

ICS XX.XXX

CCS F XX

DB ××

西藏自治区地方标准

DB ××—××××

民用供氧工程施工及验收规范

Code for Construction and Acceptance of Civil Oxygen
Supply Engineering

（征求意见稿）

2026—××—××发布

2026—××—××实施

西藏自治区质量技术监督局
西藏自治区住房和城乡建设厅

联合发布

西藏自治区地方标准

民用供氧工程施工及验收规范

Code for Construction and Acceptance of Civil Oxygen
Supply Engineering

编制部门: ****

批准部门: ****

执行日期: 20**年**月**

前 言

根据《西藏自治区市场监督管理局关于下达2025年第一批推荐性地方标准制定计划的通知》（2025年5月27日），西藏自治区住房和城乡建设厅委托中国城市建设研究院有限公司编制《民用供氧工程施工及验收规范》。在标准编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，认真总结了国内外民用供氧项目设计和实施的经验，吸收国内供氧标准编制的先进技术经验，分析西藏自治区已实施供氧项目的使用情况，并在广泛征求意见的基础上，通过反复讨论、修改与改善，制定本文件。

本文件共分10章和7个附录。主要内容有：总则、术语与符号、基本规定、施工准备、工程测量、氧气站、供氧管道、室内供氧终端、检查、检验和试验、工程验收及交接等。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西藏自治区市场监督管理局归口管理，中国城市建设研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

本文件在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中国城市建设研究院有限公司（地址：北京市西城区德外大街36号；邮政编码101000），以供今后修订参考。

本文件首次发布。

本文件主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员名单：

主编单位：xxx

参编单位：xxx

xxx

主要起草人：xxx

审查人员：xxx

目 次

1 总则	3
2 术语和符号	7
2.1 术语	7
2.2 符号	9
3 基本规定	10
3.1 施工	10
3.2 质量验收	11
4 施工准备	14
4.1 一般规定	14
4.2 技术准备	14
4.3 物资准备	15
4.4 安全措施	15
5 工程测量	18
5.1 一般规定	18
5.2 定线测量	19
5.3 水准测量	20
5.4 竣工测量	20
5.5 测量允许误差	21
6 氧气站	22
6.1 一般规定	22
6.2 汽化站房设备	22
6.3 变压吸附制氧站房设备	25
6.4 建筑结构	28
6.5 电气自控	30
6.6 采暖通风	30
7 供氧管道	33
7.1 一般规定	33
7.2 管道支架、吊架	34
7.3 管沟及地上管道	34
7.4 直埋管道	35
7.5 法兰和阀门	36
7.6 管道焊接	37

8 室内供氧终端	39
8.1 一般规定	39
8.2 控制系统	39
8.3 计量设备	39
8.4 供氧终端	40
9 检查、检验和试验	43
9.1 一般规定	43
9.2 外观检查	43
9.3 无损检测	44
9.4 强度试验	44
9.5 试验温度与检查	45
9.6 吹扫与清洗	46
9.7 脱脂	46
10 工程验收及交接	48
10.1 工程竣工验收	48
10.2 消防及安全设施验收	54
10.3 工程交接	56
10.4 竣工备案	57
10.5 运行维护	58
10.6 操作规程与应急预案管理	58
标准用词说明	61
引用标准名录	62
附录 A 工程项目竣工验收申请表	64
附录 B 工程项目竣工验收单	65
附录 C 工程项目遗留问题清单	66
附录 D 工程项目竣工资料交接单	67
附录 E-1 液氧供氧设备验收标准	68
附录 E-2 变压吸附（PSA）供氧设备验收标准	71
附录 F 工程单机 / 子系统调试记录表	74
附录 G 供氧系统联调验收记录表	75

Contents

1 General Provisions	3
2 Terms and Symbols	7
2 .1 Terms	7
2 .2 symbol	9
3 Basic Provisions	10
3 .1 Construction	10
3 .2 Quality Acceptance	11
4 Construction Preparation	14
4 .1 General Provisions	14
4 .2 Technical Preparation	14
4 .3 Material Preparation	15
4 .4 Safety Measures	15
5 Engineering Surveying	18
5 .1 General Provisions	18
5 .2. Line measurement	19
5 .3 leveling	20
5 .4 Completion Survey	20
5 .5 Allowable Measurement Error	21
6 Oxygen Station	22
6 .1 General Provisions	22
6 .2. Equipment for the vaporization station building	22
6 .3 Pressure Swing Adsorption Oxygen Station Equipment	25
6 .4 Building Structure	28
6 .5 Electrical Automatic Control	30
6 .6 Heating and Ventilation	30
7 Oxygen supply pipeline	33
7 .1 General Provisions	33
7 .2 Pipeline supports and hangers	34
7 .3. Pipelines and Above-ground Pipelines	34
7 .4 Directly Buried Pipelines	35
7 .5 Flanges and Valves	36
7 .6 Pipeline Welding	37

8 Indoor Oxygen Supply Terminal	39
8 .1 General Provisions	39
8 .2 Control System	39
8 .3 Measuring Equipment	39
8 .4 Oxygen supply terminal	40
9 Inspection, Testing, and Experimentation	43
9 .1 General Provisions	43
9 .2 Visual Inspection	43
9 .3 Non-destructive Testing	44
9 .4 Strength Test	44
9 .5 Test Temperature and Inspection	45
9 .6 Purging and Cleaning	46
9 .7. De-fatting	46
10 Project Acceptance and Handover	48
10 .1 Project Completion Acceptance	48
10 .2 Acceptance of Fire and Safety Facilities	54
10 .3 Project Handover	56
10 .4 Completion Filing	57
10 .5 Operation and Maintenance	58
10 .6 Operational Procedures and Emergency Response Plan Management	58
Standard Terminology Explanation	61
Reference Catalog	62
Appendix A: Project Completion Acceptance Application Form	64
Appendix B: Project Completion Acceptance Form	65
Appendix C List of Outstanding Issues in the Project	66
Appendix D: Project Completion Documentation Handover Form	67
Appendix E-1 Acceptance Criteria for Liquid Oxygen Supply Equipment	68
Appendix E-2 Acceptance Criteria for Pressure Swing Adsorption (PSA) O	
xxygen Supply Equipment	71
Appendix F Engineering Unit / Subsystem Debugging Record Form	74
Appendix G Oxygen Supply System Joint Commissioning Acceptance Recor	
d Form	75

1 总则

1.0.1 为加强西藏自治区民用供氧工程施工管理，规范施工技术，统一施工质量检验、验收标准，确保工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于西藏自治区海拔 3000 米及以上地区，设计压力不大于 1.6MPa 的新建、改建和扩建民用供氧工程的施工及验收。

【条文说明】本规范明确适用于西藏自治区，主要考虑高原环境下空气含氧量低、大气压力变化显著、材料性能与施工工艺均需特殊适应。设计中应特别注意管道承压能力、设备散热效率、电气绝缘性能等高原适应性指标。海拔 3000 米以下的供氧项目可参照执行本规范。

1.0.3 民用供氧工程所用的原材料、半成品、成品等产品的型号、规格、性能应符合国家相关标准的规定和设计要求；接触氧气的产品应符合有关医疗级卫生要求。严禁使用国家明令淘汰的产品。

1.0.4 特种作业人员（如电焊工、压力管道安装工、起重工、电工、无损检测等）应具有特种设备操作人员资格证，承担供氧金属管道、设备焊接的人员，应具有锅炉压力容器压力管道特种设备操作人员资格证（焊接）焊工合格证书，且在证书的有效期限及合格项目范围内从事焊接工作；且应接受高原环境施工安全、特种作业及适应性培训。

【条文说明】：“间断焊接时间”是指“未从事任何焊接作业”或“未从事供氧管道相关材质的焊接作业”，并与国家最新的特种设备作业人员考核规则进行衔接。间断焊接时间超过 6 个月，再次上岗前应重新考试；承担其他材质供氧管道安装的人员，应经过专门培训，并经考试合格，间断安装时间超过 6 个月，再次上岗前应重新考试和技术评定。当使用的安装设备发生变化时，应针对该设备操作要求进行专门培训。

焊接人员除持证外，建议在高原地区进行适应性培训，内容包括高原焊接工艺、低温环境下材料脆性控制、防风保温措施等。

1.0.5 工程施工应按设计文件进行，如发现施工图不能满足现行国家标准时，不得自行更改，应及时向建设单位和设计单位提出变更设计要求。

1.0.6 工程施工所用设备、管道组成件等，应符合国家现行有关产品标准的规定，且应具有产品合格证。涉及氧气介质的相关设备、阀门、仪表、密封件、过滤器等组成件，除应符合通用产品标准外，尚应满足《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912、《氧气站设计规范》GB 50030、《医用气体工程技术规范》GB 50751 等专用标准的卫生、安全与兼容性要求。

1.0.7 在入库和进入施工现场安装前，应对管道组成件进行检查，其材质、规格、型号应符合设计文件和合同的规定，并应按现行的国家产品标准进行外观检查；对外观质量有异议、设计文件或本规范有要求时应进行有关质量检验，不合格者不得使用。

1.0.8 参与工程项目的各方在施工过程中，应遵守国家和地方有关安全、文明施工、劳动保护、防火、防爆、环境保护和文物保护等有关方面的规定。

1.0.9 供氧系统的施工、安装、检修单位应履行氧气设备、设施的施工、检修资格的认可手续，经上级主管部门批准，取得相应的资格证书。施工、安装、检修完毕，应做好安全、质量检查和验收交接。施工单位应按图施工，遇有变更，应由设计、施工安装及生产单位三方商定，由设计单位书面认可或出具变更文件后实施。重要变更，应报上级批准。

1.0.10 供氧工程施工及验收除应遵守本规范外，尚应遵守国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 氧气（液化的或压缩的） oxygen

分子式 O_2 ，相对分子质量 31.999（按 2018 年 IUPAC 国际相对原子质量计算），氧气浓度（摩尔分数） $\geq 99.5\%$ ，无色、无味的气体。在标准状态下的密度为 1.429 kg/m^3 。化学性质极活泼，是强氧化剂。不能燃烧，能助燃。

2.1.2 富氧空气（93%氧） oxygen-enriched air(oxygen 93 percent)

标准状态下，氧气浓度（摩尔分数） $93 \pm 3\%$ 的气体。

2.1.3 供氧系统 oxygen supply system

指将氧源（如液氧储罐、氧气钢瓶组、制氧机）的氧气，通过管路、阀门和控制装置，安全、可靠地输送到末端用气设备（如氧气终端、呼吸机、弥散出口）的整套装置。通常包括：氧源系统、减压装置、输送管道、报警系统、终端设施等。

2.1.4 氧气站 oxygen station

采用低温法或常温法制取和供应氧、氮、氩等空气分离产品，按照工艺要求设置的制氧站房或汽化站房、室外工艺设备以及其他有关建筑物和构筑物的统称。

2.1.5 制氧站房 oxygen produce station

布置制取氧气和其他空气分离产品工艺设备的主要及辅助生产间的建筑物。

2.1.6 汽化站房 gasification station

布置空气分离液态产品的储罐、汽化设备为主的建筑物。

2.1.7 变压吸附制氧 Pressure Swing Adsorption/Vacuum Pressure Swing Adsorption Oxygen Generation

利用吸附剂（如分子筛）在加压时选择性吸附氮气、降压时脱附再生的循环过程，从空气中分离提取氧气的气体分离技术。根据操作压力范围不同，可分为：

PSA（Pressure Swing Adsorption）：变压吸附，通常在中低压（ $0.3 - 0.6 \text{ MPa}$ ）下运行；

VPSA（Vacuum Pressure Swing Adsorption）：真空变压吸附，在接近常压吸附、真空解吸条件下运行，适用于大中型供氧系统。

2.1.8 空气处理设备 air treatment equipment

用于去除压缩空气中的水分、油分和固体颗粒等杂质的设备统称，主要包括干燥机（冷冻式、吸附式）和精密过滤器。

2.1.9 鼻吸式供氧终端 nasal oxygen supply terminal

一种为个人提供定点吸氧的终端设备，通常包括插座、流量调节阀等。

2.1.10 弥散式供氧终端 diffusion oxygen supply terminal

一种通过释放氧气以提升整个房间环境氧浓度的终端装置。

2.1.11 脱脂 degreasing

除去物体表面的油脂等有机物的过程。

2.1.12 管道吹扫 pipeline blowing

在管道安装完毕后，使用无油干燥的氮气或氧气本身，以较高流速冲刷管道内部，以清除焊渣、颗粒物等杂质的工序。是防止管路污染和堵塞的关键步骤。

2.1.13 高原适应性施工 construction adapted to high altitude conditions

在海拔较高（海拔 3000m 以上）的低气压、低氧分压环境下，为保障施工人员安全健康、确保施工设备正常运行和工程质量，所采取的一系列综合性技术和管理措施。

2.1.14 无油脂操作 oil-free operation

在氧气接触或高氧浓度的设备、管道、阀门及附件（统称“禁油设备”）的制造、安装、维护和操作过程中，严格禁止使用任何含有油脂的工具、材料、手套或润滑剂，并防止人体油脂接触，且相关部件需经过严格脱脂清洗的过程。

2.1.15 气体置换 gas replacement

在气体输送、储存系统（如管道、容器、反应器）投用前、检修前后或介质变更时，采用惰性气体（如氮气）或目标工艺气体，将系统内部原有的空气或其他残留气体排出，以达到所需气体纯度或安全条件的工艺过程。

2.1.16 强度试验 strength test

为检验管道系统承压强度，在安装后以液体或气体为介质进行的超压试验。液压试验压力为设计压力的 1.5 倍；气压试验压力为设计压力的 1.25 倍。

2.1.17 严密性试验 leak test

为检验管道系统在设计压力下的密封性能，以气体为介质进行的保压试验。试验介质应为无油、干燥的氮气或空气。

2.1.18 试验压力 test pressure

指为检验供氧管道系统的强度和严密性，在验收时施加的临时性超压。试验压力必须大于最大工作压力，通常为最大工作压力的 1.1 倍至 1.5 倍（具体倍数需根据设计规范和管道材料确定）。试验压力不得高于管道或组件额定压力的 90%。

2.1.19 最大工作压力 maximum working pressure

指系统在正常供氧状态下，管道或部件所允许承受的最高持续压力。此压力由系统设计、减压阀设定和安全规范共同确定。

2.2 符号

$dB(A)$ ——计权声压级，噪声测量单位；

FS ——满量程精度；

LO/LOX ——液氧储罐；

MPa ——兆帕，压力单位；

kg/m^3 ——千克每立方米，密度单位；

L/min ——升每分钟，体积流量单位；

m/s ——米每秒，流速单位；

Ω ——欧姆，电阻单位；

O_2 ——氧气；

N_2 ——氮气；

P ——工作压力；

PSA ——变压吸附制氧；

Q ——氧气流量；

3 基本规定

3.1 施工

3.1.1 施工单位应具备相应的施工资质，施工人员应具有相应资格。施工项目质量控制应具有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制和检验控制制度。

3.1.2 施工前，施工单位应熟悉施工图纸，掌握设计意图与要求。建设单位应组织设计、施工、监理及特种设备安装监督检验（以下简称“监检”）单位（如涉及）进行施工图会审与设计交底。施工应实行自审、会审（交底）；对施工图有疑问或者发现差错时，应及时提出意见和建议。需要变更设计时，应按照相应程序报审，经设计、建设、监理及监检等相关单位签证认定后实施。

3.1.3 施工前应根据工程需要进行下列调查和研究：

- 1 现场地形、地貌、建（构）筑物、各种管线其他设施及障碍物情况。
- 2 工程地质和水文地质资料。
- 3 气象资料。
- 4 工程用地、交通运输、疏导及环境资料。
- 5 工程材料、施工机械、主要设备和特种物资情况。
- 6 在地表水体中或岸边施工时，应掌握地表水的水文等资料；在寒冷地区施工时应掌握地表水的冻结资料和土层冰冻资料。
- 7 与施工有关的其他情况和资料。

3.1.4 施工单位应取得相应的施工资质与安全生产许可证，并应遵守有关施工安全、劳动保护、防火，防毒的法律法规，建立施工安全管理体系和安全生产责任制，确保施工安全。开工前应编制施工组织设计，对高空作业、压力容器等特殊作业，根据相关规定关键的分部、分项工程应编制专项施工方案。施工组织设计和专项方案应按照规定程序审批后执行，有变更时应办理变更审批。

3.1.5 施工组织设计应包括保证工程质量、安全、工期，保护环境、文明施工、冬雨季施工、成本控制等内容，并应根据施工特点，采取以下特殊措施：

1 高原防风措施： 在高风速地区进行露天作业（特别是焊接、吊装、高处作业）时，应采取可靠的防风稳固措施。氧气管道焊接作业应在设置防风棚或采取其他有效防风措施后进行，确保焊接保护区不受破坏，焊接质量符合规范要求。

2 雨天焊接限制措施： 严禁在雨天、雪天或相对湿度大于 90%的环境下进行露天焊接作业。如必须在潮湿环境下进行焊接，应采取有效的防潮、防护措施（如搭设防雨棚、使用焊条保温桶、提高预热温度等），确保焊口区域干燥，并经现场技术负责人批准。

3 低温焊接措施： 当环境温度低于 0℃时，应制定专项焊接工艺，对焊口区域进行预热，焊后采取缓冷或保温措施，防止焊缝脆化。

4 防强紫外线与温差措施：对露天存放的管材、设备及施工人员采取必要的遮阳、防紫外线老化及适应昼夜温差的保护措施。

5 地下、半地下建筑（构筑物）应采取防止地表水流进基坑和地下水排水措施中断的措施；必要时应对建筑（构筑物）采取抗浮的应急措施。

6 在地表水水体中或岸边施工时，应采取防汛、防冲刷、防漂浮物、防冰凌的措施以及防洪堤的保护措施。

3.1.6 供氧管路施工时应按照“先地下后地上、先深后浅”的顺序施工，并应防止各构筑物交叉施工相互干扰。

3.1.7 工程所用的主要原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，进入施工现场时应进行进场验收。进场验收时，应验收合格后方可使用。混凝土、砂浆、防水涂料等现场配置的材料应经检测合格后使用。

3.1.8 所用的材料、半成品、构（配）件、设备等在运输、保存和施工过程中，应采取有效措施防止损坏、锈蚀或变质。

3.1.9 在质量检查、验收中使用的计量器具和检测设备，应经计量检定、校准合格后方可使用；承担材料设备检测的单位，应具有相应的资质。

3.1.10 建筑（构筑物）的防火、防渗、防腐、、防静电、防雷、防冻层施工应符合国家有关标准的规定和设计要求。

3.1.11 施工单位应做好文明施工，遵守有关环境保护的法律法规，采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废气、废水、废弃物以及噪声、振动等对环境造成的污染和危害。

3.1.13 工程施工质量控制应符合下列规定：

1 各分项工程应按照施工技术标准进行质量控制，分项工程完成后，应进行自检。

2 相关各分项工程之间，应进行交接检验；未经检验或验收不合格不得进行下道分项工程施工。

3 设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、高程、尺寸等进行复核。

3.1.14 工程应经过竣工验收合格后，方可投入使用。

3.1.15 供氧工程的建设应遵循环境保护设施、安全设施、职业病防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的“三同时”原则，确保工程符合国家与地方相关环保、安全及职业健康要求。

3.2 质量验收

3.2.1 民用供氧工程施工质量验收应在施工单位自检合格基础上，按照分项工程（检验批）、分部（子分部）工程、单位（子单位）工程的顺序进行，并符合下列规定：

1 工程施工质量应符合本规范和相关专业验收标准的规定。

- 2 工程施工应符合工程勘察，设计文件的要求。
 - 3 参加工程施工质量验收的各方人员应具有相应的资格。
 - 4 工程质量的验收应在施工单位自行检查、评定合格的基础上进行。
 - 5 涉及结构安全和使用功能的试块、试件和现场检测项目，应按规定进行平行检测或见证取样检测。
 - 6 分项工程(验收批)的质量应按照主控项目和一般项目进行检查；每个检查项目的检查数量，除本规范有关条款有明确规定外，应全数检查。
 - 7 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行实验或检测。
 - 8 承担实验检测的单位应具有相应资质。
 - 9 工程的外观质量应由质量验收人员通过现场检查共同确认。
- 3.2.2** 单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程(验收批)的划分与质量验收记录填写可参考《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 与本规范第十章工程验收与交接。
- 3.2.3** 分项工程(检验批)质量合格应符合下列规定：
- 1 主控项目的质量经抽样检验全部合格。
 - 2 一般项目中的实测(允许偏差)项目抽样检验的合格率应达到 80%，且超差点的最大偏差值应该在允许偏差值的 1.5 倍范围内。
 - 3 主要工程材料的进场验收和复验合格，试块、试件合格。
 - 4 主要工程材料的质量保证资料以及相关实验检测资料齐全、准确；具有完整的施工操作依据和质量检查记录。
- 3.2.4** 分部(子分部)工程质量合格应符合下列规定：
- 1 分部(子分部)工程所含全部分项工程的质量合格。
 - 2 质量控制资料完整。
 - 3 分部(子分部)工程中，混凝土强度、混凝土抗渗、地基基础处理、桩基础检测、位置及高程、回填压实度等的检验和抽样结果应符合设计要求。
 - 4 外观质量验收应符合要求。
- 3.2.5** 单位(子单位)工程质量合格应符合下列规定，必要时应在设备安装、调试后进行单位工程验收：
- 1 单位(子单位)工程所含全部分部(子分部)分项工程的质量合格。
 - 2 质量控制资料完整。
 - 3 单位(子单位)工程所含分部工程有关结构安全及使用功能的检测资料应完整。
 - 4 涉及供氧管路的严密性试验、制氧设备的出氧浓度、房间内氧浓度的实验检测抽查结果应符合规定。
 - 5 外观质量验收应符合要求。

3.2.6 供氧管道工程的质量验收应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定。对于属于压力管道的供氧管道，其施工与验收必须严格执行《工业管道安全技术规程》TSG 31 中关于 GC2 级管道的相关要求，并接受特种设备检验机构实施的安装监督检验。施工单位应取得相应的压力管道安装许可证。

3.2.7 工程质量验收不合格时，应按下列规定处理：

- 1 经返工返修或更换材料、构件、设备等的分项工程，应重新进行验收；
- 2 经有相应资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的分项工程，应予以验收；
- 3 经有相应资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求、但经原设计单位核算认可满足结构安全和使用功能要求的分项工程，可予以验收；
- 4 经返修或加固处理的分项工程、分部(子分部)工程，改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

3.2.8 通过返修或加固处理仍不能满足结构安全和使用功能要求的分部(子分部)工程、单位(子单位)工程，严禁验收。

3.2.9 分项工程(验收批)应由专业监理工程师组织施工项目质量负责人等进行验收。

3.2.10 分部工程(子分部)应由总监理工程师组织施工项目负责人及其技术、质量负责人等进行验收。对于涉及重要部位的地基基础、主体结构、主要设备等分部(子分部)工程，设计和勘察单位工程项目负责人、施工单位技术质量部门负责人应参加验收。

3.2.11 单位工程经施工单位自行检查合格后，应向建设单位提出验收申请。单位工程有分包单位施工时，分包单位对所承包的工程应按本规范的规定进行验收，总承包单位应派人参加，并对分包单位进行管理；分包工程完成后，应及时将有关资料移交总承包单位。

3.2.12 对符合竣工验收条件的单位(子单位)工程，应由建设单位按规定组织验收。施工、勘察、设计监理等单位有关负责人应参加验收，该工程的管理或使用单位有关人员应参加验收。

3.2.13 工程竣工验收后，建设单位应该按规定将单位工程验收报告和有关文件，报送工程所在地建设行政主管部门备案。

4 施工准备

4.1 一般规定

4.1.1 施工准备应包括技术准备、物资准备、人员准备、施工现场准备及安全措施准备等，并应形成相应记录。

4.1.2 施工单位应建立健全质量管理体系和安全生产管理体系，配备相应的专业技术人员和施工设备。

4.1.3 施工准备应结合西藏自治区高海拔、低气压、低氧、低温、强紫外线以及昼夜温差大等特殊气候与环境条件，制定针对性的施工方案与保障措施。

4.2 技术准备

4.2.1 图纸会审与设计交底：

1 工程施工前，建设单位应组织设计、施工、监理等单位进行图纸会审，并应由设计单位进行设计交底。会审记录应经各方确认。

【条文说明】对于设计中涉及《工业管道安全技术规程》TSG 31 管辖范围的供氧管道（通常为公称直径 \geq DN50，或设计压力 \geq 0.1MPa 的氧气管道，具体按 TSG 31 界定），应邀请承担安装监督检验的特种设备检验机构参加图纸会审。

2 图纸会审应重点审查设计与西藏高原环境适应性、氧气站设备选型与布置、压力管道与非压力管道的界定与技术要求差异、氧气管道的材质与敷设方式、供氧终端设置以及与其他专业管线的安全间距等。

3 施工单位应详细理解设计文件与规范中关于防火间距、管道与建筑物及构筑物等的最小净距等安全要求。

4.2.2 施工组织设计编制：

1 施工单位应在施工前编制施工组织设计，并按规定程序审批。

2 施工组织设计应内容全面、针对性强。

4.2.3 施工组织设计编制内容应包括：

1 工程概况、施工部署、施工准备与资源配置计划及进度计划；

2 结合高原环境的施工技术方案（如管道焊接、设备安装、管道吹扫等）；

3 质量保证措施和安全技术措施（特别是防火、防爆措施）；

4 资源配置计划（劳动力、材料、机具设备等）；

5 施工现场平面布置图。

4.2.4 专项施工方案：对于关键技术环节或危险性较大的分部分项工程，如氧气管道焊接、管道脱脂、强度试验与严密性试验、氧气站设备安装等，应编制专项施工方案，并按规定进行审批和论证。

4.2.5 技术交底：施工前，项目技术负责人应向施工管理人员、作业班组进行详细的技术交底，交底内容应包括施工工艺、质量标准、安全注意事项，以及高原环境下施工的特殊要求，并办理交底签字手续。

4.2.6 计量与测量器具准备：施工用的各类计量器具和测量仪器（如压力表、流量计、水准仪、经纬仪等）应在检定或校准有效期内，并应满足高原环境下的使用要求。

4.3 物资准备

4.3.1 物资采购与验收：

1 工程所用的管材、管件、阀门、仪表、设备及其他材料的规格、型号、性能应符合设计文件要求，并应符合国家现行有关产品标准的规定。严禁使用不合格产品。

2 所有与氧气接触的管道、管件、阀门、仪表及设备在出厂前完成脱脂处理，并随货提供由制造商或供应商出具的、符合相关国家标准的脱脂合格证明文件。

3 物资进场时，应进行进场验收，检查其质量证明文件（如产品合格证、质量保证书、检测报告等），并按规定进行抽样复验，合格后方可使用。

4.3.2 材料与设备存放：

1 材料、设备的装卸、运输和存放应符合产品说明书及规范要求。

2 管材、设备应存放在通风良好、防雨、防晒的库房或棚内，不得与油类、易燃易爆物品混放。

3 脱脂合格的管材及附件应妥善保管，防止二次污染。

4 应采取材料设备的低温防护和防紫外线老化措施。

4.3.3 施工机具准备：

1 根据施工方案配备足够的施工机具，如焊接设备、切割设备、起重设备、压力试验设备等。

2 施工机具状况良好，安全装置齐全有效，并定期进行检查和维护保养。

4.4 安全措施

4.4.1 安全管理体系与制度：

1 施工单位应建立以项目经理为第一责任人的安全生产责任制，并配备专职安全管理人员。

2 应制定完善的安全管理制度，包括安全教育与培训、安全检查、安全技术交底、特种作业人员持证上岗、消防安全管理、事故应急预案等。

3 氧气站、供氧管路属于重点防火保卫部位，应制定并严格执行相应的安全防护制度。

4.4.2 施工人员安全培训与教育：

1 所有施工人员必须接受公司（企业）、项目部、作业班组三级安全教育，经考核合格后方可进入施工现场。教育内容和学时应符合国家及行业有关规定，并应特别针对供氧工程及高原环境进行强化。

公司级教育：重点进行安全生产法律法规、通用安全知识、典型事故案例（特别是火灾、爆炸、氧气相关事故）以及本企业安全规章制度的教育。

项目级教育：结合本供氧工程项目特点，讲解施工现场危险源辨识、防火防爆（特别是禁油要求）、高原施工安全注意事项、劳动防护用品使用、应急逃生路线及预案等。

班组级教育：针对本班组承担的具体作业（如管道安装、焊接、无油脂操作、脱脂试验等），进行岗位安全操作规程、工器具正确使用、作业环境风险、具体防护措施及应急处置技能的教育。

2 应定期对施工人员进行高原病防治知识、症状识别和急救技能的培训，现场应配备必要的急救药品和供氧设施。

3 所有安全教育和培训必须留有书面及影像记录，包括教育内容、时间、地点、授课人、受教育人员签到及考核成绩，并存档备查。

4.4.3 安全技术交底：

1 实行分级交底制度：施工前，必须进行安全技术交底。交底应分级进行：

项目技术负责人向施工管理人员、班组长进行总体施工方案和安全技术措施交底。

施工管理人员或班组长向具体作业人员进行分部分项工程、关键工序及当日作业任务的详细安全技术交底。

2 交底内容必须具体、有针对性，应包括：

施工任务的作业特点、具体安全风险（尤其是火灾、爆炸、窒息、高压、低温等风险）。

针对风险的安全操作规程和具体防护措施（如动火作业许可、有限空间作业规程、无油脂操作要求、静电接地等）。

施工所用机械、设备、工具的安全使用要求。

作业环境的安全状况及注意事项（如高原反应预防、恶劣天气应对、现场消防器材位置等）。

发生事故或紧急情况时的应急处置措施和报告程序。

4.4.4 供氧工程专项交底重点：必须对以下高风险作业进行专项安全技术交底：

1 氧气管道及设备的焊接与切割作业（强调周边可燃物清理、防火措施）。

2 脱脂作业（强调禁火、通风、个人防护、化学品安全）。

3 压力试验与气体置换作业（强调试验压力、升压程序、警戒区域、严禁带压操作）。

4 液氧储罐、汽化器等低温设备安装与操作（强调防冻伤、防剧烈热冲击）。

5 涉及有限空间（如管沟、阀门井）的作业。

4.4.5 安全技术交底必须采用书面形式，由交底人和被交底人（所有接受交底的作业人员）签字确认，并存档备查。交底记录应清晰、完整。

4.4.6 压力试验与吹扫安全措施：

1 试验介质选择：强度试验：应采用液压试验（水）或气压试验。优先采用液压试验（水），试验压力为设计压力的 1.5 倍。若采用气压试验，必须制定可靠的安全防护方案，并经建设单位、监理单位及监检单位（如涉及）批准，试验压力为设计压力的 1.25 倍。严禁使用氧气进行强度试验；**严密性试验：**应采用气压试验。必须使用无油、干燥的氮气或空气作为试验介质，试验压力为设计压力。 严禁使用氧气进行严密性试验。

2 吹扫介质：管道系统吹扫必须使用无油、干燥的氮气或空气，严禁使用氧气直接吹扫。对于不锈钢管道，若采用水压试验，试验后必须用干燥氮气将系统内残留水分彻底吹干，吹扫流速应 $\geq 20\text{m/s}$ ，直至出口处靶板检查合格且露点测试符合要求（如 $\leq -40^\circ\text{C}$ ）。

3 管道材料要求：从氧气站出口至所有室内供氧终端的输送管道，包括支管，均采用脱脂不锈钢管。 管材、管件及阀门必须提供有效的脱脂合格证明。

4 安全责任与管理：施工单位应严格遵守《特种设备使用单位落实使用安全主体责任监督管理规定》（国家市场监督管理总局令第 74 号）的相关原则，建立健全施工安全责任体系。氧气站及供氧区域必须同时符合《中华人民共和国消防法》及《西藏自治区消防条例》的要求，配备足量、适用的消防器材，并设置明显的安全警示标志。

4.4.5 高原环境安全与健康保障：

1 应为施工人员提供必要的劳动防护用品和防寒保暖用品。

2 应落实高原职业健康防护措施，如设立氧疗室、配备便携式氧气瓶及急救药品，合理安排作息时间，预防高原反应。

3 应关注恶劣气候预警，遇有强风、雨雪、雷暴等恶劣天气时，应停止露天和高处作业。

5 工程测量

5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于民用供氧工程在施工阶段的定线测量、水准测量以及竣工阶段的测量工作。工程测量除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026的有关规定。

5.1.2 供氧工程测量前，应充分了解工程设计意图，熟悉图纸，核对设计提供的控制点数据及相关基准资料。

5.1.3 所有测量仪器和工具应在检定有效期内，并定期进行维护和校正。在西藏高原地区，应特别考虑仪器的高原适应性。

5.1.4 测量作业应遵循“由整体到局部，先控制后细部”的原则，确保测量成果的准确性和一致性。

5.1.5 所有测量记录应清晰、完整、真实，并按规定进行整理和归档，作为工程验收的依据之一。

5.1.6 施工测量应实施，施工单位与监理单位双重复核，填写相关记录，并符合下列规定：

- 1 供氧管路工程测量应满足当地规划部门的有关规定。
- 2 与拟建工程衔接的已建构筑物平面位置和高程，开工前应校核。

5.1.7 施工测量的允许偏差应符合表 5.1.8 的规定，并应满足国家现行标准《工程测量标准》GB 50026 和《城市测量规范》CJJ/T 8 的有关规定。

表 5.1.1 民用供氧工程测量允许误差

测量项目	允许误差	备注
平面控制测量		
卫星定位测量控制网	应符合 GB 50026 中二级 GPS 测量的要求	最弱边相对中误差
导线测量	应符合 GB 50026 中一级导线的要求	导线全长相对闭合差
高程控制测量		
水准测量	应符合 GB 50026 中二等水准测量的要求	附和路线闭合差
管道中心线测设	±20mm	相对于相邻控制点
管道标高测设	±15mm	相对于相邻高程控制点
管道安装后中心线偏差	±30mm	相对于设计中心线

管道安装后标高偏差	$\pm 20\text{mm}$	相对于设计标高
关键构筑物（氧站、阀井） 平面位置	$\pm 25\text{mm}$	相对于相邻控制点
关键构筑物（氧站、阀井） 标高	$\pm 15\text{mm}$	相对于相邻高程控制点
竣工测量：管道及设施点位	$\pm 30\text{mm}$	
竣工测量：管道及设施高程	$\pm 25\text{mm}$	
氧气浓度检测误差	$\pm 2\%FS$ （满量程）	适用于氧气浓度检测报警 仪器

5.2 定线测量

5.2.1 测量内容：定线测量应包括供氧管道中心线的测定、沟槽或支架的放线，以及氧气站、阀门井、调压装置等关键构筑物的平面位置测设。

5.2.2 控制测量：

1 应根据设计图纸和现场条件，在施工区域内布设平面控制网。控制点的精度和密度应满足施工定线的需要。

2 平面控制测量可采用卫星定位测量、导线测量等方法。其主要技术要求应符合《工程测量标准》GB 50026 的有关规定。

3 控制点应埋设牢固，并做好标识和保护，便于施工过程中使用和复核。

5.2.3 管道中心线测定：

1 应根据设计图纸和控制点，测设供氧管道的起点、终点、转折点及主要特征点。

2 管道中心桩的间距应根据地形变化确定，直线段宜为 20~50m，曲线段应适当加密。

3 中心桩应妥善保管。对于埋地管道，应设置控制桩或引桩，以便在开挖后恢复中心线。

5.2.4 施工放线：

1 根据测设的管道中心线 and 设计要求的沟槽底宽或支架位置，在地面上放出开挖或安装的边线。

2 放线时应根据《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）的要求，确保氧气管道与建筑物、构筑物及其他管线之间的最小净距符合规定。

3 对所有放样点应进行明显标识，并做好记录，经复核无误后方可进行施工。

5.3 水准测量

5.3.1 测量内容：水准测量应包括供氧管道沿线高程控制网的建立、管道坡度测设、沟槽开挖深度和基底标高控制，以及氧气站、阀门井等构筑物的高程测设。

5.3.2 高程控制测量：

1 应沿管道线路布设高程控制网，其精度应满足管道坡度控制和施工的要求。

2 高程控制测量可采用水准测量或电磁波测距三角高程测量。其主要技术要求应符合《工程测量标准》GB 50026 的有关规定。

3 高程控制点宜与平面控制点共用，并应与国家高程基准或设计给定的高程系统相一致。

5.3.3 管道坡度控制：

1 供氧管道的敷设坡度必须符合设计要求，严禁出现倒坡现象，以确保管道内凝液能顺利排出。

2 应沿管道中心线测设高程桩，精确控制管道安装的标高和坡度。

3 对于埋地管道，在回填前应对管道标高进行复测，确保坡度符合设计要求。

5.3.4 竣工测量：在管道安装和土方回填过程中，应及时对管顶（或管底）标高进行跟踪测量，形成竣工高程数据。

5.4 竣工测量

5.4.1 一般要求：供氧工程竣工后，必须进行竣工测量，编制竣工测量成果报告和竣工图。竣工测量是工程竣工验收的重要依据。

5.4.2 测量内容：

1 平面位置测量：测定供氧管道（包括埋地和架空）的实际平面位置、氧气站、阀门、调压装置、计量设备、供氧终端等关键设备的实际坐标。

2 高程测量：测定供氧管道的实际标高、管顶（埋地管道）或管底（架空管道）高程，以及关键设备的基础标高。

3 与相邻建（构）筑物及管线的相对关系测量：测量氧气管道与周边建筑物、构筑物及其他地下、地上管线的实际水平净距和垂直净距，其结果应符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）附录的规定。

5.4.3 测量方法与精度：竣工测量的方法应与施工测量方法相一致，其精度不应低于施工测量精度。

5.4.4 竣工图绘制：

1 应根据竣工测量成果，在经审查通过的施工图设计文件基础上，绘制真实的竣工图。

- 2 竣工图上应清晰地标注所有已建供氧设施的实际位置和标高，以及主要尺寸和净距。
- 3 对于施工中的设计变更通知单，应在竣工图中明确标示。

5.5 测量允许误差

5.5.1 供氧工程各项测量工作的允许误差应符合表 5.1.1 的规定，且不得低于现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 的相应要求。

5.5.2 当测量误差超出表 5.1.1 的规定时，应分析原因并重新进行测量。对因测量误差可能导致供氧管道与建筑物、构筑物或其他管线之间的净距不符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）附录规定的情况，应当进行整改，直至满足安全要求。

5.5.3 对于氧气浓度检测设备的误差要求，应遵循《作业场所环境气体检测报警仪器通用技术要求》GB 12358 等相关标准的规定。

6 氧气站

6.1 一般规定

6.1.1 本章适用于西藏自治区民用供氧工程中氧气站房的施工及验收，包括汽化站、变压吸附制氧站。

6.1.2 施工基本要求：

1 氧气站的施工应遵循‘安全第一、预防为主’原则，其布置及与各类建筑物、构筑物之间的防火间距必须符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）的规定。施工过程中不得擅自减小防火间距。

2 氧气站施工前应编制专项施工方案，并进行安全技术交底。

3 氧气站设备安装前，应核对设备型号、规格与设计文件一致性，检查设备出厂合格证、性能检测报告等技术文件完整性；进口设备尚应提供报关单及商检证明。

4 氧气站施工过程中，应采取防污染、防静电、防振动措施，严禁在站房内进行明火作业（经审批的特殊作业除外）。

5 所有设备、管道及阀门在安装前应进行外观检查，确认无油脂污染，并确保其材质、规格、压力等级符合设计要求。

6 施工及验收过程中，应严格执行无油脂操作的规定。

7 氧气站安装完工后，应按照本规范第9章和第10章的要求进行试验与验收。

6.1.3 特种设备及安全附件标识

供氧工程中属于《中华人民共和国特种设备安全法》及其相关安全技术规范管辖的压力容器、压力管道元件及安全附件，应在设备或部件的明显位置装设永久性的产品铭牌或标识。标识内容应至少包括：

1 产品名称、型号（规格）；

2 设计/工作压力、温度；

3 产品编号或设备代码；

4 制造日期；

5 制造单位名称或商标；

6 《特种设备生产许可证》编号（如适用）。

施工验收时，应核查上述标识的完整性与清晰度，并记录备案。

6.2 汽化站房设备

6.2.1 液氧储罐

1 液氧储罐的设置应符合《氧气站设计规范》GB 50030 中关于液氧贮罐的相关规定。固定容积氧气贮罐的总容积按几何容量（ m^3 ）和设计压力（绝对压力为 10^5Pa ）的乘积计算。

2 液氧储罐宜室外布置。当液氧储罐确需室内布置时，宜设置在单独的房间内，且液氧储罐的总几何容积不得超过 10m^3 。液氧储罐与建筑物、构筑物、道路等的防火间距必须符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）中氧气站与其他各类建/构筑物之间的防火间距的规定。

液氧储罐必须有静电接地装置和防雷装置，防静电接地电阻不大于 $10\ \Omega$ ，防雷装置冲击接地电阻不大于 $10\ \Omega$ ，并应每年至少检测一次。

【条文说明】液氧储罐与建筑物的间距应严格执行《氧气站设计规范》GB 50030 和《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）中氧气站与其他各类建/构筑物之间的防火间距的规定。

3 液氧储罐的安装等应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》的要求。

4 液氧储罐应使用地脚螺栓固定在基础上，罐体倾斜度应小于 $1/1000$ ；液氧储罐的基础设计应充分考虑地质条件和抗震要求，满足设备运行时的荷载及稳定性要求。

5 液氧储罐须配备安全阀、压力表（压力实时监测）、液位计、超压泄放等附件，且附件需定期校验，确保灵敏可靠。

6 液氧罐投入使用前，应按《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21 的要求进行耐压试验（如“三充三放”）等。焊缝无损检测方法及比例应符合设计文件及 TSG 21 的要求。

6.2.2 汽化系统

1 汽化器（空温式、电加热式）的安装间距应 $\geq 1.5\text{m}$ ，与明火作业区的距离应 $\geq 3\text{m}$ ；设备应设置过压保护装置，起跳压力应 ≤ 1.2 倍设计压力，且应经校验合格。

2 汽化器应固定牢固，其连接管道应具有足够的柔性，以适应温度变化引起的膨胀和收缩。

3 汽化器及其管道的氧气和加热介质部分应配备安全泄压装置。

4 汽化器与液氧储罐之间阀门均应采用长柄低温截止阀，汽化器后端第一道阀门如离汽化器叶片较近也应为长柄低温截止阀，其余阀门采用常温截止阀。

5 汽化器出口应设置低温报警装置，当汽化器出口温度低于设定值时启动报警；同时，氧气站各部件应可靠接地，以防止静电引发安全事故。

6 验收时汽化器应在带压工作状态下，运行 8 小时内不应有异响，结霜应在设计计算允许范围之内。

6.2.3 管道：

1 主管道、副管道均应采用无缝不锈钢管，并确保其内表面无油脂污染。管道在安装前必须进行严格的脱脂处理，脱脂后的管道方可进行必要的酸洗（如为去除焊接氧

化皮等)。脱脂与酸洗工艺及验收标准应符合《脱脂工程施工及验收规范》(HG 20202)及《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》(GB 16912)的规定;管道连接应采用氩弧焊焊接。

2 管道焊缝应符合《民用供氧工程设计标准》(以最终发布号为准)等相关规范。

3 管道吹扫、压力试验、泄漏性试验以及脱脂清洗,都要符合标准流程和安全规定。

4 管道在清洗后要求用无油热空气将系统内残留水吹干,吹扫时其压力不得超过容器和管道的设计压力,流速不宜小于 20m/s。

5 管道施工验收需进行强度试验与严密性试验。

6 管道投入使用后,应按照《工业管道安全技术规程》TSG 31 及使用单位安全管理制度的要求,进行定期巡检和检查。巡检应包括但不限于检查管道接口与焊缝处有无泄漏、腐蚀、变形,支吊架是否完好,安全附件是否正常等,并做好记录。

6.2.4 调压与计量

1 氧气站出口应设置调压装置和计量仪表,调压后的氧气压力应满足管网输送要求。

2 与氧气接触的仪表必须无油脂,并适用于氧气介质。

6.2.5 安全装置

1 液氧储罐和汽化系统必须设置安全阀、压力表等安全附件,安全阀的泄放能力应大于设备的最大安全泄放量,放散管应引至室外安全处,管口距地面不低于 4.5m。

2 防静电与防雷接地:液氧储罐、汽化器、氧气压缩机、灌装台以及与氧气接触的各类设备、管道,必须设置可靠的导除静电接地装置,接地电阻不应大于 10Ω 。其设计与施工应符合《氧气站设计规范》第 3.8.0.8 条及《建筑防雷设计规范》的相关规定防雷装置冲击接地电阻不应大于 10Ω ,并应每年至少检测一次。

3 液氧储罐必须设置两种不同原理的液位测量仪表,如现场直读式液位计(如浮子式、磁翻板式)和远传式液位计(如电容式、差压式)。远传液位计应具备高、低液位报警及联锁功能,信号应传送至有人值守的控制室或值班室。

4 站房内氧浓度监测仪的设置密度应 ≥ 1 台/ 50m^2 ,监测精度应 $\geq \pm 0.3\%$ (体积分数),监测点距地面高度应为 $0.8\text{m}\sim 1.5\text{m}$,且应避开通风口、气流死角。

5 消防安全与间距:低温绝热储罐安装场所必须配备足量、适用的灭火器材。场所周围 5m 范围内严禁堆放易燃易爆物品,并保持场地清洁干净。此要求应符合《低温液体贮运设备 使用安全规则》JB/T 6898 的规定。液氧设备附近必须设置明显的“严禁烟火”、“禁油”等安全警示标志。

6 当采用罐车进行液氧充装时,罐车在连接充装输液管前必须处于制动状态,并应设置防滑块。在充装过程中必须采取可靠措施,防止输液管意外拉脱。此操作应符合《低温液体贮运设备 使用安全规则》JB/T 6898 第 4.4.4.6 条的规定。。

7 液氧系统设施严禁采用明火或电加热散热器采暖。

6.2.6 室内液氧储罐的特殊安全要求（若液氧储罐设置于独立的建筑物内，除应符合本章前述所有规定外，还必须满足以下额外要求：）

1 建筑与通风要求：

储存液氧的建筑物必须设有独立的、正压式机械通风系统（如有），其通风能力应确保室内空气充分置换，防止富氧空气积聚。通风系统应具备故障报警功能。

2 电气设备防爆要求：

建筑物内所有固定安装的电器和电子设备（包括但不限于灯具、开关、电机、控制箱、传感器等），均必须采用适用于爆炸性气体环境的防爆型设备，其防爆等级和组别应根据可能形成的富氧环境进行确定。防爆设备的选型、安装与验收必须符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058）的规定。

3 等电位连接与接地：所有设备（储罐、管道、阀门、泵、电气设备外壳等）都必须进行可靠接地，接地电阻应符合本规范第 6.2.5 条的规定；在进行液氧装卸作业前，必须对所有相关的固定设备与移动式罐车（或容器）之间进行等电位连接，以消除静电电位差。等电位连接线应在装卸作业完成后方可拆除；建筑物入口处及内部应设置清晰的安全警示标志，并应制定专门的室内液氧储罐操作规程和应急预案。

【条文说明】本条依据《低温液化气体安全指南》GB/T 35528 第 8.2.3 条制定。液氧在密闭空间内泄漏蒸发，会迅速形成局部高浓度富氧环境，极大增加材料可燃性，且任何火花都可能引发剧烈燃烧。因此，室内设置液氧储罐时，必须按最高安全等级（等同易燃气体）进行设计和管理，强制要求正压通风和全区域电气防爆。

6.3 变压吸附制氧站房设备

6.3.1 单人用制氧设备应由制氧主机、流量计和湿化器等组成；多人用制氧设备应由气源、分子筛吸附分离装置、控制装置、氧气流量检测装置和产品气过滤器等部分组成；变压吸附制氧站房的设备布置应紧凑合理、便于安装维修和操作，并应符合下列规定：

1 变压吸附制氧设备的安装环境应符合设计文件及产品技术说明书的要求。

2 变压吸附制氧站房的氧气压缩机应根据其振动特性、允许振幅等要求，除合理进行设备及管道布置外，应采取防振、隔振措施。

3 站房地面需做防静电处理，设备基础混凝土强度等级需 \geq C30，基础表面平整度偏差 \leq 5mm/2m，且任意两点间高差 \leq 10mm，预留设备地脚螺栓孔的位置偏差 \leq 10mm。

4 按照施工图和制氧工艺流程划线定位、设备就位并紧固，空压机、冷干机等振动设备，基础需加装减震垫（如橡胶减震垫，厚度 \geq 10mm，压缩量 20%—30%），避免振动传递导致管道接口松动。

6.3.2 安装环境要求：

- 1 安装环境清洁卫生，温度控制在 5℃~40℃，通风要良好。
- 2 电源符合设备要求。
- 3 系统设备必须稳固站立安装在坚固且水平的地面上，所有的氧气管道禁漏，安装现场禁火、禁油、严禁在安装场所存放与系统无关的其它物品，尤其是易燃易爆物品。
- 4 必要时安装排风换气系统。
- 5 确定制氧系统安装空气源的位置使进口应位于污染最少的地方，这些污染源包括：燃烧的废气排放系统，通风口与抽真空排气口等。

6.3.3 氧氮分离装置安装应符合下列规定：

1 氧氮分离装置安装前应检查塔体外观，无裂纹、变形、锈蚀；垂直度偏差应 $\leq 1\%$ （按塔体高度计算），地脚螺栓的预紧力矩应符合设备技术文件要求，每组地脚螺栓的垫板组数应 ≤ 3 组，且垫板厚度应 $\geq 10\text{mm}$ 。

2 氧氮分离装置与墙面的净距应 $\geq 1.2\text{m}$ ，多塔并列安装时，塔体之间的净距应 $\geq 0.8\text{m}$ ；气流进出口方向应与设计图纸一致，不得反向安装。

6.3.4 空气压缩系统

1 空气压缩机基础应进行减振处理（如设置橡胶减振垫），基础平整度偏差 $\leq 2\text{mm}/\text{m}$ ；机组运行时的环境噪声应符合《声环境质量标准》GB3096 的规定。

2 压缩空气供应系统应确保进入分子筛吸附塔的空气含油量符合设备制造商的技术要求，并满足最终产品氧气的卫生与安全标准。

6.3.5 吸附分离系统

1 分子筛吸附塔安装应符合设计文件和产品说明书要求。主要设备应提供合格证明文件，并现场核对型号、规格。

2 分子筛填料的装填应符合设备技术要求，确保充实度和均匀性。

3 切换阀门应选用高效、耐用、泄漏率低的专用阀门，其动作应准确可靠。

6.3.6 氧气缓冲与贮存

1 制氧机出口应设置氧气缓冲罐，以稳定输出压力和流量。缓冲罐的容积应根据用气负荷变化情况确定。

2 缓冲罐上应安装安全阀、压力表，并按要求进行定期检验。

6.3.7 控制与监测

1 分子筛制氧系统应配备自动控制装置，能实现程序的自动切换、故障诊断和安全连锁保护。

2 应设置氧气浓度、流量、压力在线检测仪表，对产出氧气的品质进行连续监测，并设有超标报警功能。

6.3.8 管道铺设

1 管道脱脂采用“浸泡+吹扫”结合法，浸泡时间 $\geq 15\text{min}$ ，吹扫后用紫外灯照射（波长 254nm），无荧光为合格。

2 脱脂后的管道需密封端口，避免二次污染。

3 氧气管道与支架间加聚四氟乙烯垫。

4 管道沿气流方向坡度 ≥ 0.003 ，最低点设排水阀（PN1.6MPa）。

5 每 50m 设接地极（接地电阻 $\leq 4\Omega$ ），法兰跨接采用 6mm² 铜线。

6 金属管道（如空气管道）外壁需做防腐处理：先刷防锈漆（红丹防锈漆，厚度 $\geq 60\mu\text{m}$ ），再刷面漆（聚氨酯面漆，厚度 $\geq 80\mu\text{m}$ ），涂层附着力需达到《色漆和清漆，漆膜的划格试验》GB/T 9286 中的 2 级要求（划格法，无涂层脱落）。

6.3.9 产品气要求：氧浓度，水分含量，二氧化碳含量，一氧化碳、气态酸和碱、臭氧及其他气态氧化物含量应符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）的规定，氧气应无气味，固体物质粒径 $\leq 10\mu\text{m}$ ，固体物质含量 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.3.10 其他要求：

1 应满足在海拔 3000m 以上、室外温度 $-30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 及相对湿度应 $\leq 90\%$ 条件下正常运行；

2 环境噪声应符合《声环境质量标准》GB3096 的规定；

3 电气安全性能应符合《医用电气设备 第 1 部分：基本安全和基本性能的通用要求》GB 9706.1 中 I 类 B 型设备的规定；

4 开机 30min 氧产量应达到设计要求，且氧浓度应 $\geq 90\%$ ；

6.3.11 电气设备选型与安装要求：

变压吸附制氧站房内，特别是液氧储存、汽化及可能积聚富氧空气的区域，其火灾危险性类别为乙类。该区域属于火灾危险环境（21 区），而非爆炸危险环境。电气设备的设计、选型与安装应符合下列规定：

1 应优先选用防护等级不低于 IP54 的防尘、防溅型电气设备，电机绝缘等级不应低于 F 级；

2 灯具、开关、接线盒等应选用密闭型或防护型产品，其外壳应能防止氧气或富氧空气的侵入积聚；

3 电气设计应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058）中关于火灾危险环境的相关规定，不要求按爆炸性气体环境选用防爆电气设备。

6.3.12 通风系统要求：

站房内应设置独立的机械通风系统，通风量应满足 ≥ 12 次/小时 的换气要求。通风机及风管材料应选用不燃材料。通风气流组织应确保新鲜空气从低氧区流向高氧区，排风口应设在室内上部。

6.3.13 消防与防静电要求：

1 站房内必须配备足量的干粉灭火器，严禁使用水基灭火器扑救液氧或电气火灾；

2 所有设备、管道及金属构件必须设置可靠的防静电接地装置，接地电阻不应大于 10Ω 。法兰及阀门连接处应设置导静电跨接。

6.3.12 验收要求：分子筛制氧系统安装调试完成后，应按照设备技术文件及本规范附录 E-2 的要求进行性能测试，并提交合格的测试报告。施工方应配合完成系统与管网的联合调试，确保接口功能正常。

6.4 建筑结构

6.4.1 工程项目中使用的施工图纸及其他有关设计文件应合格有效。施工前应进行勘察说明、设计交底、图纸会审，并应保留记录。建筑结构验收参照国家相关规范如：《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《建筑抗震设计规范》GB 50011 等。

6.4.2 工程项目开工前应进行质量策划控制，应确定质量目标和要求、质量管理组织体系及管理职责、质量管理与协调的程序、质量控制点、质量风险、实施质量目标的控制措施，并应根据工程进展实施动态管理。

6.4.3 工程质量策划中应在下列部位和环节设置质量控制点：

- 1 影响施工质量的关键部位、关键环节。
- 2 影响结构安全和使用功能的关键部位、关键环节。
- 3 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的部位和环节。
- 4 隐蔽工程验收。

6.4.4 施工组织设计和施工方案应根据工程特点、现场条件、质量风险和技术要求编制，并应按规定程序审批后执行，当需变更时应按原审批程序办理变更手续。

6.4.5 施工前应对施工管理人员和作业人员进行技术交底，交底的内容应包括施工作业条件、施工方法、技术措施、质量标准以及安全与环保措施等，并应保留相关记录。

6.4.6 分项工程施工，应实施样板示范制度，以多种形式直观展示关键部位、关键工序的做法与要求。

6.4.7 施工使用的测量与计量设备、仪器应经计量检定、校准合格，并在有效期内。监理单位应定期检查设备、仪器的检定和校准报告。

6.4.8 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应进行进场检验。涉及安全、节能、环境保护和主要使用功能的重要材料、产品应按各专业相关规定进行复验，并应经监理工程师检查认可。

6.4.9 对涉及结构安全、节能、环境保护和主要使用功能的试块、试件及材料，应按规定进行见证检验。见证检验应在建设单位或者监理单位的监督下现场取样、送检，检测试样应具有真实性和代表性。

6.4.10 优先选用国内产品，选用进口产品应符合合同规定的质量要求，并附有中文说明书和商检证明，经进场验收合格后方可使用。

6.4.11 施工现场的材料、半成品、成品、构配件、器具和设备，在运输和储存时应采取确保其质量和性能不受影响的储存及防护措施。

6.4.12 施工单位应对施工平面控制网和高程控制点进行复测，其复测成果应经监理单位查验合格，并应对控制网进行定期校核。重要线位、控制点和定位点测设完成后应经复测无误后方可使用。

6.4.13 地面与墙体处理应符合下列规定：

1 站房地面应采用不燃、防静电材料（如防静电水泥砂浆），表面电阻值应为 $10^6\Omega \sim 10^9\Omega$ ，地面坡度应 $\geq 1\%$ （坡向排水口或液氧收集槽）。

2 墙体应采用耐火极限 $\geq 2h$ 的不燃材料（如页岩砖、加气混凝土砌块），墙面抹灰应采用水泥砂浆；窗玻璃应选用防爆玻璃（厚度 $\geq 5mm$ ），窗台高度应 $\geq 1.2m$ ，避免儿童接触。

【条文说明】依据《氧气站设计规范》附录 A 氧气站内各类房间的火灾危险性类别及最低耐火等级，液氧系统设施火灾危险性类别为乙类，最低耐火等级为二级；依据《建筑设计防火规范》“二级耐火等级”的厂房，其所有建筑构件（包括柱、梁、楼板、屋顶承重构件、疏散楼梯等）均必须采用不燃材料，并满足相应的耐火极限要求（通常为 1.0 小时或以上）。墙体（尤其是防火墙）和屋顶作为主要建筑分隔和围护结构，必须满足此要求。地面虽非主要承重构件，但在有液氧泄漏风险的环境中，为防止地面材料成为燃烧源或与液氧发生剧烈反应，同样必须使用不燃材料。

6.4.14 装饰装修工程施工应符合下列规定：

1 当既有建筑装饰装修工程设计涉及主体结构和承重结构变动时，应在施工前委托原结构设计单位或具有相应资质等级的设计单位提出设计方案，或由鉴定单位对建筑结构的安全性进行鉴定，依据鉴定结果确定设计方案。

2 建筑外墙外保温系统与外墙的连接应牢固，保温系统各层之间的连接应牢固。

3 建筑外门窗应安装牢固。

4 临空处设置的用于防护的栏杆以及无障碍设施的安全栏杆应与主体结构连接牢固。

5 对有振动荷载的设备仪器，不应安装在吊顶工程的龙骨上。

6.4.15 屋面工程施工应符合下列规定：

1 每道工序完成后应及时采取保护措施。

2 伸出屋面的管道、设备或预埋件等，应在保温层和防水层施工前安设完毕。

3 屋面保温层和防水层完工后，不得进行凿孔、打洞或重物冲击等有损屋面的作业。

4 屋面瓦材必须铺置牢固，在大风及地震设防地区或屋面坡度大于 45° 时，应采取固定加强措施。

6.4.16 设备、管道及其支吊架等的安装位置、尺寸以及与主体结构的连接方法和质量应满足设计及使用功能要求。

6.4.17 地下管道防腐层应完整连续，新建管道阴极保护设计、施工应与管道设计、施工同时进行，阴极保护应经检测合格，并同时投入使用。

6.4.18 应建立工程质量信息公示制度。工程竣工验收合格后，建设单位应在建（构）筑物的明显位置设置有关工程质量责任主体的永久性标牌。

6.4.19 工程资料文件的形成和积累应纳入工程建设管理的各个环节和有关人员的职责范围，全面反映工程建设活动和工程实际情况。工程资料文件应随工程建设进度同步形成。

6.5 电气自控

6.5.1 氧气站的供配电系统应符合现行国家标准《供配电系统设计规范》GB 50052 的规定、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

6.5.2 所有电气设备及仪表的选型、安装与防护，必须满足高原地区特殊环境条件要求，并符合《特殊环境条件 高原电工电子产品 通用技术要求》GB/T 20626.1 的规定。

6.5.3 在爆炸性环境可能出现的区域，电气设备的设计与安装必须严格遵守《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的相关规定。

6.5.4 自动控制系统应能实现对制氧设备、压缩机组、储罐系统、输配管道的全流程自动监控，关键参数（如氧气纯度、系统压力、温度、湿度、设备状态等）应实时显示、记录与超限报警。

6.5.5 必须设置氧气泄漏浓度监测报警系统，监测点应设置在制氧设备间、阀门组、储罐区等关键部位。报警信号应传至现场和有人值守的控制室，并与事故通风系统连锁。

6.5.6 站内供电可靠性、自动控制逻辑准确性和安全报警完备性，需以施工图为依据，进行全面的测试和数据记录。

6.6 采暖通风

6.6.1 一般规定：

1 采暖与通风系统的施工应符合设计文件要求，并严格执行《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 等相关标准。

2 施工前应编制专项施工方案，明确材料选用、安装工艺、调试程序及安全措施。

6.6.2 施工准备：

1 技术准备，施工前应熟悉采暖通风系统施工图、设计说明及设备技术资料。进行图纸会审，重点核对采暖方式、通风量、设备位置与土建、电气等专业的衔接。

2 采暖散热器、通风机、风管、阀门、保温材料等应有产品合格证、性能检测报告。采暖管道、散热器在安装前应进行外观检查，无锈蚀、无损伤。通风系统所用风管、风口、防火阀等应为不燃材料。

6.6.3 采暖方式限制：

1 制氧站房、液氧储罐间、氧气汇流排间等火灾危险性为乙类的场所，严禁采用明火或电加热散热器采暖。

2 可采用热水采暖系统，散热器表面平均温度不应超过 82.5℃。

6.6.4 采暖管道安装：

1 管道安装应横平竖直，支架间距符合规范要求。

2 管道穿越墙壁、楼板时应设套管，套管与管道之间用不燃材料密封。

3 管道安装完毕后应进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，且不低于 0.6MPa，保持压力 10min 无渗漏为合格。

6.6.5 散热器安装：

1 散热器应安装牢固，与墙面距离不宜小于 30mm。

2 散热器支管应设可拆卸连接，便于检修。

3 散热器安装后应进行系统冲洗，排除杂质。

6.6.6 通风方式：站房应设自然通风与机械通风相结合的通风系统。机械通风系统应独立设置，不得与其他系统混用。

6.6.7 风管制作与安装：

1 风管材料应为不燃材料，厚度符合设计要求。

2 风管连接应严密，法兰垫片应为不燃材料。

3 风管支架间距应符合规范，支架应做防腐处理。

4 风管穿越防火分区时应设防火阀，防火阀应设独立支架。

6.6.8 通风机安装：

1 通风机应安装牢固，底座设减振装置。

2 风机与风管连接应采用柔性接头。

3 风机接线应正确，接地可靠。

6.6.9 风口安装：

1 进风口应设在室外空气清洁处，避免吸入油烟、粉尘。

2 排风口应分别设在房间下部和上部，下部排风口距地面 $\leq 0.3\text{m}$ ，上部排风口距顶板 $\leq 0.5\text{m}$ 。

3 风口与风管连接应严密，调节阀应操作灵活。

6.6.10 保温施工：

1 采暖管道、热水管道及位于非采暖房间的管道应做保温。

2 保温材料应为不燃或难燃材料，保温层厚度符合设计要求。

- 3 保温层应紧密粘贴管道，接缝严密，外护层完好。

6.6.11 防腐处理：

- 1 碳钢风管、支架应做防腐处理，先除锈后刷防锈漆两道。
- 2 室外风管、支架应做加强防腐或采用耐候材料。

6.6.12 调试准备：

- 1 系统安装完毕，管道冲洗、试压合格。
- 2 电气控制系统接线正确，具备调试条件。

6.6.13 通风系统调试：

- 1 风机单机试运转不少于 2h，轴承温升正常，无异常振动。
- 2 系统风量调整：实测风量与设计风量偏差不超过 $\pm 10\%$ 。
- 3 风口风量均匀性调整，各风口风量偏差不超过 $\pm 15\%$ 。

6.6.14 采暖系统调试：

- 1 系统冲洗干净，排气彻底。
- 2 系统运行后，各散热器热度均匀，无渗漏。
- 3 室内温度达到设计要求，系统运行平稳。

7 供氧管道

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于西藏自治区民用供氧工程中氧气管道的施工及验收，包括管道支架、管沟、直埋管道、法兰阀门及管道焊接等环节的设计、安装及质量要求。氧气管道的施工及验收除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184 的有关规定。

7.1.2 氧气管道的管材、管件及附件的选用必须符合设计文件的规定且应与氧气具有良好的兼容性。管材的壁厚必须经过强度计算，并满足设计压力、设计寿命及安全裕度的要求。当设计无规定时，应符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）相关的要求。

7.1.3 氧气管道敷设方式应符合设计要求。当采用直埋或不通行地沟敷设时，应制定专项施工方案，重点控制沟槽处理、防腐层施工、回填土质量及警示带敷设。

【条文说明】为便于焊接、安装、操作及维护，氧气管道一般都采用架空敷设。由于氧气密度大于空气，易于积聚在低洼处，只有在下列情况，如小管径管道、建造架空支架困难或架空敷设困难时，可采用不通行地沟或直埋敷设。

7.1.4 管道安装要求：

- 1 氧气管道施工前应编制专项施工方案，对重要工序应进行安全技术交底。
- 2 管道安装过程中及安装后，应采取有效措施防止受到油脂污染，并防止可燃物、铁屑、焊渣、砂土等杂物进入或遗留在管内。
- 3 施工过程中应做好无油脂操作的现场记录和质量检查记录。
- 4 输送含湿气体或需做水压试验的管道应设不小于 0.003 的坡度，并在管道最低点设排水装置。为防止含湿氧气管道在寒冷地区结冻堵塞，应采取防护措施，如采用管道保温，如有条件最好是加设干燥装置，去除水分后再经管道输送。

7.1.5 氧气管道应设明显的安全标识。标识的内容、方法、位置应符合表 7.1.1 的规定。标识应牢固、耐久、醒目。

表 7.1.1 管道标识要求

项目	内容要求	备注
介质名称	“氧气” 和/或 “OXYGEN”	中英文同时使用为佳
气体代号	O ₂	主要用于图纸和部分标牌
颜色	白色	核心识别特征
位置	起点、终点、转弯、穿墙、阀门附近、直管段间隔(≤10m)	确保清晰

方法	色环、标签/标牌、直接打印	要求牢固、耐久、醒目
----	---------------	------------

【条文说明】为区别于工业氧气管道，并强调民用供氧的卫生与安全要求，本规范规定氧气管道标识颜色采用白色，与医疗气体工程实践保持一致。

7.2 管道支架、吊架

7.2.1 氧气管道应敷设在不可燃体的支架或吊架上。支架、吊架的材质、形式及安装间距应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 及《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

【条文说明】为了防止氧气管道火灾事故扩大，所以规定支架应采用不可燃体材质制作。本款为强制性条款。

7.2.2 管道支架、吊架安装前应进行除锈防腐处理，在潮湿或腐蚀性环境地区应采用加强级防腐措施。当不锈钢管道与碳钢支架、吊架直接接触时，必须在接触面间采取有效的电绝缘隔离措施，如采用氯离子含量不超过 50ppm 的非吸湿性绝缘垫片（如聚四氟乙烯垫、聚乙烯垫或环氧树脂涂层垫），防止发生碳钢对不锈钢的电偶腐蚀。

7.2.3 除为氧气管道服务的防静电导线和自动控制导线外，其他燃气管道、电缆等导电线路、严禁与氧气管道共架敷设。

7.2.4 支架间距应满足表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 架空敷设氧气管道支架间距表

公称直径mm	1~4	4~8	8~12	12~20	20~25	25~32	32~50	50~80	100
支承最大间距m	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0

7.3 管沟及地上管道

7.3.1 管沟敷设的氧气管道应符合下列规定：

1 氧气管道采用不通行地沟敷设时，沟盖板应采用不可燃体材料制作，并能防止火花、油料等可燃物料落入及雨水浸入；氧气管道敷设在通行地沟或半通行地沟时，应设有可靠的通风安全措施。

2 氧气管道不得与燃油管道、导电线路在同一地沟内敷设；敷设氧气管道的地沟不得与敷设油品管道、腐蚀性介质管道和各种导电线路的地沟相通。

3 地沟内氧气管道的阀门或法兰连接处等易泄漏部位，不得设于管沟内。当必须设置时，应设不能下人的阀门操作井。

4 氧气管道与同一使用目的的燃气管道（如乙炔气）同地沟敷设时，应在管沟内填满砂子，防止气体积聚。

5 氧气管道严禁埋设在不使用氧气的建筑物及构筑物，氧气管道严禁埋设在露天堆场下面或穿过烟道。

7.3.2 地上架空管道的敷设应符合下列规定：

1 厂区及车间内氧气管道宜采用架空敷设。架空氧气管道与其他建筑物、构筑物、管线之间的最小净距应符合本规范：《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）附录，氧气管道与其他架空管线之间的最小净距。

2 车间内的架空氧气管道不得穿过生活间、办公室，并应避免穿过不使用氧气的房间。当必须穿过时，该段管路上不得装有阀门、法兰或螺纹连接接口，并应采取防止氧气泄漏的措施。

对于民用建筑（如酒店、医院、公寓等）内的供氧管道，其敷设应避免穿越人员密集的公共活动区域、住宅的卧室及客厅等核心生活空间。当无法避免时，应符合《医用气体工程技术规范》的相关规定，并采取加强型防护和泄漏监测措施。

3 氧气管道穿过墙壁或楼板时，应敷设在套管中。套管内的管段不得有焊缝，管道与套管间的间隙应采用不燃烧的软质材料填实。

4 车间内氧气管道架空敷设时，应在车间入口处设置切断阀和放散管。放散管应引至室外无明火的安全场所。

5 室内氧气管道宜沿墙、柱或专设的支架架空敷设，其高度应不妨碍通行且便于检修，进入室内的氧气管路应在室内入口处装设切断阀门。

7.4 直埋管道

7.4.1 直埋氧气管道的敷设应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 和《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 的有关规定。直埋深度应根据地面荷载、土壤冻结深度及稳定性要求确定，且管顶覆土厚度不宜小于 0.7m，并应在最低点设排水装置。

【条文说明】防止含湿氧气管道因冻土膨胀而受损。

7.4.2 直埋氧气管道应符合下列要求：

1 回填前应清除沟槽内杂物、积水，并经隐蔽工程验收合格。

2 回填材料不得采用冻土、垃圾、木材及软性物质。管道两侧及管顶以上 0.5m 范围内应采用中粗砂或细土回填，且不得含有碎石、砖块等硬物。

3 回填应分层进行，每层厚度不宜大于 0.3m，并应逐层夯实。管道两侧应对称回填，高差不应超过 0.3m。

4 管顶 0.5m 以上部分可采用原土或其他符合要求的土质回填，其中石块含量不得超过 10%，石块粒径不宜大于 0.1m，且应均匀分布。

5 回填土压实度应符合设计要求，设计无要求时，管顶以上 0.5m 范围内不宜小于 85%，其余部分不宜小于 90%。

6 回填过程中应防止管道位移或损坏，并应做好回填记录。

【条文说明】《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 详细规定了不同部位（胸腔、管顶以上 500mm、管顶 500mm 以上）的压实度要求（通常以轻型击实标准，压实度 $\geq 85\%$ 、 $\geq 90\%$ 、按路基要求等）；《工业金属管道工程施工规范》GB 50235 中对管道埋设的回填要求，会引用或遵循土建施工的通用标准。强调回填应夯实、防止管道位移，是确认“氧气管道回填需遵循此通用原则”的依据。

7.4.3 直埋氧气管道与建筑物、构筑物及其他地下管线之间的最小水平净距和最小垂直净距应符合《民用供氧工程设计标准》（以最终发布号为准）附录，氧气管道与建筑物、构筑物等及其他地下管线之间的最小净距。

7.4.4 直埋氧气管道的防腐等级应根据土壤腐蚀性等级确定，并应符合国家现行有关标准的规定。在西藏特殊土壤和环境下，宜采用加强级防腐绝缘或采用阴极保护措施。

7.4.5 直埋氧气管道不应装设阀门或法兰连接点。当必须设置时，应设置阀门操作井，并便于检查和维修。

7.4.6 直埋氧气管道回填前，必须进行隐蔽工程检查，并做好记录。回填土应分层夯实，且不得含有石块、砖头、冻土块等硬物。

7.4.7 直埋氧气管道穿过铁路和道路应设套管，其交叉角不宜小于 45° 。

7.4.8 直埋氧气管道应设置警示标志牌。

7.5 法兰和阀门

7.5.1 法兰连接应符合下列要求：

1 氧气管道法兰的密封面形式宜采用凹凸面或榫槽面。法兰密封垫片应采用金属缠绕式垫片、退火紫铜垫片或镍及镍基合金垫片，严禁使用橡胶石棉垫片或金属包覆垫片。

2 法兰螺栓应涂以二硫化钼等不易燃的润滑剂，并对称均匀紧固。

3 氧气管道法兰连接处应设导静电跨接，其电阻值应小于 0.03Ω 。

7.5.2 阀门选用及安装应符合下列要求：

1 设计压力大于 0.1MPa 的氧气管道上，严禁采用闸阀，应选用氧气专用截止阀。设计压力大于等于 1.0MPa 且公称直径大于等于 150mm 的氧气管道上的手动阀门，宜设旁通阀。

2 经常操作且公称直径大于等于 150mm 的氧气阀门，宜采用气动遥控阀门。

3 氧气阀门的阀体材料应根据管道工作压力选择。阀内件宜采用铜基合金、镍及镍基合金等不易产生火花材料。

4 阀门在安装前应进行外观检查、强度试验和严密性试验，并按规定进行脱脂处理。试验介质必须是无油、干燥的空气或氮气。

7.6 管道焊接

7.6.1 管道焊接应按现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 和《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定执行。

7.6.2 管道的切割及坡口加工宜采用机械方法，当采用气割等热加工方法时，应除去坡口表面的氧化皮，并进行打磨。

7.6.3 施焊环境应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的有关规定。

7.6.4 氩弧焊时，焊口组对间隙宜为 2~4mm。其他坡口尺寸应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定。

7.6.5 管道焊接完成后，强度试验及严密性试验之前，应对所有焊缝进行外观检查和对焊缝内部质量进行检验，外观检查应在内部质量检验前进行。

7.6.6 焊缝无损检测比例与质量等级

1 供氧管道焊缝的无损检测（射线或超声波检测）比例及合格等级，必须首先符合《压力管道安全技术规程》（TSG D0001）的规定以及设计文件的专门要求。

2 当设计文件无规定时，对于属于压力管道的供氧管道（如 GC2 级），其对接焊缝的射线检测比例和质量等级不应低于下表 7.6.1 的规定。

表 7.6.1 焊缝的射线检测比例和质量等级

管道类别 / 设计压力 (P)	射线检测比例	焊缝内部质量合格等级	说明与依据
GC2 级压力管道 (P ≥ 0.1MPa 且 DN ≥ 50 等)	按设计文件规定。通常，P > 4.0MPa 时，应为 100%。	II 级	执行《压力管道安全技术规程》（TSGD0001）及 GB/T20801。设计文件应明确检测比例。
	1.0MPa ≤ P ≤ 4.0MPa 时，建议固定焊口 ≥ 40%，转动焊口 ≥ 15%。	II 级	对易燃、助燃（氧气）介质，应从严要求。
	P < 1.0MPa 时，根据设计文件和风险评估确定，建议不低于 10%。	III 级	

低温液体管道（如液氧管道）	100%	Ⅱ级	对低温工况要求严苛。
非压力管道 ($P < 0.1\text{MPa}$ 或 DN 可由设计文件规定，或按 GB 50235 执行。	按设计文件或 GB 50235	可不执行特种设备要求，但需保证安全。	

3 焊缝的射线照相检测技术等级应不低于 A、B 级，检测方法及质量分级应符合现行国家标准《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB/T 47013.2 的规定。

4 对于设计压力大于 1.6MPa 的氧气管道，严禁使用气体进行压力试验。当采用水压试验时，其对接焊缝应进行 100%射线检测，质量不低于Ⅱ级。

7.6.7 焊缝返修与处理

1 对检验不合格的焊缝必须进行返修。同一部位（指焊缝的同一修补段）的返修次数不得超过两次。

2 当需要进行第三次或以上返修时，必须经施工单位技术总负责人批准，并制定超次返修工艺方案。返修前，应将原缺陷焊缝彻底切除，切除长度不应小于 50mm。返修后的焊缝应修磨并与原焊缝外形平滑过渡。

3 返修后，必须按原检测方法重新进行 100%检测并合格。

4 当抽检发现不合格焊缝时，除对该焊缝返修外，应对该焊工所焊的同一批焊缝按规定的检验比例加倍抽检。若加倍抽检仍发现不合格，则应对该焊工该批次的全部焊缝进行检测。

8 室内供氧终端

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于西藏自治区民用供氧工程中室内供氧终端的施工及验收，包括控制系统、计量设备和供氧终端装置的安装及质量要求。室内供氧终端的施工及验收除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《氧气站设计规范》GB 50030 的有关规定。

8.1.2 终端装置的安装不得影响建筑结构的安全性和防火性能。

8.1.3 安全与环境要求：施工过程中需遵守安全、防火、防爆等规定，终端安装区域应干燥清洁，远离潮湿（如浴室）、多尘、油烟重的环境，且与明火、电暖器等热源保持至少 1.5m 安全距离。

8.1.4 供氧终端系统施工前，应核对室内平面布置图，确定终端位置、管道走向；管道穿越墙体、楼板时，应设置套管，套管与管道之间应采用不燃材料密封。

8.2 控制系统

8.2.1 控制设备安装：

1 控制柜（箱）的安装位置应避开潮湿、腐蚀性环境和强电磁干扰源，并便于操作和检修。

2 控制线路的敷设应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定，并采取必要的屏蔽和保护措施。

8.2.2 系统调试

控制系统安装完成后，应进行系统联动调试，确保：

- 1 各监测参数显示准确，误差在允许范围内。
- 2 控制动作准确、可靠。
- 3 报警功能灵敏、正确。

8.3 计量设备

8.3.1 计量设备安装：

1 流量计安装时应保证其前后直管段长度满足产品要求（通常前段 ≥ 10 倍管径，后段 ≥ 5 倍管径），避免因流场紊乱影响计量精度，以保证计量准确性。

2 安装位置应便于读数、维护和检修，远离强振动源、强电磁干扰源及热辐射源。

3 安装方向必须正确，壳体上的箭头方向应与氧气流向一致。

4 所有计量仪表在安装前，必须送至法定计量检定机构或授权校准实验室进行首次强制检定或校准，并取得合格证书或报告。安装时应查验铅封完好。

8.3.2 校验与周期检定：

1 首次检定：设备安装投用前必须进行。

2 后续周期检定：用于贸易结算的氧气流量计，检定周期不得超过 1 年；用于内部计量和工艺控制的，检定周期建议不超过 2 年。在高原严苛环境下，可酌情缩短检定周期。

3 现场校准与核查：在日常运行中，应利用系统预留的校准口或采用便携式标准表比对法，每季度对关键节点的流量计进行现场精度核查，偏差超过允许值时应立即送检。

4 所有检定/校准记录、证书必须归档备查，仪表上应粘贴醒目的、标明有效期的检定合格标签。

8.3.3 计量数据管理：

1 集中供氧系统的流量计应具备数据自动采集、存储和远传功能，历史数据存储时间不应少于 3 年。

2 应建立完善的计量数据台账，定期进行用氧量统计分析，数据应能追溯至每台流量计的原始记录和检定证书。

3 计量数据的修正：在高原地区，应记录流量计处的实际温度和压力，必要时对显示的工况流量进行标准状态（如 101.325 kPa，20℃）换算，以确保计量一致性。

8.4 供氧终端

8.4.1 鼻吸式供氧终端：

1 鼻吸式终端通常包括氧气终端插座、流量调节阀和湿化瓶（如需要）等。

2 终端安装高度宜距地面 1.3~1.5m 的适当位置，便于人员操作，并避开床头灯、电源插座等可能产生火花的设备（一般水平间距不小于 0.5m）。

3 使用鼻吸氧气管时，应采取必要措施防止管路缠绕或绊倒风险。

8.4.2 弥散式供氧终端：

1 弥散式供氧终端宜布置在距离地面 1.4~1.7m 的适当位置，也可以吸顶安装。弥散终端安装位置应利于氧气扩散，避免直吹人体或处于通风死角。

8.4.3 管路连接要求：

1 终端与供气管路的连接需牢固可靠，采用卡压连接或银基钎焊，禁止使用密封胶。

2 连接管路需沿墙面或隐蔽处敷设，用卡扣或线槽固定，避免弯折、挤压，直角处应平缓过渡以减小气流阻力。

8.4.4 安装与验收：

表 8.4.1 安装要求

项目	具体标准与要求
安装前准备	1. 终端选型：根据设计（弥散口、直吸接口、带流量调节阀接口）选用合格产品。必须具有“高原型”或“低温低压”适应性认证。 2. 条件确认：预埋底盒位置、标高、数量准确无误；供氧管道经吹扫、压力试验合格；墙面装饰基本完成。
安装工艺	1. 固定与密封：终端面板必须安装牢固、无晃动，与墙面贴合紧密、无缝隙。接口与管道连接必须使用定扭矩扳手紧固，确保密封。 2. 标识与美观：终端面板应有清晰、永久的“氧气”标识和安全使用提示。同一区域标高、样式统一，美观整洁。 3. 高原防护：室外或半室外区域终端，应有防紫外线老化、防尘沙、防结冰的防护措施。
功能实现	1. 弥散终端：出口方向应避免直吹人体头部，确保气流分布均匀。 2. 直吸终端：带流量调节阀的，旋钮应转动顺滑、标识清晰；快速插拔接口应符合防误插要求，插拔力适中。 3. 紧急切断：公共区域（如大堂、走廊）的终端附近，应设置明显的区域供氧切断阀标识。

表 8.4.2 验收要求

验收阶段	验收内容	测试方法与标准	抽检数量
第一阶段：外观与安装质量验收	1. 终端型号、位置、数量核对。 2. 安装牢固度、面板平整度。 3. 标识正确性与完整性。 4. 表面清洁与防护。	目视检查、手感检查、对照图纸核查。	100%全数检查。确保每一处安装均符合设计要求与观感标准
第二阶段：单点性能验收（关键抽检）	1. 气密性测试：终端接口、阀门连接处。 2. 功能性测试： （1）流量与压力：在额定流量下，出口压力稳定在设计值（考虑海拔修正）。 （2）调节功能：流量阀调节线性、稳定。 （3）快速接口：插拔顺畅、自锁可靠、无泄漏。 3. 弥散效果测试（抽查）：使用便携式氧浓度	1. 使用检漏液或保压法（在系统压力下）。 2. 使用气体终端测试仪（含高原压力修正）。 3. 使用校准后的氧浓度检测仪。	实施基于风险的分级高比例抽检制度： 1. I类区域（关键区）：酒店客房、卧室、长期居住房间、重要办公位。气密性测试100%，功能测试不低于50%。每个房间至少测1个终端。 2. II类区域（公共区）：大堂、餐厅、会议室、走廊公共接口。气密性与功能测试不低于30%，且同型号终端需

	检测仪，在终端开启规定时间后，检测房间指定位置氧浓度是否达到设计值（如 23%—24%）。		覆盖所有楼层。 3. III类区域（辅助区）：健身房、卫生间等。 测试不低于 10%。 补充规则： 若某批次/区域抽检不合格率 $\geq 5\%$ ，则对该批次/区域终端加倍抽检。 若加倍抽检不合格率仍 $\geq 5\%$ ，则判定该批次/区域安装不合格，需 100%返工并重新验收。
第三阶段：系统联调与综合验收	<p>1. 满负荷运行测试：在设计最大流量下，系统压力稳定，所有终端压力均达标。</p> <p>2. 安全联锁测试：测试区域切断阀、低压报警、泄漏报警等功能。</p> <p>3. 使用培训与交付：向运营方提供清晰的操作、应急、维护手册，并进行现场培训。</p>	系统满负荷运行至少 24 小时，记录压力波动。触发报警条件，验证报警准确性。	全系统测试。验收组由建设方、设计方、施工方、监理方及特邀高原医学或安全专家共同组成。

【条文说明】依据《建筑工程施工质量验收统一标准》确立了“主控项目必须全数验收”、“一般项目可抽样验收”的基本原则。对于供氧系统：

“主控项目”（关乎安全与核心功能）：如气密性、终端防错插、出口压力等，理论上应全数或极高比例检查。实践中，通过“高比例抽检+不合格零容忍”来等效实现。

“一般项目”（外观、标识等）：可进行抽样检查，但抽检量应具有代表性。

9 检查、检验和试验

9.1 一般规定

9.1.1 民用供氧工程所用的原材料、半成品、成品等产品的型号、规格、性能应符合国家相关标准的规定和设计要求。

9.1.2 工程施工应按设计文件进行，设备、管道组成件等应有合格文件，安装前应进行检查。

9.1.3 试验所用的介质、设备应符合下列规定：

1 压力试验、泄漏试验优先采用干燥空气（露点 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ ）或氮气，严禁使用氧气直接进行试验。

2 试验用压力表的精度应 ≥ 1.6 级，量程应为试验压力的1.5倍~2倍，且应在检定有效期内。

9.1.4 压力表的安装应符合下列规定：

1 数量要求：每个独立试压系统（或分段）的压力试验管段两端，应至少各安装一块经校验合格的压力表。对于较长的管道系统，应在最高点和最低点增设压力表。

2 位置与可视性：压力表应安装在易于观察、避免冰冻、振动和热辐射影响的位置。安装高度宜距操作面1.5m至1.8m，若过高则应设检查平台。

3 取压点要求：测量气体压力时，取压点应设在管道上半部；测量液体压力时，应在管道的下半部与管道的水平中心线成 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 夹角的范围内。

9.1.5 系统投入使用前，必须使用氮气进行置换，将管道内空气（或试验气体）置换干净，直至出口氧气浓度达标。

9.1.6 试验人员资质应符合下列规定：压力试验、泄漏试验人员应经专项培训合格，熟悉试验流程、安全要求及应急处置措施。

9.2 外观检查

9.2.1 在入库和进入施工现场安装前，应对管道组成件进行外观检查，其材质、规格、型号应符合设计文件规定；设备外观检查应符合下列规定：

1 氧气站设备（贮罐、吸附塔、膜组件等）的表面应无裂纹、变形、锈蚀，铭牌应清晰完整（包含型号、规格、设计压力、材质、制造日期、生产厂家）。

2 阀门的填料密封处应无损伤，阀杆转动应灵活（无卡滞），开关指示应与实际状态一致（开位指示对应阀杆全开，关位指示对应阀杆全关）。

9.2.2 管道外观检查应符合下列规定：

1 管道表面应无划痕（深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ）、凹陷，焊缝外观应平整，余高应 $\leq 3\text{mm}$ （管径 $\leq 100\text{mm}$ 时）或 $\leq 5\text{mm}$ （管径 $> 100\text{mm}$ 时），焊缝表面无气孔、夹渣、未熔合等缺陷。

9.2.3 阀门安装前应检查阀芯的开启度和灵活度，安装有方向性要求的阀门时，阀体上的箭头方向应与供氧流向一致。

9.2.4 终端组件外观检查应符合下列规定：

- 1 检查终端插头、插座（终端维修阀）的型号、规格是否符合设计要求。
- 2 安装牢固性：检查终端面板是否安装牢固、端正。
- 3 将终端插头插入（或关闭维修阀），使用检漏液或电子检漏仪检查接口处有无泄漏。
- 4 测试终端维修阀的启闭是否灵活、可靠。

9.3 无损检测

9.3.1 供氧工程中属于《工业管道安全技术规程》TSG 31 管辖范围的氧气管道，其焊接接头的无损检测方法、比例及质量等级必须符合 TSG D0001 及设计文件的规定。

9.3.2 无损检测应按现行行业标准《承压设备无损检测》NB/T 47013 系列标准执行。射线照相检测的合格级别不应低于 NB/T 47013.2 中的 II 级；超声波检测的合格级别不应低于 NB/T 47013.3 中的 I 级。

9.3.3 对于不属于压力管道监察范围的供氧管道，当设计文件有要求时，应按设计文件执行。设计无要求时，应以压力试验和严密性试验作为管道焊接质量的主要验证手段。

9.4 强度试验

9.4.1 试验介质选择

- 1 管道系统应进行耐压试验，试验介质应优先选用洁净水（液压试验）。
- 2 当因设计结构或运行要求不允许进行液压试验时，经设计单位同意，可采用无油干燥的空气或氮气进行气压试验。
- 3 严禁使用氧气或其他可燃气体进行耐压试验。

9.4.2 试验压力

- 1 液压试验压力：应为管道设计压力的 1.5 倍。
- 2 气压试验压力：应为管道设计压力的 1.15 倍。
- 3 气压试验特殊规定：当试验压力大于 1.6MPa 时，必须编制专项安全方案，划定更严格的警戒区，并对所有参与人员进行专项安全交底。试验过程中，应采取逐级升压、稳压检查的方式，升压速率不得超过 0.1MPa/min。

9.4.3 试验温度与检查

- 1 试验时液体的温度不得低于 5℃，且应高于金属材料的脆性转变温度。

2 液压试验应缓慢升压，达到试验压力后，稳压时间不得少于 10 分钟，然后降至设计压力，保压时间不得少于 30 分钟。检查期间压力应保持不变，对所有焊缝和连接部位进行检查，无泄漏、无可见变形、无异常响声为合格。

3 气压试验应逐级升压，首先升至试验压力的 50%，进行检查，如无泄漏及异常现象，继续按试验压力的 10%逐级升压，直至试验压力。在试验压力下应稳压 10 分钟，然后降至设计压力，采用发泡剂等方法对所有密封点进行检查，无泄漏为合格。

9.5 试验温度与检查

9.5.1 试验要求：

- 1 耐压试验合格后，必须进行严密性试验。
- 2 试验介质应使用无油干燥的氮气。
- 3 试验压力应为管道的设计压力。

9.5.2 试验方法与合格标准：

- 1 试验时应缓慢升压至设计压力。
- 2 采用发泡剂涂抹所有焊缝、螺纹、法兰等连接处，检查有无气泡产生。或使用精度不低于 1.6 级的压力表，在温度恒定的环境下保压 24 小时，压力降不超过下式计算值为合格：

$$\Delta P = 1000/T \quad (\Delta P \text{ 单位为 MPa}, T \text{ 为试验时间, 单位为 h})$$

例如：保压 24 小时，允许压降为 $1000/24 \approx 41.7 \text{ kPa} (0.0417 \text{ MPa})$ 。

- 3 试验压力应为管道的设计压力。

9.5.3 试验后的工作：

系统恢复

- 1 压力试验合格后，应缓慢将试验介质排放至安全地点。液压试验后必须用无油干燥氮气将内部吹扫至完全干燥（出口气体露点测试合格）。

- 2 拆除所有为试验而加设的临时盲板、支架。

安全泄放装置的安装与设定

- 1 试验完成后、系统投用前，必须重新安装所有在试验前被拆除或隔离的安全阀、爆破片等安全泄放装置。

- 2 安全泄放装置的安装方向必须正确，进口管道应短而直，确保畅通。

- 3 安全阀必须由有资质的机构在安装地点进行最终整定压力校验并铅封，其整定压力不得高于系统的设计压力。校验记录应存档。

9.6 吹扫与清洗

9.6.1 吹扫前应编制施工方案，制定安全措施，确保施工人员及附近民众与设施的安全。

9.6.2 吹扫介质：必须用无油干燥压缩空气或氮气（纯度 $\geq 99.9\%$ ），严禁用氧气直接吹扫（易引发燃爆）。

9.6.3 吹扫压力：控制在管道设计压力的 50%—80%，且不低于 0.3MPa，确保气流能带走焊渣、铁屑等杂质。

9.6.4 吹扫要求应符合下列规定：

1 管道吹扫应采用压缩空气或氮气，吹扫压力应 \leq 设计压力的 0.6 倍，吹扫流速应 $\geq 20\text{m/s}$ 。

2 吹扫顺序应按主管→支管→终端的顺序进行，吹扫口应朝向室外安全区域，避免正对设备、人员或建筑物；每个吹扫口的吹扫时间应 $\geq 5\text{min}$ 。

3 对于进行过水压试验的氧气管道系统，吹扫的首要目的是彻底去除水分。应增加低点排放次数，延长吹扫时间，并必须进行露点验收。

9.6.5 吹扫验收标准应符合下列规定：

1 采用靶板检验：在吹扫口设置涂白漆的靶板（材质为不锈钢，尺寸 $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ ），吹扫 5min 后检查靶板，无明显杂质痕迹（如铁锈、粉尘）为合格。

2 管道内壁油脂残留量检验：采用溶剂擦拭法，擦拭后溶剂的含油量应 $\leq 120\text{mg/m}^2$ （按《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202 ）。。

9.7 脱脂

9.7.1 一般规定：

1 所有与氧气接触的管道、管件、阀门、仪表及设备部件，在安装前必须确保其内表面及连接面无油脂及其他可燃物污染。

2 脱脂处理应在具备相应条件的工厂或专业场所完成，原则上不应在施工现场进行系统性脱脂作业。

3 脱脂质量的控制应以核查有效的合格证明文件为主，以必要的现场抽检复核为辅。

【条文说明】脱脂合格标准（如油脂残留量）、检测方法（如紫外光灯法、溶剂萃取法）应严格遵循《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912 和《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202-2014 的规定。

9.7.2 脱脂要求：

脱脂范围：需进行脱脂的部件包括但不限于：

1 氧气管道（不锈钢管、铜管等）的内壁及外壁坡口区域；

2 阀门（截止阀、减压阀、安全阀等）的阀体流道、阀芯、阀座及密封面；

3 法兰、弯头、三通、异径管等管件的内壁及连接面；

4 流量计、压力表接口、过滤器壳体等与氧气直接接触的部件；

5 氧气缓冲罐、汽化器等设备的内腔及氧气接口。

9.7.3 文件要求：所有涉及脱脂的部件在进场验收时，施工单位必须核查并留存以下质量证明文件：

- 1 脱脂合格证书：由制造商或供应商出具，明确注明脱脂执行的标准、方法及结论；
- 2 材质证明文件：证明部件材质与氧气兼容；
- 3 密封包装证明：对于已脱脂的部件，应提供其出厂时采用密封包装（如密封袋、封帽）以防止二次污染的记录或说明。
- 4 无上述有效合格证明文件的部件，不得用于供氧系统安装。

9.7.4 现场防护：

1 现场防护：已脱脂的部件在施工现场的运输、存放和安装过程中，必须采取有效措施（如保持端口封堵、使用洁净白布覆盖、使用无油脂工具和手套）防止被油脂、灰尘等二次污染。污染后的部件必须重新进行脱脂处理。

2 现场抽检：建设单位或监理单位有权对进场脱脂部件进行抽样复核检验。抽检比例可根据工程重要性、批次情况确定，但不宜低于同批次数量的 2%，且至少抽检 1 件。

9.7.5 抽检复核：

复核方法：抽检方法应优先采用无损、快捷的方法，如：

- 1 目视法与擦拭法：用清洁干燥的白色滤纸或无油白布擦拭部件内表面，滤纸或白布上应无油渍、污痕；
- 2 紫外光灯（黑光灯）照射法：使用波长 320nm-380nm 的紫外光灯照射可疑部位，无荧光反应为合格。此方法适用于检测含有荧光物质的油脂残留。
- 3 异议处理：当文件核查或现场抽检对脱脂质量存在异议时，应委托有资质的第三方检测机构，依据国家相关标准《空气分离设备表面清洁度》进行检验。检验不合格的批次不得使用。

9.7.6 安装过程的无油脂操作

- 1 在整个氧气管道及设备的安装、连接、调试过程中，必须执行严格的“无油脂操作”规程。
- 2 操作人员应穿戴洁净的工作服和无油手套，使用的工具、润滑剂、密封材料等必须为氧气专用或无油产品。
- 3 严禁在氧气系统安装区域进行可能引入油脂的作业（如机械加工、涂刷油漆等）。

10 工程验收及交接

10.1 工程竣工验收

10.1.1 工程竣工验收应以批准的设计文件、国家现行有关标准、施工承包合同、工程施工许可文件和本规范为依据。

10.1.2 工程竣工验收的基本条件应符合下列要求：

- 1 完成工程设计和合同约定的各项内容；
- 2 施工单位在工程完工后对工程质量自检合格，并提出《工程竣工报告》；
- 3 工程资料齐全；
- 4 有施工单位签署的工程质量保修书；
- 5 监理单位对施工单位的工程质量自检检测结果予以确认并提出《工程质量评估报告》；
- 6 工程施工中，工程质量检验合格，检验记录完整。

10.1.3 竣工资料的收集、整理工作应与工程建设过程同步，工程完工后应及时做好整理和移交工作。整体工程竣工资料宜包括下列内容：

- 1 工程依据文件：
 - 1) 工程项目建议书、可行性研究报告、申请报告及审批文件、批准的设计任务书、初步设计、技术设计文件、施工图和其他建设文件；
 - 2) 工程项目建设合同文件、招投标文件、设计变更通知单、工程量清单等；
 - 3) 建设工程规划许可证、施工许可证、质量监督注册文件、报建审核书、报建图、竣工测量验收合格证、工程质量评估报告。
- 2 交工技术文件：
 - 1) 施工资质证书；
 - 2) 图纸会审记录、技术交底记录、工程变更单(图)、施工组织设计等技术文件；
 - 3) 开工报告、工程竣工报告、工程保修书等；
 - 4) 重大质量事故分析；处理报告；
 - 5) 材料、设备、仪表等出厂的合格证明，材质书或检验报告；
 - 6) 施工记录：隐蔽工程记录、焊接记录、管道吹扫记录、强度和严密性试验记录、阀门试验记录、电气仪表工程的安装调试记录等；
 - 7) 竣工图纸：竣工图应反映隐蔽工程、实际安装定位、设计中未包含的项目、供氧管道与其他市政设施特殊处理的位置等反映工程最终实况的图纸，需与实际施工一致。
- 3 检验合格记录：
 - 1) 测量记录；
 - 2) 隐蔽工程验收记录；

- 3) 沟槽及回填合格记录；
- 4) 防腐绝缘合格记录；
- 5) 焊接外观检查记录和无损探伤检查记录；
- 6) 管道吹扫合格记录；
- 7) 强度和严密性试验合格记录；
- 8) 设备安装合格记录；
- 9) 储配与调压各项工程的程序验收及整体验收合格记录；
- 10) 电气、仪表安装测试合格记录；
- 11) 在施工中受检的其他合格记录。

10.1.4 高原地区特殊验收指标

1 设备高原适应性验证：

验收标准：主要动力设备、控制系统元器件必须具备制造商提供的海拔适应性技术文件，证明其额定功率、绝缘性能、散热性能在项目所在地海拔下经修正后仍能满足设计要求。

验证方法：检查设备铭牌、产品说明书及制造商出具的书面证明。

2 氧浓度稳定性专项测试：

验收标准：在系统最大设计流量工况下（模拟全院或全厂高峰用氧），于管网最远端和最高点的终端进行持续监测。氧气浓度波动范围不应超过 $\pm 0.8\%$ （例如，从 99.5% 波动至 98.7% 即为不合格），且不得持续低于合同规定的最低纯度。

验证方法：使用经过校准的高精度氧浓度分析仪，在高峰用氧测试期间，对上述关键点进行不低于 30 分钟的连续数据记录与评估。

3 低温启动与运行性能验证：

验收标准：在当地历史极端最低温度或合同规定的低温阈值（如 -25°C ）环境下，系统所有关键设备（液氧汽化器、制氧机组、控制系统）应能正常启动并稳定运行至额定出力。

验证方法：

自然条件验证：在冬季极端低温时段进行现场启动测试。

模拟验证：如季节不符，需审查关键设备的低温选型报告和厂家的低温测试报告。

检查汽化器的低温防结冰设计及实际运行效果。

4 电气安全与防护升级验收：

验收标准：电气设备的外壳防护等级（IP 等级）、绝缘强度、防雷击浪涌能力应相对于平原地区有明确提升（如 IP 等级提高，加强绝缘设计）。

验证方法：检查电气图纸和产品资料，核实关键电控柜、传感器 IP 等级是否达到 IP55 或更高；审查防雷接地电阻测试报告，要求接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

5 管路与附件耐压及密封补充测试：

验收标准：考虑到高原昼夜温差大、紫外线强，管路固定支架的膨胀补偿措施、户外管道的抗紫外线老化能力需符合要求。

验证方法：检查管道补偿器安装是否规范；户外管道是否为抗紫外线型或采取了遮蔽措施。

6 人员应急保障系统验收：

验收标准：项目配套的富氧房间/休息室的氧浓度控制装置（如弥散供氧机组）应工作正常，室内氧浓度可稳定维持在 23%—25%之间（根据设计）。便携式急救氧气瓶等应急设备配备到位。

验证方法：测试富氧室控制系统，用测氧仪实测室内多点氧浓度；清点应急设备数量及有效期。

10.1.5 分散供氧验收

1 制氧主机应提供完整的产品使用说明书、合格证和保修卡；

2 制氧主机应提供供货批次产品的出厂性能检测报告。

3 产品交付时应提供现场安装调试检测报告、用户培训记录和随机文件资料及附件。

表10.1.1 设备检测类别与频次

检测类别	核心检测内容	建议频次	执行方
初步验收检测	氧气浓度、流量、压力、露点、噪音、连续运行、报警功能	安装调试后，正式移交前	施工单位（主）、有资质的第三方校验机构
日常/季度巡检	外观、运行状态、初步浓度检查、报警测试	每日/每周/每季度	使用单位或设备维保方
定期维护检测	浓度、流量、露点、严密性、更换滤芯等耗材	每半年至一年	设备供应商或专业维保团队
强制性安全校验	安全阀、压力表	安全阀：每年； 压力表：每半年	有资质的第三方校验机构
第三方综合年检	全面性能测试（同初步验收）、安全评估	每一年至两年	有资质的第三方检测机构
关键部件更换	分子筛、压缩机大修、阀门等	依据运行时数或状态（如分子筛3—8年）	设备供应商或专业维保团队

表10.1.2 设备质保建议要求

设备类别	核心部件	建议质保期	说明与要求
整机系统	整个制氧系统（集成体）	3年	这是对供应商综合能力和产品质量的总体要求，涵盖所有系统集成和

			性能问题。
动力系统	空压机主机（机头）	3年	核心动力源，应与整机质保同步。要求为无油空压机。
	空压机电机、变频器	3年	关键电气部件。
	空压机机油、油滤、空滤等耗材	到货验收 或 500小时	属于定期更换品，质保仅针对材料缺陷，不覆盖正常磨损。
制氧核心	分子筛	2年	核心吸附材料，其性能衰减是氧气浓度下降的主因。质保应包含其性能保持能力
	精密过滤器滤芯	1年 或 到货验收	属于定期更换品，质保主要针对其初始完好性。
控制系统	PLC、触摸屏、主控电路板	3年	系统的大脑，质保期应长，要求供应商及时提供技术支持与替换件。
	传感器（氧分析仪、压力/流量变送器）	2年	关键监测元件，其校准周期（通常1年）需在合同中明确，质保期内失准应免费校准/更换。
	电磁阀、气动阀	2年	关键执行元件，保证其动作可靠性和密封性。
空气处理设备	冷干机/吸附式干燥机	2年	保证压缩空气的干燥度，保护分子筛。
其他	机箱、管道、阀件	3年	结构性部件，质保期内不应出现非外力导致的锈蚀、泄漏等问题。

表10.1.3 设备具体要求

能耗	要求设备核心动力源——空压机的能效等级达到《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》GB 19153中的2级或以上（1级最佳）。
浓度	氧（气态、液态） $\geq 99.5\%$ ；富氧空气（气态） $\geq 90\%$ ；（设备的设计使用寿命内不得低于此要求）。
噪音	参考《民用建筑隔声设计规范》GB50118，供氧区域内噪音应当小于40dB（A）。

10.1.6 噪声验收

1 为控制供氧工程运行噪声对周围环境和人员的影响，保障声环境质量，供氧工程竣工验收时必须进行噪声验收。噪声验收除符合本规范外，尚应符合现行国家标准《中华人民共和国噪声污染防治法》《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 和《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523 以及《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定。

2 验收范围

- 1) 氧气站（制氧站房、液氧站房、增压间等）厂界环境噪声；
- 2) 安装于建筑物内的供氧设备（机组、泵等）包括集中供氧设备和分散式户用制氧设备所在房间边界及受影响的相邻房间噪声；
- 3) 对噪声敏感建筑物（如住宅、医院病房、办公室等）室内背景噪声有影响的供氧系统运行噪声；
- 4) 室外管道系统中可能产生气流噪声的部件附近区域。

3 测量要求：

- 1) 测量仪器应使用符合国家标准要求的声级计或环境噪声自动监测仪，并在检定有效期内；
- 2) 测量应在供氧系统正常运行工况下进行，并包括昼间和夜间两个时段；
- 3) 测点位置应具有代表性，能真实反映噪声对周围环境和敏感目标的影响；厂界噪声测点应选在厂界外 1m、高度 1.2m 以上；室内噪声测点应选在房间中央或人员活动区域，距地面高度 1.2~1.5m，距墙面和其他反射面不小于 1m；
- 4) 测量时应排除风声、电磁干扰等偶然因素的影响。

4 验收标准：

- 1) 氧气站厂界环境噪声排放限值应根据所在地域的环境功能区划，严格执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 规定的相应声环境功能区限值要求。位于噪声敏感建筑物集中区域的氧气站，应采取更严格的噪声控制措施。
- 2) 安装于建筑物内的供氧设备，其运行噪声在相邻敏感房间（如病房、办公室、住宅等）内产生的昼间和夜间等效声级应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中规定的室内允许噪声级要求。
- 3) 管道系统气流噪声不应导致其穿过的房间内噪声级显著增加（通常增量不超过 5dB(A)）。

5 不合格处理：若噪声验收结果不符合本规范及国家相关标准要求，应采取降噪措施（如设备减振、隔声、消声等）进行整改，并重新进行噪声测试，直至合格。

10.1.7 隐蔽工程验收

1 供氧工程中的隐蔽工程在隐蔽前必须进行验收，所有隐蔽工程验收应附带影像资料，影像资料应能清晰反映关键工序的实施情况。并形成详细的隐蔽工程验收记录。

隐蔽工程验收应邀请建设、设计、监理（如有）及施工方共同参加，并现场签署验收意见。

影像资料要求：

- 1) 清晰度：能清晰辨识施工细节、材料标识、仪表读数和人员操作；
- 2) 完整性：应包含工程部位全景、关键施工节点特写、存在问题及整改后状态；
- 3) 标识性：影像中宜包含可标识具体验收部位和日期的标牌（如验收牌）；
- 4) 可追溯：影像文件应按“工程部位—工序—日期”统一命名，并建立索引目录。

2 隐蔽工程验收范围主要包括：

- 1) 直埋氧气管道的沟槽地基处理、管道基础；
- 2) 直埋氧气管道的防腐层施工质量（含电火花检测记录）；
- 3) 直埋氧气管道的管沟回填质量及警示带敷设；
- 4) 管道穿墙、穿楼板设置的套管及套管内的防火封堵；
- 5) 埋地或暗敷的管道支墩、支架；
- 6) 地下阀门井的防水处理及井体结构；
- 7) 设备基础的尺寸、强度及锚固；
- 8) 接地装置的埋设与连接；
- 9) 防腐层电火花检测；
- 10) 其他被后续工序所覆盖而无法直接检查的工程项目。

3 验收要求与方法：

1) 隐蔽工程验收前，施工单位应完成自检，并准备好相应的施工记录、检测报告和影像资料。

2) 验收时应重点检查以下内容：

- ① 隐蔽工程的位置、标高、坡度、规格是否符合设计要求；
- ② 管道接口的焊接质量或连接质量（若可查）；
- ③ 防腐层的完整性、厚度、粘结力，必要时进行电火花检漏；
- ④ 套管安装的位置、尺寸是否符合要求，套管内的密封材料是否填实；
- ⑤ 接地装置的接地电阻测试值是否符合设计及规范要求；
- ⑥ 管沟回填的材料、分层夯实度是否符合要求，警示带敷设是否规范。

3) 所有检查应形成书面记录，并附必要的照片或视频资料。记录应详细描述隐蔽工程的实际状态，包括任何与设计不符的变更及处理方案。

4 验收文件：

隐蔽工程验收通过后，应形成完整的《隐蔽工程验收记录》，其内容应包括：工程名称、分项工程名称、隐蔽部位、施工时间、验收时间、设计要求和规范规定、质量检

查情况及附图（含测点、测试数据等）、验收结论。建设单位、监理单位、施工单位、设计单位等项目负责人签字并盖章确认。

5 未经隐蔽工程验收或验收不合格的，不得进行下一道工序的施工。

【条文说明】隐蔽工程验收应附影像资料，包括管道埋设前、防腐层检测、回填过程等关键节点，影像资料应归档保存。

10.1.8 安全设施竣工验收：

1 供氧工程的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

2 建设单位在组织工程整体竣工验收前，应根据应急管理部门的要求，组织安全设施竣工验收，或委托有资质的机构编制《安全设施竣工验收报告》。

3 工程最终竣工验收时，应查验《安全设施竣工验收报告》及其整改落实情况，作为工程通过验收的必要条件。

10.1.9 工程竣工验收应由建设单位主持，可按下列程序进行：

1 工程完工后，施工单位完成验收准备工作，向监理单位提出验收申请。

2 监理单位对施工单位提交的《工程竣工报告》、竣工资料及其他材料进行初审，合格后提出《工程质量评估报告》，并向建设单位提出验收申请。

3 建设单位组织勘察、设计、监理及施工单位参考设计要求、本规范及附录表格与相关标准对工程进行验收。

4 验收合格后，各部门签署验收纪要，建设单位及时将竣工资料、文件归档，然后办理工程移交手续。

5 验收不合格应提出书面意见和整改内容，签发整改通知，限期完成，整改完成后重新验收。整改书面意见、整改内容和整改通知编入竣工资料文件中。

10.1.10 工程验收应符合下列要求：

1 审阅验收材料内容，应完整、准确、有效；

2 按照设计、竣工图纸对工程进行现场检查。竣工图应真实、准确，路面标志符合要求；

3 工程量符合合同的规定；

4 设施和设备的安装符合设计的要求，无明显的外观质量缺陷，操作可靠，保养完善；

5 对工程质量有争议、投诉和检验多次才合格的项目，应重点验收，必要时可开挖检验、复查。

10.2 消防及安全设施验收

10.2.1 一般规定

1 为保障民用供氧工程的消防安全，规范消防及安全设施的施工与验收，确保其在火灾等紧急情况下能有效发挥作用，制定本节。

2 本节适用于西藏自治区民用供氧工程中，与供氧系统相关的所有消防设施、安全装置、火灾自动报警系统、应急照明与疏散指示系统、防雷防静电接地系统等的施工验收。

3 消防及安全设施的施工、验收，除应符合本规范外，尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防设施通用规范》GB 55036、《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 及相关地方消防法规的规定。。

4 消防及安全设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用（“三同时”原则）。

10.2.2 消防及安全设施的安装

灭火器材配置

1 氧气站房、液氧储罐区、汇流排间、调压间等火灾危险性为乙类的场所，必须按《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的规定，配置足够数量且类型适用的手提式或推车式 干粉灭火器。

2 灭火器的设置位置应明显、便于取用，且不得影响安全疏散。其安装高度、类型、保护距离应符合设计要求及产品规定。

3 不得在供氧区域内配置 水基、泡沫或二氧化碳 灭火器作为主灭火器材。

火灾自动报警与气体探测系统

1 氧气站房、重要设备间及可能积聚富氧空气的区域，应设置 独立的火灾自动报警系统 或纳入建筑整体火灾报警系统。

2 氧气泄漏探测报警系统的安装应符合本规范第 6.2.5 条的要求。探测器安装位置、高度、密度应符合产品技术要求和设计文件。

3 报警控制器应设置在有人值班的控制室或消防控制中心，其声光报警、联动控制（如联动事故通风）功能应调试正常。

应急照明与疏散指示

1 氧气站房、主要通道、出入口应设置 消防应急照明和疏散指示标志。

2 应急照明灯具的照度、持续供电时间应符合 GB 50016 的要求。疏散指示标志应清晰、醒目，安装高度和间距符合规范。

防雷、防静电接地系统

1 所有设备、管道、金属构件的 防雷、防静电接地装置 的安装应符合本规范第 6.2.5 条及设计文件要求。

2 接地电阻值必须经检测合格，并有检测报告。法兰、阀门等连接处的导静电跨接线应安装牢固、可靠。

通风与排烟系统

1 机械通风系统、事故排风系统的风机、风管、风口安装完毕，应进行单机试运转和系统风量调试。

- 2 通风系统的 防火阀、排烟防火阀 应安装到位，动作灵活、可靠。

10.2.3 验收组织

消防及安全设施的专项验收，应在 当地消防主管部门 的监督指导下，由建设单位组织设计、施工、监理单位共同进行。

10.2.4 验收资料审查，应审查以下资料：

- 1 消防设施、产品的 型式检验报告、产品合格证、认证证书。
- 2 消防系统的 设计图纸、设计变更文件及审核意见。
- 3 施工单位的消防设施安装 资质证明。
- 4 隐蔽工程验收记录、接地电阻测试报告、绝缘电阻测试报告等。
- 5 系统调试记录、联动功能测试报告。

10.2.5 现场检查与功能测试，应对以下项目进行现场检查和功能测试：

- 1 灭火器：核对类型、数量、位置、压力、有效期。
- 2 火灾报警系统： 模拟火警，测试探测器报警、控制器显示、联动设备（通风、声光报警器）动作情况。
- 3 氧气泄漏报警系统： 使用标准气体或模拟方法，测试探测器响应、报警值、声光报警及联动通风功能。
- 4 应急照明与疏散指示： 模拟主电断电，测试应急灯具的切换、照度及持续时间。
- 5 接地系统： 核查接地连接，抽查接地电阻测试报告，必要时进行现场复测。
- 6 通风系统： 启动事故风机，检查其运行状态及风量。

10.2.6 验收合格判定，同时满足以下条件，方可判定为验收合格：

- 1 所有消防及安全设施的产品质量证明文件齐全、有效。
- 2 安装施工符合设计文件及相关规范要求。
- 3 各项功能测试结果符合设计及规范要求。
- 4 验收资料完整、准确。
- 5 消防主管部门出具了 同意或备案意见。

10.2.7 工程移交与档案

1 验收合格后，施工单位应将完整的 消防及安全设施竣工图、操作维护手册、产品资料、测试报告 等移交建设单位，并纳入工程总档案。

2 建设单位应组织对运营维护人员进行消防及安全设施的操作、日常检查及应急处理培训。

10.3 工程交接

10.3.1 由业主或验收小组对工程实体及资料进行审查，提出整改意见直至达标并办理移交协议或清单，明确责任与范围，完成签字确认。

10.3.2 工程竣工验收合格后，建设单位应及时提出工程竣工验收报告。验收报告内容主要包括工程概况，建设单位执行基本建设程序情况，对工程勘察、设计、施工、监理等方面的评价，工程竣工验收时间、程序、内容和组织形式，工程竣工验收意见等。

10.3.3 工程实体移交

1 建筑物：主体结构、屋面、墙面、地面、门窗、电梯、消防设施等。

2 构筑物：水塔、水池、变电站等。

3 设备系统：机械设备（空压机、预冷机、过滤器、储罐、供氧设备、分析检测设备、计量设备等）、电气系统（配电箱、灯具等）、给排水系统（管道、阀门等）、暖通空调系统（机组、通风管道等）、氧气管道、备品备件等。

4 移交要求：实体质量需符合设计及合同标准，功能正常且安全可靠，外观整洁无瑕疵，管道无渗漏等

10.3.4 工程资料移交

1 技术资料：包括施工图、设计变更、竣工图、试验报告、操作、维护手册及培训记录、工程质量保修书等

2 管理资料：施工合同、招投标文件、质量保证体系文件等。

3 安全专项资料移交

10.3.5 工程交接时，施工单位应向建设单位移交的竣工资料中，必须包括完整的安全专项资料，其中应包含：

1 安全评价报告及评审意见。

2 主要安全设施（如泄漏报警器、安全阀、防雷接地）的产品合格证、检定报告。

3 安全设施竣工验收报告（或备案文件）。

4 应急预案及演练记录。

10.3.6 建设单位应组织施工单位对运营维护人员进行系统的技术培训，培训内容应包括系统原理、操作规程、日常维护、常见故障处理及安全注意事项。

10.3.7 工程移交完成后，建设单位应负责供氧系统的日常管理和维护工作，或委托具有相应能力的专业机构进行管理。

10.4 竣工备案

10.4.1 建设单位应自工程竣工验收合格之日起 15 日内，依照《房屋建筑和市政基础设施工程竣工验收备案管理办法》的规定，向工程所在地的县级以上地方人民政府建设主管部门备案（如适用）。

10.4.2 备案所需文件通常包括：

1 工程竣工验收备案表。

2 工程竣工验收报告。

- 3 施工许可证。
- 4 施工图设计文件审查意见。
- 5 勘察、设计、施工、监理等单位签署的质量合格文件。
- 6 施工单位签署的工程质量保修书。
- 7 法律法规规定的其他文件。

10.5 运行维护

10.5.1 系统安全设置

供氧系统设置相应的监测、监控、通风、防晒、调温、防火、灭火、防爆、泄压、防毒、中和、防潮、防雷、防静电、防腐、防泄漏以及防护围堤或者隔离操作，安全设施、设备，并按照国家标准、行业标准或者国家有关规定对安全设施、设备进行，常性维护、保养，保证安全设施、设备的正常使用。

10.5.2 建立定期安全检查制度。

液氧罐、氧气罐等特种设备的规范管理是企业安全生产的法定要求和根本线。需提前规划，在检验有效期届满前 2 个月内主动报检，并选择具备特种设备检测资质的机构。检验过程中须全程监督，同时将所有检验报告，校验证书归档，形成完整的安全技术档案，随时备查。严格履行登记程序并，好定期检验维护，是保障设备安全运行的关键。建立完善的监管机制，从报检、检验到管理全程把控，确保特种设备，处于受控状态，切实防范安全隐患。

【条文说明】设备检验周期中需符合国家标准具体要求，建议在运行维护手册中明确各类设备的具体检验周期。

10.5.3 开展供氧系统运维培训

严格按照《危险化学品安全管理条例》《西藏自治区消防条例》《西藏自治区安全生产条例》《西藏自治区道路运输条例》等内容，不定期开展供氧系统运维培训。

10.6 操作规程与应急预案管理

10.6.1 一般规定

1 为规范民用供氧系统运行期间的安全操作和应急管理，预防和减少生产安全事故，制定本节。

2 供氧系统的运营使用单位，必须依据本节要求，结合具体设备与工艺，制定书面化的操作规程和生产安全事故应急救援预案。

3 本节内容应符合《中华人民共和国安全生产法》、《生产安全事故应急条例》以及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639 的要求。

10.6.2 操作规程的编制

编制原则：操作规程应由熟悉供氧系统技术、氧气安全特性及现场操作的人员编制，并经过安全管理部门或指定安全负责人审批。规程应定期评审和更新。

10.6.3 核心内容要点：

1 人员资质与防护：明确操作、维修人员的资格要求。规定必须穿戴无静电、无油脂污染的专用工作服和防护用品（如防冻手套、护目镜）。

2 日常巡检与监控：规定对液氧储罐液位、压力、管道阀门状态、氧气浓度监测仪、消防器材等进行检查的频次、项目和记录要求。

10.6.4 关键操作程序：

1 氧气阀门应缓慢开启，操作人员站在侧面。

2 液氧充装（卸车）作业：必须执行作业许可，设置警戒区，进行静电接地和等电位连接，并安排专人监护。

3 设备解冻：管道、阀门冻结时，严禁用明火烘烤或敲击，应使用 40℃ 以下的温水融化。

4 动火作业：严格执行动火审批制度，作业前必须检测并确保作业区域氧浓度低于 23%。

5 禁则条款：严禁一切油脂污染、严禁使用非防爆工具进行可能产生火花的操作、站房内严禁明火采暖等。

10.6.3 生产安全事故应急救援预案

1 预案体系：运营单位应根据风险评估，建立由综合应急预案、专项应急预案（如液氧泄漏、火灾专项预案）和现场处置方案构成的应急预案体系。

2 编制流程：应成立以单位主要负责人为组长的编制工作组，经过资料收集、风险评估、应急能力评估、编制预案、评审（内审和外审）、发布备案的完整流程。

10.6.4 生产安全事故应急救援预案核心内容要点（专项预案示例：液氧泄漏）：

1 事故风险分析：识别泄漏可能导致的富氧环境、冻伤、火灾扩大风险。

2 应急指挥机构与职责：明确现场指挥、抢险、疏散、医疗救护等小组职责。

10.6.5 应急处置程序：

1 现场警戒与疏散：立即划定危险区域，疏散无关人员至上风向。

2 泄漏控制：如有可能，在确保安全前提下关闭相关阀门。

3 使用干粉灭火器戒备，严禁用水直接扑救液态氧。进入现场人员必须做好防冻和防窒息措施。

4 信息报告：明确向上级主管部门、应急管理部门和地方政府报告的流程、时限和内容。

5 应急保障：列出应急物资（如防冻服、正压式呼吸器、铜制工具）、应急队伍和周边应急救援力量的联系方式。

10.6.6 应急演练要求：

1 最低演练频次：运营单位每年至少组织 1 次综合或专项应急预案演练，每半年至少组织 1 次现场处置方案演练。考虑到氧气站风险，建议直接采用“至少每半年组织 1 次预案演练”的较高要求。

2 演练评估与修订：演练后必须进行评估总结，发现问题并修订预案。预案应每 3 年至少进行一次全面评估。

10.6.7 培训与管理

1 所有操作人员、维修人员和应急响应人员，必须经过操作规程和应急预案的专项培训，并考核合格。

2 操作规程和应急预案的正本应存放于控制室或主要办公场所，相关岗位应持有其关键内容的副本或卡片。

3 鼓励运营单位将供氧系统的应急预案与所在建筑的总体应急预案相衔接，并报当地应急管理部门和行业主管机构备案。

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：
正面词采用“应”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
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主要做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《工程测量标准》GB 50026
- 《氧气站设计规范》GB 50030
- 《供配电系统设计规范》GB 50052
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184
- 《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
- 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236
- 《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 《医用气体工程技术规范》GB 50751
- 《消防设施通用规范》GB 55036
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231
- 《医用电气设备 第1部分：基本安全和基本性能的通用要求》GB 9706.1
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《作业场所环境气体检测报警仪器通用技术要求》GB 12358
- 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
- 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB 16912
- 《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218

《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》GB 19153

《声环境质量标准》GB 3096

《铜及铜合金拉制管》GB/T 1527

《低温液化气体安全指南》GB/T 35528

《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087

《色漆和清漆，漆膜的划格试验》GB/T 9286

《铸钢件磁粉检测》GB/T 9444

《无损检测 人员资格鉴定与认证》GB/T 9445

《焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定》GB/T 11345

《无损检测 金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测方法》GB/T 12605

《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976

《特殊环境条件 高原型电工电子产品通用技术要求》GB/T 20626

《特殊环境条件 高原电工电子产品 通用技术要求》GB/T 20626.1

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T 29639

《无损检测 超声检测 总则》GB/T 39240

《城市测量规范》CJJ/T 8

《脱脂工程施工及验收规范》HG 20202

《低温液体贮运设备 使用安全规则》JB/T 6898

《承压设备无损检测》NB/T 47013

《承压设备无损检测 第2部分：射线检测》NB/T 47013.2

《固定式压力容器安全技术监察规程》TSG 21

《工业管道安全技术规程》TSG 31

附录 A 工程项目竣工验收申请表

工程项目竣工验收申请表			
项目名称		项目启动日期	
项目编号		项目开工日期	
项目地址		项目竣工日期	
序号	竣工验收具备条件		
1	<div> <div>工程建设项目已按要求完成</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
2	<div> <div>遗留问题整改完成或延后处理审批完成</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
3	<div> <div>装置性能测试合格</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
4	<div> <div>调试后中间验收已完成</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
5	<div> <div>项目过程管理资料已整理完毕</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
6	<div> <div>项目竣工验收资料已准备完成</div> <div><input type="checkbox"/></div> </div>		
设计单位 审批意见	<div> <div>验收人：</div> <div>日 期：</div> </div>		
施工单位 审批意见	<div> <div>验收人：</div> <div>日 期：</div> </div>		
监理单位 审批意见	<div> <div>验收人：</div> <div>日 期：</div> </div>		
建设单位 申请意见	<div> <div>验收人：</div> <div>日 期：</div> </div>		

附录 B 工程项目竣工验收单

工程项目竣工验收单			
项目名称		项目启动日期	
项目编号		项目开工日期	
项目地址		项目竣工日期	
工程范围及内容：			
验收意见：			
建设单位 申请意见	负责人： 日 期：		
设计单位 审批意见	负责人： 日 期：		
施工单位 审批意见	负责人： 日 期：		
监理单位 审批意见	负责人： 日 期：		

附录 C 工程项目遗留问题清单

工程项目遗留问题清单						
项目名称						
项目编号			交接日期			
序号	遗留项目名称	计划完成日期	实际完成日期	完成情况	验收人	接收人
施工单位		建设单位				
年 月 日		年 月 日				

附录 D 工程项目竣工资料交接单

工程项目竣工资料交接单				
项目名称				
项目编号		交接日期		
序号	资料名称	单位	数量	备注
施工单位		建设单位		
<div>年 月 日</div>		<div>年 月 日</div>		

附录 E-1 液氧供氧设备验收标准

序号	检测项目	要求	检测结果	结论
1	设备标识与文件			
1.1	产品文件	提供完整的设备说明书、合格证、质量证明文件、压力容器监检证书（适用于储罐、汽化器等）。		
1.2	铭牌与标识	设备铭牌清晰，内容完整（型号、参数、制造日期等）；系统内仪表、阀门、管道标识（介质、流向）准确、齐全。		
2	外观与安装质量			
2.1	整体外观	设备外表面平整、光洁，无严重划痕、锈蚀；漆面均匀，无脱落。		
2.2	安装质量	储罐、汽化器、泵等设备安装稳固，水平度符合要求；管道支架牢固，间距合规；安全间距符合设计要求。		
3	核心设备性能			
3.1	液氧储罐	真空度、静态蒸发率测试结果符合产品技术文件要求。		
3.2	汽化器	在额定流量下，出口氧气温度不低于设计值；运行无异响，结霜情况正常。		
3.3	调压系统	调压阀（或减压阀组）出口压力稳定，可调范围符合设计要求。		
3.4	氧浓度	汽化器出口或站房出口氧浓度 $\geq 99.5\%$ (V/V)。		
4	安全装置与仪表			
4.1	安全阀	校验合格，有效铅封和校验报告，起跳压力设定正确。		
4.2	压力表	校验合格，在有效期内，量程和精度符合要求，标识清晰。		

4.3	液位计	显示清晰、准确，高、低液位报警功能正常。		
4.4	氧浓度监测报警仪	站房内安装规范，显示准确，报警值（如 $\geq 23\%$ 、 $\leq 19.5\%$ ）设定正确，声光报警功能正常。		
4.5	紧急切断阀	手动 / 远程控制功能正常，动作可靠。		
5	管道与密封性			
5.1	管道	材质、规格符合设计，脱脂处理合格（提供证明），焊接或连接质量良好。		
5.2	气密性	在系统工作压力下，所有连接处、阀门、仪表接口无泄漏（采用检漏液或气体检漏仪检测）。		
6	电气与控制			
6.1	控制系统	控制柜（箱）工作正常，显示参数（压力、液位、温度等）准确；远程监控（如有）信号传输正常。		
6.2	接地与防静电	储罐、管道及设备有可靠的防静电接地，接地电阻符合规范要求。		
6.3	应急电源	关键仪表和报警系统的应急电源（如有）切换功能正常。		
7	运行测试			
7.1	联动运行	系统带负荷连续运行 ≥ 2 小时，各设备运行平稳，参数稳定，无异常报警。		
7.2	噪声	噪声符合 GB 12348 以及 GB 3096 的要求，站房内设备运行噪声不影响人员操作。		
8	高原适应性验证			
8.1	性能验证	在项目所在地环境条件下，系统能达到额定流量和压力输出。		
8.2	安全验证	低温报警、安全泄放等安全功能在高原环境下测试正常。		
	总体结论	<input type="checkbox"/> 合格，准予验收。 <input type="checkbox"/> 不合格，存在问题见		

		备注，整改后复验。		
	备注			

验收人员： _____ 日期： _____

监理单位： _____ 日期： _____

附录 E-2 变压吸附（PSA）供氧设备验收标准

序号	检测项目	要求	检测结果	结论
1	设备标识与文件			
1.1	产品文件	提供完整的设备说明书、合格证、质量证明文件、关键部件（如空压机）合格证及性能检测报告。		
1.2	铭牌与标识	主机、空压机、干燥机等主要设备铭牌清晰；系统内仪表、阀门、管道标识（介质、流向）准确、齐全。		
2	外观与安装质量			
2.1	整体外观	设备外表面整洁，无损伤；电控柜密封良好，内部线路整齐。		
2.2	安装质量	主机、空压机、储罐等安装稳固，减震措施有效；管道排列整齐，支架牢固；进风口位置合理，空气清洁。		
3	核心系统性能			
3.1	空气压缩系统	空压机（须为无油型）运行平稳，排气量、压力达到设计要求；噪声符合标准。		
3.2	空气净化系统	冷干机（或吸干机）、各级过滤器安装正确，压差正常，排水器工作有效。		
3.3	制氧主机	吸附塔切换程序正常，电磁阀动作准确；系统压降在设计范围内。		
3.4	产品氧气质量			
3.4.1	氧浓度	出口氧浓度稳定， $\geq 90\%$ （V/V）（富氧空气）或符合设计合同更高要求。		
3.4.2	露点（水分）	符合设计或标准要求（通常 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ 至 -60°C ）。		
3.4.3	二氧化碳等杂质	符合《民用供氧工程设计标准》或合同规定。		
3.5	氧气缓冲罐	容积符合设计，安全附件齐全。		

4	安全装置与仪表			
4.1	安全阀	校验合格，有效铅封和校验报告，起跳压力设定正确（空压机、缓冲罐等处）。		
4.2	压力表	校验合格，在有效期内，量程和精度符合要求。		
4.3	氧分析仪	在线氧浓度监测显示准确，报警功能（如浓度低于设定值）正常。		
4.4	其他报警	超温、超压、过载等保护报警功能测试正常。		
5	管道与密封性			
5.1	管道	材质、规格符合设计，脱脂处理合格（氧气管道），连接可靠。		
5.2	气密性	空气管路和氧气管路在工作压力下无泄漏。		
6	电气与控制			
6.1	控制系统	触摸屏操作界面正常，能准确显示运行参数、状态及报警信息；自动启停、时序控制功能正常。		
6.2	电气安全	接地可靠，绝缘电阻符合要求；电气元件无异常发热。		
7	运行测试			
7.1	单机与联动运行	设备单机试运行正常后，进行系统联动调试。连续运行 ≥ 72 小时，氧浓度、流量、压力稳定，达到设计出力，无故障停机。		
7.2	噪声	设备运行噪声符合 GB 12348 及设计要求，室内安装时需满足 GB 50118 相关要求。		
7.3	能耗	在额定工况下，单位制氧量的功耗符合设备技术文件或合同能效约定（可核查空压机能效等级）。		
8	高原适应性验证			
8.1	出力验证	在项目所在地海拔条件下，设备进气量经修正		

		后，制氧流量和浓度仍能满足设计要求。		
8.2	散热与绝缘验证	空压机、电机等散热系统工作正常；电气设备绝缘性能满足高原环境要求。		
	总体结论	<input type="checkbox"/> 合格，准予验收。 <input type="checkbox"/> 不合格，存在问题见备注，整改后复验。		
	备注			

验收人员： _____ 日期： _____

监理单位： _____ 日期： _____

附录 F 工程单机 / 子系统调试记录表

序号	设备/子系统名称	设备编号/ 位置	调试项目	标准要求	实测结果	是否合格	备注
1	液氧储罐及汽化系统		安全阀校验	校验合格， 铅封完好			
			压力 / 液位仪表	显示准确， 报警功能正常			
			管道吹扫	出口无杂质			
			真空度 / 蒸发率	符合产品技术文件			
2	分子筛制氧主机		程序切换	时序准确， 电磁阀动作正常			
			氧浓度显示	与便携式分析仪对比误差在范围内			
			系统压降	符合设计要求			
3	空气压缩与净化系统		空压机运行	运行平稳， 排气量 / 压力达标			
			冷干机 / 过滤器	压差正常， 排水有效			
			噪声	符合 GB 12348 要求			
4	(根据实际添加)				

调试人员: _____

监理工程师/业主代表: _____

附录 G 供氧系统联调验收记录表

序号	联调测试项目	测试方法及标准	测试结果 / 数据记录	是否合格	备注
1	全系统通气及保压试验	充压至工作压力，保压24h，压降率 $\leq 0.5\%$	初压：___ MPa， 终压：___ MPa， 压降率：___ %		
2	最不利点终端性能测试	在最远端终端测量，压力及流量应符合设计要求	压力：___ MPa， 流量：___ L/min		
3	系统压力稳定性测试	开启 $\geq 20\%$ 终端，主管路压力波动 \leq 设计值 10 %	压力波动范围：___ MPa		
4	氧气站切换及报警功能	模拟主氧气站故障，应自动切换并报警。 <input type="checkbox"/> 本项目适用 <input type="checkbox"/> 本项目不适用	切换动作： <input type="checkbox"/> 正确 <input type="checkbox"/> 错误；报警触发： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
5	区域切断阀功能测试	关闭任一区域阀，该区断气，他区正常	测试区域数：___ / 总___		
6	安全报警功能测试	依次触发低压、氧浓度超标（如有）等报警条件，监控系统应正确显示并报警	测试项目：___； 结果： <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常		
7	监控系统数据监测	核对现场仪表与监控中心显示数据的一致性	数据一致性： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
8	氧浓度稳定性监测	在系统额定出力下，监测出口氧浓度，波动应在允许范围内（如 $\pm 0.8\%$ ）	浓度范围：___ % 至 ___ %		
9	（其他自定义项目）				

☐ 系统联调各项测试均合格，系统运行正常，具备初步验收条件。

☐ 系统联调存在部分不合格项，需整改后重新测试。

调试负责人：_____ 施工单位代表：_____

监理工程师：_____ 建设单位代表：_____