**13 财务评价**

**13.1 概述**

华润郁南欣茂风电项目位于广东省郁南县宝珠镇、建成镇、大方镇一带山脊，场址中心坐标：东经111°33'14.51294"，北纬23°1'26.29761"。风场地形主要为山地，风电场场址内海拔高程588m～852m，相对高差在100-618m之间。

根据本风电场施工总进度安排，施工总工期为18个月。安装单机容量2.5MW的风力发电机组40台，装机容量为100MW，设计多年平均发电量205531.5MWh/yr，年满发小时为2055h。

本财务评价依据为国家计委、建设部《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）、《风电场工程可行性研究报告编制办法》、《风电场项目经济评价规范》和发电有关规定，以及国家现行的财税制度。

按2018年4季度云浮市价格水平计算，项目静态投资75227.79万元，其中可抵扣增值税额为8262.67万元，计入建设期利息1594.32万元，项目动态投资为76822.11万元，计入流动资金300万元，本项目的总投资为77122.11万元。

**13.2 财务评价**

**13.2.1 费用计算**

13.2.1.1 建设投资

根据施工进度安排及设计概算成果，本工程静态总投资为75227.79万元，包括建筑工程费、机电设备及工器具购置费、安装工程费用、其它费用和基本预备费，作为建设投资。建设投资扣除无形资产和设备退税额后计入固定资产价值。

13.2.1.2 建设期利息

本工程项目资本金占33.33%，建设期利息1594.32万元。

13.2.1.3 流动资金

风力发电项目运行流动资金按30元/kW估算，约需300万元，资本金占33.33%，其余银行借款。

流动资金随发电系统投产使用，本金在计算期末一次回收。

13.2.1.4 固定资产价值

建设投资75227.79万元，计入建设期利息1594.32万元，扣除增值税抵扣8262.67万元后，发电系统全部投产后形成固定资产价值68559.44万元。

13.2.1.5 资金筹措及贷款偿还

本项目总投资77122.11万元。项目资金来源分为两部分：投资的33.33%为自筹资本金，为25706.81万元，资本金不还本付息；其余66.67%为贷款，贷款总额为51421.34万元，其中长期借款本金为49627.01万元，年利率为5.60%，偿还年限15年，贷款宽限期为两年，按等额还本金方式偿还。

投资计划及资金筹措见表13-1。

**表13-1 投资计划与资金筹措表 （单位 ：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_0 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_0 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

13.2.1.6 总成本费用计算

风电场发电总成本费用主要包括折旧费、修理费、材料费、职工工资及福利费、其它费用利息支出等。发电经营成本指不包括基本折旧费、摊销费和利息支出的全部费用。

折旧及残值：固定资产折旧年限可根据项目情况确定，一般为18年，采用直线折旧法，残值率为0%。

无形资产，摊销年限为10年。

修理费：质保期按0.5%，运营期5~9年按1.0%，以后每五年增加0.5%，直至增加值2%。

工程保险费：按固定资产价值的0.25%计。

材料费：按定额取15元/kW计。

工资及福利（含养老保险、失业保险、住房基金等）：电厂定员按162人计，职工年平均工资按150000元/（人·a）计，福利费为工资总额的30%。

其它费用：以25元/kW计。

利息支出：包括生产运行期每年需支付的固定资产投资及流动资金借款的利息。

总成本费用计算见表13-4。

**13.2.2 发电效益计算**

13.2.2.1 基础数据

1）上网电量

本电场年发电量全部为电网所吸收，年发电量已经扣除了厂用电和专用输变电损失，因此本电场上网电量为205531.5MWh/yr。

2）计算期及基准点

该项目建设期1.5年，生产运行期采用20年，则计算期为22年。

计算基准点为开工第一年年初。

13.2.2.2 售电收入、税金、利润

1）售电收入

A、售电收入＝上网电量×上网电价

本项目按还贷条件及上网电价为0.57元/kWh（含增值税）的要求测算的项目投资税前财务内部收益率为10.61%、项目投资税后财务内部收益率为9.30%、资本金税后财务内部收益率14.26%。

2）税金

本项目应纳的税金包括增值税、销售税金附加及所得税。

增值税的计税按国家财税最新政策《关于风力发电增值税政策的通知》财税[2015]74号文，增值税税率为16%，风电工程按即征即退50%，《中华人民共和国增值税暂行条例》第538号文规定还可享受增值税分年抵扣的新政策；

销售税金附加包括城市维护建设税和教育费附加、地方教育费附加，以增值税为基础征收，按规定税率分别为5%、3%、2%。

根据国家税收政策，从2008年1月1日起，中外企业的所得税统一为25%，因此本项目所得税率为25%，企业所得税执行三免三减半政策。

3）利润

税后利润为销售收入扣除成本和应纳税金，税后利润计提0.5%的职工奖励和福利基金以及10%的储备基金后，剩余部分为可分配利润，再扣除分配给资本金的应付利润后为未分配利润。

销售收入、税金、利润计算见利润及利润分配表13-5。

**13.2.3 财务指标分析**

13.2.3.1清偿能力分析

1）还贷能力及收益率

本项目投资的66.67%为借款，按还贷条件及上网电价为0.57元/kWh（含增值税）测算的项目投资税前财务内部收益率为10.61%、项目投资税后财务内部收益率为9.30%、资本金税后财务内部收益率14.26%。

2）还贷资金

本电站还贷资金主要包括利润、折旧和摊销。企业基本折旧费与未分配利润用于还贷。

3）借款还本付息计算

按测算的上网电价进行借款还本付息计算，本电站借款偿还满足借款偿还要求，借款还本付息计算见表13-6。

4）财务计划现金流量表

财务计划现金流量见表13-9。

计算表明，整个计算期内累计盈余资金达52368.87万元。

5）资产负债分析

资产负债分析见表13-10。

计算结果表明，项目在建设期负债高峰为66.67%。

13.2.3.2 盈利能力分析

项目投资财务净现金流量和资本金净现金流量表见表13-7和表13-8。

计算结果表明，本项目全部投资的税前财务内部收益率为10.61%；全部投资的税后财务内部收益率为9.30%；投资回收期10.05年，总投资收益率（ROI）为7.14%，资本金利润率（ROE）为13.27%，资本金内部收益率14.26%，项目财务指标汇总见表13-2。

**表13-2 财务指标汇总表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_1 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_1 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

13.2.3.3 敏感性分析

本项目财务评价敏感性分析主要考虑固定资产投资、发电量、经营成本以银行利息等不确定因素单独变化对还贷电价和财务内部收益率等财务指标的影响程度，计算结果见表13-3。

计算结果表明，上网电价为0.57元/kWh（含增值税）时，不确定因素固定资产投资和发电量在10%范围内变化时，对其项目投资收益率和资本金内部收益率有一定影响，项目投资税前财务内部收益率为8.87%~12.32%；资本金税后财务内部收益率为10.65%~17.87%。敏感性分析表明，对电量变化最为敏感，当电量减少10%时，资本金税后财务内部收益率最低可到10.65%。

**表13-3 财务评价敏感性分析表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_2 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_2 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

13.2.3.4 财务评价结论

本项目财务评价按上网电价为0.57元/kWh（含增值税）和现行的财会制度进行测算，本项目全部投资的税前财务内部收益率为10.61%；全部投资的税后财务内部收益率为9.30%；投资回收期10.05年，总投资收益率（ROI）为7.14%，资本金利润率（ROE）为13.27%，资本金内部收益率14.26%，本项目在财务评价指标上可行。

**13.3 社会效果评价**

风电是一种可再生的清洁能源，其环境效益和社会效益均十分显著。

**13.3.1 节能效益和环境效益**

风电的节能效益主要体现在风电场运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。风电和火电相比，在提供能源的同时，不排放烟尘、二氧化硫、氮氧化合物和其他有害物质。二氧化硫和氮氧化合物在大气中形成酸性物质，造成酸雨，危害植物和水生生物，破坏生态，二氧化碳是影响全球气候变暖的温室效应气体。

**13.3.2 社会效益**

华润郁南欣茂风电项目装机容量100MW，设计多年平均发电量205531.5MWh，本项目全部投资的税前财务内部收益率为10.61%；全部投资的税后财务内部收益率为9.30%；投资回收期10.05年，总投资收益率（ROI）为7.14%，资本金利润率（ROE）为13.27%，资本金内部收益率14.26%。工程静态总投资75227.79万元，单位千瓦静态投资7522.78元/kW，工程动态总投资76822.11万元，单位千瓦动态投资7682.21元/kW。本工程的建设，对改善广东省电源结构，促进当地风能开发，缓解当地电力供需矛盾，拉动地区经济发展，均具重要意义，并对我国的风电事业有着积极的推动作用。

综上所述，华润郁南欣茂风电项目若能加强风险控制，财务上基本可行，可考虑其工程建设。

**表13-4 总成本费用表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_3 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_3 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-5 利润及利润分**配**表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_4 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_4 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-6 银行借款还本付息计算表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_5 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_5 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-7 项目投资现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_6 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_6 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-8 资本金现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_7 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_7 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-9 项目计划财务现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_8 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_8 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-10 资产负债表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_9 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_9 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**14 节能降耗**

**14.1 概述**

华润郁南欣茂风电项目位于广东省郁南县宝珠镇、建成镇、大方镇一带山脊，场址中心坐标：东经111°33'14.51294"，北纬23°1'26.29761"。风场地形主要为山地，风电场场址内海拔高程588m～852m，相对高差在100-618m之间。风电场拟安装40台单机容量为2.5MW的风力发电机组，本期规划容量为100MW。上网电量为20916.36万kWh/yr，年满发小时为2055 h。

在风电项目场址中心附近新建1座110kV升压变电站，设置1台100MVA主变，电压等级110/35kV，110kV侧的接线形式为线变组接线，35kV侧采用单母线接线。风力发电机组发出的电力经箱变升压至35kV后汇集进入变电站35kV侧，经主变压器升压至110kV，再经110kV架空导线接入220kV仁安变110kV侧，导线截面300mm²，长度约15km。项目施工总布置综合考虑工程规模、施工方案及工期、造价等因素，布置生产区、施工仓库、供电供水、堆场以及混凝土拌和系统等。

风电场主要用能设备及参数：（1）风机：40台单机容量为2.5MW的风力发电机组；（2）主变：有载调压变压器1台，型号SZ11-100000/110，额定容量100MVA；（3）箱变：箱变选用美式箱式变电站，额定容量为2750kVA，40台；（4）无功补偿装置1台：35kV，20MVar SVG；（5）集电线路：35kV电缆型号有ZRC-YJLY23-35-3x70、ZRC-YLY23-35-3x300；架空线型号有LGJ-300/30。

**14.2 节能设计原则和编制依据**

**14.2.1 设计原则**

1）贯彻“安全可靠、先进适用、符合国情”的电力建设方针。本工程设计按照建设节约型社会要求，降低能源消耗和满足环保要求，以经济实用、系统简单、减少备用、安全可靠、高效环保、以人为本为原则。

2）通过经济技术比较，采用新工艺、新结构、新材料。拟定合理的工艺系统，优化设备选型和配置，满足合理备用的要求。优先采用先进的且在国内外成熟的新工艺、新布置、新方案、新材料、新结构的技术方案。

3）运用先进的设计手段，优化布置，使设备布置紧凑，建筑体积小，检修维护方便，施工周期短，工程造价低。

4）严格控制风场用地指标、节约土地资源。

5）风场水耗、污染物排放、风场定员、发电成本等各项技术经济指标，尽可能达到先进水平。

6）贯彻节约用水的原则，积极采取节水措施，一水多用。

7）提高风场综合自动化水平，实现全场监控和信息网络化，提高风场运行的安全性、经济性、减员增效、节约投资为实现现代化企业管理创造条件。

8）满足国家环保政策和可持续发展的战略：高效、节水、节能，控制各种污染物排放，珍惜有限资源。设计应满足各项环保要求，确保将该风电场建成环保绿色发电企业。

**14.2.2 编制依据**

14.2.2.1 法律法规、政府部门和行业规章

《中华人民共和国节约能源法》（主席令〔2007〕第77号）

《中华人民共和国电力法》（主席令〔1995〕第60号）

《中华人民共和国清洁生产促进法》（主席令〔2012〕第54号）

《中华人民共和国循环经济促进法》（主席令〔2008〕第4号）

《节约用电管理办法》（经贸委、发改委〔2000〕第1256号）

《国务院关于加强节能工作的决定》（国发〔2006〕28号）

《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（国家发改委6号令）

《固定资产投资项目节能评估和审查工作指南（2014年本）》（国家发展改革委资源节约和环境保护司、国家节能中心）

14.2.2.2 行业与区域规划、行业准入与产业政策等

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（第十二届

全国人民代表大会第四次会议〔2016〕）

《节能中长期专项规划》（发改环资〔2004〕2505号）

《中国节能技术政策大纲》（2006年）（发改环资〔2007〕199号）

《中国节水技术政策大纲》（2005年第17号公告）

《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013修正）（国发〔2013〕21号）

14.2.2.3 相关标准与规范等

《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）

《企业节能量计算方法》（GB/T 13234-2009）

《工业企业能源管理导则》（GB/T 15587-2008）

《能源管理体系要求》（GB/T 23331-2012）

《用能单位能源计量器具配备与管理通则》（GB/T 17167-2006）

《用能设备能量平衡通则》（GB/T 2587-2009）

《评价企业合理用电技术导则》（GB/T 3485-1998）

《电力变压器经济运行》（GB/T 13462-2008）

《三相异步电动机经济运行》（GB/T 12497-2006）

《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 24790-2009）

《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》（GB 20052-2006）

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》（GB 19762-2007）

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）

《空调通风系统运行管理规范》（GB 50365-2005）

《绿色建筑技术导则》（建科[2005]199号）

《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）

《节能建筑评价标准》（GB/T 50668-2011）

《外墙外保温工程技术规范》（GB 50034-2008）

《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）

《建筑采光设计标准》（GB/T 50033-2013）

**14.3 工程能耗种类、数量分析和能耗指标**

**14.3.1 施工期能耗种类、数量分析和能耗指标**

14.3.1.1 施工期耗能种类

根据施工组织设计，工程施工期所需主要物资材料有：水泥、钢材、油料、砂石、房建材料、生活物资等。本工程主体工程施工主要以油耗设备和电耗设备为主。其中，土石方开挖和填筑、风电机组安装等主要为油耗设备，混凝土浇筑项目既有油耗设备又有电耗设备。资源消耗按单位消耗量乘以工程量的方法进行计算。

（1）主体工程

本风电场单项主体工程包括土方开挖及填筑、混凝土浇筑、钢筋制作安装等。

工程单位耗能指标详见表14-1。

**表14-1 单位耗能指标表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 单位耗电指标 | 单位耗柴油指标 | 单位耗汽油指标 |
| 1 | 混凝土浇筑 | 13.8kWh/m3 | 2.8kg/m3 | 0.15kg/m3 |
| 2 | 钢筋制安 | 119.75kWh/t | 0.99kg/t | 3.01kg/t |
| 3 | 土石方开挖 |  | 0.45kg/m3 |  |
| 4 | 土方填筑 |  | 0.22kg/m3 |  |

（2）施工辅助生产系统

本风电场施工辅助生产系统主要为混凝土生产系统，考虑到本风电场风机机组布置较为分散，可于场区变电站附近处设置混凝土搅拌站。在搅拌站布设一座HZS75型混凝土搅拌站，设备铭牌生产能力为75m³/h，能满一台基础混凝土的连续施工浇筑。风机基础混凝土采用混凝土罐车运输。

用电主要是搅拌站、骨料的上料系统等用电。用水主要是混凝土的拌和及料罐的冲洗等用水。

（3）施工营地及生活配套设施

施工期临时住宅及办公室总建筑面积为2700m2，生活福利设施生活及室内照明负荷单位综合指标参考《水利水电工程施工组织设计手册》相关内容，并根据近年来生活区配置生活电器的情况，用电指标选用25W/m2，平均按8h/日，30日/月计算。

14.3.1.2 施工期总能耗

施工期间的主要能耗为空压机、起重设备、运输设备、钻机、混凝土泵、焊机等施工设备及施工照明等的消耗。经估算，在整个工程施工过程中约总用水量17444t，总耗电约110.88万kWh，柴油总消耗量约625.14t，汽油总消耗量约12.01t。施工期能耗种类和数量见表14-2。

**表14-2 施工期能耗种类和数量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 水  t | 电耗  万kWh | 柴油油耗  t | 汽油油耗  t |
| 1 | 混凝土浇筑 | 4644 | 42.64 | 86.52 | 4.64 |
| 2 | 钢筋制安 |  | 29.35 | 2.43 | 7.38 |
| 3 | 土石方开挖 |  |  | 468.81 |  |
| 4 | 土石方填筑 |  |  | 67.39 |  |
| 5 | 混凝土生产系统 | 8000 | 11.68 |  |  |
| 6 | 施工营地能耗 | 4800 | 27.20 |  |  |
| 7 | 合计 | 17444 | 110.88 | 625.14 | 12.01 |

综上所述，本风电场施工期各项能耗指标相对较低，当地能源供应容量和供应总量满足施工要求，且对当地能源供应不构成大的影响。

**14.3.2 运行期能耗种类、数量分析和能耗指标**

本风电场运行期间主要能耗种类为电力、油料等。电力消耗主要为发输变电损耗和站用电量，油料主要用于检修车辆。

14.3.2.1 电力消耗

项目电力消耗主要包括风力发电机组损耗、箱变损耗、集电线路损耗、无功补偿损耗、主变损耗、站用电。通过计算，本项目年发电量20916.36万kWh，具体电力消费情况如表14-3所示。

**表14-3 项目电力消费结构表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 年耗电量  （万kWh） | 占年耗电量比例  （%） |
| 1 | 风力发电机组 | 198.4 | 28.47 |
| 2 | 箱变 | 90.7 | 13.02 |
| 3 | 集电线路 | 200 | 28.70 |
| 4 | 无功补偿 | 36 | 5.17 |
| 5 | 主变 | 66.7 | 9.57 |
| 6 | 站用电 | 105 | 15.07 |
| 7 | 合计 | 696.8 | 100 |

14.3.2.2 水资源消耗

本风电场运行期水资源消耗主要为生产管理运行人员生活、绿化、消防用水，风电场运行管理人员较少，新增用水总量较少，对区域内地下水资源影响甚微。

14.3.2.3 油料消耗

风电场运行期汽油消耗主要为检修车辆用油。通过计算，检修车年需要耗汽油量4.43t。

项目运行期消耗的油料可就近购买，耗油总量相对较少，对当地油料供应市场基本无影响。

14.3.2.4 运行期能耗指标分析

本风电场运行期间年总用电量约696.8万kWh，约折合2230吨标准煤（等价值）；年耗汽油4.43吨，折合6.5吨标准煤。年综合能耗为2236吨标准煤（等价值）。

单位产品综合能耗为9.92克标准煤/kWh（等价值），单位产值能耗为174千克标准煤/万元（等价值），综合场用电率为3.09%。

**14.4 主要节能降耗措施**

**14.4.1建筑节能设计**

建筑节能设计以生态环保意识为指导，强调人与自然共存，营造具有可持续发展精神文明特质的使用空间。利用各种适宜的手段来减少建筑能耗，满足节能和环保的要求。本项目建筑设计在满足冬季保温及部分夏季防热的前提下，设计考虑节能措施如下：

1）提倡生态、节能与环保的设计，主体建筑采用中空低辐射节能玻璃外加保温隔热铝板的外墙构造，通过百叶有效地进行遮阳隔热，通过智能型节能系统，减少室内能耗，达到显著的节能效果。

2）所有建筑材料尽可能使用低能耗材料，如用中、小型加气混凝土砌块代替烧结粘土砖；在满足节能规范最小开窗面积的前提下，本风电场建筑尽量减少门窗的面积，减少能耗散失。采用新型环保屋面防水材料和密闭性门窗，具有良好的保温隔热性能；尽量使用当地材料，节省运输能耗等。

**14.4.2 工程设计节能降耗措施**

14.4.2.1 电气设备节能降耗设计

（1）风力发电机组

提高风机机舱保温散热性能，合理设定加热器启停温度；优化风机变桨控制策略，低风速时锁定桨距角；根据风资源情况修正偏航启动风速，降低偏航系统能耗，降低风机自用电。

（2）集电线路

集电线路设计方案应以减少线路损耗和电压损失为原则，在布置上尽量减少集电线路的长度，减少从风机到箱式变电站大电流电缆的长度，以减少电能损耗。在架空线和直埋电缆造价基本相当的前提下，尽可能采用直埋电缆。电缆按经济电流密度选择，以减少线路损耗。

（3）变压器

①主变压器选用油浸风冷三相双绕组分级绝缘有载调压升压变压器，有效降低变压器的空载损耗（铁损）和负载损耗（铜损），提高变压器效率。②风电场年等效满负荷小时数越低，达到最大出力的概率越小，主变压器可按《变压器负载导则》（GB/T1094.7-2008）的规定，根据风电场有功功率来选择主变压器额定容量。③箱式变压器选用11型或非晶合金卷绕铁芯的低损耗高效率节能型变压器，所有绕组采用高电导率无氧铜导体，有效降低损耗。

（4）供配电系统

风电场供配电系统设计是根据负荷容量，供电距离及分布，用电设备特点等因素考虑的，做到系统尽量简单可靠，操作方便。变电站应尽量靠近负荷中心，以缩短配电半径，减少线路损耗。合理选择变压器的容量和台数，以适应由于季节性造成的负荷变化时能够灵活投切变压器，实现经济运行，减少由于轻载运行造成的不必要的电能损耗。风电场在并网点的谐波电压畸变率不超过2%，配电系统采取消谐装置抑制谐波。选用节能型电力变压器，以减少变压器的自身损耗。变电站内设置静电电容器补偿，提高用电系统的功率因数。

（5）通风空调

通风系统采用计算机控制，可采用时间段自动控制，尽可能利用自然通风，本风电场按“无人值班”（少人值守）的运行方式设计，空调设备采用节能环保的变频空调，尽量做到人离机停。生活场所夏季室内空调温度设置不得低于26摄氏度、冬季室内空调温度设置不得高于20摄氏度。

（6）照明系统

本风电场充分利用自然光，尽量采用节能灯作为照明光源。选用新型高效节能型光源，该光源比传统普通照明节约电费70～80%，光源寿命比普通光源高30倍以上；采用电子式镇流器及新型优质材料的反射器、在不同的场合选用先进合理的灯具，以达到节约照明用电目的。对不需要长期照明的场所，设置照明开关，做到人走灯灭。对主要照明场所，如主控制室、继保室等应采用灯具交叉布置，分组控制。根据照明使用场所采取分区控制灯光，走道采用节能灯，楼梯采用声光开关，以达到节约照明用电的目的。

14.4.2.2 节水措施

本风电场提倡节约用水，废水利用，以节约水资源。生活污水经处理后用于道路、绿地植被的浇洒及车辆等清洗用水。变电站设置环保型卫生间，供水设备采用节能环保的变频水泵，采用节水型卫生器具，装设计量水表，减少供水量，同时也减少供水能耗。

14.4.2.3 节油措施

场内交通加强组织管理及道路维护，确保道路畅通，使车辆能按设计时速行驶，减少堵车、停车、刹车，从而节约燃油。加强柴油发电机的保养，不超负荷运行，定期检查，及时修理。

**14.4.3 工程施工技术及节能降耗措施**

本工程施工时间长，能源消耗较大。在工程设计方案比较中，首选了施工方法可行、施工设备先进（耗能低）、经济指标最优的方案。在设计过程中，综合运用各种手段促进节约使用和合理利用资源，施工进度上合理调度、合理安排施工时间和秩序，削减高峰，使施工强度达到均衡性，以降低对能源的消耗，其节能降耗措施主要体现在以下几个方面：

（1）工程施工节能降耗措施

工程施工关键在于开采和运输环节降低能耗，设计过程中重点统筹考虑土石方平衡，合理规划用料，以最终达到降低能源消耗的目的。

主体工程施工中选择常规及低能耗的施工设备，减少开挖运输中的能耗，减少渣场的占地面积及运输的能量消耗，同时使外部环境的破坏最小。

（2）施工工厂节能降耗措施

充分利用地方资源，减少综合加工厂的设置规模，从而减少了加工和机修设备配置数量。在选择设备时，考虑选用新型节能设备。

（3）施工临时建筑及营地节能降耗措施

因地制宜，结合场地状况布置建筑物及临时设施，尽量减小场地面积，减少土石方开挖，合理利用土地资源，贯彻节地理念。

（4）施工期污废水处理减排设计

风电场施工期生产废水主要为施工工厂废水。从减排出发，生产废水经处理达到相应回用水标准后回用，生活污水经处理达标后排放。根据工程分析确定的施工期污废水主要污染物特征，对不同的污废水采取因地制宜、分别治理的方式，在各污废水排放口分别设置水处理设施，在临时施工场地四周设置排水沟。严格按照“三同时”要求，保证施工期废水处理系统的有效运行。

**14.4.4 建设管理的节能措施建议**

本工程主要以发电为主，能源消耗主要为施工期的能源消耗和运行期的能源损耗。根据本工程施工期和运行期的特点，建议在施工期和运行期的管理过程中可采取如下节能措施：

（1）施工期节能管理措施

在施工期应制定能源管理措施和制度、防止能源无谓消耗；应对进场施工人员加强宣传，强化节能意识，注重成本节约；应对施工设备制定和工程施工特点相符合的能耗指标和标准、严格控制能源消耗；应加强对能源储存的安全防护、防止能源损失；应合理安排施工次序，做好施工设备的维护管理和优化调度。

（2）运行期节能管理措施

运行期应对各耗能设备制定相应的能源消耗管理措施和制度，按照《能源管理体系要求》、《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的标准，建立能源计量管理体系，形成文件，并保持和持续改进其有效性。建立、保持和使用文件化的程序来规范能源计量人员行为，设专人负责能源计量器具的管理。建立能源统计制度，按规定做好各项能源指标的统计、监测。

能源计量器具的配备率和准确度要达到《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的要求。根据用能情况分别对电、油等能源的进出用能单位、进出主要次级用能单位、主要用能设备分别配备计量器具。进入风电场（用能单位）所有外购能源进行一级计量，各部门（次级用能单位）入口设置二级计量，从而实现风电场分项计量体系。对安装容量大于等于100kW的用电设备组，配备单独计量器具。一、二级计量器具配备率达到100%，计量率100%，完好率100%。

建立能源统计制度，按规定做好各项能源和污染物指标统计、监测，按时报送数据。并对各项数据进行质量控制，加强统计检查和巡查，确保各项数据的真实、准确。严禁随意修改统计数据，杜绝谎报、瞒报，确保考核工作的客观性、公正性和严肃性。各部门制定节能降耗年度工作目标和计划，检查总结计划执行情况。制定岗位责任制，并层层落实。对上级下达的各种能耗计划考核指标，严格考核，并计算出能源成本和费用情况，及时回馈上报。

**14.5 节能降耗效益分析及结论**

**14.5.1节能降耗效益分析**

本风电场运行过程中利用风能产生电能，不耗费煤炭、石油等常规一次能源，风电场的建设符合可持续发展的原则。

风电场总装机容量100MW，预计建成投产后年上网电量为20916.36万kWh，与同等规模火电厂相比，每年可节约标准煤6.69万t，可减少排放温室效应气体CO216.69万t，减少排放烟尘4.62万t，减少其他废气排放：SO25020t，NOx2510t。此外，每年还可节约用水，并减少相应的废水排放和温排水。

可见，风电场的建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，节能与环境效益显著。

**14.5.2 结论**

本风电场采取方法可行、布置合理、设备先进的施工方案，工程建设及运行过程中主要采取建筑、电气等专业的节能技术措施，并采取措施节约钢材、水泥等主要原材料。

施工中主要耗能种类有汽柴油、电、水等。经估算，本风电场施工期能耗总量为：在整个工程施工过程中约总用水量17444t，总耗电约110.88万kWh，柴油总消耗量约625.14t，汽油总消耗量约12.01t。运行期主要能源消耗为风力发电机组、集电线路、电气设备的电能损耗以及检修车辆的油耗。经估算，本风电场运行期间年总用电量约696.8万kWh，约折合2230吨标准煤（等价值）；年耗汽油4.43吨，折合6.5吨标准煤。年综合能耗为2236吨标准煤（等价值）。单位产品综合能耗为9.92克标准煤/kWh（等价值），单位产值能耗为174千克标准煤/万元（等价值），综合场用电率为3.09%。

项目用能总量和用能结构基本合理，各项节能指标均能满足国家有关规定的要求，将建设成为一个环保、低能耗、节约型的风力发电项目。

# 15设备及技术方案先进性分析

## 15.1设备先进行分析

15.1.1机组单机容量分析

风电场的风机机型选择是在综合考虑风电场风能资源、气候条件、工程建设等因素后为风电场选择最为合适的机型，在满足设备安全、施工可行等基本原则的基础上，充分利用风能资源，实现效益最大化。风电机组选型直接决定风电场的发电量以及项目在整个运行期的经济效益。

在风电机组选型过程当中，要全面考虑不同机型的制造水平、技术成熟程度和价格等因素。目前2.5MW机型已经广泛应用，3.0MW及以上机型也已批量生产。风电机组的产能日渐增多，势必引导生产厂商向技术更先进、单机容量更大、型式更多样及低风速区性能更好的机组发展。

本项目场区风速较低，极端风速破坏性小、湍流强度中等。因此，从充分利用资源角度出发，考虑了风电场面积、地形和交通运输条件、施工等因素后，本次设计选择了5种技术较为成熟、有一定运行业绩的低风速风电机组进行装机规模及发电量的初步测算，对其技术参数、基本性能、发电量进行全面比较，选择技术指标最优的风电机组。

综合考虑风电场的风能资源、气候条件以及工程建设条件，项目比选机型选用了目前市场上技术、经济性能较先进的WTG1-2.5MW-140，WTG2-2.5MW-141，WTG3-2.5MW-145， WTG5-3.3MW-155等四种机型。

经过技术经济分析比选，最终推荐了WTG1-2.5MW-140风机作为本项目的推荐机型，充分体现了风力发电机组的技术、经济性能的先进性。

15.1.2机组型式认证分析

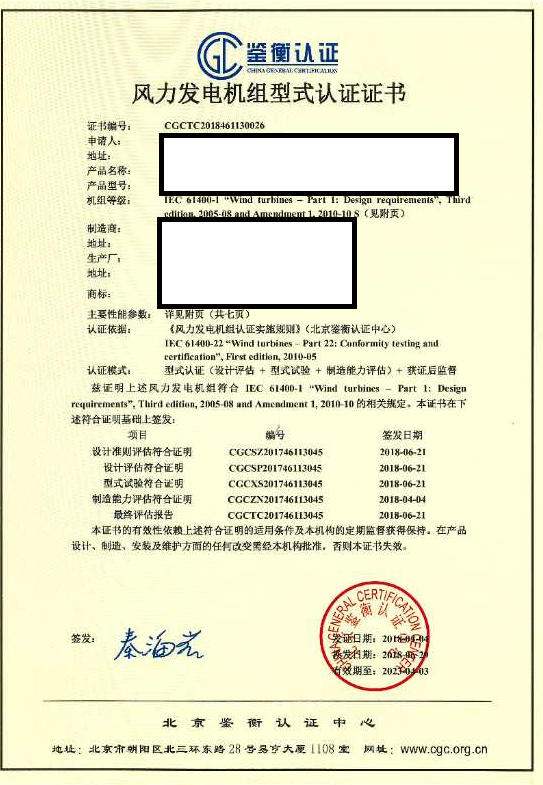
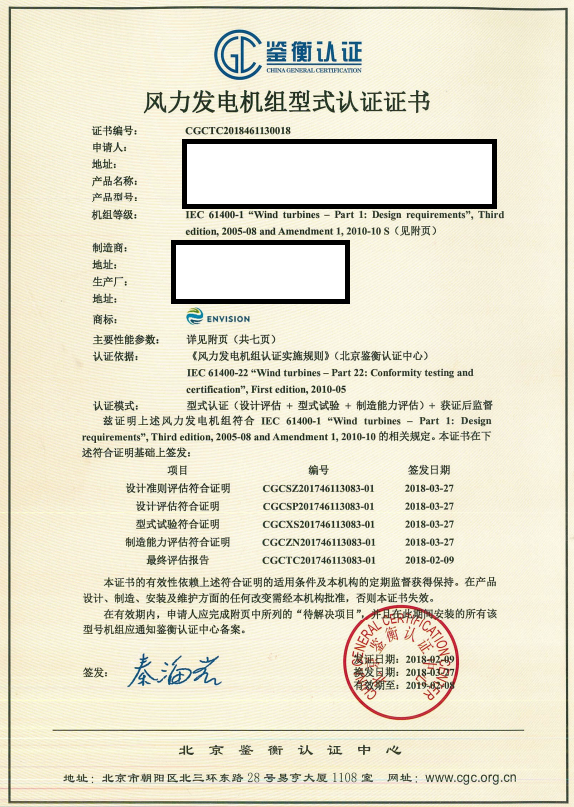
风电设备质量是风电产业持续健康发展的重要基础，检测认证制度是保障设备质量的重要措施。根据国能新能【2014】 412号文件——《国家能源局关于规范风电设备市场秩序有关要求的通知》要求，必须重视风电设备的检测认证工作。

1）实施风电设备型式认证。接入公共电网(含分布式项目)的新建风力发电项目所采用的风力发电机组及其风轮叶片、齿轮箱、发电机、变流器、控制器和轴承等关键零部件，须按照《GB/Z25458-2010 风力发电机组合格认证规则及程序》进行型式认证，认证工作由国家认证认可主管部门批准的认证机构进行。

2）强化型式认证结果的信用。风电开发企业进行设备采购招标时，应明确要求采用通过型式认证的产品。未获得型式认证的机组，不允许参加招标。国家组织的重大专项建设、新产品应用、在特殊地域应用或特殊用途应用的风电设备，可根据需要提出特定认证要求。

通过选用获得型式认证的机组，可以一定程度上保证风机质量。

本项目使用的比选均已通过国内、国际各类型式认证，生产厂商有较高市场占有率，处于国内先进水平。

**图15-1典型比选机型形式认证证书（例）**

15.1.3功率曲线、利用系数分析

风电场开发过程中，为了保证风电场运营期的收益，机组选型时除了关注必须考虑的机组安全性和可靠性以外，机组发电性能好坏就成为另一个关注的焦点。

目前，机组发电量估算的功率曲线并不统一，可以分为理论功率曲线和实测功率曲线两大类，其中理论功率曲线又包括稳态功率曲线和动态功率曲线两种，具体如下：

（1）稳态功率曲线：假定风速不变，对机组模型进行稳态仿真计算得到的功率曲线，主要在早期的机组招投标中有采用。

（2）动态功率曲线：考虑风速的变化，对机组模型进行动态仿真计算得到的功率曲线，动态功率曲线考虑了风速变化时机组控制系统的响应，并且可针对不同的环境条件计算出相应的功率曲线。相比于稳态功率曲线，能够更准确的反应机组在实际环境条件下的发电性能，在目前的机组招投标中有不少采用该类功率曲线。

（3）测试功率曲线：由具有资质的第三方试验室，按照相关的测试标准开展功率曲线测试，并出具第三方功率曲线测试报告。由于理论功率曲线通常由设备厂商计算提供，真实性难以保证，而测试报告具有客观性，因此目前在机组招投标中也有直接采用测试功率曲线或将测试功率曲线作为评价参考的。

选址适合的功率曲线可以对风电场机组发电量进行准确的估算，有利于进行准确的投资收益分析，同时也有利于更客观、公正、科学地开展机组选型，遴选出最适合于拟建项目的风电机组。

本项目比选时选取的风力发电机组，均选择风机厂家提供的动态功率曲线作为设计输入，风能利用系数处于国内领先水平。

## 15.2技术方案先进性分析

15.2.1智能化风电场设计展望

智慧风电场，是在电力信息化发展的新阶段，利用物联网、大数据、人工智能等新技术，将人的智慧传递到传统的发电设施上，通过智能设计、数字化的监控与运维，提高设备运行效率，构建以数字化交互为基础的智能化风电场。

本项目后台系统设在风电场工程升压站中控室内，电站监控系统通过光纤接入风电场监控系统。常规变电站二次设备采用电缆进行连接，电缆感应造成的电磁干扰和一次过电压可能引起二次设备异常，长电缆的电容耦合和两点接地容易造成继电保护误动作。智能变电站采用合并单元和智能终端进行就地采集与控制，光缆代替了大量的电缆，取消了常规互感器的大功率输入回路，避免电缆带来的电磁兼容，传输过电压和两点接地等问题。从根本上解决抗干扰问题，提高传输可靠性。

升压站计算机监控系统按“无人值班、少人值守”的原则进行设计，整个综合自动化系统对本站的运行和主要设备实施全面的自动监测和控制。系统采用先进的计算机硬件、软件及网络技术，全站按计算机监控进行总体设计和系统配置，采用全开放、分层分布式结构，达到国内同类型计算机监控系统先进水平，系统投入运行后，使全站运行管理达到“无人值班、少人值守”要求。

系统按“先进、实用、经济、可靠、安全”的原则设计，系统各功能按结构化、模块化、标准化设计，但又以实用、可靠为原则，具有冗余容错功能，系统具有易操作性和可管理性，确保系统高可靠性，低故障率，不会因局部的故障引起系统的误操作或降低系统性能。

15.2.2技术经济合理性分析

本项目财务评价按上网电价为0.57元/kWh（含增值税）和现行的财会制度进行测算，本项目全部投资的税前财务内部收益率为10.61%；全部投资的税后财务内部收益率为9.30%，本项目在财务评价指标上可行。

风电是一种可再生的清洁能源，其环境效益和社会效益均十分显著。风电的节能效益主要体现在风电场运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。风电和火电相比，在提供能源的同时，不排放烟尘、二氧化硫、氮氧化合物和其他有害物质。二氧化硫和氮氧化合物在大气中形成酸性物质，造成酸雨，危害植物和水生生物，破坏生态，二氧化碳是影响全球气候变暖的温室效应气体。

本工程的建设，对改善广东省电源结构，促进当地风能开发，缓解当地电力供需矛盾，拉动地区经济发展，均具重要意义，并对我国的风电事业有着积极的推动作用。

15.2.3退役方案设想

风电机组设计使用寿命通常为20年左右，目前我国大部分正在服役的风电机组尚未达到设计寿命。

随着服役时间的增长，老化的风机出现坠落、折断等重大事故的几率正在增大，与此同时，其发电量已经开始下降，设备技术性能也已不能满足电网的要求，维护和保养成本大大增加。

从安全角度考虑，达到和超过服役年限的风电机组应该按计划退役，退役后的风电机组如果不妥善处理会对当地环境造成一定不良影响。

对于退出服役的风力发电机组的处理，目前提出的两种处理方式为：

1、将退役的风机进行翻新处理，再次投入使用或者作为备件使用；

2、将风机拆解，按照材料成分分类回收进行再利用。

总体上看，翻新和回收应该被认为是风电机组修复的选择，通过使用回收材料可以降低风电机组寿命周期内的耗能和二氧化碳排放。翻新风机可用于提供备件或者用于被忽略的市场，如学校、小型企业，回收利用将有助于完成材料循环，减少进口，降低初级原料消费量，同时将创造新的商业机会。

随着时间的推移，我国风机大规模退役的情况将很快到来，目前我国的风机翻新几乎是空白，相关的材料回收利用产业也发展不完善，大规模的风机退役后将带来安全、环境和经济影响。妥善处理好退役风机不但可以降低风力发电机组整个服役周期的成本，提高收益，还可以减少对安全和环境的影响。

综上，本风电场在机组退役方面，将与风机厂家共同协作，未雨绸缪，在新项目建设的同时，做好风机退役的准备，本着安全、环保、再利用的方针，使用成熟可靠的经济技术，保证本电厂的安全退役。

15.2.4发电量合理性分析

本项目发电量分析采用基于CFD方程的WT5.3.2.8版本软件对风电场进行风资源模拟，输入实测的气象数据，使用1:10000数据地形图和Aster数据地形图相结合作为设计高程输入，经过比选分析后，选用40台单机容量为2.5MW的WTG1风力发电机组，轮毂高度为90m，装机容量为100MW。

考虑了空气密度及尾流修正后的理论发电量为285159.3MWh/yr，经过折减分析后，总折减修正系数取72%。

根据上述修正条件，本风电场年上网电量为205531.5MWh/yr，年满发小时为2055h，容量系数为23.46％。

# 16工程招标

## 16.1 招标范围

华润郁南欣茂100MW风电项目位于广东省郁南县宝珠镇、建成镇、大方镇一带山脊，海拔高程在588m～852m之间，场址整体地地势为一南北向山脊，南高北低，地形有起伏但较开阔，沟边的坡度较大。

场址中心坐标：东经111°33'14.51294"，北纬23°1'26.29761"，场址临近黑海高速和202省道，对外交通运输条件便利。本工程装机容量为100MW，拟建风电机组40台，单机容量2.5MW。本风电场本风电场年上网电量为205531.5MWh/yr，年满发小时为2055h，容量系数为23.46％。

本风电项目中心附近新建一座110kV升压变电站，电压等级110/35kV，安装2台容量为50MVA的电力变压器，110kV出线线路1回，110kV侧的接线形式选用单母线接线形式。35kV采用单母线分段接线型式，35kV配电装置采用户内成套移开式开关柜，配置6面进线开关柜，2面PT柜，2面SVG无功补偿装置开关柜，1面站用变开关柜，2面接地变开关柜，2面出线柜,1面分段柜，1面隔离柜。

风力发电机组发出的电力经箱变升压至35kV后汇集进入变电站35kV侧，经主变压器升压至110kV后，以一回110kV接入220kV仁安变110kV侧，导线截面300mm²，长度约15km。

风电场位于广东省云浮市郁南县南部的历洞镇、大方镇、宝珠镇、通门镇之间，场区中心距离郁南县城镇约30km，距离云浮市约50.0km。周边有方昆高速、深罗高速经过。境内还有S279、S352等多条省县道路，对外交通较为便利。

根据风电场附近交通状况及风机机组部件尺寸，风机设备运输进场道路始于宝珠镇，通过 S279 进入场区和变电站，现场道路为双车道水泥混凝土路面。风机位于道路两侧山脊。现场道路转弯不满足风机运输要求处进行局部改扩建，重型车辆对路面造成损坏后需对进行修复。

本项目需改扩建道路15km，道路采用路基宽度6.5m，路面宽5.5m。扩建部分路面采用20cm厚15%水泥稳定碎石路面。本项目共需场内新建施工检修道路51.66km，新建检修道路施工期路基宽度5.5m，路面宽4.5m，铺设20cm厚15%水泥稳定碎石路面。

本项目本期规划装机容量100MW，新建一座110kV升压变电站，电压等级110/35kV，安装2台容量为50MVA的电力变压器。变电站的主要建筑物和构筑物有综合楼、设备楼、水泵楼、GIS设备、门式构架、主变压器基础、SVG舱及变压器基础、事故油池、避雷针基础等。

根据概算定额、费用标准及设计工程量、施工组织设计所选的施工方法计算，本工程静态总投资75227.79万元（不含送出工程），单位千瓦静态投资7522.78元。工程动态总投资76822.11万元，单位千瓦动态投资7682.21元。

根据《中华人民共和国招投标法》及《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》（国家发展计划委员会令第9号），对风电场工程主要设备的采购及施工等项目进行招标。

本工程招标范围主要为工程勘察、设计、施工、监理以及主要设备、材料等。

## 16.2 标段划分和招标顺序

16.2.1 标段划分原则

根据本工程风机布置、施工条件以及风电场建设的特点，以及对各建筑的施工方案、施工进度等综合分析，工程分标主要考虑了下述原则：

1）有利于工程施工总进度的实施，使各标段能相互有机的衔接和明确的分工结点，有条不紊的组织施工。

2）充分考虑本工程项目的技术特点与风电场建设的特殊因素，保证合同的划分有利于招标，并具备充分的竞争性。

3）在合同项目之间先后工序与作业的衔接，责任与施工场地的划分上，尽量减少各标段之间的相互穿插和干扰，明确施工分区和责任界限，尽可能减少合同争端。

4）合同中包括的作业内容及其技术特点应大致相近，避免横跨过多的技术专业，便于充分发挥承包商的专业技术力量。

5）土建工程主关键线路是进场道路及场内道路施工、风机基础施工、变电站的工程施工；电气工程主关键线路是风机电气设备安装、变电站内电气设备安装、场内集电线路施工。施工分标应有利于上述两条关键线路上各项目的施工力量安排，各标的规模、工作量应与当前国内同类大型风电施工企业的施工能力相适应，主关键线路上的施工力量（机械设备、技术人员等）能得到充分保证。

6）对同一施工部位的不同施工作业项目，虽然专业属性有所不同，但亦应尽量合并在一个标中，以减少施工干扰和简化施工管理。

7）本工程为了便于合同管理和施工监督，标段不宜过多，以减少施工和管理人员，少占用土地。

8）应考虑设备制造、设计周期、招标程序、技术与商务标书的准备条件，各标段先后实施的顺序等，合理安排分标规划。由于本工程工期短，设备采购宜单独招标，并尽早实施招标，以便设备制造尽早开始。

9）施工分标应有利于工程的土石方平衡，挖、填方关系密切的项目应尽可能在同一标内。

16.2.2 标段划分和招标顺序

根据本风电场的装机规模和施工工期的安排，拟按以下顺序划分标段：

1）工程勘察、设计招标，建议1个标段，为部分招标；

2）工程监理招标，建议1个标段，为全部招标；

3）风力发电机组及附属设备招标，建议分为风力发电机组、风机塔筒、箱式变电站、其他附属设备等4个标段，为全部招标；

4）其他机电设备招标，建议分为高压开关柜、综合自动化系统、其他机电设备等3个标段，为全部招标；

5）土建工程、安装工程标段，建议分为变电站土建工程、变电站电气设备安装工程、风机基础及场内道路工程、风机及箱变安装工程等4个标段，为全部招标。

## 16.3 招标组织形式

建议风力发电机组标段采用委托招标形式，由建设单位委托有资质的招标代理单位组织招标，其余标段由建设单位自行组织招标，并需按照《工程建设项目自行招标试行办法》（国家发展计划委员会令第5号）规定报送书面材料。

## 16.4 招标方式

鉴于目前国内风力发电市场勘察设计、设备供货、施工安装等日趋完善并成熟，可全部采用公开招标方式进行。

招标情况一览表见表15-1。

表15- 1 招标情况一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 招标范围 | | 招标组织形式 | | 招标方式 | | 不采用招标方式 |
|  | 全部招标 | 部分招标 | 自行招标 | 委托招标 | 公开招标 | 邀请招标 |  |
| 勘察 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 设计 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 建筑工程 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 安装工程 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 监理 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 主要设备 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 重要材料 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 其他 |  |  |  |  |  |  |  |