

# SUSTAINABLE DESIGN IN A HEALING ENVIRONMENT:

KHOO TECK PUAT HOSPITAL

## 康复环境的可持续设计

——邱德拔医院

林立川 王进宝 / LIN Lichuan, WANG Jinbao



图1 新邱德拔医院主入口

**摘要：**2010年6月28日，新加坡北部地区的居民终于迎来了新邱德拔医院竣工后的投入使用。新邱德拔医院方案在2006年的国际建筑设计竞赛中胜出，经过新加坡CPG咨询有限公司(CPG Consultants Pte Ltd)5年的努力而竣工。新邱德拔医院拥有550张病床及高品质的医疗服务，它的建立标志着一个面向社区的高品质而经济的综合性医疗中心在新加坡北部成立。该医院将提供全面的医疗及专科护理服务。38个专科门诊为病人提供周到细心的医疗服务。此外，医院还拥有8个技术设备领先的手术室、6个日间手术室、4个内镜室和2个重症监护单元。医院的和谐设计集可操作性、舒适性与方便性于一体。从直观的引导性系统设计到逻辑性的配套服务组织，医院为病人提供了轻松无障碍的住院体验。新邱德拔医院的绿色设计建立在对患者舒适度的考量之上。外立面设计和内部空间布局有利于加强采光及最大限度地为所有病房增加自然通风和减少眩光。以自然通风为主的5床病房和10床病房享有义顺池的自然景观，而单床病房和4床病房则拥有诸如床头触摸屏等一流的综合设施。

**Abstract:** There is much reason for residents in the northern part of Singapore to cheer on Monday 28 June 2010 when the new Khoo Teck Puat Hospital (KTPH) finally opens its doors after construction. This culminates more than 5 years of intense effort by CPG Consultants since winning an international design competition in 2006. The opening of the 550-bed general and acute care hospital marks the birth of an integrated healthcare hub in the North of Singapore, providing high quality and affordable healthcare to the community. KTPH offers a comprehensive range of medical services and specialist care. 38 specialist clinics provide a range of services to take care of patients from head to toe. There are also 8 state-of-the-art operating theatres, 6 day surgery theatres, 4 endoscopy suites and 2 intensive care cum high dependency units. The design of KTPH harmoniously brings together the elements of accessibility, comfort and convenience. From intuitive wayfinding to logical clustering of clinics and ancillary services, the focus is to provide a hassle-free experience for patients. KTPH has been built on green design with the patients' comfort in mind. The façade design and internal layouts are designed to enhance daylight, maximize natural ventilation and reducing glare for all wards. The naturally ventilated 5 and 10-bed wards enjoy a splendid view of Yishun Pond, while the single and 4-bed wards offer integrated facilities such as touch-screen bedside terminals for an enhanced patient experience.

**关键词：**康复环境 可持续设计 邱德拔医院

**Key Words:** Healing Environment, Sustainable Design, Khoo Teck Puat Hospital



图2 新加坡公立医院及邱德拔医院示意

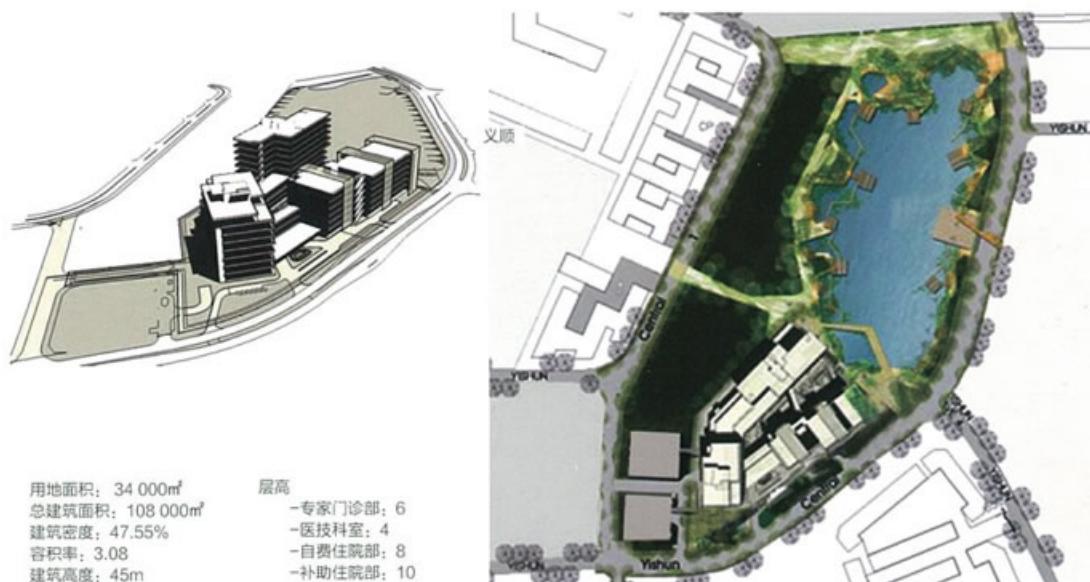


图3 总平面及三维示意

## 1 引言

新加坡CPG咨询有限公司高级建筑师顾问蔡雪芳(Ruby Lai-Chuah)在“新加坡报告:蒸蒸日上”(Singapore Report: A Class Apart)一文中指出,在世界卫生组织的排名中,新加坡具有亚洲最好的医疗制度,专业化治疗遍及肿瘤科、妇科、心脏、眼科等多种专科<sup>①</sup>。华信惠悦全球报告认为,新加坡具有世界上公认的最成功的医疗保健系统之一,这基于经济效率和社区卫生成果两方面的评估<sup>②</sup>。新加坡有11个被国际医院认证联合委(Joint Commission International, JCI)认证的医院和治疗中心,占整个亚洲拥有JCI认证的医疗机构的1/3。这一结果直接印证了新加坡医疗保健系统的品质。

新加坡的医疗设施设计在过去20年中有着飞跃式的进步。为了满足不断增加的国内医疗保健需求,卫生部雄心勃勃地着手重建所有的政府旧医院,并购买新的医疗设施。公立医院提供了80%的急诊治疗,而其余的20%则由私人医院负责<sup>③</sup>。目前新加坡有8个公立医院,从3月份开始运作的北部的邱德拔医院将成为新加坡的第9个公立医院。此外,全国还有6个国家级专科医院:癌症专科、心脏专科、眼科、皮肤科、神经科和口腔科。而拥有500个病床位的新邱德拔医院提供了全面的医疗及康健服务。作为近十年来唯一一个在新加坡建立的公立医院,新邱德拔医院服务于居住在新加坡北部的700 000多居民。从11月份以来,医院已经达到平均80%的床位使用率。

新加坡内阁资政李光耀在2010年11月15号医院开幕礼上表示:

“几周前曾造访这家医院,对‘花园医院’的概念印象深刻。医院的旁边是义顺池塘,而医院自身也种植了大量的自然绿化和果树蔬菜。这是新加坡的一个非常优秀的医院建筑设计。”

“它不同于普通医院严肃清洁的外观,看起来更像一个开放的度假酒店。我对建筑师和规划设计委员会的设计成果表示祝贺<sup>④</sup>。”

新邱德拔医院的建设花费了7亿新币,它获得了已故富商邱德拔1.25亿美元的遗产捐赠<sup>⑤</sup>。医院占地超过3.4hm<sup>2</sup>,其设计理念是为患者的康复提供一个优美的花园环境。该医院采用包括环境的可持续发展与气候控制、病患护理、疾病和灾害防治管理等措施,提供了全面的医疗及康健服务。该医院的前身是亚历山德拉战前医院,而邱德拔医院作为新一代急症护理医院则使其重现魅力,在以病人为中心的医疗环境中提高了员工的工作效率。

## 2 花园中的医院,医院中的花园

医院的前身亚历山德拉康复中心以葱郁绿色环境中的优质医疗服务而闻名。为了保持其园林式康复空间的传统,邱德拔医院发扬了其独特的优势——花园中的医院,或者说是医院中的花园(图4)。

邱德拔医院的独特之处在于着重为病患创造一个适宜的康复环境。邱德拔“花园医院”的可持续性概念设计主要体现在三个方面:第一,花园的建立方式是实用并可自我维护的;第二,创造花园中人与自然和谐关系;第三,采用节能环保的综合性环境景观设计。

邱德拔医院充分利用每一个空间来创造绿色医疗环境。它的每一层楼都布满了绿色，使人放松和振作。医护人员与患者可以从各种不同角度观赏花园的景致。医院由三座大楼组成，围合着一层以及地下一层的下沉式庭院。这三座大楼分别为七层的专科门诊大楼、八层的自费病房大楼和十层的公费病房大楼。三座大楼连接着8个屋顶花园、五层绿化走廊和81个花园阳台。

每一个屋顶花园描绘着不同的主题，并具有趣味性和教育意义。例如，专科临床大楼（SOC）的一些花园种植了可食用植物，柑橘类植物则种植在四层平台，而果树就种植于自费病房大楼（PWT）的八层平台和公费病房大楼（SWT）的十层平台。此外，种植的食用蔬菜和水果有着不同口味，气味和颜色，为医院的厨房提供了有机的食物原料（图8~10）。

而一些花园则满足了特殊病人的需要，如老年患者或痴呆症患者，在具有资质人员的监护下，确保其在室内外护理中心安全地活动。另一个亮点是自费病房大楼和公费病房大楼屋顶平台的阶梯花园（图11）。患者与访问者在阶梯花园中漫步时，会发现宜人的私密与冥想空间，它们也为病患家属提供了共享时光的场所。这些花园的另一个独特功能是为手术室提供循环冷空气或为低层提供新风来源，从而创造一个苍翠繁茂的凉爽环境。

建筑外立面的景观墙布满了使用滴灌过滤系统的气生植物，形成室外卫生间的私密屏风。室外，浅水溪流植物为生态池塘提供了主要的水循环过滤系统。

### 3 为下一代而建的绿色医院

可持续设计是邱德拔医院工程的一个重要方面。医院建筑在空间上精心地组织以尽可能地减少太阳热量的辐射，并且最大限度地利用

盛行风实现空气对流。邱德拔医院设计目标是比新加坡现有的医院都更加节能，主要采取了以下节能设计策略（图12）。

#### 3.1 优化自然通风

为适应热带气候，最大化利用公费病房的自然通风以达到环境的舒适度。公共区域和公费病房的自然通风优化系统减少了医院对机械通风的使用，从而降低了能耗。

公费病房楼的朝向利于“捕捉”盛行的北风和东南风，使进入室内的风速达到至少0.6m/s，给病人提供一个舒适的环境温度，同时减少了60%的空调使用能耗（图13）。

#### 3.2 高性能外围护系统

建筑的外围护系统被精确地设计以达到室内舒适度的最大化及室内热辐射的最小化，从而降低室内的制冷需求。随着外部气候的改变，模块化的可调节式百叶窗可用来控制或增强进入病房的气流。灰色茶玻璃用于减少眩光。而这些百叶窗呈15度角的设置可达到最佳的换气效果和最少的雨水渗漏机率。固定百叶即“雨季百叶”设置在外墙与病床等高的位置，即使是在大雨天，也可保障最低限度的空气交换（图14）。

布满了铝合金散热片（图15）的建筑外墙被称作“翼墙”（图16），可通过增加外墙的风压将盛行风导入建筑。新加坡国立大学进行的风洞试验发现，这些铝条将提高20%~30%的空气流动。上述翼墙的有效性通过在设计阶段用计算流体动力学模拟进行了优化，并且通过风洞研究作了进一步验证。

窗户上的遮阳板可以保护患者免受眩光的直接照射，也可将阳光反射到室内天花板所形成漫射光来增强病房内的亮度而节约能源。通

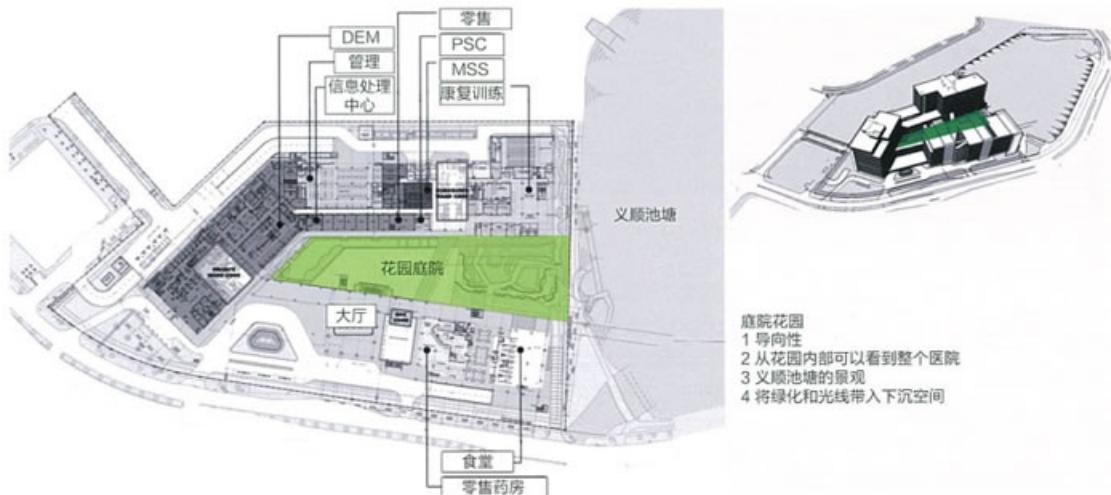


图4 庭院花园示意



图5 各楼层平面屋顶花园示意

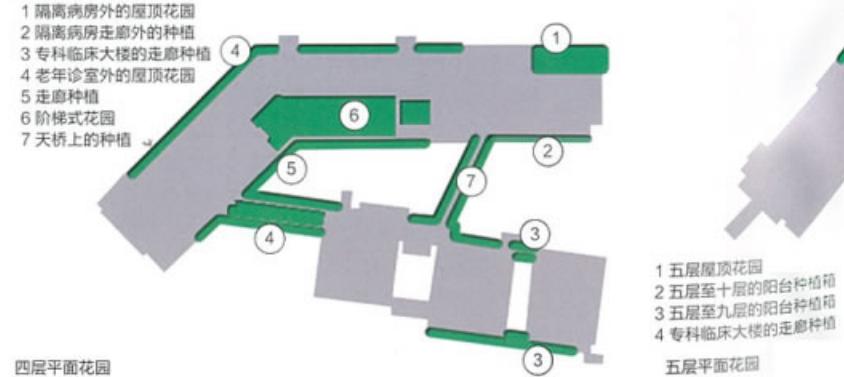




图6 各楼层屋顶花园建成实景



图7 自费病房外花园平台

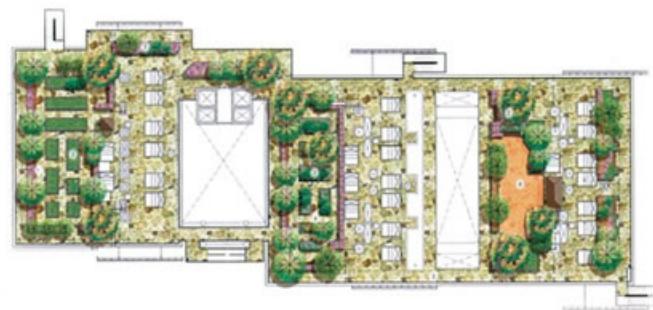


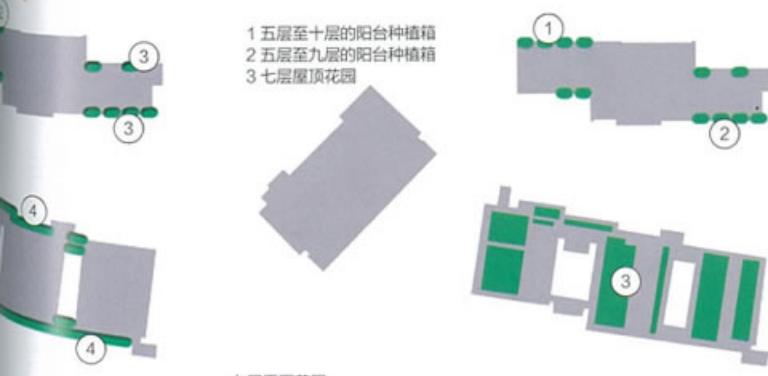
图8 七层屋顶花园的庭园菜地平面



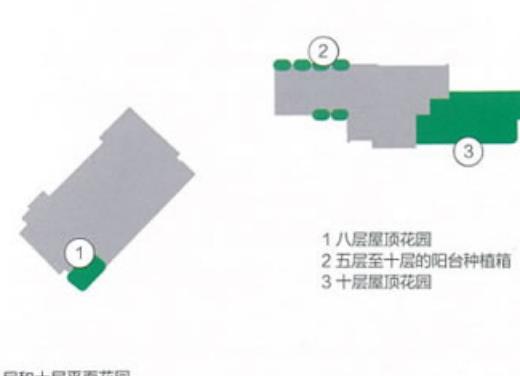
图9 七层屋顶花园的庭园菜地实景



图10 种植果树的屋顶花园



七层平面花园



八层和十层平面花园



图11 阶梯花园

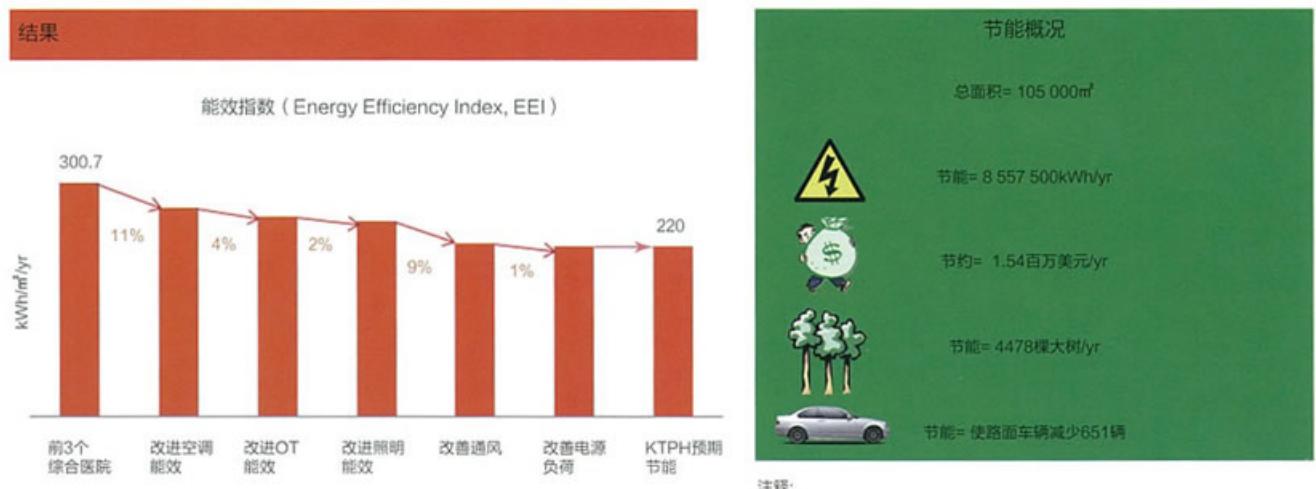


图12 邱德拔医院能效概况

过采光模拟实验表明（图 17），这些遮阳板大大提高了公费病房大楼的照明舒适度，也减少了照明有效区域内高达 30% 的能源需求（图 18）。自费病房楼外立面装有固定滤网的帷幕墙，用以调节阳光直射和眩光（图 19、20）。这些帷幕的角度提供了最佳的景观视线和遮阳效果。同时，帷幕墙选用了具有高可见光透过率和高冷却指数的玻璃。

### 3.3 可再生能源利用

#### 3.3.1 光伏发电系统

邱德拔医院对清洁和绿色能源的使用也体现在运用大型光伏发电系统以补充市政电网的供应上。这也是邱德拔医院对公众进行可持续性发展教育导向的方式。医院内面积达 1276m<sup>2</sup> 屋顶都安装了光伏系统，该系统预计将产生 15 万 kWh 的电量（图 21）。

邱德拔医院的光伏发电系统使用新加坡清洁能源研究与实验计划（Clean Energy Research & Test bedding Program, CERT）的太阳能光伏技术，由新加坡太阳能技术投资奖励计划（Singapore Solar Capability Scheme, SCS）和新加坡经济发展局（Economic Development Board, EDB）提供。

#### 3.3.2 太阳热能利用

邱德拔医院采用太阳能真空管加热冷水来满足医院的热水使用要求（图 22）。太阳能加热系统与太阳能热泵每天约加热 21 000L 冷水。这大概节约了 781kWh/ 日的电量，也避免了锅炉安装的费用和空间。

### 3.4 优良的空气质量

在新加坡，空调是室内必不可少的设备而吊扇则非必需品，邱德拔

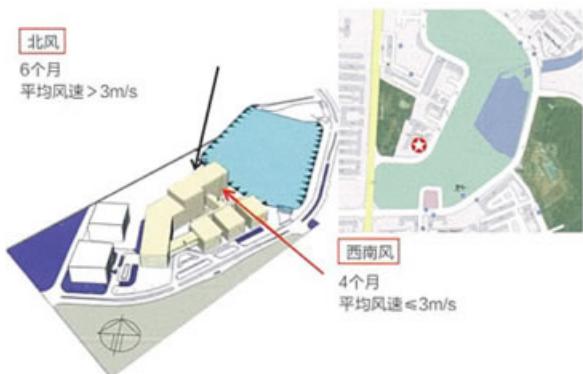


图13 公费住院部的自然通风



图15 铝合金散热片



图14 从公费病房看外围护结构



图16 翼墙外观

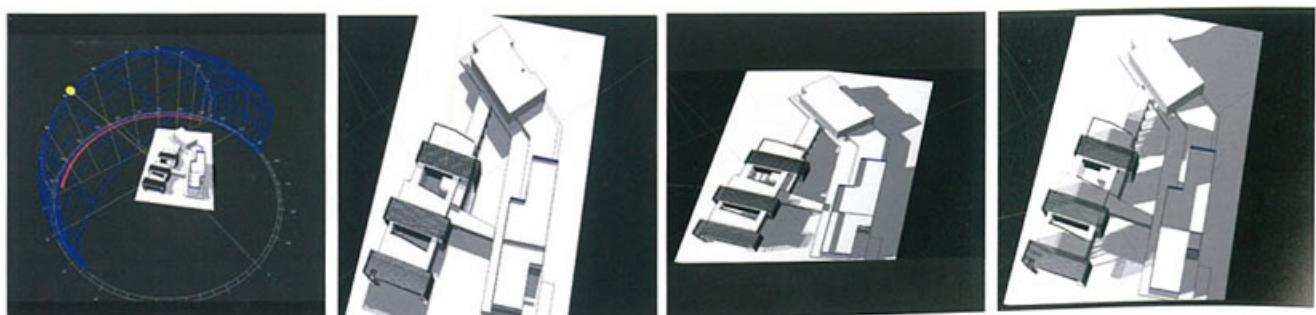
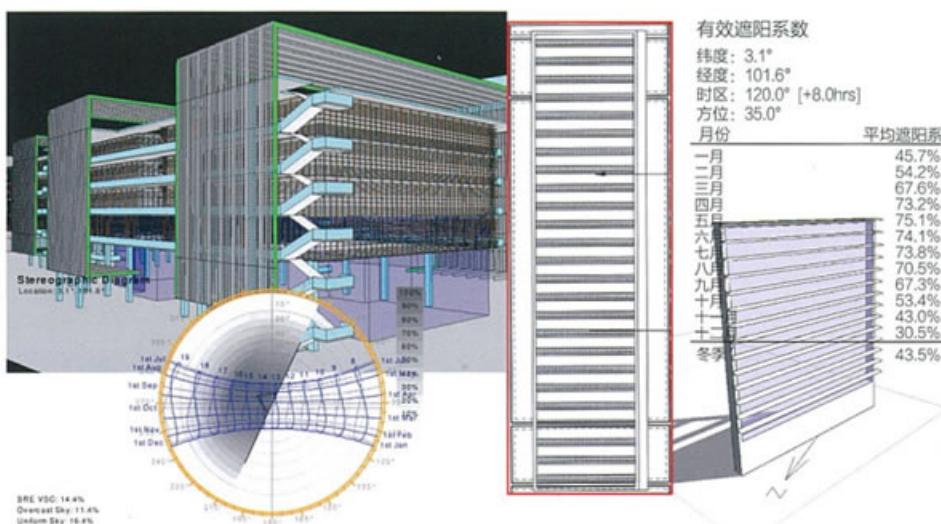


图17 建筑遮阳模拟

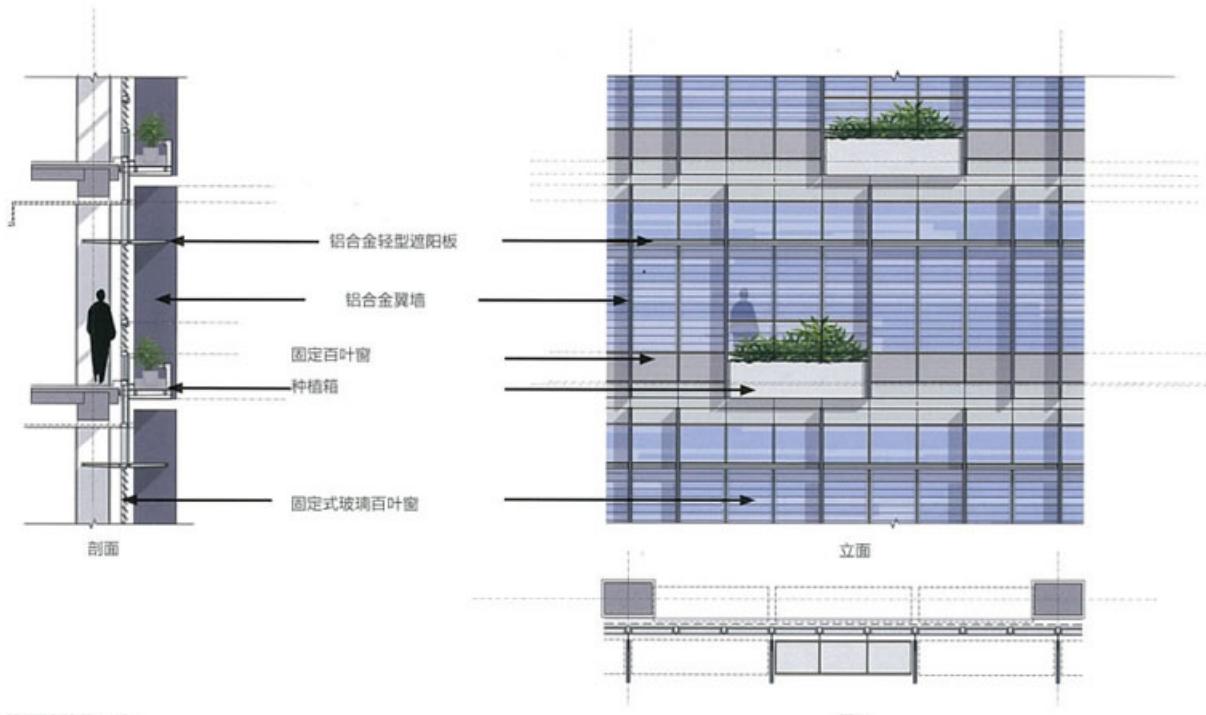


图18 公费病房外围护结构示意

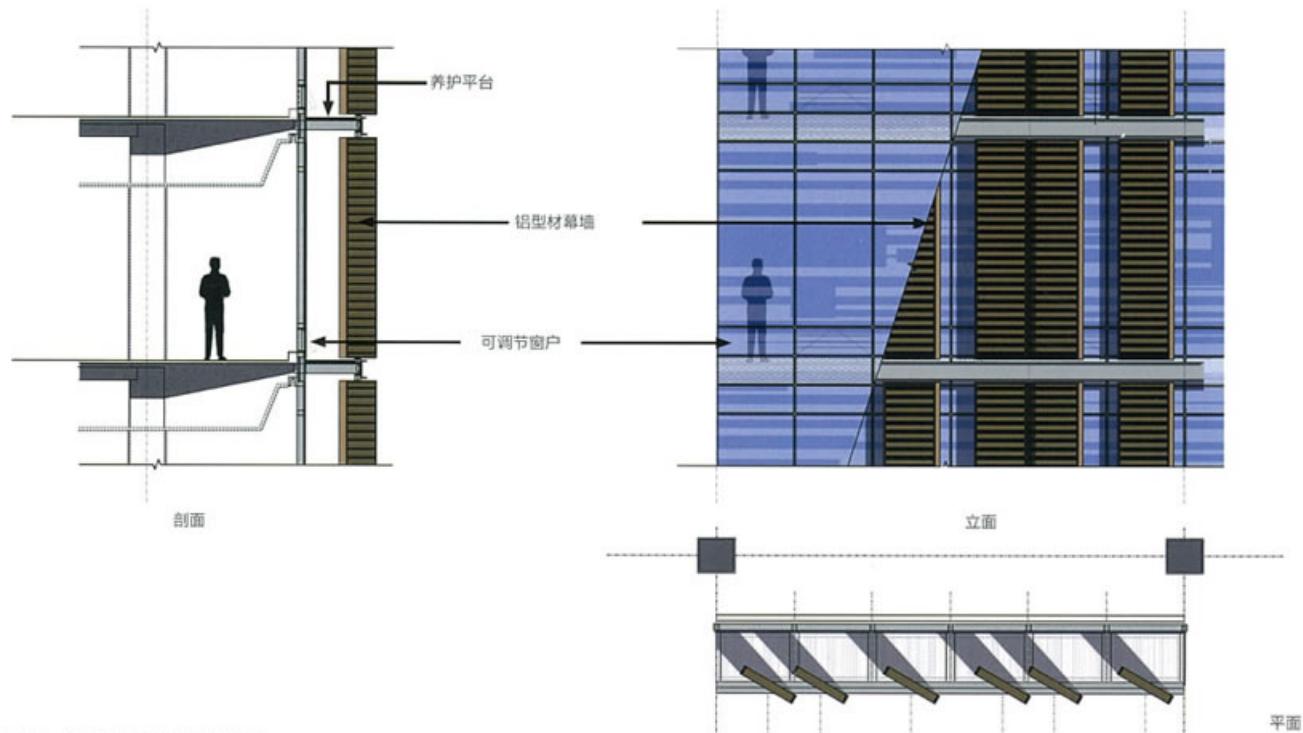


图19 自费病房外围护结构示意



图20 自费病房幕墙外观



图21 屋顶光伏发电系统



图22 太阳能真空管



图23 医院外义顺池塘

空间类型	围护结构热传递值	面积	得热	W/m <sup>2</sup>
公费医院	35.76	1374.77	49 157.428	35.756 84
专科临床大楼-C	48.36	2299.8	111 226.801	48.363 68
专科临床大楼-B	32.69	3330.46	1 088 868.923	32.688 85
专科临床大楼-A	33.63	2742.03	92 219.905	33.631 98
自费病房大楼	43.83	2099.91	228 977.614	43.8286
平台	34.95	6551.34	682 486.783	34.951 26
<hr/>				
参考值	50	38.203 333.33	11.796 666.7	
围护结构热传递值				
立面面积	18 398.31	18 398.31		
降低的总能耗	919 915.5	702 876.7697	217 038.7303	
<hr/>				
降低的制冷功率		217 038.7303	kW	
制冷设备能效		5.218 100.89	COP	
输入功率节能		41.593 433.1	kW	
设备运行时间		134.4	每周	
节省kWh		5590.157 409	kW	
年节约功率		290 688.1853	kW	
节约		\$63 951.40	每年	

图24 建筑能源效率统计

医院却反其道而行之。所有自费病房除了空调外都安装了一个吊扇。由于医院的行业性质，自费病房采用了风机盘管而不是散流器以便于控制。这样一来，患者可自主选择一种另自己满意的舒适度。为了防止能源浪费，当窗户被打开时，空调可自动切断。含有挥发性有机化合物（VOC）的内墙涂料的使用被控制在最低限度以降低对用户的慢性副作用。 $\text{CO}_2$ 传感器用于确保清新的空气进入停车场并监测其空气质量。这一措施可以跟踪空气质量，优化机械风扇的运作以提高能源效率。

### 3.5 雨水回收利用

为了适应当地的气候，热带（东南亚）植物是可持续生态系统设计的首选。低费用维护也是需要考虑的设计要点。医院外义顺池塘中的水被引入院内作为灌溉系统和景观（图23）。为了节约用水，医院安装了雨水收集器，这节约了近50%的工程预算成本，对医院的营运带来了极大的益处。

2009年，邱德拔医院被授予绿色建筑白金等级，由新加坡的可持

续建筑评估标准——BCA绿色标志认证（BCA Green Mark Award）。建筑能效设计的目标是减少30%的能源成本，以及为35%的建筑总面积提供自然通风。现在，建筑的外立面已经达到了38.2W/m<sup>2</sup>外部热转移值（External Thermal Transfer Value, ETTV），按照当地标准，这比普通外墙减少了近24%<sup>⑥</sup>的热传（图24）。

与10年前的公立医院相比，邱德拔医院作为一个以病患为中心的无障碍医疗中心，将在今后的许多年服务于新加坡居民，并成为其他医院高质量设计的新标准。

#### 注释

- ① <http://www.worldhealthdesign.com/A-Class-Apart.aspx>.
- ② <http://www.watsonwyatt.com/europe/pubs/healthcare/render2.asp?ID=13850>.
- ③ <http://www.moh.gov.sg/mohcorp/default.aspx>.
- ④ <http://www.channelnewsasia.com/stories/singaporelocalnews/view/1093669/1/.html>.
- ⑤ <http://www.channelnewsasia.com/stories/singaporelocalnews/view/1093669/1/.html>.
- ⑥ Sustainability report by Total Building Performance for Green Mark Scheme Submission dtd 19 Feb 09.

#### 项目信息

##### 建筑技术指标

项目名称：邱德拔医院

建设地点：义顺镇，新加坡北部

建设日期：2006年11月

竣工日期：2010年6月

建筑高度：45m

总建筑面积：10.8万m<sup>2</sup>

用地面积：3.4hm<sup>2</sup>

业主/开发商：新加坡卫生部

##### 项目团队

医院规划与管理：亚历山大保健集团

项目经理：PM LINK项目管理私人有限公司

首席建筑设计：新加坡CPG咨询有限公司

医疗规划和设计顾问：RMJM Hillier公司

土木及结构工程师：新加坡CPG咨询有限公司

机电工程师：新加坡CPG咨询有限公司

工料测量师：新加坡CPG咨询有限公司

建筑性能顾问：Total Building Performance Team

园林绿化顾问：Peridian Asia

幕墙顾问：Aurecon Singapore (Pte) Ltd.

主承包商：韩国现代工程及建设集团

##### 获奖信息

2009年绿色标志白金奖/建设局绿色建筑标志计划

2010年高层建筑景观设计奖，第一名（新加坡建筑师学会和新加坡国家园林局颁发）

##### 作者简介

林立川，高级副总裁，新加坡CPG咨询有限公司

王进宝，首席建筑师，新加坡CPG咨询有限公司

##### 收稿日期

2010-12-24