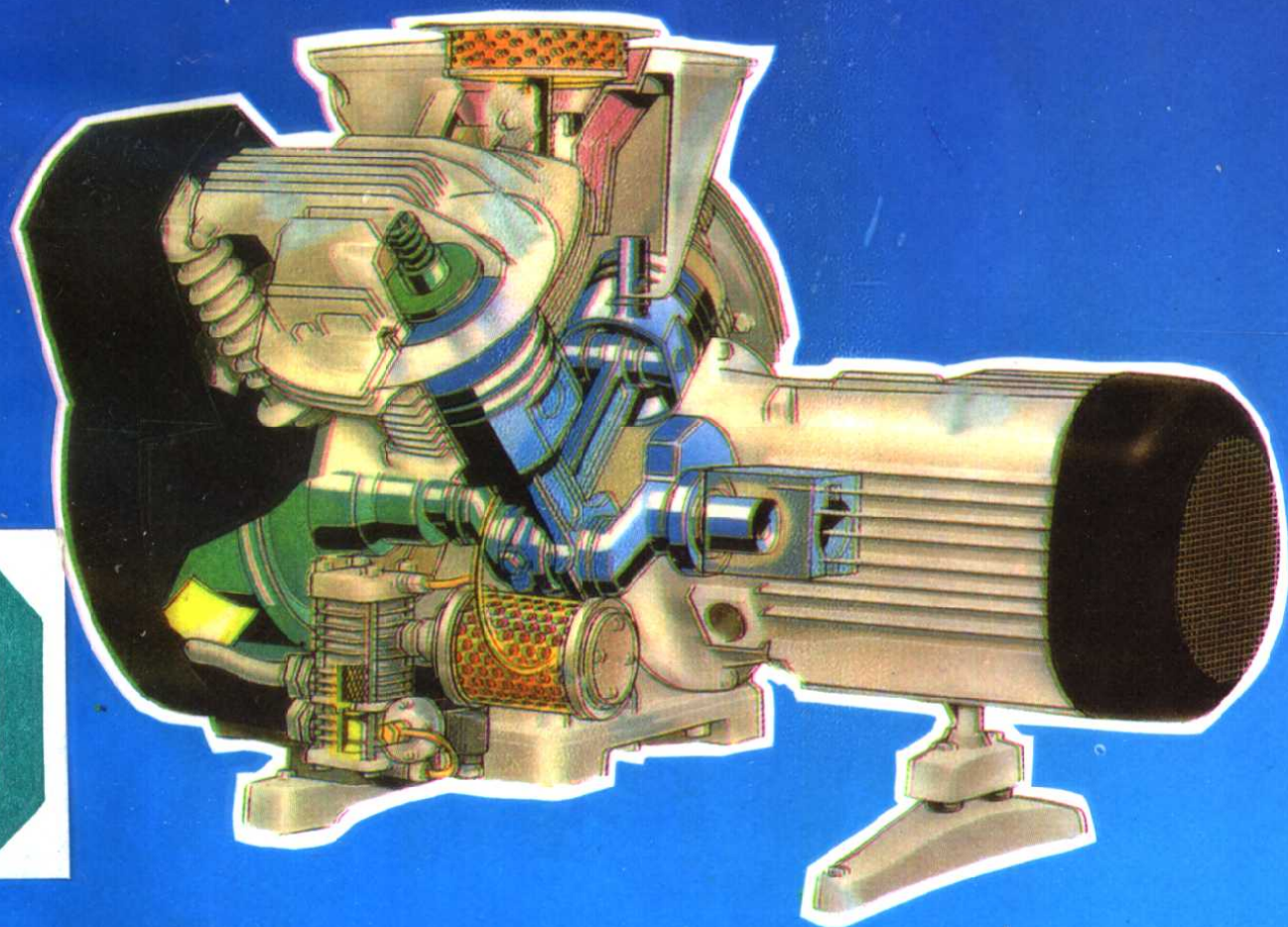


压缩机的 安装维护 与 故障分析

崔天生



西安交通大学出版社

压缩机的安装维护与故障分析

崔天生

西安交通大学出版社

内容提要

本书以正确选择、安装、使用、维护压缩机及预防其故障、事故发生为出发点,对压缩机的地基施工,零部件的正确安装、试车、运行维护、润滑油的选用、防振、防爆等方面的内容作了较详细的阐述,对压缩机可能发生的故障、事故作了较充分地分析并提出了对策。此外,还介绍了故障诊断、分析技术方面的内容和方法。同时,对如何正确选择工艺流程用和动力用压缩机以及变工况计算、压缩空气站的设计等内容也作了介绍。

本书可供从事压缩机使用、安装、检修、操作的工人、技术人员、管理干部自修以及岗位培训作为教材使用;也可作为相关专业大专班、进修班、运行短训班学生学习的教材和高等院校与压缩机有关专业师生的参考书;还可作为从事压缩机设计、制造、运行的工程技术人员、管理干部的参考书。

(陕)新登字 007 号

压缩机的安装维护与故障分析

崔天生

责任编辑 孙文声

*

西安交通大学出版社出版

(西安市咸宁路 28 号 邮政编码 710049)

空军西安印刷厂印装

各地新华书店经销

*

开本 850×1168 1/32 印张 10 插页 4 字数:253 千字

1993 年 12 月第 1 版 1995 年 4 月第 2 次印刷

印数:4001—8000

ISBN7-5605-0570-8/TK·47 定价:10.20 元

前 言

压缩机是一种将气体压缩从而提高气体压力或输送气体的机器,在国民经济建设和国防建设的许多部门中应用极广。然而,压缩机在运行过程中难免会出现这样那样的一些问题,有时会发生燃烧爆炸等重大事故,这不仅影响了正常生产,造成巨大的经济损失,而且造成人员伤亡的恶性事故。这些故障、事故的发生与压缩机的选择、安装、操作、运行、维护往往有很大关系。当然,也不排除在设计、制造方面存在的不足而引起的故障和事故,有关这方面的内容已有不少专著作了论述。但在压缩机的选择、安装、操作、运行、维护、故障分析方面的书籍较少,而社会需求量又很大,为了满足读者的需要,在有关领导和同志们的支持和关怀下,正式确定编写本书。

本书采用从活塞式压缩机的安装、润滑油的选用、试车、操作、运行、维护、故障分析等顺序的写法,并考虑到不同层次人员的需要,从理论到实践,深入浅出,通俗易懂。此外,对近些年来发展迅速的故障诊断、分析技术等新知识作了简要的介绍,对压缩机的选用,压缩空气站的设计等内容也作了必要的介绍,还列出了许多参考数据和计算用图表以及部分国产压缩机产品。

本书由西安交通大学束鹏程教授审稿,在审稿中提出了许多宝贵意见,在此特表感谢。

本书在编写时参阅了数十种文献资料,其中主要部分列于书后。第一篇的编写还参考了压缩机教研室编写的《活塞式压缩机使用》讲义。在此向这些文献的作者表示感谢。本书在编写过程中得到了压缩机教研室的领导和同志们以及压缩机行业同行们的支持和帮助,还有众多同志关心和支持本书出版,在此谨向他们表示深

切的谢意。

此外,上海嘉定机械厂、大连空气压缩机厂对本书的正式出版给予了赞助,作者深表感谢。

由于本人水平有限,书中难免有不当或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

1992年12月

目 录

第一篇 安 装

概述

第一章 基础

- 第一节 基础的作用和对基础的要求..... (3)
- 第二节 基础的施工..... (7)
- 第三节 地脚螺栓和垫铁 (14)
- 第四节 基础质量的检查和验收 (21)

第二章 机身安装

- 第一节 机身安装前的准备工作 (24)
- 第二节 机身、中体的安装..... (26)
- 第三节 二次灌浆 (28)
- 第四节 其它安装法 (29)

第三章 曲柄连杆机构的安装

- 第一节 主轴承和主轴(曲轴)的安装 (31)
- 第二节 连杆的安装 (41)
- 第三节 十字头安装 (45)
- 第四节 压缩机与电动机的连接 (48)

第四章 气缸的安装

- 第一节 气缸找正的方法 (51)
- 第二节 油压上紧装置的使用 (63)

第五章 活塞组件的安装

- 第一节 活塞杆与活塞的装配 (66)
- 第二节 活塞环安装 (68)
- 第三节 活塞组件的安装和检查 (72)

第四节 气缸线性余隙的调整	(74)
---------------------	------

第六章 填料的安装

第一节 填料的安装	(78)
-----------------	------

第二节 填料函的磨合	(82)
------------------	------

第七章 气阀的安装

第一节 对气阀零件的要求及检查	(83)
-----------------------	------

第二节 气阀的安装	(85)
-----------------	------

第八章 管路及附属设备的安装

第一节 管路的安装	(88)
-----------------	------

第二节 润滑系统的安装	(95)
-------------------	------

第三节 附属设备的安装	(96)
-------------------	------

第二篇 试车、正常操作与维护

概述

第九章 试车

第一节 压缩机循环油润滑系统的试车	(101)
-------------------------	-------

第二节 气缸与填料函注油系统的试车	(103)
-------------------------	-------

第三节 压缩机冷却水系统通水试验	(104)
------------------------	-------

第四节 压缩机的驱动机单独试车	(105)
-----------------------	-------

第五节 压缩机的无负荷试车	(107)
---------------------	-------

第六节 管线吹除	(111)
----------------	-------

第七节 压缩机的负荷试车	(112)
--------------------	-------

第十章 正常操作及维护检修

第一节 气体置换	(117)
----------------	-------

第二节 正常操作起动	(117)
------------------	-------

第三节 日常维护	(118)
----------------	-------

第四节 停车	(121)
--------------	-------

第五节 压缩机的检修管理	(122)
--------------------	-------

第六节 清洗	(125)
--------------	-------

第十一章 润滑油和冷却水

- 第一节 压缩机的润滑和对润滑油的要求..... (131)
- 第二节 压缩机油的品种和选用..... (134)
- 第三节 润滑油消耗量及更换..... (140)
- 第四节 冷却水质技术要求..... (144)

第三篇 故障、事故的分析 and 处理措施

概述

第十二章 排气量、压力、温度不正常的分析及处理措施

- 第一节 理论分析..... (149)
- 第二节 现场故障分析及处理措施..... (151)

第十三章 其它故障的分析及处理措施

- 第一节 不正常的响声及过热..... (158)
- 第二节 油泵、注油器的故障及油压、油温异常..... (163)
- 第三节 水泵的故障..... (165)

第十四章 压缩机事故和分析

- 第一节 断裂事故..... (167)
- 第二节 燃烧和爆炸..... (174)
- 第三节 振动带来的事故..... (178)
- 第四节 无润滑压缩机密封不良的原因和处理方法
..... (179)

第十五章 往复式压缩机的振动及防振

- 第一节 气流脉动和管道振动造成的危害..... (183)
- 第二节 合理地设计管系..... (184)
- 第三节 现场采取的消振措施..... (195)
- 第四节 振幅、频率、脉动的测量及许用值..... (208)

第十六章 电动机常见故障及排除方法

- 第一节 电动机冒火花的原因及排除方法..... (213)

第二节 电动机异常发热及振动的原因和排除方法	
.....	(218)

第十七章 机械故障诊断与分析技术

第一节 机械故障诊断技术.....	(225)
第二节 压缩机及其装置的故障分析方法.....	(233)

第十八章 压缩机的选用及压缩空气站设计

第一节 工艺流程用压缩机的选择.....	(257)
第二节 流程压缩机变工况计算.....	(271)
第三节 空压机站空气消耗量计算.....	(288)
第四节 压缩空气站的设计.....	(298)

附表

参考文献

第一篇 安 装

概 述

活塞式压缩机的安装是一项复杂而细致的工程,它包括的范围广,要求严格,是介于土建工程与正式投产之间的一项重要工作。在压缩机运行时出现的故障中有相当一部分是由于安装不当所致。由此可见,正确安装压缩机是维护正常生产和操作安全的重要措施之一,是延长机器寿命的重要前提。本篇将介绍安装活塞式压缩机的基本知识。

在压缩机安装工程施工之前,必须有充分的准备。工程质量的好坏,施工进度快慢直接与施工前的准备工作有着很大的关系。如果准备工作做得充分,对任务完成及工程质量将起着一定的保证作用,忽略此项准备工作,将会造成工作忙乱,短此缺彼,使工程进度拖延,且会影响工程质量。安装前的准备工作有下列三个方面。

1. 组织方面的准备 在安装前必须考虑当地情况,结合具体条件,成立安装施工的组织机构,如设办公室、质量检查组等。划清职权范围,在统一指挥和分工合作的原则下成立必须的机构,指定专职人员负责进行施工。

2. 供应方面的准备 在施工之前,必须准备好施工材料、搬运和起重工具、检验及测量工具(包括仪器)。测量和检查工具的规格和精度,应符合国家计量部门的规定,对规格及精度可疑的工具,应及时进行校验。

在安装前,应将压缩机零部件和制造厂带来的总图、说明书核

对一下,经过必要的检查清洗,认为机器本身没有毛病后方可进行安装。如机器本身有缺陷,必须及时处理(修理或更换)。

3. 技术方面的准备 技术准备是安装前的一项重要工作,缺少这种准备,就不能进行安装,如果盲目施工,一定会影响安装质量,这是不允许的。技术准备包括设备说明书、施工图纸、施工操作规程和质量标准等。在施工之前,必须会审图纸,修正工艺布置,以免与其它工程(如管道、电路、地沟等)相抵触,特别注意不要将基础设置于地沟上或妨碍管路的通过。

上述三项准备工作是其主要部分,其它的如技术资料的消化,设备性能的熟悉,施工人员操作的训练,工人的培训、学习等都是重要的。根据以往经验,凡忽略准备工作的安装部门,必然在施工中遇到较多的困难,而且很可能拖延工期和降低安装质量,使工程返工,妨碍生产,造成浪费。

第一章 基础

第一节 基础的作用和对基础的要求

一、基础的作用

除微小型的移动式压缩机和具有隔振器的无基础压缩机外,一般压缩机都需安装在基础上。压缩机是通过曲柄连杆机构将原动机的旋转运动变为活塞的往复运动而对气体作功的。所以压缩机的基础,除了承受机器的重量外,还承受着机器内部没有得到平衡的往复质量惯性力,或者它们的力矩,以及倾复力矩。若压缩机用皮带传动,则还承受皮带的拉力。在这些作用力中,机器重量和皮带拉力是固定不变的,而不平衡惯性力,惯性力矩的大小和方向则随着主轴的旋转而呈周期性的变化。这些变化的力和力矩将使机器产生一定的振动,它靠基础和地基土壤来吸收,使振动的振幅限制在某一允许范围内。过大的振动将使基础下沉,且导致压缩机磨损加剧及与压缩机连接的管道或其它连接件拉断。振动严重者会通过土壤传至厂房或更远的地方,使厂房结构遭到破坏。因此,正确合理的建造基础是非常重要的。基础的设计资料由机器制造厂或土建部门提供。安装者只在必要的时候作一下强度和振动的校核。其计算方法见参考文献〔1〕及其他有关书籍,在万一没有基础设计资料的情况下,可参考本节三设计。

二、对基础的基本要求

1. 必须同机器的底座相适应,并能保证所安装的设备牢固可靠;基边至机边不小于 100mm。

2. 具有足够的强度与刚性,避免机器产生剧烈的振动,保证机器的振动不致影响本身的精度和寿命,并不给邻近设备、建筑物、操作人员造成不良的影响。

3. 具有稳定性和耐久性,防止地下水及有害液体的侵蚀,保证基础不产生变形或局部沉陷。当基础建造在有可能遭受化学液体、油液或腐蚀性水分影响的环境时,基础应该加防护层,如在基础表面涂上防酸、防油的水泥砂浆或涂由 45~50% 沥青、25~30% 煤焦油和 25~30% 细黄砂组成的脂油或砌瓷砖,并设排液、集液沟槽。

4. 机器和基础的总重心与基础底面积的形心力求位于同一垂直线上。对于计算强度小于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的软质地壤,机组重心对基础底面形心的偏心率 e (按与偏心平行的底边长度计)不应大于 3%,其它类型的土壤,不应大于 5%,对于垂直惯性力偏于一端的立式或 L 型机器,偏心往往很难避免。这时基础底面形心在 x 轴方向的偏心应移向惯性力侧(如图 1-1 所示),以减小绕 y 轴的转动,其值应根据下沉和惯性力引起的转动大小综合考虑。

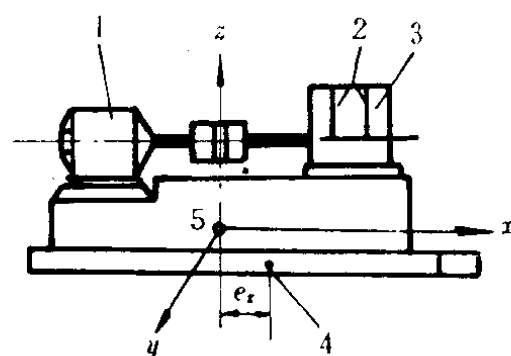


图 1-1 基础底板偏心的设置

- 1—电动机;2—干扰力;
3—压缩机;4—底板形心;
5—总重心

偏心距离可按下式计算:

$$e_x = \frac{\sum(Q_i x_i)}{\sum Q_i} \quad e_y = \frac{\sum(Q_i y_i)}{\sum Q_i}$$

式中 x_i, y_i —— 某已知单独构件和相应基础部分的总重心对于基础底面形心沿 x 或 y 轴方向的偏移距离(m);

Q_i —— 某已知构件和相应基础部分的重量之和(t);

e_x, e_y —— 机器和基础的总重心对于基础底面形心沿 x 和 y 轴方向的偏心距(m)。

5. 为了防止发生共振,应使机器惯性力和力矩的频率(即干扰频率)低于基组(机器+基础)固有频率的 0.75 倍或大于基组固有频率的 1.25 倍。对于干扰频率低于基组固有频率的场合,基础埋置深度适当地做得浅一些。这样,在卧式压缩机中可以减小惯性力和力矩的力臂,从而使转动的振幅减小;立式压缩机因此可以提高基组固有频率,使振幅减少。当然,基础的最小厚度应能满足地脚螺栓的长度以及切口和槽孔下面的最小厚度的要求。预埋螺栓至基础底边距离应不小于 50mm。若是露天基础,应使基础底面处于冰冻线以下。

对于干扰频率高于基组固有频率的场合,尽量使基组的固有频率低于干扰频率,从而减小基组的振动。为了达到这个目的,转速高于 1 500r/min 的压缩机,如果地基是高强度的土壤,则在地基和机器之间连有弹性衬板(如木材);机身比较强固的小型高速压缩机,可将机器直接放在由弹簧或橡皮做的弹性衬垫上。

6. 大型压缩机安装后,大约每年需进行一次精确调平调整,小修时机器要进行局部解体,有些部位因工件变换而需重新调整,因此,安装时须留出相应的工作坑道和操作场地。

7. 大型压缩机的基础在安装前需进行预压,预压重量为机器总重量的 1.25 倍。预压物可用钢材、砂子或小石子。预压物须均匀地压在基础上,以保证基础均匀下沉。预压工作应进行到基础不再继续下沉为止,时间为 3~5 天。

8. 为了减弱振动的传播,压缩机基础不应与建筑物墙壁相连,和厂房墙壁间的距离应不小于 0.3~0.5m。基础四周宜填以炉渣、砂砾等疏松物。

三、基础的参考设计

压缩机基础的设计,在正常情况下都应该有设备说明和基础地基图作为基本依据,但在实际工作中,也常常遇到资料不足,甚至没有资料只有实物,这在一般中小工厂中是经常遇到的。此时,

可以根据设备实物,按下述方法进行设计,实践证明是可行的。

1. 测绘出机器底座的外形图,量取地脚螺栓孔直径及地脚螺栓孔之间的相对尺寸;

2. 从机器铭牌上查出总重量,若铭牌丢失,可以大致估量;

3. 调查机器安装地点周围条件;

4. 确定基础平面尺寸 $F, F = L \times B$ (地基的受压面积);

若实测得机器底座的长度为 l ; 宽度为 b , 则其基础的长度 L , 宽度 B 的尺寸可按下式分别算出

$$L = l + 2 \times (100 \sim 150)(\text{mm})$$

$$B = b + 2 \times (100 \sim 150)(\text{mm})$$

5. 确定基础的埋置深度 H

1) 实际量得地脚螺栓孔为 b , 则可按表 1-1 选择地脚螺栓的直径 d_0 。

表 1-1 d_0 和 d 的对应关系 (mm)

孔径 d	12~ 13	14~ 17	18~ 22	23~ 27	28~ 33	34~ 40	41~ 48	48~ 55	55~ 65
螺栓直径 d_0	10	12	16	20	24	30	36	42	48

2) 选择好地脚螺栓直径 d_0 , 则可按表 1-2 确定地脚螺栓的埋入深度 L_0 。

3) L_0 选定后, 可按下式确定压缩机基础的埋入深度 H 。

$$H = L_0 + (200 \sim 250)(\text{mm})$$

这样就把整块基础的体积大致确定下来了, 然后再按前述方法选择地基的材料和结构型式。

表 1-2 在 100 号混凝土中地脚螺栓的最小埋入深度 (mm)

螺栓直径 d_0	埋入深度 L_0	
	弯钩式固定螺栓	锚定式活动螺栓
10~20	200~400	200~400
24~30	500	400
30~42	600~700	400~500
42~48	700~800	500
52~64	—	600
68~80	—	700~800

第二节 基础的施工

压缩机基础的施工应按照基础施工图进行。

基础施工的一般程序为：

1. 放线、挖土方、夯实地基；
2. 安装地基模板；
3. 安装地脚螺栓的预留孔模板(或固定预埋地脚螺栓)；
4. 绑扎钢筋(根据需要)；
5. 浇注混凝土；
6. 进行基础的养生。

基础的方位是根据车间的总平面布置图来确定的。地基土方的开挖应不妨碍其它建筑物,地基槽的大小、深度应根据基础图纸或当地土壤情况决定,槽壁要直,槽底要平。对于软质土壤,地基本部要夯实,因为它要承受机器和基础的载荷。

在浇注混凝土时必须使用模板,使混凝土在模板内凝固,成为设计所要求的形状,另外,模板还可以保护刚浇注的混凝土由于强度很弱而不使其受伤害。模板安装的合适与否对于基础的质量有很大的关系。模板一般采用红松或白松三等成材。安装模板时须注意:结构要简单,便于接合和拆卸;安装适当,上下垂直,支撑稳固,不易松动、弯曲、变形;搬动便利,修复费用低廉。

根据图纸上地脚螺栓的纵横中心线,调整地脚螺栓固定架的位置。再将地脚螺栓固定到模板上去。图 1-2 所示为一种应用较广泛的可调地脚螺栓固定架。再把地脚螺栓或样模装到固定架上。若是带锚板的活动式地脚螺栓,须将锚板放入。

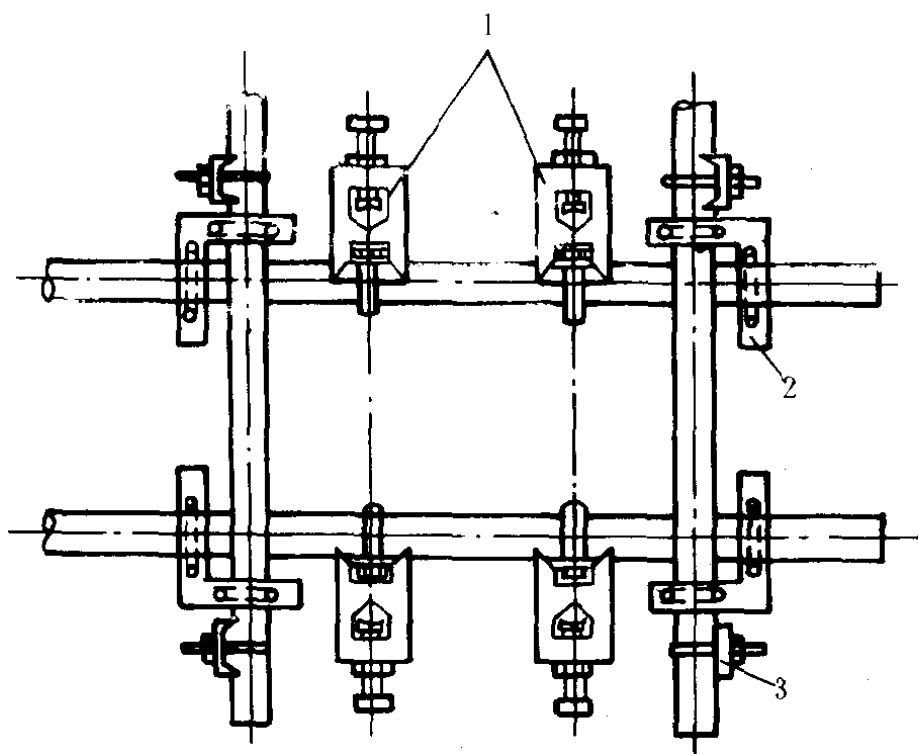


图 1-2 可伸缩的地脚螺栓固定架

1—夹持地脚螺栓的部件;2—连接钢管的部件;3—固定架与模板固定件

基础加固所用的钢筋须先作冷弯试验,就是将钢筋绕大于其直径 2.5 倍的圆棒弯绕 180° 不得有裂口、落鳞或折断等现象。钢配量按图纸要求进行,下料以前作好配料表,按配料表所列长短,先配长料再配短料,这样可以减少损耗。绑扎钢筋尽量避免搭接,以免影响最大弯曲断面的应力。

压缩机的基础多为钢筋混凝土结构。混凝土是水泥、砂子、石子加水搅拌后凝固而成的。水泥和水的化学反应叫水化作用,此作用促成混凝土凝固。水化作用先从水泥粒子的表面开始,逐渐成为胶状,在水泥颗粒表面形成一层薄膜,水泥标号越大,也就是颗粒越细,其水化作用就越好。水泥的水化作用进行得很慢,往往经过