

# 绪 论

公路作为国家基本建设项目，对拉动国民经济增长起着重要作用。为适应新时期国民经济快速增长，推动社会主义现代化建设进程，国家加大了对各种基础设施的投资力度，公路交通设施便是其中之一。近十几年来，我国公路建设呈蓬勃发展之势，各省、市、区的高速公路和汽车专用一级公路相继建成通车；我国高速公路平均增长速度位居世界前列；与此同时，对低等级公路的改建和投资力度也在逐年增加。勿容置疑，新建公路的增长速度和公路通车总里程不可能无限地、长期地高速增长。随着公路通车里程的增长与现实社会需求日益趋近，其新建公路的发展速度必将减缓。但是，已建成的公路在使用中由于受到各种因素的影响，特别是车流量和载质量的增加，公路使用功能将会降低，甚至受到破坏。因此，为了维持公路的使用功能、保证车流畅通和行车安全，对公路施行必要的养护措施是不可或缺的。而且，公路里程越长，其养护工作的任务越繁重。公路的建设与养护对公路交通运输事业起着同等重要的作用。但从长远观点来说，公路的新建不可能是“无限的”，而公路的养护却是“无限的”。

从第二次世界大战之后，特别是 20 世纪 60 年代以来，一些发达国家，为了发展经济的需要，都致力于完善本国干线公路网的建设，提高公路技术水平，大力修建高速公路，使公路运输率先实现现代化。为了保持良好的公路状况，充分发挥公路设施的功能，世界发达国家每年都要拨出巨款用于公路维修养护，例如美国，每年用于养护维修公路的费用达 150 多亿美元。

## 一、公路养护机械化的含义

公路养护的作业内容较为繁杂，某些工作也很繁重，特别是高等级公路，其养护标准高，技术要求严格，单靠原始地用人工劳作的方式来完成养护作业，显然难以适应现代化公路交通运输事业的要求，只有现代化的公路养护方式才能适应。公路养护现代化主要是机械化。所谓“机械化”即是用机械代替人力劳作，其意义在于加快工程进度、保证施工质量、代替人力艰苦劳作、降低工程成本。目前，一些发达国家在不断加强公路养护部门的物质基础和技术力量的同时，购置了大量的公路养护机械设备，所用的资金要占养护费用的 20% 以上，设备品种类型齐全，生产能力强，公路养护已经实现了较高的机械化程度。

公路养护机械化是在科学的施工组织管理模式下，充分利用机械设备来代替人工作业的养护管理体系。实现公路养护机械化，就是要在养护作业的全过程中大幅度提高机械管理水平，通常以机械装备率和利用率来衡量。机械装备率是指百公里路占有设备的价值及功率，而利用率是设备使用成本在养护总成本占的比率。这两个指标越高，表明公路养护的机械化程度越高，养护的快速反应程度越高。推行公路养护机械化是技术进步与管理水平提高的重要标志。机械化养护能快速、有效、安全地保障公路畅通，可以提高作业的质量、速度及效率。因此，养护机械化是公路，特别是高等级公路今后发展的必然趋势。养护机械设备是公路养护生产力的一个重要组成部分，是现代化养护生产方式的物质基础，它标志着公路养护生产力的进步程度。机械化养护在提高养护效率的同时，也提高养护的总体水平。

## 二、公路养护机械的含义及其分类

公路养护机械化的物质基础是门类齐全、性能可靠的公路养护机械。所谓公路养护机械是指在公路保养维修作业过程中使用的现有公路机械。公路机械是筑路机械与养护机械的合称。公路养护有时也是一种筑路施工，是对已有公路进行部分修补和普遍改善性的施工，其规模小，工作量少。公路养护中的大中修及技术改造工程一般都采用筑路机械。公路日常小修保养工程，除了一些特殊的专用机械外，也要配置一些筑路机械。筑路机械与养护机械除了各有一部分特殊专用机械外，大部分的机械是通用的，只是在规模大小、配备数量和机械化程度上有所区别而已。所以养路机械与筑路机械有很大的通用性，一些筑路机械，尤其是材料制备和压实等机械完全可以用在公路养护上，只是在种类型号选用上不同而已。同样，一些养路机械在筑路的某些场合中也能适用。

公路建设促进了筑路机械制造行业和公路施工机械化学科的发展；同样地，公路养护也促进了公路养护机械制造行业和养护机械化学科的发展。伴随公路通车里程增加，公路运输负荷加重、公路养护任务的日趋繁重，公路养护机械的种类、数量和物化在机械中的科技含量也在日益增多。如何管好、用好这些公路养护机械，使其发挥更好的作用，越来越引起业内人士的关注。公路养护机械化学科的任务是：研究公路养护施工中如何优化配置和合理运用这些机械，以达到高效率、低消耗和长寿命。该学科起源和发展于公路养护实践，进而又指导和规范公路养护实践，是一门实践性很突出的学科。

公路养护机械的分类方法颇多，目前没有统一的规定。有按养护工程性质划分的，可分为：①小修机械；②中修机械；③大修及技术改造机械。也有按工程项目分类的，可分为：①路基养护机械；②路面养护机械；③桥涵养护机械。还有按养护作业划分的，可分为：①材料制备机械；②清扫机械；③铲挖机械；④喷洒机械；⑤压实机械。从公路养护工程管理角度来看，公路养护机械常见分类细目如下：

### （一）日常养护机械

- (1)割灌除草机 通常为背携式 动力为 1.5~2kW 小型汽油机，用于修整草坪和灌木丛。
- (2)路面画线机 手推式或自行式 画线宽度 80~300mm 用于公路标志线的喷涂。
- (3)车载升降机自行式，提升高度一般为 6~8m 用于构造物、公路沿线设施、行道树等的维护修理、修剪。
- (4)除雪机 自行式 单程除雪宽度 2.2~3m 用于北方地区冬季道路除雪。
- (5)路面清扫车 自行式 清扫宽度 2~3m 用于清扫道路浮尘、杂物。
- (6)洒水车 自行式 贮量 4 000~6 000L 可带喷药装置 用于路面洒水、喷洒灭虫药剂。
- (7)多功能养护车 自行式 功率 26~50kW 可按作业需要 配装相应装置 能完成挖掘、挖树坑、挖沟等养护作业。
- (8)推土机械或装载机 功率大于 56kW 用于清理塌方、推雪、沥青拌和场材料准备。
- (9)水泵 扬程 25~30m 用于清理塌方、堆雪等。
- (10)摩托车 三轮，用于公路巡查。
- (11)公路巡路车 3~6 座 用于公路巡视。

### （二）路面面层修复机械

- (1)路面破碎机械自行式，以柴油机为动力，附有液压或气动破碎装置，用于破碎已经破坏需要铲除的坚硬路面。

(2)路面铣刨机 自行式 以柴油机为动力 铣削宽度 0.5~2.1m、铣削深度 0~15cm 用于铣削需要修补的沥青路面。

(3)沥青路面加热机 自行式,以柴油机为动力,用于热铣或铲除油包。

(4)沥青路面综合养护车 汽车底盘 具有破碎 沥青洒布、拌和、压实等功能。

(5)沥青洒布机 拖式的沥青罐贮量 500~2 000L 自行式的沥青罐贮量 3 500~8 000L 具有加热和保温功能,喷洒沥青用。

(6)稀浆封层机 封层厚度 3~12mm 用于路面封层。

(7)沥青混合料摊铺机自行式,以柴油机为动力,作业宽度 2.5~8m 宽度可调 用来摊铺沥青混合料。

(8)振捣器 电驱动 电动机功率 1~1.5kW,用于摊铺后的水泥混凝土振实。

(9)真空吸水机 电驱动,电动机功率 0.5~1kW 真空度 $\geq 97\%$  用于水泥混凝土路面快强。

(10)抹平机 叶片直径为 500~800mm 用于整平水泥混凝土路面。

(11)切缝机 刀宽 2.5~6mm 用于水泥混凝土路面切缝。

(12)灌缝机 用于水泥混凝土路面灌缝。

(13)路缘石形成机 25cm $\times$ 25cm 用于加工路缘石。

(14)回砂机 自行式、以柴油机为动力、作业宽度 1.8~3m 用于碎石路和土路回砂。

(15)石屑撒布机 自行式,用于撒布石屑。

(16)撒砂机 自行式、以柴油机为动力 用于撒布砂料。

(17)砂浆拌和机 拖式、柴油机为动力或电动 生产率 7~12m<sup>3</sup>/h 用于拌制灰土砂浆。

(18)砂浆灌注机 电动或液动,用于砂浆浇注。

(19)稳定土拌和机 自行式、以柴油机为动力 作业宽度 1.5~2m 用来进行稳定土的拌和。

### (三)压实机械

(1)夯实机械 静质量 100~200kg,有平板夯和冲击夯两种类型,用于狭窄区域的压实。

(2)静力作用式压路机 自行式 以柴油机为动力 有轻型、中型和重型多种 用于大面积的压实。

(3)轮胎压路机 自行式、以柴油机为动力 机重 9~16t,用于沥青路面和基础压实。

(4)振动压路机 自行式、以柴油机为动力 有全钢轮和钢轮-胶轮铰接式两类 可振动压实,以提高压实效果。

### (四)材料准备机械

(1)沥青加热设备 容量 800~1 500kg 固定式 加热方式有太阳能、远红外线加热装置或导热油锅炉(以柴油为燃料)

(2)沥青储罐 容量 200~300t 用来进行液态沥青的储存与保温。

(3)沥青混合料拌和机 固定式或拖式(10~30t/h) 电力驱动 用来拌制铺路沥青混合料。

(4)水泥混合料拌和机 固定式,(10~25t/h) 电力驱动 用来拌制铺路水泥混凝土混合料。

(5)沥青路面旧料再生机械 分为厂拌热再生机、就地冷再生机、就地热再生机 用来对沥青路面旧料进行再生处理。

(6) 碎石机械  $8 \sim 10\text{m}^3/\text{h}$  配备凿岩机和空压机 用来进行石料的开采、加工。

(7) 柴油发电机组 规格为  $30 \sim 75\text{kW}$  用来给拌和厂提供动力。

#### (五) 装运设备

(1) 大、中、小型轮式拖拉机或小翻斗车 用于筑路材料的移运。

(2) 自卸车 载质量  $5 \sim 10\text{t}$  用来进行物料的运输。

(3) 沥青运输罐车 载质量  $5 \sim 10\text{t}$  用于液态沥青的运输。

(4) 抢险排障车 起吊  $5\text{t}$  拖力  $200\text{kN}$  用于道路排障与抢险。

(5) 汽车式起重机 起吊  $5 \sim 8\text{t}$  道路抢险用。

#### (6) 桥隧养护机械：

钢筋加工机械 被加工钢筋直径  $6 \sim 40\text{mm}$  具有切断、调直、弯曲等功能 用于钢桥、混凝土桥、隧道等的修理；

钢筋对焊机 具有制锯、刨削功能；

喷漆机械 用于金属表面油漆的喷涂，

吊装设备 起重能力  $0.5 \sim 30\text{t}$ ；

桥梁检测车 用于桥梁的检测；

⑥ 水泥混凝土泵 用于水泥混凝土的管道输送；

⑦ 水泥混凝土喷射机 用于水泥混凝土的喷洒。

### 三、专用公路养护机械

从国外养护机械的发展趋势来看 目前公路养护中的大中修机械，一般使用相应的筑路机械 特殊的路面养护机械是指一些专用机械 如再生机、加热机、整平机、封层机等。

#### (一) 路面再生机械

路面再生机械是一种旧路面材料回收利用的设备。路面使用的结合料和砂石料在使用中要发生局部损坏，公路到了使用年限会普遍损坏，需进行局部维修甚至全部重新翻修。维修和翻修路面时，一般要将原有路面部分铲除，铲除的旧路面材料经过适当加工处理后，还可以重新做路面材料，不仅技术可行，也避免了因废弃旧路面材料而污染环境。回收利用旧路面材料有很大的社会效益和经济效益。经济发达国家十分重视路面再生机械的研究与生产。路面再生有两种基本方法，一是将旧料回收到材料加工厂进行处理后，再用于铺筑路面，适合局部小面积的修补养护作业；二是就地回收利用，适合于大面积全路段翻修作业。国外厂商着重发展大型组合式的就地回收利用路面旧料的机械。这种机械是按照再生工艺，将各种作业机械组合在一起 从原路面的铣削、旧料回收加工、掺拌新料到摊铺、压实成型一次完成。因为这种大型再生机械有较好的效益、生产效率高 虽然机型大、价格昂贵 还是受到欢迎。

#### (二) 路面加热机

路面加热机用于维修沥青路面 以减轻施工人员的铲挖劳动强度 便于铲平作业和再生利用旧料，也便于潮湿天气和冬季进行养护作业。国外的路面加热机普遍采用红外线辐射装置。红外线对沥青有较强的穿透能力 加热效果好、速度快、成本低、不损坏沥青材料。红外线辐射源加热机有燃气喷灯式和电能元件式两种。按移动方式分有自行式、拖式和手扶式 3 种 其中手扶式主要用于路面日常养护的局部加热，自行式和拖式是用于大中修工程，或配置在再生机上。国外的路面加热机多以燃气为热源。

### （三）路面整平机

路面整平机（也称路面铣刨机）是近二三十年发展起来的一种新型路面维修机械。它是利用装在转子上的坚硬刀具把旧路面局部或全部铣削下来为修补做准备；或者经过铣削后使路面平整，粗糙度好，可直接使用。铣削下来的旧料可再生利用。路面整平机主要用在路面翻修、加铺、消除波浪搓板等作业。目前路面整平机有在常温下进行的冷铣削整平机和加热后再进行的热铣削整平机两种。

### （四）路面稀浆封层机

路面稀浆封层机械是维修路面的重要设备。路面稀浆封层养护方法是利用沥青能够乳化的特性消除沥青路面早期病害防止损坏提高沥青路面的防水、防滑、平整、耐磨性能的一种先进的路面维修方法。稀浆封层是将集料、填料、沥青乳液和水按一定比例掺配在一起成为浆状，摊铺在路面上形成表处薄层。为实现稀浆封层养护方法机械化施工，一些欧美国家大力采用先进技术，生产出系列产品，推动了这项养护技术在世界各地的推广应用。

## 四、国内高等级公路养护机械现状

我国自行开发高等级公路养护机械始于 20 世纪 70 年代初到了 80 年代以后才有较快的发展。20 多年来我国交通系统的一些科研单位、生产厂家、公路部门和高等院校研制了许多种养护机械，为我国养护机械的发展打下了基础。改革开放后，从国外引进了公路建设技术与机械设备，促进了我国养护机械的发展。主要表现在以下几方面：

（1）注重路面修补机械的研制。我国路面修补机械的研制已有 20 多年的历史已从小型单机作业发展到大中型多功能综合作业的修补车有拖式的有自行式的有液压传动、电传动和风传动以及综合传动有沥青路面、水泥路面修补机械，也有砂石路面维修机械。目前生产各种类型路面修补车有 20 多个厂家，10 多种类型产品，有的已批量生产，并进入国际市场。这些路面修补车的研制与生产，为我国公路小修养护机械化创造条件。

（2）小型路面压实机械发展较快。养护使用的压实机械不仅要保证达到要求的密实度，还要携带转移方便。我国各地方研制出不少类型的适合养护用的小型、高效压实机械，除了蛙式打夯机和冲击夯外，主要是小型振动压实机械。

（3）大力推广节能新技术。公路养护与筑路一样耗能很大。在养护生产中应用节能先进技术方面我国处在领先水平。公路部门普遍推广了太阳能加热、红外辐射加热、导热油加热、热能综合利用技术等，都取得了良好节能效果。

（4）积极开发新型养护机械。近些年来，为适应公路养护的需要，有关部门和一些厂家积极开发新型养护机械诸如清扫车、清洗机、排障车、封层机、路面再生机等为使我国养护机械增加品种和进一步发展打下了基础。

但是，我国公路养护机械仍然较落后，与发达国家相比有很大的差距，适应不了公路发展的需要。主要表现在以下几方面：

（1）养护机械少，且不配套，管理跟不上，还没有实现机械化养护。

（2）品种类型不全。现在有不少种类的养护机械在我国还是空白，或者处在研制阶段，没有定型批量生产，制约了公路养护机械化的实现。缺少的养护机械主要有：小型清扫机械、公路设施清洗机械、组合式路面再生机械、桥涵养护机械等。这些养护机械亟待开发研制，以满足公路养护的需要。

（3）生产量少。尽管生产养护机械的厂家和单位不少，但生产总量不多，与公路养护的实

际需要相差很大。许多养护机械产品还处在试制阶段，没有形成专业化批量生产。

(4)技术水平低。在养护机械结构设计、制造工艺、零部件供应、使用管理等方面都存在技术水平低的问题 致使养护机械可靠性差、故障多、效率低、寿命短、成本高 严重影响了养护机械的发展。

### 五、国内外高等级公路养护机械发展趋势

公路建设 特别是高速公路的建设 不仅数量增长快 技术标准也不断提高 而且交通量日益增加 车速加快 载质量加大 对公路养护的要求越来越高 因此养护机械也必须不断改进和发展。养护机械与筑路机械一起 将发展成为品种型号齐全、技术先进、产量大、生产率高的重要工程机械行业；公路养护的所有作业项目，将全面实现机械化操作。综观国内、外养护机械发展情况，约呈现如下趋势：

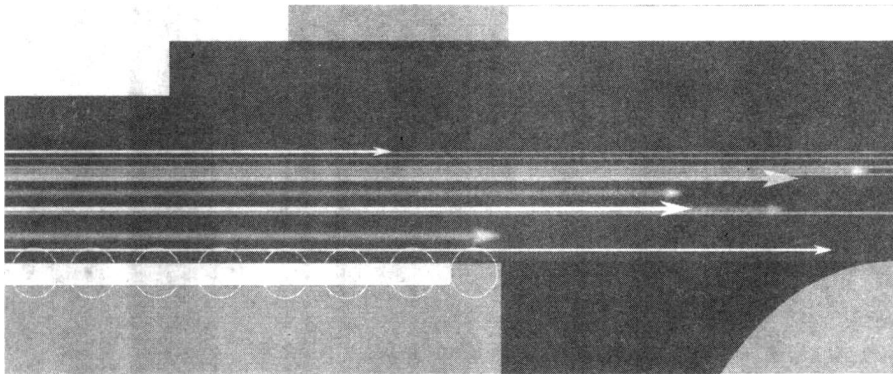
(1)采用先进技术世界科技日新月异 为养护机械的发展提供了技术条件 机、电、液一体化高新科技成果不断应用到养护机械上。电脑和高灵敏传感器等现代高新技术在养护机械的各种装置和机具的操纵、计量、控制、报警、排障和作业智能化等方面得到推广应用。红外线、激光等先进技术也逐步应用在养护机械上。这些高新技术的应用将使养护机械更加可靠、多功能和高度自动化。

(2)开发新产品为了适应公路养护作业项目多、工序繁杂、工艺要求严的需要，在激烈的市场竞争下，各国生产厂家都致力于开发新产品，随着养护工艺的发展，不断推出新类型的养护机械。养护机械正朝着产品多样化、系列化、成套化、一机多能综合化、大型与小型两极化方向发展。

# 第一篇

## DIYIPIAN

### 公路养护机械





# 第一章 公路清扫机械

## 第一节 概 述

随着高等级公路的发展，公路养护作业现代化问题已经提上了议事日程。高等级公路要取得最佳的经济效益和社会效益，就必须保证交通顺畅、路容美观、路线环境良好。公路清扫作业是养护作业中作业量大而频繁的作业。在高等级公路上作业的清扫机械应具有足够的行驶速度，能在短时间内完成养护作业，以减少对交通的妨碍。以小型底盘或拖拉机为基础发展的各种悬挂和拖挂式小型清扫机具作为一般公路或市政街道使用，高等级公路则需要技术性能良好、作业速度快的清扫机。清扫机械应具有卓越、可靠的技术性能，并且在品种规格上形成系列，这对我国公路养护机械化将具有极其重要的意义。

自 20 世纪 70 年代以来我国环卫部门已经研制出几种类型的清扫机械，主要用在城市街道的清扫，但其性能不高，效率较低。

近年来，国内已有多个生产厂家研制并开发出若干种吸扫式清扫机，采用了喷水压式、湿式除尘、吸扫结合的工作方式。此外，有些生产厂家还引进了国外先进吸扫机工作装置的生产技术，与国产汽车底盘配套生产清扫机，大大提高了国产清扫机械的技术性能。

国外清扫机已经经历了几十年的发展历程，产品经过了几代的改进与完善，在工作原理、结构形式等方面有许多的优点，工作性能和技术水平较高，值得我们学习和借鉴。

### 一、清扫机的功用

清扫作业是高等级公路养护作业中作业量最大且频繁的作业。清扫机的功用是清扫和收集道路垃圾。在高等级公路上清扫机械作业应有足够的行驶速度和作业速度，以满足高等级公路对车辆行驶速度的要求，并能减少对其他行驶车辆的干扰。

### 二、清扫机分类

清扫机按其工作原理不同可分为：吸扫式清扫机、纯扫式清扫机。吸扫式清扫机又可根据其气流的流出方式不同可分为开放吸扫式清扫机和循环吸扫式清扫机。

清扫机按其动力来源可分为有动力型和无动力型。有动力型依靠主发动机或副发动机提供工作装置所需的动力，无动力型依靠行走轮行走时与地面产生的作用力使得工作装置运转。清扫机械按其行走系统的动力来源，可以分为自行式清扫机和牵引拖挂式清扫机。

自行式清扫机的行走系统依靠自身装备的动力源驱动行走，具有良好的整体性、独立性和机动性，行驶速度快，作业范围大，工作效率高。自行式清扫机通常采用汽车底盘或其他工程机械底盘为基础。为了进一步提高其性能，要对通用汽车底盘作必要的改造，如加装左、右两套行驶转向操纵系统等。通常清扫机的行驶与作业装置的动力彼此独立，便于控制和调整，使两个系统都处在最佳状态，以达到最好的清扫效果。

牵引拖挂式清扫机是利用其他行走机械或人力推动、牵引行走的清扫机，其整体性、独立性和机动性都相对较差，行驶速度较慢，工作范围小，效率低。牵引拖挂式清扫机作业系统的动力源呈多样化：有的自带小型汽油机械或柴油机，有的从牵引主机上取得动力，有的则直接将牵引主机提供的牵引力的一部分转变为清扫装置的作业动力。牵引拖式清扫机使用在一般公路的清扫养护以及厂、矿、院校道路的环境清扫上。

### 三、各类清扫机工作原理

#### 1. 吸扫式清扫机

吸扫式清扫机是用风机使吸口处产生一定的真空度，用以吸收由侧盘刷和水平柱刷带来的垃圾。吸扫式清扫机具有清扫范围宽，对细微垃圾和尘粒的拾捡、输送效果好等特点，但对大颗粒垃圾清扫能力较差。

##### (1) 开放吸扫式清扫机

其工作原理为：首先选择左侧或者右侧作业方式将相对应的侧盘刷和水平柱刷在底盘行进过程中配合工作，将垃圾侧横向抛射至吸口前方，形成一条垃圾带。当吸口经过前方垃圾带时将垃圾尘粒吸入吸口，输送至垃圾箱内。垃圾尘粒在经过吸口进入垃圾箱的过程中，要经历几次除尘处理，使垃圾尘粒阻止在垃圾箱中，除尘后的空气从出口排出。

##### (2) 循环吸扫式清扫机

与开放吸扫式清扫机的区别是没有水平柱刷和向上通入大气的出气口。循环吸扫式清扫机的正下方是一个与底盘宽度尺寸基本相当的宽吸口，它取代了开放吸扫式清扫机下部的一个水平柱刷和两个较窄的吸口。宽吸口中不仅有向上吸取尘粒的吸管，还有向下吹起的吹管。空气由吸管吸入，经过除尘分离后重新送入吹管吹出，形成空气的循环流动，空气作为载体将路面上的垃圾尘粒送进垃圾箱再回到下面继续工作。由于循环式不直接向周围大气排放空气因而不会造成二次污染。

吸扫式清扫机通常具有可伸到基础车体以外的盘刷或柱刷以及吸口。盘刷用于将路缘、边角、护栏下的垃圾输送、集中到吸口前方，利用空气动力通过吸口将垃圾拾捡和输送到垃圾箱中。吸扫式清扫机具有清扫范围宽 适应性好 对微细垃圾尘粒的拾捡、输送效果好等特点。需要说明的是：在开放吸扫式清扫机中，作为载体的空气中仍然残留很多垃圾尘粒，尤其是微细尘粒 将造成二次污染 对于后者 虽然不直接向大气排放空气 但如果循环空气在吸口内的导向不良 封闭不严 又将吹起路面上的垃圾尘粒 同样会造成二次污染。

路面清扫机主要性能参数表

表 1-1

型 号	最大清扫速度 (km/h)	清扫宽度 (m)	清扫能力 (m <sup>2</sup> /h)	垃圾仓有效容积 (m <sup>3</sup> )	配套能力 (kW)	整机质量 (t)	制 造 厂
SZ26	5~15			2	64	5	滕州市交 通工程机械厂
JY5140GXC	30	2.3		5.6	66	14	扬州江扬 集团公司特 种车辆厂
YHD5120XC	3~15	2.2		5.4	59	8.9	烟台海德 专用车辆厂
HGJ5040GXC	5~12	3	360 000		92.5	3.39	惠州市公 路局机械修 造厂

## 2. 纯扫式清扫机

纯扫式清扫机清扫范围宽，适应性好，但对于微细尘粒的除净率较低，一般用于人口稠密市区、街道以及大颗粒块状垃圾为主的场合使用。这种清扫机的副发动机直接驱动液压泵，使动力驱动非常简便，并还具有消耗功率小、工作噪声小等特点。其工作原理为：侧盘刷位于车辆的中部、车架两侧，直径很大的水平柱刷位于整机的后部，由水平柱刷扫起的垃圾落在位于柱刷前方的输送带上，然后落入位于中部的垃圾箱内。垃圾箱不能向后倾斜，而是借助举升机构向某一侧或前方倾斜。清扫系统的发动机和工作装置都布置在整机的后面。

国内部分清扫车主要性能参数见表 1-1。

## 第二节 清扫机总体构造及工作原理

### 一、清扫机的总体构造

#### (一) 开放吸扫式清扫机

绝大多数开放吸扫式清扫机是一种自行式清扫机（图 1-1）该机械由自行式底盘、副发动机、风机、垃圾箱、水箱、侧盘刷、水平柱刷、吸口、排风口等组成（图 1-2）。



图 1-1 开放吸扫式清扫机外形图

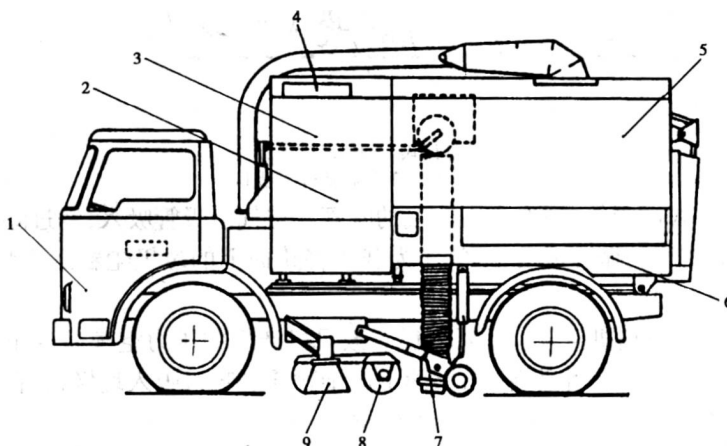


图 1-2 开放吸扫式清扫机结构简图

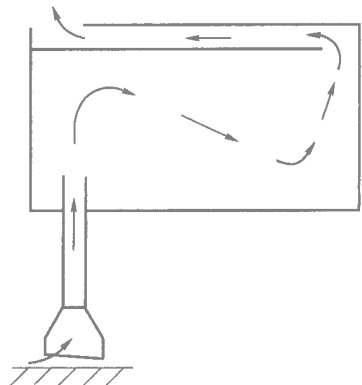
1-自行底盘；2-风机；3-副发动机 4-排风口 5-垃圾箱；6-水箱；7-吸口 8-水平柱刷 9-侧盘刷

副发动机、风机位于驾驶室的后方，一般通过液力耦合器或干式摩擦离合器与清扫装置联结。体积较大的垃圾箱位于底盘中后部，并在后部与车架铰接，前部或下部有一个液压倾翻油缸，铰接在垃圾箱和车架之间。水箱可与垃圾箱做成一体，位于垃圾箱下部，或作为一个独立部件固定在垃圾箱下方或其他位置。两个侧盘刷分别悬挂在车架中部两侧。水平柱刷位于车架下方，可以向左或向右偏转一定的角度，以配合左侧盘刷或右侧盘刷的工作。左右两个吸口位于侧盘刷与水平柱刷的稍后位置。

开放吸扫式清扫机的工作过程是：首先选择左侧或者右侧作业方式，将相应的侧盘刷和水平柱刷按作业方式要求置于工作状态，侧盘刷和水平柱刷在底盘行进过程中配合作业，将垃圾侧横向抛射至吸口前方，形成一条垃圾带。当吸口经过其前方的垃圾带时，将垃圾尘粒吸入吸管，输送到垃圾箱内。垃圾尘粒在进入吸口经过垃圾箱的过程中，要经历几次除尘处理，将垃圾尘粒阻留在垃圾箱，除尘后的载体空气从出风口排出（见图 1-3）。

### （二）循环吸扫式清扫机

循环吸扫式清扫机与开放吸扫式清扫机差别是没有水平柱刷和向上通入大气的出气口。如图 1-4 所示，循环吸扫式清扫机的正下方不是水平柱刷，而是一个与底盘宽度尺寸基本相当的宽吸口，它取代了开放吸扫式清扫机下部的一个水平柱刷和两个较窄的吸口。宽吸口中



1-3 开放吸扫式清扫机的气流路线

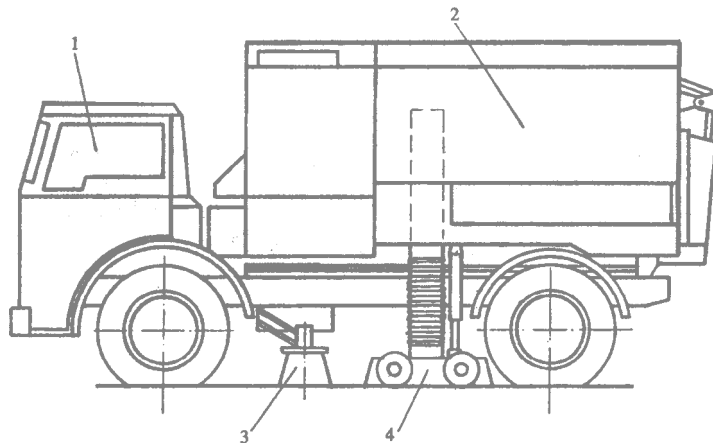


图 1-4 循环吸扫式清扫机结构简图  
1-自行底盘；2-垃圾箱；3-侧盘刷；4-宽吸口

不仅有向上吸取垃圾尘粒的吸管，还有向下吹气的吹管。空气由吸管吸入，经过除尘分离后重新送回吹管吹出，形成空气的循环流动，空气作为载体将路面上的垃圾尘粒送进垃圾箱，如此往复地循环工作（见图 1-5）。

图 1-6 为循环吸扫式清扫机空气流程示意图。鼓风机产生的压力空气通过压力空气管吸入吸盘，在吸盘中通过压力缝，产生涡流，将路面上的杂物通过吸口吸入垃圾箱，在垃圾箱中将杂物过滤，鼓风机又将空气吸走再利用，如此循环不断。

### （三）纯扫式清扫机

图 1-7 所示为纯扫式清扫机。它由自行式底盘、副发动机、侧盘刷、水平柱刷、输送皮带、

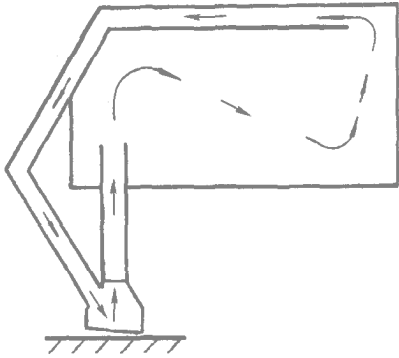


图 1-5 循环吸扫式清扫机的气流路线

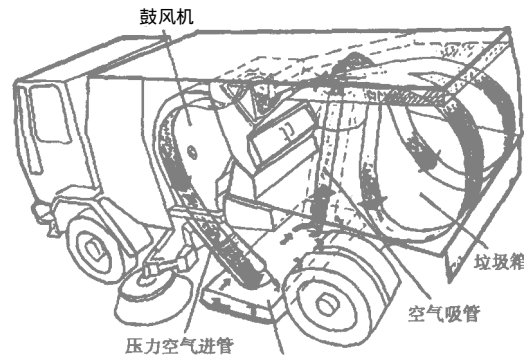


图 1-6 循环吸扫式清扫机空气流程示意图

垃圾箱及举升机构等组成。它与吸扫式清扫机相比，在结构上的主要差别在于没有风机和吸口。主要部件的布置也完全不同。如图 1-7 所示，侧盘刷仍然位于车辆中部车架两侧（有的位于底盘前部两侧），而直径很大的水平柱刷则位于整机的后部，输送皮带置于柱刷前方倾斜向上，前伸至位于中部的垃圾箱内。垃圾箱不能向后倾卸，而是借助于举升机构向某一侧或前方倾卸。清扫系统的副发动机和液压装置都布置在整机的后部，全部动作由液压或气压操作。副发动机直接驱动液压泵，使动力传递非常简便。纯扫式清扫机具有消耗功率小、工作噪声小等特点。

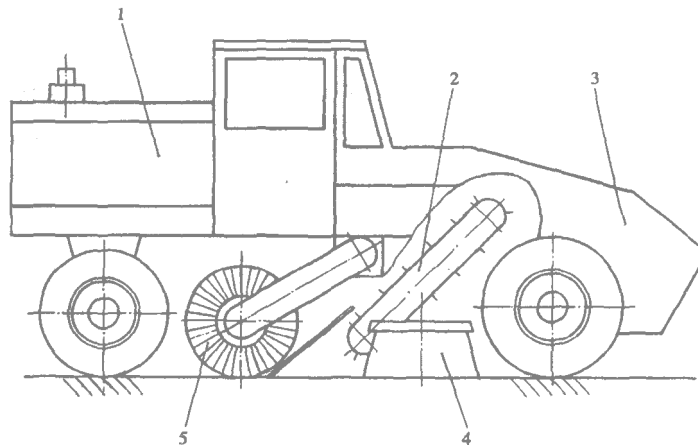


图 1-7 纯扫式清扫机

1-副发动机 2-输送带 3-垃圾箱 4-侧盘刷 5-水平柱刷

#### （四）牵引拖挂式清扫机

图 1-8 所示为牵引拖挂式清扫机的一种，它由水平柱刷、罩壳、侧盘刷、垃圾斗、悬挂支承架等组成。悬挂支承架用于和牵引底盘联接以传递行走动力和在运输状态下提升清扫机，使其完全悬起。提升力由液压缸提供，水平柱刷和侧盘刷均由液压马达驱动旋转，侧盘刷可以固定在水平柱刷的左侧或右侧，以适应清扫作业的要求。水平柱刷、罩壳、侧盘刷和垃圾斗一起可相对于支承架全方位摆动，能保证刷体始终与路面接触，以适应路面的纵向和横向坡度。当配备垃圾斗时，柱刷可直接将垃圾尘粒扫入垃圾斗，清扫作业结束或垃圾斗装满后，可将垃圾

倾卸到指定地点。当不装备垃圾斗时，柱刷可向左或向右侧偏转顶角度，将垃圾扫到侧边，用人工或其他方法收集。

## 二、垃圾尘粒吸送原理

吸扫式清扫机利用风机在吸口处产生的负压气流来吸送垃圾尘粒。清扫机负压吸送系统的作用对象种类繁多，要保证尘粒能被可靠地吸入垃圾箱，必须研究尘粒的几何性质

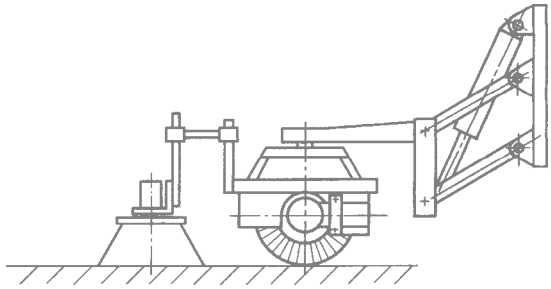


图 1-8 牵引拖挂式清扫机结构简图

(包括粒径、粒度分布、空隙率和外形系数等)动力学性质(包括悬浮速度、流动性和磨损性等)以及静力学性质(包括摩擦角、垃圾箱内压力分布、附着性等)。吸扫式清扫机的负压吸送为稀相输送(混合比小于 5%)因此垃圾尘粒的动力学性质尤其是悬浮速度最为重要。悬浮速度的大小体现了吸送的难易程度，决定了对有关设备性能参数的具体要求。尘粒的几何性质对悬浮速度具有较大的影响作用，而静力学性质的影响程度则较小。

任何物料在空气场中都会因重力作用而下落，在下落运动的同时又会受到空气阻力，阻力的大小与下落速度的 2 次方成正比，下落速度越大，空气阻力越大，直至阻力与重力相平衡，料粒即以该瞬时速度在空气场中匀速下落，该速度称为悬浮速度，某种尘粒的形状和体积确定时，其悬浮速度也是确定的。对于清扫机负压稀相吸送系统来说，如果吸管入口处以及管内的空气速度等于垃圾尘粒本身固有的悬浮速度时，垃圾尘粒就会悬浮在气流中，这样便具备了负压稀相吸送的基本条件。当空气流速大于垃圾尘粒的悬浮速度时，垃圾尘粒将随气流向上飞去，进入垃圾箱，从而实现了负压稀相吸送。

有关研究表明，某种料粒的悬浮速度与其密度和粒径之乘积的平方根成正比，即密度和粒径大的料粒，因悬浮速度大，难以吸送；密度和粒径小的料粒的悬浮速度小，易于吸送。表 1-2 给出了清扫机经常遇到的部分垃圾尘粒的有关参数和悬浮速度。

常见垃圾尘粒的物性表

表 1-2

尘粒名称	平均粒径 (mm)	密度 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )	容重 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	悬浮速度 (m/s)	吸送速度 (m/s)
干细盐	<1.0	2.2	9~12	9.8~12	
细粒盐	5			12.8~14	20~30
粗粒盐	7.0~7.2	1.09	7.2	14.8~15.5	
煤炭	<1	1.0~1.7	7~9	2.3~3.5	
	1~3			4.0~5.3	
	3~5			4.2~6.8	18~40
	7~10			7.3~10	
	10~15			11~13.8	
炉渣	粉粒状			5~17.7	15~35
砂	<4	2.6	14.1	6.8	25~35
水泥		3.2	11	0.223	9~25
熟石灰	<2	2.0	4~5	6	26~30

尘粒形状对悬浮速度的影响很大，球形颗粒的悬浮速度最大。这是由于球形颗粒在下落方向上的投影面积最小，即空气阻力作用面积最小，而不规则形状尘粒的投影面积较大，故其

阻力系数比球形尘粒大，而其悬浮速度较球形尘粒小。

### 三、清扫机除尘原理

公路上行驶的汽车种类和运输货物的多样性，再加上公路所处地域的差别，使得垃圾的粒径和密度大小都在相当大的范围内变化。不同地区的不同路线上，垃圾粒径和密度的分布范围也有很大差异。设计合理的清扫机，应能顺利吸送悬浮速度最大的垃圾尘粒，以保证清扫机的吸送能力。清扫机的除尘系统应具有较长的沉降路线和较大的空间，以提高除尘效率，防止二次污染。但由于受通用汽车底盘的限制，除尘路线和空间都不可能很长很大，因此，清扫机一般是在允许的最长路线和最大空间中，合理地组合多种除尘方式，并且设法在输送过程中采取有效措施，促使微细尘粒的凝并与加密，尽量缩小垃圾尘粒的粒径和密度分布范围，使其尽可能趋于一致。

现代大型清扫机的除尘系统，绝大部分采用重力沉降除尘与惯性力除尘多次组合的方案，而且基本上都以在气力输送过程中对含尘气流进行湿式喷雾作为重要的辅助手段，对垃圾尘粒进行预处理 以便于除尘系统捕捉、聚集与分离垃圾尘粒 提高除尘效率。

#### 1. 重力沉降除尘

图 1-9 为一般清扫机的垃圾箱结构，当清扫机从下吸口吸入尘粒时，含尘气流从 A 口进入，经过垃圾箱空腔，通过分离孔板，进入排气道，从 B 口排出。尘粒从吸管进入垃圾箱后，因垃圾箱的截面大于吸管截面积，而降低了带尘气流的速度，尘粒在重力作用下而降落。

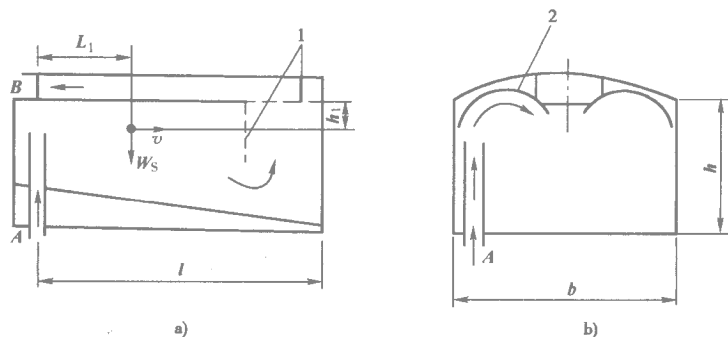


图 1-9 尘粒在垃圾箱中的沉降作用

a)纵向流动沉降 b)横向流动沉降

1.孔板 ;2.弧形挡板

#### 2. 惯性除尘

根据牛顿定律可知，垃圾尘粒在流动过程中，具有保持其原有速度和运动方向不变的特性。由于垃圾尘粒的密度要比空气的密度大几十倍到几百倍，甚至几千倍，故尘粒的惯性要比空气的惯性大得多。据此，绝大多数清扫机在垃圾箱中设置了一道或几道障碍挡板或孔板（见图 1-9）利用尘粒的惯性 使尘粒在与挡板的碰撞过程中 改变运动方向及速度大小 从而使其从运载空气中分离出来，达到除尘的效果。

#### 3. 湿式喷雾的作用和机理

湿式喷雾输送的主要目的是利用雾化水对微细尘粒的截获捕捉、聚集作用和湿尘团的碰撞凝聚作用来改善垃圾状态，提高系统除尘效率。由于微细尘粒的悬浮速度低，虽易于输送，

但其沉降速度也低（与悬浮速度等值），难以从输送气流中分离出来，这是造成清扫机除尘不净，产生二次扬尘污染的主要原因。利用湿式喷雾装置，在除尘之前的输送过程中，对微细尘粒进行预处理，使其凝结成具有较大沉降速度的粉尘团，可以在不过分增大垃圾箱空间的基础上，提高除尘系统对于微细尘粒的捕集效果，从而防止了二次污染。

由于不同的尘粒具有不同的悬浮速度，在吸送空气动力的作用下所获得的速度不同，因此，当含尘气流中喷入雾化水时，吸管中将发生以下 3 种作用：

(1) 水珠与位于其前方速度较慢的尘粒和位于其后方速度较快的尘粒发生碰撞和拦截，形成一个水固尘粒团 如图 1-10a) 所示；

(2) 运行速度不同的水固尘粒团相撞发生凝结并进而形成较大的聚合尘粒团，该现象称之为“水固尘团凝并”如图 1-10b) 所示；

(3) 多个水固尘粒团被一个大块垃圾或片状垃圾捕获 形成一个更大的物固尘粒团 如图 1-10c) 所示。

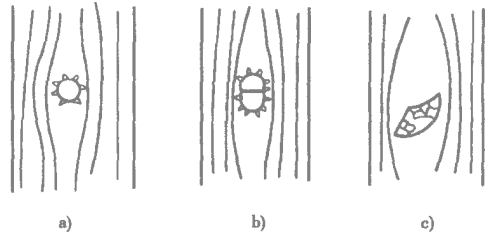


图 1-10 尘粒在吸管中的凝并捕集作用  
a) 水珠拦截作用；b) 水固尘团凝并作用；c) 大块垃圾的捕获作用

这 3 种作用都是用水珠和大粒径尘粒将许多微

细尘粒粘结成具有较大粒径的尘粒团，从而具有较大的沉降速度，所以，这些尘粒团进入垃圾箱后，无论是用惯性力除尘方法或重力沉降除尘方法，都能较容易地从气流中分离出来，沉降在垃圾箱中。

### 第三节 清扫机的工作装置

#### 一、清扫机侧盘刷

##### (一) 对侧盘刷的性能要求

清扫机的盘刷是用来收集和输送车体两侧以外的路缘、隔离带或护栏下垃圾尘粒的工作装置。通常盘刷在整机以较快速度（最高可达 25km/h）行驶的情况下工作，为了使盘刷对路面状况具有自动适应能力，保证清扫效果，并能对紧急情况（如前方障碍）作出快速反应，而且能尽快恢复工作状态，盘刷机构必须满足以下性能要求：

(1) 盘刷处于工作状态时，应该外伸而且下落，与路面保持浮动接触，但在运输状态时，为了减小车辆宽度和刷毛的磨损，盘刷必须回收并且提升离开路面至一定高度。因此，盘刷的动作机构必须能实现外伸、下放、浮动和回收提升锁紧的复合动作。

(2) 当盘刷处于外伸工作状态时，有可能与道路固定设施如护栏桩、路缘石等发生碰撞，因而必须具有缓和碰撞、避让障碍和自动复位的功能。

(3) 盘刷的转速应能得以有效方便的调控，因为刷毛接地点的运动速度和方向是影响盘刷性能的重要因素。如图 1-11 所示，在清扫机作业行进速度不变的情况下，提高盘刷旋转角速度  $\omega$ ，从而提高了接地点圆周速度  $s$ ，不仅提高刷毛接地点的绝对速度  $u$ ，而且可以改变合成速度的方向。绝对速度的大小决定垃圾尘粒在刷毛作用下所获得的速度及被抛射的距离，而速度的方向决定垃圾被抛射的方向，当抛射速度较小时，尘粒在被刷毛抛射一次后，向车辆内侧移动的距离太小，不能进入吸口工作范围，而仍然停留在盘刷工作范围内，必须被盘刷刷毛

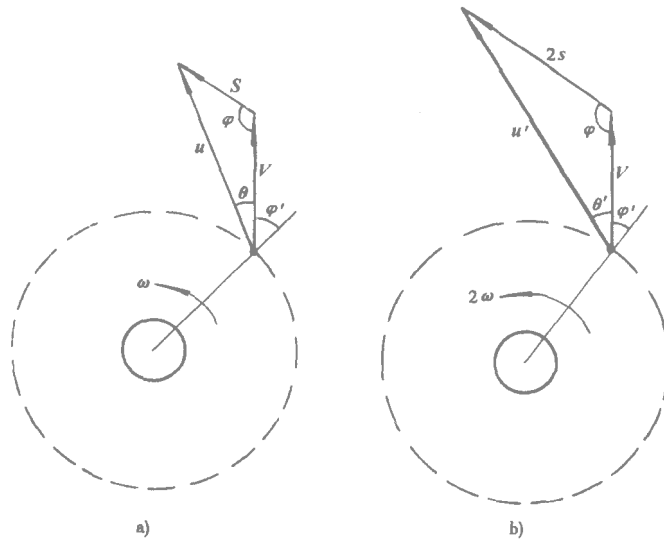


图 1-11 盘刷转速对接地点速度及方向的影响

a) 低速旋转 ; b) 高速旋转

再次抛射，才能完成使尘粒从盘刷区域到吸口区域的横向移动。若盘刷的转速及接地方位不变，而清扫机的作业行进速度发生变化时，也必然影响刷毛接地点的绝对速度的大小和方向（见图 1-12）。

当侧盘刷角速度  $\omega$  不变，若提高清扫机作业行进速度  $v$  将使刷毛接地点的绝对速度  $u$  增大，但使绝对速度的内倾角  $\theta$  减小，二者的变化趋势相反。清扫机应根据工作环境的具体情况（污染程度、垃圾尘粒的粒径和密度）控制调节作业行进速度和盘刷转速，使刷毛接地点的绝对速度的大小和方向为最佳。

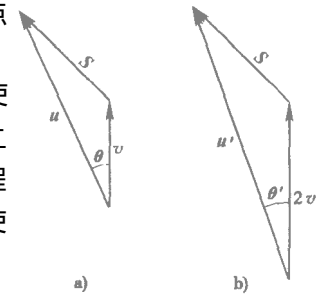


图 1-12 行进速度对接地点速度及方向的影响

a) 低速行进 ; b) 高速行进

(4) 盘刷处于工作状态时，接地方位必须保证正确的抛尘方向，足够大的清扫区域和清扫机最大清扫宽度。若盘刷的整个圆周平面接地旋转，就会将垃圾尘粒沿盘刷圆周的切线方向向四周抛射，这样不仅不能达到定向输送垃圾尘粒的作用，反而造成了垃圾灰尘的飞扬和扩散而造成二次污染，并且整个盘刷工作面与路面接触并相对旋转，加快了刷毛的磨损，缩短了盘刷的使用寿命（见图 1-13a）。

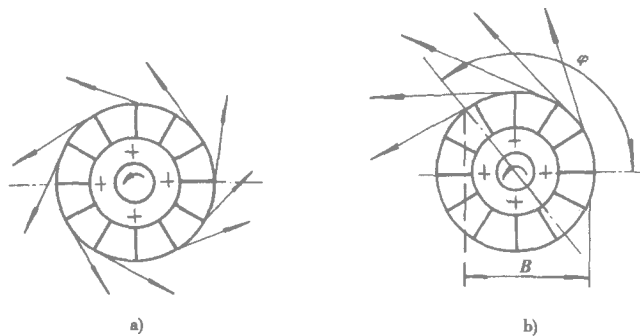


图 1-13 盘刷接地方位与抛尘方向

a) 全方位接地 ; b) 前外侧接地