

国内外齿轮传动装置动态及其发展趋势

张展 2012.10

1. 齿轮传动在工业领域中心地位及特点

1.1 齿轮传动在工业领域中的地位

齿轮是使用量大面广的传动件。目前应用的齿轮大多为硬齿面齿轮。通常以齿面硬度 $\leq 280\text{HBW}$ 者为软齿面齿轮，齿面硬度在 $280-380\text{HBW}$ 者为中硬齿面齿轮，齿面硬度在 $45-62\text{HRC}$ 者为硬齿面齿轮。进行齿轮副设计时，小大齿轮硬度组合，可采用以下多种形式：

- 1) 大、小齿轮均用软齿面，调质对调质，要有一定硬度差 $\text{HBW}_1-\text{HBW}_2 > 50-70\text{HBW}$ ，否则，易产生胶合。通常以调质处理对正火处理为佳。
- 2) 大齿轮为软齿面，小轮用中硬齿面。
- 3) 大、小齿轮都用中硬齿面。
- 4) 大齿轮用中硬齿面，小齿轮用中硬齿面调质后氮化。
- 5) 大、小齿轮均用调质后氮化。
- 6) 大齿轮用中硬齿面，小齿轮用渗碳淬火。
- 7) 大、小齿轮均用渗碳淬火的硬齿面齿轮。

图 1 为德国一些公司技术发展情况的比较。

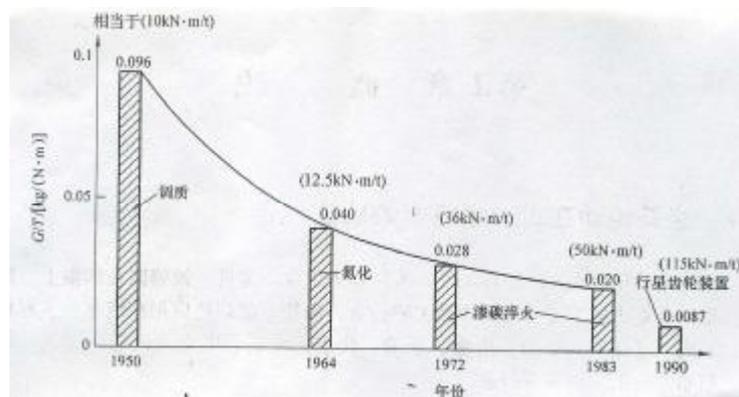


图 1 不同时期减速器的重量 G 和输出转矩 T 的比值

按输出单位转矩所需齿轮装置的质量 G/T 【 $\text{kg}/(\text{N} \cdot \text{m})$ 】或 T/G ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{t}$) 估算, 1950 年采用调质齿轮为 0.096 ($10\text{kN} \cdot \text{m}/\text{t}$), 1964 年采用氮化齿轮为 0.04 ($25\text{kN} \cdot \text{m}/\text{t}$), 1983 年采用渗碳淬火齿轮普通结构为 0.02 ($50\text{kN} \cdot \text{m}/\text{t}$), 行星齿轮传动可达 0.0087 ($115\text{kN} \cdot \text{m}/\text{t}$)。如果非常粗略地估计一下, 输出转矩 $T=100\text{N} \cdot \text{m}$ 需要齿轮装置的质量, 1950 年时为 10kg, 到了 1983 年可达到仅约 1kg。

图 2 为德国弗兰德 (Flender) 齿轮公司不同时期生产的传递同样功率的通用减速器的体积对比。我国发展状况与此相仿, 但要滞后一拍。

影响减速器承载能力提高的几个直接因素为:

- 1) 选择最佳的变位系数, 承载能力可提高 10%-15%。
- 2) 采用渗碳淬火磨齿的硬齿面齿轮, 承载能力可提高到 400%。
- 3) 采用功率分流, 如行星齿轮传动, 承载能力可提高 200% 或 300%。
- 4) 齿根强力喷丸, 弯曲强度可提高 15%, 接触强度可提高 30%。
- 5) 齿形或齿向修形, 使载荷呈理想状态分布, 承载能力提高程度也较大, 具体数值, 因情况而异。
- 6) 对于 7-9 级齿轮, 精度每提高一级, 承载能力可提高 10% 左右。

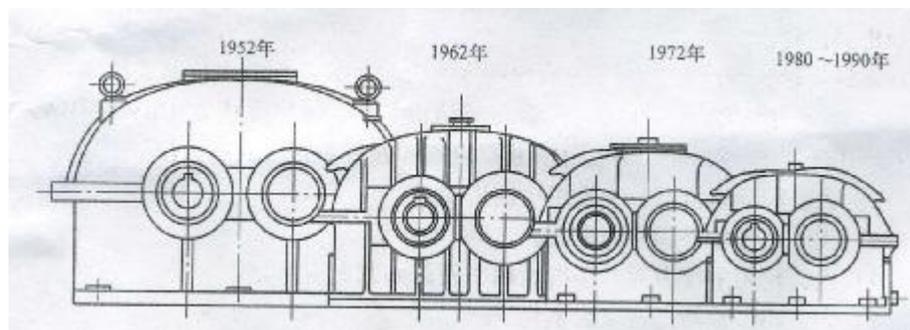


图 2 德国弗兰德公司减速器发展情况

随着传动技术的不断发展，如强度计算方式、修形技术、变形计算、优化设计等现代方法的应用，新齿形、新结构、新技术的应用，使齿轮传动的设计更完善，更接近实际。

对于引进的技术。始终要抓住几个核心问题：首先要“吃透”，这是消化吸收引进技术的基础；第二要结合国情，这是产品赖以生存，占领市场的条件；第三要创新，这是能够赶超国外先进水平的关键，是引进技术的灵魂。三者相辅相成，缺一不可，贯穿于整个过程的始终。

创新包括两个方面的内容：**1 博采众长。2 自己独创。**没有创新就谈不上赶超，就会永远跟在人家后面爬行。为此，应不断学习，不断地探索。齿轮设计者和制造者尽快地掌握世界上的最新技术，以及操作技能，勇于攀登科学技术的新高峰。

近年来，我国相继制定了齿轮和减速器许多新标准，新产品、新技术不断涌现。齿轮和减速器行业的年产值超过 1600 亿元人民币，为我国机械产品的发展做出了重大的贡献。

现代，世界齿轮与减速器技术发展总的趋势是向“六高、两低、两化”方向发展。“六高”是指高承载能力、高齿面硬度、高精度、高速度、高可靠性和高传动效率；“两低”是指低噪声、低成本；“两化”是指标准化、模块化（多样化）。

1.2 齿轮传动的特点

1. 传动比变化范围大，适用于减速或增速传动。一般单级圆柱齿轮传动为 1-7，普通行星齿轮传动为 2.8-12.5，蜗杆传动为 5-100，少齿差传动为 10-200，谐波传动为 80-320。
2. 圆周速度范围大。一般齿轮的节线速度为 0.1-200m/s，当今世界上最高速度已达到 300m/s，而转速为 1-20000r/min。
3. 传动效率范围大，承载能力高。高速齿轮传动功率可达 50000kW

以上，低速重载齿轮的转矩可达 $14 \times 10^5 \text{N} \cdot \text{m}$ 以上。

4. 传动效率高。一般精度较高的圆柱齿轮副，其效率可达 98% - 99%。
5. 使用寿命长。设计合理的齿轮，在适当材料与热处理工艺条件下，且具有足够的齿轮制造精度，保证在正常的工况下运转工作，可取得较长的使用寿命，一般为 5-10 年，较好的情况可达 20-30 年。

2 行星齿轮传动的发展概况

我国是发明齿轮和应用齿轮传动最早的国家。早在西汉时代（约 1 世纪）已应用了铸铜齿轮；东汉时代（公元 78-139 年）张衡已用了较复杂的齿轮系。特别是在行星差动传动方面，我国早在南北朝时代（公元 429-500 年），世界闻名的伟大科学家祖冲之发明了如图 3 所示，

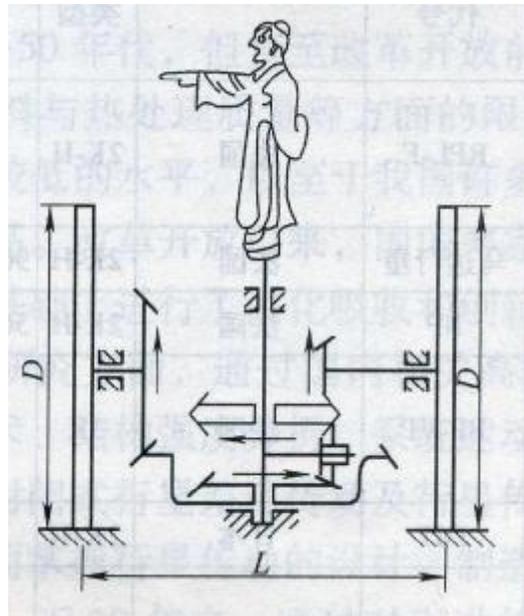


图 2 具有锥齿轮行星差动传动的指南车

具有锥齿轮行星差动传动的指南车。这种由锥齿轮组成的行星差动传动能保证“圆转不穷，而司方如一”。因此，我国行星差动

传动的应用比欧美各国早 1300 多年。

1880 年，德国出现了第一个行星齿轮传动装置的专利。19 世纪以来，机械工业特别是汽车和飞机工业的发展，对行星齿轮传动的发展有很大的影响。1920 年，首次成功制造出行星差动传动装置，并首先用作汽车的差速器。从 1938 年开始，集中发展汽车用的行星差动传动装置。第二次世界大战后，高速大功率船舰、透平发电机组、透平压缩机组、航空发动机及工程机械的发展，促进了行星齿轮传动的发展。

高速大功率行星齿轮传动的实际应用，于 1951 年首先在德国获得成功，1958 年后，英、意、日、美、前苏联、瑞士等国亦获得成功，均有系列产品，并已成批生产，普遍应用，详见表 1 世界各国行星减速器基本特性。

表 1 世界各国行星减速器基本特性

序号	名称 代号	国别	传动 类型	承载能力		传动比 <i>i</i>		传动效率 η		与普通传动比较	
				转矩 <i>T</i> /N·m	功率 <i>P</i> /kW	单级	系列	单级	系列	$\Delta m(\%)$	$\Delta V(\%)$
1	DEMAG	德国	2K-H	—	22 ~ 546000	4 ~ 12.5	约 100	>96%	—	20	15
2	FWH	德国	2K-H	—	7 ~ 10000	2.8 ~ 12.5	约 200	>96%	—	25	20
3	PRN	捷克	2K-H	—	52 ~ 4400	2.8 ~ 12	—	>96%	—	20	—
4	KFUPP	德国	2K-H	—	48 ~ 22100	2 ~ 12	—	~98%	—	45	20
5	MIP MIS	日本	2K-H	—	48 ~ 22140	2 ~ 12	—	~98.5%	—	45	20
6	APG ASG	英国	2K-H	—	58 ~ 11030	3 ~ 12	—	~99%	—	46	22
7	TS	捷克	2K-H	—	0.14 ~ 36	—	16 ~ 2800	—	—	55	30
8	PH PT	德国	2K-H	—	~ 8830	1.3 ~ 10	—	—	—	—	20

(续)

序号	名称代号	国别	传动类型	承载能力		传动比 <i>i</i>		传动效率 η		与普通传动比较	
				转矩 <i>T</i> /N·m	功率 <i>P</i> /kW	单级	系列	单级	系列	$\Delta m(\%)$	$\Delta V(\%)$
9	RPL-F	法国	2K-H	~1700	0.11~44	—	5.01~56.4	—	~96%	50	—
10	马达行星	法国	2K-H	90~8000	0.36~22	—	—	—	—	—	40
11	NP	法国	2K-H	50~1000	—	—	3~35	94%	—	55	60
12	BP-VP	法国	3K	280~7160	—	—	25~2500	93%	—	50	40
13	IMT	日本	2K-H	—	0.29~11	—	40~60	—	>95%	50	40
14	SADI	比利时	2K-H	—	0.24~22	—	15~5000	—	83%~98%	—	60
15	S.G.P	奥地利	2K-H	~960000	—	—	5.33~6.2	—	~98%	—	20
16	超小型	日本	2K-H	—	0.012~7.5	—	约11040	—	—	—	—
17	2K-H型	前苏联	2K-H	—	—	1.14~9	约2500	96%~98%	约91%	约50	约50
18	PBF	德国	2K-H	83300~251000	—	—	10~63	—	两级 ≥96%	35	25
19	ZK	中国 (JB/T 9043.1—1999)	2K-H	55060~1390330	—	—	4~40	~98%	两级 ≥96%	35	25
20	ZZ	中国 (JB/T 9043.2—1999)	2K-H	9592~2057000	—	—	3.15~400	~98%	两级 ≥96%	35	25
21	NGW型	中国 JB 1799—1976	2K-H	~37400	1~1300	2.8~12.5	2.8~1828	~98%	两级 ≥96%	35	25
22	NGW型	中国 JB/T 6502—1993	2K-H	~250000	1~40000	4~9	4~400	~98%	两级 ≥96%	35	25

英国 Allen 齿轮公司生产的压缩机用行星齿轮减速器，功率 $P=25740\text{kW}$ ；德国 Renk 公司生产的船用行星减速器，功率 $P=11030\text{kW}$ 。

低速重载行星减速器已由系列产品发展到生产特殊用途产品，如法国 Citroen 生产用于水磨机、榨糖机、矿山设备的行星减速器，重量达 125t，输出转矩 $T=3900\text{kN}\cdot\text{m}$ ；德国 Renk 公司生产矿

井提升机减速器,功率 $P=1600\text{kW}$,传动比 $i=13$,输出转矩 $T=350\text{kN}\cdot\text{m}$;日本宇都兴产公司生产了一台 $P=3200\text{kW}$, $i=720/480$, 输出转矩 $T=2100\text{kN}\cdot\text{m}$ 的行星减速器。

行星齿轮传动技术是齿轮传动技术的一个重要分支。采用行星齿轮传动技术开发的各类行星齿轮减速器及行星齿轮增速器,较之于一般的定轴式齿轮箱,在传递同样功率或转矩时,具有更小的体积、更轻的重量及更高的效率,因而也更易于进行传动的布置,便于降低造价、运输和检修成本,因此在水泥、冶金、煤炭、矿山及石化等许多行业普遍得以应用。

2.1 普通行星齿轮传动

普通行星齿轮传动是目前国内外应用最为普通的一种形式,经过多年的研究及应用,人们对其设计、制造工艺的了解已十分深入。因此,从采用普通 2K-H 型行星传动技术中,发展了多种形式的系列产品,如在我国应用较为普遍的通用行星齿轮减速器系列产品(JB/T6502-1993)。此外,还有分别用于立磨机、辊压机、铝铸轧机的行星齿轮箱的最大输出转矩已达 $1200\text{kN}\cdot\text{m}$;风力发电增速器的最大传递功率已达 1400kW 。国内重载行星齿轮箱的设计制造水平,已达到国外同类产品先进水平,近年来重载行星齿轮箱引进的数量大为减少。

2.2 行星差动传动

行星差动传动作为 2K-H 型传动的一种特殊应用形式,是采用 2K-H 型轮系两个自由度间不同形式的组合,以实现运动或动力的分解、控制及调整。近些年来,利用行星差动传动技术开发了许多新产品,在很多行业发挥着重要的作用。

行星差动主要用于运动的合成与分解。当一个基本构件为主动件,另外两个基本构件作为从动件输出功率时,行星差速器使输入功率和主运动按某种要求进行分解;当两个基本构件为主动件输入

功率，另外一个基本构件作为从动件输出功率时，差速器使输入功率和主动运动按某种要求进行合成。就实际应用而言，前者并不是单纯分解了功率和运动，更重要的是解决了用别的传动方式难以解决的问题。后者也不但是进行了功率和运动的合成，而是利用这种传动的特点，可以解决在一定范围内调速和多驱动问题。

行星差动传动已广泛的应用于起重运输机械、冶金矿山机械、化工机械、机床和轻工机械等方面。应用行星差速器进行差速和差动调速，在一定条件下，比采用交、直流电动机或液压传动具有如下优点。

- 1) 机械设备简单。如汽车后桥的差速器，比利用其他差速方法简单得多。
- 2) 调速电动机功率和相应的控制电气装置明显减少。
- 3) 差速效果好，调速精度高，运行平稳。
- 4) 设备投资少，运行费用低，可取得较大的经济效益。

用于差速器的行星差动，常用为 2K-H(NGW)型、2K-H(WW)型、ZUWGW型传动。这些行星传动与适当的定轴齿轮传动组合，可形成行星差速器。

2K-H(NGW)型差速器结构紧凑，轴向尺寸小，重量轻，应用范围较广，目前在离心机上广泛应用。

2K-H(WW)型行星差速器结构简单，但尺寸和质量较大。由于其传动效率与传动比紧密相关，在设计时应慎重考虑（当 $i_{ab}^H=2$ 时较为理想）。

采用 ZUWGW 型行星差速器时，输入轴与输出轴可垂直，适宜用于车辆前后桥的差速器，常取 $i_{ab}^H=-1$ 。此外，还常用于小功率的差动调速及机床传动系统中，如滚齿机中的差动机构等。

2.3 行星差动传动典型应用实例

1) 行星差动传动装置已广泛的应用于起重机、卸船机的抓斗及电炉的升降运动, 以实现正常运行及升行程时快速运动要求。在连铸设备的钢包移动台车驱动装置中, 采用行星差动传动装置, 亦可实现正常运行及起步和停车时慢速运行要求。

目前, 国内在大型卸船机上广泛应用四卷筒机构行星差动减速器。原来小车运行、抓斗升降与抓斗的开闭需要三套传动系统, 而今采用两台行星差动减速器、四只卷筒、两台主电机、一台行走电动机就可以实现上述要求, 简化结构, 减轻重量, 对大梁的作用力减小。具有突出的优点。

2) 利用行星差动传动装置的调速功能, 驱动大小型连轧机、风机、泵及磨机等, 可对工作机输出转速进行调节, 以实现相应的工艺要求, 或调整其输出的流体流量及压力等, 可明显改善作业品质, 降低运行能耗, 减少资源浪费。

3) 利用行星差动传动技术开发的可控起动传动装置, 通过控制差动机构中某一自由度的转速变化, 进而实现输出级的平稳起动, 可大大减缓起动冲击, 减小起动电流, 改善起动品质。目前在长距离带输送机上已得到广泛应用, 其最大传递功率可达 3000KW, 并可实现多点驱动且自动实现载荷均衡。

4) 利用行星差动传动技术开发的高速差速器, 应用于卧式螺旋卸料离心分离机, 可实现固液物料的分离作业。行星差速器最高工作转速可达 5000r/min, 最大驱动转矩可达数万牛·米。

2.4 行星齿轮传动的发展方向

世界各先进工业国, 经由工业化、信息化时代, 正在进入知识化时代, 行星齿轮传动在设计上日趋完善, 制造技术不断进步, 使行星齿轮传动已达到较高水平。我国与世界先进水平虽存在明显差距, 但随着改革开放带来设备引进、技术引进, 在消化吸收国外先进技术

方面取得长足的进步。目前行星齿轮传动正向以下几个方向发展：

1) 向高速、大功率及低速大转矩的方向发展。例如：年产 300kt 合成氨透平压缩机的行星齿轮增速器，其齿轮圆周速度已达 150m/s；日本生产了巨型船舰推进系统用的行星齿轮箱，功率为 22065KW；大型水泥磨中所用 80/125 型行星齿轮箱，输出转矩高达 4150KN·m。在这类产品的设计与制造中，需要继续解决均载、平衡、密封、润滑、零件材料与热处理，以及高效率、长寿命、可靠性等一系列设计制造技术问题。

2) 向无极变速行星齿轮传动发展。实现无级变速，就是让行星齿轮传动中三个基本构件都转动并传递功率，这只要对原行星机构中固定的构件附加一个转动，如采用液压泵及液压马达系统来实现，就能成为无级变速器。

3) 向复合式行星齿轮传动发展。近年来，国外将蜗杆传动、交错轴斜齿轮传动、圆锥齿轮传动与行星齿轮传动组合使用，构成复合式行星齿轮箱。其高速级用前述各种定轴类型传动，低速级用行星齿轮传动，这样可适应相交轴和交错轴间的传动，可实现大传动比和大转矩输出等不同用途，充分利用各种类型传动的特点，克服各自的弱点，以适应市场上多样化需要。如制碱工业澄清桶用蜗杆蜗轮-行星齿轮减速器，总速比 $i=4462.5$ ，输出转速 $n=0.125r/min$ ，输出转矩 $T=27200N \cdot m$ 。

4) 向少齿差行星齿轮传动方向发展。这类传动主要用于大传动比、小功率传动。

5) 制造技术的发展方向。采用新型优质钢材，经热处理获得高硬齿面（内齿轮离子渗氮，外齿轮渗碳淬火），精度加工以获高齿轮精度及低表面粗糙度（内齿轮精插齿达 5-6 级精度，外齿轮经磨齿达 5 级精度，表面粗糙度 $Ra=0.2-0.4\mu m$ ），从而提高承载能力，保证可靠性和使用寿命。

3 其他类型齿轮传动及有关问题

3.1 风力发电传动装置

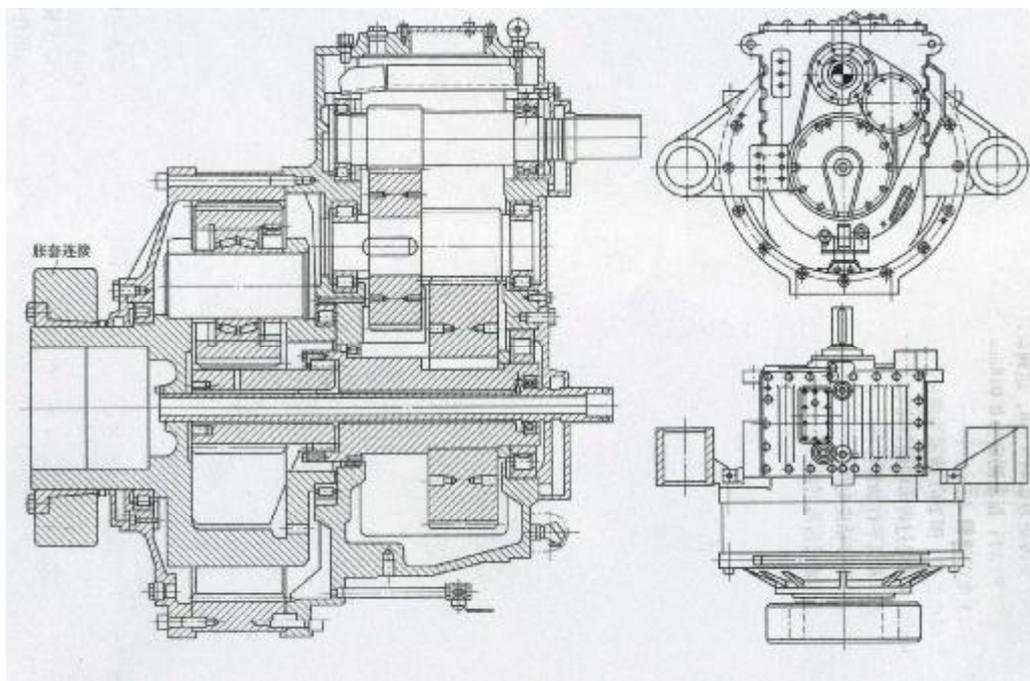


图 3 一级行星和两级平行轴圆柱齿轮传动齿轮箱（风电齿轮箱）



图 4 风电轴承

3.2 星形齿轮传动-大功率、大转矩传动是发展方向之一

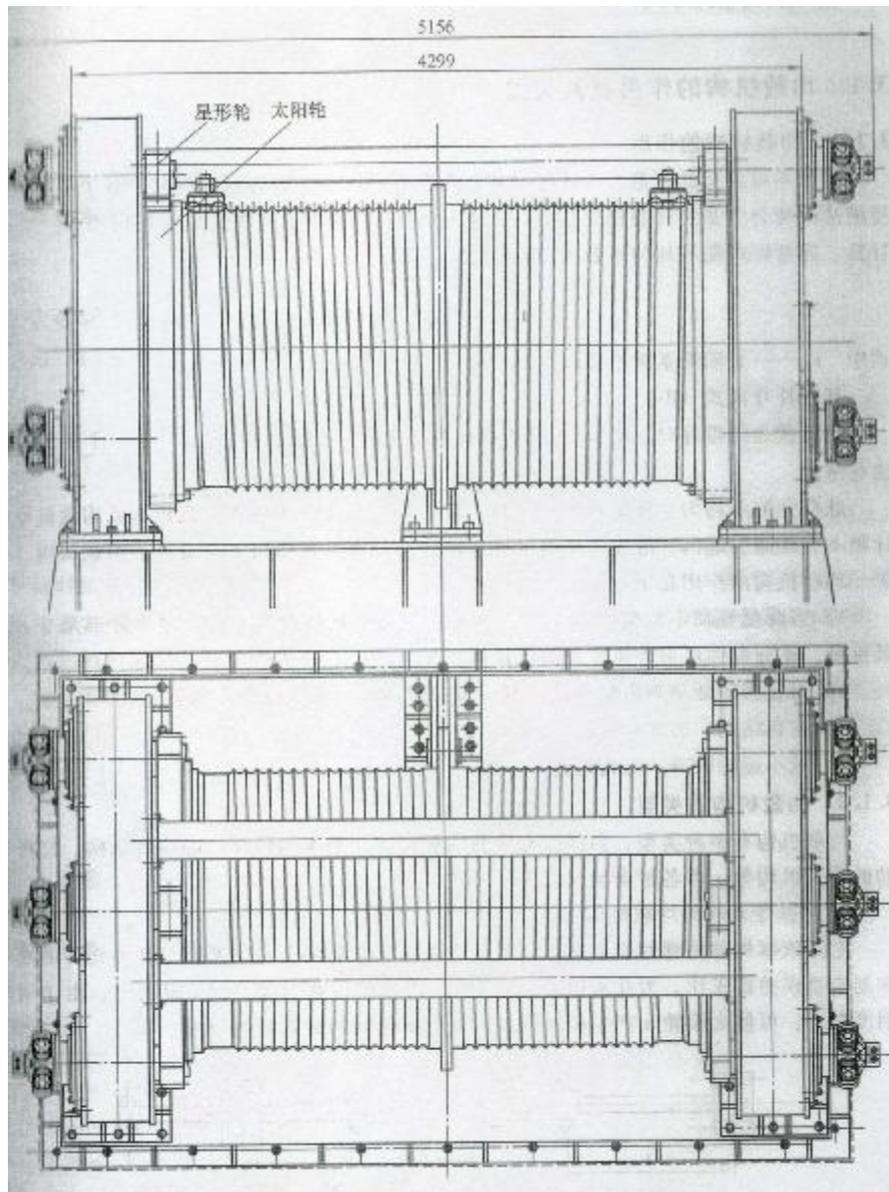


图5 6 星形轮驱动两个太阳轮的传动装置

3.3 四卷筒机构行星差动装置

目前，国内在大型卸船机上（见图 6）广泛应用四卷筒机构行星差动装置。原来小车的运行、抓斗的开闭需用三套传动系统，而今用

两台行星差动减速器、四只卷筒、两台主电动机、一台行走电动机就可实现上述要求，简化结构，减轻质量，对大梁的作用力减小，具有突出的优点。

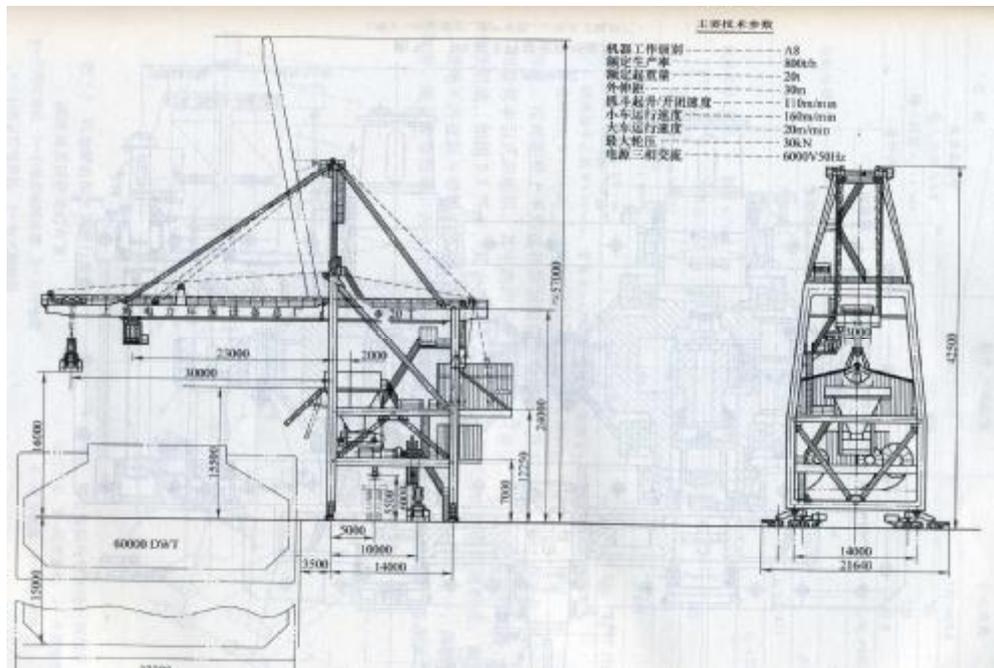


图 6 20t 抓斗卸船机 800t/h,生产单位: 上海水工机械厂

在卸船机上首先应用四卷筒机构行星差动装置是法国佳提公司 (Caillard Levage)。1988 年法国佳提公司名扬海内外，为世界众多散货装卸和港务管理当局所熟知。其向世界各地提供它的产品，亦在这一领域始终保持技术国际领先地位，信誉卓绝。

我们由此得到启发，在国内开发应用这一技术。在卸船机上采用新颖的四卷筒牵引方式，小车自重轻，绳索简单，钢绳对大梁的作用力小，绳索寿命长且更换方便。原来小车行走、抓斗起升、抓斗开闭要用三套传动装置，现在合并为一套-四卷筒传动装置，简化了结构。目前，国内开始普遍应用，其核心技术-行星差动减速器的设计与制造。多年来，我们先后研制了抓斗容量 10t、16t、18t、22t、25t、

表 2 10t 抓斗行星差动减速器 主要技术参数

名称		起升、开闭机构	行走机构	
电动机型号		YZP315L-8	YZP280S-8	
输入功率 P/kW		132	45	
输入转速 $n_1/(\text{r}/\text{min})$		735	735	
总传动比 i		$i = 13$	$i = 10.6$	
轴传动	齿数比	$z_2'/z_1' = 112/43 = 2.6$	$z_2/z_1 = 63/35 = 1.8$	$z_4/z_3 = 160/34 = 4.706$
	模数 m/mm	5	4	5
	螺旋角 β	$\beta = 12^\circ$	$\beta = 11^\circ 28' 42''$	$\beta = 0$
	传动比 i	$i_1' = 2.60$	$i_1 = 8.471$	
行星传动	齿数 z	$z_a = 30$	$z_g = 45$	$z_b = 120$
	模数 m/mm	5		
	传动比 $i_{\text{行星}}$	5	1.25	
输出转速 $n_2/(\text{r}/\text{min})$		56.5	69	
输出速度 $v/(\text{r}/\text{min})$		98	119	
输出转矩 $T_2/\text{kN} \cdot \text{m}$		$2 \times 21 (\eta = 0.94)$	$5.8 (\eta = 0.94)$	

注: 1. 减速器中心高 $H = 480\text{mm}$, 重量 $G = 4200\text{kg}$, 卷筒中心距离 $L = 800\text{mm}$ 。

3.3.2 特点和原理

1. 主要特点

- 1) 以 2K-H 型行星齿轮传动组成的行星差动减速器, 体积小、重量轻、仅为定轴传动的 1/2 左右, 本设计的重量为 3900kg。
- 2) 组合巧妙, 由两台行星差动减速器就可组成四卷筒驱动装置。
- 3) 承载能力大, 以 2K-H 型组成的行星差动装置, 具有大的承载能力和过载能力。
- 4) 其中行星传动部分采用鼓形齿联轴器的太阳轮浮动, 以实现行星轮间的均载作用, 无径向支承, 简化结构, 均载效果好。
- 5) 齿轮的材质组合和齿轮参数的设计计算与选配合理。行星架及各传动件结构合理, 工艺性好。如输出轴采用锥度 1:10 的锥形轴, 便于装卸和维护保养。

因此，在卸船机上采用这种新型的四卷筒机构，具有节能、节材的优点。

四卷筒牵引式卸船机，其中的四卷筒机构由四只卷筒、两只行星差动减速器。电动机和制动器组成，如图 8 所示。

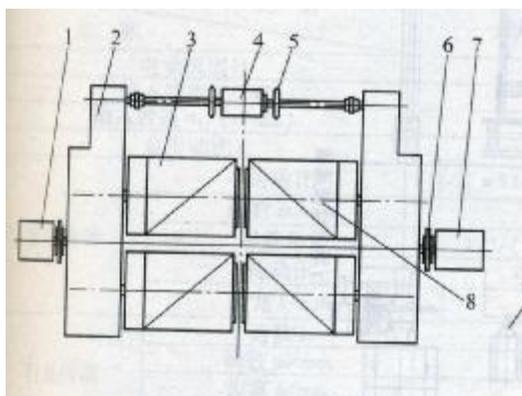


图 8 四卷筒机构

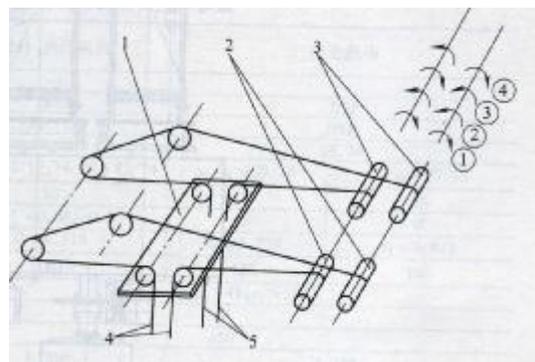


图 9 四卷筒机构钢丝绳的缠绕法

其中绕绳方式如图 9 所示，由四根钢绳组成，而小车移动时，钢绳不再在抓斗滑轮中移动。他的起升、开闭和小车牵引机构合二为一，因而称为四卷筒机构。绳系非常简单，而机构的组合相当巧妙。四卷筒装置的布置如图 10 所示。

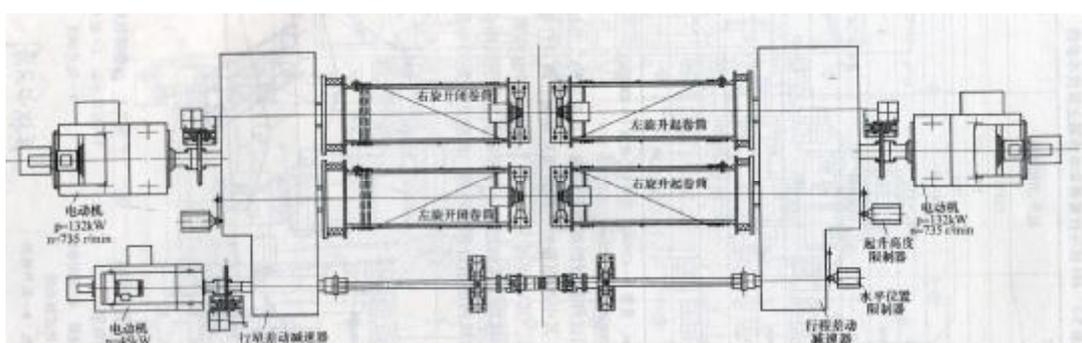
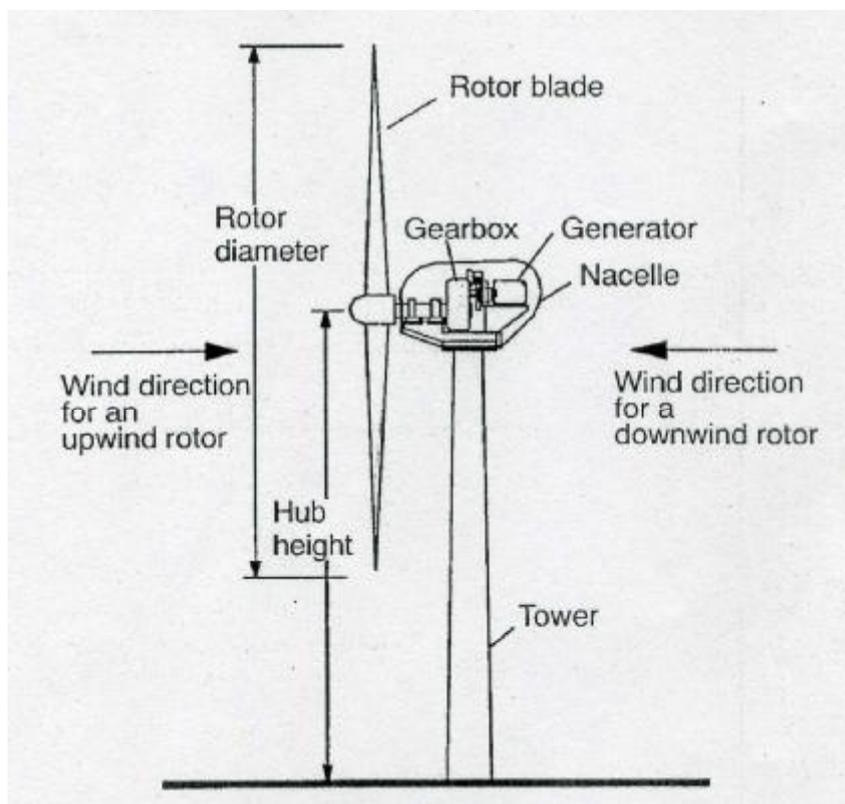
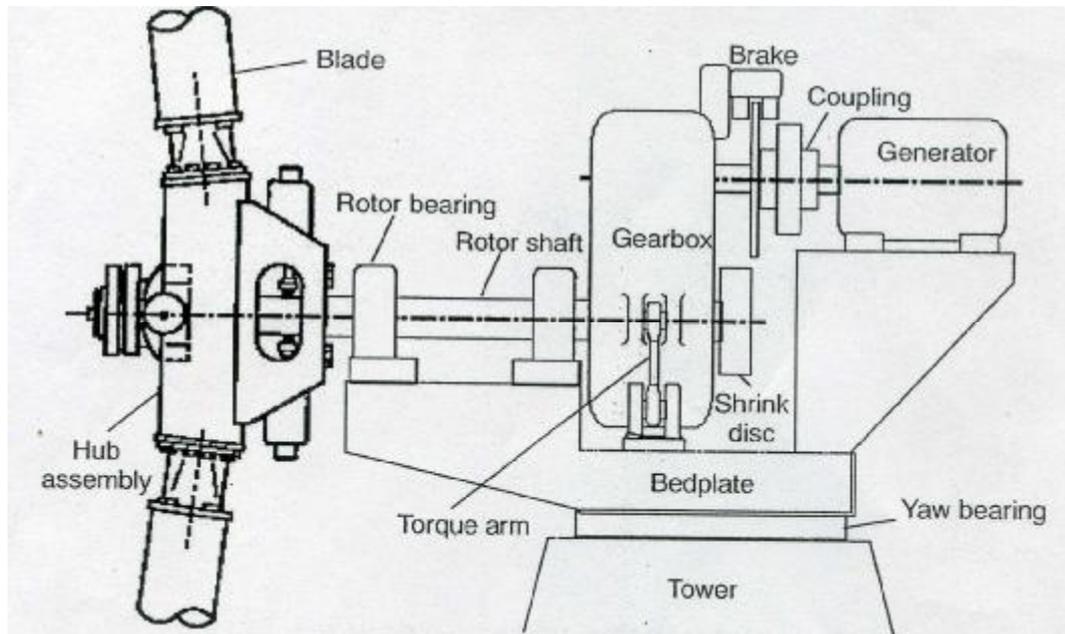


图 10 四卷筒装置的布置



近年的著作

- (1) 机械设计通用手册 2011年第二次印刷 158元 机械工业出版社
- (2) 齿轮设计与常用数据速查 2010年第二次印刷 41元 机械工业出版社
- (3) 减速器设计与常用数据速查 2010.1 38元 机械工业出版社
- (4) 齿轮传动的失效及其对策 2011.8 38元 机械工业出版社
- (5) 机械传动测绘技术与实例 2011.5 33元 机械工业出版社
- (6) 渐开线圆柱齿轮传动 2012.1 56元 机械工业出版社
- (7) 实用齿轮设计计算手册 2011.3 148元 机械工业出版社
- (8) 行星差动传动装置 2009.1 80元 机械工业出版社
- (9) 联轴器、离合器与制动器设计选用手册 2009.9 88元 机械工业出版社
- (10) 齿轮加工工艺手册 2010.4 98元 机械工业出版社
- (11) 齿轮检测技术 2012.4 39元 机械工业出版社
- (12) 渐开线变位齿轮传动 2011.9 58元 国防工业出版社
- (13) 渐开线少齿差行星传动装置 2012即出 机械工业出版社
- (14) 实用机械传动装置设计手册 2012即出 机械工业出版社
- (15) 齿轮常用材料与热处理 2012即出 机械工业出版社
- (16) 英汉机械工程常用词汇 2012即出 机械工业出版社

(1) 机械工业出版社

100037# 北京市百万庄大街22号

联系人: 策划编辑 黄丽梅 [TEL: \(010\)88379770](tel:01088379770) FAX: (010)68351729
13671128752

开户银行: 北京工行百万庄支行

账号: 0200001429024901811

(2) 国防工业出版社

100044# 北京海淀区紫竹院南路23号

联系人: 程邦仁 主任 [TEL: \(010\)88540607](tel:01088540607) FAX: (010)88540559
13811662768

开户银行: 北京工行四道口支行

账号: 0200049319201076153

(3) 张展

213333# 江苏溧阳市天目湖工业园溪缘路6号

江苏上齿集团有限公司 技术中心

[TEL: \(0519\)83101153](tel:051983101153) 13764688254

FAX: (0519)88301184 [Email: 85881539@qq.com](mailto:85881539@qq.com)

zjfwcz@yahoo.cn

zjfwcz@sohu.com

zjfwcz@126.com