

# 曳引电梯轿厢的设计检测与故障诊断

## 摘 要

伴随经济的飞速发展，电梯已经越来越多的投入到人们的生产生活之中。大到各种高楼大厦，小到几十层的办公楼、宾馆，以及居民的住宅小区。众所周知，轿厢是所有电梯部件中最与人直接接触、息息相关的。它的安全，舒适，可靠从很大程度上可以说是要取决于轿厢架和轿厢体的设计，所以做好轿厢的设计检测以及做好它的故障诊断是尤为重要的。轿厢是由轿厢架和轿厢体组成的，轿厢架包含上梁、下梁、立柱、拉条等，轿厢体包含轿顶、轿壁和轿底。本文主要是对轿厢的这些结构进行设计，并对其重要部件上的检测以及对轿厢容易出现的故障进行分析诊断，以预防或减少电梯事故的发生。

**关键词：**乘客电梯 轿厢架 轿厢体 检测 诊断

# **Design detection and Fault diagnosis of the Elevator Capsules**

## **Abstract**

With the rapid development of economy, the elevator has been more and more into people's production and living. They are devoted to buildings, from all kinds of high-rise buildings to dozens of layer of office building, hotel, as well as the residential area. As is known to all, passenger elevator capsules is the most direct contact with people. Its safe, comfortable and reliable depends on the design of the car frame and the car body in the very great degree. So the design detection of the capsules and make its fault diagnosis is particularly important. The capsule is made up with car frame and car body. The car frame contains cross-head, plank, column and brace. The car body contains its car roof, walls and the bottom. This paper is to design the structure of the capsule and to detect the common fault of the capsule for its important components. In order to prevent or reduce the elevator accident.

**Key words:** Passenger lift; Car frame; Car body; Detection; Diagnosis

# 目 录

<b>1. 绪论</b> .....	1
1.1 课题的目的和意义.....	1
1.2 概述.....	2
1.3 课题研究的国内外现状及行业发展趋势.....	3
1.3.1 国内电梯发展的现状.....	3
1.3.2 国外电梯发展的现状.....	4
1.3.3 电梯行业的发展趋势.....	4
1.4 课题研究的主要内容.....	5
<b>2. 方案比较</b> .....	6
2.1 轿厢架的方案比较.....	6
2.2 轿厢体结构外形的方案比较.....	7
2.3 轿厢体材料选用的方案比较.....	9
<b>3. 轿厢的设计</b> .....	10
3.1 轿厢有效面积的设计.....	10
3.2 轿厢空间尺寸的设计.....	11
3.3 轿厢重量的设计计算.....	11
3.4 有关轿厢架强度校核的要求.....	13
3.4.1 乘客电梯轿厢架上梁的强度校核计算的要求.....	13
3.4.2 乘客电梯轿厢架立柱的强度校核的计算要求.....	13
3.5 电梯轿厢架上梁强度校核的计算.....	13
3.5.1 计算选用的参数.....	13
3.5.2 轿厢架上梁的强度校核计算.....	14
3.5.3 结论.....	15
3.6 轿厢架立柱强度校核的计算.....	15
3.6.1 计算选用参数.....	15
3.6.2 轿厢架立柱的强度校核的计算.....	16

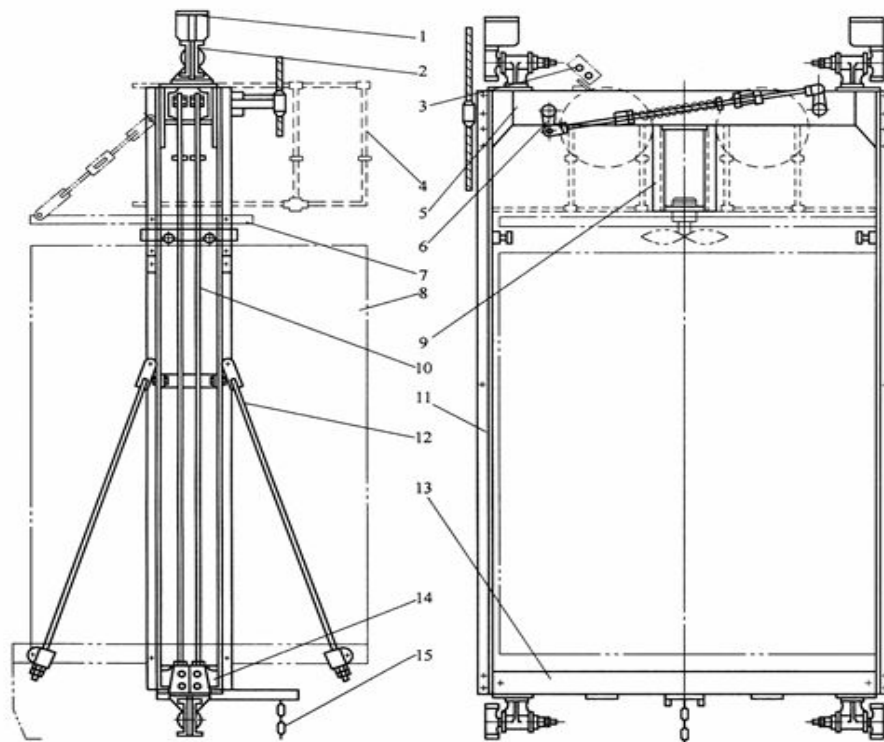
3.6.3 结论.....	18
3.7 轿厢.....	18
3.7.1 轿顶.....	18
3.7.2 轿壁.....	19
3.7.3 轿底.....	20
3.8 轿顶护栏的设计.....	20
<b>4. 轿厢的检测.....</b>	<b>21</b>
4.1 轿厢尺寸的检测.....	21
4.2 轿厢有效面积的检测.....	21
4.3 轿厢的封闭性检测.....	21
4.4 轿壁的机械强度检测.....	22
4.5 轿顶站人面积以及刚度的检测.....	22
4.6 轿厢安全窗的检测.....	22
4.7 轿顶护栏的检测.....	23
4.8 轿厢通风孔的检测.....	24
4.9 轿厢照明的检测.....	24
4.10 紧急照明的检测.....	25
<b>5. 轿厢的故障诊断.....</b>	<b>25</b>
5.1 轿厢在正常运行中有异常的振动声.....	26
5.2 轿厢在正常运行中有碰击声.....	27
5.3 轿厢在运行过程中有晃动.....	27
5.4 轿厢向下运行的过程中突然制停.....	28
5.5 轿厢发生冲顶蹲底的现象.....	28
5.6 轿厢在启动和停梯的时候有明显的台阶感.....	29
5.7 电梯运行时轿厢里有听到刺耳的摩擦声.....	30
<b>全文总结.....</b>	<b>31</b>
<b>参考文献.....</b>	<b>32</b>
<b>致谢.....</b>	<b>33</b>

# 1. 绪论

## 1.1 课题的目的和意义

电梯是一种在垂直方向上运行的运输设备。随着人口的不断增加，科学技术的飞速发展，以及人们物质文化和生活水平的逐渐提高，建筑业在这些的影响下得以迅速的发展。国内的各种高楼大厦拔地而起，小到居民小区住宅、饭店，大到几十层的办公楼和宾馆。我们可以很好的预见到，随着社会经济的发展，电梯产品将在人们生活中的地位和重要性是无可取代的，它也将随之成为最重要的运输设备之一。

而本课题所研究的轿厢恰恰是电梯中重要的构造之一。有关轿厢的结构，(如图 1-1) 所示。轿厢它主要是搭载乘客或货品，为了便利进出而设有门装置的一种箱形构件，它也是人们能够直观地感受到，并与之接触到的部件。



1. 导轨加油盒；2. 导靴；3. 轿顶检修窗；4. 轿顶安全护栏；5. 上梁；6. 安全钳传动机构；
7. 开门机架；8. 轿厢；9. 风扇架；10. 安全钳拉杆；11. 立梁；12. 拉条；13. 下梁；
14. 安全钳体；15. 补偿装置

图 1-1 轿厢结构示意图

对于轿厢的设计，我们始终要围绕着舒适性，可靠性，安全性这三点来做，因为人们乘坐电梯首要考虑的是安全、可靠，其次是电梯的舒适性。但是往往轿厢在正常的运行中，通常可能会出现一些故障和问题，比如说，轿厢在正常运行中有异常的振动声；轿厢在运行的过程中有晃动；轿厢在运行的过程中突然制停等等。所以在设计轿厢的时候，无论是从结构的设计还是材料的选用方面，我们首先就要做到尽量能够防止这样的故障出现，其次是即使在使用的过程中出现了极个别类似于这样的故障，我们也能及时的进行诊断，并采取相应的措施进行维修。所以针对于轿厢的设计检测与故障诊断也就显得尤为重要。

## 1.2 概述

电梯是机电技术的高度结合，主要是用来完成垂直方向上的运输任务。电梯包含机械部分和电气部分。它的机械部分可以看成是人的躯体，电气部分可以看成是人的神经，二者紧密相连，不可分割。机与电的高度结合，使之成为现代高端的综合产品，与此同时，对它运行时的安全可靠要求也非常的高。

电梯的组成主要是包含这八大系统。分别是哪八大系统，以及各个系统的功能特点如表 1-1 所示。

表 1-1 八大系统及其功能

八大系统	功能
轿厢	主要是用来运送乘客和搭载货物。
曳引系统	输出并传递动力，驱动电梯的运行。
导向系统	限制轿厢和对重的活动自由度，使轿厢和对重只能沿导轨作上下运动。
门系统	供乘客及货物的进出轿厢。
重量平衡系统	平衡轿厢重量以及补偿电梯曳引绳与电缆长度变化转移所带来的重量转移。
电力拖动系统	提供动力，对电梯实行速度控制。
电气控制系统	对电梯的运行进行控制与操纵。
安全保护系统	保证电梯的使用安全，保障乘客生命财产安全以及设备安全。

轿厢是电梯八大系统中的重要一环，它主要是用来运送乘客和搭载货物的。轿厢是由轿厢架和轿厢体这两大部分组成，轿厢架是主要的受力部件，为了保证乘客在使用电梯时的安全，我们就要对轿厢架的结构方式、大小以及选材进行设计并对其梁的强度进行校核。轿厢体中的轿顶、轿壁以及轿底还要能够承受一定的刚度等。由于轿厢在工作的时候也时常发生一些故障，所以我们必须定期的对轿厢进行检测，一旦出现故障就及时的对其进行排除，从而降低轿厢故障的发生。

### 1.3 课题研究的国内外现状及行业发展趋势

#### 1.3.1 国内电梯发展的现状

我国的电梯行业起步较晚，电梯在我国主要经过有以下的三个阶段：第一个阶段是对进口电梯的出售、安装以及维保（1900-1949），第二个阶段是我国独立自主地进行开发研制并生产（1950-1979），最后一个阶段是成立“三资”企业，进而电梯行业得以快速的发展（1980-至今）。现如今我国在世界上不单已经成为最大的电梯产量国并且也是一个最大的电梯使用市场。目前在中国市场的主要电梯品牌有：上海三菱电梯，通力电梯，快客电梯，日立，西子奥的斯，沃克斯，富士达，以及东芝。除此之外，国内还有一些其他电梯公司，比如：苏州的东南、申龙、康力等。至2015年，我国电梯保有量快要355万台，约占全世界总量的27.5%。而且我国电梯的产销量差不多要达到全球的三分之二，很显然中国在二十一世纪就已经成为了电梯的产销大国。即便这样，我国自主电梯品牌却一直主要供应国内低端市场，国产的五六百家电梯厂商只能占到一半的市场份额。中国国内主要有四家电梯制造公司上市，分别是苏州的康力电梯，苏州的江南嘉捷电梯，广州的广日股份以及沈阳的博林特电梯。在国内市场中，这四家上市公司占有率约为四分之一，年产销量大约在15万台，国外的电梯企业在中国的年销售量大约在为25-30万台，占有率约为二分之一，剩下的就是其他企业得年销售量大约在10-15万台，占比约四分之一。

说实话中国的电梯行业经过几十年发展已经取得了很大成就，为此我们应该感到高兴，但是依然还存在着很多的问题，比如在技术方面与一些发达国家存在着差距，市场竞争中不及一些知名品牌，而且我国的安装维保人员呈现出严重不足的现象，随着电梯产量和销量的一年年增长，但是安装维保的人员却明显跟不上。随着我国电梯产业的进一步发展，我们需要更多、更高层次的从事研究制造、

安装维保、管理使用的人才，但是由于在我国电梯这一领域，目前还缺少着一些专业性人才和技术性人才，这一短板已经严重制约了我国电梯行业的成长与进步。不过值得庆幸的是随着我国教育事业的蒸蒸日上，我国的电梯产业也一定会越来越好，真正实现中国创造！

### 1.3.2 国外电梯发展的现状

国外的电梯产品无论是从规格还是品种来讲，都是比较齐全的。国外电梯因为其优越的质量和先进的技术到目前依然占据着中国大部分的电梯市场。一些相比较知名的海外电梯品牌，好比美国的奥的斯，芬兰的通力，日本的三菱、东芝和富士达等。这些个电梯公司他们实力雄厚，各有千秋，加上品牌的效应也就自然而然地形成当今电梯技术的一种新格局，大致可以分为三类：美国技术、欧洲技术和亚洲技术。美国技术主要是以奥的斯为主的电梯技术，它不单是发展历程长，并且技术成熟，也很先进。现在各个电梯生产厂家所使用到的安全钳和限速器，其实采用的就是奥的斯技术，但是美国人始终还是保留先进技术，所以最尖端的电梯技术依然未在其他国家得到应用。欧洲的电梯技术主要是以耐用著称，并且市场的先导性要比美国好，在环球范畴内进行积极地资金合股，从而使得欧洲技术普遍地被使用，同时欧洲电梯标准也成为了国际电梯的标准。亚洲电梯技术还是以日本为主，它坐拥四家主流的电梯制造公司。日本电梯它的成功之处在于两个字：舒适。虽然日本电梯的使用寿命无法和欧美的品牌相媲美，但是就是因为日本电梯公司针对了用户的心理，一切从人性出发，所以才赢得了人心，也赢得了市场。

国外的电梯品牌之所以能够享有好的声誉，除了因为它的电梯技术成熟、先进，更是因为他们对于电梯的监管维护保养做的十分细致。一部耐用的电梯不是生来就完美的，这是须要质检机制不停的进步。在日本，对于电梯的生产、使用和维护有一套健全的法律法规。对电梯生产和使用的一些相关的安全知识也是进行了普及和推广。可见，一个国家对于电梯是多么的重视。而且对于日本的一些电梯公司，他们的主要并非是电梯的制造，而恰恰相反的是对于电梯的维护和保养。这也体现出电梯中最重要的一个环节便是对电梯的维护和保养。

### 1.3.3 电梯行业的发展趋势

电梯从问世到如今也有 100 多年的历史了，它为人们的生活带来了许多



的便利与享受，渐渐地在人们的生活中成为不可或缺的一部分。电梯从最早出现的既简陋又不安全不舒适的升降机发展到现在，中间经历了对其无数次的改进和提高，它的技术发展也永远不会停止。纵观电梯的成长过程，我们以后还将在以下的几个方面加进更大的冲破和改进。

(1) 超高速电梯：在当下 21 世纪，随着人口数量的不断增长，而可利用土地的面积却越来越少，我们必将大力发展具有全功能、多用途的高层塔式建筑。所以超高速电梯依然成为我们此后研究的方向。除了采取曳引式的电梯之外，将来的直线电机驱动电梯也会有一个很大的成长空间。如何来确保未来电梯其的安全性、可靠性和舒适性也将成为我们必须研究的方向。

(2) 电梯智能群控制系统：电梯智能群控制系统将在强大的计算机软件以及硬件的前提下，能够顺应电梯交通中的不确定性，所控制目标的多样化以及非线性表现等动态的特征。伴随智能建筑的进一步成长，电梯的智能群控制系统和大楼全数自动化服务的设施将结合成一个集体智能系统，这也是未来电梯技术的一个发展方向。

(3) 电梯的发展将更加绿色、环保：此后在发展电梯之路上，要求电梯能够越发的节能环保，同时还要减少噪音污染、电磁辐射污染以及油污染等。除此以外，还要有兼容性强，寿命长等特点。电梯中所使用到的各类原料（包含装潢须要的材料）都应该是绿色环保型，同建筑物、周围的天然环境相和谐，注重人道的的设计，并倡导使用风能和太阳能等绿色的能源，从而能够给予环境多一份的关爱。

## 1.4 课题研究的主要内容

本课题所针对的是某曳引电梯轿厢的设计，初始的工况为：载重量 1050kg，乘客人数 14 人，速度 2m/s，顶层的高度 4620mm，底坑的深度 2140mm，提升的高度 30m，层楼有 9 站。通过对本课题的设计来实现电梯正常的运行功能。主要是完成电梯轿厢结构的设计，并且根据电梯安全运行规范来对轿厢进行检测和故障诊断的研究。通过对文献的查询和应用所学的机械电子工程的理论知识，能够优化设计方案，正确设计本课题要求的结构，提出正确的检测措施，对其发生的故障机理能够正确地分析并得出解决的办法。

## 2. 方案比较

一部电梯的正常运行，必须要各个系统、部件同一的工作。在电梯这么多的结构中，轿厢它是一种用来装载乘客和货物的箱型结构部件。它也是与人们最直接接触的结构之一。所以对于轿厢的设计既要体现到人性化，即舒适性，又要考虑到它的安全性和可靠性。

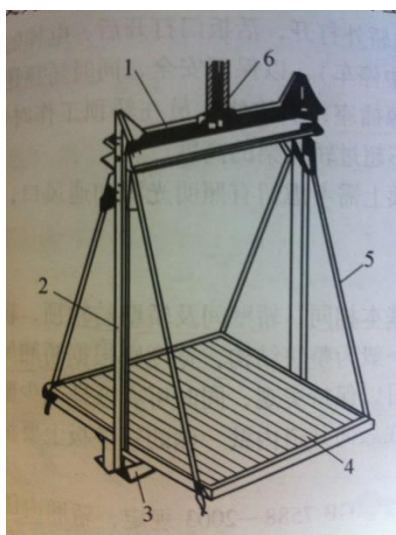
单单就从轿厢的构造来讲，它是由轿厢架和轿厢体构成的，下面我们就从轿厢架的结构、轿厢体的外形结构以及轿厢体的材料这三个方面来进行方案的比较和分析。

### 2.1 轿厢架的方案比较

轿厢架作为一种承重件，我们通常用型钢或钢板压制成一个金属框架。轿厢架包含上梁、下梁、立柱和拉条。上梁、下梁和立柱之间一般采用螺栓连接。

轿厢架有两种基本结构。一种是对边形轿厢架，此外一种是对角形轿厢架。下面我们就对这两种轿厢架进行比照分析。

(1) 对边形轿厢架：如图 2-1，通常实用于具有一个面或者是对个面设置轿门的电梯。这种构造的轿厢架受力情况较好，多适合于较重载荷的情况。当轿厢作用有偏心载荷的情况时，只会在轿厢架撑支的范畴内发生拉力，或在立梁上发生推力。所以大多数电梯都采用这种结构方式。

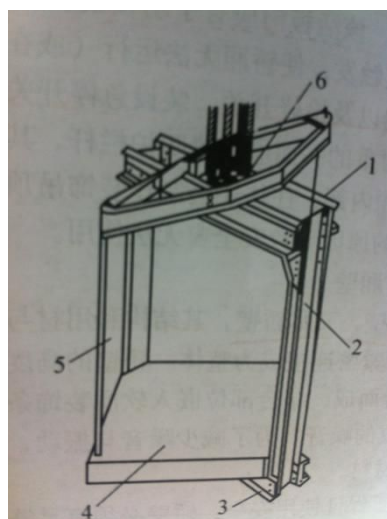


1. 上梁；2. 立梁；3. 底梁；4. 轿厢底；5. 拉条；6. 绳头组合

图 2-1 对边形轿厢架

(2) 对角形轿厢架：如图 2-2，通常实用于具有相邻的两个边设置轿门的

电梯。这种构造的轿厢架受力情况较差，当其受到偏心载荷时，各构件不单受到偏心弯曲，并且它的顶架还会受到扭转带来的影响。所以对于较重载荷的电梯，应该尽量避免采用这种构造的轿厢架。



1. 上梁；2. 立梁；3. 底梁；4. 轿厢底；5. 拉条；6. 绳头组合

图 2-2 对角形轿厢架

综上所述，就我们这个载重量为 1050kg 的电梯，应该选择对边形轿厢架。

## 2.2 轿厢体结构外形的方案比较

轿厢体是由薄金属板经压制成型，组合成一个箱型的结构。轿厢它包含有轿顶、轿底和轿壁。对于轿厢自身的结构类型它有好多种，下面我们就简单的分析一下轿厢的结构类型。

方案一：轿厢的宽大于深，宽与深的比例是 10：8，即图 2-3；

方案二：轿厢的外形是圆形的，即图 2-4；

方案三：轿厢是长形的，即深大于宽，如图 2-5；

方案四：轿厢是方形的，即宽深相同，如图 2-6。



图 2-3 宽大于深结构



图 2-4 圆形结构

作为乘客电梯，我们设计轿厢外形的时候要保证乘客出入时候的方便，以及乘客在乘坐电梯时的舒适度，而且还要提高运行的效率，这时我们一般要把电梯的外形结构设计成宽与深的比例是 10:8，即方案一。宽大于深首先空间感就会觉得很大，而且一旦在高峰期乘客人数比较多的时候，此时就能体会到进出电梯时的方便，大大提高了电梯运行的效率，同时也节省了乘客的时间。



图 2-5 长形结构



图 2-6 方形结构

方案二和方案三的结构外形一般设计成的目的是为了达到方便运送一些货物和器械，提高工作效率。比如现在的医用电梯，它为了运送病床，所以轿厢被设计成长形，即深要大于宽。而且医用电梯平时一般都有司机操作，所以轿门可以根据需要做成直通式门。像还有轿厢结构外形设计成深大于宽或者是宽深相同的，这种结构主要是起到装卸货物的方便。显然如果这种结构被设计成用于搭载

乘客，一个问题就是乘客进出电梯的不方便，乘客会感觉轿厢的狭小拥挤，而且一旦乘客人数较多的时候，势必进出电梯的时间大大加长，降低了电梯运行的效率。

方案四电梯圆形或者菱形的外形，通常适用于一些观光类的，观光面的轿壁使用的是强化玻璃，这样使得乘客在完成升降的过程中还可以一览外部的风景。虽然在有些乘客电梯上我们也能看到是设计成这种结构的，但是它的造价相对较高，不经济实用。为了从性价比的角度出发，我们的电梯外形结构就不采用此种设计结构。

综上所述，轿厢的外形结构选成方案一：宽与深的比例是 10：8。

### 2.3 轿厢体材料选用的方案比较

轿厢的轿顶、轿底和轿壁因为都要求能够承受一定的重量，所以对于轿厢的板材要有一定的要求。制造轿厢的板材一般有两种，一种是普通钢板，此外一种是不锈钢。下面就对其价格、强度、刚度、防锈性和耐磨性做一下比较分析。

表 2-1 普通钢和不锈钢的比较

材料	普通钢 (Q235)	不锈钢 (304)
价格	低	高
强度	较小	较大
刚度	较小	较大
防锈性	较差	较好
耐磨性	较差	较好

虽然不锈钢的价格比普通钢的价格高很多，但是各个性能比普通钢要来的好，而且从美观的角度上来讲，不锈钢也较为美观。所以综上所述，轿厢的材料选用不锈钢。

最终我们在轿厢的方案设计选择中，选择的是对边形轿厢架，轿厢外形结构是选择宽深比例为 10:8，轿厢体轿顶、轿壁、轿底材料是选择不锈钢。

### 3. 轿厢的设计

本次设计电梯的要求是：乘客电梯额定载重量是 1050kg，乘客人数是 14 人，电梯速度 2m/s。

#### 3.1 轿厢有效面积的设计

为了防止因为轿厢内人过多而引起的超载，轿厢的有效面积应该予以相当的限定。轿厢的有效面积是指轿厢内的实际用量面积。国标 GB 7588 对轿厢的有效面积与乘客人数以及额定载重量都做了具体的规定。

表 3-1 乘坐人数与轿厢最小有效面积

乘坐人数/人	轿厢最小有效面积/m <sup>2</sup>	乘坐人数/人	轿厢最小有效面积/m <sup>2</sup>
1	0.28	11	1.87
2	0.49	12	2.01
3	0.60	13	2.15
4	0.79	14	2.29
5	0.98	15	2.43
6	1.17	16	2.57
7	1.31	17	2.71
8	1.45	18	2.85
9	1.59	19	2.99
10	1.73	20	3.13

注：超过 20 位乘客时，对超出的每一位乘客增加 0.115 m<sup>2</sup>。

电梯额定载重量与轿厢最大有效面积之间的关系应该切合下表 3-2 的规定。

表 3-2 额定载重量和轿厢最大有效面积

额定载重量/kg	轿厢最大有效面积/m <sup>2</sup>	最多乘客人数/人
300	0.9	4
400	1.17	5
630	1.66	8
750	1.9	10
800	2.00	10
1000	2.40	13
1250	2.90	16
1500	3.40	20
1600	3.56	21
1800	3.88	21

注：超过 2500kg，每增加 100kg，面积增加 0.16 m<sup>2</sup>。如果是中间载重量，面积就用线性插入法确定。

$$1250-1000=250\text{kg} \quad 2.90-2.40=0.50 \text{ m}^2 \quad 1050-1000=50\text{kg}$$

$$250/50=5 \quad 0.50/5=0.10 \text{ m}^2 \quad 2.40+0.10=2.50 \text{ m}^2$$

所以综上所述：轿厢的有效面积在 2.29—2.50 之间。

### 3.2 轿厢空间尺寸的设计

我国针对乘客电额定速度在 2.5m/s 以下的电梯轿厢空间有效尺寸的规定。

表 3-3 常见乘客电梯轿厢有效尺寸和参数

额定载重量 /kg		630	800	1000	1250	1600	
可乘人数		8	10	13	16	21	
轿厢 尺寸 /mm	宽度 A	1100	1350	1600	1950		
	深度 B	1400				1750	
	高度	2200 (2300)			2300		

所以选定轿厢的尺寸为：宽度 A：1750mm，深度 B：1400mm，高度：2300mm。

$1750 \times 1400 = 2.45 \text{ m}^2$ ，满足在 2.29-2.50 之间。

### 3.3 轿厢重量的设计计算

轿厢架上、下梁均采用 2 条槽钢，左右立柱各采用 1 条槽钢。根据设计要求：轿厢内净尺寸为  $1750 \times 1400\text{mm}$ ，乘客电梯轿厢内净高度为 2300mm。上、下梁长度考虑轿壁厚度、导靴等安全装置的安装位置，取理论长度为 1850mm；轿厢深度考虑轿壁厚度和轿门厚度等因素，取理论长度为 1500mm；左右立柱考虑曳引钢丝绳的端接装置长度及对其安装维护的方便，取理论长度 2800mm。

轿厢架上、下梁选用 18#a 槽钢，其参数为：高度 180mm，腿宽 68mm，腰厚 7mm，截面面积  $25.7\text{cm}^2$ ，理论重量  $20.2\text{kg/m}$ 。轿底和轿顶四周选用 10#槽钢，其参数为：高度 100mm，腿宽 48mm，腰厚 5.3mm，截面面积  $12.7\text{cm}^2$ ，理论重量  $10\text{kg/m}$ 。

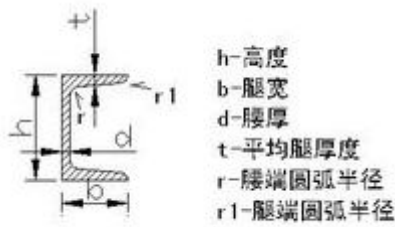


图 3-1 槽钢剖面图

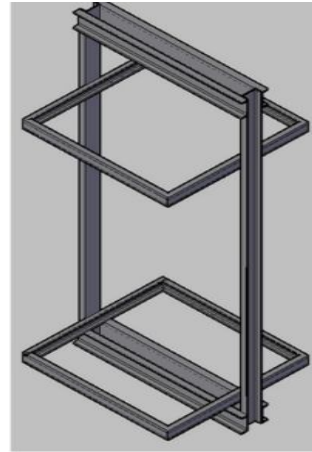


图 3-2 对边行轿厢架

由以上条件可计算出：将槽钢结合部位长度计算在内，轿厢上、下梁实际所需槽钢长度为： $1750+2\times 68=1886\text{mm}$ ，左右立柱实际所需槽钢长度为： $2300+180\times 2+100\times 2=2860\text{mm}$ 。轿厢上、下梁及两侧立柱所需槽钢重量  $w_1$  为：

$$w_1 = (1886 \times 4 + 2860 \times 2) \times 10^{-3} \text{m} \times 20.2 \text{kg/m} = 267.58 \text{kg} \quad (3-1)$$

轿厢框架所需槽钢重量  $w_2$  为：

$$w_2 = (1750 \times 4 + 1400 \times 4) \times 10^{-3} \times 10.0 \text{kg/m} = 126 \text{kg} \quad (3-2)$$

轿厢架所需槽钢重量  $w$  为：

$$w = w_1 + w_2 = 267.58 + 126 = 393.58 \text{kg}$$

计算时把轿厢内部视为一个密闭的长方体（长 1750mm，宽 1400mm，高 2300mm）。轿门视为轿厢壁的一部分，不考虑轿壁不锈钢板间结合部位的宽度。全部采用 1.5mm 厚的不锈钢板，国际密度为  $7.93\text{g/cm}^3$ 。

根据以上数据可计算出所需不锈钢板面积  $S$  为：

$$S = (1750 \times 1400 + 1750 \times 2300 + 1400 \times 2300) \times 2 \times 10^{-6} = 19.4 \text{m}^2 \quad (3-3)$$

所需不锈钢板重量  $w_3$  为：

$$w_3 = 19.4 \times 1.5 \times 10^{-3} \times 7.93 \times 10^6 \text{g} = 230.76 \text{kg} \quad (3-4)$$

综上轿厢总重量  $W_{\text{总}}$  为：

$$W_{\text{总}} = w + w_3 = 393.58 + 230.76 = 624.34 \text{kg} \quad (3-5)$$

最后考虑轿厢内装饰、轿壁联结处钢板、开门机、导靴等装配的重量，以及利便平衡系统的计算等成分，取轿厢的重量为 800kg。



### 3.4 有关轿厢架强度校核的要求

#### 3.4.1 乘客电梯轿厢架上梁的强度校核计算的要求

- (1) 将轿厢架的上梁可以近似的简化成简支梁来进行计算，其受到的力除了应考虑轿厢的自重和额定载重量外，还应考虑其他的悬挂重量；
- (2) 轿厢架上梁的最大合应力应该小于其的许用应力；
- (3) 当轿厢架上梁处于最大载荷时所产生的最大挠度应该小于它的计算许用挠度。

#### 3.4.2 乘客电梯轿厢架立柱的强度校核的计算要求

- (1) 考虑到电梯在工作运行时，由于人在轿厢内的站立位置的偏心，从而造成的轿厢偏载的情况下电梯轿厢架立柱的强度情况；
- (2) 在上述的情况下，轿厢架的每一单侧立柱所受拉伸和弯曲载荷而引起的应力应该小于轿厢架立柱的许用应力。

### 3.5 电梯轿厢架上梁强度校核的计算

#### 3.5.1 计算选用的参数:

本乘客电梯的轿厢架上梁由两根长度是 1886mm 的 18#a 槽钢所制成。表 3-4 中的参数为本计算的选用参数。

表 3-4 上梁强度校核的选用参数

参数的名称	参数的代号	参数的值	单位
电梯轿厢自重	P	800	Kg
额定载重量	Q	1050	Kg
电梯提升高度	H	30	m
电梯曳引比	Rt		
采用钢丝绳根数	N	2	
钢丝绳单位长度重量	$g_r$	0.594	Kg/m
采用随行电缆根数	N <sub>ct</sub>	1	
随行电缆单位长度重量	$g_{ct}$	0.98	Kg/m
上梁槽钢长度	Lu18	1.886	m
18#a 槽钢截面积	S	25.7	cm <sup>2</sup>
18#a 槽钢截面惯性矩	I <sub>x</sub>	1270	cm <sup>4</sup>
18#槽钢截面模数	W <sub>x</sub>	141	cm <sup>3</sup>

弹性模量	E	$2 \times 10^6$	Kg/cm <sup>2</sup>
18#a 槽钢材料标号		Q235	
Q235 材料的抗拉强度	$\sigma_b$	375	N/mm <sup>2</sup>
Q235 材料的抗弯强度	$\sigma_s$	235	N/mm <sup>2</sup>

### 3.5.2 轿厢架上梁的强度校核计算

(1) 上梁是由两根长度是 1.886m 的 18#a 槽钢组成，按照简支梁的计算；

(2) 上梁受力分析：上梁受到的力主要有曳引钢丝绳承受的轿厢的自重 P，额定载重量 Q，以及随行电缆的悬挂重量 W，其中最大弯矩发生在上梁的中间。

轿厢自重  $P=800\text{kg}$ ，额定载重量  $Q=1050\text{kg}$ ；

随行电缆悬挂重量的计算：

$$\text{随行电缆悬挂重量 } W = N_{ct} \times g_{ct} \times H = 1 \times 0.98 \times 30 = 29.4\text{kg} \quad (3-6)$$

轿厢架上梁受力的计算：

轿厢架上梁所受到的最大悬挂重量为：

$$T = P + Q + W = 800 + 1050 + 29.4 = 1879.4\text{kg} \quad (3-7)$$

将轿厢架的上梁简化成为一个简支梁，那么简支梁两个支点的受力为：

$$F_a = F_b = T/2 = 1879.4/2 = 939.7\text{kg} = 9209.06\text{N} \quad (3-8)$$

则轿厢架上梁所受到的最大剪力为：

$$G_{\max} = F_a = 9209.06\text{N} \quad (3-9)$$

由于最大弯矩发生在上梁的中间，所以轿厢上梁所受到的最大弯矩为：

$$M_{\max} = F_a \times L/2 = 9209.06 \times 1.886/2 = 8684.1\text{N} \cdot \text{m} \quad (3-10)$$

(3) 轿厢架上梁合成应力的计算

轿厢架上梁最大正应力的计算：

$$\text{上梁最大正应力 } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{2W_x} = \frac{8684.1 \times 1000}{2 \times 141 \times 1000} = 30.8\text{N/mm}^2 = 30.8\text{MPa} \quad (3-11)$$

轿厢架上梁最大剪应力的计算：

$$\text{上梁最大剪应力 } \tau_{\max} = \frac{G_{\max}}{2S} = \frac{9209.06}{2 \times 25.7 \times 100} = 1.79\text{N/mm}^2 = 1.79\text{MPa} \quad (3-12)$$

轿厢架上梁的合成应力可以根据第四强度理论计算：

$$\sigma_{\text{合}} = \sqrt{\sigma_{\text{max}}^2 + 3\tau_{\text{max}}^2} = 40.4 \text{MPa} \quad (3-13)$$

(4) 轿厢架上梁材料许用应力的计算:

轿厢架上梁的材料为 Q235, 其抗弯强度和抗拉强度可见表 3-4。

轿厢架上梁材料的许用应力可以进行下式计算:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[n]} \quad \text{式中: } [n] \text{ 为许用安全系数}$$

轿厢架上梁材料许用安全系数的计算:

$$[n] = n_1 \times n_2 \times n_3$$

其中,  $n_1$  为计算准确度系数, 取  $n_1 = 1.2$ ;

$n_2$  为材料可靠性系数, 取  $n_2 = 2$ ;

$n_3$  为保证零件有一定的安全裕度, 且经久耐用、可靠, 按零件重要性, 对零件的损坏, 将造成重大事故时, 取  $n_3 = 1.5$ 。

$$[n] = n_1 \times n_2 \times n_3 = 1.2 \times 2 \times 1.5 = 3.6 \quad (3-14)$$

上梁材料的许用应力

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[n]} = \frac{235}{3.6} = 65.28 \text{N/mm}^2 = 65.28 \text{MPa} > \sigma_{\text{合}} = 40.4 \text{MPa} \quad (3-15)$$

(5) 轿厢架上梁挠度的计算:

上梁在最大载荷下挠度的计算:

$$f_{\text{max}} = TL^3 / 48EI_x = 0.09 \text{cm} = 0.9 \text{mm} \quad (3-16)$$

轿厢架上梁许用挠度的计算:

$$f_{\text{许}} = L_{18} / 1000 = \frac{1886}{1000} = 1.886 \text{mm} > f_{\text{max}} = 0.9 \text{mm} \quad (3-17)$$

### 3.5.3 结论

符合本计算 3.4.1 中的要求。

## 3.6 轿厢架立柱强度校核的计算

3.6.1 计算选用参数: 本乘客电梯的轿厢架的立柱是由两根 18#a 槽钢组成的, 每侧各一根。它的受力分析图可见图 3-4。表 3-5 中参数为本计算参数。

表 3-5 立柱强度校核的参数

参数的名称	参数的代号	参数的值	单位
轿厢自重	P	800	Kg
额定载重量	Q	1050	Kg
提升高度	H	30	m
轿厢宽度	A	1750	mm
轿厢深度	B	1400	mm
轿厢架立柱长度	L	2.86	m
上下导靴之间的垂直中心矩	Hg	3.06	m
轿厢导轨数量	Ncr	2	
立柱槽钢的截面积	S	25.7	cm <sup>2</sup>
立柱用槽钢 x 方向截面惯性矩	I <sub>x</sub>	1270	cm <sup>4</sup>
立柱用槽钢 y 方向截面惯性矩	I <sub>y</sub>	98.6	cm <sup>4</sup>
立柱用槽钢 x 方向截面模量	W <sub>x</sub>	141	cm <sup>3</sup>
立柱用槽钢 y 方向截面模量	W <sub>y</sub>	20.0	cm <sup>3</sup>
立柱用槽钢材料标号		Q235	
Q235 材料的抗拉强度	σ <sub>b</sub>	375	N/mm <sup>2</sup>
Q235 材料的屈服强度	σ <sub>s</sub>	235	N/mm <sup>2</sup>
冲击系数	K <sub>1</sub>	3	
重力加速度	g	9.8	m/s <sup>2</sup>

### 3.6.2 轿厢架立柱的强度校核的计算：

(1) 轿厢架立柱的受力与分析：如图 3-4 所示，本乘客电梯的轿厢架立柱在工作时主要受到的两种载荷：

第一种是：拉伸载荷；

第二种是：由于轿厢受到偏心载荷而使整个轿厢架产生的偏心力矩为  $M_0$ 。

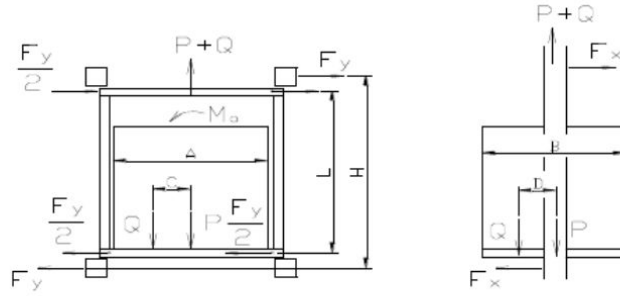


图 3-4 导靴端面及侧面的受力图

(2) 轿厢架立柱的强度的计算:

轿厢的偏载是由于电梯在工作时人在轿厢内的站立位置偏心而造成的, 以在各轿厢宽度和深度方向的偏  $\frac{1}{8}$  作为计算依据; 所以计算可得以下偏载距:

$$\text{轿厢宽度上的偏载距 } C = \frac{1}{8} A = \frac{1}{8} * 1750 = 218.75 \text{ mm}$$

$$\text{轿厢深度上的偏载距 } D = \frac{1}{8} B = \frac{1}{8} * 1400 = 175 \text{ mm} \quad (3-18)$$

轿厢的静平衡已经调整好, 即轿厢自重的重心位于悬挂中心;

每根轿厢架的立柱承受相等的剪切载荷, 即两根的立柱具有相等的刚度。

(3) 轿厢架的偏心力矩  $M_0$  的计算:

$$\text{导靴端面的受力: } F_y = \frac{K_1 g Q C}{\frac{N_{cr}}{2} H_g} = \frac{3 * 9.8 * 1050 * 218.75}{3060} = 2206.8 \text{ N} \quad (3-19)$$

$$\text{导靴侧面受力: } F_x = \frac{K_1 g Q D}{N_{cr} H_g} = \frac{3 * 9.8 * 1050 * 175}{2 * 3060} = 882.7 \text{ N} \quad (3-20)$$

$$\text{轿厢架偏心力矩 } M_0 = F_y * H_g = 2206.8 * 3060 = 6752808 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (3-21)$$

(4) 单根立柱上由于受到拉伸和弯曲载荷而引起的应力的计算:

单侧立柱截面沿 y 轴线抗弯模量的计算:

由于每侧的立柱是由一根长度为 2860mm 的 18#a 的槽钢 (材料为 Q235) 组成, 所以单侧的立柱截面沿 y 轴线的抗弯模量为  $W_{y1} = 20.0 \text{ cm}^3$ 。

单根立柱上由于受到拉伸和弯曲载荷而引起的应力为:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M_0 L}{4 H_g 2 W_{y1}} + \frac{K_1 (P+Q) g}{2 S_{18}} \\ &= \frac{6752808 * 2860}{4 * 3060 * 2 * (20 * 1000)} + \frac{3 * 9.8 * 1850}{2 * 25.7 * 100} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&=39.45+10.58 \\
&=50.03\text{N}/\text{mm}^2=50.03\text{MPa} \qquad (3-22)
\end{aligned}$$

(5) 轿厢架的立柱材料许用应力的计算:

轿厢架立柱的材料为 Q235, 其抗弯强度和抗拉强度可见表 3-5。

轿厢架立柱材料的许用应力可以进行下式计算:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[n]} \quad \text{式中: } [n] \text{ 为许用安全系数}$$

轿厢架立柱材料许用安全系数的计算:

$$[n] = n_1 \times n_2 \times n_3$$

其中:  $n_1$  为计算准确度系数, 取  $n_1=1.2$ ;

$n_2$  为材料可靠性系数, 取  $n_2=2$ ;

$n_3$  为保证零件有一定的安全裕度, 且经久耐用、可靠, 按零件重要性, 对零件的损坏, 将造成重大事故时, 取  $n_3=1.5$ 。

$$[n] = n_1 \times n_2 \times n_3 = 1.2 \times 2 \times 1.5 = 3.6 \qquad (3-23)$$

轿厢架立柱材料的许用应力

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[n]} = \frac{235}{3.6} = 65.28\text{N}/\text{mm}^2 = 65.28\text{MPa} > 50.03\text{MPa} \qquad (3-24)$$

### 3.6.3 结论

符合本计算的 3.4.2 中的要求。

## 3.7 轿厢

### 3.7.1 轿顶

轿顶是由厚度为 1.2-1.5mm 的钢板经压制成槽形的构造拼接组合而成的(如图 3-5) 所示。按照国家电梯的制造规定, 轿顶上的任何一个位置都要能够经得住两人的重量。按照每个人在 0.20m\*0.20m 的面积上作用 1000N 的力, 要求无永久变形。并且在轿顶的壁上要求 5cm<sup>2</sup> 的方形或者圆形的面积上平均的作用上 300N 的力, 壁板应该无永久的变形, 弹性形变也应不大于 15mm。距离轿顶外侧边沿的水平方向上若是存在超出 0.30m 的自由距离时, 此时轿顶就应该装设有防护栏, 防护栏应该有扶手、0.10m 高的护脚板以及中间栏杆。除此之外, 轿顶的上方还应设置安全窗, 安全窗的尺寸大小应该要大于等于 0.35m\*0.50m。安全窗应

该有手动的锁紧装置，可以向轿外打开，安全窗被打开后，电梯的电气联锁装置就会被触发，使得轿厢就无法正常工作运行。同时为了确保安全，轿顶通常还会设有排气扇和查检的开关，安装设有急停开关和电源插座以供检修工作者在轿顶的工作使用。必要指出的是，在轿顶接近对重的一侧应该设有防护栏杆，并且它的高度要求不要超过轿厢架的高度。在轿厢的内部，通常还有吊顶，吊顶上装有照明灯和通风口。吊顶上的照明灯和通风口不能影响到安全窗的使用。



图 3-5 轿顶结构

### 3.7.2 轿壁

轿壁它的结构和材料同轿顶基本相同（如图 3-6）所示。轿壁与轿壁间、轿壁与轿顶、轿壁与轿底之间都是采取螺钉连接成为一个整体。在轿壁的高度方向上，它一般都是整块结构的，而宽度则是根据轿厢的尺寸大小有多块拼接结合而成的。在结合的部位上，都要镶嵌一些软质的装饰条，既可以保持电梯里的美观整洁，同时又能减少壁板由于振动而产生的噪音。有时候为了减少振动和噪音，我们还会在靠近井道内壁的一侧轿壁的壁板上粘贴有一些隔音减振的材料。同时为了确保电梯能够正常的运行，轿壁同样需要有一定的强度。并且轿壁任何上的位置，要求  $5\text{cm}^2$  的方形或者圆形的面积上作用  $300\text{N}$  的力，壁板应该无永久的变形，弹性形变也应不大于  $15\text{mm}$ 。



图 3-6 轿壁结构

### 3.7.3 轿底

轿底是电梯最直接的承载部分。它是由轿底的框架和底板组成。轿底的框架通常采取槽钢和角钢通过焊接而成，并在上方铺设设有钢板或者大理石。为了提高电梯乘坐时的舒适程度，还要在电梯的轿顶、轿底以及轿架之间装有橡胶缓冲块。如许既能改善电梯运行的平稳性、乘客乘坐的舒适性，同时还能有用的减小电梯运行时的噪音。

## 3.8 轿顶护栏的设计

轿顶护栏安装的要求是：当距离轿顶外侧边沿的水平距离大于 0.3m，此时轿厢顶部就须要架设护栏。

表 3-6 电梯参数与井道尺寸的设计标准

人乘/载重 (kg)	额定速度 (m/s)	最大提升高度 (m)	井道尺寸 (mm)	底坑深度 (mm)
10/800	1.0	50	2000*2000	1550
	1.75	90	2000*2000	1550
	2.0	100	2000*2000	1700
14/1050 (13/1000)	1.0	50	2150*2150	1550
	1.75	90	2150*2150	1550
	2.0	100	2200*2150	1700

$$d = A_{\text{井道}} - A = 2200 - 1650 = 550\text{mm} = 0.55\text{m} > 0.3\text{m}$$

所以轿厢顶部要架设护栏。又由于水平自由距离  $d$  不大于 0.85m，因此护栏的高度应该不小于 0.7m 即可。



## 4. 轿厢的检测

### 4.1 轿厢尺寸的检测

检测要求：

- (1) 轿厢里面的净高度要大于等于 2m；
- (2) 轿厢的宽和深要满足相应载重量所规定的尺寸。

检测工具：3m 的卷尺。

检测方法：用卷尺测量轿厢的净高度，同时再测量轿厢的宽与深，并做好相应的记录。

检测结果：如果测量值符合本电梯所规定的尺寸，则轿厢宽、深和高的尺寸合格，反之则不合格。

### 4.2 轿厢有效面积的检测

检测要求：乘客电梯类的轿厢最大有效面积不应该大于表 3-2 给出的额定载重量所对应最大有效的面积 105%。并且轿厢有凸出和凹进去的地方，无论其高度是否小于 1m，或者说它是否有单独门的保护，当我们在计算轿厢的最大有效面积的时候都必需算入。

检测工具：3m 的卷尺

检测方法：审核查阅相关的设计资料和实物，然后用卷尺测量轿厢内的有效面积，（如图 4-1 所示），并与设计的值相互比较。

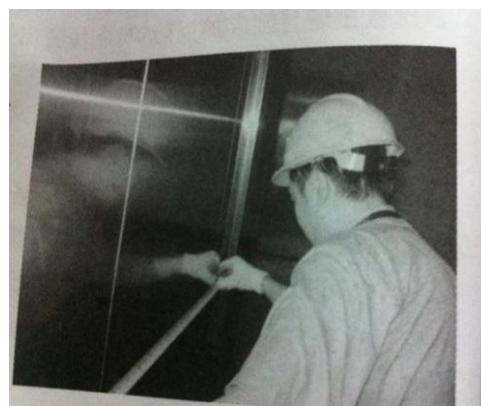


图 4-1 轿厢的测量

检测结果：如果测量出的有效面积在设计的范围内则表示合格，反之则不合格。

### 4.3 轿厢的封闭性检测

检测要求：整个的轿厢构造应该由轿顶、轿壁和轿厢的地板完全闭合组成的，要求只许可有以下的开口：

- (1) 使用人员正常的出入口；
- (2) 轿厢安全窗以及轿厢安全门；
- (3) 通风孔。

检测方法：用眼睛去检查，查看是否除了这些开口外，还有别的开口。

检测结果：如果检测轿厢没有其余的开口了，则表明轿厢的封闭性是合格的。

#### 4.4 轿壁的机械强度检测

检测要求：轿壁应该要有这样的机械强度：使用 300N 的力，平均的作用在  $5\text{cm}^2$  的方形或者是圆形的面积上，而且沿着轿厢的内侧向着外方向垂直的作用于轿壁的任何一处位置上，轿壁应该：

- (1) 无永久变形；
- (2) 弹性形变小于等于 15mm。

检测工具：数显推拉测力计

检测方法：要求在处在停止状况时的轿厢内进行检查。在测力计的一端固定面积为  $5\text{cm}^2$  的一个金属块，在轿顶的上方悬挂线坠，然后通过对测力计施加一个 300N 的力并且是垂直作用的，最后用尺测量出力所在的作用点，在施加 300N 的力之前和施加 300N 的力之后，垂直于轿顶的相对坠线的水平位移。

检测结果：如果发生的弹性形变可恢复，且形变小于等于 15mm，则轿壁的机械强度合格，反之则不合格。

#### 4.5 轿顶站人面积以及刚度的检测

检测要求：

(1) 轿顶处应该要有一块大于等于  $0.12\text{m}^2$  的用于站人的净面积，它的短边应该大于等于 0.25m。

(2) 对于轿顶任何地方的位置，应该能够承受的住两人的体重。如果每一个人在  $0.20\text{m}\times 0.20\text{m}$  的面积上作用 1000N 的力，要求应该无永久变形；

检测工具：卷尺、1000N 载荷、计时表

检测方法：在轿顶上相邻的两个  $0.20\text{m}\times 0.20\text{m}$  的面积上分别加载有 1000N 的负荷保持上 10min，然后卸掉载荷，并检查轿顶的变形情况。

检测结果：如果轿顶处的净面积符合，而且在在  $0.20\text{m}\times 0.20\text{m}$  的面积上作用 1000N 的力后轿顶处的弹性形变可恢复，无永久的变形，则轿顶的站人面积及刚度检测合格，反之则不合格。

#### 4.6 轿厢安全窗的检测

检测要求：安装设置了轿厢的安全窗就要符合以下的条件：

(1) 轿顶设置的安全窗，它的尺寸不应该小于  $0.35\text{m}\times 0.50\text{m}$ ；

(2) 轿厢的安全窗应该设置有手动上锁的配置；

(3) 轿厢的安全窗应该能够不须要钥匙就从轿厢外开启，而且应该能够用三角钥匙从轿厢内开启，安全窗不应该向轿内开启，并且须要注意的是它的开启位置不应该超出电梯轿厢的边沿；

(4) 安全窗的锁紧应该由一个电气安全的装配来确保，要是锁紧失效了，该装置应该要使电梯停下来。只有再重新锁紧之后，电梯才可能回到正常的运行。

检测工具：3m 的卷尺、三角钥匙

检测方法：

(1) 用卷尺测量安全窗的尺寸大小；

(2) 检查是否有设置手动上锁的配置；

(3) 用三角钥匙试试能否从轿厢内开启；

(4) 打开轿厢的安全窗，电梯应该不能启动或者是立即停止运行。

检测结果：如果测量的尺寸大于等于  $0.35\text{m}\times 0.50\text{m}$ ，且有手动上锁的配置，在电梯静止的状态下，打开轿厢的安全窗后，电梯应该不能启动。满足以上的条件，则表示轿厢安全窗的检测合格，反之则不合格。

## 4.7 轿顶护栏的检测

检测要求：

(1) 当距离轿顶外侧边沿上的水平方向超出  $0.30\text{m}$  的自由距离时，轿顶应该装设有防护栏。自由距离的丈量应该测量到井道壁。若是井道壁上有宽度或者是高度上小于  $0.30\text{m}$  的凹坑时，这时就许可在凹坑处有略微大一点的距离；

(2) 护栏应该有扶手、 $0.10\text{m}$  高的护脚板和位于在护栏高度的一半处的中央栏杆所构成。按照护栏扶手的外缘水平自由距离，扶手的高度有两种，一种可以是：(3) 当自由距离小于等于  $0.85\text{m}$  的情况下，扶手的高度应该大于等于  $0.70\text{m}$ ；与此相反的，当自由距离大于  $0.85\text{m}$  的情况下，此时扶手的高度应该大于等于  $1.10\text{m}$ ；

(4) 扶手的外缘要和井道中任何的部件（包含对重、导轨等）之间水平上的距离应该大于等于  $0.10\text{m}$ ；

(5) 检查修理的工作者应该能够安全并且容易的通过护栏的进口进入轿顶；

(6) 护栏的装设应该在距离轿顶边沿的 0.15m 以内。

检测工具：3m 的卷尺

检测方法：

(1) 用卷尺测量，当距离超出了 0.30m 的时候，检查一下是否装设了护栏；

(2) 用卷尺测量，并且目测检查护栏的结构和位置；

## 4.8 轿厢通风孔的检测

检测要求：

(1) 通风孔的设置应该是：用一根直径为 10mm 坚硬的直棒，不可能从轿厢内经过通风孔穿过轿壁，无孔门的轿厢应该在它的上部以及下部设置通风孔；

(2) 在轿厢上部以及下部的通风孔，它们的面积都不应小于轿厢有效面积的 1%，轿门四周的间隙可以在计算透风孔面积的同时算进去，可是不能够大于所要求的面积的 50%。

检测工具：直径为 10mm 的直棒、卷尺。

检测方法：目测的检查通风孔，用一根直径为 10mm 坚硬的直棒去检查，再去用卷尺测量通风孔的面积。

检测结果：如果直棒通不过，且面积不小于轿厢有效面积的 1%，则轿厢通风孔的检测合格，反之不合格。

## 4.9 轿厢照明的检测

检测要求：

(1) 轿厢内应该设置有长久性的电气照明配置，控制设置上的照度最好是大于等于 50lx，轿厢地板上的照度最好也是大于等于 50lx；

(2) 在正常使用中的电梯，轿厢应该要有持续的照明。

检测工具：照度计

检测方法：首先打开轿厢内的电气照明装置，然后用照度计在垂直于光照的方向上进行测量。

检测结果：如果照度计上的照度显示大于等于 50lx，则轿厢照明的检测合格，反之不合格。

## 4.10 紧急照明的检测

检测要求:

(1) 应该要有自行再充电的紧急照明电源。如果是在正常的照明电源中断时,它至少能够提供 1W 的灯具用电 1h。如果是在正常的照明电源发生故障时,应该能够自行接通紧急照明电源;

(2) 如果这个紧急电源也同时给紧急报警装置进行供电,那么电源就应该具有相应的额定容量。

检测工具: 计时表

检测方法:

(1) 将正常的照明电源断掉,然后观察轿厢内紧急照明的情况;

(2) 开始计时表,看紧急照明能够提供多久的照明。

检测结果: 如果切断正常的照明电源,紧急照明电源能够自行接通,且提供照明的时间超过 1 小时,则紧急照明的检测合格,反之则不合格。

## 5. 轿厢的故障诊断

一部电梯主要是由机械部分和电气控制的部分构成，以是自然而然地能够想到电梯发生的故障主要是机械方面的原因以及电气方面的原因。好比当我们碰到电梯故障的时候，起首要理清处理问题的思维路线，看出现的故障是属于机械故障还是电气故障，接着去判断这故障是归属于电梯系统哪个部分的，最后再把故障缩小到某个部件或者某个元器件上。

就拿电梯的机械系统来说吧，电梯机械系统主要产生故障的原因有：连接紧固件的松脱、系统润滑的不畅、机械的疲劳以及自然磨损等。电梯的一些机械故障不但影响乘客乘坐电梯时的舒适感，而且还会对乘客的生命带来严重的安全隐患。鉴于这些原因，以是我们必需坚持对电梯进行按期的维护和保养。一旦出现了电梯故障，维修的人员应该立即赶赴现场，向现场的使用人员询问了解电梯出现的问题情况，从而采取正确的处理方法，保证乘客的生命财产安全。我们所研究的轿厢也属于机械故障的一部分，下面我们就去了解一下轿厢常出现的一些故障。

### 5.1 轿厢在正常运行中有异常的振动声

故障的原因：

(1) 减速箱的齿轮啮合不好，从而引起偏差，最终导致由传动所引起的振动；

(2) 轿厢架的变形造成安全钳座体和导轨之间的碰擦产生振动，轿厢的外构造紧固件松动，轿底减振块的脱落；

(3) 主机安装的不平从而使得主机振动，或者是主机没有采取减振措施；

(4) 固定滑动导靴和导轨之间的配合间隙过大，或已磨损，两导轨的开档尺寸变化，从而导致了轿厢运行时的漂移振动。

解决的方案：

(1) 如果是由于啮合不好或者是轴承损坏等故障所引起的异常振动，应该立即调整或者更换出现故障的零部件；

(2) 用手去触摸检查曳引主机的外壳，看是否有振动感，同时触摸主机的底部感觉是否有振动，再者检查有无橡皮减振垫片。如果感觉到有振感，则表明可能是由于底座平面度的误差所造成的，此时就用垫片垫实来达到消除振源的目的。

的；

(3) 检查一下轿厢是否有某些的加强筋脱焊松动了，从而引起轿厢架的变形。如果轿厢的一侧倾斜了，把轿厢开到最底的层站，然后用木板垫在发生倾斜的那一侧，松开紧固件，利用重力的作用进行矫正，最后再用水平仪去检查轿厢的倾斜度，紧固好加强筋，并且用点焊进行固定。

## 5.2 轿厢在正常运行中有碰击声

故障的原因：

(1) 补偿绳或者是平衡链碰撞到了轿壁；

(2) 平衡链和下梁链的接处部分没有加减振的橡胶垫或者是隔振的装置，平衡链没有加减振绳或者金属的平衡链没有加润滑剂来给它润滑；

(3) 轿壁与轿顶、轿壁与轿底、轿顶与轿架、轿底与轿架下梁，它们之间的防振消音的装置可能脱落；

(4) 导轨和导靴之间的间隙过大或者两个主导轨向层门的方向凸突，从而使得轿厢的护脚板碰擦到了地坎。导轨和导靴链接处产生碰擦；

解决的方案：

(1) 检查一下每一个位置处的减振消音的装置，并且还要调整和更换橡胶垫块；

(2) 检查一下轿厢架下梁所悬挂的平衡链隔振装置是否在起到了作用，如果已经松动或者断掉了，此时应该进行调整或者更换；

(3) 检查并调整导轨和导靴之间的间隙，检查一下导轨的垂直度和接头处的压导板是否已经开始松动，同时检查一下轿厢下面的护脚板是否已经松动；

(4) 调整导轨、护脚板以及压导板等部件，使得它们不和导靴相互碰擦。

## 5.3 轿厢在运行过程中有晃动

故障的原因：

(1) 固定滑动导靴和导轨之间的磨损过多，从而产生了横向和纵向的间隙比较大，最终导致了轿厢在载荷不平衡的情况下发生了前后以及左右方向上的水平晃动；

(2) 导轨在和弹性导靴发生滑动摩擦的时候，使得靴衬磨损严重，从而引起较大的间隙，使得轿厢在垂直方向上发生晃动。导轨在和滚动导靴发生滚动摩

擦的时候，此时滚动胶轮磨损过多，从而使得轿厢前后发生倾斜，进而造成垂直方向上的晃动；

(3) 导轨的平行度、垂直度差，两导轨之间的平行开档尺寸差；

(4) 减速箱的传动部件发生周期性的误差，从而传递给了轿厢；

(5) 各个曳引钢丝绳和绳槽之间的磨损程度不同，从而引起各个钢丝绳在它们绳槽接触的部位上速度不相同，进而传递给了轿厢，使得轿厢发生晃动；

(6) 钢丝绳上的均衡受力装置没有调整的好，从而也会引起轿厢在运行过程中的晃动。

解决的方案：

(1) 检查一下滑动导靴以及滚动导靴的靴衬或者是胶轮是否有磨损，如果磨损比较严重的话，就要对其进行更换；

(2) 检查一下压导板是否有松动，并且调整各个导轨的垂直度、平行度，以及还包括其开档尺寸；

(3) 调整曳引机它的同轴度，提高减速箱的各工作部件的运动性能；

(4) 若是各个曳引钢丝绳磨损严重，此时就须要调整更换钢丝绳；

(5) 调整曳引钢丝绳的均衡受力的装置。

## 5.4 轿厢向下运行的过程中突然制停

故障的原因：

(1) 限速器的钢丝绳发生松动、张紧力不足或者是直径发生了变化，从而引起了断绳开关的动作；

(2) 限速器失效。限速器离心块的弹簧发生老化，一旦它的拉力不能足够的克服动作时速度的离心力，离心块就会被甩出，从而使得楔形块卡住偏心轮的齿槽，进而造成安全钳的误动作；

(3) 导轨的直线度有偏差或者是和安全钳楔块之间的间隙较小，产生了摩擦阻力，从而导致了轿厢向下运行时的误动作；

(4) 超速保护装置的传动机构在需要运转的部位上严重缺少油，从而出现了咬轴的现象。

解决的方案：

(1) 对限速器钢丝绳的张紧力进行调整，以确保轿厢在运行的过程中钢丝



绳不会发生跳动。如果钢丝绳的直径太大了，则会影响电梯的安全使用，此时就应该对其进行更换；

(2) 定期的对限速器进行检测试验，一旦发现有向下运行时的制停现象，就应该更换限速器；

(3) 定期的对限速器进行保养，清理污垢后再加入润滑油，从而使得动作可靠安全；

(4) 检查并调整好导轨和安全钳之间的间隙，同时保证良好的润滑。

## 5.5 轿厢发生冲顶蹲底的现象

故障的原因：

(1) 平衡系数失调；

(2) 制动器的闸瓦和制动轮之间的间隙过大，或者是制动器的主弹簧压力过小；

(3) 钢丝绳和绳槽之间的磨损较为严重，钢丝绳和绳槽内有油污，绳表面的油脂过多；

(4) 极限开关的装配位置错误，或者是装在了轿厢一侧的撞铁移位，此时撞不到极限开关它的碰轮。

解决的方案：

(1) 安装电梯的时候，应该检查一下对重块的数量以及每块对重块的质量，然后进行额定载荷的运转实验；

(2) 进行超载运行的试验，把轿厢分别移到井道的上端或者下端，开始向上、向下的运行，测试轿厢是否出现倒拉的现象；

(3) 检查一下制动器的工作运行情况，并调整制动器瓦闸之间的间隙；

(4) 检查一下曳引钢丝绳和绳槽间的磨损程度，同时检查一下钢丝绳和绳槽之间有没有太多的油污，如果磨损严重的话，就应该跟换钢丝绳和绳轮，如果没有磨损，就把钢丝绳和绳槽清洗干净；

(5) 调整并固定好撞铁的位置，检查并调整上、下平层时平层开关的位置以及极限开关的位置。

## 5.6 轿厢在启动和停梯的时候有明显的台阶感

故障的原因：

- (1) 电梯在启动和松开闸的时间不一致，停梯的时候电梯提前抱闸制动了；
- (2) 导轨的接头处发生错位，或者是工作面的不平整而引起的台阶感。

解决的方案：

- (1) 调整启动松闸的时间和制动抱闸的时间，使得它们能够同步；
- (2) 检查并维修导轨的接头处，让它达到要求的标准。

## 5.7 电梯运行时轿厢里有听到刺耳的摩擦声

故障的原因：

- (1) 轿厢或者是对重导靴的靴衬有了磨损，或者内部里面存有异物；
- (2) 对导轨的润滑不够；
- (3) 安全钳楔块和导轨之间的间隙不均匀或者过于小了，就会发生安全钳楔块摩擦碰撞导轨的现象；

楔块摩擦碰撞导轨的现象：

- (4) 各种的绳轮轴等已经有了磨损或者是润滑不好；
- (5) 轿厢位移的变形，导轨发生了弯曲，从而引起了导轨和导靴靴衬之间

发生了碰擦；

(6) 轿厢的变形，厅门的地坎和门刀相互碰撞，或者是轿门的地坎和门滚轮发生了相互碰撞。

解决的方案：

- (1) 修理导靴发生磨损破坏的地方或者是更换导靴的靴衬；
- (2) 定期对导轨进行清洗润滑；
- (3) 调整好安全钳的拉杆，从而使得安全钳楔块和导轨之间的间隙保持恰当；

当；

(4) 调整、修理轿厢和各个相对运动部件之间的尺寸，从而能够确保安装的间隙；

- (5) 调整开门刀和门滚轮之间的间隙，使得它们切合标准。

## 全文总结

伴随社会的进一步发展，人们对于电梯的需求也是与日俱增，随之而来的还有各种的电梯事故，对人们的生命财产安全造成了极大的损失。所以一方面我们既要做好对电梯的设计，保证电梯能够正常安全的运行，另一方面我们也要做好对电梯的维护与保养，并及时对故障进行排除，从而在某些层面上以减少和杜绝电梯事故的发生。毫无例外，轿厢也会发生很多的故障。所以本文的目的在于通过对轿厢规范的结构设计，以及相应的设计检测与故障诊断来尽量保证电梯在轿厢这一块使用的安全性和可靠性，以减少或是避免电梯事故的发生，从而保障了人们的生命财产安全。

本课题设计的主要内容可以分为五大部分，首先在绪部分简要叙述一下电梯以及及电梯轿厢的相关内容。接着在方案比较中对轿厢架，轿厢的结构以及轿厢使用的材料进行优缺点上比较，从而确定设计的方案。然后在结构设计的部分，结合之前所确定的设计方案进而对轿厢的有效面积进行确定，轿厢的空间尺寸进行设计，轿厢重量的计算，轿厢架强度的校核以及对轿顶护栏的选用和设计。最后再根据设计的数据对轿厢有效面积和空间尺寸上的检测以及轿壁、轿顶强度和刚度的检测，外加轿厢内各装置的检测等，看是否满足国家标准的要求。还有一点不能忘记的就是对轿厢经常出现的一些故障原因进行分析和排除。总之，对于我们做结构设计的来说，既要有数据上的设计计算，又要有图纸和表格上的辅助。这部分内容主要是将理论计算，图纸，与表格相结合。只有这样，才能做好一个结构方面的设计。

## 参考文献

- [1] 贺德明,肖伟平编著. 电梯结构与原理[M]. 广州: 中山大学出版社, 2009
- [2] 夏国柱编著. 电梯工程实用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008
- [3] 陈家盛编著. 电梯结构原理及安装维修[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [4] 许林,张荣编著. 电梯安装维修与保养安全技术[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2011
- [5] 刘爱国,朱红民,郭宏毅编著. 电梯故障排除实例[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2008
- [6] 朱昌明,洪致育,张惠侨编著. 电梯与自动扶梯原理、结构、安装、测试[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1995
- [7] 李秧耕编著. 电梯基本原理及安装维修全书[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001
- [8] 蒋春玉,张元培,陈家芳编著. 电梯安装与使用维修手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [9] 何乔治,陈兴华,何峰峰编著. 电梯故障与排除[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [10] 金中林,安振木. 电梯维修保养实用技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2001
- [11] 张琦主编. 现代电梯构造与使用[M]. 北京: 清华大学出版社, 北京交通大学出版社, 2004
- [12] 冯国庆主编. 电梯维修与操作[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004
- [13] 孙余凯,项绮明,徐绍贤编著[M]. 新型电梯故障检修技巧与实例. 北京: 电子工业出版社, 2008
- [14] 刘佩武编著. 电梯的使用与维修[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002
- [15] 薛林,陈勇力. 电梯操作与维护[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2008
- [16] 朱德文,刘剑. 电梯安全技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007
- [17] LUO Gao zuo,WANG Ping. Application of ANSYS and its structure analysis[J].Journal of Huang shi polytechnic college, 2002