

微控新能源飞轮储能产品简介

目录 Contents

VYCON 微控

1 微控新能源简介

2 飞轮技术及微控飞轮储能产品介绍

3 能量回收领域应用

4 不间断电源保障领域应用

5 电力行业应用

6 国防领域应用

7 ORC低温余热发电





微控公司简介

微控，动能储能技术领航者

公司概况

国家高新技术企业，总部位于中德（沈阳）高端装备制造产业园

在深圳、北京、上海等国内多个城市设有分支机构

并购美国VYCON公司，在洛杉矶设有研发中心

公司竞争力

掌握五轴主动磁悬浮轴承等核心技术，拥有完全自主知识产权

辽宁省主动磁悬浮技术应用工程研究中心依托单位，承担多个省部级重大科技专项研发项目

建有全国唯一一条量产磁悬浮飞轮生产线

参与我国飞轮技术标准制定，拥有国内/国际专利41项

公司产品部署规模

全球部署数量超过2000台

行业涵盖电力、数据中心、工业、电信、医疗、交通运输等

1.1 沈阳微控新能源技术有限公司简介

全球化布局





竞争壁垒

核心技术,自主可控技术体系









发明专利证书



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

国内唯一量产的磁悬浮飞轮生产线及测试线





规模化部署







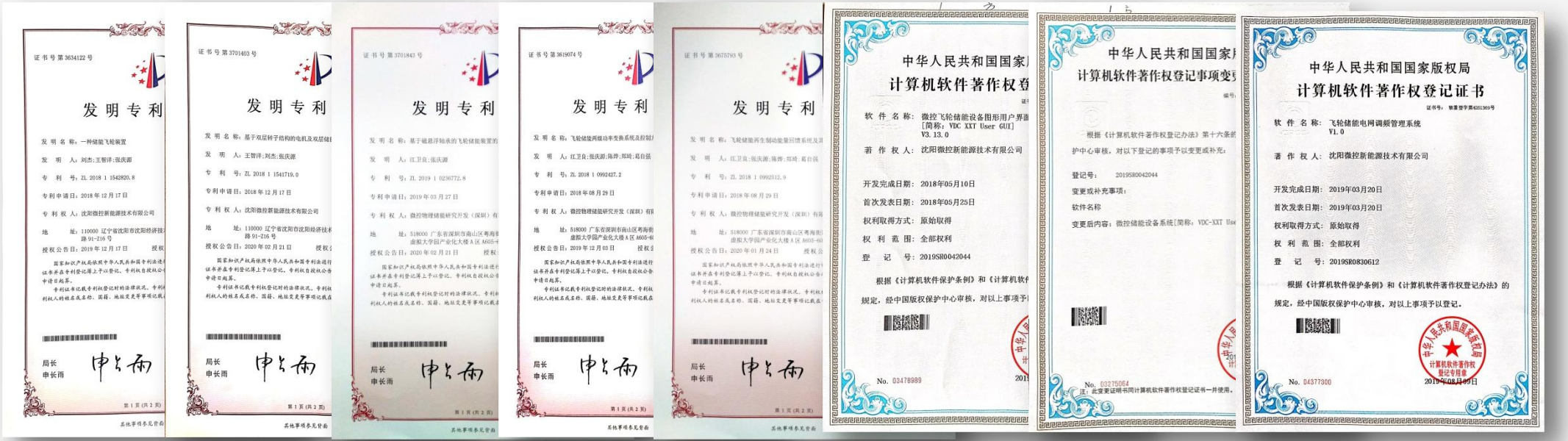
1.1 微控技术来源-VYCON公司

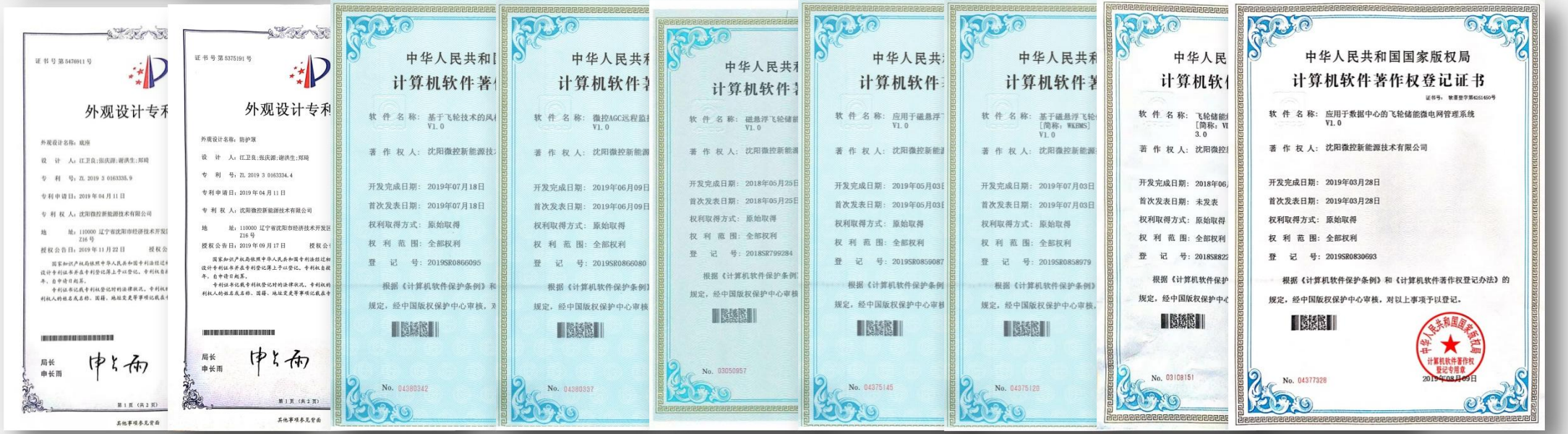
- 成立于2003，公司总部位于美国加利福尼亚州，洛杉矶
- 专业的磁悬浮飞轮储能产品与服务供应商
- 全球唯一在轨道交通行业大规模部署飞轮储能产品的科技公司；
- 掌握全球领先的磁悬浮飞轮储能技术，拥有飞轮领域24项发明专利
- 成熟的商业化应用，截止2019年，在全球有超过1,900 套磁悬浮飞轮储能装置在现场运行





1.2 微控自主可控技术体系





1.2 微控产品测试报告

VYCON 微控



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

Certificate Number 20180816-E250945
Report Reference E250945-20080911
Issue Date 2018-AUGUST-16

Issued to: VYCON INC
16323 SHOEMAKER AVE
CERRITOS CA 90703

This is to certify that representative samples of: MOTOR-GENERATOR SETS
Flywheel Energy Storage System – Model VDC XXT, VDC XXE and VDC-XE may be followed by a "B" or "S". Models GE Premium Flywheel , GE ENHANCED FLYWHEEL and GE STANDARD FLYWHEEL may be followed by "S".

Have been investigated by UL in accordance with the Standard(s) indicated on this Certificate.

Standard(s) for Safety: UL 508 STANDARD FOR INDUSTRIAL CONTROL EQUIPMENT
UL 1004-1 STANDARD FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINES - GENERAL REQUIREMENTS
UL 1248 STANDARD FOR ENGINE-GENERATOR ASSEMBLIES FOR USE IN RECREATIONAL VEHICLES
CSA C22.2 NO. 100 MOTORS AND GENERATORS
CSA C22.2 NO. 14-13 INDUSTRIAL CONTROL EQUIPMENT

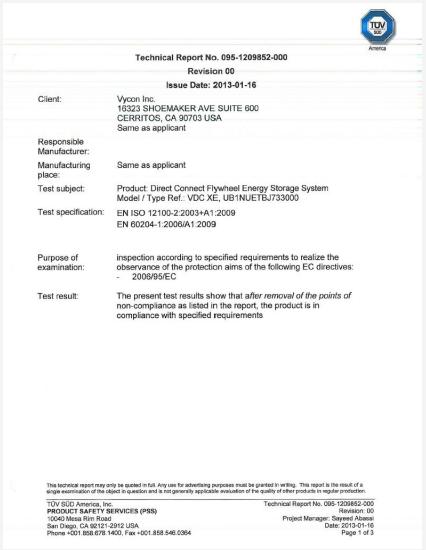
Additional Information: See the UL Online Certifications Directory at www.ul.com/database for additional information

Only those products bearing the UL Certification Mark should be considered as being covered by UL's Certification and Follow-Up Service.

Look for the UL Certification Mark on the product.

Page 1 of 1

Created by UL Document Assembler 2018-08-23 11:26:42 -05:00



Technical Report No. 095-1209852-000
Revision 00
Issue Date: 2013-01-16

Client: Vycon Inc.
16323 SHOEMAKER AVE SUITE 600
CERRITOS, CA 90703 USA
Same as applicant

Responsible Manufacturer:

Manufacturing place: Same as applicant

Test subject: Product: Direct Connect Flywheel Energy Storage System
Model / Type Ref.: VDC XE, UB1NUETBJ733000

Test specification: EN ISO 12100-2:2003+A1:2009
EN 60204-1:2006/A1:2009

Purpose of examination: inspection according to specified requirements to realize the observance of the protection aims of the following EC directives:
- 2006/95/EC

Test result: The present test results show that *after removal of the points of* non-compliance as listed in the report, the product is in compliance with specified requirements

This technical report may only be quoted in full. Any use for advertising purposes must be granted in writing. This report is the result of a single examination of the object in question and is not generally applicable evaluation of the quality of other products in regular protection.

TÜV SÜD America, Inc.
PRODUCT SAFETY SERVICES (PSS)
10040 Mesa Rim Road
San Diego, CA 92121-2912 USA
Phone +001.858.678.1400, Fax +001.858.546.0364

Technical Report No. 095-1209852-000
Revision: 00
Project Manager: Sayeed Abassi
Date: 2013-01-16
Page 1 of 3



OFFICE OF STATEWIDE HEALTH PLANNING AND DEVELOPMENT
FACILITIES DEVELOPMENT DIVISION

APPLICATION FOR OSHPD SPECIAL SEISMIC CERTIFICATION PREAPPROVAL (OSP)

OFFICE USE ONLY
APPLICATION #: OSP – 0440 – 10

OSHPD Special Seismic Certification Preapproval (OSP)

Type: ☒ New ☐ Renewal

Manufacturer Information

Manufacturer: Vycon, Inc.
Manufacturer's Technical Representative: Octavio Solis
Mailing Address: 16323 Shoemaker Avenue, Cerritos, CA 90703
Telephone: 562-282-5507 Email: osolis@calnetix.com

Product Information

Product Name: VDC Flywheel
Product Type: Flywheel Energy Storage System
Product Model Number: VDC-XES, VDC-XXES
(List all unique product identification numbers and/or part numbers)
General Description: Flywheel DC energy storage system.
Mounting Description: Rigid base mounted.

Applicant Information

Applicant Company Name: TRU Compliance, LLC - A Tobolski Watkins Affiliate
Contact Person: Matthew J. Tobolski, Ph.D., S.E.
Mailing Address: 960 SW Disk Dr., Ste. 104, Bend, OR 97702
Telephone: 844-878-0200 Email: mtobolski@trucompliance.com

I hereby agree to reimburse the Office of Statewide Health Planning and Development review fees in accordance with the California Administrative Code, 2013.

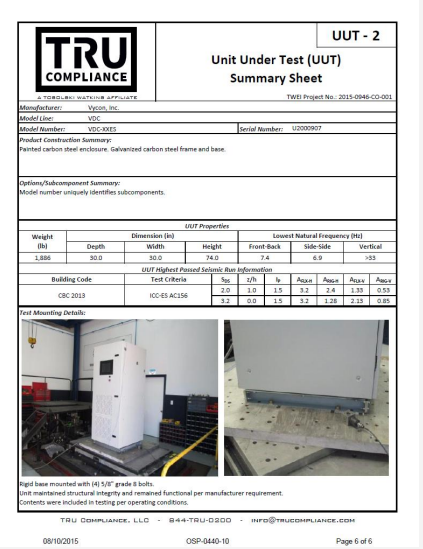
Signature of Applicant: Date: 07/20/2015
Title: President & CEO Company Name: TRU Compliance, LLC

"Access to Safe, Quality Healthcare Environments that Meet California's Diverse and Dynamic Needs"
STATE OF CALIFORNIA – HEALTH AND HUMAN SERVICES AGENCY
OSH-FD-799 (REV 10/21/14)

OSHPD

Page 1 of 3

08/10/2015 OSP-0440-10 Page 1 of 6



TRU COMPLIANCE
A TOBOLSKI WATKINS AFFILIATE

UUT - 2
Unit Under Test (UUT)
Summary Sheet

TWEI Project No.: 2015-0946-CO-001

Manufacturer: Vycon, Inc.
Model Line: VDC
Model Number: VDC-XXES Serial Number: U2000907

Product Construction Summary:
Painted carbon steel enclosure. Galvanized carbon steel frame and base.

Options/Subcomponent Summary:
Model number uniquely identifies subcomponents.

UUT Properties

Weight (lb)	Dimension (in)			Lowest Natural Frequency (Hz)		
	Depth	Width	Height	Front-Back	Side-Side	Vertical
1,886	30.0	30.0	74.0	7.4	6.9	>33

UUT Highest Passed Seismic Run Information

Building Code	Test Criteria	S_{DS}	z/h	I_P	A_{FLEX}	A_{RIGID}	A_{FLEX}	A_{RIGID}
CBC 2013	ICC-ES AC156	2.0	1.0	1.5	3.2	2.4	1.33	0.55
		3.2	0.0	1.5	3.2	1.28	2.15	0.85

Test Mounting Details:

Rigid base mounted with (4) 5/8" grade 8 bolts.
Unit maintained structural integrity and remained functional per manufacturer requirement.
Contents were included in testing per operating conditions.

TRU COMPLIANCE, LLC · 844-TRU-0200 · INFO@TRUCOMPLIANCE.COM

08/10/2015 OSP-0440-10 Page 6 of 6



KETOP 开普

电磁兼容检验证书

EMC TEST CERTIFICATION

No. 202010486

委 托 单 位：沈阳微控新能源技术有限公司

产 品 型 号：VDC-XXT

产 品 名 称：高速飞轮储能装置

检验报告编号：JW200773-EMC

检 验 类 别：型式检验

检 验 项 目：

序号	标	准	结论
1	辐射发射限值检验	GB 4824-2013	合格
2	传导发射限值检验	GB 4824-2013	合格
3	静电放电抗扰度检验	GB/T 17626.2-2018	合格
4	射频电磁场辐射抗扰度检验	GB/T 17626.3-2016	合格
5	电快速瞬变脉冲群抗扰度检验	GB/T 17626.4-2018	合格
6	浪涌（冲击）抗扰度检验	GB/T 17626.5-2019	合格
7	射频场感应的传导骚扰的抗扰度检验	GB/T 17626.6-2017	合格
8	工频磁场抗扰度检验	GB/T 17626.8-2006	合格

发证单位：
许昌开普检测研究院股份有限公司
国家智能微电网控制设备及系统质量监督检验中心

2020 年 5 月 19 日



MA 180008223365 AL (2018)国认实认字(527)号 CNAS 中国认可 国际互认 检测 TESTING CNAS L0585

检 验 报 告

№：JW200773

样品名称 高速飞轮储能装置
样品型号 VDC-XXT
委托单位 沈阳微控新能源技术有限公司
制 造 商 沈阳微控新能源技术有限公司
签发日期 2020 年 05 月 19 日

许昌开普检测研究院股份有限公司
国家智能微电网控制设备及系统质量监督检验中心

1.3 微控主要合作伙伴及应用案例

VYCON 微控





































































1.3 微控主要合作伙伴及应用案例

- 中国联通
- 华为技术有限公司
- 中国核工业集团有限公司
- 中国船舶集团有限公司
- 中国航天科技集团有限公司
- 中国交通建设股份有限公司
- 国家电投集团广东电力有限公司
- 沈阳地铁集团
- EMC南加州数据中心
- 雅虎国际数据中心
- AT&T数据中心
- 韩国电信数据中心
- 美国美光芯片工厂
- 日立环球存储科技公司
- 日本神钢集团
- …

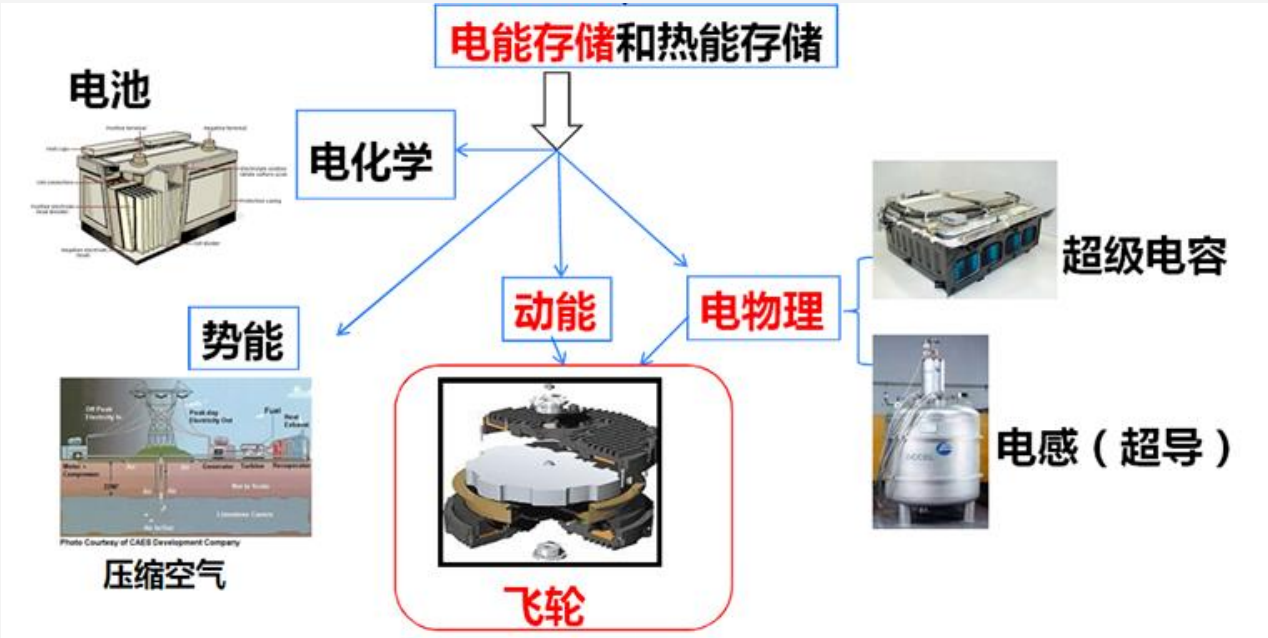
- 墨西哥贝尼托华雷斯国际机场
- 加拿大温哥华国际机场
- 墨西哥城国际机场
- 美国明尼阿波利斯国际机场
- 美国底特律机场
- 波兰格但斯克机场
- 法国雷恩机场
- 雷丁医院
- 斯坦福儿童医院
- 俄勒冈健康与科学大学
- 麻省大学医院
- 杜佩奇中央医院
- 贝丝以色列女执事医疗中心
- 亚利桑那大学医学中心
- 新汉诺威医院
- …

- 北京潞电电气设备有限公司
- 国网湖北宜昌供电公司
- University Of Michigan
- Nokia
- Austin Energy
- BC Ministry of Transportation
- SunGard- United Kingdom
- Midcontinent Communications
- Bremerton Regional Hospital
- Clarian Health Partners Methodist
- Miami Valley Hospital
- Silver Cross Hospital
- Element Six
- Beck Pack Systems
- Gambro
- …



飞轮技术及微控飞轮储能产品介绍

2.1 储能技术对比

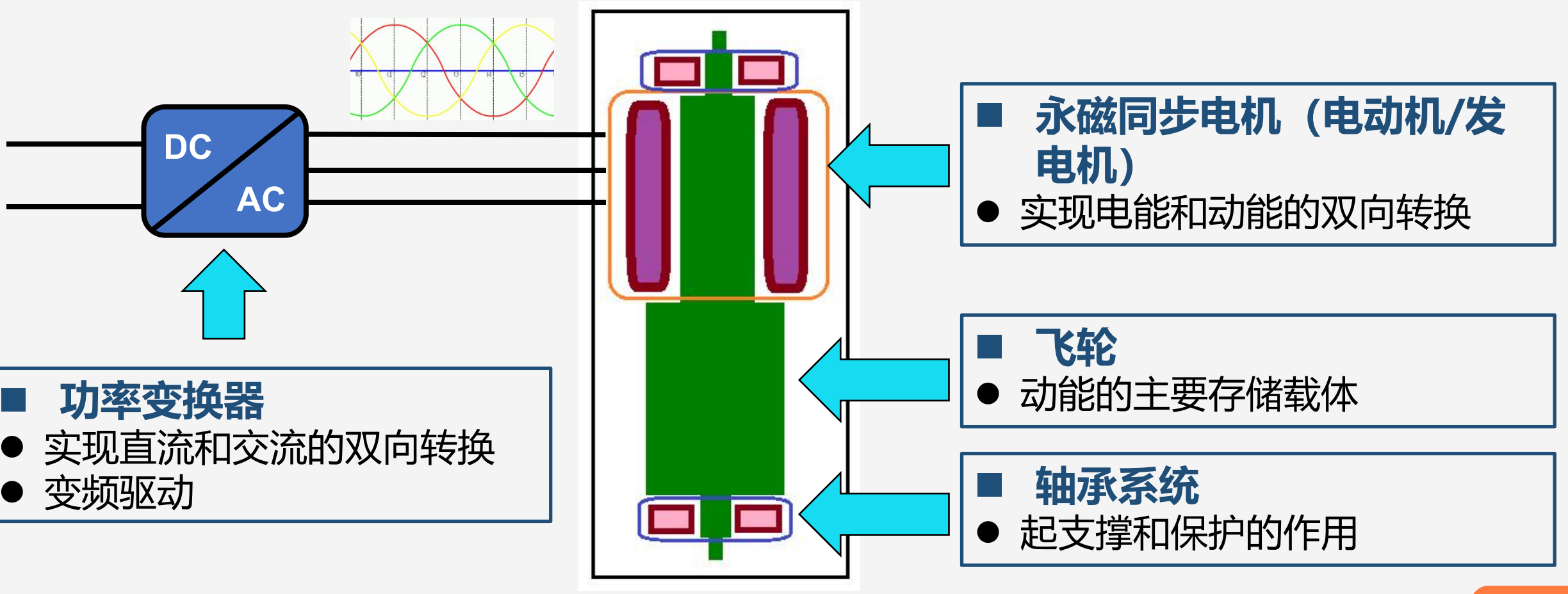


储能技术	能量密度 W·h/kg	比功率 W/kg	功率密度 MW/m³	循环次数
锂离子电池	110-220	100-1000	0.4-2	1000-25000
高速飞轮	15-100	900-20000	0.3-40	数百万次
超级电容	0.5-4	50-3000	0.3-1	50万次

数据来源：ECE2795,University of Pittsburgh

2.2 飞轮储能的基本构成与工作原理

■ **飞轮储能**是一种物理储能方式，利用高速旋转的飞轮将电能以动能形式储存。



■ **功率变换器**
- 实现直流和交流的双向转换
- 变频驱动

■ **永磁同步电机（电动机/发电机）**
- 实现电能和动能的双向转换

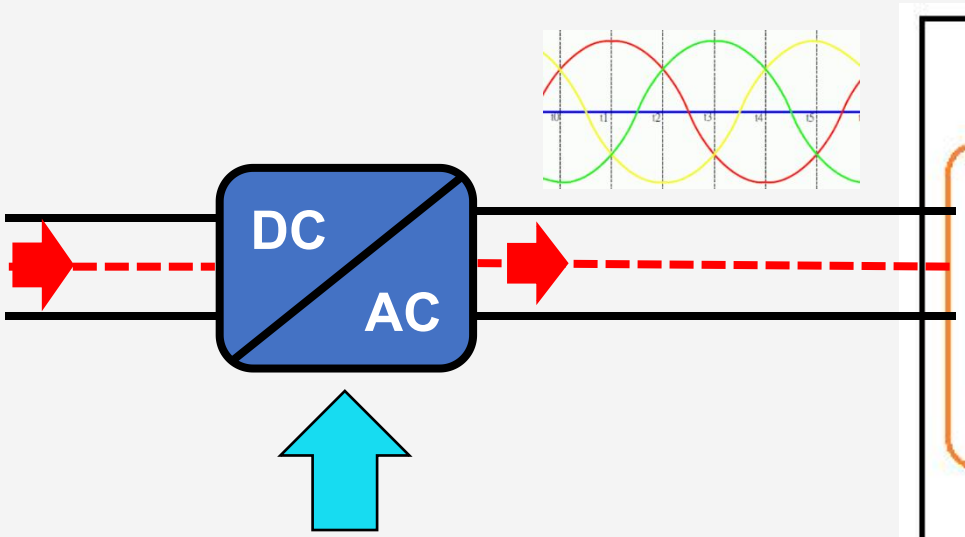
■ **飞轮**
- 动能的主要存储载体

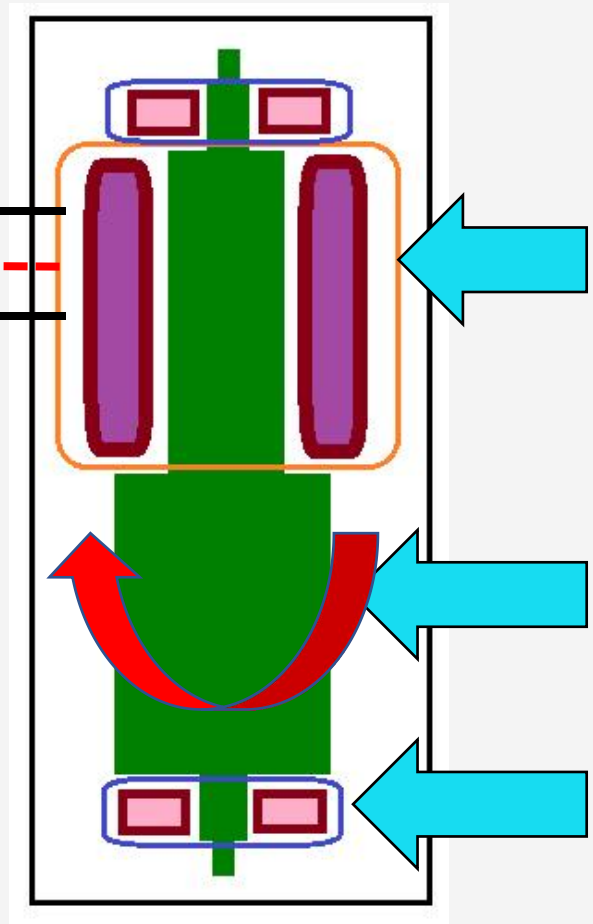
■ **轴承系统**
- 起支撑和保护的作用

2.2 飞轮储能的基本构成与工作原理

VYCON 微控

■ **充电原理：**电机工作在电动机状态，外部电能输入，驱动飞轮高速旋转，电能转换为动能储存





■ **电动机**

● 电能 → 动能

■ **飞轮**

● 动能的主要存储载体

■ **轴承系统**

● 起支撑和保护的作用

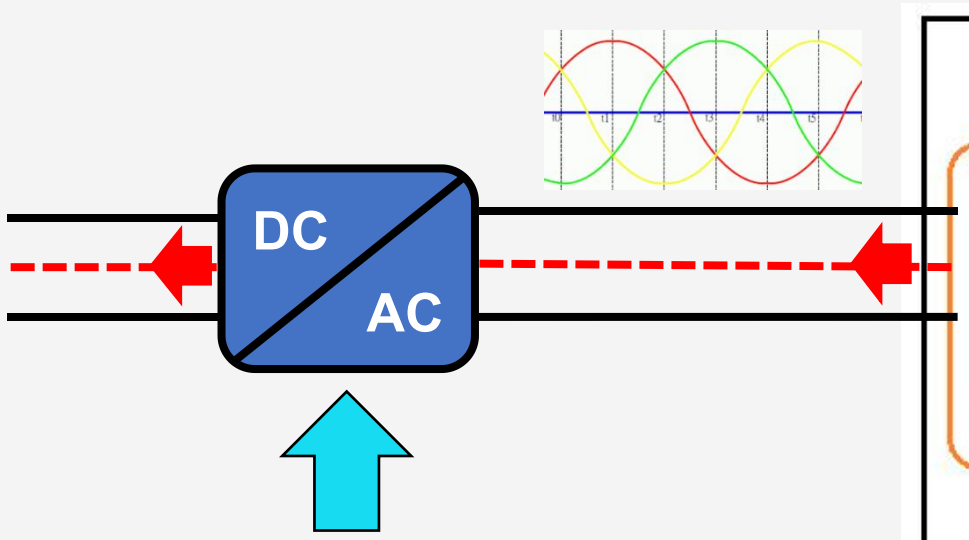
■ **功率变换器**

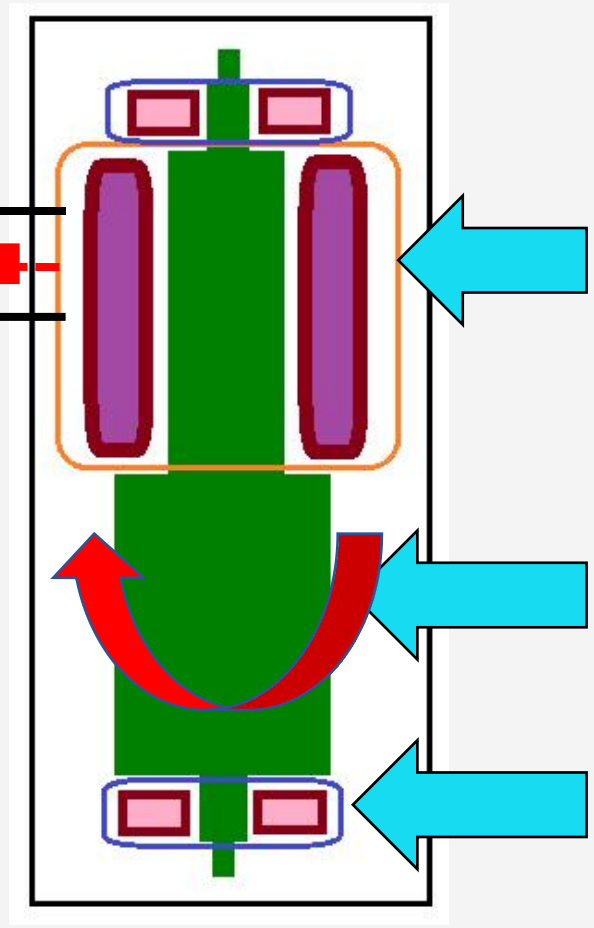
● 实现直流和交流的双向转换

● 变频驱动

2.2 飞轮储能的基本构成与工作原理

■ **放电原理：**电机工作在发电机状态，利用飞轮高速旋转的惯性带动转子旋转，通过发电机将飞轮存储的动能转换成电能输出





■ **功率变换器**
- 实现直流和交流的双向转换
- 变频驱动

■ **发电机**
- 动能 → 电能

■ **飞轮**
- 动能的主要存储载体

■ **轴承系统**
- 起支撑和保护的作用

2.2 飞轮储能技术及发展史

- 飞轮储能公式：$E=\frac{1}{2}J\omega^2$ ，储能量与飞轮的质量成正比，与角速度（转速）的平方成正比
- 飞轮储能是一种多学科融合的综合性技术
  - ✓ 飞轮材料：密度、强度、疲劳寿命
  - ✓ 轴承：承载力、发热、寿命
  - ✓ 电机：涡流损耗、转子散热
  - ✓ 转子动力学：震动、平衡和稳定性
  - ✓ 电力电子：IGBT、变频驱动



第一代

低速飞轮（3000转/分钟左右），同轴方式运行，体积大，损耗大



第二代

机械轴承/磁力卸载机械轴承中速飞轮（10000转/分钟左右）、损耗大，轴承使用寿命短



第三代

全磁悬浮高速飞轮（30000转/分钟左右），能量密度高，损耗小，使用寿命长

2.3 微控磁悬浮飞轮产品组成及核心技术

VYCON 微控

■ 磁悬浮轴承及控制技术

✓ 采用五轴主动磁悬浮技术，最高转速可达37000rpm

■ 飞轮材料及工艺技术

✓ 采用航天级合金钢材料，精密加工工艺，使用寿命长达20年

■ 高速电机技术

✓ 采用永磁同步电机，发热量小，能量效率高，功率密度高

■ 大功率电力电子变换技术

✓ 采用大功率IGBT开关，能量双向流动，能量转换效率高

■ 安全保护技术

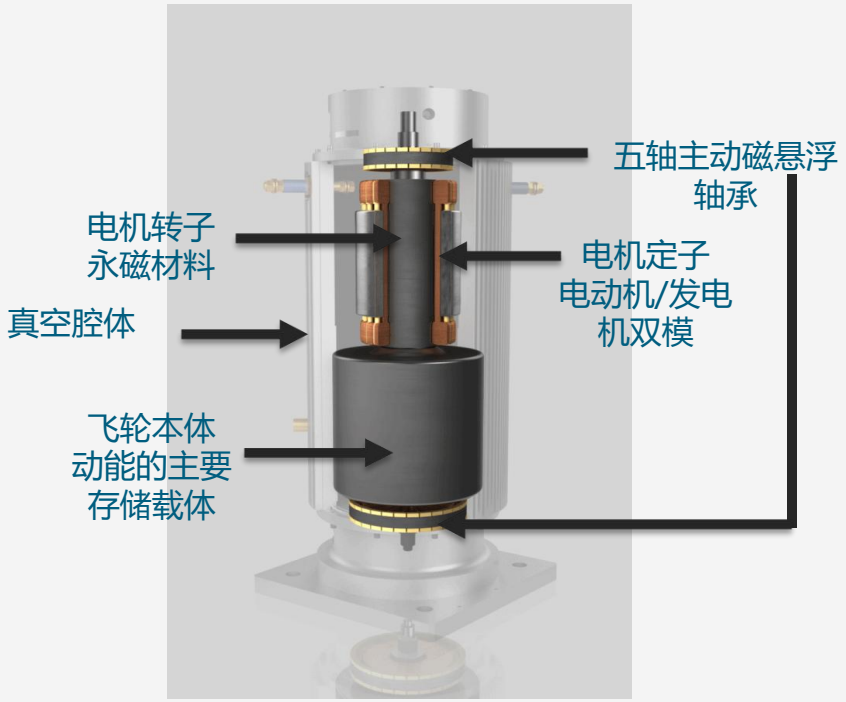
✓ 自供电技术，保证在异常断电是平稳停机

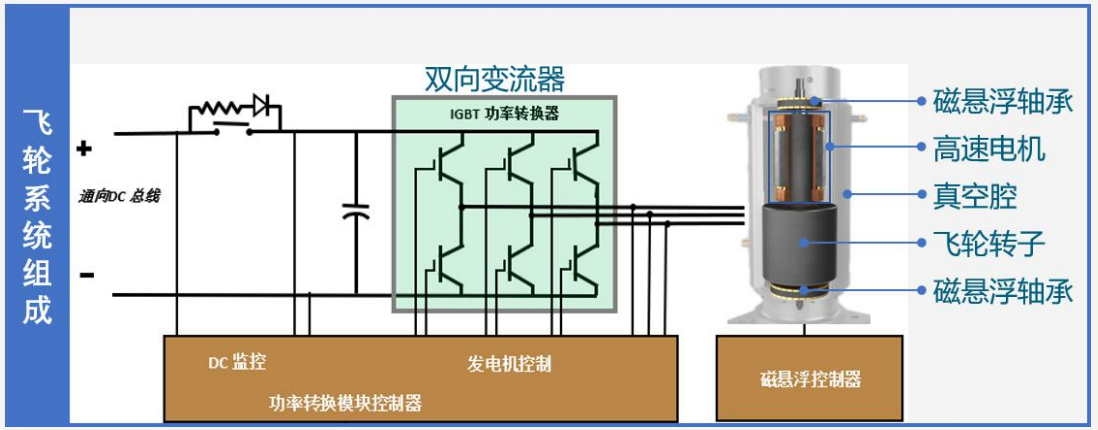
✓ 配备保护轴承，在遇到剧烈震动或磁轴承失效时避免与外壳接触

✓ 实时自检、状态透明：实时监测转速、位置、真空度、温度、震动和电气量等，异常情况自动保护停机

✓ 通过UL认证，CE认证，美国OSHPD抗震认证等多个第三方认证

✓ 经过2000多台现场装置现场实际运行经验验证





2.4 微控磁悬浮飞轮储能产品系列

产品型号	VDC10	REGEN125	REGEN200	VDC XXT
最大功率	10KW	125kW	200KW	450kW
最大存储能量	9MJ	2MJ	3MJ	6MJ
接口电压	400-600Vdc	750V/1500VDC	750V/1500VDC	400~600VDC
尺寸	762*762*1882mm	760*760*998mm	973*965*2200mm	762*762*1872mm
重量	800KG	900kg	1200KG	821kg







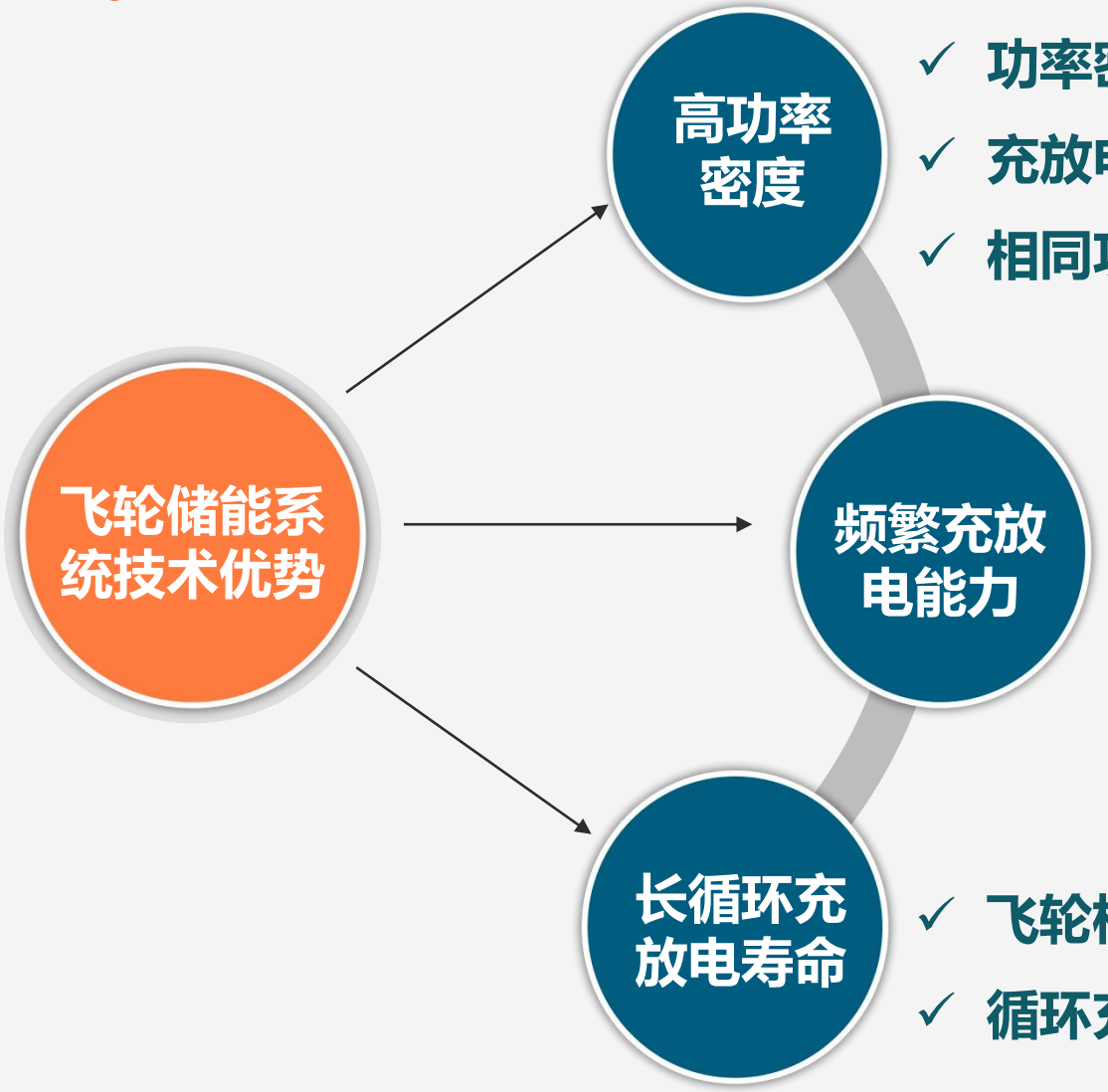


2.5 微控飞轮储能产品优势



- **高安全**：纯物理储能过程，状态透明，安全可控；通过UL认证/CE认证/ OSHPD抗震认证;可验证的2000套现场安全运行经验
- **长寿命**：核心部件长达20年使用寿命，磁悬浮轴承免更换；产品实际运行时间已长达12年
- **快充放**：毫秒级快速充放电能力，功率密度大
- **宽温域**：运行温度范围，无需精密空调环境
- **低成本**：使用寿命长，占地面积小，节省设备更换成本和使用成本，全生命周期成本低
- **无污染**：全生命周期无污染，绿色环保
- **易回收**：退役回收利用率高，处理简单，成本低

2.6 飞轮储能系统技术优势



- ✓ 功率密度为化学电池系统的10倍
- ✓ 充放电倍率超过200C
- ✓ 相同功率需求下占地面积更小

- ✓ 在10秒内完成充电/放电
- ✓ 以90s为周期循环充放电使用
- ✓ 日充放电次数达1000次

- ✓ 飞轮核心部件使用寿命20年，无需更换维护
- ✓ 循环充放电次数超过200万次

2.6 飞轮储能主要应用领域

电力领域



微电网/新能源配套



调频辅助服务

电能质量/UPS



飞轮储能UPS



电力动态增容

能量回收领域

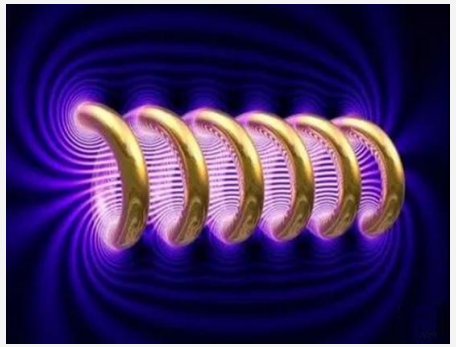


轨道再生能量回馈

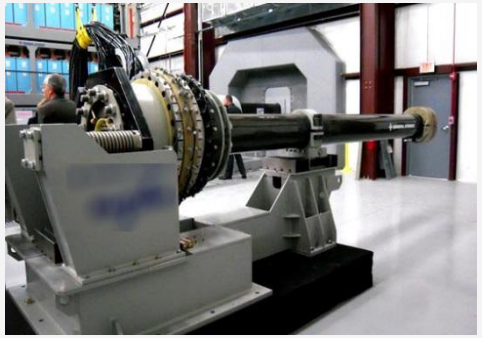


其他能量回馈

国防领域



脉冲电源



高能武器



Part 3

能量回收领域应用

3.1 能量回收领域应用概况

基本概念：通过飞轮储能系统频繁充放电能力及长循环寿命的特性，将原有不同工况下无法利用的能量通过回收-存储-再利用的方式，实现节能减排等目标。



城市轨道交通

当地铁列车制动时，将制动产生的再生能吸收到飞轮系统中，当列车起动加速需要取电时，将储存在飞轮系统中的能量释放到牵引网中，实现节能和稳定牵引网压的作用。



油田/海上钻井平台

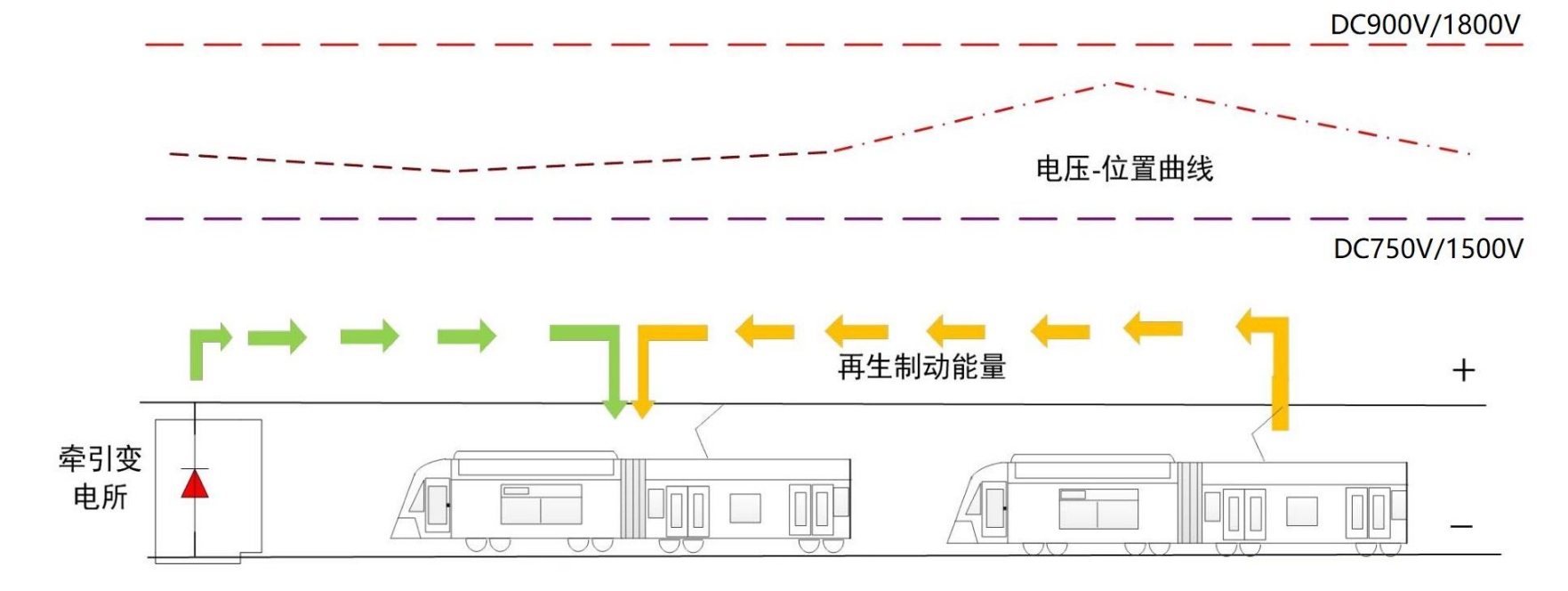
石油钻机下降时，利用飞轮系统吸收绞车产生的制动能量，稳定直流母线电压。石油钻机提升时，利用飞轮系统瞬时大功率快速释放能量，改善柴油发电机组或燃气发电机组的动态特性，提高钻井作业效率，节省燃料。



港口/码头

RTG起重机下降过程时载荷的势能通过电机及变频器转变为直流电能，为飞轮储能单元充电；起升过程时起重机系统从柴油发电机组（或电网）吸收电能，飞轮储能单元作为补充供电为起重机系统提供电力支撑。

3.2 城市轨道交通制动能量回收 - 再生制动能量的产生



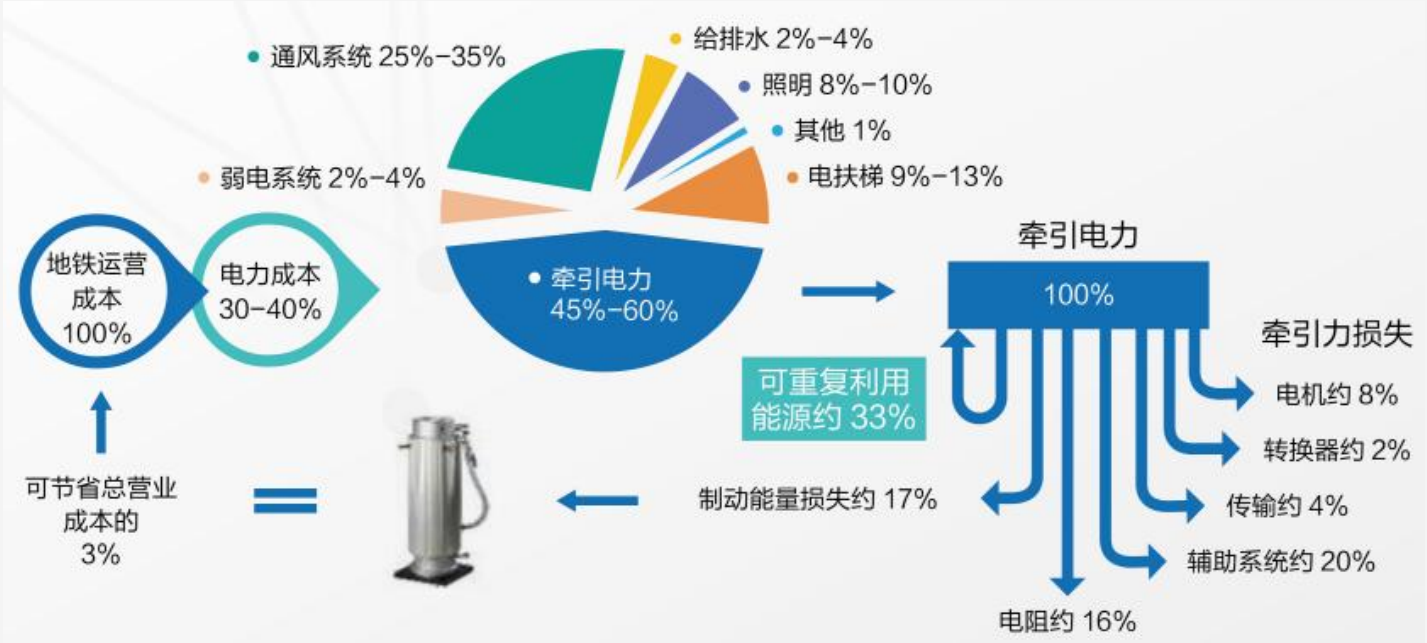
地铁列车制动 → 再生制动 → 机械制动 → 列车停止

停止从接触网取电，牵引电动机工况转变为发电机工况，产生电能用于列车制动及列车自身辅助设备

对于回馈到牵引网的再生制动能量，首先被牵引网内相邻取用电流列车吸收，吸收不了的部分通过制动电阻消耗

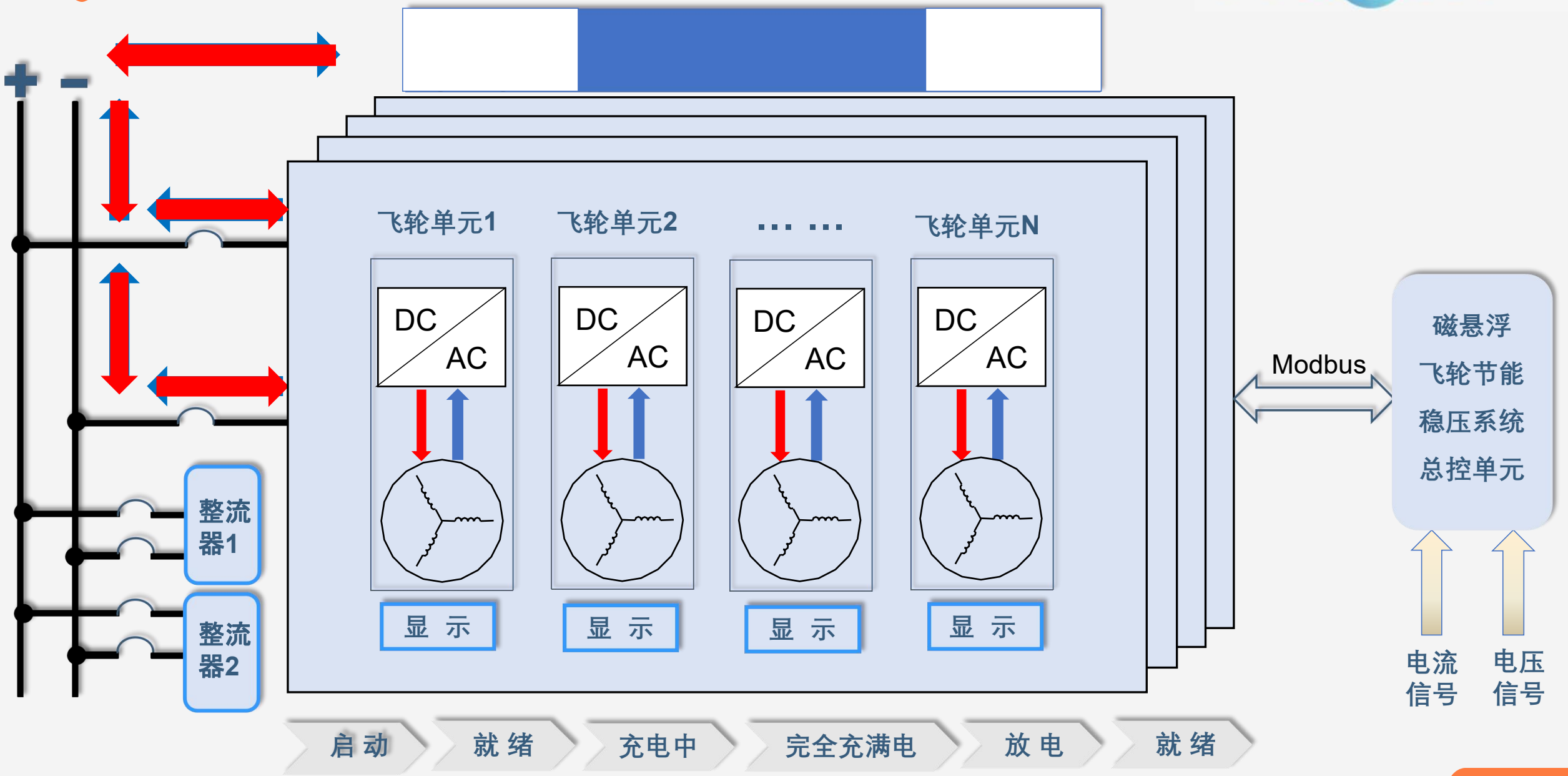
当地铁列车速度小于8km/h时，利用压缩空气作为空气源，实施机械制动

3.2 城市轨道交通制动能量回收 – 应用的意义



根据城市轨道交通协会统计，我国2018年全年城市轨道交通总电能耗约150亿千瓦时，其中牵引能耗约占电能消耗的45.3%。目前城市轨道交通列车制动能量可达牵引用电的30-40%，其中不能被其它列车利用而浪费的制动能量约占40%，如果将这部分能量回收再利用，每年可减少巨额的电费支出，减少二氧化碳排放量。我国目前投运及在建城市轨道交通线路超过400条，全国制动能量回收设备需求量超过120亿。

3.2 城市轨道交通制动能量回收 – 系统运行示意



3.2 城市轨道交通制动能量回收 – 系统优势

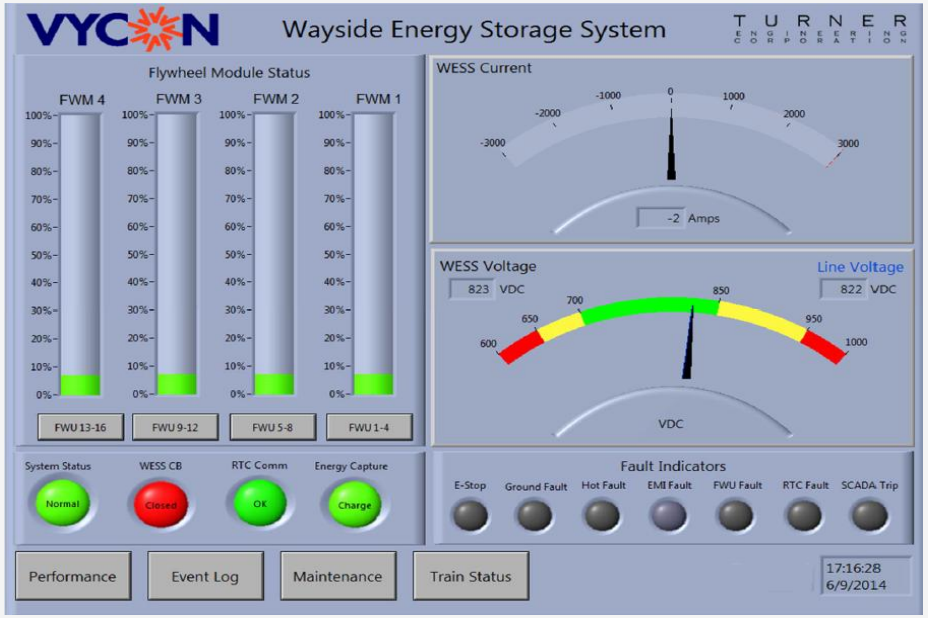
1. 双向改善直流牵引网电能质量，稳定牵引网压，提高供电可靠性及列车运行安全
2. 通过再生制动能量回收再利用，每年可节省15-20%牵引电费支出，节约能源
3. 纯物理储能的方式，绿色环保、占地面积小、噪音低、不需要空调控温，减少CO2排放
4. 使用寿命长达20年，充放电次数超过200万次，无容量衰减，状态透明，安全可靠
5. 系统部署在直流网内侧，对交流电网无冲击，无谐波污染，模块化设计，便于部署和扩容
6. 在长大区间等地形复杂区域，或因牵引负荷增加导致线路中断网压过低，可建设飞轮储能牵引变电所，减少新建或增容牵引变电所的费用，降低运行维护费用

3.3 应用案例-地铁再生制动能量回收

洛杉矶地铁项目简介

- **全球首个飞轮储能型地铁再生制动能量回收系统应用**
- **实施范围:** 在美国洛杉矶红线(Red Line)地铁系统的牵引变电站使用2MW / 8.2 千瓦时 REGEN®系列产品
- 站点数量：14个
- 线路长度：28公里
- **自2014以来，每天在洛杉矶地铁运行的REGEN®系统可节约平均1.6-1.8MWh（14%-15%）能量,同时：**
  - ✓ 降低峰值功率需求
  - ✓ 无需维护
  - ✓ 没有能量衰减
  - ✓ 超过20年的使用寿命
  - ✓ 无需温度调节
  - ✓ 没有化学泄露产品的健康风险
  - ✓ 在需求变化时容易增加或减少模块
  - ✓ 实时监控

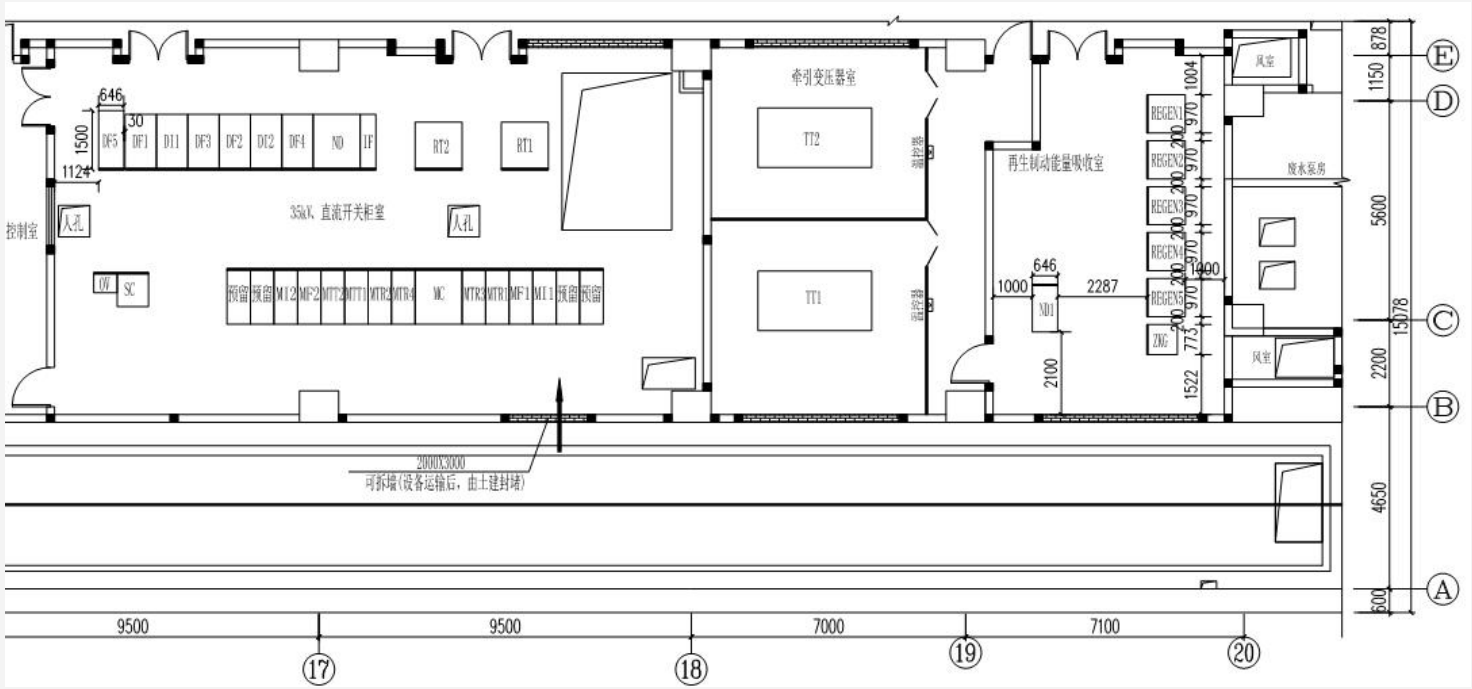




3.3 应用案例-地铁再生制动能量回收

沈阳地铁飞轮储能型节能稳压系统项目简介

- 沈阳地铁九号线全长约29公里，设车站23座，牵引/降压混合变电站12座，采用B型车，6辆编组，4动2拖，设计最高时速80km/小时。
- 在胜利南街站部署5台 200kW/6.664kWh 飞轮储能系统。





3.3 应用案例--长滩港飞轮储能系统应用

- 部署时间：2008年
- 地点：美国洛杉矶长滩港
- 应用领域：轮胎式集装箱门式起重机节能



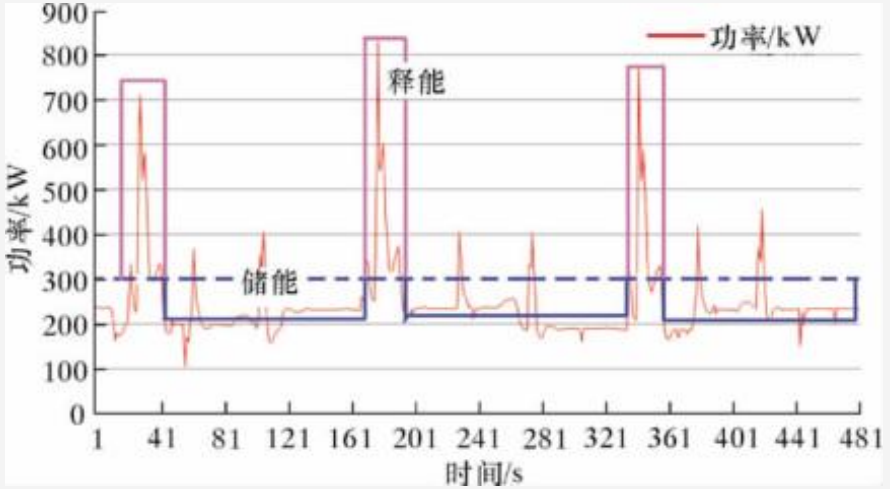


3.3 应用案例-油田/海上钻井平台

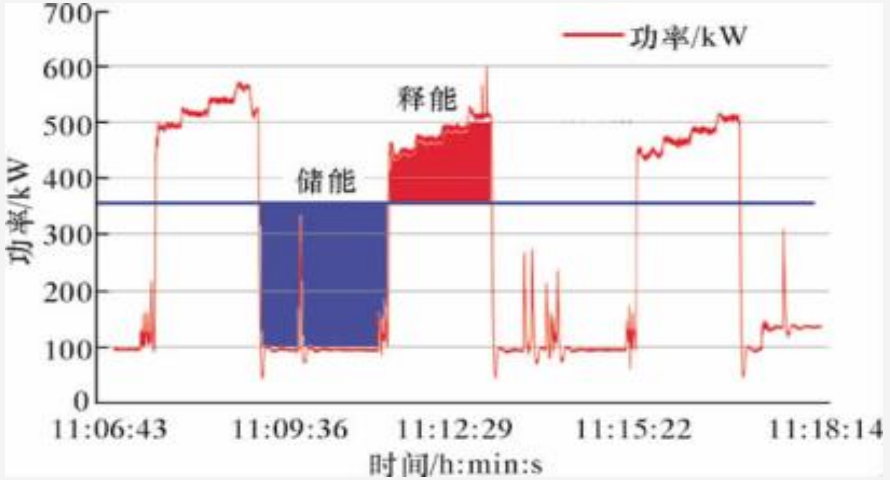
电驱钻机工作包括起钻和下钻两个过程，在起钻过程中的实际负载通常要远远高于下钻过程中的实际负载，在下钻工况中，能量严重浪费，在起钻过程中，电机负荷过重，对柴油机的使用寿命和经济性产生恶劣影响。

使用飞轮储能系统来平抑起钻及下钻工况的出力不平衡，可带来如下优势：

- 节约柴油发电机组燃油消耗，降低运行成本，减少二氧化碳排放。
- 降低机组配置容量，减少机组运行台数，提高利用率。
- 稳定机组转速，缩短机组黑烟突增时间，减小环境污染。
- 在机组轻载或重载时提供功率支撑，提高作业效率及安全可靠性。
- 可与大功率天然气机组协同，实现绿色能源应用，节能减排。



典型下钻工况



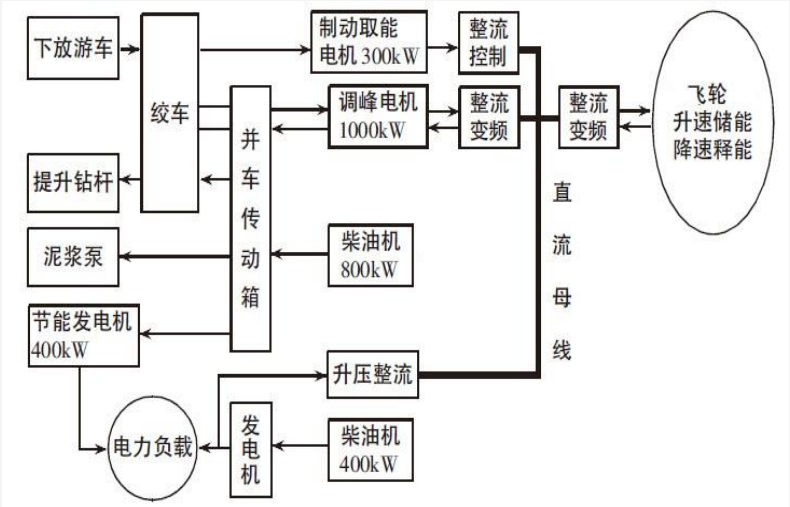
典型起钻工况

3.3 应用案例-修井机

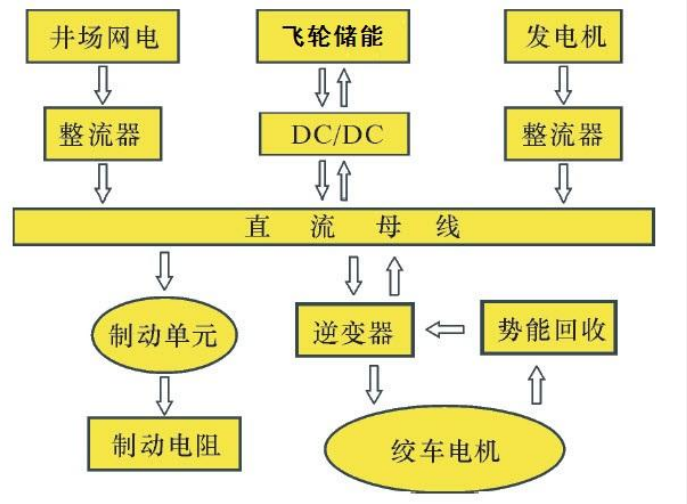
修井机动力机组的输出特性柔性不足，难以适应负载的频繁大幅度波动，动力系统运行功率冗余容量较多。目前虽然在向油电双驱或纯电驱方向发展，但仍存在无法使用小容量井场电源、在刹车或下放作业时浪费大量电能的问题。在修井机机动力系统中引进飞轮储能装置，可以实现设备动力的调峰运行。在下放时，利用动力机组的冗余出力带动直流调峰电机发电，给飞轮储能电源充电；在提升时，飞轮储能电源放电，驱动直流调峰电机做电动运行，向绞盘动力系统提供充足的补充转矩。

系统优势：

- **节能减排**：通过对冗余动力的回收利用，可节省燃料30%，同时减少二氧化碳排放40% 。
- **降低运营成本**：节省燃料用量的同时，也减少了相关物资的运输、存储成本。同时由于飞轮的动力补偿特性，可减少动力机组的数量，延长机组使用寿命。
- **推进天然气发电机的使用**：由于天然气发电机输出功率平稳，难以满足周期性变化的脉冲载荷特征。通过飞轮系统的使用，可推进天然气发电机在油田的使用。



飞轮储能与柴油发电机动力系统结合



飞轮储能与井场网电结合

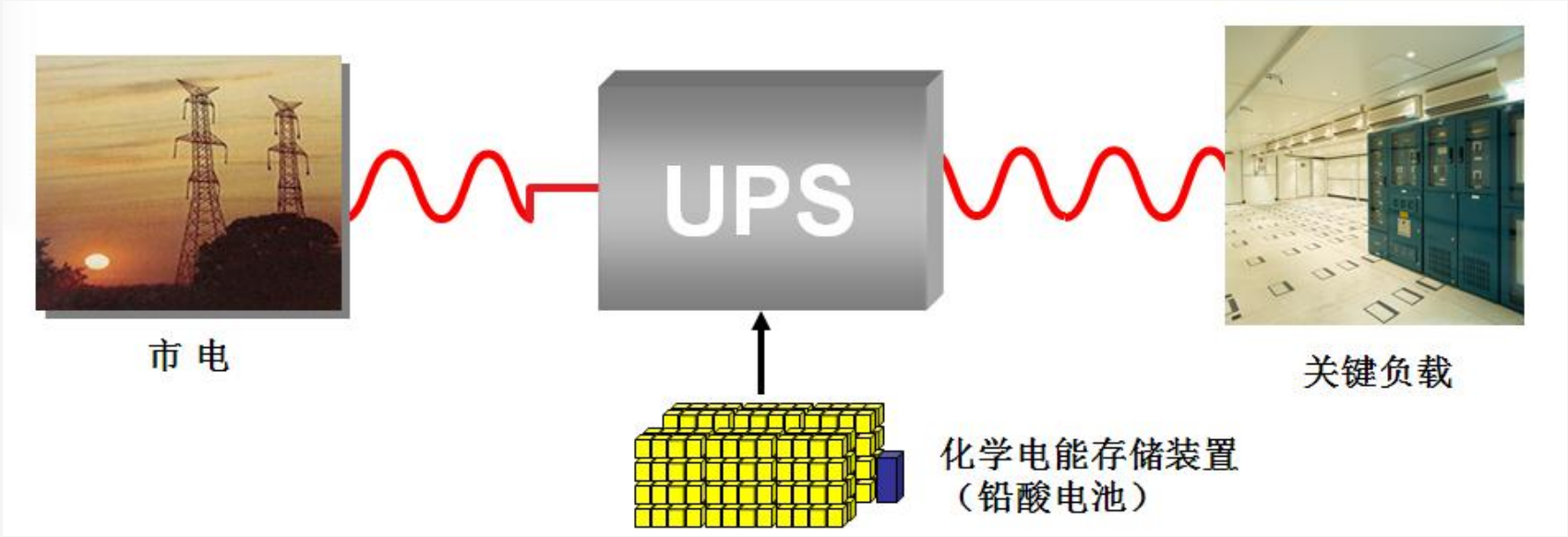


Part 4

不间断电源保障领域应用

4.1 关键电力不间断电源保障系统简介

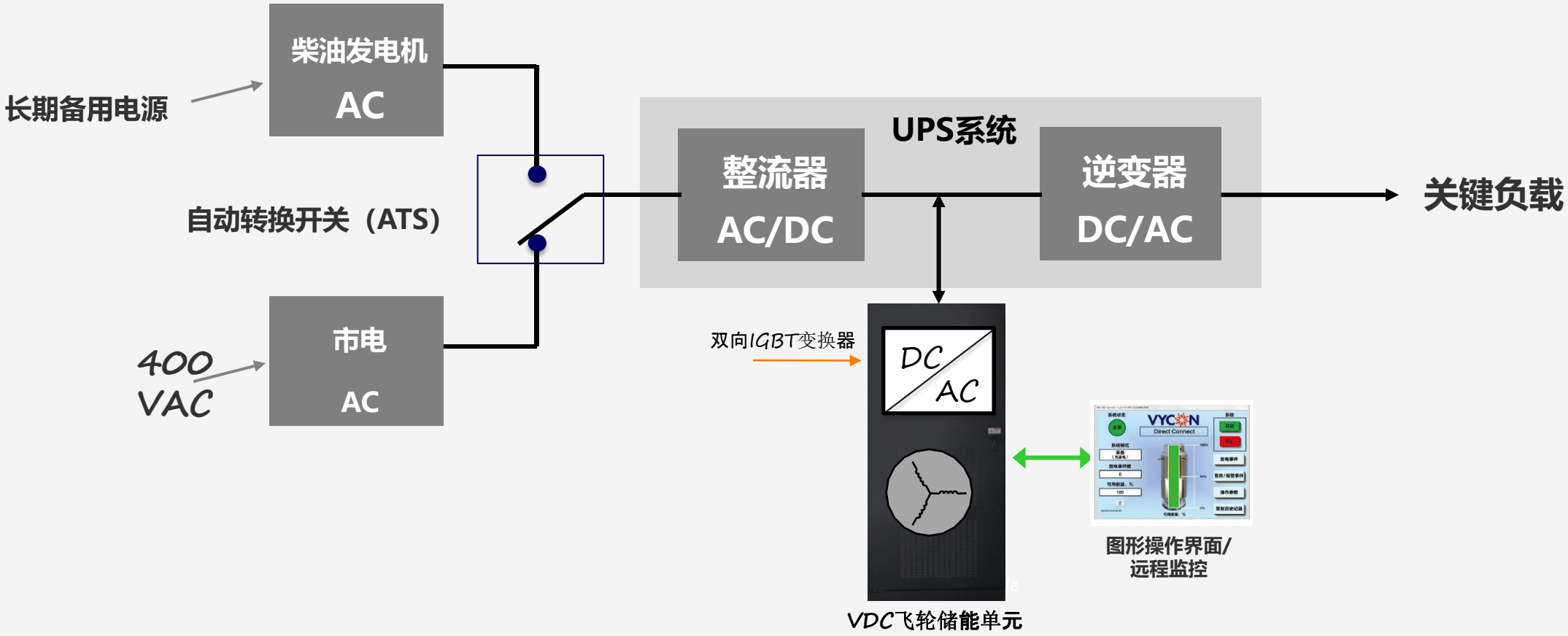
不间断电源系统（UPS）是能够持续稳定、不间断提供电能的储能型电源设备，主要由主机、储能部件构成。当市电发生意外而瞬间波动甚至中断时，UPS系统由蓄储能装置放电以维持UPS的电源输出，直至备用电源启用。



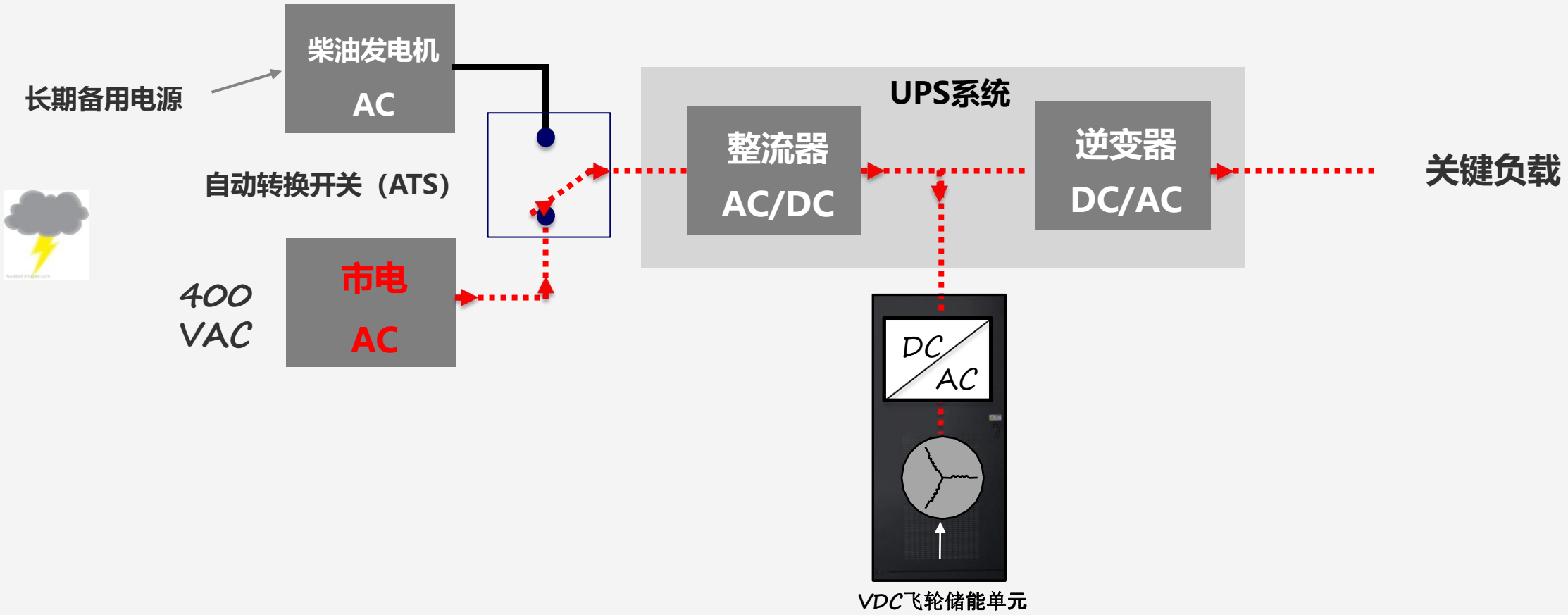
传统铅酸电池 （VRLA）储能装置的问题

- 能量密度低，占地面积大
- 对环境温度要求高，需要使用精密空调
- 使用寿命短，3-5年更换，维护成本高
- 性能与可靠性随时间下降，蓄电池故障是UPS掉电的主要原因
- 具有毒性，在生成、使用、回收过程中，均会产生环境污染问题

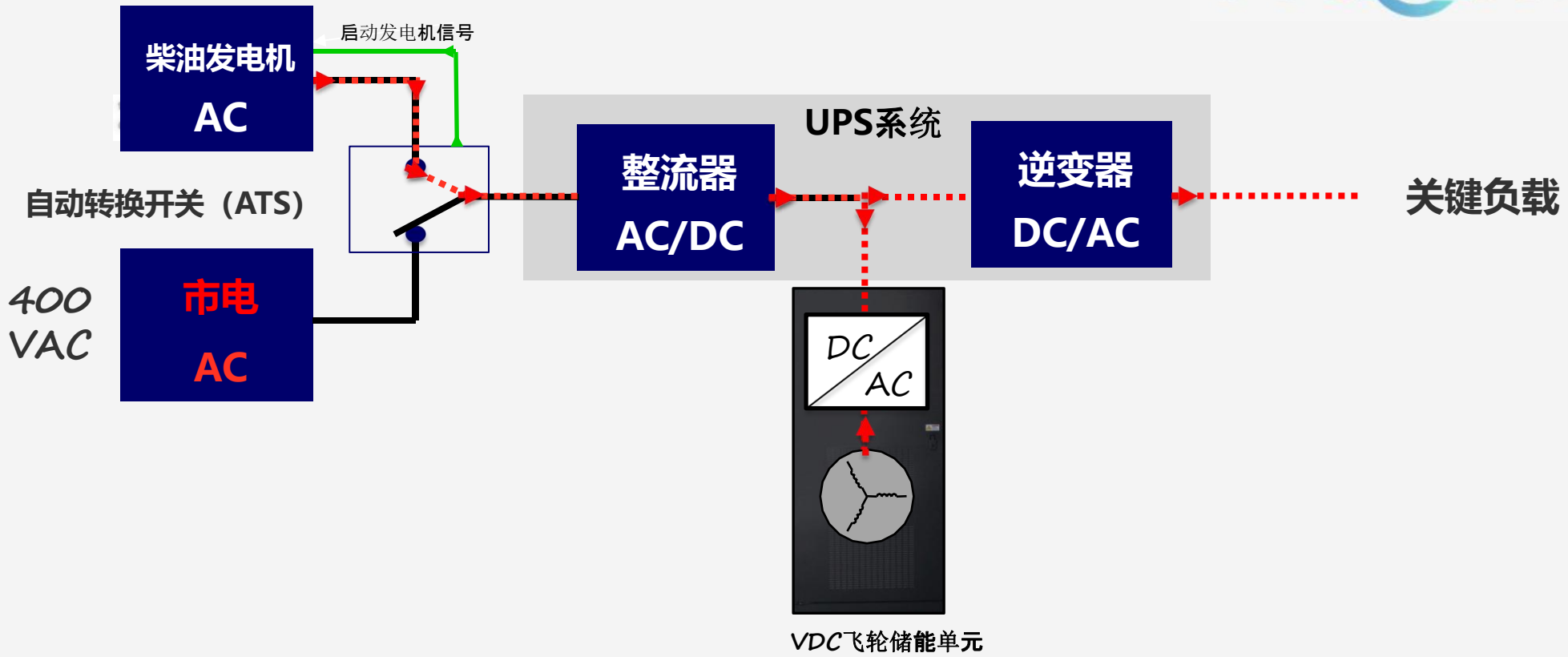
4.1 典型UPS系统

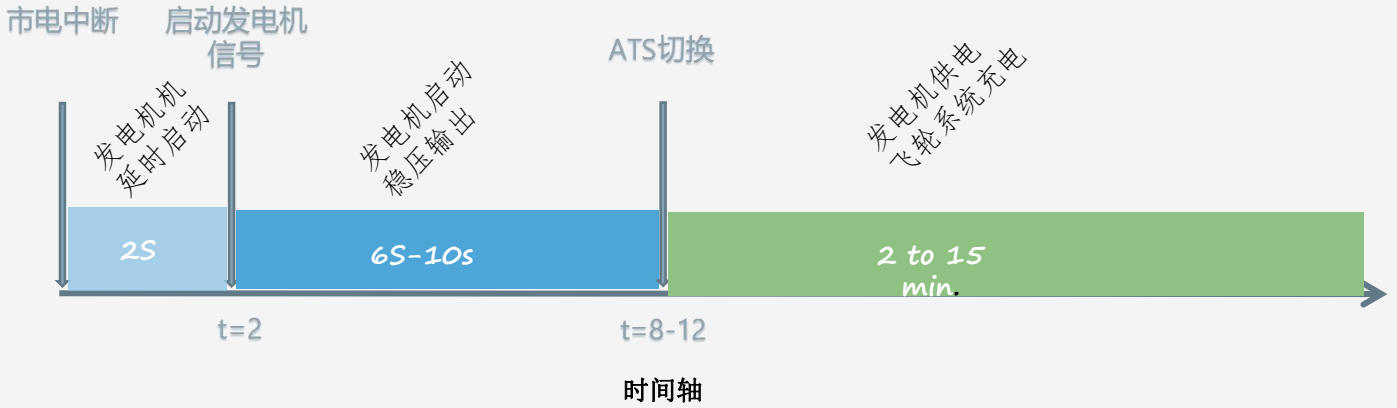

柴油发电机
AC
长期备用电源
自动转换开关（ATS）
市电
AC
400
VAC
UPS系统
整流器
AC/DC
逆变器
DC/AC
关键负载
双向IGBT变换器
DC
AC
VDC飞轮储能单元
图形操作界面/
远程监控

4.1 飞轮UPS基本运行流程



4.1 飞轮UPS基本运行流程





4.2 应用领域



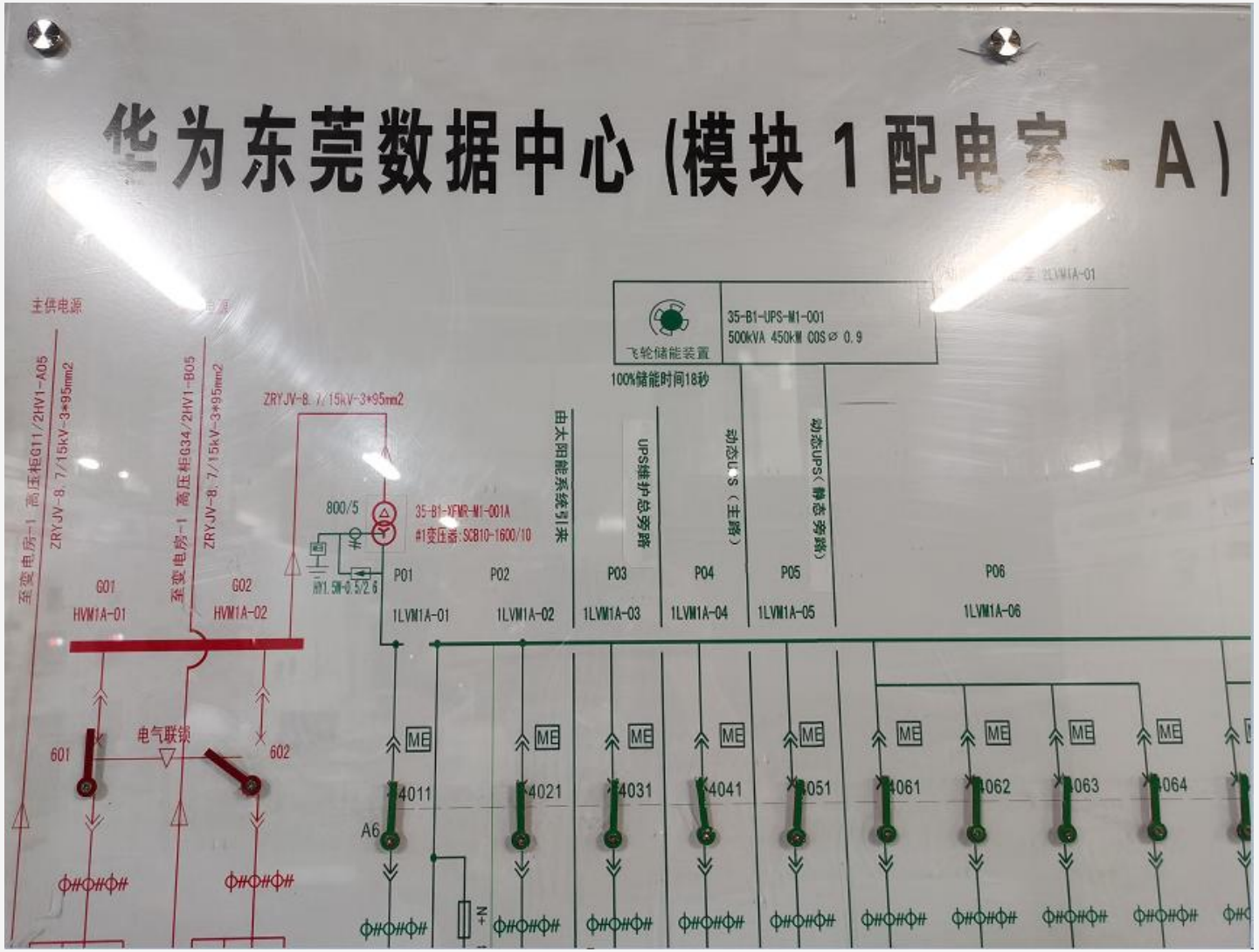
1. 数据中心
2. 交通（机场/高速公路）
3. 医院
4. 工业企业/电子厂房
5. 移动电源车

4.3 应用案例-华为数据中心

案例简介

- 华为东莞松山湖数据中心自2015年起使用飞轮储能设备，用于华为总部数据中心不间断电源保障

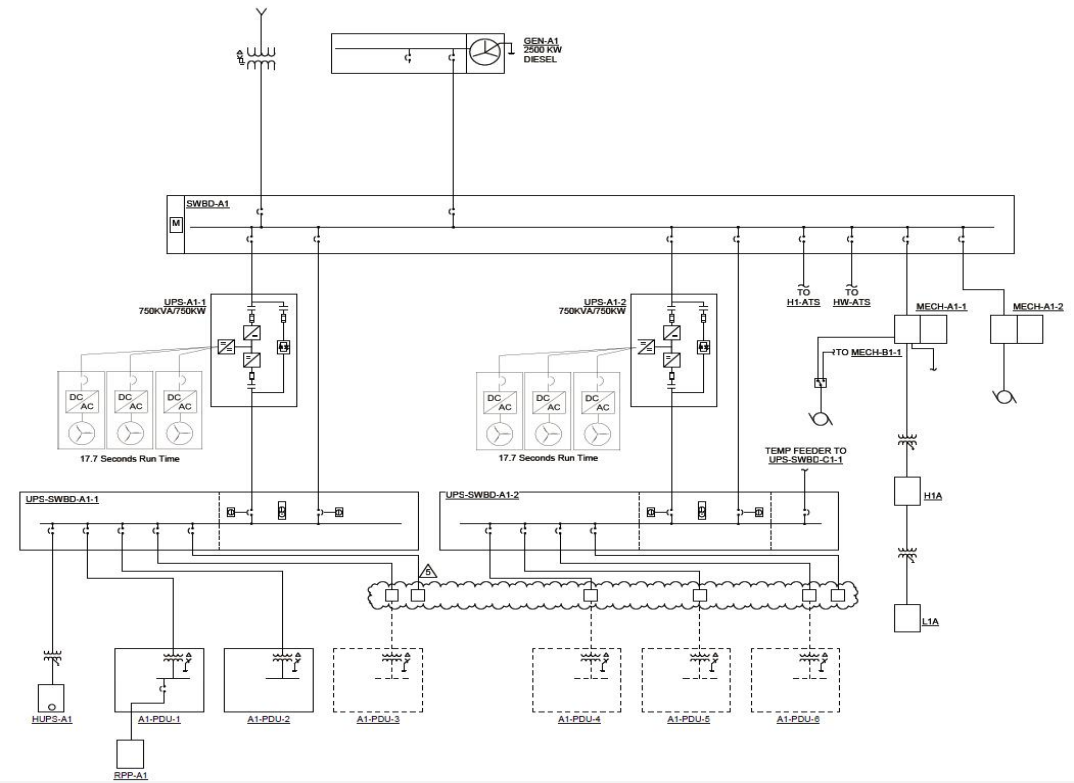




4.2 应用案例-数据中心

案例简介

- EMC（易安信）为全球领先的信息存储资讯科技公司， 主要业务为信息存储及管理产品、服务和解决方案。 2015年10月EMC被DELL收购。
- EMC位于马萨诸塞州的数据中心电力容量总计9MW，2010年第一批使用24台VYCON飞轮产品作为6MW负载UPS的储能单元，2011年第二批新增采购了10台。系统至今运行稳定。





4.2 应用案例- Beth Israel Deaconess Medical Center

案例简介

- 这家拥有550个床位的成人医学外科医院隶属于哈佛医学院，以其手术和临床专业知识而闻名。
- BIDMC也是尖端绿色技术的倡导者。在2012财年增加15%的绿色采购项目。
- 医院选择VYCON飞轮储能产品为手术室等部门提供不间断电力保障



解决方案及效果

- 共采用了8台VDC飞轮储能产品2台750KVA UPS配套。
- 在减少铅酸电池处理成本的同时，降低BIDMC的碳排放量



4.2 应用案例- Texas Scottish Rite Hospital for Children

案例简介

- 德克萨斯州儿童苏格兰礼拜医院在治疗小儿骨科疾病方面处于世界领先地位。
- 需要确保MRI及CT系统24x7连续运行
- 美国德州电力不稳定（电压下降或电涌）导致设备意外关机



解决方案及效果

- 两台300kW VDC 飞轮储能系统 + 1台550KVA UPS系统 。
- 占地面积小，可直接部署
- 设备可靠性高，性能稳定





4.2 应用案例-飞轮UPS移动应急电源车

传统的柴油机应急电源系统在电网故障或者大幅波动时无法提供不间断电力保障。飞轮UPS应急电源系统在传统柴油机应急电源系统的基础上增配了大功率飞轮储能UPS系统，能够实时对电网电能进行监控和净化补偿，在电网短时故障或大幅波动时，飞轮UPS应急电源系统能够提供不间断的电力保障。

系统优势：

- **先进性**：采用国内最先进的飞轮储能技术，利用集装箱体作为载体实现电源箱的模块化，随需接入，即插即用，保证了用户的需求。
- **稳定性**：零毫秒级的切换，保障电源的稳定可靠输出。
- **便捷性**：方案设计布局紧凑，减少场地使用，可快速部署。
- **可靠性**：方案摒弃了传统UPS系统中使用的储能铅酸蓄电池，消除了蓄电池的起火、爆炸等安全隐患，可靠性能达到99.9%， 平均无故障时间是传统UPS的3倍以上，可以适应各种复杂工作环境。





4.2 应用案例-国网飞轮UPS应急电源系统

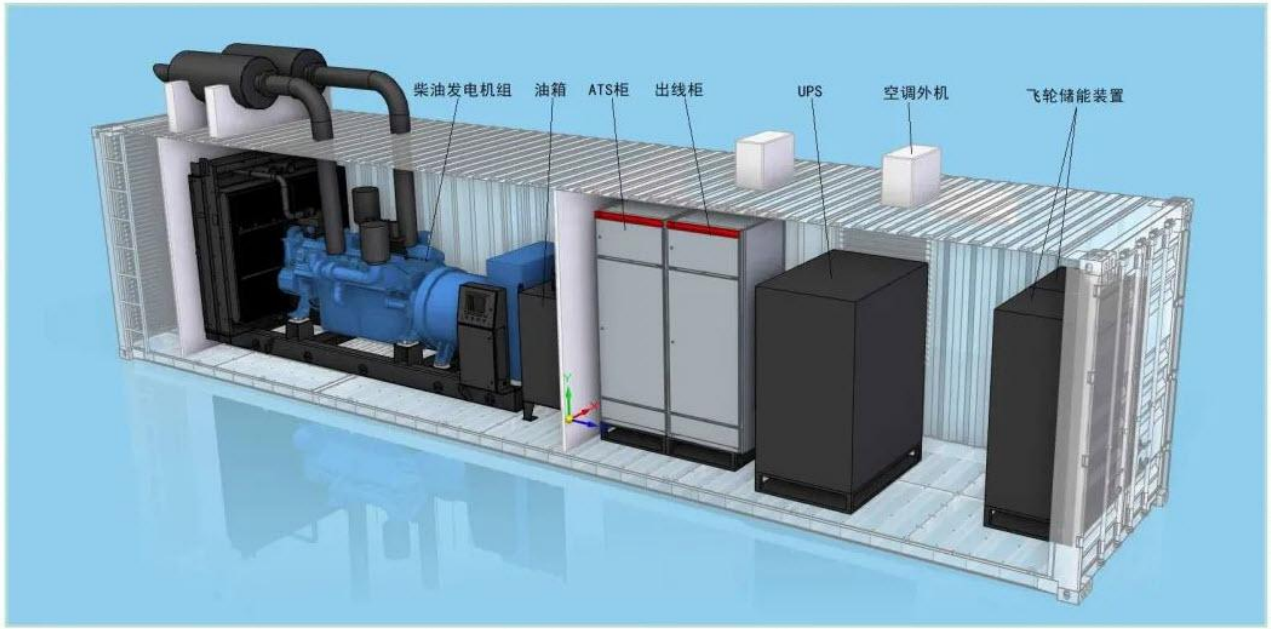
案例简介

- **应用场景**：国网宜昌公司新冠疫情电力保障
- **基本参数**：

（1）额定功率:500KW;
（2）额定电压：400V
（3）额定频率: 50Hz
（4）系统部署方式:集装箱式
（5）系统尺寸: 13.00m(长)x2.48m(宽)2.90m(高)
（6）应急供电时间:不小于6小时。







4.2 应用案例-国网氢能源发电车

案例简介

- 北京国网冬奥会飞轮UPS氢燃料应急电源车

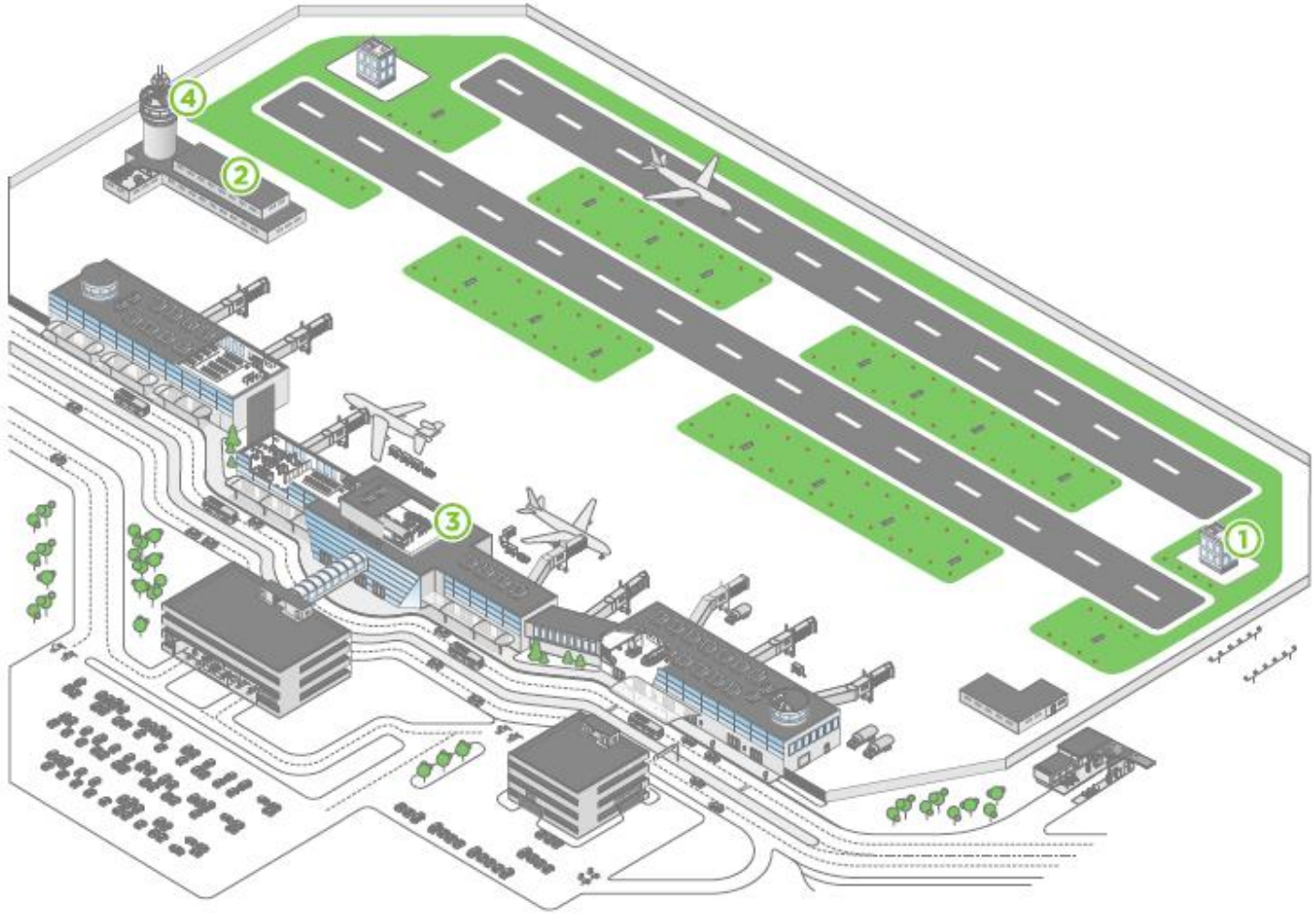


系统优势：

- **环保性**：系统摒弃了柴油发电机、蓄电池的使用，符合冬奥会绿色环保理念。
- **便捷性**：车体布局紧凑，可快速部署。
- **可靠性**：可以适应各种复杂工作环境。

4.2 应用案例- 机场

- The Benito Juárez International Airport（墨西哥贝尼托华雷斯国际机场）
- Vancouver International Airport（加拿大温哥华国际机场）
- Aeropuerto Internacional de Mexico（墨西哥城国际机场）
- Indonesia Airport（印度尼西亚机场）
- Minneapolis International Airport（明尼阿波利斯国际机场）
- Detroit Metro Airport（底特律机场）
- Gdansk Airport（波兰格但斯克机场）
- Rennes Airport（法国雷恩机场）



① 飞行区地面灯光系统、跑道灯

② 航空交通管制中心（区域管制中心、终端管制中心、进近管制中心）

③ 机场航站楼重要负荷（行李分拣自动化监控、安检系统、值机系统、应急照明灯）

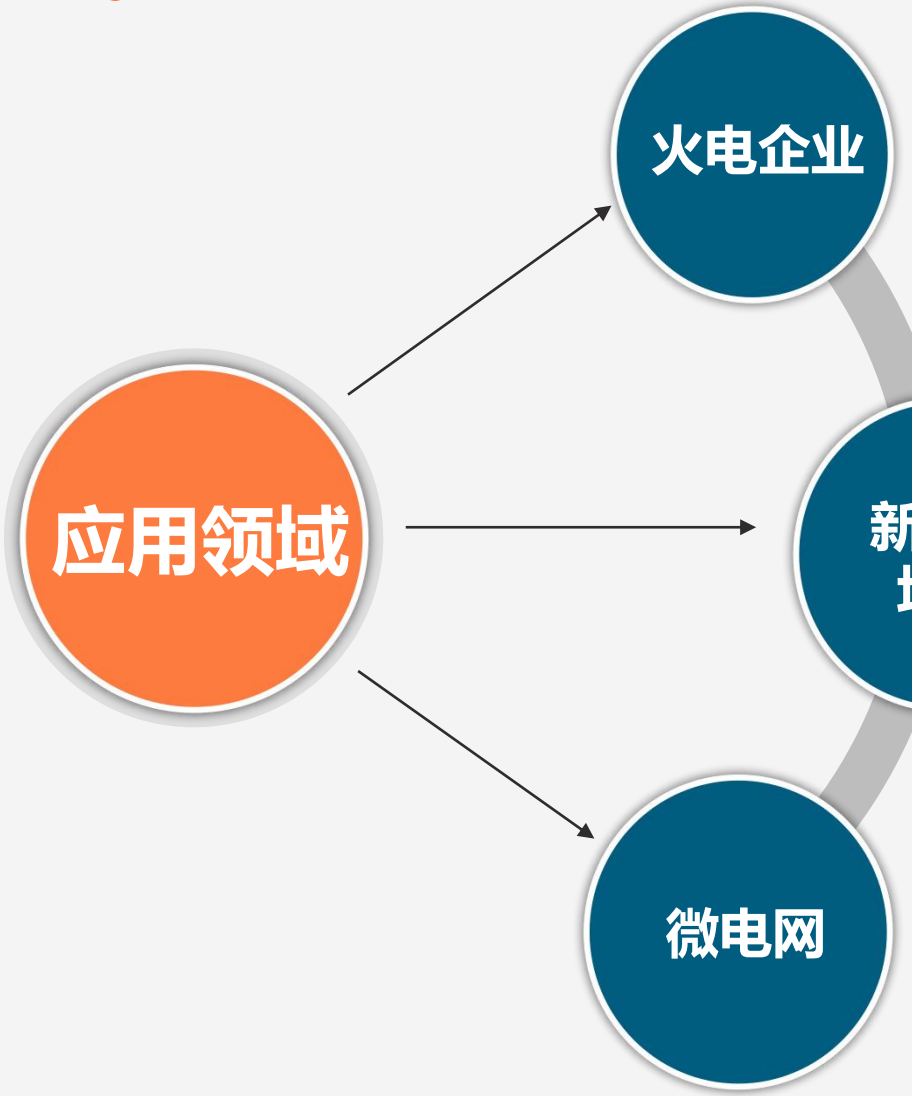
④ 导航台站、塔台、雷达站、VHF 遥控台



Part 5

电力行业应用

5.1 电力系统应用领域



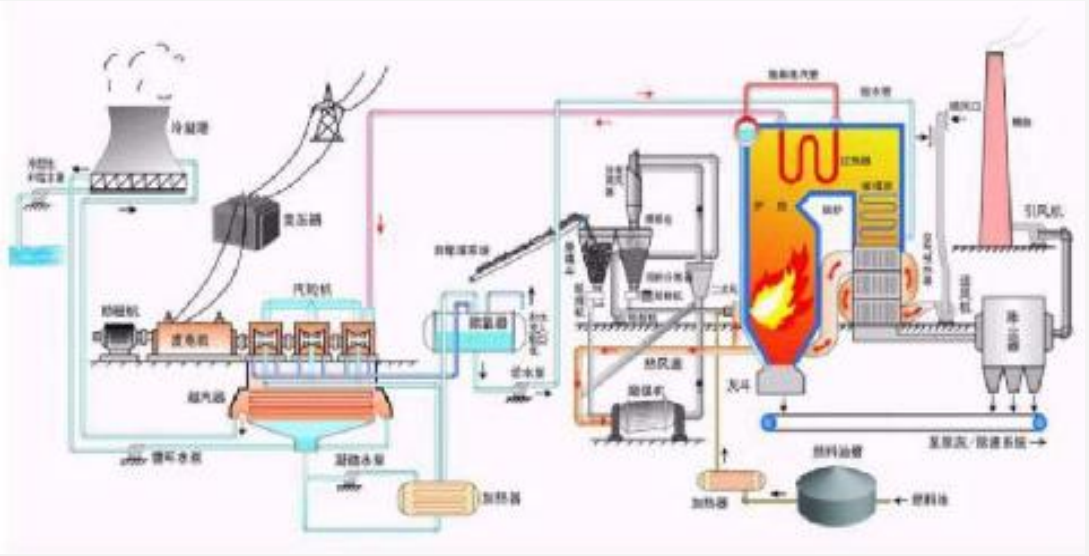
通过基于飞轮的混合储能技术应用于火电厂一次调频、AGC辅助调频等，减小考核支出、降低煤耗、提高辅助服务收益。

利用飞轮储能快速响应、频繁充放电的能力，为新能源场站提供一次调频、惯量响应等电力主动支撑能力，降低新能源场站并网难度，减小考核支出。

在港口、海岛、石油、工业企业自备电站等微电网领域，解决冲击性负荷平抑、能源供给多样化、电能质量提升等问题。

5.2 电力系统应用领域-火力发电

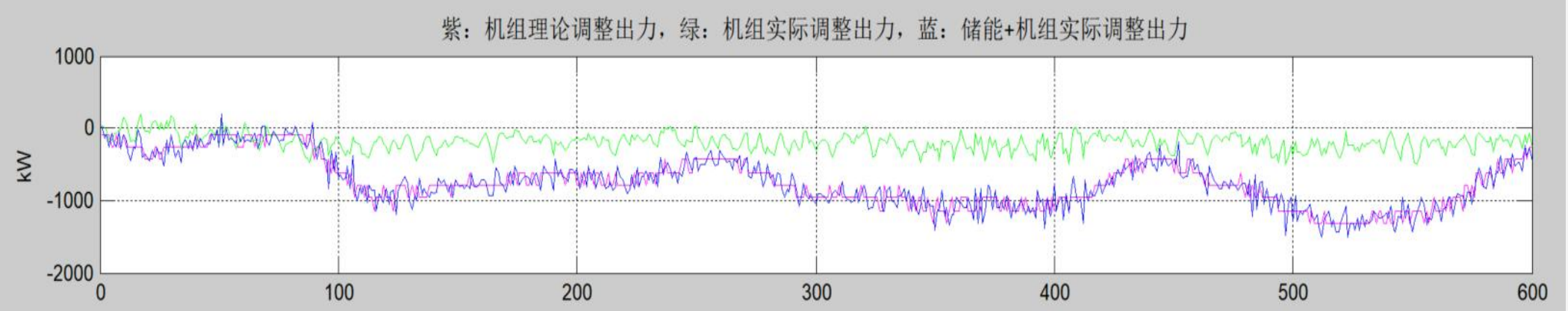
- **提高机组调频能力** 显著提高机组一次、二次调频性能，减少考核，提高机组辅助服务性能，增加机组调频补偿收益。
- **降低机组运行煤耗** 如应用于节煤目标，实际运行工况下可降低机组供电煤耗约1-1.5克/千瓦时。
- **匹配火电机组寿命** 飞轮储能的设计使用寿命超过20年，与火电机组30年的设计寿命接近
- **物理储能安全可靠** 飞轮采用物理方式储能，安全可控，性能不衰减
- **适应电厂运行环境** 飞轮运行对环境要求低，良好通风条件下，-10-50℃可以正常工作





5.2 应用案例-火电厂一次调频

一次调频技术指标	调频时长（秒）	负荷响应时间	负荷调整幅度（调节速度）	负荷调整偏差（调节精度）	调频响应指数（贡献电量）
细则考核标准	/	1	≥0.9	≤0.25	≥0.9
机组独立调频指标	60	1	0.551	0.428	0.383
飞轮联合调频指标	60	1	0.961	**0.046**	1.401

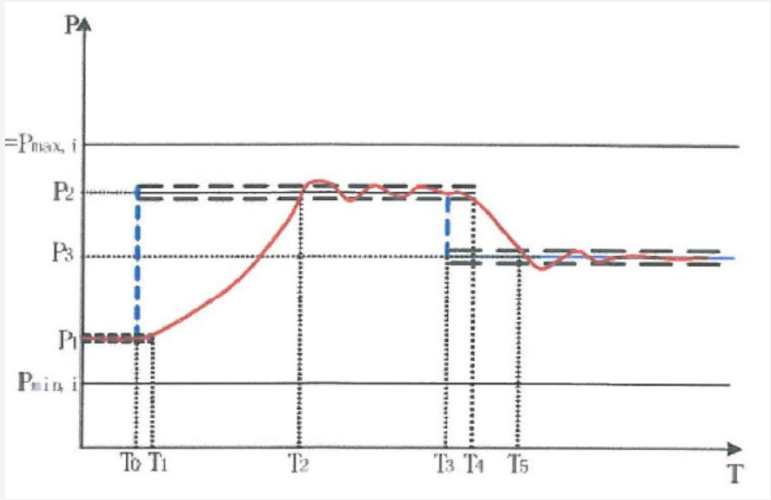


- **飞轮储能应用于一次调频的优势**：
  - 利用飞轮储能系统响应速度快、调节精度高的特点，按机组容量2~3%的功率配飞轮储能,可弥补机组调节能力不足，使得综合出力接近理论出力，有效提高一次调频技术指标。
  - 可避免或减少机组的一次调频考核或大扰动试验考核费用。
  - 在保证机组调频能力不降低的基础上，通过降低机组节流损失可使机组发电标煤耗降低约1-1.5g/kWh 。

5.2 应用案例-火电厂AGC辅助调频

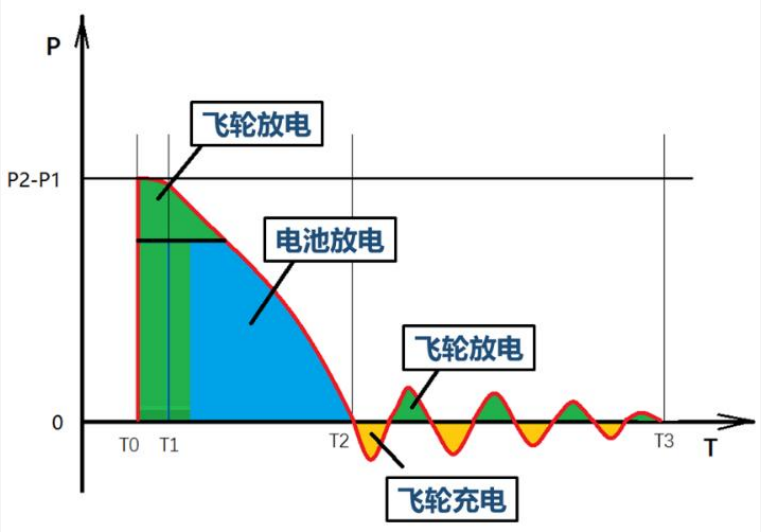
储能系统辅助发电机组参与AGC调频，是利用储能系统能够快速充放电，并精准输出功率的特性，配合发电机组进行频率调节。

电厂调频应用具有充放电频繁、功率大、响应时间要求高、安全性要求高等特性，属于典型的功率型应用场景。国内目前运行的调频储能辅助系统大部分采用的锂离子电池技术，在应用过程中暴露了使用寿命短、存在安全隐患等弊端。采用能量型锂离子电池技术与功率型飞轮储能技术联合组成混合式储能系统，可充分发挥各自的优势，达到更好的性能指标。



典型的AGC机组设点控制过程

- 混合储能技术应用于AGC辅助调频优势：
  - **提高调频收益**：通过增加指令覆盖率、提高调频精度，调频收益较纯锂电池系统提高20%。
  - **延长锂电池使用寿命**：45%的指令由飞轮系统独立承担，锂电池系统无需响应或少响应；加之降低锂电池系统充放电倍率，可延长锂电池使用寿命二倍以上。
  - **增加系统可靠性**：降低锂电池使用频次及充放电倍率，提高系统安全性。



混合储能系统工作机制

5.3 电力系统应用领域-新能源场站



技术原理

利用飞轮储能系统快速充放电及高循环充放电次数的特性，解决新能源场站主动支撑能力不足问题

应用场景

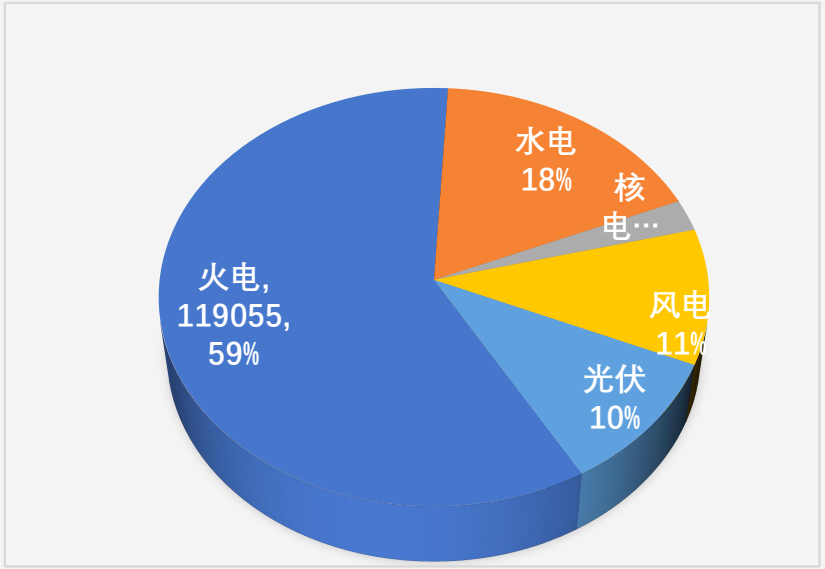
- ✓ 一次调频
- ✓ 惯量响应

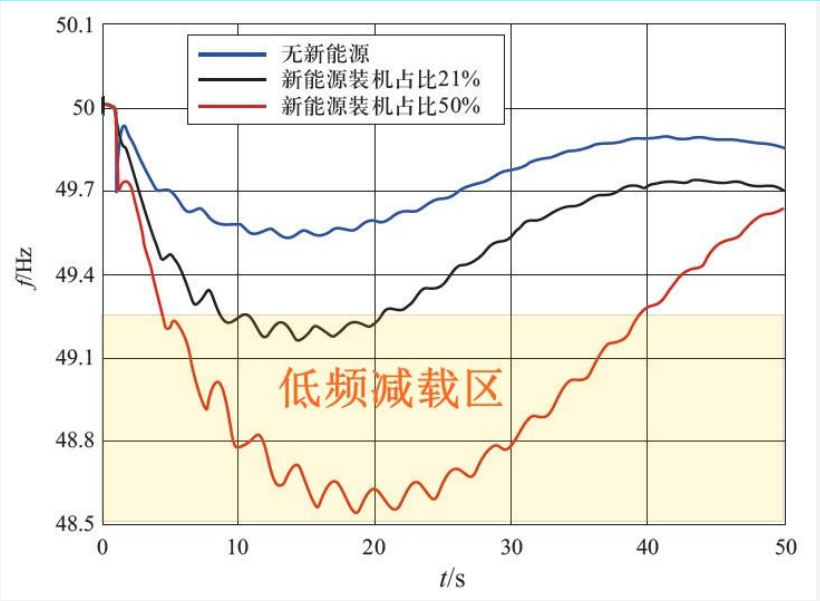
目的

- ✓ 达到并网要求
- ✓ 减少考核损失

5.3 电力系统应用领域-新能源场站

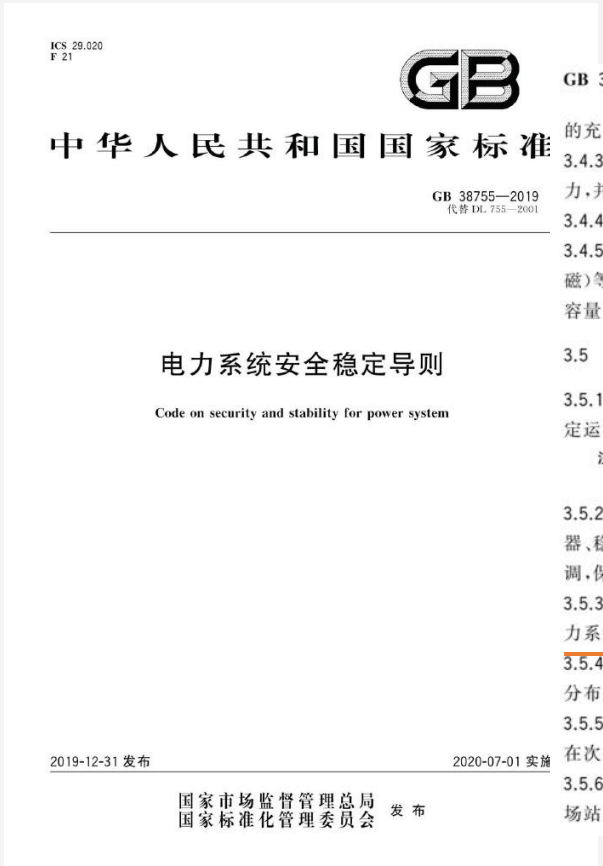
- 风电、光伏占全部电力装机比例达到21%，部分省份超过40%，电网已具备高比例新能源接入特征。
- 高比例新能源电力系统面临的两个主要问题：**新能源消纳受限**以及**安全稳定运行风险增大。**
- 安全稳定运行风险主要表现在电网调节能力及抗干扰能力不断下降。
- 在新能源占比21%工况下，考虑4%的严重缺额场景，若新能源不具备调频能力可能导致低频减载动作，严重威胁电网安全稳定运行。





5.3 电力系统应用领域-新能源场站

- ✓ 为促进新能源消纳，目前具有转动惯量的常规电源开机容量不断被挤占，电网可用的快速频率调节资源逐步减少，电网频率控制的结构性困境日趋明显。
- ✓ 2020年7月，《电力系统安全稳定导则》GB/38755-2019实施，要求新能源电源均应具备一次调频、快速调压、调峰能力，新能源场站应提高调节能力，必要时应配置燃气电站、储能电站等灵活调节资源。在新能源并网发电比重较高的地区，新能源场站应提供必要惯量与短路容量支撑。
- ✓ 国网山西、江西、辽宁、江苏调度中心已要求新并网新能源场站需具备一次调频能力，在运新能源场站限期改造。



ICS 29.020
F 21

GB

中华人民共和国国家标准

GB 38755—2019
代替 DL 755—2001

电力系统安全稳定导则

Code on security and stability for power system

2019-12-31 发布　　2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布



GB 38755—2019

的充电功率应基本予以补偿。

3.4.3 同步发电机或同步调相机应带自动调节励磁(包括强行励磁)运行，具备充足的进相和迟相能力，并保持其运行的稳定性。

3.4.4 新能源场站应具备无功功率调节能力和自动电压控制功能，并保持其运行的稳定性。

3.4.5 为保证受端系统发生突然失去一回线路、失去直流单极或失去一台大容量机组(包括发电机失磁)等故障时，保持电压稳定和正常供电，不致出现电压崩溃，受端系统中应有足够的动态无功功率备用容量。

3.5 网源协调

3.5.1 电源及动态无功功率调节设备的参数选择必须与电力系统相协调，保证其性能满足电力系统稳定运行的要求。

注：3.5.1～3.5.4 所述电源指接入 35 kV 及以上电压等级电力系统的火电、水电、核电、燃气轮机发电、光热发电、抽水蓄能、风力发电、光伏发电及储能电站等。

3.5.2 电源侧的继电保护(涉网保护、线路保护)和自动装置(自动励磁调节器、电力系统稳定器、调速器、稳定控制装置、自动发电控制装置等)的配置和整定应与发电设备相互配合，并应与电力系统相协调，保证其性能满足电力系统稳定运行的要求。

3.5.3 电源均应具备一次调频、快速调压、调峰能力，且应满足相关标准要求。存在频率振荡风险的电力系统，系统内水电机组调速系统应具备相应的控制措施。

3.5.4 电源及动态无功调节设备对于系统电压、频率的波动应具有一定的耐受能力。新能源场站以及分布式电源的电压和频率耐受能力原则上与同步发电机组的电压和频率耐受能力一致。

3.5.5 存在次同步振荡风险的常规电厂及送出工程，应根据评估结果采取抑制、保护和监测措施。存在次同步振荡或超同步振荡风险的新能源场站及送出工程，应采取抑制和监测措施。

3.5.6 电力系统应具备基本的惯量和短路容量支持能力，在新能源并网发电比重较高的地区，新能源场站应提供必要惯量与短路容量支撑。



ICS 29.240
F 24
备案号：64507-2018

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1870 — 2018

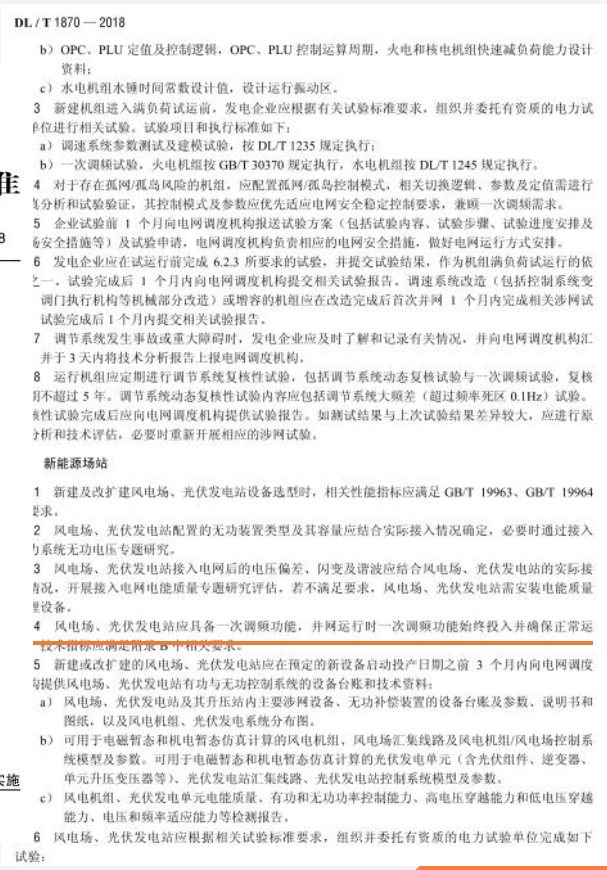
电力系统网源协调技术规范

Power grid and power source coordination technical specification

成品：210*297
版心：166*238
字数：45*43 行
天 35　地 24　订 24　切 20
插图：2 张

2018-06-06 发布　　2018-10-01 实施

国家能源局　发布



DL / T 1870 — 2018

b）OPC、PLU 定值及控制逻辑，OPC、PLU 控制运算周期，火电和核电机组快速减负荷能力设计资料；

c）水电机组水锤时间常数设计值，设计运行振动区。

3 新建机组进入满负荷试运前，发电企业应根据有关试验标准要求，组织并委托有资质的电力试验单位进行相关试验。试验项目和执行标准如下：

a）调速系统参数测试及建模试验，按 DL/T 1235 规定执行；

b）一次调频试验，火电机组按 GB/T 30370 规定执行，水电机组按 DL/T 1245 规定执行。

4 对于存在孤网/孤岛风险的机组，应配置孤网/孤岛控制模式，相关切换逻辑、参数及定值需进行专题分析和试验验证，其控制模式及参数应优先适应电网安全稳定控制要求，兼顾一次调频需求。

5 企业试验前 1 个月向电网调度机构报送试验方案（包括试验内容、试验步骤、试验进度安排及必要安全措施等）及试验申请，电网调度机构负责相应的电网安全措施，做好电网运行方式安排。

6 发电企业应在试运行前完成 6.2.3 所要求的试验，并提交试验结果，作为机组满负荷试运行的依据之一。试验完成后 1 个月内向电网调度机构提交相关试验报告。调速系统改造（包括控制系统变更、调门执行机构等机械部分改造）或增容的机组应在改造完成后首次并网 1 个月内完成相关涉网试验，试验完成后 1 个月内提交相关试验报告。

7 调节系统发生事故或重大障碍时，发电企业应及时了解和记录有关情况，并向电网调度机构汇报，并于 3 天内将技术分析报告上报电网调度机构。

8 运行机组应定期进行调节系统复核性试验，包括调节系统动态复核试验与一次调频试验，复核周期不超过 5 年。调节系统动态复核性试验内容应包括调节系统大频差（超过频率死区 0.1Hz）试验。复核性试验完成后应向电网调度机构提供试验报告。如测试结果与上次试验结果差异较大，应进行原因分析和技术评估，必要时重新开展相应的涉网试验。

新能源场站

1 新建及改扩建风电场、光伏发电站设备选型时，相关性能指标应满足 GB/T 19963、GB/T 19964 要求。

2 风电场、光伏发电站配置的无功装置类型及其容量应结合实际接入情况确定，必要时通过接入电力系统无功电压专题研究。

3 风电场、光伏发电站接入电网后的电压偏差、闪变及谐波应结合风电场、光伏发电站的实际接入情况，开展接入电网电能质量专题研究评估。若不满足要求，风电场、光伏发电站需安装电能质量治理设备。

4 风电场、光伏发电站应具备一次调频功能，并网运行时一次调频功能始终投入并确保正常运行。技术指标应满足附录 B 中相关要求。

5 新建或改扩建的风电场、光伏发电站应在预定的新设备启动投产日期之前 3 个月内向电网调度机构提供风电场、光伏发电站有功与无功控制系统的设备台账和技术资料：

a）风电场、光伏发电站及其升压站内主要涉网设备、无功补偿装置的设备台账及参数、说明书和图纸，以及风电机组、光伏发电系统分布图。

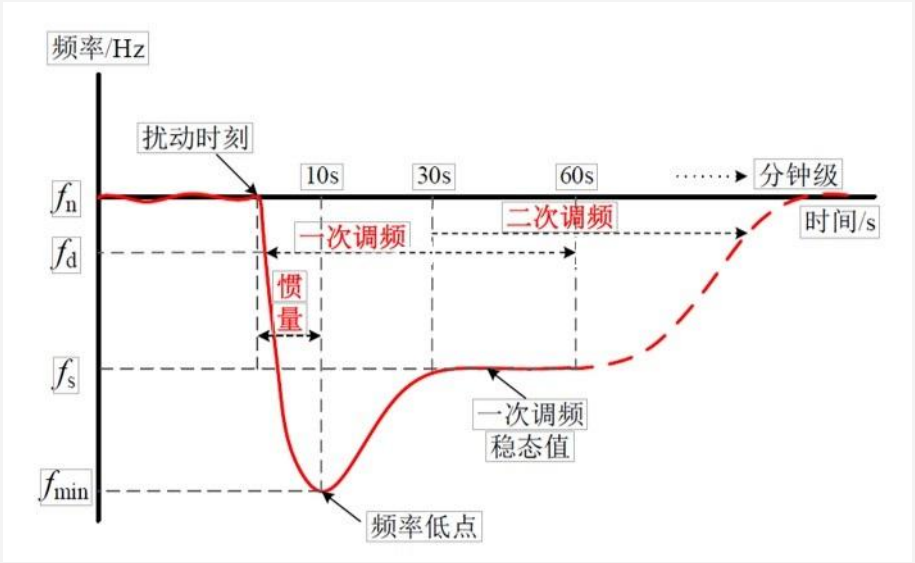
b）可用于电磁暂态和机电暂态仿真计算的风电机组、风电场汇集线路及风电机组/风电场控制系统模型及参数。可用于电磁暂态和机电暂态仿真计算的光伏发电单元（含光伏组件、逆变器、单元升压变压器等）、光伏发电站汇集线路、光伏发电站控制系统模型及参数。

c）风电机组、光伏发电单元电能质量、有功和无功功率控制能力、高电压穿越能力和低电压穿越能力、电压和频率适应能力等检测报告。

6 风电场、光伏发电站应根据相关试验标准要求，组织并委托有资质的电力试验单位完成如下试验：

5.3 风电机组短期频率响应特性

- 大型双馈感应风电机组通过变流器控制，其风电机组转子转速与电网频率解耦，不具备同步发电机组的频率响应能力。
- 风电机组通过转子转速控制可提供一定的调频能力，但其能力运行状态直接相关，易造成系统频率的二次波动。
- 风电机组桨距角控制通过降低风力机的风能捕获效率，使机组工作在减载运行状态，以预留为应对系统频率波动而提供短期功率支持的备用容量。因涉及机械变桨动作，响应速度较慢而无法满足一次调频要求，且长期的减载运行会使风电场站经济效益受到较大影响。



常规电力系统典型频率调节过程示意图

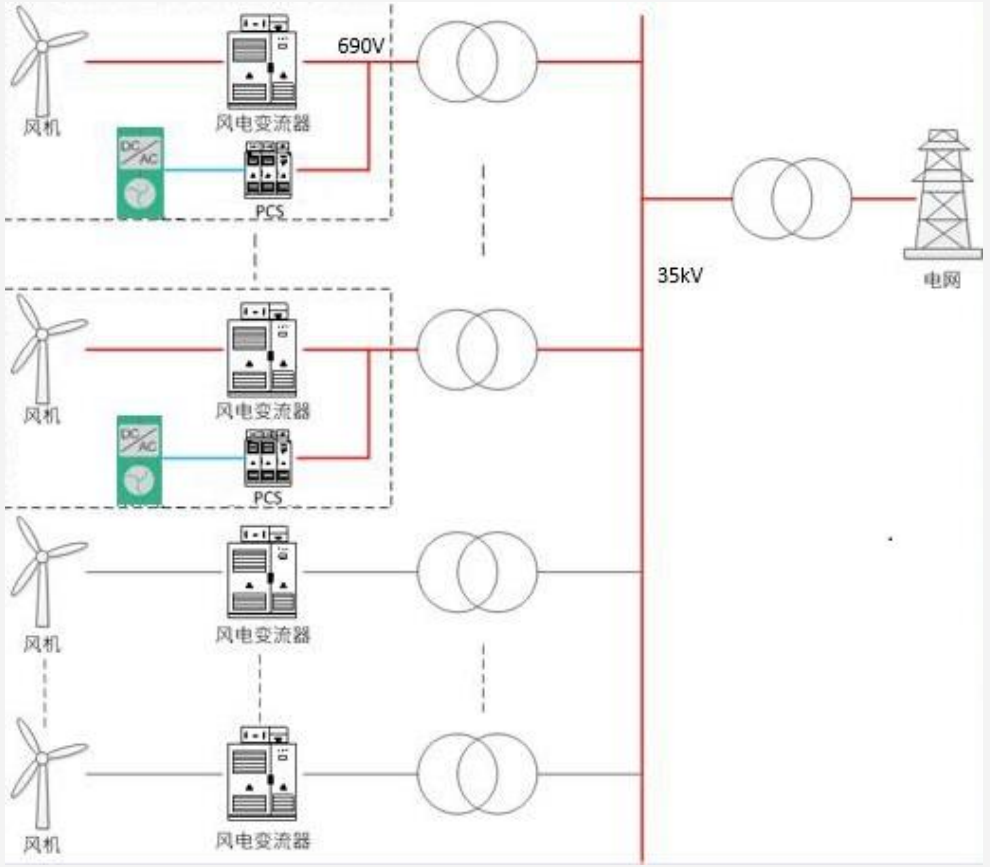
发电机转速 (rpm)	可释放动能 (MJ)	可持续时间 (s,按10% Pn)
1200	10.5	52.2
1100	7.9	39.6
1000	5.6	28.0
900	3.5	17.6
800	1.7	8.2

某2.0MW双馈风电机组转子动能控制调频能力

➢ *数据来源：中国电力科学研究院新能源与储能运行控制国家重点实验室*

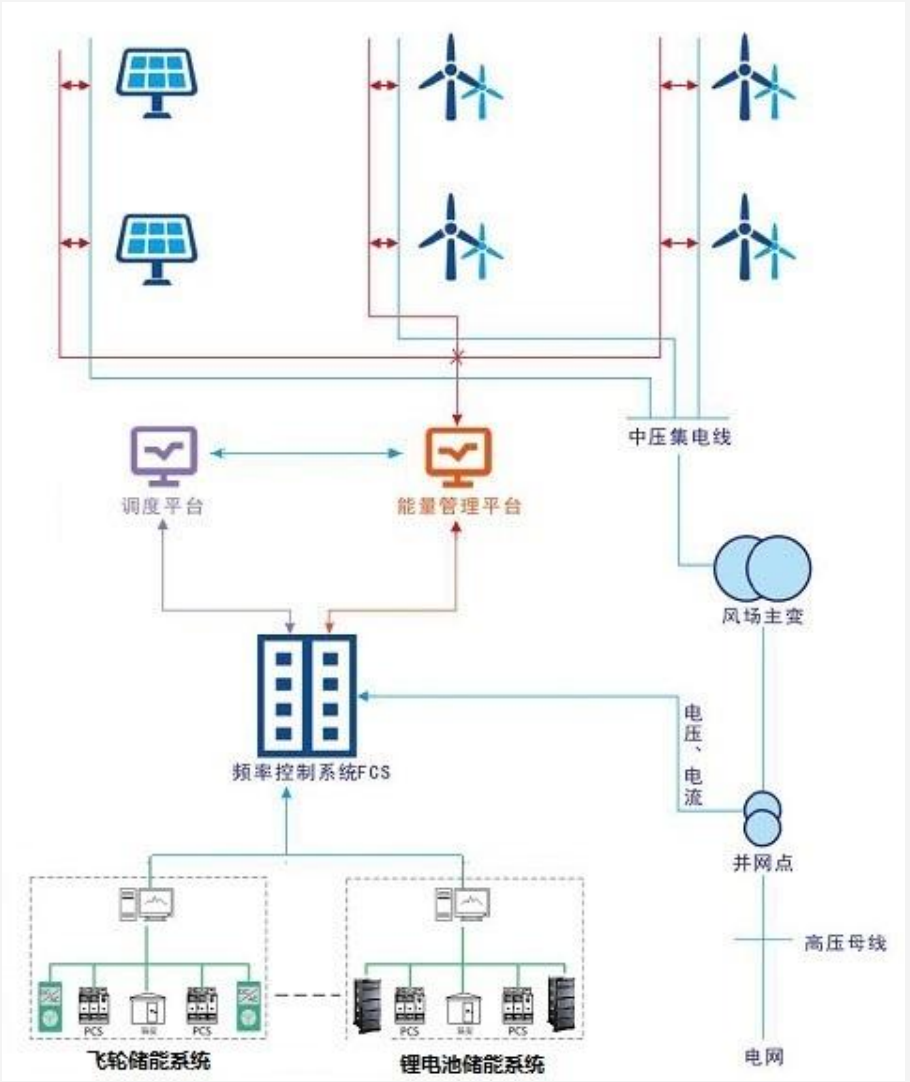
5.3 风储（风机-飞轮储能）协同一次调频响应控制系统

- 利用储能系统响应速度快、控制灵活的特点，与转子转速控制协同，在转子动能不足的情况下提供有功功率支持，使风电机组具备能适应多种风况的短期频率响应能力。
- 在频率恢复阶段快速协助风电机组恢复 MPPT 运行和避免频率二次扰动。
- 飞轮储能具备功率密度高、使用寿命长、安全性高、运行环境友好、存储电量可精确度量等优势，是最适合风储协同一次调频响应控制系统的储能技术。



5.3 集中式储能联合调频

- 按需配置一定容量的飞轮储能系统或飞轮+锂电混合储能系统
- 集中式储能系统接于35kV并网点侧，系统改造简单
- 利用飞轮储能快速响应、高循环使用次数的能力承担大部分调频需求，利用锂电池储能作为能量补充，提高风电输出功率的稳定性和可控性
- 可同时满足一次调频及虚拟惯量响应技术指标要求



5.3 新能源场站一次调频技术方案

□ 风电场站一次调频技术方案

	风机转子转速+桨角距控制	风机转子转速控制+飞轮储能	集中式储能联合调频
实现方式	在响应一次调频指令时，由转子转速控制提供初期功率支撑，后期通过改变桨角距结合转子转速控制提供功率支撑。	利用飞轮储能系统响应速度快、控制灵活的特点，与转子转速控制协同，在转子动能不足的情况下提供有功功率支持，使风电机组具备能适应多种风况的短期频率响应能力。	在风电场内建设一定容量的具有响应一次调频功能的储能电站以完全承担新能源电站的调频任务。
方案优势	需修改风机控制程序，改造费用较低	无需预留备用容量，储能系统配置容量小，经济性高	对机组影响小，调频性能优于火电，且在后续运行中储能可通过减少弃风弃光、平滑出力等综合应用模式为业主增加收益。
方案劣势	（1）不能确保满足一次调频指标要求；（2）在转速恢复阶段可能产生频率的二次波动；（3）经济性差，桨距角控制预留备用容量，在不限电区域，100MW的风电场年经济损失达2000万元；即使在风电场限电50%（一般发生在送出断面受限的地区）的情况下，经济损失也达1200万元。	需与风机转子转速控制协同，控制系统复杂，有些情况下不具备实施条件。	初期投资高

□ 光伏场站一次调频技术方案

由于光伏逆变器通常运行于最大功率点跟踪（MPPT）运行模式，没有向上支撑功率的能力，因此需采用功率差值控制模式，针对不同的光照参数，使光伏电站在浮动的减载水平下运行，从而具备一定的上调和下调有功出力的能力，由此会带来与风电场站预留备用容量类似的发电量损失问题，经济性差。通过集中式储能联合调频可获得更加的经济性。

综合考虑上述调频方案的可行性与经济性，采用集中式储能联合调频是新能源电站较理想的调频方式

5.3 新能源场站一次调频技术方案

□ 风电场站一次调频技术方案

	桨角距控制+备用容量	风机转子转速控制+飞轮储能	集中式储能联合调频
实现方式	在响应一次调频指令时，频率控制系统通过风电场能量管理平台，通过改变桨角距结合转子转速控制提供功率支撑。	利用飞轮储能系统响应速度快、控制灵活的特点，与转子转速控制协同，在转子动能不足的情况下提供有功功率支持，使风电机组具备能适应多种风况的短期频率响应能力。	在风电场内建设一定容量的具有响应一次调频功能的储能电站以完全承担新能源电站的调频任务。
方案优势	需修改风机控制程序，改造费用较低	无需预留备用容量，储能系统配置容量小，经济性高	对机组影响小，调频性能优于火电，且在后续运行中储能可通过减少弃风弃光、平滑出力等综合应用模式为业主增加收益。
方案劣势	（1）不能确保满足一次调频指标要求；（2）无法满足惯量响应指标要求；（3）经济性差，桨距角控制预留备用容量，在不限电区域，100MW的风电场年经济损失达2000万元；即使在风电场限电50% （一般发生在送出断面受限的地区）的情况下，经济损失也达1200万元。	需与风机转子转速控制协同，控制系统复杂，有些情况下不具备实施条件。	初期投资高

□ 光伏场站一次调频技术方案

由于光伏逆变器通常运行于最大功率点跟踪（MPPT）运行模式，没有向上支撑功率的能力，因此需采用功率差值控制模式，针对不同的光照参数，使光伏电站在浮动的减载水平下运行，从而具备一定的上调和下调有功出力的能力，由此会带来与风电场站预留备用容量类似的发电量损失问题，经济性差。通过集中式储能联合调频可获得更加的经济性。

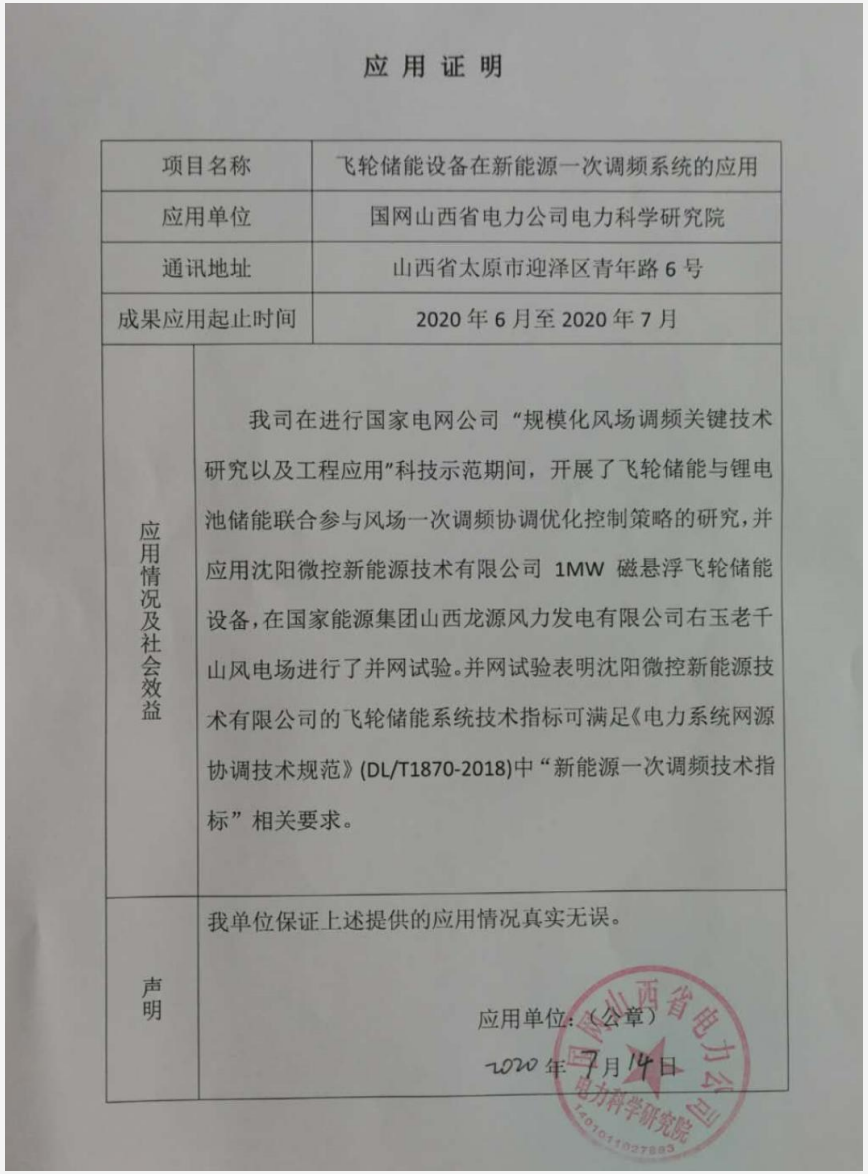
综合考虑上述调频方案的可行性与经济性，采用集中式储能联合调频是新能源电站较理想的调频方式

5.3 微控飞轮储能产品风电一次调频应用案例

- 国家电网公司《规模化风电机组调频性能关键技术研究与应用项目》科技项目
- 部署地点：国家能源集团山西龙源风力发电有限公司右玉老千山风电场
- 全国首个完成35KV并网试验的兆瓦级飞轮储能系统
- 全国首个飞轮+锂电池混合储能示范项目





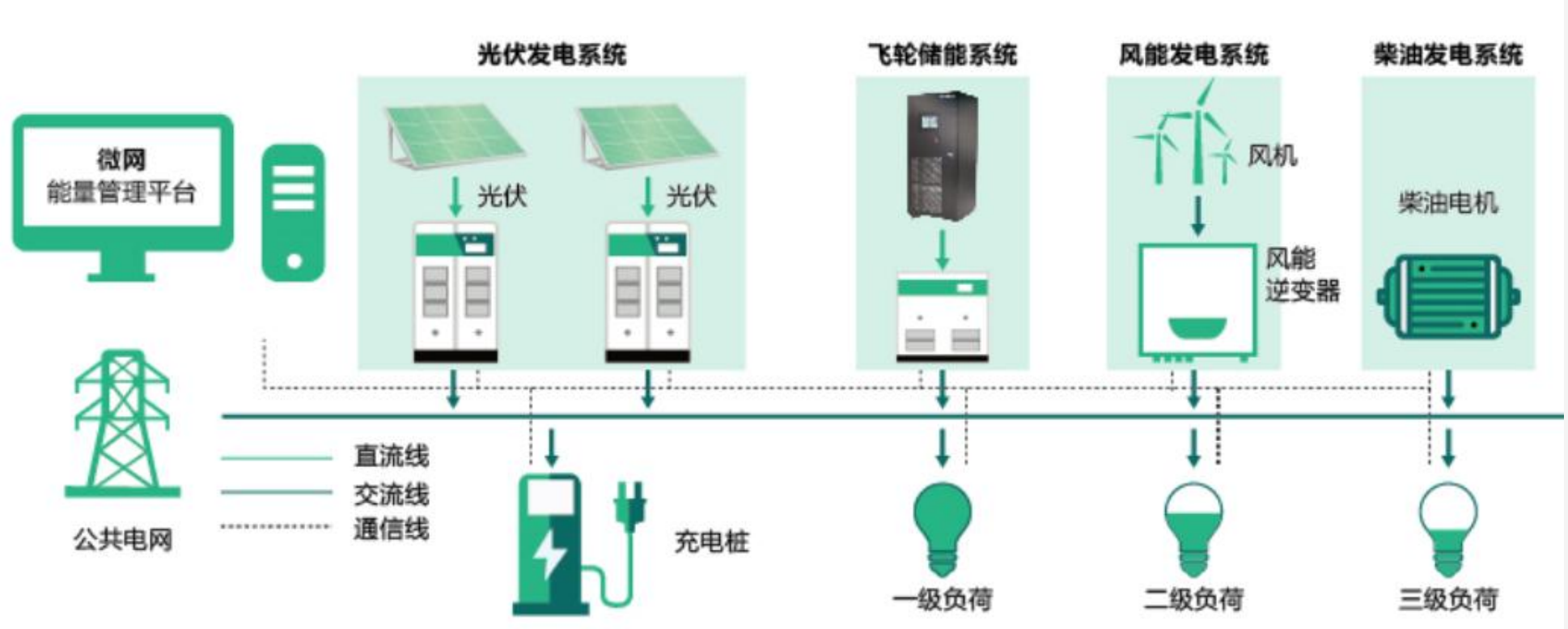


应 用 证 明

项目名称	飞轮储能设备在新能源一次调频系统的应用
应用单位	国网山西省电力公司电力科学研究院
通讯地址	山西省太原市迎泽区青年路 6 号
成果应用起止时间	2020 年 6 月至 2020 年 7 月
应用情况及社会效益	我司在进行国家电网公司“规模化风场调频关键技术研究以及工程应用”科技示范期间，开展了飞轮储能与锂电池储能联合参与风场一次调频协调优化控制策略的研究，并应用沈阳微控新能源技术有限公司 1MW 磁悬浮飞轮储能设备，在国家能源集团山西龙源风力发电有限公司右玉老千山风电场进行了并网试验。并网试验表明沈阳微控新能源技术有限公司的飞轮储能系统技术指标可满足《电力系统网源协调技术规范》(DL/T1870-2018)中“新能源一次调频技术指标”相关要求。
声明	我单位保证上述提供的应用情况真实无误。 应用单位：（公章） 2020 年 7 月 14 日

5.4 电力系统应用领域-微电网

- 微电网是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成的小型发配电系统
- 在微电网中，通过配置飞轮储能设备来实时动态调节分布式发电与负荷之间的平衡，可以解决分布式发电出力波动问题，提高微电网的稳定性，保证微电网供电的可靠性。



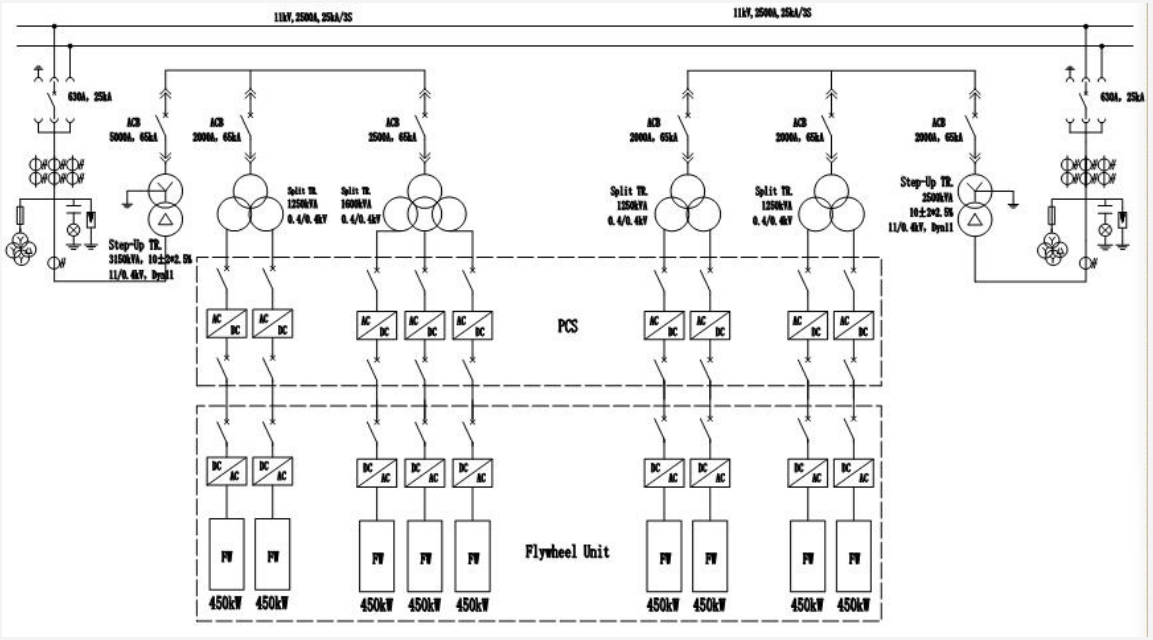
5.4 应用案例-冲击性负荷平抑

深水港码头集装箱起重机等设备瞬间启动作业时会产生高达4.0MW的负荷波动，负载突增突降过快，柴油发电机组功率无法及时跟随，导致机组会进入自保护状态死机，或排烟温度过高（机组允许排烟温度470℃，实际运行时最高达到620℃）。

巴基斯坦港口项目二期配置了4.0MW的飞轮储能系统。 当电网负荷上升时，飞轮储能系统快速响应并释放能量提供即时补偿，当电网负荷下降时，飞轮储能系统快速响应吸收多余的能量，对飞轮储能系统进行充电。

其它类似场景包括：

- ✓ 离网型孤岛微电网或并网型微电网并离网切换
- ✓ 大型企业（如炼钢等）自备电厂
- ✓ 港口及主电网未覆盖的工作平台



技术参数	规格参数
总输出功率	4.05MW
总储能量	15.624kWh
输入电压范围	400-600Vdc
最大充电电流	可根据负荷进行调整
输出电压范围	400-520Vdc
放电时间	15秒
直流纹波	< 2%
响应时间	< 10ms
工作环境温度	-10℃–50℃
循环使用寿命	20年

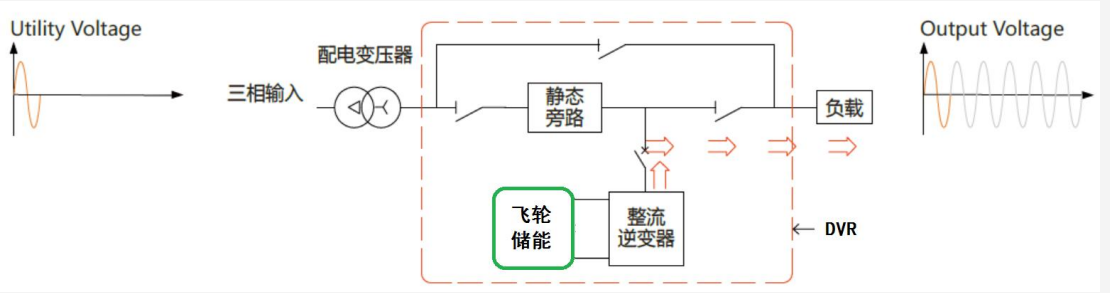
5.4 应用案例-电能质量管理/压降治理

电压暂降又称电压跌落、电压骤降、电压凹陷或晃电等，指电压有效值的突然下降，又突然恢复正常的现象。据统计，92%以上电能质量事件为电压暂升和暂降,大多数持续时间小于2s。电压暂降对很多行业都会造成巨大的经济损失，例如半导体制造、精密电子制造、显示面板制造、纺织加工、制药及化工行业等。

系统优势：

- **响应速度快**：小于10ms的响应速度。
- **储能量大**：单体飞轮模块即可支持500kVA/9s的能量需求。
- **使用寿命长**：飞轮核心模块使用寿命长达20年。
- **运维成本低**：环境温度0°C 至40°C均可使用，无需制冷，几乎免维护。

在多路供电系统切换引起的短时电力中断等场景飞轮储能系统同样适用。

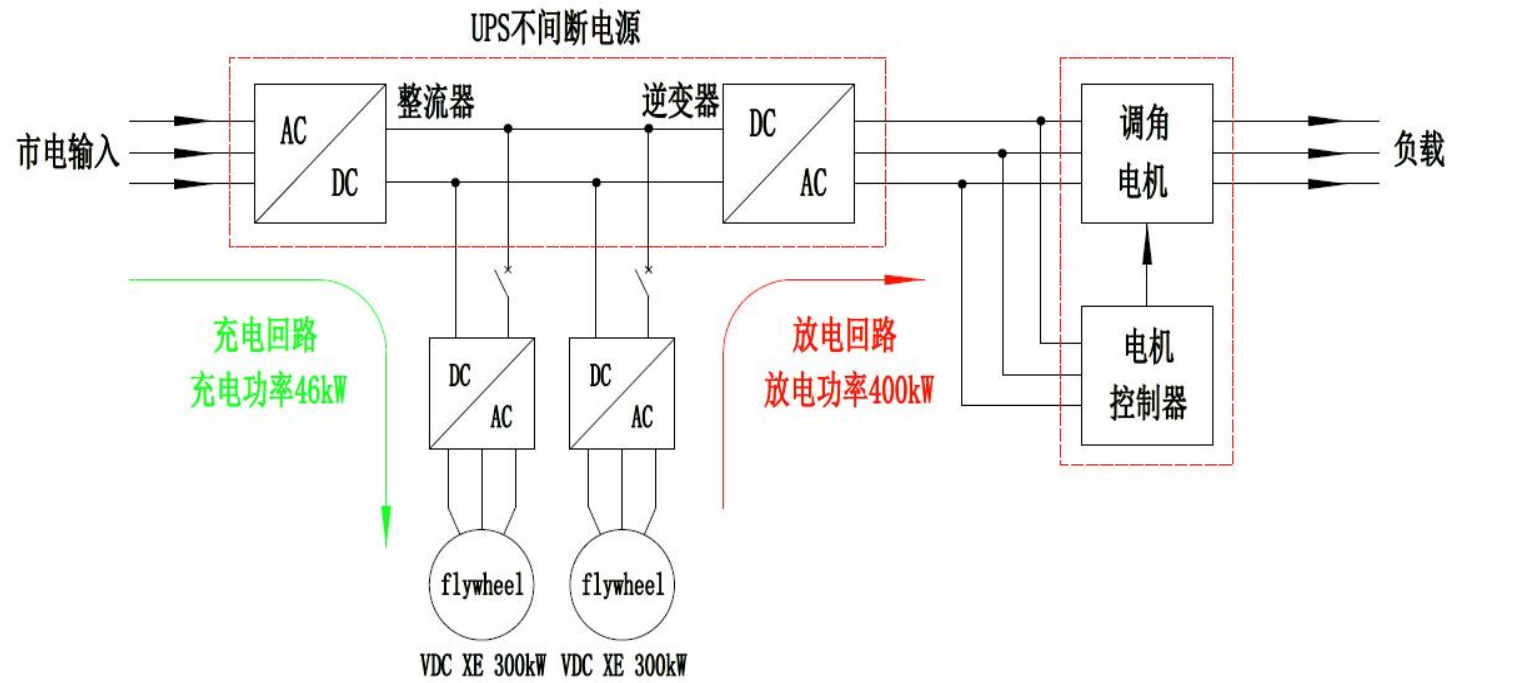


用户案例	应用简介
Micron	Micron（美国美光）半导体是全球第三大内存芯片厂，是全球著名的半导体存储器方案供应商。产品用于其核心内存颗粒及存储器模块产线的不间断电力保障
3M	3M是注明全球性的多元化科技企业，世界500强企业。设备用于其超紧凑LED产品的生产
Amgen Inc.	安进公司主要从事人用创新药物的探索、研发、生产和销售。
Baxter	百特国际有限公司于1931年在美国成立，是全球医疗行业的领先企业之一。迄今，百特已在全球100多个国家设立了超过250家公司和分支机构，60多家工厂分布在28个国家，全球雇员总数超过47,000人。百特公司自2011年起使用VYCON飞轮设备由于其药物生产线。
Element Six	Element Six 世界领先的超硬材料生产商和供应商。VYCON产品用于其位于瑞士的人造金刚石产品生产。
Hitachi Global Storage Technologies	日立环球存储科技公司（HGST）是全球领先的台式电脑硬盘，笔记本硬盘生产商
Kobe Aluminum Automotive Products, LLC	公司隶属于日本神钢集团，为神钢集团在肯塔基州投资建立的铝合金型材挤压厂。设备用于其深加工车间的不间断电力保障。
Viskase	Viskase是全球领先的食品包装解决方案和服务提供商，在全美有11家设备生产厂。VYCON自2012年起为其提供不间断电源设备

5.4 应用案例-动态增容

该项目射电望远镜转动时调角电机需要400kW峰值功率，项目所在地电网容量小于50kW。项目采用双飞轮电力动态增容系统，将电网最大功率限制在46kW，采用两台飞轮储能装置进行，经由UPS为调角电机供电。





说明：1）两台VDC XE 300kW 飞轮储能系统和UPS不间断电源系统为西班牙某岛射电望远镜及辅助设备提供动力电源；

2）岛内电网输入功率有限，UPS整流器的输入功率被限制为46kW，当射电望远镜调整旋转角度时，功率需求超过400kW，此时UPS整流器关闭，由飞轮储能系统为射电望远镜转角电机供电；

3）当射电望远镜调整角度重新定位后，市电通过UPS整流器继续为飞轮储能系统充电。

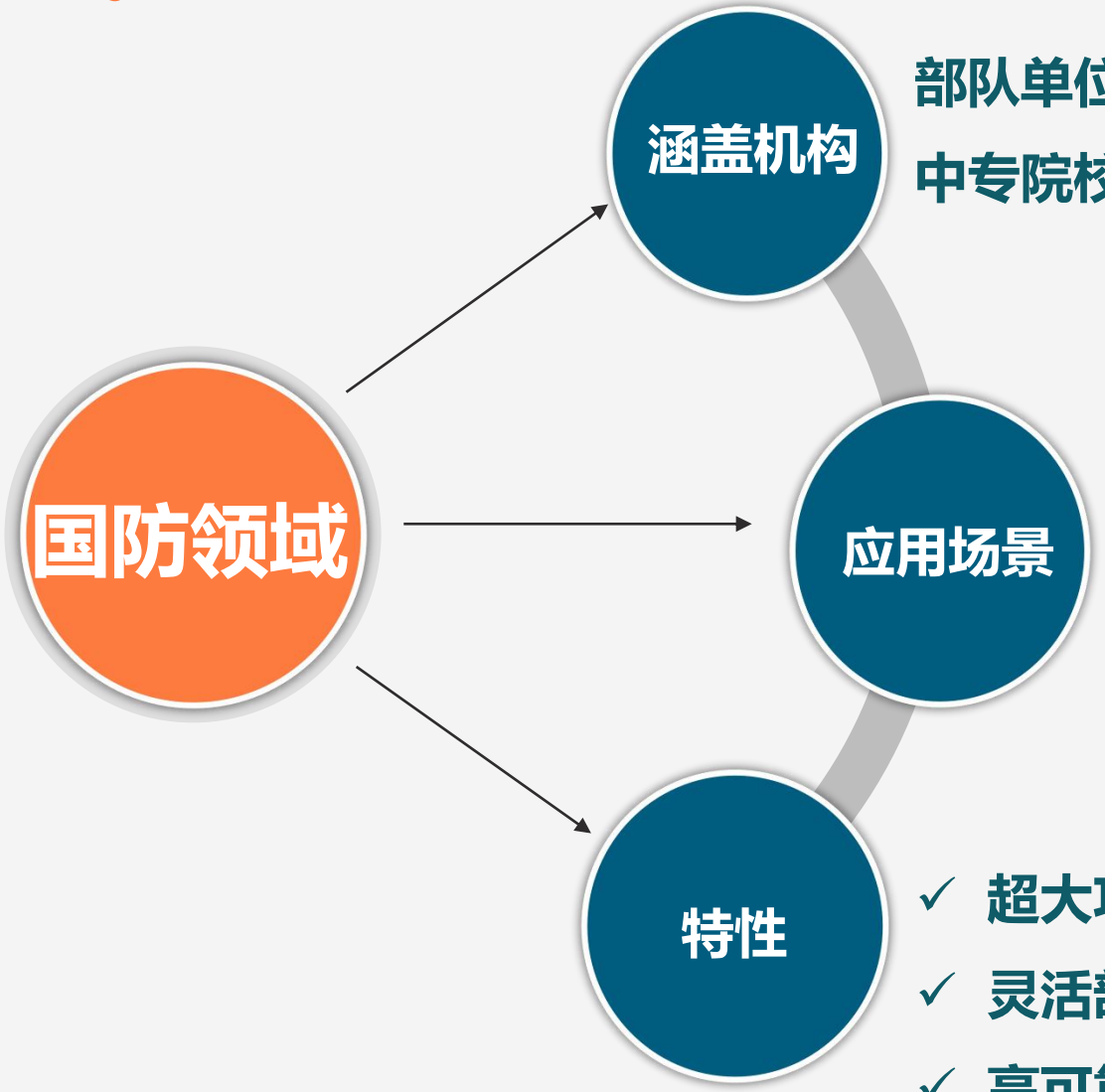
4）此项目UPS不间断电源是由GE公司根据负载使用需求及飞轮特性定制开发。



Part 6

国防领域应用

6.1 国防领域应用概述



部队单位、国防科技工业及其企事业单位、科研院所、大中专院校等

- ✓ 电磁炮/激光武器等定向能武器
- ✓ 导弹冷发射/航天器电磁推射
- ✓ 无人机弹射
- ✓ 试验场高功率电源
- ✓ 移动电源

- ✓ 超大功率需求
- ✓ 灵活部署需求
- ✓ 高可靠性需求
- ✓ 安全隐蔽需求

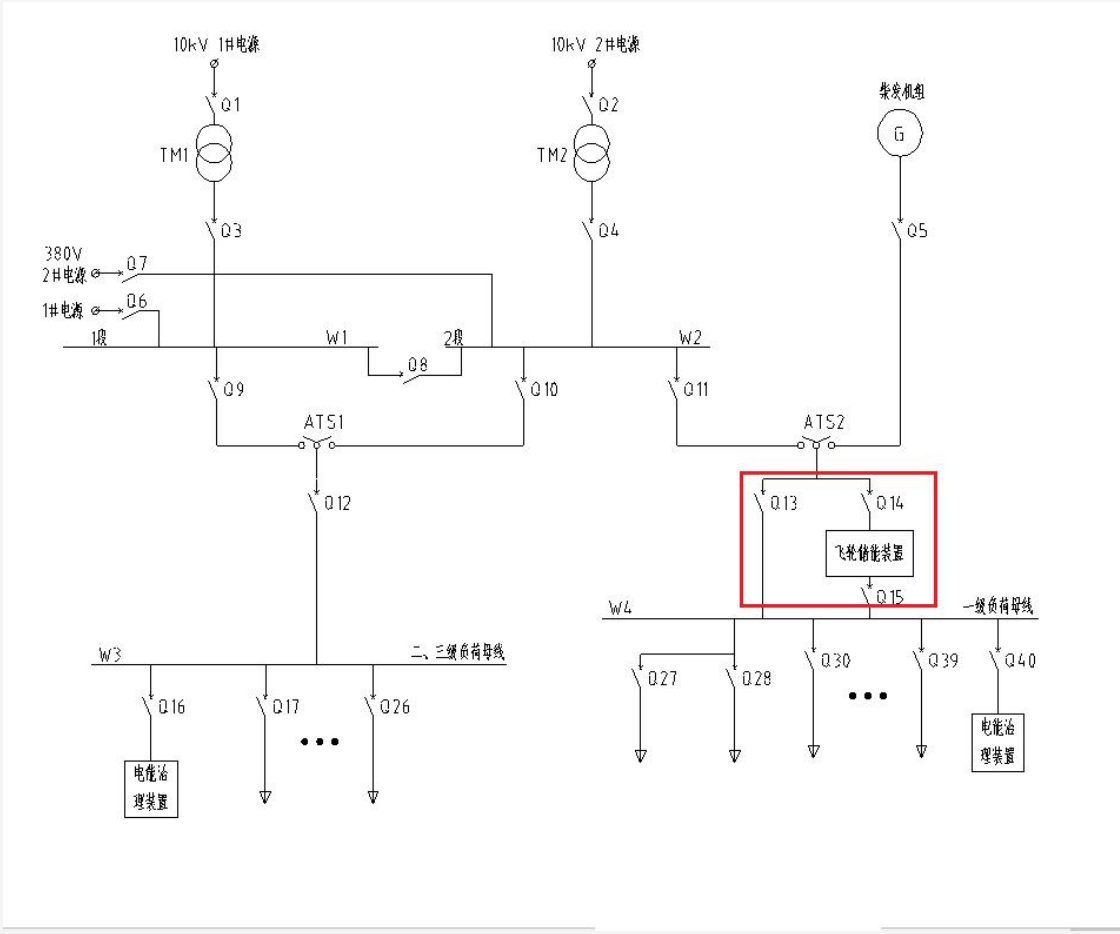
6.2 应用案例- 军事方舱医院

- **应用场景**：方舱医院关键用电设施保障
- **基本参数**：

（1）额定功率:360KW;
（2）后备供电时间：不少于22秒
（3）系统部署方式:集装箱式



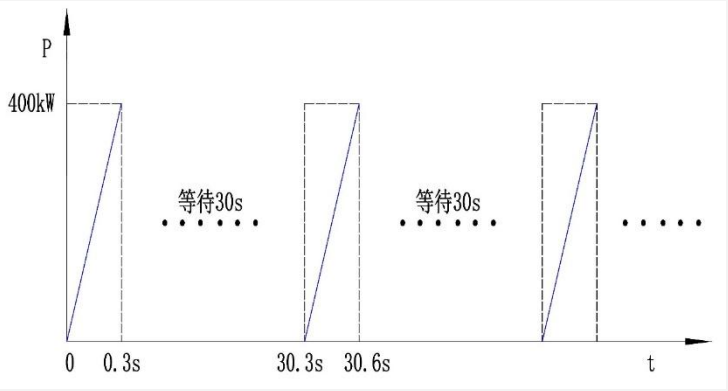


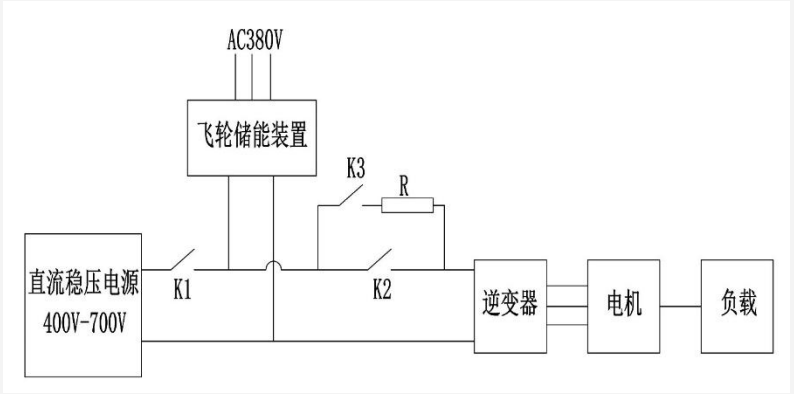


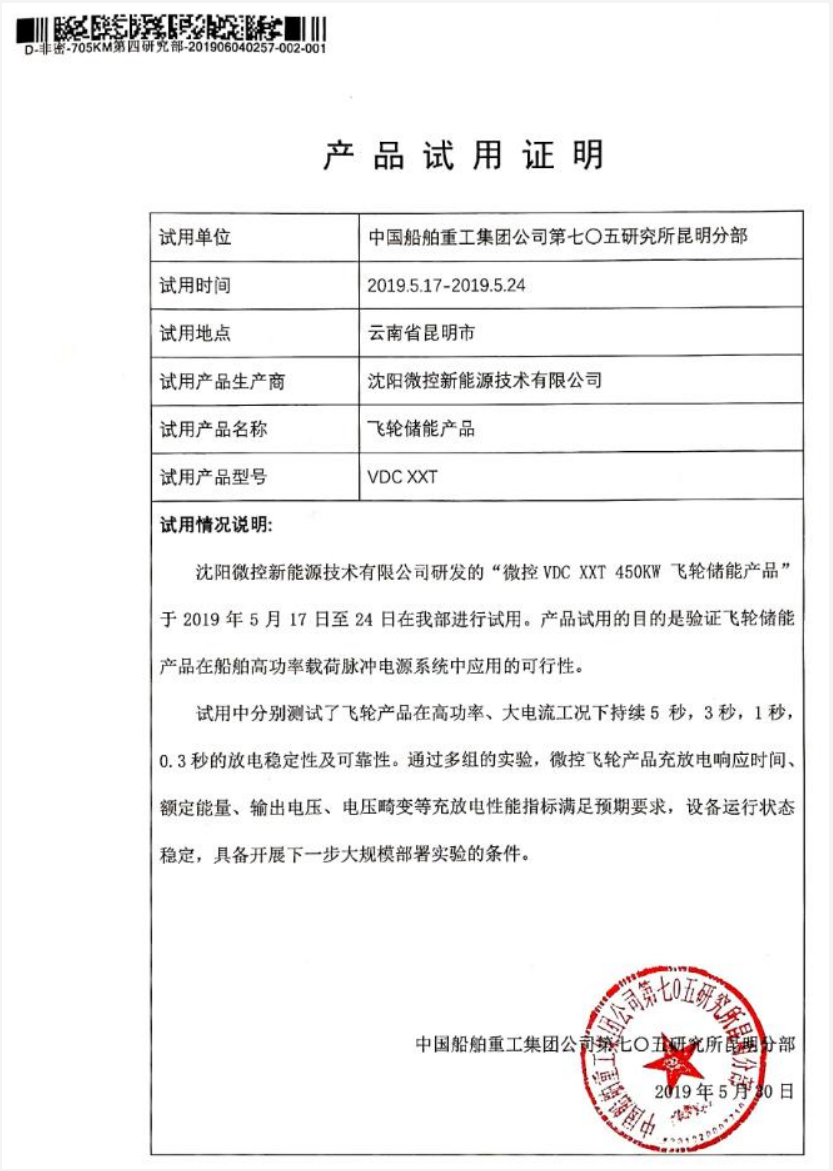
6.2 应用案例-高能武器脉冲电源

项目为某船舶武器系统脉冲负载供电，每个周期0.3秒，每两个周期至少间隔30秒。

分别在带水带雷满负载测试环境下测试了飞轮产品在高功率、大电流工况下持续5 秒，3秒，1秒，0.3秒的放电稳定性及可靠性。通过多组的实验，微控飞轮产品充放电响应时间、额定能量、输出电压、电压畸变等充放电性能指标满足预期要求，设备运行状态稳定，优于原有超级电容产品。







D-非密-705KM第四研究部-201906040257-002-001

产 品 试 用 证 明

试用单位	中国船舶重工集团公司第七〇五研究所昆明分部
试用时间	2019.5.17-2019.5.24
试用地点	云南省昆明市
试用产品生产商	沈阳微控新能源技术有限公司
试用产品名称	飞轮储能产品
试用产品型号	VDC XXT

试用情况说明:

沈阳微控新能源技术有限公司研发的“微控 VDC XXT 450KW 飞轮储能产品”于 2019 年 5 月 17 日至 24 日在我部进行试用。产品试用的目的是验证飞轮储能产品在船舶高功率载荷脉冲电源系统中应用的可行性。

试用中分别测试了飞轮产品在高功率、大电流工况下持续 5 秒，3 秒，1 秒，0.3 秒的放电稳定性及可靠性。通过多组的实验，微控飞轮产品充放电响应时间、额定能量、输出电压、电压畸变等充放电性能指标满足预期要求，设备运行状态稳定，具备开展下一步大规模部署实验的条件。

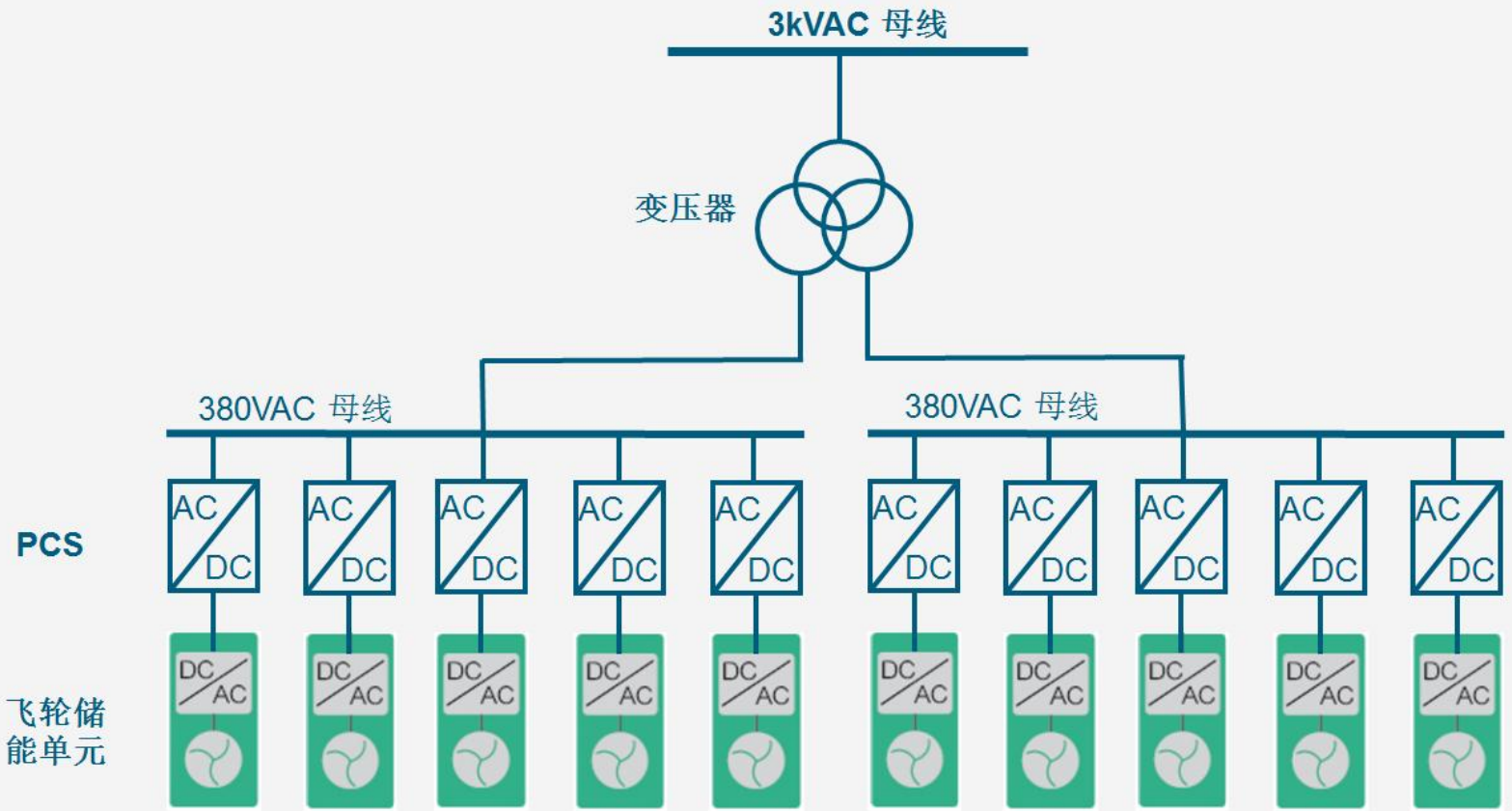
中国船舶重工集团公司第七〇五研究所昆明分部

2019 年 5 月 30 日

6.2 应用案例-高功率动态增容

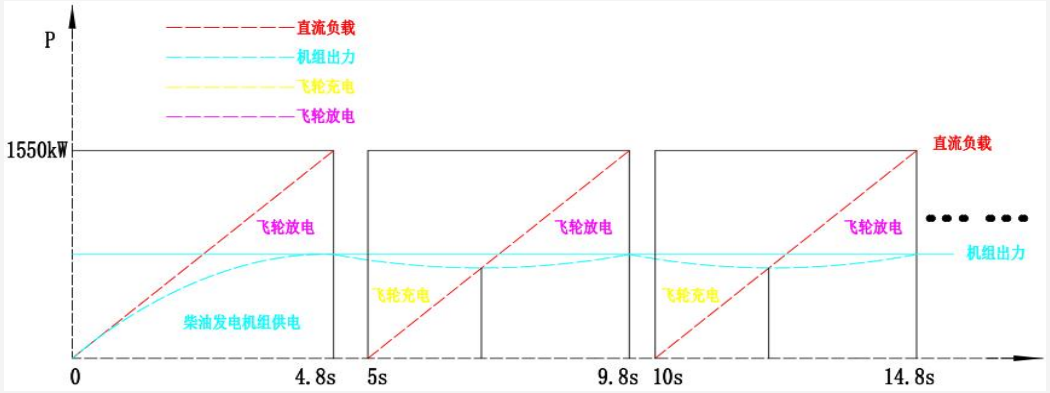
- **项目简介**：应用于可控核聚变电子回旋管加速，额定功率下最长放电时间10s（大部分3-5s）。
- 系统也可用于其它高功率试验场，降低供电系统增容难度、缩短建设时间、降低运维成本。

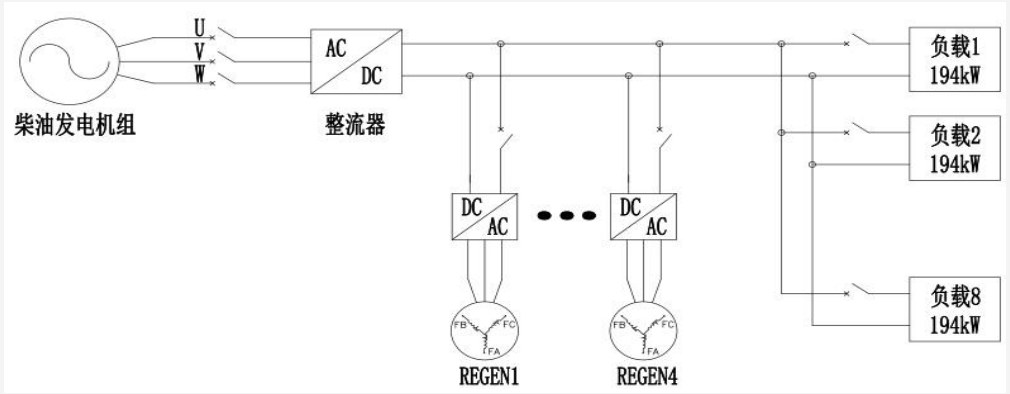
参　数	指　标
额定电压	3kVAC
最大输出有功功率	3MW
最大放电时间	12s
最短放电间隔	10min
工作温度范围	0°C~50°C
使用寿命	200万次/15年
设备尺寸 (宽*深*高)	柜体：15000*800*2200mm 变压器：2600*1700*2200mm

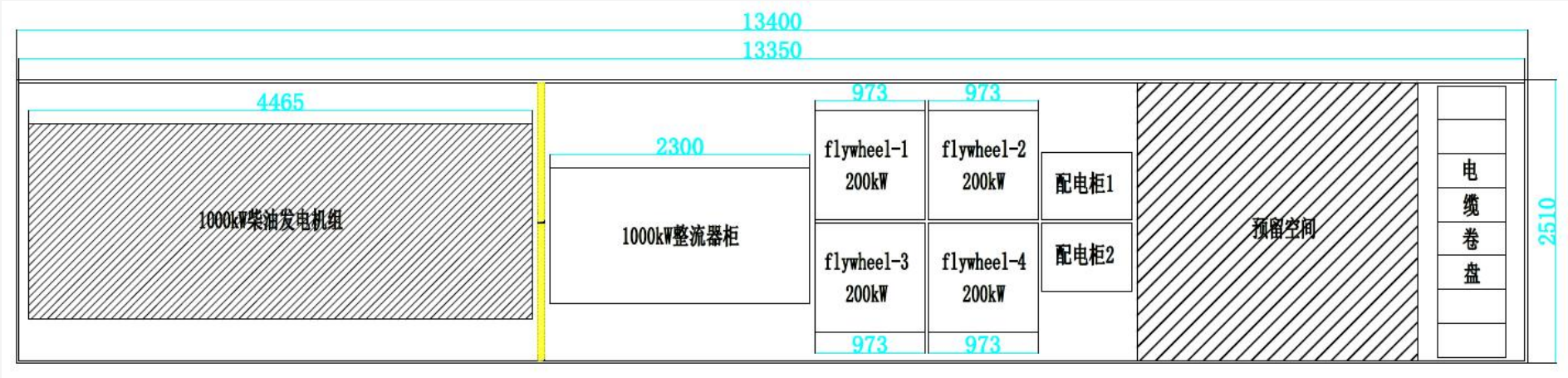


6.2 应用案例- 高能武器脉冲电源项目

- **项目需求简介**：周期性脉冲负载供电，每5秒一个周期，从0秒开始至4.8秒结束，功率需求从零增至1550kW，然后立刻降为0kW，然后停0.5s-1s，下一个周期再开始运行，整个运行时长为2分钟。
- **解决方案：**采用1000kW柴油发电机组+800kW飞轮储能系统联合供电，稳定发电机组瞬态电压偏差。

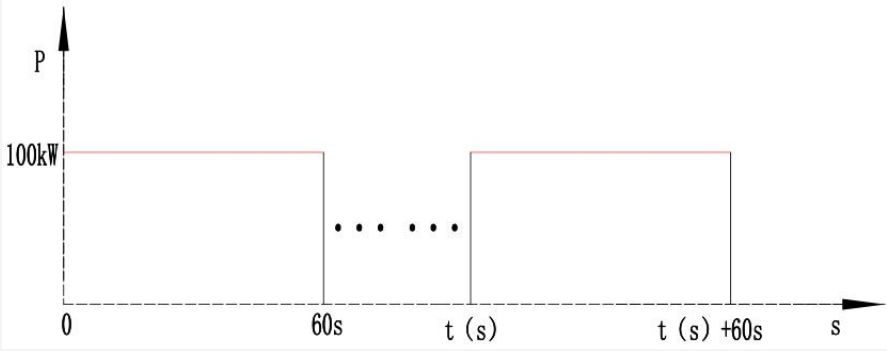






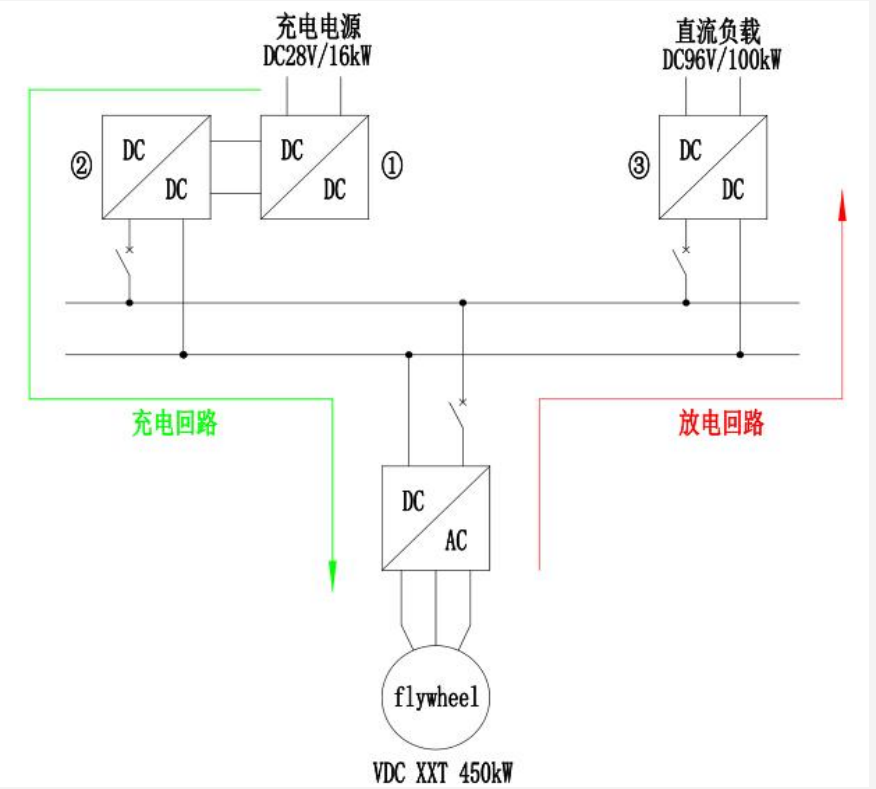
6.2 应用案例-车载脉冲电源系统

采用飞轮储能系统为车载负载供电，负载特性为60s恒功率输出。提供DC28V/16kW为电源系统充电，电源系统输出为DC96V/100kW，加装云台减摇装置可在车辆行进中使用。



技术指标	技术参数
额定输出功率	100kW
最长放电时间	67s@100kW
额定输入电压	28Vdc
充电电流	720A
额定输出电压	96Vdc
电压调整	±1%
直流纹波	< 2%
运行环境温度	-10℃至50℃
尺寸（宽*深*高）	760*760*1882mm
重量	1200kg







ORC低温余热发电解决方案

7.1 什么是低温余热资源

低温余热指品位相对较低的热能，一般温度在80-2500C。低温热能包括太阳热能、各种工业废热、地热、海洋温差等可再生能源。

目前我国能源形式严峻的根本原因在于用能效率低下。我国工业用能中近60-65%的能源转化为余热资源，其中温度低于2500C以下的低温余热，约占余热总量的50%以上，利用和回收这部分能源，我国的综合能耗率有望下降5个百分点，相当于节约3亿吨标煤。但由于这部分余热其品位较低，很好对其实现有经济效益的回收利用。

- 国家工业节能技术装备推荐目录（2018）- 工业和信息化部

一、工业节能技术部分

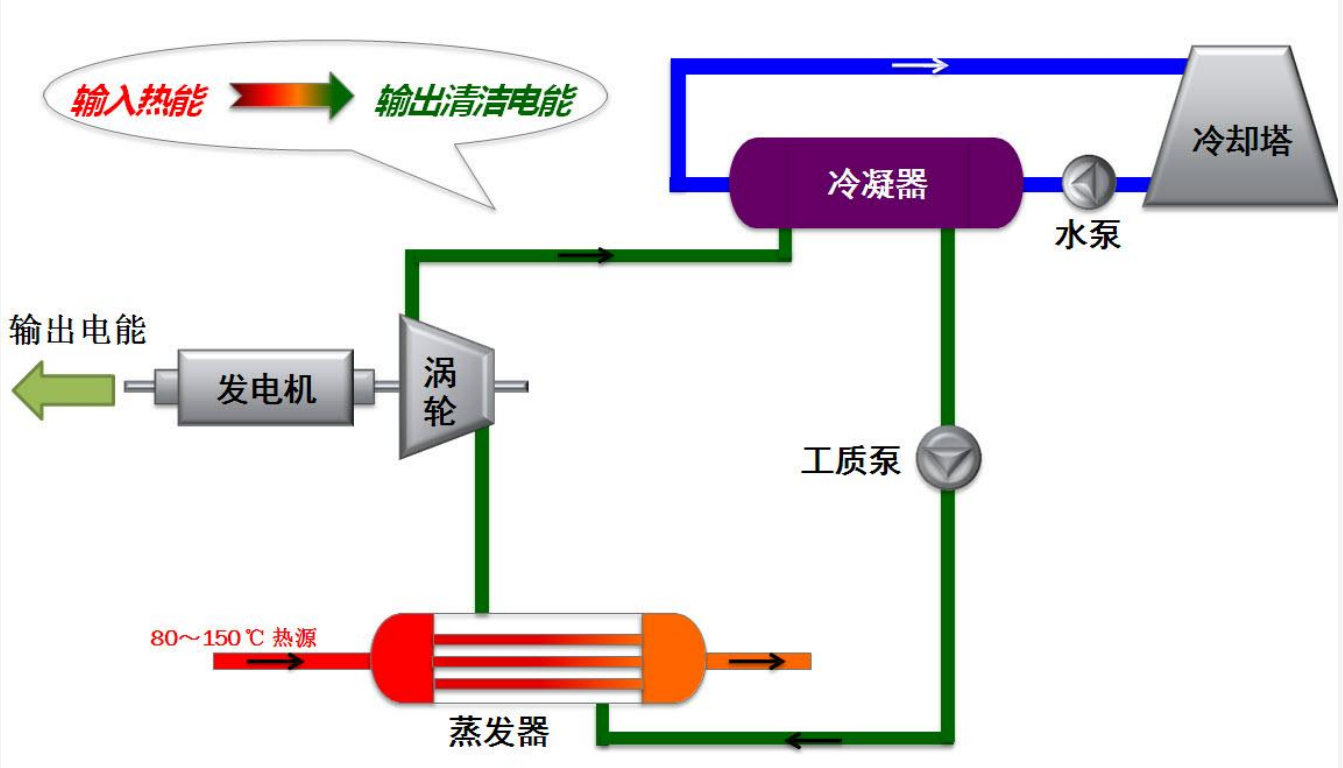
（一）重点行业节能改造技术

序号	技术名称	技术介绍	适用范围	目前推广比例	未来5年节能潜力	
					预计推广比例	节能能力（万tce/a）
1	煤气透平与电动机同轴驱动的高炉鼓风能量回收技术（BPRT）	将两台旋转机械装置组合成一台机组，用煤气透平直接驱动高炉鼓风机，在向高炉供风的同时回收煤气余压、余热。该技术将回收的能量直接补充到轴系上，避免了能量转换的损失；兼备两套机组的功能并有所简化，取消了发电机，合并了自控、润滑油、动力油等系统，有效提高了装置效率。	适用于高炉鼓风与余热余压能量回收领域。	10%	50%	90
2	基于标准兆瓦级透平热电联供机组的低品位余热发电技术	采用低沸点的有机工质进行朗肯循环，通过利用低品位余热，形成高温高压的有机工质蒸汽，推动透平机膨胀做功，驱动发电机发电，实现热-电-冷三联供，实现不稳定热源及低品位余热的综合利用。	适用于低品位余热利用领域。	6%	30%	23.1

7.1 ORC低温余热发电技术简介

由于低温余热发电大部分利用的是温度小于150℃的热源，此时传统的以水(蒸汽)为循环工质的发电系统由于产生的蒸汽压力低，导致发电效率较低，无法产生经济效益 。

低温余热发电技术是指采用有机工质作为循环工质，通过有机朗肯循环(Organic Rankine Cycle，简称ORC)，驱动涡轮机做功，实现有价值的发电。



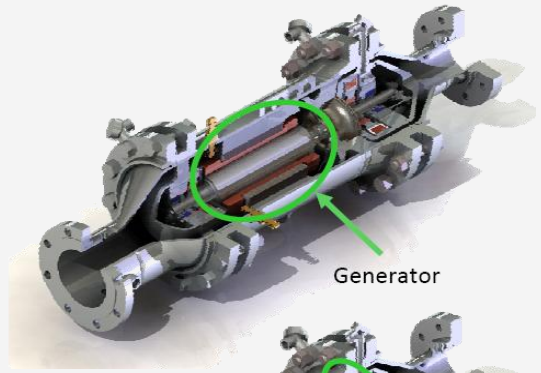
7.1 微控ORC低温余热发电核心技术

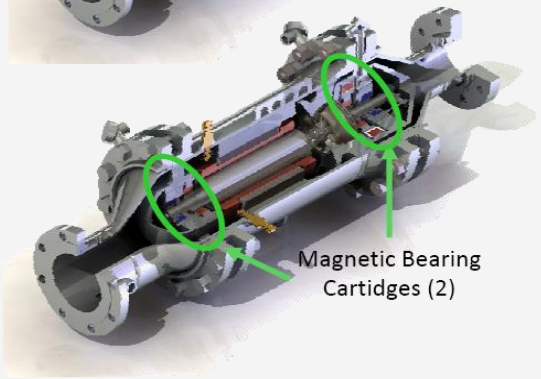
传统的ORC低温余热发电设备仅能实现4%的能量转换率，系统初期投资大，回收期长，难以产生经济效益。

微控ORC低温余热发电产品利用运行于磁悬浮轴承上的高速透平膨胀机及高效发电机，可实现高达13%的能量转换率。

产品核心模块由一个高速透平膨胀机和一个高效发电机组成，运行于磁悬浮轴承上，并被密封安装在单一组件中，这种独特的设计省去了变速箱，润滑系统及其他辅助设备。

- 单一密封模块
  - 无需辅加密封系统
  - 集成膨胀机叶轮
  - 旋转部件间无泄漏
- 高速永磁发电机
  - 稀土永磁材料
  - 转速高达26,500 转/分钟
  - 速度和负载能力可调
  - 发电效率高达98%
  - 无变速箱和相关的润滑系统
- 使用寿命长且无需维护
- 非接触式磁悬浮轴承
  - 旋转和静止组件间无物理接触
  - 耗电量少（与球轴承或油膜轴承相比）
  - 无需润滑系统及辅加密封系统
  - 能够实时监控运行







7.1 低温余热发电产品系列

工业领域

Thermapower® MT及XLT

广泛应用于工业余热发电领域

- 电力可直接供工业企业使用
- 热源温度从95°C (200°F) 至 135°C (275°F)均可.
- 125 kW输出功率
- 13%的能量转换效率
- 3-5年可收回成本



125MT/XLT



125 集装箱式

船用

Hydrocurrent® EJW

船用发动机缸套水（EJW）热能回收

- 船用发动机缸套水中吸取热量，并将其转换为船用电力
- 可回收热量的温度低至80° - 95° C，生成最高 125 kW 的洁净能源，同时仍然在缸套水中保留足够的热量供造水机使用。
- 不会对船舶运转造成影响
- 冷凝器通过海水冷却
- 针对极端海洋条件下的静态和动态倾斜角度设计



125EJW

7.1 余热发电集装箱式系统

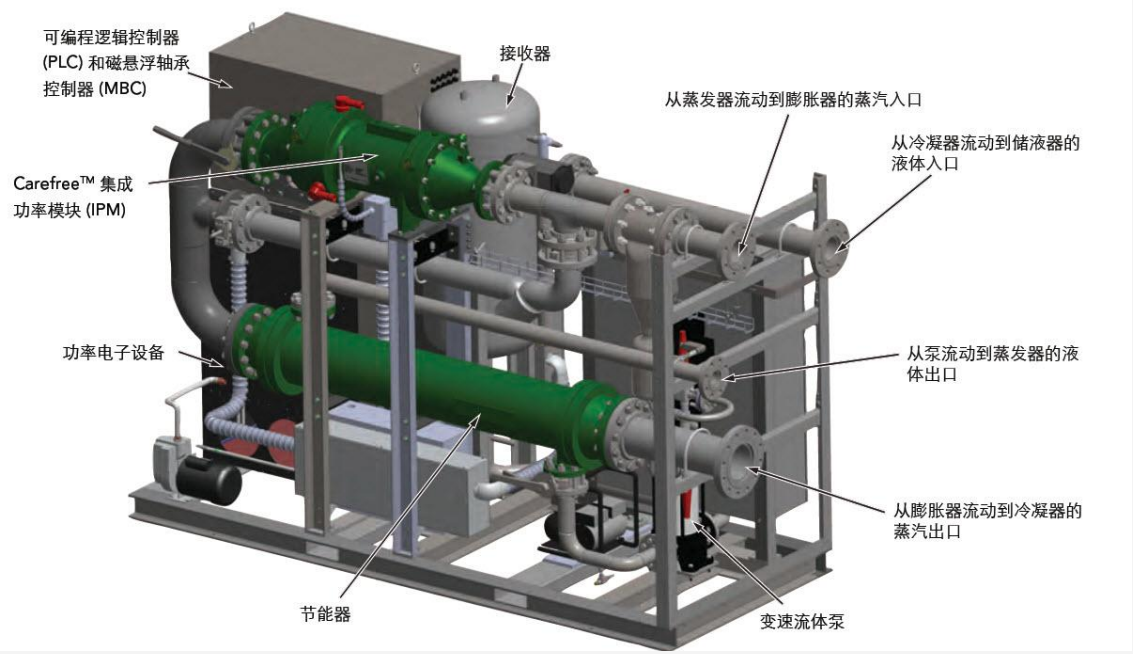




参数	Thermapower™ ORC 125MT 产品
功率	125kW 总功率
电压	380 – 480V AC
频率	50/60 Hz
有机介质类型	R245fa
输入热源温度	130°C/ 266°F
重量	7,800 kg (17,200 lbs)
尺寸(20 ft. ISO Container)	6 M x 2.5 M x 2.6 M / 20 ft. x 8 ft. x 8.5 ft.

7.1 解决方案优势

- **易部署**
  - 接入热源、冷却水、电力即可投入使用
  - 不影响已有系统的运转
- **绿色环保、零排放**
  - 无需燃料及润滑油即可产品清洁能源
  - 全密封系统，有机介质（R245Fa）无泄漏风险，非易燃易爆，对人体无危害
- **高效及高稳定性**
  - 98% 的发电效率，变速发电机转速可根据应用场合优化
  - 非接触式磁悬浮设计，无摩擦产生的能量损失及部件磨损
  - 可长时间稳定运行
- **产品成熟可靠**
  - 全球装机容量超过45MW





7.1 低温余热发电技术应用领域

石油行业



钢铁工业



天然气



化工业



船舶



地热



太阳能



能源行业



7.1 低温余热发电技术应用领域

- 地热发电 – 日本大阪



- 生物质发电 – Vigliano Biellese，意大利









总结 – 微控优势

品牌优势

国际飞轮储能产品及解决方案供应商知名品牌

产品优势

多产品系列，飞轮产品全球有超过2000台的部署数量

技术优势

基于五轴主动磁悬浮技术的飞轮产品处于国际领先地位

服务优势

在中国设有研发及技术支持团队，可为用户提供本地化服务

模式优势

可提供产品销售、定制开发、技术授权等多种业务合作模式



微控微信服务号



开放共享 合作共赢

微控微信订阅号