

## 飞轮储能

众所周知，我国电力十分紧张，但电力设备利用率仅有75%，即约有1/4电力被浪费。我们讲某电厂的发电能力是指该电厂发电设备满负荷运行时的能力。实际上只有白天才能满负荷，而深夜则处于低负荷状态，故设备能力不能充分利用。由此导致全国年发电量损失达1200亿度！以每度电0.5元计，全年损失600亿元。为解决这一难题，人们曾设想过不少办法：如深夜在水电站抽水蓄能，利用电池蓄能，有人甚至试验过压缩空气蓄能。但结果表明，这些方法不是价格昂贵，就是储能效率太低。迈向21世纪，人们对保护环境的呼声越来越高。随着社会的发展，汽车已成为城市第一大污染源。如何开发一种电动汽车，深夜充电，白天使用，可谓两全其美。使用电池的电动汽车目前已试验过几十年，但至今尚未进入实用阶段。太阳能、风能、潮汐能、海浪能，都存在储存问题，目前主要靠电池，但受到蓄电池寿命及效率的制约，至今尚不能广泛应用。以上诸多问题，促使人们寻求一种效率高、寿命长、储能多、使用方便，而且无污染的绿色储能装置。出乎意料，古老的“飞轮”变成了首选对象。

“飞轮”这一储能元件，已被人们利用了数千年，从古老的纺车，到工业革命时的蒸汽机，以往主要是利用它的惯性来均衡转速和闯过“死点”，由于它们的工作周期都很短，每旋转一周时间不足一秒钟，在这样短的时间内，飞轮的能耗是可以忽略的。现在想利用飞轮来均衡周期长达12~24小时的能量，飞轮本身的能耗就变得非常突出了。能耗主要来自轴承摩擦和空气阻力。人们曾通过改变轴承结构，如变滑动轴承为滚动轴承、液体动压轴承、气体动压轴承等来减小轴承摩擦力，通过抽真空的办法来减小空气阻力，轴承摩擦系数已小到10<sup>-3</sup>。即使如此微小，飞轮所储的能量在一天之内仍有25%被损失，仍不能满足高效储能的要求。再一个问题是常规的飞轮是由钢（或铸铁）制成的，储能有限。例如，欲使一个发电力为100万千瓦的电厂均衡发电，储能轮需用钢材150万吨！另外要完成电能机械能的转换，还需要一套复杂的电力电子装置，因而飞轮储能方法一直未能得到广泛的应用。

近年来，飞轮储能技术取得突破性进展是基于下述三项技术的飞速发展：一是高能永磁及高温超导技术的出现；二是高强纤维复合材料的问世；三是电力电子技术的飞速发展。

为进一步减少轴承损耗，人们曾梦想去掉轴承，用磁铁将转子悬浮起来，但试验结果是一次次失败。后来被一位英国学者从理论上阐明物体不可能被永磁全悬浮（Earnshaw定理），颇使试验者心灰意冷。出乎意料的是物体全悬浮之梦却在超导技术中得以实现，真像是大自然对探索者的慰藉。

超导磁悬浮原理是这样的：当我们将一块永磁体的一个极对准超导体，并接近超导体时，超导体上便产生了感应电流。该电流产生的磁场刚好与永磁的磁场相反，于是二者便产生了斥力。由于超导体的电阻为零，感生电流强度将维持不变。若永磁体沿垂直方向接近超导体，永磁体将悬空停在自身重量等于斥力的位置上，而且对上下左右的干扰都产生抗力，干扰力消除后仍能回到原来位置，从而形成稳定的磁悬浮。若将下面的超导体换成永磁体，则两永磁体之间在水平方向也产生斥力，故永磁悬浮是不稳定的。

利用超导这一特性，我们可以把具有一定质量的飞轮放在永磁体上边，飞轮兼作电机转子。当给电机充电时，飞轮增速储能，变电能为机械能；飞轮降速时放能，变机械能为电能。图1是储能飞轮装置的示意图，图中超导体是由钇钡铜合金制成，并用液氮冷却至77K，飞轮腔抽至10<sup>-8</sup>托的真空度（托为真空度单位，1Torr（托）=133.322Pa），这种飞轮能耗极小，每天仅耗掉储能的2%。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/baike/1445.html>