

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 1364—2007

温室齿条开窗机

Greenhouse Rack and Pinion Ventilating Window Machine

2007-04-17 发布

2007-07-01 实施



中华人民共和国农业部 发布

前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国农业部提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会农业机械化分技术委员会归口。

本标准起草单位：农业部规划设计研究院。

本标准主要起草人：王莉、周长吉、程勤阳、齐飞、张书谦、张跃峰

温室齿条开窗机

1 范围

本标准规定了温室各类型渐开线齿廓齿条开窗机,简称齿条开窗机的术语和定义、型式、零部件基本参数、要求、检验方法、检验规则、包装与储运。

本标准适用于温室渐开线齿廓齿条开窗机。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1356—2001 通用机械和重型机械用圆柱齿轮 标准基本齿条齿廓(idt ISO 53:1998)

GB/T 1357—1987 渐开线圆柱齿轮模数

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

GB/T 2828.1—2003 计数抽样检验程序 第一部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(idt ISO 2859-1:1999)

GB/T 3480—1997 渐开线圆柱齿轮承载能力计算方法(eqv ISO 6336-1~6336-3:1996)

GB 4706.1—1998 家用和类似用途电器的安全 第1部分:通用要求(eqv IEC 335-1:1991)

GB/T 4942.1—2001 旋转电机外壳防护分级(IP代码)(idt IEC 60034-5:1991)

GB/T 6069—2002 滚子链联轴器

GB 12350—2000 小功率电动机的安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

开窗机 ventilating window machine

用于驱动温室窗启闭的设备。

3.2

齿条开窗机 rack and pinion ventilating window machine

采用齿条机构作为传动机构或执行机构的开窗机。通常包括:电机、减速器、联轴器、传动轴、一组或数组传动机构、一组或数组启闭窗的执行机构以及其他零部件。

3.3

齿条机构 rack and pinion

齿轮齿条组件,通常由齿条和齿轮盒组成。

3.4

齿条机构工作行程 working distance of rack and pinion

齿条机构工作过程中,直齿条节线或弧形齿条节圆上齿轮的初始啮合点与最终啮合点之间的直线距离或弧线距离。

3.5

齿条机构每转行程 **stroke per shaft revolution of rack and pinion**

齿条机构中齿条上与齿轮的啮合点沿直齿条节线方向或弧形齿条节圆切线方向运动的线速度与齿轮盒输入轴转速之比。

3.6

齿轮盒传动比 **transmission ratio of gear box**

齿轮盒内互相啮合齿轮的总速比。

3.7

电机直联减速器 **reducer with motor**

电机与减速器组合为一体的动力机。

3.8

转数控制装置 **revolution control device**

用于控制电机直联减速器输出轴转数的装置。

3.9

转数控制装置范围 **revolution range under control**

转数控制装置可控制电机直联减速器输出轴转数的范围,在这个范围内可精确实现设备执行机构所要求的、通过转数控制的起始和终止的定位。

4 型式

4.1 温室齿条开窗机

按照齿条机构所起的作用,温室齿条开窗机可分为齿条直推连续开窗机和齿条推杆开窗机。

4.1.1 齿条直推连续开窗机

此种类型齿条开窗机的特征是齿条的一端直接连接到动窗框启闭窗。分为同轴传动式连续开窗机和分体传动式连续开窗机。

4.1.1.1 同轴传动式连续开窗机

减速器输出轴与齿轮盒输入轴同轴,传动齿条机构启闭窗。见图 1。

4.1.1.2 分体传动式连续开窗机

减速器输出轴不与齿轮盒输入轴同轴,通过其它零部件如万向节和蜗轮箱等传动到多组齿轮盒的输入轴,传动齿条机构启闭窗。见图 2。

4.1.2 齿条推杆开窗机

此种类型齿条开窗机的特征是齿条连接推杆带动窗体支杆启闭窗。分为轨道式推杆开窗机和摆臂式推杆开窗机。

4.1.2.1 轨道式推杆开窗机

推杆与传动齿条为同轨道运动,带动窗体支杆启闭窗。见图 3。

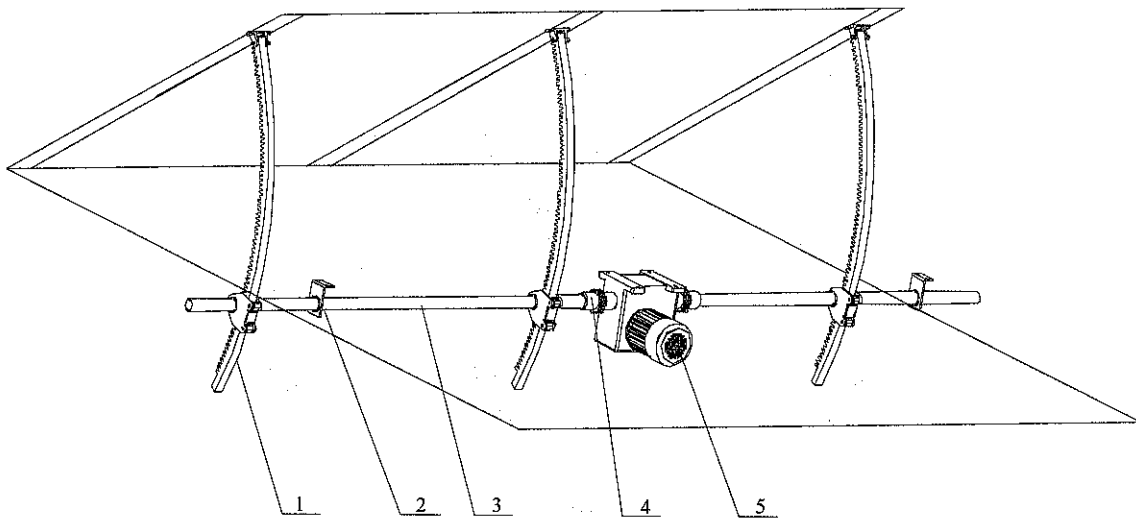
4.1.2.2 摆臂式推杆开窗机

推杆由与齿条机构铰接的摆杆带动,推动窗体支杆启闭窗。见图 4。

4.2 基本参数

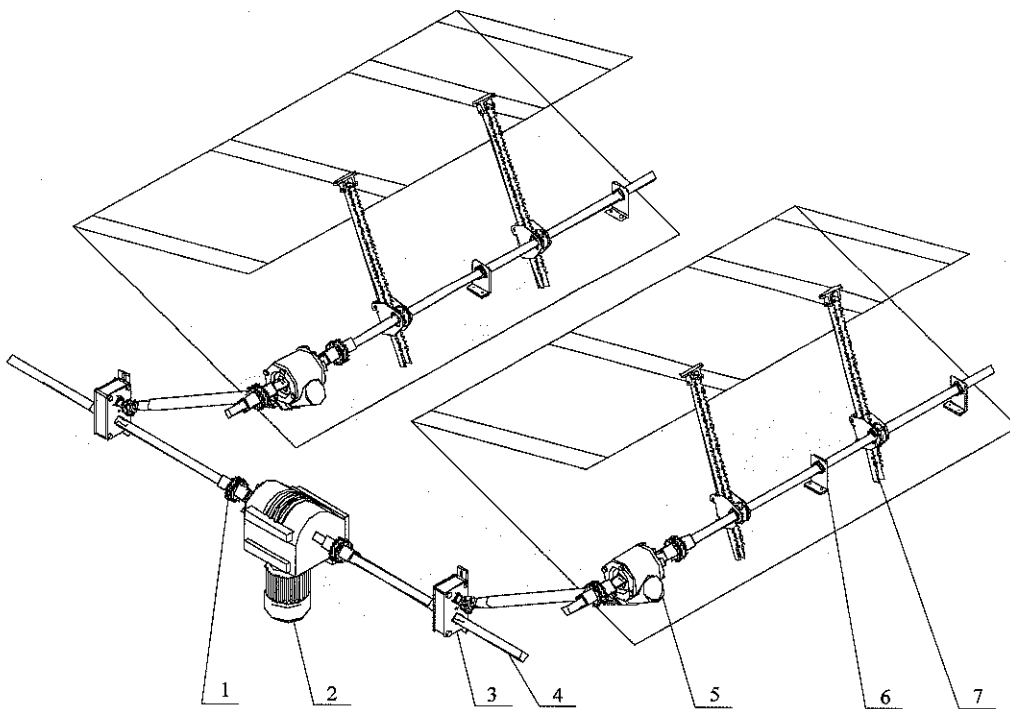
4.2.1 齿条直推连续开窗机

齿条直推连续开窗机的基本参数见图 5 和表 1。基本参数适用于屋面开窗和侧墙开窗。



- 1—齿条机构;
- 2—轴支撑;
- 3—传动轴;
- 4—联轴器;
- 5—电机直联减速器。

图 1 同轴传动式连续开窗机



- 1—联轴器;
- 2—电机直联减速器;
- 3—分体传动箱;
- 4—传动轴;

- 5—蜗轮箱;
- 6—轴支撑;
- 7—齿条机构。

图 2 分体传动式连续开窗机

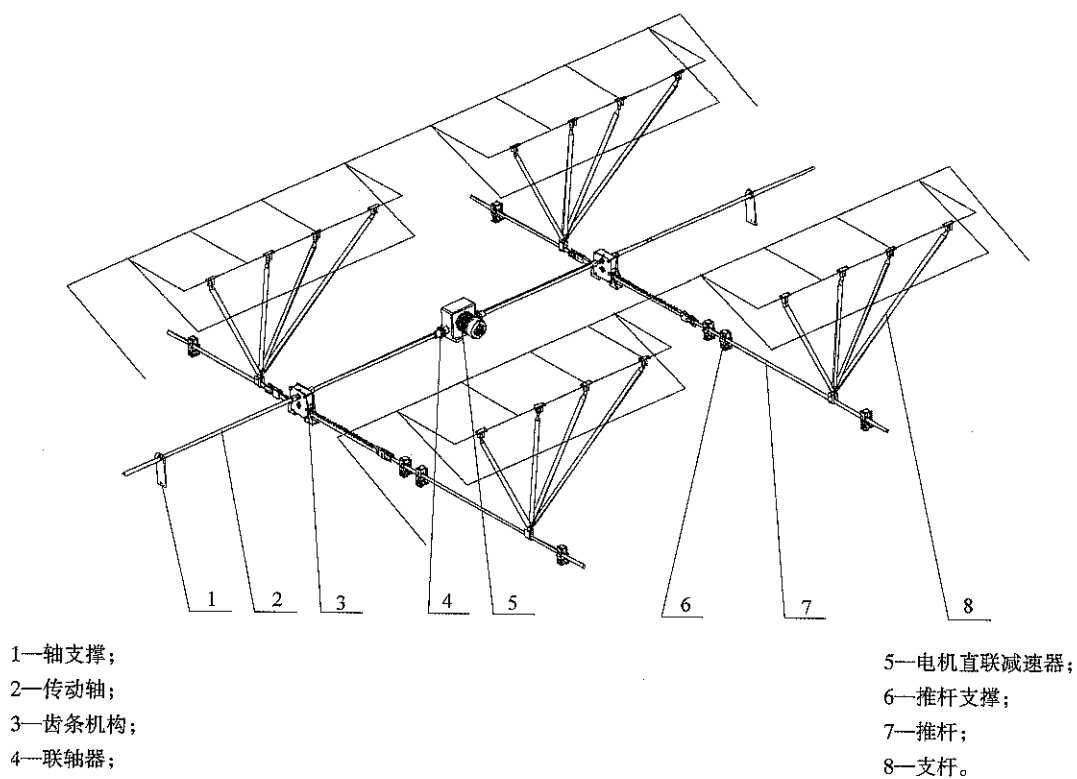


图3 轨道式推杆开窗机

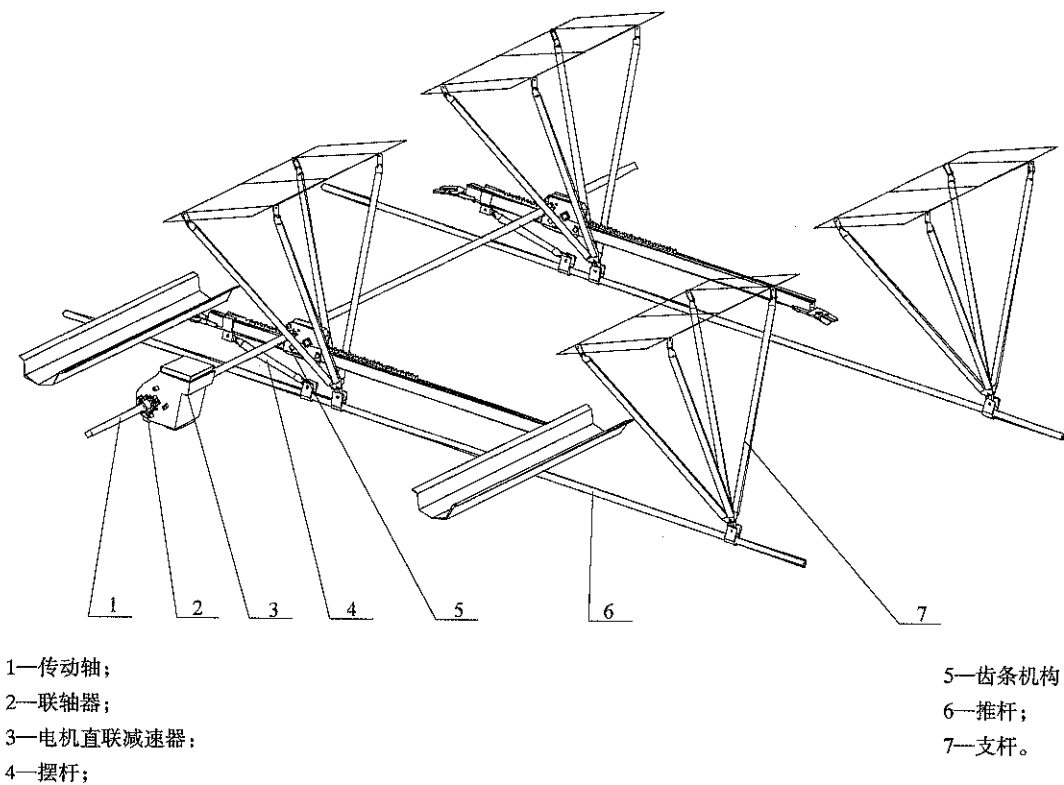
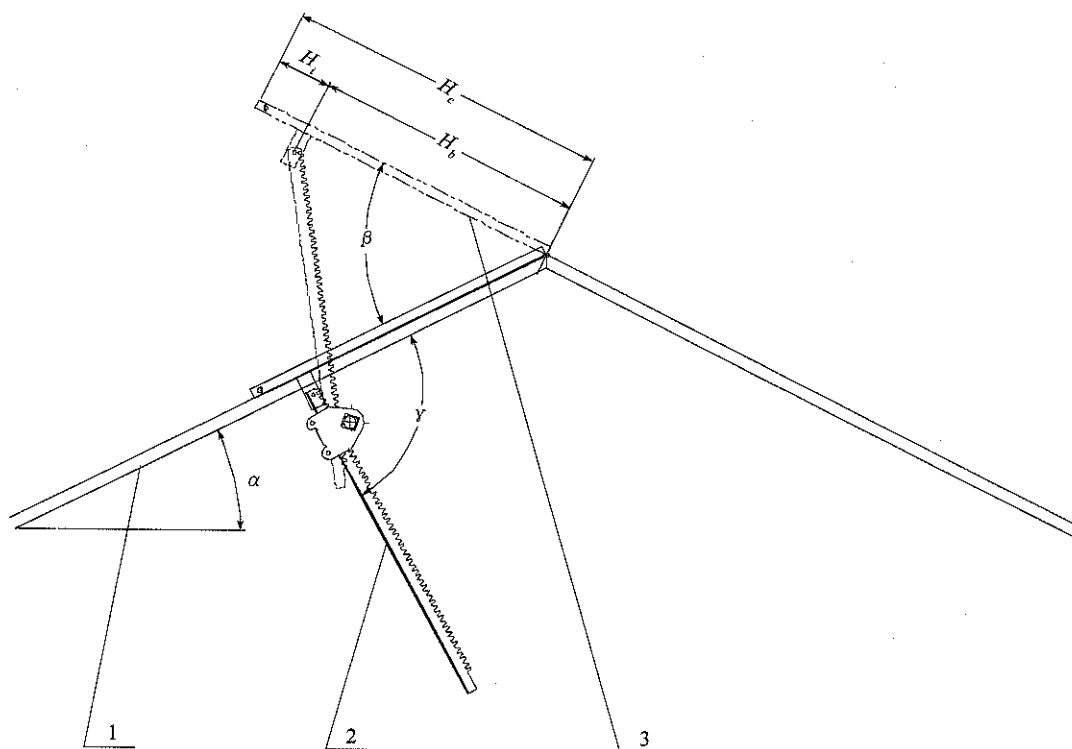


图4 摆臂式推杆开窗机



- 1—温室屋面；
2—齿条直推连续开窗机；
3—窗。

图5 齿条直推连续开窗机屋面安装简图

表1 齿条直推连续开窗机基本参数和尺寸

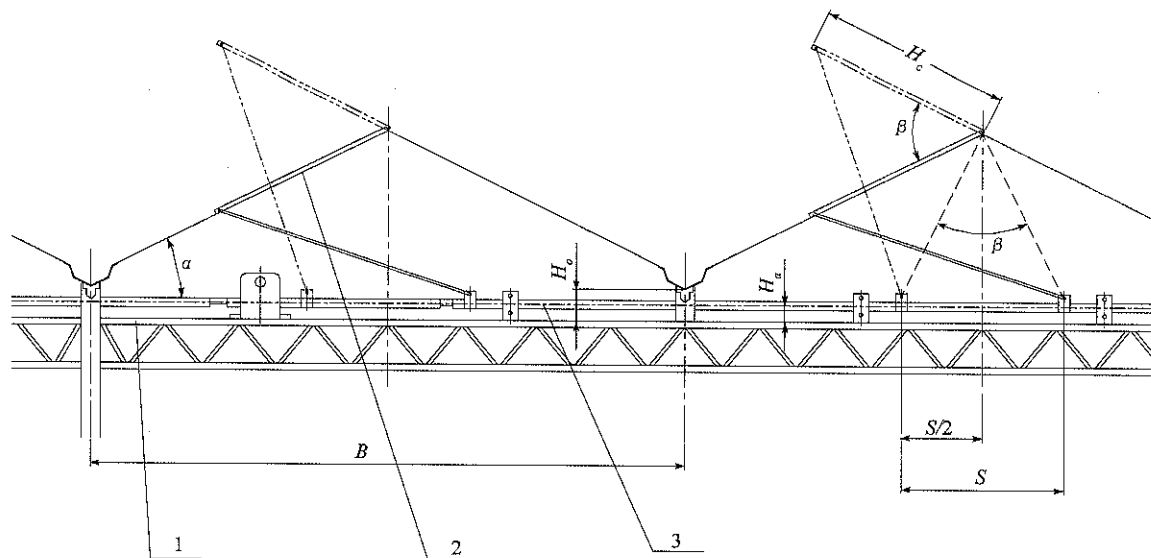
参数名称及代号	参数值或范围
屋面坡度 α , °	适合于所有坡度屋面
设计开窗角 β , °	45~55
常用窗宽度 H_c , mm	1 000; 1 100; 1 200; 1 300; 1 400; 1 500; 1 600; 1 700; 1 800; 1 900; 2 000
齿条作用距 H_b , mm	$H_b = H_c - H_i$ ($H_i = 70; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500$)
齿条安装角 γ , °	85 ± 5
齿条机构工作行程 S , mm	500~2 000

4.2.2 轨道式推杆开窗机

轨道式推杆开窗机基本参数见图6和表2。

4.2.3 摆臂式推杆开窗机

摆臂式推杆开窗机基本参数见图7和表3。



1—温室桁架；
2—窗；
3—轨道式推杆开窗机。

图 6 轨道式推杆开窗机安装简图

表 2 轨道式推杆开窗机基本参数和尺寸

参数名称及代号		参数值或范围						
屋面坡度与设计开窗角	屋面坡度 $\alpha, ^\circ$	20	21	22	23	24	25	26.5
	设计开窗角 $\beta(\beta=2\alpha), ^\circ$	40	42	44	46	48	50	53
桁架与天沟距离 H_o, mm		120;130;140;150;160;170;180						
推杆安装尺寸 H_a, mm		40;60						
常用窗宽度 H_c, mm		825;1 000;1 200;1 400						
屋面跨度与齿条机构工作行程	常用屋面跨度 B, mm	3 200	3 600	4 000	4 800			
	齿条机构工作行程 S, mm	600~1 000	650~1 100	700~1 200	850~1 400			

表 3 摆臂式推杆开窗机基本参数和尺寸

参数名称及代号		参数值或范围			
屋面坡度与设计开窗角	屋面坡度 $\alpha, ^\circ$	20	21	22	23
	设计开窗角 $\beta, ^\circ$	40	42	44	46
常用窗宽度 H_c, mm		825;1 000;1 200			
推杆位置设计尺寸 H_d, mm		80;90;100;110;120;130;140;150			
屋面跨度、齿条机构工作行程与摆杆设计尺寸	常用屋面跨度 B, mm	3 200	3 600	4 000	
	齿条机构工作行程 S, mm	600~800	650~850	700~900	
	摆杆设计尺寸 L_m, mm	700~750	850~920	1 000~1 100	

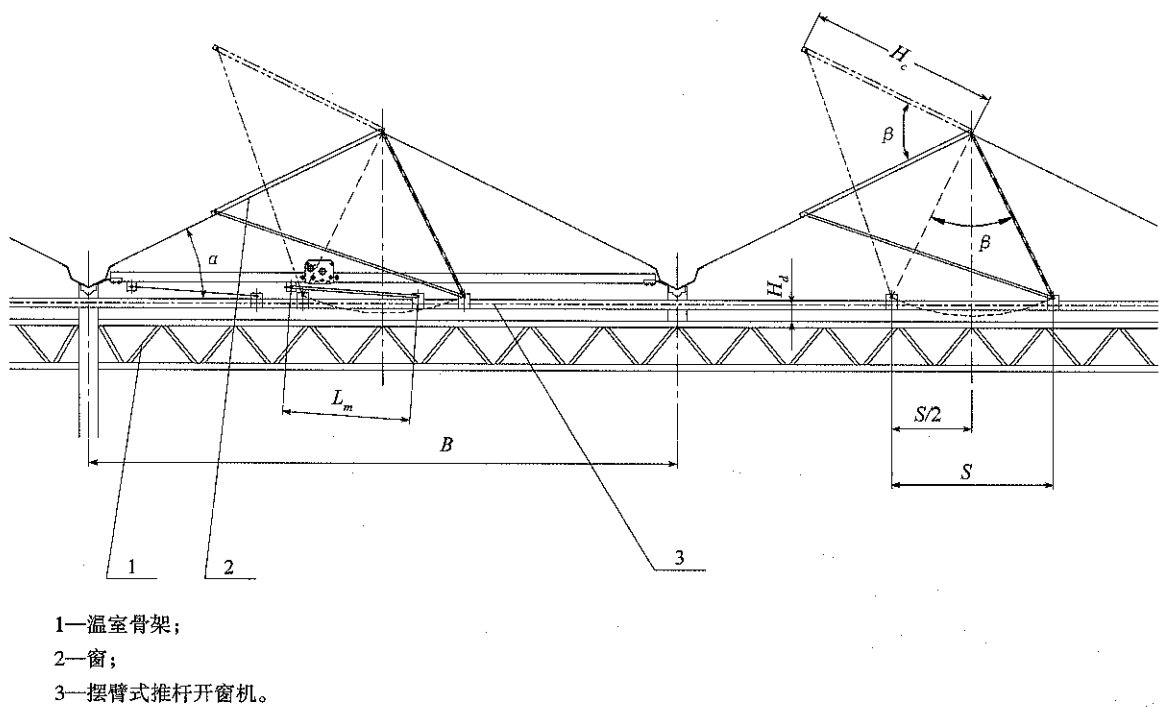


图 7 摆臂式推杆开窗机安装简图

5 零部件基本参数

5.1 电机直联减速器

电机直联减速器额定输出扭矩系列为 63、100、160、200、250、300、315、400、500、630、800，单位为牛
顿米。

5.2 齿条机构

5.2.1 齿条截面型式和基本参数见图 8 和表 4。

表 4 齿条截面尺寸

单位为毫米

齿条类型	截面尺寸		
	s	b	h
U 形截面齿条	2	23	25;30;40
	2.5	24	25;30;40
	3	25	25;30;40
实心截面齿条	—	12;15;18;20;25;30	22;25;30;35

5.2.2 齿条机构中齿轮的基本齿廓宜采用 GB/T 1356—2001 规定的标准齿廓。

5.2.3 齿条机构中齿条的基本齿廓宜采用 GB/T 1356—2001 规定的标准齿廓，齿形参数参照 GB/T 1356—2001 的规定。

5.2.4 齿条机构中的齿轮齿条副模数宜选用 GB/T 1357—1987 规定的标准模数。

5.2.5 齿条机构中与齿条组成的齿轮齿条副模数选取范围，单位为毫米：3、3.5、4、4.5。优先选择模数
为 4。

5.2.6 齿条机构工作行程

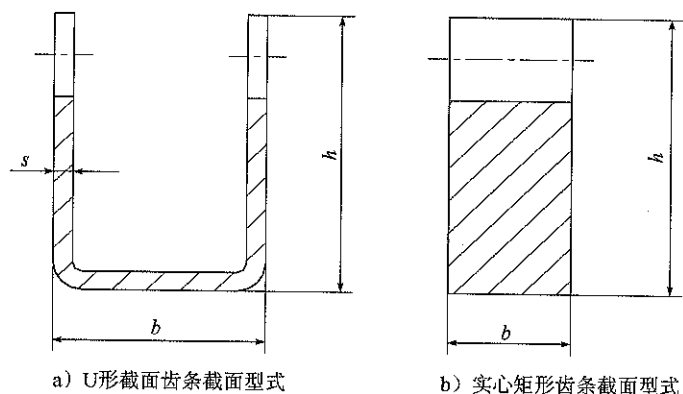


图8 齿条截面型式

齿条直推连续开窗机:600、800、1 000、1 100、1 200、1 300、1 400、1 500、1 600、1 800、2 000,单位为毫米。

摆臂式推杆开窗机:600、650、700、750、800、850、900,单位为毫米。

轨道式推杆开窗机:600、650、700、750、800、900、950、1 000、1 050、1 100、1 250、1 400,单位为毫米。

5.2.7 齿轮盒传动比系列:1、1.25、1.4、1.6、1.8、2、2.24、2.5、2.8、3.15、3.55、4。

6 要求

6.1 电机直联减速器

6.1.1 电机直联减速器中的电机应选用安全性符合 GB 12350—2000 规定并经检验合格的产品。

6.1.2 电机直联减速器传动应具有自锁性或制动性,在提供产品时应提供保证自锁或制动性的有关数据。

6.1.3 电机直联减速器应可正、反方向运转。

6.1.4 电机直联减速器应为低转速。同轴传动式连续开窗机、齿条推杆开窗机电机直联减速器输出轴转速应不大于 10 转每分钟;分体传动式连续开窗机电机直联减速器输出轴转速应不大于 30 转每分钟。

6.1.5 电机直联减速器外壳防护等级应符合 GB/T 4942.1—2001 的规定,防护等级不低于 IP54。电机直联减速器安装在室外使用时应加装防护罩。

6.1.6 电机直联减速器应具手动功能。

6.1.7 电机直联减速器应带有转数控制装置。

6.1.8 转数控制装置应注明转数控制范围。

6.2 齿条机构数据完整性

6.2.1 齿条机构应注明齿条机构工作行程和齿条机构每转行程。

6.2.2 齿条机构应注明齿轮盒传动比。

6.2.3 齿条机构应注明齿条机构传动额定承载力,额定承载力计算方法参见附录 A。

6.3 开窗机电器

温室齿条开窗机电器应选用安全性符合 GB 4706.1—1998 规定并经检验合格的产品。

6.4 开窗机使用环境条件

6.4.1 开窗机要适应下述环境条件使用:按湿热类型和寒冷类型分为两类,气候环境参数和化学活性物质参数见表 5。

6.4.2 开窗机设计考虑风作用荷载时风速取值为 22.6 m/s。

表 5 使用环境条件

气候条件等级	气候环境参数					化学活性物质条件等级	化学活性物质环境参数		
	空气温度 ℃		最高相对湿度 %	最大太阳辐射照度 W/m ²	降水和凝露条件		盐雾条件	平均值	
								二氧化硫 mg/m ³	氨气 mg/m ³
4K2	40	-35	100	1 120	有	3C2	有	0.3	1.0
4K3H	40	-10	100	1 000	有	3C2	有	0.3	1.0

6.5 齿条开窗机刚性要求

齿条直推连续开窗机设计安装使用时,驱动齿条机构传动轴的刚度要求应满足:在只考虑窗体自身载荷的条件下,传动轴允许扭转角不大于 $0.8^{\circ}/\text{m}$ 。驱动轴全长内由传动轴扭转引起的齿条机构之间工作行程的最大允许误差值应符合表 6 的规定。齿条直推连续开窗机设计载荷估算参见附录 B。传动轴的扭转刚度计算参见附录 C。

表 6 齿条直推连续开窗机工作行程允许误差

传动轴全长 L m	最大允许误差 mm
≤ 60	10
60~80	15
> 80	20

6.6 技术文件

供货商应向用户提供安装使用说明书和维护保养说明书。

6.7 外观质量

开窗机各零部件不应有开裂、变形、表面防护层脱落现象。

7 检验方法

7.1 电机直联减速器用电机安全性按 GB 12350—2000 的规定进行。

7.2 开窗机电器安全性按 GB 4706.1—1998 的规定进行。

7.3 外壳防护等级按照 GB/T 4942.1—2001 中第 8 章、第 9 章和第 10 章规定的方法进行。

7.4 外观质量检测,在光照条件不低于 300 lx 照度下,采用目测方法按部件分类进行。

7.5 其他项目按要求核对,确定提供的技术数据齐全,校核相关数据符合要求。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

产品出厂时应逐台套进行检验,检验项目包括电机安全性、电器安全性、外观质量、相关技术数据的提供、以及安装使用说明书和维护保养说明书。

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时,应进行型式检验。

a) 产品的结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;

- b) 产品停产 1 年后恢复生产时;
- c) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.3.2 抽样及判定方法应符合 GB/T 2828.1—2003 的规定。

8.3.3 采取随机抽样方法,抽取整机 2 台,不合格分类和抽样判定方案见表 7、表 8。表中 AQL 为接收质量限, A_c 为接收数, R_c 为拒收数。

8.3.4 采用逐项考核、按类判定的原则,各类不合格项目均按计点法计算。当各类不合格项目数均小于或等于接收数 A_c 时,则判定该批为合格;当各类不合格项目数有一类大于或等于拒收数 A_c 时,则判定该批为合格;当各类不合格项目数有一类大于或等于拒收数 R_c 时,则判定该批为不合格。

8.3.5 用户对齿条开窗机有特殊要求时,供货商与用户协商,可按定货合同规定进行检验。

表 7 不合格分类

不合格分类		项 目	
A	1	电机安全性	
	2	电器安全性	
	3	电机直联减速器外壳防护	
	4	安装使用说明书和维护保养说明书	
B	5	电机直联减速器	自锁性或制动性
	6		正反转功能
	7		低转速特性
	8		手动功能
	9		转数控制功能
	10	齿条机构数据完整性	
	11	外观质量	

表 8 抽样判定方案

抽样方案	不合格分类	A	B
	样本量(n)	2	
	项目数	4×2	7×2
	检验水平	S-1	
	样本量字码	A	
合格判定	AQL	6.5	40
	A_c R_c	0 1	2 3

9 包装与储运

9.1 温室齿条开窗机用传动轴和推杆等的包装、储运应符合 GB/T 2102 的规定。

9.2 按零部件种类和结构外形分类包装。齿条与齿轮盒分开包装。电机直联减速器单独装箱。联轴器清洗(保留润滑脂)干净后,进行防锈包装,并按照 GB/T 6069—2002 中第 6 章的规定进行。

9.3 齿条码放整齐后捆扎,小件成组包装后装箱。包装必须保证零部件不易散失、碰损。

- 9.4 应向用户提供产品合格证、产品供货零部件明细、质量保证卡。
- 9.5 运输与储存中均应避免与酸、碱、盐类物质接触。
- 9.6 捆与箱应分别堆放。各捆应一顺堆放,不得交错压放。

附 录 A
(资料性附录)
齿条机构传动额定承载力计算

A.1 概述

齿条机构传动额定承载力为齿条机构中的齿轮齿条副传动时,在齿轮分度圆的圆周切线方向所能承受的最大载荷。该载荷的确定,以轮齿的齿根弯曲强度进行核算。计算方法依据 GB/T 3480—1997。本计算方法仅适用于渐开线直齿齿条和直齿齿轮传动。

A.2 轮齿弯曲强度核算

A.2.1 强度条件

轮齿弯曲强度应保证计算齿根应力 σ_F 应不大于许用齿根应力 σ_{FP} ,即

$$\sigma_F \leq \sigma_{FP} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

σ_F —— 齿轮的计算齿根应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²);

σ_{FP} —— 齿轮的许用齿根应力,单位为牛顿每平方毫米(N/mm²)。

A.2.2 满足弯曲强度的额定圆周切向力 F_t

$$F_t = \frac{\sigma_{FP} b m}{K_V K_{F\beta} K_{Fa} Y_{FS}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

F_t —— 由弯曲强度计算出的额定承载力,单位为牛顿(N);

b —— 齿轮齿条传动的工作齿宽,单位为毫米(mm);

m —— 模数,单位为毫米(mm);

K_V —— 动载系数;

$K_{F\beta}$ —— 齿向载荷分布系数;

K_{Fa} —— 齿间载荷分配系数;

Y_{FS} —— 复合齿形系数。

齿条开窗机齿条机构中的齿轮齿条副传动属开式齿轮传动,采用标准的渐开线圆柱齿轮承载力计算方法时还需考虑齿厚允许磨损量的指标,增加齿厚磨损系数 K_m ,由此得到轮齿满足弯曲强度的额定圆周切向力为

$$F_t = \frac{\sigma_{FP} b m}{K_V K_{F\beta} K_{Fa} K_m Y_{FS}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

F_t —— 为考虑齿厚允许磨损量指标由弯曲强度计算出的额定承载力,单位为牛顿(N);

K_m —— 齿厚磨损系数。

用式 A.2 或式 A.3 进行额定承载力计算时,齿轮和齿条应分别计算,并取计算结果值为小者。

A.2.3 许用齿根应力 σ_{FP}

齿轮、齿条的许用齿根应力要分别确定。在采用以试验齿轮的强度为依据所得到的数据时,其许用

齿根应力可按式确定：

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{Flim} Y_{ST} Y_{NT}}{S_{Fmin}} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- σ_{Flim} ——试验齿轮的齿根弯曲疲劳极限,单位为牛顿每平方米(N/mm²)；
- Y_{ST} ——试验齿轮的应力修正系数；
- Y_{NT} ——弯曲强度计算的寿命系数；
- S_{Fmin} ——弯曲强度的最小安全系数。

A.3 弯曲疲劳极限应力 σ_{Flim} 和系数 K_V 、 $K_{F\beta}$ 、 K_{Fa} 、 K_m 、 Y_{FS} 、 σ_{Flim} 、 Y_{ST} 、 Y_{NT} 、 S_{Fmin} 的取值

A.3.1 弯曲疲劳极限应力 σ_{Flim}

弯曲疲劳极限应力 σ_{Flim} 是指某种材料的齿轮经长期持续的重复载荷作用后轮齿保持不失效时的极限应力。主要影响因素有：材料成分，力学性能，热处理及硬化层深度，硬度梯度，结构(锻、轧、铸)，残余应力，材料的纯度和缺陷等。

σ_{Flim} 可由齿轮的负荷运转试验或使用经验的统计数据得出，也可根据材料和齿面硬度在图 A.1、图 A.2 中查取。图 A.1、图 A.2 中提供的 σ_{Flim} 值是在标准运转条件下得到的。

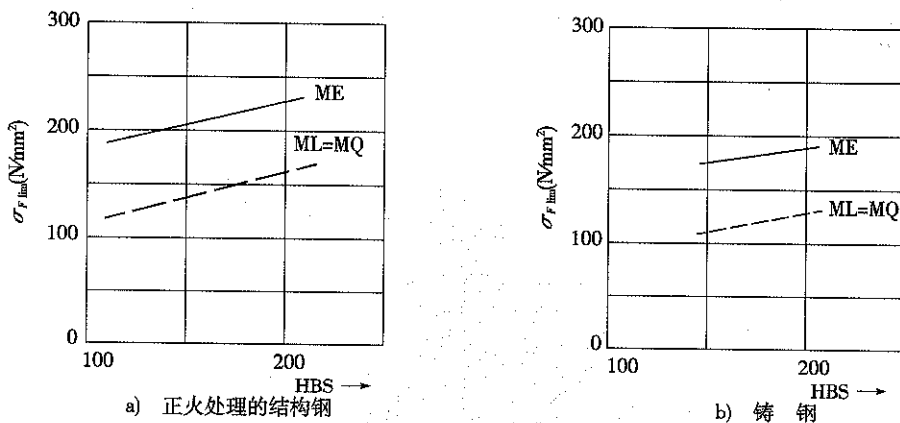


图 A.1 正火处理的结构钢和铸钢的 σ_{Flim}

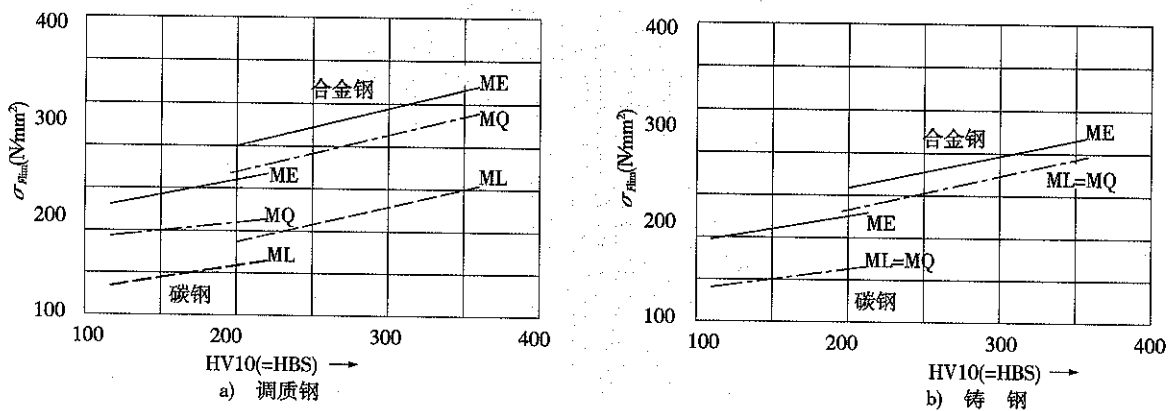


图 A.2 调质处理的碳钢、合金钢及铸钢的 σ_{Flim}

图 A.1 和 A.2 中 ML 表示齿轮或齿条材料质量和热处理质量达到最低要求时的疲劳极限取值线；MQ 表示齿轮或齿条材料质量和热处理质量达到中等要求时的疲劳极限取值线；ME 表示齿轮或齿条

材料质量和热处理质量达到很高要求时的疲劳极限取值线。建议采用 MQ 曲线。

A.3.2 动载系数 K_v

动载系数 K_v 主要考虑齿轮制造精度和节线速度的影响。齿条开窗机中, 齿轮齿条副为低速工况, 可取动载系数 $K_v=1$ 。

A.3.3 齿向载荷分布系数 $K_{F\beta}$

$K_{F\beta}$ 是考虑沿齿宽载荷分布对齿根弯曲应力影响的系数。

对于 U 型截面齿条机构, 考虑到齿宽较小, 齿宽与齿高比小于 1, 齿宽载荷分布不均匀对齿轮齿条传动影响较小, 可忽略, 推荐取值 $K_{F\beta}=1$ 。

对于实心截面齿条机构, 可取值 $K_{F\beta}=1.05$ 。

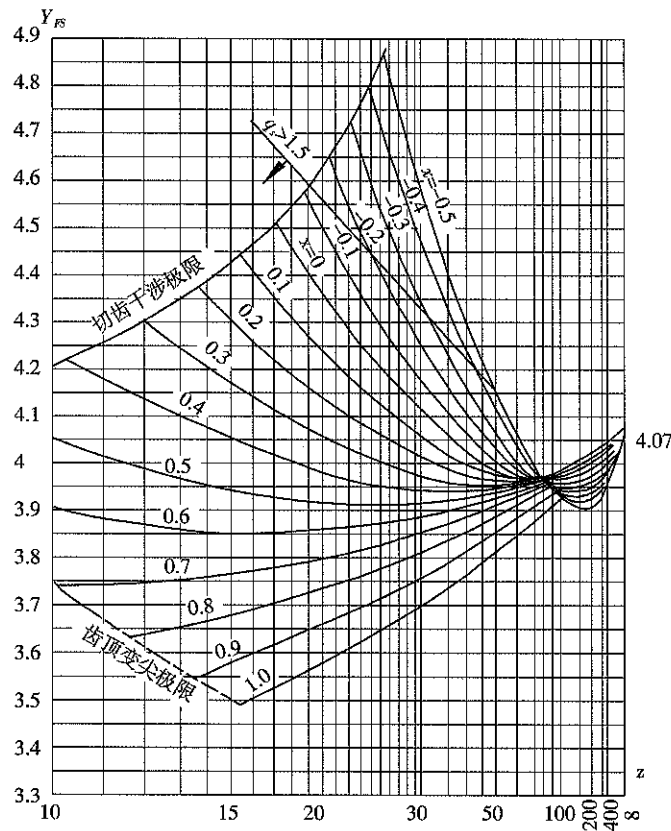
A.3.4 齿间载荷分配系数 $K_{F\alpha}$

齿间载荷分配系数是考虑同时啮合的各对轮齿间载荷分配不均匀影响的系数。对于等于或低于 8 级精度的传动, 推荐取值 $K_{F\alpha}=1.2$ 。

A.3.5 复合齿形系数 Y_{FS}

在 GB/T 3480—1997 中, 齿形对弯曲应力的影响用齿形系数 Y_{Fa} 来考虑, 而齿根处的应力集中效应以及弯曲应力以外的其它应力对齿根应力的影响用应力修正系数 Y_{Sa} 来考虑。为简化计算, 可用复合齿形系数 $Y_{FS}(=Y_{Fa}Y_{Sa})$ 来综合考虑以上两方面对齿根应力的影响。

Y_{FS} 可根据齿数 z 、变位系数 x 从图 A.3 中查得, 内齿轮(内排齿弧形齿条)的 Y_{FS} 用替代齿条($z=\infty$)的参数来确定。



$$\alpha_n = 20^\circ; h_{a0}/m_n = 1.0; h_{f0}/m_n = 1.25; \rho_{f0}/m_n = 0.38$$

图 A.3 外齿轮的复合齿形系数

图中 α_n ——分度圆法向压力角, 单位为度($^\circ$);

- m_n ——法向模数,单位为毫米(mm);
- h_{a0} ——刀具齿顶高,单位为毫米(mm);
- h_{f0} ——刀具齿根高,单位为毫米(mm);
- ρ_{f0} ——渐开线圆柱齿轮基本齿廓齿根圆角半径,单位为毫米(mm)。

A.3.6 齿厚磨损系数 K_m

当允许磨损的齿厚占原齿厚的百分数为 10% 时,取齿厚磨损系数 $K_m = 1.25$ 。

A.3.7 试验齿轮的应力修正系数 Y_{ST}

如用本标准所给的 σ_{Flim} 值计算时,试验齿轮的应力修正系数取值为 $Y_{ST} = 2.0$ 。

A.3.8 弯曲强度计算的寿命系数 Y_{NT}

Y_{NT} 是考虑齿轮寿命小于或大于持久寿命条件循环次数 N_c 时,轮齿可承受的弯曲应力值作相应变化的系数。

对于齿条机构工作时,应力循环次数 N_L 为齿轮、齿条设计寿命期内单侧齿面的啮合次数,按啮合次数较多的一侧齿面计算。齿轮、齿条应分别计算。

Y_{NT} 的取值根据 N_L 在图 A.4 中查取。

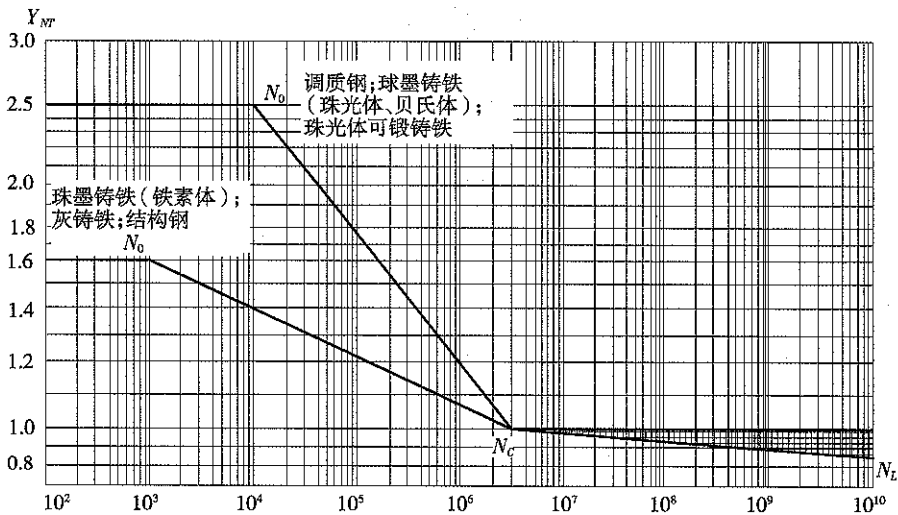


图 A.4 弯曲强度计算的寿命系数 Y_{NT}

图中

- N_0 ——静强度最大循环次数;
- N_c ——持久寿命条件循环次数;
- N_L ——应力循环次数。

A.3.9 弯曲强度的最小安全系数 S_{Fmin}

弯曲强度的最小安全系数 S_{Fmin} 取值见表 A.1。

表 A.1 最小安全系数参考值

使用要求	S_{Fmin}
较高可靠度	1.6
一般可靠度	1.25
低可靠度	1.00

附 录 B
(资料性附录)
齿条直推连续开窗机设计载荷估算

B.1 说明

本附录中给出的设计载荷估算,可作为齿条直推连续开窗机的电机直联减速器、联轴器、传动轴、齿条机构、轴支撑等零部件设计或开窗机整体设计选用上述零部件时的参考。

本附录中设计载荷计算方法为粗略估算,没有考虑温室结构的特殊性及其复杂的气候条件。

B.2 计算参数

计算参数代号、名称和单位见表 B.1 和图 B.1、图 B.2。

表 B.1 计算参数代号、名称和单位

代号	名 称	单 位
T	开窗机设计转矩	$\text{N}\cdot\text{m}$
G	窗体单位面积总载荷,即窗体总载荷除以窗体总面积	N/m^2
m_c	窗体覆盖材料质量	kg
m_r	窗体框架质量	kg
g	重力加速度,取值为 9.81	m/s^2
G_s	窗面作用的雪载荷	N/m^2
G_w	窗面作用的风载荷	N/m^2
H_c	窗的宽度	m
H_b	齿条在窗框上的作用点到窗转轴的距离	m
L_L	窗的长度	m
R	齿条机构中齿轮的分度圆半径	mm
K_R	齿条机构的摩擦因数	
K_S	安全系数	
γ	齿条与窗框之间的夹角	$^\circ$
θ	侧窗开启角	$^\circ$

B.3 扭矩计算公式

窗体单位面积载荷

$$G = \frac{(m_c + m_r)g}{H_c L_L} + G_s + G_w \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

齿条直推连续开窗机启闭顶窗时的计算

$$T = \frac{H_c H_b L_L G R K_R K_S}{2\,000 H_b \sin \gamma} \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

齿条直推连续开窗机启闭侧窗时的计算

$$T = \frac{H_c H_c L_L G R K_R K_S \sin \theta}{2\,000 H_b \sin \gamma} \dots\dots\dots (B.3)$$

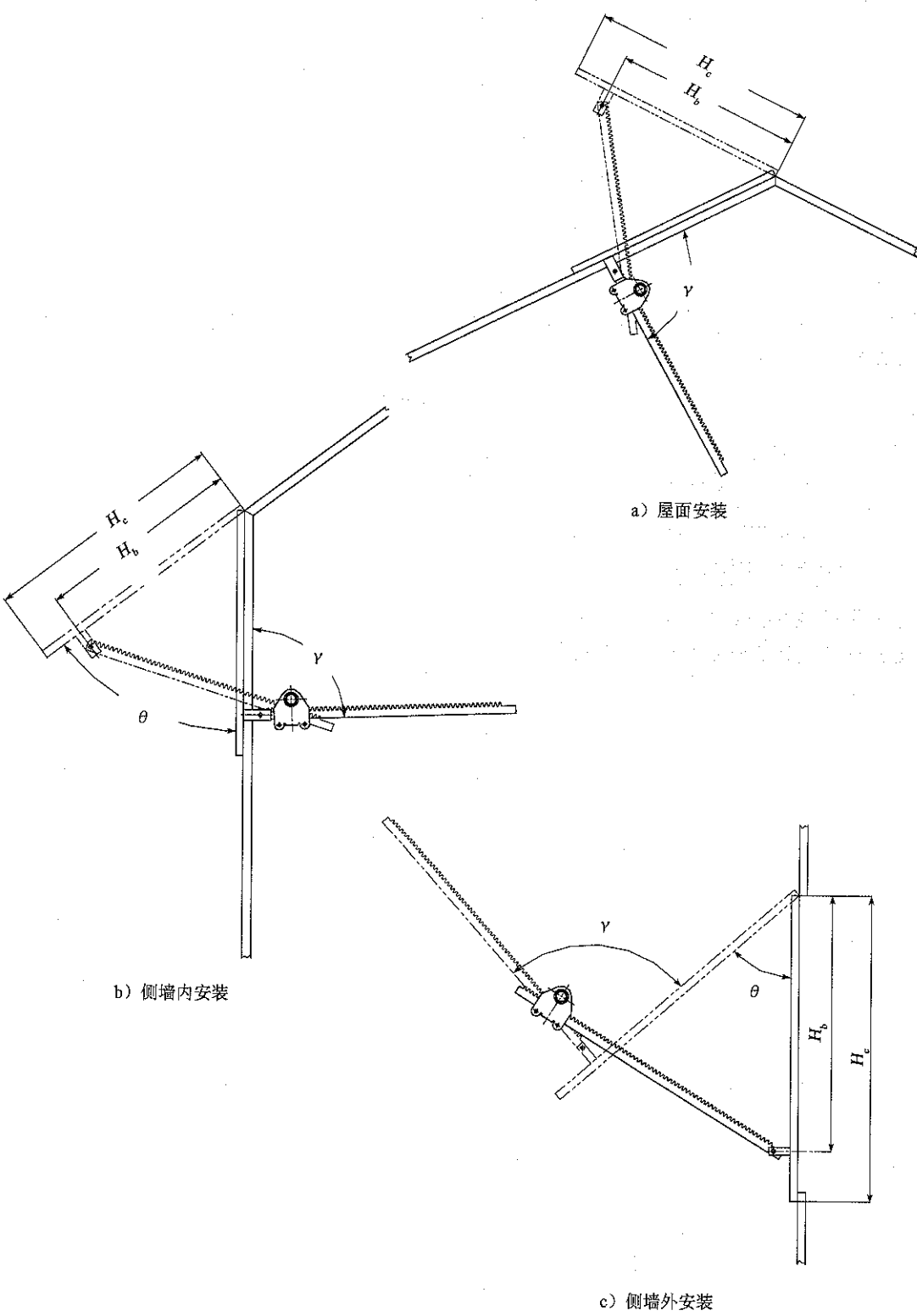


图 B.1 齿条直推连续开窗机安装示意图

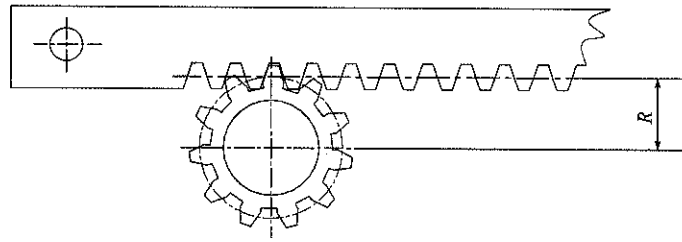


图 B.2 齿轮齿条传动示意图

B.4 参数取值

齿条机构摩擦因数 K_R 与齿轮齿条机构的结构、材料、加工精度、安装精度有关,其取值可通过试验得到,也可将其值取为 1.5~2.0,材料硬度高、摩擦小、加工和安装精度高的取低值,否则取高值。

安全系数 K_S 取值见表 B.2。

表 B.2 安全系数

安装开窗机温室的用途类型	K_S
一般用途温室	1.2
销售和观光用途温室	1.3~1.5
用途在近期可能变化的温室	1.3~1.4

开窗机设计载荷估算时,为简化计算,窗面作用的雪载荷 G_s 和风载荷 G_w 可不考虑在内。而当温室在下雪天气或大风天气需要通风的情况下,应予以考虑。

附 录 C
(资料性附录)
传动轴扭转刚度计算

C.1 轴在扭转时的刚度条件

轴的扭转刚度校核是计算轴在工作时的扭转变形量,用单位轴长的扭转角 φ 度量。通常限制单位轴长扭转角的最大值 $\varphi_{\max}$,使它不超过规定的允许值 φ_P ,即轴在扭转时的刚度条件为:

$$\varphi_{\max} \leq \varphi_P \quad \text{..... (C.1)}$$

式中 $\varphi_{\max}$ 和 φ_P 分别为单位轴长扭转角最大值和允许值,单位是度每米。

C.2 轴在任意横截面上的扭矩计算

如图 C.1,假设作用在轴上的外力矩分别为 $T, T_1, T_2, \dots, T_i, T_{i+1}, \dots, T_n$,外力矩关系满足

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_i + T_{i+1} + \dots + T_n \quad \text{..... (C.2)}$$

用截面法将轴在横截面 I-I 处假想地截分为二,根据平衡方程可求得横截面 I-I 上的扭矩为

$$M_1 = T \quad \text{..... (C.3)}$$

$$M_i = T - T_1 - T_2 - T_3 - \dots - T_{i-1} \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad \text{..... (C.4)}$$

$$= T_i + T_{i+1} + \dots + T_n \quad (i=2, 3, \dots, n) \quad \text{..... (C.5)}$$

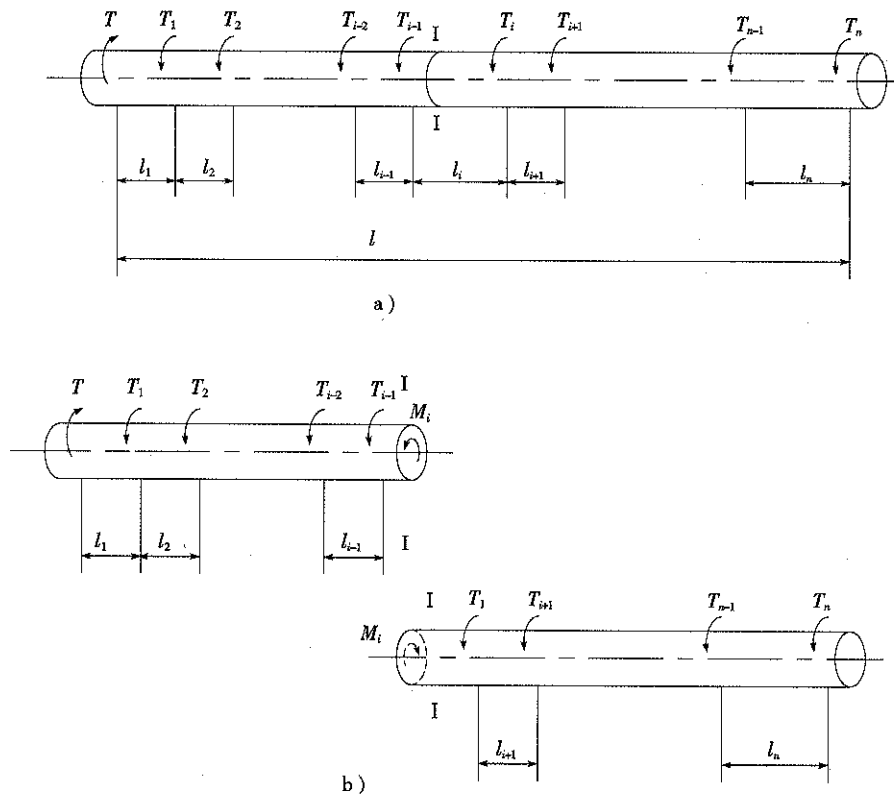


图 C.1 作用在传动轴上的扭矩示意

式中, 扭矩 T_1 、 T_2 、 T_i 、 T_{i+1} 、 T_n 、 M_i 的单位为牛顿米。

C.3 空心圆轴单位轴长扭转角计算

对于剪切弹性模量 $G = 79.4 \text{ GPa}$ 的钢轴, 单位轴长扭转角计算公式为

$$\varphi = \frac{7\,350}{l} \cdot \frac{M_1 l_1 + M_2 l_2 + \cdots + M_i l_i + \cdots + M_n l_n}{d^4 (1 - \alpha^4)} \quad \text{..... (C.6)}$$

其中,

$$\alpha = \frac{d_1}{d} \quad \text{..... (C.7)}$$

式中:

l ——轴受扭矩作用部分的长度, 单位为毫米(mm);

α ——空心轴的内径 d_1 与外径 d 之比;

d ——空心轴的外径, 单位为毫米(mm);

d_1 ——空心轴的内径, 单位为毫米(mm);

l_i ——第 i 段轴的长度, 单位为毫米(mm);

M_i ——第 i 段轴所受扭矩, 单位为牛顿米(N·m)。