



电梯维修与操作

(第一版)



电梯的基础知识

◆ 电梯的土建

◆ 电梯的结构

◆ 电梯的参数

◆ 电梯的型号

◆ 电梯的分类

◆ 电梯的定义




电梯的定义：

服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢运行在至少两列垂直或倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间。轿厢尺寸结构型式便于乘客出入或装卸货物。






电梯的分类

- 1、按驱动方式分类（交流、直流、液压、齿轮齿条、螺杆螺母、滚轮驱动、直线电机、气动）
 - 2、**按用途分类**（乘客、载货、医用、观光、汽车、船用、冷库、电站、防爆、防暴、矿井、消防、消防员、杂物梯等）
 - 3、按速度分类（低、中、高、超高速）
 - 4、按操作方式分类（有司机、无司机、有/无司机）
- 




电梯的分类

- 5、按操纵控制方式分类（手柄开关、按钮、信号、集选、并联、群控）
 - 6、按机房分类（上置式、下置、侧置、有/无机房）
 - 7、按轿厢分类（单或双轿厢）
 - 8、按载重量分类（大吨位、小吨位）
- 



①乘客电梯


为运送乘客而设计的电梯。
轿厢内有装饰，要求运行过程的舒适感较好。





②客货电梯


客货电梯，它是以运送乘客为主，但也可运送货物的电梯。电梯一般有简单的轿厢装饰。





③病床电梯


又称医用电梯，为运送病床（包括病人）及医疗设备而设计的电梯。有较为简洁的内装饰，轿厢尺寸能容纳担架床，比较重视轿厢的平层精确度及运行稳定性。





④载货电梯

主要为运送货物而设计的电梯，通常有人伴随。一般不注重轿厢装饰，而更注重轿厢的载重能力。






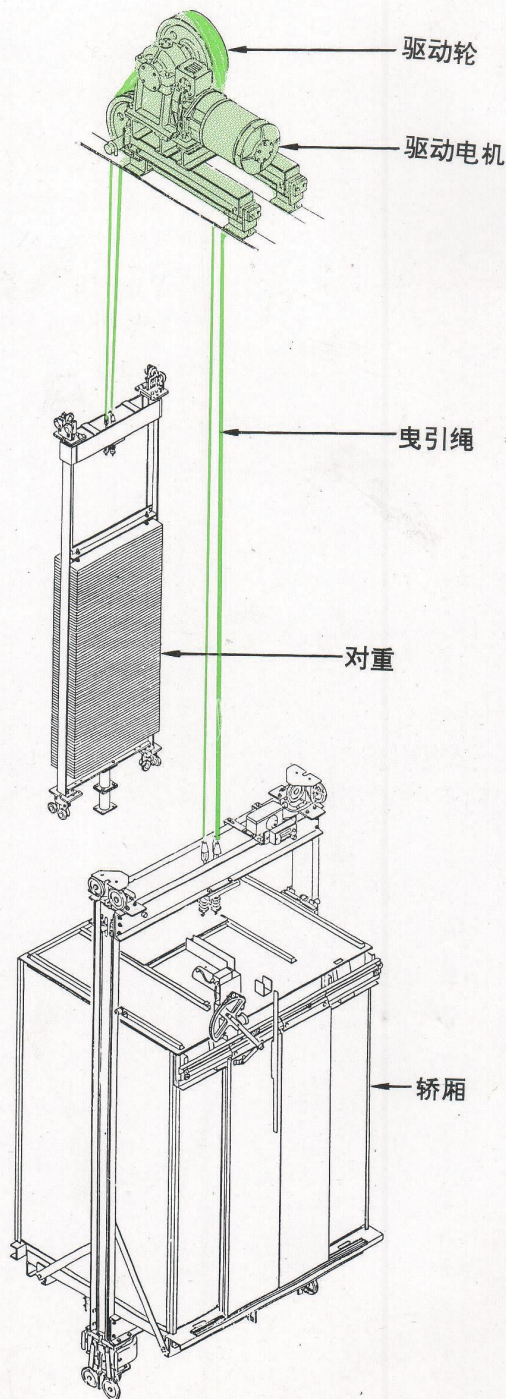
三种驱动方式：

①曳引驱动电梯——提升绳靠主机的驱动轮绳槽的摩擦驱动的电梯。

②强制驱动电梯——用链或钢丝绳悬吊的非摩擦方式驱动的电梯。

③液压电梯——通过液压驱动的电梯。

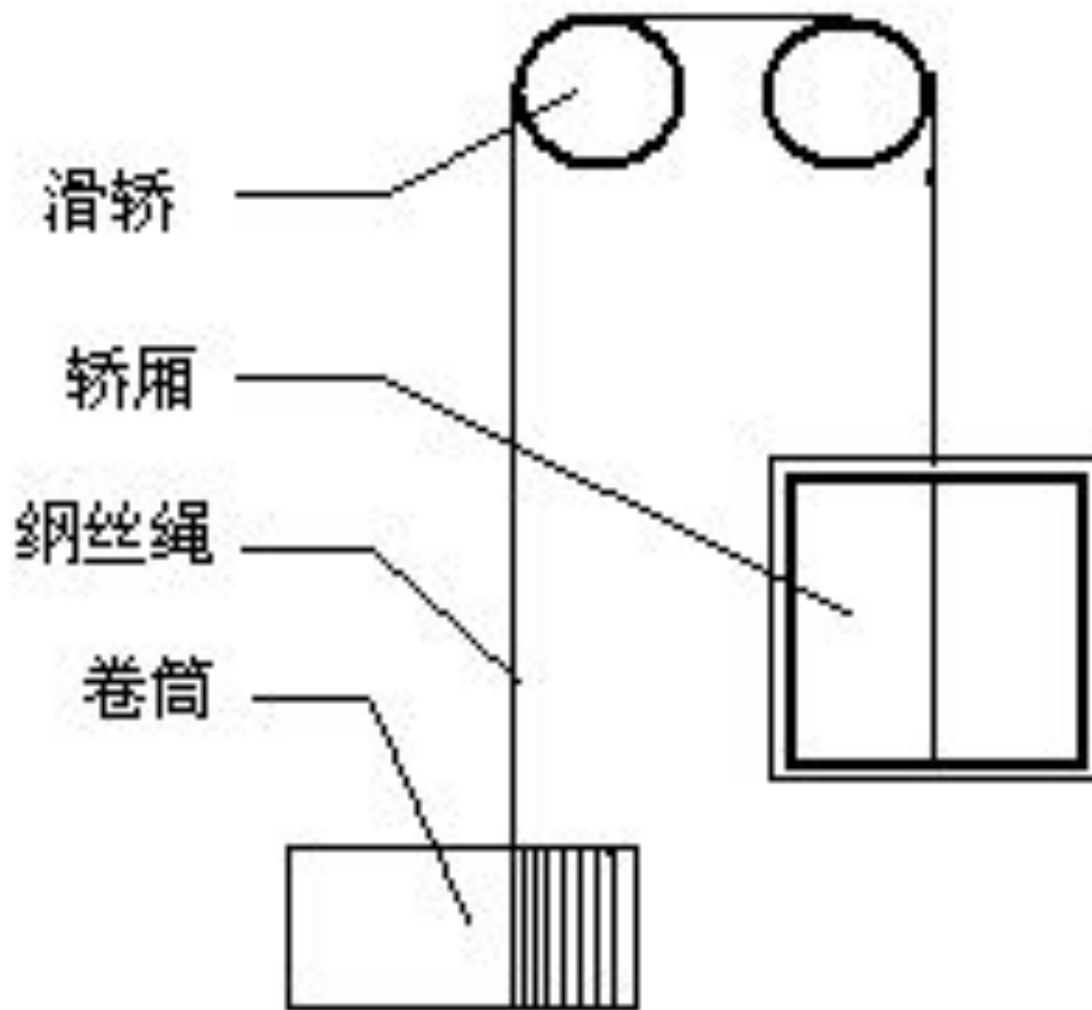




曳引驱动

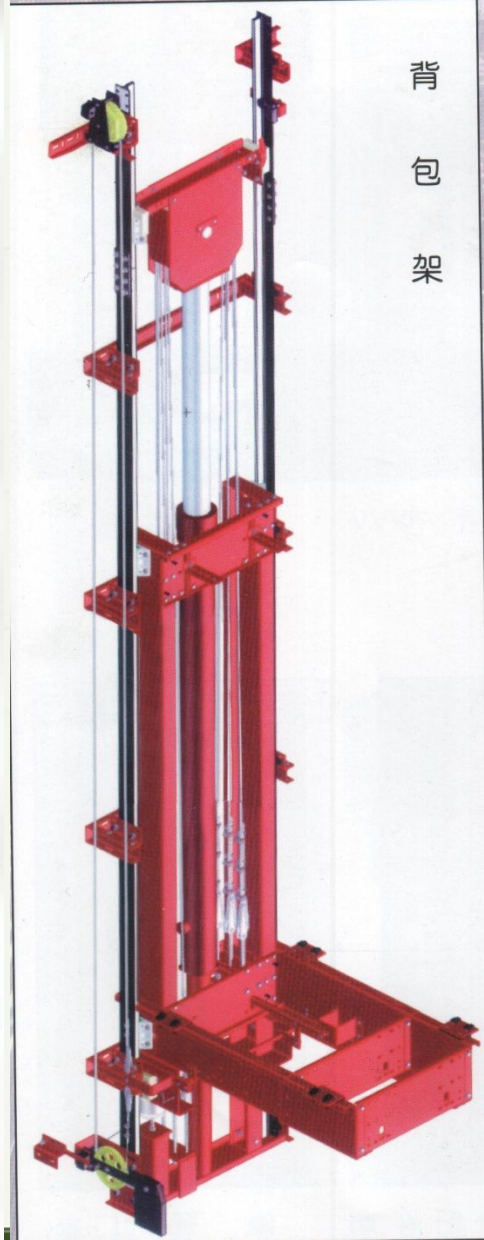
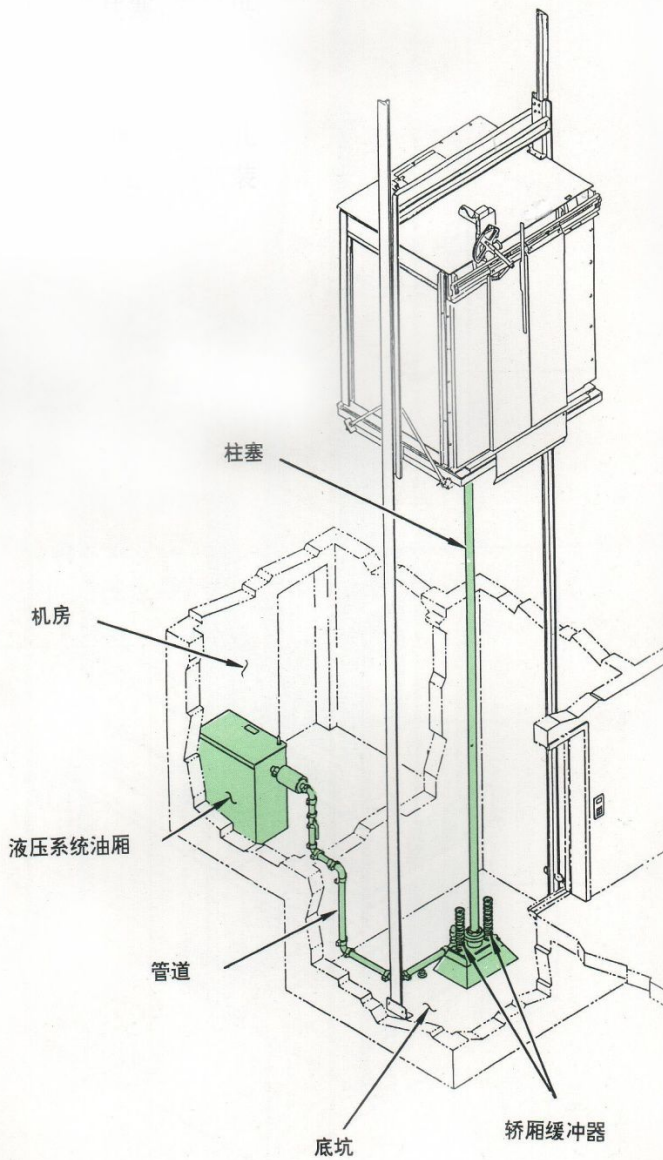
现代电梯广泛采用曳引驱动方式。曳引机作为驱动机构，钢丝绳挂在曳引机的绳轮上，一端悬吊轿厢，另一端悬吊对重装置。曳引机转动时，由钢丝绳与绳轮之间的摩擦力产生曳引力来驱使轿厢上下运动。

强制驱动



液 压 电 梯

液压梯的轿厢运行靠液压油缸顶升，不需要上置式机房。主要应用在低层站或大吨位场所。



◆标准 JJ45-86中规定了电梯型号的编制方法

举例说明 TLJ1000/1.6-JX

TKZ1000/2.5-BL

THY1000/0.5-AZ



◆ 额定速度

——电梯设计所规定的轿厢速度。

◆ 额定载荷

——电梯设计所规定的轿厢内最大载荷。

◆ 驱动方式

(1) 交流变极调速

(2) 交流变压调速

(3) 变频变压调速

(4) 直流调速



◆拖动方式

- (1) 交流变极调速
- (2) 交流变压调速
- (3) 变频变压调速
- (4) 直流调速

◆控制方式

手柄操纵、按钮控制、信号控制、集选控制、
并联控制。


◆提升高度

从底层端站楼面至顶层端站楼面之间的垂直距离



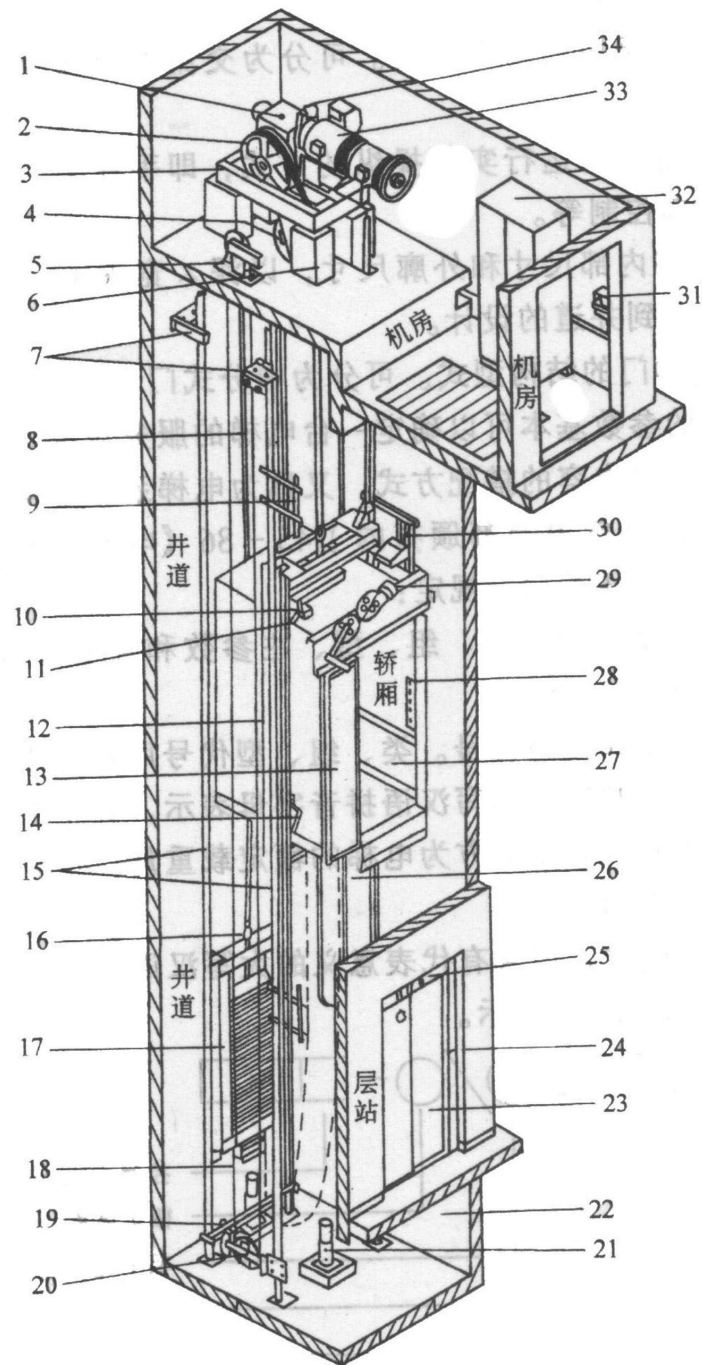


电梯的结构

- ◆ 电梯是机、电一体化产品，少不了机械、电气以及安全装置三大部分。就如人的身体，机械是人的骨骼（架），电气是人的神经系统，安全装置是人的各种器官
 - ◆ 以曳引电梯为例
- 

曳引电梯结构示意图

- 1 减速箱 2 曳引机 3 曳引机底座
4 导向轮 5 限速器 6 机座 7 导轨支架
8 曳引钢丝绳 9 开关磁铁 10 终端开关
11 导靴 12 轿架 13 轿门 14 安全钳
15 导轨 16 绳头组合 17 对重 18 补偿链
19 补偿链导轮 20 张紧装置 21 缓冲器
22 底座 23 层门 24 呼梯盒 25 层楼指示
26 随行电缆 27 轿壁 28 操纵箱
29 开门机 30 井道传感器 31 电源开关
32 控制柜 33 曳引电机 34 制动器



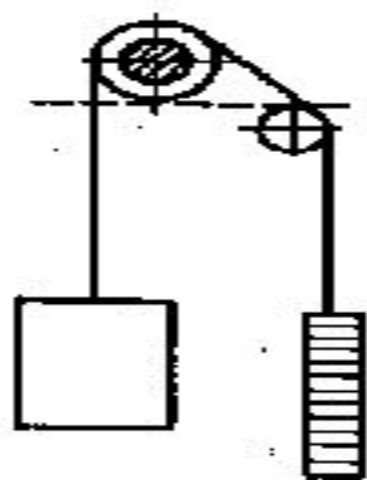
整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

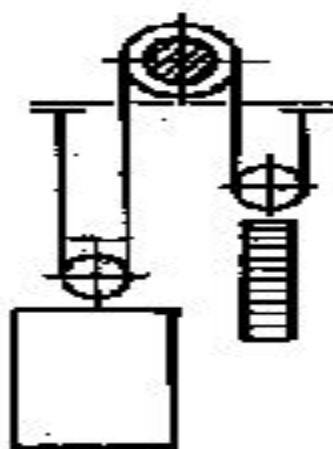
八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器 端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

绕绳方式：

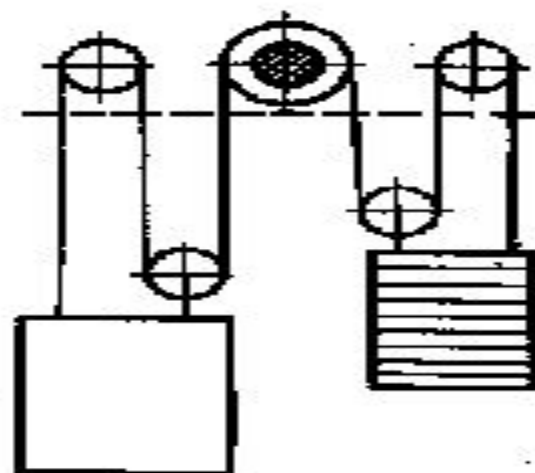
- ◆取决于曳引机位置、载重量、额定速度，以及传动效率、能耗、曳引能力、钢丝绳的寿命。
- ◆其中常见的是单绕和复绕，钢丝绳的倍率（也称曳引比、绕绳比）为1、2、3、4
- ◆应尽量减少绳轮数量、避免钢丝绳反向弯曲或扭曲。



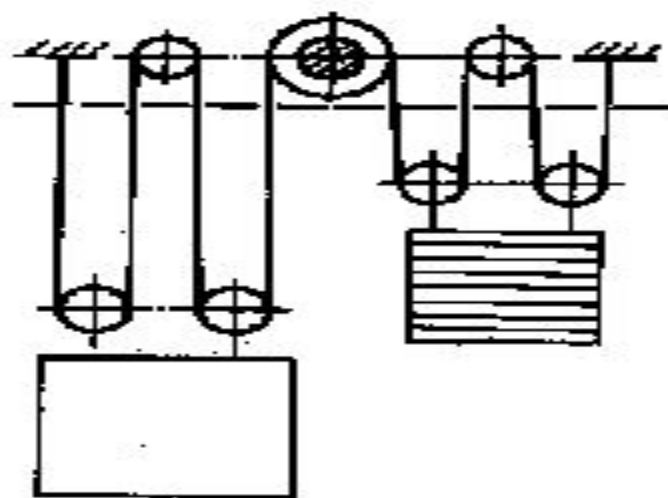
(a)



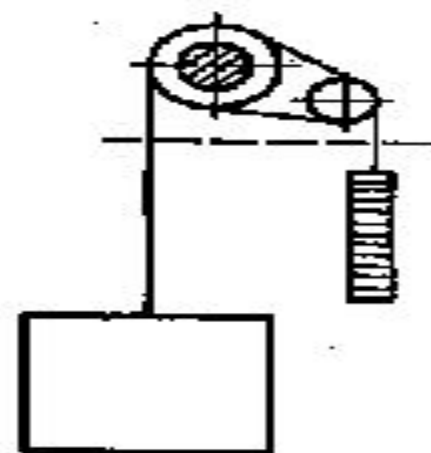
(b)



(c)



(d)



(e)

图 2—1 奥引机上置的钢丝绳绕绳方式

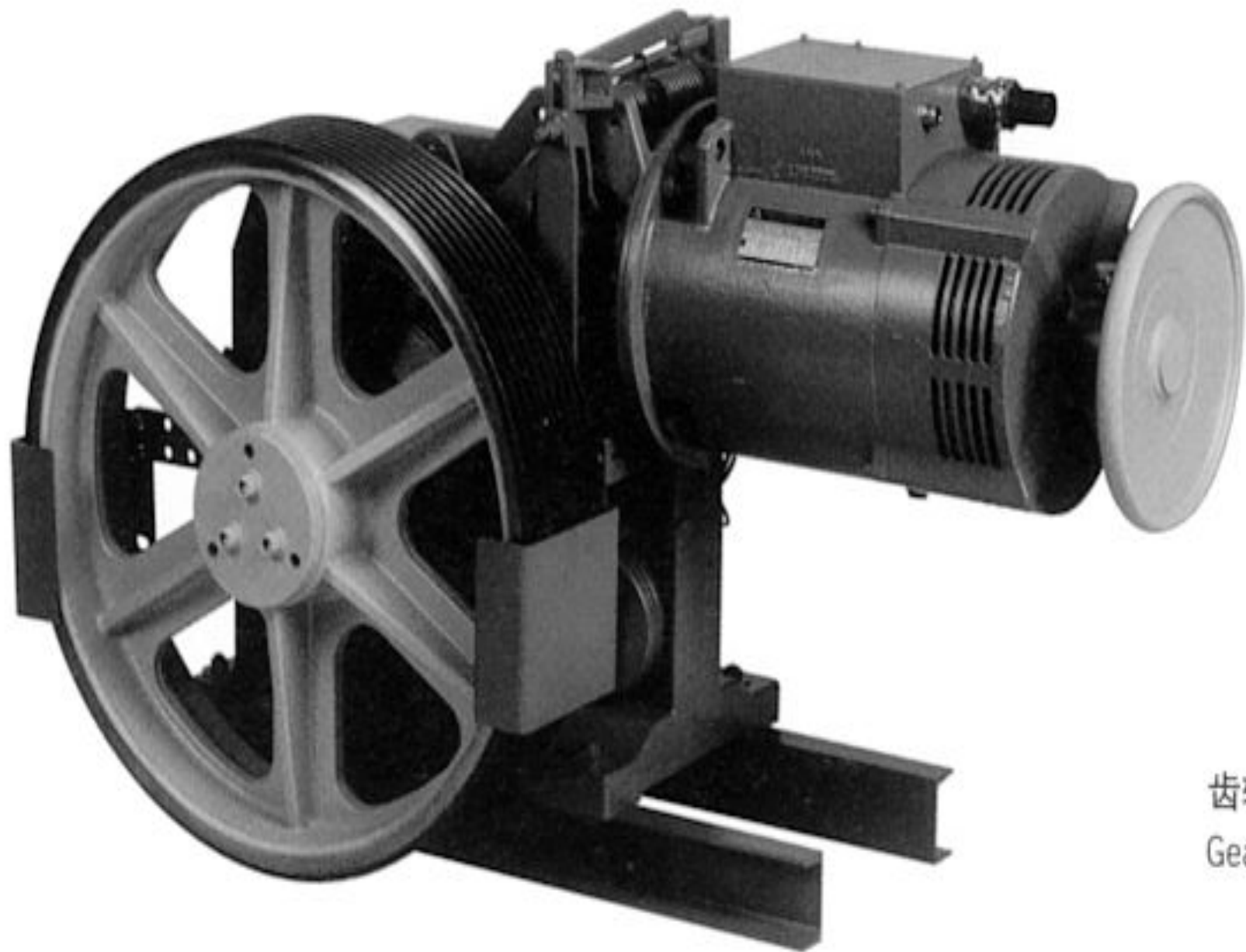
有齿轮曳引机

由电动机、制动器、减速箱、盘车装置及底座等组成。

无齿轮曳引机

由电动机、制动器、盘车装置及底座等组成。

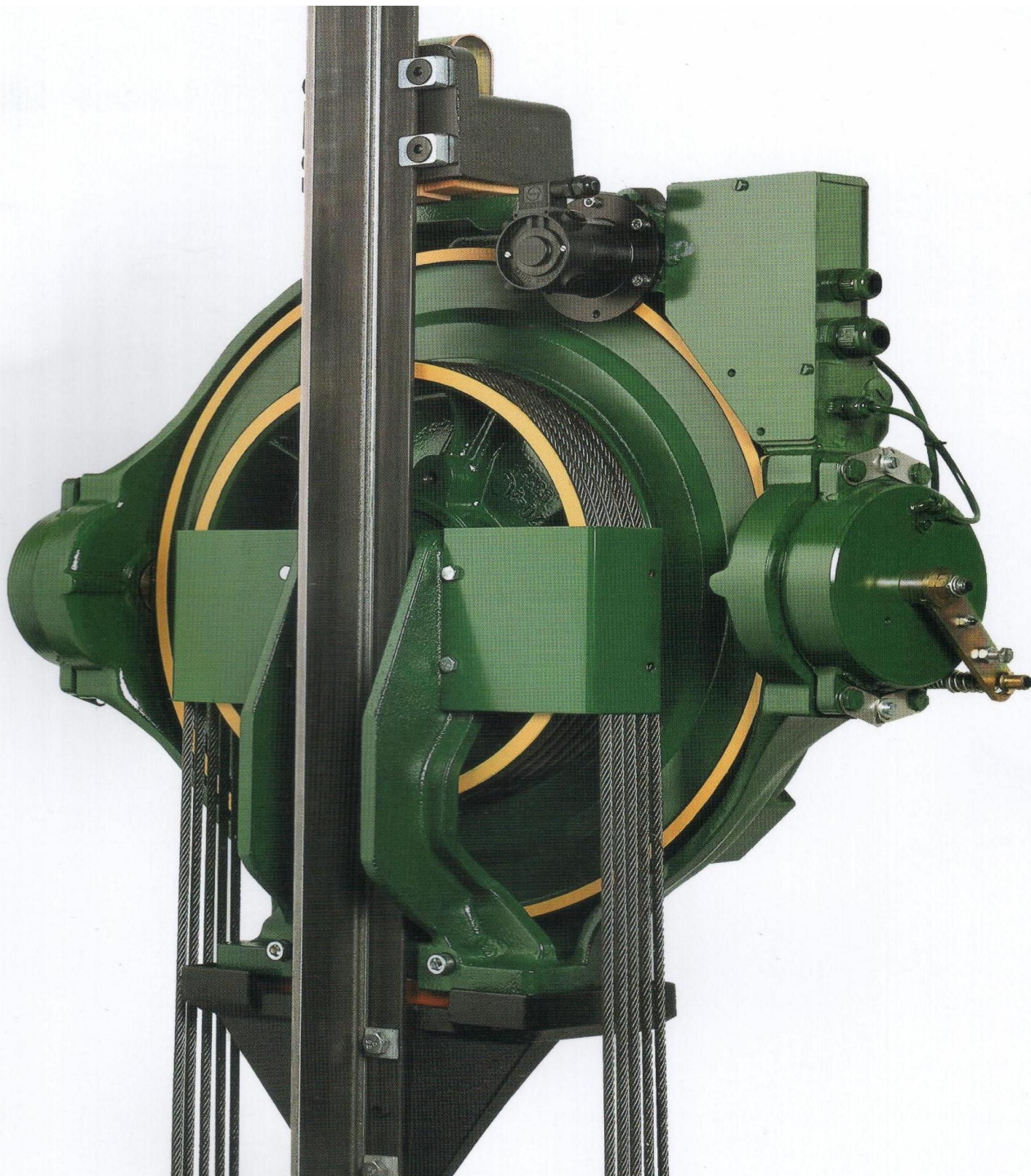




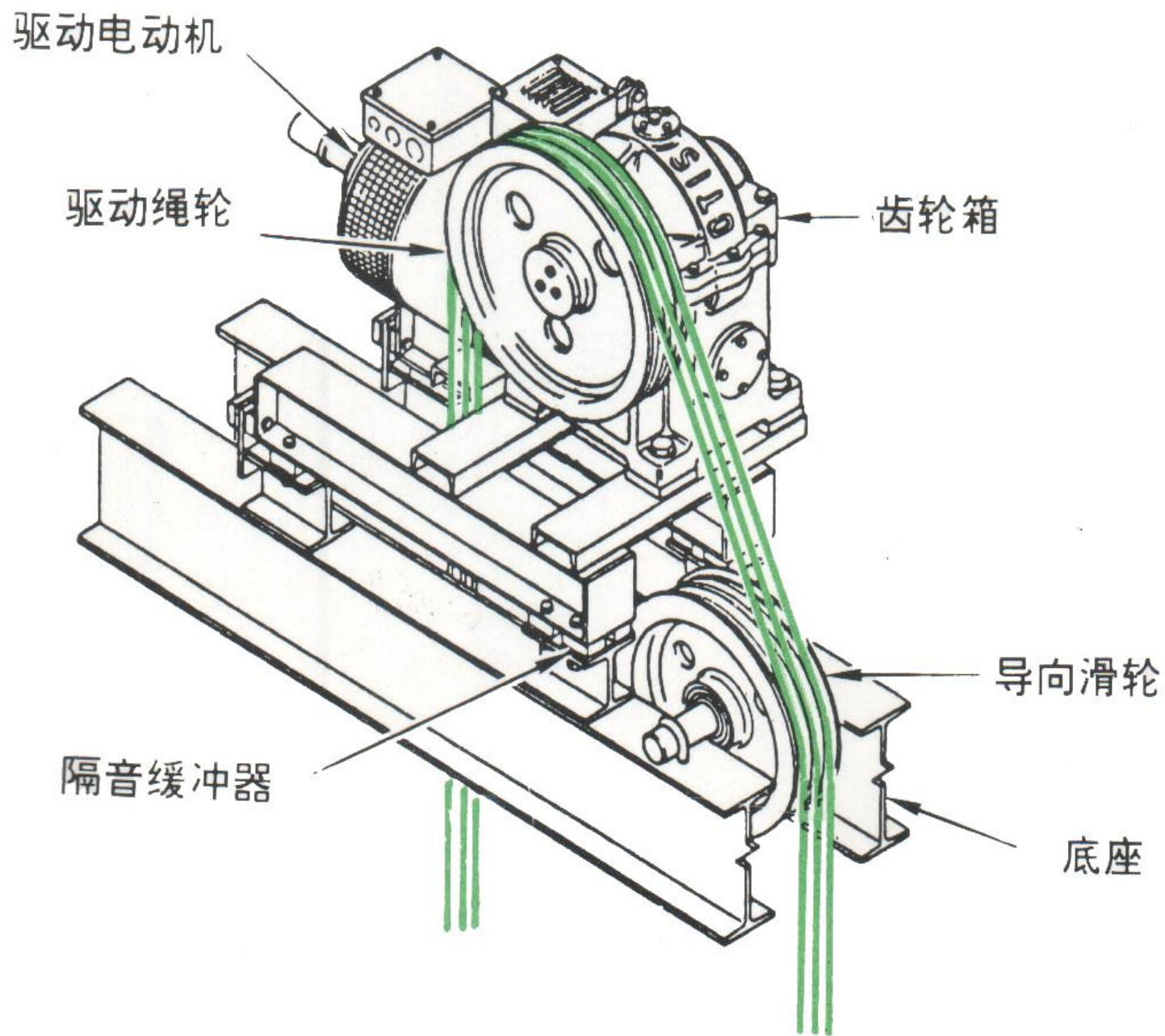
齿轮曳引机
Geared drive

直流永磁

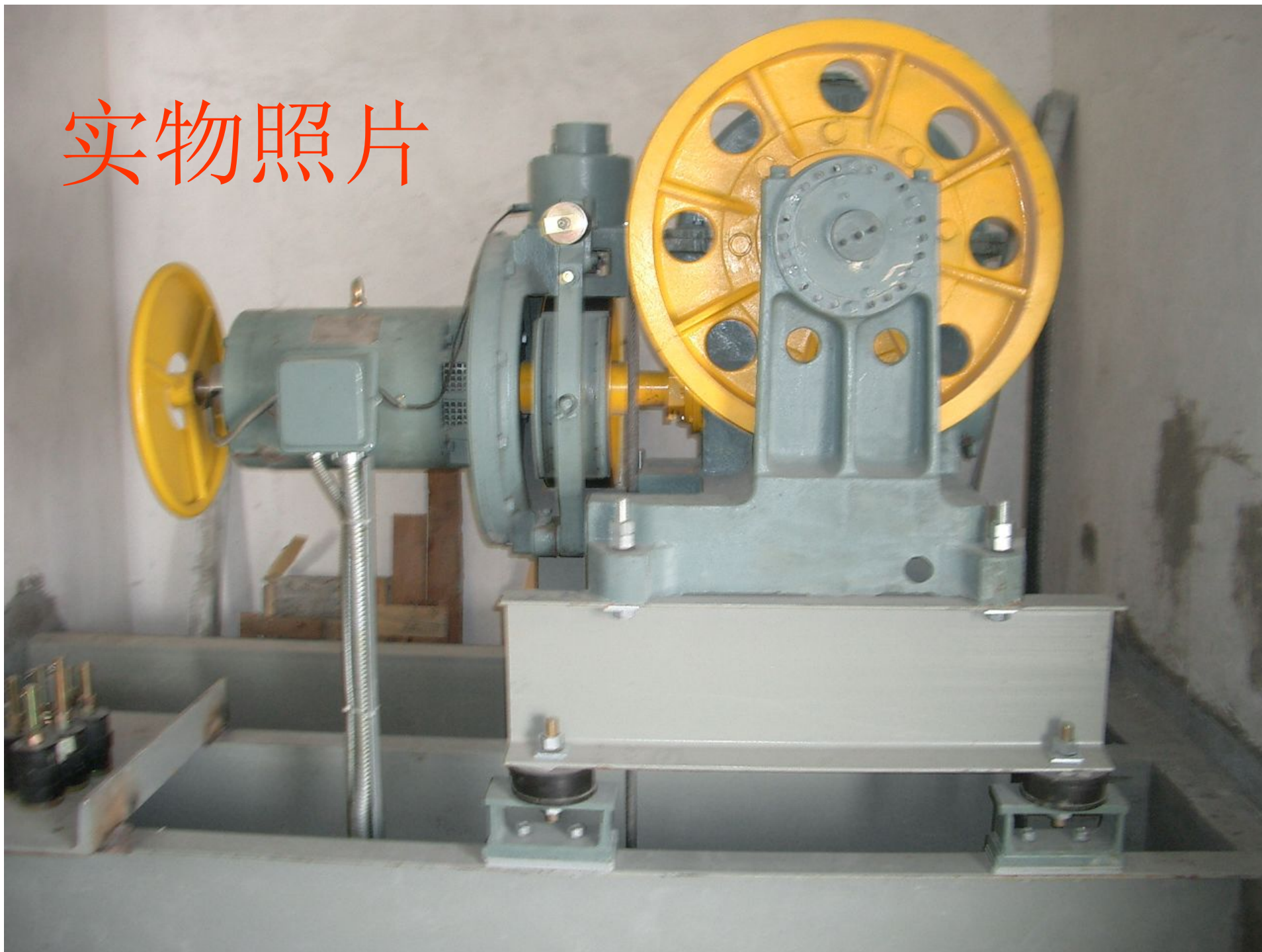
无齿
轮曳
引机



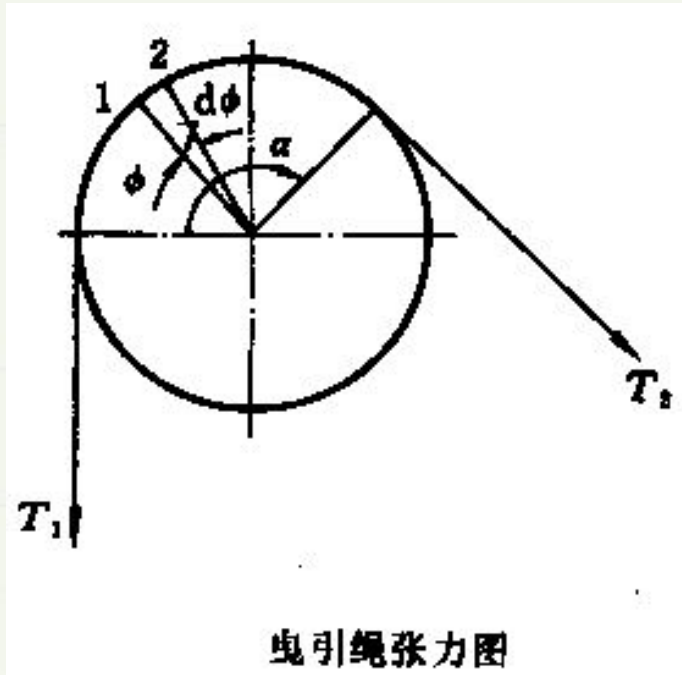
曳引机工作情况



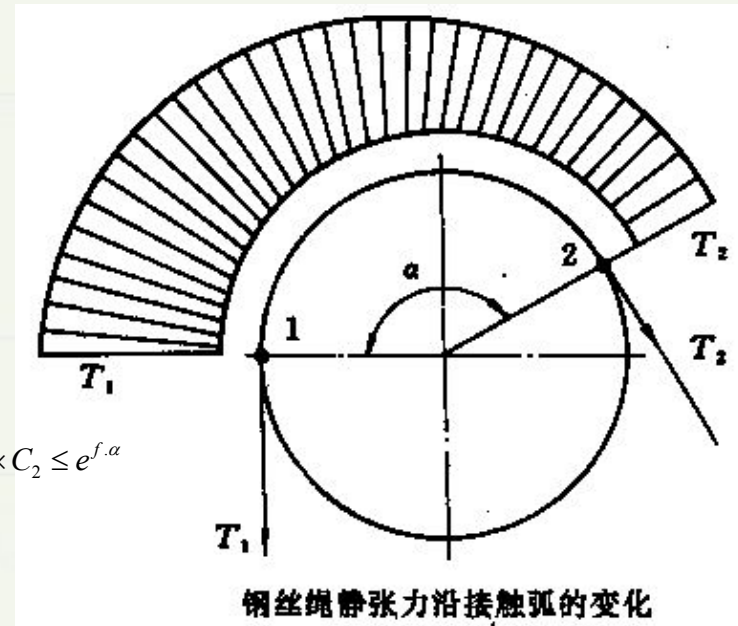
实物照片



曳引能力计算



$$\frac{T_1}{T_2} \times C_1 \times C_2 \leq e^{f \cdot \alpha}$$



$$(T_1/T_2) \times C_1 \times C_2 \leq \exp(f \alpha)$$

$$T_1/T_2 \leq \exp(f \alpha)$$

提高曳引能力

要提高曳引能力，就必须提高摩擦系数和增大包角。具体措施：

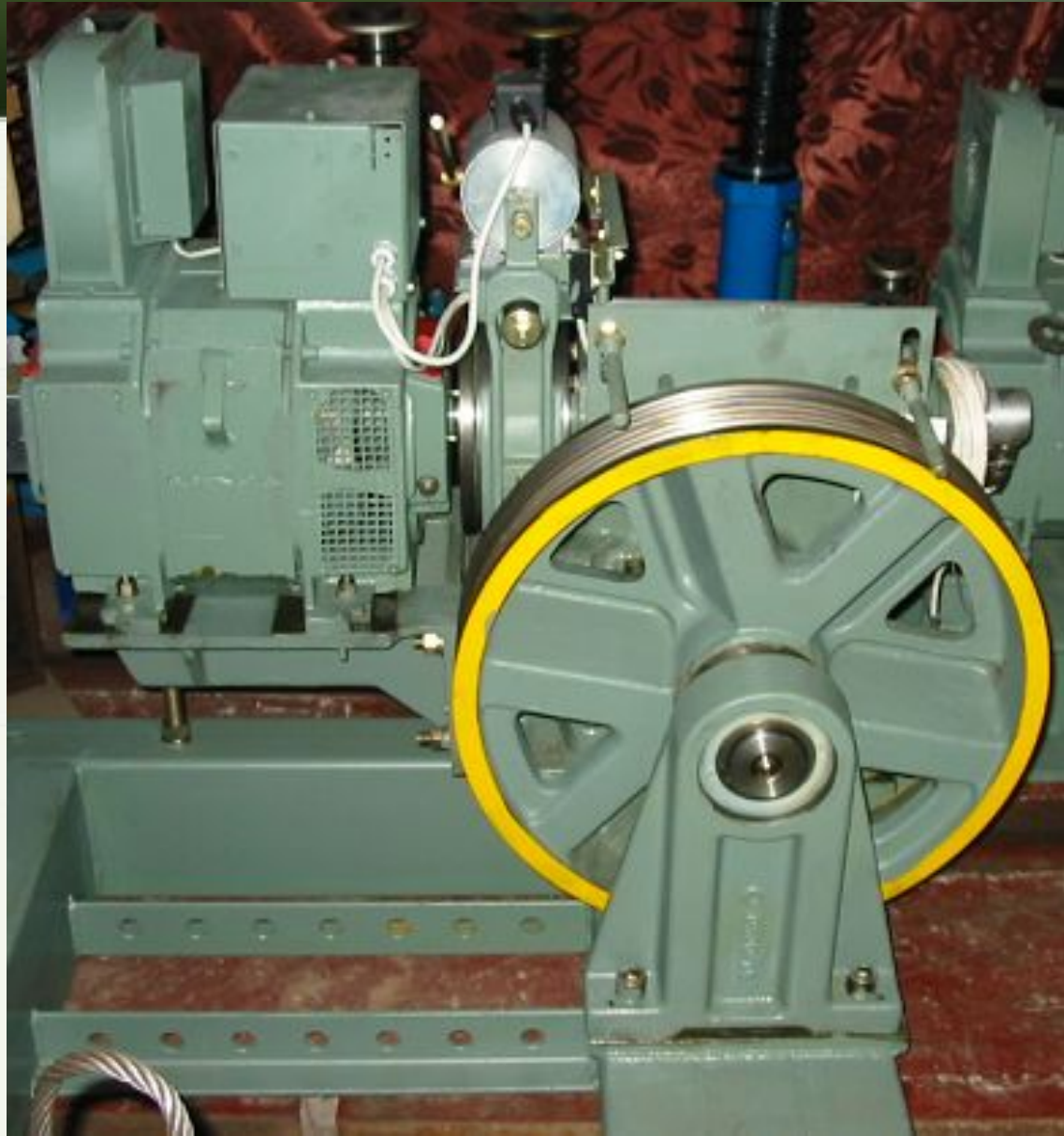
- ◆ (1) 改变槽型及绳槽材料
- ◆ (2) 改用复合绳或非金属绳
- ◆ (3) 增大包角
- ◆ (4) 增加轿厢自重
- ◆ (5) 增加钢丝绳的正压力

曳引轮槽磨损的原因

- ◆ 1) 曳引轮本身
- ◆ 2) 绳的构造、材质及其物理特性
- ◆ 3) 运行高度
- ◆ 4) 载荷
- ◆ 5) 曳引机的驱动特性
- ◆ 6) 环境和保养

◆无





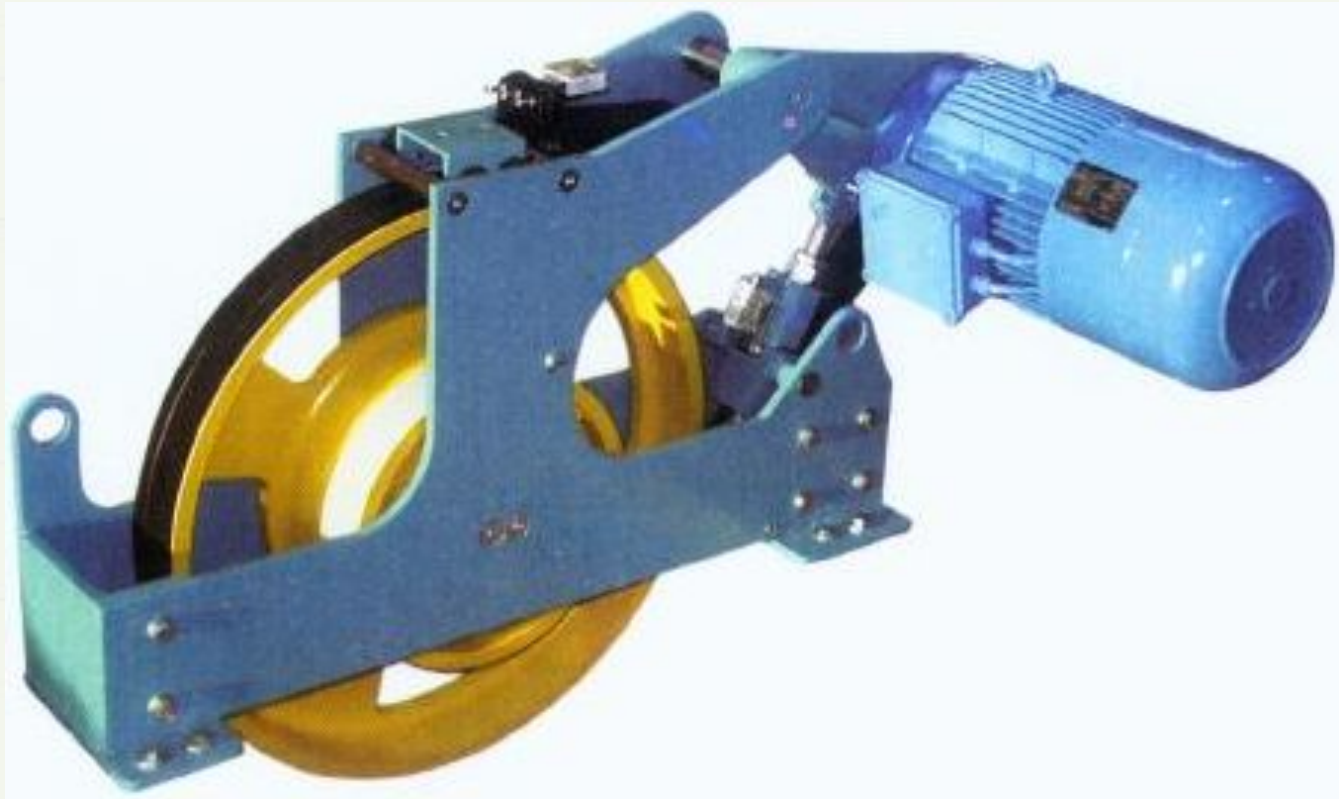


蜗轮蜗杆传动曳引机



行星传动曳引机





皮带传动曳引机

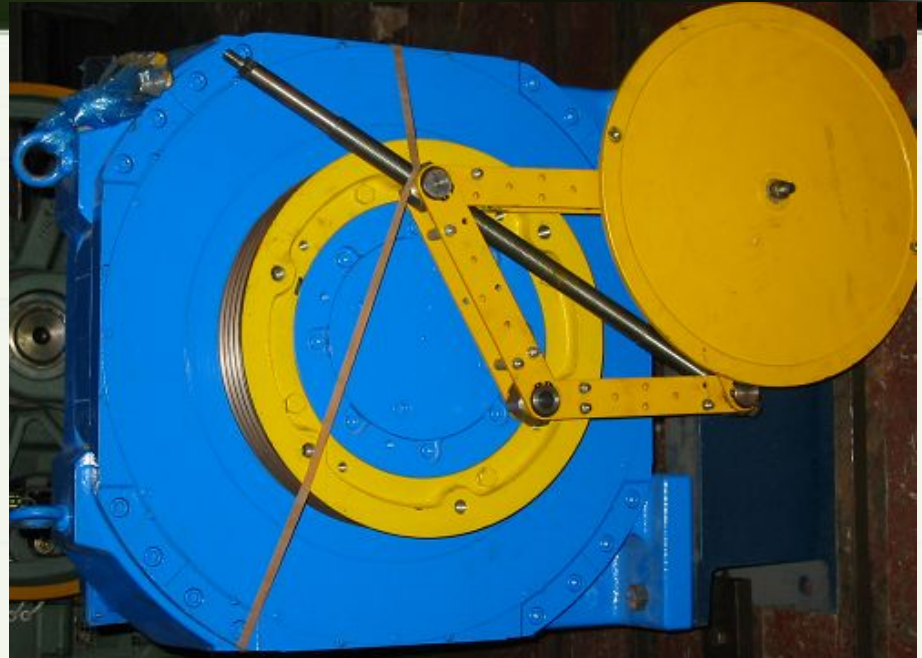
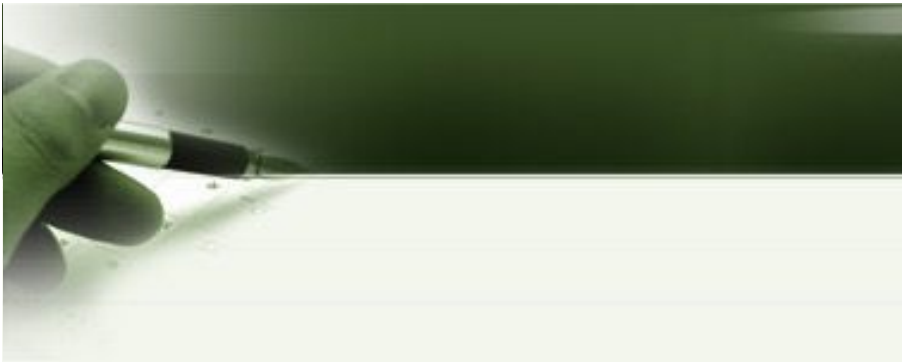




永磁同步无齿轮曳引机

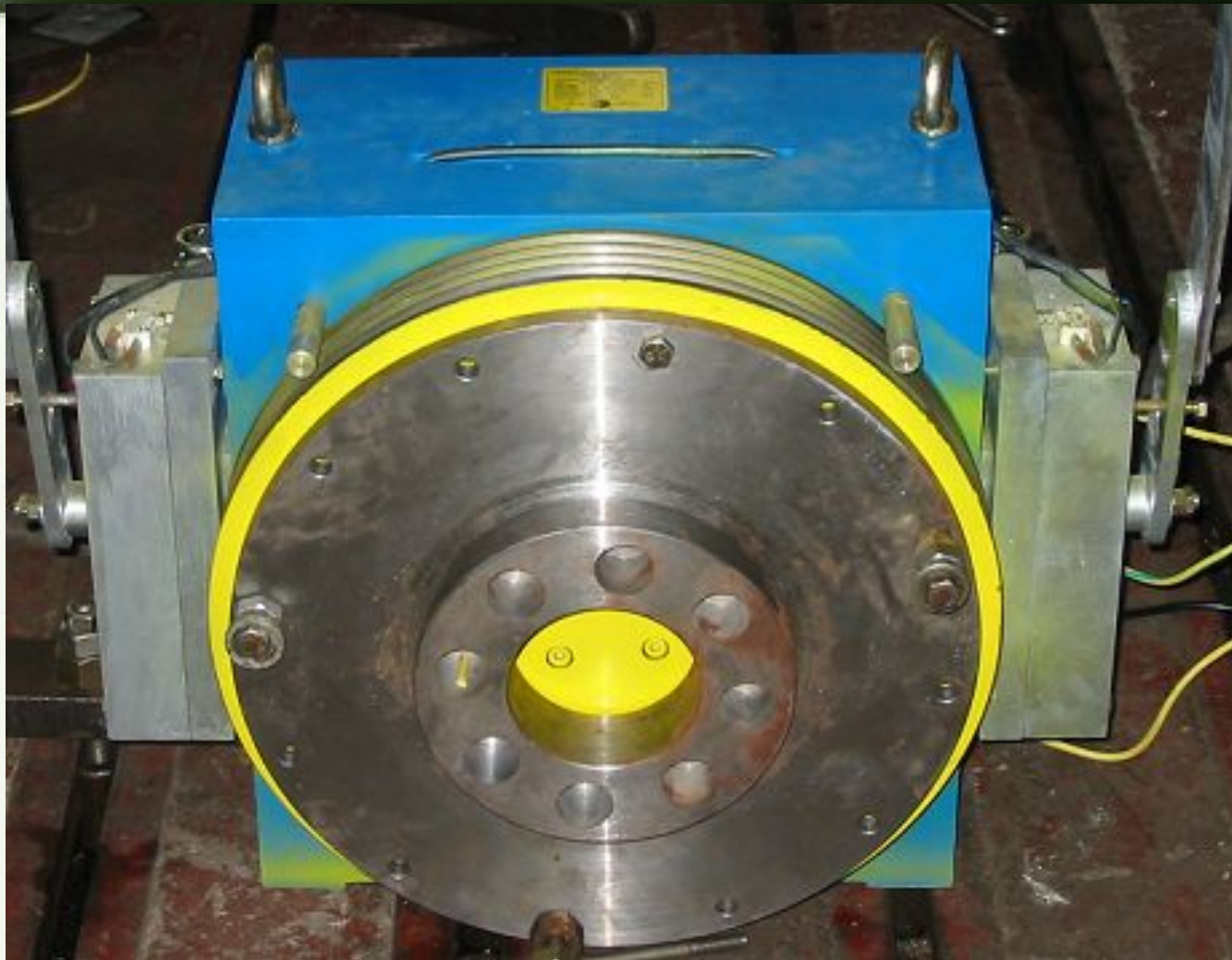


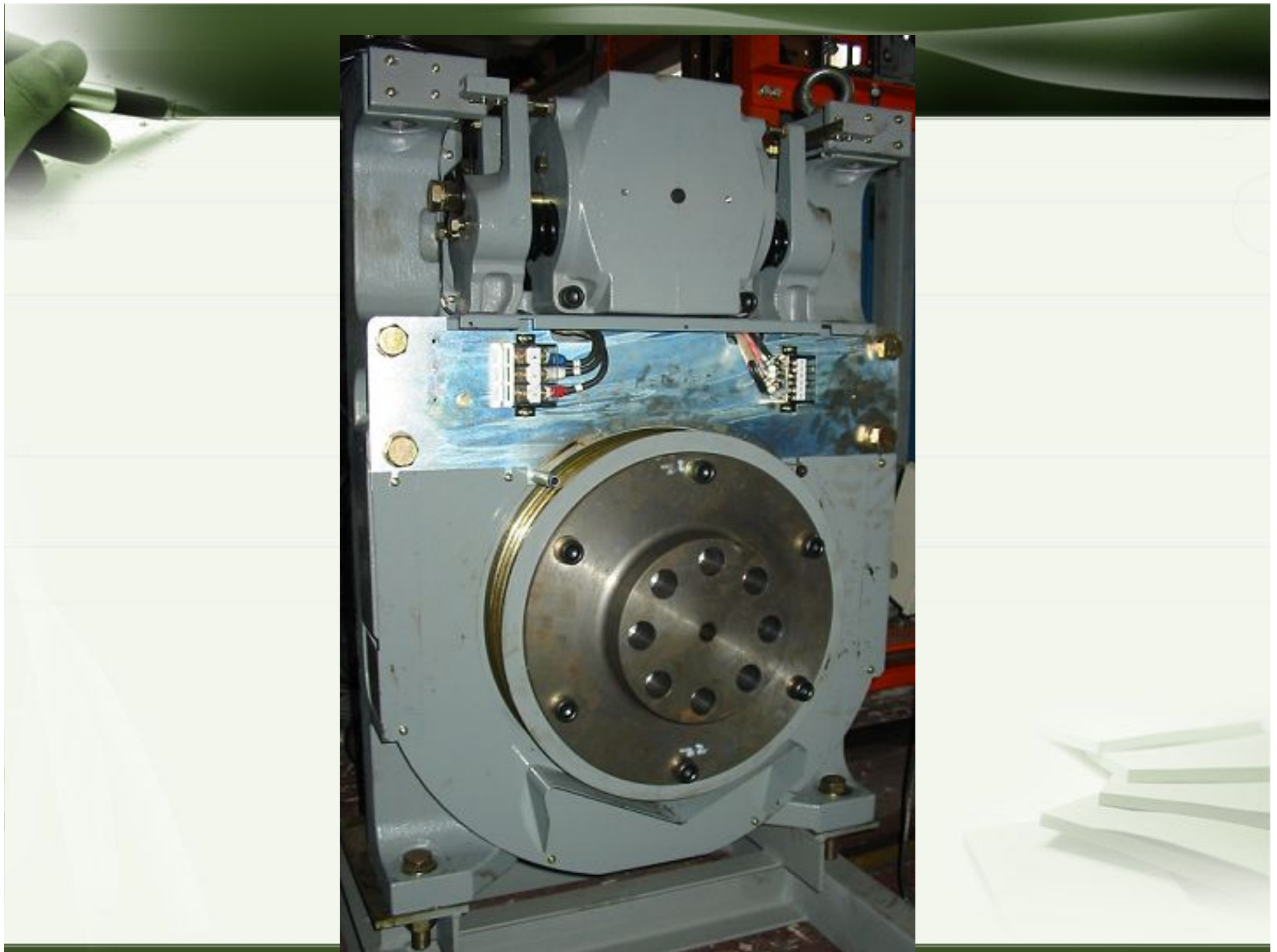




永磁同步无齿轮曳引机

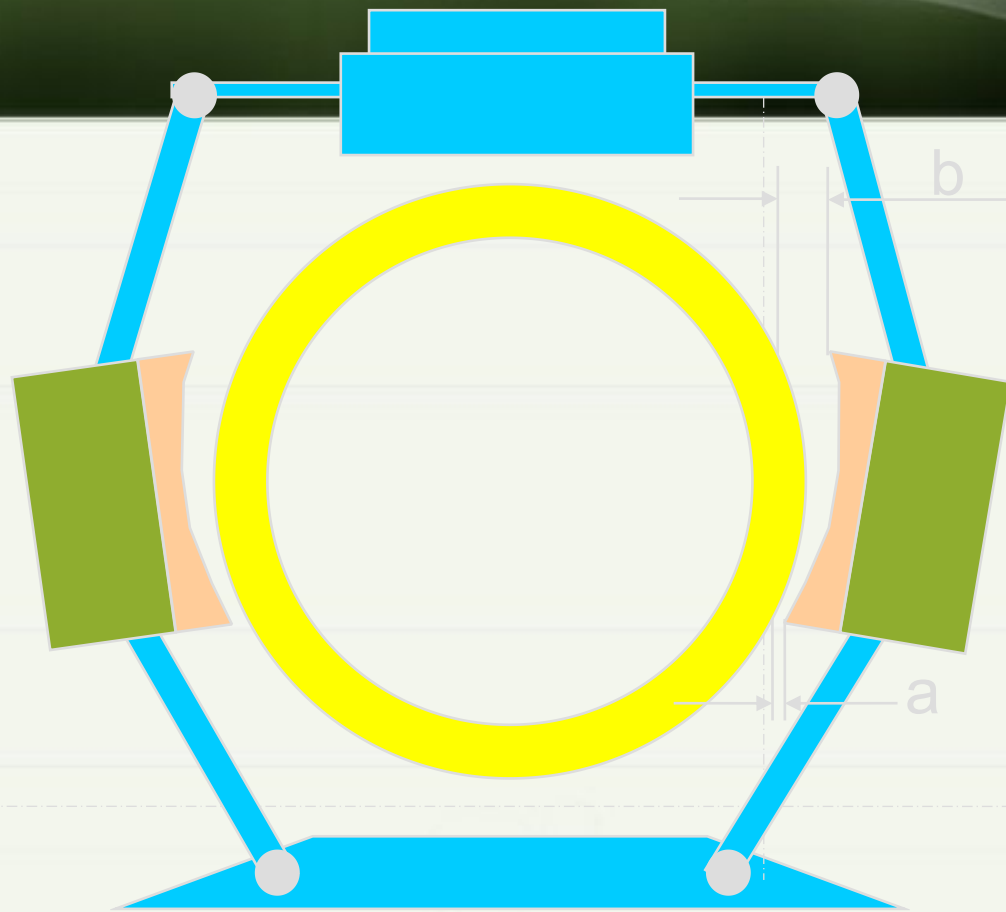






要求：

- ◆参与制动轮或盘的施力机械部件应分两组装设；
- ◆主电源（动力电）失电或控制电源失电，制动器必须自动动作；
- ◆切断制动器电流，至少应由两个独立的电气装置来实现。
- ◆轿厢载有 $125\%Q$ 以额定速度下行时，能使曳引机停止运转；
- ◆需要时可手动松闸

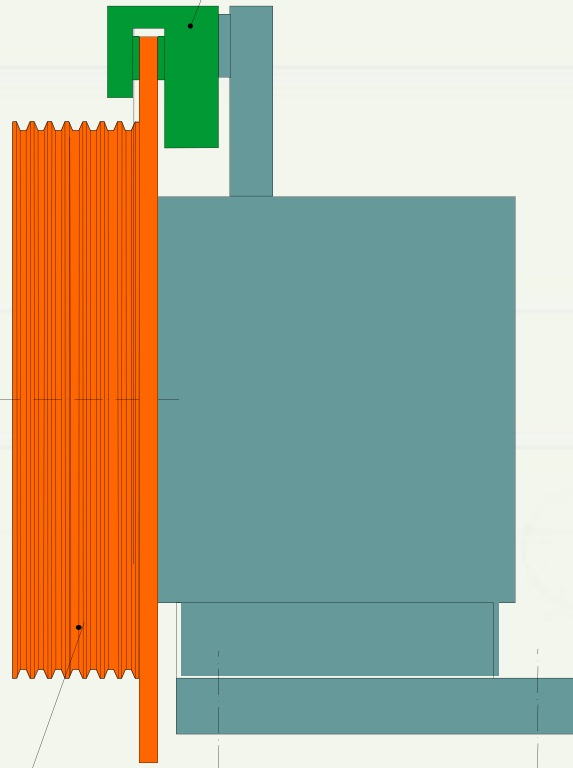


抱闸式（鼓式）制动器

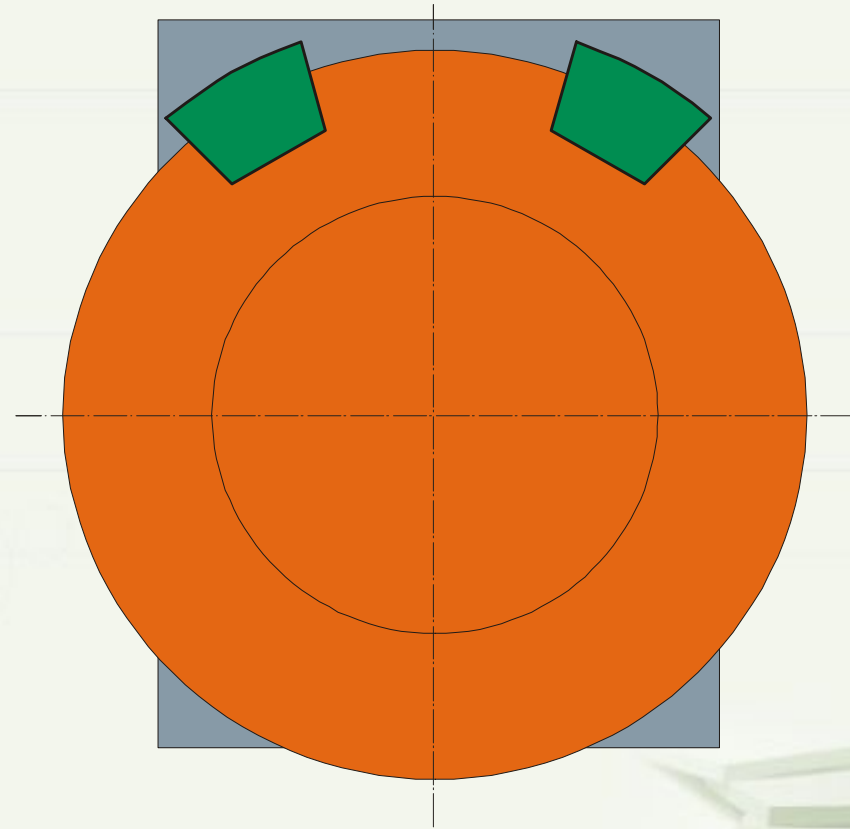
有两个线圈，两个铁芯，两个制动面，一个很坚实的制动鼓。

一个坚实的制动盘同曳引轮很坚固地联接在一起。
两个线圈，两个铁芯，四个制动面。

游动式制动钳



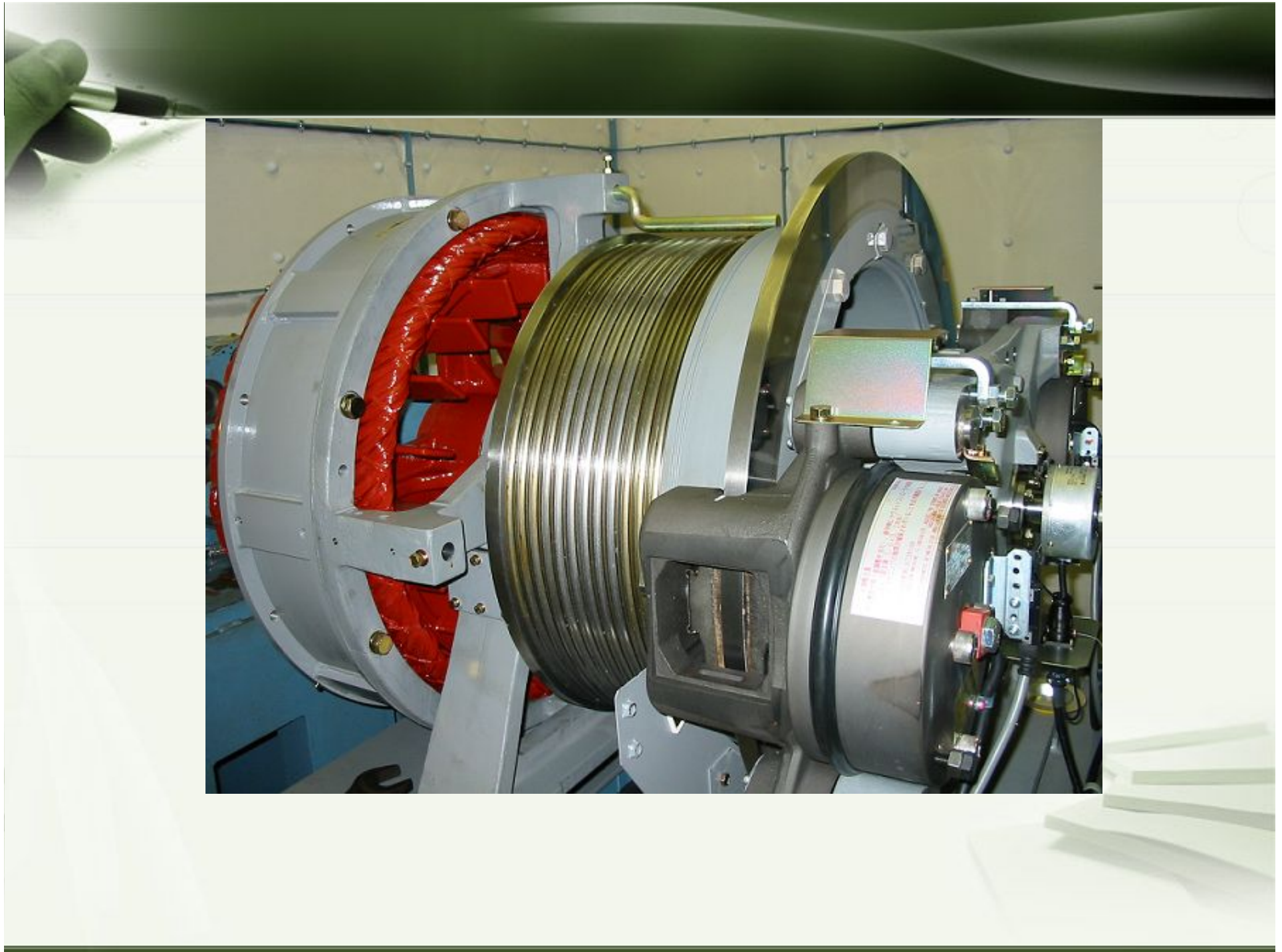
带制动盘的曳引轮



碟式制动器

一些实例图片

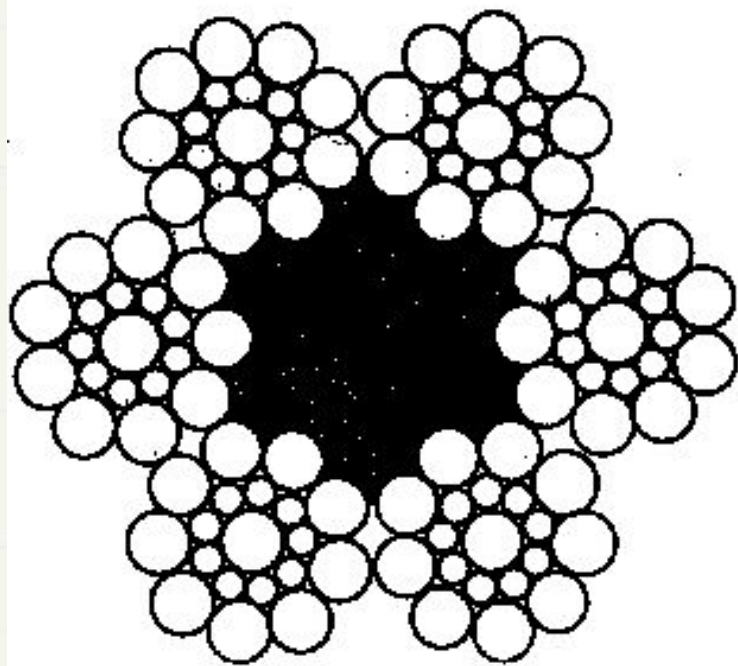




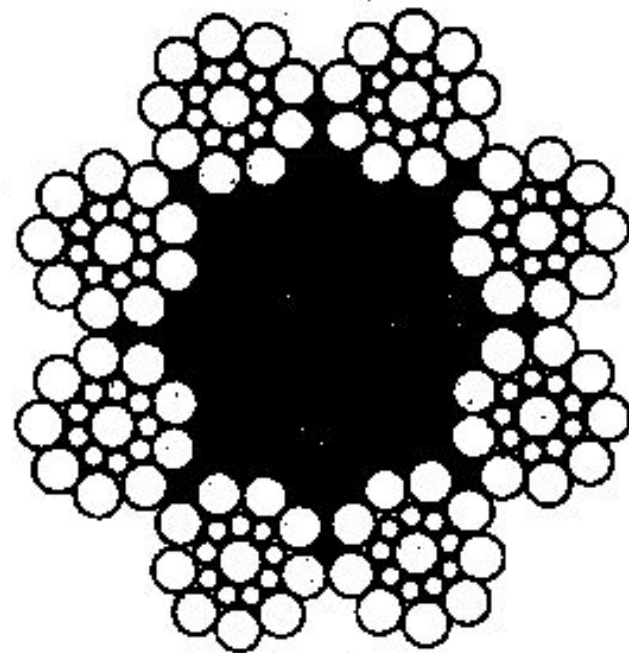


电梯钢丝绳及其端接装置

- ◆ 曳引绳承受着电梯的全部悬挂重量，是电梯的重要部件，需要考虑强度(安全系数)、寿命（比压）承载后的伸长。
- ◆ 影响钢丝绳寿命的因素有：
 - 1) 拉伸载荷
 - 2) 曲率半径
 - 3) 槽型
 - 4) 曳引轮材质
 - 5) 腐蚀
 - 6) 钢丝绳本身因素（性能、直径、捻绕方式



(a)

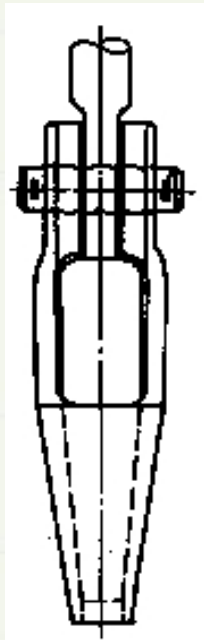


(b)

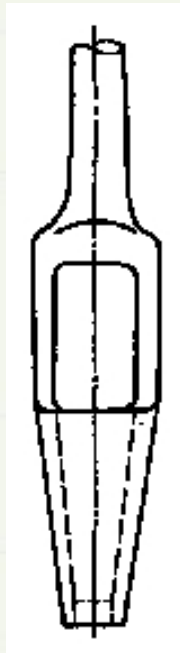
圆形股电梯用钢丝绳

(a) 圆股等绞距 6×19(9/9/1) 电梯钢丝绳；

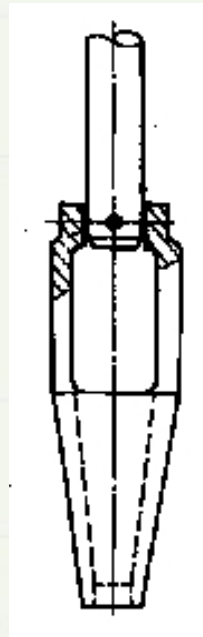
(b) 圆股等绞距 6×19(9/9/1) 电梯钢丝绳



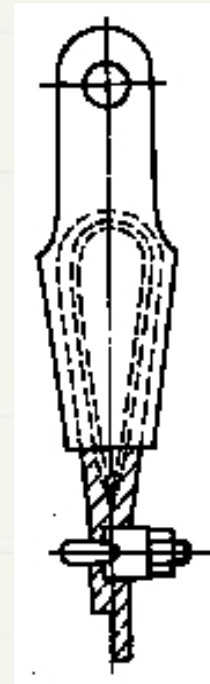
铰接式



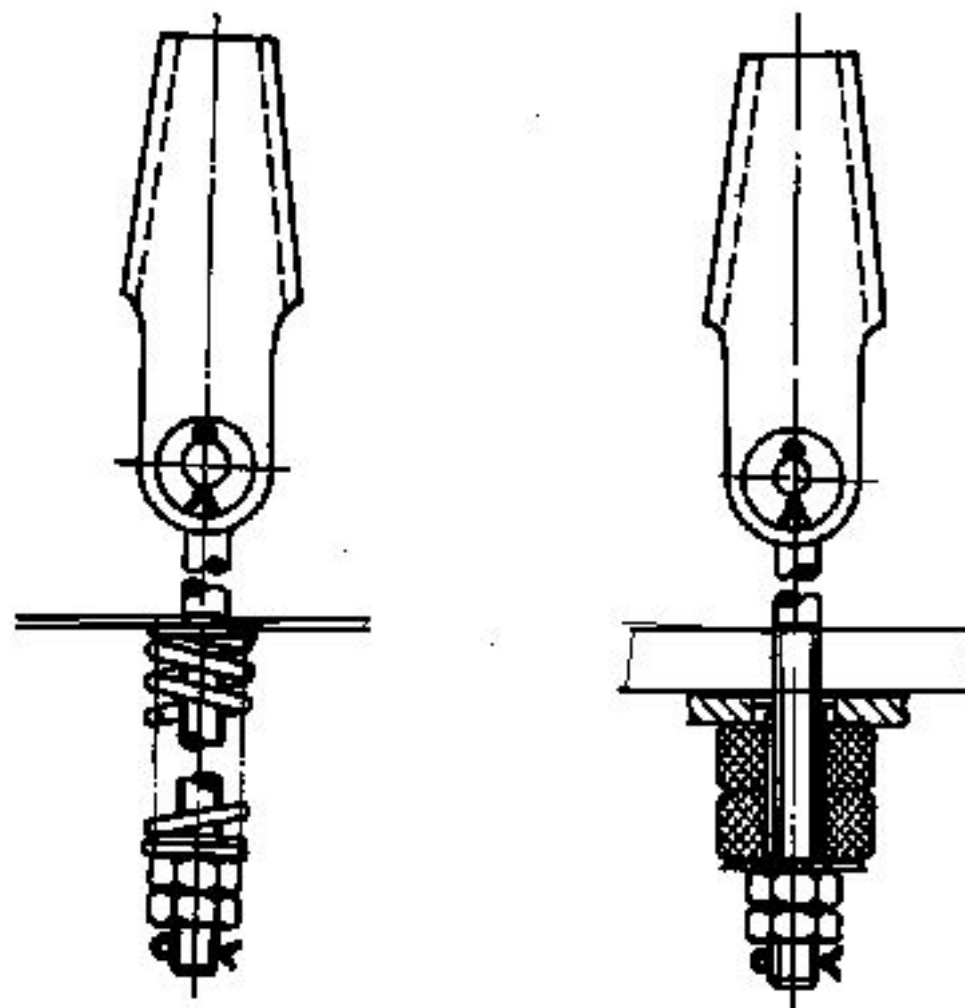
整体式



螺纹连接式



自锁楔型



(a)

(b)

绳头均衡调节装置

(a) 弹簧张力均衡装置, (b) 橡胶缓冲垫张力均衡装置

整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器、端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

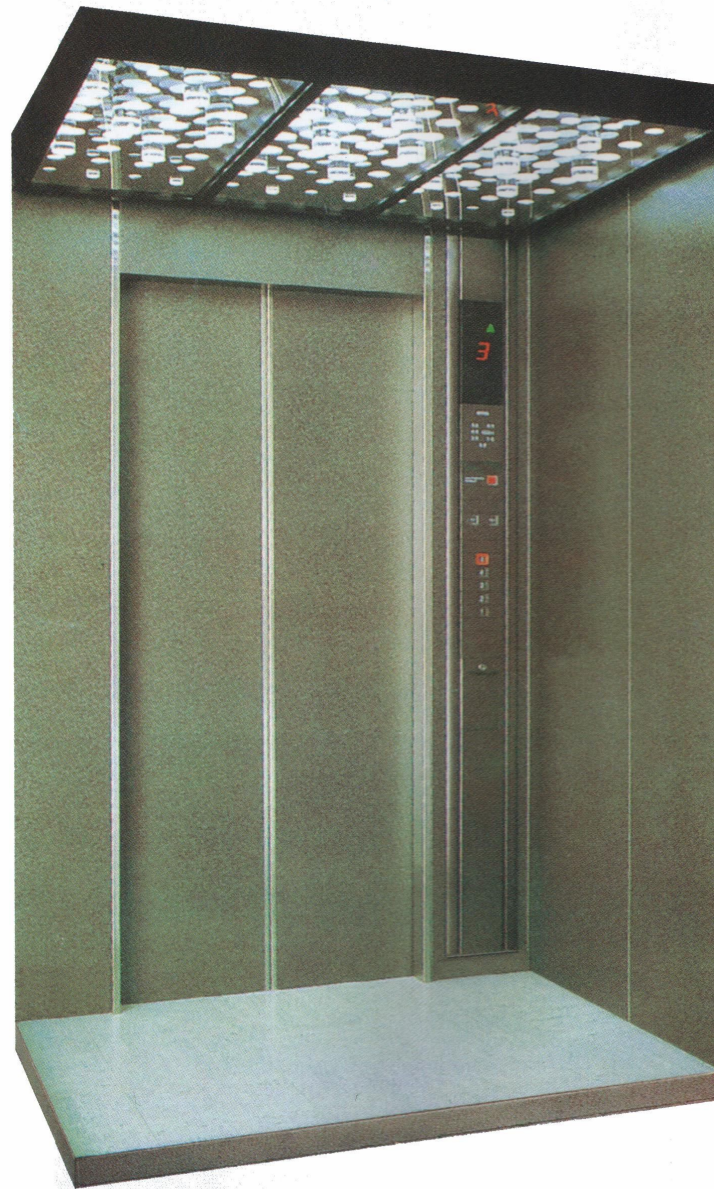
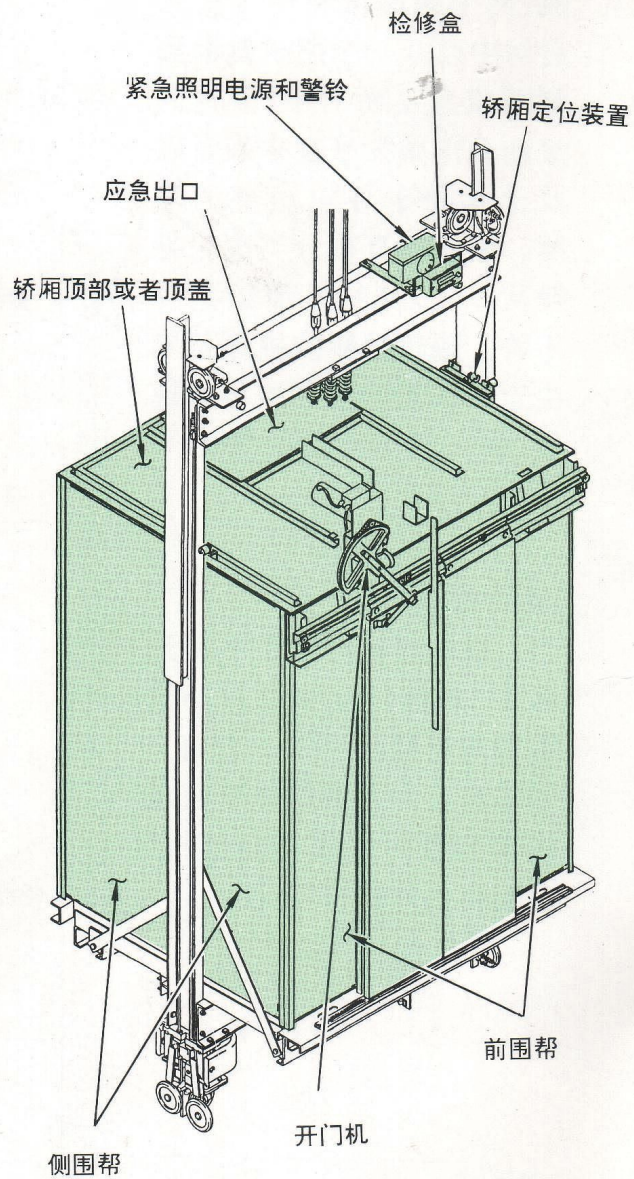
八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器 端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

轿厢和对重（平衡重）

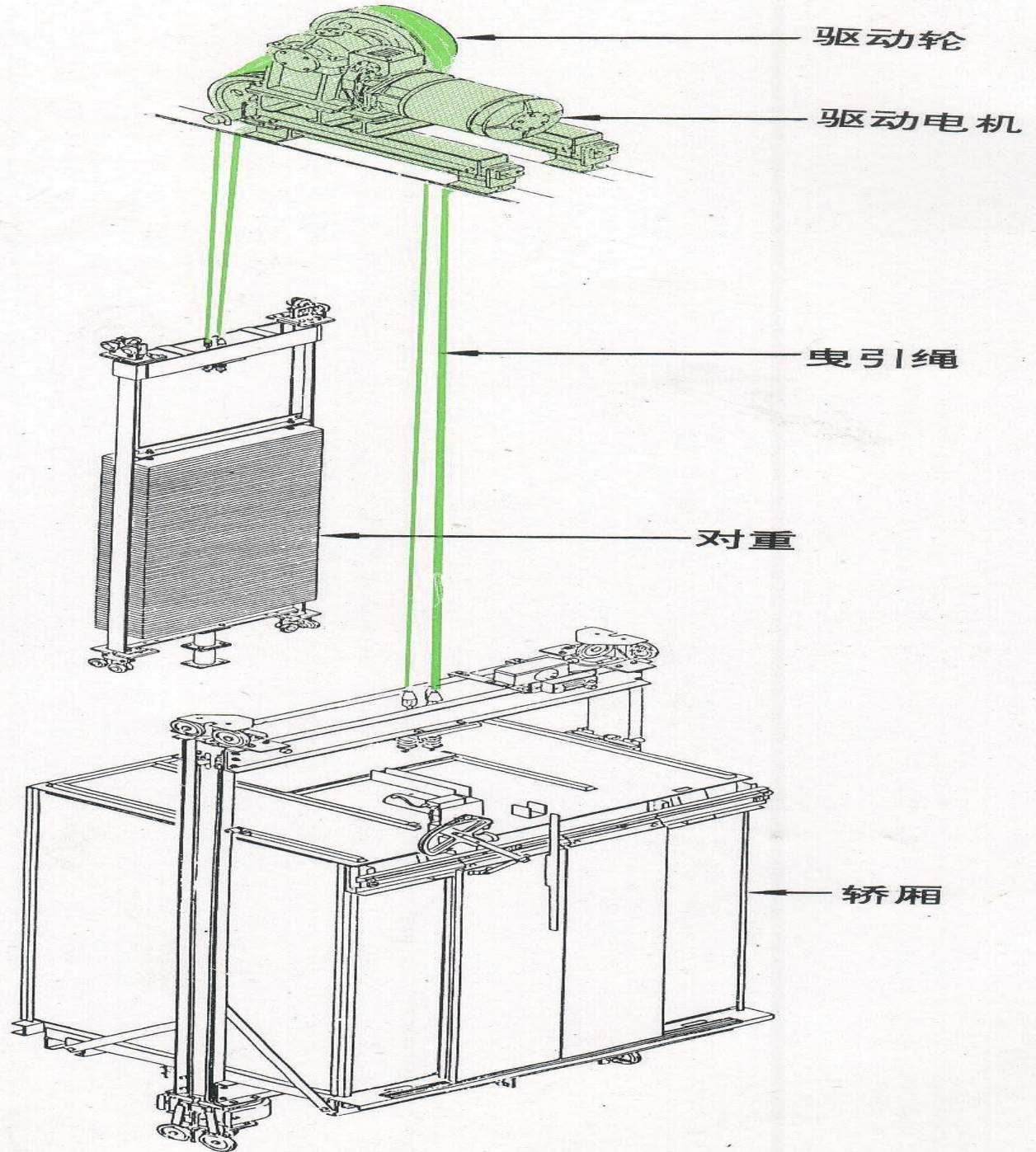
- ◆轿厢 - - 运送乘客或货物的承载部件，一般有轿厢架、轿底、轿壁、轿顶等构件组成，轿厢地面形状由电梯用途决定。
- ◆对重 - - 为保持曳引能力所配置的质量
- ◆平衡重 - - 为节能而设置的用于平衡全部或部分轿厢自重的质量

平衡系数：一般取0.4-0.5

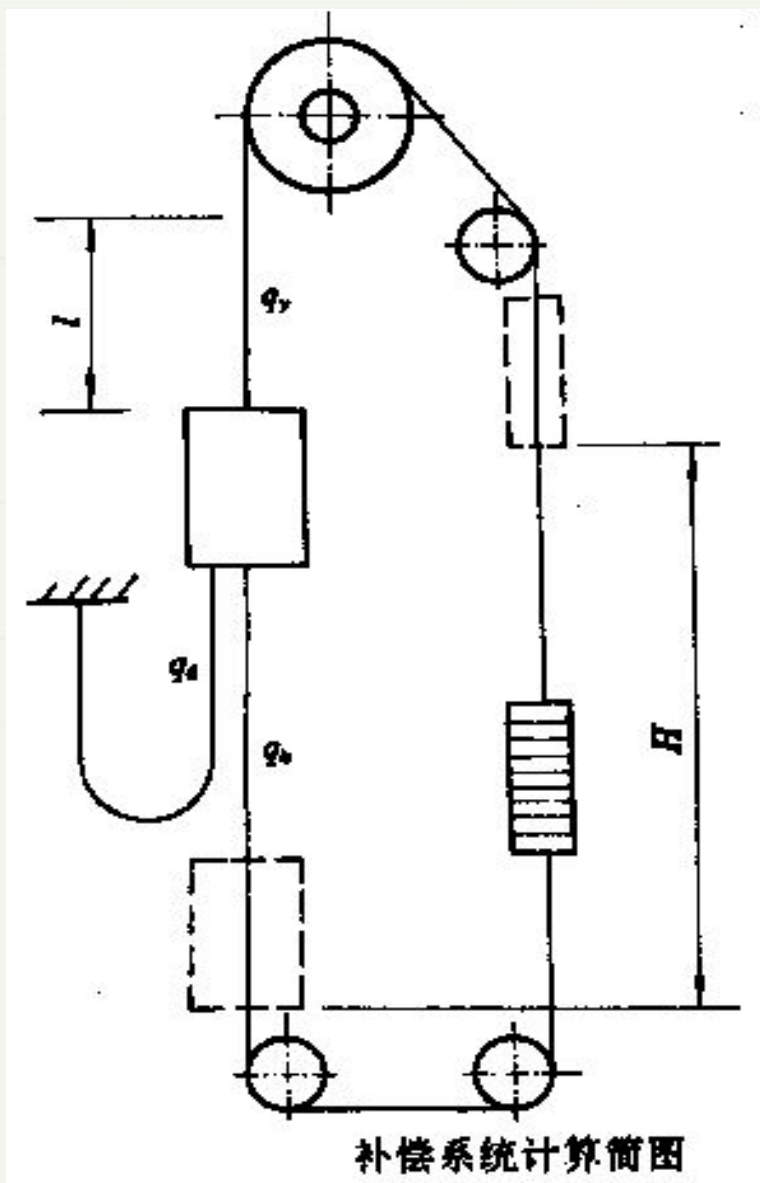
轿厢



对重



补偿装置



整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器、端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

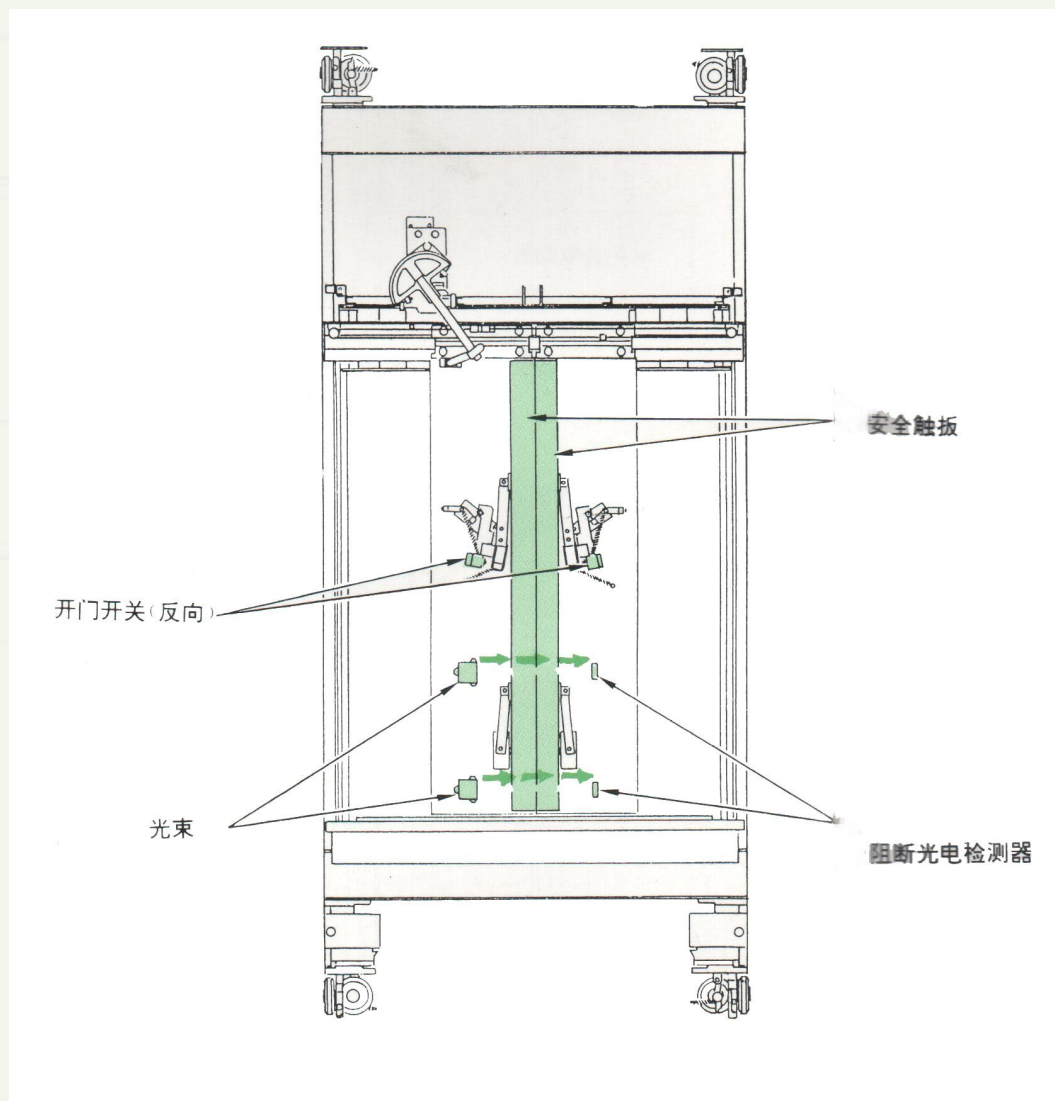


实物照片

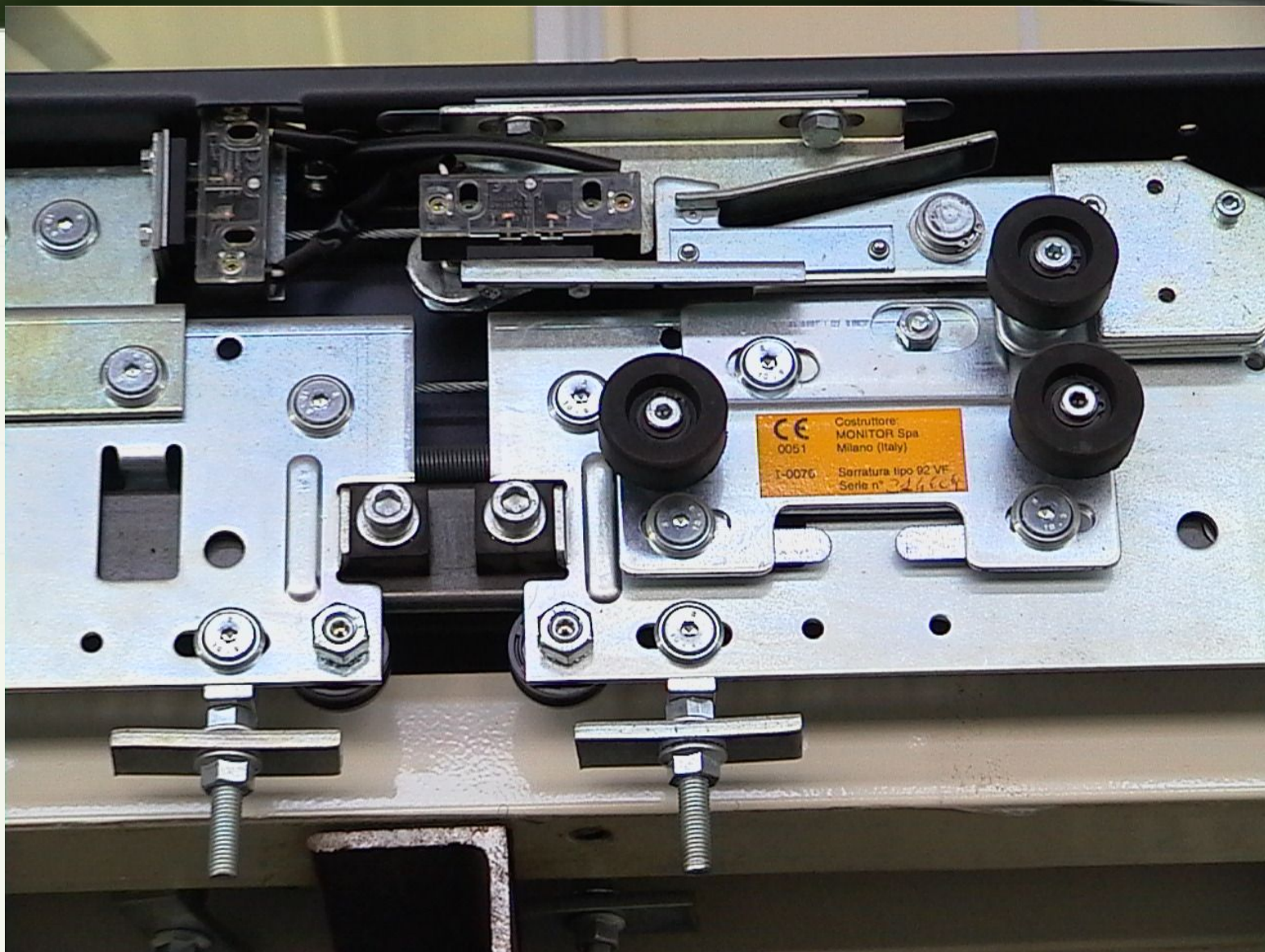
- ◆ 电梯有层门和轿门，层门设在层站入口处。根据需要，井道在每个楼层设一个和二个入口门，不设层门的楼层称为盲层。一般层站数与层站的出入口对应。轿厢门与轿厢随动，是主动门。层门由轿门带动运行，故是被动门。
- ◆ 注意到有些电梯的层、站、门的数量是不一样的。

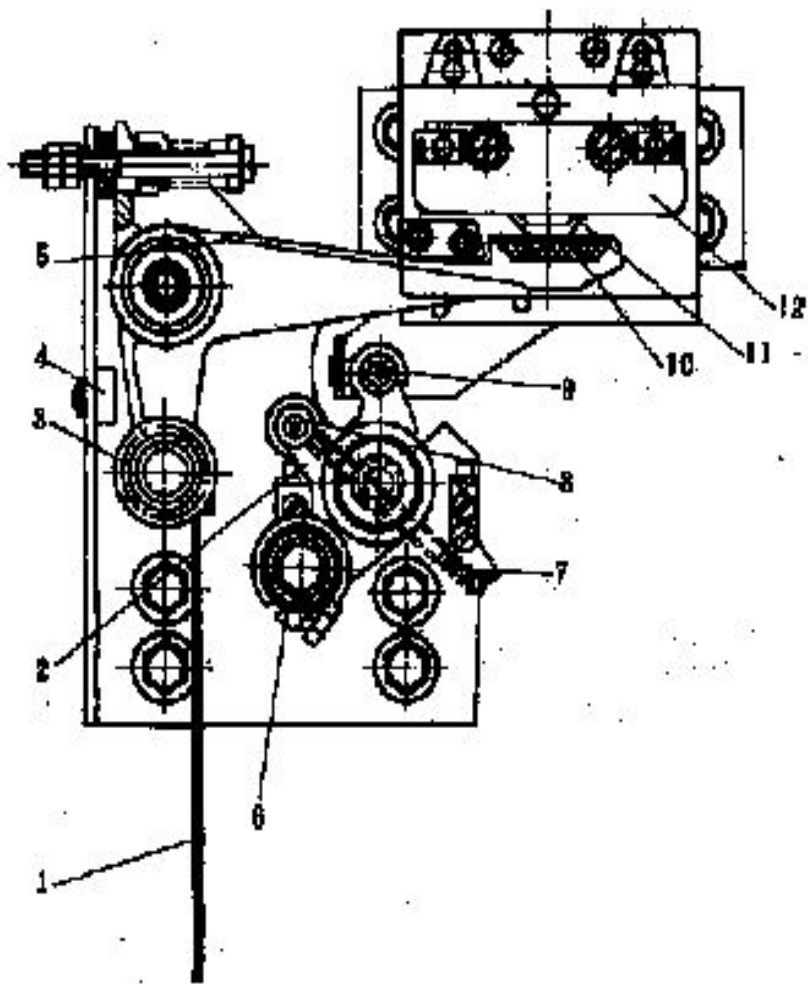
门和门锁

- ◆ 层门、轿门是电梯的必备机构，电梯的故障及事故80%以上都发生在门系统上，是电梯监督检验和安全监察的重点



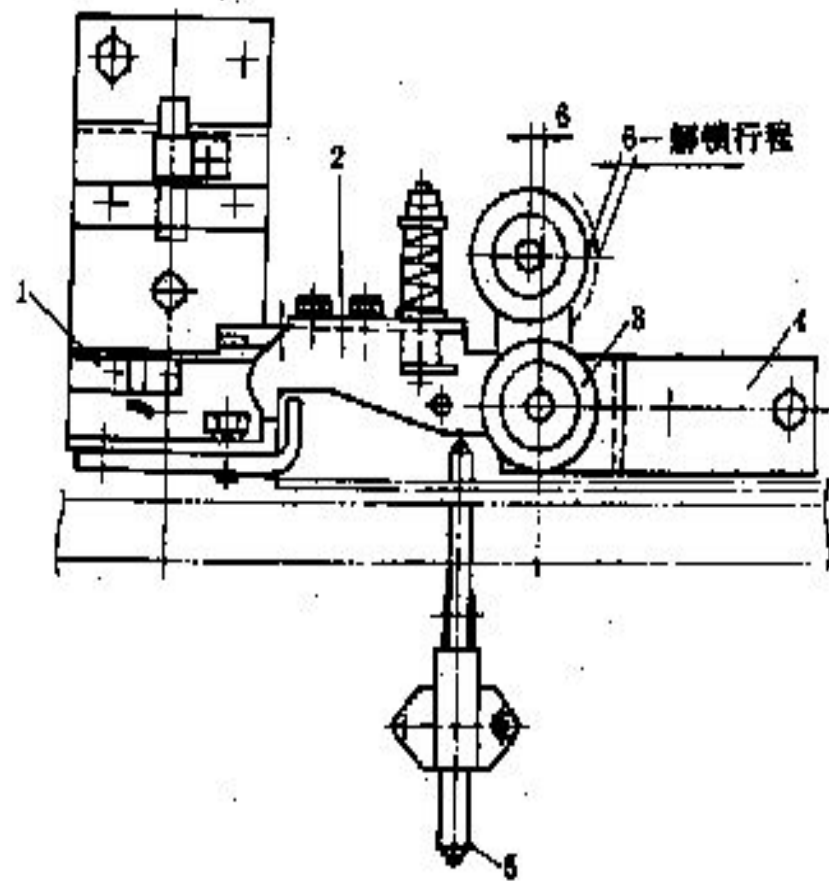
一种电梯门锁结构





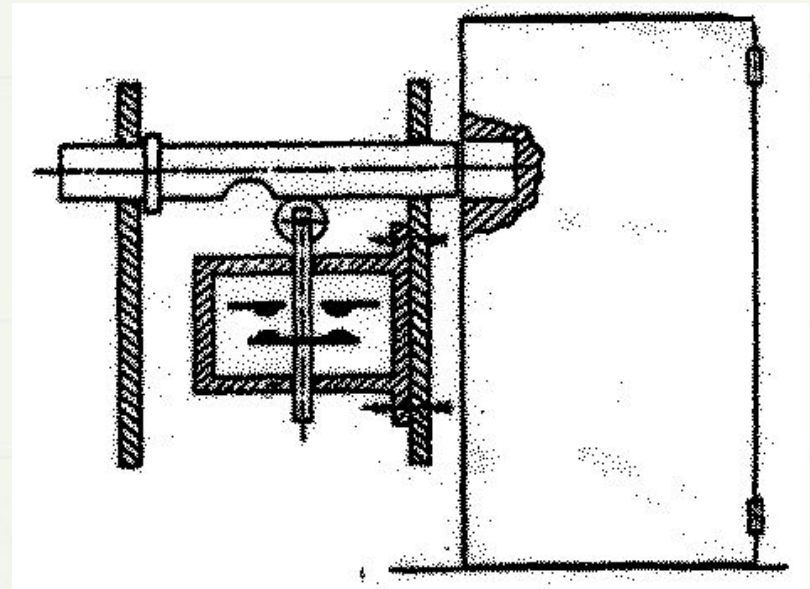
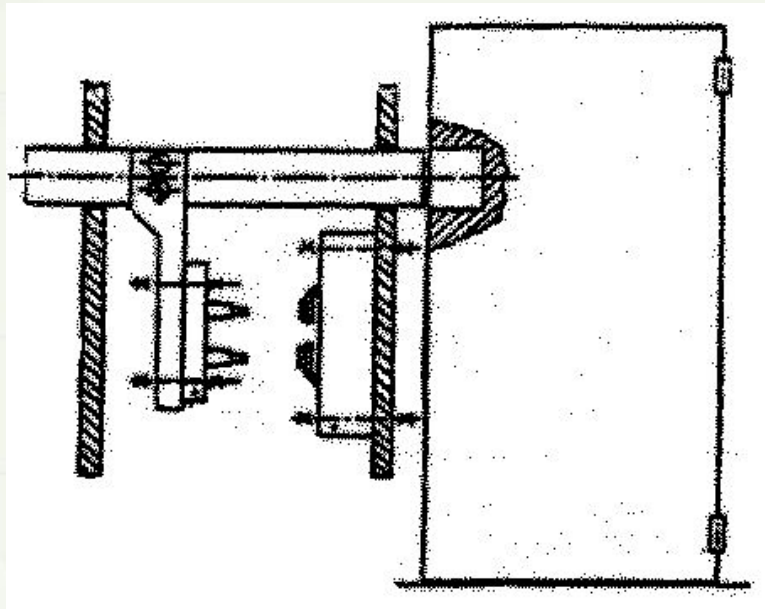
GS型门锁

1—开门钥匙板,2—滚轮座,3—锁臂滚轮,4—限位块,5—锁臂,6—滚轮,7—拉簧,8—磁轮1,9—磁轮1,10—导电板,11—电开关触头,12—电开关



SL 型门锁

1-触点开关;2-锁钩;3-蜗轮;4-底座;5-外推杆



门锁安全触点型式

整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器、端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

电力拖动与电气控制

四种拖动方式：

交流双速（AC-2）

交流调（VVF）

交流调频调压（VVVF）


直流调速（DC）

六种控制方式：

手柄操纵、按钮控制、信号控制
集选控制、并联控制、梯群控制


控制柜





电气安全装置

电梯装置需要由一个以上电气安全装置监控，这些电气安全装置之中的任何一个动作，应防止电梯主机启动或立即使其停止，制动器的电源也应切断。



电梯中需要的电气安全装置

- 1、 监控的装置检查检修门、井道安全门及检修活板门的关闭位置。
- 2、 检查轿门的锁闭状况 。
- 3、 检查层门的锁闭状况 。
- 4、 检查层门的关闭状况 。
- 5、 检查无门锁装置的单扇或多扇门的关闭位置
- 6、 检查轿门的关闭位置
- 7、 检查轿厢安全门和轿厢安全窗的锁闭状况
- 8、 检查钢丝绳或链条的非正常的伸长
- 9、 检查补偿绳的张紧度
- 10、 检查补偿绳的防跳装置
- 11、 检查安全钳装置的动作
- 12、 检查限速器的动作
- 13、 检查限速器的复位



14、检查限速器绳的张紧度

15、检查缓冲器的复位

16、检查轿厢位置传递补装置的张紧度(极限开头)

17、曳引驱动电梯的极限位置开关

18、检查钢丝绳或链条的松弛情况

19、检查轿厢位置传递补装置的张紧度(减速检查装置)

20、检查减行程缓冲器的减速情况

21、主开关的控制

22、检查平层和再平层

23、检查轿厢位置传递装置的张紧度(平层和再平层)


24、检修运行开关

25、紧急电动运行开关

26、对接操作的行程限位装置

27、对接操作的钥匙操作的安全触点

28、停止装置(轿顶、底坑、滑轮间、紧急电动操作装置)



整台电梯按不同的功能可分为八个系统

八个系统

八个系统	功能	组成的主要构件
曳引系统	输出与传递动力，驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、返绳轮、制动器
导向系统	限制轿厢和对重活动自由度，使轿厢和对重只能沿着导轨运动	对重导轨、导靴、导轨架
轿厢	用以运送乘客和货物的组件	轿厢架、轿厢
门系统	乘客或货物的进出口，运行时门必须封闭，到站时才能打开	轿厢门、层门、门锁、开门机、关门防夹装置
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳重量的影响	对重、补偿链（绳）
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制	供电系统、电机调速装置
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵盘、呼梯盒、控制柜、层楼指示、平层开关、行程开关
安全保护装置	保证电梯安全使用，防止一切危及人身安全的事故安全	限速器、安全钳、缓冲器、端站保护、超速保护、断相错相保护、上下极限

◆安全钳是一种使轿厢（或对重）停止运动的机械装置。凡是由钢丝绳或链条悬挂的载人轿厢均要设安全钳

当底坑下有过人的通道或空间时，对重也需设安全钳。

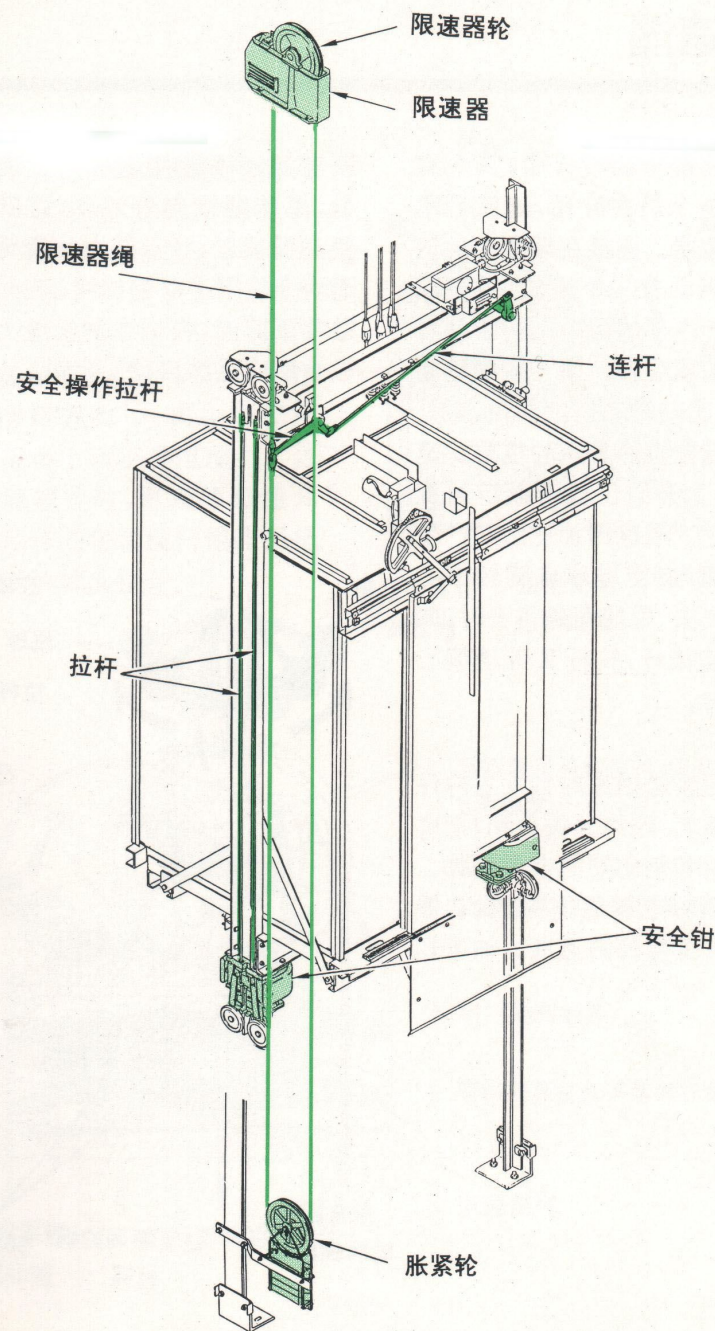
◆限速器是一种限制轿厢（或对重）速度的机械装置。

◆安全钳与限速器必须联合动作才能起作用。

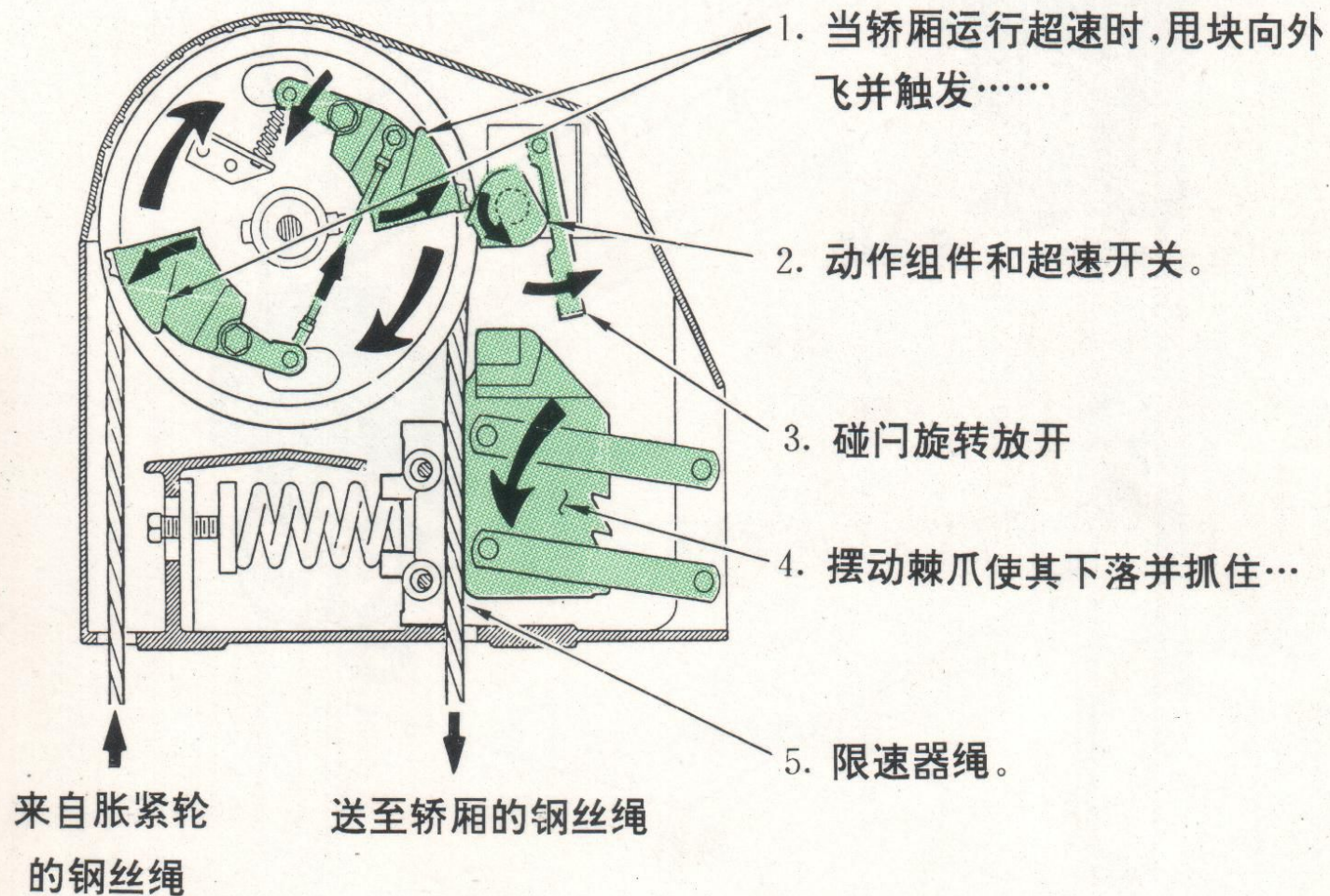
限速器和安全钳

限速器和安全钳是电梯最重要的安全保护装置，也称之为断绳保护和超速保护。

限速器的钢丝绳围绕着绳轮和底坑中的胀绳轮形成一个闭环，其绳头部与轿厢紧固在一起，并通过机械连杆与安全钳连起来。如果轿厢超速，限速器立即动作，触发夹绳装置夹紧钢丝绳。当轿厢下降时，钢丝绳拉动安全钳运作使安全钳对导轨产生摩擦力，把轿厢迅速制动在导轨上，停止运动。



限速器工作原理

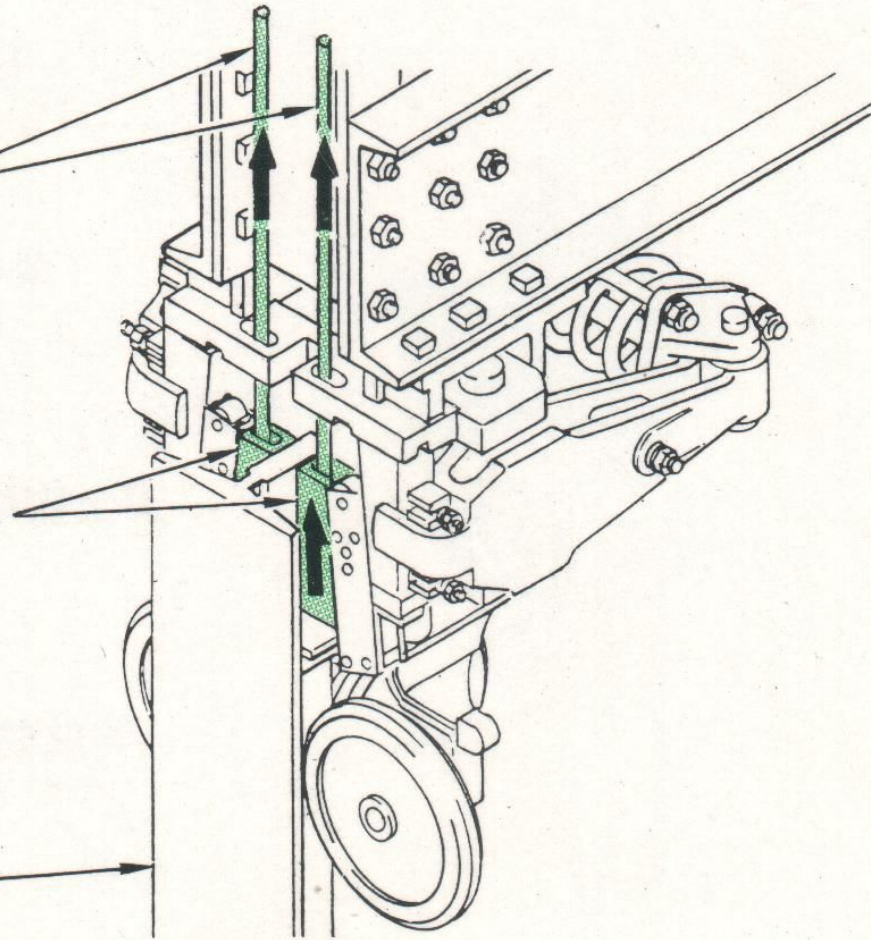


安全钳工作原理

1. 作用在限速器绳上的
的牵引力把拉杆向上拉…

2. 使楔块急速提起…

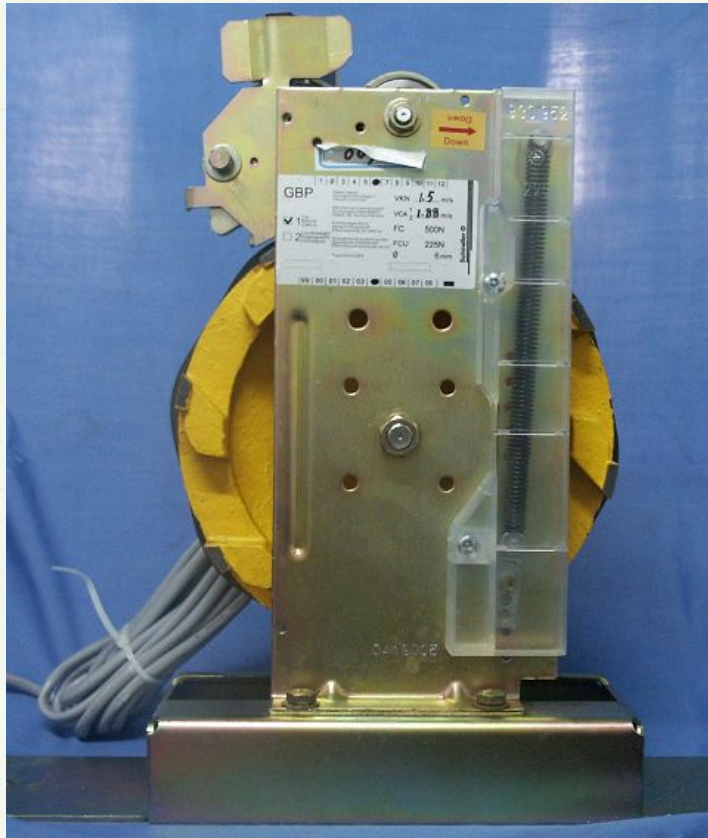
3. 夹住导轨

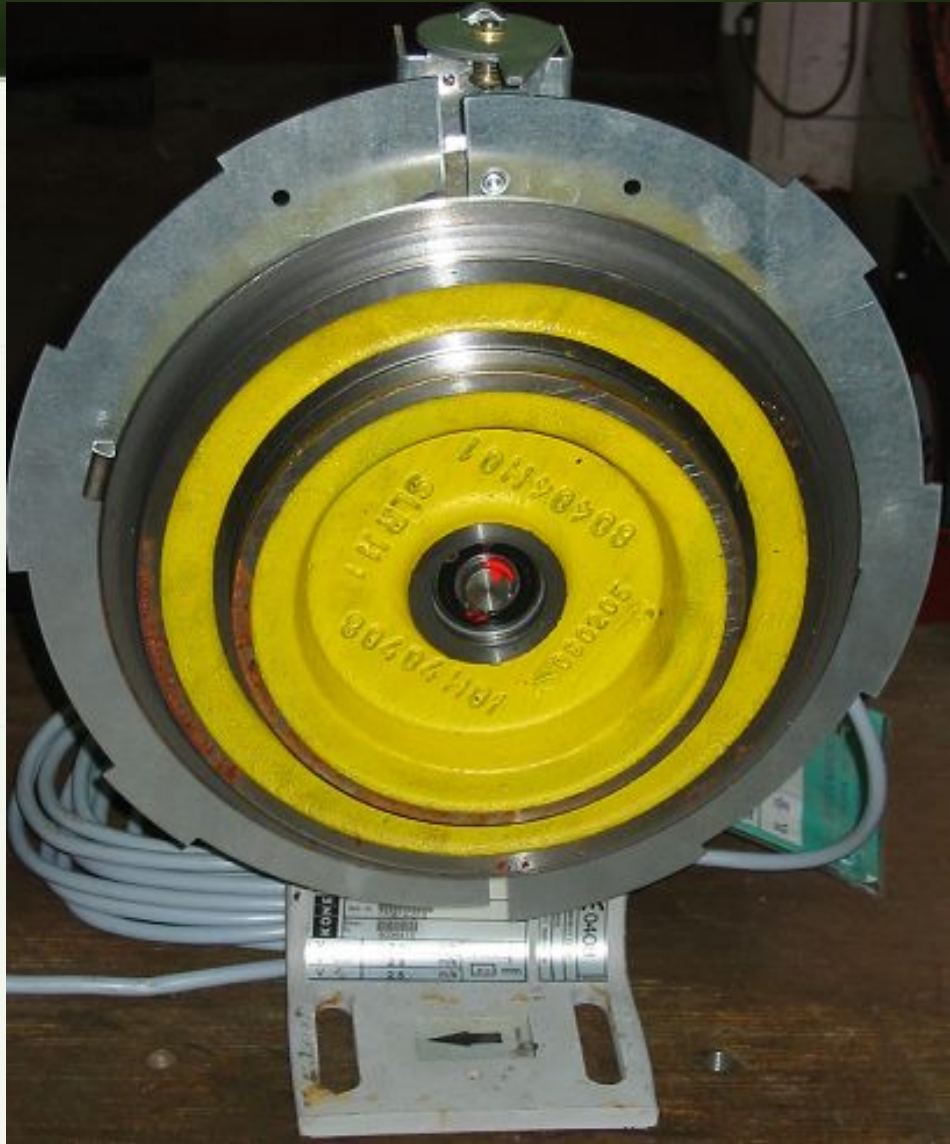


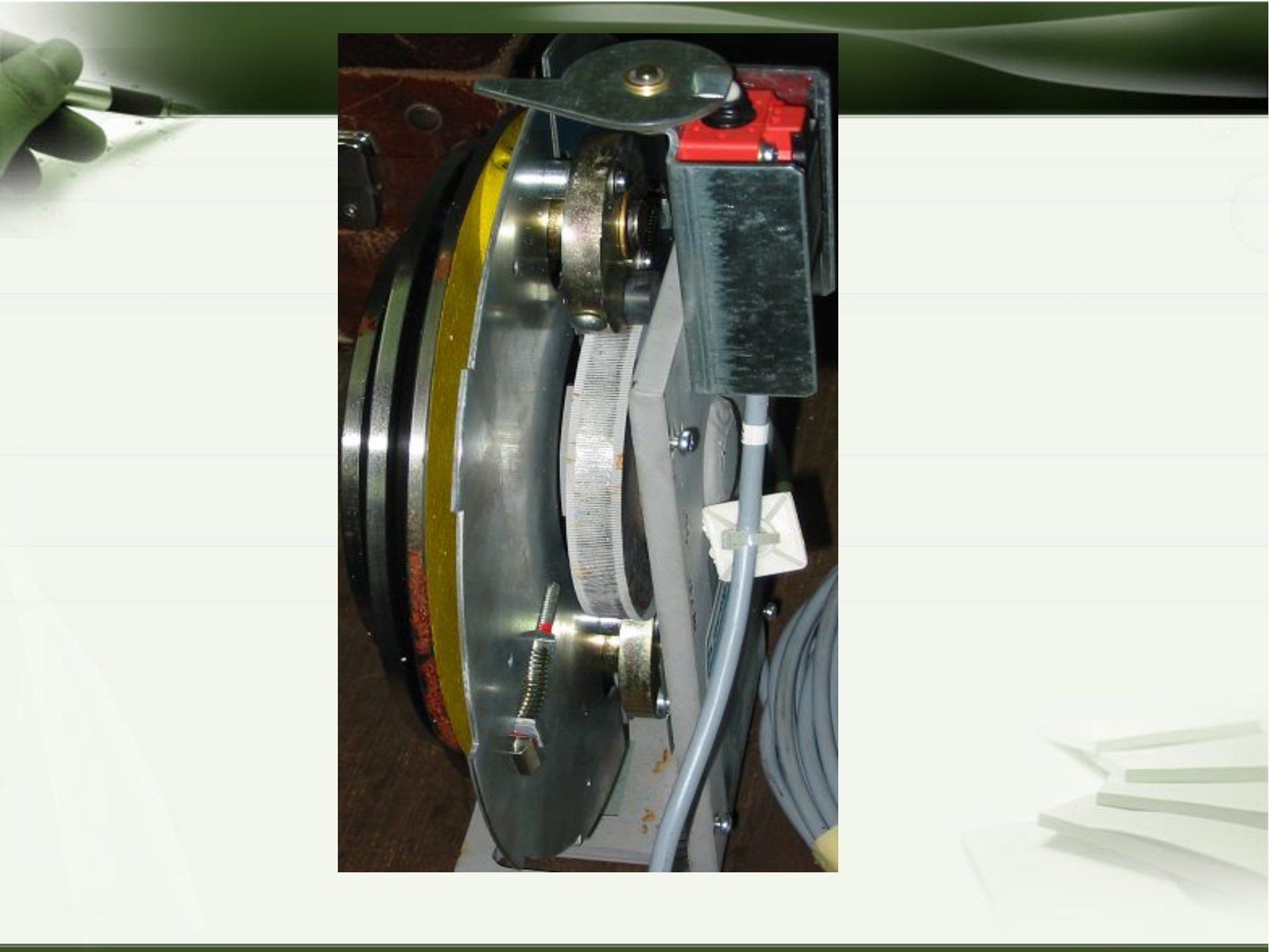
限速器的要求

- ◆机械动作速度
- ◆限速器绳的提拉力
- ◆限速器绳的安全系数
- ◆绳轮与绳径比
- ◆动作响应时间应足够短
- ◆电气开关（超速及证实复位开关）
- ◆安装的可接近性
- ◆涨紧装置的导向及断绳保护开关
- ◆钢丝绳的预涨紧力

一些实例图片

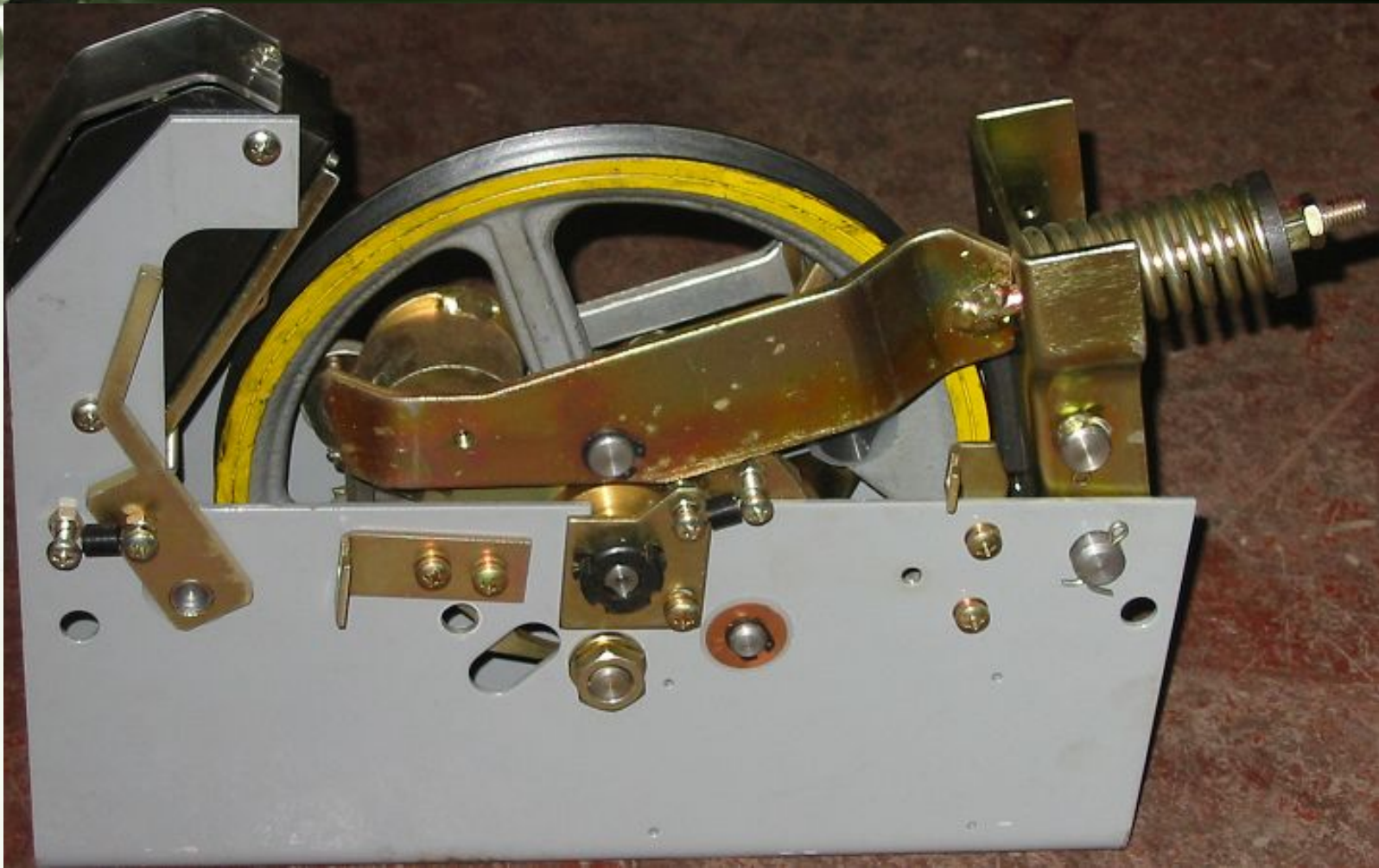








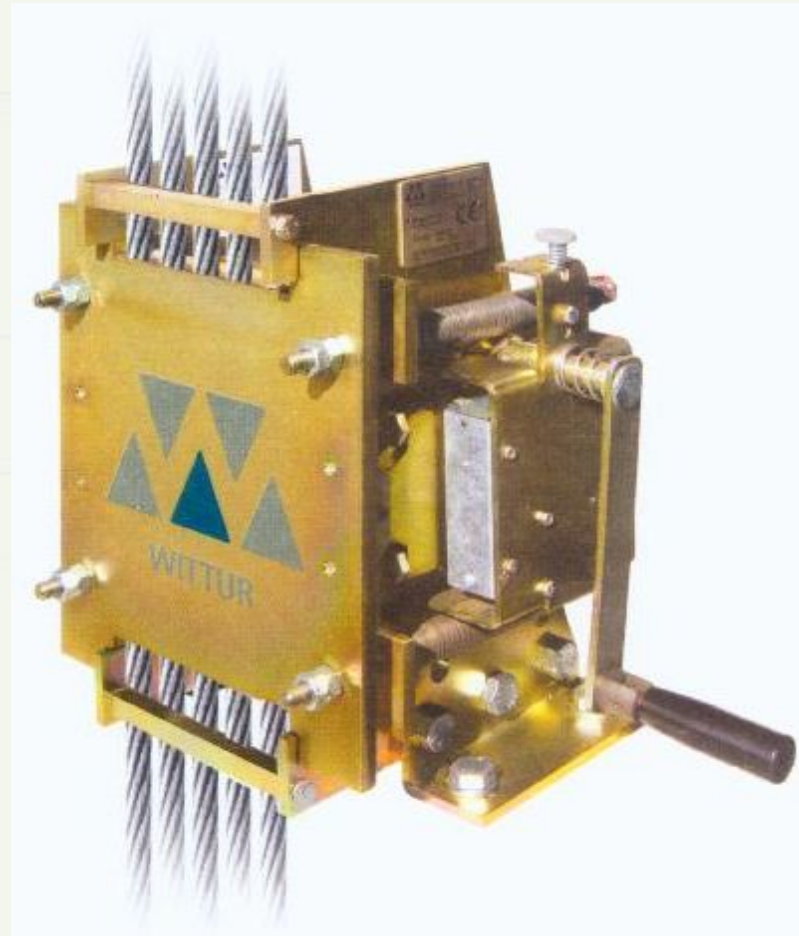
双向动作限速器

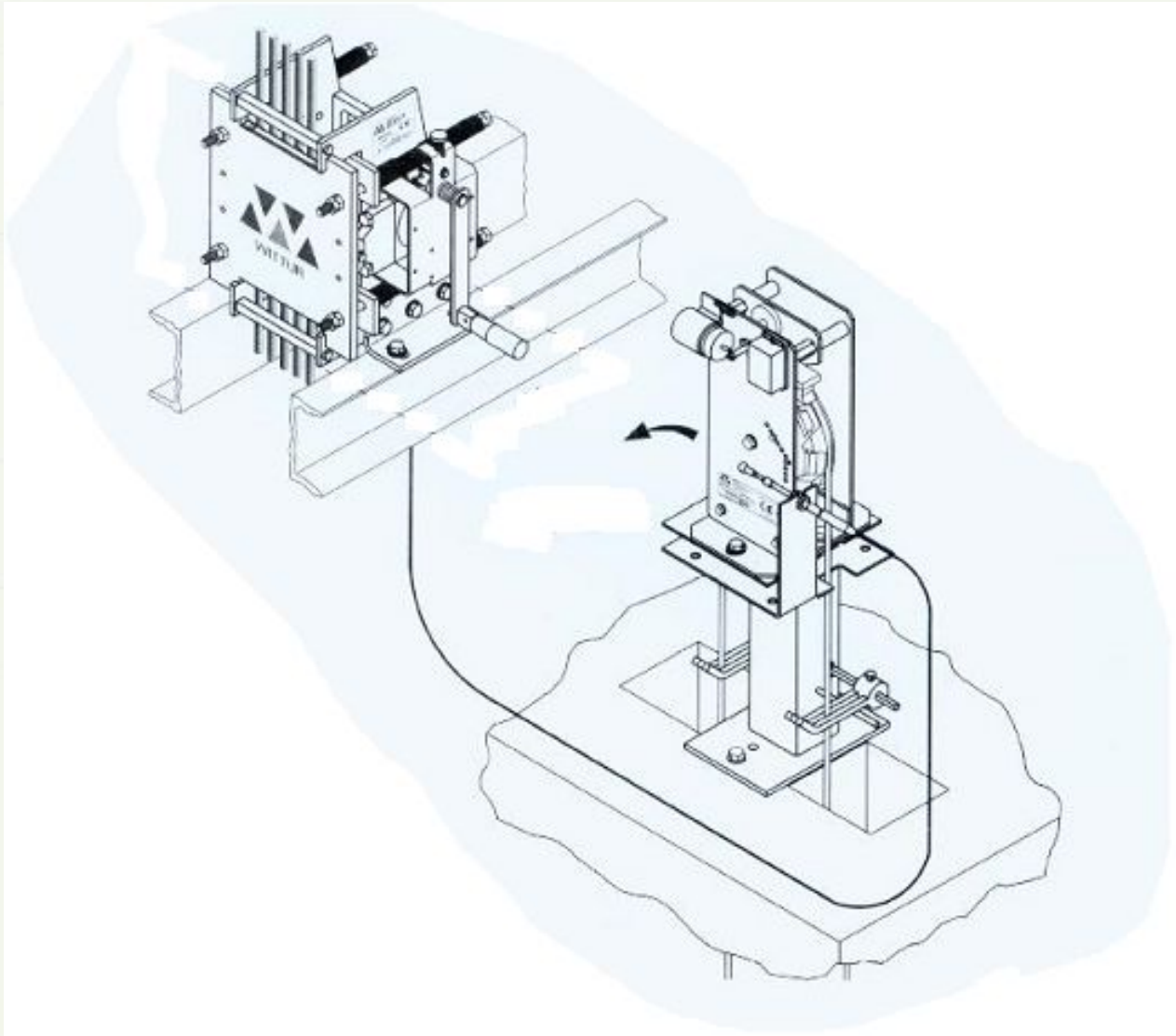


关于上行超速保护装置

- ◆ GB7588 - 2003 《电梯制造与安装安全规范》的9.10条的要求。
- ◆ 该装置可作用于：
 - a)、轿厢；或
 - b)、对重；或
 - c)、钢丝绳系统（悬挂绳或补偿绳）；或
 - d)、曳引轮（例如直接作用在曳引轮，或作用于最靠近曳引轮的曳引轮轴上）。

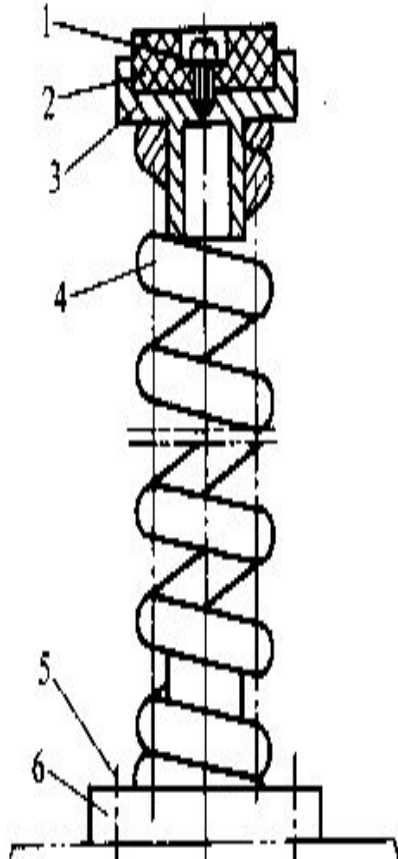
钢丝绳制动器





- ◆缓冲器是电梯底坑中最后一道保护装置，当电梯撞击缓冲器时，缓冲器吸收或消耗电梯的动能和势能，从而使电梯或对重安全减速直至停止。
- ◆一般缓冲器设在底坑里，有的电梯设在轿厢的顶部或对重的底部。轿厢上部的缓冲器的设置应满足，只有当对重完全压在缓冲器之后，才使装于轿厢上的缓冲器动作

蓄能型缓冲器的性能要求

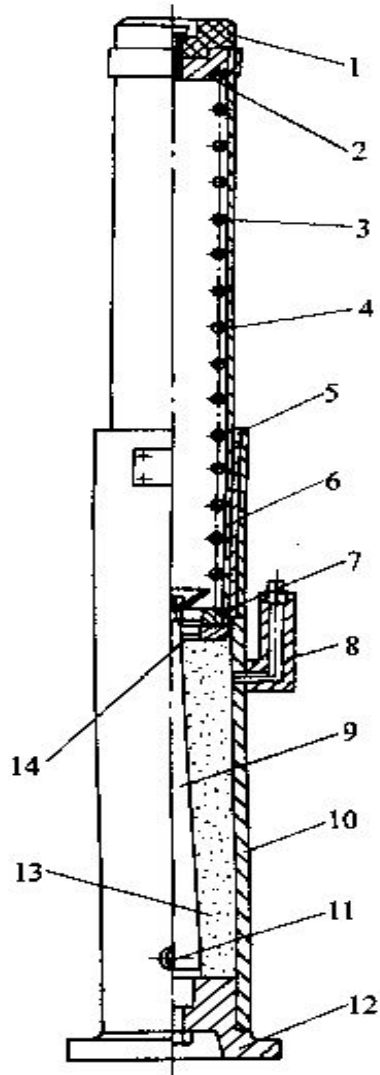


- ◆适用于额定速度 $V \leq 1\text{m/s}$ 的电梯
- ◆总行程至少等于 $0.135v^2$ ($115\%V$ 的重力制停距离的两倍, 即 $2S = 2 \times (1.15v)^2 / 2g$), 且不得小于 65mm
- ◆应能承受4倍 $P+Q$ 的静载荷

非线性蓄能型缓冲器

- ◆适用于额定速度 $V \leq 1\text{m/s}$ 的电梯
- ◆ $115\%V$ ， $P + Q$ 以自由落体撞击期间，平均减速度不大于 $1g$
- ◆ $2.5g$ 以上减速度时间不大于 $0.04s$
- ◆轿厢反弹速度不应超过 1m/s

耗能型缓冲器



- ◆行程至少等于115%V的重力制停距离 ($0.0674V^2$)
- ◆115%V, P + Q以自由落体撞击期间, 平均减速度不大于1g
- ◆2.5g以上减速度时间不大于0.04s
- ◆复位时间不大于120s
- ◆缓冲器上应有复位的电气安全开关



◆ 机房的要求：

1. 机房地板承受的载荷
2. 机房要通风、温度 $5 \sim 40^{\circ}\text{C}$
3. 净高度不小于 1.80m
4. 机房横梁应有承重吊钩
5. 机房应有电气照明及插座
6. 机房地面孔洞应有防护

◆ 井道及底坑的要求：

1. 有足够的机械强度
2. 井道应按要求封闭
3. 顶部应设通风口
4. 井道应由电梯专用
5. 井道内有永久的照明
6. 底坑应平整、不得漏水渗水





电梯安装工资格考核

辅导讲座

本部分结束



谢谢



接地接零保护的说明

1、要求按电梯安全规范的规定：“零线和接地线应始终分开”。

2、规范所有电梯电气设备金属外壳应有易于识别的接地端，接地线应用黄绿双色相间的铜心线，其截面积应不小于相线的1/3（最小不应小于 4mm^2 ）。电线管和线盒之间均应用直径 5mm 的钢筋跨接并焊牢。轿厢用不得少于两根，截面积大于 1.5mm^2 的铜心线作接地线。

3、方式

根据电梯接地接零保护的要求，电梯的接地接零保护方式必须采用（TN系统三相五线制的方式），即TN-S或TN-C-S系统，TN-C系统不宜用于电梯供电系统上

1、TN-C系统

整个系统的工作零线与保护零线（N与PE线）合用1根导线。典型的三相五线制（如图1）。

该系统电梯不采用。因为该系统三相不平衡电流、单相工作电流以及整流装置产生的高次谐波，都会在PEN线与接零设备外壳上产生压降，不但会使工作人员麻电，而且会使微弱的电信号控制的电脑运行不稳定，甚至产生误动作。

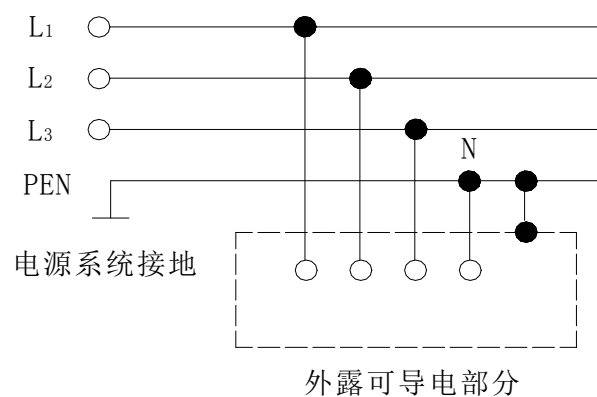


图1 TN-C系统

2、TN-S系统

整个系统的工作零线与保护零线（N与PE线）是分开的，即三相五线制供电系统。N线与PE线在正常时为零电位，不会产生电子设备的干扰，**适合电梯用供电系统。**（如图2）

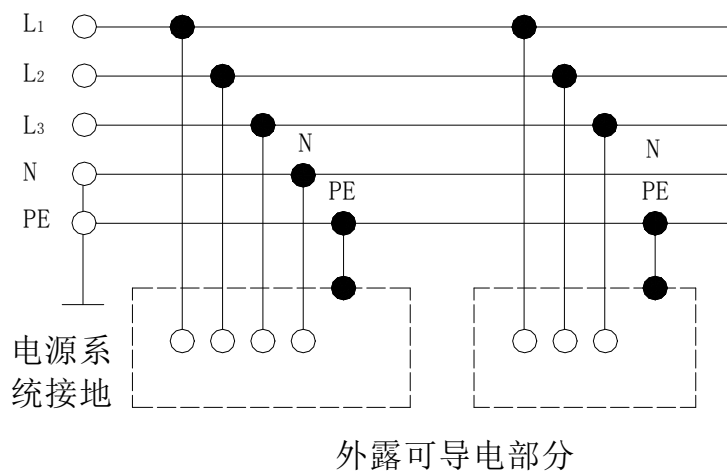


图2 TN-S系统

3、TN-C-S系统

整个系统中一部分工作零线与保护零线是合一的（PEN线），一部分是分开的。该系统一部分三相平衡负载，一部分三相不平衡负载。**经重复接地可用于电梯供电系统，但重复接地要求较严格。**（接地电阻 $R \leq 4 \Omega$ ，接地干线不易发生断裂等）。在TN系统中，严禁电梯的电气设备外壳单独接地，也不允许接地线串接，应把所有接地线接至接地端（柱）上。

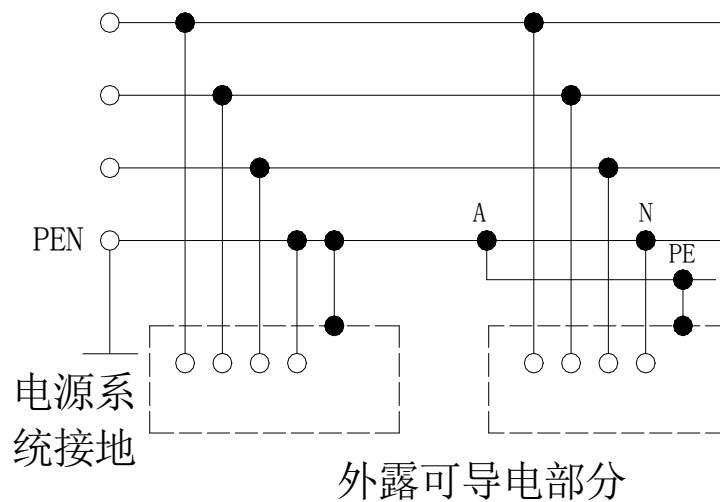


图3 TN-C-S系统

A hand holding a pen is shown writing on a notepad. The notepad has horizontal lines and a green header. The text '再次谢谢' is written in a large, bold, green font. The background is a soft, light green gradient.

再次谢谢