

高职高专制冷与空调专业教材

制冷流体机械

余华明 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

高职高专制冷与空调专业教材

制冷流体机械

余华明 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷流体机械/余华明编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003. 2

高职高专制冷与空调专业教材

ISBN 7-115-11092-1

I. 制... II. 余... III. 制冷—流体机械—高等学校: 技术学校—教材 IV. TB65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 106076 号

内 容 提 要

本书详细讲述了泵与风机以及压缩机的机械结构、功能和工作原理, 并且通过大量的实训来强化对机械结构功能的认识及对机械的操作、运行管理和维修技能的掌握。

本书可以作为高职高专院校制冷与空调专业的专用教材, 也可作为从事制冷工程技术工作的人员和相关维修人员的学习参考用书。

高职高专制冷与空调专业教材

制冷流体机械

-
- ◆ 编 著 余华明
责任编辑 刘 朋

 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129264
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.75
字数: 373 千字 2003 年 2 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2003 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11092-1/TN · 2047

定价: 21.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

《高职高专制冷与空调专业教材》

编 委 会

主 任： 陈 礼

委 员： 李玉春 郑兆志 龙建佑

余华明 朱 勇 杨晓翔

常新中 王 宏 付 里

黄云云

丛书前言

高等职业技术教育旨在培养生产、建设、服务、管理第一线的高等技术应用型专门人才。这种人才的显著特点是具有较强的综合多种知识和技能解决现场实际问题的能力。针对这一总体培养目标，高职教育的专业教学大都在人才知识、能力和素质分析的基础上，经过优化组合重新构建了科学适用的、有别于传统本科教育的教学内容和课程体系，与此相适应的教材建设就显得十分重要。

为了适应高职教育的发展和制冷与空调专业教学的需要，顺德职业技术学院陈礼教授组织编写了该专业系列教材，包括《家用空调器原理及其安装维修技术》、《电冰箱原理及其维修技术》、《制冷流体机械》、《中央空调》、《冷库及冷藏技术》、《制冷装置制造工艺》以及《制冷与空调专业英语》，力求突出高职教育特色与专业内涵有机结合的特色。

本套教材在内容的选取上注重了理论与实践的结合，基本理论、基本概念、基本方法与技术应用能力培养的结合，简化了部分繁琐的理论推导，突出了对知识的理解和应用。在内容编排上进行了优化组合，力求体现教学的科学性、自然适应性、可接受性、连贯性和循序渐进性。为了保证教材的先进性，对制冷与空调专业的最新科技成果，新技术、新材料、新工艺也进行了前瞻性的介绍。

本套教材的编写工作得到了顺德职业技术学院和兄弟院校许多老师的支持、鼓励和帮助，在此表示诚挚的谢意。

本套教材不仅可以作为教材使用，对工程技术人员也有较大的参考价值。由于编者水平所限，谬误疏漏之处在所难免，敬请批评指正。

前 言

制冷流体机械一直是制冷与空调专业人士学习的基本科目，它包括泵与风机、压缩机。这两部分无论是从内容上还是原理上都有相通相似之处，而以往相关书籍大多是将其一分为二，或者融合在其他书中，而不作具体讲述。本书将这两部分内容合二为一，利用这两部分内容在原理上的相通相似之处以精简内容，减少授课时间，而又不影响其内容的完整性和深度。

此书面向的是高职教育系统制冷与空调专业的学生。高职教育作为一种新兴的教育方式应时势而生，其主旨是培养面向生产第一线的应用型技术专门人才。因此，本书在编著中并不着重于理论的推导及设计知识的介绍，而把重点放在对机械结构、功能及原理的介绍上，并通过大量的实训来强化对机械结构、功能的认识及对机械的操作、运行管理、维修技能等的掌握。

笔者以前从事本科教育，有较丰富的教学经验和一定的理论水平，并有多年的企业相关岗位的实践经验，而现在已在高职教育第一线工作多年，对高职教育有较深的理解，相信这本书能很好地适用于高职教育系统制冷与空调专业的学生。

本书第一篇第一章和第二篇第六章由陈礼教授完成，其余章节由余华明完成，最后由陈礼教授审定。另外，廖翠玲等老师在本书的编排和校对过程中提供了无私的帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中疏漏之处在所难免，敬请读者不吝批评指正。

作 者

目 录

第一篇 泵与风机

第一章 泵与风机总述	1
第一节 泵与风机的分类和型号编制	1
一、泵与风机的分类.....	1
二、泵与风机的型号编制.....	2
第二节 泵与风机的工作原理	7
一、离心式泵与风机的工作原理.....	7
二、轴流式泵与风机的工作原理.....	7
三、贯流式风机的工作原理.....	7
四、其他常用泵.....	8
第二章 泵与风机的结构和性能	11
第一节 泵与风机的部件结构	11
一、泵的主要部件.....	11
二、风机的主要部件.....	17
第二节 泵与风机的叶轮理论	20
一、离心式泵与风机的叶轮理论.....	20
二、轴流式泵与风机的叶轮理论.....	23
第三节 泵与风机的性能	26
一、泵与风机的主要性能参数.....	26
二、泵与风机的性能曲线.....	27
三、相似理论在泵与风机中的应用.....	31
四、比转数.....	33
第三章 泵与风机的运行	36
第一节 泵的汽蚀	36
一、汽蚀现象及其对泵工作的影响.....	36
二、安装高度和汽蚀余量.....	37
三、提高泵抗汽蚀性能的措施.....	39
第二节 管路特性曲线及工作点	42
一、管路特性曲线.....	42
二、泵或风机的工作点.....	43
第三节 泵与风机的联合工作	44

一、泵与风机的并联工作	44
二、泵与风机的串联工作	45
三、相同性能的泵联合工作方式的选择	46
第四节 运行工况的调节	47
一、改变管路性能曲线的调节方法	47
二、改变泵或风机性能曲线的调节方法	48
三、改变并联泵台数的调节方法	50
第五节 运行中的主要问题	50
一、泵与风机的振动	50
二、噪声	52
三、磨损	53
第四章 泵与风机的故障分析和检修	54
第一节 离心泵故障	54
一、离心泵的故障分析（一）	54
二、离心泵的故障分析（二）	59
三、离心泵的故障分析（三）	63
第二节 风机的故障排除	66
一、故障检查的准备工作	66
二、故障的判定与排除	69

第二篇 压缩机

第一章 压缩机总述	71
第一节 压缩机的分类和型号编制	71
一、压缩机的分类与命名	71
二、各种压缩机的型号表示	73
第二节 压缩机的发展动态	77
一、制冷压缩机的发展动态	77
二、大中型压缩机的发展动态	79
第二章 往复式制冷压缩机	82
第一节 概述	82
一、活塞式制冷压缩机概述	82
二、活塞式制冷压缩机的分类	82
第二节 活塞式制冷压缩机的性能	84
一、压缩机的工作过程	84
二、压缩机的输气系数	86
三、压缩机的功率和效率	88

四、压缩机的工作特性	90
五、压缩机的工作	91
第三节 活塞式制冷压缩机的结构	94
一、总体结构	94
二、零部件结构	99
三、制冷压缩机的输气量调节	108
四、制冷压缩机的润滑系统	114
第四节 斜盘式压缩机	120
一、工作原理	120
二、总体结构	121
第三章 回转式制冷压缩机	122
第一节 概述	122
第二节 螺杆式制冷压缩机的工作原理及特点	123
一、工作原理	123
二、工作特点	124
三、带经济器的螺杆式制冷压缩机	125
第三节 螺杆式制冷压缩机的构造及工作参数	127
一、总体结构	127
二、转子及端面齿形	130
三、输气量调节装置	131
第四节 螺杆式制冷压缩机的性能	133
一、输气系数	133
二、内压缩与功率	134
第五节 滚动转子式制冷压缩机	136
一、工作原理及特点	136
二、结构	138
三、输气量及轴功率的计算	138
第六节 涡旋式制冷压缩机	141
一、工作原理	141
二、结构	142
三、特点	142
四、输气量和轴功率	143
五、影响涡旋式压缩机性能的主要因素	144
第七节 滑片式压缩机	146
一、概述	146
二、典型结构示例	149

第四章 离心式制冷压缩机	152
第一节 离心式制冷压缩机的工作原理与结构	152
一、工作原理	152
二、总体及零部件结构	153
第二节 离心式制冷压缩机的特性及调节	158
一、离心式制冷压缩机的特性	158
二、离心式制冷压缩机的调节	159
第三节 空调用离心式制冷装置	159
一、离心式制冷循环	159
二、离心式制冷装置	160
第五章 压缩机的辅助设备	162
第一节 压缩机的冷却和冷却设备	162
一、概述	162
二、冷却系统设计	162
第二节 压缩机的噪声及其控制措施	165
一、噪声控制标准	165
二、压缩机噪声源	165
三、压缩机噪声的控制	169
四、压缩机中的隔声降噪设计	173
五、消声器及其设计	174
第三节 压缩机的振动和减振设计	177
第六章 压缩机的测量技术及其自动控制系统	182
第一节 压缩机的测量技术	182
一、温度测量	182
二、压力测量	183
三、流量测量	184
四、液位测量	185
五、转速测量	186
六、功率测量	187
七、振动测量	187
八、噪声测量	188
第二节 压缩机的自动控制系统	189
一、自动控制原理	189
二、典型压缩机机电一体化系统	197

第三篇 实训实验

实训实验一	离心式和轴流式泵与风机的拆装和结构分析·····	203
实训实验二	泵的性能曲线测定实验·····	208
实训实验三	泵的汽蚀实验·····	213
实训实验四	泵与风机的选型·····	215
实训实验五	泵与风机的检修·····	220
实训实验六	活塞式制冷压缩机的结构分析、拆装和测量·····	230
实训实验七	回转式压缩机的结构分析·····	234
实训实验八	离心式压缩机的结构分析·····	236
参考文献	·····	238

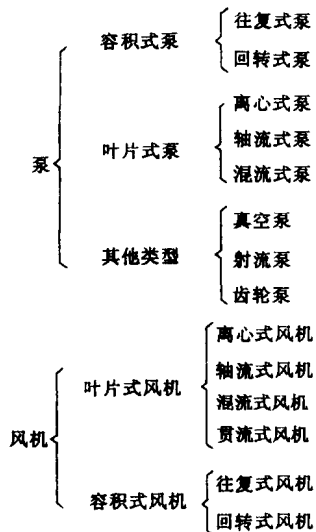
第一篇 泵与风机

第一章 泵与风机总述

第一节 泵与风机的分类和型号编制

一、泵与风机的分类

泵与风机是利用外加能输送流体的机械，它们大量地应用于燃气及供热与通风专业。根据泵与风机的工作原理，通常可以将它们分类如下：



1. 容积式泵与风机

容积式泵与风机在运转时，其内部的工作容积不断发生变化，从而吸入或排出流体。按其结构不同，又可再分为往复式和回转式两种。

① 往复式：这种机械借助活塞在汽缸内的往复运动使缸内容积反复变化，从而吸入或排出流体，如活塞泵等。

② 回转式：机壳内的转子或转动部件旋转时，转子与机壳之间的工作容积发生变化，借以吸入或排出流体，如齿轮泵、螺杆泵等。

2. 叶片式泵与风机

叶片式泵与风机的主要结构是可旋转的、带叶片的叶轮和固定的机壳，通过叶轮的旋流对流体作功，从而使流体获得能量。根据流体的流动情况，可将它们再分为下列 4 种：

- ① 离心式泵与风机；
- ② 轴流式泵与风机；
- ③ 混流式泵与风机（是前两种的混合体）；
- ④ 贯流式风机。

3. 其他类型的泵与风机

除了上面介绍的类型以外，还有其他类型的泵与风机，如射流泵、齿轮泵以及真空泵等。本篇介绍和研讨制冷专业常用的泵与风机的理论、性能、运行、调节和选用方法等知识。由于制冷专业常用的泵是以不可压缩的流体为工作对象的，而风机的增压程度又不高（通常在 9807Pa 或 1000mmH₂O 以下），所以本篇内容都按不可压缩流体进行论述。

二、泵与风机的型号编制

1. 泵的型号编制

离心泵的基本型式（即型号）及其代号见表 1-1。

表 1-1 离心泵的基本型式及其代号

泵的型式	型式代号	泵的型式	型式代号
单级单吸离心泵	IS. B	大型立式单级单吸离心泵	沅江
单级双吸离心泵	S. Sh	卧式凝结水泵	NB
分段式多级离心泵	D	立式凝结水泵	NL
分段式多级离心泵（首级为双吸）	DS	立式筒袋型离心凝结水泵	LDTN
分段式多级锅炉给水泵	DG	卧式疏水泵	NW
卧式圆筒型双壳体多级离心泵	YG	单吸离心油泵	Y
中开式多级离心泵	DK	筒式离心油泵	YT
多级前置泵（离心泵）	DQ	单级单吸卧式离心灰渣泵	PH
热水循环泵	R	长轴离心深井泵	JC
大型单级双吸中开式离心泵	湘江	单级单吸耐腐蚀离心泵	IH

混流泵的基本型式及其代号见表 1-2。

表 1-2 混流泵的基本型式及其代号

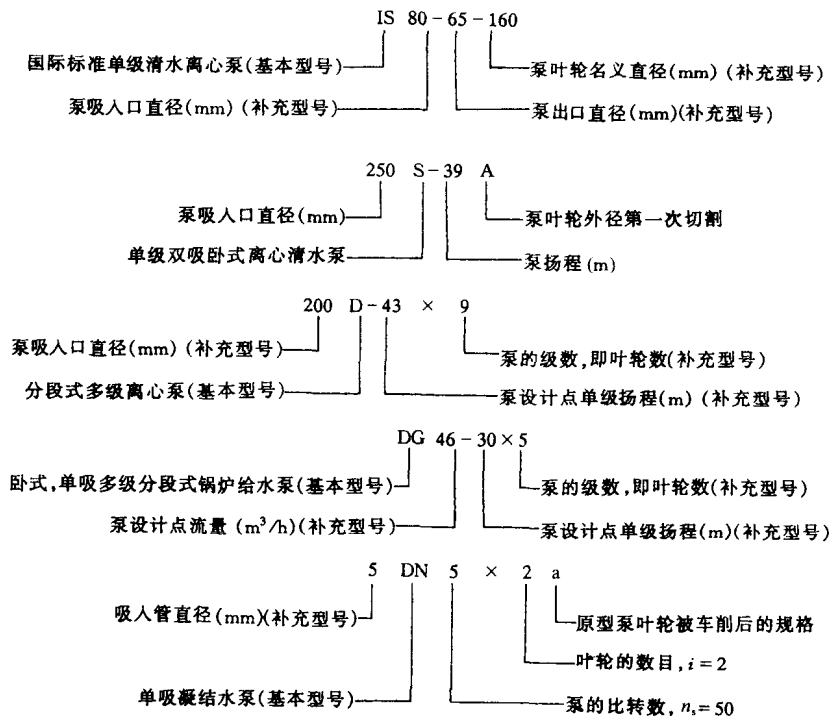
泵的型式	型式代号	泵的型式	型式代号
单级单吸悬臂涡壳式混流泵	HB	立轴涡壳式混流泵	HLWB
立式混流泵	HL	单吸卧式混流泵	FB

轴流泵的基本型式及其代号见表 1-3。

表 1-3 轴流泵的基本型式及其代号

泵的类型	轴流式	立式	卧式	半调叶式	全调叶式
型式代号	Z	L	W	B	Q

除上述基本型号表示泵的名称外，还有一系列补充型号用来表示该泵的性能参数或结构特点。根据泵的用途和要求的不同，其型号的编制方法也不同，现以下列实例予以说明。



2. 风机的型号编制

(1) 离心式风机的型号编制

离心式风机的名称包括名称、型号、机号、传动方式、旋转方向和出口位置等六部分。

① 名称：包括用途、作用原理和在管网中的作用三部分，多数产品对第三部分不作表示，在型号前冠以用途代号，如锅炉离心送风机 G、锅炉离心引风机 Y、冷冻用风机 LD、空调用风机 KT 等。

② 型号：由基本型号和补充型号组成，其形式如图 1-1 所示：

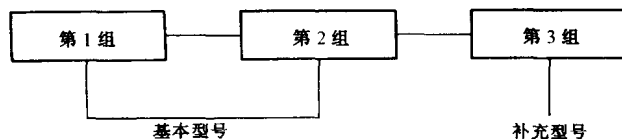


图 1-1

基本型号：第 1 组数字表示全压系数， $\bar{p} = \frac{10p}{\rho\mu^2}$ 的整数部分；第 2 组数字表示比转数化整后的值。

如果基本型号相同，而用途不同时，为了便于区别，一般在基本型号前加上 G 或 Y、LD、KT 等符号，G 表示锅炉送风机，Y 表示锅炉引风机，LD 表示冷冻用风机，KT 表示空调用风机。

补充型号：第 3 组数字由两位数字组成。第 1 位数字表示风机进口吸入形式的代号，用 0、1 和 2 数字表示，其中 0 表示双吸风机，1 表示单吸风机，2 表示两级串联风机。第 2 位数字表示设计的顺序号。

③ 机号：一般用叶轮外径的分米 (dm) 数表示，其前面冠以 No.，在机号数字后加上小写字母 a 或 b 表示变形。

a——变形后叶轮外径为原来的 0.95 倍。

b——变形后叶轮外径为原来的 1.05 倍。

④ 传动方式：风机的传动方式有 6 种，分别用 A、B、C、D、E、F 等表示，如表 1-4 和图 1-2 所示。

表 1-4 离心式风机的传动方式及结构特点

传动方式	A	B	C	D	E	F
结构特点	单吸、单支架，无轴承，与电动机直联	单吸、单支架，悬臂支承，皮带轮在两轴承之间	单吸、单支架，悬臂支承，皮带轮在两轴承外侧	单吸、单支架，悬臂支承，联轴器传动	单吸、双支架，皮带轮轴承在外侧	单吸、双支架，联轴器传动

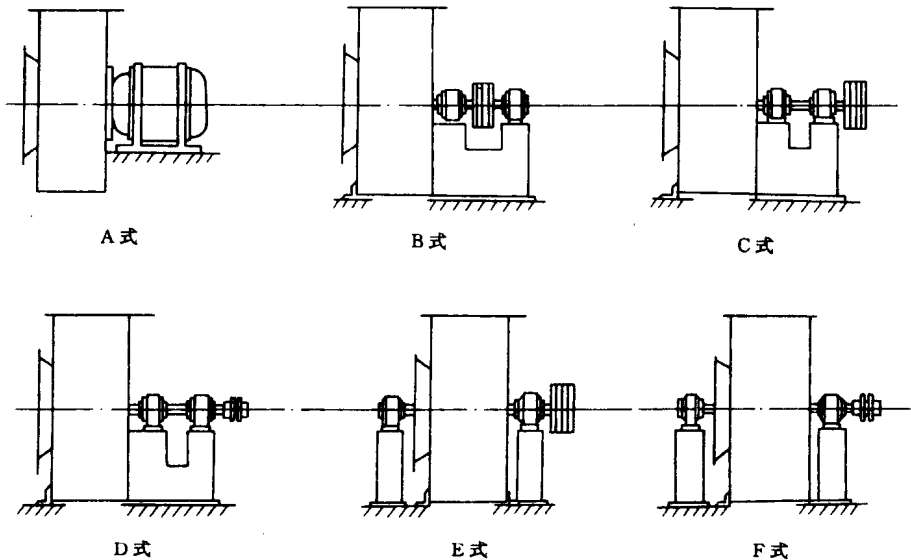


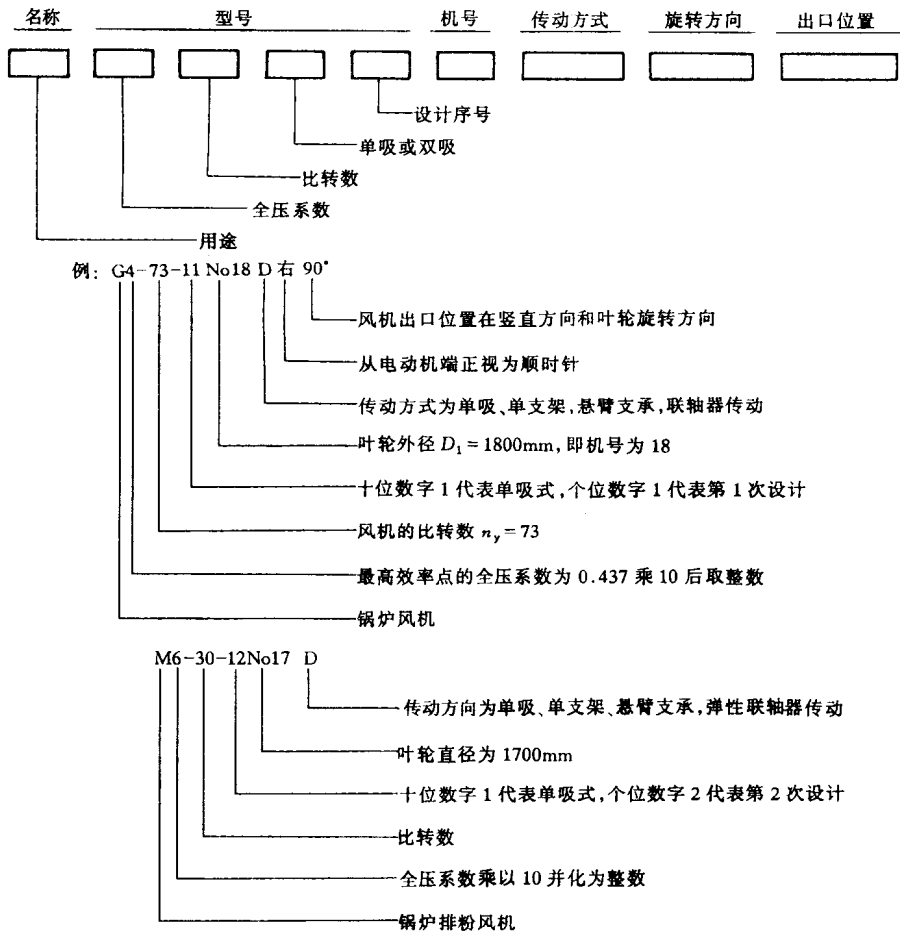
图 1-2

⑤ 旋转方向：离心式风机的旋转方向有两种。右转风机以“右”字表示，左转风机以“左”字表示。左右之分是从风机安装电动机的一端正视，叶轮作顺时针方向旋转的称为

右，作逆时针方向旋转的称为左。以右转方向作为风机的基本旋转方向。

⑥ 出口位置：风机的出口位置基本定为 8 个，以角度 0°、45°、90°、135°、180°、225°、270°、315° 等表示。右转风机的出风口是以水平向左规定为零位置；左转风机的出风口则是以水平向右规定为零位置。

以上六部分的排列顺序如下：



说明：

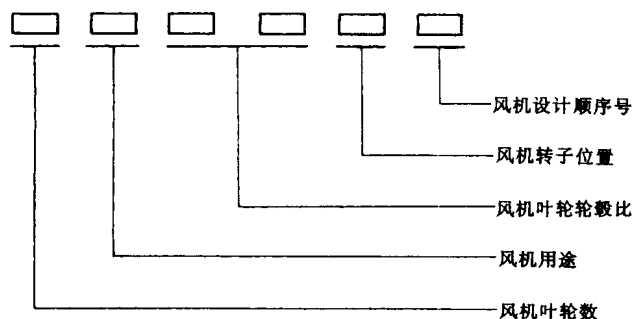
- a. 一般用途的产品，可不用表示用途的代号。
- b. 在产品型式中产生有重复代号或派生型时，用罗马数字 I、II、III 等在比转数后加注序号。
- c. 第一次设计的序号可以不写出。

(2) 轴流式风机的型号编制

轴流式风机的名称包括名称、型号、机号、传动方式、气流方向及风口位置等六部分。

① 名称：包括用途、作用原理和在管网中的作用三部分，多数产品对第三部分不作表示，常在型号前冠以用途代号，如锅炉轴流送风机 G、锅炉轴流引风机 Y 等。

② 轴流式风机的型号可表示为：



说明：

- 用途代号和离心式风机相同。
- 叶轮代号：单叶轮不表示，双叶轮用 2 表示。
- 叶轮轮毂比为叶轮底径与外径之比，取两位整数。
- 转子位置代号：卧式用 A、立式用 B 表示，同系列产品转子无位置变化的则不表示。
- 若产品的形式中有重复代号或派生时，则在轮毂比转数后加注罗马数字 I、II、III 等表示。
- 设计顺序号用阿拉伯数字 1、2、3 等表示；若性能参数、外形尺寸、地脚尺寸、易损部件都没有变化，则不采用设计顺序号。

③ 机号：一般用叶轮外径的分米 (dm) 数表示。其前面冠以 No.，在机号数字后加上小写字母 a 或 b 表示变型。

④ 传动方式：见表 1-5 所示。

表 1-5 轴流式风机的传动方式及结构特点

传动方式	A	B	C	D	E	F
结构特点	无轴承，电动机直联传动	悬臂支承，皮带轮在两轴承之间	悬臂支承，皮带轮在两轴承外侧	悬臂支承，联轴器传动（有风筒）	悬臂支承，联轴器传动（无风筒）	齿轮箱，直联传动

⑤ 气流方向：用以区别吸气和出气方向，分别以“入”和“出”表示；选用时一般不表示。

⑥ 风口位置：分进风口和出风口两种，用入、出若干角度表示；基本风口位置有 4 个，分别为 0°、90°、180°、270°。

轴流式风机型号含义举例：

