

機 密
最 終 報 告

技 術 盡 職 審 查
中 國 資 產

為 中 國 光 大 綠 色 環 保 有 限 公 司
編 製

2017年4月7日

44 S Broadway Fl 4, White Plains NY 10601-4425, USA
Tel : +1 914 609 0300 Fax : +1 914 609 0399



免責聲明

本報告所表達的意見乃基於中國光大綠色環保有限公司提供予獨立工程師的資料，結果的準確性及審閱結論完全取決於所獲提供資料的準確性及完整性。本報告所載意見乃應中國光大綠色環保有限公司的特定要求而提供。Nexant (或「獨立工程師」) 已仔細審慎審閱所獲提供的資料。獨立工程師概不對所獲提供資料中任何誤差或遺漏負責，亦不就因此而作出的商業決策或行動承擔任何相應責任。就本報告而言，除中國光大綠色環保有限公司外，獨立工程師概不對任何一方承擔責任或履行義務。本報告已編製完整及須通讀全文。

本報告所示意見適用於Nexant進行調查時中國光大綠色環保有限公司當時存有及可合理預見的資產及特徵。該等意見並不適用於本報告日期後可能出現的狀況及特徵(除非有關狀況及特徵乃根據中國光大綠色環保有限公司向Nexant提供的資料而可合理預見及有關資料屬準確)。Nexant並無更新本報告之責任。

本報告就建議中國光大綠色環保有限公司股份於香港聯合交易所有限公司上市而編製，不應依賴或用於任何並無進行獨立查核其適用性的其他項目，並須取得Nexant事先書面授權。Nexant毋須就本報告用作其委託以外用途所帶來的後果承擔責任或履行義務。任何使用或依賴有關文件作其他用途的人士同意，如其使用或依賴本報告作其他用途即確認其同意就有關事宜所產生的所有損失或損害向Nexant作出賠償。

目錄

章節	頁次
1 執行概要.....	9
1.1 緒言.....	9
1.2 工作範圍.....	10
1.3 方法及方式.....	11
1.4 主要假設.....	12
1.5 NEXANT的獨立性.....	12
1.6 NEXANT之概覽.....	13
1.7 結論.....	15
1.7.1 公司簡介.....	16
1.7.2 碭山生物質發電.....	16
1.7.3 宿城生物質供熱.....	17
1.7.4 淄博綜合危廢焚燒.....	17
1.7.5 灌雲危廢填埋.....	18
1.7.6 鎮江屋頂光伏發電.....	19
1.7.7 寧武風電.....	19
2 碭山生物質發電項目.....	21
2.1 概覽.....	21
2.2 主要系統評估.....	21
2.2.1 生物質質量.....	23
2.2.2 生物質原料處理.....	25
2.2.3 鍋爐.....	25
2.2.4 爐排.....	26
2.2.5 蒸汽輪機.....	27
2.2.6 發電機.....	27
2.2.7 煙氣處理.....	28
2.2.8 除塵處理.....	29
2.2.9 機電安裝及接駁.....	29
2.2.10 土木及結構工程.....	30
2.3 績效.....	31
2.3.1 績效.....	31
2.4 非計劃性停運.....	33
2.5 環保績效.....	33
2.6 運營及維護.....	35
2.6.1 運營.....	35
2.6.2 維護.....	36
2.6.3 人員配置.....	37
2.7 風險及維護評估.....	37
2.7.1 過熱器洩露.....	37
2.8 結論.....	38
3 宿城生物質供熱項目.....	39
3.1 概覽.....	39
3.2 主要評估.....	40
3.2.1 生物質質量.....	41

章節	頁次
3.2.2 燃料處理	43
3.2.3 鍋爐.....	43
3.2.4 蒸汽供應管道	44
3.2.5 煙氣處理	44
3.2.6 除塵處理	45
3.2.7 機電安裝及接駁.....	45
3.2.8 一般土木及結構工程.....	46
3.3 績效.....	46
3.3.1 生產.....	46
3.3.2 非計劃性停運	47
3.3.3 環保績效	47
3.4 運營及維護	48
3.4.1 運營.....	48
3.4.2 維護.....	49
3.4.3 人員配置	49
3.5 風險及緩解評估	50
3.6 結論.....	50
4 淄博綜合危廢焚燒項目.....	51
4.1 概覽.....	51
4.2 主要系統評估	51
4.2.1 危廢質素	53
4.2.2 危廢物接收及預處理.....	54
4.2.3 焚燒爐	56
4.2.4 廢熱鍋爐	57
4.2.5 煙氣處理	57
4.2.6 爐渣及灰塵處理.....	58
4.2.7 廢水處理	59
4.2.8 一般土木工程及架構工程.....	60
4.3 績效.....	60
4.3.1 生產.....	60
4.3.2 非計劃性停運	62
4.3.3 環保績效	62
4.4 運營及維護	62
4.4.1 運營.....	63
4.4.2 維護.....	63
4.4.3 人員配置	64
4.5 風險及緩解評估	64
4.6 結論.....	65
5 灌雲危廢填埋項目	66
5.1 概覽.....	66
5.2 主要系統評估	68
5.2.1 處理及機械設備.....	68
5.2.2 土木及結構工程	71

章節	頁次
5.3 績效.....	72
5.3.1 廢物處置.....	72
5.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護.....	73
5.3.3 環保績效.....	73
5.4 運營及維護.....	73
5.4.1 運營.....	73
5.4.2 維護.....	74
5.4.3 人員配置.....	75
5.5 風險及緩解評估.....	76
5.6 結論.....	76
6 鎮江光伏發電項目.....	77
6.1 概覽.....	77
6.2 主要系統評估.....	78
6.2.1 光伏組件.....	79
6.2.2 土木及結構工程.....	81
6.2.3 機電.....	81
6.3 績效.....	83
6.3.1 發電及廠用電率.....	83
6.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護.....	84
6.3.3 環保績效.....	85
6.4 運營及維護.....	85
6.4.1 運營.....	85
6.4.2 維護.....	85
6.4.3 人員配置.....	86
6.5 風險及緩解評估.....	87
6.6 結論.....	87
7 寧武風電項目.....	88
7.1 概覽.....	88
7.2 主要系統評估.....	89
7.2.1 風力發電機組.....	90
7.2.2 土木及結構工程.....	91
7.2.3 機電.....	91
7.3 績效.....	92
7.3.1 每月發電、廠用電率及風力發電機組可使用率.....	92
7.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護.....	94
7.3.3 環保績效.....	95
7.4 運營及維護.....	95
7.4.1 運營.....	95
7.4.2 維護.....	96
7.4.3 人員配置.....	97
7.5 風險及緩解評估.....	97
7.6 結論.....	98
附錄	頁次
A 縮略詞彙表.....	100

圖表	頁次
1.1 公司資產位置	10
1.2 Nexant辦事處地點	14
1.3 Nexant的行業重心範圍	15
2.1 碭山生物質平面佈置圖	22
2.2 簡化流程圖	23
2.3 碭山發電量 — 2016年	32
2.4 碭山焚燒的生物質 — 2016年	32
3.1 宿城生物質平面佈置圖	40
3.2 簡明工藝流程圖	41
3.3 於運營期間的宿城生物質資源	42
4.1 淄博危廢平面佈置圖	52
4.2 簡明流程圖	53
4.3 淄博危廢2016年危廢焚燒量	61
5.1 廠區平面佈置圖 — 灌雲危廢填埋	67
5.2 灌雲危廢填埋的工作流程	69
5.3 廠區廠房設備實例	70
6.1 發電站平面規劃圖 — 鎮江光伏設施	77
6.2 鎮江光伏發電設施的典型設計構造	79
6.3 廠區廠房設備示例	79
6.4 光伏組件陣列	80
7.1 寧武風力發電機組	88
7.2 寧武風電設施典型設計配置	89
7.3 廠區廠房設備示例	90

表格	頁次
1.1 節選公司資產概要	9
1.2 貴公司挑選被審核資產的基準	16
2.1 碭山生物質詳情	21
2.2 碭山生物質原料	24
2.3 混合後的碭山生物質質素	24
2.4 碭山生物質存貯區域	25
2.5 碭山生物質鍋爐規格	26
2.6 碭山生物質爐排裝置詳情	26
2.7 碭山生物質蒸汽輪機規格	27
2.8 碭山生物質發電機規格	28
2.9 排放標準GB 13223-2011	28
2.10 碭山生物質一般土木及結構工程設計參數	30
2.11 碭山生物質主要績效指標	31
2.12 非計劃性停運日期及起因(2016年1月至11月)	33
2.13 自2014年1月的碭山生物質排放記錄	34
2.14 碭山生物質維護級別	36
3.1 系統描述—宿城生物質	39
3.2 宿城生物質成型顆粒燃料質量	42
3.3 宿城生物質鍋爐規格	43
3.4 煙氣處理設計參數	45
3.5 宿城生物質一般土木及結構工程設計參數	46
3.6 宿城生物質主要績效指標	47
3.7 宿城生物質自投入商業運營以來的排放記錄	48
3.8 人員配置	49
4.1 淄博綜合危廢處置項目	51
4.2 淄博廢物的獲批准廢物類別	54
4.3 焚燒系統的技術設計參數	56
4.4 廢熱鍋爐的技術設計參數	57
4.5 淄博廢物的一般土木及結構工程設計參數	60
4.6 淄博廢物2016年績效與設計績效比較	61
4.7 2016年的停運及原因	62
4.8 人員配置	64
5.1 灌雲危廢填埋的主要系統概要	68
5.2 灌雲危廢填埋設施—每月廢物處理能力	73
5.3 人員配置	75
5.4 已發現問題及潛在緩解措施的概要	76
6.1 鎮江光伏設備主要系統之概要	78
6.2 光伏組件的主要參數	80
6.3 換流器的主要參數	82
6.4 每月發電量	83
6.5 每月輔助廠用電量	84
6.6 非計劃性停運及非計劃性維護概要	84
6.7 人員配置	86
6.8 已發現之問題及潛在緩解措施的概要	87

表格	頁次
7.1 寧武風電設施主要系統摘要.....	89
7.2 風力發電機組主要參數.....	91
7.3 寧武風電的一般土木及結構工程設計參數.....	91
7.4 寧武風電設施—長房山.....	93
7.5 寧武風電設施—趙家山.....	93
7.6 長房山風電項目(一期)的非計劃性停運及非計劃性維護概要.....	94
7.7 趙家山風電項目(一期)的非計劃性停運及非計劃性維護概要.....	95
7.8 人員配置.....	97
7.9 已發現問題及潛在緩解措施概要.....	97

第1節

執行概要

1.1 緒言

中國光大綠色環保有限公司(「貴公司」)留聘Nexant, Inc. (「Nexant」)提供獨立技術評估(「評估」)，以支持其股份於香港聯交所(「聯交所」)上市。Nexant須審閱包含六間公司的項目組合(「資產」)的技術及營運方面，當中包括多項不同的技術，包括生物質能、生物質熱能、危廢焚燒、危廢填埋、太陽能及風電，及該等項目被選定為本公司整體組合的代表性項目。

經選定資產概要於表1.1列示。

表1.1節選公司資產概要

項目名稱	項目類型	能力	位置	狀態	商業 運營日期 (月/年)
碭山生物質發電	生物質發電廠	30兆瓦額定電 輸出功率	安徽碭山	投運	09/11
宿城生物質供熱	生物質供熱	每年供應 350,400噸蒸汽	江蘇宿城	投運	09/16
淄博綜合危廢焚燒	危廢焚燒	每年焚燒 9,900噸廢棄物	山東淄博	投運	01/16
灌雲危廢填埋	危廢填埋	處置能力為 每年20,000噸	連雲港 灌雲	投運	04/16
鎮江屋頂光伏發電	太陽能光伏 (PV)	8.3兆瓦額定電 輸出功率	江蘇鎮江	投運	12/11
寧武風電	風電	48兆瓦額定電 輸出功率	山西忻州	投運	09/15

COD = 商業運營日期

兆瓦 = 兆瓦

t/a = 噸每年

資料來源：公司資料

圖1.1列示Nexant所評估的六處資產的位置。

圖1.1公司資產位置



資料來源：公司資料

1.2 工作範圍

為進行獨立技術評估(「評估」)從而提供獨立技術意見(「意見」)，Nexant已進行以下活動：

- 評估六(6)處資產，以確定彼等是否能代表 貴公司目前已投運資產的全部組合
- 實地調研六處資產，以目測檢查及審核資產中廠房及設備的外部狀況並與可接觸的主要員工以及運營及維護人員會面
- 審視各資產的機械、土木工程及電氣設計
- 審視各資產的過往表現：
 - 生產及可用性
 - 非計劃性停運及非計劃性維護
 - 環保績效

- 審視各資產以下方面的重大變動
 - 技術
 - 主要設備／系統
 - 對照一般接納的行業慣例審視運營及維護慣例
 - 審視健康、安全及環境表現

Nexant的工作範圍並不涉及下列方面：

- 任何廠房設備、輔助設施及／或輔助設備的內部狀況
- 鎮江屋頂光伏發電資產的任何「太陽輻射」條件或相關數據或資料
- 寧武風電資產的任何「風力」條件或相關數據或資料
- 任何已簽立的購電協議、任何環境、財政、金融及／或監管政策

於審核過程中，Nexant向 貴公司提出問題並審閱 貴公司提供的技術資料及報告。是次審閱所收集資料及主要調查發現及結論概述於本報告(報告)。

1.3 方法及方式

Nexant於每次實地調研前編製資料查詢清單，供 貴公司、其主要負責員工以及運營及維護人員審視。Nexant於2016年12月26日至12月29日間對全部六處資產進行實地調研。實地調研包括 貴公司代表與Nexant會面，隨後為實地參觀。實地參觀的目的為向運營人員收集資料，同時親自檢查資產及配套設施的實際狀況。已於必要情況下另行舉行電話會議以及提交數據請求。在必要及適當的情況下，Nexant使用 貴公司的資料作為其分析的主要資料來源。

報告根據 貴公司與Nexant日期為2016年12月23日的顧問服務協議(編號：P16-0019397) (「該協議」)編製。

1.4 主要假設

為完成是次該評估，Nexant已使用並依賴 貴公司及其顧問提供的若干資料。Nexant相信所提供的資料就本報告而言屬準確真實。

Nexant在達致其意見時已識別其依賴的資料及作出的假設。以下為達致本報告表達的意見時作出的主要假設的概要：

- 生物質及危廢供應及相關運輸將繼續達到生物質及危廢管理項目要求的數量及質量
- 光伏電站及風電場將繼續獲得績效評估使用的資料集所描述的太陽能及風力資源
- 光伏發電項目鄰近土地上並無出現將會影響發電的其他自然或人造遮擋物
- 所有項目將根據良好的行業慣例運營及維護，並及時進行所須的更新及替換
- 設備的運作方式不會導致設備超出設備製造商的額定或建議水平
- 所有合約、協議、規則及規例均可根據其條款全面執行且所有訂約方均將遵守相關協議條文
- 將及時取得及／或重續所有執照、許可、批准及許可修訂本(如必要)；任何相關重續將不包含對運營及維護成本造成不利影響的情況

1.5 Nexant的獨立性

Nexant為保薦人提供獨立技術以及商業盡職調查逾四十年，往績卓越。

是次委任所作的分析乃代表 貴公司進行。Nexant就提供服務有關工作收取報酬。

作為獨立技術顧問，Nexant團隊保持技術中立，並不持有與以下各項有關的任何業務或金融利益：

- 任何技術供應商或設備製造商
- 貴公司
- 技術評估所涉及的六處資產
- 首次公開發售上市的結果

於最終出具報告前， 貴公司及其顧問獲提供報告草擬本，僅用作確認所依據材料的真實準確性。

1.6 Nexant之概覽

Nexant為一家工程、技術及管理諮詢公司，於向全球領先的銀行機構及行業參與者提供交易支持方面擁有逾40年經驗。

Nexant由包括來自Bechtel Engineering Corporation的先進技術諮詢集團約130名專業人士的核心團體構成。ChemSystems為一家於1964年創立且專注於能源及化學行業的諮詢公司，於2001年獲收購並成為Nexant的能源及化學諮詢業務單位的基礎，並就是項委聘提供諮詢服務。

第1節

執行概要

Nexant的經驗涵蓋有關主要電力、提煉、石油化工聚合物的項目開發的各個方面以及從基層工廠到翻新現有處理單位的可再生能源投資。Nexant向石油化工及下游石油行業提供服務的主要辦事處位於上海、吉隆坡、曼谷、紐約、舊金山、華盛頓哥倫比亞特區、倫敦及巴林。所有辦事處如圖1.2所示。

圖1.2 Nexant辦事處地點



憑藉遍佈全球的辦事處及逾600名員工，Nexant穩步發展並透過收購躋身為全球能源及化學行業顧問行列。Nexant已於100多個國家完成逾3,000項任務。我們的客戶包括主要公共事業單位、石油化工公司、國家及地方政府、開發機構、投資者、金融機構、監管人員及律師事務所。

第1節

執行概要

於產品覆蓋方面，如圖1.3所示，Nexant向能源、煤炭、天然氣、提煉、化工製品、聚合物、電力及可再生能源行業提供諮詢服務。

圖1.3 Nexant的行業重心範圍



是次評估的工作團隊包括以下主要專業人員：

- Bruce F. Burke — 高級副總裁：項目執行人員
- Marios Hatzikyriakou — 高級顧問：項目經理。審視碭山生物質、宿城生物質及淄博危廢資產
- Pat Sonti — 高級顧問：審視灌雲危廢、寧武風電及鎮江屋頂光伏資產
- Yonglai Liu — 顧問：考察淄博危廢、寧武風電及鎮江屋頂光伏資產
- Ruoxin Li — 高級分析師：考察碭山生物質、宿城生物質、灌雲危廢資產
- Victor Zheng — 分析師：翻譯 貴公司文件及調查。

1.7 結論

基於本報告所述審視及分析，Nexant已得出以下結論。

第1節

執行概要

1.7.1 公司簡介

貴公司根據表1.2概述的基準挑選Nexant進行技術及營運審查的六項運營資產。Nexant確認該六項資產為 貴公司運營資產組合中的代表性資產。

表1.2 貴公司挑選被審核資產的基準

項目名稱	項目類型	貴公司挑選基準
碭山生物質發電	生物質發電廠	首個使用水冷振動爐排爐的已投運生物質項目，亦為 貴公司首批綜合項目之一
宿城生物質供熱	生物質供熱	首個使用循環流化床鍋爐的已投運生物質供熱項目
淄博綜合危廢焚燒	危廢焚燒	使用回轉爐的最大已投運危廢焚燒項目
灌雲危廢填埋	危廢填埋	最新投運危廢填埋項目，該項目最能展現出 貴公司於艱難的地質條件下興建及運營需要先進技術的相關項目的能力
鎮江屋頂光伏發電	光伏發電	最大的已投運光伏發電項目
寧武風電	風電	唯一的已投運風電項目

資料來源：公司資料

1.7.2 碭山生物質發電

Nexant已對碭山生物質運營進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現技術或主要設備／系統與原有設計相比發生重大變動
- 未發現主要系統(包括流程、機電及土木工程設計)存在問題
- 未發現生產及可用性、非計劃性停運及環保績效存在問題
- 未發現運營、維護及人員配置存在問題。 貴公司2017年的目標總運營日數高於設施設計運營日數，屬一項激進計劃

- 未發現任何損失工時事故
- Nexant發現過熱器洩露問題。Nexant並不清楚將會採取何種措施緩解該問題。然而，倘不解決，Nexant預計該問題將可能導致非計劃性停機時間增加及過熱器使用年限縮短。

1.7.3 宿城生物質供熱

Nexant已對宿城生物質供熱運營進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現技術或主要設備／系統與原有設計相比發生重大變動
- 未發現與主要系統(包括流程、機電及土木工程設計)有關的問題
- 宿城生物質仍在擴大生產，故尚未達到設計產能
- 未發現與非計劃性停運及環保績效有關的問題
- 設施未經歷任何損失工時事故
- Nexant並無發現任何重大設備風險
- 未發現人員配置問題
- 貴公司2017年月目標為設施最近所達到產能的約兩倍。

1.7.4 淄博綜合危廢焚燒

Nexant已對淄博廢物設施進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現技術或主要設備／系統與原有設計相比發生重大變動

第1節

執行概要

- 儘管貴公司發現廢棄物進料含有氯化物的潛在問題，但未發現危險廢棄物質量問題
- 回轉爐及二次燃燒室耐火材料存在問題，但貴公司正在積極解決
- 未發現廢熱鍋爐、煙氣渣灰處理系統以及渣灰處理系統存在問題
- 淄博廢物已達致設計生產水平
- 未發現與環保績效有關的問題
- 設施並無經歷任何損失工時事故
- 未發現人員配置問題

1.7.5 灌雲危廢填埋

Nexant已對灌雲危廢填埋設施運營進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 設施自於2016年4月啟動以來技術或主要設備／系統未發生變動
- 未發現主要系統(包括流程、機電及土木工程設計)存在問題
- 未發現廢棄處置、非計劃性停運及非計劃性維護以及環保績效的過往績效數據存在問題。此外，概無報告環境事故。
- 未發現運營、維護及人員配置存在問題。
- Nexant的建議灌雲危廢填埋須制定零部件管理計劃
- 灌雲危廢填埋設施於報告期間並未發生重大健康、安全及環境事故。

1.7.6 鎮江屋頂光伏發電

Nexant已對鎮江屋頂光伏發電設施進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 技術或主要設備／系統與原有設計相比並無變動
- 並無發現機械系統、土木及結構工程或電力設計問題
- 除因惡劣天氣及過高的微粒污染水平而限制及縮減使用時間外，並無發現每月發電量的過往表現數據存在問題
- 並無發現非計劃性停運、非計劃性維護及環保績效問題
- 並無發現其他營運、維護及人員配置問題
- 於報告期內並無發生重大健康、安全及環境事故

1.7.7 寧武風電

Nexant已對寧武風電設施業務進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 技術或主要設備／系統與原有設計相比並無變動
- 並無發現機械、土木及結構工程以及電力設計存在問題
- 寧武風電設施的每月能源產量受不利天氣狀況影響。因此，Nexant認定風力發電機組將於整個年度繼續營運且發電量及使用率直接取決於當前的氣候條件

第1節

執行概要

- 廠用電率一般介乎0.83%至1.94%，符合風電行業水平。於某些月份，用電率一般介乎2.01%至2.24%，高於風電行業水平
- 寧武風電設施的風力發電機組的使用率介乎92.26%至100%，使用率較高且符合風電行業水平。因此，Nexant認為，為維持整個電網穩定，國家電網及配電監控規定寧武風電設施不能經營超出其設計能力的電廠及限制使用率以及能源調度
- 並無發現有關非計劃性停運、非計劃性維護及環保績效有關的重大問題
- 除不利天氣條件的影響外，並無發現其他營運、維護及人員配置問題
- 於報告期內並無發生重大健康、安全及環境事故

第2節

碭山生物質發電項目

2.1 概覽

Nexant於2016年12月27日到訪碭山生物質發電項目(「碭山生物質」)。碭山生物質為貴公司首個採用水冷振動爐排爐的已投運生物質項目。碭山生物質自2011年9月起投運及裝機容量為30兆瓦。該設施位於碭山經濟開發區，距安徽省宿州市西北部100公里。

光大國際於碭山生物質發點廠附近擁有一座危廢焚燒發電廠。該兩個發電廠並無整合生產設施，但共享同一個電網併入接口。該兩個發電廠的管理團隊相同但各設施的運營團隊相互獨立。

表2.1呈列碭山生物質的系統描述。

表2.1碭山生物質詳情

參數	描述
容量(兆瓦)	30.0
燃料類型	生物質
設計年發電量(千兆瓦時)	210
設計運營時數	7,000

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

2.2 主要系統評估

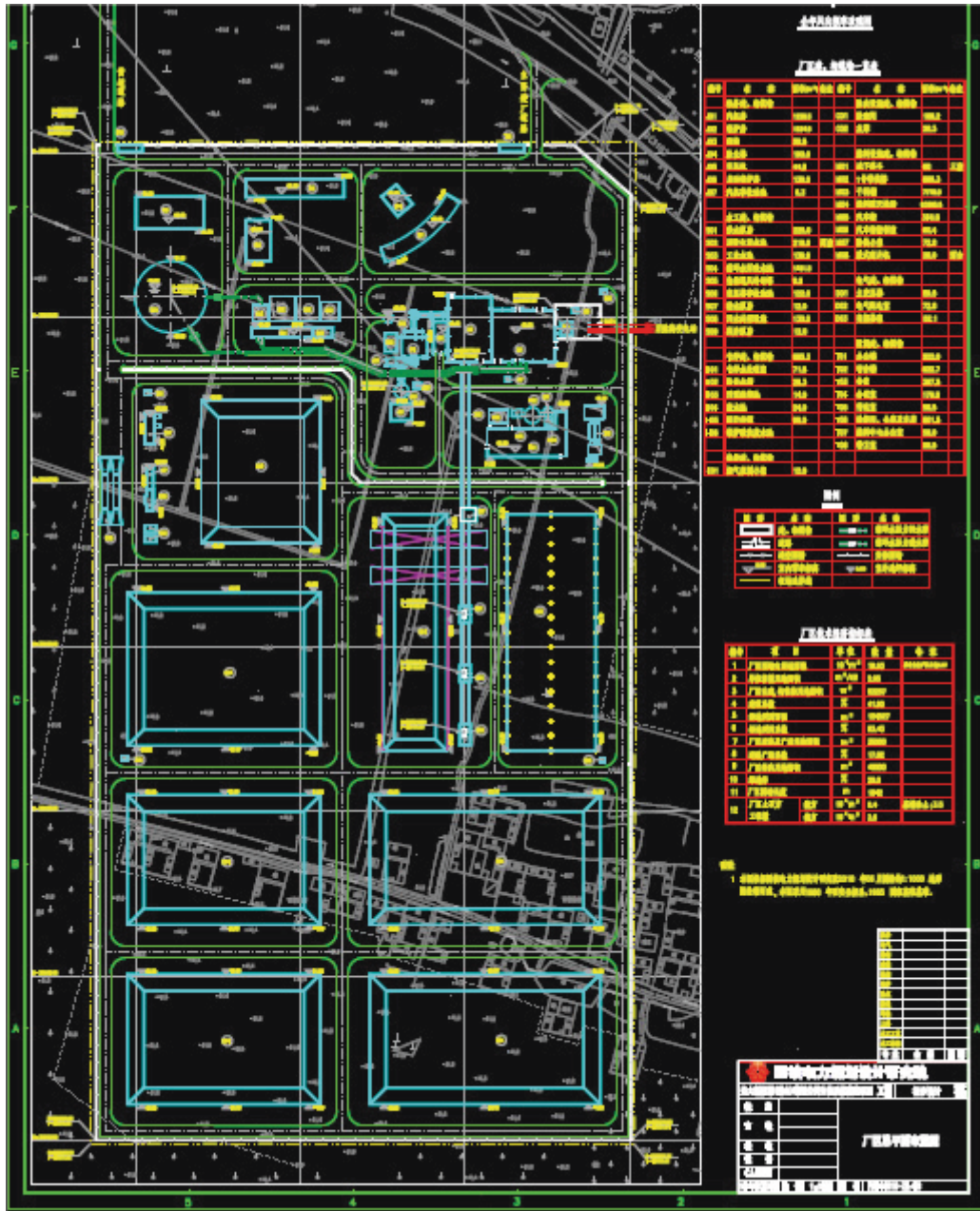
碭山生物質的主要系統包括：

- 每小時130噸的鍋爐，鍋爐爐膛內安裝有水冷振動爐排爐燃燒系統
- 蒸汽機
- 30兆瓦容量發電機
- 燃料處理
- 煙氣處理
- 除塵處理

國核電力規劃設計研究院(國核電力院)負責碭山生物質的整體設計。

圖2.1列示碭山生物質的平面佈置圖。

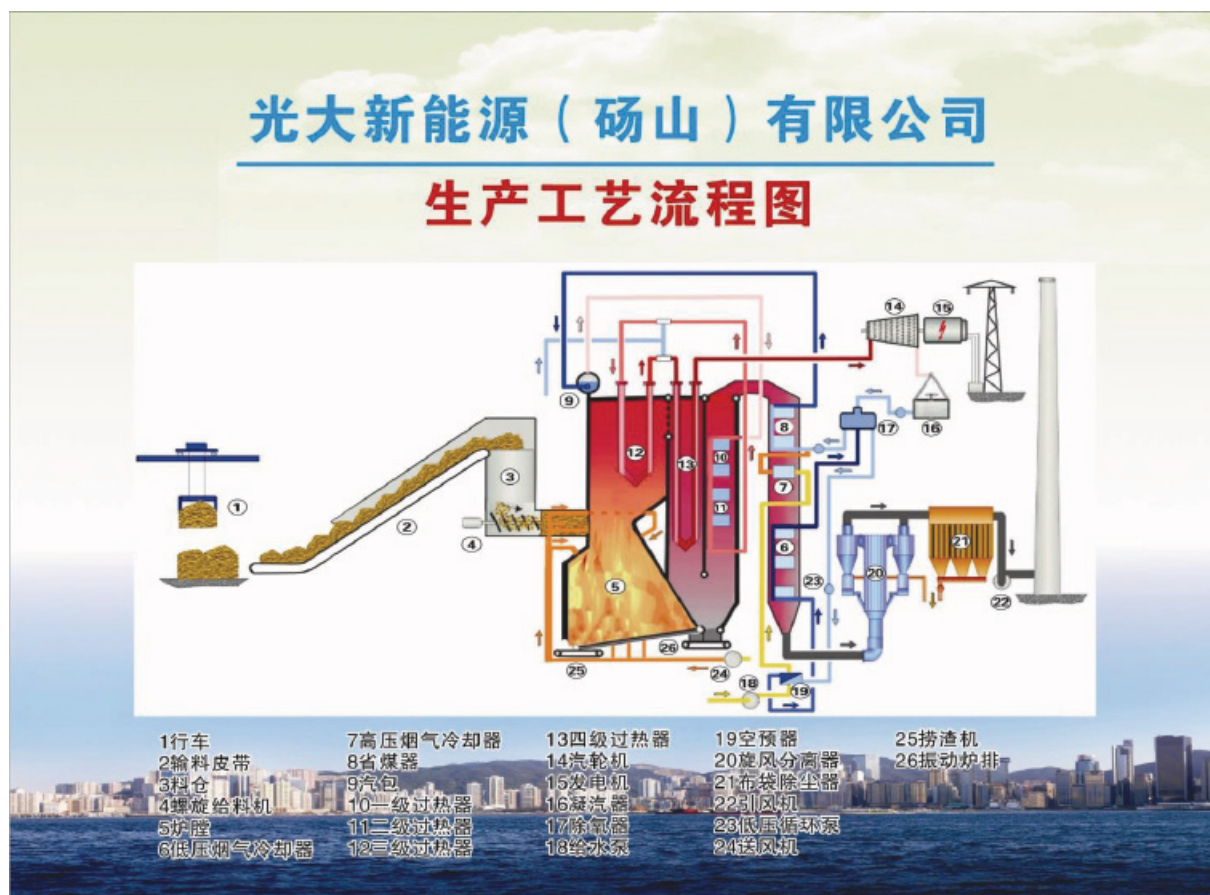
圖2.1碭山生物質平面佈置圖



資料來源：公司資料

圖2.2呈列碭山生物質的簡化流程圖。

圖2.2簡化流程圖



資料來源：公司資料

2.2.1 生物質質量

碭山生物質使用周邊農業及林業活動頻密地區的豐富生物質資源。小型供應商眾多。發電廠自周邊地區的貿易商及農民購買生物質。一般供應商的供應量僅為每年約3,000噸至4,000噸。於2016年的生物質年購買量為245,900噸。

生物質包括多種木材，如果樹及楊樹、棉花秸稈、樹枝、樹皮及草根(分類為優質生物質原料)及農業殘留物，包括花生殼、麥秸、稻秸及菌種(分類為一般生物質原料)。該設施的設計生物質原料為來自果樹及楊樹且比率為80:20的木屑混合物。表2.2概述設計及兩種可替代生物質原料分析。

表2.2碭山生物質原料

描述	單位	設計	可替代	可替代
		生物質原料	生物質原料1	生物質原料2
來自果樹	%	80	75	75
來自楊樹	%	20	15	15
來自麥秸	%	—	10	—
來自玉米秸稈	%	—	—	10
水分	%	35.0	40.0	40.0
灰分	%	4.0	5.0	7.0
蒸發量	%	52.2	51.3	50.5
碳	%	30.5	28.0	26.2
氫	%	3.8	3.5	3.1
氮	%	0.12	0.14	0.10
氧	%	26.54	23.24	23.40
硫	%	0.04	0.05	0.04
氯	%	0.02	0.07	0.08
總計	%	100.0	100.0	100.0
低熱值	千卡／公斤	2,525.0	2,226.4	2,138.5

資料來源：公司資料

視乎來源，生物質低熱值介乎1,600至3,700千卡／公斤(混合前)。優質生物質原料的密度為每立方米0.20至0.35噸及一般生物質原料的密度為每立方米0.06至0.07噸。優質生物質原料及／或摻和一般生物質原料的優質生物質原料於送進焚燒爐上的燃料倉之前，按適當的比率混合。

根據 貴公司資料，混合燃料定期抽樣檢查，及表2.3所示的數值範圍已於濕度、灰分及熱值方面記錄。

表2.3混合後的碭山生物質質素

描述	單位	數值
濕度	%(按收貨時狀態)	35.4–40.9
灰分	%(按收貨時狀態)	13.5–23.1
低熱值	千卡／公斤	1,830–2,131
固有水分	%, 風乾	2.9–3.4

資料來源：公司資料

Nexant並無發現任何生物質質量問題。

2.2.2 生物質原料處理

生物質原料首先運往碭山生物質設施進行稱重，其後運送至八個存貯區域之一。3號及4號存貯區域為密閉區。1號、2號及8號存貯區域覆蓋防水帆布。該等儲存區的概要列示於圖2.4。

表2.4碭山生物質存貯區域

	1區	2區	3區	4區	5區	6區	7區	8區
儲存容量(噸)	5,800	9,400	4,000	5,500	8,200	9,700	8,200	9,700
煙囪高度(米)	5	5	4	4	5	5	5	5
可耗用天數(按BMCR計算)	7.5	12.0	5.0	7.0	10.5	12.5	10.5	12.5

資料來源：公司資料

根據 貴公司的資料，作物的總存貯量將足以滿足按鍋爐最大持續蒸發量(BMCR)正常運營77天。

生物質原料處理有兩種主要運作模式

1. 燃料→龍門起重機→螺旋進料機→帶式輸送機→預熱筒倉
2. 燃料→稻草專用裝載機→螺旋進料機→1號帶式輸送機→預熱筒倉

3號儲存區域的地面開口可令作物直接投入下方的螺旋輸送機。橋式起重機將作物移動至燃料口，隨後帶式輸送機從此處將作物輸送至鍋爐爐膛之上的燃料接收倉。燃料倉底部為螺旋輸送機及末端為帶有氣動閘門的卸料槽；當閘門打開時，燃料投入爐排。

Nexant並無發現生物質原料處理過程存在任何問題。

2.2.3 鍋爐

鍋爐由DP CleanTech Co., Ltd設計，其採用丹麥公司Bioener的技術。鍋爐採用「N」字型的立式設計，設有四個煙氣通道，筒倉的中心標高為23.45米。鍋爐由濟南鍋爐集團有限公司製造，使用壽命為30年。

第2節

碭山生物質發電項目

鍋爐參數概述於表2.5。

表2.5碭山生物質鍋爐規格

參數	描述
鍋爐額定蒸發量(噸/小時)	130
額定蒸氣壓(Mpa)	9.2
額定蒸汽溫度(°C)	540
額定水溫(°C)	220
第一級空氣預熱溫度(°C)	190
第二級空氣預熱溫度(°C)	190
廢氣溫度(°C)	135
鍋爐熱效率	89%
序列號	YG-130/9.2 2-T2
鍋爐配置	半封閉式

資料來源：公司資料

Nexant並無發現鍋爐存在任何問題。

2.2.4 爐排

焚燒爐內分四列並排安裝四個振動爐排。中間兩個爐排以相同的振幅同時朝同一方向振動，而兩邊的爐排則同時朝相反方向振動，以維持運轉平衡。

爐排裝置的詳情列示於表2.6。

表2.6碭山生物質爐排裝置詳情

描述	單位	設計數值
爐排數量	個	四列
振動方向	度	中間兩列：0-180 兩邊各列：180-0
爐排傾斜	度	5
振動方向	度	20
幅度	毫米	10(±5)
振蕩週率(50赫茲)	轉每分	450
頻率範圍	赫茲	35-55
振動電機功率	千瓦	36.9
振動持續時間	秒	20
振動間歇	秒	200

資料來源：公司資料

Nexant並無發現爐排存在任何問題。

2.2.5 蒸汽輪機

30-8.83型號蒸汽輪機是青島捷能汽輪機集團股份有限公司的標準產品，額定功率輸出為30兆瓦。其為一款高溫、高壓、單缸、單軸壓縮蒸汽輪機，並無列明使用壽命。

蒸汽輪機的規格列示於表2.7。

表2.7碭山生物質蒸汽輪機規格

描述	單位	設計數值
固定蒸汽輸入流量	噸／每小時	114
固定功率輸出效率	兆瓦	30
主蒸汽入口壓力	兆帕斯卡	8.83±0.490
主蒸汽入口溫度	攝氏度	535 (+5/-10)
水冷溫度	攝氏度	20
固定排氣流量	噸／每小時	45.5
固定背壓	千帕	4.90
轉速	轉每分	3,000

資料來源：公司資料

Nexant並無發現蒸汽輪機存在任何問題。

2.2.6 發電機

發電機為濟南發電設備廠的標準產品，額定輸出功率為30兆瓦，並無訂明發電機的使用壽命。

發電機的規格列示於表2.8。

表2.8碭山生物質發電機規格

描述	單位	設計數值
固定輸出功率	兆瓦	30
發電機額定值	兆伏安	35.3
固定電壓	千伏	10.5
頻率	赫茲	50
轉速	轉每分	3,000
功率系數	—	0.85
固定輸出功率	兆瓦	30
發電機額定值	兆伏安	35.3

資料來源：公司資料

Nexant並無發現發電機存在任何問題。

2.2.7 煙氣處理

煙氣處理流程包括旋風除塵器及袋式過濾器，該等設備原先為遵守《火電廠大氣污染物排放標準》(GB 13223-2003)的規定而設計。

然而，中國政府環保部門於2014年7月1日指出，有關標準須更新至2011年版。因此，為遵守有關規定，碭山生物質須安裝選擇性非催化還原系統，以遵守中國政府環保部門實施的該標準的經修訂2011年版(GB 13223-2011)。

表2.9排放標準GB 13223-2011

描述	單位	設計數值
煙塵	毫克每立方米	30
二氧化硫	毫克每立方米	200
氮氧化物(基於二氧化氮)	毫克每立方米	200
汞及其他化合物	毫克每立方米	0.03

資料來源：公司資料

作為一種控制氮氧化物排放的手段，選擇性非催化還原系統為一種使用試劑將氮氧化物降解至氮化物的成熟及高溫過程。有關設備已安裝完成並於2015年8月通過測試。經查證，執行過程表現良好且操作穩定可靠。熱控保護、自動熱控及輸入／輸出計量點的注入率均為100%。選擇性非催化還原系統於2015年11月13日獲環保部門正式驗收。

貴公司採取多項煙污染防控措施：

- 旋風除塵器+袋式過濾器令除塵效率不低於99.9%
- 使用高達80米、排出口直徑2.8米的煙囪減少排放污染物
- 安裝煙氣連續監控裝置以即時處置大氣污染物

Nexant並無發現煙氣處理存在任何問題。

2.2.8 除塵處理

Nexant並無發現除塵處理存在任何問題。

2.2.8.1 底渣

鍋爐有兩個排渣口；該等出口通過刮板式輸送機連接水槽，以收集爐渣。其後，爐渣被輸送至實際容量為130立方米的爐渣收集坑（15.50米（長）X6.1米（寬）X1.5米（深））。該儲存量相當於發電廠正常運行八至十天的排放量。最終，爐渣會被運走處理。底渣的價格為每噸人民幣3元並用於製磚。

2.2.8.2 飛灰

飛灰處理系統包括兩台旋風分離器及四台袋式過濾器。兩台分離器底下各自設有一個集灰箱。袋式過濾器收集的灰塵以數量計與分離器收集的灰塵相比較少。因此，袋式過濾器收集的灰塵最初收集在卸料槽中，其後通過氣動方式運送至收集箱。其後，收集箱的灰塵運至容量達200立方米的儲灰塔。飛灰的價格為每噸人民幣3元並用作食品生產的添加劑。

2.2.9 機電安裝及接駁

浙大中控提供的分佈式控制系統位於中央控制室。鍋爐、渦輪機、發電機及其輔助設備以及電氣系統均由分佈式控制系統監控。

除供應予項目輔助電氣系統的電力外，所生產的電出售予電網公司。

第2節

碭山生物質發電項目

發電機路端電壓透過發電機斷電器及主變壓器提高至110千伏，並通過3公里的輸電線直接接駁龍海變電站的110千伏系統。該項目配備完整的繼電保護、電網通信及遠程終端單位。運行數據會發送至地方電網調度中心，其後轉發至安徽省調度中心。根據購電協議，該項目110千伏傳輸線沿線已安裝冗餘電度錶。因此，該項目不承擔任何傳輸損耗。

輔助電力系統供應碭山生物質所有用電且設有兩個電壓水平：

- 10千伏
- 400伏

兩條10千伏輸入饋線乃為該輔助電力系統而設。一條連接主變壓器的低電壓端，作為10千伏及400伏電力系統的日常／備用電源。另一條連接地方電網10千伏系統，並於日常／備用電源發生故障時為安全停止運行中的發電機提供應急電源。當10千伏日常／備用電源發生故障時，該兩個10千伏輸入饋線可通過自動轉換開關自動轉換。直流電系統（配有電池及充電器）及不間斷電源乃用於直流電負載、應急照明、電器控制及保護、自動裝置以及儀表及控制系統。

Nexant並未發現電力安裝及連接方面存在任何問題。

2.2.10 土木及結構工程

表2.10存在概述碭山生物質場地涉及的參數，載列於下。

表2.10碭山生物質一般土木及結構工程設計參數

參數	描述
抗震設計強度	6度(0.05克)
抗震場地類別	III類
風壓(50年平均重現期)	每平方米0.35千牛頓
雪壓(50年平均重現期)	每平方米0.40千牛頓

資料來源：公司資料

第2節

碭山生物質發電項目

根據地址勘察報告及設計描述，地下水不會腐蝕混凝土及加固物，但會輕微腐蝕混凝土中的鋼筋。因此，幾乎所有樓宇／構築物均使用預應力高強度混凝土樁基。

大部分構築物採用建築磚塊砌成的混凝土結構，惟蒸汽機房及生物質儲存室的屋頂除外。乾草垛高達80米，並設有耐火磚襯及疏水性珍珠岩隔熱板。

Nexant並無發現有關土木工程及結構工程有關的問題。

2.3 績效

下列各節載列Nexant根據可獲得的數據就碭山生物質績效提供的調查結果及意見。Nexant取得並審閱生產及效率、環保績效以及非計劃性停運及非計劃性維護的過往績效數據。

2.3.1 績效

主要績效指標列示於表2.11。裝機容量為30兆瓦。自2016年1月至2016年12月的負載系數為98.2%。負載系數為平均電力負荷與發電量的比率。

表2.11碭山生物質主要績效指標

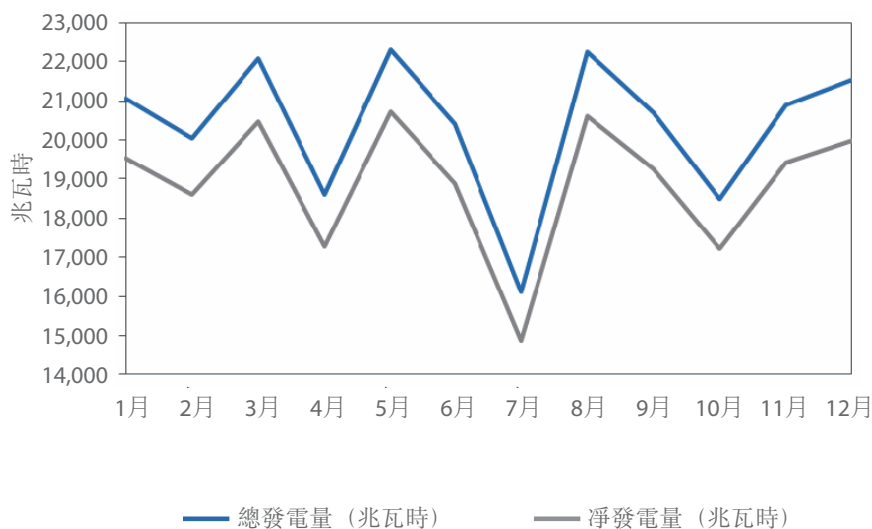
期間	總發電量 (兆瓦時)	淨發電量 (兆瓦時)	所焚燒生物質 (噸)
2016年1月至2016年12月	244,445.0	226,799.0	245,934.0

MWh = 兆瓦時

資料來源：公司資料

每月發電量列示於圖2.3。

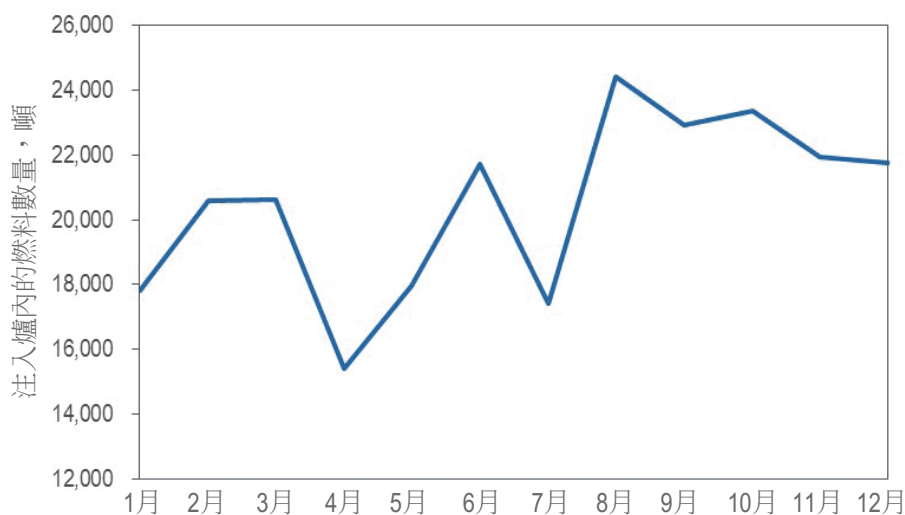
圖2.3碭山發電量 — 2016年



資料來源：公司資料

每月所焚燒生物質列示於圖2.4。

圖2.4碭山焚燒的生物質 — 2016年



資料來源：公司資料

Nexant並未發現任何有關績效及效率的問題。

2.4 非計劃性停運

2016年1月至2016年11月的計劃性及非計劃性停運總時數為468小時。 貴公司並無提供12月任何非計劃性停運的資料。2016年的主要停運日期載於表2.12。

表2.12非計劃性停運日期及起因(2016年1月至11月)

日期	起因
2016年4月4日至2016年4月8日	D級維護 — 計劃性
2016年7月8日至2016年7月16日	B級維護 — 計劃性
2016年7月29日至2016年7月30日	袋式過濾器檢測
2016年9月14日至2016年9月15日	水冷牆洩漏
2016年10月9日至2016年10月10日	水冷牆洩漏
2016年10月11日至2016年10月13日	D級維護 — 計劃性
2016年11月12日至2016年11月13日	爐排管洩漏

資料來源：公司資料

據 貴公司告知，過熱器洩漏是一項需要徹底解決的問題。於2015年，過熱器洩漏導致169小時的非計劃性停運。過熱器洩漏是設計瑕疵引發的後果，原因為過熱器管道過於貼近導致運行期間磨損增加。在2014年4月進行項目總體檢修時，已在部分管道邊緣加上不鏽鋼套。2016年並無發生過熱器洩漏。

Nexant已發現過熱器洩漏問題，若不解決，將可能導致更頻繁的非計劃性停運以及過熱器使用壽命縮短。

2.5 環保績效

碭山生物質的設計遵循排放標準(GB 13223-2003)。GB 13223-2003標準排放為：

- 二氧化硫：每立方米800毫克
- 氮氧化物：每立方米450毫克
- 微粒物質：每立方米200毫克

第2節

碭山生物質發電項目

排放標準隨着經修訂GB 13223-2011標準實施於2014年7月1日開始更嚴格，其標準如下：

- 二氧化硫：每立方米200毫克
- 氮氧化物：每立方米200毫克
- 微粒物質：每立方米30毫克

貴公司增加選擇性非催化還原系統減少氮氧化物排放並於2015年11月13日獲環保部門驗收。如表2.13所示，升級版選擇性非催化還原系統符合新標準。貴公司並無提供汞排放數據以供Nexant審閱。

表2.13自2014年1月的碭山生物質排放記錄

月份	2014年			2015年			2016年		
	二氧化硫 (毫克 每立方米)	氮氧化物 (毫克 每立方米)	微粒物質 (毫克 每立方米)	二氧化硫 (毫克 每立方米)	氮氧化物 (毫克 每立方米)	微粒物質 (毫克 每立方米)	二氧化硫 (毫克 每立方米)	氮氧化物 (毫克 每立方米)	微粒物質 (毫克 每立方米)
1月	2	240	32	2	208	25	6	157	17
2月	13	262	33	16	250	31	3	109	24
3月	280	不適用	34	18	241	27	2	104	18
4月	9	316	32	10	177	25	16	89	18
5月	27	275	15	10	174	24	13	109	22
6月	19	262	12	21	97	20	36	72	27
7月	16	259	15	15	179	24	11	119	19
8月	8	270	14	31	121	16	16	136	13
9月	7	253	13	8	161	18	4	172	10
10月	7	270	24	13	131	25	21	148	13
11月	7	259	16	—	—	—	5	125	13
12月	6	233	18	—	—	—	4	174	15

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant並無發現任何環保績效問題。

2.6 運營及維護

Nexant已審閱碭山生物質有關運營、維護及人員配置之設施管理。Nexant亦已審閱運營及維護慣例並認為，認為該設施乃遵照公認行業慣例運營。

2.6.1 運營

根據Nexant的實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工進行碭山生物質項目的所有運營
- 並無損失工時事故

Nexant於實地調研期間已審閱2016年的運營目標。總體而言，於2016年，碭山生物質的目標總發電量為每年231.2吉瓦時，而碭山生物質的實際總發電量為每年244.5吉瓦時。

碭山生物質設施於2016年全年運營8,148.35小時，相當於該發電廠的設計運營水平。

貴公司2017年的運營目標為：

- 總運營日數：340日
- 負載系數：94.4%
- 維護日數：25日

貴公司的2017年目標總運營日數超過設施設計運營日數，較為激進。

總而言之，Nexant並無發現任何運營問題。

2.6.2 維護

如表2.14所示，碭山生物質的維護分為A、B、C及D四個維護級別。

表2.14 碭山生物質維護級別

維護級別	描述	持續時長	期限
A	完成拆卸及維護項目公司的主要設備，以維持、恢復或提高設備的性能	約18至21天	每3至4年
B	B級維護根據主要設備情況的評估結果、A級維護項目或定期滾動維護項目的目標實施情況而定。	約10至15天	每兩年
C	根據設備磨損及老化規律，項目公司主要設備的主要營運屬正常。專注於主要設備及輔助設備檢測、評估、維護及清潔。C級維護可進行少量零件替換、設備淘汰、調整、預防性試驗及其他運營以及執行若干A級維護項目或定期滾動維護項目。	約7至10天	每年
D	項目公司的主要設備運作良好，輔助設備及主要設備的輔助設備集中拆除，及清洗加熱面的主要零件。D級維護除消除輔助系統及設備的縫隙外，亦根據設備狀況評估結果及安排若干C級維護項目。	約3至5天	每2至8個月

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

碭山生物質於2014年進行投入商業運營以來第一次進行重大大規模維護(A級)。整體檢修包括以下各項維護：

- 渦輪機
- 鍋爐
- 改良袋式除塵器
- 改良煙氣系統

第2節

碭山生物質發電項目

下一次A級維護可能於2018年進行。預計碭山生物質將管理及委聘第三方進行主要檢修。碭山生物質的日常維護根據日期為2015年5月的維護協議訂約由安徽電力建設第二工程有限公司進行。

2017年將會進行B級維護。再下一次B級維護將根據調查結果安排。根據 貴公司向Nexant提供的資料， 貴公司自運營開始以來並未進行C級維護。Nexant認為，定期精心維護將最大程度降低整體檢修及非計劃性停運的頻率。

根據 貴公司，於2017年的預計維護天數為25天。2017年的維護包括三次D級維護及一次B級維護。2017年的維護成本預計將為人民幣458.4萬元。

Nexant未發現任何維護問題。

2.6.3 人員配置

碭山生物質擁有其自身營運團隊，由48名技術人員組成，負責實施生產運營、日常檢測、管理承包商及安全。設施分三班四個團隊運營。每班有八名人員，包括中央監控室的七名人員及乾燥材料棚區(生物質進料)的一名人員。

根據 貴公司，全體員工均擁有相關證書及資質。

Nexant並無發現任何人員配置問題。

2.7 風險及維護評估

2.7.1 過熱器洩露

根據 貴公司資料，透過對過熱器設計及運營期間表現的分析，確定過熱器設計存在以下問題：

- 水平間距不足
- 管線之間垂直空間不足
- 過熱器固定管排安裝不當

貴公司已確定多個潛在解決方案，但承認過熱器問題並未解決。潛在解決方案包括：

- 增加原縱向管方向直徑距離
- 更換原管道過熱器管束
- 提升生物質原料質量
- 改善過熱器的最佳操作及運營方法
- 吹灰器裝置維護，以防止灰塵接觸加熱器表面。

Nexant並不清楚將會採取何種措施緩解該問題。然而，倘不解決，Nexant預計該問題將可能導致非計劃性停機時間增加及過熱器使用年限縮短。

該問題存在風險及可能妨礙設施維持設計產能。

2.8 結論

Nexant已對碭山生物質運營進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現已投運原始設計的技術及主要設備／系統出現重大變動
- 未發現主要系統(包括流程、機電及土木工程設計)存在問題
- 未發現生產及效率、非計劃性停運及環保績效存在問題
- 未發現運營、維護及人員配置存在問題。 貴公司2017年總運營日數的目標高於設施設計運營日數，屬一項激進計劃
- 未發現任何損失工時事故
- Nexant發現於2015年的過熱器洩露問題於2016年未再次發生。該問題乃因設計瑕疵引起而Nexant建議予以解決，原因為倘不解決，Nexant預計其可能將導致非計劃性停機時間增加及過熱器使用年限縮短

第3節

宿城生物質供熱項目

3.1 概覽

Nexant於2016年12月28日對宿城生物質供熱廠房(「宿城生物質」)進行全面實地調研。宿城生物質為 貴公司首個運用循環流化床鍋爐技術的生物質供熱項目。

宿城生物質位於宿遷市宿城區開發區，距宿遷市市區約三公里。廠房總面積約47,000平方米。

宿城生物質有兩套20噸／小時的生物質流化床鍋爐，可以合共40噸／小時的生產率向周邊企業供熱。宿城生物質已於近期完成建設，而廠房原計劃於2016年5月開始運作。然而，脫硫設備未能達到設計要求，鍋爐須重新安裝，及由於2016年經濟下滑，供熱用戶數目不夠龐大。 貴公司仍在擴張及發展其於供熱市場的業務。因此，於自中國政府取得沿著7.62公里的供熱管道向企業業供熱的正式影業執照後，廠房於2016年9月開始商業運作。

廠房已預留一片區域供日後容納第三套鍋爐，廠房將擴大至可產生額外45噸蒸汽。

表3.1列示宿城生物質的系統描述。

表3.1系統描述 — 宿城生物質

參數	描述
供熱能力(噸／小時)	40.0
燃料類型	生物質
蒸汽參數(兆帕／攝氏度)	1.25/280
設計年蒸汽供應量(噸)	350,400
廠房耗水量(噸／每年)	656,000
耗電量(兆瓦時)	807
生物質成型顆粒燃料(噸／每年)	81,600
設計運營天數(天)	330

資料來源：公司資料

第3節

宿城生物質供熱項目

3.2 主要評估

生物質原料經過壓碎、混合、擠製、乾燥及其他處理步驟後，將成為顆粒狀或其他形狀，適合在鍋爐直接焚燒並生產熱蒸汽。

圖3.1列示宿城生物質的平面佈置圖。

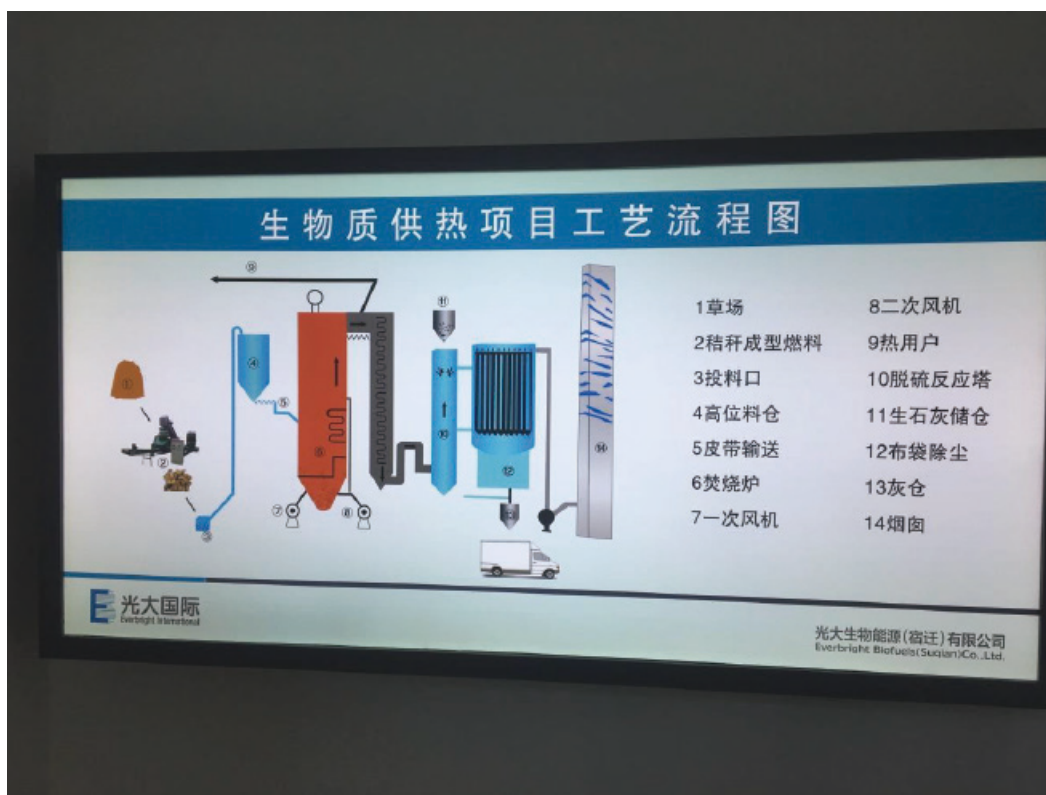
圖3.1宿城生物質平面佈置圖



資料來源：公司資料

圖3.2列示宿城生物質的簡化工藝流程圖。

圖3.2簡化工藝流程圖



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

3.2.1 生物質質素

宿城生物質使用周邊地區豐富的生物質資源(主要為稻秸及麥秸)為當地周邊地區的產業供熱。其他生物質資源包括：秸稈、麥秸、玉米秸稈、棉花秸稈、油菜秸稈、鋸屑等。宿城生物質已就供應以秸稈製成的生物質成型顆粒燃料與多個賣方達成燃料供應協議。宿城生物質規定成型顆粒燃料的低熱值須超過3,200千卡/公斤且水分含量少於10%。

第3節

宿城生物質供熱項目

於2014年5月，貴公司委聘第三方對宿城生物質提供的生物質原料含量進行測試。測試結果於表3.2列示。

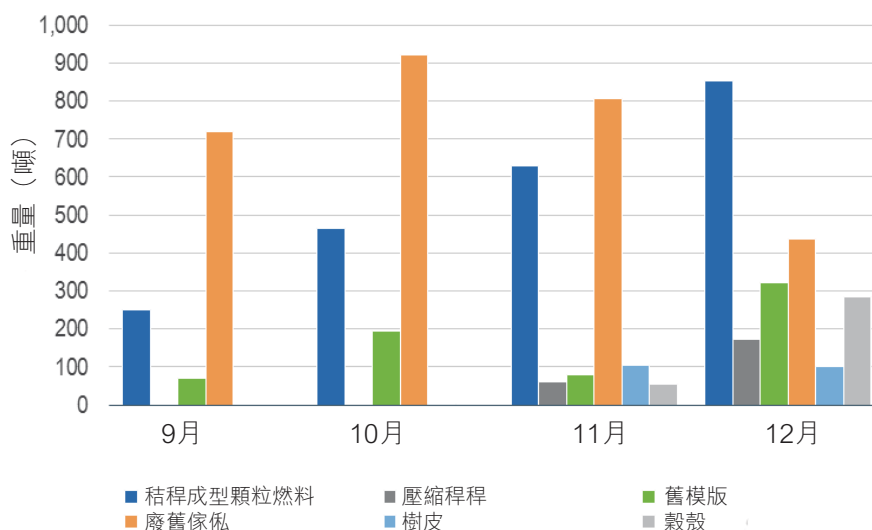
表3.2宿城生物質成型顆粒燃料質量

參數	單位	數值
易揮發物	%，乾燥無灰基	79.5
煙塵	%，乾燥	17.5
固有水分	%，風乾	6.4
固定碳	%，乾燥	16.9
硫磺	%，乾燥	1.2
總水分	%	11.1
低熱值	千卡／公斤	3,131
高熱值	千卡／公斤	3,833

資料來源：公司資料

熱值及水分含量的第三方成型顆粒燃料質量測試每年進行一次。2014年5月測試乃為初期研究。最近期第三方測試為於2016年12月2日進行的穀殼測試。各批生物質均會經過內部測試，以查驗結果是否符合合約規定。倘不符合，宿城生物質拒收該批次。於2016年9月至2016年12月的生物質資源及其各自的已處理重量於圖3.3列示。

圖3.3於運營期間的宿遷生物質資源



資料來源：公司資料

Nexant並無發現任何生物質質量問題。

第3節

宿城生物質供熱項目

3.2.2 燃料處理

宿城生物質場地擁有8,000平方米遮蔽堆貨場，存儲能力為19,000噸生物質成型顆粒燃料，平均堆積高度為五米。生物質成型顆粒燃料足以維持三個月正常運營。設計成型顆粒燃料密度為0.7噸／立方米。

將被處理的成型顆粒燃料透過置於遮蔽堆貨場入口樓層的雙螺旋傳送機及隨後透過直立斗式傳送機運輸至流化床鍋爐之上的兩個煤倉(2x100立方米)。

Nexant並無發現任何燃料處理系統問題。

3.2.3 鍋爐

該鍋爐由Jianglian Heavy Industry Co., Ltd.設計及生產並由兩台蒸汽流化床鍋爐組成，各個鍋爐可以20噸／時的效率產生攝氏280度的過熱蒸汽。該鍋爐的使用年限為30年。

鍋爐的參數概述於表3.3。

表3.3宿城生物質鍋爐規格

參數	描述
固定蒸汽產量(噸／小時)	20
年生物質消耗量(2 x 20噸／小時)(噸／年)	81,600(按8,160小時計算)
額定蒸汽壓(表壓)	1.25
額定蒸汽溫度(攝氏度)	280
給水溫度(攝氏度)	104
過量空氣系數排氣	1.33
鍋爐排氣溫度(攝氏度)	2
污水率(百分比)	2
空氣預熱器進氣溫度(攝氏度)	20
鍋爐設計熱效率	89%
設計燃料消耗量(公斤／小時)	每小時4,320.1公斤
序列編號	DHF20-1.25/280-SW
鍋爐裝置	流化床

資料來源：公司資料

Nexant未發現任何鍋爐問題。

3.2.4 蒸汽供應管道

宿城生物質有兩條直流蒸汽供應管道：

- 主管道：內徑350毫米
- 次管道：內徑250毫米

大部分蒸汽供應管道由500毫米高的低層管道架支撐。餘下蒸汽供應管道大多埋在地表至少0.8米之下。

Nexant未發現任何蒸汽供應管道問題。

3.2.5 煙氣處理

宿城生物質鍋爐中的燃料燃燒產生的高溫煙氣經由脫硫塔、濾袋式除塵系統及引風機，排入60米高鋼煙囪，隨後排向大氣中。煙囪擁有足夠能力排放日後的鍋爐產生的煙氣。

煙氣脫硫系統脫除二氧化硫。煙氣從流化床排放至反應塔後，與化合物氫氧化鈣發生反應並除去三氧化硫及氯化氫。系統包括以下：

- 化學注入系統
- 反應塔
- 再循環系統
- 自控系統

煙氣中的灰塵將在袋式過濾系統中過濾，向煙囪排放前，該系統將會去除約99.9%的灰塵。

煙氣處理系統的設計概述於表3.4。

表3.4煙氣處理設計參數

參數	單位	數值
脫硫系統入口二氧化硫濃度	毫克／標準立方米	≤300
設計脫硫效率	%	≥85
保證脫硫效率	%	≥85
脫硫燃氣二氧化硫濃度	毫克／標準立方米	≥50
設計過濾袋系統入口煙塵濃度	克／標準立方米	≤40
除塵效率	%	≥99.9
保證過濾袋系統出口煙塵濃度	毫克／標準立方米	<30

資料來源：公司資料

Nexant並無發現任何煙氣處理問題。

3.2.6 除塵處理

Nexant並無發現任何除塵處理問題。

3.2.6.1 爐底渣

不完全燃燒的產物為爐渣。產生的爐渣將轉移至鍋爐底部的出口，通過旋轉閥收集並經水冷卻。其後，經冷卻的爐渣將運至中央儲灰塔，待卡車運出。

3.2.6.2 飛灰

經袋式過濾系統過濾的灰塵將在該系統下面的斜槽中收集，最後通過壓縮空氣運輸至540立方米的中央儲灰塔。該等灰塵可作為肥料出售。

3.2.7 機電安裝及接駁

輔助電力系統設有兩個電壓水平，為宿城生物質提供所有電力負荷：

- 10千伏
- 400伏

第3節

宿城生物質供熱項目

一條10千伏輸入饋線接駁當地10千伏電網，作為400伏電力系統的正常電源。另一條10千伏輸入饋線來自鄰近的第三方垃圾發電廠，作為於10千伏正常電源發生故障時可自動轉換的備用電源。

Nexant並無發現任何機電安裝及接駁問題。

3.2.8 一般土木及結構工程

宿城生物質廠址的設計參數於表3.5概述。

表3.5宿城生物質一般土木及結構工程設計參數

參數	描述
抗震設計強度	8度(0.30克)
抗震場地類別	III類
風壓(50年平均重現期)	每平方米0.35千牛頓
雪壓(50年平均重現期)	每平方米0.35千牛頓

資料來源：公司資料

根據地質勘察報告及設計描述，廠址的地震液化可能嚴重。地下水不會腐蝕混凝土及鋼筋。因此，幾乎所有樓宇／結構均使用預應力高強度混凝土樁基。

宿城生物質的幾乎所有樓宇由建築磚塊砌成的混凝土構築物組成。

Nexant並無發現任何土木及結構工程問題。

3.3 績效

下列各節載列Nexant根據可獲得的數據就宿城生物質績效提供的調查結果及意見。Nexant已取得並審閱生產及可利用率、環保績效以及非計劃性停運及非計劃性維護的過往績效數據。

3.3.1 生產

該設施於2016年9月開始商業運營直至2016年12月。主要月度績效指標列示於表3.6。

表3.6宿城生物質主要績效指標

	單位	燃料消耗 (噸)	產能 (噸)	供水 (噸)	運行時數 (小時)	熱負載率 (%)	機器 負載率 (%)
2016年9月	1號鍋爐	1,463.6	6,707.5	7,511.5	597	56.2	49.0
	2號鍋爐	381.9	1,887.0	1,954.23	157	60.1	48.6
	總計/平均	1,845.4	8,594.5	9,465.73	754	58.1	48.8
2016年10月	1號鍋爐	1,033.6	4,853.8	5,053.1	338	71.8	61.2
	2號鍋爐	1,145.5	5,177.6	5,255.2	407	63.6	56.3
	總計/平均	2,179.1	10,031.4	10,308.3	745	67.7	58.7
2016年11月	1號鍋爐	445.4	2,385.3	2,363.1	167	71.4	53.
	2號鍋爐	1,896.3	9,429.7	9,511.9	554	85.1	68.5
	總計/平均	2,341.6	11,815.0	11,875.0	721	78.3	60.9
2016年12月	1號鍋爐	0	0	0	0	—	—
	2號鍋爐	2,208.8	12,361.5	12,660.2	744	83.1	59.4
	總計/平均	2,208.8	12,361.5	12,660.2	744	—	—

資料來源：公司資料

平均熱負載系數乃使用以下公式計算：

$$\text{熱負載系數} = \text{熱產量} / (\text{運營時數} * \text{設計能力})$$

平均機器負載系數乃使用以下公式計算：

$$\text{機器負載系數} = \text{生物質消耗} / (\text{運營時數} * \text{設計進料能力})$$

各個鍋爐的設計進料能力為每小時5噸。如文中所示，宿城生物質設施仍處於量產爬坡期且尚未達致設計產能水平。由於供熱用戶數目不夠龐大及2號鍋爐單個產能可滿足需求，故1號鍋爐於2016年12月尚未投運。

3.3.2 非計劃性停運

貴公司自開始商業運營以來並無報告非計劃性停運事故。

3.3.3 環保績效

宿城生物質的設計遵循以下排放標準：

- 二氧化硫：每立方米300毫克

第3節

宿城生物質供熱項目

- 氮氧化物：每立方米300毫克
- 微粒物質：每立方米50毫克

自投入商業運營以來的排放記錄於表3.7列示及表明該設施的運營遵守相關標準運營。

表3.7宿城生物質自投入商業運營以來的排放記錄

月份	2016年		
	二氧化硫 (毫克每立方米)	氮氧化物 (毫克每立方米)	微粒物質 (毫克每立方米)
9月	19	160	18
10月	5	140	8
11月	10	155	7
12月	11	135	5

資料來源：公司資料

Nexant並無發現任何環保績效問題。

3.4 運營及維護

Nexant於運營、維護及人員配置方面審視宿城生物質設施之管理。Nexant亦已審視運營及維護慣例是否符合公認行業慣例及 貴公司是否整體上以穩健、可行及可持續方式運營宿城生物質。

3.4.1 運營

於Nexant的實地調研期間，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工進行宿城生物質項目的所有運營
- 並無損失工時事故

貴公司的2017年運營目標為：

- 供熱蒸汽產量：每年307,000噸
- 生物質原料數量：每年75,516噸

Nexant注意到 貴公司2017年月目標為設施最近所達到產能的約兩倍。

3.4.2 維護

維護由一名承包商Jiangsu Wanyuan Electricity Company提供。主要維護(廠房檢修)間隔期為三年，在此期間將停產約10天。

小規模維護將根據運營情況每年進行一次，耗時約三天。

於投入商業運營前：

- 貴公司支出人民幣450,000元解決脫硫塔不符合設計規定的問題。通過與供應商商討，供應商同意重新設計及替換該設備。當前設備可符合規定及將不會影響當前生產。
- 由於建築公司安裝失誤，建築公司免費重新安裝該鍋爐，該問題並不影響當前生產。

3.4.3 人員配置

如表3.8概述，宿城生物質設立五個部門，擁有42名僱員。

表3.8人員配置

<u>部門</u>	<u>僱員人數</u>
管理	2
綜合管理部門	5
財務管理部門	2
生產管理部門	29
燃料及營銷部門	4

資料來源：公司資料

Nexant並無發現任何人員配置問題。

3.5 風險及緩解評估

Nexant並無發現任何重大技術風險。

3.6 結論

Nexant已對宿城生物質運營進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現技術或主要設備／系統與原有設計相比發生重大變動
- 未發現與主要系統(包括流程、機電及土木工程設計)有關的問題
- 宿城生物質仍處於產能爬坡期，故尚未達到設計產能
- 未發現與非計劃性停運或環保績效有關的問題
- 設施未經歷任何損失工時事故
- 並無發現任何重大技術風險
- 未發現人員配置問題
- Nexant注意到 貴公司於2017年的月目標為設施最近所達到產能的約兩倍

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

4.1 概覽

Nexant於2016年12月27日視察淄博綜合危廢焚燒一期項目(「淄博危廢」)。淄博危廢為 貴公司最新投運危廢填埋項目，於2016年投運。

淄博危廢位於淄博市臨淄區Xinghui路與Fenbei路交匯處的齊魯化學工業區，建設工程於2015年3月竣工。淄博危廢自2016年1月起投入商業運營，但該設施於2016年9月前處於試營階段。該設施於2016年8月23日自中國政府取得營業執照。

根據Nexant與公司管理層的討論，淄博危廢正在對擴充年產能15,000噸的二期進行前期準備工作。屆時設施的總產能將達到約每年25,000噸。二期將使用美國供應商的等離子技術。鑒於預計廠址將擁有足夠的蒸汽，二期可能安裝發電機組(待確認)。是次視察涵蓋現有一期設施。

表4.1列示淄博危廢設施的主要特徵。

表4.1 淄博綜合危廢處置項目

參數	描述
設計日平均處理率(噸/天)	30.0
設計年處理能力(噸/年)	9,900.6
設計平均日廢水處理(噸/天)	50.0
年運營日數(天)	330.0
年天然氣消耗量(標準立方米/年)	570,000.0
年柴油消耗量(噸/年)	10.0
年電消耗量(吉瓦時/年)	3.94
年水消耗量(立方米/年)	35,904

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

4.2 主要系統評估

淄博危廢設施包括以下主要方面：

- 原材料收集與運輸系統：包括分類、收集及運輸危險廢物使用的特殊容器及運輸設備

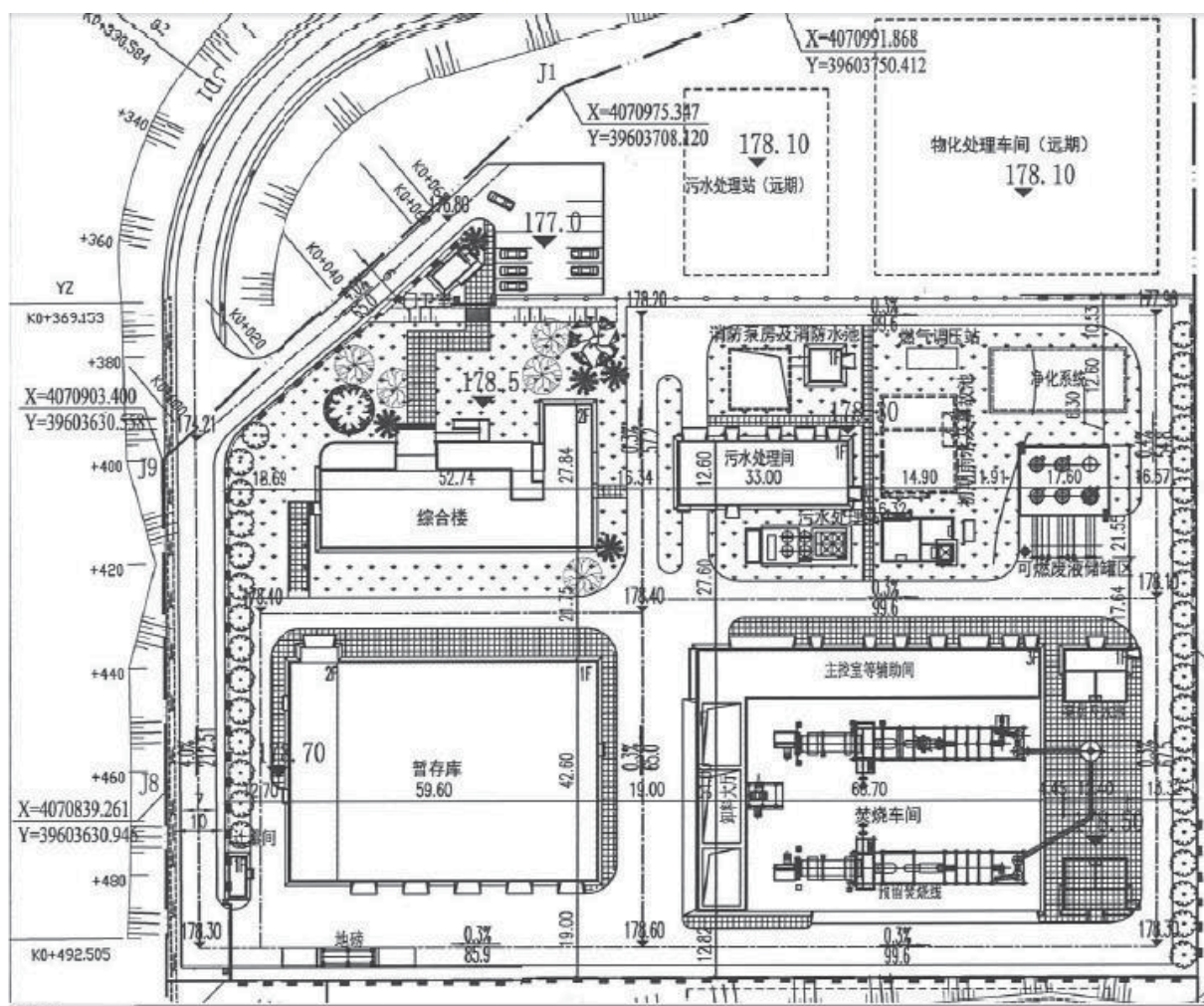
第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

- 生產設施：包括接收、存貯、焚燒系統(回轉爐及二次燃燒室)、廢熱鍋爐及相關設施
- 煙氣處理
- 渣灰處理

圖4.1列示淄博危廢平面佈置圖。

圖4.1淄博危廢平面佈置圖

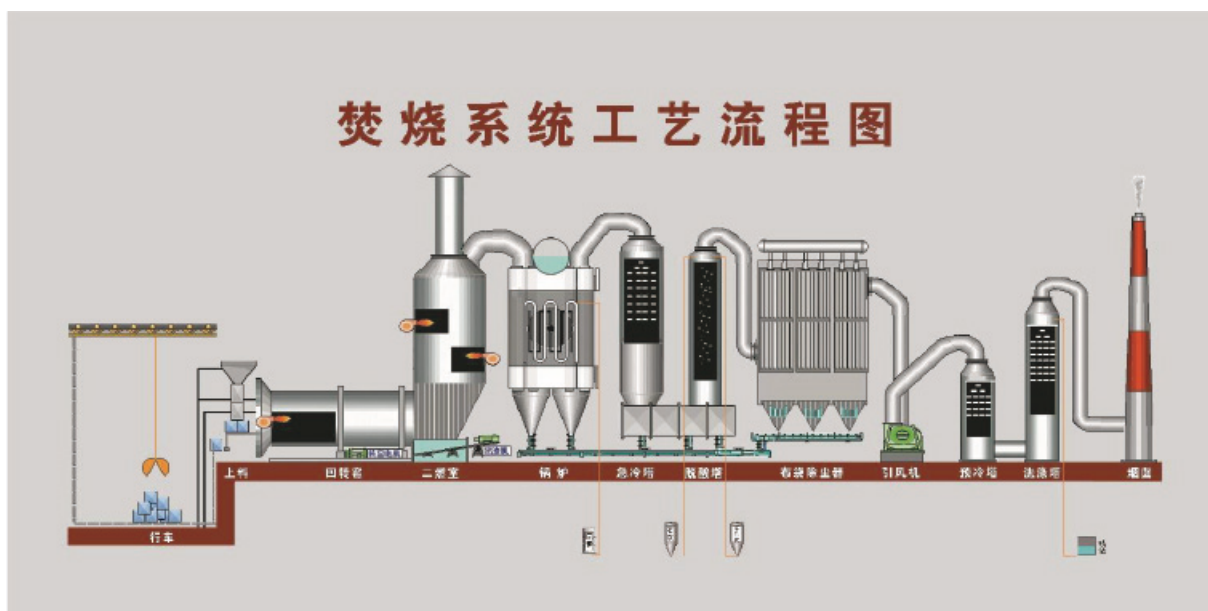


資料來源：公司資料

淄博危廢的設計焚燒能力為每天30噸。 貴公司可增加10%的產能，令焚燒能力達致最高的每天33噸。

圖4.2列示淄博危廢焚燒系統的簡化流程圖。

圖4.2簡化流程圖



資料來源：公司資料

4.2.1 危廢質素

根據 貴公司，淄博危廢設施與逾400間公司訂立協議，但到目前為止僅有約一半的公司向設施供應廢物。現有廢物供應商主要為石化及製藥公司。

淄博危廢已獲批准處理根據國家危險廢物分類標準劃分的19類危險廢物。表4.2列示獲批准的廢物類別。

表4.2 淄博廢物的獲批准廢物類別

編號	危廢	描述	編號	危廢	描述
1	HW02	醫藥廢物	11	HW13	有機樹脂類廢物
2	HW03	廢藥物、藥品	12	HW14	新化學物質廢物
3	HW04	農藥廢物	13	HW16	感光材料廢物
4	HW05	木材防腐劑廢物	14	HW37	有機磷化合物廢物
5	HW06	含有機溶劑廢物	15	HW38	有機氰化物廢物
6	HW07	熱處理含氰廢物	16	HW39	含酚廢物
7	HW08	廢礦物油	17	HW40	含醚廢物
8	HW09	油／水／煙／水混合物 或乳化液	18	HW45	含有機鹵化物廢物
9	HW11	精(蒸)餾殘渣	19	HW49	其他廢物
10	HW12	染料、塗料廢物			

資料來源：公司資料

根據 貴公司的資料，運抵處理廠的危廢物通常包含雜亂無章的廢棄物。因此，來自不同來源但具有相似化學及物理特性的危廢物會被混合。

處理廠不接受以下危廢物：

1. 放射性廢棄物
2. 爆炸性廢棄物
3. 無法得知化學及物理特性的危廢物

淄博危廢設計每天焚燒約30噸危廢物，分別包括每天約7噸固體廢棄物、20噸半固體廢品及4噸液體廢品。

Nexant並無發現危廢物的質素存在任何問題。

4.2.2 危廢物接收及預處理

運抵淄博危廢的危廢物會取樣並進行初步實驗室分析。檢測報告將用於核實廢棄物

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

是否與交付描述相符以及進一步確定廢棄物是否可進入處理中心。進入設施的廢棄物會進行一系列額外分析。危廢物按以下主要特性分類：

- 爆炸性
- 毒性(慢性、急性、生物性等)
- 腐蝕性
- 傳染性
- 化學反應(可燃、易燃、易氧化等)

危廢物按特性、成分、形狀、產成品、運輸方式及處理方法採用不同的容器儲存。如酸性及鹼性廢棄物及有毒廢棄物等部分危廢物須經隔離後進行物理及化學處理。

臨時儲存區的面積約為3,087平方米，分為三個區域，即：

1. 可燃廢棄物儲存區
2. 第二可燃廢棄物儲存區
3. 有毒廢棄物儲存區。

儲存區淨高6米，雙層並排，可儲存約兩個月的入站危廢物。儲存室均裝有監控攝像頭。該儲藏室會定期通風換氣，每小時的換氣次數不低於六次。於發生事故時，通風換氣頻率將提高至每小時12次。所有廢物均運至垃圾坑，以待投入焚燒系統。

儲藏室的地面以丙烯酸樹脂DH1900密封。樹脂密封層上面的地板材料為便於清潔的大理石。儲藏室亦裝有緊急噴淋及洗眼器。

待焚燒的液體危廢物主要包括有機溶劑廢物、廢礦物油及鹵化有機溶劑廢物。液體危廢物儲存於三個容量均為20立方米的儲藏罐中。液體危廢物按熱值的高低儲存。一個儲藏罐留作備用。

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

固體及半固體危廢透過自垃圾坑抓取垃圾或透過鬥式輸送機投入回轉窖。廢液透過噴嘴送入燃燒室的回轉窖。高熱值的廢液亦可單獨送至二次燃燒室進行處理。廢物投入回轉窖後，廢物在約攝氏850度的溫度下徹底燃燒。廢物在爐窖中放置約60分鐘。爐窖的大部分爐渣於爐窖末端的水槽中收集。爐渣冷卻後，刮板式輸送機將爐渣運往筒倉。

4.2.3 焚燒爐

危廢焚燒系統採用高溫焚燒技術處理危廢物。

表4.3列示焚燒系統的設計技術參數。

表4.3焚燒系統的技術設計參數

參數	描述
焚燒室出口的煙氣氧含量(乾氣)	6-10%
設計低熱值(千卡/公斤)	4,380
廢物的預計低熱值(千卡/公斤)	3,585-5,975
燃燒去除率	≥99.9%
焚燒殘渣熱灼率	≤5%
設計平均日處理率(噸/天)	30.0
年運作天數(天)	330.0
設計 熔爐類型及供應商	回轉窖，BMEI Co., Ltd

資料來源：公司資料

回轉窖維持攝氏850度以上的焚燒溫度，去除廢物的有害成分且分解率超過99.9%。回轉窖為由耐火磚堆砌的鋼結構空心圓柱。廢料經燃燒過程中產生的氣體及窖壁傳遞的熱量加熱。燃燒受空氣量、廢物量及相對質量(粘度、濕度及粒徑)控制。

因燃燒不充分而產生的氣體導入二次燃燒室，同時，可注入天然氣以使二次燃燒室的溫度保持在攝氏1,100度以上，從而確保煙氣的停留時間超過兩秒，以去除煙氣中的二惡英及其他有害成分。煙氣停留時間設計為3.9秒。當廢棄物的低熱值過低(即低於2,796千卡/

公斤)，導致回轉窖及二次燃燒室分別無法維持攝氏850度及攝氏1,100度的溫度時，天然氣會用作補充燃料。

回轉窖及二次燃燒室的設計焚燒能力為每天30噸廢物，各自的使用壽命設計為最低15年，而防火耐火材料的設計使用壽命為於替換前至少兩年。根據Nexant於實地調研過程中與 貴公司的討論，耐火材料於2016年2月(投入運營後一個月)檢修並預期將於2017年2月再次檢修。

Nexant發現回轉窖及二次燃燒室耐火材料存在問題，但 貴公司正積極解決該問題以降低對生產的影響。

4.2.4 廢熱鍋爐

二次燃燒室出口的煙氣溫度超過攝氏1,100度。為滿足後續階段的煙氣處理需求及減少二惡英的再合成，在廢熱鍋爐中使用煙氣廢熱。根據設定的水量及蒸發量，廢熱鍋爐水設備分為除氣器、水槽及水泵。所有設備安裝在焚燒車間的配套區域。鍋爐的生產商為北京北方晶晶環保設備有限公司。

表4.3呈列廢熱鍋爐的設計技術參數。

表4.4廢熱鍋爐的技術設計參數

參數	描述
設計蒸汽出口壓力(兆帕斯卡)	1.3
蒸發率(公斤/小時)	4,000
煙氣入口溫度(攝氏度)	1,150
煙氣出口溫度(攝氏度)	550

資料來源：公司資料

Nexant並無發現廢熱鍋爐存在任何問題。

4.2.5 煙氣處理

淄博危廢的煙氣處理系統與中華人民共和國大部分發電廠所用的系統類似。其包括選擇性非催化還原脫硝系統、潮濕及乾燥酸性氣體減排、袋式過濾器系統及煙囪。

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

選擇性非催化還原乃在高溫(攝氏800–1,000度)環境下採用還原劑將氮氧化物還原成氮氣的技術成熟的流程。淄博危廢所用系統的生產商為無錫偉星儲罐有限公司。選擇性非催化還原過程無需催化劑，但是還原反應的溫度遠高於採用選擇性催化還原的溫度(約攝氏200–300度)。選擇性非催化還原脫硝的效率約為30%至50%。選擇性非催化還原過程的氮氧化物排放目標為每標準立方米200毫克，而選擇性催化還原過程的目標為每標準立方米50毫克。選擇使用選擇性非催化還原過程可減少所需催化劑的用量及降低項目的整體運營成本。⁽¹⁾

脫氧流程涉及透過噴入尿素以中和氮氧化物及氯化氫的化學反應，於干吸脫硝塔進行。其後，二氧化硫由氫氧化鈣去除。進入袋式過濾器前，煙氣首先經活性炭吸收過程處理，去除重金屬。該系統可分別去除75%及80%的二氧化硫及氯化氫。

袋式過濾器系統為發電廠廣泛採用的一種成熟的除灰／除塵系統。重金屬等微粒通過袋子保留為煙氣通過活性炭處理。微粒會被收集以進行進一步處理。淄博危廢的袋式過濾器乃由科林環保裝備股份有限公司生產。

通過於濕式除塵器中噴入氫氧化鈉進一步去除煙氣中的酸性物質。濕式除塵器乃由BMEI Co., Ltd.生產。最後，含水量較高的煙氣將進行加熱處理，以防止腐蝕。

煙囪高50米及於12米高處設有持續排放監控系統。煙囪排氣監控系統會實時監控廢氣成分燃燒後排往大氣的排放物質，如氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氯化氫、氨氣、粉塵等。當其中一項指標超過限值，將就整個焚燒系統實施聯鎖保護程序，以確保處於正常工作狀態。此外，煙囪安裝避雷系統。煙囪設計壽命最低為15年。

Nexant並無發現煙氣處理系統存在任何問題。

4.2.6 爐渣及灰塵處理

Nexant並未發現爐渣及灰塵處理存在任何問題。

4.2.6.1 爐渣處理

底灰於廠區外處理。自爐窖出口收集的爐渣落入水槽，由刮板式運輸機收集並轉運至皮帶運輸機以提升至底灰筒倉。

⁽¹⁾ 公司資料

4.2.6.2 飛灰

飛灰透過氣流傳送運往筒倉。飛灰自以下區域收集：

- 鍋爐收集漏斗
- 冷卻塔
- 脫氧系統
- 袋式過濾器系統(擁有連接兩台螺旋輸送機的六個集灰漏斗)

4.2.7 廢水處理

污水處理廠每日處理量為每天50立方米，及接收、中和及去除淄博危廢工藝中用於處理、淨化及回收的水中含有的有害化學物質。

廢水及滲濾液的潛在污染物包括：

- 重金屬，有時甚至是六價鉻(Cr^{6+})，屬有毒且致命性物質
- 水銀
- 二價鋅離子(Zn^{2+})
- 鋇(Ba^{2+})
- 鉛(Pb^{2+})。

廢水及生活污水以兩種不同的流程處理。

- 廢水經篩除大的雜物後透過溶氣浮選系統、中和槽及沉降池處理
- 生活污水經篩除大的雜物後進入集水池並轉移至Gohigher生物反應器(GHBR)進行生化處理。

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

混合廢水及生活污水在過濾池中進行沙濾及活性炭過濾。經測試及驗收後，水可供淄博危廢重新使用或排放至市政排水系統。

4.2.8 一般土木及結構工程

淄博危廢廠址乃基於表4.5概述的參數設計。

表4.5 淄博廢物的一般土木及結構工程設計參數

參數	描述
抗震設計強度	7度 (0.15克)
抗震場地類別	I1至II類
抗震場地液化	未考慮
風壓 (50年平均重現期)	每平方米0.40千牛頓
雪壓 (50年平均重現期)	每平方米0.45千牛頓

資料來源：公司資料

根據地址勘查報告及設計描述，並未發現地下水，及地下土壤不會腐蝕混凝土及鋼筋。

Nexant並未發現任何土木及結構工程問題。

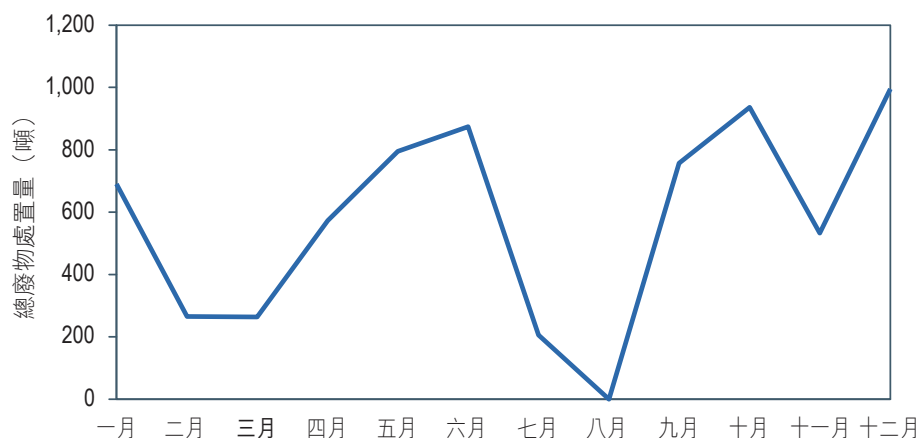
4.3 績效

下列各節載列Nexant根據可獲得的數據就淄博危廢的績效提供的調查結果及意見。就是次分析而言，Nexant已審閱生產、環保績效及非計劃性停運以及非計劃性維護的過往績效數據。

4.3.1 生產

淄博危廢設施自2016年1月起啟動及於2016年9月前處於試營階段。該設施於2016年8月23日自中國政府取得營業執照。圖4.3列示淄博危廢設施自2016年1月至2016年12月的月危廢焚燒量。

圖4.3 淄博危廢2016年危廢焚燒量



資料來源：公司資料

表4.6比較淄博危廢設施於2016年的績效與設施的設計績效。

表4.6 淄博危廢2016年績效與設計績效比較

參數	設計	按比例設計 (4個月)	2016年9月至 2016年12月
設計年處理量(噸/天)	9900.6	3,300.2	3221.1
年運營日數(天)	330.0	110	108
年天然氣消耗量 (標準立方米/年)	570,000	190,000	123,665
年電消耗量(吉瓦時/年)	3.94	1.31	0.86
年水消耗量(立方米/年)	35,904	11,968	13,899

資料來源：公司資料

於2016年9月至2016年12月，實際平均焚燒量為按比例四個月設計焚燒量的97.6%。類似地，該期間的平均連續開工時間為設計連續開工時間的98.2%。

Nexant注意到，該設施於投入商業運營以來短期內已達致設計生產水平。

第4節

淄博綜合危廢焚燒項目

4.3.2 非計劃性停運

淄博危廢於2016年9月至2016年12月非計劃性停運約13天。於2016年的重大非計劃性停運日期列示於表4.7。

表4.7 2016年的停運及原因

開始日期	天數	原因
2016年1月12日	2	回轉爐焦化及脫鏈導致渣機故障
2016年1月23日	1	脫鏈
2016年1月27日	1	渣機故障
2016年2月11日	7	回轉爐停止冷卻
2016年2月20日	24	焚燒系統故障
2016年4月2日	6	回轉爐焦化
2016年4月11日	4	回轉爐啟動故障
2016年5月19日	4	鍋爐除焦
2016年5月25日	2	小門遺失
2016年6月8日	1	給料系統故障
2016年7月2日	9	按計劃表維護
2016年7月17日	46	按計劃表停運
2016年11月2日	13	回轉爐耐火物質

資料來源：公司資料

4.3.3 環保績效

於2016年3月14日，設施自淄博市環境保護局取得淄博市環境保護驗收批准。此外，於2016年8月23日，設施就其合規運營取得危險廢物經營許可證。

地方環保局於工廠安裝網上計量表。根據 貴公司，於實地調研期間，設施自其開始運營以來遵守法規。

Nexant並無發現任何環保績效問題。

4.4 運營及維護

Nexant於運營、維護及人員配置方面審視淄博危廢設施的管理。Nexant亦已審視運營及維護慣例是否符合公認行業慣例及 貴公司是否整體上以穩健、可行及可持續方式運營淄博危廢。

4.4.1 運營

根據Nexant的實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工進行淄博危廢項目的所有運營
- 並無損失工時事故

運營人員包括32名成員，較去年減少3名人員。運營團隊負責實施生產運營、日常檢測、管理承包商及安全。為保證操作人員的安全，已主要就廢物進料方式對設施進行若干整改。

於2016年1月及2016年12月期間，運營及維護開支合共為人民幣2,734.4萬元。

根據 貴公司，主要運營問題為焚化爐耐火材料。 貴公司預期耐火材料可達到設計要求，但正在考慮於2017年2月進行替換。

4.4.2 維護

淄博危廢的日常維護由內部員工進行，及常規維護的頻率分為月度、每季度、每兩個季度及每年。

根據 貴公司，於實地調研期間， 貴公司擁有足夠的備用零部件並已為該等項目分配預算。

於2016年，全年的目標計劃維護為60天，但實際績效為計劃維護9天及非計劃性維護111天。

4.4.3 人員配置

淄博運營及維護於2016年開始。設施按每天24小時三班(上午八時正至下午五時正、下午五時正至上午一時正、上午一時正至上午八時正)運營。現場員工總數為48名及於表4.8描述。

表4.8人員配置

描述	數量
整體管理	5
會計	2
測試	4
銷售	5
生產(機電及操作人員)	32

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

根據 貴公司，所有員工均擁有相關證書及資質。

Nexant並未發現任何人員配置問題。

4.5 風險及緩解評估

Nexant發現的技術方面令人擔憂的唯一一個問題為回轉爐式焚燒爐及二次燃燒焚化爐使用的耐火材料。開始運營後不久便需要替換耐火材料屬不正常。根據 貴公司，其已確定1)於2016年1月至於2016年8月底取得營業執照的試營期間頻繁啟停及2)廢棄物進料含有氯化物是耐火材料問題的潛在原因。

淄博危廢耐火材料將於2017年2月更換。 貴公司於2016年簽署回轉爐耐火材料供應合約，為於2017年2月耐火材料更換作準備。所述保證期將為自驗收日期起計14個月。於保證期內，倘 貴公司發現耐火材料因銷售方責任而無法符合規定，供應商須於接收 貴公司文件後盡快更換或維修設備且不會產生附加費用。此外，供應商須彌償與此問題有關的所有成本。

自2016年9月起， 貴公司一直力求穩定的設計生產。盡量縮短非計劃性停工及於條件及危廢質素的設計範圍內運營設施將有助延長焚化爐的壽命。

4.6 結論

Nexant已對淄博危廢設施進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 未發現技術或主要設備／系統與原有設計相比發生重大變動
- 儘管 貴公司發現廢棄物進料含有氯化物的潛在問題，但未發現危險廢棄物質量問題
- 回轉爐及二次燃燒室耐火材料存在問題，但 貴公司正積極解決以及降低對生產的影響
- 未發現廢熱鍋爐、煙氣渣灰處理系統以及渣灰處理系統存在問題
- 淄博危廢已達致設計生產水平
- 未發現與環保績效有關的問題
- 設施並無經歷損失工時事故
- 未發現人員配置問題

5.1 概覽

Nexant於2016年12月29日視察灌雲危廢填埋項目(「灌雲危廢填埋」)。根據 貴公司提供的資料，灌雲危廢填埋於2016年4月開始商業運營，為 貴公司運營的四(4)個危廢填埋項目中最近啟動的項目。此外，灌雲危廢填埋為 貴公司選定的危廢填埋代表性項目。

灌雲危廢填埋位於連雲港市灌雲縣港口工業區。填埋場總容量為500,000立方米，並規劃為兩(2)期。一期的當前存儲能力為300,000立方米(m³)⁽²⁾。二期存儲能力為200,000立方米，處於施工規劃階段。基於年處理能力20,000立方米(約每月1,667噸)，一期的設計壽命為十五(15)年。

⁽²⁾ 根據環境影響評估報告，存儲容量為344,000立方米。

填埋場總體平面佈置圖如圖5.1所示。灌雲危廢填埋區域分為四(4)個面積相等的區域。目前，1區已投運。

圖5.1廠區平面佈置圖 — 灌雲危廢填埋



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

5.2 主要系統評估

表5.1概述主要系統的特定數據及資料。

表5.1灌雲危廢填埋的主要系統概要
(主要參數)

描述	詳情
設計容量	300,000立方米(m ³)
工作壽命	15年
年度危廢處置系統	20,000噸
年度廢物固化	28,423噸
年度填埋	29,923噸
年度廢水處理	32,807噸

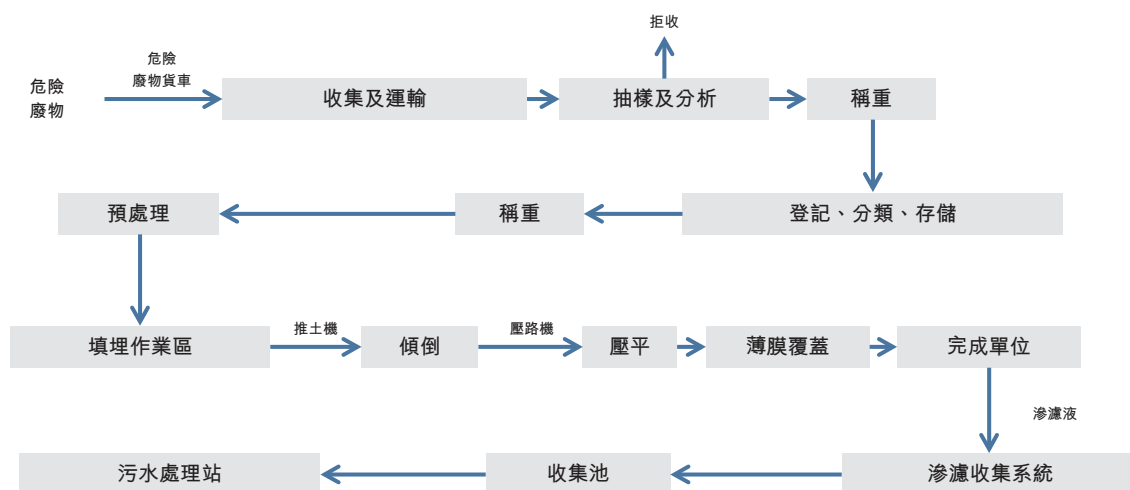
資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant對廠房及設備狀況進行了目視檢查和檢視，並審閱設施的流程、機械及土木工程設計的技术數據及資料。

5.2.1 處理及機械設備

灌雲危廢填埋目前處理的主要危險廢物範圍包括來自港口工業區附近的化工廠、廢水處理廠、垃圾焚燒廠及其他行業的各種固體、半固體及粉末廢物。圖5.2為灌雲危廢填埋採用的常規閉環危險廢物處理流程示意圖。

圖5.2灌雲危廢填埋的工作流程



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

灌雲危廢填埋設施的常規閉環危險廢物填埋流程包括以下主要步驟：

- 危廢收集卡車自當地不同企業抵達灌雲危廢填埋設施
- 初步取樣、分析及稱重後，登記分類及存貯
- 任何經分析不符合接收規定的廢物於填埋前運送至預處理流程
- 於預處理區，危險廢物於填埋前經過兩(2)項主要流程，即物理化學處理及凝固
- 倘廢物符合規定，其將直接運送至填埋
- 填埋廢物後，為防止雨水浸入，減少滲濾液量，在用高密度聚乙烯(HDPE)薄膜作為覆蓋物覆蓋廢物前，需平整土地、傾倒、壓緊、大範圍壓平
- 該部分完成後，嵌入填埋土層內的排水系統收集滲濾液，並將滲濾液倒入收集槽進行進一步污水處理

Nexant認為，灌雲危廢填埋設施採用的危廢填埋流程與危廢填埋行業相符。

灌雲危廢填埋設施處理的危險廢物種類包括氰化物、飛灰、金屬物質、化學品、無機氟物質及無機氰化物。具體而言，該等廢物包括：含有氰化物的熱處理廢物、表面處理產生的廢物、焚燒處置殘渣、金屬羰基化合物廢物、鉍廢物、鉻廢物、銅廢物、鋅廢物、砷廢物、硒廢物、鎘廢物、銻廢物、碲廢物、鉈廢物、鉛廢物、無機氟化物廢物、廢鹼、石棉廢物、鎳化合物廢物、鋇化合物廢物及其他廢物。

根據Nexant實地調研，灌雲危廢填埋設施可處置不同成分的廢物及適應廢物成分的任何變動。貴公司在港口工業區附近的客戶行業進行隨機測試且隨後於廢物運抵灌雲危廢填埋設施時進行後續批次測試。

主要廠房設備示例載於圖5.3。

圖5.3廠區廠房設備示例

預處理進料口



污水站—污泥槽



預處理混合器



預處理材料儲存



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

灌雲危廢填埋設施在商業運營的第一年，Nexant確認處理及機械設備狀況良好。Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施的處理及機械設備存在任何問題。

5.2.2 土木及結構工程

根據Nexant實地調研，灌雲危廢填埋設施的填埋區域由以下十(10)層（從表面到底部）組成，以防止污染地下水。

- 從表面到底部
 - 第1層：300毫米厚的碎石
 - 第2層：每平方米200克(g / m²)，聚丙烯非織造織物
 - 第3層：700毫米厚的壓實土
 - 第4層：500毫米粘土
- 主滲濾液收集
 - 第5層：1.5毫米厚的高密度聚乙烯薄膜

- 第6層：6.3毫米厚的土工格柵
- 二級滲濾液收集
 - 第7層：2.0毫米厚的高密度聚乙烯薄膜
 - 第8層：每平方米600克聚酯土工布
 - 第9層：5.2毫米土工複合排水網
 - 第10層：300毫米厚的碎石

Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施的土木及結構方面存在任何問題。此外，Nexant認定，該結構方法滿足常規的土木及結構要求並符合公認的中國行業標準。

5.3 績效

以下各節提供Nexant根據可獲得的數據就灌雲危廢填埋設施績效提供的調查結果和結論。Nexant取得及審閱廢物處置、非計劃性停運及非計劃性維護的過往績效數據。

5.3.1 廢物處置

灌雲危廢填埋設施2016年的每月廢物處理量載於表5.2。根據Nexant實地調研及審閱設計及運營資料，Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施的廢物處置能力存在任何問題，但注意到每月活動大幅波動。

表5.2 灌雲危廢填埋設施 — 每月廢物處理能力
(噸)

月份	數量	年設計處置能力 百分比，%
2016年5月	1,345	6.73
2016年6月	3,691	18.46
2016年7月	2,181	10.91
2016年8月	1,377	6.89
2016年9月	1,492	7.46
2016年10月	1,080	5.40
2016年11月	1,931	9.65
2016年12月	1,976	9.8
合計	15,074	75.37%

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

5.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護

Nexant審閱有關灌雲危廢填埋設施非計劃性停運及非計劃性維護的技術數據。Nexant並無發現該設施存在非計劃性停運及非計劃性維護的任何問題。此外，Nexant的結論為該設施並無非計劃性停運及非計劃性維護。

5.3.3 環保績效

貴公司利用自地表水、地下水、滲濾液、煙氣、填埋危險廢物及土壤採集的樣品對灌雲危廢填埋設施進行環保績效測試。自設施啟動以來，並無報告環境事件。根據Nexant實地調研及審閱設計及運營資料，Nexant並無發現該設施環保績效存在任何問題。

5.4 運營及維護

Nexant於運營、維護及人員配置方面檢視灌雲危廢填埋設施的管理。Nexant亦檢視運營及維護常規。因此，Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施的運營及維護存在任何問題。

5.4.1 運營

根據Nexant實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工執行灌雲危廢填埋設施的所有操作

- 主廠房系統適合在當地環境中正常運行
- 此運營過程毋須消耗燃料、原料、副產品或蒸汽消耗。滲濾液、廢物處理化合物及設施根據運營及維護手冊定期消耗
- 灌雲危廢填埋設施的所有地下水均由內部井眼供應
- 根據 貴公司資料，報告期內並無發生重大健康、安全和環境事故

Nexant並無發現操作程序存在任何問題。

5.4.2 維護

根據Nexant實地調研及審閱相關資料，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司運營及維護人員按照運營及維護手冊例行檢查和維護整個主廠房、轉助設施及配套系統
- 污水處理設施仍在保修期內， 貴公司運營及維護人員按規定進行日常維護
- 灌雲危廢填埋設施的年度維護在曆年的最後2-3天進行
- 固化設備並不連續運行，並按計劃進行所須維護

Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施維護程序存在任何問題。

5.4.3 人員配置

根據Nexant實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 現場人員總數為二十三(23)名人員及詳情載於表5.3。

表5.3人員配置

描述	數量
生產管理	1
生產主管	1
生產規範管理	1
操作員	2
程序主管	1
分析員	1
污水處理	1
電氣設備	1
支持人員(行政、財務、會計、客戶服務)	14
總計	23

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

- 根據 貴公司資料，所有員工均有相關證書及資質
- 整個運營及維護團隊上白班

Nexant並無發現灌雲危廢填埋設施人員配備水平存在任何問題。

5.5 風險及緩解評估

表5.4提供就灌雲危廢填埋設施的運營發現的潛在問題及緩解措施的概要。

表5.4已發現問題及潛在緩解措施的概要

已發現問題	潛在緩解措施
缺乏零部件管理計劃 (根據 貴公司提供的資料，灌雲危廢填埋設施目前並無零部件管理計劃)	Nexant建議 貴公司向原設備製造商審視當前保修期，並制定全面的零部件管理計劃及程序。這包括但不限於檢視所有可變和固定經營開支(OPEX)

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

5.6 結論

Nexant對灌雲危廢填埋設施運營進行了獨立的技術評估，得出以下結論：

- 自2016年4月設施啟用後，技術或主要設備／系統並無變動
- 並無就包括流程、機械及土木工程設計在內的主要系統發現問題
- 並無發現廢物處置、非計劃性停運及非計劃性維護以及環保績效的過往績效數據存在問題。此外，並無報告環境事故
- 並無發現運營、維護及人員配置存在問題
- Nexant的唯一建議是灌雲危廢填埋設施應制定零部件管理計劃
- 報告期內灌雲危廢填埋設施並無發生重大健康、安全和環境事故。

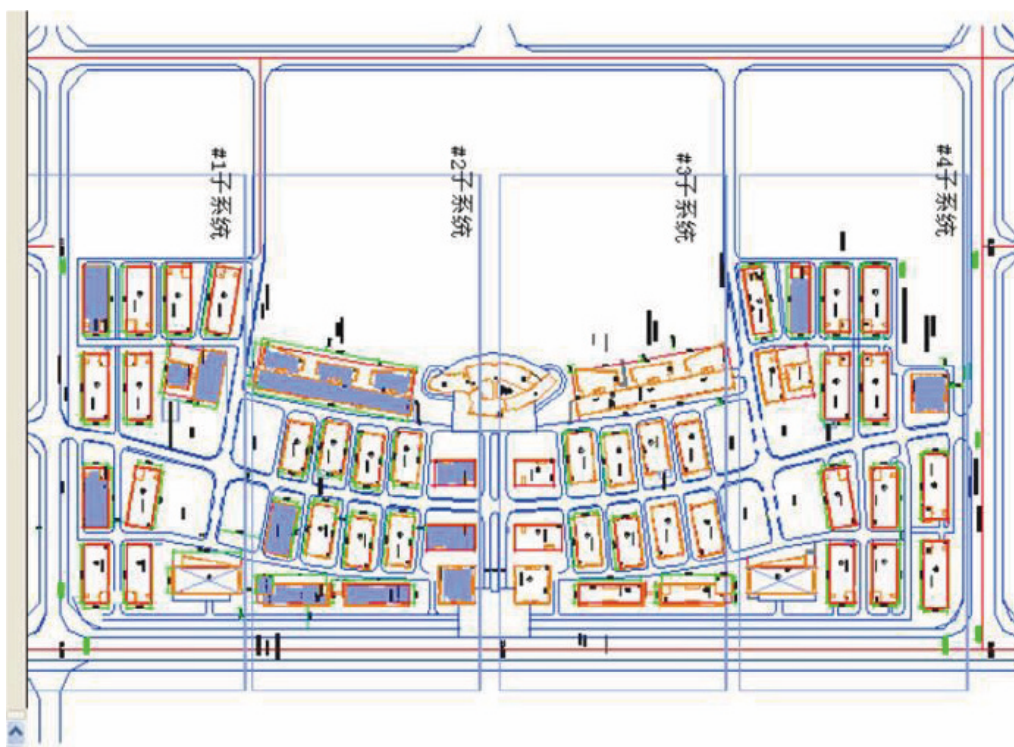
6.1 概覽

Nexant於2016年12月23日調研鎮江屋頂光伏發電項目或鎮江光伏二期(「鎮江光伏」)。根據 貴公司之資料，就裝機容量而言，鎮江光伏為 貴公司整個光伏發電項目組合中最大之光伏發電資產。

鎮江光伏位於鎮江科技新城四平山路，距江蘇省鎮江市東部約20公里。

貴公司現正經營位於跨越81個商業辦公樓宇屋頂的工業園區內的發電站，平面佈置圖如圖6.1所示。鎮江光伏發電站於2011年12月啟動。

圖6.1發電站平面規劃圖—鎮江光伏設施



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

6.2 主要系統評估

主要系統之具體數據及資料概述於表6.1。

表6.1鎮江光伏設施主要系統之概要
(主要參數)

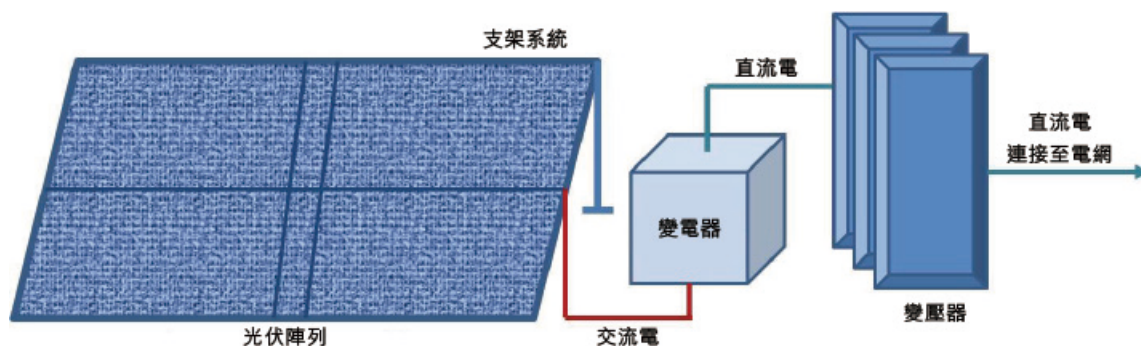
描述	詳情
標準測試條件(STC) ⁽³⁾ 下之直流電功率	8.7兆瓦峰值(MWp)
交流電功率	8.3兆瓦交流電(MWac)
組件型號	Tianwei型號編號：TW240(28)P Jinko型號編號：JKM235P-60
標準測試條件下之組件功率	240瓦特峰值(Wp)
每串組件／串列數目	每串20個組件
組件數目	Tianwei型號編號：TW240(28)P：30,040個 Jinko型號編號：JKM235P-60：6,340個
換流器型號／換流器數目	陽光電源型號編號：SG500KTL：14個 Samil Power Solar Lake型號編號： 15000TL：80個
換流器銘牌交流額定功率	500千瓦交流電(kWac)
換流器負載比率	1.05
直流電壓	1,000
光伏陣列跨度	0.9米
光伏陣列傾斜	5及28度
光伏陣列方位	0度(方位定義0°為正南面及西面呈正值)
光伏陣列支架系統	固定傾斜結構

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant對廠房及設備之狀況進行目測及審視。圖6.2為鎮江光伏設施主要系統之示意圖。

⁽³⁾ 標準測試條件(STC)：太陽輻射每平方米1000瓦；組件溫度25°C；大氣質量(AM) 1.5質譜

圖6.2鎮江光伏發電設施的典型設計構造



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant審視設施之機械、土木及結構工程以及電力設計的技術數據及資料。圖6.3列示主要廠房設備之示例。

圖6.3廠區廠房設備示例
(典型光伏陣列支架系統及換流器系統)



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

6.2.1 光伏組件

基於Nexant之實地調研及技術設計數據審查，所有目前使用之光伏組件均由多晶電池製造及組裝。Tianwei製造之每個光伏組件的額定功率為240瓦及Jinko製造之每個光伏組件的額定功率為240瓦。Nexant對圖6.4所示安裝在鎮江光伏發電站之光伏組件陣列進行目測。

圖6.4 光伏組件陣列



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

光伏組件之具體數據及資料概述於表6.2。

表6.2 光伏組件的主要參數

描述	Tianwei TW240P60	Tianwei TWY240P60	Jinko JKM235P-60
最大功率	240瓦特峰值(Wp)	240瓦特峰值(Wp)	240瓦特峰值(Wp)
太陽能電池技術／物料	多晶	多晶	多晶
組件效率	14.76%	14.76%	14.35%
輸出功率偏差	0至+3%	0至+3%	0至+3%
最大功率電流	7.61安(A)	7.7安(A)	7.78安(A)
最大功率電壓	30.9伏(V)	31.2伏(V)	29.6伏(V)
短路電流	8.4A	8.47A	8.35A
開路電壓	37.2V	37.3V	36.8V
最高系統電壓	1,000 V (IEC) DC	1,000 V (IEC) DC	1,000 V (IEC) DC
運行溫度範圍	-40°C至+85°C	-40°C至+85°C	-40°C至+85°C

資料來源：Nexant實地調研及公司資料、Tianwei網站<http://www.twnesolar.com>及Jinko網站<http://www.jinkosolar.com>

基於Nexant之實地調研及技術設計數據審查，光伏組件陣列符合浙江光伏設施之設計參數。

根據 貴公司提供之資料，部分光伏組件存在玻璃碎片及此等光伏組件隨後被替換。此外， 貴公司已就潛在不利天氣條件(如雷電、閃電、風暴及冰雹)投購保單。

光伏組件陣列之白天使用時數因多雲及多雨等惡劣天氣而受限及減少。此外，在環境污染狀況加劇導致天氣乾燥之日，光伏組件陣列上存在大量顆粒沉積物進一步限制及減少白天使用時數。鎮江之本地溫度在攝氏-10度至40度之間變化及光伏組件陣列系統適合在攝氏-20度之較低溫度下運行。

除由於惡劣天氣及污染狀況限制及減少使用時數外，Nexant並無發現光伏組件存在任何問題。此外，Nexant認為鎮江光伏設施之所有光伏組件均處於良好狀態。

6.2.2 土木及結構工程

基於Nexant之實地調研，鎮江光伏屋頂發電站位於工業園區內商業辦公樓宇屋頂，與樓宇共用排水系統。光伏組件陣列被緊固至朝南且傾斜角度約五(5)度之固定傾斜支撐結構。此外，每個支架系統框架均具有兩(2)排「橫向」佈局及配置之光伏組件。支架支撐結構由螺栓及螺母連接在一起之熱鍍鋅鋼製成，並放置在鋼筋混凝土上。

Nexant並無發現鎮江光伏設施系統之土木及結構工程方面存在任何問題。此外，Nexant認為支架系統及支撐結構符合光伏行業常規標準。

6.2.3 機電

根據 貴公司之資料及Nexant之實地調研，鎮江光伏設施使用十四(14)套陽光電源500千瓦中央換流器及Samil Power提供之八十(80)套額定功率為15千瓦之串式換流器。所使用之陽光電源換流器為SG500KTL型號。鎮江光伏所使用之Samil串型換流器為SolarLake型號。每個換流器之具體數據及資料概述於表6.3。

表6.3換流器的主要參數

描述	Sungrow SG500KTL	Samil 15000TL
最大輸入電壓	880	1,000
最大功率點跟蹤電壓範圍	450 – 820	400 – 850
最大輸入電流	1,200	21
交流電輸出功率	500	15
交流電輸出電壓	270	230V
最大輸出電流	1,070	22
功率因素(額定功率)	額定功率0.99 >0	額定功率為1; 超前/滯後0.8
總諧波失真(額定功率)	<3	<3
最大效率	98.7	98.2
CEC效率	98.5	97.5
操作環境溫度範圍(°C)	-25(°C)至5(°C)	-25(°C)至60(°C)
冷卻系統	壓力送風機	空氣冷卻
防潮等級	IP20(室內)	IP65(戶外)

交流電壓(Vac)；直流電壓(Vdc)；最大功率點跟蹤(MPPT)；加州能源委員會(CEC)

資料來源：Nexant實地調研及公司資料、Sungrow網站<http://en.sungrowpower.com>、Samil網站<http://www.samilpower.com>

根據 貴公司之資料及Nexant之實地調研，20個光伏連成一串的光伏組件將直流電壓提高至最高1,000伏。光伏組件串之直流電流由具備數據傳輸功能之智能匯流箱連接至換流器。光伏組件產生之直流電力注入陽光電源製造之14組500千瓦直流電中央換流器及Samil製造之80組容量為15千瓦直流電之組串式換流器。換流器將直流電轉換為交流電。隨後，交流電壓透過由海南金盤電氣有限公司生產之500千瓦升壓變壓器提高至10千伏。所產生之電流通過兩條10千伏之傳輸線傳輸至國家電網擁有之10千伏變電站。傳輸線長度分別為200米及1,500米。電度錶位於 貴公司10千伏傳輸線所在廠房，故輸電損失微不足道。

Nexant並無於鎮江光伏設施發現任何與換流器有關之問題。此外，Nexant認為換流器符合光伏行業常規標準。

6.3 績效

下列各節載列Nexant根據可獲得的數據就鎮江光伏設施績效提供的調查結果及結論。Nexant取得並審視有關每月發電量、輔助廠用電率、非計劃性停運及非計劃性維護及環保績效之過往績效數據。

6.3.1 發電量及廠用電率

基於Nexant之實地調研，已對 貴公司之資料及最新主要績效指標進行審查。於2016年，鎮江光伏設施之每月發電量數據列示於表6.4。

表6.4每月發電量

<u>月份</u>	<u>發電量(兆瓦時)</u>
2016年1月	412.8
2016年2月	684.0
2016年3月	753.6
2016年4月	845.7
2016年5月	815.3
2016年6月	705.6
2016年7月	843.4
2016年8月	1018.6
2016年9月	745.3
2016年10月	394.4
2016年11月	470.3
2016年12月	520.4

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

根據Nexant之實地調研及對設計及運營資料之審查，Nexant發現鎮江光伏設施每月發電量受太陽輻射或日照水平影響。因此，光伏組件陣列於全年持續運營，且實際發電量直接取決於當前之氣候條件。因此，Nexant認為，對於鎮江光伏設施而言，光伏組件陣列之白天使用時數因多雲及多雨等惡劣天氣受限及減少。此外，在環境污染狀況加劇導致天氣乾燥之日，光伏組件陣列上存在大量顆粒沉積物進一步限制及減少白天使用時數。

於2016年，鎮江光伏設施之月輔助廠用電率數據列示於表6.5。

表6.5每月輔助廠用電量

月份	輔助廠用電量 (兆瓦時)	輔助廠用 電率(%)
2016年1月	23.8	5.76%
2016年2月	21.4	2.63%
2016年3月	24.1	3.19%
2016年4月	26.6	3.14%
2016年5月	26.6	3.26%
2016年6月	25.2	3.57%
2016年7月	25.9	3.07%
2016年8月	27.4	2.68%
2016年9月	25.9	3.47%
2016年10月	26.3	6.67%
2016年11月	26.3	5.39%
2016年12月	26.0	4.99%

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant發現鎮江光伏設備之輔助廠用電率由2.63%介乎5.76%。輔助廠用電率主要按年評估及視乎每月發電量及外部影響因素，如其後條件及環境污染狀況，每月的比率各不相同。Nexant認為，輔助廠用電率符合光伏行業之水平。

6.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護

Nexant對表6.6所示鎮江光伏設施之非計劃性停運及非計劃性維護有關之技術數據進行審查。Nexant認為，所發現之事故僅由外部因素造成，而非由主廠房系統之任何明確問題直接引起。

表6.6非計劃性停運及非計劃性維護概要

時間範圍	起因及資料
2016年5月24日 上午9時30分至下午1時30分	主廠房系統停運以支援配電公司維護電源線
2016年11月16日 上午9時正至下午1時正	主廠房系統由於互聯網電纜線路之維護而停運

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

6.3.3 環保績效

根據Nexant之實地調研及對設計及運營資料之審查，Nexant並無發現任何與鎮江光伏設施有關之環保績效問題。此外，自設施啟動以來，概無報告任何環保事故。

6.4 運營及維護

Nexant已於運營、維護及人員配置方面審查鎮江光伏設施之管理。

6.4.1 運營

根據Nexant之實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工進行鎮江光伏設施之所有運營
- 主廠房系統適合在當地環境中正常運行
- 每年總使用時數因惡劣天氣條件及顆粒污染而受限並減少
- 概無此運營所需之燃料、原料、副產物、水或蒸汽消耗量。潤滑劑根據運營及維護手冊定期消耗
- 根據 貴公司資料，報告期內並無發生重大健康、安全和環境事故Nexant並無發現操作程序存在任何問題

除受限制及減少之使用時數及「薄膜」光伏組件之替換外，Nexant並無發現任何與浙江光伏設施運營計劃有關之問題。

6.4.2 維護

根據Nexant之實地調研及對相關資料之審查，Nexant觀察到以下事項：

- 根據 貴公司資料，鎮江光伏的設備保修期為五十四(54)個月。此外，原始設備製造商(OEM)保證，光伏組件的效率於十(10)年後減少百分之十(10%)以下及

二十五(25)年後減少百分之二十(20%)以下。因OEM的責任而需要替換或維修的光伏組件保修期為六十六(66)個月。Nexant認為，相關情況符合光伏行業標準

- 根據 貴公司資料， 貴公司管理系統目前包括零部件管理。因此，於保修期內， 貴公司根據目前實際運營及狀況分析零部件使用。當保修期到期時， 貴公司根據設備運營及狀況進行零部件管理。 貴公司根據設備運營及狀況按年為特定資產編製零部件預算。Nexant認為，該方法及方式符合光伏行業標準
- Nexant對光伏組件之清潔頻率及維護計劃進行審查，並無發現任何問題
- 公司之運營及維護人員檢查及維護光伏組件陣列及頻率取決於惡劣天氣條件

Nexant並無發現任何與鎮江光伏設施維護計劃有關之問題。

6.4.3 人員配置

根據Nexant之實地調研，Nexant觀察到以下事項：

現場人員總數為五(5)名人員及詳情載於表6.7。

表6.7人員配置

描述	數量
總經理	1
技術經理	1
工程師	2
支援人員(司機、辦公行政)	1
總計	5

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

- 根據 貴公司，所有員工均擁有相關證書及資質。

Nexant並無發現鎮江光伏設施之人員配置存在任何問題。Nexant認為人員配置符合適用之運營及維護要求。

6.5 風險及緩解評估

表6.8提供就鎮江光伏設施的運營發現之問題及潛在緩解措施的概要。

表6.8已發現之問題及潛在緩解措施的概要

<u>已發現問題</u>	<u>潛在緩解措施</u>
Tianwei New Energy PV Module Co., Ltd破產 (根據 貴公司提供之資料)	Nexant建議 貴公司審視Tianwei任何破產後「繼任者」或擁有人，並根據原始設備製造商要求及公認行業標準重續或延長適用之原始設備製造商保修期。否則， 貴公司可能需考慮採取替代及／或補救措施及應急措施，以排除於鎮江光伏設施之經濟年期內可能發生之任何技術及商業失誤

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

6.6 結論

Nexant已對鎮江光伏設施進行獨立技術評估，得出以下結論：

- 技術或主要設備／系統與原有設計相比並無發生任何變動
- 概無發現任何機械系統、土木及結構工程或電力設計問題
- 除惡劣天氣條件及高顆粒污染水平限制並減少使用時數外，概無發現每月發電量之過往績效數據存在問題
- 概無發現與非計劃性停運及非計劃性維護及環保績效有關之問題
- 概無發現與運營、維護及人員配置有關之其他問題
- 於報告期內概無發生任何重大健康、安全及環境事故件。

7.1 概覽

Nexant於2016年12月23日到訪寧武風電項目，包括長房山風電項目(一期)及趙家山風電項目(一期)。兩項風能發電設施皆位於相同地點，且具備相同裝機容量。根據貴公司資料，寧武風電設施為貴公司整個風電項目組合中唯一的風電項目。

寧武風電設施位於山西省忻州市西北約六十(60)公里的寧武縣。如圖7.1所示，寧武風電設施共包括四十八(48)台Gamesa G97風力發電機組。每個發電機組的額定功率為2.0兆瓦並透過110千伏輸電線接駁至地區電網。

貴公司自2011年開始計量風電資源，於2013年展開前期工程，及於2014年6月開始施工。寧武風電設施自2015年8月起開始運營。

圖7.1寧武風電風力發電機組



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

7.2 主要系統評估

主要系統的具體數據及資料概述於表7.1。

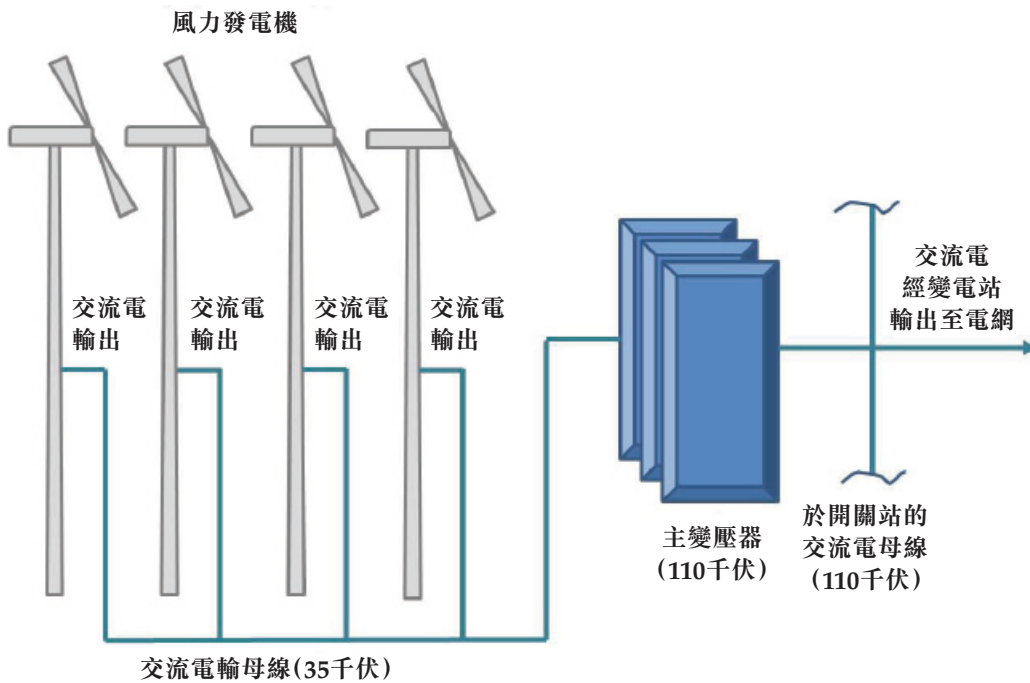
表7.1寧武風電設施主要系統摘要
(長房山及趙家山的主要參數)

描述	詳情
裝機容量	每個選址48兆瓦或合共96兆瓦
風力發電機組型號及額定功率	Gamesa G97
風力發電機組型號額定功率	2.0兆瓦
發電機組數目	每個選址24組或合共48組
輪殼高度	78米
年度可實現發電量	117.0吉瓦 (摘自現場微觀選址報告)

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant就廠房及設備狀況進行了目測及審視。圖7.2為寧武風電設施運作示意圖。

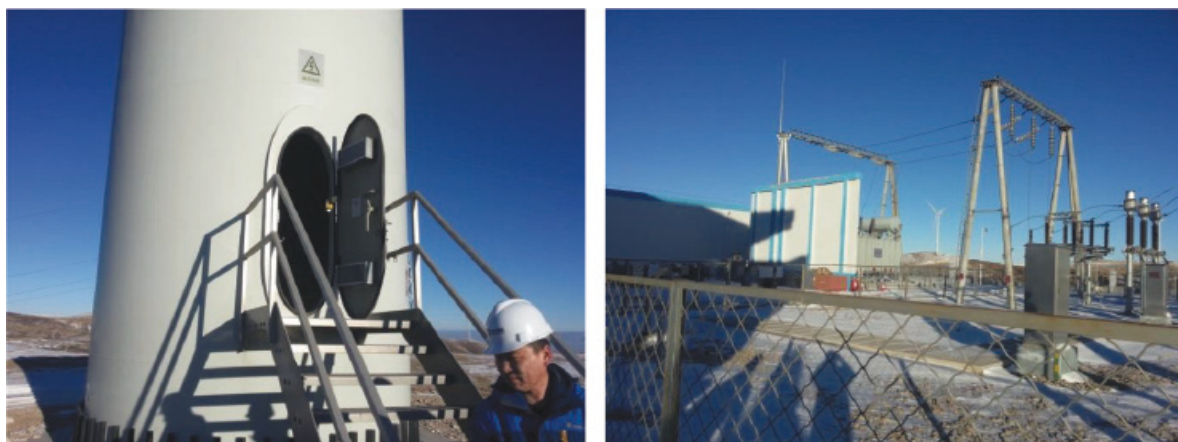
圖7.2寧武風電設施典型設計配置



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

Nexant審視設施的機械、土木及結構工程及電力設計的技術數據及資料。主要廠房設備示例列示於圖7.3。

圖7.3廠區廠房設備示例
(典型風塔結構及能源開關係統)



資料來源：Nexant實地調研及公司資料

7.2.1 風力發電機組

根據Nexant實地調研及對技術設計數據的審閱，風力發電機極具彈性並符合寧武風電設施的設計及天氣參數要求。風力發電機乃基於風速每秒3至25米(米/秒)、角度5至90度及溫度攝氏-30至45度等條件設計。風力發電機主要技術數據概述於表7.2。根據貴公司提供的資料，風力發電機組由全球市場領先的風力發電機組製造商西班牙Gamesa供應。截至2013年，Gamesa已於全球安裝超過28,000兆瓦的風力發電機組。Nexant並無發現寧武風電設施的風力發電機組存在任何問題。此外，風力發電機組符合目前的風電行業要求及標準。

表7.2風力發電機組主要參數

描述	詳情
額定功率	2,000千瓦
輪殼高度	78.90米
風輪葉片數目	3
葉輪直徑	97.0米
掃掠面積	7,390平方米
風輪方向	逆風
風輪速度	每分鐘9–19轉
額定速度	每秒12米(米/秒)
切入風速	3米/秒
切出風速	25米/秒 ⁽⁴⁾
設計壽命	20年

資料來源：Nexant實地調研及公司資料及Gamesa網站<http://www.gamesacorp.com>

7.2.2 土木及結構工程

表7.3載列寧武風電設施的主要設計參數。

表7.3寧武風電的一般土木及結構工程設計參數

參數	描述
抗震設計強度	7級(0.15克)
抗震場地類別	II級至III級

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

根據Nexant實地調研及審視有關設計及運營資料，Nexant並無發現寧武風電項目的土木及結構工程設計存在任何問題。此外，Nexant認為 貴公司使用的風力發電機組的結構塔體符合現時風電行業要求及標準。

7.2.3 機電

寧武風電設施各風力發電機輸出電壓為690伏交流電，並通過位於各風力發電機組底部的發電機變壓器增加至35千伏。輸出電力隨後經普通的35千伏母線輸送至主變壓器並增加至110千伏，其後經位於開關站的普通的110千伏母線聯接並與通過一(1)條110千伏輸送線輸出的電力相互聯接並售予國家電網。

⁽⁴⁾ Gamesa G97可漸進切出風速使輸出減至低於額定功率，介乎每秒22至25米

根據 貴公司提供的資料，寧武風電設施電力系統包括三個級別：

- 110千伏
- 35千伏
- 400伏

根據Nexant實地調研及其對設計及運營資料的審閱，Nexant並無發現電力系統設計存在任何問題。此外，Nexant認為其電力系統符合現時風電行業要求及標準。

7.3 績效

下列各節提供Nexant根據可獲得的數據就寧武風電設施績效提供的調查結果及結論。Nexant取得並審視每月發電量、輔助廠用電率、風力發電機組可利用率、非計劃性停運及非計劃性維護及環保績效的過往績效數據。

7.3.1 每月發電量、輔助廠用電率及風力發電機組可利用率

於2015年年中工程竣工及2015年下半年投入運營及進入穩定期後，寧武風電設施於2016年開始穩定發電。山西風電設施的每月發電量、輔助廠用電量及風力發電機組可利用率分別載列於表7.4(長房山)及表7.5(趙家山)。

表7.4寧武風電設施—長房山
(每月發電量、輔助廠用電率及風力發電機組可利用率)

月份	年度目標			風力發電 機組可利 用率(%)
	每月 發電量 (兆瓦時)	發電 百分比 (%)	輔助廠用 電率(%)	
2016年1月	14,163	15.15%	1.62%	95.76%
2016年2月	8,023	23.66%	2.47%	96.31%
2016年3月	12,560	37.13%	1.23%	96.92%
2016年4月	14,358	52.54%	0.85%	100.00%
2016年5月	14,681	68.33%	0.88%	99.87%
2016年6月	6,798	75.64%	1.22%	99.77%
2016年7月	10,416	86.81%	1.24%	99.23%
2016年8月	7,348	75.73%	2.01%	99.44%
2016年9月	6,552	85.26%	1.94%	99.18%
2016年10月	11,565	95.67%	1.09%	99.09%
2016年11月	15,842	109.93%	1.05%	99.04%
2016年12月	8,543	117.57%	0.83%	未能提供

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

表7.5寧武風電設施—趙家山
(每月發電量、輔助廠用電率及風力發電機組可利用率)

月份	年度目標			風力發電 機組可利 用率(%)
	每月 發電量 (兆瓦時)	發電 百分比 (%)	輔助廠用 電率(%)	
2016年1月	12,511	13.44%	1.25%	100.00%
2016年2月	6,938	20.85%	1.64%	96.00%
2016年3月	12,467	未能提供	0.22%	未能提供
2016年4月	12,147	47.26%	0.97%	93.04%
2016年5月	13,116	61.36%	0.97%	95.26%
2016年6月	5,048	66.75%	1.84%	92.26%
2016年7月	8,835	76.21%	1.54%	98.87%
2016年8月	6,602	66.60%	2.19%	99.36%
2016年9月	6,364	75.52%	1.91%	99.33%
2016年10月	11,443	85.82%	1.18%	99.27%
2016年11月	14,095	98.51%	1.45%	99.02%
2016年12月	7,399	105.14%	1.39%	未能提供

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

根據Nexant實地調研及對設計及運營資料的審閱，Nexant注意到以下事項：

- 寧武風電設施的月發電量受惡劣天氣條件影響。Nexant認為風力發電機組於整個年度持續運營及發電量及使用率直接取決於當時氣候條件
- 輔助廠用電率通常介乎0.83%至1.94%，符合風電行業水平。廠用電率於個別月份一般介乎2.01%至2.24%，高於風電行業水平
- 寧武風電設施的風力發電機組可利用率介乎92.26%至100%，可利用率較高且符合風電行業水平。因此，Nexant認為，為維持整體電網穩定，國家電網及調度控制要求寧武風電設施的電廠運營不得超過其設計產能及限制使用及能源調度。

7.3.2 非計劃性停運及非計劃性維護

Nexant審視寧武風電設施有關非計劃性停運及非計劃性維護的技術數據，相關數據列於表7.6(長房山風電項目)及表7.7(趙家山風電項目)。Nexant認為所發現事故因惡劣天氣條件、定期及已安排的維護及外部因素所致，而非主廠房設備或系統有關的具體問題直接導致。

表7.6長房山風電項目(一期)非計劃性停運及非計劃性維護概要

事故時間	起因及資料
2016年6月	由於年度維護
2016年7月24日至2016年7月26日	由於強風及雷暴，七(7)台風力發電機組停機
2016年8月6日至2016年8月8日	由於強風及雷暴，七(7)台風力發電機組停機

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

表7.7趙家山風電項目(一期)非計劃性停運及非計劃性維護概要

事故時間	起因及資料
2016年1月23日至2016年1月27日	由於強風、大霧及暴雪，十四(14)台風力發電機組停機
2016年2月13日至2016年2月28日	由於強風、大霧及暴雪，十二(12)台風力發電機組停機
2016年6月6日至2016年6月17日	摩天嶺風電站進行維護
2016年7月20日	強風及暴雨導致脫落
2016年9月25日	動物(貓)導致脫落
2016年11月19日至2016年11月20日	維修35千伏集電線II B1-#4

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

7.3.3 環保績效

根據Nexant實地調研及對設計及運營資料的審閱，Nexant並無發現寧武風電設施的環保績效存在任何問題，且自該等設施運營起概無報告環境事故。

7.4 運營及維護

Nexant於運營、維護及人員配置等方面審視寧武風電設施之管理。

7.4.1 運營

根據Nexant的實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司員工進行寧武風電設施的所有運營
- 為維持整體電網穩定、國家電網及調度控制要求寧武風電設施的電廠運營不得超過其設計產能
- 概無此運營所需之燃料、原料、副產品、水或蒸汽消耗量。潤滑劑根據運營及維護手冊定期消耗
- 寧武風電設施運營團隊於雨季時需面對天氣條件，包括雷暴、閃電及其他由其引發的問題

- 自寧武風電設施於2015年8月啟動以來的運營過程中，概無重大技術整改
- 根據 貴公司資料，報告期內並無發生重大健康、安全和環境事故Nexant並無發現操作程序存在任何問題

Nexant並無發現寧武風電設施的運營計劃存在任何問題。

7.4.2 維護

根據Nexant的實地調研及審視有關資料，Nexant觀察到以下事項：

- 貴公司每日進行定期檢查及基本維護
- 重大維護於每季、每半年及每年進行
- 下一次電廠設施檢修安排於2017年7月進行
- 根據 貴公司提供的資料，風力發電機組處於保修期內，及原始設備製造商(OEM)歌美颯提供風力發電機組維護。根據 貴公司的資料，寧武風電設施主要設備(葉片、發電機、齒輪箱、主軸、變壓器及偏航系統)的設備保修期為兩(2)年。Nexant認為，相關情況符合風電行業標準
- 根據 貴公司資料， 貴公司管理系統目前包括零部件管理。因此，於保修期內， 貴公司根據目前實際運營及狀況分析零部件使用。當保修期到期時， 貴公司根據設備運營及狀況進行零部件管理。 貴公司根據設備運營及狀況按年為特定資產編製零部件預算。Nexant認為，該方法及方式符合光伏行業標準
- 非計劃性維護事故主要因天氣條件(閃電、雷暴及惡劣天氣)引發。 貴公司已投購保險，以清除該等天氣條件引發的風險

Nexant並無發現寧武風電設施的維護計劃存在任何問題。

7.4.3 人員配置

根據Nexant的實地調研，Nexant觀察到以下事項：

- 現場員工總數為二十七(27)名人員及於表7.8描述。

表7.8人員配置

描述	數量
一般管理／銷售	4
會計	2
運營	14
設備及維護	5
其他(廚師及清潔人員)	2
總計	27

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

- 根據 貴公司，所有員工均擁有相關證書及資質

Nexant並無發現寧武風電設施的人員配置存在任何問題。Nexant認為人員配置符合適用之運營及維護要求。

7.5 風險及緩解評估

表7.9提供就寧武風電設施運營發現之問題及潛在緩解措施的概要。

表7.9已發現問題及潛在緩解措施概要

異常天氣條件的影響

Nexant建議 貴公司與各持份者(管理層、原始設備製造商、員工、運營及維護人員、國家電網及國家／省級政府機關)進行審視回顧並納入涵蓋設計、運營安全及危害等方面的緩解措施

次聲波⁽⁵⁾

Nexant建議 貴公司與原始設備製造商審視與次聲波有關的任何潛在問題並採取適當的糾正行動，以確保遵守公認行業標準及國家／全國法規（如有）

對動物、鳥類及頻臨物種的危害⁽⁶⁾

Nexant建議 貴公司與原始設備製造商審視危害對動物、鳥類及頻臨物種有關的任何潛在問題並採取適當糾正行動，以確保遵守公認行業標準及國家／全國法規（如有）

資料來源：Nexant實地調研及公司資料

7.6 結論

Nexant已對寧武風電設施進行獨立技術評估並得出以下結論：

- 術或主要設備／系統與原有設計相比並無變動
- 並無發現機械、土木及結構工程以及電力設計存在問題
- 寧武風電設施的每月發電量受不利天氣條件影響。因此，Nexant認定風力發電機組將於整個年度繼續運營且發電量及可利用率直接取決於當前的氣候條件

⁽⁵⁾ 當大型風力發電機遇上湍流時，可以產生極低頻率聲音及「次聲波」（低於20赫茲）。次聲波數量取決於眾多因素，包括風力發電機組設計、代工生產商、風速、輸出功率、當地地形及近的風力發電機（尾波從一個風力發電機進入另一個風力發電機的葉片時會增加）。次聲波聽不見，且與聽到的音量無關。次聲波只能以具備探測次聲波功能的聲量計量度（且不使用A型加權比例）

⁽⁶⁾ 全球各地日益關注蝙蝠、猛禽（鷹、老鷹、獵鷹、貓頭鷹和禿鷲）（其中許多被視為瀕危物種）和其他大型鳥類，如鴨、鵝、天鵝和鶴的存活危機。碰撞風險不但威脅到個別鳥類，而且增加對其群體數量的現有威脅。多項設施的累積影響可能威脅多種數量已下降物種的生存繁殖。部分國家／州份的司法權區已發出選址指引，建議風力發電機不應於鄰近以下各項的地點安裝，包括濕地、山脊，靠近海岸線或其他已知的野生動物集中區域的地區或於春季期間經常出現大霧或低層雲及秋季期間動物遷移的地區。

- 輔助廠用電率一般介乎0.83%至1.94%，符合風電行業水平。於某些月份，廠用電率一般介乎2.01%至2.24%，高於風電行業水平
- 寧武風電設施的風力發電機組可利用率介乎92.26%至100%，可利用率較高且符合風電行業水平。因此，Nexant認為，為維持整個電網穩定，國家電網及配電監控規定寧武風電設施不能經營超出其設計能力的電廠及限制可利用率以及能源調度
- 並無發現有關非計劃性停運、非計劃性維護及環保績效有關的重大問題
- 除不利天氣條件的影響，並無發現其他運營、維護及人員配置問題
- 於報告期內並無發生重大健康、安全及環境事故

附錄A

縮略語列表

A	安培
AC	交流電
AM	大氣質量
ATS	自動轉換開關
Ba ²⁺	二價鋇離子
BMCR	鍋爐最大連續蒸發量
CaOH ₂	氫氧化鈣
CEC	加州能源委員會
貴公司	中國光大綠色環保有限公司
CEMS	煙氣連續監測系統
COD	商業運營日期
Cr ⁶⁺	六價鉻
碭山生物質	碭山生物質發電項目
DC	直流電
DCS	分佈式控制系統
國家標準	中國國家標準
GCB	發電機出口斷路器
GHBR	Gohigher生物反應器
灌雲危廢填埋	灌雲危廢填埋項目
g/m ²	每平方米克數
GW	吉瓦
GWh	吉瓦時
HCl	氯化氫
HCV	高熱值
HDPE	高密度聚乙烯
Hg	汞
HSE	健康、安全與環境
聯交所	香港聯交所
Hz	赫茲
I&C	儀表檢測及控制
IEC	國際電工委員會
kcal/kg	每公斤千卡
kg/h	每小時公斤
km	公里
kN/m ²	每平方米千牛頓
kPa	千帕
kV	千伏
kW	千瓦
kW _{ac}	千瓦交流電
kW _{dc}	千瓦直流電
kWe	千瓦電力

附錄A

縮略語列表

LCV	低熱值
LV	低電壓
m	米
m/s	每秒米數
m ²	平方米
m ³	立方米
m ³ /d	每天立方米數
mg/m ³	每立方米毫克
MJ/kg	每公斤兆焦
mm	毫米
MPa	兆帕
MPPT	最大功率點跟蹤
MVA	兆伏安
MW	兆瓦
MWac	兆瓦交流電
MWe	兆瓦電力
MWh	兆瓦時
MWp	峰值輸出功率
NaOH	氫氧化鈉
Nexant	Nexant
寧武風電	山西長房山一期風電項目
Nm ³ /year	每年標準立方米
NO _x	氮氧化物
OEM	原始設備製造商
O&M	運營及維護
OPEX	經費開支
Pb ²⁺	二價鉛離子
PHC	預應力高強度混凝土
PPA	購電協議
PV	光伏
rpm	每分鐘轉速
RTU	遠程終端設備
SCADA	數據採集與監控系統
SNCR	選擇性非催化還原
SNPTC	國核電力規劃設計研究院
SO ₂	二氧化硫
SO ₃	三氧化硫
STC	標準測試條件
宿城生物質	宿城生物質供熱項目
t/a	每年噸數
t/h	每小時噸數

附錄A

縮略語列表

t/m ³	每立方米噸數
tpd	每天噸數
UPS	不間斷供電
UV	紫外線
V	伏
Vac	交流輸入電壓
Vdc	直流輸入電壓
Wp	瓦峰
鎮江屋頂光伏發電	鎮江屋頂光伏發電項目
淄博危廢	淄博綜合危廢處置一期項目
Zn ²⁺	二價鋅離子