

高等学校教学用书

深度冷冻

第二卷

С. Я. 盖尔士 著

高等教育出版社

高等学校教学用书



深 度 冷 冻

第 二 卷

机器及设备的构造、热量计算
及深度冷冻工业装置的叙述

C. Я. 盖尔士 著
天津大学化工系无机物工学教研室译

高等教育出版社

本書系根据蘇联國立“蘇維埃科學”出版社 (Государственное издательство “Советская наука”) 出版的蓋爾士 (С. Я. Герш) 著“深度冷凍”第二卷 (Глубокое охлаждение, часть II) 1949 年第二版修訂本譯出。原著系根据蘇聯高等工業學校教學大綱編著而成，經蘇聯高等教育部批准為高等工業學校教學參考書。

原著共兩卷，本書為第二卷。

第一卷討論理論方面的問題——低溫及氣體液化的熱力學、深度冷凍循環、甲烷、氫及氮的液化，空氣的分离，從空氣中取出稀有氣體以及各種複雜氣體混合物的分离過程。對各種循環的相對能量消耗及其經濟評價也給予很大的注意。

第二卷介紹機器和設備的構造及熱量計算的方法，並闡述了為制取氧、氮和稀有氣體以及分离複雜氣體混合物的許多工業裝置。

本書可作為研究深度冷凍原理，計算和設計深度冷凍設備和裝置的指南，供高等學校有關專業的教師和學生以及氣體分离、冷凍等工業企業有關技術人員參考之用。

參加本書譯校工作的為天津大學化工系無機物化學專業研究生：孫文粹、劉慶、朱淳祿、陳惟同、沈曼麗、蘇裕光、趙九生、楊守志、虞和錫、蔣維鈞和韓迅顯同志；程伐楚同志供給部分譯稿。全書譯稿由無機物化學教研室張遜同志校閱。

深 度 冷 凍

第 二 卷

(另附圖一套計 14 幅)

С. Я. 蓋爾士著

天津大學化工系無機物化學教研室譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 054 號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店發行

統一書號 15010·634 開本 787×1092 1/16 印張 24 7/8 字數 549,000 印數 1—1,300

1958 年 6 月第 1 版 1958 年 6 月上海第 1 次印刷 定價 (10) 元 4.90

第二版序

“深度冷冻”第二卷,虽然是第一卷的繼續,然在實質上則是一本完全独立的著作,只是書名与第一卷相同而已。

在“深度冷冻”第二卷里討論各种机械和设备的構造以及它們的計算方法,并描述深度冷冻的工業裝置。

第二卷的大部分章节都已作了根本的修改。

高压压缩机一章的篇幅大大地縮減了。因目前高压气体压缩机已成了一門独立的学科,另有專門的書籍来描述这类压缩机的構造及其計算。故在深度冷冻教程中只对各深度冷冻裝置中所用的压缩机的类型作个一般性的叙述。

气体的預处理(去除 CO_2 及水蒸汽)一章的內容較以前增加了很多。除洗滌过程的理論外,对塔內压力降和噴淋液体量的决定也予以闡述。

关于深度冷冻设备中的傳热一章,已根据苏联及其他国家近年来的实验資料重新改写过了。在这一章里并收集了各气体在極低温度下的物理常数的数据。

在“深度冷冻的工業裝置”一章中描述了苏联“制氧工業管理总局”(Главкислород)出品的各种制氧裝置,美国現代的制氧裝置以及氮及氫的提取裝置、天然气的液化裝置和裂化气体的分离裝置。

書末附了四幅新的氮状态圖,这些圖是“鮑曼莫斯科高等工業学校”(МВТУ им. Баумана)深度冷冻實驗室的工作人員 O. A. 宾雅米諾維奇工程师在 1947 年制成的,因此这些圖未能收入于第一卷中。

近十年来深度冷冻技术已大大地發展了,并且正滲入到許多工業部門中。作者力圖在自己的著作中反映出深度冷冻技术的現狀,并希望它將促进这方面技术的进一步發展。

鮑曼莫斯科高等工業学校的助教 И. B. 瑪尔芬尼娜担任了“深度冷冻”第一、第二兩卷所有例題解答的校核以及全書校样的校閱,作者謹以愉快的心情对她表示感謝并指出她的重大的工作。

如能对本書提出意見以及指出其中的缺点,作者將甚为感謝,以便再版时得以考虑。

С. Я. 盖尔士

1948 年于鮑曼莫斯科高等工業学校

目 录

第二版序

緒論	1
----------	---

第一章 机械設備。深度冷冻装置中所用的高压及低压压缩机	2
-----------------------------------	---

1. 高压往复式压缩机	2	6. 生产能力为 7500 [米 ³ /小时]、压力为 12 [大气压, 表压] 的 Б-750 型焦爐气压缩机	11
2. “战士” (Борец) 工厂出品的生产能力为 180 [米 ³ /小时]、压力为 220 [大气压, 表压] 的 ЭК-180 型和 К-180 型空气压缩机	2	7. 透平压缩机	13
3. “伏龙芝” (Фрунзе) 工厂出品的 “5-500-5K” 型空气压缩机	4	8. “布尔什维克” 工厂出品的生产能力为 30000 [米 ³ /小时] 和压力为 6.5 [绝对大气压] 的透平压缩机	13
4. “伏龙芝” 工厂出品的生产能力为 1300 [米 ³ /小时] 的 МГГ-220 型空气压缩机	6	9. “切斯克-莫拉夫斯克” (Чешск-Моравск) 工厂出品的生产能力为 40000 [米 ³ 空气/小时]、压力为 6 [绝对大气压] 的透平压缩机	15
5. 生产能力为 6800 [米 ³ /小时] 的 Г-6800 型复合式空气压缩机	8		

第二章 膨胀机	17
---------------	----

1. 往复式膨胀机的工作过程	17	(Б) 膨胀机在操作时的故障	27
2. 示功图的繪制和膨胀机主要尺寸的确定	18	6. 伏龙芝工厂的 ДБ-750 型空气膨胀机	27
3. 膨胀机尺寸的确定。膨胀机的功率	19	7. ДК-50 型膨胀压缩机联合机	32
4. 克劳特膨胀机	20	8. 克拉克膨胀机	36
5. 海蘭特膨胀机	22	9. 双动橫臥式膨胀机	40
(а) 海蘭特膨胀机的示功圖	26	10. 透平膨胀机	42
(б) 膨胀机的启动	26		

第三章 輔助装备	47
----------------	----

1. 空气中机械杂质的淨除	47	(б) 在加压下淨除空气中的 CO ₂	67
2. 空气及其他气体中的 CO ₂ 的淨除	50	(в) 具有橫臥圓筒的二氧化碳脫除器	67
3. 亨利定律	51	(г) 直立式二氧化碳脫除器	69
4. 洗滌过程的理論	52	12. 洗滌装置	72
(а) 溶解度很大的气体	53	13. 在焦爐气分离装置中淨除二氧化碳	73
(б) 溶解度很小的气体	53	14. 用冻结分离器及蓄冷器淨除 CO ₂	75
(в) 溶解度中等的气体	53	15. 空气的干燥	75
5. 吸收塔的计算	54	16. 空气的用化学方法的干燥	77
(а) 吸收过程的圖解計算法	55	17. 用冻结法干燥空气	82
(б) 吸收塔填料的表面积	56	(а) 利用氨冷却以干燥空气	82
(в) 吸收塔的高度	56	(б) 低压和中压的氨換热器	84
6. CO ₂ 的吸收系数	56	18. 逆流預冷器	85
7. 填料的流体阻力 (不用噴淋的填料)	57	19. 在可交替的高压預冷器中水分的冻结	88
8. 被噴淋的填料的流体阻力	59	20. 在吸附器中干燥空气	89
9. 洗滌塔内气体与液体的極限負荷。压力降	60	21. 鋁膠的特性及吸附装置的操作	89
10. CO ₂ 的淨除設備。用于淨除 CO ₂ 的化学藥品	62	22. 用活性氧化鋁吸附水分的过程特性	90
11. 空气中 CO ₂ 的淨除設備的構造	64	23. 用鋁膠干燥氧氣	92
(а) 在常压下淨除空气中的 CO ₂	64		

第四章 深度冷冻分离设备组(主要设备).....95

1. 主换热器的构造(高压换热器).....95
2. 横流蛇管换热器.....96
3. 苏联制氧工业管理总局的制氧装置中的高压换热器.....97
4. 中压换热器.....99
5. 低压换热器.....100
6. 花板上管子的排列.....102
 - (a) 管子按等边三角形的顶点、亦即按正六角形的周边的排列.....102
 - (b) 管子按同心圆的排列.....103
7. 复杂的多程换热器.....105
8. 精馏塔.....106
9. 苏联制氧工业管理总局所制造的分离设备.....109
10. 不同结构的分离设备.....116
11. 精馏板.....117
12. 冷凝蒸发器.....120

第五章 蓄冷器.....124

1. 蓄冷器概论.....124
2. 蓄冷器内的热交换.....125
 - (a) 蓄冷器的冷却.....125
 - (b) 蓄冷器的稳定操作条件.....126
 - (B) 填料、空气及氮气的温度变化.....127
 - (r) 蓄冷器与换热器的比较.....128
 - (A) 当进行换热的氣體量不相等时填料的温度变化.....128
3. 蓄冷器的流体阻力.....130
 - (a) 各种类型的填料的试验.....130
 - (b) 试验的结果.....131
4. 蓄冷器的结构.....133
5. 交换机构.....134
 - (a) 蓄冷器的交换流程.....134
 - (b) 交换周期.....135
 - (B) 强制活门的传动系统.....137
 - (r) 交换机构的结构.....138
 - (A) 交换机构的活门的结构.....139
6. 强制活门和自动活门.....140
 - (a) 强制活门.....140
 - (b) 自动活门.....141

第六章 深度冷冻设备的传热原理.....144

1. 结论.....144
2. 通过平壁的传热.....145
3. 通过圆筒壁的传热.....146
4. 通过球体壁的传热.....148
5. 在湍流情况下热交换的基本方程式.....149
 - 液体(气体)在管中纵向流动时的给热系数.....151
6. 流体在层流流动时的传热.....155
7. 在非圆形截面的管中和弯曲蛇管中的传热.....159
 - (a) 非圆形截面的直管.....159
 - (b) 弯管内的给热系数.....160
8. 气体垂直于管束流动时的传热.....160
9. 在极低温度下的气体的物理常数.....164
 - (a) 重度.....164
 - (1) 气体和蒸气.....164
 - (2) 液体.....164
 - (b) 导热系数.....165
 - (1) 气体的导热系数.....165
 - (2) 气体混合物的导热系数.....167
 - (3) 液体的导热系数.....167
 - (4) 液态氧、液态氮及其混合物的导热系数.....168
- (B) 粘度.....168
 - (1) 气体的粘度.....168
 - (2) 气体混合物的粘度.....169
 - (3) 液化气体(液体)的粘度.....170
 - (4) 粘度-温度对比图.....170
10. 传热设备的计算.....170
 - (a) 换热器的传热表面积的计算.....171
 - (b) 计算换热器传热表面 H 的第二种方法.....172
 - (1) 传热系数 k = 常数.....172
 - (2) 传热系数 k 为变值.....173
 - (B) 按对数温度差计算中的误差.....174
 - (r) 换热器主要参数间的联系.....175
11. 当液体改变其物态时的传热.....178
 - (a) 冷凝.....178
 - (b) 沸腾.....182
12. 器壁温度与给热系数的确定.....185

第七章 蓄冷器的热计算及设备计算.....189

1. 蓄冷器的热计算.....189
 - (a) 蓄冷器与换热器的比较.....189
 - (b) 蓄冷器内的气体及填料的平均温度随蓄冷器高度的变化.....192
 - (B) 蓄冷器传热表面积确定.....193
2. 利用对数值计算蓄冷器.....194
3. 蓄冷器的效率.....196
4. 蓄冷器的不冻结性的计算.....196
 - (a) 水蒸汽对蓄冷器冻结的影响.....197
 - (b) 二氧化碳对蓄冷器冻结的影响.....199
5. 蓄冷器的设备计算.....203
 - (a) 填料的型式.....204
 - (b) 计算的顺序.....206

第八章 深度冷冻工业装置的介绍 209

1. 苏联制氧工业管理总局的制取液态氧和气态氧用的装置	209	(6) 装置的流程介绍	242
2. 有氨冷却的氧-氢装置	211	10. 克拉克氏克氏低压制氧装置	243
3. 具有高低压和氨预冷的装置	214	个别机器和设备的结构特点	245
4. 具有膨胀机的中压装置	218	(a) 空气压缩机	245
5. 具有膨胀机的高压装置	221	(6) 柯林斯蓄冷换热器	246
6. 具有蓄冷器和透平膨胀机的大型制氧装置	222	(b) 交换机构与交换活门	247
(a) 生产能力为 3500 [米 ³ 97% O ₂ / 小时] 的装置	222	(r) 膨胀机	249
(6) 装置的基本流程	222	(d) 精馏塔	249
(b) 具有蓄冷器和膨胀机的装置的工艺流程的特点	225	(e) 液化器、空气加热器及过滤器	249
(r) 设备结构上的特点	228	11. 美国的工业用氧的生产装置	250
精馏塔	228	12. 移动式制氧装置	253
主冷凝器	229	(a) “爱依尔-朴罗达克斯”装置	253
辅助冷凝器	229	(6) 设备的规格	254
蓄冷器	229	13. 氮和氩的提取装置	256
主换热器和膨胀机换热器	232	生产能力为每小时 25000 [米 ³] 空气的制氮装置的介绍	257
液态氮过冷器	233	14. 分离焦炉气及制取氮氢混合物的装置	259
乙炔分离器	234	(a) 物料衡算	262
过滤器	234	(6) 设备的结构	265
(d) 具有蓄冷器和透平膨胀机的装置的特点	234	(b) 焦炉气分离装置的操作数据	265
7. 美国的制氧装置	235	15. 水煤气的分离装置	268
8. 具有逐级冷冻循环的装置	235	16. 由天然气制取氮的装置	269
9. 具有液氧泵的“爱依尔-朴罗达克斯”制氧装置	238	17. 热解气的分离装置	272
(a) 氧泵的结构	240		

第九章 氧的贮存与运输。钢瓶、贮槽以及供液氧气化用的设备 275

1. 气态氧的贮存	275	8. 气化器	286
2. 氧气压缩机	276	(a) 热式气化器	287
气缸的润滑	277	(6) 冷式气化器	289
3. 充气装置	279	9. 移动式气化装置	290
在使用氧气瓶时的安全技术	280	10. 氧泵	292
4. 液态氧的运输。液态氧及气态氧的运输数据的比较	280	(a) 一级的氧泵	292
5. 贮存及运输液态氧的槽车	281	(6) 二级的氧泵	293
6. 固定式贮槽	282	11. 三氯乙烯蒸发器	294
7. 运输式贮槽	285	12. 真空容器。杜瓦容器	295

第十章 控制测量仪表、节流阀及附件 297

1. 节流阀	297	5. 三通交换活门	301
2. 节流阀截面积的确定	298	6. 钢瓶用的活门	302
3. 液面指示计	299	7. 安全活门	303
4. 高压闭锁阀	300		

第十一章 金属在低温下的机械性能 304

1. 概论	304	3. 研究的結果及結論	311
2. 金属在低温下的机械性质	304	4. 低温对焊接性能的影响	312

第十二章 具有蓄冷器的制氧装置的工艺计算 314

1. 装置的主要参数的确定	314	(a) 制取 1 [标准米 ³] O ₂ 所需处理的空气量	316
2. 装置的总物料衡算及热量衡算	316	(6) 供冷冻循环用的高压空气量及其压力	316

(B) 返回气体——氮及氧的量	317	(6) 每秒流过的氮气的体积	339
(r) 装置的冷冻能力	318	(7) 根据波距及氮气流速求定蓄冷器的截面积	340
(A) 所处理的空气总量	318	(8) 蓄冷器高度的确定	341
3. 精馏塔的物料衡算及热量衡算	318	(9) 蓄冷器阻力的确定	341
(a) 精馏塔的物料衡算	318	(6) 氮气蓄冷器的计算(最终计算)	343
(6) 精馏塔的热量衡算	320	(1) 对比时间	343
(B) 液氮过冷器的热量衡算及逸出的氮的温度	320	(2) 温度迴线的平均高度	344
(r) 进入分离设备中的空气的焓	321	(3) 蓄冷器的大小	344
(A) 下塔的热量衡算	321	(4) 氮气蓄冷器的阻力	344
(e) 上塔的热量衡算	321	(5) 铝带的厚度及波距的变化	344
4. 在膨胀机内膨胀后的氮气温度	322	(6) 蓄冷器填料的换热面积及重量的确定	346
5. 进入透平膨胀机的氮气温度	322	(B) 氧气蓄冷器的计算	346
6. 蓄冷器的热量衡算	323	16. 不被二氧化碳所冻结的蓄冷器的计算	347
(a) 氧气蓄冷器	323	17. 预冷器的热计算	350
(6) 氮气蓄冷器	323	(a) 由空气至管壁的给热系数	350
7. 预冷器(液化器)的热量衡算	323	(6) 由管壁至氮气的给热系数	351
8. 氨换热器的热量衡算	324	(B) 传热总系数	352
9. 主换热器的热量衡算	325	(r) 预冷器的平均温度差	352
10. 膨胀机换热器的热量衡算	325	(A) 预冷器的传热表面	352
11. 综合的物料衡算及热量衡算	326	18. 氨换热器的热量计算	352
12. 精馏塔的计算	326	(a) 由空气至管壁的给热系数	352
(a) 塔径的确定	326	(6) 由蒸发的氮至管壁的给热系数	353
(6) 塔板数的确定	327	(B) 传热总系数	353
13. 主冷凝器的计算	329	(r) 温度差	353
(a) 冷凝器内的温度差	329	(A) 换热器的传热表面	353
(6) 给热系数	330	19. 主换热器的热计算	354
(1) 冷凝时的给热系数	330	(a) 由空气至管壁的给热系数	354
(2) 沸腾时的给热系数	330	(6) 由管壁至氮气的给热系数	355
(3) 管壁温度及给热系数 α_1 及 α_2 的确定	331	(B) 传热总系数	356
(4) 传热总系数	332	(r) 积分温度差	356
(5) 主冷凝器的传热表面	332	(A) 换热器的传热表面	357
14. 辅助冷凝器的计算	332	20. 膨胀机换热器的热计算	357
(a) 给热系数 α_1 及 α_2	332	(a) 由高压空气至管壁的给热系数	357
(6) 管壁温度	332	(6) 由管壁至氮气的给热系数	358
(B) 传热总系数	333	(B) 传热总系数	359
(r) 辅助冷凝器的传热表面	333	(r) 平均温度差	359
15. 蓄冷器的计算	333	(A) 换热器的传热表面	359
(a) 预计算	334	21. 蓄冷器之后的空气的损失及氧的浓度	359
(1) 积分温度差的确定	334	(a) 空气的损失及装置的生产能力	359
(2) 给热系数的确定	336	(6) 在精馏塔内进行分离的空气量	360
(3) 温度迴线的平均高度的确定	338	(B) 蓄冷器之后的氧的浓度	360
(4) 氮气蓄冷器的换热表面	338	22. 以制取 1 [米 ³] 氧计的装置的能量消耗	361
(5) 蓄冷器体积的确定	339		
附录	362		
参考书目	381		
附图(氮气的綫圖 4 張)			

緒 論

任一深度冷冻装置都是由許多單元構成的,这些單元可归納以下各部分:

- (1) 机械装备——压缩机膨胀机;
- (2) 辅助装备——预处理气体所用的设备;
- (3) 主要装备——换热器,蒸发器,冷冻器,分凝器,精馏塔和洗涤塔;
- (4) 气态和液态气体的贮藏和运输设备;
- (5) 调节计量仪表。

机械装备(压缩机和膨胀机)是深度冷冻装置中最重要的單元之一,因而相应的机器制造业基地的存在,在很大程度上乃是深度冷冻技术发展的先决条件。

分离装置組 (Блок разделения) 包括换热器、蒸发器、冷凝器、精馏塔以及全部的管綫,它是整个装置的中心。[最終产品制取过程的效率是与工艺流程、各参数的正确选择以及设备的大小有关的。

气体预处理(去除 CO_2 及水蒸汽)所用的辅助装备对整个装置的能否操作具有很大的意义。

在制取液态氧及气态氧的大型装置中沒有预先处理空气的特殊设备,二氧化碳及水蒸汽系在冻结器中及蓄冷器中除去的,这些设备同时也就是换热器。

气态和液态气体的贮藏和运输是氧气工厂中不可缺少的一部分。

贮藏和运输液态氧时应用固定的貯槽或可移动的貯槽。贮藏气态氧則采用鋼瓶,其中气体維持在 150[大气压,表压]之下。为使氧气厂能正常的操作,必須有一个巨大的鋼瓶庫。

为使設計师能够正确地解决深度冷冻设备及机械的材料的选择問題,故本書后面有一章專門来討論低温下金屬的机械性質。

第一章 机械設備. 深度冷冻裝置中 所用的高压及低压压缩机

压缩机是所有深度冷冻装置中的主要设备。

由于各种气体(焦爐气、裂化气、天然气和空气)的分离裝置的工业流程是非常多样化的,因此在此在深度冷冻装置中采用着各种类型的压缩机: 低压、中压和高压的往复式压缩机; 后几段生产能力可以調节的复合式的往复式压缩机, 以及透平压缩机等。

1. 高压往复式压缩机

高压往复式空气压缩机是用在中小型生产能力的制氧装置中以供鍛接和割切工具之用。

在苏联采用的高压压缩机有四种型式: 三种应用在固定的制氧装置中, 它們的生产能力分别为 180、800 和 1300 [米³/小时]; 一种应用在可移动的制氧装置中, 其生产能力为 65 [米³空气/小时]。

2. “战士”(Борец)工厂出品的生产能力为 180 [米³/小时]、压力为 220 [大气压, 表压]的 9K-180 型和 K-180 型空气压缩机

“战士”工厂出品的生产能力为 180 [米³/小时], 压力为 220 [大气压, 表压]的直立式快速压缩机有两种型式: 直接与电动机相連的(9K-180 型)和借皮帶傳动的(K-180 型)。

压缩机的特性

生产能力.....	180 [米 ³ /小时]
最終能力.....	220 [大气压, 表压]
轉数.....	365 [轉/分]
电动机功率.....	60 [千瓦]
气缸直径: 第一級.....	270 [毫米]
第二級.....	165 [毫米]
第三級.....	75 [毫米]
第四級.....	40 [毫米]
活塞冲程.....	200 [毫米]

該压缩机是四級二列式压缩机。圖 1 所示为該压缩机的縱剖面圖及橫剖面圖。压缩机所有的四級都是單动的。前三級的气缸和活門盒由鑄鉄制成并帶有冷却水套。

第四級的气缸是用鍛鋼的, 其內壁套一由珠光体鑄鉄制成的套筒。

2. “战士”(Борец)工厂出品的生产能力为 180[米³/小时]、压力为 220[大气压,表压]的 3K-180 型和 K-180 型空气压缩机 3

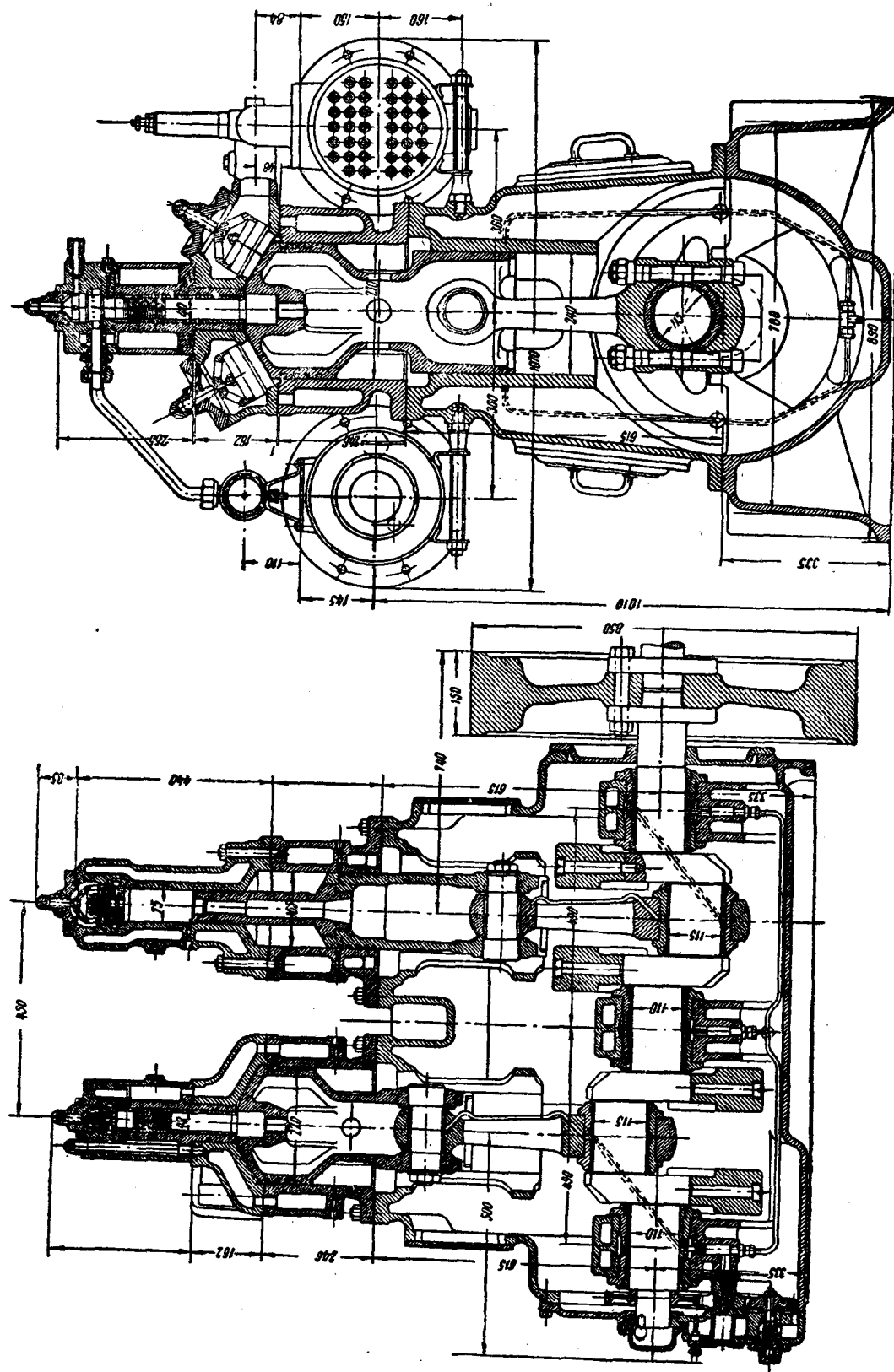


圖1. “战士”工厂出品的生产能力为180 [米³/小时], 压力为220 [大气压, 表压]的直立式快速压缩机。

第四級的活門头也是鍛造的,并具有供水流通的孔道。

冷却水并联地送入下部气缸的水套中,从水套出来后經過法蘭上的孔道进入活門盒,然后流到溢流槽。

各級都是采用环形板式活門。第一級和第二級各安裝两个吸入活門和两个压出活門,第三級和第四級安裝联合活門。

应用压环和夾紧螺釘把活門紧压在气缸的活門座上。

压缩机的机身由鑄鉄制成,并可沿曲柄軸的中心綫折开。机身的下部安置一个齿輪油泵以供强制潤滑压缩机用。

潤滑油先进入分配主管后由此注入曲柄軸承及十字头。潤滑油由曲柄軸承出来后通过曲柄軸中的孔道流到連杆大头的軸承,然后沿小銅管注入連杆的小头。

压缩机的曲柄軸支承在四个軸承上,其中一个安裝在机身的外边,应用油环来潤滑。

軸瓦由鑄鉄制成,并有巴比特合金的襯里。

十字头安設有可拆卸的滑靴,后者可用垫片加以調节。

3. “伏龙芝”(Фрунзе)工厂出品的“5-500-5K”型空气压缩机

伏龙芝工厂出品的生产能力为 800 [米³/小时]、压力为 220 [大气压,表压]的空气压缩机是横臥一列式的五級压缩机。

压缩机与同步电动机直接相連,电动机的轉子安裝在压缩机軸上。

压缩机的特性

压缩机的生产能力	800 [米 ³ /小时]
最終压力	220 [大气压,表压]
轉数	167 [轉/分]
电动机功率	250 [千瓦]
气缸直徑: 第 I 級(双动)	455/110 及 455/380 [毫米]
第 II 級	380/210 [毫米]
第 III 級	210/90 [毫米]
第 IV 級	110/68 [毫米]
第 V 級	58 [毫米]

圖 2 所示为压缩机的縱剖面圖。压缩机的机身是刺刀形的。压缩机的軸是曲柄狀的而且是組合而成的,它支承在两个軸承上。連杆为長方形的,并帶有不可拆卸的头。連杆的軸瓦由兩部分組成,其間可放置黃銅垫片以調节軸頸与軸瓦間的間隙。

十字头的本体用鋼制成,并安設有鑄鉄制的滑靴,其上則澆注有巴比特合金。

I、II 及 III 級的活塞是微差式的,而 IV 及 V 級的活塞是組合式的。第 I、II 級活塞的下部澆注有巴比特合金,使得沿气缸的光滑面上具有良好的滑动表面。

压缩机的所有的五級活塞系用兩根活塞杆联結起来,第 I、II、III 及 IV 級的活塞固定在一

根活塞杆上,它的一端和十字头相連,另一端則通过一球形軸承而与第V級的活塞杆相連。这种球形軸承的联接可以保証压缩机末級的軸自定中心。

压缩机各級活塞的漲圈数如下:第I級4个,第II級5个,第III級6个,第IV級10个,第V級13个。

活塞杆上安裝有特殊的填料盒(圖3)。

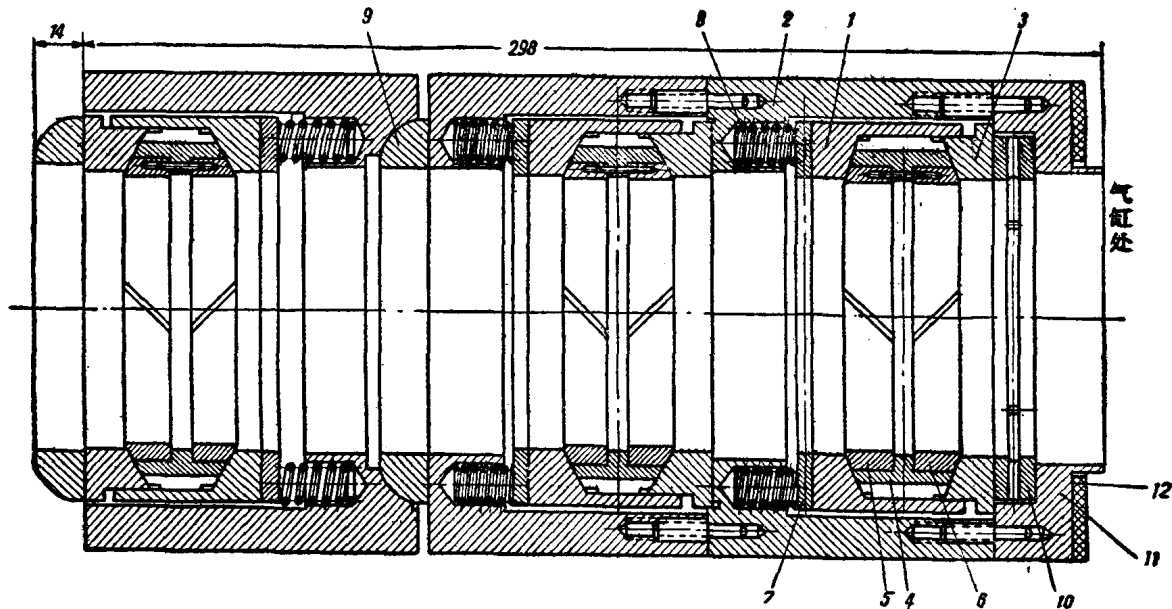


圖3. “5-550-5 H”型压缩机的填料盒:

1—鑄鉄套筒; 2—鋼制盒身; 3—墊圈; 4—有开口的墊圈; 5,6—彈性墊圈; 7—平行墊圈; 8—彈簧; 9—自动調节墊圈; 10—括油环; 11—軸承座; 12—石棉橡胶垫片。

填料盒包括具有金屬墊片的三組填料。每組填料都包括強韌的鑄鉄套筒1和鋼制的盒身2。在盒身2的底部有十二个供放置螺旋形彈簧8用的槽。彈簧上放有支撐在套筒1末端的鋼墊圈7。

密封用的彈性墊圈5和6由耐磨的有色金屬合金制成。它們用有开口的T形墊圈4互相關連起来。把配件4、5和6裝配在一起時構成圓錐体狀。套筒1与鋼环3也具有完全同样的圓錐体狀。鋼环3是每一組填料的最后一个配件,它的另一面經過研磨后与相鄰一組的盒身2密合。配件4、5、6、1及3的錐形表面也是經過研磨的。

裝配在活塞杆上的每一組填料均支撐在另一組的盒身上。为了避免活塞杆被楔住起見,在第二和第三組之間加有一个自动調节墊圈9。

在第一組填料的前面設有帶括油环10的軸承座。

裝設在气缸盖前的軸承座11系用石棉橡胶垫片使其密合。

压缩机有四个气缸,其中第I、II兩級气缸安放在基础上。为了使气缸能沿压缩机的軸向自由地伸縮,气缸鳩尾笋和支承板的接触表面都进行过精密的加工,并借注油器和斯他費氏注油器

来进行潤滑。

为了对压缩机进行潤滑,設置有齿輪泵及特殊的注油器。

齿輪泵由曲柄軸帶动,而注油器則由十字头通过杠杆系統来帶动。

空轉时第 I、II 兩級的吸入活門借由注油器油管送来的油压开。

4. “伏龙芝”工厂出品的生产能力为 1300 [米³/小时]的 MTT-220 型空气压缩机

生产能力为 1300 [米³/小时]的空气压缩机最初在“战士”工厂进行制造。后来这类压缩机由“伏龙芝”工厂制造,而以 MTT-220 商标出品。

压缩机系横臥式二列六級压缩机,它直接与安装在压缩机二列之間的同步电动机相連。

压缩机的特性

生产能力	1300 [米 ³ /小时]
最終压力	220 [大气压,表压]
轉数	125 [轉/分]
电动机功率	500 [千瓦]
气缸直徑: 第 I 級	580 [毫米]
第 II 級	390 [毫米]
第 III 級	330 [毫米]
第 IV 級	225 [毫米]
第 V 級	130 [毫米]
第 VI 級	85 [毫米]
活塞冲程	550 [毫米]

圖 4 为二列式压缩机的縱剖面圖和橫剖面圖。其中一列安置 I—III—V 級而另一列安置 II—IV—VI 級。

每一列的压缩机的机座均为 Y- 形的并由鑄鉄制成。

每一列上的气缸都固定在机座上,机座則牢固地安装在基础上。

第 I、II 兩級的气缸均具有鳩尾笋,这些鳩尾笋放置在支承座上。当受到不同温度的影响而膨脹时,这些气缸能沿軸向自由移动。

压缩机的第 I 和第 II 級是双动的,其他各級都是單动的。每一列的气缸活塞都固定在兩根用球形接合器連接成的活塞杆上,这样可保証压缩机的第 V 級和第 VI 級能自定中心。

应用珠光体鑄鉄漲圈使活塞与气缸間做到緊密。各級所用的漲圈数如下:第 I 級和第 II 級各为 4 个,第 III 級 8 个,第 IV 級 10 个,第 V 級 14 个,第 VI 級 18 个。

第 I、II、III、IV 級的吸入和压出活門安装在压缩机的兩側。第 V 級及第 VI 級的活門安装在压缩机的軸向末端。

所有的活門都是环形板式的。前四級的活門是簡單的單向活門,帶有三塊(第 I 級和第 II 級)和兩塊(第 III 級和第 IV 級)环形薄板。

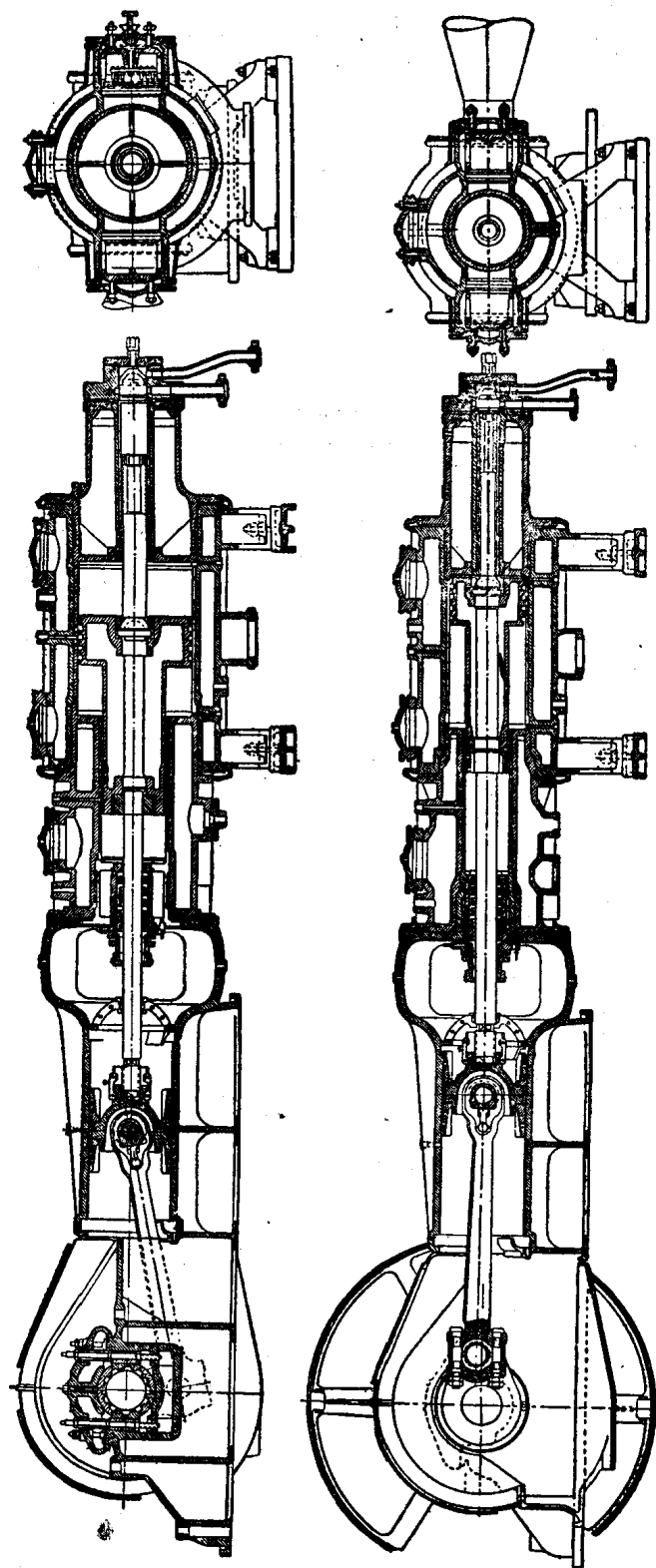


图 4. “伏龙芝”工厂出品的生产能力为 1300 [米³/小时]、压力为 200 [大气压, 表压] 的 MTT-220 型横卧式空气压缩机。

第 V 和第 VI 級的活門是复合式的。

为了使压缩機便于启动，第 I 級的活門有机械推动裝置，以便打开活門，因此压缩機在启动时是无负载的。

活塞杆连接到十字头上。十字头是鋼制的，它具有可拆卸的鑄鉄滑靴，其中澆注巴比特合金。

活塞杆具备有金屬填料的填料盒。填料盒(如图 5 所示)由六組填料構成，其中每一組都包含有鋼套筒 1 及两个切开的鑄鉄环 2，此鉄环由放置在相应的小槽中环形螺旋彈簧 3 合紧。鉄环的兩側面都經過研磨，彼此能紧密相接，因此使各組填料間能保持密合。半鉄环的内表面与活塞杆的表面經過精密的加工，以使其互相密合。鉄环切口处应有一定的余隙，以便在鉄环磨損时可自动的压紧。潤滑油由中間的一組墊料注入，这样可保証把油供給到其他各密封环。此外填料盒还安設有兩個軟金屬的密封环 6 以防止空气泄漏。

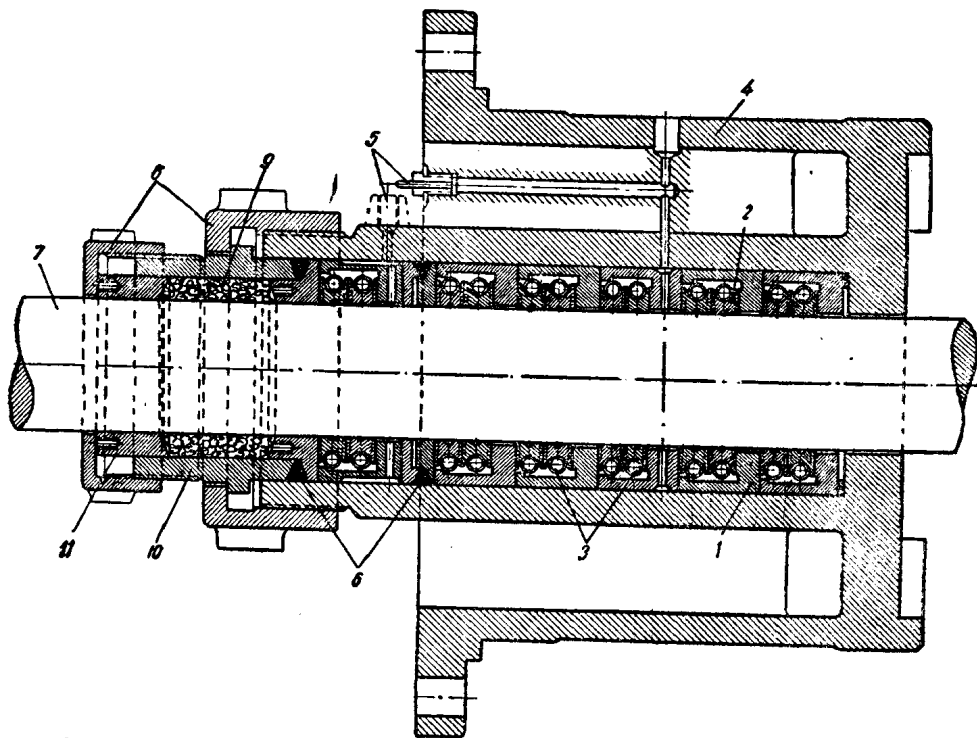


圖 5. “MTT-220”型压缩机的填料盒：

1—鋼套筒； 2—鑄鉄环； 3—螺旋形彈簧； 4—填料盒； 5—潤滑油通道； 6—用軟金屬制成的密封环； 7—活塞杆； 8—压紧螺母； 9—軟填料； 10—外套筒； 11—內套筒。

压缩機是用齒輪泵及特殊的注油器来进行潤滑的。

压缩機附有中間冷却器，后者安置在地下室內。

5. 生产能力为 6800 [米³/小时]的 Γ-6800 型复合式空气压缩機

Γ-6800 型复合式压缩機用于生产能力为每小时 5000 [米³]氮气的制氮裝置中。

該压缩机为二列式五級压缩机, 生产能力为 6800 [米³空气/小时]。其中有一部分(約 20%) 空气在最末三級被压缩到 200 [大气压, 表压]。

这种压缩机是“哈尔科夫斯基”(Хорьковский) 透平工厂根据国立氮气机械制造設計研究所(Гидроазотмаш)的設制成的。

压缩机的特性

第 I、II 級的生产能力	6800 [米 ³ /小时]
第 III、IV、V 級的生产能力	1400 [米 ³ /小时]
轉数	125 [轉/分]
气缸直径: 第 I 級	1040 [毫米]
第 II 級	651 [毫米]
第 III 級	290 [毫米]
第 IV 級	210 [毫米]
第 V 級	100 [毫米]
第一列(低压列)的冲程	750 [毫米]
第二列(高压列)的冲程	500 [毫米]

双軸式五級压缩机的構造与縱列复合式压缩机一样。在一个軸上安裝双动的 I、II 級的气缸, 在另一軸上安裝 III、IV、V 級的气缸, 其中第 III 級是双动的。

压缩机用同步电动机帶动, 电动机的轉子安裝在压缩机的曲柄軸上。第 I、II 及 III 級的气缸具有附加余隙以便調节其生产能力。

压缩机的設計实用于五种操作条件, 如表 1 所示。

表 1.

压 缩 机 的 特 性	操 作 条 件				
	I	II	III	IV	V 开工时
第 I 和第 II 級的生产能力 [米 ³ /小时]	6800	6800	6800	5400	
第 III、IV、V 級的生产能力 [米 ³ /小时]	1400	1400	1400	1400	1800
第 II 級的最終压力 [大气压, 表压]	5	6	6	5	
第 V 級的最終压力 [大气压, 表压]	200	200	120	120	200

圖 6 是这种复合式压缩机的俯視圖; 圖 7 及圖 8 所示为低压列(第 I、II 級)和高压列(第 III、IV、V 級)的剖面圖。

压缩机的机身是 Y-形的, 其上有供十字头运动的滑槽。压缩机低压列的活塞杆由兩部分组成, 在这兩部分之間裝有滑靴。第 I、II 級的气缸是双动的, 在第 I 級的活塞杆上有兩個填料盒, 而在第 II 級的活塞杆上則只有一个填料盒。填料盒是“普列尔-史瓦別”(Прель-Швабе)型的。

在第 I、II 級的气缸上面具有附加余隙。通过活門后这余隙与气缸的一端相連。

第 III、IV、V 級的活塞安裝在同一根活塞杆上, 后者用特殊的螺旋連接器来固定。活塞杆的“克蘭涅次型”(Кранец)的填料盒安設在第 V 級上。