

超（超）临界火电机组运行与检修技术丛书

RANLIAOSHEBEI
YUNXING YU JIANXIU JISHU

燃料设备 运行与检修技术

姜伟清 马建昌 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

超(超)临界火电机组运行与检修技术丛书

RANLIAO SHEBEI
YUNXING YU JIANXIU JISHU

燃料设备 运行与检修技术

姜伟清 马建昌 易登桥 刘生光 符景 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

燃煤系统是为燃煤火力发电厂提供原材料的重要辅助系统,其系统的特点是规模庞大、设备种类繁多、技术密集性强、检修有一定的难度。为方便燃煤火力发电厂燃料系统的运行、检修人员培训,作者编写了《超(超)临界火电机组运行与检修技术丛书 燃料设备运行与检修技术》一书。

本书从简单、易学的观点出发,阐述了我国燃煤火力发电厂燃料系统的基本设备及控制,重点介绍了燃料系统的通用机械设备、液压传动系统、燃料受卸系统、堆取料系统、带式输送机、给配煤设备、筛碎设备、辅助设备,计量与采制样设备、燃油系统、燃料设备电气(保护)与控制等内容,以期为燃煤电厂燃料运行、检修等岗位培训和相关学校教学等提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

燃料设备运行与检修技术/姜伟清等编著. —北京:中国电力出版社, 2015. 8

(超(超)临界火电机组运行与检修技术丛书)

ISBN 978-7-5123-6740-1

I. ①燃… II. ①姜… III. ①火电厂—电厂燃料系统—运行
②火电厂—电厂燃料系统—检修 IV. ①TM621. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 256700 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 36 印张 888 千字

印数 0001—3000 册 定价 95.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

煤炭是我国的主体能源，占一次能源消费总量的 70% 左右。2012 年我国煤电装机规模已达 7.58 亿 kW，占总装机的 66.2%；煤电发电量 3.68 万亿 kWh，占总发电量的 73.9%。我国丰富的煤炭资源禀赋决定了我国将在较长时间段内保持以煤电为主的电源结构。随着社会对环境保护的要求越来越严格，未来我国煤电发展必须走绿色环保的可持续发展道路。目前，百万千瓦的火电机组设计发电煤耗比 60 万 kW 的火电机组设计发电煤耗约低 20g/kWh；设计厂用电率比 60 万 kW 机组低许多，具有效率高、竞争力强、相对环保的特点，得到大力推广和应用。截至 2012 年年底，全国范围内已投产的单机容量 100 万 kW 超（超）临界火电机组共有 47 台，投运、在建、拟建的百万千瓦超（超）临界机组数量居全球之首，相信在不久的将来，百万千瓦超（超）临界机组将会成为火力发电的主力机型，并主导未来的电力市场。

一座装备两台百万千瓦机组的火力发电厂，日耗煤在 20 000t 以上，为保证生产的需求，百万千瓦机组的电厂必须配备更大输送能力燃煤输送设备，同时增加更多的大型工矿设备来提高生产效率。这也使得百万千瓦机组的输煤系统具有设备种类多、运行和控制方式独特的特点，尤其近年来，随着输煤系统的自动化水平显著提高及可编程序控制（PLC）和分散控制（DCS）技术的应用，输煤系统的技术含量明显加大，涉及的知识面更加广泛。为了保证输煤系统的有效安全运行，要求从事这一工作的专业技术人员和运行、检修人员必须掌握输煤系统中各类设备，以及控制系统方面的有关知识，通过不断的学习和技术培训提高自己，以充分发挥先进输煤系统设备的作用。

本书面向单机容量在 100 万 kW 的大型火电厂的输煤运行、检修人员，并借鉴其他容量机组燃料运行、检修工作人员长期以来积累的经验，同时结合输煤系统设备的特点，按照火电厂生产一线燃料检修、运行人员的需求进行编写。书中内容综合了大量的设备原理和结构图，并在文字叙述上追求简单易懂，突出实用性。

本书的第一、二章，主要对输煤系统的通用机械和液压传动进行了阐述，用于提高生产一线人员对传动机械的专业技术知识，主要内容包括减速机、联轴器与液力偶合器、电力液压推杆式制动器、电动推杆、液压元件、液压系统的原理和检修、调试及维护等基础知识。第三章至第八章，从燃料受卸系统、堆取料系统、带式输送机、给配煤设备、筛碎设备、辅助设备，分别介绍了输煤系统的主要设备、辅助设备的型号和特点，重点说明了

这些设备的检修和运行维护知识。第九章介绍了燃料计量与采制样设备的原理和运行维护注意事项，第十章对燃油系统的设备运行、维护进行了阐述。

随着输煤系统自动控制设备的增加，提高检修人员、运行人员在电气化控制方面知识水平，对输煤设备的安全、稳定运行尤为重要。本书的第十一章，重点对燃料设备的电气（保护）与控制进行了重点介绍，内容涵盖了输煤系统常用电器元件、输煤系统常用传感器和检测保护装置、电机与变频调速等生产一线人员必备的知识，并结合 PLC 的实际应用，对 PLC 与燃料电气控制回路、PLC 语言与输煤系统控制程序、输煤程序控制与操作进行了介绍。

全书由姜伟清（国网河南省电力分公司技能培训中心）和马建昌（河南省电力燃料有限公司）编写，孙芳负责审阅，参编者有周军（南阳方达发电运行有限公司）、郑国彦（国网河南省电力分公司技能培训中心）、易登桥（南阳热电有限责任公司）、司江周（南阳热电有限责任公司）、张金元（南阳热电有限责任公司）、邢旭光（中电投河南电力有限公司平顶山发电分公司）、吴凯（中电投河南平顶山平东鸿翔热电有限责任公司）、罗建国（郑州新力电力有限公司）。在本书编写中，参阅了大量燃料设备技术网络资料，在此对上传资料的网友表示感谢。

由于编者对现场设备掌握程度有限及受周边电厂燃料设备使用局限，书中不妥和疏漏之处在所难免，敬请广大读者朋友交流指正（E-mail: jiangweiqing1@sina.com）。

由于编者对现场设备掌握程度有限及受周边电厂燃料设备使用局限，书中不妥和疏漏之处在所难免，敬请广大读者朋友交流指正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

前言

第一章 燃料系统通用机械	1
第一节 减速器	1
第二节 联轴器与液力偶合器	42
第三节 电力液压推杆式制动器	58
第四节 电动推杆	69
第二章 液压传动系统	74
第一节 液压传动系统概述	74
第二节 液压元件	77
第三节 液压系统检修、调试及维护	100
第三章 燃料受卸系统	115
第一节 翻车机系统概述	115
第二节 翻车机系统设备	119
第三节 翻车机系统设备的液压控制	138
第四节 翻车机系统运行	147
第五节 翻车机系统检修	160
第六节 振动斜煤算	166
附表 A FZ15-100 型翻车机安装检验标准	169
附表 B DZ11 重车调车机安装检验项目及标准	171
第四章 堆取料系统	172
第一节 斗轮堆取料设备的结构原理	172
第二节 斗轮堆取料设备运行与维护	209
第三节 斗轮堆取料设备检修	226
第四节 封闭式圆形料场堆取料机	241
第五章 带式输送机	270
第一节 通用型带式输送机结构组成	270
第二节 通用型带式输送机运行维护	305

第三节	通用型带式输送机检修及调试	310
第四节	管状带式输送机	323
第五节	封闭式胶带输送机	331
第六章	给配煤设备	334
第一节	电机振动给煤机	334
第二节	叶轮给煤机	339
第三节	环式给煤机	352
第四节	活化振动给煤机	356
第五节	头部伸缩装置	361
第六节	犁煤器	367
第七章	筛碎设备	374
第一节	滚轴筛	374
第二节	环式碎煤机	381
第八章	辅助设备	399
第一节	除铁装置	399
第二节	除杂装置	408
第三节	除尘装置	412
第九章	燃料计量与采制样设备	425
第一节	入厂煤计量设备	425
第二节	入炉煤计量设备	431
第三节	入厂煤自动采制样装置	438
第四节	入炉煤采样装置	444
第五节	入炉煤质在线检测装置	452
第十章	燃油系统	457
第一节	燃油系统及其设备	457
第二节	燃油系统的运行及安全要求	460
第三节	燃油系统的检修	464
第十一章	燃料设备电气(保护)与控制	473
第一节	输煤系统常用电器元件	473
第二节	输煤系统常用传感器和检测保护装置	483
第三节	电动机与变频调速	508
第四节	PLC 与燃料电气控制回路	524
第五节	PLC 语言与输煤系统控制程序	537
第六节	输煤程序控制与操作	552
附图		566
参考文献		567

第一章 燃料系统通用机械

燃料系统的机械设备运转均是在电动机驱动下，通过减速器、液力偶合器或联轴器、制动器所组成的驱动装置完成的，而系统煤流路径的转换则由推杆完成，这些设备虽型号较多、结构各有差异，但均为通用机械，基本结构及原理、检修工艺是相同的，在本章将其集中进行分析。

第一节 减 速 器

减速器是机构中的传动装置，用来降低转速和相应地增大转矩，其种类繁多，型号各异，不同种类有不同的用途，常见型式有齿轮减速器、蜗轮蜗杆减速器、摆线针轮减速器等。

一、齿轮减速器概述

齿轮减速器形式有圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器、行星齿轮减速器，除此之外还有齿轮与齿条传动装置。在输煤机械中，随着功能的增多和技术的发展，齿轮减速器普遍采用硬齿面齿轮，同时为便于布置，大部分采用输入轴与输出轴呈垂直方向的圆锥齿轮减速器。

（1）硬齿面齿轮减速器特点：齿轮采用优质高强度低碳合金钢，齿面经渗碳、淬火、磨削成形，齿面硬度达 HRC58~62，精度高，接触性好，更具有体积小、质量轻、承载能力大、传动效率高、使用可靠、寿命长、传动平稳、噪声低等优点。

（2）齿轮减速器的工作条件：

1) 输入轴最高转速不大于 1500r/min。

2) 齿轮传动圆周速度不大于 20m/s。

3) 可正反转运行。

4) 工作环境温度为 $-40\sim+45^{\circ}\text{C}$ 。当工作环境温度低于 0°C 时，启动前润滑油必须加热到 10°C 以上。当工作环境温度高于 45°C 时，必须采取隔热和冷却措施。其加热、冷却方法可选配水循环冷却装置、风扇冷却装置和电加热装置。

5) 在一般情况下，齿轮和轴承采用油池中大齿轮飞溅润滑，自然冷却。只有当减速器工作平衡温度超过规定值（ 85°C ）、承载功率超过热功率、非卧式安装、轴承转速较高

或者齿轮圆周速度较高时,则采用强制循环润滑或加冷却管的油池润滑。

(3) 普通齿轮减速器型号及结构: 齿轮减速器有 ZDY (单级)、ZLY (两级)、ZSY (三级)、ZFY (四级) 四个硬齿面系列的斜齿圆柱齿轮减速器, DBY、DCY 系列硬齿面圆锥圆柱齿轮减速器, 同时还有 FLENDER、SEW 产品, 但其结构基本相同 (见图 1-1)。下面以燃料设备常用型号举例简介。

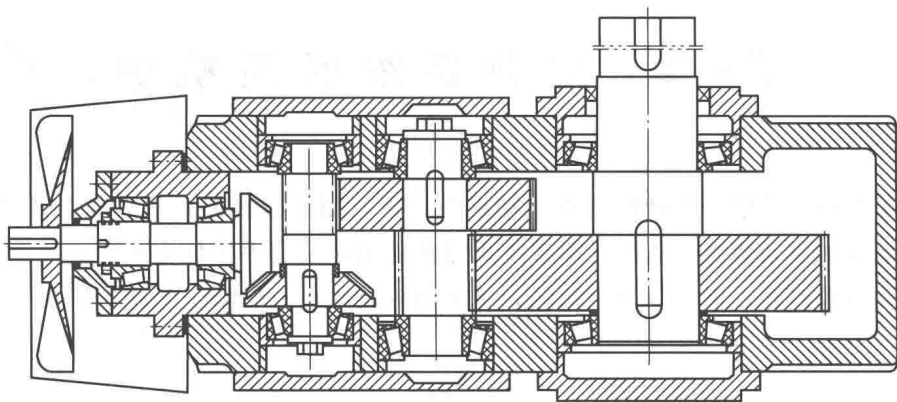


图 1-1 B3SH7 型减速器结构示意图

例 1: DCY 280-25 I S

DCY——D 带式输送机类组代号, C 三级传动、B 二级传动, Y 硬齿面, K 空心轴输出。

280——名义中心距, 单位 mm。

25——公称传动比。

I——装配型式代号, 按输出轴可分为 I、II、III、IV 四种装配形式。

S——输入轴旋转方向 (面对输入轴方向看, S 为顺时针、N 为逆时针)。

例 2: B3SH13-31.5

B——HB 系列标准工业齿轮箱: H 平行轴, B 直交轴。

3——级数: 2、3、4 级。

S——输出轴结构型式: S 实心轴, V 增强型实心轴, H 带键空心轴, D 带收缩盘空心轴, K 带内花键空心轴, F 法兰盘式输出轴。

H——安装方式: H 卧式带地脚安装, M 卧式不带地脚安装, V 立式安装。

13——规格代号: 1~26 号机座。

31.5——速比。

例 3: M3RHF60-31.5

M——M 系列 (SEW 大型齿轮箱)。

3——级数: 2~5 级。

R——结构型式: P 平行轴、低速轴水平出轴, PV 平行轴、低速轴垂直出轴, R 伞齿、低速轴水平出轴 (直交轴方式), RV 伞齿、低速轴垂直出轴。

H——输出轴类型: S 实心轴、H 空心轴。

F——安装方式：F 地脚安装、T 力矩臂安装。

60——尺寸，10~90。

31.5——速比。

例 4：MC2RLSF05

MC——MC 系列工业减速器（SEW）。

2——级数（2、3）。

R——减速器结构型式：R 锥齿轮-斜齿轮减速器（直角轴），P 斜齿轮减速器（平行轴）。

L——构造型式：L 水平安装，V 垂直安装，E 竖立安装。

S——输出轴的结构型式：S 实心轴，H 空心轴（键或收缩盘联结）。

F——安装方式：F 地脚固定，T 转矩支架。

05——规格（02~09）。

（4）其他型式齿轮减速器（见图 1-2）：这类减速器主要用于叶轮给煤机及斗轮机的行走机构、带式除铁器、滚轴筛等燃料设备，其型式有 R 系列斜齿轮减速器、F 系列平行轴-斜齿轮减速器、K 系列斜齿轮-锥齿轮减速器、S 系列斜齿轮-蜗轮蜗杆减速器、弗兰德 W 系列行走专用齿轮箱，并可通过法兰与电动机直联构成减速电机，若直联时采用带制动器的电动机，则构成三合一减速器。

（5）行星齿轮减速器：该减速器的最大优点就是传动效率高，单级达到 96%~99%，传动比范围大，体积和质量比普通齿轮减速器要小。主要由一个太阳轮、三至四个行星轮、一个内齿圈及行星架等组成一轮系机构（见图 1-3），其单级速比=（齿圈齿数/太阳

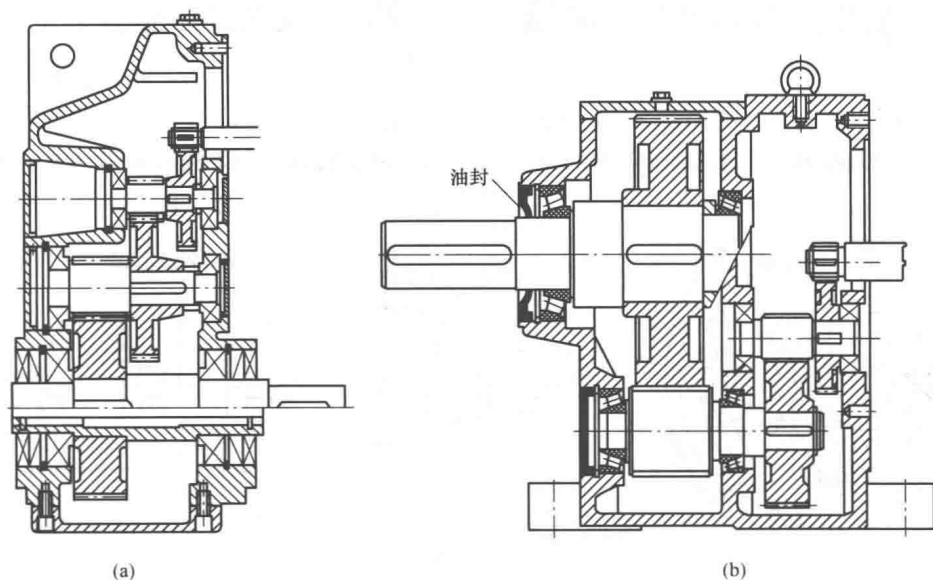


图 1-2 F、R、K、S 系列齿轮减速器（一）

（a）F 系列减速器结构图（三级）；（b）R 系列斜齿轮减速器结构图（三级）

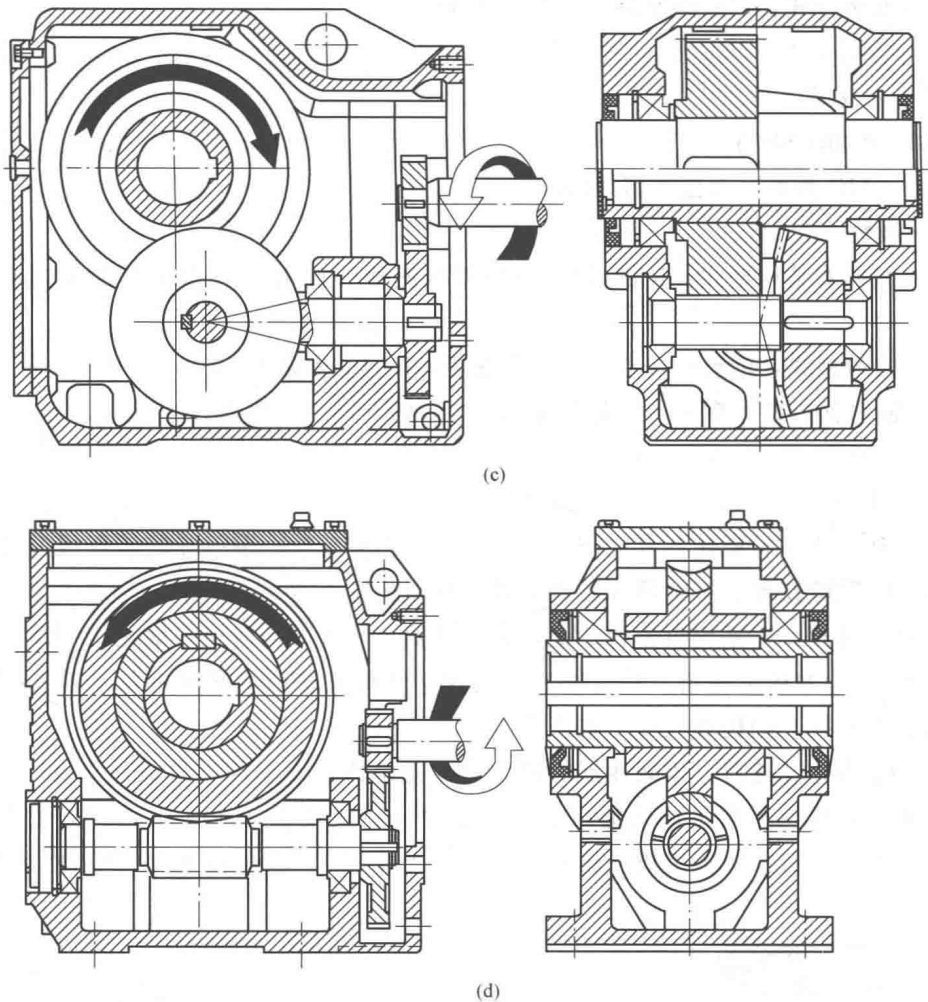


图 1-2 F、R、K、S 系列齿轮减速器 (二)

(c) K 系列斜齿轮—锥齿轮减速器结构图 (三级); (d) S 系列斜齿轮—蜗轮蜗杆减速器结构图

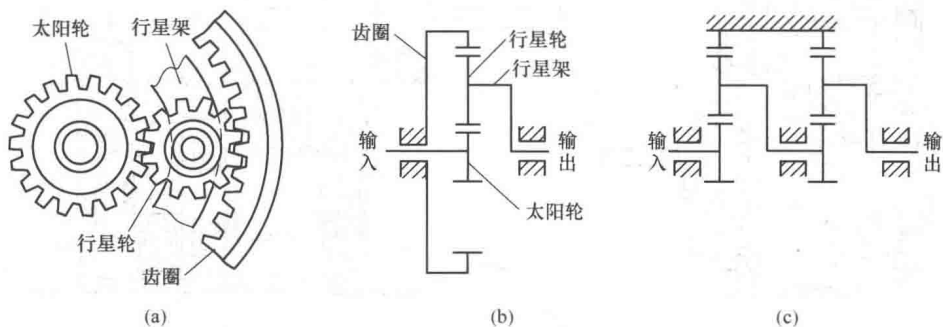


图 1-3 行星传动示意图及原理图

(a) 行星传动示意图; (b) 一级; (c) 二级

齿数)+1。在燃料系统主要用于堆取料机回转驱动及斗轮驱动机构，并多采用 P 系列工业行星齿轮减速箱（国产或 FLENDER 产品），如 P2KA16（斗轮机斗轮）、P2KA12（斗轮机回转）。

例：P3NA18-140

P——P 系列行星齿轮减速箱。

3——行星齿轮传动级数（2 或 3 级）。

N——齿轮装置标识：N 标准（同轴式），S 一级斜齿平行轴行星齿轮箱，L 一级锥齿直交轴，K 一级锥齿-斜齿直交轴（直交轴行星齿轮箱）。

A——输出轴类型：A 带收缩盘空心输出轴，B 带平键的实心输出轴，C 带渐开线花键实心轴，D 带渐开线花键实心轴。

18——机座号。

140——速比。

行星齿轮减速箱结构如图 1-4 所示。

（6）减速器轴封结构：减速器的轴承端盖结构型式可分为法兰式和嵌入式，每一种型式按通孔与否，又分闷盖式和透盖式。为了防止减速器内润滑油（脂）漏出，并防止外界杂质、水、灰尘等浸入轴承室，下面主要对透盖端的轴封结构进行介绍。

轴封的类型有接触式、非接触式、组合式。接触式轴封有毡圈密封、橡胶油封型式；非接触式密封有油沟密封、迷宫密封等型式。

1) 橡胶油封中最为常用的是骨架油封（结构见图 1-5），其耐油橡胶唇形密封圈靠弹簧压紧在轴上，使油封唇口形成 0.25~0.5mm 宽的密封接触环带，又称径向轴封环。工作时，在润滑油压力的作用下，油液渗入油封刃口与转轴之间形成极薄的一层油膜。油膜受油液表面张力的作用，在转轴和油封刃口外沿形成一个“新月面”，防止油液外溢，起到密封作用。

骨架油封的安装方式主要根据使用目的区分：防润滑油泄漏，则油封背面安装向外；防异物侵入，则油封背面安装向内。安装时必须在密封圈上涂些油，并保证骨架油封与轴心线垂直。若不垂直，油封的密封唇会把润滑油从轴上排干，也会导致密封唇的过度磨损。同时，油封弹簧松紧应适宜，在弹簧压力下其内径应比轴颈小（压缩值应符合表 1-1 的规定）。

表 1-1 油封内径压缩值 mm

油封内径名义尺寸	30~90	90~180	180 以上
油封内径比相应轴颈小	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0

2) 油沟密封是间隙密封，该结构的轴与透盖之间为 0.1~0.3mm 间隙，透盖上有沟槽，槽内充满润滑脂。

3) 迷宫密封是非接触式密封，它将旋转和固定的密封零件间的间隙制成曲路型式，可防止密封件的磨损。为了加强密封效果，缝隙间填充有润滑脂。这种类型的密封仅仅能够用于水平位置而且不能用于飞溅润滑和较多灰尘的环境。

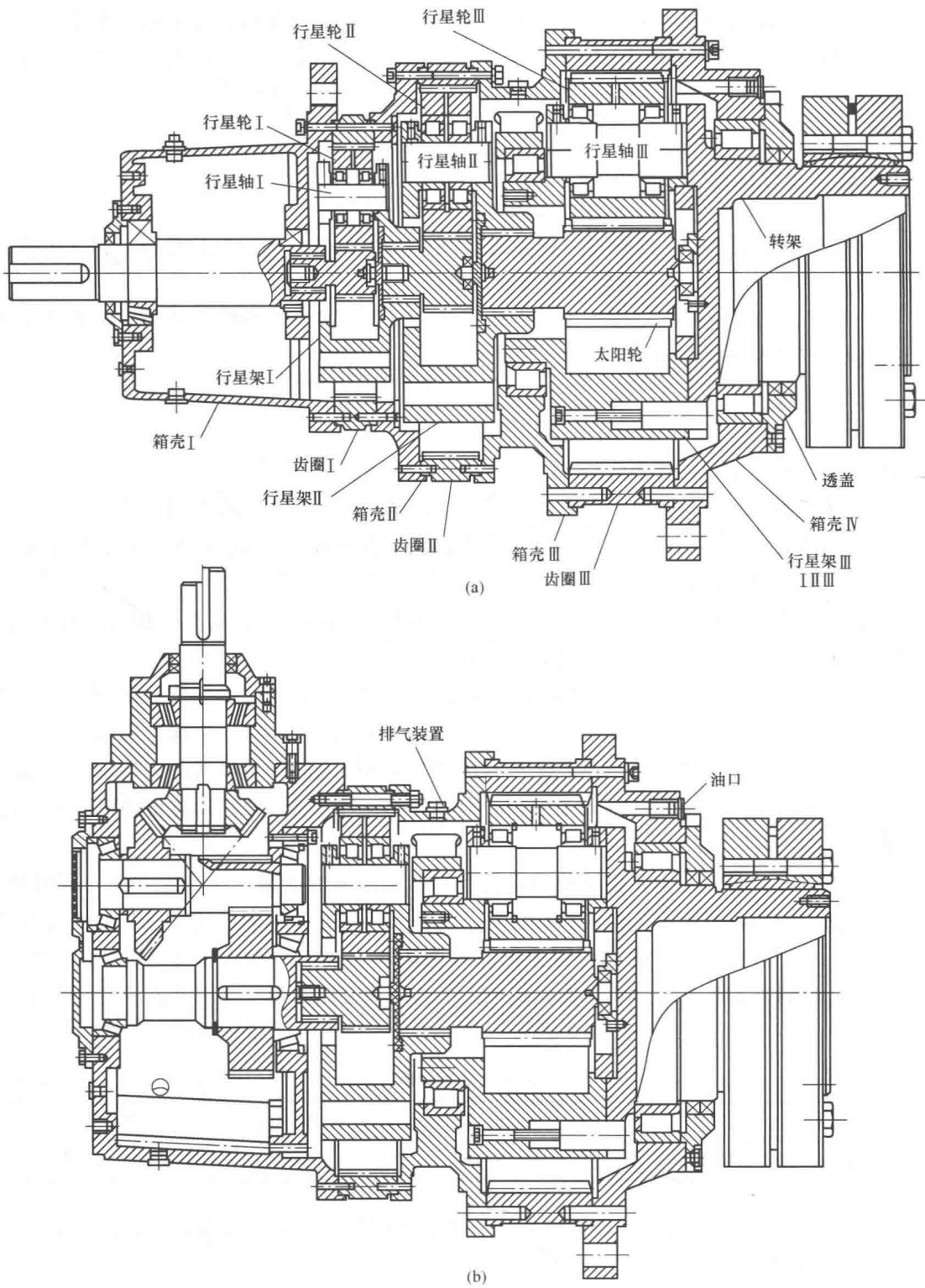


图 1-4 行星齿轮箱结构示意图 (一)

(a) P3N 型; (b) P2K 型

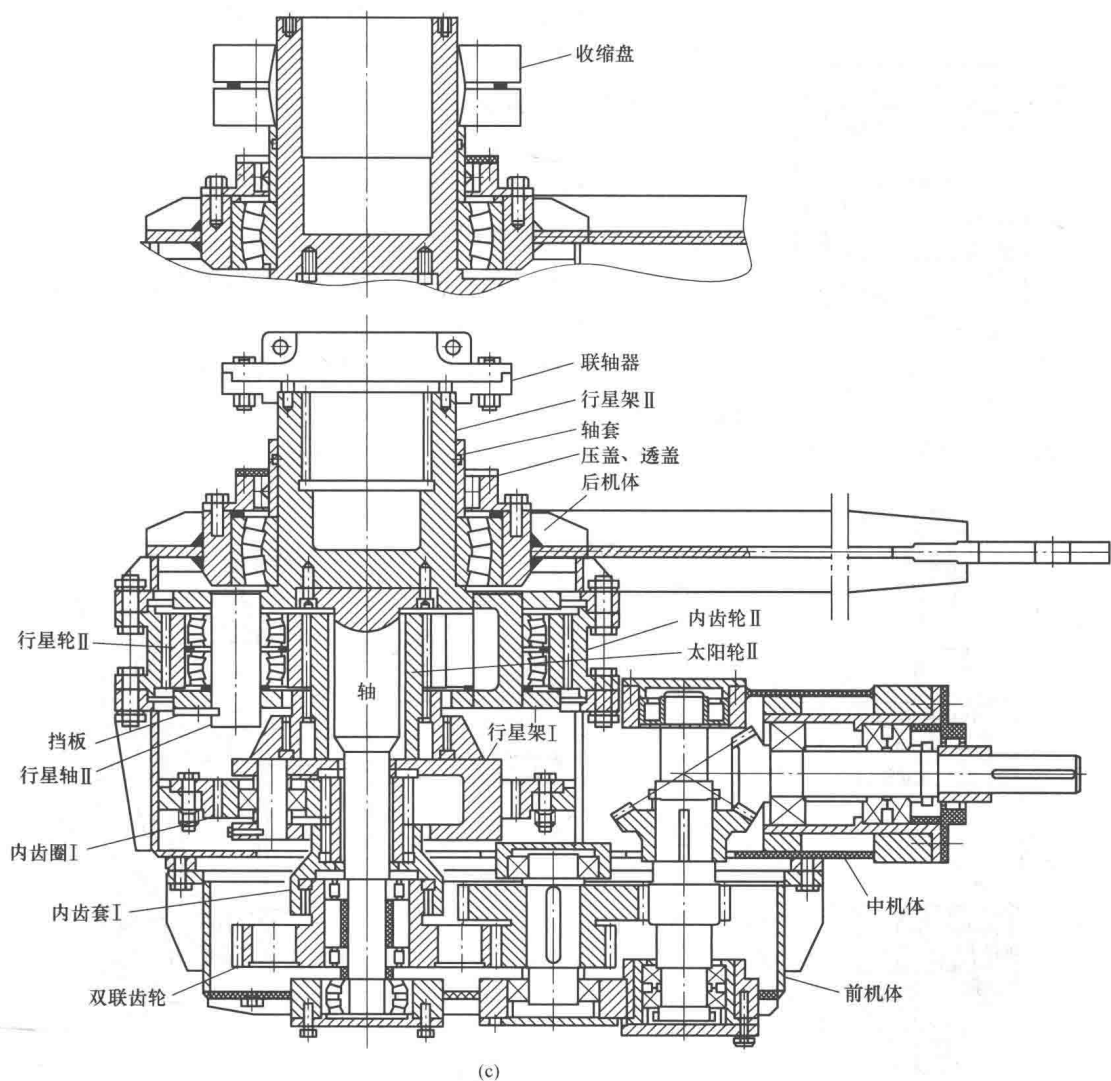


图 1-4 行星齿轮箱结构示意图 (二)

(c) 斗轮机斗轮驱动行星减速器

4) 组合式密封是为了在灰尘很多的环境里面工作的减速器而特殊设计的, 它由一系列的密封件组合在一起 [包括径向轴封环、层状密封和添加润滑脂的迷宫密封, 如图 1-6 所示, 其中图 (a)、(b) 为 FLENDER 减速机组合密封, (c) 为 SEW 减速器的组合密封] 以防止灰尘的渗入。

如果轴密封圈上有少量 (几滴) 机油/润滑脂漏出, 在磨合阶段属于正常现象。如果泄漏量比较大或者在磨合期结束后仍然泄漏不止, 则必须更换轴密封圈。轴密封圈使用寿命取决于工作条件, 故轴密封圈也应定期维护。

二、齿轮减速器的检修

从齿轮减速器的结构可看出, 它主要由箱体、键、销、轴、轴承、密封圈、齿轮、锁紧盘、逆止器及附件 (如透气塞、冷却装置、润滑油循环装置) 等构成。这些部件也同时

是其他类型减速器及机构的主要部件,下面就针对各部件的检修工艺进行分析。

(一) 检修内容

(1) 清理检查箱体及箱盖。

(2) 检查齿轮磨损及啮合情况,进行修理或更换;检查齿轮在轴上的紧固情况。

(3) 检查轴承磨损情况,必要时进行更换;测量轴承间隙并调整轴承的轴向间隙。

(4) 检查轴磨损情况,进行修理或更换;测量各轴颈的圆度及圆柱度误差。

(5) 键与键槽检查、修理或更换。

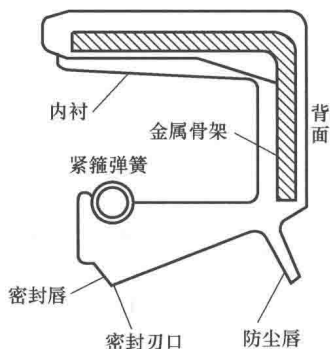


图 1-5 骨架油封结构

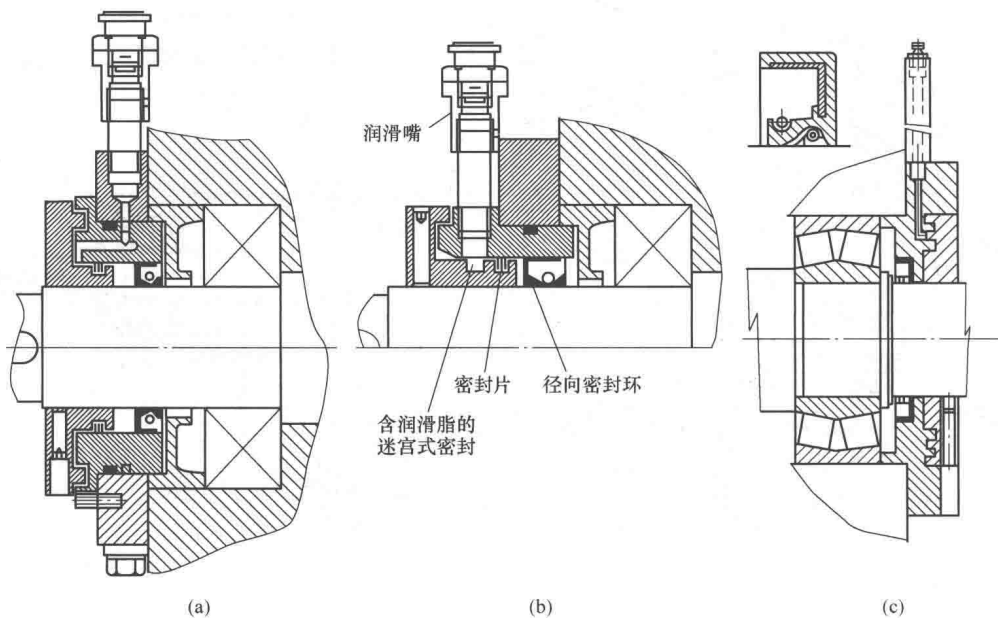


图 1-6 组合式密封

(6) 各接合面的检查和修复。

(7) 检查、更换油封;检查或更换弹簧卡圈及挡圈。

(8) 清洗油道、油孔、油槽、油面指示器、透气孔。

(9) 鉴定润滑油质,消除设备漏油(若有漏油)。

(10) 清洗油泵及油过滤器,检查油泵供油情况。

(二) 一般检修工艺要求

所谓一般检修工艺,即在检修工作中必须遵循的原则工艺,是检修人员所必备的知识。

(1) 设备检修前,应根据设备的技术状况及存在的缺陷,列出应修项目和改进项目,组织好人员、材料、备品、工具和技术安全措施,做到修前心中有数、记录齐全。参加检

修人员,修前必须熟悉设备图纸、质量要求、检修工艺。

(2) 设备解体时,对于可互换或需按一定方位装配的零部件(如端盖、轴承、定位销等)应做好标记,以防安装时螺孔错位、轴承与轴颈配合变化等原因而产生问题。

(3) 拆卸带有垫片的结合面或地脚垫片时,要做好其数量及原始记录,以便组装时作为调整的依据。特别是借以调整间隙的垫片更应注意,不可随意改变垫片的厚度。

(4) 做好检修记录,包括各部件间的间隙测量、各部件状况等情况,以及其他异常情况。

(5) 对于严密性较高的结合面(如机盖、轴承端盖等),解体时应用顶丝顶起。

(6) 设备解体的目的是检查内部零件的情况,损坏应及时更换或修理。掌握该拆必拆、能不拆就不拆的原则,因为每拆装一次零件总有磨损,一旦拆下则很难恢复到原状。例如齿轮与轴、轴承与轴的配合等,因为拆卸一次,配合的紧度就差一些。

(7) 设备、部件拆卸方法要适当,使用的工具要适当,防止损坏设备和部件。

(8) 对于有较高光洁度的结合面和端面等部位应加以保护,防止碰撞损坏。

(9) 在清洗齿轮、滚动轴承、液压零件时,应用净布擦拭,不允许有棉纱头等杂物留在机件上,防止油道堵塞、影响润滑,造成设备故障。

(10) 检修液压系统、减速器、油箱时,应对其废旧油回收。更换新油时,油室、油箱必须清扫干净,最后用面团粘净,检查合格后方可注新油。对油路应清理干净,回装前做吹通检查,防止油路堵塞。

(11) 在回装时,对于同一结合面的螺丝,一般应从中间向外对称均匀地紧固,使结合面切实严密;装配的螺栓杆应露出螺帽2~3扣,不应过长或太短;对转动、振动部位的螺栓,应装设保险垫片、弹簧垫圈、开口销等,防止退扣松动。

(12) 检修中因需要而变动的保护罩、密封罩及栏杆等应及时恢复,并符合要求。

(13) 检修后应对检修现场进行认真清理检查及清扫,不得留有杂物。

(三) 箱体的检修工艺

箱体检修的主要内容是结合面、各端盖的严密性检测。结合面变形及擦伤是产生漏油的主要原因之一,它与结合面连接螺栓的紧力、拆装工艺有直接关系,检修中应特别注意。

1. 螺栓的拆装

(1) 拆卸时,对结合面螺栓拧紧力矩不清时,应用力矩扳手测其每个螺栓的紧力,计算其同规格螺栓紧力的平均值,作为拧紧时的参考依据。

(2) 对于同一零件上有两个以上螺栓及结合面成组螺栓的拆装应严格按照“对称、交错(交叉)、分遍拧紧”(即先把所有螺母紧到所需力矩的1/3,然后紧到所需力矩的2/3,最后再完全拧紧),使每个螺栓应达到其允许力矩。如有定位销,应从靠近定位销的螺栓开始。要求预紧的必须预紧。

(3) 对螺纹部位进行认真地清洗,清除牙隙中的锈垢,对于配合有问题及易产生咬死的螺栓必须更换,并在装复时进行防锈、防咬死处理。

(4) 螺栓和螺母应能轻松地旋到待连接零件的表面上。

- (5) 有规定拧紧力矩要求的紧固件，应采用力矩扳手按规定拧紧力矩紧固。
- (6) 对优质螺栓和有特殊要求的专用螺栓不得随意代用。
- (7) 弹簧垫圈应有足够的弹性（自由状态下开口重叠部分不得大于垫圈厚度的一半）。
- (8) 受冲击载荷容易松动部位的螺母，必须使用防松螺母或其他防松方法。
- (9) 减速器结合面螺栓应不低于 8.8 级并按要求力矩拧紧（可参考表 1-2）。

表 1-2 减速器结合面螺栓拧紧力矩

螺栓直径（mm）	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
拧紧力矩（N·m）	43	74	181	353	618	1200	2050

2. 箱体清理检查

- (1) 箱体清理前应细致检查分析箱底内部剩余油液及油渣，以初步确定转动部件磨损状态，然后再由里到外清理减速器箱体，注意死角和回油槽（油沟），勿留油垢，保障油槽、通气孔畅通。
- (2) 清理检查液面指示器，使其标位正确、明亮。
- (3) 清理上下结合面上的残留密封胶，并检查结合面的平面度。为了保证不漏油，结合面应平整密合，接合面不应有贯穿内、外侧的横向沟槽及伤痕，必要时刮研修复。
- (4) 若箱内有冷却水箱时，应检查有无缺陷，必要时应做水压试验。

3. 箱体结合面严密性检测

减速器的结合面有箱体接合面、轴承盖结合面、观察孔结合面，对于有渗油的结合面可采用以下方法进行综合检查。

- (1) 塞尺检测：箱体结合面上任何处的间隙不应超过 0.03mm（螺栓拧紧后），在自由状态下用 0.05mm 的塞尺塞不过（螺栓拧紧前），塞尺塞入深度不得大于剖分面宽度的 1/3。
- (2) 色印法检查：首先将结合面清理干净，然后在接合面上薄薄涂一层红丹油并扣上盖进行微动推研。接合面积应不少于 75%，若达不到，可采用在结合面上涂一层薄薄的红丹油进行研刮，每研刮一遍应刮掉个别的高点和毛刺，这样经过 2~3 遍，一般就能达到精度要求。禁止对结合面的整体修研，避免造成瓦口过紧。
- (3) 压铅丝法：将结合面清理干净，在结合面上合理摆放几道铅丝（铅丝直径为 0.5~2mm，长 15~20mm 即可），上盖就位后对称地紧固螺栓，各螺栓的紧力一致（紧力以铅丝变形即可），然后松掉螺栓，取下上盖，用外径千分尺测量各铅丝的厚度，做好记录并根据数据分析结合面平整情况。
- (4) 用平板或平尺等工具检查箱体接合面平面度、平直度不得超过表 1-3 的数值。

表 1-3 减速器结合面直线度、平面度公差

接合面长度（mm）	≤40	>40~100	100~250	250~400	≤400~1000
公差（μm）	≤10~15	>15~25	25~40	30~50	>50~80