

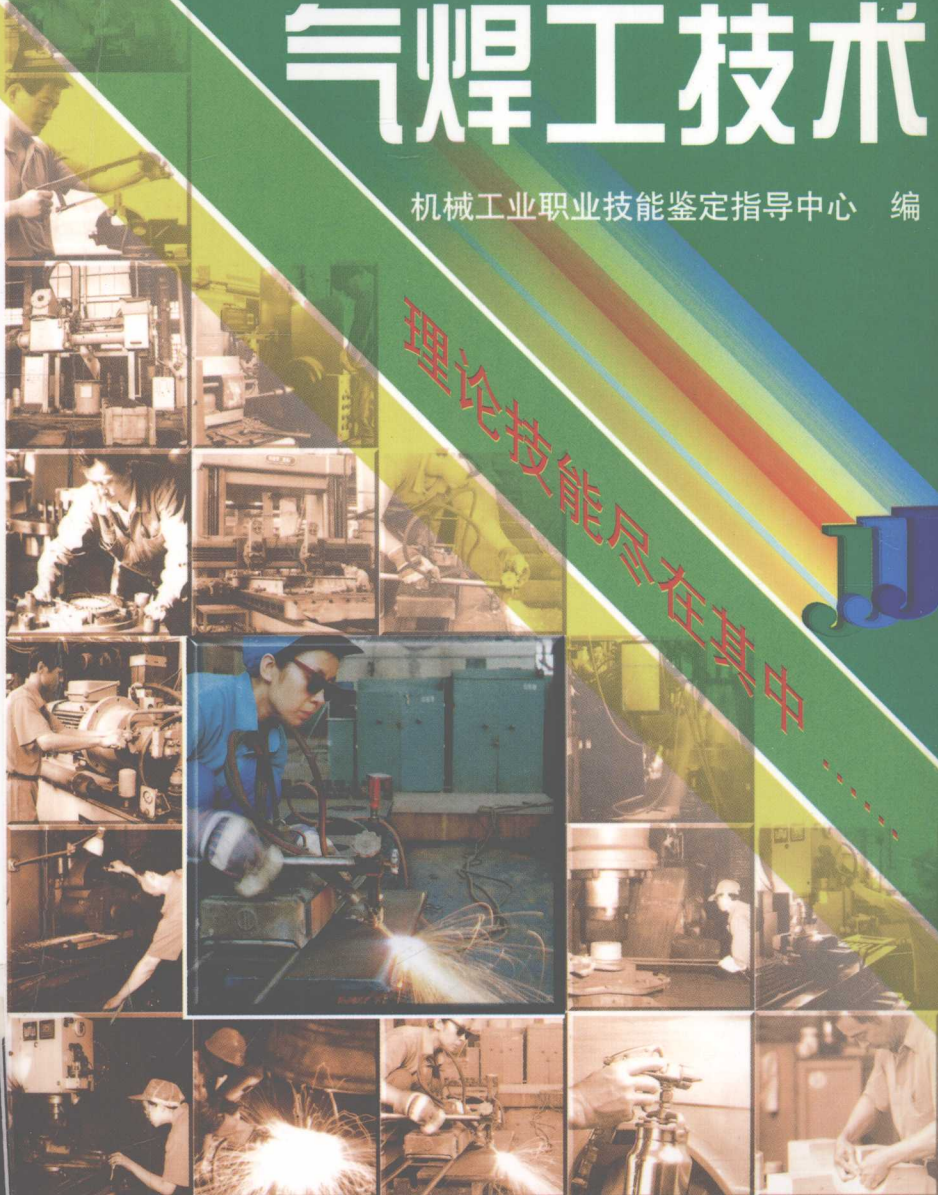
机械工人职业技能培训教材

初级

气焊工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社

本书以基本操作技能训练为主,概括地介绍了初级气焊工应掌握的基本知识和操作技能。全书共十一章,主要内容包括:气焊用气体和焊接材料、气焊用设备和工具、气焊工艺及操作技能、常用金属材料的气焊、火焰钎焊、气割、焊接缺陷及检验方法、焊接安全技术、电焊及冷作知识、焊缝符号和焊接装配图。书中还编入了气焊、气割操作的典型实例,以帮助初级工在自学中更好地提高操作技能。书中还介绍了常用焊接标准。

本书可作为初级气焊工培训教材,也可供初级气焊工、本专业技校师生及有关工人、初级技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

初级气焊工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编. —北京:机械工业出版社, 1999.3

机械工人职业技能培训教材

ISBN 7-111-06981-1

I. 初… II. 机… III. 气焊-技术培训-教材 IV. TG446

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 03700 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:俞逢英 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 4 月第 1 版第 5 次印刷

850mm×1168mm^{1/32}·8.625 印张·223 千字

17 001—21 000 册

定价:14.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

263

机械工人职业技能培训教材与试题库

编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委	于新民	田力飞	田永康	关连英
员	刘亚琴	孙旭	李明全	李玲
	李超群	吴志清	张岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	何惧	参编	于航	
本书主审	堵耀庭			

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类教材以其行业针对性、实用性强，职业工种覆盖面广，层次齐备

和成龙配套等特点，受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来，我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》，逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求，进一步提高机械行业技术工人队伍的素质，实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标，我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》，使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时，又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核题库》，共87种，以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的，包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”（主要是“专业知识”部分）和“技能要求”分三册编写，适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用；对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等，另编写了公共教材，以利于单科培训和工人自学提高。试题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点，采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语；各工种教材则更加突出了理论和实践的结合，将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体，形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此，谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！教材中难免存在不足和错误，诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

本工种需学习下列课程

初级：机械识图、钳工常识、电工常识、金属材料及热处理、初级气焊工技术

中级：金属材料及热处理、中级气焊工技术

高级：高级气焊工技术

我社已出版本工种的有关图书目录

中华人民共和国职业技能鉴定规范（考核大纲）气焊工
气焊工职业技能鉴定指南

气焊工技能鉴定考核试题库

电、气焊工应知考核题解

焊工考工试题库

初级气焊工工艺学

中级气焊工工艺学

高级气焊工工艺学

气焊工基本操作技能（初级工适用）

气焊工操作技能与考核（中级工适用）

焊工竞赛指南

焊接工艺 500 问

简明焊工手册

焊工技师手册

机械工人职业技能培训教材目录

机械识图	中级机修钳工技术	高级冷作工技术
机械制图	高级机修钳工技术	初级铸造工技术
电工识图	初级磨工技术	中级铸造工技术
电工常识	中级磨工技术	高级铸造工技术
钳工常识	高级磨工技术	初级电焊工技术
金属材料及热处理	初级铣工技术	中级电焊工技术
机械基础 (初级工适用)	中级铣工技术	高级电焊工技术
机械基础 (中级工适用)	高级铣工技术	初级气焊工技术
机械基础 (高级工适用)	初级镗工技术	中级气焊工技术
电工基础 (初级工适用)	中级镗工技术	高级气焊工技术
电工基础 (中级工适用)	高级镗工技术	初级热处理工技术
电工基础 (高级工适用)	初级刨、插工技术	中级热处理工技术
初级车工技术	中级刨、插工技术	高级热处理工技术
中级车工技术	高级刨、插工技术	初级锻造工技术
高级车工技术	初级电工技术	中级锻造工技术
初级钳工技术	中级电工技术	高级锻造工技术
中级钳工技术	高级电工技术	初级涂装工技术
高级钳工技术	初级维修电工技术	中级涂装工技术
初级工具钳工技术	中级维修电工技术	高级涂装工技术
中级工具钳工技术	高级维修电工技术	初级模样工技术
高级工具钳工技术	初级冷作工技术	中级模样工技术
初级机修钳工技术	中级冷作工技术	高级模样工技术

技能鉴定考核试题库目录

机械识图与制图技能鉴定考核试题库	铸造工技能鉴定考核试题库
电工识图与电工基础技能鉴定考核试题库	锻造工技能鉴定考核试题库
机械基础技能鉴定考核试题库	电焊工技能鉴定考核试题库
车工技能鉴定考核试题库	气焊工技能鉴定考核试题库
钳工技能鉴定考核试题库	热处理工技能鉴定考核试题库
工具钳工技能鉴定考核试题库	冷作工技能鉴定考核试题库
机修钳工技能鉴定考核试题库	电工技能鉴定考核试题库
铣工技能鉴定考核试题库	维修电工技能鉴定考核试题库
镗工技能鉴定考核试题库	涂装工技能鉴定考核试题库
刨、插工技能鉴定考核试题库	模样工技能鉴定考核试题库
磨工技能鉴定考核试题库	

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 焊接的基本概念与分类	1
第二节 气焊、气割的基本概念	2
复习思考题	4
第二章 气焊用气体和焊接材料	5
第一节 气焊用气体	5
第二节 气焊用焊接材料	11
复习思考题	19
第三章 气焊用设备和工具	21
第一节 气焊设备	21
第二节 气焊工具	36
第三节 安全装置	54
复习思考题	59
第四章 气焊工艺及操作技能	60
第一节 气焊冶金过程基本知识	60
第二节 气焊火焰的种类及应用	62
第三节 气焊接头的种类及坡口形式	65
第四节 气焊工艺	67
第五节 气焊操作技术	70
第六节 气焊操作实例	81
复习思考题	90
第五章 常用金属材料的气焊	92
第一节 焊接性的基本概念	92
第二节 碳素结构钢的气焊	93
第三节 低合金结构钢的气焊	99
第四节 铸铁补焊的基本知识	104

第五节 铜及铜合金的气焊基本知识	112
复习思考题	118
第六章 气体火焰钎焊	120
第一节 气体火焰钎焊简介	120
第二节 气体火焰钎焊的原理	121
第三节 气体火焰钎焊用钎料和钎剂	123
第四节 气体火焰钎焊工艺	129
第五节 气体火焰钎焊操作技术	137
第六节 气体火焰钎焊缺陷分析及质量检验	147
复习思考题	150
第七章 气割	152
第一节 气割的基本原理	152
第二节 割炬	155
第三节 气割工艺	160
第四节 手工气割操作技术	162
第五节 典型零件的手工气割	165
第六节 机械气割简介	173
复习思考题	189
第八章 焊接缺陷及检验方法	190
第一节 焊接接头常见缺陷及预防措施	190
第二节 焊接检验	200
复习思考题	206
第九章 气焊安全技术	207
第一节 气焊、气割安全技术	207
第二节 劳动保护	212
复习思考题	216
第十章 电焊及冷作知识	217
第一节 焊条电弧焊的基本知识	217
第二节 冷作的基本知识	231
复习思考题	247
第十一章 焊缝符号和焊接装配图	248
第一节 焊缝符号表示法	248

第二节 焊接装配图	258
复习思考题	263
附录 有关焊接标准目录	264

第一章 概 述

培训要求 了解气焊、气割的原理及应用范围。

第一节 焊接的基本概念与分类

一、焊接的基本概念

焊接技术是 19 世纪末和 20 世纪初发展起来的一种重要的热加工工艺。焊接比铆接可节省 10%~20% 的金属, 焊件比铸件可节省 30%~50% 的金属材料, 而且制造工艺简单, 价格便宜。由于焊接具有技术上和经济上的优越性, 遂发展成为一门独立的工艺学科, 被广泛地应用于机械、建筑、交通、冶金、化工等工业部门。

所谓焊接, 就是通过加热或加压, 或两者并用, 再加入或不加入填充材料, 使焊件达到结合的一种方法。

二、常用焊接方法分类

焊接工艺方法可以分为如下三大类:

1. 熔焊 这类焊接方法的特点是采用局部加热的方法, 将待焊处的母材金属熔化, 从而形成焊缝。这是一种最有利于金属原子间结合的方法, 也就是金属焊接的一种主要方法。如气焊、电弧焊、 CO_2 焊均属于此类。

2. 压焊 这类焊接方法是在焊接过程中, 必须对焊件施加压力 (加热或不加热), 以完成焊接。它包括固态焊、热压焊、锻焊、扩散焊、气压焊及冷压焊等。

3. 钎焊 硬钎焊和软钎焊的总称。钎焊采用比母材金属熔点低的金属材料作钎料, 将焊件和钎料加热到高于钎料熔点, 低于母材金属熔化温度, 利用液态钎料润湿母材金属, 填充接头间隙, 并与母材金属相互扩散实现连接焊件的方法。钎焊有火焰钎

焊、铬铁钎焊、真空钎焊、电阻钎焊、电弧钎焊、感应钎焊、炉中钎焊、超声波软钎焊等。

第二节 气焊、气割的基本概念

气焊是焊接学科的一个分支，气焊与气割是利用气体火焰与氧气混合燃烧产生的热量来熔化金属达到焊接和切割金属的目的。由于它具有自身的特点，因此也是一种不可缺少的工艺方法。作为一名气焊工，学习和掌握这门技术，提高理论知识，掌握操作技能是十分必要的。

一、气焊

气焊是利用气体火焰作为热源的一种焊接方法。

1. 气焊的原理 利用可燃气体和助燃气体氧气混合点燃后产生的高温火焰的热能来熔化两个焊件连接处的金属和焊丝，使被熔化的金属形成熔池，冷却凝固后形成一个牢固的接头，从而使两焊件连接成一个整体。这种工艺方法就是气焊。

2. 气焊的优缺点 气焊和电弧焊相比，它的优点是火焰温度较低、设备简单、移动方便、通用性较大，最适用于流动作业和没有电力供应的地方。气焊的缺点是热量不集中、热影响区大、焊件变形大，接头性能较差、生产效率较低。

3. 气焊的应用 由于气焊火焰具有温度较低的特点，它特别适用于薄板的焊接以及低熔点材料的焊接，能用于工具钢和铸造类需要预热和缓冷的材料的焊接，同时还广泛应用于有色金属的焊接、钎焊及硬质合金堆焊，以及用于磨损和报废件的补焊。

二、气割

1. 气割的原理 气割是利用气体火焰的热能将工件切割处预热到一定温度后，喷出高速切割氧流，使其燃烧实现切割的方法。气割时，开启割炬上的切割氧调节阀，使金属产生剧烈燃烧而形成的氧化物和少量熔化了了的金属组成液态熔渣，同时放出大量的热量，并能借助于高压氧气流把熔渣吹出，形成切口，从而达到金属被切割的目的。由此可见，金属在氧气中剧烈燃烧的过程就是金属气割的过程。

2. 气割的优缺点 氧乙炔气割与机械切割相比具有设备简单、成本低、操作灵活方便、机动性强和效率较高等优点。其缺点是劳动强度大, 薄板切割时会产生变形, 而且仅适用于低碳钢、中碳钢和低合金结构钢的切割。

3. 气割的应用 由于气割具备上述的特点, 因此在钢结构制造中得到了广泛应用, 如用于钢板的号料、装配过程中的余量切割及修边、各种焊接坡口的加工、铸件浇注冒口的切割等。气割的应用范围及优缺点见表 1-1。

表 1-1 气割的应用范围及优缺点

适用的气割材料	气割条件	优点	缺点
碳钢	$w_C^{\text{①}} < 0.5\%$ 时易于切割, $w_C \geq 0.5\%$ 时气割过程恶化	1. 效率高、成本低、设备简单 2. 易于各种位置的切割 3. 切口整齐, 金属烧损少	1. 切口附近金属成分发生变化, 某些元素被烧损, 从而硬度增高, 晶粒变粗 2. 割后工件稍有变形
铸铁	可采用振动气割法		
不锈钢	可采用振动气割法		

① w_C 表示碳的质量分数 (%) 即含碳量, 下同。

三、气焊、气割的应用设备及工具

气焊的应用设备包括氧气瓶、乙炔发生器 (或溶解乙炔瓶)、回火保险器等; 应用工具包括焊炬、减压器以及橡胶管等。气割的应用设备及工具除割炬与焊炬不同外, 其余设备、工具与气焊相同。气焊 (气割) 装置示意图见图 1-1。

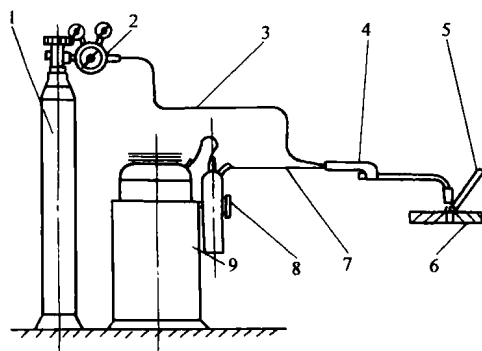


图 1-1 气焊 (气割) 装置示意图

1—氧气瓶 2—减压阀 3—氧气管
4—焊炬 (或割炬) 5—焊丝 (气焊时用)
6—焊件 (割件) 7—乙炔管 8—回火保险器 9—乙炔发生器

复习思考题

1. 气焊的原理是什么?
2. 气焊有哪些优缺点?
3. 气割的原理是什么?
4. 气割有哪些优缺点?
5. 试述气焊、气割的应用范围。

第二章 气焊用气体和焊接材料

培训要求 了解气焊用气体，熟悉焊接材料的种类及选用原则。

第一节 气焊用气体

一、氧气

氧气是气焊与气割时必须使用的气体，尤其是气割各种形状复杂的钢板，更需要利用氧气的助燃与喷射能力来完成。

1. 氧气的性质 在常温状态下，氧气是一种无色、无味、无毒的气体，其分子式是 O_2 。在标准状态下 (0°C , 0.1MPa)，氧气的密度是 1.43kg/m^3 ，比空气略重 (空气为 1.29kg/m^3)。氧气由气态转化为液态的温度是 -183°C ，其颜色从无色转变为淡蓝色；由液态转化为固态的温度是 -218°C ，变成淡蓝色的固体。

氧气本身不能燃烧，但它能帮助其他可燃物质燃烧。氧气具有很强的化学活泼性，能同许多元素化合，生成氧化物，并放出很多热量。气焊、气割正是利用可燃气体燃烧时放出的热量作为热源的。

2. 氧气的来源与供应 气焊、气割所用的氧气，绝大多数是用冷却法从空气中制取的。通常采用液化空气分离法制取大量的氧气，然后装入氧气瓶中即可贮存使用。

氧气的供应一般采用瓶装的方式。氧气瓶是贮存和运输氧气的一种高压容器，其外表涂天蓝色，瓶体上用黑漆标注“氧气”两字。常用气瓶的容积为 40L ，在 15MPa 的压力下，可贮存 6m^3 的氧气。由于瓶内压力高，而且氧气是极活泼的助燃气体，因此必须严格按照安全操作规程使用。

另一种氧气的供应方式是采用汇流排集中供气。在使用氧气比较多的焊装车间，有若干个焊割工位，可把多瓶氧气集中配组供应给这些工作点，配气组装置可设在单独的房间内，由配气组气瓶中的气体经汇流排管道送至使用工位，对于氧气耗量多的自动切割或大厚度工件切割，更适宜氧气集中配组供气。氧气瓶汇流排供气布置图见图 2-1。

3. 氧气的用途和纯度要求 氧气助燃的特性，使氧气在工业上的应用非常广泛。氧乙炔焰可用来进行气焊、气割、钎焊、表面喷焊、喷涂和火焰矫正等。

气焊与气割要求氧气纯度越高越好。氧气不纯，主要是有氮气混在里面，这种气体不但不能很好地助燃，相反还要消耗大量的热量，使火焰的温度降低，焊接时会使金属焊缝氮化，严重影响焊缝金属的性能；气割时，若氧气的纯度（体积分数 φ_{O_2} ）低于 97.5%，燃烧效率将会显著下降，切割速度也将随着显著下降，而且切割断面的粗糙度大，切口底部的熔渣也很难清除。特别是气割大厚度钢时，还会造成后拖量太大，甚至割不透。工业用氧气纯度分为两类：第一类纯度（质量分数）不低于 99.5%，常用于质量要求较高的气焊、气割。第二类分为两级，一级纯度（质量分数）不低于 99.5%，二级纯度（质量分数）不低于 99.2%，常用于没有严格要求的气焊、气割。

二、乙炔气

1. 乙炔气的性质 乙炔气又称电石气。它是一种无色而有特殊臭味的气体，其分子式为 C_2H_2 。在标准状态下，乙炔的密度为 1.179kg/m^3 比空气轻。

乙炔是易燃气体，其自燃点为 480°C ，在空气中的着火温度为 428°C 。乙炔与氧气在体积混合比为 1:2.5 时可完全燃烧，此时火焰温度可达 3200°C 左右，可适用于气焊、气割。因此它是可燃气体中火焰温度最高且应用最广的气体。

乙炔既是可燃气体，又是易爆气体。当温度超过 300°C 或压力增加到 0.15MPa 以上时，乙炔遇火就会发生爆炸。当温度超过

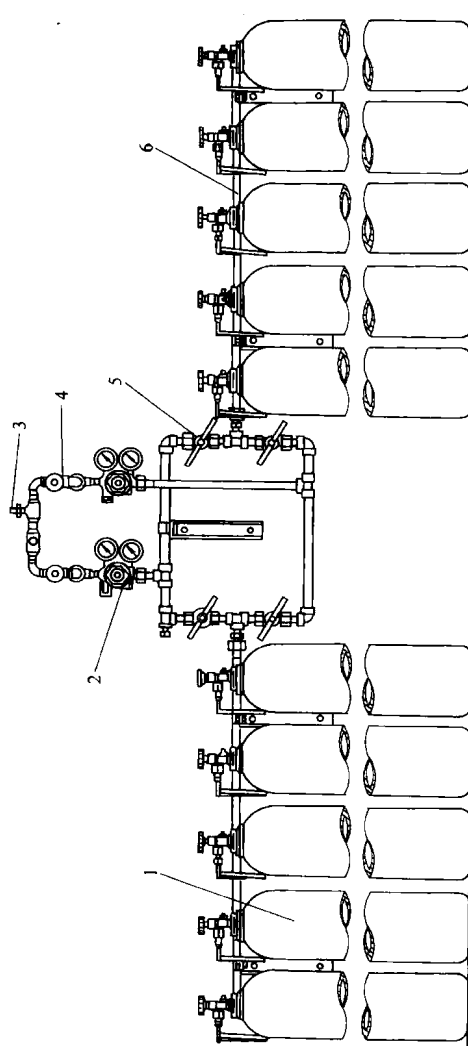


图 2-1 氧气汇流排供气布置图

1—氧气瓶 2—集中减压器 3—出口 4—气管 5—控制阀 6—集气管