aqi

1. 问题

对该数据集，有以下问题需要解答：

1. 该数据集一共收集了多少个城市的空气数据？
2. 哪些城市的空气质量最好，哪个最差？
3. 北上广深这些一线城市的空气质量如何？
4. 城市AQI、PM2.5、PM10和地区AQI的数据分布是怎样的？
5. 污染等级中哪个级别最高？
6. PM2.5和PM10之间存在相关性吗？

---

2. 导入包

```
library(tidyverse) # 数据分析包
library(readxl) # 读取excel文件
library(psych) # 查看描述统计量
library(Hmisc)
library(pastecs)
library(knitr)
library(magrittr)
```

---

3. 导入数据

```
aqi <- read_xlsx("空气质量指数.xlsx")
head(aqi)
```

---

4. 数据清洗

- 将变量中的冗余字符去掉

```
aqi$城市 <- str_replace_all(aqi$城市, "[实时空气质量指数]", "") # 只保留城市名
aqi$PM2.5浓度 <- str_replace_all(aqi$PM2.5浓度, "[μg/m³|—μg/m³]", "") # 将单位去掉，只保留数值
aqi$PM10浓度 <- str_replace_all(aqi$PM10浓度, "[μg/m³|—μg/m³]", "")
aqi$首要污染物 <- str_replace_all(aqi$首要污染物, "[—]", "NA")
```

- 转换变量的数据类型，以便进行更好地进行计算

```
aqi$城市AQI <- parse_double(aqi$城市AQI, na = "NA") # 转换为浮点类型

aqi$PM2.5浓度 <- parse_number(aqi$PM2.5浓度, na = "NA") # 转换为数值类型
aqi$PM10浓度 <- parse_number(aqi$PM10浓度, na = "NA")

aqi$首要污染物 <- parse_factor(aqi$首要污染物, na = "NA") # 转换为因子
level <- c("优", "良", "轻度污染", "中度污染", "严重污染")
aqi$污染等级 <- parse_factor(aqi$污染等级, levels = level, na = "NA")
```

- 简化变量名

```
aqi <- rename(aqi, PM2.5 = PM2.5浓度, PM10 = PM10浓度)
```

```
# 输出头6行数据
head(aqi)
```

5. 探索性数据分析

5.1 查看描述统计量

```
stat.desc(aqi)
```

> *整个数据集有1453个观测（行），8个变量（列），这些变量分别是城市、地区、城市AQI、PM2.5、PM10、首要污染物、污染等级和地区AQI。*

5.2 单因子探索性数据分析

1. 分析城市变量

- 统计城市数量

```
aqi %>%
  group_by(城市) %>%
  count() %>%
  summary()
```

```
##      城市                n          
##  Length:365         Min.   : 1.000  
##  Class :character   1st Qu.: 2.000  
##  Mode  :character   Median : 4.000  
##                     Mean   : 3.981  
##                     3rd Qu.: 5.000  
##                     Max.   :17.000
```

> *经聚合后，数据集有365个城市。*

2. 分析地区变量

- 统计地区数量

```
aqi %>%
  group_by(地区) %>%
  count() %>%
  summary()
```

```
##      地区                n          
##  Length:1264        Min.   : 1.00  
##  Class :character   1st Qu.: 1.00  
##  Mode  :character   Median : 1.00  
##                     Mean   : 1.15  
##                     3rd Qu.: 1.00  
##                     Max.   :27.00
```

> *经聚合后，收集空气数据的地区有1264个。整个数据集有1453个观测，有些城市的数据收集地区有重复，重复数量有189个*

3. 分析城市AQI变量

- 查看城市AQI的描述统计量

```
describe(aqi$城市AQI)
```

```
## aqi$城市AQI 
##        n  missing distinct     Info     Mean      Gmd      .05      .10 
##     1453        0      129        1    85.53    42.64     39.0     44.0 
##      .25      .50      .75      .90      .95 
##     56.0     76.0    107.0    138.0    159.4 
##
## lowest :  26  27  28  29  30, highest: 178 189 196 227 500
```

> *城市AQI变量中有1453个值，没有缺失值，其中平均值是85.53，中位数是76，最小值是26，最大值是500*

- 按城市分组，计算各城市的AQI平均值

```
avg_city_aqi <- aqi %>%
  group_by(城市) %>%
  summarise(城市AQI平均值 = mean(城市AQI))
avg_city_aqi
```

- 查看城市AQI平均值的描述统计量

```
summary(avg_city_aqi)
```

```
##      城市            城市AQI平均值
##  Length:365         Min.   : 26.00
##  Class :character   1st Qu.: 55.00
##  Mode  :character   Median : 74.00
##                     Mean   : 83.19
##                     3rd Qu.:102.00
##                     Max.   :500.00
```

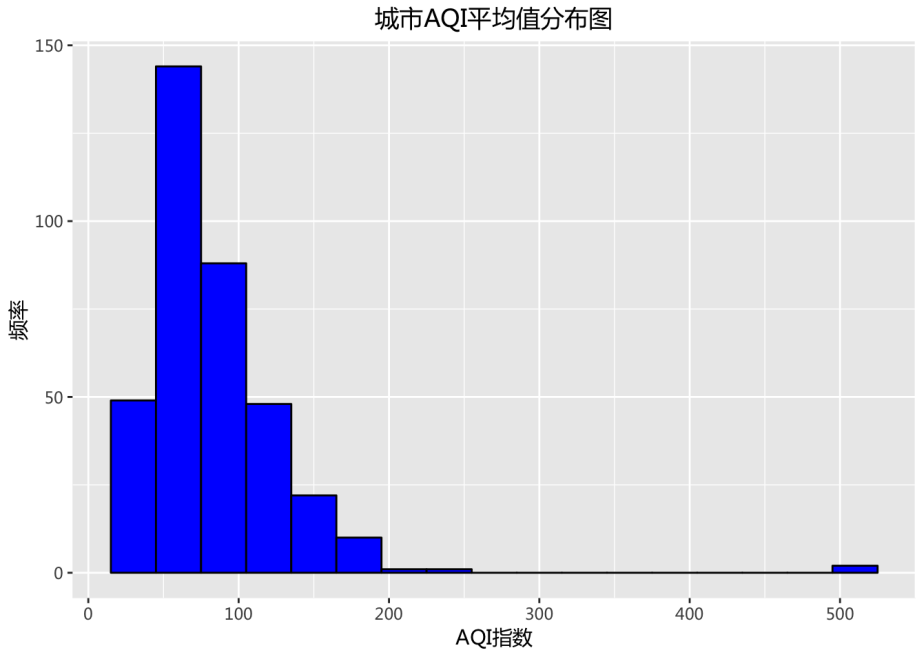
> *365个城市的AQI指数平均值为83.19，中位数是74，最小值是26，最大值是500。*

- 城市AQI平均值的数值分布

```
avg_city_aqi %>%
  count(AQI指数 = cut_width(城市AQI平均值, 30))
```

- 绘制城市AQI平均值的直方图

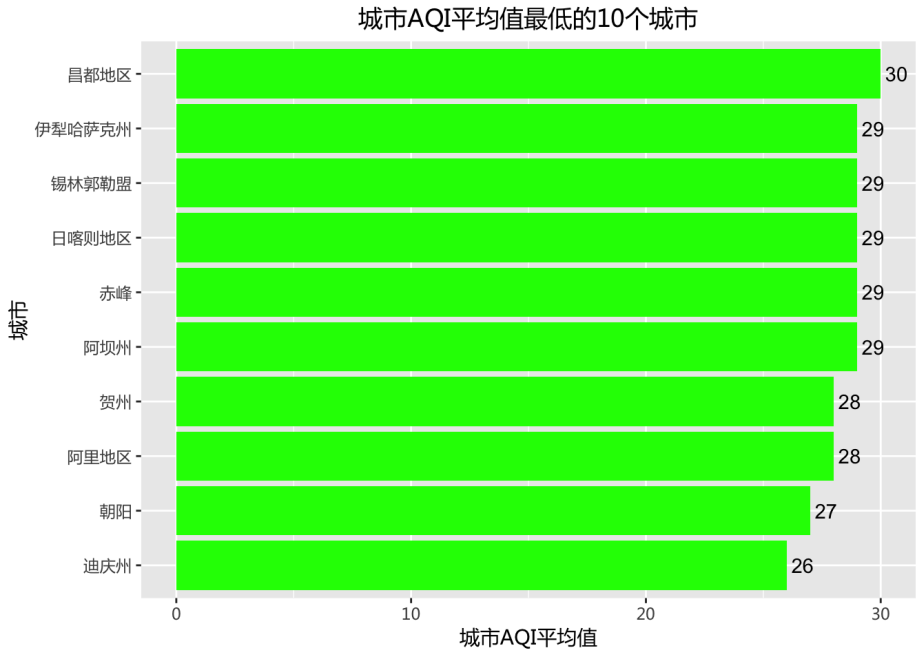
```
plot_theme = theme(plot.title = element_text(hjust = 0.5),
              text = element_text(family = "MicrosoftYaHei"))

ggplot(avg_city_aqi, aes(城市AQI平均值)) +
  geom_histogram(color="black", fill="blue", binwidth = 30) +
  labs(title="城市AQI平均值分布图", x="AQI指数", y="频率") +
  plot_theme
```



> *有361个城市的AQI指数在15-195之间，占总体的98.9%，空气质量等级在优到轻度污染之间*

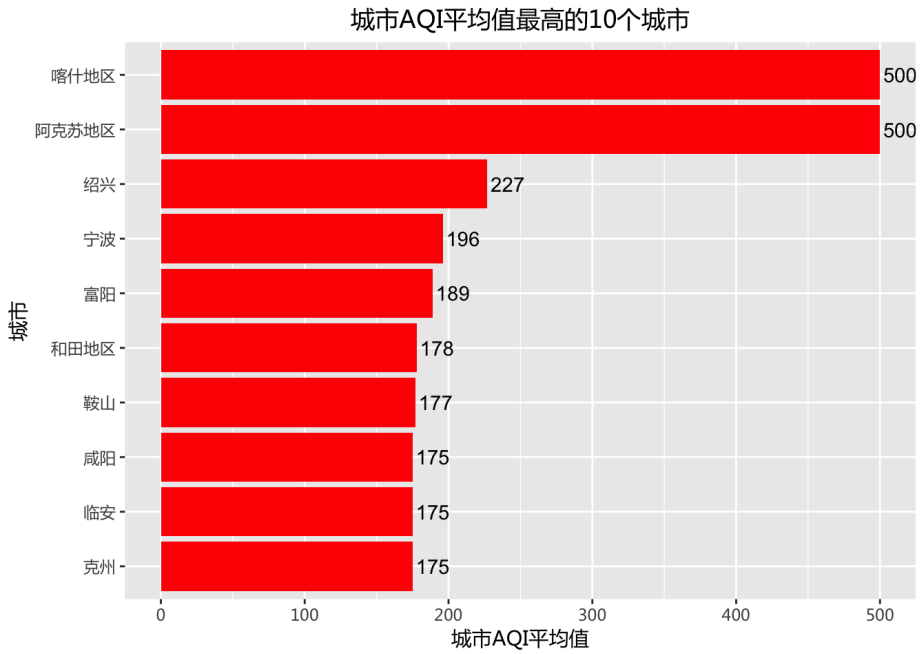
- 城市AQI平均值最低的10个城市

```
avg_city_aqi %>%
  arrange(城市AQI平均值) %>%  # 按从小到大排列
  head(10) %>%  # 输出AQI平均值最低的10个城市
  # 绘制条形图
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市AQI平均值), 城市AQI平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "green") +
  labs(title = "城市AQI平均值最低的10个城市", x="城市", y="城市AQI平均值") + # 标题
  geom_text(aes(label=城市AQI平均值), hjust=-0.2) + # 数据标签
  coord_flip() + # 图形转置
  plot_theme
```



- 城市AQI平均值最高的10个城市

```
avg_city_aqi %>%
  arrange(desc(城市AQI平均值)) %>%  # 按从大到小降序排列
  head(10) %>%  # 输出AQI平均值最高的10个城市
  # 绘制条形图
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市AQI平均值), 城市AQI平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill = "red") +
  labs(title = "城市AQI平均值最高的10个城市", x="城市", y="城市AQI平均值") +
  geom_text(aes(label=城市AQI平均值), hjust=-0.1) +
  coord_flip() +
  plot_theme
```



4. 分析PM2.5变量

- 查看PM2.5的描述统计量

```
describe(aqi$PM2.5)
```

```
## aqi$PM2.5
##        n  missing distinct     Info     Mean      Gmd      .05      .10
##     1453        0      161        1    57.84    38.87       13       20
##      .25      .50      .75      .90      .95
##       32       50       79      107      125
##
## lowest :   1   2   3   4   5, highest: 193 212 272 283 476
```

PM2.5变量有1453个值，没有缺失值，其中平均值是57.84，中位数是50，最小值是1，最大值是476

- 按城市分组，计算各城市的PM2.5平均值

```
avg_city_pm2.5 <- aqi %>%
  group_by(城市) %>%
  summarise(城市PM2.5平均值 = mean(PM2.5))
avg_city_pm2.5
```

- 查看城市PM2.5平均值的描述统计量

```
summary(avg_city_pm2.5)
```

```
##      城市            城市PM2.5平均值
##  Length:365         Min.   :  2.667
##  Class :character   1st Qu.: 30.500
##  Mode  :character   Median : 47.125
##                     Mean   : 54.943
##                     3rd Qu.: 72.250
##                     Max.   :374.000
```

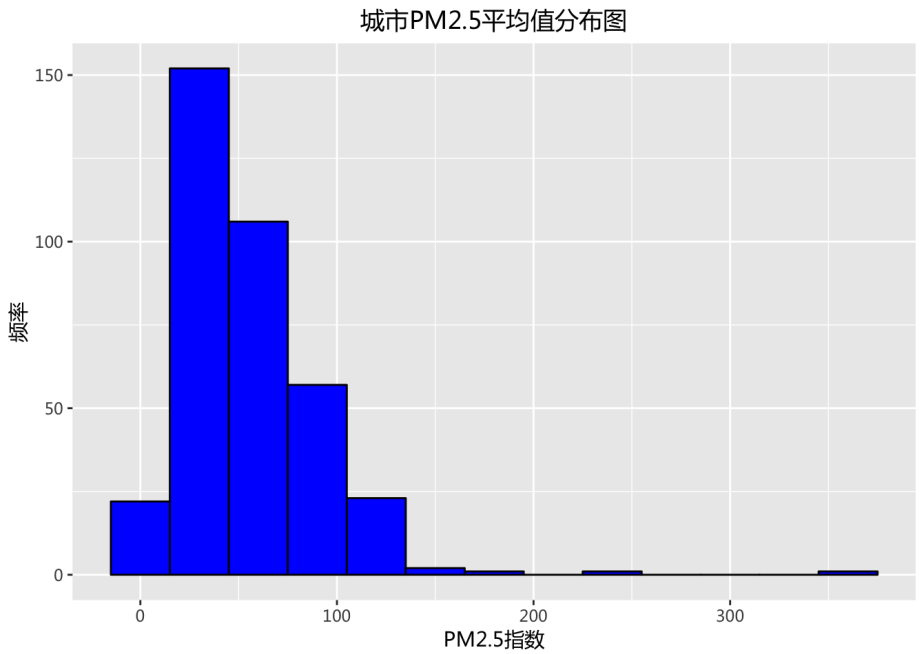
365个城市的PM2.5指数的平均值是54.94，中位数是47.13，最小值是2.67，最大值是374

- 城市PM2.5平均值的数值分布

```
avg_city_pm2.5 %>%
  count(PM2.5指数 = cut_width(城市PM2.5平均值, 30))
```

- 绘制城市PM2.5平均值的直方图

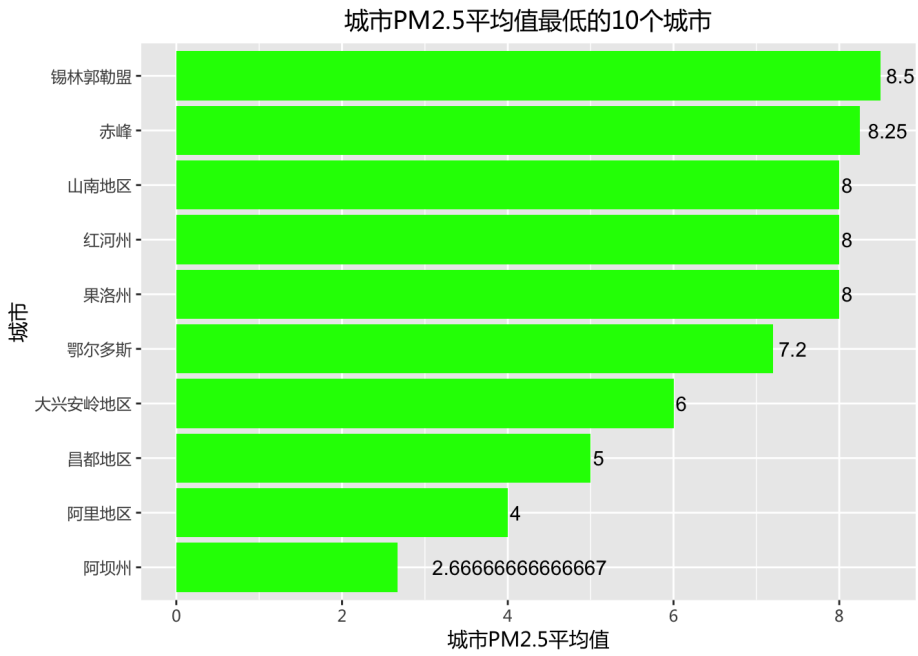
```
ggplot(avg_city_pm2.5, aes(城市PM2.5平均值)) +
  geom_histogram(color="black", fill="blue", binwidth = 30) +
  labs(title="城市PM2.5平均值分布图", x="PM2.5指数", y="频率") +
  plot_theme
```



有360个城市的PM2.5指数在0-135之间，占总体的98.6%，分布与城市AQI指数基本相同，显示两者呈正相关关系

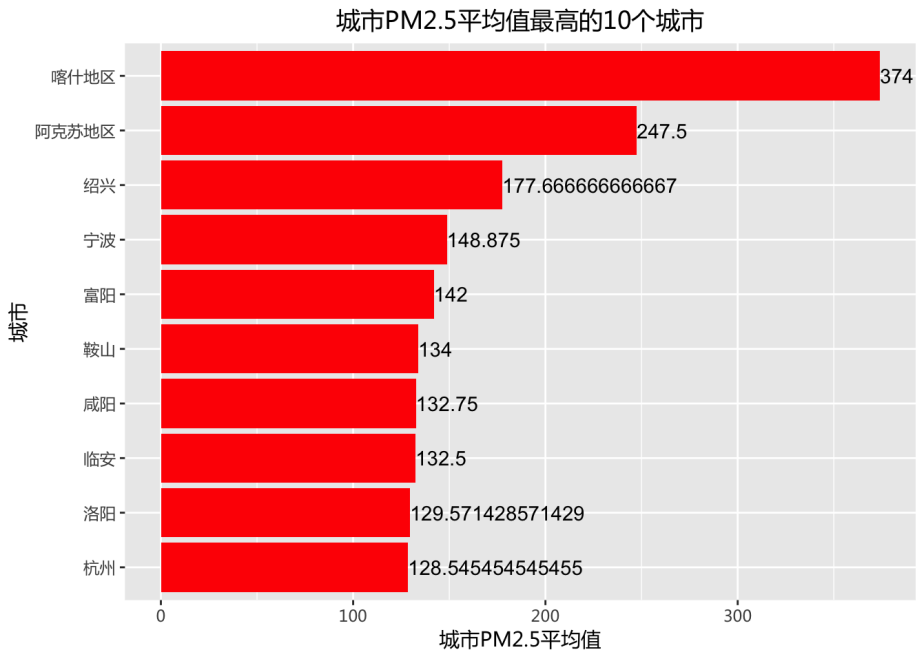
- 城市PM2.5平均值最低的10个城市

```
avg_city_pm2.5 %>%
  arrange(城市PM2.5平均值) %>%
  head(10) %>%
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市PM2.5平均值), 城市PM2.5平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill="green") +
  labs(title = "城市PM2.5平均值最低的10个城市", x="城市", y="城市PM2.5平均值") +
  geom_text(aes(label=城市PM2.5平均值), hjust=-0.2) +
  coord_flip() +
  plot_theme
```



- 城市PM2.5平均值最高的10个城市

```
avg_city_pm2.5 %>%
  arrange(desc(城市PM2.5平均值)) %>%
  head(10) %>%
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市PM2.5平均值), 城市PM2.5平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill="red") +
  labs(title = "城市PM2.5平均值最高的10个城市", x="城市", y="城市PM2.5平均值") +
  geom_text(aes(label=城市PM2.5平均值), hjust=0) +
  coord_flip() +
  plot_theme
```



5.分析PM10变量

- 查看PM10的描述统计量

```
describe(aqi$PM10)
```

```
## aqi$PM10
##        n  missing distinct     Info     Mean      Gmd      .05      .10
##     1389       64      229        1    97.95    61.07     30.0     38.0
##      .25      .50      .75      .90      .95
##     57.0     87.0    125.0    169.2    197.0
##
## lowest :    1    5    7    8    9, highest:  386  714  801  955 1135
```

PM10变量有1389个值，有64个缺失值，其中平均值是97.95，中位数是87，最小值是1，最大值是1135

- 按城市分组，计算各城市的PM10平均值

```
avg_city_pm10 <- aqi %>%
  group_by(城市) %>%
  summarise(城市PM10平均值 = mean(PM10))
avg_city_pm10
```

- 查看城市PM10平均值的描述统计量

```
summary(avg_city_pm10)
```

```
##      城市           城市PM10平均值
##  Length:365         Min.   :   8.50
##  Class :character   1st Qu.:  59.00
##  Mode  :character   Median :  85.00
##                     Mean   :  98.81
##                     3rd Qu.: 123.45
##                     Max.   :1045.00
##                     NA's   :46
```

365个城市里，有46个城市没有数据，余下的319个城市里，PM10指数的平均值是98.81，中位数是85，最小值是8.5，最大值是1045

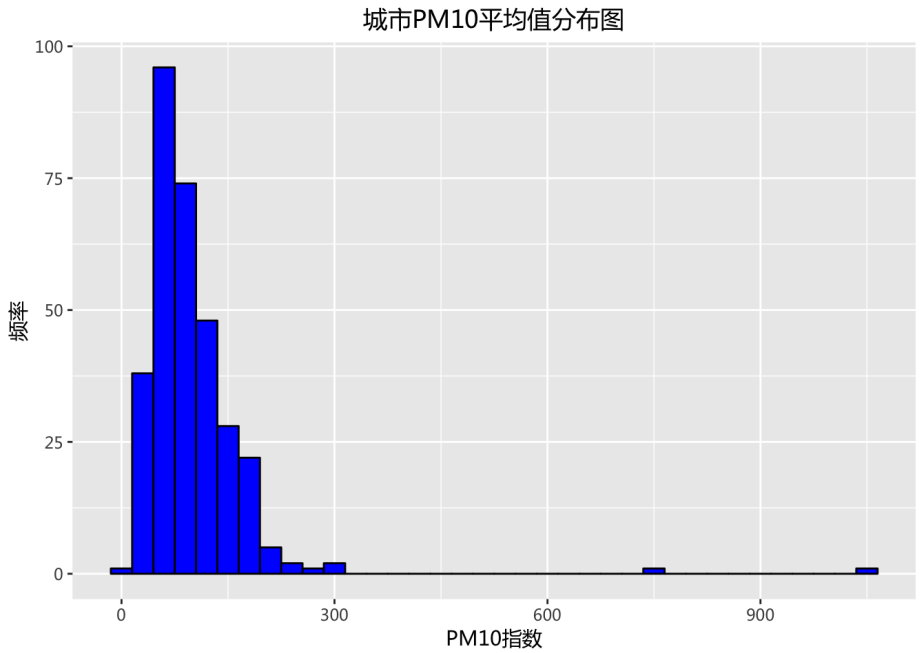
- 城市PM10平均值的数值分布

```
avg_city_pm10 %>%
  count(PM10指数 = cut_width(城市PM10平均值, 30))
```

```
## Warning: Factor `PM10指数` contains implicit NA, consider using
## `forcats::fct_explicit_na`
```

- 绘制城市PM10平均值的直方图

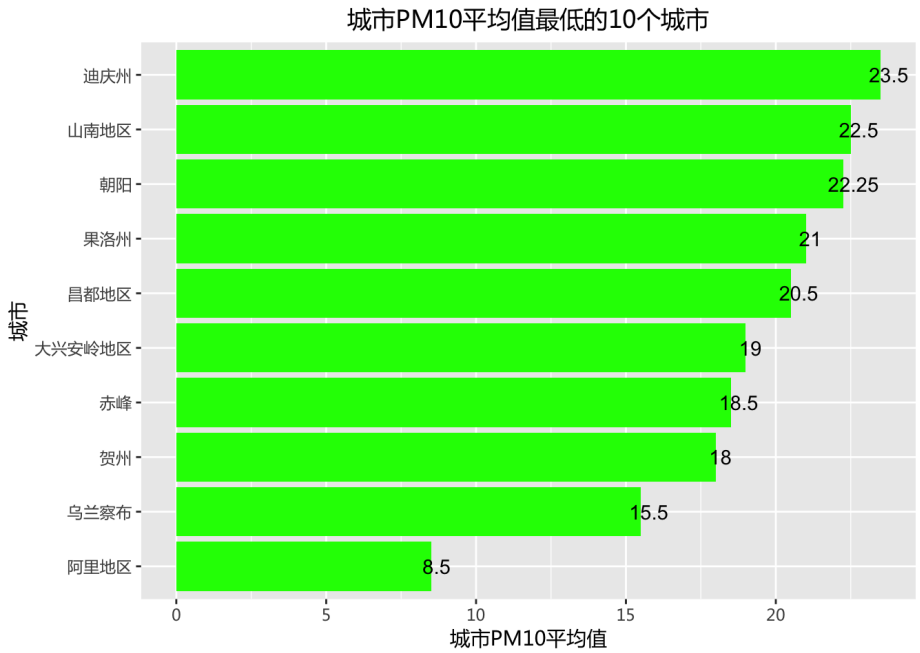
```
ggplot(avg_city_pm10, aes(城市PM10平均值)) +
  geom_histogram(color="black", fill="blue", binwidth = 30, na.rm = TRUE) +
  labs(title = "城市PM10平均值分布图", x="PM10指数", y="频率") +
  plot_theme
```



有307个城市的PM10指数在0-195之间，占总体的96.2%，分布与城市AQI指数和PM2.5指数基本相同，显示三者呈现正相关关系

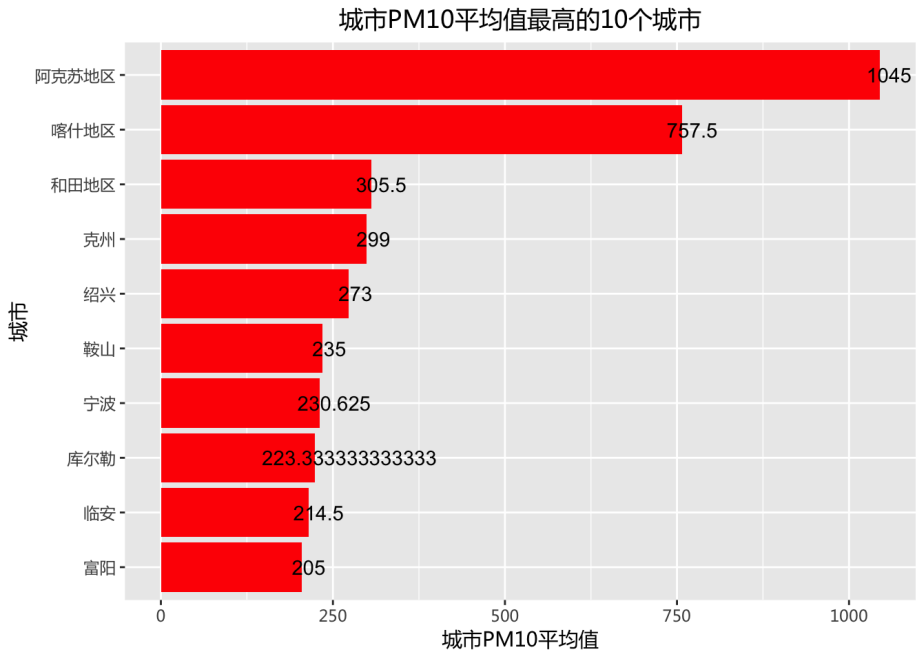
- 城市PM10平均值最低的10个城市

```
avg_city_pm10 %>%
  arrange(城市PM10平均值) %>%
  head(10) %>%
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市PM10平均值), 城市PM10平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill="green") +
  labs(title = "城市PM10平均值最低的10个城市", x="城市", y="城市PM10平均值") +
  geom_text(aes(label=城市PM10平均值), hjust=0.3) +
  coord_flip() +
  plot_theme
```



- 城市PM10平均值最高的10个城市

```
avg_city_pm10 %>%
  arrange(desc(城市PM10平均值)) %>%
  head(10) %>%
  ggplot(aes(reorder(城市, 城市PM10平均值), 城市PM10平均值)) +
  geom_bar(stat = "identity", fill="red") +
  labs(title = "城市PM10平均值最高的10个城市", x="城市", y="城市PM10平均值") +
  geom_text(aes(label=城市PM10平均值), hjust=0.3) +
  coord_flip() +
  plot_theme
```



6.分析首要污染物变量

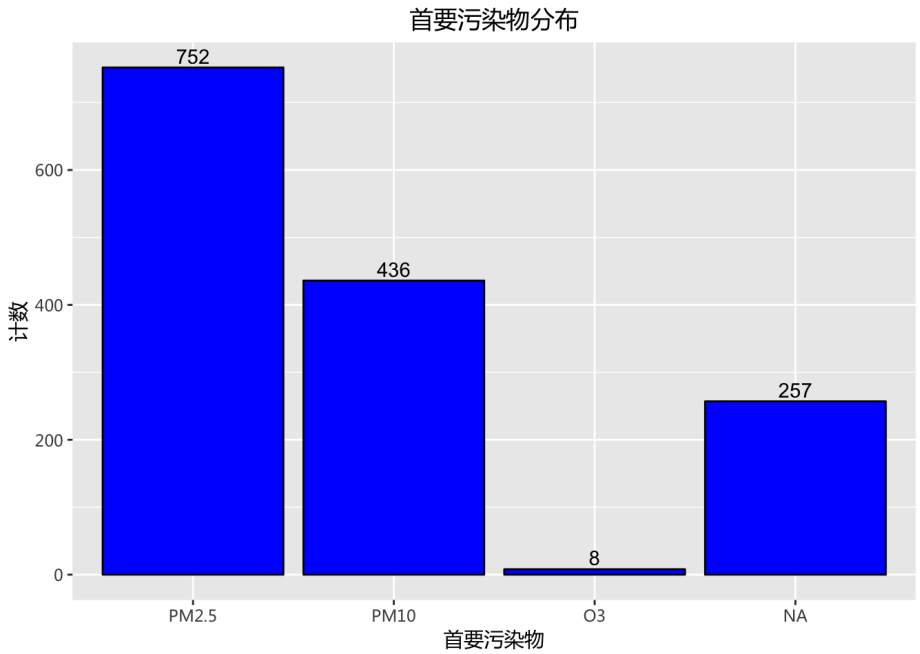
- 查看首要污染物的描述统计量

```
summary(aqi$首要污染物)
```

```
## PM2.5  <NA>  PM10    O3
##   752   257   436     8
```

- 绘制首要污染物的条形图

```
ggplot(aqi, aes(aqi$首要污染物)) +
  geom_bar(color="black", fill="blue") +
  labs(title="首要污染物分布", x="首要污染物", y="计数") +
  geom_text(aes(label=as.character(..count..)), stat="count", vjust=-0.3) +
  plot_theme
```



> *在首要污染物中，有752个地区是PM2.5，有436个地区是PM10，有8个地区是臭氧（O3），有257个缺失值(NA)，这些缺失值所代表的都是污染等级为优的地区*

7. 分析污染等级变量

- 查看污染等级的描述统计量

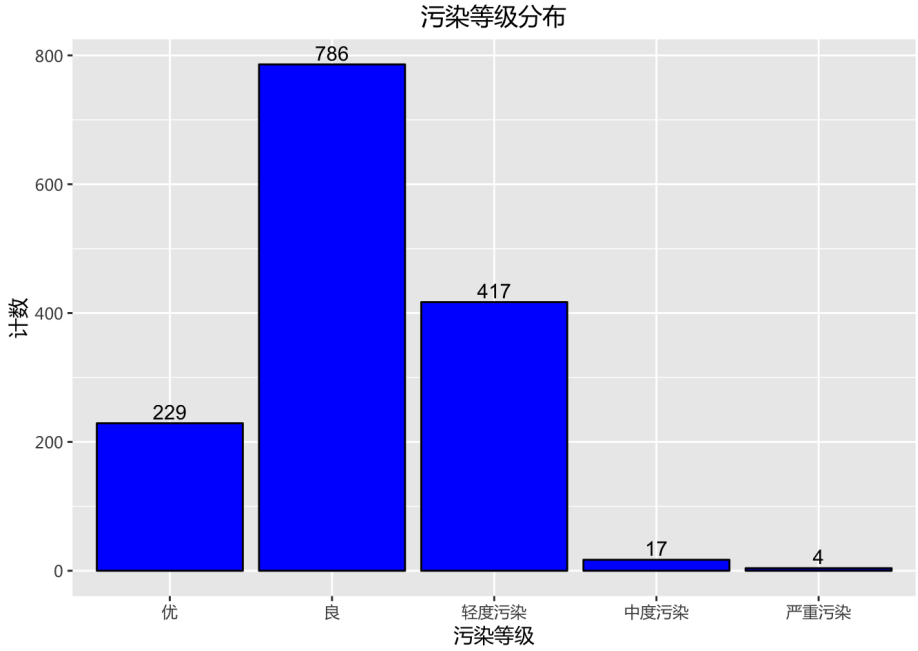
```
summary(aqi$污染等级)
```

```
##       优       良 轻度污染 中度污染 严重污染
##      229      786      417       17        4
```

- 绘制污染等级的条形图

```
aqi %>%
  group_by(污染等级) %>%
  count(污染等级)
```

```
ggplot(aqi, aes(aqi$污染等级)) +
  geom_bar(color="black", fill="blue") +
  labs(title = "污染等级分布", x="污染等级", y="计数") +
  geom_text(aes(label = as.character(..count..)), stat = "count", vjust=-0.3) +
  plot_theme
```



在污染等级中，有229个地区为优，有786个地区为良，有417个地区为轻度污染，有17个地区为中度污染，有4个地区为严重污染

参考资料

1. 城市空气质量等级 (https://baike.baidu.com/item/%E5%9F%8E%E5%B8%82%E7%A9%BA%E6%B0%94%E8%B4%A8%E9%87%8F%E7%AD%89%E7%BA%A7/8
fr=aladdin)