

广州市固定资产投资项目节能报告

编制指南（2019年版）

——节能报告简本、常见问题汇编、主要章节编写要点示例

广州市节能中心

二〇一九年三月

目录

第八部分 节能报告简本、常见问题汇编、主要章节编写要点示例.....	1
第一章 节能报告简本.....	1
第二章 常见问题汇编.....	6
第三章 节能报告主要章节编写要点示例.....	8
（一）总平面布置节能分析评价（以某集成电路板厂项目为例）.....	8
（二）主要工艺节能分析评价（以某水质净化厂项目为例）.....	13
（三）主要用能工序（系统）节能分析评价（以某集成电路板厂项目为例）.....	17
（四）围护结构方案分析评价（以某房地产项目为例）.....	21
（五）供配电系统节能分析评价（以某科研实验楼项目为例）.....	26
（六）空调通风系统节能分析评价（以某主题公园项目为例）.....	32
（七）给排水系统方案分析评价（以某房地产项目为例）.....	43
（八）主要耗能设备节能分析评价.....	49
（九）绿色建筑方案节能分析评价（以某综合医院项目为例）.....	54
（十）节能措施效果估算（以空调系统节能技术措施方法和节能效果估算为例）.....	56

第八部分 节能报告简本、常见问题汇编、主要章节编写要点示例

第一章 节能报告简本

综合能源消费量在 1000~3000 吨标准煤的项目，可适当简化报告编制。

节能报告通用文本（简本）大纲如下：

项目摘要表

摘要表中项目有关指标应为采取节能措施后的数据，对比指标、参考指标等数据应在报告中提供明确来源及依据。

第一章 项目基本情况

1.1 项目建设情况

（1）建设单位情况

介绍建设单位名称、所属行业类型、地址、法人代表等情况。

（2）项目建设情况

介绍项目名称、立项情况、建设地点、项目性质、投资规模、内容简况，以及进度计划和实际进展情况等。

1.2 分析评价范围

说明项目的建设内容。结合行业特征，确定项目节能分析评价的范围，明确节能分析评价对象、内容等。

第二章 分析评价依据

2.1 相关法规、政策依据

相关法律、法规、规划、行业准入条件、产业政策等。

节能工艺、技术、装备、产品等推荐目录，国家明令淘汰的用能产品、设

备、生产工艺等目录。

2.2 相关标准规范

相关标准及规范（国家标准、地方标准或相关行业标准均适用时，执行其中最严格的标准）。

2.3 相关支撑文件

项目可行性研究报告，有关设计文件、技术协议、工作文件等技术材料。

第三章 建设方案节能分析和比选

3.1 建设方案节能分析比选

描述项目推荐选择的方案内容。分析评价该建设方案是否符合行业规划、准入条件、节能设计规范等相关要求。该工艺方案与当前行业内先进的工艺方案进行对比分析，提出完善工艺方案的建议。

3.2 工艺方案节能分析评价

介绍项目总平面布置情况和主要工艺方案，分析用能工艺是否科学合理，提出节能措施建议。

3.3 用能设备节能分析比选

分析主要用能设备的选型情况，提出通用设备能效要求等，分析是否满足相关标准、规范的要求。

3.4 能源计量器具配备方案

列出能源计量器具一览表

3.5 小结

第四章 节能措施

4.1 已采用节能技术措施

选取节能效果好、技术经济可行的节能措施，并核算节能技术措施的节能效果，列出节能效果汇总表。提出建议采用的节能技术措施。

4.2 节能管理方案

提出项目能源管理制度建设、机构设置、人员设置等方面的措施、要求等。

第五章 能源消费情况核算及能效水平评价

5.1 项目能源消费情况

依据采取节能措施后的项目用能情况，测算项目年综合能源消费量和年能源消费增量。

5.2 项目能效水平评价

依据采取节能措施后项目基础数据、基本参数等，计算项目主要能效指标，并判断其能效水平

第六章 能源消费影响分析

6.1 对所在地完成能源消费增量控制目标的影响分析

定量分析项目对所在地（广州市和所在区）完成能源消费增量控制目标的影响。

6.2 对所在地完成煤炭消费减量替代目标的影响分析（如有）

明确煤炭消费减量替代明细，分析项目煤炭消费对所在地完成煤炭消费减量替代目标的影响（如有）

第七章 结论

第八章 附录、附件内容

8.1 附录

- (1) 主要用能设备一览表
- (2) 能源计量器具一览表
- (3) 项目能源消费、能量平衡及能耗计算相关图、表等
- (4) 计算书（包括基础数据核算、设备所需额定功率计算、设备能效指标计算、项目各工序能耗计算、节能效果计算、主要能效指标计算、增加值能

耗计算等)

8.2 附件

- (1) 项目拟选用能源的成份、热值等的分析报告（必要时）
- (2) 厂（场）区总平面图、车间工艺平面布置图等
- (3) 其他必要的支持性文件
- (4) 项目现场情况、工程进展情况照片等
- (5) 指标优化对比表、建设方案对比表、节能措施效果表
- (6) 项目备案证

指标优化对比表（样表）

类型	序号	名称	指标		变化情况
			评价前	评价后	
主要能效指标	1				
	2				
	3				
主要经济技术指标	1				
	2				
	3				
能源消费情况	1	年综合能源消费量（当量值）			
	2	年综合能源消费量（等价值）			
	3	电力（万 kWh）			
	4			

建设方案对比表（样表）

类型	序号	方案名称	评价前方案概要	评价后方案概要
建筑方案				
用能工艺 (如有)				

用能设备				

节能措施效果表（样表）

类型	序号	用能系统（设备）	节能措施名称	实施方案概要	节能效果
已采用的节能技术措施					
推荐采用的节能技术措施					

第二章 常见问题汇编

1、关于改、扩建项目如何明确项目综合能源消费量的问题；

目前，项目均按照新建项目的边界范围计算项目的综合能源消费量。改、扩建项目替换原有项目所体现的项目新增综合能源消费量在第五章能源消费情况核算及能效水平评价中进行相应分析；同时在第六章能源消费影响分析中采用项目新增综合能源消费量进行相应分析评价。

2、项目建设内容中含有《不单独进行节能审查的行业目录》中的内容（主要涉及城市道路、光伏电站等）如何处理；

《节能报告》需在明确哪些建设内容属于《不单独进行节能审查的行业目录》，对此部分的内容可在第三章建设方案节能分析和比选中进行简要的方案介绍，不需要做节能分析和比选；在第五章能源消费情况核算及能效水平评价中可采用指标法等简要方法估算其综合能源消费量，纳入项目总能耗。

3、充电桩是否纳入项目综合能源消费量的问题；

应根据项目充电桩系统消费的主体来确定，按照“谁消费谁统计”的原则，由实际使用或运营的主体统计充电桩能耗并纳入其综合能源消费量。

4、部分能源种类的折标准煤系数的问题；

各种能源的折标系数应采用能源低位发热量的实测值进行折算，若无实测值可参考《综合能耗计算通则》（GB/T 2589）或统计局公布数据进行折算。

电力等价值折标煤=1/加工转换效率%*1.229 tce/万 kWh。其中加工转换效率应采用最新广州市统计年鉴中第五篇 5-4 中“规模以上工业企业能源加工转换效

率”。对于分布式能源或热电联产等涉及能源转换行业的电力、蒸汽、冷热水等能源的等价值折标煤系数，应采用项目实际值或其相应的行业规范。

天然气折标煤系数推荐采用实测值，如无实测值推荐采用 13.3tce/万 Nm³；若消耗中水，则按实际耗能量折算。

蒸汽热焓表见《常见材料汇编》章节。

5、项目综合能源消费量计算；

概念：在节能评审阶段项目年合能源消费量可定义为项目在设计工况、设计产能下，全年消费的各种能源的总量。

(1) 谁消费、谁计算。

(2) “实际消耗”的数量原则。要提出各个能源品种加工、转换的重复消费因素；作为原料使用的能源不论使用多少次，只能将第一次使用的数量计算为能源消费。项目的综合能源消费量不包括本项目回收的余热、余能在本项目的利用量。

(3) 项目耗能工质（如水、氧气、压缩空气等）不论是外购的还是自产自用的，均不计算在能源消费量（当量值）中。但项目生产耗能工质消费的能源，则必须统计能源消费量（当量值）。

项目能源种类一般包括：电力、天然气、柴油、热力等；

耗能工质的种类一般包括：水、氧气、压缩空气、氮气等。

若消耗蒸汽热能，则蒸汽按能源种类进行统计估算。

6、项目能效指标如何进行对标。

项目能效指标对标需与工艺相同的已投产/运营项目或工序进行对标，首先需介绍对标工艺/项目的背景、产能等情况，然后进行对标分析。

分析单位产品综合能耗、单位产品电耗与对标工艺/项目的对比情况，是否优于或与对标工艺/项目单位产品综合能耗、单位产品电耗相当。

若项目为扩建或改造项目，则需单独对扩建或改造工序进行综合能耗、电耗情况进行对标后，进一步分析总体工艺能效指标，说明项目整体单位产品综合能耗、单位产品电耗情况。

第三章 节能报告主要章节编写要点示例

(一) 总平面布置节能分析评价（以某集成电路板厂项目为例）

1. 项目总平面布置

本项目由 1 栋 3 层三产厂房、配套废水处理车间、自来水站和配电房以及员工生活区（宿舍食堂楼）、门卫等组成。项目主要建（构）筑物如下表所示：

表 1-1 项目主要建（构）筑物一览表

厂房名称	楼层	建筑面积 (m ²)	主要生产线或生产工序
1#厂房	一层	98762.9	开料、钻孔、内层板制作（内层前处理、内层涂布、曝光、显影蚀刻）、压合（含棕化）
	二层		外层板制作（沉铜、板铜和外层蚀刻）、阻焊绿油、文字印刷等
	三层		表面处理工序（沉镍金、沉锡、沉银、喷锡、电镀镍金、电镀厚金等）、成型及包装等
废物处理间		19000	废水处理设施、中水回用设施等
水池		5600	自来水池、回用水池等
员工生活区		47039.2	1#宿舍楼
门卫		132	/
合计		170534.1	/

备注：生产厂房 1 层 7.5 米，2-3 层均为 7.3 米，整个厂房高度 22.10m。

(1) 总体布局

本项目位于某经济开发区内，区域交通网络完善，有便利的外部运输条件。项目周边具有良好的公用工程条件，供电、供水、供气有保障，消防条件良好。项目主要原料由当地公司提供，因此项目可大大节省原料和产品输送成本和输

送耗能，符合节约能源的要求。

根据项目生产的工艺特点，并考虑环保以及消防和厂内管网敷设等方面的要求，采用将功能相近、生产联系紧密的建筑就近分区布局形式，整个用地大致可分为生产区和生活区两部分。生产区的主要建筑物为 1#生产厂房及环保、废弃物处理收集区，位于地块中部及南部，占据了地块的主要部分。生活区位于地块西北部，由 1#宿舍楼组成，为了满足职工能有更好的活动空间，设计时布置了篮球场、羽毛球场、网球场、足球场以及景观绿地等。

（2）竖向布置及建筑朝向

竖向布置遵循原则：

1) 竖向设计结合厂区现状地形、工程地质条件、符合厂区有关竖向规划和总体布置的要求；

2) 满足储存、运输、装卸对高程要求，为其创造良好的条件，满足厂区总平面布置对竖向设计的要求，并应与厂区外园区统一规划的有关设施、运输线路、排水系统及周围场地的标高相协调；

3) 合理确定场地坡向和坡度以及汇水区域，保证场地排水顺畅。

本项目竖向布置方案：

该场地地势已经平整，综合周边道路考虑（以厂区出入口市政道路标高为基准±0.00），拟定厂区道路中心标高 0.20，车间地坪标高 0.5m，室内外高差 0.15m，建筑地坪和道路中心标高高差约 0.3m，场地雨水由道路雨水口汇入雨水管排出厂外。

本项目生活区宿舍和生产厂房均为南北向布置，有利于自然通风，节约空调通风系统能耗。

（3）采光与通风条件

本项目总体为南北朝向布置，各建筑间通过厂区内道路隔开，间距设置合

理，有利于利用天然采光和自然通风条件，节约照明和空调通风能耗。

(4) 绿化布置

绿化设计遵循原则：

1) 绿化符合厂区总体布置要求，与总平面布置、竖向布置、交通运输及管线综合设计统一考虑。

2) 绿化设计结合当地自然条件，植物生态习性本项目特点选用植被；

3) 绿化布置不得妨碍消防操作、设备检修等要求，满足防火、防爆及卫生要求。

本项目绿化布置方案：

厂区绿化系统结合市政道路两侧的绿化景观系统，在宿舍区域和员工活动场地周边进行重点绿化，以体现厂区对外整体形象和员工休闲活动场所。

另外在道路两侧和生产车间四周进行重点绿化，以改善厂区生产环境。厂房周围及道路两侧以草地为主，并辅以行道树，厂区预留空地种植草坪。草坪采用结缕草草坪。

区临市政道路的围墙均采用金属透空围墙，使得场内外绿化系统融为一体，紧密结合。

通过上述绿化方案可以有效改善项目周边的微气候环境，节约能耗。

(5) 交通流线组织

厂前区位于场地西北侧及东北侧组成，西北侧位于黄茅海大道旁，它既是整个厂区与城市道路的缓冲区。主要布置有入口、集中绿地、室外停车场等；东北侧位于三虎大道旁，即是整个厂区与城市道路的缓冲区，也是整个厂房的东大门、主要出入口。

厂区四周设置了一条消防通道，可保证在火灾事故发生时快速、顺畅的到达火灾发生点。原料进厂和成品出厂十分流畅，功能分区明确，减少作业车辆

对办公人员人身安全的影响。

(6) 工艺流程方案

厂房一层由东至西依次是开料、内层板制作（内层前处理、内层涂布、曝光、显影蚀刻）、压合（含棕化）、钻孔；厂房二层由西至东依次是外层板制作（沉铜、板铜和外层蚀刻）、阻焊绿油、文字印刷等；厂房三层由东至西依次是办公区域、表面处理工序（沉镍金、沉锡、沉银、喷锡、电镀镍金、电镀厚金等）、成型及包装等。生产区内的工艺设施大体根据生产工艺流程进行布局，减少工序迂回重复走向，提高了生产效率，从而有效降低了工序转运的能源消耗。主要生产车间均位于项目内部，有效地减轻无组织排放及噪声对厂界的影响，保证了厂界的达标。

(7) 动力中心布置

项目水泵房位于生产厂房西侧，楼顶由西至东依次是废气风机、综合自来水池、冷水机组、空压机组、循环冷却水系统、纯净水系统、废气处理系统。

项目共设置 4 个配电房，其中在 1#厂房二层楼设置 3 个电房，在 1#厂房楼顶设置 1 个电房。电房的位置集中在用电设备的负荷中心，有效降低电路线路损耗。

项目冷冻机房位于生产厂房中间部位，即空调负荷中心位置，布置合理，可以有效降低管路冷负荷损失，减少水泵扬程，节约能耗。

项目总平面布置如下图所示：

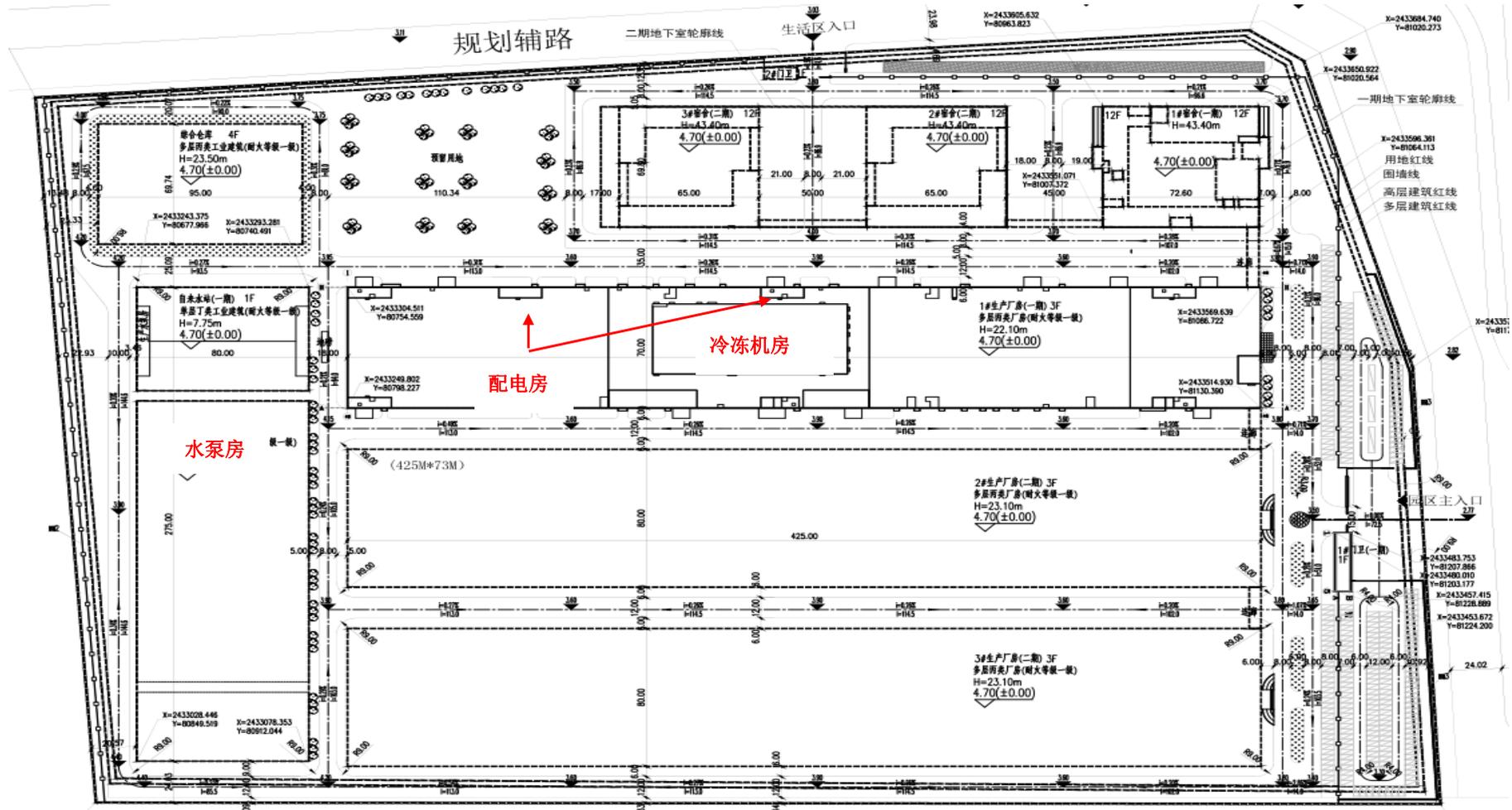


图 1-1 项目总平面布置示意图

2.总平面布置节能分析

本项目根据产品性质、生产规模、生产流程、交通运输、环境保护，以及防火、安全、卫生、施工及检修等要求，充分考虑全厂的节能要求。在满足生产流程、操作要求等各方面要求下，各种建筑物、构筑物的布置尽量紧凑，缩短输送设备的距离，以节省电能和天然气消耗。如原料接收系统与加工区布置尽量紧凑，减少输送设备的距离以降低能耗。总配电站布置在负荷中心并便于路线的进出，减少了电能损耗。各车间在满足工艺要求的前提下，尽量考虑其朝向，这样可以在通风、照明、采暖方面节省能源。

3.方案评价

本项目总平面布置方案符合《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）的相关要求。

（二）主要工艺节能分析评价（以某水质净化厂项目为例）

1.提标改造工艺路线

提标改造工艺的选择是根据污水进水水质、出水标准、污水处理厂规模、排放水体的环境容量，以及当前的经济条件、管理水平、自然条件、环境特点等因素综合分析研究后确定的。各种工艺有其各自的特点及适用条件，应结合当地的实际情况、项目的具体特点而定。

提标改造工艺选择的指导思想如下：

（1）充分利用现有处理设施的处理能力，并尽量在其基础上改造和挖潜，以提高其处理能力，减少工程的总投资。

（2）处理工艺性能先进性：工艺先进而且成熟，流程简单，对水质适应性强，

出水达标率高；

- (3) 高效节能经济性：耗电量小，运行费用低，投资省；
- (4) 运行管理适用性：运行管理方便，设备可靠，易于维护；
- (5) 尽可能节省占地。

根据本污水处理厂提标改造的处理目标及已确定的污水进、出水水质指标，本次工程主要以去除 SS、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TN 和 TP 为主。

结合前面所述原构筑物改造及深度处理工艺方案，根据本污水处理厂的实际情况，对其适用条件进行优化组合，污水深度处理措施从利用原有池体改造和直接新建深度处理设施两种思路着手，提出以下 3 种工艺路线进行比选。

第一种工艺路线：二级出水+硝化生物滤池+反硝化生物滤池+V 型滤池

维持现有处理二级处理设施，增加深度处理设施，深度处理考虑采用生物处理措施，生物滤池是目前利用比较多的一种方式。

按照该工艺路线深度处理系统相对比较独立，将二级出水进一步进行生物处理而使其达到深度处理的要求，该路线工艺处理构筑物比较复杂，出水水质比较稳定，出水水质也比较好，但后段反硝化生物滤池运行需长期投加碳源，运行费用高，且该方案滤池及配套加药间、鼓风机房占地面积较大（约 28000m^2 ），本厂现状用地难以满足布置要求。

第二种工艺路线：改造现有生物池+改造现有二沉池为 MBR 膜池

现有生化池主要问题是缺氧池和好氧池停留时间不足，由于 MBR 生物池污泥浓度较高，可以实现更高的生化反应速率，因此考虑将现有生化池进行 MBR 改造。主要需更换内回流泵，增大其回流比，对本项目一期 B 段沉淀池、二期生化池的一个边池、三期二沉池进行改造，将其改为 MBR 膜池，二沉池内安装膜组器，同

时，拆除现有二沉池中刮泥设备，用隔墙将其分割，分别设进水渠道、回流渠道、膜池、膜设备间、冲洗区域等。

根据前面所述对实际进水水质分析，C/N 比波动大，营养不平衡，可用于反硝化脱氮的优质碳源量波动大，需增加除磷所需药剂及反硝化所需碳源，以满足提标出水水质的要求。

第三种工艺路线（推荐）：改造现有生物池+新增 V 型滤池

对本污水处理厂二级处理设施进行挖潜改造，强化硝化及反硝化功能，氨氮出水标准提高至 2mg/L，TN 出水标准提高至 15 mg/L。为保证出水 SS 达标，深度处理采用 V 型滤池，处理后出水 SS 降低至 10 mg/L 以下。

结合本工程实际预留用地情况，为了节省工程的投资，减少处理流程，降低运行成本，本工程提标改造采用第三种工艺路线，方案比选如下表所示。

表 2-1 工艺路线比选表

	路线一	路线二：	路线三：
方案概述	保持原有生化池和二沉池不变，新增硝化反硝化生物滤池+V 型滤池	原有生化池增加回流比，对现状二沉池进行土建和工艺设备改造，将其改为 MBR 膜池	对现有生化池缺氧区和好氧区分隔改造，好氧区投加填料强化硝化反应，新增 V 型滤池
工程投资	73542.03 万元	46315.8 万元	46173.61 万元
占地面积	28000 平方米（现状预留用地不满足）	无需新增占地	18000 平方米（可利用现有预留用地）
停产影响	改造期间不停产	生化池和二沉池均需进行改造，对现状运行影响最大	仅生化池需进行改造，对运行影响一般
运营费用分析	投加碳源量最大，运行费用 0.18 元/吨水	需增加产水泵和膜吹扫风机电耗及膜清洗药耗，运营费用 0.40 元/吨水	投加碳源与除磷药剂同方案二，0.14 元/吨水
施工工期	1 年	3 年	2 年

根据以上分析，本次提标改造主要是对原来一、二、三期工程的二级处理工程进行改造，满足提标后 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 TN 的部分要求，同时将其他指标从严控制，以便通过后续的深度处理，对 SS、COD、BOD、TP、TN 等指标进一步去除而保障

达标。因此，生化池改造是本工程的难点和重点，也是本工程施工进度的制约因素。

2.方案节能分析

(1) 节能分析

项目拟采用改造现有生物池+新增 V 型滤池工艺，保持现有工艺流程，充分利用了现有污水处理生化池，仅在生化池内增加填料和填料推流器，达到提升现有处理设施的处理能力的目的，采用该工艺能最大限度减少新增设备，以减少新增能耗。另外，AAO+MBBR 工艺已在国内外多个污水厂得到应用，运行稳定，调试成熟，设备运行效率较高，能充分利用设备能效，具有处理效果好、运行稳定等优点。

而 V 型滤池具有脱氮效果，且其抗冲击能力以及运行费用等比选指标均最优，安全系数最高。而另外，V 型滤池较高效沉淀池的运行电耗也较低。故采用改造现有生物池+新增 V 型滤池工艺作为生化提标工艺合理可行。

(2) 已采用节能措施

1) 本工程方案采用了 AAO+MBBR 脱氮除磷工艺，采取了将硝化的氮量进行反硝化的措施，则理论上可回收硝化所需的部分氧量。

2) 采用高效率的水泵，大大降低了污水、污泥的提升能耗。

3) 全厂采用先进的微机测控管理系统，分散检测和控制，集中显示和管理，各种设备均可根据污水水质、流量等参数自动调节运转台数或运行时间，不仅改善了内部管理，而且可使整个污水处理系统在最经济状态下运行。

4) 采用变频调速等节能措施，节能效果明显。

3.方案节能评价

(1) 节能评价

通过对项目 常规水处理工艺、深度处理工艺、消毒工艺等进行详细的节能分析

认为项目工艺方案基本合理，基本满足《室外排水设计规范》（GB50014-2006）等要求。

（2）建议采用的节能措施

1) 建议生化处理工艺采用精准曝气系统，节省曝气鼓风机能耗。

【要点说明】

- 1) 其余各工序工艺均按以上示例进行分析陈述。
- 2) 要点详见节能报告大纲。

（三）主要用能工序（系统）节能分析评价（以某集成电路板厂项目为例）

1.项目主要用能工序（系统）方案

本项目产品类型多层刚性电路板，产品年产能 100 万平方米/年，其中 4 层产品 30 万平方米/年、6 层产品 50 万平方米/年、8 层产品 10 万平方米/年及 10 层以上产品 10 万平方米/年。其主要的生产过程为：开料-表面清洗-图形制作（感光、曝光、显影、蚀刻）-检查-棕化-压合-钻孔-孔金属化-外形加工。

项目主要工序如下：

（1）开料

将基材板按需要裁切成所需尺寸，然后在基板上钻出需要的定位孔。

（2）图形转移（涂布/贴干膜+曝光显影+蚀刻去膜）

主要是为了形成电路板的内层/外层线路，具体流程包括磨板、酸性除油、微蚀/超粗化、贴膜或涂布油墨、曝光、显影蚀刻脱膜等工序。

（3）棕化和排压板

将已形成内层线路的多个双面板进行叠合压制，形成多层刚性。具体流程包括酸洗、碱性除油、预浸、棕化、熔合、排版、压合等。

(4) 锣边/钻孔

根据不同产品的规格，裁板成产品所需的形状，并在线路板上钻出各类孔。具体流程包括钻靶、锣边、机械钻孔等。

(5) 沉铜和全板电镀铜

将经过钻孔的刚性板沉铜及全板电镀铜使孔壁镀上铜层，从而使电路板各层通过各个孔连接起来。沉铜的具体流程主要包括沉铜前粗磨、除胶渣（去钻污）、前处理、化学沉铜，其中除胶渣包括膨松、除胶、中和三个步骤；全板电镀铜的具体流程主要包括酸性除油、酸洗和电镀铜等。

(6) 图形电镀

经过外层图形转移后的走正片流程的多层刚性板，接着进入图形电镀工序，即在图形转移裸露出来的线路图形上镀上一层铜及其保护层锡（起阻蚀剂作用，这可避免后续外层碱性蚀刻而破坏外层电路。

图形电镀铜锡生产线以磷铜球作阳极， CuSO_4 和 H_2SO_4 作电解液，对经过外层图形转移工序在板材上形成的印制线路进行铜层加厚。

(7) 外层蚀刻

经过外层图形转移后的走正片流程的多层刚性板采用碱性蚀刻工艺，走负片流程的刚性板外层蚀刻采用酸性蚀刻工艺。

(8) 阻焊

表面阻焊目的是在线路板表面不需焊接的部分导体上披覆永久性的树脂皮膜（称之为防焊膜），使在下游组装焊接时，其焊锡只局限沾锡所在指定区域；在后续焊接与清洗制程中保护板面不受污染；以及保护线路避免氧化和焊接短路。

(9) 丝印字符

在阻焊层上另外有一层丝网印刷面，将客户所需的文字、商标或零件符号，以丝网印刷的方式印在板面上。丝网印刷是指在已有图案的网布上用刮刀刮挤压出油墨将要转移的图案，转移到板面上，通常丝网由尼龙、聚酯、丝绸或金属网制作而成，再以电加热完成固化。

（10）表面处理

表面处理包括沉镍金、电镀镍金、沉银等。

（11）成型

利用数控铣床等设备将电路板加工成客户需要的形状，切割时用插梢透过先前钻出的定位孔，将电路板固定于床台或模具上成型。对于多连片成型的电路都须要做 V-CUT，做折断线以方便客户插件后分割拆解，最后再将电路板上的粉屑及表面的离子污染物通过一系列清洗环节洗净。

（12）电镀夹具及沉镍槽退镀工艺

本项目在电镀铜线（包括全板电镀铜、图形电镀铜锡线、电镀镍金线）末端设置一个硝酸退镀槽，硝酸溶液的浓度控制在 35%左右，槽液定期更换作危废处理处置。

沉镍槽使用一段时间后，为避免镍金属沉积在药槽中，项目拟每周进行一次沉镍槽的退镀，退镀采用 68%的硝酸，退镀槽液定期作危废处理处置。

2.主要用能工序（系统）节能分析

表 3-1 主要用能工序功率及能耗一览表

序号	工序	总功率 (kW)	年耗电量 (万 kWh)
1	内层	3289.5	1042.11
2	压合钻孔	4983.76	1850.22
3	电镀	5516	2329.96
4	外层	2893.59	802.10
5	阻焊	7550.58	1196.01
6	表面处理	2643.9	523.49

7	成型包装测试	1256.5	348.30
小计		28133.83	8092.20

(1) 节能分析

本项目主要用能工序如上表所示，包括内层处理、压合钻孔、电镀、外层处理、阻焊、表面处理和成型包装测试等。通过选取各种原料，经过一系列的工艺加工，采用高效节能的生产工艺和高性能的设备，达到全厂工艺技术方案可靠且先进的目标，尽可能降低外购能源消耗，项目总工艺流程和技术方案对全厂能源消费的节能起到了一定的效果。

(2) 已采用的节能措施

针对以上生产工序，项目采取的主要节能措施如下所述：

1) 采用集散型自动控制系统，来实现对整个生产过程的参量进行可靠性自动显示、报警和控制，有利于提高产品质量稳定工艺参数，降低能耗。

2) 使用合理的供电方式，采用配电就近供电的原则，减少线路及变压器的损耗。

3) 通过在线回用技术，工厂废水废液在线回用、在线处理，力争达到绿色环保“零排放”。包括碱性蚀刻废液在线回用、酸性蚀刻在线回用，还有磨板废液水在线回用、硫酸双氧水等系列微蚀废液在线回用等均为较成熟的在线加回用工艺。

3.方案评价

本项目提出的生产工艺为国内先进工艺，生产设备均采用高效节能型，符合《印制电路板制造业清洁生产标准》（HJ 450-2008）等相关行业标准要求。

(四) 围护结构方案分析评价 (以某房地产项目为例)

1. 围护结构方案

1) 外墙设计方案: 采用环保、节能型外墙砌块, 可以有效地减少通过围护结构的传热, 从而减少各主要设备的容量, 达到显著的节能效果。在进行经济性、可行性分析的前提下, 在墙体内外侧铺设隔热的新材料。

项目居住建筑的外墙采用 30mm 水泥砂浆+200mm 加气混凝土砌块+20mm 石灰水泥砂浆, 以浅色外饰面为主, 200mm 厚蒸压加气混凝土砌块作为隔热材料, 住宅塔楼墙体平均传热系数 K 为 $1.06\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 墙体热惰性系数 D 为 2.57。

公共建筑外墙采用 30mm 水泥砂浆+200mm 加气混凝土砌块+3mm 耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆+20mm 石灰、水泥、砂、砂浆+15mm 反射隔热涂料。以浅色外饰面为主, 公共部分的外墙体平均传热系数 K 为 $0.92\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 墙体热惰性系数 D 为 2.685。

表 4-1 外墙平均传热系数 K 、热惰性指标 D

项目	项目指标
居住部分	$K=1.06$; $D=2.57$
公共部分	$K=0.92$; $D=2.685$

2) 门窗玻璃设计方案:

项目住宅、幼儿园、小区公共配套房的外窗采用平板玻璃, 商铺建筑外窗采用中空玻璃, 项目边框均采用铝合金门窗。

项目住宅、小区公共配套房、幼儿园的外窗采用 6mm 平板玻璃的普通铝合金窗, 传热系数 K 为 $6.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 平均综合遮阳系数 SC 为 0.72, 可见光透射比为 0.72, 满足夏热冬暖南区居住建筑外窗的平均综合遮阳系数限值规定。

商铺建筑外窗采用 6mm 中等透光热反射+12mm 空气+6mm 透明玻璃, 传热系

数 K 为 $3.8W/(m^2 \cdot K)$, SC 为 0.44 , 满足《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015) 中夏热冬暖地区甲类公共建筑围护结构热工性能相关规定。

表 4-2 项目平均窗墙比参数

项目	项目指标
居住部分	$C_{MW}=0.225$
公共部分	$C_{MW}=0.25, K \leq 3.8$

窗墙面积比：根据甲方提供的初步设计，项目住宅塔楼各朝向的单一朝向窗墙面积比，南、北向 0.38 ；东、西向 0.25 。公共建筑各单一立面窗墙面积比 0.6 。项目住宅 1-9 层的外窗气密性能 4 级，10 层及以上的外窗气密性能 6 级；公共建筑的外窗气密性能 6 级。

表 4-3 项目气密性设计参数

项目	项目指标
居住部分	1-9 层的外窗气密性能 4 级，10 层及以上的外窗气密性能 6 级
公共部分	外窗气密性能 6 级

窗地比：根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ75-2012) 相关要求，项目住宅卧室、书房、起居室等主要房间窗地面积比不应小于 $1/7$ 。当房间窗地面积比小于 $1/5$ 时，外窗玻璃的可见光透射比不应小于 0.4 。

外窗开启面积：当平开门窗、悬窗、翻转窗的最大开启角度小于 45° 时，通风开口面积应按外窗可开启面积的 $1/2$ 计算。另外，住宅的主要房间(卧室、书房、起居室等)外窗，其外窗的面积相对较大，通风开口面积应按不小于该房间地面面积的 10% 要求设计，而住宅的厨房、卫生间、户外公共走道外窗等，通常窗面积较小，满足不小于房间(公共区域)地面面积 10% 的要求很难做到，因此，对于厨房、卫生间、户外公共区域的外窗，其通风开口面积应按不小于外窗面积 45% 设

计。

因此，本项目住宅的外窗（包含阳台门）的通风开口面积不应小于房间地面面积的 10%或外窗面积的 45% 。

3) 屋面设计方案:

项目居住建筑和公共建筑的屋面采用挤塑聚苯乙烯板作为屋面隔热材料。

居住建筑的屋面采用 40mm 混凝土防水层+40mm 挤塑聚苯板+20mm 水泥砂浆+30mmC15 混凝土+120mm 钢筋混凝土+12mm 石灰水泥砂浆，为浅色屋面，采用该材料，屋面传热系数 $K=0.9\text{w/m}^2 \cdot \text{K}$ ，屋面热惰性系数 D 为 2.67，屋面防水等级为 I 级。

公共建筑的屋面采用 28mm 耐磨面细石混凝土+40mm 挤塑聚苯板+20mm 水泥砂浆+30mmC15 混凝土+120mm 钢筋混凝土+12mm 石灰水泥砂浆，为浅色屋面，采用该材料，屋面传热系数 $K=0.8\text{w/m}^2 \cdot \text{K}$ ，屋面热惰性系数 D 为 2.56，屋面防水等级为 I 级。

表 4-4 项目屋面平均传热系数 K、热惰性指标 D

项目	项目指标
居住部分	$K=0.9, D=2.67$
公共部分	$K=0.8, D=2.56$

2.方案节能分析

(1) 节能分析

1) 外墙设计方案分析:

根据设计指标，项目外墙指标系数符合《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75-2012）和《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）的要求，详见下表:

表 4-5 外墙平均传热系数 K、热惰性指标 D

项目	标准值	项目指标	分析结论	备注
居住部分	$0.7 < K \leq 1.5; D \geq 2.5$	$K=1.06; D=2.57$	符合标准要求	《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ75-2012)
公共部分	$K \leq 1.5; D > 2.5$	$K=0.92; D=2.685$	符合标准要求	《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)

本项目结合顺德区的气候特点，选择外墙材料符合夏热冬暖地区的节能要求，有利于降低外墙传热系数，达到节能。

项目居住建筑和公共建筑的外墙设计均符合国家民用建筑热工设计规范、夏热冬暖地区居住和公共建筑节能设计标准、地方及行业的节能政策与标准。

2) 门窗玻璃设计方案分析:

根据设计指标，项目外窗平均综合遮阳系数符合《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ75-2012)和《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)的要求，详见下表:

表 4-6 平均窗墙比参数表

项目	标准值	项目指标	分析结论	备注
居住部分	外墙 $K \leq 1.5, D \geq 2.5$ 时, $C_{Mw} \leq 0.25$	$C_{Mw}=0.225$	符合标准要求	《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ75-2012)
公共部分	$0.2 < C_{Mw} \leq 0.3, K \leq 4.0$	$C_{Mw}=0.25, K \leq 3.8$	符合标准要求	《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)

表 4-7 气密性设计参数表

项目	标准值	项目指标	分析结论	备注
居住部分	1-9 层气密性不低于 4 级; 10 层及以上气密性不低于 6 级;	1-9 层的外窗气密性能 4 级, 10 层及以上的外窗气密性能 6 级	符合标准要求	《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ75-2012)
公共部分	10 层及以上建筑外窗气密性不应低于 7 级 10 层以下建筑外窗气密性不应低于 6 级	外窗气密性能 6 级	符合标准要求	《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)

在保证日照、采光、通风、观景要求的条件下，尽量减少建筑外门窗的面积，

提高外门窗的气密性，减少冷风渗透。

3) 屋面设计方案分析：

根据设计指标，项目屋面指标系数符合《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75-2012）和《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）的要求，详见下表：

表 4-8 屋面平均传热系数 K、热惰性指标 D

项目	标准值	项目指标	分析结论	备注
居住部分	$0.4 < K \leq 0.9$, $D \geq 2.5$	$K=0.9$, $D=2.67$	符合标准要求	《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75-2012）
公共部分	$K \leq 0.8$, $D > 2.5$	$K=0.8$, $D=2.56$	符合标准要求	《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）

本项目屋面传热系数和热惰性指标应符合《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》（JGJ75-2012）和《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）中建筑屋顶和外墙的传热系数和热惰性指标的相关规定。

(2) 已采用节能措施

1) 墙体使用环保、节能型建筑材料，可有效减少通过围护结构的传热，从而减少各主要设备的容量，达到显著的节能效果。

2) 住宅、小区公共配套房、幼儿园的窗户采用普通平板玻璃，商铺窗户采用中空玻璃。

3) 项目住宅增大阳台的进深，将主要房间设置在南北向，实现遮阳，达到节能效果；

3. 方案节能评价

(1) 节能评价

通过对项目外墙、门窗玻璃、屋面等外围护结构进行详细的节能分析认为项目外围护结构方案基本合理，基本满足《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》

(JGJ75-2012)、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)等要求。

(2) 建议采用的节能措施

1) 建议商业建筑在东西两面尽量避免大窗户设计,控制好窗墙比,同时在建筑设计中可结合外廊、阳台、挑檐等处理方法进行遮阳。

2) 建议项目外立面采用浅色饰面,有利于反射太阳光,降低太阳热对外墙的辐射。

(五) 供配电系统节能分析评价(以某科研实验楼项目为例)

1. 供配电系统方案

(1) 用电负荷等级

项目主要是科研用房,根据民用建筑电气设计规范的规定,消防设备电源、部分科研设备用电为一级负荷,包括火灾报警及联动控制设备、消防泵、消防电梯、排烟风机、加压风机、保安监控系统、应急照明、疏散照明、主要通道的照明及重要的计算机系统;部分科研设备用电和业务用房用电为二级负荷;除此以外均为三级负荷。

(2) 供电电源和变配电房位置

项目由附近市政高压电网(110kVa 常平变电站)引出一路10kV电源至变配电房。

项目共设一座变配电房,位于地下一层西侧,供电半径为150米。

(3) 供配电负荷估算

参考《民用建筑电气设计规范》(JGJ16-2008)、《供配电系统设计规范》(GB 50052-2009)、《20kV及以下变电所设计规范》和《中国南方电网城市配电网技术导则》、《工业与民用配电设计手册 第四版》。

根据项目情况对各用电系统分析，项目所需供配电负荷估算如下：

表 5-1 项目主要用能系统及设备计算负荷情况表

序号	系统	类型	装机功率 (kw)	需要系数 (kx)	cosΦ	tanΦ	计算负荷		
							P _{js} (kW)	Q _{js} (kVar)	S _{js} (KVA)
1	空调	业务用房	272.33	0.80	0.80	0.75	174.29	163.40	
2		科研实验室 (洁净)	102.86	0.80	0.80	0.75	65.83	61.72	
3		科研实验室 (普通)	1100.31	0.80	0.80	0.75	704.20	660.19	
4		设备房	44.78	0.70	0.90	0.48	28.21	15.18	
9	通风	卫生间	3.20	0.80	0.80	0.75	2.05	1.92	
10		设备房	13.75	0.70	0.80	0.75	7.70	7.22	
15		地下车库	45.00	0.80	0.90	0.48	32.40	17.44	
16	给排水	无负压供水	4.40	0.40	0.80	0.75	1.41	1.32	
17		潜污泵	8.80	0.00	0.80	0.75	0.00	0.00	
18	照明	业务用房	49.52	0.80	0.90	0.48	35.65	19.19	
19		科研实验室 (洁净)	9.60	0.80	0.90	0.48	6.91	3.72	
20		科研实验室 (普通)	167.67	0.80	0.90	0.48	120.72	64.97	
21		设备房	6.37	0.80	0.90	0.48	4.59	2.47	
22		附属配套	29.59	0.80	0.90	0.48	21.30	11.46	
23		停车场	14.34	0.80	0.90	0.48	10.32	5.56	
24		绿化	6.63	0.60	0.90	0.48	3.58	1.93	
25		道路	6.20	0.60	0.90	0.48	3.35	1.80	
29	电梯	电梯	76.00	0.30	0.60	1.50	13.68	30.40	
30	插座	业务用房	123.79	0.50	0.80	0.75	49.52	46.42	
31		科研实验室 (洁净)	24.00	0.50	0.80	0.75	9.60	9.00	
32		科研实验室 (普通)	419.17	0.50	0.80	0.75	167.67	157.19	
33		设备房	31.84	0.60	0.80	0.75	15.28	14.33	
34	科研设备	实验仪器等	800.00	0.60	0.80	0.75	384.00	360.00	
合计			3360.15				1862.26	1656.83	2492.61
35		无功功率补偿						-762.95	
36		补偿后			0.90	0.48	1862.26	893.88	2065.68

注：各系统装机功率均引自相关方案估算章节。

根据上述分析，项目的装机容量为 3360.15kW，视在负荷为 2065.68kVA。

(4) 变压器配备方案

根据上述计算，项目在配电房设置 2 台 SCB13-1250kVA 的干式变压器，其负载率为 82.63%，不设备用变压器。

(5) 充电桩配备方案

本项目实际充电桩方案为预留充电桩安装条件。目前项目拟在地下室预留一个专变配电房，给未来充电桩使用。项目总计车位 870 个，考虑 30%配置充电桩，按照快慢冲相结合配置方式，初步设计设置快充 160 个，慢充 101 个，拟配置 2 台 1000kVA 的 SCB13 型干式变压器，负载率为 73.43%。

项目充电桩用电负荷估算如下表：

表 5-2 地下充电桩负荷估算表

序号	充电桩类型	数量(台)	单台功率(kW)	需要系数	计算负荷(kW)	cosΦ	视在功率(kVA)
1	快充	160	30	0.3	1440.00	0.90	1600.00
2	慢充	101	7	0.3	212.10	0.90	235.67
合计		261			1652		
考虑同时系数 0.8					1321.68		1468.54

(6) 备用发电机

项目选用柴油发电机组作为应急电源，当 10kV 市电停电、缺相、电压或频率超出范围或同一变配电所两台变压器同时故障时，自动启动柴油发电机组，柴油发电机组 15-30s 内达到额定转速、电压、频率后，投入额定负载运行。当市电恢复 30-60s(可调)后，由 ATS 自动恢复市电供电，柴油发电机组经冷却延时后，自动停机。

项目属科研办公建筑，需设置备用发电机，以保证非火灾停电期间非消防一、二级负荷供电；火灾时能保证消防负荷供电。初步估算此部分负荷约占视在功率的 10%-20%。项目在地下负一层设置一个备用发电机房，各配置 1 台

360kW 柴油发电机为备用应急电源。

(7) 无功补偿及谐波控制

本项目在低压配电室设置带无源滤波的集中补偿电容器柜，按负荷运行状态，对无功功率进行自动补偿，使系统功率因数不低于 0.9，同时考虑建筑物内产生谐波源的设备较多，如带电子镇流器的节能灯、荧光灯、电子显示屏、计算机等设备的大量使用，采用无源滤波补偿装置，对系统高次谐波干扰作治理，减少对系统的污染，节约能源，保护设备。

2. 方案节能分析

(1) 节能分析

项目共设一座变配电房，位于地下一层西侧，供电半径为 150 米，处于负荷中心，有利于减少输配电线损。

项目的装机容量为 3360.15kW，视在负荷为 2065.68kVA(不考虑充电桩)，其负载率为 82.63%，变压器负载率处于 70%-85%的高效运行区间。

项目备用电源选用柴油发电机组，拟设 1 台 360kW 的柴油发电机组作为应急备用电源，约占视在功率的 10%-20%，配置方案合理。

(2) 已采用节能措施

1) 合理选用高效变压器。变压器是电压变换设备，广泛应用于电力系统，特别是 10kV 和 35kV 电压等级的变压器，在电力和配电系统中普遍使用，数量巨大，由于使用量大，运行时间长，变压器在选择和使用上存在着巨大的节能潜力。选择高效节能产品，不但对节约能源具有重要意义，同时还可以大大降低变压器的运营成本，是改善经济效益的重要途径。因此，选择变压器时，应选用低损耗节能型变压器，项目选用 SCB13 型干式变压器是目前较为节能的产品，比 SCB11 型干式变压器可节能 10%以上。

2) 减少配电网路线损。配电网路线损中包含了线路传输有功功率时引起的

线损和线路传输无功功率时引起的线损，传输有功功率是为了满足建筑物功能所必需的，是不变的。而在具体工程中，供配电系统中某些用电设备，线路上下纵横交错，工程线路总的不下万米，造成电能损耗相当大。因此建议电工设计人员可选用增大导线截面等方式减少线损。

3) 采用无功补偿提高功率因数。配电变压器的效率不仅随着输送有功功率的变化而变化，还随着负荷功率因数的变化而变化，通常功率因数低时，变压器效率相应地也降低。对于变压器进行无功补偿，提高其功率因数，可以大大减少无功功率在变压器上的传输，从而减少变压器上的损耗。建议项目变压器采用并联补偿电容器进行无功补偿，其主要作用是减小视在电流，提高功率因数，降低损耗，提高电力设备的有功功率。

4) 谐波治理。可装设谐波补偿装置来补偿谐波，这对各种谐波源都适用的，装设谐波补偿装置的传统方法就是采用 LC 调谐滤波器。这种方法既可补偿谐波，又可补偿无功功率，而且结构简单，一直被广泛使用。

3.方案节能评价

(1) 节能评价

通过对项目变配电系统、电力配电系统、照明系统、建筑物防雷、接地系统及安全措施、火灾自动报警及消防联动控制系统、弱电及综合布线系统、电气节能设计等进行详细的节能分析认为项目用电合理；电气设计方案可行；项目供配电方案基本满足《供配电系统设计规范》（GB50052—2009）、《民用建筑电气设计规范》（JGJ16-2008）、《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）及《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）等要求。

(2) 建议采用的节能措施

- 1) 建议对科研实验设备设专用变压器供电。
- 2) 建议可采用更加高效的非晶合金变压器设备进行供配电。

（六）空调通风系统节能分析评价（以某主题公园项目为例）

1. 空调通风系统方案

1.1 空调系统方案

（一）空调范围

本项目分为 A、B 两区，A 区主要建设主题公园，B 区主要建设酒店、办公及商业设施。A 区空调区域包括餐饮、商业、配套服务办公、娱乐康体等场所；B 区空调区域包括酒店、办公及商业场所。

（二）空调设计参数

参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012），本项目的空调通风系统设计参数如下表所示。

表 6-1 项目室外设计计算参数表

参数 季节	干球温度（℃）		湿球温度（℃）	相对湿度%	大气压力（hPa）
	空调	通风			
夏季	34.2	31.8	27.8	68	1004.0
冬季	5.2	13.6	—	72	1019.0

表 6-2 项目室内设计计算参数表

房间或区域名称	夏季		冬季		新风量 (m ³ / (h·p))
	温度（℃）	相对湿度（%）	温度（℃）	相对湿度（%）	
商业、服务	25~27	≤60	18~20	≥30	20
餐厅	25~27	≤65	21	≥30	30
办公	26	≤65	18	—	30
娱乐康体	24	≤60	23	40~60	30
酒店大堂	26	≤65	20	—	10
精品酒店客房	24~26	≤60	22~24	≥40	50
公寓式酒店客房	25~27	≤60	20~22	≥35	30
酒店会议室	25~27	≤60	18~20	≥35	30

（三）空调冷负荷计算

本项目空调冷负荷计算采用单位面积负荷指标法进行估算。本项目空调面积按其建筑面积的 80%进行估算，则项目空调冷、热负荷估算如下表所示。

表 6-3 A 区空调冷负荷估算表

功能区域	建筑面积 (m ²)	空调面积 (m ²)	单位面积冷负荷指标 (W/m ²)	总冷负荷 (kW)	备注
商店	15485.06	12388.048	180	2229.85	
餐厅	7158.94	5727.152	250	1431.79	
休闲娱乐	26865.22	21492.176	200	4298.44	
电玩游戏	738.06	590.448	200	118.09	
售票处	531	424.8	150	63.72	
更衣室	4444.6	3555.68	150	533.35	
配套管理用房	400.09	320.072	120	38.41	
合计				8713.64	

表 6-4 B 区空调冷负荷估算表

建筑编号	功能区域	建筑面积 (m ²)	空调面积 (m ²)	单位面积冷负荷指标 (W/m ²)	总冷负荷 (kW)	备注
B01、B02	客房	49017.00	34311.90	150	5146.79	
	商业	7152.01	5721.61	180	1029.89	
	办公	1719.99	1375.99	120	165.12	
	其他配套	3876	3100.80	150	465.12	
	公共配套	423	338.40	150	50.76	
	小计				6857.67	
B03~B09	办公	10587.25	7411.08	120.00	889.33	
	商业(商店)	5452.04	3816.43	180.00	686.96	
	商业(餐饮)	3634.70	2544.29	250.00	636.07	
	小计				2212.36	

本项目不考虑采暖需求。

(四) 空调冷源及末端方案

1) A 区空调冷源及末端方案

本项目大型商业用房采用变制冷剂流量多联式空调系统，室内机均采用天花板内置风管式室内机，室外机设置于屋面层。沿街小商铺设置分体空调。A 区空调设备一览表如下表所示。

表 6-5 A 区空调设备一览表

序号	功能区域	建筑面积 (m ²)	空调面积 (m ²)	单位冷负荷指标 (kW)	总冷负荷 (kW)	额定制冷量	台数	空调类型	备注
1	商铺	1410.22	1128.18	180.00	203.07	101.50	2	多联机	
2		1369.24	1095.39	180.00	197.17	101.50	2	多联机	
3		1196.59	957.27	180.00	172.31	89.50	2	多联机	
4		1121.8	897.44	180.00	161.54	83.90	2	多联机	
5		987.79	790.23	180.00	142.24	73.50	2	多联机	
6		856.48	685.18	180.00	123.33	61.50	2	多联机	
7		749.43	599.54	180.00	107.92	56.50	2	多联机	
8		704.48	563.58	180.00	101.45	101.50	1	多联机	
9		574.48	459.58	180.00	82.73	83.90	1	多联机	
10		530.6	424.48	180.00	76.41	78.90	1	多联机	
11		501.68	401.34	180.00	72.24	73.50	1	多联机	
12		467.58	374.06	180.00	67.33	73.50	1	多联机	
13		351.32	281.06	180.00	50.59	50.40	1	多联机	
14		338.62	270.90	180.00	48.76	50.40	1	多联机	
15		318.79	255.03	180.00	45.91	50.40	1	多联机	
16		314.67	251.74	180.00	45.31	50.40	1	多联机	
17		308.67	246.94	180.00	44.45	45.00	1	多联机	
18		298.48	238.78	180.00	42.98	45.00	1	多联机	
19		297.06	237.65	180.00	42.78	45.00	1	多联机	
20		276.67	221.34	180.00	39.84	40.00	1	多联机	
21		264.72	211.78	180.00	38.12	40.00	1	多联机	
22		257.29	205.83	180.00	37.05	40.00	1	多联机	
23		223.68	178.94	180.00	32.21	33.50	1	多联机	
24		183	146.40	180.00	26.35	7.20	4	分体空调	
25		172.52	138.02	180.00	24.84	7.20/3.50	4	分体空调	3台 7.20、1台 3.50
26		152.85	122.28	180.00	22.01	7.20	3	分体空调	
27		147.09	117.67	180.00	21.18	7.20	3	分体空调	
28		143.04	114.43	180.00	20.60	7.20	3	分体空调	

29		137.91	110.33	180.00	19.86	7.20	3	分体空调	
30		136.05	108.84	180.00	19.59	7.20	3	分体空调	
31		128	102.40	180.00	18.43	7.20	3	分体空调	
32		107.29	85.83	180.00	15.45	7.20	3	分体空调	
33		104.39	83.51	180.00	15.03	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
34		76.93	61.54	180.00	11.08	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
35		76.33	61.06	180.00	10.99	7.20/3.50	2	分体空调	1台 7.20、1台 3.50
36		34.44	27.55	180.00	4.96	7.20	1	分体空调	
37		32.64	26.11	180.00	4.70	7.20	1	分体空调	
38	餐厅	1679.2	1343.36	250.00	335.84	111.90	3	多联机	
39		1334.8	1067.84	250.00	266.96	89.50	3	多联机	
40		1115.27	892.22	250.00	223.05	111.90	2	多联机	
41		605.78	484.62	250.00	121.16	61.50	2	多联机	
42		371.33	297.06	250.00	74.27	78.90	1	多联机	
43		314.51	251.61	250.00	62.90	33.50	2	多联机	
44		287.74	230.19	250.00	57.55	61.50	1	多联机	
45		196.2	156.96	250.00	39.24	40.00	1	多联机	
46		169.6	135.68	250.00	33.92	33.50	1	多联机	
47		168.77	135.02	250.00	33.75	33.50	1	多联机	
48		158.53	126.82	250.00	31.71	33.50	1	多联机	
49		132.84	106.27	250.00	26.57	7.20	4	分体空调	
50		122.83	98.26	250.00	24.57	7.20/3.50	4	分体空调	3台 7.20、1台 3.50
51		121.07	96.86	250.00	24.21	7.20/3.50	4	分体空调	3台 7.20、1台 3.50
52		87.4	69.92	250.00	17.48	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
53		86.49	69.19	250.00	17.30	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
54		86.49	69.19	250.00	17.30	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
55		75.44	60.35	250.00	15.09	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
56		74	59.20	250.00	14.80	7.20/3.50	3	分体空调	1台 7.20、2台 3.50
57		67.89	54.31	250.00	13.58	7.20/3.50	3	分体空调	1台 7.20、2台 3.50
58	35	28.00	250.00	7.00	7.20	1	分体空调		
59	娱乐康体	6173.89	4939.11	200.00	987.82	111.90	9	多联机	

60		4241.55	3393.24	200.00	678.65	101.50	7	多联机	
61		2809	2247.20	200.00	449.44	89.50	5	多联机	
62		2124.13	1699.30	200.00	339.86	111.90	3	多联机	
63		1975.28	1580.22	200.00	316.04	111.90	3	多联机	
64		1692.5	1354.00	200.00	270.80	101.50	3	多联机	
65		1290.32	1032.26	200.00	206.45	111.90	2	多联机	
66		1208.27	966.62	200.00	193.32	101.50	2	多联机	
67		1161.62	929.30	200.00	185.86	101.50	2	多联机	
68		668.63	534.90	200.00	106.98	111.90	1	多联机	
69		606.71	485.37	200.00	97.07	101.50	1	多联机	
70		601	480.80	200.00	96.16	101.50	1	多联机	
71		534.93	427.94	200.00	85.59	89.50	1	多联机	
72		398.98	319.18	200.00	63.84	73.50	1	多联机	
73		294.66	235.73	200.00	47.15	50.40	1	多联机	
74		267.07	213.66	200.00	42.73	45.00	1	多联机	
75	电玩游戏	229.8	183.84	200.00	36.77	40.00	1	多联机	
76		213.6	170.88	200.00	34.18	40.00	1	多联机	
77		151.45	121.16	200.00	24.23	7.20/3.50	4	分体空调	3台 7.20、1台 3.50
78	更衣间	4444.6	3555.68	150.00	533.35	89.50	6	多联机	
79	售票	531	424.80	150.00	63.72	33.50	2	多联机	
80		173.41	138.73	120.00	16.65	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
81	办公	103.68	82.94	120.00	9.95	7.20/3.50	2	分体空调	1台 7.20、1台 3.50
82	设备用房	145.34	116.27	150.00	17.44	7.20/3.50	4	分体空调	1台 7.20、3台 3.50
83		132.24	105.79	180.00	19.04	7.2	3	分体空调	
84		86.49	69.19	180.00	12.45	7.2	2	分体空调	
85	泳圈出租	70.49	56.39	180.00	10.15	7.20/3.50	2	分体空调	1台 7.20、1台 3.50
86		67.24	53.79	180.00	9.68	7.20/3.50	2	分体空调	1台 7.20、1台 3.50
87		34	27.20	180.00	4.90	7.2	1	分体空调	
合计					8951.00		201		

2) B 区空调冷源及末端方案

1、办公、商业

本项目 B03-B09 共七栋建筑的办公、商业采用多联机空调系统。多联机室外机集中设置于本层室外或屋面，通过冷媒管道连接至各层。

表 6-6 B 区 B03-B09 建筑办公、商业空调设备一览表

序号	额定制冷量 (kW)	额定功率 (kW)	台数 (台)	空调类型
1	111.9	33.9	1	变频多联机
2	101.5	30.7	4	
3	89.5	27.1	9	
4	83.9	25.4	5	
5	78.9	23.9	4	
6	73.5	21.9	4	
7	61.5	18.3	2	
8	56.5	16.8	1	
9	50.4	15	1	
合计	2582.40	779.20	31	

2、酒店及配套

酒店及配套部分采用中央空调系统供冷，本项目拟采用水冷冷水系统。空调面积约 46511.82m²，设计总冷负荷为 7067.54kW（约 2010RT），选用 2 台容量为 800RT 的离心式冷水机组，额定功率为 446.60kW、COP 为 6.30，1 台容量为 410RT 的螺杆式冷水机组，额定功率为 228.80kW、COP 为 6.30。对应 800RT 主机相应设置 3 台冷冻水泵（二用一备）、3 台冷却水泵（二用一备）和 2 台方形横流式冷却塔。对应 410RT 主机相应设置 2 台冷冻水泵（一用一备）、2 台冷却水泵（一用一备）和 1 台方形横流式冷却塔。

酒店大堂、餐厅、休闲健身等大空间区域采用低速全空气一次回风系统，新、回风管上设置电动调节阀，过渡季节可采用焓值控制方式实现变新风比或全新风运行。酒店客房等区域采用风机盘管+新风系统。

1) 冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔选型计算

冷冻水流量计算公式：

$$L = \frac{Q}{1.163T}$$

其中：

L——冷冻水流量，m³/h；

Q——制冷量，kW；

T——冷冻水供回水温差，取 5℃。

根据“一机对一泵”原则，本项目选择 3 台额定流量为 500m³/h、扬程 139m、功率 355kW 的冷冻水泵（2 用 1 备），选择 2 台额定流量为 250m³/h、扬程 140m、功率 160kW 的冷冻水泵（1 用 1 备）。

2) 冷却水泵、冷却塔选型

冷却水量计算公式：

$$W = \frac{3.6Q}{C(t_{w1} - t_{w2})}$$

其中：

W——冷却水流量，m³/h；

Q——冷却塔排走热量，kW（压缩式制冷机，取制冷机负荷 1.3 倍）；

C——水的比热，取 C=4.187kJ/（kg·℃）；

t_{w1}、t_{w2}——冷却塔的进出水温差，℃（压缩式制冷机，取 4-5）。

根据“一机对一泵”原则，本项目选择 3 台额定流量为 630m³/h、扬程 30m、功率 75kW 的冷却水泵（2 用 1 备），选择 2 台额定流量为 354m³/h、扬程 30m、功率 45kW 的冷却水泵（1 用 1 备）。

冷却塔水量在冷却水量基础上考虑 1.1 的安全系数，因此可选择冷却水量分

别为 700m³/h、风机功率 30kW 的冷却塔 2 台和冷却水量分别为 360m³/h、风机功率 18.5kW 的冷却塔 1 台。

3) 冷却塔补水泵选型

冷却塔的补水量包括风吹飘逸损失、蒸发损失、排污损失和泄露损失。一般按冷却水量的 1%-2%考虑，本项目选型计算选择 1.5%，选择 2 台额定流量为 10m³/h、扬程 30m、功率 2.2kW 的补水泵（2 用 1 备），2 台额定流量为 5.5m³/h、扬程 30m、功率 1.5kW 的补水泵（1 用 1 备）。

4) 送风机和新风机选型

本项目 B01 和 B02 两栋高层建筑中酒店客房末端采用风机盘管+新风系统，其他大空间区域采用全空气一次回风系统。其中：

B01 栋建筑 1-15 层总新风量为 31744.15m³/h，16-28 层总新风量为 32357.20m³/h；B02 栋建筑 1-15 层总新风量为 24800.04m³/h，16-28 层总新风量为 10800m³/h。本项目拟在地下室一层设置 1 个空调机房，选择 1 台风量 33000m³/h、功率 7.5kW 组合式空调机组和 1 台风量 25000m³/h、功率 6.0kW 组合式空调机组，其中分别对应选择 1 台风量 26500m³/h、功率 6.3kW 排风机和 1 台风量 20000m³/h、功率 4.8kW 排风机。拟在 B01 栋建筑 16 层避难层设置 1 台风量 33000m³/h、功率 7.5kW 组合式空调机组，在 B02 栋建筑 16 层避难层设置 1 台风量 11000m³/h、功率 2.5kW 组合式空调机组，其中分别对应选择 1 台风量 26500m³/h、功率 6.3kW 排风机和 1 台风量 8800m³/h、功率 2.0kW 排风机。

表 6-7 中央空调冷站设备配置表

机组类型	主机参数	冷冻泵	冷却泵	冷却塔	冷却水补水泵
离心式冷水机组	CC=2813.60kW, P=446.60kW, COP=6.30, 2 台	Q=500m ³ /h, H=139m, P=355kW, 2 用	Q=630m ³ /h, H=30m, P=75kW, 2 用 1 备	Q=700m ³ /h, P=30kW, 2 台	Q=10m ³ /h, H=30m, P=2.2kW, 2 用

		1 备			1 备
螺杆式冷水机组	CC=1441.97kW, P=228.80kW, COP=6.30, 1 台	Q=250m ³ /h, H=140m, P=160kW, 2 用 1 备	Q=354m ³ /h, H=30m, P=45kW, 2 用 1 备	Q=360m ³ /h, P=18.5kW, 1 台	Q=5.5m ³ /h, H=30m, P=1.5kW, 1 用 1 备

1.2 通风系统方案

(一) 地下室车库通风系统

本项目地下车库为两层建筑，其中地下一层层高 5.1m，地下二层层高 3.9m。共 2 个出入口，分别位于 B04 栋建筑北侧和 B02 栋建筑南侧。地下室车库可以采用自然通风的区域尽量采用自然通风或者机械通风和自然通风相结合。

项目地下室车库采取机械排风，车道、采光井、补风机补风方式。地下室车库设置机械排风兼火灾排烟系统，同时设置机械补风，车库的通风与防排烟系统合用，风量按照《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》（GB 50067-2014）的规定选取。其中有直接通向室外车道的防火分区利用车道自然补风，无直接通向室外车道的防火分区利用竖井机械补风，补风量大于排烟量的 50%。

根据《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》（GB 50067-2014）的规定，除敞开式汽车库、建筑面积小于 1000m²的地下一层汽车库和修车库外，汽车库、修车库应设排烟系统，并应划分防烟分区，防烟分区的建筑面积不宜超过 2000m²，且防烟分区不应跨越防火分区。每个防烟分区的排烟风机排烟量不应小于 30000m³/h，且不应小于下表中的数值。

表 6-8 车库的排烟量

车库的净高 (m)	车库的排烟量 (m ³ /h)	车库的净高 (m)	车库的排烟量 (m ³ /h)
3 及以下	30000	3.1-4.0	31500
4.1-5.0	33000	5.1-6.0	34500
6.1-7.0	36000	7.1-8.0	37500
8.1-9.0	39000	9.1 及以上	40500

本项目地下室车库暂按 2000m² 设为一个防烟分区考虑，共 20 个防烟分区，则地下室一层每个防烟分区的排烟量为 33000m³/h，地下室二层每个防烟分区的排烟量为 31500m³/h。项目选用双速消防离心风机（排风兼排烟），风量为 33000m³/h、功率为 7.5kW、余压为 600Pa 和风量为 31500m³/h、功率为 7.0kW、余压为 550Pa 两种型号，各选用 10 台。

本项目地下室车库一层通过两个车道出入口进行自然补风，地下室车库二层采用机械补风，补风量按排放量的 50%考虑，则地下室车库二层每个防烟分区的补风量为 15750m³/h，项目选用离心风机规格为：风量为 16000m³/h、功率为 3.6kW、余压为 300Pa，共 10 台。

表 6-9 地下室车库风机配置表

序号	设备名称	技术规格	数量（台）
1	双速消防离心风机（排风兼排烟）	风量：33000m ³ /h、功率：7.5kW、余压：600Pa	10
2		风量：31500m ³ /h、功率：7.0kW、余压：550Pa	10
3	离心风机（补风）	风量：16000m ³ /h、功率：3.6kW、余压：300Pa	10
4	装机容量合计（kW）		181

（二）地上通风设计

本项目 A 区共 92 栋单体建筑，通风条件良好，均采用自然通风形式。

本项目 B 区除 B01 和 B02 两栋建筑外，B03-B09 栋办公、商业裙楼均单独设置新风系统，新风机配置如下表所示。

表 6-10 B03-B09 栋办公、商业裙楼新风机配置表

序号	设备名称	技术规格	数量（台）
1	新风机	风量：15000m ³ /h、功率：3.6kW、余压：500Pa	1
2		风量：13000m ³ /h、功率：3kW、余压：500Pa	4
3		风量：9500m ³ /h、功率：2.2kW、余压：450Pa	1
4		风量：8200m ³ /h、功率：1.95kW、余压：400Pa	1
5		风量：7200m ³ /h、功率：1.7kW、余压：400Pa	1
6	装机容量合计（kW）	21.45	8

项目需要设置排风排烟系统的主要为卫生间、电梯机房、楼梯间、前室、厨房等。上述区域主要选用机械通风小功率变频风机，其中对不能满足自然排烟条件的防烟楼梯间、合用前室均设置机械加压送风系统。防烟楼梯间设置自垂式百叶送风口，合用前室设置电动百叶送风口，当发生火警时，由消防中心自动启动加压风机进行加压送风。因风机数量较多，未有详细的设备设计情况，能耗考虑在插座用电中。

2. 方案节能分析

(1) 节能分析

项目空调室外机组选用低噪音设备，配置的分体空调和多联机能效满足《房间空气调节器能效限定值及能效等级》（GB 12021.3-2010）和《多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级》（GB 21454-2008）中的 2 级能效等级要求，为节能型设备，选型配置合理。

项目中央空调系统冷水机组能效满足《冷水机组能效限定值及能效等级》（GB 19577-2015）中的 2 级能效等级要求，为节能型设备；冷冻水系统采用大温差设计，降低水泵功率，减少水管管径；冷冻水泵采用变频泵设计，根据系统压力变化改变水泵电机频率减少水流量，降低水泵功率；空气处理机组风机变频运行，风量可根据室内冷负荷变化而自动调节，并与水系统比例积分调节二通阀配合运行；通风机单位风量耗功率设计控制在 $0.27\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ，属于节能型风机。

(2) 已采用的节能措施

1) 通风机单位风量耗功率设计控制在 $0.27\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

2) 中央空调系统冷冻水泵采用变频泵设计, 根据系统压力变化改变水泵电机频率减少水流量, 降低水泵功率。

3) 空调水系统采用大温差设计, 降低水泵功率, 减少水管管径。

4) 空气处理机组风机变频运行, 风量可根据室内冷负荷变化而自动调节, 并与水系统比例积分调节二通阀配合运行。

5) 采用 2 级能效等级的离心式水冷机组。

6) 选用 2 级能效的分体空调和多联机。

3. 方案评价

通过对项目空调通风系统进行详细的节能分析, 认为项目提出的方案合理可行, 项目空调通风系统方案基本满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736-2012) 和《公共建筑节能设计标准》(GB 50189-2015) 的相关要求。

(七) 给排水系统方案分析评价 (以某房地产项目为例)

1. 给排水设计方案

(1) 给水系统

1) 供水情况

项目用水由附近水厂提供, 该水厂每日供水能力 20 万 m^3/d , 平均日供水量为 14.1 万 m^3/d , 最高日供水量为 19.1 万 m^3/d 。项目附近市政管网配套设施完善, 计划由项目规划市政路市政管径为 DN400 给水干管各引一条 DN200 mm 的给水管于地下室吊装。主供水管道入口压力为 0.4Mpa, 至本项目后供水压力 0.28Mpa, 采用两路供水, 在地块内形成环状管网, 供给本项目用水。本项目估

算日用水量为 1386.06m³，占水厂平均日供水量的 0.98%，因此不存在供水不足的问题。

2) 给水系统

按照《室外给水设计规范》（GB50013-2014）中 3.0.9 相关规定，根据本项目周边供水压力，小区部分 1-4 层采用市政水直供，5 层以上采用二次加压供水。

3) 用水量估算

本项目住宅的生活用水量、商铺用水量、幼儿园用水量和其他配套设施用水量估算，如下表所示：

表 7-1 二次加压部分用水负荷表

层数	建筑类型	用水定额		用量指标		日用水小时 (h)	平均日用水量 (m ³ /d)	时变化系数	最大时用水量 (m ³ /h)
		标准	单位	指标	单位				
5-13 层	Ⅲ类住宅	180	L/人·d	1728	人	24	311.04	2.2	28.51
14-22 层	Ⅲ类住宅	180	L/人·d	1728	人	24	311.04	2.2	28.51
23-31 层	Ⅲ类住宅	180	L/人·d	1728	人	24	311.04	2.2	28.51

4) 供水系统设备

项目设有一个泵站，位于住宅小区南侧，靠近 5#高层住宅楼，主要供给住宅小区用水。住宅小区设置三组给水系统，每套系统独立运行互不干扰，供水可靠，水泵集中布置便于维护管理，能源消耗较小，设计如下：

给水系统采用分区变频调速供水设备，住宅塔楼的 5-13 层为低区、14-22 层为中区、23-31 层为高区供水。

根据二次加压部分用水负荷表计算，配置水泵的流量不应小于给水系统最大时用水量的 1.2 倍。因此低区、中区和高区配置水泵流量 $\geq 28.51 \times 1.2 = 34.21 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

通过上述计算，各区设置 3 台水泵，两用一备，水泵参数设置如下表。

根据低区、中区和高区供水分配，低区供水高度为 42m，中区供水高度为 71m，高区的供水高度为 100m。

项目低区、中区、高区的各区分别采用一套供水系统，项目给水系统配置

如下表所示：

表 7-2 项目给水系统配置表

供水区	主泵			辅泵		
	流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	台数 (台)	流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	台数 (台)
住宅低区	18	60	3 (两用一备)	8	60	1
住宅中区	18	85	3 (两用一备)	8	85	1
住宅高区	18	115	3 (两用一备)	8	115	1

项目以分区并联给水方式配置，分区设置水箱和水泵，各区独立运行互不干扰，供水可靠，小区水泵集中布置便于维护管理，能源消耗较小。

项目给水支管设置减压阀，保证各用水点处供水压力不大于 0.2MPa。具体在每一层楼均使用一只减压阀，每一层水压均为保证为 0.2MPa，既有利于正常使用水，又有利于节约用水，同样供水压力，可供水压力分配更加均衡，避免部分供水点超压，优化高层建筑给水分区。它可代替分区调频变速水泵，在消防给水系统中可代替分区水泵，用于给水系统，可保护所有的水龙头和其它水器具。

(2) 排水系统

本项目运营后，产生的废水纳入区域污水处理厂处理。

街道现有污水处理厂 2 座，其中工业污水处理厂和生活污水处理厂各 1 座，设计污水处理能力为 12 万 m³/d。

本项目的排废水主要为住宅废水、商业废水、幼儿园废水和不可预见用水产生的废水等，其废水各项污染物经过三级化粪池处理后浓度达到《广东省水污染物排放限值》(DB44/26-2001)中第二时段的三级标准后进入市政污水管网。

1) 污水管网系统规划

排水体制采用分流制，生活污水和雨水分流排水系统，项目设置 13 个污水排出点，生活污水经室外化粪池处理后，与其他洗涤污水一道排入市政污水管，项目内设有地下车库，区内污水经化粪池收集后采用顶管的方式将污水就近排

至市政污水干管。区内排水管管径为 DN300， 管材采用双壁波纹管，管道的连接应保证干管有良好的水力条件；管网要加强定期检查、疏通。直线管段每隔 15~25 米设一检查井，管道在改变管径、方向、坡度处、支管接入处和管道交汇处均设检查井。

2) 室内排水系统

本项目住宅、幼儿园、商铺和管理人员的废水在首层合流排入室外废水井，卫生间排水采用生活污水分流系统，采用多立管排水系统，设专用通气立管伸顶通气，污水经化粪池处理排入市政污水管道。

3) 排水系统设备

本项目地下室年排水量为 0.12 万 m^3/a ，地下室设有 13 个防火分区，每个分区设置 2 台井，每台水井设置 1 台水泵，因此本项目设置 26 台 WQ 型潜水泵，该潜水泵的流量为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程高度 4m，输入功率为 2.5kW。

住宅电梯井设置 15 台 WQ 型潜水泵，流量为 $8\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程高度 4m，输入功率为 1.5kW。

(3) 雨水系统

项目雨水系统采用雨水管的方式，以重力流方式及最短的距离排至市政雨水管中。根据调查，项目周边市政雨水管径为 DN800，坡降控制不小于 3‰，起点井埋深控制不小于 1.0 米。部分管道覆土不足 0.7 米时，设混凝土包管保护。建设后雨水径流量不超过建设期，建设期综合径流系数约为 0.8，建设后综合径流系数为 0.7，雨水调蓄设施和生态景观合并设置，综合利用，具有消减雨水洪峰径流量功能，并在 12h 内排到最低水位，其外排水量不超过公共排水管道的排水能力。

(4) 热水系统

1) 住宅小区部分：建议物业管理处积极引导住户的热水采用空气能热水器，

具体型号由业主购买，目前不确定。建设方在装修住宅的时候也应预留相应位置给住户按照热水设备。对比项目周边小区空气能热水器使用情况，项目周边小区住宅空气能热水器使用率约为 70%，因此本项目住宅按 70%使用率暂设定，项目 1262 户采用空气能热水器，540 户采用燃气热水器。

根据《民用建筑节能设计标准》（GB50555-2010），住宅自备热水供应和淋浴设备的热水用水定额为 20-60L/人·d，根据项目所在地区和规模情况，本项目住宅热水用水定额取 40L/人·d，每户按 3.5 人计算，因此，住宅每户的热水容量约为 $3.5 \times 40 = 140\text{L}$ 。住宅选用容量为 150L 的水箱，能效比为 4.2，额定输入功率为 600W，制热速度为 80-90L/h 的分体式空气能热水器。

2) 幼儿园热水系统

幼儿园单独设置开水间，该开水间位于厨房旁，内设置饮用电开水炉，学生的饮用开水每天由阿姨运送。根据项目所在地区和规模情况，本项目幼儿园开水用水定额取 2.5L/人·d，该幼儿园预计容纳 360 人，因此幼儿园的热水容量约为 $2.5 \times 360 = 900\text{L}$ 。

幼儿园热水供应系统采用太阳能+空气源热泵系统。整个系统为定时多点供水系统，使用太阳能+热泵辅助的方式，使用这种方式需要达到的控制原则是：当有太阳能是优先选择太阳能热水器；末端的水温恒定。热水的外循环系统是供回水系统，能为末端用水器稳定的供水以及管路内水稳定。根据热水容量，选用 4 台容量为 250L 的水箱，能效比为 4.2，额定输入功率为 1000W，制热速度为 120-140L/h 的太阳能+空气源热泵系统。

2.方案节能分析

(1) 节能分析

项目给排水系统充分利用了现有给水资源及管网的供水压力，又避免了重复加压所造成的供水管网压力的浪费，充分利用市政给水水压供水，减少建设投

资及节约能源等起着积极的作用。

另外，供水系统采用气压罐与变频调速结合，缓冲水泵启动和停泵瞬间产生的压力波动，变频供水气压罐可配合压力开关使用，起保压稳压作用，提高水泵的休眠时间，延长水泵的使用寿命。变频供水气压罐起到其缓冲系统压力波动，消除水锤起到稳压卸荷的作用，在系统内水压轻微变化时，气压罐气囊的自动膨胀收缩会对水压的变化有一定缓冲作用，能保证系统的水压稳定，水泵不会因压力的改变而频繁的开启。

在给水器具方面，项目采用节水设备，节水设备具有特别突出的“多功能”特性，可满足不同用水需求；高速喷射、强力冲击、针点受力、清水去污，节水效果特别显著。

（2）已采用节能措施

1) 项目给水支管设置减压阀，有利于正常使用水，又有利于节约用水，优化高层建筑给水分区。

2) 生活给水泵选用多级离心泵，由智能控制系统集中控制。

3) 公共厕所采用两档冲洗阀门的马桶或蹲厕，出水嘴和龙头采用充气水嘴，代替传统水嘴，对比之下更为节能。

4) 项目采用气压罐与变频调速协同供水运行方式，并与气压罐协同使用，能取更好的节能效果。

3.方案节能评价

（1）节能评价

通过对项目给排水系统进行详细的节能分析认为项目外给排水系统方案基本合理，基本满足《室外给水设计规范》（GB50013-2014）、《民用建筑节能设计标准》（GB50555-2010）、《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）

等要求。

(2) 建议采用的节能措施

1) 建议项目考虑屋面及小区雨水收集回用，以减少项目水耗。

【要点说明】要点详见节能报告大纲。

(八) 主要耗能设备节能分析评价

1、工艺设备节能分析评价（以某化工项目的气化炉工艺设备为例）

(1) 气化炉

多喷嘴对置式气化装置以纯氧和水煤浆为原料，采用气流床反应器，在加压非催化条件下进行部分氧化反应，生成以 CO、H₂ 为有效成分的粗煤气，作为制氢原料气及燃料气。

本工艺的气化压力为~6.5MPa，温度为~1350℃。

本装置使用 3 台水煤浆加压气化炉（2 开 1 备）

表 8-1 气化性能指标

项目	单位	原料煤
气化温度	℃	1250
气化压力	MPa(G)	6.50
煤浆浓度	wt%	60.0
碳转化率	%	99.0
CO+H ₂	mol%	83.65
氧气消耗 (氧气纯度 99.6%)	Nm ³ /1000Nm ³ (CO+H ₂)	352.5
原料煤消耗(干基)	kg/1000Nm ³ (CO+H ₂)	525.9
单炉煤处理量	t/d	2210
单炉氧气消耗	Nm ³ /h	61708
单炉有效气产量	Nm ³ (CO+H ₂)/h	125000
装置总有效气产量	Nm ³ (CO+H ₂)/h	250000
水气比	mol/mol	1.12
冷煤气效率	%	77.2
合成气含尘量	mg/Nm ³	≤1

该气化装置具有以下特点：

1) 采用多个喷嘴对置，强化了物料的混合，气化反应更加充分。

多喷嘴气化炉采用四个喷嘴，水平布置在气化炉的侧面，是撞击式流场，克服了单喷嘴水煤浆气化炉停留时间分布不合理、部分物流在炉内停留时间极短(不到百分之一秒)、尚未反应便离开了气化炉这一缺陷，强化了反应物料之间的混合与热质传递，物料的混合更加充分，气化反应更加完全，大大提高了气化效率。实践证明多喷嘴气化炉具有碳转化率高、比氧耗低、比煤耗低的优点。

2) 采用预膜式工艺烧嘴，烧嘴寿命长。

多喷嘴气化的喷嘴采用预膜式结构。预膜烧嘴与单喷嘴烧嘴相比，最大的不同是通过降低中心氧通道，避免了中心氧与水煤浆在二通道内的预混，具有雾化性能优良，结构简单，煤浆出喷口速度低、能有效避免磨损、使用寿命长。

3) 直接换热式渣水处理系统，热回收效率高。

多喷嘴气化工序中渣水处理系统的关键设备是蒸发热水塔，黑水在蒸发热水塔蒸发室内减压闪蒸后，蒸汽进入热水室与灰水直接换热，可以大大提高传热效果，并可以有效防止结垢问题。

运行结果表明：蒸发热水塔出口闪蒸气和高温灰水温度极为接近，温差 $<4^{\circ}\text{C}$ 。此外，在设计布置时，真空闪蒸器及真空闪蒸分离器与澄清槽和灰水槽均有一定高度差，真空闪蒸器及真空闪蒸分离器底流依靠高度差自流入澄清槽和灰水槽，无需泵送。与单喷嘴气化相比，不仅减少了动设备，重要的是提高了操作的可靠性。

4) 适合规模大型化

由于多喷嘴对置式水煤浆气化炉独特的结构特点，在同一水平面上布置四只喷嘴，每只喷嘴仅需分担相对较小的负荷，便可达到整炉较大的处理能力，在规模大型化方面具有明显的优势，特别是在 1500 吨以上的气化炉投资及运行优势突出。已经运行的单炉日处理能力有 1000 吨、1500 吨、2000 吨、2500 吨、3000 吨等不同规模。对于大型化工项目，气化炉大型化之后装置系列数减少，

投资降低。

综上所述，项目的气化炉设备选型合理，能效水平达到国内先进水平。

【要点说明】

1) 列出各用能工序（环节）的主要用能设备的选型情况，包括型号、参数、数量、安装地点，以及对设备的能效要求等，对比分析是否满足相关能效限额及有关标准、规范的要求，或与同类项目的主要用能设备能效水平进行对比，判断是否达到同行业先进水平等。

2) 根据《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167-2006），单台设备能源消耗量（或功率）超过下表中数值的应视为主要耗能设备，进行单独的节能分析评价。

能源种类	电力	煤炭、焦炭	原油、成品油、石油液化气	重油、渣油	煤气、天然气	蒸汽、热水	水	其他
单位	kW	t/a	t/a	t/a	M ³ /a	GJ/a	t/a	GJ/a
限定值	100	1	0.5	1	100	7	1	29.26

(2) 通用设备节能分析评价（以某建筑项目通用设备为例）

1) 空调设备

本项目使用的空调种类主要为分体式变频空调及中央空调，具体见下表。

表 8-2 空调设备配置表及能效要求

设备名称		设备参数	数量	能效水平
中央空调系统	离心式制冷机组	制冷量 2000kW，能效比 6.1	按需配置	《冷水机组能效限定值及能效等级》（GB19577-2015）2级以及《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）要求
		制冷量 1600kW，能效比 6.1		
		制冷量 1500kW，能效比 6.1		
		制冷量 1000kW，能效比 5.7		
		制冷量 800kW，能效比 5.7		
		制冷量 600kW，能效比 5.7		
分体空调		制冷量 ≤4.5kW，能效比 5.0	10 台	《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能效等级》（GB 21455-2013）2级以上能效水平
		4.5 kW < 制冷量 ≤7.1kW，能效比 4.4	5 台	
		7.1 kW < 制冷量 ≤14kW，能效比 4.0	4 台	

经分析，项目所选冷水机组满足《冷水机组能效限定值及能源效率等级》（GB 19577-2015）规定的 2 级能效要求；分体式空调满足《房间空气调节器能效限定值及能效等级》（GB12021.3-2010）规定的 2 级能效要求。

2) 通风设备

主要通风设备为空调新风系统及离心风机。本项目通风设备如下：

表 8-3 通风设备配置表及能效要求

设备名称	规格/型号	数量	能效水平
离心风机	风量 36000m ³ /h, 风压 350pa, 功率 7.5kW	128 台	《通风机能效限定值及能效等级》 (GB19761-2009) 规定的 2 级要求
补风风机	风量 37000m ³ /h, 风压 300pa, 功率 7.5kW	61 台	
排气扇		200 台	

项目所选通风设备均满足《通风机能效限定值及能效等级》(GB19761-2009)规定的二级能效等级要求。

3) 照明设备

灯具选用高效节能型灯具，光源采用 T5 荧光灯、LED 灯等，并配节能电感镇流器或电子镇流器，功率因数大于 0.95。室外照明拟采用太阳能光伏电源灯具或 LED 灯。

本项目LED照明灯具满足《普通照明用非定向自镇流LED灯能效限定值及能效等级》(GB 30255-2013)规定的2级能效要求；荧光灯满足《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能源效率》(GB 19043-2013)规定的2级能效要求。

4) 给排水设备

本项目需加压供水的主要为高层建筑，高层建筑 2 层以上设置加压水泵给水，地下室排污采用潜污泵。

给排水设备采用高效变频装置，水泵设置情况如表 3-16。

根据《清水离心泵能效限定值及节能评价值》(GB19762-2007)，计算得出本项目拟选用的给排水设备能效评价如下表。

表 8-4 本项目通风系统设置表

设备名称	规格	泵效率	比转速 $n_s/\%$	未修正 效率 $\eta/\%$	修正值 $\Delta\eta/\%$	规定点 效率值 $\eta_0/\%$	能效限 定值 $\eta_1/\%$	节能评 价值 $\eta_3/\%$
低压加压 供水设备 1	流量 35m ³ /h, 扬程 83m, 转 速 2900r/min	72%	163.34	66.5	0	66.5	63.5	68.5
高压加压 供水设备 1	流量 35m ³ /h, 扬程 156m, 转速 2900r/min	80.5%	161.88	66.5	0	66.5	63.5	68.5
低压加压 供水设备 2	流量 30m ³ /h, 扬程 82.5m, 转速 2900r/min	75.8%	151.91	65.9	0	65.9	62.9	67.9
高压加压 供水设备 2	流量 25m ³ /h, 扬程 125m, 转速 2900r/min	77.5%	142.52	64.8	0	64.8	61.8	66.8

由计算结果可知，本项目拟选用的给排水设备效率均大于其节能评价值。

本项目供水水泵满足《清水离心泵能效限定值及节能评价值》（GB19762-2007）规定的节能评价值要求，潜污泵能效水平满足《污水污物潜水电泵能效限定值及能效等级》（GB32031-2015）规定的 2 级能效要求。

5) 电梯设备

本项目共设置 84 台直梯，其它低层建筑及商业区均不设置电梯。电梯设备配置详见下表。

表 8-5 项目电梯设备设置表

设备名称	功率 (kW)	数量 (台)	总用电负荷 (kW)
直梯	11	84	924

经分析，本项目电梯设备标准待机载荷能效指标为 1.0，满足广东省《电梯能效等级》（DB44/T890-2011）中 2 级能效的要求。

6) 变压器

经核算，本项目变压器视在负荷为 57757.46kVA，共选取 32 台 1600KVA、

16台 1250KVA、4台 800KV 及 5台 630KV 的 SCB13 系列干式变压器，各变压器的负载率控制在 66%~82%。

本项目拟选用 SCB13 系列干式变压器，10kV 电压等级、三相有载调压，为干式电工钢带配电变压，本项目所选变压器参数如表 3-20。

表 8-6 本项目变压器参数表

变压器型号	容量 (kVA)	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)		
			B (100℃)	F (120℃)	H (145℃)
SCB13-630kV·A	630	1040	5610	5960	6400
SCB13-800kV·A	800	1215	6550	6960	7460
SCB13-1250kV·A	1250	1670	9100	9600	10370
SCB13-1600kV·A	1600	1960	11050	11730	12580

经节能分析与评价，本项目拟选用的变压器符合《三相配电变压器能效限定值及能效等级》（GB20052-2013）中 2 级能效等级的要求。

【要点说明】

1) 除以上通用设备外，中小型电机、空压机等设备在大多数项目中也需要进行节能评价，主要参考《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》（GB18613-2012）、《容积式空气压缩机能效限定值及能效等级》（GB 19153-2009）等标准规范。

2) 除上述内容外还应填制主要耗能设备一览表，具体格式详见附件。

（九）绿色建筑方案节能分析评价（以某综合医院项目为例）

1. 绿色建筑实施目标和指标

本项目为政府投资类公共建筑项目，根据《中共广州市委 广州市人民政府关于进一步加强城市规划建设管理工作的实施意见》第二十条规定：“对新建建筑全面执行绿色建筑标准，政府投资公益性建筑和大型公共建筑达到二星级及以上标准……”，按上述要求本项目应采用绿色建筑二星级标准进行设计，需满足《广东省绿色建筑评价标准》（DBJ/T 15-83-2017）规定的公共建筑控制项，

且每类指标的评分项得分不应小于 40 分，绿色建筑总得分应达到 60 分。

本项目总建筑面积为 219950m²，全部按绿色建筑二星级标准进行设计。具体情况如下表所示：

表9-1 项目绿色建筑目标情况表

序号	建筑名称	功能	面积 (m ²)	星级标准	占比 (%)
1	门(急)诊楼	包括诊室、注射室、急救中心等用房	28350	二星	12.89
2	医技楼	包括检查、检验、药剂等用房	23780	二星	10.81
3	住院楼	包括各科室病房等用房	42650	二星	19.39
4	行政综合楼	包括行政管理、会议、病案储存等用房	7500	二星	3.41
5	科研楼	包括临床应用研究中心、科研办公、资料档案等用房	14500	二星	6.59
6	食堂及生活服务用房		2000	二星	0.91
7	周转房		10000	二星	4.55
8	感染楼		1200	二星	0.55
9	地下室		89970	二星	40.90
10	总面积		219950		100

2.绿色建筑方案分析

根据项目的实际情况和特点，按照《广东省绿色建筑评价标准》(DBJ/T 15-83-2017)的评价指标体系，分析已经确定的规划设计方案，以及本报告提出的相关节能措施方案，进行各项自我评分，本项目总得分为 67.53 分，达到绿色建筑二星标准。

3.方案评价

根据绿色建筑评价，本项目总得分为 67.53 分，满足“政府投资公益性建筑和大型公共建筑达到二星级及以上标准”的要求，具体分值详见下表。

表 9-2 绿色建筑评价得分与结果汇总表（公共建筑）

评价阶段	<input checked="" type="checkbox"/> 设计阶段			建筑类型		<input checked="" type="checkbox"/> 公共建筑	
	<input type="checkbox"/> 运行评价					施工管	运营管
评价指标	节地与室外	节能与能	节水与水	节材与材料	室内环境	施工管	运营管

		环境	源利用	资源利用	资源利用	质量	理	理
控制项	评定结果	<input checked="" type="checkbox"/> 满足	<input checked="" type="checkbox"/> 满足	<input checked="" type="checkbox"/> 满足	<input checked="" type="checkbox"/> 满足	<input checked="" type="checkbox"/> 满足	---	---
	说明							
评分项	权重w	0.16	0.28	0.18	0.19	0.19	---	---
	适用总分	100	100	100	100	100		
	实际得分	67	69	51	70	79		
	得分Q	10.72	19.32	9.18	13.3	15.01		
加分项	得分Q	0					---	---
	说明							
总得分 ΣQ		67.53						
绿色建筑等级		<input type="checkbox"/> 一星级 <input checked="" type="checkbox"/> 二星级 <input type="checkbox"/> 三星级						
评价结果说明		达到二星级标准						

(十) 节能措施效果估算（以空调系统节能技术措施方法和节能效果估算为例）

1、空调系统节能技术措施

尽量使用自然通风等自然降温方式，地下商业体、公交枢纽站设置集中空调系统，旅客集散中心、其他舒适性场所和设备机房采用分散式空调系统。

采用变频调速装置和太阳能等可再生能源应用技术。选用节能、高效型空调、通风、给排水设备和配件，使用新型高性能保温材料，对用能、用水建筑和设备均配置计量和控制仪表，冷热源、水泵、风机的效率和输送系数均应满足国家《公共建筑节能设计标准》一级能效等级标准。

本工程通风空调系统中冷水机组、分体空调采用达到节能评价价值设备，可节约 222.52 万 kW.h/a。

表 10-1 冷水机组、分体空调采用节能评价价值设备节能量测算

	类型	规格	计算功率 (kW)	需要系数 K _x	负荷系数 α	年工作时间 (h)	年用电量 (万 kW.h/a)
节能评价价值	冷水机组	制冷量 1100kW, 380V/177kW	708	0.9	0.75	3240	154.84
		制冷量 1934kW, 380V/300kW	2700	0.9	0.75	3240	590.49

		制冷量 1200kW, 380V/194kW	388	0.9	0.75	3240	84.86
		制冷量 330kW, 380V/103kW	206	0.9	0.75	3240	45.05
	变频分体 立柜式空 调器	制冷量 7.0kW, 220V/1.59kW	41.34	1	0.8	8760	23.18
	变频分体 壁挂式空 调器	制冷量 3.5kW, 220V/0.7kW	39.2	1	0.8	8760	21.98
	合计						920.39
三级 能 效 设 备	冷水机组	制冷量 1100kW, 380V/234kW	936	0.9	0.75	3240	204.74
		制冷量 1934kW, 380V/372kW	3347	0.9	0.75	3240	732.06
		制冷量 1200kW, 380V/231kW	462	0.9	0.75	3240	100.94
		制冷量 330kW, 380V/122kW	244	0.9	0.75	3240	53.46
	变频分体 立柜式空 调器	制冷量 7.0kW, 220V/1.79kW	46.67	1	0.8	8760	26.16
	变频分体 壁挂式空 调器	制冷量 3.5kW, 220V/0.81kW	45.58	1	0.8	8760	25.55
	合计						1142.92
节能量						222.52	

2、供配电系统节能技术措施

合理选择变压器：项目采用能效水平更高的 SCB13 型变压器。SCB13 系列变压器采用立体三角型结构，由三个完全相同的单框拼成立体等边三角型，实现产品的三相铁心磁路完全对称等长，确保三相供电平衡，并使磁阻大大减小，激磁电流、空载损耗显著减低。与 SCB11 型产品相比，其空载损耗降低降低 20%以上，节能效果优异，运行经济，免维护。

本项目配备 2000kVA 变压器 2 台，相较于 SCB11 型变压器，年损耗电量为 12.69 万千瓦时；能评后推荐采用 SCB13 型变压器，则采用 SCB13 型变压器后的损耗为 11.62 万千瓦时，则项目变压器损耗电量年减少 1.07 万千瓦时。具体详见下表所示。

表 10-2 项目变压器节能量估算表

变压器型号	数量	变压器额定容量 (kVA)	平均负荷系数 (%)	空载损耗 (kw)	负载损耗 (kw)	空载电流百分比 (%)	电压百分比 (%)	空载运行时间 (h)	负载运行时间 (h)	变压器损耗 (万 kWh/年)
SCB13-2000	2	2000	80.47	2.44	14.45	0.5	4.00%	8760	3600	11.53
SCB11-2000	2	2000	80.47	3.05	14.45	0.5	4.00%	8760	3600	12.60
合计										1.07

该项目电力变压器主要选用 SCB13 型干式变压器。目前产品能效水平达到节能评价要求，相对 SCB11 型干式变压器年电能损失量减少 20.45 万 kWh/a。

表 10-3 采用 SCB11 型电力变压器电能损失测算表

序号	变压器类型	变压器选型 (kVA)	空载损耗 (kW)	负载损耗 (kW)	单位	数量	合计年有功损耗 (万 kWh/年)
一	东北角出租车场						
1	SCB11 型	250	0.720	2.760	台	2	1.911
2	SCB11 型	630	1.34	5.88	台	2	3.270
3	SCB11 型	630	1.34	5.88	台	3	4.904
4	SCB11 型	1250	2.09	9.69	台	2	5.181
二	东南角长途大巴车场						
1	SCB11 型	800	1.52	6.96	台	2	4.300
2	SCB11 型	1000	1.77	8.13	台	2	5.013
3	SCB11 型	800	1.52	6.96	台	4	7.509
4	SCB11 型	1000	1.77	8.13	台	6	13.127
三	东广场						
1	SCB11 型	1600	2.450	11.730	台	4	14.103
四	西北角公交车场						
1	SCB11 型	630	1.34	5.88	台	2	3.731
2	SCB11 型	800	1.52	6.96	台	4	7.509
3	SCB11 型	1000	1.77	8.13	台	9	19.691
五	西南角旅游大巴车场						
1	SCB11 型	630	1.34	5.88	台	2	3.731
2	SCB11 型	800	1.52	6.96	台	5	10.750
3	SCB11 型	1250	2.09	9.69	台	2	5.181
六	西广场						
1	SCB11 型	1600	2.450	11.730	台	2	7.051
七	铁路红线范围						
1	SCB11 型	315	0.880	3.470	台	4	4.172
	合计						121.13