行技术培训，并应经考试取得与工程焊接相适应的焊工资格证书。

1.2.3 设备及物资准备

设备及物资需要做以下准备。

- ① 根据工程情况编制设备需用计划和物资供应计划。
- ② 对设备进行维护、维修和保养。
- ③ 对计量器具、仪表等进行鉴定。
- ④ 采购技措用料及开工初期的工程用料。
- ⑤ 非标件的加工。

1.2.4 编制施工进度计划及对施工任务进行划分

- ① 编制施工进度计划。
- ② 设置里程碑事件。
- ③ 编制详细的施工准备计划。

- ④ 编制人力组织计划。
- ⑤ 编制设备采购及调遣计划。
- ⑥ 编制物料供应计划。
- ⑦ 对施工任务进行分解。
- ⑧ 编制横道图、网络计划。

1.2.5 技术准备

技术准备工作的具体内容如下。

- ① 编制施工组织设计。
- ② 备齐施工用的各项法律、法规和施工标准。
- ③ 备齐施工用的各种表格。
- ④ 进行焊接试验和焊接工艺评定, 编制焊接工艺规程。
- ⑤ 对焊工进行培训和考试。
- ⑥ 对采用的新材料、新设备、新工艺进行试验、检定和人员培训。
- ⑦ 组织相关人员认真学习法规和标准, 学习设计说明和设计要求, 掌握本工程的技术要求和工程特点。
- ⑧ 对设计图纸进行会审。
- ⑨ 对工程中的重点、难点的施工方案进行讨论研究。

1.2.6 对施工地区的自然状况进行调查

对于施工地区的自然状况, 主要调查以下几个方面。

- ① 对降雨情况进行调查 由于管道施工是野外作业, 所以降雨对工程施工的影响较大。应尽量避免在雨季施工, 特别应避免在雨季进行管道的焊接。
- ② 对风季进行调查 对一年中影响焊接作业的风季时间进行调查。尽量避免在大风天施工, 如果由于工期紧, 无法避免在风季施工, 则需采取防风措施。
- ③ 对气温进行调查 高温季节会降低施工人员的劳动生产率。低温季节施工除降低施工人员的劳动生产率外, 还会对施工设备和焊接质量等产生不良影响。
- ④ 对施工地形进行调查 是平原、山地、水网还是沙漠、戈壁, 不同的地形需采取不同的施工措施。
- ⑤ 对交通条件进行调查 交通条件主要影响钢管和施工机械的运输。应根据交通条件的具体情况, 采取相应的运输措施。
- ⑥ 水源调查 主要是管道试压用水水源。对水源水质、储量和距用水点的距离及是否准用等情况进行调查。

1.2.7 营地建设

营地建设的具体内容如下。

- ① 根据工程量的大小和社会依托等条件, 一般设立一个主营地和几个分营地。营地距施工地点的最远距离不应超过 50km。
- ② 主营地应设在施工管道的中间, 并且是社会依托条件好、交通方便、通信条件好、

供水供电条件好的位置。

③ 主营地应设立职工宿舍、食堂、卫生间、办公室、会议室、职工文体活动室、医务所、材料库(场)和停车场等。

④ 分营地一般设立职工宿舍、食堂、卫生间和简易办公室即可。分营地的生活用品和生产材料由主营地负责供应。

1.3 测量放线及作业带清理

测量放线是长输管道工程正式施工的第一道工序,它决定着管道的敷设位置是否符合设计要求。为了方便管道工程的施工,必须对作业带进行清理。

1.3.1 接桩

管道设计单位把管道的走向、管道特征、管道里程、管道所经过的地下障碍物等,用木制、水泥、石制等标志物将管道经过的实际位置标出,这些标志物就是“桩”。

接桩就是由设计单位把管道的桩的位置、性质交给施工单位。

1.3.2 补桩

补桩的主要工作内容:

① 把设计上原有的但由于各种原因而丢失的桩补齐。

② 增设加密桩,设计单位设计的桩的距离一般比较远。施工单位为了方便管道的施工,在原桩间增加加密桩。

③ 在管道转角处,一般只设计一个转角桩。而管道在这里的实际走向是一个圆弧。这里的桩要增补得更密些,以保证管道按正确的走向敷设。

1.3.3 测量放线及设立标志桩

测量放线及设立标志桩的主要工作内容如下。

(1) 管道的中心线

管道的中心线,即管道轴心所通过的线,这是管道敷设的基准线。在管道的直线段,管道的中线桩处就是管道的中心线。而在管道的曲线段,在转角桩处并不是管道的中心线,管道的中心线是在其内侧相距一个外矢距的位置上。曲线段管道中心线的位置,应根据设计的曲率半径确定曲线段的起点、顶点和终点三桩,在三桩的中间加设间距不大于10m的中心桩。

(2) 作业带边界线

施工作业带的宽度,应根据敷设管径的大小、管道的埋设深度和施工方法等因素来确定。作业带的边界线分为管沟堆土一侧和组装焊接一侧。管沟堆土一侧的宽度,以能堆放管沟挖出的土的宽度再加1m为准。其余部分的宽度就是管道组装焊接一侧的宽度。

另外,每隔1~2km应设一个回车场,回车场的占地宽度以车辆能顺利回车为准。

(3) 管沟边线

应根据设计的沟底宽度、沟深和根据不同的地质条件的边坡比,来确定沟顶的宽度。从管道的中心线向两侧各移半个沟顶宽度,就是管沟的两条边线。管沟边线的直线段要直,曲

线段要按曲率半径圆滑过渡。

(4) 管道特征标志

管道通过不同的地质条件,如通过人口居住区,穿越道路、河流及建筑物等,钢管的材质、壁厚、防腐等级和焊缝检测等级等均可能有所不同。在这些发生变化的位置,要设置标识明确的特征桩。

(5) 里程桩和测试桩

按设计要求确定里程桩和测试桩的位置。

(6) 地下障碍物标志桩

在根据设计图纸和现场勘察到的管道要穿越的原有管道、电缆及其它障碍物等处,都应设标志桩,以便施工时采取相应的措施。

1.3.4 移桩

管沟在开挖前,应将管沟开挖范围内的管道中线桩、特征桩、里程桩、标志桩等平移到管沟的一侧,以便核对管道敷设的位置。

1.3.5 施工作业带的清理

施工作业带的清理包括以下两方面。

(1) 施工作业带上覆着物的清除

施工作业带上一切影响施工的农作物、树木、杂草和构筑物等均应清除。

(2) 施工作业带的平整

施工作业带的平整,是为了方便钢管和施工用料的运输及工程的施工。施工作业带平整得好,有利于提高管道工程的施工效率和保证工程的施工质量。

1.3.6 施工便道的修筑

施工便道是施工过程中,为运输工程材料、设备及施工人员上下班而修筑的临时性道路。

施工便道的修筑原则:

- ① 尽量利用原有的道路,如果原有道路的宽度不够,应对其进行加宽。
- ② 施工便道应每1km加修一个会车道。
- ③ 施工便道应具有较强的承载能力。
- ④ 对道路原有的小桥进行承载能力核算和安全评估。对承载能力不足的应进行加固。
- ⑤ 施工便道通过小河、沟渠时,应修筑临时的涵桥或涵管,尺寸以满足水的流量为准。
- ⑥ 修筑施工便道还应考虑地下的构筑物不会因车辆的重压而造成破坏。应考虑到地上的构筑物(如动力电缆、通信电缆、架空的管道等)的高度是否影响车辆的通行。

1.4 管道的组装焊接

1.4.1 布管

将钢管以一定的距离放置在作业带上就是布管。

钢管要布成如图 1-2 所示的形式，钢管的首尾间不能直接相连，要错开钢管直径 d + (200~300mm) 的距离。这便于坡口的加工、管内杂物的清理、坡口的清理和修整。



图 1-2 布管示意图

1.4.2 钢管的组装

钢管组装的基本步骤如下。

(1) 组装前的清理

钢管组装前应将管内的杂物清理干净，将坡口及两侧的油、锈及其它杂物清理干净，坡口及两侧 20mm 范围内应见金属光泽。

(2) 坡口的检查及修整

管口组装前应检查坡口角度、钝边等尺寸，存在缺陷应进行修整。如果采用管道自动焊进行焊接，建议采用坡口机现场加工坡口，尽量做到当天加工的坡口，当天焊接，这样可有效地保证坡口的质量。

(3) 组装

管道的组装应采用对口器，对口器分为内对口器和外对口器。当管径大于 300mm 时，应采用内对口器组装管口；当管径不超过 300mm 或连头的管口应采用外对口器进行组装。

钢管上的制管焊缝必须错开 100mm 以上。当采用直缝管时，制管焊缝应放置在圆的上半周。

按焊接工艺规程的要求调整组装间隙。当管口存在不可避免的错边时，应尽量使错边均布在整个圆周上。

1.4.3 钢管的焊接

钢管焊接分以下四步进行。

(1) 根焊焊道的焊接

管与管、管与管件及管件与管件间的第一层焊道称为根焊焊道（或根焊道）。

当采用定位焊缝定位时，定位焊缝的焊接应采用正式焊接所用的焊接设备、焊接材料和焊接工艺。当焊接工艺规程要求预热时，焊前应对管口进行预热，达到预热温度后方可进行定位焊缝的焊接。

当采用内对口器时，应在根焊焊道全部焊完后，方可撤离对口器。当钢管的强度等级高、壁厚大、施焊环境温度低时，应在焊完热焊焊道后，方可撤离对口器。

当采用外对口器时，至少应焊接完成根焊焊道的 50%，且焊道均布在圆周上，对口器方能撤离。

(2) 热焊焊道的焊接

为防止根焊焊道产生裂纹，根焊焊道完成后，在尽可能短的时间内焊接的根焊后的第一层焊道，就称为热焊焊道（或热焊道）。

根焊焊道焊接完成后，应尽快对根焊焊道进行清理。一般采用砂轮机和钢丝刷进行清理，应将熔渣及飞溅清理干净，但不要伤及坡口和钢管的表面。根焊焊道与热焊焊道的间隔

时间应控制在 10min 内。

热焊焊道的焊接应采用大电流、快焊速，在短时间内完成。

(3) 填充焊道的焊接

热焊焊道后，盖面焊道前的所有焊道均称为填充焊道。

填充焊道采用窄、薄和快速的焊接原则。下向焊焊道的宽度一般不超过 10mm，上向焊焊道的宽度一般不超过 15mm。

(4) 盖面焊道的焊接

焊缝的最后一层，露在表面的焊道称为盖面焊道。

管道下向焊盖面焊道的宽度应控制在 15mm 范围内，当焊缝宽度超过 15mm 时应采用多道焊；管道上向焊盖面焊道的宽度应控制在 18mm 范围内，当焊缝宽度超过 18mm 时应采用多道焊。

1.4.4 表面的清理及外观检查

表面清理及外观检查包括如下内容。

(1) 表面清理

盖面焊道完成后应对焊缝的表面及焊缝两侧的熔渣、飞溅等进行清理。

(2) 焊缝的外观检查

焊缝的外观应符合下列要求：焊缝及两侧应清洁；焊缝的宽度、余高应符合技术要求，焊缝的表面应与母材圆滑过渡；焊缝的表面无裂纹、未熔合、表面气孔、表面夹渣等缺陷；焊缝的咬边深度和长度应符合技术要求。

(3) 焊缝表面的修磨

当焊缝表面存在余高超标或焊缝表面不能圆滑过渡的现象时，应对焊缝的表面进行修磨。修磨后应使焊缝表面圆滑过渡，并使焊缝的余高达到技术要求。焊缝修磨时应避免伤及管表面。

(4) 焊缝表面的修补

经外观检查存在除裂纹和未熔合外的其它焊接缺陷时，应将缺陷清除后进行修补。修补后的表面焊道应进行修磨，修磨至与原焊道和管表面圆滑过渡。

1.4.5 焊接接头的无损检测

(1) 无损检测方法

长输管道焊接接头常用的无损检测方法有两种，一是射线检测，二是超声波检测。

(2) 无损检测标准

主要检测标准有：

《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T 4109)；

《钢质管道焊接及验收》(SY/T 4103)；

《石油天然气钢质管道对接环焊缝全自动超声波检测》(SY/T 0327)。

(3) 无损检测人员资格

从事无损检测的人员必须持有国家技术监督部门颁发的并与其工作内容相适应的无损检