

铁路工程试验检测人员培训教材

TIELU GONGCHENG SHIYAN JIANCE RENYUAN PEIXUN JIAOCAI



# 铁路工程试验与检测

TIELU GONGCHENG SHIYAN YU JIANCE



第五册

轨道工程试验检测

主编 ○ 付兆岗 安文汉

 西安交通大学出版社

铁路工程试验检测人员培训教材

# 铁路工程试验与检测

第五册 轨道工程试验检测

主编 付兆岗 安文汉

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 图书在版编目 ( C I P ) 数据

铁路工程试验与检测. 5, 轨道工程试验检测 / 付兆岗, 安文汉主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.3

铁路工程试验检测人员培训教材

ISBN 978-7-5643-4607-2

I. ①铁… II. ①付… ②安… III. ①轨道 ( 铁路 )  
— 铁路工程 — 工程试验 — 技术培训 — 教材 ②轨道 ( 铁路 )  
— 铁路工程 — 检测 — 技术培训 — 教材 IV. ①U21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 ( 2016 ) 第 054274 号

---

铁路工程试验检测人员培训教材

铁路工程试验与检测

第五册 轨道工程试验检测

主编 付兆岗 安文汉

责任编辑 孟苏成 杨勇 曾荣兵 张波 柳堰龙  
封面设计 何东琳设计工作室

---

出版发行 西南交通大学出版社  
( 四川省成都市二环路北一段 111 号  
西南交通大学创新大厦 21 楼 )

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

---

印 刷 成都勤德印务有限公司

成 品 尺 寸 185 mm × 260 mm

总 印 张 75.625

总 字 数 1 872 千

版 次 2016 年 3 月第 1 版

印 次 2016 年 3 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-4607-2

套价 ( 1 ~ 5 册 ) 248.00 元

---

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 目 录

|  |      |
|--|------|
| 第二十章 有砟轨道检测 .....                      | 1067 |
| 20.1 道砟（底砟）检测 .....                    | 1068 |
| 20.1.1 概 述 .....                       | 1068 |
| 20.1.2 道砟技术要求 .....                    | 1069 |
| 20.1.3 底砟技术要求 .....                    | 1071 |
| 20.1.4 道砟的检验规则 .....                   | 1072 |
| 20.1.5 底砟的检验规则 .....                   | 1074 |
| 20.1.6 道砟的试验方法 .....                   | 1075 |
| 20.2 道钉拉拔试验 .....                      | 1099 |
| 20.2.1 硫磺胶结材料 .....                    | 1099 |
| 20.2.2 混凝土轨枕螺旋道钉锚固强度检测 .....           | 1103 |
| 20.2.3 道床状态检测 .....                    | 1104 |
| 第二十一章 无砟轨道检测 .....                     | 1106 |
| 21.1 无砟轨道概述 .....                      | 1106 |
| 21.1.1 无砟轨道结构形式分类 .....                | 1106 |
| 21.1.2 双块式无砟轨道 .....                   | 1106 |
| 21.1.3 板式无砟轨道 .....                    | 1107 |
| 21.2 CRTS I型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆检测 .....     | 1111 |
| 21.2.1 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆组成材料及性能要求 .....  | 1111 |
| 21.2.2 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆配合比设计 .....      | 1114 |
| 21.2.3 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆的性能 .....        | 1115 |
| 21.2.4 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆揭板检验评价标准 .....   | 1115 |
| 21.2.5 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆灌板施工技术要点 .....   | 1116 |
| 21.2.6 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆检验规则 .....       | 1117 |
| 21.2.7 CRTS I型水泥乳化沥青砂浆检验方法 .....       | 1119 |
| 21.3 CRTS II型板式无砟轨道水泥乳化沥青砂浆检测 .....    | 1133 |
| 21.3.1 CRTS II型水泥乳化沥青砂浆组成材料及性能要求 ..... | 1133 |
| 21.3.2 CRTS II型水泥乳化沥青砂浆配合比设计 .....     | 1137 |
| 21.3.3 CRTS II型水泥乳化沥青砂浆的性能 .....       | 1137 |
| 21.3.4 CRTS II型水泥乳化沥青砂浆揭板检验评价标准 .....  | 1138 |

|        |                           |      |
|--------|---------------------------|------|
| 21.3.5 | CRTS II 型水泥乳化沥青砂浆灌板施工技术要点 | 1139 |
| 21.3.6 | CRTS II 型水泥乳化沥青砂浆检验规则     | 1140 |
| 21.3.7 | CRTS II 型水泥乳化沥青砂浆检验方法     | 1142 |
| 21.4   | CRTS III 型板式无砟轨道自密实混凝土检测  | 1159 |
| 21.4.1 | 自密实混凝土原材料                 | 1159 |
| 21.4.2 | 自密实混凝土配合比设计               | 1162 |
| 21.4.3 | 自密实混凝土的性能                 | 1162 |
| 21.4.4 | 自密实混凝土揭板检验评价标准            | 1163 |
| 21.4.5 | 自密实混凝土施工技术要点              | 1164 |
| 21.4.6 | 自密实混凝土质量检验规则              | 1166 |
| 21.4.7 | 自密实混凝土检测方法                | 1170 |

## ■ 第二十章 有砟轨道检测

### 引 言

铁路轨道由钢轨、轨枕、扣件、道床等部分组成。其中,钢轨直接承受由车辆传来的巨大压力,并传向轨枕;轨枕承受钢轨传来的竖向垂直力、横向水平力,再将其分布于道床,并保持钢轨正常的几何位置;轮轨间的各种作用力通过轨枕和扣件的隔振、减振和衰减后传递给道床,并向下传递给路基。

道床是轨枕的基础,铁路道床根据轨道结构类型分为有砟轨道道床和无砟轨道道床两种。有砟轨道的道床材料主要由结构均匀、坚硬、耐风化的硬质岩石组成,使轨道具有必要的弹性和缓冲性能,还可以降低噪声、吸热、减振、增加透水性等,有砟轨道具有铺设简便、综合造价低廉的特点,但容易变形,维修频繁,维修费用较大。无砟轨道是当今世界先进的轨道技术,是将混凝土轨枕直接浇筑在混凝土道床板内,具有精度高、平顺性好、稳定性好等优点,适用于列车高速行驶,还可以减少维护、降低粉尘、美化环境等。

我国的无砟轨道技术是在引进、消化和吸收日本、德国等国家高速铁路技术的基础上逐步形成的,目前已发展成为由 CRTS I 型、CRTS II 型两种双块式无砟轨道结构和 CRTS I 型、CRTS II 型、CRTS III 型三种板式无砟轨道结构组成的多种结构形式。经过在武广、郑西、沪杭、京沪等高速铁路的应用,其轨道板制造技术、水泥乳化沥青砂浆充填层的研制及灌注技术等都已相对成熟,自密实混凝土充填技术也在进一步的研究和推广应用。

## 20.1 道砟（底砟）检测

### 20.1.1 概 述

#### 20.1.1.1 道砟的分类

铁路道砟主要包括碎石道砟、筛选卵石道砟、天然级配卵石道砟和砂子道砟等，最常用的是碎石道砟。碎石道砟按材质指标分为特级道砟、一级道砟。其中，一级道砟按粒径级配又分为新建铁路一级道砟和既有线一级道砟。

#### 20.1.1.2 道砟的适用范围

- (1) 特级道砟一般用于高速铁路和客运专线。
- (2) 新建铁路一级道砟一般用于普速新建铁路；既有线一级道砟用于既有线大修、维修。

#### 20.1.1.3 铁路道砟的作用

道砟位于轨枕以下、路基面以上，主要作用是支承轨枕，把来自轨枕上部的巨大荷载，均匀地分布到路基面上，大大减少了路基的变形。

道砟块与块之间存在着空隙和摩擦力，使得轨道具有一定的弹性，这种弹性不仅能吸收机车车辆的冲击和振动，使列车运行比较平稳，而且大大改善了机车车辆和钢轨、轨枕等部件的工作条件，延长了使用寿命。道砟的弹性一旦丧失，则混凝土轨枕上所受的荷载比正常状态时要增加 50%~80%。而且道砟依靠本身和轨枕间的摩擦，起到固定轨枕的位置，阻止轨枕纵向或横向的移动。这在无缝线路区段显得更为重要，因为这种区段如果线路的纵向或横向阻力减少到一定程度，很容易发生胀轨跑道事故，严重危及行车安全。

道砟有排水作用。由于道砟块状间的空隙，使得地表水能够顺畅地通过道床排走，这样路基表面就不会长期积水。路基表面长期积水，不仅会使承载能力大大降低，而且还会造成翻浆和冻胀等很多病害。

道砟作为道床材料，还有便于调节轨道高度的作用。一旦道床下部基础变形超出允许范围，有砟轨道比无砟轨道容易修复和整治。可以通过补充道砟使轨道高度及时得到修复。

使用道砟作为道床材料也有其弱点。道砟长年暴露在大自然中，在列车的动力和线路捣固时的冲击作用下，易出现变形、粉化、脏污，降低了承载能力和排水性能，失去了应有的弹性。因此必须定期地对道床进行清筛，剔除污土，补充新砟，因此线路的养护维修工作量较大。

### 20.1.1.4 底 砟

底砟是铁路碎石道床的重要组成部分，位于碎石道床道砟层和路基基床表层之间，起着传递、分布列车荷载，防止面砟和路基基床表层颗粒之间的相互渗透，具有渗水过渡和防冻保温等作用。

## 20.1.2 道砟技术要求

### 20.1.2.1 道砟原料

碎石道砟应选用开山块石破碎、筛选加工生产，且颗粒表面全部为破碎面。

### 20.1.2.2 道砟材质指标

各级碎石道砟材质性能应符合表 20-1 的相应规定。

表 20-1 道砟材质性能

| 性能                | 项目号 | 参 数                                 | 特级道砟  | 一级道砟                      | 评定方法               |   |
|-------------------|-----|-------------------------------------|-------|---------------------------|--------------------|---|
|                   |     |                                     |       |                           | 单项评定               | 综合评定  |
| 抗磨耗、<br>抗冲击<br>性能 | 1   | 洛杉矶磨耗率 (LAA) %                      | ≤18   | 18<LAA<27                 | —                  | 道砟的最终等级以项目号 1、2、3、4 中的最低等级为准。特级、一级道砟均应满足 5、6、7、8 项目号的要求 |
|                   | 2   | 标准集料冲击韧度 (IP)                       | ≥110  | 95<IP<110                 | 若两项指标不在同一等级，以高等级为准 |   |
|                   |     | 石料耐磨硬度系数 ( $K_{\text{耐磨}}$ )        | >18.3 | 18< $K_{\text{耐磨}}$ ≤18.3 |                    |   |
| 抗压碎<br>性能         | 3   | 标准集料压碎率 (CA) %                      | <8    | 8≤CA<9                    | —                  |   |
|                   | 4   | 道砟集料压碎率 (CB) %                      | <19   | 19≤CB<22                  | —                  |   |
| 渗水性能              | 5   | 渗透系数 ( $P_m$ ) $10^{-6}\text{cm/s}$ | >4.5  |                           | 至少有两项满足要求          |   |
|                   |     | 石粉试模件抗压强度 ( $\sigma$ ) MPa          | <0.4  |                           |                    |   |
|                   |     | 石粉液限 (LL) %                         | >20   |                           |                    |   |
|                   |     | 石粉塑限 (PL) %                         | >11   |                           |                    |   |
| 抗大气腐<br>蚀性能       | 6   | 硫酸钠溶液浸泡损失率 (L) %                    | <10   |                           |                    |   |
| 稳定性能              | 7   | 密度 ( $\rho$ ) $\text{g/cm}^3$       | >2.55 |                           |                    |   |
|                   | 8   | 容重 (R) $\text{g/cm}^3$              | >2.50 |                           |                    |   |

### 20.1.2.3 道砟加工指标

#### 1. 粒径级配

(1) 特级碎石道砟粒径级配应符合表 20-2 的规定，如图 20-1 所示。



表 20-2 特级碎石道砟粒径级配

|           |            |         |       |       |     |
|-----------|------------|---------|-------|-------|-----|
| 方孔筛孔边长/mm | 22.4       | 31.5    | 40    | 50    | 63  |
| 过筛质量百分率/% | 0~3        | 1~25    | 30~65 | 70~99 | 100 |
| 颗粒分布      | 方孔筛*孔边长/mm | 31.5~50 |       |       |     |
|           | 颗粒质量百分率/%  | ≥50     |       |       |     |

注：检验用方孔筛系指金属丝编织的标准方孔筛。

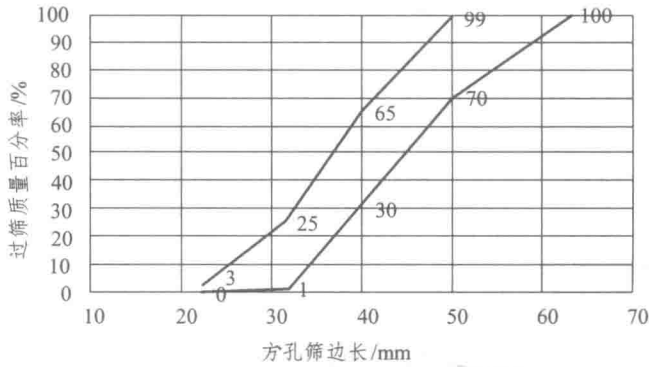


图 20-1 特级道砟粒径级配图

(2) 新建铁路用一级碎石道砟粒径级配应符合表 20-3 的规定，如图 20-2 所示。

表 20-3 新建铁路一级碎石道砟粒径级配

|           |     |      |       |       |       |        |
|-----------|-----|------|-------|-------|-------|--------|
| 方孔筛孔边长/mm | 16  | 25   | 35.5  | 45    | 56    | 63     |
| 过筛质量百分率/% | 0~5 | 5~15 | 25~40 | 55~75 | 92~97 | 97~100 |

注：检验用方孔筛系指金属丝编织的标准方孔筛。

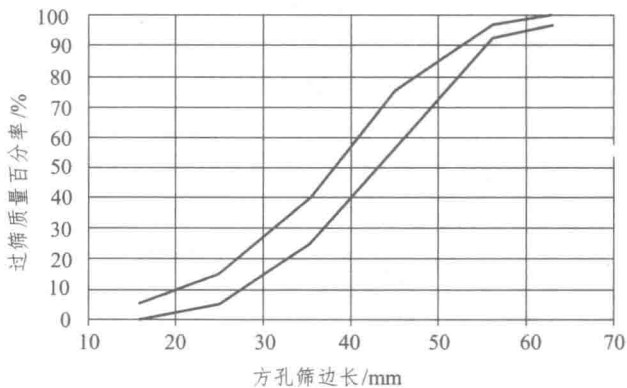


图 20-2 新建铁路一级碎石道砟粒径级配

(3) 既有线大修、维修用一级碎石道砟粒径级配应符合表 20-4 的规定，如图 20-3 所示。

表 20-4 既有线一级碎石道砟粒径级配

|           |     |       |       |       |        |
|-----------|-----|-------|-------|-------|--------|
| 方孔筛孔边长/mm | 25  | 35.5  | 45    | 56    | 63     |
| 过筛质量百分率/% | 0~5 | 25~40 | 55~75 | 92~97 | 97~100 |

注：检验用方孔筛系指金属丝编织的标准方孔筛。

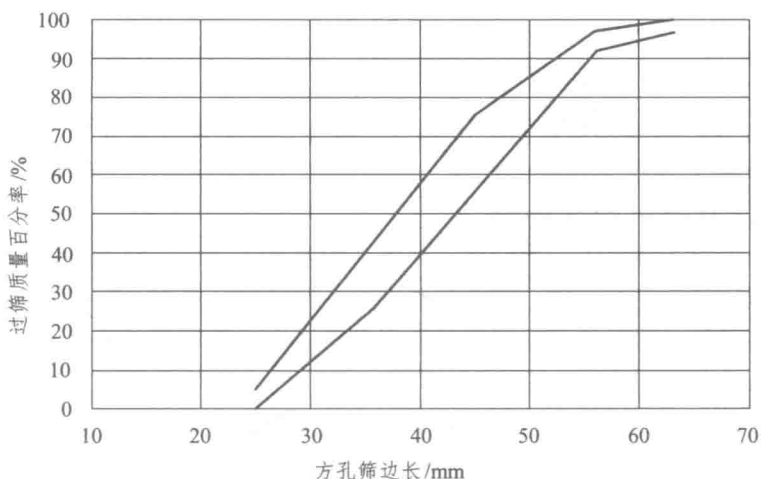


图 20-3 既有线一级碎石道砟粒径级配

## 2. 颗粒形状和清洁度

(1) 道砟的针状指数不大于 20%，片状指数不大于 20%。

(2) 特级道砟中风化颗粒和其他杂石含量不得大于 2%，一级道砟中风化颗粒和其他杂石含量不得大于 5%。

(3) 道砟产品须水洗，其颗粒表面清洁度不得大于 0.17%。

(4) 未经水洗的一级道砟中粒径 0.1 mm 以下粉末的含量不得大于 1%。

## 20.1.3 底砟技术要求

(1) 底砟材料可取自天然砂砾材料，也可由开山块石或天然卵石、砾石经破碎、筛选而成。

(2) 底砟材料的粒径级配应符合表 20-5 的规定，且 0.5 mm 筛以下的细集料中通过 0.075 mm 筛的颗粒含量应小于等于 66%。

表 20-5 底砟粒径级配

|           |       |      |      |       |       |       |        |     |
|-----------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 方孔筛边长/mm  | 0.075 | 0.1  | 0.5  | 1.7   | 7.1   | 16    | 25     | 45  |
| 过筛质量百分率/% | 0~7   | 0~11 | 7~32 | 13~46 | 41~75 | 67~91 | 82~100 | 100 |

(3) 在粒径大于 16 mm 的粗颗粒中带有破碎面的颗粒所占的质量百分率不小于 30%。

(4) 底砷材料的性能:

- ① 粒径大于 1.7 mm 的集料的洛杉矶磨耗率不大于 50%。
- ② 粒径大于 1.7 mm 的集料的硫酸钠浸泡损失率不大于 12%。
- ③ 粒径小于 0.5 mm 的细集料的液限不大于 25%，其塑性指数小于 6%。
- ④ 黏土团及其他杂质含量百分率小于或等于 0.5%。

## 20.1.4 道砷的检验规则

### 20.1.4.1 道砷资源性材质检验

(1) 新建采石场及既有采石场转移开采面或工作面岩层材质、种类有明显变化时，应按表 1-1 规定的各项内容进行检验，并划分其材质等级。道砷源性材质应送中国铁路总公司指定单位进行检验。

(2) 采样。

① 由具有固体矿产勘察乙级及以上资质的受委托单位，在每一个开采面（开采面岩层较多时按岩层）取一组有代表性的试样，附试验委托单送交检验。

② 一组试样中包括：

碎石试样：粒径（方孔筛）30~70 mm，质量 240 kg。

块石试样：200 mm×160 mm×140 mm，2 块，不得有裂纹。

### 20.1.4.2 道砷生产检验

(1) 采石场每生产道砷  $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ （年产量少于  $1.5 \times 10^5 \text{ m}^3$  的采石场，时间不超过一年），应按表 1-1 规定各项内容进行一次生产检验。

(2) 若生产检验结果低于原划定等级，应立即停止生产、供砷，并及时复验。根据复验结果重新划分道砷材质等级。

(3) 采石场生产过程中应对道砷粒径级配、颗粒形状及清洁度指标进行检验。除定期每周的一次检验之外，每生产工班均应通过目测进行监视，如发现问题，应及时纠正。监视及检验结果均应填入生产日记，作为填发道砷产品合格证的依据。

(4) 采样。

① 块石试样与资源性材质检验用块石试样相同。

② 碎石试样从成品出料口或成品运输带上有间隔地取 4 个子样，每个子样质量约 100 kg，拌和均匀。用四分法取两个子样进行级配检验和颗粒形状及清洁度指标检验。另两个子样进行材质检验，按表 20-6 的规定筛分试样（粒径 25~20 mm，20~16 mm，16~10 mm，10~7.1 mm 四组试样，从道砷副产品中提取），剔除针、片状颗粒，插入标签，分别装袋，送交材质检验部门进行检验。若试样不足，可从另两个子样中筛选补充。

表 20-6 生产检验碎石试样

| 粒径(方孔筛)/mm | 63-50 | 50-40 | 40-31.5 | 31.5-22.4 | 25-20 | 20-16 | 16-10 | 10-7.1 |
|------------|-------|-------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 备料数量/kg    | ≥20   | ≥30   | ≥40     | ≥10       | ≥25   | ≥4    | ≥15   | ≥3     |

### 20.1.4.3 道砟出场检验、验交

(1) 采石场质量检查员在装车前负责组织产品出场检验, 检验项目为道砟粒径级配、颗粒形状及清洁度指标, 并填写道砟产品合格证。质量检查员对不符合标准的产品有权拒绝装车。

(2) 道砟产品按批交付。一列车装运同一等级、交付同一用户的道砟算一批。用汽车运输时, 一昼夜内, 装运同一等级、交付同一用户的道砟算一批。每批产品应附有质量检查员签发的产品合格证, 采石场同时应向用砟单位提交开采面资源性材质检验证书副本或有效期内的生产检验证书副本。

(3) 用砟单位有权对采石场的粒径级配等道砟加工指标进行抽检。

(4) 用砟单位如发现最大、最小粒径, 颗粒形状或清洁度指标与标准不符, 应通知采石场赴现场复验。复验时的采样方法如下: 卸砟前, 如装砟车少于 3 辆, 则每 1 车辆中取 1 个子样; 如多于 3 辆, 则任意 2 辆中各取 1 个子样。每个子样约 130 kg, 并从车辆的四角及中央 5 处提取。卸砟后, 则由用砟单位任选 125 m 长度的卸砟地段, 每 25 m 由砟肩到底坡均匀选一个子样(合计 5 个), 每个子样约 70 kg。

如复验结果为不合格, 则应在现场采取相应补救措施。

### 20.1.4.4 道砟进场检验

(1) 对进场的道砟, 应按同一产地、同一级别, 每 50 000 m<sup>3</sup> 为一批, 不足 50 000 m<sup>3</sup> 时亦按一批, 对其材质进行一次检验。

(2) 道砟进场时, 应按同一产地、级别且连续进场的道砟, 每 5 000 m<sup>3</sup> 为一批, 不足 5 000 m<sup>3</sup> 时亦按一批, 每批等距间隔 4 处取样, 每次 35 kg 拌和均匀, 对其粒径级配、颗粒形状及清洁度进行一次检验。

### 20.1.4.5 道砟的压实密度检测

(1) 无缝线路铺轨前, 道砟摊铺压实密度, 每 5 km 抽检 3 次, 每次测 3 个点位, 采用灌水法检测, 压实密度不低于 1.6 g/cm<sup>3</sup>。

(2) 正线道岔预铺道砟压实密度, 每组道岔抽检 3 个点位, 压实密度不低于 1.7 g/cm<sup>3</sup>。

## 20.1.5 底砟的检验规则

### 20.1.5.1 底砟型式检验

(1) 建立底砟材料开采基地时,按《铁路碎石道床底砟》TB/T 2897—1998 要求,由中国铁路总公司指定单位对成品进行粒径级配及材料性能检验,经中国铁路总公司主管部门审批,并颁发底砟开采资格证书方可生产。

(2) 采样。

由受委托的地矿单位划分开采资源带,由建设单位制订合适的开采、加工程序。在每一给定的资源带,按制订的开采、加工程序加工有代表性的试样 400 kg,交中国铁路总公司指定单位进行检验。

(3) 当资源带发生明显变化,底砟质量不能满足标准规定时,应重新进行型式检验。

### 20.1.5.2 底砟生产检验

(1) 生产单位按标准要求,每生产底砟  $4 \times 10^4 \text{ m}^3$  进行一次检验;年产量少于  $4 \times 10^4 \text{ m}^3$  时,也应每年进行一次检验。

(2) 采样。

从成品出料口或成品运输带有间隔地提取 4 个约 100 kg 的子样,合计 400 kg,送检验部门检验。

(3) 底砟材料粒径级配及黏土团含量指标,除每周检验一次外,每生产工班应通过目测进行监视,如发现问题应及时检验和处理。监视和检验结果均应填入生产日记,作为填发产品合格证的依据。

(4) 底砟材料产品的交付,以一昼夜装运同一产品,交付同一用户的底砟算一批,每批必须有生产场质量检查员签发的合格证。

### 20.1.5.3 底砟进场检验

底砟进场时,应按同一产地、品种且连续进场的底砟,每  $5\,000 \text{ m}^3$  为一批,不足  $5\,000 \text{ m}^3$  时亦按一批,每批等距间隔 4 处取样,每次 25 kg 拌和均匀,对其粒径级配和杂质含量进行一次检验。

### 20.1.5.4 底砟的压实密度检测

底砟铺设压实密度,每 5 km 抽检 5 处,每处测 2 个点位,用灌水法检测,压实密度不低于  $1.6 \text{ g/cm}^3$ 。

## 20.1.6 道砟的试验方法

道砟的试验方法较多，这里重点阐述几种常用的试验方法。

### 20.1.6.1 洛杉矶磨耗率试验

#### 1. 检测目的

测定标准条件下碎石道砟抵抗冲击、磨耗和边缘剪切等联合作用的能力。

#### 2. 主要仪器设备

(1) 洛杉矶磨耗机：结构尺寸见图 20-4。其转速为 31 ~ 33 r/min。

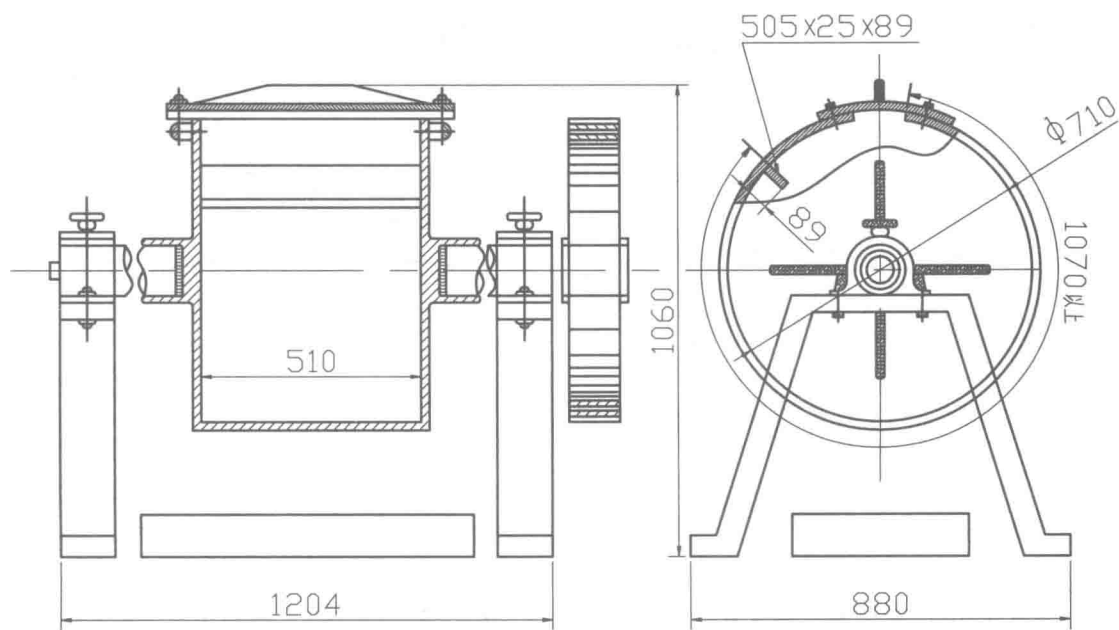


图 20-4 洛杉矶磨耗机

(2) 洛杉矶磨耗机填料用钢球：直径 46.0 ~ 47.6 mm，质量为 390 ~ 445 g。钢球的数量和总质量根据试样种类选用。道砟试验选取 12 个钢球，总质量应为  $5\,000\text{g} \pm 25\text{g}$ ；级配碎石、底砟试验选取 8 个钢球，总质量应为  $3\,330\text{g} \pm 20\text{g}$ 。

(3) 方孔筛：孔边长分别为 1.7 mm、10 mm、16 mm、20 mm、25 mm 和 40 mm。

(4) 鼓风干燥箱：温度范围为室温至 200 °C 以上，并有调温装置。

(5) 磅秤或天平：称量 10 kg，感量 5 g。

(6) 针状规准仪和片状规准仪、破碎机、手锤。

### 3. 试 样

筛分、制备相应粒径的试样，用规准仪检查试样，针状和片状颗粒的质量百分比分别不大于 5%。将试样洗净、烘干（105 ~ 110 °C 烘 4 h）。按表 20-7 的级配和质量标准，制备 3 份试样。

表 20-7 洛杉矶磨耗率试样质量

| 试验种类    | 试样粒径/mm | 试样质量/g     | 试样总质量/g     |
|---------|---------|------------|-------------|
| 道砟      | 20 ~ 25 | 5 000 ± 25 | 10 000 ± 50 |
|         | 25 ~ 40 | 5 000 ± 25 |             |
| 级配碎石、底砟 | 10 ~ 16 | 2 500 ± 10 | 5 000 ± 20  |
|         | 16 ~ 20 | 2 500 ± 10 |             |

### 4. 操作要点

(1) 将一份试样装入洛杉矶磨耗机滚筒内，装入钢球、盖好筒盖，开启电机，使圆筒旋转。

(2) 圆筒旋转达到规定的次数（道砟 1 000 r，级配碎石、底砟 500 r）停机，倒出试样。用孔径 1.7 mm 的方孔筛筛分，将大于 1.7 mm 的试样用水洗净，装入鼓风干燥箱烘干（105 ~ 110 °C 烘 4 h），再次筛除 1.7 mm 以下的粉粒，称出试样磨耗后粒径大于 1.7 mm 颗粒的质量  $G_2$ 。

按同样的程序分别试验另两份试样。

### 5. 结果计算

(1) 按式 (20-1) 计算道砟洛杉矶磨耗率：

$$LAA = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100 \quad (20-1)$$

式中  $LAA$ ——道砟洛杉矶磨耗率，以百分比计（%）；

$G_1$ ——试样磨耗前质量（g）；

$G_2$ ——试样磨耗后粒径大于 1.7 mm 颗粒的质量（g）。

(2) 3 份试样中任何 2 份试样磨耗率之差不得大于 2%，否则应重新取样试验。3 份试样的磨耗率平均值为该道砟洛杉矶磨耗率， $LAA$  值取小数点后 1 位。

### 6. 注意事项

(1) 试验开始前，应检查计数器设置的圆筒旋转次数和试验用钢球数量是否正确，与相应的规范要求是否一致，必要时可复核钢球的总质量。

(2) 盖筒盖时，查看筒盖四周无异常后再紧固螺栓，螺栓的紧固不能一次完成，应按对角的顺序逐个分次进行紧固，否则易损坏设备。

(3) 倒出试样时应小心仔细，防止试样逸出。

### 20.1.6.2 标准集料冲击韧度试验

#### 1. 检测目的

测定道砟材料抵抗瞬时撞击或冲击的能力。

#### 2. 主要仪器设备

(1) 标准集料冲击试验机：结构尺寸见图 20-5。

(2) 方孔标准筛：孔边长分别为 0.5 mm、1.0 mm、3.15 mm、7.1 mm、10 mm、16 mm、20 mm 和 25 mm。

(3) 圆形金属量筒，容积为 1 000 cm<sup>3</sup>，高度为 11.5 cm。

(4) 圆柱形铁棒，直径 10 mm，长度 230 mm，两端为半球形。

(5) 天平：称量不少于 1 000 g，感量不大于 0.1 g。

(6) 针状规准仪、片状规准仪。

#### 3. 试样

(1) 从自然风干或烘干的试样中，用方孔筛分别筛出粒径为 7.1 ~ 10 mm、10 ~ 16 mm、16 ~ 20 mm、20 ~ 25 mm 的四组试样，用针、片状规准仪剔除针片状颗粒，试样中针、片状颗粒质量分别不大于 5%，每组质量 1 000 g ± 5 g。

(2) 求容重。将 4 组试样混合均匀，从金属量筒顶面约 50 mm 高度处卸入量筒 1/3 处，用捣实棒的半球形一端捣 25 次，捣实棒于集料表面以上约 50 mm 高度处自由落下。再以同样方式装试样至量筒高度 2/3 处，用捣实棒捣 25 次。最后将试样装满量筒，捣 25 次之后用捣实棒刮去多余的试样，平整容器的顶面试样。倒出试样，称取体积为 1 000 cm<sup>3</sup> 的试样质量  $G'$ 。按式 (20-2) 算出试样的容重  $D$ 。

$$D = \frac{G'}{1\,000} \tag{20-2}$$

(3) 筛分试样。将试样仍分为 7.1 ~ 10 mm、10 ~ 16 mm、16 ~ 20 mm、20 ~ 25 mm 四组。配制体积为 500 cm<sup>3</sup> 的试样 3 份，从每组中称取  $G_0$ ，按式 (20-3) 计算  $G_0$  的质量。

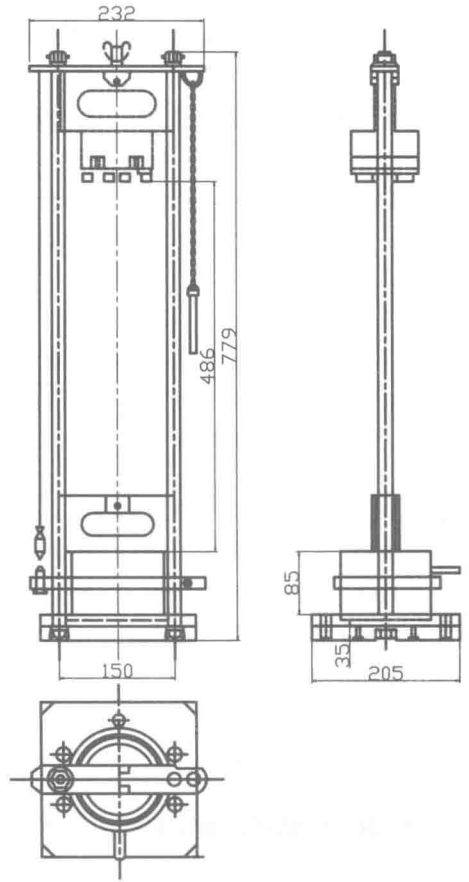


图 20-5 标准集料冲击韧度机



$$G_0 = \frac{D \cdot 500}{4} \quad (20-3)$$

每份试样质量 (g) =  $4G_0 \pm 1$

#### 4. 操作要点

(1) 冲击试样。将配制的一份  $500 \text{ cm}^3$  试样混合均匀装入冲击机的铁钵内, 将铁钵置于冲击机的台座上。 $5000 \text{ g} \pm 5 \text{ g}$  的冲锤自  $50 \text{ cm}$  高度处沿导杆自由落下冲击试样。每冲击一次, 铁钵转动  $45^\circ$ 。

(2) 试样经 40 次冲击后, 从铁钵中倒出, 用  $7.1 \text{ mm}$ 、 $3.15 \text{ mm}$ 、 $1.0 \text{ mm}$  和  $0.5 \text{ mm}$  方孔筛筛分, 分别称试样的筛余质量  $G'_{7.1}$ 、 $G'_{3.15}$ 、 $G'_{1.0}$  和  $G'_{0.5}$ 。

按同样的程序分别试验另 2 份试样。

#### 5. 结果计算

(1) 按式 (20-4) 计算标准集料冲击韧度:

$$IP = \frac{0.37 \times 100}{4 - M} \quad (20-4)$$

式中  $IP$ ——标准集料冲击韧度;

0.37——标准辉绿岩的粉碎度;

100——标准辉绿岩韧度计算系数;

4——试验前颗粒系数;

$M$ ——试验后颗粒系数, 按式 (20-5) 计算。

$$M = \frac{4G'_{7.1} + 3G'_{3.15} + 2G'_{1.0} + G'_{0.5}}{G} \quad (20-5)$$

(2) 取三份试样标准集料冲击韧度的平均值作为该道砟的标准集料冲击韧度。 $IP$  值取整数位。

#### 6. 注意事项

(1) 容重试验中, 样品装入金属量筒时应呈自由落入的方式装入, 分三层, 每层捣实 25 次。

(2) 注意冲锤每次应提升的高度, 冲击次数为 40 次。

### 20.1.6.3 标准集料压碎率试验

#### 1. 检测目的

对于标准粒径的碎石, 通过测定用规定的试模和荷载压碎后损失的质量百分率来表征石料抗压碎的能力。