

自动门工程

——设计·加工·安装

主 编 李鸿勋

副主编 陈一飞



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

动门工程

——设计·加工·安装



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统地介绍了自动门机械设计及制造和自控系统设计的基础知识,介绍了自动门的设计、制造、安装、调试、材料选择、驱动系统设计和自动控制系统设计。主要包括以下各类自动门:自动旋转门、圆弧形自动门、商用平滑自动门、折叠自动门及平开自动门、车库自动门、庭院自动门及自动挡车器。本书既注重实用,又反映了自动门技术中的最新发展,具有很强的针对性。

本书可供建筑门窗企业、建筑门窗设计人员、机械设计人员和相关施工工程技术人员参考,也可供使用单位技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

自动门工程:设计·加工·安装/李鸿勋主编. —北京:
中国水利水电出版社, 2009

ISBN 978-7-5084-5939-4

I. 自… II. 李… III. ①自动控制-门-结构设计②自动
控制-门-建筑安装工程 IV. TU228·TU759.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 153233 号

书 名	自动门工程——设计·加工·安装
作 者	主编 李鸿勋 副主编 陈一飞
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 32.75 印张 777 千字
版 次	2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	95.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

自动门是现代建筑进/出通道的重要组成部分,并且大量的应用在各种建筑中。随着科学技术的迅速发展,以及人民生活质量的不断提高,人们对门的功能要求也越来越高,已从单一的关、开功能的要求,逐步发展到对节能、防水、防尘、隔声、自动、美观并与现代建筑相匹配等更高的要求上来。为了适应这一发展趋势的需要,各种功能和各种类型的自动门大量涌现,有关自动门的书籍和相关产品标准也相继出版。

但自动门毕竟是一种包含机械设计、电机拖动与控制在内的自动化机电装置。目前有关自动门的书籍,多为一般性介绍,没有从理论、设计到调试等方面深入论述,因此很难真正适用于实际理论分析、设计需要。为使广大读者系统地了解自动门的品种、规格,掌握自动门的原理、设计、制造方法和安装要点,熟悉自动门的质量要求和质量验收标准,我们参阅了大量国内外有关自动门的技术资料,在借助国内外的应用经验,并根据多年设计和制造自动门实践,精心编撰了此书,旨在全面概括其原理、总结经验,并为迅速提高我国自动门工程的设计和制造水平打下一定基础。

根据设计需要,本书尽可能用图说明设备的结构,用表格汇集设计时要用到的数据,用一些零件演示设计过程。本书系统地阐述了各种自动门的分类、材料选择、结构设计及制造、驱动机构的设计与选择和重要零部件设计方法,并详细论述了自动门电气控制系统,从各种电机拖动及调速到基于PLC控制系统的编程和变频器的设计及电气调试进行了重点分析。本书共12章,包括自动旋转门、圆弧形自动门、商用平滑自动门、折叠自动门及平开自动门、车库自动门、庭院自动门及自动挡车器。本书按照“实用、详尽、可靠”的原则为设计和制造自动门有关技术人员提供所需的完整设计方法、图文、实例及相关资料。

本书由李鸿勋任主编(第1~10章),陈一飞担任副主编(第11~12章)。在本书编写过程中得到了李佳惠、程广和及李怀、戴文光、李琼、黄莉的热情帮助,在此谨向他们致以衷心的感谢!

鉴于自动门技术及相关控制技术的不断发展,加之作者水平所限,书中错误和缺漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。同时,也感谢书中引用的相关参考文献的作者们。

作者

2009年2月

CONTENTS

目录

前 言

第 1 章 自动门及自动门机械设计基础	1
1.1 自动门概述	1
1.1.1 自动门及其发展	1
1.1.2 自动门的基本功能和应用范围	1
1.1.3 自动门的分类	2
1.1.4 自动门的基本构成	3
1.2 自动门的设计	4
1.2.1 自动门设计基本内容及设计基本原则	5
1.2.2 自动门设计制造的一般程序	9
1.3 自动门机械传动机构	10
1.3.1 减速器的选用	11
1.3.2 链传动	13
1.3.3 同步带传动	18
第 2 章 自动门机械制造基础	22
2.1 机械制造工艺概述	22
2.1.1 机械制造过程	22
2.1.2 生产过程和工艺过程	22
2.1.3 机械加工工艺装备	23
2.1.4 各类金属切削机床的用途	24
2.1.5 典型表面的加工方法	25
2.2 钣金加工基础知识	26
2.2.1 板料的剪切和弯曲	26
2.2.2 板材的折边加工	27
2.2.3 型材的弯曲	28
2.2.4 管子的弯曲	29
2.3 装配的基础知识	31
2.3.1 装配工作的重要意义	31
2.3.2 装配工作的组织形式	31
2.3.3 装配工作过程和基本内容	32

2.3.4	自动门装配中典型件的装配	33
2.4	建筑铝型材和不锈钢表面处理技术	35
2.4.1	铝及铝合金的阳极氧化处理	35
2.4.2	阳极氧化、着色铝型材质量检验标准	36
2.4.3	自动门用铝合金型材有机高聚物喷涂工艺	37
2.4.4	自动门用不锈钢板真空离子镀膜工艺	41
第3章	自动旋转门概论及两翼自动旋转门设计及制造	44
3.1	自动旋转门概论	44
3.1.1	自动旋转门的特点、类型和规格	44
3.1.2	自动旋转门简介	49
3.1.3	大型自动旋转门主要技术指标对比分析	54
3.2	两翼自动旋转门	56
3.2.1	两翼自动旋转门概述	56
3.2.2	两翼自动旋转门受力分析	65
3.2.3	机械传动装置的设计	69
3.2.4	两翼自动旋转门驱动装置计算与选择	76
3.2.5	两翼自动旋转门驱动装置结构设计	81
3.2.6	两翼自动旋转门的主要结构件	83
3.2.7	滑环	85
3.2.8	两翼自动旋转门主要部件材料选择	87
3.2.9	两翼自动旋转门的加工制造及安装	90
3.2.10	两翼自动旋转门的调试	104
3.2.11	两翼自动旋转门的维护与保养	105
第4章	大型三/四翼和小直径自动旋转门	108
4.1	大型三/四翼自动旋转门	108
4.1.1	大型三/四翼自动旋转门主要结构尺寸的设计计算	108
4.1.2	大型三/四翼自动旋转门结构概述	109
4.1.3	大型三/四翼自动旋转门受力分析	117
4.1.4	大型三/四翼自动旋转门驱动装置计算与选择	123
4.1.5	大型三/四翼自动旋转门驱动装置结构设计	125
4.1.6	大型三/四翼自动旋转门中心轴	126
4.1.7	大型三/四翼自动旋转门滑环	127
4.1.8	闭门器	129
4.1.9	大型三/四翼自动旋转门的材料选择	131
4.1.10	大型三/四翼自动旋转门的加工制造及安装	134
4.1.11	大型三/四翼自动旋转门的调试	147
4.2	小直径三/四翼自动旋转门	149

4.2.1 小直径自动旋转门概述	149
4.2.2 小直径自动旋转门受力分析与驱动装置计算及选择	158
4.2.3 小直径自动旋转门链传动和链轮的设计	158
4.2.4 小直径自动旋转门的加工制造及安装	161
第5章 大型环柱自动旋转门设计及制造	168
5.1 大型环柱自动旋转门概述	168
5.1.1 环柱自动旋转门主要结构参数设计计算	168
5.1.2 环柱自动旋转门结构概述	169
5.2 大型环柱自动旋转门受力分析	178
5.2.1 作用在旋转门上的载荷	178
5.2.2 环柱自动旋转门支座受力计算	181
5.3 大型环柱自动旋转门驱动装置计算与选择	181
5.3.1 环柱自动旋转门的阻力矩计算	181
5.3.2 驱动电动机的选择	182
5.3.3 减速器的选择	182
5.4 大型环柱自动旋转门驱动装置结构设计	183
5.5 大型环柱自动旋转门主要零部件的设计	184
5.6 大型环柱自动旋转门主要零部件材料选择	186
5.6.1 型钢	186
5.6.2 不锈钢板材和型材	186
5.6.3 玻璃	193
5.6.4 装饰板规格	197
5.7 大型环柱自动旋转门的加工制造及安装	198
5.7.1 环柱自动旋转门的生产方式	198
5.7.2 环柱自动旋转门的加工制造及装配	199
5.8 环柱自动旋转门质量检测	206
第6章 圆弧形自动门设计及制造	212
6.1 圆弧形自动门概述	212
6.1.1 圆弧形自动门的特点、类型和规格	212
6.1.2 圆弧形自动门的机械结构	213
6.2 圆弧形自动门受力分析	219
6.2.1 作用在圆弧形自动门上的载荷	219
6.2.2 圆弧形自动门受力计算	221
6.3 圆弧形自动门驱动装置计算与选择	222
6.3.1 圆弧形自动门阻力矩计算	222
6.3.2 驱动电动机和驱动机构的选择	224
6.4 圆弧形自动门的加工制造及安装	225

6.4.1 圆弧形自动门材料选取	225
6.4.2 圆弧形自动门的加工制造及安装要点	226
6.5 圆弧形自动门的调试	230
6.5.1 调试前的准备	230
6.5.2 调试要点	230
第7章 商用平滑自动门设计及制造	231
7.1 商用平滑自动门概述	231
7.1.1 商用平滑自动门的特点、类型	231
7.1.2 商用平滑自动门的结构及基本工作原理	233
7.2 商用平滑自动门驱动装置计算与选择	241
7.2.1 商用平滑自动门运行阻力计算	241
7.2.2 商用平滑自动门驱动装置电机功率计算	243
7.3 商用平滑自动门的安装	243
7.3.1 商用平滑自动门安装工艺流程	243
7.3.2 商用平滑自动门安装要点	244
7.4 商用平滑自动门的质量要求和质量检验方法	246
7.4.1 商用平滑自动门的质量要求	246
7.4.2 商用平滑自动门质量检验方法	247
7.5 商用平滑自动门的调试	247
7.6 商用平滑自动门的维护保养	248
7.6.1 商用平滑自动门使用中的注意事项	248
7.6.2 商用平滑自动门的维修保养	248
第8章 折叠自动门及平开自动门设计及制造	249
8.1 折叠自动门及平开自动门概述	249
8.1.1 折叠自动门和平开自动门的特点和使用范围	249
8.1.2 折叠自动门和平开自动门的类型	250
8.1.3 折叠自动门和平开自动门的结构及基本工作原理	250
8.1.4 折叠自动门和平开自动门的门体设计	252
8.2 平开自动门受力分析和支点受力计算	263
8.2.1 平开自动门受力分析	263
8.2.2 平开自动门支点受力计算	264
8.3 平开自动门驱动装置计算与选择	264
8.3.1 平开自动门阻力矩计算	265
8.3.2 驱动机构的选择	266
8.4 驱动机构驱动臂受力分析及选型要点	275
8.4.1 电子控制液压驱动机构驱动臂受力分析及选型	275
8.4.2 液压拉臂式开门机受力分析	276

8.5	折叠自动门受力分析和驱动机构的选择	277
8.5.1	折叠自动门受力分析	277
8.5.2	折叠自动门驱动机构的选择	278
8.6	铝合金和彩板折叠自动门和平开自动门制造安装要点	279
8.6.1	铝合金折叠自动门和平开自动门制造安装要点	279
8.6.2	彩色涂层钢板折叠自动门和平开自动门制造安装要点	280
8.7	折叠自动门和平开自动门的质量要求和质量检验方法	280
8.7.1	技术要求	280
8.7.2	检测和试验方法	282
第9章	车库自动门设计及制造	284
9.1	车库自动门概述	284
9.1.1	车库自动门的类型	284
9.1.2	平滑式车库自动门	284
9.1.3	平开式车库自动门	287
9.1.4	折叠式车库自动门	289
9.1.5	提升式车库自动门	289
9.1.6	翻板式车库自动门	295
9.1.7	卷帘式车库自动门	297
9.2	提升式和卷帘式车库自动门驱动装置设计计算	303
9.2.1	电动机计算	303
9.2.2	减速器选择	303
9.3	平滑式机库自动门	304
9.3.1	机库门的总体布置	304
9.3.2	单扇门结构概述	304
9.4	下承重平滑式车库自动门承重轮和导轨的设计	307
9.4.1	承重轮	307
9.4.2	下承重平滑式车库自动门导轨	308
9.5	提升式(翻板式)车库自动门和卷帘式车库自动门的安装及调试	312
9.5.1	提升式(翻板式)车库自动门的安装及调试	312
9.5.2	卷帘式车库自动门的安装及调试	315
第10章	庭院自动门及自动挡车器设计及制造	316
10.1	庭院自动门概述	316
10.1.1	庭院自动门的类型	316
10.1.2	庭院自动门的结构组成和基本工作原理	316
10.2	平滑式庭院自动门的设计	317
10.2.1	门体尺寸的选择	318
10.2.2	门体结构设计	319

10.2.3 门体附件	320
10.3 平滑式庭院自动门驱动装置设计计算	322
10.3.1 电动机功率计算	322
10.3.2 减速器的选择	324
10.3.3 驱动装置的选择	324
10.3.4 平滑式庭院自动门驱动装置的典型结构	325
10.4 平滑式庭院自动门的制造及安装	328
10.4.1 门体材料	328
10.4.2 门体的制造及安装要点	328
10.5 平滑式庭院自动门的质量要求和检测方法	328
10.5.1 质量要求	328
10.5.2 检测方法	329
10.6 伸缩式庭院自动门的设计	330
10.6.1 伸缩式庭院自动门的结构设计	330
10.6.2 伸缩式庭院自动门的驱动装置	334
10.7 伸缩式庭院自动门的制造和安装	336
10.7.1 伸缩式庭院自动门门体材料	336
10.7.2 伸缩式庭院自动门门体的制造	336
10.7.3 伸缩式庭院自动门的安装	337
10.8 伸缩式庭院自动门的质量要求和检测方法	337
10.8.1 质量要求	337
10.8.2 检测方法	338
10.9 自动挡车器	338
10.9.1 自动挡车器的特点和应用范围	338
10.9.2 自动挡车器的类型	339
10.9.3 自动挡车器简介	339
10.9.4 自动挡车器的设计与制造	340
10.9.5 自动挡车器的安装	344
第 11 章 自动门电机拖动自动控制系统基础	345
11.1 直流拖动控制系统基础	346
11.1.1 小型有刷直流电动机理论基础	346
11.1.2 直流无刷电动机理论基础	350
11.1.3 直流拖动调速控制方式及系统组成	356
11.1.4 小型直流拖动调速控制系统设计要点及选型	366
11.2 交流拖动调速控制系统基础	368
11.2.1 中小型三相异步电动机原理及电力拖动系统	368
11.2.2 交流拖动调速控制方式及系统	380

11.2.3 中小型交流拖动调速控制系统设计要点	385
11.3 电气控制系统及 PLC 与变频器基础	386
11.3.1 控制系统的分类与控制方法	386
11.3.2 常用低压电器	388
11.3.3 常用传感器	394
11.3.4 PLC 可编程控制器基础	405
11.3.5 变频调速拖动原理及系统设计	416
第 12 章 大型三/四翼自动旋转门电气控制系统	426
12.1 基于低速交流力矩电动机拖动的调压式自动旋转门电气控制系统	427
12.1.1 低速交流力矩电动机的基本概念	427
12.1.2 基于力矩交流电动机的大型旋转门自动控制系统	428
12.2 基于变频调速 VVVF 的自动旋转门电气控制系统	437
12.2.1 控制系统原理结构	437
12.2.2 主要技术环节	438
12.2.3 自动旋转门变频调速控制系统调试要点	439
附录一 推拉自动门	444
附录二 平开自动门	451
附录三 收费栏杆技术条件	458
附录四 旋转门	467
附录五 通用铝合金型材	474
附录六 碳素钢和不锈钢异型管和钢管四个国家标准	488
参考文献	509

第 1 章 自动门及自动门机械设计基础

1.1 自动门概述

1.1.1 自动门及其发展

用各种信号控制自动开关的单扇、双扇或多扇的门称为自动门。它是用电力驱动门开启和关闭的。它是由控制系统发出指令通过电机及减速传动系统带动门体启闭的成套装置。

自动门是应用先进的感应技术,通过 PLC 电脑可编程控制和 PLC 交流变频调速控制系统控制机电执行机构使门体自动启闭的一种门系统。当人或其他活动目标进入传感器工作范围,门扇会自动开启;当人或其他活动目标离开感应区,门扇会自动关闭。

自动门起源于 20 世纪 30~40 年代,当时主要用于军事仓库、重要工厂,为的是防火、防弹及开门方便。

20 世纪 50 年代后,自动门应用日渐广泛,形成批量生产。许多大型银行、宾馆、酒店、大厦为提高档次和服务水平,为了与高层次的建筑相匹配,竞相采用自动门,促进了自动门的迅速发展。真正较大规模生产和应用是 70 年代以后的事。目前自动门的主要生产国是美国、德国、意大利、荷兰和日本等发达国家。

自动门的应用在我国起步较晚,前期主要是引进国外生产技术和设备进行制造,以满足日渐发展的市场需求,目前国内已有一定的技术力量和生产能力制造自己设计的自动门。80 年代中期自动门工程得到迅速发展,并逐步形成一个独立的行业。

自动门工程包括建筑物配套的自动旋转门、圆弧形自动门、平滑自动门、平开自动门、折叠自动门、车库自动门、庭院自动门和自动挡车器的设计、制造和安装。自动门工程是综合性的边缘产业,它综合了建筑技术、电子控制技术、机械设计和制造技术、计算机技术及建筑装饰技术。它将会有广阔的发展空间。

1.1.2 自动门的基本功能和应用范围

1.1.2.1 自动门的基本功能

门一般包括固定部分即门框,和一个或一个以上的可开启部分即门扇,其功能主要是允许和禁止出入。自动门除上述功能外,尚有以下功能:

(1) 门的启闭机械化、自动化,运行安全可靠。门的启闭实现了电机驱动,大大减轻了出入门的劳动强度和通行效率。由于采用了先进的控制技术和安全保护措施,使出入自动门更加安全可靠。

(2) 门的密闭性能和节省能源的性能。自动旋转门无论转到哪个位置对门外都是敞开的,对门内都是关闭的,因此能减少热量损失,减少尘土的侵入,增加了密闭性,节省了能源。其他型式的自动门由于能快速自动关闭门并能调节门扇开启宽度,也增加了其密闭

性和节省能源的性能。

(3) 自动门增强了建筑物装饰美化功能。由于自动门广泛采用了新设计、新装饰材料 and 新的加工工艺, 其造型和结构与建筑物会更协调、更匹配, 增强了建筑物美化功能。

(4) 自动门可以满足多种特殊功能。根据不同的应用场合和不同的需要, 有多种特殊功能的自动门应运而生。例如, 多种型式的旋转门、可折叠的自动旋转门、折叠自动门、可伸缩的庭院自动门等。这些自动门都是为满足特殊需要而产生的。

1.1.2.2 自动门应用范围

自动门发展迅速, 种类不断增加, 因此自动门应用广泛。自动旋转门、商用平滑自动门和小尺寸平开自动门主要用于高档宾馆、酒店、金融财政机构、商厦等高级繁华场所的外门, 给人们带来了方便, 并使人们对整体建筑带来现代和舒适的感觉。翻板门、卷帘门和折叠门多用于车库门、仓库门, 卷帘门也可用于商店、饭店和小宾馆的外门。伸缩自动门、大型平开自动门和大型平滑自动门大部分用于围墙的外门或建筑物的外门。自动挡车器主要用于控制车辆行驶的各类道口、关卡、停车场和收费站等场所。自动门几乎可以用于人们生活和工作各种建筑物和场所。

1.1.3 自动门的分类

自动门可根据不同特点进行分类。根据门的结构特点, 自动门主要分九大类, 即自动旋转门、圆弧形自动门、平滑自动门、平开自动门、折叠自动门、伸缩式自动门、卷帘式自动门、提升式自动门及自动挡车器。

按用途分类, 自动门主要分五大类, 即民用自动门、商用自动门、工业用自动门、车库用自动门及庭院自动门。综合门的结构和用途, 自动门主要分以下八大类。

(1) 自动旋转门。

1) 按门扇数量分类: 两翼、三翼和四翼。

2) 按展台分类: 有展台和无展台。

3) 按自控方式分类: 自动启动及停止, 门恒速和自动启动及停止, 门变速, 无人时低速, 有人时快速。

4) 按使用的外饰材料分类: 发丝不锈钢、发丝钛金不锈钢、镜面不锈钢、镜面钛金不锈钢、铝板阳极化处理板、铝板氟碳喷涂、铝板喷塑、全玻璃。

5) 按使用功能分类: 门扇可折叠、门扇不可折叠。

6) 按中柱式样分类: 中央带展台式、两侧带展台式、中心绕柱式、无展台式、无展台门扇可折叠式。

(2) 圆弧形自动门。

1) 按弧形及圆弧门滑动方向分类: 半圆单开门右向、半圆单开门左向、半圆双开门双向、圆形双开门双向。

2) 按圆弧形自动门电机分类: 圆形双开门双向滑动右方一台电机、圆形双开门双向滑动左方一台电机、圆形双开门双向滑动左右方各一台电机、圆形单开门单向滑动一台电机。

(3) 商用平滑自动门。

1) 按开启方式分类: 单开式、双开式、重叠式单开、重叠式双开。

- 2) 按安装方式分类: 隐藏式、表面式。
- 3) 按门体材料分类: 铝合金、钢制、不锈钢、木制。
- 4) 按门扇结构分类: 有框门、无框门。
- 5) 按传感器分类: 微波传感器、红外传感器、超声波传感器、电磁感应传感器、特殊传感器。

(4) 折叠自动门。

- 1) 按开门方式分类: 多扇单开式、多扇双开式。
- 2) 按门扇折叠点分类: 门扇端点折叠、门扇中心点折叠。
- 3) 按门体材料分类: 铝型材、碳钢型材及不锈钢门体。

(5) 平开自动门。

- 1) 按驱动装置分类: 液压驱动装置、电动驱动装置。
- 2) 按门开启方式分类: 单扇单开式、单扇双开式。
- 3) 按门体材料分类: 铝型材、碳钢型材及不锈钢门体。
- 4) 按探测器分类: 微波探测器、红外线探测器、超声波探测器、电磁感应探测器、特殊探测器。

- 5) 按用途分类: 商用平开自动门、车库平开自动门、庭院平开自动门。

(6) 车库自动门。

- 1) 按车辆大小分类: 别墅车库自动门(家用)、大型车库自动门。
- 2) 按运动型式分类: 平滑式、平开式、折叠式、提升式、翻板式、卷帘式。

(7) 庭院自动门。

- 1) 按门体运动型式分类: 平滑式、平开式、伸缩式。
- 2) 按有无轨道分类: 有轨、无轨。
- 3) 按轨道数量分类: 单轨式、双轨式。
- 4) 按门扇数量分类: 单扇、双扇。
- 5) 按门体材料分类: 碳钢、不锈钢。

(8) 自动挡车器。

- 1) 按挡车杆数量分类: 单杆单开式、双杆对开式。
- 2) 按控制方式分类: 普通电控式、自动控制式。

1.1.4 自动门的基本构成

自动门的种类很多, 结构型式不同, 但其基本结构主要有三大部分, 即门体门框部分、驱动和传动部分、控制和传感器检测部分。

1.1.4.1 门体的构成

门体是自动门的主体部件, 由于各类门体的平面特征和立体特征, 因而门体的构成方法有两种, 即平面构成法和立体构成法。

(1) 门体的平面构成法。平面构成法是将构成门体形状要素按照一定规律和原则创造出二维空间的平面形体。

平面构成法的基本方法是重复构成。重复构成有两种方法:

- 1) 基本重复。在设计中不断使用同一个基本图形。

2) 骨架重复。在设计中将门体的横竖骨架单元重复使用。最简单和常用的是正方形。它由等距离的垂直线和水平线构成。在正方形的骨架基础上可以有如下的变化:

- a. 宽窄变化, 宽窄比例变化使正方形的骨架变成长方形框。
- b. 方向变化。使重复骨架单元的水平或垂直方向发生倾斜, 而且骨架保持平行方向。
- c. 行列移动。保留一个骨架单元处于垂直或水平状态, 另一个单元做有规律或无规律的平移, 使骨架成阶梯状。
- d. 骨架, 单元反射。骨架的方向可以交错重复构成行列之间的反射。在反射时, 骨架的边缘直线必须平行。
- e. 骨架单元联合。

3) 门体设计中利用基本形和骨架的重复, 构成二维空间的门体结构。

(2) 门体的立体构成法。立体设计构成的是形体, 而不像平面设计构成的是形状。立体设计主要是将形态要素, 按照规定原则, 创意成实际的三维空间, 它可以形成从任何一个方向都可以感受到的真实体。

立体构成法有两种:

- 1) 平面几何形体。它由四个以上的面构成, 各平面的交线相互关联, 形成一个空间。
- 2) 几何曲面体。它由几何曲面体构成。它由几何曲线形边的平面绕一直线运动, 其轨迹就形成一个曲面体。

以上是设计门体的基本方法和原则, 在门体设计中应充分利用以上思路配备门体形状、门柱和花形, 避免门体整体审美效果失衡。

1.1.4.2 驱动装置和传动机构

自动门的驱动装置由电动机和减速器或电动机和液压系统组成, 按照控制装置的指令驱使驱动装置按设定的程序工作, 带动门体开、关。从驱动装置到门体的运动, 中间要有传动机构, 减速器是传动机构的一部分。现在, 减速器和电机大部分已连成一体, 成为减速电机, 这样会使设备简化, 容易做到标准化、小型化。除减速器外, 还要根据具体需要设计传动机构。传动机构可以是齿轮传动、链条传动, 也可以是高效率的同步带传动。

1.1.4.3 控制和传感器检测装置

控制器是由一个微型计算机为主体的控制装置, 它接收检测传感器的信号, 让驱动装置工作, 完成门体的启闭。

传感器是自动检测人体或通过人工操作将检测信号传递到控制器的器件或装置。

1.2 自动门的设计

自动门总体设计是决定其技术经济指标等关键设计因素的战略决策阶段。总体设计应考虑的基本问题是:

- (1) 技术性能。制造生产率、制造精度、强度和刚度、可靠性、使用寿命、操作性能、安全性和环境因素等。
- (2) 经济性能。效率、使用经济性、成本、制造维修、外形尺寸和重量等。
- (3) 美学性能。造型、色彩与周围环境的协调等。

1.2.1 自动门设计基本内容及设计基本原则

自动门设计基本内容及设计基本原则要符合一般机械的要求。因为自动门是一般的机械装置,是有特殊要求的机械,因此自动门设计基本内容和原则要符合机械设计的要求。

1.2.1.1 机械零部件设计要点

(1) 保证机械零部件具有正常的功能,避免机械零件的失效。

失效指机械零部件失去了设计所赋予功能的状态。机械零件的失效与制造零件材料、零件工作环境、工作应力状态有关。设计上为保证零件的预期功能,需要所设计的零件在强度、刚度、稳定性、摩擦、温度等方面满足设计基本要求。

1) 强度。零件在工作中发生断裂或不允许的残余变形都属于强度不足。强度不足导致的失效分为整体失效和表面失效。前者指如齿轮轮齿根部的折断;后者指如齿轮齿面塑性变形。

为提高零件的强度应采用强度高的材料,增加零件的截面尺寸,采用热处理和化学处理方法,以提高材料的力学性能。

大部分机械零件均在变应力条件下工作,因而疲劳破坏是引起零件失效的主要原因。在设计零件时应注意影响疲劳破坏的因素,如应力集中、零件表面品质及环境状况等。

2) 刚度。零件在工作时所产生的弹性或塑性变形不应超过允许的限度。当变形过大就会影响自动门工作性能的零件(如两翼旋转门四个承受主要载荷的轮轴、导轨等),因此除了要做强度计算外,还要做刚度计算。零件的刚度分为整体变形刚度和表面接触刚度两种。前者指零件在载荷作用下的伸长、缩短、扭转等弹性变形的程度;后者指零件接触表面上的微观凸峰。提高刚度的办法是增加截面尺寸或增大截面的惯性矩,增大支承面积可提高接触刚度。

3) 表面破坏。零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳。这些表面破坏是随时间的延续而逐渐发生的失效形式。对于遭受这种破坏的零件应选用耐腐蚀材料或采用各种防腐蚀的表面保护,例如发蓝、表面镀层、喷涂漆膜及表面阳极化处理等,以提高零件的耐腐蚀性能。

4) 破坏正常工作条件引起的失效。零件只有在一定的外部环境条件下才能正常工作,否则会引起失效。例如齿轮和轴承要在润滑条件下工作;高温和低温均会大幅降低零件的承载能力。

(2) 机械零件设计的其他要求。

1) 结构工艺性要求。良好的结构工艺性是指零件在一定的生产条件下,能够方便、经济地生产出来,并便于装配成机器或设备。所以零件的结构工艺性应从毛坯制造、机械加工过程及装配等生产的全过程加以综合考虑。同时应考虑当前的生产水平和条件。这一工作在设计中占很大比例,必须给予足够的重视。

2) 经济性要求。零件设计中,为节约生产成本,应尽量简化零件结构,以减少加工费;采用廉价而充足的材料;尽可能的采用标准化的零件取代特殊加工的零部件;工艺性好的结构会降低加工和装配费用,所以良好的工艺性就具有好的经济性。

3) 可靠性要求。可靠性是指在规定的使用时间(寿命)内和预定的环境条件下,零件能够正常地完成其功能的概率。因为造成零件的失效具有随机性。因此,为提高零件的

可靠性,就应当在工作条件和零件性能两个方面使其随机变化尽可能小,并加强使用中的维护和监测,以提高零件的可靠性。

(3) 零件的材料及其选择。

材料的选择是机械零件设计中非常重要的环节。随着工程实际对机械及零件的提高,以及材料科学的不断发展,材料的合理选择愈来愈成为提高零件质量、降低成本的重要手段。

1) 机械零件常用的材料。

a. 金属材料。在各类工程材料中,以金属材料使用最广泛。钢铁材料之所以被大量采用,除了由于它们具有较好的力学性能外,还因为价格相对便宜和容易获得,能够满足多种性能和用途的要求。由于合金钢具有优良的性能,因此常用于重要零件的制造。不锈钢在自动门工程中应用最多。在有色金属中,铝、铜及其合金的应用最多。其中,质量轻、耐腐蚀的铝合金在自动门工程中应用最广。

b. 高分子材料。高分子材料通常包括三大类型,即塑料、橡胶及合成纤维。高分子材料原料丰富,密度小,而且耐腐蚀。塑料和橡胶在自动门工程中有广泛的应用。由于在适当的温度范围内有很好的弹性,橡胶多用于自动门工程中的密封条。高分子材料的缺点是容易老化、阻燃性差和耐热性差。

c. 复合材料。复合材料是由两种或两种以上具有明显不同的物理和力学性能的材料复合制成的,不同的材料可分别作为材料的增强相和基本相。增强相起着提高基体相的强度和刚度的作用,而基体相起着使增强相定型的作用,从而获得单一材料难以达到的优良性能。

通常以树脂作为复合材料的基体相。按增强相的不同可分为纤维增强复合材料和颗粒增强复合材料。复合材料的制备是按一定的工艺将增强相和基体相组合在一起,利用特定的模具而成型的。

复合材料的优点是具有较高的强度和弹性模量,而质量又特别小,但耐热性、导热和导电性都较差,价格也较贵。例如两翼旋转门的承重轮是复合材料制成的。

2) 机械零件材料的选择原则。从各种各样的材料中选择出适用的材料,是一项受多方面因素制约的工作。由于钢铁材料是应用最多和最广的材料,所以下面就金属材料(主要是钢铁)的一般选用原则作简单介绍。

a. 载荷、应力的性质和大小。从强度的观点来考虑,应在充分了解材料力学性能的前提下进行选择。脆性材料只适用于制造承受静载荷的零件;在有冲击载荷时,应以塑性材料为主。金属材料的性能一般可通过热处理加以提高和改善,所以在选择材料的品种时,应同时规定其热处理规范,并在零件图上注明。

b. 零件的工作情况。零件的工作情况是指零件所处的环境特点、工作温度、摩擦磨损程度等。在湿热环境下工作的零件,材料应有良好的防锈和防腐蚀的能力,可选用不锈钢和铜合金等。在工作中可能发生磨损的零件,为提高其表面硬度,应选用可进行表面处理的淬火钢、渗碳钢、氮化钢等品种。

c. 零件结构的复杂程度及材料的加工可能性。结构复杂的零件宜选用铸造毛坯,或用板材冲压出后再经焊接而成。首先要对材料的工艺性特点有所了解,再判断加工的可能