

# 目录

1	研究背景	2
1.1	背景说明 . . . . .	2
1.2	研究目标 . . . . .	2
2	模型假设与分析	3
3	数据收集与分析	3
3.1	需要数据与预估收集方式 . . . . .	3
3.2	数据呈现 . . . . .	3
4	符号说明	6
5	建立模型	6
6	模型求解	6
6.1	分区域-充电桩设置 . . . . .	7
6.2	求解数据合并 . . . . .	8
7	结论	9
8	附录	10

# 1 研究背景

## 1.1 背景说明

在校园面积较大的高校，师生通常会使用代步工具包括自行车、电瓶车、电动滑板等进行校园内通勤。电瓶车、电动滑板需要定期进行充电，而将电瓶带入宿舍或是从宿舍拉电线的充电行为有极大的安全隐患，被高校明令禁止。为解决师生充电困难问题，校方通常会在校园开阔地带建设固定充电桩。

以成电清水河校区为例，经调查校园现有 15 个充电点位，每个充电点位可同时容纳 24 辆电动自行车充电。分布情况如图所示：



图 1: 闪开来电校园充电桩分布

但是在校园论坛中我们发现同学们对于设置地点与充电口数目不合理的抱怨。比如，充电桩离自己常去的地方过远，来往于充电路途非常花时间；充电桩数目过少，不易寻找到空闲位置……

对于上述问题，我们认为对于充电桩建设点位进行规划可以减缓同学的抱怨。什么地方可以建设充电桩，在什么地方建设充电桩会更好。

我们对校园内环境进行了调研，我们归纳出包括但不限于现有充电桩的 30 个可建设充电桩位置。（基本要求：空余面积不小于  $15m^2$ 、附近可接入电源、满足一定人流量）

## 1.2 研究目标

那么在固定充电桩设置地点与充电口数目的情况下，校方对于充电桩的选址是否最优，如果不是最优选址，那么最优选址应该被定在哪里。以及在每一个充电桩应该预留多少个充电口引起了我们的好奇，我们希望能通过运筹学的方式得到问题的解答。

## 2 模型假设与分析

### 1. 统计对象限制在成电清水河校区的研究生

↪ 分析: 本科生活活动范围集中于校园南侧区域、较少有同学购买电动自行车; 研究生教研室分布距离宿舍区普遍较远且自身财力更能支持其购买电动自行车, 研究生群体中拥有电动车比例远高于本科生。

### 2. 模型参考运输问题进行建立。

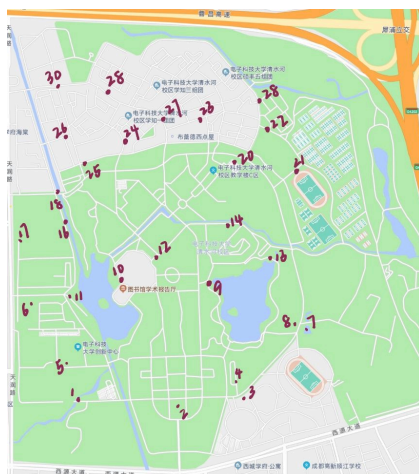
↪ 分析: 电动车充电需要从骑者地点运输至充电桩进行充电, 可将双方看作产地与销地, 费用以路程代替。至于‘产量’‘销量’的大小关系, 可将其假设大小相同 (免除虚拟地的假设)。最终计算结果用以衡量比例大小关系而非绝对数值关系。

## 3 数据收集与分析

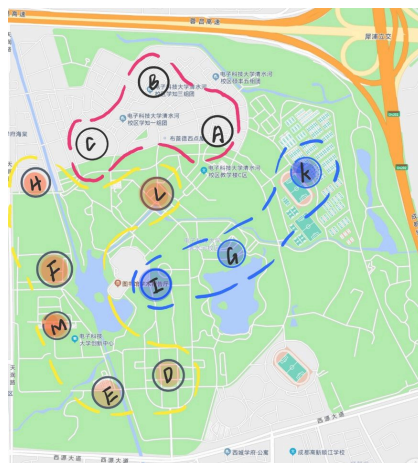
### 3.1 需要数据与预估收集方式

- 确定校园满足充电桩建设的地点地点位置级数量、校方目前在其中地建设了充电桩的地点位置级数量、所有充电桩建设地点拥有充电口总数 ⇒ 自行在校园内排查
- 校内拥有需充电设备的师生最常去的几个地点地区 ⇒ 问卷调查
- 以及点与点间的距离进行统计 ⇒ 自行在校园内排查
- 师生的充电偏好 (充电时间/充电时长/周充电频率等) ⇒ 问卷调查

### 3.2 数据呈现



(a) 可行的 30 处充电桩建设点



(b) 研究生通常活动区域

表 1: 通常活动区域常驻地与充电桩目的地间距离

距离 (m) 目的地 $j$	常驻地 $i$	A	B	C	D	E	F	M	L	H	I	G	K
1		1900	1900	1551	317	15	518	680	1420	1304	797	751	2456
2		1474	1474	1474	0	233	714	363	1185	1227	564	564	2030
3		1518	1518	1518	252	485	966	615	1418	1271	797	751	2074
4		1557	1557	1557	321	554	1035	684	1463	1310	807	838	2113
5		1780	1780	1431	456	223	473	102	1566	1184	926	796	2336
6		1379	1379	1030	728	495	239	31	1168	783	1136	986	1935
7		1200	1300	1300	652	885	1366	1074	1179	1053	878	541	1756
8		900	991	991	925	1158	1639	1347	882	744	538	201	1456
9		906	906	906	564	797	1278	986	1155	659	121	21	1462
10		914	914	856	702	935	1416	1124	439	609	31	210	1470
11		1300	1300	951	714	481	11	1136	762	704	1265	1195	1856
12		838	838	489	798	1031	1512	1220	390	242	82	121	1394
13		1000	1000	1000	1000	1233	1714	1422	1034	753	426	89	1556
14		848	848	848	1240	1473	1954	1662	882	601	426	89	1404
15		658	658	358	867	1100	1581	1289	178	111	212	242	1214
16		1000	1000	700	966	733	100	329	452	453	938	1326	1556
17		1100	1100	800	1103	870	100	379	452	553	938	1326	1656
18		868	868	519	1115	882	360	510	889	272	1375	1230	1424
19		626	626	500	1185	1418	882	1607	32	253	439	793	1182
20		306	584	584	1406	1639	1539	1828	149	337	635	738	862
21		454	875	875	1791	2024	1420	2213	534	628	1020	991	0
22		290	654	654	1621	1854	1340	2043	364	897	850	1082	231
23		200	350	350	1385	1618	1104	1807	128	593	614	707	756
24		572	572	133	1364	1131	715	844	107	815	593	891	1128
25		758	758	319	1478	1245	615	744	221	1001	707	991	1314
26		817	726	340	1572	1339	654	783	315	969	801	1080	1373
27		520	258	258	1223	1456	1310	1439	152	501	638	707	1076
28		329	469	719	1791	2024	1327	2213	534	712	1020	1201	389
29		770	129	129	1538	1771	1239	1360	281	372	767	919	1326
30		953	567	149	1730	1497	897	1018	473	810	959	1102	1509

我们将学生常去的地区常驻地,做出三种分类:宿舍区(ABC),学习/教研室区(DEFMLH),休闲/其他常去区 (IGK)。

以下表格根据问卷结果与实际学院人数、对应教研室位置做出统计：

表 2: 收集问卷结果：学生常去区域的时间分配  $S_k$

<div>区域</div> <div>常去情况</div>	宿舍区 (ABC)	学习区 (DEFMLH)	其他休闲区 (IGK)
时间分配	30%	60%	10%

表 3: 问卷数据统计结果：宿舍区

<div>常驻地</div> <div>情况</div>	A	B	C
学生比例分配	33.33%	33.33%	33.33%

表 4: 实际学院人数数据计算结果：学习区

<div>常驻地</div> <div>情况</div>	D	E	F	M	L	H
学生比例分配	18.93%	11.27%	29.06%	12.74%	18.12%	9.87%

表 5: 问卷数据统计结果：其他休闲区

<div>常驻地</div> <div>情况</div>	I	G	K
学生比例分配	50%	20%	30%

## 4 符号说明

表 6: 符号对照表

符号	定义
$x_{ij}$	从常驻地 $i$ 分配到目的地 $j$ 的数目
$c_{ij}$	从常驻地 $i$ 分配到目的地 $j$ 的路程成本
$Z$	总的电动车运输路程
$a_i$	产出量 (从常驻地 $i$ 出发的电动车数量)
$b_j$	可接受量 (目的地 $j$ 可接受的电动车数量)
$Q$	各点位电动车最大容纳量 (沿用现成数据 24 作为计算值)
$S_k$	各类型区域时间分配比例

## 5 建立模型

模型如下:

$$\min Z = \sum_{k=1}^3 S_k \left( \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{30} x_{ij} c_{ij} \right) \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_i a_i = \sum_{j=1}^{30} b_j \\ \sum_{j=1} x_{ij} = b_j \leq Q \\ \sum_{i=1} x_{ij} = a_i \\ x_{ij} \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

## 6 模型求解

以学生常去的地区为区分, 分别利用已知数据进行求解。使用 EXCLE-solver。由于‘可变单元格过多’, 所以先将三类区域运输分配分别求值, 再进行整合。

以 300 为电动自行车运输总数, 进行后续计算。

6.1 分区域-充电桩设置

点位\主要活动地区	A	B	C	点位最大量		总和
1	0	0	0	24	>=	0
2	0	0	0	24	>=	0
3	0	0	0	24	>=	0
4	0	0	0	24	>=	0
5	0	0	0	24	>=	0
6	0	0	0	24	>=	0
7	0	0	0	24	>=	0
8	0	0	0	24	>=	0
9	0	0	0	24	>=	0
10	0	0	0	24	>=	0
11	0	0	0	24	>=	0
12	0	0	0	24	>=	0
13	0	0	0	24	>=	0
14	0	0	0	24	>=	0
15	0	8	4	24	>=	12
16	0	0	0	24	>=	0
17	0	0	0	24	>=	0
18	0	0	0	24	>=	0
19	0	24	0	24	>=	24
20	24	0	0	24	>=	24
21	24	0	0	24	>=	24
22	24	0	0	24	>=	24
23	24	0	0	24	>=	24
24	0	0	24	24	>=	24
25	0	0	24	24	>=	24
26	0	0	24	24	>=	24
27	0	24	0	24	>=	24
28	4	20	0	24	>=	24
29	0	24	0	24	>=	24
30	0	0	24	24	>=	24
列之和:	100	100	100		Z	94288
	=	=	=			
	100	100	100			

图 3: 宿舍区-充电桩设置

点位\主要活动地区	D	E	F	M	L	H	点位最大量		总和
1	0	24	0	0	0	0	24	>=	24
2	24	0	0	0	0	0	24	>=	24
3	24	0	0	0	0	0	24	>=	24
4	9	0	0	0	0	0	24	>=	9
5	0	10	0	14	0	0	24	>=	24
6	0	0	0	24	0	0	24	>=	24
7	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
8	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
9	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
10	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
11	0	0	24	0	0	0	24	>=	24
12	0	0	0	0	0	6	24	>=	6
13	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
14	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
15	0	0	0	0	0	24	24	>=	24
16	0	0	24	0	0	0	24	>=	24
17	0	0	24	0	0	0	24	>=	24
18	0	0	15	0	0	0	24	>=	15
19	0	0	0	0	24	0	24	>=	24
20	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
21	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
22	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
23	0	0	0	0	6	0	24	>=	6
24	0	0	0	0	24	0	24	>=	24
25	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
26	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
27	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
28	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
29	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
30	0	0	0	0	0	0	24	>=	0
列之和:	57	34	87	35	54	30		Z	32303
	=	=	=	=	=	=			
	57	34	87	35	54	30			

图 4: 学习区-充电桩设置

点位\主要活动地区	I	G	K		点位最大量		总和
1	0	0	0		24	>=	0
2	18	0	0		24	>=	18
3	0	0	0		24	>=	0
4	0	0	0		24	>=	0
5	0	0	0		24	>=	0
6	0	0	0		24	>=	0
7	0	0	0		24	>=	0
8	12	12	0		24	>=	24
9	24	0	0		24	>=	24
10	24	0	0		24	>=	24
11	0	0	0		24	>=	0
12	24	0	0		24	>=	24
13	0	24	0		24	>=	24
14	0	24	0		24	>=	24
15	24	0	0		24	>=	24
16	0	0	0		24	>=	0
17	0	0	0		24	>=	0
18	0	0	0		24	>=	0
19	24	0	0		24	>=	24
20	0	0	0		24	>=	0
21	0	0	24		24	>=	24
22	0	0	24		24	>=	24
23	0	0	18		24	>=	18
24	0	0	0		24	>=	0
25	0	0	0		24	>=	0
26	0	0	0		24	>=	0
27	0	0	0		24	>=	0
28	0	0	24		24	>=	24
29	0	0	0		24	>=	0
30	0	0	0		24	>=	0
列之和:	150	60	90			Z	73020
	=	=	=				
	150	60	90				

图 5: 其他休闲区-充电桩设置

6.2 求解数据合并

表 7: 求解各目的地  $i$  可容纳电动车数目

目的地 $j$	所需充电口数目	目的地 $j$	所需充电口数目	目的地 $j$	所需充电口数目
1	14	11	14	21	10
2	16	12	6	22	10
3	14	13	2	23	13
4	5	14	2	24	22
5	14	15	20	25	7
6	14	16	14	26	7
7	0	17	14	27	7
8	2	18	9	28	10
9	2	19	24	29	7
10	2	20	7	30	7



表 8: 排序后求解各目的地  $i$  可容纳电动车数目

目的地 $j$	所需充电口数目	目的地 $j$	所需充电口数目	目的地 $j$	所需充电口数目
19	24	17	14	29	7
24	22	23	13	30	7
15	20	21	10	12	6
2	16	22	10	4	5
1	14	28	10	8	2
3	14	18	9	9	2
5	14	20	7	10	2
6	14	25	7	13	2
11	14	26	7	14	2
16	14	27	7	7	0

## 7 结论

由上表 8 可知，排在表左上侧目的地  $i$  更被需要，而右下角目的地  $i$  反之。

那么如果仍然校园内仍保留 15 处充电桩建设点位，且每点位最多可同时容纳 24 量车进行充电，那么 18、20、25、26……10，13，14，7 这 15 个点位的充电桩不应继续使用或是被新建设。

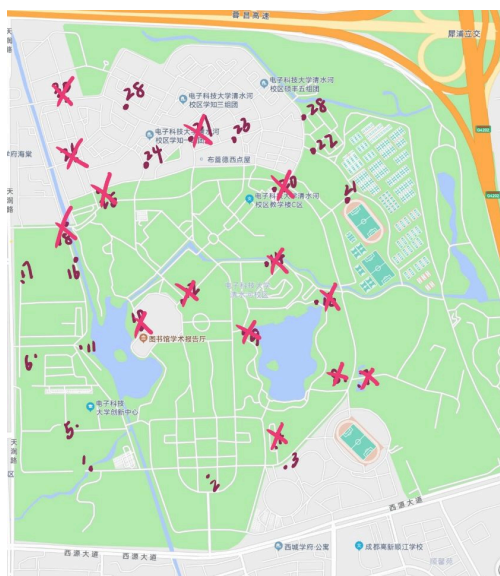


图 6: 取消与保留充电桩建设点位



图 7: 与现有校园充电桩分布进行对比

与现有校园充电桩分布进行对比分析有：现有充电桩再商业街学生活动中心处布点过分密集，但在西门-西二门附近学生需求量较大区域布点明显不足。同时，在南门体育场附近布点冗余可以取消，其他位置布点合理与计算结果基本重合。

## 8 附录

原始收集数据可见:[base\\_data.xlsx](#)

计算过程可见:[caculate\\_data.xlsx](#)