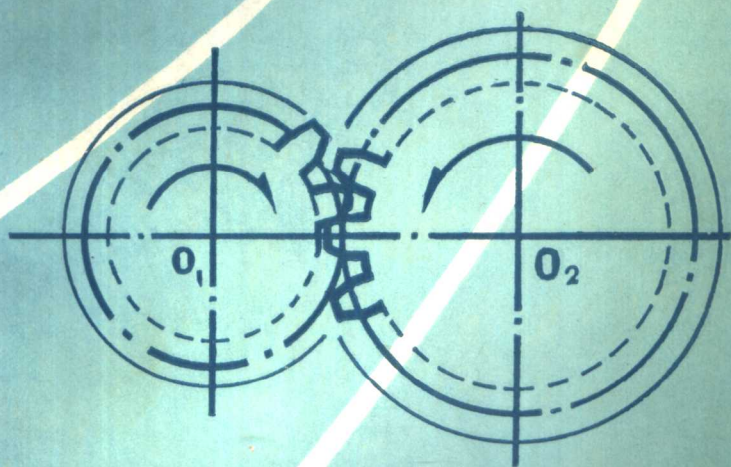


养路机械化丛书

养路机械化机械知识



人民铁道出版社

养路机械化丛书

养路机械化机械知识

天津铁路工程学校线路机械组编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 8 年 • 北 京

内 容 简 介

全书共分七篇，结合养路机械叙述了机械传动、液压传动、机构、连接件、轴和轴承的构造、简单的选择计算，简要地介绍养路机械中常用的材料、热处理方法以及公差、配合、光洁度等一般知识。

本书可供中等专业学校和养路机械短期培训班教材，也可供从事养路机械的工人、技术人员参考。

养路机械化丛书

养路机械化机械知识

天津铁路工程学校线路机械组编

人民铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：9.125 字数：205千

1978年3月第1版 1978年3月第1次印刷

统一书号：15043·6098 定价：0.63元

前 言

随着我国铁路养路机械化的迅速发展，越来越多的工务职工迫切要求学习养路机械知识。为此，我们编写了这本小册子。

本书共分七篇，主要内容包括机械传动、液压传动、机构、连接件、轴和轴承、主要材料和热处理及公差、配合和光洁度等。初稿完成后，曾作为养路机械化专业及铁道部举办的有各铁路局工务技术人员、工人参加的短期培训班的教材试用过。在这次初稿整理过程中，又根据现场的需要作了修改，内容密切结合现有养路机械，并力求简明、扼要。本书可供养路机械化专业教材及从事养路机械工作的工人、技术人员参考。

在本书编写过程中，得到北京铁路局工务电务处，保定、沧州、邯郸、邢台、天津等工务段的大力支持和帮助，我们表示深切感谢。

由于我们水平有限，本书存在的缺点和错误一定很多，热诚地欢迎读者批评指正。

目 录

第一篇 机械传动	1
第一章 机械传动概述	1
§ 1—1—1 机械传动在养路机械中的作用	1
§ 1—1—2 常用机械传动的转速与转向	2
§ 1—1—3 机械的传动比计算	6
§ 1—1—4 机械传动的力、转矩与功率的计算	10
§ 1—1—5 机械传动的机械效率	12
第二章 皮带传动	14
§ 1—2—1 皮带传动的类型、特点与工作 原理	14
§ 1—2—2 平皮带传动的主要型式	17
§ 1—2—3 三角皮带传动	19
§ 1—2—4 具有张紧轮的皮带传动	31
§ 1—2—5 三角皮带轮的材料与结构	33
§ 1—2—6 三角皮带传动的安装与维护	36
第三章 齿轮传动	37
§ 1—3—1 齿轮传动的特点和分类	37
§ 1—3—2 齿轮传动的平稳性——齿形曲 线问题	40
§ 1—3—3 标准渐开线齿轮尺寸的计算	43
§ 1—3—4 齿轮的圆周速度、最少齿数	51
§ 1—3—5 齿轮的材料及齿轮的破坏形式	53
§ 1—3—6 真齿圆柱齿轮的表面接触强度	

计算.....	55
§ 1—3—7 直齿圆柱齿轮轮齿的弯曲强度 计算.....	61
§ 1—3—8 圆锥齿轮传动及计算.....	65
§ 1—3—9 蜗轮蜗杆传动及计算.....	70
§ 1—3—10 行星齿轮传动.....	82
§ 1—3—11 少齿差行星齿轮减速器.....	85
第四章 链传动	100
§ 1—4—1 链传动概述	100
§ 1—4—2 套筒滚子链的计算	104
第二篇 液压传动	115
第一章 液压传动机械的工作原理	115
§ 2—1—1 工作原理	115
§ 2—1—2 液压传动机械的分类	117
§ 2—1—3 液压传动机械的优缺点	119
第二章 液压传动的一些基本概念	120
§ 2—2—1 对液压油的要求	120
§ 2—2—2 液体的可压缩性	121
§ 2—2—3 液体的热膨胀	122
§ 2—2—4 液体的粘度	122
§ 2—2—5 液压油的选择	125
§ 2—2—6 压力与流量	127
§ 2—2—7 液流连续定理	129
§ 2—2—8 层流和紊流	130
第三章 油泵	132
§ 2—3—1 油泵概述	132
§ 2—3—2 齿轮油泵	133
§ 2—3—3 叶片泵	138

§ 2—3—4	柱塞泵	140
§ 2—3—5	油泵的选用	141
第四章	阀	143
§ 2—4—1	阀的分类	143
§ 2—4—2	压力控制阀	143
§ 2—4—3	方向控制阀	146
第五章	油缸	149
§ 2—5—1	油缸概述	149
§ 2—5—2	油缸的结构	154
§ 2—5—3	油缸能力的计算	155
第六章	液压系统的附属设备	159
§ 2—6—1	油箱	159
§ 2—6—2	油管	159
§ 2—6—3	滤油器	161
第三篇	机构	162
第一章	平面连杆机构	162
§ 3—1—1	连杆机构概述	162
§ 3—1—2	四杆机构的基本形式	163
§ 3—1—3	四杆机构的演变	166
§ 3—1—4	四杆机构连杆上某点的轨迹	167
§ 3—1—5	四杆机构中连杆上某点的速度	169
第二章	凸轮机构	172
§ 3—2—1	概述	172
§ 3—2—2	凸轮机构中从动件的运动规律	174
§ 3—2—3	凸轮轮廓曲线的绘制	176
第三章	间歇运动机构	177
§ 3—3—1	槽轮机构	178
§ 3—3—2	棘轮机构	178

§ 3—3—3 齿轮间歇运动机构	179
第四篇 连接件	181
第一章 焊接	181
§ 4—1—1 概述	181
§ 4—1—2 焊接分类和焊接方法简介	181
§ 4—1—3 焊接接头的形式和焊接强度的 一般概念	184
第二章 键、花键、销钉连接	186
§ 4—2—1 键连接	186
§ 4—2—2 花键连接	190
§ 4—2—3 销钉连接	192
第三章 螺纹连接与螺旋传动	194
§ 4—3—1 螺纹连接基本概念	194
§ 4—3—2 螺纹连接的主要类型及防松装 置	198
§ 4—3—3 螺栓连接计算	200
§ 4—3—4 螺旋	205
第五篇 轴与轴承	211
第一章 轴	211
§ 5—1—1 概述	211
§ 5—1—2 轴的结构	211
§ 5—1—3 轴的材料及其热处理	214
§ 5—1—4 轴的计算	217
第二章 轴承	230
§ 5—2—1 概述	230
§ 5—2—2 滑动轴承	230
§ 5—2—3 滚动轴承	235
第三章 联轴器	246

§ 5—3—1	联轴器的作用与分类	246
§ 5—3—2	联轴节	247
§ 5—3—3	离合器	248
第六篇	主要材料、热处理	253
第一章	主要材料	253
§ 6—1—1	材料的机械性能	253
§ 6—1—2	黑色金属材料分类	254
§ 6—1—3	铸铁	255
§ 6—1—4	钢	257
§ 6—1—5	有色金属合金	262
§ 6—1—6	其他材料	263
第二章	钢的热处理	265
§ 6—2—1	热处理的一般概念	265
§ 6—2—2	普通热处理方法	266
§ 6—2—3	化学热处理	269
第七篇	公差、配合、光洁度	270
第一章	公差与配合	270
§ 7—1—1	配合与互换性	270
§ 7—1—2	公差、配合的基本概念	271
§ 7—1—3	我国公差与配合制度	274
§ 7—1—4	尺寸精度的基本概念	275
§ 7—1—5	公差、配合的选择	277
第二章	表面光洁度	282
§ 7—2—1	表面光洁度的概念	282
§ 7—2—2	表面光洁度的等级与选择	283

第一篇 机械传动

第一章 机械传动概述

§ 1—1—1 机械传动在养路机械中的作用

机械传动装置，不仅起传送运动和动力的作用，同时还能完成以下各种任务。

一、改变运动的形态

一般原动机是旋转运动，而传动装置可以使旋转运动变为移动、摆动（振动）等。如小型液压捣固机的机械传动装置是将汽油机的旋转运动变成振动架的振动。液压传动装置能将汽油机的旋转运动变为捣固机的升降（垂直移动）与夹砧（摆动）。

二、减 速（或增速）

传动装置末轴（或工作装置）转速和原动机的转速一般总是不一致的，就靠传动装置来改变。如小型液压捣固机上的汽油机的转速是3000转/分，而油泵的转速只需要1610转/分，因此需通过三角皮带传动装置来减速。又如液压捣固机振动轴的转速需4000转/分，也是通过三角皮带传动来增速的。

三、变速或变向

轨道车在运行中需要有快，有慢，有时前进，有时后退，是通过齿轮变速箱装置来实现的。

§ 1—1—2 常用机械传动的转速与转向

一、皮 带 传 动

如图 1—1—1 所示，皮带紧套于两个皮带轮的表面，靠摩擦力使主动轮通过皮带带动从动轮转动。

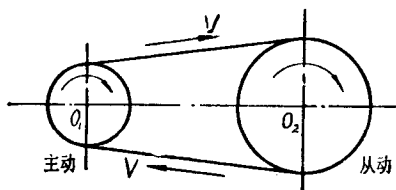


图 1—1—1

D_1 、 D_2 为两皮带轮直径， n_1 、 n_2 为两皮带轮转速，假定皮带与轮表面的滑动不计，则轮的圆周速度与皮带的运动速度均相等。

$$\text{即} \quad V_1 = V = V_2$$

$$\text{而} \quad V_1 = R_1 \cdot \omega_1$$

式中

$$R_1 = \frac{D_1}{2}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60}$$

$$V_1 = R_1 \cdot \omega_1 = \frac{D_1}{2} \cdot \frac{2\pi \cdot n_1}{60} = \frac{D_1 \cdot n_1 \cdot \pi}{60}$$

同理

$$V_2 = \frac{D_2 \cdot n_2 \cdot \pi}{60}$$

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{D_1 \cdot n_1 \cdot \pi}{60} = \frac{D_2 \cdot n_2 \cdot \pi}{60}$$

$$D_1 \cdot n_1 = D_2 \cdot n_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

由此可见，皮带传动中，皮带轮的转速是和皮带轮的直径成反比的，小轮转得快，大轮转得慢。

上式中，主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 之比称为传动比（也称速比），以 i 表示。

$$\text{即} \quad i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

如 $i_{12} > 1$ 为减速传动

$i_{12} < 1$ 为增速传动

图 1—1—1 所示的这种传动形式，两轮的转向相同。

二、齿轮传动

如图 1—1—2 所示，齿轮传动是靠两轮的轮齿互相啮合来传递运动的。

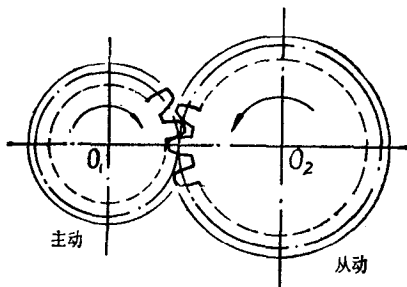


图 1—1—2

如 Z_1 、 Z_2 为两齿轮的齿数

n_1 、 n_2 为两齿轮的转速

当主动轮转过一个齿时，从动轮也随着转过一个齿，则

每分钟所转过的总齿数必相等。

即
$$Z_1 \cdot n_1 = Z_2 \cdot n_2$$

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

由此可见，齿轮传动中的传动比是和齿轮的齿数成反比的。图 1—1—2 中的两齿轮传动称为外啮合传动，其转向为相反。还有一种是内啮合传动，如图 1—1—3 所示，两齿轮的转向相同。

如果在主动齿轮和从动齿轮之间，加进一个中间齿轮，如图 1—1—4 所示。

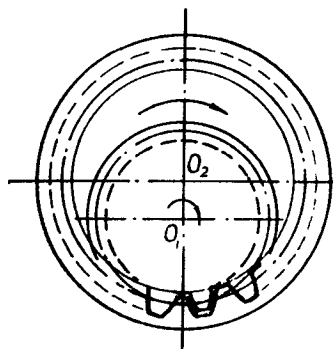


图 1—1—3

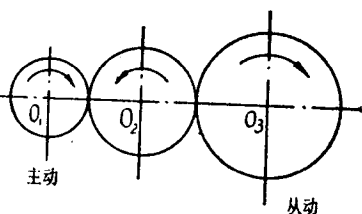


图 1—1—4

如 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 为各齿轮的齿数

n_1 、 n_2 、 n_3 为各齿轮的转速

则三个齿轮每分钟转过的总齿数相等。

即
$$Z_1 \cdot n_1 = Z_2 \cdot n_2 = Z_3 \cdot n_3$$

$$i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_1}$$

由上可见，有中间齿轮传动时，主动轮与从动轮的传动

比仍为两齿轮齿数的反比，而与中间齿轮的齿数无关。又从图上可以看出，加了中间齿轮后，主动与从动齿轮的转向相同了。因此齿轮传动中，齿轮的转向是和外啮合齿轮的对数有关，如为奇数时，则转向相反，如为偶数时，则转向相同。

例题：求如图 1—1—5 所示的齿轮传动的传动比和转向。

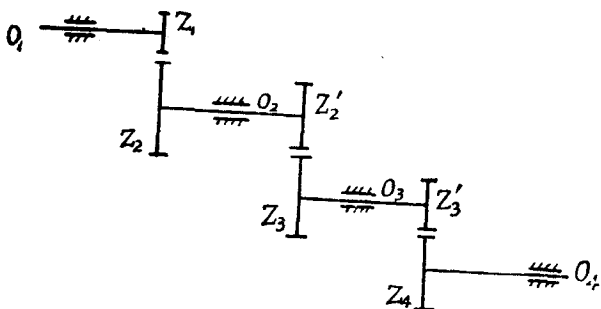


图 1—1—5

在轴 2 和轴 3 上分别装上大小不等的两个齿轮，它们的齿数分别为图 1—1—5 所示。

每一对齿轮传动的传动比如下：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$i_{23} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_2'}$$

$$i_{34} = \frac{n_3}{n_4} = \frac{Z_4}{Z_3'}$$

如将以上传动比连乘，则得：

$$\frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n_3} \cdot \frac{n_3}{n_4} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2'} \cdot \frac{Z_4}{Z_3'}$$

$$\frac{n_1}{n_4} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_2' \cdot Z_3'}$$

$$\text{即 } i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4}{Z_1 \cdot Z_2' \cdot Z_3'}$$

从图中可以看出，外啮合齿轮的对数是 3 对，因此第 1 个齿轮与第 4 个齿轮的转向相反。这样我们可以列出齿轮传动中传动比和转向的普遍公式是：

$$i_{1n} = \frac{n_1}{n_n} = (-1)^m \frac{Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdots Z_n}{Z_1 \cdot Z_2' \cdot Z_3' \cdots Z_{n-1}'}$$

上式中的 n 表示齿轮传动中最后的那个齿轮。 m 表示齿轮传动中外啮合齿轮的对数。

$Z_2 \cdot Z_3 \cdot Z_4 \cdots Z_n$ 表示从动轮齿数的连乘

$Z_1 \cdot Z_2' \cdot Z_3' \cdots Z_{n-1}'$ 表示主动轮齿数的连乘

§ 1—1—3 机械的传动比计算

在养路机械或其他机械中，采用的机械传动装置往往是由多种零件组成的多级传动。图 1—1—6 中的传动装置是一种清筛机的回碴机构。筛净的石碴是用运输皮带回送到所需要的位置上。而运输皮带是靠电动机通过皮带传动、齿轮传动来驱动的。

从图 1—1—6 中可知，皮带轮 D_1 的转速就是电动机的转速，齿轮 Z_2 的转速就是卷筒的转速，且皮带轮 D_2 和齿轮 Z_1 的转速相等。

设电动机的转速为 n_1 ，卷筒的转速为 n_3 。

皮带传动的传动比： $i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$

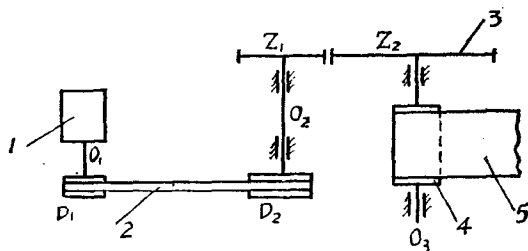


图 1—1—6

1 —— 电动机；2 —— 皮带传动；3 —— 齿轮传动；4 —— 卷筒；
5 —— 运输皮带。

$$\text{齿轮传动的传动比: } i_{23} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\text{将以上传动比连乘得: } \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{n_2}{n_3} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\text{得总传动比: } i_{13} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_1}$$

可见，总传动比等于各个部分传动比的连乘，即等于各个从动零件的基本参数连乘与各个主动零件的基本参数连乘之比。

例题：如图 1—1—7 所示的传动装置，已知电动机转速 $n_1=970$ 转/分，皮带轮直径 $D_1=100$ 毫米， $D_2=250$ 毫米，齿轮的齿数 $Z_3=18$ ， $Z_4=57$ ， $Z_5=25$ ， $Z_6=84$ 。问轴 4 的转速为多少？

该传动装置的总传动比：

$$i_{14} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{Z_4 \cdot Z_6}{Z_3 \cdot Z_5} = \frac{250}{100} \times \frac{57 \times 84}{18 \times 25}$$

$$= 26.6$$

$$n_4 = \frac{n_1}{i_{14}} = \frac{970}{26.6} = 36.5 \text{ 转/分}$$

答：轴 4 的转速为 36.5 转/分

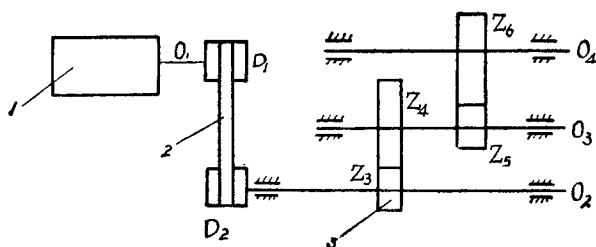


图 1-1-7

1 —— 电动机； 2 —— 皮带传动； 3 —— 齿轮传动。

在研制养路机械传动装置的时候，往往是根据工作需要确定总传动比，然后确定传动的级数和每一级传动比的大小。为了经济合理的选用传动的级数和每一级传动比的大小，规定了每一种传动方式单级传动的最大传动比（表 1-1-1），供选择时参考。如总传动比不大，则采用单级传动，不应采用多级传动，否则将使结构复杂，造价高。在总传动比较大的情况下，就需采用多级传动，否则反而使体积加大，重量增加，同样要提高制造的成本。

例如上述清筛机回填机构的传动装置（图 1-1-6），根据需要，石碴回填的速度不能太快，也不能太慢，因为太快就会出现飞碴现象，太慢了影响工作效率。因此，要求运输皮带的速度 $V = 0.5$ 米/秒。已知卷筒的直径 $D = 500$ 毫米，电动机的转速 $n_1 = 1450$ 转/分，则可求出总传动比。

$$\begin{aligned}
 \text{卷筒的转速: } n_s &= \frac{V \times 60 \times 1000}{\pi D} \\
 &= \frac{0.5 \times 60 \times 1000}{3.14 \times 500} \\
 &= 19.2 \text{ 转/分}
 \end{aligned}$$