

瑞士空气污染管制法及 PM10 和 PM2.5 的限排措施

叶建忠

(中国科学院国家科学图书馆成都分馆, 成都 610041)

摘 要: 瑞士的环境质量在世界上堪称一流, 这得益于瑞士严格执行政府 1985 年出台的《空气污染管制条例》, 在控制 PM10 和 PM2.5 排放方面, 要求明确, 措施得当。瑞士 PM10 和 PM2.5 的最大排放源分别为农林和居住与商业。瑞士在道路交通、铁路、水运和航空运输、施工机械与设备、燃烧、工业设备与生产流程以及农业等领域均采取了一系列的减排措施, 如, 规定柴油的含硫量不得超过 10 mg/kg, 各种车辆须加装可以过滤包括 PM2.5 的新型高效尾气排放过滤器等等。瑞士的经验表明, 有效控制 PM10 和 PM2.5 的排放量, 一是要细化规章制度, 二是要有必要的技术手段。

关键词: 瑞士; 清洁空气政策; PM10; PM2.5; 排放控制; 减排措施

中图分类号: X51(522) **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2013.12.005

1985 年 12 月 16 日, 瑞士《空气污染管制条例》正式生效。该条例规定: 瑞士空气中直径小于 10 微米的粉尘颗粒物 (PM10) 的含量, 年平均应低于 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 在每年夏季静风期, 只允许出现一次 PM10 浓度 24 小时平均值达 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 上限的情况。对于 PM2.5 的排放控制, 瑞士执行世界卫生组织 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的建议值和 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的美国标准。^[1]

瑞士国家环保局 2007 年的一份有关限制 PM10 和 PM2.5 排放的研究报告指出: “一个人每天的空气呼吸量约为 15 000 L, 折算成重量为 15 kg。如果不呼吸空气, 一分钟内就会因缺氧导致死亡。因此, 空气是人类最重要的食品。” 正是因为对空气与生命作用有了如此深刻的理解和高度的认识, 使得瑞士政府对空气质量的控制尤为重视。^[2]

据瑞士国家环保局官员介绍, 瑞士是世界上率先要求在柴油车上加装 PM2.5 颗粒过滤器的国家。瑞士研究表明, 柴油动力设备, 包括柴油车、柴油驱动船舶和柴油发电机是 PM2.5 排放的主要

“元凶”。因此, 瑞士联邦政府早在 10 多年前就对进口柴油车和国产柴油动力设备做出了必须加装可过滤包括 PM2.5 等可吸入微粒粉尘过滤器的规定。同时, 瑞士还积极推动世界卫生组织对 PM2.5 污染物危害性的认定, 使更多的国家对 PM2.5 污染予以足够的重视, 以形成对 PM2.5 排放控制国际化的局面。2012 年, 世界卫生组织正式宣布, 将柴油车排放的 PM2.5 由疑似致癌物确认为致癌物。

《瑞士空气污染管制条例》实施以来, 瑞士境内共建起了 60 多个空气质量监测站。

1 瑞士 PM10 和 PM2.5 的排放控制情况

根据瑞士环保部门的检测, 目前瑞士空气中 PM10 含量基本达标。城区以及高速公路沿线空气中的 PM10 浓度一般都保持在 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 上下, 偶见 PM10 24 小时平均值在 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的情况 (主要在夏季静风期), 但粉尘一般都聚集在海拔 1 000 m 以上的上空; 南部地区的 PM10 值相对高

作者简介: 叶建忠 (1954—), 男, 研究馆员, 中国科学院大学教授, 主要研究方向为信息资源管理。

收稿日期: 2013-10-24

一些，这与意大利北部波河流域的航运有关；空气中的 PM_{2.5} 浓度有所下降，但总体还没有达到不超过 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的限定值，特别是中部地区空气中的 PM_{2.5} 值，一直都在 10~20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间浮动。^[3]

自 1990 年以来，瑞士的 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 排放量不断减少。监测研究表明，瑞士的 PM₁₀ 和

PM_{2.5} 排放源主要集中在交通、工业、居住与商业和农林领域。按照目前掌握的下降趋势，根据预测，到 2020 年：瑞士 PM₁₀ 的排放量将在 2005 年的基础上下降 15%（见表 1 所示）；PM_{2.5} 的排放量下降率则更高，在 2005 年的基础上下降可达 30%（见表 2 所示）。^[4]

表 1 瑞士 PM₁₀ 排放情况表

领 域	2005 年		2010 年		2020 年	
	排放量/t	所占比例/%	排放量/t	所占比例/%	排放量/t	所占比例/%
交 通	5 599	23	5 463	24	5 149	25
工 业	5 739	24	5 932	26	5 501	27
居住与商业	5 873	25	4 985	22	4 023	20
农业与林业	6 627	28	6 127	27	5 557	27
合 计	23 839	100	22 507	100	20 229	100

数据来源：瑞士联邦环保局 2011 年统计数据。

表 2 瑞士 PM_{2.5} 排放情况表

领 域	2005 年		2010 年		2020 年	
	排放量/t	所占比例/%	排放量/t	所占比例/%	排放量/t	所占比例/%
交 通	2 280	18	1 866	17	1 163	13
工 业	2 882	23	3 177	28	2 821	32
居住与商业	5 087	40	4 148	37	3 175	36
农业与林业	2 339	19	2 071	18	1 707	19
合 计	12 588	100	11 262	100	8 866	100

数据来源：瑞士联邦环保局 2011 年统计数据。

从表 1 中可以看出，居住与商业和农林领域是两个不可忽视的 PM₁₀ 排放源。这两个领域 PM₁₀ 值高的原因是城市的人类活动和乡村的木材与秸秆燃烧及山林起火。另外，随着经济的不断发展，交通与工业这两大领域的 PM₁₀ 排放量在其所占总量的比例上仍有加大的趋势。因此，如何控制这两个领域 PM₁₀ 的排放量，仍是面临的一大艰巨任务。

从表 2 中可以看出，瑞士 PM_{2.5} 的最大排放源是居住与商业领域，其排放的 PM_{2.5} 几乎接近总量的一半，这与城市供暖系统使用的燃料有关。另外一个不可忽视的领域仍是工业领域，其排放量还会居高不下。

根据世界卫生组织的调查，瑞士现仍有数千人的死因与空气污染有关，问题就出在大气中可吸入颗粒物和臭氧浓度上。有研究表明，PM_{2.5} 浓度每升高 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，居民每日死亡率将增加 12.07%。因此，瑞士政府表示，为保证瑞士公民的健康，将在解决可吸入颗粒物、臭氧、氮氧化物和氨排放超标问题上做出更大的努力。

2 政府控制空气污染采取的主要措施

瑞士大气保护政策的目标是：“保护人类和动植物以及他（它）们的生活社区和生存空间不受有害或不良空气的污染；利用现有运行上可能、经济

上可行的有：技术和方案，按预防原则有效控制环境污染；通过更加严厉的措施控制空气有害物的排放，以彻底杜绝污染物超标排放。”为实现这个目标，瑞士以《空气污染管制条例》为纲，多年来，在道路交通、铁路和水路以及航空运输、施工机械与设备、燃烧和农业等领域采取了许多减排措施。^[5]

2.1 道路交通

根据《瑞士空气污染管制条例》的排放要求，瑞士联邦政府、州政府乃至社区管理机构，都对汽车尾气排放控制采取了一系列的措施。最为见效的是瑞士联邦政府所采取的措施，其中包括：制定燃油和汽车燃料的质量标准，比如，柴油中的含硫量不得超过 10 mg/kg，征收与功率挂钩的重型车税（LSVA）和挥发性有机化合物（VOC）排放税，以及大力发展公共交通。

瑞士自 2012 年开始执行欧 5b 排放标准，严格控制汽车尾气中的一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）和有害微粒物的排放。目前，瑞士产微粒粉尘过滤器已可达将柴油车排出的微粒致癌物（柴油烟灰）过滤掉 99% 的效果，基本上可以将包括 PM2.5 大小微粒有害物质的排放控制在最低限度。为进一步净化空气，瑞士国会不久前通过决议，从 2014 年开始，瑞士所有的柴油驱动车，包括家用小轿车、轻型商用运输车、大型载重卡车和城市公交车都必须加装可以过滤包括 PM2.5 微粒粉尘的新型高效尾气排放过滤器。^[6]

2.2 铁路、水路和航空运输

在参照执行欧盟废气排放标准（97/68/EG）的基础上，瑞士有关部门规定“柴油发动机必须加装由联邦环保局认定的微粒粉尘过滤器系统”，瑞士国家环保局有相应的过滤器目录备查。

这一规定也同样适用于驶入瑞士境内水域内的外国船舶。瑞士也是世界上最早对外国船舶驶入本国水域提出限排要求的国家。

对于进入瑞士领空飞机，需获得瑞士国家民用航空局发放的许可证。要求飞机的废气排放，必须符合国际民用航空组织公约第 16 条规定的标准。

2.3 施工机械与设备

为减少致癌颗粒物的排放，瑞士对建筑工地使用的施工机械和设备，包括农业拖拉机、坡道车、缆车、除草机、铲雪机和修枝设备等，除要求必须

严格执行欧盟的废气排放标准外，凡使用柴油为燃料的，还必须加装微粒粉尘过滤器。对于农业机械、坡道车和缆车加装微粒粉尘过滤器，政府还与农协和缆车协会签署合约，给予奖励补贴。同时，政府环保部门建议，除草机、铲雪机和修枝设备应使用比一般汽油排放致癌物质少的设备专用汽油。

2.4 燃烧

锅炉设备是瑞士最大的燃烧源，也是有害颗粒物主要排放源之一。瑞士是一个高寒国家，暖气设备的使用率非常高，且大多使用以油为燃料的锅炉供暖。因此，在燃烧控制方面，瑞士首先对可使用锅炉设备的质量、用油标准和操作规范做出了明确的规定，并严格执行新锅炉启动前须提交由有关测试部门发出的排放达标证书和锅炉使用期间不定期检查制度，且对排放烟囱的高度也做出了明确的规定。同时，瑞士相关部门明文规定，室外烧烤必须使用干燥木材，以避免过多烟尘产生。

2.5 工业设备与生产流程

为引导企业少使用或者不使用对环境有害的产品，达到完全放弃或使用替代产品的目标，瑞士对某些产品和材料征收激励税（Lenkungsabgaben）。该税收不等同于生态税，其征收目的旨在建立一种环境友好消费关系。如果企业采用了新的环境友好产品或材料，政府会将已缴纳税款返还并同时减免企业缴纳产品激励税。目前，瑞士已有 100 多家企业被批准享受此政策。

瑞士政府以《空气污染管制条例》规定的排放限值为标准，对各工业领域中使用的设备及其生产流程，均分门别类地做出了详细的限排规定，具体细到了对烟囱的设计要求，对垃圾处理设备、工地、砂石场和采石场、加油站和油库、火葬场以及防腐处理工艺等的限排指标。

除此之外，瑞士政府还与协会签订行业公约的形式，规范企业的减排行为；用税收返还政策，激励企业采取减排措施的积极性。^[7]

2.6 农业

重点控制养殖业和有机肥沤肥过程中的氨排放；要求对农产品储运库和农用物资储存库进行最佳化设计；对农田耕作区进行合理布局；对农用机械与设备的排放管理，欧盟的排放标准同样适用并有瑞士的相应特殊规定。

3 结语

长期以来,瑞士一直重视环境保护工作,最近30年来,瑞士政府一直都在致力于对本国PM₁₀和PM_{2.5}的排放控制^[8]。从以上介绍中也可以看出,瑞士在控制PM₁₀和PM_{2.5}排放方面,要求明确,措施得当,其环境质量在世界上堪称一流也毋庸置疑。但就是在这样一个减排措施几乎面面俱到的国度,大气中的PM_{2.5}值仍超出了世界卫生组织的规定标准,可见,要彻底杜绝污染物超标排放难度之大。因此,我国消除雾霾天气的任务就更加艰巨。

瑞士的经验表明,有效控制PM₁₀和PM_{2.5}的排放量,一是细化规章制度,二是要有必要的技术手段。制度建设是一方面,技术控制也必须跟上。

目前,我国已经制定了不少有关控制大气污染的法规,但后续监督措施和技术防范手段没有跟上。建议国内有关部门在控制PM₁₀和PM_{2.5}排放量的工作中,除加大监督力度外,还应考虑技术装备,如研发我国具有自主知识产权的先进高效大气粉尘颗粒过滤器。■

参考文献:

- [1] Bundesamt für Umwelt. PM₁₀ und PM_{2.5} Immissionen in der Schweiz, Ergebnisse der Modellierung für 2005, 2010 und 2020[R]. Bern: BAFU, 2013.
- [2] Bundesamt für Umwelt. Verminderung der diffusen VOC-Emissionen[R]. Bern: BAFU, 2013.
- [3] Bundesamt für Umwelt. NABEL—Luftbelastung 2011. [R]. Bern: BAFU, 2012.
- [4] Bundesamt für Umwelt. NABEL—Luftbelastung 2012. [R]. Bern: BAFU, 2013.
- [5] Bundesamt für Umwelt. Massnahmen Gegen die Luftverschmutzung[R]. Bern: BAFU, 2013.
- [6] BAFU. Umweltgerechte Mobilität—Ein Blick in die Zukunft[J]. Umwelt, 2012(3): 4–11.
- [7] BAFU. Praxisbeispiele, Umweltgerecht Hier und Heute [J]. Umwelt, 2012(3): 20–21.
- [8] Bundesamt für Umwelt. Emissionsmessung bei Stationäre Anlagen[EB/OL]. (2013-10-10)[2013-10-23]. <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/12222/12226/index.html?lang=de>.

Air Pollution Control Act of Switzerland and Its Limit Emission Measures for PM₁₀ and PM_{2.5}

YE Jian-zhong

(Chengdu Branch of National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041)

Abstract: Based on the *Air Pollution Control Act* of Switzerland released in 1985 and reports on the air quality from Federal Environmental Protection Administration, this article introduces emissions of PM₁₀ and PM_{2.5} in Switzerland and the related emission control measures taken by the government. The paper lists the 4 main emission sources of PM₁₀ and PM_{2.5}, i.e., emissions from agriculture, forestry, living and business activities, the existing data of PM₁₀ and PM_{2.5} emissions in 2005 and 2010, as well as the predicted emissions data for 2020. Switzerland is committed to take measures to control PM₁₀ and PM_{2.5} emissions from transportation systems, construction machinery, and industrial combustion equipments and operations, etc. For example, the sulfur in diesel exceeding 10 mg/kg is not allowed for use; all kinds of vehicles need to be equipped with efficient filters that can reduce exhaust including PM_{2.5}. The experience of Switzerland shows that detailed regulations and advanced technologies are crucial for efficient control of PM_{2.5} and PM₁₀ emissions.

Key words: Switzerland; clean air policy; PM₁₀; PM_{2.5}; emission control; emission reduction measures