

高等学校教学用书



# 城市供电

Д. С. 丘卡耶夫著

385



5

高等教育出版社

高等学校教学用书



# 城市供电

Л. С. 丘卡耶夫著  
冠 湘 译

高等教育出版社

本書系根据苏联俄罗斯苏維埃社会主义共和国公用事業部出版社(Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР)出版的丘卡耶夫(Д. С. Чукаев)所著“城市供电”(Электроснабжение городов) 1952 年版譯出。原書經苏联高等教育部审定为“城市建設和經營”專業的教学参考書。

書中叙述了下列問題：1. 城市动力設施的特性；2. 城市發電厂、城市配电和城市电力網；3. 城市电气照明；4. 城市公用事業和家庭中的电气设备；5. 城市电话局和網絡及無綫电轉播站和电鐘裝置；6. 防止地下金屬構造物腐蝕的电气保护和应用电流加热冻结的管道；7. 工程構筑物的防雷保护和防止触电的保护裝置。

本書也可供公用事業的工作人員参考之用。

本書由冠湘翻譯，由倪鍾煥、姚一清和刘振农同志校訂。

## 城 市 供 电

Д. С. 丘卡耶夫著

冠 湘 譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 034 号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

統一书号 15010-606 开本 850×1168 1/32 印張 119/16

字數 287,000 印數 2,001-3,000 定价(4) 1.00

1953 年 8 月第 1 版 1953 年 2 月上海第 2 次印刷

## 序

苏联城市、乡村和其他居民区的居民的物質和文化生活正在不断地改善；因此，照明和生活用电就大大地增加。公用事業企業和工業企業所需的电能也在增長，因为每年劳动生产率的提高主要是在費力工作的机械化和自动化的基础上得来的。

电能被广泛地应用于城市設施的所有部門。这就責成从事城市經營的工程技术人員必須熟悉电能在城市中的各种用途。

本書应作为土木建筑高等工業学校城市建設和經營系講授“城市供电”課程时的教学参考書。

本教程的任务是，向學生們介紹城市和其他居民区电气化方面的知識，以便綜合地解决与城市建設和城市設施的运用有关的一些問題。

与城市电能供求特点以及选择城市發電厂的型式和容量及其設備的根据有关的一些問題，在本書中仅如教学計劃中所規定的作一般性的論述。重点是放在电能在城市設施和日常生活中的应用上，因为这些問題在技术書籍中研究和討論得比較少。

在“电能在日常生活中的应用”一章中，叙述了家用电气器具和器械以及对它們所作研究的結果。

要編制一种适合課程任务的教材是相当困难的，因为牽涉到的各种問題很多，且其中某些問題的科学研究工作落后于城市建設和城市設施运用的实践。

本書是为建筑專業的高等技术学校城市建設和經營系教学計劃中第一次列入的新課而編撰的一本教材的初次嘗試。自然，本

書在个别地方是不完全的,而且也难免有缺点。

关于本教材的所有指正和希望,作者將以感激的心情予以接受。对本書的批評和意見請寄至下列地址:莫斯科依帕起也夫斯基胡同 14 号俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和國公用事業部出版社(Москва 12, Ипатьевский пер., 14. Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР)。

作者对 М. Г. 耶夫烈依諾夫院士、В. В. 布魯格斯多尔弗教授和 Е. В. 尼杜索夫教授表示衷心的感謝,因为他們提出許多宝贵的指示和意見,使本書的質量得以改善。此外,对担任本教材編輯工作的 М. В. 列貝杰夫工程师亦致以謝意。

# 目 录

|                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 序.....                                                                                                                                                                                                              | V   |
| 緒論.....                                                                                                                                                                                                             | 1   |
| 第一章 城市动力設施的特点.....                                                                                                                                                                                                  | 7   |
| 1. 城市供电的现状和发展的远景(7) 2. 日常生活和城市住宅業用电的單位需电指标(11) 3. 需电情况和負荷曲綫(18)                                                                                                                                                     |     |
| 第二章 城市發电厂 .....                                                                                                                                                                                                     | 23  |
| 4. 城市發电厂的型式和容量的选择(23) 5. 發电厂的綫綫圖(27) 6. 动力燃料(32) 7. 發电厂的主要设备(34) 8. 汽輪机發电厂(42) 9. 鍋駝机發电厂(51) 10. 內燃机發电厂(52) 11. 發电厂的布置和总平面布置(57) 12. 發电厂的經濟指标(61) 13. 發电厂建造地点的选择(63) 14. 烟气的清除(67)                                  |     |
| 第三章 配电和城市电力網 .....                                                                                                                                                                                                  | 74  |
| 15. 电力網的發展(74) 16. 电力網的分类(76) 17. 对电力網的要求(80) 18. 电力網电压的选择(81) 19. 电力網中电压的調整(82) 20. 电力網中的电能損耗(87) 21. 城市电力網的結綫(88) 22. 电力網的导綫和电纜(100) 23. 架空电力網(104) 24. 电纜电力網(114) 25. 室內布綫(121) 26. 降压变电所(125) 27. 城市电力網的运行(135) |     |
| 第四章 电气照明.....                                                                                                                                                                                                       | 139 |
| 28. 光学的基本概念和單位(139) 29. 光源(142) 30. 照明灯具(146) 31. 室內照明(154) 32. 城市的室外照明(158) 33. 艺术-裝飾照明(163) 34. 电气照明的計算(173) 35. 照明所需的容量和耗电量的确定(186) 36. 电气照明網絡的設計(189) 37. 街道照明的运行(197)                                          |     |
| 第五章 公用事業企業的电气設備.....                                                                                                                                                                                                | 200 |
| 38. 电力驅動裝置(200) 39. 电热(213) 40. 机械化洗衣房的电气設備(221) 41. 公共飲食業的电气設備(225)                                                                                                                                                |     |
| 第六章 电能在日常生活中的应用.....                                                                                                                                                                                                | 229 |
| 42. 家用电气器具的优点(229) 43. 戶内电气綫路(231) 44. 对用电力驅动的家用机器和器具的一般要求(235) 45. 家用电气洗衣机器(235) 46.                                                                                                                               |     |

|                                 |                           |                           |                      |               |                  |               |                           |                         |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| 家用电器吸塵器(250)                    | 47. 电气擦地机(260)            | 48. 家用电冰箱(261)            | 49. 厨房用的万能电力驱动机(275) | 50. 电热器具(277) | 51. 电气采暖(286)    | 52. 电熨斗(288)  | 53. 对家用电机、电气器械和器具的要求(293) | 54. 住戶内綫和家用电气器具的运行(295) |
| <b>第七章 高層建築物的电气化</b>            |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 298                     |
| 55. 对高層建築物的供电系統的一般要求(298)       | 56. 高速载人电梯的电气設備(299)      |                           |                      |               |                  |               |                           |                         |
| <b>第八章 市内电话局和綫路、無線电轉播站和电鐘裝置</b> |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 302                     |
| 57. 市内电话局和綫路(302)               | 58. 城市無線电轉播站(304)         | 59. 無線电轉播綫路(310)          | 60. 电鐘裝置(312)        | 61. 电鐘站(320)  | 62. 电鐘裝置的电源(322) | 63. 电鐘綫路(325) |                           |                         |
| <b>第九章 地下金屬構筑物防止腐蝕的电气保护</b>     |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 326                     |
| 64. 地中电流(326)                   | 65. 地下金屬構筑物的陰極保护裝置(328)   | 66. 金屬構筑物利用电气排导的保护裝置(329) |                      |               |                  |               |                           |                         |
| <b>第十章 应用电流加热冻结的管道</b>          |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 332                     |
| 67. 工作的准备(332)                  | 68. 加热管道用的电气設備(333)       | 69. 工作情况(334)             |                      |               |                  |               |                           |                         |
| <b>第十一章 工程構筑物的防雷保护</b>          |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 335                     |
| 70. 被保护建筑物和構筑物的分类(335)          | 71. 避雷裝置的型式(337)          | 72. 高層建築物的防雷保护裝置(340)     |                      |               |                  |               |                           |                         |
| <b>第十二章 防止在电气裝置上触电的保护裝置</b>     |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 343                     |
| 73. 电气裝置的接地和接零(343)             | 74. 触电的危險性和对触电者的施行急救(345) |                           |                      |               |                  |               |                           |                         |
| <b>附录</b>                       |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 349                     |
| <b>参考書刊</b>                     |                           |                           |                      |               |                  |               |                           | 361                     |

## 緒 論

城市的建設和城市設施的運行，是與能量的供應問題，首先是與對城市設施的許多部門電能供應的保證，密切聯系着的。

在工業、城市設施和日常生活中倘不廣泛地使用電能，城市的正常生活是不可能的。

但是，只有完成我國總的電氣化計劃，城市供電才能達到現代的水平。

在革命前的沙皇俄國，城市電氣化是極不發達的。國家工業發展水平之低、國民經濟的無計劃性以及動力基地的缺乏是造成電能用戶極少的原因。高昂的電價使得電能只有居民中特別富有的階層才能利用；在同一地點的工人居住區，電就成為珍品。一個城市居民一年中的用电量平均不超過10—15度。

只有在偉大的十月社會主義革命以後，城市的動力設施才獲得了廣泛的發展。

蘇聯的電氣化是與俄羅斯國家電氣化計劃 (ГОЭЛРО)——將落后的俄國實行社會主義改造，使其變為先進的工業國的計劃——的創始者列寧和斯大林的名字分不開的。關於俄羅斯國家電氣化計劃，B. И. 列寧曾在全俄第八次蘇維埃代表大會上說道：“依我看來，這是我們的第二個黨綱”。斯大林同志極清楚地指出，應該如何正確地理解列寧關於電氣化的學說：“……列寧所說的全國電氣化，不是指孤立地建立幾個發電廠，而是指逐漸地‘把全國經濟，農業也包括在內（重點是我加的——斯大林），轉移到新的技術基礎上，轉移到現代化大生產的技術基礎上去’，這種大生產是這



样或那样,直接或間接和电气化事業相联系着的”。<sup>①</sup>

苏联人民在列宁、斯大林党的领导下,正順利地使自己的祖国电气化,为进一步工业化和使城市规划及公用設施趋于更完善而建立了必要的基础。

1920年第八次全俄苏維埃代表大会所批准的俄罗斯国家电气化計劃規定了:在10—15年内建設30个总容量为1,700,000瓩的大型發电厂。这一計劃到1931年1月已基本上完成。

早在1935年,就电能的生产量而論,苏联已穩步地躍居于世界首位之一;不仅仅使从前胜过俄国的瑞典和瑞士落在苏联后面,而且也赶过了像法国、英国和日本等这样的資本主义大国。

1931年,在斯大林同志的倡議下,联共(布)党中央委员会討論了發展城市供热的問題。从那时候起,供热事業开始有蓬勃的發展。到战后第一个五年計劃开始时,苏联有120多个城市建立了大型热电厂和热力管路。目前,仅仅在我国三个最大的城市中——莫斯科、列宁格勒和基輔,热力管路的長度就超过250公里。

俄罗斯国家电气化計劃預定發電每度消耗的标准燃料要从1.4公斤(1920年)降低到0.9公斤(1936年)。但是,早在1930年,在各区域發电厂中,發電每度的消耗率已降低至0.864公斤,至1940年降低至0.596公斤,而到1949年,則降低至0.549公斤。

就生产电能的燃料消耗量而論,苏联許多区域火力發电厂的指标,要比美国先进的發电厂低得多。祖国动力工业的这些成就可以解釋如下:它是在社会主义的全面规划和应用先进的科学及技术成就的基础上發展的,这就使能最合理地建設我国的动力事業。

除采用最完善而經濟的鍋爐、汽輪机及其他机組外,在發电厂及电力網中还广泛地采用了生产过程的自动化、备用設備的自动

① 參閱燃料工業出版社1954年版“列宁、斯大林的苏联电气化”第10頁——譯

投入、輸電綫路的自动重合閘以及机組的全部自动控制。机組和整个發電厂的遙控机械也已开始采用。

战后斯大林五年計劃規定：迅速恢复暂时被占领区内的發電厂是一项特別重要的任务。这一任务已經完成了。所有被破坏的發電厂(其中包括以列宁命名的德涅泊大型水力發電厂和最大的两个火力發電厂——楚也夫卡發電厂和斯大林諾發電厂)在短期內都已恢复起来,并投入运行。

战后五年計劃在电能的生产上完成了104.8%。

我国在电气化方面的成就,可以从發電厂容量和总計發電量的不断增长(表1及圖1)上明显地看出来。

表1. 与1913年比較發電厂容量和發電量的增長情况

| 年 份  | 發電厂的总容量, % | 全部發電厂的总發電量, % |
|------|------------|---------------|
| 1913 | 100        | 100           |
| 1921 | 112        | 25            |
| 1928 | 172        | 256           |
| 1932 | 420        | 690           |
| 1935 | 560        | 1360          |
| 1940 | 1050       | 2500          |
| 1950 | 2000       | 4900          |

苏联政府关于在伏尔加河、德涅泊河及阿穆达里亞河上建立大型水力發電厂的历史性決議,为祖國动力工程开辟了新的、远大的發展前途。容量为200万瓩的古比雪夫水力發電厂及容量为170万瓩的斯大林格勒水力發電厂將是世界上最大的水力發電厂。这两个水力發電厂的建設为我們祖國的首都莫斯科的电气化开辟了新的、广大的發展远景:莫斯科从伏尔加河沿岸每年將获得100亿度以上的电能。

共产党和苏联政府对城市設施的發展的关怀,充分表現在莫斯科的公用設施的增長上。在苏維埃政权的年代中,莫斯科一个

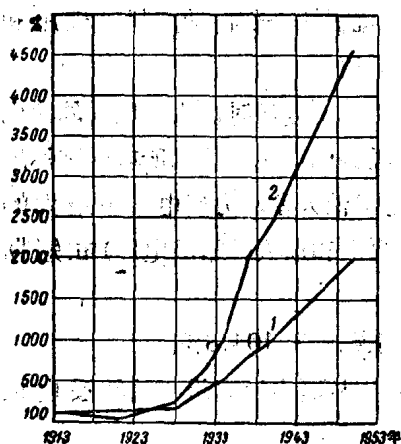


圖 1. 苏联发电厂容量和发电量的增長曲綫：

1—容量； 2—发电量。

居民的用电量增加了 6.5 倍。市区内的电气运输工具，由于增加了举世無匹的地下鉄道；構造新穎、广泛地采用自动控制的有軌电車以及改良的無軌电車而更加完备了。

在斯大林同志的倡議下在莫斯科所开展的高層建筑物的建設，丰富着城市的建筑艺术，并大大地提高建筑工程电气化的技术水平和住宅公用事業的运行技术水平。

在苏維埃政权的年代中，随着电力事業的發展，出現了以科学院士 T. M. 克鲁日然諾夫斯基为首的許多苏联工程师和学者的光荣名字。

早在內战和經濟遭受破坏的年代中，我国电气化的初生兒——伏尔霍夫水力发电厂就誕生了。在这一建筑工程中及以后的大型水力发电厂和火力发电厂的建設中，出現了大批的苏維埃建筑工作者：A. B. 文特尔、B. E. 維捷涅叶夫、Г. O. 格拉夫吉奧、И. Г. 亞历山大罗夫等。在祖国动力工程中有着宝貴貢獻的許多学者和工程师获得了政府的獎章、最高的学位和斯大林獎金。他們的名字載入了祖国电力工程和国家电气化的發展史中。教授 B. B. 德米特立也夫、Л. И. 金捷尔、E. Я. 索科洛夫、Л. A. 美連契耶夫、C. Ф. 科比耶夫等人的名字是与城市供热工作分不开的。在發展城市动力工程和日常生活的电气化方面，H. A. 阿尔捷米耶夫教授作出了許多貢獻。

与建設用作主要供电电源的大型区域发电厂的同時，城市公

用事業發電廠的建設也獲得了大量發展。

蘇聯在城市型熱電廠的建設和運行方面有着豐富的經驗，就熱電廠的數量和熱力管路的長度而論，蘇聯居世界第一位。

在1950年建城市公用事業發電廠和電力網城市的數量比1940年增加了18.5%，售電量幾乎增加了一倍，電力網的長度增加了62.5%。

城市設施中電能和熱能的生產、分配和利用與許多特點有關，這些特點決定了該城市動力工程的發展特徵。由於必須以電能和熱能（低溫的、中溫的和高溫的）滿足公用事業和日常生活中的需要，因此提出了在利用各種形式的含能體，即電能的和熱能的（蒸汽、熱水和煤氣）基礎上，綜合地供應城市以能量的任務。

在城市的條件下，高壓和低壓配電同樣有它的特点，這些特点決定了城市電力網的發展方向。

在公用事業和日常生活的能量需要中，大部分是低溫的過程。這就使得我們能利用集中供熱作為城市能量供應的導向方向。

食物的製備和日常生活中許多操作的機械化，同樣須依靠利用煤氣和電能集中供應能量來實現。由此可知，城市設施和居民的日常生活需要各種形式的能量。因此，城市能量的供應問題，總是應考慮到，需要能量的各部門在所需各種含能體之間給予最合理的配置而綜合地來解決。

由於城市設施的所有各個部門普遍需要能量，而且是各種不同勢位不同形式的含能體，這就責成在城市設施中工作的每一個專業人員，必須熟悉所有各種形式的能量的應用。

“城市建設”系的学生們在許多課程的學習過程中，能獲得關於電工學和熱工學原理的必需知識。

“城市供熱”的專門課程向學生們介紹熱能的生產、分配和在住宅公用事業中的應用問題。

煤气供应和煤气在住宅公用事業中的应用問題,在“城市煤气供应”的專門課程中講授。

上述各課程与城市供电这門課程配合起来,就包括了与城市能量供应有关的全部問題。

# 第一章 城市动力設施的特点

## 1. 城市供电的現狀和發展的远景

在苏維埃政权的年代中,苏联城市和乡村的动力設施,是在利用先进的苏維埃技术成就的基础上有計劃地發展的。这一發展的主要方向是,利用綜合地生产电能和热能,而使供电和供热集中起来。

城市和乡村的供电,既可由城市發电厂,也可由連接到大电力系统 的电力網来实现。从1917年到1941年这一时期中,城市發电厂的容量增加了兩倍;而城市和乡村由电力系统供給的电量更有大量的增長:从1928年到1940年,自电力系统所获得的电量增加到6.5倍以上。

城市發电厂的容量,大小相差很多(約从50瓩到24,000瓩),并采用各种各样的燃料,因此,發电厂中所裝的动力設備也是各式各样的。

汽輪机和內燃机是城市發电厂中所采用的原动机的主要型式。在1950年,在俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国公用事業部的系統中,無論就安裝的設備容量(63.5%)或發電量(78%)而言,汽輪机發电厂居第一位。

在同一年中,內燃机發电厂就安裝的設備容量而論居第二位,占有發电厂总容量的28%,就發電量而論,也居第二位。

水力發电厂應該是其次的最重要的城市發电厂型式;但是,水力發电厂的發展还未达到应有的規模。关于这一点大体上可解

释如下：大多数便于建设水壩的河流距离居民区很远。而在发电厂容量很小的情况下，实行远距离输电的必要性以及由于河流平坦致使发电厂出力的不固定，使得小河流的利用变为非常复杂，而且所能获得的发电容量常常不能满足居民区对电能的需要。

在小的居民区中，鍋駝机发电厂获得了较为普遍的采用。

随着大电力系统及其供电区域的发展，在城市和乡村的供电方面，地方发电厂所占的比重正在逐渐减少。

但是，由于我们祖国幅员广大和在许多地方具有廉价的动力资源，可以认为很多的小城市和乡村还将长期由地方发电厂供电。

不言而喻，在这些地方发电厂中，能量的生产必须以最有效的和最经济的方法来组织。因此，城市发电厂的主要发展方向应为综合地生产电能和热能。

集中供热可以保证城市以当地的低级燃料来代替自远地输入的燃料和木柴，从而有合理地建立城市燃料平衡的可能。与此同时，集中供热还可以节省 20—30% 的燃料和大大改善城市的卫生状态。这就是最近廿年来集中供热在苏联获得蓬勃发展的原因（表 2）。

表 2. 苏联集中供热的发展(以百分数表示)

| 年 份          | 1930 | 1935 | 1940 | 1950 |
|--------------|------|------|------|------|
| 热电厂的容量.....  | 100  | 695  | 1680 | 2880 |
| 每年输出的热量..... | 100  | 835  | 1670 | 3200 |

自然，集中供热首先是在我国北部和中央地区获得了发展，因为那里能产生最大的效果，特别是集中供应热水时效果更高。

位于我国北部和中央地区的城市，采取水力发电厂和热电厂同时供电的办法是最合理的。热电厂在一年的枯水时期生产大部

分电能,而在热能的生产大大减少的时期(夏季),则由水力发电厂生产大部分电能。

也很自然,在采暖季节短的南部地区的城市和乡村中,则以采用热与电分开供应的系统较为合理。

对日常生活中的高温过程(首先是制备食物)集中供应能量的问题,目前主要是靠敷设供应居民以天然煤气和人造煤气的煤气管路来解决。大型水力发电厂的建設,也为生活中高温过程采用电能开辟了广阔的远景。

我們的计划经济为国民经济的任务综合地解决,提供了广泛的可能性。城市設施的工作人員应该把电气化、供应热能和供应煤气的事業加以最有利的配合来发展城市动力工程。

城市住宅公用事業和日常生活方面供电的发展途径,应与有无工业用发电设备和区域性发电厂的问题协调地拟定。

只有当居民区距离电力系统高压网络极远和需要的容量很小,而敷设输电线路和降压变电所在经济上不合理的时候,建设和发展城市发电厂才是合算的。此时,如果当地无水力资源,建設燃燒当地燃料的蒸汽发电厂总是合理的。

不要建設燃燒液体燃料的原动机发电厂,因为液体燃料的价格特别昂贵。如果居民区只需要少量电力,则可利用鍋駝机或燃燒煤气的內燃机。

在居民为兩万至五万的城市中,当需要的容量不超过 500 瓩,而又無建設水力发电厂的可能时,最好建設燃燒当地燃料的汽轮机发电厂。

如果城市还没有准备好集中供应热能,则在初期裝置凝汽式汽轮机可能是合理的,而在发电厂以后扩建的时候,应裝置抽汽式汽轮机,以便集中供应热能,同时进行敷设热力管路。

中等城市和大城市(居民由五万至三十万)的特点是,工业需要



大量的电能。在这些城市中，工业所需的容量一般大大地超过城市住宅业和日常生活所需要的。此外，这些城市的特点是，建筑物密集，为集中供热创造了良好条件。在这些城市中，热电厂是主要型式的发电厂，而且在热电厂与水力发电厂或电力系统并列运行的情况下，这种热电厂的部分汽轮机将带抽汽运行。

在居民超过三十万的城市中，工业用户所需的容量更远远地超过城市住宅业和日常生活所需要的。这些城市通常由区域电力系统供电，这种区域电力系统包括城市型热电厂在内。

与城市和乡村所需电能增长的同时，电力网的长度也增大了。因此之故，以及由于电力网负荷的增加，电力网中的电压降增大了，同时电能损失也要增加。

由于减少损失和保证规定的电能质量的必要，以及力求节省导线的有色金属，促使普遍提高城市电力网的电压。

在低压配电网中，目前采用 380/220 伏的电压，以代替从前所采用的 220/127、220、120 伏等电压。这在有色金属消耗量相同条件下可大大地减少电压降。

为了减少电能损失，采用 6—10 千伏的电压以代替从前城市高压网中所采用的 2 千伏和 3 千伏的电压。由于电力负荷的继续增长，在特别大的城市的高压网中采用更高的电压，甚至采用工作电压为 85 千伏及 110 千伏的“深入引进线”，证明也是合理的。

除采用新技术外，在城市动力工程工作人员面前还摆着改善城市住宅业和日常生活的供电质量，努力节约公用事业企业中和日常生活中的用电，进一步提高发电、配电和用电的效率等任务。

由于公用事业企业中存在着特别潮湿的房间（澡堂、洗衣房等）以及居民在日常生活中的广泛应用电能，使不得不严重注意为安全用电创造必需条件，因此，应该特别注意安装的电气制品、布线和家用电气器具的质量。这些问题应由市政经济和电器制造业