

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH 5034—2017

民用运输机场供油工程施工及验收规范

Code for civil airport construction and acceptance of fuelling system

2017-01-22 发布

2017-03-01 施行

中国民用航空局 发布

中华人民共和国行业标准

民用运输机场供油工程施工及验收规范

Code for civil airport construction and acceptance of fuelling system

MH 5034—2017

主编单位：中国航空油料有限责任公司

批准部门：中国民用航空局

施行日期：2017年3月1日

中国民航出版社

2017 北京

中国民用航空局 公告

2017 年第 2 号

中国民用航空局关于发布《民用运输机场 供油工程设计规范》和《民用运输机场供油 工程施工及验收规范》的公告

现发布《民用运输机场供油工程设计规范》（MH 5008—2017）和《民用运输机场供油工程施工及验收规范》（MH 5034—2017）行业标准，自 2017 年 3 月 1 日起施行。原《民用机场供油工程建设技术规范》（MH 5008—2005）同时废止。

本标准由中国民用航空局机场司负责管理和解释，由中国民航出版社出版发行。

中国民用航空局

2017 年 1 月 22 日

前 言

为适应国内民航业的发展，满足技术进步、绿色及可持续发展的要求，根据民航局标准体系框架和民航局《关于 2015 民航安全能力建设资金预算批复通知》要求，按照设计与施工验收分开设立标准的原则，编写组结合国家法律、法规及相关标准、规范以及《民用机场供油工程建设技术规范》（MH 5008—2005）相关要求，编制本规范。

在本规范编制过程中，编写组始终坚持以充分实现降低安全风险、合理使用资源、降低劳动强度、提高劳动效率为原则，以建设绿色供油工程为目标，通过大量的实地调查、科学研究，总结了我国民航供油工程建设几十年来的施工、管理经验，借鉴了成熟的做法，吸收了多项科研成果、工程试验数据及建设经验，参考了国内外相关标准及国外调研成果，广泛征求了有关设计、施工、监理、科研、管理等方面的意见，对其中主要问题进行了多次讨论、协调和修订，并经民航局组织专家审定，形成本规范。

本规范共分 14 章，包括：总则，术语与符号，基本规定，储罐工程，工艺设备安装工程，管道工程，防腐工程，消防、给排水及暖通工程，供配电与电气安装工程，仪表与自动化工程，安防与通信工程，土建工程，文明施工和工程验收，及 5 个附录。

本规范的第 1 章由梁斌负责编写，第 2 章由李耀朴负责编写，第 3 章由梁斌负责编写，第 4 章由张家成、鲍国、张惠军、梁斌、田伟负责编写，第 5 章由张家成、李耀朴、龚如良、王成杰负责编写，第 6 章由张家成、梁斌、李荣、李子水、王成杰负责编写，第 7 章由张家成负责编写，第 8 章由温平负责编写，第 9 章由王少锋、龚如良负责编写，第 10 章由周韶岗、龚如良负责编写，第 11 章由龚如良负责编写，第 12 章由李荣负责编写，第 13 章由杨昆、李荣、张家成负责编写，第 14 章由张家成、李荣、杨昆负责编写，附录 A 和附录 B 由张家成、李荣负责编写，附录 C 和附录 D 由张惠军、张家成、李洪川负责编写，附录 E 由张家成负责整理。

本规范的日常管理工作由中国航空油料有限责任公司负责。执行过程中如有意见或建议,请函告本规范日常管理组(地址:北京市海淀区马甸路2号中国航油大厦;邮编:100088;电话:010-59890456;邮箱:guifan@cnaif.com),以便修订时参考。

主编单位:中国航空油料有限责任公司

参编单位:四川省工业设备安装公司

北京航油工程咨询公司

上海浦东国际机场航空油料有限责任公司

主 编:梁 斌

参编人员:张家成 李耀朴 李 荣 王少锋 龚如良 周韶岗 温 平
杨 昆 王成杰 田 伟 鲍 国 李子水 张惠军 李洪川

主 审:张光辉 陈开彬

参审人员:马志刚 郑 斐 邵道杰 薛 平 徐晓东 李建新 刘 恒
卢建国 王 谊 罗 群 梁立杰 刘 军 姜宏帅 宋 婕
黄腾飞 刘小川 王新河 李建荣 朱国东 顾 群 杨剑武
徐 剑 赵 忠 张 伟 陆燕杰 祝 鹏 刘立新 苗 兵
张 亮 李富龙 李行国 林映源 李 伟 李剑平 刘家伟

目次

1	总则	1
2	术语与符号	3
2.1	术语	3
2.2	符号	5
2.3	缩略语	6
3	基本规定	7
4	储罐工程	10
4.1	立式储罐及附件、配套设备安装	10
4.2	卧式储罐安装	17
5	工艺设备安装工程	20
5.1	泵及电机安装	20
5.2	柴油发电机安装	23
5.3	装卸臂安装	24
5.4	过滤器安装	26
6	管道工程	28
6.1	一般规定	28
6.2	管道元件及材料检验	29
6.3	管道焊接	33
6.4	管道安装	42
6.5	阀门安装	44
6.6	加油栓安装	45
6.7	管道试验	47
6.8	管沟开挖与回填	49
7	防腐工程	54
7.1	一般规定	54
7.2	管道防腐	55
7.3	油罐防腐	60

8	消防、给排水及暖通工程	63
8.1	消防施工	63
8.2	给排水、暖通工程	65
9	供配电与电气安装工程	69
9.1	电缆安装	69
9.2	高压配电设备及变压器安装	73
9.3	低压配电设备安装	76
9.4	配电箱安装	78
9.5	电机电气安装	80
9.6	爆炸及火灾危险环境电气装置安装	82
9.7	防雷接地装置安装	90
9.8	防静电接地装置安装	92
10	仪表与自动化工程	95
10.1	一般规定	95
10.2	仪表安装	96
10.3	自控系统安装调试	97
10.4	系统验收	100
11	安防与通信工程	104
11.1	安防工程	104
11.2	通信工程	107
12	土建工程	109
12.1	一般规定	109
12.2	土方工程	109
12.3	基础工程	109
12.4	建（构）筑物	111
12.5	道路及地下设施	112
13	文明施工	113
13.1	一般规定	113
13.2	安全管理	114
13.3	环境与健康保护	116

14 工程验收	118
14.1 一般规定	118
14.2 工程质量验收划分	119
14.3 工程质量验收程序和组织	119
附录 A 施工过程质量管理与施工质量验收记录	123
附录 B 供油工程分部分项工程划分	131
附录 C 管道停输状态的带油动火作业推荐方法	135
附录 D 立式拱顶锥底储罐底板焊接推荐方法	143
附录 E 石油库内爆炸危险区域的等级范围划分	148
标准用词说明	159
引用标准名录	160

1 总 则

1.0.1 为规范民用运输机场供油工程施工及质量验收，统一标准，保证工程质量，实现安全适用、技术先进、资源节约、文明施工、绿色环保等目标，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于民用运输机场供油工程（含军民合用机场民用部分工程）的新建、扩建和改建的施工与验收。

1.0.3 民用运输机场供油工程建设除应满足本规范要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。当涉及民用运输机场供油工程的专业性的事宜时，应以本规范为准。

【条文说明】本规范是专业性技术规范，一方面，其适用的范围和规定的技术内容主要是针对民航供油工程，因此当涉及供油工程的专业性事宜时，应以本规范为准；另一方面，供油工程涉及专业较多，本规范未及之处按国家现行的有关规范、标准执行。

1.0.4 供油工程的参建单位应落实五方责任主体项目负责人质量终身责任制的要求，建设单位项目负责人、勘察单位项目负责人、设计单位项目负责人、施工单位项目经理、监理单位总监理工程师按照国家法律法规和有关规定，在工程设计使用年限内对工程质量承担相应责任。

1 建设单位项目负责人对工程质量承担全面责任，不应违法发包、肢解发包，不应以任何理由要求勘察、设计、施工、监理单位违反法律法规和工程建设标准，降低工程质量，其违法违规或不当行为造成工程质量事故或质量问题应当承担责任。

2 勘察、设计单位项目负责人应当保证勘察设计文件符合法律法规和工程建设强制性标准的要求，对因勘察、设计导致的工程质量事故或质量问题承担责任。

3 施工单位项目经理应当按照经审查合格的施工图设计文件和施工技术标准进行施工，对因施工导致的工程质量事故或质量问题承担责任。

4 监理单位总监理工程师应当按照法律法规、有关技术标准、设计文件和工程承包合同进行监理，对施工质量承担监理责任。

【条文说明】本条根据住房城乡建设部关于印发《建筑工程五方责任主体项目负责人质量终身责任追究暂行办法》的通知（建质〔2014〕124号）作出的要求。

1.0.5 民航供油工程招标时确定的中标单位及其承诺的项目管理人员应与合同约定的承包单位及其项目管理人员、实际承担实施的承包单位（供应商）及其项目管理人员保持一致。

油罐、输油管道、机坪管道、工艺管道等主体工程不应分包。

1.0.6 建设单位与勘察、设计、施工、监理等相关单位所签署的合同，尚需明确但不限于下列

事项：

1 项目负责人（总监理工程师）有单位法定代表人的授权书，并明确其职责、权限、常驻现场的要求；

2 投标书中承诺的项目负责人（总监理工程师）及其项目管理机构主要人员未经建设单位同意不应更换。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 民用运输机场供油工程 civil transport airport fuelling system construction

为保证民用运输机场的正常运行而配套建设的具有收发、转输、储存、加注等功能的航空油料设施及汽车加油设施。

2.1.2 民航专业工程 civil aviation specialized engineering

根据国家住房和城乡建设部与民航局对质量监督范围的划分，列入民航工程质量监督范围的工程项目为民航专业工程，其他为非民航专业工程。

2.1.3 油库 oil depot

为民用运输机场提供航空油料，具有航空油料接收、储存、输转、发放（装载）及油品质量检查等功能的场所，以下简称“库”。一般包括以下三种类型：

1 储油库（storage depot）：接收、储存铁路、水路、公路、输油管道的一种或多种方式来油，并为中转油库或机场油库输转航空油料的专用储备油库；

2 中转油库（terminal depot）：接收和储存铁路、水路、公路、输油管道的一种或多种方式来油，主要为机场油库转输航空油料的油库；

3 机场油库（airport depot）：直接向航空加油站车辆或机坪飞机输送航空油料的油库。

2.1.4 输油管道 fuel pipeline

敷设在油库（站）围界外，用于输送航空燃料的专用管道，不包括机坪管道。

2.1.5 机坪管道 hydrant pipeline

机场油库向机坪直接为加油车供油的管道，以下简称“机坪管道”，一般包括以下五类管道：

1 供油主管（main feeding line）：机场油库加油泵组出口至机坪的供油主管道；

2 加油次环管（secondary feeding loop）：管道的两端与供油主管道相接的加油管道；

3 加油支管（feeding spur line）：仅管道一端从供油主管或加油次环管接出，供局部区域机坪加油地井栓加油的非环形管道；

4 加油短管（feeding spool piece）：管道从供油主管或加油次环管、加油支管等的一种或多

种管道接出，与加油地井栓、高点放气装置、低点排水装置连接的短管；

5 装油支管（loading spur line）：管道从供油主管或加油次环管或加油支管接出，以及从机场油库接出，给罐式加油车装油或给综合检测装置供油的管道。

2.1.6 机坪管道加油系统 hydrant system

通过加油泵组、稳压工艺及供油控制系统，将机场油库储罐内的航空燃料经浮动出油装置、加油泵组、过滤分离器、流量计、机坪管道和管线加油车，直接给飞机加油的工艺及控制系统，以下简称“机坪管道系统”。

2.1.7 加油地井栓 hydrant pit

安装在加油短管末端上，与管道加油车配套使用的，具有自封、快速隔断等保护功能的接头阀，以下简称“加油栓”。

2.1.8 工艺管道 process pipeline

敷设在油库（站）围界内输送油品的管道。

2.1.9 锥底油罐 tank with cone-down bottom

罐底板按一定坡度向中心沉淀槽铺设的油罐。

2.1.10 焊接工艺评定 welding procedure qualification

按照焊接工艺规程的规定，制备试件和试样，并进行试验及结果评价的过程。

2.1.11 焊接工艺评定报告 welding procedure qualification reporting

记录焊接工艺评定过程中有关试验数据及结果的文件。

2.1.12 焊接工艺规程 welding procedure specification

根据焊接工艺评定报告，并结合实践经验而制定的直接指导生产的技术细则文件，包括对焊接接头、母材、焊接材料、焊接位置、预热、电特性、操作技术等内容进行的详细规定，以保证焊接质量的再现性。

2.1.13 焊接工艺卡 welding procedure card

与制造焊件有关的加工和操作细则性作业文件。焊工施焊时所使用的指导焊接参数卡片，可保证施工时质量的再现性。

2.1.14 管道轴测图（单线图）isometric diagram

将每条管道按轴侧投影的方法绘制成以单线表示的管道空视图。

2.1.15 射线拍片一次合格率 the qualified rate of radiographic initial testing

一个检验批中按照《承压设备无损检测——第2部分：射线检测》（NB/T 47013.2）的要求，技术等级为AB级，用射线检测方法对焊缝进行检测，在首次检验时，所评定的合格片张数占检验批所有焊缝首次拍片数的比例。

2.1.16 射线拍片 I 级片一次合格率 the qualified rate of radiographic initial testing according with level I

对一个检验批按照《承压设备无损检测——第 2 部分：射线检测》(NB/T 47013.2) 的要求进行射线检测，技术等级为 AB 级，在首次检验时，所评定的 I 级片占检验批所有焊缝首次拍片数的比例。

2.1.17 受限空间 confined spaces

生产及施工区域内塔、釜、罐、槽车以及管道、炉膛、烟道、隧道、下水道、沟、坑、井、池、涵洞等的一种或多种封闭、半封闭设施及场所。

2.1.18 主控项目 dominant item

建设工程中，对安全、环境保护、节能和主要功能起决定性作用的检验项目。

2.1.19 一般项目 general item

除主控项目以外的检验项目。

2.1.20 竣工验收 completion acceptance

由项目法人在工程初验（预验）合格的基础上组织勘察、设计、施工、监理、主要设备供应商等单位，在工程质量监督部门的监督下对工程进行验收。

2.1.21 供油工程的民航行业验收 the civil aviation industry acceptance

民航供油工程竣工验收后、交付使用前，民航管理部门对工程质量、建设规模、设施功能、投资完成及运行准备等进行的全面检查和综合评价。

2.2 符 号

DN——管道的公称直径；

L——升；

t——吨；

d——日历天；

h——小时；

min——分钟；

s——秒；

r/min——转数/分钟；

MPa——兆帕；

kPa——千帕；

$\mu\text{Sv/h}$ ——微希沃特/小时，放射性剂量率单位，指当量剂量率或有效剂量率。

2.3 缩略语

2.3.1 NPS (Nominal Pipe Size)

阀门连接端（包括法兰端和焊接端）的公称直径。

2.3.2 CCC (China Compulsory Certification)

中国强制性产品认证，简称“3C”认证。

2.3.3 FAT (Factory Acceptance Test)

过程工业自动化系统出厂验收测试。

2.3.4 SAT (Site Acceptance Test)

现场验收测试。

2.3.5 SIT (Site Integration Test)

现场综合测试。

3 基本规定

3.0.1 供油工程按功能划分一般包括下列内容：

- 1 油库、装卸油站及航空加油站；
- 2 油库（站）外敷设的输油管道；
- 3 机场油库直接向机坪供油的机坪管道；
- 4 航油质量检验、计量设备检定的实验室；
- 5 陆侧汽车加油站、空侧汽车加油站。

3.0.2 承建民用运输机场供油工程的勘察、设计、施工和监理等单位应具备相应资质。

【条文说明】根据住房城乡建设部《关于印发〈建筑业企业资质标准〉的通知》（建市〔2014〕159号），施工企业分为施工总承包、专业承包和施工劳务分包三个序列。

施工总承包序列包括12个类别，分为特级、一级、二级、三级；专业承包序列包括34个类别，分为一级、二级、三级；劳务分包企业资质不分等级。

施工总承包工程由取得相应总承包资质的企业承担，取得施工总承包资质的企业可以对所承接的施工总承包工程内各专业工程全部自行施工，也可以将专业工程依法进行分包。对有资质要求的专业工程进行分包时，承包人需具有相应的专业资质。施工总承包企业将劳务分包时，承包人需具有相应的专业资质。

民航供油工程包括安装、防腐、电气、自控、消防、土建等专业工程，如采用专业发包，可对不同的专业项目选择相对应的专业资质的施工单位；如采用施工总承包，则可选用具有施工总承包企业资质的施工单位。

根据《中华人民共和国特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》（国务院第549号令），压力管道及管道元件的制造单位应取得特种设备生产许可。

3.0.3 无损检测单位应具备相应的检测资质，并在资质许可的范围内开展工作。无损检测人员应取得相应的资格证书，并按规定在检测单位进行注册。

【条文说明】本条是根据《特种设备无损检测机构核准规则》（TSGZ 7005—2015）、《特种设备无损检测人员考核规则》（TSGZ 8001—2013）进行的要求。《压力管道安全技术监察规程》（TSGD 0001）要求从事管道元件制造和管道安装、改造、维修以及无损检测机构需取得国家质检总局颁布的《特种设备检验检测机构核准证》。

3.0.4 监理单位和施工总承包单位应配备有焊接责任人员。监理工程师应按照相关要求，对管

道、储罐施工的焊接人员进行人、证、技能的复核，并将认定合格的人员名单、资格证书、可从事的项目、证书有效期等个人信息报建设单位存档备查。相关焊接人员在认定合格后，方可在其资格证书许可范围内从事焊接作业。

【条文说明】焊工资格证书可以在中国特种设备公示信息查询网（www.cnse.gov.cn）进行查验。

3.0.5 施工单位开展施工前，应编制施工组织设计、施工计划，提交监理单位，由总监理工程师组织专业监理工程师进行审查，提出审查意见后，由总监理工程师审核、签字确认后，报建设单位审批。

3.0.6 监理单位应根据《建设工程监理规范》（GB/T 50319）以及《民航专业工程施工监理规范》（MH 5031）开展工作，并应编制监理规划，经技术负责人审核批准后，在第一次工地会议前，报建设单位。

3.0.7 工程开工前建设单位应组织施工单位、监理单位进行安全教育；每日施工前，施工单位应组织班组进行当日施工安全风险提示以及相关的安全教育。

3.0.8 工程所用的原材料、半成品、成品等产品应符合设计要求，并具有相关质量证明文件。设备材料复验应符合设计文件的要求。对设备材料的质量有疑议时，应由设备材料的采购方委托建设单位和设备采购方均认可的具备资质的第三方进行检测，并由第三方出具检测报告。

3.0.9 自国外进口的特种设备应当符合《中华人民共和国特种设备安全法》的相关规定。

【条文说明】《中华人民共和国特种设备安全法》对进口的特种设备作出了具体的要求。进口特种设备，应当向进口地负责特种设备安全监督管理的部门履行提前告知义务。

3.0.10 当需要修改设计文件及材料代用时，应经原设计单位同意，并出具相关设计文件。

3.0.11 焊条、焊丝、焊剂及保护气体等焊接材料应符合设计文件要求，并应具有质量合格证明书。

焊条应无破损、发霉、油污、锈蚀，焊丝应无锈蚀和折弯，焊剂应无变质现象，保护气体的纯度和干燥度应满足焊接工艺规程要求。

3.0.12 焊接材料使用应符合以下要求：

1 低氢型焊条使用前应按产品说明书的要求进行烘干、存放；当天未用完的焊条应回收存放，重新烘干后可重新使用，烘干的次数应不超过2次；

2 自保护药芯焊丝不应烘干，纤维素焊条不宜烘干；

3 在焊接中，如出现焊条药皮发红、燃烧或严重偏弧时，应立即停焊、更换焊条。

3.0.13 在下列任何一种环境中，如未采取有效防护措施，不应进行焊接作业：

1 雨雪天气；

2 焊弧1 m范围内的大气相对湿度大于90%；

3 自保护药芯焊丝半自动焊，风速大于8 m/s；使用低氢型焊条进行焊接时，风速大于5 m/s；气体保护焊，风速大于2 m/s；

4 环境温度低于焊接工艺规程中的规定温度。

3.0.14 防爆区域的施工作业，施工单位应编制专项施工方案，经施工单位内部审查后提交建设单位，由建设单位组织评审通过后方可实施。工程建设有监理单位时，施工单位应先提交监理单位审查，再提交给建设单位。

3.0.15 需进行随机检测的施工工序，应在该工序完成后由建设单位确定检查部位，并填写记录。

【条文说明】本条主要是为了突出随机抽样检验的要求，避免有意制造检验样本。

3.0.16 进入施工现场的设备端口、非即时作业要求的管道口等工艺接口应保持封闭。

4 储罐工程

4.1 立式储罐及附件、配套设备安装

4.1.1 立式储罐的施工与验收，除应满足本规范的要求外，尚应符合《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》（GB 50128）的相关规定。

【条文说明】《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》（GB 50128）中，罐底为平底，而航油储罐底一般设计为锥底。与平底罐比较而言，锥底罐施工除了底板的排板、沉淀槽等方面有所不同，其余基本相同。

4.1.2 储罐钢板宜选用平板材料，钢板和附件上应有清晰的产品标识。

【条文说明】在订货时宜对储罐所用钢板进行明确。平板钢板是指钢板最初出厂时即为平铺板材，并进行定尺生产。如最初出厂时为卷板，经加工为平板，这种板材称为开平板或展平板，用于罐体焊接时成形不易控制。

4.1.3 储罐本体板材在预制前，应遵循相关规定绘制排板图，并经设计单位确认后方可进行预制。中幅板与环形边缘板采用搭接接头时，中幅板应搭在环形边缘板的下面，搭接宽度不小于 60 mm。

锥底储罐的排板可参照附录 D。

4.1.4 在储罐排板图确认后油罐安装之前，建设单位或监理单位应组织设计、施工单位的工艺、电气仪表、消防等相关专业的人员对油罐的开孔位置图进行会审，孔所在的壁板整圈焊接完成后方可进行开孔。

4.1.5 罐底板在排板后，宜按照不超过罐底的设计荷载要求进行堆载预压，以罐底板与罐基础贴近、板面不回弹为准。

【条文说明】通过预压使钢板底板产生一定的塑性变形，从而使底板与储罐基础紧密贴合，形成锥形底。

储罐大小不一，要求的堆载负荷、堆载时间也不尽相同，施工单位可根据罐容大小结合自身的经验进行堆载。

4.1.6 罐底沉淀槽应采用冲压成型的成品件。罐底沉淀槽应在罐底安装的最后时间施焊。

【条文说明】沉淀槽所处的位置应力较为集中，最后时间施焊有助于最大限度地消除应力。

4.1.7 在拆除罐体上临时工作焊接件时，应用角磨机打磨拆除，不应使用气割或其他强力措施进行拆除，避免损坏母材。如母材损伤，应进行修补。标准屈服强度超过 390 MPa 的钢板，其表面在修补后，应进行渗透检测或磁粉检测。

4.1.8 对储罐进行无损检测过程中，应同步绘制储罐无损检测位置图，图上应标明检测位置、焊缝代号、拍片评级、是否返修、焊工代号、焊接日期，检测位置应标明相对 T 字焊缝的尺寸。

【条文说明】绘制检测位置图，可以对焊缝检测情况进行追溯。

4.1.9 设有内浮盘的储罐，内浮盘安装前应完成下列工作：

- 1 检查储罐内壁，清除可能损伤浮盘密封带的焊瘤、毛刺等；
- 2 储罐计量装置、浮盘防旋转装置已安装，均通过验收，质量合格；
- 3 浮盘的防静电连接导线的规格符合设计要求。导线两端加不锈钢接头，浮顶设置不锈钢材质专用电气连接端子，导线两端均用不小于 M10 的不锈钢螺栓加防松垫片连接。罐顶防静电导线连接件在储罐罐顶安装时完成；

4 内防腐通过验收，质量合格。

4.1.10 内浮盘试运行，浮盘应升降平稳、无倾斜，密封装置、导向装置等均无卡涩现象；框架梁无变形，密封带应与罐壁接触良好。

4.1.11 储罐与管道通过法兰连接时，宜在储罐充水试验合格后安装，也可在基础初步沉降后，再进行罐接口处的法兰安装。

4.1.12 闭路取样器、油品质量检查桶的安装位置及高度应便于观察与操作。

4.1.13 储罐应在便于观察的位置装设铭牌，可设置在操作平台附近。铭牌应使用耐腐蚀的金属板制作，安装于罐壁的专用框架上，铭牌板可为活动板。铭牌字体宜采用长仿宋体，黑底白字。铭牌可以根据罐型大小调整，长度可为 250 mm~500 mm，宽度可为 180 mm~360 mm。详见图 4.1.13。

执行标准： <input style="width: 100px;" type="text"/>	
结构形式 <input style="width: 60px;" type="text"/>	储罐编号 <input style="width: 60px;" type="text"/>
公称容积 <input style="width: 60px;" type="text"/>	储存介质 <input style="width: 60px;" type="text"/>
公称直径×高度 <input style="width: 60px;" type="text"/>	设计压力 <input style="width: 60px;" type="text"/>
罐壁材质 <input style="width: 60px;" type="text"/>	竣工年月 <input style="width: 60px;" type="text"/>
设计单位 <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	
监理单位 <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	
施工单位 <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	

图 4.1.13 储罐铭牌

【条文说明】储罐的铭牌是对施工产品的确认，与储罐履历表、检查表的作用不同，为与国家规范相统一，本规范对储罐铭牌的制作进行要求。

4.1.14 焊缝无损检测的方法及合格标准需符合以下要求：

1 射线检测按照《承压设备无损检测——第2部分：射线检测》（NB/T 47013.2）的规定执行，射线检测技术等级应为 AB 级，抽样或局部射线检测的焊缝质量合格标准应不低于该标准规定的Ⅲ级。

但对于钢板标准屈服强度下限值大于 390 MPa 的壁板，以及厚度大于 25 mm 的碳素钢和厚度大于 16 mm 的合金钢，其焊缝质量应不低于该标准的Ⅱ级。

2 超声检测应按《承压设备无损检测——第3部分：超声检测》（NB/T 47013.3）规定执行，焊缝质量应不低于该标准规定的Ⅱ级。

3 磁粉检测与渗透检测部位不应存在任何裂纹、白点，应按照《承压设备无损检测——第4部分：磁粉检测》（NB/T47013.4）及《承压设备无损检测——第5部分：渗透检测》（NB/T 47013.5）的规定进行缺陷等级评定，焊缝质量应不低于标准规定的Ⅱ级。

4 当壁板厚度大于 12 mm 时，可用衍射时差法超声检测，并符合《承压设备无损检测——第10部分：衍射时差法超声检测》（NB/T 47013.10）的要求，合格等级应为Ⅱ级。检测部位、比例与射线检测方法相同。

4.1.15 立式储罐的焊接应符合《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》（GB 50128）的规定，并对储罐安装质量按以下项目进行检查：

主控项目

1 检查焊接工艺评定报告、焊工资质、无损检测人员资质。

检查方法：查阅相关报告、证书。

检查数量：全部。

2 检查焊接材料管理制度及执行情况。

检查方法：查阅焊接材料保管、回收、发放制度及记录。

检查数量：全部。

3 检查储罐所用材料、附件外观标识、质量证明材料、供货合同。产品标识应清晰，材料证明材料应齐全。

检查方法：查阅钢板材料、附件的合格证书、合同。

检查数量：全部。

4 检查焊缝表面：不应有气孔、裂纹、夹渣、弧坑、未焊透。检查前应将熔渣、飞溅清理干净。

检查方法：光照观察。

检查数量：观察或用放大镜检查，当存在疑议时，采用渗透或磁粉检测。

5 用真空箱法对罐底焊缝进行严密性试验，负压应不低于 53 kPa，无渗漏为合格。

检查方法：现场检查或检查试验报告。

检查数量：全部。

6 罐底焊缝无损检测按以下要求：

1) 标准屈服强度大于 390 MPa 的边缘板对接焊缝在根部焊道焊接完成后应进行磁粉或渗透探伤，在最后一层焊接完成后应再进行磁粉或渗透探伤。

2) 应对厚度大于或等于 10 mm 的罐底边缘板每条对接焊缝外端 300 mm 进行射线检测；如厚度小于 10 mm，应对每个焊工施焊的焊缝至少抽取一条焊缝进行射线检测。

3) 罐底板三层板重叠部分的搭接接头焊缝和对接罐底板的“T”字形焊缝的根部焊道焊完后，应沿三个方向各 200 mm 范围内进行渗透检测，焊缝全部焊完后应再进行磁粉检测或渗透检测。

检查方法：现场检查，或检查无损检测报告，合格等级应符合本规范第 4.1.14 的相应检测要求。

检查数量：全部。

7 底圈罐壁与罐底 T 形接头的罐内角焊缝检查：

罐底边缘板的厚度大于或等于 8 mm，且底圈壁板的厚度大于或等于 16 mm，或标准规定的最低标准屈服强度大于 390 MPa 的任意厚度的壁板和底板，在罐内及罐外角焊缝焊接完成后，应对罐内角焊缝进行磁粉或渗透检测；储罐充水试验后用同样方法复检。

对于最低标准屈服强度大于 390 MPa 的任意厚度的壁板和底板，罐内角焊缝的初层焊道焊完后，应进行渗透检测。

检查方法：现场检查，或检查无损检测报告，合格等级应符合本规范第 4.1.14 的相应检测要求。

检查数量：全部。

8 罐壁纵焊缝的无损检测，应按设计文件要求执行，当设计无要求时，用射线检测，检测要求按表 4.1.15-1 规定进行。

表 4.1.15-1 罐壁纵焊缝检测要求

底圈壁板厚度 δ	纵焊缝抽取数量及位置	T 字形焊缝检测比例
$\delta \leq 10$ mm	任意取焊缝的 300 mm	25%
10 mm $< \delta < 25$ mm	每条纵焊缝任取 2 个 300 mm，其中 1 个应靠近底板	100%
$\delta \geq 25$ mm	每条纵焊缝进行 100% 检测	100%
底圈以外的其余各圈壁板	板厚小于 25 mm 时，每一个焊工焊接的各种板厚（板厚差不大于 1 mm 时视为同样厚度），在最初焊接的 3 m 焊缝的任意部位抽取 300 mm，进行射线检测；以后，不考虑施焊人员数量，对每种板厚在每 30 m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300 mm 进行射线检测；其中 25% 的检测部位应位于 T 形缝处	

注：T 形焊缝的检测包括纵向、环向焊缝各 300 mm 的范围。 δ 为底圈壁板厚度。

检查方法：现场检查或检查无损检测报告。

检查数量：全部。

9 储罐环焊缝检测应符合设计规定，设计无要求时以较薄的板厚为准，在每种板厚的最初焊接的 3 m 焊缝的任意部位抽取 300 mm，进行射线检测；以后，对每种板厚在每 60 m 焊缝及其尾数内的任意部位取 300 mm 进行射线检测。

检查方法：现场检查。

检查数量：全部。

10 对于经无损检测不合格的焊缝处理。

如缺陷的位置距离底片端部不足 75 mm 时，应在该端部延伸 300 mm 做补充检测，如延伸部位经检测仍然不合格，应继续延伸检查。

检查方法：现场检查、用射线检测仪或超声检测仪进行检测，检查焊缝检测布置图、检测报告，返修报告。

检查数量：所有的缺陷部位。

11 航油储罐的环焊缝、纵焊缝质量验收除应满足本条第 8、9 款的要求，尚应按本款的要求进行检查。每圈板的纵焊缝、环焊缝或边缘板作为一个检验批。

检查方法：现场检查。

检查数量：

- 1) 环向对接焊缝的每张钢板任意取一处 300 mm 进行射线检测；
- 2) 每条纵焊缝任意取一处 300 mm 进行射线检测；
- 3) 在环焊缝、纵焊缝、边缘板对接焊缝一个检验批抽样检查最终合格率为 100%，其中一次合格率不宜低于 85%。当一次合格率低于 85% 时，除对不合格的部位扩探并返修合格外，还应对出现不合格焊缝的焊工所焊的该批次焊缝增加随机检测数量，直至达到一次合格率的要求；并应停工整顿。

12 对开孔补强板焊缝进行严密性检测。

检查方法：由信号孔通入 100 kPa~200 kPa 压缩空气，无渗漏为合格。

检查数量：全部。

【条文说明】本条第 11 款是在《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》（GB 50128）基础上再增加检测数量。一个检验批抽样检查最终合格率为 100% 是指抽样检测时，发现的不合格焊缝全部修复至合格，修复的检测片子不参与一次合格率的统计。

对焊缝表面可见的夹渣、气孔、咬边及表面裂纹等缺陷，一般采用砂轮打磨的方法清除，所有返修焊缝表面，均需打磨修整，使返修焊缝高度、宽度与原焊缝一致。

13 储罐进行充水试验，从以下方面进行检查：

- 1) 检查罐底严密性；
- 2) 罐壁强度及严密性试验；

3) 固定顶的强度、稳定性及严密性;

4) 基础沉降。

检查方法:《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》(GB 50128)规定的方法。

检查数量:全部。

一般项目

1 焊缝应外形均匀,成型良好,焊道与母材过渡应平滑,熔渣、飞溅物应清理干净。

检查方法:使用焊缝检验尺、样板尺、钢卷尺检查。

检查数量:同类焊缝每批抽查 10%,且应不少于 3 条,每条检查 3 处。

2 对焊缝表面咬边、凹陷、焊缝余高进行检查,按以下要求:

1) 对接焊缝的咬边深度应不大于 0.5 mm,咬边连续长度应不大于 100 mm,咬边总长度应不大于该焊缝长度的 10%;

2) 罐壁纵向对接焊缝不应有低于母材表面的凹陷;罐壁环向对接焊缝、罐底对接焊缝低于母材表面的凹陷深度应不大于 0.5 mm,凹陷连续长度应不大于 100 mm,凹陷总长度应不大于该焊缝长度的 10%;

3) 边缘板厚度大于或等于 10 mm 时,底圈壁板与边缘板的 T 型接头的罐内角焊缝靠罐底一侧应平缓过渡,且不应有咬边;

4) 储罐的对接焊缝余高应满足表 4.1.15-2 的要求,浮顶及内浮顶储罐罐壁内侧的焊缝余高应不大于 1 mm。

表 4.1.15-2 对接焊缝的余高 (mm)

板厚 δ	罐壁焊缝余高		罐底焊缝余高
	纵向	环向	
$\delta \leq 12$	≤ 1.5	≤ 2	≤ 2.0
$12 < \delta \leq 25$	≤ 2.5	≤ 3	≤ 3.0
$\delta > 25$	≤ 3	≤ 3.5	

检查方法:用焊缝检验尺、样板尺、钢板尺检查。

检查数量:同类对接接头抽查 10%,且应不少于 3 条,每条检查 3 处。

5) 错边量检查:对接接头的错边量应满足表 4.1.15-3 的要求。

表 4.1.15-3 错边量要求

焊接方法	纵焊缝	环焊缝
采用焊条电弧焊	壁板厚度小于或等于 10 mm, 错边量不大于 1 mm	当上圈板小于或等于 8 mm 时, 任何一点的错边量均不应大于 1.5 mm
	壁板厚度大于 10 mm, 错边量不大于板厚的 0.1 倍, 且不应大于 1.5 mm	当上圈板大于 8 mm 时, 任何一点的错边量均不应大于板厚的 0.2 倍, 且不大于 2 mm
采用自动焊	错边量均不大于 1 mm	错边量不大于 1.5 mm

检查方法：用焊缝检验尺、样板尺、钢板尺检查。

检查数量：同类对接接头抽查 20%，且应不少于 5 条，每条检查 3 处。

3 对储罐外形进行检查按表 4.1.15-4 进行。

表 4.1.15-4 储罐几何尺寸偏差要求

检查部位	偏差量		检验方法	检查数量
罐壁高度	应不大于设计高度的 0.5% 且应不大于 50 mm		用钢板尺和线坠	抽取 20%，且不少于 5 件 罐体的几何尺寸按检验批进行检验，可分过程检查、成形以后的检查以及随机检查等形式
罐壁的垂直度	应不大于该圈罐壁高度的 0.4% 且应不大于 50 mm			
底圈壁板 1 m 高处内表面任意点半径	$D \leq 12.5 \text{ m}$	半径允许偏差 $\pm 13 \text{ mm}$	用水准仪或水平连通管、钢盘尺、钢板尺、样板尺、线坠检查	
	$12.5 \text{ m} < D \leq 45 \text{ m}$	半径允许偏差 $\pm 19 \text{ mm}$		
	$45 \text{ m} < D \leq 76 \text{ m}$	半径允许偏差 $\pm 25 \text{ mm}$		
边缘板超出环墙距离	宜不小于 50 mm		用卷尺检查	
罐壁的凹凸变形量 Δ	$\delta > 25 \text{ mm}, \Delta \leq 10 \text{ mm}$		用钢盘尺、钢板尺、样板尺检查	
	$12 \text{ mm} < \delta \leq 25 \text{ mm}, \Delta \leq 13 \text{ mm}$			
	$\delta \leq 12 \text{ mm}, \Delta \leq 15 \text{ mm}$			
罐底板变形量	局部凹凸变形深度应不大于变形长度的 2%，且不大于 50 mm		用样板检查	
罐顶的局部变形量	凹凸间隙不大于 15 mm		用样板检查	

注：D——直径； δ ——板厚； Δ ——罐壁的凹凸变形量。

4 储罐内壁检查：不应存在焊瘤、毛刺等。

检查方法：光照观察、测量。

检查数量：全部。

4.1.16 内浮盘安装质量检查按以下项目进行：

主控项目

1 检查安装资料。

检查方法：组装式内浮盘安装检验合格后，安装单位应提交总装配图、记录几何尺寸、光透试验、浮盘运行试验、现场开口方位图、质量验收证明书等资料。

检查数量：全部。

2 防静电绳的安装检查。

防静电绳的根数、直径应不小于设计要求。导线两端应用不小于 M10 的不锈钢螺栓加防松垫片连接。容积大于或等于 10 000 m³ 的内浮顶与储罐的连接导线应不少于 4 根；容积小于 10 000 m³ 的连接导线应不少于 2 根。

检查方法：观察、卡尺测量导线直径。

检查数量：全部。

3 对内浮盘的水平、垂直、间隙安装检查：内浮盘的水平度偏差不大于 10 mm，水平方向上浮盘支柱距离罐底钢附件的距离不小于 300 mm，垂直方向上，内浮盘的边缘构件上部与罐壁间距为 190±30 mm。所有支柱应保持垂直，偏差不应大于 10 mm。

检查方法：用钢卷尺、塞尺等测量。

检查数量：抽检 50%。

一般项目

内浮盘外观检查。

检查方法：浮盘边缘构件接头处应对齐，铺板搭接处、铺板与边缘结构结合应紧密，浮筒的纵焊缝应位于浮筒的顶部。

检查数量：全部。

4.2 卧式储罐安装

4.2.1 航油所使用的卧式埋地储罐应按照《钢制常压储罐第一部分：储存对水有污染的易燃和不易燃液体的埋地卧式圆筒形单层和双层储罐》（AQ 3020）、《加油站用埋地钢—玻璃纤维增强塑料双层油罐工程技术规范》（SH/T 3178）制造及验收。非埋地卧式罐按照《钢制压力容器制造技术条件》（NB/T 47042）的要求制造。

4.2.2 卧式储罐宜在制造厂整体制造。

4.2.3 卧式油罐地脚螺栓预留孔的灌浆宜用细石混凝土，其标号应比基础混凝土标号高一级；灌浆时，应振捣密实，并不应使地脚螺栓歪斜或影响设备的安装精度。地脚螺栓的螺纹部分应无损坏和生锈，螺母上端螺栓螺纹部分应露出 2~3 个丝扣，螺纹外露部分应涂油脂。

4.2.4 卧式储罐在找平、找正及底座二次灌浆完成并到达规定强度后，应按照本规范第 4.2.5 条第 4 款的要求进行注水沉降试验。

4.2.5 卧式罐的检查验收应按照以下项目进行：

主控项目

1 检查卧式储罐的质量证明材料，应具备以下内容：

- 1) 储罐总图，封头合格证；
- 2) 钢材的质量合格证、合格证；
- 3) 压力试验报告；
- 4) 防腐检查记录；
- 5) 油罐几何尺寸检查记录。

成品双层储罐还应提供以下试验报告：贯通间隙正负压试验、贯通间隙流通性试验、泄漏试验。

检查方法：查阅。

检查数量：全部。

2 储罐安装坡度、罐底贯通检查。

储罐安装坡比符合设计要求，罐加强圈流油口开口位置及大小应符合设计要求，罐底部罐壁应贯通，除沉淀槽外，其他部位不应产生油品留滞、沉淀积聚。

检查方法：用水平仪、拉线和尺检查坡度；检查流油口位置及大小。

检查数量：全部。

3 储罐及基础安装检查。

检查基础外观不应有裂纹、蜂窝、空洞及露筋等缺陷。土方应回填、夯实、整平。基础各部分尺寸及位置的偏差数值不应超过表 4.2.5 要求。

表 4.2.5 卧式储罐安装允许偏差表

序号	项目		允许偏差 (mm)
1	基础坐标位置		±20
2	基础平面外形尺寸		±20
3	储罐水平度	轴向	L/1000
		径向	2D/1000
4	预留地脚螺栓孔	中心位置	10
		深度	+20 0
		孔中心铅垂度	10

检查方法：用尺测量。

检查数量：全部。

4 基础沉降观测：基础沉降均匀，6 d 内累计沉降量不大于 12 mm 为合格。

检查方法：

1) 设置观测基准点，并选择卧式储罐两个人孔中心连接线与入孔边缘相交最远的两点作为观测点；

2) 按储罐容积的 1/3 分期注水，每期稳定时间不少于 12 h；

3) 设备充满水后，观测时间不少于 6 d。

检查数量：根据规定的时间及频次要求进行记录。

5 工艺设备安装工程

5.1 泵及电机安装

5.1.1 泵的安装应符合设计要求，并符合《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB 50275）的规定。

5.1.2 加油机的安装应符合设计要求，并符合《汽车加油加气站设计与施工规范》（GB 50156）的规定。

5.1.3 流量不小于 300 m³/h 泵机的采购，宜驻厂监造其参数测试过程。

【条文说明】监造重点是检查泵的性能曲线是否满足产品说明及设计文件的要求。

5.1.4 泵开箱检查，应检查以下内容：

- 1 按装箱清单清点所列泵及其泵零件、密封件和专用工具的品种、数量和规格；
- 2 外观完好，无损坏、锈蚀，管口保护物和堵盖完好；
- 3 泵的主要安装尺寸与设计文件相符；
- 4 寒冷地区，检查泵腔中是否残留水。

5.1.5 整体出厂的油泵不宜自行拆卸；当需拆卸时，应与制造厂家联系。

5.1.6 泵及电机安装需按以下要求进行施工：

1 泵机基础地脚螺栓、垫铁安装、灌浆应符合《机械设备安装工程施工及验收规范》（GB 50231）的规定；

2 泵的进出管道应干净，并有单独的支架。泵不应承受管道负荷；

3 泵进出口与管道用法兰连接时，法兰面应平行，不应强行连接；

4 安装泵机组管道及其附件后，应复检泵的原找正精度，如管道连接有偏差，应调整管道。

5.1.7 离心泵水平进口需要变径时，应采用异径偏心接头。异径偏心接头应靠近泵入口安装，安装方式按照本规范第 6.3.14 条的要求执行。

5.1.8 电机电缆进线安装应满足本规范第 9.6.9 条的要求。

5.1.9 泵试运转前应进行检查，并满足下列要求：

1 润滑、密封、冷却和液压等系统应清洗洁净、保持畅通，其受压部分应按设备技术文件的规定进行严密性试验。

2 各润滑部位加注润滑剂的规格和数量应符合随机技术文件的规定；有预润滑要求的部位应按规定进行预润滑。

3 电机的转向应与离心油泵的转向相符。

4 泵体、泵盖、连杆和其他连接螺栓与螺母应按规定的力矩拧紧，无松动；联轴器及其他外露的旋转部分应有保护罩，并应固定牢固。

5 盘动转子运转应正常，不应有异常声响和摩擦、阻滞现象。

6 泵的安全报警和停机连锁装置经模拟试验，其动作应灵敏、正确、可靠。

7 经控制系统联合测试，各种仪表显示、声讯和光电信号等应灵敏、正确、可靠，满足运行要求。

5.1.10 泵试运行符合以下要求：

1 应使用泵的设计输送介质进行联动运行。流量应不小于额定流量的 20%，试运行的时间应不低于表 5.1.10 的要求。

表 5.1.10 泵在额定工况下连续试运转的时间

泵的轴功率 (kW)	连续试运转的时间 (min)
<50	30
50~100	60
100~400	90
>400	120

2 各连接部位应牢固，无松动，管道连接部位无渗漏。

3 应检查泵的润滑情况，润滑油不应有渗漏和雾状喷油现象；滑动轴承的温度应不大于 70℃，滚动轴承的温度应不大于 80℃；轴承、轴承箱的温升应不超过环境温度 40℃。

4 应检查电动机的电流、电压、温度，并做好记录。

5 泵的静密封应无泄漏。试运行时，采用机械密封泵的泄漏量一般不大于 5 mL/h。填料函和轴密封的泄漏量不应超过随机技术文件的规定。

6 泵的振动值的检测及其限值，应满足随机文件的要求。

7 泵的安全保护及电控装置及相关仪表应反应灵敏、准确。

8 泵试运行结束后，应关闭泵的入口阀门。

5.1.11 泵安装工程验收时，应具备下列资料：

1 设备出厂的有关技术文件，包括产品合格证、检验记录、试验资料；

2 设备安装水平、间隙等实测记录；

3 地脚螺栓、垫铁安装和垫铁灌浆所用混凝土的强度证明资料；

4 隐蔽工程质量检查和验收记录；

- 5 设计变更的有关资料；
- 6 设备试运转记录；
- 7 竣工图；
- 8 其他有关资料。

【条文说明】工程竣工验收时，主要从泵机安装、电动机动力线路与控制线路连接等进行单项检查；竣工验收通过后，再进行泵机试运行，竣工验收资料要有相关试运行验收记录。试运行工作由建设方组织，施工单位配合，监理方参与，并解决属于施工出现的问题，做好相关记录。

5.1.12 泵安装工程质量应按下列项目进行验收：

主控项目

- 1 设备的质量合格文件，应符合设计要求及相应国家现行标准的规定。

检查方法：查阅相关资料。

检查数量：全部。

- 2 应有清晰的产品标识。

检查方法：目视。

检查数量：全部。

- 3 整体安装的泵的安装水平检查。

检查方法：应在泵的进出口法兰面或其他水平面上使用水平尺进行测量，纵向安装水平偏差应不大于 0.1‰，横向安装水平偏差应不大于 0.2‰。

检查数量：全部。

- 4 检查管道与泵机的平行度、同心度，并满足表 5.1.12 的要求。

表 5.1.12 管道与泵机的平行度、同心度允许偏差表

机器转速 (r/min)	平行度 (mm)	同心度 (mm)
小于 3 000	≤0.40	≤0.80
3 000~6 000	≤0.15	≤0.50
大于 6 000	≤0.10	≤0.20

检查方法：用塞尺、卡尺、直尺等进行检查。

检查数量：全部。

一般项目

- 1 泵内外部应在安装前清理干净，并保证泵轴盘转动灵活。

检查方法：观察，操作。

检查数量：全部。

- 2 泵在试运转过程中泄漏量在规定范围内。

检查方法：观察，泄漏量符合设备文件的要求。

检查数量：全部。

5.2 柴油发电机安装

5.2.1 开箱检查应符合以下要求：

- 1 根据机组清单及装箱清单清点全部机组及配件是否齐全；
- 2 查看机组及配件的主要尺寸是否与图纸相符；
- 3 检查机组及配件有无损坏和锈蚀，是否存水，如有水时需放空存水；
- 4 如果机组经检查后不能及时安装，应将拆卸过的机件精加工面重新涂上防锈油，进行妥善保护；
- 5 对机组的传动部分和滑动部分，在防锈油尚未清除之前不应转动；
- 6 开箱后的机组水平放置，法兰及各种接口应封盖、包扎，防止外物进入。

5.2.2 发电机安装前应检测发电机基础的纵横中心线、地脚螺栓的位置是否符合设计要求。

5.2.3 不应套在轴上吊装。

5.2.4 排烟管的安装应符合设计要求，并符合以下规定：

- 1 排烟管的暴露部分不应与木材或其他易燃性物质接触；
- 2 应用保温材料进行绝热处理；
- 3 排气管道应尽可能短并减少弯头数量；
- 4 安装在爆炸危险区域的应符合防爆要求。

5.2.5 发电机受电侧低压配电柜的开关设备、自动或手动切换装置和保护装置等应试验合格，并按设计的自备电源使用分配预案进行负荷试验，机组连续运行 12 h 无故障。

5.2.6 柴油发电机宜设置在房间内，在运输安装过程中应注意防潮、防冻。

【条文说明】运输安装过程中应注意防潮、防冻，一般在订货合同中应予以明确。

5.2.7 机组安装按以下要求进行检查。

主控项目

1 检查开箱记录。

检查方法：查阅资料、清点数量。

检查数量：全部。

2 检查发电机至低压配电柜馈电线路的相间、相对地间的绝缘电阻值绝缘电阻值应大于 0.5 MΩ。

检查方法：用摇表检测。

检查数量：全部。

3 塑料绝缘电缆馈电线路直流耐压试验为 2.4 kV，时间为 15 min，泄漏电流稳定无击穿现象。

检查方法：进行分相耐压试验。一相连接耐压器，另两相接地。升压过程中，观察并记录泄漏电流值。试验完一相，再试验下一相。

检查数量：全部。

4 发电机馈电线路连接后，两端的相序应与原供电系统的相序一致。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

5 发电机中性线（工作零线）应与接地干线直接连接，螺栓防松零件齐全，且有标识。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

6 发电机应进行交接试验。

静态试验：包括定子电路、转子电路、励磁电路以及运转试验。

相关试验数据符合出厂数据所允许的偏差。

检查方法：根据出厂数据进行比对测量，检查出厂试验说明书。

检查数量：全部。

一般项目

1 发电机随带的控制柜接线正确紧固件应紧固良好。开关保护装置的型号、规格正确，验证出厂的锁定标记应无位移，如有位移应重新按制造厂要求试验标定。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

2 发电机本体和机械部分的可接近裸露导体应接地（PE）或接零（PEN）可靠，且有标识。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

5.3 装卸臂安装

5.3.1 液体装卸臂应符合《液体装卸臂工程技术要求》（HG/T 21608）的规定。

【条文说明】液体装卸臂通常也称为装卸鹤管，本规范按《液体装卸臂工程技术要求》（HG/T 21608）统一名称。《液体装卸臂工程技术要求》（HG/T 21608）对铁路、码头、公路装卸化工液体的装卸臂的生产、试验、材料、焊接作了要求。

5.3.2 设备到货时应开箱检查，检查内容如下：

- 1 箱号、箱数、包装情况；
 - 2 设备名称、型号和规格；
 - 3 装箱清单、设备技术文件、资料以及专用工具；
 - 4 设备外观、有无缺损，表面完好、无锈蚀。
- 5.3.3** 装卸臂安装时，连接设备的法兰面应清洁，无划痕等缺陷。
- 5.3.4** 码头装卸设备安装前，应对基础进行检查，检查内容包括：基础位置、标高、尺寸、基础强度、地脚螺栓位置等。
- 5.3.5** 码头装卸臂设备基础应找正、找平。所用的垫铁应符合规范、设计、设备技术文件的要求。
- 5.3.6** 装卸臂的安装应在管道吹扫合格后进行。
- 5.3.7** 码头装卸臂安装前应制定安装方案，装卸臂立柱应符合设备的安装要求；装卸臂总成、液压系统、电气系统的安装应符合设备技术文件的要求。安装完毕后，应按以下要求进行调试、检查：
- 1 对钢丝绳、平衡配重进行调试；
 - 2 水压试验：试验压力为设计压力的 1.5 倍，在臂顶部设排气口，试压时压力缓慢上升，达到试验压力后，稳压 10 min，无泄漏、无压降为合格，再降至设计压力，稳压 30 min，无泄漏、无压降为合格，试压完成后将水排尽；
 - 3 电气试验：开关指示正确、电动机工作正常；
 - 4 由制造商对设备的各项性能进行检查；
 - 5 相关的设备接地符合设备技术文件要求。
- 5.3.8** 装卸臂以及装卸栈桥（台）的防雷措施以及防雷静电接地的电阻应符合《石油库设计规范》（GB 50074）及《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的有关规定。
- 5.3.9** 装卸臂的安装质量检查满足以下要求：

主控项目

- 1 检查产品质量证明书，装卸臂的质量证明书包括：
 - 1) 产品合格证；
 - 2) 产品技术特性及试验报告；
 - 3) 主要受压元件及材料质量证明；
 - 4) 主要受压元件焊接材料质量证明；
 - 5) 焊缝无损检测报告（包括返修情况）；
 - 6) 压力试验及泄漏试验结果。

检查方法：核对相关资料。

检查数量：全部。

- 2 检查安装调试记录。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

3 装卸臂应转动灵活、升降方便、密封完好、不漏气进气、有可靠的导静电装置。在空载情况下，外臂在包络线范围内任意位置上均平衡。最小活动半径应不小于 3 m，吸油管能插入距油槽底部 20 mm 处。

检查方法：现场检查，操作观察。

检查数量：全部。

4 胶管与油船连接时，管长应保持有 2 m 以上的余量。

检查方法：观察、检查。

检查数量：全部。

一般项目

1 外观检查：外观应完好，旋转接头填料室完好、无划痕。

检查方法：目视。

检查数量：全部。

2 检查产品铭牌，产品铭牌应清晰，并安装在显著位置。产品铭牌包括以下内容：

- 1) 产品型号及规格；
- 2) 产品编号；
- 3) 工作压力、试验压力、工作温度；
- 4) 制造厂名称；
- 5) 制造日期；
- 6) 商标。

检查方法：核对相关资料。

检查数量：全部。

5.4 过滤器安装

5.4.1 过滤器开箱检查按以下要求进行：

- 1 应有出厂质量检验合格证明书和压力容器生产合格证。
- 2 铭牌清晰、内容完整真实，壳体内、外壁完好。铭牌应包含但不限于以下内容：生产厂名称、生产执行的标准、额定流量、工作压力等。
- 3 管口保护物和堵盖应完好。
- 4 安全阀、压差表等设备应有有效的检定证书。
- 5 过滤器及所配零件、密封件、垫片的品种和规格应与设备清单相符。

6 过滤分离器的技术规格应符合《喷气燃料过滤分离器通用技术规范》(GB/T 21358) 的规定。

5.4.2 过滤器安装前, 设备基础需满足以下要求:

- 1 基础、预埋件符合工艺设计要求;
- 2 基础达到允许安装强度。

5.4.3 过滤器的安装按以下要求:

- 1 检查规格型号是否与设计要求相符;
- 2 安装壳体时, 应确保流向无误;
- 3 过滤器应找正和调平;
- 4 过滤器排沉阀门的安装应便于操作、维护, 不应位于过滤器或操作平台的正下方;
- 5 壳体安装完毕后, 应用与正常运行相同的介质将壳体内表面和所有与燃料接触的构件表面进行清洗;
- 6 滤芯应在管道整体试压与冲洗后安装;
- 7 过滤器上的安全阀的安装应符合本规范第 6.5.3 条的要求。

5.4.4 过滤器安装质量验收按以下要求进行:

主控项目

1 设备的水平度与垂直度检查: 在过滤器的进出口法兰面或其他水平面上进行测量, 垂直度安装偏差应不大于 3 mm, 水平度安装偏差应不大于 3 mm。

检查方法: 观察, 水平仪、铅垂线。

检查数量: 全部。

2 导静电装置。

检查方法: 检查静电接地装置, 测量电阻值是否符合设计要求, 并进行记录。

检查数量: 全部。

3 仪表、安全阀均经过检定, 并在检验有效期内。

检查方法: 观察, 检查质量证明书、铭牌、检定证书。

检查数量: 全部。

一般项目

外观检查: 过滤器内、外清洁, 无损伤, 铭牌清晰。

检查方法: 观察。

检查数量: 全部。

6 管道工程

6.1 一般规定

6.1.1 输油管道、机坪管道的施工及验收除按本规范执行外，宜按《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB 50369）的规定执行。

工艺管道施工除按本规范执行外，宜按《工业金属管道工程施工规范》（GB 50235）的规定执行。

6.1.2 施工单位在管道焊接前应进行焊接工艺评定，焊接工艺评定应按《承压设备焊接工艺评定》（NB/T 47014）的规定进行。焊接工艺评定应在本单位进行，焊接工艺评定试件应由本单位技能熟练的焊接人员施焊，检测试验可委托有相应资质的单位进行。

6.1.3 压力管道施工前，施工单位应向管道安装工程所在地的质量技术监督部门办理书面告知，并应接受监督检验单位的监督检验。

【条文说明】根据《中华人民共和国特种设备安全法》及《压力管道安全技术监察规程—工业管道》（TSG D001）的规定，作本条要求。

6.1.4 施工单位应根据焊接工艺评定报告编制焊接工艺规程和焊接工艺卡，用于指导焊工焊接作业。

6.1.5 管道带油施工前可根据是否停输等具体情况，编制施工方案。

【条文说明】带油施工作业可分为不停输和停输两种形式。管道带油不停输施工可参考《钢制管道封堵技术规程——第1部分：塞式、筒式封堵》（SY/T 6150.1）或《钢制管道封堵技术规程——第2部分：挡板—囊式封堵》（SY/T 6150.2）的规定编制施工方案。对于停输状态下施工，参考本规范推荐的目前常用的施工方案《附录C 管道停输状态下带油动火作业推荐方法》。

6.1.6 管道施工前需具备下列条件：

1 工程设计图纸和相关技术文件应齐全，并已按规定程序进行施工图审查和施工图设计交底；

2 施工组织设计或施工方案已经批准，并已进行技术和安全交底；

3 所有参建人员完成入场安全教育。

6.1.7 在管道运输、存放、施工过程中，采取包括但不限于下列措施保证管内清洁：

1 除当时施工作业需要外，管道两端应及时安装挡管器、堵头或管工塞，不应有敞口的管道或设备；

2 每完成一道焊口，应采取措施对该焊口在管道内残留的焊渣进行清理，直至目视无浮渣；

3 管道在坡口打磨、除锈、切割过程中应保护好管道，形成的杂质应及时用吸尘器或吸铁石等设备清除。

【条文说明】本条强调管道清洁的过程控制。管道内部清洁对航油质量的保证极为重要。实践证明，管道吹扫并通过白靶检测都无法将管道残留的杂质彻底清除；只有加强施工过程检查，才能保证每一根管道的洁净，减少航油的冲洗用量和冲洗时间，减少过滤器材的损耗。

6.1.8 管道堆放和堆放高度应保证其不被损伤和永久变形，并采取防止滚落的措施。每层防腐管之间应垫放软垫，最下层的管子距地面宜大于 200 mm。

6.1.9 防腐管道运抵现场后，露天存放时间超过 3 个月时应采取防护措施。

6.2 管道元件及材料检验

6.2.1 工程所用管道元件和材料应具备制造厂的产品质量证明文件，并应符合国家有关标准和设计文件的规定。

【条文说明】压力管道元件指管道的组成件和支承件两大类。

管道的组成件指用于连接或装配成管道的元件，包括管道、管件、法兰、垫片、紧固件、阀门、安全保护装置（安全阀、爆破片、阻火器、紧急切断装置）、过滤器、节流装置（如孔板）、分离器、膨胀节、挠性接头和软管等。

管道的支承件是指用于支承管道或约束管道位移的各种结构的总成（但不包括土建结构），通常也称为管道支吊架。管道支承件包括安装件和附着件，例如吊杆、滑动支架、刚性吊架、导向架、限位架、弹簧支吊架、减震和阻尼装置等等。

6.2.2 管道元件和材料到货以及使用前应按国家相关现行标准和设计文件规定核对其材质、规格、型号、数量、标识，并进行外观检查。

6.2.3 管道元件和材料的质量检查按以下要求进行：

主控项目

1 检查管道材料的质量证明文件，检查内容如下：

- 1) 制造厂名称；
- 2) 需方名称；
- 3) 合同号；

- 4) 产品标准号；
- 5) 钢的牌号；
- 6) 炉号、批号、交货状态、重量、根数（件数）；
- 7) 产品标准和订货合同所规定的各项检验结果（包括参考性指标）；
- 8) 技术质量部门印章；
- 9) 质量合格文件签发日期；
- 10) 质量证明文件签发日期。

如出现到货的材料标识不清、实物与质量证明文件不符、对质量证明文件的特性数据或检验结果有疑议等问题时，在问题未解决前，不应验收。

检查方法：查阅相关资料。

检查数量：全部。

2 检查钢管外表面：

1) 钢管标识清晰；钢管表面标识，应至少包括以下内容：制造厂名称或商标、产品标准号、钢的牌号、产品规格、可追溯性识别码。

当管道成捆供货时，应挂有两个标牌或标签，标牌或标签上应有炉号、批号、重量或根数和制造日期。

2) 钢管表面不应有裂纹、凹坑、皱褶、划痕、机械损伤，焊接管的焊缝处不应有菱角变形；当钢管划痕深度不影响最小公称壁厚时，可修磨处理，修磨后再进行壁厚确认。

钢管的凹坑处有尖点或凹坑存在于焊缝处，以及凹坑深度超过管道公称直径 2% 时，该管道应切除。

3) 钢管长度、壁厚、椭圆度、管端坡口应符合设计文件的要求和合同要求。钢管变形或压扁时不应使用。对于椭圆度超标的钢管应采用适宜的方法矫正，符合设计要求后，才可使用。

检查方法：观察，用尺测量。

检查数量：全部。

3 检查管件质量证明文件，包括：产品合格证（含产品名称、编号、规格型号、执行标准）、无损检测报告。

检查方法：查阅。

检查数量：全部。

4 检查管件外观及尺寸，按以下内容进行：

1) 外表面应有制造厂代号（商标）、规格、材料牌号、批号等标识，并与质量证明文件相符；

2) 表面应光滑，不应有氧化皮、褶皱、机械损伤等缺陷；

3) 管件的厚度、坡口、螺纹加工精度应符合产品标准的要求；

4) 焊接管件的焊缝应成形良好，且与母材圆滑过渡，不应有裂纹、未融合、未焊透、咬

边等；

5) 管道线路的热煨弯管两端的椭圆度小于或等于 1.0%，其他部位的椭圆度不应大于 2.5%，端部直管段长度：当 $DN \leq 500$ mm 时，不小于 250 mm，当 $DN \geq 500$ mm 时，不小于 500 mm；

管道线路的冷煨弯管的椭圆度，弯管部分应小于或等于 2.5%，直管部分应小于或等于 1.0%，端部直管段长度应不小于 2 m。曲率半径符合设计及制造要求。

检查方法：目视检查，检查资料。用尺测量。

检查数量：全部。

5 检查绝缘接头耐压、绝缘性能。

检查方法：应用航煤作为介质对绝缘接头进行压力试验。试验压力为设计压力的 1.5 倍，稳压时间为 5 min，无泄漏为合格。使用 500 V 兆欧表进行电绝缘测试，绝缘电阻应大于 2 M Ω 。

检查数量：全部。

6.2.4 阀门的质量检验应按以下要求进行：用于管道的阀门试压介质宜为航空煤油，其他用途的阀门试验介质宜为洁净水。

阀门壳体压力试验以壳体填料无渗漏为合格。

主控项目

1 对阀门的外观质量进行检查，阀门的标识符合表 6.2.4-1 的要求。

表 6.2.4-1 工业阀门的标识

项目	标识	项目	标识
1	公称直径 DN 或 NPS	7	阀盖材料成型的铸造炉号或锻造批号
2	公称压力 PN 或压力级 Class	8	依据的产品标准号
3	制造商的厂名或商标	9	介质允许流向
4	阀体材料牌号	10	手轮或手柄启闭标识
5	阀体材料成型的铸造炉号或铸造批号	11	制造年月
6	阀盖材料牌号		

注：铜合金、铝合金材料的阀体、阀盖上可不标注材料牌号，材料牌号在铭牌上予以标记。单向阀门应标记介质允许流向箭头。

- 1) 铭牌清晰；
- 2) 阀体表面应平整光滑，不应有损伤、缺件现象及裂纹、砂眼、锈蚀等缺陷；阀杆应无歪斜、无变形；
- 3) 开启机构灵活，阀体内洁净，无锈蚀、损伤等现象；
- 4) 法兰密封面应平整，不应有径向沟槽及其他可能影响密封性能的损伤；
- 5) 阀门两端应有保护盖保护。

检查方法：观察，操作。

检查数量：全部。

2 对阀门的壳体压力试验：壳体试验压力应为阀门在 20℃ 最大允许工作压力的 1.5 倍，持续时间应不少于 5 min，壳体无渗漏为合格。

检查方法：向阀门腔中加注试验介质，阀门两端应封闭，启闭件部分开启。填料压盖应压紧到足以保持试验压力，使填料箱部位也受到试验。

检查数量：全部。

3 对阀门的密封试验：试验压力应为阀门在 20℃ 最大允许工作压力的 1.1 倍，持续时间应不少于 5 min，密封面无渗漏为合格。

检查方法：向阀门腔中加注试验介质，阀门两端应封闭。

闸阀、球阀应双向进行。介质从通路一端引入，在另一端进行检查。然后再进行另外一个方向的检查。或在体腔内，在保持试验压力的情况下，从通路两端进行检查。

蝶阀、止回阀的密封试验，压力应从工作介质出口一端引入，从另一端检查。

截止阀、隔膜阀进行密封性试验时，应将阀瓣关闭，介质按阀体箭头指示方向供给进行检查。

检查数量：全部。

4 对具有上密封结构的阀门应进行上密封试验，试验压力为阀门在 20℃ 最大允许工作压力的 1.1 倍，持续时间应不少于 5 min。以密封面不漏为合格。

检查方法：试验时应开启阀门到全开状态，松开填料压盖，观察阀杆填料处的密封情况。

检查数量：全部。

【条文说明】壳体试验是对阀体和阀盖等连接而成的整个阀门壳体进行的冷态压力试验（-20℃~38℃），目的是检验阀门壳体，包括固定连接处在内的整个壳体的结构强度、耐压性能、严密性。

密封试验是为了检验阀门启闭件和阀座密封副、阀体和阀座间的密封性能试验。上密封试验是对具有上密封结构的阀门（如闸阀、截止阀）进行的试验。

对于 Q235、20 号、Q345 材质的阀门，阀门公称压力与 20℃ 最大允许工作压力一致，对于高合金钢材质和高压工况，阀门公称压力与 20℃ 最大允许工作压力不一致，20℃ 最大允许工作压力可参阅《钢制管法兰技术条件》（GB/T 9124—2010），或由相关产品标准确定。

5 检查阀门的出厂资料、阀门质量证明文件。

对于安全阀应按照设计规定的阀门规格要求进行验收，安全阀的铭牌、标识、铅封、安全阀在投入运行时应按监察规程对安全阀进行整定压力调整。

检查方法：查阅相关资料。

检查数量：全部。

6.3 管道焊接

6.3.1 管道坡口加工可采用机械切割或火焰切割，并对坡口进行打磨。

6.3.2 钢管组对时应采用管道专用对口器，不应在管道上焊接任何金属构件强行组对。管道连接时不应强力对口，端面间隙、偏差、错口或不同心等不应采用加热管道、加偏垫等方法消除。

6.3.3 焊接前需按以下要求进行相关准备：

1 应对焊接环境进行检查，除满足本规范第 3.0.13 条的要求外，还应保证有足够的操作空间。

2 焊接材料使用前应按设计文件和国家现行相关标准的规定进行检查验收。

3 对焊接设备进行检查、校准。

4 应检查管道或管件，管道内部应清洁；坡口及坡口内外侧表面不小于 20 mm 范围内的杂物、污物、毛刺等应清理干净。

5 管道的坡口形式、尺寸、表面应符合设计文件、焊接工艺文件的要求。当设计要求对坡口表面进行无损检测时，相关检测或修补应在施焊前完成。

6 组对管口的形状、位置、错边量、组对间隙质量应符合设计文件、焊接工艺文件和规范要求。

6.3.4 焊缝位置的设置需满足以下要求：

1 工艺管道的直管段上两对接焊口中心面间的距离，当公称尺寸大于或等于 150 mm 时，应不小于 150 mm；当公称尺寸小于 150 mm 时，应不小于管子外径，且不小于 100 mm。

输油管道、机坪管道的短接长度不应小于管道外径且应不小于 500 mm。

2 管道组对时两管口螺旋焊缝或直焊缝错开的间距应大于或等于 100 mm。

3 除采用定型弯头外，管道焊缝与弯管起弯点的距离应不小于管子外径，且应不小于 100 mm。

4 管道开孔边缘距离管道焊缝应不小于 50 mm，且不应小于孔径。

5 管道开孔应避免焊缝位置。当无法避免在管道焊缝上开孔或开孔补强时，应对开孔直径 1.5 倍或开孔补强板直径范围内的焊缝进行射线或超声检测。被补强板覆盖的焊缝应磨平。管孔边缘不应存在焊接缺陷。

6 管道环焊缝距支、吊架净距应不小于 50 mm。需热处理的焊缝距支吊架应不小于焊缝宽度的 5 倍，且应不小于 100 mm。

7 管道的纵焊缝宜设置在易检修的位置，不宜设在底部。

6.3.5 工艺管道焊接对口时，应在距管道接口中心 200 mm 处测量平直度 α ，管道公称直径小于 100 mm 时，允许偏差 1 mm，管道公称直径大于等于 100 mm 时，允许偏差 2 mm，管段全长允许

偏差不超过 10 mm。

输油管道、机坪管道的对接角度偏差应不大于 3°。

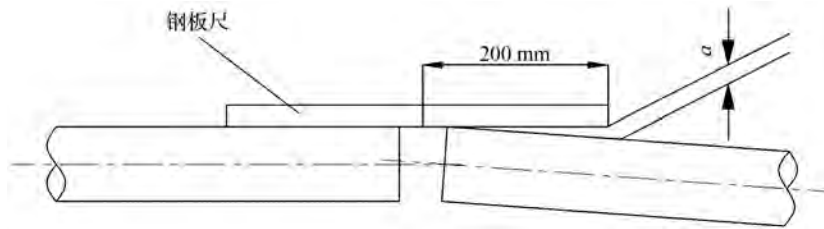


图 6.3.5 管道对口平直度测量示意

6.3.6 每道焊缝宜一次性连续焊接完成。在定位焊缝完成后，应清除渣皮并进行检查，其质量应符合焊接工艺文件的规定。对于多层焊，每层焊完后应立即对层间进行清理，并应进行外观检查，经检测无缺陷后，再进行下一层的焊接。

6.3.7 不应在坡口外引弧和试验电流，并应防止电弧擦伤母材。

6.3.8 焊接双面焊件，应检查焊缝根部的背面，处理缺陷后方可施焊背面焊缝。规定清根的焊缝应在清根后进行外观检查及规定的无损检测，检测无缺陷后方可施焊。清根应显露出正面打底的焊缝金属。清根后的坡口形状应宽窄一致。

6.3.9 平焊法兰、承插法兰或承插焊管件与管道的焊接应满足设计文件的要求，并符合《工业金属管道工程施工规范》(GB 50235) 的规定：

1 平焊法兰与管道焊接时，按图 6.3.9-1 进行连接，其法兰内侧（法兰密封面侧）角焊缝的焊脚尺寸应为直管名义厚度与 6 mm 两者中的较小值；法兰外侧角焊缝的最小焊脚尺寸应为直管名义厚度的 1.4 倍与法兰颈部厚度两者中的较小值。

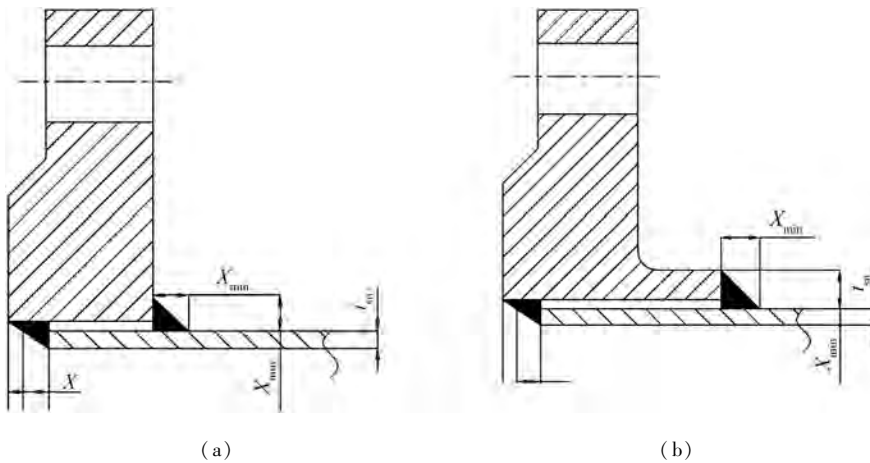


图 6.3.9-1 平焊法兰与管道的连接

2 承插焊法兰与管道焊接时,按图 6.3.9-2 进行连接,角焊缝的最小焊接尺寸应为直管名义厚度的 1.4 倍与法兰颈部厚度两者中的最小值,焊前承口与插口的轴向间隙宜为 1.5 mm。

3 承插焊管件与管道焊接时,按图 6.3.9-3 进行连接,角焊缝的最小焊接尺寸应为直管名义厚度的 1.25 倍,且不小于 3 mm。焊前承口与插口的轴向间隙宜为 1.5 mm。

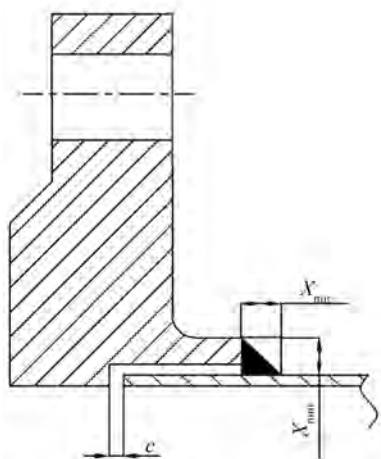


图 6.3.9-2 承插法兰与管道的连接

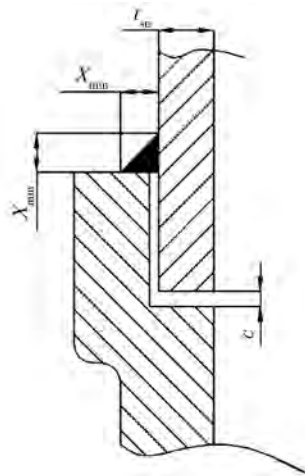


图 6.3.9-3 承插焊管件与管道的连接

注: t_{sn} ——直管名义厚度; X ——角焊缝焊接尺寸; X_{min} ——角焊缝最小焊接尺寸;

c ——承口与插口的轴向间隙。

6.3.10 埋地管道中的连接法兰不应直接埋于土壤中。

6.3.11 主管与支管连接应满足以下要求,其中角焊缝可取支管名义厚度的 0.7 倍与 6.5 mm 中的较小值:

- 1 直接开孔的接头应全焊透,角焊缝厚度不应小于填角焊缝有效厚度。
- 2 对开孔进行补强的,应在主管与支管连接焊缝检查合格后进行补强,并需满足下列要求:
 - 1) 补强圈与支管连接应全焊透,角焊缝不应小于填角焊缝的有效厚度;
 - 2) 鞍形补强件与支管连接的角焊缝厚度应不小于支管名义厚度与鞍形补强件名义厚度中较小值的 0.7 倍;
 - 3) 补强圈或鞍形补强件外缘与主管连接的角焊缝厚度应不小于鞍形补强件名义厚度中较小值的 0.5 倍;
 - 4) 补强圈或鞍形补强件应与主管、支管贴合良好;
 - 5) 使用支管台补强时(图 6.3.11-1),应执行《钢制对焊无缝管件》(GB/T 12459)、《锻制承插焊、螺纹和对焊支管座》(GB/T 19326)的相关规定。支管座与主管轴向截面处的焊接坡口角度宜为 $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间,与主管径向截面处的焊接坡口角度宜为 35° 。为保证焊接作业对坡口角度的要求,整个焊接坡口角度之间要均匀过渡。

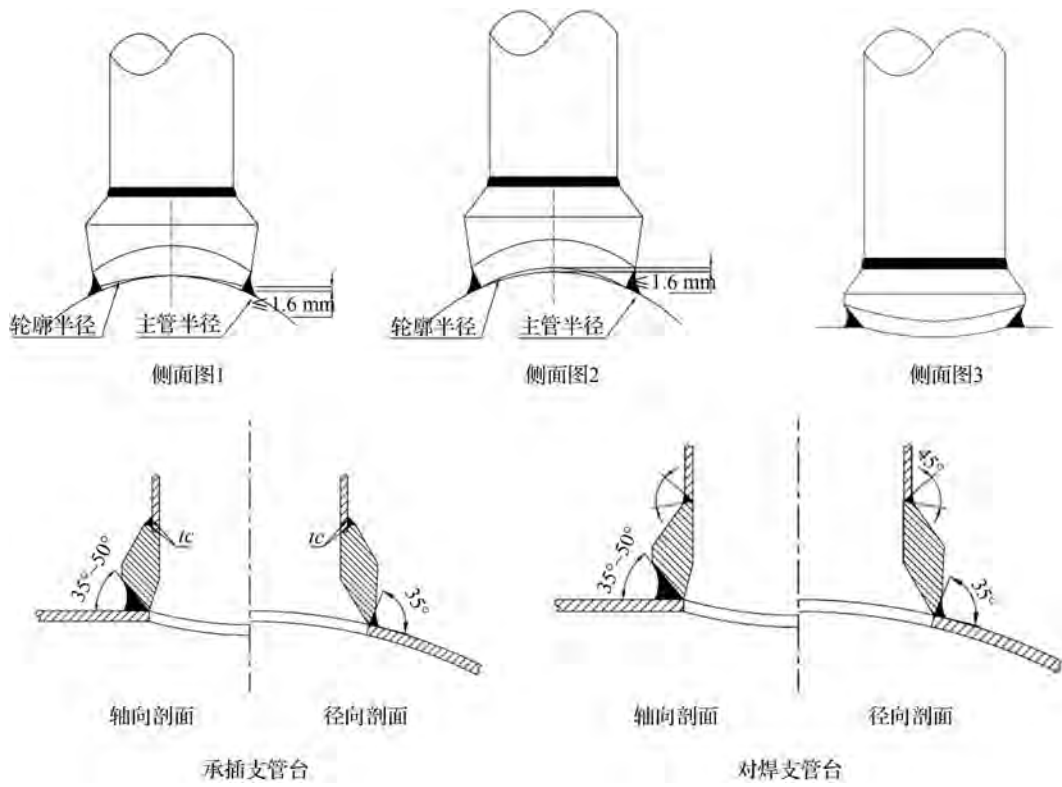
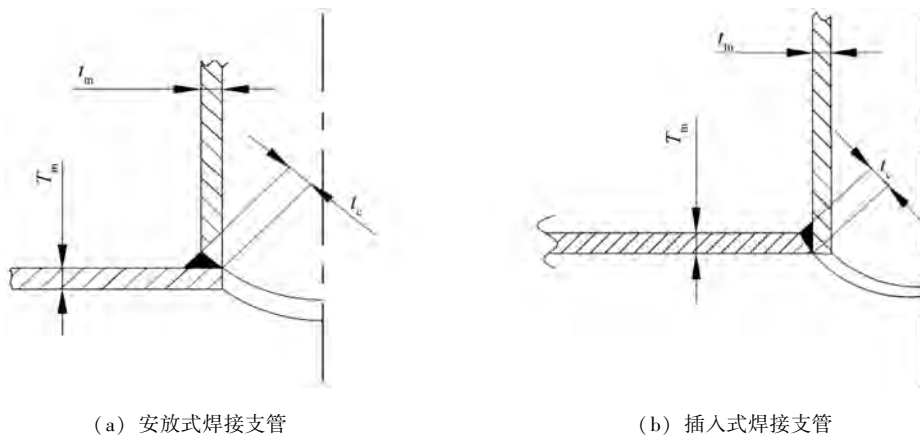


图 6.3.11-1 支管座与主管连接示意图

3 角焊缝应多层施焊完成，并逐层探伤。



(a) 安放式焊接支管

(b) 插入式焊接支管

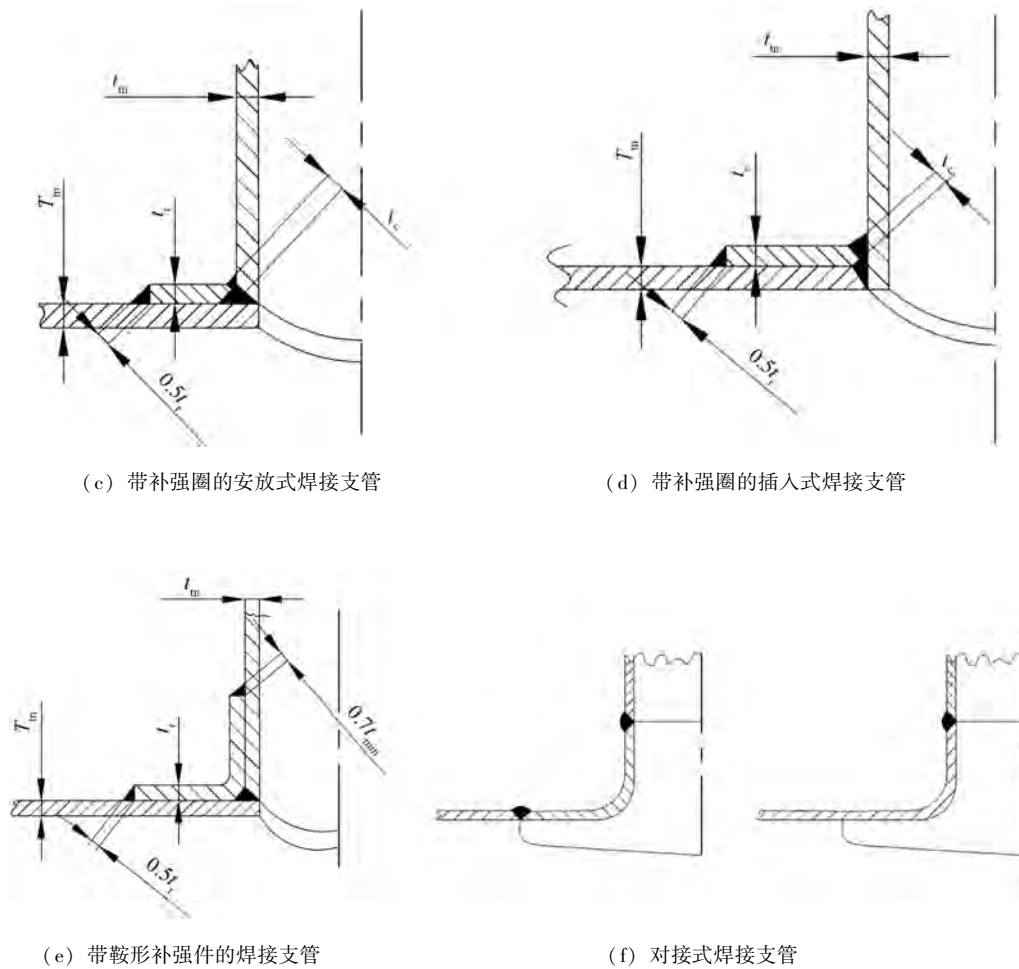


图 6.3.11-2 支管连接的焊缝形式

注: t_m ——支管名义厚度 (mm); T_m ——主管名义厚度 (mm); t_r ——补强圈或鞍形补强件的名义厚度;
 t_c ——角焊缝有效厚度; t_{min} ——支管名义厚度与鞍形补强件名义厚度两者中的较小值。

6.3.12 除设计文件和焊接工艺有特殊要求的焊缝外, 管道焊接完毕应立即去除渣皮、飞溅物, 清理干净焊缝表面, 并进行外观检查和检验, 有无损检测要求的管道应按规定进行检测。

6.3.13 管道焊后需进行热处理的应符合设计要求。

6.3.14 管道在进行变径时, 除设计特殊要求外, 宜采用异径接头、异径短接、异径管箍、内外丝等。水平敷设的管道, 为保持同一标高, 应使用偏心异径接头。当采用异径接头的管道大端与立管在下部的水平管相连接时, 按图 6.3.14-1 安装; 当采用异径接头的管道大端与立管上部的水平管相连接时, 按图 6.3.14-2 安装。

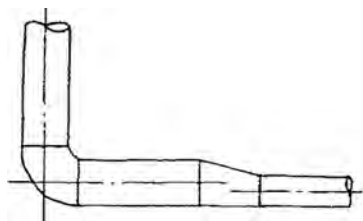


图 6.3.14-1 异径接头的安装

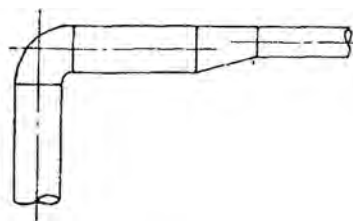


图 6.3.14-2 异径接头的安装

6.3.15 施工单位应绘制管道轴测图，根据轴测图进行管道、管件的配置，在管道轴测图中应标注管道材质和规格、焊缝位置、焊缝编号。应结合轴测图，编制相关检查表，表中列出相关焊工编号、无损检测方法、焊缝无损检测的质量情况、局部或者抽样焊缝的相对位置、焊缝返修位置、施焊日期及焊缝三维坐标等内容，以及固定口的焊接时刻。

【条文说明】轴测图标注示意如下：



XX 001 G (Z Y) (焊缝编号 G 固定口 Z 转动口 Y 预制口，xx 项目编号)

固定口标注焊接时刻便于复核是否符合“冷闭合”的原则。

6.3.16 焊口应有标识，焊口标识包括：工程名称缩写、焊口号、焊工代码、焊接时间、无损检测位置，标识可用记号笔写在焊口的 1 m 附近外防腐面层或管道表面，并应做好焊接、检测记录。

6.3.17 埋地管道固定口的焊接，需遵守“冷闭合”的原则：

- 1 对于已分段回填的两段管道进行连接时，固定口的组对、焊接应在当天气温较低的时段进行；
- 2 管道下沟后首次回填宜在当天气温较低的时段进行。

【条文说明】“冷闭合”是指在施工环境温度较低的情况下进行固定口焊接，是减少管线应力的措施，与之相反的则为“热闭合”。管道固定口施焊时，尽可能减少管道的热胀应力。

如果环境温度高，则在“热闭合”后，焊缝将承受较高的拉力，这将对管道安全带来隐患。由于机场的混凝土道面是以无胀缝道面为原则进行设计，需要在一年中最热的季节施工，保证其在产生过程中就充分膨胀。而在混凝土道面下面敷设输油管线也应在此季节施工，没有选择，必然使机坪管道在气温高的季节进行“热闭合”，有产生隐患的自然条件。在冬季，当储罐中油温较低、与施工时温差过大时，导致管线有较多的收缩。我国某些机场就曾出现低温航油的流入，导致管道收缩，法兰紧固件松动，航油泄漏。

冷闭合温度越低，安装时刻与冬季的温差越小，输送低温航油时管道法兰的应力越小，管道的安全性和可靠性越高。

本条对于施工安装温度与冬季运行温度相差较大的地区尤其重要，应注意施工的环境温度对管道焊接的影响。

6.3.18 机坪管道焊接应采用气体保护焊方式打底，其他管道宜采用气体保护焊方式打底。

6.3.19 机坪管道的现场焊接的焊缝应进行 100% 射线检测，输油管道、工艺管道焊缝检验比例按设计要求。

要求 100% 射线检测的管道的所有对接焊缝应达到合格标准，一次合格率宜不低于 95%，其中 I 级片一次合格率宜不低于 90%。

未要求 100% 采用射线检测的管道焊缝的一次合格率宜不低于 95%。当一次合格率低于 95% 时，除不合格的片子对应的部位扩探并返修合格外，还应对出现不合格焊缝的焊工所焊的该批次焊缝增加随机检测数量，直至达到一次合格率的要求，并应停工整顿。

6.3.20 管道焊接质量检验按以下要求进行：

主控项目

1 检查管道焊缝的外观质量：

管道外观检查等级根据设计要求确定，如设计未规定，应按以下要求进行：

I 级设计压力大于或等于 10 MPa 可燃流体、有毒流体的管道；

II 级设计压力大于等于 4 MPa，小于 10 MPa，设计温度在 400℃ 以下甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体管道；

III 级设计压力大于等于 4 MPa，小于 10 MPa，设计温度在 400℃ 以下乙、丙类可燃液体管道；

IV 级设计压力小于 4 MPa，设计温度在 400℃ 以下的乙、丙类可燃液体管道；

V 级设计压力小于 1 MPa，设计温度在 -20℃，但不高于 185℃ 的非可燃、无毒流体的管道。

对焊缝的外观按以下要求进行检查：

1) 外观成型应均匀，焊道与焊道、焊道与母材之间应平滑过渡，不应有裂纹、未融合、气孔、夹渣、飞溅、弧坑等缺陷。焊渣和飞溅物应清除干净。焊缝表面不应低于母材表面。

2) 输油管道、机坪管道的焊缝余高应在 0~3 mm 范围内，向母材的过渡应平滑。

3) 工艺管道外观其余要求应满足表 6.3.20-1 和表 6.3.20-2 的要求。

4) 输油管道、机坪管道的咬边尺寸应符合表 6.3.20-3 的要求。

表 6.3.20-1 工艺管道焊缝余高和根部凸出 (mm)

母材厚度		≤6	>6~13	>13~25
管道检查等级	I	≤1.5	≤1.5	≤3.0
	II III IV	≤1.5	≤3.0	≤4.0
	V	≤2.0	≤4.0	≤5.0

表 6.3.20-2 工艺管道焊缝外观要求

管道检查等级		I	II	III	IV	V
外观缺陷	裂纹、未焊透、未熔合	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许
	表面气孔	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许
	外露夹渣	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许
	未焊满	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许
	咬边	不允许	深度：纵缝不允许其他焊缝 $\leq 0.05 T$ ，且 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ；连续长度 $\leq 100 \text{ mm}$ ，两侧咬边总长度 $\leq 10\%$ 焊缝全长	深度：纵缝不允许其他焊缝 $\leq 0.05 T$ ，且 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ；连续长度 $\leq 100 \text{ mm}$ ，两侧咬边总长度 $\leq 10\%$ 焊缝全长	深度：纵缝不允许其他焊缝 $\leq 0.05 T$ ，且 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ；连续长度 $\leq 100 \text{ mm}$ ，两侧咬边总长度 $\leq 10\%$ 焊缝全长	深度：纵缝不允许其他焊缝 $\leq 0.1 T$ ，且 $\leq 1 \text{ mm}$ ；长度不限
	根部收缩	不允许	深度 $\leq 0.2 \text{ mm} + 0.02 T$ ，且 $\leq 0.5 \text{ mm}$ ，长度不限	深度 $\leq 0.2 \text{ mm} + 0.02 T$ ，且 $\leq 1.0 \text{ mm}$ ，长度不限	深度 $\leq 0.2 \text{ mm} + 0.02 T$ ，且 $\leq 1.0 \text{ mm}$ ，长度不限	深度 $\leq 0.2 \text{ mm} + 0.04 T$ ，且 $\leq 2.0 \text{ mm}$ ，长度不限
	角焊缝厚度不足	不允许	不允许	$\leq 0.3 \text{ mm} + 0.05 T$ 且 $\leq 1.0 \text{ mm}$ ，每 100 mm 焊缝长度内缺陷总长度 $\leq 25 \text{ mm}$	$\leq 0.3 \text{ mm} + 0.05 T$ 且 $\leq 1.0 \text{ mm}$ ，每 100 mm 焊缝长度内缺陷总长度 $\leq 25 \text{ mm}$	$\leq 0.3 \text{ mm} + 0.05 T$ 且 $\leq 2.0 \text{ mm}$ ，每 100 mm 焊缝长度内缺陷总长度 $\leq 25 \text{ mm}$
角焊缝焊脚不对称	差值 $\leq 1 + 0.1 t$	差值 $\leq 1 + 0.15 t$	差值 $\leq 1 + 0.15 t$	差值 $\leq 1 + 0.15 t$	差值 $\leq 2 + 0.2 t$	

注：T 为母材厚度，t 为厚度设计焊缝。

表 6.3.20-3 输油管道、机坪管道焊缝咬边的最大尺寸

深度	长度
小于或等于 0.4 mm，小于或等于管壁厚的 6%，取二者中的较小值	任何长度均合格
大于 0.4 mm 或等于 0.8 mm，大于管壁厚的 6% 小于或等于管壁厚的 12.5%，取二者中的较小值	在焊缝任何 300 mm 连续长度上不超过 50 mm，或焊缝长度的 1/6，取二者中的较小值
大于 0.8 mm，大于管壁厚的 12.5%，取二者中的较小值	任何长度均不合格

检查方法：观察、测量。

检查数量：全部。

2 对焊缝表面进行无损检测：

检查方法：磁粉或渗透检测。

检查数量：除设计文件另有要求外，现场焊接的管道和管道组成件的承插焊焊缝、支管连接焊缝（对接式连接支管除外）和补强圈焊缝、密封焊缝、支管台与主管焊缝、支吊架与管道的连接焊缝，以及管道上其他角焊缝，其表面都应进行磁粉检测或渗透检测。经检验不合格的焊缝，返修后应采用原规定的检验方法重新进行检验，同时应对该焊工所焊的同一检验批中采用同样的检验方法按照本条第4款要求扩大检验。焊缝质量应不低于《承压设备无损检测第4部分磁粉检测》（JB/T 4730.4）及《承压设备无损检测第5部分渗透检测》（JB/T 4730.5）规定的Ⅰ级。

3 对焊缝质量检查：

检查方法：采用射线检测或超声检测。

检查数量：除设计文件另有要求外，现场焊接的管道及管道组成件的对接纵缝、环缝、对接式直管连接焊缝应进行射线检测或超声检测。对检验不合格的焊缝应按本条第6款要求进行。

100%超声检测的焊缝质量合格标准应不低于《承压设备无损检测——第3部分：超声检测》（JB/T 4730.3）规定的Ⅰ级，抽样或局部超声检测的焊缝质量合格标准应不低于《承压设备无损检测——第3部分：超声检测》（JB/T 4730.3）规定的Ⅱ级。超声检测的技术等级为B级。

100%射线检测的焊缝质量合格标准应不低于《承压设备无损检测——第2部分：射线检测》（JB/T 4730.2）规定的Ⅱ级，抽样或局部射线检测的焊缝质量合格标准应不低于《承压设备无损检测——第2部分：射线检测》（JB/T 4730.2）规定的Ⅲ级。射线检测技术等级应为AB级，检测满足以下要求：

1) 管道公称直径小于500 mm时，应根据环缝数量按规定的检验比例进行抽检，且应不少于1个环缝。环缝检验包括整个圆周长度。固定焊的环缝抽样检验比例应不少于40%。

2) 管道公称直径大于或等于500 mm时，应对每个环缝按规定的检验数量进行局部检验，且应不少于150 mm的焊缝长度。

3) 纵缝应按规定的检验数量进行局部检验，且应不少于150 mm的焊缝长度。

4) 抽样或局部检验时，应对每个焊工所焊的焊缝按规定进行抽查，记录抽样检查的位置。当环焊缝与纵焊缝相交时，应在最大范围内包括与纵缝的交叉点，其中纵缝的检查长度应不小于38 mm。

5) 抽样或局部检验应按检验批进行。检验批、抽样、局部检验的位置应由建设单位的质量检查人员确定。

6) 机坪管道的焊缝应进行全焊缝检测。

检验方法：采用射线检测或超声检测。

检验数量：按设计要求。

4 不合格焊缝的处理：

1) 焊缝内部质量应按设计规定进行射线检测或超声检测，经检验不合格的焊缝，返修后应采用原规定的检验方法重新进行检验，同时应对该焊工所焊的同一检验批中采用同样的检验方法按照本款 2) 的要求进行扩大检验。

2) 当出现 1 个不合格焊缝时，应再检验该焊工所焊的同一检验批中的 2 个焊缝；如再不合格，应再抽取同一检验批中的 2 个。当再次不合格时，应对该焊工所焊的所有焊口进行 100% 检验。

检验方法：检查射线或超声检测报告和管道轴测图。

检验数量：全部。

【条文说明】本条确定的焊缝检查等级的依据是《工业金属管道工程施工质量验收规范》(GB 50184—2011) 第 8.1.1 条。

一般项目

1 管道对接焊缝处的角变形/菱角应满足以下要求：

1) DN<100 mm 时，允许偏差为 1 mm；

2) DN≥100 mm 时，允许偏差为 2 mm。

检查方法：观察，用直尺、检查尺在距焊缝 200 mm 处测量。

检查数量：全部。

2 所有焊缝的外观应均匀，焊道与焊道、焊道与母材之间应平滑过渡，焊渣和飞溅物应清除干净。

检查方法：观察检查。

检查数量：全部。

3 管道焊接前的清洁检查。

检查方法：现场检查，用强光手电探照观察，查阅管道清洁记录。

检查数量：机坪管道全部逐根检查。其他管道进行抽查。

6.4 管道安装

6.4.1 管道安装的坡度、坡向应符合设计要求。

6.4.2 管道穿越工程施工按照《油气输送管道穿越工程施工规范》(GB 50424) 的要求进行。

6.4.3 管道下沟不应使用推土机、撬杠等非起重机具；吊具不应使用钢丝绳直接捆绑在管道上，应采取措施保护管道吊装部位。管道下沟吊点间距应满足表 6.4.3 的要求。

表 6.4.3 管道下沟吊点间距

钢管公称直径 (mm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
允许最大间距 (m)	6	9	12	13	15	16	17	18	19	21	23

6.4.4 管道采用套管安装时宜采用钢筋混凝土套管。当采用钢制套管时，需按以下要求进行：

- 1 套管内的输送管道防腐层应保证完好；
- 2 钢套管应采用非金属绝缘支撑垫与输送管道实现电绝缘，钢套管不应带有防腐层；
- 3 套管与输送管道之间应充填具有长效防腐作用的材料；

4 设计要求对套管内进行牺牲阳极保护的，在管道安装前应检查套管内的牺牲阳极的安装情况：接线是否正确，管道保护电位是否达到要求；绝缘支撑架不应与阳极（或阳极带）相连，并用 500 V 兆欧表检测输送管道与套管之间的绝缘电阻，电阻值应不小于 2 MΩ，检测合格后按设计要求对套管两端进行封堵。

【条文说明】本条根据《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T 21488）加以要求。在施工中往往忽视对套管内牺牲阳极的检查。

6.4.5 管道通过法兰（阀门）连接时，应检查法兰密封面、密封垫片，不应有划痕、斑点等缺陷，密封垫片应符合设计要求。

6.4.6 法兰宜与管道同心，螺栓能自由出入，螺栓孔中心偏差应不大于孔径的 5%；法兰平面之间应保持平行，其偏差应不大于法兰外径的 0.15%，且应不大于 2 mm。

6.4.7 法兰连接用的螺栓应为同一规格，安装方向一致，用力均匀对称紧固。如需要加垫圈，每个螺栓不应超过 1 个，拧紧后，螺栓宜与螺母齐平。

6.4.8 紧固件的安装应符合设计要求。有预紧力要求的螺栓应按紧固程序，用力矩扳手完成拧紧作业，其预紧力应符合设计要求。

【条文说明】根据中国航空油料集团公司立项的科研课题《低温管道应力分析与低温下管道运行的研究》的成果，以在管道压力 $PN=1.6\text{ MPa}$ 条件下，DN350 法兰及连接构件为例，通过对 8.8 等级 M24 螺栓紧固下的法兰受力模拟计算，结果表明，法兰在 70 MPa 拉弯组合应力的影响下，当螺栓紧固扭矩满足规范要求的 680 N·m 时，法兰密封性能良好，当螺栓预紧力小于规范要求的预紧力或者部分螺栓预紧力缺失时，法兰片之间的间隙增大，法兰密封性能下降。螺栓预紧力不足是导致法兰泄漏的主要原因。本条规定使用力矩扳手，主要是为了解决普通扳手达不到规范要求的螺栓预紧力和紧固扭矩的问题。

6.4.9 工艺管道安装偏差应满足表 6.4.9 的要求。

检查方法：采用水平仪、经纬仪、直尺、水平尺、拉线、吊线等进行检查。

检查数量：按每条管道号抽查不少于 3 处。

表 6.4.9 管道安装允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	
坐标	架空及地沟	室外	25
		室内	15
	埋地		60
标高	架空及地沟	室外	±20
		室内	±15
	埋地		±25
水平管道平直度		DN≤100	2‰L, 且≤50
		DN>100	3‰L, 且≤80
立管铅垂度		0.5‰L, 且≤30	
成排管道间距		15	
交叉管的外壁或绝缘层间距		20	

注：L——管道长度。

6.5 阀门安装

6.5.1 阀门安装除应符合《阀门的检查与安装规范》（SY/T 4102）要求外，尚需满足以下要求：

- 1 阀门安装方向应符合阀门的标识和阀门安装说明书的规定；
- 2 阀门起吊时，吊索不应系在手轮或阀杆上；
- 3 大型阀门的安装应预先安装好支架，不应将阀门重量附加在管道或设备上；
- 4 水平管道上的阀门的安装，其阀杆宜安装在上半圆周范围内；
- 5 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，阀门应在关闭情况下安装；
- 6 当阀门与管道以焊接方式连接时，阀门不应关闭安装。对焊阀门与对焊管道处的对接焊缝应采用氩弧焊打底，防止焊渣等杂物落入阀体内；
- 7 阀门安装完成后，应对其操作传动机构进行检查调试，应确保阀门动作可靠、开关灵活、指示准确。

6.5.2 采购国外生产的阀门，安装时应确保垫片、螺栓与法兰螺孔相配套。

【条文说明】国外生产的阀门，常采用螺栓拧入阀门自带内丝螺纹进行紧固，订货时如不提出要求一般不配带螺栓。如果需要自行采购螺栓时，要分清楚螺栓螺纹是英制规格还是标准规格。

6.5.3 阀门安装按以下要求进行检查：

主控项目

1 检查安全阀的安装，应符合下列规定：

- 1) 安全阀应垂直安装；
- 2) 安全阀的出口管道连接时应朝向安全地点；
- 3) 当安全阀的进出管道上应设置截断阀时，截断阀应加铅封，且应锁定在全开启状态下。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

2 安全阀试运行前，应按《安全阀安全技术监察规程》（TSG ZF001）和设计文件的规定对安全阀进行最终整定压力调整，并应铅封。

检查方法：观察，检查安全阀调整记录。

检查数量：全部。

一般项目

1 检查阀门的型号、安装位置、方向是否符合设计文件及本规范第 6.5.1 条的要求；安装位置、进出口方向应正确，连接应牢固阀门启闭灵活、阀杆方向应合理；螺栓丝扣 2~3 个丝扣。

检查方法：观察，操作。

检查数量：全部。

2 电动阀开度、限位与电控显示一致。

检查方法：观察，操作。

检查数量：全部。

6.6 加油栓安装

6.6.1 加油栓安装前，建设单位应会同机坪的建设单位，对机位停止线再次进行确认。

6.6.2 加油栓、加油栓隔断阀在安装前应逐个进行强度和严密性试验，试压合格后应检查阀体腔内无异物，并封存，在管道整体试压合格后进行安装。

6.6.3 加油栓、高点放气装置、低点放水装置安装前，加油短管末端应配有法兰盲板或其他可靠措施加以封闭，以防止水和杂物落入管道，并采取措施保护加油短管。在对短管进行切割打磨时，应采取措施，清除落入管内的杂物，保持管道内部的洁净。

【条文说明】在机坪道面浇筑前，机坪加油短管很容易被机坪施工车辆碰撞，使短管受损，一般采取在短管周围砌砖，或用沙包进行围护。短管切割打磨时所产生的铁屑等很容易进入管道内。

6.6.4 井体应与道面施工配合安装，并按以下要求进行：

1 在井体所处的区域开始浇筑道面时，根据周边道面的实际标高，确定短管的顶部标高，并对加油短管进行切割，切割后短管的顶部标高应满足设计文件或《民用运输机场供油工程设计规范》（MH 5008）对加油栓安装高度的要求。

2 用水平尺以短管为中心，按“米”字形对周围板块钢模板的标高进行复检，复检合格进行定位、焊接。为防止焊接变形，应对井体四周进行定位加固。

3 与加油井体连接的法兰以及加油井体盖应保持水平。

4 井体作业坑宜用级配砂或砂石回填，并采用水撼或其他方式夯实。加油短管的回填按本规范第 6.8.10 条的要求进行。

5 位于内、外筒壁之间的下垫不应有凸起。下垫可设对称的四个内螺孔，用于下垫、吊杆、角铁架与井筒固定。安装加油栓前拆除吊杆、角铁架。如图 6.6.4-1。

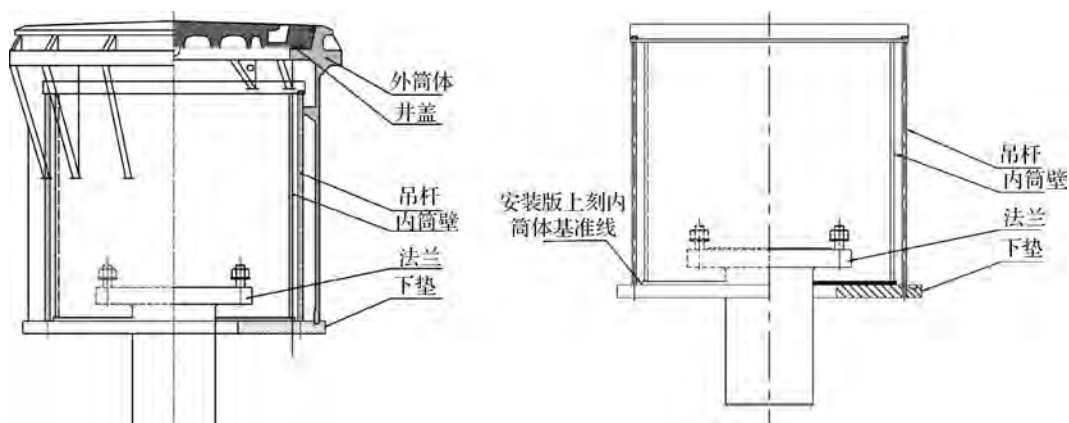


图 6.6.4-1 下垫内井体安装示意图

6 安装双层井体时，井体内挂钢丝绳孔应远离飞机机身（以平面为准），外井体应与内井体同心，外井体落至井体下垫板上，调整方向，用水平尺进行找平、找正。

7 外井壁和下垫的接缝处应采取打胶或包膜等措施，避免水泥浆进入加油栓内、加油栓井内外筒之间。外井壁可用混凝土固定，如图 6.6.4-2。

8 道面浇筑时，加油栓井体边缘高出道面的部分应满足设计要求，应与周边道面平滑过渡。以加油栓井中心点为基准进行放坡，放坡半径宜不小于 1 m。

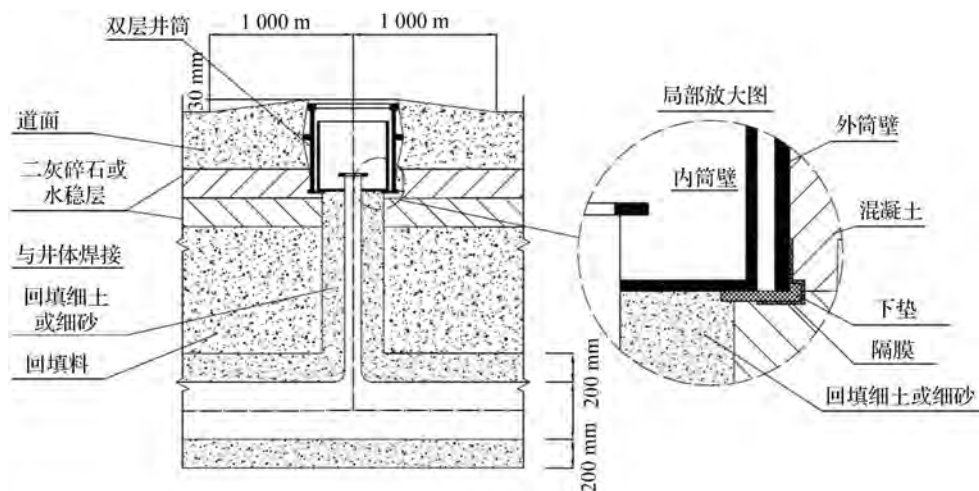


图 6.6.4-2 地井栓安装示意图

6.6.5 加油栓井的安装质量按以下要求进行：

主控项目

- 1 加油栓的位置应符合设计要求。
检查方法：经纬仪、全站仪等测量。
检查数量：全部。
- 2 加油栓井体边缘高出道面的部分应与周边道面平滑过渡，符合设计要求。
检查方法：观察。
检查数量：全部。
- 3 加油栓井体内清洁，螺栓无锈迹，加油栓井盖防吹绳安装牢固，长短合适。
检查方法：观察，操作。
检查数量：全部。

6.7 管道试验

6.7.1 管道分段试验需符合下列规定：

- 1 穿越大、中型水域、山体的管道应单独进行试压。
- 2 穿越铁路、二级及二级以上的公路的管道宜单独试压，其余的可以与所在线路合并进行试压。
- 3 不参与整体试压的连头管道，在安装前应进行试压。
- 4 机坪管道试压宜在机坪道面浇筑前完成，可分段试压。
- 5 机坪管道在进行强度试压前，不应安装加油栓，加油栓端口用法兰盲板封闭。

【条文说明】根据《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB 50423—2013) 第 3.3.4 条对水域的分类,大型水域指常年水面宽度在 100 m (含) 以上、中型水域指常年水面宽度在 40 m (含) 以上。

6.7.2 工艺管道试验介质按下列要求进行:

1 机坪管道宜用空气为介质。

2 从油罐出口至加油泵的管道宜用空气作为介质。设计压力小于或等于 0.6 MPa 的管道,可采用空气作为介质,但应采取有效的安全措施。其余工业管道采用洁净水作为介质。

3 输油管道的试验介质应用洁净水。

6.7.3 管道采用气体介质进行试压时,按以下要求进行:

1 分段气压试验的管道长度宜不大于 18 km,管道强度试验压力为 1.25 倍试验压力,严密性试验压力为设计压力值;

2 检查试压用表,压力表应在检验有效期内,其精度不低于 1.6 级,表的量程应为被测最大压力的 1.5~2 倍,压力表应不少于 2 块,最小刻度能显示 0.05 MPa,表盘直径不小于 150 mm,并被安装于试压管段的两端。稳压应在管段两端的压力平衡后开始计算压力及试压时间;

3 试压管段两端应分别安装 1 支温度计,且应避免阳光直射,温度计的最小刻度应小于或等于 1℃;

4 试压时,试验压力应缓慢上升,每小时升压应不超过 1 MPa,当压力升至强度压力的 0.3 倍和 0.6 倍时,应分别稳压 30 min,检查管道情况,如无异常情况,继续升至强度试验压力,稳压 4 h,以管道不变形、不渗漏为合格;降压至设计压力,进行严密性试验,稳压 24 h,以降压不大于 1% 试验压力,且不大于 0.1 MPa 为合格;

5 检漏人员在现场检漏时,管道的环向应力应不超过钢材规定的最低屈服强度的 20%;管道环向应力首次从规定的最低屈服强度的 50% 提升到最高试验压力,直到又降低到试验压力为止的时间内,试压区域严禁有非试压人员,试压巡检人员应与管线保持 6 m 以上的距离,以试压设备和管道为中心的 50 m 范围内为试压区域。

6.7.4 管道安装完毕后应做整体严密性试验。整体严密性试验时可用发泡剂对有疑问部位进行涂抹检查。

6.7.5 管道应进行强度试验、严密性试验,相关试验压力应符合表 6.7.5 的要求。

1 工艺管道强度试压方法:

1) 采用洁净水作为介质进行试验时,应缓慢升压,待达到试验压力后,稳压 10 min,再将试验压力降至设计工作压力,稳压 30 min,以管道压力不降、管道所有部位无渗漏为合格。

2) 采用空气作为介质进行试验时,应装有压力泄放装置,其设定压力应不高于试验压力的 1.1 倍。试验前,应用空气进行预试压,试验压力宜为 0.2 MPa。检查管道无异常时再继续进行。

表 6.7.5 管道的试压汇总表

项目 管道类型	强度试验			严密性试验			采用标准
	介质	试验压力	稳压时间	介质	试验压力	稳压时间	
输油管道	洁净水	1.5P	4 h	洁净水	1P	24 h	《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB 50369)
机坪管道	空气	1.25P	4 h	空气	1P	24 h	
工艺管道	洁净水	1.5P	10 min	空气	1P	10 min	《工业金属管道工程施工质量验收规范》(GB 50184)
	空气	1.15P	10 min				

注：P—管道设计压力。

试验压力应缓慢上升，当压力升至试验压力的 50% 时，稳压 3 min，检查管道情况，如无异常情况，继续按照试验压力的 10% 逐级升压，每级稳压 3 min，直至强度试验压力，稳压 10 min，以管道不变形、不渗漏为合格。

3) 强度试验合格后进行严密性试验，对阀门进行检查，确认无渗漏为合格。管道压力试验完成后，应及时泄压。

2 输油管道强度试压方法：

1) 采用水为介质进行试压时，分段试压的管道长度宜不超过 35 km，应根据管段的纵断面，计算管道低点的静水压力（试验压力与管道液位差静压之和），核算该点的环向应力，其值应不大于管材最低屈服强度的 0.9 倍。特殊地段经设计允许，其值最大应不大于 0.95 倍。试验压力应以管道的最高点测出的压力值为准，管道最低点的压力应为试验压力与管道液位高差静压之和。

2) 试压时环境温度宜不低于 5℃，否则，应采取防冻措施；压力试验宜在充水完成 24 小时后进行。

3) 试压前应排尽空气；具备通球条件的，在试压充水前宜加入隔离球，并应在充水时采取背压措施，以防止空气存于管道内，隔离球在试压后取出。应避免在管道高点开孔放气。

4) 强度试验压力应为设计压力的 1.5 倍，稳压 4 h，无变形、无泄漏为合格；严密性试验压力为设计压力，稳压时间 24 h，压降应不大于 1% 试验压力，且不大于 0.1 MPa。

5) 试压合格后，应将管道内的积水清除干净，清扫以不再排出游离水为合格。

6.7.6 应做好管道试验记录。

6.8 管沟开挖与回填

6.8.1 管道施工前应由建设单位组织施工、设计等相关单位在现场进行水准点交接，监理单位

复核，施工单位应据此进行测量放线。机坪管道施工单位应与机坪道面施工单位所依据的坐标点、高程进行复核。

【条文说明】机坪管道和机坪道面的定位遵循共同的基准点，加油机位与飞机实际停靠位如不一致，将影响飞机的正常供油。

6.8.2 管沟的开挖与回填应符合《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB 50369）的相关规定，但机坪管道的开挖与回填尚应符合本节的相关规定。新建机坪管道道面区管线的开挖回填基准面应为道槽顶面，对道面区机坪管道改建工程的开挖回填基准面应为道面表面。

【条文说明】道槽是指道面或道肩的基础下面按技术要求碾压密实、均匀、稳定或经特殊处理达到设计要求的土质基础，不含水稳层等稳定土基础。

6.8.3 根据管道预制情况，需要在沟下组对连接管道时，应在施工人员工作位置设置操作坑，操作坑的尺寸为：长度为沿管道焊缝纵向两侧不少于 500 mm，宽度为坑边距管道每侧边缘不小于 1 m，深度为距管底边缘不小于 500 mm，必要时操作坑位置坡度加大或加支撑，防止塌方。

6.8.4 管沟的深度和沟底坡度应严格按照设计要求控制，沿管沟方向每 50 m 做一高程控制桩。

6.8.5 管沟开挖成型后，应在地面设置安全防护标识和上下管沟的安全梯。

6.8.6 管道下沟前需对管沟进行检查：

- 1 直线段管沟应顺直，曲线段管沟应圆滑过渡，曲率半径应符合设计要求；
- 2 管沟内无石块等尖锐物、无积水；
- 3 管沟开挖允许偏差应满足表 6.8.6 的要求。

表 6.8.6 管沟中心线、沟底标高、沟底宽度、变坡点位移的允许偏差

项目	允许偏差（mm）
管沟中心线偏移	<150
沟底标高	+50 -100
沟底宽度	-100
变坡点位移	<100

6.8.7 管沟回填前需完成以下工作：

- 1 管道按设计文件要求检测的所有焊缝检测合格；
- 2 焊缝的外防腐已完成并经过检测合格、外防腐电火花检漏完成并验收合格；
- 3 管道的坡度应符合设计文件的要求；
- 4 管沟内无石块等尖锐物与管道相碰；
- 5 管道轴测图及相关标注绘制完成；

6 相关跟踪测量作业完成。

6.8.8 土面区的管沟回填应用原状土回填，但对岩石、卵砾石、冻土段管沟应在沟底铺设细土或砂垫层，压实后厚度不小于 200 mm，且宜用细土或沙回填至管顶以上 200 mm 后方可用原状土回填，回填土中岩石和碎石块最大粒径应不超过 250 mm。

6.8.9 土面区的管沟回填应留有沉降余量，回填土宜高出地面 300 mm 以上。耕作土地段的管沟应分层回填，宜将表面耕作土置于管沟最上层。

6.8.10 机坪道面区管沟回填应符合设计要求，宜选用原状土分层回填，不宜采用混凝土回填，可采用素土、灰土、砂、级配碎石、级配砂石等材料回填。加油短管周围不应回填混凝土、二灰石（水稳层材料）等强度较大的材料。

6.8.11 机坪回填材料进场时应根据其相应产品标准进行检查验收，回填时不应损伤管道及其防腐层。

6.8.12 机坪管沟回填时，根据设计要求在供油主管、加油次环管、加油支管的底部 200 mm（压实后）、两侧和顶部 200 mm 范围内宜填细土、原状土、细砂；经检测合格后再回填设计要求的回填材料，分层夯实，压实度检测合格后方可进行下一层的回填。

6.8.13 机坪管道回填尚需满足以下要求：

- 1 回填时宜先用细土或砂将管底腋角部位填充密实后，再分层回填至管顶以上 200 mm；
- 2 管道两侧及管顶应采用轻型压实机械夯实，每层铺筑厚度宜不大于 200 mm；
- 3 管顶敷土厚度小于 1 倍管径时，不应采用大型机械设备压实，且不应有其他机械设备通行；
- 4 在非湿陷性黄土和膨胀土地区，也可采用水夯法进行施工。

【条文说明】采用水夯法施工，即回填砂后注水至回填面，通过振捣容易使管底腋角部位填充密实，但此法也存在一定的局限性，如在湿陷性黄土和膨胀土地区，砂基础遇水破坏坑槽土层，基础的密实度无法到达设计要求；另外进行水撼沙时，现场需有注水和排水的设施。

6.8.14 机坪道面浇注前应在加油短管周边预留空间，应满足加油栓井安装及检测需要，预留空间的直径宜不小于 1 m，并在该区域周边设立警示标识。

6.8.15 阀井混凝土强度应达到设计强度的 75% 以上，方可进行阀井周边回填施工。混凝土强度宜采用同条件试块的抗压强度或回弹仪检测的强度判定。

6.8.16 检查压实系数应设置检验批，每层每侧一组（每组 3 点）。检验批的设置应满足下列要求：

- 1 回填每 300 m 为一个检验批；
- 2 每次回填不足 300 m 的，设为一个检验批。

6.8.17 采用砂垫层进行管道回填时，需符合下列规定：

- 1 在非湿陷性黄土和膨胀土地区，砂垫层施工可采用水撼法施工。当现场水源条件受限制时，在施工过程中应控制含水率分层夯实。

- 2 砂垫层的施工质量检测宜采用环刀法或贯入法。
- 3 砂垫层施工结束后, 检验项目和质量标准应满足表 6.8.17 的要求。

表 6.8.17 砂和砂石回填质量标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	配合比	设计要求或现场试验	现场拌和体积比或重量比
	2	分层压实系数	设计要求	按规定方法
一般项目	1	砂石料有机质含量	≤5%	焙烧法
	2	石料粒径	≤50 mm	筛分法
	3	分层厚度 (与设计要求比较 mm)	±50 mm	水准仪

6.8.18 采用素土和灰土填料回填时, 需符合下列规定:

1 素土填料不应采用淤泥、耕土、膨胀土、冻土以及有机杂质含量大于 5% 的土料。灰土填料层的土料应采用粉质黏土, 有机物含量不超过 5%, 其颗粒应不大于 15 mm。石灰宜采用新鲜的消石灰, 其颗粒应不大于 5 mm, 且不应含有未熟化的生石灰颗粒; 灰土体积比宜为 2 : 8 或 3 : 7, 灰土应搅拌均匀。

2 素土和灰土填料施工时, 应根据土料的性质通过击实试验或按当地经验取用最优含水量, 施工时控制其施工含水量以达到压实度要求。

3 灰土填料层的施工方法、分层铺填厚度、每层压实遍数等宜通过试验确定, 分层铺填厚度宜取 200 mm~300 mm。

4 素土、灰土地基的施工质量检验可采用环刀法、贯入法、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验等方法。

- 5 灰土填料层施工结束后, 检验项目和质量标准应满足表 6.8.18 的要求。

表 6.8.18 土、灰土回填质量标准 (mm)

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	标高	-50, +0	水准仪
	2	分层压实系数	设计要求	按规定方法
一般项目	1	回填土料	设计要求	取样检查或直观鉴别
	2	分层厚度	设计要求	水准仪或抽样检查
	3	表面平整度	20	用靠尺或水准仪

6.8.19 用级配碎石进行回填需符合下列规定:

- 1 级配碎石应采用质地坚硬密致的工程石料;

- 2 对于非连续级配的碎石，宜采用石屑和两种以上大小的碎石组配，并经实验室筛分后提供最佳配合比；
- 3 级配碎石的施工质量检验可采用灌砂法或灌水法等方法；
- 4 级配碎石填料层施工结束后，检验项目和质量标准应满足表 6.8.19 的要求。

表 6.8.19 级配碎石回填质量标准 (mm)

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	配合比	设计要求	现场拌和体积比或重量比
	2	分层压实系数	设计要求	按规定方法
一般项目	1	石料粒径	≤40	筛分法
	2	分层厚度 (与设计要求比较)	±50	水准仪

6.8.20 采用级配砂石进行回填，需符合下列规定：

- 1 砂石材料宜采用天然级配的砂石或砾石。采用人工级配的砂石时宜采用颗粒级配良好的中砂、粗砂、砾砂、圆砾、卵石、碎石等，砂石的最大粒径宜不大于 50 mm。
- 2 砂石材料应去除草根、垃圾等有机杂物，有机物含量应不超过 5%。对湿陷性黄土地区不应采用砂石等透水材料。
- 3 施工前应通过现场试验确定分层厚度、施工方法、振捣器功率、振捣遍数等技术参数。
- 4 砂石垫层的施工质量检测宜采用环刀法或贯入法。
- 5 砂石填料层施工结束后，检验项目和质量标准应满足表 6.8.17 的要求。

7 防腐工程

7.1 一般规定

7.1.1 建构筑物的防腐施工按照《建筑防腐蚀工程施工规范》（GB 50212）执行，相关验收按照《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》（GB 50224）执行。

7.1.2 库、站地面上的工艺管道、钢结构的防腐涂料（油漆类）涂装以及钢结构防火涂料施工与验收按照《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205）执行。

7.1.3 埋地钢质管道阴极保护施工、测试与管理按照《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T 21448）执行。

7.1.4 卧式双层储罐的防腐以及采用聚乙烯、熔接环氧粉末形式的防腐宜在制造厂进行。

7.1.5 防腐蚀施工前应抽查涂料质量，涂料不应出现浑浊、稠化、结皮、结硬等现象，并检查涂料质量证明文件，质量证明文件应包括以下内容：

- 1 产品质量合格证及材料检测报告；
- 2 质量技术指标及检测方法；
- 3 第三方检测报告或技术鉴定文件。

用于航油储罐、管道内壁的涂料尚应有储存试验报告，对涂料质量有疑议时，应进行复验。

7.1.6 若改变或增加涂料的种类时，应书面通报设计单位，设计单位对新涂料性能、寿命等复核后，应予以书面确认，并按新的涂料技术性能和施工要求制定相应的涂装技术方案。

7.1.7 防腐蚀施工单位应根据涂料供应商提供的施工作业指导书结合设计要求，编制钢材表面处理施工方案及涂装施工方案，涂料供应商应提供必要的技术指导。

【条文说明】 涂料供应商提供的使用指南一般包括下列内容：（1）基底处理要求；（2）施工安全措施和涂装的施工工艺；（3）涂料和涂层的检测手段；（4）涂层的维护预案。

7.1.8 喷射所使用的磨料不应使用海砂。

【条文说明】 海砂含有带氯离子的无机盐，不易清理，易使钢材腐蚀。

7.1.9 涂装前，应对焊接坡口、螺纹、铭牌等加以保护，避免误涂。

7.1.10 喷砂除锈时应采取措施减少扬尘，应有保证作业环境空气质量的换气措施。

7.1.11 在进行喷砂除锈、涂装、焊接时，作业人员应佩戴安全帽；高空作业时应佩戴安全带，

并对眼睛、皮肤及口鼻佩戴有效防护用具或个人呼吸系统，可采用遥控机器人作业。

7.1.12 个人防护用具、喷涂作业的气管应定期检查其有效性。

7.1.13 施工器械及自制设备应通过监理的验收。

7.1.14 储罐内进行喷涂作业时，应有监护人员对作业人员监护。

7.1.15 涂层应完整、均匀，涂层质量应符合设计要求。

7.1.16 钢表面处理后，应在 4 h 内涂装底漆。涂装表面应干燥。前一道漆膜表干后，方可进行下一道涂装。

【条文说明】漆膜表干判断方法：手指轻触防腐层不黏手，或虽发黏但无漆黏在手指上。实干：手指用力推动防腐层，推不动。固化：手指甲用力刻防腐层而不留痕迹。

7.1.17 涂装方法可采用刷涂和喷涂。使用大型喷枪时，喷射距离为 200 mm~300 mm；使用小型喷枪时的喷射距离为 150 mm~250 mm。喷枪与被喷涂表面应保持垂直，以均匀速度移动。喷枪行走时，起点与终点应越过被涂物边缘。往复行走时，搭接边缘应保证有 1/4~1/3 的重叠。

【条文说明】喷涂包括空气喷涂、无空气喷涂。

7.2 管道防腐

7.2.1 钢管的防腐、现场防腐补口、补伤施工及验收应符合设计要求和国家现行有关标准的规定：

1 环氧煤沥青防腐层应符合《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》（SY/T 0447）的规定；

2 聚乙烯防腐层应符合《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》（GB/T 23257）的规定；

3 熔结环氧粉末外涂层应符合《钢质管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范》（SY/T 0315）的规定；

4 熔结环氧粉末内防腐层应符合《钢质管道熔结环氧粉末内涂层技术标准》（SY/T 0442）的规定；

5 液体环氧涂料内涂层应符合《钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》（SY/T 0457）的规定。

7.2.2 管道阴极保护工程的施工与验收按照《埋地钢制管道阴极保护技术规范》（GB/T 21448）执行。验收时所采用的测量方法按照《埋地钢制管道阴极保护参数测量方法》（GB/T 21246）执行。

7.2.3 绝缘装置的施工与验收按照《阴极保护管道的电绝缘标准》（SY/T 0086）执行。

7.2.4 埋地管道出、入土的防腐层应高出地面 100 mm 以上，在地面交界处的管外应采取包覆

热收缩套或其他防护性措施。热收缩套搭接处应平缓，无破损和漏点。

7.2.5 需要无损检测的焊缝，其防腐应在无损检测合格后进行。

7.2.6 埋地管道的防腐应在管道安装前完成，焊口部位未经试压不宜防腐，但经过无损检测合格的焊缝可以先防腐再试压。

7.2.7 管道下沟回填前，应检查防腐层是否有漏点，特别是管道固定口以及机坪加油栓下部连接短管处的焊缝的防腐层。

7.2.8 防腐施工结束后，施工单位应对用户提供下列文件：

- 1 工厂进行防腐的管道需提供防腐管出厂合格证及质量检验报告；
- 2 涂料出厂合格证及检验报告；
- 3 补口施工记录及检验报告；
- 4 补伤施工记录及检验报告；
- 5 建设单位需要的其他有关资料。

7.2.9 管道防腐施工质量按以下要求进行检查：

主控项目

- 1 检查钢管表面除锈，锚纹深度。

检查方法：按照《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度目视评定——第1部分：未覆涂过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》（GB/T 8923.1）的要求，采用该规范所用标准照片或标准板对照目视检查，表面除锈质量不低于设计要求；用粗糙度测量仪或锚纹深度测试纸进行测量，锚纹深度应符合设计要求。

检查数量：按照本规范第7.2.1条，根据不同防腐材料所对应的技术标准进行。

- 2 钢管表面灰尘检查。

检查方法：按照《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度——第3部分：覆涂涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）》（GB/T 18570.3）的要求进行评定。灰尘等级应达到2级及以上等级。

检查数量：按照本规范第7.2.1条，根据不同防腐材料的所对应技术标准进行。

- 3 防腐层厚度。

检查方法：用磁性测厚仪对厚度进行检查，厚度应不小于设计要求。

检查数量：按照本规范第7.2.1条，根据不同防腐材料所对应的技术标准进行。

- 4 防腐层漏点检查。

检查方法：采用电火花检漏仪。电压等级按照不同防腐材料所对应的标准执行。

检查数量：按照本规范第7.2.1条，根据不同防腐材料所对应的技术标准进行。

- 5 对防腐层的粘接力进行检查。

检查方法：根据相应防腐材料的技术规范进行检查。

检查数量：按照本规范第7.2.1条，根据不同防腐材料所对应的技术标准进行。

6 外观检查：表面平滑，无气泡，无破损，有产品标识。

检查方法：目测。

检查数量：全部。

7 检查防腐材料的质量证明文件。

检查方法：查阅。

检查数量：全部。

7.2.10 采用不同防腐材料的管道防腐施工，除按照本规范第 7.2.9 条的要求外，还应符合以下要求：

1 用环氧煤沥青进行的防腐，对防腐层外观检查：防腐面应平整、均匀、光滑、无皱褶、无空鼓。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

2 用聚乙烯材料进行防腐尚需要检查的内容：

主控项目

1) 钢管表面盐分。

检验方法：按照《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》（GB/T 23257）执行。

检查数量：全部。

2) 对防腐层应进行阴极剥离试验。

检验方法：按照《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》（GB/T 23257）执行，检验不合格的应加倍，加倍检验合格的，该批防腐管道合格，否则为不合格。

检验数量：连续生产第 10 km、第 20 km、第 30 km 进行一次阴极剥离试验，之后每 50 km 进行一次，订货量不足 10 km 的也应进行一次阴极剥离试验。

3) 防腐拉伸强度及断裂伸长率试验。

检验方法：按照《塑料拉伸性能试验方法》（GB/T 1040）执行。

检验数量：每连续生产 50 km 截取样品进行测试，订货量不足 50 km 的也应进行一次拉伸强度及断裂伸长率试验。

4) 对粘接力进行检测。

检查方法：按照《埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准》（GB/T 23257）的要求进行，并判断其合格与否。

检查数量：每班至少两个温度条件下，各抽测一次。

5) 外观检查：表面应平滑，无暗泡、麻点、皱折、裂纹，色泽应均匀，防腐管端无翘边。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

6) 管道两端防腐层检查：防腐层涂敷完成后，应除去管端部位的防腐层，管端预留长度宜

为 100 mm~150 mm，且聚乙烯端面应形成不大于 30°的倒角，聚乙烯层端部外可保留不超过 20 mm的环氧粉末涂层，防腐管端部防腐层需防止剥离或翘起。

检查方法：目测并用尺测量。

检查数量：全部。

3 用熔接环氧粉末进行管道防腐检查的内容：

外观检查：防腐表面应平整，色泽应均匀，无气泡、开裂、缩孔。

检查方法：目测。

检查数量：全部。

4 使用液体环氧涂料进行内防腐时，需要检查的内容：

外观检查：表面平滑，无气泡，无划痕，钢管两端 50 mm~100 mm 范围内不涂防腐涂料。

检查方法：目测或内窥镜检查。

检查数量：全部。

7.2.11 采用牺牲阳极保护质量验收按以下要求进行：

主控项目

1 检查牺牲阳极组分质量证明文件。

牺牲阳极应标记材料类型（有商标）、重量（不含填料）、炉号。同组阳极宜选用同一炉号或开路电位相近的阳极。

检查方法：查阅相关资料。

检查数量：全部。

2 检测电缆材质及截面积。

阴极保护电缆应采用铜芯电缆，用于牺牲阳极的电缆截面积宜不小于 4 mm²。多股连接导线，每股导线截面积宜不小于 2.5 mm²。用于强制电流阴极保护的铜芯电缆截面积宜不小于 16 mm²。焊接电缆截面积大于 16 mm²时，电缆芯宜分为若干股，每股小于 16 mm²，分开焊接。

检查方法：查阅材料清单，检查电缆铭牌。

检查数量：全部。

3 检查牺牲阳极的连接电缆与管道焊接情况。

焊接点不应在弯头上或管道焊缝两侧 200 mm 范围内。

电缆与管道应采用铝热焊接；电缆与阳极接头采用焊接方式，电缆与阳极钢芯的双边焊接长度不小于 50 mm。

检查方法：现场查看。

检查数量：全部。

4 焊接处防腐检查：阳极端面、电缆连接部位、钢芯均进行防腐，防腐材料与管道防腐材料相同。

检查方法：电火花仪检测，无漏点。

检查数量：全部。

5 阳极包安装位置应符合设计要求。

牺牲阳极一般情况下距管道外壁 3 m~5 m，最小间距宜不小于 0.5 m，埋深以阳极顶部距离地面不小于 1 m 为宜。成组布置时，阳极间距以 2 m~3 m 为宜。

牺牲阳极包浸泡应充分灌水，并达到饱和。

阳极包的厚度不小于 50 mm，并与其他阳极包的厚度一致，阳极包包装袋不应采用人造纤维制品，而应采用天然纤维（棉布、麻袋）。

检查方法：现场检查，查阅资料。

检查数量：全部。

6 检测牺牲阳极的电位、电阻、电流的保护电位是否符合设计要求。

检测方法：在阳极埋入地下或阳极浇水 10 d 后进行检测，检测仪器至少包括：管道防腐层检测仪、接地电阻检测仪、万用表、CuSO₄/Cu 参比电极、参比电极（便携式）、数字型电位差计，并符合《埋地钢质管道阴极保护参数测试方法》（GB/T 21246）的规定。

检查数量：全部。

一般项目

检查测试桩设置：编号清晰，桩不歪斜，内部接线整齐，检测导线宜有颜色标识。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

7.2.11 采用强制电流进行阴极保护的防腐工程，按以下要求进行检查：

主控项目

1 检查电缆与电源接线连接情况。

应符合设计和产品说明书的要求，电缆与电源设备连接可靠，电源正负极连接正确，检测导线宜进行颜色标识。

检查方法：观察，对照设计文件和产品说明书检查。

检查数量：全部。

2 整流器外壳应接地可靠。

检查方法：观察，摇表检测接地情况。

检查数量：全部。

3 对连接电缆的检查：

1) 电缆与整流器的连接应牢固，导电良好；

2) 主电缆与辅助阳极引线之间的连接应牢固、导电良好，连接点进行的防水密封完好；

3) 所有的电缆均无外表面损伤，绝缘良好，敷设时留有足够的松弛余量，回填符合设计要求。

检查方法：观察，摇表检测接地情况。

检查数量：全部。

4 辅助阳极应按设计要求埋设，回填料应保证阳极周围均匀且没有空隙。

检查方法：测量，观察。

检查数量：全部。

5 检查阴极保护相关参数：检查管地电位，电源设备输出电压、电流；在系统通电前对所有测试装置进行自然腐蚀电位测量；系统通电后按设计要求进行汇流点的电压、电流测量。

检查方法：用直流电压表检查。

检查数量：全部。

一般项目

检查测试桩设置：编号清晰，桩不歪斜，内部接线整齐，检测导线颜色标识清楚。

检查方法：目视。

检查数量：全部。

7.3 油罐防腐

7.3.1 油罐防腐宜在油罐几何尺寸、开孔、焊缝、压力检测、严密性试验验收合格后进行，油罐板材可进行预防腐。

【条文说明】为了减少油罐进行喷砂除锈时可能造成的对环境的影响，本规范允许钢板进行板材预先除锈防腐。钢板边缘留出足够距离，以保证在进行焊接时，防腐层不受热影响，待油罐相关检测、试验合格后再对焊缝进行防腐。

7.3.2 油罐表面应采用磨料喷射处理，喷射处理前应对罐体进行检查，基底表面如有凹凸不平、焊缝波纹及非圆弧拐角，应先进行处理。喷射处理无法到达的区域可采用动力或手工工具进行处理。

7.3.3 进行喷射作业时，压缩空气应脱水、脱油处理，喷射枪气流的出口压力宜为 0.5 MPa~0.8 MPa，循环使用的磨料应设专门的回收装置。

7.3.4 表面喷射处理后，钢材表面的粗糙度、表面洁净度应符合设计要求，并采用洁净的压缩空气吹扫，用真空吸尘器或其他方法清理所有待涂的钢表面的灰尘，并尽快检查、验收、涂装。

7.3.5 涂料的配制应严格按照使用说明书的要求进行，采用双组分或多组分涂料应用专用的搅拌机使涂料混合均匀；如有结皮，应用 200 目的筛网进行过滤，并在规定时间内用完。

7.3.6 涂装施工按以下要求进行：

1 涂装时，钢表面的温度应高出露点温度 3℃，且不高于 50℃；油罐内空气相对湿度宜不高于 80%；

2 当施工环境通风较差时，应采取措施强制通风；

- 3 涂装前应进行试涂，试涂合格后方可进行正式涂装；
- 4 涂刷时应纵横交错，每层宜往复进行；
- 5 涂装间隔时间，应严格按照涂料使用说明书的要求，在规定的时间内涂敷底漆、中间漆和面漆。

7.3.7 罐内涂装作业时，用电设备应符合防爆要求。供电线路应悬吊架设，支撑点牢固，避开作业空间。施工照明用电宜使用 36 V 安全电压。

7.3.8 油罐包边角钢内侧宜先除锈，并喷涂底漆后再安装。

7.3.9 安装抗风圈的油罐，宜对抗风圈内侧先除锈，并喷涂底漆后再安装。

7.3.10 油罐防腐施工结束后，施工单位应提供以下文件：

- 1 涂料出厂合格证及检验报告；
- 2 防腐层涂敷施工记录；
- 3 防腐层质量检验报告；
- 4 修补与复涂记录，包括修补地点、数量、原因、采取措施，检验结果；
- 5 其他有关记录。

7.3.11 油罐采用涂料进行防腐的质量验收按以下要求进行：

主控项目

- 1 涂料品种、颜色、质量应符合设计要求、订货要求，并应在有效期内。

检查方法：检查产品合格证书或质量证明书。

检查数量：全部。

- 2 涂装前钢材表面除锈检查：应符合设计对钢材表面的处理要求。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水、毛刺等。

检查方法：使用铲刀并对照《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第一部分》（GB/T 8923.1）、《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定第三部分》（GB/T 8923.3）进行检查。

检查数量：2 000 m³（含）以下，每台罐抽查 5 处；2 000 m³以上的每台罐抽查 10 处。

- 3 检查表面粗糙度：采用涂料的钢材表面锚纹深度应为 40 μm~80 μm；采用有机富锌涂料的锚纹深度为 40 μm~60 μm；采用无机富锌涂料的锚纹深度为 60 μm~80 μm。设计另有规定的按设计要求进行检查。

检查方法：用粗糙度仪进行锚纹深度检测。

检查数量：2 000 m³（含）以下，每台罐抽查 5 处；2 000 m³以上的每台罐抽查 10 处。

- 4 涂层厚度检测。

以 1 m²为一个检测区域，每个检测区域至少抽测两个点，每个罐至少设 20 个区域，焊缝处的抽测点数应不少于总检测点数的 30%。每个检测区域，有 1 个以上的测点不合格，则该区域不合格。若不合格区域不超过 5%，则应对涂层厚度低于规定厚度 90%的区域进行复涂，若不合

格区域超过 5%，则对相应部位加倍检查，若加倍检查部分的不合格区域仍然超过 5%，则该部分的涂层厚度为不合格，应重新复涂，直至检测合格。若加倍检查的区域不超过 5%，则对防腐层厚度低于规定厚度 90% 的区域进行复涂。

检查方法：用磁性测厚仪进行测量。

检查数量：将油罐划分为罐顶、罐壁、罐底三部分，按表 7.3.8 比例进行检测。

表 7.3.8 油罐防腐检测比例

油罐容积 (m ³)	<10 000	≥10 000
检验面积的百分率	20	10

5 涂层粘结力检查：以涂层呈脆性点状断裂、不出现成片挑起或剥离现象为合格。

检查方法：用刀片垂直划透涂层，形成边长 40 mm、夹角 45° 的 V 形切口。用刀尖从切割线交点挑拨切口内的防腐层进行检查。如不合格应加倍检查，如加倍检查仍有不合格，则该部分涂层粘结力均不合格。经粘结力检验受损的内防腐层应进行修补。

检查数量：将油罐划分为罐顶、罐壁、罐底三部分，每部分至少选择 1 点进行检查。

6 涂层漏点检测。

检查方法：用电火花检漏仪进行检测，以不打火花为合格。对于检测出的漏点应进行修补、复涂。普通级的防腐层漏点平均每平方米不超过 2 个，加强级的防腐层漏点平均每平方米不超过 1 个时，可进行修补；普通级的防腐层漏点每平方米超过 2 个、加强级的防腐层漏点每平方米超过 1 个时，应全面复涂。

检查数量：抽取面积符合本条第 4 款的要求。

一般项目

涂层外观检查：每道涂层的外观应平整光滑、涂层厚度均匀，颜色一致，无漏涂、泛锈、气泡、流挂、皱皮、凸起、咬底、剥落、开裂等缺陷。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

8 消防、给排水及暖通工程

8.1 消防施工

8.1.1 消防系统分部工程、分项工程、检验批应按《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974)、《泡沫灭火系统施工及验收规范》(GB 50281)、《自动喷水灭火系统施工及验收规范》(GB 50261)划分。

8.1.2 消防系统施工、系统调试、系统验收应按《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974)、《泡沫灭火系统施工及验收规范》(GB 50281)、《自动喷水灭火系统施工及验收规范》(GB 50261)的有关规定执行。

8.1.3 消防系统施工前应对设备、材料进场检查,并满足下列要求:

1 设备、管材、管件应符合国家现行相关产品标准的规定,并应具有出厂合格证或质量证明书。

检查方法:检查相关资料。

检查数量:全部检查。

2 消防水泵、消火栓、消防水带、消防水枪、消防软管卷盘或轻便水龙、报警阀组、电动(磁)阀、压力开关、流量开关、消防水泵接合器、沟槽连接件、泡沫比例混合装置、泡沫产生器、泡沫液等系统主要设备和组件应具有国家消防产品质量监督检验中心检测合格证。

检查方法:检查相关资料。

检查数量:全部检查。

3 稳压泵、气压水罐、消防水箱、自动排气阀、信号阀、止回阀、安全阀、减压阀、倒流防止器、蝶阀、闸阀、流量计、压力表、液位计等应具有国家产品质量监督检验中心检测合格证。

检查方法:检查相关资料。

检查数量:全部检查。

4 对于消防水泵和稳压泵的检验需满足下列要求:

- 1) 消防水泵和稳压泵的流量、压力和电机功率应满足设计要求;
- 2) 消防水泵和稳压泵的电机功率应满足水泵全性能曲线运行的要求;
- 3) 泵及电机的外观表面不应有碰损,轴心不应有偏心。

检查方法:外观检查和查验认证文件。

检查数量：全部检查。

5 洒水喷头、泡沫产生装置、泡沫比例混合装置、泡沫液储罐等灭火系统的专用组件的进场检查应符合《自动喷水灭火系统施工及验收规范》（GB 50261）、《泡沫灭火系统施工及验收规范》（GB 50281）、《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50974）等的有关规定。

6 属于下列情况之一的泡沫液，应由监理工程师组织现场取样，送至具备相应资质的检测单位进行检测，其结果应符合国家现行有关产品标准和设计要求：

- 1) 6%型低倍数泡沫液设计用量大于或等于 7 t；
- 2) 3%型低倍数泡沫液设计用量大于或等于 3.5 t；
- 3) 合同文件规定现场取样送检的泡沫液。

检查方法：检查现场取样送检，检查现场取样，按现行国家标准《泡沫灭火剂通用技术条件》（GB 15308）的规定，查阅其发泡性能（发泡倍数、析液时间）和灭火性能（灭火时间、抗烧时间）的检验报告。

检查数量：按送检需要量。

7 消防产品和消防给水管材及管件的检验应满足表 8.1.3-1、表 8.1.3-2 的要求。

表 8.1.3-1 消防产品标准

序号	产品	国家现行标准
1	消防水泵	《消防泵》（GB 6245）、《离心泵技术条件（I）类》（GB 16907）或《离心泵技术条件（II）类》（GB 5656）
2	稳压泵	《离心泵技术条件（II）类》（GB 5656）
3	室外消火栓	《室外消火栓》（GB 4452）
4	室内消火栓	《室内消火栓》（GB 3445）
5	消防水带	《消防水带》（GB 6246）
6	消防水枪	《消防水枪》（GB 8181）
7	泡沫灭火剂	《泡沫灭火剂》（GB 15308）

表 8.1.3-2 消防给水管材及管件标准

序号	管材及管件	国家现行标准
1	低压流体输送用镀锌焊接钢管	《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T 3091）
2	输送流体用无缝钢管	《输送流体用无缝钢管》（GB/T 8163）
3	柔性机械接口铸铁管和管件	《柔性机械接口灰口铸铁管》（GB/T 6483）
4	离心铸造球磨铸铁管和管件	《水及燃气管道用球磨铸铁管、管件和附件》（GB/T 13295）
5	流体输送用不锈钢无缝钢管	《流体输送用不锈钢无缝钢管》（GB/T 14976）
6	沟槽式管接件	《自动喷水灭火系统——第 11 部分：沟槽式管接件》（GB 5135.11）
7	钢丝网骨架塑料（PE）复合管	《钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管》（CJ/T 189）

8.1.4 储罐区安装的消防控制阀应全部检查，并进行阀门的强度、密封试验。

8.1.5 消防给水、消火栓和冷却水系统试压和冲洗满足下列要求：

- 1 消防管道安装完毕后，应对其进行强度试验、冲洗和严密性试验；
- 2 试验方法应按现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50974）有关规定执行，试验压力应满足表 8.1.5 的要求。

表 8.1.5 压力水管道水压强度试验的试验压力

管材类型	系统工作压力 P (MPa)	试验压力 (MPa)
钢管	≤ 1.0	1.5P, 且不小于 1.4P
	> 1.0	P+0.4
球磨铸铁管	≤ 0.5	2P
	> 0.5	P+0.5
钢丝网骨架塑料管	≥ 0.1	1.5P, 且不小于 0.8P

注：P——系统工作压力。

8.1.6 水压强度试验的测试点应设在系统消防管道的最低点。对消防管道注水时，应将消防管道内的空气排净，并缓慢升压，达到试验压力稳压 30 min 后，消防管道应无泄漏、无变形，且压力降应不大于 0.05 MPa。

8.1.7 泡沫灭火系统管道安装完毕后应进行水压试验，并满足下列要求：

- 1 试验应采用清水进行，试验时，环境温度应不低于 5℃；当环境温度低于 5℃时，应采取防冻措施；
- 2 试验压力应为设计压力的 1.5 倍；
- 3 试验前应将泡沫产生装置、泡沫比例混合器（装置）与管道隔离；
- 4 试验合格后，应按《泡沫灭火系统施工及验收规范》（GB 50281—2006）表 B.0.2-4 记录。

检查方法：管道充满水，排净空气，用试压装置缓慢升压，当压力升至试验压力后，稳压 10 min，管道应无损坏、变形，再将试验压力降至设计压力，稳压 30 min，以压力不降、无渗漏为合格。

8.2 给排水、暖通工程

8.2.1 给排水、暖通专业管道工程的施工及验收应按《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268）、《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）、《建筑给排水及采暖工程施

工质量验收规范》（GB 50242）执行。

8.2.2 给水系统采用的管材、管件和设备，应符合国家现行有关产品标准的要求。管材、管件和设备的工作压力不应大于产品标准公称压力。

【条文说明】用于给水系统的管材、管件和设备较多，符合国家现行有关产品标准是基本要求。管件的允许工作压力，除取决于管材、管件的承受能力外，还与管道接口能承受的拉力有关。这三个允许工作压力中最低者，为管道系统的允许工作压力。

8.2.3 应采用节能、环保材料，不应使用国家明令淘汰、禁用的产品。

【条文说明】1999年建设部等四部委已明确提出了在建设项目中禁止使用冷镀锌钢管并逐步禁止在室内给水管道中使用热镀锌钢管，淘汰砂模铸造铸铁排水管等落后管材及用水设备。推广使用节能、环保、满足供水安全的塑料管、复合管材及用水设备。

8.2.4 给排水、暖通系统安装工程中所采用的管材、管件、阀门、接口材料、防腐及隔热材料等应具有生产厂的质量证明文件，对材料的质量证明文件的特性数据有怀疑时应经复验合格。

8.2.5 管道基础应严格控制管底高程。设计文件无规定时，管道应敷设在未经扰动的原状土上。槽底局部超挖或发生扰动时，需按以下方法处理：

1 超挖深度不超过 150 mm 时，可用挖槽原土回填夯实，其压实度不应低于原地基土的密实度。

2 槽底地基土壤含水量较大，不适于压实时，应采取换填等有效措施。

3 槽底为岩石和坚硬地基且设计文件无规定时，管道下方应铺设不含有有机杂质物的砂或细土垫层，并压实。金属管道铺设厚度不小于 100 mm；非金属管道铺设厚度宜为 150 mm ~ 200 mm。

4 石灰土管基的密实度应达到设计文件要求。

5 混凝土管基的强度应达到设计文件要求。

8.2.6 沟槽的回填需满足以下要求：

1 压力管道水压试验合格。

2 重力管道敷设后，除接口外应及时回填土。当采用混凝土管时，应在闭水试验合格后回填。

3 有闭水试验要求的排水井、室基坑应在闭水试验合格后回填。

8.2.7 沟槽的回填施工需满足以下条件：

1 回填时，沟槽内应无积水、杂物。

2 槽底至管顶以上 0.5 m 范围内，回填土料中不应含有有机杂质、冻土以及大于 50 mm 的砖、石等硬块；在外防腐绝缘层和抹带接口处应采用细粒土回填，塑料管道管底腋角 2α 范围内，如图 8.2.7 所示应采用中砂或粗砂回填，并满足下列要求：

1) 管底腋角 2α 宜为 $9^\circ \sim 120^\circ$ 。

- 2) 管底腋角 2α 范围内回填土厚度 (B_1 区) 不小于 0.2 倍管径 D 。
- 3 管顶以上 0.5 m 范围内, 应用人工回填, 回填应从管道两侧对称进行并分层夯实, 不应损坏管道及防腐层。
- 4 机械夯实每层虚土厚度应不大于 300 mm, 人工夯实每层虚土厚度应不大于 200 mm。
- 5 井室外围应按设计要求围绕井室中心对称回填并分层夯实, 不应漏夯。当无设计要求时, 路面范围内的井室周围宜用石灰土、砂砾等材料回填并夯实。
- 6 管顶敷土厚度小于 0.7 m 时, 不应采用大、中型机械设备压实, 且不应有其他机械设备通行。
- 7 管道上部为作业区域地面, 设计文件无要求时, 回填土厚度及压实系数要求按图 8.2.7 分区, 回填土应满足下列要求:
 - 1) 管顶以上 C 区回填土厚度应不小于 500 mm, 管子两侧 B 区回填土厚度为 1 倍管径 D 。
 - 2) 沟槽回填土的压实系数宜为:
 - a A 区、B 区不小于 90%;
 - b C 区管顶以上不小于 83%, 其余不小于 90%。

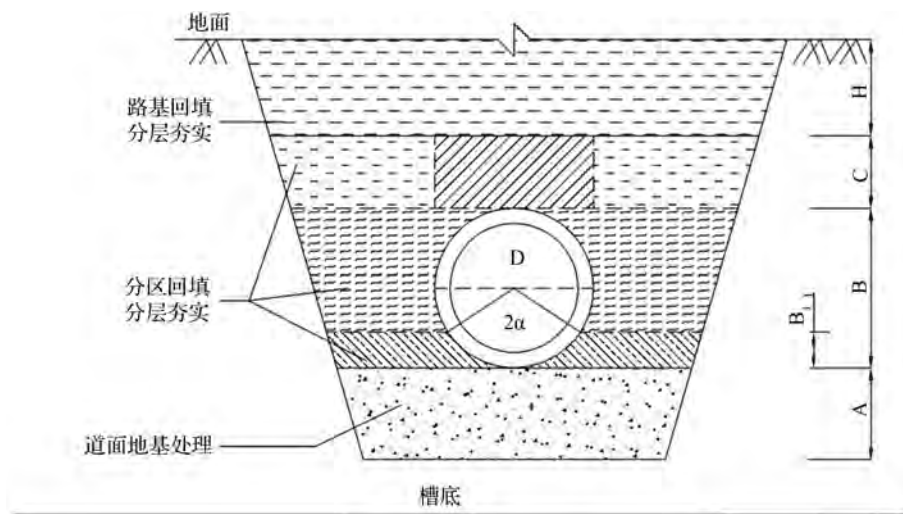


图 8.2.7 沟槽回填压实示意

注: A 区——管道地基处理厚度; H 区——路基厚度。

- 8 当管道上部为路基时, 回填土分区 (如图 8.2.7 所示) 压实系数应满足下列要求:
 - 1) A 区不小于 90%;
 - 2) C 区距管顶 250 mm 以下为 87%;
 - 3) C 区其余回填土及 H 区回填土应满足路基的要求。
- 9 土面区管沟回填应用原状土回填, 宜用细土回填至管顶以上 300 mm 后方可用原状土回填, 回填土中岩石和碎石块最大粒径不应超过 250 mm。管沟回填应留有沉降余量, 回填土宜高

出地面30 mm以上。耕作土地段的管沟应分层回填，宜将表面耕作土置于管沟最上层。

10 检查压实系数应设置检验批，每层每侧一组（每组3点），用环刀法检查或采用《土工试验方法标准》（GB/T 50123）中的其他方法。检验批的设置应满足下列要求：

- 1) 管道基础每100 m为一个检验批；
- 2) 回填土每1 000 m²或每两井之间为一个检验批；
- 3) 每次回填不足1 000 m²的，设为一个检验批。

8.2.8 给排水管道施工质量验收所涉及的主控项目和一般项目，按《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268）执行。

8.2.9 暖通工程施工质量验收所涉及的主控项目和一般项目，按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242）执行。

9 供配电与电气安装工程

9.1 电缆安装

9.1.1 电缆敷设施工及验收除满足本规范要求外，尚应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB 50168）的有关规定。

9.1.2 电缆应按设计要求的型号、规格，结合实际路由所需要的长度进行采购。

9.1.3 敷设电缆时，电缆应从电缆盘的上端引出，不应在支架上及地面摩擦拖拉，不应有铠装压扁、电缆绞拧、护层折裂等机械损伤。

9.1.4 电缆敷设时应排列整齐并加以固定，不宜交叉，并及时装设标识牌。

9.1.5 电缆进入电缆沟、隧道、竖井、建筑物、盘（柜）以及穿管时，与套管、电缆套管及构筑物的间隙应封堵。电缆保护钢套管两端未做喇叭口的应加护圈。

9.1.6 机坪内航油工程电缆宜与机场工程电缆同沟敷设或借用机场电缆套管敷设。

【条文说明】 机坪供油工程建设方与机场相关单位沟通，相关机坪航油工程的电缆与机场工程项目的电缆同沟或借用其电缆套管敷设，以减少机坪的开挖及便于日后的维护。双方的设计单位加强沟通，并在施工图纸上进行明确。

9.1.7 材料验收按下列要求进行：

1 产品的技术文件、试验证明文件应齐全。

2 电缆型号、规格应符合订货要求，电缆盘架上的规格标注应符合国家的有关规定要求；电缆外观不应受损。

3 电缆封头应严密。当外观检查有怀疑时，应进行受潮试验及线间绝缘测试。

4 铠装电缆应有内护套保护。

9.1.8 直埋电缆敷设按以下要求：

1 电缆应敷设在壕沟里，沿电缆全长的上、下紧邻侧铺以厚度不少于 100 mm 的软土或砂层。

2 电缆全长应覆盖宽度不小于电缆两侧各 50 mm 的保护砖或混凝土板。

3 直埋电缆在直线段每隔 50 m~100 m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处应设置明显的方位标识或标桩。

4 寒冷地区电缆宜敷设在冻土层以下，当无法深埋时，可埋设在土壤排水性好的干燥冻土

层或回填土中，也可采用其他防止电缆受到损伤的措施。

5 电缆穿越道路、建筑物以及引出地面高度 2 m 以下的部分应设保护管。保护管的内径应不小于电缆包络外径的 1.5 倍，每根一管。一根单芯电缆不应穿在磁性保护管内，但可将同一回路的单芯电缆一起穿入同一管内。

6 直埋敷设的电缆严禁位于地下管道的正上方或正下方。

7 直埋电缆敷设深度满足表 9.1.8-1 的要求。

表 9.1.8-1 直埋电缆深度要求

项目	分布情况	最小深度 (m)
直埋电缆的埋设深度	一般情况	0.7
	机耕农田	1.0
	穿越路面	1.0

8 直埋电缆间以及电缆与建筑物的间距满足表 9.1.8-2 的要求。

表 9.1.8-2 直埋电缆间以及电缆与建筑物的间距

项目	情况	间距 (m)
电缆与各种设施平行与交叉净距	离建筑物基础	0.6
	与排水沟底的交叉	0.5
	与热力管道平行	2.0
	与热力管道交叉	0.5
	与其他管道平行或交叉	0.5
电缆相互间净距	平行时	0.1
	交叉时	0.5

9.1.9 电缆套管内电缆的敷设按以下要求进行：

1 电缆在下列地点敷设时应采用电缆套管敷设：电缆进入建筑物、隧道，穿过防火堤、楼板及墙壁处；从沟道引至电杆距地面高度 2 m 以下的一段；可能有载重设备压覆电缆上面的区段。

2 每根电缆管的弯头不应超过 3 个，直角弯不应超过 2 个。

3 管道内部应无积水和杂物堵塞。电缆穿管敷设时，不应损伤护层，可采用无腐蚀性的润滑剂或润滑粉。

9.1.10 电缆沟中的电缆敷设按以下要求进行：

1 电力电缆和控制电缆不应配置在同一层支架上；

2 高低压电力电缆，强电、弱电控制电缆应按顺序分层配置，宜由上而下配置；

3 电缆敷设完毕后，应及时清除杂物，盖好盖板并应将盖板缝隙密封。

9.1.11 电缆在金属桥架上敷设按以下要求进行：

- 1 金属电缆桥架及支架全长应不少于 2 处与接地（PE）或接零（PEN）干线相连接；
- 2 电缆桥架水平敷设时，支撑跨距宜为 1.5 m~3 m，电缆桥架垂直敷设时固定点间距宜不大于 2 m；
- 3 电力电缆桥架上宜不超过 2 层；控制电缆在桥架上宜不超过 3 层。

9.1.12 电缆敷设在覆土前应测绘 1：500 电缆实际走向详图，并同电缆有关资料一起保存。

9.1.13 电力电缆敷设应进行以下电气试验：

- 1 测量绝缘电阻；
- 2 直流耐压试验及泄漏电流测量；
- 3 测量金属屏蔽层电阻和导体电阻比；
- 4 检查电缆线路两端的相位；
- 5 交叉互联系统试验。

9.1.14 控制信号电缆敷设安装工程施工中应进行以下试验：

- 1 用 500 V 兆欧表测试线间绝缘；
- 2 用 500 V 兆欧表逐芯测试对地绝缘；
- 3 用万用表进行通断测试。

9.1.15 电缆敷设质量验收按以下要求进行：

主控项目

1 检查电缆的接地：电缆线路铠层、保护套管、屏蔽层、PE 线等接地应与接地极接触良好；接地电阻值应符合设计要求。

检查方法：目视检查及用接地摇表检查。

检查数量：全部。

2 电缆终端、电缆接头应固定牢靠，应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB 50168）的有关规定；电缆接线端子与所接设备端子应接触良好。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

一般项目

1 对电缆敷设检查按以下内容进行：

1) 电缆规格应符合规定；排列整齐，无机械损伤；标识牌（起止点、规格型号、电缆号、长度）应装设齐全、正确、清晰。

2) 电缆的固定、弯曲半径、单芯电力电缆的金属护层的接线等应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB 50168）的有关规定。

3) 电缆沟内应无杂物，盖板齐全；隧道内应无杂物，照明、通风、排水等设施应符合设计要求。

4) 直埋电缆路径标识应与实际路径相符并清晰、牢固。

标识检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

2 检查工程验收资料：

1) 电缆线路路径的协议文件。

2) 设计资料图纸、电缆清册、变更设计的证明文件和竣工图。

应提交设计资料图纸、电缆清册、变更设计的证明文件和竣工图。电缆敷设竣工图应标注接头位置及准确的路由。

3) 直埋电缆输电线路的敷设位置图比例尺宜为 1 : 500；地下管线密集的地段应不小于 1 : 100；在管线稀少、地形简单的地段可为 1 : 1000；平行敷设的电缆线路，宜合用一张图纸。图上应标明各线路的相对位置，并有标明地下管线的剖面图。

4) 电缆线路的原始记录：

a 电缆的型号、规格及其实际敷设总长度及分段长度，电缆终端和接头的型式及安装日期；

b 电缆终端和接头中填充的绝缘材料名称、型号。

5) 电缆线路的施工记录：

a 隐蔽工程隐蔽前的检查记录或签证；

b 电缆敷设记录；

c 质量检验及评定记录。

6) 制造厂提供的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件。

检查方法：目视。

检查数量：全部。

【条文说明】 电缆清册是敷设电缆和指导施工的依据，运行维护的档案资料，包括每根电缆的编号、起始点、型号、规格、长度等项目，并分类统计出总长度，控制电缆项还包括每根电缆的备用芯。电缆编号是识别电缆的标识，故电缆编号不重复，并且有一定的含义和规律，能表达电缆的特征。

电缆清册见表 9.1.15。

表 9.1.15 电缆清册

序号	设备编号	电缆编号	使用芯数	电缆型号 及截面	电缆走向		电缆长度	备注
					起点	终点		

9.2 高压配电设备及变压器安装

9.2.1 高压配电设备及变压器工程施工及验收需符合现行国家标准：

1 高压配电设备安装施工应符合《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》（GB 50147—2010）第 6.3 节、第 6.4 节的规定；

2 二次回路接线应符合《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB 50171）的规定；

3 变压器的安装施工应符合《电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》（GB 50148）的规定。

9.2.2 高压配电及附属设备按以下要求进行验收：

1 应查验产品合格证、生产许可证编号、安全认证编号及技术文件是否齐全完好，直流电源柜应有出厂试验记录。

2 外观检查：有铭牌；柜内元器件无损坏丢失、接线无脱落焊；蓄电池柜内电池壳体无碎裂、漏液；涂层完整，无明显碰撞凹陷。

9.2.3 变压器及其附属设备按以下要求进行验收：

1 查验变压器合格证、出厂随带技术文件、出厂试验记录是否齐全完好。

2 外观检查：铭牌及附件应齐全；绝缘子无缺损、裂纹、移位；涂层完整，无明显凹陷。

9.2.4 高压电气施工完成，送电前按《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150）进行以下电气试验：

1 对真空断路器应用 2 500 V 兆欧表量测变压器高压侧三相相间和三相对地绝缘电阻。检查动静触头接触电阻测量记录；

2 电流互感器应进行以下电气试验项目：

1) 绝缘电阻测量：用 2 500 V 兆欧表测量绕组间及绕组对地绝缘电阻；

2) 工频（额定电压的 1.2 倍）耐压试验，不低于 1 min。

3 应对二次回路进行检测。

9.2.5 高压配电设备安装的验收按以下要求进行：

主控项目

1 断路器与操作机构联动应正常、无卡阻。

检查方法：操作及目视检查。

检查数量：全部。

2 分合闸指示应正确；辅助开关动作应正确、可靠。

检查方法：操作及目视检查。

检查数量：对主进线断路器、回路断路器全部检查，辅助开关 50%。

3 开关柜应具备电气误操作的“五防”功能。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

4 开关柜所安装的带电显示装置应正常显示。

检查方法：操作及目视检查。

检查数量：全部。

5 查验产品合格证、生产许可证编号、安全认证编号及技术文件，直流电源柜应有出厂实验记录。

检查方法：查阅相关文件。

检查数量：全部。

【条文说明】五防是指：防止误分、合断路器；防止带负荷分、合隔离开关；防止带电挂（合）接地线（接地开关）；防止带接地线（接地开关）合断路器（隔离开关）；防止误入带电间隔。

一般项目

1 断路器应固定牢靠，外观应清洁。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

2 电气连接应可靠且接触良好。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

3 检查并联电阻的电阻值、电容值，应符合产品文件的要求。

检查方法：用万用表量测。

检查数量：全部。

4 绝缘部件、瓷件应完好无损。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

5 手车或抽屉式开关柜在推入或拉出时应灵活，机械闭锁应可靠。

检查方法：操作及目视检查。

检查数量：全部。

6 交接试验应合格。

检查方法：查阅相关资料及目视检查。

检查数量：全部。

7 油漆应完整，相色标识应正确，接地应良好、标识清楚。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

8 外观检查：有铭牌；柜内元器件无损坏丢失、接线无脱落焊；蓄电池柜内电池壳体无碎裂、漏液；涂层完整，无明显碰撞凹陷。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

9.2.6 变压器质量的验收按以下要求进行：

主控项目

1 查验变压器合格证、出厂随带技术文件、出厂试验记录。

检查方法：查阅相关文件。

检查数量：全部。

2 检查变压器空载投入冲击试验报告；变压器试运行前，应进行全电压冲击试验，以检验变压器的绝缘性和保护装置完好性。

全电压冲击合闸，第一次投入时由高压侧投入，受电后，持续时间不少于 10 min；经检查无异常情况后，再每隔 5 min 进行冲击一次，连续进行 3~5 次全电压冲击合闸，励磁涌流不应引起保护装置误动作；24 h 空载试运行。应对以上操作做记录。

检查方法：观察。

检查数量：全部。

3 检查变压器空载运行温升及噪声。温度、噪声应满足产品说明书指标要求。

检查方法：观察，测量。

检查数量：全部。

【条文说明】本条第 2、3 款说明如下：

第 2 款：空载投入是指变压器不带负荷投入，所有负荷侧开关应全部拉开。

第 3 款：变压器发出以下几种情况异常声响，应检查原因及时分析处理：(1) 声音比较大而均匀时，可能是外加电压比较高；(2) 声音比较大而嘈杂时，可能是芯部有松动；(3) 有放电声音，可能是芯部和套管有表面闪络；(4) 有爆裂声响，可能是芯部被击穿。

一般项目

1 变压器各零部件应无损伤和移位，各部位应清洁、无异物。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

2 所有紧固件、连接件及绝缘压块连接应牢靠。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

3 分接档位连接片的位置应与三相一致。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

4 夹件、铁心和箱体及其防护罩应可靠接地。

检查方法：用万用表量测。

检查数量：全部。

5 温控器、测温传感器应按要求插在低压线圈上端的测温孔。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

6 风机、测温仪工作正常。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

7 变压器中性点应与接地装置引出干线直接连接，接地装置的接地电阻值不应大于 $4\ \Omega$ 。

检查方法：用接地摇表量测。

检查数量：全部。

8 铭牌及附件应齐全；绝缘子无缺损、裂纹、移位；涂层完整，无明显凹陷。

检查方法：目视，测试，检查。

检查数量：抽查 50%。

【条文说明】变压器的中性点即变压器低压侧三相四线输出的中性点（N 端子）。为了用电安全，建筑电气设计选用中性点（N）接地的系统，并规定与其相连的接地装置接地电阻最大值，施工后实测值不允许超过规定值。由接地装置引出的干线，以最近距离直接与变压器中性点（N 端子）可靠连接，以确保低压供电系统可靠、安全地运行。

9.3 低压配电设备安装

9.3.1 低压配电设备工程施工及验收应符合《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB 50171）及《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》（GB 50254）的有关规定。

9.3.2 当采用柴油发电机进行供电时，其安装质量与要求应符合本规范第 5.2 节的规定。

9.3.3 设备、材料验收应检查产品合格证、生产许可证编号、安全认证编号及技术文件，并进行外观和铭牌检查。柜内元器件应无损坏丢失，接线应无脱落焊，涂层应完整，无明显碰撞凹陷。母线与支线应用颜色标明相序，A、B、C 相分别为黄、绿、红色；相序排列应符合设计图纸要求。主母线、零母线应由制造厂提供，母排连接应镀锡。

9.3.4 低压电气试验按以下要求进行：

1 电气装置的交流工频耐压试验，试验持续时间应不小于 1 min，应无击穿闪络现象；

- 2 低压电器动作情况检查，在电压额定值 85%~110%的范围内应可靠动作；
- 3 脱扣器的整定值误差不应超过产品技术文件的规定；
- 4 电阻器及变阻器的直流电阻差应符合产品技术文件的规定。

9.3.5 低压配电设备安装按以下要求进行验收：

主控项目

- 1 二次接线绝缘电阻测量及交流耐压试验按以下要求进行：
 - 1) 测量绝缘电阻：二次回路的绝缘电阻值常温下应大于 1 M Ω /1 千伏；
 - 2) 交流耐压试验：柜（屏、台、箱、盘）间二次回路交流工频耐压试验（可使用绝缘摇表），当绝缘电阻值大于 10 M Ω 时，用 2 500 V 兆欧表摇测 1 min，应无闪络击穿现象；当绝缘电阻值在 1 M Ω ~10 M Ω 时，进行 1 000 V 交流工频耐压试验，时间 1 min，应无闪络击穿现象；
 - 3) 送电前应测量负载是否存在短路现象；
 - 4) 设有母线分段的应试验互投、自投装置。

检查方法：实测。

检查数量：全部。

- 2 继电器整定值应满足使用设备的要求。

检查方法：实测。

检查数量：全部。

一般项目

- 1 柜（屏、台、箱、盘）接地或接零验收应按以下要求进行：
 - 1) 装有电器的可开启门，门、框架的接地端子用软铜线连接，且有标识。
 - 2) 柜（屏、台、箱、盘）内保护导体有连接外部保护导体的端子或汇流排，柜（屏、台、箱、盘）内保护导体最小截面积应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB 50303）的有关规定。箱（盘）内，分别设置零线（N）和保护地线（PE 线）汇流排，零线和保护地线经汇流排配出。
 - 3) 明敷接地干线应沿长度方向涂以黄色和绿色相间的条纹，每段条纹为 15 mm~100 mm。
 - 4) 接地装置的接地电阻值符合设计要求。

检查方法：目视检查，用接地摇表检测电阻。

检查数量：全部。

- 2 二次接线柜内验收的检查项目：

1) 依据设计文件及变更文件，核对柜内的元件规格、型号，安装位置应正确。二次回路的设计由配电柜生产厂家根据设计院图纸及现场设备或控制系统的需求绘制，厂家设计图纸应得到设计院的确认。

2) 各导线的截面应符合图纸的要求。

3) 柜内各设备间的连线及由柜内设备引至端子排的连线应符合设计图纸要求。

4) 三相电压相序是否正相序，开关操作应灵活，标签、标识牌应清晰正确。

5) 电流互感器二次回路紧固螺丝不应开路。

检查方法：测量，对照检查查阅文件资料。

检查数量：全部。

3 二次接线柜间验收的检查项目如下：

1) 柜与柜之间的联络电缆应逐一校对；

2) 在检查回路接线时，应检查导线、电缆、继电器、开关、按钮、接线端子的标记是否符合图纸要求；对有极性关系的保护，还应检查其极性关系的正确性。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

4 检查回路中所有操作装置的接线应正确，操作应灵活，辅助触点动作应准确；联锁应可靠。

检查方法：操作及目视检查。

检查数量：全部。

5 检查电流回路和电压回路：电流互感器接线应正确，极性应正确；二次侧不应开路；电压互感器二次侧不应短路，二次侧应装熔断器保护。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

6 电流互感器 K2 端应接地，电压互感器铁芯应接地。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

9.4 配电箱安装

9.4.1 配电箱安装工程的施工及验收除满足本规范要求外，尚应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB 50303）的有关规定。

9.4.2 设备、材料验收按以下要求进行：

1 检查配电箱的出厂合格证、生产许可证和试验记录是否齐全有效；

2 外观检查包括：箱体周边应平整无损伤，油漆应无脱落；

3 开箱检验：箱内各种器具应安装牢固，导线排列应整齐，压接应牢固，二层底板厚度应不小于 1.5 mm；

4 各种断路器应进行外观检验、整定及操作试验。

9.4.3 配电箱安装应具备下列条件：

1 墙体结构已弹出施工水平线。根据设计要求找出配电箱位置并按箱体外形尺寸进行弹线定位。

2 安装配电箱所需的固定件已预埋。

3 随土建结构预留的配电箱的安装位置正确，大小合适。

4 暗装配电箱箱体时，安装箱体墙面的抹灰已全部完成；暗装配电箱盘时，土建装修的抹灰、喷浆及油漆已全部完成。

5 明装配电箱时，土建装修的抹灰、喷浆及油漆已全部完成。

9.4.4 配电箱的安装按以下要求进行：

1 导线剥削处不应损伤线芯或线芯过长，导线压头应牢固可靠，如多股导线与端子排连接时，应加装压线端子（鼻子），然后一起烫锡，再压按在端子排上。如与压线孔连接时，应把多股导线烫锡后穿孔用顶丝压接。接插件与硬导线连接时应采用焊接方式。

2 导线引出面板时，面板线孔应光滑无毛刺。

3 金属面板应装设绝缘保护套，宜一孔一线，但下列情况除外：

1) 指示灯配线；

2) 控制两个分闸的总闸配线线号相同。

4 配电箱内盘面闸具位置应与支路相对应，标明回路名称。

5 配电箱内的交流、直流或不同电压等级电源，应具有明显的标识。

6 配电箱盘面上安装的各种刀闸，当处于断路状态时，刀片可动部分均不应带电。

7 配电箱上的小母线应带有黄（L1相）、绿（L2相）、红（L3相）、淡蓝（N零线）等颜色，应有黄绿相间双色线的保护接地线。

8 配电箱上电器设备、仪表应牢固平整整洁、间距均匀，铜端子应无松动，启闭应灵活，零部件应齐全。

9 配电箱内应分别设置零线（N）和保护地线（PE线）汇流排，保护地线（PE线）汇流排应与柜箱体做可靠连接，各支路零线和保护地线应接在汇流排上，不应绞接。

10 配电箱内的接地应牢固良好。保护接地线的截面应按表 9.4.4 的规定选择，并应与设备的主接地端子有效连接。

表 9.4.4 配电箱保护接地线的截面选择表（单位： mm^2 ）

装置的相、导线的截面积 S	相应的保护导线的最小面积 S_p
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$35 < S \leq 400$	$S_p = S/2$

11 配电箱的箱体及二层金属覆板应与保护接地连接，在订货时应提出设置专用的、不可

拆卸的接地螺栓，其保护接地线截面应按上表的规定选择，并应与其专用接地螺栓有效连接。PE 线不应利用箱体、壳体串接。

12 配电箱门内侧应张贴配电图。

13 配电箱可开启的门、活动面板、活动台面如装有电器设备，应用铜软线与接地良好的金属构架、箱体可靠连接。

9.4.5 配电箱安装的验收按照以下要求进行：

主控项目

1 检查配电箱接线是否正确、规范、规整。

检查方法：对照设计及设备接线图逐一进行检查。

检查数量：全部。

2 检查有关隐蔽工程及施工测试记录。

检查方法：检查相关施工记录。

检查数量：全部。

一般项目

1 检查箱体的绝缘电阻。

检查方法：应使用 500 V 兆欧表检查箱体、线路的绝缘电阻，检查绝缘电阻摇测记录。

检查数量：全部。

2 检查线路的绝缘电阻。

检查方法：应使用 500 V 兆欧表检查箱体、线路的绝缘电阻，检查绝缘电阻摇测记录。

检查数量：全部。

3 检查箱体的接地电阻。

检查方法：用接地摇表检测接地引下线的接地电阻。

检查数量：全部。

4 检查配电箱回路标识。

检查方法：观察，标识应清晰。

检查数量：全部。

9.5 电机电气安装

9.5.1 电机电气安装工程的施工及质量验收应符合《电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范》（GB 50170）的规定。

9.5.2 电机电气安装的验收按以下要求进行：

主控项目

1 电机本体安装检查结束，启动前应进行的试验项目已按《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150）试验合格。

检查方法：目视检查、测试。

检查数量：全部。

2 电机的保护、控制、测量、信号、励磁等回路的完成调试，动作正常。

检查方法：检查相关调试记录。

检查数量：全部。

3 测量电机定子绕组、转子绕组及励磁回路的绝缘电阻，应符合《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150）的有关规定。

检查方法：目视检查、测试。

检查数量：全部。

4 检查电机引出线应固定牢固、连接紧密、相序正确。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

5 空载试验，运行时间不低于2 h，并检查电机空载电流是否正常。

检查方法：目视检查、测试。

检查数量：全部。

6 检查电机轴承脂应符合要求，轴承温升不应超过厂家给出的规定值。

检查方法：目视检查、测试。

检查数量：全部。

7 使用位移检测仪检测电机振动幅值不应超过规定值。

检查方法：目视检查、测试。电机振动的检测及其限值按照《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB 50275—2010）中的附录A执行。

检查数量：全部。

8 检查防爆电机类型、级别、组别、环境条件及特殊标识等是否符合设计要求。

检查方法：检查设备铭牌、核对随机资料及设计文件。

检查数量：全部。

9 检查防爆电机接线是否正确。

防爆电机进线口与电缆、导线引入连接后，应保持电缆引入装置的完整和弹性密封圈的密封，并应将压紧元件用工具拧紧，且进线口应保持密封。多余的进线口其弹性密封圈和金属垫片、封堵件等应齐全，且安装紧固，密封良好。

检查方法：施工中检查或施工完毕后逐一检查。

检查数量：全部。

10 检查防爆电机表面的最高温度（增安型及无火花型包括其内部），应不超过表 9.5.2 的规定。

表 9.5.2 防爆电机表面的最高温度

温度组别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
最高温度（℃）	450	300	200	135	100	85

检查方法：电机运行时使用红外温度探测仪测量。

检查数量：全部。

【条文说明】本条第 5 款说明：如管道泵生产厂家在安装说明中专门提出不推荐拆卸联轴器进行电机空载实验，该电机可不做空载试验。

一般项目

1 进行安装、试验前盘动电机转子时应转动灵活，无碰卡现象。

检查方法：转动。

检查数量：全部。

2 电机外壳油漆应完整，接地良好。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

9.6 爆炸及火灾危险环境电气装置安装

9.6.1 爆炸及火灾危险环境下的防爆电气设备的安装及电气线路的敷设除应符合《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》（GB 50257）的有关规定外，还应满足本规范要求。

9.6.2 应根据电缆的型号规格以及电缆配线引入方式或钢管配线进线方式，正确选用符合设计要求及满足现场安装条件的防爆电气设备。

9.6.3 户外防爆电气设备如选用隔爆型产品，宜选用止口式或螺纹式隔爆接合面的产品；如选用平面式或其他类型隔爆接合面的产品，其防护等级应能满足环境所需的要求。

9.6.4 电气线路使用的接线盒、分线盒、活接头、隔离密封件等连接件的选型应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058）的有关规定。

9.6.5 防爆电气设备和材料到现场验收应按以下要求进行：

1 设备外观完好，外壳应无裂纹、损伤；隔爆结构及间隙符合防爆等级要求；紧固螺栓和

防松装置齐全，接地标识及接地螺钉完好。

2 设备型号、规格和防爆等级符合设计要求，并应有合格证件，附件和备件与设备清单应一致。使用环境和设备的适应环境应一致。

3 防爆电气设备应有铭牌和防爆标识。铭牌应包括：类型、级别、组别、国家检验单位发给的专用防爆合格证号以及生产厂家名称。进口设备须有国际通用的防爆标识，并配备电缆或钢管敷设的引入装置。

4 线路敷设及设备安装所需的附件应标有防爆标识和生产厂家名称。

【条文说明】防爆配件包括防爆接线盒、接线箱、穿线盒、隔离密封盒、防爆挠性连接管、防爆活接头、防爆管接头、堵头等。

9.6.6 爆炸危险环境电气装置安装应按以下要求进行：

1 防爆电气设备宜安装在金属制作的支架上，支架应牢固，有振动的电气设备的固定螺栓应有防松装置。

2 防爆电气设备的进线口与电缆、导线引入装置连接后，压紧元件应用工具拧紧，进线口应保持密封，保持电缆引入装置的完整性和弹性密封圈的密封性。多余的进线口，其弹性密封圈的金属垫片、封堵件等应齐全且安装紧固、密封良好。

3 防爆灯具的种类、型号、功率和防护等级，应符合设计和产品技术条件的要求，不应随意变更。

4 隔爆接合面的紧固螺栓和弹簧垫圈应齐全，不应随意更换。

5 拆装隔爆型电气设备时，不应损伤隔爆面，隔爆面上不应有砂眼、机械伤痕。

6 螺栓和螺母不允许用塑料或轻合金材料制成。

7 紧固用的螺栓、螺母和垫圈应进行喷涂防锈油、电镀或其他防腐处理，不应有锈蚀。

8 同一部位的紧固件，其规格应一致，弹簧垫圈的规格应与螺栓直径相适应。

9 螺母要上满扣，一般螺栓长出螺母的扣数在1~3扣范围内。

10 设在护圈内的螺栓头或螺母的上端不应超出护圈的高度。

11 接地线长度应适宜，松开电缆引入装置后拉动电缆，三相相线拉紧或松脱时，接地线不松脱。

12 电缆（包括通讯、照明、信号、控制电缆）若用接线盒接线时，非本质安全型设备，应采用隔爆型电缆接线盒，属于本质安全型的控制通讯电缆应使用本质安全型接线盒。

13 预留电缆的末端应接防爆电气设备或防爆元件。

14 防爆接线盒内导线连接应在盒内采用有防松措施的螺栓固定，或压接、钎焊、熔焊，不应绕接，不应将穿线盒代替防爆接线盒并采用导线绕接。

9.6.7 爆炸危险环境电缆敷设需按以下要求进行：

1 敷设电气线路的沟道、电缆桥架、导管所穿过的不同区域之间墙或楼板处的孔洞应采用非燃性材料严密堵塞。

2 在 1 区内电缆线路严禁有中间接头；在 2 区内不应有中间接头。施工时应考虑电缆的路由及敷设长度，把可能出现的电缆接头敷设在爆炸危险区域之外。当中间接头无法避免时，应将该接头置于符合相应区域等级的防爆类型的接头盒中，可采用隔爆型或增安型防爆接头盒。

3 爆炸危险环境内采用的低压电缆和绝缘导线，其额定电压应高于线路的工作电压，且不应低于 500 V。绝缘导线应敷设在钢管内。电气工作中性线绝缘层的额定电压，应与相线电压相同，并应在同一护套或钢管内敷设。

4 爆炸危险环境除本质安全电路外，采用的电缆或绝缘导线的型号规格及芯线最小截面应符合设计要求。爆炸性环境电缆配线的技术要求应满足表 9.6.7 的要求。

表 9.6.7 爆炸性环境电缆配线的技术要求

爆炸危险区域	电缆明敷或在沟内敷设的铜芯最小截面 (mm ²)			移动电缆
	电力	照明	控制	
1 区	2.5	2.5	1.0	重型
2 区	1.5	1.5	1.0	中型

5 电缆线路在爆炸危险环境内，应在相应的防爆接线盒或分线盒内连接或分路。

6 在两级区域交界处的电缆沟内，应采取充砂、填阻火材料或加设防火隔墙的措施。

7 电缆通过与相邻区域共同的隔墙、楼板、地面及易受机械损伤处，应采用沟槽、镀锌钢管或金属桥架加以保护；留下的孔洞，应用非燃性纤维堵塞严密，再用密封胶泥堵塞严密。

8 保护管两端的管口处，应将电缆周围用非燃性纤维堵塞严密，再用胶泥填塞严密。密封胶泥填塞深度不应小于管子内径，且应不小于 40 mm。

9 电缆与电气设备连接时，应选用与电缆外径相适应的引入装置。当选用的电气设备的引入装置与电缆的外径不匹配时，应采用过渡接线方式。电缆与过渡线应在相应的防爆接线盒内连接。

10 在室外和易进水的地方与设备引入装置相连接的电缆保护管的管口应严密封堵。

【条文说明】0 区、1 区、2 区的划分见附录 E。

9.6.8 爆炸危险环境钢管配线按以下要求进行：

1 配线钢管应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管。

2 钢管与钢管、钢管与电气设备、钢管与钢管附件之间应螺纹连接并不少于 5 扣，不应采用套管焊接。

3 钢管与钢管、钢管与电气设备、钢管与钢管附件之间应等电位连接，并应保证良好的电气通路，不应在螺纹上缠麻或绝缘胶带及涂刷油漆。

- 4 在爆炸性气体环境 1 区或 2 区与隔爆型设备连接时，螺纹连接处应有锁紧螺母。
- 5 除本质安全电路外，电压在 1 000 V 及以下的钢管配线的技术要求应满足表 9.6.8 的要求。

表 9.6.8 爆炸性环境内电压为 1 000 V 及以下的钢管配线技术要求

爆炸危险区域	钢管配线用绝缘导线铜芯的最小截面 (mm ²)			管子连接要求
	电力	照明	控制	
1 区	2.5	2.5	2.5	钢管螺纹旋合不应少于 5 扣
2 区	2.5	1.5	1.5	钢管螺纹旋合不应少于 5 扣

- 6 电气管路之间不应采用倒扣连接。当连接有困难时，应采用防爆活接头，其结合面应密贴。
- 7 在爆炸性环境 1 区、2 区的钢管配线，应做好隔离密封。
- 8 电气设备无密封装置的进线口应装设隔离密封件。
- 9 管路通过楼板或地面引入其他场所时，应在楼板或地面的上方装设纵向密封件。
- 10 钢管配线管路通过与其他任何场所相邻的隔墙时，应在隔墙的任何一侧装设横向式隔离密封件。密封件与墙面的距离不应超过 300 mm，密封件内应填充水凝性粉剂密封填料，并将孔洞堵塞严密。
- 11 管径为 50 mm 及以上的管路在距引入的接线箱 450 mm 以内及每距 15 m 处应装设隔离密封件。

【条文说明】本条第 1 款、10 款说明如下：

第 1 款：以往采用黑铁管进行刷漆处理的施工方法，由于在施工现场受条件限制，处理很难达到完善，致使管壁锈蚀而影响管壁强度。为了提高钢管防腐能力和使用寿命，明确规定爆炸危险环境的配线钢管，应采用镀锌焊接钢管。

第 10 款：水凝性粉剂密封填料的包装必须密封。密封填料按照产品的技术规定配制，在初凝时间内浇灌，一次灌足，凝固后其表面无龟裂。

9.6.9 电缆引入装置施工还需按以下要求进行：

- 1 弹性密封圈及金属垫片应与电缆的外径匹配，其密封圈内径与电缆外径允许差值为 ± 1 mm。密封圈宽度应大于电缆外径 0.7 倍且应不小于 10 mm。
- 2 密封圈厚度应不小于电缆外径 0.3 倍（70 mm² 及以上电缆除外）且应不小于 4 mm。
- 3 密封圈与电缆护套之间不应有其他包扎物；密封圈和进线口之间不应有充填物。
- 4 密封圈的单孔内不应穿进多根电缆。
- 5 密封圈不应套用或并用。

6 密封圈不应割开套在电缆上,扩径时应使用半圆锉或圆锉进行处理,确保完整无破裂。

7 密封圈应无老化(龟裂、发粘、硬化、软化、变色等现象)失去弹性的现象。

8 多余的进线口应封堵,其弹性密封垫和金属挡片应齐全,并应将压紧螺母拧紧使进线口密封,金属挡片的厚度应不小于2 mm,挡片直径在110 mm及以上时厚度应不小于3 mm(所有挡片应镀锌),或安装防爆堵头。

9 对多余进线口封堵时,金属垫圈、密封圈、金属挡片、压紧螺母应按从里至外的顺序安装。

10 压紧螺母应能有效压紧密封圈。

11 电缆引入装置进线口应密封,装置外壳内接地保护应与接地体可靠连接。

12 防爆电机进线装置应采用防爆挠性管螺纹连接方式或喇叭口引入方式,外径等于或大于20 mm的电缆,组装防止电缆拔脱的组件时,应在电缆被拧紧或封固后,再拧紧固定电缆的螺栓。

13 铠装电缆穿入进线口时应剥开外层护套及铠皮,将内护套连同电缆穿入密封圈,电缆内护套宜露出密封圈应不少于5 mm。非本安电缆铠层应在设备外接地。

14 引入电缆外径大于20 mm时,应设防止电缆拔脱装置。

【条文说明】本条第13款、14款说明如下:

第13款:铠装电缆铠层在现场端可通过引入装置的接地连接点与设备外壳连接;控制端使用软导线与铠层焊接后,软导线另一端与接地排连接。

第14款:电缆防拔脱装置如图9.6.9-1、9.6.9-2所示。

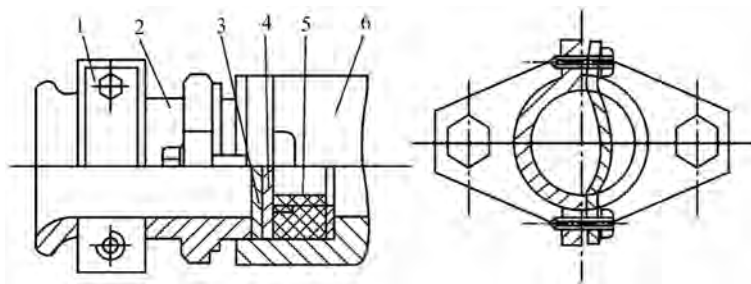
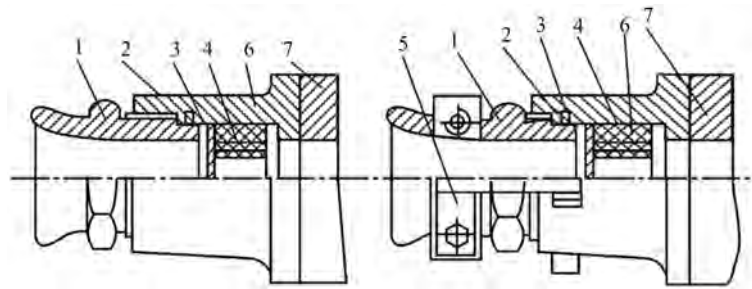


图9.6.9-1 压盘式引入装置

注:1——防止电缆拔脱装置;2——压盘;3——金属垫圈;4——金属垫片;5——密封圈;
6——联通节。



(a) 适用于公称外径大于 20 mm 的电缆 (b) 适用于公称外径大于 30 mm 的电缆

图 9.6.9-2 压紧螺母式引入装置

注：1——压紧螺母；2——金属垫圈；3——金属垫片；4——密封圈；5——防止电缆拔脱装置；6——联通节；7——接线盒。

9.6.10 本安型电气设备及其关联电气设备的线路施工需按以下要求进行：

1 本安型电气设备安装所用的导线、钢管、电缆的配线方式、线路走向和标高、与其关联电气设备的连接线等，除应按设计要求施工外，还应符合产品技术有关要求。

2 本安电路与非本安电路不应共用同一电缆或钢管。本安电路或关联电路，不应与其他电路共用同一条电缆或钢管。

3 两个及以上的本安电路，除电缆线芯分别屏蔽或采用屏蔽导线者外，不应共用同一条电缆或钢管。

4 配电盘内本安电路与关联电路或其他电路端子之间的距离不应小于 50 mm。当间距不满足要求时，应采用高于端子的绝缘隔板或接地的金属隔板隔离。本安电路、关联电路的端子排应采用绝缘的防护罩。本安电路、关联电路、其他电路的盘内配线，应分开束扎、固定。

5 所有需要密封的地方，应按规定进行隔离密封。

6 本安电路的配线应用蓝色导线，接线端子排应带有蓝色的标识。

7 本安电路本身除设计有特殊规定外不应接地。电缆屏蔽层应在非爆炸危险环境进行一点接地。

8 本安电路与其关联电路采用非铠装和无屏蔽的电缆时，应采用镀锌钢管加以保护。

9.6.11 电气保护接地需满足以下要求：

1 在爆炸危险环境的电气设备的金属外壳、金属构架安装在已接地的金属结构上的设备、金属配线管及其配件、电缆保护管、电缆的金属护套等非带电的裸露金属部分应接地。

2 在爆炸危险环境 1 区内所有的电气设备以及爆炸性环境 2 区内除照明灯具以外的其他电气设备，应增加专用的接地线。该专用接地线若与相线敷设在同一保护管内时，应具有与相线相同的绝缘等级。

3 在爆炸性环境 2 区的照明灯具可利用有可靠电气连接的金属管道系统作为接地线，但不利用输送爆炸危险物质的管道。

- 4 在爆炸危险环境中接地干线宜在不同方向与接地体相连，连接处不应少于两处。
- 5 电气设备及灯具的专用接地线，应单独与接地干线（网）相连。电气线路中的工作零线不应作为保护接地线。
- 6 爆炸危险环境内的电气设备与接地线的连接，宜采用多股软绞线，其铜线最小截面积应不小于 4 mm^2 ，易受机械损伤的部位应装设保护管。
- 7 铠装电缆引入电气设备时，其接地线应与设备内接地螺栓连接，钢带及金属外壳与设备的外接地螺栓连接。
- 8 电缆采用钢管敷设时，钢管两端及钢管进入建筑物处应接地。

9.6.12 防爆电气设备安装验收按以下要求进行：

主控项目

- 1 检查防爆电气设备的铭牌是否标明规格型号、类别、级别、组别、防爆合格证号、防护等级、生产厂家，并符合设计要求。

检查方法：目视检查产品铭牌、防爆合格证、防护等级是否与设计要求相符。

检查数量：全部。

- 2 检查防爆电气设备的防爆性能：

- 1) 检查外壳是否有变形、裂纹、开焊的现象。
- 2) 检查静止隔爆面的间隙是否满足表 9.6.12-1 的要求。

表 9.6.12-1 静止隔爆面的间隙数据表

外壳容积 V (cm ³)	V ≤ 100			V > 100		
	间隙 (mm)	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5
结合面内缘至螺栓孔距离 (mm)	6	8	9	8	9	15

- 3) 检查螺纹隔爆结构中螺纹的最小啮合扣数、最小拧入深度和螺距是否满足表 9.6.12-2 的要求。

表 9.6.12-2 螺纹隔爆结构的螺纹数据表

外壳净容积 V (cm ³)	最小拧入深度 (mm)	最小啮合扣数	螺距 (mm)
V > 100	5	6	> 0.7
100 < V ≤ 2 000	9		
V > 2 000	12.5		

4) 检查局部出现的直径大于 1 mm, 深度大于 2 mm 的砂眼, 在 40 mm、25 mm、15 mm 有效长度的隔爆面上, 每平方米应不超过 5 个; 有效长度 10 mm 的隔爆面上每平方米应不超过 2 个。

5) 检查隔爆面上不应有油漆及锈蚀 (用棉纱擦后, 仍留有锈蚀斑痕者为锈蚀, 而只留云影, 不算锈蚀)。

6) 检查用螺栓固定的隔爆面螺栓应齐全、弹簧垫圈应合格 (不应以大代小、断裂失去弹性等), 螺栓拧紧不松动, 弹簧垫圈压平。

检查方法: 目视检查及使用垫尺。

检查数量: 全部。

3 电气设备安装及线缆敷设时密封装置的安装应按以下要求进行:

1) 检查密封装置附件齐全, 符合规定。

2) 检查紧固螺栓不应有螺丝滑扣、锈蚀严重、螺丝未上紧的现象, 进线口不应有明显晃动。

检查方法: 目视检查。

检查数量: 全部。

一般项目

1 检查试运行防爆电气设备的外壳, 外壳温度不应超过规定值。

检查方法: 使用红外线测温仪。

检查数量: 全部。

2 检查防爆电气设备的保护装置及连锁装置, 应动作正确可靠。

检查方法: 安装前通电测试。

检查数量: 全部。

3 检查设备安装紧固螺栓及防松装置应齐全。

检查方法: 目视检查。

检查数量: 全部。

4 检查电气设备的多余进线口应按规定做好密封。

检查方法: 目视检查。

检查数量: 全部。

5 检查本质安全型电气设备的线路敷设时其线路走向、高程应符合设计要求, 并标有天蓝色标识。

检查方法: 目视检查。

检查数量: 全部。

6 检查电气设备的接地, 应符合要求, 牢固可靠, 并做接地电阻值测试。

检查方法: 使用接地电阻测试仪测量接地电阻。

检查数量: 抽检 50%。

9.7 防雷接地装置安装

9.7.1 防雷接地装置的材料选型、安装方式应符合《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169）的有关规定。

9.7.2 制作接闪器、引下线的材料应符合设计要求，不应有机械损伤、断裂及严重锈蚀现象。

9.7.3 接闪器及引下线的施工需按以下要求进行：

1 接闪器的材质、规格（包括直径、截面积、厚度）与引下线的焊接工艺、防腐措施、保护范围及其与保护物之间的安全距离应符合设计要求。

2 引下线的设置、材质、规格（包括直径、截面积、厚度）、焊接工艺、防腐措施应符合设计要求。

3 引下线与各类信号线路、电源线路之间水平净距应不小于 1 m，交叉净距应不小于 300 mm。引下线之间的距离应符合设计要求。

4 避雷针（带）与引下线之间的连接应采用焊接。

5 避雷针（带）的引下线及接地装置使用的紧固件应使用镀锌制品。

6 建筑物的防雷设施采用多根引下线时，宜在各引下线距地面的 0.3~1.8 m 处设置断接卡，断接卡应加警示标识，可设置断接卡箱用于保护接头。外露引下线距地面 2.7 m 以下的导体应使用耐 1.2/50 μ s 冲击电压 100 kV 的绝缘层隔离，或用至少 3 mm 厚的交联聚乙烯层隔离。

7 接地装置由多个分接地装置部分组成时，应按设计要求设置便于分开的断接卡。自然接地体与人工接地体连接处应有便于分断的断接卡。断接卡安装应按下列要求进行：

1) 断接卡及其紧固件采用镀锌制品；

2) 有效搭接长度应不小于宽度的两倍；

3) 断接卡所用镀锌螺栓的直径应不小于 10 mm，数量应不小于 2 个，并需加镀锌弹簧垫圈；

4) 安装警示标识；

5) 对断接卡的结合面之间涂抹电力复合脂。

8 在易受机械损伤之处，地面上 1.7 m 至地面下 0.3 m 的一段接地线应采用暗敷或采用镀锌角钢、改性塑料管或橡胶管等加以保护。

【条文说明】防雷引下线套钢管会在接闪时感应涡流和增加引下线的电感，影响雷电流的顺利导通。

9.7.4 接地体的施工需按以下要求进行：

1 接地体材质、规格、截面积、厚度、防腐措施、埋设深度、焊接工艺以及与引下线连接应符合设计要求。

2 接地体顶面埋设深度应符合设计要求。当无设计要求时，宜不小于 0.6 m。角钢及钢管

接地体应垂直配置。接地体引出线的垂直部分和接地装置焊接部位应作防腐处理。

3 垂直接地体相互之间的间距宜不小于其长度的 2 倍；水平接地体的间距应符合设计要求，当无设计规定时宜不小于 5 m。

9.7.5 接地线的施工应按以下要求进行：

1 接地线在穿过墙壁、楼板和地坪处应加装钢管或其他坚固的保护套，有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施。

2 接地干线应在不同的两点及以上与接地网相连。自然接地体应在不同的两点及以上与接地干线或接地网相连接。

9.7.6 等电位连接的施工需满足以下要求：

1 穿过各雷电防护区交界的金属部件，以及建筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、钢屋架、金属门窗等较大金属物，应就近与接地装置或等电位连接板（带）作等电位连接。

2 等电位连接线的材质、规格、连接方式及工艺应符合设计要求。

3 与电子信息系统连接的金属信号线缆采用屏蔽电缆时，应在屏蔽层两端并宜在雷电防护区交界处做等电位连接并接地。当系统要求单端接地时，宜采用两层屏蔽或穿钢管敷设，外层屏蔽或钢管按前述要求处理。

9.7.7 浪涌保护器的安装应符合《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343）的有关规定，并符合以下要求：

1 多级浪涌保护器之间的间距应符合设计要求。在电源或信号线路上安装多级浪涌保护器时，浪涌保护器之间的线路长度应按生产厂提供的试验数据。如无试验数据，电压开关型浪涌保护器与限压型浪涌保护器之间的线路长度宜不小于 10 m；限压型浪涌保护器之间的线路长度宜不小于 5 m；长度达不到要求应加装退耦元件。

2 浪涌保护器的连接线在安装时，两端的连接线应平直，其长度宜不超过 0.5 m，连接线的截面积应符合设计要求。

9.7.8 防雷电气接地电阻检测需按下列要求进行：

1 仪表测试的工频接地电阻与冲击接地电阻的换算方法按照《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的有关要求；

2 三类防雷建筑物的引下线冲击接地电阻应符合《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的有关规定；

3 当建筑物防雷接地和电气设备的工作接地、保护接地共用地网时，接地电阻应不大于 4 Ω ；

4 当计算机网络、消防系统、监控系统等防雷接地与建筑物防雷接地共用地网时，其接地电阻按各系统要求的最小值确定；

5 当采取电气连接、等电位连接和跨接连接时应连接可靠。

9.7.9 防雷接地安装验收按照以下要求进行：

主控项目

- 1 检查测试接地装置的接地电阻。
检查方法：使用接地电阻测试仪测试接地电阻。
检查数量：全部。
- 2 检查接地分支与干线的连接和干线材质选用情况。
检查方法：目视检查。
检查数量：全部。
- 3 检查浪涌保护器的型号、安装位置、连接导线的规格。
检查方法：施工过程中检查、查阅设计文件。
检查数量：全部。
- 4 检查浪涌保护器接地线的导线长度、截面。
检查方法：施工过程中检查、查阅设计文件。
检查数量：全部。

一般项目

- 1 检查接地装置的材质、规格、埋设深度、间距和搭接长度应符合设计要求。
检查方法：目视检查。
检查数量：全部。
- 2 检查接闪器及引下线的施工是否符合第 9.7.3 的要求。
检查方法：目视检查。
检查数量：全部。
- 3 检查接地体连接的施工是否符合第 9.7.4 的要求。
检查方法：目视检查。
检查数量：抽检 50%。
- 4 检查接地线连接的施工是否符合第 9.7.5 的要求。
检查方法：目视检查。
检查数量：抽检 50%。
- 5 等电位连接的施工是否符合第 9.7.6 的要求。
检查方法：目视检查。
检查数量：全部。

9.8 防静电接地装置安装

9.8.1 防静电接地装置的材料选型、安装方式除满足本规范要求外，尚应符合《电气装置安装

工程接地装置施工及验收规范》(GB 50169)的有关规定。

9.8.2 材料验收按以下要求进行:

1 镀锌材料应采用热镀锌工艺,外观应无脱落,表面镀锌层厚度均匀、光滑,材料顺直、无扭曲变形,无弯折起皮;

2 接地材料规格材质符合设计要求。

9.8.3 防静电接地装置安装工程施工应按设计文件执行,设计文件未明确的按以下要求执行:

1 静电接地连接线应采取螺栓连接。

2 工艺设备的静电接地支线应采用不小于 16 mm^2 的多股铜芯线、不小于 $\Phi 8\text{ mm}$ 的镀锌圆钢或不小于 $12\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 的镀锌扁钢。连接线应采用不小于 6 mm^2 的铜芯软绞线或软铜编织线。

3 静电接地干线分地上和地下。地上干线应选用不小于 $25\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 的扁钢或者直径不小于 12 mm 的圆钢。地下干线应选用不小于 $40\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 的扁钢、直径不小于 14 mm 的圆钢或不小于 $50\text{ mm}\times 5\text{ mm}$ 的角钢。

4 静电接地连接系统的各个固定连接处应采用焊接或螺栓紧固连接,埋地部分应采用焊接。

5 在设备、管道的接地端头与接地支线之间,可用螺栓紧固连接,不宜采用焊接固定。对有振动、位移的物体,连接处应加挠性连接线过渡。

6 接地连接处采用搭接焊时,其搭接长度必须为扁钢宽度的2倍或圆钢直径的6倍。接地连接处采用螺栓紧固时,螺栓采用不小于M10的镀锌螺栓,加防松螺母或弹簧垫,金属接触面应除锈去污。

7 设备、机组、储罐、管道等的防静电接地线应单独与接地体或接地干线相连,除并列管道外不应相互串联接地。

【条文说明】本条第3款参照《石油化工静电接地设计》(SH 3097—2000)规范,有关设备接地线、连接线的规格按表9.8.3执行。

表 9.8.3 设备接地线、连接线规格

设备类型	接地支线	连接线
固定设备	16 mm^2 多股铜芯电线,或 $\Phi 8\text{ mm}$ 镀锌圆钢,或 $12\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 镀锌扁钢	6 mm^2 铜芯软绞线或软铜编织线
大型移动设备	16 mm^2 铜芯软绞线或橡胶套铜芯软电缆	
一般移动设备	10 mm^2 铜芯软绞线或橡胶套铜芯软电缆	
振动和频率移动的器件	6 mm^2 铜芯软绞线	

9.8.4 防静电接地装置接地电阻应符合设计要求。

9.8.5 防静电接地装置的验收按以下要求进行：

主控项目

1 检查静电接地装置的接地电阻。

检查方法：使用接地电阻测试仪测试接地电阻。

检查数量：全部。

2 检查接地分支应直接与干线相连，不应串联连接。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

一般项目

1 检查防静电接地装置的安装工艺、焊接状况应符合本规范第 9.8.3 条的要求。

检查方法：目视。

检查数量：抽查 50%。

2 检查防静电接地装置的直径、长宽、厚度等，所选材料规格是否符合设计要求。

检查方法：卡尺测量。

检查数量：全部。

10 仪表与自动化工程

10.1 一般规定

10.1.1 自动化仪表安装工程的施工及质量验收按设计文件及仪表产品技术文件的要求进行，设计未作出规定的部分应符合《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB 50093）、《石油化工仪表工程施工质量验收规范》（SH/T 3551）及本规范的规定。

10.1.2 仪表设备安装前应具备以下条件：

- 1 工艺管道及仪表流程图、仪表工程设计文件及主要仪表使用说明书齐全；
- 2 施工技术方案的、施工图设计文件已经审查合格；
- 3 已完成对施工人员的技术交底；
- 4 完成现场必要的临时施工设施；
- 5 主要仪表设备已到货，施工机具、设备、仪器（表）齐备，安装材料能保证施工的连续进行。

10.1.3 自控系统现场设备安装前应具备下列条件：

- 1 基础底座安装完毕；
- 2 地面、顶棚、内墙、门窗施工完毕；
- 3 接地系统施工完毕，接地电阻符合设计要求。

10.1.4 仪表设备及材料到达现场后，应及时进行下列检查：

- 1 包装及密封良好。
- 2 型号、规格和数量与装箱单及设计文件的要求一致，且无残损和短缺。
- 3 铭牌标识、附件、备件及随机专用工具齐全。
- 4 产品的技术文件和质量证明齐全。
- 5 机柜、机箱、操作台还应检查：
 - 1) 表面平整，内外表面涂层完好；
 - 2) 外形尺寸和安装尺寸，柜内的设备及其所有部件的型号、规格与设计文件相符合。

10.1.5 仪表设备安装前应进行性能试验，具体要求应按《石油化工仪表工程施工技术规程》（SH/T 3521—2007）第6章的规定执行。

10.1.6 仪表设备和材料检验合格后，应按要求的保管条件进行保管，标识应明显清晰。

10.1.7 施工过程中，对已安装的仪表设备和材料应进行保护。

10.2 仪表安装

10.2.1 温度变送器（传感器）的安装符合下列要求：

- 1 温度取源部件在工艺管道上的安装应符合下列规定：
 - 1) 与工艺管道垂直安装时，取源部件轴线与工艺管道轴线垂直相交；
 - 2) 在工艺管道的拐弯处安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线与工艺管道轴线相重合；
 - 3) 与工艺管道倾斜安装时，宜逆着介质流向，取源部件轴线与工艺管道轴线相交。
- 2 储油罐多点温度计安装应按设计文件及仪表产品技术文件的要求进行。

10.2.2 压力表和压力变送器的安装符合下列要求：

- 1 压力取源部件的安装位置应选在被测介质流束稳定的地方；
- 2 压力取源部件的端部不应超出设备或管道的内壁；
- 3 被测介质压力波动大时，压力仪表应采取缓冲措施。

10.2.3 流量计的安装符合下列要求：

- 1 上下游直管段的长度应符合设计文件和产品技术文件的要求。
- 2 容积式流量计的安装符合下列规定：
 - 1) 流量计宜安装在水平的管道上，若需垂直安装时，被测介质的流向应自下而上；
 - 2) 流量计的显示盘应处于垂直平面内。
- 3 质量流量计的安装符合下列规定：
 - 1) 宜安装于水平管道上，箱体管应置于工艺管道的下方；
 - 2) 安装在振动场所的流量计，出入口宜用减振高压金属挠性软管与工艺管道连接。

10.2.4 液位仪表的安装符合下列要求：

- 1 浮球液位计的安装应使导向装置呈垂直状态，其垂直度允许偏差为 2 mm/m。
- 2 用差压变送器测量液位时，仪表安装高度不应高于下部取压口。当用双法兰差压变送器测量液位时，可不受本条规定限制。
 - 3 雷达液位计安装时，其传感器中轴线应垂直于液面。从罐安装口至罐底部范围内不应有结构性障碍物。探测器及保护管应按设计文件和制造厂要求进行安装。
 - 4 超声波液位计安装时，传感器应垂直液面。在信号波束角内不应有遮挡物。最高液位不应进入仪表的盲区。
 - 5 磁致伸缩液位计安装时，测杆应垂直，防止弯曲、冲击。

10.2.5 可燃气体检测器应安装在距地面 200 mm~300 mm 的位置。

10.2.6 仪表安装质量按以下要求进行检查：

主控项目

1 温度仪表的安装，满足本规范第 10.1.1、10.2.1 条的要求。

检查方法：现场观察检查。

检查数量：全部。

2 压力仪表的安装，满足本规范第 10.1.1、10.2.2 条的要求。

检查方法：现场目测检查。

检查数量：全部。

3 流量仪表的安装，满足本规范第 10.1.1、10.2.3 条的要求。

检查方法：直尺、水平尺，现场观测检查。

检查数量：全部。

4 液位仪表的安装，满足本规范第 10.1.1、10.2.4 条的要求。

检查方法：游标卡尺、吊锤现场实物检查。

检查数量：全部。

5 可燃气体探测器的安装，满足本规范第 10.1.1、10.2.5 条的要求。

检查方法：直尺，现场观测检查。

检查数量：全部。

10.3 自控系统安装调试

10.3.1 自控系统工程按表 10.3.1 进行阶段划分。

表 10.3.1 自控系统工程阶段划分

阶段	内容	成果
需求说明及功能设计	需求调研、确认 系统功能深化设计 主要设备配置确认、工程师培训	《需求说明》 《功能设计》 《主要设备清单》
详细设计	机柜图纸设计 上位软件详细设计 PLC 软件详细设计 网络通讯设计	《机柜图纸》 《详细设计》
系统集成	机柜集成、FAT 上位软件组态 PLC 软件编程	《FAT 测试记录》 《系统应用软件》
设备安装	设备进场 设备安装 设备接线	《设备进场检验》 《设备安装记录》

续表

阶段	内容	成果
调试	单体调试 联调 SAT	《单体调试记录》 《系统联调记录》 《SAT 测试记录》
工程交接验收	试运行 运行培训、维护培训 资料交付	《试运行方案、记录》 《培训教材》

10.3.2 出厂验收测试和现场验收测试可参照《过程工业自动化系统出厂验收测试（FAT）、现场验收测试（SAT）、现场综合测试（SIT）规范》（GB/T 25928）执行。

10.3.3 自控系统设备进场前需满足下列检查测试要求：

1 自动控制柜（盘、箱）集成完成，出厂前应对系统进行出厂检验。检验内容应包括但不限于：

- 1) 供应商文件（包括内部检测报告）检查；
 - 2) 软硬件清单核对；
 - 3) 机柜内设备安装检查；
 - 4) 接线和端子检查；
 - 5) 启动测试；
 - 6) 系统常规功能检查，包括硬件冗余和诊断；
 - 7) 监视/操作检查；
 - 8) 根据设计文件进行功能测试；
 - 9) 复杂逻辑功能和操作模式测试；
 - 10) 接口测试；
 - 11) 复检，列出不符合项表。
- 2 所有试验和测试项应有书面报告。

【条文说明】 为保证供货产品质量、节约现场安装时间，供应商在设备进场前，需对自控柜 PLC 及其他产品（继电器、隔离器、安全栅、电源、开关等）按照设计图纸进行组装、按照软件设计进行编程，FAT 是对此部分工作的检查。

10.3.4 自控系统盘、柜、操作台的安装应按照《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB 50093）第 6.2 节规定执行。

10.3.5 自控系统调试需满足下列要求：

1 调试工作应由项目负责人或由技术负责人主持，并编制调试方案，调试方案应由监理或建设单位审批。

2 对各种有源设备逐个进行通电检查，工作正常后方可进行调试，并做好调试记录。

3 单体调试包括所有与自控系统连接的泵机、阀门、仪器仪表、智能设备等受电情况下线路检查、运行显示、信号反馈及接受指令动作，并做好《单体调试记录》。

4 联合调试是根据最终确认的设计，对各个子系统进行单独调试，并在最后进行整个系统的联调，并做好《系统联调记录》。

5 自控系统投入运行前应进行现场验收测试。现场验收测试应涉及系统所有的组成部分。检查测试应包括且不限于下列内容：

1) 自控系统文件检查（安装说明书、制造厂商系统说明书、FAT 报告文件、软件授权信息）；

2) 硬件规格数量检查；

3) 软件规格数量；

4) 自控系统安装检查（接地、供电、网络、防浪涌保护）；

5) 功能检查（显示、处理、操作、控制、报警、诊断、通信、曲线、报表、冗余等功能）；

6) 性能检查（实时性、可靠性、扩展性、易用性）；

7) 单台设备监控调试；

8) 各种监控程序与相关设备所有的控制方案和联锁。

6 所有试验和测试项应有书面报告。

10.3.6 工程技术资料交付应满足后续使用维护的要求；竣工资料交付应满足合同及当地档案管理要求。以下所列为常用文件的清单，可根据工程项目实际情况进行增减，并提供电子版 2 套（光盘/U 盘）、纸质版 4 套（特殊标明除外）：

1 系统设计和详细技术方案及功能说明；

2 系统配置框图；

3 网络拓扑图；

4 详细的各种机柜内设备布置和接线图、电源分配图；

5 系统中采用的各种设备和材料详细的产品说明书（电子版）及证明文件；

6 详细的设备、材料和软件清单；

7 系统内部和外部通信接口、通信方式和协议资料（电子版）；

8 应用程序（电子版）；

9 地址分配表（电子版）；

10 培训内容和计划；

11 项目施工组织方案；

12 FAT 和 SAT 的详细内容和计划及测试结果；

13 现场调试方案和实施计划及测试结果；

14 投产方案和实施计划；

- 15 操作手册；
- 16 维护手册；
- 17 售后服务方案。

10.4 系统验收

10.4.1 自动化仪表系统应按照表 10.4.1 的要求进行验收，可根据工程项目实际情况进行增减。

表 10.4.1 系统验收内容

检查项目		合格标准	检查评定结果	备注
1	工程技术文件	本规范第 10.3.6 条要求的内容	符合要求	
		合同书以及相关补充协议要求的内容	符合要求	
2	设备核查	硬件设备规格数量	符合要求	
		软件版本授权数量	符合要求	
3	现场设备安装	变送器（传感器）安装	满足规范要求	
		执行器安装	满足规范要求	
		控制柜（箱）安装	满足规范要求	
		计算机系统安装	符合产品要求	
		网络设备安装	符合产品要求	
4	设备性能测试	变送器（传感器）测试	信号准确，精度满足要求	
		控制设备性能测试	信号输入输出正常	
		执行器性能测试	动作准确、运行正常	
		其他	符合产品性能	
5	系统整体测试	实时性测试	满足功能设计要求	
		安全性测试	满足功能设计要求	
		可扩展性测试	满足功能设计要求	
		易用性测试	满足功能设计要求	
		系统自诊断	满足功能设计要求	
		系统交直流供电能力	满足功能设计要求	
		系统负载（CPU、内存、存储容量）	满足功能设计要求	
		硬件冗余	满足功能设计要求	
6	人员培训	操作人员培训	满足合同要求	
		技术人员培训	满足合同要求	

10.4.2 自控系统功能验收应符合设计文件要求，以下列出了常用的检查项目，可根据工程项目实际情况进行调整：

主控项目

1 信号采集和处理功能，检查核实所有采集数据显示、计算准确：

- 1) 油罐液位、消防水池（罐）液位；
- 2) 管道压力、泵出口压力；
- 3) 过滤器压差；
- 4) 油温、泵机轴承绕组温度；
- 5) 流量瞬时值及累计值；
- 6) 液位控制器（高高液位、低低液位报警）；
- 7) 流量开关；
- 8) 可燃气体浓度；
- 9) 清管指示器；
- 10) 紧急停止按钮；
- 11) 消防报警；
- 12) 电接点压力表（压力开关）；
- 13) 加油泵、输转油泵电流；
- 14) 变频器频率。

检查方法：现场模拟，观察检查。

检查数量：全部。

2 人机界面功能，检查核实所有画面及元素显示准确：

- 1) 油罐、管道、阀门、电机、泵等的表示符号；
- 2) 静态部分的元素，如手动阀、工艺管道等；
- 3) 管道流向和路径；
- 4) 收油、发油、转油、污油等作业流程；
- 5) 颜色、子画面和显示数据的动态变化；
- 6) 画面组织（分级和链接）。

检查方法：操作检查、观察检查。

检查数量：全部。

3 设备远控功能，检查远控设备操作及反馈正常：

- 1) 电动阀、电液联动阀、电动切断阀、电磁阀；
- 2) 电动调节阀；
- 3) 加油泵（变频器控制）；
- 4) 加油泵、输转油泵（软启动器控制）；

5) 直启泵、消防泵。

检查方法：操作检查。

检查数量：全部。

4 顺控连锁功能，检查自控系统顺控连锁逻辑正确：

- 1) 储油罐进出口电动阀互锁；
- 2) 储油罐进出口电动阀与液位控制器报警信号连锁；
- 3) 发油流程及发油紧急停止；
- 4) 收油流程及收油紧急停止；
- 5) 设计文件所规定的其他功能。

检查方法：现场模拟，操作检查。

检查数量：全部。

5 事件报警功能，报警处理正确，记录准确全面：

- 1) 报警级别；
- 2) 声光报警；
- 3) 报警记录；
- 4) 报警查询；
- 5) 报警确认；
- 6) 事件记录；
- 7) 事件查询。

检查方法：现场模拟，检查。

检查数量：全部。

6 数据存储曲线功能，查询显示及导出正常，时间满足要求：

- 1) 单笔、多笔趋势曲线；
- 2) 单笔、多笔历史曲线；
- 3) 存储数据导出。

检查方法：操作检查。

检查数量：全部。

7 统计报表功能，数据及格式满足要求：

- 1) 加油、发油、收油量统计报表；
- 2) 加油泵、输转油泵运行记录统计报表；
- 3) 设计文件所规定的其他报表。

检查方法：操作检查。

检查数量：全部。

8 加油泵组控制功能，检查管道压力、流量及加油泵组控制满足要求：

- 1) 启泵;
- 2) 并泵;
- 3) 退泵;
- 4) 停泵。

检查方法：实际运行检查。

检查数量：全部。

9 紧急停止功能，检查紧急停止功能及超控、复位功能满足要求：

- 1) 紧急停止按钮触发声光报警;
- 2) 紧急停止按钮触发加油系统急停;
- 3) 紧急停止信号超控;
- 4) 报警消除后，加油系统复位。

检查方法：现场模拟，检查，通过无线通讯实现停止的相关设备验收按本规范 11.2.4 条第 3、4 款的要求进行检查。

检查数量：全部。

10 泄露监测功能，满足安全、适用、及时、准确的要求：

- 1) 可检测到泄露量;
- 2) 定位误差;
- 3) 报警反应时间;
- 4) 误报率。

检查方法：按照测试方案检查。

检查数量：全部。

一般项目

自控系统与其他信息系统接口功能，应符合设计要求。

检查方法：根据供应商提供测试方法检查功能。

检查数量：全部。

11 安防与通信工程

11.1 安防工程

11.1.1 安全技术防范系统设备选型、安装、线路敷设及系统调试应符合设计要求，并应符合《智能建筑工程质量验收规范》（GB 50339）及《安全防范系统验收规则》（GA 308）的有关规定。

11.1.2 综合布线系统的施工应按《综合布线系统工程验收规范》（GB 50312）中的有关规定执行。

11.1.3 非综合布线系统的室内电缆敷设宜采用桥架、线槽或暗管敷设方式，室外电缆敷设应按《民用闭路监视电视系统工程技术规范》（GB 50198）的有关规定执行。

11.1.4 光缆敷设应按《安全防范工程技术规范》（GB 50348）中的有关规定执行。

11.1.5 周界入侵探测器、摄像机、云台和解码器、出入口控制设备、电子巡查设备、控制台、机柜（架）等控制设备的安装须按《安全防范工程技术规范》（GB 50348）中的有关规定执行，符合设计要求并满足使用要求。

11.1.6 系统防雷与接地设施的施工应按《安全防范工程技术规范》（GB 50348）中的相关要求执行。

11.1.7 设备、材料验收需按以下要求进行：

- 1 系统中使用的产品、设备应经 CCC 认证、生产登记批准或型式检验合格。
- 2 主要设备、材料、成品和半成品进场检验结论应有记录，确认满足本规范的要求，才能在施工中应用。
- 3 安防设备、器具和材料进场验收，除满足本规范要求外，尚应提供安装、使用、维修和试验要求等技术文件。
- 4 进口电气设备、器具和材料进场验收，除满足本规范要求外，尚应提供商检证明和中文的质量合格证明文件、规格、型号、性能检测报告以及中文的安装、使用、维修和试验要求等技术文件。
- 5 防爆设备及附件应进行外观检查，设备涂层完整，无损伤，附件齐全。防爆设备铭牌上有防爆标识和防爆合格证号。
- 6 室外接线箱的防护等级应满足设计要求。

11.1.8 安防工程质量验收应按以下项目进行：

主控项目

1 防入侵探测器的探测范围及盲区检测，撤防和布防功能。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

2 防入侵探测器的防破坏功能检测包括防拆报警功能，信号线开路、短路报警。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

3 监控系统报警记录的完整性和保存时间。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

4 在摄像机的标准照度下进行图像的清晰度检查。

检查方法：开机操作检查传输图像的清晰度。

检查数量：全部。

5 摄像机云台转动，镜头、光圈的调节，调焦、变倍，图像切换，防护罩功能的检测。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

6 监控系统图像记录的清晰度、防干扰能力、存储速度、保存时间、检索回放功能，矩阵监控主机的切换、控制、编程、巡检、记录等功能。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

一般项目

1 检查与调试防入侵探测器的探测范围、灵敏度、误报警、漏报警、报警状态后的恢复、防拆保护等功能与指标，应符合设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

2 检查防入侵报警控制器的本地、异地报警、防破坏报警、布撤防、报警优先、自检及显示等功能，应符合设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

3 检查并调试摄像机的监控范围、聚焦、环境照度与抗逆光效果等，使图像清晰度、灰度等级达到系统设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

4 检查并调整对云台、镜头等的遥控功能，排除遥控延迟和机械冲击等不良现象，使监视范围达到设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

5 检查并调整视频切换控制主机的操作程序、图像切换、字符叠加等功能，保证工作正常，符合设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

6 调整监视器、录像机、打印机、图像处理器、同步器、编码器、解码器等设备，保证工作正常，符合设计要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

7 当系统具有报警联动功能时，应检查与调试自动开启摄像机电源、自动切换音视频到指定监视器、自动实时录像等功能。系统应叠加摄像时间、摄像机位置的标识符，并显示稳定。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

8 检查并调试门禁系统设备如读卡机、控制器等，系统应能正常工作。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

9 检查系统的主电源和备用电源，其容量及电源自动转换和备用电源的自动充电功能应符合设计要求。

检查方法：根据设计要求检查功能。

检查数量：全部。

10 出入口控制（门禁）系统的功能检测。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

11 巡更管理系统的巡更终端、读卡机的响应功能，巡更系统的数据存储记录保存时间应满足管理要求。

检查方法：根据设计要求检查操作功能。

检查数量：全部。

12 检查设备浪涌保护器的设置。

检查方法：检查设备浪涌保护器是否按设计要求配备、安装。

检查数量：全部。

13 检查防冲撞装置。

检查方法：检查防冲撞装置的机械结构是否灵活、固定装置是否牢固，标识清晰。

检查数量：全部。

11.2 通信工程

11.2.1 通信工程进行综合布线，在工程施工前应对施工区域的建筑和环境条件进行检查，施工及验收应符合《综合布线系统工程验收规范》（GB 50312）的有关规定。

11.2.2 设备、材料验收按以下要求进行：

1 工程所用缆线和器材的品牌、型号、规格、数量、质量、等级应在施工前进行检查，应符合设计要求并具备相应的质量文件或证书。

2 电缆应附有本批量的电气性能检验报告，施工前应进行链路或信道的电气性能及缆线长度的抽验，并做测试记录。

3 光缆开盘后应先检查光缆端头封装是否良好。光缆外包装或光缆护套如有损伤，应对该盘光缆进行光纤性能指标测试。光纤检测完毕，光缆端头应密封固定。光纤性能指标不满足设计要求则不能敷设。

4 配线模块、信息插座模块及其他连接器件的部件应完整，电气和机械性能等指标符合相应产品生产的质量标准，并应符合设计要求。

5 信号线路浪涌保护器各项指标应符合有关规定。

6 光纤连接器件及适配器使用型式和数量、位置应与设计相符。

11.2.3 通信工程施工需满足以下要求：

1 引入建筑物内部的通信网络系统和计算机网络系统的通信线路缆线应单独敷设，不应采用与其他系统的缆线合用管路（尤其是电力电缆）的敷设方式。

2 通信网络系统和计算机网络系统的主干缆线应采取穿放暗管或在封闭式槽道中敷设的方式。

3 计算机网络系统中的信息线缆与连接设备接口之间的距离以及其他技术要求，应符合计算机网络系统设计标准规定。

4 通信网络系统和计算机网络系统的终端设备通信引出端的位置，应便于用户使用和与维护管理，宜设在距离地面 0.3 m 处，也可根据用户需要设在便于操作的地方，不宜与其他接线盒紧邻或共用。通信引出端的表面显著地方应设有语音或数据图形标识。

5 通信网络系统和计算机网络系统的各种传输媒介（如电缆或光缆）在线路中间或非终端设备处不宜设接头。如不同规格或结构的传输媒介必须连接时，应根据网络系统的技术要求采取相应措施。

11.2.4 通信工程施工按以下项目验收：

主控项目

1 检查网线、电话线、信息插座安装情况。

检查方法：使用网络测试仪进行网络的连通性检测。

检查数量：全部。

2 通信系统接入公用通信网信道的传输速率、信号方式、物理接口和接口协议应符合设计要求。

检查方法：使用软件进行信道传输速率的测试，检查信号方式、物理接口和接口协议是否符合设计要求，查阅施工测试记录。

检查数量：全部。

3 检查无线通信主机的天线安装。应牢固地安装在其支撑杆上，其高度和位置符合设计文件的规定。对于全向型天线，应垂直安装；对于方向型天线，其指向和俯仰角应符合设计文件的规定。天线的支撑件，立杆应垂直，横担应水平。所有的铁件材料应作防氧化处理。

检查方法：目视检查。

检查数量：全部。

4 无线通信的覆盖范围、传输速率、传输稳定性和传输准确性应符合设计要求。

检查方法：固定式无线通信从站逐个试验；移动式无线通信从站在活动范围区域选点试验。

检查数量：全部。

一般项目

1 检查线缆敷设的弯曲半径。

检查方法：检查线缆敷设的弯曲半径是否符合要求。

检查数量：抽检 20%。

2 检查机柜、机架、配线架的安装。

机柜表面平整，内外表面涂层完好。机柜、机架、配线架安装牢固。接地或接零可靠。

检查方法：目视、测量。

检查数量：全部。

12 土建工程

12.1 一般规定

12.1.1 土建工程的施工及验收应按《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300)的相关规定执行。

12.1.2 工程测量放线工作应按《工程测量规范》(GB 50026)的有关规定执行。施工过程中应对平面控制桩、水准点等测量成果进行保护、检查和复测。

【条文说明】通过对控制桩、水准点的保护和定期检查,避免施工中由于外界因素造成控制点偏移而引起测量误差。

12.1.3 混凝土宜采用预拌混凝土,砂浆宜采用预拌砂浆。

【条文说明】预拌混凝土和预拌砂浆具有质量稳定、环保健康、节能等优点,既能改善劳动条件,又能降低现场污染。

12.2 土方工程

12.2.1 土方工程的施工及验收应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202)的相关规定。

12.2.2 土方开挖应在测量放线定位,并经复测确认后开工。

12.2.3 土方开挖时应根据土方平衡设计,需要回填的土方宜就近堆放,多余的土方应运至弃土场地或需填方场地堆放。

12.3 基础工程

12.3.1 基础施工前应对天然地基进行验槽,基础地基应符合地质勘察和设计要求,验收合格后方可进行基础施工。如地基不符合要求,则应按《建筑地基与基础工程施工质量验收规范》

（GB 50202）的相关规定进行地基处理。

12.3.2 基础工程涉及混凝土结构工程验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的有关规定。

12.3.3 储罐地基与基础施工及验收尚应符合《石油化工钢储罐地基与基础施工及验收规范》（SH/T 3528）的相关规定。

12.3.4 采用环墙基础的储罐，环墙混凝土强度应达到设计强度的75%以上，方可进行环墙内填料层施工。环墙混凝土强度宜采用同条件试块的抗压强度或回弹仪检测的强度判定。

【条文说明】环墙内填料层施工时采用机械碾压，修筑翻越环墙的内外坡道等产生的土石方侧压容易使环墙的混凝土结构受损。

12.3.5 储罐环墙内应分层回填并检测，密实度检测合格后方可进行下一层的回填，并应满足《石油化工钢制储罐地基与基础施工及验收规范》（SH/T 3528）的相关规定。

12.3.6 在罐基础填料层施工时应保护泄漏孔和渗漏检查管，二者的坡度应符合设计要求，并应及时进行泄漏孔反滤层的施工。应采取措施防止罐基础中砂土通过渗漏检查管上的孔洞流失，并防止检查管道被堵塞。可采用土工布包裹开孔的渗漏检查管及封堵管口。

12.3.7 锥底储罐沉淀槽处铺设沥青砂施工时，应注意沉淀槽锅底的沥青砂厚度符合设计要求，四周沥青砂压实并与斜面平缓过渡。

12.3.8 储罐基础环墙和防火堤混凝土墙体外表面宜采用普通清水混凝土，不宜采用水泥砂浆粉刷，其模板对拉螺栓中部应设止水片，止水片应与对拉螺栓环焊。钢筋混凝土环墙和防火堤表面混凝土应一次压光，不应二次抹灰，并应在施工中做好成品保护工作。环墙顶面的水平度在表面任意10 m弧长应不超过±3 mm，按整个圆周的标高计算应不超过±6 mm。

【条文说明】普通清水混凝土是指表面颜色无明显色差，对饰面效果无特殊要求的混凝土。本条要求罐基础环墙和防火堤的混凝土一次成型，不再二次抹灰，解决抹灰面容易开裂这一质量通病以及降低工程造价。

环墙上表面高差及施工问题在不同的规范中有不同的表述。结合实际情况，本条对民航供油工程储罐环墙的施工要求予以明确。

12.3.9 储罐基础位置、外形尺寸允许偏差应满足表12.3.9的要求。

表 12.3.9 现浇混凝土储罐基础外形尺寸偏差（单位：mm）

项目		允许偏差	检验方法
主控项目	中心位置	20	经纬仪、钢尺测量
	环墙径向断面	0~+15	钢尺测量

续表

项目		允许偏差	检验方法
一般项目	环墙半径	内径	0~-10
		外径	0~+10
	渗漏管、泄漏孔位置		20
	环墙顶面平整度	每 10 m 弧长	6
弧长任意两点		12	

12.3.10 储罐区防渗项目的施工及验收应符合《石油化工工程防渗技术规范》(GB 50934)的有关规定,并按以下要求进行:

1 黏土防渗层的含砂砾量应小于 10%,砂砾粒径应不大于 10 mm。压实系数的检验应根据工程的面积确定,每 100 m²至少有一个检验点,且每个区域应不少于 3 点。

2 HDPE 膜防渗层施工可采用热熔连接和挤压连接的方式,在摊铺防渗材料之前,应根据场地情况进行排板,确定摊铺方案,尽量减少接缝;摊铺结束回填之前,应进行外观质量检查并对所有的接缝进行检测,做好隐蔽验收记录。热熔连接的接缝应进行气压检测,合格率应为 100%;挤压连接的接缝应进行真空检测或电火花检漏仪检测,合格率应为 100%。

12.3.11 设备基础应严格控制基础外露尺寸,确保与上部设备匹配统一,混凝土侧面不应进行二次抹灰。混凝土设备基础不应有影响结构性能和设备安装的尺寸偏差。设备基础应符合《石油化工设备混凝土基础工程施工质量验收规范》(SH/T 3510)的相关规定。

【条文说明】如设备基础二次抹灰,设备运行中的振动容易造成开裂、脱落。

12.4 建(构)筑物

12.4.1 建(构)筑物混凝土的施工及验收应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)的相关规定。混凝土强度检验应符合《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107)的相关规定。防渗混凝土的施工及验收应符合《地下工程防水技术规范》(GB 50108)的相关规定。

12.4.2 地面工程的施工及验收应符合《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB 50209)的相关规定。

12.4.3 砌体工程的施工及验收应符合《砌体结构工程施工质量验收规范》(GB 50203)的相关规定。

12.4.4 屋面工程的施工及验收应符合《屋面工程质量验收规范》(GB 50207)的相关规定。

12.4.5 建筑装饰工程的施工及验收应符合《建筑装饰装修工程质量验收规范》（GB 50210）的相关规定。

12.4.6 钢结构工程的施工及验收应符合《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205）的相关规定。

12.5 道路及地下设施

12.5.1 混凝土道路的施工及验收应符合《公路路基施工技术规范》（JTG F10）、《公路路面基层施工技术规范》（JTJ 034）、《水泥混凝土路面施工及验收规范》（GBJ 97）的相关规定。沥青道路施工应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的相关规定。

12.5.2 道路的施工宜采用永临结合的方式进行。

【条文说明】本条要求道路施工采用永临结合的方式，在工程前期完成部分道路的路基甚至路面作为进出场通道和材料运输通道，有利于工程施工及降低工程造价。

12.5.3 库站埋地的工艺管道、给排水管道、消防管道、暖通管道等管道施工应统筹考虑，先下后上，先自流管道后压力管道。管道回填后应尽量避免二次开挖，管道埋设完毕应在地面做好标识。

【条文说明】本条要求了埋地管道的施工顺序以及管道标识，避免工程重复开挖以及二次开挖时造成破坏。

13 文明施工

13.1 一般规定

13.1.1 施工现场宜进行封闭管理，工地周边宜设置围栏。建设单位或者施工单位应当做好施工现场安全保卫工作，采取必要的防盗措施，在现场周边设立围护设施。非施工人员不应擅自进入施工现场，施工人员应在指定的施工范围内施工，未经允许不应到其他非施工的生产区域。

13.1.2 施工现场入口处的醒目位置应设置标牌，公示以下内容：

1 工程项目名称、建设单位、设计单位、施工单位，开、竣工日期，投诉受理政府管理部门及联系电话；

2 项目经理部组织机构图及主要管理人员名单；

3 安全纪律；

4 防火须知；

5 文明施工承诺；

6 施工平面布置图。

13.1.3 施工现场的各种安全设施和劳动保护器具，应定期进行检查和维护。施工机械进场必须经过安全检查，经检查合格的方能使用，施工单位必须建立施工机械机组责任制；施工机械禁止无证人员操作。

13.1.4 施工现场的用电线路、用电设施的安装和使用必须符合安装规范和安全操作规程，并按照施工组织设计进行架设，严禁任意拉线接电。施工现场必须设有保证施工安全要求的夜间照明、危险潮湿场所的照明以及手持照明灯具，必须采用符合安全要求的电压。

13.1.5 施工单位应依照《中华人民共和国消防条例》，在施工现场建立和执行防火管理制度，设置符合消防要求的消防设施，并保持完好的备用状态。在容易发生火灾的地区施工或者储存、使用易燃易爆器材时，施工单位应采取特殊的消防安全措施。

13.1.6 施工单位应该保证施工现场道路畅通，排水系统处于良好的使用状态；保持场容场貌的整洁，随时清理建筑垃圾。在车辆、行人通行的地方施工，应当设置沟井坎穴覆盖物和施工标识。

13.1.7 施工单位应当根据合同约定的退场时间退场，退场前按约定拆除临时设施，并整理场地，确保退场后的场地保持整洁。

13.2 安全管理

13.2.1 建设单位在与勘察、设计、施工等单位签订合同的同时，还应签订施工安全协议。

13.2.2 施工过程中，应定期召开施工安全例会，会议由总监理工程师或总监理工程师代表主持。

13.2.3 建设工程实行施工总承包的，应当自行完成建设工程主体结构的施工。总承包单位对施工现场的安全生产总负责。

总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的，分包合同中应当明确各自的安全生产责任。总承包单位和分包单位对分包工程的安全生产承担连带责任。

分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理，分包单位不按照总承包单位的安全生产要求导致生产安全事故的，由分包单位承担主要责任。

13.2.4 建设单位在工程建设中承担以下安全职责：

1 应在施工单位进场前，组织施工单位、监理单位对工程现场及区域的施工安全提出要求，并组织进行安全教育；对机场内供油工程改扩建的项目尚应加强空防宣传教育。

2 对油库及机坪管道改扩建等场所的施工人员进行背景调查。

3 负责进入油库区域施工人员的证件管理。

4 应当向施工单位提供施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信、广播电视等地下管线资料，气象和水文观测资料，相邻建筑物和构筑物、地下工程的有关资料，并保证资料的真实、准确、完整。

5 不应对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求，不应随意压缩合同约定的工期。

6 建设单位在组织编制工程概算时，应当确定建设工程安全作业环境及安全施工措施所需费用。

13.2.5 勘察单位承担以下职责：

在勘察作业时，应当严格执行操作规程，采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。

13.2.6 设计单位承担以下职责：

1 应当按照法律、法规和工程建设标准进行设计，并应考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中加以注明，并对防范生产安全事故提出指导意见；

2 采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构、防爆区域的建设工程，设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。

13.2.7 工程监理单位承担以下职责：

1 审查施工组织设计中的安全技术措施或专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。

2 工程监理单位实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改；情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位；施工单位拒不整改或者不停止施工的，工程监理单位应当及时向有关主管部门报告。

13.2.8 施工单位应建立安全生产责任制，加强规范化管理，进行安全交底、安全教育和安全宣传，严格执行安全技术方案。建设工程施工前，施工单位负责项目管理的技术人员应对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员作出详细说明，并由双方签字确认。

13.2.9 施工单位的主要负责人、项目负责人、专职安全生产管理人员应当经建设行政主管部门或者其他有关部门考核合格后方可任职。

施工单位应当对管理人员和作业人员每年至少进行一次安全生产教育培训，其教育培训情况记入个人工作档案。安全生产教育培训考核不合格的人员不应上岗。

13.2.10 施工现场应有专职安全生产管理人员对安全生产进行现场监督检查，加强对风险源的识别，安全生产管理人员应佩戴明显标识。

安全生产管理人员发现安全事故隐患，应及时向施工项目经理、监理单位、建设单位报告；对违章指挥、违章操作的，应立即制止。

13.2.11 施工单位应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。施工单位采购、租赁的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件，应当具有生产（制造）许可证、产品合格证，并在进入施工现场前进行查验。

施工现场的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件应由专人管理，定期进行检查、维修和保养，建立相应的资料档案，并按照国家有关规定及时报废。

13.2.12 施工单位应在每日施工前对当日工作进行危害辨识和风险评价，对存在的危害进行风险控制，并应向参与施工作业的人员进行安全交底。

13.2.13 在施工组织设计中应编制安全技术措施，对下列特殊作业应编制专项施工方案，经论证、报批后实施：

- 1 管沟、深基坑作业；
- 2 材料装卸作业；
- 3 管道试压；
- 4 高空作业；
- 5 模板工程；
- 6 脚手架工程；
- 7 拆除、爆破工程；
- 8 动火作业工程；
- 9 防腐工程；

10 受限空间作业；

11 其他风险较大的项目。

13.2.14 建设单位、施工单位应制定本单位的安全事故应急预案，施工过程中一旦出现安全事故，施工现场人员应立即按预案向主管人员汇报。

13.2.15 施工单位应进行相关应急预案的演练，建设单位可组织施工、监理进行联合演练。

13.3 环境与健康保护

13.3.1 施工单位应按《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146）开展环境卫生、大气保护、水土保持、卫生防疫工作。

13.3.2 施工现场应规范有序，分区清晰、整洁卫生。

13.3.3 进入施工现场应戴安全帽并根据工种的要求配备必要的劳动防护用品，劳动防护用品的配置可参照《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》（JGJ 184）。

13.3.4 施工单位应当采取措施防止施工现场的各种粉尘对环境的污染和人员的危害。

13.3.5 钢管的喷砂除锈应在封闭的场地进行；储罐喷砂除锈时，应根据风向设置防尘措施，减少扬尘扩散。钢板底漆可预处理，再焊接。喷砂除锈的现场人员应配备相关劳动防护用品。

13.3.6 管道定向穿越的泥浆水应集中妥善处理，生活区的污水未经处理不应直接排入城市排水设施和河流。

13.3.7 不应在施工现场熔融沥青或者焚烧油毡、油漆以及其他会产生有毒有害烟尘和恶臭气体的物质。

13.3.8 在飞行区施工应将工地可能漂浮的废弃物收集在封闭容器中。

13.3.9 施工现场的废油应进行处理，不应将有毒有害废弃物用作土方回填。

13.3.10 进行射线检测时，无损检测单位应制定检测方案，其中应含有相关保护措施，并符合以下要求：

1 放射卫生防护应符合《电离辐射防护与辐射源安全标准》（GB 18871）、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117）和《工业 γ 射线探伤放射防护要求》（GBZ 132）的有关规定。

2 现场进行 X 射线作业时，应按《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117）的规定划定控制区和管理区。控制区边界的剂量当量率为 15 $\mu\text{Sv/h}$ ；管理区边界的剂量当量率为 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，并按本条第 4 款的要求设置警告标识。

3 现场进行 γ 射线作业时，应按《工业 γ 射线探伤放射防护要求》（GBZ 132）的规定划定控制区和监督区。控制区边界的剂量当量率为 15 $\mu\text{Sv/h}$ ；监督区边界的剂量当量率为 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，并按本条第 4 款的要求设置警告标识。

4 在控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”的警告牌，在管理区或监督区边界悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，作业人员应在控制区边界外操作。

5 现场检测工作人员应佩戴个人剂量计，并携带剂量报警仪。

14 工程验收

14.1 一般规定

14.1.1 施工单位应具有健全的质量管理体系、相应的施工技术标准、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。

施工单位质量管理可按本规范附录 A 的要求检查记录。

14.1.2 工程施工质量控制应符合以下要求：

1 工程所使用的主要材料、成品、半成品、构配件、器具、设备应进行进场检验。凡是涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料、产品，应按各专业工程施工规范、验收规范、设计文件的要求进行复验，并得到监理单位的检查认可。

2 各施工工序应按照施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后应经过施工单位自验合格后，才能进入下道工序。各专业工种之间的相关工序应进行交接检验并记录。

3 对监理单位提出检查要求的重要工序，应经监理工程师检查认可后，才能进行下道工序。

14.1.3 工程施工质量按以下要求进行验收：

1 工程质量应在施工单位自验合格基础上进行；

2 参加验收的各方人员应具备相应的资格；

3 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；

4 对涉及安全、节能、环境保护和主要功能的试块、试件、材料应在进场时或在施工过程中进行见证检验；

5 隐蔽工程在隐蔽前施工单位应通知监理单位进行验收，并形成验收文件，验收合格后方可继续施工；建设单位应根据工程质量监督受理书的要求，及时通知建设工程质量监督机构进行相关内容验收。

14.1.4 工程质量验收合格应符合以下规定：

1 符合设计文件规定；

2 符合本标准和相关专业验收规定。

14.2 工程质量验收划分

14.2.1 单项工程应按单位工程、分部工程、分项工程、检验批进行工程质量验收的划分，分部分项的划分可按照附录 B 执行。当建设工程项目有多个单项工程时，应对每一个单项工程进行质量验收的划分。

14.2.2 单位工程的划分按以下原则确定：

- 1 按具备独立施工条件并能形成独立使用功能的厂房、车间或区域进行划分；
- 2 对于规模较大的单位工程，可将其能形成独立使用能力的部分划分为若干子单位工程。

【条文说明】 单位工程应由分部工程组成。具备独立的施工条件并能形成独立使用功能的建筑物、构筑物及其他独立安装工程为一个单位工程。如民航供油工程经常新增储罐、机坪管道、自控改造等，在此情况下，当一个工程项目中仅有储罐工程，该部分工程为单位工程；当一个工程项目中仅有管道工程时，则该部分工程为单位工程。当一个工程项目中仅有自控仪表项目工程时，则该部分工程为单位工程。

14.2.3 分部工程划分的原则：宜按专业性质、工程部位划分。较大的分部工程可根据材料种类、施工程序、施工特点等要求划分为若干个子分部工程。

【条文说明】 如机坪管道工程作为单位工程，其分部工程可以按区域、管径划分。

14.2.4 分项工程宜按照主要工种、材料、施工工艺、设备类别要求进行划分。

14.2.5 检验批的划分宜按照专业工程施工质量验收需要进行划分，也可根据施工过程质量控制的需要进行划分。检验批的质量应按照主控项目和一般项目进行验收。

14.3 工程质量验收程序和组织

14.3.1 检验批应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收。

14.3.2 分项工程质量验收应由专业监理工程师组织施工项目质量负责人等进行，建设单位可参与，并满足以下要求：

- 1 分项工程所包含的检验批质量均合格；
- 2 分项工程所包含的检验批的质量验收记录应完整。

14.3.3 分部工程应由总监理工程师组织施工项目负责人，技术、质量负责人等进行验收。对于重要的部位，建设单位、设计、勘察单位应参加。未经监理工程师签字，施工单位不应进行下一道工序的施工。

分部工程质量合格条件：

- 1 分部工程所包含的分项工程质量应合格；
- 2 质量控制资料应完整。

14.3.4 单位工程应由建设单位项目负责人组织监理、施工、设计及勘察等单位项目负责人进行验收。单位工程质量合格应符合下列规定：

- 1 所含分部工程的质量验收合格；
- 2 质量控制资料完整；
- 3 主要使用功能的抽查结果符合相关专业验收规范的规定；
- 4 观感质量符合要求。

14.3.5 工程质量验收不合格时，需按下列要求处理：

- 1 经返工返修或更换设备、材料等的检验批应重新验收；
- 2 经数次修复，双方对工程质量仍然存在争议的，按本节第 14.3.7 条执行；
- 3 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够符合设计要求的检验批，应予以验收；
- 4 经返修或加固处理的分项、分部工程，能够满足安全使用要求，可按处理技术方案和建设单位的协商文件进行验收；

5 经返修或加固处理仍不能满足安全和重要使用功能分部工程及单位工程，严禁验收。

14.3.6 隐蔽工程覆盖后，建设单位或监理单位对质量有疑问时，可要求承包人对已覆盖的部位进行钻孔探测或揭开重新检查，承包人应遵照执行，并在检查后重新覆盖恢复原状。

经检查证明工程质量符合合同要求的，由发包人承担由此增加的费用和（或）延误的工期，并支付承包人合理的利润；经检查证明工程质量不符合合同要求的，由此增加的费用和（或）延误的工期由承包人承担。

14.3.7 合同当事人对工程质量有争议的，由双方协商确定的工程质量检测机构鉴定，由此产生的费用及因此造成的损失，由责任方承担。

14.3.8 工程检验批、分项工程、分部工程、单位工程质量验收记录、质量控制记录和技术资料检查记录参见附录 A。

14.3.9 施工单位完成合同约定的工程内容，在分项、分部验收合格的基础上，向建设单位提出竣工验收申请。

14.3.10 根据工程的规模，在正式竣工验收前，可进行工程预验或初步验收。工程预验收由监理组织，初验由建设单位组织。单位工程完工后施工单位应组织工程自检。总监理工程师应组织各专业工程师进行预验收。根据工程的规模，建设单位可参加预验收，也可在预验收的基础上组织设计、监理、施工、使用单位进行工程初步验收。

14.3.11 属于民航专业工程的竣工验收，建设单位应于竣工验收前 5 个工作日向民航质量监管部门申请进行。属于非民航专业工程项目的竣工验收应根据工程所在地质量监督管理部门的要求进行。

14.3.12 工程预验收、初步验收中所提出的施工质量问题得到整改后，施工单位向建设单位提出竣工验收申请，由项目法人单位组织建设、设计、勘察、施工、监理、工程管理及使用等单位进行工程竣工验收；其中，合同约定的设计、勘察、施工单位的项目经理以及监理单位的总监理工程师应参加验收；若不能参加，应书面委托人员参加。质量监督管理部门对工程建设验收程序进行过程监督。工程监理单位出具《工程质量评估报告》，设计单位出具《工程质量检查报告》，施工单位出具《自检报告》。

竣工验收的条件是：

- 1 完成建设工程设计和合同约定的各项内容；
- 2 主要的工艺、管道、设备等经过检验、检测合格；
- 3 工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告齐全；
- 4 勘察、设计、施工监理单位分别签署的工程质量合格文件；
- 5 施工单位与建设单位签署质量保修协议；
- 6 工程资料齐全，施工记录、检查记录等基本组卷完成。

【条文说明】竣工验收申请提交的材料一般包括以下内容：

- (1) 工程验收申请；
- (2) 施工单位、设计单位、监理单位、主要检测单位等的工程总结；
- (3) 工程监理单位的《工程质量评估报告》，设计单位的《工程质量检查报告》，施工单位的《自检报告》；
- (4) 施工单位与建设单位签署质量保修协议；
- (5) 已完工程量检验批、分项、分部工程验收自评汇总表，单位工程自验、初验结论；
- (6) 工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告汇总表。

14.3.13 民航供油工程，涉及消防、安全设施、环境设施、卫生设施、防雷设施等专项验收的，应验收合格。

14.3.14 验收工作可由项目法人单位成立验收委员会或验收组，负责验收工作。被验收单位人员不应作为验收人员进入验收组名单。竣工验收委员会（验收组），按照验收依据和范围，成立验收专业小组，负责专项抽查，各验收专业组出具意见。竣工验收会议应出具工程验收意见，对工程质量应进行评价。

【条文说明】工程验收意见一般包括下列内容：工程概况、验收范围、验收依据、投资及（包括结算、决算以及审计等）完成情况、验收结论及要求，附件 [包括竣工验收委员会或验收组成员签字表，勘察、设计、施工单位分别签署质量评估报告，竣工验收项目一览表，未验收（甩项工程）一览表，各专业小组验收检查意见并附成员签字表]。

14.3.15 工程项目含有多个子单位项目的，可分别验收，验收合格后，可分别进行试运行。

14.3.16 竣工验收合格的工程，由项目法人或其委托单位组织工程的试运行。

14.3.17 工程试运行前应进行相关培训，培训按以下要求：

- 1 施工单位向使用单位的相关人员进行设备工艺流程的介绍，使操作人员熟悉流程；
- 2 设备供应商向使用单位人员进行设备使用培训，使操作人员熟悉设备的性能以及使用方法；
- 3 有自控项目的供油工程，自控项目的实施单位应对操作人员和维护人员进行技术培训，技术培训的课程应采用专门的培训教材或培训手册；
- 4 使用单位应根据培训内容编制相应的使用手册。

【条文说明】自控项目的培训包括学习自控系统的配置、功能；掌握系统硬件的结构原理、安装、操作、调试、维护和维修；掌握自控系统软件的安装、操作、调试和维护；掌握应用软件的编制、安装和调试等；使参加培训的人员在掌握所使用的系统的情况下可进行自控系统安装、调试、投运、开发、运行管理和维护维修等工作。

14.3.18 工程试运行的条件：

- 1 项目试运行前应将试运行方案向当地安全生产监督管理部门备案；
- 2 试运行方案已由项目法人或项目法人授权的部门批准，一经批准不应随意变更和调整，确需变更和调整的应重新履行报批程序；
- 3 工程竣工验收中所提出的涉及运行安全的问题已确认得到整改；
- 4 参与试运行的相关人员都应经过相应的专业培训，熟悉和掌握工艺流程、工艺操作和设备性能以及安全规定等。

14.3.19 民航供油工程试运行按照《民用航空燃料设施设备浸润冲洗质量控制》（MH/T6076）的要求进行。

14.3.20 民航供油工程的行业验收条件是：

- 1 竣工验收合格；
- 2 竣工验收时提出的涉及安全的问题已全部得到整改；
- 3 涉及环保、安全设施、职业卫生等设施验收合格或同意备案；
- 4 民航专业工程质量监督机构已出具同意行业验收的工程质量监督报告；
- 5 工程经试运行检查合格，在试运行中检查发现的问题已经得到解决。

14.3.21 具备民航行业验收条件的供油工程，由项目法人向民航管理部门提出申请；由民航管理部门按照《民航建设工程行业验收暂行办法》（AP-158-CA-2013-04）组织行业验收，工程建设单位、设计、监理、施工、质量监督，项目使用单位以及其他相关单位参加，并形成行业意见。工程在正式投用前，应取得民航行业验收意见。

14.3.22 建设单位应当严格按照国家、行业、建设单位关于建议工程文件归档整理的要求，组织工程建设各方及时收集、整理建设项目各环节的文件资料，并在建设工程竣工验收后，及时向建设行政主管部门或者其他有关部门、建设单位管理部门移交建设档案资料。

附录 A 施工过程质量管理与施工质量验收记录

A.0.1 施工现场质量管理检查记录见表 A.0.1。

表 A.0.1 工程施工质量管理检查记录

工程名称				施工单位			
建设单位				项目经理			
设计单位				项目技术负责人			
序号	检查项目	检查结果		序号	检查项目	检查结果	
1	质量管理制度	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	8	检验试验文件	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
2	质量责任制	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	9	质量体系相关人员任命	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
3	分包管理制度	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	10	特种设备作业人员证书	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
4	分包方资质	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	11	周期检定计量仪器	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
5	施工图交底记录	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	12	焊接材料管理	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
6	施工组织设计、 施工方案审批	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	13	焊接设备管理	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
7	施工技术标准	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>	14	工程材料与构配件管理	符合 <input type="checkbox"/>	不符合 <input type="checkbox"/>
检查结论：							
建设单位		监理单位			施工单位		
项目代表：		总监理工程师：			项目经理：		
日期：		日期：			日期：		

说明：本表用于施工单位的自检记录和监理单位的随机检查记录。符合的在□打√，不符合的在□打×。

A.0.2 单位工程质量控制资料检查记录

表 A.0.2 中的资料名称和份数由施工单位填写，检查意见和检查人应由建设（监理）单位填写。结论由参加方共同商定，建设单位填写。

A.0.2 单位（子单位）工程质量控制资料检查记录

工程名称	施工单位			
序号	资料名称	份数	检查意见	检查人
1	图纸会审、设计变更、协商记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
2	材料合格证及经验试验报告		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
3	施工记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
4	施工试验记录、观测记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
5	检测报告		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
6	隐蔽工程验收记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
7	试运行记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
8	中间交接记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
9	事故处理记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
10	竣工图		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
11	分部分项工程质量验收记录		符合 <input type="checkbox"/> 不符合 <input type="checkbox"/>	
	::			
结论				
施工单位项目负责人：		监理单位总监理工程师：		建设单位项目负责人：
年 月 日		年 月 日		年 月 日

说明：符合的在打√，不符合的在打×。

A.0.3 检验批质量验收记录见表 A.0.3。

表 A.0.3 检验批质量验收记录

编号：

工程名称				项目负责人	
单位工程名称					
验收部位					
分项工程名称				分部工程名称	
验收依据					
检验项目		设计要求 或 规范规定	最小/实际 抽样数量	检查记录	检查结果
主控 项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
一般 项目	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
施工单位 检查结果		专业工长： 项目专业质检人员： 年 月 日			
监理单位 验收结论		专业监理工程师： 年 月 日			

A.0.4 分项工程质量验收记录见表 A.0.4。

表 A.0.4 分项工程质量验收记录

编号：

分项工程名称				
单位工程名称		分项工程数量		
工程名称		检验批数量		
序号	检验批名称/验收记录编号	部位/区段	施工单位检查结果	监理单位验收结论
质量控制记录 检查情况		施工单位：		监理单位：
		总计 项 核查 项 合格 项	总计 项 核查 项 合格 项	
施工单位检查结果： 项目技术负责人： 年 月 日				
监理单位验收结论： 专业监理工程师： 年 月 日				

A.0.6 单位工程质量验收记录见表 A.0.6。

表 A.0.6 单位工程质量验收记录

工程名称		单位工程名称		
序号	分部工程名称	分部工程质量验收记录编号		验收结论（监理单位填写）
项目	施工单位核查记录	监理单位核定记录		建设单位审定记录
分部工程验收	总数： 项 合格： 项	总数： 项 合格： 项	总数： 项 合格： 项	总数： 项 合格： 项
质量控制记录与技术资料核查	总计： 项 核查： 项 合格： 项	总计： 项 核查： 项 合格： 项	总计： 项 核查： 项 合格： 项	总计： 项 核查： 项 合格： 项
验收综合结论（由建设单位综合各方意见填写）：				
建设单位	勘察单位	设计单位	监理单位	施工单位
（公章） 项目负责人： 年 月 日	（公章） 项目负责人： 年 月 日	（公章） 项目负责人： 年 月 日	（公章） 总监理工程师： 年 月 日	（公章） 项目经理： 年 月 日

A.0.7 机坪管道洁净检查见表 A.0.7。

表 A.0.7 机坪管道洁净检查

管道编号	管道清洁情况	清洁人	检查人	备注
施工单位： 质量负责人：	监理单位： 监理工程师：	建设单位： 现场管理人员：		

- 说明：1 本表适用于组对前的洁净检查。
 2 管道应逐根清洁、检查并封口。
 3 对于固定焊口，建设单位人员应到场检查，并在备注中说明。

A.0.8 管道固定口冷闭合检查见表 A.0.8。

表 A.0.8 管道固定口冷闭合检查

焊口编号	焊接时间	焊接时的气温	当日最高/最低气温	监理工程师	施工单位质量负责人
			/		
			/		
			/		
			/		
			/		

A.0.9 无损检测部位随机抽取记录见表 A.0.9。

表 A.0.9 无损检测部位随机抽取记录

检测部位	检查结果	检测部位	检查结果	检测部位	检查结果	检测部位	检查结果
建设单位：		施工单位：		监理单位：			
项目负责人：		项目经理：		总监理工程师：			

本表适用于储罐、管道的随机检测，在焊接完成后，由建设单位确定抽测部位，先在图上标注后，再进行复核。

附录 B 供油工程分部分项工程划分

B.0.1 供油工程的单位（子单位）工程及分部（子分部）、分项工程的划分，宜满足表 B.0.1 的要求。

表 B.0.1 单位（子单位）工程及分部（子分部）、分项工程的划分

单位（子单位）工程	分部工程	子分部工程	分项工程
储罐工程	地基与基础		根据工程实际按 GB 50300 确定
	储罐制作安装	储罐组装焊接工程	罐底板、罐壁板、罐顶板、内浮盘、附件安装
		梯子、平台、栏杆工程	梯子、平台、栏杆制作安装
	储罐防腐		表面处理、内外壁防腐
	储罐电气	防雷与接地	接地装置、接地线、防静电安装
		仪表工程	仪表安装、线缆敷设、仪表调试
油泵站工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	设备安装		油泵、过滤器、管件
	管道安装		工艺管道安装、阀门安装、试压与调试
	电气安装		电缆敷设、电缆头制作，接地装置安装、线路绝缘测试等
管道工程	管道安装工程	土方工程	管沟开挖、回填
		管道安装工程	管口组对、焊接、下沟安装、清管、试压
		管道防腐工程	管道内外防腐、补口补伤、牺牲阳极安装
		管道穿跨越工程	管道穿越、跨越施工
	设备安装工程		加油地井、加油栓隔断阀、地井阀、测漏井、高点放气、低点排水装置等设备安装
	阴极保护工程	牺牲阳极安装工程	牺牲阳极、连接电缆、填包料、测试桩
		外加电流阴极保护工程	电缆敷设、阴极保护设备等安装
	附属工程	标志桩	里程桩、转角桩等线路保护构筑物
		阀门井	根据工程实际按 GB 50300 确定

续表

单位 (子单位) 工程	分部工程	子分部工程	分项工程
铁路装卸油工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	管道及设备安装		集油管、阀门及管件、装卸臂安装、试压与调试
汽车加 (卸) 油站工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	管道及设备安装		加油管、阀门及管件、装卸臂、加油泵、加油机、过滤器安装、试压与调试
码头装卸油工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	管道及设备安装		输油管、阀门及管件、装卸油臂安装、试压与调试
消防工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	消防设施安装		泡沫液储罐、泡沫比例混合器、泡沫发生装置、消防泵组、管道、阀门及管件、消防栓 (炮)、试压冲洗和防腐、火灾自动报警安装
动力配电工程	建筑工程		根据工程实际按 GB 50300 确定
	电气设备安装		变压器、发电机安装, 成套高低压配电柜、动力、照明配电箱安装, 电缆敷设、电缆头制作, 接地装置安装、线路绝缘测试等
自动化仪表工程	控制系统调试		控制系统调试
	仪表设备工程	仪表安装	液位仪、电接压力表、发信流量计、温度传感器、压力传感器、自动控制阀门、转数表、显示屏、仪表调试
		仪表控制线路安装	仪表线路、预埋管线安装线路调试
			盘柜安装
接地工程		接地装置、接地线、等电位联接、屏蔽设施、电涌保护器、线缆敷设、系统调试、试运行	
其他建筑工程	油车棚 (库) 生产用房		根据工程实际按 GB 50300 确定

B.0.2 当工程项目只有储罐项目时，储罐工程的分部、分项工程划分见表 B.0.2。

表 B.0.2 储罐工程的单位、分部、分项工程划分

分部工程	子分部工程	分项工程
土建工程	储罐基础	桩基工程 土方工程 模板工程 钢筋工程 混凝土工程 砂及砂石地基
	罐区地坪	土方工程 模板工程 钢筋工程 混凝土工程 砂及砂石地基
	防火堤	土方工程 模板工程 钢筋工程 混凝土工程 砂及砂石地基
安装工程	工艺管道	管墩基础工程 管沟开挖回填 管道焊接 管道试压 管道防腐 设备安装
	储罐制安	储罐组装 储罐焊接 储罐附件安装 储罐平台安装 储罐防腐
	消防工程	管沟工程 管道及配件安装 管道防腐 设备安装与调试
	电气仪表	穿线管敷设 电缆敷设 导线连接和线路 电气试验 接地装置 设备安装与调试

B.0.3 当工程项目只有管道工程时，其分部、分项工程划分见表 B.0.3。

表 B.0.3 管道工程的分部、分项工程划分

分部工程	分项工程
土建工程	土方工程 管沟开挖与回填 地基基础 钢筋绑扎 混凝土结构（钢筋模板混凝土）
管道安装工程	管道焊接 管道试压 管道防腐 设备安装 管道整体试压
紧急停泵安装工程	穿线管敷设 电缆敷设 导线连接和线路 电气试验 接地装置 设备安装与调试
牺牲阳极保护	电缆敷设 导线连接和线路 电气试验 接地装置 设备安装与调试

附录 C 管道停输状态的带油动火作业推荐方法

C.1 基本介绍

在管道停输的状态下，本附录推荐带油动火作业方法，其中特制封堵三通（以下简称特制三通）两种不同连接方式。

方式一适用于两端阀门可能关闭不严时的管道连接，不需要将安装特制三通处的原管道整体截断，仅抽取管道内的部分油品，适用于停输状态下的航空煤油管道改线作业，达到保证质量、安全施工、节约费用的目的。方式二适用于准备作业的管道两端阀门距离短、阀门关闭严密、两阀门之间的管段停输、管内油品数量少的情况下对现有航油管道进行带油动火作业，方式二需要将安装特制三通处的原管道内的油品全部抽取后再整体截断原管道。

安装特制三通的主要目的是开塞堵口，放置或者取出封堵装置、封堵气囊，在改造完成后通过异径法兰盘隔绝油气后完成封头焊接。

C.1.1 方式一的主要步骤如下：

- 1 关闭准备作业段的两端阀门，进行泄压；
- 2 开泄压孔进行二次泄压，并抽取管道内的部分或全部航油；
- 3 安装封堵用的特制三通；
- 4 对准备改线的管道的两端开塞堵口，用密封材料对塞堵口的两端进行塞堵；
- 5 对塞堵段进行切割，使改线段从老管道上分离；
- 6 新老管道对接，对焊缝进行无损检测；
- 7 取出封堵材料（封堵装置、封堵气囊），安装盲板，焊接管帽，并对焊缝进行无损检测；
- 8 试运行。

C.1.2 方式二的主要步骤如下：

- 1 关闭准备作业段的两端阀门，进行泄压；
- 2 开泄压抽油孔进行二次泄压，并抽取两阀门之间管道内的全部航油；
- 3 切断准备改线的管道，用封堵材料对老管道内的油（气）进行隔离；
- 4 安装特制三通：利用特制三通将新旧管道进行组对焊接，并对焊缝进行无损检测；
- 5 取出封堵材料，安装盲板焊接管帽，并对焊缝进行无损检测；
- 6 试运行。

C.2 一般要求

- C.2.1 带油施工作业段宜选择在水平管段范围内。
- C.2.2 从事带油施工作业的单位应具有石油化工工程施工总承包资质。
- C.2.3 施工单位应编制施工方案，并经过建设（监理）单位的审批。
- C.2.4 应对参与施工作业的人员进行施工安全、技术交底，职责明确。
- C.2.5 管道的安装、防腐、试压、试运行等应按照《民航机场供油工程施工及质量验收规范》的相关要求进行。

C.3 施工前的准备工作

- C.3.1 应进行管道调查，对需要封堵或截断的管道的走向、坡度、流向、埋深、管道长度、控制阀的位置、开孔连接施工的位置等应实地调查，并记录。应计算作业段可能需要抽出航油的体积。
- C.3.2 管道改线所采购的管道宜与作业段管道的材质相同或接近。
- C.3.3 应根据管道材质以及焊接材料编制焊接工艺指导书，在焊接工艺指导书评定合格的基础上，编制焊接工艺规程。
- C.3.4 施工所需要的三通、弯头、管道等材料应具有材料质量保证书（产品合格证）、检验报告、标识。
- C.3.5 耐油橡胶隔离气囊（以下简称封堵气囊）应在与被封堵管道相同管径的管道内进行预充气，所承受的压力应不低于 0.2 MPa，检查应无泄漏。封堵气囊应有备份。
- C.3.6 机具设备应完好，电机设备接地均应经过检查、合格。

C.4 管道开孔前的准备工作

- C.4.1 施工现场应有足够的作业场地和操作空间，且通道畅通。
- C.4.2 应配备足够的消防器材，包括灭火器、灭火毯、吸油毡、消油剂等。
- C.4.3 在作业区域设置作业坑，要求如下：

- 1 作业坑宽度按式（1）计算：

$$w = D + k \quad (1)$$

式中：w——作业坑宽度（m）；

D——管道直径（m）；

K——调整余量，宜取 2.6 m~3.2 m。

2 作业坑长度按式（2）计算：

$$L=L_1+L_2+L_3 \quad (2)$$

式中：L₁——泄压孔与操作坑的边距，宜不小于 1.5 m；

L₂——泄压孔与堵塞孔（泄压抽有孔）间距；

L₃——堵塞孔（泄压抽油孔）边缘与操作坑另一侧的间距，宜不小于 2 m。

3 作业管道管底距坑底宜不小于 0.5 m。

4 作业坑应根据土质情况进行放坡，边坡值应符合《建筑地基基础工程质量验收规范》（GB 50202—2002）中表 6.2.3 临时性挖方边坡值的要求。

C.4.4 作业坑周围应设置护栏、坑内设置上下爬梯。

C.4.5 作业区外应设置安全警戒线，并设置明显标识。施工作业场地靠近交通路口时，应设置疏导人员。

C.4.6 应在原管道、带油开孔附近安装接地桩，接地电阻应不大于 4 Ω，并在作业管道指定位置上焊接地极，与接地桩进行可靠连接。

C.4.7 管道直径大于或等于 500 mm 的螺旋管应在开孔附近焊接防胀圈，以防开孔引起螺旋焊缝开裂。

C.4.8 关闭施工作业点两端最近的隔断阀门，进行泄压。

C.4.9 应准备好接卸航空煤油的容器。接卸容器应洁净，符合航空煤油存储要求。如容器在本次使用前接卸过非航空煤油，应进行清洗并检验。

C.5 施工作业顺序（连接方式一）

C.5.1 安装泄压孔。

1 安装开孔装置：开孔装置由螺纹短管、压力表及其接口、球阀组成。选择合适的位置：开孔位置位于原管道的上游（来油一侧）且与放置封堵气囊处的距离宜大于 1 m，视现场需卸压、排放油量等情况可在管道的上半部合适位置焊接。焊接：在选好的位置上焊接螺纹短管。螺纹短管直径视原管道规格大小，宜为 50 mm。

2 开孔。安装手动或液压钻孔器，开泄压孔。

3 泄压抽油。打开球阀，用抽油泵将航油输送至指定容器。

【条文说明】 钻孔器是指带有铣刀和中心钻的液压电动或手动开孔机械。泄压孔是指用于完全释放管道的压力，并抽取管内航油的孔。钻孔器与焊接在管道上的开孔装置通过法兰相连。

C.5.2 管道泄压后，在管道上焊接特制三通，开塞堵孔。将钻孔器安装在特制三通上，对管道进行开孔，开孔后，将钻孔器移开，将抽油管通过特制三通的上端插入管道中，用油泵将管道内的航煤输送至指定容器。

【条文说明】特制三通是新老管道连接时的关键部件，特制三通的內径与原管道的外径贴合，通过焊接使特制三通包覆在作业管道上。特制三通顶段內侧带有异型法兰盘，法兰盘上有均匀分布的內螺孔，以便于安装钻孔器、盲板（如图 C.5.2），外側带有封头。

将特制三通焊接在原管道上，在异型法兰盘上安装钻孔器，钻孔后形成塞堵孔。封堵气囊、夹板及干冰等物品通过堵塞孔放入与取出，将管內的油气与外界隔离。在管道切割作业完成后，最后在特制三通上端焊接封头，完成管道的全封闭。开塞堵孔的目的就是为了将管內的航油抽到低液位，便于在开孔处塞入封堵材料，从而对管道进行封堵，将管內的油气与外界隔离，完成管道断管、焊接工作。

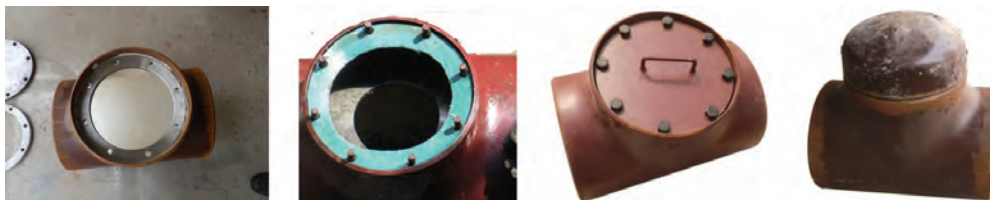


图 C.5.2 特制三通

C.5.3 随时观察管道内航油的液面高度，当方便放置封堵气囊时可停止抽油，用磁铁清理管道内的铁屑、仔细清理切割面的毛刺，并打磨干净。

C.5.4 由塞堵孔向孔两端安放封堵气囊，封堵气囊应离开管道动火切割点 1 m 以外，向气囊内加气至 0.1 MPa~0.2 MPa，使封堵气囊充满管道达到密封效果。在气囊放入后，至拆除封堵装置之前，此处压力应保持为 0。

C.5.5 应采取必要的措施将气囊固定，防止在管道负压下，封堵气囊被吸入管道。用柔性防火材料作防火墙或加装特制夹板，与封堵气囊形成双保险。

【条文说明】柔性防火材料可以是面团、黄泥等。直接将这此柔性材料塞入管内，并紧贴封堵气囊，使管道密封；也可用现场实际管道尺寸加工的可拆卸密封封堵装置（以下简称封堵装置）。封堵装置的直径较管道内径小 10 mm~20 mm 左右，由两片厚度为 8 mm 左右的圆形钢板和中心螺纹拉杆组成，安装时在两片圆形钢板之间加入面团或其他柔性密封防火材料，通过紧固中心螺纹拉杆上的螺母挤压密封材料达到隔离油气的目的，通常与封堵气囊配合使用，以达到动火点与油气隔离密封的双重保险作用。如图 C.5.5.1、图 C.5.5.2。

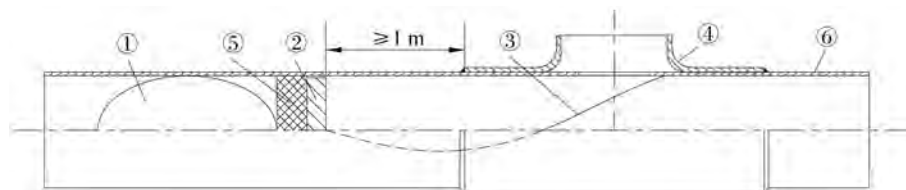


图 C.5.5.1 封堵装置安装

注：①——封堵气囊；②——封堵板；③——固定绳；
④——封堵口；⑤——柔性密封材料；⑥——油管道。

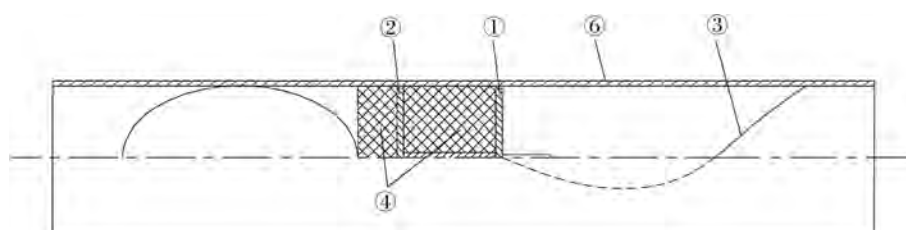


图 C.5.5.2 封堵板的制作

注：①——后板；②——前板；③——固定绳；④——柔性密封材料；⑥——油管道。

C.5.6 清理干净塞堵孔处的航油，用油气浓度检测仪检查开口管道内的油气浓度，确认油气浓度不在爆炸范围内。

C.5.7 在预定位置用手动或液压断管器进行断管，并进行新老管道安装对接，安装时向管内放干冰，并不断向管内充氮气对油气进行置换。

C.5.8 管道焊接安装完成后，应对焊缝进行无损检测。检测合格后，由塞堵孔处取出管道内的封堵气囊、封堵装置等其他封堵材料，确认封堵材料清理干净，并向管内加入适量干冰，尽快安装特制三通处法兰盲板，焊接特制三通封头。全部焊缝无损检测合格后进行防腐处理。

C.5.9 封闭泄压孔，焊接开孔短管外包封头。全部焊缝进行无损检测。焊缝无损检测合格后，对焊缝及附近管道、管件进行防腐，见图 C.5.9。

C.5.10 角焊缝应多层施焊完成，并逐层探伤。

C.5.11 管道安装检测、防腐、试压完成后，按照批准的方案进行管道试运行。

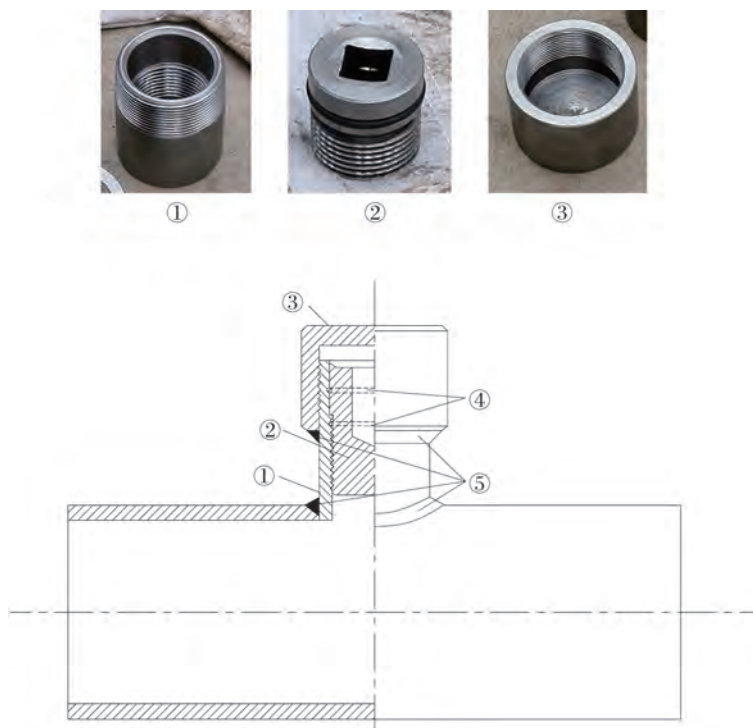


图 C.5.9 封闭泄压孔工艺图

注：①——螺纹短管；②——封堵头；③——外包封头；④——密封圈；⑤——焊缝。

C.6 施工作业程序（连接方式二）

C.6.1 安装泄压抽油孔。

1 安装开孔装置。选择合适的位置：开孔位置宜位于拟断管段中间且与放置封堵气囊处的距离宜大于 1 m。焊接：在选好的位置上焊接螺纹短管。螺纹短管直径视原管道规格大小，宜为 50 mm~200 mm。

2 开孔。安装手动或液压钻孔器，开泄压抽油孔。

3 泄压抽油。打开球阀，将抽油管由开孔处插入管道中，用抽油泵将航油输送至指定容器。

C.6.2 为防止原管道中油压力上升导致封堵气囊移动而失去密封效果时，可以按照 C.5.1 的要求开泄压孔。

【条文说明】自抽油孔抽油后，由于动火点两侧的阀门关闭不严或管道内余油较多，短时间内无法全部排完时，需在来油侧面开泄压孔，主要功能是在焊接过程中引流和排泄管道内的余油，防止余油过多，引起被隔离的管段内压力上升导致封堵气囊失效而发生事故，待焊接作业全部完成后进行封闭处理。泄压孔是否设置根据现场情况定。

C.6.3 随时观察管道内航油的液面高度，当抽油管无法再抽出航油时，停止抽油，用磁铁清理管道内的铁屑和其他杂质。

C.6.4 使用手动或液压断管器在指定位置进行断管。

C.6.5 管道断开后，立即向管内安放封堵气囊，封堵气囊应离开动火点 1 m 以外，向封堵气囊内加气至 0.1 MPa~0.2 MPa，使封堵气囊充满管道达到密封效果。

C.6.6 应采取必要的措施将封堵气囊固定，防止在管道负压下，封堵气囊被吸入管道，并用柔性防火材料作防火墙或加装特制夹板，与封堵气囊形成双保险。

C.6.7 在气囊放入后，至拆除封堵装置之前，此处压力应为 0。

C.6.8 用油气浓度检测仪检查开口管道内的油气浓度，确认油气浓度不在爆炸范围内，然后利用特制三通与新旧管道进行组对焊接，焊接时不断向管内焊接点附近充氮气进行空气置换。

【条文说明】特制三通是新旧管道连接时的关键部件（如图 C.5.2），按照原管道规格进行预加工，特制三通的两端与新或旧管道连接，特制三通处需方便封堵气囊、封堵装置及干冰等物品的放入与取出，特制三通内侧预先焊接异型法兰盘，法兰盘的法兰孔自带内丝，待特制三通两侧焊接完毕后，自特制三通取出封堵气囊、夹板等物品，将盲板与特制三通内的法兰盘加橡胶石棉垫进行密封安装，将管内的油气与外界隔离，最后在特制三通处焊接封头，完成管道的全封闭。

C.6.9 在焊接过程中，应安排专人监测管道内封堵装置的密封状况，发现有油品泄露立即停止焊接，处理完成后方可继续施工。

C.6.10 管道焊接完成后，对焊缝进行无损检测，检测合格后，由特制三通处取出管道内的特制夹板、柔性防火材料和封堵气囊，安装特制三通处法兰盲板，焊接特制三通封闭封头。全部焊缝无损检测合格后进行防腐处理。角焊缝应多层施焊完成，并逐层探伤。

C.6.11 封闭泄压孔，焊接开孔短管外包封头，对外包封头的焊缝进行无损检测。全部焊缝无损检测合格后，对焊缝及附近管道、管件进行防腐。

C.6.12 管道安装检测、防腐合格后，按照批准的方案进行管道试运行。

C.7 环境保护

C.7.1 施工作业完成后，应清理施工作业现场，将废弃物分类处理。

C.7.2 应做好施工地段的地貌恢复，并按需要设立管道有关标识。

C.8 验 收

C.8.1 由建设单位（监理单位）组织对工程进行验收。

C.8.2 施工单位应提供竣工技术资料，包括：封堵管道轴测图、管道标高、检验记录、主要材料证明、施工总结等。

附录 D 立式拱顶锥底储罐底板焊接推荐方法

D.1 范 围

D.1.1 本方法对立式拱顶锥底储罐底板的排板及焊接顺序进行了规范。

D.1.2 罐底板材料、焊接材料、焊缝间隙、焊接检测等应符合《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》(GB 50128) 的规定。

D.2 储罐底板排板前的准备工作

D.2.1 检查罐底板的防腐情况，除锈等级、涂层厚度是否按设计的要求进行处理。每块底板周边 50 mm 范围内不应涂装防腐涂料。

D.2.2 应根据设计图的方位，在储罐基础上划出两条互相垂直的中心线。在中心位置，安装沉淀槽，沉淀槽应与罐基础的沥青层或其他材料的垫层紧密接合，并与罐基础平面坡度自然连接。

D.2.3 罐底板宜按照图 D.2.3.1 或图 D.2.3.2 进行排板。

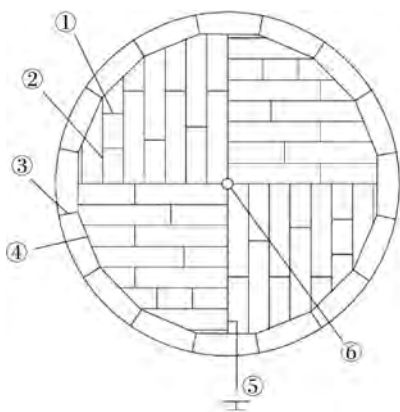


图 D.2.3.1 储罐锥底排板方案一

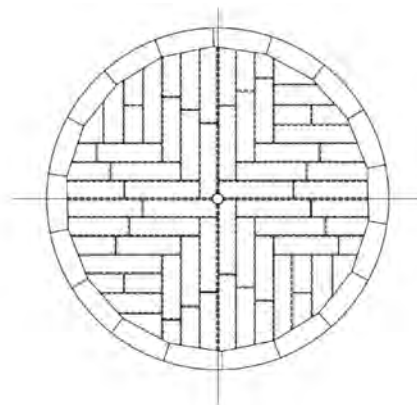


图 D.2.3.2 储罐锥底排板方案二

【条文说明】 方案一、方案二锥底储罐排板两种排板方式，目前均被广泛采用，都属于中心十字排板，底板用钢量基本相同，各有特点。以 5 000 m³ 储罐为例进行比较：两种底板均为 1 800 mm

×8 000 mm。板材尺寸为 1 800 mm×8 000 mm 的板比较经济，板材太短增加焊缝的数量，太长不便于吊装、运输。

从三层搭接比较看：方案一的排板中幅板三层搭接共有 80 处，方案二的排板中幅板三层搭接处一共有 108 处。从焊缝长度比较看：方案一中幅板焊缝总长度为 375 m，方案二中幅板焊缝总长度为 397 m。

D. 2. 4 铺设时，应自沉淀槽开始向周边铺设。采用搭接方式时，中幅板应搭接在沉淀槽上，依次向外，如图 D. 2. 4。

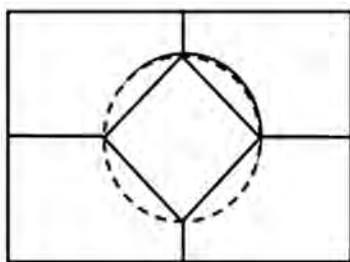


图 D. 2. 4 沉淀槽周边排板

D. 2. 5 罐底板采用搭接方式组装时，如设计未对搭接顺序做要求需按以下规定：

1 中幅板与边缘板采用搭接接头时，搭接宽度应不小于 60 mm。对于 5 000 m³ 以上的，伸缩缝④、⑤、⑥部分，两块钢板的最小搭接宽度为 70 mm，对于 10 000 m³ 及以上储罐应要求其最小搭接宽度为 80 mm；

2 边缘板在排板时沿罐底直径方向的最小宽度为 100 mm；

3 底板任意焊缝间的最小间距为 300 mm。

D. 2. 6 中幅板采用搭接接头时，其搭接宽度应不小于 25 mm，搭接接头间隙应不大于 1 mm。

D. 2. 7 搭接接头的三层钢板部分如图 D. 2. 7，应将上层底板切角，切角的长度应为搭接宽度的 2 倍，切角宽度应为搭接宽度的 2/3。

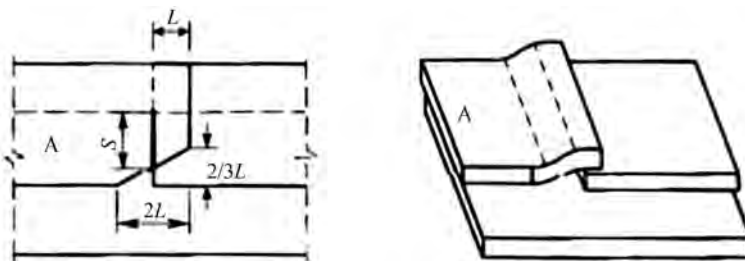


图 D. 2. 7 搭接接地三层钢板重叠部分的切角尺寸

注：A——上层底板；S——上层底板覆盖的焊缝长度；L——搭接宽度。

D. 2. 8 底板采用对接方式进行罐底板焊接组装时，应在罐基础上按底板排板图划出垫板的位置。环形边缘板垫板铺设可按图 D. 2. 8-1，其余部分的垫板铺设按图 D. 2. 8-2 进行。垫板本身的

接头，采用对接双面焊，焊后将焊肉磨平。垫板应与对接的两块底板贴紧，点焊固定，其间隙应不大于 1 mm。罐底板对接接头间隙应符合设计要求。罐底所有垫板铺设后，按垫板排板图进行底板铺设。

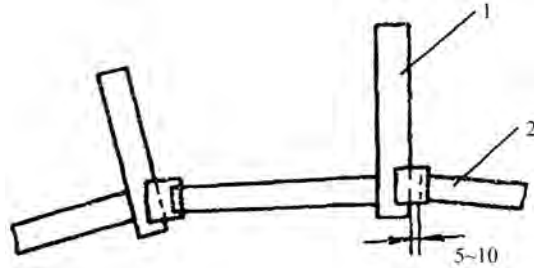


图 D. 2. 8-1 环形边缘板垫板的铺设

注：1——环形边缘板垫板；2——边缘板与中幅板的垫板。

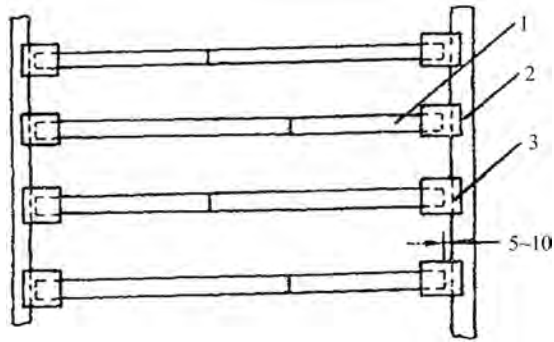


图 D. 2. 8-2 垫板的铺设

注：1——垫板；2——长垫板；3——薄垫板。

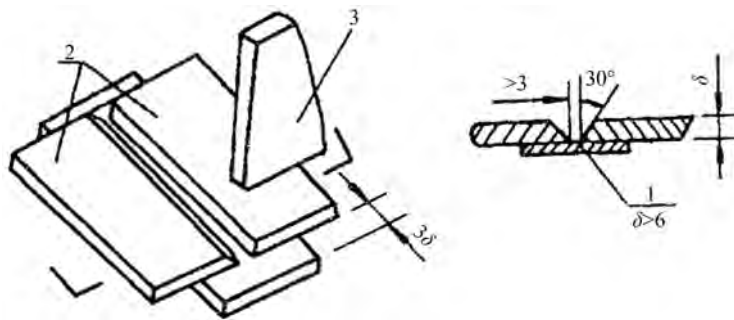


图 D. 2. 8-3 环形边缘板对接缝示意图

注：1——垫板；2——边缘板；3——罐壁板。

D. 2. 9 按照排板图铺板结束后，宜用砂袋或型钢堆载预压。

D.3 罐底板焊接

- D.3.1** 焊接施工应按批准的焊接工艺规程进行。
- D.3.2** 焊接前应检查组装质量，清除坡口表面及坡口两侧 20 mm 范围内的铁锈、水分和污物杂质，并应充分干燥。底板对接焊接应焊透，表面平整。
- D.3.3** 定位焊及工卡具的焊接不应由非持证焊工焊接，其焊接工艺与正式的焊接相同。
- D.3.4** 焊接时，始端应采用后退起弧法，终端应将弧坑填满，不应在非焊接位置引弧和熄弧。
- D.3.5** 钢板厚度大于或等于 6 mm 组成的搭接角焊缝应至少焊两遍，每层焊道焊完后，应进行清根。
- D.3.6** 采用碳弧气刨清根后，应修整刨槽，磨除渗碳层。
- D.3.7** 储罐底板铺装完毕定型后，采用点焊或用卡具卡住将底板定位后，开始焊接。
- D.3.8** 边缘板外端 300 mm（靠罐壁板外侧）在边缘板铺设完成后即进行焊接，剩余部分在罐壁板与底板角焊缝焊接完成后焊接。
- D.3.9** 底板焊接按以下要求进行：
- 1 焊接顺序：先焊①②号焊缝；再焊③④号焊缝；再焊⑤号焊缝；最后焊⑥号焊缝（按先长后短的原则，编号见图）。
 - 2 焊缝①②是罐底中幅板的横向和纵向焊缝，宜采用对称分段跳焊的焊接方法，在焊完一条焊缝后隔一条焊缝再焊。
 - 3 焊缝②的焊接应每天只焊一条焊缝，使钢板处于自由活动状态。
 - 3 在三层钢板重叠处，上层钢板铺装前，上层钢板覆盖部分的角焊缝不应先行焊接（焊缝①被长板覆盖部分除外）。
 - 4 ③④焊缝施焊时，应先焊短焊缝，后焊长焊缝；初层焊道宜采用分段退焊或跳焊法。
 - 5 焊缝⑤在焊接时应采用对称分段退焊，由多名焊工在对称位置按照由内向外的方向，分段进行跳焊、退焊。
 - 6 沉淀槽的焊接：焊缝⑥是中幅板与罐底沉淀槽的焊接，应在罐底安装的最后时间施焊，施焊时应由两名焊工对称焊接。
- D.3.10** 挡水板应在边缘板与中幅板搭接焊缝焊接完成后焊接。

D.4 罐底板与底圈壁板的焊接

- D.4.1** 罐壁和罐底连接的角焊缝焊接宜在底圈壁板纵焊缝焊接完毕后，由数对焊工均匀分布，

分别从罐内、外沿同一方向分段施焊；宜先焊罐内侧角焊缝，后焊外侧角焊缝。初层焊道宜采用分段退焊或跳焊法。

D.4.2 T字焊缝内外的焊脚高度按设计图纸的要求进行，焊接层数按照焊接作业指导书的要求执行。

D.4.3 T字焊缝应圆满过渡。

D.4.4 T字焊缝的焊接可与中幅板焊缝①②交替施焊。

【条文说明】将焊缝部分的点焊和固定卡具全部清除，保证焊缝能够自由伸缩不受约束。为了使锥底焊接时罐内通风良好，可以将罐顶的中心顶板暂不封装，且罐顶的光孔全部打开，在罐底安装完毕后焊接封装。为了保证焊接工人的工作量饱满，在焊完一条②焊缝后，可以用剩余时间进行罐壁与罐底的T字缝的焊接。由于T字缝的焊接工作量非常大，将焊缝②和T字缝交叉施焊，不仅可以提高工作效率，充分利用人员和机械设备，更能保证焊缝的应力释放和应力消除。

根据施工场地，焊工不宜过多，一般有8个焊工对称分布，焊接时根据以上施焊顺序采用由内向外分段退步施焊的焊接方法，分段长度约为600 mm~800 mm。

附录 E 石油库内爆炸危险区域的等级范围划分

E.0.1 爆炸危险区域的等级定义应符合现行国家标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058) 的规定。

E.0.2 易燃液体设施的爆炸危险区域内地坪以下的坑和沟划应划分为 1 区。

E.0.3 储存易燃液体的地上固定顶储罐爆炸危险区域划分如图 E.0.3, 应符合下列规定:

- 1 罐内未充惰性气体的液体表面以上空间应划为 0 区;
- 2 以通气口为中心, 半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区;
- 3 距储罐外壁和顶部 3 m 范围内及防火堤至罐外壁, 其高度为堤顶高的范围应划为 2 区。

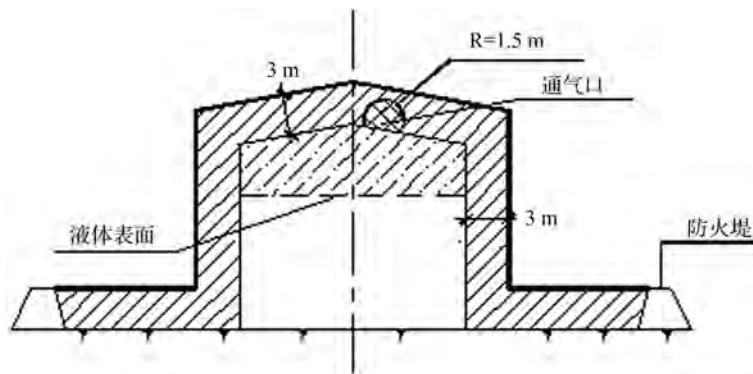


图 E.0.3 储存易燃液体的地上固定顶储罐爆炸危险区域划分

注:  —— 0 区;  —— 1 区;  —— 2 区 (以下各图的分区图例同此)。

E.0.4 储存易燃液体的内浮顶储罐爆炸危险区域划分如图 E.0.4, 应符合下列规定:

- 1 浮盘上部空间及以通气口为中心, 半径为 1.5 m 范围内的球形空间应划为 1 区;
- 2 距储罐外壁和顶部 3 m 范围内及防火堤至储罐外壁, 其高度为堤顶高的范围应划为 2 区。

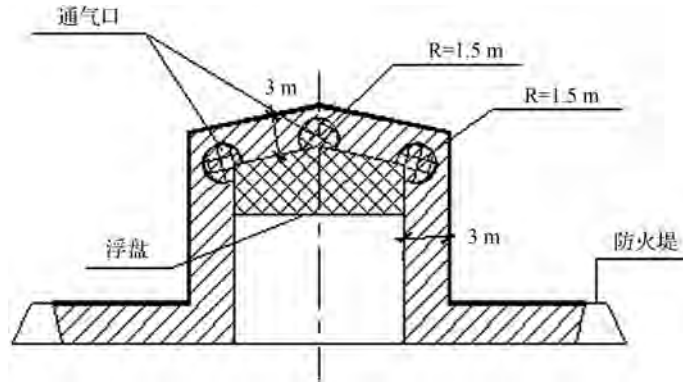


图 E.0.4 储存易燃液体的内浮顶储罐爆炸危险区域划分

E.0.5 储存易燃液体的外浮顶储罐爆炸危险区域划分如图 E.0.5，应符合下列规定：

- 1 浮盘上部至罐壁顶部空间应划为 1 区；
- 2 距储罐外壁和顶部 3 m 范围内及防火堤至罐外壁，其高度为堤顶高的范围内应划为 2 区。

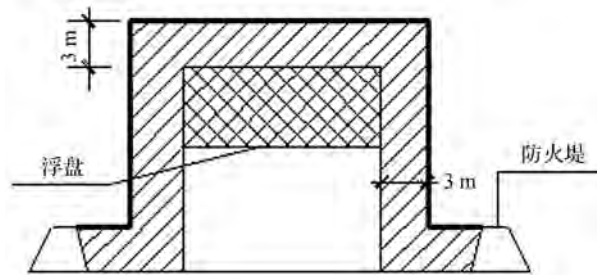


图 E.0.5 储存易燃液体的外浮顶储罐爆炸危险区域划分

E.0.6 储存易燃液体的地上卧式储罐爆炸危险区域划分如图 E.0.6，应符合下列规定：

- 1 罐内未充惰性气体的液体表面以上的空间应划为 0 区；
- 2 以通气口为中心，半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 距罐外壁和顶部 3 m 范围内及罐外壁至防火堤，其高度为堤顶高的范围应划为 2 区。

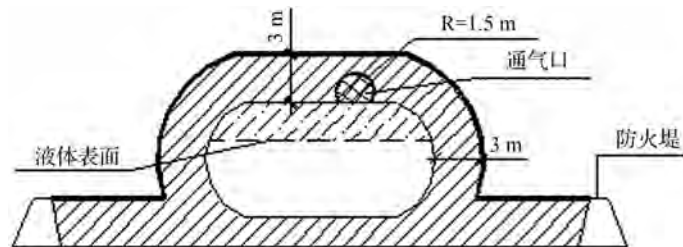


图 E.0.6 储存易燃液体的地上卧式储罐爆炸危险区域划分

E.0.7 储存易燃液体的覆土卧式油罐爆炸危险区域划分如图 E.0.7 应符合下列规定：

- 1 罐内部液体表面以上的空间应划分为 0 区；

2 人孔 (阀) 井内部空间, 以通气管管口为中心、半径为 1.5 m (0.75 m) 的球形空间和以密闭卸油口为中心、半径为 0.5 m 的球形空间, 应划分为 1 区;

3 距人孔 (阀) 井外边缘 1.5 m 以内、自地面算起 1 m 高的圆柱形空间, 以通气管管口为中心、半径为 3 m (2 m) 的球形空间和以密闭卸油口为中心、半径为 1.5 m 的球形并延伸至地面的空间, 应划分为 2 区。

注: 采用油气回收系统的储罐通气管管口爆炸危险区域用括号内的距离。

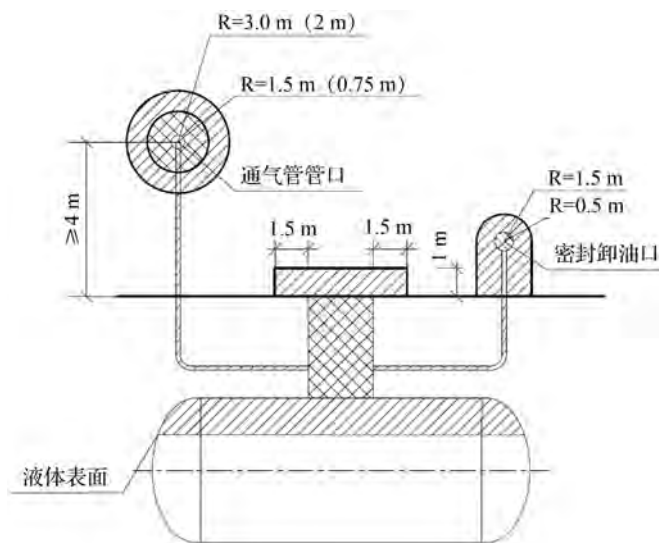


图 E.0.7 储存易燃液体的覆土卧式油罐爆炸危险区域划分

E.0.8 易燃液体泵房、阀室的爆炸危险区域划分 (图 E.0.8), 应符合下列规定:

- 1 易燃液体泵房和阀室内部空间应划为 1 区;
- 2 有孔墙或开式墙外与墙等高、 L_2 范围以内且不小于 3 m 的空间及距地坪 0.6 m 高、 L_1 范围以内的空间应划为 2 区;
- 3 危险区边界与释放源的距离应符合表 E.0.8 的规定。

表 E.0.8 危险区边界与释放源的距离

释放源名称		距离	
		L_1	L_2
易燃液体输送泵	工作压力 ≤ 1.6 MPa	$L+3$	$L+3$
	工作压力 > 1.6 MPa	15	$L+3$, 且不小于 7.5
易燃液体法兰、阀门		$L+3$	$L+3$

注: L 标识释放源至泵房外墙的距离。

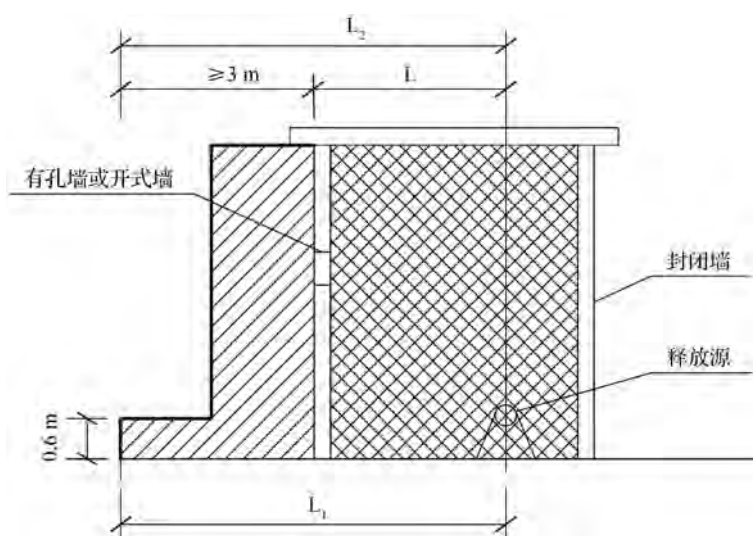


图 E.0.8 易燃液体泵房、阀室爆炸危险区域划分

E.0.9 易燃液体泵棚、露天泵站的泵和配管的阀门、法兰等为释放源的爆炸危险区域划分如图 E.0.9，应符合下列规定：

- 1 以释放源为中心，半径为 R 的球形空间和自地面算起高为 0.6 m 、半径为 L 的圆柱体的范围应划为 2 区；
- 2 危险区边界与释放源的距离应符合表 E.0.9 的规定。

表 E.0.9 危险区边界与释放源的距离

释放源名称		距离 (m)	
		L	R
易燃液体输送泵	工作压力 $\leq 1.6\text{ MPa}$	3	1
	工作压力 $> 1.6\text{ MPa}$	15	7.5
易燃液体法兰、阀门		3	1

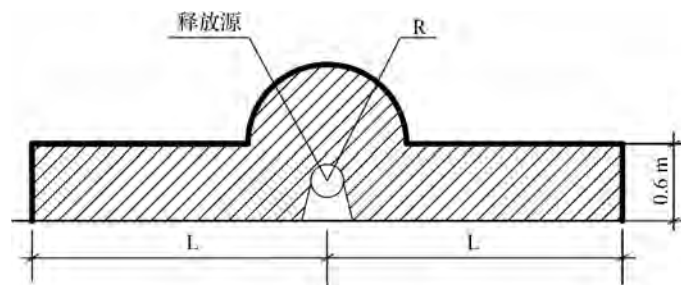


图 E.0.9 易燃液体泵棚、露天泵站的泵及配管的阀门、法兰等为释放源的爆炸危险区域划分

E. 0.10 易燃液体灌桶间爆炸危险区域划分如图 E. 0.10, 应符合下列规定:

- 1 油桶内部液体表面以上的空间应划为 0 区;
- 2 灌桶间内空间应划为 1 区;
- 3 有孔墙或开式墙外距释放源 L_1 距离以内与墙等高的室外空间和自地面算起 0.6 m 高、距释放源 7.5 m 以内的室外空间应划为 2 区。

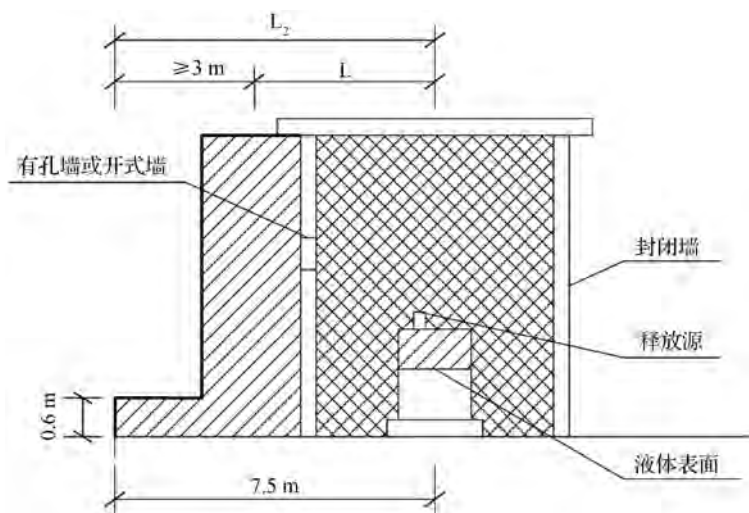


图 E. 0.10 易燃液体灌桶间爆炸危险区域划分

注: $L_2 \leq 1.5$ m 时, $L_1 = 4.5$ m; $L_2 > 1.5$ m 时, $L_1 = L_2 + 3$ m。

E. 0.11 易燃液体灌桶棚或露天灌桶场所的爆炸危险区域划分如图 E. 0.11, 应符合下列规定:

- 1 桶内液体表面以上空间应划为 0 区;
- 2 以灌桶口为中心、半径为 1.5 m 的球形并延伸至地面的空间应划为 1 区;
- 3 以灌桶口为中心、半径为 4.5 m 的球形并延至地面的空间应划为 2 区。

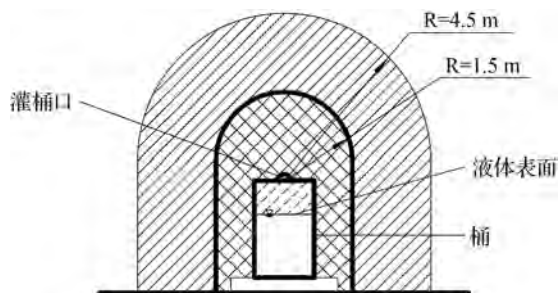


图 E. 0.11 易燃液体灌桶棚或露天灌桶场所爆炸危险区域划分

E. 0.12 易燃液体重桶库房爆炸危险区域划分如图 E. 0.12, 建筑物内空间及有孔或开式墙外 1 m 与建筑物等高的范围内的空间应划为 2 区。

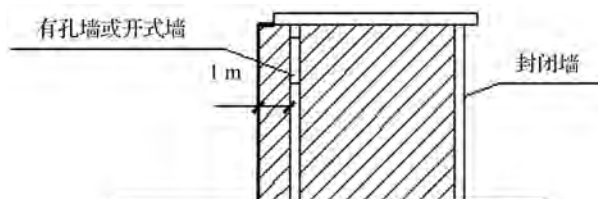


图 E.0.12 易燃液体重桶库房爆炸危险区域划分

E.0.13 易燃液体汽车储罐车棚、易燃液体重桶堆放棚的爆炸危险区域划分如图 E.0.13，其棚的内部空间应划为 2 区。

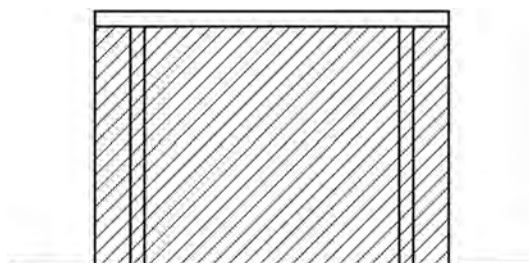


图 E.0.13 易燃液体汽车罐车棚、易燃液体重桶堆放棚爆炸危险区域划分

E.0.14 铁路罐车、汽车罐车卸易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E.0.14，应符合下列规定：

- 1 罐车内的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以卸油口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间和以密闭卸油口为中心、半径为 0.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 以卸油口为中心、半径为 3 m 的球形并延至地面的空间和以密闭卸油口为中心、半径为 1.5 m 的球形并延至地面的空间应划为 2 区。

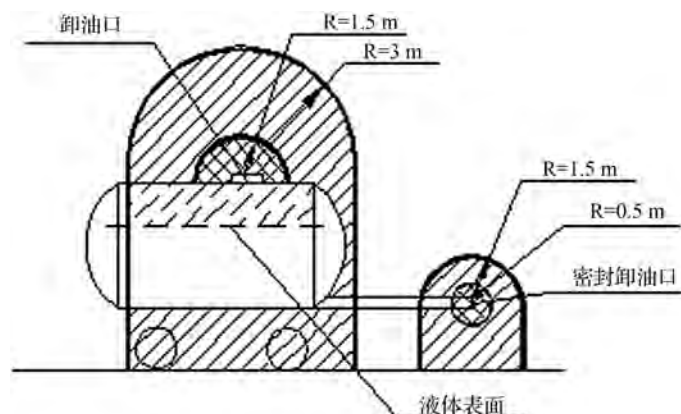


图 E.0.14 铁路罐车、汽车罐车卸易燃液体时爆炸危险区域划分

E. 0. 15 铁路罐车、汽车罐车敞口灌装易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E. 0. 15，应符合下列规定：

- 1 罐车内部的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以罐车灌装口为中心、半径为 3 m 的球形并延至地面的空间应划为 1 区；
- 3 以灌装口为中心、半径为 7.5 m 的球形空间和以灌装口轴线为中心线、自地面算起高为 7.5 m、半径为 15 m 的圆柱形空间应划为 2 区。

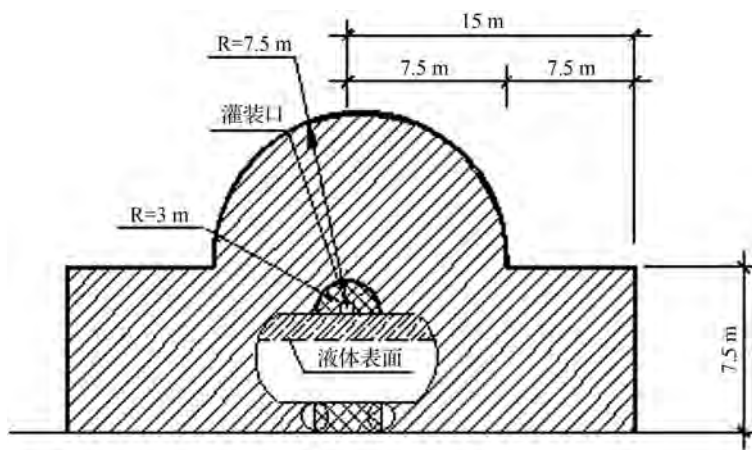


图 E. 0. 15 铁路罐车、汽车罐车灌装易燃液体时爆炸危险区域划分

E. 0. 16 铁路罐车、汽车罐车密闭灌装易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E. 0. 16，应符合下列规定：

- 1 罐车内部的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以罐车灌装口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间和以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 以罐车灌装口为中心、半径为 4.5 m 的球形并延至地面的空间和以通气口为中心、半径为 3 m 的球形空间应划为 2 区。

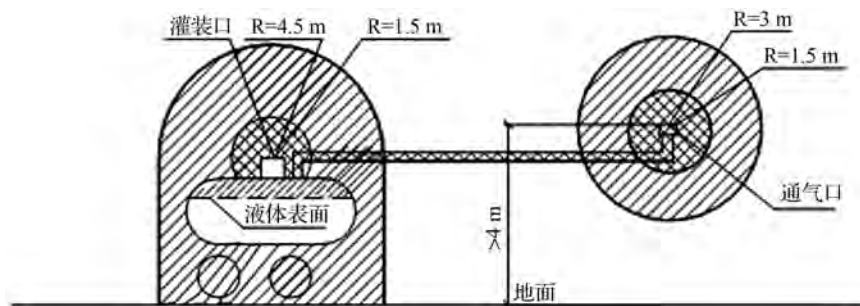


图 E. 0. 16 铁路罐车、汽车罐车密闭灌装易燃液体时爆炸危险区域划分

E. 0.17 油船、油驳敞口灌装易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E. 0.17，应符合下列规定：

- 1 油船、油驳内的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以油船、油驳的灌装口为中心，半径为 3 m 的球形并延至水面的空间应划为 1 区；
- 3 以油船、油驳的灌装口为中心，半径为 7.5 m 并高于灌装口 7.5 m 的圆柱形空间和自水面算起 7.5 m 高，以灌装口轴线为中心线，半径为 15 m 的圆柱形空间应划为 2 区。

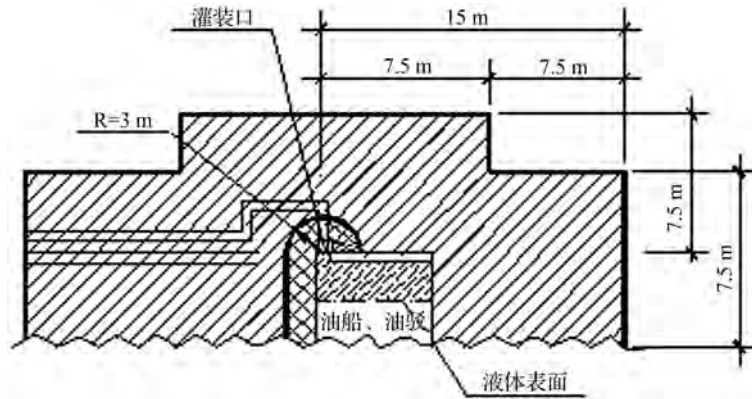


图 E. 0.17 油船、油驳敞口灌装易燃液体时爆炸危险区域划分图

E. 0.18 油船、油驳密闭灌装易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E. 0.18，应符合下列规定：

- 1 油船、油驳内的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以灌装口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间及以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 以灌装口为中心、半径为 4.5 m 的球形并延至水面的空间和以通气口为中心、半径为 3 m 的球形空间应划为 2 区。

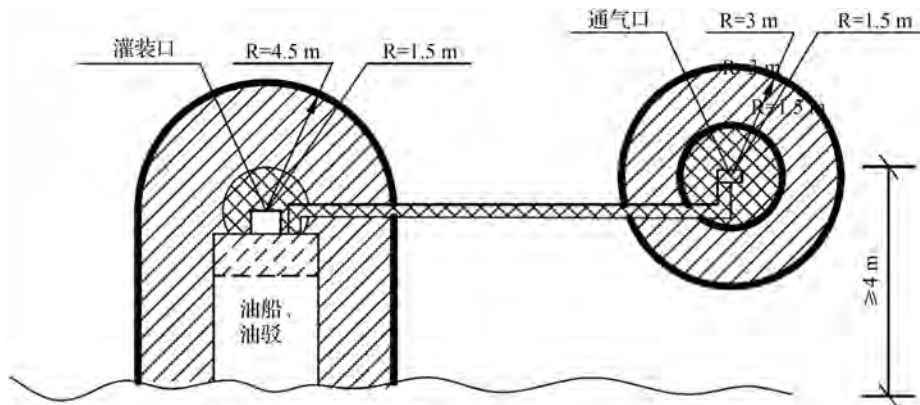


图 E. 0.18 油船、油驳密闭灌装易燃液体时爆炸危险区域划分

E. 0.19 油船、油驳卸易燃液体时爆炸危险区域划分如图 E. 0.19，应符合下列规定：

- 1 油船、油驳内部的液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以卸油口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 以卸油口为中心、半径为 3 m 的球形延至水面的空间应划为 2 区。

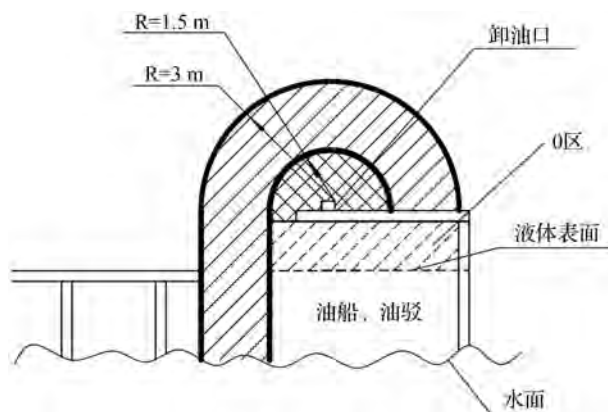


图 E.0.19 油船、油驳卸易燃液体时爆炸危险区域划分

E.0.20 易燃液体的隔油池、漏油及事故污水收集池爆炸危险区域划分如图 E.0.20，应符合下列规定：

- 1 有盖板，池内液体表面以上的空间应划为 0 区；
- 2 无盖板，池内的液体表面以上空间和距隔油池内壁 1.5 m、高出池顶 1.5 m 至地坪范围内的空间应划为 1 区；
- 3 距隔油池内壁 4.5 m、高出池顶 3 m 至地坪的范围内的空间应划为 2 区。

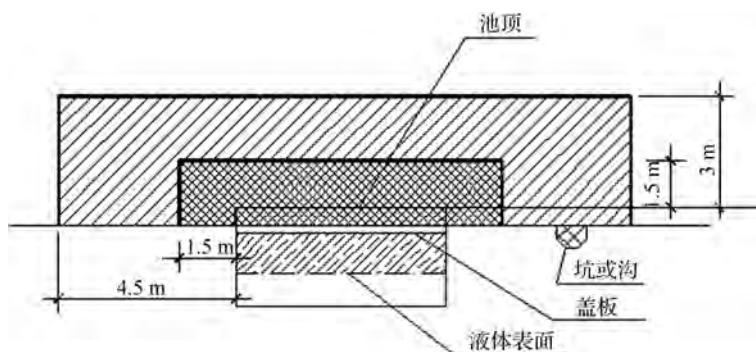


图 E.0.20 易燃液体的隔油池、漏油及事故污水收集池爆炸危险区域划分

E.0.21 含易燃液体的污水浮选罐爆炸危险区域划分如图 E.0.21，应划分符合下列规定：

- 1 罐内液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以通气口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间应划为 1 区；
- 3 距罐外壁和顶部 3 m 以内范围应划为 2 区。

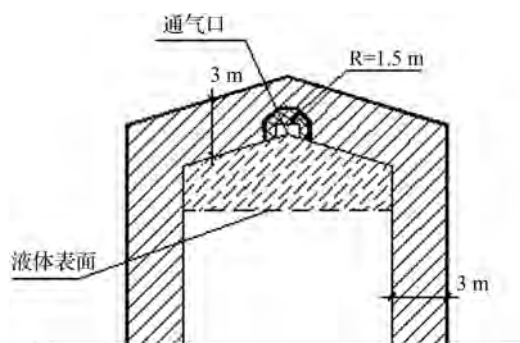


图 E.0.21 含易燃液体的污水浮选罐爆炸危险区域划分

E.0.22 储存易燃液体的覆土立式储罐的爆炸危险区域划分如图 E.0.22，应符合下列规定：

- 1 储罐内液体表面以上空间应划为 0 区；
- 2 以通气管口为中心、半径为 1.5 m 的球形空间，储罐外壁与护体之间的空间，通道口门以内的空间，应划为 1 区；
- 3 以通气口为中心、半径为 4.5 m 的球形空间，以采光通风口为中心、半径为 3 m 的球形空间，通道口周围 3 m 范围内的空间及以通气口为中心、半径为 15 m、高 0.6 m 的圆柱形空间，应划为 2 区。

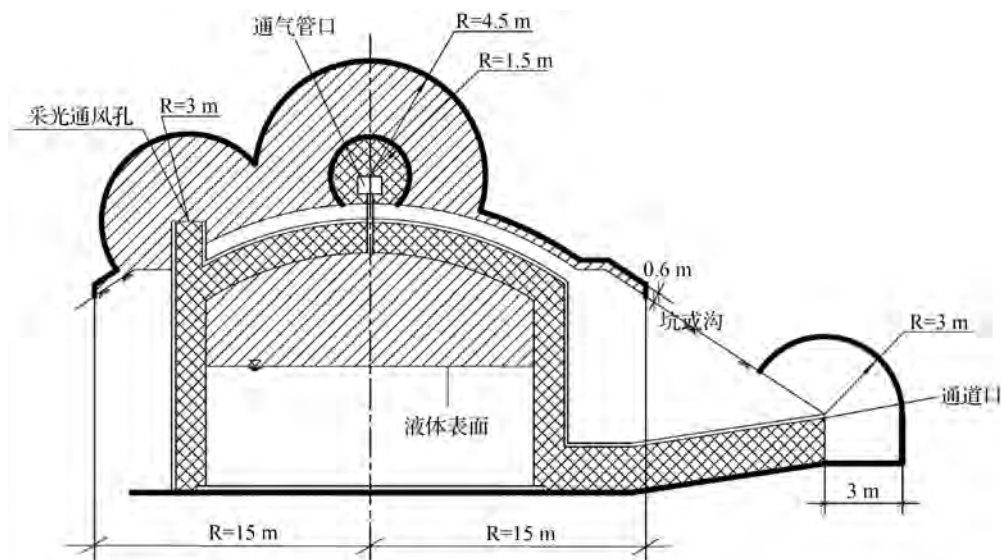


图 E.0.22 储存易燃油品的覆土立式储罐的爆炸危险区域划分

E.0.23 易燃液体阀门井的爆炸危险区域划分如图 E.0.23，应符合下列规定：

- 1 阀门井内部空间应划为 1 区；
- 2 距阀门井内壁 1.5 m、高 1.5 m 的柱形空间应划为 2 区。

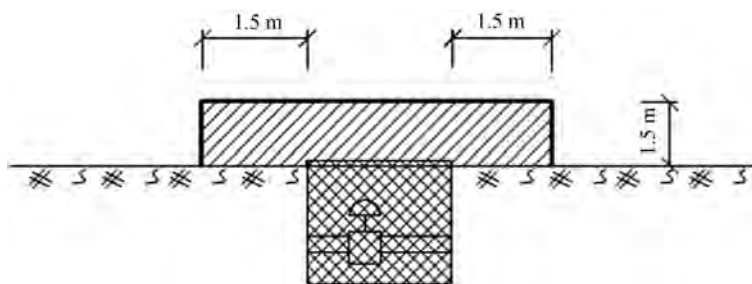


图 E.0.23 易燃液体阀门井爆炸危险区域划分

E.0.24 易燃液体管沟爆炸危险区域划分如图 E.0.24，应符合下列规定：

- 1 有盖板的管沟内部空间应划为 1 区；
- 2 无盖板的管沟内部空间应划为 2 区。

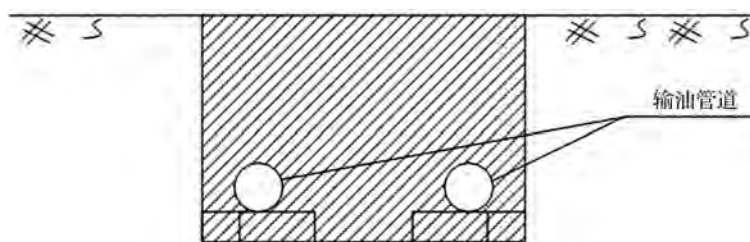


图 E.0.24 易燃液体管沟爆炸危险区域划分

标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词，说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 本规范中指定按其他有关标准、规范或其他有关规定执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……的规定执行”。

引用标准名录

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

[1] 钢制常压储罐——第一部分：储存对水有污染的易燃和不易燃液体的埋地卧式圆筒形单层和双层储罐（AQ 3020）

[2] 钢—玻璃纤维增强塑料双层埋地储油罐（JC/T 2286）

[3] 钢制常压容器制造技术条件（NB/T 47042）

[4] 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范（GB 50275）

[5] 汽车加油加气站设计与施工规范（GB 50156）

[6] 机械设备安装工程施工及验收规范（GB 50231）

[7] 液体装卸臂工程技术要求（HG/T 21608）

[8] 石油库设计规范（GB 50074）

[9] 《压力管道安全技术监察规程——工业管道》（TSG D001）

[10] 建筑物防雷设计规范（GB 50057）

[11] 喷气燃料过滤分离器通用技术规范（GB/T 21358）

[12] 承压设备焊接工艺评定（NB/T 47014）

[13] 油气输送管道穿越工程施工规范（GB 50424—2007）

[14] 埋地钢质管道阴极保护技术规范（GB/T 21488）

[15] 钢制管道封堵技术规程——第1部分：塞式、筒式封堵（SY/T 6150.1）

[16] 钢制管道封堵技术规程——第2部分：挡板—囊式封堵（SY/T 6150.2）

[17] 油气长输管道工程施工及验收规范（GB 50369）

[18] 承压设备无损检测——第二部分：射线检测（NB/T 47013.2）

[19] 承压设备无损检测——第三部分：超声检测（NB/T 47013.3）

[20] 承压设备无损检测——第四部分：磁粉检测（NB/T 47013.4）

[21] 承压设备无损检测——第五部分：渗透检测（NB/T 47013.5）

[22] 工业金属管道工程施工质量验收规范（GB 50184）

[23] 建筑防腐蚀工程施工规范（GB 50212）

[24] 建筑防腐蚀工程施工质量验收规范（GB 50224）

[25] 钢制储罐罐底外壁阴极保护技术标准（SY/T 0088）

[26] 覆盖涂料前钢材表面处理表面清洁度目视评定——第1部分：未覆涂过的钢材表面和

全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级 (GB/T 8923.1)

- [27] 埋地钢质管道阴极保护技术规范 (GB/T 21448)
- [28] 消防给水及消火栓系统技术规范 (GB 50974)
- [29] 泡沫灭火系统施工及验收规范 (GB 50281)
- [30] 自动喷水灭火系统施工及验收规范 (GB 50261)
- [31] 消防泵 (GB 6245)
- [32] 离心泵技术条件 (I) 类 (GB 16907)
- [33] 离心泵技术条件 (II) 类 (GB 5656)
- [34] 室外消火栓 (GB 4452)
- [35] 室内消火栓 (GB 3445)
- [36] 消防水带 (GB 6246)
- [37] 消防水枪 (GB 8181)
- [38] 泡沫灭火剂 (GB 15308)
- [39] 低压流体输送用焊接钢管 (GB/T 3091)
- [40] 输送流体用无缝钢管 (GB/T 8163)
- [41] 柔性机械接口灰口铸铁管 (GB/T 6483)
- [42] 水及燃气管道用球磨铸铁管、管件和附件 (GB/T 13295)
- [43] 流体输送用不锈钢无缝钢管 (GB/T 14976)
- [44] 钢丝网骨架塑料 (聚乙烯) 复合管 (CJ/T 189)
- [45] 自动喷水灭火系统——第 11 部分: 沟槽式管接头 (GB 5135.11)
- [46] 电气装置安装工程旋转电机施工及验收规范 (GB 50170)
- [47] 爆炸危险环境电力装置设计规范 (GB 50058)
- [48] 建筑物防雷设计规范 (GB 50057)
- [49] 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范 (GB 50168)
- [50] 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范 (GB 50171)
- [51] 电气装置安装工程高压电器施工及验收规范 (GB 50147)
- [52] 电气装置安装工程电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范 (GB 50148)
- [53] 电气装置安装工程电气设备交接试验标准 (GB 50150)
- [54] 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范 (GB 50254)
- [55] 建筑电气工程施工质量验收规范 (GB 50303)
- [56] 民用航空油库爆炸和火灾危险场所电气安全规程 (MH/T 6033)
- [57] 电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范 (GB 50257)
- [58] 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范 (GB 50169)
- [59] 石油化工仪表安装设计规范 (HG/T 3104)

- [60] 自动化仪表工程施工及质量验收规范（GB 50093）
- [61] 智能建筑工程质量验收规范（GB 50339）
- [62] 过程工业自动化系统出厂验收测试（FAT）、现场验收测试（SAT）、现场综合测试（SIT）规范（GB/T 25928）
- [63] 民用闭路监视电视系统工程技术规范（GB 50198）
- [64] 安全防范系统验收规则（GA 308）
- [65] 安全防范工程技术规范（GB 50348）
- [66] 综合布线工程验收规范（GB 50312）
- [67] 工程测量规范（GB 50026）
- [68] 立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范（GB 50341）
- [69] 钢制储罐地基基础设计规范（GB 50473）
- [70] 石油化工设备混凝土基础工程施工质量验收规范（SH/T 3510）
- [71] 建筑工程施工质量验收统一标准（GB 50300）
- [72] 建筑地基基础工程施工质量验收规范（GB 50202）
- [73] 石油化工钢储罐地基与基础施工及验收规范（SH/T 3528）
- [74] 混凝土结构工程施工质量验收规范（GB 50204）
- [75] 石油化工工程防渗技术规范（GB 50934）
- [76] 混凝土强度检验评定标准（GB/T 50107）
- [77] 地下工程防水技术规范（GB 50108）
- [78] 砌体结构工程施工质量验收规范（GB 50203）
- [79] 屋面工程质量验收规范（GB 50207）
- [80] 建筑地面工程施工质量验收规范（GB 50209）
- [81] 建筑装饰装修工程质量验收规范（GB 50210）
- [82] 钢结构工程施工质量验收规范（GB 50205）
- [83] 公路路基施工技术规范（JTG F10）
- [84] 公路路面基层施工技术规范（JTJ 034）
- [85] 水泥混凝土路面施工及验收规范（GBJ 97）
- [86] 公路沥青路面施工技术规范（JTGF 40）
- [87] 民用航空燃料设施设备浸润冲洗质量控制（MH/T 6076）
- [88] 民航建设工程行业验收暂行办法（AP-158-CA-2013-04）
- [89] 民航专业工程施工监理规范（MH 5031）

民用机场建设工程行业标准出版一览表

序号	编号	书名（书号）	定价（元）
1	MH/T 5003—2016	民用运输机场航站楼离港系统工程设计规范（0409）	20.00
2	MH 5006—2015	民用机场水泥混凝土面层施工技术规范（0265）	45.00
3	MH 5008—2017	民用运输机场供油工程设计规范	60.00
4	MH/T 5009—2016	民用运输机场航站楼楼宇自控系统工程设计规范（0386）	20.00
5	MH 5013—2014	民用直升机场飞行场地技术标准（0189）	38.00
6	MH/T 5015—2016	民用运输机场航班信息显示系统工程设计规范（0385）	20.00
7	MH/T 5018—2016	民用运输机场信息集成系统工程设计规范（0387）	20.00
8	MH/T 5019—2016	民用运输机场航站楼时钟系统工程设计规范（0408）	10.00
9	MH/T 5020—2016	民用运输机场航站楼公共广播系统工程设计规范（0411）	20.00
10	MH/T 5021—2016	民用运输机场航站楼综合布线系统工程设计规范（0410）	20.00
11	MH/T 5027—2013	民用机场岩土工程设计规范（0145）	68.00
12	MH 5028—2014	民航专业工程工程量清单计价规范（0218）	98.00
13	MH 5029—2014	小型民用运输机场供油工程设计规范（0233）	25.00
14	MH/T 5030—2014	通用航空供油工程建设规范（0204）	20.00
15	MH 5031—2015	民航专业工程施工监理规范（0242）	48.00
16	MH/T 5032—2015	民用运输机场航班信息显示系统检测规范（0266）	20.00
17	MH/T 5033—2017	绿色航站楼标准	30.00
18	MH 5034—2017	民用运输机场供油工程施工及验收规范	70.00