

单元一 钢轨打磨设备概述

【知识目标】

- (1) 了解钢轨打磨设备的发展历程。
- (2) 掌握钢轨打磨设备的用途。
- (3) 掌握 PGM-48 型钢轨打磨列车的结构。
- (4) 熟记 PGM-48 型钢轨打磨列车的主要技术性能参数和特点。

【能力目标】

- (1) 能够区分国内应用的钢轨打磨设备的型号、特点及使用范围。
- (2) 能说明钢轨打磨列车对钢轨进行维护的作用。
- (3) 熟练指认 PGM-48 型钢轨打磨列车的各个系统，正确分析 PGM-48 型钢轨打磨列车的工作原理。

钢轨作为铁路交通和城市轨道交通的主要部件，在交通运营中发挥着重要的作用。钢轨与列车的车轮直接接触，其轮轨关系直接影响到列车运行的安全性和平稳性。钢轨长期处于恶劣的环境中，由于列车的动力作用、自然环境和钢轨本身的质量等原因，钢轨不可避免地会产生肥边、裂纹、磨耗等病害，这些病害降低了钢轨的使用寿命，增加了运营的使用成本，同时直接影响着车轮与钢轨间的轮轨关系，降低了列车运行的平顺性和安全性。因此，在铁路和城市轨道维护工作中，预防和治理钢轨产生的病害就显得十分重要。目前，我国采用先进的大型钢轨打磨设备来预防和治理钢轨产生的病害。

学习项目一 钢轨打磨设备的用途和发展历程

一、钢轨打磨设备的用途

钢轨打磨设备是用来对钢轨进行打磨的作业机械。它主要是采用高速旋转的砂轮对钢

轨头进行打磨处理，利用高速旋转的砂轮与钢轨轨头接触，并以一定的速度沿着钢轨的延展方向运行，实现对钢轨轨头表面的磨削处理，以预防和消除钢轨病害，维持和恢复良好的轮轨关系。

二、钢轨打磨设备的发展历程

1. 国外钢轨打磨技术的发展

据国外文献记载，铁路上最早发现钢轨有波浪形磨耗缺陷是在 20 世纪 20 年代，但该缺陷数量很少，未被引起注意，50 年代后随着世界各国经济的迅速发展，货运量大幅增加，钢轨的波浪形磨耗也随之增加，造成铁路轨道和机车车辆受损。工务维护作业面临着挑战，如何提高钢轨维护作业的效率和质量变得越来越重要。20 世纪 60 年代，SPENO 公司研制了第一列钢轨打磨列车，为铁路运营带来了很好的效益，随之国际上许多国家和公司不断开发和研制出了多种类型的大型钢轨打磨设备。

在国外，钢轨打磨已有 50 多年的历史，到目前已达到比较完善的应用程度。钢轨打磨技术的应用，能够有效地改善轮轨关系，延长钢轨的使用寿命和更换周期，减少由于轮轨关系的恶化而导致的车辆辮轮、转向架维修等车辆修理费用，同时还可以改善列车运行的平顺性和稳定性，减小噪声、振动，增加乘客乘坐的舒适度。钢轨打磨，最初主要用于整治波浪形磨耗，现已发展成为一种预防和治理波浪形磨耗、肥边、裂纹等的多功能现代化养路技术，打磨的重点也已从钢轨病害治理转向钢轨病害预防。

2. 我国钢轨打磨技术的发展及应用

我国铁路已经有百余年的历史。百余年来，铁路养护手段随着铁路事业的整体进步，亦得到了飞速发展，从纯粹的人力到小型机械化，再到大型机械化，铁路养护手段的发展历史，就是铁路百年史的缩影。

我国铁路最早在 1960 年前后发现钢轨轨顶波磨病害，此后若干年内，我国大量科研人员从轨道结构、线路平纵断面、机车车辆构造、轴重、车辆振动、钢轨成分、制造工艺等方面进行整治和改良，但效果均不理想。由于铁路运量的加大和列车运行速度的提高，波浪形磨耗等病害日益增多，原铁道部于 1989 年从国外引进第一列钢轨打磨列车，用于预防和治理钢轨病害，在实际使用中效果良好，随后原铁道部陆续引进钢轨打磨列车配属各铁路局使用。

我国应用的钢轨打磨设备主要有下面几种类型：

(1) 1989 年，我国引进了瑞士 SPENO 公司的 URR-48/4 型钢轨打磨列车，配给北京铁路局使用。全车共有 48 个打磨单元，采用电力驱动。钢轨打磨列车装备了横向轮廓激光检测装置，每股钢轨的轨头横断面检测由 8 个激光束来完成，检测头由储存了打磨样板的电子屏来控制，钢轨病害得到了很好解决，而且通过合理安排打磨周期，经济效益也非常明显。

(2) 1994 年，郑州铁路局配备了一列由美国 Jackson 公司生产的 PGM-48/3 型钢轨打

磨列车，通过对打磨后钢轨纵向断面测绘和轨检车动态检查发现，钢轨打磨对高速线路的轮轨接触具有较大的改善作用，同时有效地降低了高速运行车辆的垂向振动频率和蛇行运动幅度。

(3) 1998 年，北京铁路局配备了一列由瑞士 SPENO 公司生产的 RR48 HP4 型钢轨打磨列车，对钢轨线路进行打磨，打磨效果良好。该车组由三节车组成，装配有六个作业小车，分别安装在列车下部；作业装置采用电力驱动；结构形式类似与 Jackson 公司生产的 PGM-48/3 车型。其外形如图 1-1 所示。



图 1-1 RR48 HP4 型钢轨打磨列车

(4) 20 世纪 90 年代，我国从美国 Jackson 公司引进了 PGM-48 型钢轨打磨车的制造技术，于 1999 年 3 月在宝鸡新铁养路机械有限公司成功生产了第一台国产化的具有 48 个打磨单元的用于线路打磨的打磨列车，并于当年 6 月投入使用。随后，我国又陆续与美国 HTT 公司合作生产了采用 CAN 总线技术的钢轨打磨列车多列。

(5) 2003 年，郑州铁路局配备了由美国 HTT 公司生产的 RGH20C 型道岔打磨列车，主要用于既有线路的道岔打磨，通过使用，有效减缓了道岔上的晃车、蛇形运动，消除了波磨、肥边等病害，提高了列车通过道岔的平顺性和乘客的舒适性。

美国 HTT 公司生产的 RGH10C 型地铁打磨列车主要应用于城市轻轨、机场专用线打磨，是为打磨正线、道岔及交叉道的内外铁轨的顶部和两侧而设计的。两台 RGH10C 型地铁打磨列车联挂在一起组成 20 头的打磨列车，通过结构和控制设计成为一个整体，形成了 RGH20C 型道岔打磨列车。其外形如图 1-2 所示。



图 1-2 RGH20C 型道岔打磨列车

(6) 2007 年 6 月，由中国铁建昆明集团昆明机械厂与瑞士 SPENO 公司合作生产的 CMC16 型道岔打磨列车配属沈阳铁路局使用，其外形如图 1-3 所示。该车型主要用于道岔打磨，可以进行各类线路道岔的连续打磨作业，有效预防和消除道岔区域钢轨的磨耗及其他各种病害。由国内生产的打磨列车，作业精度能够达到进口同类产品的作业精度，满足国内铁路线路的技术要求。



图 1-3 CMC16 型道岔打磨列车

(7) 为了满足铁路提速和高速铁路建设对大型养路设备的需求，尤其是高速铁路对打磨列车的需求，我国在 2007 年先后与瑞士 SPENO 公司和美国 HTT 公司达成合作开发协议，在北京二七机车有限公司和襄樊金鹰轨道车辆厂生产两种具有 96 个打磨单元的高效率打磨列车，以满足国内铁路发展的需要。其外形如图 1-4 和图 1-5 所示。



图 1-4 96 头钢轨打磨列车（瑞士）



图 1-5 96 头钢轨打磨列车（美国）

96 头的打磨列车具有打磨作业头数多、打磨精度高、集尘环保效果优、自运行速度快的特点。96 个打磨头同时作业，可通过列车控制系统，针对不同的钢轨缺陷采取 99 种模式，对高速铁路各种病害实施快速打磨。同时，自带实时检测装置，能以最快的速度确定钢轨打磨模式；装有符合环保要求的自动集尘装置，最大限度地减轻了对操作人员和环境的危害。其运行速度可达 100 km/h，可以快速运行至作业地点。

(8) 2015 年，北京二七机车有限公司针对我国城市轨道交通钢轨养护，借鉴国外的先进打磨技术，结合中国地铁线路情况，成功开发出拥有完全自主知识产权的 GMC16A 型钢轨打磨列车。该车采用液压传动方式，整车拥有 16 个打磨头，其打磨技术、作业效率和作业精度均跨入国际领先水平，且作业噪声小，清洁环保，可靠性强，适用于城市轨道交通正线、道岔双重打磨作业。其外形如图 1-6 所示。



图 1-6 GMC16A 型钢轨打磨列车

我国钢轨打磨列车的发展采用了“技术引进、联合设计、合作生产、国产化制造”的模式，目前，已有多个铁路局相继配属了钢轨打磨列车和道岔打磨列车，部分地铁公司也配备了专门的地铁打磨列车，这些打磨列车在铁路建设及城市轨道交通建设中发挥了很大作用。

学习项目二 PGM-48 型钢轨打磨列车的构造

我国铁路部门使用最多的打磨列车车型是美国 HTT 公司设计制造的 PGM-48 型钢轨打磨列车，但是即使同一公司生产的同一型号设备，随着使用要求和生产技术的不断提高，也会对产品做出不断改进，因此，本书将以由国内引进 HTT 公司技术生产的 13 号 PGM-48 型钢轨打磨列车进行介绍。

13 号 PGM-48 型钢轨打磨列车是 2008 年初由 HTT 公司与我国宝鸡新铁养路机械有限公司联合生产完成的，配属郑州铁路局使用，主要用于既有线和客运专线线路的打磨施工，消除钢轨肥边、波磨、剥离、掉块等表面缺陷，同时修复轨头廓形，达到最优钢轨廓形，以改善轮轨关系，提高列车运行的平顺性和稳定性。

一、PGM-48 型钢轨打磨列车的外形及构造

其外形结构如图 1-7 所示。



图 1-7 PGM-48 型钢轨打磨列车外形结构

二、PGM-48 型钢轨打磨列车的构造

PGM-48 型钢轨打磨列车由三节车组成，三节车从一端规定为：

1 号车（又称控制车或 A 端车），如图 1-8 所示。

2 号车（又称生活车），如图 1-9 所示。2 号车作为生活车，车上空间可以根据不同需要进行合理规划。例如，国内部分车型将 2 号车改为休息室、厨房、卫生间、洗澡间、材料间于一体的宿营车使用。

3 号车 (又称末端车或 B 端车), 其构造和组成布局与 1 号车基本相同。

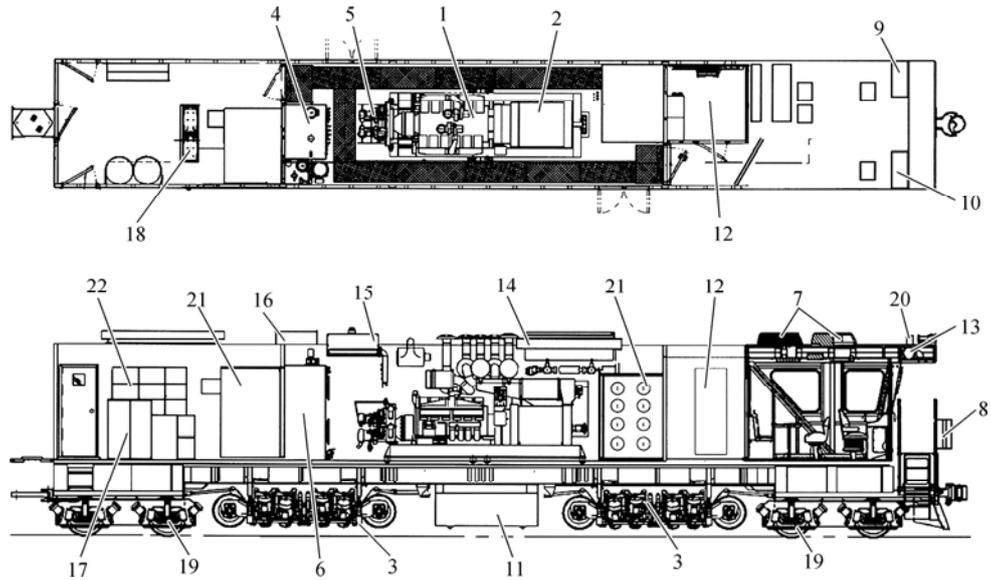


图 1-8 1 号车部件组成图

- 1—1007 kW 康明斯 KTA38 Turbo Charged V12 柴油机; 2—680 kW Kato 8P6—1500 发电机 600 V/120 Hz;
 3—打磨小车; 4—走行系统液压油箱; 5—走行和冷却系统液压泵; 6—打磨系统液压油箱; 7—空调;
 8—消防软管盘; 9—司机位; 10—操作位; 11—燃油箱; 12—电气控制间; 13—司机室增压装置;
 14—发动机冷却液散热器; 15—走行系统液压油冷却器; 16—打磨系统液压油冷却器;
 17—油料油桶; 18—蓄电池——康明斯 KTA38 柴油机; 19—转向架;
 20—汽笛及灯系; 21—集尘装置; 22—检修操作台和储藏柜

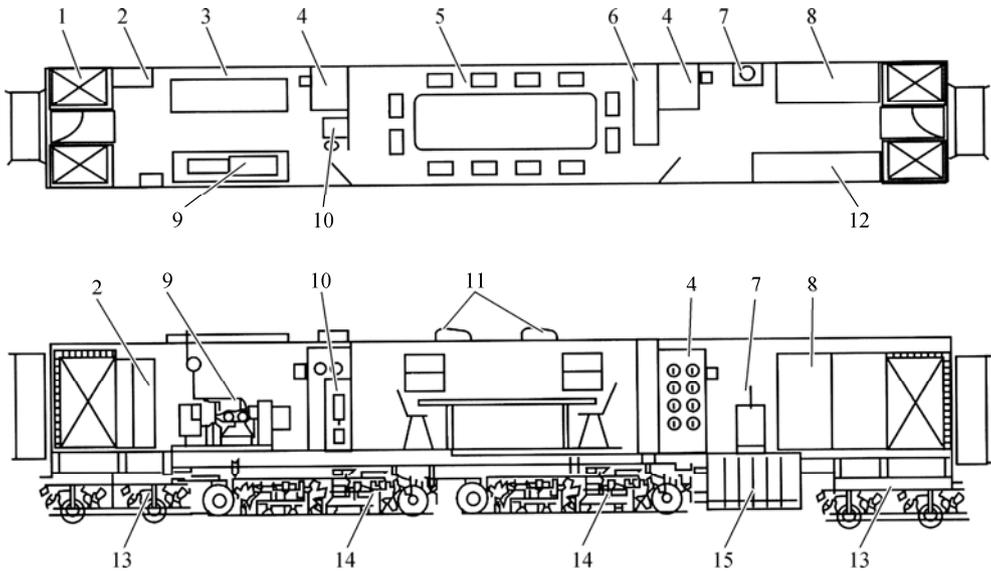


图 1-9 2 号车部件组成图

- 1—车上水箱 (两端各两个, 共四个); 2—电气控制间; 3—集尘系统空压机; 4—集尘装置; 5—会议室;
 6—文件柜; 7—洗漱池; 8—洗澡间; 9—康明斯 85 kW DGDB 作业发电机 (辅助发电机组);

10—打磨液压泵站；11—会议室空调；12—检修操作台和储藏柜；13—转向架；
14—打磨小车；15—车下水箱（安装有水泵）

三节车采用内通道贯通方式相互连接。1号车和3号车为动力车，设在整车的两端，为打磨作业和运行提供动力，同时在车下还安装有打磨作业装置，其中1号车内部除安装有动力和传动装置外，还安装波磨和轨廓检测系统设备。2号车为从动车，车下也安装有打磨作业装置，车上安装有辅助发电机组，提供打磨作业的辅助动力，同时提供生活、设备检修场所和电能，2号车上空间可以根据需要使用安装住宿、娱乐、会议、检修等设施，以满足生产生活需求。

车辆方向规定：车辆前端、尾部和左侧、右侧均以操作者在1号车操作位时的方向确定，打磨列车的右边即为操作者的右手边，左边即为操作者的左手边。

学习项目三 PGM-48 型钢轨打磨列车性能参数和特点

一、PGM-48 型钢轨打磨列车性能参数

1. PGM-48 型钢轨打磨列车的主要技术性能参数（见表 1-1）

表 1-1 PGM-48 型钢轨打磨列车的主要技术性能参数

项 目	性能参数
长/宽/高/重	63 m/2.9 m/4.3 m/256 t
轴数	12 根，包括 8 根驱动轴、4 根从动轴
心盘距	1、3 号车：15.8 m 2 号车：17.8 m
主发动机	两台康明斯(Cummins)KTA38 12 缸涡轮增压水冷柴油发动机，1 800 r/min 对应功率 1007 kW
主发电机	两台 KATO 8P6-1500 型发电机，1 800 r/min 对应功率 680 kW，输出 AC 600 V，120 Hz；900 r/min 输出 AC 230 V，60 Hz
辅助发电机组	一台 Cummins/Owan85DGDB 发电机组，输出电压 AC 380 V/AC 220 V，50 Hz，额定功率 85 kW，采用 Power Command2100 系列电气控制系统
驱动方式	Rexroth Hydrostatically Driven Transaxles（力士乐静液压传动） Durst 2-Speed Transmissions（Durst 两速传动，即高、低速）
制动方式	JZ-7 型空气制动机系统，基础制动采用独立的带有弹簧制动的单元制动器，停车制动采用弹簧制动、充风缓解方式
气动功率	每台主发动机空压机功率 96 m ³ /h 辅助发电机组空压机功率 42 m ³ /h
液压油箱	走行液压系统油箱：全车共 2 个，每个 2 275 L 打磨液压系统油箱：全车共 3 个，每个 460 L

燃油箱	1、3号车各一个 3 400 L 燃油箱
水箱	消防水箱 16 500 L; 生活水箱 2 150 L
打磨单元	全车共有 48 个打磨单元, 包含 48 个打磨电机, 分布在 6 个作业小车上
打磨角度范围	内侧 45°~外侧 30°

续表

项 目	性能参数
打磨作业方式	双向作业
打磨作业速度	1.6~16 km/h (根据钢轨情况调整)
打磨电机功率	连续功率 22 kW; 瞬间功率 29 kW; 最小功率 11 kW
打磨模式组数	最多存储 99 种打磨模式
打磨砂轮参数	砂轮直径 254 mm, 厚度 90 mm; 转速 3 600 r/min
砂轮驱动方式	电力驱动
单遍打磨量	每个砂轮产生的钢轨平均磨耗量为 0.2 mm

2. PGM-48 型钢轨打磨列车的作业条件 (见表 1-2)

表 1-2 PGM-48 型钢轨打磨列车的作业条件

项 目	作业条件
作业区域	非道岔区段, 包含两道岔间大于 100 m 的夹直线
轨距	标准轨距 1 435 mm
线路最大坡度	33‰
线路最大超高	150 mm
最小作业曲线半径	100 m
海拔高度	≤1 000 m
相对平均湿度	≤72%
环境温度	- 10 ~ +40 °C
特殊环境	可在雨天、雪天、风沙天气或夜间作业
连续作业性能	可连续工作 6 h, 连续工作时间则不含更换砂轮的时间

3. PGM-48 型钢轨打磨列车的运行性能 (见表 1-3)

表 1-3 PGM-48 型钢轨打磨列车的运行性能

项 目	运行性能
轨距	标准轨距 1 435 mm
编挂列车速度	≤100 km/h
自轮运行最高速度	80 km/h
最大爬坡度	33‰, 速度 25 km/h