**2018年ICM问题D: 新能源汽车（电量非空的）**

由于环境和经济的原因，全球都在减少使用化石燃料，包括汽车汽油。 无论是受环境或经济动机，消费者开始转向电动汽车。 几个国家正在看到采用电动汽车快速增长的潜力。 在美国和其他国家，更经济实惠的全电式特斯拉3型车型的发布带来了预购订单和长期等待名单的记录。为了进一步加快向电动汽车的转型，包括中国在内的一些国家已经宣布将在未来几年内禁止汽油和柴油车

最终，禁令生效时，要在所有的地方都有足够数量的车辆充电站，以便人们可以利用车辆进行日常工作，也可以进行偶尔的长途旅行。 然而，从汽油车和柴油车到电动车的过渡并不是一帆风顺的，不能一蹴而就。 在一个幻想的世界里，我们会有一天醒来，每一辆汽车都换上一辆电动汽车，每一辆加油站都换上一个充电站。 实际上资源有限，消费者需要时间进行转换。 事实上，充电站的位置和方便性对于早期使用者以及最终成为主流消费者的志愿者来说是至关重要的。

当国家计划这一转型时，他们需要考虑充电站的最终网络（车站的数量，所在的位置，车站充电器的数量以及农村，郊区的需求的差异，以及城市地区）以及充电站网络的发展和演变。例如，当电动汽车占所有汽车的10％，所有汽车的30％，所有汽车的50％以及所有汽车的90％时，网络应该如何？

随着各国寻求制定促进向电动汽车过渡的政策，他们将需要制定一个最适合其国家的计划。在他们开始之前，他们希望您的团队帮助确定充电网络的最终架构，以支持全电动车辆的全面采用。此外，他们希望您确定在规划最终禁止汽油车辆和柴油车辆大幅度减少的时间表时将起重要作用的关键因素。

为了帮助您的团队管理这个问题的范围，我们要求您只关注个人乘用车（即用于乘客的轿车，货车和轻型客车）。在你的报告结尾，你可以简要地评论你的发现和商业车辆的结论的相关性，包括重型卡车和公共汽车。

你的任务如下：

任务1：探索美国当前和日益增长的特斯拉充电站网络。 特斯拉目前提供两种类型的充电站：

（1）目的地充电设计为一次或甚至一夜充电数小时;

（2）增压设计用于长途旅行，在短短30分钟的充电时间内提供170英里的行驶里程的电力

这些充电站是除了拥有私人车库或车道的许多特斯拉车主所使用的这些车站之外。 特斯拉正走在美国的一个完全切换到全电的轨道上吗？ 如果每个人都在美国转向全电动乘用车，那么需要多少个充电站，又如何在城市，郊区和农村之间进行分配呢？

**您的提交应该包括：**

* 单页控制表，
* 单页讲义材料，
* 您的解决方案不超过20页，最多22页，包括摘要和讲义。
* 注意：参考列表和任何附录不计入22页的限制，应该在完成解决方案后出现。

电动汽车占领地球

随着石油的日益短缺和温室效应的日益加剧，电动汽车应运而生。为了促进电动汽车的推广，我们必须建立相应的基础设施，即充电设施。

在本文中，我们详细分析了如何在已知的人口分布和道路分布的区位选择中建立两个充电站。在此过程中，我们还考虑了区域经济发展和天气、地形等因素。

任务1：设计了基于线路的多目标优化模型和基于点的多目标优化模型，分别对增压站和目的地充电站的位置进行了设计。这些模型包括两个子模型：成本-收益模型和用户需求模型。我们已经到了美国需要建造1080762个充电站的地步。

最后，我们进行了敏感性分析，并指出了模型的优缺点。

关键词：多目标规划；电动汽车充电站；混合粒子群优化算法。

# 简介

# 1.1背景

环境和能源是全球性的问题。美国能源部预测，2020后全球石油需求与传统石油供应将出现净缺口。汽车能耗是全球石油压力的主要原因。节能环保的电动汽车正受到世界各国的广泛关注。电动汽车可以从根本上减少汽车对石油能源的依赖，减少二氧化碳排放。它将解决制约汽车工业发展的主要障碍，成为实现汽车工业可持续发展的最重要的技术途径。同时，电动汽车作为新一轮经济增长的突破口，已成为世界主要国家和汽车制造商共同的战略选择[ 1 ]。

近年来，由于电动汽车产业在各国的重要性日益突出，电动汽车在许多国家得到了发展并处于一定的规模。许多国家出台了相关政策，鼓励和促进电动汽车的开发和销售。然而，电动汽车的高成本和高价格、人们对新产品的无知和不信任，使得大多数公众仍在关注电动汽车。电动汽车在市场上的推广不是很顺利。此外，电动汽车的里程约为100公里—200公里，而参考燃料车与加油站之间的关系表明，充电设施的不完善直接限制了电动汽车的发展。电动汽车产业的起步和发展需要合理地构建配套设施，规划电动汽车的发展过程[2 ]。

可以说是谁抢了电动车，抢了车的未来。

# 简介

# 1.1背景

环境和能源是全球性的问题。美国能源部预测，2020后全球石油需求与传统石油供应将出现净缺口。汽车能耗是全球石油压力的主要原因。节能环保的电动汽车正受到世界各国的广泛关注。电动汽车可以从根本上减少汽车对石油能源的依赖，减少二氧化碳排放。它将解决制约汽车工业发展的主要障碍，成为实现汽车工业可持续发展的最重要的技术途径。同时，电动汽车作为新一轮经济增长的突破口，已成为世界主要国家和汽车制造商共同的战略选择[ 1 ]。

近年来，由于电动汽车产业在各国的重要性日益突出，电动汽车在许多国家得到了发展并处于一定的规模。许多国家出台了相关政策，鼓励和促进电动汽车的开发和销售。然而，电动汽车的高成本和高价格、人们对新产品的无知和不信任，使得大多数公众仍在关注电动汽车。电动汽车在市场上的推广不是很顺利。此外，电动汽车的里程约为100公里—200公里，而参考燃料车与加油站之间的关系表明，充电设施的不完善直接限制了电动汽车的发展。电动汽车产业的起步和发展需要合理地构建配套设施，规划电动汽车的发展过程[2 ]。

可以说是谁抢了电动车，抢了车的未来。

1.2重述问题

随着新能源的发展，电动汽车的出现迎合了人们的愿望。在许多国家出现了大量的电动汽车。电动汽车的环保和节能优势，带动了电动汽车在世界范围内的蓬勃发展。特斯拉作为美国主要的电动汽车品牌，在美国建立了许多充电站。

我们需要解决的问题有以下几点：

特斯拉是否被允许完全将所有电力切换到美国。如果电动汽车被完全覆盖，需要在美国建立多少充电站，这些充电站应该如何分布在城市、郊区和农村地区。

以给定的三个国家为例，讨论了在国家实现电动汽车全覆盖时如何分配充电站的数量和位置，并给出了关键影响因素。根据增长计划，获得了国家电动汽车的总体发展计划。

提出了一个普遍适用于世界的充电站发展计划。

本文讨论了评价技术创新和新兴的车辆和方法对电动汽车日益增长的使用的影响。

为各国领导人为国际能源峰会准备援助，帮助其他国家发展电动汽车。

1.3工作概述

首先，我们需要提供一个模型来确定该地区电动汽车充电站的合理数量。这应该包括特斯拉提供的两种充电方式，以及对充电站数量的限制，包括该区域的功能组成、人口分布和经济状况。在这个模型中，我们使用集合覆盖（SCP）方法。

之后，我们还应该优化模型。根据基本区建立的充电站数量，需要进一步探讨充电站的位置，从而确定规划区内充电站的最佳位置和分布。这就增加了充电站的成本和利润，方便了人们。

使用充电站。借助多目标模型，我们发现影响人口指数的决定性因素是人口密度、经济发展水平、社会成本和道路分布。我们需要一个过程模拟，即在选定的国家（爱尔兰），电动汽车作为一种新的商品，开始从零开始建立充电站，讨论建立电动汽车的地址、顺序和充电站的数量和面积之间的关系。考虑使用环境，创造汽车销售的优先权。从零到百分之一百，作为一种电动交通工具，我们需要提供一个计划来安排这个增长的时间表。

接下来，我们要讨论以上计划的可能性和劣势以及规划和推广。在这个过程中，我们应该得到这个模型应用于不同国家的不足和非理性，并找出影响这一趋势的关键因素。我们认为，考虑到人口增长与减少、时间差异和国家财政能力的差异，我们可以基本分类已知的国家，并为他们建立自己的电动汽车增长模型提供合理的参考计划。

将上述结论与实际情况结合起来，探讨电动汽车中无止境的新技术对销售市场和销售量的影响。应制定一个讲义，其中包括建立国家电动汽车发展模式的关键因素，以便安排所有电动汽车的时间和过程计划，确定燃料车辆的禁令时间。

2 假设和理由

假设业主的收费行为合理合理，他们将选择最方便、最经济的充电站。

假设充电站的损坏和消耗是可预测的，并且没有不可控因素导致充电站的停止。

假设一个增压站足够大，可以满足所有增压需求。

假设电动汽车的耐久性只反映在行驶中，而不考虑空调的使用。

假设没有混合动力汽车。

# 变量描述

|  |  |
| --- | --- |
| a | 人口自然增长率 |
| J | 机动车保有量 |
| R | 电动汽车总量 |
| S | 燃料汽车总量 |
| n | 每年受周围人际关系选择电动汽车的总数 |
| k | 每年因为广告或国家政策选择购买电动汽车的总人数 |
| N | 在某地区的充电桩总数 |
| N1 | 满足需求的充电站的最小数量 |
| T% | 地区当日需要充电的车辆总数 |
| B | 在这个地区建造充电站的年费用[3] |
| B1 | 天气对电池耐久性的影响系数 |
| B2 | 电池损耗老化对电池耐久的影响系数 |
| B3 | 不可控因素的影响 |
| Φ | 本区充电站年度维护费用[3] |
| W | 地区充电站的成本 |
| Ωi | 地区充电站的收入 |
| d | 充电需求点 |
| Gij | 两个充电点之间的距离 |

|  |  |
| --- | --- |
| E | 充电站规模 |
| i/j | 充电桩数量 |
| Cj | 区域内充电站的净收入 |
| L | 气候影响系数及其他因素对充电功率的影响 |
| Xj=0,1 | 充电站的时间值在候选位置J上为1，否则为0。 |
| V | 电动汽车保有量增速 |
| M | 充电站服务范围内的需求点到充电点的距离 |
| Hij | 需求点需要充电的汽车数量 |
| P | 用户成本 |
| β | 单次充电电量 |
| Q | 电动汽车单次最大行驶里程 |
| xi=0,1 | 车主的收费为1，非车主收费为0。 |

# 模型与结论

# 任务1

# 模型

# 从特斯拉提供的两种充电站，我们认为这两种服务组和服务地点是不同的：1.到达后目的地后充电是一种缓慢充电模式，主要用于住宅、购物中心、旅馆和一些人们将过夜的地方；而补充充电则是另一种类型。在充电过程中，由于充电时间较短，主要是为了帮助在运行过程中需要补充电源的人。两者之间的差异导致了其分布和数量的差异。因此，我们分别建立了基于优化模型和基于优化模型的点对增压站和目的地充电站的线路。

1)基于直线的多目标优化模型。

由于电动汽车在道路上行驶的路线是确定的，我们将道路上的充电站简化为一条直线的充电站。考虑到电动汽车每充电后的一段时间都可以行驶很长的距离，我们可以使用该方法确定覆盖最小的充电站。

在确定这个数量的过程中，我们考虑了不同因素对电池续航能力的影响:不同的天气和地形会影响行驶里程，电池寿命会影响电池容量。

建立充电站时,我们也考虑充电站的建设成本和维护成本,所以我们的最终需求是在满足充电需求的前提下实现高盈利和低投资。

考虑到人们在高速公路和其他道路上的驾驶习惯的不同，我们为两者设计了不同的模型。在高速公路上，车辆被要求以一种方式长距离行驶，而在其他高速公路上则没有这种情况。因此，我们考虑在非高速公路充电站建设中对充电站的需求变化。

1. 高速公路。

在高速公路充电站建设中，我们希望能满足高速公路上所有电动汽车的充电需求，同时使用最小费用，在未来的运行过程中达到最大的利益。

所以我们得到了以下关系:











由于城乡高速公路的差异不明显，我们可以忽略这里的影响。

1. 小公路

我们认为充电站的密度应该是高速公路的两倍，因为在这条小路上有一个很短的往返问题。

我们得到以下关系:



同时，还需要满足高速公路充电站建设的要求。

2)基于点的多目标优化模型

在城市、农村和其他地区，由于复杂的规律性，为了简化模型，可以认为该区域的所有点都可能出现在车辆路径中，具有相同的概率，而驱动方向是任意的。我们首先使用集合覆盖模型，根据城市的经济水平和人口密度和旅游条件，该区域建立一系列的充电站，点主要分布在城市居住区、服务区域和功能区域。

城市居住区、服务区、功能区的数量和位置与城市的经济发展程度和人口密度有关，

在我们的模型中，我们假设充电站的大小是确定的，并且每个充电站都可以同时使用R辆电动汽车。

(\*)

类型(\*)模型优化:

类型(\*)仅满足电动汽车充电任务的理论要求。现在我们使用覆盖问题模型来优化充电站的布局，满足所有充电车辆需求，找到合理的充电站数量，有利于充电站的建设。

我们得到以下关系









在最后的计算中，我们选择了华盛顿州、密歇根州、犹他州、密苏里州、亚利桑那州和南卡罗来纳州，以代表美国不同的地形、天气、农村地区和城市人口分布和经济状况。

2结论

在我们看来，特斯拉有望在美国实现完全电动化。

首先，从特斯拉赛车的能力来看，特斯拉在许多电动汽车中占有突出的优势。第二，特斯拉在跑车领域也达到了新的高度。不仅如此，特斯拉发布的新车型3与大众的生活步调一致。正确的价格和卓越的性能也为特斯拉打开了一个市场。

首先，从特斯拉的耐力来看，它能持续跑很长时间，并且可以到达美国的大部分地区。特斯拉在许多电动汽车上都有突出的优势，其次，特斯拉在跑车上也达到了新的高度。此外，特斯拉的新车型3与公众的生活融为一体。适当的价格和卓越的表现也为特斯拉开拓了市场，增大了消费量。

我们通过计算得知，如果美国每个人都转向全电动汽车，那么将会有1080762个充电站，城市、郊区和农村地区的分布和比例如下[6]:

表1美国充电站分布

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 超级充电 | 百分比 | 目的地充电 | 百分比 | 总和 | 百分比 |
| 城市 | 27407 | 21% | 665175 | 70% | 692582 | 64% |
| 郊区 | 32628 | 25% | 180548 | 19% | 213176 | 20% |
| 农村 | 70476 | 54% | 104528 | 11% | 175004 | 16% |
| 总 | 130511 |  | 950251 |  | 1080762 |  |